

# **UPROSZCZONA METODYKA IDENTYFIKACJI „HOT-SPOTÓW” PYŁU ZAWIESZONEGO.**

**Poradnik dotyczący identyfikacji „hot-spotów” pyłu zawieszonego PM10 na terenie gminy.**

Zabrze, czerwiec 2022

Poradnik przygotowany przez Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w ramach projektu zintegrowanego LIFE **„Śląskie. Przywracamy błękit”**. **Kompleksowa realizacja Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego** realizowanego jest przy dofinansowaniu z Programu LIFE Unii Europejskiej oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Projekt zintegrowany LIFE **„Śląskie. Przywracamy błękit”**. **Kompleksowa realizacja Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego** realizowany jest przy dofinansowaniu z Programu LIFE Unii Europejskiej oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Wyłącznie odpowiedzialność za treść publikacji ponoszą autorzy. Informacje zawarte w niniejszej broszurze niekoniecznie odzwierciedlają stanowisko lub opinie Komisji Europejskiej, która nie odpowiada za skutki związane z użyciem informacji w niej zawartych.

<b>1</b>	<b>O PROJEKCIE LIFE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>O NAS</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>WSTĘP</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CZYM JEST „HOT-SPOT” PYŁU ZAWIESZONEGO?</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>IDENTYFIKACJA MIEJSC WYSTĘPOWANIA „HOT-SPOTÓW”</b> ..	<b>10</b>
5.1	WARUNKI WYSTĄPIENIA EFEKTU „HOT-SPOTU” .....	10
5.2	KRYTERIA IDENTYFIKACJI .....	14
5.3	PROCEDURA IDENTYFIKACJI .....	16
<b>6</b>	<b>PODSUMOWANIE</b> .....	<b>18</b>

## 1 O projekcie LIFE

Celem głównym projektu zintegrowanego LIFE „Śląskie. Przywracamy błękit.” Kompleksowa realizacja Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego są kompleksowe działania na rzecz poprawy jakości powietrza na terenie województwa śląskiego, umożliwiające efektywne wdrożenie Programu Ochrony Powietrza dla województwa śląskiego (POP), przyjętego uchwałą Sejmiku Województwa nr VI/21/12/2020. Projekt LIFE IP koordynowany jest przez Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego (UM), organ odpowiedzialny za wdrażanie POP. Zaplanowane działania mają na celu uzyskanie maksymalnego efektu ekologicznego poprzez redukcję emisji zanieczyszczeń do powietrza ze źródeł, które w największym stopniu oddziałują na wielkość stężeń substancji w powietrzu. W skład grupy podmiotów realizujących projekt wchodzi trzech partnerów naukowych (Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze, Politechnika Śląska w Gliwicach, Śląski Ogród Botaniczny z siedzibą w Mikołowie), Europejskie Ugrupowanie Współpracy Terytorialnej TRITIA, cztery związki subregionie województwa śląskiego, Związek Międzygminny ds. Ekologii w Żywcu oraz 80 gmin zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego. Zakres merytoryczny projektu LIFE-IP AQP-SILESIA-SKY podzielony jest na 4 filary:

1. Wsparcie realizacji działań naprawczych Programu ochrony powietrza 2020.
2. Rozwój know-how, narzędzi, metod i działań demonstracyjnych.
3. Wsparcie dla władz lokalnych.
4. Wzrost świadomości ekologicznej.

Działania realizowane w ramach filaru I mają na celu wsparcie efektywnego wdrażania działań naprawczych przewidzianych do realizacji w ramach harmonogramu POP. W ramach działania C.1, koordynowanego przez UM, utworzona zostanie sieć gminnych Eko-doradców, którzy będą świadczyć usługi doradcze dla mieszkańców w zakresie wymiany urządzeń grzewczych oraz inicjować i koordynować lokalne działania na rzecz poprawy jakości powietrza. W ramach działania C.2, realizowanego przez IChPW, zidentyfikowane zostaną tzw. „hot-spoty” zanieczyszczeń powietrza, które będą corocznie monitorowane za pomocą dronów celem intensyfikacji działań na obszarach, gdzie mieszkańcy są narażeni na najwyższe stężenia szkodliwych dla życia i zdrowia zanieczyszczeń pyłowych (C.2.1). W ramach działania C.2.2 IChPW przeprowadzi szkolenia oraz modelowe kampanie kontrolne dla Eko-doradców oraz służb kontrolnych działających z upoważnienia władz gminy z zakresu wykrywania procederu spalania/współspalania odpadów w gospodarstwach domowych i przestrzegania zapisów śląskiej uchwały antyśmogowej, których efektywne wdrażanie jest jednym z kluczowych działań w POP.

W ramach filaru II realizowane będą działania mające na celu rozwój know-how oraz demonstrację narzędzi i metod służących zmniejszeniu oddziaływania na środowisko budynków użyteczności publicznej (C.3), rozwoju zielonej infrastruktury (ZI) na terenie gmin województw śląskiego (C.4) oraz ograniczeniu emisji transportowej (C.5). W ramach działania C.2, koordynowanego przez Politechnikę Śląską w Gliwicach, opracowane i wdrożone zostaną modele optymalnych rozwiązań organizacyjno-prawno-inwestycyjnych (modele zrównoważonych budynków) mających na celu poprawę efektywności energetycznej oraz ograniczania oddziaływania na środowisko obiektów użyteczności publicznej. W ramach działania C.4, koordynowanego przez Śląski Ogród Botaniczny, wdrożone zostaną 4 demonstracyjne studia przypadku, mające na celu zwiększenia powierzchni obszarów zielonych na terenie województwa śląskiego, w tym zagospodarowania terenów pogórnich i przemysłowych (tzw. zielony recykling terenów zdegradowanych). W ramach działania C.5, koordynowanego wspólnie przez Politechnikę Śląską oraz EUWT TRITIA, zaplanowano realizację cyklu wirtualnych spotkań laboratoryjnych i wizyt studyjnych dla pracowników samorządów gminnych mających na celu podniesienie świadomości negatywnego oddziaływania na środowisko.

