

**Plan Adaptacji do zmian klimatu
dla miasta i Gminy Wieliczka
do roku 2050 z perspektywą do roku 2100**

Zespół autorski:

Dr Wojciech Szymalski (koord.)

Dr Aneta Afelt

Prof. dr had. Jarosław Chormański

Dr Kamil Leziak

Mgr Ewa Świerkula

Mgr Renata Filip

Warszawa, 25.04.2023

Spis treści

1. Wprowadzenie
 - 1.1 Podstawy inicjatywy
 - 1.2. Adaptacja do zmian klimatu – zarys problemu
 - 1.3. Cel i priorytety opracowania – wizja miasta i gminy Wieliczka jako miejsca bezpiecznego rozwoju
2. Klimat miasta i gminy Wieliczka i jego przewidywane zmiany
3. Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu
 - 3.1. Warunki obiegu wody
 - 3.2. Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych
4. Ryzyko klimatyczne gminy
 - 4.1. Analiza narażenia na czynniki klimatyczne
 - 4.2 Ocena ryzyka
5. Plan działań adaptacyjnych dla miasta i gminy Wieliczka
6. Współzależność Planu Adaptacji Miasta i Gminy z dokumentami strategicznymi.
7. Wdrażanie Planu Adaptacji dla miasta i gminy Wieliczka
8. Źródła finansowania działań adaptacyjnych
9. Narzędzia monitoringu i oceny realizacji działań adaptacyjnych

1. Wprowadzenie

1.1 Podstawy inicjatywy

„Plan Adaptacji do zmian klimatu dla miasta i gminy Wieliczka” (MPA) jest dokumentem strategicznym, diagnozującym wrażliwość przestrzeni zurbanizowanej na prognozowane zmiany klimatu oraz wskazującym optymalne kierunki działań obniżających presję klimatyczną. Inicjatywa wpisuje się w politykę klimatyczną kraju, podążając za wytycznymi rządowego programu „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (SPA2020).

Miasta (generalnie obszary zurbanizowane) wskazane są jako obszary priorytetowe, dla których należy wdrożyć priorytetowe działania adaptacyjne w najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu obszarach i sektorach. Strategia wchodzi w skład ramowej polityki Unii Europejskiej w zakresie adaptacji do zmian klimatu, której celem jest poprawa odporności państw członkowskich na aktualne i oczekiwane zmiany klimatu. Celem działań jest przygotowanie społeczeństwa i infrastruktury do ekstremalnych zjawisk klimatycznych i pogodowych oraz redukcję związanych z tym kosztów społeczno-ekonomicznych.

Opracowanie strategicznych dokumentów „Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu” w modyfikacji uwzględniającej strukturę administracyjną kraju – czyli „Gminnych Planów Adaptacji” jest realizacją 4. celu szczegółowego SPA2020: Zapewnienie zrównoważonego rozwoju regionalnego i lokalnego z uwzględnieniem zmian klimatu. Właśnie zakończonym przedsięwzięciem, realizującym politykę państwa w tym zakresie, jest koordynowany przez Ministerstwo Środowiska projekt przygotowania ujednoczonych metodycznie miejskich planów adaptacji do zmian klimatu dla 44 największych miast w kraju (z liczbą mieszkańców pow. 100 tys.). Dokumenty te dedykowane są miastom-regionalnym liderom w strukturze zurbanizowanej. Ośrodki wchodzące w skład obszarów aglomeracyjnych – przestrzennie i funkcjonalnie powiązane strukturą miejską, miejskoprzemysłową, osadniczą zachęcane są do podążania i przygotowania własnych, ale przygotowanych zgodnie z ujednoczoną metodyką, zawartą w Podręczniku adaptacji miast – wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu (Ministerstwo Środowiska, 2015).

Zmiany klimatu zachodzą relatywnie powoli w skali życia człowieka, choć już obecnie zauważono większą częstość występowania ekstremalnych zjawisk atmosferycznych. Kształtowanie miasta – jego zabudowy, infrastruktury technicznej, zielonej oraz błękitnej to również długotrwały proces. W związku z tym dla dokumentu strategicznego MPA W przyjęto horyzont 2050 roku z perspektywą do 2100 roku.

Strategia składa się z 3 części: (1) prognoza klimatu w 2 horyzontach – do 2050 oraz 2100 r, (2) diagnozy wrażliwości miasta oraz ryzyka klimatycznego, (3) rekomendacje do działań adaptacyjnych. Częścią strategii adaptacji do zmian klimatu jest powiązanie dokumentu ze Strategią Rozwoju Gminy jako dokumentu nadrzędnego. Przyjęto, że realizacja strategii MPA wraz z programem ochrony środowiska oraz aktualnie realizowanymi i planowanymi programami będzie skutkować spójnością działań dających możliwość skutecznego przeprowadzenia adaptacji do prognozowanych zmian klimatu.

1.2. Adaptacja do zmian klimatu – zarys problemu

Wyniki pomiarów oraz badań nie pozostawiają wątpliwości co do postępującej szybko zmiany klimatu. Proces ten przejawia się generalnie przyrostem średniej temperatury na Ziemi, regionalnie zaś powoduje zmianę dotychczasowych warunków klimatycznych. Badania wskazują również, że zmiany klimatu postępują ze zróżnicowaną intensywnością w poszczególnych regionach Świata, ale mają charakter nieunikniony. Klimat, jako odpowiedź na zaburzenie bilansu energetycznego, w ujęciu globalnym i regionalnym jest odpowiedzią na jednocześnie naturalną i antropogeniczną emisję gazów cieplarnianych.

Zdaniem klimatologów z Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) „jest niezwykle prawdopodobne, że człowiek wpłynął w sposób dominujący na obserwowane od połowy XX wieku ocieplenie”. W języku IPCC „niezwykle prawdopodobne” oznacza prawdopodobieństwo powyżej 95%. Ze względu na naturalną bezwładność zachodzących w systemie planety procesów globalne wysiłki związane są z dwoma rodzajami działań – mitygacją: działaniami dążącymi do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, oraz adaptacją: działaniami zmierzającymi do jak najlepszego przygotowania społeczeństwa i warunków prowadzenia działalności gospodarczej do postępującej zmiany klimatu.

Mitygacja realizowana jest poprzez programy i działania koncentrujące się na wyznaczaniu globalnych celów realizujących obniżenie presji klimatycznej cywilizacji na planetę, m.in. są to wdrażane w poszczególnych krajach porozumienia dotyczące redukcji freonów w zastosowaniach przemysłowych, zmiany technologii w kierunku rozwiązań typu zero waste, gdzie jednym z podstawowych celów na poziomie lokalnym jest wtórny odzysk surowców. Działania adaptacyjne z kolei są polityką niwelowania negatywnych oraz wykorzystywania pozytywnych skutków zmian klimatu, tzw. polityka zagrożeń i szans. Na poziomie lokalnym działania kierowane są głównie do społeczności lokalnych – ich celem jest optymalne przygotowanie środowiska funkcjonowania społeczeństw oraz gospodarki na postępujące szybko zmiany. Oba działania łączy zasada przezorności w polityce społeczno-ekonomicznej, czyli planowanie i wdrażanie działań prewencyjnych – nim pojawi się obowiązek naprawienia szkody.

Zarówno mitygacja jak i adaptacja są składową polityki zrównoważonego rozwoju, co zgodnie z Ustawą o ochronie środowiska jest to rozwój społeczno-gospodarczy integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości procesów przyrodniczych, z zachowaniem zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń.

Realność problemu i konieczność podejmowania już współcześnie działań adaptacyjnych, t.j. planowanie i wdrażanie strategii adaptacji, wskazują wyniki badań. Przeprowadzone w ramach dwóch ogólnopolskich projektów SPA2020 (projekt prowadzony przez Ministerstwo Środowiska) oraz KLIMADA (projekt Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej) modelowania prognozowanych zmian klimatu przewidują jednoznacznie, iż należy spodziewać się nasilenia następujących zjawisk w pogodzie:

- zwiększenie się w roku liczby dni upalnych (z temperaturą powyżej +25°C) oraz fal upałów
- zwiększenie natężenia chwilowych opadów, co skutkuje lokalnymi podtopieniami
- przyrostu liczby dni i wydłużania się okresów bez opadów – czyli częstszego pojawiania się suszy

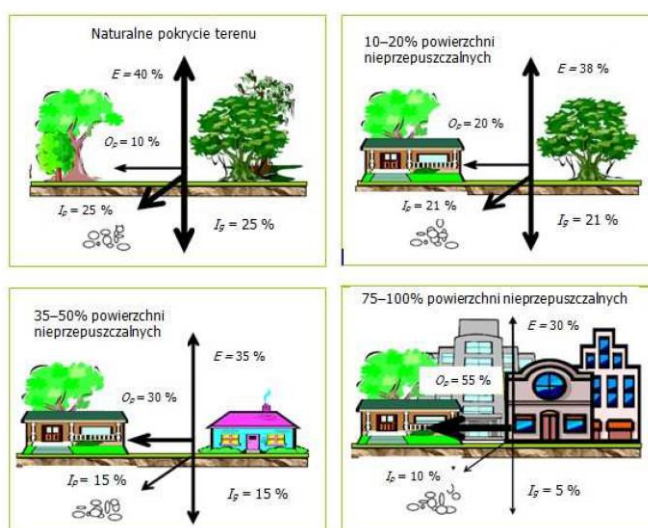
- zwiększona częstość występowania gwałtownych opadów z silnymi porywami wiatru, co powoduje zagrożenie uszkodzeniami budynków, drzew, infrastruktury

- wyraźne ocieplanie się okresu zimowego, co powoduje szybkie skracanie się prognozowanego okresu występowania opadów śniegu i pokrywy śnieżnej, zastępowane przez opady deszczu.

Najnowsze globalne wyniki modelowania zmian klimatu niestety potwierdzają prognozy z początku XX w. Przeprowadzone wyniki modelowania zmian klimatu dla lokalnych warunków gminy Wieliczka nie pozostawiają złudzeń co do oddziaływania procesów globalnych na lokalne społeczności, wymuszając podejmowanie działań adaptujących społeczność i gospodarkę do nowych warunków funkcjonowania środowiska.

Miasto i Gmina Wieliczka położona jest w strefie aglomeracji krakowskiej. Oznacza to większą koncentrację ludności, gęstość zabudowy, oddziaływanie na jakość i temperaturę powietrza ruchu samochodowego i infrastruktury grzewczej. Zwiększona gęstość zabudowy to również przyrost obszarów o powierzchni nieprzepuszczalnej, czyli uruchamianie bardzo szybkiego spływu powierzchniowego w trakcie opadów i roztopów.

Zgodnie z wynikami badań modelowych – przyrost udziału powierzchni nieprzepuszczalnej jest bezpośrednią przyczyną koncentracji spływu powierzchniowego na obszarach zurbanizowanych: przyrost udziału powierzchni nieprzepuszczalnych jest wprost proporcjonalny do przyrostu odpływu powierzchniowego (Q_p) (rys. 1.1.). Ale zwarta zabudowa to również sytuacja sprzyjająca szybkiemu wzrostowi temperatury powietrza poprzez szybkie nagrzewanie się budynków i powierzchni drogowych. Obszar miejski – aglomeracja kształtuje swój własny – lokalny klimat, potęgujący lokalnie procesy globalnego ocieplenia. W przypadku obszaru metropolitalnego o skali aglomeracji krakowskiej, oddziaływanie sąsiedztwa dużego miasta na sąsiadujące jednostki osadnicze jest potęgowane przez oddziaływanie tzw. miejskiej wyspy ciepła, modyfikującej naturalne warunki termiczno-wilgotnościowe.



Rys. 1.1. Wpływ wzrostu powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni na zmiany elementów bilansu wodnego (www.epa.gov/watertrain)

1.3. Cel i priorytety opracowania – wizja miasta i gminy Wieliczka jako miejsca bezpiecznego rozwoju

Społeczność miasta i gminy Wieliczka dążyć będzie do spełnienia następującej wizji w obliczu zmian klimatu:

Społeczność miasta i gminy Wieliczka sprawnie i odpowiedzialnie odpowiada na zmiany klimatu

Realizację tej wizji zapewni Plan Adaptacji do zmian klimatu miasta i gminy Wieliczka (MPA), w ramach którego zamierza się osiągnąć cel strategiczny i zrealizować szereg kierunków działania.

Ich realizacja przyczyni się do przygotowania gminy jak i mieszkańców do zmieniającego się klimatu.

Przyjmuje się następujący cel strategiczny:

Społeczność gminy jest przygotowana na nadchodzącą zmianę klimatu, sprawnie łagodzi jej skutki i zapobiega ich wystąpieniu przy akceptowalnych kosztach ekonomicznych, społecznych i przyrodniczych.

W związku z powyższym wdrożony zostanie Miejski Plan Adaptacji, który przewiduje następujące kierunki działania:

Kierunek 1. Program retencji wody i rozbudowy kanalizacji deszczowej

Działania inwestycyjne mające na celu modernizację i utrzymanie systemu gospodarowania wodą na terenie miasta i gminy Wieliczka w różnych formach, a w szczególności w zakresie oczyszczania ścieków oraz zagospodarowania osadów ściekowych i retencji wody opadowej.

Kierunek 2. Program przeciwdziałania skutkom upałów

Program edukacyjny i inwestycyjny nakierowany na zapobieganie skutkom upałów, szczególnie w zakresie poprawy dostępu do wody pitnej oraz oaz wytchnienia.

Kierunek 3. Program zazieleniania miasta

Działania mające na celu wzmocnienie systemu przyrodniczego miasta, w szczególności w postaci nowych nasadzeń drzew i krzewów, pozyskiwanie terenów pod nowe obszary zieleni publicznej, ochronę terenów szczególnie cennych przyrodniczo.

Kierunek 4. Wsparcie działalności służb ratowniczych

Działania szkoleniowe i inwestycyjne skierowane do służb publicznych, mające na celu zwiększenie wiedzy o możliwościach reagowania na zagrożenia wynikające ze zmian klimatu.

Kierunek 5. Program uzupełniający

Działania edukacyjne mające na celu zwiększenie wiedzy i gotowości działania wśród mieszkańców miasta i gminy w reakcji na poszczególne zagrożenia klimatyczne, w szczególności wysokie temperatury oraz susze.

Tak postawione cele polityki adaptacji do zmian klimatu wymagają precyzyjnego monitorowania. Proponuje się prowadzenie monitoringu za pomocą:

1. Badań świadomości zagrożenia i potrzeb w zakresie adaptacji wśród mieszkańców i decydentów Gminy Wieliczka, prowadzonych co najmniej co 5 lat.
2. Ciągłej ewidencji zapisów w planach zagospodarowania odnoszących się do potrzeb adaptacji i utrzymania systemu gospodarowania wodą deszczową.
3. Cyklicznej diagnozy odporności ekosystemu gminy na zmiany klimatu (np. prowadzonej w trakcie przygotowywania szczegółowych dokumentów planistycznych, ekofizjograficznych czy ich aktualizacji), ale nie rzadziej niż co 5 lat.

2. Klimat miasta i gminy Wieliczka i jego przewidywane zmiany

Miasto wraz z gminą usytuowane są w strefie umiarkowanego klimatu podgórskiego nizin i kotlin z wpływem umiarkowanego ciepłego piętra klimatycznego Pogórza Karpackiego. Teren gminy charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu, a zatem istnieje stosunkowo duże zróżnicowanie mezoklimatyczne. Północna część gminy znajduje się w szerokiej dolinie Wisły i należy do strefy klimatu podgórskiego – nizin i kotlin. Wyróżnia się tutaj charakterystyczny mikroklimat lokalny, na który nakładają się cechy drugiego klimatu występującego na terenie gminy – klimatu Pogórza Wielickiego. Średnia roczna temperatura wynosi 7,4–8,2 °C, minimalna średnia temperatura od 3,5 do ponad 5,0 °C. W dolinach, gdzie występują częste inwersje temperatury spowodowane silnym wypromieniowaniem lub spływem chłodnych mas powietrza, są one większe niż na wierzchołkach. Największa różnica między maksymalną i minimalną temperaturą w skali roku występuje w dolinie Wisły.

Roczna suma opadów 650–800 mm, liczba dni z pokrywą śnieżną 56–84 dni, długość okresu wegetacyjnego 200–215 dni. Maksimum opadów przypada na porę letnią, a minimum na luty. Pokrywa śnieżna pojawia się w końcu listopada i trwa na wierzchołkach do drugiej dekady kwietnia. Największa ilość dni słonecznych występuje wczesną jesienią, wczesną wiosną i latem. Najpogodniejszymi miesiącami roku są sierpień i wrzesień, najbardziej pochmurnymi – listopad, grudzień i styczeń. Przeważają wiatry z południowego zachodu oraz z zachodu – w sumie 50%, przy małym (poniżej 10 %) udziale cisz.

Na analizowanym obszarze znajdują się tereny o trzech typach mezoklimatycznych:

- Stoki i grzbiety położone ponad 40 m nad dnami dolin (północna i zachodnia część miasta oraz niewielkie fragmenty w południowej części, oraz południowa i zachodnia część gminy)

Średnie minimalne temperatury są tu wyższe o 2–3 °C niż w dnach dolin, okres bezprzymrozkowy jest w tych warunkach o 30 do 60 dni dłuższy, zaś średnia liczba dni z mgłą mniejsza o nawet 60 dni w ciągu roku, typowe są łagodne dobowe wahania temperatury i wilgotności oraz dobra wentylacja naturalna.

- Strefa stoków północnych

Średnie minimalne temperatury wyższe o 1–2 °C niż w dnach dolin, okres bezprzymrozkowy trwający 140 do 170 dni, 60–80 dni w roku z mgłą, wentylacja umiarkowana.

- Dna dolin cieków

Średnie minimalne temperatury niższe o 3 °C, krótki okres bezprzymrozkowy (poniżej 140 dni), duże dobowe wahania temperatury i wilgotności. Występują częste inwersje temperatury powietrza (ponad 70% dni w roku) i mgły (ponad 80 dni w roku). Charakterystyczne są zastoiska zimnego powietrza. Wentylacja naturalna słaba.

Ponadto, centrum Wieliczki charakteryzuje się mikroklimatem typowym dla obszarów uprzemysłowionych i zabudową miejską z emisją zanieczyszczeń, zwiększonej ilości ciepła pochodzącego z procesów spalania i pary wodnej, co sprzyja wzrostowi temperatury.

Analizując aktualne narażenie obszaru miasta i gminy na czynniki klimatyczne w przyszłości uwagę szereg zmiennych klimatycznych i meteorologicznych dostępnych danych klimatologicznych oraz meteorologicznych z dekady 2010-2020 (za danymi KLIMADA 2.0). Przeanalizowano ich dotychczasowy przebieg oceniając bieżący stan klimatu oraz związane z tym narażenie na czynniki klimatyczne w trzystopniowej skali: wysokie, średnie, niskie. Narażenie wysokie oznacza, że zjawisko pogodowe występuje często oraz w dużym (nawet ekstremalnym) natężeniu. Narażenie średnie oznacza, że dane

zjawisko występuje dość często, ale rzadko osiągało wartości ekstremalne. Narażenie niskie zaś oznacza, że dane zjawisko pogodowe pojawiało się rzadko i w zasadzie nie osiągało wartości ekstremalnych.

Przyszłe warunki klimatyczne dla regionu zostały ocenione w perspektywie dwóch horyzontów czasowych – dekady 2051-2060 oraz 2091-2100. Do analizy wykorzystano dane prognozy umiarkowanie niekorzystnej zmiany klimatu (scenariusz RCP8.5). Dane pochodzą z najnowszych wyników predykcji zmian klimatu opracowanych w skali lokalnej dla całego kraju w projekcie KLIMADA2.0, przez Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy. Dodatkowo, jako wspomagające, zostały wykorzystane wyników modelowania zmian klimatu wykonane w ramach Planu Adaptacji Miasta Krakowa do Zmian Klimatu do roku 2030.

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują na następujące cechy klimatu w horyzoncie do 2050 oraz do końca XXI w.:

- powolny przyrost temperatury powietrza, szybszy na obszarach o wysokim stopniu zurbanizowania, prognozowany jako przyrost o 2-5°C
- tendencja do szybkiego ocieplania się okresu chłodnego w roku (jako główny czynnik przyrostu średniej temperatury powietrza), skutkujący spadkiem amplitudy temperatury powietrza
- z uwagi na prognozowane znaczące wahania warunków klimatycznych w okresie chłodnym, prognozowany jest przyrost amplitudy powietrza w tym przedziale roku, nawet o 9°C co ma związek z występowaniem naprzemiennym okresów skrajnie niskiej i skrajnie wysokiej temperatury powietrza
- największą zmianą klimatyczną w regionie będzie przyrost liczby dni o temperaturze powyżej 25°C, symulacje sugerują nawet 22% liczby dni w roku (!)
- spadnie liczba dni z temperaturą ujemną, nawet poniżej 3% w roku
- predykcje wskazują na tendencję przyrostową sumy opadów atmosferycznych, przy jednoczesnym skróceniu czasu ich występowania, większym natężeniu oraz zwiększeniu udziału opadów deszczu w okresie chłodnej pory roku, liczba dni z opadem będzie się nieznacznie zmniejszać, ale wzrośnie liczba dni z opadem o bardzo niskiej sumie (tzw. opad nieefektywny, nie wpływający na odnowienie zasobów wodnych hydrosfery)
- prędkość wiatru jest wskazywana jako przeciętnie malejąca (ze względu na przeważająco konwekcyjny ruch powietrza), niemniej krótkookresowo prognozowane są wystąpienia wiatru porywistego o zasięgu lokalnym
- prognozy nie przewidują znaczących zmian w zakresie promieniowania słonecznego, co wynika z utrzymania zachmurzenia na podobnym poziomie jak współcześnie
- prognozowane jest znaczące i szybko postępujące w czasie wydłużanie się okresu wegetacyjnego, dla tmp. powyżej 10°C przewiduje się występowanie warunków nawet dla 1/3 roku
- prognozowanie opadów nawałnych obarczone jest dużą niepewnością, co prawda przewidywany jest przyrost częstości występowania opadów o dużym natężeniu (pow. 10 mm/doba, pow. 20 mm/doba), ale prawdopodobieństwo pory ich występowania oraz częstości będzie warunkowane bilansem energetycznym powierzchni czynnej – czyli lokalnymi warunkami nagrzewania się powierzchni terenu, to znaczący wpływ może mieć sąsiadująca aglomeracja krakowska, oddziałująca negatywnie na podwyższanie się temperatury powietrza atmosferycznego

- jednocześnie prognozy wskazują na przyrost ryzyka wystąpienia suszy przez wzgląd na prognozowane występowanie lokalnych i krótkotrwałych opadów, sugeruje się że nie wszystkie epizody opadowe - pomimo częstego ich występowania, będą miały charakter opadów efektywnych.

Jako wysokie prognozowane jest ryzyko występowania powodzi na Wiśle – to ryzyko jest wynikiem położenia północnego obszaru gminy w obrębie doliny Wisły. Ryzyko powodzi będzie kształtowane przez generalne warunki atmosferyczne regionu karpackiego, niezależnie od lokalnych czynników klimatyczno-meteorologicznych.

3. Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu

3.1. Warunki obiegu wody

3.1.1. Zasoby wód podziemnych

Na zasoby wód podziemnych składają się trzy jednostki jednolitych części wód podziemnych, z których dominującą rolę (ponad 90%) ma jednostka PLGW2000148, złożona z 4 pięter wodonośnych: czwartorzędowego, neogeńskiego, paleogeńsko-kredowego oraz jurajskiego. Zasilanie tych warstw wodonośnych odbywa się przez filtrację opadów atmosferycznych a wody wszystkich pięter/poziomów wodonośnych odpływają do naturalnych stref drenażu

Kompleksowa ocena stanu (chemicznego i ilościowego) zasobów wodnych badanych w ramach monitoringu diagnostycznego w roku 2019, wykonana przez PIG-PIB, wykazała stan ogólny dobry.

Północny obszar analizowanej jednostki znajduje się obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP): Subzbiornik Bogucice (Nr 451). Jest to zbiornik o powierzchni 122,55 km² i szacunkowych zasobach dyspozycyjnych wynoszących 17 600 m³/d. Położony jest on na głębokości od 20 m p.p.t. do 200 m p.p.t. Na przeważającym obszarze GZWP nr 451 stwierdzono II, III, lokalnie IV i V klasę jakości wody. Jakość wód w zbiorniku cechuje się wyraźną strefowością zmieniającą się z południa na północ i północny wschód. Część południowa zbiornika posiada wody dobrej jakości (klasa II i III), pomimo że są to wody współczesne, z epoki przemysłowej, część środkowa to strefa anaerobowa charakteryzująca się wysokimi stężeniami związków żelaza i manganu. Natomiast część północna i północno-wschodnia zawiera wody z okresu glacialnego charakteryzujące się podwyższoną mineralizacją, wysoką zawartością wodorowęglanów, jonu amonowego i boru. Są to wody niezadowolającej jakości (klasa IV) i złej jakości (klasa V). Obniżona jakość wód jest wynikiem czynników geogenicznych, a nie antropogenicznych. Jednakże działalność antropogeniczna jest identyfikowana jako jedno z najważniejszych źródeł zanieczyszczenia wód powierzchniowych na równi z rolnictwem.

Do głównych zagrożeń zasobów i jakości wód na terenie miasta i gminy Wieliczka należy zaliczyć:

- emisję ścieków komunalnych;
- odprowadzanie ścieków nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych;
- spływ powierzchniowy biogenów z pól i niewłaściwe składowanie nawozów naturalnych.

Rozproszenie zabudowy mieszkaniowej na obszarze wiejskim gminy (zwłaszcza w jej północnej i południowej części) sprawia, że budowa kanalizacji sanitarnej jest często ekonomicznie nieuzasadniona. W takiej sytuacji, mieszkańcy obszarów nieskanalizowanych korzystają ze zbiorników bezodpływowych (szamba), opróżnianych przez wyspecjalizowane firmy. Korzystanie z nieszczelnego szamba grozi skażeniem bakteriologicznym gleby oraz wody wokół posesji, a zanieczyszczenia chemiczne są wchłaniane przez rośliny, w tym warzywa i zboża. Szkodliwe związki chemiczne rozprzestrzeniają się także na większe odległości, skażając wody podziemne. Zagrożenie to jest niezwykle istotne w sytuacji zwiększonych i gwałtownych opadów deszczu.

Spływy powierzchniowe zanieczyszczeń, obciążone głównie związkami biogennymi (azotem i fosforem) pochodzenia rolniczego są kolejnym zagrożeniem czystości wód, potęgowanym przez nadmierne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz niewłaściwe wykonywanie zabiegów agrotechnicznych doprowadzając do eutrofizacji wód powierzchniowych.

3.1.2. Gospodarka wodno-ściekowa

Miasto i Gmina zaopatrywane jest w wodę z następujących źródeł:

- ujęcie wód trzeciorzędowych Krakowie
- Bieżanowie oparte o 4 studnie o łącznej wydajności 4 000 m³/dobę,
- ujęcie wód głębinowych w Węgrzcach Wielkich i Małej Wsi oparte o 2 studnie o wydajności 134 m³/dobę,
- zakup wody z wodociągu Raba 1 366 m³/dobę.

Woda pitna do mieszkańców miasta i gminy dostarczana jest z zakładów uzdatniania wody w Bieżanowie i Węgrzcach Wielkich oraz zakupywana w Krakowie i Świątnikach Górnych. Ponadto na terenie osiedla Bogucice w mieście Wieliczka trwają prace nad budową nowoczesnej stacji uzdatniania wody, której oddanie planowane było w 2022 r. . Inwestycja prowadzona na granicy Wieliczki i Krakowa obejmuje m.in. budowę nowoczesnej SUW o wydajności 360 m sześć. na godzinę, złożonej z budynku technologicznego, pompowni oraz zbiornika wody czystej o pojemności 2000 m³, a także czterech studni głębinowych (w rejonie ulic Winnickiej i Boguckiej).

Cały obszar miasta i gminy Wieliczka ma dostęp do sieci wodociągowej. Długość sieci w latach 2019 – 2020 wzrosła o 1,05%, a liczba budynków mieszkalnych podłączonych do sieci wzrosła o 4,96%. W 2020 roku 55,20% mieszkań było podłączonych do sieci wodociągowej.

Z wodociągu komunalnego „Wieliczka” zaopatrywane w wodę są wsie: Czarnochowice, Śledziejowice, Zabawa, Sułków, Grabówki dolne oraz częściowo Kokotów. Ujęcie wody „Węgrze Wielkie” obejmuje swym zasięgiem wsie: Kokotów, Węgrze Wielkie, Strumiany, Mała Wieś, Brzegi i Grabie. Z wodociągu: „Kozmice Wielkie I – Podgórze” zaopatrywanego z magistrali „Raba” zaopatrywane są wsie: Pawlikowice, Siercza, Grabówki, Sygnezów, Podstolice – Zamłynie, Ronowa, Chorągwica, Mietniów. Natomiast z wodociągu „Kozmice Wielkie II” zaopatrywane są w wodę wsie: Kozmice Wielkie, Kozmice Małe, Raciborsko, Janowice, Dobranowice i Grajów. Woda wodociągowa jest przydatna do spożycia a badania jej próbek nie wykazują istotnych zagrożeń.

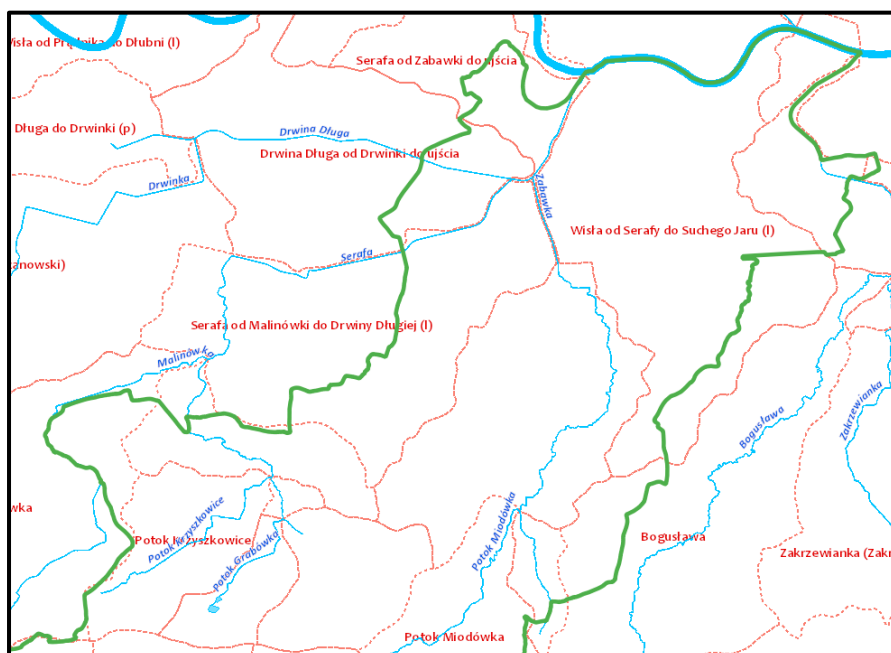
W 2020 roku 21,47% budynków mieszkalnych podłączonych było do zbiorczej sieci kanalizacji sanitarnej. Ścieki odbierane są z terenów miasta oraz z terenów północnych obszaru wiejskiego jednostki systemem sieci kanalizacyjnej do oczyszczalni ścieków w Krakowie – Płaszowie, o średniej dobowej przepustowości $Q_{sr/d} = 165\ 000\ m^3/d$ i projektowanej maksymalnej wydajności 780 000 RLM, a z terenów południowych obszarów wiejskich jednostki systemem sieci kanalizacyjnej do 5 oczyszczalni lokalnych. Na obszarach niepodłączonych do sieci kanalizacyjnej, podstawową infrastrukturą techniczną w zakresie gospodarki ściekowej stanowią przydomowe oczyszczalnie ścieków i zbiorniki bezodpływowe. W 2020 roku przydomowe oczyszczalnie było w gminie 1 187 szt. W związku z brakiem szczegółowych informacji w zakresie liczby zbiorników bezodpływowych, szacuje się (na podstawie ilości liczby budynków mieszkalnych podłączonych do sieci oraz liczby przydomowych oczyszczalni), że ich liczba w 2020 roku wynosiła 13 421 szt.

3.1.3. Zagrożenie powodziowe

Zgodnie z definicją z ustawy z dnia 20 lipca 2017 roku Prawo Wodne przez pojęcie powódź rozumie się „czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody w systemach kanalizacyjnych”. Występowanie zagrożenia powodziowego na danym terenie oznacza duże prawdopodobieństwo wystąpienia tam zjawiska powodzi. Ryzyko powodziowe natomiast zgodnie z Art 2 Dyrektywy 2007/60/WE w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, oznacza kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i prawdopodobieństwa wystąpienia związanych z powodzią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla życia i zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego i działalności gospodarczej. Stopień ryzyka powodziowego warunkuje m.in. gęstość zaludnienia, sposób użytkowania dolin rzecznych i terenów zalewowych, infrastruktura techniczna, komunikacyjna. Ze względu na obszar dotknięty żywiołem rozróżniamy trzy rodzaje powodzi: – powódzie lokalne (małe) - spowodowane zazwyczaj opadami nawałnymi o dużym natężeniu, obejmujące swym zasięgiem małe zlewnie, – powódzie regionalne (średnie) - dotyczące region wodny, – powódzie krajowe (duże) - obejmujące obszar dorzecza, których główną przyczyną są długotrwałe deszcze na dużych obszarach.

Sytuacja hydrograficzna

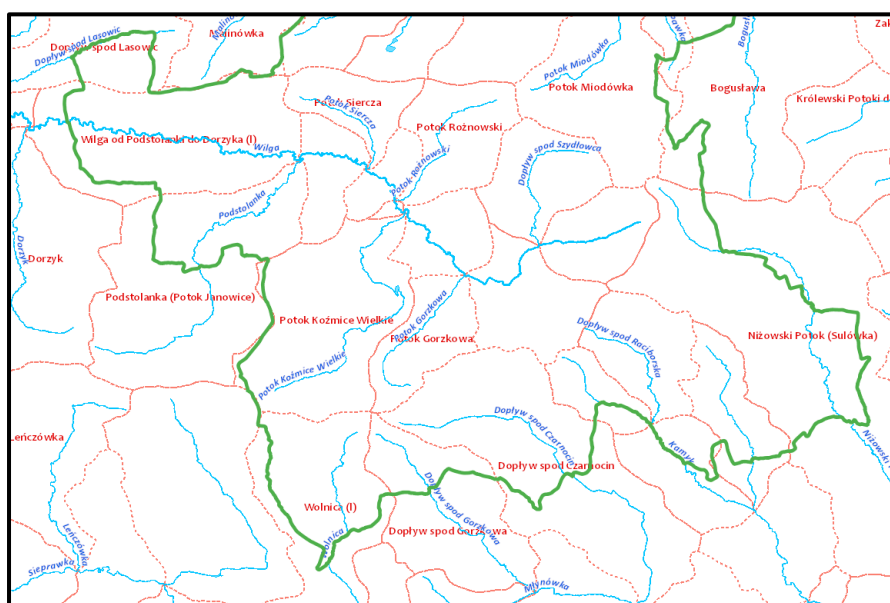
Miasto i Gmina Wieliczka pod względem hydrograficznym należy do regionu wodnego górnej Wisły wchodzącego w skład obszaru dorzecza Wisły. Wody powierzchniowe na tym terenie zajmują obszar 149 ha, co stanowi 1,49% ogólnej powierzchni miasta i gminy. System hydrograficzny pokazano w zbliżeniach na rysunkach 3.1 i 3.2.



Rysunek 3.1. System hydrograficzny gminy Wieliczka, część północna i środkowa

Przez teren analizowanej jednostki przepływają następujące rzeki oraz potoki:

- rzeka Wisła – przepływa przez tereny zielone pola i łąki, przez północną część jednostki, jej środkiem przebiega granica jednostki,
- rzeka Serafa – jej zlewnia zajmuje większą część gminy Wieliczka, wypływa w pobliżu Wieliczki i przepływa przez teren miasta, jej dopływami są Drwina Długa, oraz jej prawe dopływy biorące swój początek bezpośrednio w granicach miasta Wieliczka czyli Zabawka-Potok Miodówka, Potok Grabówka, Potok Krzyszkowice; jest systemem odprowadzającym wody powierzchniowe z obszaru zurbanizowanego Wieliczki; uchodzi do Wisły,
- potok Malinówka – lewobrzeżny dopływ Serafy, w 90% poza obszarem gminy
- rzeka Drwinia Długa – przepływa częściowo przez obszar jednostki, w okolicach miejscowości Brzegi uchodzi do Serafy jako jej lewobrzeżny dopływ,
- potok Zabawka – przepływa przez obszar wsi Zabawa, Mała Wieś, Strumiany, Kokotów, uchodzi do Serafy,
- rzeka Podłęzanka – na terenie miasta i gminy uchodzi do Wisły, ma niewielki wpływ na stosunki wodne w mieście i gminie, w większości jej zlewnia znajduje się poza gminą
- rzeka Wilga – przepływa przez południowy obszar jednostki: Koźmice Małe, Pawlikowice, Koźmice Wielkie, Podstolice, Janowice, Golkowice, druga po Serafie jeśli chodzi o ważność w kształtowaniu się odpływu w gminie w raz z dopływami: prawobrzeżnymi Potok Siercza, Potok Różnowski, Dopływ spod Szydłowca oraz lewobrzeżnymi: Potok Gorzkowa, Potok Koźmice Wielkie, Podstolanka; uchodzi do Wisły
- oraz wiele innych mniejszych cieków -dopływów Młynówki i Raby, prowadzących wody do zlewni Raby. Na miasta i gminy znajdują się również mniejsze jeziora, stawy i zbiorniki wodne.



Rysunek 3.2. System hydrograficzny gminy Wieliczka, część południowa

3.1.4. Diagnoza wrażliwości obszaru gminy na opady.

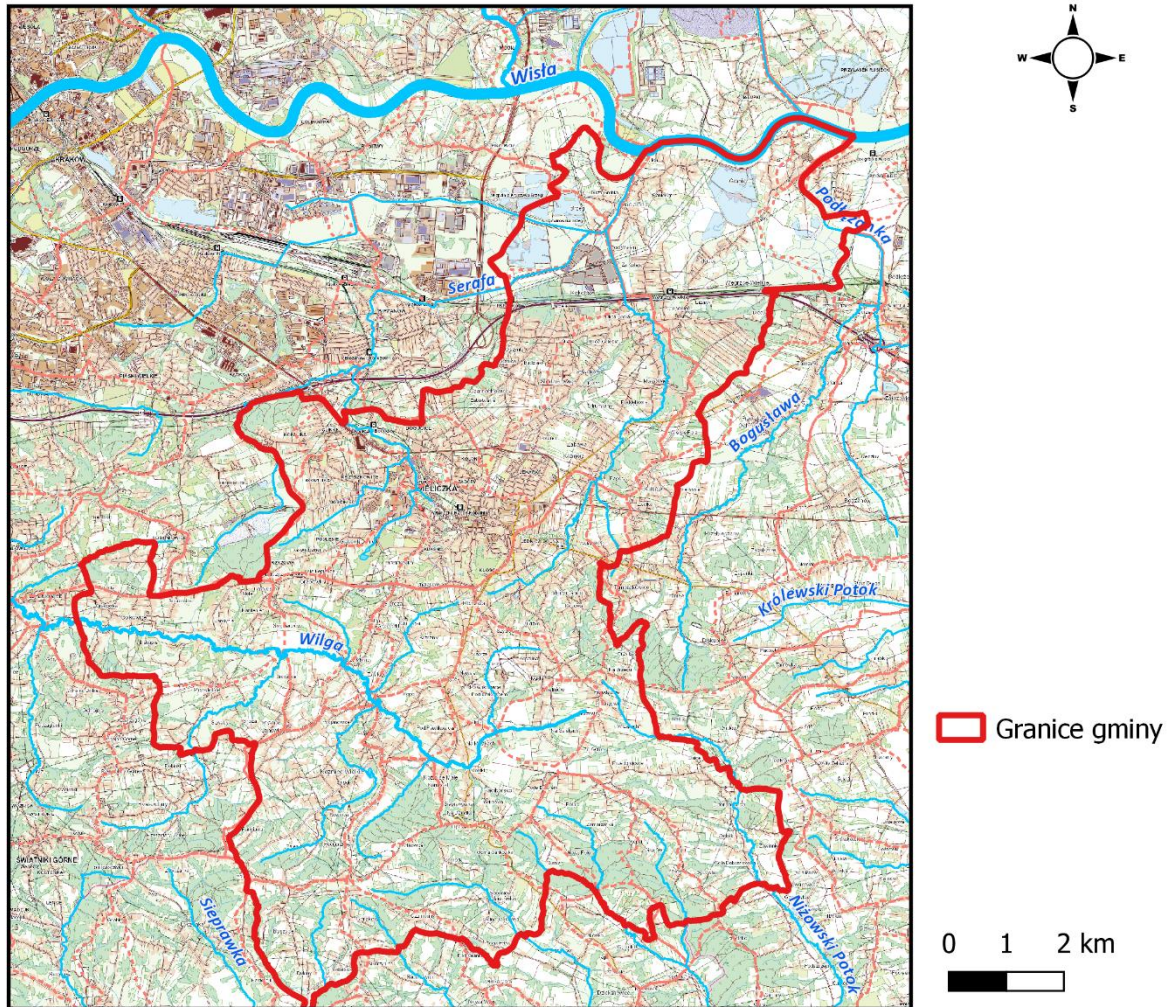
Zagrożenie podtopieniami w samym mieście Wieliczka ma genezę opadową, zaś w północnej części gminy – jest wynikiem stanu sytuacji powodziowej na Wiśle (jest niezależna od warunków lokalnych). Przy założonej intensywności opadów deszczu, zagrożenie podtopieniami jest funkcją przede wszystkim przepuszczalności podłoża, spadków terenu oraz rozwinięcia sieci kanalizacji burzowej. W celu przeprowadzenia diagnozy wrażliwości miasta na prognozowany przyrost natężenia opadów przeprowadzono analizę warunków powierzchniowego obiegu wody w Wieliczce, zróżnicowania pokrycia podłoża ze szczególnym uwzględnieniem jej przepuszczalności oraz zróżnicowania hipsometrii terenu. Wytypowano rozkłady opadów dla hipotetycznych wysokości opadów, dla których przeprowadzono modelowanie hydrologiczne wskazujące potencjalną możliwość oraz strefy o dużej potencjalnej możliwości wystąpienia podtopień w efekcie zdarzenia opadowego o zadanej wysokości i natężeniu.

