



INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ

Państwowy Instytut Badawczy

w WARSZAWIE

ul. Podleśna 61

01-673 WARSZAWA

ODDZIAŁ w KRAKOWIE

Zakład Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza

ul. Bratków 10, 40-045 Katowice

Opracowanie pn.

„Przeprowadzenie badań zmierzających do ustalenia właściwości leczniczych klimatu wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu wraz z opracowaniem częściowego raportu I okresu badań dla potrzeb sporządzenia operatu uzdrowiskowego uzdrowiska Swoszowice - wydanie świadectwa”

Umowa nr IMGW-OKk-26/u/2017 (Umowa W/II/2267/BZ/204/2017) z dnia 16 sierpnia 2017 roku aneks nr 1 z dnia 30 listopada 2017 roku, aneks nr 2 z dnia 2 marca 2018 roku

**ZLECENIODAWCA: Gmina Miejska Kraków z /s w Krakowie,
Plac Wszystkich Świętych 3-4**

KIEROWNIK PRACY

dr Leszek Ośródka

Katowice, czerwiec 2018 r.

Opracowanie wykonano w Zakładzie Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza
IMGW-PIB Oddział w Krakowie

Wykonawcy:

dr Leszek Ośródka - odpowiedzialny ze strony IMGW-PIB w Warszawie za całokształt prac w sprawie wydawania gminom świadectw potwierdzających właściwości lecznicze klimatu i stanu sanitarnego powietrza udzielonemu IMGW na podstawie Decyzji Ministra Zdrowia nr 3 z dnia 9 lipca 2007 r.

mgr Danuta Czekierda

mgr Jolanta Godłowska

dr Ewa Krajny

mgr Anna Ryszkowska

mgr Katarzyna Szeplińska

dr Marek Wojtylak

dr Agnieszka Wypych - Biuro Administracyjne (BA)

oraz zespół inżynierjno-techniczny

Spis rzeczy

Wstęp.....	4
Przepisy prawa w zakresie niezbędnych badań do ustalenia właściwości leczniczych klimatu	5
Charakterystyka ogólnogeograficzna uzdrowiska Kraków Swoszowice	6
Lokalizacja i warunki topograficzne	6
Sieć hydrograficzna – wody powierzchniowe i podziemne	6
Ogólna charakterystyka klimatyczna - strefy uzdrowiskowej.	7
Lokalizacja stacji pomiarowych dla określenia warunków klimatu uzdrowiska	9
Wyniki badań właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice	10
Warunki klimatu lokalnego uzdrowiska Kraków Swoszowice	10
Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice w świetle kryteriów Ministerstwa Zdrowia.....	18
Zróżnicowanie bioklimatyczne uzdrowiska Kraków Swoszowice	21
Warunki aerosanitarne	28
Ocena roczna jakości powietrza w województwie małopolskim	29
Transpozycją wyników stacji pomiarowych, ze stacji PMŚ reprezentatywnej dla uzdrowiska	31
Modelowanie matematyczne stężeń pyłu PM10, poparte kampanijnymi pomiarami średniodobowych stężeń pyłu PM10 przez WIOS w Krakowie przy wykorzystaniu inwentaryzacji emisji dla Krakowa za rok 2017	33
Klimat akustyczny	42
Pole elektromagnetyczne.....	46
Konkluzja.....	49
Bibliografia (wybór).....	50

Wstęp

Opracowanie pn. „Przeprowadzenie badań zmierzających do ustalenia właściwości leczniczych klimatu wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu wraz z opracowaniem częściowego raportu I okresu badań dla potrzeb sporządzenia operatu uzdrowiskowego uzdrowiska Swoszowice - wydanie świadectwa” jest pracą badawczą realizowaną przez IMGW-PIB na zlecenie Gminy Miejskiej Kraków. Niniejszy dokument stanowi uzasadnienie do świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Zakres opracowania obejmował przeprowadzenie niezbędnych badań do ustalenia właściwości leczniczych klimatu, w tym oceny stanu sanitarnego powietrza wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego te właściwości.

Badania obejmują cztery główne prawnie zdefiniowane komponenty:

- charakterystykę meteorologiczną na podstawie pomiarów bezpośrednich i danych klimatycznych;
- pomiar natężenia hałasu;
- pomiar pól elektromagnetycznych;
- określenie poziomu zanieczyszczenia powietrza.

Opracowanie wyników zawiera w szczególności charakterystykę warunków klimatycznych w tym:

- ✓ uwzględniając ocenę obowiązujących ustawowo norm klimatycznych oraz oddziaływania warunków klimatycznych na organizm człowieka;
- ✓ ocenę lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych;
- ✓ wyznaczenie obszarów o różnej przydatności do prowadzenia leczenia klimatycznego oraz ocenę efektywności różnych form leczenia klimatycznego;
- ✓ ocenę zanieczyszczeń powietrza;
- ✓ ocenę poziomu hałasu;
- ✓ ocenę poziomu pól elektromagnetycznych.

Przepisy prawa w zakresie niezbędnych badań do ustalenia właściwości leczniczych klimatu

Wykonawca wykonał zamówienie zgodnie z postanowienia ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (tj. Dz. U. 2017 r. poz. 1056) oraz aktami wykonawczymi do tej ustawy w szczególności:

- ✓ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tj. Dz.U. 2018 poz. 799).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz.U. 2018 poz. 605).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 5 października 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz.U. 2018 poz. 605).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2012 poz.1031).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. 2012 poz.1032).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 września 2012 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz.U. 2012 poz.1034).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tj. Dz.U. 2014 poz. 112).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. 2003 nr 192 poz. 1883).

Charakterystyka ogólnogeograficzna uzdrowiska Kraków Swoszowice

Lokalizacja i warunki topograficzne

Pod względem administracyjnym, Osiedle „Uzdrowisko Swoszowice” jest częścią dzielnicy X Gminy Miejskiej Kraków. Usytuowane jest w obrębie granic uzdrowiskowych stref ochronnych A, B i C, które zajmują łączną powierzchnię 684,09 ha.

Teren Osiedla dzieli się na jednostki:

- Swoszowice Uzdrowisko, które obejmują strefę A, B i częściowo strefę C;
- Swoszowice Wschód obejmujące wschodnie obszary rozciągające się od granicy strefy B;
- Swoszowice Południe, tj. graniczące od północy i wschodu z obszarem Swoszowice Uzdrowisko strefy B i C, a od zachodu graniczą z rzeką Wilgą;
- Wróblowice znajdujące się w strefie C, ograniczone przez obszary: Swoszowice-Wschód i Swoszowice-Południe.

Osiedle Swoszowice Uzdrowisko usytuowane jest w południowo-wschodniej, podmiejskiej strefie Krakowa i nazywane jest zielonym pierścieniem tego miasta. Charakteryzuje się niską intensyfikacją zabudowy, obfitością terenów zielonych co wpływa na atrakcyjność krajobrazową tego miejsca.

Pod względem geograficznym Osiedle Swoszowice Uzdrowisko: znajduje się w obrębie jednostki morfologicznej progu Pogórze Wielickie, które przynależy do makroregionu Pogórze Zachodniobeskidzkiego - najbardziej na północ wysuniętą częścią Karpat. Osiedle wzniesione jest na wysokość 250 m n.p.m. ponad dno doliny rzeki Wilgi. Rzeźbę całego Pogórza cechują równoleżnikowo ułożone, szerokie garby, osiągające wysokość od 350 do 500 m n.p.m., rosnące ku południowi, a kończące się na północy wyraźnym progiem denudacyjnym.

Sieć hydrograficzna – wody powierzchniowe i podziemne

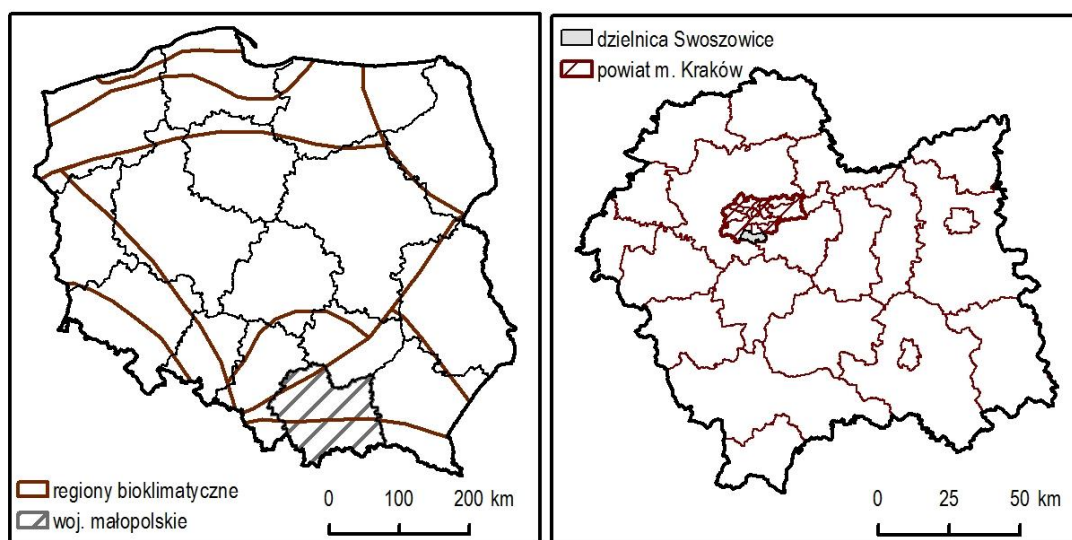
Ważnym elementem przyrodniczym opisywanego obszaru jest system cieków rzecznych. Osiedle przecina rzeka Wilga, będąca prawobrzeżnym dopływem Wisły. Rzeka wraz z potokami Wróblowickim i Cyrkówką, pełnią rolę korytarzy ekologicznych, jak i szlaków migracyjnych lokalnej fauny. Rzekę zasilają również inne, mniejsze cieki bez przypisanej nazwy, jak również wody pochodzące z przelewu „Źródła Głównego”. Dolina wcięta jest w terasę dolną, osiągając głębokość 5 metrów. Południową i zachodnią część jej obszaru stanowi granica strefy C ochrony uzdrowiskowej. Wysokie fragmenty zboczy rozbudowane wewnątrz krajobrazowe dzięki zbiorowiskom wysokiej zieleni rozciągającej się na całą długość rzeki, obejmując jednocześnie zachodnie i północno-zachodnie części obszary stref A, B i C z racji tego, dolina Wilgi uznana została za teren zieleni publicznej i parku rzeczno, jednak sama rzeka nie spełnia funkcji rekreacyjnych z racji złego stanu jakościowego wody.

Na terenie Swoszowic występują 3 poziomy wodonośne wód podziemnych: jurajski, trzecio- i

czwartorzędowy. Z powodu słabej dostępności do zwierciadła, a także niskiej mineralizacji, wody z piętra trzecio- i czwartorzędu nie są wykorzystywane gospodarczo. Jednakże dostęp do wody bieżącej umożliwiają zasoby podziemnych wód triasowych ze zbiornika Bogucice. Ich stan jest oceniany na dobry, mają nieznaczny stopień zanieczyszczenia, a także są łatwe lub w ogóle niewymagające uzdatniania. Mimo małej dostępności oraz słabego wykorzystania gospodarczego wód podziemnych, w celach leczniczych zaczęto stosować mineralne wody siarkowe, pochodzące z pokładów siarki na terenie Osiedla Swoszowice. Wody te mają typ siarczanowo – wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowy z siarkowodorem ($\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Mg, H}_2\text{S}$) i zaliczane są do solanek, wód leczniczych i termalnych. Wydobywane są one głównie z dwóch źródeł: Główne i Napoleon, z czego dla celów uzdrowiskowych, wody są pobierane ze Źródła Głównego, natomiast „Napoleon” służy bardziej mieszkańcom pobierającym wodę bezpośrednio z tego ujęcia. Oba źródła mieszczą się w północno-zachodniej części Osiedla Uzdrowisko Swoszowice, a dokładniej w strefie A obszaru ochrony uzdrowiskowej.

Ogólna charakterystyka klimatyczna - strefy uzdrowiskowej.

Według regionalizacji klimatycznej W. Okołowicza i D. Martyn, uzdrowisko Kraków Swoszowice zaliczane jest do regionu małopolskiego a pod względem bioklimatycznym V regionie bioklimatycznym „południowowschodnim”, dodatkowo w podregionie o zwiększonej bodźcowości termicznej, ze względu na dużą zmienność warunków pogodowych i klimatycznych. Typologicznie należy do bioklimatu od słabo do umiarkowanie bodźcowego.

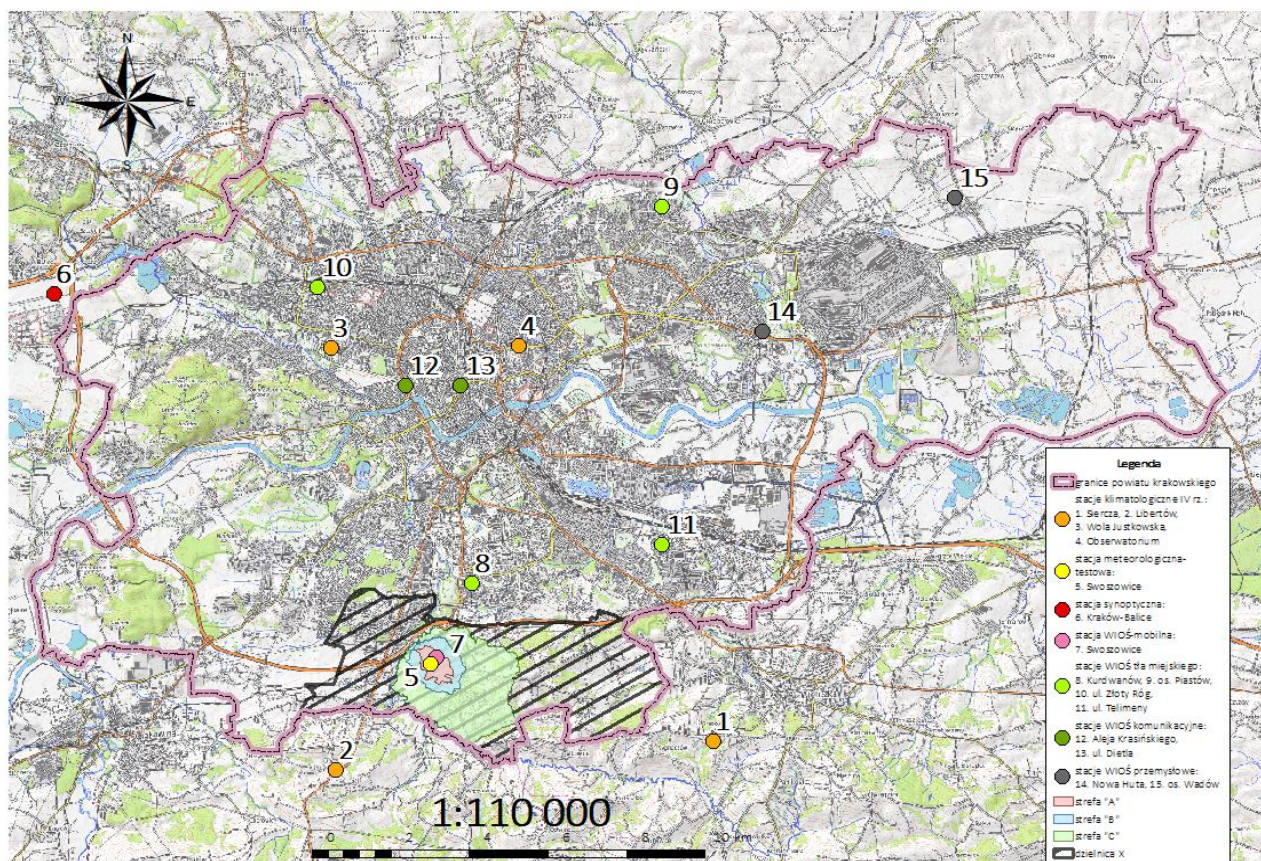


Rys. 1 Położenie geograficzne uzdrowiska Krakowa - Swoszowice na tle podziału administracyjnego oraz regionów bioklimatycznych Polski.

Szczegółowa charakterystyka klimatologiczna będzie przedstawiona w kolejnych rozdziałach opracowania.

