



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

Agnė Matuliauskaitė

Vilma Vėtaitė

**ORO TARŠOS VERTINIMAS IR ĮTAKA GYVENIMO KOKYBEI**

**ASSESSMENT OF AIR POLLUTION AND ITS INFLUENCE**

**ON LIFE QUALITY**

**Baigiamasis magistro darbas**

Nekilnojamojo turto vertinimo ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62603S114

Nekilnojamojo turto valdymo specializacija

Vadybos ir verslo administravimo mokslo kryptis

Vilnius, 2008

|                                                            |                             |      |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|
| Vilniaus Gedimino technikos universitetas                  | ISBN                        | ISSN |
| <b>Statybos fakultetas</b>                                 | Egz. sk. 2                  |      |
| Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto vadybos katedra | Data: <b>2008 - 05 - 21</b> |      |

**Nekilnojamojo turto vertinimo ir valdymo studijų programos magistro baigiamasis darbas**

**Oro taršos vertinimas ir įtaka gyvenimo kokybei**

Autoriai: **Agnė Matuliauskaitė, Vilma Vėtaitė**

**Kalba**

☒ lietuvių

☐ anglų

**Anotacija**

Šio darbo tikslas – išanalizuoti oro kokybę Lietuvoje, oro taršos vertinimo metodus, kokią įtaką oro tarša turi žmogui ir jo gyvenimo kokybei, nustatyti su kokiomis problemomis susiduriama ir pateikti pasiūlymus šioms problemoms spręsti.

Darbą sudaro 8 skyriai, kuriuose apžvelgiami aplinkos oro kokybės vertinimą reglamentuojantys teisės aktai, pagrindinių teršalų grupės, taršos šaltiniai, nagrinėjama užsienio valstybių oro kokybės kontrolės patirtis. Oro tarša tiek užsienio valstybėse, tiek Lietuvoje pastaruoju metu kelia nemažai problemų, Lietuvoje ypač aktuali oro tarša kietosiomis dalelėmis, todėl valstybės mastu rengiamos ir įgyvendinamos įvairios programos ir projektai. Siekiant įsigilinti į oro taršos problemas, analizuojama taršos įtaka žmogui bei oro taršos vertinimo metodai. Nustatyta, jog užterštas oras daro poveikį žmogaus sveikatai, ypač nuo jo nukenčia vaikai, todėl darbe pateikiamos rekomendacijos gyventojams. Vienas pagrindinių oro taršos vertinimo metodų – oro kokybės matavimai. Nors Lietuvoje, kaip ir kai kuriose užsienio valstybėse, nėra pateiktas matavimo stočių efektyvumo pagrindimas, tačiau jų išdėstymas turi turėti matematinį pagrindimą. Dėl šiuo metu vykdomos egzistuojančios oro kokybės kontrolės bei ribotų sistemos pertvarkos bei mūsų galimybių, negalime pritaikyti praktiškai, todėl darbe pateikiama tiriamojo elemento eksperimento planavimo metodika. Išanalizavus oro taršos, jos vertinimo problemas bei įtaką gyvenimo kokybei, darbo pabaigoje pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

Darbo apimtis – 132 puslapiai teksto be priedų, 45 paveikslai, 28 lentelės, 108 literatūros šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

**Reikšminiai žodžiai:** oro kokybė, oro tarša, oro taršos vertinimo metodai, teršalai, kietosios dalelės, matavimo stotys, kvėpavimo takų ir širdies ligos, gyvenimo kokybė.

|                                                              |                             |      |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|
| Vilnius Gediminas Technical University                       | ISBN                        | ISSN |
| <b>Faculty of Civil Engineering</b>                          | Number of Copies 2          |      |
| Department of Construction Economics and Property Management | Date: <b>2008 - 05 - 21</b> |      |

**Master's degree final work****Assessment of Air Pollution and its Influence on Life Quality**Authors: **Agnė Matuliauskaitė, Vilma Vėtaitė****Language**☒ Lithuanian☐ English**Annotation**

The aim of this work is to analyze air quality in Lithuania, the methods of air pollution evaluation, air pollution impact on a person and his/her life quality, to determine the main problems, as well as, to present the suggestions to solve these problems.

The work consists of eight chapters. The research reviews the law acts regulating the air quality evaluation, the main groups of pollutants, pollution sources and examines the experience of air quality control in foreign countries. Air pollution causes a lot of problems nowadays both, in Lithuania and foreign countries. Particulate matter is especially relevant in Lithuania. Consequently, various programs and projects are organized and implemented on a state scale. In order to see into the problems of air pollution the impact of air pollution on a person and air pollution evaluation methods were analyzed. It was determined that polluted air influences people's health. Especially, children suffer from air pollution. Therefore, recommendations for people are presented in this work. One of the most important air pollution evaluation methods is air quality measurement. Even though in Lithuania as well as in some foreign countries there is no given grounding of monitoring stations efficiency, the setout of those stations must have mathematical grounding. Because of the underway and now - existing air quality control, as well as, limited system reconstruction and our own opportunities we cannot use them practically, so the research presents the planning methodology of the investigative element experiment. After analyzing air pollution, its evaluation problems and impact on life quality, conclusions and suggestions are subjected at the end of the work.

Work scope: 132 pages of text without appendices, 45 examples, 28 tables, 108 literature sources. Appendices are added separately.

**Keywords:** air quality, air pollution, air pollution evaluation methods, pollutant, particulate matter, air monitoring stations, respiratory and heart diseases, life quality.

## TURINYS

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| IVADAS.....                                                                                                             | 9  |
| 1. APLINKOS ORO KOKYBĖS VERTINIMĄ REGLAMENTUOJANTYS TEISĖS AKTAI IR PAGRINDINIŲ TERŠALŲ GRUPĖS .....                    | 12 |
| 1.1. Pagrindinės direktyvos .....                                                                                       | 12 |
| 1.2. Nacionaliniai teisės aktai reglamentuojantys, aplinkos oro kokybės vertinimą ir monitoringą .....                  | 13 |
| 1.3. Pagrindinių teršalų grupės .....                                                                                   | 15 |
| 2. ORO KOKYBĖS KONTROLĖ UŽSIENIO VALSTYBĖSE .....                                                                       | 22 |
| 2.1. Jungtinėse Amerikos Valstijose .....                                                                               | 22 |
| 2.2. Jungtinėje Karalystėje .....                                                                                       | 28 |
| 2.3. Suomijoje .....                                                                                                    | 38 |
| 2.4. Argentinoje .....                                                                                                  | 42 |
| 3. ORO KOKYBĖ LIETUVOJE.....                                                                                            | 55 |
| 3.1. Oro kokybės matavimų duomenys visoje Lietuvos teritorijoje .....                                                   | 55 |
| 3.2. Oro kokybės matavimų duomenys Vilniaus aglomeracijoje .....                                                        | 60 |
| 3.3. Aplinkos oro kokybės vertinimo modeliavimo būdu Vilniaus mieste rezultatai.....                                    | 68 |
| 3.4. Veiksmai aplinkos oro kokybei išsaugoti.....                                                                       | 71 |
| 4. TARŠOS ŠALTINIAI IR ORO TARŠOS POVEIKIS ŽMOGUI .....                                                                 | 73 |
| 4.1. Taršos šaltiniai .....                                                                                             | 73 |
| 4.2. Oro teršalų poveikis žmogui .....                                                                                  | 77 |
| 4.3. Naujausių technologijų taikymas .....                                                                              | 81 |
| 4.3.1. Nanotechnologija.....                                                                                            | 81 |
| 4.3.2. Nanotechnologijų taikymas statyboje.....                                                                         | 82 |
| 4.3.3. Nanotechnologijos saugumas.....                                                                                  | 85 |
| 5. RENGIAMSI IR VYKDOMI PROJEKTAI .....                                                                                 | 87 |
| 5.1. Vykdyti projektai .....                                                                                            | 87 |
| 5.2. Kietųjų dalelių sklaidos vertinimas Lietuvos Respublikos Seimo teritorijoje.....                                   | 91 |
| 5.3. Rengiamas aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimo projektas..... | 93 |
| 5.3.1. Projekto poveikis ir svarba.....                                                                                 | 94 |
| 6. APLINKOS ORO KOKYBĖS VERTINIMO METODAI .....                                                                         | 94 |
| 6.1. Aplinkos oro kokybės matavimai Lietuvoje.....                                                                      | 94 |
| 6.1.1. Matavimo stotys Vilniaus aglomeracijoje .....                                                                    | 96 |
| 6.1.2. Zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti ir valdyti sąrašas .....                                      | 99 |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.3. Aplinkos oro kokybės vertinimo ribos ir teritorijų klasifikacija pagal oro užterštumo lygį ..... | 100 |
| 6.1.4. Matavimo stočių išdėstymo pagrindimas Lietuvoje .....                                            | 102 |
| 6.1.4.1. Matavimo stočių išdėstymas ir minimalaus matavimo stočių skaičiaus nustatymo kriterijai .....  | 102 |
| 6.1.4.2. Ozono koncentracijų vertinimo ir ėminių ėmimo vietų klasifikavimo, išdėstymo kriterijai .....  | 104 |
| 6.2. Taršos šaltinių ir jų išmetamų teršalų inventorizacija .....                                       | 107 |
| 6.3. Teršalų sklaidos modeliavimas .....                                                                | 108 |
| 6.3.1. Aplinkos oro kokybės vertinimas taikant modelius .....                                           | 108 |
| 6.3.2. Modelio parinkimo kriterijai .....                                                               | 110 |
| 6.3.3. Taršos šaltiniai ir teršalai .....                                                               | 111 |
| 6.3.4. Meteorologinių faktorių įtaka teršalų sklaidai ir jų panaudojimas modeliuose .....               | 112 |
| 6.3.5. Modeliui reikalingi įvesties duomenys, modeliavimo rezultatai ir jų interpretacija ....          | 114 |
| 6.4. Matavimų ir modeliavimo kombinacijos .....                                                         | 116 |
| 7. TIRIAMOJO ELEMENTO EKSPERIMENTO PLANAVIMO METODIKA .....                                             | 116 |
| 8. ORO KOKYBĖ GYVENAMOSIOSE PATALPOSE IR REKOMENDACIJOS GYVENTOJAMS .....                               | 121 |
| 8.1. Oro kokybė gyvenamosiose patalpose .....                                                           | 121 |
| 8.1. Rekomendacijos gyventojams .....                                                                   | 121 |
| IŠVADOS .....                                                                                           | 125 |
| LITERATŪROS SĄRAŠAS .....                                                                               | 127 |
| PRIEDAI .....                                                                                           | 133 |

**Lentelių sąrašas**

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 lentelė. Oro kokybės indekso intervalai [2, 3] .....                                                                                                                                                  | 22  |
| 2 lentelė. Poveikio sveikatai įvertinimas, atsižvelgiant į oro kokybės indekso reikšmes [2, 3] .....                                                                                                    | 23  |
| 3 lentelė. Oro kokybės indekso reikšmių intervalai [102] .....                                                                                                                                          | 24  |
| 4 lentelė. Matavimo stočių aplinkos tipai [88, 94] .....                                                                                                                                                | 30  |
| 5 lentelė. Teršalų poveikio sveikatai grupavimas ir atitinkamos indekso reikšmės [87] .....                                                                                                             | 32  |
| 6 lentelė. Indeksą atitinkančios teršalų reikšmės [87] .....                                                                                                                                            | 33  |
| 7 lentelė. Sveikatos patarimai [37] .....                                                                                                                                                               | 38  |
| 8 lentelė. Koncentracijos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) naudojamos skaičiuojant oro kokybės indeksą [41] .....                                                                                           | 42  |
| 9 lentelė. Išraiškos apskaičiuoti parametrams $a(z_0/L)$ , $b(z_0/L)$ ir $ A_1 (z_0/L)$ taikant paviršiaus nelygumų atkarpos ilgio ( $z_0$ ) ir Monin – Obukhov'o atstumo ( $L$ ) funkcijas [105] ..... | 47  |
| 10 lentelė. Matavimo stočių variacijos ir jų pajėgumai nustatyti paros koncentracijas per metus, kai $C > C_{L24h}$ [105] .....                                                                         | 49  |
| 11 lentelė. Vidutinė metinė sunkiųjų metalų ir benzo(a)pireno koncentracija Lietuvos OKT stotyje [20] .....                                                                                             | 60  |
| 12 lentelė. 2007 m. $KD_{10}$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                               | 61  |
| 13 lentelė. 2007 m. $KD_{2.5}$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                              | 63  |
| 14 lentelė. 2007 m. $\text{NO}_2$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                           | 65  |
| 15 lentelė. 2007 m. $\text{O}_3$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                            | 66  |
| 16 lentelė. 2007 m. $\text{SO}_2$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                           | 66  |
| 17 lentelė. 2007 m. $\text{CO}$ tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                             | 67  |
| 18 lentelė. Vidutinė metinė sunkiųjų metalų ir benzo(a)pireno koncentracija Vilniaus Lazdynų OKT stotyje [20] .....                                                                                     | 67  |
| 19 lentelė. 2007 m. benzeno tyrimų rodikliai [20] .....                                                                                                                                                 | 68  |
| 20 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Žirmūnų stotelėje [24] .....                                                                                                                             | 97  |
| 21 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Savanorių prospekto stotelėje [24] .....                                                                                                                 | 98  |
| 22 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Senamiesčio stotelėje [24] .....                                                                                                                         | 98  |
| 23 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Lazdynų stotelėje [24] .....                                                                                                                             | 99  |
| 24 lentelė. Zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti ir valdyti sąrašas [62] .....                                                                                                            | 100 |
| 25 lentelė. Minimalus matavimo stočių skaičius išsklaidytiems taršos šaltiniams [60] .....                                                                                                              | 104 |
| 26 lentelė. Minimalus matavimo stočių skaičius, reikalingas įvertinti, kaip laikomasi ribinių verčių ekosistemoms arba augmenijai apsaugoti ne aglomeracijose [62] .....                                | 104 |
| 27 lentelė. Matavimo vietų išdėstymas makroskalėje [32, 64] .....                                                                                                                                       | 104 |
| 28 lentelė. Mažiausias ėminių ėmimo vietų skaičius, reikalingas atlikti ozono koncentracijų matavimus nustatytose vietose oro kokybei įvertinti [32, 64] .....                                          | 107 |

## Paveikslų sąrašas

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 pav. $KD_{10}$ ir $KD_{2,5}$ dydis lyginant su žmogaus plauku [96] .....                                                                                                                                                                                                  | 15 |
| 2 pav. Kietųjų dalelių taršos šaltiniai [86] .....                                                                                                                                                                                                                          | 16 |
| 3 pav. Kietųjų dalelių poveikis žmogaus organizmui [66] .....                                                                                                                                                                                                               | 18 |
| 4 pav. Oro kokybės indekso žemėlapis JAV [4] .....                                                                                                                                                                                                                          | 26 |
| 5 pav. Šios dienos oro kokybės prognozė JAV [5] .....                                                                                                                                                                                                                       | 27 |
| 6 pav. Rytojaus oro kokybės prognozė JAV [6] .....                                                                                                                                                                                                                          | 27 |
| 7 pav. a) Automatinių stočių tinklas, b) $SO_2$ , $NO$ teršalai [93] .....                                                                                                                                                                                                  | 29 |
| 8 pav. Londono vietovės pasirinkimas [ <a href="http://www.londonair.org.uk/london/asp/virtualmaps.asp">http://www.londonair.org.uk/london/asp/virtualmaps.asp</a> ] .....                                                                                                  | 33 |
| 9 pav. Londono užterštumo žemėlapis [51] .....                                                                                                                                                                                                                              | 34 |
| 10 pav. Londono dalies užterštumo žemėlapis [52] .....                                                                                                                                                                                                                      | 35 |
| 11 pav. Informacija, pateikiama pasirinkus tam tikrą matavimo stotį Londone [49] .....                                                                                                                                                                                      | 35 |
| 12 pav. Centrinio Londono dalies 3 – D oro užterštumo žemėlapis [53] .....                                                                                                                                                                                                  | 36 |
| 13 pav. Oro užterštumo prognozė Pietiniame Londone [36] .....                                                                                                                                                                                                               | 37 |
| 14 pav. Stacionarių ir mobilių matavimo stočių išdėstymas [44] .....                                                                                                                                                                                                        | 39 |
| 15 pav. Matuojamų teršalų emisija [44] .....                                                                                                                                                                                                                                | 39 |
| 16 pav. Oro kokybė einamuoju laiko momentu [39] .....                                                                                                                                                                                                                       | 40 |
| 17 pav. Teršalų emisijos einamuoju momentu [40] .....                                                                                                                                                                                                                       | 40 |
| 18 pav. Pasirinkto miesto Helsinkio oro kokybė grafiškai [43] .....                                                                                                                                                                                                         | 41 |
| 19 pav. Oro kokybės klasių ryšys su poveikiu sveikatai [41] .....                                                                                                                                                                                                           | 41 |
| 20 pav. $PM_{10}$ matuojančių stočių išdėstymas Buenos Airės mieste (1 km x 1 km tinklėlis) [105] ...                                                                                                                                                                       | 49 |
| 21 pav. Metinė $NO_x$ emisijos norma (išreikštas kaip $NO_2$ ) įvertintas kiekvienai šaltinio kategorijai: gyvenamasis (res); komercinis (com); mažos pramonės šakos (ind); lėktuvai (aircrafts); autobusai (bus); kelių transportas (cars) jėgainės (p.plants) [106] ..... | 50 |
| 22 pav. Vidutiniškai apskaičiuota kasvalandinė $NO_x$ emisija (išreikštas kaip $NO_2$ ) iš rajono šaltinių Buenos Airės Mieste 20:00 (užpildyti trikampiai- jėgainės) [106] .....                                                                                           | 50 |
| 23 pav. 16 oro kokybės kontroliavimo stočių, nustatytų objektyvaus tinklo, suprojektuoja metodologiją Buenos Airės miesto [106] .....                                                                                                                                       | 51 |
| 24 pav. Kas valandą $NO_x$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovės (1), (6) ir (3) aptinka $C > CR$ [106] .....                                                                                                                                     | 52 |
| 25 pav. Kas valandą $NO_x$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovė (4) aptinka $C > CR$ [106] .....                                                                                                                                                  | 52 |
| 26 pav. Kas valandą $NO_x$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovės (1), (2), (5) ir (6) aptinka $C > CR$ [106] .....                                                                                                                                | 52 |
| 27 pav. Kas valandą $NO_x$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovė (4) aptinka $C > CR$ (2001) m. liepos 10-ąją 19:00) [106] .....                                                                                                                   | 53 |
| 28 pav. $KD_{10}$ vidutinė metinė koncentracija Lietuvoje 2007 m. [20] .....                                                                                                                                                                                                | 55 |
| 29 pav. Dienų, kai buvo viršyta $KD_{10}$ paros koncentracijos ribinė vertė, skaičius 2007 m. [20], 56                                                                                                                                                                      |    |
| 30 pav. $NO_2$ vidutinė metinė koncentracija Lietuvoje 2007 m. [20] .....                                                                                                                                                                                                   | 58 |
| 31 pav. Vidutinė metinė $NO_2$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIR modelį) [29] .....                                                                                                                                                                      | 69 |
| 32 pav. Vidutinė metinė $KD_{10}$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIR modelį) [29] .....                                                                                                                                                                   | 70 |
| 33 pav. Vidutinė metinė $SO_2$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIR modelį) [29] .....                                                                                                                                                                      | 70 |
| 34 pav. Vidutinė metinė $CO$ koncentracija ( $\mu g/m^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIR modelį) [29] .....                                                                                                                                                                        | 71 |
| 35 pav. Mobilių ir stacionarių taršos šaltinių skaičius 2003 – 2007 m. [8 - 16] .....                                                                                                                                                                                       | 73 |
| 36 pav. Mobilių ir stacionarių taršos šaltinių išmestų teršalų kiekiai 2003 – 2007 m. [8 – 16] ....                                                                                                                                                                         | 74 |
| 37 pav. Mobilių taršos šaltinių išmestų teršalų kiekis 2003 – 2007 m. [8 – 11] .....                                                                                                                                                                                        | 74 |
| 38 pav. Oro teršalų padariniai žmogaus organizmui [97] .....                                                                                                                                                                                                                | 78 |
| 39 pav. „Pilkington activ blue“ – savaime besivalantis stiklas [76] .....                                                                                                                                                                                                   | 83 |
| 40 pav. Kietųjų dalelių užterštumo žemėlapis [Aplinkos apsaugos agentūra] .....                                                                                                                                                                                             | 92 |
| 41 pav. Lietuvos valstybinio aplinkos oro monitoringo stočių tinklas [22] .....                                                                                                                                                                                             | 95 |
| 42 pav. Matavimo stotys Vilniaus aglomeracijoje [22] .....                                                                                                                                                                                                                  | 96 |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <i>43 pav. Sistemos „Atmosfera“ schema [18] .....</i>         | <i>108</i> |
| <i>44 pav. Modelių taikymo atvejai [20] .....</i>             | <i>109</i> |
| <i>45 pav. Matavimų ir modeliavimo kombinacijos[20] .....</i> | <i>116</i> |



## IVADAS

Oro užterštumas tampa vis sudėtingesne bei sparčiai didėjančia problema. Aplinkos kenksmingos sąlygos kelia pavojų ne tik dabar gyvenantiems žmonėms, bet ir ateinančioms kartoms. Oro kokybės įtaka visų pirma – tai tinkamos gyvenimo sąlygos. Svarbiausios sąlygos, lemiančios būsto kokybę bei garantuojančios ilgalaikę vertę – gerai pasirinkta vieta, neužteršta aplinka.

Oras miestų gatvėse yra užterštas automobilių išmetamosiomis dujomis bei patenkančiais į atmosferą iš stacionarių šaltinių teršalais, tačiau ne kiekvienas susimąstome, kad nė kiek ne mažiau, netgi daug labiau – užterštu oru mes kvėpuojame savo namuose. Aplinkos oro kokybė neabejotinai turi įtakos gyventojų sergamumui. Epidemiologiniais tyrimais nustatyta, kad aplinkos oro užterštumas didina sergamumą įvairiomis respiracinėmis infekcijomis, kitomis kvėpavimo sistemos, širdies ligomis.

**Šio darbo tikslas** – išanalizuoti oro kokybę Lietuvoje, oro taršos vertinimo metodus, kokią įtaką oro tarša turi žmogui ir jo gyvenimo kokybei.

**Pagrindiniai uždaviniai** yra nustatyti su kokiomis problemomis susiduriama ir pateikti siūlymus šioms problemoms spręsti.

**Darbo aktualumas.** Pastaruoju metu, vis dažniau, prieš įsigyjant gyvenamąjį būstą, domimasi oro užterštumu konkrečioje vietovėje, nes būtent šis veiksnys turi didžiulę įtaką žmonių sveikatai bei gyvenimo kokybei. Tačiau dažnai susiduriama su kiekvienam lengvai prieinamos, išsamios ir apibendrintos informacijos problema. Svarbu nuolat stebėti aplinkos oro taršą, ieškoti būdų, kaip pagerinti atmosferos kokybę ir diegti kitus rizikos sveikatai mažinimo kriterijus. Gyventojai turi būti informuoti kaip sumažinti oro taršos įtaką sveikatai.

Technologijų tobulėjimas pamažu keičia žmonių sąmonę, prioritetus, gyvenimo kokybės vertinimą. Aplinkos oro kokybės kontroliavimas užima svarbią vietą vertinant oro kokybę. Šiame darbe pateikiamos esminės priemonės, rengiant veiksmų planus oro kokybei gerinti, didinti valdymo efektyvumą. Remiantis tokio vertinimo rezultatais nustatomi reikalavimai įvairaus lygio planavimui ir esamos situacijos valdymui taikant oro kokybės indeksą, teikiant rekomendacijas gyventojams.

Baigiamajame magistriniame darbe išanalizuota, apibendrinta rekomendacijomis ir siūlymais informacija yra naudojama aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimo projekte.

**Darbo struktūra.** Darbą sudaro 8 skyriai. *Pirmame skyriuje* yra pateikiami aplinkos oro kokybės vertinimą reglamentuojantys teisės aktai ir pagrindinių teršalų grupės. Nurodomos pagrindinės direktyvos, nacionaliniai teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos oro kokybės vertinimą ir monitoringą, jų svarba. Apibūdinamos pagrindinės teršalų grupės (kietosios dalelės,

NO<sub>2</sub>, ozonas, SO<sub>2</sub>, CO, švinas, benzinas, sunkieji metalai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai) nurodant jų šaltinius, poveikį sveikatai bei taršos mažinimo principus.

*Antras darbo skyrius* skirtas oro kokybės kontrolei užsienio valstybėse analizuoti. Pasirinktos valstybės, kurios detaliai ir moderniausiomis priemonėmis vykdo oro kokybės priežiūros sistemos formavimą, tai Jungtinės Amerikos Valstijos, Jungtinė Karalystė, Suomija ir Argentina. Nagrinėjami oro kokybės kontrolei taikomi stebėsenos ir kontroliavimo metodai, oro kokybės indeksas ir jo vertės, gyventojams naudingos informacijos pateikimo priemonės.

*Trečiame skyriuje* nagrinėjama ir analizuojama oro kokybė Lietuvoje. Remiantis pastarųjų metų atliktais matavimais pateikiamos teršalų koncentracijos šalies mastu, oro kokybės matavimų duomenys Vilniaus aglomeracijoje akcentuojant ryškiausias problemas – ribines vertes, pavojaus slenksčius. Nurodomi veiksmai aplinkos oro kokybei išsaugoti visais lygmenimis – valstybės, savivaldybių ir vietinių (įmonių).

Taršos šaltiniai ir oro taršos poveikis žmogui pateikiamas *ketvirtame skyriuje*. Išnagrinėta ir vaizdžiai pateikta paskutinių penkerių metų mobilių ir stacionarių taršos šaltinių išmestų teršalų kiekių analizė. Apibūdinti oro teršalų padariniai žmogaus organizmui nurodant konkrečius susirgimus. Taip pat nagrinėjamas naujausių technologijų taikymas – nanotechnologijų, ypačingai akcentuojamas šių, iki šiol nepakankamai ištirtų technologijų saugumas.

*Penktame skyriuje* analizuojamas aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimo projektas, jo poveikis ir svarba, apibendrinami prieš tai vykdyti projektai, kurie turėjo prisidėti prie aktualios problemos uždavinių sprendimo. Pateiktas ir įvertintas Lietuvos Respublikos Seimo kartu su Aplinkos apsaugos agentūra 2008 m. vasario mėnesį atliktas kietųjų dalelių matavimas Lietuvos Respublikos Seimo teritorijoje.

Aplinkos oro kokybės vertinimo metodai, Valstybinis aplinkos oro monitoringas skirtas aplinkos oro kokybei stebėti ir vertinti Lietuvoje analizuojami *šeštame skyriuje*. Vertinamas matavimo stočių išdėstymo pagrindimas ir minimalaus matavimo stočių skaičiaus nustatymo kriterijai. Apibūdinama taršos šaltinių ir jų išmetamų teršalų inventorizacija, teršalų sklaidos modeliavimas.

*Septintas skyrius* atspindi darbo praktinę dalį – tiriamojo elemento eksperimento planavimo metodiką, kuria siekama tiksliai įvertinti atmosferos teršalų sklaidą ir matavimo stočių išdėstymo parinkimą. Pritaikytas imčių tyrimo efektyvumas sudarant generalinę aibę ir taikomų matavimų skaičiaus suskaidymas į sluoksnius.

Oro kokybė gyvenamosiose patalpose ir rekomendacijos gyventojams pateikiama *aštuntame skyriuje* nurodant konkrečius tyrimus ir pasiūlymus, kurie gali būti taikomi gyvenamajame būste.

Skyriuje „Išvados ir rekomendacijos“ pateikiamos baigiamojo magistrinio darbo pagrindinės išvados ir rekomendacijos.

Parengtas mokslinis straipsnis „Oro taršos  $KD_{10}$  vertinimas Vilniaus mieste ir įtaka gyvenimo kokybei“ tarptautiniam simpoziumui „Automatizavimo ir Robotų technikos statyboje“ (ISARC 2008) . Straipsnis pristato sudėtingą ir vis didėjančią problemą - oro taršos  $KD_{10}$ ,  $KD_{2,5}$  vertinimą ir įtaka gyvenimo kokybei. Pateikiami Lietuvos Respublikos Seimo (LRS) teritorijoje atlikti kietųjų dalelių matavimai. Šį straipsnį sudaro penkios pagrindinės dalys.

Remiantis užsienio valstybių vykdomais oro kokybės stebėsenos ir kontrolės metodais ir išanalizavus esamą problemos situaciją Lietuvoje – teikiami siūlymai ir rekomendacijos Lietuvos oro kokybės sistemos formavimui ir gyventojų supažindinimui apie oro taršą teikiant konkrečius pasiūlymus, kurie įtakoja gyvenimo kokybę.

Baigiamajam darbui pateikti naudotos kompiuterinės technologijos: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Paint, Photo Studio 5.

## 1. APLINKOS ORO KOKYBĖS VERTINIMĄ REGLAMENTUOJANTYS TEISĖS AKTAI IR PAGRINDINIŲ TERŠALŲ GRUPĖS

### 1.1. Pagrindinės direktyvos

Europoje aplinkos oro kokybės vertinimas ir valdymas reglamentuojamas penkiomis pagrindinėmis direktyvomis, kurios nustato bendruosius aplinkos oro vertinimo sistemos reikalavimus ir nustato sieros dioksido, azoto dioksido ir azoto oksidų, kietųjų dalelių, švino, ozono, benzeno, anglies monoksido ir kai kurių metalų (arseno, kadmio, gyvsidabrio, nikelio ir policiklinių aromatinių angliavandenilių) ribines arba siektinas vertes aplinkos ore.

Bendroji aplinkos oro kokybės direktyva (96/62/EC, 1996 m. rugsėjo 27 d.) reglamentuojanti aplinkos oro kokybės vertinimą ir valdymą, nustato bendrosios strategijos pagrindinius principus, kaip nustatyti aplinkos oro kokybės tikslus norint išvengti, apsaugoti nuo arba sumažinti neigiamą oro taršos poveikį žmogaus sveikatai ir aplinkai.

Europos Parlamentas ir Taryba ribines vertes bei pavojaus slenksčius nustato tokiems teršalams:

- sieros dioksidui ( $SO_2$ ), azoto dioksidui ( $NO_2$ ) bei azoto oksidams ( $NO$ ), kietosioms dalelėms ( $KD_{2,5}$ ;  $KD_{10}$ ) ir švinui ( $Pb$ );
- benzenui ir anglies monoksidui ( $CO$ );
- ozonui ( $O_3$ );
- policikliniams aromatiniams angliavandeniliams ( $PAH$ ), kadmiui ( $Cd$ ), arsenui ( $As$ ), nikeliiui ( $Ni$ ) ir gyvsidabriui ( $Hg$ ).

### Šalutinės direktyvos:

Direktyva 1999/30/EC (1999 m. balandžio 22 d.) nustato sieros dioksido, azoto dioksido ir oksidų, kietųjų dalelių ir švino ribines vertes aplinkos ore.

I-oji šalutinė  
direktyva

- Užtikrinti, kad teršalų koncentracijos neviršytų ribinių verčių arba pavojaus slenksčių aplinkos ore;
- Užtikrinti, kad matavimų stotys, kuriose renkama informacija apie  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ , šviną, bei kietąsias daleles ( $KD_{2,5}$ ) yra įrengtos ir veikia, ir kad yra parinktas toks stočių skaičius bei jų išsidėstymas, kad jose surinkti duomenys geriausiai atspindėtų išvardintų teršalų koncentracijas konkrečioje valstybėje, ir Europos Komisijai pateikti statistinę informaciją apie minėtų teršalų matavimus 24 valandas per parą ištisus metus.

Direktyva 2000/69/EC (2000 m. lapkričio 16 d.) nustato benzeno ir anglies monoksido ribinės vertės aplinkos ore.

II-oji šalutinė  
direktyva

- Reikalaujama, kad valstybės narės pastoviai informuotų visuomenę apie šių teršalų koncentracijas aplinkos ore.

Direktyva 2002/3/EC (2002 m. vasario 12 d.) reglamentuoja ozono kiekį aplinkos ore.

III-oji šalutinė  
direktyva

- Nustatyti ilgalaikiai tikslai turi atitikti Pasaulinės sveikatos organizacijos nustatytas rekomendacijas dėl ozono aplinkos ore. Jeigu nustatytos siektinos vertės nėra pasiektos, Valstybės narės turi parengti veiksmų planus, kaip sumažinti ozono kiekį aplinkos ore.

Direktyva 97/101/EB (1997 m. sausio 27 d.) nustatanti tinklų ir atskirų stočių, matuojančių valstybėse narėse aplinkos oro užterštumą, tarpusavio apsikeitimą informacija ir duomenimis.

IV-oji šalutinė  
direktyva

- Ši direktyva yra įtraukta 2008 m. balandžio mėnesį ir pakeitė prieš tai galiojusią 2004/107/EB direktyvą dėl arseno, kadmio, gyvsidabrio, nikelio ir policiklinių aromatinių angliavandenilių aplinkos ore.

## 1.2. Nacionaliniai teisės aktai reglamentuojantys, aplinkos oro kokybės vertinimą ir monitoringą

Visi esminiai direktyvų reikalavimai perkelti į Lietuvos teisinę sistemą:

- Lietuvos Respublikos 1999 lapkričio 4 d. įstatymas Nr. VIII-1392 dėl Aplinkos oro apsaugos nustato aplinkos oro kokybės valdymo prioritetus, bei aplinkos oro valdymo bei vertinimo principus.
- Zonų ir aglomeracijų sąrašas pateiktas bendrame Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos įsakyme Nr. 470/581 dėl „Zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti bei valdyti sąrašo patvirtinimo“, priimtame 2000 metų spalio 30 dieną. Lietuvos teritorijoje išskirtos 2 aglomeracijos (Vilniaus ir Kauno) bei viena zona (visa

likusi Lietuvos teritorija). Šiuo teisės aktu perkeliama Bendrosios aplinkos oro kokybės direktyvos reikalavimai.

- *Bendras Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos įsakymas Nr. 591/640 dėl „Aplinkos oro užterštumo normų nustatymo“, priimtas 2001 m. Lapkričio 11 d.* Šiame teisės akte yra perkelti Bendrosios aplinkos oro kokybės, taip pat 1-osios bei 2-osios dukterinių direktyvų reikalavimai bei nustatytos sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksidų, kietųjų dalelių, švino, ozono, benzeno, anglies monoksido ribinės vertės.
- Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore yra vertinamas pagal ES kriterijus, sąrašas bei jų ribinės vertės yra nustatyti *Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos įsakyme Nr. 471/582, priimtame 2000 metų spalio 30 d.* Jame nurodoma, kad ribinės vertės, pavojaus slenksčiai pirmiausia turi būti nustatomi sieros dioksidui, azoto dioksidui, kietosioms dalelėms (įskaitant KD10), suspenduotosioms kietosioms dalelėms, švinui ir ozonui.
- *Aplinkos oro vertinimo taisyklės* nustato aplinkos oro vertinimo principus. Aplinkos oro vertinimo taisyklės perkelia šių direktyvų reikalavimus: 1996 metų rugsėjo 27 d. Tarybos Direktyvos 96/62/EB dėl Aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo, 1999 m. balandžio 22 d. Tarybos Direktyvos 1999/30/EB dėl Ribinių verčių sieros dioksidui, azoto dioksidui, azoto oksidams, kietosioms dalelėms bei švinui aplinkos ore nustatymo, bei 2000 m. lapkričio 16 d. Europos Parlamento bei Tarybos Direktyvos 2000/69/EB dėl ribinių verčių benzenui ir anglies monoksidui aplinkos ore nustatymo. Taisyklės buvo patvirtintos *Aplinkos ministerijos įsakymu Nr. 596 (2001 12 12), bei pakeistos 2002 m. birželio 27 d. įsakymu Nr. 339.*
- *Bendras Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos 2002 m. spalio 17 d. įsakymas Nr. 544/508 dėl Ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių nustatymo* perkelia 3-iosios dukterinės Direktyvos reikalavimus ir nustato ozono aplinkos ore vertinimo normas ir taisykles.
- *Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos 2006 m. balandžio 3 d. įsakymas Nr. D1-153/V-246* nustato siektinas vertes arsenui, kadmiui, gyvsidabriui, nikeliui ir policikliniams aromatiniams angliavandeniliams aplinkos ore.
- *Aplinkos ministerijos 2006 metų birželio 12 įsakymas Nr. D1-289 dėl aplinkos oro užterštumo arsenu, kadmiu, gyvsidabriu, nikeliu ir policikliniais aromatiniais angliavandeniliais vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo* nustato reikalavimus zonoms bei aglomeracijoms, reikalavimus teršalų vertinimui bei informacijai, kuri turi būti teikiama visuomenei bei Europos Komisijai.
- Visuomenės bei susijusių institucijų informavimas apie oro kokybę yra užtikrinta įsakyme dėl informacijos teikimo kai viršijami pavojaus ar informavimo slenksčiai. *Aplinkos*

ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos 2005 metų gegužės 26 d. įsakymas Nr. DI-265/V-436 dėl „Visuomenės ir suinteresuotų institucijų informavimo apie aplinkos oro užterštumo lygius, viršijančius pavojaus ar informavimo slenksčius, tvarkos aprašo patvirtinimo“ nustato atsakingų institucijų pareigas ir veiksmus.

- Lietuvos Aplinkos monitoringo įstatymas Nr. VIII-52 9, priimtas 1997 m. lapkričio 20 d. ir pakeistas 2006 m. gegužės 4 d. įstatymu Nr. X-595, nustato aplinkos apsaugos stebėsenos įgyvendinimo tikslus, struktūrą ir principus. Įstatyme nustatytos valstybės institucijų, savivaldybių ir įmonių funkcijos susijusios su valstybinės aplinkos apsaugos stebėseną, savivaldybių ir ūkio subjektų aplinkos apsaugos stebėseną. Be to, įstatyme išdėstyti kokybės kontrolės bei kokybės užtikrinimo principai, bei nuostatos dėl informacijos pasikeitimo ir informavimo.

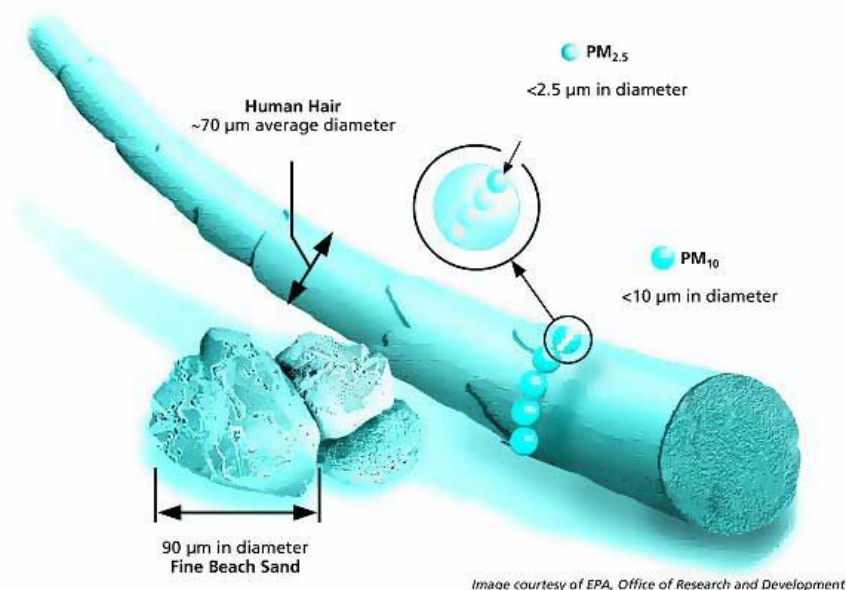
### 1.3. Pagrindinių teršalų grupės

#### Kietosios dalelės

##### Apibūdinimas:

I orą išmetamos kietosios dalelės labai skiriasi savo fizine ir chemine sudėtimi, skirtingi yra dalelių dydžiai ir jų išmetimo šaltiniai.  $KD_{10}$  dalelės (kurių dydis ore yra mažesnis nei  $10\mu m$ ) kelia didžiausią susirūpinimą, kadangi jos yra pakankamai mažos, kad galėtų prasiskverbti giliai į plaučius ir tokiu būdu sukelti didelę grėsmę žmogaus sveikatai. Šiuo metu  $KD_{2.5}$  dalelės laikomos sukeliančiomis dar didesnę grėsmę sveikatai. Didesnės dalelės nėra tiesiogiai įkvepiamos ir iš oro pakankamai efektyviai gali būti pašalinamos sedimentacijos būdu.

Kokio dydžio realybėje yra minėtosios kietosios dalelės lyginant su žmogaus plauku, matome 1 pav.

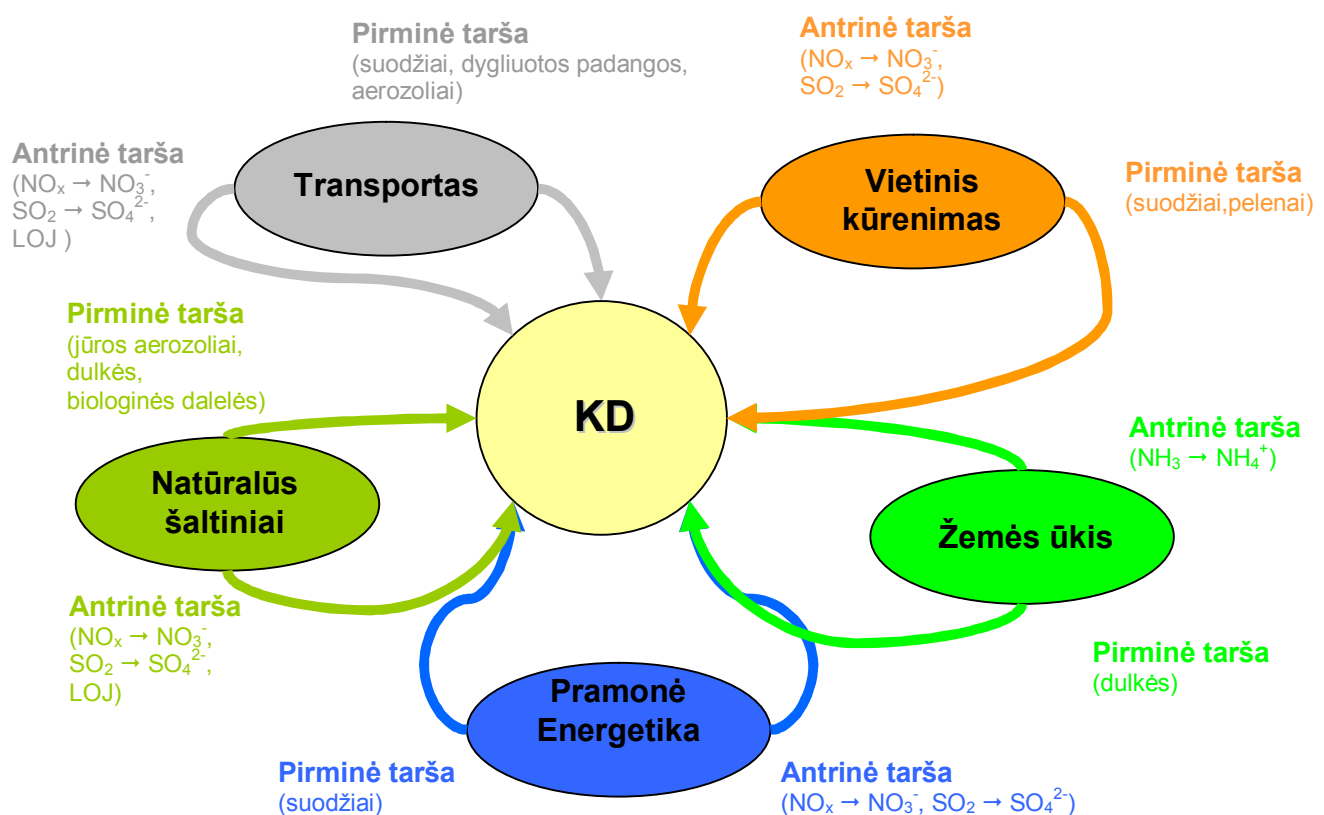


1 pav.  $KD_{10}$  ir  $KD_{2.5}$  dydis lyginant su žmogaus plauku [96]

*Šaltiniai:*

KD<sub>10</sub> ir KD<sub>2.5</sub> į orą išskiriamos iš dviejų pagrindinių šaltinių (2 pav.):

1. Pirmasis yra tiesioginis kietųjų dalelių išmetimas į orą iš daugybės šaltinių, tokių kaip kuro deginimas (transportas, energijos gavyba, pramonė), dirvos erozija, vėjo pustomos dulkės ir mechaninis smulkinimas (pavyzdžiui kasyba, statybos). Iš šių šaltinių išmetamos kietosios dalelės vadinamos „pirminėmis“.
2. Antrasis šaltinis tai kietųjų dalelių formavimasis atmosferoje tarpusavyje reaguojant kitiems teršalams, pvz. Sieros dioksidui, azoto oksidams ir amoniakui, kurie suformuoja kietus sulfatus ir nitratus, bei LOJ, kuriems oksiduojantis susidaro organiniai aerozoliai.



2 pav. Kietųjų dalelių taršos šaltiniai [86]

Kietųjų dalelių padidėjimą lemia:

- Autotransporto sukelta tarša;
- Statybos;
- Gatvių tiesimo ir remonto darbai;
- Patalpų kūrenimas kietu kuru;
- Nepalankios teršalų išsisklaidymui meteorologinės sąlygos (silpnas vėjas arba štilis, rūkas, dulksna) [108].



*Poveikis sveikatai:*

Smulkiosios dalelės gali būti pernešamos giliai į plaučius, kur jos gali sukelti uždegimą ir pabloginti žmonių, sergančių širdies ar plaučių ligomis, būklę (3 pav.). Be to, į plaučius jos gali pernešti kancerogeninius junginius. Kasdieniai  $KD_{10}$  arba  $KD_{2.5}$  dalelių koncentracijos ore pokyčiai siejami su kasdieniais mirties atvejų pokyčiais, hospitalizacijos dėl kvėpavimo takų ir širdies veiklos sutrikimų bei astmos simptomų skaičiumi.

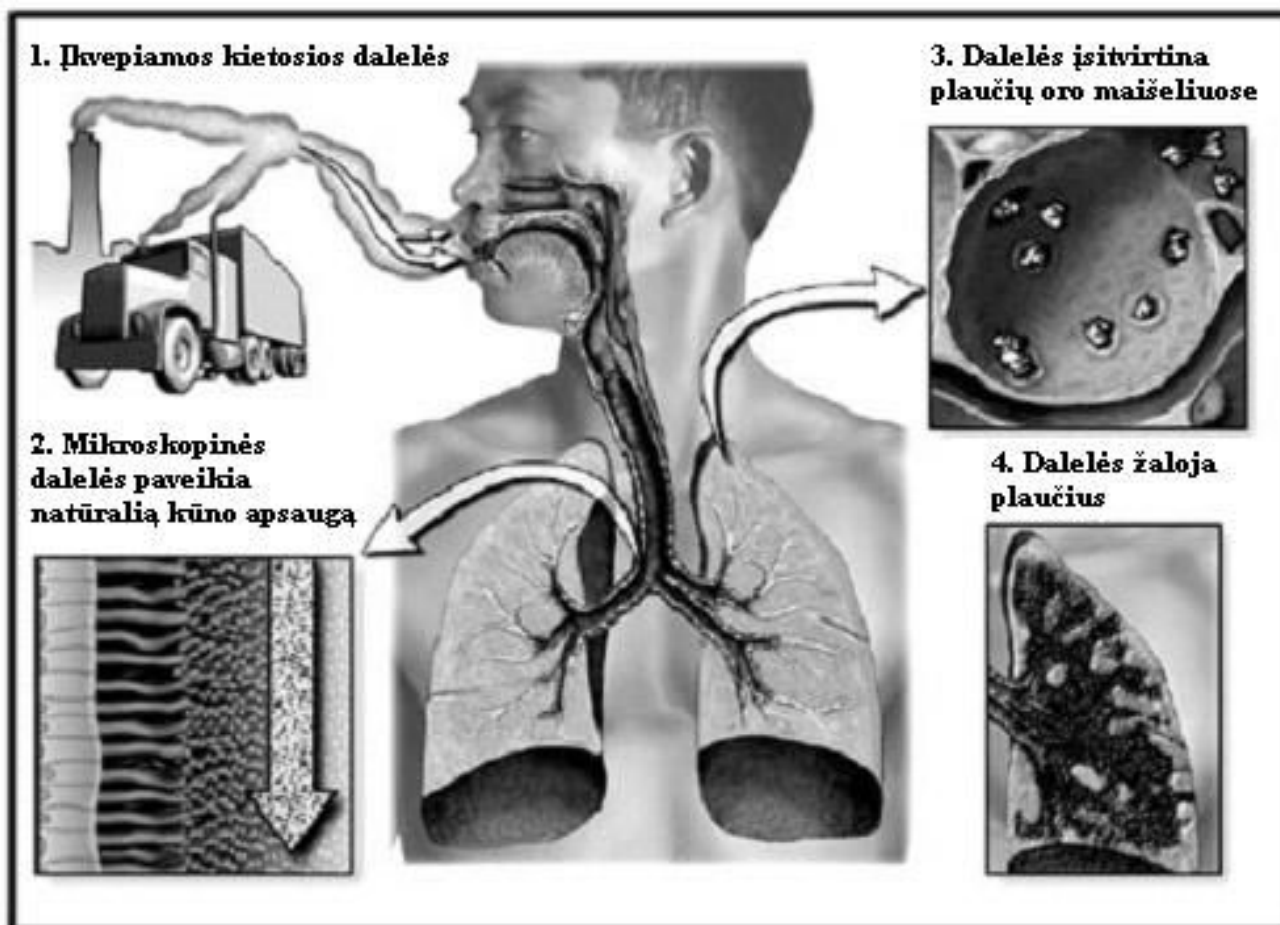
Kietosios dalelės, kurios sklinda į aplinką iš statybų, remontuojamų gatvių, kietu kuru kūrenamų patalpų, nuo transporto, pirmiausiai pakenkia kvėpavimo sistemai. Jos sukelia bronchitų, astmos paūmėjimus, lėtinės obstrukcinės plaučių ligos priepuolius. Užterštas oras skatina kraujo krešėjimą, uždegimą, dėl to didėja insulto, infarkto rizika.

Įkvėpus smulkių kenksmingų dalelių ir joms patekus į kraujotakos sistemą, provokuojamas aterosklerozės plokštelių susidarymas, o tai skatina širdies ir kraujagyslių ligas. Teršaluose esančios toksiškos, kancerogeninės, mutageninės medžiagos tampa onkologinių ligų priežastimi.

Atlikti moksliniai tyrimai rodo, jog kietosios dalelės gali įtakoti šių sveikatos problemų atsiradimą:

- Kvėpavimo ligų simptomai, tokie kaip kvėpavimo takų sudirginimas, kosėjimas, ar sunkus kvėpavimas;
- Apsunkintas plaučių darbas;
- Astmos paūmėjimas;
- Chroniško bronchito išsivystymas;
- Nereguliarus širdies plakimas;
- Širdies priepuoliai;
- Pirmalaikė mirtis žmonių, sergančių širdies ar plaučių ligomis [101].

Rizikos grupėms priklauso: žmonės sergantys širdies ar plaučių ligomis, vaikai ir vyresnio amžiaus asmenys. Tačiau net ir sveiki žmonės, gali patirti laikinus simptomus, įtakotus neapsisaugojimo nuo kietųjų dalelių [101].



3 pav. Kietųjų dalelių poveikis žmogaus organizmui [66]

#### *Taršos mažinimo principai:*

Taršos kietosiomis dalelėmis būdai susiję su taršos iš mobiliųjų šaltinių mažinimu. Pramonės įmonėse gali būti keičiami gamybos procesai, papildomai pritaikomi “vamzdžio galo” sprendimai arba keičiama kuro rūšis.

#### **NO<sub>2</sub>**

##### *Apibūdinimas, taršos šaltiniai:*

Azoto oksidai formuojasi aukštoje temperatūroje vykstančiuose degimo procesuose, azotui oksiduojantis ore arba kure. Pagrindinis azoto oksidų – azoto oksido (NO) ir azoto dioksido (NO<sub>2</sub>), kitaip tariant - azoto oksidų (NO<sub>x</sub>) - šaltinis yra kelių transportas, iš kur išmetama apie pusę azoto oksidų kiekio Europoje. Todėl didžiausios NO ir NO<sub>2</sub> koncentracijos susidaro miestuose, kur eismo intensyvumas didžiausias. Kiti svarbūs taršos šaltiniai yra elektrinės, šiluminės elektrinės ir pramonės procesai.

##### *Poveikis sveikatai:*

NO<sub>2</sub> gali dirginti plaučius ir sumažinti atsparumą kvėpavimo takų infekcijoms (gripui ir pan.). Nuolatinis arba dažnas poveikis koncentracijomis, kurios yra daug didesnės nei normaliai aplinkos ore aptinkamos koncentracijos, gali padidinti aštrių kvėpavimo takų susirgimų skaičių tarp vaikų.

*Taršos mažinimo principai:*

Taršą galima sumažinti sumažinant teršalų išmetimą iš transporto kiekį, apribojant transporto srautus, o pramonės įmonėse – pakeičiant įmonės gamybos sąlygas [69].

**Ozonas***Apibūdinimas, šaltiniai:*

Ozonas ( $O_3$ ), priešingai nei kiti aukščiau paminėti teršalai, nėra tiesiogiai išmetamas į atmosferą, o yra antrinis teršalas, susidarantis reaguojant  $NO_2$ , angliavandeniliams ir saulės šviesai, paprastai tai būdinga regiono ar dar stambesniai masteliui. Ozono kiekiai miestuose yra didesni nei kaimų teritorijoje, kadangi ten išmetami dideli  $NO$  kiekiai, kurie įtakoja vietinį ozono skaidymą. Saulės šviesa suteikia ozonui susiformuoti reikalingos energijos, todėl didelės ozono koncentracijos paprastai aptinkamos šiltomis saulėtomis vasaros dienomis.

*Poveikis sveikatai:*

Ozonas dirgina plaučius, sužadina astmos ir plaučių ligų simptomus šiomis ligomis sergantiems žmonėms.

*Taršos mažinimo principai:*

Taršos ozonu problema gali būti mažinama regionų, valstybės ir tarptautiniu lygiu mažinant taršą  $LOJ$ ,  $NO_x$  Europoje tai leido sumažinti didžiausius ozono kiekius, tačiau pasauliniai  $LOJ$  ir  $NO_x$  išmetamų kiekių padidėjimai lemia ozono foninių koncentracijų didėjimą pasauliniu mastu [69].

 **$SO_2$** *Apibūdinimas:*

Sieros dioksidas ( $SO_2$ ) yra dujos, kurios besijungdamos su vandens garais atmosferoje suformuoja rūgščius lietus. Ir šlapi, ir sausi teršalo išmetimai yra kenksmingi: naikina augmeniją, blogina dirvos, statybinių medžiagų ir vandens telkinių kokybę.

*Poveikis sveikatai:*

$SO_2$  aplinkos ore taip pat gali paveikti žmogaus sveikatą. Teršalų koncentracijos padidėjimui ypač jautrūs asmenys, kenčiančius nuo astmos ir chroniškų plaučių ligų. Netgi vidutinės koncentracijos gali nulemti astma sergančių asmenų plaučių funkcijų pablogėjimą: sunkumas krūtinėje, kosulys, o astma sergančių žmonių plaučių funkcijos gali būti pažeidžiamos rimčiau, iki tol, kad net prireikia medikų pagalbos. Tarša  $SO_2$  yra pavojingesnė, kai kietųjų dalelių ir kitų teršalų koncentracijos ore yra didelės.

*Šaltiniai:*

Pagrindinis  $SO_2$  šaltinis yra sieros turinčio organinio kuro, dažniausiai anglies ir naftos produktų, deginimas. Dažniausiai tai yra elektrinės bei kurios pramonės įmonės. Sieros kiekio

dyzeliniame kure sumažinimas padėjo stipriai sumažinti SO<sub>2</sub> taršą iš transporto sektoriaus. Kadangi pastaruoju metu elektrinės yra statomos toliau nuo miestų, išmetami SO<sub>2</sub> kiekiai gali paveikti ne tik miestų bet ir kaimų oro kokybę. Šiuo metu problemos su SO<sub>2</sub> iškyla tik miestuose, kur anglis vis dar plačiai naudojama gyvenamųjų būstų šildymui, pramonėje ir elektrinėse.

*Taršos mažinimo principai:*

SO<sub>2</sub> sumažinti galima keičiant kuro rūšis (pvz. anglis, dujos), mažinant sieros kiekį kure arba taikant, vamzdžio galo ‘sprendimus’, kaip išmetamų dujų nusierinimas [69].

## **CO**

*Apibūdinimas, šaltiniai:*

Anglies monoksidas (CO) yra toksinės dujos išmetamos į atmosferą degimo procesų metu arba oksiduojantis angliavandeniliams bei kitiems organiniams junginiams. Europos miestuose beveik visas CO kiekis (90%) išmetamas iš kelių transporto priemonių, o kita dalis iš gyvenamųjų namų ir komercinių pastatų katilinių. Šis junginys atmosferoje išsilaiko apie mėnesį, po to oksiduojasi į anglies dioksidą (CO<sub>2</sub>).

*Taršos mažinimo principai:*

Pagrindinė taršos CO mažinimo priemonė yra taršos iš kelių transporto mažinimas.

*Poveikis sveikatai:*

Organizme CO stabdo deguonies pernešimą kraujyje. Tai sumažina į širdį patenkantį deguonies kiekį, o tai ypač svarbu žmonių, kenčiančių nuo širdies ligų, sveikatai [69].

## **Švinas**

*Šaltiniai:*

Nuo tada, kai nustota naudoti švino priedus kure, daugumoje šalių pagrindinis taršos švino dalelėmis šaltinis liko metalo apdirbimo pramonė ir atliekų deginimas. Vienintelė pasaulinio masto stambi pramonės šaka naudojanti šviną yra baterijų gamyba.

*Poveikis sveikatai:*

Net ir mažas švino kiekis gali būti žalingas, ypač kūdikiams ir mažiems vaikams. Be to, švinas patekęs per motinos organizmą, gali paveikti negimusio kūdikio sveikatą. Švinas gali pažeisti protinę funkciją, matymo-motorinę funkciją, sukelti neurologinius pakitimus vaiko organizme, be to jis silpnina atmintį ir mažina dėmesingumą.

*Taršos mažinimo principai:*

Tarša švinu sėkmingai sumažėjo, kai buvo pradėtas naudoti bešvinis kuras. Pramonės šaltiniuose, siekiant sumažinti taršą reikia keisti įmonės gamybos procesų sąlygas [69].

