

Мониторинг качества воздуха

Законодательство, методы оценки,
примеры

Юлия Докторова
Консультант проекта WECOOP2



EU-Central Asia enhanced regional cooperation on
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by
The European Union



Stantec umweltbundesamt[®]

Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt) and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.



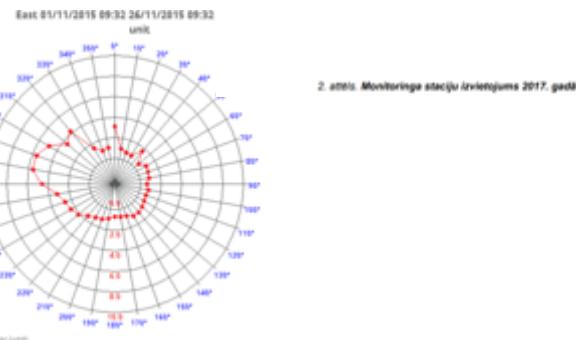
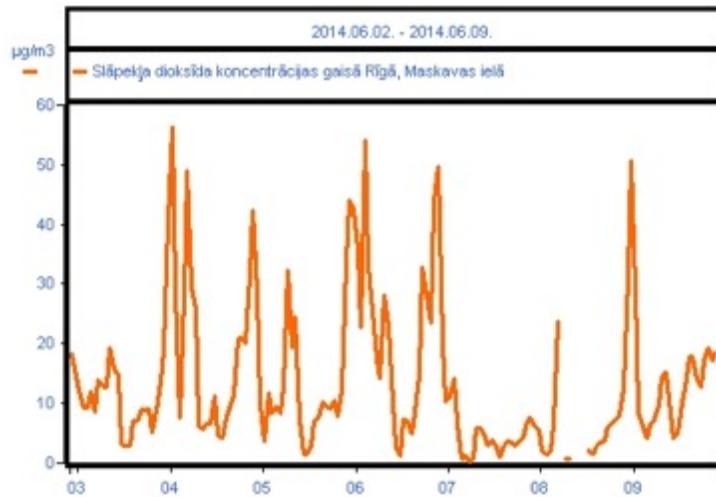
Содержание

- Законодательство
- Кол-во и место пунктов мониторинга
- Методы оценки
- Требования к качеству данных
- Примеры



Почему мониторинг?

- Важный элемент системы управления качества воздуха
- Задачи:
 - Оценка качества воздуха
 - Текущая ситуация (отдельные эпизоды, превышения)
 - Годовые значения для сравнения с нормативами
 - Анализ тенденций
 - Определение источников загрязнения
 - Информирование общественности
 - Вводные данные для моделирования
 - Данные для верификации моделей
 - Оперативный контроль (в городе и на предприятии)



Законодательство

Наблюдения за качеством воздуха в ЕС проводятся и регулируются следующими директивами:

- Директивой 2008/50/ЕК от 21 мая 2008 года о качестве воздуха и чистом воздухе в Европе
- 4-й дочерней директивой 2004/107/ЕК от 15 декабря 2004 года о мышьяке, кадмии, ртути, никеле и полициклических ароматических углеводородах



Кол-во пунктов мониторинга

Критерий - здоровье человека:

- Минимум зависит от кол-ва населения и качества воздуха

Население зоны или агломерации (тыс.)	В случае, если превышен верхний порог для оценки		В случае, если не превышен верхний порог для оценки	
	Вещества кроме пыли	PM (2) (sum of PM ₁₀ and PM _{2,5})	Вещества кроме пыли	PM (2) (sum of PM ₁₀ and PM _{2,5})
0-249	1	2	1	1
250-499	2	3	1	2
500-749	2	3	1	2
750-999	3	4	1	2
1 000-1 499	4	6	2	3
1 500-1 999	5	7	2	3
2 000-2 749	6	8	3	4
2 750-3 749	7	10	3	4
3 750-4 749	8	11	3	6
4 750-5 999	9	13	4	6
≥ 6 000	10	15	4	7

Source: Air Quality Directive, Annex V



Кол-во пунктов мониторинга (2)

Критерий - охрана природы:

- Минимум зависит от качества воздуха

В случае, если превышен верхний порог для оценки

1 станция на 20 000 кв.км

В случае, если не превышен верхний порог для оценки

1 станция на 40 000 кв.км

Source: Air Quality Directive, Annex V



Верхние и низшие пороги для оценки загрязнения здоровья человека

Верхний порог для оценки - уровень, ниже которого при оценке качества воздуха допускается использование комбинации стационарных постов наблюдений и методов моделирования и/или индикативных измерений

Нижний порог для оценки - уровень, ниже которого при оценке качества воздуха допускается использование методов моделирования и/или индикативных измерений



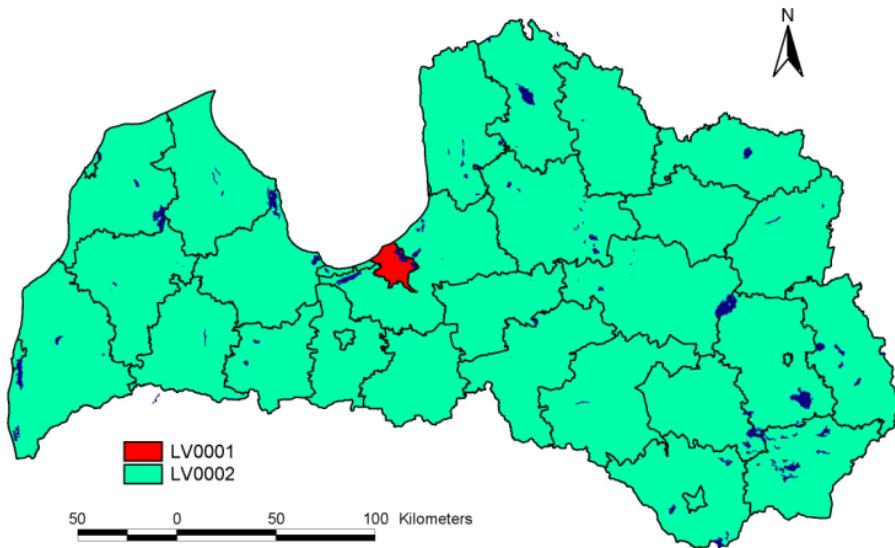
Верхние и низшие пороги для оценки загрязнения здоровья человека (2)

Вещество	Интервал времени	Порог оценки, мкг/м³	
		Высший	Низший
SO2	24 часа	75 макс. 3 раза в год	50 макс. 3 раза в год
PM10	24 часа	35 макс.35 раз в год	25 макс. 35 раз в год
	Календарный год	28	20
NO2	1 час	140 max. 18 раз в год	100 max. 18 раз в год
	Календарный год	32	26
CO	Максимальная средняя 8 часовая	7000	5000
	Календарный год	3.5	2.0
Pb	Календарный год	0.35	0.25
Cd	Календарный год	0.003	0.002
As	Календарный год	0.0036	0.0024
Ni	Календарный год	0.020	0.010
Benzo(a) pirene	Календарный год	0.0006	0.0004
PM2.5	Календарный год	17	12



