



# Руководство по Thor-AirPAS - Системе оценки

загрязнения воздуха

---

Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy

No. 48

2015



AARHUS  
UNIVERSITY

DCE – DANISH CENTRE FOR ENVIRONMENT AND ENERGY



# Руководство по Thor-AirPAS - Системе оценки

загрязнения воздуха

---

Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy

No. 48

2015

Steen Solvang Jensen<sup>1</sup>

Matthias Ketzel<sup>1</sup>

Jørgen Brandt<sup>1</sup>

Marlene Plejdrup<sup>1</sup>

Ole-Kenneth Nielsen<sup>1</sup>

Morten Winther<sup>1</sup>

Olga Evdokimova<sup>2</sup>

Allan Gross<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aarhus University, Department of Environmental Science

<sup>2</sup> Aarhus University's Department with focus on business and technology, AU Herning



AARHUS  
UNIVERSITY

DCE – DANISH CENTRE FOR ENVIRONMENT AND ENERGY

# Спецификация

Заголовок и номер.:	Технический доклад по проекту для AirQGov Регионального Пилотного Пректа №3 (AirQGov:RPP3)
Название:	Руководство по Thor-AirPAS - Системе оценки загрязнения воздуха
Авторы:	Steen Solvang Jensen <sup>1</sup> , Matthias Ketzel <sup>1</sup> , Jørgen Brandt <sup>1</sup> , Marlene Plejdrup <sup>1</sup> , Ole-Kenneth Nielsen <sup>1</sup> , Morten Winther <sup>1</sup> , Olga Evdokimova <sup>2</sup> , Allan Gross <sup>2</sup>
Институты:	<sup>1</sup> Университет г. Орхуса, кафедра инжиниринга окружающей среды, Дания <sup>2</sup> кафедра бизнеса и технологий орхуского университета, в городе Хернинг, ОУ Хернинг, Дания
URL:	<a href="http://envs.au.dk/">http://envs.au.dk/</a>
Год издания:	2015
Рецензент:	Susanne Boutrup
Финансовая поддержка:	EUROPEAID, Европейская Комиссия.
	Копирование разрешается при условии ссылки на первоисточник
Аннотация:	Руководство содержит обзор THOR-AirPAS - системы оценки загрязнения воздуха и краткую инструкцию по началу работы с моделью качества воздуха и с входными данными, включенными в THOR-AirPAS.
Ключевые слова:	Загрязнение воздуха, руководство, пользовательский интерфейс, модель качества воздуха, выбросы
Количество страниц:	54
ISBN:	978-87-7156-115-9
ISSN (electronic):	2245-019X

# Содержание

<b>1. Введение</b>	<b>4</b>
<b>2. Общее представление системы оценки загрязнения воздуха</b>	<b>5</b>
2.1 Общее представление системы	5
2.2. Общий поток данных	6
2.3. Результаты	7
2.4. Технические характеристики и ограничения в использовании модели	7
<b>3. Внешний пользовательский интерфейс</b>	<b>9</b>
<b>4. OSPM® - Уличные концентрации</b>	<b>16</b>
<b>5. Выбросы и пространственное распределение</b>	<b>27</b>
5.1 Оценка выбросов	27
5.2. Пространственное распределение	30
<b>Список литературы</b>	<b>45</b>
<b>Приложение 1 Предельные значения в ЕС</b>	<b>47</b>
<b>Приложение 2: Описание метеорологических входных данных и данных по фоновым концентрациям</b>	<b>51</b>
<b>Приложение 3: Инструкции по установке THOR-AirPAS</b>	<b>53</b>

# 1. Введение

Общей целью AirQGov Регионального Пилотного Проекта №3 (AIRQGov:RPP3) является создание интегрированной системы оценки загрязнения воздуха THOR-AirPAS (проект ЕС по управлению качеством воздуха см.: <http://airgovernance.eu/>). THOR-AirPAS может быть использована для моделирования с высокой разрешающей способностью качества городского воздуха, а также оценки политических мер в рамках городского планирования и создания транспортных схем. В ходе проекта система оценки загрязнения воздуха будет создана в пилотных городах Армении, Азербайджана, Беларуси, Грузии, Республики Молдовы, Российской Федерации и Украины.

К целевой группе этого отчёта относятся администраторы, планирующие органы и технические специалисты, которые будут использовать THOR-AirPAS.

Простой внешний пользовательский интерфейс был разработан для удобной работы с входными данными, моделями качества воздуха и выходными данными.

В руководстве рассмотрены основные положения системы оценки загрязнения воздуха и общее описание пользовательского интерфейса к системе. Также представлена инструкция по началу работ для UBM, OSPM® и модели выбросов SPREAD.

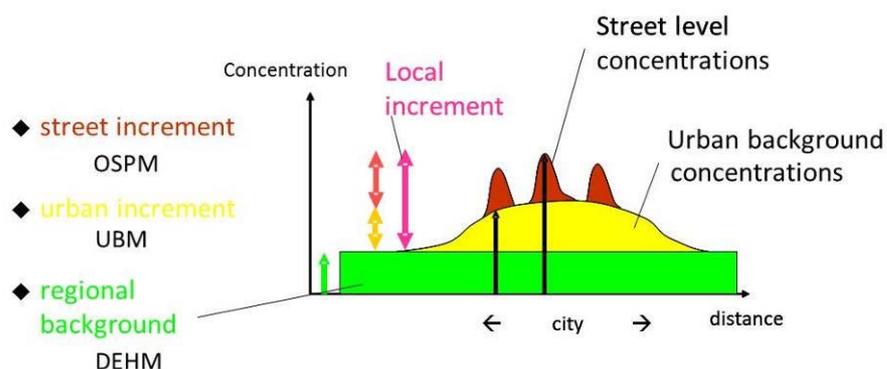
THOR-AirPAS базируется на частях Интегрированной системы прогнозирования и управления загрязнением воздуха THOR, разработанной на кафедре инжиниринга окружающей среды университета г. Орхус, Дания. Модель системы оценки загрязнения воздуха включает три модели качества воздуха: одна для прогнозирования качества воздуха на региональном уровне (DENM), другая для прогнозирования качества воздуха на уровне городского фона (UBM) и третья для прогнозирования на уровне улиц (OSPM®). OSPM является зарегистрированным товарным знаком. Модели качества воздуха требуют ввода данных о выбросах и метеорологических данных, а также других входных. Пространственное распределение выбросов для UBM по отдельным городам было подготовлено с использованием модели выбросов SPREAD.

## 2. Общее представление системы оценки загрязнения воздуха

В этой главе представлено общее представление системы оценки загрязнения воздуха, обзор общего потока данных в системе и описываются результаты работы системы.

### 2.1 Общее представление системы

Общее представление системы оценки качества воздуха представлено на рисунке 2.1.



**Рис. 2.1.** Общее представление системы оценки загрязнения воздуха для оценивания внутригородской изменчивости качества воздуха.

Система моделирует региональные фоновые концентрации, городские фоновые концентрации и уличные концентрации.

Региональные фоновые концентрации находятся под влиянием выбросов в Северном полушарии, в том числе национальных выбросов, и представляют собой переносимые на большие расстояния загрязнения воздуха. Региональный уровень концентрации представляет качество воздуха на больших масштабах, и станции мониторинга качества воздуха, измеряющие региональную концентрацию, именуется региональными, сельскими и городскими станциями. Региональные концентрации создают условия для фоновых концентраций, например в городах.

Городские фоновые концентрации состоят из рассматриваемых региональных и городских выбросов. Городская фоновая концентрация представляет собой качество воздуха на уровне крыш или в парке и не зависит непосредственно ни от одного из ближайших локальных выбросов. Станции мониторинга качества воздуха, измеряющие городские фоновые концентрации, как правило, расположены в парке или на крыше здания, они именуется городскими фоновыми станциями.

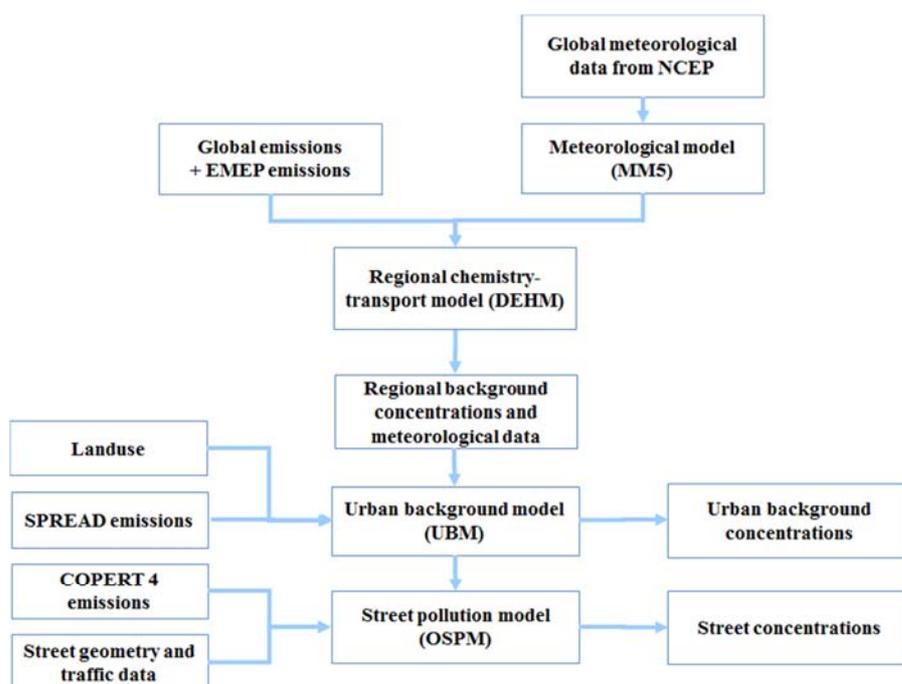
Уличная концентрация – это концентрация на уличном датчике, расположенном на высоте 2-3 м. В состав уличной концентрации включены городской фон и выбросы транспортных средств на

конкретной улице. Станции мониторинга качества воздуха, измеряющие уличные концентрации, как правило, размещают на обочине, тротуарах, на улицах и транспортных станциях.

Модель системы оценки загрязнения воздуха включает три модели качества воздуха: одна для прогнозирования качества воздуха на региональном уровне (DEHM – Датская Эйлеровская модель для полушария), другая для прогнозирования качества воздуха на уровне городского фона (UBM – Модель Городского Фона) и третья для прогнозирования на уровне улиц (OSPM® – Модель улица-каньон). Более подробная информация о моделях UBM и OSPM приведена в Главах 4 и 5.

## 2.2. Общий поток данных

Схема общего потока данных между моделями качества воздуха в системе оценки загрязнения воздуха представлена на Рисунке 2.2.



**Рисунок 2.2.** Схема по всем потокам данных между моделями качества воздуха в системе оценки загрязнения воздуха

Региональная модель (DEHM) требует данные о выбросах и метеорологические вводные и предоставляет региональные фоновые концентрации для городской фоновой модели (UBM), а также метеорологические данные для UBM.

Кроме метеорологических данных, для UBM также требуются данные о выбросах, которые предоставляет модель SPREAD. SPREAD производит географическое распределение национальных выбросов, основанное на географических переменных для различных источников выбросов, или на локально генерированных выбросах. Пространственное разрешение обычно 1 km x 1km.

Уличные концентрации моделируются моделью OSPM®. UBM предоставляет городские фоновые концентрации, а также

метеорологические данные для OSPM®. Модель выбросов COPERT 4 интегрирована в OSPM®. OSPM® также требует вводов о геометрии улиц и данных о трафике в тех местах, где осуществляются расчёты.

### **2.3. Результаты**

Система оценки загрязнения воздуха генерирует региональные фоновые концентрации и городские фоновые концентрации для города, и уличные концентрации для выбранных городских улиц.

Таким образом, система обеспечивает пространственное распределение загрязнителей воздуха в городе и эти результаты можно сравнить с предельными значениями.

Система способна моделировать прошлые, настоящие и будущие уровни качества воздуха при условии доступности данных о выбросах и других входных данных.

Система также даёт информацию о суммарных выбросах и их распределению по различным источникам. Можно соотнести уровни качества воздуха с различными типами источников загрязнения.

Информация о предельных значениях, целевых значениях, долгосрочных целях и порогах оповещения для различных веществ в директиве 2008г. (2008/50 / EC) о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки для Европы приведена в Приложении 1.

### **2.4. Технические характеристики и ограничения в использовании модели**

В этом разделе описываются особенности системы THOR-AirPAS, представляющие интерес для пользователей.

Пространственное разрешение и для распределения выбросов и для UBM постоянно и равно 1 км x 1 км. В принципе, возможно изменение пространственного разрешения в большую или меньшую сторону. Однако это потребует изменений параметров модели и входных данных, поэтому не рассматривается в проекте.

В настоящей версии модели метеорологические входные и региональные фоновые концентрации предоставляются за 2000 – 2012гг. UBM устанавливается для расчёта следующих загрязняющих веществ: NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, TSP, PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>. OSPM рассчитывает результаты для NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>. Модель также может быть настроена для работы с другими годами и загрязнителями, как описано в Приложении 2.

В настоящее время в системе моделирования расчёт выбросов производится с большой погрешностью. Поэтому рекомендуется, чтобы калибровка модели UBM для местных условий была сделана с помощью дополнительных опций масштабирования выбросов, описанных на Рис. 3. 5. Для правильной калибровки UBM требуются измерения регионального и городского фона.

Данная версия DENM ещё не включает природные ветряные разносы пыли. Это может привести к занижению оценки, особенно TSP, в сухой сезон в регионах с высоким уровнем природного ветряного пыления.

UBM включает относительно простые методы для моделирования точечных источников. Поэтому UBM не может заменить детального моделирования точечных источников в целях регулировки и оценки высоты труб.

В UBM типичные суточные/недельные временные измерения выбросов распределяются на весь год и не учитывают сезонных колебаний. По этой и другим причинам UBM рассчитывает для всех точек сетки только среднегодовые концентрации и никакие другие статистические параметры (напр., процентиля). Тем не менее, некоторые предельные значения определены на основе различных статистических параметров (Приложение 1). Они могут быть получены в THOR-AirPAS двумя путями, но только для ограниченного числа рецепторных точек. В качестве первого варианта пользователь может использовать почасовой временной ряд, рассчитанный с UBM для выбранных рецепторных точек и использовать EXCEL или другую программу для постобработки данных в требуемые статистические данные. Другой вариант заключается в использовании очень гибких и проработанных статистических выходных данных из WinOSPM как для фоновых, так и для уличных концентраций (см. онлайн помощь для WinOSPM или руководство пользователя).

Большинство загрязнителей воздуха остаются в городской черте лишь на короткое время, т.е. совсем немногие из них могут вступить в химическую реакцию, прежде чем они покинут зону города. Поэтому UBM и OSPM не считают осаждение или другие химические преобразования, за исключением NO-NO<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>.

В настоящее время NO<sub>2</sub> в среднем в выбросах NO<sub>x</sub> составляет 15%. Если пользователь обладает более подробной информацией, то значение может быть изменено в дополнительных параметрах.

Для того, чтобы UBM было легче использовать и убыстрить его запуск на ПС рельефы/орфографии или метеорологические вариации в модели не рассматриваются. В большинстве случаев это даёт удовлетворительные результаты.

### 3. Внешний пользовательский интерфейс

Внешний графический пользовательский интерфейс THOR-AirPAS включен в MS Excel®. Интерфейс предоставляет обзор входных данных и облегчает обмен данными между моделями качества воздуха и демонстрацией результатов, Рисунок 3.1.

**THOR-AirPAS Air Pollution Assessment System**  
 Setup for Denmark Funen, years 2000 - 2012

**DEHM - Regional background and meteorology**  
      DEHM file:

**SPREAD - Urban Emissions**  
      Transport emissions: Funen\_Transport.csv  
      Other area emissions: Funen\_Area.csv  
      Point source emissions: Funen\_Point.csv

**UBM - Urban Background Model**  

Grid or Rec\_val:

StartDate: 01-01-2000 00h  
 EndDate: 31-12-2000 23h  
 RunName: Funen\_Example  
 FolderName: Funen\_v14

Export of UBM Emissions (Sum of Transport and Area or Point including Scaling)

Export of UBM concentration results (averages only)

**OSPM - Operational Street Pollution model**  

OSPM Project Name: OSPMproject_Funen_Example.osp ProjPathName (as in UBM): Funen_v14	StreetName: High street Height (m): 25 Width (m): 20 Orientation (deg): 111 Daily Traffic (veh/day): 22150 Vehicle Speed (km/h): 31
---	--

Export data from OSPM\_Results

Рисунок 3.1. Графический пользовательский интерфейс системы оценки загрязнения воздуха THOR-AirPAS . Приведён пример данных для Копенгагена.

Все входные и выходные данные связываются в файле Excel (напр. THOR\_AirPAS\_Funen\_v14.xls).

Внешний графический интерфейс пользователя размещён в листе Excel под названием 'RunModels'.

### **DEHM – Региональные фоновые концентрации и метеорология**

Интерфейс представляет региональные фоновые концентрации, рассчитанные при помощи DEHM и метеорологических данных (Рис.3.2). Существует возможность выбора данных для доступных файлов через DropDownList 'DEHM file'. При нажатии на кнопку 'Open DEHM file in TextPad' содержание файла просматривается в текстовом редакторе 'TextPad'. Этот файл включает расчёт региональных фоновых концентраций и метеорологических данных в виде почасовых временных рядов с 2000 по 2012гг. и использует их как входные данные для UBM для вычисления городских фоновых концентраций.

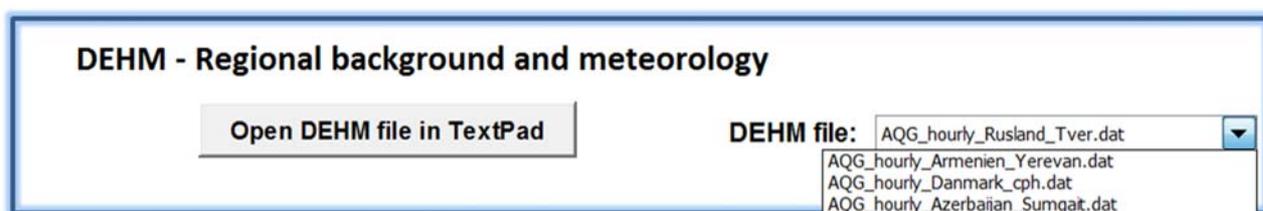


Рисунок 3.2. Графический пользовательский интерфейс для данных DEHM

Можно использовать собственные пользовательские метеорологические/ региональные данные для модели THOR-AirPAS, форматы и процедура описаны в Приложении 2.