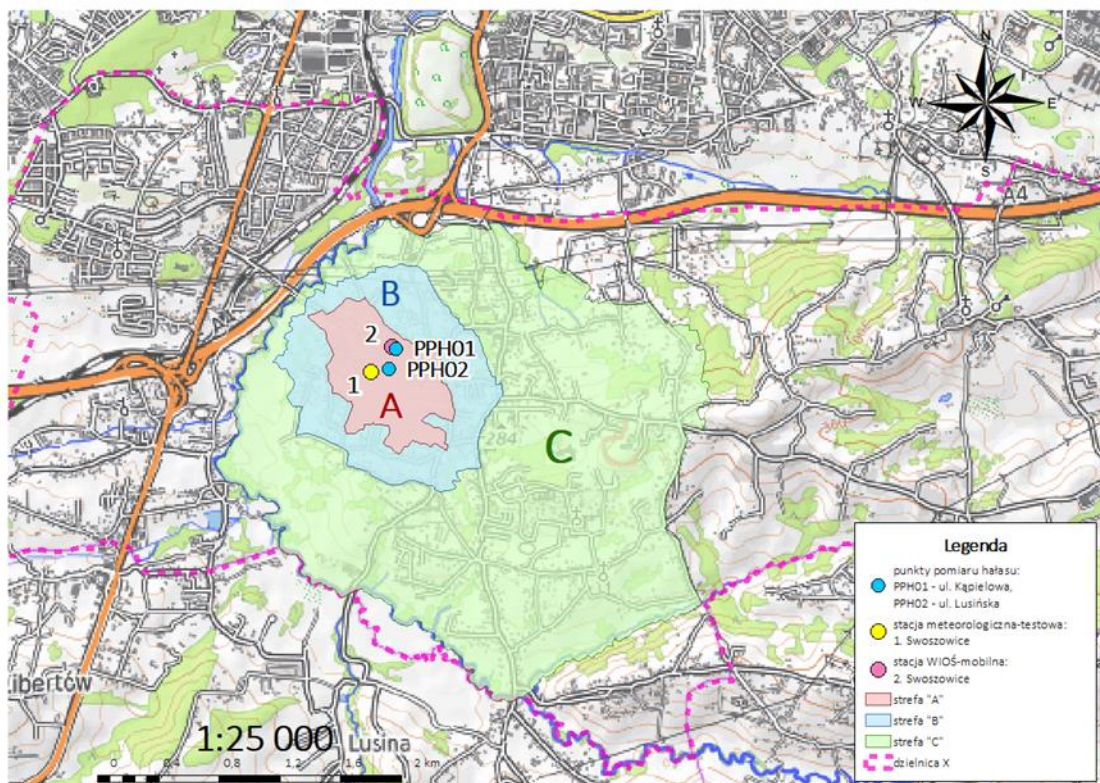
Lokalizacja stacji pomiarowych dla określenia warunków klimatu uzdrowiska

Ze względu na specyfikę prowadzenia badań nad właściwościami leczniczymi klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice (konieczność wykorzystania danych z lat poprzednich dla przedstawienia wstępnej wersji świadectwa) do określenia warunków klimatu uzdrowiska zastosowano metodę modelowania wykorzystującą dane pomiarowe z wybranych stacji meteorologicznych na obszarze Krakowa. Ich lokalizację względem Osiedla Uzdrowisko Swoszowice przedstawia rysunek 3.



Rys.3 Lokalizacja stacji i punktów pomiarowych wykorzystanych do określenia właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Krakow Swoszowice.

Na rysunku 4 przedstawiono lokalizację stacji i punktów pomiarowych na terenie strefy A uzdrowiska Kraków Swoszowice wykorzystywanych w badaniach właściwości leczniczych klimatu.



Rys.4 Lokalizacja stacji i punktów pomiarowych na terenie strefy A uzdrowiska Kraków Swoszowice wykorzystywanych w badaniach właściwości leczniczych klimatu.

Wyniki badań właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice

Warunki klimatu lokalnego uzdrowiska Kraków Swoszowice

Niniejszy rozdział ma na celu przedstawienie przebiegu warunków meteorologicznych w ciągu roku na obszarze Kotliny Oświęcimskiej i Pogórza Zachodniobeskidzkiego, krain geograficznych w obrębie których leży uzdrowisko Kraków Swoszowice. Warunki te zostały opracowane na podstawie danych obserwacyjnych ze stacji meteorologicznych PSHM IMGW-PIB (Kraków Balice, Kraków Obserwatorium) przy wykorzystaniu metody podobieństwa i odnoszą się do okresu 2006 - 2015.

Pogoda i klimat uzdrowiska Kraków - Swoszowice i okolic podobnie jak i innych miejscowości w Polsce uwarunkowane są wzajemnym oddziaływaniem trzech grup czynników:

- ogólnocyrkulacyjnych,
- radiacyjnych,
- lokalnych.

Pod pojęciem czynników ogólnej cyrkulacji rozumie się czasową zmianę układów

barycznych i napływów mas powietrza. Zmiany te odpowiadają za dużą zmienność typów pogody na tym terenie i występowanie anomalii klimatycznych w poszczególnych sezonach i latach.

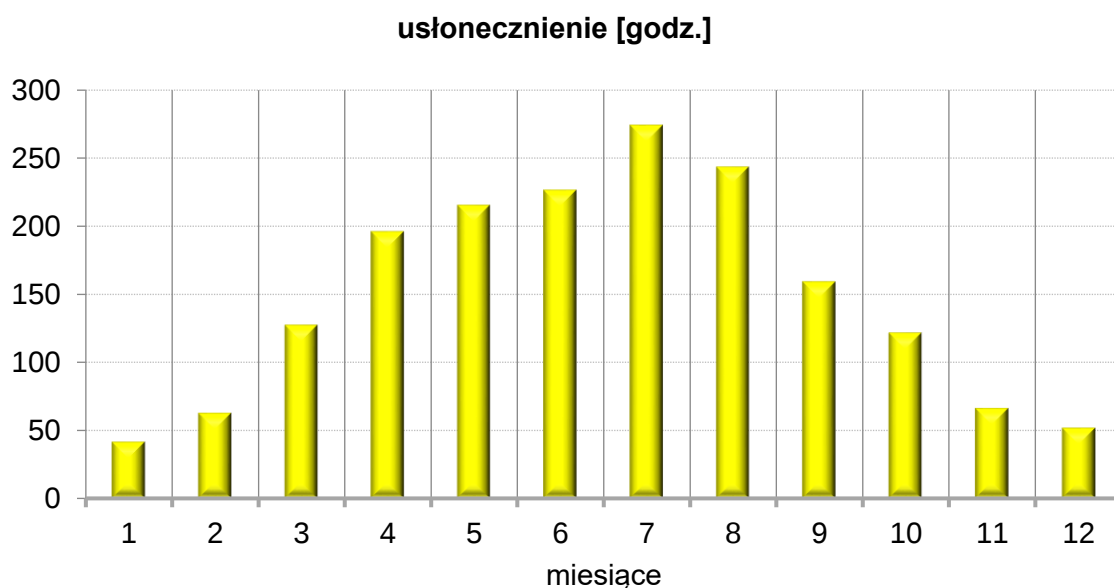
Czynniki radiacyjne to przede wszystkim ilość energii dostarczanej w postaci promieniowania słonecznego.

Czynniki lokalne wiążą się silnie z ukształtowaniem terenu, charakterem warstwy granicznej atmosfery.

Szczegółową charakterystykę warunków klimatu lokalnego Krakowa Swoszowice przedstawiono na rysunkach 5 – 14.

Warunki solarne

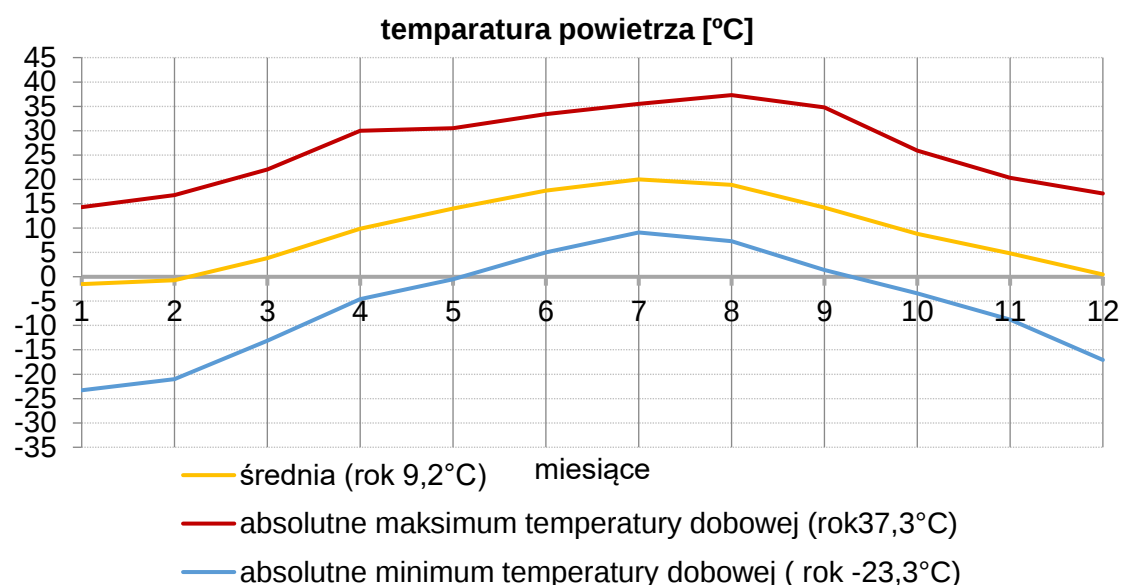
Warunki solarne panujące w tej części Krakowa są znacząco lepsze w porównaniu do innych części miasta, z czego najbardziej korzystny obszar biorąc pod uwagę prowadzenie klimatoterapii występuje w obrębie Parku Zdrojowego oraz na obszarach zieleni wysokiej, będącej słabo bądź wcale niezagospodarowanej. Dzięki otwartym, wyniesionym terenom obficie pokrytych roślinnością, jak również zmniejszonemu stopniowi urbanizacji, Swoszowice odznacza się ilością usłonecznienia, spełniającą wymogi stawiane miejscowością uzdrowiskowym, tj. powyżej 1500 godzin słonecznych na rok. Wartość roczna usłonecznienia wynosi w Swoszowicach 1792 godzin. Największe jego wartości (ponad 200 godzin w miesiącu) odnotowuje się od maja do sierpnia, z maksimum przypadającym na lipiec równym 274 godziny. Najniższe wartości przypadają na styczeń to 42 godziny w miesiącu i grudzień – 52 godziny, nieco więcej godzin jest w lutym i listopadzie, ponad 60, a w pozostałych miesiącach wartości wahają się od nieco ponad 120 godzin w marcu i październiku do 160 godzin we wrześniu i 196 w kwietniu.



Rys. 5 Suma miesięczna usłonecznienia (rok 1792 godziny).

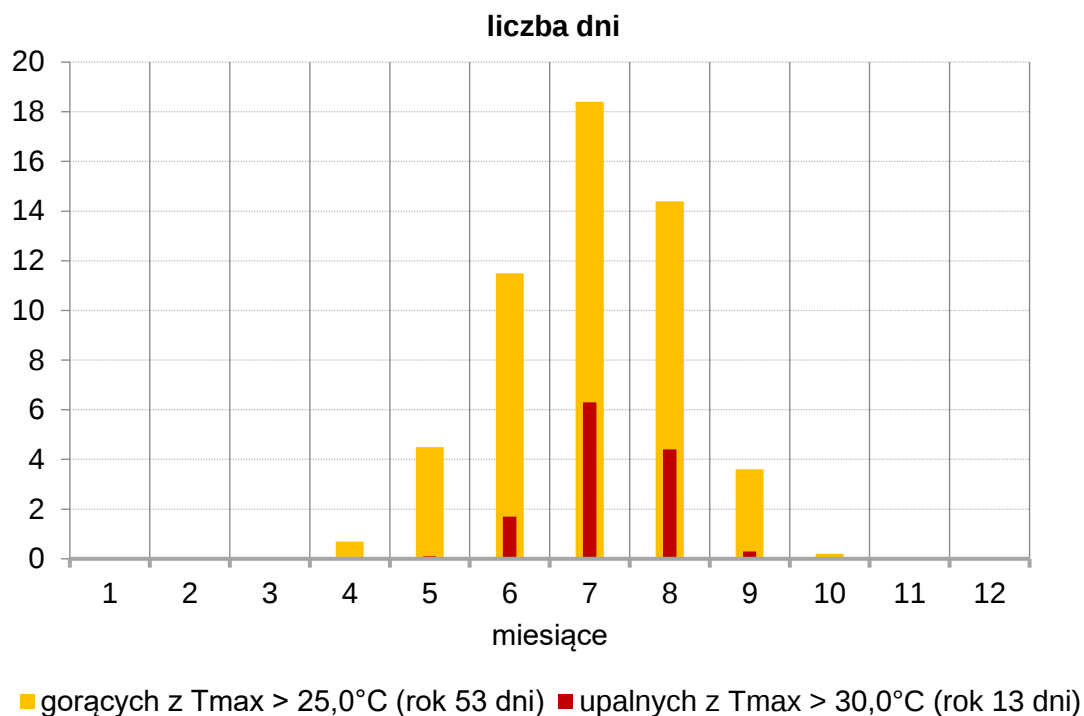
Temperatura powietrza

Średnioroczna wartość temperatury powietrza wynosi w Swoszowicach 9,2°C. Najwyższe średnie przypadają na okres od czerwca sierpnia (17,7 - 18,9°C), z maksimum w lipcu: 20,0°C. Najniższe średnie wartości temperatury obserwowane są od grudnia (0,5°C) do lutego (-0,7°C), z minimum w styczniu: -1,5°C. Absolutne maksimum temperatury dobowej odnotowano 8 sierpnia 2013 r. w wysokości 37,3°C. Podobnie wysokie wartości zanotowano także 16 lipca 2007 roku: 35,5°C oraz 1 września 2015 roku: 34,8°C. Z kolei absolutne minimum wartości temperatury dobowej odnotowano 23 stycznia 2006 roku, a jej wartość wyniosła wtedy -23,3°C oraz 6 lat później dnia 3 lutego, kiedy odnotowano równie niską wartość: -21,0°C.



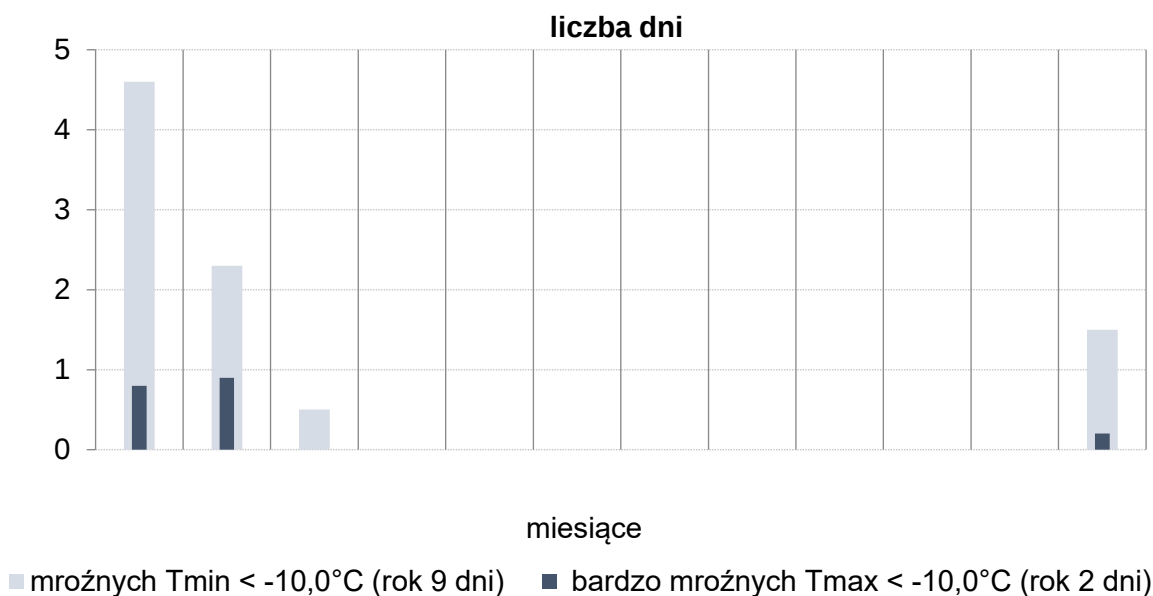
Rys. 6 Temperatura powietrza średnia oraz absolutne dobowe maksimum i minimum.

W tej części Krakowa w ciągu roku odnotowuje się 53 dni gorące, tj. takie, podczas których maksymalna dobowa temperatury powietrza osiąga wartości >25,0°C. Takie przypadki występują jedynie od kwietnia do października. Najczęściej jednak tego typu dni zaznaczają się od czerwca (11,5 dnia) do sierpnia (14,4 dni) z maksimum w lipcu wynoszącym 18,4 dni w miesiącu. Zdecydowanie mniej jest z kolei dni upalnych, z maksymalną dobową temperaturą powietrza >30,0°C. W ciągu roku jest ich jedynie 13, obserwowane są w okresie od maja do września, z czego najwięcej przypada na lipiec: 6,3 dnia i sierpień: 4,4 dnia. W pozostałej części roku nie odnotowuje się tak skrajnie wysokich wartości temperatury.



Rys. 7 Liczba dni gorących i upalnych.

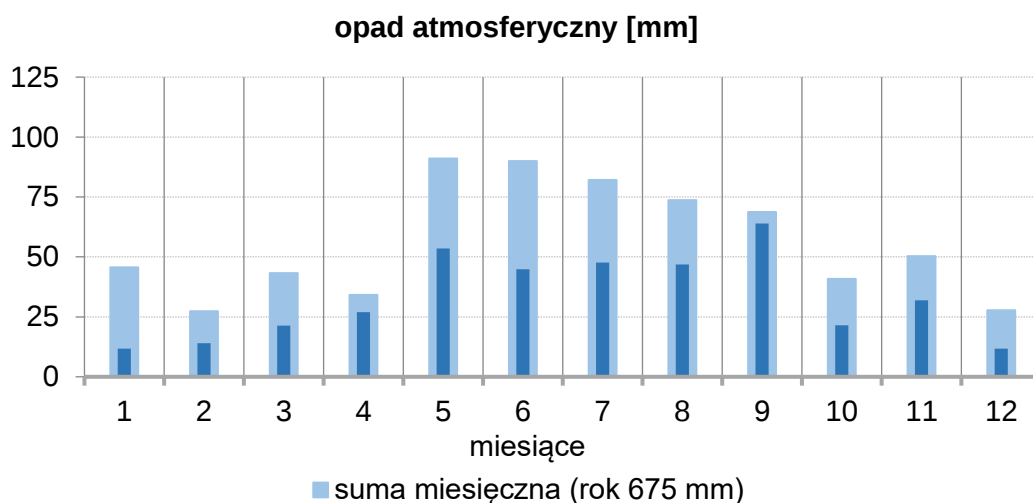
Dni mroźne, tj. kiedy minimalna temperatura dobowa jest niższa niż $-10,0^{\circ}\text{C}$ są w Swoszowicach rzadkością. W ciągu roku jest zaledwie 9 takich dni i obserwowane są sporadycznie od grudnia do marca. Najczęściej dni te przypadają na styczeń: 4,6 dni, najrzadziej na marzec: 0,5 dnia. Znacznie rzadziej obserwowane są dni bardzo mroźne, to jest takie, podczas których maksymalna temperatura dobowa jest niższa niż $-10,0^{\circ}\text{C}$. W Swoszowicach w ciągu roku można zaobserwować je jedynie 2 razy: w styczniu i lutym (kolejno 0,8 i 0,9 dnia) oraz w grudniu (0,2 dnia).