Кол-во пунктов мониторинга – пример Латвии

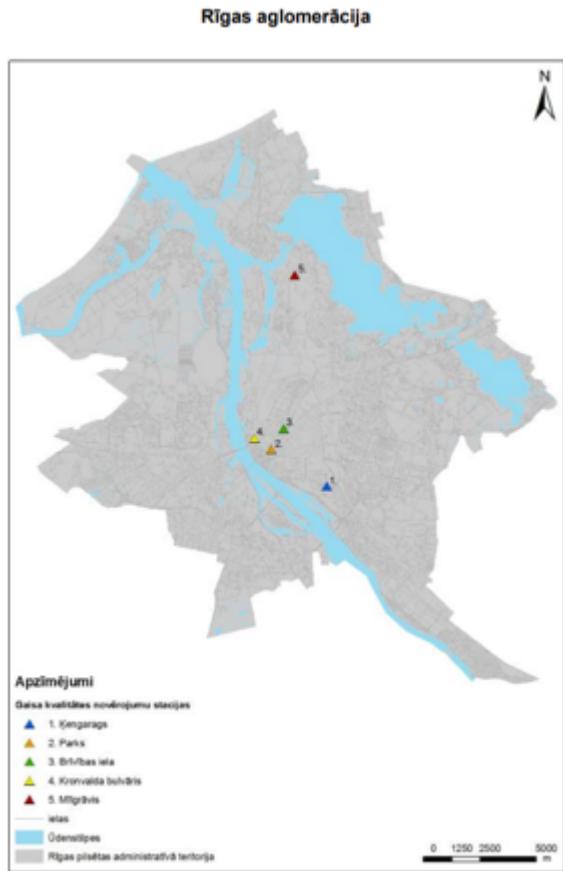
(Пере)оценка согласно Директиве: 1 раз в 5 лет



- Агломерация “Рига” – LV0001 (Административная территория города Рига) с количеством жителей 699 тыс.;
- Зона “Латвия” – LV0002 (вся территория Латвии) с количеством жителей 1.4 млн.



Кол-во пунктов мониторинга – пример Латвии (2)



1. attēls. Monitoringa staciju izvietojums Rīgā 2017. gadā

5 пунктов в Риге



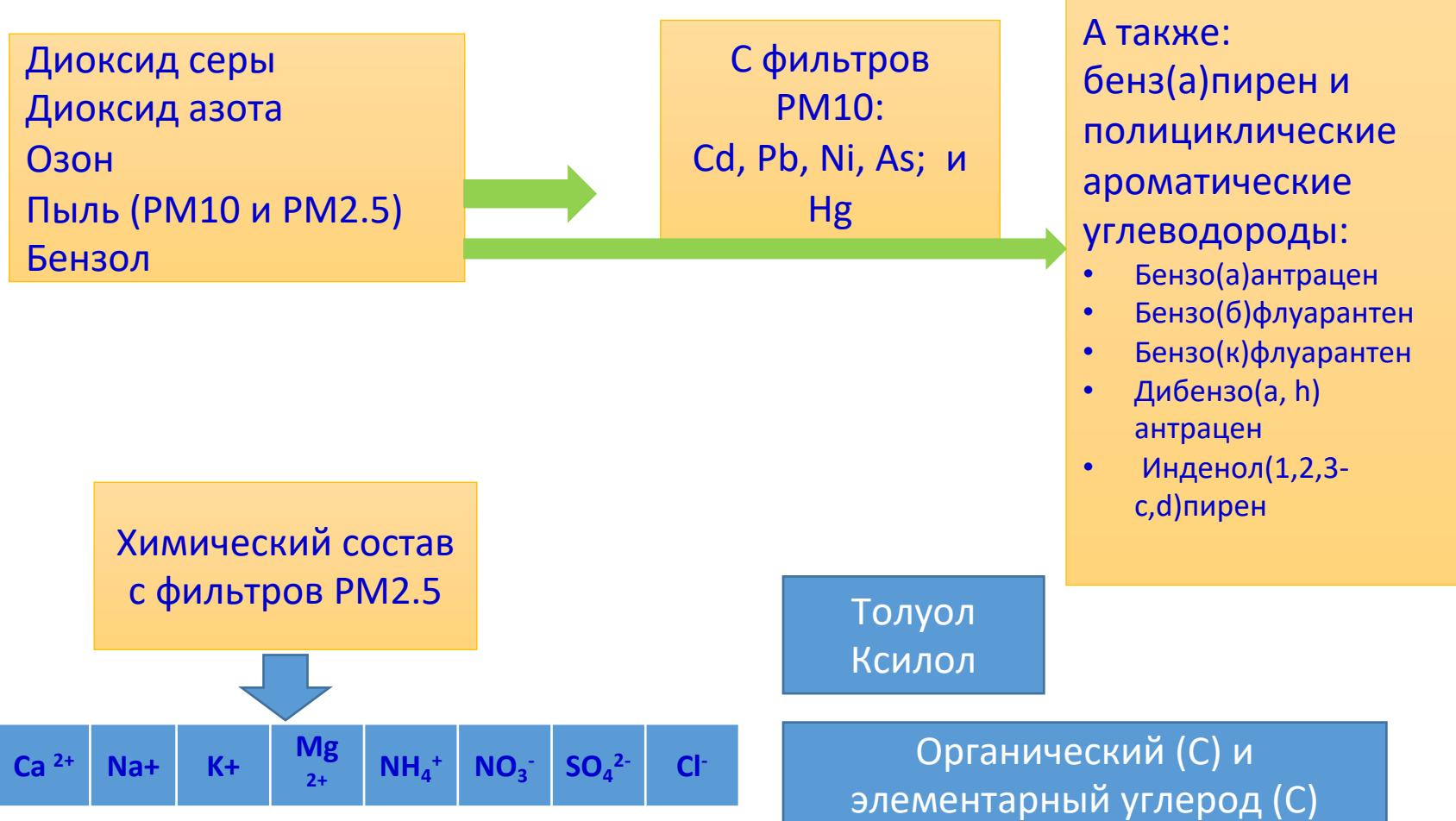
2. attēls. Monitoringa staciju izvietojums 2017. gadā

6 пунктов вне Риги



Перечень определяемых показателей

В Латвии



Кол-во пунктов мониторинга – пример Австрии

- **PM₁₀** (130 пунктов)
- **PM_{2.5}** (35 пунктов)
- **NO₂, NO** (150 sites)
- **Озон** (105 пунктов)
- **SO₂** (40 пунктов)
- **CO** (30 пунктов)
- **Бенз(а)пирен** (30 пунктов)
- **Бензол** (20 пунктов)
- Тяжелые металлы: **Pb, Cd, Ni, As** (15 пунктов)

В
зависимости
от качества
воздуха



Типы станций мониторинга

Городская транспортная



Городская фоновая



Сельская фоновая



Городская промышленная



Сельская транспортная



Критерии выбора пункта мониторинга

Согласно директиве 2008/50/ЕК:

- Оценка не проводится:
 - в местах недоступных населению
 - На территориях промышленных предприятий
 - На проезжей части
- Макро критерии
- Микро критерии



Критерии выбора пункта мониторинга (2)

Макро критерии

Защита здоровья:

