

<sup>1</sup> СУ „Св. Климент Охридски“ - София;

<sup>2</sup> Фондация „Уикипедия на български език“  
zhelev@gea.uni-sofia.bg

## SEARCHING FOR “GEOGRAPHIC LOOKALIKES” OF SOFIA

Dimitar Zhelev<sup>1</sup>, Spasimir Pilev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sofia University “St. Kliment Ohridski”

<sup>2</sup> Wikipedia Foundation

**Abstract:** *The air pollution is a major environmental challenge for the city of Sofia, Republic of Bulgaria. It is a result of the specific geographical location of the city (in a lowland locked between mountains) that causes the phenomenon of temperature inversion and windless weather during the winter days. Another factor for air pollution is the use of solid fuel (coal timber, etc.) for heating in the winter. This article aims to identify cities in European Union that have similar geographical properties to Sofia and that managed to solve successfully the air pollution issue. More than 80 big cities are researched and the cities that are “.*

*Keywords: air pollution, urban ecology, environment, big cities*

### Въведение

Замърсяването на въздуха е една от основните форми на негативно въздействие върху околната среда, предизвиквано от човешката дейност. Внасянето в атмосферния въздух на газове и прахови частици води до отклонения в химичния и в механичния му състав. Териториите с интензивно урбанизирано и индустриално развитие са силно уязвими от замърсяването на въздуха с оглед на голямата гъстотата на транспортна инфраструктура, индустриални мощности и плътност на застрояване. В резултат на човешката намеса в атмосферния въздух се причиняват неблагоприятни антропогенни метеорологични явления като запрашаване на въздуха, индустриални (токсични) мъгли, киселинни дъждове, градски топлинни острови, зони на безветрие и др.

С оглед гарантирането на човешкото здраве и живот, институционално са регламентираны норми, базирани на научни изследвания, които гарантират пределно допустими концентрации и стойности на отделни химични вещества и механични примеси в атмосферния въздух и водните пари. Превिшаването на тези норми е индикатор за наличието на екологичен проблем и заплаха за живота и здравето на населението, което е в контакт с атмосферния въздух.

Обект на изследване в настоящето проучване са големите европейски градове, а предмет – тяхното географско сходство с българската столица София по отношение на физикогеографските и социално-икономическите характеристики. Основна цел на изследването е да открие градовете, които наподобяват София и са успели успешно да разрешат проблема си със замърсяването на атмосферата с фини прахови частици (ФПЧ).

Изследването проучва големите градове (включително София) в рамките на ЕС (наред с Обединеното кралство, Швейцария и Норвегия) по отношение на природни, обществени и екологични характеристики. Селектирани са 88 града (Приложение 1) с население над 400 000 души. (Евростат, 2019). Данните по отделните критерии са

получени от публични база данни на международни организации (World Weather, 2019, IQAir, 2019, Innovation Cities, 2019, Евростат, 2019).

### **Методологична основа на изследването**

София е град с неблагоприятни природни и обществени предпоставки, в резултат на това хронично въздухът в града е със завишени стойности на ФПЧ, които имат доказано негативно въздействие върху човешкото здраве. Пик на тези стойности се наблюдава през студеното полугодие. Настоящото изследване прави сравнителен анализ на град София и още 87 големи градове в ЕС (наред с Обединено кралство, Швейцария и Норвегия) и установява кои градове имат сходен природен и обществен профил като София и успяват успешно да се справят със замърсяването с ФПЧ в урбанизирани територии.

Определена е първична фокус група градове, които имат сходни природни белези със София. Градовете са сравнени въз основа на 4 природни характеристики, които са фактори за наличието на фини прахови частици (ФПЧ) в атмосферния въздух на урбанизирана територия:

- разстояние до морета и океани (част от Световния океан), влияещо върху ветровата циркулация и количеството валежи в градовете;
- форма на макрорелефа, в който са разположени - оказваща въздействие върху възможността за самоочистване на атмосферните басейни над градовете;
- средна януарска температура, отразяваща типичната климатична картина през зимата и необходимостта от отопление на местното население;
- средногодишен брой на мъгливите дни – с отношение към качеството на атмосферния въздух и наличието на безветрие.