Rys. 8 Liczba dni mroźnych i bardzo mroźnych.

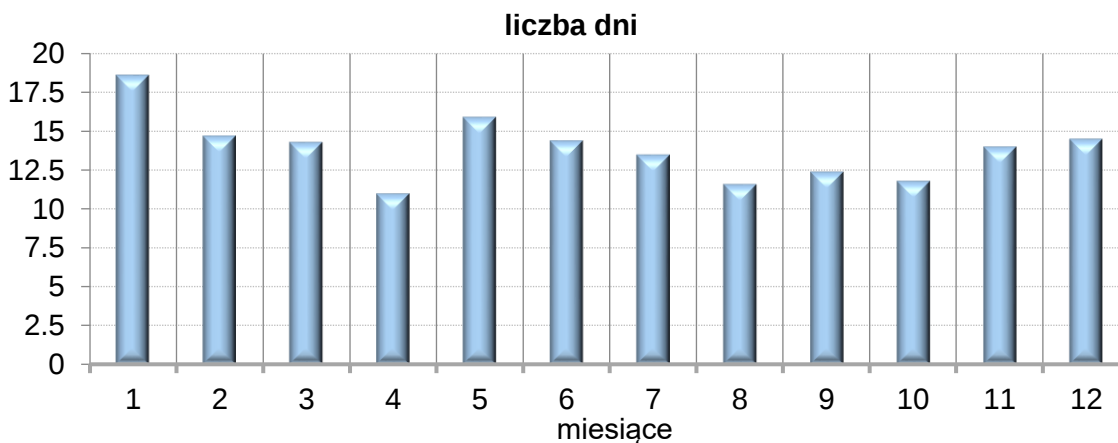
Opady atmosferyczne

Roczna suma opadów atmosferycznych w Swoszowicach wynosi 675 mm, a najwyższe wartości zaznaczają się od maja do września (68,8 mm), z maksimum miesięcznym przypadającym w maju: 91,1 mm. Sumy niższe niż 30 mm, obserwuje się w lutym (27,3 mm) oraz w grudniu (27,8 mm). W pozostałych miesiącach wartości wahają się od 34,2 mm w kwietniu do 50,3 mm w listopadzie. 6 września 2007 roku odnotowana została maksymalna suma dobową w wysokości 64 mm, a nieco niższa wartość: 53,5 mm – 16 maja 2010 roku. W pozostałych miesiącach maksymalne wartości dobowe wahają się od około 12 mm w styczniu i grudniu przez około 20-30 mm wczesną wiosną i jesienią, do 45-48 mm w lecie.



Rys. 9 Suma opadu atmosferycznego miesięczna i maksymalna suma dobową.

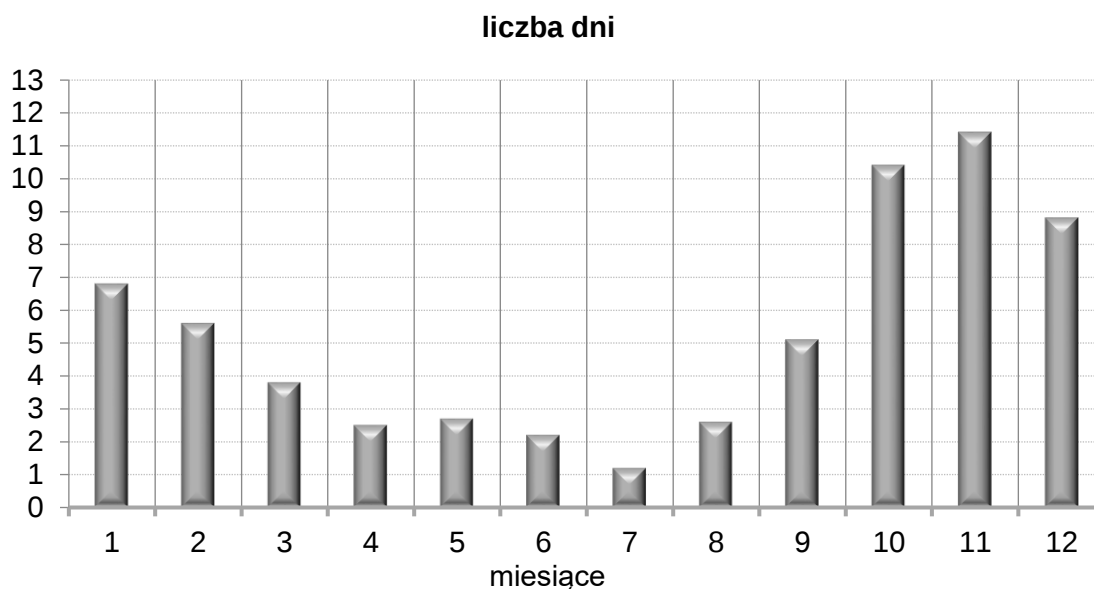
W ciągu roku odnotowuje się 167 dni z opadem, z czego najwięcej przypada na styczeń: 18,6 i maj: 15,9, a najmniej natomiast obserwowanych jest w kwietniu: 11 dni, w sierpniu: 11,6 i w październiku: 11,8. W pozostałej części roku liczba dni z opadem stanowi około 14 dni dla każdego miesiąca.



Rys.10 Liczba dni z opadem atmosferycznym (rok 167 dni).

Mgła

Liczba dni z mgłą odnotowana w Swoszowicach dla całego roku wynosi 63,1. Najczęściej obserwowana jest w listopadzie: 11,4 dni i październiku: 10,4 dni, a nieco mniej od grudnia (8,8 dni) do lutego (5,6) oraz we wrześniu (5,1). W pozostałym okresie liczba dni z występowaniem mgły waha się od 1 do 3 dni w miesiącu. Obserwuje się nieznaczne przekroczenie normy stawianej miejscowościom uzdrowskim w stosunku do liczby dni z mgłą w półroczu IV-IX wynoszącej ≤ 15 , bowiem w Swoszowicach liczba ta wynosi 16,3 dni. Z kolei dla półrocza X-III i określonej normy ≤ 50 dni warunek ten jest spełniony: liczba dni w Swoszowicach dla tego okresu wynosi 46,8 dni.

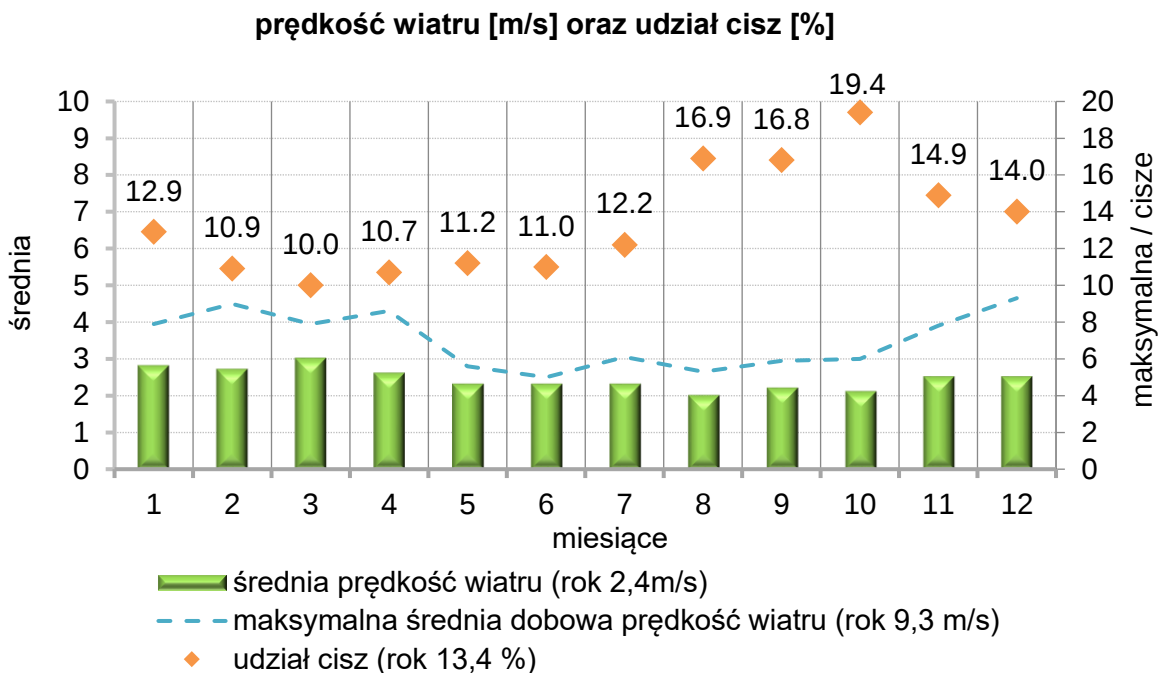


Rys. 11 Liczba dni z mgłą (rok 63 dni).

Stosunki anemologiczne

Średnia prędkość wiatru w ciągu roku wynosi w Krakowie - Swoszowicach 2,4 m/s (wiatr słaby). Najwyższą wartość prędkości odnotowuje się w marcu: 3,0 m/s, natomiast najniższą w sierpniu: 2,0 m/s. W pozostałych miesiącach wartości wahają się od 2,1 m/s do 2,3 m/s w okresie od maja do października, natomiast od listopada do kwietnia wartości te zaznaczają się w wysokości od 2,4 m/s w grudniu, do 2,8 m/s w styczniu. Maksymalną średnią dobową prędkość wiatru odnotowano 6 grudnia 2013 r. w wysokości 9,3 m/s - wiatr silny i 8 kwietnia 2011 roku w wysokości 8,6 m/s (również wiatr silny). Roczny udział ciszy atmosferycznych w ogólnej obserwacji warunków anemologicznych w Krakowie-Swoszowicach stanowi 13,4%. Największy odsetek ciszy obserwowany jest w październiku, a wynosi on 19,4% w miesiącu. Nieco niższy procent przejawia się w sierpniu i wrześniu: 17% obserwacji w miesiącu, natomiast najrzadziej zjawisko to obserwuje się od lutego do lipca,

kolejno: od 12,9% do 12,2%, z minimum w marcu:10% ogólnej obserwacji warunków wiatrowych. W pozostałej części roku występowanie ciszy stanowi około 11%-14% w miesiącu.



Rys.12 Prędkość wiatru średnia maksymalna dobową oraz udział ciszy.

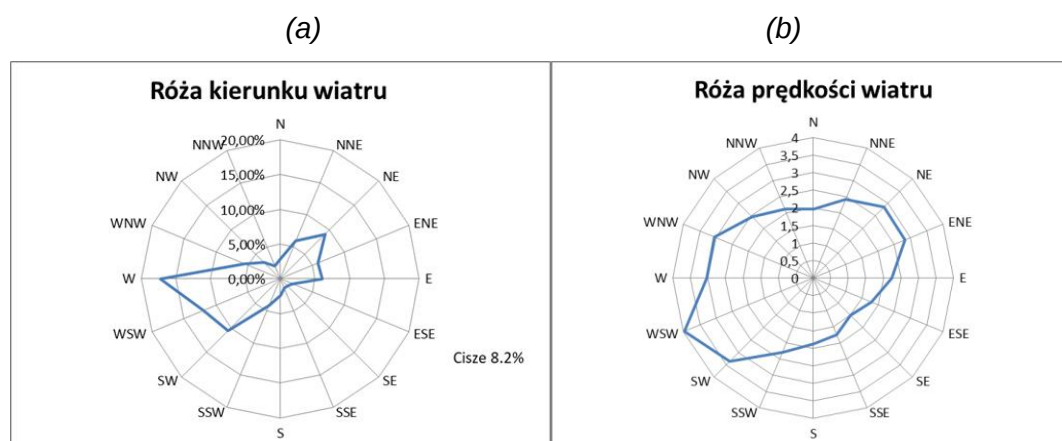
Średnia prędkość wiatru nie przekraczająca 2,0 m/s (wiatr słaby) występuje w ciągu roku 35 razy. Wiatr słaby obserwowany jest zazwyczaj w okresie od października do grudnia, a najczęściej w październiku: 5 dni w miesiącu. Najrzadziej taka prędkość zaznacza się od marca do lipca (1,2 - 1,9 dnia). W pozostałej części roku taka sytuacja zdarza się około 3 - 4 razy na miesiąc. Warto zauważyć, że warunki wiatrowe panujące w Swoszowicach są na ogół bardzo łagodne, nie obserwuje się bowiem zjawiska występowania dni z prędkością wiatru przekraczającą 8,0 m/s (wiatr umiarkowany).



prędkość wiatru > 8 m/s o godz. 12:00 UTC (rok 0 dni)

prędkość wiatru średnia dobową < 2 m/s o godz. 12:00 UTC (rok 35 dni)

Rys. 13 Liczba dni z prędkością wiatru powyżej 8 m/s oraz poniżej 2 m/s o godz. 12 UTC.

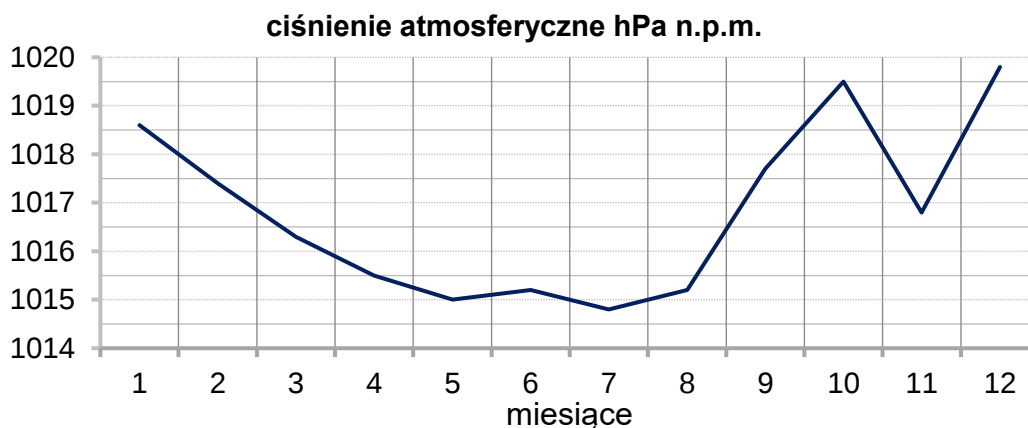


Rys. 14 Częstościowa (a) [%] i prędkościowa (b) [%] róża wiatru.

Rozkład kierunków wiatru jest determinowany ogólną cyrkulacją atmosfery (przewaga wiatru z sektora zachodniego i południowo zachodniego) jednak silnie modyfikowany czynnikami lokalnymi.

Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne zredukowane do poziomu morza mierzone w Swoszowicach waha się w zakresie od 1014 do 1020 hPa. Najniższe wartości około 1015 hPa występują w okresie od maja do sierpnia. Najniższą wartość ciśnienia obserwuje się w lipcu z minimum około 1014,8 hPa. Najwyższe wartości ciśnienia występują od października do lutego – średnia wartość dla tego okresu to 1018,4 hPa, a maksimum przypada na grudzień i wynosi 1019,8 hPa.



Rys. 15 Ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza (rok 1018,4 hPa).

Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice w świetle kryteriów Ministerstwa Zdrowia

W tabelach 1 i 2 przedstawiono wyznaczone na podstawie kryteriów zgodnych z wytycznymi zawartymi w załączniku nr 3 Rozporządzenia MZ (tj. Dz.U. 2018 poz. 605) charakterystyki właściwości leczniczych uzdrowiska Kraków Swoszowice uzyskane na podstawie badań modelowych. Modelowanie przeprowadzono stosując autorską metodykę ZMZIP IMGW-PIB przy wykorzystaniu danych z istniejącej sieci pomiarowej IMGW-PIB (stacje meteorologiczne: Kraków – Balice, Kraków - Wola Justowska, Kraków – Obserwatorium UJ) IMGW-PIB/UMK (sodar – ul. Swoszowicka 2a). Metoda ta oparta o analizę podobieństwa pozwala na wyznaczenie większości charakterystyk meteorologicznych w oparciu o dane pomiarowe i numeryczny model terenu. Celem tej części pracy była identyfikacja ewentualnych zagrożeń spowodowanych niedotrzymaniem norm klimatycznych w stosunku do kryteriów zgodnych z cytowanymi wyżej wytycznymi Ministerstwa Zdrowia.