- Территории с самыми высокими концентрациями
- Территории, которые являются показательными с точки зрения влияния на население
- Представляющие участок дороги минимум 100 м или промышленную зону 250×250 м²

Защита растительности и экосистем:

- 20 км от агломераций
- 5 км от основных дорог и промышленных объектов
- Хорошо представляет минимум 1000 км²



Критерии выбора пункта мониторинга (3)

Микро критерии

- Свободный доступ воздуха, близость зданий
- Высота над землей (1.5 – 4 м)
- Не находиться в прямой близости источников загрязнения
- Минимум 25 м от крупных перекрестков
- Не больше 10 м от проезжей части

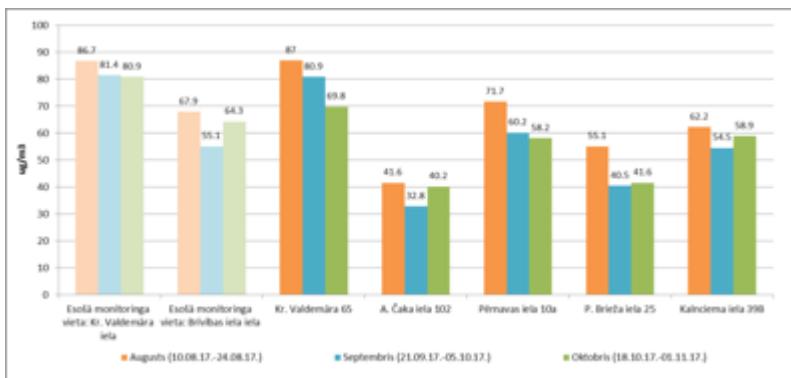
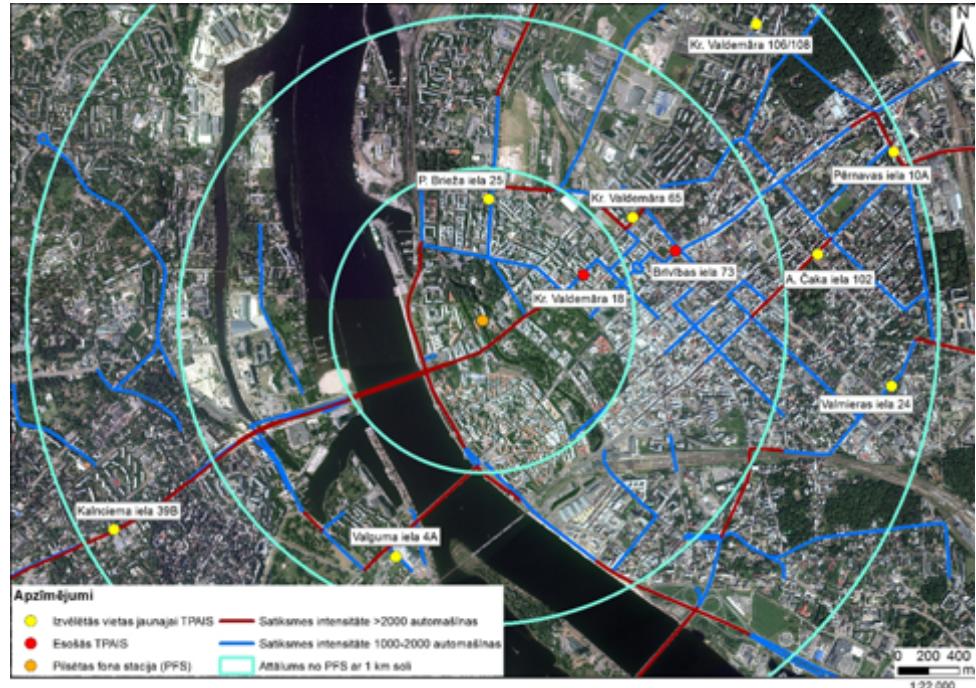
Факторы, которые нужно брать во внимание:

- Сильное влияние отдельных источников
- Безопасность
- Прямой доступ к станции
- Доступность электричества и мобильной связи
- Визуальное влияние
- Безопасность населения и оператора станции



Как найти подходящие место для пункта мониторинга?

- Мнение эксперта
- Измерения с помощью пассивных пробоотборников
- Кадастр выбросов
- Моделирование



Соответствие критериям?

**Свободный доступ
воздуха**



Source: Amt der Kärntner Landesregierung, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Wiener Umweltschutzabteilung MA 22



Соответствие критериям?

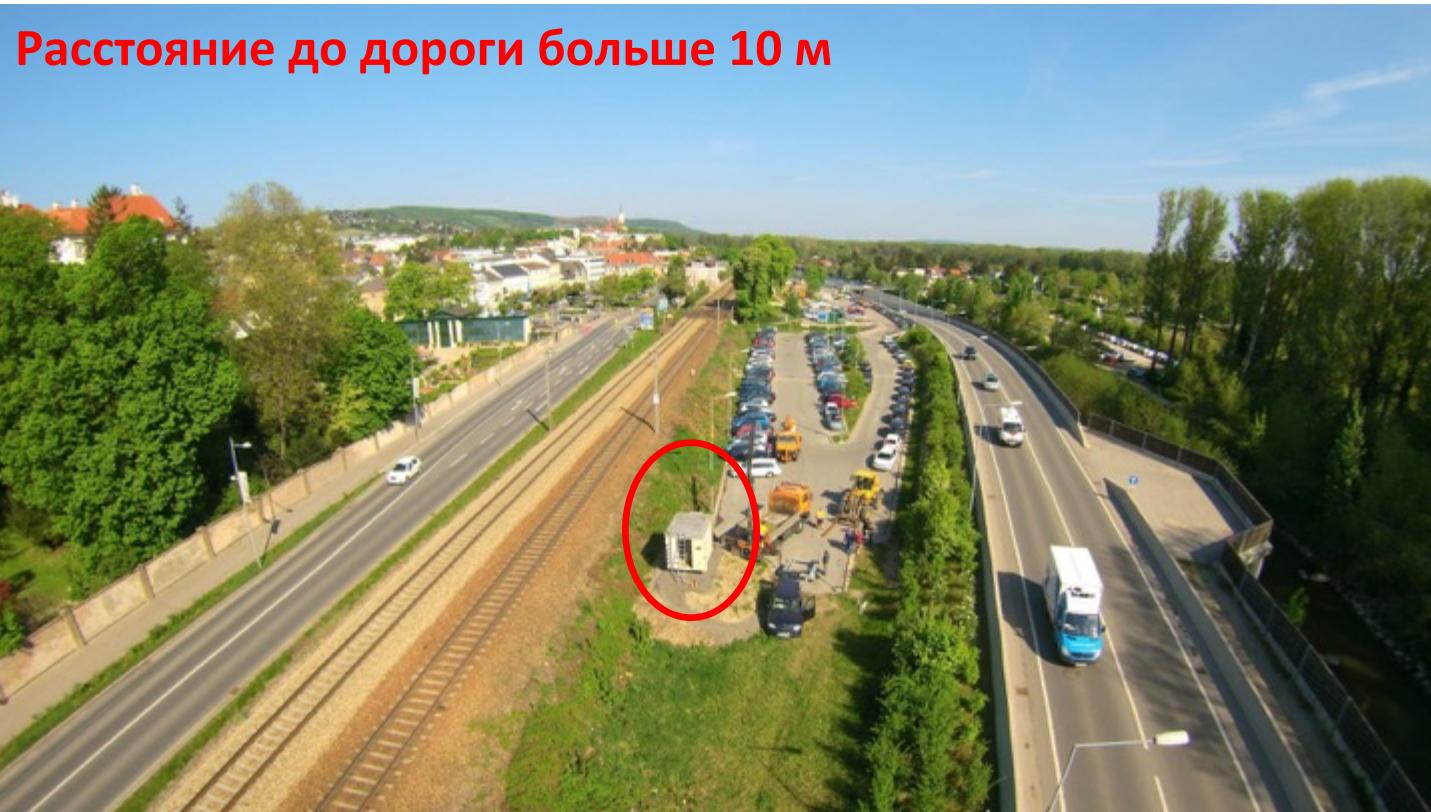
Расстояние до перекрестка



Source: Amt der Kärntner Landesregierung



Соответствие критериям?