Определена е първична фокус група градове, които имат сходни обществени (социално-икономически) характеристики със София. Градовете са сравнени въз основа на 4 обществени показателя, които са косвени фактори за наличието или отсъствието на ФПЧ в атмосферния въздух на урбанизирана територия:

- брой на населението като фактор за повишено потребление на автомобилен транспорт и отоплителни инсталации (печки, камини и т.н.);
- брутен вътрешен продукт/човек (БВП/ч.) – като изразител на икономическото благоденствие на обществото и възможността за достъп до екологосъобразни източници на отопление и транспорт;
- индекс на човешко развитие (ИЧР) - като изразител на цялостното развитие на обществото, вкл. образование, продължителност на живот и т.н. Този показател има отношение към способността на местното население да разбере сериозността на проблема с мръсния въздух и да се ангажира със съпричастност към разрешаването му;
- индекс на иновации в градовете (ИИР) – отразява цялостното развитие (и отношение) на градовете по отношение на внедряването на нови технологични решения, значима част от които са свързани с оптимизация на транспорт, енергийна ефективност и качествена околна среда.

Извършен е интегриран анализ на резултатите от природно-сравнителния и обществения анализ. Определена е вторична фокус група градове, при които няма противоречие между природния и обществения профил, т.е. елиминирани са опциите с градове, които са твърде сходни със София по природни белези, но са напълно различни по обществени характеристики. И обратно – елиминирани са опциите с

градове, които имат сходни обществени характеристики, но имат коренно различна природна среда спрямо българската столица.

Извършена е екологична верификация на изведената вторична група – изведените градове в нея са проверени за качеството на въздуха по отношение на ФПЧ. По този начин е изведена финална фокус група от градове, които имат относително сходни със София природни и обществени условия, но нямат регистрирани проблеми от отношение на ФПЧ, следователно може да се възприемат за успешни примери в решаването на проблема.

### **Резултати и дискусия**

Сравнителният анализ е извършен въз основа на 4 природни и 4 обществени фактори. Първият разгледан природен фактор е формата на релефа, в която се намира населеното място. Релефът е с пряко отношение към възможността за самоочистване на въздушния басейн. Въведени са 5 категории макрорелеф:

- котловина (5 бала - София е в такава форма);
- междупланинска речна долина (4 бала);
- низина (3 бала);
- разположен в равнинно-хълмиста област (2 бала);
- разположен на планински склон (1 бал).

Вторият природен критерий е отстоянието от море или океан. Той има пряко отношение към броя на валежните дни и скоростта на вятъра. Дефинирани са 5 категории градове според отстоянието от морския /океанския бряг (вж. Приложение 3:

- на повече от 300 km (5 бала, София е в тази категория);
- разположени на разстояние от 200 до 300 km (4 бала);
- разположени на разстояние от 100 до 200 km (3 бала);
- разположени до 100 km (2 бала);
- разположени на морския/океанския бряг (1 бал).

Третият природен критерий е средномесечната януарска температура. Показателят е с пряко значение за необходимостта от отопление през студенто полугодие. Градовете са поделени в 5 категории с балова оценка от 5 до 1 от най-студените (-5,1°C в Рига) към най-топлите селища (12,1°C в Малага) през януари. София е в категория с 4 бала и средна януарска температура от -0,6°C.

Четвъртият природен възприет критерий е броят на мъгливите дни за една година. Критерият е свързан с времето на безветрие и има отношение спрямо замърсяването на въздуха с ФПЧ. Градовете са групирани в 5 категории с балова оценка от 5 до 1 от най-мъгливите (Щутгарт с 116 дни) до най-малко мъгливите (Палермо, Валенсия и др. с 1 ден). София с бал 3 и средно 59 мъгливи дни през годината.

Първият обществен критерий, по който са сравнени градовете, е броят на населението. Населението на град София е прието за абсолютна отправна стойност, по която са групирани останалите градове, т.е. градовете са поделени на 5 категории, в зависимост от това до каква степен се доближават до населението на София (според данните на Евростат). Петте групи население са:

- между 1,1 и 1,5 млн. души (5 бала)
- между 0,9 – 1,1 и 1,5 - 1,9 млн. души (4 бала)
- между 0,7 – 0,9 и 1,9 - 2,1 млн. души (3 бала)
- между 0,5 – 0,7 и 2,1 – 2,3 млн. души (2 бала)
- под 0,5 и над 2,3 млн. души (1 бал)

Вторият обществен критерий, по който са сравнени градовете, е БВП/ч. в страната, в която се намира съответният град. Този показател дава представа за социално-икономическото равнище на населението и икономическите предизвикателства, пред които се изправят хората. 5 бала получават градовете в държави с най-нисък БВП (София е в тази категория).