Tab. 1 Wybrane elementy klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Element meteorologiczny	Temperatura powietrza* [°C]	Prędkość wiatru** [m/s]	Suma opadu atmosferycznego [mm]
Średnia roczna	9,2	2,4	675
Najwyższa roczna***	10,1 (2015 r.)	2,6 (2015 r.)	1020,9 (2010 r.)
Najniższa roczna***	7,5 (2010 r.)	1,9 (2006 r.)	547,9 (2011 r.)
Absolutne dobowe maksimum	37,3 (08.08.2013 r.)	-	-
Absolutne dobowe minimum	-23,3 (23.01.2006 r.)	-	-
Najwyższa terminowa	-	15 (01.03.2008 r.) (04.08.2008 r.)	-
Najwyższa dobowa	27,5 (08.08.2013 r.)	9,3 (06.12.2013 r.)	64 (06.09.2007 r.)
Najniższa dobowa	-22,8 (23.01.2006 r.)	0 (wiele dób)	brak opadu

Objaśnienie:

*- temperatura powietrza - mierzona jest na wysokości 2 m nad poziomem gruntu (n.p.g.),**- prędkość wiatru mierzona jest na wysokości wiatromierza (10 m n.p.g.), ***- najwyższa i najniższa temperatury powietrza i

prędkości wiatru, odnosi się odpowiednio do najwyższej i najniższej rocznej i dobowej wartości danego elementu meteorologicznego.

Tab. 2 Ocena właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Element	Wielkość zalecana przez RMZ (tj. Dz.U. 2018 poz. 605)	Wielkość średnia określona dla uzdrowiska z okresu 2006 - 2015	Wielkość z lat 2016 - 2017
Usłonecznienie: - liczba godzin ze słońcem w roku	≥ 1500 godzin	1792,1 godzin	1708,6 godzin
Opad atmosferyczny: - liczba dni z dobową sumą opadu ≥ 0,1 mm w roku	≤ 183 dni	166,7 dni	180 dni
Mgła: - liczba dni w półroczu zimowym (od X do III)	≤ 50 dni	46,8 dni	38,5 dni
- liczba dni w półroczu letnim (od IV do IX)	≤ 15 dni	16,3 dni	17,5 dni
Dzień parny: - liczba dni w roku z ciśnieniem pary wodnej ≥ 18,8 hPa (z godziny 12 UTC)	rzadko	14,3 dni	11 dni
Wilgotność względna powietrza: - liczba dni w roku z wilgotnością < 55%	mała	79 dni	72,5 dni
- liczba dni w roku z wilgotnością > 86% (z godziny 12 UTC)	mała	46,7 dni	38 dni
Liczba dni charakterystycznych termicznie w roku: - dni gorące ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	rzadko	53,3 dni	60 dni
- dni upalne ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)		12,8 dnia	10 dnia
- dni mroźne ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)		8,9 dni	11 dni
- dni bardzo mroźne ($t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$)		1,9 dnia	0,5 dnia
Zachmurzenie: - liczba dni w roku z zachmurzeniem całkowitym (z godziny 12 UTC)	mała	115 dni	90,5 dni
Charakterystyka anemologiczna: - liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru < 2 m/s wraz z ciszą atmosferyczną (warunki przewietrzania terenu)	mała	35 dni	27 dni*
- liczba dni z prędkością wiatru > 8 m/s (z godziny 12 UTC)	rzadko	0 dnia	0 dni
Zmiany pogody (nie częstsze niż 50% dni w miesiącu)	rzadko	13,1%	14,5%
Liczba dni w roku z: - burzą	rzadko	28,9 dni	29,5 dni
- wiatrem halnym		0 dni	0 dni
Kontrasty dobowe temperatury i wilgotności względnej powietrza związane z zastoiskami chłodnego powietrza i inwersjami temperatury w roku	mała	0,8%	1%
Pojawiania się wartości temperatury odczuwalnej w roku: - wysokich ($t > 25^{\circ}\text{C}$)	rzadko	6%	6,4%
- niskich ($t < -10^{\circ}\text{C}$)		2,1%	1,5%

Wyjaśnienia wymaga przyjęcie wartości granicznych dla tych elementów klimatu, których częstość występowania według cytowanego Rozporządzenia (tj. Dz. U. 2018, poz. 605) ma

istotne znaczenie lecznicze, ale nie zostały im przyporządkowane żadne kryteria ilościowe, a jedynie jakościowe. Stąd dla jednoznacznego sklasyfikowania tych elementów zastosowano własne definicje częstości występowania, które przedstawiono poniżej. Ustawodawca nie rozstrzyga również, który model wyznaczania temperatury odczuwalnej preferuje. Stąd dla potrzeb opracowania przyjęto jedną z powszechnie znanych metod jej wyliczania. Nie ma też jednoznacznej definicji zmian pogody oraz kontrastów dobowych temperatury i wilgotności powietrza związanych zastoiskami chłodnego powietrza i inwersjami temperatury.

Ogólnie przyjęto, że rzadkie występowanie jakiegoś zjawiska czy wartości elementu meteorologicznego - to liczba przypadków mniejsza od 10 percentyla lub większa od 90 percentyla rozkładu częstości jego występowania w danych warunkach klimatycznych. Natomiast mała liczba zdarzeń jakiegoś zjawiska, wartości elementu meteorologicznego, to liczba przypadków mniejsza od 25 percentyla lub większa od 75 percentyla rozkładu częstości jego występowania w danych warunkach klimatycznych. Definicje przyjętych kryteriów częstości występowania odnośnie zmian pogody oraz kontrastów dobowych zespołu elementów meteorologicznych przedstawia tabela 3.

Tab. 3 Przyjęte kryteria częstości występowania zmian pogody oraz kontrastów dobowych temperatury i wilgotności względnej powietrza związane z zastoiskami chłodnego powietrza i inwersjami temperatur na podstawie obowiązujących aktów prawnych.

Określenia	Definicja		Liczba dni w roku
najczęściej	zmiany pogody	od 25 do 75 percentyla	183
	kontrasty dobowe	do 75 percentyla (dla wartości nieujemnych)	274
mało	zmiany pogody	≥ 75 lub < 25 percentyla	91
	kontrasty dobowe	≥ 75 percentyla (dla wartości nieujemnych)	
rzadko	zmiany pogody	≥ 90 lub < 10 percentyla	37
	kontrasty dobowe	≥ 90 percentyla (dla wartości nieujemnych)	
bardzo rzadko	zmiany pogody	≥ 95 lub < 5 percentyla	18
	kontrasty dobowe	≥ 95 percentyla (dla wartości nieujemnych)	

Za wysokie temperatury odczuwalne uznano te, które wyliczone modelem zaproponowanym przez amerykański instytut *National Weather Service* T_{wc} dany wzorem:

$$T_{wc} = 13,12 + 0,6215 \cdot T_a - 11,37 \cdot V^{0,16} + 0,3965 \cdot T_a \cdot V^{0,16}$$

gdzie: T_a – temperatura powietrza w $^{\circ}\text{C}$, V – prędkość wiatru w km/h.

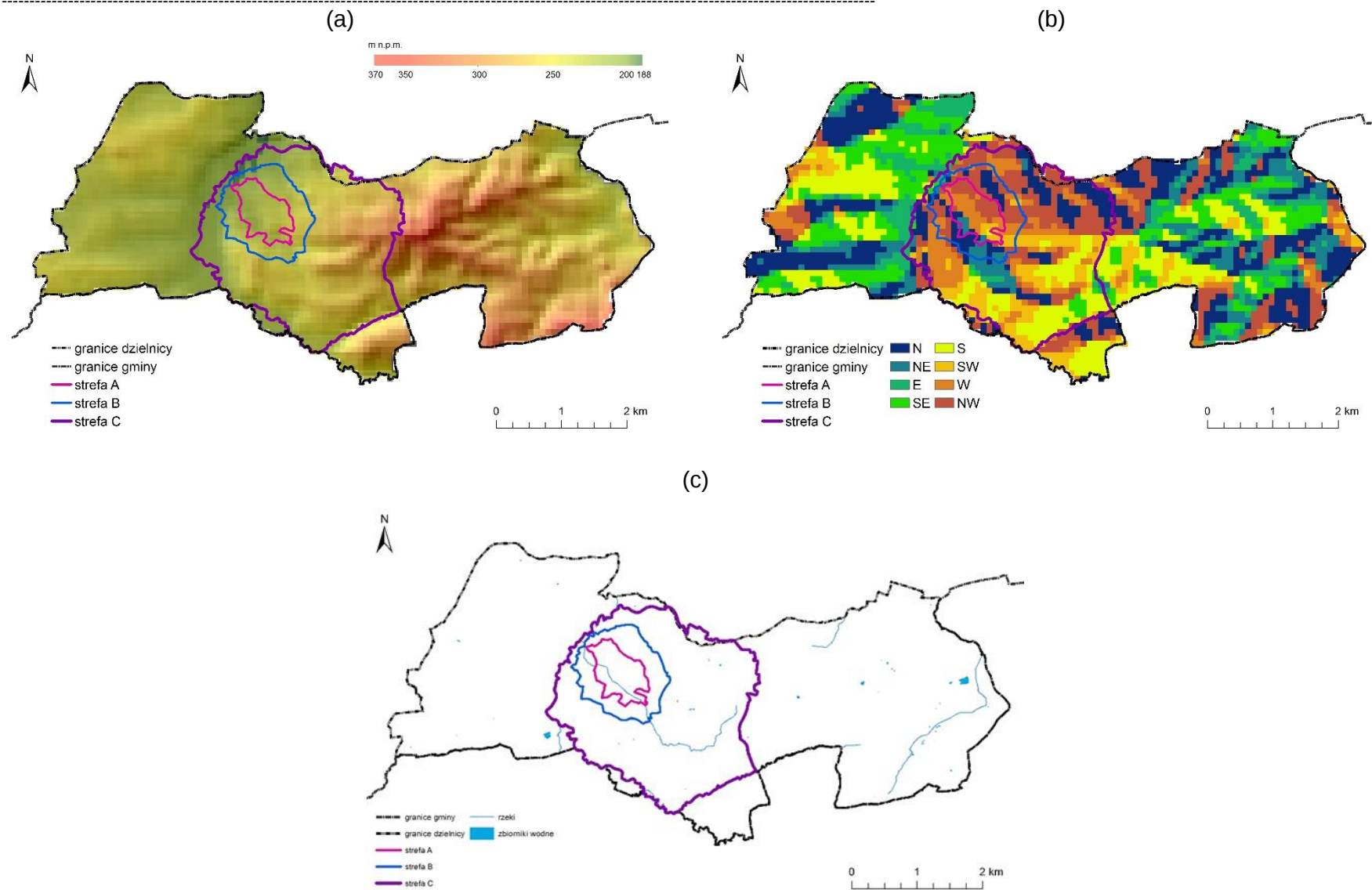
Dla potrzeb opracowania zmiany pogody identyfikowano na podstawie jednoczesnego występowania dużej zmienności (przyrostu lub spadku Δ) w ciągu ostatnich 24 godzin dwóch z trzech elementów meteorologicznych: temperatury powietrza $\Delta t > 10^{\circ}\text{C}$, wilgotności względnej powietrza $\Delta f > 40\%$, ciśnienia atmosferycznego $\Delta p > 8\text{hPa}$. Przy czym rzadkie występowanie takich zmian, zgodnie z cytowanym Rozporządzeniem nie powinno występować częściej niż 50% dni w miesiącu.

Jak przedstawiono w tabelach powyżej warunki klimatu lokalnego strefy A uzdrowiska Kraków Swoszowice uzyskane metodą modelową na podstawie obserwacji z okresu lat 2006-2015 i 2016 - 2017 spełniają w zasadzie kryteria określone wytycznych zawartymi w załączniku nr 3 Rozporządzenia MZ (Dz.U. 2018 poz. 605). Można zatem stwierdzić, że z punktu widzenia warunków klimatycznych uzdrowisko Kraków Swoszowice spełniać będzie kryteria właściwości leczniczych klimatu w zakresie warunków meteorologicznych.

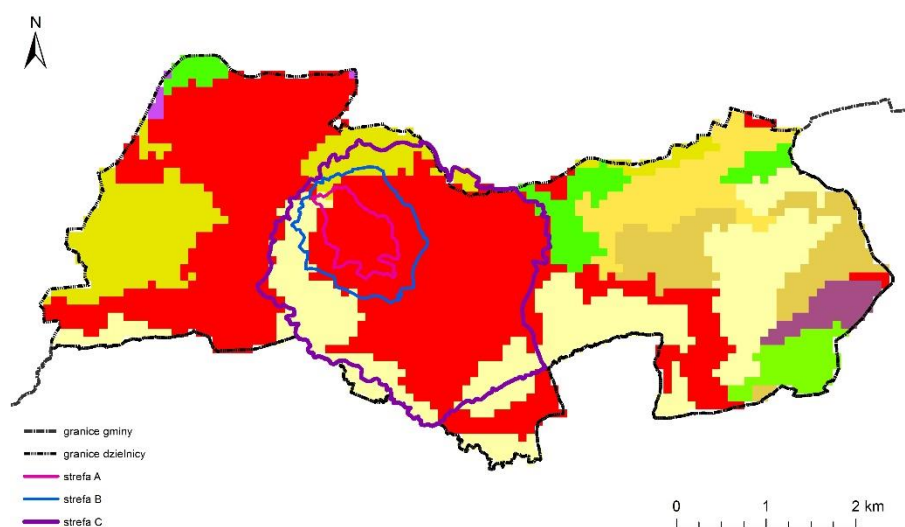
Zróźnicowanie bioklimatyczne uzdrowiska Kraków Swoszowice

Waloryzację elementów środowiska przyrodniczego w aspekcie lecznictwa uzdrowiskowego przeprowadzono na podstawie opracowanej metodyki oceny. Ocenę przydatności środowiska do celów leczniczych przeprowadzono na podstawie wskaźników cząstkowych, opisujących czynniki środowiskowe najbardziej istotne z punktu widzenia lecznictwa uzdrowiskowego. Bonitacji poddano rzeźbę terenu pod kątem jej wpływu na dopływ promieniowania bezpośredniego oraz warunki aerologiczne oraz pokrycie i zagospodarowanie terenu w aspekcie ich roli w kształtowaniu warunków bioklimatycznych. W celu ostatecznej bonitacji terenu i wydzielenia obszarów o określonej przydatności do celów leczniczych posłużono się wskaźnikiem kompleksowym, który poza wskaźnikami cząstkowymi uwzględnia także zróźnicowanie rzeźby na analizowanym terenie.

Przeprowadzenie badań zmierzających do ustalenia właściwości leczniczych klimatu wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu wraz z opracowaniem częściowego raportu I okresu badań dla potrzeb sporządzenia operatu uzdrowskiego uzdrowiska Swoszowice



Rys. 16 Ukształtowanie powierzchni (a), ekspozycja terenu (b), sieć rzeczna (c) uzdrowiska Kraków Swoszowice.

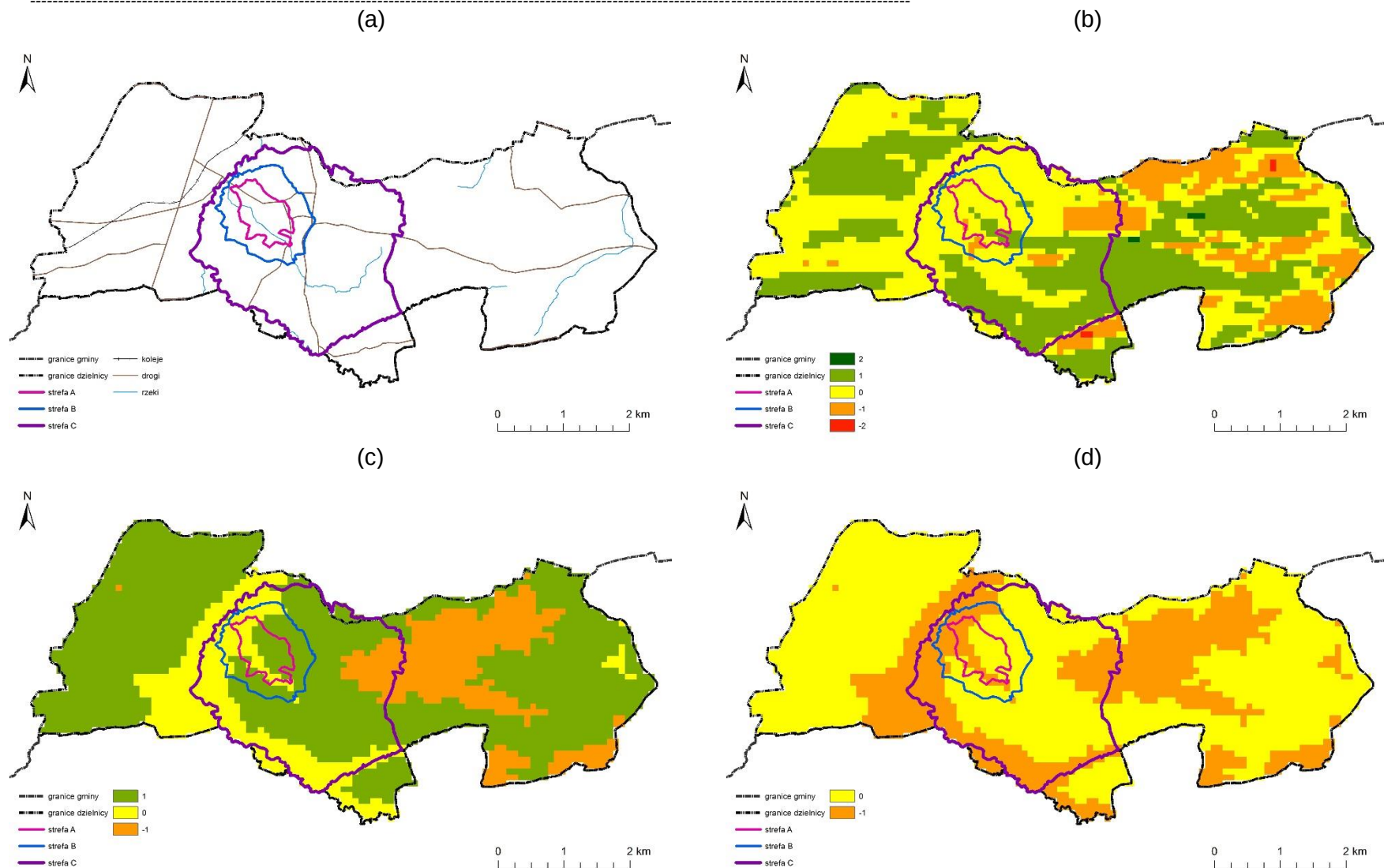


Klasy pokrycia terenu - CORINE Land Cover (CLC)