### **SPREAD – Городские выбросы**

Городские выбросы подразделяются на три типа: транспортные выбросы, другие зональные выбросы и выбросы из точечных источников. К транспортным выбросам относятся выбросы дорожного транспорта, к другим зональным источникам – зональные источники за исключением дорожного транспорта, напр., отопление жилых помещений. Точечные источники включают выбросы из труб индустриальной и энергетической промышленности. Городские выбросы являются входными данными для UBM.

Входные данные по выбросам можно просматривать в Excel, нажатием одной из трёх кнопок 'Show Transport Emi.', 'Show Area Emis.' и 'Show Point Emis.'. Для того, чтобы после просмотра входных данных вернуться к внешнему пользовательскому интерфейсу, нажмите 'RunModels' (или CTRL+m).

Выбросы будут отражать конкретный год.

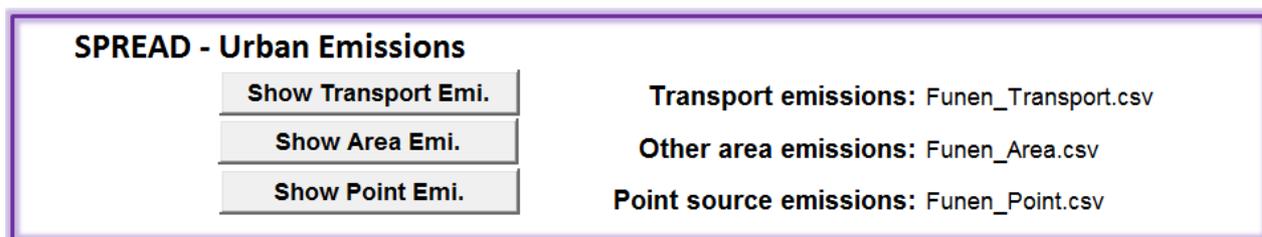


Рисунок 3.3. Графический пользовательский интерфейс для городских выбросов.

### UBM – Модель Городского Фона

После того, как был сделан выбор региональных фоновых концентраций и городских выбросов, входные данные автоматически становятся доступными для UBM.

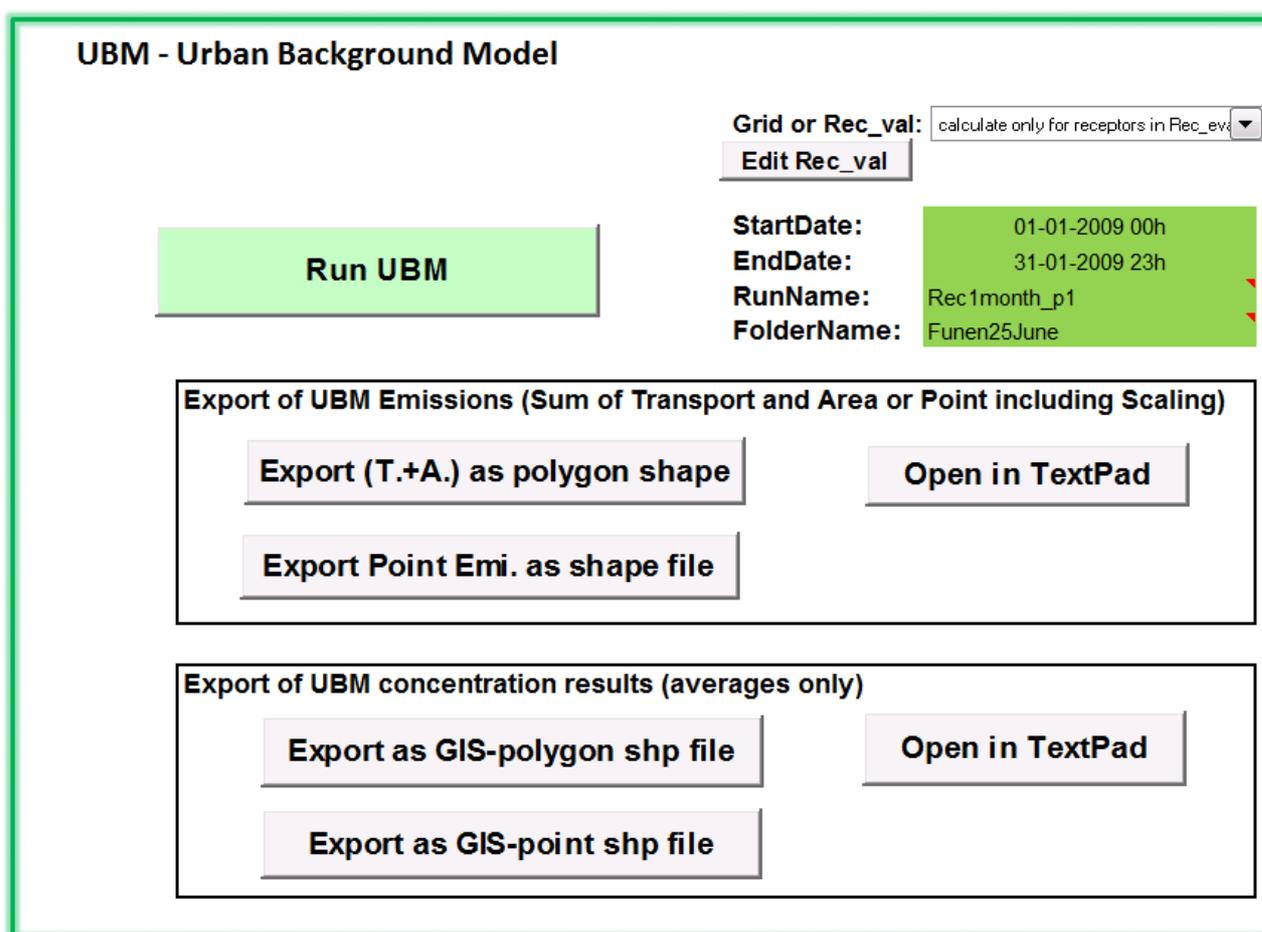


Рисунок 3.4. Графический пользовательский интерфейс для UBM

В выделенных зелёным цветом ячейках пользователь может выбрать 'StartDate' и 'EndDate' и указать 'RunName' и 'FolderName'. Даты соответствуют формату DD-MM-YYYY HH, где DD - день, MM - месяц, YYYY - год и HH - час. Выходные данные находятся в папке с заданным именем. Указав 'RunName' и 'FolderName' пользователь может отслеживать различные расчёты UBM.

Обычно начальная и конечная даты должны быть в пределах одного года для того, чтобы быть уверенными, что региональные фоновые данные, метеорологические данные и данные о выбросах одного и

того же года. Тем не менее, UBM может работать с данными о региональных фоновых концентрациях и метеорологических данными за любой период (2000-2012).

В DropDownList в 'Grid or Rec\_val' можно выбрать между расчётами для всей сетки, или расчётами для точечных рецепторов, указанных в листе Excel 'Rec\_eval'. Нажимая на 'Edit Rec val', можно просмотреть точечные рецепторы, отредактировать и добавить их.

Данные с первого точечного рецептора используются как данные городского фона для последующих расчётов OSPM.

Дополнительные опции доступны для корректировки выбросов, Рис. 3.5. Опции доступны во внешнем интерфейсе пользователя в листе 'RunModels'. Выбросы отдельных загрязняющих веществ и различные выбросы (коды SNAP) можно масштабировать. Эти опции могут быть использованы для калибровки модели UBM путём масштабирования выбросов, а также для сценариев различных политических действий, например, сокращения выбросов NO<sub>x</sub> дорожным транспортом.

<b>ADVANCED UBM Options</b>						
<b>EMISSIONS - Calibration and Regulation factors; 1.0=no regulation</b>						
<b>NOx</b>	<b>SO2</b>	<b>CO</b>	<b>TSP</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2.5</b>	<b>SNAP sector</b>
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 01 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSF. INDUSTRIES
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 02 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 03 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 04 PRODUCTION PROCESSES
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 05 EXTR. AND DISTR. OF FOSSIL FUELS
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 06 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 07 ROAD TRANSPORT
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 08 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 09 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	SNAP 10 AGRICULTURE

**Рисунок. 3.5.** Дополнительные опции для регулировки выбросов и различных сценариев выбросов

После того, как заданы Once StartDate, EndDate, RunName и FolderName, выбрана вся сетка или отдельные точечные рецепторы, а также проведено дополнительное масштабирование выбросов, нажмите на 'Run UBM' для запуска расчётов UBM.

После запуска UBM путём нажатия на 'Run UBM', откроется чёрное окно Command Prompt. Чёрное окно закроется после запуска, вы должны подтвердить это в окне сообщений.

Полученные файлы сохраняются в виде листов Excel. Лист Excel 'Hourly\_Conc' включает почасовые временные ряды для первого точечного рецептора, и этот файл также используется в качестве входных данных для OSPM. Обратите внимание, что этот файл содержит данные только в том случае, если точечный рецептор представлен в 'Rec\_eval'. Лист Excel 'Average\_Conc' включает в

себя средние концентрации для указанного периода времени для всех точечных рецепторов симулятора.

По окончании работы UBM можно просмотреть используемые данные о городских выбросах в разделе 'Export of UBM emissions (Sum of Transport and Area or Point including Scaling)'. Кнопка 'Export (T.+A.) polygon shape file' экспортирует полигональный шейп-файл ESRI® с суммой транспортных и зональных выбросов (суммирует все выбросы SNAP кодов на 1x1 км<sup>2</sup> сетки). Этот шейп-файл можно импортировать в GIS, напр., QGIS, где он может быть отражён в виде цветной сетки 1x1 км<sup>2</sup>. Сумма данных о выбросах может быть также показана в виде текстового файла, путём нажатия на кнопку 'Open in TextPad'. Также точечные источники могут быть, путём нажатия на кнопку 'Export Point Emi. as shape file', преобразованы в Shape point файл.

В листе Excel 'ParameterUBM' опытный пользователь может указать ряд параметров для UBM. Этот лист, скрытый по умолчанию, может быть отображён для опытных пользователей.

### OSPM – Модель улица - каньон

Внешний интерфейс для OSPM® показан на Рис. 3.6.

Parameter	Value
StreetName:	High street
Height (m):	25
Width (m):	20
Orientation (deg):	111
Daily Traffic (veh/day):	22150
Vehicle Speed (km/h):	31

Рисунок 3.6. Графический пользовательский интерфейс для OSPM.

Пользователь может изменять выделенные зелёным ячейки. В проекте для одной улицы могут быть заданы следующие параметры: название улицы ('StreetName'); высота зданий на улице, определяемая как самая распространённая высота зданий ('Height (м)'); ширина улицы между противоположными фасадами зданий ('Width (м)'); направление улицы по отношению к северу ('Orientation (град)'); среднесуточный объём движения ('Daily Traffic (авт/ день)'); скорость движения ('Vehicle Speed (км/ч)').

После того, как были заданы все вышеперечисленные параметры, нажмите на кнопку 'Start OSPM with selected options' после чего появится стартовое окно для OSPM®, как показано на Рис.3.7.

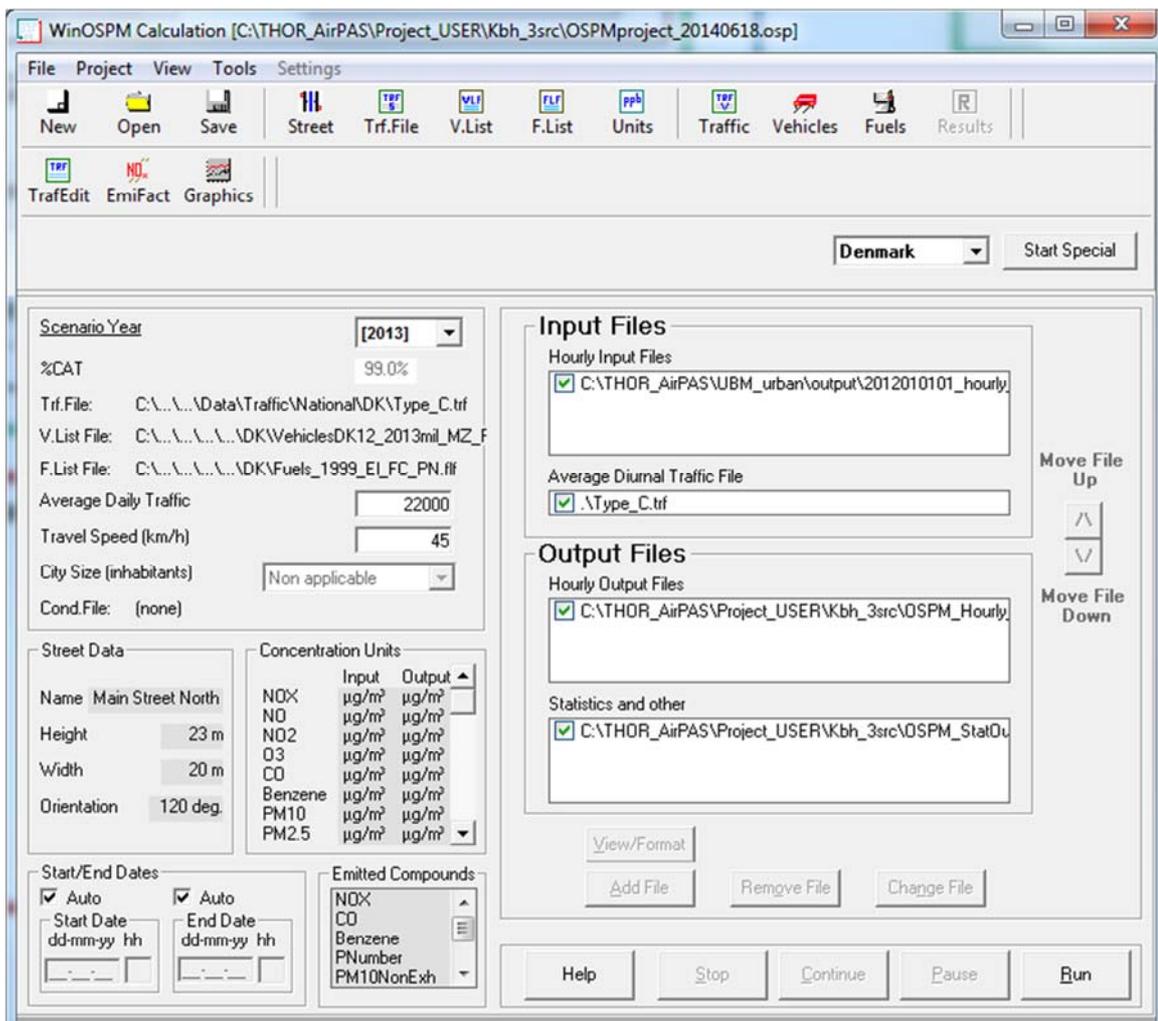


Рисунок 3.7. Графический пользовательский интерфейс для OSPM®.

Описанные выше городские фоновые концентрации, рассчитанные с помощью UBM и метеорологических данных, автоматически переносятся в OSPM и отображаются в разделе 'Hourly Input Files'. В результате расчётов UBM полученный файл сохранён как лист Excel под именем 'Hourly\_Conc'.

Информация о движении и скорости транспорта также переносится в OSPM и отображается в 'Average Daily Traffic' и 'Travel Speed'.

Параметры, касаемые названия и геометрии улицы появляются в 'Street Data' и эти данные могут быть визуализированы при нажатии на кнопку 'Street'.

Начальная и конечная дата не отображаются в разделе 'Start/End Dates', но OSPM будет работать в течение срока заданного во входном файле городских фоновых концентраций. Тем не менее, вы можете указать другие даты в разделе 'Start/End Dates'. Убедитесь,

что указанные даты начала и окончания включены в сроки, используемые для расчётов UBM, иначе не будет ни данных о городском фоне, ни метеорологических данных для модели OSPM.

Сценарий года должен быть указан в 'Scenario year'. В настоящее время установлены только датские коэффициенты выбросов. Для того, чтобы компенсировать более высокие коэффициенты выбросов в странах Восточного региона ENPI, можно использовать коэффициенты выбросов, предоставленные Данией за более ранние годы. Двойной щелчок на "Average Diurnal Traffic File" в разделе "Input Files", показанном на Рис. 3.7 (здесь предварительно выбран Type C) откроет окно движения транспорта (смотри Рис. 4.6 в следующей главе для более подробной информации). В нижней части окна дорожного транспорта будут отображаться "daily average emission factors" (среднесуточные коэффициенты выбросов) и они будут обновляться при выборе другого сценарного года. Любая детальная информация о скорости движения/ суточном изменении движения/ распределении категорий транспортных средств на определённой улице может быть изменена, и отредактированный файл движения транспорта может быть сохранён под заданным пользователем именем. Поскольку эту информацию, как правило, трудно получить, то предварительно был выбран в качестве первого предложения стандартный тип движения транспорта С.

Два выходных файла также указаны автоматически. Один почасовой файл 'Hourly Output Files', который будет включать в себя почасовые временные ряды уличных концентраций и файл 'Statistics and other', включающий статистические параметры, такие как средние значения и т.д. Эти файлы будут заполнены данными после того, как OSPM закончит работу.

Нажмите кнопку 'Выполнить' ("Run") для запуска OSPM и начала расчёта уличных концентраций.

Рассчитанные уличные концентрации можно будет просмотреть в выходных файлах, выдаваемых OSPM, также автоматически будет появляться всплывающее окно с суммарной статистикой. (Не описано здесь, для справки смотри Рис. 4.10).

Дополнительно получают 2 файла EXCEL, названные OSPM\_Hourly\_[XXX].xls и OSPM\_StatOut\_[XXX].xls (с заменой [XXX] на RunName, указанный во входных данных UBM). Они содержат почасовые результаты и статистику (средняя концентрация в фоне и двух сторонах улицы, рассчитанная на количество часов), соответственно, за указанный расчётный период.