Третият обществен критерий на съпоставяне между градовете е ИЧР. Този критерий има роля по отношение на образователната структура на населението и здравната му култура. Градовете са поделени на 5 категории, като 5 бала получават тези, които са най-слабо развити по този показател (София е в тази категория).

Четвъртият обществен показател е свързан с иновациите в градовете. Този критерий акцентира върху способността на градовете да правят технологични иновации, които подобряват качеството на живота на населението и бизнеса в тях. Градовете са групирани спрямо този индекс в 5 категории от най-слабо иновативни до най-силно иновативни. София е в категорията с най-малко иновации.

Всички изследвани градове са сравнени по отношение на средногодишното замърсяване с ФПЧ, както и това през зимата. Групирани са в две групи – градове, които имат проблеми със замърсяването и градове, които имат относително чист въздух. Въз основа на този критерий е определена финалната фокус група от градове, които са подходящи за задълбочен анализ и обмяна на опит.

Извършеният анализ по природни критерии извежда градове (табл. 1), които имат сходство със София и могат да се възприемат за първична фокус група градове, т.е. „градове-двойници“ на София по отношение природните фактори.

Извършеният анализ откроява поредица от градове (табл. 2), които имат близък обществен профил до София и могат да се приемат за първична фокус група градове, т.е. „градове-двойници“ на българската столица по отношение на обществените условия.

Комбинирането на резултатите от двата анализа позволява да се види кои европейски градове се доближават най-много до София по природни и обществени условия (табл. 3). Резултатите от анализа показват, че два града в Полша имат най-близък профил до София – Краков и Катовице. При екологичната верификация обаче е очевидно, че това са единствените два града от изследваните, които средногодишно имат по-замърсен въздух от София.

Табл. 1. Градове с природногеографско сходство спрямо София (в балове)

Град	Разстояние от		Ян. температура	Брой мъгливи дни	Оценка
	Релеф	море			
София	5	5	4	3	17
Щутгарт	5	5	4	5	19*
Краков	4	5	5	3	17
Мюнхен	2	5	5	5	17
Цюрих	4	5	4	4	17
Страсбург	4	5	4	3	16
Вилнюс	2	4	5	4	15
Милано	5	3	3	4	15
Катовице	2	5	4	3	14
Лодз	2	5	5	2	14
Виена	2	5	4	3	14
Нюрнберг	2	5	4	3	14

\*В Щутгарт природногеографските условия, стимулиращи замърсяването на въздуха, са по-изразени спрямо тези в София.

Табл. 2. Градове с обществено (социално-икономическо) сходство спрямо София (в балове)

Град	Население	БВП/ч.	ИЧР	ИИГ	Оценка
<b>София</b>	5	5	5	5	20
Загреб	3	5	5	5	18
Катовице	4	5	3	5	17
Лисабон	4	5	4	4	17
Порто	4	5	4	4	17
Краков	3	5	3	5	16
Лодз	3	5	3	5	16
Будапеща	4	5	4	3	16
Варшава	4	5	3	4	16
Лил	4	4	3	5	16
Рига	2	5	4	5	16
Брюксел	5	3	5	3	16
Валенсия	5	4	3	4	16
Вилнюс	2	4	4	5	15
Прага	5	4	3	3	15
Вроцлав	2	5	3	5	15
Познан	2	5	3	5	15
Севиля	3	4	3	5	15
Ливърпул	5	4	2	4	15

Извършено е допълнително селектиране на градовете, в резултат на което са премахнати тези, които имат крайни несъответствия спрямо София по отношение на природната или обществената среда.