Działania przewidziane do realizacji w ramach filaru III, mających na celu wsparcie władz lokalnych, przewidziano utworzenie regionalnego systemu eko-informacji dla mieszkańców województwa śląskiego, gdzie dostępne będą informacje dotyczące m.in. aktualnej i prognozowanej jakości powietrza w regionie, baza wiedzy i baza danych teleadresowych Eko-doradców, wykaz dostępnych dotacji oraz kalkulator efektywności energetycznej (działanie C.6). W ramach filaru III, Eko-doradcy będą również odpowiedzialni za realizację działań informacyjno-edukacyjnych dla mieszkańców oraz utworzenie Szkolnych Zespołów Antysmogowych (E.2). W ramach filaru IV, którego działania ukierunkowane są na podnoszenie świadomości publicznej przewidziano realizację dwóch kampanii promocyjno-informacyjnych mających na celu podniesienie świadomości ekologicznej poszczególnych grup odbiorców i utrwalenia pozytywnych wzorców (E.1). Co więcej, prowadzone będą również działania mające na celu jak najszersze rozpowszechnienie wyników projektu (E.3).

## 2 O Nas

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, utworzony na mocy uchwały Rady Ministrów nr 192/55 w 1955, działa na podstawie Ustawy o instytutach badawczych z dnia 30 kwietnia 2010 r. (Dz.U.10.96.618).

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla od lat angażuje się w walkę ze zjawiskiem „niskiej emisji” oraz w działania wpierające poprawę i zarządzanie jakością powietrza na poziomie samorządowym i krajowym.

W ramach tych działań IChPW współpracuje z producentami indywidualnych urządzeń grzewczych w zakresie rozwoju niskoemisyjnych technologii spalania paliw stałych. Pod koniec lat 90. w Instytucie opracowany został pierwszy krajowy system oceny emisyjności indywidualnych urządzeń grzewczych na paliwa stałe. Program „Zielone jabłuszko” i tzw. świadectwa na „znak bezpieczeństwa ekologicznego” wykorzystywane były m.in. w ramach pierwszych Programów Ograniczania Niskiej Emisji (PONE) i tzw. Programu Szwajcarskiego, dofinansowywanych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach oraz gminy województwa śląskiego. Kryteria te opracowano w okresie, gdy nie obowiązywała norma PN-EN 303-5:2002 i zawierały one oznaczanie takich składników emisji, jak tlenek węgla (CO), tlenki azotu (NO<sub>x</sub>), pył całkowity, a także benzo(α)piren oraz 15 innych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych znajdujących się obecnie na liście EPA.

IChPW uczestniczyło w opracowaniu i aktualizacji krajowych wymagań jakościowych dla węglowych paliw stałych przeznaczonych do spalania w sektorze bytowo-komunalnym. Istotnym wkładem w działania na rzecz poprawy jakości powietrza jest również opracowane przez IChPW oraz firmę POLCHAR paliwo bezdymne, tzw. błękitny węgiel, którego spalanie pozwala na znaczącą redukcję zanieczyszczeń emitowanych z indywidualnych kotłów i miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń.

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla jest autorem metodyki wykrywania procederu spalania/współspalania odpadów w indywidualnych urządzeniach grzewczych wraz z dedykowanym oprogramowaniem POP FENIKS, które w oparciu o wyniki analizy składu pobranego z paleniska popiołu oraz autorski algorytm klasyfikacyjny pozwala na jednoznaczne potwierdzenie popełnionego wykroczenia. W ostatnich latach specjaliści IChPW uczestniczyli w opracowaniu systemu CEEB (Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków), będącego efektem realizacji projektu ZONE (Zintegrowany System Wsparcia Polityk i Programów Ograniczania Niskiej Emisji) – współfinansowanego przez NCBiR w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych GOSPOSTRATEG I.

IChPW jest również autorem krajowej bazy wskaźników emisji zanieczyszczeń powietrza ze spalania paliw stałych w sektorze bytowo-komunalnym, w tym wskaźników zagregowanych wykorzystywanych na potrzeby krajowej inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń. Ponadto Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla jest współautorem Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego, którego wdrażanie wspierać będzie projekt LIFE „Śląskie. Przywracamy błękit”. IChPW od lat prowadzi także szkolenia dla pracowników jednostek samorządów terytorialnych oraz pracowników straży miejskich/gminnych z zakresu przestrzegania przepisów tzw. uchwał antysmogowych oraz wykrywania procederu spalania/współspalania odpadów w gospodarstwach domowych.

### 3 Wstęp

Regularne kontrole gospodarstw domowych wspierane monitoringiem powietrza z wykorzystaniem dronów na obszarach związanych z eksploatacją indywidualnych urządzeń grzewczych na paliwa stałe, pozwolą na bieżącą kontrolę postępu we wdrażaniu działań naprawczych związanych z wymianą urządzeń grzewczych w myśl przepisów wprowadzanych lokalnych aktów prawa, tzw. „uchwał antysmogowych” ustanawiających zakazy w zakresie eksploatacji wysokoemisyjnych, przestarzałych kotłów i miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń na paliwa stałe. Kontrole takie powinny w szczególności dotyczyć obszarów występowania tzw. „hot spotów” pyłu zawieszanego, a więc miejsc regularnego pojawiania się lokalnych maksimum stężeń. Zarówno identyfikacja „hot-spotów” na terenie gmin, jak i regularna kontrola wielkości emisji ze źródeł zlokalizowanych w ich obrębie, może dostarczać bieżących informacji o postępach we wdrażaniu przepisów uchwały antysmogowej oraz o obiektach, które wymagają najpilniejszej interwencji. Tego typu działania, pozwalające w sposób pośredni na intensyfikację wymiany przestarzałych kotłów, mogą z pewnością przyczynić się do redukcji emisji i obniżenia stężeń zanieczyszczeń pyłowych w bezpośrednim sąsiedztwie osiedli domów. „Hot-spoty” wyznaczone i objęte monitoringiem w ramach działania C2 projektu LIFE „Śląskie. Przywracamy błękit” będą także stanowiły reprezentatywne zbiory źródeł emisji. Zgromadzone na podstawie ich obserwacji dane i wyciągnięte wnioski będzie można uogólniać i przenosić na inne występujące na terenie województwa obszary występowania incydentów smogowych.