Интерфейс OSPM® весьма сложен, представляет много вариантов и возможностей и, следовательно, весьма гибок. Больше подробностей об интерфейсе OSPM® дано в Главе 4 OSPM® - уличные концентрации.

## 4. OSPM® - Уличные концентрации

WinOSPM – это версия программы OSPM для Windows. В этом разделе будет рассмотрен пример того, как может быть использована программа WinOSPM. Программа WinOSPM очень гибка относительно входных и выходных данных и пример иллюстрирует наиболее важные опции, необходимые для запуска WinOSPM. Для получения более подробной информации см. руководство пользователя на английском языке, которое предоставляется вместе с установкой WinOSPM.

Программа может быть запущена через **Start / Programs / OSPM/ WinOSPM**, или через иконку на рабочем столе.

### Параметры страны

Из раскрывающегося списка вы выбираете страну. Установка страны определяет выбор данных для состава национального автопарка и для качества топлива. Кроме того, этот параметр определяет, какие из стандартных данных будут доступны.

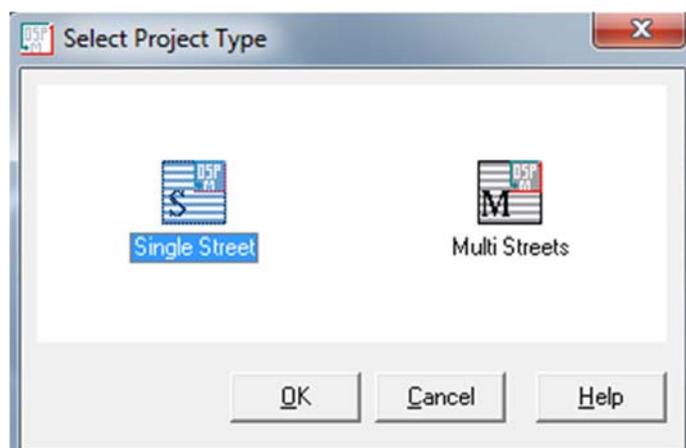
В настоящее время программа распространяется с набором predetermined данных для Дании. Чтобы настроить OSPM для другой страны выберите "Add New".

Для примера, описанного в этой главе, выберете Данию.

### Новый проект

Чтобы начать новый проект выберите **File / Create New Project** и нажмите на кнопку " **New** ". Вам будет предложено выбрать "Working Directory" –т.е. папку, в которой сохраняются связанные с проектом файлы.

Следующее окно "Project Type" (Рисунок 4.1).



**Рисунок. 4.1.** Для расчетов WinOSPM могут быть созданы два различных типа проектов.

Для расчетов WinOSPM могут быть созданы два различных типа проектов:

- Single Street (Отдельная улица)
- Multi Streets (Несколько улиц)

Для примера выберем тип проекта "Single Street". "Multi Streets" запускает OSPM® с более, чем одной улицей.

Принимая, нажмите ОК, или дважды щелкните по иконке, что откроет окно "New Project" (Рисунок 4.). Центральное рабочее окно для существующих проектов будет другим: окно "Calculation" (Рисунок 4.9).

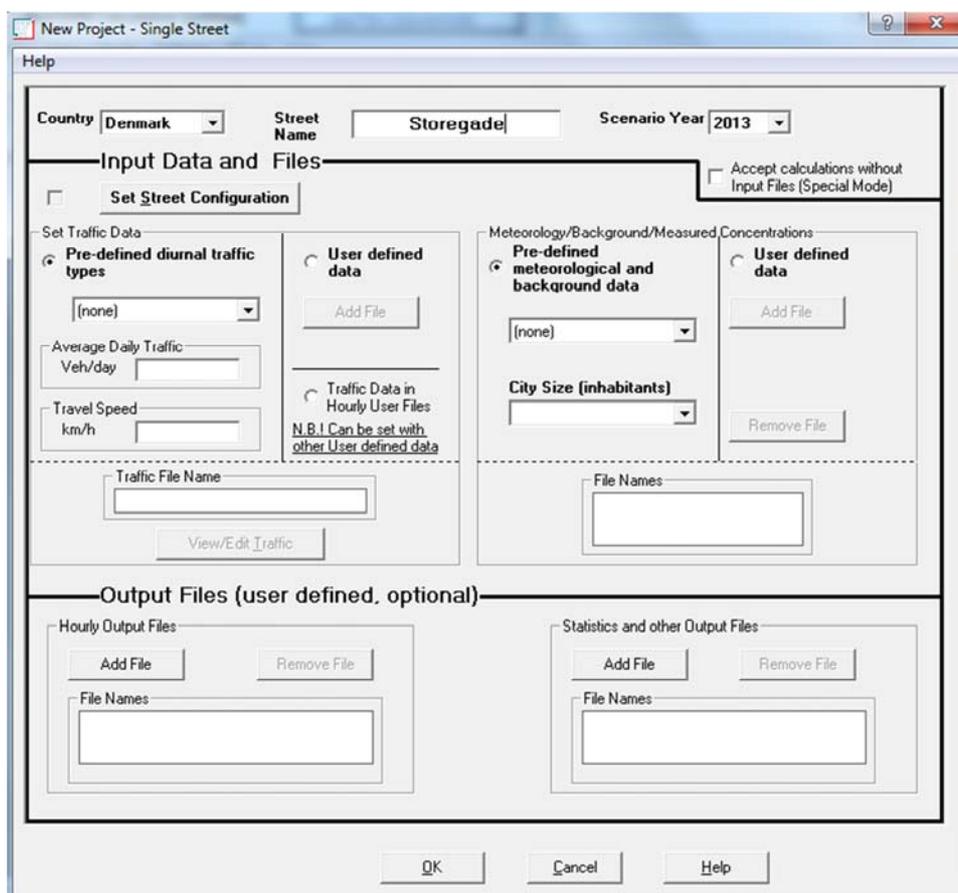


Рисунок 4.2. Окно "New Project" .

Теперь рассмотрим пример пошагово:

В качестве "Street name" выбираем "Example Street".

Выберем 2013 как Scenario Year (этот год может быть уже выбранным). Выбор Scenario Year влияет на выбор файлов с

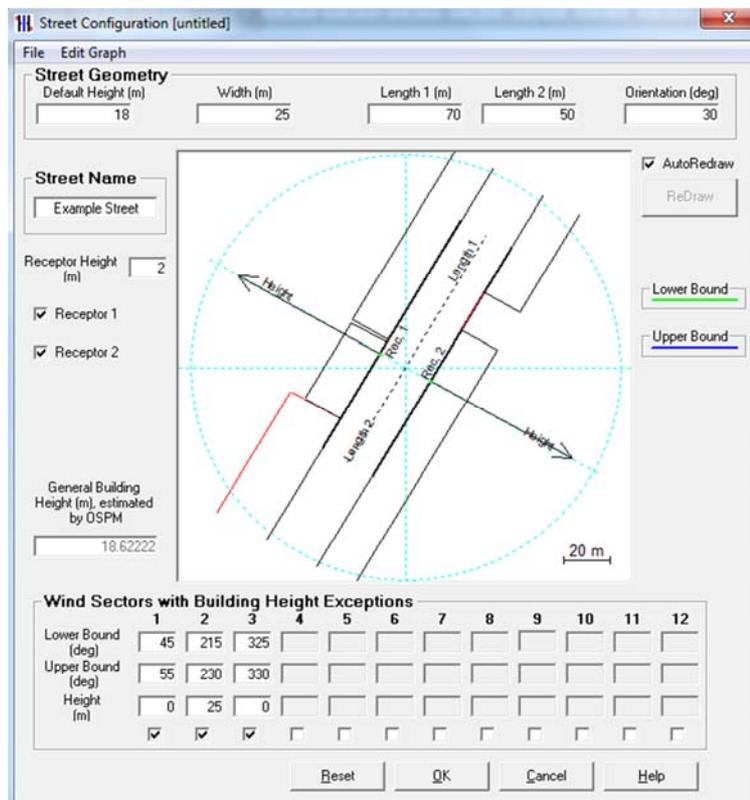
данными о выбросах (данные о составе национального автопарка и качестве топлива).

Снимите метку с Special Mode. Special Mode - это инструмент для изучения того, как качество воздуха зависит от скорости и направления ветра при данной геометрии улицы.

### Конфигурация улицы

Информация, необходимая для геометрии улиц (т.е. конфигурации улиц): высота зданий на улице; высота зданий в ветровом секторе, которые отличаются от высоты по умолчанию (исключения); направление улицы; ширина улицы между фасадами; расстояние от точек для моделирования до перекрёстков; точечные рецепторы (на одной или обеих сторонах улицы) и их высота.

Нажмите на кнопку "Set Street Configuration", откроется окно "Street Configuration" (Рис. 4.3), в котором устанавливается конфигурация улицы.



**Рисунок 4.3.** Окно "Street Configuration" с рисунком, показывающим размещение 1 и 2 рецепторов и здания разной высоты вдоль обеих сторон улицы

Вы можете думать об улице с домами, как о сложенном листе картона (Рисунок 4.4). На чертеже в окне "Street Configuration" улица показана с "развёрнутыми" зданиями (Рисунок 4.3).

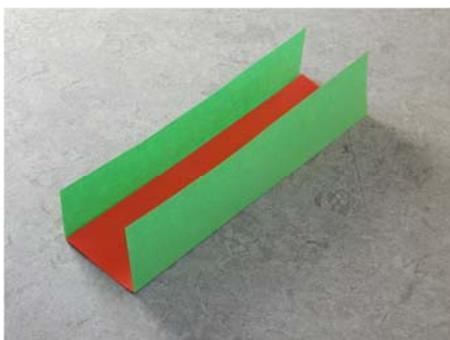


Рис. 4.4. Визуализация конфигурации улицы

В качестве примера, введите следующие данные:

"Default Height" = 18 м – указывает на то, что большинство зданий по обеим сторонам улицы 18 м. При перемещении курсора из области с номерами - например, нажав [Enter] или [Tab] - чертеж обновляется. OSPM® рассчитывает общую высоту зданий на основе входных данных. Общая высота здания используется программой OSPM® для расчёта времени пребывания и снижения скорости ветра с уровня крыш до уровня улиц.

"Width" = 25 м – ширина улицы.

"Length 1" = 70 м и "Length 2" = 50 м – расстояние между точками Rec. 1 и Rec. 2, в которых концентрации рассчитываются в "начале" и "конце" улицы. Это означает начало и конец участка улицы между двумя перекрёстками. Обратите внимание, эти значения не могут быть больше, чем 200 м, даже притом, что расстояние может быть больше.

"Orientation" = 30 – указывает, что направленность улицы составляет 30 градусов по отношению к северу.

"Receptor Height" = 2 м.

Поставьте метки на "Receptor 1" и "Receptor 2". Это указывает на то, что расчеты будут выполнены для точек на обеих сторонах улицы.

Укажите, что здания вдоль улицы в пределах заданного участка отличаются от 18 м. Это делается путём выбора соответствующего сектора ветров. В группе "Wind Sectors with Building Height Exceptions" установите метку ниже 1-ой колонки. Например, установите "Lower Bound" = 45 градусов и "Upper Bound" = 55 градусов. "Height" установлена как 0 м. Направление ветра определяется следующим образом: 0 (или 360) – север, 90 – восток и т.д. Исключение означает, что высота здания составляет 0 м в секторе от 45 до 55 градусов. Заносятся другие исключения, см. Рис. 4.3.

В конце нажмите "OK" что перенесёт вас назад к окну "New Project".

### **Вариации дорожного движения**

Доступны три опции:

- Используйте предварительно определенные суточные вариации трафика.
- Выберите файл пользователя со среднесуточными данными трафика.
- Выберите файл пользователя с почасовыми данными трафика.

#### *Предварительно определённый суточный трафик*

Для этой опции должны быть указаны Среднесуточный трафик (ADT) и скорость движения на улице. Это означает, что должен быть выбран тип улицы, например, улица в центре города, это определит суточное движение.

Временные вариации в движении задаются предустановленными файлами для разных типов улиц. На основе всестороннего анализа измеряемых данных о движении на различных улицах в разных районах Дании были предварительно определены восемь типов улиц. Эти файлы устанавливаются вместе с OSPM® и имеют расширение "trf".

Должно быть обеспечено процентное распределение (как фракция) между следующими категориями транспортных средств: легковые автомобили, включая микроавтобусы (0-2 тонны); фургоны и грузовые автомобили (< 32 тонн); грузовые автомобили большой грузоподъёмности (> 32 тонн) и автобусы.

Существуют восемь различных суточных вариаций в следующем порядке: понедельник-четверг (не июль); пятница (не июль); суббота (не июль); воскресенье (не июль); понедельник-четверг (июль); пятница (июль); суббота (июль); воскресенье (июль). Изменение в движении в июле связано с тем, что в Дании это месяц отпусков.

Должно быть указано суточное изменение в скорости движения легковых автомобилей, микроавтобусов, грузовиков и автобусов. Суточное изменение в скорости движения даётся как фактор среднесуточного движения.

Суточное изменение холодных запусков для бензиновых легковых автомобилей должно быть дано в виде процента от легковых машин. Холодный двигатель определяется как двигатель, который был включен менее, чем 2,5 минуты назад и не запускался в течение последних двух часов.

Значения для описанных выше параметров, по умолчанию, предоставляются для датских условий.

*Выберете файл пользователя со среднесуточными данными трафика.*

Здесь изменение во времени движения могут быть даны в абсолютных цифрах в формате, аналогичном заранее определенному формату.

Выберите файл пользователя с почасовыми данными трафика. Здесь данные движения могут быть импортированы как почасовые временные ряды данных о трафике в течение целого года.

В этом примере используются стандартные значения, потому что выбираем "Pre-defined diurnal traffic types" и Type\_A, см. Рисунок. 4.. При перемещении курсора над полем появляется краткое пояснение. В данном случае: "Transit road in medium-sized or smaller cities"

Set Traffic Data

Pre-defined diurnal traffic types

Type\_A

Average Daily Traffic  
Veh/day 25400

Travel Speed  
km/h 30

User defined data

Add File

Traffic Data in Hourly User Files  
N.B.! Can be set with other User defined data

Traffic File Name  
C:\WinOSPM\Data\Traffic\National\DK

View/Edit Traffic

Рисунок. 4.5. Данные о движении заданы в этом разделе окна "New Project".

Предварительно определённый набор данных о трафике представляет собой файл с информацией об условно разделённых транспортных средствах таких как, например, легковых автомобилях, микроавтобусах, грузовых автомобилях и автобусах, обозначенных в виде доли каждого от ежедневного общего количества транспортных средств. Настройки страны задают предопределённые данные о трафике.

Для того, чтобы использовать предварительно определенные данные о трафике для конкретной улицы вы должны указать "Average Daily Traffic" (автотранспорта в день в среднем за год) и среднюю "Travel Speed" для улицы (скорость движения – это средняя скорость для участка улицы длиной 100-200м близкого к точкам). В этом примере выбираем 25400 транспортных средств в день и 30 км/ч.

Это завершает спецификацию данных о дорожном движении. Далее нажмите **View/Edit Traffic** для редактирования распределения транспортных средств и их скорости, час за часом. Данные для различных типов транспортных средств показаны для каждого типа транспортного средства. Кроме того, существует ряд случаев, представляющие различные дни недели и месяцы года.

Окно со структурой транспортного движения показано на Рисунок 4.. В окне отображается информация о количестве движения и о выбросах, в том числе графическое представление.

В окне можно изменять значения, но мы не будем использовать эту функцию сейчас. Нажимая на **OK**, возвращаемся назад к окну "New Project".

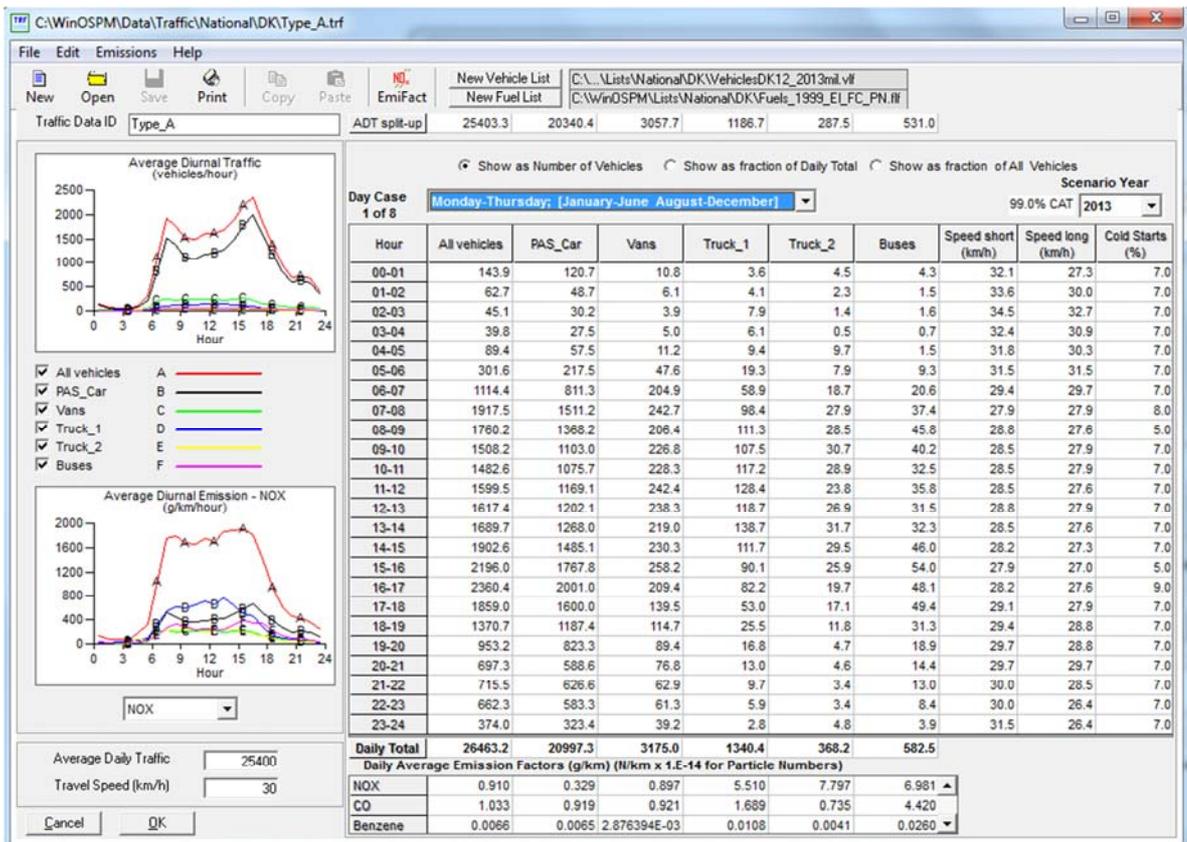


Рисунок 4.6. Окно движения транспорта

### Данные выбросов

Модель выбросов COPERT IV интегрирована в OSPM® (EEA 2013). Выбросы рассчитываются на основе суммарной величины трафика, распределения транспортных средств и скорости движения, связанных с определёнными коэффициентами выбросов.