Kod	CLC
1.1.1	Zabudowa miejska zwarta
1.1.2	Zabudowa miejska luźna
1.2.1	Tereny przemysłowe lub handlowe
1.2.2	Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową
1.3.2	Zwałowiska i hałdy
1.4.2	Tereny sportowe i wypoczynkowe
2.1.1	Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających
2.3.1	Łąki, pastwiska
2.4.2	Złożone systemy upraw i działek
2.4.3	Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej
3.1.1	Lasy liściaste
3.1.2	Lasy iglaste
3.1.3	Lasy mieszane
4.1.1	Bagna śródlądowe
5.1.2	Zbiorniki wodne

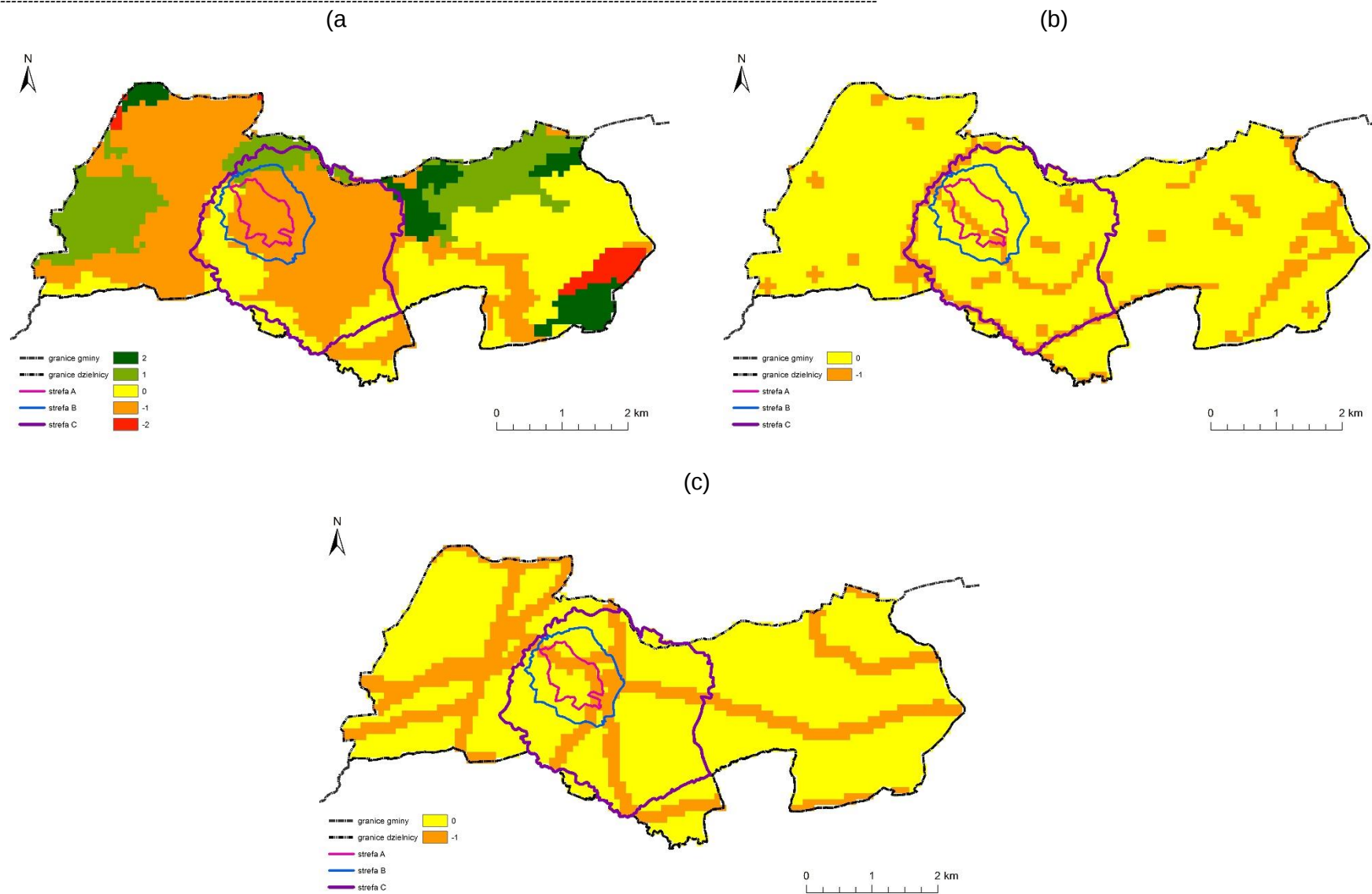
Rys. 17 Pokrycie terenu uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Przeprowadzenie badań zmierzających do ustalenia właściwości leczniczych klimatu wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu wraz z opracowaniem częściowego raportu I okresu badań dla potrzeb sporządzenia operatu uzdrowiskowego uzdrowiska Swoszowice



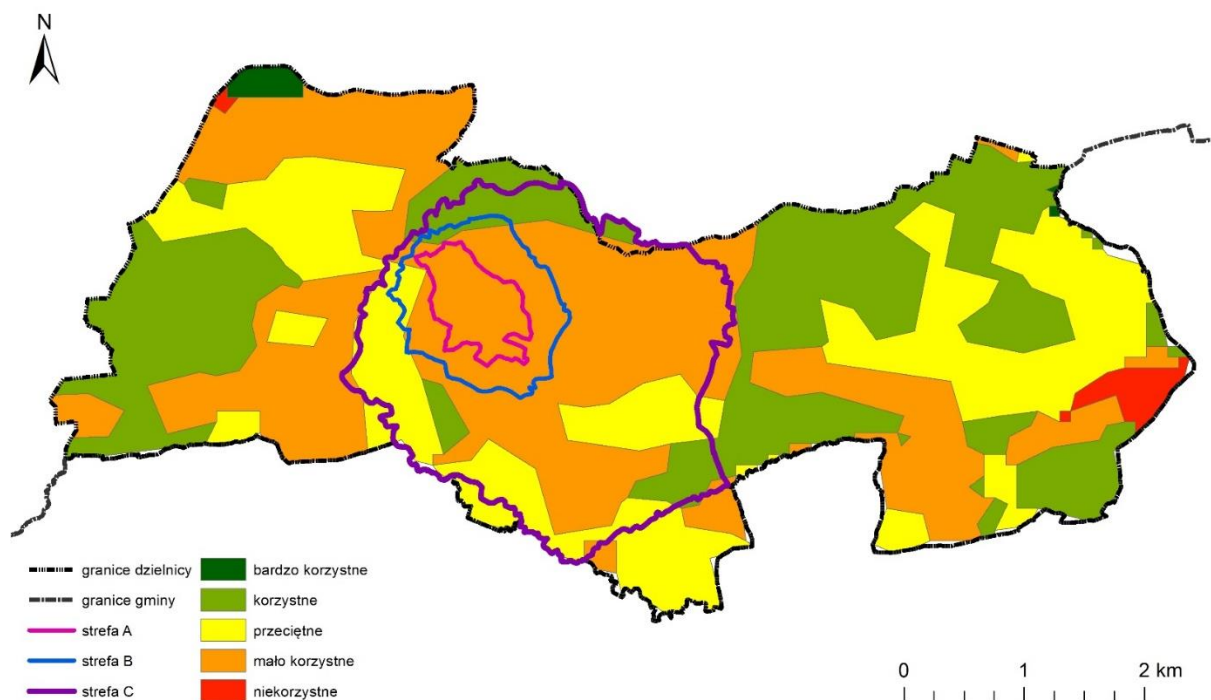
Rys. 18 Przebieg ciągów komunikacyjnych (a), zróżnicowanie przestrzenne: warunków solarnych (promieniowanie bezpośrednie) (b), warunków aerologicznych – półrocze ciepłe (c), - półrocze chłodne (d) uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Przeprowadzenie badań zmierzających do ustalenia właściwości leczniczych klimatu wraz z wydaniem świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze klimatu wraz z opracowaniem częściowego raportu I okresu badań dla potrzeb sporządzenia operatu uzdrowiskowego uzdrowiska Swoszowice

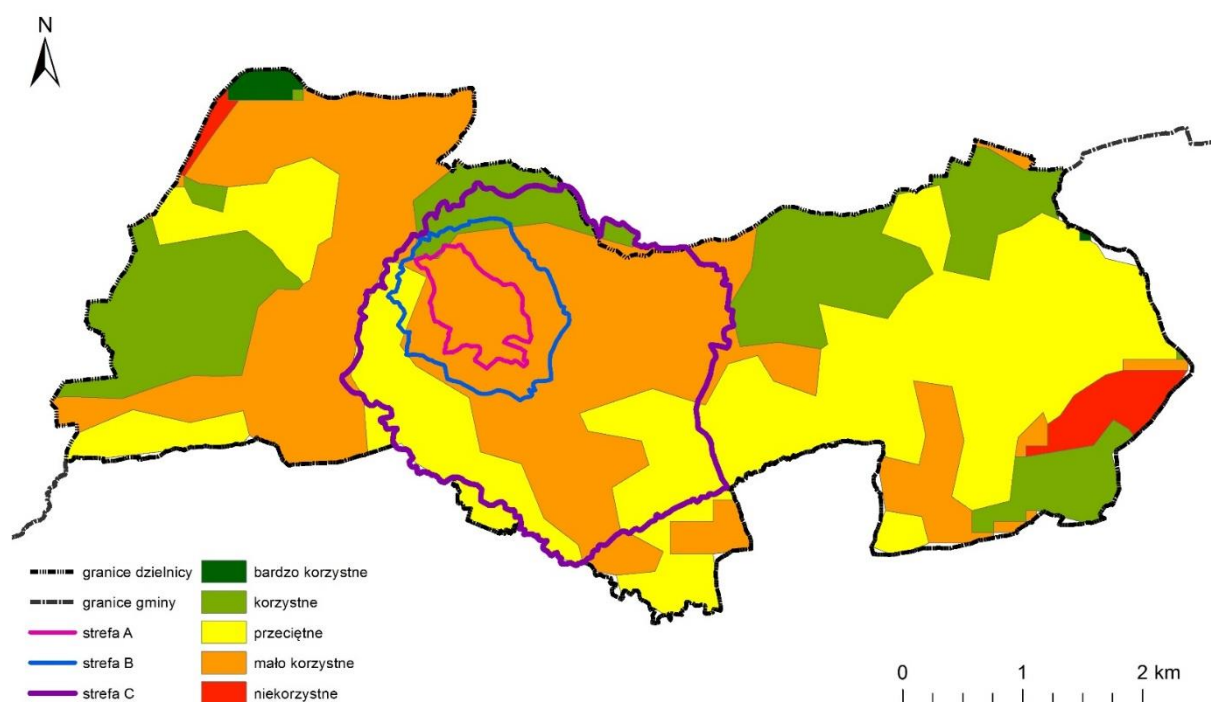


Rys. 19 Zróżnicowanie przestrzenne warunków: zagospodarowania przestrzennego (a), wilgotności względnej powietrza (b), antropogenicznych (drogi, koleje) (c) uzdrowiska Kraków Swoszowice.

(a)



(b)



Rys. 20 Ocena przydatności środowiska przyrodniczego do celów leczenia uzdrowskiego – półrocze ciepłe (a), - półrocze chłodne (b), uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Analiza wyników map oceny przydatności środowiska przyrodniczego Swoszowic do celów leczenia uzdrowiskowego wykazuje, że około 100 % obszaru strefy A i 80% obszaru strefy B uzdrowiska posiada warunki mało korzystne dla wspomagania leczenia uzdrowiskowego klimatoterapią. Korzystne warunki panują w północnej i zachodniej części strefy C.

Możliwości wykorzystania różnych form aktywności terapii klimatycznej w ciągu roku przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Ocena warunków biotermicznych do klimatoterapii uzdrowiska Kraków Swoszowice

(źródło: Kozłowska-Szczęśna i in, 2002; modyfikacja własna).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HT												
AT 1												
AT 2												
KŁ 1												
KŁ 2												
KI 1												
KI 2												

Okres przydatny bez ograniczeń	Okres przydatny z ograniczeniami	Okres nieprzydatny
-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------

HT – helioterapia,

AT 1 – aeroterapia (termoizolacyjność odzieży 1,0 clo),

AT 2 – aeroterapia ((termoizolacyjność odzieży 2,1 clo),

KŁ 1 – kinezyterapia łagodna (termoizolacyjność odzieży 1,0 clo),

KŁ 2 – kinezyterapia łagodna (termoizolacyjność odzieży 2,1 clo),

KI 1 – kinezyterapia intensywna (termoizolacyjność odzieży 1,0 clo),

KI 2 – kinezyterapia intensywna (termoizolacyjność odzieży 2,1 clo).

Clo – miara termoizolacyjności odzieży.

Rodzaj odzieży wyrażona w jednostkach umownych ECI -efektywna izolacyjność odzieży (ECI

- Effective Clothing Insulatori), clo - (clothing = odzież):

- 0,30 - bardzo lekka odzież letnia (plażowa),
- 0,30-0,80 - lekka odzież letnia,
- 0,81-1,20 - zwykła odzież letnia (typowa odzież biurowa),
- 1,21-2,00 - grubsza odzież letnia,
- 2,01-3,00 - odzież okresów przejściowych (wiosenna i jesienna),
- 3,01-4,00 - odzież zimowa,
- > 4,00 - odzież arktyczna.

Warunki aerosanitarne

Badanie jakości powietrza w uzdrowisku powinno odpowiadać wymogom przepisów wydanych na podstawie art. 86 ust. 1 i 2 oraz art. 90 ust. 3 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tj. Dz. U. z 2018 poz. 799) co oznacza, że wyniki te powinny pochodzić z badań wykonywanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Niestety na terenie uzdrowiska nie działała stacja pomiarowa stąd dla oceny stany zanieczyszczenia powietrza posłużono się:

- ✓ oceny rocznej jakości powietrza wykonanej przez WIOŚ w Krakowie¹,
- ✓ transpozycją wyników stacji pomiarowych, ze stacji PMŚ reprezentatywnej dla uzdrowiska tj Krakow Kurdwanów,
- ✓ modelowaniem matematycznym stężeń pyłu PM10- jako metody alternatywnej, popartej kampanijnymi pomiarami średniodobowych stężeń pyłu PM10 przez WIOŚ w Krakowie przy wykorzystaniu inwentaryzacji emisji dla Krakowa za rok 2017.

Tab. 5 Poziomy dopuszczalne substancji w powietrzu (Dz.U. 2012.poz.1031).

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny substancji w powietrzu w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym
benzen	rok kalendarzowy	5	-
dwutlenek azotu	jedna godzina	200	18 razy
	rok kalendarzowy	40	-
tlenki azotu	rok kalendarzowy	30	-
dwutlenek siarki	jedna godzina	350	24 razy
	24 godziny	125	3 razy
	rok kalendarzowy i pora zimowa (okres od 1 X do 31 III)	20	-
ołów	rok kalendarzowy	0,5	-
pył zawieszony PM _{2,5}	rok kalendarzowy	25	-
		20	-
pył zawieszony PM ₁₀	24 godziny	50	35 razy
	rok kalendarzowy	40	-
tlenek węgla	osiem godzin)	10000	-

¹ Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2017 roku (zgodnie z art. 80 ustawy – Prawo Ochrony Środowiska Na podstawie obowiązującego prawa krajowego UE); WIOŚ Kraków, 2018 http://www.krakow.pios.gov.pl/Press/monitoring/powietrze/wyniki/ocena_jakosci_powietrza_2017-malopolska.pdf :dostęp 15.06.2018.

Tab. 6 Poziomy docelowe substancji w powietrzu (Dz.U. 2012 poz.1031).

Lp.	Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom docelowy substancji w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
1	arsen	rok kalendarzowy	6 ng/m ³	-
2	benzo(a)piren	rok kalendarzowy	1 ng/m ³	-
3	kadm	rok kalendarzowy	5 ng/m ³	-
4	nikiel	rok kalendarzowy	20 ng/m ³	-
5	ozon	osiem godzin	120 µg/m ³	25 dni
		okres wegetacyjny (1V – 31VII)	18000 µg/m ³ *h	-
6	pył zawieszony PM2,5	rok kalendarzowy	25 µg/m ³	-

Tab.7 Poziomy alarmowe i informowania dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2012 poz.1031).

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Jednostka
		µg/m ³
Poziom alarmowy		
dwutlenek azotu	jedna godzina	400
dwutlenek siarki	jedna godzina	500
ozon	jedna godzina	240
pył zawieszony PM10	24 godziny	300
Poziom informowania		
ozon	jedna godzina	180
pył zawieszony PM10	24 godziny	200
pył zawieszony PM2,5	trzy lata kalendarzowe	20

Ocena roczna jakości powietrza w województwie małopolskim

Dokument o nazwie „Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2017 roku (zgodnie z art. 80 ustawy – Prawo Ochrony Środowiska na podstawie obowiązującego prawa krajowego UE)” jest oficjalnym dokumentem państwowym charakteryzującym jakość powietrza w województwie małopolskim w roku 2017. Dokument ten stanowi, że standardy jakości powietrza w zakresie ochrony zdrowia dla strefy Aglomeracji Krakowskiej przedstawiają się jak wskazano w tabeli 8.