Warunki powierzchniowego obiegu wody w mieście w trakcie intensywnych opadów

Jednym z najpoważniejszych zagrożeń związanych ze zmianami klimatu prognozowanymi dla obszaru kraju jest wzrost natężenia opadu, przy jednoczesnym skróceniu czasu jego trwania. Oznacza to, że należy się spodziewać wzrostu intensywności już występujących opadów nawalnych. Dolegliwość występowania intensywnych opadów jest szczególnie mocno odczuwalna na obszarach zurbanizowanych, które charakteryzuje duże uszczelnienie powierzchni (drogi, chodniki, parkingi, dachy budynków), sprzyjające formowaniu się szybkiego spływu powierzchniowego. Problem ten dotyczy w szczególności miasta o znaczącym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych oraz braku lub niewystarczająco rozwiniętej kanalizacji deszczowej lub zbiorczej.

W przypadku Wieliczki sytuacja jest specyficzna: miasto usytuowane jest w obrębie zlewni rzeki Serafa, zajmując większość powierzchni zlewni tej niewielkiej rzeki, a dopływy tej rzeki biorą swój początek w mieście (Rys. 3.3.). Zabudowa miejska o zmiennej przestrzennie zwartości, wyraźnie przerzedza się w bliskości cieków – dopływów Serafy. W związku z tym rzeka i jej wezbrania nie stanowi głównego zagrożenia powodziowego. Zagrożenie wezbraniem rzeczny jest istotne, jednakże równie istotna, a nawet bardziej, jest możliwość wystąpienia podtopień generowanych przez opady deszczu. Dlatego też poddano analizie również takie zagrożenie.

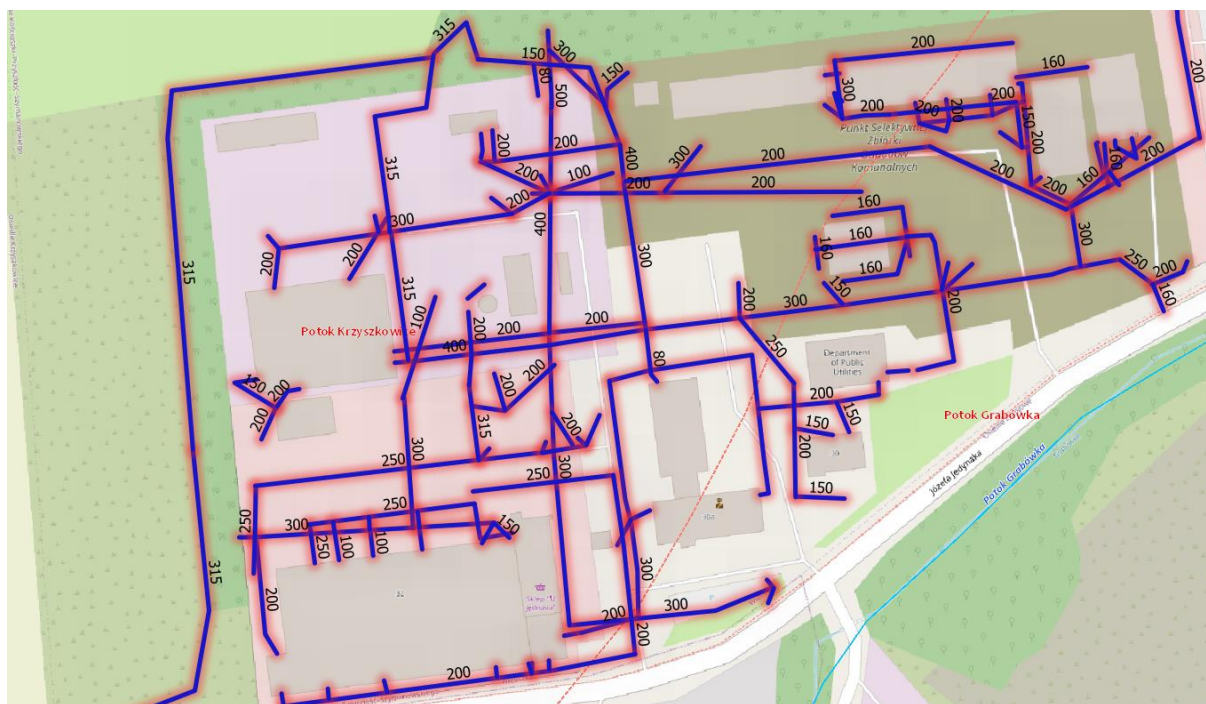
Na terenie zurbanizowanym gminy Wieliczka można zaobserwować średnio wykształconą powierzchniową sieć rzeczną. Jednak główną rolę w odprowadzaniu wód deszczowych i jednocześnie główną składową kształtującą odpływ powierzchniowy jest kanalizacja deszczowa. W większości jest to kanalizacja zamknięta, której końcowe odcinki odprowadzające wodę do odbiorników oraz istniejących na terenie miasta dwóch zbiorników retencyjnych (charakter kanałów otwartych). Generalnie typowe jest wprowadzanie sieci kanalizacji deszczowej w obszarach o zabudowie miejskiej o dużej gęstości powierzchni nieprzepuszczalnej (zgodnie z danymi umieszczonymi na geoportal.gov.pl system kanalizacji deszczowej jest zazwyczaj rozdzielony od kanalizacji sanitarnej). Sieć odpływu powierzchniowego w zurbanizowanej części miasta jest realizowana w oparciu o system kanalizacji deszczowej (Rys. 3.4.). Wszędzie tam, gdzie system ten jest niewystarczający, przy braku sieci odpływu otwartego i jednocześnie ograniczoną przepuszczalnością podłoża – następuje tworzenie się gwałtownej retencji powierzchniowej (występują podtopienia).



Rysunek 3.3. Granice gminy Wieliczka wraz z systemem hydrograficznym

W układzie sieci kanalizacji deszczowej Wieliczki funkcjonują zbiorniki retencyjne. Zbiornik 1 zlokalizowany jest w zlewni miejskiej Potoku Krzyszkowieckiego - jest to zbiornik powierzchniowy retencyjny. Inne budowane są obecnie, np. zb. Serafa.

Stan infrastruktury kanalizacyjnej to dobry wskaźnik rozwinięcia kanalizacji burzowej mówiący o stosunku długości kanalizacji deszczowej w zlewni elementarnej do powierzchni zlewni. W obszarze miejskim Wieliczki ten wskaźnik jest zmienny i zależy od sposobu jego obliczania, sięgając w zlewniach zurbanizowanych od 3 km/km² do 10 km/km². Niemniej jednak należy go zawsze rozpatrywać w powiązaniu z obszarami uszczelnionymi. W sytuacji, gdy dominują one w zlewniach rzek gminy Wieliczki, również wskaźnik ten wzrasta.



Rysunek 3.4. System kanalizacji burzowej miasta Wieliczka wraz z przepustowością (w mm)

Centralną część gminy zajmuje miasto Wieliczka, które dysponuje wzmiankowaną już siecią kanalizacji deszczowej zasadniczo rozdzielnej od kanalizacji sanitarnej, której w tym opracowaniu nie analizowano. Rozwój sieci kanalizacji deszczowej w czasie był zapewne bardzo zróżnicowany, o czym świadczy jej niejednorodna gęstość na terenie miasta. Szczegółowe informacje o parametrach technicznych i przepustowości systemu, jednak powstawanie w różnym czasie prawdopodobnie skutkuje jej różnorodnością oraz z uwagi na liczne przyłącza – zróżnicowanej sprawności w odprowadzaniu wód deszczowych i roztopowych (jak dla przykładu dane z Rys. 3.4.). Przyrost kanalizacji deszczowej zapewne miał miejsce wraz z powiększaniem się stref zabudowanych i zwiększenia szczelności podłoża (inaczej mówiąc wzroście jej nieprzepuszczalności) w zlewniach elementarnych.

Wyraźnie widoczna jest przestrzenna korelacja pomiędzy obszarami charakteryzującymi się zwiększonym stopniem uszczelnienia powierzchni ze wskaźnikiem rozwinięcia sieci kanalizacyjnej. Obecnie duże zagęszczenie kanalizacji deszczowej widoczne w centrum miasta oraz w jej zachodniej części.

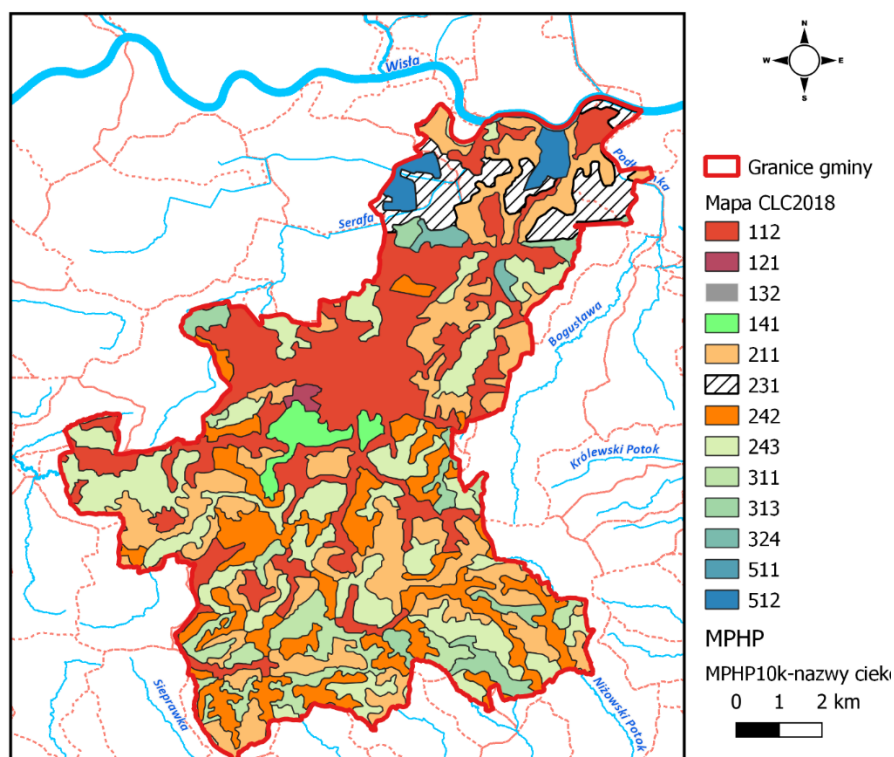
Jeśli chodzi o pozostałą część gminy to nie wykazuje ona rozbudowanej kanalizacji deszczowej poza obszarem miejskim. W południowej części gminy wykazującej się dużymi spadkami terenu a mniejszym współczynnikiem szczelności podłoża odpływy powierzchniowe generowane przez gwałtowne opady odprowadzane są siecią dróg i rowów przydrożnych. W tej części występuje również dział wodny zlewni Raby oraz Wilgi. Zagrożenie podtopieniami w tym rejonie związane jest głównie z funkcjonowaniem rzeki Wilgi i jej dopływów Potoku Różnowskiego i dopływu spod Szydłowca.

Część północna pomiędzy autostradą A4 a Wisłą natomiast charakteryzująca się niższym spadkiem jest w nie mniejszym stopniu zabudowana, jeśli chodzi o kanalizację deszczową to ta nie jest rozwinięta. Głównie dominuje tutaj odpływ w postaci rowów otwartych, a przyłącza kanalizacji deszczowej odprowadzają wodę bezpośrednio do cieków bez nazwy. System odprowadza wody do cieków

Podłęzanki, Zabawki oraz do Wisły, w tej część bezpośrednio położonej w sąsiedztwie Wisły. Jednocześnie jest to obszar silnie się rozwijający.

Użytkowanie terenu na obszarze gminy

Wieliczka charakteryzuje dość typowa dla miast średniej wielkości strukturą użytkowania terenu. Według danych z bazy CORINE Land Cover dla 2018 roku (Tabela 1), największy procent obszaru miasta stanowi zabudowa miejska zwarta (ok. 27% terenów gminy). Na drugim miejscu plasują się Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (ok. 23%) a Tereny zajęte gł. przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych zajmują ok. 18% powierzchni. Na uwagę zasługują również Złożone systemy upraw i działek zajmujące ok. 13%. Pozostałe klasy użytkowania zajmują niecałe 20% i obejmują tereny rolnicze, leśne (ponad 10%) i łąkowe (ok. 5%). Rozkład przestrzenny klas użytkowania terenu pokazano na rysunku 3.5..

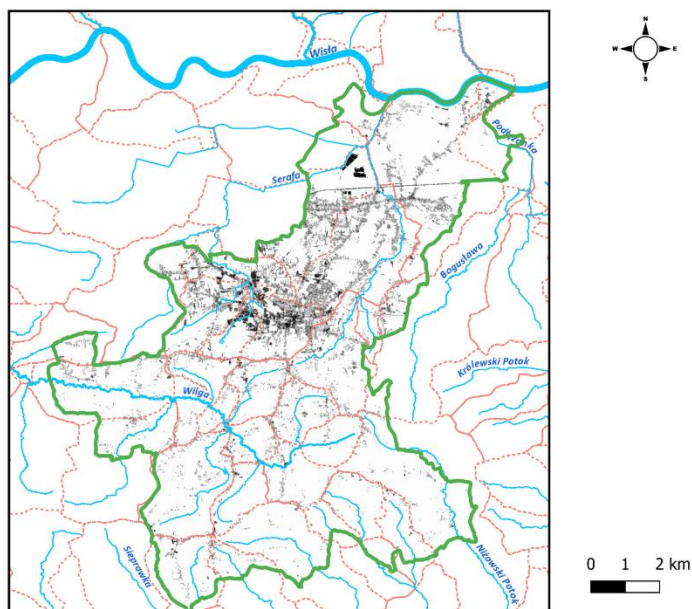


Rysunek 3.1. Rozkład przestrzenny struktur typów pokrycia powierzchni terenu

Użytkowanie terenu jest bezpośrednio powiązane z problemem występowania obszarów nieprzepuszczalnych, które uwrażliwiają przestrzeń miejską na opady o dużym natężeniu. Na potrzeby oceny warunków obiegu wody w gminie Wieliczka przeanalizowano aktualną mapę gęstości obszarów nieprzepuszczalnych w czasie na podstawie dostępnych satelitarnych źródeł przepuszczalności podłoża opracowywanych sukcesywnie w ramach programu Copernicus (rys 3.6.). Mapa z roku 2018 wyraźnie wskazuje na zróżnicowanie przestrzenne obszarów nieprzepuszczalnych (uszczelnionych). Najnowsze dane powstały w oparciu o materiały o wysokiej rozdzielczości przestrzennej (2 m rozdzielczości danych o pokryciu terenu). Dla celów analizy przyjęliśmy, że mapa z 2018 roku jest wiarygodna w tym zakresie, wskazując też kilka lokalizacji o wyraźnie zwiększonym wskaźniku uszczelnienia terenu.

Tabela 1. Struktura użytkowania terenu obszaru miejskiego miasta i gminy Wieliczka wg CORINE Land Cover, 2018 r.

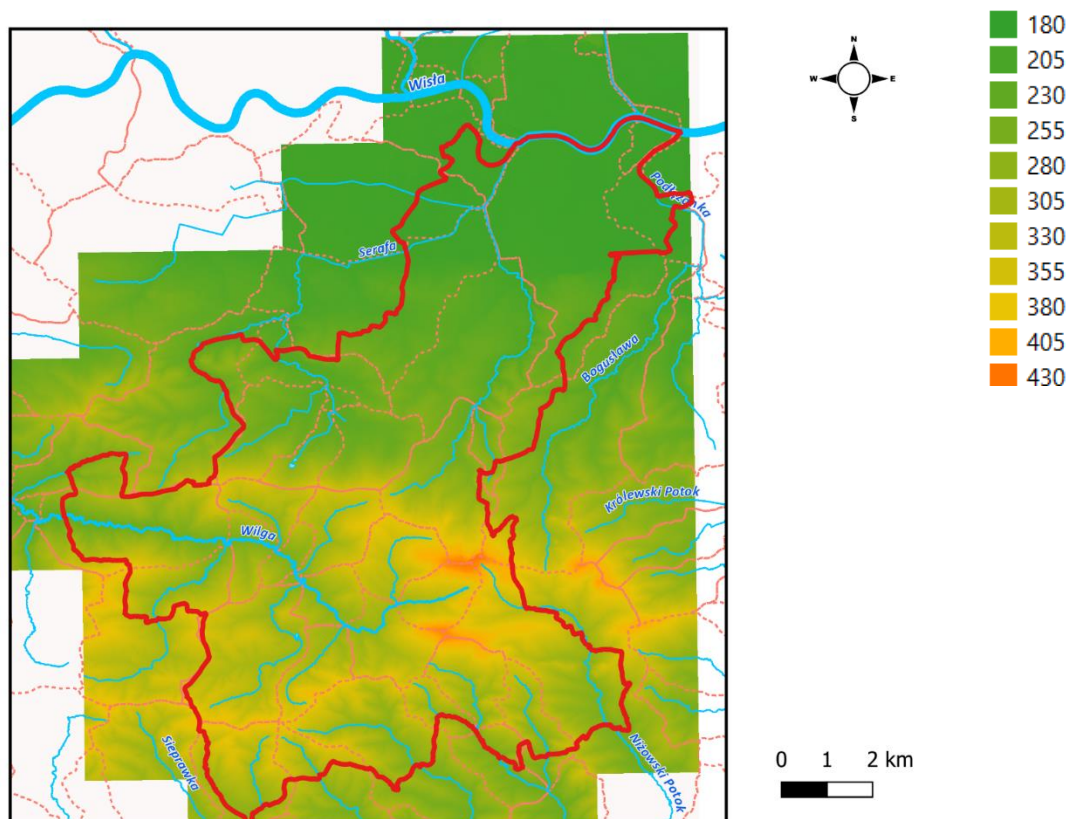
Klasa użytkowania wg CLC, 2018)	Kod CLC	Powierzchnia [m ²]	Procentowy udział [%]
Zabudowa miejska zwarta	112	26456114	26,54
Tereny przemysłowe lub handlowe	121	334851	0,34
Zwałowiska i hałdy	132	1428	0,00
Tereny zielone	141	1876870	1,88
Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających	211	21582237	21,65
Łąki, pastwiska	231	5796991	5,82
Złożone systemy upraw i działek	242	13946432	13,99
Tereny zajęte gł. przez rolnictwo z d. udz. t. nat	243	18104598	18,16
Lasy liściaste	311	5197720	5,21
Lasy mieszane	313	3572729	3,58
Lasy i roślinność	324	761208	0,76
Cieki	511	286058	0,29
Zbiorniki wodne	512	1758486	1,76
Suma		9878801	100,0%



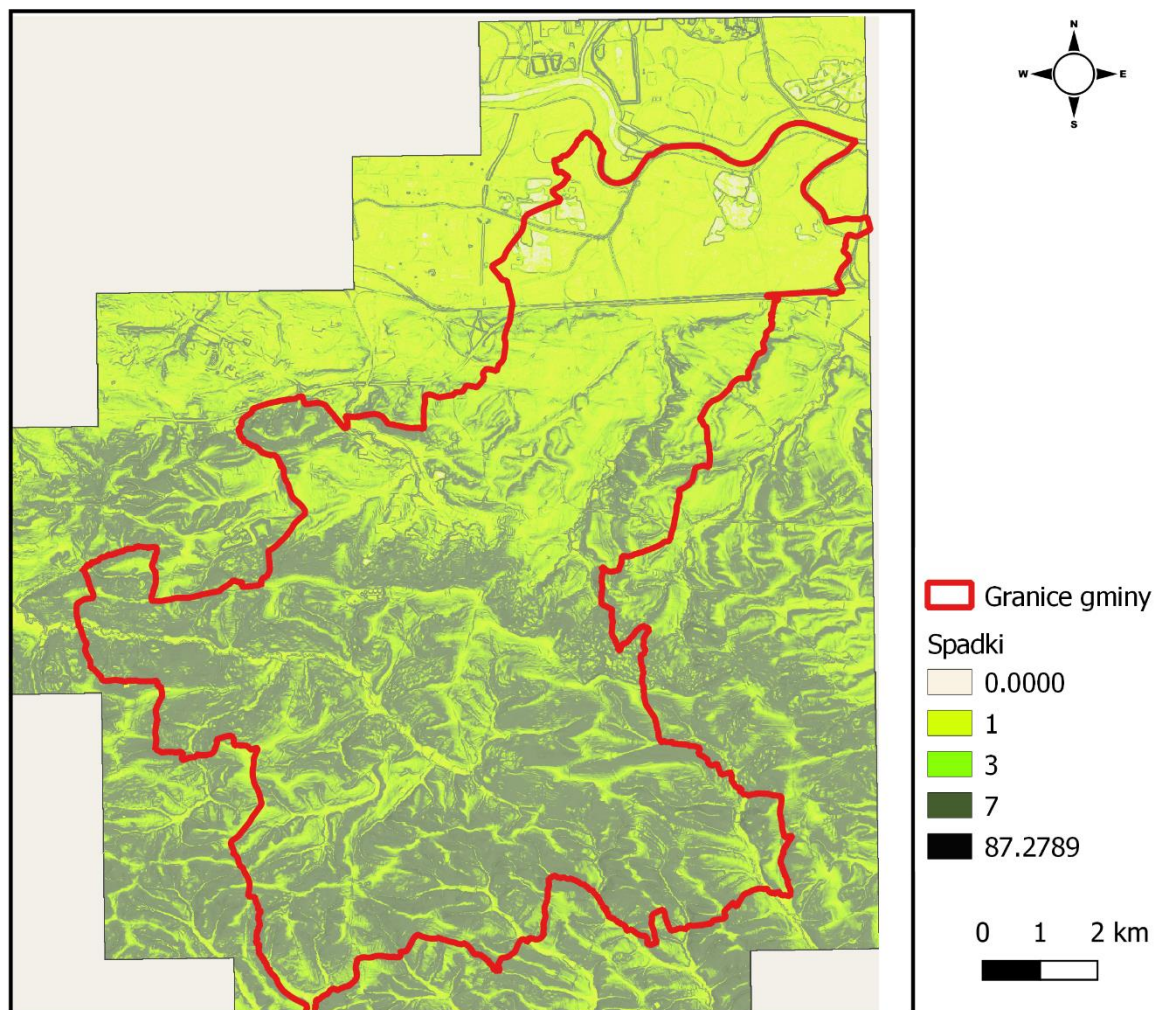
Rysunek 3.2. Mapa uszczelnienia terenu w gminie Wieliczka. Tereny nieprzepuszczalne w skali szarości od 0% (przezroczyste) do 100% (czarne)

Obok użytkowania terenu (gdzie przepuszczalność powierzchni jest jednym z kluczowych parametrów) i celowej gospodarki wodnej (sterowanie retencją i odpływem wód opadowych oraz roztopowych), na zagrożenie powodziowe nakłada się ogólnie mówiąc trzeci element – czyli uwarunkowania naturalne, na które składają się struktura hydrograficzna i ukształtowanie powierzchni. Porównanie rozkładu przestrzennego gęstości obszarów nieprzepuszczalnych (rys. 3.6.) z generalnym ukształtowaniem terenu na obszarze miasta (rys. 3.7.) oraz mapą spadków w gminie (rys. 3.8.) wskazuje na bardzo niekorzystne warunki dla kształtowania obiegu wody.

Główną osią hydrograficzną miasta jest sztuczna sieć kanalizacyjna, oraz system odprowadzania wód opadowych potokami dopływającymi do rzeki Serafy. Obszar miejski Wieliczki to duże deniwelacje terenu mające zasadniczy wpływ na kształtowanie się odpływu w mieście i gminie. Wieliczka położona jest w niecce od południa oddzielonej stokami o dużym spadku, będącymi dodatkowym efektem zwiększającym ryzyko powstawania zagrożenia podtopieniami. Zasadniczo miasto znajduje się u wylotu dolin zmieniających swój charakter z podgórskich na wyżynne – duży spadek na południu powoduje, że wody opadowe docierają do miasta formując wysoki natężeniu spływ powierzchniowy. W sytuacji naprawdę dużych sum opadów dobowych system cieków nie jest wystarczająco drożny aby można było mówić o bezpiecznym użytkowaniu wód opadowych.



Rysunek 3. 3. Mapa wysokościowa gminy Wieliczka



Rysunek 3. 4. Mapa spadków gminy Wieliczka

Oznacza to w praktyce, iż naturalne procesy spływu powierzchniowego zgodnie z nachyleniem stoków wnoszą dodatkowe zagrożenie dla zagrożenia podtopieniami, jakie ma miejsce przez uszczelnienie powierzchni terenu, w tym zwiększają swoje zagrożenie w sytuacji uszczelnienia powierzchni nachylonej.

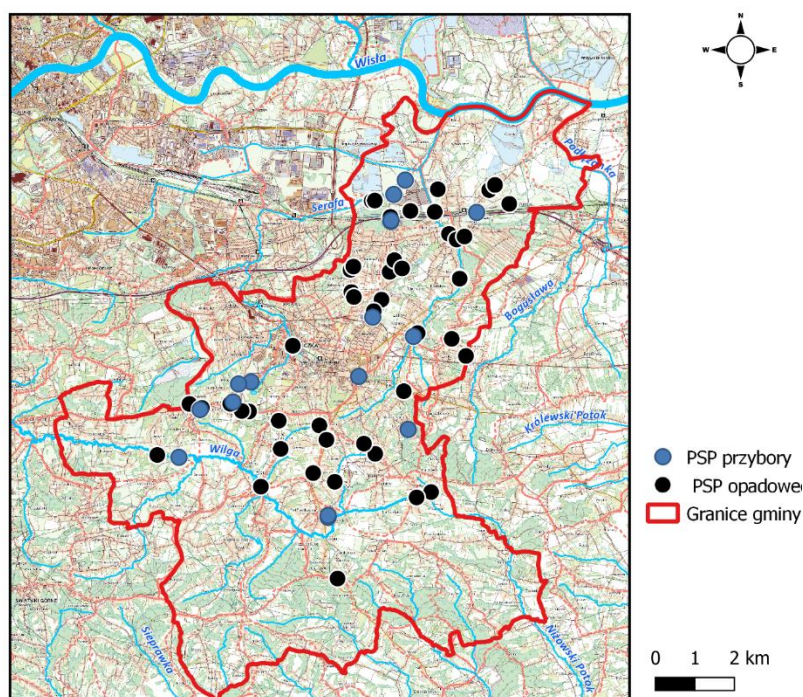
Podobnie ma się obszar gminy wiejskiej Wieliczki, która w części południowej wykazuje duże spadki terenu, powodując zwiększenie poziomu zagrożenia podtopieniami w dolinie, sąsiedztwie rzeki Wilgi i jej dopływów (Rys. 3.1.). Zagrożenie to jest konsekwencją zwiększenia udziału powierzchni uszczelnionych. Miejscowości znajdujące się w bezpośredniej bliskości rzeki Wilga i jej dopływów narażone są na zwiększony spływ powierzchniowy, który może wzmacniać efekt zagrożenia podtopieniami wynikający z braku kanalizacji odprowadzającej wody opadowe przy jednoczesnym zwiększającym się uszczelnieniu powierzchni terenu.

3.1.5. Sytuacja powodziowa w gminie Wieliczka w ostatnich 10 latach w świetle doniesień PSP oraz wybranych epizodów opadowych

Lokalne podtopienia opadowe

Na podstawie informacji pozyskanych od komendy straży pożarnej o przeprowadzonych interwencjach na obszarze gminy w latach 2017-2022 sporządzono mapę występowania zdarzeń interwencji w przypadku zgłoszeń o podtopieniach wywołanych zdarzeniami opadowymi (w dniu opadu) lub przyborem wód rzecznych (zwykle kilka 1-2 dni po opadzie) (Rys. 3.9.).

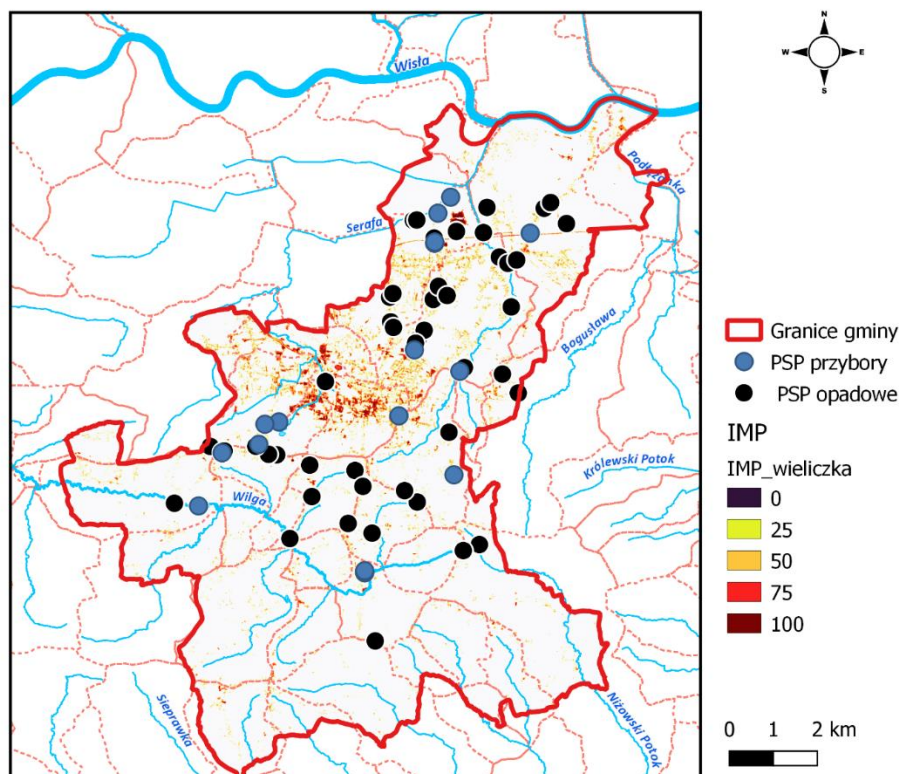
Analizując mapę interwencji straży pożarnej widać, że dominowały one w środkowej i środkowo-południowej części gminy. Jest to strefa zurbanizowana, w której również odnotowujemy wysoki wskaźnik terenów nieprzepuszczalnych i zróżnicowany poziom rozbudowy sieci kanalizacji burzowej. Informacja o podwyższonej liczbie interwencji (Czarnochcice w środkowo-południowej części gminy - ponad 20 zastępach interwencyjnych) koresponduje ze zdecydowanie za niską gęstością sieci kanalizacyjnej w tym obszarze gminy. Interwencje dotyczą głównie bezpośredniej bliskości potoków i rzek takich jak Wilga, Dopływ spod Szydłowca, Miodówka-Zabawka, Potok Grabówka. Bardzo dobrze widać porównując z mapą obszarów nieprzepuszczalnych, że obie charakterystyki są ze sobą skorelowane. Podtopienia - poza strefą w bezpośredniej bliskości cieków, występują w małych odizolowanych obszarach o wysokim wskaźniku szczelności i braku kanalizacji odpływu deszczówki (Rys. 3.10.).



Rysunek 3. 5. Interwencje Państwowej Straży Pożarnej

Strefy, w których brak jest rozwiniętej kanalizacji burzowej, położone poza siecią kanalizacji deszczowej/burzowej lub na granicy jej zasięgu w miejscach o dużym wzroście lub dużym współczynniku pokrycia powierzchniami nieprzepuszczalnymi, oraz o dużym spadku są predysponowane do podtopień i tam też notowano najwięcej interwencji straży pożarnej w okresie

ostatnich 5 lat. Jest to także obszar, który w wyniku modelowania wskazywany jest jako ten o najwyższym lub średnim zagrożeniu podtopieniami (Rys. 3.10.).

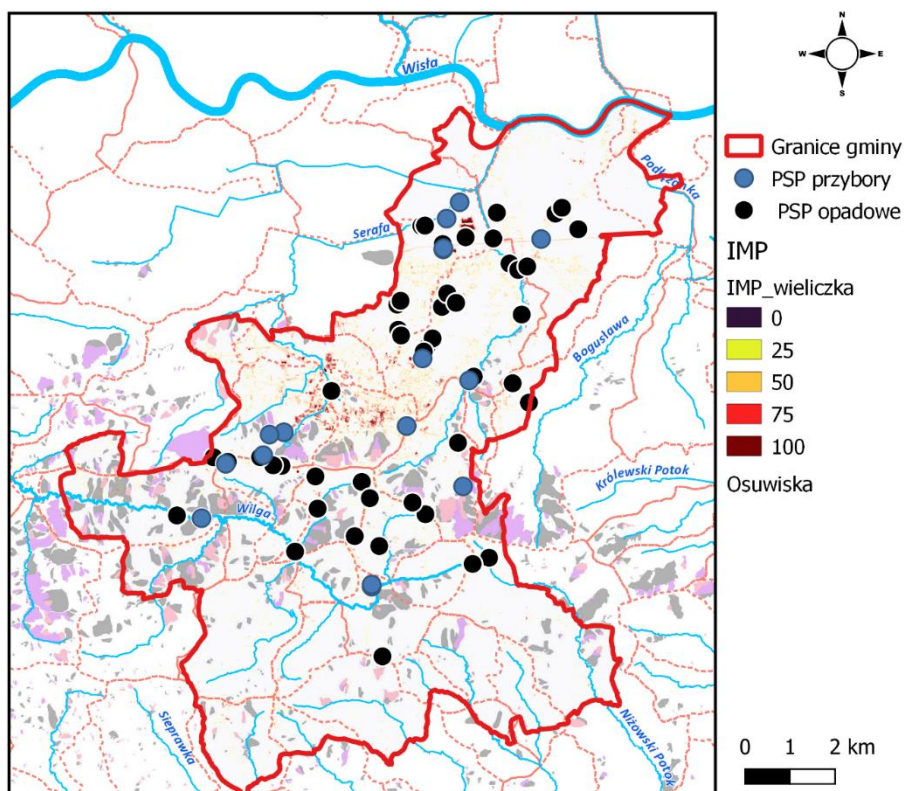


Rysunek 3.6. Interwencje PSP w zestawieniu z obszarami o dużym współczynniku szczelności (IMP – impervious wyrażony w %)

Ponadto na uwagę zasługują obszary położone w zasięgu sieci kanalizacji deszczowej/burzowej, a w których do takich interwencji dochodziło. Wymienić tutaj można miejsca w samej Wieliczce wzdłuż Potoku Grabówka.

Dodatkowo sporządzono krótką analizę położenia w zlewniach osuwisk, zestawionych z informacją o obszarach nieprzepuszczalnego podłoża oraz interwencji PSP. **Stwierdzono, że w miejscach występowania osuwisk miały miejsce interwencje Straży Pożarnej.** Podsumowując interwencje straży pożarnej związane z występowaniem podtopień i deszczy nawalnych pokrywają się z obszarami o dużym stopniu uszczelnienia powierzchni terenu i niedoborze kanalizacji deszczowej (Rys. 3.11.). Miejsca te są zwykle izolowanymi wyspami a w części południowej gminy ich lokalizacja pokrywa się z lokalizacją osuwisk (Rys. 3.11.).

Analiza dat zgłoszeń podtopień do straży pożarnej pozwoliła odnieść się do zdarzeń w okresie podlegającym obserwacji meteorologicznej. Przeanalizowano dwa takie zdarzenia, porównując z informacjami od straży pożarnej. Pierwszym z nich był epizod opadowy z dnia 19-23 maja 2019, natomiast drugim z kwietnia 2022. Ponadto z uwagi na wielkość opadu, przeanalizowano również epizod opadowy z 8-9 lipca 2014 roku.



Rysunek 3.7. Interwencje PSP w zestawieniu z obszarami o dużym współczynniku szczelności (IMP – impervious wyrażony w %) oraz miejsca występowania osuwisk

1) 8-9 lipca 2014

Maksymalny zanotowany opad dobowy: 56,2 mm, 7 lipca 2014 r. W ciągu dwóch dni w centrum miasta w rejonie skrzyżowania przy Domu Handlowym "Kinga" wiele domów uległo podtopieniu, a strażacy musieli wypompowywać wodę z budynków kilkakrotnie. Ulica Goliana została podtopiona trzy razy; na drodze zretencjonowana była przez kilka godzin warstwa wody o głębokości co najmniej 30 cm. Sytuacja ta spowodowała również wymieszanie wód z systemu burzowego i sanitarnego. Woda wdarła się też do niektórych piwnic i garaży przy ulicach Sienkiewicza i Moniuszki. Na ul. Powstania Warszawskiego nastąpiła cofka wody i wybiły studzienki.

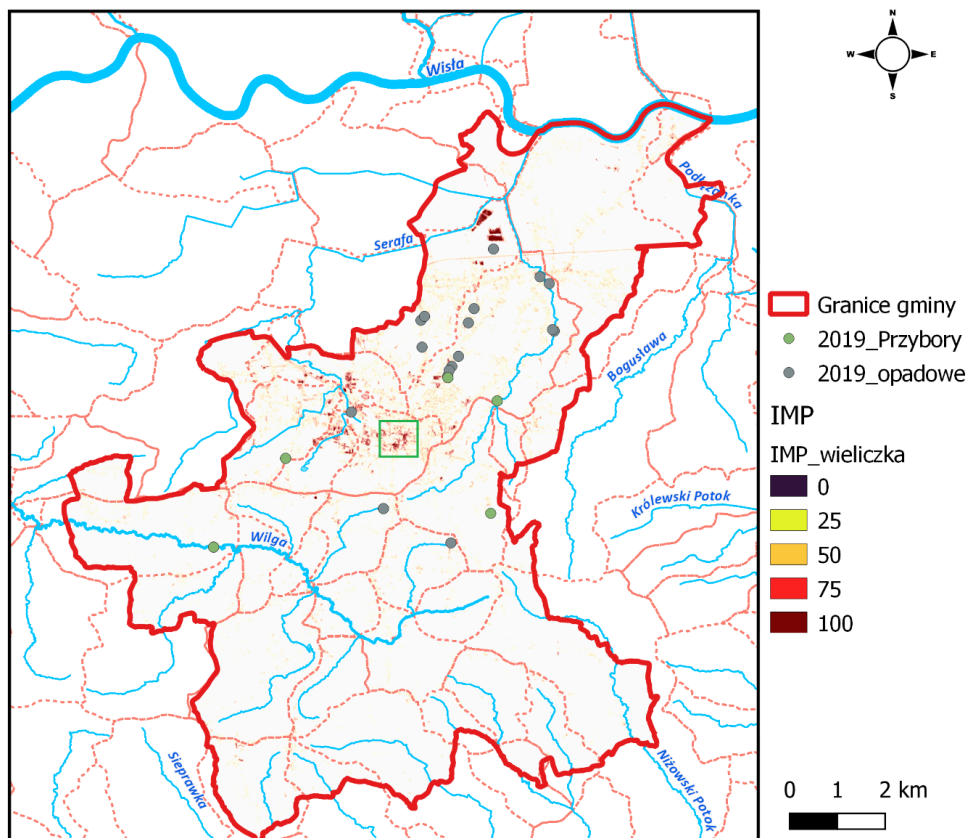
Po tym zdarzeniu podjęto decyzję o wybudowaniu przyłącza na ul. Powstania Warszawskiego, przebudowano studzienki na ul. Goliana oraz na ul. Powstania Warszawskiego wykonany zostanie dodatkowy kanał burzowy (o przepustowości 800 m sześciennych), który ma stanowić rezerwową "rurociąg" w przypadku bardzo intensywnych deszczy.

2) 19 maja 2019 (Rys. 3.12.)

W dniu 28 kwietnia 2019 r. przez cały dzień w Wieliczce spadł deszcz w ilości 34,4 litra/m² nie czyniąc żadnych szkód, a instalacja odprowadzania wody burzowej działała prawidłowo. W dniach 19 maja-23 maja 2019 miał miejsce wysoki opad deszczu sięgający powyżej 20 mm dziennie. Spowodował on

wystąpienie lokalnych podtopień wywołanych opadem na dużą skalę, ale również związanych z podwyższeniem poziomu wody w ciekach. Pierwsze zalanie ulic w centrum miasta, a dokładnie ulicy Limanowskiego i ul. Słowackiego przy Domu Handlowym Kinga, miało miejsce w dniu 19 maja 2019 roku. Spowodowane było gwałtownym opadem deszczu w ilości 21,9 litra na m² co doprowadziło do chwilowej niewydolności układu kanalizacji burzowej na ul. Limanowskiego i ul. Słowackiego. Kolejne lokalne podtopienia miały miejsce w nocy z dnia 22/23 maja 2019 roku w związku z długotrwałymi i obfitymi opadami deszczu. Wg informacji z IMGW wielkość opadów w tych dniach przedstawiała się następująco: 21 maja – 25 l/m², 22 maja – 32 l/m², 23 maja – 23,5 l/m². Opady te spowodowały wystąpienie lokalnych podtopień w mieście Wieliczka przy ul. Limanowskiego, ul. Batorego, ul. Goliana, ul. Solarskiego, ul. Puławskiego, ul. Narutowicza oraz w okolicach rzeki Zabawka, rzeki Miodówka, potoku Grabówka, rzeki Serafa.

Dodatkowo wysoki poziom wód rzeki Wisły zablokował odpływ rzek Serafa, Dwinia Długa i Zabawka poprzez zamknięcie śluz. Informacje o dużej intensywności podtopieniach napływały ze ścisłego centrum Wieliczki, podczas gdy nie były rejestrowane jako zgłoszenia w PSP. Miejsce Centrum zaznaczono na rysunku 3.12. zielonym kwadratem. Ponadto umieszczono miejsca interwencji straży które koncentrują się wzdłuż Miodówki i Potoku Grabowskiego oraz w miejscach niskiej przepuszczalności podłoża.



Rysunek 3.8. Zgłoszenia do PSP w dniach trwania nawałnicy w 19-23 maja 2019 roku

- 1) 5-6 sierpnia 2021: powódź błyskawiczna

Mapa zgłoszeń PSP w dniu 5-6 sierpnia 2021 roku przedstawia jedynie dwa miejsca interwencji, w okolicy miejscowości Węgrzce, przy autostradzie A4. Jednakże z notatek prasowych wiadomo, że tego dnia w nocy 5.08 ok. godz. 23 do Wieliczki skierowano do pomocy zastępy straży z sąsiednich gmin powiatu Wielickiego oraz nawet sąsiednich powiatów, w tym Szkolną Kompanię Wielozadaniową COO z krakowskiej Szkoły Aspirantów PSP. Zadysonowano tam także specjalny samochód dowodzenia i łączności z Komendy Wojewódzkiej PSP w Krakowie. W mieście zalane i nieprzejezdne były m.in. ulice: Słowackiego, Limanowskiego, Szpunara, Dembowskiego, Goliana, Matejki, Jedyńska, Reformacka, Kościuszki, a także przejazd pod wiaduktem kolejowym przy skrzyżowaniu ulic Dembowskiego, Krakowska i Narutowicza. W Wieliczce większość ulic znalazła się pod wodą. Podtopione zostały także liczne budynki, w tym siedziby służb ratowniczych, m.in. komenda PSP.

Woda nie oszczędza również innych rejonów gminy Wieliczka. Problemy były w Kokotowie, gdzie zalany został przejazd pod wiaduktem PKP na drodze powiatowej, a także m.in. w Małej Wsi, Czarnochowicach, Strumianach i Węgrzcach Wielkich. Trudna sytuacja była w Podłężu w gminie Niepołomice, gdzie w nocy wylała Podłężanka; konieczna była ewakuacja mieszkańców kilku domów z rejonu nazywanego Trzema Mostami.