Для того, чтобы рассчитать коэффициенты выбросов необходимо получить данные национального автопарка. Это означает, что для разных видов топлива необходимо распределить автотранспорт по разным классам выбросов и размерам двигателя. Категории транспортных средств: легковые автомобили и микроавтобусы (бензин, дизельное топливо, электричество), грузовые автомобили и автобусы (бензин и дизельное топливо в разных весовых категориях).

Информация о среднем пробеге для различных транспортных средств и различных классов выбросов важна, поскольку она используется для определения ежегодной коррекции выбросов.

Сведения о доле выделяемого NO<sub>2</sub> для разных транспортных средств и различных классов выбросов также заложены в модель выбросов.

По умолчанию с OSPM® поставляется информация о датском автопарке, но пользователь может изменить модель выбросов или создать другую, основанную на методологии, встроенной в OSPM®.

### Спецификация метеорологических и фоновых данных

Для модели OSPM® в качестве входных необходимы: почасовая скорость ветра, направление ветра, температура, глобальная радиация и данные о загрязнении городского фона. Показатели скорости и направления ветра должны быть взяты на уровне городских крыш. Остальные данные должны быть с городской фоновой станции (с верхней части крыши), или с расположенной неподалёку наземной станции. Данные из модели атмосферной химии транспорта также могут быть использованы, если городские фоновые данные не доступны. В проекте AirQGov:RPP3 метеорологические данные от DEHM доступны для OSPM, данные по загрязнению воздуха от UBM могут быть также рассчитаны для OSPM.

Данные о температуре и глобальной радиации используются для расчёта химических превращений между NO, NO<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>.

Выбор “Predefined meteorological and background data” относится к предварительно установленным данным для датских условий. Однако, в примере выберите “User defined data” и нажмите на “Add file”, см. Рис. 4.7.

Meteorology/Background/Measured Concentrations

Pre-defined meteorological and background data

(none)

City Size (inhabitants)

User defined data

Add File

Remove File

File Names

**Рисунок 4.7.** Метеорологические данные и данные городского фона заданы в этом разделе окна "New Project"

Перейдите к файлу, содержащему метеорологические данные и данные городского фона. Наименования переменных должны быть указаны согласно определению в OSPM®. Возможные переменные могут быть показаны в раскрывающемся списке, и список используемых переменных может быть сохранён для будущего, см. Рис. 4.8.

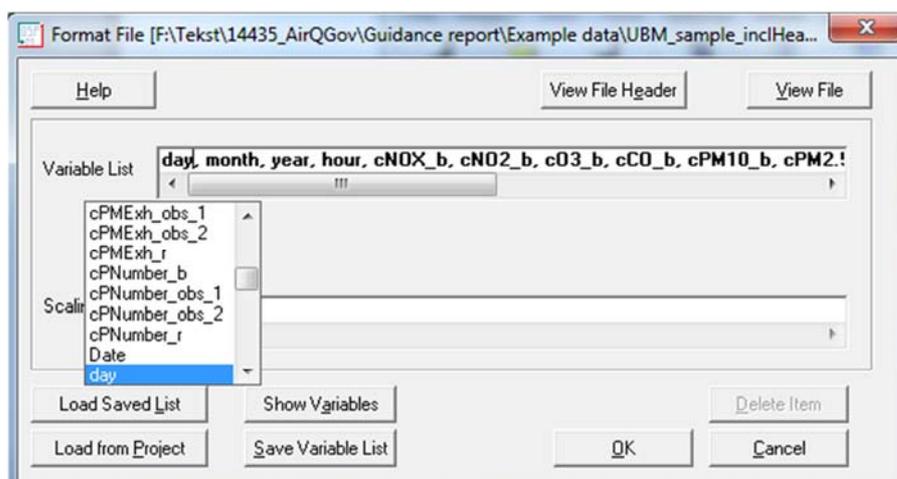
## Рецепторные точки

Рецепторные точки, по умолчанию, расположены на фасадах зданий по обеим сторонам улицы. Высота рецептора может быть задана пользователем.

## Выходные файлы

Часовая концентрация рассчитывается для загрязняющих веществ и/или статистических параметров как среднее значение и процентиля для указанных рецепторных точек.

В стандартном выходном потоке смоделированные концентрации связаны с ограничениями EU по качеству воздуха (EU 2008).



**Рис. 4.8.** Должны быть указаны наименования метеорологических данных и данных городского фона

В стандартную установку включены следующие вещества: NO<sub>2</sub>, (NO<sub>x</sub>), O<sub>3</sub>, CO, бензол, PM2.5, PM10 и концентрация количества частиц. OSPM® включает выбросы частиц невыхлопного происхождения, они включены в смоделированные уличные концентрации PM2.5 и PM10. Включены частицы невыхлопного происхождения от износа дорог, шин, тормозов и ресуспензия частиц. Кроме того, расход топлива может быть выведен, а затем вычислены выбросы CO<sub>2</sub>. Для проекта AirQGov:RPP3 вещества SO<sub>2</sub> и TSP тоже включены.

## Окно «Расчёт»

Вы дошли до окна "Calculation" (Рисунок. 4.9.). Это центральное рабочее окно, в котором могут быть заданы все дальнейшие изменения проекта. Рекомендуется сохранить все заданные к этому моменту данные, нажав на «Save» и ввести название, например "Example Street". По умолчанию расширение файла для проекта WinOSPM Отдельная Улица - ".osp", добавляется автоматически к наименованию файла. Когда в следующий раз вы захотите открыть этот проект, то достаточно дважды щёлкнуть по его названию в Windows Explorer и проект откроется в WinOSPM.

Для того, чтобы выполнить расчеты за год нажмите "Run". Счётчик в левом нижнем углу отобразит ход выполнения. На мощном компьютере вычисления займут около 10 секунд.

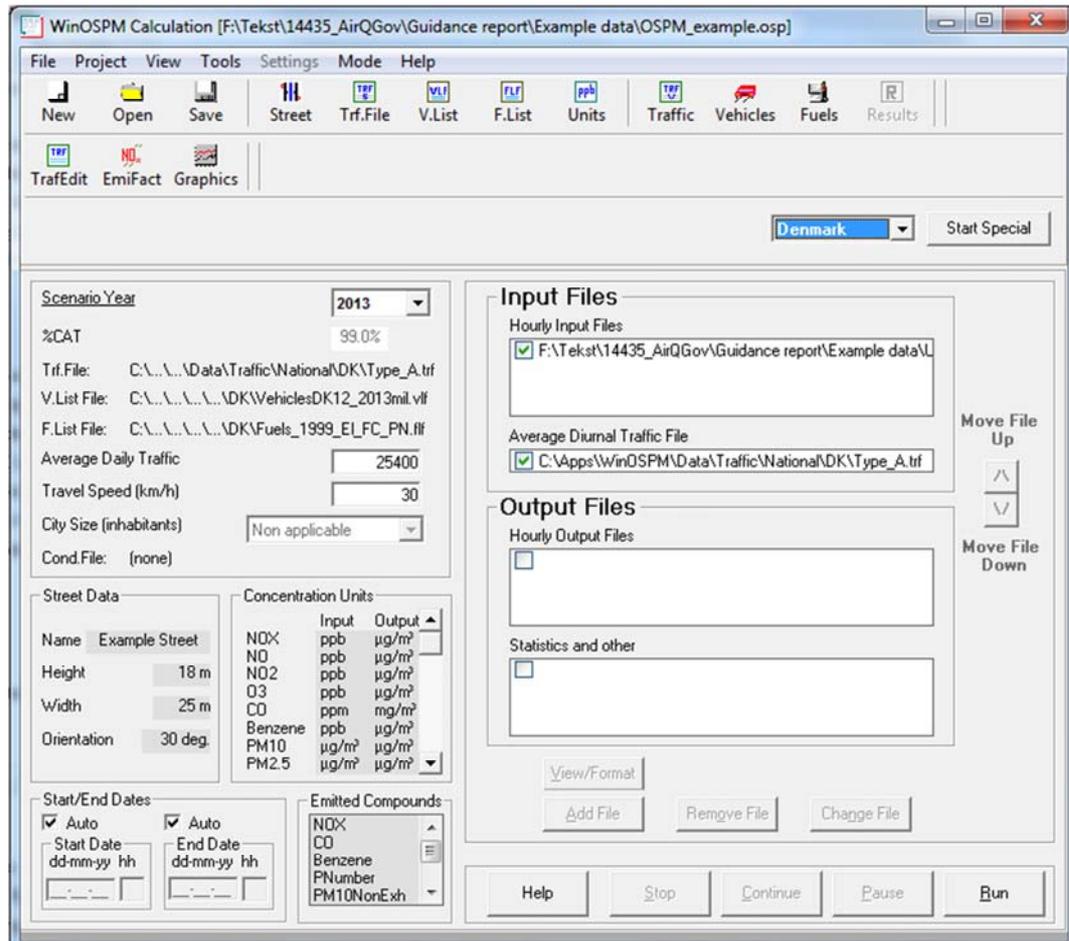


Рисунок. 4.9. Окно "Calculation". Это центральное рабочее окно.

### Окно «Result»

В конце расчётов вы оказались в окне "Result" (Рисунок. 4.10). Это окно отображает суммарные статистические данные в сравнении с предельными значениями качества воздуха. Эти предельные значения зависят от конкретной страны. Параметры рассчитываются для Рецептора номер 1 и номер 2 (на каждой стороне улицы). Существует таблица с результатами для каждого рецептора. По умолчанию в таблице представлены максимальные значения для обоих рецепторов.

Если вам интересна уличная концентрация, посмотрите на строчку "Street Modelled". Эти значения представляют общую уличную концентрацию, в том числе фоновую. Цифры, маркированные "Background", показывают концентрации в городском фоне (вдали от улицы).

Пожалуйста, обратите внимание, что определённый набор опций устанавливает, какие именно параметры отображаются на дисплее. Эти опции задаются через меню Project / Options.

Результаты могут быть сохранены для последующего использования (нажмите File / Save или Save) или печати (используйте File / Print или Print).

Summary of Results for Example Street. Calculated on 08/05/2014 11:35:12 [untitled]

File Format Window  
Save Open Print

Street: Example Street  
Average Daily Traffic: 25400 (Calculated: 25390); Default Traffic Type\_A.trf  
Emission Scenario Year: 2013  
Period Covered (User provided Meteorological Data): 01. January 2012 00:00 - 31. December 2012 23:00  
Urban Background: User provided

Max: All Receptors

Component	Hourly			Data Coverage [% of year]	Max Daily 8 hours mean		Daily Averages			
	Annual Average	175th Highest	18th Highest		Max	25th Highest	Data Coverage [% of year]	35th Highest	7th Highest	Data Coverage [% of year]
<b>NO2 (µg/m³)</b>										
Street Modelled	49.01	113.37	144.61	100.27						
Background	20.24	66.85	94.24	100.27						
DK Limit Value		200								
DK Recommended	50	135								
EU Limit Value (2010)	40		200	75						
<b>Benzene (µg/m³)</b>										
Street Modelled	1077.65			100.27						
Background	1077.11			100.27						
EU Limit Value (2005)	5			75						
<b>O3 (µg/m³)</b>										
Street Modelled					105.73	81.77	100.27			
Background					111.57	89.64	100.27			
EU Limit Value (2010)						120	75			
EU Limit Value (2020)						120	75			
<b>CO (mg/m³)</b>										
Street Modelled					1531.74		100.27			
Background					1531.46		100.27			
EU Limit Value (2005)					10		75			
<b>PM10 (µg/m³)</b>										
Street Modelled	22.68			100.27				34.19	54.03	100.27
Background	15.81			100.27				26.43	46.53	100.27
EU Limit Value (2005)	40			75				50		75
EU Limit Value (2010)	20			75					50	75

**Fig. 4.10.** Окно Result суммирует результаты, сравнивая их с предельными значениями. Обратите внимание на то, что "Data Coverage" равен 100.27%, причина кроется в том, что расчёты даны для 2012 года, который был високосным. Процент охваченных данных рассчитывается для «стандартного» года с 365 днями.

При условии, что географическое положение точек рецепторов предоставляется в виде координат X-Y, они также будут в выходных данных для последующей визуализации. OSPM® имеет простой встроенный графический пользовательский интерфейс для визуализации результатов, но результаты, как правило, визуализированы с использованием внешнего программного обеспечения, например GIS. Для визуализации результатов рекомендуется GIS (Географическая информационная система) и программное обеспечение. Таким образом, программа THOR-AirPAS также оснащена программным обеспечением GIS QGIS (<http://www.qgis.org>).

## 5. Выбросы и пространственное распределение

В этой главе описывается методика оценки выбросов, а также пространственное распределение выбросов. Этот метод также используется в модели эмиссии SPREAD и обеспечивает данные о выбросах для UBM.

### 5.1 Оценка выбросов

Расчёт выбросов охватывает как стационарные, так и мобильные источники горения. Акцент был сделан на стационарные источники горения и дорожный транспорт, однако выбросы от других видов мобильного сгорания рассматриваются также.

Расчёт выбросов, по большей части, построен в виде электронной таблицы MS Excel. Однако из-за сложности модели для оценки выбросов дорожного транспорта это было сделано в базе данных MS Access.

#### 5.1.1

Стационарное сжигание топлива может быть разделено на две категории: точечные источники и зональные источники. Как правило, точечные источники – это крупные предприятия со значительными выбросами, в большинстве случаев данные по измерениям выбросов для этих предприятий доступны. Основными примерами точечных источников являются электростанции (или ТЭЦ), нефтеперерабатывающие заводы и крупные промышленные предприятия. Зональные источники меньше, и даже если общее участие в загрязнении может быть существенным, доля отдельных предприятий будет мала и данные по измерению выбросов редко доступны. Примерами зональных источников являются печи/котлы в домохозяйствах, а также небольшие установки для сжигания в коммерческом/институциональном секторе и в малых производственных отраслях.

#### Точечные источники

Модель оценки выбросов для точечных источников требует информации о расходе топлива по отдельным предприятиям. Кроме того, модель предоставляет возможность использования измеренных данных для точечных источников. В случае недоступности измеряемых выбросов, или недоступности измерений для всех загрязняющих веществ, оставшиеся загрязняющие вещества рассчитываются с помощью заданных коэффициентов выбросов.

Расход топлива может быть представлен в единицах энергии (GJ) или в физических единицах (в м<sup>3</sup> для природного газа, в тоннах для жидкого и твёрдого топлива). Если расход топлива указывается в физических единицах, то значения конвертируются с помощью содержания чистой энергии в конкретно взятом виде топлива. Источником данных о содержании энергии является, как правило, Нормативы IPCC 2006, но для природного газа значение было взято

из Руководства по энергетической статистике, опубликованном Международным Энергетическим Агентством. Если доступны значения для конкретной страны или конкретного города, то стандартные значения в модели можно просто поменять на них.

Коэффициенты выбросов основаны на ЕМЕР/ЕЕА Руководства<sup>1</sup> Tier 2 и включены в модель в виде электронной таблицы. Если доступны коэффициенты выбросов для конкретной страны или конкретного города, то стандартные значения из Руководства ЕМЕР/ЕЕА могут быть заменены в модели на них.

Данные на выходе из модели выбросов для точечных источников представлены в отдельной электронной таблице, формирующей входные в пространственное распределение.

### **Зональные источники**

Зональные источники в основном охватывают жилой сектор, небольшие установки для сжигания в промышленности и коммерческий/институциональный сектор. Необходимо ввести данные о потреблении топлива для различных его видов (уголь, бурый уголь, остаточные нефтепродукты, дизельное топливо, природный газ и лес) и технологий (котлы, печи, двигатели, турбины). Данные расхода топлива могут быть представлены в энергетических или физических единицах и могут преобразовываться таким же образом, как это описано в разделе о точечных источниках.

Расход топлива умножается на коэффициенты выбросов. В этой модели стандартные коэффициенты выбросов взяты из Руководства ЕМЕР/ЕЕА и относятся как к Tier 1, так и к Tier 2 коэффициентам выбросов. По аналогии с точечными источниками, могут быть применены значения для конкретной страны, или конкретного города, при условии их доступности.

Выходные данные из модели выбросов для зональных источников представлены в отдельной электронной таблице, формирующей входные данные в пространственное распределение.

#### **5.1.2.**

Мобильное сжигание топлива охватывает целый ряд источников, включая: дорожный и морской транспорт, железнодорожный транспорт, авиацию и внедорожную технику, например, в промышленности (погрузчики и т.д.), в строительстве (бульдозеры, экскаваторы и т.д.), в коммерческом/ институциональном/ жилищном секторах (газонокосилки, триммеры и т.д.) и в сельском хозяйстве (трактора, комбайны и т.д.).

Некоторые из этих источников для города будут незначительны, поскольку они активны вне пределов города. Доминирующим источником для всех городов будет дорожный транспорт, поэтому акцент сделан на развитие этой части модели.

### **Дорожный транспорт**

В модели можно представить оперативные данные на различных уровнях (уровень 1-4). С каждым последующим уровнем требуется

более подробная информация. Для того чтобы получить надёжную оценку выбросов необходимо иметь детальную информацию об автопарке и автопробегах.

Уровень 1 требует только количества транспортных средств и общего пробега каждой их категории. Уровень 2 требует разделения автомобилей на подкатегории (по типу топлива). Уровень 3 нуждается в дальнейшем разделении по размеру двигателя (для легковых автомобилей) и весу в тоннах (грузовые автомобили и автобусы). Наконец, уровень 4 требует дальнейшей детализации.

Кроме того, необходима информация о содержании серы в топливе и о температуре окружающей среды.