**Benzenas***Apibūdinimas, šaltiniai:*

Pagrindinis taršos LOJ (lankieji organiniai junginiai) šaltinis yra kelių transportas, jie išsiskiria degant ir garuojant naftos produktams. Be to jie į orą išmetami deginant medieną ir anglį, bei pramoninių procesų metu, kur benzenas naudojamas daugybės svarbių chemijos produktų gamybai, pavyzdžiui valikliams, pluoštui ir kitiems.

*Taršos mažinimo principai:*

Taršos mažinimo priemonės apima tokius sprendimus kaip taršos iš mobiliųjų taršos šaltinių bei pramonės įmonių mažinimas.

*Poveikis sveikatai:*

Benzenas yra genotoksiškas žmogaus kancerogenas, kurio net mažiausias kiekis yra žalingas. Benzenas gali sukelti vėžį, centrinės nervų sistemos sutrikimus, kepenų bei inkstų pažeidimus, neigiamai įtakoti reprodukcinę sistemą ir sukelti apsigimimus [69].

**Sunkieji metalai: arsenas, kadmio, nikelis ir gyvsidabris***Apibūdinimas, šaltiniai:*

Arsenas, kadmio ir nikelis yra genotoksiški žmogaus kancerogenai. Šiems teršalams negalima nustatyti pavojaus slenksčio, ties kuriuo atsiranda neigiamas poveikis žmogaus sveikatai.

Pagrindinis taršos arsenu šaltinis yra anglies deginimas energijos gavybai bei pramonės įmonėse. Pagrindinis kadmio šaltinis yra metalų gamyba ir atliekų deginimas. Tarša nikelio kyla deginant anglį ir mazutą elektrinėse bei naftos perdirbimo įmonėse.

Atmosferos ore esantis gyvsidabris sąlyginai mažai reaguoja su kitomis medžiagomis. Nors gali atsirasti ypatingai toksiškos gyvsidabrio formos, pagrindinis būdas gyvsidabriui patekti į žmogaus organizmą yra su maistu arba jį įkvėpiant.

*Poveikis sveikatai:*

Apsinuodijimas kai kuriomis gyvsidabrio formomis gali sukelti smegenų ir centrinės nervų sistemos pažeidimus. Poveikis gyvsidabriu embriono stadijoje arba kūdikystėje gali sukelti kūdikių vystymosi problemų.

Pagrindiniai taršos gyvsidabriu šaltiniai yra chloro gavyba, nespaltvotųjų metalų gavyba, anglies deginimas ir kremavimas.

*Taršos mažinimo principai:*

Sunkieji metalai paprastai išskiriami kietųjų dalelių forma, todėl taršos šiomis medžiagomis mažinimo efektyviausias būdas būtų sumažinti kietųjų dalelių išmetimus į orą iš gamybos procesų arba naudoti kurą kuriame sunkiųjų metalų kiekis yra sumažintas [69].

## Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai

### Apibūdinimas, šaltiniai:

Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA) susidaro kai kuras nesudeginamas iki galo, paprastai tokiuose šaltiniuose kaip anglies ir medienos deginimas gyventojų būstuose, taip pat susidaro apdirbant medieną ir išmetami į orą iš kelių transporto.

### Poveikis sveikatai:

Labiausiai lakūs PAA išmetami dujų pavidalu, kitais atvejais – kaip kietosios dalelės. Nors paprastai jie išmetami labai mažais kiekiais, tačiau jie yra labai toksiniai ir kancerogeniški. Jie gali sukelti plaučių ir odos vėžį, inkstų ligas bei pažeisti centrinę nervų sistemą, kvėpavimo takus ir imuninę sistemą. Dėl to poveikis degimo produktais žmogui turi būti kiek galima labiau mažinamas [69].

## 2. ORO KOKYBĖS KONTROLĖ UŽSIENIO VALSTYBĖSE

### 2.1. Jungtinėse Amerikos Valstijose

Oro kokybės indeksas (AQI) – tai indeksas, įvertinantis oro kokybę. Šio indekso vertė parodo, kiek švarus ar užterštas yra aplinkos oras ir kokį poveikį žmogaus sveikatai gali turėti toks oro užterštumas [2, 3].

JAV aplinkos apsaugos agentūra (EPA – Environmental Protection Agency) oro kokybės indeksą skaičiuoja penkiems pagrindiniams oro teršalams: ozonui ( $O_3$ ), kietosioms dalelėms ( $KD_{10}$  ir  $KD_{2.5}$ ), anglies monoksidui (CO), sieros dioksidui ( $SO_2$ ) ir natrio dioksidui ( $NO_2$ ). Siekiant apsaugoti visuomenės sveikatą, kiekvienam iš šių teršalų buvo priimti nacionaliniai oro kokybės standartai.

Oro kokybės indekso reikšmė svyruoja nuo 0 iki 500. Kuo didesnė šio indekso vertė, tuo didesnis oro užterštumas, bei, atitinkamai, pavojus žmogaus sveikatai.

Oro kokybės indekso vertės padalintos į šešis intervalus (1 lentelė).

1 lentelė. Oro kokybės indekso intervalai [2, 3]

| Oro kokybės indekso reikšmės | Poveikio sveikatai lygis               | Spalva    |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------|
| 0 to 50                      | Geras                                  | Žalia     |
| 51 to 100                    | Pakenčiamas                            | Geltona   |
| 101 to 150                   | Nesveikas jautrioms visuomenės grupėms | Oranžinė  |
| 151 to 200                   | Nesveikas                              | Raudona   |
| 201 to 300                   | Labai nesveikas                        | Violetinė |
| 301 to 500                   | Pavojingas                             | Ruda      |

Pagal tam tikrą indekso vertę yra priskiriami tam tikri galimi teršalų poveikiai ir ligos (2 lentelė).

2 lentelė. Poveikio sveikatai įvertinimas, atsižvelgiant į oro kokybės indekso reikšmes [2, 3]

| Oro kokybės indekso reikšmės | Poveikio sveikatai lygis               | Poveikio sveikatai įvertinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 - 50                       | Geras                                  | Indekso vertei svyruojant nuo 0 iki 50 poveikis žmogaus sveikatai nepastebimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 51 - 100                     | Pakenčiamas                            | Esant tokiai oro kokybei „jautriosios“ grupės gali patirti diskomfortą ir pasunkėjusio kvėpavimo simptomus. Taip pat pablogėja širdies darbas žmonėms sergantiems širdies nepakankamumo ligomis ir senyvo amžiaus žmonėms                                                                                                                                                                            |
| 101 - 150                    | Nesveikas jautrioms visuomenės grupėms | Pasireiškia kvėpavimo sutrikimu ir diskomfortu žmonėms sergantiems kvėpavimo takų ligomis, „jautriosioms“ grupėms pablogėjusiu širdies darbu, plaučių ligomis. Taip pat širdies skausmu, priešlaikine mirtimi žmonėms su širdies nepakankamumo ligomis ir vyresnio amžiaus žmonėms                                                                                                                   |
| 151 - 200                    | Nesveikas                              | Kvėpavimo apsunkinimas visoms tikslinėms grupėms. Pablogėjęs širdies darbas ir priešlaikinių mirčių skaičius tarp vyresnio amžiaus žmonių ir sergančių širdies nepakankamumo ligomis. Didelė galimybė susirgti širdies ligomis visoms tikslinėms grupėms                                                                                                                                             |
| 201 - 300                    | Labai nesveikas                        | Sunkūs kvėpavimo sutrikimai vaikams ir suaugusiems žmonėms, sergantiems kvėpavimo takų ligomis. Didelis širdies darbo pablogėjimas ir kraujagyslių ligos. Labai didelė galimybė susirgti plaučių ligomis ir didelė priešlaikinių mirčių tikimybė ypač tų, kurie yra vyresni ir serga širdies nepakankamumo ligomis. Žmonėms, sergantiems širdies ligomis, pasireiškia didelių skausmų širdies plote. |
| 301 - 500                    | Pavojingas                             | Labai sunkūs kvėpavimo sutrikimai vaikams ir suaugusiems, sergantiems kvėpavimo takų ligomis. Rimtas širdies darbo sutrikimas ir pasireiškiančios kraujagyslių ligos, bei priešlaikinės mirtys senyvo amžiaus žmonių ir sergančių širdies nepakankamumo ligomis. Kvėpavimo sutrikimo pavojus ir didelis išsekimas visoms grupėms.                                                                    |

Oro kokybės indekso nustatymas:

- teritorija, kurioje atliekami teršalų matavimai;
- laikas, kuris yra skirtas matavimams;
- matuojami teršalai;
- oro kokybės indekso nustatymas naudojant turimus matavimų duomenis ir bazinę formulę;
- poveikio sveikatai įvertinimas, atsižvelgiant į oro kokybės indekso reikšmes (3 lentelė).

Oro kokybės indeksas apskaičiuojamas naudojant teršalų koncentracijas atitinkančias oro kokybės indekso reikšmes ir interpoliavimą [102]:

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

Čia:

$I_p$  = oro kokybės indekso reikšmė;

$C_p$  = matavimo metu gauta teršalo koncentracija;

$BPH_i$  = matavimo reikšmės intervalas, didesnis arba lygus  $C_p$ ;

$BPL_o$  = matavimo reikšmės intervalas, mažesnis arba lygus  $C_p$ ;

$IHi$  = oro kokybės indekso reikšmė atitinkanti  $BPH_i$  ;

$ILo$  = oro kokybės indekso reikšmė atitinkanti  $BPL_o$  .

3 lentelė. Oro kokybės indekso reikšmių intervalai [102]

| Matavimo reikšmės intervalas       |                       |                                     |                                      |             |                       | Lygu AQI                 |         | Poveikis                                |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------|---------|-----------------------------------------|
| $O_3$<br>(ppm)<br>8 h              | $O_3$<br>(ppm)<br>1 h | $KD_{10}$<br>( $\mu g$<br>/ $m^3$ ) | $KD_{2.5}$<br>( $\mu g$<br>/ $m^3$ ) | CO<br>(ppm) | SO <sub>2</sub> (ppm) | NO <sub>2</sub><br>(ppm) | AQI     |                                         |
| 0.000 - 0.064                      | (1)                   | 0 - 54                              | 0.0-15.4                             | 0.0-4.4     | 0.000-0.034           | (2)                      | 0-50    | Gera                                    |
| 0.065 - 0.084                      | (1)                   | 55 - 154                            | 15.5-40.4                            | 4.5-9.4     | 0.035-0.144           | (2)                      | 51-100  | Vidutiniškai                            |
| 0.085 - 0.104                      | 0.125 - 0.164         | 155 - 254                           | 40.5-65.4                            | 9.5-12.4    | 0.145-0.224           | (2)                      | 101-150 | Kenksminga jautrioms visuomenės grupėms |
| 0.105 - 0.124                      | 0.165 - 0.204         | 355 - 424                           | 65.5-150.4                           | 12.5-15.4   | 0.225-0.304           | (2)                      | 151-200 | Kenksminga                              |
| 0.125 - 0.374<br>(0.155 - 0.404) 4 | 0.205 - 0.404         | 355-424                             | 150.5-250.4                          | 15.5-30.4   | 0.305-0.604           | 0.65-1.24                | 201-300 | Labai kenksminga                        |
| (3)                                | 0.405 - 0.504         | 425-504                             | 250.5-350.4                          | 30.5-40.4   | 0.605-0.804           | 1.25-1.64                | 301-400 | Rizikinga                               |
| (3)                                | 0.505 - 0.604         | 505-604                             | 350.5-500.4                          | 40.5-50.4   | 0.805-1.004           | 1.65-2.04                | 401-500 | Rizikinga                               |

*Paaiškinimai:*

(1) Atliekant 8 h ir 1 h matavimus skaičiavimams priimama didesnė AQI reikšmė.

(2) NO<sub>2</sub> neturi artimiausios atitikties ir gali būti skaičiuojamos tik tos reikšmės, kurios yra didesnės už 200.

(3) 8 h O<sub>3</sub> oro kokybės indekso reikšmės  $\geq 301$  yra skaičiuojamos kaip 1h O<sub>3</sub> koncentracijos.

(4) Skliaustuose esantys skaičiai naudojami tik pateiktoje matavimų kategorijoje.

Atlikus matavimus, taikant 1 formulę bei remiantis 2 ir 3 lentelėmis apskaičiuojamas oro kokybės indeksas.

Toliau pateikiami konkretūs skaičiavimo atvejai.



**1 pavyzdys:**

Tarkime, kad 8 h atlikto ozono matavimo vertė yra 0,08753333. Pirmiausia, suapvaliname turimą vertę iki 0,087 reikšminio skaičiaus. Remiantis 3 lentele matome, kad gauta matavimo reikšmė patenka į (0,085 – 0,104) intervalą. Atsižvelgiant į oro kokybės indekso reikšmę ir remiantis 2 – 3 lentelėmis matome, kad matavimų metu gauta 0,087 reikšmė atitinka oro kokybės indekso reikšmę nuo 101 iki 150. Turimus duomenis įrašome į formulę:

$$\frac{(150 - 101)}{0.104 - 0.085} (0.087 - 0.085) + 101 = \frac{49}{0.019} 0.002 + 101 = 106.157 = 106.$$

*Išvada:* 8 h matavimų gauta 0.087533333 reikšmė atitinka oro kokybės indekso 106 reikšmę. Vadinasi, ozono poveikio sveikatai lygis – nesveikas jautrioms visuomenės grupėms (3 lentelė).

**2 pavyzdys:** Skaičiuojame su kitomis matuojamų teršalų reikšmėmis.

Tarkime, kad turime 8 h šias matavimo reikšmes:  $O_3$  – 0.077 ppm;  $KD_{10}$  – 54.4  $\mu g/m^3$ ; CO – 8.4 ppm. Naudojame formulę:

$$O_3: \frac{(100 - 75)}{0.084 - 0.075} (0.077 - 0.075) + 75 = 81.$$

$$KD_{10}: \frac{(100 - 75)}{65.4 - 50.5} (54.4 - 50.5) + 75 = 82.$$

$$CO: \frac{(100 - 75)}{9.4 - 7.5} (8.4 - 7.5) + 75 = 87.$$

*Išvada:* pagal gautas oro kokybės indekso reikšmes matome, kad matuojamoje teritorijoje CO yra pavojingiausias žmogaus sveikatai.

Norint gauti tikslų oro kokybės matavimo indeksą, būtina paskaičiuoti ir palyginti 1 h ir 8 h matavimų rezultatus. Atlikus skaičiavimus yra priimamas tas, kurio reikšmė yra didesnė.

**3 pavyzdys:** Sakykime, kad 1 h matavimų reikšmė – 0.162 ppm ir 8 h matavimų reikšmė – 0.141 ppm. Tuomet taikome formulę du kartus:

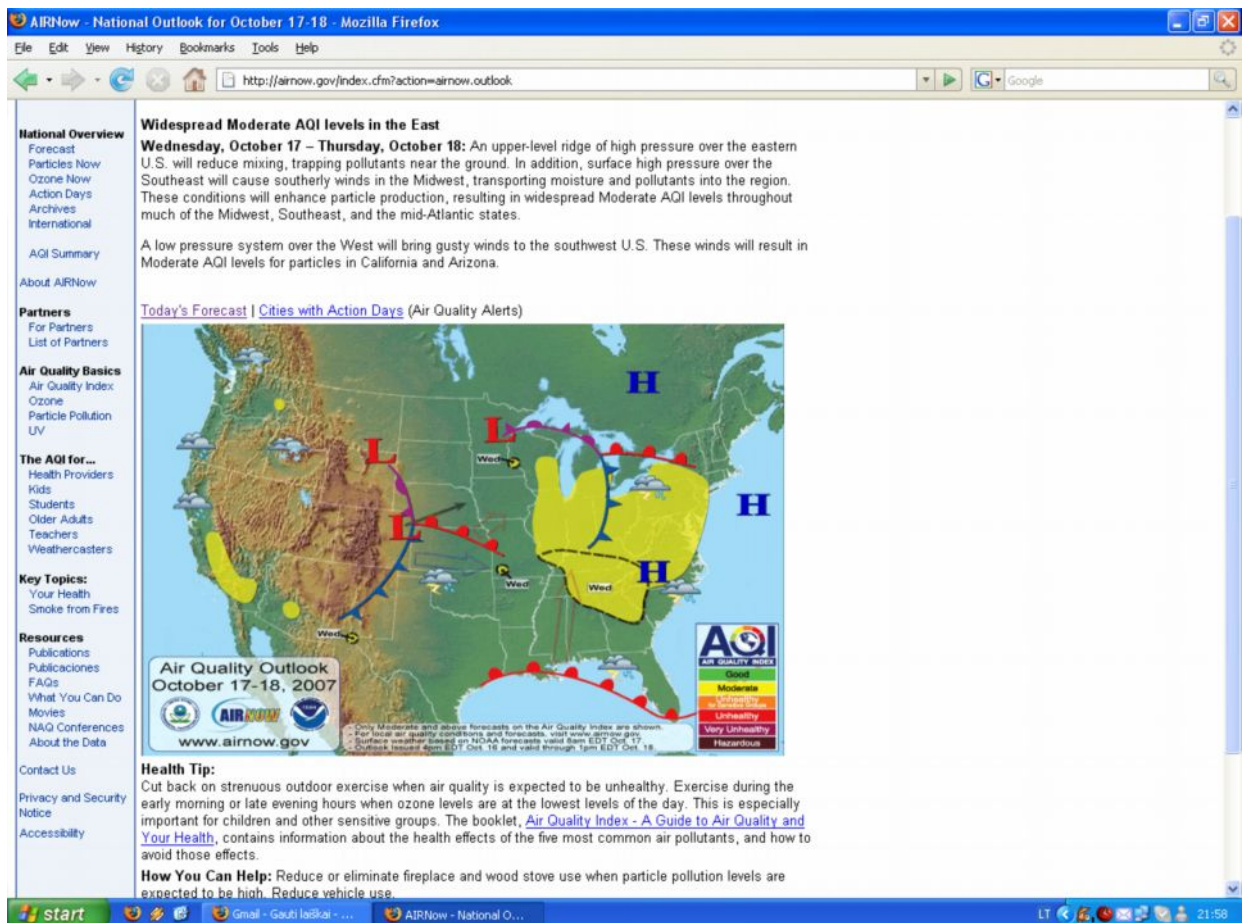
$$1 \text{ h}: \frac{(300 - 201)}{0.404 - 0.155} (0.162 - 0.155) + 201 = 204.$$

$$8 \text{ h}: \frac{(300 - 201)}{0.374 - 0.125} (0.141 - 0.125) + 201 = 207.$$

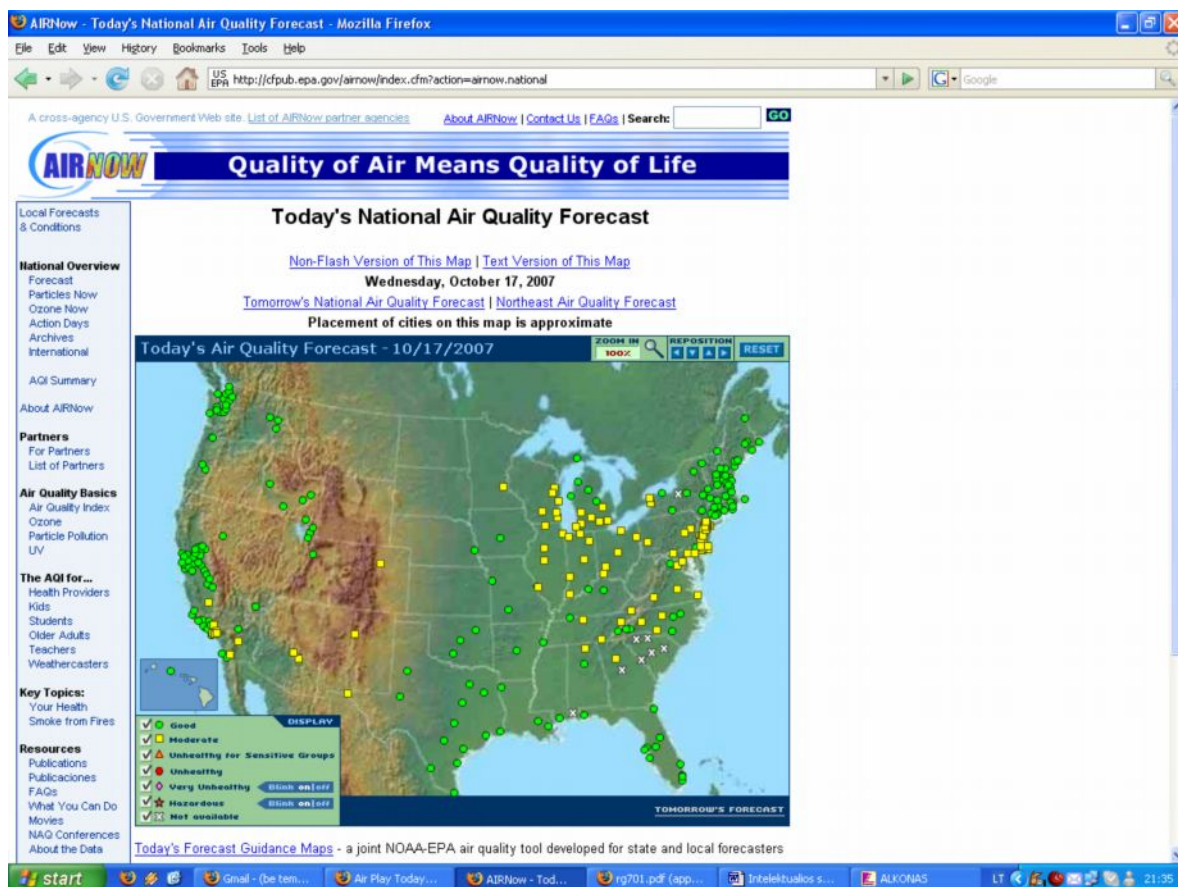
Vadinasi oro kokybės indeksas yra 207, nes  $207 > 204$ .

JAV informacija apie oro kokybės būklę (oro kokybės prognozės) yra nuolat atnaujinama ir skelbiama įvairiomis visuomenės informavimo priemonėmis [102]:

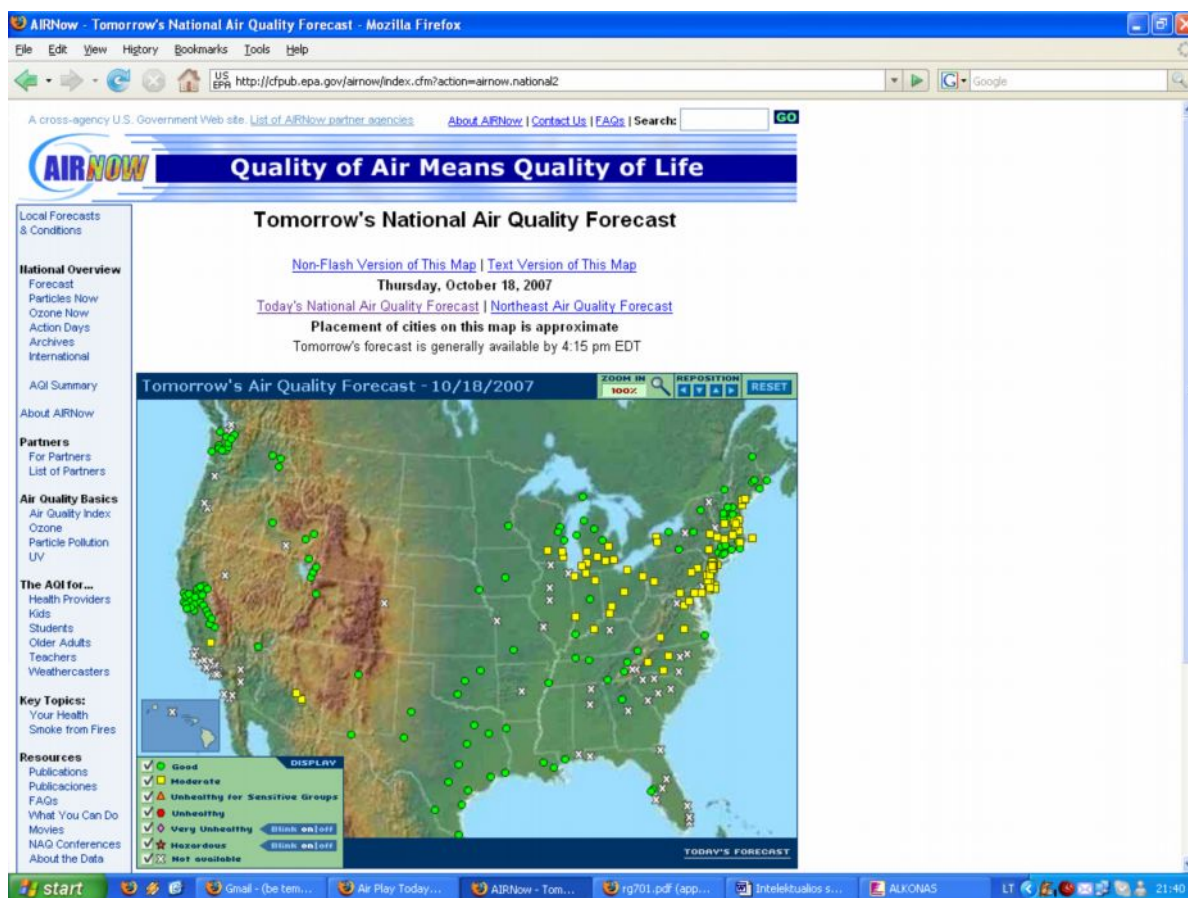
- ❖ Internetu: yra daugybė internetinių puslapių, kuriuose galima gauti atitinkamą informaciją: oro kokybės indekso žemėlapiai tam tikrose teritorijose (pvz.: 4 pav. Oro kokybės indekso žemėlapis JAV), oro kokybės prognozės (pvz.: 5 pav. Šios dienos oro kokybės prognozė JAV, 6 pav. Rytojaus oro kokybės prognozė JAV) ir pan.;
- ❖ Laikraščiuose;
- ❖ Per televiziją;
- ❖ Telefonu.



4 pav. Oro kokybės indekso žemėlapis JAV [4]



5 pav. Šios dienos oro kokybės prognozė JAV [5]



6 pav. Rytojaus oro kokybės prognozė JAV [6]

Kiekvienas asmuo, atsižvelgdamas į gautą informaciją apie oro kokybę jam priimtinausiu būdu, gali padaryti atitinkamus sprendimus planuodamas savo veiklą.

## **2.2. Jungtinėje Karalystėje**

### **Matavimo stotys ir jų išdėstymas**

Šiuo metu Jungtinėje Karalystėje yra virš 1400 nacionalinių oro kokybės matavimo stočių, kurios suskirstytos į keletą automatinių ir ne automatinių tinklų su skirtingomis matavimo apimtimis ir zonomis. Kiekvienai matavimo stotčiai numatyti aiškiai apibrėžti tikslai, siekiant optimizuoti tinklo išdėstymą, išskirti svarbiausius teršalus, parinkti tinkamus jų matavimo metodus, apibrėžti teršalų ribines vertes bei duomenų valdymą.

Pagrindiniai matavimo stočių tinklo tikslai [93]:

- ❖ Suprasti oro kokybės problemas, kad būtų pritaikyta efektyvi oro kokybės kontrolės politika bei atitinkami sprendimai.
- ❖ Įvertinti, kaip laikomasi Europos standartų tikslų bei reikalavimų.
- ❖ Teikti informaciją apie oro kokybę bei jos prognozes visuomenei.
- ❖ Įvertinti žmonių veiklos poveikį oro kokybei.

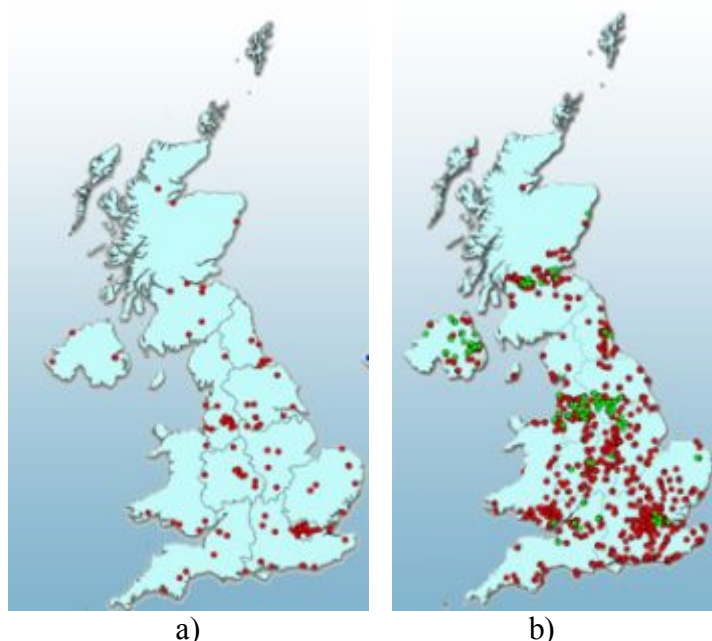
Automatinių stočių tinklas išdėstytas taip (7 pav.) [93]:

- ❖ Anglijoje – 103 stotys;
- ❖ Škotijoje – 12;
- ❖ Velse – 8;
- ❖ Šiaurės Airijoje – 5.

Šiose automatinėse matavimo stotyse teršalų koncentracijos matuojamos kas valandą, o matavimų duomenys iškart pateikiami visuomenei.

Ne automatinės matavimo stotys matuoja ne momentines, bet vidutines teršalų koncentracijas per apibrėžtą periodą (paprastai nuo dienos iki mėnesio). Šie duomenys padeda įvertinti taršos lygį bei įtaką šalyje.





7 pav. a) Automatinių stočių tinklas, b)  $SO_2$ ,  $NO$  teršalai [93]

#### **Automatinis miesto tinklas (AUN – The Automatic Urban Network)**

Šiuo metu šiame tinkle matavimai atliekami 91 stotyje, nors jų iš viso yra 135. Kiekvienoje iš jų matuojamos valandinės teršalų koncentracijos, o duomenys kaupiami modemu. Duomenys saugojami oro kokybės duomenų bazėje nuo 1972 m., kai šis tinklas buvo kur kas mažesnis [92].

#### **Automatinis kaimo vietovių tinklas (ARN – The Automatic Rural Network)**

Šiuo metu šiame tinkle veikia 25 stotys, iš viso jų yra 27. Kiekvienoje iš šių stočių matuojamos valandinės teršalų koncentracijos, o duomenys kaupiami modemu. Duomenys saugojami oro kokybės duomenų bazėje [91].

#### **Automatinis angliavandenilių matavimo stočių tinklas**

Šiuo metu šiame tinkle veikia 5 stotys, iš viso jų yra 17. Valandiniai angliavandenilių matavimai Jungtinėje Karalystėje atliekami nuo 1991 metų [89].

#### **Automatinis Londono matavimo stočių tinklas**

Šiuo metu šiame tinkle veikia visos 14 stočių. Kiekvienoje iš jų matuojamos valandinės teršalų koncentracijos, o duomenys kaupiami modemu. Šių stočių duomenys saugojami oro kokybės duomenų bazėje nuo 1996 m [90].

#### **Matavimo stočių tinklo išdėstymo kriterijai**

Nėra jokių taisyklių matavimo stočių tinklui išdėstyti, kadangi viskas priklauso nuo bendrų oro kokybės kontrolės tikslų. Vis dėlto, stočių skaičius ir jų išdėstymas privalo atitikti ES direktyvos reikalavimus. Skaičius ir išdėstymas taip pat priklauso nuo vietovės, kurioje norima

nustatyti oro taršą, teršalų erdvinio kintamumo, reikalingų duomenų panaudojimo. Turimi ištekčiai (lėšos bei darbo jėgos) taip pat turi lemiamos įtakos galutinei tinklo struktūrai.

Prenkant esamas bei būsimas automatinių miesto ir kaimo vietovių tinklo stočių vietas, turi būti įvertinamos duomenų panaudojimo galimybės. Jei įmanoma, oro kokybės matavimai egzistuojančiose ar anksčiau valdytose stotyse, nacionalinių ir vietinių matavimų duomenys turi būti įvertinti kartu su vietinių matavimo stočių išdėstymo tyrimu. Kur matavimų duomenų nėra, gali būti naudojami oro teršalų emisijų aprašai ir modeliavimo rezultatai. Kur nėra pakankamo matavimų kiekio, jiems pakeisti gali būti peržiūrėti statistiniai duomenys kaip gyventojų tankumas, žemės, transporto priemonių nuosavybės teisių duomenys.

Tinklas kontroliuoja keturis daugiausia problemų keliančius dujų kilmės atmosferos teršalus kartu su kietosiomis dalelėmis. Apibrėžiant visas rekomenduojamas automatinių miesto ir kaimo vietovių tinklo stočių vietas parinkimo procedūras, reikia atsižvelgti į šių teršalų išplitimą atmosferoje.

Matavimo stočių aplinkos tipai pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Matavimo stočių aplinkos tipai [88, 94]

| <b>1 – KAIMO VIETOVĖS</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Apibūdinimas</i>          | Atvira kaimo vietovė su nedideliu skaičiumi gyventojų, kurie įsikūrę atokiau nuo transporto kelių bei su pramoninėmis teritorijomis.                                                                                                                                        |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Regioninių kelių transportas, miesto tarša.                                                                                                                                                                                                                                 |
| <i>Tikslai</i>               | Ekosistemų įtakos tyrimai.<br>Įvertinimas pavojingų poveikių bei jų lygių įtakos derliui ir vegetacijai.<br>Regioninių ir valstybinių kelių transporto įtakos įvertinimas.<br>Ozono skylių identifikacija.                                                                  |
| <b>2 – MIESTO</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Miesto teritorija                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Transportas, komercinis šildymas.                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Tikslai</i>               | Ilgalaikių miesto taršos tendencijų identifikacija.                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>3 – KELKRAŠČIO</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Vieta, atspindinti 1 m intensyvaus eismo kelkraščio taršą.                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Vietinis eismas.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>Tikslai</i>               | Transporto priemonių taršos vadinamųjų „juodųjų dėmių“ identifikacija ir blogiausių scenarijų įvertinimas.<br>Transporto priemonių išmetamų teršalų kontrolės technologijų įvertinimas.<br>Eismo planavimo, mažinimo ir kitokių veiksnių įtakos taršai mažinti įvertinimas. |
| <b>4 – NUOŠALIOS</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                              |                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Apibūdinimas</i>          | Stotys atviroje teritorijoje, išdėstytos izoliuotoje kaimo vietovėje, atspindi regiono ilgalaikes fonines teršalų koncentracijas.                                                                                  |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Vyraujanti regioninė situacija.                                                                                                                                                                                    |
| <i>Tikslai</i>               | Įvertinti neužterštas vietas globaliniu mastu.<br>Ilgalaikių tendencijų analizė.                                                                                                                                   |
| <b>5 - ŠALIKELĖS</b>         |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Bandinių ėmimas vietovėse, kurios atspindi taršą nuo 1 m intensyvaus eismo kelkraščio ir šaligatvio galo. Paprastai tai būna 5 – 15 m kelio.                                                                       |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Vietinis transportas                                                                                                                                                                                               |
| <i>Tikslai</i>               | Poveikio žmogaus sveikatai žalingoje aplinkoje įvertinimas.<br>Transporto priemonių išmetamų teršalų įtakos įvertinimas.<br>Eismo planavimo, mažinimo ir kitokių veiksmų įtakos taršos mažinimui įvertinimas.      |
| <b>6 - PRIEMIESČIO</b>       |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Matavimo stotys gyvenamuosiuose rajonuose, miesto pakraštyje.                                                                                                                                                      |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Eismas, komercinis šildymas, regioninis transportas, vyraujančio vėjo pernešami miesto teršalai.                                                                                                                   |
| <i>Tikslai</i>               | Eismo, žemės naudojimo planavimas.<br>Ištirti miesto teritorijoje vyraujančius teršalus.                                                                                                                           |
| <b>7 – MIESTO FONAS</b>      |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Miesto vieta, atitolinta iš šaltinių ir todėl plačiai atstovaujanti viso miesto foninėmis sąlygomis, pavyzdžiui, miesto gyvenamieji rajonai.                                                                       |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Transporto priemonės, komercinis šildymas.                                                                                                                                                                         |
| <i>Tikslai</i>               | Tendencijų analizė. Miesto planavimas. Eismo ir žemės panaudojimo planavimas.                                                                                                                                      |
| <b>8 – MIESTO CENTRO</b>     |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Miesto vietovė, atspindinti tipines gyventojų sąlygas miestuose ar jų centruose, pvz.: pėsčiųjų zonose ar apsipirkimo vietose.                                                                                     |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Transporto priemonės, komercinis šildymas                                                                                                                                                                          |
| <i>Tikslai</i>               | Ilgalaikių miesto taršos tendencijų identifikacija.                                                                                                                                                                |
| <b>9 – MIESTO PRAMONINIS</b> |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Teritorija, kur pramonės šaltiniai turi didelę įtaką bendrai oro taršai.                                                                                                                                           |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Pramonės įmonės, automašinos.                                                                                                                                                                                      |
| <i>Tikslai</i>               | Įtakos sveikatai įvertinimas.<br>Procesų optimizacija.<br>Taršos šaltinių identifikacija.<br>Aprūpinimas įvesties duomenimis modeliams kurti ir įteisinti.<br>Vietovės planavimas.<br>Leidimų gamykloms išdavimas. |
| <b>10 - TARPINIS</b>         |                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Apibūdinimas</i>          | 20-30 m nuo intensyvaus eismo kelkraščio.                                                                                                                                                                          |

|                              |                                                      |
|------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Transporto priemonės, komercinis šildymas            |
| <i>Tikslai</i>               | Ilgalaikių miesto taršos tendencijų identifikacija.  |
| <b>11 – ORO UOSTO</b>        |                                                      |
| <i>Apibūdinimas</i>          | Oro kokybė kontroliuojama oro uosto ribose.          |
| <i>Įtakojantys veiksniai</i> | Lėktuvai, transporto priemonės, komercinis šildymas. |
| <i>Tikslai</i>               | Nustatyti oro uosto įtaką oro kokybei.               |

### Oro kokybės indekso taikymas

Jungtinėje Karalystėje oro kokybės indekso ir poveikio sveikatai grupavimo sistema yra patvirtinta Oro teršalų poveikio sveikatos komiteto (COMEAP – [Committee on Medical Effects of Air Pollution Episodes](#)). Ši sistema apima indekso reikšmes nuo 1 iki 10, kurios suskirstytos į keturias grupes ir charakterizuoja oro teršalų poveikio lygius [87]:

- 1 – 3 (žemas);
- 4 – 6 (vidutiniškas);
- 7 – 9 (aukštas);
- 10 (labai aukštas).

Teršalų poveikio sveikatai grupavimas ir atitinkamos indekso reikšmės pateikiamos 5 lentelėje.

5 lentelė. Teršalų poveikio sveikatai grupavimas ir atitinkamos indekso reikšmės [87]

| <b><i>Poveikio sveikatai grupavimas</i></b> | <b><i>Indekso reikšmės</i></b> | <b><i>Poveikis sveikatai</i></b>                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Žemas</b>                                | <b>1, 2 arba 3</b>             | Maža tikimybė, kad poveikis sveikatai bus jaučiamas, net tuo atveju, kai žmogus žino, jog jis yra jautrus oro teršalams.                                                                                                     |
| <b>Vidutiniškas</b>                         | <b>4, 5 arba 6</b>             | Esant tokiai oro kokybei „jautriosios“ grupės gali patirti diskomfortą.                                                                                                                                                      |
| <b>Aukštas</b>                              | <b>7, 8 arba 9</b>             | Žymus neigiamas poveikis „jautriajai“ grupei. Šiuo atveju būtini veiksmai šį poveikį pašalinti ar jį sumažinti (pvz.: kuo mažiau laiko praleisti užterštoje aplinkoje). Tai ypač aktualu sergantiems kvėpavimo takų ligomis. |
| <b>Labai aukštas</b>                        | <b>10</b>                      | Poveikis „jautriajai“ grupei, apibūdintas „aukšto“ poveikio sveikatai lygmenyje, pasireiškia dar didesniu mastu.                                                                                                             |

Bendras oro užterštumo indeksas (API – air pollution index) tam tikrai vietai ar regionui skaičiuojamas imant didžiausią šių penkių teršalų koncentraciją [87]:

1. Azoto dioksido (NO<sub>2</sub>);
2. Sieros dioksido (SO<sub>2</sub>);
3. Ozono (O<sub>3</sub>);
4. Anglies monoksido (CO);



5. Kietųjų dalelių KD<sub>10</sub>.

Indeksą atitinkančios teršalų reikšmės pateikiamos 6 lentelėje.

6 lentelė. Indeksą atitinkančios teršalų reikšmės [87]

| Poveikis sveikatai | Indeksas | Ozonas            |                | Azoto dioksidas   |                | Sieros dioksidas  |                | Anglies monoksidas |               | Kietosios dalelės KD <sub>10</sub> |
|--------------------|----------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|---------------|------------------------------------|
|                    |          | 8 h ar 1 h*       |                | 1 h               |                | 15 min            |                | 8 h                |               | 24 h                               |
|                    |          | µgm <sup>-3</sup> | ppb            | µgm <sup>-3</sup> | ppb            | µgm <sup>-3</sup> | ppb            | mgm <sup>-3</sup>  | ppm           | µgm <sup>-3</sup>                  |
| Žemas              |          |                   |                |                   |                |                   |                |                    |               |                                    |
|                    | 1        | 0-32              | 0-16           | 0-95              | 0-49           | 0-88              | 0-32           | 0-3.8              | 0.0-3.2       | 0-16                               |
|                    | 2        | 33-66             | 17-32          | 96-190            | 50-99          | 89-176            | 33-66          | 3.9-7.6            | 3.3-6.6       | 17-32                              |
|                    | 3        | 67-99             | 33-49          | 191-286           | 100-149        | 177-265           | 67-99          | 7.7-11.5           | 6.7-9.9       | 33-49                              |
| Vidutiniškas       |          |                   |                |                   |                |                   |                |                    |               |                                    |
|                    | 4        | 100-126           | 50-62          | 287-381           | 150-199        | 266-354           | 100-132        | 11.6-13.4          | 10.0-11.5     | 50-57                              |
|                    | 5        | 127-152           | 63-76          | 382-476           | 200-249        | 355-442           | 133-166        | 13.5-15.4          | 11.6-13.2     | 58-66                              |
|                    | 6        | 153-179           | 77-89          | 478-572           | 250-299        | 443-531           | 167-199        | 15.5-17.3          | 13.3-14.9     | 67-74                              |
| Aukštas            |          |                   |                |                   |                |                   |                |                    |               |                                    |
|                    | 7        | 180-239           | 90-119         | 573-635           | 300-332        | 532-708           | 200-266        | 17.4-19.2          | 15.0-16.5     | 75-82                              |
|                    | 8        | 240-299           | 120-149        | 363-700           | 333-366        | 709-886           | 267-332        | 19.3-21.2          | 16.6-18.2     | 83-91                              |
|                    | 9        | 300-359           | 150-179        | 701-763           | 367-399        | 887-1063          | 333-399        | 21.3-23.1          | 18.3-19.9     | 92-99                              |
| Labai aukštas      |          |                   |                |                   |                |                   |                |                    |               |                                    |
|                    | 10       | 360 ir daugiau    | 180 ir daugiau | 764 ir daugiau    | 400 ir daugiau | 1064 ir daugiau   | 400 ir daugiau | 23.2 ir daugiau    | 20 ir daugiau | 100 ir daugiau                     |

\* Ozono indeksui skaičiuoti imamos maksimali aštuonių ir vienos valandos reikšmės.

Oro užterštumo prognozės pateikiamos trimis skirtingiems teritorijų tipams [87]:

- Miesto dalyse, kur vyksta intensyvus transporto eismas;
- Kitose miesto dalyse;
- Kaimo vietovėse.

Prognozės remiamos oro užterštumo indekso prognozavimu, atsižvelgiant į maksimalias galimas anksčiau minėtų oro teršalų koncentracijas.

Atlikti tyrimai rodo, kad [87]:

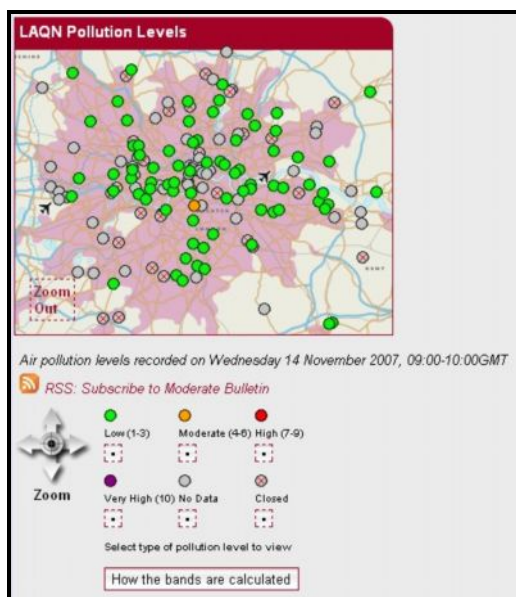
- Kai oro užterštumas yra žemas (1 – 3) maža tikimybė, kad poveikis sveikatai bus jaučiamas, net tuo atveju, kai žmogus žino, jog jis yra jautrus oro teršalams.
- Kai oro užterštumas yra vidutiniškas (4 – 6), „jautriosios“ grupės gali jausti nedidelį poveikį, tačiau mažai tikėtina, jog šiuo atveju prireiks imtis kokių nors priemonių šiam poveikiui sumažinti ar pašalinti.
- Kai oro užterštumas yra aukštas (7 – 9), „jautriosios“ grupės jaus žymų poveikį sveikatai ir šiuo atveju prireiks imtis atitinkamų priemonių šiam poveikiui sumažinti ar pašalinti.

- Kai oro užterštumas yra labai aukštas (10), poveikis „jautriosioms“ grupėms yra dar didesnis nei apibūdintas grupėje „aukštas“.

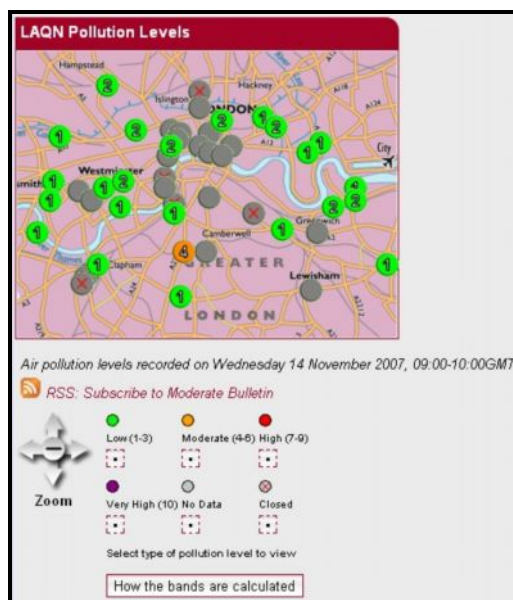
Norint sužinoti koks užterštumas Londone ar tik tam tikroje jo dalyje internetiniame puslapyje <http://www.londonair.org.uk/london/asp/virtualmaps.asp> reikia įrašyti vietovės pašto kodą arba pasirinkti norimą vietovę išskleidus atitinkamą langelį ( 8 pav.).

8 pav. Londono vietovės pasirinkimas[<http://www.londonair.org.uk/london/asp/virtualmaps.asp>]

Pasirinkus visą Londono teritoriją (9 pav.), ar tam tikrą jo dalį (10 pav.), gauname žemėlapi, kuriame nurodoma, kokios indekso reikšmės yra šiuo metu. Šis žemėlapis rodo paskutinės valandos duomenis, kurie gauti iš LAQN teršalų analizatorių. Ne iš visų analizatorių duomenys yra gaunami kas valandą, todėl kai kuriose vietose nurodyta „no data“ (nėra informacijos).



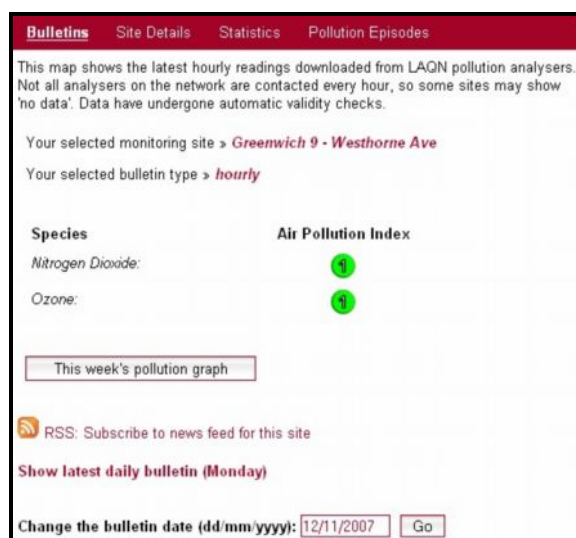
9 pav. Londono užterštumo žemėlapis[51]



10 pav. Londono dalies užterštumo žemėlapis[52]

Apie kiekvieną matavimo stotį galima gauti išsamesnės informacijos (11 pav.). Tereikia šiame žemėlapyje spragtelėti žymekliu ant apskritimo, kuris nurodo mus dominančios matavimo stoties vietovę. Čia taip pat galima peržiūrėti oro užterštumo indekso archyvą. Norint gauti dar daugiau informacijos, galima pasirinkti nuorodas:

- „Site Details“ – detali matavimo stoties informacija.
- „Statistics“ – pasirinktoje matavimo stotyje gauti rezultatai palyginami su nacionalinėmis ribinėmis teršalų vertėmis.
- „Pollution Episodes“ – pasirinktoje matavimo stotyje pateikiamos didžiausios buvusios oro užterštumo indekso reikšmės pasirinktu laikotarpiu. Taip pat pažymima, kad pasirinkus tam tikrą žemėlapių vietą, galima peržiūrėti animaciją bei teksto paaiškinimus, jei tokia informacija yra pateikta.



11 pav. Informacija, pateikiama pasirinkus tam tikrą matavimo stotį Londone [49]

Norint peržiūrėti šios savaitės užterštumo lygio grafiką, reikia paspausti nuorodą „This week’s pollution graphs“.

Spragtelėjus žymekliu ant konkrečios indekso reikšmės, galima gauti išsamesnės informacijos apie šią reikšmę, o toliau, pagal atitinkamas nuorodas, ir informacijos bei patarimų sveikatos klausimais.

Tame pačiame internetiniame puslapyje pateikiamas ir 3 – D Londono oro užterštumo žemėlapis (12 pav.), kuris apima 63 km<sup>2</sup> (9 x 7 km) centrinio Londono. Šis žemėlapis įgalina vartotojus pamatyti vizualiai, koks oro užterštumas yra vietovėje, kurioje jie dirba, gyvena ar lankosi.

Teršalų koncentracijų duomenys pateikiamos nuo 2003 metų, taip pat galima peržiūrėti ir koncentracijų prognozes iki 2010 metų, atsižvelgiant į galimus oro kokybės kontrolės sistemos patobulinimus.

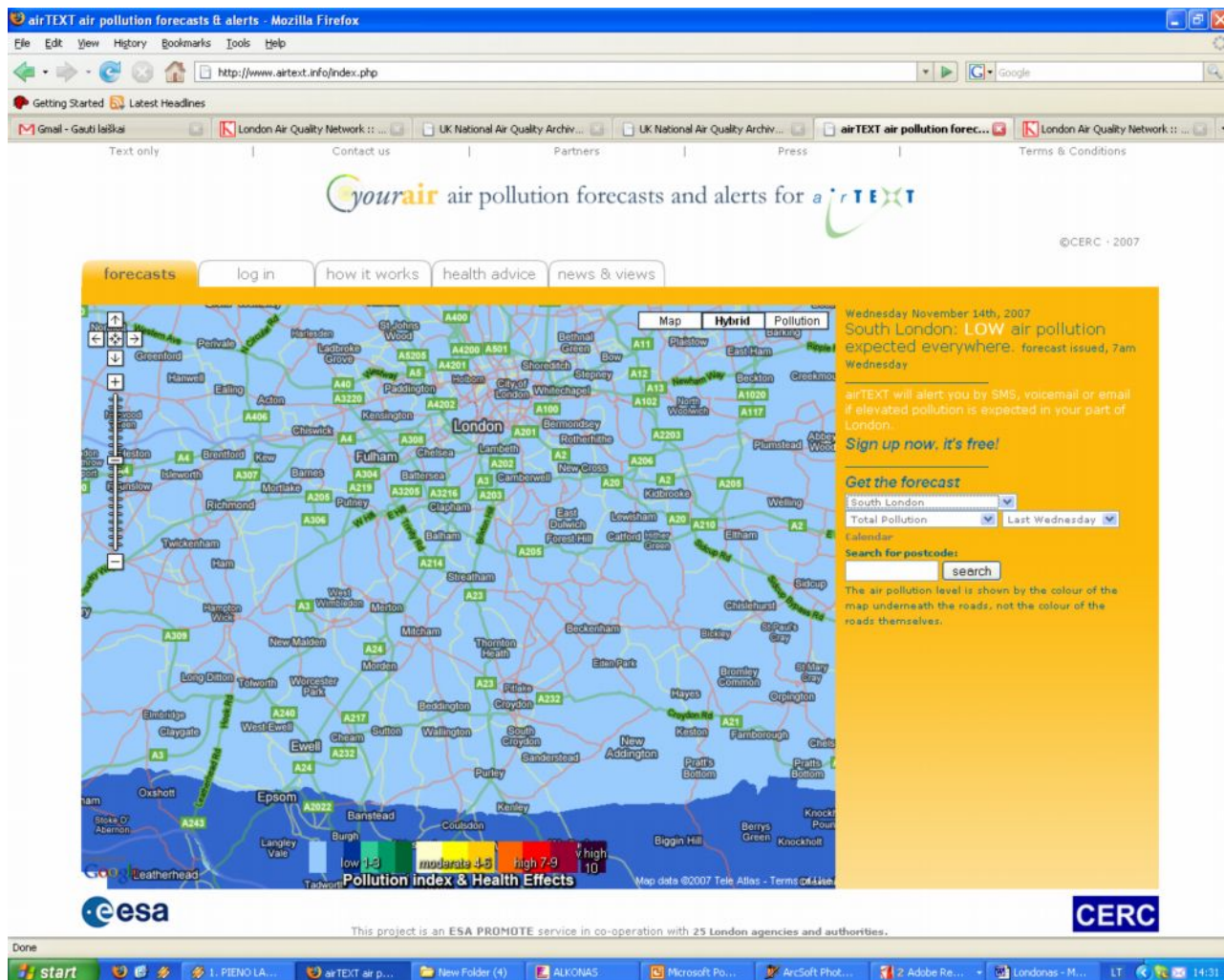
Transporto planuotojams šis žemėlapis padeda identifikuoti labiausiai užterštas Londono dalis. Miesto planuotojai turi galimybę įvertinti, kaip pastatų išsidėstymo tankumas lemia oro užterštumą mieste.



12 pav. Centrinio Londono dalies 3 – D oro užterštumo žemėlapis [53]



Oro užterštumo prognozes galima rasti internetiniame tinklalapyje <http://www.airtext.info/index.php> (13 pav.). Šiuo atveju reikia pasirinkti dominančią Londono dalį. Galima peržiūrėti bendrą užterštumą, užterštumą ozonu, natrio dioksidu arba kietosiomis dalelėmis  $KD_{10}$ .



13 pav. Oro užterštumo prognozė Pietiniame Londone [36]

Šiame internetiniame puslapyje galima užsisakyti prognozių naujienas, jei tikimasi padidėjusio oro užterštumo, sms žinute ar elektroniniu laišku [38].

Priklausomai nuo prognozuojamo oro užterštumo lygio, pateikiami keletas paprastų žingsnių, kurių galima imtis, siekiant sumažinti taršos poveikį sveikatai (7 lentelė).

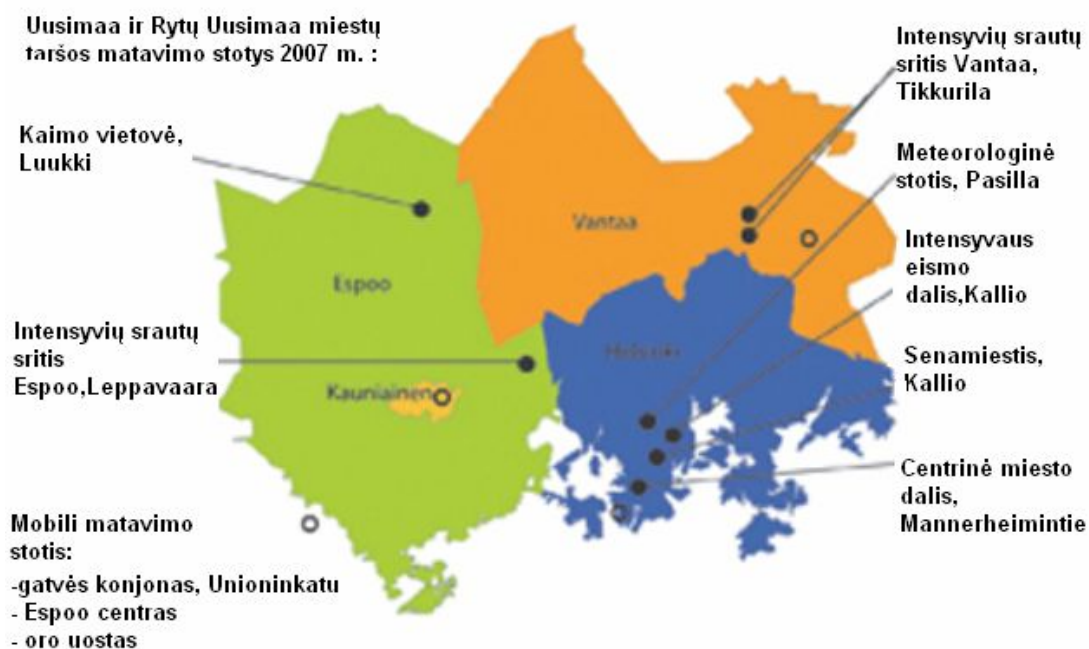
7 lentelė. Sveikatos patarimai [37]

| VIDUTINIŠKAS ORO UŽTERŠTUMAS                                                                                                                                                                                                                                                                        | AUKŠTAS ORO UŽTERŠTUMAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LABAI AUKŠTAS ORO UŽTERŠTUMAS                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kokių poveikį sveikatai žmogus gali jausti?</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Kokių poveikį sveikatai žmogus gali jausti?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Kokių poveikį sveikatai žmogus gali jausti?</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Galite jausti nežymų poveikį sveikatai.</li> <li>Mažai tikėtina, jog jums prireiks kokios nors medicininės pagalbos, bet atidžiai stebėkite pasireiškiančius simptomus.</li> <li>Imkitės reikalingų atsargos priemonių.</li> </ul>                           | Galite jausti žymų poveikį, kaip oro trūkumas, gali būti sunku kvėpuoti, galite jausti skausmą krūtinėje, jei sergate širdies ligomis.                                                                                                                                                                                                                                 | Gali būti labai sunku kvėpuoti, galite jausti skausmą krūtinėje, jei sergate širdies ligomis.                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Kokių priemonių galima imtis?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Kokių priemonių galima imtis?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Kokių priemonių galima imtis?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Stebėkite sveikatos sutrikimų simptomus ir jei prireiks imkites atitinkamų priemonių.</li> <li>Pasikonsultuokite su gydytoju, jei jaučiate kokius nors sveikatos sutrikimus.</li> <li>Atsargumo sumetimais, turėkite su savimi reikalingų vaistų.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Atsargumo sumetimais, turėkite su savimi reikalingų vaistų.</li> <li>Gali prireikti didesnės dozės vaistų nei įprastai, bet niekada neviršykite leistinos.</li> <li>Apsvarstykite galimybę mažiau laiko praleisti lauke.</li> <li>Stenkitės išvengti įtemptos veiklos lauke.</li> <li>Pasikonsultuokite su gydytoju.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Turėkite su savimi reikalingų vaistų.</li> <li>Gali prireikti didesnės dozės vaistų nei įprastai, bet niekada neviršykite leistinos.</li> <li>Venkite ilgai būti lauke.</li> <li>Venkite įtemptos veiklos lauke.</li> <li>Pasikonsultuokite su gydytoju.</li> </ul> |

### 2.3. Suomijoje

Suomijos sostinėje Helsinkyje ir gretimų miestų zonose esančios aštuonios skirtingos matavimų stotys nepertraukiamai fiksuoja ir teikia informaciją apie teršalų emisijas. Erdvinis ir slenkantis teršalų pasiskirstymas yra nustatomas ir apskaičiuojamas naudojant dispersijos modelius, kurie yra pagrįsti būtent teršalų emisijomis ir jų kiekiais. Teršalų pasiskirstymas yra nagrinėjamas naudojant tikslius matavimų duomenis. Papildomai šie duomenys yra naudojami miesto eismo planavimui.