## 4 Czym jest „hot-spot” pyłu zawieszonego?

„Hot-spot” pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> jest nazwą zwyczajową, określającą – przez analogię do obszaru dostępowego Wi-Fi – ograniczoną przestrzennie strefę, w której występują ponadprzeciętnie wysokie stężenia pyłów PM<sub>10</sub>, często przekraczające poziom dopuszczalny 24-godzinny, czasami także poziom informowania lub alarmowania. Współczesne badania pokazują, iż w głównej mierze stężenia te są związane z emisją pyłów z indywidualnych urządzeń grzewczych na paliwa stałe, przy czym innymi ważnymi źródłami pyłu może być również komunikacja samochodowa i zakłady przemysłowe. Ograniczenie przestrzenne hot-spotu wiąże się z ograniczoną liczbą źródeł, które go tworzą, a w konsekwencji - z wyraźnym gradientem (przyrostem) stężeń PM<sub>10</sub> wzdłuż jego granic. Powoduje to, iż „hot-spot” może być utożsamiany z „wyspą” wysokich stężeń zanieczyszczeń pyłowych. Tak zdefiniowane „hot-spoty” są obszarami występowania poważnego zagrożenia środowiskowego i zdrowotnego o lokalnym charakterze, zarówno ze strony pyłów, jak i innych towarzyszących im, typowych dla procesów spalania paliw stałych, zanieczyszczeń. Równocześnie stanowią one szczególnie dogodny obszar do monitorowania zmian w wielkościach emisji, także i tych wymuszanych, poprzez konieczność wymiany urządzeń grzewczych, poprzez zapisy uchwały antysmogowej w kolejnych latach. Decydują o tym ich cechy charakterystyczne. I tak, ze względu na długotrwałą obecność wysokich stężeń pyłów, związany z tym mniejszy stopień niepewności w pomiarze ich wartości oraz ograniczony zestaw źródeł emisji, uzyskiwane wartości pomiarowe cechuje stosunkowo duża powtarzalność. Ponadto, w przypadku analizy wpływu indywidualnych źródeł ciepła na jakość powietrza, ze względu na małą wysokość punktu emisji ponad powierzchnię terenu (tzw. niska emisja), wysokie stężenia substancji emitowanych występują w bezpośrednim sąsiedztwie emitora lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie, a więc w obrębie obszaru, do którego można takie źródło przypisać. Zjawisko to umniejsza rolę napływu zanieczyszczeń ze źródeł leżących poza „hot-spotem”, przede wszystkim o przemysłowym lub komunalnym, a częściowo także komunikacyjnym charakterze, tworzących tło stężeń. Pozwala to na powiązanie obserwowanych zmian poziomów stężeń w powietrzu ze zmianami dotyczącymi ograniczonej, łatwej do identyfikacji i przeanalizowania liczby źródeł emisji zlokalizowanych na terenie „hot-spotu”.

Na potrzeby poddziałania C2 oraz niniejszego poradnika przyjęto, iż „hot-spot” pyłu zawieszonego stanowi **obszar, na terenie którego – przy szczególnie niekorzystnych warunkach meteorologicznych (tzw. pogoda smogowa) – występują 1-godzinne stężenia pyłu przekraczające poziom dopuszczalny stężeń w powietrzu w okresie uśredniania 24-godzinnym (D24), który dla pyłu PM<sub>10</sub> wynosi 50 µg/m<sup>3</sup>.**

## 5 Identyfikacja miejsc występowania „hot-spotów”

W świetle definicji „hot-spotu” przedstawionej w poprzednim rozdziale, pojęcie to oznacza obszary mające potencjał do występowania przekroczeń D24 przy odpowiednio długo utrzymującej się, sprzyjającej występowaniu wysokich stężeń pogodzie. Należy przy tym pamiętać, że istnienie opisanego potencjału oznacza jedynie, iż przekroczenia D24 mogą, ale niekoniecznie muszą na takim obszarze wystąpić.

Identyfikacja wskazanych rejonów może być dokonywana na dwa sposoby – na drodze pomiarów lub poprzez wykonanie modelowania przestrzennego rozkładu stężeń w powietrzu. Zastosowanie wymienionych metod w celu wyznaczenia obszarów „hot-spotów” charakteryzuje się istotnymi niedogodnościami z punktu widzenia ich praktycznego wykorzystania. I tak, pomiary stężeń PM10 – długookresowe i wielopunktowe - powinny objąć grupę wielu skupisk budynków indywidualnych, co oznacza kosztowne i pracochłonne, równoległe prowadzone pomiary z użyciem wielu mierników, trwające przez okres co najmniej 1 sezonu grzewczego. Metody modelowania wiążą się z kolei z koniecznością dysponowania bazą emitorów w poszczególnych skupiskach źródeł (modele deterministyczne) lub bazą długookresowych pomiarów środowiskowo-meteorologicznych w rejonie ich występowania (modele statystyczne) i są związane z koniecznością wykonania złożonych obliczeń, z zagęszczeniem siatki obliczeniowej dla poszczególnych skupisk budynków. Ze względu na wysokie koszty i długi czas wykonania, wymienione metody wydają się być raczej sposobami na weryfikowanie i wykonywanie ostatecznej oceny wcześniej zdefiniowanych „hot-spotów”, niż sposobami ich identyfikacji.