Далее оперативные данные импортируют в базу данных MS Access для расчёта выбросов. Модель использует методы и коэффициенты выбросов из модели COPERT IV (версия 10) вместе с предположениями для конкретных видов транспортных средств/данными о выбросах, которые используются в городах, но не присутствуют в действующей модели COPERT IV (например, автомобили на сжатом природном газе и грузовые автомобили). База данных содержит коэффициенты выбросов. Из базы данных результаты могут быть экспортированы в MS Excel, где они служат входными данными в пространственное распределение вместе с другими оценками выбросов из стационарных и иных мобильных источников.

### **Другие мобильные источники**

Как уже упоминалось, другие мобильные источники не имеют большого значения для городских кадастров выбросов. Тем не менее, могут быть исключения, основанные на обстоятельствах конкретного города. Кроме того, выбросы от промышленности / строительства могут быть актуальны для города.

Модель выбросов включает в себя следующие категории мобильного сжигания топлива: железнодорожный, морской, авиационный транспорт и внедорожную технику. Необходимыми входными данными для этих источников являются расход топлива с разделением на тип топлива и, для бензиновой внедорожной техники, технологии (2-тактные и 4-тактные двигатели). Для авиации требуется ввести данные о количествах внутренних и международных взлётов и посадок (LTOs).

Коэффициенты выбросов для других мобильных источников ссылаются на соответствующие главы в Руководстве ЕМЕР/ЕЕА. Коэффициенты выбросов, имеющихся в Руководстве ЕМЕР/ЕЕА, представлены в тех же единицах, что и входные данные. Если доступны коэффициенты выбросов для конкретной страны или конкретного города, то стандартные значения из Руководства ЕМЕР/ЕЕА могут быть заменены на них в модели.

Данные на выходе из модели выбросов для мобильных источников представлены в отдельной электронной таблице, формирующей входные в пространственное распределение.

## 5.2. Пространственное распределение

Для того чтобы добавить географическую компоненту в кадастры выбросов для соответствующих секторов, необходимо включить различные пространственные данные в цифровом формате. Данные должны быть в формате (shape файлы, raster файлы, Personal geodatabase или файловой базы геоданных) совместимом с программой GIS (ArcGIS или QGIS).

Для создания достоверного пространственного распределения необходимо иметь, как минимум, следующие пространственные данные:

- Граница города (определяющая область для городского кадастра).
- Дорожная сеть.
- Карта землепользования (включающая поселения, коммерческие, институциональные и производственные зоны).
- Плотность населения.

А также другие пространственные данные, которые могли бы значительно улучшить пространственное распределение, например:

- Дорожная карта, включающая виды дорог (городские, сельские, автомагистрали), ширину дорог, среднегодовую численность транспортных средств и среднегодовой пробег.
- Землепользование, в том числе поселения/коммерческие/институциональные/производственные зоны, городские/сельские зоны, типы зданий.
- Отапливаемые районы, включая информацию об одном или нескольких доступных видах отопления и доли помещений, подключенных к сети централизованного теплоснабжения.
- Если дополнительно выявлены и включены в городской кадастр крупные источники выбросов, например морская или железнодорожная деятельности, внедорожная техника на строительных работах, то требуются дополнительные карты землепользования. Дополнительные карты землепользования включают портовые сооружения, строительные участки, железнодорожную сеть и области аэропорта, соответственно.

Проекция всех предоставленных пространственных данных должна быть в Универсальной поперечной системе проекций и координат Меркатора (UTM). Необходимая UTM зона должна быть выбрана в шаблоне данных. Если данные не могут быть представлены в системе координат UTM, то исходное положение и проекция должны быть непременно определены. Репроекционные инструменты доступны в программах GIS и обрабатывают самые известные проекции. Невозможно включить пространственные данные с проекциями кроме тех, чьи стандартные проекции включены в ArcGIS или QGIS. В модели используются следующие UTM зоны.

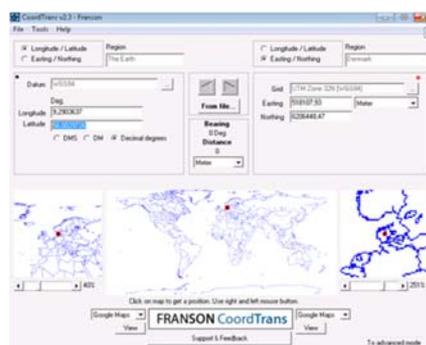
**Табл 5.1.** UTM зоны городов, участвующих в проекте

Страна	Город	UTM зона
Армения	Ереван	38N
Азербайджан	Сумгаит	39N
Беларусь	Новополоцк	35N
Грузия	Батуми	37N
Молдова	Кишинёв	35N
Россия	Тверь	36N
Украина	Киев	34N

### 5.2.1.

Пространственное распределение в этом проекте осуществлялось с помощью ArcMap. На это программное обеспечение необходима лицензия, но открытое программное обеспечение (QGIS) может выполнять те же функции. Подробное руководство пользователя и учебное пособие для QGIS доступно как на английском (<http://docs.qgis.org/2.0/pdf/en/>), так и на русском (<http://docs.qgis.org/2.0/pdf/ru/>) языках.

Для точечных источников может быть необходимым преобразование географических координат из Долготы/Широты (в градусах) в UTM (в метрах). Это можно сделать посредством Franson CoordTrans. Это программное обеспечение требует лицензии, но разные бесплатные программы могут выполнять подобные преобразования (<http://www.who.edu/marine/ndsf/utility/NDSFutility.html>).



**Рисунок. 5.1.** Программное обеспечение для преобразования географических координат в UTM

### Входные данные

Требуется два различных типа входных данных: данные о выбросах из моделей выбросов и пространственные данные для распределения выбросов.

## Данные о выбросах

Выходные данные из модели выбросов зависят от того, являются ли рассматриваемые источники загрязнения точечными или зональными. Для точечных источников необходима информация о высоте трубы и географическом распределении выбросов с точным местоположением (X,Y) точечного источника, т.к. местоположение его в 1x1 км ячейки сетки недостаточно. Примеры входных данных для пространственного распределения из модели выбросов для точечных источников (Табл. 5.2-5.4.)

**Таблица 5.2:** Пример входных данных из модели выбросов точечных источников для пространственного распределения

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	SNAP	X coordinate	Y coordinate	Projection	Stack height	Nox	SO2	CO	TSP	PM10	PM2.5	NMVOС
2	01	586759	6134661	WGS84_UTM32N	150	135	529	6	7	5	2	1
3	01	571936	6126988	WGS84_UTM32N	90	373	1300	40	93	66	51	6
4	01	610964	6129059	WGS84_UTM32N	130	2.67	0.01	1.67	0.04	0.04	0.04	0.11
5	03	609779	6105713	WGS84_UTM32N	60	232	910	10	13	9	4	1
6	03	555718	6147392	WGS84_UTM32N	60	0.15	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
7	01	566007	6153496	WGS84_UTM32N	90	0.35	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.01
8	03	567751	6152100	WGS84_UTM32N	60	45	6	51	97	87	75	4
9	01	604547	6156635	WGS84_UTM32N	150	1706	227	1895	3622	3264	2801	154
10	03	557126	6123019	WGS84_UTM32N	60	573	2247	24	31	21	9	3
11	01	594258	6109201	WGS84_UTM32N	150	82	286	9	20	15	11	1
12	01	574901	6106759	WGS84_UTM32N	150	1.75	0.01	0.18	0.01	0.01	0.01	0.06
13	01	601583	6112165	WGS84_UTM32N	150	2696	10578	112	147	99	44	13

**Таблица 5.3.** Пример входных данных для пространственного распределения из модели выбросов для зональных источников

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Sector	SNAP	Nox	SO2	CO	TSP	PM10	PM2.5	TSP non exh	PM10 non exh	PM2.5 non exh	NMVOС
2	Residential combustion	02	333.76	79.89	9211.86	1402.43	1339.48	1308.03				1020.96
3	Industrial/commercial plants	03	271.79	43.50	294.73	29.07	27.62	26.69				64.69

**Таблица 5.4.** Пример входных данных для пространственного распределения из модели выбросов для городского транспорта

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Sector	SNAP	Nox	SO2	CO	TSP	PM10	PM2.5	TSP non exh	PM10 non exh	PM2.5 non exh	NMVOС
4	Passenger cars	0701	207.71	0.52	2472.44	7.77	7.77	7.77	14.37	9.76	5.12	
5	Light duty vehicles	0702	65.08	0.12	124.35	5.69	5.69	5.69	3.43	2.42	1.26	
6	Heavy duty vehicles & buses	0703	199.91	0.18	61.23	2.75	2.75	2.75	6.01	3.98	2.15	
7	Mopeds	0704	0.29	0.00	14.37	0.15	0.15	0.15	0.06	0.04	0.02	
8	Motorcycles	0705	0.70	0.00	54.68	0.11	0.11	0.11	0.15	0.10	0.06	
9	Railways	0802	255.52	0.16	42.98	8.76	8.76	8.76				
10	Maritime activities	0804	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
11	Aviation	0805	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
12	Agriculture	0806	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
13	Industry	0808	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

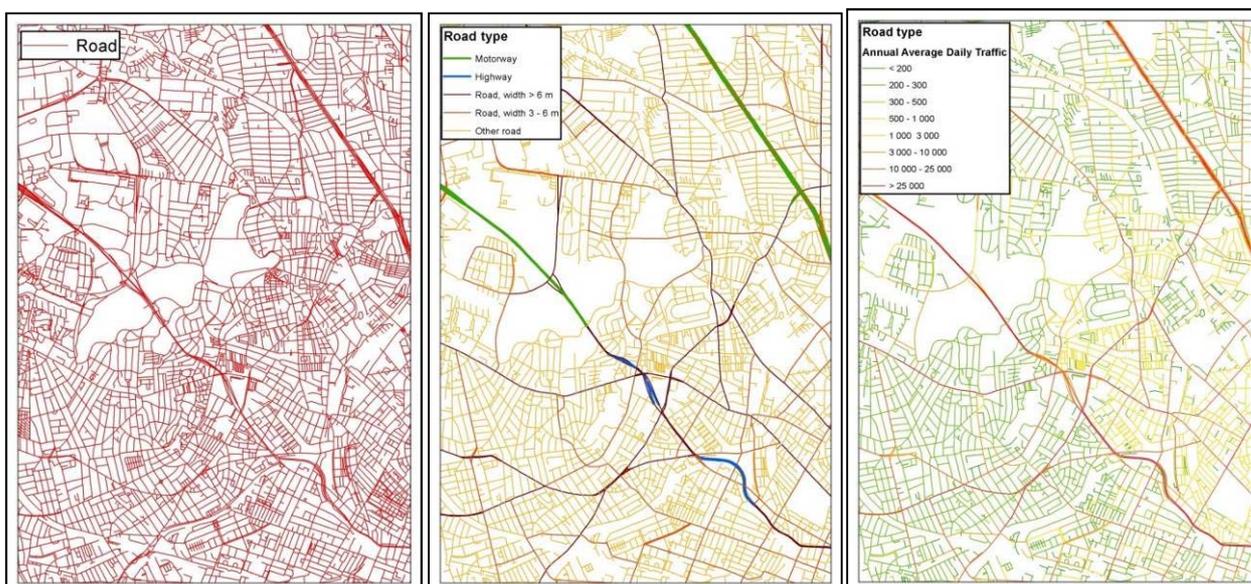
## Пространственные данные

Для распределения выбросов необходимы некоторые наборы пространственных данных. Табл 5.5. демонстрирует некоторые наборы пространственных данных, которые могли бы быть значимыми для различных секторов.

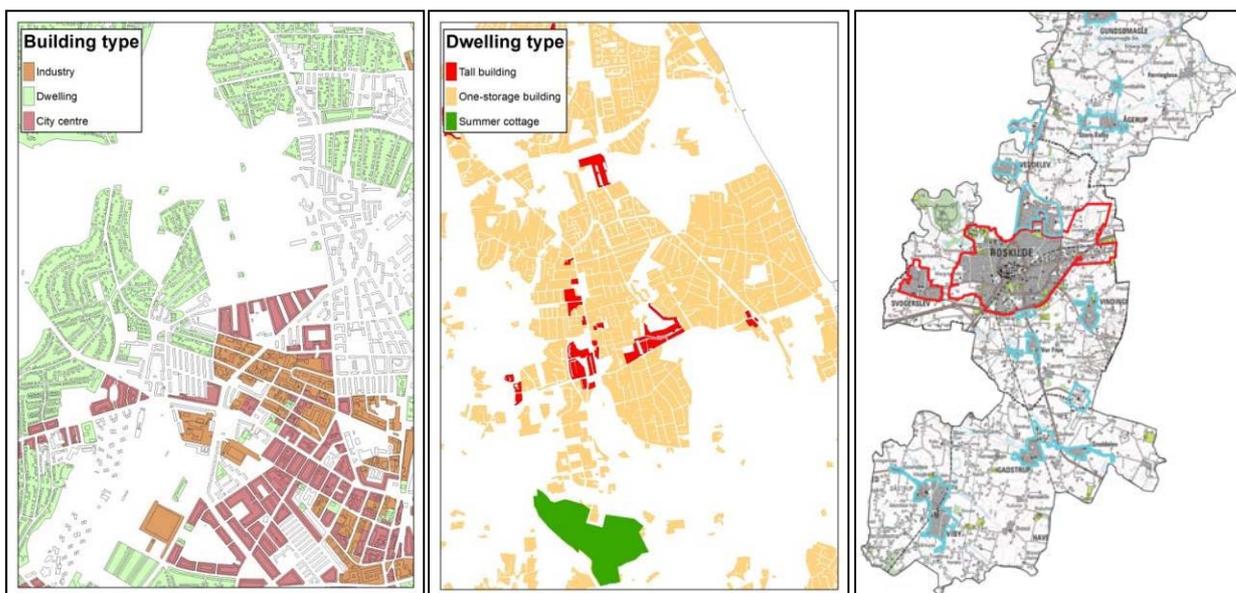
**Табл 5.4:** Примеры пространственных данных, относящихся к различным секторам.

Название	Название
Определение границ районов в городе	Промышленные районы
Дорожная сеть	Городская местность
Виды дорог (городские/сельские/автомагистраль)	Сельская местность
Ширина дорог	Отапливаемые районы
Среднегодовой пробег	Типы домов (одноэтажные, высотные)
Среднегодовой пробег для каждого типа транспортных средств	Портовые объекты
Среднегодовая численность транспортных средств	Строительные участки
Среднегодовая численность для каждого типа транспортных средств	Железнодорожная сеть
Населённые районы	Области аэропорта
Коммерческие зоны	Плотность населения

Ниже приведены некоторые иллюстративные примеры пространственных данных, указанных в табл 5.4. Первый пример (Рис. 5.2.) фокусируется на дорожной сети и иллюстрирует три набора пространственных данных для одной и той же области, но с разной степенью детализации. Рис. 5.3 иллюстрирует различные карты землепользования.



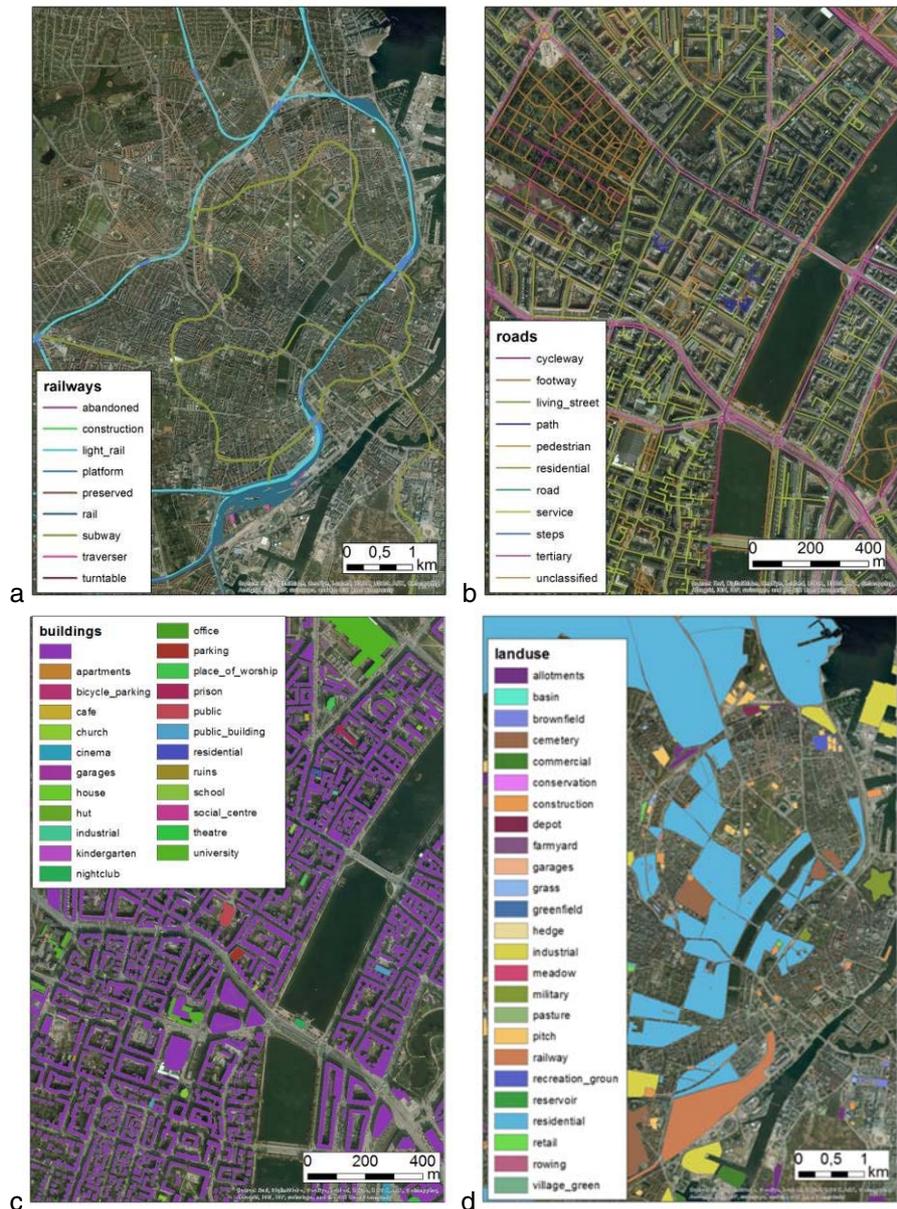
**Рис. 5.2:** Примеры пространственных данных разной степени детализации для дорожной сети.