Source: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung



Цели качества данных

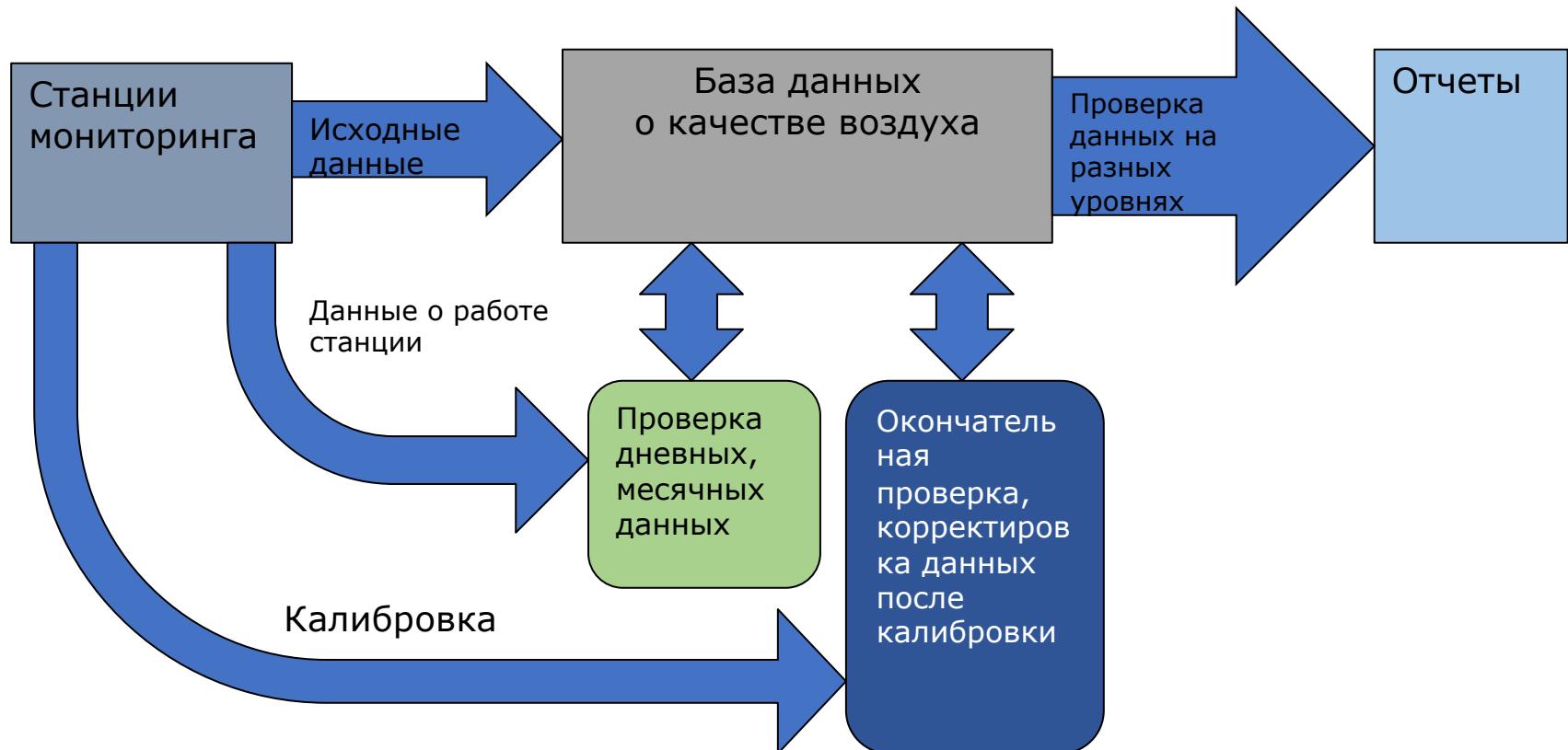
Согласно директиве 2008/50/ЕК от 21 мая 2008 года о качестве воздуха и чистом воздухе в Европе:

Цели качества данных, используемых для оценки качества воздуха	SO ₂ , NO ₂ , NO _x , CO	Бензол	PM10/PM2,5 и свинец	Озон и с ним связанные NO и NO ₂
<u>Стационарные посты наблюдений</u>				
Неопределенность	15 %	25 %	25 %	15 %
Минимальный объем данных	90 %	90 %	90 %	90 % летом 75 % зимой
Минимальный охват времени				
— станции фонового городского загрязнения и — станции транспортного загрязнения		35 %	—	—
— промышленные станции	—	90 %	—	—
<u>Индикативные измерения</u>				
Неопределенность	25 %	30 %	50 %	30 %
Минимальный объем данных	90 %	90 %	90 %	90 %
Минимальный охват времени	14 %	14 %	14 %	> 10 % летом



Контроль качества данных

Стандартный подход:



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (2)

Обслуживание систем и валидация данных

Техническое обслуживание систем:

- Калибрацию анализаторов с использованием референсных материалов – **1 раз в год**.
- Полное обслуживание приборов непосредственно на станции – **1 раз месяц**
- Удаленная диагностика работы систем анализаторов – **каждую неделю**. В случае невозможности решить проблему дистанционно, проводится оперативный выезд специалистов на станцию.

Валидация данных:

- Автоматическая проверка данных наблюдений и технических параметров – **каждый день**. **Ежечасно** формируется отчет по станциям и веществам, технические характеристики которых выходят за определенные пределы.
- Данные, прошедшие техническую валидацию, поступают в базу данных для дальнейшей статистической проверки ряда наблюдений.



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (2)

Статистическая проверка данных

Проверка однородности ряда наблюдений

- Проверка проводится на сравнение новых измерений с уже существующей базой . В расчетах используются данные наблюдений за предыдущие 3 года отдельно для холодного и теплого полугодия.
- Данные, выпадающие за пределы утроенного или учетверенного значения стандартного отклонения, проверяются индивидуально.
- В эту проверку входит анализ метеорологических условий, способствующих росту уровня загрязнения (наличие инверсионных процессов в период наблюдения, экстремальные метеорологические условия, такие как высокие или низкие температуры воздуха, отсутствие осадков продолжительный период, низкие скорости ветра или его отсутствие, перенос воздушной массы из зоны потенциального антропогенного загрязнения), анализ антропогенных факторов (возможные локальные работы в районе станции, заторы в движении автотранспорта и время обнаружения высоких значений), наличие трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ из зон, обуславливающих рост загрязнения .