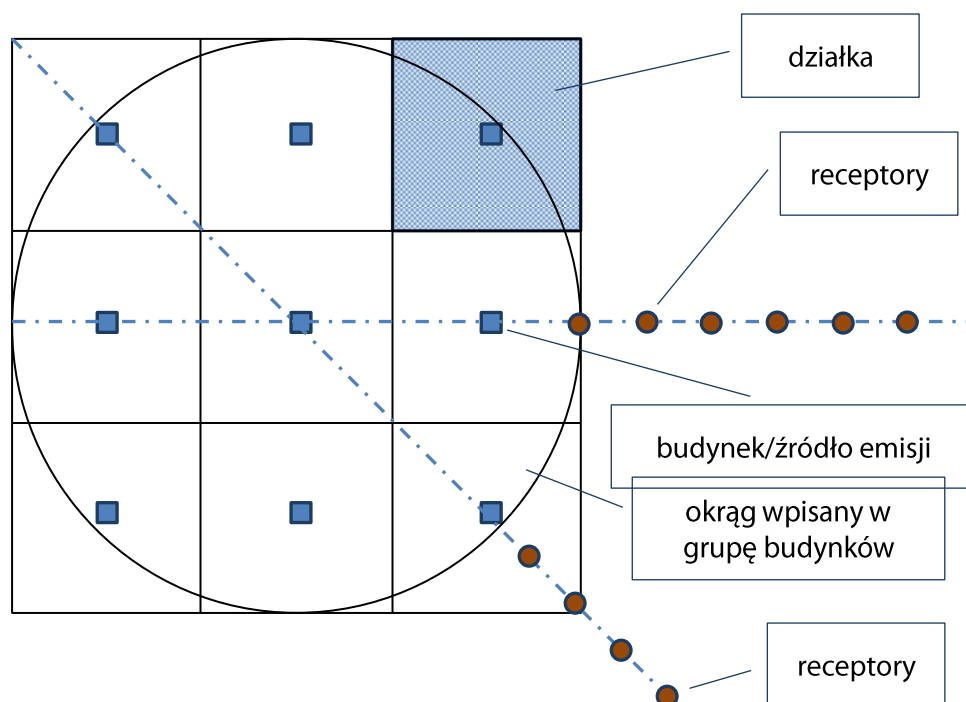
W związku z tym opracowana została uproszczona metoda identyfikacji hot-spotów pyłu zawieszonego związanych z eksploatacją indywidualnych urządzeń do produkcji ciepła na paliwa stałe, w celu umożliwienia ich szybkiego lokalizowania na podstawie prostej analizy ogólnie dostępnych danych i dokumentów dotyczących zagospodarowania przestrzennego i uzbrojenia terenu w zakresie gospodarki komunalnej.

### 5.1 Warunki wystąpienia efektu „hot-spotu”

W celu dokonania ilościowej oceny warunków brzegowych wystąpienia „hot-spotu PM10” przyjęto, iż stanowi go obszar o zwartej zabudowie, na którym rozmieszczone są działki z domami jednorodzinnymi, które emitując pył pochodzący ze spalania paliw stałych w indywidualnych urządzeniach grzewczych pracujących na jej obszarze, zdolne są do wygenerowania lokalnych stężeń 1-godzinnych pyłu PM10 przekraczających wartość D24.

Ocenę warunków brzegowych wykonano za pomocą symulacji cyfrowej modelowania rozprzestrzeniania PM10 w różnych odległościach od grupy budynków. W trakcie jej

prowadzenia zwiększono liczbę źródeł emisji (budynków) do momentu uzyskania przekroczenia przez stężenie 1 godzinne wartości D24 w dowolnym punkcie obliczeniowym (receptorze). Przyjęto do modelowania standaryzowany zbiór budynków, tworzących raster  $n \times n$  źródeł emisji, umieszczonych w środku kwadratowych, przylegających do siebie obszarów, odpowiadających powierzchniowo wielkościom typowych działek. Receptory rozmieszczono na osi symetrii oraz na przekątnej rastra. Przykładowy raster 3 x 3 budynków przedstawiono na Rys. 1.



Rysunek 1. Standaryzowany raster budynków wykorzystywany do modelowania (na rysunku przykładowo 3 x 3 budynki)

Symulację wykonano rozszerzonym modelem gaussowskim smugi, pozwalającym na uwzględnienie stopnia odbicia pyłu od podłoża oraz oddziaływania ograniczonej wysokości warstwy mieszania. Przyjęto przy tym następujące założenia:

- ❖ standaryzowana powierzchnia budynku wynosi  $104,3 \text{ m}^2$ <sup>(1)</sup>;
- ❖ budynek charakteryzuje się przeciętnymi stratami ciepła, wynoszącymi dla typowych warunków występujących na obszarze Polski  $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ <sup>(2)</sup>;
- ❖ wysokość położenia wylotu komina nad powierzchnię terenu wynosi 10 metrów;

<sup>1</sup> <https://stat.gov.pl/spisy-powszechne/nsp-2021/nsp-2021-wyniki-wstepne/raport-zawierajacy-wstepne-wyniki-nsp-2021,6,1.html>;

<sup>2</sup> Hławiczka S., Kliś C., Cenowski M., Strzelecka-Jastrzęb E., Długosz J., Bronder J.: Nowe podejście do oceny niskiej emisji z ogrzewania mieszkań w kształtowaniu stężeń pyłu na obszarze gminy. Inwentaryzacja źródeł emisji i modelowanie emisji. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 47, 2011 r.

- ❖ spalaniem paliwem jest węgiel sortymentu kostka;
- ❖ paliwo to jest spalane w kotle rusztowym starego typu o wskaźniku emisji PM10 wynoszącym 427 g/GJ i sprawności cieplnej wynoszącej 62%<sup>(3)</sup>;
- ❖ temperatura obliczeniowa pomieszczeń użytkowych 21°C;
- ❖ temperatura obliczeniowa zewnętrzna -4°C (średnia minimalna dla Katowic w styczniu)<sup>(4)</sup>;
- ❖ szorstkość terenu 0,5 m;
- ❖ wysokość receptora n.p.z. 1,7 m;
- ❖ uwzględnia się częściowe odbicie pyłu od ziemi (współczynnik odbicia 1/2);
- ❖ prędkość wiatru obliczeniowa 0,6 m/s (najmniejsza prędkość wiatru nie kwalifikowana jako cisza atmosferyczna);
- ❖ równowaga atmosfery 6 wg skali Pasquilla-Gifforda.