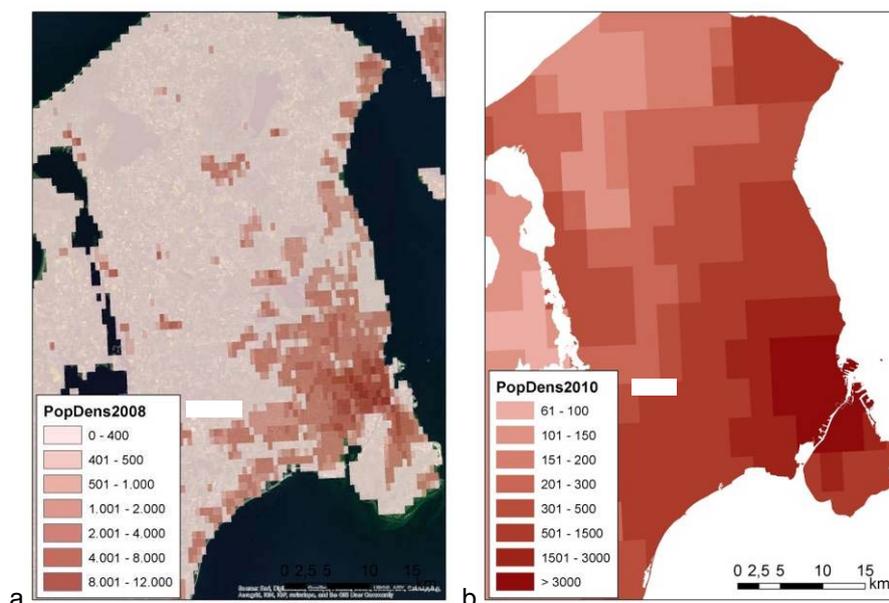
**Рис. 5.3:** Примеры пространственных тем типов зданий, жилья и районов теплоснабжения.

Если национальные данные не доступны, то доступны некоторые международные наборы, например, по плотности населения и по дорожным сетям. Эти данные менее подробные и обычно обновляются реже, чем национальные данные. Пример источников свободных пространственных данных:

- OpenStreetMap: дороги, здания, землепользование, железные дороги и др., примеры приведены на Рис.5.4 (<http://download.geofabrik.de/>).
- Landsat: плотность населения при разрешении примерно 1x1 км, пример приведен на Рис. 5.5a (<http://web.ornl.gov/sci/landscan/index.shtml>).
- Центр международной информационной сети по наукам о Земле (CIESIN): плотность населения при разрешении 2,5 угловых минут (~ 5 км по экватору), пример приведён на Рис. 6.5b. (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v3>).



**Рисунок 5.4:** Примеры международных наборов данных (a-d) железных и автомобильных дорог, зданий и землепользования от OpenStreetMap.



**Рисунок 5.5:** Примеры международных наборов данных: а) плотности населения от Landsat, б) плотности населения от CIESIN.

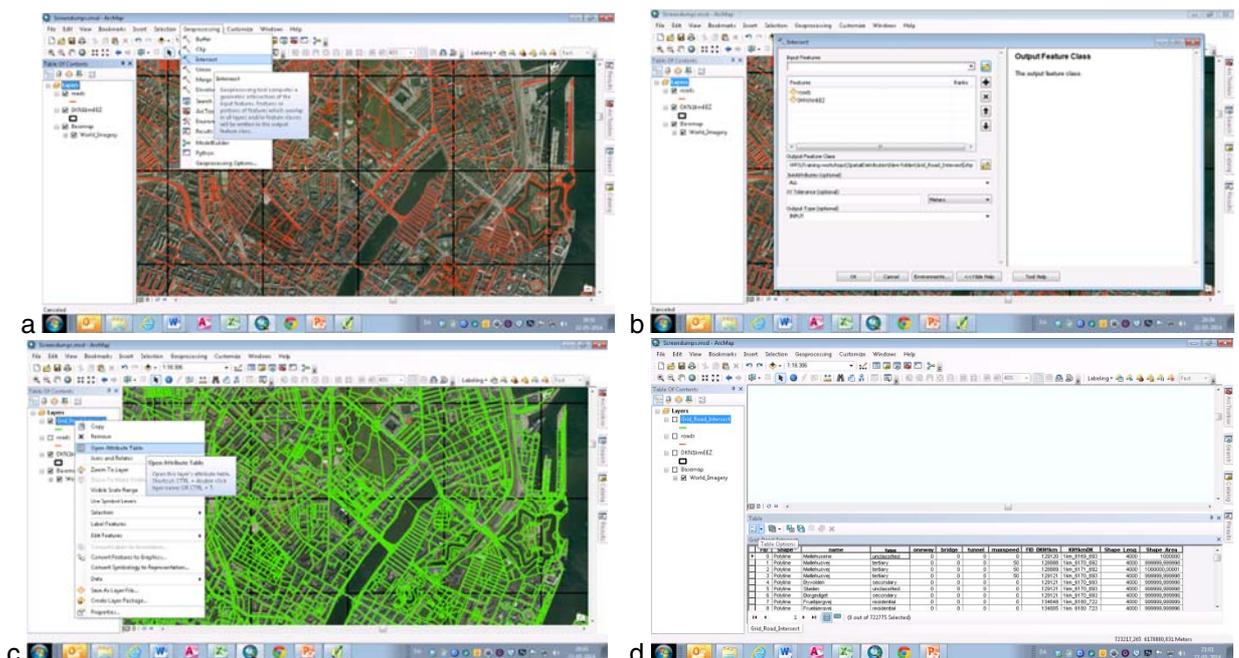
### 5.2.2.

Для расчёта пространственных выбросов, должны быть обработаны пространственные данные и настроены ключи пространственного распределения. Ключи распределения определяют насколько большое количество выбросов из источника должно быть распределено в каждой ячейке сетки. Разрешение сетки должно отражать уровень детализации пространственных данных, чем подробнее пространственные данные, тем более высокое разрешение может быть использовано. Поскольку пространственные выбросы из различных источников загрязнения должны быть суммированы для подсчёта общего количества пространственных выбросов на наблюдаемой территории, все ключи распределения должны быть одинакового разрешения.

Метод настройки ключа распределения для заданного источника представлен ниже (в качестве примера был выбран дорожный транспорт, и “GIS file ” относится к формату, предусмотренному для использования программой GIS).

1. Определите область интереса, например, город, и создайте соответствующий файл GIS.
2. Создайте сетку с определённым разрешением, которая охватывала бы интересующую территорию. (GIS file).
3. Рассчитайте общее количество выбросов от дорожного транспорта для интересующей области, используя модель дорожного транспорта.
4. Выберите наиболее подходящий набор данных дорожного транспорта (дорожная сеть, GIS file).

5. Совместите координатную сетку и дорожную сеть (ArcMap: Рис. 5.6 а-с и QGIS: Рис. 5.7 а-с).
6. Откройте таблицу атрибутов и добавьте столбец (ArcMap: Рис. 5.6 d-f и QGIS: Рис. 5.7 d-f).
7. Вычислите длину каждого линейного сегмента (ArcMap: Рис. 5.6 g-h) (QGIS: Рис. 5.7 g). Примечание: для настройки ключа распределения используйте “calculate area” вместо “calculate length”.
8. Откройте таблицу атрибутов и добавьте столбец (ArcMap: Рис. 5.6 i) (QGIS: Рис. 5.7 h).
9. Вычислите сумму Shape\_Length для всех строк (ArcMap: Рис. 5.6 j) (QGIS: Рис. 5.7 i-k).
10. Вычислите ShareOfLength (ArcMap: Рис. 5.6 k-n) (QGIS: Рис. 5.7 l-n).
11. Импортируйте таблицу атрибутов в Excel в качестве сводной таблицы (Рис. 5.8 а-г)
12. Вычислите пространственные выбросы, используя все отраслевые выбросы (Таб. 5.4) для точечных, зональных и мобильных источников и соответствующих ключей распределения, как показано в Таб. 5.8.



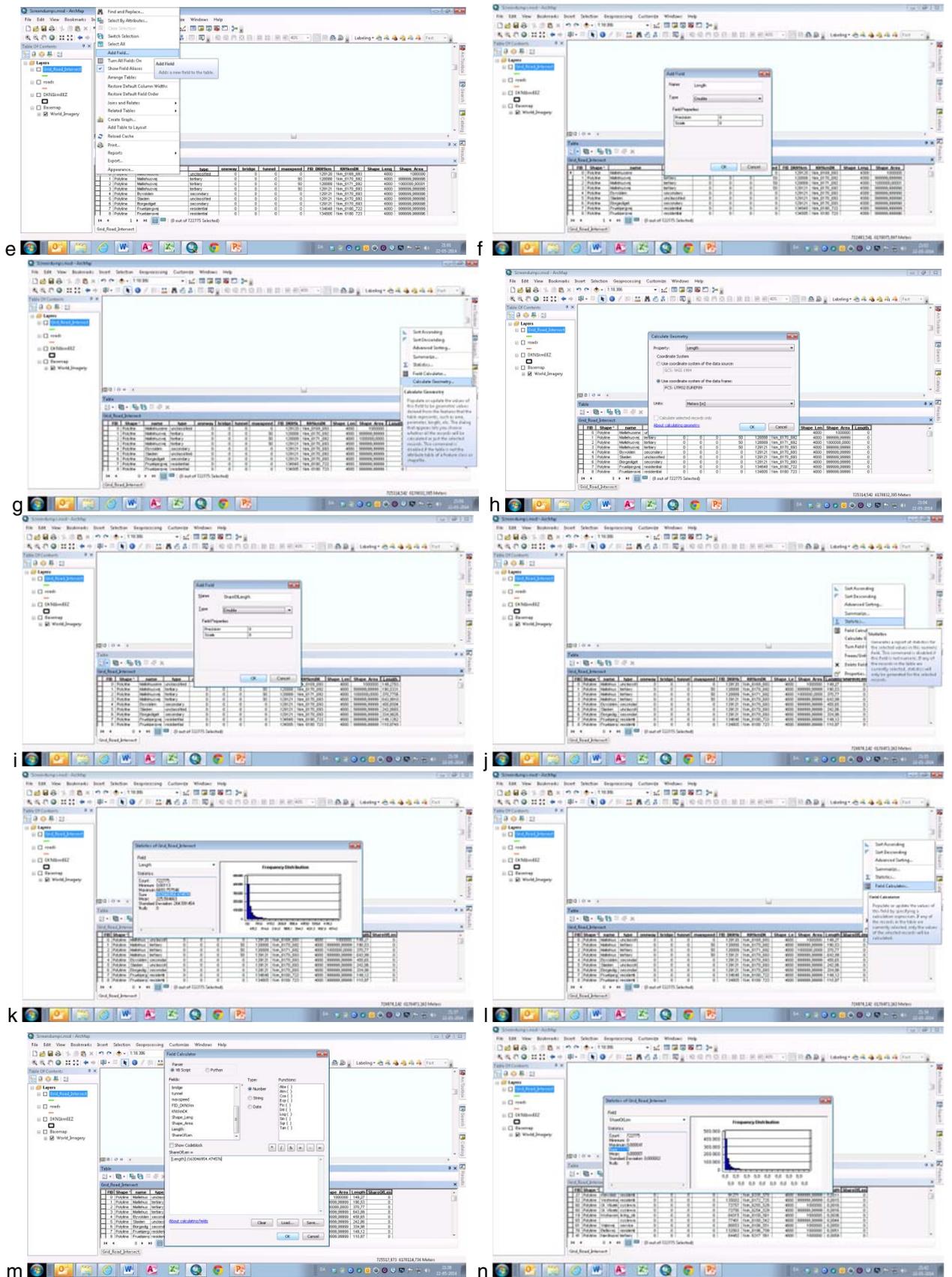
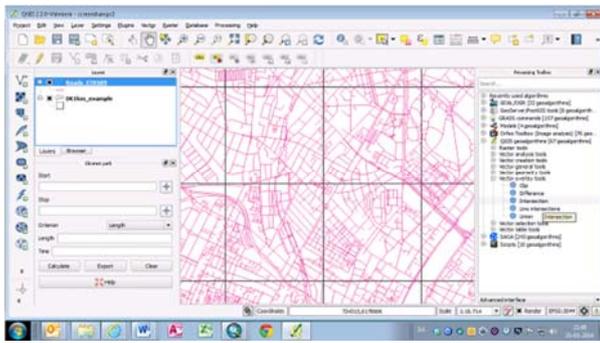
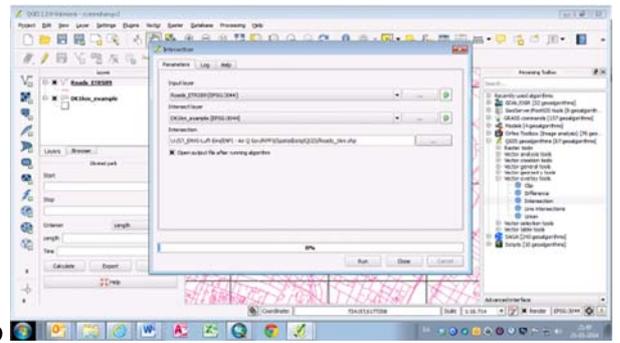


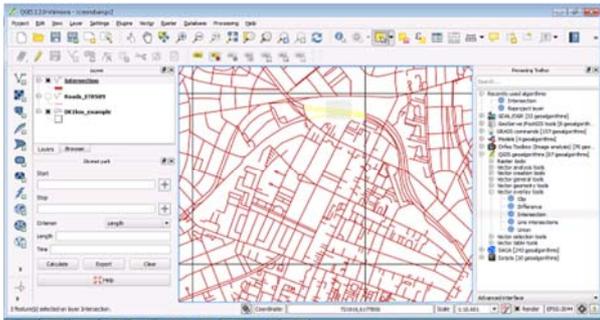
Рисунок 5.6: Этапы вычислений 5-9 в ArcMap.



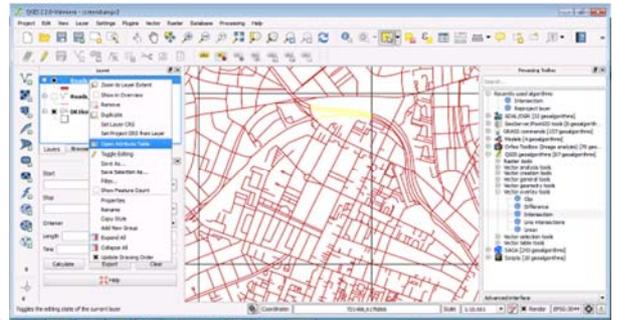
a



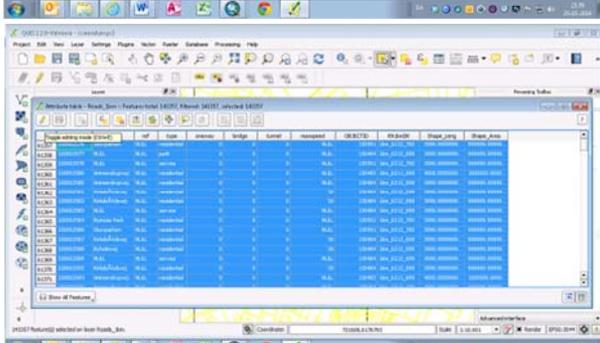
b



c



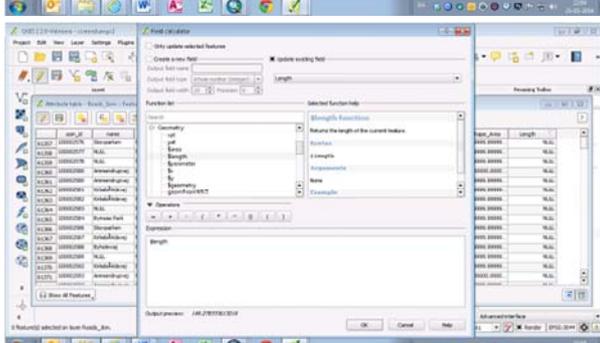
d



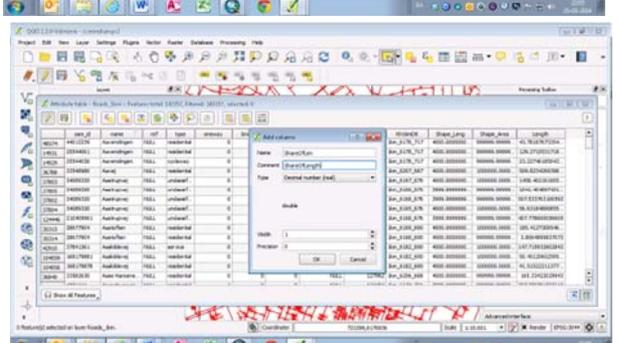
e



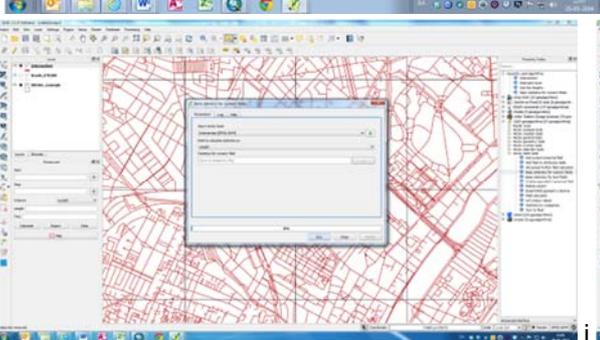
f



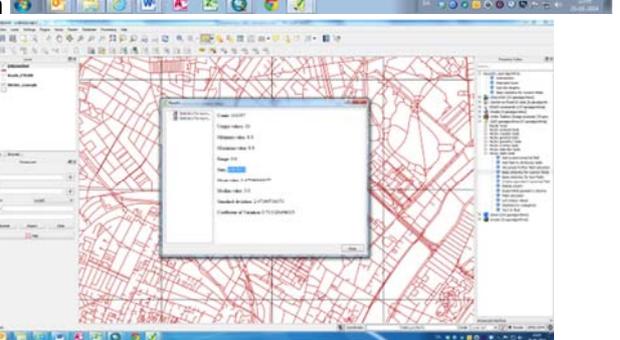
g



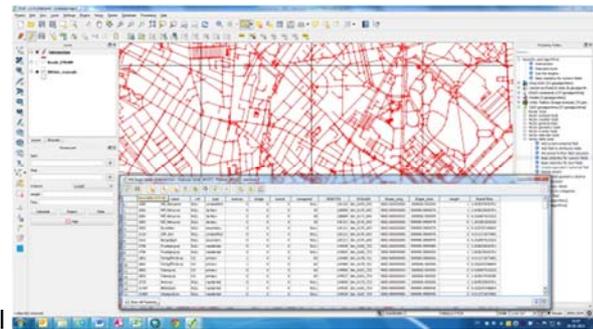
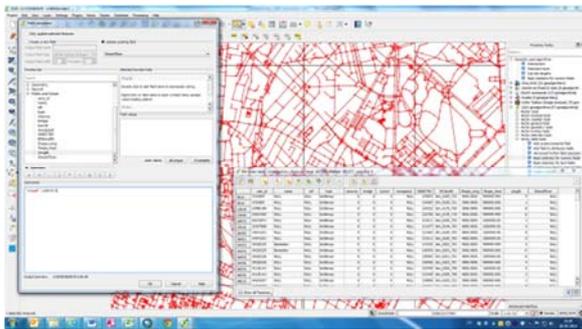
h