Matavimo stotys išdėstytos skirtingose teritorijose. Yra aštuonios stacionarios ir keturios mobilios stotys, kurios kasmet yra perkeliamos į teršalų emisijos požiūriu aktualiausias vietas (14 pav.).



14 pav. Stacionarių ir mobilių matavimo stočių išdėstymas [44]

Bendras oro užterštumas tam tikrai vietai skaičiuojamas imant didžiausią koncentraciją šių teršalų: azoto dioksido ( $\text{NO}_2$ ), sieros dioksido ( $\text{SO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), anglies monoksido ( $\text{CO}$ ), kietųjų dalelių  $\text{KD}_{10}$  ir  $\text{KD}_{2.5}$ .

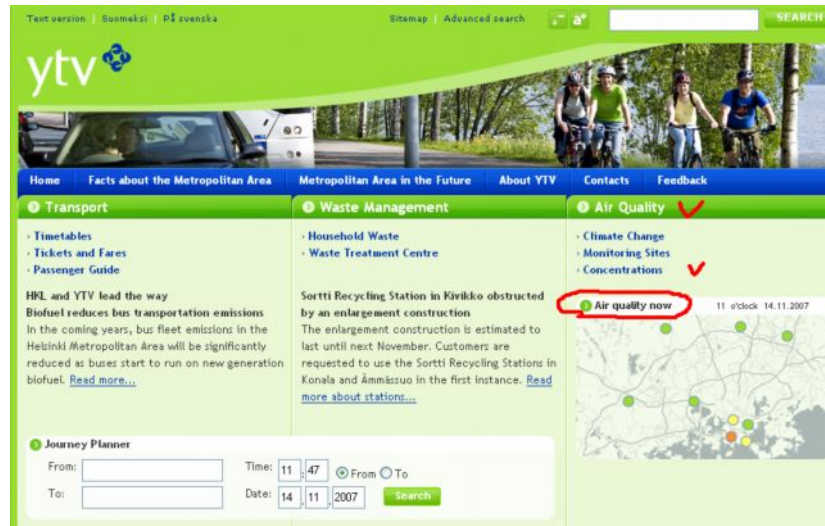
Matuojamų teršalų emisija pateikiama 15 pav. Oro kokybę atitinkančios teršalų reikšmės pateikiamos 8 lentelėje.



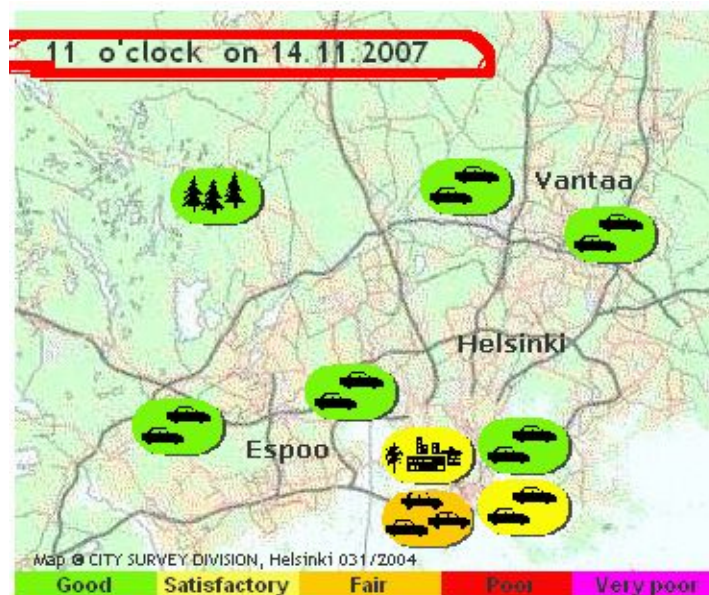
15 pav. Matuojamų teršalų emisija [44]



Kiekvienas, apsilankęs adresu [www.ytv.fi/airquality](http://www.ytv.fi/airquality) gali pamatyti esamą situaciją einamuoju laiko momentu (16 pav.). Norėdamas sužinoti konkretų regioną vartotojas kompiuterio žymeklio paspaudimu pasirenka miestą (17 pav.). Tuomet yra rodoma oro kokybė, kuri gaunama remiantis išmatuotomis teršalų koncentracijomis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) einamuoju laiko momentu arba 24 h (18 pav.).

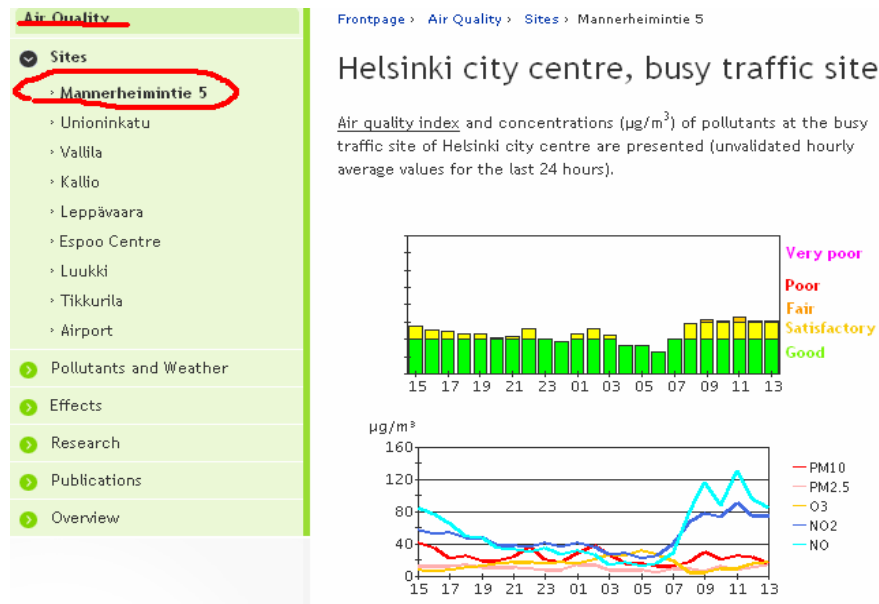


16 pav. Oro kokybė einamuoju laiko momentu [39]



17 pav. Teršalų emisijos einamuoju momentu [40]





18 pav. Pasirinkto miesto Helsinkio oro kokybė grafiškai [43]

18 pav. matyti pasirinkto miesto (Helsinkio) ir pasirinktos zonos (miesto centro) matavimų koncentracijos ir oro kokybė grafiškai, kuris gaunamas skaičiuojant paros matavimų vidurkius.

Suomijoje apibūdinant oro kokybę, skirtingų teršalų koncentracijos yra padalinamos į penkias kategorijas – nuo geros iki labai prastos klasės (19 pav.). Oro kokybė yra pagrįsta poveikio sveikatai vertinimu.

| Class        | Health impacts                                      | Other long-term impacts                       |
|--------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Very poor    | Adverse effects possible on sensitive subpopulation | Clear impacts on vegetation, material impacts |
| Poor         | Adverse effects possible on sensitive individuals   | Clear impacts on vegetation, material impacts |
| Fair         | Unlikely effects                                    | Clear impacts on vegetation, material impacts |
| Satisfactory | Very unlikely effects                               | Mild environmental impacts                    |
| Good         | No health effects                                   | Mild environmental impacts                    |

19 pav. Oro kokybės klasių ryšys su poveikiu sveikatai [41]

8 lentelė. Koncentracijos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) naudojamos skaičiuojant oro kokybės indeksą [41]

| Air quality<br>(value)  | CO    | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> | TRS   |
|-------------------------|-------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------|-------|
| Good<br>( $<50$ )       | $<4$  | $<40$           | $<20$           | $<60$          | $<20$            | $<10$             | $<5$  |
| Satisfactory<br>(50-75) | 8     | 70              | 80              | 100            | 50               | 25                | 10    |
| Fair<br>(75-100)        | 20    | 150             | 250             | 140            | 100              | 50                | 20    |
| Poor<br>(100-150)       | 30    | 200             | 350             | 180            | 200              | 75                | 50    |
| Very poor<br>( $>150$ ) | $>30$ | $>200$          | $>350$          | $>180$         | $>200$           | $>75$             | $>50$ |

Pavyzdys: Tarkime, kad NO<sub>2</sub> matavimų duomenys yra 51 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tada oro kokybė pereina iš geros į patenkinamą ir išmatuota koncentracija yra priskiriama prie neigiamo teršalų poveikio.

## 2.4. Argentinoje

### Oro kokybės priežiūros sistemos formavimas Buenos Airėse, integruotas NO<sub>x</sub> ir KD<sub>10</sub> kontrolės tinklas, atmosferos sklaidos modeliai

Mieste yra suprojektuota oro kokybės priežiūros sistema, naudojama nustatyti oro teršalų koncentracijų išplitimą viršijančių miesto zonoje leidžiamą lygį. Sistema yra integruota oro kokybės kontroliavimo tinklo ir atmosferinio išsklaidymo modelių imitavimo. Norint suprojektuoti miesto oro kokybės kontroliavimo tinklą yra taikoma objektyvi metodologija, kuri pagrįsta oro kokybės modeliavimo rezultatų analize. Procedūra pritaikyta, kad suprojektuotų oro kokybės kontroliavimo tinklą bei kontroliuotų NO ir KD<sub>10</sub> koncentracijos lygmenis Buenos Airės mieste. Rezultatai rodo, kad šeši kontrolės prietaisai (matavimo stotys) aptinka koncentracijos paplitimą didesnės negu leidžiama oro kokybės direktyvose (pateikiant rezultatus 67 % tikslumu). Kai yra aptinkamas užterštumas, atmosferinių išsklaidymo modelių taikymas padeda užterštų vietų nustatyme. Nori vaizdžiai pateikti miesto užterštumą, įvertinimui naudojami atmosferos išsklaidymo modelių rezultatai. Apdorojant gautus rezultatus su nagrinėjamoje teritorijoje esančiais pažeidžiamų gyventojų skaičiaus duomenimis yra gaunamas gyvenimo kokybės įvertinimas [105, 106].

### Buenos Airėse taikomos sistemos įvertinimas

Miestai yra veikiami įvairios žmonių veiklos, naudojamų medžiagų ir gamtos poveikių koncentracijų. Šie veiksniai atspindi aukščiausius teršimo lygius ir didžiausius poveikio gyvenimo

kokybei tikslus. Oro užterštumas miesto zonoje tapo pagrindinių problemų diapazono šaltiniu. Didžioji dalis problemų yra sveikatos padariniai, daugiausia susiję su dujų inhaliacija, nekokybiškomis ir žalingomis statybos medžiagomis, žala į istorinius paminklus ir į augmeniją. Norint kovoti su šiomis problemomis, efektyvios oro užterštumo sumažinimo strategijos turi būti ne tik įvertintos, bet ir įgyvendintos. Aplinkos sistemos, sujungtos atmosferos teršalų kontroliavimo ir atmosferinių išsklaidymo modelių, gali būti panaudotos, kad gautų gerą pateikimą esamos koncentracijos struktūros nagrinėjamame rajone. Kontroliavimas identifikuoja esamą atmosferos kokybę ir pateikia būtinus duomenis naudojimui ir oro kokybės modelių įvertinimui. Atmosferiniai išsklaidymo modeliai yra naudingi tokie, kurie jungia vykstančius atmosferos procesus ir yra panaudoti, kad surastų teršalų išsklaidymą nagrinėjamame rajone. Kai kurie iš jų yra pagrįsti oro užterštumo koncentracijų analize, įvertintų, naudodami oro kokybės imitavimą. Miesto atmosferiniai išsklaidymo modelių diapazonas nuo paprastų empirinių modelių į sudėtingus trimačius miesto oru pateiktus modelius [105, 106].

Buenos Airės yra Argentinos sostinė, miestas esantis ant plokščios vietovės šalia de La Platos upės. Plotas - 202.9 km<sup>2</sup> ir beveik trys milijonai gyventojų. Buenos Airės miestas yra apsuptas didesnio Buenos Airės rajono. Visas rajonas turi 3 880 km<sup>2</sup> ir apytiksliai 14 milijonų gyventojų [105, 106].

#### **Atmosferiniai išsklaidymo modeliai panaudoti atliekant skaičiavimus**

Buenos Airės mieste NO<sub>x</sub> ir KD<sub>10</sub> emisijų duomenys gaunami iš teritorijos, kurioje šių teršalų šaltiniai yra grupuojami: namų ūkiai, komercijos ir smulkios pramonės įmonės, transportas, oro uostas, esantis mieste, jėgainės. Visa miesto teritorija padalinta į 1 km x 1 km tinklelį. Miesto ribose, vienoje upės pusėje, yra trys jėgainės, kurios turi daugiausia įtakos miesto taršai, kadangi mieste nėra didesnių pramonės objektų. Skaičiavimuose buvo naudojami valandiniai oro kokybės matavimų duomenys, gauti Argentinos meteorologijos tarnybos meteorologijos stotyje, kuri įsikūrusi minėtame oro uoste.

Skaičiavimuose naudojami miesto oro teršalų sklaidimą aprašantis dispersijos modelis DAUMOD (Mazzeo ir Venegas, 1991) ir modelis ISCST3 (USEPA, 1995), naudojamas įvertinti valandinių matavimų duomenis. Teršalų sklaidą aprašančiuose dispersijos modeliuose naudojami vienerių metų valandinių matavimų duomenys. Abu modeliai neapima NO<sub>x</sub> chemijos. Jei vietovės teršalas yra NO taikomas metodas turi būti siejamas su paprastu empiriniu santykiu tarp NO<sub>x</sub> ir NO<sub>2</sub>.

ISCST3 modelis yra parengtas remiantis Gauso skaičiavimo modeliu, išvystytas Jungtinių Valstijų Aplinkosaugos agentūros. ISCST3 modelis priima, kad meteorologiniai duomenys apibrėžia sąlygas taršos kitimui (pvz. dulkėtumo išsklaidymas). Modelis vertina koncentracijos

vertę kiekvienam šaltiniui ir receptoriaus kombinaciją kiekvieną įvesties meteorologijos valandą. Kasvalandinės koncentracijos, apskaičiuotos kiekvienam šaltiniui kiekviename receptoriuje, yra susumautos, kad gautų pilną koncentraciją, pagamintą kiekviename receptoriuje bendros šaltinio emisijos.

### Matavimo stočių vietos parinkimo aprašymas

Įvertinant tai, jog matavimo stočių skaičius yra ribotas, pagrindinis tikslas pateikti matavimo stočių tinklo išdėstymo procedūrai yra apibrėžti minimalų matavimo stočių skaičių, reikalingą nustatyti atvejus ( $C > C_L$ ), kai oro teršalo koncentracija ( $C$ ) yra didesnė nei nustatyta ribinė vertė ( $C_L$ ).

Turint ribinę vertę  $C_L$  (jei tokios nėra, tuomet, pirmiausia, reikia ją nustatyti), apskaičiuojamas teršalo valandinių matavimų miesto teritorijoje horizontalus išsibarstymas imant mažiausiai vienerių metų duomenis. Tai galima padaryti taikant teršalų sklidimą aprašančius dispersijos modelius. Rekomenduojama į skaičiavimus įtraukti ir regiono matavimų duomenis, jei jie galimi.

Tuomet yra nustatomi atvejai ir tinklelio kvadratai, kuriuose apskaičiuotos koncentracijos yra didesnės už ribinę  $C_L$ . Matavimo stočių vietos yra parenkamos iš tinklelio kvadratų, nustatytų šiame etape. Parinkto tinklelio kvadratai, nustatomi atsižvelgiant į ribinės vertės viršijimų kiekį. Pirmoji matavimo stotis parenkama kvadrato su didžiausiu viršijimu. Visi atvejai, kai  $C > C_L$  parinktame tinklelyje yra atmetami ir neįtraukiami į tolimesnę analizę.

Analizuojant likusius atvejus, tinklelis dedamas dar kartą, norint nustatyti kitos matavimo stoties vietą. Kai tai padaroma, visi likę atvejai, kur  $C > C_L$  atmetami. Procedūra tęsiama tol, kol paskutinis atvejis taip pat atmetamas ir matavimo stočių vietos reikalingos nustatyti kur  $C > C_L$  yra apibrėžiamos.

Šios matavimo stočių vietų parinkimo procedūros efektyvumas priklauso nuo taikomo modelio tikslumo, taip pat ir nuo oro kokybės tyrimo metu surinktų duomenų kokybės.

Veikiant matavimo stočių tinklui, tokia procedūra gali būti taikoma esančio tinklo kalibravimui [105, 106].

### Miesto teršalų sklidimą aprašantis dispersijos modelis DAUMOD

Pagal DAUMOD (Mazzeo ir Venegas, 1991) modelį, pusiau beribis oro tūris apribojamas  $z = 0$  ir  $x = 0$  plokštumomis. Pagal Giffordą, kadangi procesui turi įtakos tik vertikalus išsisklaidymas, tai esant pastovioms oro sąlygoms, kur  $x$  ašis įvertina vidutinio stiprumo vėją, o  $z$  ašis yra jai statmena, teršalų koncentracija tenkina bedimencinę išsisklaidymo lygybę [105]:

$$u(z) \frac{\partial C(x, z)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(z) \frac{\partial C(x, z)}{\partial z} \right]; \quad (1)$$

$u(z)$  – vidutinis vėjo greitis.

Jei teršalai taršos šaltinių išmetami nuolat, oro kokybė pažemiu nustatoma [105]:

$$K(z) \frac{\partial C(x, z)}{\partial z} \Big|_{z=0} = -Q; \quad (2)$$

$K(z)$  – teršalų sūkurio išsisklaidymas;

$Q$  – išmetamų teršalų kiekis tam tikroje teritorijoje per tam tikrą laiko tarpą.

Kita pagrindinė prielaida, jog nuo duoto atstumo vertikaliai išmetami teršalų kamuoliai yra  $h(x)$ , kur  $C(x, h(x)) = 0$ .

Taigi, iš kaminų išmetami teršalai nėra pernešami, tuomet:

$$K(z) \frac{\partial C(x, z)}{\partial z} \Big|_{z=h} = 0. \quad (3)$$

Oro kokybės pažemiu sąlyga  $C(x, h(x)) = 0$  tenkinama ir tuomet, kai formulė (1) įgyja tokią daugianario pavidalą:

$$C(x, z) = C(x, 0) \sum_{i=0}^6 A_i \left( \frac{z}{h} \right)^i. \quad (4)$$

Koeficientas  $A_i$  apskaičiuojamas (4) formulę išreiškus taip (Pasquill and Smith, 1983):

$$C(x, z) = C(x, 0) \exp \left[ -4.605 \left( \frac{z}{z_m} \right)^s \right]. \quad (5)$$

$s$  – suformuotas faktorius, koeficientas įvertinantis formą, kuris priklauso nuo oro sąlygų pastovumo ir paviršių nelygumų;

$z_m$  – aukštis, kuriame  $C(z_m) = 0,01 C(0)$ , paprastai nustatomas ir būna aukštesnis negu limitas. Taigi, mes susumuojame  $h = z_m$  atsižvelgiant į skirtingas atmosferos stabilumo sąlygas ir gauname koeficientus ( $A_0, A_1, \dots, A_6$ ) iš daugianario, kuris suskirstytas į šešis atitikmenis. Gauname tikslus atitikmenis daugianario formai, kuri suformuota formulės (4) formulei (5) su koeficientais, apskaičiuotais  $\approx 1.0$ .

Kitos išraiškos įvertina vėjo greitį ir teršalų sūkurio išsisklaidymą (Arya, 1988) [105]:

$$u(z) = u_* / k [\ln(z/z_0) + \psi(z/L)]; \quad (6)$$

$$K(z) = ku_*(z + z_0) / \phi(z/L); \quad (7)$$

$u_*$  - trinties intensyvumas;

$k$  – Karmano konstanta, kuri lygi 0.41;

$z_0$  – paviršiaus nelygumų atkarpos ilgis;

$L$  – Monin – Obukhov'o atstumas;

$\phi(z/L)$  - vėjo šlytis, t.y. bedimensio dydis;

$\psi(z/L)$  - funkcija, nusakanti oro sąlygų pastovumo korekciją dėl sluoksniavimosi.

$$\phi(z/L) \begin{cases} 1 + 6.9z/L, z/L \geq 0 \\ (1 - 22z/L)^{-1/4}, z/L < 0 \end{cases};$$

$$\psi(z/L) \begin{cases} 6.9z/L, z/L \geq 0 \\ 1 - \phi^{-1}(z/L), z/L < 0 \end{cases}.$$

(4) ir (7) formules įstatę į (2), gauname tokią išraišką:

$$C(x,0) = Qh(x) / (|A_1|ku_*z_0). \quad (8)$$

$C(x,0)$  gaunama iš (8) formulės, žinant  $h(x)$ . Taigi, lygtis teršalų nepertraukiamumui įvertinti (Gifford (1970), Pasquill and Smith (1983)):

$$\int_0^x Q dx = \int_{z_0}^h u(z)C(x,z)dz. \quad (9)$$

Iš (4), (6) ir (8) formulių, kai  $C(h) = 0$ , gaunama išraiška, priimant, jog  $Q = \text{const}$ :

$$x/z_0 = (h/z_0)^2 / (|A_1|k^2)F(z_0/h; h/L). \quad (10)$$

Išraiškos  $F(z_0/h; h/L)$  nėra paprastos (pilnos jų formulės pateiktos Mazzeo ir Venegas, 1991), o reikšmės  $(h/z_0)$  gautos iš (10) formulės su dideliu tikslumu gali būti pritaikytos funkcijai:

$$h/z_0 = a(x/z_0)^b. \quad (11)$$

Funkcijos nariai  $a$  ir  $b$  nuo oro sąlygų stabilumo, o išraiškos  $a(z_0/L)$  ir  $b(z_0/L)$  pateiktos 9 lentelėje.

(11) išraišką pritaikius (8) – oje gauname:

$$C(x,0) = aQ(x/z_0)^b / (|A_1|ku_*). \quad (12)$$

Šioje išraiškoje įvertinama, jog teršalai iš pusiau begalinių teršalų šaltinių yra nuolat išmetami su nesikeičiančiu stiprumu  $Q$ . Išraiška ribota ir testiniam šaltiniui yra tarp  $x = 0$  ir  $x = x_1$ , su stiprumu  $Q$  gali būti gautas iš (12) išraiškos. Atėmus koncentraciją iš nuolatinio pusiau begalinio šaltinio su stiprumu  $Q$ , kai  $x > x_1$  iš (12) išraiškos gauname [105]:

$$C(x,0) = aQ[x^b - (x - x_1)^b] / (|A_1|kz_0^b u_*). \quad (13)$$

Miesto teritorijoje turėtume priimti, jog horizontalus teršalų išsibarstymas, priklausomai nuo teršalų šaltinių išsidėstymo, ant teritorijos uždėto tinklelio kvadratuose. Kiekviename tinklelio kvadrato teršalų kiekis išmetamas per tam tikrą laiką  $Q_i$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, N$ ) yra pastovus. Koncentracijos nukrypimas nuo  $x$ , kai  $x > x_1$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, N$ ) [105]:

$$C(x,0) = a \left[ Q_0 x^b + \sum (Q_i - Q_{i-1})(x - x_1)^b \right] / (|A_1|kz_0^b u_*). \quad (14)$$

$|A_1|(z_0/L)$  skaičiavimai pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Išraiškos apskaičiuoti parametrams  $a(z_0/L)$ ,  $b(z_0/L)$  ir  $|A_1|(z_0/L)$  taikant paviršiaus nelygumų atkarpos ilgio ( $z_0$ ) ir Monin – Obukhov'o atstumo ( $L$ ) funkcijas [105]

| Atmosferos stabilumas              | Išraiška                                                                                                                                                                             | $a(z_0/L)$ , $b(z_0/L)$ ir $ A_1 (z_0/L)$ |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $z_0/L < -10^{-4}$                 | $a = -3.618833 + 0.2369076 \times \ln( z_0/L )$<br>$b = -0.5356147 + 0.0234187 \times \ln( z_0/L ) + 0.01$<br>$ A_1  = -9.254667 + 0.8043134 \times \ln( z_0/L )$                    |                                           |
| $-10^{-4} \leq z_0/L \leq 10^{-4}$ | $a = -384.73(z_0/L) + 1.4$<br>$b = -130.0(z_0/L) + 0.415$<br>$ A_1  = -3.85331(z_0/L) + 1.461$                                                                                       |                                           |
| $10^{-4} < z_0/L$                  | $a = -0.6224632 + 7.37387 \times 10^{-5} / \ln[(z_0/L) + 1]$<br>$b = -0.5065736 - 1.196137 / \ln[2.802315 + 9 / (z_0/L)]$<br>$ A_1  = -0.05478233 + 0.0001021171 / \ln[(z_0/L) + 1]$ |                                           |

Pastovi vėjo kryptis yra reikalinga pritaikant (14) formulę. Taip buvo pažymėta atsižvelgiant į (14) formulės taikymą, kuri apskaičiuoja koncentraciją bet kuriuo jutikliu ir yra iš esmės duodanti pradžią iš emisijų kvadratinio tinklelio, kuriame jutiklis yra patalpintas. Taip yra todėl, kad taršos šaltinių gamintojai miestuose bendru atveju yra vienodi ir prisideda prie to, kad kvadratinis tinklelis iš (14) formulės greitai sumažina atstumą iki jutiklio. Supaprastinimas tariant, kad pastovus teršalų šaltinio stiprumas  $Q$  kinta tik  $x$  (vėjo kryptimi) prieina prie numanomos vidutinių teršalų hipotezės. Ši prielaida taip pat yra įskaičiuota į kitą paprastą miesto teršalų sklaidą aprašantį dispersijos modelį (Gifford, 1970, Gifford ir Hanna, 1973). DAUMOD atitikimas apytiksliams koncentracijų pagrindams, buvo įvertintas lyginant apskaičiuotus teršalų duomenis iš kelių miestų. Rezultatai iš Brėmeno (Vokietija), Frankfuro (Vokietija) ir Našvilio (JAV) miestų buvo pristatyti Mazzeo ir Venegas (1991) bei Kopenhagos (Danija) gali būti rasti Mazzeo ir Venegas (2002). DAUMOD modelio pritaikymas Buenos Airėse buvo pristatytas keliuose dokumentuose. Apskaičiuotų  $CO$  ir  $NO_x$  palyginimas su stebėjimais gali būti rastas Mazzeo ir Venegas (2004) ir Venegas ir Mazzeo (2005). DAUMOD modelio apskaičiuoti žalos rezultatai Buenos Airėse pristatyti Venegas ir Martin (2004). Rezultatai parodo, kad modelio taikymas trumpo termino koncentracijoms (valandinėms ir dieninėms) yra geras ir pagerinamas, kai skaičiuojamos ilgos vidutinės reikšmės (vidutinės ir metinės). DAUMOD modelio nukrypimas  $\pm 50$  proc. valandinėms koncentracijoms ir  $\pm 20$  proc. dieninėms koncentracijoms [105].

### **Pramonės objektų išmetamų teršalų sklaidą aprašantis dispersijos modelis ISCST3**

Trijose šiluminėse jėgainėse, esančiose mieste, deginamos natūralios dujos praktiškai visus metus, išskyrus žiemos sezoną, kai naudojamos dujos ir nafta. Šių jėgainių įtaka oro taršai



kietosiomis dalelėmis yra labai maža, tačiau vis tik ši įtaką oro taršai įvertinta taikant ISCST3 modelį.

ISCST3 modelis sukurtas JAV aplinkos apsaugos agentūros (USEPA, 1995). Modelyje naudojamas Gauso lygtis teršalų koncentracijų tam tikroje teritorijoje įvertinimui. Modelyje naudojami valandinių matavimų duomenys, siekiant įvertinti teršalų kamuolio kilimą, judėjimą ir išsisklaidymą. Modelio pagalba įvertinamos kiekvieno šaltinio emisijos ir jutiklių kombinacijos kas valandą, atsižvelgiant į oro sąlygų įtaką. Valandinių matavimų duomenys skaičiuojami kiekvienam taškos šaltiniui iš kiekvieno jutiklio ir yra sumuojamos tam, kad gauti suminę koncentraciją, kuri gaunama iš kiekvieno jutiklio jungtiniam teršalų išmetimui [105].

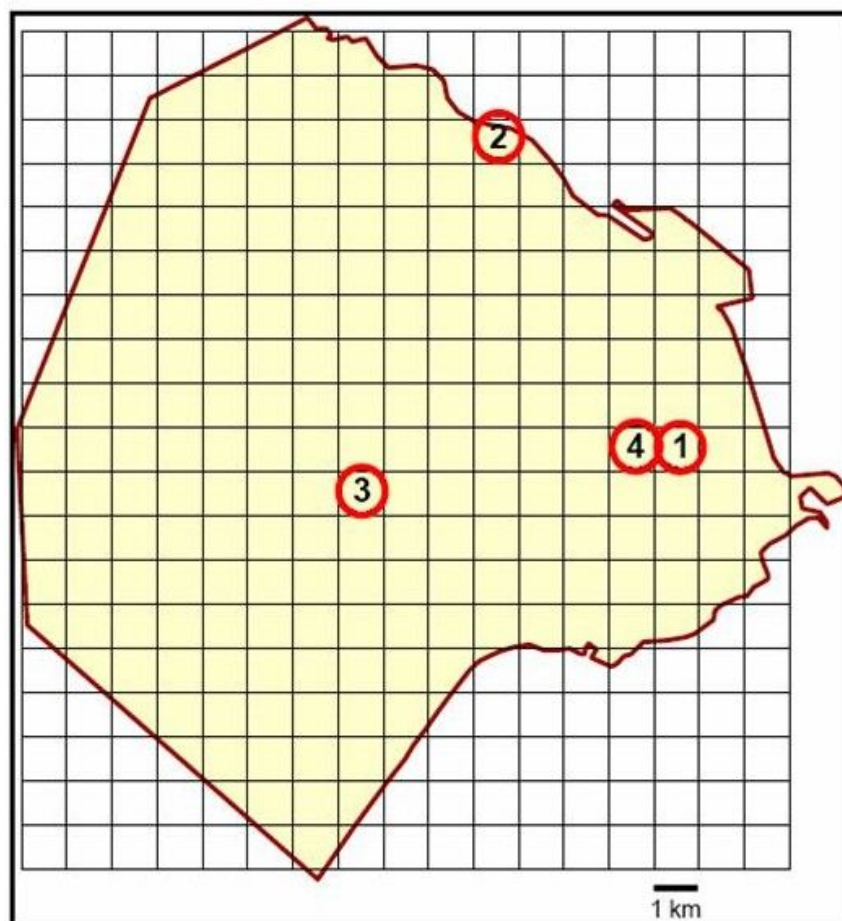
### **Oro taršos kietosiomis dalelėmis vertinimo proceso rezultatai**

Pritaikyta kietųjų dalelių matavimo stočių vietos nustatymo procedūra rėmėsi dienos vidutine  $KD_{10}$  koncentracija, apskaičiuota iš valandinių vienerių metų laikotarpio  $KD_{10}$  matavimų duomenų, taikant DAUMOD ir ISCST3 modelių sistemą kiekvienam tinklelio kvadratai. Tinklelis padalintas į  $1 \text{ km}^2$  kvadratus [105].

Matavimo stočių nustatymo procedūros eiga:

1. Ribinės vertės ( $C_L$ ) nustatymas.
2. Teršalų sklaidimą aprašančių dispersijos modelių pritaikymas apskaičiuoti teršalo ( $C$ ) išsibarstymą konkrečioje teritorijoje.
3. Kvadratų tinklelyje, kur  $C > C_L$  nustatymas.
4. Matavimo stočių vietos nustatymas.

Atlikus skaičiavimus ir įvertinus esamą situaciją, nustatytas minimalus matavimo stočių skaičius ir jų išdėstymas, kur  $KD_{10}$  koncentracijos viršiją ribinę vertę ( $0.15 \text{ mg/m}^3$ ). Buenos Airės mieste, reikalingos 4 matavimo stotys, matuojančios  $KD_{10}$  koncentracijas, o jų išdėstymas pavaizduotas 20 pav.

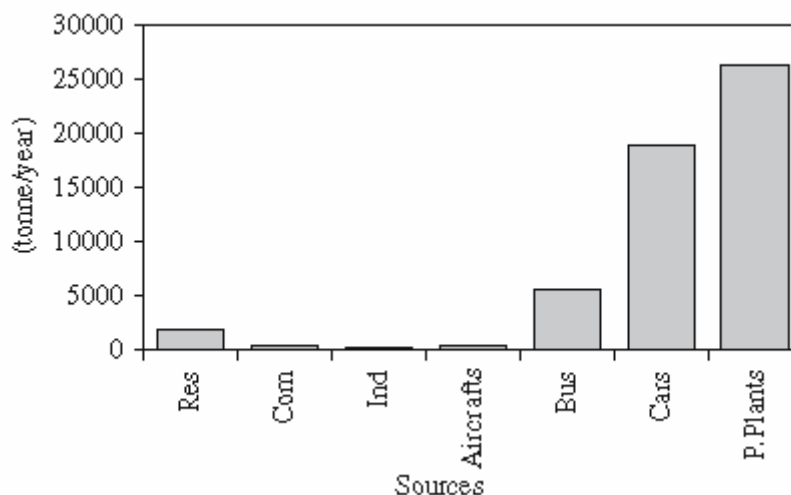


20 pav.  $KD_{10}$  matuojančių stočių išdėstymas Buenos Airės mieste (1 km x 1 km tinklelis) [105]

Matavimo stočių variacijos ir jų pajėgumai nustatyti paros  $KD_{10}$  koncentracijas per metus, kai  $C > C_{L24-h}$  pateiktos 10 lentelėje.

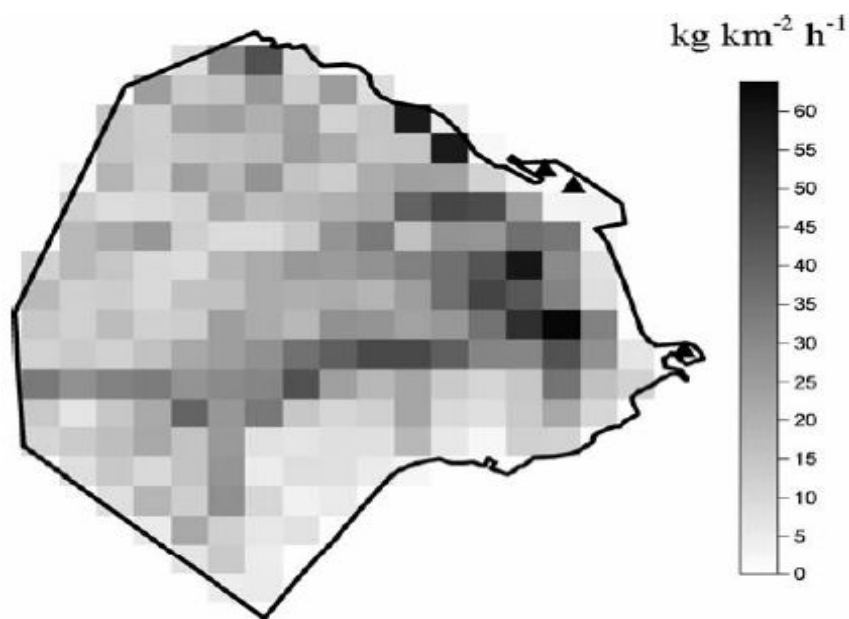
10 lentelė. Matavimo stočių variacijos ir jų pajėgumai nustatyti paros koncentracijas per metus, kai  $C > C_{L24h}$  [105]

| Matavimo stočių tinklai        |                                |                                |                             |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Stotys (1)-(4)</b><br>100 % | <b>Stotys(1)-(3)</b><br>97,9 % | <b>Stotys(1)-(2)</b><br>95,7 % | <b>Stotis (1)</b><br>80,9 % |

**NO<sub>x</sub> tinklo kontroliavimas Buenos Airės mieste**

21 pav. Metinė NO<sub>x</sub> emisijos norma (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) įvertintas kiekvienai šaltinio kategorijai: gyvenamasis (res); komercinis (com); mažos pramonės šakos (ind); lėktuvai (aircrafts); autobusai (bus); kelių transportas (cars) jėgainės (p.plants) [106]

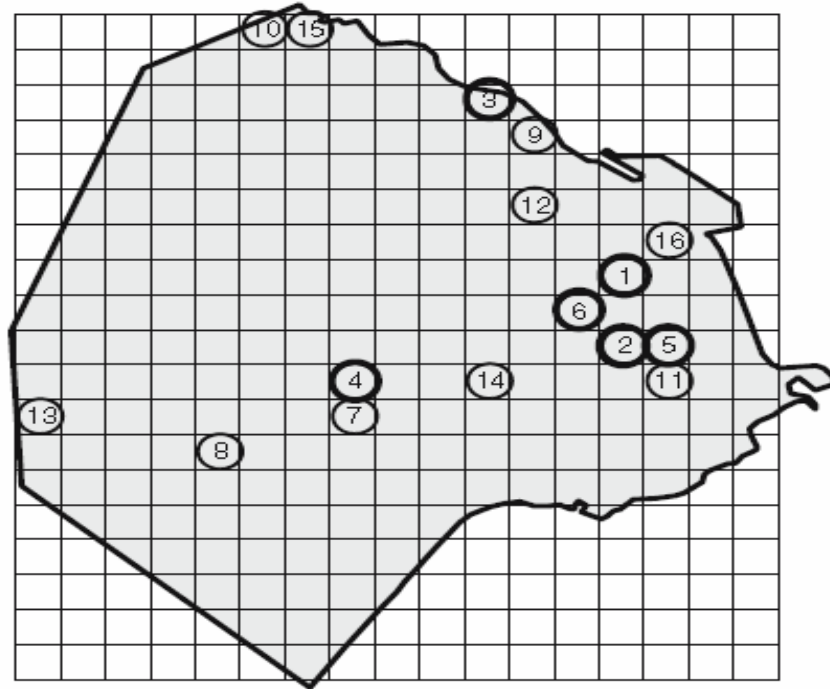
21 paveikslas pristato metinę NO<sub>x</sub> emisijos normą (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) mieste, įvertintame kiekvienai šaltinio kategorijai. Kelių transportas (autobusai ir automobiliai/taksi ir sunkvežimiai) prisideda ~ 45 %, ir jėgainių sąskaita ~ 49 % visos metinės NO<sub>x</sub> emisijos mieste. Todėl, emisijos norma rodo erdvinį pakitimą per miestą atitinkamai į eismo apimtį dalijimą.



22 pav. Vidutiniškai apskaičiuota kasvalandinė NO<sub>x</sub> emisija (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) iš rajono šaltinių Buenos Airės Mieste 20:00 (užpildyti trikampiai- jėgainės) [106]

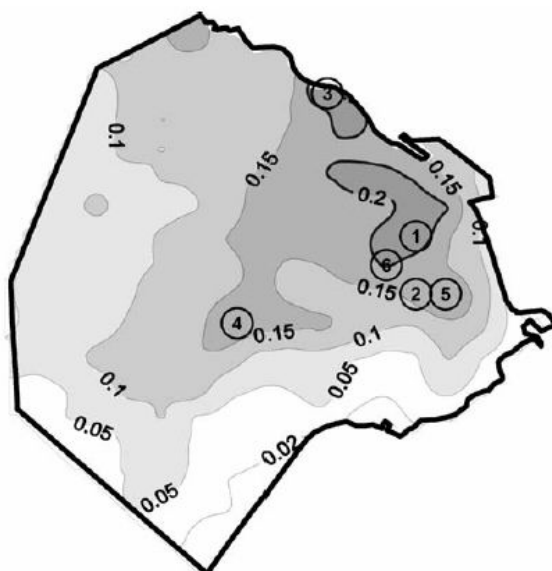
Vidutiniškai apskaičiuotų kasvalandinių emisijos normų tinklelio struktūrą (kg km<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) iš rajono šaltinių per Buenos Airės miestą piko valandą vakare (20:00) iliustruoja 22 paveikslas. Emisijos teršalų atsargos paprastai informuoja išskirtą kiekį NO<sub>x</sub> (=NO+NO<sub>2</sub>) kaip NO<sub>2</sub> masė (žr. [9]), nors aukštesnis NO<sub>x</sub> emisijos procentinis dydis yra NO. Didžioji dalis NO yra oksiduota į NO<sub>2</sub>

laiko ribų viduje kelių minučių, tuo metu, kai stacionariam paleidimui, šios laiko ribos yra užsakymo 10 – 20 minučių. Teršalų koncentracijos iš šaltinių, apytikrė fotocheminė pusiausvyra yra pasiekta, būdama  $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$  santykio priežastis apytiksčiai 90 %. Atmosferiniai išsklaidymo modeliai, panaudoti (DAUMOD+ISCST3), neapima cheminės transformacijos, ir yra laikoma  $\text{NO}_x$  masė išreikšta kaip  $\text{NO}_2$ .

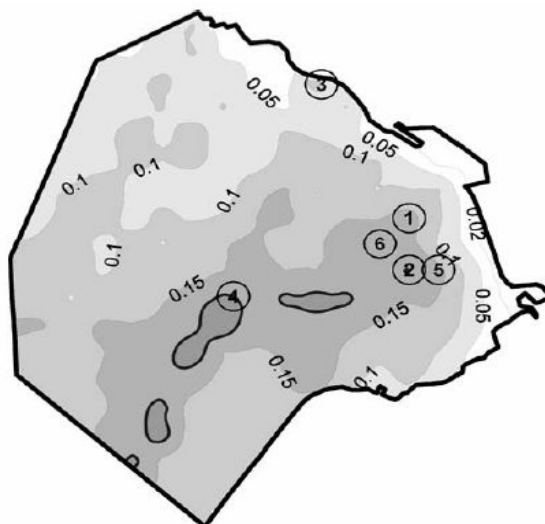


23 pav. 16 oro kokybės kontroliavimo stočių, nustatytų objektyvaus tinklo, suprojektuoja metodologiją Buenos Airės miesto [106]

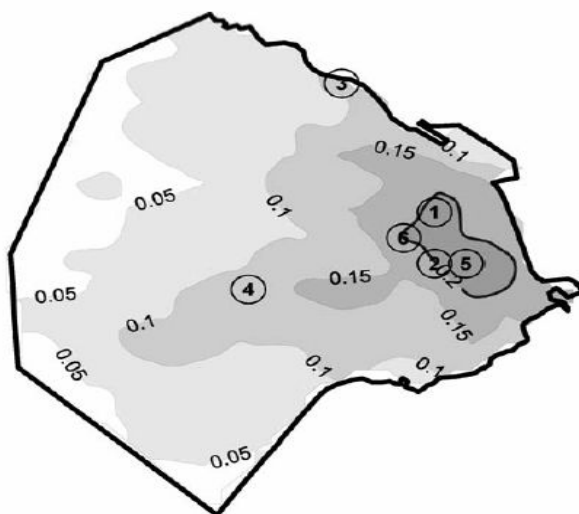
Kontroliuojančių stočių ir jų išdėstymo vietas parodo 23 pav. Matoma, kad taikomas modeliavimas rodo kontroliuoti kaimyniniuose tinklelio kvadratuose esančias vietas. Šis rezultatas rodo  $C > CR$  tose grotelių ląstelėse, kurios gali būti "aptiktos" tikrai vienos matavimo stoties laiku. Dėl šios priežasties, "objektyviai", nėra galima pašalinti bet kurio iš šių stočių kontroliavimo. Tačiau, kai tik tinklas yra veikimo procese, tolimesnė koncentracijos įrašų analizė nagrinėjamose vietovėse padės vertinti, ar abi matavimo stotys yra būtinos ar ne. Tinklo projekto proceso efektyvumas priklauso nuo pirminio tikslumo. Šis efektyvumas bus sumažintas 99 %, jei pirmos devynios kontroliuojančios svetainės bus išrinktos ir 96 %, jei pirmas šešias kontroliuojančias svetaines. Pavyzdžiui, priimdamas abejonę kasvalandiniu pavyzdiniu įvertinimu 30 %, šešių kontroliuojančių vietovių efektyvumas aptikti užterštumą  $C > CR$  gali būti apytiksčiai 67 % ( $=70\% \times 0.96$ ). Atsižvelgiant į valstybės biudžetą yra siūloma priimti kontroliuojantį tinklą su šėmis kontroliuojančiomis stotimis vietovės (1) – (6) 23 pav. [106].



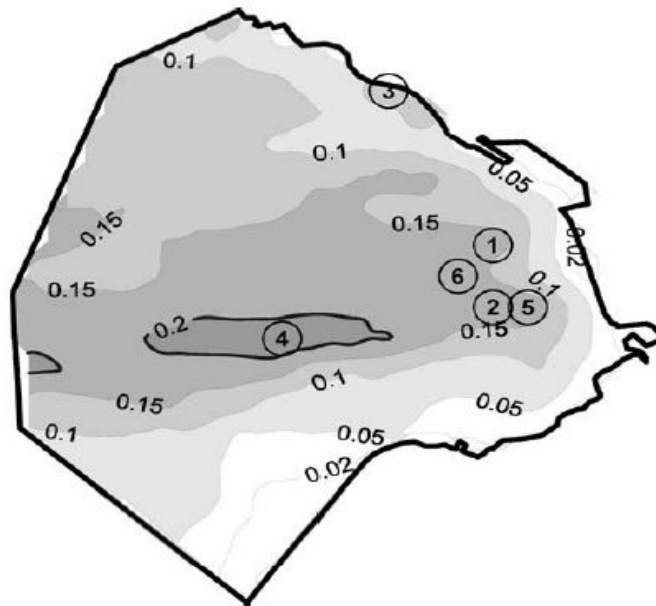
24 pav. Kas valandą NOx koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovės (1), (6) ir (3) aptinka  $C > CR$  [106]



25 pav. Kas valandą NOx koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovė (4) aptinka  $C > CR$  [106].



26 pav. Kas valandą NOx koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovės (1), (2), (5) ir (6) aptinka  $C > CR$  [106]



27 pav. Kas valandą NOx koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dalijimas įvertino, kada vietovė (4) aptinka  $C > CR$  (2001 m. liepos 10-ąją 19:00) [106]

### Stočių parinkimo metodologija

Nustatomas minimalių daviklių ir jų vietos skaičius, kad identifikuoti užterštumą foninių kasvalandinių koncentracijų, kai NOx didesnis negu  $CR = 0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . NOx (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) emisijos inventorių rajono šaltiniams, esantiems Buenos Airės Mieste, turi erdvinį sprendimą  $1 \times 1$  km. Antrasis etapas - šeši rajono taršos šaltinių tipai (23 pav.) Transporto priemonių skaičius mieste - daugiau kaip du milijonai. Transporto priemonių emisijos pakitimai yra tiesiogiai susieti su erdviniais ir laikiniais eismo srauto struktūros pakitimais. Paprastai, per darbo dienas, eismo piko valandos yra 08:00–09:00 Ryto ir 07:00–09:00 Po pusiaudienio. Taip pat yra atsižvelgiama į teršalų emisiją nuo lėktuvų nusileidimo ir pakilimo vidaus oro uoste, esančiame Buenos Airės Mieste. Be to, teršalų šaltiniai yra trys šiluminės jėgainės, esančios pakrantėje. Šios jėgainės yra pagrindiniai teršalų šaltiniai, esantys mieste todėl, kad nėra jokios kitos didelės pramonės miesto zonoje. Per daugumą metų, jėgainės degina gamtines dujas. Žiemą, per šalčiausias dienas, jie yra priversti sudeginti žymiai didesnę kiekį. Apskritai, jų įnašas į foninį NOx (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) koncentracijos mieste yra daug mažesnis negu rajono šaltinių įnašas. Jėgainės emisija kuria žemus koncentracijos lygmenis todėl, kad jėgainės yra 40 – 155 m aukščio, ir teršalų išmetimo sklaidos dujų temperatūra ir greitis yra labai aukšti. Jų įnašas į koncentracijos lygmenis mieste yra tiek daug, kiek viena skaičiaus eilė mažiau, negu koncentracija dėl transporto šaltinių emisijos. Pavyzdžiui, miesto centre, NOx (išreikštas kaip NO<sub>2</sub>) koncentracijos gali pasiekti  $0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  su įnašu šaltinio emisijos mažiau kaip  $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rezultatai rodo, kad maksimalios foninės NOx koncentracijos dėl jėgainių įvyksta pirmų 2 km viduje aplink jėgaines šalia pakrantės. Yra valdomi atmosferiniai išsklaidymo modeliai, svarstydami 1 kasvalandinės informacijos metus, naudodami

meteorologinius duomenis, užregistruotus oro stotyje argentinietiškos Meteorologinės Paslaugos, esančios vidaus oro uoste. Mes svarstome erdvinį sprendimą  $1 \text{ km}^2$  per miestą paraiškoje DAUMOD modelio rajono šaltiniams. Mes valdome ISCST3 modelį į emisiją nuo jėgainių krūvų, svarstydami grotelių sprendimą  $100 \times 100 \text{ m}$  per miestą. ISCST3 modelio rezultatai yra tada vidutiniškai apskaičiuoti per kiekvienas kvadratinės  $1 \text{ km}^2$  groteles, kad gautų įnašą punkto šaltinių į fonines kasvalandines koncentracijos vertes. Paraiška pasiūlytos tinklo projekto procedūros, apibūdintos anksčiau, į foną kas valandą  $\text{NO}_x$  koncentracijos, rodo, kad 16 vaizduoklių yra būtini, kad aptiktų atsitikimą koncentracijų, didesnių negu apgalvota referente vertė [106].

### **Vaidmuo oro kokybės imitavimo pasiūlytoje sekimo sistemoje**

Oro kokybę kontroliuojantis tinklas apima stotis (1) – (6) (žr. vietas 23 pav.). Kai tik šis tinklas yra veikimo procese ir vienas iš daviklių aptinka, kad kasvalandinė koncentracija yra didesnė negu leistina norma, vietinei aplinkos valdžiai reikės informacijos apie galimas paveiktas vietas, kur priimami atitinkami veiksmai problemai spręsti. Tuomet, oro kokybės kontroliavimas ir modeliavimo pritaikymas gali apsaugoti aplinką, kuri neįtakos gyvenimo kokybės. Valdydamos DAUMOD ir ISCST3 modelį einamosioms atmosferinėms sąlygoms, gali būti įvertintos foninio  $\text{NO}_x$  kasvalandinės koncentracijos mieste, erdviniam dalijimui. Šių rezultatų analizė pateikia užterštas vietas. Kombinuodamas šią informaciją su paskutiniaisiais surašymo duomenimis, įvertinamas pažeidžiamų gyventojų skaičius. Pateikti keturi skirtingi pavyzdžiai. 24 – 27 paveiksluose iliustruojamas foninio  $\text{NO}_x$  kasvalandinis koncentracijos dalijimas keturiems galimiems atvejams. Tose situacijose, bent viena iš šešių kontroliuojančių stočių sugebės aptikti atvejį, kai  $C > CR$  mieste. Pirmame pavyzdyje (24 pav.), stotys (1), (6) ir (3) aptinka pažeidimus. Modelių rezultatai rodo, kad paveikta vieta su kasvalandine koncentracija, didesne negu  $CR = 0.20 \text{ mg m}^{-3}$ , yra  $9.7 \text{ km}^2$  (kur gyvena 200 000 gyventojų). Antrame pavyzdyje (25 pav.), tik stotis (4) sugeba aptikti pažeidimą. Šiuo atveju, laukiama, kad kasvalandinė koncentracija viršys  $CR$  per  $7.9 \text{ km}^2$  ištesimą (kur gyvena 166 000 asmenų). Trečiame pavyzdyje (26 pav.), kontroliuodamas svetaines (1), (2), (5) ir (6) aptinka koncentracijas, didesnes negu  $CR$ . Šiam atvejui, modelio įvertinimas atskleidžia, kad  $C > CR$   $6.8 \text{ km}^2$  rajone (kur gyvena 130 000 gyventojų). 27 iliustracija rodo kitą pavyzdį, kur tik daviklis (4) aptinka pažeidimą. Ši situacija yra kitokia negu iliustruota 26 pav. Oro kokybės modeliavimo rezultatas rodo, kad kasvalandinės koncentracijos viršija  $CR$   $7.6$  miesto  $\text{km}^2$ . Šiame rajone yra 161 000 gyventojų [106].

### 3. ORO KOKYBĖ LIETUVOJE

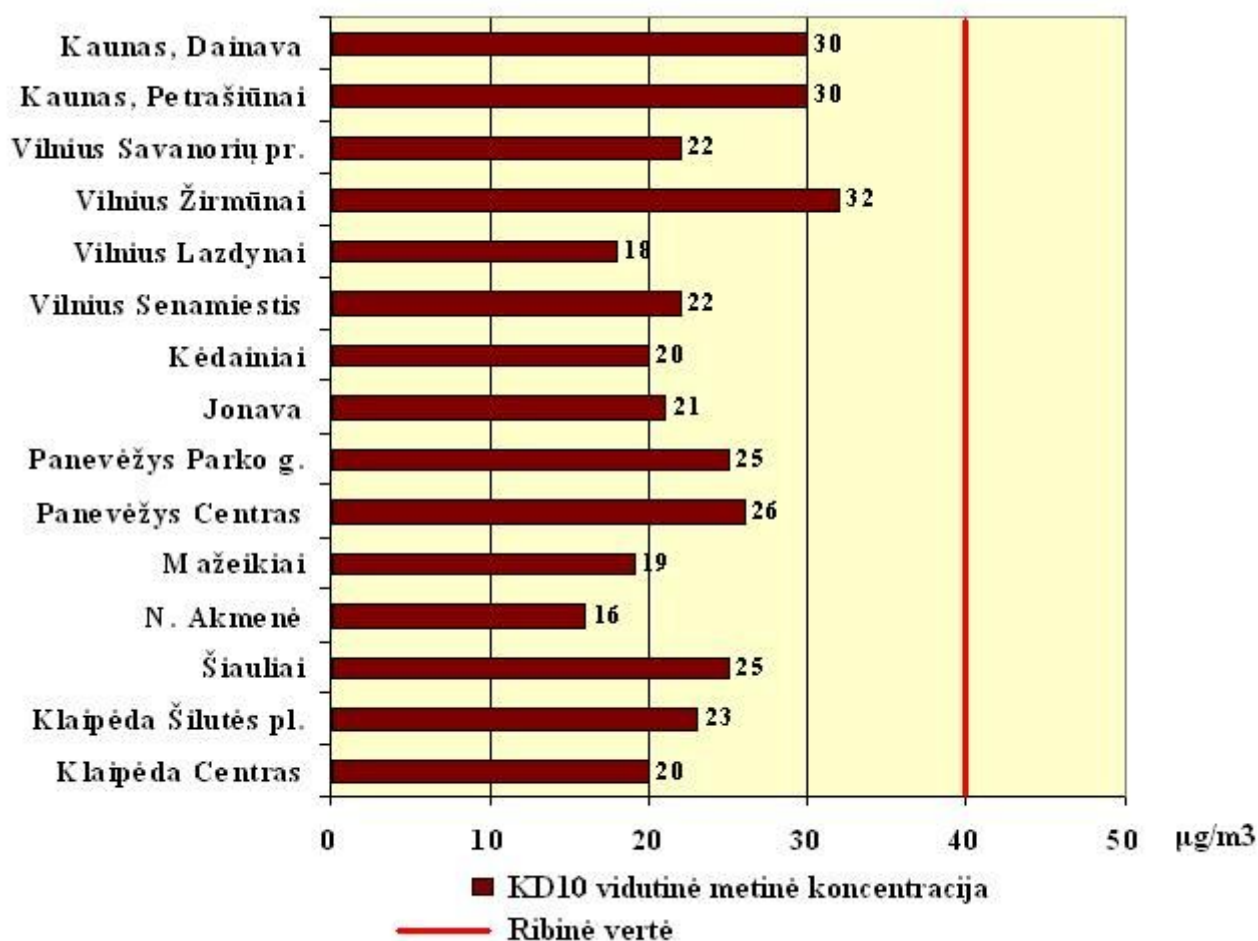
#### 3.1. Oro kokybės matavimų duomenys visoje Lietuvos teritorijoje

##### Kietosios dalelės

Vadovaujantis ES direktyvų ir nacionalinių teisės aktų reikalavimais,  $KD_{10}$  koncentracijos vertinimui taikomos ribinės vertės:

- ❖ vidutinė metinė ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- ❖ vidutinė 24 valandų ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), o 24 valandų (paros) vidurkio ribinė vertė neturi būti viršyta daugiau nei 35 dienas per kalendorinius metus.

2007 m. vidutinė metinė  $KD_{10}$  koncentracija Lietuvos miestuose niekur neviršijo metinės ribinės vertės ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ir atskirose matavimo stotyse svyravo nuo 16 –  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 pav.).