Przyjmując do obliczeń parametry ujęte w Rozporządzeniu (5), w symulacji uwzględniono 3 rodzaje obszarów o dominującym udziale zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, zakładając, że:

- ❖ na terenach miejskich, ze względu na stosunkowo zwartą zabudowę, działki mają powierzchnię ok. 600 m<sup>2</sup> (ok. 25 x 25 metrów), co oznacza maksymalną gęstość zabudowy ok. 15 budynków/ha. Do oszacowań przyjęto przy tym bardziej realistyczną wartość, mniejszą o połowę, t.j. 7,5 budynku/ha.
- ❖ na terenach przedmieść, powierzchnia działki budowlanej wynosi średnio ok. 1500 m<sup>2</sup> (ok. 40 x 40 metrów), co oznacza gęstość zabudowy wynoszącą ok. 6,6 budynku/ha,
- ❖ na terenach wiejskich układ przestrzenny zabudowy jest znacznie luźniejszy co powoduje, że powierzchnia działki wynosi ok. 3000 m<sup>2</sup> (ok. 55 x 55 metrów), co skutkuje gęstością zabudowy ok. 3,3 budynku/ha.

W obliczeniach uwzględniono oddziaływanie nisko położonej inwersji temperaturowej, przy czym w 2 pierwszych przypadkach (obszary miejskie i przedmieścia) jej oddziaływanie

<sup>3</sup> IChPW. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza emitowanych z indywidualnych źródeł ciepła. Zabrze, 2017.

<sup>4</sup> <https://pl.weatherspark.com/y/85111/%C5%9Arednie-warunki-pogodowe-w:-Katowice-Polska-w-ci%C4%85gu-roku;>

<sup>5</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690).

– ze względu na przestrzennie ograniczony obszar występowania „hot-spotu” - było pomijalnie małe.

W rezultacie wykonanych symulacji wskazano warunki brzegowe charakteryzujące każdy z wymienionych obszarów zabudowy jednorodzinnej, po spełnieniu których nabierają one cechy „hot-spotów”. Tworzą je: wielkość powierzchni, na której rozlokowane są budynki należące do analizowanej grupy oraz przypisana jej minimalna liczba budynków w analizowanej grupie. Minimalna liczba budynków wyznacza przy tym potencjał emisyjny grupy, natomiast ograniczona wielkość powierzchni hot-spotu przekłada się na odpowiednią gęstość przestrzenną emisji. Wobec przyjętych regularnych wymiarów geometrycznych hot-spotu (kwadrat), jako rozmiar odniesienia może zostać wykorzystana długość jego boku. Przy uwzględnieniu takiego założenia, parametry wyznaczonych hot-spotów przedstawiają się następująco:

- ❖ tereny miejskie – liczba budynków do utworzenia „hot-spotu” wynosi 30, maksymalna długość boku kwadratu opisanego na budynkach – 200 metrów.
- ❖ tereny przedmieść – liczba budynków do utworzenia „hot-spotu” wynosi 91, maksymalna długość boku kwadratu opisanego na budynkach – 350 metrów.
- ❖ tereny wiejskie – liczba budynków do utworzenia „hot-spotu” wynosi 169, maksymalna długość boku kwadratu – 715 metrów.

W ostatnim przypadku trudno wskazać obszary odpowiadające wskazanym parametrom. Zabudowa wiejska rozwijana jest w przeważającej liczbie przypadków liniowo wzdłuż osi drogi. Można w tym przypadku ocenić, że domy odpowiadające gęstości zabudowy wiejskiej, zlokalizowane po obydwu stronach typowej drogi, mogą doprowadzić do przekroczenia stężeń D24 przy długości zabudowy nie mniejszej niż 1270 metrów i liczbie budynków nie mniejszej niż 52, jednak wyłącznie pod warunkiem oddziaływania inwersji temperaturowej położonej poniżej 30 metrów nad poziomem terenu i wietrze o kierunku równoległym do osi drogi. Istnienie wspomnianych warunków przez okres całej doby – co jest warunkiem powstania przekroczenia poziomu D24 – jest niezwykle mało prawdopodobne. W związku z tym rozgałęzione w opisany sposób tereny wiejskie należy uznać za niesprzyjające tworzeniu się „hot-spotów” w rozumieniu niniejszej pracy. Z drugiej jednak strony, w przypadku, gdy urządzenia grzewcze są eksploatowane w budynkach rozlokowanych wzdłuż kilku przebiegających obok siebie i rozgałęziających się dróg, czasami spełniane są kryteria istnienia hot-spotów dla terenów miejskich lub przedmieść, co należy sprawdzić (Rys. 2).





Rysunek 2. Przykładowy obszar wiejski, w przypadku, którego istnieje możliwość zastosowania kryteriów „miejskich” istnienia hot-spotów