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (3)

Программа проверки и флагирования данных

The screenshot displays the LVGMC software interface, which includes a menu bar (File, Edit, View, Query, Report, Execute, Database, System, Help) and a toolbar with various icons. On the left, there's a sidebar with 'Desktop' and 'so2' sections, a 'Calendar' icon, a 'Selection' icon, and a 'Time series' icon.

The main area contains three windows:

- SO2, conc**: A table showing SO₂ concentration data for Kengarags gas data from May 6, 2014, at 0:00:00 to 19:00:00. The values range from 1.1 to 2.8 ug/m³.
- Rādītāji**: A list of parameters for selection, including Benzols, Cinkis daļņijs PM10, Cinkis kopējais daļņijs, Dalīgas PM10, Dalīgas PM10 (30 minūšu daļi), Dalīgas PM2.5, and Dibenz(a,h)antracēns daļņijs PM10. The 'Dalīgas PM10' checkbox is selected.
- Mārķumi**: A table of flagged data entries. The first column is 'ID', the second is 'Datums' (Date), the third is 'Parametri' (Parameters), the fourth is 'Rādītājs' (Detector), the fifth is 'Vērtība' (Value), the sixth is 'Mērvienīka' (Unit), the seventh is 'Karakteri' (Characteristics), the eighth is 'Mārķumu veids' (Type of mark), and the ninth is 'Novērojamo staciju' (Monitoring station). One row in the table is highlighted with a red border around the 'Mārķumu veids' and 'Novērojamo staciju' columns, indicating a specific flagged entry.



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (4)

Оперативная информация о качестве воздуха

The screenshot shows the LVGMC air quality information page. At the top, there's a banner with the Latvian Meteorological and Geodesic Centre logo, a weather icon, and text indicating '+14' degrees Celsius in Ventspils. A warning box says: 'Neraugoties uz to, ka īzņedēj daudziest tika novērotas pērkons lēturgūzes, vēlāk tās bija pat stipras, to teritorīlais sadalījums.' Below the banner is a navigation bar with links: LAIKA APSTĀKĻI, NOVĒROJUMI, VIDE, ĢEOLĢIJA, PAKALPOJUMI, LABATORIJA, PAR CENTRU, JAUTĀJUMI, English, and Latviešu.

Operatīvā informācija

Sākums / Novērojumi / Gaisa kvalitāte

Zemāk redzamie novērojumu dati tiek ievietoti reāla laika režīmā pirms to kvalitātes kontroles!

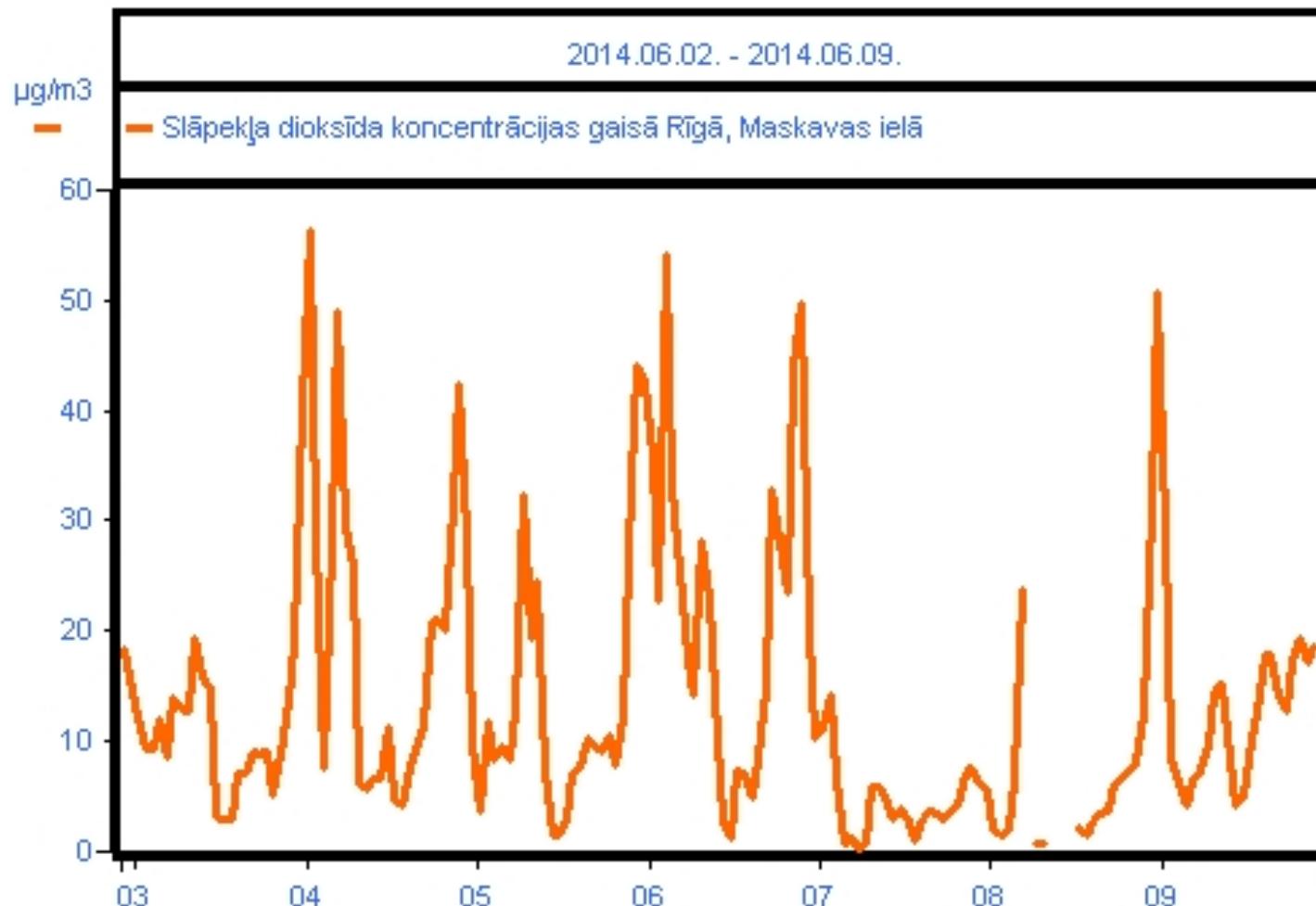
 Riga	<ul style="list-style-type: none">Slipelka dienvids Rāna būvārīSēra dienvids Rāna būvārīOzons Rāna būvārīSlipelka dienvids Maskavas ielāSēra dienvids Maskavas ielāOzons Maskavas ielā
 Liepāja	<ul style="list-style-type: none">Slipelka dienvids Kalpaka ielāSēra dienvids Kalpaka ielāOzons Kalpaka ielā
 Ventspils	<ul style="list-style-type: none">Slipelka dienvids Talsu ielāSēra dienvids Talsu ielāOzons Talsu ielā
 Atribe	<ul style="list-style-type: none">Slipelka dienvids Atribeču ielāSēra dienvids Atribeču ielāOzons Atribeču ielā

On the right side, there's a sidebar with links: Operatīvā Informācija, Izmēneša Informācija par gaisa kvalitāti Latvijas pilsētās, Novērojumu tīkls, and Datu pieejamība. Below these are logos for ERAF (European Regional Development Fund) and ERDF (European Social Fund). The bottom of the screen shows the Windows taskbar with icons for Start, Microsoft PowerPoint, and the browser tab for LVGMC air quality information.