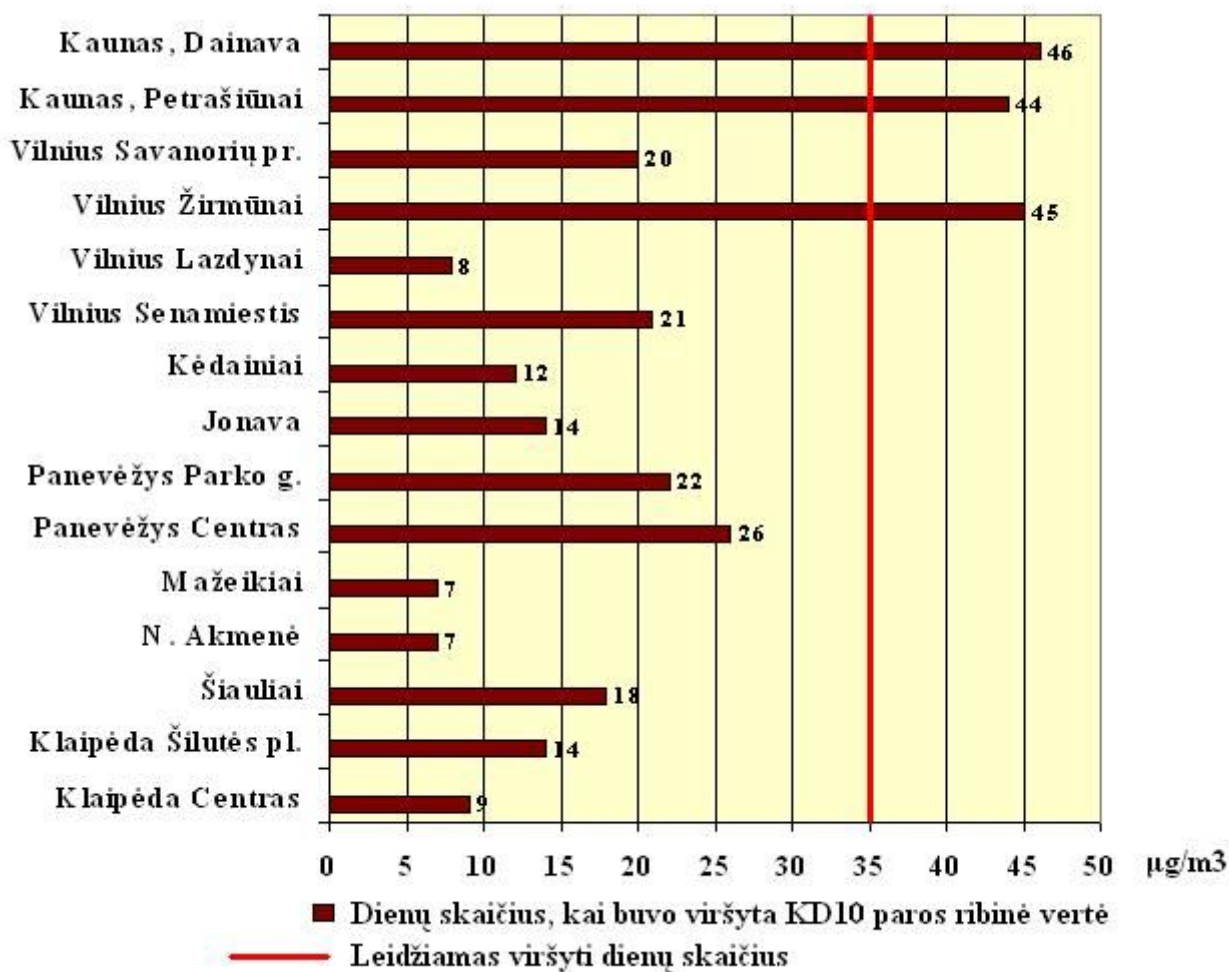
28 pav.  $KD_{10}$  vidutinė metinė koncentracija Lietuvoje 2007 m. [20]

2007 - aisiais, kaip ir ankstesniais metais, vidutinė kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) paros koncentracija atskiromis dienomis viršijo ribinę vertę visuose miestuose, kuriuose stebima oro kokybė (29 pav.).



Vilniuje Žirmūnų matavimo stotyje ir Kauno matavimo stotyse  $KD_{10}$  koncentracija buvo padidėjusi daugiau kaip 35 dienas per metus, t. y. dažniau, nei leidžiama pagal ES direktyvų ir Lietuvos teisės aktų reikalavimus.

Kituose šalies miestuose padidėjusios koncentracijos atvejai neviršijo leidžiamo skaičiaus. Pastarųjų kelių metų stebėjimų duomenys rodo, kad  $KD_{10}$  koncentracijos šiek tiek mažėja, tačiau Lietuvos, kaip ir daugelio kitų Europos šalių, miestų oro užterštumas kietosiomis dalelėmis išlieka viena opiausių aplinkos oro apsaugos problemų [20].



29 pav. Dienų, kai buvo viršyta  $KD_{10}$  paros koncentracijos ribinė vertė, skaičius 2007 m. [20]

$KD_{2.5}$  matuojama Klaipėdoje Šilutės plento, Kauno Petrašiūnų ir Vilniaus Žirmūnų OKT stotyse, tačiau išmatuotos koncentracijos ribinės vertės nei vienoje stotyje neviršijo

### Azoto dioksidas

Pagal ES ir Lietuvos teisės aktų reikalavimus,  $NO_2$  koncentracijos vertinimui taikoma tokios ribinės vertės:

- ❖ vidutinė metinė ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- ❖ 1 valandos ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Iki šių verčių įsigaliojimo datos – 2010 m. sausio mėn. 1 d. – taikomas kasmet tolygiai mažėjantis leistinas nukrypimo dydis.

2007 m. NO<sub>2</sub> koncentracijos vertinimui taikytos ribinės vertės [85]:

- ❖ metinė norma – ribinė vertė kartu su leistinu nukrypimo dydžiu buvo lygi 47 µg/m<sup>3</sup>;
- ❖ 1 valandos – 233 µg/m<sup>3</sup>, 1 valandos norma neturi būti viršyta daugiau nei 18 kartų per kalendorinius metus.

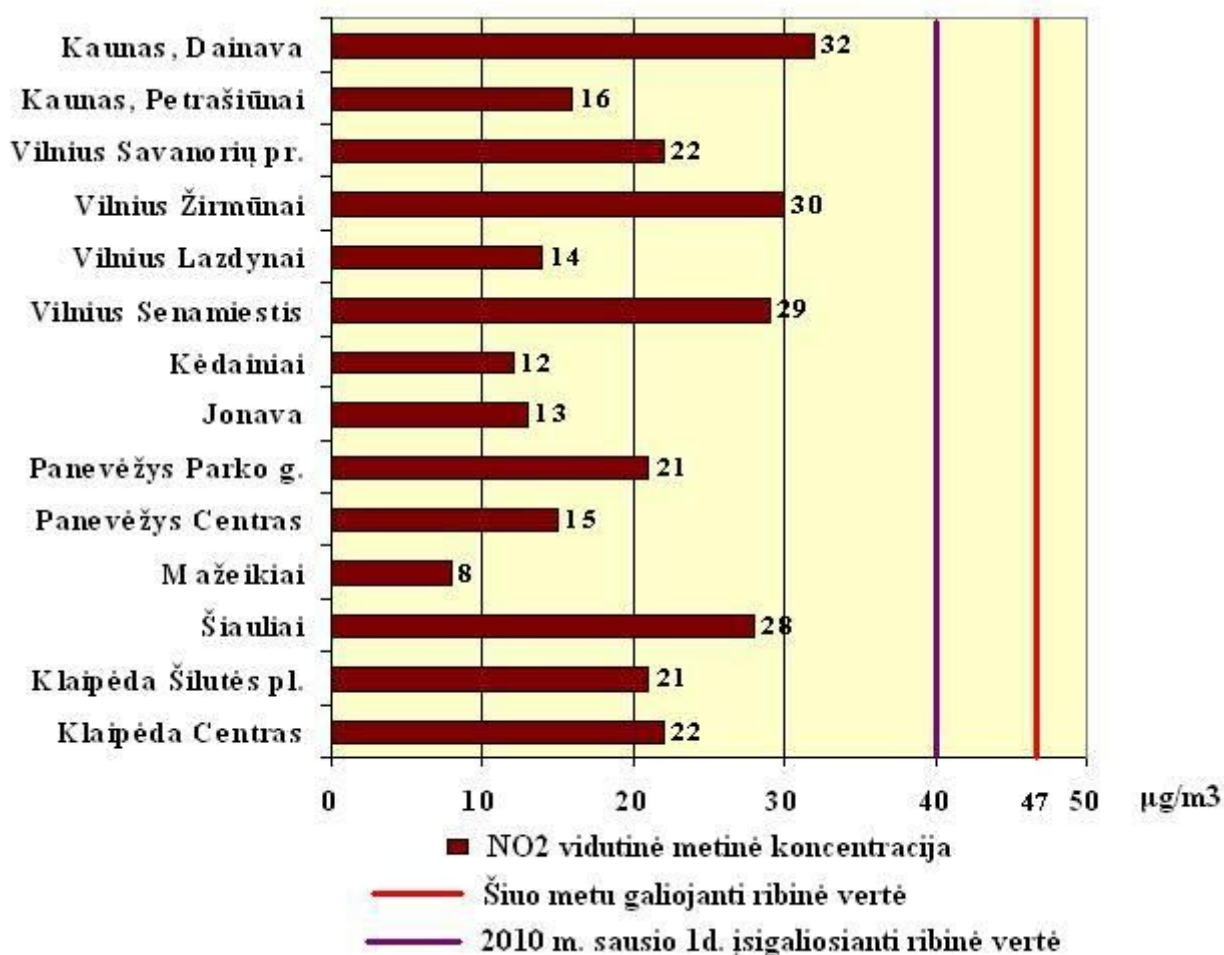
Be to, 1 valandos azoto dioksido koncentracijai nustatyta pavojaus slenksčio vertė - 400 µg/m<sup>3</sup>, kurią pasiekus, būtina nedelsiant imtis skubių priemonių, kad būtų išvengta žalingo poveikio žmonių sveikatai.

2007 m. nei vidutinė metinė (30 pav.), nei 1 valandos normos nebuvo viršytos nė vienoje Lietuvos matavimo stotyje.

Palyginti su 2006 m., vidutinis oro užterštumas azoto dioksidu Vilniaus Senamiestyje ir Lazdynuose beveik nepasikeitė, o Žirmūnuose sumažėjo. Analizuojant ilgesnio periodo – 2003 - 2007 m. – tyrimų duomenis Žirmūnuose taip pat pastebima nedidelė azoto dioksido vidutinės metinės koncentracijos mažėjimo tendencija, kitose stotyse ji keitėsi labai nežymiai [20, 56 – 57].

Kauno mieste nors didžiausios vertės padidėjo, palyginti su 2006 m., vidutinis oro užterštumas azoto dioksidu išliko beveik nepakitęs.

Palyginti su 2006 m. duomenimis, NO<sub>2</sub> koncentracija visuose zonos miestuose sumažėjo. Ilgesnio, penkerių metų periodo duomenys Šiauliuose ir Mažeikiuose taip pat rodo mažėjimo tendenciją, o kituose zonos miestuose koncentracijos lygis keitėsi labai nežymiai [20, 56 – 57].



30 pav. NO<sub>2</sub> vidutinė metinė koncentracija Lietuvoje 2007 m. [20]

### Ozonas

ES ir Lietuvos teisės aktuose, reglamentuojančiuose ozono aplinkos ore vertinimą, nustatytos šios normos:

- ❖ 1 val. koncentracijai - informavimo ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ir pavojaus ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) slenksčiai;
- ❖ 8 val. vidutinei koncentracijai - siektina vertė ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), kuri nuo jos įsigaliojimo datos (2010 m.) neturi būti viršyta daugiau nei 25 dienas per kalendorinius metus, imant trejų metų vidurkį.

2007 m. nei informavimo, nei pavojaus slenksčiai viršyti nebuvo. Visose stotyse ozono koncentracijos vertės buvo mažesnės, nei 2006 m.

Ozono koncentracija Lietuvoje matuota Vilniuje Lazdynų ir Žirmūnų, Kauno Petrašiūnų OKT stotyse, o zonos teritorijoje matuota septyniose miestų stotyse ir trijose foninėse, toli nuo taršos šaltinių, Žemaitijos, Aukštaitijos, Dzūkijos nacionaliniuose parkuose esančiose stotyse.

Didžiausia 1 valandos koncentracija, nustatyta Dzūkijos stotyje siekė  $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Didžiausios 8 val. periodo koncentracijos, apskaičiuotos slenkančio vidurkio būdu pagal „Aplinkos oro užterštumo normų“ 6 priedo ir „Ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių“ 1

priedo II dalies reikalavimus, viršijimas buvo nustatytas Vilniuje Lazdynuose ( $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Kaune Petrašiūnuose ( $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ir Jonavoje ( $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Siektina vertė ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), kuri nuo jos įsigaliojimo datos (2010 m.) neturi būti viršyta daugiau nei 25 dienas per kalendorinius metus, Vilniuje Lazdynuose ir Kaune Petrašiūnuose buvo viršyta 2 dienas, o Jonavoje tik vieną dieną.

### **Sieros dioksidas**

Šio teršalo koncentracijos vertinimui nustatyta [85]:

- ❖ 1 valandos ribinė vertė, lygi  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- ❖ 24 valandų vidurkio ribinė vertė –  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kaip ir ankstesniais metais,  $\text{SO}_2$  koncentracija visuose miestuose buvo gerokai mažesnė už nustatytas normas.

$\text{SO}_2$  koncentracijos buvo matuotos ne visose Lietuvos OKT stotyse.

Didžiausios 1 valandos koncentracijos buvo nustatytos Kauno Petrašiūnų ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Mažeikių ( $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) OKT stotyse, kitose svyravo  $15 - 83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

24 valandų vidurkio koncentracijos svyravo  $9 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Anglies monoksidas**

Anglies monoksido koncentracijos vertinimui taikoma 8 valandų vidurkio ribinė vertė, lygi  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

CO koncentracijos matuotos devyniose Lietuvos OKT stotyse. Nei vienoje iš jų ribinė vertė nebuvo viršyta ir svyravo nuo 1 iki  $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

### **Švinas**

Švino koncentracijos vertinimui taikoma  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ribinė vertė [85].

Švino koncentracijos buvo matuotos septyniose Lietuvos OKT stotyse, tačiau nei vienoje iš jų išmatuotos koncentracijos neviršijo nustatytos ribinės vertės (20 lentelė).

2007 m., naudojant pamatinius metodus, atitinkančius Europos Parlamento ir Tarybos 4-osios dukterinės direktyvos reikalavimus, Vilniaus Lazdynų, Kauno Petrašiūnų Klaipėdos ir Šiaulių OKT stotyse matuotos ir kitų sunkiųjų metalų, tame tarpe arseno (As), nikelio (Ni), kadmio (Cd), o taip pat benzo(a)pireno (B(a)P) bei kai kurių kitų policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijos aplinkos ore. Jos nustatomos analizuojant smulkiųjų kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{10}$ ) mėginius. Atsižvelgiant į Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos dėl arseno, kadmio, gyvsidabrio, nikelio ir policiklinių aromatinių angliavandenilių aplinkos ore reikalavimus, Aplinkos ministro ir Sveikatos apsaugos ministro 2006 m. balandžio 3 d. įsakymu Nr. D1-153/V-246 šių

teršalų koncentracijos įvertinimui patvirtintos tokios siektinos vertės, taikytinos metiniam vidurkiui: arsenui – 6 ng/m<sup>3</sup>, kadmiui – 5 ng/m<sup>3</sup>, nikeliui – 20 ng/m<sup>3</sup>, benzo(a)pirenui – 1 ng/m<sup>3</sup>. Visose minėtose stotyse užfiksuotos vidutinės metinės vertės neviršijo šių kriterijų (11 lentelė).

11 lentelė. Vidutinė metinė sunkiųjų metalų ir benzo(a)pireno koncentracija Lietuvos OKT stotyje [20]

| Teršalai             | Pb, µg/m <sup>3</sup> | As, ng/m <sup>3</sup> | Ni, ng/m <sup>3</sup> | Cd, ng/m <sup>3</sup> | B(a)P, ng/m <sup>3</sup> |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Normos               | Ribinė vertė          | Siektina vertė        |                       |                       |                          |
|                      | 0.5 µg/m <sup>3</sup> | 6 ng/m <sup>3</sup>   | 20 ng/m <sup>3</sup>  | 5 ng/m <sup>3</sup>   | 1 ng/m <sup>3</sup>      |
| Klaipėda, Centras    | 0.008                 | 0.2                   | 2.1                   | 1.1                   | 0.5                      |
| Šiauliai             | 0.006                 | 0.2                   | 1.8                   | 0.3                   | 1                        |
| Panevėžys, Parko g.* | 0.004                 | 0.2                   | 0.6                   | 0.1                   | 0.5                      |
| Jonava*              | 0.005                 | 0.2                   | 2.2                   | 0.1                   | 0.6                      |
| N. Akmenė*           | 0.004                 | 0.2                   | 2.2                   | 0.1                   | 0.6                      |
| Vilnius, Lazdynai    | 0.005                 | 0.2                   | 0.9                   | 1.2                   | 0.4                      |
| Kaunas, Petrašiūnai  | 0.031                 | 0.3                   | 1.3                   | 1.6                   | 0.9                      |

\* Koncentracijos nustatymui naudoti bendrųjų dulkių mėginiai

### Benzenas

Šio teršalo koncentracijos vertinimui taikyta vidutinė metinė 2007 m. galiojusi norma – 8 µg/m<sup>3</sup>.

2010 m. įsigaliosianti griežtesnė ribinė vertė – 5 µg/m<sup>3</sup>.

Benzono koncentracija buvo matuota penkiose Lietuvos OKT stotyse. Nei vienoje iš jų vidutinė metinė koncentracija neviršijo nei 2007 m. taikytos, nei 2010 m. įsigaliosiančios ribinės vertės ir svyravo nuo 0.3 iki 0.9 µg/m<sup>3</sup>.

Vilniuje benzino koncentracija matuota Savanorių pr. ir Žirmūnų OKT stotyse.

Kaune benzino koncentracija matuota tik Petrašiūnų stotyje. Lyginant su 2006 m. čia šio teršalo koncentracija sumažėjo [20, 56, 57].

Klaipėdoje ir Kėdainiuose lyginant su 2006 m. šio teršalo koncentracija beveik nepasikeitė [20, 56 - 57].

## 3.2. Oro kokybės matavimų duomenys Vilniaus aglomeracijoje

### Kietosios dalelės

KD<sub>10</sub> koncentracija 2007 m. matuota visose 4-iose Vilniaus OKT stotyse.

Vidutinė metinė KD<sub>10</sub> koncentracija Vilniaus stotyse neviršijo metinės ribinės vertės (12 lentelė). Palyginti su 2006 m., Senamiestyje KD<sub>10</sub> koncentracija buvo kiek didesnė, kitose Vilniaus stotyse oro užterštumas kietosiomis dalelėmis sumažėjo. Analizuojant ilgesnio periodo – 2003 -

2007 m. duomenis taip pat pastebima šio teršalo koncentracijos mažėjimo tendencija – metinis vidurkis Lazdynų ir Žirmūnų OKT stotyse sumažėjo apie 25 - 30%, Senamiestyje, kur šio teršalo koncentracija matuojama 3 pastaruosius metus, sumažėjimas siekia apie 8%. Senamiestyje koncentracijos padidėjimui 2007 m. įtakos galėjo turėti netoli stoties vykdyti Rotušės aikštės rekonstrukcijos darbai [20, 54 – 57].

12 lentelė. 2007 m.  $KD_{10}$  tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | $KD_{10}, \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                                    |                                |       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
|                       | $C_{\text{vid}}$                                                                                                     | $C_{\text{max } 24 \text{ h}}$ | P     |
|                       | 2007 m. galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |                                |       |
|                       | 40                                                                                                                   | 50                             | 35 d. |
| Vilnius Senamiestis   | 22                                                                                                                   | 118                            | 21    |
| Vilnius Lazdynai      | 18                                                                                                                   | 83                             | 8     |
| Vilnius Žirmūnai      | 32                                                                                                                   | 122                            | 45    |
| Vilnius Savanorių pr. | 22                                                                                                                   | 125                            | 20    |

Paaiškinimai:

$C_{\text{vid}}$  - vidutinė metinė koncentracija;

$C_{\text{max } 24 \text{ h}}$  - didžiausia paros vidurkio koncentracija;

P - dienų skaičius, kai buvo viršyta paros vidurkio ribinė vertė ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Didžiausios paros vidurkio vertės svyravo nuo  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Lazdynuose iki  $122 - 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prie intensyvaus eismo Kareivių gatvės bei Savanorių prospekto (22 lentelė) ir viršijo ribinę vertę nuo 1.7 iki 2.5 karto. Lyginant su 2006 m., viršijimo atvejų Žirmūnų ir Lazdynų OKT stotyse sumažėjo, Senamiesčio stotyje – padaugėjo. Dažnesnį padidinto oro užterštumo pasikartojimą Senamiestyje galėjo lemti Rotušės aikštės rekonstrukcijos darbai.

Prie intensyvaus eismo gatvių įrengtoje Žirmūnų OKT stotyje po 1 - 2 ar daugiau viršijimų buvo užfiksuota kiekvieną mėnesį, išskyrus sausį. Vasario mėn. keletą dienų padidintas oro užterštumas kietosiomis dalelėmis buvo stebimas atšalus orams. Ribinės vertės viršijimai nustatyti ne tik Žirmūnuose, transporto įtaką atspindinčioje stotyje, kur oro užterštumas galėjo padidėti dėl iš transporto išmetamų teršalų, o taip pat dėl smėlio bei druskų dalelių, patenkančių į orą nuo gatvių, kai tokiu mišiniu jos buvo barstomos siekiant užtikrinti eismo saugumą, bet ir Senamiestyje, kur didžiausią įtaką padidintam oro užterštumui galėjo turėti padidėjusi tarša dėl intensyvesnio kūrenimo. O dažniausiai didesnė už ribinę vertę  $KD_{10}$  koncentracija visose Vilniaus stotyse buvo stebima kovo ir balandžio mėnesiais. Įsivyravę sausi orai, stiprus vėjas išdžiovino nepakankamai gerai nuvalytas gatves, nesutvarkytas šalikeles, kur po žiemos nutirpus sniegui kaupiasi purvas, druskos ir kiti nešvarumai, todėl oro užterštumas ypač padidėjo dėl vadinamosios “pakeltosios” taršos, kai nuo perdžiūvusių paviršių dulkes į orą keldavo ne tik pravažiuojantys automobiliai, bet ir stiprus vėjas.

Gegužės - lapkričio mėn. prie intensyvaus eismo gatvės Žirmūnų OKT stotyje padidinta  $KD_{10}$  koncentracija buvo stebima po keletą dienų kiekvieną mėnesį. Kai kuriomis dienomis kietųjų dalelių koncentracijos padidėjimą galėjo lemti ne tik transporto išmetimai, bet ir padidėjusi tarša dėl stoties kaimynystėje esančio pastato remonto bei kitų netoliese didelį plotą užimančių statybų. Rugpjūčio 13-14 bei 22 - 23 d. plūstelėjus sausoms, karštoms oro masėms iš pietinių platumų, dėl nepalankių teršalų išsisklaidymui sąlygų, oro užterštumas buvo padidėjęs visose stotyse, trijose iš jų buvo užfiksuoti  $KD_{10}$  koncentracijos ribinės vertės viršijimai. Nors birželio mėn. taip pat netrūko sausų, ramių orų, kai vyravo nepalankios sąlygos teršalų išsisklaidymui, tačiau tikėtina, kad gatvių plovimas, laistymas bei rūpestingesnė jų priežiūra tuo metu galėjo turėti įtakos tam, kad ribinė vertė buvo viršyta tik vieną dieną ir tik vienoje stotyje. Neoficialiais duomenimis, rugpjūčio mėnesį tokių priemonių nebuvo imtasi, miesto gatvės švara nepasižymėjo, tai ir galėjo lemti didesnę viršijimų skaičių šį mėnesį.

Dar vienas padidinto oro užterštumo kietosiomis dalelėmis periodas visose stotyse buvo stebėtas gruodžio mėnesio pabaigoje. Tuo metu koncentracijos padidėjimą galėjo lemti keletas faktorių: nors ir nežymus oro atšalimas sąlygojo didesnius teršalų išmetimus į orą dėl intensyvesnio kūrenimo šildant patalpas; keletą dienų vyravusi oro srautų pernaša iš pietų, pietvakarių dalį teršalų galėjo atnešti iš urbanizuotų centrinės Europos regionų [20].

Oro užterštumas kietosiomis dalelėmis atskiromis dienomis ar periodais viršijo leistiną normą visose stotyse. Žirmūnų OKT stotyje, įrengtoje prie intensyvaus eismo gatvių, 45 dienas per metus stebėtas per didelis oro užterštumas kietosiomis dalelėmis, t.y., kaip ir ankstesniais metais, šioje tyrimų vietoje buvo viršyta pagal ES reikalavimus leistina 35 dienų riba. Kitose stotyse didesnė už ribinę vertę  $KD_{10}$  koncentracija stebėta rečiau.

Nuo 2007 m. pradžios Žirmūnų OKT stotyje pradėta matuoti dar smulkesnė kietųjų dalelių frakcija – dalelės iki 2.5 mikronų aerodinaminio skersmens ( $KD_{2.5}$ ). Rengiamoje naujojoje Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje „Dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro Europoje“, kuri pakeis keletą su oro kokybės vertinimu susijusių direktyvų, ypatingas dėmesys skiriamas  $KD_{2.5}$  koncentracijos stebėjimams. Joje pabrėžiama, kad dar nėra nustatyta riba, kurios nesiekiant  $KD_{2.5}$  nebekeltų pavojaus, todėl turėtų būti siekiama bendrai sumažinti šio teršalo koncentraciją miestų ore ir užtikrinti, kad geresnė oro kokybė būtų naudinga kuo didesniai gyventojų skaičiui. Šioje direktyvoje numatoma vidutinės metinės  $KD_{2.5}$  koncentracijos vertinimui taikyti siektiną vertę, kuri kartu su leistinu nukrypimo dydžiu sudarys  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , palaipsniui griežtinant reikalavimus, kad nuo 2015 m. būtų taikoma metinė ribinė vertė, lygi  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 2007 m. Vilniaus Žirmūnų OKT stotyje užfiksuota vidutinė metinė  $KD_{2.5}$  koncentracija siekė  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir neviršijo numatytų dydžių (13 lentelė). Didžiausios smulkiųjų kietųjų dalelių vertės buvo fiksuojamos vasarį ir kovą mėn. –

mėnesio vidurkis siekė 21 - 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mažiausios – birželį ir liepą, kai vidutinė mėnesio koncentracija buvo lygi 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

13 lentelė. 2007 m.  $\text{KD}_{2.5}$  tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | $\text{KD}_{2.5}, \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Vidutinė metinė koncentracija                                                                                       |
|                       | 2007 m galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |
|                       |                                                                                                                     |
| Vilnius Senamiestis   |                                                                                                                     |
| Vilnius Lazdynai      |                                                                                                                     |
| Vilnius Žirmūnai      | 11                                                                                                                  |
| Vilnius Savanorių pr. |                                                                                                                     |

Teršalų koncentracijos padidėjimai paprastai susiję arba su didesniais jų išmetimais, arba su nepalankiomis teršalų išsisklaidymui meteorologinėmis sąlygomis. Pagrindiniai kietųjų dalelių šaltiniai miestuose yra pramonės, energetikos įmonių išmetimai, individualių namų šildymas bei transporto keliamą taršą. Pramonės įmonių, deklaruojančių metinius išmetimų kiekius, sezoniniai ar kitokie išmetimų dydžio svyravimai nepateikiami. Transporto išmetimuose labiau ryški kaita per savaitę arba parą (darbo ir nedarbo dienomis, grūsčių metu), negu sezoniniai svyravimai. Tačiau šiltuoju metų laiku ir ypač pavasarį kietųjų dalelių ore padaugėja dėl vadinamosios „pakeltosios“ taršos, kuri taip pat siejama su transportu, nors tai nėra transporto išmetimai, o nuo nešvarių gatvių ar šalikelių pravažiuojančių automobilių keliamos dulkės.

Kitas faktorius, lemiantis oro užterštumo lygį, yra meteorologinės sąlygos. Silpnas vėjas, orai be kritulių, įsivyravę ilgesniam laikui, sudaro palankias sąlygas teršalų kaupimuisi ir neretai sąlygoja oro užterštumo padidėjimą net ir esant įprastiems išmetimų dydžiams. Palankias sąlygas teršalams kauptis sudaro ir tokie meteorologiniai reiškiniai kaip rūkas, dulksna (bet ne lietus), jeigu jie stebimi esant silpnam vėjui. Stiprus vėjas dažniausiai išsklaido teršalus, patekusius į atmosferą, tačiau kartais tokiais atvejais kietųjų dalelių koncentracija padidėja dėl aukščiau minėtos „pakeltosios“ taršos, kai nuo nešvarių gatvių ar šalikelių dulkes į orą pakelia ne tik pravažiuojantys automobiliai, bet ir vėjo gūsių [20].

Kelerių metų stebėjimų duomenys rodo, kad kietųjų dalelių koncentracijos padidėjimą miestų ore gali lemti tokie faktoriai:

1. Žiemą šalčių metu, dėl išaugusio šiluminės energijos poreikio, padidėjus teršalų išmetimams į orą iš energetikos įmonių – elektrinių, katilinių, individualių namų krosnių, kai atšalimas sutampa su nepalankiomis teršalų išsisklaidymui sąlygomis,  $\text{KD}_{10}$



koncentracijos padidėjimas dažnai stebimas gyvenamuosiuose rajonuose, ne vien prie intensyvaus eismo gatvių.

2. „Pakeltoji“ tarša, kai įsivyravus sausiams orams ypač daug kietųjų dalelių į orą patenka nuo nenuvalytų gatvių ir jų aplinkos bei iš nemažus plotus užimančių statybviečių. Ypač tai pastebima ankstyvą pavasarį, kai komunalinės tarnybos nespėja operatyviai pašalinti iš gatvių ir jų prieigų per žiemą susikaupusių nešvarumų, neužtikrina jų švaros. Tokiais atvejais padidinta  $KD_{10}$  koncentracija dažnai stebima net ir pučiant stipriam, gūsingam vėjui, kuris greitai išsklaido kitus (dujinius) teršalus.
3. Dėl nepalankių teršalų išsisklaidymui meteorologinių sąlygų, kai ilgesnį laiką vyrauja sausi orai, silpnas vėjas, oro užterštumas palaipsniui didėja net ir esant įprastiems išmetimų dydžiams, pirmiausia prie intensyvaus eismo gatvių, paskui ir atokiau nuo jų..
4. Mieste vykdomų statybų, gatvių, vamzdynų tiesimo ir remonto darbai bei su jais susiję didesni sunkiojo transporto srautai taip pat padidina oro užterštumą kietosiomis dalelėmis.
5. Pavasarinis ir rudeninis žolės bei šiukšlių deginimas šalia miesto, esant ramiems sausiams orams, taip pat gali turėti įtakos kietųjų dalelių koncentracijos padidėjimui.

Retais atvejais oro užterštumas kietosiomis dalelėmis padidėdavo dėl tolimųjų pernašų, kai tam tikras kiekis teršalų, atneštas kartu su oro masėmis iš kitų urbanizuotų Europos regionų, padidindavo vietinių taršos šaltinių sąlygotą užterštumą.

### **Azoto dioksidas ( $NO_2$ )**

Azoto dioksido koncentracija matuota visose Vilniaus OKT stotyse.

Nei 2007 m. galiojusios normos, nei nuo 2010 m. įsigaliosiančios ribinės vertės nebuvo viršytos nė vienoje stotyje (14 lentelė). Palyginti su 2006 m., vidutinis oro užterštumas azoto dioksidu Senamiestyje ir Lazdynuose beveik nepasikeitė, o Žirmūnuose sumažėjo. Analizuojant ilgesnio periodo – 2003 - 2007 m. – tyrimų duomenis Žirmūnuose taip pat pastebima nedidelė azoto dioksido vidutinės metinės koncentracijos mažėjimo tendencija, kitose stotyse ji keitėsi labai nežymiai [20, 54 – 57].

14 lentelė. 2007 m. NO<sub>2</sub> tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>                                                                                 |                      |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                       | C <sub>vid</sub>                                                                                                    | C <sub>max 1 h</sub> |
|                       | 2007 m galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |                      |
|                       | 47<br>(40)                                                                                                          | 233<br>(200)         |
| Vilnius Senamiestis   | 29                                                                                                                  | 116                  |
| Vilnius Lazdynai      | 14                                                                                                                  | 129                  |
| Vilnius Žirmūnai      | 30                                                                                                                  | 159                  |
| Vilnius Savanorių pr. | 22                                                                                                                  | 139                  |

*Paiškinimai:*

*C<sub>vid</sub>* - vidutinė metinė koncentracija;

*C<sub>max 1 h</sub>* - didžiausia 1 val. koncentracija;

**47 (40), 233 (200)** - 2007 m. galiojusi norma, skliausteliuose - ribinė vertė, kurios įsigaliojimo data 2010 01 01.

### Ozonas (O<sub>3</sub>)

Didžiausia šio teršalo koncentracija stebima priemiesčių zonose pavasarį ir vasarą, kai saulės aktyvumas didžiausias.

Vilniuje ozono koncentracija matuota Lazdynuose, atokiau nuo taršos šaltinių, kur tikėtinos didžiausios ozono vertės ir Žirmūnuose, prie intensyvaus eismo gatvės, kur dėl cheminių reakcijų su kitais teršalais ozonas gana greitai suyra (15 lentelė). 2007 m. pavasario ir vasaros mėnesiais nustatytos didžiausios ozono vertės aplinkos ore buvo mažesnės nei 2006 m. Maksimali 8 val. ozono koncentracijos vidurkio vertė Lazdynuose siekė 123 µg/m<sup>3</sup>, o iš viso buvo nustatyti tik 2 siektinos vertės viršijimo atvejai, o Žirmūnuose viršijimų nenustatyta, maksimalus 8 valandų vidurkis buvo lygus 110 µg/m<sup>3</sup> (lentelė). Kaip minėta aukščiau, 2006 m. šiltojo sezono metu užfiksuotos ozono koncentracijos buvo gerokai aukštesnės ir siektinos vertės viršijimų buvo nustatyta daugiau, tačiau pastarųjų trejų metų (2005 - 2007) laikotarpio vidutinis dienų skaičius, kai buvo užfiksuoti viršijimai, nesiekė pagal ES reikalavimus leistinų 25 dienų [20, 56 – 57]. Maksimali 1 valandos koncentracija Vilniuje siekė 120 - 135 µg/m<sup>3</sup>, nei informavimo, nei pavojaus slenksčiai viršyti nebuvo.

15 lentelė. 2007 m. O<sub>3</sub> tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>                                                                                  |                |                      |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|
|                       | C <sub>max 8 h</sub>                                                                                                | P <sub>1</sub> | C <sub>max 1 h</sub> |
|                       | 2007 m galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |                |                      |
|                       | 120 <sup>1)</sup>                                                                                                   | 25 d.          | 180/240              |
| Vilnius Senamiestis   |                                                                                                                     |                |                      |
| Vilnius Lazdynai      | 123                                                                                                                 | 2              | 135                  |
| Vilnius Žirmūnai      | 110                                                                                                                 | 0              | 120                  |
| Vilnius Savanorių pr. |                                                                                                                     |                |                      |

Paaiškinimai:

C<sub>max 8 h</sub> - didžiausia 8 val. periodo koncentracija, apskaičiuota slenkančio vidurkio būdu pagal "Aplinkos oro užterštumo normų" 6 priedo ir "Ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių" 1 priedo II dalies reikalavimus;

<sup>1)</sup> - siektina vertė, kuri po jos įsigaliojimo datos (2010 01 01) neturi būti viršyta daugiau kaip 25 dienas per metus, imant trijų metų vidurkį;

P<sub>1</sub> - dienų skaičius, kai buvo viršyta 8 val. siektina vertė (120 µg/m<sup>3</sup>), kurios įsigaliojimo data - 2010 01 01.

### Sieros dioksidas (SO<sub>2</sub>)

Sieros dioksido koncentracija Vilniuje matuota trijose stotyse.

Kaip ir ankstesniais metais užfiksuotos vertės buvo nedidelės ir neviršijo nustatytų normų – maksimali 1 valandos koncentracija svyravo nuo 34 iki 83 µg/m<sup>3</sup>, didžiausias 24 valandų vidurkis – nuo 14 iki 24 µg/m<sup>3</sup>, o vidutinė metinė koncentracija tesiekė 1-3 µg/m<sup>3</sup> (16 lentelė). Pastarųjų penkerių metų duomenys rodo, kad vidutinė sieros dioksido koncentracija aplinkos ore sostinėje beveik nesikeičia [20, 54 – 57].

16 lentelė. 2007 m. SO<sub>2</sub> tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>                                                                                 |                       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
|                       | C <sub>vid</sub>                                                                                                    | C <sub>max 24 h</sub> | C <sub>max 1 h</sub> |
|                       | 2007 m galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |                       |                      |
|                       |                                                                                                                     | 125                   | 350                  |
| Vilnius Senamiestis   | 1                                                                                                                   | 14                    | 34                   |
| Vilnius Lazdynai      | 2                                                                                                                   | 22                    | 71                   |
| Vilnius Žirmūnai      |                                                                                                                     |                       |                      |
| Vilnius Savanorių pr. | 3                                                                                                                   | 24                    | 83                   |

Paaiškinimai:

C<sub>vid</sub> - vidutinė metinė koncentracija;

C<sub>max 24 h</sub> - didžiausia paros vidurkio koncentracija;

C<sub>max 1 h</sub> - didžiausia 1 val. koncentracija.

### Anglies monoksidas (CO)

Anglies monoksido miestuose į orą daugiausiai patenka su autotransporto išmetamosiomis dujomis, todėl didesnės koncentracijos paprastai stebimos intensyvaus eismo vietose. CO koncentracijos vertinimui taikoma 8 valandų vidurkio ribinė vertė, lygi  $10 \text{ mg/m}^3$ .

Maksimali 8 valandų koncentracija, paskaičiuota slenkančių vidurkių būdu, Vilniaus stotyse svyravo nuo 2 iki  $5 \text{ mg/m}^3$  ir neviršijo ribinės vertės (17 lentelė). Penkerių metų tyrimų duomenys rodo, kad didžiausios šio teršalo vertės per šį laikotarpį Senamiestyje nežymiai padidėjo, Žirmūnuose beveik nesikeitė [20, 54 – 57].

17 lentelė. 2007 m. CO tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | CO, $\text{mg/m}^3$                                                                                                 |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | $C_{\max 8 \text{ h}}$                                                                                              |
|                       | 2007 m galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |
|                       | 10                                                                                                                  |
| Vilnius Senamiestis   | 5                                                                                                                   |
| Vilnius Lazdynai      |                                                                                                                     |
| Vilnius Žirmūnai      | 2                                                                                                                   |
| Vilnius Savanorių pr. | 3                                                                                                                   |

Paaiškinimai:

$C_{\max 8 \text{ h}}$  - didžiausia 8 val. periodo koncentracija, apskaičiuota slenkančio vidurkio būdu pagal "Aplinkos oro užterštumo normų" 6 priedo ir "Ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių" I priedo II dalies reikalavimus.

### Švinas

Švino koncentracija, matuota Lazdynų OKT stotyje, buvo taip pat ženkliai mažesnė už nustatytą ribinę vertę ( $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ) – metinis vidurkis tesiekė  $0.005 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (17 lentelė).

18 lentelė. Vidutinė metinė sunkiųjų metalų ir benzo(a)pireno koncentracija Vilniaus Lazdynų OKT stotyje [20]

| Teršalai          | Pb, $\mu\text{g/m}^3$                          | As, $\text{ng/m}^3$                  | Ni, $\text{ng/m}^3$                   | Cd, $\text{ng/m}^3$                  | B(a)P, $\text{ng/m}^3$               |
|-------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Normos            | Ribinė vertė<br>$0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ | Siektina vertė<br>$6 \text{ ng/m}^3$ | Siektina vertė<br>$20 \text{ ng/m}^3$ | Siektina vertė<br>$5 \text{ ng/m}^3$ | Siektina vertė<br>$1 \text{ ng/m}^3$ |
| Vilnius, Lazdynai | 0.005                                          | 0.2                                  | 0.9                                   | 1.2                                  | 0.4                                  |

2007 m., naudojant pamatinius metodus, atitinkančius Europos Parlamento ir Tarybos 4-osios dukterinės direktyvos reikalavimus, Vilniaus Lazdynų OKT stotyje matuotos ir kitų sunkiųjų metalų, tame tarpe arseno (As), nikelio (Ni), kadmio (Cd), o taip pat benzo(a)pireno (B(a)P) bei kai kurių kitų policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijos aplinkos ore. Jos nustatomos analizuojant smulkiųjų kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{10}$ ) mėginius. Atsižvelgiant į Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos dėl arseno, kadmio, gyvsidabrio, nikelio ir policiklinių aromatinių

angliavandenilių aplinkos ore reikalavimus, Aplinkos ministro ir Sveikatos apsaugos ministro 2006 m. balandžio 3 d. įsakymu Nr. D1-153/V-246 šių teršalų koncentracijos įvertinimui patvirtintos tokios siektinos vertės, taikytinos metiniam vidurkiui: arsenui –  $6 \text{ ng/m}^3$ , kadmiui –  $5 \text{ ng/m}^3$ , nikeliui –  $20 \text{ ng/m}^3$ , benzo(a)pirenui –  $1 \text{ ng/m}^3$ . Lazdynų stotyje užfiksuotos vidutinės metinės vertės neviršijo šių kriterijų [20].

### Benzenas

Benzeno koncentracija, kaip ir ankstesniais metais, matuota Žirmūnų OKT stotyje, taip pat tik 2007 m. įrengtoje Savanorių pr. stotyje. Metinis vidurkis Žirmūnuose siekė  $0.8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , Savanorių pr. stotyje, esančioje kiek toliau nuo intensyvaus eismo gatvės –  $0.4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (19 lentelė). Nė vienoje stotyje vidutinė metinė koncentracija neviršijo 2007 m. galiojusios normos ( $8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ).

19 lentelė. 2007 m. benzeno tyrimų rodikliai [20]

| Stotis                | Benzenas, $\mu\text{g/m}^3$                                                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Vidutinė metinė koncentracija                                                                                        |
|                       | 2007 m. galiojusios normos, ribinės vertės, informavimo bei pavojaus slenksčiai, nustatyti žmonių sveikatos apsaugai |
|                       | 8 (5)                                                                                                                |
| Vilnius Senamiestis   |                                                                                                                      |
| Vilnius Lazdynai      |                                                                                                                      |
| Vilnius Žirmūnai      | 0.8                                                                                                                  |
| Vilnius Savanorių pr. | 0.4                                                                                                                  |

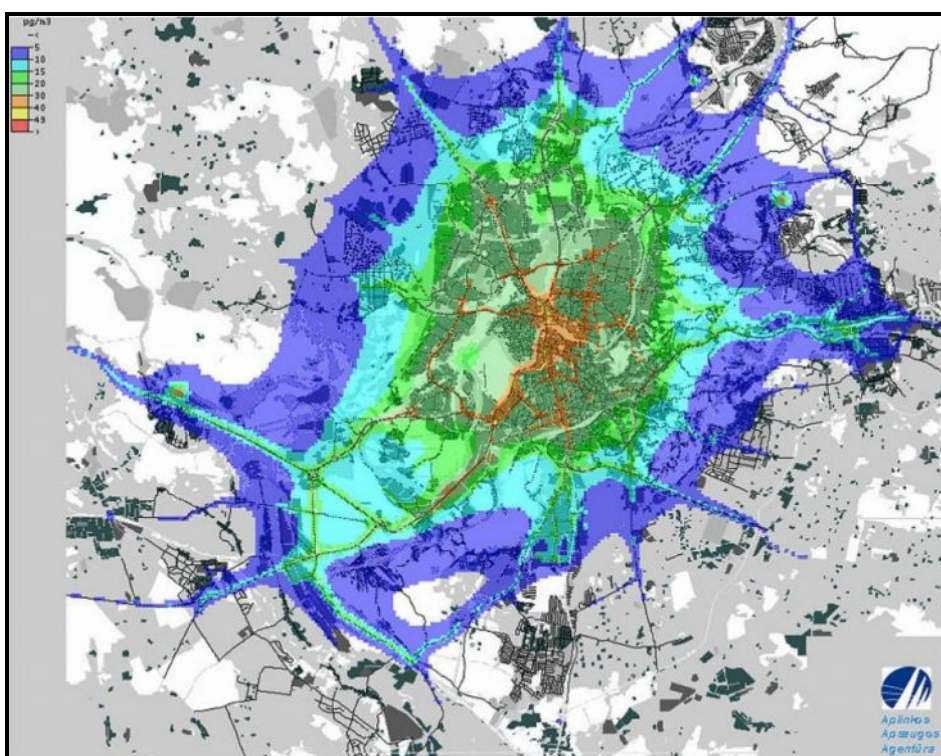
### 3.3. Aplinkos oro kokybės vertinimo modeliavimo būdu Vilniaus mieste rezultatai

Siekiant įvertinti erdvinį teršalų pasiskirstymą ES direktyvose numatyta kaip papildomą oro kokybės vertinimo metodą naudoti modeliavimą. Nors šis metodas pasižymi mažesniu tikslumu, negu tiesioginiai matavimai, tačiau, pasinaudojant turimais teršalų išmetimų ir meteorologinių parametru duomenimis, galima paskaičiuoti teršalų erdvinį pasiskirstymą tose teritorijose, kur neatliekami matavimai. Nuolatinių matavimų duomenys panaudojami modeliavimo rezultatams patikslinti.

Aplinkos oro užterštumo įvertinimui Vilniuje tose vietose kur nėra matavimo duomenų naudojama *Airviro* modeliavimo sistema. Ši sistema kaupia ir erdviniam teršalų koncentracijų pasiskirstymo paskaičiavimui naudoja meteorologinių parametru, stacionarių ir mobilių taršos šaltinių išmetimų bei nuolatinių teršalų koncentracijų matavimų duomenų bazes. Meteorologinių duomenų bazėje nuolat kaupiami duomenys, gauti iš meteorologinio bokšto, prie kurio skirtinguose aukščiuose sumontuoti meteorologinių parametru matavimo prietaisai. Stacionarių taršos šaltinių duomenų bazę sudaro informacija apie taršos šaltinius (jų koordinatės, darbo dinamika, kiti šaltinių ypatumai) bei

išmetamų teršalų kiekius. Mobilių taršos šaltinių duomenų bazėje kaupiama informacija apie transporto srautus Vilniuje. Joje suvesti duomenys apie kelių transporto srautų dinamiką miesto gatvėse, automobilių parko sudėtį, emisijos faktorius. Stacionarių ir mobilių taršos šaltinių duomenų bazės atnaujinamos kasmet. Matavimo duomenų bazė sudaryta iš duomenų, gautų matuojant teršalų koncentracijas stacionariose oro kokybės tyrimų stotyse.

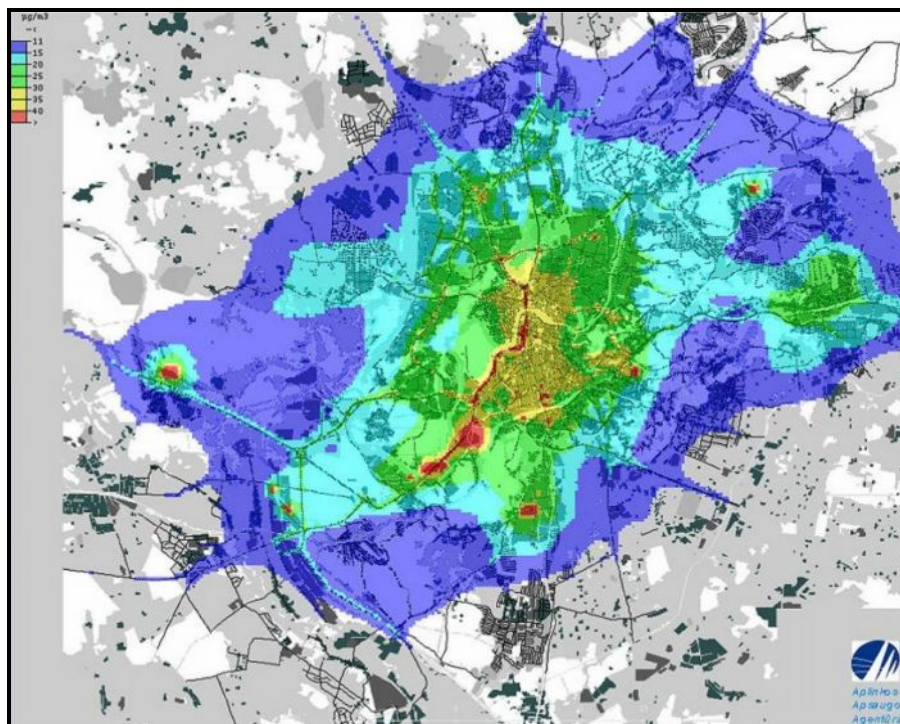
Matavimų duomenys rodo, kad Vilniuje prie intensyvaus eismo gatvių vidutinė metinė  $\text{NO}_2$  koncentracija siekia 32 - 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Panašūs ir modeliavimo rezultatai - metų vidurkis miesto centre, kur tankiausias gatvių tinklas ir kitose vietose prie itin intensyvaus eismo gatvių atkarpų gali siekti 30 - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (31 pav.).



31 pav. Vidutinė metinė  $\text{NO}_2$  koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIRO modelį) [29]

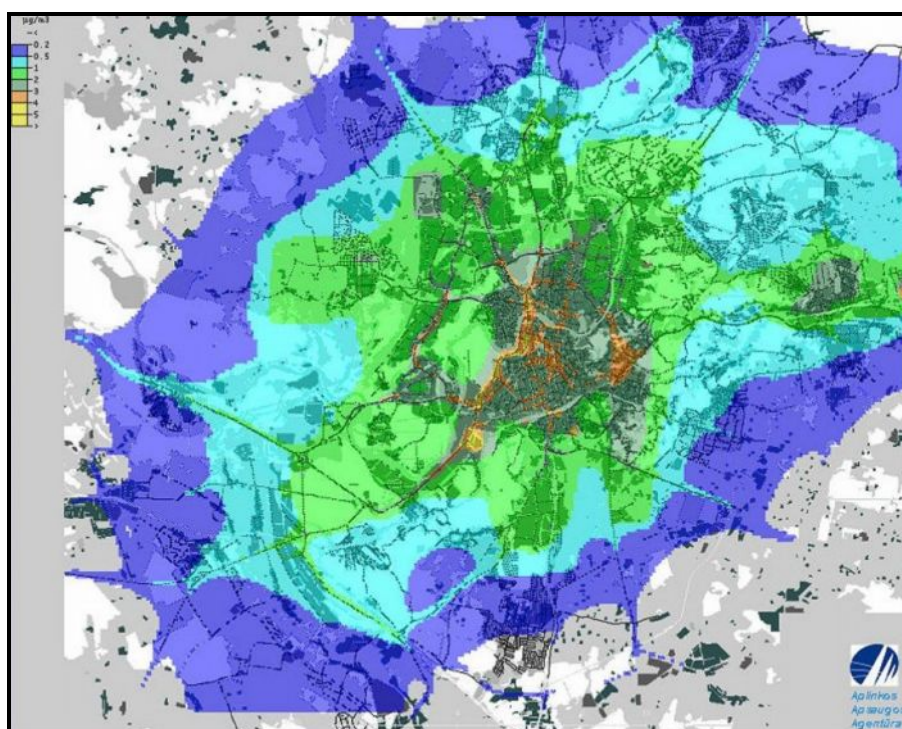
Modeliavimo būdu gauti rezultatai rodo, kad didžiausia  $\text{KD}_{10}$  koncentracija Vilniuje turėtų būti Senamiestyje, Naujamiestyje (geležinkelio stoties, Panerių g. rajone) dėl tankiausio gatvių tinklo, tankaus apstatymo, o taip pat Žemuosiuose Paneriuose, kur susitelkę pramonės įmonės, elektrinė. Prie itin intensyvaus eismo Geležinio Vilko g., Ukmergės g. atkarpų bei Markučiuose, kur taip pat yra kelios įmonės - AB "Markučiai", "Audėjas" ir nemaža dalis individualiai apšildomų namų, apskaičiuota  $\text{KD}_{10}$  koncentracija taip pat didesnė (32 pav.). Nuolatinių matavimų duomenys rodo, kad vidutinė metinė  $\text{KD}_{10}$  koncentracija siekia 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o pagal modeliavimo rezultatus, kai kuriose miesto vietose ji gali viršyti 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .





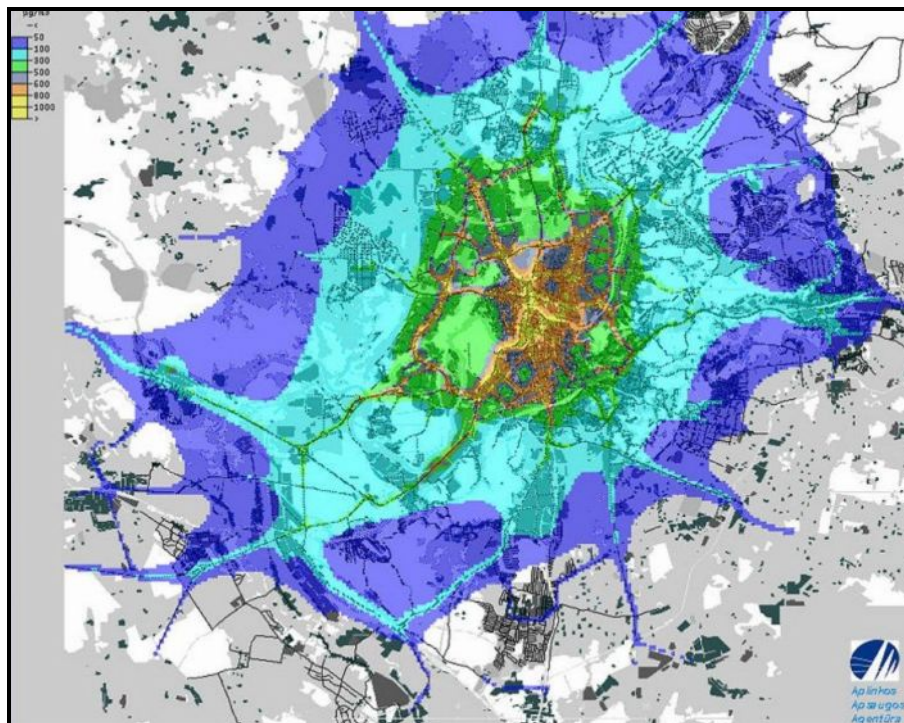
32 pav. Vidutinė metinė  $KD_{10}$  koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIRO modelį) [29]

Vidutinė metinė sieros dioksido koncentracija pagal modeliavimo rezultatus kai kuriuose Vilniaus rajonuose gali siekti 4-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (33 pav.).



33 pav. Vidutinė metinė  $\text{SO}_2$  koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIRO modelį) [29]

Anglies monoksido miestuose daugiausia į orą patenka iš kelių transporto. Modeliavimo rezultatai rodo, kad didžiausia šio teršalo koncentracija yra prie intensyviausio eismo gatvių, tačiau metų vidurkis ir šiose vietose tesiekia  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (34 pav.).



34 pav. Vidutinė metinė CO koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Vilniuje (pagal AIRVIRO modelį) [29]

### 3.4. Veiksmai aplinkos oro kokybei išsaugoti

Šiandien ypač svarbu mieste taikyti visas priemones, kurios gali padėti mažinti kenksmingą teršalų poveikį: tai naujas kuras, naujos technologijos, miesto teritorijų aeracija ir, žinoma, želdiniai, todėl reikia daugiau dėmesio skirti žaliųjų zonų išsaugojimui ir naujų įrengimui, o Planuojant teritorijas reikėtų atsižvelgti, kad nebūtų netinkamose vietose statomi objektai, kas sąlygoja transporto priemonių srautus į tuos objektus, o tuo pačiu ir aplinkos taršą.

Statant naujus objektus kartu rengiami aplinkos apželdinimo projektai, todėl žala miesto žaliosioms erdvėms neturėtų būti padaroma. Sostinės seniūnijos raginamos sutvarkyti jų teritorijose esančius parkus, kurie taptų gyventojų poilsio vieta.

Oro sudėties gerinimui labai svarbios ir vejose. Varšuvoje atlikti tyrimai, pagal Zimnij (1978) duomenis, rodo, kad  $1 \text{ m}^2$  vejose per vegetacijos laikotarpį sugeria nuo 48 iki 768 gramų anglies dvideginio ir išskiria nuo 35 iki 560 gramų deguonies. Ekologinis vejose aktyvumas priklauso nuo aplinkos užteršimo laipsnio ir nuo augalų biologinio aktyvumo. Anglų ir prancūzų mokslininkų tyrimų duomenimis, per metus  $1 \text{ ha}$  vejose išskiria į atmosferą  $5000 \text{ m}^3$  deguonies (Rutkowska, Hempel, 1986) [68].



Visais lygmenimis – valstybės, savivaldybių ir vietinių (įmonių) – Lietuvoje taikomos priemonės oro kokybei gerinti. Valstybės lygiu taikomoms priemonėms priskirtina:

- LR mokesčio už aplinkos teršimą įstatyme numatytas mokesčio juridiniams asmenims, naudojantiems biokurą, netaikymas;
- patvirtintos aplinkos oro užterštumo normos ir vertinimo metodai metalams ir policikliniams aromatiniams angliavandeniliams;
- patvirtintos taisyklės, ribojančios tirpiklių kiekį kai kuriuose dažuose, lakuose ir kt. produktuose siekiant sumažinti išmetamų į atmosferą lakiųjų organinių junginių kiekį.

Keturių didžiųjų Lietuvos miestų – Vilniaus, Kauno, Klaipėdos, Panevėžio – savivaldybės parengė taršos kietosiomis dalelėmis mažinimo programas. Jose tarp numatytų priemonių vyrauja:

- ❖ susisiekimo sistemos tobulinimas (apvažiavimo keliai – Vilniuje),
- ❖ atnaujinami autobusų ir troleibusų parkai (Vilniuje, Kaune),
- ❖ didinamas automobilių transporto srautų pralaidumas (Vilniuje, Kaune),
- ❖ mažinamas automobilių stovėjimo vietų gatvėse skaičius (Kaune),
- ❖ koordinuotos eismo valdymo sistemos diegimas (Vilniuje, Kaune),
- ❖ eismo ribojimas (įkuriant aplinkosaugines zonas Kaune),
- ❖ efektyvaus gatvių valymo užtikrinimas (susikaupusio purvo išvežimas pavasarį, gatvių vakuuminis valymas ir plovimas; pagrindinių gatvių laistymas, esant sausiems orams).