Tab.8 Wyniki klasyfikacji wszystkich zanieczyszczeń uwzględnianych w ocenie rocznej dokonywanej pod kątem ochrony zdrowia w Aglomeracji Krakowskiej w roku 2017.

Zanieczyszczenie powietrza	Klasa
As	A
BaP	C
C6H6	A
CO	A
Cd	A
NO2	C
Ni	A
O3	A
PM10	C
PM 2.5	C
Pb	A
SO2	A

gdzie klasa:

A – nie przekracza poziomu dopuszczalnego

C- powyżej poziomu dopuszczalnego.

(Źródło: http://www.krakow.pios.gov.pl/Press/monitoring/powietrze/wyniki/ocena_jakosci_powietrza_2017-malopolska.pdf; dostęp: 15.06.2018 r.).

Z analizy tabeli 8 wynika, że standardy jakości powietrza w Aglomeracji Krakowskiej nie są dotrzymane dla następujących parametrów i zanieczyszczeń:

B(a)P – poziom docelowy substancji w powietrzu,

NO₂ – poziom dopuszczalny średnioroczny,

PM10 – poziom dopuszczalny średnioroczny i dopuszczalna częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego dobowego (średnia dobowa >50 µg/m³>35 dni),

PM2,5- poziom dopuszczalny średnioroczny.

Odnosząc zatem stan jakości powietrza w uzdrowisku Kraków-Swoszowice do oceny rocznej obowiązującej dla strefy Aglomeracja Krakowska nie można uznać, że kryterium warunków sanitarnych powietrza jest w uzdrowisku Kraków - Swoszowice dotrzymane.

Dokonując jednak dokładniejszej analizy wymodelowanych na potrzeby oceny rocznej jakości powietrza w Małopolsce w 2017 roku rozkładów przestrzennych wartości dopuszczalnych stężeń wybranych substancji można zauważyć, że na obszarze uzdrowiska Kraków- Swoszowice stężenia substancji przekraczających wartości normowane dla całej Aglomeracji Krakowskiej są z reguły zdecydowanie niższe i tak.

Oszacowane na podstawie modelowania matematycznego:

- ✓ stężenie średnie roczne B(a)P w PM10 wyniosło 3,01 - 5,0 µg/m³ (patrz mapa 34 Oceny...)
- ✓ stężenie średnie roczne NO₂ wyniosło 15,01-30,00 µg/m³ (patrz mapa 12

Oceny...)

- ✓ stężenie średnie roczne pyłu PM10 wyniosło: 25,01- 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (patrz mapa 23 Oceny ..., 2017),
- ✓ 36 maksymalne stężenie dobowe PM10 wynosiło 55,01-65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (patrz mapa 21 Oceny..., 2017),
- ✓ stężenie średnie roczne pyłu PM2.5 wyniosło 23,01-25,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (patrz mapa 28 Oceny... 2017).

W świetle tych szacowań kryteria jakości powietrza dla uzdrowiska Kraków – Swoszowice nie były dotrzymane w odniesieniu stężeń średniorocznych do B(a)P, liczby dni z przekroczeniem średniej dobowej stężeń pyłu PM10 i średniego rocznego stężenia pyłu PM2,5.

Transpozycja wyników stacji pomiarowych, ze stacji PMŚ reprezentatywnej dla uzdrowiska

Kolejnym podejściem do oceny jakości powietrza w uzdrowisku Kraków-Swoszowice była transpozycja wyników pomiarów jakości powietrza na stacji PMŚ reprezentatywnej dla obszaru uzdrowiska. Dobór reprezentatywności stacji został dokonany w oparciu o opracowanie²

Tab.9 Zestawienie wyników pomiarów jakości powietrza dla strefy A uzdrowiska Kraków Swoszowice na podstawie pomiarów PMŚ z lat 2013 – 2017 na podstawie danych ze stacji reprezentatywnej dla tego obszaru – opracowanie własne.

Kraków-Kurdwanów						
Okres uśredniania wyników 1, 24 godziny, pomiarów, rok / wartość w µg/m³	Rok					Poziom dopuszczalny / docelowy / dopuszczalna częstość przekraczania w roku kalendarzowym poziomu dopuszczalnego / liczby dni z przekroczeniem
	2013	2014	2015	2016	2017	
PM10						
24 godziny > 50	116	110*	108	80*	80	35 razy
średnia roczna	46	46	45	41	43	40 µg/m³
24 godziny > 200	1	1	1	1	6	przekroczenia poziomu informowania
24godziny > 300	0	0	0	0	1	przekroczenia poziomu alarmowego
PM2,5						
średnia roczna	32	31	32	29	31	poziom dopuszczalny 25 µg/m³
SO2						

² Metodyka reprezentatywności stacji pomiarowych PMŚ została zaprezentowana w pracy: **Opracowanie wytycznych do określania reprezentatywności stanowisk do pomiarów zanieczyszczeń powietrza oraz określenie reprezentatywności stanowisk pomiarowych funkcjonujących w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska** realizowanej przez Ekometria sp.z o.o. i IMGW-PIB w latach 2015 - 2017 na zlecenie GIOŚ. – opracowanie udostępniane przez GIOŚ.

Kraków-Kurdwanów						
Okres uśredniania wyników 1, 24 godziny, pomiarów, rok / wartość w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rok					Poziom dopuszczalny / docelowy / dopuszczalna częstość przekraczania w roku kalendarzowym poziomu dopuszczalnego / liczby dni z przekroczeniem
	2013	2014	2015	2016	2017	
1h > 350	0	0	0	0	0	24 razy
1h > 500	0	0	0	0	0	przekroczenia poziomu alarmowego
24h > 125	0	0	0	0	0	3 razy
średnia roczna	8,0*	6,4	6,4	6,3	7,0	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂						
1h > 200	0	0	0	0	0	18 razy
średnia roczna	28	29	32	33	33	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO_x						
średnia roczna	73	80	83	80	78	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
benzo(a)piren w PM₁₀						
średnia roczna	7,7	7,0	7,0	5,2	5,0	poziom docelowy 1 ng/m ³
O₃						
8h max > 120	4	2	23	5	5	dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego 25 razy
1h > 180	0	0	2	0	0	przekroczenia poziomu informowania
1h > 240	0	0	0	0	0	przekroczenia poziomu alarmowego

* Wg danych obliczeniowych GIOŚ: liczba dni z przekroczeniami dopuszczalnego poziomu PM₁₀ wg GIOŚ w roku 2014 wynosiła 105, w 2016 – 79. Średnia roczna SO₂ w roku 2013 wynosiła 8,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Transpozycja wyników pomiarów pyłu PM₁₀ ze stacji Kraków – Kurdwanów na obszar uzdrowiska Kraków Swoszowice wskazuje, że w świetle tych danych w uzdrowisku nie były w roku 2017 dotrzymane standardy jakości powietrza w odniesieniu do:

- ✓ średniego rocznego stężenia pyłu PM₁₀ (o 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- ✓ dopuszczalnej liczby dni z przekroczeniem średniego dobowego stężenia pyłu PM₁₀ (o 45 dni),
- ✓ średniego rocznego stężenia pyłu PM_{2,5} (o 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- ✓ średniego rocznego stężenia B(a)P w pyłe PM₁₀ w odniesieniu do poziomu docelowego (o 4 ng/m³).

Mimo nie dotrzymania standardów jakości powietrza w roku 2017 odnotować trzeba obserwowany trwały trend do zmniejszania się stężeń tych substancji w ciągu 5 ostatnich lat.

Modelowanie matematyczne stężeń pyłu PM₁₀, oparte kampanijnymi pomiarami średniodobowych stężeń pyłu PM₁₀ przez WIOŚ w Krakowie przy wykorzystaniu inwentaryzacji emisji dla Krakowa za rok 2017

Przepisy prawne określające dopuszczalność oceny jakości powietrza w zakresie stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w uzdrowisku Osiedle Uzdrowisko Kraków-Swoszowice w oparciu o wyniki modelowania matematycznego.

Stosowanie metod alternatywnych do pomiarów bezpośrednich w przypadku braku takich możliwości do oceny jakości powietrza w tym jakości powietrza w uzdrowiskach regulują poniższe akty prawne wynika z *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu*:

„[...] § 3. 1. Metodami dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu są pomiary ciągłe, pomiary okresowe oraz metody szacowania, w szczególności modelowanie matematyczne.

§ 3. 2. Na potrzeby ustalania metod oceny poziomów substancji w powietrzu określa się górne i dolne progi oszacowania.[...].

§ 7. 1. Oceny poziomu substancji w powietrzu w strefach, w których poziom substancji przekracza górny próg oszacowania, dokonuje się na podstawie pomiarów ciągłych, rozumianych, jako pomiary automatyczne lub jako pomiary manualne prowadzone w sposób systematyczny, odpowiednio do metodyk referencyjnych, o których mowa w § 11, w stałych punktach pomiarowych, w których występowały wcześniej najwyższe stężenia substancji. Przy dokonywaniu ocen można dodatkowo wykorzystać metody modelowania matematycznego, którego wyniki powinny być poddane sprawdzeniu poprawności (walidacji) w oparciu o wyniki pomiarów substancji.

§ 7. 2. Oceny poziomu substancji w powietrzu w strefach, w których poziom substancji nie przekracza górnego progu oszacowania, dokonuje się na podstawie pomiarów w stałych punktach pomiarowych w połączeniu z metodami szacowania, w szczególności modelowania matematycznego, którego wyniki powinny być poddane walidacji na podstawie pomiarów substancji oraz pomiarów okresowych.

§ 11. Metodyki referencyjne oraz wymagania dotyczące jakości pomiarów i innych metod oceny określa załącznik nr 6 do rozporządzenia.[...].

Z przytoczonych aktów prawnych wynika, że w strefach, w których dla danej substancji został przekroczony górny próg oszacowania podstawowym narzędziem do oceny jakości powietrza są pomiary, jednakże nawet dla takich stref ustawodawca dopuszcza dodatkowo wykorzystanie metod modelowania matematycznego. W przypadku stref, w których górny próg oszacowania nie jest przekraczany wyniki modelowania matematycznego są wymagany uzupełnieniem pomiarów. W przypadku Uzdrowiska Kraków Swoszowice, wchodzącego w skład strefy Aglomeracji Krakowskiej, uzupełnienie pomiarów wykonywanych w Krakowie

modelowaniem matematycznym jest w pełni uzasadnione, wobec braku pomiarów na terenie uzdrowiska oraz ze względu na położenie Swoszowic na południowym obrzeżu strefy Aglomeracji Krakowskiej, na południowy-zachód od centrum miasta, w terenie z dużym udziałem zadrzewień, ze stosunkowo słabą urbanizacją i dużym udziałem nieużytków od strony zachodniej. Duży udział terenów otwartych i zadrzewionych na zachód od Swoszowic ma istotne znaczenie, gdyż w Aglomeracji Krakowskiej ukształtowanie terenu wymusza ruch powietrza równoległy do doliny Wisły w kierunku W-E, co przy dominującej cyrkulacji zachodniej sprawia, że kluczowa dla jakości powietrza, z wyjątkiem sytuacji bezadwekcyjnych, może być emisja emitowana na zachód od uzdrowiska.

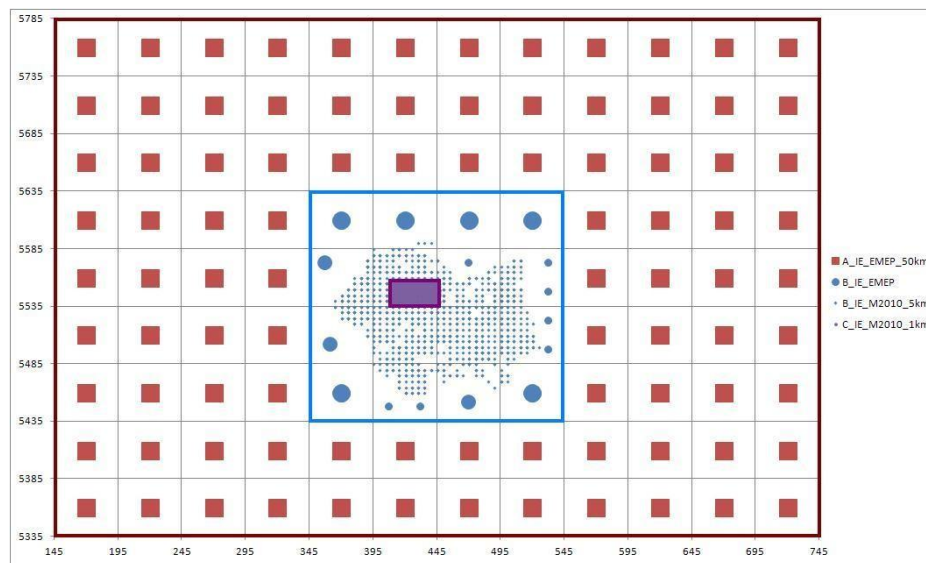
Opis metody modelowania matematycznego i modeli służących do obliczania stężeń

Ocenę jakości powietrza w zakresie pyłu zawieszonego PM₁₀ dla Uzdrowiska Kraków-Swoszowice wykonano, uwzględniając wartości poziomów dopuszczalnych i liczby dopuszczalnych przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla średnich 24-godzinnych i rocznych określone w w/w *Rozporządzeniu* (Tabela 10).

Tab. 10 Górne progi oszacowania oraz poziomy dopuszczalne substancji w powietrzu dla pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz dopuszczalne częstotliwości ich przekraczania.

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Górny próg oszacowania	Dopuszczalna częstość przekroczeń w roku kalendarzowym
			% poziomu dopuszczalnego (wartość w [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])	
Pył zawieszony PM ₁₀	24 godziny	50	70 (35)	35 razy
	rok kalendarzowy	40	70 (28)	-

Ocenę przeprowadzono na podstawie wyników modelowania matematycznego wykonanego systemem FAPPS opracowanym i zaimplementowanych w IMGW-PIB, Zakładzie Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza, przy użyciu zespołu modeli ALADIN/MM5/CALMET/CALPUFF. W systemie FAPPS obliczenia wykonywane są w trzech zagnieżdżonych domenach z rozdzielczościami odpowiednio 50 km, 5km i 1km (rys.21).



Rys. 21 Domeny modelowania– A (regionalna – kolor brązowy, rozdzielczość 50 km, rozmiar 12 na 9 oczek siatki - 600 km na 450 km), B (dla Małopolski – kolor niebieski, rozdzielczość 5 km, rozmiar 40 na 40 oczek siatki, 200 na 200 km), C (dla Krakowa – kolor fioletowy, rozdzielczość 1 km, rozmiar 50 na 40 oczek siatki, 50 na 40 km).

Współrzędne UTM strefa 34.

Taka architektura systemu pozwala na uwzględnienie napływu spoza Małopolski, przy jednoczesnym zachowaniu dużej rozdzielczości obliczeniowej na obszarze Krakowa. Stężenia PM₁₀ na obszarze Krakowa są obliczane są z rozdzielczością 1 km. Modele ALADIN i MM5 odpowiadają za określenie warunków meteorologicznych w skali synoptycznej i regionalnej (rozdzielczość 7 km i 4.5 km), zaś oddziaływanie rzeźby terenu na wiatr zostało uwzględnione w modelu CALMET, który jest wyposażony w formuły dostosowania prędkości i kierunku wiatru do orografii oraz oblicza głębokość warstwy mieszania i stan równowagi atmosfery. Ważne dla właściwego modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń jest takie dobranie parametrów modelu, aby parametryzowana głębokość mieszania była zbieżna z rzeczywistością. Dzięki prowadzonym w Krakowie sondowaniom atmosfery porównano prognozowane przy pomocy preprocesora CALMET i mierzone przy pomocy SODARU głębokości mieszania, a następnie poprzez sterowanie parametrami modelu CALMET dostosowano parametryzowaną wartość do pomiaru. Stosowana standardowo w modelowaniu pojedyncza kategoria użytkowania terenu dotycząca obszarów miejskich nie pozwala na właściwe odtworzenie głębokości mieszania oraz prędkości wiatru. W celu poprawy jakości modelowania na terenie miasta Krakowa zdecydowano się na zwiększenie liczby kategorii przypisanych obszarom miejskim. W tym celu wykorzystano dane z Urban Atlas Kraków www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas. Ostatecznie uzyskano

dla obszaru miasta mapę użytkowania terenu o rozdzielczości 1 km z dziewięcioma różnymi kategoriami dla terenów miejskich. Nowym kategoriom przyporządkowano charakteryzujące je wartości parametrów fizycznych.

W przygotowanym meteorologicznymi modelami ALADIN, MM5 i CALMET czterowymiarowym (x, y, z, t) polu parametrów meteorologicznych emitowane zanieczyszczenia przemieszczają się zgodnie z wiatrem, ulegają dyspersji i depozycji. Za modelowanie rozprzestrzeniania i obliczenie imisji zanieczyszczeń odpowiedzialny jest ostatni segment systemu FAPPS – model obłoku CALPUFF. Ma on zdolność do symulowania wpływu zmiennych w czasie i przestrzeni pól meteorologicznych na transport, transformację i usuwanie zanieczyszczeń powietrza. Zawiera algorytmy opisujące zarówno zachowanie zanieczyszczeń blisko źródła emisji (wzrost rozmiaru obłoku, częściowa penetracja obłoku, wpływ budynków na pole wiatru, subgridowy wpływ orografii), jak i efekty dalekiego zasięgu (sucha i mokra depozycja, przemiany chemiczne, skręt wiatru). CALPUFF ma także możliwość wprowadzenia szczegółowych danych o emisji zanieczyszczeń z różnych rodzajów źródeł: punktowych, liniowych, objętościowych i obszarowych, wraz z określeniem jej zmienności czasowej.