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (5)

Оперативная информация о качестве воздуха для жителей онлайн



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (7)

Месячная информация о превышениях предельно-допустимых значений

LAIKA APSTĀKĻI NOVĒROJUMI VIDE ĢEOLOGIJA PAKALPOJUMI LABORATORIJA PAR CENTRU JAUTĀJUMI

Aprīlis. 2014

Sākums / Novērojumi / Gaisa kvalitāte

Drukāt

Pilsēta, iela	Sēra dioksīds	Slāpekļa dioksīds	Ozons	Oglekļa oksīds	Benzols*	Dalījas PM ₁₀	Dalījas PM _{2,5} *
diennakts vērtība/ stundas vērtība/ kalendārais gads	stundas vērtība/ kalendārais gads	stundas vērtība/8 stundas vērtība	8 stundas vērtība	kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads
Rīga, Maskavas iela 165	nav pārsniegts	nav pārsniegts	nav pārsniegts/pārsniegts	-	nav pārsniegts	-	-
Rīga, Raiņa bulvāris 19**	nav pārsniegts	nav pārsniegts	nav pārsniegts	-	-	nav pārsniegts	nav pārsniegts
Rīga, Brīvības iela 73	-	-		-	-	nav pārsniegts	-
Rēzekne, Athrivnēšanas	nav nārsnients	nav nārsnients	nav pārsniegts	-	nav nārsnients	nav nārsnients	nav nārsnients

Operatīvā informācija
Ikmēneša informācija par gaisa kvalitāti Latvijas pilsētās
2014
2013
2012
Novērojumu tīkls
Datu pieejamība

ERAF
EUROPAS REĢIONĀLĀS ATTĪSTĪBAS FONDS

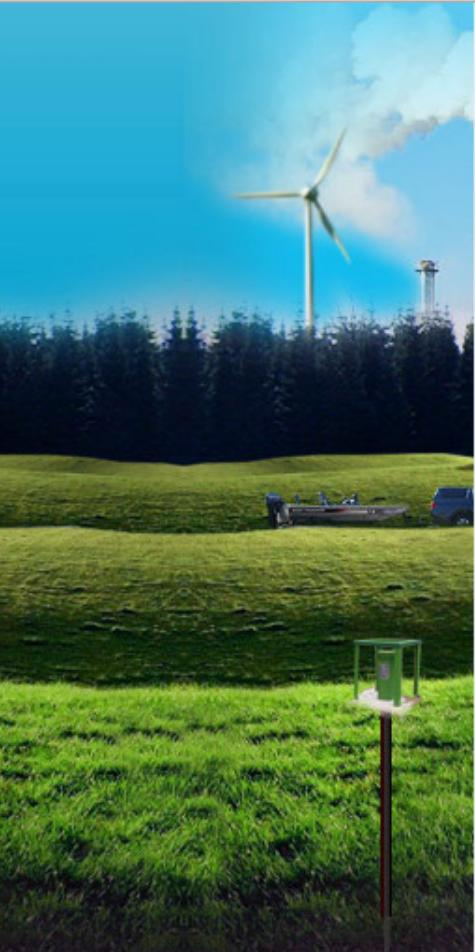
EUROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (8)

Выборка данных станций за весь период наблюдений



Datu atlase pēc stacijas Datu atlase pēc parametra

Stacija: Rīga-Ķengarags

Parametrs:

- Arsēns kopējās daļīnās
- Benzols
- Cinks kopējās daļīnās
- Kadmijs kopējās daļīnās
- Niķelis kopējās daļīnās
- Ozons (O₃) **(highlighted in blue)**
- Slāpekļa dioksīds (NO₂)
- Swins kopējās daļīnās

Novērojumu programma: Atmosfēras gaisa kvalitāte

Meklēt

Rezultāts

Novērojumu stacija Rīga-Ķengarags

Parametrs	Novērojuma periods	Pieejamība
Ozons (O ₃)	01.11.1997 - šobrīd	bez maksas



Методы измерения: эталонный метод (лабораторного исследования)

Согласно директиве 2008/50/ЕК: используются эталонные методы или методы с доказанной эквивалентностью эталонным

ANNEX VI

Reference methods for assessment of concentrations of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter (PM_{10} and $PM_{2,5}$), lead, benzene, carbon monoxide, and ozone

▼M1

A. Reference methods for the assessment of concentrations of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter (PM_{10} and $PM_{2,5}$), lead, benzene, carbon monoxide and ozone

1. Reference method for the measurement of sulphur dioxide

The reference method for the measurement of sulphur dioxide is that described in EN 14212:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence'.

2. Reference method for the measurement of nitrogen dioxide and oxides of nitrogen

The reference method for the measurement of nitrogen dioxide and oxides of nitrogen is that described in EN 14211:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence'.

3. Reference method for the sampling and measurement of lead — unchanged

4. Reference method for the sampling and measurement of PM_{10}

The reference method for the sampling and measurement of PM_{10} is that described in EN12341:2014 'Ambient Air — standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{10} or $PM_{2,5}$ mass concentration of suspended particulate matter'.

5. Reference method for the sampling and measurement of $PM_{2,5}$

The reference method for the sampling and measurement of $PM_{2,5}$ is that described in EN12341:2014 'Ambient Air — standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{10} or $PM_{2,5}$ mass concentration of suspended particulate matter'

6. Reference method for the sampling and measurement of benzene — unchanged

7. Reference method for the measurement of carbon monoxide

The reference method for the measurement of carbon monoxide is that described in EN 14626:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by non-dispersive infrared spectroscopy'.

8. Reference method for measurement of ozone

The reference method for the measurement of ozone is that described in EN 14625:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry'.

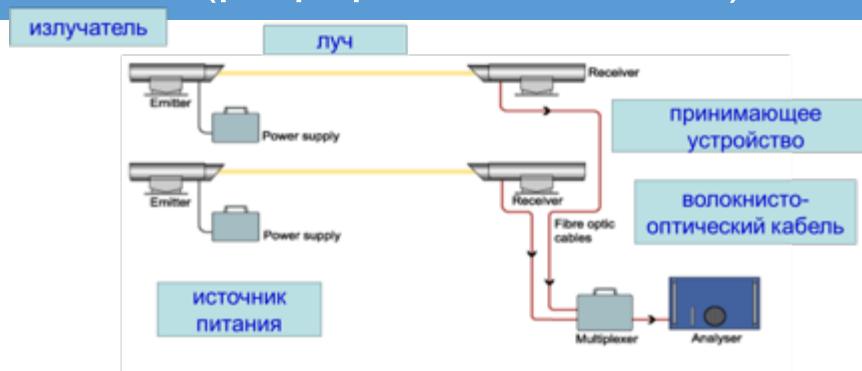


Метод определения и наличие приборов

Эталонные методы (или эквиваленты)

В Латвии наблюдения на станциях Центра проводятся автоматически с помощью установок DOAS шведской компании OPSIS (дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия) и определяются:

- SO₂, NO₂, озон - базовые компоненты;
- бензол, толуол и ксиол;
- NO;
- CO – HORIBA (референтный метод).