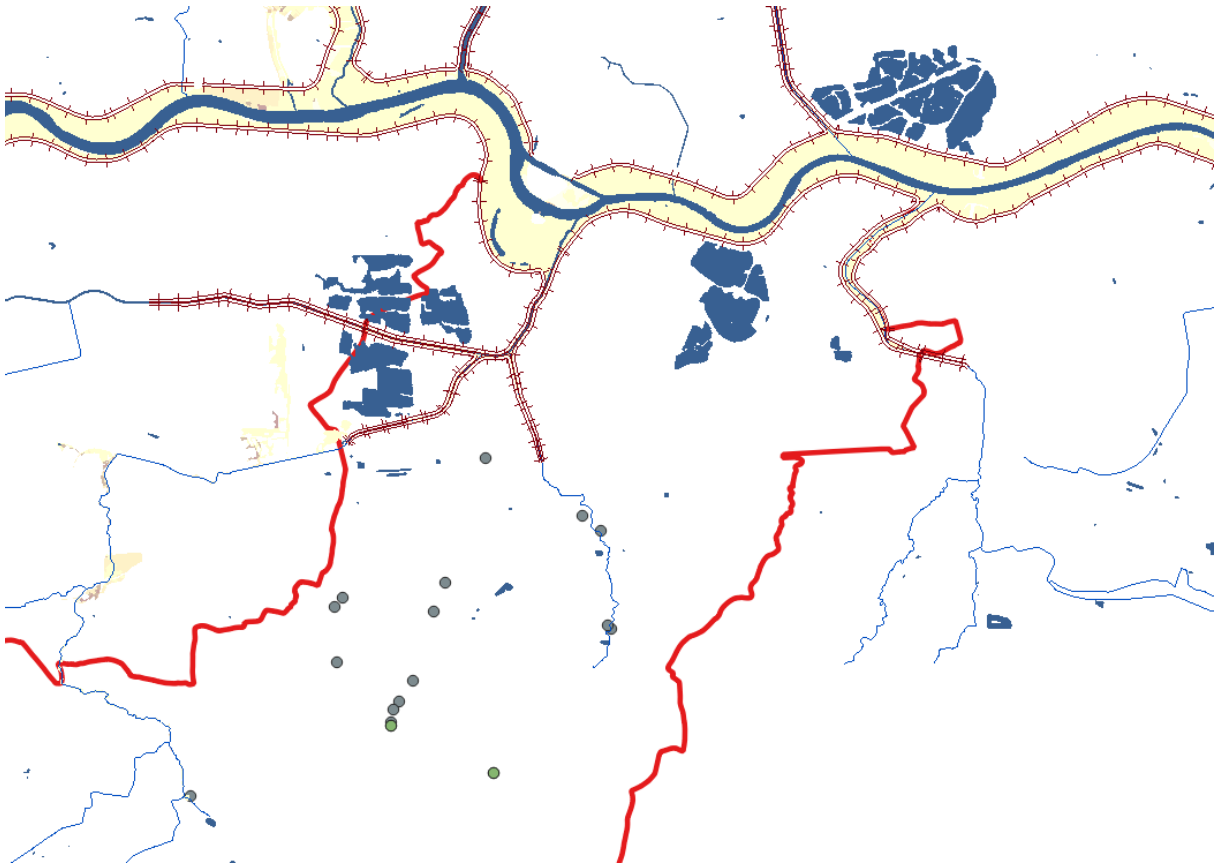
Do wczesnego popołudnia 6 sierpnia 2021 straż pożarna interweniowała w powiecie wielickim ok. 250 razy. Potok Krzyszkowicki wylał wieczorem 5 sierpnia 2021. Powódź błyskawiczna zatopiła bardzo poważnie budynki przy ul. Kościuszki w Wieliczce. Powodem bardzo dużych zniszczeń w tej okolicy był stan potoku Krzyszkowickiego w rejonie ulicy Kościuszki i - na miejskich osiedlach Kościuszki i Chrobrego. Pod ulicą Krakowską osunięta skarpa zadziałała jak tama, pojawiła się tzw. cofka, co w wielkim stopniu przyczyniło się do podtopień w tej części Wieliczki.

Biorąc powyższe pod uwagę zagrożenia powodziowe na terenie miasta i gminy Wieliczka, wynikające z długotrwałych lub gwałtownych opadów deszczu skutkują możliwością wystąpienia lokalnych podtopień w mieście Wieliczka na ulicach Limanowskiego, Batorego, Goliana, Solarskiego, Puławskiego i Narutowicza oraz w okolicach cieków Zabawka i Miodówka, potoku Grabówka Krzyszkowickiego oraz rzeki Serafa. Dodatkowo przy wysokim poziomie wody w rzece Wisła dochodzi do zamknięcia śluz, co powoduje zablokowanie odpływu rzek Serafa, Dwinia Długa i Zabawka, co w dalszej kolejności może doprowadzić do wystąpienia lokalnych podtopień w miejscach, gdzie wały są najniższe. Powyższe zagrożenia występują w sołectwach Czarnochowice, Mała Wieś, Śledziejowice, Zabawa, Strumiany oraz Węgrzce Wielkie. Zdarzenie takie jednak nie miało miejsca.

Zagrożenia powodziowe

Ze względu na proces powstawania i wezbrania powódzie w Polsce możemy podzielić na następujące rodzaje: – opadowe – przyczyną są opady ulewne lub nawalne (o dużym natężeniu) oraz rozlewne (długotrwałe na dużym obszarze zlewni), – roztopowe – przyczyną jest gwałtowne topnienie śniegu, – zimowe – przyczyną jest nasilenie niektórych zjawisk lodowych, – sztormowe - przyczyną są silne wiatry i sztormy występujące na zalewach i wybrzeżach. Podtopienia i powodzie bardzo często powodują katastrofalne skutki, szczególnie odczuwalne przez środowisko i mieszkańców. Zmusza to lokalne władze do działań mających na celu zapobieganiu wezbrań rzecznych na terenach zamieszkałych w przyszłości. Do najważniejszych należy rozbudowa i modernizacja infrastruktury przeciwpowodziowej oraz sporządzanie ocen zagrożenia powodziowego. Według Map zagrożenia powodziowego i map

ryzyka powodziowego, dostępnych na stronie internetowej Informatycznego Systemu Ostrony Kraju, na terenie miasta i gminy Wieliczka występuje obszar szczególnego zagrożenia powodzią od rzek. Obszarami szczególnego zagrożenia powodziowego na terenie miasta i gminy są przede wszystkim obszary i tereny zalewowe wzdłuż rzeki Wisły oraz rzek Wilgi i Serafy. Najbardziej zagrożonym terenem są obszary zamieszkałe i zurbanizowane, które bezpośrednio sąsiadują z obszarami szczególnego zagrożenia powodzią. Tereny objęte zagrożeniem powodziowym na obszarze miasta i gminy ilustruje Rys. 3.13.



Rysunek 3. 9. Mapa ryzyka powodziowego przy powodzi 1%

Modelowanie warunków podtopień opadowych¹

¹ Literatura

Barszcz M., 2012 Znormalizowane rozkłady warstwy opadu w czasie trwania deszczy na obszarze zlewni doświadczalnej w Warszawie. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, T. 12, z. 3, 27–38.

Błaszczak P. (red.): Zasady planowania i projektowania systemów kanalizacyjnych w aglomeracjach miejsko- przemysłowych i dużych miastach. Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1983.

Chormański J., 2012 Analysis of urbanization impact on changes in river discharge – a case study of the Biała River catchment. Studia Geotechnica et mechanica, vol XXXIV, 2, 19-32

DVWK 1984. Arbeitsanleitung zur Anwendung Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Regeln 113. T. 2. Synthese. Hamburg. Verlag Paul Parey.

Problem zagrożenia podtopieniami w Wieliczce i na terenie gminy został przeanalizowany z wykorzystaniem modelowania w programie WetSPA Urban, który jest symulatorem systemów odpływu, oraz jest dedykowany głównie modelowaniu w zlewniach zurbanizowanych z wykorzystaniem kanalizacji ogólnospławnej i burzowej. WetSPA Urban jest dynamicznym modelem analizującym zjawiska w ujęciu opad-odpływ. Może być on wykorzystany dla symulacji pojedynczych zdarzeń lub długoterminowych odpływów (zarówno ilościowych jak i jakościowych) ze zlewni zurbanizowanych. Odpływ w modelu jest generowany na podstawie skumulowania odpływu ze zlewni jednostkowych, gdzie opad generowany jest na podstawie zadanego w modelu wysokości opadu atmosferycznego w czasie przyjętego kroku symulacji. W modelu wykorzystuje się więc zarówno model hydrologiczny, hydrauliczny, jak i jest możliwość wycen ekosystemowych. Jest on nowszą wersją stosowanego wcześniej do obliczeń odpływu w zlewni miejskiej rzeki Białej płynącej przez Białystok modelu WetSPA (Chormański 2012; Pusłowska i in. 2012).

Dla Wieliczki, na podstawie udostępnionych danych, stworzono podstawowy model zlewni kanalizacji deszczowej. Ponieważ bardziej szczegółowy model wymaga podania dokładnych danych dotyczących rzędnych powierzchni i dna studzienek w sieci kanalizacyjnej, dokładnego przekroju poprzecznego studzienek a także informacji o przekroju poprzecznym (m.in. średnicy) czy też materiale, z którego wykonane są kanały. Nie wszystkie te informacje były dostępne. Wartości spadku kanalizacji deszczowej i jej wysokość nad poziomem morza wyznaczono na podstawie analizy modelu wysokości terenu pozyskanego z GUGIK (rozdzielczość przestrzenna 1mx1m) oraz danych publikowanych na geoportal.gov.pl. Następnie po przyjęciu wg literatury wartości parametrów szorstkości, promienia zwilżonego i innych parametrów dla sieci kanałów i studzienek, które w przypadku istniejących danych podlegają kalibracji w modelu, stworzono model kanalizacji deszczowej dla obszaru zurbanizowanego. Wyniki modelu odniesiono również do numerycznego modelu terenu pozyskanego z GUGIK (rozdzielczość przestrzenna 1mx1m).

W modelu tym symulacje poprowadzono dla natężenie opadu obliczone ze wzoru Błaszczyka [1983] o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2, 10 lat które odpowiadały notowanym zdarzeniom ekstremalnego opadu rzeczywistego: zdarzenie z 19.05.2019 roku z dobową sumą 23 mm i (2) z 05.08.2010 z sumą dobową 54 mm. Dla zmienności w czasie wartości sumarycznej opadu dla deszczy hipotetycznych przyjęto rozkład zaproponowany dla Niemiec [DVWK, 1984], który jest powszechnie stosowany w Polsce i wykazuje duże podobieństwo do obserwowanych rozkładów opadów w zlewniach zurbanizowanych [Barszcz, 2012]. W tabeli poniżej zamieszczono obliczone natężenia opadów wg wzoru Błaszczyka (tab. 2).

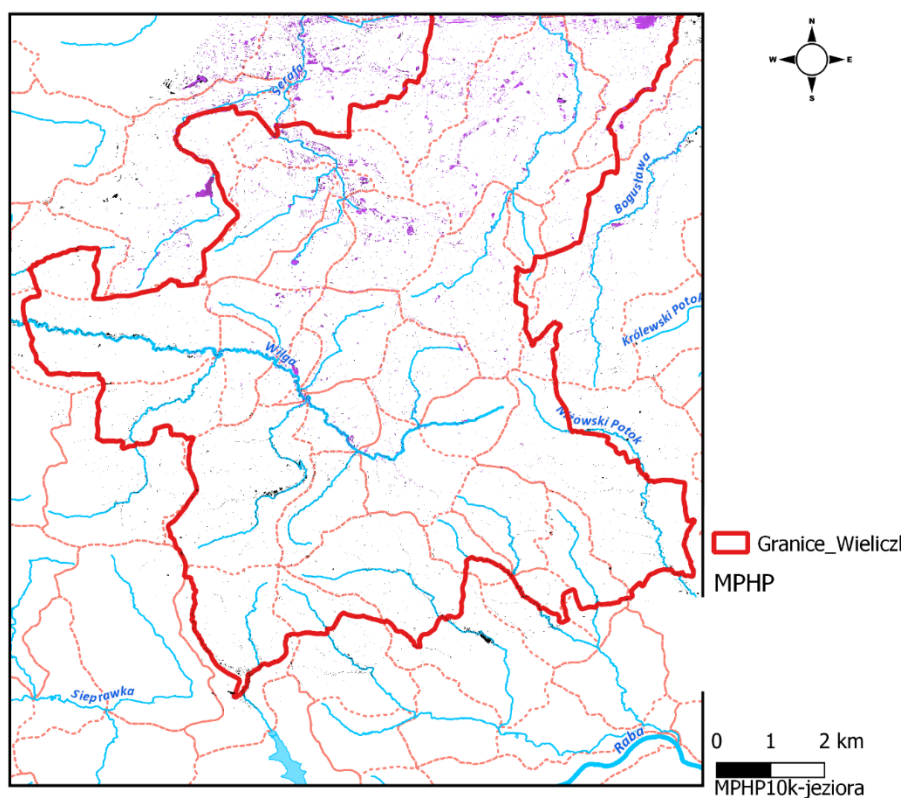
Tabela 2 Wartości natężenia hipotetycznych epizodów opadów nawalnych o przyjętej częstotliwości wystąpienia (prawdopodobieństwie przewyższenia) wystąpienia oraz ich parametrów (suma i natężenie), dla których przeprowadzono symulacje.

Programu ochrony środowiska dla Miasta i Gminy Wieliczka na lata 2021-2024 z perspektywą do roku 2028”
https://wolomin.bip.net.pl/index.php?p=document&action=show&id=18015&bar_id=16619

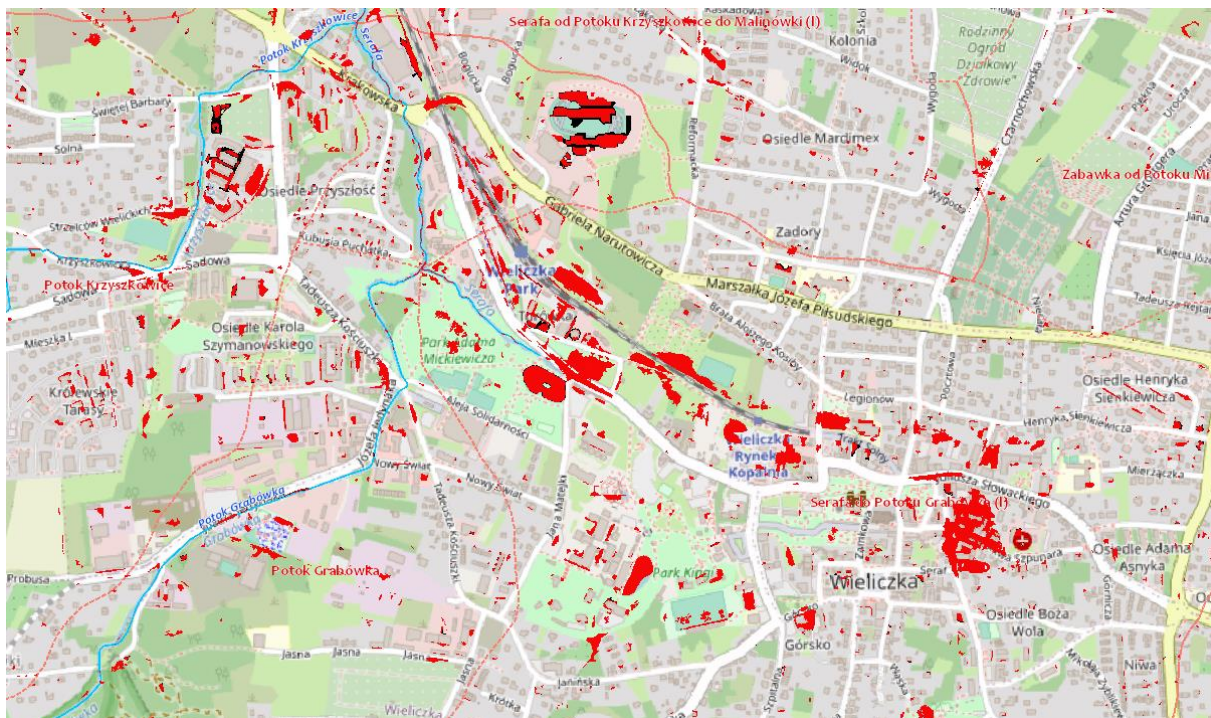
Pusłowska-Tyszewska D., Stańczyk T., Chormański J., Kardel I., Ołęcki P., Okruszko T., Tyszewski S., 2012. Problemy gospodarki wodnej zlewni zurbanizowanej na przykładzie rzeki Białej. Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk; z. 34, s.125

Czas trwania [min]	Częstotliwość wystąpienia [1/a]	Rozkład deszczu	Suma opadu [mm]	Średnie natężenie deszczu [dm ³ /s/ha]	Kategoria deszczu wg Chomicza
120	2	DVWK	23	33.41	Deszcz ulewny II stopnia
120	50	DVWK	54.04	75.06	Deszcz ulewny IV stopnia

Z uwagi na brak sieci obserwacji przepływów w kanałach odpływu burzowego i co za tym idzie możliwości kalibracji, wyniki poszczególnych symulacji należy traktować jako informację jakościową, a nie ilościową. Uzyskane wartości znormalizowano przyjmując oddzielny kartogram kolorystyczny dla studzienek oraz zlewni elementarnych. W każdym z scenariuszy przedstawiono wyniki modelowania jako obszary najbardziej zagrożone i najmniej zagrożone podtopieniem w gminie, przyjmując wartości procentowe skrajnych przedziałów: 0-30% brak zagrożenia a 70-100% silne zagrożenie podtopieniem. W większości obszary



Rysunek 3.10. Wyniki symulacji w modelu hydrologicznym WetSPA. Kolor fioletowy -obszary zagrożone podtopieniem w przypadku opadu 23 mm; kolor czarny – obszary zagrożone podtopieniem opadem 54 mm



Rysunek 3.11. Centrum Wieliczki. Kolorem czerwonym zaznaczono obszary zagrożone podtopieniem w przypadku deszczu o wysokości 54 mm

W gminie Wieliczka przeanalizowano:

- Warunki hipsometryczne i spadki w gminie Wieliczka oraz ich potencjalny wpływ na możliwość formowania się podtopień
- Mapy ryzyka powodziowego
- Wpływ zróżnicowania udziału powierzchni nieprzepuszczalnych w poszczególnych zlewniach i obszarach gminy na tle mapy pokrycia terenu oraz mapy osuwisk
- strukturę odpływu z wykorzystaniem systemu modelowania WetSPA-Urban
- wrażliwość i lokalizację wystąpienia podtopień na opad o wielkości sumy opadu (zgodnie ze scenariuszami analiz deszczu hipotetycznych o wielkości i natężeniu) odpowiadającemu częstotliwości pojawienia się (prawdopodobieństwa przewyższenia) co 2, 5, 10 lat
- analizę informacji o wezwaniach straży pożarnej w gminie Wieliczka na przestrzeni ostatnich 5 lat oraz informacji prasowych o gwałtownych ulewach i ich skutkach na przestrzeni ostatnich 12 lat.

3.1.6. Wnioski i zalecenia

Obszary zurbanizowane, o dużej gęstości powierzchni nieprzepuszczalnych, są szczególnie wrażliwe na krótkotrwałe intensywne opady, które nie mogą być nawet w naturalnych warunkach w całości zakumulowane jako retencja (powierzchniowa lub/i podziemna). W warunkach tych następuje gwałtowne kumulowanie odpływu/spływu powierzchniowego, co jest przyspieszone przez udział

powierzchni nieprzepuszczalnych miasta oraz lokalnych obszarów o zwiększonej nieprzepuszczalności położonych w obszarze pozamiejskim gminy.

Nadmiar wód w przypadku wystąpienia tak intensywnego opadu powinien być przejmowany przez sieć odpływu powierzchniowego (cieki, kanalizacja deszczowa). W szczególności system kanalizacji deszczowej pełni tu rolę zapewnienia właściwego funkcjonowania miasta. Przy niedostatecznej gęstości sieci kanalizacyjnej lub niedostatecznej przepustowości wzrasta zagrożenie występowania podtopień powodujących znaczące straty materialne (uszkodzenia dróg, parkingów, ścian budynków, podtopienia piwnic, etc.). Dodatkowy aspektem pojawiającym się z uwagi na lokalnie duże spadki terenu jest niebezpieczeństwo osuwisk i tworzenia się bruzd i wąwozów erozyjnych niszczących istniejącą infrastrukturę miejską w tym umocnienia dolin rzecznych. Wrażliwość przestrzeni zurbanizowanej na opady jest zróżnicowana, w zależności od jej parametrów oraz typu infrastruktury.

Przeprowadzone badania modelowe wskazują przede wszystkim dużą wrażliwość przestrzeni miejskiej Wieliczki na opad dobowy o natężeniu już od 23 do 35 mm, zidentyfikowanego jako zagrożenie już istniejące współcześnie. Są to opady, które jeśli chodzi o wysokość opadu, współcześnie występują z średnią częstością w wieloleciu (średnio co dwa lata). Opady tej wielkości zdarzają się w gminie nawet kilka razy do roku a w przypadku gdy ich intensywność jest duża, mają fatalne skutki w postaci generowania podtopień i w konsekwencji poważnych zniszczeń powodziowych.

Obszary zagrożone wystąpieniem podtopień przy tej sumie opadu charakteryzuje w mieście powierzchnia o gęstości uszczelnienia od 25% do 50% i niedostatecznym wskaźniku rozwinięcia sieci kanalizacyjnej. Obszary o wysokim zagrożeniu to zwykle obszary o uszczelnieniu powyżej 50%. Są to zarówno zwarte obszary zwartej zabudowy w centrum miasta, ale również tereny centrum handlowego w centrum oraz obszary przemysłowe położone w północno- zachodniej części gminy.

Modelowanie hydrodynamiczne przeprowadzono w zlewniach zweryfikowano jako zagrożenie istniejące opad o wysokości 20-25 mm, na podstawie notowanego zdarzenia z maja 2019 r. Nie był to typowy przypadek, gdyż opad ten wystąpił kilkakrotnie w następstwie kolejnych kilku dni za każdym razem powodując podtopienia. Zakładając aktualny stan infrastruktury technicznej (brak rozwoju sieci kanalizacji deszczowej) oraz zatrzymanie przyrostu gęstości obszarów nieprzepuszczalnych, przeprowadzono modelowanie zagrożenia obszaru miasta podtopieniami związanymi z prognozowanym wzrostem natężenia opadu – do 35 mm (opad 5 letni), co jest realnym scenariuszem warunków klimatycznych końca wieku. Taki opad również nastąpił już wcześniej a w 2010 roku przekroczył nawet 50 mm.

Wyniki modelowania niepodważalnie wskazują na konieczność intensyfikacji działań w zakresie gospodarki wodami opadowymi. Dwoma rekomendowanymi kierunkami jest:

(1) rozbudowa sieci kanalizacji deszczowej i sieci drenażu szczególnie z uwagi na dużą intensywność podtopień podziemnych kanałów ulgi o dużej przepustowości. Kanał taki powinien być zlokalizowany w taki sposób aby odciążał miejsca w których historycznie w ostatnich kilkunastu latach notorycznie występowały podtopienia i powodzie a mianowicie ulic Sienkiewicza, Goliana, Kościuszki, Dembowskiego, rejonu Rynku, Mickiewicza. Limanowkiego i Słowackiego.

(2) konieczność działań zwiększających możliwości retencyjne przestrzeni miejskiej w postaci dużych zbiorników retencyjnych. : których lokalizacja powinna zostać wyznaczona w oparciu o specjalistyczne pomiary i analizy hydrauliczne sieci przesyłowej kanalizacji burzowej aby zaprojektowana pojemność retencyjna zbiorników wraz z przepustowością kanałów ulgi równoważyła zagrożenie deszczów nawalnych

(3) wdrożenie działań zwiększających udział zielono-niebieskiej infrastruktury, ograniczanie przyrostu gęstości powierzchni nieprzepuszczalnych, wprowadzanie technologii zwiększających lokalną retencję – dla przykładu retencjonowanie wody dachowej na cele nawodnieniowe, zielone dachy, przepuszczalne tereny parkingowe etc.

(4) w obszarze południowym gmin zaleca się zwiększanie gęstości kanalizacji deszczowej poprzez budowę kolejnych odcinków miejskiej kanalizacji burzowej.

(5) Intensyfikując działania zaradcze należy skupiać się na obszarach o wysokim zagrożeniu podtopieniami. Jednocześnie pamiętać należy o tych obszarach gminy położonych w zlewni WIłgi, w których nie istnieje jeszcze dostateczna sieć kanalizacyjna wód opadowych, a w których z uwagi na ich położenie możliwe, iż istnieją ekonomiczne trudności z włączeniem ich do sieci miejskiej lub gminnej. Obszary te najpewniej w przyszłości czeka mniej intensywne niż w okolicach miasta Wieliczka urbanizacja. Na obszarach tych zalecić powinno się budowę przede wszystkim zbiorników retencyjnych.

(6) Aby zminimalizować powodziowe zagrożenie dla położonej w niecce Wieliczki niezbędne jest wykonanie zabezpieczeń także od strony południowej charakteryzujące się wysokim spadkiem południowych zboczy skąd, płynące ogromne ilości wody zalewają drogi i ulice sąsiadujące z nimi części miasta Wieliczka (m.in. ul. Limanowskiego) oraz podtapiają budynki i posesje.

3.2. Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych

3.2.1. Metodyka określania warunków topoklimatycznych na obszarze gminy Wieliczka

W celu określenia zróżnicowania klimatu lokalnego gminy Wieliczka wyznaczono zasięgi jednostek topoklimatycznych występujących na jej obszarze. Jednostkę topoklimatyczną można rozumieć jako wewnętrznie spójny, jednorodny obszar odznaczający się określonymi warunkami klimatycznymi (topoklimatem), które różnią się od warunków panujących w jednostkach sąsiednich. Warunki topoklimatyczne określono zgodnie z metodyką przeglądowej mapy topoklimatycznej Polski (por. Błażejczyk 2001), zmodyfikowaną na potrzeby niniejszego opracowania. Wykorzystano informacje o cechach środowiska przyrodniczego wpływających na strukturę bilansu cieplnego i radiacyjnego powierzchni czynnej, w szczególności zaś o:

- rzeźbie terenu, jego nachyleniu i ekspozycji,
- pokryciu i formach użytkowania terenu,
- wilgotności podłoża i jego przepuszczalności.

W każdej z trzech wyżej wymienionych kategorii dokonano określenia wartości współczynników zmian natężenia całkowitego promieniowania słonecznego, albedo, temperatury powietrza, wilgotności względnej oraz prędkości wiatru w odniesieniu do tzw. powierzchni standardowej (powierzchnia płaska, pokryta trawą regularnie koszoną). Powierzchnia standardowa reprezentuje warunki panujące w typowym ogródku meteorologicznym i stanowi punkt odniesienia wobec którego określono zróżnicowanie warunków w jednostkach topoklimatycznych.

Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych zostało określone w polach podstawowych o wymiarach 100 x 100 m. Aby dokładniej zbadać warunki panujące na granicy omawianego obszaru do analizy włączono również strefę wyznaczoną ekwidystantą 150 m od zewnętrznych granic gminy Wieliczka. Delimitacji jednostek topoklimatycznych dokonano w podziale na grupy, typy i klasy topoklimatów oraz jednorodne jednostki topoklimatyczne. Do określenia topoklimatów zastosowano numeryczne kody pozycyjne.

Grupy topoklimatów zostały oznaczone dwucyfrowym kodem A_1A_2 . Grupa topoklimatów informuje o proporcjach promieniowania słonecznego i promieniowania odbitego od powierzchni czynnej w odniesieniu do wartości na powierzchni standardowej. Wyróżniono 9 grup topoklimatów:

11 - topoklimaty o zmniejszonym (względem powierzchni standardowej) dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej (względem powierzchni standardowej) wartości promieniowania odbitego,

12 - topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,

13 - topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego,

21 - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego,

22 - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,

23 - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego,

31 - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego,

32 - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,

33 - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego.

Typy topoklimatów oznaczone są czterocyfrowym kodem $A_1A_2B_1B_2$. Pierwsze dwie cyfry informują o grupie topoklimatów, do której należy dany obszar. Trzecia cyfra (B_1) oznacza warunki termiczne w danym topoklimacie:

1 - topoklimat chłodny,

2 - topoklimat umiarkowanie ciepły,

3 - topoklimat ciepły.

Czwarta cyfra (B_2) oznacza warunki anemologiczne w danym topoklimacie:

1 - topoklimat zaciszny,

2 - topoklimat umiarkowanie wietrzny,

3 - topoklimat wietrzny.

Przykładowo, kod 21_31 oznacza topoklimat o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego, ciepły i zaciszny.

Klasy topoklimatów oznaczone są pięcocyfrowym kodem binarnym $C_1C_2C_3C_4C_5$. Każda cyfra informuje o predyspozycjach do występowania na danym obszarze określonych właściwości klimatu lokalnego. Cyfra 1 oznacza zwiększone, a cyfra 0 przeciętne predyspozycje do występowania:

C₁ - inwersji termicznych,

C₂ - mgieł radiacyjnych,

C₃ - zanieczyszczeń powietrza,

C₄ - strumienia ciepła antropogenicznego,

C₅ – fitoncydów.

Przykładowo, klasa topoklimatów 00110 związana jest ze zwiększonym ryzykiem zanieczyszczeń powietrza oraz z obecnością strumienia ciepła generowanego sztucznie przez człowieka.

Przyjmuje się, że właściwości C_1 - C_4 są niekorzystne dla człowieka z uwagi na negatywne oddziaływanie na organizm. Obecność fitoncydów (C_5), tj. substancji lotnych wydzielanych przez niektóre rośliny wyższe, jest cechą korzystną, gdyż zabijają one drobnoustroje znajdujące się w powietrzu, przyczyniając się tym samym do poprawy warunków aerosanitarnych i ograniczenia rozprzestrzeniania wybranych patogenów drogą lotną.

Mapa jednorodnych jednostek topoklimatycznych stanowi syntetyczną ilustrację przedstawiającą grupy, typy i klasy topoklimatów występujące w każdym polu podstawowym w obrębie miasta Wieliczka. Jednorodne jednostki topoklimatyczne oznaczone są 9-cyfrowym kodem **A₁A₂_B₁B₂_C₁C₂C₃C₄C₅**, w którym cyfry A₁A₂ oznaczają grupę topoklimatu, B₁B₂ - jego typ, a C₁C₂C₃C₄C₅ - jego klasę. Przykładowo, jednostka 13_23_11001 oznacza topoklimat o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego, umiarkowanie ciepły, wietrzny, w którym występuje zwiększone ryzyko inwersji termicznych i mgieł radiacyjnych, i w którym występuje zwiększona obecność fitoncydów.

3.2.2. Metodyka określania warunków bioklimatycznych na obszarze gminy Wieliczka

Warunki bioklimatyczne na obszarze gminy Wieliczka zostały określone za pomocą uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI (ang. *Universal Thermal Climate Index*). Wartości wskaźnika UTCI wyrażane są w °C i określają w sposób obiektywny (tj. niezależnie od subiektywnych odczuć osobniczych), jakiemu stresowi termicznemu podlega organizm człowieka w danych warunkach. Wskaźnik UTCI uwzględnia procesy fizjologiczne oraz fizyczną wymianę ciepła między organizmem a otoczeniem. W celu obliczenia wartości wskaźnika UTCI zastosowano formułę (Błażejczyk 2011):

$$UTCI = 3,21 + 0,872 \cdot t + 0,2459 \cdot M_{rt} - 2,5078 \cdot v_{10} - 0,0176 \cdot f,$$

gdzie:

UTCI – uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych [°C],

t – temperatura powietrza [°C],

M_{rt} – średnia temperatura radiacyjna [°C],

v₁₀ – prędkość wiatru na wys. 10 m n.p.g. [m/s],

f – wilgotność względna powietrza [%].

Aby lepiej ukazać zmienność warunków bioklimatycznych na obszarze badań w różnych sytuacjach pogodowych zdecydowano się na określenie wartości wskaźnika UTCI dla czterech predefiniowanych typów pogody, które mogą występować w półroczu ciepłym (tab. 1):

Tab. 1. Typy pogody letniej ujęte w modelowaniu wartości wskaźnika UTCI

typ pogody	natężenie promieniowania [W/m ²]	zachmurzenie [%]	temperatura powietrza [°C]	wilgotność względna [%]	prędkość wiatru na wys. 10 m n.p.g. [m/s]
przeciętna	550	50	20,0	50	4,0
ciepła	850	10	25,0	50	4,0
upalna	850	10	30,0	40	1,0
skrajnie upalna	850	10	35,0	30	1,0

Wartości wskaźnika UTCI pozwalają na określenie obciążeń termicznych występujących na danym obszarze (tab. 2). Długotrwałe przebywanie w warunkach zwiększonego stresu ciepła wpływa na procesy fizjologiczne organizmu, powodując zwiększone wydzielanie potu czy zaburzenie czynności termoregulacyjnych (por. Błażejczyk i in. 2010).

Tab. 2. Klasy obciążeń termicznych według wskaźnika UTCI (*UTCI Assessment Scale 2003*)

UTCI [°C]	obciążenia termiczne
powyżej 46	nieznośny stres ciepła
od 38 do 46	bardzo silny stres ciepła
od 32 do 38	silny stres ciepła
od 26 do 32	umiarkowany stres ciepła
od 9 do 26	brak stresu termicznego (strefa komfortu)
od 0 do 9	słaby stres zimna
od -13 do 0	umiarkowany stres zimna
od -27 do -13	silny stres zimna
od -40 do -27	bardzo silny stres zimna
poniżej -40	nieznośny stres zimna

3.2.3. Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych na obszarze miasta i gminy Wieliczka

Na badanym obszarze wyróżniono 9 grup topoklimatów, przy czym ponad ¼ terenu gminy (25,3% powierzchni) znajduje się w grupie 13, oznaczającej topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego (Rys. 3.16.). Topoklimaty z grupy 13 występują na przeważającym obszarze miasta Wieliczka, a także na obszarach sąsiednich wsi, w strefach o dużej gęstości zabudowy. W warunkach zabudowy miejskiej oraz gęstej zabudowy wiejskiej dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni czynnej jest utrudniony, m.in. z powodu wzajemnego zacieniania się budynków. Równocześnie jasne elewacje oraz połacie szklane (np. okna, witryny sklepowe) przyczyniają się do zwiększenia albedo, a tym samym wartości promieniowania odbitego są na takiej powierzchni wyższe niż na powierzchni standardowej.

Druga pod względem zajmowanej powierzchni jest grupa 32 (20,2%), w której dopływ promieniowania słonecznego jest zwiększony, a wartość promieniowania odbitego jest przeciętna. W grupie tej znajduje się większość gruntów ornych położonych w środkowej i południowej części gminy. Grupa 12, zajmująca 18,8% powierzchni gminy, obejmuje tereny użytkowane rolniczo położone w środkowej części gminy, w szczególności te sąsiadujące bezpośrednio z miastem, jak również łąki, pastwiska i nieużytki ekologiczne znajdujące się na południe od rzeki Wilga.

Tereny najbardziej zbliżone do powierzchni standardowej reprezentowane są przez topoklimaty grupy 22, o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnym albedo, zajmujące 15,4% powierzchni gminy. Zlokalizowane są one głównie na północnym krańcu gminy, na północ od autostrady A4, choć można je także odnaleźć w postaci małych, izolowanych obszarów w innych miejscach. 10,7% powierzchni zajmują topoklimaty z grupy 11, oznaczające zmniejszony dopływ promieniowania słonecznego i zmniejszone albedo. Topoklimaty te charakteryzują przede wszystkim obszary zalesione położone w gminie Wieliczka, np. Las Krzyszkowicki czy Park Grabówki. Łącznie wszystkie opisane

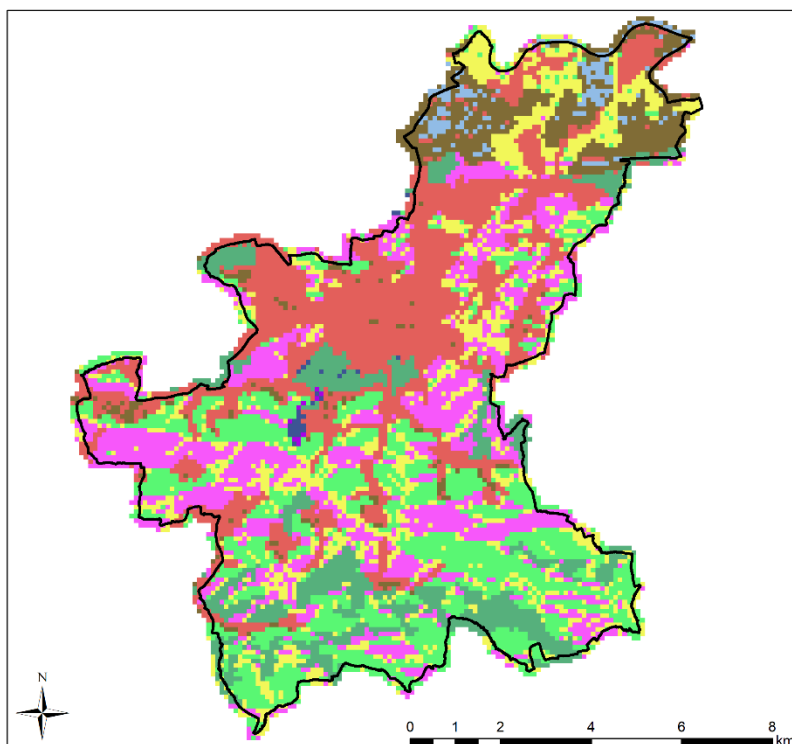
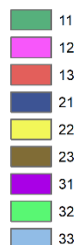
powyżej grupy topoklimatów zajmują ponad 90% powierzchni gminy. Z pozostałych wyróżnia się grupa 23, oznaczająca topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonym albedo, zajmująca 7,6% powierzchni gminy. W grupie 23 znajdują się m.in. tereny przemysłowe i nieużytki położone w północnej części gminy. Pozostałe grupy (21, 31, 33) zajmują łącznie 2% powierzchni gminy.

Tab. 3. Procentowy udział grup topoklimatów na obszarze gminy Wieliczka

grupa	powierzchnia [%]
11	10,7
12	18,8
13	25,3
21	0,3
22	15,4
23	7,6
31	0,1
32	20,2
33	1,6

Mapa grup topoklimatów gminy Wieliczka

Grupy topoklimatów



Rys. 3.16. Mapa grup topoklimatów gminy Wieliczka

Każda z 9 grup dzieli się na 9 typów topoklimatu, stanowiących kombinację możliwych do wystąpienia warunków termicznych i anemologicznych. Łącznie na obszarze gminy Wieliczka wydzielono 39 typów topoklimatów (Rys. 3.17.), ale tylko 5 z nich zajmuje więcej niż 5% powierzchni gminy (tab. 4). Najpowszechniej występuje topoklimat typu 13_31, zajmujący 25,2% powierzchni. Topoklimat ten jest topoklimatem o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonym albedo, ciepłym i zacisznym. Oznacza to, że jest on predysponowany do zwiększonego ryzyka obciążeń termicznych, z uwagi na to, że osiągnięte w tym typie wartości temperatury powietrza są wyższe niż na powierzchni standardowej, a zarazem prędkość wiatru jest niższa. Typ 13_31 występuje na obszarach zabudowanych miasta oraz większych wsi, co powoduje, że przeważająca część mieszkańców gminy może być narażona na oddziaływanie stresu termicznego w półroczu ciepłym, zwłaszcza latem.

Drugi w kolejności, pod względem zajmowanej powierzchni, jest topoklimat 12_13 (16,3%). Ten typ oznacza zmniejszony dopływ promieniowania słonecznego, przeciętne albedo, topoklimat chłodny i wietrzny. Występuje głównie na obszarach użytkowanych rolniczo i nieużytkach ekologicznych w środkowej części gminy. Topoklimat ten jest korzystny pod względem warunków termicznych, gdyż prawdopodobieństwo wystąpienia na jego obszarze stresu ciepła jest niewielkie. Niestety jest to również obszar z niewielkim zaludnieniem, więc pozytywne efekty tego topoklimatu dla mieszkańców gminy są ograniczone.

Topoklimat 32_33 zajmuje 15,1% powierzchni gminy. Jest to topoklimat o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego, przeciętnym albedo, ciepły i wietrzny. Występuje przede wszystkim w południowej części gminy, na obszarach użytkowanych rolniczo. W typie topoklimatu 32_33 ryzyko wystąpienia obciążeń termicznych jest wyraźnie wyższe niż w typie 12_13, ale mniejsze niż na obszarach zurbanizowanych w typie 13_31. Dominacja typu 32_33 na terenach rolnych ogranicza jego oddziaływanie na ludność gminy Wieliczka.

Niewiele ponad 9% powierzchni gminy leży w typie 22_23, a 4,3% w typie 22_22. Typy te mają właściwości zbliżone do powierzchni standardowej (w przypadku typu 22_23 z większą średnią prędkością wiatru niż na powierzchni standardowej). Warunki panujące w tych typach można określić jako zbliżone do „neutralnych”. Należy jednak pamiętać o tym, że w przypadku wystąpienia wysoce niekorzystnych sytuacji pogodowych (np. silne fale upałów) nawet w „neutralnych” typach topoklimatów może dojść do obciążenia mieszkańców stresem ciepła, choć jego intensywność i czas trwania będą mniejsze niż w topoklimatach ciepłych i zacisznych.