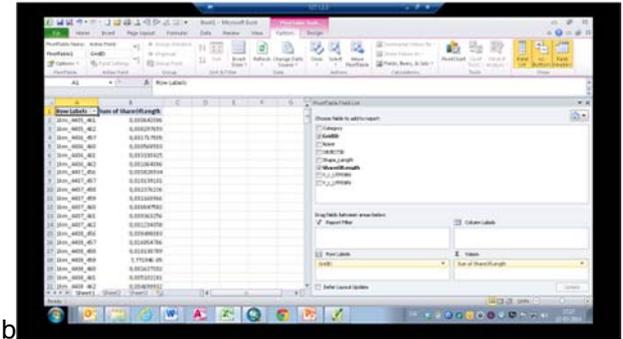
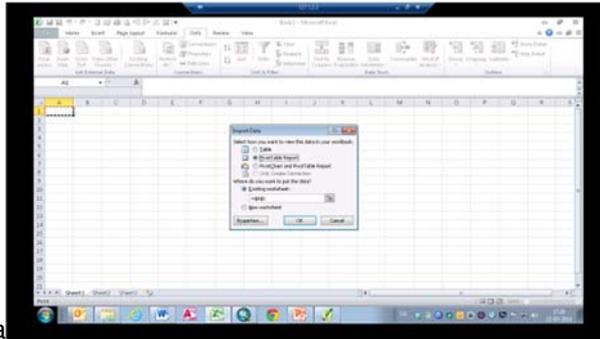
i



j

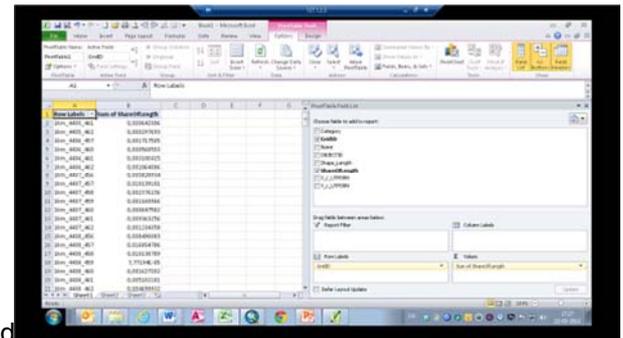
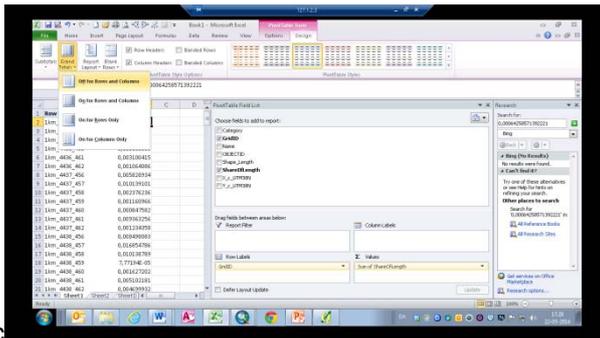


к Рисунок 5.7: Процесс (шаги 5-9) в QGIS.



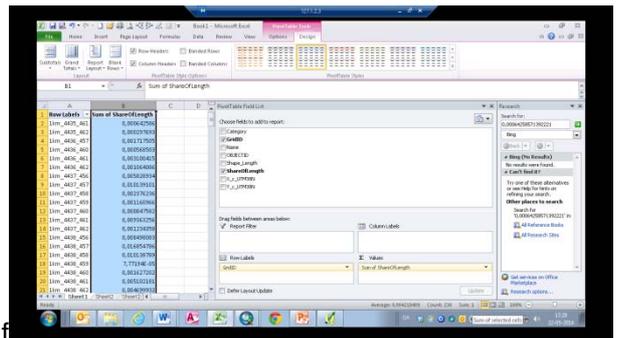
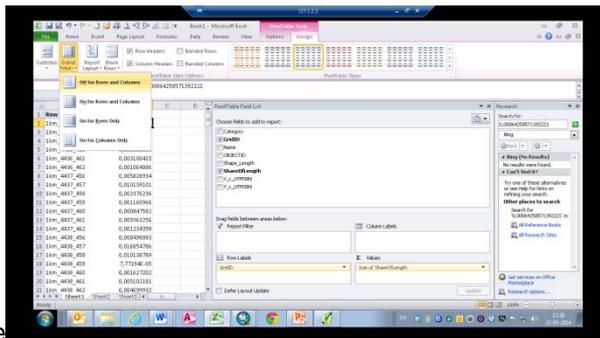
а

б



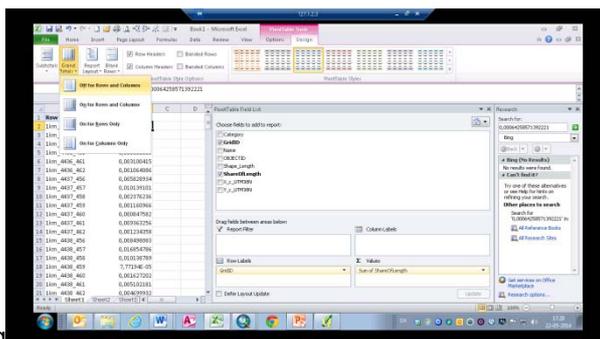
с

д



е

ф



г Рисунок 5.8: Таблица атрибутов импортируется в Excel в качестве сводной таблицы

**Таблица 5.6:** Пример общих секторальных выбросов для SNAP 02 по отдельным загрязнителям

СУММАРНЫЕ ГОРОДСКИЕ ВЫБРОСЫ ДЛЯ ЗОНАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ				
SNAP	NO <sub>x</sub> [тонны]	SO <sub>2</sub> [тонны]	CO [тонны]	TSP [тонны]
02	1403.229	7.016	701.614	51.452

**Таблица 5.7:** Пример ключа распределения для зональных источников для SNAP 02 и расчета пространственных выбросов по отдельным загрязнителям.

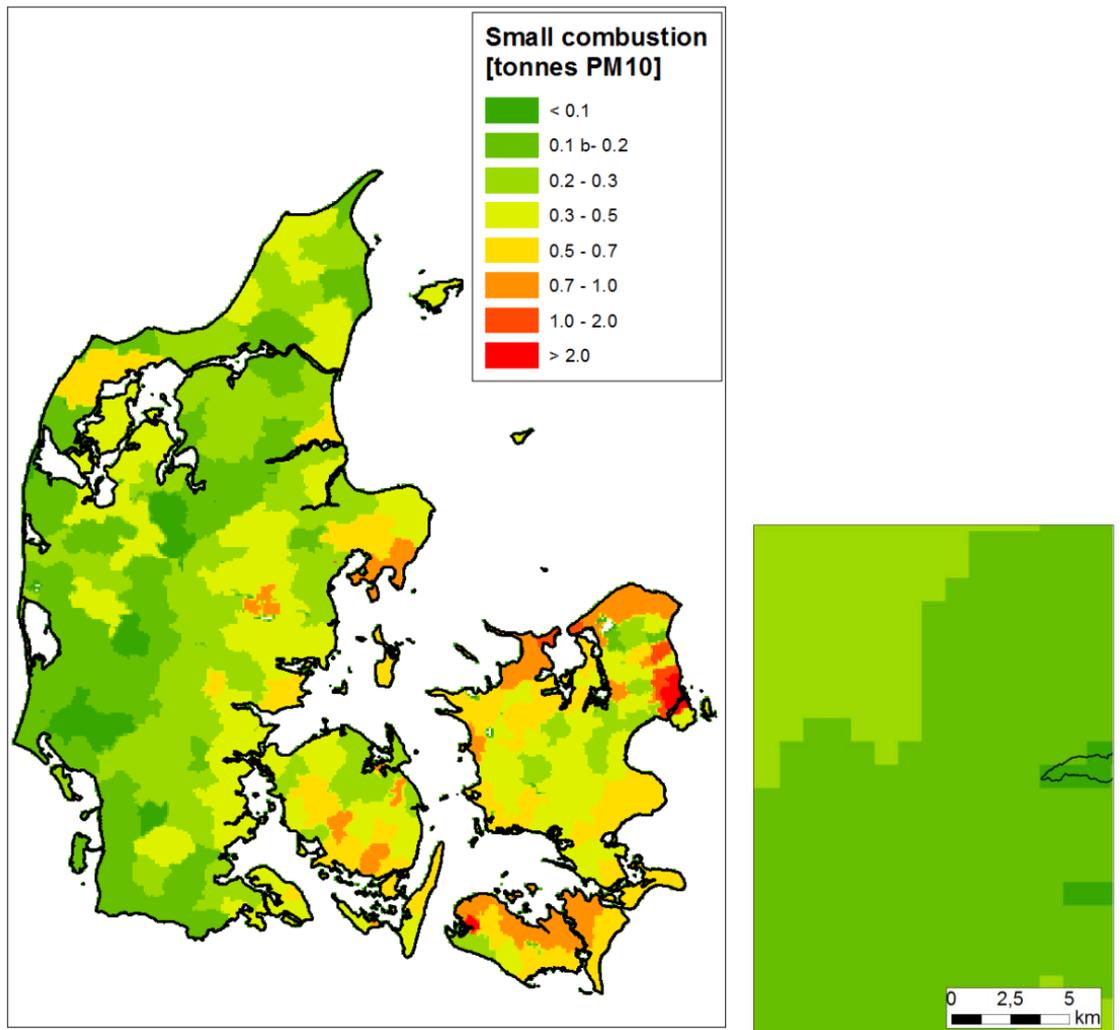
КЛЮЧ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ		ВЫБРОСЫ В РАЗБИВКЕ ПО ЯЧЕЙКАМ СЕТКИ			
GridID	ShareOfArea	NO <sub>x</sub> [тонны]	SO <sub>2</sub> [тонны]	CO [тонны]	TSP [тонны]
<b><math>E(\text{cell}) = E(\text{city}) * \text{ShareOfArea}</math></b>					
1km_3737_511	0.0081	11.3927	0.0570	5.6964	0.4177
1km_3737_512	0.0005	0.6911	0.0035	0.3455	0.0253
1km_3738_458	0.0032	4.4288	0.0221	2.2144	0.1624
1km_3738_511	0.0032	4.4246	0.0221	2.2123	0.1622
1km_3738_512	0.0033	4.7005	0.0235	2.3503	0.1724
.....	.....	.....	.....	.....	.....
1km_3754_513	0.0000	0.0055	0.0000	0.0027	0.0002
1km_3754_514	0.0000	0.0596	0.0003	0.0298	0.0022
<b>SUM</b>	<b>1.0000</b>	<b>1 403.229</b>	<b>7.016</b>	<b>701.614</b>	<b>51.452</b>

### 5.2.3.

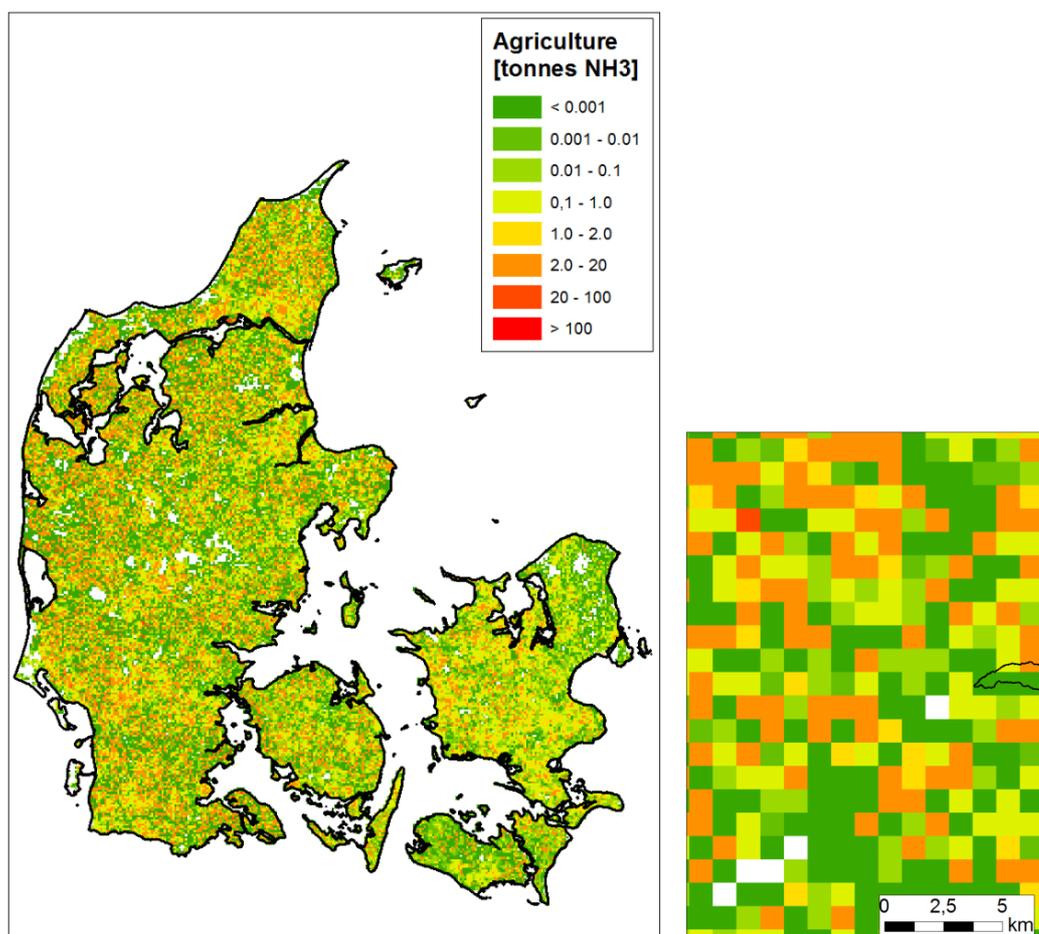
На выходе из пространственной модели получаем как карты выбросов, которые могут быть использованы для визуализации выбросов в черте города, так и входные данные к моделированию качества воздуха.

#### Карты выбросов

Городские карты выбросов могут быть получены из пространственного моделирования. Если доступны только приблизительные пространственные данные, тогда карты выбросов не будут давать точного представления о фактических выбросах. Ниже приведены датские примеры, иллюстрирующие очень приблизительное и очень подробное пространственное распределение: PM10 от малых очагов сжигания (рис. 5.9) и NH<sub>3</sub> в сельском хозяйстве (рис. 5.10).



**Рисунок. 5.9:** Выбросы  $PM_{10}$  в Дании из небольших источников сжигания (приблизительные пространственные данные **a**) Дания и **b**) с увеличением масштаба.



**Рисунок 5.10:** Сельскохозяйственные выбросы NH<sub>3</sub> в Дании (детальные пространственные данные), а) Дания и б) с увеличением масштаба.

### Входные данные в моделирование качества воздуха

Наиболее важным результатом пространственного моделирования является предоставление входных данных для моделирования качества воздуха. Ниже приведены примеры выходных данных из моделей пространственного распределения, которые используются для моделирования качества воздуха. Для получения дополнительной информации, см. Главы 3 и 4.