Метод определения и наличие приборов (2)

Эталонные методы (или эквиваленты)

Наблюдения на сельской фоновой станции Руцава (GAW/ЕМЕР):

SO₂, NO₂ – суточные;

PM₁₀, PM_{2.5} – суточные;

бензол – пассивники (месячная экспозиция);

Озон – автоматически (каждый час) HORIBA;

С фильтров PM₁₀ анализ (недельная экспозиция): Pb, Cd, As, Ni ;

С фильтров PM₁₀ анализ (недельная экспозиция): бензо(а)пирен и РАУ;

С фильтров PM_{2.5} анализ (недельная экспозиция):

Основных катионов и анионов (Ca²⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Cl⁻, S-SO₄²⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺);

В осадках: (недельная экспозиция)

pH, кондуктивность, S-SO₄²⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, Cl, Na, K, Ca, Mg, Cd, Pb, As, Ni, Hg и РАУ



Метод определения и наличие приборов (3)

Индикативные методы: пассивные пробоотборники



SO_2 , NO_2 ,



Бензол



Лаборатории

Согласно директиве 2008/50/ЕК измерения проводятся аккредитованной лабораторией в соответствии с национальными или международными стандартами аккредитации лабораторий

Table 1: International standards applicable to laboratories

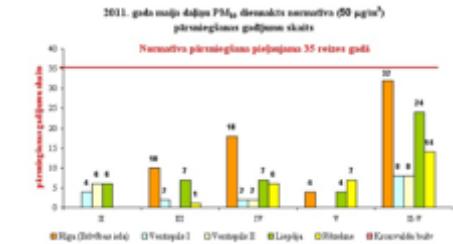
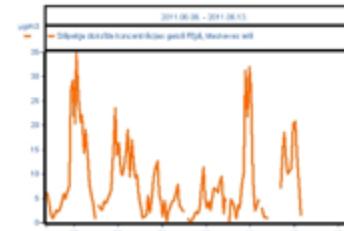
ISO/IEC 17025	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
ISO 15189	Medical laboratories – particular requirements for quality and competence
ISO/IEC 17043	Conformity assessment – general requirements for proficiency testing
ISO 13528	Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison
OECD GLP	OECD principles on good laboratory practice
ISO Guide 34	General requirement for the competence of reference material producers
ISO 8402	Quality management and quality assurance – vocabulary
ISO 19011	Guidelines for quality and/or environmental management system auditing
ISO 9001	Quality management systems – requirements

*Source: WHO Laboratory Quality Standards and their Implementation

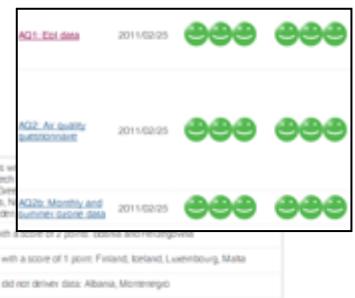
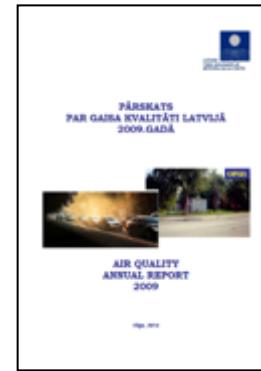


Где используется информация о качестве воздуха

- Информация для населения

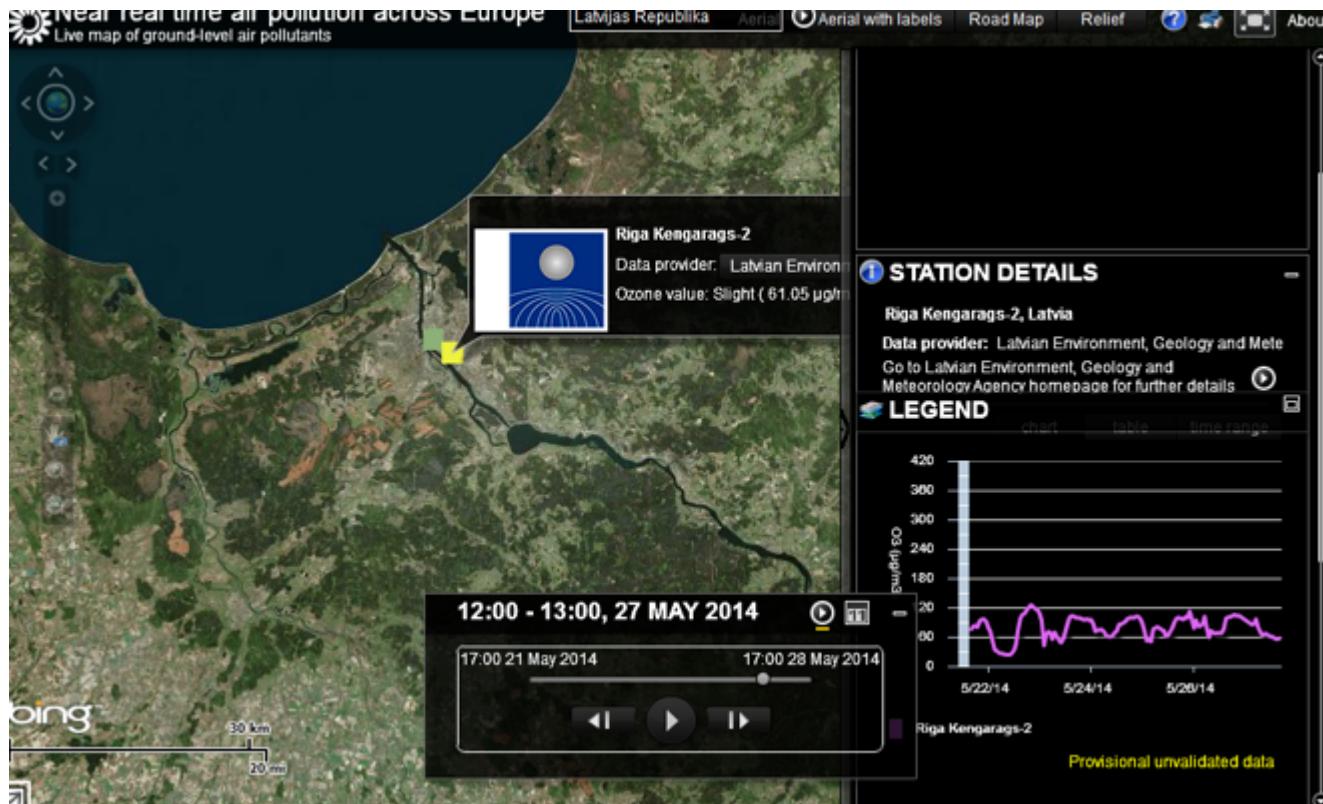


- Для подготовки годовых отчетов и оценки уровня загрязнения
- Для разработки планов и программ с целью уменьшения уровня загрязнения
- Для отчетов в международные организации