Vietinių (įmonių) lygmeniu diegiamos oro taršą mažinančios technologijos dideliuose kuro deginimo įrenginiuose ir kitose įmonėse – pvz., AB „Mažeikių nafta“ sumontuoti įrengimai leidžia geležinkelio cisternų užpildymo procese 90 proc. sumažinti benzino garų kiekį, terminaluose sandarus autocisternų užpildymas leidžia 5 kartus sumažinti išmetamą lakiųjų organinių junginių kiekį, AB „Lietuvos elektrinė“ mažiau išmetama NO<sub>x</sub> ir SO<sub>2</sub>.

Bendrajam vidaus produktui nuo 2001 iki 2004 metų išaugus apie 26 proc., į atmosferą išmestų šiltnamio dujų kiekis per tuos metus Lietuvoje padidėjo 30 proc. Šią problemą turėtų padėti spręsti sėkmingas Lietuvos įsijungimas į prekybos šiltnamio dujomis sistemą, leidęs įmonėms gauti papildomų lėšų technologijos tobulinimui, derinamas su Europos Komisija nacionalinio paskirstymo plano 2008 - 2012 m. prekybos šiltnamio dujomis projektas bei parengtas Jungtinių Tautų Bendrosios klimato kaitos konvencijos įgyvendinimo nacionalinės strategijos projektas. Įmonės diegia šiltnamio dujų išmetimą mažinančius įrenginius (pvz. Vilniaus elektrinėje pradėjęs veikti 60 MW katilas, kūrenamas miško ruošos atliekomis, leis ekologiškai pagaminti 9 proc. sostinei tiekiamos šilumos energijos ir 50 proc. karšto vandens ne šildymo sezono metu).

## 4. TARŠOS ŠALTINIAI IR ORO TARŠOS POVEIKIS ŽMOGUI

### 4.1. Taršos šaltiniai

Grynas, švarus oras - tai dujų ir įvairiausių dalelyčių mišinys. Apie 78 % jo tūrio sudaro azotas, 21% - deguonis, labai mažą dalį - anglies dioksidas ir argonas; randama ir kitų dujų pėdsakų [68].

Atmosferos teršimas ypač padidėjo XX a. antrojoje pusėje dėl intensyvios energetikos, pramonės, transporto plėtros. Šie taršos šaltiniai ir toliau tebėra didžiausi atmosferos teršėjai.

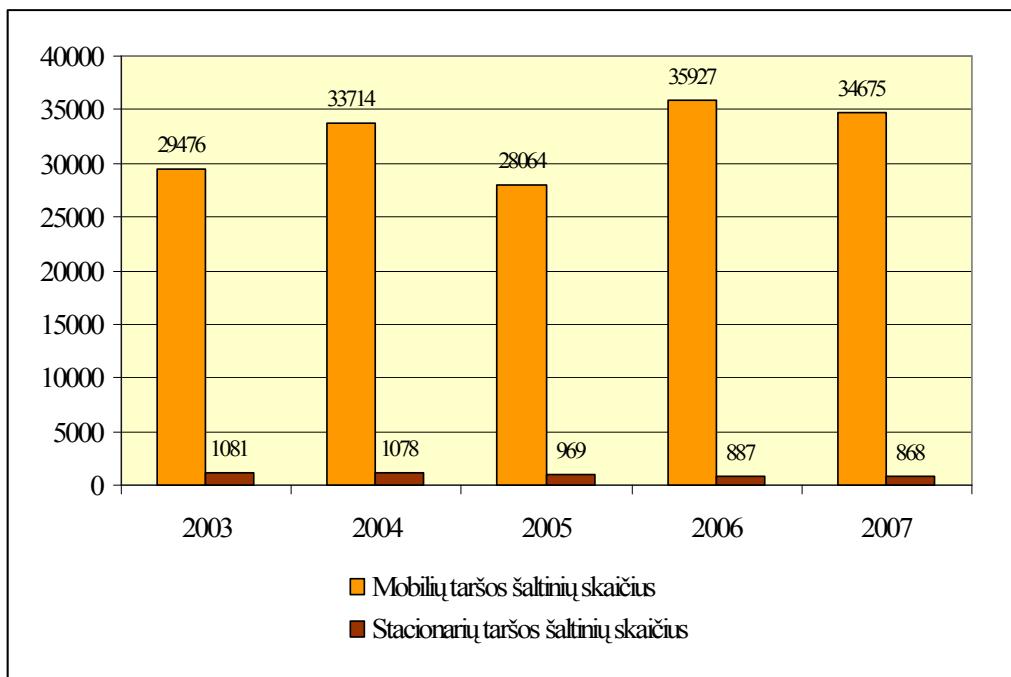
Pagrindiniai atmosferos teršalų šaltiniai šalyje yra:

- mobilūs (transporto priemonės) taršos šaltiniai;
- stacionarūs (pramonės, energetikos įmonės) taršos šaltiniai.

Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse, orą labiausiai teršia pramonės įmonės ir kelių transportas. Jų išmetimai sudaro 70 - 80 proc. į orą patenkančių teršalų. Lyginant su kitų Europos didmiesčių oru, Lietuvoje situacija nėra tokia bloga, tačiau kai kuriose vietose tam tikru laiku ir Lietuvoje oro užterštumas viršija normas. Daugiausiai problemų didžiuosiuose miestuose kelia padidėjęs dulkiškumas, užterštumas kietosiomis dalelėmis. Prie intensyvaus eismo gatvių leistinas normas viršija ir transporto išmetami teršalai - azoto dioksidas [67].

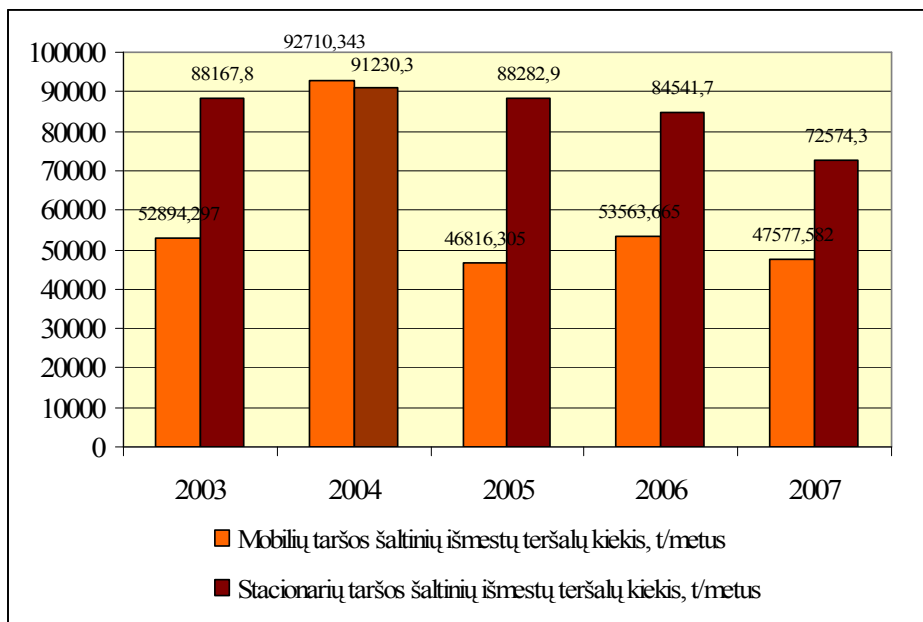
Atmosferos taršos šaltinių inventORIZacija atliekama įmonėms kurios vykdo teršalų emisijos į atmosferą apskaitą.

Mobilių ir stacionarių taršos šaltinių skaičius 2003 – 2007 m. pateiktas 35 pav. Didžiausią mobilių taršos šaltinių dalį sudaro lengvieji automobiliai, krovininiai automobiliai ir autobusai, taip pat ir kitos mašinos su vidaus degimo varikliais



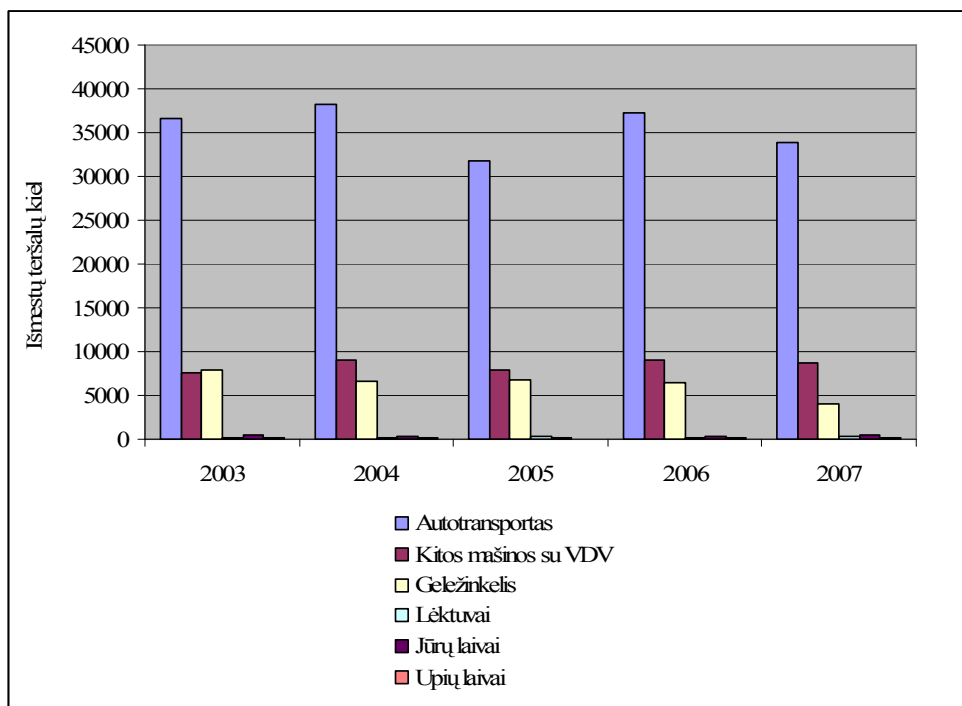
35 pav. Mobilių ir stacionarių taršos šaltinių skaičius 2003 – 2007 m. [8 - 16]

Nors stacionarių taršos šaltinių skaičius yra žymiai mažesnis nei mobilių taršos šaltinių, tačiau stacionarių taršos šaltinių išmetamų teršalų kiekiai yra kur kas didesni (41 pav.), tačiau nuo 2004 m. stebimas emisijų į aplinkos orą mažėjimas. Tai įtakoja mažėjantis pramonės, energetikos įmonių skaičius (36 pav.).



36 pav. Mobilių ir stacionarių taršos šaltinių išmestų teršalų kiekiai 2003 – 2007 m. [8 – 16]

Daugiausia problemų sukeliantis mobilus taršos šaltinis yra autotransportas, t.y. lengvieji automobiliai, krovininiai automobiliai ir autobusai, taip pat nemažos įtakos oro taršai turi ir kitos mašinos su vidaus degimo varikliais. Nors geležinkelių Lietuvoje nėra daug, tačiau jie taip pat įtakoja oro taršą (37 pav.).



37 pav. Mobilių taršos šaltinių išmestų teršalų kiekis 2003 – 2007 m. [8 – 11]

Šiandien daugelis sunkiai įsivaizduoja savo gyvenimą be automobilio. Jais daugelis vyksta į darbą, parduotuves, poilsiauti, jais gabenami kroviniai ir pan., tačiau automobiliai įtakoja daugelį problemų:

- užterštas miestų oras;
- transporto priemonių tarša - svarus indėlis į globalines aplinkos problemas;
- triukšmas;
- ligos ir apsigimimai.

Automobiliai ir kitos transporto priemonės teršia orą veikiant varikliui. Judant, iš transporto priemonių į orą patekusios cheminės medžiagos išsisklaido (tai vadinama emisija), dalis jų transformuojasi į kitas medžiagas ar junginius ir oro masių pernešamos tolyn nuo šaltinio.

Didžiausias teršalų emisijos į atmosferą šaltinis Lietuvoje, kaip ir anksčiau, yra mobilūs taršos šaltiniai (autotransportas ir kitokios žemės ūkio bei statybos mašinos, geležinkelis, civilinė aviacija, jūrų ir upių laivynas).

Autotransporto tarša šiuo metu sudaro didžiąją dalį visos oro taršos didžiuosiuose miestuose. Šis procentas pastoviai auga, nes didėjant automobilių skaičiui Lietuvoje sunaudojama daugiau kuro ir į aplinką išmetama daugiau teršalų.

Svarbiausi oro taršos šaltiniai yra iškastinio kuro, akmens anglies ir mazuto deginimas, automobilių su benziniais varikliais išmetamos dujos ir pramonės keliama tarša. Didžiausias teršėjas mieste yra automobilis. Benzine, kuris dar naudojamas kai kuriose šalyse, yra švino junginių, ir labai daug jų patenka į atmosferą su automobilių išmetamomis dujomis. Miestų ore nuodingų anglies monoksido (dujų, kurias išskiria degantis angliavandenilinis kuras) ir švino junginių koncentracijos kai kada padidėja tiek, kad oras tampa ypač pavojingas žmogaus sveikatai. Pavyzdžiui, automobilis, nuvažiuodamas 20 000 km, išmeta į orą: nuo 0 iki 775 kg švino, 40 - 75 kg azoto oksidų, 234 kg angliavandenilių, 765 kg anglies monoksido [68].

Automobilių išmetimo vamzdžiai paskleidžia apie 200 cheminių junginių. Daugelis jų labai pavojingi žmogaus sveikatai. Ypač tai pasakytina apie anglies ir azoto oksidus, angliavandenilius, aldehidus, sieros dujas, suodžius. Ypatingą grupę sudaro kancerogeninės medžiagos, pavyzdžiui, benzpirenas ir švino junginiai, kurie kaupiasi žmogaus organizme ir sukelia ligas. Išmetamuose teršaluose esantis anglies monoksidas atmosferoje išsilaiko apie 0,3 metų. Augalams jis praktiškai nekenkia, o žmogaus organizme jungiasi su hemoglobinu ir sudaro palyginti patvarų junginį - karboksihemoglobiną, kuris apsunkina deguonies apykaitą. Jeigu kvėpuojama oru, kuriame anglies monoksido (CO) koncentracija valandą išsilaiko daugiau kaip  $2,5\text{mg/m}^3$ , sunkiai apsinuodijama. Dažnai apsinuodijama, kartais ir mirtinai, dirbant garažuose, uždaroje patalpose, kuriose veikia automobilio variklis.

Azoto oksidai ( $\text{NO}_x$ ) į žmogaus organizmą patenka per kvėpavimo takus. Nors automobilių išmetimuose  $\text{NO}_x$  sudaro tik iki 12% visų nuodingų cheminių junginių, tačiau jie nuodingesni už anglies monoksidą ir atmosferoje išsilaiko 3 - 4 dienas.

Angliavandeniliai veikia centrinę nervų sistemą.

Žmogaus sveikatai pavojingi ir aldehidai - nearomatinės grupės angliavandeniliai. Į atmosferą jie patenka iš automobilių išmetimų, ypač dyzelinių variklių. Jei ore daugiau kaip 0,004mg/l aldehidų, jaučiamas pridegusių riebalų kvapas. Jie labai dirgina viršutinius kvėpavimo takus ir sukelia akių uždegimą.

Onkologų duomenimis, viena iš vėžinių susirgimų priežasčių yra su deginiais į atmosferą patekę aromatiniai angliavandeniliai, pavyzdžiui, benzpirenas. Jie kaupiasi žmogaus organizme iki kritinių koncentracijų ir išprovokuoja šią technikos amžiaus ligą.

Siekiant padidinti benzino oktaninį skaičių, į jį dedama 0,4-0,7g/l tetraetilšvino. Sudegus etiliuotam benzinui, į atmosferą išmetama apie 50 - 75% viso švino, kurį smulkių dalelių pavidalu žmogus įkvepia su oru ir apsinuodija. Nustatyta, kad pastovios mažos švino koncentracijos ankstyvame amžiuje sukelia protinio vystymosi atsilikimą ir sutrinka vaikų elgsenos reakcijos. Vyresniame amžiuje mažos švino koncentracijos sukelia pakitimus kauliniame audinyje.

Atmosferą teršia ne vien automobilių deginiai, sudarantys apie 65% visų teršalų, bet ir kiti - 20% variklio karterio dujos, 9% - iš karbiuratoriaus garuojantys angliavandeniliai ir 6% - iš degalų bako patenkantys angliavandeniliai. Karterio dujos yra nuodingesnės už deginius.

Žmogaus sveikatai kenkia ir padangų dilimo produktai - smulkios dalelės, kurios, susimaišiusios su oru, patenka į kvėpavimo takus ir juos dirgina.

Automobiliai sunaudoja labai daug deguonies, kurio reikia degimui vidaus degimo varikliuose. Dėl to per metus atmosferoje jo sumažėja daugiau kaip 10 milijardų tonų. Lengvasis automobilis sunaudoja nuo 2,7 iki 4,8  $\text{m}^3/\text{min}$ , o žmogus ramybėje - apie 50 l/min. Apskaičiuota, kad lengvajam automobiliui 1000 km nuvažiuoti reikia visų metų žmogaus deguonies normos [83].

Europos Sąjungoje planuojama iki 2020 m. penktadaliu sumažinti automobilių išmetamo anglies dvideginio kiekį. Nuo 2012 m. bus įvestos privalomos leistinos taršos normos visiems ES rinkoje pasirodysiantiems naujiems automobiliams – ne daugiau kaip 120 g anglies dvideginio ( $\text{CO}_2$ ) šimtui kilometrų. Nuo 2005 –ųjų naujiems automobiliams galioja “Euro 4” emisijos standartų normos: kietųjų dalelių (KD) kiekis dyzelinių lengvųjų automobilių išmetamosiose dujose neturi viršyti 0,025 g/km; azoto oksidai ( $\text{NO}_x$ ) - 0,25 g/km, benzininių – 0,8 g/km; angliavandeniliai (HC) benzininiuose automobiliuose neturi viršyti 0,10 g/km. Dar griežtesni “Euro 5” standartai turėtų įsigaliooti iki 2010 m [81].

## **4.2. Oro teršalų poveikis žmogui**

Oro teršalai gali būti organinės ir neorganinės kilmės medžiagos, kurių dalelių dydis būna nuo submikroskopinio ir mikroskopinio iki akimi matomo (makroskopinio). Oro teršalų dalelių dydis matuojamas mikronais. Akimi matome tik daleles, didesnes nei 10 mikronų. Tokio dydžio oro teršalų dalelės sudaro mažąją dalį, taigi, didžioji dalis jų yra žmogui nematomos, bet labai kenksmingos.

Aplinkos oro užterštumo normos, nustatytos žmonių sveikatos, ekosistemų ir augmenijos apsaugai pateiktos 5 priede.

Visuomenės sveikatos specialistai neabejoja žalingu užteršto oro poveikiu sveikatai, tačiau jis paprastai pasireiškia po kelerių ar net keliolikos metų.

Oro teršalų kenksmingumas žmogaus sveikatai priklauso nuo:

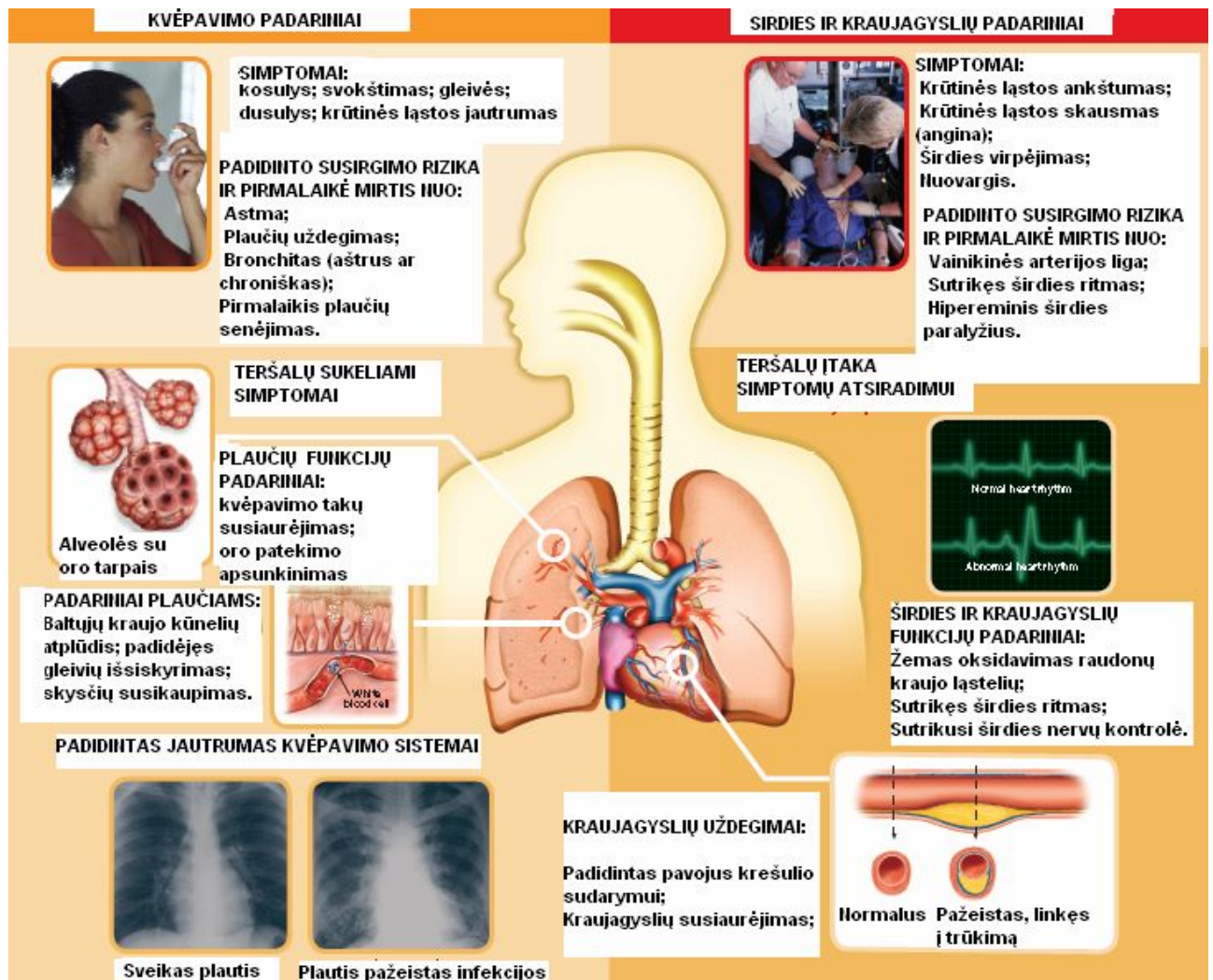
- teršalo rūšies,
- teršalo kiekio,
- žmogaus kontakto su juo trukmės,
- organizmo jautrumo [7].

Natūralūs žmogaus kvėpavimo takų „filtrai“ (nosies ertmės plaukai, viršutinių kvėpavimo takų gleivinė) sulaiko tik didesnius nei 3  $\mu$  teršalus. Žinant, kad didžioji dalis kenksmingų oro teršalų yra mažesni, tampa aišku, kad jie be kliūčių patenka į svarbiausias plaučių dalis - bronchioles ir alveoles. Jei teršalų dalelės yra tirpios, alveolėse jos patenka į kraujotakos sistemą. Tokiu būdu oro teršalai išplinta po visą žmogaus organizmą ir pažeidžia įvairias organų sistemas. Netirpios teršalų dalelės kaupiasi plaučiuose. Ilgainiui jų dirginantis poveikis plaučių audiniams sukelia uždegimą, neretai lydimą infekcijos. Taip išsivysto sunkios plaučių ligos. Daugelis oro teršalų (vanadis, nikelis, chromas) yra žinomi kaip vėžį sukeliantys faktoriai. Pavoingos jų koncentracijos aptinkamos šiuolaikinių miestų ore [7].

Paprastai skiriamas dvejopas užteršto oro poveikis gyvajai gamtai ar žmogui:

- tiesioginis arba pirminis poveikis per kvėpavimo takus, odą, maistą, vandenį ir pan.;
- netiesioginis, arba antrinis poveikis, kuris daugiausia pasireiškia užterštiems atmosferos krituliams teršiant (ir visų pirma rūgštinant) dirvožemį bei vandenį [83].

Oro teršalų padariniai žmogaus organizmui pavaizduoti 38 pav.



38 pav. Oro teršalų padariniai žmogaus organizmui [97]

Su aplinkos oro tarša susiję susirgimai [95]:

- Kvėpavimo sistemos susirgimai (bronchitų paūmėjimas, ūmios kvėpavimo takų infekcijos, lėtinės obstrukcinės plaučių ligos, astmos priepuolių padažnėjimas);
- Širdies ir kraujagyslių ligos;
- Piktybiniai navikai.

Oro taršos poveikio sveikatai patogenezė [95]:

- Oro užterštumas skatina uždegimą ir aktyvina kraujo krešėjimą. Tai gali padėti paaiškinti oro užterštumo sąsają su padidėjusiu širdies smūgio, insulto ir kvėpavimo problemų atsiradimu.
- Įkvėptos ultra smulkios kenksmingos dalelės gali patekti į kraujotaką sukeldamos makrofagų aktyvavimą. Makrofagai yra pagrindiniai arterijų aterosklerotinių plokštelių komponentai.

Oro teršalų sukeltos ligos [95]:

- Gerklės, bronchų, plaučių vėžiniai susirgimai;
- Ūminis miokardo infarktas.
- Ūminis nazofaringitas(sloga), sinusitas, faringitas, laringitas, tracheitas, bronchitas ir bronchiolitas;
- Lėtinis laringitas, laringotracheitas, bronchitas;
- Alerginis rinitas;
- Pneumonija, bronchopneumonija;
- Astma.

Siekiant sumažinti oro užterštumo poveikį gyventojų sveikatai, reikia:

- Visapusiškai valdyti/kontroliuoti oro taršos šaltinius, žinoti išsiskiriančius į orą teršalus ir jų koncentracijas.
- Išsamiai žinoti cheminių teršalų pavojingas savybes žmogui, pavojingas koncentracijas, pavojaus sveikatai mažinimo priemonės.
- Veiksmingai naudoti matavimo duomenis planuojant ir vykdant veiksmus mažinančius oro taršą.
- Laiku teikti operatyvią ir nuolatinę informaciją apie padidintą oro taršą (teršalus, jų koncentracijas, užterštas teritorijas) gyventojams ir institucijoms.

Europos Parlamento rezoliucijoje dėl 2004 – 2010 m. Europos veiksmų plano, skirto aplinkos apsaugai ir sveikatai teigiama:

- vienas iš trijų vaikų ligų, kuriomis suserga asmenys nuo gimimo iki 19 metų amžiaus, atvejų Europos Sąjungoje gali būti susietas su aplinkos faktoriais (daugiau kaip 40 proc. atvejų tai pasakytina apie jaunesnius kaip 5 metų amžiaus vaikus)
- vaikai yra neapsaugoti nuo aplinkos poveikio ankstyvame amžiuje ar nuolat per savo gyvenimą, o tai gali sukelti chroniškas ligas, galinčias pasireikšti ne anksčiau kaip po kelių dešimčių metų,
- per paskutinius 20 metų žymiai išaugo ūminės kvėpavimo takų infekcijos – pagrindinė mažesnių kaip 5 metų vaikų mirtingumo priežastis ir yra įrodytas šių ligų ryšys su išorės bei patalpų oro tarša,
- vaikų kontaktas su kenksmingomis medžiagomis (švinu, metilo gyvsidabriu, polichloro bifenilu, kai kuriais tirpikliais ir pesticidais) sukelia negrįžtamus neurologinio vystymosi sutrikimus.

Laisvo prieėjimo (open access) žurnale „BMC Public Health“ buvo išspausdintas vienas svarbiausių 2007 metų straipsnis apie oro užterštumo, pasyvaus ir aktyvaus rūkymo bei nutukimo -



poveikį sveikatai, kuris yra didesnis negu radiacijos po Hirošimos-Nagasakio bei Černobilio atominių incidentų ilgalaikis žalingas poveikis [80].

Įprasti kasdieniniai veiksniai, kaip kenksmingomis medžiagomis ar automobilių išmetamosiomis dujomis užterštas oras arba kitų rūkomų cigarečių dūmai mūsų sveikatai potencialiai yra pavojingesni, nei radioaktyviosios nuosėdos po branduolinio sprogimo. Nors tie sprogimai nusinešė tūkstančius gyvybių, tačiau jų ilgalaikis žalingas poveikis sveikatai yra mažiau reikšmingas, nei gyvenimas didmiestyje (pvz, Londone) - tie, kurie gavo maksimalią radiacijos dozę, bet liko gyvi, pragyveno vidutiniškai ilgiau už rūkančius ir dėl didelio atsvario kenčiančius žmones. Rūkantys žmonės dėl šio žalingo įpročio vidutiniškai iš savęs atima 10 gyvenimo metų; atsvarį turintys sutrumpina savo gyvenimą nuo 4 iki 10 metų. Tuo tarpu po atominio bombardavimo likusių gyvų žmonių, buvusių 1,5 kilometro spinduliu nuo sprogimo epicentro ir gavusių stiprias radiacijos dozes, gyvenimas vidutiniškai sutrumpėjo vos 2,6 m. daugiau.

Įrodyta, kad sveikatos problemos, kurias sukelia oro užteršumas ir pasyvus rūkymas yra kur kas svarbesnės. Žalingas užteršto oro poveikis Londono centre, lyginant su mažiausiai užterštu Inverneso miestu Škotijoje, mirties nuo širdies ir kraujagyslių ligų riziką padidina 2,8 proc., o gyvenantys su rūkančiuoju tą riziką padidina 1,7 proc. Žinoma, šių rezultatų nereikėtų laikyti universaliais, nes atliekant skaičiavimus nebuvo atsižvelgta į socialinius veiksnius ir gyvenimo būdo ypatumus.

Kitas 2007 metais paskelbtas tyrimas [72] taip pat nustatė, kad moterys, gyvenančios užterštose vietovėse turi didesnę riziką numirti nuo širdies ligų, o Lancet straipsnis teigia [<http://www.news-medical.net/?id=21660>], kad vaikai, gyvenantys 500 m. nuo pagrindinių kelių, dažniau patiria plaučių pažeidimą, serga astma ir trumpiau gyvena.

2007 m. Karališkosios Aplinkos Taršos Komisijos paskelbtas epidemiologinis tyrimas [78], teigiantis, kad oro tarša D. Britanijoje kas metus sukelia 24000 išankstines mirtis.

Pasaulinės sveikatos organizacijos duomenimis, perpus sumažinus oro taršą gyventojų amžius pailgėtų 3 - 5 metais. Sergamumas ir mirtingumas sumažėtų 3 - 5 proc., sergamumas vėžiu ir kvėpavimo sistemos ligomis - net 20 - 30 proc., kraujotakos sistemos ligomis - apie 10 proc [67].

Apie poveikį sveikatai reikėtų pagalvoti renkantis gyvenamąją vietą, deja, daugelis į šį aspektą numoja ranka. Dažniausiai lemia kaina, patogumas. Nauji daugiabučiai statomi ir prie pat judrių sankryžų, buvusių sąvartynų vietose.

Šių dienų situacija ragina investuoti į prevenciją. Nuo teršalų ir žalingo jų poveikio mus gali išgelbėti aplinkkeliai, žaliosios zonos, gatvių valymas vakuuminiu būdu bei plovimas.

### 4.3. Naujausių technologijų taikymas

#### 4.3.1. Nanotechnologija

Terminas „nanotechnologija“ yra kilęs iš graikų kalbos žodžio, reiškiančio „neūžauga“. Moksle ir technologijoje priešdėlis „nano“ reiškia  $10^{-9}$ , t. y. vieną milijardinę ( $= 0.000000001$ ) dalį. Vienas nanometras (nm) sudaro vieną milijardinę dalį metro, dešimtimis tūkstančių kartų mažesnę už žmogaus plauko storį [71].

Aiškinamuosiuose žodynuose pateikiamas nanotechnologijos apibrėžimas: Nanotechnologija yra funkcinų medžiagų, prietaisų ir sistemų sukūrimas remiantis medžiagos kontrole nanometriniuose atstumuose ir panaudojimas naujų reiškinių ir savybių (fizikinių, cheminių, biologinių) nanometrinių atstumų skalėje. Specialiųjų terminų žodynas nanotechnologijas apibrėžia taip: „sukūrimas ir panaudojimas prietaisų, kurie yra kelių nanometrų dydžio. Nagrinėjami labai maži komponentai, kurių savybės priklauso nuo elektroninių efektų, ir yra suskaičiuojamas elektronų, kurie dalyvauja veiksmo, skaičius“. Supaprastinus šiuos apibrėžimus galima tarti, kad: nanodariniai - tai objektai, kurių matmenys yra mažesni už 100 nanometrų, o nanotechnologijos – tokių darinių ir jų sandarų kūrimas, precizinis pozicionavimas ir jų taikymas [103].

Inžinieriams nanotechnologija - tai prietaisų ir technologijų kūrimas įgalinančių manipuluoti erdvėje molekulėmis ar jų dariniais atomo tikslumu [35].

Gamybos pramonėje galėtume išskirti dvi tarpusavyje susijusias atšakas: miniatiūrizavimo linkme ir labai tikslios gamybos linkme, taip pat naujų medžiagų sukūrimas.

Taigi, nanotechnologijos sritis apibrėžiama, kaip molekulinų sistemų ir darinių, surenkamų atomo tikslumu, veikimo principų supratimas, jų konstravimas pasinaudojant saviorganizacijos principu ir užkoduota informacija, stengiantis sukurti nanomašinas, atliekančias numatytas funkcijas ir galinčias gaminti produktus ir replikuoti save.

Nanomokslas dažnai aprašomas kaip „horizontalus“, „pagrindinis“ arba „teikiantis galimybes“, kadangi jis prasiskverbia praktiškai į visus technologijos sektorius. Dažnai nanomoksle sueina kelios skirtingos mokslo sritys, jame taikomi tarpdisciplininiai arba „konvergencijos“ metodai, leidžiantys sukurti daugelį šių dienų visuomenei iškylančių problemų padėsiančias išspręsti naujoves, tokias kaip:

- Medžiagų moksle naudojant nanotechnologiją pasiekiami toli siekiančių rezultatų, kurie darys poveikį faktiškai visuose sektoriuose. Nanodalelytės jau naudojamos medžiagoms stiprinti arba kosmetikos funkcionalumui padidinti. Naudojant nanostruktūras, galima pakeisti paviršius ir padaryti juos nesibraižančius, nešlampančius, švarius ir sterilius. Organinių molekulių implantavimas, taikant paviršiaus nanostruktūrizavimą, padės sukurti biologinius jutiklius ir molekulinis elektroninius prietaisus. Galima labai pagerinti

medžiagų elgseną ekstremaliose sąlygose ir padaryti šuolį, pavyzdžiui, aeronautikoje ir kosmoso pramonėje.

- Aplinkos taršos tyrimuose galima pasiekti didelę pažangą, pritaikius nanotechnologijos pasiekimus, pavyzdžiui, priemones, kuriomis aptinkami ir neutralizuojami mikroorganizmai ar pesticidai. Importuotų maisto produktų kilmę galima atsekti pagal naujoviškas miniatiūrines nanoetiketes. Nanotechnologijos pagrindu sukurtais atitaisomaisiais metodais (pavyzdžiui, fotokatalizės metodais) galima atitaisyti aplinkai padarytą žalą ir išvalyti teršalus (pavyzdžiui, naftą vandenyje ar dirvožemyje).

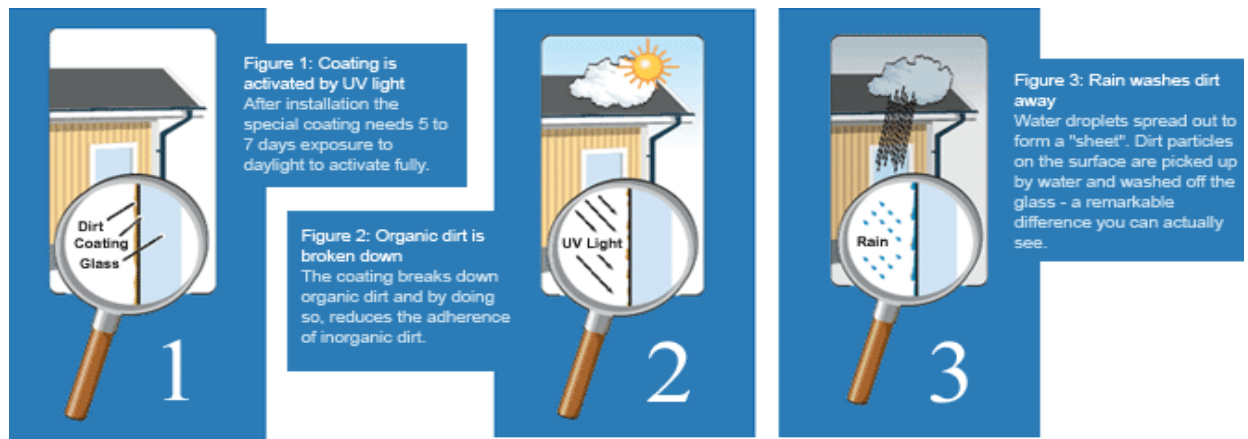
Rinkoje jau atsirado keletas nanotechnologija pagrįstų gaminių, pavyzdžiui, medicinos produktų (tokių kaip tvarsčiai, širdies vožtuvai ir t. t.); elektroniniai komponentai; nesibraižantys dažai; sporto įranga; nesiglamžančios ir dėmėms neimlios medžiagos; kremai nuo saulės. Analitikai yra apskaičiavę, kad tokių produktų rinkos vertė šiuo metu yra apie 2,5 milijardo eurų, bet vėliau, iki 2010 m., ji gali išaugti iki kelių šimtų milijardų ar net trilijono [79].

#### 4.3.2. Nanotechnologijų taikymas statyboje

Prasidėjus XXI - jam amžiui stebime spartų nanotechnologijų metodų vystymą, jų plėtrą, naujausi nanotechnologiniai laimėjimai jau randa pritaikymą net tik biologijoje, medicinoje, bet ir statyboje. Ekspertai prognozuoja, kad šiame dešimtmetyje, nanotechnologijų kryptis bus karščiausias investicijų objektas ir šalių technologinio pirmavimo garantas. Nobelio premijos laureato Richardo Smalley žodžiais tariant, išsakytais 1999 metais, nanotechnologijos įtaka sveikatai, gerovei ir žmogaus gyvenimui bus ekvivalentiška bendram mikroelektronikos, medicininio vaizdinimo, kompiuterinės inžinerijos ir dirbinių polimerinių medžiagų gamybos, poveikiui dvidešimtame amžiuje [71].

##### Nanostiklai

„*Pilkington Activ*“ - pirmasis pasaulyje savaime nusivalantis stiklas. Jis išnaudoja gamtinius procesus ir suteikia galimybę išvengti valymo proceso. Stiklas padengtas ypatinga danga, atliekančia dvi funkcijas: teršalų skaidymo ir nešvarumų pašalinimo. Dienos šviesoje ši danga reaguoja su ultravioletiniais spinduliais skaidydama organinius teršalus. Lietaus vanduo, tolygiai nutekėdamas žemyn, nuplauna purvą nuo stiklo – taip išnaudojamas fotokatalizės procesas. Vėliau stiklą pradeda veikti vanduo. Stiklas – hidrofilinis, todėl vanduo jo paviršiumi nuteka ne lašais, o lygia srove. Vienas iš naujesnių išradimų šioje srityje - savaime besivalantis, nuo saulės apsaugantis, mėlynos spalvos stiklas „*Pilkington Activ Blue*“ [76].



39 pav. „Pilkington activ blue“ – savaime besivalantis stiklas [76]

### Nanotechnologijos ir betonas

Betonas turi ir žinomų trūkumų, kurie riboja vartojimo sritis ir naudojimo mastus. Pagrindiniai trūkumai yra technologiniai gamybos sunkumai, aukštas (energijos suvartojimas), prasta medžiagų paviršiaus kokybė, didelis svoris.

Nanodalelės, kurios pagerina betono savybes yra titano dioksidas ( $\text{TiO}_2$ ).  $\text{TiO}_2$  yra baltas pigmentas ir gali būti naudojamas kaip puiki atspindinti danga. Titano dioksidas gerai blokuoja UV spindulius ir plačiai naudojama, kaip nanodalelė, dažuose, betone ir stikle, dėl savo sterilizuojančių savybių, nes  $\text{TiO}_2$  išskaido organinius teršalus, lakius organinius junginius, ir bakterines membranas. Jis gali sumažinti oro teršalus, kai naudojamas išoriniams paviršiams. Taip pat jis yra hidrofilinis ir suteikia paviršiams ant kurių jis užnešamas savaime besivalančias savybes. Šis procesas vyksta kai lietus tolygiai pasiskirsto po paviršiu ir nuplauna jau suskaidytus teršalus. Toks betonas jau naudojamas visame pasaulyje ir pasižymi balta spalva kurią jis pats ir apsaugo ne taip kaip pastatai kuriems buvo naudojamas paprastas betonas.

Užpildai taip pat yra tyrimų objektai ir, taip vadinami, protingi užpildai yra tiriami įdedant juos pavyzdžiui į kelio asfaltą ir paskui duomenys yra nuskaitomi specialiais prietaisais. Tačiau šie įrengimai kol kas yra mikro - elektromechaniniai, tačiau jų sumažinimas iki „protingų nanodulkių“, kurios gali būti užpurkštos, tiesiog uždažytos ant paviršiaus arba įdėtos į mišinius ir leis plačiu mastu vykdyti stebėjimus vieningame ir protingame tinkle.

Vykdomi tyrimai rodo, kad tokie sensoriai turi dideles galimybes taikant jas betono struktūrų kokybės ir ilgaamžiškumo stebėjimui ir gali būti panaudoti:

- betono klampumui ir tankumui matuoti;
- stebėti betono užgijimą ir susitraukimą;
- matuoti svarbius parametrus kurie įtakoja ilgaamžiškumą, tokius kaip temperatūra, drėgnumas, chloro koncentracija, pH, anglies dioksidas, spaudimas, korozijos padidėjimus ir vibracija.

Taip pat šie sensoriai gali būti patobulinti, kurie pagaminti vidinį tinklą, prie kurio prijungus elektra arba vibracija galima bus stebėti cemento būklę. Vykstantys nanodalelių, tokių kaip anglies nanovamzdeliai, taikymo įvairiose medžiagose tyrimai, rodo kad šios dalelės ne tik žymiai padidina medžiagų stiprį, bet taip pat keičia savo elektros laidumo savybes, kurios gali būti panaudotos betono „sveikatos“ patikrinimui ir žalos nustatymui. Tikslus operatyvios betono galios įvertinimas gali padėti nustatyti kurias formas galima pašalinti ir tai gali žymiai sumažinti konstrukcijų kainas ir specifikacijas.

### **Nanotechnologijos ir padengimai**

Fotokatalizės procesas – vienas iš reikšmingesnių veiksnių norint fasadą išsaugoti švarų. Jo metu saulės šviesai suaktyvinus nanotechnologijų būdu sukurtus pigmentus, atsipalaiduoja energija. Ji suardo ir sunaikina organines purvo daleles. Purvas neprilimpa prie dažyto paviršiaus, jį savaime nuvalo lietus ir vėjas – taip nuplaunami ir neorganinės kilmės teršalai, ir organinės dalelės.

Kapiliarinis hidrofobišumas mažina vandens sugertį. Specialūs silikoninės dervos rišikliai veiksmingai hidrofobizuoja dažų sluoksnių kapiliarus bei poras, todėl žymiai sumažėja vandens sugertis. Kartu per dažų sluoksnį lengvai išgaruoja susidarę vandens garai. Tinkas ir po juo esantis mūras greitai išdžiūsta ir ilgą laiką išlieka sausi.

Dažai naikina organinius ir neorganinius teršalus pastato viduje ir aplinkoje, neleidžia atsirasti virusams, bakterijoms, grybeliams bei turi savaiminio valymosi savybę. Baltai dažyta išorės ar vidaus siena traukia dulkes, o nuo nanodalelėmis patobulintų dažų jos nukrenta. Pavyzdžiui, lyjant rūgščiam lietuvi ant pastatų fasadų netruks pasirodyti dėmės, o nanodalelėmis pagerinti dažai tokių lietuvi skaido į visiškai nekenksmingas druskas ir distiliuotą vandenį. Italų „Global Engineering“ gaminami nanotechnologijomis paremti dažai ir vokiečių „Percepta Europe Ltd.“ nanodalelėmis patobulinta danga sukuria nematomą plėvelę, kuri kelerius metus saugo įvairius paviršius nuo purvo, vandens, aliejų ir kitų nešvarumų. Išpylus ant medinių grindų aliejinius dažus užteks paimti šlapią skudurą ir gražiai nuvalyti. Specialios dangos tinka ir betonui, tinkui, keramikai, granitui bei įvairiausiai tekstilei – odai, kailiui, net popieriui – apsaugoti. Padengus stiklą – lango ar automobilio, – jį keletą metų taip pat bus galima plauti tik grynu vandeniu, stiklas nusivalys ir nuo lietaus [70].

Fotokatalitiniai produktai. Dėl fotokatalizatoriaus - titano dioksido, kuris įeina į produkto sudėtį, paviršiai, padengti fotokatalitinėmis medžiagomis, įgauna naujų, išskirtinių savybių. Fotokatalitiniai produktai savaime nusivalo nuo nusėdančių nešvarumų: purvo, dulkių, pelėsių ir kt. mikroorganizmų. Išvalo orą, nuo dujinių teršalų ir dulkių. Veikia antibakteriškai: ženkliai stabdo virusų, bakterijų, pelėsių ir kt. grybelių dauginimąsi. Skaido organines ir neorganines dujas ir taip šalina nemalonius kvapus, pavyzdžiui, tabako dūmus. Fotokatalizė yra procesas, kurio metu, veikiant šviesai, kyla apibrėžtos cheminės reakcijos. Dėl šių reakcijų fotokatalitinėmis statybinėmis

medžiagomis padengti paviršiai oksiduoja ir redukuoja organinius ir neorganinius teršalus, nusėdusius ant paviršių ir esančius ore. Pavojingos medžiagos yra pakeičiamos į nepavojingus azoto ir anglies junginius.

„Percenta SR” - stiklo danga su savaiminio valymosi efektu. „Percenta SR” - stiklo savaiminio valymosi danga yra pagaminta alkoholio pagrindu, naudojant pažangiausias nano dalelių technologijas. Ant stiklo paviršiaus susidaro plona plėvelė, kuri atstumia purvą ir kitus nešvarumus, fotokatalizės proceso metu. „Percenta SR” danga sumažina langų rasojimą.

#### **4.3.3. Nanotechnologijos saugumas**

Pastaruoju metu baiminamasi, kad anglies fulerenai, anglies nanovamzdeliai ir kitos dalelės gali sukelti neigiamų pasekmių žmonių sveikatai ir jų gyvenamajai aplinkai. Neseniai paskelbti rezultatai, rodo, kad nanovamzdeliai gali pažeisti sveikus plaučių audinius. Iki šiol nėra pakankamai ištirta, kaip nanometrinės dalelės sąveikauja su kitomis medžiagomis bei kūno audiniais.

2002 m. JAV Aplinkos apsaugos agentūra (EPA) sukviėt mokslininkus į Hiustone esantį Biologinės ir ekologinės nanotechnologijos centrą (CBEN) pasidalinti savo nuomonėmis.

Daug medžiagų, kurios yra visai saugios, būdamos gniužulo formos, tapusios nanodalelėmis pasidaro kur kas pavojingesnės. Pavyzdžiui, kvarco gabalai yra visiškai nepavojingi, bet kalnakasiai, akmenų pjauktojai ar statybininkai, naudojantys smėlio srovę, ir susiduriantys su kvarco dulkėmis, rizikuoja susirgti silikoze - potencialiai mirtinai švelnaus plaučių audinio pažeidimais, sukeltais įkvėptų dulkių.

Smulkios dalelės gali sukelti ir kitų problemų sveikatai. Nors kelių ir sąnarių protezai yra pagaminti iš kūno gerai toleruojamų medžiagų, protezams dylant nuo jų pasklinda smulkios dalelės, sukeliančios uždegimą, o pačiu blogiausiu atveju, protezas atsipalaiduoja ir jį būtina keisti.

2003 m. kovo mėnesį New Orleane vykusioje Amerikos chemikų draugijos konferencijoje paskelbti rezultatai liudija, kad yra ir daugiau priežasčių, dėl kurių vertėtų pasisaugoti pagamintų nanodalelių.

Grupė NASA mokslininkų, tiriančių nanovamzdelių nuodingumą, pranešė rezultatus tyrimo, kuriuo buvo siekiama nustatyti, ar nanovamzdeliai gali pažeisti plaučių audinius. Jie pasigamino nanovamzdelių suspensiją ir užlašino kelis jos lašus su keliomis dešimtosiomis miligramo dalimis anglies nanovamzdelių tiesiog ant pelės plaučių. Šitaip mokslininkai galėjo labai tiksliai nustatyti į gyvūno plaučius įsiskverbusių nanovamzdelių kiekį. Pateptosios vietos po to buvo tikrinamos - pradžioje po savaitės, vėliau - po 90 dienų. Pastebėta, kad laikui bėgant nanovamzdeliai susikaupdavo į gumulus, kurie visada buvo apsupti makrofagų - imuninių ląstelių, besistengiančių medžiagas pašalinti iš kūno. Po tokio atsako į svetimkūnį lieka randai, pažeidžiantys plaučių audinius. Mokslininkai pakartojo šiuos bandymus su kiek kitaip pagamintais nanovamzdeliais.

Kaskart buvo stebima šiek tiek skirtinga reakcija, todėl žmonės turi būti atsargūs. Nanovamzdeliai gali būti labai nuodingi, o apie galimą poveikį žinoma labai nedaug.

Kol kas vieninteliai žmonės, rizikuojantys įkvėpti nanovamzdelių, yra tie, kurie juos gamina ar tiria. Bet, kadangi nemažai laboratorijų dabar bando panaudoti juos kaip vaistus organizme paskirstančius agentus, tokių taikymų saugos tyrimams yra skiriamas didžiausias dėmesys.

Rūpinamasi ne tik nanodalelių įtaka sveikatai, bet ir domimasi, kaip jos elgiasi aplinkoje. Pavyzdžiui, norima išsiaiškinti, koku atstumu gali pasklisti nanovamzdeliai, patekę į gruntinius vandenis. Baiminamasi, kad jie gali padėti skliti teršalams, kurie paprastai plinta ne itin toli. Anglies nanovamzdelių paviršiaus plotas yra toks didelis, kad prie jų prikimba daug kitų molekulių. Jeigu kiekvienas nanovamzdelis prisikabins po kelias teršalo molekules, tai gali ženkliai pabloginti taršos situaciją. Ir priešingai: pririšti prie nanovamzdelio teršalai gali būti neutralizuoti, o jų keliamo žala sumažinama. Kaip bus iš tikrųjų, niekas iki šiol nežino.

EPA į galimą taršą nanodalelėmis žiūri labai rimtai. EPA teigia, kad jau dabar būtina peržiūrėti vandens ir oro valymo būdų efektyvumą, atkreipiant dėmesį į tai, kaip yra pašalinamos nanodalelės. Kiekviena nauja technologija anksčiau ar vėliau sukelia ir naujų problemų [77].

Nanotechnologijos turi ir teigiamą, ir neigiamą įtaką aplinkai. EPA atlieka tyrimus šioje technologijoje, įvertindama jos kontrolės priemones, siekiant apsaugoti aplinką ir žmogaus sveikatą [100].

2007 m. birželio 22 d. EPA paskelbė apdovanojimą dviejų dotacijų, iš viso beveik 600 000 \$ Oregono valstybės universitetui (OSU) nanotechnologijos tyrinėjimui. Šitos dotacijų pagalba, bus atliekami tyrimai, ar kokios nors dirbtinės nanomedžiagos galėtų būti nuodingos žmogaus sveikatai.

Pirmas OSU dotacijos apdovanojimas, 400 000\$, skirtas nustatyti paprastai pagamintų nanomedžiagų potencialias sąveikas su biologiniais procesais. Jei OSU tyrinėtojų grupė, vadovaujant daktarui Robert Tanguay, suras nanomedžiagas, kurios gamina nepalankius padarinius, jie identifikuos potencialius ląstelinius ir genetinius tikslus šitų nanomaterials ir sugrupuos daleles pagal sudėtį ir padarinius.

Antras OSU dotacijos apdovanojimas už 199 993 \$ nustatys, kaip dirbtinės nanomedžiagos galėjo paveikti ar sunaikinti ląsteles. Daktaras Alan Bakalinsky tyrinėja santykį tarp specifinių savybių nanodalelių, kaip forma ir struktūra, ir jų poveikio ląstelėms padarinius. Tikimasi, jog tyrimas padės apibrėžti saugumo nurodymus aplinkos apsaugai. Jei galima nustatyti, kurios formos ir struktūros nanodalelės yra pavojingiausios ląstelėms, turi būti galima suprojektuoti medžiagas, kad išvengtų tų formų ir sumažinti pakenkimo pavojų [98].

2006 – 2010 m. laikotarpiu numatyta įgyvendinti 21 projektą, susijusį su nanotechnologijos poveikio aplinkai bei žmogui tyrimais [99].

## **5. RENGIAMSI IR VYKDOMI PROJEKTAI**

### **5.1. Vykdyti projektai**

Rengiant aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimo projektą, buvo apibendrinami prieš tai vykdyti projektai, kurie turėjo prisidėti prie aktualios problemos uždavinių sprendimo:

1995 m. buvo inicijuotas projektas – Informacinė sistema „**Aplinka ir sveikata**”.

Kadangi buvo surinkta daug medžiagos apie aplinkos taršą ir jos įtaką žmogaus sveikatai, tačiau ji nebuvo tinkamai panaudojama esamai situacijai apibūdinti ir aiškiai pateikiama vietiniams ar nacionaliniams atsakingiems asmenims, 1995 m. buvo numatyta sukurti automatizuotą informacinę sistemą „Aplinka ir sveikata“, kuri užtikrintų Lietuvos vyriausybę ir visuomenę patikima informacija ir jos panaudojimu aplinkos taršos ir gyventojų sveikatos valdymo procese, įjungiant Pasaulio Sveikatos Organizacijos (PSO) Europos Aplinkos ir Sveikatos centro programos Rūpestis Europos rytdieną vykdymą ir 1994 m. Europos Aplinkos ir Sveikatos centre vykusios konferencijos nutarimus bei 1989 m. Rio - de Žaneiro konferencijos rezoliucijas.

Pagrindinis projekto tikslas buvo: kaupti ir apdoroti duomenis apie žmonių sergamumą bei aplinkos taršą, pateikiant juos vyriausybei, visuomenei ir kt.

Pirmaisiais projekto įgyvendinimo metais buvo aptartos formos duomenų rinkimui, informacinės sistemos kūrimo etapai ir parengtas techninės užduoties pirmasis variantas.

Antraisiais programos įgyvendinimo metais buvo vykdomas modelinio informacinės sistemos kūrimo etapas, kurio metu turėjo būti surinkti duomenys apie Vilniaus miesto vaikų sergamumą alerginiais susirgimais; surinkti duomenys apie dirvožemio, geriamojo vandens, maisto produktų ir jų žaliavos radioaktyvumą Vilniaus mieste; atlikta surinktų duomenų analizė; surinkti duomenis pavaizduoti žemėlapiuose; paruoštos rekomendacijos, kurios leistų gerinti aplinkos taršos ir sergamumo būklę.

Kadangi nebuvo galimybės įsigyti reikalingos technikos, 1996 m. nebuvo sukaupiti alerginių susirgimų duomenys. Ataskaitoje buvo pateikti duomenys apie Vilniaus miesto vaikų sergamumo neurotokozėmis bei alopecija. Šie duomenys buvo renkami iš 1995 m. medicininės dokumentacijos. Šie susirgimai buvo pasirinkti neatsitiktinai, kadangi jie kaip ir alerginiai susirgimai yra vieni iš informatyviausių, vertinant aplinkos taršos poveikį žmogaus sveikatai.

#### **Aplinkos kokybės ir bendruomenės sveikatos tyrimo atlikimas**

Vykdamą programą, 2002 m. gruodžio mėn. Vilniaus mieste buvo atliktas išplėstinis būsto ir sveikatos tyrimas įvairių tipų pastatuose. Tyrimas atliktas vadovaujant Pasaulio sveikatos organizacijos Europos aplinkos ir sveikatos centrui. Tyrimą parėmė Vilniaus miesto savivaldybė.



Šis tyrimas buvo 2000 – 2001 m. Vilniaus mieste atlikto būsto ir sveikatos tyrimo paneliniuose blokiniuose pastatuose tęsinys.

Naudojant tokią pačią metodologiją būsto ir sveikatos tyrimas buvo atliktas Forli mieste Italijoje ir bus atliktas dar penkių Europos šalių miestuose (Portugalijoje, Vokietijoje, Šveicarijoje, Prancūzijoje, Slovakijoje).

Tyrimo Vilniaus mieste duomenys buvo suvesti į specialiai parengtą duomenų suvedimo programą. Duomenis planuojama analizuoti SPSS statistinės programinės įrangos pagalba.

### **Lokalių (bendruomenės) aplinkos sveikatinimo veiksmų planų (programų) rengimo metodinių rekomendacijų parengimas**

Atsižvelgiant į Pasaulio sveikatos organizacijos rekomendacijas ir esamą patirtį rengiant modelinius lokalius aplinkos sveikatinimo veiksmų planus Vilniaus rajone ir Šiaulių mieste bei įgyvendinant Pasaulio sveikatos organizacijos ir Danijos aplinkos apsaugos agentūros projektą „Nacionalinių aplinkos sveikatinimo veiksmų planų įgyvendinimas Čekijoje, Estijoje, Lietuvoje, Lenkijoje ir Slovakijoje 2000 – 2001 metais“, parengtas rekomendacijų lokalių (bendruomenės) aplinkos sveikatinimo veiksmų planų (programų) rengimui projektas .

### **Leidinio apie Pasaulio sveikatos organizacijos projekto "Būstas ir sveikata" Vilniuje 2001 metais atlikto tyrimo paneliniuose blokiniuose pastatuose rezultatus parengimas ir publikavimas**

Pasaulio sveikatos organizacijos Europos regiono biuras 2000 metų balandžio mėnesį inicijavo projektą "Būstas ir sveikata Europoje". Šio projekto pagrindinis tikslas buvo ištirti galimą gyvenimo sąlygų poveikį žmonių, gyvenančių blokiniuose namuose, sveikatai, gerbūviui bei pasitenkinimui savo būstu sveikatos perspektyvoje.