Baza danych o emisji wykorzystana w systemie FAPPS zawiera punktowe i powierzchniowe (w tym komunikacyjne) źródła emisji z Krakowa (za rok 2017) i Małopolski oraz emisję z bazy EMEP spoza Małopolski. Rozdzielczość źródeł emisji w trzech domenach modelowania podawana do systemu jest równa rozdzielczości modelowania w tych domenach, z tym, że każda kategoria źródeł emisji SNAP traktowana jest osobno. Do różnych rodzajów źródeł SNAP przypisano charakterystyczną dla nich zmienność roczną i dobową emisji. W modelowaniu stężeń PM_{10} uwzględniono przemiany chemiczne MEZOPUFF II. Model CALPUFF jest standardowo wykorzystywany przez WIOŚ Kraków, jako narzędzie wspomagające system monitoringu jakości powietrza. Jest modelem zalecanym i często stosowanym w modelowaniu jakości powietrza.

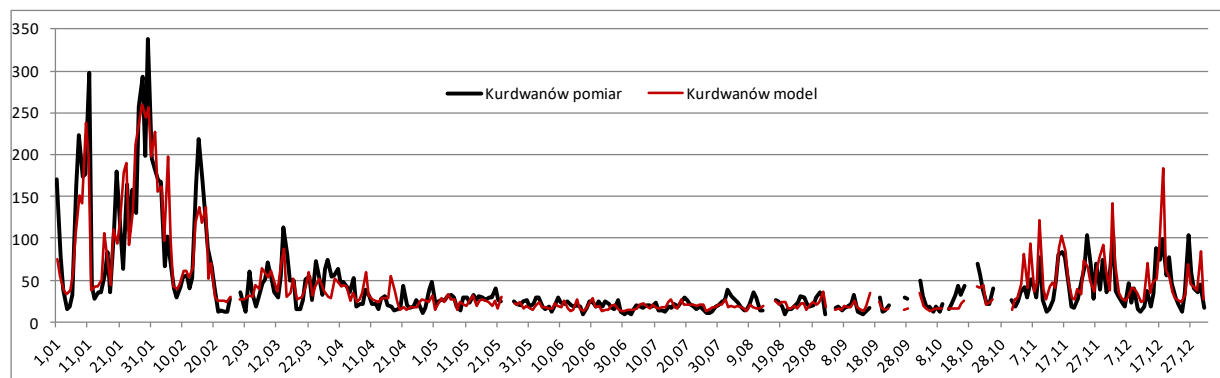
Walidacja wyników modelowania matematycznego w oparciu o dane pomiarowe

W niniejszym opracowaniu średnią roczną stężeń PM_{10} oraz liczbę przekroczeń progu $50 \mu g/m^3$ przez średnie dobowe obliczono dla całego 2017 roku. Walidację wyników modelowania przeprowadzono w oparciu o porównanie wyników pomiarów z wynikami modelowania dla stacji zlokalizowanych na terenie Aglomeracji Krakowskiej (Tabela 3). Do walidacji wyników modelowania zastosowano charakterystyki statystyczne takie jak: BIAS, FB, RMSE, NMSE, EXV i FAC2.

Tab.11 Charakterystyki statystyczne walidacji prognoz średnich 24-godzinnych PM_{10} obliczonych przy zastosowaniu systemu FAPPS dla okresu 1 stycznia – 31 grudnia 2017.

Stacja monitoringu jakości powietrza	NR	Średnia roczna PM_{10}		BIAS	RMSE	FB	EXV	FAC2	NMSE
		pomiar	model						
Kurdwanów	KR15	43,38	43,45	0,08	21,68	0,00	0,80	0,91	0,25
Aleje Krasińskiego	KR05	55,12	45,01	10,11	26,71	0,20	0,69	0,91	0,29
ul. Dietla	KR28	48,14	47,46	-0,68	26,67	0,01	0,61	0,96	0,31
ul. Bulwarowa	KR06	41,13	46,80	5,67	22,34	-0,13	0,63	0,82	0,26
ul. Złoty Róg	KR32	43,58	43,11	-0,47	20,77	0,01	0,74	0,94	0,23
Os. Piastów	KR31	36,85	45,08	8,24	21,68	-0,20	0,70	0,83	0,28

Analiza wyników modelowania wykazuje bardzo dobrą zgodność obserwowanej i prognozowanej średniej rocznej w badanym okresie, zwłaszcza dla stacji KR15, KR28 i KR32. Poza świadczących o tym bliskich zeru wartościach BIAS i FB, stosunkowo niskim wartościom RMSE i NMSE, na uwagę zasługują bardzo wysokie wartości wskaźnika wyjaśnianej wariancji EXV i FAC2. Porównanie obserwowanej i modelowanej zmienności średnich dobowych PM_{10} dla stacji Kurdwanów zaprezentowano na rysunku 22. Obserwowane jest nieznaczne zaniżenie przez model najwyższych obserwowanych stężeń w styczniu i lutym 2017 roku oraz pewne zawyżanie najwyższych stężeń w listopadzie i grudniu 2017 roku. Prawdopodobną przyczyną takiego efektu mogą być zmiany emisji powierzchniowej z systemów grzewczych spowodowane przez liczne zmiany sposobu ogrzewania dokonane w 2017 roku.

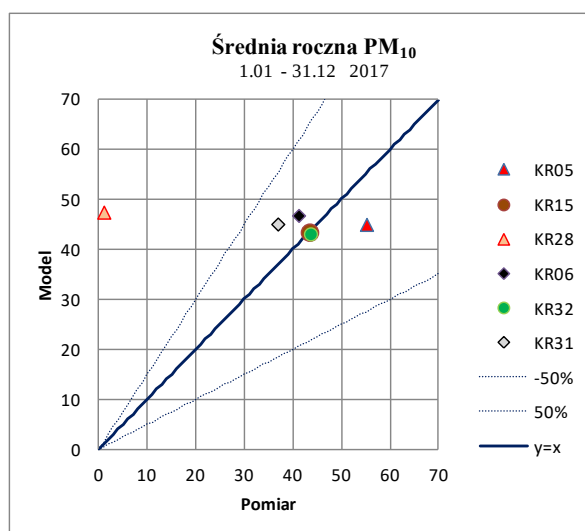


Rys. 22. Porównanie wyników modelowania matematycznego (system FAPPS) z pomiarami średnich dobowych PM_{10} w 2017 roku dla stacji Kurdwanów w Krakowie.

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu określono wymagania, które powinny spełniać wyniki modelowania matematycznego. Niepewność metod modelowania, definiowana, jako maksymalne odchylenie wartości stężeń zmierzonych od obliczonych, dla 90% stanowisk pomiarowych, w okresie uśredniania przyjętym dla poziomu dopuszczalnego, poziomu

docelowego lub poziomu celu długoterminowego, bez uwzględniania czasu wystąpienia poszczególnych zdarzeń, w przypadku pyłu zawieszonego PM_{10} , odniesiona do średniej rocznej powinna być mniejsza niż 50%.

Na rysunku 3, przedstawiono porównanie zmierzonych i uzyskanych z modelowania matematycznego średnich rocznych PM_{10} dla sześciu stacji monitoringu jakości powietrza Aglomeracji Krakowskiej, na tle zakresu niepewności wymaganego przez Ustawodawcę, przedstawionego przerywanymi liniami. Wyniki modelowania uzyskane dla wszystkich krakowskich stacji są zbieżne z pomiarami w znacznie wyższym stopniu, niż wymaga Ustawodawca, dowodząc dopuszczalności zastosowanej metody w ocenie jakości powietrza.



Rys 23. Porównanie średnich rocznych stężeń PM_{10} uzyskanych z modelowania matematycznego oraz pomiarów dla sześciu stacji monitoringu jakości powietrza w Krakowie. Przerywanymi liniami oznaczono dopuszczalny przez ustawodawcę zakres niepewności modelowania matematycznego.

Pomimo tego, że ustawodawca tego nie wymaga w niniejszym opracowaniu porównano także wyznaczoną z modelowania matematycznego i obserwowaną liczbę przekroczeń progu $50 \mu g/m^3$ przez średnie dobowe PM_{10} w ciągu roku. Wyniki porównania zawiera tabela 4. Wynika z niej, że dla stacji komunikacyjnych (KR05 i KR28), jak należało oczekiwać, modelowanie zaniża liczbę przekroczeń progu. Dzieje się tak, ze względu na położenie tych stacji w bezpośredniej bliskości źródeł emisji, podczas gdy modelowanie przedstawia uśrednione wyniki dla obszaru wokół stacji o powierzchni $1 km^2$. Wyraźnie daje się także zauważyć zawyżenie liczby przekroczeń dla stacji KR06 i KR31 będących w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowej z huty stali ArcelorMittal. Prawdopodobnym powodem jest praktyka wykorzystywania przy opracowywaniu inwentaryzacji emisji dla dużych emitatorów przemysłowych emisji z pozwoleń, która zazwyczaj jest wyższa, niż rzeczywista. Różnice pomiędzy wyznaczoną z modelowania matematycznego i obserwowaną liczbą przekroczeń

są najmniejsze dla stacji Kurdwanów i Złoty Róg. Stacja Kurdwanów jest stacją najbliższą Uzdrowisku Kraków Swoszowice, leżącą na północny-wschód od centrum Uzdrowiska w odległości około 2 km. W przypadku tej stacji w 2017 roku zaobserwowano 74 dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} . Taką samą liczbę dni z przekroczeniami uzyskano w przypadku modelowania matematycznego dla oczka siatki o powierzchni 1km^2 obejmującego lokalizację stacji Kurdwanów.

Zaprezentowane wyniki walidacji modelowania matematycznego wskazują na bardzo wysoką zgodność zaprezentowanej metody z pomiarami. Wyniki są szczególnie dobre dla leżącej w bezpośredniej bliskości Uzdrowiska Kraków-Swoszowice stacji Kurdwanów. Średnia roczna modelowana w 2017 roku dla tej stacji różniła się od średniej zmierzonej o $0.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a modelowo uzyskana liczba dni z przekroczeniami progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} była równa obserwowanej liczbie dni z przekroczeniami dla tej stacji.

Tab.12 Porównanie zmierzonej i wyznaczonej za pomocą modelowania matematycznego liczby dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} . Na szaro zaznaczono stacje bez bezpośredniego wpływu emisji komunikacyjnej i przemysłowej.

Liczba dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$						
stacja	KR15	KR05	KR28	KR06	KR32	KR31
Model	74	89	92	102	83	82
Pomiar	74	132	103	82	84	60

Poziom stężeń pyłu zawieszonego PM_{10} w Uzdrowisku Kraków-Swoszowice uzyskany na podstawie modelowania matematycznego

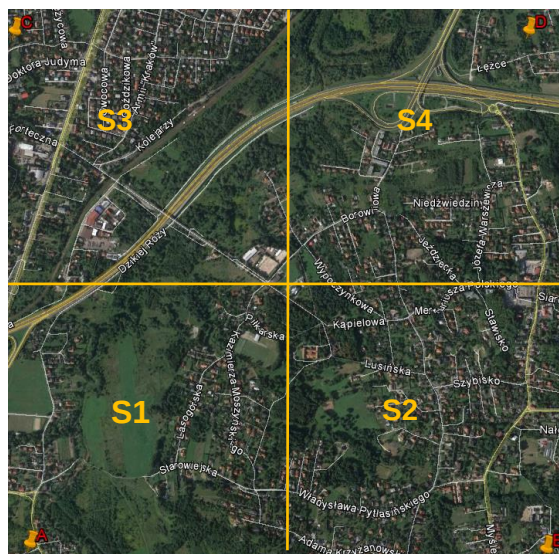
W celu określenia wysokości stężeń PM_{10} w Uzdrowisku Kraków-Swoszowice poddano analizie stężenia PM_{10} z 4 oczek siatki modelu FAPPS (rys. 4). Wyniki zaprezentowano w tabeli 13.

Tab. 13 Średnie roczne stężenia PM_{10} oraz liczby dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} , uzyskane za pomocą modelowania matematycznego dla 4 oczek siatki systemu FAPPS. Na szaro zaznaczono wyniki dla oczka siatki, w którym zlokalizowane jest centrum Uzdrowiska Kraków-Swoszowice.

Oczko siatki	S1	S2	S3	S4
Liczba dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10}	69	74	73	73
Średnia roczna PM_{10}	39,5	41,5	40,8	40,2

Zarówno w przypadku średniej rocznej, jak i w przypadku dopuszczalnej liczby przekroczeń progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} wyniki modelowania wskazują na niedotrzymanie obu norm jakości powietrza w trzech z czterech oczek siatki obejmujących obszar uzdrowiska. W czwartym oczku siatki (S1) niedotrzymanie norm dotyczy wyłącznie liczby przekroczeń progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} (69 zamiast 35), a dopuszczalna wartość średniej

rocznej nie jest przekroczona ($39,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W centrum Uzdrowiska Kraków Swoszowice (oczko siatki S2) modelowania matematyczne wykazuje przekroczenie średniego rocznego stężenia dopuszczalnego PM_{10} wynoszącego $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 3,75% dopuszczalnej normy. W dwóch pozostałych oczkach siatki z przekroczeniami obu norm przekroczenia dopuszczalnej średniej rocznej są jeszcze mniejsze, odpowiednio dla oczka S3 o 2% a dla oczka S3 o 0,5%. W przypadku modelowania zanotowano też ponad dwukrotnie wyższą niż dopuszczana przez ustawodawcę liczbę dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} (74 wobec dopuszczonych 35 dla oczka siatki S2). Analizując zaprezentowane wyniki należy jednak pamiętać, że dotyczą one stężeń uśrednianych w kwadracie 1km na 1km, w którym, jak pokazuje rys. 4 zlokalizowana jest duża liczba budynków jednorodzinnych, znacznie odsuniętych od Uzdrowiska. Przed tą emisją Uzdrowisko Kraków Swoszowice jest w dużej mierze osłonięte zadrzewieniami, co przy tej skali modelowania nie może być widoczne. Dodatkowo emisja z niskich budynków ma największy wpływ na jakość powietrza w ich bezpośrednim otoczeniu, co zapewne, przy tak nierównomiernym rozkładzie niskiej emisji w oczku siatki, prowadzić będzie do dużej niejednorodności emisji. Prawidłowa liczba przekroczeń progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez średnie dobowe PM_{10} jest parametrem trudnym do uzyskania nie tylko w przypadku modelowania, ale także pomiarów. W przypadku pomiarów brak średnich dobowych z każdego dnia, w którym na innych stacjach obserwowano wyraźne przekroczenia obniża tę liczbę, zaś w przypadku niskiego poziomu stężeń nie wpływa na jej wielkość. W zastosowanym modelowaniu matematycznym dla wszystkich stacji poza komunikacyjnymi liczba przekroczeń dopuszczalnego progu jest zawyżana, nieraz bardzo istotnie. Zaniżenie tej liczby dla stacji komunikacyjnych (emisja blisko urządzenia pomiarowego) i znaczne zawyżenie dla stacji z oddziaływaniem przemysłu (emisja znacznie oddalona od urządzenia pomiarowego) świadczy o tym, że jest to parametr bardzo czuły na niejednorodność niskiej emisji.



Rys 24. Położenie czterech oczek siatki modelu FAPPS poddanych analizie w celu określenia średnich rocznych stężeń oraz liczby dni z przekroczeniem progu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$ dla Uzdrowiska Kraków Swoszowice.

Podsumowanie analizy warunków aerosanitarnych określonych drogą modelową

Przeprowadzona analiza stężeń pyłu PM_{10} w uzdrowisku Kraków-Swoszowice dla okresu 2017 i przy wykorzystaniu inwentaryzacji emisji za rok 2017 wskazuje, że:

- ✓ średnie roczne stężenie tej substancji niewiele przekracza normę roczną ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i wynosiło $41,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że biorąc pod uwagę błąd szacowania można uznać, że ten parametr jakości powietrza został dotrzymany;
- ✓ liczba dni z przekroczeniami dobowej wartości dopuszczalnej $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosi 74 dni przy wartości dopuszczalnej 35. Oznacza, że w zakresie dopuszczalnej rocznej liczby dni ze stężeniem średniodobowym $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ standard jakości powietrza nie został dotrzymany.

Podsumowanie analizy warunków aerosanitarnych dla Krakowa Swoszowic wykonywanych różnymi metodami

Jakość powietrza w Krakowie Swoszowicach nie mogła zbadana za pomocą pomiarów bezpośrednich. Na terenie uzdrowiska nie działa bowiem stacja PM_{10} , której czas działania wypełniałby pełny rok kalendarzowy³. W związku z tym szacowanie warunków aerosanitarnych w uzdrowisko Kraków- Swoszowice musiało się odbywać metodami

³ Od lutego 2018 roku w strefie A uzdrowiska Kraków-Swoszowice WIOŚ realizuje pomiary manualne pyłu PM_{10} przy wykorzystaniu metody kampanijnej. Wyniki pomiarów posłużyły do porównania stężeń uzyskanych drogą modelowania matematycznego dla uzdrowiska nie mogą jednak stanowić podstawy oceny jakości powietrza ze względu na niepełny okres pomiarowy.

pośrednimi:

- ✓ oceny rocznej jakości powietrza wykonanej przez WIOŚ w Krakowie⁴,
- ✓ transpozycji wyników stacji pomiarowych, ze stacji PMŚ reprezentatywnej dla uzdrowiska tj Krakow Kurdwanów,
- ✓ modelowania matematycznego stężeń pyłu PM10- jako metody alternatywnej, popartego kampanijnymi pomiarami średniodobowych stężeń pyłu PM10 przez WIOŚ w Krakowie.