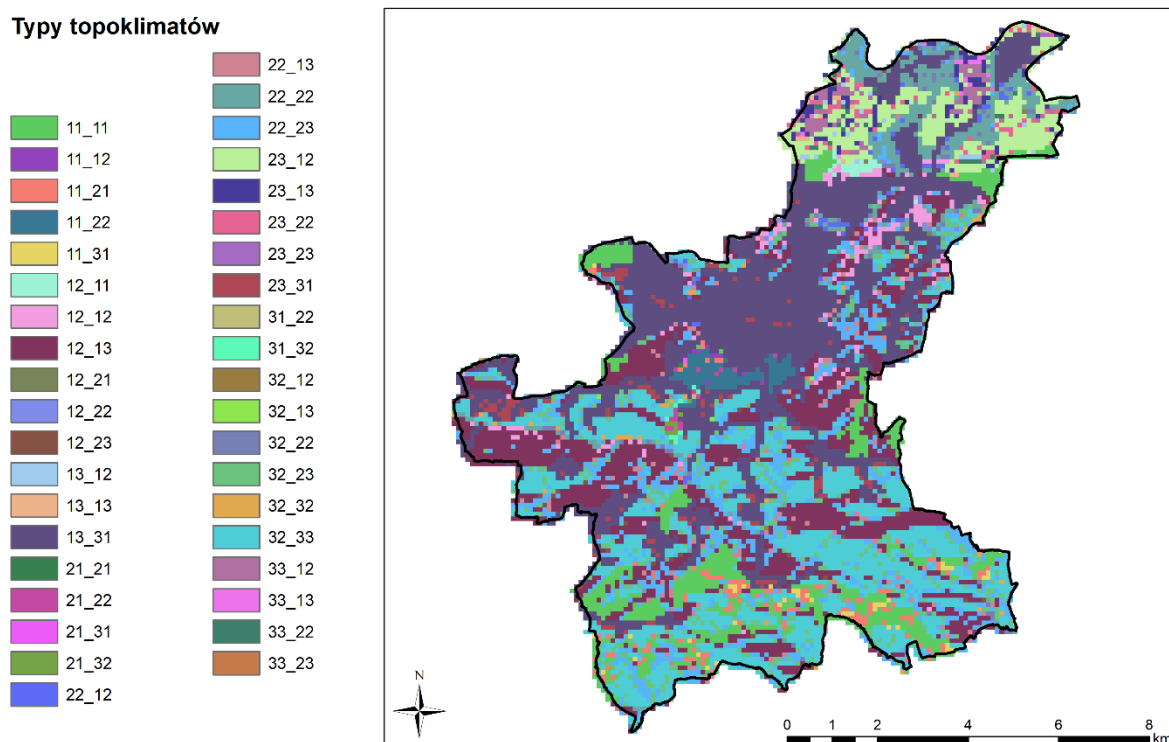
Topoklimat 11_11, o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego, zmniejszonym albedo, chłodny i zaciszny, charakteryzuje kompleksy leśne i obszary zadrzewione. Zajmuje on 7,4% powierzchni gminy, ale jest szczególnie cenny, z uwagi na korzystne warunki termiczne w półroczu ciepłym. W tym typie topoklimatu warunki komfortu termicznego mogą utrzymywać się dłużej niż na otwartej przestrzeni nawet przy silnym nasłonecznieniu.

Pozostałe 33 typy topoklimatów zajmują łącznie niecałe 23% powierzchni gminy, ale tylko dwa z nich zajmują po więcej, niż 2% powierzchni (typ 23_12 — 4,4%, typ 32_23 — 4,1%). Oddaje to mozaikową, skomplikowaną strukturę powierzchni gminy pod względem właściwości podłoża wpływających na warunki klimatyczne, bilansu cieplnego i procesów wymiany energii między powierzchnią czynną a atmosferą.

Tab. 4. Procentowy udział typów topoklimatów na obszarze gminy Wieliczka

Typ	powierzchnia [%]	typ	powierzchnia [%]	typ	powierzchnia [%]
11_11	7,4	13_31	25,2	23_31	1,4
11_12	0,1	21_21	0,01	31_22	0,01
11_21	1,4	21_22	0,2	31_32	0,1
11_22	1,3	21_31	0,01	32_12	0,02
11_31	0,4	21_32	0,1	32_13	0,03
12_11	0,3	22_12	0,5	32_22	0,7
12_12	1,7	22_13	1,5	32_23	4,1
12_13	16,2	22_22	4,3	32_32	0,4
12_21	0,02	22_23	9,1	32_33	15,1
12_22	0,1	23_12	4,4	33_12	1,0
12_23	0,3	23_13	1,0	33_13	0,1
13_12	0,2	23_22	0,6	33_22	0,3
13_13	0,2	23_23	0,03	33_23	0,03

Mapa typów topoklimatów gminy Wieliczka



Rys. 3.17. Mapa typów topoklimatów gminy Wieliczka

Na terenie badań wydzielono 9 klas topoklimatów według występowania specyficznych właściwości lub cech klimatu lokalnego (tab. 5, Rys. 3.19.). Niemal połowa terenu gminy Wieliczka znajduje się w klasie 00000 (49,8%), która oznacza brak specyficznych cech klimatu lokalnego, zarówno pozytywnych, jak i negatywnych. Klasa ta obejmuje przede wszystkim różnego rodzaju użytki rolne. 24,5% powierzchni znajduje się w klasie 00110, oznaczającej zwiększone ryzyko występowania

zanieczyszczeń powietrza oraz obecności antropogenicznego strumienia ciepła (tzn. ciepła „sztucznego”, wytworzonego przez człowieka, np. ciepła z systemów centralnego ogrzewania, silników spalinowych i elektrycznych, urządzeń elektronicznych, itp.). W klasie tej mogą występować niekorzystne warunki zdrowotne z uwagi na emisję i gromadzenie się zanieczyszczeń w powietrzu, zarówno w cieplej, jak i chłodnej porze roku, przy czym rodzaje dominujących substancji zanieczyszczających powietrze mogą się zmieniać (latem mogą to być np. głównie tlenki azotu z emisji spalin, zimą tlenki siarki ze spalania paliw kopalnych, przez cały rok mogą występować pyły zawieszane, np. PM10, PM2.5). Zasięg tej klasy pokrywa się mniej więcej z zasięgiem zabudowy.

Trzecia pod względem zajmowanej powierzchni jest klasa 00001 (8,7%). Jest to jedyna klasa, w której nie stwierdza się zwiększonych predyspozycji do występowania niekorzystnych cech klimatu lokalnego, a zarazem klasa, w której występuje cecha pozytywna, tj. zwiększona obecność fitoncydów w powietrzu. Klasa ta może odznaczać się korzystnymi warunkami aerosanitarnymi, zarówno pod względem zmniejszonego stężenia zanieczyszczeń, jak i zmniejszenia ilości lotnych patogenów (np. wirusów), co jest szczególnie istotne dla osób cierpiących na choroby układu oddechowego. Zasięg tej klasy pokrywa się w dużym stopniu z zasięgiem obszarów zalesionych.

Klasa 01000 zajmuje 8,5% powierzchni gminy Wieliczka. Jest to klasa topoklimatów cechująca się zwiększonym ryzykiem występowania mgieł radiacyjnych. Mgły radiacyjne mogą potęgować odczucie chłodu, zwiększać obciążenie stresem zimna, a także przyczyniać się do pogorszenia warunków aerosanitarnych, jeśli w mgle znajdują się zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego (np. obecność we mgle tlenków siarki może spowodować powstanie tzw. kwaśnego smogu). Obszary zagrożone mgłami radiacyjnymi koncentrują się w północnej części gminy.

Podobne zagrożenia występują również w klasie 11000, zajmującej 5,9% powierzchni gminy Wieliczka. Klasa ta, poza mgłami radiacyjnymi, odznacza się także zwiększonym ryzykiem wystąpienia inwersji termicznych. Inwersja termiczna zachodzi wtedy, gdy wraz z wysokością nad powierzchnią terenu temperatura powietrza rośnie, a nie spada, jak ma to miejsce zazwyczaj. Inwersja termiczna stanowi barierę dla pionowych ruchów powietrza i, jeśli pod warstwą inwersyjną pojawią się zanieczyszczenia powietrza, stężenie szkodliwych substancji może ulec gwałtownemu wzrostowi. Inwersje termiczne wraz z mgłami uniemożliwiają swobodną wymianę powietrza, powodując, że szkodliwe warunki aerosanitarnie mogą utrzymywać się przez dłuższy czas. Tereny należące do klasy 11000 zajmują głównie północną część gminy, na północ od autostrady A4.

Najbardziej niekorzystne warunki panują w klasie 11110, która przejawia wszystkie niekorzystne cechy klimatu lokalnego, a brak jest w niej zarazem cechy pozytywnej związanej z obecnością fitoncydów. Klasa ta jest bardzo obciążająca pod względem warunków aerosanitarnych i stresu termicznego. Choć zajmuje tylko 2,2% obszaru gminy, to występuje bezpośrednio w mieście oraz w gęsto zabudowanych wsiach — Kokotowie, Węgrzicach Wielkich, Brzegach i Grabiach, co powoduje, że potencjalnie może mieć niekorzystne oddziaływanie na dużą część populacji gminy. Pozostałe klasy topoklimatów zajmują łącznie zaledwie 0,4% powierzchni, więc ich znaczenie dla warunków lokalnych jest marginalne.









Tab. 5. Procentowy udział klas topoklimatów na obszarze gminy Wieliczka

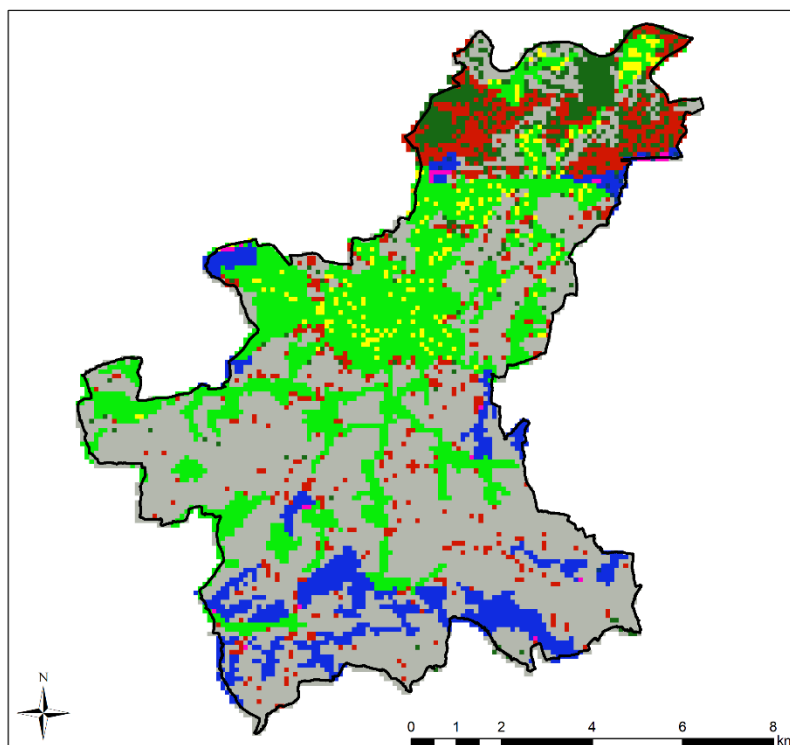
klasa	powierzchnia [%]	klasa	powierzchnia [%]
00000	49,8	10100	0,01
00001	8,7	11000	5,9

00110	24,5	11001	0,1
01000	8,5	11110	2,2
01001	0,3		

Mapa klas topoklimatów gminy Wieliczka

Klasy topoklimatów

	00000
	00001
	00110
	01000
	01001
	10100
	11000
	11001
	11110



Rys. 3.19. Mapa klas topoklimatów gminy Wieliczka

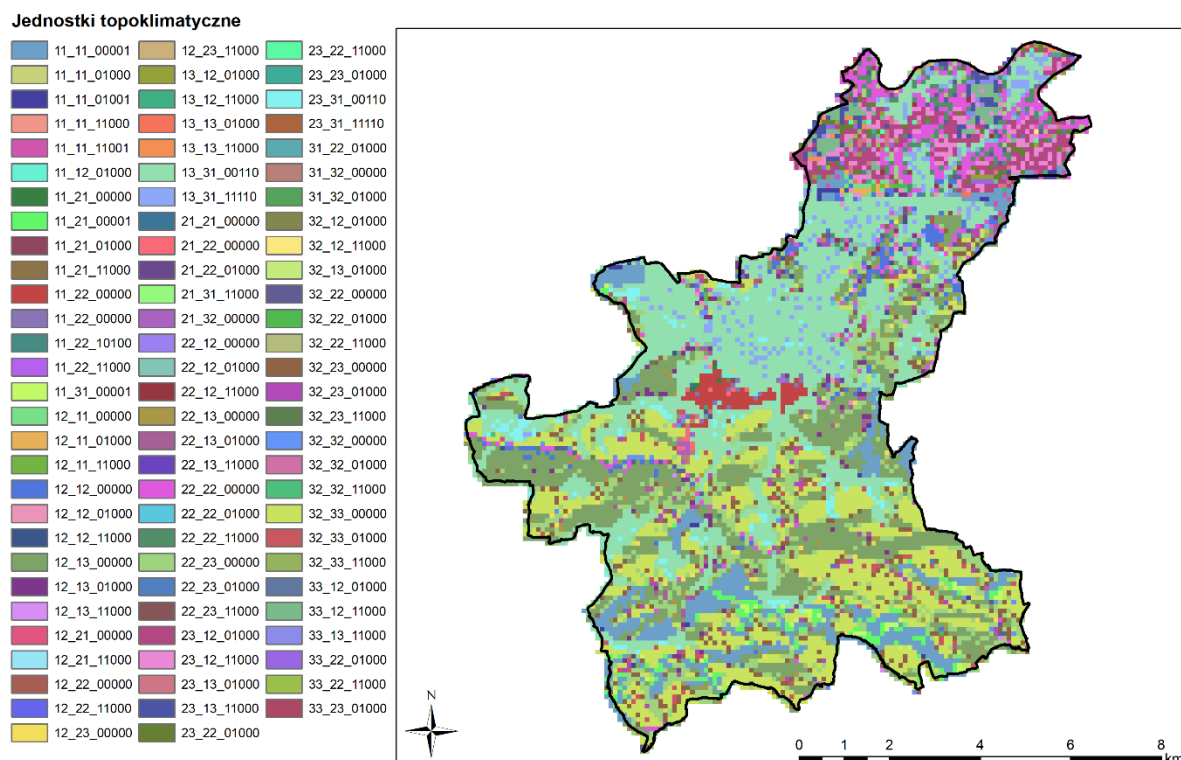
Dokonując syntezy grup, typów oraz klas topoklimatów wyznaczono na obszarze badań jednorodne jednostki topoklimatyczne (tab. 6, Ryc. 3.20.). Należy zwrócić uwagę, że choć liczba wyznaczonych jednostek jest duża (86), to jednak zdecydowana większość z nich zajmuje bardzo niewielki obszar i tym samym nie odgrywa istotnej roli w różnicowaniu warunków lokalnych. Największą powierzchnię zajmuje jednostka 13_31_00110 (23,1 %) obejmująca obszary zabudowane. Druga w kolejności jest jednostka 12_13_00000 obejmująca obszary użytkowane rolniczo (15,3%). Część użytków rolnych znajduje się w jednostce 32_33_00000, zajmującej 14,3% powierzchni gminy. W obydwu tych jednostkach nie występują specyficzne cechy klimatu lokalnego wyróżniane w klasach topoklimatów. 8,8% powierzchni gminy zajmuje jednostka 22_23_00000, o właściwościach zbliżonych do powierzchni standardowej, a 7,0% jednostka 11_11_00001, obejmująca obszary zalesione z korzystnymi warunkami aerosanitarnymi. Udział żadnej z pozostałych jednostek topoklimatycznych nie przekracza 5%, a w większości — jest mniejszy niż 0,5%.

Tab. 6. Procentowy udział jednorodnych jednostek topoklimatycznych na obszarze gminy Wieliczka

jednostka	powierzchnia [%]	jednostka	powierzchnia [%]
11_11_00001	7,0	22_12_11000	0,1

11_11_01000	0,01	22_13_00000	0,7
11_11_01001	0,3	22_13_01000	0,7
11_11_11000	0,01	22_13_11000	0,04
11_11_11001	0,1	22_22_00000	3,1
11_12_01000	0,1	22_22_01000	0,1
11_21_00000	0,04	22_22_11000	1,2
11_21_00001	1,3	22_23_00000	8,8
11_21_01000	0,02	22_23_01000	0,1
11_21_11000	0,01	22_23_11000	0,1
11_22_00000	1,1	23_12_01000	2,7
11_22_01000	0,1	23_12_11000	1,8
11_22_10100	0,01	23_13_01000	0,3
11_22_11000	0,01	23_13_11000	0,7
11_31_00001	0,4	23_22_01000	0,5
12_11_00000	0,1	23_22_11000	0,1
12_11_01000	0,1	23_23_01000	0,03
12_11_11000	0,04	23_31_00110	1,4
12_12_00000	1,3	23_31_11110	0,01
12_12_01000	0,3	31_22_01000	0,01
12_12_11000	0,1	31_32_00000	0,1
12_13_00000	15,3	31_32_01000	0,01
12_13_01000	0,9	32_12_01000	0,01
12_13_11000	0,1	32_12_11000	0,01
12_21_00000	0,01	32_13_01000	0,03
12_21_11000	0,01	32_22_00000	0,5
12_22_00000	0,1	32_22_01000	0,1
12_22_11000	0,02	32_22_11000	0,2
12_23_00000	0,3	32_23_00000	3,4
12_23_11000	0,01	32_23_01000	0,6
13_12_01000	0,2	32_23_11000	0,03
13_12_11000	0,1	32_32_00000	0,3
13_13_01000	0,03	32_32_01000	0,03
13_13_11000	0,2	32_32_11000	0,01
13_31_00110	23,1	32_33_00000	14,3
13_31_11110	2,1	32_33_01000	0,8
21_21_00000	0,01	32_33_11000	0,05
21_22_00000	0,1	33_12_01000	0,1
21_22_01000	0,03	33_12_11000	0,9
21_31_11000	0,01	33_13_11000	0,1
21_32_00000	0,1	33_22_01000	0,2
22_12_00000	0,1	33_22_11000	0,1
22_12_01000	0,4	33_23_01000	0,03

Mapa jednostek topoklimatycznych gminy Wieliczka



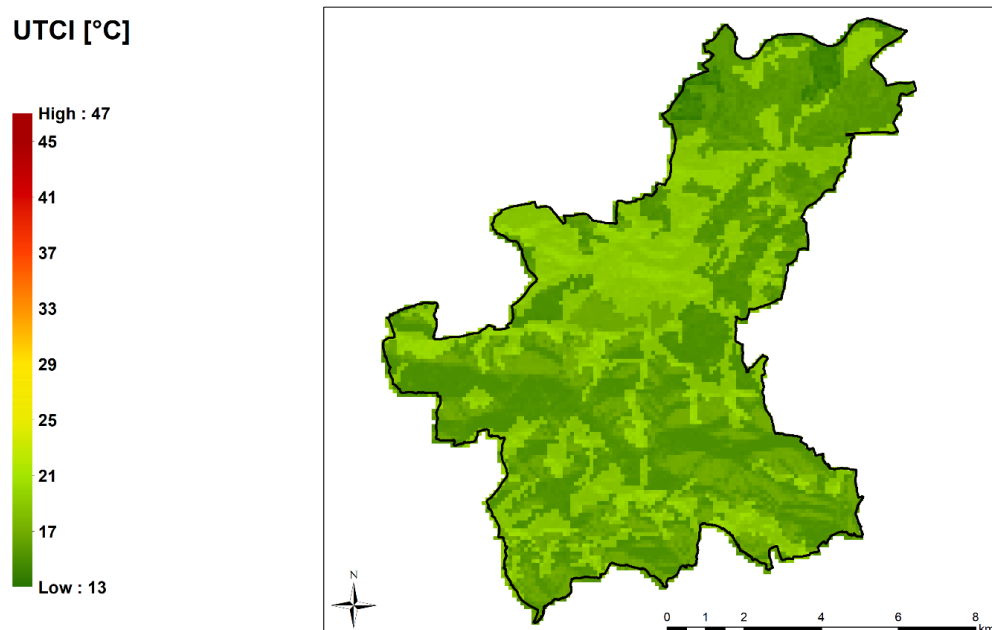
Ryc. 3.20. Mapa jednostek topoklimatycznych gminy Wieliczka

Zróźnicowanie warunków bioklimatycznych na obszarze gminy Wieliczka

Pogoda przeciętna

Modelowane na terenie gminy Wieliczka wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI podczas pogody przeciętnej zawierają się w przedziale od 13,4 do 20,5 °C (średnio 17,0 °C) (Ryc. 3.21.). Oznacza to, że cała gmina znajduje się wówczas w strefie komfortu termicznego (Rys. 3.22.), w której nie występują żadne obciążenia termiczne, ani związane ze stresem ciepła, ani zimna. Są to najkorzystniejsze możliwe warunki, które nie wymagają stosowania szczególnych środków ostrożności przez osoby przebywające na zewnątrz. Należy jednak pamiętać, że nawet w strefie komfortu osoby szczególnie podatne na czynniki środowiskowe w związku z określonymi chorobami (np. choroba wieńcowa, przewlekła obturacyjna choroba płuc, itp.) lub cechami osobniczymi powinny stosować się do zaleceń swoich lekarzy.

Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody przeciętnej

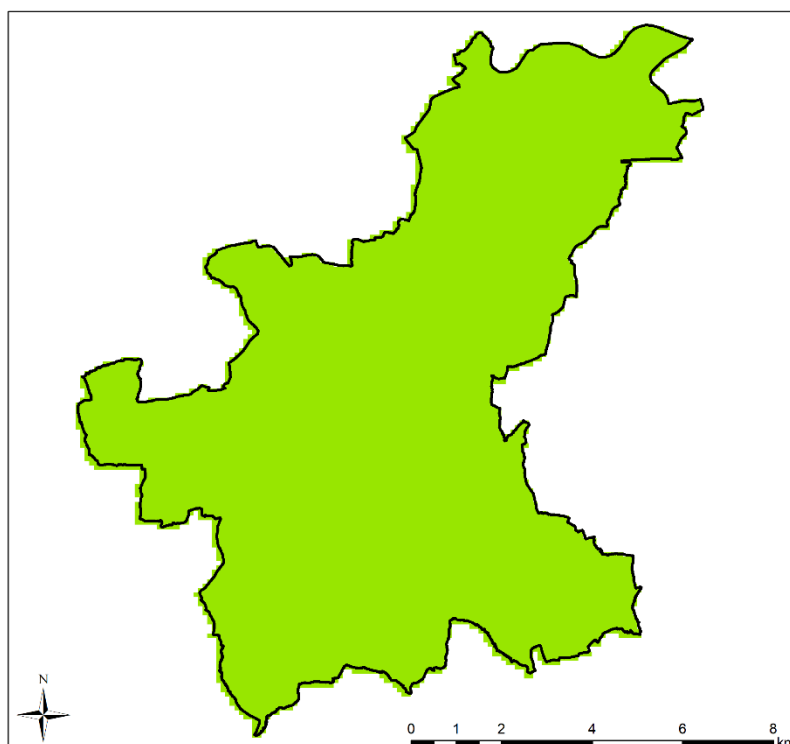


Rys. 3.21. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody przeciętnej

Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody przeciętnej

Stres termiczny

brak stresu termicznego



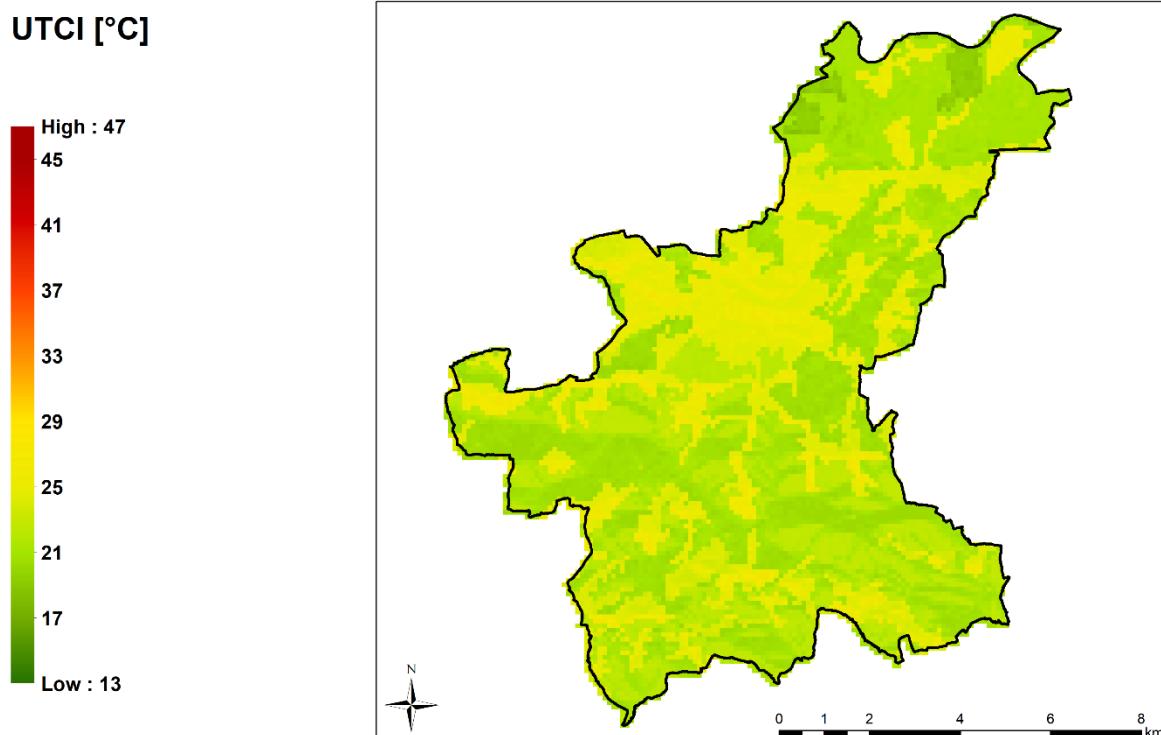
Rys. 3.22. Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody przeciętnej

Pogoda ciepła

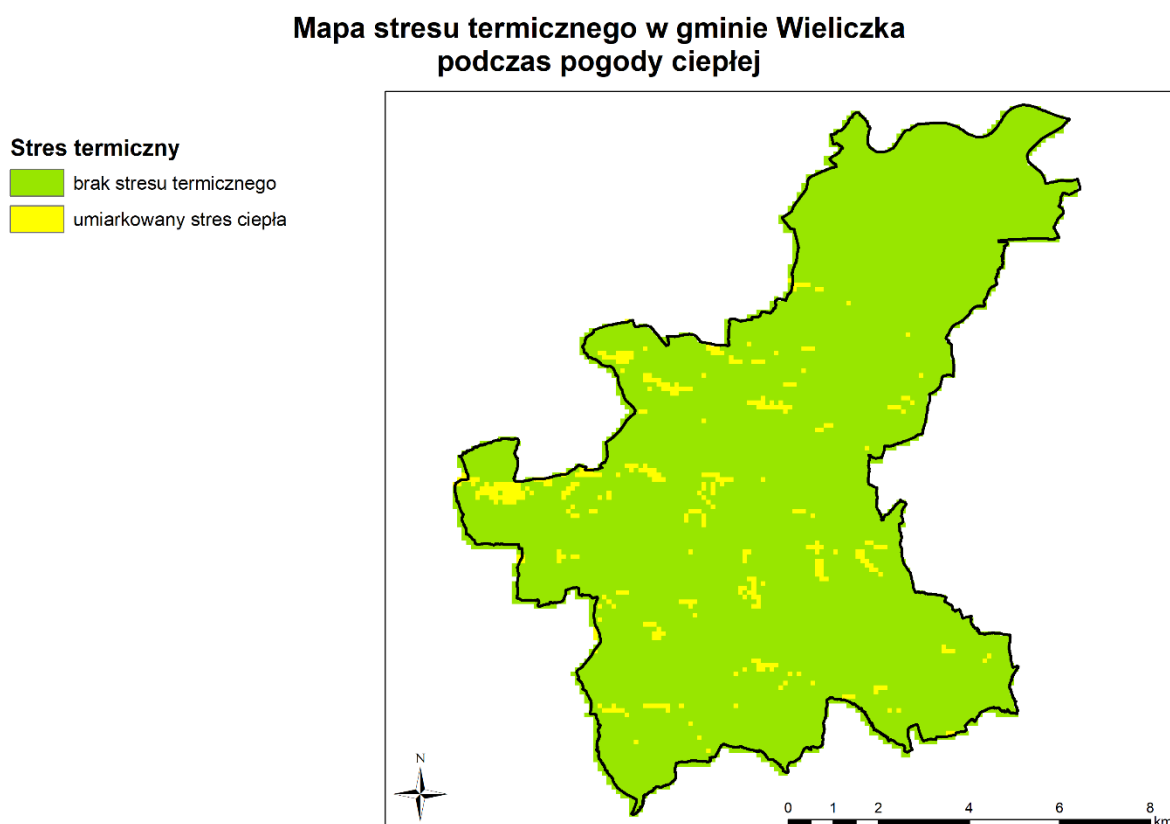
W warunkach pogody ciepłej modelowana wartość wskaźnika UTCI na terenie Wieliczki zawiera się w przedziale od 18,5 do 26,7 °C (średnio 22,6 °C) (Rys. 3.23.). Zdecydowana większość gminy (96,3 %) znajduje się wówczas w strefie komfortu termicznego, (Rys. 3.24) jednak uzyskiwane wartości wskaźnika obciążeń cieplnych zbliżają się w niektórych miejscach do górnej granicy tej strefy. 3,7 % powierzchni gminy podczas pogody ciepłej znajduje się w strefie umiarkowanego stresu ciepła. Są to głównie obszary należące do klasy 00110, cechującej się występowaniem zanieczyszczeń powietrza oraz ciepła pochodzenia antropogenicznego. Obszary o umiarkowanym stresie ciepła występują nielicznie na obszarze miasta Wieliczka oraz sąsiednich wsi, m.in. Gołkowic, Grabówki, Pawlikowic czy Mietniowa.

Z uwagi na nieciągły charakter i niewielką powierzchnię stref umiarkowanego stresu ciepła nie powinny one stanowić dużego zagrożenia dla mieszkańców przemieszczających się po terenie gminy. Krótkotrwałe przebywanie w strefie umiarkowanego stresu ciepła nie powinno nieść za sobą negatywnych konsekwencji. Jednakże osoby, które długotrwałe (co najmniej kilka godzin) przebywają w takiej strefie narażone są na zwiększone ryzyko odwodnienia z uwagi na zwiększone wydzielanie potu (średnio powyżej 100 g/h). Powoduje ono utratę wody i soli mineralnych (por. Błażejczyk i in. 2010), dlatego istotne jest uzupełnianie płynów.

Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody ciepłej



Rys. 3.23. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody ciepłej



Rys. 3.24. Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody ciepłej

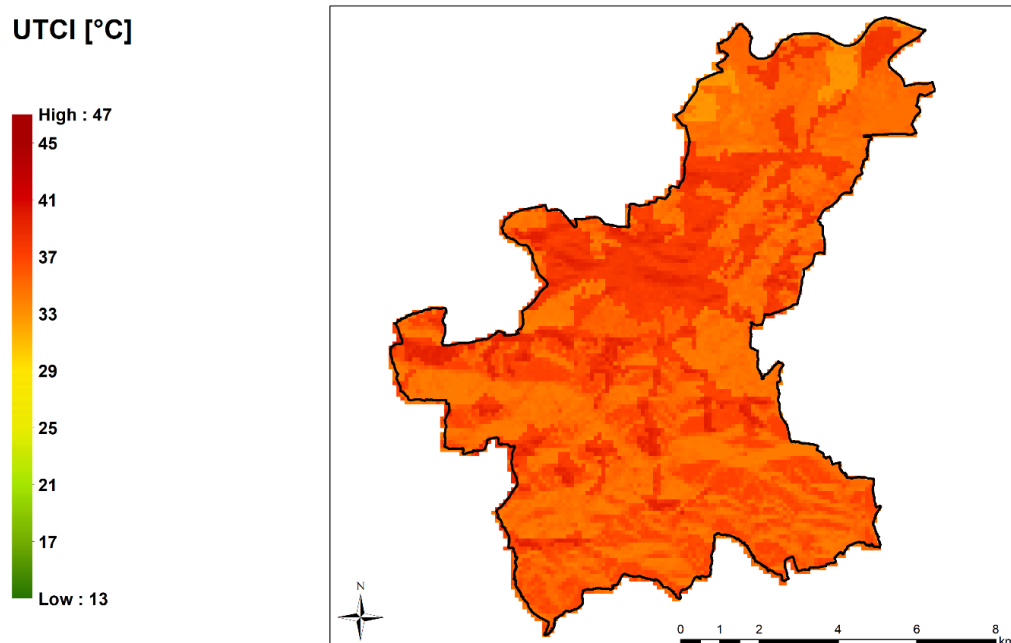
Pogoda upalna

W warunkach pogody upalnej wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych na terenie gminy Wieliczka zawierają się w zakresie od 32,2 do 39,8 °C (średnio 35,9 °C). Oznacza to, że przeważająca część obszaru (90,6%) znajduje się w strefie silnego stresu ciepła (tab. 7, Rys. 3.25.). Silny stres ciepła może powodować znaczne obciążenie organizmu po kilkugodzinnej ekspozycji (Rys. 3.26.). Z uwagi na dużą powierzchnię obszaru podlegającego silnemu stresowi ciepła, należy przyjąć, że wszyscy mieszkańcy gminy mogą podlegać jego niekorzystnemu działaniu przebywając na zewnątrz w warunkach pogody upalnej. Dodatkowo na 9,4% powierzchni gminy występuje bardzo silny stres ciepła. Są to przede wszystkim wybrane obszary zabudowane położone w środkowej części gminy, zarówno w granicach samego miasta, jak i w sąsiadujących z nim wsiach. W strefie bardzo silnych obciążeń cieplnych po około dwóch godzinach ekspozycji następuje wzrost temperatury wewnętrznej ciała, a długotrwałe przebywanie w takich warunkach wiąże się z wysokim ryzykiem odwodnienia, a nawet udaru cieplnego.

Na terenie całej gminy modelowane wartości wskaźnika UTCI podczas pogody upalnej oznaczają, że organizm ludzki może wydelać nawet do 200 g potu w ciągu godziny, co przekłada się

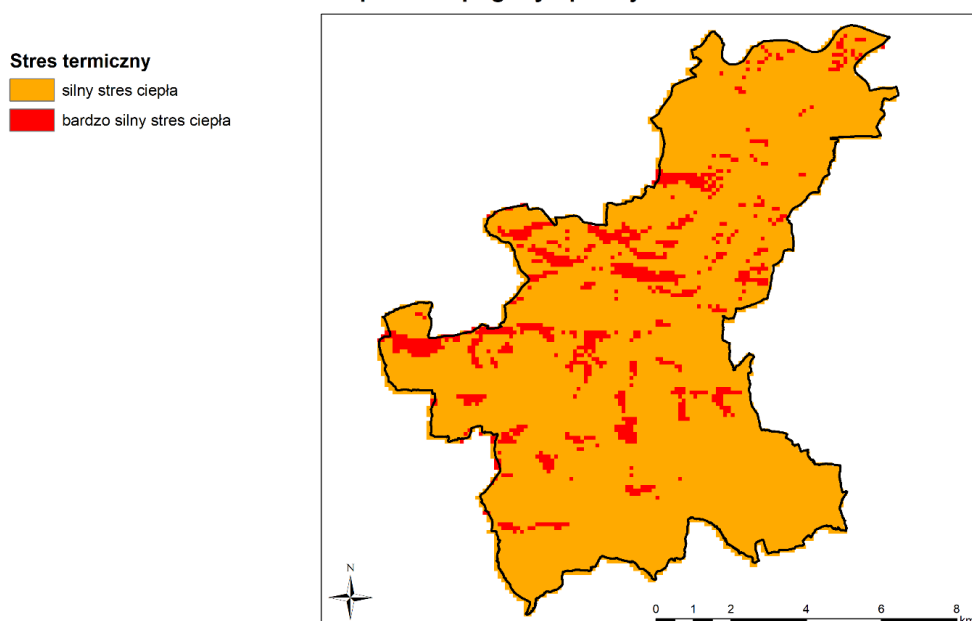
na istotne ryzyko utraty wody oraz zaburzeń równowagi elektrolitycznej organizmu przy przedłużonej ekspozycji (por. Błażejczyk i in. 2010). Z tego powodu konieczne jest utrzymywanie odpowiedniego nawodnienia organizmu oraz podejmowanie działań zmierzających do minimalizacji czasu ekspozycji na wysokie wartości temperatury, zwłaszcza w przypadku osób chorych oraz starszych.

Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody upalnej



Rys. 3.25. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody upalnej

Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody upalnej



Rys. 3.26. Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody upalnej

Pogoda skrajnie upalna

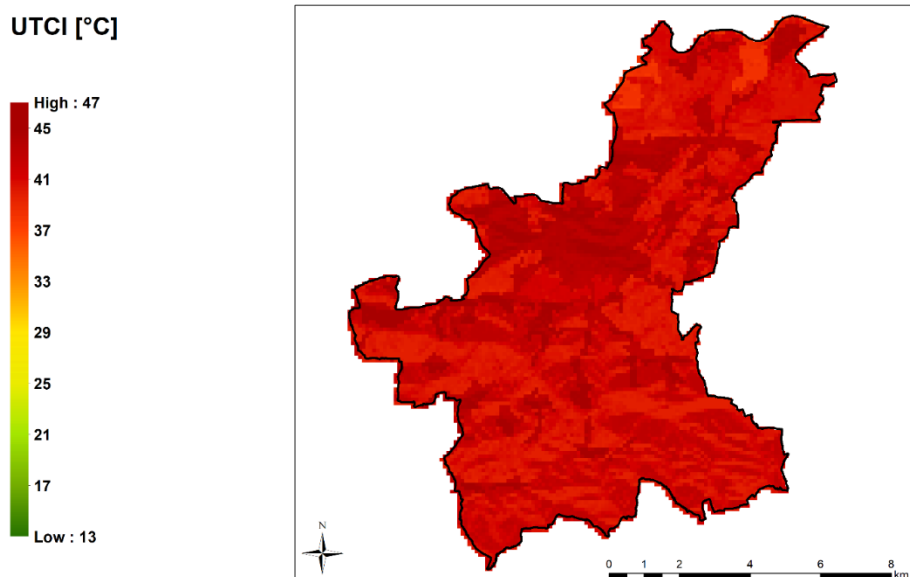
Pogoda skrajnie upalna stanowi najbardziej ekstremalny przypadek niekorzystnych warunków pogodowych modelowanych w odniesieniu do ciepłej pory roku. W warunkach pogody skrajnie upalnej na terenie gminy Wieliczka wartości UTCI wynoszą od 37,5 do 46,2 °C (średnio 41,7 °C) (Rys. 3.27.). Niemal cały obszar gminy (99,2 %) podlega wówczas bardzo silnemu stresowi ciepła (Rys. 3.28.). Nieliczne, izolowane obszary wkraczają nawet w strefę nieznośnego stresu ciepła, chociaż zajmują tylko 0,5% powierzchni. Jedynie w północnej części gminy występują niewielkie obszary podlegające silnemu stresowi ciepła (0,3%).

Podczas pogody skrajnie upalnej na obszarze całej gminy panują niekorzystne warunki oznaczające silne obciążenie organizmu czynnikami termicznymi. Należy w takich warunkach ograniczyć przebywanie na zewnątrz oraz pamiętać o regularnym uzupełnianiu płynów. W strefie nieznośnego stresu ciepła wydzielanie potu może przekroczyć 650 g/h, co może prowadzić do szybkiego odwodnienia i zaburzenia równowagi elektrolitycznej organizmu (por. Błażejczyk i in. 2010). W przypadku dalszego wzrostu temperatury powietrza, a co za tym idzie, również wartości wskaźnika UTCI, może nastąpić utrata zdolności termoregulacyjnych, stanowiąca bezpośrednie zagrożenie zdrowia. Dlatego wskazane jest bezwzględne ograniczenie przebywania na obszarach podlegających nieznośnemu stresowi ciepła oraz częste uzupełnianie płynów i przyjmowanie elektrolitów w celu kompensacji straty soli mineralnych w procesie wydzielania potu. Osoby chore, starsze oraz podatne na czynniki środowiskowe nie powinny wystawiać się na ekspozycję nieznośnego stresu ciepła.

Tab. 7. Procentowy udział powierzchni w gminie Wieliczka podlegającej określonym obciążeniom cieplnym w różnych typach pogody

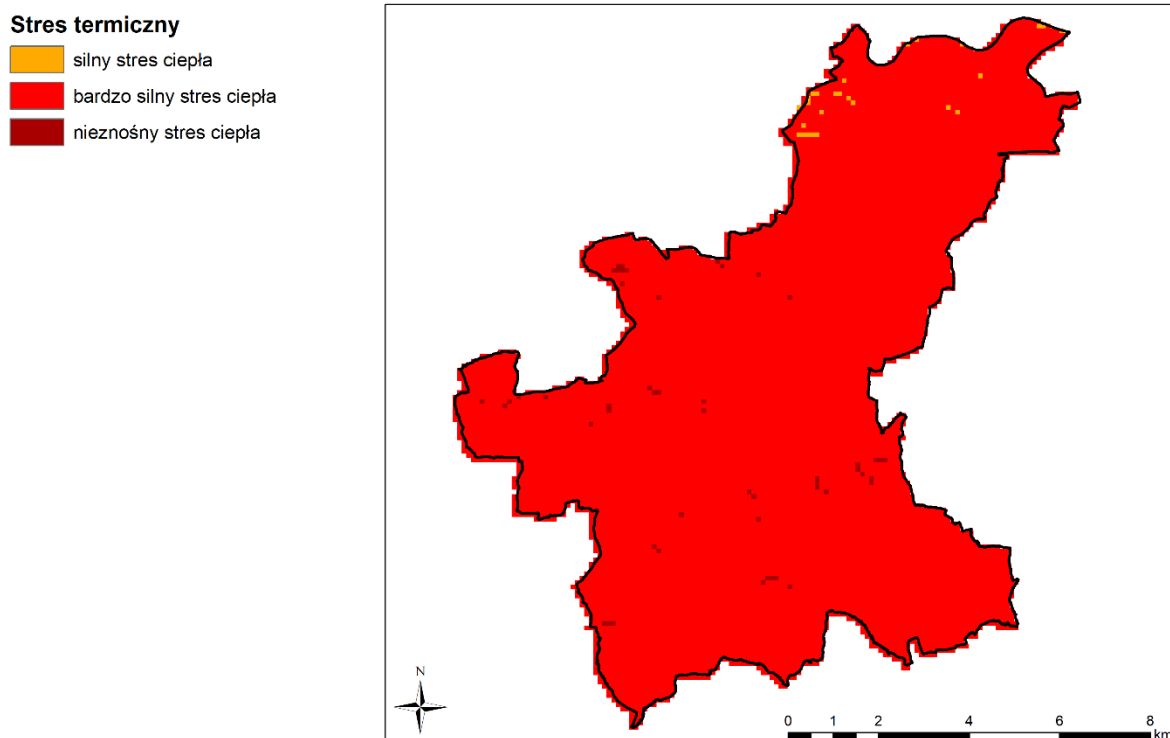
typ pogody	brak stresu termicznego	umiarkowany stres ciepła	silny stres ciepła	bardzo silny stres ciepła	nieznośny stres ciepła
przeciętna	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ciepła	96,3	3,7	0,0	0,0	0,0
upalna	0,0	0,0	90,6	9,4	0,0
skrajnie upalna	0,0	0,0	0,3	99,2	0,5

Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody skrajnie upalnej



Rys. 3.27. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w gminie Wieliczka podczas pogody skrajnie upalnej

Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody skrajnie upalnej



Rys. 3.28. Mapa stresu termicznego w gminie Wieliczka podczas pogody skrajnie upalnej

4. Ryzyko klimatyczne miasta i gminy

4.1. Analiza narażenia na czynniki klimatyczne

Analizując aktualne narażenie obszaru miasta i gminy na czynniki klimatyczne w przyszłości uwagę szereg zmiennych klimatycznych i meteorologicznych dostępnych danych klimatologicznych oraz meteorologicznych z dekady 2010-2020 (za danymi KLIMADA 2.0). Przeanalizowano ich dotychczasowy przebieg oceniając bieżący stan klimatu oraz związane z tym narażenie na czynniki klimatyczne w trzystopniowej skali: wysokie, średnie, niskie. Narażenie wysokie oznacza, że zjawisko pogodowe występuje często oraz w dużym (nawet ekstremalnym) natężeniu. Narażenie średnie oznacza, że dane zjawisko występuje dość często, ale rzadko osiągało wartości ekstremalne. Narażenie niskie zaś oznacza, że dane zjawisko pogodowe pojawiało się rzadko i w zasadzie nie osiągało wartości ekstremalnych.