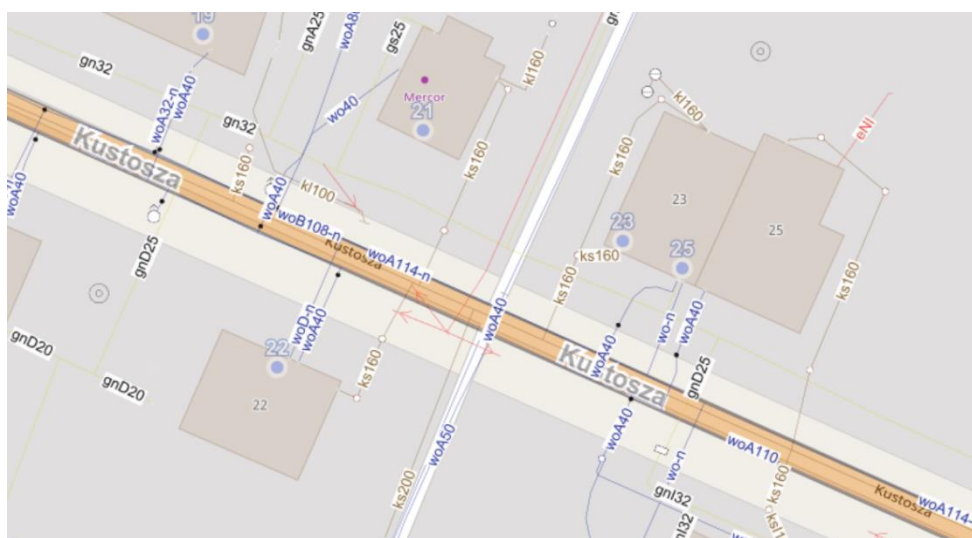
Należy podkreślić, że przedstawione liczby mają wyłącznie charakter umowny – rzeczywiste wartości maksimum stężeń, kształt ich rozkładów przestrzennych oraz liczby budynków tworzących „hot-spoty” w znacznym stopniu zależą od konkretnych warunków lokalnej zabudowy. Niemniej jednak oszacowane w opisany sposób liczebności grup budynków przyjęto jako warunki brzegowe dla tworzenia „hot-spotów”.

## 5.2 Kryteria identyfikacji

Metoda uproszczona zakłada, że lokalizacja grupy budynków tworzących potencjalny „hot-spot” odbywa się poprzez wyszukiwanie obszarów równocześnie spełniających możliwie najwięcej wszystkie następujące kryteria:

1. grupa składa się z domów spełniających, co do ilości i wzajemnego rozmieszczenia, warunki brzegowe (liczba budynków i wielkość obszaru, w którym się znajdują). Mogą one przy tym wchodzić w skład tkanki miejskiej lub być częścią osiedli miejskich,

2. grupa tworząca „hot-spot” pozbawiona jest sieci gazowej albo domy zlokalizowane w obrębie grupy nie są podłączone do przebiegającej przez jej teren nitki gazowniczej lub podłączone w mniej niż 10% (Rys. 3);
3. przez obszar zlokalizowania „hot-spotu” nie przebiega nitka ciepłownicza lub przebiega, ale mieszkańcy nie korzystają z ciepła sieciowego;
4. liczba budynków w grupie opalanych urządzeniami spełniającymi kryteria 5 klasy/ekoprojektu lub pompami ciepła, w najkorzystniejszym przypadku jest nie większa niż 10% wszystkich urządzeń. Dane dotyczące sposobu ogrzewania i rodzaju wykorzystywanych urządzeń, w tym liczby urządzeń spełniających wymagania klasy 5 wg PN-EN 303-5 oraz Ekoprojektu mogą zostać zaczerpnięte z bazy gminy w przypadku przeprowadzenia inwentaryzacji lub od roku 2022, z powstającej Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków;
5. wszystkie budynki w grupie stanowią domy jednorodzinne lub samodzielnie opalone budynki pomocnicze, gospodarskie itp., przy czym co najmniej połowa z nich nie posiada warstwy izolacyjnej;



Rysunek 3. Sieć uzbrojenie terenu

Istnienie innych, istotnych źródeł emisji, wśród których jako najważniejsze można wymienić małe zakłady i budynki usługowe, obiekty przemysłowe, drogi krajowe, ekspresowe, autostrady, drogi transportu kolejowego, w znaczącym stopniu przyczyniają się do zwiększenia poziomów tła pyłu w powietrzu, podnosząc prawdopodobieństwo zaliczenia obszaru, na który oddziałują do grupy „hot-spotów”.

Jeżeli dla obszaru, na którym podejrzewana jest lokalizacja „hot-spotu”, wykonywano modelowanie poziomów stężeń PM<sub>10</sub> w powietrzu w ramach np. POP lub Rocznej Oceny Jakości Powietrza, do uszczegółowienia lokalizacji można wykorzystać wygenerowane

w ramach tych obliczeń dane o liczbie przekroczeń poziomów dopuszczalnych 24-godzinnych PM10 w poprzedzającym sezonie grzewczym (miesiące listopad-kwiecień)) lub, w drugiej kolejności, rozkładu stężeń rocznych PM10 na tym obszarze w całym roku poprzedzającym. Dane te należy porównać z analogicznymi danymi dla obszarów konkurencyjnych i wybrać ten o największej liczbie przekroczeń (najwyższym stężeniu rocznym). Stacje monitoringu zazwyczaj nie są lokalizowane w sąsiedztwie osiedli tego typu, gdyby tak jednak było, ich wskazania odnośnie liczby przekroczeń poziomów dopuszczalnych 24-godzinnych PM10 i stężeń rocznych PM10 na tym obszarze mogą stanowić podstawę do porównań analogicznych do opisanych powyżej. W praktyce, ze względu na ogólnie małą liczbę stacji monitoringu w kraju, trudno w oparciu o wskazania stacji dokonać odpowiedniego wyboru. Alternatywą są stosunkowo mocno rozbudowane sieci niskobudżetowych czujników jakości powietrza, które dostarczają orientacyjne informacje o poziomach stężeń PM10 w powietrzu na danym obszarze.