Lietuvoje šis tyrimas atliktas 2000 m. gruodžio mėnesį keturiuose Vilniaus miesto rajonuose: Lazdynuose ir Viršuliškėse, kur vyrauja senesnio tipo blokiniai namai 464Li bei Pilaitėje ir Justiniškėse, kuriuose vyrauja naujesnio tipo blokiniai namai 120B.

Valstybinio visuomenės sveikatos centro darbuotojai atliko duomenų analizę. Parengta informacija apie tyrimo rezultatus savivaldybei ir miesto gyventojams.

### **NEHAP**

2000 m. parengtas ypatingai svarbus valstybinis projektas "Nacionalinis aplinkos apsaugos veiklos planas" (NEHAP). Jis rengtas kartu su PSO ekspertais, koordinuojant šią veiklą Europos regiono šalyse.

Antrojoje Pasaulio sveikatos organizacijos Europos regiono (PSO/Euro) sveikatos ir aplinkos ministrų konferencijoje Helsinkyje 1994 metais buvo paskelbta deklaracija dėl veiksmų aplinkai ir

sveikatai gerinti Europoje. Visos valstybės narės buvo raginamos parengti nacionalinius aplinkos sveikatinimo veiksmų planus (NASVP). Šių planų parengimas tapo svarbiu uždaviniu politinėse darbotvarkėse tų valstybių narių, kurios priklauso PSO Europos regionui.

Šiuo metu tokie planai parengti ir jau įgyvendinami 43 - jose Europos šalyse. Jie laikomi svarbia ir veiksminga priemone diegiant integralų požiūrį, kai sprendžiamos svarbios sveikatos ir aplinkos problemos vienoje ar keliose šalyse. Taip pat šių planų pagalba galima pasiekti įvairių politinių tikslų aplinkos ir sveikatos srityje, kaip pavyzdžiui, subalansuotos plėtros, stojimo į Europos Sąjungą, decentralizavimo, perėjimo į rinkos ekonomiką ir panašiai.

Nacionalinis aplinkos sveikatinimo veiksmų planas (NASVP) apibrėžia nacionalinius veiksmų rėmus. Tam, kad šis planas būtų sėkmingai įgyvendintas, didžioji dalis veiksmų vykdoma vietos lygiu.

Valstybiniame aplinkos sveikatos centre (iki 2003 m. lapkričio 1 d. Valstybiniame visuomenės sveikatos centre) pagal 2003 m. birželio mėn. 17 d. sutartį Nr. 32, pasirašytą tarp Sveikatos teisės ir ekonomikos centro ir Valstybinio visuomenės sveikatos centro buvo vykdomos Nacionalinės aplinkos sveikatinimo veiksmų 2003 – 2006 m. programos (toliau – Programa) 2003 m. priemonės. Programa yra tęstinė. Joje tęsiami darbai pradėti Sveikatos apsaugos ministro 2000 m. lapkričio 29 d. įsakymu Nr. 694 patvirtintoje programoje „Aplinka ir sveikata“ bei vykdomas Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. sausio 21 d. nutarimas Nr. 66 „Dėl Nacionalinės aplinkos sveikatinimo veiksmų 2003 – 2006 metų programos patvirtinimo“ (Žin., 2003, Nr. 88-288).

### **Aplinkos ir sveikatos rodiklių analizė pagal Pasaulio sveikatos organizacijos rekomendacijas**

2003 metais buvo tęsiamas Pasaulio sveikatos organizacijos Europos aplinkos ir sveikatos centro projekto „Aplinkos ir sveikatos rodiklių metodologijos kūrimas Europai“ įgyvendinimas Lietuvoje. Remiantis 2001 m. atlikto tyrimo apie Pasaulio sveikatos organizacijos aplinkos ir sveikatos rodiklių prieinamumą rezultatais pasirinkti 35 rodikliai bandomajam tyrimui Lietuvoje. Šiems rodikliams parengtos duomenų surinkimo formos ir surinkti duomenys iš 17 institucijų. Reikalingi duomenys gauti dvidešimt šešiams rodikliams. Surinkti duomenys suvesti į tarptautinę duomenų bazę – EuroIndy. Išbandytas pirmų penkių EuroIndy versijų (EuroIndy 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5) tinkamumas duomenų apie aplinkos ir sveikatos rodiklius kaupimui, skaičiavimui ir pateikimui Pasaulio sveikatos organizacijai.

Projekto metu nuspręsta ataskaitoms apie aplinkos ir sveikatos rodiklius naudoti aprašomąsias rodiklių formas, kurios buvo parengtos remiantis Europos aplinkos apsaugos agentūros naudojamomis formomis. Šioms ataskaitos formoms išbandyti Lietuvoje iš aplinkos ir sveikatos rodiklių sąrašo buvo pasirinkti keturi rodikliai ir jiems užpildytos ataskaitinės formos (priedas Nr.

1). Trylikai rodiklių iš sąrašo buvo užpildyta viena formos dalis „Informacija apie informaciją“. Šios ataskaitos formos pateiktos Pasaulio sveikatos organizacijos Europos aplinkos ir sveikatos centro Bonos biurui anglų kalba ir bus panaudotos rengiant pranešimą apie projektą 4 - joje sveikatos apsaugos ir aplinkos ministrų konferencijoje Budapešte 2004 m. birželio 23 – 25 d.

### **Būsto ir sveikatos tyrimo Vilniaus mieste 2002 metais duomenų analizė**

Vykdant ypatingai svarbų valstybinį projektą “Nacionalinis aplinkos apsaugos veiklos planas” (NEHAP) 2002 metų gruodžio mėnesį Vilniaus mieste buvo atliktas išplėstinis būsto ir sveikatos tyrimas įvairių tipų pastatuose. Tyrimas atliktas metodiškai vadovaujant Pasaulio sveikatos organizacijos Europos aplinkos ir sveikatos centro Bonos biurui. Tyrimui buvo pasirinktas humanistinis tyrimo metodas, siekiant nustatyti pačių gyventojų nuomonę ir vertinimą, todėl fizikiniai matavimai nebuvo atliekami. Tyrimui buvo sudarytas klausimynas.

Remiantis tyrimo rezultatais, galima daryti išvadą, kad siekiant pagerinti būsto sąlygas ir gyventojų sveikatą bei gerovę, turi būti taikomas integruotos veiklos modelis, sprendžiantis minėtas problemas bei apimantis šiuos pagrindinius uždavinius:

- būsto priežiūros pagerinimas;
- būsto atnaujinimas ir modernizavimas;
- visų suinteresuotų dalyvių, įskaitant visuomenę, informavimas ir supratimo didinimas;
- sveikatos aspektų integravimas projektuojant pastatus, konstrukcijas, planuojant teritorijas, siekiant ateityje užtikrinti sveikus ir saugius namus bei gyvenamąsias teritorijas.

Bendradarbiaujant Valstybiniam aplinkos sveikatos centrui, Aplinkos apsaugos agentūrai, Lietuvos sveikatos informacijos centrui, Vilniaus miesto savivaldybei ir Vilniaus visuomenės sveikatos centrui, atliktas bandymas įvertinti oro taršos ir triukšmo riziką sveikatai Vilniaus mieste. Rizikos sveikatai vertinimą galima atlikti įvairiais būdais. Pasirinktas ne tradicinis (toksikologinius) metodas, o vis plačiau naudojamas epidemiologinis metodas, ypač dažnai pastaruoju metu taikomas oro taršos ir triukšmo srityse. Metodas yra paremtas epidemiologiniu priskirtinos proporcijos principu (angliškai, attributable proportion). Priskirtina proporcija – tai tam tikra pasirinkto sveikatos rodiklio dalis, kurią galima priskirti tam tikrai ekspozicijai tam tikroje populiacijoje (darant prielaidą, kad yra priežastinis ryšys tarp ekspozicijos ir sveikatos rodiklio ir nėra svarbesnių ši ryšį iškraipiančių veiksnių).

Rizikos vertinimą sudaro keturi elementai: kenksmingo veiksnio nustatymas, ekspozicijos vertinimas, dozės - atsako įvertinimas ir rizikos apibūdinimas. Kiekvienam iš šių elementų reikalingi tam tikri duomenys.

Dėl pasikeitimų oro kokybės monitoringo sistemoje Lietuvoje, buvo nutarta remtis vėliausia turima oro kokybės monitoringo informacija, kuriai būtų prieinami ir su transportu susiję reikalingi

duomenys. Transporto sukeliama oro taršą reikėjo modeliuoti tam, kad galima būtų gauti reikalingą informaciją ekspozicijos vertinimui. Oro užterštumo modeliavimas buvo atliktas Aplinkos apsaugos agentūroje naudojant AIRVIRO modelį. Šis modelis leidžia įvertinti oro užterštumą iš įvairių taršos šaltinių. Smulkesnis modelio aprašymas yra pateiktas priede Nr. 2. Panaudojant AIRVIRO modelį buvo įvertintas oro užterštumas azoto dioksidu.

Rizikos vertinimui taip pat buvo panaudoti 1999 metų Vilniaus miesto automatizuotoje oro monitoringo sistemoje gauti duomenys apie kietųjų dalelių (mažesnių kaip 10 mikronų) dienos koncentracijas.

Toliau reikėjo įvertinti, kiek žmonių Vilniaus mieste yra veikiami vienos ar kitos azoto dioksido koncentracijos. Vilniaus miesto savivaldybės įmonės „Vilniaus planas“ specialistai, panaudodami turimos geografinės informacinės sistemos galimybes, padėjo įvertinti gyventojų skaičių tam tikrose taršos zonose.

Duomenys apie reikalingus sveikatos rodiklius buvo gauti iš Lietuvos sveikatos informacijos centro. Pagal formules apskaičiavus priskirtiną proporciją, buvo gauta, kad 292 mirčių atvejai Vilniaus mieste 1999 metais gali būti priskirti oro užterštumui smulkiosiomis kietosiomis dalelėmis (KD10). Kadangi šiuo metu nėra tikslių duomenų apie oro taršą kietosiomis dalelėmis, kurią sudaro tarša nuo transporto, transporto poveikiui išaiškinti naudoti duomenys apie azoto dioksidą, tačiau šie skaičiai turi būti vertinami kaip labai preliminarūs, nes trūksta tyrimų, kurie patikslintų situaciją Lietuvoje ir Vilniaus mieste.

## **5.2. Kietųjų dalelių sklaidos vertinimas Lietuvos Respublikos Seimo teritorijoje**

Oro kokybės prioritetai yra neatsiejami nuo šalies strategijoje numatyto aplinkos oro kokybės vertinimo, valdymo ir tobulinimo sistemų. Lietuvos Respublikos Seimo teritorijoje atlikti matavimai - aktualios problemos, taršos, uždavinio pateikimas ir jo sprendimas siekiant užtikrinti nekenksmingą žmonių sveikatai ir ekosistemoms oro kokybę visoje šalies teritorijoje. Atlikti tyrimai pabrėžia, kad siekiant efektyviai reguliuoti į aplinką patenkančių teršalų kiekį, svarbu turėti objektyvią informaciją apie kietųjų dalelių, išmetamų į atmosferą, kiekio ir koncentracijos dinamiką bei kitus veiksnius. Būtina imtis priemonių, kurios kontroliuotų teršalų pernašos įtaką atmosferos būklei bei gyventojų sveikatai.

Pagal šiuo metu Lietuvoje galiojančius teisės aktus, teršalų kiekis aplinkos ore vertinamas pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. birželio 11 d. įsakymą Nr. D1-329/V-469 (Žin., 2007, Nr. 67-2627). Lietuvos higienos norma HN 35:2007 (Žin., 2007, Nr. 55-2162) nuo 2007 m. liepos 1 d. Taikoma tik patalpų oro kokybei vertinti.

Kietųjų dalelių ( $PM_{10}$  ir  $PM_{2.5}$ ) ribinės vertės patvirtintos Aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymu Nr. 591/640 „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymo“ (Žin., 2001, Nr. [106-3827](#)).

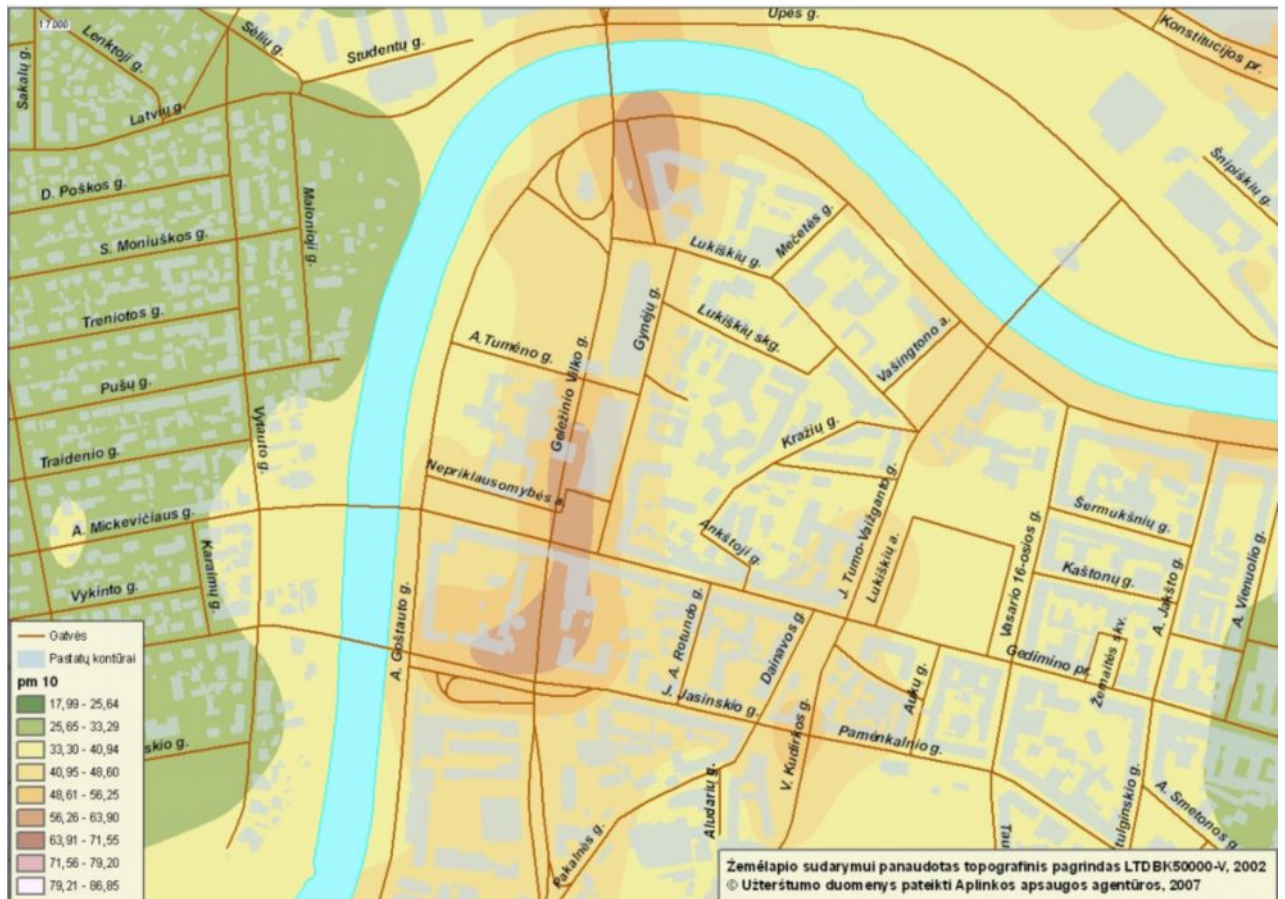
Vadovaujantis ES direktyvų ir nacionalinių teisės aktų reikalavimais,  $KD_{10}$  koncentracijos vertinimui taikomos ribinės vertės:

- ❖ vidutinė metinė ( $40 \mu g/m^3$ );
- ❖ vidutinė 24 valandų ( $50 \mu g/m^3$ ), o 24 valandų (paros) vidurkio ribinė vertė neturi būti viršyta daugiau nei 35 dienas per kalendorinius metus.

Prof. habil. dr. A. Kaklauskas, vykdydamas sutartį, sudarytą su Lietuvos Respublikos Seimu, atliko Seimo pastato aplinkos užterštumo analizę. Oro užterštumo kietosiomis dalelėmis skaitmeninis žemėlapis pateiktas 40 pav.

Kietųjų dalelių  $KD_{10}$  metinė ribinė vertė žmogaus sveikatos apsaugai –  $40 \mu g/m^3$ , o pagal 2010 m. įsigaliosiančias ribines vertes, šis dydis neturėtų viršyti  $20 \mu g/m^3$ . Pasaulio sveikatos organizacija taip pat rekomenduoja naudoti  $20 \mu g/m^3$  kaip orientacinę ribinę vertę metiniam  $KD_{10}$  vidurkiui vertinti.

Iš  $KD_{10}$  skaitmeninio žemėlapio (40 pav.) matome, kad aplink Lietuvos Respublikos Seimą  $KD_{10}$  viršija nustatytą  $40 \mu g/m^3$  ribinę vertę.



40 pav. Kietųjų dalelių užterštumo žemėlapis [Aplinkos apsaugos agentūra]

### 5.3. Rengiamas aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimo projektas

Siekiant pagerinti būsto sąlygas ir gyventojų sveikatą bei gerovę, turi būti taikomas integruotos veiklos modelis, sprendžiantis minėtas problemas bei apimantis pagrindinius uždavinius.

Sukūrus „Informacinę istemą“ galima būtų gautus gautus duomenis panaudoti valdymo procese. Tai yra išsiaiškinus konkrečius aplinkos taršos šaltinius, įrodžius jų daromos žalos mastą žmogaus sveikatai, bei matematinio modeliavimo metodais nustatčius galimas pasekmes, vyriausybė galėtų imtis reikiamų priemonių pažeidėjams nubausti, tuo būdu atsirastų finansinės įplaukos į valstybės biudžetą.

Valstybinis aplinkos sveikatos centras prie LR Sveikatos apsaugos ministerijos inicijuoja šiuo metu rengiamo projekto „Aplinkos poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos sukūrimas“ organizavimą ir administravimą. VGTU Statybos ekonomikos ir nekilnojamo turto vadybos katedra prisideda prie projekto rengimo. Šio projekto tikslas yra sukurti oro kokybės poveikio visuomenės sveikatai modeliavimo intelektinę valdymo sistemą. Projekto įgyvendinimui yra apjungiami trys miestai: Vilnius, Kaunas, Klaipėda.

Dalis baigiamajame darbe tyrinėjamos ir apibūdinamos medžiagos yra pateikta oro taršos ir sveikatos būklės bei gyventojų informavimo apie aplinkos poveikio sveikatai modeliavimo intelektinės valdymo sistemos posistemų kūrimui. Baigiamajame darbe pateikiami potencialių Projekto uždavinių sprendimų siūlymai:

- apibūdintas oro kokybės indekso poveikio visuomenės sveikatai algoritmo sukūrimas (*žiūr. 2.1. skyrius*);
- oro kokybės poveikis sveikatai ypatinga dėmesį kreipiant oro užterštumo poveikiui kvėpavimo takų ligoms bei kraujotakos sistemos ligoms (*žiūr. 4. skyrius*);
- gyventojų informavimas apie esamą ir prognozuojamą oro kokybę ir jos poveikį sveikatai įvairiomis visuomenės informavimo priemonėmis (pvz: internete pateikiant tos dienos ir kelių dienų prognozuojami oro kokybės indekso žemėlapiai) (*žiūr. 2.1. skyrius*);
- taršos poveikio sukeliams kvėpavimo takų ir širdies ligoms išvengti gyvenantiems užterštuose rajonuose gyventojams teikiama informacija apie oro kokybę, taršos mažinimo priemones, poveikį sveikatai, potencialius susirgimus (*žiūr. 4 skyrius*);
- oro kokybės poveikio sveikatai individualių duomenų teikimas kiekvienam gyventojui pagal jo lokalizaciją. Suteikiama informacija apie tai, kaip priimti atitinkamus sprendimus, kad išvengti oro taršos asmens gyvenamajame būste (*žiūr. 8 skyrius*).

### **5.3.1. Projekto poveikis ir svarba**

Projektas turės teigiamą poveikį visuomenės ir aplinkos sveikatai Lietuvoje:

- Pagerins aplinkos poveikio sveikatai stebėseną ir vertinimą;
- Padės išaiškinti ir kontroliuoti situaciją didžiausio sergamumo dėl aplinkos taršos zonose;
- Padės išaiškinti didžiausio aplinkos (oro, triukšmo spinduliuotės) taršos zonas ir konkrečius taršos šaltinius bei užterštumo mastą;
- Palengvins visuomenės ugdymą apsaugos nuo aplinkos žalingo poveikio žmogaus sveikatai klausimais;
- Pagerins visuomenės ir aplinkos sveikatai skirtų duomenų surinkimą ir apskaitą;
- Palengvins aplinkos poveikio sveikatai kontrolę, monitoringą, ir ateities tendencijų analizę;
- Užtikrins LR tarptautinių įsipareigojimų įgyvendinimą.

## **6. APLINKOS ORO KOKYBĖS VERTINIMO METODAI**

### **6.1. Aplinkos oro kokybės matavimai Lietuvoje**

Valstybinis aplinkos oro monitoringas skirtas aplinkos oro kokybei stebėti ir vertinti Lietuvoje vykdomas nuo 1967 m. Didžiausiuose miestuose ir pramonės centruose matuotos pagrindinių ir kai kurių specifinių teršalų, būdingų tai vietai, koncentracijos: bendrosios dulkės, sieros dioksidas, anglies monoksidas, sulfatai, formaldehidas, fenolas, sieros vandenilis, fluoro vandenilis, azoto oksidai, metalai ir benz(a)pirenas. 1999 - 2004 m. laikotarpyje miestų aplinkos oro kokybės monitoringo tinklas buvo modernizuotas ir 2004 m. jį sudarė 13 automatizuotų oro kokybės tyrimo stočių, nepertraukiamai matuojančių azoto oksidų, sieros dioksido, anglies monoksido, kietųjų dalelių, ozono, benzeno, tolueno koncentraciją, meteorologinius parametrus. Bendrųjų dulkių, policiklinių aromatinių angliavandenilių ir sunkiųjų metalų koncentracijos yra matuojamos pusiau automatiniais matavimo metodais [21].

Iš kitų šalių atnešamą oro taršą bei bendrą – foninį – šalies oro baseino užterštumo lygį, jo pokyčius bei juos lemiančius veiksnius leidžia analizuoti foninio oro monitoringo stočių sistema. Pirmoji tokia stotis buvo įsteigta Preiloje 1980 m. Šiuo metu foninės koncentracijos matuojamos 3 stotyse (Preiloje, Žemaitijos Nacionaliniame parke ir Aukštaitijos Nacionaliniame parke). Jose matuojamos ozono, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>4</sub>, sunkiųjų metalų, nitratų ir amonio. Taip pat šiose stotyse matuojamos iškritos. Preiloje veikianti stotis dirba pagal tarptautines Tolimųjų pernašų Europoje monitoringo ir įvertinimo (EMEP) ir Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisijos (HELCOM) programas, kitos stotys – pagal Tarptautinę bendradarbiavimo Sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksiško monitoringo srityje programą (ICP IM) [21].

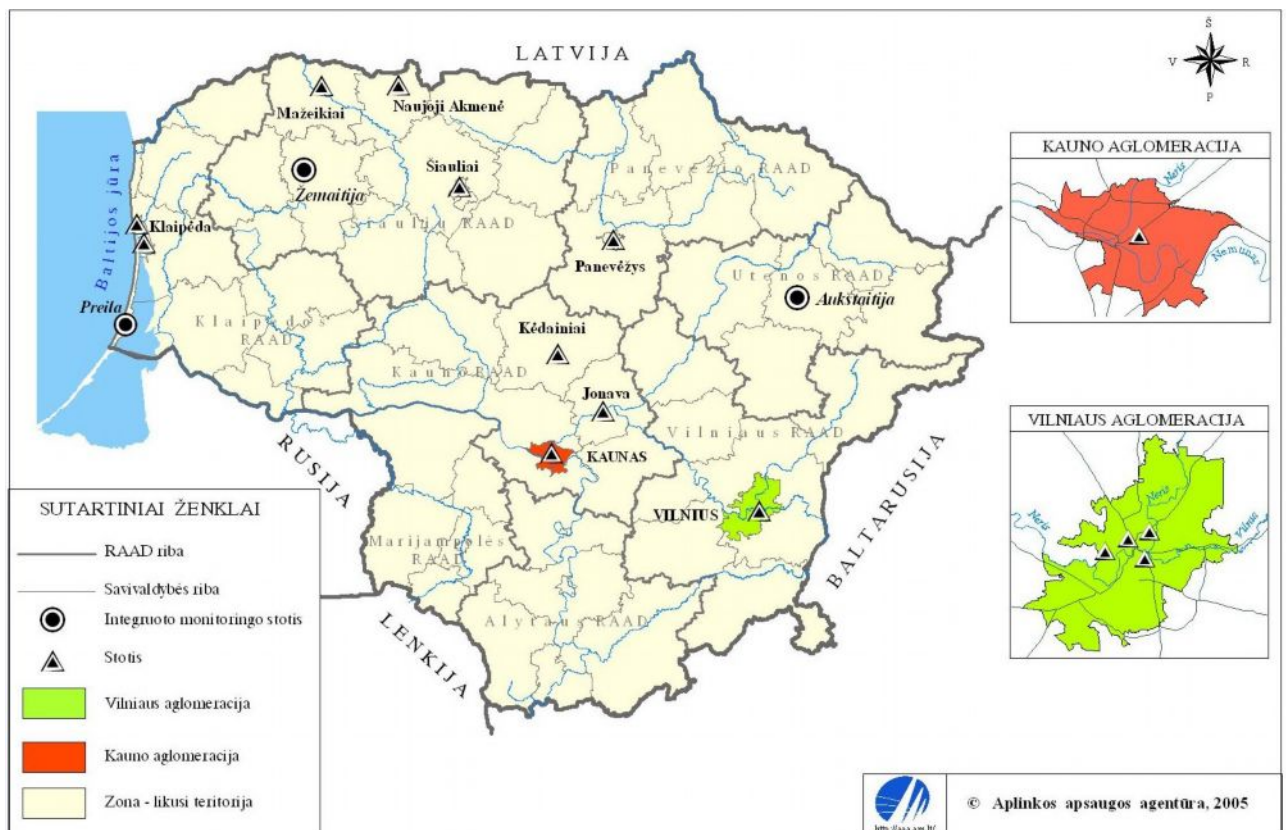


Aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo tikslais Lietuvoje yra išskirtos 2 aglomeracijos (Vilnius ir Kaunas) ir viena zona (likusi Lietuvos teritorijos dalis). Valstybinio monitoringo stotys išdėstytos taip [23 – 25]:

- ❖ 1 Kaune, atspindinti transporto taršą;
- ❖ 1 Panevėžyje atspindinti transporto taršą (Parko g.);
- ❖ 1 Šiauliuose atspindinti transporto taršą;
- ❖ 4 Vilniuje (2 atspindinčios transporto taršą, 1 - miesto foninį užterštumą ir 1 - gausiai apgyvendintą ir lankomą miesto teritoriją);
- ❖ 2 Klaipėdoje (1 atspindinti transporto taršą, kita - gausiai apgyvendintą ir lankomą miesto teritoriją, aplinkos oro kokybė Klaipėdos mieste vertinama pagal oro taršos tyrimų duomenis stacionariose aplinkos oro kokybės matavimo stotyse, esančiose Bangų g. 7 ir Baltijos pr. 1);
- ❖ po 1 pramonės centruose (Mažeikiuose, Jonavoje, Kėdainiuose);
- ❖ 1 Naujojoje Akmenėje - atspindinti miesto foninį užterštumą.

Aglomeracijos ir zonos išskirtos atsižvelgiant į gyventojų skaičių ir užterštumo lygį, pagal tuos pačius kriterijus parenkami ir vertinimo būdus, stočių skaičius ir išdėstymas. Be to, taip nustatyto stebėjimo vietų tinklo patikslinimas turi būti atliekamas ne rečiau kaip kas 5 metus.

Valstybinio monitoringo stočių išdėstymas parodytas 41 paveiksle.



41 pav. Lietuvos valstybinio aplinkos oro monitoringo stočių tinklas [22]



Savivaldybės monitoringas užkerta kelią ekonominėms klaidoms, padeda miesto planavimo ir transporto sistemos vystymui ir taupo lėšas, apsaugo gyventojų sveikatą, registruojant pavojingo lygio koncentracijas realiaame laike. Stengiamasi užtikrinti monitoringo duomenų kokybę, kad juos galima būtų įtraukti į Valstybinę aplinkos oro monitoringo sistemą.

Svarbus veiksnys teršalų kaupimuisi ar išsisklaidymui ore yra meteorologinės sąlygos. Meteorologiniai duomenys būtini vertinant oro teršalų koncentracijos pasiskirstymą erdvėje, planuojamos ūkinės veiklos poveikį aplinkos orui bei įvairių scenarijų, skirtų numatomų priemonių efektyvumui įvertinti, modeliavimui, o taip pat oro kokybės vertinimui modeliavimo būdu ten, kur jos išmatuoti nėra galimybių. Meteorologiniai ir hidrologiniai stebėjimai bei prognozės yra atliekamos Lietuvos Hidrometeorologijos tarnyboje prie Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos [69].

### 6.1.1. Matavimo stotys Vilniaus aglomeracijoje

Matavimo stočių išdėstymas Vilniaus mieste pavaizduotas 42 paveiksle.



42 pav. Matavimo stotys Vilniaus aglomeracijoje[22]

Vilniaus aglomeracijoje oro kokybė tiriama keturiose automatinėse oro kokybės tyrimų (OKT) stotyse [23 - 25]:

1. Žirmūnų stotis (netoli Kareivių ir Kalvarijų g. sankirtos) įrengta prie intensyvaus eismo Kareivių gatvės, netoli sankryžos su Kalvarijų gatve ir atspindi transporto įtaką oro kokybei.
2. Savanorių prospekto stotis pradėjo veikti nuo 2007 m. Ji įrengta taip pat prie intensyvaus eismo gatvės kaip ir Žirmūnų stotis, bet didesniu atstumu nuo jos, tarp gyvenamųjų namų. Oro kokybei šiame rajone didelės įtakos gali turėti ir transporto, ir netoliese – Žemumiesčio Paneriuose – esančių pramonės bei energetikos įmonių išmetimai.
3. Senamiesčio stotis (Pilies g.25 a) įrengta tankiai apstatytame, gyvenamajame ir žmonių

gausiai lankomame rajone, netoli nedidelio eismo intensyvumo gatvės.

4. Lazdynų stotis (prie televizijos bokšto) - atokiau nuo gatvių ir kitų taršos šaltinių, yra foninė Vilniaus aglomeracijoje.

Iki 2006 m. pabaigos veikusi Žvėryno stotis buvo uždaryta, kaip neatitinkanti reikalavimų keliamų oro kokybės tyrimo vietos parinkimui, nes dėl miesto plėtros ženkliai sumažėjo stoties reprezentuojamas plotas. Šioje stotyje (Kęstučio g. 65) oro kokybė buvo stebima gyvenamajame rajone, prie vidutinio eismo intensyvumo Kęstučio ir Sėlių gatvių. Be transporto, šiame rajone jaučiama ir taršos, susijusios su patalpų šildymu įtaka. Ši stotis buvo mišraus tipo, nes įtakos čia turėjo ne tik gana gausus autotransportas Kęstučio - Sėlių gatvėse, bet ir tankiai žmonių gyvenama aplinka.

Prietaisai ir matuojami parametrai Žirmūnų, Savanorių prospekto, Senamiesčio, Lazdynų matavimo stotyse pateikiami 20 - 23 lentelėse, o šių matavimo stočių pasai pateikiami 1 - 4 prieduose.

20 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Žirmūnų stotelėje [24]

|                     | Tiriamas parametras                                 | Prietaisas                        | Matavimo metodas                                | Matavimo vienetai     |
|---------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Analizatoriai       | KD <sub>10</sub> (Kietosios dalelės)                | Environnement s.a. PM101M         | Beta spindulių absorbcinis                      | µg/m <sup>3</sup>     |
|                     | SO <sub>2</sub> (Sieros dioksidas)                  | Environnement s.a. AF21M          | Fluorescencinis ultravioletiniuose spinduliuose | ppb                   |
|                     | O <sub>3</sub> (Ozonas)                             | Environnement s.a. O341M          | Ultravioletinių spindulių ozono absorbcinis     | ppb                   |
|                     | NO (Azoto monoksidas)                               | Environnement s.a. AC31M          | Chemiliuminiscencinis                           | ppb                   |
|                     | NO <sub>x</sub> (Azotų oksidų suma)                 |                                   |                                                 | ppb                   |
|                     | NO <sub>2</sub> (Azoto dioksidas)                   |                                   |                                                 | ppb                   |
| Meteo stotis        | TEMP (aplinkos temperatūra)                         | Theodor Friedrichs & Co. Combilog | Elektrinis                                      | °C                    |
|                     | HUMI (oro drėgmė)                                   |                                   |                                                 | %                     |
|                     | PRES (oro slėgis)                                   |                                   |                                                 | hPa                   |
|                     | Tint (vidinė matavimų stoties temperatūra)          |                                   |                                                 | °C                    |
|                     | WD (vėjo kryptis)                                   |                                   | Mechaninis - elektrinis                         | deg                   |
|                     | WV (vėjo greitis)                                   |                                   |                                                 | m/s                   |
| Mašinų skaičiuoklis | Nh01 (automašinos, kurių aukštis mažesnis už 2 m)   | SICK AG LMS211                    | Lazerinis                                       | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                     | Nh02 (automašinos, kurių aukštis tarp 2 m ir 2,6 m) |                                   |                                                 | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                     | Nh05 (automašinos, kurių aukštis didesnis už 2,6 m) |                                   |                                                 | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                     | Cspe (automašinių greitis)                          |                                   |                                                 | kod (km/h)            |

21 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Savanorių prospekto stotelėje [24]

|                       | Tiriamas parametras                                 | Prietaisas                        | Matavimo metodas                     | Matavimo vienetai     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Analizatoriai         | KD <sub>10</sub> (Kietosios dalelės)                | Environnement s.a. PM101M         | Beta spindulių absorbcinis           | µg/m <sup>3</sup>     |
|                       | CO (Anglies monoksidas)                             | Environnement s.a. CO11M          | Infraraudonųjų spindulių absorbcinis | ppm                   |
| DOAS (optinė sistema) | SO <sub>2</sub> (Sieros dioksidas)                  | Environnement s.a. SANOVA         | Spektroskopinis                      | ppb                   |
|                       | O <sub>3</sub> (Ozonas)                             |                                   |                                      | ppb                   |
|                       | NO <sub>2</sub> (Azoto dioksidas)                   |                                   |                                      | ppb                   |
|                       | CH <sub>2</sub> O (Formaldehidai)                   |                                   |                                      | ppb                   |
|                       | BZN (Benzenas)                                      |                                   |                                      | ppb                   |
|                       | TLN (Toluenas)                                      |                                   |                                      | ppb                   |
| Meteo stotis          | TEMP (aplinkos temperatūra)                         | Theodor Friedrichs & Co. Combilog | Elektrinis                           | °C                    |
|                       | HUMI (oro drėgmė)                                   |                                   |                                      | %                     |
|                       | PRES (oro slėgis)                                   |                                   |                                      | hPa                   |
|                       | Tint (vidinė matavimų stoties temperatūra)          |                                   |                                      | °C                    |
|                       | WD (vėjo kryptis)                                   |                                   | Mechaninis - elektrinis              | deg                   |
|                       | WV (vėjo greitis)                                   |                                   |                                      | m/s                   |
| Mašinų skaičiuoklis   | Nh01 (automašinos, kurių aukštis mažesnis už 2 m)   | SICK AG LMS211                    | Lazerinis                            | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                       | Nh02 (automašinos, kurių aukštis tarp 2 m ir 2,6 m) |                                   |                                      | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                       | Nh05 (automašinos, kurių aukštis didesnis už 2,6 m) |                                   |                                      | kod (kiekis/0,5 val.) |
|                       | Cspe (automašinių greitis)                          |                                   |                                      | kod (km/h)            |

22 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Senamiesčio stotelėje [24]

|               | Tiriamas parametras                        | Prietaisas                        | Matavimo metodas                                | Matavimo vienetai |
|---------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| Analizatoriai | KD <sub>10</sub> (Kietosios dalelės)       | TEOM Series 1400a                 | Gravimetrinis                                   | µg/m <sup>3</sup> |
|               | CO (Anglies monoksidas)                    | Environnement s.a. CO11M          | Infraraudonųjų spindulių absorbcinis            | ppm               |
|               | SO <sub>2</sub> (Sieros dioksidas)         | Environnement s.a. AF21M          | Fluorescencinis ultravioletiniuose spinduliuose | ppb               |
|               | NO (Azoto monoksidas)                      | Thermo Electron 42C               | Chemiliuminiscencinis                           | ppb               |
|               | NOx (Azotų oksidų suma)                    |                                   |                                                 | ppb               |
|               | NO <sub>2</sub> (Azoto dioksidas)          |                                   |                                                 | ppb               |
| Meteo stotis  | TEMP (aplinkos temperatūra)                | Theodor Friedrichs & Co. Combilog | Elektrinis                                      | °C                |
|               | HUMI (oro drėgmė)                          |                                   |                                                 | %                 |
|               | PRES (oro slėgis)                          |                                   |                                                 | hPa               |
|               | Tint (vidinė matavimų stoties temperatūra) |                                   |                                                 | °C                |
|               | WD (vėjo kryptis)                          |                                   | Mechaninis - elektrinis                         | deg               |

23 lentelė. Prietaisai ir matuojami parametrai Lazdynų stotelėje [24]

|               | Tiriamas parametras                        | Prietaisas                        | Matavimo metodas                                | Matavimo vienetai |
|---------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| Analizatoriai | KD <sub>10</sub> (Kietosios dalelės)       | Environnement s.a. PM101M         | Beta spindulių absorbcinis                      | µg/m <sup>3</sup> |
|               | CO (Anglies monoksidas)                    | Environnement s.a. CO11M          | Infraraudonųjų spindulių absorbcinis            | ppm               |
|               | SO <sub>2</sub> (Sieros dioksidas)         | Environnement s.a. AF21M          | Fluorescencinis ultravioletiniuose spinduliuose | ppb               |
|               | O <sub>3</sub> (Ozonas)                    | Environnement s.a. O341M          | Ultravioletinių spindulių ozono absorbcinis     | ppb               |
|               | NO (Azoto monoksidas)                      | Environnement s.a. AC31M          | Chemiluminiscencinis                            | ppb               |
|               | NO <sub>x</sub> (Azotų oksidų suma)        |                                   |                                                 | ppb               |
|               | NO <sub>2</sub> (Azoto dioksidas)          |                                   |                                                 | ppb               |
|               | BZN (Benzenas)                             | Environnement s.a. VOC71M         | Chromatografinis                                | µg/m <sup>3</sup> |
|               | TLN (Toluenas)                             |                                   |                                                 | µg/m <sup>3</sup> |
|               | EBZN (Etilbenzenas)                        |                                   |                                                 | µg/m <sup>3</sup> |
|               | MPXY (m/p - ksilenas)                      |                                   |                                                 | µg/m <sup>3</sup> |
|               | OXY (Oksilenas)                            |                                   |                                                 | µg/m <sup>3</sup> |
| Meteo stotis  | TEMP (aplinkos temperatūra)                | Theodor Friedrichs & Co. Combilog | Elektrinis                                      | °C                |
|               | HUMI (oro drėgmė)                          |                                   |                                                 | %                 |
|               | PRES (oro slėgis)                          |                                   |                                                 | hPa               |
|               | Tint (vidinė matavimų stoties temperatūra) |                                   |                                                 | °C                |
|               | WD (vėjo kryptis)                          |                                   | Mechaninis - elektrinis                         | deg               |
|               | WV (vėjo greitis)                          |                                   |                                                 | m/s               |

### 6.1.2. Zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti ir valdyti sąrašas

**Zona** - šalies teritorijos dalis, kurioje pagal nustatytą tvarką įvertintas užterštumo lygis [65].

**Aglomeracija** - zona, kurioje yra daugiau nei 250 000 gyventojų arba kurioje dėl gyventojų tankumo (gyventojų skaičiaus kvadratiniam kilometre) būtina vertinti ir valdyti aplinkos oro kokybę [65].

Lietuvos Respublikos teritorijoje aplinkos oro kokybė pagal sieros dioksido, azoto dioksido, kietųjų dalelių bei kitų teršalų koncentraciją neviršija nustatytų gyvenamosios aplinkos orą teršiančių medžiagų normų ir šalyje yra tik du miestai, kuriuose gyvena daugiau kaip 250 000 gyventojų (gyventojų skaičius nustatytas pagal Statistikos departamento prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2000 m. duomenis), todėl Lietuvos Respublikos teritorijoje sudarytas 1 zonos ir 2 aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti bei valdyti sąrašas [62]. Šis sąrašas pateikiamas 24 lentelėje.

24 lentelė. Zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti ir valdyti sąrašas [62]

| Eilės Nr. | Pavadinimas                  | Gyventojų skaičius | Gyventojų skaičius 1 km <sup>2</sup> | Ribos                                                        |
|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1.        | Vilniaus miesto aglomeracija | 577 969            | 1 466,9                              | Sutampa su Vilniaus miesto ribomis.                          |
| 2.        | Kauno miesto aglomeracija    | 412 639            | 2 628,3                              | Sutampa su Kauno miesto ribomis.                             |
| 3.        | Zona                         | 2 707 992          | Mažiau nei 56, 6                     | Lietuvos Respublikos teritorija be Vilniaus ir Kauno miestų. |

Zonų ir aglomeracijų sąrašas Lietuvoje sudarytas remiantis aplinkos oro monitoringo duomenimis, gautais vykdant Valstybinę aplinkos monitoringo programą 1999 - 2004 metams. Šis sąrašas sudarytas siekiant optimizuoti aplinkos oro kokybės vertinimą bei valdymą, įgyvendinant ES direktyvų reikalavimus. Nustačius Lietuvos Respublikos teritorijoje zonas bei aglomeracijas bus galima tiksliau įvertinti aplinkos oro kokybę atskiruose regionuose bei taikyti atitinkamas priemones jai gerinti ten, kur gali būti viršijamos kokybės normos. Be to, sudaromos sąlygos teikti visuomenei operatyvesnę informaciją apie aplinkos oro kokybę atskiruose regionuose [62].

### 6.1.3. Aplinkos oro kokybės vertinimo ribos ir teritorijų klasifikacija pagal oro užterštumo lygį

Oro kokybės vertinimo metodų parinkimui zonose nustatomos šios vertinimo ribos:

1. viršutinė vertinimo riba;
2. žemutinė vertinimo riba.

Viršutinė ir žemutinė vertinimo ribos atitinka užterštumo lygį, kuris yra mažesnis už ribinę vertę ir apibrėžiamas atitinkamu ribinės vertės procentu.

Aplinkos oro užterštumo sieros dioksidu, azoto dioksidu, azoto oksidais, kietosiomis dalelėmis, švinu, benzeno ir anglies monoksidu vertinimui viršutinė ir žemutinė vertinimo ribos nustatytos 2001 m. gruodžio 12 d. LR Aplinkos Ministro Įsakyme Nr. 596 „Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo“ aplinkos oro kokybės vertinimo taisyklių I priedo 1 dalyje [60].

Teršalai, kurių ribinės vertės, leistini nukrypimo dydžiai ir pavojaus slenksčiai turi būti nustatomi pirmiausia:

1. Sieros dioksidas;
2. Azoto dioksidas;
3. Smulkios kietosios dalelės, tokios kaip suodžiai (įskaitant KD<sub>10</sub>);
4. Suspenduotos kietosios dalelės;
5. Švinas;
6. Ozonas [63, 84].

Kiti teršalai, kurių ribinės vertės, leistini nukrypimo dydžiai ir pavojaus slenksčiai turės būti nustatomi:

1. Benzenas;
2. Anglies monoksidas;
3. Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai;
4. Kadmis;
5. Arsenas;
6. Nikelis;
7. Gyvsidabris [63, 84].

Aplinkos ministerijos Jungtinis tyrimų centras kartu su regionų aplinkos apsaugos departamentais pagal turimus penkių pastarųjų metų monitoringo duomenis nustato aplinkos oro užterštumo lygį ir pagal tai klasifikuoja regionų aplinkos apsaugos departamentų kontroliuojamas teritorijas į:

1. Teritorijas, kuriose aplinkos oro užterštumo lygis viršija viršutinę vertinimo ribą;
2. Teritorijas, kuriose aplinkos oro užterštumo lygis yra tarp viršutinės ir žemutinės vertinimo ribų;
3. Teritorijas, kuriose aplinkos oro užterštumo lygis yra mažesnis nei žemutinė vertinimo riba.

Jeigu kuriam nors teršalui nėra visų pastarųjų penkių metų laikotarpio monitoringo duomenų, tai viršutinės ir žemutinės vertinimo ribų viršijimų nustatymui galima naudoti vienerių metų trumpalaikių matavimų rezultatus, gautus vietovėse, tipiskose labiausiai užterštoms, derinant juos su išmetamų teršalų inventorizavimo duomenimis ir modeliavimo rezultatais.

Nurodytos teritorijos turi sutapti su Lietuvos Respublikos administracinio teritorinio suskirstymo ribomis ir, jas kartu paėmus, turi apimti visą Lietuvos Respublikos teritoriją. Viena teritorija gali apimti kelias savivaldybes ir, atvirkščiai, vienoje savivaldybėje gali būti nustatytos teritorijos, apimančios vieną ar kelias apylinkes.

Teritorijų klasifikavimas pagal aplinkos oro užterštumo lygį nustatyta tvarka turi būti peržiūrimas periodiškai, bet ne rečiau kaip kas penki metai.

Tais atvejais, kai dėl ūkinės veiklos labai pasikeičia sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksidų, kietųjų dalelių, švino, benzeno ar anglies monoksido koncentracija aplinkos ore, teritorijų klasifikacija pagal aplinkos oro užterštumo lygį turi būti peržiūrima dažniau, negu numatyta [60].

#### 6.1.4. Matavimo stočių išdėstymo pagrindimas Lietuvoje

##### 6.1.4.1. Matavimo stočių išdėstymas ir minimalaus matavimo stočių skaičiaus nustatymo kriterijai

Reikalavimai, į kuriuos reikia atsižvelgti parenkant matavimo stočių išdėstymą makroskalėje:

###### 1. Žmonių sveikatos apsaugai.

Siekiant apsaugoti žmonių sveikatą, matavimo stotys (ėminių ėmimo vietos) turi būti išdėstytos taip, kad būtų galima objektyviai įvertinti [60]:

- Oro kokybę zonų bei aglomeracijų teritorijose.
- Tiriamų teršalų didžiausią koncentraciją, kuri veikdama žmogų tiesiogiai ar netiesiogiai daug ilgesnį laiką nei tas, kuriam apskaičiuotas ribinės vertės vidurkis, gali turėti neigiamą poveikį sveikatai.
- Užterštumo lygį kitose analogiškose zonų ir aglomeracijų teritorijose, kurių poveikį žmonėms galima laikyti tipišku.

Matavimo vietos turi būti išdėstytos taip, kad matavimai nebūtų daromi labai mažai teritorijai ir duotų rezultatus tik ėminių paėmimo vietai. Rekomenduojama matavimo vietas parinkti taip, kad jos apibūdintų oro kokybę ne mažiau kaip 200 m<sup>2</sup> tipiškomis intensyvaus transporto eismo teritorijoms ir keletą kvadratinį kilometrų – tipiškomis miesto foninėms teritorijoms.

Matavimo stotys, kur tai įmanoma, turėtų būti parenkamos taip, kad matavimo rezultatus būtų galima panaudoti įvertinant aplinkos oro kokybę ir kitose tipiškos vietovės, o ne vien toje vietoje, kur matuojama.

###### 2. Ekosistemų ir augmenijos apsaugai.

Siekiant apsaugoti ekosistemas ir augmeniją, matavimo stotys turi būti išdėstytos daugiau nei 20 km atstumu nuo aglomeracijų arba daugiau nei 5 km atstumu nuo kitų užstatytų teritorijų, stambių pramonės įrenginių bei transporto kelių. Rekomenduojama matavimo vietas parinkti taip, kad jos apibūdintų aplinkos oro kokybę bent 1000 km<sup>2</sup> teritorijoje. Atsižvelgiant į geografinės sąlygas, galima parinkti matavimo stoties vietą mažesniu atstumu nuo aukščiau paminėtų objektų arba taip, kad aplinkos oro kokybė būtų vertinama mažesnėje teritorijoje.

Matavimo vietų išdėstymas mikroskalėje [60]:

Kiek galima, turėtų būti laikomasi šių nurodymų:

- Srautui, patenkančiam į ėmiklio įsiurbimo angą, neturėtų būti jokių kliūčių, kurios darytų poveikį oro srautui aplink ėmiklį (paprastai kelių metrų atstumu nuo pastatų, balkonų, medžių ir kitokių kliūčių ir nors 0,5 m atstumu nuo artimiausio pastato tuo atveju, kai ėminio paėmimo vieta apibūdina oro kokybę užstatytoje vietovėje).
- Paprastai ėmiklio įsiurbimo anga turėtų būti įrengta aukštyje nuo 1,5 m (kvėpavimo zona) iki 4

m nuo žemės paviršiaus. Gali būti atveju, kai ėminių būtina imti aukščiau (iki 8 m). Jeigu stotis apibūdina didelę teritoriją, ėminių imti tikslinga aukščiau.

- Ėmiklio įsiurbiamoji anga neturėtų būti visiškai arti taršos šaltinio, kad į ją nepatektų vien tik išmetami teršalai, dar nesusimaišę su aplinkos oru.
- Ėmiklio išmetamoji anga turėtų būti įrengta taip, kad iš jos išmetamas oras nepatektų atgal į įsiurbiamąją angą.
- Intensyvaus transporto eismo vietose ėminių ėmikliai turėtų būti išdėstyti:
  - matuojant bet kokius teršalus, ėminio ėmimo vietos turėtų būti įrengtos bent 25 m atstumu nuo pagrindinių kryžkelių pakraščio ir bent 4 m atstumu nuo artimiausios eismo juostos vidurio;
  - matuojant azoto dioksidą ir anglies monoksidą, įsiurbimo angos turėtų būti ne daugiau kaip 5 m atstumu nuo kelkraščio;
  - matuojant kietąsias daleles šviną ir benzeną, įsiurbimo angos turėtų būti išdėstytos taip, kad būtų galima apibūdinti oro kokybę užstatytoje vietovėje.
  - Reikėtų atsižvelgti ir į tokius veiksnius:
    - aplink esančius taršos šaltinius;
    - saugumą;
    - priėjimą;
    - elektros energijos ir telefoninio ryšio prieinamumą;
    - ėminių paėmimo vietos matomumą aplinkos fone;
    - eilinių žmonių ir matuotojų saugumą;
    - tinkamumą įrengti toje pat vietoje įvairių teršalų matuoklius;
    - plėtros ir planavimo reikalavimus.

#### Dokumentacija ir matavimo stočių vietos parinkimo peržiūrėjimas.

Būtina pilnai dokumentuoti matavimo stočių vietų parinkimą tokiomis priemonėmis kaip vietų nufotografavimas, nurodant pasaulio šalių kryptis, detalių žemėlapių sudarymas bei pan. Matavimo stočių išdėstymas turi būti reguliariai peržiūrimas, pakartojant dokumentavimą, kad galima būtų įsitikinti, jog, laikui bėgant, parinkimo kriterijai tebegalioja [60].

Minimalus matavimo stočių skaičius, reikalingas nustatyti, kaip zonose ir aglomeracijose laikomasi ribinių verčių ir pavojaus slenksčių žmonių sveikatos apsaugai, kai pastovūs matavimai yra vienintelis duomenų šaltinis pateikiamas išsklaidytiems (25 lentelė) ir taškiniams taršos šaltiniams.



25 lentelė. Minimalus matavimo stočių skaičius išsklaidytiems taršos šaltiniams [60]

| Gyventojų skaičius aglomeracijoje ar zonoje (tūkst.) | Kai koncentracijos didesnės už viršutinę vertinimo ribą                                                                                          | Kai didžiausios koncentracijos yra tarp viršutinės ir žemutinės vertinimo ribų | Aglomeracijose, kuriose didžiausios koncentracijos sieros dioksidui (SO <sub>2</sub> ) ir azoto dioksidui (NO <sub>2</sub> ) yra mažesnės už žemutinę vertinimo ribą |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 – 249                                              | 1                                                                                                                                                | 1                                                                              | Netaikoma                                                                                                                                                            |
| 250 – 499                                            | 2                                                                                                                                                | 1                                                                              | 1                                                                                                                                                                    |
| 500 – 749                                            | 2                                                                                                                                                | 1                                                                              | 1                                                                                                                                                                    |
| 750 – 999                                            | 3                                                                                                                                                | 1                                                                              | 1                                                                                                                                                                    |
| 1 000 – 1 499                                        | 4                                                                                                                                                | 2                                                                              | 1                                                                                                                                                                    |
| 1 500 – 1 999                                        | 5                                                                                                                                                | 2                                                                              | 1                                                                                                                                                                    |
| 2 000 – 2 749                                        | 6                                                                                                                                                | 3                                                                              | 2                                                                                                                                                                    |
| 2 750 – 3 749                                        | 7                                                                                                                                                | 3                                                                              | 2                                                                                                                                                                    |
|                                                      | Azoto dioksidui ir kietosioms dalelėms: turi būti bent viena miesto foninė stotis ir viena stotis, matuojanti užterštumą, kuri lemia transportas |                                                                                |                                                                                                                                                                      |

#### Minimalus matavimo stočių skaičius taškiniams taršos šaltiniams

Vertinant užterštumą šalia taškinių taršos šaltinių, nuolatinio matavimo stočių skaičius turėtų būti apskaičiuojamas atsižvelgiant į taršos dydį, tikėtiną teršalų struktūrą bei pasiskirstymą aplinkos ore ir galimą jos poveikį gyventojams.

Minimalus matavimo stočių skaičius, reikalingas įvertinti, kaip laikomasi ribinių verčių ekosistemoms arba augmenijai apsaugoti ne aglomeracijose pateikiamas 26 lentelėje.

26 lentelė. Minimalus matavimo stočių skaičius, reikalingas įvertinti, kaip laikomasi ribinių verčių ekosistemoms arba augmenijai apsaugoti ne aglomeracijose [62]

| Kai didžiausios koncentracijos yra didesnės už viršutinę vertinimo ribą | Kai didžiausios koncentracijos yra tarp viršutinės ir žemutinės vertinimo ribų |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Viena matavimo stotis 20 000 km <sup>2</sup>                            | Viena matavimo stotis 40 000 km <sup>2</sup>                                   |

#### 6.1.4.2. Ozono koncentracijų vertinimo ir ėminių ėmimo vietų klasifikavimo, išdėstymo kriterijai

Fiksuotiems matavimams taikomi reikalavimai pateikiami 27 lentelėje.

27 lentelė. Matavimo vietų išdėstymas makroskalėje [32, 64]

| Stoties tipas | Matavimų tikslai                                                                                              | Charakteristikos <sup>a</sup> | Matavimo vietų išdėstymo makroskalėje kriterijai                                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Miesto        | <b>Žmonių sveikatos apsauga:</b><br>Įvertinti ozono poveikį – gyventojų sveikatai, t.y. kur didelis gyventojų | Keli km <sup>2</sup>          | Atokiai nuo tokių vietinių išmetamųjų teršalų, kaip eismo, degalinių ir pan.;<br>ventiliuojamos vietos, kur galima išmatuoti gerai |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | tankis ir aukšta ozono koncentracija ir atspindi poveikį plačiajai visuomenei                                                                                                                                                           |                                                                               | susimaišiusius lygius; vietovės, t.y. miestų gyvenamieji ir komerciniai rajonai, parkai (toliau nuo medžių), didelės gatvės arba skverai, kuriuose eismas nedidelis arba jo nėra, švietimo, sporto arba rekreacijos įrenginiams būdingos vietos                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Priemiesčio           | <b>Žmonių sveikatos ir augalijos apsauga:</b> įvertinti poveikį gyventojams ir augalams, esantiems aglomeracijų pakraščiuose, kur ozono lygiai aukščiausi, kuriais tiesiogiai ar netiesiogiai gali būti veikiami gyventojai ir augalija | Kelios dešimtys km <sup>2</sup>                                               | Tam tikru atstumu nuo vietos, kur išmetami didžiausi teršalų kiekiai, pavėjui pagrindine vėjo kryptimi/kryptimis, esant palankioms ozono susidarymo sąlygoms; kur gyventojai, jautrūs pasėliai ar natūralios ekologinės sistemos, esančios aglomeracijos išoriniame pakraštyje, yra veikiami dideliais ozono lygiais; tam tikrais atvejais kai kurios priemiestinės stotys, taip pat esančios prieš vėją nuo vietų su didžiausiu išmetamųjų teršalų kiekiu, kad būtų galima nustatyti regioninius foninius ozono lygius |
| Kaimo vietovių        | <b>Žmonių sveikatos ir augalijos apsauga:</b> įvertinti ozono koncentracijų poveikį gyventojams, pasėliams ir natūralioms ekologinėms sistemoms subregioniniu mastu                                                                     | Subregioniniai lygiai (keli km <sup>2</sup> )                                 | Stotys gali būti įrengtos mažose gyvenvietėse ir (arba) vietovėse su natūraliomis ekologinėmis sistemomis, miškais arba pasėliais; būdingas ozonui, nuošaliai nuo tiesioginio vietinių išmetamųjų teršalų poveikio, tokių kaip pramoniniai įrenginiai ir keliai; atvirose vietovėse, bet ne ant aukštų kalnų viršūnių                                                                                                                                                                                                   |
| Foninė kaimo vietovės | <b>Žmonių sveikatos ir augalijos apsauga:</b> įvertinti ozono koncentracijų poveikį pasėliams ir natūralioms ekologinėms sistemoms                                                                                                      | Regioniniai/nacionaliniai/kontinentiniai lygiai (1000–10000 km <sup>2</sup> ) | Stotys įrengiamos vietovėse su mažesniu gyventojų tankiu, pvz., natūralios ekologinės sistemos, miškai, esantys toli nuo miestų ir pramoninių rajonų ir atokiai nuo vietinių išmetamųjų teršalų; vengti vietovių, kuriose tam tikrose vietose padidintais kiekiais susidaro paviršinės inversijos sąlygos, taip pat didelių kalnų viršūnių; nerekomenduojamos pakrančių                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                                       |  |  |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|---------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                       |  |  | vietovės su ryškiais vėjo ciklų paros svyravimais |
| <sup>a</sup> Jeigu įmanoma, ėminių ėmimo vietos taip pat turėtų būti tokios, kad jų charakteristikos būtų panašios į toliau nuo jų esančių vietovių charakteristikas. |  |  |                                                   |

Tam tikrais atvejais turėtų būti atsižvelgta į tai, kad kaimo vietovėse ir foninėse kaimo vietovėse esančios stotys atitiktų Europos Komisijos reglamento (EB) Nr. 1091/94 reikalavimus dėl Bendrijos miškų apsaugos nuo atmosferinių teršalų.