W świetle tych analiz należy stwierdzić, że jakkolwiek jakość powietrza w Uzdrowisku Kraków-Swoszowice jest zdecydowanie lepsza niż w pozostałej części Aglomeracji Krakowskiej oraz w ostatnich 5 latach obserwuje się jej dalszą stopniową poprawę to jednak uzdrowisko to w zakresie warunków sanitarnych powietrza nie spełnia wymogów RMZ z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz.U. 2018 poz. 605).

Dotyczy to głównie następujących parametrów jakości powietrza stężeń średniorocznych do B(a)P, liczby dni z przekroczeniem średniej dobowej stężeń pyłu PM10 i średniego rocznego stężenia pyłu PM2,5, średniorocznych stężeń NO_x, których wartości pomierzone lub modelowane były znacząco większe od normy.

Wobec tego stanu rzeczy ta część świadectwa dotyczącego właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice nie może być pozytywne.

Klimat akustyczny

Badanie klimatu akustycznego uzdrowiska powinno odpowiadać wymogom przepisów wydanych zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 113 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska.

Na terenie uzdrowiska Kraków-Swoszowice nie były wykonywane systematyczne pomiary hałasu prowadzone przez służby Państwowego Monitoringu Środowiska. Wobec tego stanu rzeczy dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano w losowo wybranym okresie dobowym pomiaru natężenia hałasu w dwóch newralgicznych punktach strefy A uzdrowiska Kraków-Swoszowice.

Punkty wybrano tak, aby reprezentowały one potencjalnie najmniej korzystne warunki klimatu akustycznego dla całej strefy A uzdrowiska.

⁴ Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2017 roku (zgodnie z art. 80 ustawy – Prawo Ochrony Środowiska Na podstawie obowiązującego prawa krajowego UE; WIOŚ Kraków, 2018 http://www.krakow.pios.gov.pl/Press/monitoring/powietrze/wyniki/ocena_jakosci_powietrza_2017-malopolska.pdf :dostęp 15.06.2018

Pomiary przeprowadziło specjalistyczne laboratorium (EkoNorm Sp.z o.o w Katowicach) posiadające akredytację na tego typu pomiary, pod nadzorem IMGW-PIB. Wyniki pomiarów przedstawiają tabele 15 i 17 a lokalizację punktów pomiarowych rysunek 3.

Zgodnie z obowiązującym obecnie Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tj. Dz.U.2014 poz. 112) ochronie akustycznej podlegają 4 podstawowe grupy terenów – wymienionych w załączniku. Grupowanie terenów winno odbywać się na podstawie aktualnego przeznaczenia terenu, zgodnie z obowiązującym planem zagospodarowania przestrzennego lub innym dokumentem stwierdzającym przeznaczenie badanego obszaru.

Po określeniu faktycznego przeznaczenia terenu i zakwalifikowaniu go do jednej z wymienionych grup określa się dopuszczalny poziom hałasu wyrażony równoważnym poziomem dźwięku A. Fragment załącznika do rozporządzenia przedstawiono w tabeli 3 niniejszego opracowania, w której podano dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku wyrażone wskaźnikami LAeqD i LAeqN stosowanymi do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby w zależności od przeznaczenia badanego terenu.

Przedział czasu odniesienia, dla którego wyznacza się równoważny poziom dźwięku A, w przypadku hałasu drogowego jest równy:

- a) dla pory dziennej, tj. od 6:00 do 22:00 – $t = 16$ godzin,
- b) dla pory nocnej, tj. od 22:00 do 6:00 - $t = 8$ godzin.

Tab.14 Klasyfikacja terenów chronionych oraz wartości dopuszczalne poziomu hałasu w środowisku wyrażone wskaźnikami LAeqD i LAeqN.

L.p.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe ¹⁾		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		LAeq D przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	LAeq N przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	LAeq D Przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	LAeq N przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży ²⁾ c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	55	50	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe ²⁾ d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	60	50	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ³⁾	65	55	55	45

Objaśnienia:

¹⁾ Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.

²⁾ W przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy.

³⁾ Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców pow. 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

Tab.15. Dane dotyczące lokalizacji punktu pomiarowego Kraków Swoszowice ul. Kąpielowa.

Rodzaj punkty pomiarowego	PDH01
Odległość punktu pomiarowego od źródła hałasu [m]	10,0 m
Względna wysokość punktu pomiarowego liczona od poziomu jezdni [m]	4 m
Długość geograficzna w układzie '92	19°56'11.40"E
Szerokość geograficzna w układzie '92	49°59'34.90"N

Tab.16 Wyniki pomiarów dla punktu pomiarowego Kraków Swoszowice ul. Kąpielowa.

Pora doby	Poziom dopuszczalny [dBA]	Wartości równoważnego poziomu dźwięku [dBA] dla czasu odniesienia TLAeq T [dB]	Wartość LAeq T po korekcji (z uwagi na lokalizację punktu pomiarowego przy elewacji budynku) [dB]	Niepewność pomiarowa U95 [dB]	Odległość punktu pomiarowego od krawędzi jezdni [m]
Dzień (6:00 – 22:00)	50,0	63,3	-	0,84	10,0
Noc (22:00 - 6:00)	45,0	54,7	-		

Tab.17 Dane dotyczące lokalizacji punktu pomiarowego Kraków Swoszowice ul.Lusińska.

Rodzaj punkty pomiarowego	PPH02
Odległość punktu pomiarowego od źródła hałasu [m]	~10,0m
Względna wysokość punktu pomiarowego liczona od poziomu jezdni [m]	4m
Długość geograficzna w układzie '92	19°56'8.95"E
Szerokość geograficzna w układzie '92	49°59'30.63"N

Tab. 18 Dane dotyczące lokalizacji punktu pomiarowego Kraków Swoszowice ul. Lusińska.

Pora doby	Poziom dopuszczalny [dBA]	Wartości równoważnego poziomu dźwięku [dBA] dla czasu odniesienia TLAeq T [dB]	Wartość LAeq T po korekcji (z uwagi na lokalizację punktu pomiarowego przy elewacji budynku) [dB]	Niepewność pomiarowa U95 [dB]	Odległość punktu pomiarowego od krawędzi jezdni [m]
Dzień (6:00 – 22:00)	50,0	52,5	-	0,84	10,0
Noc (6:00 - 22:00)	45,0	45,3	-	0,84	10,0

Uzyskiwane wyniki pomiarów wskazują na nieznaczne przekroczenie norm hałasu komunikacyjnego w obu punktach pomiarowych a biorąc pod uwagę niepewność pomiarową

(szczególnie dla przypadku punktu pomiarowego przy ulicy Lusińskiej) jest ono praktycznie zaniedbywalne. W konsekwencji oznacza to, że strefa A Uzdrowiska Kraków Swoszowice, a uściślając okolice położone blisko jej granicy są narażone na pewną uciążliwość akustyczną. Biorąc jednak pod uwagę nieznaczące przekroczenia obowiązujących norm w punktach pomiarowych celowo wybranych jako potencjalnie najbardziej niekorzystne z punktu widzenia klimatu akustycznego należy uznać, że w głębi strefy A narażenie na hałas komunikacyjny jest mniejsze i nie będzie przekraczać norm prawnych dla tego typu terenów.

Pole elektromagnetyczne

Badanie pola elektromagnetycznego strefy A uzdrowiska Kraków-Swoszowice zostało przeprowadzone przez Centralny Instytut Ochrony Pracy-Państwowy Instytut Badawczy (CIOŚ-PIB), ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa.

Do oceny pola elektromagnetycznego zastosowano przepisy krajowe określające wymagania dotyczące uzdrowisk oraz wymagania dotyczące ochrony przed polem elektromagnetycznym:

- ✓ Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (tj. Dz.U 2017 poz. 1056):
 - W strefie A ochrony uzdrowiskowej zabrania się budowy (w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane) stacji bazowych telefonii ruchomej, stacji nadawczych radiowych i telewizyjnych, stacji radiolokacyjnych i innych emitujących fale elektromagnetyczne, z wyłączeniem urządzeń łączności na potrzeby służb bezpieczeństwa publicznego i ratownictwa z zastrzeżeniem, że urządzenia te będą oddziaływały na środowisko polami elektromagnetycznymi o poziomie nie wyższym niż określone dla strefy B;
 - W strefie B ochrony uzdrowiskowej zabrania się budowy (w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane) urządzeń emitujących fale elektromagnetyczne, będących przedsięwzięciami mogącymi zawsze znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U 2017 poz. 1405 z zm.), oddziałujących na strefę A ochrony uzdrowiskowej polami elektromagnetycznymi o poziomach wyższych niż dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych – charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych – dla miejsc dostępnych dla ludności, określone na podstawie art. 122 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tj. Dz.U 2018 poz. 799).
- ✓ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa

potwierdzającego te właściwości (tj. Dz.U 2018 poz. 605):

- W załączniku nr 3 do rozporządzenia określono kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu i stanu sanitarnego powietrza. W odniesieniu do ochrony przed polami elektromagnetycznymi jako podstawę prawną takiej oceny wskazano przepisy wydane na podstawie art. 122 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tj. Dz.U 2018 poz. 799). Rozporządzenie, o którym mowa omówiono poniżej.
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. nr 192 poz. 1883, 2003):
- W ww. rozporządzeniu, na podstawie art. 122 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U 2017 poz. 519, 785, 898), określono: dopuszczalne natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w miejscach dostępnych dla ludności.
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. 2003 Nr 192 poz. 1883):
 - W ww. rozporządzeniu, na podstawie art. 122 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tj. Dz.U. z 2018 poz. 799) określono: dopuszczalne natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w miejscach dostępnych dla ludności (tabela 19).

Tab. 19 Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w miejscach dostępnych dla ludności.

Zakres częstotliwości	Dopuszczalne wartości natężenie PEM	
	Składowa elektryczna [V/m]	Składowa magnetyczna [A/m]
0 Hz	10000	2500
od 0,5 Hz do 50 Hz	10000	$10/3f$
od 0,05 kHz do 1 kHz	nie określono	$10/3f$
od 0,001 MHz do 3 MHz	20	3,3
od 3 MHz do 300 GHz	7	nie określono

gdzie: f – częstotliwość w jednostkach podanych w kolumnie „Zakres częstotliwości”.

W wyniku przeprowadzonego rozpoznania i pomiarów pola elektromagnetycznego, w uczęszczanych przez kuracjuszy miejscach na terenie Strefy A ochrony uzdrowiskowej uzdrowiska Kraków Swoszowice, stwierdzono, że **we wszystkich punktach pomiarowych zmierzono pole elektryczne o częstotliwości z zakresu (0,0001-6,0) GHz emitowane przez instalacje radiokomunikacyjne o natężeniach nie przekraczających 20% wartości dopuszczalnej (7 V/m), określonej w odniesieniu do ekspozycji ludności (Rozporządzenie**

Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów – (Dz.U 2003 nr 192 poz. 1883).

Badania pola elektromagnetycznego przeprowadzono na terenie Strefy A w miejscach uczęszczanych przez kuracjuszy. Do przeprowadzenia pomiarów wybrano 10 punktów zlokalizowanych na terenie Strefy A.

W wyniku przeprowadzonego, na zlecenie IMGW-PIB, rozpoznania i pomiarów pola elektromagnetycznego, w uczęszczanych przez kuracjuszy miejscach na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej Kraków Swoszowice stwierdzono, że:

- 1) W zakresie częstotliwości (0,0001 - 6,0) GHz, obejmującym pole elektromagnetyczne emitowane przez instalacje radiokomunikacyjne (z wyłączeniem radiolinii), rozpoznano dominujące składowe o częstotliwościach emitowanych przez systemy telefonii komórkowej (GSM i UMTS – ok. 0,9 GHz; 1,8 GHz i 2,1 GHz) oraz mobilnego dostępu do internetu (LTE i Wi-Fi – ok. 2,4 GHz i 2,6 GHz), o zróżnicowanych poziomach – zależnie od odległości od znajdujących się w otoczeniu terenu strefy A stacji bazowych wspomnianych systemów radiokomunikacyjnych.
- 2) Natężenie pola elektrycznego zarejestrowane w 10 punktach pomiarowych zlokalizowanych w miejscach uczęszczanych przez kuracjuszy, szerokopasmowo w zakresie częstotliwości (0,0001 - 6,0) GHz oraz selektywnie w zakresie częstotliwości (0,08 - 5,85) GHz, nie przekroczyło wartości skutecznej 0,47 V/m.
- 3) **We wszystkich punktach pomiarowych zmierzono pole elektryczne emitowane przez instalacje radiokomunikacyjne, o częstotliwości z zakresu (0,0001 - 6,0) GHz, o natężeniach nie przekraczających 6,7% wartości dopuszczalnej (7 V/m), określonej w odniesieniu do ekspozycji ludności RMS z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. nr 192 poz. 1883, 2003).**

Konkluzja

Po przeprowadzeniu badań właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kraków Swoszowice dokonanych zgodnie z przepisami RMZ z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz.U. 2006 nr 80 poz. 565) oraz RMZ z dnia 5 października 2016 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz. U. 2018 r. poz. 605) stwierdza się, co następuje.

Uzdrowisko Kraków Swoszowice **charakteryzuje się:**

- a) **parametrami sanitarnymi powietrza:** przekraczającymi obowiązujące normy prawne odpowiadające wymogom RMŚ z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2012 poz. 1031) dla następujących parametrów jakości powietrza: stężeń średniorocznych do B(a)P – osiągnięcie poziomu docelowego, liczby dni z przekroczeniem średniej dobowej stężeń pyłu PM₁₀, średniego rocznego stężenia pyłu PM_{2,5}, średniorocznych stężeń NO_x.
Powyższe wynika oceny rocznej jakości powietrza wykonanej przez WIOŚ w Krakowie transpozycji wyników stacji pomiarowych, ze stacji PMŚ reprezentatywnej dla uzdrowiska tj Kraków Kurdwanów, modelowania matematycznego stężeń pyłu PM₁₀- jako metody alternatywnej, popartego kampanijnymi pomiarami średniodobowych stężeń pyłu PM₁₀ przez WIOŚ w Krakowie, których wyniki nie spełniają wymagań RMZ z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz.U. 2018 poz. 605);
- b) **poziomem hałasu:** przekraczającym nieznacznie dopuszczalne normy hałasu na dwóch stanowiskach pomiarowych w strefie A uzdrowiska. Oznacza to, że strefa A Uzdrowiska Kraków-Swoszowice, a uściślając okolice położone blisko jej granicy są narażone na uciążliwość akustyczną. Biorąc jednak pod uwagę nieznaczne przekroczenia obowiązujących norm w punktach pomiarowych celowo wybranych jako potencjalnie najbardziej niekorzystne z punktu widzenia klimatu akustycznego należy uznać, że w głębi strefy A narażenie na hałas komunikacyjny jest mniejsze i nie będzie przekraczać norm prawnych dla tego typu terenów.
- c) **poziomem pól elektromagnetycznych:** nie przekraczającym obowiązujących norm prawnych w tym zakresie (Dz.U. 2003 nr 192 poz. 1883);
- d) **warunkami bioklimatycznymi:** spełniającymi wymogi RMZ z dnia 13 kwietnia 2006 r.

w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (tj. Dz. U. 2018 r. poz. 605).

Posiada następujące właściwości lecznicze: klimat lokalny uzdrowiska Kraków Swoszowice charakteryzuje się korzystnymi warunkami do prowadzenia klimatoterapii w zakresie helioterapii, aeroterapii i kinezjoterapii. Warunki klimatu lokalnego uzdrowiska Swoszowice mieszczą się w normach dla uzdrowisk środkowoeuropejskich i przez zdecydowaną większość czasu w roku nie wpływają obciążająco na organizm osób przebywających w uzdrowisku.

W związku z tym może być wykorzystywana w lecznictwie uzdrowiskowym do następujących kierunków leczniczych:

- 1) chorób reumatologicznych
- 2) chorób ortopedyczno-urazowych,
- 3) osteoporozy,
- 4) chorób skóry (łuszczyca),
- 5) chorób układu nerwowego.

a uściślając, z punktu widzenia klimatologicznego brak jest przeciwwskazań do prowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego z tego zakresu, z zastrzeżeniem uwag dotyczących stanu sanitarnego powietrza w uzdrowisku.

Bibliografia (wybór)

CIOP-PIB, sprawozdanie z badań PEM pn. Badania pola elektromagnetycznego na terenie uzdrowiska Swoszowice na potrzeby oceny klimatu uzdrowiska, czerwiec 2018

GUS, Bank Danych Lokalnych, stan na 2017 r. (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>)

EkoNorm Sp. z o.o., sprawozdanie z badań pomiaru hałasu komunikacyjnego pn. Pomiary hałasu komunikacyjnego w 2 punktach pomiarowych realizowanych metodą ciągłych pomiarów w czasie 16h pory dziennej oraz 8h dla pory nocnej, zlokalizowanych w granicach Uzdrowiska Swoszowice, czerwiec 2018

Kondracie J., Geografia regionalna Polski, WN PWN Warszawa 2009

Kozłowska-Szczęsna T i in., Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie, Warszawa, PAN. IGiPZ 2002

Martyn D., Klimaty kuli ziemskiej, PWN, Warszawa 2000

Okołowicz W., Klimatologia ogólna, PWN, Warszawa 1969