W następnym etapie zostały przeanalizowane scenariusze zmian klimatu dla regionu wraz z prognozowanymi wartościami podstawowych parametrów meteorologicznych. Zmiany ilościowe oceniono w perspektywie dwóch horyzontów czasowych – dekady 2051-2060 oraz 2091-2100. Do analizy wykorzystano dane prognozy umiarkowanie niekorzystnej zmiany klimatu (scenariusz RCP8.5). Dane pochodzą z najnowszych wyników predykcji zmian klimatu opracowanych w skali lokalnej dla całego kraju w projekcie KLIMADA2.0, przez Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy.

Po zestawieniu uzyskanych wyników ponownie przeprowadzono procedurę oceny stopnia narażenia na czynniki klimatyczne – tym razem dla warunków w przyszłości: 2050 oraz 2095. W zależności od siły i kierunku prognozowanego trendu zmian klimatu, przeprowadzono procedurę porównawczą warunków klimatycznych w przyszłości w relacji do stanu aktualnego, odpowiednio obniżając lub podwyższając stopień narażenia. Wyniki tak wykonanej analizy przedstawiono w poniższej tabeli.

	Skala zjawiska	Prawdopodobieństwo wystąpienia w ciągu roku - Dotychczasowe, dekada 2011-2020	Narażenie dotychczasowe	Zmiany klimatu do dekady 2051-2060	Narażenie przyszłe, dekada 2051-2060	Zmiany klimatu do dekady 2091-2100	Narażenie przyszłe, Dekada 2091-2100
Średnia temperatura Powietrza	8,8-9,0 st. C	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Wzrost o 1-2 st. C	Niskie	Wzrost o 2-5 st. C	Niskie
Amplituda temperatury powietrza okresu Ciepłego	6 st. C	nd, charakterystyka dla całego roku	Średnie	Spadek o 5 st. C	Niskie	Przyrost o 10 st. C	Niskie
Amplituda temperatury powietrza okresu chłodnego	12 st. C	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Przyrost o 2 st. C	Niskie	Przyrost o 9 st. C	Niskie

		nd, charakterystyka dla		885-900 mm		955 mm	
Suma roczna opadów	835 mm	całego roku	Niskie	Wzrost o 8%	Niskie	Wzrost o 14%	Niskie
		nd, charakterystyka dla		Spadek średniej		Spadek średniej	
Średnia prędkość wiatru	2,3 m/s	całego roku	Niskie	prędkości	Niskie	prędkości	Niskie
	1600-1700			Brak zmian lub		Brak zmian lub	
Promieniowanie słoneczne	godzin	18-19%	Niskie	spadek	Niskie	spadek	Niskie
Tornada i trąby powietrzne (prędkość wiatru pow. 30 m/s)	0	<1%	Niskie	Brak zmian	Niskie	Brak zmian	Niskie
Sezon wegetacyjny, tmp. >10 st. C	176 dni	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Wydłużenie o 10-15 dni	Niskie	Wydłużenie o 25- 30 dni (30% roku)	Niskie
Ekstremalna temperatura dodatnia	>25 st. C ok. 46 dni w roku	12%	Średnie	54-58 dni (~15%)	Wysokie	78-81 dni (~22%)	Wysokie
Temperatura ujemna	$t_{max} < 0$ st. C, 29- 31 dni w roku	10%	Średnie	Spadek do 18-20 dni (poniżej 6% dni w roku)	Niskie	Spadek do 10 dni (poniżej 3% w roku)	Niskie
Liczba dni z opadem w roku	Ok. 130-137	Ok. 35%	Średnie	Wzrost do 139 dni	Średnie	Spadek do 130 dni	Średnie
Średni opad dobowy	Ok. 2,3 mm/doba	Nd	Średnie	2,5 mm/doba	Średnie	2,6 mm/doba	Średnie
	Pow. 10 mm/doba: 21 dni/rok	6%	Średnie	Przyrost do 23-24 dni/rok, 6,5%	Średnie	Przyrost do 26 Dni, 7%	Wysokie
	Pow.						

	20mm/doba: 24-25			Spadek do 21-18		Spadek do 10	
Opady nawalne	dni/rok	8%	Wysokie	dni/rok, 6-7%	Średnie	dni/rok, 3,5%	Średnie
Opady i zaleganie śniegu	Od 80 do 85 dni rocznie z zaleganiem śniegu	23% roku (zaleganie śniegu)	Średnie	65-55 dni (18% roku) Spadek liczby dni zalegania śniegu	Niskie	Spadek liczby dni zalegania śniegu, 40-32 dni (10% roku)	Niskie
Powodzie	Powódź 100, 500 lub 1000-letnia	Poniżej 1%	Wysokie	Wysokie zagrożenie powodziowe	Wysokie	Wysokie zagrożenie powodziowe	Wysokie
Susza	Liczba dni w roku bez opadu 226-230	65%	Średnie	Brak zmian w liczbie dni	Średnie	Prawdopodobny przyrost liczby dni, duża niepewność	Średnie

Wyniki analizy narażenia wskazują, że:

a. Występuje i utrzyma się narażenie co najmniej średnie dla następujących czynników klimatycznych:

- Susza (okresy suche) – długość okresów bezopadowych pozostanie taka sama, ale dotkliwość suszy może zwiększać się ze względu na rosnące średnie i maksymalne wartości temperatury powietrza oraz zmienność charakterystyki opadów w czasie (dla przykładu, wyniki symulacji wskazują utrzymanie w przyszłości dużej zmienności sumy i natężenia opadów rok do roku i dekada do dekady),
- powodzie – dotyczy to w szczególności północnego obszaru gminy (ale nie miasta Wieliczka), leżącego w zasięgu regionalnych powodzi Wisły, ale również zagrożenia występującego lokalnie w postaci soffki w ujściowych odcinkach rzek uchodzących do Wisły (tu straty ekonomiczne są relatywnie małe z uwagi na głównie rolniczy, ekstensywny profil użytkowania)
- prędkość wiatru – element dotychczas rzadko analizowany ze względu na niepewność wyników modelowania, zagrożenie dotyczy w zasadzie całego obszaru miasta i gminy, silne podmuchy wiatru, w tym zagrożenia trąbami powietrznymi, będą wynikać z dużego gradientu temperatury powietrza na zróżnicowanym wysokościowo obszarze gminy oraz sąsiedztwem od południa z obszarami górskimi.

b. Narażenie klimatyczne przyrastające w czasie ku wysokiemu dla następujących czynników klimatycznych:

- Ekstremalna temperatura dodatnia – okresy występowania temperatury pow. 25⁰C będzie będą pojawiać się częściej z tendencją do wydłużania się, potęgując ilość takich zjawisk jak pojedyncze dni upalne, noce tropikalne, fale gorąca (trwający nieprzerwanie przez co najmniej 7 dni okres z

temperaturą nie niższą niż 25⁰C); wiąże się z tym negatywne skutki zdrowotne dla społeczeństwa (taka pogoda sprzyja odwodnieniu, ciężkiemu odczuwaniu chorób układu krążenia, zawałom serca, porażeniom słonecznym, wiąże się z ryzykiem fali zgonów) oraz z niekorzystnym wpływem na lokalne zasoby i jakość wód powierzchniowych (intensywne parowanie) oraz warunki wegetacyjne (intensywna ewapotranspiracja powoduje utratę zasobów wody glebowej, hamując przyrost biomasy).

- Opady nawałne – zwiększeniu może ulec zarówno wysokość pojedynczego opadu, jak i liczebność dni z wysokimi sumami opadów, które już współcześnie przynoszą straty i utrudniają funkcjonowanie miasta i generalnie obszarów zurbanizowanych w związku z podtopieniami; przy czym ważnym wyróżnikiem jest tu prognozowany wzrost częstości występowania opadów o natężeniu do 10 mm/doba, przy wyraźnej tendencji spadkowej liczebności epizodów występowania opadów o natężeniu pow. 20 mm/doba, prognozowana jest tendencja do zachowania współczesnej liczby dni z opadami ekstremalnymi (w sumie), ale z obniżeniem ich natężenia; oznacza to, że skrajnie wysokie chwilowe opady będą występować z co najmniej tą samą częstotliwością w roku, ale ich czas trwania będzie się skracał przy zachowaniu objętości opadu – konsekwencją będą bardzo słabo przewidywalne w prognozach pogody lokalnie występujące krótkotrwałe opady o bardzo dużym natężeniu powodujące stricte lokalne podtopienia, co zmusza do jak najszybszego wprowadzenia działań lokalnych nakierowanych na zwiększanie retencyjności podłoża i przeciwdziałanie intensywnym spływom powierzchniowym (działania te są szczególnie pilne na terenie miasta i gminy w konsekwencji wysokiej stoczystości terenu oraz licznie występującym osuwiskom).

Jednocześnie warto odnotować, że dla następujących czynników klimatycznych narażenie spadnie do poziomu niskiego:

- ekstremalne temperatury ujemne – obecny średni poziom narażenia miasta i gminy zastąpiono poziomem niskim, ponieważ liczba takich dni może spaść nawet o połowę do końca wieku, poniżej liczby dni z ekstremalną temperaturą dodatnią.

- opady i zaleganie śniegu – obecny średni poziom narażenia obszaru gminy zastąpiono poziomem niskim, ponieważ wraz ze spadkiem ilości dni z niską temperaturą, spadnie znacząco liczba dni z opadem i retencją śniegu zaś okres zalegania pokrywy śnieżnej z 25% dni w roku spadnie do jedynie 10% dni w roku.

Generalnemu ociepleniu klimatu w okresie zimowym będzie sprzyjało częstsze występowanie opadów deszczu w porze chłodnej, co niekorzystnie wpłynie na możliwości retencionowania wody w postaci śniegu na okres przypadający na wegetację. Wzrost temperatury oznacza również stratę zasobów wodnych na rzecz parowania. Należy więc oczekiwać:

- a. częstszego występowania powierzchniowego odpływu wody (w tym możliwych podtopień w okresie chłodnym wynikających z gwałtownego topnienia pokrywy śnieżnej i braku możliwości retencyjnych podłoża)
- b. deficytu wody związanej z zapotrzebowaniem wodnym roślin w okresie wegetacyjnym – okres wegetacyjny będzie się szybko wydłużał, sięgając nawet pow. 200 dni w roku z temperaturą dobową pow. 10⁰C
- c. spadku zasobów wód powierzchniowych w wyniku zmiany ustroju hydrologicznego cieków (w wyniku ciepłej zimy).

Przedstawiony wynik analizy stanu współczesnego klimatu oraz prognoz do końca XXI w. jest podstawą w poprawnym przeprowadzeniu analizy wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta i gminy Wieliczka, prowadząc do wniosków końcowych – podatności miasta na zmiany klimatu. Przy czym w

dalszych analizach zostaną wzięte pod uwagę jedynie te czynniki klimatyczne, dla których narażenie w przyszłości określono jako co najmniej średnie w okresie przyszłym, tj. do 2100 r.

4.2. Ocena ryzyka

4.2.1.2 Analiza wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych

Przeprowadzona poniżej ocena dotyczy charakterystyki miasta z punktu widzenia zmian klimatu. Na charakterystykę miasta składa się, w myśl Podręcznika adaptacji dla miast, jego wrażliwość oraz zdolność adaptacyjna. Wrażliwość to zestaw słabych stron miasta. Zdolności adaptacyjne to silne strony miasta. Ich ocena prowadzona jest względem pożądanego stanu w przypadku wystąpienia konkretnych zagrożeń zidentyfikowanych w wyniku przeprowadzenia analizy narażenia.

Na wrażliwość miasta na zmiany klimatu oraz jego zdolności adaptacyjne ma wpływ wiele jego właściwości. Począwszy od jego położenia, które determinuje czynniki naturalne m.in. ukształtowanie powierzchni, charakter występującej naturalnej roślinności, jakość gleb czy utworów geologicznych występujących w podłożu, jakość sieci hydrograficznej (rzecznej), po czynniki ukształtowane przez człowieka, m.in. gęstość, wysokość i inne właściwości zabudowy, dostępność infrastruktury komunalnej, modyfikacje ukształtowania terenu, szaty roślinnej, sieci hydrograficznej i inne. Także sam człowiek, a właściwie charakterystyka populacji zamieszkującej dane miasto, jest elementem wrażliwości miasta. Może to być społeczność dobrze poinformowana, świadoma zagrożeń i odpowiedzialna w obliczu zagrożenia, lub – w opozycji: nieświadoma, bez umiejętności radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych.

Aby zatem ocenić te dwa elementy, składające się na własności miasta w obliczu zmian klimatu, tj. wrażliwość i zdolność adaptacyjną, przeanalizowano w dane dostarczone przez Urząd miasta i gminy Wieliczka bezpośrednio lub pośrednio, oraz z instytucji znajdujących się w mieście i odpowiadających za gromadzenie danych na temat różnych skutków zjawisk pogodowych, np. Straży Pożarnej, Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej itp. Wykonano także własne analizy, pozwalające określić właściwości miasta związane z jego charakterystyką fizyczno-geograficzną, tj. rodzajem podłoża, pokryciem terenu, warunkami hydrologicznymi i bioklimatycznymi. W wyniku tych analiz w zbiorczej tabeli zebrano najistotniejsze fakty dotyczące miasta, które uporządkowano w silne strony (świadczące o zdolności adaptacyjnej) oraz słabe strony (świadczące o wrażliwości).

Ocenę wrażliwości klimatycznej Wieliczki oraz zdolności adaptacyjnych miasta względem prognozowanej zmiany klimatu zestawiono w formie tabelarycznej. Wejściem jest analiza narażenia na czynniki klimatyczne. Przeprowadzona analiza wskazuje, że spośród ogółu stwierdzonych i zhierarchizowanych czynników klimatycznych 2 spośród nich są krytyczne i w największym stopniu będą oddziaływały na obszar miejski i jego mieszkańców:

1. przyrost liczby dni upalnych i bardzo upalnych (temperatura powietrza pow. 25°C)
2. przyrost liczby dni z opadem o natężeniu krytycznym – wywołującym w podtopienia w przestrzeni miasta

Ponadto dwa czynniki mają istotne, choć nie krytyczne, oddziaływanie na obszar Wieliczki.

3. przyrost epizodów występowania silnego wiatru towarzyszącego gwałtownym opadom i burzom
4. wydłużanie się okresów suchych, o liczbie dni z opadem mniejszym niż 1 mm/doba.

Silne i słabe strony zostały zanalizowane w układzie sektorowym, zalecanym przez podręcznik adaptacji dla miast. Przy czym podział na sektory został zastosowany w większości zgodnie z materiałami promowanym przez Porozumienie Burmistrzów na rzecz zmian klimatu (narzędzie iSEAP to SECAP) z niewielkimi autorskimi modyfikacjami. W stosunku do zaleceń Porozumienia Burmistrzów podzielono zarządzanie kryzysowe i obronę cywilną (civil protection & emergency) na dwa odrębne obszary: zarządzanie kryzysowe oraz świadomość społeczna. Nie uwzględniono osobno, uznawanego za sektor, planowania przestrzennego, ponieważ jego elementy uwzględniane są w obrębie innych sektorów w sposób wyczerpujący. Ostateczny zestaw analizowanych sektorów był następujący:

- zdrowie ludzi i system jego ochrony
- system zarządzania kryzysowego
- świadomość społeczna
- transport i komunikacja
- budynki i inne obiekty kubaturowe
- rolnictwo i leśnictwo
- system Przyrodniczy Miasta
- energetyka (sieci przesyłowe oraz produkcja energii)
- gospodarka wodna (sieci oraz produkcja i oczyszczanie wody)
- gospodarka odpadami
- turystyka

4 tabele wynikowe – adekwatne dla zdiagnozowanych zagrożeń klimatycznych jako analizy w układzie zdolności adaptacyjnych oraz zagrożeń w poszczególnych sektorach przedstawiono poniżej.

Źródła danych do faktów podanych w poniższych tabelach były następujące:

1. Informacje podane przez urząd miasta i gminy Wieliczka lub powiązane z nim instytucje publiczne (Zakład Gospodarki Komunalnej, Tauron, Państwowa Straż Pożarna).
2. Informacje zawarte w aktualnych dokumentach strategicznych miasta.
3. Informacje zawarte w wynikach analiz opracowanych w ramach przygotowania MPA, opisanych w rozdziałach 4.1.2, 4.2.1 i 4.2.2.
4. Dane statystyczne zawarte w Banku Danych Lokalnych GUS.
5. Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski z roku 2022 w zakresie adaptacji do zmian klimatu oraz zieleni miejskiej oraz badania ankietowane wśród mieszkańców Wieliczki przeprowadzone w ramach przygotowania MPA.

Tabela 4.2.1.2. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na fale upałów

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	<p>Miasto Wieliczka ma relatywnie młodą populację mieszkańców. Udział osób w wieku poprodukcyjnym wynosi ok. 18%. W porównaniu np. do Warszawy (24% w wieku poprodukcyjnym) czy Polski (22%) wrażliwość ludności na ekstremalne temperatury powinna być niska. Udział osób w wieku przedprodukcyjnym wynosi ok. 15% i jest większy niż w wielu innych miastach i przeciętnie w Polsce [4].</p> <p>Miasto w okresie przed 2019 rokiem miało dodatni bilans nasadzeń i ubytków drzew i krzewów. Ówczesne nasadzenia dziś osiągnęły dojrzałość. [4]</p> <p>W mieście od 2020 roku przybyło terenów parkowych spacerowo-wypoczynkowych o 7ha [4].</p> <p>Topoklimat korzystny ze względu na warunki termiczne w półroczu ciepłym zajmuje 16% powierzchni gminy, ale występuje przede wszystkim na obszarach użytkowanych rolniczo, położonych w południowej części gminy, co powoduje, że jego dostępność i użyteczność dla mieszkańców jest ograniczona. Miasto jest stosunkowo małe i mieszkańcy mogą do tej strefy dość szybko dotrzeć. [3]</p> <p>Przeważający typ zabudowy mieszkaniowej w Wieliczce, to domy jednorodzinne na działkach z ogródkami. Mieszkańcy mają więc dostęp do zieleni przydomowej, która może obniżyć lokalnie dokuczliwość upałów, a także zanieczyszczenie powietrza czy poziom hałasu. [3]</p>	<p>W mieście postępuje starzenie się społeczeństwa – wzrost udziału liczby osób w wieku poprodukcyjnym w strukturze wiekowej [POS]</p> <p>W mieście występują obszary koncentracji osób starszych, głównie na terenach starej zabudowy, które zostały wyznaczone do rewitalizacji, np. Boża Wola, Klasno.</p> <p>W mieście średnio co 3 lata pojawia się przypadek choroby tropikalnej typu Denga czy Malaria. [1]</p> <p>W mieście kilkakrotnie wrosła liczba przypadków chorób odkleszczowych. W roku 2010 odnotowano 24 przypadki, a 2020 - 172 przypadki. W 2022 roku było 131 przypadków. [1]</p> <p>W mieście występuje relatywnie niewiele terenów zieleni urządzonej – ok. 116,18ha, co stanowi 5,15% powierzchni miasta. Wskaźnik spadł względem 2015 i 2020 roku, głównie w zakresie zieleni osiedlowej. [4]</p> <p>W mieście nie przybywa drzew i krzewów. Bilans ubytków i nasadzeń jest niemal zerowy w ciągu ostatnich 3 lat (2019-2021). Wcześniej bilans był wyraźnie dodatni na korzyść nowych roślin [4].</p> <p>Topoklimat o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonym albedo, ciepły i zaciszny – zajmuje 25,2%</p>

	<p>W mieście brak dużych osiedli mieszkaniowych bez zieleni osiedlowej. Zabudowa typowo śródmiejska zajmuje niewielką część miasta i znajduje się w bliskości do terenów zieleni.</p> <p>W przypadku fal upałów nieznośny stres ciepła może być odczuwalny bardzo na niewielkich obszarowo fragmentach gminy, w tym w raczej poza obszarem miasta.</p> <p>Prowadzone są aktywne działania edukacyjne i kulturalne dla seniorów, które stanowią możliwość adresowania do nich treści edukacyjnych związanych ze skutkami upałów i innych zjawisk pogodowych dla osób starszych.</p> <p>OCENA: 2</p>	<p>powierzchni gminy, ale większość powierzchni miasta. Jest on predysponowany do zwiększonego ryzyka obciążeń termicznych. Występuje na obszarach zabudowanych miasta oraz większych wsi, co powoduje, że przeważająca część mieszkańców gminy może być narażona na oddziaływanie stresu termicznego w półroczu ciepłym, zwłaszcza latem.</p> <p>24,5% powierzchni gminy Wieliczka, ale większość powierzchni miasta znajduje się w obszarze zwiększonego ryzyka występowania zanieczyszczeń powietrza oraz obecności strumienia ciepła antropogenicznego (ciepła sztucznego, wytworzonego przez człowieka, np. przez systemy grzewcze, silniki pojazdów, urządzenia elektroniczne, itp.). Teren ten pokrywa się ogólnie z zasięgiem strefy zabudowy miejskiej. [3]</p> <p>Strefy o najbardziej niekorzystnych warunkach termicznych występują na obszarze największej koncentracji obiektów usługowych i punktów użyteczności publicznej, co oznacza, że w warunkach pogody upalnej znaczna część ludności przebywającej w Wieliczce będzie podlegać bardzo silnym obciążeniom cieplnym. [3]</p> <p>Możliwy jest napływ zanieczyszczeń powietrza do miasta i gminy z terenów Kotliny Krakowskiej, gdzie stan zanieczyszczenia powietrza jest wysoki.</p> <p>Przekroczenie poziomów pyłu zawieszonego PM10, pyłu PM2,5, benzo(a)pirenu w pyle PM10 oraz ozonu w strefie</p>
--	--	--

		<p>małopolskiej, które może podwyższać odczuwalność upału dla ludzi.</p> <p>Wysokie wykorzystanie nieekologicznych nośników ciepła (np. węgiel kamienny) przez gospodarstwa domowe powodujące niską emisję, zwiększającą odczucie upału.</p> <p>OCENA: -3 RAZEM: -1 średnia odporność</p>
System zarządzania kryzysowego	<p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach – system wykorzystuje liczne kanały dotarcia do mieszkańców (SMS, internet, sygnały dźwiękowe) oraz obejmuje liczne rodzaje zagrożeń. Planowane jest rozszerzenie systemu o nowe funkcje. [1]</p> <p>Funkcjonuje System Wczesnego Ostrzegania którym może sterować również Zarządanie Kryzysowe z Powiatu. System obejmuje ciąg syren i megafonów które mogą emitować sygnały foniczne oraz komunikaty tekstowe. [1]</p> <p>OCENA: 3</p>	<p>Na terenie gminy brak własnych urządzeń meteorologicznych, np. stacji meteorologicznej, które mogą zbierać dane potrzebne do przewidywania i reakcji na zagrożenia kryzysowe.</p> <p>Brak wyraźnego wskazania warunków stresu termicznego wysokiej temperatury powietrza jako zagrożenia w systemie zarządzania kryzysowego. [1]</p> <p>W 2022 roku ostrzeżenia związane ze zjawiskami meteorologicznymi wydano 22 razy.</p> <p>OCENA: -2 Razem 1 – średnia odporność</p>
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	<p>Duża liczba placówek edukacyjnych, gdzie jest nieograniczony dostęp do wody pitnej dla dzieci i młodzieży. [1]</p> <p>W miejscach publicznych oraz punktach opieki zdrowotnej jest możliwość dostępu do wody pitnej dla mieszkańców. [1]</p>	<p>Upał jest oceniany jako najmniej ważny ze skutków zmian klimatu przez Polaków (35% wskazań) oraz mieszkańców Wieliczki (11% ankietowanych). [5]</p> <p>Polacy relatywnie niewiele wiedzą o oddziaływaniu upału na organizm ludzki, nie znają metod zabezpieczenia się przed przegrzewaniem ciała i mieszkania</p>

	<p>Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach. [1]</p> <p>Ponad 80% ankietowanych mieszkańców uważa zmiany klimatu za ważny problem dla miasta, a ok. 60% odczuwa zmiany klimatu w dużym stopniu.</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>w upale, np. wietrzenie mieszkania w czasie upału, konieczności uzupełniania płynów, przypominania osobom w wieku podeszłym o uzupełnianiu płynów. [5]</p> <p>Mieszkańcy preferują rozwiązania indywidualne w zakresie klimatyzacji i wentylacji (we własnym mieszkaniu), niż wspólnotowe (na terenie wspólnoty mieszkaniowej, spółdzielni). [5]</p> <p>W strukturze demograficznej będzie rosła grupa ludności w wieku poprodukcyjnym, która jest szczególnie wrażliwa na wpływ wysokiej temperatury powietrza. [1. 4]</p> <p>Ocena: -2 Razem 0 – średnia odporność</p>
Transport i komunikacja	<p>W Wieliczce działa 10 linii transportu publicznego oraz linia kolejowa umożliwiająca szybki i częsty dojazd do Krakowa, a także obwodnica w ciągu drogi krajowej 94, sprzyjając zmniejszeniu ruchu samochodów prywatnych w śródmieściu i na obszarach zabudowanych, co korzystnie wpływa na nieakcelerowanie niekorzystnych warunków termicznych dodatkową emisją zanieczyszczeń powietrza. [1]</p> <p>Tabor autobusowy gminy jest nowy i wyposażony w całości w klimatyzację oraz niską podłogę, co stanowi zasób sprzyjający ochronie ludności przed upałem.</p> <p>OCENA: 2</p>	<p>Duża liczba dróg o dużej powierzchni, nawierzchnie przeważająco zbudowane ze standardowych materiałów o niskiej odporności na wysoką temperaturę. [3]</p> <p>Lokalne nagromadzenie dużej liczby niezacienionych parkingów i miejsc parkingowych w pobliżu atrakcji turystycznych (Kopalnia Soli) lub obiektów handlowych- szybko akumulujących energię słoneczną, wpływają na podwyższenie lokalne temperatury powietrza.[3]</p> <p>Liczne place i rynki miejskie w śródmieściu obecnie są zabetonowane i zajęte na cele parkowania pojazdów, co sprzyja nadmiernemu nagrzewaniu się powierzchni i podwyższeniu temperatury otoczenia [3]</p> <p>OCENA: -2</p>

		Razem – 0 średnia odporność
Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)	<p>Klimatyzacja jest stosowana jako element nowej infrastruktury technicznej budynków administracyjnych, kompleksów handlowych i usługowych. [3]</p> <p>Część budynków publicznych i prywatnych zostało w ostatnich latach poddanych termomodernizacji oraz wyposażonych m.in. w systemy wentylacji. [1]</p> <p>Wiele budynków zabytkowych, ale także nowych, pokryte jest dachówką ceramiczną w kolorze czerwonym, co w dużej mierze obniża ryzyko ich przegrzania w stosunku do budynków z dachem w kolorze czarnym.</p> <p>Realizowane są intensywne działania mające na celu likwidację problemu niskiej emisji: wymiana źródeł ciepła, kontrole jakości paliw i palenisk, wsparcie dla termomodernizacji budynków mieszkalnych, edukacja ekologiczna, rozbudowa sieci zbierającej informacje o jakości powietrza i informującej o tej jakości, sieć ekodoradców.</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Część fasad budynków na osiedlach wielorodzinnych posiada mieszkania eksponowane w kierunku południowym i mogą być one podatne na przegrzanie w czasie upału. [3]</p> <p>Duży udział budynków starych, z niewystarczającym stopniem zaawansowania termomodernizacji powoduje dużą możliwość ich przegrzewania się w okresie upałów. [PGN]</p> <p>Wiele budynków starych ma charakter zabytkowy i ich modernizacja termiczna jest utrudniona przez warunki ochrony zabytków.</p> <p>Dokładna ilość budynków poddanych termomodernizacji nie jest znana.</p> <p>Nowe budownictwo na terenie gminy realizowane jest w standardzie budynków średnio energooszczędnych, w wyniku czego może występować ich przegrzewanie się w trakcie upałów.</p> <p>Zabudowa jednorodzinna z lat 1945-1988 ma niską efektywność energetyczną (budynki dopuszczają ciepło do wnętrza), a dopływ ciepła do budynków potęgowany jest ciemną barwą płaskich dachów. [PGN]</p> <p>Najczęstszym sposobem ogrzewania na obszarze gminy są paleniska węglowe, które powodują zanieczyszczenie powietrza potęgujące odczuwalność upału.</p> <p>Duże zagęszczenie budynków o złej jakości termicznej i złym sposobie</p>

		<p>ogrzewania, a jednocześnie niskiej zamożności mieszkańców występuje na terenach przeznaczonych do rewitalizacji (Klasno, Boża Wola).</p> <p>Miasto posiada plan rewitalizacji najbardziej zaniedbanych dzielnic miasta o słabych warunkach mieszkaniowych, ale nie przewiduje on działań modernizujących budynki. [Plan rewitalizacji]</p> <p>Ocena: -3 Razem: - 1 średnia odporność</p>
Rolnictwo i leśnictwo	<p>W gminie skupienie terenów wykorzystywanych rolniczo znajduje się w części północnej, w dolinie Wisły (Węgrzce) i południowo-zachodniej (Podstolice) [3]</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>Miasto charakteryzuje przeważnie nierolnicze użytkowanie terenu. Pozostałości terenów rolnych znajdują się w zachodniej i północnej części miasta. [3]</p> <p>Tereny leśne znajdują się jedynie na północno-zachodniej części miasta w znacznym oddaleniu od zabudowy miejskiej.</p> <p>Tereny rolne i leśne przekształcane są na tereny mieszkaniowe i mieszkaniowo-usługowe – następuje ich ubytek w mieście, a także pod miastem. [3, 4]</p> <p>Skład gatunkowy lasów nie jest naturalny. Są to lasy sztucznie zalesione. Przeważają w nich drzewa iglaste (sosna), które w sytuacji suszy i upału potęgują zagrożenie pożarowe. [PGN]</p> <p>Ocena: -2 Razem -1 – średnia odporność</p>
System przyrodniczy miasta	<p>Istnieje coraz szersze zrozumienie potrzeby istnienia terenów zielonych i wodnych jako elementu łagodzenia klimatu miasta i zapewnienia warunków do rekreacji. [5]</p>	<p>W mieście występuje relatywnie niewiele terenów zieleni urządzonej – ok. 116,18ha, co stanowi 5,15% powierzchni miasta. Wskaźnik spadł względem 2015 i 2020 roku, głównie w zakresie zieleni osiedlowej. [4]</p>

	<p>Ważną rolę obszarów o wysokich walorach przyrodniczych jest wpływ zieleni na obniżenie temperatury odczuwalnej w warunkach upalnych. [3]</p> <p>Miasto w okresie przed 2019 rokiem miało dodatni bilans nasadzeń i ubytków drzew i krzewów. Ówczesne nasadzenia dziś osiągnęły dojrzałość. [4]</p> <p>W mieście od 2020 roku przybito terenów parkowych spacerowo-wypoczynkowych o 7ha [4].</p> <p>W ramach programu rewitalizacji przewidziano rewitalizację terenów zielonych osiedlowych, która może skutkować wzrostem jej jakości. [Program rewit]</p> <p>Zieleń miejska i jej jakość są wysoko w hierarchii ważności aspektów życia w mieście (3 i 4 miejsce wśród 8 kategorii).</p> <p>Mieszkańcy uważają tworzenie terenów zielonych i odbetonowywanie powierzchni miasta za najważniejsze działanie dla władz miasta, aby zmniejszyć ryzyko klimatyczne (52% wskazań ankietowanych)</p> <p>OCENA: 2</p>	<p>W mieście nie przybywa drzew i krzewów. Bilans ubytków i nasadzeń jest niemal zerowy w ciągu ostatnich 3 lat (2019-2021). Wcześniej bilans był wyraźnie dodatni na korzyść nowych roślin [4].</p> <p>Właściciele posesji dążą do zminimalizowania obszaru przepuszczalnego na powierzchni działek oraz jak najszybszego odprowadzenia wód opadowych i roztopowych. Dodatkowo wprowadzane są do środowiska gatunki roślin naturalnie nie występujących w regionie. Z reguły wprowadzanie zabudowy jednorodzinnej skutkuje usunięciem wiekowego drzewostanu na rzecz nowego urządzenia zieleni. [1, 5]</p> <p>Usuwanie zdrowego wysokiego zadrzewienia niekorzystnie wpływa na nasilenie efektu przyrostu wysokiej temperatury w warunkach upalnych. [3]</p> <p>Tereny zieleni publicznej urządzonej oraz nieurządzonej zajmują jedynie 5,15% powierzchni miasta. Tereny zieleni w śródmieściu poddane są większemu stresowi cieplnemu podczas pogody ciepłej i upalnej, niż tereny pod miastem. [1]</p> <p>Znaczną część miasta zajmują tereny o potencjalnie dużej nieprzepuszczalności gruntów, tj. mieszkaniowe, przemysłowe, transportowe, to ok. 50% powierzchni miasta – tereny te stanowią zwarty obszar o niskiej przepuszczalności gruntów, gdzie łatwo dochodzi do przegrzewania się powierzchni. [3]</p>
--	---	---

		<p>Od strony zachodniej (przeważający kierunek wiatru) miasto sąsiaduje z terenami zabudowanymi (miasto Kraków), co może powodować napływ ciepłego powietrza nad miasto z terenów sąsiednich. [3]</p> <p>Zanieczyszczenie powietrza ozonem przekracza na terenie miasta i gminy poziomy szkodliwe ze względu na ochronę roślinności. [POŚ]</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok 35%) jest niezadowolona ze stanu i wyglądu terenów zieleni.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -1 średnia odporność</p>
Energia (zaopatrzenie w energię)	<p>Indeksy SAIDI i SAIFI na terenie powiatu wielickiego mają tendencję malejącą rok do roku.</p> <p>Jak dotychczas nie stwierdzono niedoborów ani zagrożenia niedoborów zaopatrzenia w energię elektryczną w okresach wystąpienia fal upałów. [1]</p> <p>Według operatora sieci stan techniczny infrastruktury sieciowej jest dobry, urządzenia eksploatowane są zgodnie z przepisami.</p> <p>OCENA: 2</p>	<p>Indeksy przerw w zaopatrzeniu w energię elektryczną SAIDI i SAIFI na terenie powiatu wielickiego są przeciętnie kilkukrotnie wyższe rok do roku niż w Polsce. [1]</p> <p>Zdiagnozowana oraz już doświadczana w ostatnich latach częstość występowania i dotkliwość fal upałów powoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną użytkowaną na potrzeby wentylacji i klimatyzacji. [1]</p> <p>Nowe budownictwo na terenie gminy realizowane jest w standardzie budynków średnio energooszczędnych, w wyniku czego może występować ich przegrzewanie się w trakcie upałów. następuje przyrost zapotrzebowania na energię elektryczną, także latem w celu chłodzenia budynków. [1]</p> <p>OCENA: -2 Razem: 0 średnia odporność</p>
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i	Rozwinięta sieć wodociągowa (korzystających 92% mieszkańców	Zły stan ekologiczny i chemiczny wód powierzchniowych, który w trakcie upałów uszczupla

<p>odprowadzenie ścieków)</p>	<p>gminy w 2020 r.) zapewnia dostęp do wody pitnej w trakcie upałów.</p> <p>Występowanie upałów nie wpływa na zwiększenie awaryjności sieci wodociągowej. [1]</p> <p>Brak istotnych zagrożeń dla zdrowia konsumentów korzystających z wody z wodociągów zbiorowego zaopatrzenia na terenie miasta i gminy,</p> <p>Funkcjonowanie systemu oczyszczalni ścieków w mieście;</p> <p>Budowa nowej nowoczesnej stacji uzdatniania wody na terenie miasta Wieliczka</p> <p>OCENA: 1</p>	<p>zasoby wodne i stwarza ryzyko dla prawidłowego funkcjonowania środowiska przyrodniczego wodnego;</p> <p>Występujące obszary szczególnego zagrożenia powodzią w dolinie Wisły;</p> <p>Obecność zbiorników bezodpornych w niedostatecznym stanie technicznym - w dni gorące mogą one być narażone na uciążliwości, np. przykry zapach.</p> <p>Niedostateczny stan infrastruktury kanalizacyjnej na terenie wiejskim - występują domy, które odprowadzają nieczystości do rzek.</p> <p>Zaopatrzenie w wodę Dobowa wydajność wszystkich posiadanych ujęć wody oraz możliwość jej uzdatniania sięga 4 000m³ na dobę i gwarantuje 40% pokrycie zapotrzebowania. Pozostała woda zakupywana jest od przedsiębiorstwa wodociągowego w Krakowie.</p> <p>Brak nawyku oszczędzania wody. Brak dyscypliny społecznej (oszczędzania wody) w okresach zagrożenia jej niedoborem (podlewanie ogródków itp.). [5]</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok. 40%) jest niezadowolona z jakości zaopatrzenia w wodę.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -2 niska odporność</p>
<p>Gospodarka odpadami</p>	<p>Za gospodarowanie odpadami odpowiada ZGK Wieliczka. System odbioru śmieci jest ściśle określony w harmonogramie zamieszczonym na stronie internetowej ZGK. [1]</p>	<p>Mogą wystąpić pojedyncze przypadki powstania odorów lub zagrożenia epidemiologicznego w miejscach, gdzie pojemniki na śmieci nie są osłonięte przed upałem lub źle zabezpieczone. [1]</p>

	<p>Miejsca zagospodarowania odpadów komunalnych odebranych z terenu Wieliczki są położone poza granicami miasta. [1]</p> <p>Objęcie zorganizowanym zbieraniem odpadów komunalnych wszystkich mieszkańców miasta i gminy,</p> <p>Brak czynnych składowisk odpadów komunalnych na obszarze miasta i gminy – brak zagrożeń odorowych w trakcie upału;</p> <p>Funkcjonujący punkt selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (PSZOK) na terenie miasta i gminy,</p> <p>Osiągnięcie przez Miasto i Gminę wymaganych poziomów recyklingu i ograniczania masy odpadów komunalnych</p> <p>Dziki wysypiska są identyfikowane i usuwane przez służby miejskie. Liczba dzikich wysypisk w ostatnich latach (2019-2021) jest o ok. 1/3 mniejsza, niż wcześniej.</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>Na terenach przyrodniczych, np. w dolinie rzeki Serafy, występują dziki wysypiska odpadów, które mogą stanowić zagrożenie epidemiologiczne lub odorowe dla miasta.</p> <p>Ocena: -1 Razem: 2 – wysoka odporność</p>
Turystyka	<p>W mieście realizowana jest turystyka całoroczna, historyczna, niezwiązana wyłącznie z opadami śniegu lub ciepłą pogodą letnią</p> <p>Zwiedzanie obiektów zabytkowych odbywa się w podziemiach, izolowanych w dużym stopniu od warunków atmosferycznych.</p> <p>Miasto stworzyło system komunikacji miejskiej, z klimatyzowanymi autobusami oraz centrum przesiadkowym o wysokiej jakości</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>Większość parkingów i obiektów transportowych (stacja kolejowa) jest odsłoniętych na promienie słoneczne i mogą ulegać silnemu nagrzananiu</p> <p>Ocena: -1 Razem: 1 – wysoka odporność</p>

Tabela 4.2.1.3. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na opady o dużym natężeniu

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	<p>Nie są znane przypadki ofiar śmiertelnych w wyniku podtopień w gminie Wieliczka. [1]</p> <p>System opieki zdrowotnej jest przygotowany na przyjmowanie pacjentów z ewentualnymi obrażeniami powstałymi w wyniku nawalnych opadów/podtopień (sieć przychodni, ambulatoriów, SOR przy Szpitalu Powiatowym, oddział chirurgii ogólnej w Szpitalu Powiatowym, sieć pracowni diagnostycznych w leczeniu). [1]</p> <p>W mieście funkcjonuje system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach – w tym szczególnie wysokich opadach. [1]</p> <p>Państwowa Straż Pożarna oraz lokalne OSP są dobrze przeszkolone i przygotowane sprzętowo na wypadek podtopień i powodzi.</p> <p>Ponad 80% ankietowanych mieszkańców uważa zmiany klimatu za ważny problem dla miasta, a ok. 60% odczuwa zmiany klimatu w dużym stopniu.</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>Nie zidentyfikowano.</p> <p>Ocena: 0 Razem 3 – wysoka odporność</p>
System zarządzania kryzysowego	<p>W 2021 roku zaktualizowano plany w zakresie obrony cywilnej.</p> <p>PSP w Wieliczce dysponuje magazynem wyposażonym w niezbędny sprzęt, który ma zapewnić usuwanie skutków w/w klęsk. [1]</p> <p>Likwidacją szkód wywołanych ulewnymi deszczami zajmuje się straż pożarna, która najczęściej osusza</p>	<p>Dostępne informacje meteorologicznie nie pozwalają dokładnie określić siły i miejsca wysokich opadów w mieście. Informacje te są jedynie orientacyjne. [3]</p> <p>W związku z nieregularnością i rzadką częstotliwością występowania niektórych zjawisk pogodowych – w stosunku do</p>