Предоставление информации населению (1)

Информация в Европейское Агентство Окружающей среды

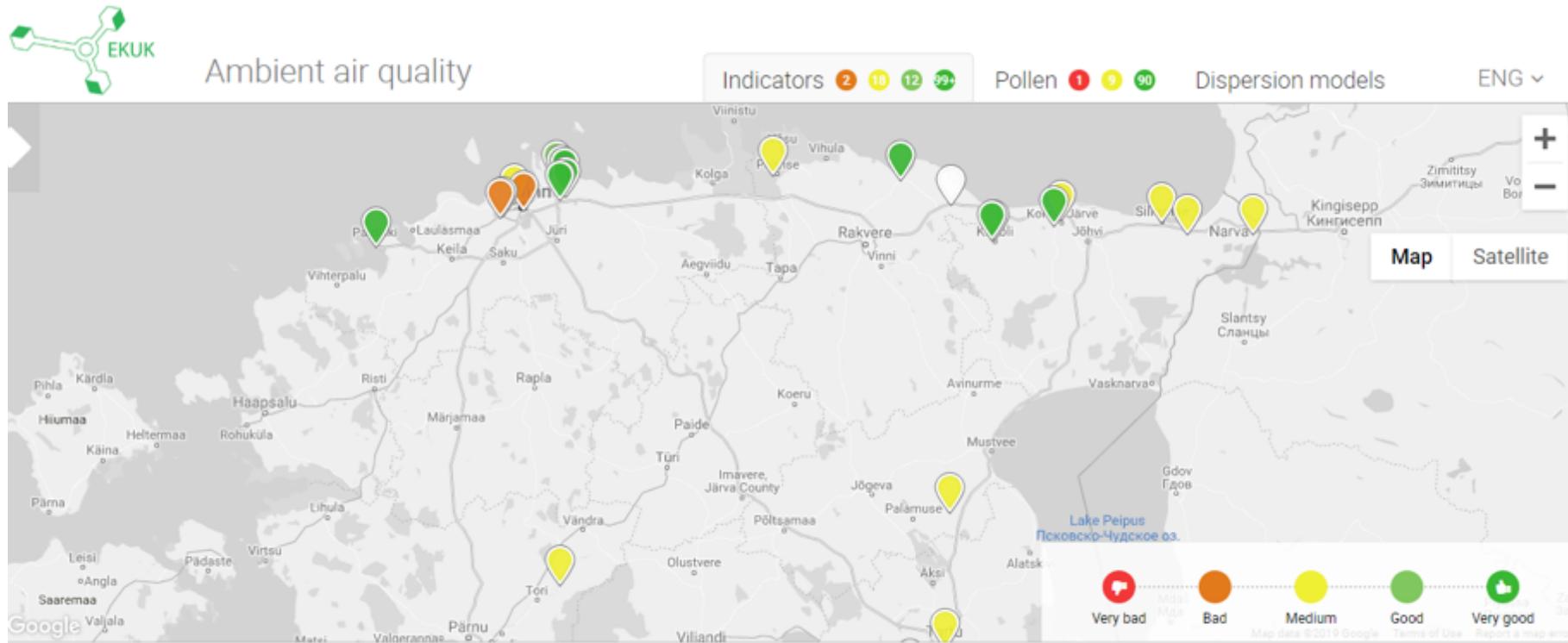


<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/up-to-date-air-quality-data>



Предоставление информации населению (2)

Эстонский центр исследования среды



Contacts

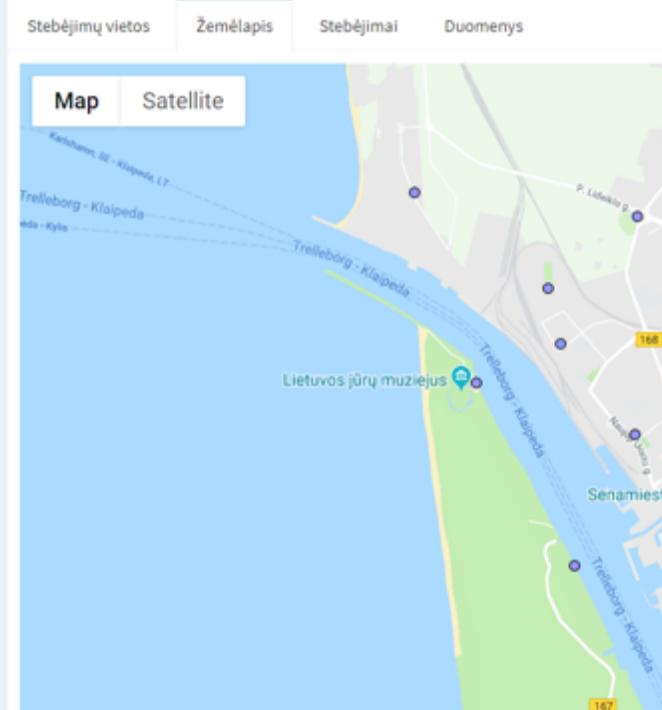
<http://airviro.klab.ee/en>



Предоставление информации населению (3)

Город Клайпеда, Литва

Aplinkos oro monitoringo duomenys



Aplinkos oro monitoringo duomenys

Pradžia > Aplinkos oro monitoringo duomenys

Stebėjimų vietas		Žemėlapis	Stebėjimai	Duomenys			
		Benzenas	Toluenas	Etilbenzenas	m/p-ksilena	o-ksilena	NO ₂
		SO ₂	CO	KD ₁₀	SKD		
		Rodyti tik virš normos	Atsiisiųsti duomenis	Atsiisiųsti duomenis			

1 2 3 >> Visi

Nr.	Vietos ID	Vietos pavadinimas	Data	Parametras	Reikšmė	Matavimo vnt.	Ribinė reikšmė
1	28	Mažasis Kaimelis (Mažojo Kaimelio g. 38)	2018-11-08 - 2018-11-22	NO ₂	16.38	µg/m ³	>40
2	23	Pievų g. prie gyvenamųjų namų (Pievų g. 43)	2018-11-08 - 2018-11-22	NO ₂	22.53	µg/m ³	>40
3	11	Herkaus Manto g. – Daukanto g. sankryža prie gyvenamųjų namų (Herkaus Manto g. 17)	2018-11-08 - 2018-11-22	NO ₂	34.41	µg/m ³	>40
4	27	Naujoji Uosto g. – Gegužės g. sankryža (Naujoji Uosto g.10)	2018-11-08 - 2018-11-22	NO ₂	40.30	µg/m ³	>40
5	13	Minilios e. – Naikupės e. sankryža (Naikupės e. 14)	2018-11-08 - 2018-11-22	NO ₂	37.58	µg/m ³	>40

<http://aplinka.klaipeda.lt/point/all/type/aom/tab/list/bpid/5551>



Благодарю за внимание!

www.wecoop2.eu



EU-Central Asia enhanced regional cooperation on
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by
The European Union



Stantec umweltbundesamt[®]

Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt) and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.