Matavimo vietų išdėstymas mikroskalėje [60]:

Šių rekomendacijų turėtų būti laikomasi tiek, kiek jas galima praktiškai pritaikyti:

1. Neturėtų būti jokių užtvarų oro srautui patekti į mėginių ėmiklio įsiurbiamąją angą, (laisvas ne mažiau kaip 270° skliaute) be jokių kliūčių, trukdančių orui tekėti šalia mėginių ėmiklio, t.y. atokiai nuo pastatų, balkonų, medžių ir kitų kliūčių daugiau nei per du aukščius kliūtis, kuri išsikiša virš ėmiklio.
2. Įprasta, kad mėginio ėmiklio įsiurbiamoji anga būtų įrengta 1,5 m (kvėpavimo zona) – 4 m aukštyje nuo žemės paviršiaus. Kai kuriomis aplinkybėmis ji gali būti aukščiau priemiesčių stotyse ir miškingose vietovėse.
3. Mėginių ėmimo zonos turėtų būti įtaisomas taip, kad būtų gana atokiai nuo tokių šaltinių kaip krosnys ir deginimo įrenginių dūmtakiai ir daugiau nei 10 m nuo artimiausio kelio, atstumą didinant priklausomai nuo eismo intensyvumo.
4. Ėmiklio išmetamoji anga turėtų būti laikoma taip, kad išmestas oras vėl nepatektų į įsiurbiamąją angą.

Taip pat galėtų būti atsižvelgiama į šiuos veiksniai [60]:

1. trukdantys šaltiniai;
2. saugumas;
3. priėjimas;
4. galimybė naudotis elektros energija ir telefono ryšiu;
5. vietovės matomumas jos aplinkos atžvilgiu;
6. visuomenės ir operatorių saugumas;
7. galimybė sujungti mėginių ėmimo vietas skirtingiems teršalams;
8. planavimo reikalavimai.

### **Dokumentai ir vietų atrankos patikrinimas**

Parinkimo vietai tvarka klasifikavimo etape turėtų būti išsamiai pagrįsta dokumentais bei tokiomis priemonėmis kaip geodezinė apylinkių nuotrauka ir detalus žemėlapis. Vietos turėtų būti reguliariai tikrinamos, pakartotinai pateikiant dokumentus, siekiant užtikrinti, kad bus laikomasi atrankos kriterijų. Tam yra reikalingas monitoringo duomenų tinkamas atrinkimas ir aiškinimas,

atsižvelgiant į meteorologinius ir fotocheminius procesus, turinčius įtakos tam tikroje vietoje matuotoms ozono koncentracijoms.

Mažiausias ėminių ėmimo vietų skaičius, reikalingas atlikti ozono koncentracijų matavimus nustatytose vietose oro kokybei įvertinti (28 lentelė), atsižvelgiant į atitiktą siektinoms vertėms, ilgalaikiams tikslams ir pavojaus slenksčiams, kai nenutrūkstami matavimai yra vienintelis informacijos šaltinis [32, 64].

28 lentelė. Mažiausias ėminių ėmimo vietų skaičius, reikalingas atlikti ozono koncentracijų matavimus nustatytose vietose oro kokybei įvertinti [32, 64]

| Gyventojų skaičius (x 1000)                                                                                                                                                                     | Aglomeracijos (miesto ir priemiesčio) <sup>(a)</sup> | Kitos zonos (miesto ir priemiesčio) <sup>(a)</sup> | Foninės, esančios kaimo vietovėse                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 250                                                                                                                                                                                           |                                                      | 1                                                  | 1 stotis/50000 km <sup>2</sup> kaip vidutinis tankis visose šalies zonose <sup>(b)</sup> |
| < 500                                                                                                                                                                                           | 1                                                    | 2                                                  |                                                                                          |
| < 1000                                                                                                                                                                                          | 2                                                    | 2                                                  |                                                                                          |
| < 1500                                                                                                                                                                                          | 3                                                    | 3                                                  |                                                                                          |
| < 2000                                                                                                                                                                                          | 3                                                    | 4                                                  |                                                                                          |
| < 2750                                                                                                                                                                                          | 4                                                    | 5                                                  |                                                                                          |
| < 3750                                                                                                                                                                                          | 5                                                    | 6                                                  |                                                                                          |
| > 3750                                                                                                                                                                                          | 1 papildoma stotis 2 milijonams gyventojų            | 1 papildoma stotis 2 milijonams gyventojų          |                                                                                          |
| <sup>(a)</sup> Ne mažiau kaip 1 stotis priemiesčio zonoje, kur gyventojams gali pasireikšti didžiausias poveikis. Aglomeracijose ne mažiau kaip 50 proc. stočių turėtų būti priemiesčio zonoje. |                                                      |                                                    |                                                                                          |
| <sup>(b)</sup> Sudėtingose vietovėse rekomenduojama 1 stotis 25 000 km <sup>2</sup> .                                                                                                           |                                                      |                                                    |                                                                                          |

Ėminių ėmimo vietų skaičius zonose kartu su kitomis papildomomis vertinimo priemonėmis, tokiomis kaip oro kokybės modeliavimas ir sujungti azoto dioksido matavimai, turi būti pakankamas, kad būtų galima patikrinti taršos ozonu tendencijas ir atitiktą ilgalaikiams tikslams. Apibrėžtas aglomeracijose ir kitose zonose esančių stočių skaičius gali būti sumažintas vienu trečdaliu. Jeigu informacija, gauta iš fiksuotų matavimų stočių, yra vienintelis informacijos šaltinis, turėtų būti ne mažiau kaip viena monitoringo stotis. Jeigu zonose, kuriose atliekami papildomi vertinimai, nebelieka matavimo stočių, bendradarbiavimas su kaimyninėse zonose esančiomis stotimis turi užtikrinti, kad ozono koncentracijos bus tinkamai įvertintos siekiant ilgalaikių tikslų. Atokiose kaimo vietovėse turėtų būti 1 stotis 100 000 km<sup>2</sup> [32, 64].

## 6.2. Taršos šaltinių ir jų išmetamų teršalų inventorizacija

Taršos šaltinių ir jų išmetamų teršalų inventorizacijos tikslai:

1. Nustatyti (patikslinti) aplinkos oro taršos šaltinių parametrus ir iš šių taršos šaltinių išmetamą teršalų kiekį ir sudėtį;
2. Nustatyti oro teršalų valymo įrenginių veikimo efektyvumą.
3. Įvertinti žaliavų panaudojimo ir atliekų tvarkymo efektyvumą [61].

Į aplinkos orą išmetamų teršalų apskaitą privalo tvarkyti:

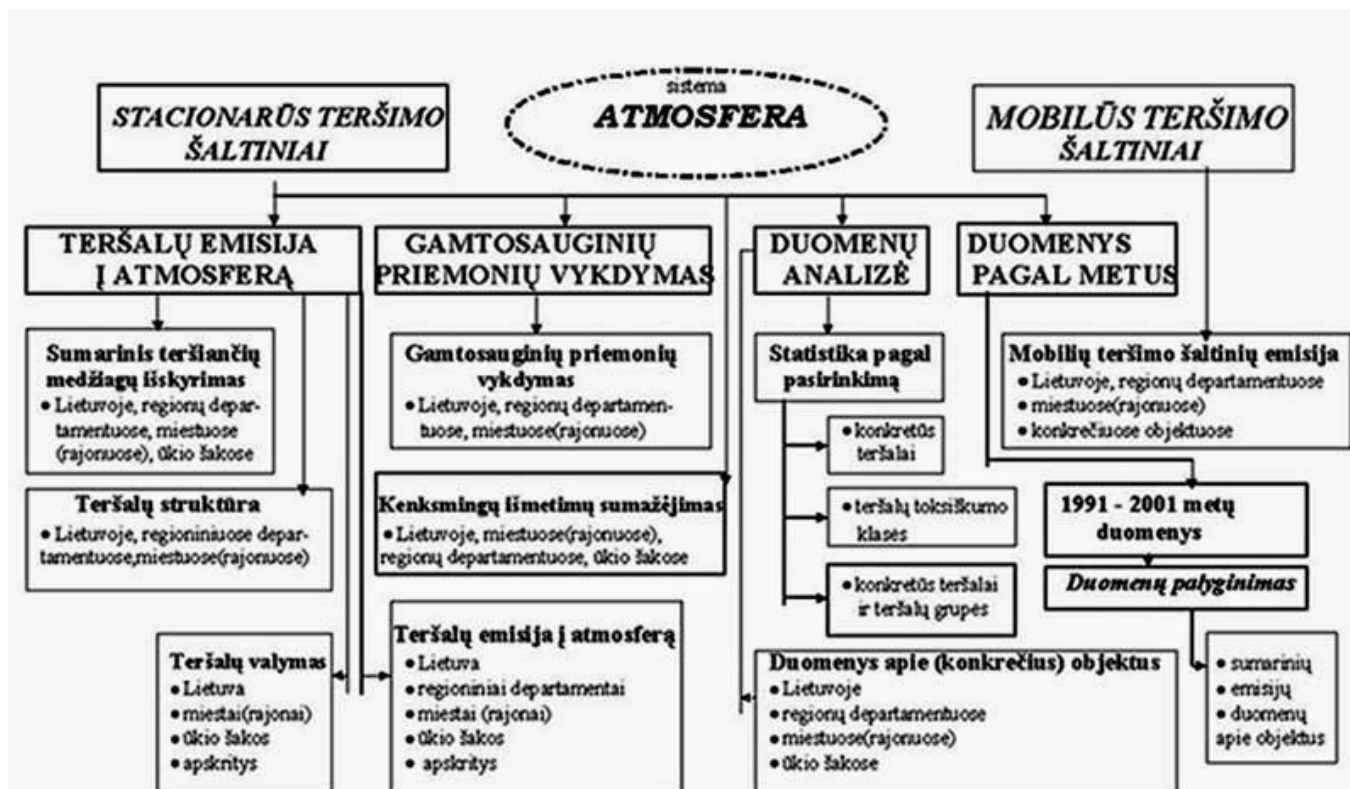
1. Stacionarių taršos šaltinių naudotojai, kuriems Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka privaloma gauti gamtos išteklių naudojimo leidimą.
2. Mobilųjų taršos šaltinių naudotojai, eksploatuojantys 50 ar daugiau motorinių transporto priemonių bei geležinkelio, oro, vidaus vandenų transporto priemones [59].

Taršos šaltinių naudotojai privalo tvarkyti apskaitą visų teršalų, patenkančių į aplinkos orą iš stacionarių ir mobilių taršos šaltinių.

Išsiskyrusių bei išmetamų teršalų sudėtis ir kiekiai nustatomi instrumentiniais matavimais.

Kiekvienais metais yra pildoma valstybinė statistinė ataskaita, forma Nr - 2 Atmosfera, Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka (Aplinkos ministro įsakymas Nr. 150) [17].

Sistemos „Atmosfera“ schema pateikta 43 paveiksle.



43 pav. Sistemos „Atmosfera“ schema [18]

### 6.3. Teršalų sklaidos modeliavimas

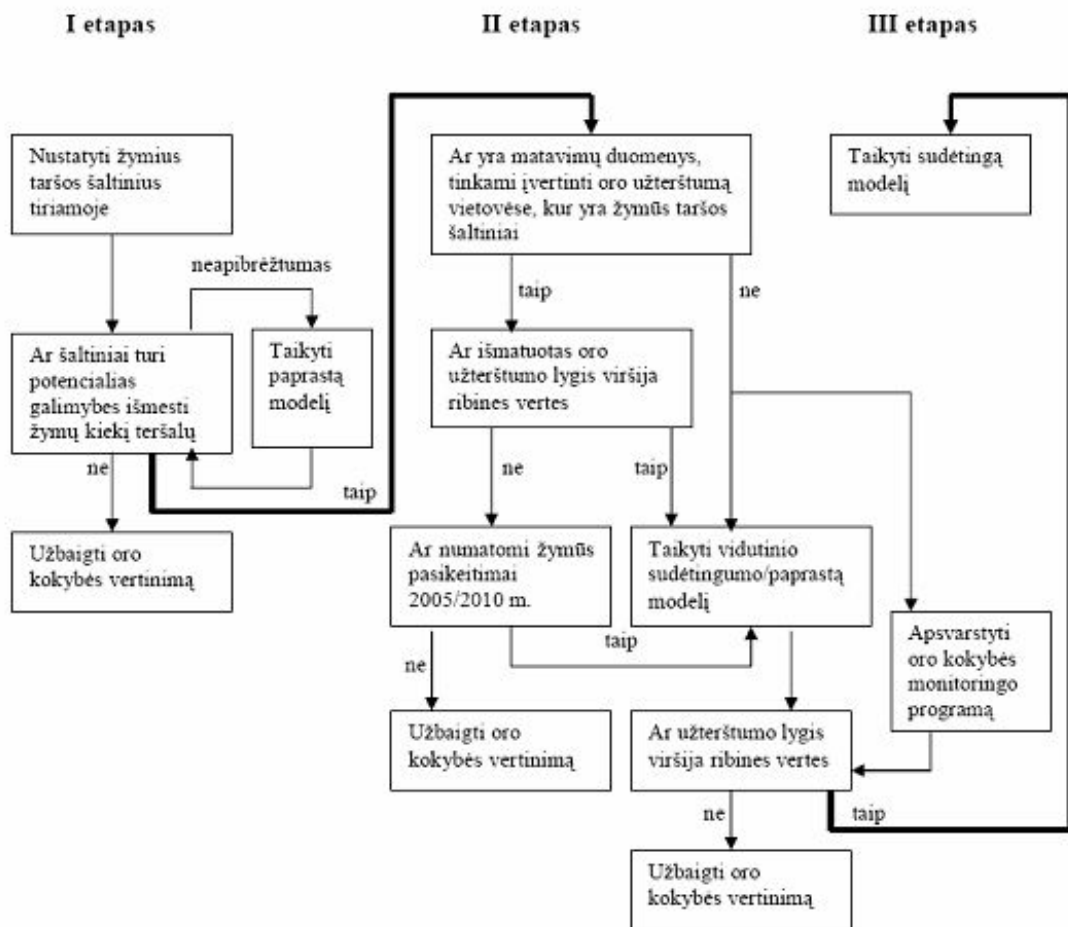
#### 6.3.1. Aplinkos oro kokybės vertinimas taikant modelius

Oro kokybės modeliuose naudojamos matematinės ir skaitmeninės technologijos, kurios reikalingos fizinių ir cheminių procesų, veikiančių oro teršalus sklindančius ir reaguojančius tarpusavyje atmosferoje, modeliavimui. Įvedus meteorologinius duomenis ir informaciją apie taršos

šaltinį (išmetamas teršalo kiekis, kamino aukštis), modeliai apskaičiuoja susidarančias teršalų koncentracijas, kurios vėliau palyginamos su teršalų ribinėmis vertėmis aplinkos ore.

Taikant modelius oro kokybės vertinime ir prognozavime, vartotojas turi pagrįsti tam tikro modelio pasirinkimą numatytam tikslui. Modelio pasirinkimui svarbiausią reikšmę turi esamų kokybiškų duomenų buvimas ir tinkamumas. Nėra reikalo naudoti sudėtingus modelius, jei turimi emisijos ir meteorologiniai duomenys yra apytikriai. Tuo atveju, jeigu iškyla būtinybė, vertinant oro kokybę, naudoti sudėtingus modelius, būtina papildomai surinkti duomenis, reikalingus modeliavimui [20, 69].

44 paveiksle pavaizduoti modelių taikymo atvejai.



44 pav. Modelių taikymo atvejai [20]

Išsamiam oro kokybės vertinimui dažniausiai naudojami Gauso pasiskirstymo modeliai (ang. Gaussian plume models) pritaikyti ir teršalų išmetimo pramoninių procesų metu modeliavimui ir oro kokybės vertinimui miestuose. Gauso debesies modeliai modeliuoja nuolatinį teršalų išmetimą, o jų išeiga (rezultatas) pagrįstas normalios teršalų sklaidos (Gauso pasiskirstymo) principu. Tolstant nuo taršos šaltinio, vidutinė teršalų koncentracija mažėja, o teršalų sklaidą lemia atmosferos pažemio sluoksnio stabilumas. Tokio Gauso modelio pavyzdys yra modelis ISC3.

Neseniai buvo sukurti naujos kartos Gauso pasiskirstymo modeliai, kur pažemio sluoksnis analizuojamas pagal naujesnį ir sudėtingesnį atmosferos pažemio sluoksnio supratimą (pažemio sluoksnis - žemiausias žemės atmosferos sluoksnis dažniausiai esantis iki 1 km aukščio, kur vėjus įtakoja žemės paviršiaus nelygumai bei ant žemės esantys objektai). Kaip pavyzdį galima paminėti Aermod ir ADMS modelius. Dvi pagrindinės šių naujos kartos modelių savybės yra tokios:

- Atmosferos pažemio sluoksnio savybes apibūdina du parametrai: pažemio sluoksnio storis ir Monino - Obukhovo ilgis, vietoj vieno parametro – Pasquillio - Giffordo stabilumo klasės;
- Dispersija esant **konvektinėms meteorologinėms sąlygoms** naudoja asimetrinę teršalų koncentracijos Gauso pasiskirstymą, kuris (kaip parodė modelių patvirtinimo studijos) yra reprezentatyvesnis už simetrinę Gauso pasiskirstymą [20, 69].

Pramoniniai modeliai naudojami esamų arba siūlomų pramonės įrenginių poveikiui modeliuoti. Dabartinė ir būsima oro kokybė gali būti vertinama atsižvelgiant į oro kokybės ribines vertes. Tai paprastai taikoma:

- ❖ TIPK patvirtinimui;
- ❖ Kamino aukščio nustatymui;
- ❖ Kvapų modeliavimui;
- ❖ Poveikio aplinkai vertinimui;
- ❖ Saugumo užtikrinimui ir ekstremalių atvejų planavimui [20, 69].

Miesto mastelio modeliai yra naudojami vertinant ir sprendžiant oro kokybės problemas regione ar mieste, nuo gatvės mastelio iki regiono, atsižvelgiant į visą eilę taršos šaltinių: transporto, pramonės, verslo patalpų ir namų šildymo bei kitų ne taip aiškiai erdviškai išreikštų šaltinių.

Nagrinėjant daug taršos šaltinių, duomenų valdymas tampa sudėtingas, todėl tokie modeliai dažnai turi sąsajas su geografinėmis informacinėmis sistemomis (GIS) ir teršalų inventorizacijos ataskaitomis [69].

### 6.3.2. Modelio parinkimo kriterijai

Modelio tinkamumą konkrečios vietovės oro kokybei vertinti apsprendžia eilė aplinkybių:

- ❖ vietovės topografijos ir meteorologinių sąlygų sudėtingumas;
- ❖ reikalaujamos analizės detalumas;
- ❖ atliekančio vertinimą personalo techninis pasiruošimas;
- ❖ turimi techniniai resursai;
- ❖ turimų emisijų inventorizacijos, meteorologinių bei oro kokybės duomenų bazės detalumas ir tikslumas.

Netikslinga naudoti detalių ir tikslių įvedamų duomenų reikalaujantį modelį, jei tokių duomenų nėra. Tačiau, jei tokie duomenys yra, modeliai, detaliau atsižvelgiantys į emisijų ir meteorologinių sąlygų kintamumą laike ir erdvėje, leis tiksliau įvertinti skirtingų kontrolės strategijų įtaką.

Tiksliausi oro kokybės vertinimai pasiekti modeliuojant ilgalaikius koncentracijų vidurkius vietovėse su nesudėtinga topografija. Didesni žemės paviršiaus aukščių svyravimai sukelia sudėtingus meteorologinius judėjimus, kuriuos sunku modeliuoti. Tokiais atvejais dažniausiai pritaikomi specialiai tai vietai sukurti modeliai ir skaičiavimams atlikti reikalingi žymiai didesni mašininiai resursai. Jei nėra tokio modelio ir nėra universalaus modelio, sugebančio tinkamai imituoti vietovės ypatumus, galima atlikti apytikslį parengiamąjį įvertinimą ir, atsiradus galimybei, pakeisti modelį tinkamu [20].

### 6.3.3. Taršos šaltiniai ir teršalai

Taršos šaltiniai, kuriuos paprastai reikalaujama įtraukti į oro kokybės modeliavimo studijas [69]:

- ❖ Pramoniniai šaltiniai, kurie yra apibūdinami kaip taškiniai taršos šaltiniai su vertikaliu teršalų išmetimu. Tačiau kai kuriuos pramoninius šaltinius (atviros talpos su lakiais junginiais arba išsklaidytosios taršos šaltinius) teisingiau būtų įvardinti ploto ar kiekio šaltiniais. Išmetant tam tikrus teršalus gali atsirasti greičio komponentas, taigi jie turi būti apibūdinami kaip srauto šaltiniai.

Svarbiausi dideliais kiekiais išmetami teršalai yra tie, kurie išsiskiria deginant organinį kurą t.y.  $\text{NO}_x$ , CO ir tikėtina  $\text{SO}_2$  bei  $\text{KD}_{10}$ , priklausomai nuo kuro rūšies. Tačiau priklausomai nuo proceso, teršalus išmetant per modeliuojamą kamino angą, gali prireikti įvertinti gana platų teršalų spektrą, neapsiribojant tik lakiaisiais organiniais junginiais (benzeno) ar sunkiaisiais metalais (švinu).

Išsklaidytoji tarša gali atsirasti esant nutekėjimams iš pramonės įmonių arba iš tokių veiklų kaip atvira kasyba arba karjerų eksploatacija, krovinių pakrovimas/iškrovimas arba veikla sąvartynuose. Tikėtina, kad iš tokių šaltinių išsiskirs LOJ ir  $\text{PM}_{10}$ . Išsklaidytąją taršą įvertinti sunku, jos šaltinius paprastai geriausia traktuoti kaip ploto ar tūrio šaltinius, įvertinant į orą išmestų teršalų kiekį.

- ❖ Keliai ir susiję taršos šaltiniai. Nors tam tikri teršalai siejami su automobilių išmetama tarša (CO,  $\text{SO}_2$ , benzenas, ir švinas), tačiau svarbiausi junginiai išmetami iš kelių transporto yra  $\text{NO}_x$  ir  $\text{KD}_{10}$ , kadangi tai yra teršalai, kurie kelia didžiausią rūpestį miestuose.



Kiti kelių transporto taršos parametrai: transporto kamščiai, papildomi keliai, transporto eilės, automobilių parkai, kurie apibūdinami kaip ploto ar tūrio šaltiniai.

Benzenas yra svarbus teršiantis junginys išmetamas kuro perpylimo stotyse, kurios apibūdinamos kaip ploto šaltiniai dengiantys kiemo teritoriją.

- ❖ Kiti transporto šaltiniai, apibūdinantys teršalų išmetimą iš geležinkelių, laivų ar oro uostų, paprastai modelyje pateikiami panašiai kaip ir kelių taršos šaltiniai, arba kaip ploto ar tūrio šaltiniai, priklausomai nuo to, kokia turima informacija apie šaltinį. Kai kuriuose modeliuose orlaivius galima pateikti kaip srauto šaltinius, kur teršalai išmetami lėktuvui kylant ir leidžiantis.
- ❖ Erdvėje neišsiskiriantys taršos šaltiniai. Aukščiau išvardintos taršos šaltinių grupės gali būti erdviškai apibrėžiamos, t.y. juos galima susieti su konkrečia vieta. Kiti teršalų šaltiniai tokie kaip šildomi gyvenamieji namai, komercinės patalpos, ar mažesnių kelių tinklas, geriausiai į modelį gali būti įtraukiami sujungiant juos į tinklėlį, kur kvadratas bus tarkime 1 x 1 km dydžio, padengiantį teritoriją, kuri yra modeliuojama.

Taršos šaltiniai gali būti padalinti į 4 pagrindinius teršalų išsiskyrimo į aplinkos orą tipus [20]:

- ❖ Taškiniai šaltiniai - kaminai. Paprasti modeliai gali skaičiuoti tik 1 kaminą, sudėtingi - daug kaminų tuo pat metu.
- ❖ Linijiniai šaltiniai - išmetimai iš kelių transporto. Paprasti modeliai - tik atskirą kelią arba jo atkarpą, sudėtingi - didelį kiekį įvairių tipų kelių, pvz.: tiltus, viadukus, sankirtas, gatvės kanjonus.
- ❖ Ploto šaltiniai - grupė taškinių arba linijinių šaltinių (parkavimo aikštelės, lėktuvų aptarnavimo darbai oro uoste, išmetimai per ventiliacines angas pramonės objektuose ir t.t.). Panašiai ir didelis miestas gali būti padalintas į grid'o kvadratus, kur išmetimai bus daugybė ploto šaltinių.
- ❖ Tūrio šaltiniai - tai gali būti ploto šaltiniai su vertikaliu aukščiu, pvz. išmetimai kylant ir leidžiantis lėktuvams.

#### **6.3.4. Meteorologinių faktorių įtaka teršalų sklaidai ir jų panaudojimas modeliuose**

Teršalo pažemio koncentracija, esant tai pačiai emisijai, gali labai skirtis priklausomai nuo meteorologinių sąlygų, vyraujančių teršalų išmetimo į aplinkos orą metu.

Pagrindiniai faktoriai, kurie įtakoja teršalo koncentracijos vertę yra [20]:

- ❖ Vėjo greitis - kuo jis stipresnis tuo teršalų koncentracijos mažesnės ypač tada, kai išmetimo šaltiniai yra arti žemės paviršiaus arba jų aukštis nedidelis. Aukštesniems šaltiniams, pvz.: kaminams, dūmų debesies aukštis mažėja didėjant vėjo greičiui. Taigi, arti taršos šaltinio mažesnis dūmų debesies aukštis gali nusverti greitesnio

teršalų atskiedimo efektą, dėl ko gali susidaryti didesnės pažemio teršalų koncentracijos.

- ❖ Atmosferos turbulencija. Paprastai atmosfera yra turbulentinė dėl vėjo (sukelia mechaninį maišymą) ir išilimo (sukelia konvekciją) poveikio. Temperatūros inversija (labai ribotas vertikalus oro maišymasis) bei nakties ir dienos turbulencija taip pat svarbi vertinant teršalų išsisklaidymą.
- ❖ Teršalo išmetimo aukštis. Daug teršalų išmetami per kaminus, o modelis vertina dūmų kamuolio pakilimą, kuris priklauso nuo išmetimo greičio ir atmosferos sąlygų.

Du iš šių faktorių yra meteorologiniai, o trečias - dūmų debesies aukštis gali būti įtakojamas meteorologijos [20].

Vėjo kryptis svarbi nustatant kur link teršalai bus nunešami.

“Naujos kartos” oro kokybės modeliui reikalingi tokie meteorologiniai parametrai [20]:

- ❖ Vėjo greitis ir kryptis, teršalų susimaišymui ir pernešimui įvertinti,
- ❖ Temperatūra, debesuotumas ir/arba saulės radiacija atmosferos stabilumui įvertinti.

Ypatingiems vertinimo atvejams gali būti reikalingi papildomi parametrai [20]:

- ❖ Krituliai, šlapių nuosėdų apskaičiavimui,
- ❖ Santykinė oro drėgmė matomumui teršalų debesyje nustatyti.

Pirminio vertinimo interesas yra sužinoti maksimalią pažemio koncentraciją bet kuriame pažemio taške aplink taršos šaltinį.

Meteorologinės sąlygos, įtakančios aukščiausias pažemio teršalų koncentracijas iš:

- ❖ aukštų šaltinių - palanki atmosferos konvekcija su žymiu vertikaliniu maišymusi (charakteringa karštai vasaros dienai) - didelis vėjo greitis, ypač jei yra aplinkui aukštų pastatų;
- ❖ pažemio šaltinių, pvz. kelių transporto - rami, stabili atmosfera, ypač jei yra didelė inversija. Tokios sąlygos būdingos šaltam ūkanotam žiemos rytui.

Priklausomai nuo nagrinėjamo teršalo, galima skaičiuoti trumpo ir ilgo periodo didžiausias koncentracijas. Pirmuoju atveju būtina sužinoti prie kokių meteorologinių sąlygų būna didžiausios koncentracijos. Tam tikslui, naudojant modelį, yra suskaičiuojamos maksimalios pažemio koncentracijos, esant įvairioms meteosąlygoms ir išsiaiškinama prie kokių meteosąlygų gaunamos didžiausios koncentracijos. Antruoju atveju, kai skaičiuojama ilgo periodo koncentracijos paprastai naudojamos klimatinės charakteristikos.

Pasirinkti meteorologiniai duomenys turi atspindėti visos teritorijos, kurioje modeliuojama oro tarša, meteorologines sąlygas. Taigi, meteorologinių stebėjimų punktų vieta, atstumas iki

modeliuojamo regiono, tipas (pakrantės ar žemyninis), išsidėstymas (šalia ar toliau nuo sudėtingo reljefo teritorijos) yra labai svarbūs faktoriai.

Nors galima naudoti statistinius meteorologinius duomenų rinkinius, geriau naudoti nuoseklius valandinius duomenis, kad būtų galima įvertinti retai susidarančias ekstremalias sąlygas.

Tiriamajame taške turi būti renkamas pilnas meteorologinių duomenų rinkinys. Reikia pastebėti, kad modelio, parengto miesto mastelio modeliavimui, patvirtinimui naudojamų meteorologinių duomenų surinkimo metai turi būti tie patys, kuriais buvo renkami teršalų išmetimo duomenys bei pagrindiniai baziniai duomenys.

Tiriant teršalų išmetimą iš pramonės objektų ir norint įvertinti metrinės duomenų variacijas, reikia žinoti daugiau nei vienerių metų meteorologinius duomenis [69].

### 6.3.5. Modeliui reikalingi įvesties duomenys, modeliavimo rezultatai ir jų interpretacija

Visi dispersijos modeliai reikalauja tam tikros formos įvesties duomenų, kuriuose atsispindėtų teršalų išmetimai ir juos supanti aplinka.

Pagrindiniai dispersijos modelių įvesties parametrai yra šie [20]:

- ❖ Emisijos intensyvumas – tai teršalų kiekis, išmetamas iš taršos šaltinio per tam tikrą laiko tarpą. Priklausomai nuo šaltinio tipo emisijos intensyvumas gali būti skaičiuojamas iš išmatuotų koncentracijų kamine, transporto srauto intensyvumo kelio atkarpoje ir pan.
- ❖ Teršalų išmetimo sąlygos – tai fizinės taršos šaltinio charakteristikos, kurios apsprendžia teršalų dispersiją atmosferoje, pvz.: kamino aukštis, išmetamų dujų temperatūra ir kt.
- ❖ Meteorologiniai faktoriai - tai vėjo greitis, kryptis, atmosferos turbulencijos intensyvumas, įtakojantys teršalų išsisklaidymą atmosferoje.
- ❖ Vietinė aplinka – tai vietovės reljefas ir šalia esantys pastatai. Be to, svarbu nustatyti vietą (receptorius), kur bus modeliuojamos teršalų koncentracijos.

Modeliavimo rezultatai didžia dalimi susideda iš teršalo koncentracijos verčių, kurios gali būti pateikiamos įvairiais būdais. Teršalo koncentracija ore - tai teršiančios medžiagos kiekis kiekviename kubiniame metre oro. Koncentracija, priklausomai nuo jos dydžio, gali būti išreikšta gramais, miligramais, mikrogramais kubiniame metre oro. Taip pat ji gali būti išreikšta ppm arba ppb.

Teršalo koncentracija dėl atmosferos turbulencijos labai varijuoja laike. Praktiniam naudojimui koncentracija yra nurodoma per tam tikrą laiko periodą.

Dispersijos modeliuose trumpas periodas paprastai yra valanda, kadangi meteorologinės sąlygos išlieka maždaug pastovios per tokį laiką. Teršalo koncentracijos gali būti skaičiuojamos

kaip vienos valandos periodo seka su atskirų valandų meteorologinėmis sąlygomis ir, jeigu žinoma, su skirtingais valandos emisijos intensyvumais. Tačiau suskaičiuota koncentracija kaip valandos vidurkių seka nėra visada tiesiogiai panaudojama ir paprastai tie duomenys apdorojami įvairiais būdais. Tam, kad palyginti suskaičiuotas teršalų koncentracijas su nustatytomis ribinėmis vertėmis, reikia atsižvelgti į jų skirtingą vidurkio laiką. Kai kuriems teršalams yra nustatyta ilgo periodo, paprastai vidutinė metinė ribinė vertė už kalendorinius metus.

Pirminio vertinimo etape, kai norima nustatyti ar bus viršijamos ribinės vertės pakanka suskaičiuoti maksimalią vienos valandos koncentraciją. Turint 1 valandos koncentraciją ir norint suskaičiuoti ar bus viršijamos atskirų teršalų 8 val., 24 val. bei metinė ribinė vertė, galima nustatyti empirinius ryšius, pagrįstus matavimų rezultatais. Šis ryšys įgalina konvertuoti viena forma išreikštą koncentraciją į kitą formą, pavyzdžiui, galima vienos valandos viršijimų skaičių gauti iš teršalo koncentracijos metinio vidurkio. Abiejų formų išraiškos yra lygiavertės, bet viena, tokia kaip metinis vidurkis, gali būti lengviau suskaičiuota naudojant dispersijos modelį. Naudoti nustatytus empirinius ryšius reikia atsargiai, tačiau jie žymiai supaprastina ir palengvina oro kokybės vertinimą.

Daugelyje situacijų modeliai naudoja foninę koncentraciją, kuri yra sudedama su taršos šaltinio išmetamo teršalo sumodeliuota koncentracija.

Modelio rezultatų neapibrėžtumui įvertinti palyginamos matavimo vietose išmatuotos koncentracijos su sumodeliuotomis toje teritorijoje.

Modelio įvesties duomenys turi būti derinami tol, kol pasiekiamas pakankamas modelio rezultatų ir monitoringo duomenų atitikimas, laikant, kad monitoringo duomenis gali įtakoti išoriniai faktoriai, kurių modelis negali įvertinti.

Oro kokybės modeliuose dažnai remiamasi 1 ar 2 kartų tikslumo paklaida (sumodeliuota vertė nuo išmatuotos gali skirtis vieną ar du kartus). Kai reprezentaciniai duomenys įvedami į modelį, kuris pripažintas galiojančiu, tikslumas turi būti žymiai didesnis, o sumodeliuoti ir monitoringo duomenys dažnai gali atitikti tik 10 % [69].

Pagrindiniai sunkumai iškylantys lyginant oro kokybės matavimų rezultatus su modelio suskaičiuotais rezultatais [20]:

1. Modelio mastelyje matavimai yra taškas erdvėje, tuo tarpu modelis pateikia tūrio vidurkius.
2. Matavimo klaidos ir neapibrėžtumas.
3. Nepakankamas atmosferoje vykstančių procesų įvertinimas modelyje.
4. Įvesties duomenų klaidos modelyje (emisijos ir meteorologiniai duomenys) gali iškreipti modelio rezultatus.

#### 6.4. Matavimų ir modeliavimo kombinacijos

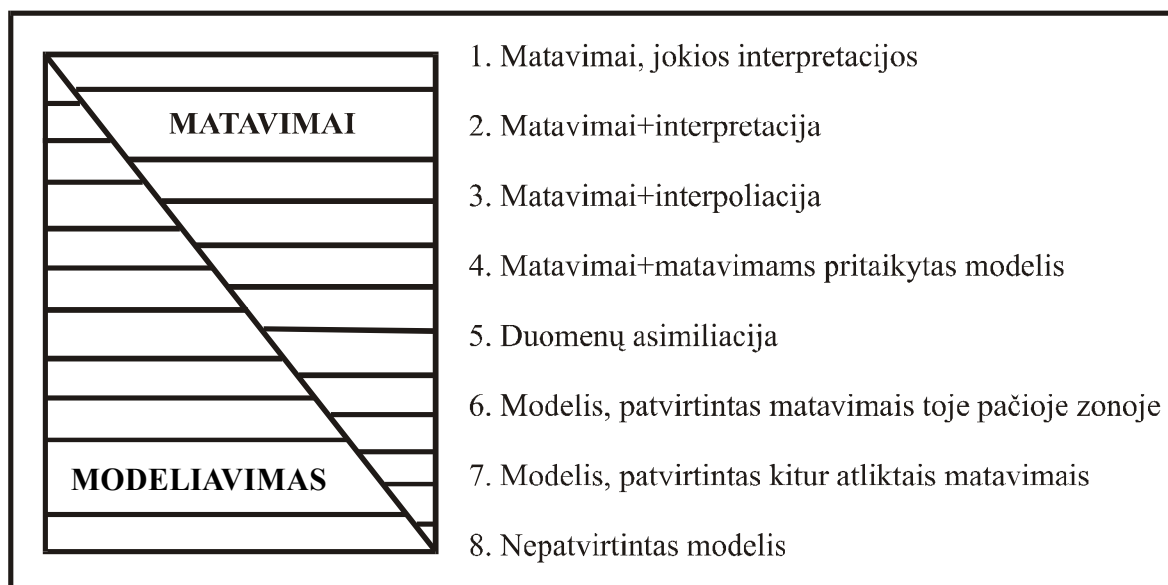
Aplinkos oro kokybės vertinimui gali būti taikomas bet koks metodas, leidžiantis matuoti, skaičiuoti arba prognozuoti oro užterštumo lygį. Nagrinėti trys pagrindiniai oro kokybės vertinimo metodai:

1. Oro užterštumo matavimai;
2. Taršos šaltinių išmetamų teršalų inventorizacija;
3. Teršalų sklaidos modeliavimas.

Šių oro kokybės vertinimo metodų tarpusavio integracija sudaro oro kokybės vertinimo sistemos pagrindą.

Naujosios ES oro kokybės direktyvos skatina modelių naudojimą, nes jie leidžia geriau įvertinti erdvinį teršalų pasiskirstymą skirtingai negu matavimai, kurie yra tik taškas erdvėje. Geriausia kombinacija atliekant vertinimą - lygiavertis matavimo ir modeliavimo duomenų panaudojimas [20].

Galimos matavimų ir modeliavimo kombinacijos pateikiamos 45 pav.



45 pav. Matavimų ir modeliavimo kombinacijos[20]

#### 7. TIRIAMOJO ELEMENTO EKSPERIMENTO PLANAVIMO METODIKA

Tiriamąjo elemento eksperimento planavimu siekiama tiksliai įvertinti atmosferos teršalų sklaidą ir matavimo stočių išdėstymo parinkimą. Atlikti šį eksperimento planavimą – vadinasi, pirmiausia sudaryti algoritmą ir jį taikyti bandymų serijoms. Pasirenkant eksperimento algoritmą reikalinga atsižvelgti ne tik į tyrimo tikslą, bet ir į turimą informaciją apie tiriamus reiškinius. Pritaikius ir apdorojus kiekvienos serijos rezultatus turi būti sprendžiama ką daryti toliau. Šiame darbe nagrinėjamo eksperimento planavimo rezultato duomenis geriausia apdoroti ir pateikti

vaizdine forma, parodančia ryšius tarp reiškinių, kurie įtakoja šį planavimą t.y. pateikti matavimo stočių sąlyginį vaizdinį, kuris būtų išreikštas algoritmo schema.

Norėdami padidinti imčių tyrimo efektyvumą generalinę aibę turime suskaidyti į sluoksnius tam tikru būdu. Remiantis [82] priimame šiuos taikomų matavimų skaičiaus sluoksniais privalumus:

- ❖ efektyviau tiriama imtis;
- ❖ imties sudarymo momentu stebėjimo vienetų įtraukimo į imtį tikimybės yra vienodos;
- ❖ išvengiama sisteminių klaidų;
- ❖ tik atsitiktinė imtis garantuoja tyrimo objektyvumą.

Tarkime, kad generalinę aibę suskirstome į  $k$  sluoksnių ir tegul skaičiams  $i = 1, 2, \dots, k$  [33]:

$N_i$  - generalinės aibės  $i$  – to sluoksnio elementų skaičius;

$N = \sum_{i=1}^k N_i$  - generalinės aibės elementų skaičius;

$n_i$  -  $i$ -to sluoksnio elementų skaičius imtyje;

$n = \sum_{i=1}^k n_i$  - visos imties elementų skaičius;

$x_{ij}$  -  $j$ -to elemento požymio  $x$  reikšmė generalinės aibės  $i$ -tame sluoksnyje;

$m_i$  - tiriamojo požymio vidurkis generalinės aibės  $i$ -tame sluoksnyje;

$m$  - to požymio vidurkis generalinėje aibėje;

$\sigma_i^2$  - požymio  $x$  dispersija generalinės aibės  $i$ -tame sluoksnyje;

$\hat{\sigma}^2$  - požymio  $x$  dispersija tarp generalinės aibės sluoksnių;

$\sigma_0^2$  - požymio  $x$  pilnoji dispersija generalinėje aibėje.

Taigi, turime šias lygybes [33]:

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}}{N_i}, \quad (1)$$

$$m = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} \frac{x_{ij}}{N}, \quad (2)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m_i)^2, \quad (3)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k N_i (m_i - m)^2, \quad (4)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m)^2. \quad (5)$$

Formulę (5) užrašome taip:

$$\begin{aligned} \sigma_0^2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m_i + m_i - m)^2 = \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \left[ \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m_i)^2 + 2(m_i - m) \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij} - m_i + N_i (m_i - m)^2 \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Pagal formulę (1) turime  $\sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m_i)^2 = 0$ , dėl to

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \left[ \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - m_i)^2 + N_i (m_i - m)^2 \right]. \quad (7)$$

Panaudoję (3) ir (4) formules gauname:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k N_i \sigma_i^2 + \hat{\sigma}^2. \quad (8)$$

Jeigu generalinę aibę suskaidome į sluoksnius taip, kad skirtumas tarp atskirų sluoksnių tiriamo požymio atžvilgiu yra didelis, tai dispersija  $\hat{\sigma}^2$  yra didelė, o dispersijos  $\sigma_i^2$  yra atitinkamai mažos.

Sluoksniuoti tyrimai remiasi tuo, kad generalinė aibė suskirstoma į homogenines dalis.

Tegul  $\bar{z}_i$  yra tiriamojo požymio  $x$   $i$ -to sluoksnio imties vidurkis ir imamas parametro  $m$  įvertinimu. Įrodoma, kad  $\bar{x}$  yra parametro  $m$  nepasislinkęs įvertinimas.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^k \frac{N_i}{N} \bar{z}_i. \quad (9)$$

Imtis imama kiekviename sluoksnyje atskirai. Remiantis teorema, kad  $n$  nepriklausomų atsitiktinių dydžių sumos dispersija yra lygi atskirų dydžių dispersijų sumai gauname imties priklausomo paėmimo schemas formulę, kuri galioja imties vidurkio dispersijai sluoksniuoto tyrimo atveju:

$${}_s\sigma_{\bar{x}^2}^2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \cdot \frac{N_i^2 \sigma_i^2}{n_i}. \quad (10)$$

Formulėje (10) kairysis raišys  $\sigma$  indeksas  $s$  rodo, kad čia turime reikalą su sluoksniuotu prabos paėmimu. Naudodami nesuvaržytą prabos paėmimą, gauname (11) formulę, kuri atitinka (10) formulę:

$${}_n\sigma_{x^2}^2 = \frac{N-n}{n(N-1)} \cdot \sigma_0^2 = \frac{N-n}{n(N-1)} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k N_i \sigma_i^2 + \hat{\sigma}^2 \right]. \quad (11)$$

Dispersija (11) yra dažnai didesnė už atitinkamą dispersiją (10), vadinais – sluoksniuotos imties paėmimas yra dažnai efektyvesnis už nesuvaržytą imties paėmimą.

Imčių tyrimo metu svarbu kuo daugiau padidinti efektyvumą, todėl duotam imčių tūriui parenkamas skaičius  $n_i$  taip, kad išraiška (10) būtų mažiausia [33].

Užrašome (10) formulę tokiu pavidalu:

$${}_s\sigma_{x^2}^2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k \frac{N_i^3 \sigma_i^2}{n_i(N_i-1)} - \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k \frac{N_i^2 \sigma_i^2}{N_i-1}. \quad (12)$$

Imčių tūris  $n$  yra duotas, todėl skaičiai  $n_i$  patenkina lygybę:

$$\sum_{i=1}^k n_i = n. \quad (13)$$

Iš šios lygybės galime išreikšti  $n_k$  likusiais skaičiais  $n_i$ :

$$n_k = n - \sum_{i=1}^{k-1} n_i. \quad (14)$$

Visas  $n_i$  reikšmes, duodančias mažiausią išraiškos (10) reikšmę, gauname, išsprendę  $k$  lygčių sistemą, t.y. išsprendę lygtį (14) ir  $k-1$  lygtis:

$$\frac{N_i^3 \sigma_i^2}{N_i-1} \cdot \frac{1}{n_i^2} - \frac{N_k^3 \sigma_k^2}{N_k-1} \cdot \frac{1}{n_k^2} = 0 \quad (i=1, 2, \dots, k-1). \quad (15)$$

Šią lygčių sistemą galima užrašyti:

$$\frac{N_i^3 \sigma_i^2}{N_i-1} \cdot \frac{1}{n_i^2} = a \quad (i=1, 2, \dots, k).$$

Čia  $a$  yra žinoma konstanta. Taigi,

$$n_i^2 = Q^2 \frac{N_i^3 \sigma_i^2}{N_i-1} \quad (i=1, 2, \dots, k), \quad (16)$$

$$\text{čia } Q^2 = \frac{1}{a}.$$

Jeigu šioje formulėje  $N_i - 1$  galima pakeisti skaičiumi  $N_i$ , tai gauname:



$$n_i = Q N_i \sigma_i. \quad (17)$$

Iš (17) formulės matyti, kad optimalūs skaičiai  $n_i$  yra proporcingi sluoksnio elementų skaičiui ir tiriamojo požymio vidiniam standartiniam nukrypimui sluoksnyje. Sąryšis (17) yra labai vaizdus: iš sluoksnio, kuriame tiriamas požymis yra labiau išsibarstęs, reikia imti didesnę imtį, negu iš sluoksnio, kuriame tas požymis yra pasiskirstęs tolygiau [33].

Norėdami surasti proporcingumo koeficientą  $Q$ , pastebėsime, kad pagal formulę (17)

$$n = Q \sum_{i=1}^k N_i \sigma_i. \text{ Todėl}$$

$$Q = n / \sum_{i=1}^k N_i \sigma_i. \quad (18)$$

Statistinėje praktikoje, atliekant imčių tyrimą, standartiniai nukrypimai  $\sigma_i$  dažniausiai iš anksto nėra žinomi.  $\sigma_i$  reikšmėms surasti atliekamas preliminarinis tyrimas: iš atskirų sluoksnių paimamos palyginti mažos imtys ir iš jų apytikriai apskaičiuojami tiriamojo požymio nukrypimai  $\sigma_i$  [11].

Dėl atskirų sluoksnių imčių tūrio priklausomybės nuo dydžio  $\sigma_i$  vieno tiriamojo požymio atžvilgiu, imties tyrimo efektyvumas kitų požymių atžvilgiu gali sumažėti. Šiame darbe atliekamas eksperimento planavimo apibūdinimas neapsiriboja imties tyrimu, kurio tikslas yra išskirti tik vieną požymį. Taigi įvairių požymių dispersijos sluoksnių viduje reikalauja skirtingų skaičiaus  $n_i$  grupių. Reikalinga surasti skaičius  $n_i$  tokiam požymiui, kurį mes laikome pagrindiniu mūsų tyrime arba požymiui, kuris yra smarkiai koreliuotas su daugeliu kitų požymių [11].

Formulė (17) optimaliems skaičiams  $n_i$  yra tik apytikrė, taikoma tik didelėms aibėms, kurioms  $N-1$  ir  $N_i-1$  galima pakeisti atitinkamai skaičiais  $N$  ir  $N_i$ . Pagal (16) formulę mažoms generalinėms aibėms optimalūs skaičiai yra:

$$n_i = Q \sqrt{\frac{N_i}{N_i-1}} N_i \sigma_i \quad (19)$$

Šiame darbe nagrinėjamo eksperimento planavimui reikalinga nagrinėti daugelį mažų imčių, o ne vieną didelę imtį. Todėl naudojamas suvaržytos imties paėmimo schemos taikymas.

## 8. ORO KOKYBĖ GYVENAMOSIOSE PATALPOSE IR REKOMENDACIJOS GYVENTOJAMS

### 8.1. Oro kokybė gyvenamosiose patalpose

Oro kokybės įtaka visų pirma – tai tinkamos gyvenimo sąlygos. Svarbiausios sąlygos, lemiančios būsto kokybę bei garantuojančios ilgalaikę vertę – gerai pasirinkta vieta, neužteršta aplinka.

26 proc. Vilniečių gyvena labai užterštose teritorijose. Žinome, kad oras miestų gatvėse yra užterštas automobilių išmetamosiomis dujomis bei patenkančiomis į atmosferą per kaminus gamybos atliekomis ir teršalais, tačiau ne kiekvienas susimąstome, kad nė kiek ne mažiau – pagal ekologinių tyrimų rezultatus, netgi daug labiau – užterštu oru mes kvėpuojame savo namuose.

Iš dalies tai sąlygoja naujos statybas reglamentuojančios normos, skirtos energijos taupymui, kurios reikalauja izoliuoti patalpas nuo išorinės aplinkos. Laikantis šių normų yra statomi nauji namai ir atnaujinami seni, tačiau nesutvarkius ventiliacinės sistemos – šiuo požiūriu ypač „nuskriausta“ senoji statyba – uždarytų patalpų ore kaupiasi įvairūs teršalai, kenksmingos žmogaus sveikatai medžiagos. Nuodingų junginių šaltiniu gali tapti ir statybai ar apdailai, baldams panaudotos medžiagos. Aplinkos oro kokybė neabejotinai turi įtakos gyventojų sergamumui. Epidemiologiniais tyrimais nustatyta, kad aplinkos oro užterštumas anglies monoksidu, sieros ir azoto oksidais, kietosiomis dalelėmis didina sergamumą įvairiomis respiracinėmis infekcijomis, kitomis kvėpavimo sistemos, širdies ligomis.

Pagrindinis aspektas, padidinantis individo pažeidžiamumą, yra amžius. Labiausiai jautrios neigiamiems veiksniams, tarp jų ir užterštam orui, yra dvi žmonių amžiaus grupės: asmenys iki 10 metų ir vyresni nei 65 metų. Ypatingai kenkia jautriems, sergantiems alergija ar astma žmonėms, vaikams.

2007 metais paskelbtas tyrimas [72] nustatė, kad moterys, gyvenančios užterštose vietovėse turi didesnę riziką numirti nuo širdies ligų, o tuo tarpu Lancet straipsnis teigia [34], kad vaikai, gyvenantys 500 m. nuo pagrindinių kelių, dažniau patiria plaučių pažeidimą, serga astma ir trumpiau gyvena.

Svarbu nuolat stebėti aplinkos oro taršą, ieškoti būdų, kaip pagerinti atmosferos kokybę ir diegti kitus rizikos sveikatai mažinimo kriterijus. Gyventojai turi būti mokomi kaip sumažinti oro taršos įtaką sveikatai.

### 8.1. Rekomendacijos gyventojams

#### *Oro valytuvai*

Oro valytuvai pašalina net 0,1 mikrometro (dešimta tūkstantoji milimetro dalis) dydžio dulkeles. Filtruose lieka dulkės, transporto priemonių skleidžiami teršalai, medžių ir augalų

žiedadulkės, pelėsiai, bakterijos, gyvuliniai alergenai ir dulkių erkutės. Reguliariai valant orą kambariuose, ant paviršių mažiau kaupiasi dulkės ir kiti nešvarumai [74].

Anijoniniai oro valytuvai, skleisdami anijonus, neutralizuoja ir šalina iš oro teigiamus jonus. Tai yra pagrindinė anijoninio oro valytuvo funkcija. Anijonas pašalina žalingas medžiagas, kurios susidaro veikiant elektromagnetinėms bangoms.

Įvairūs teršalai (cigarečių dūmai, sieros rūgšties dujos ( $\text{SO}_2$ ), azoto suboksidas ( $\text{NO}_x$ ) ir anglies viendeginis ( $\text{CO}$ ) sudaro ore teigiamus jonus. Tačiau oro valytuvo generuojami anijonai neutralizuoja, nusodina ir pašalina iš oro šiuos teigiamus jonus.

Veikiant teigiamiesiems jonams, ore kaupiasi dulkės ir žiedadulkės, gerokai padaugėja įvairių teršalų dalelių. Anijonai šias daleles neutralizuoja ir šalina iš oro arba suteikia joms neigiamą krūvį. Dėl šio neigiamo krūvio jas pritraukia ir surenka valytuve įdiegta teigiamą krūvį turinti dulkių kolektoriaus plokštė [45, 46, 73].

### ***Kondicionierių ir filtrų taikymas***

Kraujotakos ir kvėpavimo sistemoms oras yra labai svarbus. Juo palaikomas organizmo gyvybingumas ir netgi stiprinamas jo funkcionavimas. Kadangi kiekvienam asmeniškai įtakoti taršos mažinimą beveik nėra galimybių, o ir atsisakyti visų civilizacijos teikiamų patogumų nėra prasmės, darosi akivaizdi būtinybė valyti bent jau gyvenamųjų patalpų ir biurų orą, – tokia ir yra oro valymo įrenginių paskirtis.

Oro valymo įrenginių veikimo principas – ore esančių teršalų dalelių nusodinimas ant specialių filtrų. Kokie filtrai naudojami oro valymo įrenginyje, priklauso nuo teršalų rūšies, oro švarumo poreikio, valomos erdvės dydžio. Oro valymo įrenginiai yra sudaryti iš ventiliatoriaus ir filtrų rinkinio ir gali išvalyti iš užteršto oro beveik visas kenksmingas medžiagas [107]. Šiuo metu yra nemažai įmonių, kurios siūlo bendradarbiauti projektuotojams ir montuotojams sprendžiant vėdinimo problemas.

Nors oro kondicionierių pagrindinė funkcija – vėsinti, tačiau jie taip pat gali ir išvalyti orą. Oro kaita padeda pašalinti iš patalpų įvairius teršalus. Oro judėjimo greitis patalpose turėtų būti iki 0,3 m/s, tai sąlygoja mus supančio oro kaitą ir galimybę kvėpuoti švaresniu oru. Gyvenamosiose patalpose oras turėtų keistis ne mažiau 3 kartų per valandą [75]. Kadangi mūsų pastatai nėra hermetiški, oras dėl temperatūrų bei slėgių skirtumo sienose bei per visus įmanomus plyšius natūraliai keičiasi 1 kartą per valandą. Rekomenduojama naudoti ortakius, viršulanguis ir kitas priemones padidinti oro kaitą patalpose. Daugelis oro kondicionierių turi įvairiausias filtrų sistemas, bet paprastai jos sudarytos iš kelių filtrų pakopų. Pirmiausia, tai elektrostatiniai filtrai, kurie apsaugo mūsų plaučius ir vidinio įrenginio šilumokaitį nuo dulkių. Kita pakopa – filtrai, kurie surenka smulkiausias dulkes, augalų žiedadulkes, kvapus, cigarečių dūmus ir kt.

### ***Kiliminių dangų eksploatacija ir priežiūra***

Dulkės, smėlis, molis ir kitos kietosios dalelės paprastai prasiskverbia į kilimo pūkus. Tam tikro tipo purvas greitai prasiskverbia į kilimą. Kietųjų dalelių ant kilimo pateks mažiau, jei prie įėjimo į pastatą bus padėti maži kojų valymo takai arba purvui surinkti skirti kilimėliai. Kilimines dangas būtina reguliariai valyti dulkių siurbliu, kad kilimo pūkuose neužsilaikytų purvas. Kartkartėmis šį darbą reiktų patikėti profesionalams [47, 48].

### ***Gatvių priežiūros užtikrinimas***

Siekiant dar labiau sumažinti oro užterštumą, rūpinimasis gatvių švara turėtų tapti ne epizodiniu, bet kasdieniu savivaldybės ir komunalinių tarnybų rūpesčiu. Duobėtos, nevalomos gatvės, kai kur dar neasfaltuotos automobilių stovėjimo aikštelės bei gatvės, nesutvarkyti jų pakraščiai, kur vietoje išgrįstų šaligatvių arba želdynų yra išvažinėtas dirvožemis – tai ne tik grėsmė eismo saugumui, bet ir papildomas kietųjų dalelių šaltinis ir reikia dėti visas pastangas jam pašalinti.

### ***Dirbtinio vėdinimo ventiliatoriai***

Teršalai ypatingai kaupiasi uždaroje patalpose. Daugiaaukščių pastatų viršutiniuose aukštuose natūrali trauka nėra efektyvi, todėl būtina naudoti dirbtinio vėdinimo ventiliatorius, kurie intensyviai keistų patalpos orą.

### ***Plastikiniai ir mediniai langai***

Dažnam tenka susidurti su pasirinkimu tarp plastikinių ir medinių langų. Vienas iš svarbiausių pasirinkimo aspektų – žmogaus sveikata. Paplitus sandariems šiuolaikiniams langams, oro kaita gyvenamosiose patalpose labai sumažėjo. Kiekvienas inžinierius dirbantis projektavime remiantis skaičiavimais gali pasakyti, kad orlaidės namuose yra būtinos, jei nėra jokios ventiliacijos, ne bute pagal statybines normas ir reglamentus privaloma 0,5 karto oro kaita. Jeigu bute nėra jokios ventiliacijos ir tvarkingai bei kokybiškai sudėti langai, tai ne tik langų rasojimas, bet ir po 2 - 5 metų pelėsiai taip pat.

### ***Vėdinimo sistemos, oro filtrų pritaikymas***

Uždaroje patalpose per dieną praleidžiame apie 80 proc. laiko. Žmogus iškvepia CO<sub>2</sub> bei vandens garus, prakaituoja, ruošia maistą, rūko, cheminės medžiagos garuoja iš plastikų, dažų, klijų ir lako. Taip pat negalime pamiršti, kad uždaroje patalpose žymiai daugiau kaupiasi teršalai, kurie patenka iš aplinkos. Šios medžiagos – neišvengiamos, tačiau patalpų ore jų neturi būti per daug. Gerą patalpų mikroklimatą lemia tai, ar tinkamai šildoma, vėdinama, ar kondicionuojamas oras.

Lietuvoje kol kas ganėtinai mažai patirties, įgytos įrengiant mechaninio vėdinimo sistemas (ypač tokios, kuri sietųsi su šalinamo oro šilumos panaudojimu).