	<p>obszary podtopione w wyniku opadu [1]</p> <p>Miasto i gmina zapewnia gotowość bojową ochotniczych straży pożarnych, zapewnia fundusze na umundurowanie, ubezpieczenie, badania lekarskie i szkolenie uzupełniające dla strażaków, zabezpiecza jednostki w samochody pożarnicze, motopompy i inny sprzęt ratowniczy. [1]</p> <p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz ostrzegania i alarmowania mieszkańców o zagrożeniach – system wykorzystuje liczne kanały dotarcia do mieszkańców oraz obejmują liczne rodzaje zagrożeń, w tym meteorologiczne - opady.</p> <p>Mapa obszarów narażonych na podtopienia została opracowana w ramach niniejszej diagnozy. [1]</p> <p>Miasto ma w swoim posiadaniu 2 drony, które używane są do monitorowania różnego rodzaju zagrożeń i mogą być wykorzystywane do wykrywania podtopień. [1]</p> <p>Straż pożarna w powiecie wielickim posiada nową siedzibę w mieście Wieliczka i jest wyposażona w nowy sprzęt służący m.in. do reakcji na ekstremalne zjawiska pogodowe. Na bieżąco może reagować na zgłoszenia 3 zastępy strażaków, a doraźnie nawet 12 zastępów.</p> <p>Straż pożarna w mieście Wieliczka była w stanie bez przeszkód reagować w ciągu jednej godziny nawet na 4 zgłoszenia związane z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi.</p>	<p>przytłaczająco większej liczby interwencji SP związanych z pożarem lub wypadkami drogowymi, służby mogą być niewystarczająco przygotowane do reagowania na zjawiska pogodowe, zwłaszcza pod względem ilości sprzętu (zjawisko minimalizacji kosztów obsługi zjawisk o niskiej częstotliwości występowania). W trakcie wysokich opadów już wystąpił epizod wsparcia gminy przez SP z innych gmin.</p> <p>Zwłaszcza w wyniku opadów deszczu służby interwencyjne mogą być przeciążone ilością interwencji do obsłużenia w mieście Wieliczka.</p> <p>Opady deszczu są drugą co do liczby interwencji przyczyną reakcji służb ratowniczych w zakresie zagrożeń związanych z pogodą.</p> <p>Ocena: -2 Razem 1 – średnia odporność</p>
--	---	---

	<p>W ciągu ostatnich lat występowały wysokie opady deszczu skutkujące podtopieniami i wiedza służb wyniesiona z tych akcji jest wciąż świeża.</p> <p>W terenie wiejskim gminy Wieliczka ochotnicze straże pożarne są wyraźnym odciążeniem PSP w trakcie interwencji w wyniku ekstremalnych zjawisk pogodowych;</p> <p>Mieszkańcy uważają ulewy, burze i związane z nimi podtopienia za drugie największe zagrożenie dla mieszkańców (wśród ponad 10) – 63% wskazań ankietowanych</p> <p>Ocena: 3</p>	
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	<p>Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje. [1]</p> <p>Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki organizowanym dotychczas akcjom ekologicznym dotyczącym ochrony powietrza. [1]</p> <p>Ponad 80% ankietowanych mieszkańców uważa zmiany klimatu za ważny problem dla miasta, a ok. 60% odczuwa zmiany klimatu w dużym stopniu.</p> <p>Mieszkańcy uważają tworzenie terenów zielonych i odbetonowywanie powierzchni miasta za najważniejsze działanie dla władz miasta, aby zmniejszyć ryzyko klimatyczne (52% wskazań ankietowanych)</p> <p>Mieszkańcy popierają w dużym stopniu wykorzystywanie wody deszczowej i tworzenie infrastruktury</p>	<p>Właściciele działek dążą do jak najszybszego odprowadzenia powierzchniowego wody opadowej poza obszar własności, najczęściej przez uszczelnienie powierzchni terenu. Wpływa to na przyrost ogólnej powierzchni nieprzepuszczalnej obszaru zurbanizowanego prowadząc do wzrostu zagrożenia podtopieniami. [5]</p> <p>Właściciele działek koncentrują swoje działania gospodarowania wodą opadową głównie na jej odprowadzeniu przez przyłącze do sieci kanalizacji deszczowej. Podczas oraz po intensywnych opadach deszczu, wiele działek wypompowuje wodę deszczową do kanalizacji ściekowej. Istnieją nielegalne włączenia odprowadzające wodę deszczową do kanalizacji ściekowej lub cieków wodnych. [1]</p>

	<p>retencjonującej wodę (30-40% wskazań)</p> <p>OCENA: 2</p>	<p>Buduje się także na terenach okresowo podmokających, podnosząc grunt. [1]</p> <p>Przy intensywnej urbanizacji w dzielnicy domów jednorodzinnych i dogęszczaniu zabudowy wielorodzinnej w ścisłym centrum miasta, istniejący system odbioru wód deszczowych jest zdecydowanie niewystarczający w zakresie przepustowości do prowadzenia efektywnego przejęcia nadmiaru wody opadowej. Konieczny jest intensywny rozwój sieci podążający za przyrostem powierzchni obszaru nieprzepuszczalnego miasta i prognozowanego przyrostu natężenia opadów. [1]</p> <p>Bardzo słabo rozwinięte są inwestycje zawierające nowoczesne rozwiązania wodooszczędne. [1]</p> <p>OCENA: -3 Razem: -1 średnia odporność</p>
Transport i komunikacja	<p>Przy nowych drogach i centrach handlowo-usługowych powstają obiekty odwodnieniowe lub kanalizacja deszczowa. [1]</p> <p>System odbioru wód deszczowych z dróg jest z reguły rozdzielony od kanalizacji prowadzącej ścieki komunalne. Sieć odprowadzająca wody deszczowe jest sukcesywnie rozbudowywana, ale nie jest to etap zapewniający już współczesne potrzeby w tym zakresie. [1]</p> <p>Mapa obszarów narażonych na podtopienia została opracowana w ramach niniejszej diagnozy. [1]</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>Rzadko występują podtopienia infrastruktury kolejowej w wyniku dużych opadów, ale infrastruktura kolejowa położona jest w dolinie rzeki Serafy. [1]</p> <p>Niewystarczające przepusty dla wód płynących na drogach w gminie Wieliczka;</p> <p>Wrażliwym elementem infrastruktury podczas opadów deszczu oraz silnego wiatru są drogi (ich blokowanie w wyniku połamanych drzew oraz podtopień lub osłabionych mostów/przepustów)</p> <p>Z uwagi na rozwój miasta, obecny system kanalizacji opadowej nie jest dostosowany do odprowadzania</p>

		<p>nadmiaru wód w okresach intensywnych opadów deszczu. [1]</p> <p>Sieć kanalizacyjna, jej aktualna przepustowość jest niewystarczająca do sprostania współcześnie występującym epizodom opadu nawałnego, a prognozowany jest przyrost natężenia opadu. [1]</p> <p>W południowej części gminy odwodnienie po opadach deszczu zapewnione jest spływem wody w rowach melioracyjnych oraz bezpośrednio drogami.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -2 niska odporność</p>
<p>Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)</p>	<p>Przy nowych drogach/ osiedlach/ centrach usługowych powstają obiekty odwodnieniowe lub kanalizacja deszczowa, a także doraźnie rozwiązania wstrzymujące spływ wody. [1]</p> <p>Większość zabudowy ma charakter rozproszony, jednorodzinny, co zapewnia możliwość lokalizowania ekstensywnych systemów retencji wody, np. ogrodów deszczowych, stawów przydomowych, basenów. [1]</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>System gospodarowania wodą ulega przebudowie. Zgodnie z ustawą Prawo Wodne wymaga się od właścicieli zagospodarowania wody deszczowej na posesji w maksymalnym możliwym stopniu – stosowane są rozwiązania doraźne tam, gdzie nie ma możliwości podłączenia do kanalizacji. Jednak znacząca większość miasta została zbudowana w sytuacji, kiedy takich wymagań nie było i woda deszczowa oddawana jest do systemów kanalizacyjnych w nadmiarze. [1]</p> <p>W okresie 2010-2022 występowały na terenie miasta uszkodzenia budynków i infrastruktury publicznej w wyniku gwałtownego deszczu. [1]</p> <p>Zagrożenie powodziowe na terenie miasta i gminy Wieliczka, wynikające z długotrwałych lub gwałtownych opadów deszczu skutkuje możliwością wystąpienia lokalnych podtopień w mieście Wieliczka na ulicach</p>

		<p>Limanowskiego, Batorego, Goliana, Solarskiego, Puławskiego i Narutowicza oraz w okolicach rzeki Zabawka, rzeki Miodówka, potoku Grabówka oraz rzeki Serafa.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -2 niska odporność</p>
Rolnictwo i leśnictwo	<p>Istniejące tereny rolnicze i leśne mogą być wykorzystane jako ważny element retencji, dla przykładu przez kierowanie dodatkowej wody opadowej na tereny rolnicze lub leśne. Tym sposobem można dodatkowo zasilać wody gruntowe, co rekompensuje straty wywołane obniżaniem się poziomu wód gruntowych spowodowane m.in. uszczelnianiem terenu centrum miasta. [3]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>System kanałów otwartych tworzący sieć melioracyjną odprowadzającą wodę jest słabo rozwinięty i o zróżnicowanym stopniu utrzymania technicznego. Występują miejsca, gdzie rowy otwarte – na terenach nowych posesji prywatnych są zabudowane – niedrożne. Brak jest inwentaryzacji tego typu przypadków i planów naprawy tego stanu. [1]</p> <p>Szybko postępuje zajmowanie terenów rolniczych pod zabudowę jednorodzinną oraz wielkopowierzchniowe centra usługowo-handlowe, co zwiększa wrażliwość obszaru na podtopienia. [3]</p> <p>Gleby i ukształtowanie powierzchni – zwłaszcza w południowej części miasta i gminy sprzyjają występowaniu osuwisk, które w trakcie działalności rolniczej przy wysokich opadach mogą ulegać uaktywnieniu. Na terenie miasta znajduje się kilkanaście osuwisk, z tego co najmniej 3 aktywne.</p> <p>Gleby i ukształtowanie powierzchni sprzyjają erozji wodnej na terenach rolniczych, którą wzmacnia występowanie silnych opadów.</p> <p>Ocena: -3 Razem -1: średnia odporność</p>

<p>System przyrodniczy miasta</p>	<p>Istniejący system przyrodniczy może stanowić ważny element czasowego retencjonowania wody w sytuacji wystąpienia podtopień, dużych opadów. Do retencji wody można wykorzystać tereny dolinne rzek (ale nie koryta rzek). [3]</p> <p>Kierowanie dodatkowej wody opadowej na tereny przyrodnicze sprzyja odnawianiu zasobów wód podziemnych, co może rekompensować w systemie przyrodniczym straty wywołane obniżaniem się poziomu wód gruntowych pod obszarami uszczelnionymi miasta. [3]</p> <p>Większość problemów z podtopieniami dotyczy terenów zabudowanych – Straż Pożarna nie interweniuje w wyniku podtopień na terenach przyrodniczych. [1]</p> <p>Zieleń miejska i jej jakość są wysoko w hierarchii ważności aspektów życia w mieście (3 i 4 miejsce wśród 8 kategorii).</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Zablokowanie odpływu wód opadowych oraz ich gromadzenie w naturalnych obniżeniach terenu bez dostępu do systemu kanalizacji stanowi zagrożenie dla warunków wegetacyjnych roślinności, która nie jest do tego typu warunków przystosowana. [3]</p> <p>Tereny zieleni publicznej urządzonej i nieurządzonej zajmują jedynie ok. 5,15% powierzchni miasta. Daje to bardzo niewielką powierzchnię terenów, które mogą pochłaniać wodę opadową zapobiegając podtopieniom (za optymalną uznaje się wartości 40-50% pow. miasta). [1]</p> <p>Odprowadzanie nadmiaru wody deszczowej do rzek, m.in. Serafy może skutkować znacznymi wahaniem ich poziomów wód i występowaniem, np. zwiększonych przyborów wód i wtórnych powodzi w pobliżu tych rzek. [3]</p> <p>Presja budowlana powoduje zawężanie dolin rzecznych, co w latach z dużymi opadami może doprowadzić do zatopienia domów położonych najbliżej rzeki. [3]</p> <p>Nieożywione elementy systemu przyrodniczego, np. w rezerwacie góry kryształowe, są wrażliwe na wilgoć i przesiąkanie wód opadowych, które mogą być wzmacniane przez silne opady.</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok 35%) jest niezadowolona ze stanu i wyglądu terenów zieleni.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -1 średnia odporność</p>
-----------------------------------	--	---

<p>Energia (zaopatrzenie w energię)</p>	<p>Elektrownie i elementy systemu zaopatrzenia w energię nie są bezpośrednio zagrożone podtopieniem – nie stwierdzono dotychczas wyłączenia prądu spowodowane podtopieniami w wyniku deszczu. [1]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Indywidualne systemy grzewcze budynków zwykle są zlokalizowane w parterze lub piwnicy co zwiększa ryzyko ich zniszczenia w trakcie podtopienia.</p> <p>Ocena: -2 Razem: 0 średnia odporność</p>
<p>Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)</p>	<p>Zaopatrzenie w wodę Drobne awarie sieci wodociągowej są usuwane na bieżąco.[1]</p> <p>Jednolite części wód podziemnych są w dobrym stanie ekologicznym oraz chemicznym oraz uznano je za niezagrożone degradacją.</p> <p>Cały obszar miasta i gminy Wieliczka ma dostęp do sieci wodociągowej. Długość sieci w latach 2019 – 2020 wzrosła o 1,05%, a liczba budynków mieszkalnych podłączonych do sieci wzrosła o 4,96%.</p> <p>Gospodarowanie wodą deszczową</p> <p>Obecnie duże zagęszczenie kanalizacji deszczowej widoczne w centrum miasta oraz w jej zachodniej części. [1]</p> <p>Odprowadzanie ścieków Sieć kanalizacyjna w gminie i mieście rozwija się – trwa IV etap rozbudowy sieci kanalizacyjnej. [1]</p> <p>Przedsiębiorstwo wodociągowe prowadzi działania mające na celu wykrycie i wyeliminowanie nielegalnych podpięć do sieci kanalizacji.</p> <p>W ramach niniejszego opracowania opracowana mapę narażenia i wrażliwości na podtopienia. [1]</p>	<p>Gospodarowanie wodą deszczową Jedną z większych awarii wodociągowych spowodowanych ulewnym deszczem jest uruchomione osuwisko na ul. Solarskiego które uszkodziło wodociąg zasilający mieszkańców miejscowości Sułków , Lednica Górna oraz Gminę Biskupice. Obecnie działa wodociąg tymczasowy (obejście).</p> <p>Sieć kanalizacji deszczowej jest rozproszona pomiędzy wielu właścicieli (gestorów), co utrudnia zarządzanie siecią i reagowanie w sytuacjach awaryjnych. [1]</p> <p>Niewystarczające zdolności przepustowe urządzeń odbierających wody deszczowe z terenu miasta w sytuacji wysokich opadów deszczu, np. w dniu 19 maja 2019 roku opad deszczu w ilości 21,9 litra na m2 doprowadził do chwilowej niewydolności układu kanalizacji burzowej na ul. Limanowskiego i ul. Słowackiego [1]</p> <p>Mieszkańcy lub przedsiębiorcy wprowadzają nielegalnie wody deszczowe do kanalizacji sanitarnej. Powodem tego jest podtopienie pompowni ścieków ponieważ pompy nie są przystosowane do tak dużej ilości ścieków zmieszanych w wodą deszczową.</p>

	<p>System kanalizacji deszczowej jest zazwyczaj rozdzielony od kanalizacji sanitarnej</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>Południowy obszar miasta i gminy ma duże spadki terenu, które sprzyjają szybkiemu spływowi wód deszczowych i kształtowaniu się lokalnych podtopień i przyboru wód w małych ciekach.</p> <p>Większości systemu kanalizacji deszczowej to kanalizacja zamknięta</p> <p>W południowej części gminy wykazującej się dużymi spadkami terenu a mniejszym współczynnikiem szczelności podłoża odpływy powierzchniowe generowane przez gwałtowne opady odprowadzane są siecią dróg i rowów przydrożnych.</p> <p>Część północna gminy ma odpływ w postaci rowów otwartych a przyłącza kanalizacji deszczowej odprowadzają wodę bezpośrednio do cieków bez nazwy.</p> <p>Wieliczka położona jest w niecce od południa oddzielonej stokami o dużym spadku, będącymi dodatkowym efektem zwiększającym ryzyko powstawania zagrożenia podtopieniami.</p> <p>Obszary zagrożone wystąpieniem podtopień przy tej sumie opadu (25-35mm) charakteryzuje w mieście powierzchnia o gęstości uszczelnienia od 25% do 50% i niedostatecznym wskaźniku rozwinięcia sieci kanalizacyjnej. Obszary o wysokim zagrożeniu to zwykle obszary o uszczelnieniu powyżej 50%. Są to zarówno zwarte obszary zwartej zabudowy w centrum miasta, ale również tereny centrum handlowego w centrum oraz obszary przemysłowe położone</p>
--	---	---

		<p>w północno- zachodniej części gminy.</p> <p>Odprowadzanie ścieków Woda w rzekach odbierających ścieki o wody opadowe z terenu Wieliczki pozostaje nadmiernie zanieczyszczona w stosunku do norm. Woda jest gorszej jakości, niż odprowadzana z oczyszczalni ścieków. [1]</p> <p>Sieć kanalizacji w gminie obejmuje jedynie ok. 50% mieszkańców (w 2020 r.), ale większość mieszkańców miasta. Znaczna część mieszkańców gminy korzysta ze zbiorników bezodpływowych, które rodzą problem zanieczyszczenia wody w przypadku podtopienia lub dużych opadów. Liczba przydomowych oczyszczalni ścieków jest znacznie mniejsza (ok 1800 szt.), niż zbiorników bezodpływowych (> 13000 szt.).</p> <p>- Trudności z rozbudową infrastruktury technicznej w południowej części gminy z uwagi na zróżnicowane ukształtowanie terenu.</p> <p>- Niedostatek infrastruktury przeciwdziałającej negatywnym skutkom postępujących zmian klimatu (powodzie, susze, silne wiatry) oraz zagrożenia wynikające z ruchów masowych ziemi (osuwiska)</p> <p>Zaopatrzenie w wodę Znaczna część mieszkańców (ok. 40%) jest niezadowolona z jakości zaopatrzenia w wodę.</p> <p>Ocena: -3 Razem -2 niska odporność</p>
--	--	--

<p>Gospodarka odpadami</p>	<p>Na obszarze miasta nie występuje składowanie odpadów komunalnych nie ma zagrożenia wpływu odcieków z wysypiska na jakość warunków bytowych miasta. [1]</p> <p>Gospodarowanie odpadami na osiedlach wielorodzinnych jest zorganizowane jako budynki typu altanowego, są zamykane i zabezpieczone przed podtopieniami. Podobnie wiele koszy na śmieci jest przytwierdzonych do podłoża lub są one masywne i zabezpieczone przed potopieniami. [1]</p> <p>Osiągnięcie przez Miasto i Gminę wymaganych poziomów recyklingu i ograniczania masy odpadów komunalnych</p> <p>Dziki wysypiska są identyfikowane i usuwane przez służby miejskie. Liczba dzikich wysypisk w ostatnich latach (2019-2021) jest o ok. 1/3 mniejsza, niż wcześniej.</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Zalanie nawet lokalnych miejsc składowania odpadów, jeżeli nie są one dostatecznie zabezpieczone, stwarza zagrożenie bakteriologicznego i fizycznego zanieczyszczenia systemu odprowadzania wód deszczowych, a w przypadku podtopień – stanowić lokalne zagrożenie bakteriologiczne (nawalne opady występują głównie latem, podczas występowania wysokiej temperatury powietrza). [1]</p> <p>Część dzikich wysypisk powstaje na terenach w dolinach rzek, gdzie w trakcie ulewnego deszczu może dochodzić do spływu zanieczyszczeń i opadów do wody.</p> <p>Ocena: -2 Razem: 0 – średnia odporność</p>
<p>Turystyka</p>	<p>Większość aktywności turystycznej koncentruje się poza zasięgiem opadów atmosferycznych, tj. w podziemiach kopalni Wieliczka.</p> <p>Miasto stworzyło system komunikacji miejskiej, z centrum przesiadkowym, w którym można się schronić przed opadami deszczu.</p> <p>Obiekty kopalni są dobrze izolowane od bezpośredniego wpływu opadów deszczu od wielu lat. Infrastruktura odwodnieniowa kopalni jest dobrze utrzymana.</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>Obiekty parkingowe i transportowe (stacja kolejowa) przy atrakcjach turystycznych są w większości odsłonięte na deszcz.</p> <p>Silne opady deszczu mogą erodować walory turystyczne kopalni soli – sól jest podatna na rozpuszczanie w wodzie.</p> <p>Erozji wodnej, m.in. w wyniku przesiąkania wody z ulewnych deszczy, ulega rezerwat góry kryształowe.</p> <p>Ocena: -2 Ocena: 1 – średnia odporność</p>

Tabela 4.2.1.4. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na silny wiatr

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	<p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system alarmowania i ostrzegania ludności o zagrożeniach, w tym przed silnym wiatrem. System ostrzegał przed silnym wiatrem w ostatnich latach. [1]</p> <p>Nie odnotowano dotychczas wypadku śmiertelnego związanego z występowaniem silnych wiatrów. System opieki zdrowotnej jest przygotowany na przyjmowanie pacjentów z ewentualnymi obrażeniami powstałymi w silnych wiatrów (sieć przychodni, ambulatoriów, SOR przy Szpitalu Powiatowym, oddział chirurgii ogólnej w Szpitalu Powiatowym, sieć pracowni diagnostycznych w leczeniu). [1]</p> <p>Miasto w okresie przed 2019 rokiem miało dodatni bilans nasadzeń i ubytków drzew i krzewów. Ówczesne nasadzenia dziś osiągnęły dojrzałość – nowe drzewa powinny być bardziej odporne na silny wiatr.</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Brak jest informacji publicznej w mieście, gdzie w sytuacji silnych wiatrów nie należy przebywać czy też, na których ulicach zadrzewionych nie należy parkować w sytuacji zagrożenia silnym wiatrem. [1]</p> <p>Tereny zieleni publicznej urządzonej i nieurządzonej zajmują ok. 5,15% powierzchni miasta. Obszary o wysokim drzewostanie stanowią największe zagrożenie dla zdrowia i życia mieszkańców w warunkach wystąpienia silnych wiatrów – łamanie drzewostanu. [1]</p> <p>Na terenie miasta, w zabudowie śródmiejskiej, w pobliżu m.in. obiektów zabytkowych, znajduje się 7 drzew – pomników przyrody, które wymagają szczególnej ochrony i pielęgnacji, aby nie uległy złamaniu w trakcie silnego wiatru.</p> <p>Walory oraz charakterystyka drzewostanu miasta nie została dotychczas zinwentaryzowana, aby w pełni ocenić wrażliwość na silny wiatr.</p> <p>W mieście występuje zwiększone zagrożenie dla ludzi związane z silnym wiatrem ze względu na dużą liczbę turystów zwiedzających miasta i jego objekty.</p> <p>Ocena: -2 Razem 0: średnia odporność</p>
System zarządzania kryzysowego	<p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system alarmowania i ostrzegania ludności o zagrożeniach – system wykorzystuje</p>	<p>Zieleń miejska w mieście jest szczególnie wrażliwa na silny wiatr (dotyczy głównie drzew), ale znaczenie drzew we wrażliwości</p>

	<p>liczne kanały dotarcia do mieszkańców oraz obejmują liczne rodzaje zagrożeń, w tym meteorologiczne przed silnym wiatrem. [1]</p> <p>Służbą odpowiedzialną za usuwanie zwalonych drzew w wyniku silnych wiatrów jest Straż pożarna. Interwencje są skuteczne i są rejestrowane. [1]</p> <p>Miasto zapewnia gotowość bojową ochotniczych straży pożarnych, zapewnia umundurowanie, ubezpieczenie, badania lekarskie i szkolenie uzupełniające (np. dla pilarzy) dla strażaków, zabezpiecza jednostki w pojazdy bojowe, piły i inny sprzęt ratowniczy. [1]</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>gminy Wieliczka jest nawet większe na terenie wiejskim. [1]</p> <p>Dane o pogodzie pobierane są z sieci IMGW lub innych dostawców prognoz pogody. Zaś silny wiatr, który najczęściej towarzyszy lokalnym burzom, ma charakter przeważająco regionalny i lokalny, czego nie obejmuje system ogólnokrajowy. [1]</p> <p>Ocena: -2 Razem 1: średnia odporność</p>
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	<p>Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje [1]</p> <p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system informacji dla mieszkańców o sytuacjach kryzysowych. [1]</p> <p>Silny wiatr jest identyfikowany jako istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa. [1]</p> <p>Gmina wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki organizowanym dotychczas akcjom ekologicznym. [1]</p> <p>Ponad 80% ankietowanych mieszkańców uważa zmiany klimatu za ważny problem dla miasta, a ok. 60% odczuwa zmiany klimatu w dużym stopniu.</p>	<p>Stary drzewostan na obszarze miasta może stanowić zagrożenie bezpieczeństwa dla ludzi i mienia. (konary głównie łamią się w trakcie silnego wiatru). [1]</p> <p>W obrębie zabudowy wielorodzinnej zdarzają się sytuacje składowania na balkonach przedmiotów, które w trakcie wystąpienia silnych wiatrów mogą zostać wywiane i stanowić zagrożenie dla ludzi i mienia. [1]</p> <p>Ocena: -1 Razem 2: wysoka odporność</p>

	Ocena: 3	
<p>Transport i komunikacja oraz</p> <p>Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)</p>	<p>Nie odnotowano na terenie miasta katastrof budowlanych związanych z silnym wiatrem. [1]</p> <p>Mozaikowa struktura zabudowy, przeplatana z zadrzewieniami sprzyja obniżeniu prędkości wiatru w terenie miejskim.</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>W okresie 2015-2022 występowały na terenie miasta uszkodzenia budynków i infrastruktury publicznej w wyniku gwałtownych zjawisk pogodowych w tym wiatru. [1]</p> <p>Wrażliwym elementem infrastruktury podczas opadów deszczu oraz silnego wiatru są drogi (ich blokowanie w wyniku połamanych drzew oraz podtopień lub osłabionych mostów/przepustów)</p> <p>Większość miejscowych zdarzeń będących przyczyną interwencji straży pożarnej dotyczy przypadków silnego wiatru, a w jego wyniku usuwania drzew i ich fragmentów. [1]</p> <p>Istnieje zagrożenie uszkodzenia lub zerwania trakcji linii kolejowej. [1]</p> <p>Poza ścisłym centrum miasta, linie energetyczne prowadzone są na słupach, co stwarza zagrożenie ich uszkodzenia bądź zerwania w trakcie występowania silnych wiatrów. [1]</p> <p>Kubatura mieszkaniowa miasta jest zróżnicowana – od budynków wielorodzinnych, do 4 pięter wysokości, przez niższą zabudowę i domy jednorodzinne. Część budynków wykonana jest w technologii z lat 70-tych XX. i starszych - miasto nie posiada oceny stanu technicznego dachów tych budynków i ich odporności na wiatr o dużych prędkościach. [1,3]</p> <p>Ocena: -3 Razem -2: niska odporność</p>

Rolnictwo i leśnictwo	<p>Tereny rolne przekształcane są na tereny mieszkaniowe i mieszkaniowo-usługowe – następuje ich ubytek w mieście zatem należy spodziewać się obniżania się wrażliwości. [1]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Nie zdiagnozowano.</p> <p>Ocena: 0 Razem 2: wysoka odporność</p>
System przyrodniczy miasta	<p>Miasto w okresie przed 2019 rokiem miało dodatni bilans nasadzeń i ubytków drzew i krzewów. Ówczesne nasadzenia dziś osiągają dojrzałość – nowe drzewa powinny być bardziej odporne na silny wiatr.</p> <p>Zieleń miejska i jej jakość są wysoko w hierarchii ważności aspektów życia w mieście (3 i 4 miejsce wśród 8 kategorii).</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>W wyniku silnych wiatrów wiele interwencji straży pożarnej dotyczy połamanych drzew, które spadają na samochody, posesje lub budynki. [1]</p> <p>Niska i rozproszona zabudowa miasta, przeplatana terenami zielonymi publicznymi i prywatnymi, rodzi bliskość zabudowy i drzew, która w sytuacji silnego wiatru może skutkować większym ryzykiem upadku drzew na budynki itp.[1]</p> <p>Znaczna ilość drzew i terenów zieleni znajduje się poza bezpośrednim wpływem administracji miejskiej – pielęgnują je mieszkańcy, właściciele terenu.</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok 35%) jest niezadowolona ze stanu i wyglądu terenów zieleni.</p> <p>Ocena: -3 Razem -1: średnia odporność</p>
Energia (zaopatrzenie w energię)	<p>Instalacje produkujące ciepło w budynkach są zwykle izolowane od wpływu wiatru oraz posadowione w przyziemiu.</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>W ciągu roku odnotowywane są w mieście przerwy w dostawie prądu (o czym informuje się w systemie ostrzegania). Przerwy spowodowane są remontem, modernizacją lub rozbudową sieci energetycznej, a także awariami wywołanymi silnym wiatrem. [1]</p> <p>Szczególnie niekorzystne jest prowadzenie zaopatrzenia w energię elektryczną na powierzchni</p>

		<p>terenu, co jest dominującą formą w mieście – w warunkach silnego wiatru istnieje duże ryzyko uszkodzenia lub zerwania instalacji przez powalone drzewa lub ich konary. Interwencje związane z siecią energetyczną w wyniku wiatru są realizowane przez straż pożarną. [1]</p> <p>Ocena: -2 Razem -1: średnia odporność</p>
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)	<p>Nie odnotowano.</p> <p>Ocena: 0</p>	<p>Gospodarowanie wodą deszczową Powalenia drzew, konary, porwane przez wiatr przedmioty mogą zatykać wloty do kanalizacji deszczowej, mogą utykać pod przepustami drogowymi, co może skutkować większymi podtopieniami lub bardziej niebezpiecznymi ich skutkami. [1]</p> <p>Podobnie, przemieszczone przez wiatr przedmioty i powalone drzewa lub ich konary mogą tamować lub zmniejszać drożność sieci melioracyjnej. To zagrożenie jest szczególnie ważne, ponieważ interwencje straży pożarnej dotyczą głównie posesji i zabudowy, zaś sieć odpływu powierzchniowego jest położona częściowo poza obszarem gęstej zabudowy. [1]</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok. 40%) jest niezadowolona z jakości zaopatrzenia w wodę.</p> <p>Ocena: -2 Razem -2: niska odporność</p>
Gospodarka odpadami	<p>Dbłość o zabezpieczenie śmietników ogranicza rozprzestrzenianie się odpadów. Także kosze na śmieci, które są masywne albo przytwierdzone do podłoża stanowią zabezpieczenie przed porwaniem przez wiatr odpadów. [1]</p>	<p>Niezabezpieczone śmietniki oraz przepełnione kosze mogą w sytuacji silnych wiatrów przyczynić się do rozprzestrzeniania się odpadów. [1]</p> <p>Ocena: - 1 Razem 2 – wysoka odporność</p>

	<p>Brak czynnych składowisk odpadów na terenie miasta – brak zagrożenia porwania odpadów i rozprzestrzenienia po mieście</p> <p>Osiągnięcie przez Miasto i Gminę wymaganych poziomów recyklingu i ograniczania masy odpadów komunalnych</p> <p>Dziki wysypiska są identyfikowane i usuwane przez służby miejskie. Liczba dzikich wysypisk w ostatnich latach (2019-2021) jest o ok. 1/3 mniejsza, niż wcześniej.</p> <p>Ocena: 3</p>	
Turystyka	<p>Większość działalności turystycznej odbywa się w miejscach izolowanych od wpływu warunków atmosferycznych, w tym wiatru (podziemia).</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Nie stwierdzono wpływu.</p> <p>Ocena 0</p> <p>Razem 2: Wysoka odporność</p>

Tabela 4.2.1.5. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na suszę

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	<p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach. [1]</p> <p>Susza jako samodzielne zjawisko nie ma bezpośredniego negatywnego wpływu na zdrowie ludności. Negatywne konsekwencje są powiązane z niską wilgotnością powietrza i jego szybkim ogrzewaniem się (upał). [3]</p>	<p>Susza jest statystycznie powiązana z letnim brakiem opadów – zatem z często współwystępuje z okresami występowania wysokiej temperatury. Długotrwała susza potęguje wzrost lokalnej temperatury powietrza sprzyjając zwiększeniu stresu termicznego także dla ludności. [3]</p> <p>Ryzykiem dla ludności, jest niepełne zaopatrzenie wodociągów miejskich z lokalnego źródła wody pitnej (tylko 40% potrzeb).</p>

	<p>Dotychczas zjawisko suszy nie miało wpływu na dostęp mieszkańców do wody i usług zdrowotnych</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Susza nie jest zagrożeniem, o którym informuje lokalny system alarmowania ludności.</p> <p>Ocena: -3 Razem -1: średnia odporność</p>
System zarządzania kryzysowego	<p>W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach [1]</p> <p>Najważniejszym zagrożeniem w warunkach suszy jest podatność do wystąpienia pożarów. Monitoring pożarów jest prowadzony przez straż pożarną. [1]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Miasto nie posiada własnego w pełni reprezentatywnego systemu monitoringu pozwalającego na określenie skali suszy hydrologicznej, korzysta z systemów ogólnokrajowych, które mają niższą wiarygodność dla obszaru miasta. [1]</p> <p>Gmina posiada mozaikowe zagospodarowanie terenu (budynki jednorodzinne oraz sąsiadujące z nimi tereny zieleni), które za sprawą czynników naturalnych, jak i czynnika ludzkiego często są narażone w okresie letnim na pożary. [1]</p> <p>Ocena: -2 Razem 0: średnia odporność</p>
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	<p>Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki dotychczasowym akcjom edukacyjnym w zakresie ochrony powietrza. [1]</p> <p>Ponad 80% ankietowanych mieszkańców uważa zmiany klimatu za ważny problem dla miasta, a ok. 60% odczuwa zmiany klimatu w dużym stopniu.</p> <p>Mieszkańcy uważają suszę za trzecie najważniejsze zagrożenie dla mieszkańców miasta (39% wskazań ankietowanych)</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Niska świadomość metod pielęgnacji roślinności z wykorzystaniem wodooszczędnych systemów nawodnień w warunkach suszy wśród właścicieli prywatnych posesji. Jest to szczególnie ważne w mieście, w którym większość posesji to domy jednorodzinne oraz część wody pitnej sprowadzana jest spoza terenu gminy. [5]</p> <p>Ocena: -1 Razem 1: średnia odporność</p>

Transport i komunikacja	<p>Budynki oraz obiekty transportowe nie są posadowione na gruntach, które przy przesuszeniu zmieniają znacznie objętość wywołując odkształcenia, pęknięcia lub inne problemy konstrukcyjne. Obiekty te nie wymagają wody do prawidłowego funkcjonowania. [1]</p> <p>Większość zabudowy ma charakter rozproszony, jednorodzinny, co zapewnia możliwość lokalizowania ekstensywnych systemów retencji wody, np. ogrodów deszczowych, stawów przydomowych, basenów, w tym możliwej do ponownego wykorzystania w celu np. podlewania roślin. [1,3]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Susza powoduje deficyt wilgotności powietrza, co wzmacnia podatność na koncentrację pyłu zawieszonego w powietrzu oraz ozonu o pochodzeniu komunikacyjnym, negatywnie wpływając na warunki respiracyjne w mieście. [3]</p> <p>Niedostateczna ilość systemów gromadzenia wody deszczowej na okresy suche do celów ogrodniczych umożliwiających oszczędzanie wysokiej jakości wody wodociągowej. [1]</p> <p>Ocena: -2 Razem 0: średnia odporność</p>
Rolnictwo i leśnictwo	<p>Obszary rolnicze są skoncentrowane głównie poza terenem miejskim, w dużej mierze w dolinach rzek, gdzie dostęp do wody jest łatwiejszy. [1]</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Ryzyko utraty plonów, czy też usychania drzew, a także pożarów należy wskazać jako wysokie, ale tereny rolnicze mają w mieście i gminie znaczenie marginalne dla gospodarki. [1]</p> <p>W warunkach dużego uszczelnienia terenu miasta, obniża się poziom wód gruntowych co pogłębia zjawisko suszy dla rolnictwa i leśnictwa. [1]</p> <p>W warunkach prognozowanej tendencji do przedłużania się okresów suchych należy zaplanować kolejne działania retencyjne wód opadowych w celu uzupełnienia niedoborów i oszczędzanie wysokiej jakości i kosztownej wody wodociągowej. [1]</p> <p>Występujące na terenie gminy skały rodzime (lessy) sprzyjają przesuszeniu gleb.</p> <p>Ocena: -3</p>

		Razem: -1 – średnia odporność
System przyrodniczy miasta	<p>Miasto w okresie przed 2019 rokiem miało dodatni bilans nasadzeń i ubytków drzew i krzewów. Ówczesne nasadzenia dziś osiągają dojrzałość – drzewa powinny być bardziej odporne na suszę. [3]</p> <p>Nawet w okresie pogody bardzo upalnej na terenie miasta i gminy występuje niewiele miejsc i nieznośnym stresie cieplnym, co jest korzystne także dla roślinności.</p> <p>Zieleń miejska i jej jakość są wysoko w hierarchii ważności aspektów życia w mieście (3 i 4 miejsce wśród 8 kategorii).</p> <p>Mieszkańcy uważają tworzenie terenów zielonych i odbetonowywanie powierzchni miasta za najważniejsze działania dla władz miasta, aby zmniejszyć ryzyko klimatyczne (52% wskazań ankietowanych)</p> <p>Ocena: 2</p>	<p>Wody w rzekach są bardzo niskiej jakości ekologicznej i chemicznej co obniża ich przydatność dla celów retencji wody. Systemy retencyjne musiałyby być odgrudzone od terenów rzecznych. [1, 3]</p> <p>Występujące na terenie miasta skały rodzime (lessy) sprzyjają przesuszeniu gleb i niskiemu dostępowi wody do korzeni drzew.</p> <p>Zieleń miejska, głównie przydrożna, np. drzewa przy chodnikach, trawniki jest dodatkowo narażona na zanieczyszczenia lub sole zawarte w środkach odśnieżających (solenie zimowe), co zwiększa także jej wrażliwość na suszę. Zieleń ta ma także często niewielką ilość gruntu dostępną do czerpania wody lub grunt ten jest odcięty od zasobów wód gruntowych. [3]</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok 35%) jest niezadowolona ze stanu i wyglądu terenów zieleni.</p> <p>Ocena: -3 Razem: -1 średnia odporność</p>
Energia (zaopatrzenie w energię)	<p>Susza dotychczas nie wpływała na warunki zaopatrzenia w energię elektryczną Wieliczki. [1]</p> <p>Ocena: 3</p>	<p>W warunkach miejskich wpływ suszy na zaopatrzenie w energię elektryczną nie został zdiagnozowany z uwagi na jej zewnętrzną dostawę. Kryzys energetyczny może wynikać z warunków zewnętrznych w przypadku wpływu suszy na funkcjonowanie elektrowni, z których następuje zaopatrzenie Wieliczki. [1]</p> <p>Ocena: -1 Razem 2: wysoka odporność</p>
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i	Zaopatrzenie w wodę Rozwinięta sieć wodociągowa (korzystających 92% mieszkańców	Zaopatrzenie w wodę Dobowa wydajność wszystkich posiadanych ujęć wody oraz

odprowadzenie ścieków)	<p>gminy w 2020 r.) zapewnia dostęp do wody</p> <p>Odprowadzanie ścieków Odbiór ścieków komunalnych jest realizowany częściowo odrębnym od deszczowego systemem sieciowym, zatem susza nie wpływa znacząco na funkcjonowanie gospodarki komunalnej. [1]</p> <p>Ocena: 1</p>	<p>możliwość jej uzdatniania sięga 4 000m³ na dobę i gwarantuje 40% pokrycie zapotrzebowania. Pozostała woda zakupywana jest od przedsiębiorstwa wodociągowego w Krakowie.</p> <p>Znaczna część mieszkańców (ok. 40%) jest niezadowolona z jakości zaopatrzenia w wodę.</p> <p>Brak nawyku oszczędzania wody. Brak dyscypliny społecznej (oszczędzania wody) w okresach zagrożenia jej niedoborem (podlewanie ogródków itp.). [5]</p> <p>Woda wodociągowa jest wykorzystywana do nawodnień przez właścicieli indywidualnych posesji. Podczas przedłużających się okresów suchych oraz prognozowanego przyrostu obszaru zurbanizowanego i liczby mieszkańców, ten typ nieoszczędnego użytkowania zasobów może spowodować konieczność wprowadzenia ograniczeń w dostępie do wody.[1, 5]</p> <p>Zły stan ekologiczny i chemiczny wód powierzchniowych, który w trakcie upałów uszczupla zasoby wodne i stwarza ryzyko dla prawidłowego funkcjonowania środowiska przyrodniczego wodnego;</p> <p>Ocena: -3 Razem: -2: niska odporność</p>
Gospodarka odpadami	<p>Nie stwierdzono wpływu Ocena: 0</p>	<p>Nie stwierdzono wpływu. Ocena: 0 Razem 2 – wysoka odporność</p>
Turystyka	<p>Większość działalności turystyczne odbywa się w miejscach izolowanych od wpływu warunków</p>	<p>Nie stwierdzono wpływu. Ocena: 0 Razem 2 – wysoka odporność</p>

	atmosferycznych, w tym suszy (podziemia).	
	Ocena: 2	

Wnioski z oceny wrażliwości i zdolności adaptacyjnych

Najwięcej słabych stron (największą wrażliwość) zidentyfikowano dla następujących sektorów w obliczu istniejących zagrożeń:

- zdrowia ludzi, budynków, systemu przyrodniczego, gospodarki wodnej w przypadku upałów
- świadomości społecznej, transportu i komunikacji, rolnictwa i leśnictwa, systemu przyrodniczego, gospodarki wodnej w przypadku silnych opadów
- budynków, transportu i komunikacji, systemu przyrodniczego w przypadku silnego wiatru.
- rolnictwa i leśnictwa, systemu przyrodniczego oraz gospodarki wodnej w przypadku suszy

Najwięcej mocnych stron (największa zdolność adaptacyjna) zidentyfikowano dla następujących sektorów w obliczu istniejących zagrożeń:

- zdrowia, budynków, systemu przyrodniczego i gospodarki odpadami w przypadku upałów;
- zdrowia, zarządzania kryzysowego w przypadku silnych opadów deszczu
- świadomości i zarządzania kryzysowego w przypadku silnych wiatrów

4.2.1.2 Ocena odporności

Odporność to różnica pomiędzy oceną wrażliwości i zdolności adaptacyjnej (od oceny zdolności adaptacyjnej odejmowano ocenę wrażliwości). Sposób przeprowadzenia tego zbiegu wraz z oceną wynikową przedstawiono w tabeli:

Oceny przydzielono według czterostopniowej skali. Zarówno w przypadku zdolności adaptacyjnej, jak i wrażliwości oceny mogły być następujące:

0 – Niska zdolność adaptacyjna lub wrażliwość

1-2 – Średnia zdolność adaptacyjna lub wrażliwość

3 – Wysoka zdolność adaptacyjna lub wrażliwość

Następnie ocena odporności była wynikiem odejmowania oceny wrażliwości, od oceny zdolności adaptacyjnej. Wynik odejmowania, czyli tzw.: ocena odporności, mógł przyjmować wartości od -3 do 3. Znaczenie tego wyniku dla oceny przedstawia poniższa tabelka. Odporność oceniona została jako wysoka, gdy oceny przybierały wartości od 2 do 3. Odporność była średnia, gdy ocena przybierała wartości od -1 do 1. Odporność była niska, jeśli ocena wypadkowa zawierała się w przedziale od -2 do -3.