Изведената вторична фокус група европейски градове след интегрирания анализ и допълнителното селектиране включва 14 града (табл. 4). Те са подложени на екологична верификация, т.е. дали се справят със замърсяването с ФПЧ. Само 6 града имат средногодишни стойности, които не показват наличието на проблеми със замърсяването на въздуха, т.е. може да се заключи, че те имат успешни политики за поддържане на чист въздух (табл. 5). Градовете са Хелзинки, Тулуза, Лион, Сарагоса, Талин и Мадрид. Градовете Торино, Лил, Нюрнберг, Мюнхен, Брюксел и Страсбург са с минимални стойности на замърсяване над здравната норма и ясна тенденция за подобряване на качеството на въздуха, следователно също могат да бъдат разгледани като приоритетни за изучаване на опита по политики за чист въздух (табл. 6). Загреб и Рига показват стойности на замърсяване на ФПЧ, които не могат да ги причислят към градовете с успешни политики за чист въздух.

Табл. 3. Градове с установено сходство до София в резултат на интегриран природен и обществен сравнителен анализ (в балове)

Град	Оценка	Град	Оценка	Град	Оценка	Град	Оценка
София	37	Мюнхен	28	Букурещ	27	Цюрих	25
Краков	33	Щутгарт	28	Севиля	26	Виена	25
Катовице	31	Прага	28	Милано	26	Лион	25
Вилнюс	30	Страсбург	28	Брюксел	26	Сарагоса	24
Загреб	30	Братислава	27	Шчечин	26	Порто	24
Лодз	30	Лил	27	Талин	26	Мадрид	24
Будапеща	29	Хелзинки	27	Гданск	25	Лисабон	24
Варшава	29	Рига	27	Тулуза	25	Нюрнберг	24
Вроцлав	28	Познан	27	Торино	25		

Табл. 4. Екологично апробиране на селектираните градове от вторичната фокус група

	Град, държава	Наличие на замърсяване с ФПЧ
1	Загреб, Хърватия	Замърсяване с ФПЧ
2	Лил, Франция	Замърсяване с ФПЧ
3	Рига, Латвия	Замърсяване с ФПЧ
4	Мюнхен, Германия	Замърсяване с ФПЧ
5	Страсбург, Франция	Замърсяване с ФПЧ
6	Брюксел, Белгия	Замърсяване с ФПЧ
7	Нюрнберг, Германия	Замърсяване с ФПЧ
8	Хелзинки, Финландия	Без превишаване на нормите
9	Тулуза, Франция	Без превишаване на нормите
10	Торино, Италия	Замърсяване с ФПЧ
11	Лион, Франция	Без превишаване на нормите
12	Сарагоса, Испания	Без превишаване на нормите
13	Талин, Естония	Без превишаване на нормите
14	Мадрид, Испания	Без превишаване на нормите

Табл. 5. Финална фокус група градове с напълно успешни политики за чист въздух по отношение на ФПЧ

Град, държава
Хелзинки, Финландия
Тулуза, Франция
Лион, Франция
Сарагоса, Испания
Талин, Естония
Мадрид, Испания

Табл. 6. Градове с относително успешни политики за чист въздух по отношение на на ФПЧ

Град, държава
Торино, Италия
Лил, Франция
Нюрнберг, Германия
Мюнхен, Германия
Страсбург, Франция
Брюксел, Белгия

### Заклучение

София е град с неблагоприятно природногеографско положение – отдалечен от Световния океан (липса на постоянна ветрова циркулация и чести валежи); затворен в котловина (застояване на въздуха и предпоставка за атмосферни инверсии); с ниски зимни температури (предпоставка за по-интензивно потребление на твърдо гориво и автомобилен транспорт); с относително висок среден брой на мъгливите дни (липса на силни локални ветрове).

Само 10 големи европейски града имат сходни природногеографски характеристики по използваните 4 природни критерия – Щутгарт, Краков, Мюнхен, Цюрих, Страсбург, Вилнюс, Милано, Катовице, Лодз, Виена и Нюрнберг. От тях само Цюрих (разположен на брега на езеро) е в списъка на градовете с относително чист въздух по отношение на ФПЧ, т.е. останалите 9 града имат идентичен проблем на София. Само при Катовице и Краков има средногодишни стойности на ФПЧ, които са над тези в София. През зимните месеци софийският въздух е почти 2 пъти по-замърсен от въздуха в Краков и Катовице.