### 5.3 Procedura identyfikacji

Aby zweryfikować, czy dany obszar stanowi „hot-spot” pyłu zawieszonego PM10 w rozumieniu niniejszego opracowania, należy poddać go procedurze identyfikacyjnej, której poszczególne kroki należy wykonywać sekwencyjnie w następującej kolejności:

1. wykonać analizę rozkładu przestrzennego budynków na terenie gminy celem wyszukania grup budynków spełniających warunek brzegowy w postaci minimalnej liczby budynków i odpowiedniej gęstości zabudowy (proporcji liczby budynków i powierzchni obszaru na jakim są rozmieszczone). Analizę taką wykonuje się z wykorzystaniem dokumentów dotyczących zagospodarowania przestrzennego terenu, map, planów, podkładów geodezyjnych, map cyfrowych terenu, itp.; (zgodnie z Tabelą 1)
2. wykonać analizę danych zgromadzonych w Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków w celu weryfikacji źródeł ciepła eksploatowanych w budynkach znajdujących na wytypowanym obszarze (90% urządzeń na paliwa stałe nie spełniające wymagań klasy 5 oraz Ekoprojektu);
3. zweryfikować stopień wykorzystania sieci ciepłowniczej na potrzeby ogrzewania budynków i jako źródła ciepłej wody użytkowej – na obszarze potencjalnego „hot-spotu” należy przeanalizować przebieg nitki ciepłowniczej oraz podłączenie budynków w oparciu o dane dotyczące uzbrojenia terenu dostępne zarówno w Geoportalu Krajowym (Rys. 3), jak i miejskich/gminnych portalach systemów informacji przestrzennej;
4. zweryfikować stopień wykorzystania sieci gazowniczej – na wytypowanym obszarze należy przeanalizować przebieg sieci gazowej oraz podłączenie do niej budynków w oparciu o dane dotyczące uzbrojenia terenu dostępne zarówno w Geoportalu



Krajowym (Rys. 3), jak i miejskich/gminnych portalach systemów informacji przestrzennej;

5. przeanalizować dane dotyczące intensywności wymiany kotłów na terenie gminy, gdzie zlokalizowany jest potencjalny „hot-spot” w oparciu o dane statystyczne dotyczące składanych wniosków oraz podpisanych umów w Programie „Czyste Powietrze” w celu oceny intensywności zmian w sposobie ogrzewania, a co za tym idzie – obniżania się emisji zanieczyszczeń pyłowych;
6. przeanalizować wiek domów zlokalizowanych na terenie potencjalnego „hot-spotu”, identyfikując budynki o ponadprzeciętnych stratach ciepła związanych z obowiązującymi w trakcie ich budowy, niskimi standardami energetycznymi i brakiem wykonanego w okresie późniejszym, nowoczesnego ocieplenia.

Tabela 1. Długości boków obszarów potencjalnego występowania „hot-spotów” i odpowiadające im kryterialne liczby urządzeń

długość boku kwadrat, m	kryterialna liczba źródeł
200	30
220	40
240	50
260	59
280	67
300	74
320	82
340	88
360	94
380	100
400	106
420	111
440	117
460	121
480	126
500	131
520	135
540	139
560	143
580	147
600	151
620	154
640	158
660	161
680	164
700	168

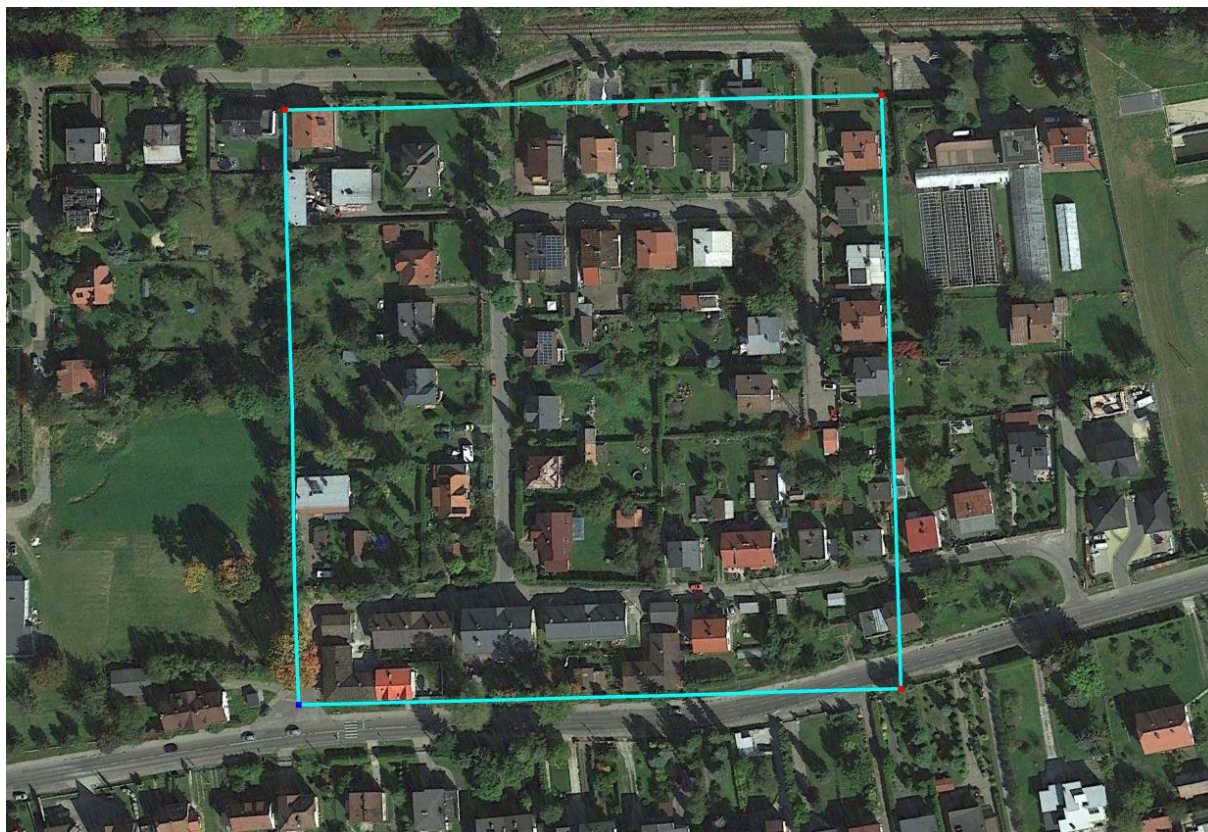
## 6 Podsumowanie

W praktyce identyfikacja obszarów spełniających warunek brzegowy (1 punkt procedury identyfikacyjnej) wymaga wykorzystania dowolnego rodzaju mapy analizowanego obszaru i polega na znalezieniu najbardziej zwartej grupy budynków (zabudowa ciągła, nieprzerywana obiektami o innym charakterze, pasami zieleni, drogami przelotowymi, obiektami komunalnymi, przemysłowymi, itp.). Na grupie tej należy opisać kwadrat, a także określić liczbę występujących w niej budynków wyposażonych w indywidualne urządzenia grzewcze na paliwa stałe. Jeżeli liczba ta jest większa lub równa liczbie kryterialnej odpowiadającej długości boku utworzonego kwadratu, odczytanej z Tabeli 1, znaleziona grupa źródeł tworzy potencjalny hot-spot.