**Таблица 5.8:** примеры выходных данных для точечных источников из пространственных моделей после запуска макроса "GeneratePointSources", используемых в качестве входных данных для моделирования качества воздуха.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	SNAP	X coordinate	Y coordinate	Projection	Stack height	NOx	SO2	CO	TSP	PM10	PM2.5	NMVOС
2	01	586759	6134661	WGS84_UTM32N	150	134.805	528.9	5.6115	7.353	4.9665	2.193	0.645
3	01	571936	6126988	WGS84_UTM32N	90	372.892	1299.87	39.6526	92.9604	66.1752	50.6818	6.0398
4	01	610964	6129059	WGS84_UTM32N	130	2.669285	0.011906	1.665125	0.037709	0.037709	0.037709	0.109314
5	03	609779	6105713	WGS84_UTM32N	60	231.8646	909.708	9.65178	12.64716	8.54238	3.77196	1.1094
6	03	555718	6147392	WGS84_UTM32N	60	0.154346	0.000904	0.015435	0.000643	0.000643	0.000643	0.005145
7	01	566007	6153496	WGS84_UTM32N	90	0.353521	0.001116	0.154914	0.003535	0.003535	0.003535	0.010328
8	03	567751	6152100	WGS84_UTM32N	60	45.4896	6.06528	50.544	96.5952	87.048	74.6928	4.105296
<span>GridEmis_0705</span> <span>GridEmis_0802</span> <span>GridEmis_0804</span> <span>GridEmis_0805</span> <span>GridEmis_0806</span> <b>Point sources</b> <span>Mobile sources</span> <span>Area sources</span>												

**Таблица 5.9:** Примеры выходных данных для зональных источников из пространственных моделей после запуска макроса "GenerateAreaSources", используемых в качестве входных данных для моделирования качества воздуха.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	SNAP	GridID	X	Y	Projection	Nox	SO2	CO	TSP	PM10	PM2.5	NMVOС
2	02	1km_6089_599	599500	6089500	WGS84_UTM32N	0	0	0	0	0	0	0
3	02	1km_6089_600	600500	6089500	WGS84_UTM32N	0	0	0	0	0	0	0
4	02	1km_6090_599	599500	6090500	WGS84_UTM32N	0.006573	0.001573	0.181415	0.027619	0.026379	0.02576	0.020106
5	02	1km_6090_600	600500	6090500	WGS84_UTM32N	0.003486	0.000834	0.096216	0.014648	0.013991	0.013662	0.010664
6	02	1km_6090_601	601500	6090500	WGS84_UTM32N	0.000265	6.35E-05	0.007324	0.001115	0.001065	0.00104	0.000812
7	02	1km_6090_602	602500	6090500	WGS84_UTM32N	0.004826	0.001155	0.133198	0.020278	0.019368	0.018913	0.014762
8	02	1km_6090_603	603500	6090500	WGS84_UTM32N	0.006615	0.001583	0.182567	0.027794	0.026547	0.025923	0.020234

**Таблица 5.10:** Примеры выходных данных для мобильных источников из пространственных моделей после запуска макроса "GenerateAreaSources", используемых в качестве входных данных для моделирования качества воздуха.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	SNAP	GridID	X	Y	Projection	NOx_tons	SO2_tons	CO_tons	TSP_sum_tons	PM10_sum_tons	PM2_5_sum_tons	TSP_exh_tons	TSP_tons_nonexh	PM10_tons_nonexh	PM2_5_tons_nonexh
2	0701	1km_6092_605	605500	6092500	WGS84_UTM32N	0.216539	0.00054	2.577517	0.023083	0.01827487	0.013439164	0.008101	0.0149828	0.010174237	0.00533853
3	0701	1km_6092_606	606500	6092500	WGS84_UTM32N	0.062023	0.000155	0.73827	0.006612	0.00523441	0.003849337	0.00232	0.0042915	0.002914175	0.001529098
4	0701	1km_6093_604	604500	6093500	WGS84_UTM32N	0.220278	0.00055	2.622021	0.023482	0.01859041	0.013671207	0.008241	0.0152415	0.010349908	0.005430706
5	0701	1km_6093_605	605500	6093500	WGS84_UTM32N	0.027584	6.88E-05	0.32834	0.002941	0.00232796	0.001711963	0.001032	0.0019086	0.001296056	0.000680054
6	0701	1km_6094_603	603500	6094500	WGS84_UTM32N	0.115093	0.000287	1.369978	0.012269	0.00971329	0.007143061	0.004306	0.0079635	0.005407717	0.002837486
7	0701	1km_6094_604	604500	6094500	WGS84_UTM32N	0.101425	0.000253	1.207292	0.010812	0.00855983	0.006294814	0.003794	0.0070178	0.004765545	0.002500532

Расчёт сетки выбросов выполняется в электронной таблице "[City name]\_Gridded\_emissions.xlsm". В электронную таблицу вводятся данные об инвентаризации выбросов и пространственном распределении, и рассчитывается сетка выбросов, как показано в Табл. 5.10. Электронная таблица нуждается в обновлении тогда, когда для определенной категории источников используются новые ключи пространственного распределения.

Окончательные входные данные для моделирования качества воздуха выполняются через запуск трёх отдельных макросов: одного для точечных источников, другого для стационарных зональных источников и третьего для мобильных источников. Диалоговое окно выполнения макроса будет отображаться в Excel при нажатии [Alt] + [F8]. Выберите макрос и нажмите [Run] – имейте в виду, что запуск макроса может занять несколько минут. Результатом будут три новых листа в рабочей книге названные: точечные источники, зональные источники и мобильные источники. Если данный макрос запускался прежде, то соответствующий лист должен быть удалён и переименован до того, как макрос будет вновь запущен.

Содержание трёх листов может быть скопировано непосредственно в электронную таблицу, используемую для моделирования качества воздуха. Листы соответствуют тем, что показаны в Таблице 5.11.

**Таблица 5.11:** Соответствие между выходными листами в сетке выбросов и входными данными для моделирования качества воздуха

Сетка выбросов	THOR_Airpas
Точечные источники	[Страна]_Точка
Зональные источники	[страна]_Зона
Мобильные источники	[Страна]_Транспорт

## Список литературы

Berkowicz, R., Hertel, O., Sorensen, N.N. and Michelsen, J.A. (1997) Modelling traffic pollution in streets. National Environmental Research Institute.

Berkowicz, R. (2000a): A Simple Model for Urban Background Pollution. *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 65, Issue 1/2, pp. 259-267.

Berkowicz, R. (2000b): OSMP – A parameterized street pollution model, *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 65, Issue 1/2, pp. 323-331.

Brandt, J., Christensen, J.H., Frohn, L.M., Palmgren, F., Berkowicz, R., Zlatev, Z. (2001): Operational air pollution forecasts from European to local scale. *Atmospheric Environment*, Vol. 35, Sup. No. 1, pp. S91-S98, 2001.

Brandt, J., J. H. Christensen, L. M. Frohn and R. Berkowicz, (2001a): “Operational air pollution forecast from regional scale to urban street scale. Part 1: system description”, *Physics and Chemistry of the Earth (B)*, Vol. 26, No. 10, pp. 781-786, 2001.

Brandt, J., J. H. Christensen, L. M. Frohn, (2001b): “Operational air pollution forecast from regional scale to urban street scale. Part 2: performance evaluation”, *Physics and Chemistry of the Earth (B)*, Vol. 26, No. 10, pp. 825-830, 2001.

Brandt, J., J. H. Christensen, L. M. Frohn and R Berkowicz, (2003): “Air pollution forecasting from regional to urban street scale – implementation and validation for two cities in Denmark”. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 28, pp. 335-344, 2003.

Brandt, J., J. D. Silver, L. M. Frohn, C. Geels, A. Gross, A. B. Hansen, K. M. Hansen, G. B. Hedegaard, C. A. Skjøth, H. Villadsen, A. Zare, and J. H. Christensen, (2012): An integrated model study for Europe and North America using the Danish Eulerian Hemispheric Model with focus on intercontinental transport. *Atmospheric Environment*, Volume 53, June 2012, pp. 156-176, doi:10.1016/j.atmosenv.2012.01.011.

Christensen, J.H. (1997): The Danish Eulerian Hemispheric Model – a three-dimensional air pollution model used for the Arctic. *Atmospheric Environment*, 31, 4169–4191.

EEA (2013): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report. No 12/2013.

Ellermann, T., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Jansen, S., Massling, A. & Jensen, S. S. 2013: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2012. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 59 pp.

Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy.  
No. 67. <http://dce2.au.dk/pub/SR67.pdf>

EU 2008: DIRECTIVE 2008/50/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT  
AND OF THE COUNCIL of 21 May 2008 on ambient air quality and  
cleaner air for Europe.

Kakosimos K.E., Hertel O., Ketzel M. and Berkowicz R. (2011):  
"Operational Street Pollution Model (OSPM®) - a review of performed  
validation studies, and future prospects", Environmental Chemistry, 7,  
485-503([doi-Link](#)).

Plejdrup, M.S. & Gyldenkærne, S. (2011): Spatial distribution of  
emissions to air – the SPREAD model. National Environmental Research  
Institute, Aarhus University, Denmark. 72 pp. – NERI. Technical Report  
no. FR823. <http://www.dmu.dk/Pub/FR823.pdf>.

WHO (2006): Air quality guidelines. Global update 2005.

## Приложение 1 Предельные значения в ЕС

### Предельные Значения Качества Воздуха в Европейском Союзе

Директива о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки для Европы от 2008г. (2008/50 / ЕС) охватывает следующие вопросы: установление предельных значений, целевых показателей, долгосрочных целей; получение информации о качестве воздуха, а также приводит пороговые параметры для различных веществ.

Предельные значения являются юридически обязательными и определяются на научной основе для предотвращения или сокращения вредного воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека и/или окружающую среду. Кроме научных соображений, также учитываются технические и экономические соображения. Предельные значения должны сохраняться в течение определённого периода времени. Соблюдение предельных значений не гарантирует того, что нет последствий для здоровья при концентрации ниже предельной. Например, исследования показывают, что нет нижнего порога, за которым воздействие твёрдых частиц не приводит к негативным последствиям для здоровья человека.

Полномочные правовые органы государств-членов ЕС несут общую ответственность за соблюдение предельных значений. В случае превышения лимита должен быть разработан план по качеству атмосферного воздуха.

При достижении целевых нормативов снижается неблагоприятное воздействие на здоровье человека и /или окружающую среду. Целевое значение должно, насколько это возможно, быть достигнуто в течение определённого периода времени.

Долгосрочной целью является поддержание качества воздуха на высоком уровне там, где такой уровень был достигнут для обеспечения эффективной защиты здоровья человека и окружающей среды..

Предельно допустимый уровень – это тот уровень, после которого от кратковременного воздействия наступает риск для здоровья человека для особо чувствительных групп населения. Поэтому необходима немедленная и соответствующая информация. Предельно допустимая концентрация озона имеет значение 180 мкг/м<sup>3</sup> в течение часа. Если порог превышен, то должны быть даны рекомендации для особо уязвимых групп населения.

При превышении предельно допустимого уровня общество должно быть об этом оповещено, а государства-члены должны принять незамедлительные меры. При превышении предельно допустимой концентрации озона (240 мкг/м<sup>3</sup> в течение более 3-х часов) необходимо информировать общественность и дать рекомендации.

В Дании оценку соблюдения предельных значений даёт NOVANA. NOVANA в первую очередь базируется на измерениях, сделанных стационарными станциями в крупнейших датских городах, но

также дополняется моделированием из отдельно выбранных участков (Ellermann et al. 2013). Датское Агентство по охране окружающей среды несет общую ответственность за соблюдение предельных значений качества воздуха.

Таблица A1 обобщает основные предельные значения, целевые значения, долгосрочные цели и пороговые параметры.

**Таблица А1.** Основные предельные значения, целевые значения, долгосрочные цели и пороговые параметры

Вещество	Предельное значение ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Период осреднения	Статистика	Воздействие на	Дата достижения
Диоксид азота ( $\text{NO}_2$ )	200	1 час	18 часов в течение года	Здоровье человека	2010
	40	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
Оксид азота ( $\text{NO}_x$ )	30	-	Среднее за год	Растительность	2010
Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ )	350	1 час	24 часа в течение года	Здоровье человека	2005
	125	24 часа	3 раза в год	Здоровье человека	2005
	20	-	Среднее за год и зимний сезон	Экологическая система	2001
Взвешенные частицы размером < 2,5 мкм ( $\text{PM}_{2.5}$ )	25 <sup>1</sup>	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
	25	-	Среднее за год	Здоровье человека	2015
	20 <sup>a</sup>	-	Среднее за год	Здоровье человека	(2020)
Взвешенные частицы размером < 10 мкм ( $\text{PM}_{10}$ )	50	24 часа	35 раз за год	Здоровье человека	2005
	40	-	Среднее за год	Здоровье человека	2005
Свинец	0.5	-	Среднее за год	Здоровье человека	2005
Бензол	5	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
Монооксид углерода (CO)	10,000	8 часов (в процессе)	Максимальная концентрация	Здоровье человека	2005
Озон	120 <sup>1</sup>	Мах 8 часов (в процессе)	25 дней в году (осреднение по 3 годам)	Здоровье человека	2010
	120 <sup>2</sup>	Мах 8 часов (в процессе)	1 день за год	Здоровье человека	Не определена
	180 <sup>3</sup>	1 час	Максимальная концентрация	Здоровье человека	2003
	240 <sup>4</sup>	1 час	Мах боле 3 часов	Здоровье человека	2003
	18,000 ( $\text{мкг}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ ) <sup>1</sup>	АОТ40 <sup>8</sup>	Май - Июль	Растительность	2010
	6,000 ( $\text{мкг}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ ) <sup>2</sup>	АОТ40 <sup>8</sup>	Май - Июль	Растительность	Не определена
Мышьяк <sup>1,5</sup>	0.006	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010

Кадмий <sup>1,5</sup>	0.005	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
Никель <sup>1,5</sup>	0.02	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
Бенз(а)-пирен <sup>1,5,7</sup>	0.001	-	Среднее за год	Здоровье человека	2010
Ртуть <sup>6</sup>	-	-	-	Здоровье человека	-

Примечания: <sup>1)</sup> Целевой показатель <sup>2)</sup> Долгосрочная цель <sup>3)</sup> Предельный уровень <sup>4)</sup> Превышение предельного уровня <sup>5)</sup> В РМ<sub>10</sub> <sup>6)</sup> Следует общим тенденциям <sup>7)</sup> бенз (а) пирен как индикатора для полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) <sup>8)</sup> АОТ40 (мкг/м<sup>3</sup>) · часы) означает сумму разницы между почасовыми концентрациями, превышающими 80 мкг/м<sup>3</sup> (= 40 частей на миллиард) и 80 мкг/м<sup>3</sup> за период между 8.00 и 20.00 по центральноевропейскому времени (СЕТ) каждый день. а) На стадии пересмотра.

## Приложение 2: Описание метеорологических входных данных и данных по фоновым концентрациям

В этом разделе описываются:

- a) Структура/форматы метеорологических и фоновых входных данных.
- b) Как использовать собственные пользовательские входные данные.
- c) Как использовать модель не только для стандартных загрязняющих веществ

### A- Описание метеорологических входных данных и данных по фоновым концентрациям.

Метеорологические и фоновые входные данные (например "AQG\_hourly\_Danmark\_cph.dat") были рассчитаны при помощи модели DENM и различных переменных и параметров, описанных в приведённой ниже таблице:

Параметры / единицы	Описание
День месяц год час [UTC – Всемирное Координированное Время/GMT – Среднее Время по Гринвичу ]	Дата и время в UTC/GMT координатах времени
NO <sub>x</sub> NO <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [частиц/млрд]	Концентрация, ч/млрд NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> и O <sub>3</sub>
CO [ч/млрд]	Концентрация CO, ч/млрд в метеорологическом файле ошибочно обозначаются как ч/млн.
SO <sub>2</sub> [ч/млрд]	Концентрация SO <sub>2</sub> , ч/млрд
SO <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> [ч/млрд]	Концентрация вторичных неорганических частиц. <b>В настоящее время не используется</b> , но входит в PM <sub>2.5</sub> , PM10 и TSP
EC OC	Концентрация первичных частиц. <b>В настоящее время не используется</b> , но входит в PM <sub>2.5</sub> , PM10 и TSP
TSP [мкг/м <sup>3</sup> ]	Суммарная концентрация взвешенного вещества.
PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> [мкг/м <sup>3</sup> ]	Общая масса частиц, как первичных, так и вторичных.
TotN [константа]	Концентрация частиц. <b>В настоящее время не используется</b>
Hmix [м]	Смешанная высота
U [м/с]	Скорость ветра
WD [направление от Севера]	Направление ветра
T [по Цельсию] = temp	Температура
Глобальная радиация [Вт/м <sup>2</sup> ]	Глобальная радиация Если данные на доступны, то м.б. рассчитаны из облачного покрова.
wstar [м/с]	Масштаб конвективной скорости М.б. рассчитан следующим образом: Если (sheat.gt.0.) то wstar=ustar*(hmix/(0.4*abs(MOL)))**(1./3.) else wstar=0. Endif
ustar [м/с]	Динамическая скорость
sw [м/с]	Стандартное отклонение вертикальной скорости М.б. рассчитано следующим образом: sw0=0.06 sw=sqrt(ustar**2 + sw0**2 + wstar**2)
sheat [Вт/м <sup>2</sup> ]	Тепловой поток у поверхности
Длина Монины-Обухова [м] = MOL	М.б. рассчитана следующим образом: MOL=(-(1004.0*rho*(temp+273.15)*ustar**3.)/(3.9*sheat)





6) Synchronise files between old new PC in c:\Apps\WinOSPM and subfolders (Use e.g. TotalCommander)

7) Decimal separator should be dot ‘.’

The recommendation is to use dot ‘.’ as decimal separator, and as digit group-ing use nothing ‘’ or space ‘ ’. Our aim is to have WinOSPM running with all kind of regional settings and it works for database files (EXCEL, ACCESS). However, there may still be problems to get things running properly if text /ASCII files are involved since number formatting can be very confusing. (e.g. the number 23456 can be written in various version: 23 456 23.456 23,456 23,456.0)

8) Install OSPM help – Windows Path / update

WinOSPM is using an older version of Windows Help that is not installed from the beginning any longer on newer Windows systems, however it can be installed manually. First time you try to use Help in WinOSPM (e.g by pressing the key ‘F1’) you will be guided and can download and install the missing components (WinHlp32.exe). Messages could look like this:

*==>Why can't I get Help from this program?*

The Help for this program was created in Windows Help format, which depends on a feature that isn't included in this version of Windows. However, you can download a program that will allow you to view Help created in the Windows Help format.

For more information, go to the [Microsoft Help and Support](#) website.

*== When you follow the link you will arrive at a page like this ==>*

*I cannot open Help that was created in the Windows Help format (WinHlp32.exe)*

Windows Help (WinHlp32.exe) is a Help program that has been included with Microsoft Windows versions starting with the Microsoft Windows 3.1 operating system. However, the Windows Help program has not had a major update for many releases and no longer meets Microsoft's standards. Therefore, starting with the release of Windows Vista and continuing in Windows 7, the Windows Help program will not ship as a feature of Windows. If you want to view 32-bit .hlp files, you must download and install the program (WinHlp32.exe) from the Microsoft Download Center.

*== You can download and install (depending on your system) a file like: ==>*

**Windows6.1-KB917607-x64.msu**

During the installation process you may also be asked to verify the validity of your Windows license. You only have to go through this entire process once. After installing the update the Help function should work normally under WinOSPM.

9) Optional Install Q-GIS (textpad, TC...) from c:\Apps\InstallationFiles



# Руководство по Thor-AirPAS - Системе оценки

загрязнения воздуха

The report provides an outline of the THOR-AirPAS - air pollution assessment system and a brief manual for getting started with the air quality models and input data included in THOR-AirPAS.

RPP3 (The Regional Pilot Project 3): Development and Implementation of an air pollution assessment system to estimate effects of different urban planning and transportation schemes in the partner countries

ISBN: 978-87-7156-115-9

ISSN: 2245-019X