София е град с неблагоприятни социално-икономическа среда, която е предпоставка за атмосферното замърсяване с ФПЧ: население над 1 млн. души; столица на страната с най-нисък БВП/човек в ЕС (2019 г.); столица на страната с най-нисък индекс на човешко развитие в ЕС (2019 г., заедно с Румъния); заема 75-то място по внедряване на технологични иновации от изследваните 88 града в ЕС.

По отношение на сходните обществени характеристики като брой на населението, икономическото развитие, човешкото развитие и иновациите 18 града в ЕС имат сходни на София характеристики: Загреб, Катовице, Лисабон, Порто, Краков, Лодз, Будапеща, Варшава, Лил, Рига, Брюксел, Валенсия, Вилнюс, Прага, Вроцлав, Познан, Севиля, Ливърпул. От тях в групата на градовете без проблеми с въздуха по отношение на ФПЧ попадат само Лисабон, Порто и Ливърпул, които са разположение в непосредствена близост до Атлантическия океан (т.е. има силни ветрове) и имат по-високи зимни температури. Практически нито един град в Европа (с изключение на споменатите Ливърпул, Лисабон и Порто), който има сходни обществени характеристики със София не е лишен от проблеми с въздуха по отношение на ФПЧ. Важно е да се отбележи, че в тази група само Краков и Катовице имат по-мръсен въздух от София.

Само един голям град в Източна Европа няма проблеми със замърсяването на въздуха с ФПЧ – Талин, Естония. Има 12 европейски града, които имат относително сходни природни и социално-икономически характеристики със София и демонстрират

ефективни политики по отношение на замърсяването с ФПЧ в атмосферата. Това са Хелзинки, Тулуза, Лион, Сарагоса, Талин, Мадрид (без проблеми с ФПЧ) и Торино, Лил, Нюрнберг, Мюнхен, Страсбург, Брюксел (с тенденция към разрешаване на проблемите).

Опитът на тези градове може да бъде проучен на институционално ниво чрез инициативност и официален ангажимент на Столична община към местните власти в тези градове.

### **Благодарности**

Настоящата статия представя част от резултатите, получени в хода на изследването при подготовката на изследователския доклад „Определяне на фокус група европейски градове, подходящи за задълбочено проучване по отношение на ефективни мерки за противодействие на замърсяването на атмосферния въздух с ФПЧ (рм 2,5)“, изготвен за нуждите на Асоциация за развитие на София.

### **Литература**

ЕВРОСТАТ (2019),

WORLD'S MOST POLLUTED CITIES – IQAIR (2020) <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities?page=5&perPage=50&cities>, достъпен през януари 2020 г.

INNOVATION CITIES (2019) <https://www.innovation-cities.com/europe-cities-ranking-2018-innovation-cities/13955/>, достъпен през януари 2020 г.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2019) <https://worldweather.wmo.int/en/city.html?cityId=55>, достъпен през януари 2020 г.

### **Приложение 1 – Списък на изследваните градове**

Амстердам, Антверпен, Атина, Барселона, Белфаст, Берлин, Билбао, Бирмингам, Бордо, Бадфорд, Братислава, Бремен, Бристол, Брюксел, Будапеща, Букурещ, Валенсия, Варшава, Виена, Вилнюс, Вроцлав, Гданск, Генуа, Глазгоу, Гьотеборг, Дортмунд, Дрезден, Дуйсбург, Дъблин, Дюселдорф, Единбург, Есен, Загреб, Катовице, Копенхаген, Краков, Кърклийс, Кьолн, Лайпциг, Лестър, Ливърпул, Лийдс, Лил, Лион, Лисабон, Лодз, Лондон, Мадрид, Малага, Манчестър, Марсилия, Милано, Мурсия, Мюнхен, Нант, Неапол, Ница, Нотингам, Нюкасъл, Нюрнберг, Осло, Палермо, Палма де Майорка, Париж, Познан, Порто, Портсмут, Прага, Рига, Рим, Ротердам, Сарагоса, Севиля, София, Стокхолм, Страсбург, Талин, Торино, Тулуза, Франкфурт на Майн, Хага, Хамбург, ХанOVER, Хелзинки, Цюрих, Шефилд, Шчечин, Щутгарт.
--