Należy mieć na uwadze, że przy wykorzystaniu opisanej metodyki, nie uwzględnia się zróżnicowania terenów na miejskie, podmiejskie i wiejskie. Ponadto, określając liczbę budynków wyposażonych w indywidualne urządzenia grzewcze na paliwa stałe, należy uwzględnić wszystkie budynki indywidualne z odrzuceniem nieogrzewanych budynków gospodarskich, pomocniczych, wiat, garaży itp. i innych budowli indywidualnych nieposiadających własnego ogrzewania.

Przykładowo, na Rys. 4 i 5 przedstawiono grupę budynków leżących w obszarze miejskim. Opisany na konturze zabudowy kwadrat o boku 200 metrów zawiera w sobie ok. 40 budynków co oznacza, iż spełniają one kryterium na istnienie „hot-spotu” w tym miejscu, a więc posiadają potencjał do generowania w powietrzu stężeń pyłów PM10 przekraczających dopuszczalny poziom 24-godzinny (pod warunkiem spełnienia pozostałych kryteriów identyfikacyjnych 2 – 4).





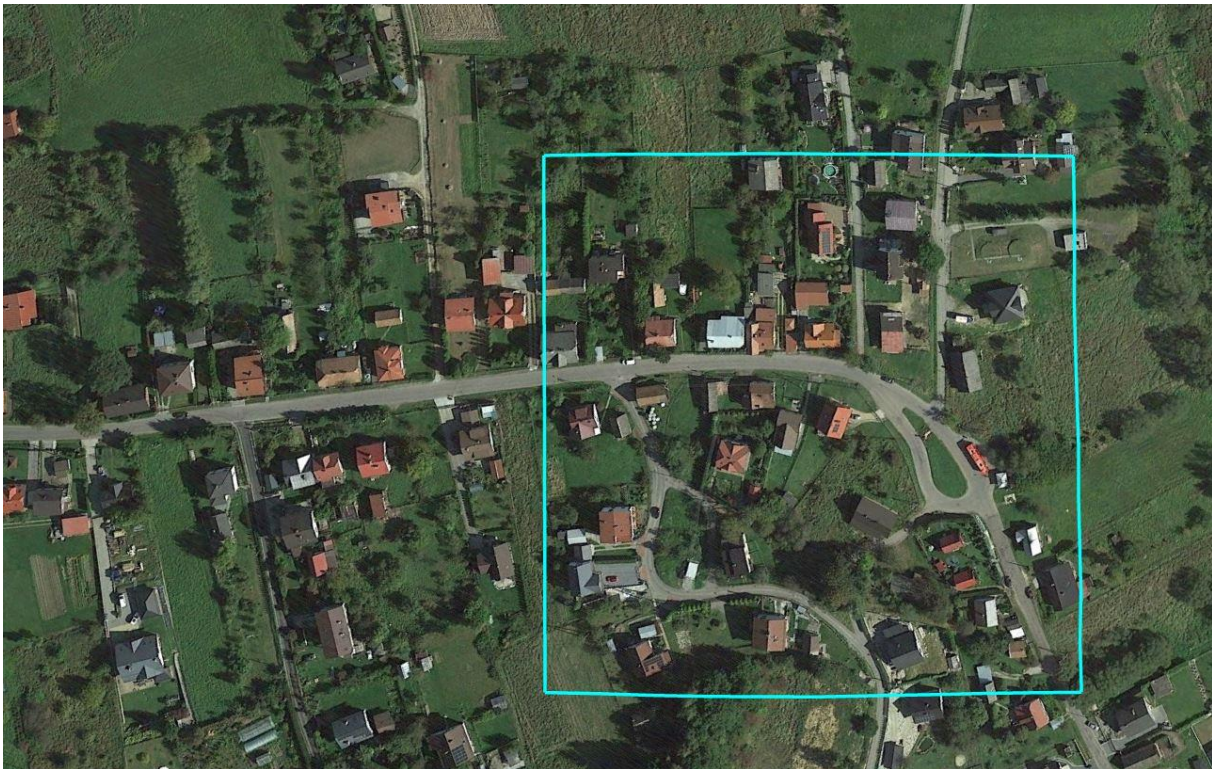
Rysunek 4. Przykład uproszczonej identyfikacji występowania hot-spotu w obszarze miejskim. Bok kwadratu ma długość 200 m, liczebność występującej w nim grupy budynków (ok. 40) spełnia warunki kryterium na istnienie „hot-spotu”



Rysunek 5. Rysunek sytuacyjny, pokazujący położenie „hot-spotu” na terenie miasta



Na Rys. 6 przedstawiono inną grupę budynków wyposażonych w indywidualne źródła ciepła na paliwo stałe. W kwadracie o boku 200 metrów mieści ich się mniej niż 30, grupa ta nie spełnia zatem kryterium na istnienie „hot-spotu”. W takim przypadku można jednak zwiększać powierzchnie kwadratu (co powoduje włączenie do oszacowań kolejne budynki), sprawdzając za każdym razem spełnianie kryterium liczebności źródeł emisji, zgodnie z Tabelą 1.



Rysunek 6. Przykład uproszczonej identyfikacji występowania hot-spotu w obszarze miejskim. Występująca w kwadracie o promieniu 200 m grupa budynków liczebnie nie spełnia kryterium na istnienie „hot-spotu”