Butų vėdinimui yra projektuojami ir gaminami kompaktiški vėdinimo įrenginiai, kurie leidžia panaudoti šalinamo oro šilumą. Į patalpas tiekiamas oras švarus – naudojami didelio naudingo ploto oro filtrai (filtrai yra parenkami pagal norimų valyti dalelių dydį), kurie ne tik išvalo kenksmingas daleles, bet ir taupo šilumos energiją. Vienas universalesnių sprendimų galėtų būti virš pakabinamų lubų koridoriuje ar vestibulyje sumontuota įranga, pravedant ortakius per atitvarą tiesiai į kambarius. Tada vėdinamose patalpose ortakių vedžioti jau nereikia, todėl neprarandama gyvenamų patalpų aukščio. Jeigu nepavyksta, ortakius patalpų kampuose galima paslėpti atliekant apdailą [107]. Projektuojant buto vėdinimą svarbu numatyti tyliai dirbančius vėdinimo įrenginius. Patartina naudoti apvalius lakštinio plieno ortakius (lankstūs ortakiai gali skleisti papildomą triukšmą, juose didesni aerodinaminiai nuostoliai).

### ***Miestų plėtra***

Žmonės privalo domėtis miestų planavimu. Tiesiamų aplinkkelių vertinimo programa turi būti prieinama kiekvienam suinteresuotam gyventojui. Dažnai nauji gyvenamieji kvartalai statomi neatsižvelgiant į reikalingą saugų atstumą nuo važiuojamosios dalies, kas taip pat įtakoja žmogaus sveikatą.

### ***Vykdomos statybos***

Teršalų koncentracijos miestų ore priklauso nuo jų kiekio patekusio į atmosferą ir nuo meteorologinių sąlygų. Meteorologinės sąlygos lemia ar teršalai bus išplauti, nusodinti, išsklaidyti aukštesniuose atmosferos sluoksniuose ar kaupsis ore netoli jų išmetimo vietų. Be to, meteorologinės sąlygos lemia ir teršalų pernešimą iš vienos teritorijų į kitas. Turi būti įgyvendinamas efektyvus gatvių valymo užtikrinimas (susikaupusio purvo išvežimas pavarai, gatvių vakuuminis valymas ir plovimas; pagrindinių gatvių laistymas, esant sausiams orams). Ypatingas dėmesys turi būti kreipiamas iš statybos aikštelių išvažiuojančioms krovininėms mašinoms. Prieš išvažiuojant turi būti įrengtas specialus skaldos grindinys nuvalantis nuo ratų purvus arba naudojamas ratų plovimas vandeniu.

Automobilių išmetami teršalai absorbuojasi ant nevalytų gatvių dulkių, kas sudaro nuodingą industrinį miesto kokteilį.

Naujai statomuose gyvenamųjų namų rajonuose dažnai problemos nėra akcentuojamos taip kaip turėtų būti. Jau tapo kasdienybe matyti vykdomus statybos darbus šalia jau apgyvendinto namo. Taip dar akivaizdžiau yra matoma, kad nėra įvertinta apsauga nuo kenksmingų teršalų statybos metu.

## IŠVADOS

1. Tyrimų duomenys rodo, kad oro užterštumas kietosiomis dalelėmis ir toliau lieka opi problema daugelyje Lietuvos miestų. Kai kurių savivaldybių parengtuose oro kokybės gerinimo planuose svarbią vietą užima gatvių švaros palaikymas šiltuoju metų laiku. Būtina siekti, kad visuose miestuose rūpinimasis gatvių švara taptų ne epizodiniu, bet kasdieniu savivaldybių ir komunalinių tarnybų rūpesčiu. Valyti gatves po žiemos būtina pradėti kuo anksčiau, kai tik leidžia meteorologinės sąlygos ir pašalinti susikaupusį purvą per įmanomai trumpesnį laiką. Per visą šiltąjį sezoną, nuo pavasario iki vėlyvo rudens, gatvės turėtų būti valomos nuolatos, kad po didesnių liūčių ar, atvirkščiai, ilgesniam laikui nusistovėjus sausiams orams, duobėtos miestų gatvės, netvarkomos šalikelės vėl netaptų dulkių sankaupomis.
2. Moksliniai tyrimai patvirtina, kad žmogaus kvėpuojamo oro kokybė yra labai svarbus faktorius, lemiantis savijautą, darbingumą ir sveikatą. Urbanizuotoje visuomenėje užterštas oras yra svarbus veiksnys, sukeliantis net labai sunkius kvėpavimo takų ir plaučių bei viso organizmo sutrikimus: astmą, alergines ligas ir net plaučių emfizemą bei vėžį. Ore esantys teršalai sunkina daugelį ligų, sukelia ligos paūmėjimus bei priepuolius (ypač astmos), taip pat trukdo sveikti.
3. Pagrindiniai atmosferos teršalų šaltiniai yra mobilūs ir stacionarūs taršos šaltiniai, todėl siekiant sumažinti oro taršą, reikėtų priimti atitinkamus sprendimus, susijusius su šiais teršalų šaltiniais, tokių kaip išmetamų teršalų kiekio ribojimas, automobilių srautų mažinimas ir pan. Visais lygmenimis – valstybės, savivaldybių ir vietinių (įmonių) – Lietuvoje taikomos priemonės oro kokybei gerinti.
4. Pastaruoju metu daugelyje sričių taikomos įvairios naujos technologijos. Nanotechnologija taip pat gali būti pritaikyta ir oro taršos problemoms spręsti, tačiau anksčiau ar vėliau naujos technologijos sukelia ir naujų problemų, kadangi paprastai nebūna ištirtas jų poveikis žmogui ir aplinkai.
5. Oro tarša pastaruoju metu kelia nemažai problemų, todėl valstybės mastu buvo ir yra rengiamos bei įgyvendinamos įvairios programos ir projektai, tačiau dažnai susiduriama su finansavimo problema. Lietuvos Respublikos Seimo kartu su Aplinkos apsaugos agentūra 2008 m. vasario mėnesį atliktas kietųjų dalelių matavimas Lietuvos Respublikos Seimo teritorijoje – vienas iš aktualių problemos vertinimo žingsnių.
6. Aplinkos oro kokybės matavimai užima svarbią vietą kontroliuojant oro kokybę. Jie yra esminės priemonės, rengiant veiksmų planus oro kokybei gerinti, didinti valdymo efektyvumą. Modeliais gali būti įvertintas įvairių taršos šaltinių indėlis nustatant ribinių verčių viršijimą.
7. Lietuvoje, kaip ir kai kuriose užsienio valstybėse, taikomiems aplinkos oro kokybės matavimams nėra pateikiamas jų efektyvumo pagrindimas, tačiau matavimo stočių išdėstymo parinkimas turi turėti matematinį pagrindimą. Pirmiausia, reikia pradėti nuo eksperimento

planavimo ir tik kitu žingsniu turi būti vykdomi matavimai. Vykdyti eksperimento planavimą – vadinasi, pirmiausia sudaryti algoritmą ir jį taikyti bandymų serijoms. Pasirenkant eksperimento algoritmą reikalinga atsižvelgti ne tik į tyrimo tikslą, bet ir į turimą informaciją apie tiriamus reiškinius. Tiriamojo elemento eksperimento planavimu siekiama tiksliai įvertinti atmosferos teršalų sklaidą ir matavimo stočių išdėstymo parinkimą. Nagrinėjamo eksperimento planavimo rezultato duomenis geriausia apdoroti ir pateikti vaizdine forma, parodančia ryšius tarp reiškinių, kurie daro poveikį šiam planavimui t.y. pateikti matavimo stočių sąlyginį vaizdinį, kuris būtų išreikštas algoritmo schema.

8. Modeliai taip pat yra svarbūs kontroliuojant oro kokybę, kadangi juos galima panaudoti konkretaus šaltinio atmosferos taršos indėlio nustatymui ir efektyvios oro kokybės gerinimo strategijos sukūrimui. Oro kokybės modeliai taip pat naudojami būsimiems teršalų išmetimams iš visų skirtingų taršos šaltinių įvertinti. Modeliavimas užima svarbią vietą ir iš anksto vertinant. Remiantis išankstinio vertinimo rezultatais, valstybė nustato zonas ir kiekvienoje zonoje sukuria/peržiūri/įvertina matavimo tinklus (t.y. esant reikalui pakeičia stočių vietą, jas uždaro arba įkuria naujas). Kadangi reikalinga įvertinti teršalų koncentracijos pasiskirstymą visoje zonoje, tai modeliai yra tinkama priemonė šią informaciją gauti. Naudojant tinkamai parinktus modelius, teršalų koncentracijų pasiskirstymas (pradedant regionu, baigiant miestų kvartalais ir gatvėmis) gali būti pavaizduotas žemėlapyje. Tai suteikia galimybę atlaidžiau žiūrėti į matavimo reikalavimus (galimybė sumažinti stočių skaičių), o tuo pačiu atlikti rentabilesnį, tačiau ir išsamų, oro kokybės vertinimą.
9. Pagal ekologinių tyrimų rezultatus, dažnai oras patalpose yra daug labiau užterštas nei lauke, o dauguma gyventojų uždaroje patalpose paprastai praleidžia didžiąją dalį paros (dirba, mokosi, ilsisi ir pan.) ar net daugelį parų neišeina į lauką (pvz.: ligoniai, senyvo amžiaus žmonės), todėl svarbu nuolat stebėti aplinkos oro taršą, ieškoti būdų, kaip pagerinti atmosferos kokybę ir diegti kitus rizikos sveikatai mažinimo kriterijus. Gyventojai turi būti informuoti, kaip sumažinti oro taršos įtaką sveikatai, gauti rekomendacijas.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Air Now. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://airnow.gov/>>.
2. Air Now. Air Quality Index. A Guide to Air Quality and Your Health. [žiūrėta 2007 10 04]. Prieiga per internetą: <<http://airnow.gov/index.cfm?action=aqibroch.index>>.
3. Air Now. Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health. [žiūrėta 2007 10 04]. Prieiga per internetą: <<http://airnow.gov/index.cfm?action=static.aqi>>.
4. Air Now. National Outlook. [žiūrėta 2007 10 04]. Prieiga per internetą: <<http://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.outlook>>.
5. Air Now. Today's National Air Quality Forecast. [žiūrėta 2007 10 04]. Prieiga per internetą: <<http://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=airnow.national>>.
6. Air Now. Tomorrow's National Air Quality Forecast. [žiūrėta 2007 10 04]. Prieiga per internetą: <<http://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=airnow.national2>>.
7. Andrijauskas A. Švarus oras - ne prabanga, bet būtinybė. Sveikas žmogus. 1999 m. Nr. 9. [žiūrėta 2007 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.sveikasmogus.lt/index.php?pagrid=gyvensena&lid=2&rodyti=str&strid=2958&s ubtema=55>>.
8. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš mobilių šaltinių. Mobilių teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2003 m. (t/metus). [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/1077>>.
9. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš mobilių šaltinių. Mobilių teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2004 m. (t/metus), mobilių teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2005 m. (t/metus). [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/1667>>.
10. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš mobilių šaltinių. Mobilių teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2006 (t/metus). [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/3069>>.
11. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš mobilių šaltinių. Mobilių teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2007 m. (t/metus). [žiūrėta 2008 04 26]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1346>>.
12. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš stacionarių šaltinių. Teršalų emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2003 m. (t/metus,kg/metus). [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/1033>>.
13. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš stacionarių šaltinių. Teršalų emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2004 m. (t/metus,kg/metus). [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/1651>>.
14. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš stacionarių šaltinių. Teršalų emisija į aplinkos orą apskrityse (apskritys, t/metus) 2005 m. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/2204>>.
15. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš stacionarių šaltinių. Teršalų emisija į aplinkos orą apskrityse (apskritys, t/metus) 2006 m. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/3065>>.
16. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Oro antropogeninė tarša iš stacionarių šaltinių. Teršalų emisija į aplinkos orą iš stacionarių taršos šaltinių Lietuvoje 2007 m. (apskritys, t/metus). [žiūrėta 2008 04 26]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/3629>>.



17. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Statistinė sistema „Atmosfera“. Darbo su sistema "Atmosfera" aprašymas. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1344>>.
18. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro antropogeninė tarša. Statistinė sistema „Atmosfera“. Sistemos "Atmosfera" schema. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/103>>.
19. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro kokybė aglomeracijose ir zonose. Oro kokybės tyrimų apžvalgos. [žiūrėta 2008 03 07]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/3602>>.
20. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro kokybės vertinimo metodai. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1650>>.
21. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tikslai ir uždaviniai. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1340>>.
22. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tyrimų vietos. Matavimo stočių tinklas. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1464>>.
23. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tyrimų vietos. Matavimo stotys Kauno aglomeracijoje. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1462>>.
24. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tyrimų vietos. Matavimo stotys Vilniaus aglomeracijoje. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1461>>.
25. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tyrimų vietos. Matavimo stotys zonoje – likusioje teritorijoje. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1463>>.
26. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinkos kokybę. Aplinkos oras. Oro kokybės duomenys Vilniaus mieste. Oro kokybės metinių duomenų apžvalga. [žiūrėta 2008 03 07]. Prieiga per internetą: <[http://vrd.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=60](http://vrd.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=60)>.
27. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinką. Aplinkos oras. Oro monitoringo sistema. Oro monitoringo tyrimų vietos. Oro monitoringo stotelės, prietaisai. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/index.php#r/1546>>.
28. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie aplinkos kokybę. Aplinkos oras. Oro kokybės duomenys Vilniaus mieste. Oro kokybės apžvalgos. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <[http://vrd.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=61](http://vrd.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=61)>.
29. Aplinkos apsaugos agentūra. Oro kokybė aglomeracijose ir zonoje 2006 m. Vilnius. 2007. 45 p.
30. Burinskienė M., Rudzkieienė V. Želdynų įtaka gyvenimo kokybei ir būsto kainai Vilniuje. ISSN 1392-1630 Urbanistika ir architektūra. 2006. XXX tomas, Nr. 1., psl. 30 – 37.
31. Defra and the Devolved Administrations. Site Operator's Manual. Automatic Urban and Rural Network. 2003 m. lapkritis. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/lsoman/lsoman.html>>.
32. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2002/3/EB „Dėl ozono aplinkos ore“, 2002 m. vasario 12 d.
33. Fišas M. Tikimybių teorija ir matematinė statistika. Vilnius: Mintis. 1968.
34. Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, Lurmann F, Avol E, Kunzli N, Jerrett M, Peters J. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17307103?dopt=AbstractPlus>>.
35. Grigonis J. Šių dienų fizika ir filosofija. Kaunas: Technika, 2002.

36. Your Air. Air Pollution Forecasts and Alerts. Forecasts. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.airtext.info/index.php>>.
37. Your Air. Air Pollution Forecasts and Alerts. Health Advice. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.airtext.info/healthadvice.html>>.
38. Your Air. Air Pollution Forecasts and Alerts. How It Works. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.airtext.info/howitworks.html>>.
39. YTV. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.ytv.fi/eng>>.
40. YTV. Air quality. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.ytv.fi/ENG/airquality/>>.
41. YTV. Air Quality. Air Quality Index. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <[http://www.ytv.fi/ENG/airquality/def\\_index.htm](http://www.ytv.fi/ENG/airquality/def_index.htm)>.
42. YTV. Air quality in the Helsinki Metropolitan Area. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <[http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/0DA18309-1840-4358-A129-F43098DEA283/0/ilmanlaatuenglanti\\_netti.pdf](http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/0DA18309-1840-4358-A129-F43098DEA283/0/ilmanlaatuenglanti_netti.pdf)>.
43. YTV. Air Quality. Sites. Mannerheimintie 5. Helsinki city centre, busy traffic site. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <[http://www.ytv.fi/ENG/airquality/sites/mannerheimintie\\_5/frontpage.htm](http://www.ytv.fi/ENG/airquality/sites/mannerheimintie_5/frontpage.htm)>.
44. YTV. Air Quality. Sites. Monitoring environments. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.ytv.fi/ENG/airquality/sites/frontpage.htm>>.
45. Jonizatoriai. Anijonai. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.jonizatoriai.lt/lt/anijonai>>.
46. Jonizatoriai. Kaip tai vyksta. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <[http://www.jonizatoriai.lt/lt/kaip\\_tai\\_vyksta](http://www.jonizatoriai.lt/lt/kaip_tai_vyksta)>.
47. Kiliminių dangų eksploatacija ir priežiūra. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.asa.lt/Leidiniai/aktualijos/1838.shtml>>.
48. Kiliminių dangų eksploatacija ir priežiūra. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://interjeras.asa.lt/publication.php?iq=25>>.
49. King's College London. Pollution Episodes. Greenwich 9 - Westhorne Ave. [žiūrėta 2008 05 11]. Prieiga per internetą: <<http://www.londonair.org.uk/london/asp/publicepisodes.asp?region=13&bulletin=peakvalues&bulletindate=26/04/2008&site=GR9&postcode=&view=peakvalues&episodeID=variedlateApril2008&level=All>>.
50. King's College London. The London Air Quality Network. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.londonair.org.uk/london/asp/default.asp>>.
51. King's College London. The London Air Quality Network. Bulletins. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.londonair.org.uk/london/asp/publicbulletin.asp?postcode=&borough=0&bulletin=hourly&Submit=Show+Air+Pollution>>.
52. King's College London. The London Air Quality Network. Bulletin Map. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.londonair.org.uk/london/asp/publicbulletin.asp?postcode=&borough=7&bulletin=hourly&Submit=Show+Air+Pollution>>.
53. King's College London. 3 - D Map of Air Pollution in London. [žiūrėta 2008 05 11]. Prieiga per internetą: <<http://www.londonair.org.uk/london/asp/virtualmaps.asp?view=maps>>.
54. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija. Aplinkos būklė 2003. Vilnius. 2004. 84 p.
55. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija. Aplinkos būklė 2004. Vilnius. 2005. 78 p.
56. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija. Aplinkos būklė 2005. Vilnius. 2006. 84 p.

57. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija. Metinės apžvalgos. [žiūrėta 2008 03 09]. Prieiga per internetą: <[http://www.am.lt/LSP/list\\_metines\\_apzvalgos.php3](http://www.am.lt/LSP/list_metines_apzvalgos.php3)>.
58. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerijos Aplinkos apsaugos departamento 2006 m. veiklos ataskaita. Vilnius. 2007. 113 p.
59. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 20 d. įsakymas Nr. 408 „Dėl teršalų išmetimo į aplinką apskaitos tvarkos patvirtinimo“.
60. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymas Nr. 596 „Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo“.
61. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2002 m. birželio 27 d. Nr. 340 įsakymas Nr. 340 „Dėl aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos ataskaitos įforminimo tvarkos patvirtinimo“.
62. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministro 2000 m. spalio 30 d. įsakymas Nr. 470/581 „Dėl zonų ir aglomeracijų aplinkos oro kokybei vertinti bei valdyti sąrašo patvirtinimo“.
63. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministro 2000 m. spalio 30 d. įsakymas Nr. 471/582 „Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore vertinamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo patvirtinimo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių nustatymo“.
64. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministro 2002 m. spalio 17 d. įsakymas Nr. 544/508 „Dėl ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių nustatymo“.
65. Lietuvos Respublikos Aplinkos oro apsaugos įstatymas Nr. VIII-1392, 1999 m. Lapkričio 4d.
66. Maddox R. Be Particular. About Particulate Matter. 2006. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.mde.state.md.us/ResearchCenter/Publications/General/eMDE/vol11no12/particlepollution.asp>>.
67. Miestai skęsta dulkėse. Kauno diena. 2006 m. gegužės mėn. 31 d. [žiūrėta 2007 06 04]. Prieiga per internetą: <<http://www.medicina.lt/index.php?page=naujienos&view=naujiena&id=74318>>.
68. Miesto želdynų sistemos formavimas. [žiūrėta 2007 06 04]. Prieiga per internetą: <<http://www.vgtu.lt/leidiniai/elektroniniai/miestotvarka/4sk.pdf>>.
69. Nacionalinių taršos mažinimo bei oro kokybės vertinimo programų paruošimas. *EuropeAid/114743/D/SV/LT*. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas. Vilnius, 2006 m. rugpjūčio mėn.
70. Nanotechnologijomis paremti dažai. [žiūrėta 2007 11 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.tedis.lt/>>.
71. Naujausių gamtos mokslo žinių sklaidos mokytojams tinklas. 2006 m. Balandžio mėn. 26 d. [žiūrėta 2007 06 04]. Prieiga per internetą <<http://gamta.vdu.lt/mokytojai/kursai/Bionanotechnologija.pdf>>.
72. Older womens' risk of heart disease and strokes increased by air pollution. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.news-medical.net/?id=21660>>.
73. Oro valytuvai – jonizatoriai. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.ligajos-technika.lt/page/product.98>>.
74. Oro valytuvai. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.electrolux.lt/node40.asp?benefit=4&prodid=29983>>.
75. Patalpų mikroklimatas. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <<http://distance.ktu.lt/kursai/buitis/pssk.htm>>.
76. Pilkington Activ Blue. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <[http://www.everseal.co.uk/windows\\_activblue.htm](http://www.everseal.co.uk/windows_activblue.htm)>.
77. Ryšių technikos naujienos. Ar nanotechnologija saugi? 2003. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://rtn.elektronika.lt/rtn/0302/saugi.html>>.

78. Royal Commission on Environmental Pollution. The Commission's Reports. Reports issued by the Royal Commission on Environmental Pollution. The Urban Environment. 2007 m. kovo mėn. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <http://www.rcep.org.uk/urbanenvironment.htm>.
79. Rotomskis R. Biofotonikos grupė. Vilniaus universitetas [interaktyvus]. 2006 m. Balandžio mėn. 26 d. [žiūrėta 2007-06-04]. Prieiga per internetą: <http://www.biofotonika.ff.vu.lt/biophotonics/activities/nanotechnologija/index.htm>.
80. Smith T. J. Are passive smoking, air pollution and obesity a greater mortality risk than major radiation incidents? 2007. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/7/49>.
81. Šalavėjus K. Automobiliams – nauji eurostandartai. Veidas. 2007 m. kovo mėn. 1d. Nr. 9. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <http://www.veidas.lt/lt/leidinys.full/45e533cf517cd>.
82. Šatkauskas G. Pervėžto grunto, užteršto naftos produktais, mėginių paėmimo metodika. Vilnius: Technika, Aplinkos inžinerija, 2002, X tomas, Nr.1, p. 48 - 53.
83. Šnipaitė E., Vainius L. Automobiliai, aplinkos tarša ir žmogaus sveikata. Du ratai. 1998 m. gruodžio mėn. Nr.2. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <http://www.dviratis.lt/2ratai/199812/automobiliai.html>.
84. Tarybos direktyva 96/62/EB „Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo“, 1996 m. rugsėjo 27 d.
85. Tarybos direktyva 1999/30/EB „Dėl sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksidų, kietųjų dalelių ir švino ribinių verčių aplinkos ore“, 1999 m. balandžio 22 d.
86. Tijūnaitė R. KD<sub>10</sub> problema ir planų bei programų rengimas pagal ES reikalavimus. 2008 m. gegužės 18d. [žiūrėta 2008 05 26]. Prieiga per internetą: <http://www.aaa.am.lt/VI/files/0.721290001130920323.ppt>.
87. UK Air Quality Archive. Air Quality Standards. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <http://www.airquality.co.uk/archive/standards.php#band>.
88. UK Automatic Air Quality Network. Site Classification in the Automatic Urban and Rural Monitoring Networks. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <http://www.bv-aurnsiteinfo.co.uk/default.asp?pageref=142>.
89. UK Air Quality Archive. Monitoring Network. Details. Automatic Hydrocarbon Network. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring\\_networks.php?n=hc](http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring_networks.php?n=hc).
90. UK Air Quality Archive. Monitoring Network. Details. Automatic London Network. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring\\_networks.php?n=aln](http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring_networks.php?n=aln).
91. UK Air Quality Archive. Monitoring Network. Details. Automatic Rural Network. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring\\_networks.php?n=arn](http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring_networks.php?n=arn).
92. UK Air Quality Archive. Monitoring Network. Details. Automatic Urban Network. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring\\_networks.php?n=aun](http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring_networks.php?n=aun).
93. UK Air Quality Archive. Monitoring Network. Details. Current Situation. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring\\_networks.php?n=current](http://www.airquality.co.uk/archive/monitoring_networks.php?n=current).
94. UK Air Quality Archive. Monitoring. Site Environment Type. Monitoring Site Environment Type. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: [http://www.airquality.co.uk/archive/site\\_type.php](http://www.airquality.co.uk/archive/site_type.php).
95. Urbonas M. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: [http://vasc.sam.lt/oro\\_uzterstumas.pdf](http://vasc.sam.lt/oro_uzterstumas.pdf).
96. U.S. Environmental Protection Agency. Air & Radiation. Particulate Matter. Basic Information. [žiūrėta 2007 10 14]. Prieiga per internetą: <http://www.epa.gov/particles/basic.html>.

97. U.S. Environmental Protection Agency. Effects of Common Air Pollutants. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <[http://www.epa.gov/airnow/health-prof/EPA\\_poster-final\\_lo-res.pdf](http://www.epa.gov/airnow/health-prof/EPA_poster-final_lo-res.pdf)>.
98. U.S. Environmental Protection Agency. EPA Newsroom. News Releases - Pesticides and Toxic Chemicals. EPA awards OSU nearly \$600,000 for Nanotechnology. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/eeffe922a687433c85257359003f5340/9b5df52493b6bd4885257302005e41f2!OpenDocument>>.
99. U.S. Environmental Protection Agency. National Center For Environmental Research. Exploratory Research: Nanotechnology Research Grants Investigating Environmental and Human Health Effects of Manufactured Nanomaterials: a Joint Research Solicitation-EPA, NSF, NIOSH, NIEHS. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <[http://cfpub.epa.gov/ncer\\_abstracts/index.cfm/fuseaction/recipients.display/rfa\\_id/431](http://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/recipients.display/rfa_id/431)>.
100. U.S. Environmental Protection Agency. National Center For Environmental Research. Research & Development. National Center for Environmental Research. Nanotechnology. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://es.epa.gov/ncer/nano/>>.
101. U.S. Environmental Protection Agency. Particulate Matter. Health and Environment. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.epa.gov/particles/health.html>>.
102. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park. Guidelines for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). North Carolina. 2006. [žiūrėta 2007 11 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.epa.gov/ttncaaa1/t1/memoranda/rg701.pdf>>.
103. Vaitkus, J. Nanomokslas ir nanotechnologijos pasaulyje ir Lietuvoje. 2006 m. balandžio mėn. 26 d [žiūrėta 2007 06 04]. Prieiga per internetą: <<http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2003/10/10nano.html>>.
104. Valavičius V. Matematinis modeliavimas ir eksperimentų planavimas. Vilnius: Technika, 2006, p.13-37.
105. Venegas L. E., Mazzeo N. A. Air Quality Monitoring Network Design To Control PM<sub>10</sub> In Buenos Aires City. 2006. [žiūrėta 2008 03 10]. Prieiga per internetą: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0327-07932006000400006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-07932006000400006&lng=es&nrm=iso)>.
106. Venegas L. E., Mazzeo N. A. Design of an Air - Quality Surveillance System for Buenos Aires City Integrated by a NO<sub>x</sub> Monitoring Network and Atmospheric Dispersion Models. 2005.
107. Vėdinimo įrenginiai. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <[http://www.komfovent.com/lt/index.php?option=com\\_content&task=view&id=45&Itemid=58](http://www.komfovent.com/lt/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=58)>.
108. Vilčinskas E. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai. 2007. [žiūrėta 2008 03 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.aaa.am.lt/VI/files/0.453666001182409933.ppt>>.

## **PRIEDAI**

## 1 PRIEDAS

## ŽODINIS APRAŠYMAS

## 1. Bendra informacija

|                                                 |                                                                                                        |                                                                     |                                                                                        |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>pavadinimas</b>                              | Zirmunai                                                                                               |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Informacinis numeris ar kodas</b>            | 0003                                                                                                   |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Miestas, kuriame jis yra</b>                 | Vilnius                                                                                                |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Adresas</b>                                  | Kareivių g-vė                                                                                          |                                                                     |                                                                                        |
| <b>1. Geografinės koordinatės</b>               | 54° 42' 55 (N), 25° 17' 22 (E)                                                                         |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Aukštis</b>                                  | 116 m virš jūros lygio                                                                                 |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Punkto tipas</b>                             | <input checked="" type="checkbox"/> eismo<br>(prašome patikslinti<br>4 skirsnyje)                      | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninis                      | <input type="checkbox"/> fono                                                          |
| <b>Punkto paskirtis</b>                         | <input type="checkbox"/> municipalinis <input checked="" type="checkbox"/> valstybinis                 |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Matuojami teršalai</b>                       | <input checked="" type="checkbox"/> SO <sub>2</sub>                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> NO                              | <input checked="" type="checkbox"/> NO <sub>2</sub>                                    |
|                                                 | <input type="checkbox"/> Ozonas                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> Benzolas                        | <input checked="" type="checkbox"/> Toluolas                                           |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> CO                                                                 | <input type="checkbox"/> TSP                                        | <input checked="" type="checkbox"/> PM <sub>10</sub>                                   |
|                                                 | <input type="checkbox"/> NH <sub>3</sub>                                                               | <input type="checkbox"/> Formaldehidas                              |                                                                                        |
| <b>Dujų matavimo tipas</b>                      | <input type="checkbox"/> DOAS<br>optinis takas: m<br>vidutinis matavimo aukštis:<br>m                  |                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> dujų analizatorių priėmimo<br>angos aukštis: 3,5 m |
| <b>Matuojami meteorologiniai<br/>parametrai</b> | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo greitis<br>aukštis: 5,7 m                                     | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo kryptis.<br>Aukštis: 5,7 m | <input checked="" type="checkbox"/> oro temp.<br>Aukštis: 4,5 m                        |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> drėgmė<br>aukštis: 4,5 m                                           | <input type="checkbox"/> bendra radiacija                           | <input checked="" type="checkbox"/> slėgis                                             |
| <b>Kitas matavimų tipas</b>                     | (eismo skaitikliai/klasifikatoriai ir t.t. – prašome nurodyti)                                         |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Kita atitinkama informacija</b>              | Vyraujanti vėjo kryptis, santykis tarp atstumo nuo artimiausių<br>kliūčių ir tų kliūčių aukščio ir kt. |                                                                     |                                                                                        |

## 2. Vietinė aplinka/Landšafto morfologija

|                           |                                     |                                               |                                               |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Zonos tipas</b>        | <input type="checkbox"/> miestas    | <input checked="" type="checkbox"/> užmiestis | <input type="checkbox"/> kaimas               |
| <b>Zonos apibūdinimas</b> | <input type="checkbox"/> gyvenamoji | <input type="checkbox"/> prekybinė            | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninė |
|                           | <input type="checkbox"/> žemės ūkio | <input type="checkbox"/> gamtos               | Zonos gyventojų<br>skaičius:                  |



### 3. Pagrindiniai emisijos šaltiniai

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> energijos tiekimas visuomeniniam sektoriui, generavimas ir rajono apšildymas |
| <input type="checkbox"/> deginimas prekyboje, įstaigose ir gyvenamajame sektoriuje                    |
| <input type="checkbox"/> deginimas pramonėje                                                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> gamybiniai procesai                                               |
| <input type="checkbox"/> iškastinio kuro gavyba ir paskirstymas                                       |
| <input type="checkbox"/> tirpiklių naudojimas                                                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> kelių transportas (prašome nurodyti 4 skirsnyje)                  |
| <input type="checkbox"/> kiti mobilūs šaltiniai ir mašinos:                                           |
| <input type="checkbox"/> atliekų perdirbimas ir šalinimas                                             |
| <input type="checkbox"/> žemės ūkis                                                                   |
| <input type="checkbox"/> gamta                                                                        |
| <input type="checkbox"/> kiti šaltiniai:                                                              |
| <input type="checkbox"/> papildomi paaiškinimai:                                                      |

### 4. Eismo charakteristika (punktai, orientuoti tik į eismą)

|                                                 | Intensyvus eismas<br>(> 10000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną)                                             | Vidutinis eismas<br>(nuo 2000 iki<br>10000 transporto<br>priemonių per<br>dieną) | Mažo<br>intensyvumo<br>eismas (< 2000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną) |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> plati gatvė | <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> siaura gatvė           | <input type="checkbox"/>                                                                                           | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kanjono tipo gatvė     | <input type="checkbox"/>                                                                                           | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> plentas                | <input type="checkbox"/>                                                                                           | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kita                   | prašome nurodyti: sankryžas, šviesoforus, transporto stovėjimo aikštes, autobusų stoteles, taksi stoteles ir kt. . |                                                                                  |                                                                                |

### 5. Specialios pastabos

|                        |                                                               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Dabartinė punkto būklė | <input checked="" type="checkbox"/> pilnai įrengtas ir veikia |
|                        | <input type="checkbox"/> pilnai įrengtas, bet NEVEIKIA        |
|                        | <input type="checkbox"/> nepilnai įrengtas ir/arba neveikia   |



|                                                       |                                                                                    |                                                    |                               |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Duomenų perdavimas</b>                             | <input type="checkbox"/> telefonas<br>modemas                                      | <input checked="" type="checkbox"/> radijo modemas | <input type="checkbox"/> kita |
| <b>Veikia nuo</b>                                     | Data:                                                                              |                                                    |                               |
| <b>Numatomi pakeitimai/<br/>būsiami patobulinimai</b> | Bus nukirsti medžiai, instaliuota oro kondicionavimo ir<br>ventiliacijos sistema d |                                                    |                               |
| <b>Bet kurios kitos pastabos</b>                      | Senas punkto pastatas artimoje ateityje bus pakeistas                              |                                                    |                               |

## 6. Šio dokumento chronologija

| Pakeitimo data       | Autorius ir pastabos                                                                                                                                       |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 m. spalio 25 d. | Meinolf Drueeke, twinning STE<br>Pirmasis įvedimas, panaudojus 2001 m. liepos mėnesį lauko<br>darbuose surinktą informaciją, - iš p. Molio ir p. Maršalkos |
|                      |                                                                                                                                                            |

## 2 PRIEDAS

## Žodinis aprašymas

## 1. Bendra informacija

|                                             |                                                                                                      |                                                                 |                                                                                    |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>pavadinimas</b>                          | Savanorių                                                                                            |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Informacinis numeris ar kodas</b>        | 0004                                                                                                 |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Miestas, kuriame jis yra</b>             | Vilnius                                                                                              |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Adresas</b>                              | Savanorių g-vės transporto žiedas                                                                    |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Geografinės koordinatės</b>              | 54° 40' 7 (N), 25° 14' 25 (E)                                                                        |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Aukštis</b>                              | 119 m virš jūros lygio                                                                               |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Punkto tipas</b>                         | <input checked="" type="checkbox"/> eismo<br>(prašome patikslinti<br>4 skirsnyje)                    | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninis                  | <input type="checkbox"/> fono                                                      |
| <b>Punkto paskirtis</b>                     | <input type="checkbox"/> municipalinis <input checked="" type="checkbox"/> valstybinis               |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Matuojami teršalai</b>                   | <input checked="" type="checkbox"/> SO <sub>2</sub>                                                  | <input type="checkbox"/> NO                                     | <input checked="" type="checkbox"/> NO <sub>2</sub>                                |
|                                             | <input type="checkbox"/> Ozonas                                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> Benzolas                    | <input checked="" type="checkbox"/> Toluolas                                       |
|                                             | <input type="checkbox"/> CO                                                                          | <input type="checkbox"/> TSP                                    | <input checked="" type="checkbox"/> PM <sub>10</sub>                               |
|                                             | <input type="checkbox"/> NH <sub>3</sub>                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Formaldehidai               |                                                                                    |
| <b>Dujų matavimo tipas</b>                  | <input checked="" type="checkbox"/> DOAS<br>optinis takas: 280 m<br>vidutinis matavimo aukštis: 20 m |                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> dujų analizatorių priėmimo<br>angos aukštis: m |
| <b>Matuojami meteorologiniai parametrai</b> | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo greitis<br>aukštis: m                                       | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo kryptis.<br>Aukštis: m | <input checked="" type="checkbox"/> oro temp.<br>Aukštis: m                        |
|                                             | <input checked="" type="checkbox"/> drėgmė<br>aukštis: m                                             | <input checked="" type="checkbox"/> bendra radiacija            | <input checked="" type="checkbox"/> slėgis                                         |
| <b>Kitas matavimų tipas</b>                 | (eismo skaitikliai/klasifikatoriai ir t.t. – prašome nurodyti)                                       |                                                                 |                                                                                    |
| <b>Kita atitinkama informacija</b>          | Vyraujanti vėjo kryptis, santykis tarp atstumo nuo artimiausių kliūčių ir tų kliūčių aukščio ir kt.  |                                                                 |                                                                                    |

### 3. Vietinė aplinka/Landšafto morfologija

|                    |                                                |                                               |                                               |
|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Zonos tipas        | <input checked="" type="checkbox"/> miestas    | <input checked="" type="checkbox"/> užmiestis | <input type="checkbox"/> kaimas               |
| Zonos apibūdinimas | <input checked="" type="checkbox"/> gyvenamoji | <input type="checkbox"/> prekybinė            | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninė |
|                    | <input type="checkbox"/> žemės ūkio            | <input type="checkbox"/> gamtos               | Zonos gyventojų skaičius:                     |

### 3. Pagrindiniai emisijos šaltiniai

|                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> energijos tiekimas visuomeniniam sektoriui, generavimas ir rajono apšildymas |
| <input type="checkbox"/> deginimas prekyboje, įstaigose ir gyvenamajame sektoriuje                               |
| <input type="checkbox"/> deginimas pramonėje                                                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> gamybiniai procesai                                                          |
| <input type="checkbox"/> iškastinio kuro gavyba ir paskirstymas                                                  |
| <input type="checkbox"/> tirpiklių naudojimas                                                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> kelių transportas (prašome nurodyti 4 skirsnyje)                             |
| <input type="checkbox"/> kiti mobilūs šaltiniai ir mašinos:                                                      |
| <input type="checkbox"/> atliekų perdirbimas ir šalinimas                                                        |
| <input type="checkbox"/> žemės ūkis                                                                              |
| <input type="checkbox"/> gamta                                                                                   |
| <input type="checkbox"/> kiti šaltiniai:                                                                         |
| <input type="checkbox"/> papildomi paaiškinimai:                                                                 |

### 4. Eismo charakteristika

(punktai, orientuoti tik į eismą)

|                                                 | Intensyvus eismas<br>(> 10000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną) | Vidutinis eismas<br>(nuo 2000 iki<br>10000 transporto<br>priemonių per<br>dieną) | Mažo<br>intensyvumo<br>eismas (< 2000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną) |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> plati gatvė | <input checked="" type="checkbox"/>                                    | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> siaura gatvė           | <input type="checkbox"/>                                               | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kanjono tipo gatvė     | <input type="checkbox"/>                                               | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> plentas                | <input type="checkbox"/>                                               | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> kita        | Didelė eismo cirkuliacija, kertama DOAS tak                            |                                                                                  |                                                                                |

## 5. Specialios pastabos

|                                                      |                                                                    |                                                    |                               |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Dabartinė punkto būklė</b>                        | <input type="checkbox"/> pilnai įrengtas ir veikia                 |                                                    |                               |
|                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> pilnai įrengtas, bet NEVEIKIA  |                                                    |                               |
|                                                      | <input type="checkbox"/> nepilnai įrengtas ir/arba neveikia        |                                                    |                               |
| <b>Duomenų perdavimas</b>                            | <input type="checkbox"/> telefonas<br>modemas                      | <input checked="" type="checkbox"/> radijo modemas | <input type="checkbox"/> kita |
| <b>Veikia nuo</b>                                    | Data:                                                              |                                                    |                               |
| <b>Numatomi pakeitimai/<br/>būsimi patobulinimai</b> | Susiję su aplinka ir/arba įranga, prašome patikslinti              |                                                    |                               |
| <b>Bet kurios kitos pastabos</b>                     | Oro kondicionavimo sistema įrengta; esama duomenų kokybės problemų |                                                    |                               |

## 6. Šio dokumento chronologija

| Pakeitimo data       | Autorius ir pastabos                                                                                                                                    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 m. spalio 26 d. | Meinolf Drueeke, twinning STE<br>Pirmasis įvedimas, panaudojus 2001 m. liepos mėnesį lauko darbuose surinktą informaciją, - iš p. Molio ir p. Maršalkos |
|                      |                                                                                                                                                         |

## 3 PRIEDAS

## ŽODINIS APRAŠYMAS

## 1. Bendra informacija

|                                                 |                                                                                                        |                                                                     |                                                                                        |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>pavadinimas</b>                              | Senamiestis                                                                                            |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Informacinis numeris ar kodas</b>            | 0001                                                                                                   |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Miestas, kuriame jis yra</b>                 | Vilnius                                                                                                |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Adresas</b>                                  | Pilies 25a                                                                                             |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Geografinės koordinatės</b>                  | 54° 40' 53 (N), 25° 17' 17 (E)                                                                         |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Aukštis</b>                                  | 102 m virš jūros lygio                                                                                 |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Punkto tipas</b>                             | <input checked="" type="checkbox"/> eismo<br>(prašome patikslinti<br>4 skirsnyje)                      | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninis                      | <input type="checkbox"/> fono                                                          |
| <b>Punkto paskirtis</b>                         | <input type="checkbox"/> municipalinis <input checked="" type="checkbox"/> valstybinis                 |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Matuojami teršalai</b>                       | <input checked="" type="checkbox"/> SO <sub>2</sub>                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> NO                              | <input checked="" type="checkbox"/> NO <sub>2</sub>                                    |
|                                                 | <input type="checkbox"/> Ozonas                                                                        | <input type="checkbox"/> Benzolas                                   | <input type="checkbox"/> Toluolas                                                      |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> CO                                                                 | <input type="checkbox"/> TSP                                        | <input checked="" type="checkbox"/> PM <sub>10</sub>                                   |
|                                                 | <input type="checkbox"/> NH <sub>3</sub>                                                               | <input type="checkbox"/> Formaldehidas                              |                                                                                        |
| <b>Dujų matavimo tipas</b>                      | <input type="checkbox"/> DOAS<br>optinis takas: m<br>vidutinis matavimo aukštis:<br>m                  |                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> dujų analizatorių priėmimo<br>angos aukštis: 3,3 m |
| <b>Matuojami meteorologiniai<br/>parametrai</b> | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo greitis<br>aukštis: 4,5 m                                     | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo kryptis.<br>Aukštis: 4,5 m | <input checked="" type="checkbox"/> oro temp.<br>Aukštis: 3,3 m                        |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> drėgmė<br>aukštis: 3,3 m                                           | <input type="checkbox"/> bendra radiacija                           | <input checked="" type="checkbox"/> slėgis                                             |
| <b>Kitas matavimų tipas</b>                     | (eismo skaitikliai/klasifikatoriai ir t.t. – prašome nurodyti)                                         |                                                                     |                                                                                        |
| <b>Kita atitinkama informacija</b>              | Vyraujanti vėjo kryptis, santykis tarp atstumo nuo artimiausių<br>kliūčių ir tų kliūčių aukščio ir kt. |                                                                     |                                                                                        |

## 4. Vietinė aplinka/Landšafto morfologija

|                           |                                                |                                               |                                               |
|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Zonos tipas</b>        | <input checked="" type="checkbox"/> miestas    | <input type="checkbox"/> užmiestis            | <input type="checkbox"/> kaimas               |
| <b>Zonos apibūdinimas</b> | <input checked="" type="checkbox"/> gyvenamoji | <input checked="" type="checkbox"/> prekybinė | <input checked="" type="checkbox"/> pramoninė |
|                           | <input type="checkbox"/> žemės ūkio            | <input type="checkbox"/> gamtos               | Zonos gyventojų<br>skaičius:                  |

### 3. Pagrindiniai emisijos šaltiniai

|                                     |                                                                              |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | energijos tiekimas visuomeniniam sektoriui, generavimas ir rajono apšildymas |
| <input type="checkbox"/>            | deginimas prekyboje, įstaigose ir gyvenamajame sektoriuje                    |
| <input type="checkbox"/>            | deginimas pramonėje                                                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | gamybiniai procesai                                                          |
| <input type="checkbox"/>            | iškastinio kuro gavyba ir paskirstymas                                       |
| <input type="checkbox"/>            | tirpiklių naudojimas                                                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | kelių transportas (prašome nurodyti 4 skirsnyje)                             |
| <input type="checkbox"/>            | kiti mobilūs šaltiniai ir mašinos:                                           |
| <input type="checkbox"/>            | atliekų perdirbimas ir šalinimas                                             |
| <input type="checkbox"/>            | žemės ūkis                                                                   |
| <input type="checkbox"/>            | gamta                                                                        |
| <input type="checkbox"/>            | kiti šaltiniai:                                                              |
| <input type="checkbox"/>            | papildomi paaiškinimai:                                                      |

### 4. Eismo charakteristika (punktai, orientuoti tik į eismą)

|                                                 | Intensyvus eismas<br>(> 10000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną)                                   | Vidutinis eismas<br>(nuo 2000 iki<br>10000 transporto<br>priemonių per<br>dieną) | Mažo<br>intensyvumo<br>eismas (< 2000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> plati gatvė | <input checked="" type="checkbox"/>                                                                      | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> siaura gatvė           | <input type="checkbox"/>                                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kanjono tipo gatvė     | <input type="checkbox"/>                                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> plentas                | <input type="checkbox"/>                                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> kita        | parko tipo vietovė, apsupta nedidelių kelių, kuriuose eismas yra < 2000 transporto priemonių per dieną . |                                                                                  |                                                                                |

### 5. Specialios pastabos

|                        |                                                               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Dabartinė punkto būklė | <input checked="" type="checkbox"/> pilnai įrengtas ir veikia |
|                        | <input type="checkbox"/> pilnai įrengtas, bet NEVEIKIA        |
|                        | <input type="checkbox"/> nepilnai įrengtas ir/arba neveikia   |

|                                                       |                                                                                   |                                                    |                               |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Duomenų perdavimas</b>                             | <input type="checkbox"/> telefonas<br>modemas                                     | <input checked="" type="checkbox"/> radijo modemas | <input type="checkbox"/> kita |
| <b>Veikia nuo</b>                                     | Data:                                                                             |                                                    |                               |
| <b>Numatomi pakeitimai/<br/>būsiami patobulinimai</b> | Susiję su aplinka ir/arba įranga – prašome nurodyti smulkiau                      |                                                    |                               |
| <b>Bet kurios kitos pastabos</b>                      | PM10 matavimai su TEOM; instaliuotos oro kondicionavimo ir ventiliacijos sistemos |                                                    |                               |

## 6. Šio dokumento chronologija

| Pakeitimo data       | Autorius ir pastabos                                                                                                                                    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 m. spalio 26 d. | Meinolf Drueeke, twinning STE<br>Pirmasis įvedimas, panaudojus 2001 m. liepos mėnesį lauko darbuose surinktą informaciją, - iš p. Molio ir p. Maršalkos |
|                      |                                                                                                                                                         |

## ŽODINIS APRAŠYMAS

## 1. Bendra informacija

|                                                 |                                                                                                     |                                                                    |                                                                                        |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pavadinimas</b>                              | Lazdynai                                                                                            |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Informacinis numeris ar kodas</b>            | 0002                                                                                                |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Miestas, kuriame yra</b>                     | Vilnius                                                                                             |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Adresas</b>                                  | Prie TV bokšto                                                                                      |                                                                    |                                                                                        |
| <b>1. geografinės koordinatės</b>               | 54° 41' 10 (N), 25° 12' 39 (E)                                                                      |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Aukštis</b>                                  | 147 m virš jūros lygio                                                                              |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Punkto tipas</b>                             | <input type="checkbox"/> eismo<br>(prašome patikslinti<br>4 skirsnyje)                              | <input type="checkbox"/> pramoninis                                | <input checked="" type="checkbox"/> fono                                               |
| <b>Punkto paskirtis</b>                         | <input type="checkbox"/> municipalinis                                                              |                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> valstybinis                                        |
| <b>Matuojami teršalai</b>                       | <input checked="" type="checkbox"/> SO <sub>2</sub>                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> NO                             | <input checked="" type="checkbox"/> NO <sub>2</sub>                                    |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Ozonas                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> Benzolas                       | <input checked="" type="checkbox"/> Toluolas                                           |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> CO                                                              | <input type="checkbox"/> TSP                                       | <input checked="" type="checkbox"/> PM <sub>10</sub>                                   |
|                                                 | <input type="checkbox"/> NH <sub>3</sub>                                                            | <input type="checkbox"/> Formaldehidas                             |                                                                                        |
| <b>Dujų matavimo tipas</b>                      | <input type="checkbox"/> DOAS<br>optinis takas: m<br>vidutinis matavimo laukas m                    |                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> dujų analizatorių priėmimo<br>angos aukštis: 3,7 m |
| <b>Matuojami meteorologiniai<br/>parametrai</b> | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo greitis<br>aukštis: 4,8 m                                  | <input checked="" type="checkbox"/> vėjo kryptis<br>aukštis: 4,8 m | <input checked="" type="checkbox"/> oro temp.<br>Aukštis: 4,5 m                        |
|                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> drėgmė<br>aukštis: 4,5 m                                        | <input type="checkbox"/> bendra<br>radiacija                       | <input checked="" type="checkbox"/> slėgis                                             |
| <b>Kitas matavimų tipas</b>                     | (eismo skaitikliai/klasifikatoriai ir t.t. – prašome nurodyti)                                      |                                                                    |                                                                                        |
| <b>Kita atitinkama informacija</b>              | Vyraujanti vėjo kryptis, santykis tarp atstumo nuo artimiausių kliūčių ir tų kliūčių aukščio ir kt. |                                                                    |                                                                                        |

## 2. Vietinė aplinka/landšafto morfologija

|                           |                                                |                                               |                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Zonos tipas</b>        | <input type="checkbox"/> miestas               | <input checked="" type="checkbox"/> užmiesčio | <input type="checkbox"/> kaimas    |
| <b>Zonos apibūdinimas</b> | <input checked="" type="checkbox"/> gyvenamoji | <input type="checkbox"/> prekybinė            | <input type="checkbox"/> pramoninė |
|                           | <input type="checkbox"/> žemės ūkio            | <input type="checkbox"/> gamtos               | Zonos gyventojų<br>skaičius:       |



### 3. Pagrindiniai emisijos šaltiniai

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> energijos tiekimas visuomeniniam sektoriui, generavimas ir rajono apšildymas |
| <input type="checkbox"/> deginimas prekyboje, įstaigose ir gyvenamajame sektoriuje                    |
| <input type="checkbox"/> deginimas pramonėje                                                          |
| <input type="checkbox"/> gamybiniai procesai                                                          |
| <input type="checkbox"/> iškastinio kuro gavyba ir paskirstymas                                       |
| <input type="checkbox"/> tirpiklių naudojimas                                                         |
| <input type="checkbox"/> kelių transportas (prašome nurodyti 4 skirsnyje)                             |
| <input type="checkbox"/> kiti mobilūs šaltiniai ir mašinos:                                           |
| <input type="checkbox"/> atliekų perdirbimas ir šalinimas                                             |
| <input type="checkbox"/> žemės ūkis                                                                   |
| <input type="checkbox"/> gamta                                                                        |
| <input type="checkbox"/> kiti šaltiniai                                                               |
| <input type="checkbox"/> papildomi paaiškinimai: arti nėra jokių stambių šaltinių                     |

### 4. Eismo charakteristika

(punktais, orientuoti tik į eismą)

|                                             | Intensyvus eismas<br>(> 10000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną)                                           | Vidutinis eismas<br>(nuo 2000 iki<br>10000 transporto<br>priemonių per<br>dieną) | Mažo<br>intensyvumo<br>eismas (< 2000<br>transporto<br>priemonių per<br>dieną) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> plati gatvė        | <input type="checkbox"/>                                                                                         | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> siaura gatvė       | <input type="checkbox"/>                                                                                         | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kanjono tipo gatvė | <input type="checkbox"/>                                                                                         | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> plentas            | <input type="checkbox"/>                                                                                         | <input type="checkbox"/>                                                         | <input type="checkbox"/>                                                       |
| <input type="checkbox"/> kita               | prašome nurodyti: sankryžas, šviesoforus, transporto stovėjimo aikštes, autobusų stoteles, taksi stoteles ir kt. |                                                                                  |                                                                                |

### 5. Specialios pastabos

|                               |                                                               |                                                    |                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Dabartinė punkto būklė</b> | <input checked="" type="checkbox"/> pilnai įrengtas ir veikia |                                                    |                                                     |
|                               | <input type="checkbox"/> pilnai įrengtas, bet NEVEIKIA        |                                                    |                                                     |
|                               | <input type="checkbox"/> nepilnai įrengtas ir/arba neveikia   |                                                    |                                                     |
| <b>Duomenų perdavimas</b>     | <input type="checkbox"/> telefonas<br>modemas                 | <input checked="" type="checkbox"/> radijo modemas | <input type="checkbox"/> kita<br>(prašome nurodyti) |
| <b>Veikia nuo</b>             | Data:                                                         |                                                    |                                                     |

|                                                 |                                                                                              |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Numatomi pakeitimai/būsimi patobulinimai</b> | Senas pastatas bus pakeistas nauju<br>Vieta bus truputį pakeista, nes ji yra veikiama medžių |
| <b>Bet kurios kitos pastabos</b>                | Duomenų rinkimo problemos                                                                    |

## 6. Šio dokumento chronologija

| <b>Pakeitimo data</b> | <b>Autorius ir pastabos</b>                                                                                                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 m. Spalio 26 d.  | Meinolf Drueeke, twinning STE<br>Pirmasis įvedimas, panaudojus 2001 m. Liepos mėnesį lauko darbuose surinktą informaciją, - iš p. Molio ir p Maršalkos |
|                       |                                                                                                                                                        |

## 5 PRIEDAS

**Aplinkos oro užterštumo normos, nustatytos žmonių sveikatos, ekosistemų ir augmenijos apsaugai**  
(Rubinių vertių su leistiniais nukrypimo dydžiais tolygus mažinimas pradedant 2002 metais)

| Teršalas                                 | Vidurkinimo laikas | Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Ribinės vertės pasiekimo data | Leistinas nukrypimo dydis    | Iki 2001/12/31 | Vertinimui naudotinas procentilis <sup>1)</sup> | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ribinė vertė + leistinas nukrypimo dydis |                    |                                        |                               |                              |                |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SO <sub>2</sub>                          | 1 val.             | 350 (24 k.)                            | 2005 01 01                    | 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 500            | 99.7                                            | 425  | 388  | 350  | 350  | 350  | 350  | 350  | 350  |
| SO <sub>2</sub>                          | 24 val.            | 125 (3 k.)                             | 2005 01 01                    | -                            |                | 99.2                                            |      |      | 125  | 125  | 125  | 125  | 125  | 125  |
| SO <sub>2</sub>                          | 1 m., 1/2 m. *     | 20 E                                   | 2004 01 01                    | -                            |                | -                                               |      | 20 E | 20 E | 20 E | 20 E | 20 E | 20 E | 20 E |
| NO <sub>2</sub>                          | 1 val.             | 200 (18 k.)                            | 2010 01 01                    | 50%                          | 300            | 99.8                                            | 278  | 267  | 256  | 245  | 233  | 222  | 211  | 200  |
| NO <sub>2</sub>                          | 1 m.               | 40                                     | 2010 01 01                    | 50%                          | 60             | -                                               | 56   | 53   | 51   | 49   | 47   | 45   | 42   | 40   |
| NO <sub>x</sub>                          | 1 m.               | 30 A                                   | 2004 01 01                    | -                            |                | -                                               |      | 30 A | 30 A | 30 A | 30 A | 30 A | 30 A | 30 A |
| KD <sub>10</sub>                         | 24 val.            | 50 (35 k.)                             | 2005 01 01                    | 50%                          | 75             | 90.4                                            | 63   | 56   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
| KD <sub>10</sub>                         | 1 m.               | 40                                     | 2005 01 01                    | 20%                          | 48             | -                                               | 44   | 42   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |
| SVINAS                                   | 1 m.               | 0.5                                    | 2005 01 01                    | 100%                         | 1              | -                                               | 0.8  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  |
| CO                                       | 8 val. **          | 10 mg/m3                               | 2005 01 01                    | 6 mg/m <sup>3</sup>          | 16             | -                                               | 14   | 12   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
| BENZENAS                                 | 1 m.               | 5                                      | 2010 01 01                    | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   | 10             | -                                               | 10   | 10   | 10   | 9    | 8    | 7    | 6    | 5    |
| O <sub>3</sub>                           | 8 val. **          | 120 (25 d.)                            | 2010 01 01                    | -                            |                |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 120  |
| Informavimo slenkstis                    |                    |                                        |                               |                              |                |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| O <sub>3</sub>                           | 1 val.             | 180                                    |                               |                              |                |                                                 | 180  | 180  | 180  | 180  | 180  | 180  | 180  | 180  |
| Pavojaus slenkstis                       |                    |                                        |                               |                              |                |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SO <sub>2</sub>                          | 1 val. ***         | 500                                    |                               |                              |                |                                                 | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  |
| NO <sub>2</sub>                          | 1 val. ***         | 400                                    |                               |                              |                |                                                 | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  |
| O <sub>3</sub>                           | 1 val. ***         | 240                                    |                               |                              |                |                                                 | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  |

\* - kalendoriniai metai ir žiema (spalio 1 d. - kovo 31 d.);

\*\* - paros 8 val. maksimalus vidurkis, paskaičiuotas pagal "Aplinkos oro užterštumo normos" (Žin. 2001, Nr. 106-3827) 6 priedo (CO) ir pagal "Ozono aplinkos oro normos ir vertinimo taisyklės" (Žin. 2002, Nr. 105-4731) 1 priedo II dalies (O<sub>3</sub>) reikalavimus;

\*\*\* - matuojant iš eilės tris valandas;

E - ekosistemų apsaugai;

A - augmenijos apsaugai;

(24 k.) (25 d.) - leistinas viršijimų skaičius (kartai, dienos) per kalendorinius metus; <sup>1)</sup> - vertinant modeliavimo duomenis, atitiktiną ribinę vertę galima nustatyti taikant atitinkamą procentilį;

**Ribinė vertė** - moksliniais žiniomis pagrįstas oro užterštumo lygis, nustatytas siekiant išvengti, užkirsti kelią ir sumažinti kenksmingą poveikį žmogaus sveikatai ir/ar aplinkai, kuris turi būti pasiektas per tam tikrą laiką, o pasiekus neturi būti viršijamas;

**Leistinas nukrypimo dydis** - procentinė RV dalis, kuria leidžiama viršyti RV;

**Pavojaus slenkstis** - aplinkos oro užterštumo lygis, kurį viršijus net dėl trumpalaikio poveikio kyla pavojus žmonių sveikatai ir(ar) aplinkai ir kuriame esant, atsakingos institucijos turi imtis skubių priemonių.