		0	1	2	3	wrażliwość
Niska	0	0	-1	-2	-3	

	1	1	0	-1	-2	
średnia	2	2	1	0	-1	
b.wysoka	3	3	2	-1	0	
	zdolność					

Wynik tej oceny jest składnikiem przeprowadzonej w dalszej części postępowania metodycznego oceny podatności, zgodnie ze wskazaniem Podręcznika adaptacji do zmian klimatu.

Odporność na zmiany klimatu należy uważać za niską, jeśli wysoka wrażliwość wiązała się z niskimi lub średnimi zdolnościami adaptacyjnymi miasta. Odporność średnia to adekwatnie sytuacja, gdy wrażliwość i zdolności adaptacyjne były na podobnym poziomie. Odporność została oceniona jako wysoka, jeśli zdolności adaptacyjne znacznie przewyższyły wrażliwość na analizowany czynnik klimatyczny. Szczegóły analizy odporności przedstawiono poniżej w układzie poszczególnych zagrożeń dla miasta, odpowiednio dla fal upałów, zdiagnozowanego zagrożenia podtopieniami w wyniku opadów o wysokim natężeniu, wiatru o dużych prędkościach oraz wystąpienia suszy. Szczegóły oceny w poszczególnych sektorach zestawiono poniżej w tabelach.

Tabela 4.2.1.6. Fale upałów - odporność

Wzrost temperatury	Zdolność adaptacyjna (A)	Wrażliwość (B)	Odporność (A-B)
Zdrowie	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Transport i komunikacja	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Budownictwo	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 1	Średnia 1	Średnia 0
System przyrodniczy	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Energetyka	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Wysoka 3	Średnia 1	Wysoka 2
Turystyka	Wysoka 3	Średnia 1	Wysoka 2

Tabela 4.3.1.7. Zagrożenie opadami o dużym natężeniu i powodzią - odporność

Wzrost opadów	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Wysoka 3	Niska 0	Wysoka 3
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Transport i komunikacja	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Budownictwo	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
System przyrodniczy	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia - 1
Energetyka	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Turystyka	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1

Tabela 4.2.1.8. Gwałtowny wiatr - odporność

Silny wiatr	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Wysoka 3	Średnia 1	Wysoka 2
Transport i komunikacja	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Budownictwo	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 2	Niska 0	Wysoka 2
System przyrodniczy	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Energetyka	Średnia 1	Średnia 2	Średnia -1
Gospodarka wodna	Niska 0	Średnia 2	Niska -2
Gospodarka odpadami	Wysoka 3	Średnia 1	Wysoka 2
Turystyka	Średnia 2	Niska 0	Wysoka 2

Tabela 4.2.1.9. Susza - odporność

Susza	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Średnia 2	Średnia 3	Średnia -1
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Świadomość	Średnia 2	Średnia 1	Średnia 1
Transport i komunikacja	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Budownictwo	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
System przyrodniczy	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Energetyka	Wysoka 3	Średnia 1	Wysoka 2
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Niska 0	Niska 0	Średnia 0
Turystyka	Średnia 2	Niska 0	Wysoka 2

Wnioski z oceny odporności

Aby skutecznie adaptować się do zmian klimatu, należy podwyższać zdolności adaptacyjne oraz zmniejszać wrażliwość miasta na wskazane zagrożenia w sektorach, gdzie zdiagnozowano niską odporność. Diagnoza wskazała jednoznacznie niską odporność dla następujących sektorów:

- dla gospodarowania wodą w zakresie wysokich temperatur (fal upałów). W przypadku gospodarki wodnej niska odporność dotyczy głównie podsystemu zaopatrzenia w wodę.
- dla gospodarki wodnej, budynków i transportu w zakresie silnych opadów
- dla gospodarki wodnej, budynków i transportu w zakresie silnego wiatru
- dla gospodarki wodnej w przypadku suszy. W przypadku gospodarki wodnej niska odporność dotyczy głównie podsystemu zaopatrzenia w wodę.

Warto odnotować także wysoką odporność w zakresie gospodarki odpadami o turystyki na fale upałów oraz silny wiatr. Wysoką odpornością charakteryzuje się także zdrowie w przypadku gwałtownych opadów, świadomość mieszkańców oraz rolnictwo i leśnictwo w przypadku silnego wiatru oraz energetyka w przypadku suszy.

4.2.1.4 Analiza podatności

Analiza podatności jest oceną powiązań pomiędzy narażeniem miasta na zmiany klimatu (zagrożeniami) a odpornością (silnymi i słabymi stronami) dla poszczególnych sektorów. Ocena podatności jest wypadkową oceny odporności oraz oceny narażenia. Podatność jest wysoka tam, gdzie wysoki poziom zagrożenia zderza się z niskim lub średnim poziomem odporności na dane zagrożenie. Podatność jest średnia, jeśli poziom zagrożenia jest średni, a odporność średnia lub wysoka. Podatność jest niska, jeśli poziom zagrożenia jest niski, a odporność wysoka. Szczegóły oceny podatności przedstawiono poniżej w tabelach. Podsumowanie oceny podatności Mińska Mazowieckiego na zmiany klimatu zestawiono szczegółowo w poniższych tabelach, ponownie agregując podatność wokół zdiagnozowanego narażenia na skutki zmian klimatu: wzrost temperatury powietrza, wzrost natężenia opadów, wzrost liczby dni z wiatrem o dużej prędkości i sile, występowanie suszy.

Tabela 4.2.1.10. Fale gorąca – podatność miasta

Wzrost temperatury	Odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Średnia -1	Wysokie	wysoka
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		
Świadomość	Średnia 0		
Transport i komunikacja	Średnia 0		
Budownictwo	Średnia -1		
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 0		
System przyrodniczy	Średnia -1		
Energetyka	Średnia 0		
Gospodarka wodna	Niska -2	Wysokie	wysoka
Gospodarka odpadami	Wysoka 2		średnia
Turystyka	Wysoka 2		

Tabela 4.2.1.11. Zagrożenie podtopieniami i powodzią – podatność miasta

Wzrost opadów	Odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Wysoka 3	Wysokie	Średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		Wysoka
Świadomość	Średnia -1		Wysoka
Transport i komunikacja	Niska -2		Wysoka

Budownictwo	Niska -2		Wysoka
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia -1		Wysoka
System przyrodniczy	Średnia - 1		Wysoka
Energetyka	Średnia -1		Wysoka
Gospodarka wodna	Niska -2		Wysoka
Gospodarka odpadami	Średnia 0		Wysoka
Turystyka	Średnia 1		

Tabela 4.2.1.12. Silny wiatr – podatność miasta

Silny wiatr	odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Średnia 0	średnie	średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		
Świadomość	Wysoka 2		
Transport i komunikacja	Niska -2		Wysoka
Budownictwo	Niska -2		Wysoka
Rolnictwo i leśnictwo	Wysoka 2		Średnia
System przyrodniczy	Średnia -1		
Energetyka	Średnia -1		
Gospodarka wodna	Niska -2		Wysoka
Gospodarka odpadami	Wysoka 2		
Turystyka	Wysoka 2		

Tabela 4.2.1.13. Susza – podatność miasta

Susza	Odporność	Narażenie	Podatność
Zdrowie	Średnia -1	średnie	Średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 0		
Świadomość	Średnia 1		

Transport i komunikacja	Średnia 0		
Budownictwo	Średnia 0		
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia -1		
System przyrodniczy	Średnia -1		
Energetyka	Wysoka 2		
Gospodarka wodna	Niska -2		Wysoka
Gospodarka odpadami	Średnia 0		
Turystyka	Wysoka 2		

Wnioski z oceny podatności

Zgodnie z przeprowadzoną kompleksowo analizą, aby adaptować się do postępujących zmian klimatu, należy zmniejszać podatność miasta w tych sektorach, dla których podatność na dane zagrożenie zdiagnozowano jako wysoką. Taką wysoką diagnozę podatności postawiono dla następujących sektorów, w powiązaniu z następującymi zagrożeniami:

1. Dla zdrowia, zarządzania kryzysowego, systemu zarządzania kryzysowego, świadomości mieszkańców, transportu i komunikacji oraz budownictwa, systemu przyrodniczego, rolnictwa i leśnictwa, energetyki oraz gospodarki wodnej miasta w zakresie wzrostu temperatury.
2. Dla zarządzania kryzysowego, świadomości mieszkańców, transportu i komunikacji oraz budownictwa, systemu przyrodniczego, rolnictwa i leśnictwa, energetyki oraz gospodarki wodnej miasta, gospodarki odpadami i turystyki w zakresie wysokich opadów.
3. Dla transportu i komunikacji, budynków i gospodarki wodnej w przypadku silnego wiatru
4. Dla gospodarki wodnej w przypadku suszy.

Dla tych sektorów należy budować odporność na zidentyfikowane zagrożenia. Aby jednak odporność mogła być kształtowana w sposób odpowiedzialny potrzebna jest analiza ryzyka. Analiza ta pozwoli określić skalę negatywnych skutków, które zidentyfikowane zagrożenia mogą przynieść i prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Działania adaptacyjne należy zaplanować i wdrażać tak, aby w pierwszej kolejności unikać tych skutków, które wystąpią z największym prawdopodobieństwem.

4.2.1.5 Ocena ryzyka

Zespół autorski MPA wykonał ocenę ryzyka klimatycznego dla miasta Wieliczka. Ocena ryzyka została określona dla czterech zagrożeń zidentyfikowanych dla miasta w ocenie narażenia. Przy czym dla każdego narażenia określono maksymalne prawdopodobne zjawisko pogodowe, które może wystąpić w ciągu najbliższych 30 lat w mieście zgodnie z prognozami zmian klimatu. Wzięto pod uwagę następujące zdarzenia:

- Dla ekstremalnej temperatury dodatniej, wystąpienie 2 miesięcznego okresu z temperaturą dzienną powyżej 30 st. C;

- Dla opadów, wystąpienie pojedynczego epizodu opadowego o wielkości 90mm/m.kw. w ciągu kilku godzin;
- Dla suszy, wystąpienie miesięcznego okresu bez opadów, z silnym parowaniem, czyli przy ciepłej pogodzie;
- Dla silnego wiatru, wystąpienie jednodniowego epizodu silnego wiatru o sile huraganu lub orkanu albo zjawiska typu trąba powietrzna.

Skala strat została zdefiniowana dla każdego sektora, dla którego oceniano ryzyko przez zespół autorski. W ocenie ryzyka wzięto pod uwagę tylko te sektory, które okazały się najbardziej podatne w wyniku analizy podatności. Zajmowano się także tylko tymi zagrożeniami dla tych sektorów, dla których stwierdzono taką wysoką podatność. Skala użyta do oceny ryzyka była zgodna ze skalą wypracowaną przez IPCC do oceny ryzyka związanego ze zmianą klimatu na potrzeby globalnych raportów o zmianie klimatu. Skale tę reprodukowano poniżej.

NP.	Niemal pewne 99-100%
BP	Bardzo prawdopodobne 90-100%
PR	Prawdopodobne 66-100%
ŚP	Średnio prawdopodobne 33-66%
MP	Mało prawdopodobne 0-33%
BMP	Bardzo mało prawdopodobne 0-10%

W wyniku wspólnych prac otrzymano tabelę oceny ryzyka, którą przedstawiono na kolejnych stronach opracowania i w załączniku 1 do opracowania.

	Skala zjawiska:			
	wystąpienie pojedynczego epizodu opadowego o wielkości 90mm/m.kw. w ciągu kilku godzin	wystąpienie 2 miesięcznego okresu z temperaturą dzienną powyżej 30 st. C	wystąpienie miesięcznego okresu bez opadów, z silnym parowaniem, czyli przy ciepłej pogodzie	wystąpienie jednodniowego epizodu silnego wiatru o sile huraganu lub orkanu
W jakiej skali strat wystąpią straty w Wieliczce w ciągu najbliższych 30 lat w wyniku wybranych ekstremalnych zjawisk pogodowych?				
Element ryzyka	Narażenie			
Zdrowie i życie ludzi	Podtopienia	Upały	Susze	Wiatr
Bezpośrednia śmierć wielu osób, liczni poszkodowani		MP		
Podwyższona śmiertelność, uszczerbek na zdrowiu wielu osób		PR		
Pojedyncze zgony, osoby poszkodowane		PR		
Nieliczne osoby poszkodowane		BP		
Brak poszkodowanych		MP		
Energetyka				
Całkowity blackout i długotrwałe wyłączenie prądu w mieście	MP	PR		
Przerwa w dostawie prądu do części miasta na dłuższy czas	PR	PR		
Uszkodzenia sieci NN i brak dostaw prądu do pojedynczych posesji, obiektów na kilka godzin	NP.	ŚP		
Niewielkie punktowe uszkodzenia bez długich przerw w dostawie prądu	NP.	MP		
Brak zakłóceń	BMP	BMP		
Transport i komunikacja				
Całkowity paraliż funkcjonowania sieci transportu i komunikacji	ŚP	BMP		MP
Obszarowy paraliż infrastruktury transportowej i komunikacyjnej	PR	MP		ŚP
Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej	BP	ŚP		NP.
Drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej	NP.	PR		NP.
Brak zakłóceń	BMP	MP		BMP
Budynki (obiekty)				
Utrata (zburzenie) większości obiektów budowlanych na terenie miasta	MP	BMP		MP
Poważne uszkodzenia obiektów na większości terenu lub całkowita ich utrata w kilku miejscach	ŚP	BMP		MP
Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście	NP.	BMP		BP
Drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta	NP.	PR		NP.
Brak zakłóceń	BMP	ŚP		BMP
Gospodarka odpadami				
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w całym mieście na dłuższy czas	MP			
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w części miasta na dłuższy czas	MP			
Brak możliwości odbioru odpadów z wybranych posesji w krótkim okresie	PR			
Utrudnienia w odbiorze odpadów lub ich przetwarzaniu	BP			
Brak zakłóceń	MP			
Gospodarka wodna				
Całkowity paraliż funkcjonowania sieci kanalizacji i/lub wodociągów	PR	ŚP	ŚP	ŚP
Obszarowy paraliż infrastruktury kanalizacyjnej i/lub wodociągowej	BP	ŚP	PR	ŚP
Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej	NP.	PR	BP	BP
Drobne usterki w sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej	NP.	PR	BP	NP.
Brak zakłóceń	BMP	MP	MP	BMP
System przyrodniczy miasta				
Całkowita utrata funkcji ekologicznych drzew, krzewów, rzek	MP	MP		
Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta	ŚP	ŚP		
Punktowe zniszczenia zielonej infrastruktury lub niewielkie zniszczenia na całym obszarze miasta	BP	PR		
Niewielkie punktowe uszkodzenia	NP.	BP		
Brak zakłóceń	ŚP	MP		
Rolnictwo oraz leśnictwo				
Całkowita utrata plonów chowu i środków produkcji w rolnictwie lub lasu w leśnictwie	ŚP	PR		
Utrata plonów, chowu lub lasu i środków produkcji u znacznej części właścicieli	BP	PR		
Obniżenie plonowania, wzrostu lasu lub zwierząt bez uszkodzeń środków produkcji	ŚP	BP		
Brak zakłóceń i zmian w prowadzeniu gospodarki rolnej lub leśnej	MP	MP		
Poprawa warunków prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej	BMP	MP		
Zarządzanie kryzysowe				
Brak możliwości reakcji służb kryzysowych na zagrożenie	PR	ŚP		
Reakcja służb kryzysowych napotyka na duże problemy na większości terenu miasta	BP	MP		
Służby kryzysowe reagują, ale część interwencji muszą realizować z opóźnieniem	NP.	ŚP		
Służby kryzysowe obsługują wszystkie interwencje, ale pojedyncze sprawiają problemy	NP.	ŚP		
Brak zakłóceń, służby reagują bezwzględnie i czasowo	BMP	PR		
Świadomość mieszkańców				
Mieszkańcy nie reagują samodzielnie na zagrożenie i jego skutki (panika, depresja)	PR	ŚP		
Większość mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożenie	PR	BP		
Pewna część mieszkańców nie jest w stanie zareagować prawidłowo na zagrożenie	BP	NP.		
Niewielka grupa mieszkańców nie zareaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji	NP.	NP.		
Brak zakłóceń, mieszkańcy są przygotowani na zagrożenie i prawidłową reakcję	BMP	BMP		
Turystyka				
Całkowite, długotrwałe zaprzestanie świadczenia usług turystycznych	MP			
Częściowe, długotrwałe zaprzestanie świadczenia usług turystycznych	ŚP			
Krótkotrwałe zakłócenia w świadczeniu usług turystycznych	PR			
Usterki nie mające wpływu na świadczenie usług turystycznych	NP.			
Brak zakłóceń	MP			

Wnioski z oceny ryzyka

Jak wynika z tabeli oceny ryzyka największym prawdopodobieństwem wystąpienia charakteryzują się straty o stosunkowo niewielkim lub ograniczonym charakterze, np. niewielkie uszkodzenia sieci NN, drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej lub kanalizacji sanitarnej w przypadku opadów, drobne uszkodzenia budynków lub sieci transportowej albo kanalizacyjnej w przypadku wiatru, niewielka grupa mieszkańców nie będzie w stanie właściwie reagować na zagrożenie upałem.

Za najbardziej prawdopodobne skutki wielkoskalowe uznano możliwość sparaliżowania infrastruktury kanalizacji deszczowej w przypadku wystąpienia silnych opadów deszczu oraz utrata plonów lub chowu przez znaczną część rolników w przypadku podtopień (powodzi) albo utrudniona reakcja służb kryzysowych na zagrożenia na większości terenu miasta – takie skutki uznano za bardzo prawdopodobne.

Ponadto wysoko oceniono prawdopodobieństwo wystąpienia:

- uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście w wyniku silnego wiatru;
- nielicznych osób poszkodowanych, niewielkich punktowych uszkodzeń systemu przyrodniczego, obniżenie plonowania lub chowu zwierząt oraz brak prawidłowej reakcji mieszkańców na zjawisko silnego upału;
- punktowe lub drobne usterki w sieci wodociągowej lub kanalizacyjnej w wyniku suszy;
- punktowe zakłócenia w sieci transportowej, utrudnienia w odbiorze odpadów, punktowe zniszczenia zielonej infrastruktury, nieprawidłową reakcją na zagrożenie części mieszkańców w przypadku silnych opadów deszczu.

Wszystkie te skutki, dla których stwierdzono prawdopodobieństwo wyższe niż kategoria prawdopodobne (66-100%), wymagają podjęcia intensywnych działań przez władze miasta, aby obniżyć ryzyko do poziomu co najmniej średnio prawdopodobne (33-66%). Są to:

Dla zagrożenia silnymi opadami:

- Uszkodzenia sieci NN i brak dostaw prądu do pojedynczych posesji, obiektów na kilka godzin oraz niewielkie punktowe uszkodzenia bez długich przerw w dostawie prądu w energetyce;
- Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej oraz drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej dla transportu i komunikacji;
- Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście oraz drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta dla sektora budownictwa;
- Utrudnienia w odbiorze odpadów lub ich przetwarzaniu dla sektora gospodarki odpadami;
- Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej oraz drobne usterki w sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej dla sektora gospodarki wodnej;
- Punktowe zniszczenia zielonej infrastruktury lub niewielkie zniszczenia na całym obszarze miasta oraz niewielkie punktowe uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta;

- Utrata plonów, chowu lub lasu i środków produkcji u znacznej części właścicieli w rolnictwie i leśnictwie;
- Reakcja służb kryzysowych napotyka na duże problemy na większości terenu miasta lub służby kryzysowe reagują, ale część interwencji muszą realizować z opóźnieniem lub służby kryzysowe obsługują wszystkie interwencje, ale pojedyncze sprawiają problemy dla zarządzania kryzysowego;
- Niewielka grupa mieszkańców nie zareaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji w zakresie świadomości społecznej;
- Usterki nie mające wpływu na świadczenie usług turystycznych w turystyce;

Dla zagrożenia ekstremalną temperaturą dodatnią:

- Nieliczne osoby poszkodowane w zakresie zdrowia i życia;
- Niewielkie punktowe uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta;
- Obniżenie plonowania, wzrostu lasu lub zwierząt bez uszkodzeń środków produkcji w rolnictwie i leśnictwie;
- Większość mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożenie lub pewna część mieszkańców nie jest w stanie zareagować prawidłowo na zagrożenie lub niewielka grupa mieszkańców nie zareaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji w zakresie świadomości mieszkańców;

Dla suszy:

- Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej lub drobne usterki w sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej dla gospodarki wodnej

Dla zagrożenia silnym wiatrem:

- Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej lub drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej;
- Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście lub drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta w sektorze budownictwa;
- Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej lub drobne usterki w sieci kanalizacyjnej i/lub wodociągowej w zakresie gospodarki wodnej

5. Plan działań adaptacyjnych dla miasta Wieliczka

Społeczność miasta i gminy Wieliczka dążyć będzie do spełnienia następującej wizji w obliczu zmian klimatu:

Społeczność gminy Wieliczka sprawnie i odpowiedzialnie odpowiada na zmiany klimatu

Realizację tej wizji zapewni Plan Adaptacji do zmian klimatu miasta i gminy Wieliczka (MPA), w ramach którego zamierza się osiągnąć cel strategiczny i zrealizować szereg kierunków działania. Ich realizacja przyczyni się do przygotowania gminy jak i mieszkańców do zmieniającego się klimatu. Przyjmuje się następujący cel strategiczny:

Społeczność gminy jest przygotowana na nadchodzącą zmianę klimatu, sprawnie łagodzi jej skutki i zapobiega ich wystąpieniu przy akceptowalnych kosztach ekonomicznych, społecznych i przyrodniczych.

W celu diagnozy potrzeb społecznych w zakresie jakości życia oraz oczekiwań w tym zakresie, przeprowadzono badanie ankietowe mieszkańców miasta Wieliczka (marzec 2023). Jego wyniki wraz z interpretacją zestawiono jako Załącznik 1.

5.1. Opcje adaptacji dla miasta Wieliczka

Bazując na ocenie wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych, a przede wszystkim na ocenie ryzyka klimatycznego wyznaczono dla miasta opcje adaptacji do zmian klimatu. Wpływ na listę opcji miała także analiza dotychczas zrealizowanych oraz planowanych do realizacji działań miasta związanych z ochroną środowiska, zanieczyszczeniem powietrza czy rewitalizacją obszarów miejskich.

W efekcie na liście opcji znajduje się 19 nowych zadań, 6 zadań modyfikowanych na podstawie już realizowanych przez miasto lub planowanych do realizacji oraz 6 zadań realizowanych przez miasto i zaplanowanych do realizacji bez modyfikacji. Poniżej znajduje się lista zidentyfikowanych opcji adaptacji dla miasta Wieliczka.

Program retencji wody i rozbudowy kanalizacji deszczowej

1. Inwentaryzacja kanalizacji deszczowej na terenie miasta. (nowe)
2. Dofinansowanie instalacji gromadzenia i opóźniania spływu wody deszczowej z posesji prywatnych (mieszkańców, przedsiębiorców), typu ogrody deszczowe, przydomowe oczka wodne, ogrodowe zbiorniki na wodę deszczową, domowe instalacje wykorzystania wody deszczowej do spłukiwania WC. (nowe)
3. Dofinansowanie instalacji gromadzenia i opóźniania spływu wody deszczowej z budynków publicznych i parkingów, typu podziemne zbiorniki na wodę deszczową, rowy i stawy chłonne; ogrody deszczowe, instalacje wykorzystania wody deszczowej do spłukiwania WC. (nowe)
4. Rozbudowa sieci kanalizacji deszczowej i sieci drenażu - kanałów ulgi o dużej przepustowości. Kanał taki powinien być zlokalizowany w taki sposób aby odciążył miejsca w których historycznie w ostatnich kilkunastu latach notorycznie występowały podtopienia i powodzie a

mianowicie ulic Sienkiewicza, Goliana, Kościuszki, Dembowskiego, rejonu Rynku, Mickiewicza, Limanowkiego i Słowackiego. (nowe)

5. Budowa dużych zbiorników retencyjnych, których lokalizacja powinna zostać wyznaczona w oparciu o specjalistyczne pomiary i analizy hydrauliczne sieci przesyłowej kanalizacji burzowej aby zaprojektowana pojemność retencyjna zbiorników wraz z przepustowością kanałów ulgi równoważyła zagrożenie od deszczów nawalnych. (nowe)
6. Zwiększanie gęstości kanalizacji deszczowej w obszarze południowym miasta poprzez budowę kolejnych odcinków miejskiej kanalizacji burzowej (realizacja działania m.in. w ramach modernizacji rozbudowy sieci dróg – kanalizacja zapobiegające spływowi wody drogą). (nowe)
7. Wykonanie zabezpieczeń przed spływem wody deszczowej do miasta od strony południowej charakteryzującej się wysokim spadkiem zboczy skąd, płynące ogromne ilości wody zalewają drogi i ulice sąsiadujące z nimi części miasta Wieliczka (m.in. ul. Limanowskiego) oraz podtapiają budynki i posesje. Budowa zbiorników retencyjnych zabezpieczających przed spływem wody do miasta na południowej stronie miasta (spływ ze zboczy gór) (nowe)
8. Przebudowa przepustów drogowych w celu zwiększenia ich przepustowości dla wód opadowych. Działanie dotyczy do najmniej przepustów w ul. Sadowa, Krzyszkowicka, Kościuszki, Kłaśnieńska, Parki Kingi. Wyznaczenie przepustów do przebudowy wymaga wcześniejszej inwentaryzacji ich liczby i stanu. (nowe)
9. Renowacja stawu Lednica przy ul. Mietniowskiej w Wieliczce (z wbudowaniem systemu gromadzenia wody deszczowej i jej ponownego wykorzystania do nawadniania roślinności) (istniejące, zmodyfikowane)
10. Budowa kanalizacji w mieście Wieliczka – etap V. (istniejące)
11. Program rozszczelnienia terenów zabetonowanych – stosowanie materiałów przepuszczalnych zamiast nieprzepuszczalnych bez zmiany funkcji terenu. (nowe)

Program przeciwdziałania skutkom upałów

1. Program rozbudowy wodociągów i poprawy jakości i dostępności do wody w Wieliczce. (istniejące)
2. Budowa ogólnodostępnych punktów czerpania wody do picia z wodociągów typu poidelka szkolne i w miejscach publicznych, publiczne krany do czerpania wody. (nowe)
3. Tworzenie fontann, kurtyn wodnych na terenach publicznych lub tężni obniżających temperaturę powietrza. (nowe)
4. Tworzenie publicznych miejsc wytchnienia - doposażenie istniejących placówek dla seniorów i dzieci w instalacje chłodzące, dostęp do darmowej wody pitnej, m.in. Biblioteka, Centrum Aktywności Seniora, Centrum Usług Społecznych, Edukacyjnych i Kulturalnych, Węzeł przesiadkowy „Wieliczka Centrum” i inne. (istniejące, modyfikowane)
5. Program działań ograniczających zanieczyszczenie powietrza. (istniejące)
6. Kontynuacja rozbudowy floty komunikacji miejskiej wyposażonej w klimatyzację. (istniejące)

Program zazieleniania miasta

1. Inwentaryzacja zieleni miejskiej - baza danych o drzewach w przestrzeni publicznej i prywatnej, zawierająca m.in. informację o ich lokalizacji, stanie zdrowia, ocenę ich wytrzymałości na wiatr, suszę. (nowe)
2. Stworzenie zwartego obszaru zieleni miejskiej – Park Mickiewicza (istniejące)

3. Nasadzenia roślinności – skierowanie nasadzeń głównie na tereny o wysokiej ekspozycji na słońce, np. okolice rozległych parkingów dla samochodów osobowych, pobocza dróg (istniejące, modyfikowane)
4. Społeczny program rozwoju zieleni – realizacji nasadzeń wspólnie z mieszkańcami na terenach osiedlowych – rozszerzenie programu z terenów rewitalizowanych pt.: Zielone osiedla – ożywienie skwerów oraz przestrzeni publicznych. (istniejące, modyfikowane)
5. Rewitalizacja placów miejskich w celu wprowadzenia zieleni wysokiej lub miejsc zacienionych na teren placów, np. Rynek Górny, Plac Targowy, (nowe)
6. Dalszy rozwój zagospodarowanych terenów zielonych, np. poprawa jakości i ładu przestrzennego doliny Serafy i najbliższej okolicy, zagospodarowanie terenu rekreacyjnego przy ul. Jedyńska. (istniejące)
7. Wdrożenie standardów ochrony drzew do stosowania podczas inwestycji publicznych i prywatnych w celu minimalizacji uszkodzeń drzew (działanie nisko kosztowe, organizacyjne) (nowe)
8. Stworzenie systemu wykorzystania wody deszczowej do nawadniania zieleni miejskiej w okresie suszy. (nowe)

Wsparcie działalności służb ratowniczych

1. Szkolenia służb Straży Pożarnej, Straży Miejskiej oraz ochrony zdrowia w zakresie nowych zagrożeń związanych ze zmianą klimatu, w szczególności: choroby tropikalne, fale upałów, silniejsze upady. (nowe)
2. Dopuszczenie służb ochrony zdrowia w sprzęt pozwalający na właściwe postępowanie z osobami zakażonymi chorobami tropikalnymi, wektorowymi. (nowe)
3. Dopuszczenie służb straży w sprzęt zapobiegający podtopieniom (pompy, zapory wodne), szybkiemu usuwaniu połamanych drzew (piły, sprzęt do usuwania powalonych drzew). (istniejące, modyfikowane)
4. Wdrożenie programu edukacji dla mieszkańców w zakresie sadzenia i pielęgnacji drzew (ograniczenie łamania podczas wichury) i postępowania w przypadku skutków wichur dla drzew (warunki samodzielnego usuwania połamanych drzew, miejsca gromadzenia biomasy) (nowe)

Opcje uzupełniające

1. Program wzmocnienia/modernizacji dachów budynków/przebudowy na zielone dachy w celu ochrony przed skutkami silnego wiatru i upału. (nowe)
2. Edukacja mieszkańców i seniorów – włączenie tematów ekologicznych w działania edukacyjne dla mieszkańców (istniejące, modyfikowane)

5.2. Ocena opcji adaptacji

Opisane powyżej opcje adaptacji zostały przeanalizowane zgodnie ze schematem stosowanym podczas oceny opcji adaptacji ze względu na koszty i ryzyko klimatyczne. Schemat ten przedstawiono na poniższym rysunku. Analiza polega na przypisaniu poszczególnych opcji adaptacji do poszczególnych kategorii: win-win, no-regrets, low-regrets, elastyczne, a następnie ocenie czy określone ryzyko

klimatyczne uzasadnia ich realizacji w horyzoncie realizacji miejskiego planu adaptacji. Ocena opcji adaptacji została w pełni przedstawiona w osobnej tabeli Excel, jako odrębny załącznik - Zał.2.

Schemat oceny opcji adaptacji

	Win-win (opcje posiadające wpływ na inne sfery życia miasta niż tylko klimat)	No-regrets (opcje typowo związane z klimatem, ale tanie w realizacji)	Low-regrets (opcje typowo związane z klimatem, ale drogie w realizacji)	Elastyczne (opcje możliwe do szybkiego uruchomienia)
Niskie, odległe ryzyko	Podajemy działania z tej opcji	Można podjąć działania z tej opcji	Działania z tej opcji nie są konieczne	
Średnie ryzyko, pewność wystąpienia w długim okresie	Podajemy działania z tej opcji	Podajemy działania z tej opcji	Można podjąć działania z tej opcji	
Wysokie lub szybko rosnące ryzyko	Podajemy działania z tej opcji	Podajemy działania z tej opcji	Podajemy działania z tej opcji	
Ryzyko nie zostało określone				Podajemy działania w zależności od bieżących potrzeb.

5.3. Wyniki oceny opcji adaptacji

W ocenie opcji wzięto pod uwagę 31 opcji adaptacji. Wśród nich:

- 19 przeciwdziałało skutkom fal upałów
- 18 przeciwdziałało skutkom silnego deszczu
- 8 przeciwdziałało skutkom silnego wiatru
- 9 przeciwdziałało skutkom suszy

Liczba opcji w podziale na zagrożenia, przeciw którym działają, nie sumuje się do 31, ponieważ niektóre opcje przeciwdziałały kilku zagrożeniom.

Opcje adaptacji przyporządkowano do kategorii opcji w następujący sposób:

- 11 opcji typu win-win
- 8 opcji typu no-regrets

- 6 opcji typu low-regrets

- 6 opcji elastycznych

Zdecydowana większość opcji zaklasyfikowano do konieczne do realizacji. Takich opcji było 24. Kilka opcji – 6 – zaklasyfikowano jako możliwe do realizacji, ale nie konieczne. Tylko jedną opcję odrzucono, jako zbyt kosztowną w stosunku do istniejącego ryzyka klimatycznego. Ostateczna lista opcji adaptacji składa się zatem z 30 zadań, z których 24 jest konieczne do realizacji, a 6 możliwe do realizacji.

5.4. Lista działań koniecznych do realizacji

Program retencji wody i rozbudowy kanalizacji deszczowej

1. Inwentaryzacja kanalizacji deszczowej na terenie miasta.
2. Dofinansowanie instalacji gromadzenia i opóźniania spływu wody deszczowej z posesji prywatnych (mieszkańców, przedsiębiorców), typu ogrody deszczowe, przydomowe oczka wodne, ogrodowe zbiorniki na wodę deszczową, domowe instalacje wykorzystania wody deszczowej do spłukiwania WC.
3. Dofinansowanie instalacji gromadzenia i opóźniania spływu wody deszczowej z budynków publicznych i parkingów, typu podziemne zbiorniki na wodę deszczową, rowy i stawy chłonne; ogrody deszczowe, instalacje wykorzystania wody deszczowej do spłukiwania WC.
4. Rozbudowa sieci kanalizacji deszczowej i sieci drenażu - kanałów ulgi o dużej przepustowości. Kanał taki powinien być zlokalizowany w taki sposób aby odciążał miejsca w których historycznie w ostatnich kilkunastu latach notorycznie występowały podtopienia i powodzie a mianowicie ulic Sienkiewicza, Goliana, Kościuszki, Dembowskiego, rejonu Rynku, Mickiewicza. Limanowskiego i Słowackiego.
5. Budowa dużych zbiorników retencyjnych, których lokalizacja powinna zostać wyznaczona w oparciu o specjalistyczne pomiary i analizy hydrauliczne sieci przesyłowej kanalizacji burzowej aby zaprojektowana pojemność retencyjna zbiorników wraz z przepustowością kanałów ulgi równoważyła zagrożenie od deszczów nawalnych.
6. Zwiększanie gęstości kanalizacji deszczowej w obszarze południowym miasta poprzez budowę kolejnych odcinków miejskiej kanalizacji burzowej (realizacja działania m.in. w ramach modernizacji rozbudowy sieci dróg – kanalizacja zapobiegające spływowi wody drogą).
7. Wykonanie zabezpieczeń przed spływem wody deszczowej do miasta od strony południowej charakteryzującej się wysokim spadkiem zboczy skąd, płynące ogromne ilości wody zalewają drogi i ulice sąsiadujące z nimi części miasta Wieliczka (m.in. ul. Limanowskiego) oraz podtapiają budynki i posesje. Budowa zbiorników retencyjnych zabezpieczających przed spływem wody do miasta na południowej stronie miasta (spływ ze zboczy gór)
8. Przebudowa przepustów drogowych w celu zwiększenia ich przepustowości dla wód opadowych. Działanie dotyczy do najmniej przepustów w ul. Sadowa, Krzyszkowicka, Kościuszki, Kłaśnieńska, Parki Kingi. Wyznaczenie przepustów do przebudowy wymaga wcześniejszej inwentaryzacji ich liczby i stanu.

9. Renowacja stawu Lednica przy ul. Mietniowskiej w Wieliczce (z wbudowaniem systemu gromadzenia wody deszczowej i jej ponownego wykorzystania do nawadniania roślinności)
10. Budowa kanalizacji w mieście Wieliczka – etap V.
11. Program rozszczelnienia terenów zabetonowanych – stosowanie materiałów przepuszczalnych zamiast nieprzepuszczalnych bez zmiany funkcji terenu.

Program przeciwdziałania skutkom upałów

1. Program rozbudowy wodociągów i poprawy jakości i dostępności do wody w Wieliczce, m.in. Budowa sieci wodociągowej Dot. sieci w Wieliczce ul. Zbożowa; ul. Niepołomska, Zabawa; ul. Solarskiego/Lednica Górna, Dot. sieci w Wieliczce ul. Podgórska, ul. Szpitalna, ul. Janińska, ul. Pasternik; na odcinku Krzyszkowice-Gliniki; w Koźmicach Wielkich "Bugaj" oraz od komory KP2 do zbiornika „Lipowy”, Modernizacja sieci wodociągowej w Wieliczce strefa Krzyszkowice Gliniki, Ograniczenie strat wody poprzez wdrażanie systemu monitoringu sieci wodociągowej.
2. Tworzenie publicznych miejsc wytchnienia - doposażenie istniejących placówek dla seniorów i dzieci w instalacje chłodzące, dostęp do darmowej wody pitnej, m.in. Biblioteka, Centrum Aktywności Seniora, Centrum Usług, Społecznych, Edukacyjnych i Kulturalnych, Węzeł przesiadkowy „Wieliczka Centrum”, Punkt Informacji Turystycznej, wielofunkcyjne centrum usług społecznych (Narutowicza 47) i inne.
3. Program działań ograniczających zanieczyszczenie powietrza, m.in.: Likwidacja kotłów na paliwo stałe i instalacja nowych kotłów gazowych i kotłów biomasowych, ograniczenie emisji powierzchniowej zanieczyszczeń, wymiana pieców i kotłów w indywidualnych gospodarstwach domowych na terenie gminy Wieliczka, Projekt zintegrowany LIFE „Wdrażanie Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego – Małopolska w zdrowej atmosferze

Program zazieleniania miasta

1. Inwentaryzacja zieleni miejskiej - baza danych o drzewach w przestrzeni publicznej i prywatnej, zawierająca m.in. informację o ich lokalizacji, stanie zdrowia, ocenę ich wytrzymałości na wiatr, suszę.
2. Stworzenie zwartego obszaru zieleni miejskiej – Park Mickiewicza
3. Społeczny program rozwoju zieleni – realizacji nasadzeń wspólnie z mieszkańcami na terenach osiedlowych – rozszerzenie programu z terenów rewitalizowanych pt.: Zielone osiedla – ożywienie skwerów oraz przestrzeni publicznych oraz Wspólnie dbamy o przestrzeń – program kreacji przestrzeni przez mieszkańców
4. Rewitalizacja placów miejskich w celu wprowadzenia zieleni wysokiej lub miejsc zacienionych na teren placów, np. Rynek Górny, Plac Targowy.
5. Dalszy rozwój zagospodarowanych terenów zielonych, np. poprawa jakości i ład przestrzennego doliny Serafy i najbliższej okolicy, zagospodarowanie terenu rekreacyjnego przy ul. Jedyńska.
6. Wdrożenie standardów ochrony drzew do stosowania podczas inwestycji publicznych i prywatnych w celu minimalizacji uszkodzeń drzew (działanie nisko kosztowe, organizacyjne)

Wsparcie działalności służb ratowniczych

1. Szkolenia służb Straży Pożarnej, Straży Miejskiej oraz ochrony zdrowia w zakresie nowych zagrożeń związanych ze zmianą klimatu, w szczególności: choroby tropikalne, fale upałów, silniejsze upady.
2. Doposażenie służb straży w sprzęt zapobiegający podtopieniom (pompy, zapory wodne), szybkiemu usuwaniu połamanych drzew (piły, sprzęt do usuwania powalonych drzew).
3. Wdrożenie programu edukacji dla mieszkańców w zakresie sadzenia i pielęgnacji drzew (ograniczenie łamania podczas wichury) i postępowania w przypadku skutków wichur dla drzew (warunki samodzielnego usuwania połamanych drzew, miejsca gromadzenia biomasy)

Opcje uzupełniające

1. Edukacja mieszkańców i seniorów – włączenie tematów ekologicznych, związanych z adaptacją do zmian klimatu, w działania edukacyjne dla mieszkańców

Lista działań możliwych do realizacji

Program przeciwdziałania skutkom upałów

1. Budowa ogólnodostępnych punktów czerpania wody do picia z wodociągów typu poidelka szkolne i w miejscach publicznych, publiczne krany do czerpania wody.
2. Tworzenie fontann, kurtyn wodnych na terenach publicznych lub tężni obniżających temperaturę powietrza.
3. Kontynuacja rozbudowy floty komunikacji miejskiej wyposażonej w klimatyzację.

Program zazieleniania miasta

1. Nasadzenia roślinności – skierowanie nasadzeń głównie na tereny o wysokiej ekspozycji na słońce, np. okolice rozległych parkingów dla samochodów osobowych, pobocza dróg
2. Stworzenie systemu wykorzystania wody deszczowej do nawadniania zieleni miejskiej w okresie suszy.

Wsparcie działalności służb ratowniczych

1. Doposażenie służb ochrony zdrowia w sprzęt pozwalający na właściwe postępowanie z osobami zakażonymi chorobami tropikalnymi, wektorowymi.

6. Współzależność Planu Adaptacji Gminy z miejskimi dokumentami strategicznymi.

Obszary powiązań Gminnego Planu Adaptacji do zmian klimatu dla miasta i gminy Wieliczka (MPA Wieliczka) z innymi dokumentami programującymi rozwój miasta zestawiono kompleksowo poniżej w formie tabelarycznej. Przegląd ten wykonano w oparciu o najnowsze i aktualne dokumenty strategiczne miasta i gminy.

<p>Strategia Rozwoju Miasta i Gminy Wieliczka na lata 2023-2030</p>	<p><i>Obszary powiązań z MPA:</i></p> <p>I. <u>Domena 1 – gmina funkcjonalna</u></p> <p>- Silne strony: Rozwinięta sieć wodociągowa (korzystających 92% mieszkańców w 2020 r.) i rozwijająca się sieć kanalizacyjna (50% mieszkańców w 2020 r.). Stały rozwój infrastruktury wodno – kanalizacyjnej oraz przydomowych oczyszczalni ścieków. Dbałość o środowisko naturalne (m.in. stałe prowadzenie wymiany źródeł ciepła w gospodarstwach domowych celem przeciwdziałania zanieczyszczeniu powietrza, zapobieganie skutkom powodzi oraz ruchom masowym ziemi – osuwiskom, rekultywacja terenów zielonych).</p> <p>- Słabe strony: Infrastruktura wodno – kanalizacyjna niedostosowana do stale rosnących potrzeb związanych z intensywnością mieszkaniowej zabudowy gminy – stare sieci wodociągowe oraz sieci kanalizacyjne o niewystarczającej przepustowości. Trudności z rozbudową infrastruktury technicznej w południowej części gminy z uwagi na zróżnicowane ukształtowanie terenu. Niedostatek infrastruktury przeciwdziałającej negatywnym skutkom postępujących zmian klimatu (powódzie, susze, silne wiatry) oraz zagrożenia wynikające z ruchów masowych ziemi (osuwiska).</p> <p>II. <u>Domena 3 - Gmina dbająca o dobrostan i zdrowe środowisko naturalne</u></p> <p>- Pożądaný stan docelowy : zapewnienie bezpiecznego środowiska do życia z poszanowaniem i ochroną zasobów naturalnych, w tym prowadzenie efektywnej polityki dbania o czyste powietrze i wodę (m.in. poprzez ograniczanie niskiej emisji, popularyzację odnawialnych źródeł energii, upowszechnianie transportu niskoemisyjnego, rozbudowę sieci kanalizacyjnej) oraz stałą współpracę z gminami sąsiednimi, aby skuteczność podejmowanych działań, w obszarze dbania o środowisko naturalne, w jakim żyją mieszkańcy gminy, była możliwie najwyższa; stała adaptacja do zmian klimatu – m.in. przeciwdziałanie okresowym suszom, powodziom, ruchom masowym ziemi (osuwiskom).</p> <p>- Mocne strony: Promocja i rozwój świadomości dbania o zdrowe środowisko naturalne – czyste powietrze, transport niskoemisyjny, odnawialne źródła energii, efektywne wykorzystanie surowców.</p> <p>- Słabe strony: Zła jakość powietrza / zanieczyszczone powietrze. Niezadowolająca jakość wód powierzchniowych. Niewiele terenów chronionych (cennych przyrodniczo). Niedostatek terenów zielonych (w tym zieleni urządzonej, parkowej) w przestrzeni gminy. Braki w infrastrukturze ekologicznego transportu – m.in. ścieżki rowerowe, stacje ładowania pojazdów elektrycznych</p> <p>III. <u>Plany działań:</u></p> <p>3. Środowisko naturalne – podstawowy wyznacznik wysokiej jakości życia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3.1. Prowadzenie efektywnej polityki dbania o czyste powietrze i wodę zarówno na obszarze gminy jak również w sąsiedztwie gminy – współpraca z gminami sąsiednimi • 3.2. Efektywna gospodarka wodno-ściekowa • 3.3. Ochrona terenów zielonych i obszarów zielonych cennych pod względem przyrodniczym oraz stałe powiększanie obszarów zieleni w tym ogólnodostępnych terenów zieleni urządzonej i użytków ekologicznych • 3.4. Prowadzenie stałej edukacji ekologicznej mieszkańców gminy
--	---

	<p>w duchu poszanowania zasobów naturalnych oraz kształtowanie postaw proekologicznych</p> <p>IV. <u>Cel operacyjny 2.1</u> Przykładowe kierunki działań: Modernizacja istniejących ujęć wody. Stała rozbudowa systemu stacji uzdatniania wody oraz budowa nowych ujęć –studni głębinowych. Modernizacja i rozbudowa istniejących sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. (rurociągi, pompy itd.).</p> <p>V. <u>Cel operacyjny 3.2. Efektywna gospodarka wodno-ściekowa</u> Proponowane kierunki działań: Dalszy rozwój kanalizacji deszczowej wraz z małą retencją celem zagospodarowywania wód opadowych, w tym pełen rozdział kanalizacji deszczowej od kanalizacji sanitarnej. Zakres: obszar całego miasta Wieliczka. Poszukiwanie źródeł zanieczyszczeń wody i ich niwelacja (np. kary, wprowadzenie formy pomiaru umożliwiającej kontrolę ilości wody opadowej odprowadzanej z poszczególnych działek). Retencjonowanie wody także w gospodarstwach indywidualnych – wsparcie dla inicjatyw retencji wody w obrębie własnej działki. Realizacja polderów (nawet niewielkich rozmiarów), upowszechnianie ogrodów deszczowych (akcje informacyjne, przykładowe realizacje w przestrzeniach gminy), stawów oraz przeprowadzanie cyklicznych akcji sprzątania rzek (również w formule wydarzeń lokalnych angażujących mieszkańców terenów sąsiadujących, połączonych z edukacją ekologiczną). Powszechna promocja znaczenia powierzchni biologicznie czynnych, przepuszczalnych dla prawidłowej gospodarki wodnej na terenie gminy skierowana do różnych grup mieszkańców (dzieci i młodzież szkolna, dorośli mieszkańcy) wsparta kontrolą nad zachowaniem powierzchni biologicznie czynnych. Przeciwdziałanie „betonowaniu podwórek”.</p> <p>VI. <u>Cel operacyjny 3.3.ochrona terenów zielonych i obszarów zielonych cennych pod względem przyrodniczym oraz stałe powiększanie obszarów zieleni w tym ogólnodostępnych terenów zieleni urządzonej i użytków ekologicznych</u> - Proponowane kierunki działań: Pielęgnacja, modernizacja i rozbudowa terenów parkowych (zieleni urządzonej) oraz przystosowywanie ich dla korzystania z nich przez osoby ze szczególnymi potrzebami. Wyznaczanie nowych terenów zieleni urządzonej na obszarze gminy (przykładowa lokalizacja: Koźmice Wielkie – park w sąsiedztwie przedszkola, wzdłuż cieku wodnego), w tym także niewielkich miejsc z zielenią urządzonej typu parki kieszonkowe, skwery – miejsca spotkań sąsiedzkich (przykładowe lokalizacje: Chorągwica, Mietniów, Raciborsko, Czarnochowice). Wyznaczenie obszarów do zadrzewienia na terenie gminy. Ochrona zasobów przyrodniczych użytków ekologicznych na terenie gminy. Promocja terenów zielonych, będących w zarządzie Lasów Państwowych, jako terenów zdrowej rekreacji – działanie we współpracy z Lasami Państwowymi. Prowadzenie akcji sadzenia drzew (m.in. rozdawanie sadzonek drzew mieszkańcom podczas wydarzeń / imprez gminnych). Park nowonarodzonych mieszkańców gminy Wieliczka – przestrzeń, gdzie każdy mieszkaniec gminy będzie mógł posadzić drzewo jakie otrzyma od gminy, które upamiętni narodziny dziecka. Drzewo po posadzeniu zostanie oznaczone imieniem dziecka i datą jego urodzin. Lokalizacja do uzgodnienia w toku realizacji przedsięwzięcia (wstępne propozycje: Stok pod Baranem lub Brzegi). Zielone ekrany przy miejscach z natężeniem ruchu, zielone ściany np. na budynkach użyteczności publicznej, itp. Ustanowienie użytku ekologicznego „Dolina rzeki Wilgi”.</p>
--	---

	<p>VII. <u>Cel operacyjny 3.4.</u> Prowadzenie stałej edukacji ekologicznej mieszkańców gminy w duchu poszanowania zasobów naturalnych oraz kształtowanie postaw proekologicznych</p> <p>- Proponowane kierunki działań: Prowadzenie działań promocyjno – informacyjnych skierowanych do mieszkańców gminy w zakresie: promocji OZE, wymiany pieców, kompostowania przydomowego, gromadzenia deszczówki, wartości powierzchni biologicznie czynnej dla prawidłowej gospodarki wodą – wszystko w ramach poszanowania środowiska naturalnego oraz przeciwdziałania negatywnym zjawiskom klimatycznym, jak również budowania świadomości ekologicznej mieszkańców. Realizacja wydarzeń o tematyce ekologicznej typu: konkursy szkolne, lekcja szkolna o środowisku naturalnym gminy Wieliczka (przygotowanie konspektu lekcji – przeprowadzenie we wszystkich szkołach podstawowych w ramach lekcji przyrody – poziom IV klasy) – możliwość realizacji wydarzeń także w skali ponadgminnej. Włączanie do zakresu inwestycji, realizowanych w zakresie środowiskowym (typu budowa kanalizacji, itp.) działań edukacyjno – informacyjnych skierowanych do mieszkańców gminy. „Gmina bez plastiku” – wdrożenie działania proekologicznego – rezygnacja z foliowych opakowań tzw. reklamówek i zastępowanie ich powszechnie dostępnymi torbami wielorazowymi</p>
<p>Program Ochrony Środowiska dla miasta i gminy Wieliczka na lata 2021-2024 z perspektywą do roku 2028</p>	<p><u>Zmiany klimatu zostały zidentyfikowane jako zagrożenie (analiza SWOT) w następujących obszarach interwencji:</u> Ochrona klimatu i jakości powietrza Gospodarowanie wodami Zasoby przyrodnicze Zagrożenia poważnymi awariami</p> <p>Cel główny: Zrównoważony rozwój Miasta i Gminy Wieliczka poprzez poprawę stanu środowiska i zapewnienie równowagi ekologicznej</p> <p>Kierunki interwencji i cele wynikające z oceny stanu środowiska</p> <p>1. Obszar interwencji Ochrona klimatu i jakości powietrza Cel POPRAWA JAKOŚCI POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO Kierunki interwencji: Ograniczenie emisji powierzchniowej zanieczyszczeń Wzrost wykorzystania OZE Ograniczenie emisji liniowej zanieczyszczeń</p> <p>2. Obszar interwencji Gospodarowanie wodami Cel DOBRY STAN WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH Kierunki interwencji: Przeciwdziałanie podtopieniom i powodziom Poprawa stanu wód</p> <p>3. Obszar interwencji Gospodarka wodno-ściekowa Cel PROWADZENIE RACJONALNEJ GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ Kierunki interwencji: Poprawa infrastruktury wodno – ściekowej</p> <p><u>Wybrane zadania:</u> Ograniczenie strat wody poprzez wdrażanie systemu monitoringu sieci wodociągowej;</p>

	<p>Montaż i wymiana wodomierzy wyższej klasy</p> <p>4. Obszar interwencji Zasoby przyrodnicze</p> <p>Cel ZACHOWANIE WALORÓW I ZASOBÓW PRZYRODNICZYCH</p> <p>Kierunki interwencji:</p> <p>Ochrona i poprawa stanu zasobów przyrodniczych</p> <p><u>Wybrane zadania:</u></p> <p>Nasadzenia roślinności, rewitalizacja parków, użytków ekologicznych</p> <p>5. Obszar interwencji Zagrożenia poważnymi awariami</p> <p>Cel OCHRONA PRZED POWAŻNYMI AWARIAMI I ZAGROŻENIAMI NATURALNYMI</p> <p>Kierunki interwencji:</p> <p>Zmniejszenie zagrożenia oraz minimalizacja skutków w przypadku wystąpienia awarii</p> <p><u>Jako poważne zagrożenie zidentyfikowano susze (poważny problem ekonomiczny, społeczny i środowiskowy)</u></p> <p>Rekomendowane kierunki działań adaptacyjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ochrona przeciwpowodziowa obszarów położonych na terenach zalewowych, • wdrożenie Programu ochrony przed powodzią górnej Wisły Górna Wisła, • tworzenie sprawnego systemu małej retencji wodnej ograniczającej skutki suszy oraz modernizacji urządzeń melioracyjnych, • graniczenie i kontrola zabudowy terenów zagrożonych wystąpieniem katastrof naturalnych, • właściwe zabezpieczanie i zagospodarowywanie terenów zagrożonych osuwiskami, • uwzględnienie oczekiwanych zmian klimatu w obszarach górskich zarówno w aspekcie zmian bioróżnorodności, jak i składu gatunkowego lasów oraz warunków rozwoju turystyki (zwłaszcza zimowej), • zwiększanie świadomości przedsiębiorców i ludności na temat zagrożeń wynikających z nasilenia niekorzystnych zjawisk atmosferycznych (osuwiska, powódzie, susze) oraz wpływu zmian klimatycznych na prowadzenie działalności gospodarczej, szczególnie na terenach górskich, • ochrona gleb przed erozją, • przygotowanie nowej oferty turystycznej dla mieszkańców miejscowości turystycznych i turystów w sytuacji zmniejszonej pokrywy śnieżnej i ograniczonego dostępu do wody. <p>– w celu adaptacji do zmian klimatu i ograniczenia negatywnych skutków związanych wystąpieniem ulewnych deszczy, czy roztopów po dużych opadach śniegu, a także dla zabezpieczenia przeciwpowodziowego należy zwiększać pojemność retencyjną zlewni, w tym m.in. poprzez budowanie zbiorników retencyjnych.</p> <p>– w celu przeciwdziałania wystąpienia lokalnych podtopień zwiększenie ilości wody przetrzymywanej w korytach cieków i rowach melioracyjnych należy rozwijać infrastrukturę wodno – melioracyjną na obszarze miasta i gminy (w tym systematyczna konserwacja, modernizacja oraz budowa nowych urządzeń, właściwa eksploatacja)</p> <p>– w celu zachowania istniejących, zwłaszcza niewielkich obszarów wodno-błotnych lub ich odtworzenia oraz w celu likwidacji przyczyn i skutków</p>
--	---

	<p>pogorszenia naturalnych stosunków wodnych należy rozwijać małą retencję (gromadzenie wody w niewielkich zbiornikach poprzez zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód, przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego).</p> <p>– w celu kształtowania odpowiedniej struktury użytkowania terenu należy podjąć prace dotyczące renaturyzacji koryt cieków, zmierzających do przywrócenia ich naturalnych charakterystyk, (również poprzez roboty hydrotechniczne i prace utrzymaniowe), ograniczenie nadmiernego zagrożenia erozją, poprzez m.in. wsiewki poplonowe, międzyplony ścierniskowe, czy zwiększanie powierzchni zalesionych, wprowadzanie zadrzewień, w tym na terenach zniszczonych, niewykorzystanych rolniczo, czy gruntach rolnych o niskiej przydatności dla rolnictwa i podatnych na degradację.</p> <p>zwiększenie możliwości zapobiegania ewentualnym zagrożeniom i reagowania na nie jest możliwe dzięki działalności straży pożarnej oraz odpowiedniego jej wyposażenia, umożliwiającego skuteczne prowadzenie akcji ratowniczych.</p>
<p>Plan Gospodarki Niskoemisyjnej</p>	<p><u>Jakość powietrza:</u></p> <p>Na terenie gminy Wieliczka nie funkcjonuje scentralizowany system ogrzewania, dlatego zaopatrzenie mieszkańców w ciepło i ciepłą wodę użytkową ma charakter indywidualny. Ciepło do celów grzewczych wytwarzane jest głównie w kotłach węglowych i gazowych. Część urządzeń i instalacji cechuje się niską efektywnością energetyczną. Jednak najczęściej stosowanym źródłem grzewczym w budownictwie jednorodzinnym w gminie Wieliczka są kotły węglowe. Na stan powietrza atmosferycznego gminy Wieliczka decydujący wpływ ma emisja zanieczyszczeń pyłowo-gazowych ze źródeł lokalnych oraz ich napływ z obszarów przyległych (rejon Krakowa, Skawiny). Emisja z punktowych źródeł zanieczyszczeń tj. z zakładów przemysłowych jest w rejonie objęta kontrolą i ewidencją, natomiast emisja z pozostałych źródeł, ze względu na charakter i rozproszenie, jest trudna do zbilansowania.</p> <p>Największym ze źródeł zanieczyszczeń jest niska emisja, do której zaliczają się substancje emitowane podczas ogrzewania budynków mieszkalnych lub użyteczności publicznej. Problem stanowią również paliwa o niskiej jakości lub też odpady. Nowoczesne źródła ciepła takie jak kotły olejowe, czy pompy ciepła stanowią mały procent wśród wszystkich sposobów ogrzewania budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wykorzystywanych na terenie gminy. Lokalne systemy grzewcze nie są wyposażone w urządzenia ochrony powietrza, a emitowane przez nie zanieczyszczenia nie są kontrolowane dlatego wielkość emisji jest trudna do oszacowania. Na jakość powietrza wpływa również transport. Różnego typu pojazdy emitują gazy spalinowe, które dostają się do atmosfery. Są to głównie: dwutlenek węgla, tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory, aldehydy, tlenki siarki. Powstające pyły zawierają związki ołowiu, kadmu, niklu, miedzi, a także wyższe węglowodory aromatyczne. Przyczyną nadmiernej emisji zanieczyszczeń ze środków transportu jest zły stan techniczny pojazdów, zła eksploatacja, przestoje w ruchu spowodowane złą organizacją ruchu lub zbyt małą przepustowością dróg.</p> <p><u>Odnawialne źródła energii:</u></p> <p>-W ramach realizacji inwestycji pod nazwą „Poprawa jakości powietrza poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii - wykonanie instalacji solarnych na budynkach użyteczności publicznej w gminie Wieliczka” na wielu obiektach użyteczności publicznej zamontowane zostały instalacje solarne.</p>

	<p>-Przez obszar gminy przepływa rzeka Wilga oraz liczne potoki, stanowiące potencjalne źródło energii wodnej.</p> <p>-Natomiast obszar gminy zlokalizowany jest w strefie niekorzystnie położonej, o małych zasobach energetycznych wiatru.</p>
<p>Gminny Program Rewitalizacji Miasta Wieliczka na lata 2016-2023</p>	<p>Do przeprowadzenia rewitalizacji wytypowane zostały obszary najbardziej zdegradowane na obszarze miasta Wieliczka. Ze względu na stan jakości powietrza, najbardziej zanieczyszczonymi jednostkami są w mieście: Osiedle Przyszłość i Kościuszki, Centrum 2, Osiedle Sienkiewicza oraz Centrum Rynek, natomiast na obszarze wiejskim Kokotów. Na zanieczyszczenie powietrza narażona jest najbardziej północna część gminy, a zaistniały stan rzeczy jest wynikiem oddziaływań kilku negatywnych zjawisk: niskiej emisji z lokalnych palenisk, emisji liniowej, związanej z lepiej rozwiniętą siecią komunikacyjną oraz emisji punktowej spowodowanej bliskością zakładów przemysłowych. Ze względu na stan jakości wód najgorszą ocenę przyznano następującym jednostkom: Glinki, Centrum 2, Klasno oraz Osiedle Sienkiewicza. Zanieczyszczenie wód w tych obszarach wiąże się z przenikaniem do wód poprzez glebę zanieczyszczeń ze środków komunikacji oraz z kanalizacji komunalnych, która w wielu miejscach wymaga modernizacji. Słaby stan wód w tych miejscach jest spowodowane również położeniem obszarów na terenie kopalni, gdzie podczas jej działalności do wód podziemnych dostawały się zanieczyszczenia z zrzutów zasolonych wód kopalnianych. Ze względu na pogórnicy charakter gminy Wieliczka oraz występowanie naturalnych osuwisk, w przypadku realizacji zaplanowanych projektów każdorazowo konieczne jest uwzględnienie specyfiki terenu (możliwość wystąpienia osuwisk, czy sferę wpływów poeksploatacyjnych) .</p> <p>W ramach Gminnego Programu Rewitalizacji Gminy Wieliczka na lata 2016-2023 zaproponowano szereg przedsięwzięć, z których wiele wpisuje się w działania związane z adaptacją do zmian klimatu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przystosowanie i podniesienie jakości terenów zielonych, skwerów, terenów rekreacyjnych do potrzeb różnych grup wiekowych, mające na celu integrację społeczności osiedlowych, w tym: – dostosowanie infrastruktury osiedli Asnyka, Sienkiewicza, W. Pola, zlokalizowanych w zróżnicowanym terenie, do potrzeb starszych mieszkańców i likwidacja barier architektonicznych. Montaż m.in.: poręczy, podjazdów oraz obniżenie progów i krawężników; – odnowienie istniejących elementów małej architektury – ławek, oświetlenia, koszy na śmieci oraz uzupełnienie o nowe w tym: o stoliki oraz stoliki do gry w szachy; – zagospodarowanie terenów zieleni – między blokami przy ul. Długosza i za budynkiem przedszkola na os. Wincentego Pola, uwzględniające współczesne wymagania; – utworzenie miejsca aktywnego wypoczynku dla mieszkańców: siłownia zewnętrzna, ławki, stoliki oraz stoliki do gry w szachy, rampy i place dla rolkarzy i deskorolkowców; – zagospodarowanie terenów zieleni przy Placu Skulimowskiego, uwzględniające zwiększenie liczby miejsc do siedzenia, w odpowiedzi na zgłoszone przez Środowiskowy Dom Samopomocy „Leonardo” zapotrzebowanie na miejsce, do którego można wyjść z podopiecznymi;

	<ul style="list-style-type: none"> • wspólna odpowiedzialność i urządzenie przestrzeni przez mieszkańców, szczególnie seniorów, z uwzględnieniem ich potrzeb i możliwości. W procesie kreowania miejsca, uwzględnienie zachowania jak najbardziej „zielonego” charakteru przestrzeni, także poprzez dodanie elementów zieleni miejskiej: nasadzenia, gazony, donice z kwiatami. Zaangażowanie mieszkańców do wyboru roślinności, udział w np.sadzeniu, zachęcenie do dbania o „swoje” rośliny i kwiaty. • dokończenie działań rewitalizacyjnych w Parku Adama Mickiewicza, polegające na: – zmianie układu przebiegu alejek oraz wprowadzeniu elementów małej architektury - zwiększeniu ilości ławek, koszy na śmieci, oświetlenia oraz zieleni niskiej w postaci rabat kwiatowych i kwietników; – wykonaniu odwodnienia zalewanych ścieżek i alejek w parku oraz przystosowaniu ich dla biegaczy i spacerowiczów – zmiana nawierzchni; – montażu tablic edukacyjnych i wytyczeniu ścieżki edukacyjnej; – budowie muszli koncertowej/sceny w sąsiedztwie jeziora przeznaczonego do organizacji festynów, zabaw tanecznych i kina Letniego; – zagospodarowaniu terenu za istniejącym Orlikiem oraz instalacji monitoringu i oświetlenia; – przygotowaniu i organizacji miejsca dla miłośników zjazdów rowerami górskimi na wzgórzu Grabówki lub w okolicy stacji Lotos, tj. w terenie umożliwiającym swobodną jazdę tego typu rowerami będącym poza terenami spacerowymi; – zasklepienie ścieku/powiększenie zasklepienia od przepływu Serafy. • Objęcie wsparciem mieszkańców budynków socjalnych przy ulicy Limanowskiego. Zadanie ma na celu poprawę jakości i uporządkowanie przestrzeni wokół zabudowań mieszkalnych: stare gołębniki, komórki lokatorskie, pomieszczenie na węgiel. Zadanie realizowane zostanie poprzez realizację działań warsztatowych, włączających i aktywizujących mieszkańców do wzięcia odpowiedzialności za przestrzeń. W ramach zadania przewiduje się: – przygotowanie założeń i scenariusza warsztatu terenowego (nawiązującego do metodologii kreowania udanych przestrzeni publicznych – <i>Project for Public Spaces, Ins.</i>) polegającego na wspólnym projektowaniu przestrzeni publicznej przez jej użytkowników – mieszkańcy ulic i osiedli, na których podejmowane będą działania infrastrukturalne – urządzenie i uporządkowanie przestrzeni wspólnych.– w ramach działań warsztatowych/terenowych należy przewidzieć: projektowanie z mieszkańcami przestrzeni publicznej np.: – aranżacja zieleni, – porządkowanie wspólnych przestrzeni i przetwarzanie ich na miejsca wypoczynku, – inne propozycje wynikające bezpośrednio z potrzeb/oczekiwań mieszkańców; – realizacja wspólnego pikniku osiedlowego, integrującego lokalną społeczność. • Opracowanie i realizacja systemu wsparcia (w tym finansowego) w wymianie pieców węglowych na bardziej ekologiczne technologie grzewcze na terenie osiedla Kolonia Górnicza. Kampania promująca ekologiczne źródła energii i informująca o szkodliwości palenia śmieci i niskiej jakości paliw (działania adresowane do różnych grup wiekowych w tym osób starszych, dzieci i młodzież np. poprzez rywalizacje, konkursy itp.).
--	--

<p>Plan mobilności dla Miasta i Gminy Wieliczka</p>	<p>Zarządzanie mobilnością mieszkańców, w odróżnieniu do tradycyjnego zarządzania transportem ukierunkowane jest na ludzi, a nie ruch. Celem jest poprawa jakości życia, zadowolenie społeczeństwa oraz ograniczona ingerencja w środowisko naturalne. Podstawą osiągnięcia celów jest bilansowanie liczby podróży wykonywanych różnymi środkami transportu, gdzie idealnym założeniem jest przemieszczanie się pieszo na odległość do 1km, w większości rowerem na odległość do około 4km oraz w większości transportem zbiorowym w podróżach dłuższych. Optymalizacja zachowań komunikacyjnych prowadzi docelowo do możliwości uwalniania przestrzeni zajętych na ruch pojazdów silnikowych oraz parkowanie i przeznaczania dla spotkań mieszkańców, wypoczynku, rekreacji, a także działalności gospodarczej.</p> <p>Identyfikacja stanu (badania 2016) w zakresie mobilności mieszkańców Gminy i Miasta Wieliczka wykazała jednoznacznie istotną barierę w możliwości wykorzystania roweru jako istotnego środka transportu w codziennych podróżach, co potwierdziły deklaracje mieszkańców w ankiecie, gdzie prawie trzy czwarte z nich bez względu na jakiegokolwiek działania wskazało, iż nie przesiądzie się na rower. Bariera wynika głównie z ukształtowania terenu na obszarze Gminy, z bardzo silnymi przewyższeniami w samym mieście zarówno od strony południowej jak i północnej.</p> <p>Cel strategiczny: poprawa jakości życia, jako zrównoważenie podziału zadań przewozowych</p> <p>Rekomendowany cel operacyjny: dążenie do obniżenia udziału samochodu w podróżach wewnątrz Gminy do poziomu 30% oraz w podróżach do Krakowa do poziomu 40%.</p> <p>Analizując uwarunkowania oraz istniejącą zabudowę w centrum miasta zaproponowano wprowadzenie stref ruchu uspokojonego, ciągów na których piesi będą priorytet oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu, m.in. objęcie obszaru centrum obszarem strefy „tempo 30”.</p>
<p>Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta i Gminy Wieliczka</p>	<p>Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego określa wizję rozwoju dla całego obszaru gminy.</p> <p>Studium określa cztery obszary rozwoju, dla których przyjęto główne cele polityki przestrzennej. Obszar A swoim zasięgiem obejmuje miasto Wieliczka w jego granicach administracyjnych.</p> <p>W kierunkach zagospodarowania przestrzennego dla Obszaru A zapisano:</p> <p>Należy dążyć do zwiększania powierzchni zieleni w mieście, przez lokalizację inwestycji z dużym udziałem zieleni, co powinno znaleźć miejsce w ustaleniach planu zagospodarowania przestrzennego.</p> <p>Dopuszcza się, w granicy obszaru A, przy sporządzaniu planów miejscowych korekty określonych w Studium granic pomiędzy wyodrębnionymi kategoriami terenów pod warunkiem realizacji zasad zrównoważonego rozwoju i kształtowania ładu przestrzennego, a w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nienaruszalności najcenniejszych elementów systemu przyrodniczego, - nie rozpraszania zabudowy i tworzenia zwartych zespołów zabudowy, - integralności zagospodarowania przestrzennego oraz infrastruktury drogowej i technicznej,

	<p>- respektowania ustaleń dla stref określonych w Studium.</p> <p>ZASADY OCHRONY LOKALNYCH ZASOBÓW ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO OCHRONA PRZED POWODZIĄ</p> <p>W celu ochrony przed powodzią należy dążyć do:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uwzględnienia w obszarach szczególnego zagrożenia powodzią obejmujących tereny między linią brzegu rzeki a wałem przeciwpowodziowym zakazów, nakazów, dopuszczeń i ograniczeń wynikających z przepisów odrębnych dotyczących ochrony przed powodzią, - uwzględnienia ograniczeń wynikających z przepisów prawa wodnego dotyczących zapewnienia szczelności i stabilności wałów przeciwpowodziowych, - w terenach znajdujących się w zasięgu zagrożenia powodziowego w przypadku zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwpowodziowego, w terenach zagrożonych powodzią wodą stuletnią od rzeki Serafy stosowanie rozwiązań konstrukcyjno – technicznych zabezpieczających przed oddziaływaniem wód, w tym ewentualnymi skutkami wysokiego poziomu wód gruntowych, z zaleceniem w zależności od warunków lokalnych, nie podpiwniczania budynków, stosowanie piwnic bez okien, stosowania materiałów wodoodpornych oraz innych działań ochronnych, przy czym działania te nie mogą negatywnie wpływać na tereny sąsiednie, - modernizacji systemu obwałowań poprzez: uzupełnianie i zabezpieczanie przed podmyciem wałów przeciwpowodziowych na całej długości Wisły oraz działań zabezpieczających przed powodzią (podniesienie obwałowań) na zagrożonych terenach wzdłuż innych głównych cieków wodnych gminy, - zapewnienia dojazdu do wałów przeciwpowodziowych oraz w miarę możliwości, do prowadzenia wzdłuż wałów przeciwpowodziowych dróg pozwalających na ich obsługę techniczną, - ochrony i odbudowy systemu małej retencji wodnej, regulacji cieków wodnych oraz uporządkowania systemów melioracyjnych, - realizacji koncepcji zbiornika retencyjnego "Janowice", zlokalizowanego w Janowicach na rzece Wildze, oraz zbiorników retencyjnych na rzece Malinówce oraz na rzece Serafie w mieście Wieliczka. <p>KIERUNKI ROZWOJU INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ KANALIZACJA</p> <p>Jako kierunki rozwoju systemów kanalizacji na obszarze miasta Wieliczki przyjmuje się: adaptację, modernizację i rozbudowę istniejącego systemu kanalizacji miasta zachowując jako podstawę spływ ścieków do oczyszczalni w Krakowie Płaszowie, przy czym dla starej części miasta przebudowie ulegnie system kanalizacji z podziałem na opadową i rozdzielczą, dla pozostałej części miasta kontynuowana będzie rozbudowa systemu kanalizacji rozdzielczej.</p>
--	--

7. Wdrażanie Planu Adaptacji dla miasta Wieliczka

Miejski plan adaptacji obejmuje bardzo szeroki wachlarz działań, zarówno miękkich (edukacyjnych, informacyjnych), jak i twardych (inwestycyjnych), dotyczących praktycznie wszystkich obszarów funkcjonowania miasta. Dlatego niezbędnym jest zapewnienie właściwej koordynacji, tak aby nie następowało powielanie się działań, czy też powstawanie luk, a cały proces winien być efektywny kosztowo i społecznie. W trakcie przygotowywania strategii zidentyfikowano bowiem, że najważniejszymi Wydziałami z punktu widzenia wdrażania działań dotyczących adaptacji do zmian klimatu są:

- Wydział ds. Inwestycji
- Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego
- Wydział Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska
- Wydział Geodezji i Urbanistyki
- Wydział Polityki Społecznej i Zdrowia
- Wydział Mienia Gminnego

Istotna jest także współpraca z innymi jednostkami miejskimi lub działającymi w mieście m.in.:

- Zakładem Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.
- Zarządem Budynków Komunalnych
- Gminnym Zarządem Dróg
- Państwowa Straż Pożarna w Wielicze

Skoordynowanie działań tych jednostek zespół przygotowujący strategię uznaje za niezbędne minimum w zakresie wdrażania Planu adaptacji dla miasta Wieliczka. Wstępny podział zadań we wdrażaniu Planu Adaptacji dla miasta Wieliczka pokazuje poniższa tabela 7.1, w której przypisano poszczególne kierunki działań, do odpowiedzialnych za nie wydziałów miasta lub instytucji miejskich.

Tabela 7.1 Odpowiedzialność instytucji miasta Wieliczka za realizacją kierunków działania MPA.

Kierunek działania	Wydział (instytucja) odpowiedzialna za wdrażanie
Program retencji wody i rozbudowy kanalizacji deszczowej	Wydział ds. Inwestycji
Program przeciwdziałania skutkom upałów	Wydział ds. Inwestycji, Wydział Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska
Program zazieleniania miasta	Wydział Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska
Wsparcie działalności służb ratowniczych	Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego
Opcje uzupełniające (edukacyjne)	Wydział Polityki Społecznej i Zdrowia

Aby zapewnić pełną koordynację działań w ramach wdrażania Planu Adaptacji należy w Urzędzie Miasta utworzyć zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu, którego zadaniem będzie:

- ☐ Gromadzenie informacji o zachodzącej zmianie klimatu w mieście.
- ☐ Nadzór nad realizacją planu adaptacji (m.in. śledzenie wskaźników realizacji Miejskiego Planu Adaptacji);
- ☐ Przygotowanie sprawozdań we współpracy z innymi jednostkami urzędu z realizacji planu adaptacji w formie raportu raz na trzy lata;
- ☐ Nawiązywanie współpracy i wymiana informacji w zakresie adaptacji do zmian klimatu z innymi miastami w Polsce i zagranicą.
- ☐ Wykonywanie zadań w ramach MPA, a dotyczących:
 - ☐ gromadzenia informacji na temat potrzeb adaptacji;
 - ☐ systemu informowania społeczeństwa o nadchodzących ekstremach pogodowych;
 - ☐ prowadzenie działań edukacyjnych w zakresie adaptacji zarówno w ramach urzędu jak i poza nim;
 - ☐ współdziałania z sąsiednimi gminami na rzecz adaptacji;
 - ☐ współpraca i pomoc mieszkańcom oraz organizacjom społecznym w podejmowaniu inicjatyw obywatelskich na rzecz adaptacji.

Zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu powinien być jednostką podległą bezpośrednio burmistrzowi miasta Wieliczka.

8. Źródła finansowania działań adaptacyjnych

W celu wdrożenia określonych kierunków działań adaptacyjnych zidentyfikowano źródła finansowania działań adaptacyjnych, aktywne na początek 2023 roku. Źródła te zostały zestawione w tabeli 8.1 na kolejnych stronach raportu.

Tabela 8.1 Źródła finansowania działań adaptacyjnych dla miasta Wieliczka (kwiecień 2023).

Źródło	Nazwa	Charakterystyka	Link
NFOŚiGW	Część 1) Gospodarka ściekowa w ramach Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych".	Wnioski należy składać w terminie od 01.03.2017 r. do 22.12.2023 r. lub do wyczerpania alokacji środków. Formy dofinansowania Pożyczka Beneficjenci 1) jednostki samorządu terytorialnego i ich związki; 2) podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego.	https://www.gov.pl/web/nfosigw/gospodarka-wodno-sciekowa-w-aglomeracjach-2021
NFOŚiGW	Część 2) Współfinansowanie projektów Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko	Wnioski należy składać w terminie od 01.03.2017 r. do 22.12.2023 r. lub do wyczerpania alokacji środków. Formy dofinansowania 1) pożyczki, w tym pożyczki na zachowanie płynności finansowej. Beneficjenci 1) Beneficjenci Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 oraz 2014-2020; 2) Podmioty upoważnione przez Beneficjentów wymienionych w pkt 1) do ponoszenia wydatków kwalifikowanych	https://www.gov.pl/web/nfosigw/gospodarka-wodno-sciekowa-w-aglomeracjach-2021
NFOŚiGW	Adaptacja do zmian klimatu – pożyczka	Typ projektów: 1. działania z zakresu zapobiegania powodzi i suszy: a. działania w zakresie adaptacji do zmian klimatu, w tym: „zielono-niebieska” infrastruktura, likwidacja powierzchni nieprzepuszczalnych, zrównoważone systemy zagospodarowania wód opadowych i	https://www.gov.pl/web/nfosigw/adaptacja-od-zmian-klimatu--pozyczka

		<p>kanalizacja deszczowa (finansowanie budowy kanalizacji deszczowej jest dopuszczalne, o ile przewidziano także inne działania służące adaptacji do zmian klimatu), obiekty służące retencji wody,</p> <ol style="list-style-type: none"> b. retencja korytowa lub przykorytowa, w tym: działania na rzecz renaturyzacji koryta cieków, rewitalizacji starorzeczy oraz odtwarzania mokradeł; 2. zaopatrzenie ludności w wodę do picia, w tym: budowa i modernizacja ujęć wód i stacji uzdatniania wody oraz sieci wodociągowych; 3. usuwanie skutków awarii i zagrożeń środowiska na obiektach ochrony środowiska i gospodarki wodnej; 4. realizacja przedsięwzięć planistycznych i strategicznych w zakresie metod i narzędzi do analizowania zagrożeń spowodowanych zmianami klimatu, w tym lokalne i regionalne plany i strategie uwzględniające działania adaptacyjne; 5. przedsięwzięcia w zakresie adaptacji do zmian klimatu, realizowane ze środków zagranicznych. <p>Beneficjenci:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. jednostki samorządu terytorialnego i ich związki oraz podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego; 2. spółki prawa handlowego, państwowe osoby prawne; 	
--	--	--	--

		<p>3. spółdzielnie mieszkaniowe (w rozumieniu ustawy z 15 grudnia 2000 r. o spółdzielniach mieszkaniowych), wspólnoty mieszkaniowe (w rozumieniu ustawy z 24 czerwca 1994 r. o własności lokali).</p> <p>Formy dofinansowania: Pożyczka: do 100 % kosztów kwalifikowanych.</p> <p>Budżet naboru: Budżet naboru dla zwrotnych form finansowania wynosi do 750 000 tys. zł.</p> <p>Terminy i sposób składania oraz rozpatrywania wniosków: Wnioski należy składać w terminie od 09.05.2022 r. do 30.09.2026 r. lub do wyczerpania alokacji środków.</p>	
NFOŚiGW	Adaptacja do zmian klimatu – dotacja	<p>Typ projektów: Działania z zakresu zapobiegania powodzi i suszy: retencja korytowa lub przykorytowa, w tym: działania na rzecz renaturyzacji koryta cieków, rewitalizacji starorzeczy oraz odtwarzania mokradeł.</p> <p>Beneficjenci: Jednostki samorządu terytorialnego.</p> <p>Formy dofinansowania: Dotacja: do 70 % kosztów kwalifikowanych.</p> <p>Budżet naboru: Budżet naboru dla bezzwrotnych form finansowania wynosi do 400 000 tys. zł.</p> <p>Terminy i sposób składania oraz rozpatrywania wniosków: Wnioski należy składać w terminie od 09.05.2022 r. do 30.09.2026 r. lub do wyczerpania alokacji środków.</p>	https://www.gov.pl/web/nfosigw/adaptacja-do-zmian-klimatu--dotacja
WFOŚiGW Kraków	Gospodarka wodno -ściekowa, ochrona powietrza, odnawialne	Forma dofinansowania pożyczka, termin od 01 lutego 2023 r. do 29 grudnia 2023 r. do wyczerpania środków.	https://www.wfos.krakow.pl/oferta/

	źródła energii, gospodarka odpadami i ochrona powierzchni ziemi, ochrona przyrody		
FENIKS 2021-2027	Działanie FENX.01.05 Ochrona przyrody i rozwój zielonej infrastruktury	Priorytet FENX.01 Wsparcie sektorów energetyka i środowisko z Funduszu Spójności. Wnioski o dofinansowanie przyjmuje NFOŚiGW.	https://www.feniks.gov.pl/strony/dowiedz-sie-wiecej-o-programie/nabory-wnioskow/
Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021-2027	https://www.rpo.malopolska.pl/FEM-2021-2027	https://www.rpo.malopolska.pl/download/program-regionalny/FEM-2021-2027/zapoznaj-sie-z-prawem-i-dokumentami/ramowy-plan-realizacji-dzialan-na-lata-2023-2027/2023/03/RPRD-28032023.pdf	https://www.rpo.malopolska.pl/FEM-2021-2027/zapoznaj-sie-z-prawem-i-dokumentami/ramowy-plan-realizacji-dzialan-na-lata-2023-2027

9. Narzędzia monitoringu i oceny realizacji działań adaptacyjnych

Prawidłowe wdrażanie planu adaptacji i jego aktualizacja wymaga monitorowania oraz ewaluacji całego procesu. Ma to służyć:

- identyfikacji zagrożeń w realizacji poszczególnych działań
- bieżącemu dostosowaniu się do zmieniających się warunków klimatycznych;
- dostosowaniu się do otoczenia formalno-prawnego oraz możliwości finansowych.

Monitorowaniu będzie służyć zestaw wskaźników monitorowania, które stanowią będą podstawę do przygotowywania raportów. Obok kontroli realizacji poszczególnych działań w nawiązaniu do planu adaptacji tworzy się dwa zestawy wskaźników. Każdy z nich służy monitorowaniu innego aspektu adaptacji do zmian klimatu.

Pierwszy zestaw służy monitoringowi zmian klimatu. Są to te same wskaźniki, które zostały użyte do scharakteryzowania klimatu miasta w trakcie przeprowadzania analizy narażenia. Ich monitorowanie powinno odbywać się co pięć lat i być oceniane zarówno względem wartości z wcześniejszych okresów monitorowania (okres referencyjny 1981-2010) oraz wartości wynikających ze scenariuszy zmian klimatu (pod warunkiem, że porównywalne wartości są w scenariuszach dostępne). Pierwszy okres monitorowania powinien objąć lata 1991-2020, a następne okresy to 1996-2025, 2001-2030 itd.

Drugi zestaw służy monitoringowi zmian odporności miasta na zmiany klimatu. Składa się on ze wskaźników, które w większości zostały użyte do przygotowania analizy wrażliwości i zdolności adaptacyjnych na potrzeby Strategii Adaptacji. Do regularnego monitoringu proponuje się wybrać następujące:

- Wielkość powierzchni nieprzepuszczalnej w mieście (w ha) oraz ich udział w powierzchni miasta (w %);
- Wielkość powierzchni biologicznie czynnej w mieście (w ha) oraz jej udział w powierzchni miasta (w %);
- Liczba osób zamieszkujących tereny zagrożone podtopieniami;
- Kubatura budynków zagrożonych podtopieniami;
- Liczba osób zamieszkujących a obszarze wyspy ciepła (silnego stresu ciepła);
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku podtopień w mln zł
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku silnego wiatru w mln zł
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w związku z opadami;
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w wyniku wystąpienia silnego wiatru;
- Średnioroczne zakłócenia w transporcie wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba)
- Średnioroczne zaburzenia w dostawach wody pitnej wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba)
- Średnioroczne zaburzenia w odprowadzaniu ścieków wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba)

-Średnioroczne zaniki zasilania w energię elektryczną wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba minut)

-Średnioroczna podwyższona śmiertelność wynikająca z fal gorąca i tropikalnych temperatur (dla całego miasta)

Monitorowanie tych wskaźników powinno odbywać się do 5 lat przy założeniu, że pierwszym okresem monitoringu był okres 2009-2019 służący ocenie wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych na potrzeby Strategii i Planu Adaptacji. Niektóre wskaźniki należy monitorować biorąc pod uwagę średnie z okresu pięcioletniego (wskaźniki średnioroczne), a niektóre biorąc pod uwagę jedynie wartość z ostatniego roku (wskaźniki w wartościach rzeczywistych). Kolejne okresy sprawozdawcze w przypadku tych wskaźników to: 2020-2024, 2025-2029, 2030-2034, 2035-2039, itd. Do planu załączono – załącznik 2 - tabele mogące służyć jako tabele sprawozdawcze.