Jak można zauważyć na zamieszczonych mapach Miasto Siechnice jest najbardziej zagrożone suszą atmosferyczną (silne zagrożone), suszą rolniczą (większość obszaru również cechuje się ekstremalnym zagrożeniem) oraz suszą hydrogeologiczną (silne i ekstremalne zagrożenie). W wypadku suszy zagrożenie jest określane jako umiarkowane, silne i ekstremalne. Łączne zagrożenie przedstawione na ostatniej mapie zdefiniowano jako ekstremalne na przeważającej części obszaru.

Problemy związane z suszą atmosferyczną dotyczą sektora zieleni. W okresie wegetacyjnym roślin, a zwłaszcza w sezonie letnim pojawia się poważny problem z nawadnianiem roślinności niskiej i wysokiej. Podlewanie odbywa się minimum dwukrotnie w tygodniu[69]. Niedobory wody dotykają również sektor rolnictwa – w 2021 roku susza dotknęła uprawy zbóż jarych[70].

5.4.1 Retencja wód

Retencja to magazynowanie wody opadowej na powierzchni ziemi, w gruncie oraz zbiornikach naturalnych i sztucznych. Według informacji przekazanych przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu (znak pisma WR.ZZI.5.0144.6.2023.KCSz), na podstawie ewidencji urządzeń melioracji wodnych oraz zmeliorowanych gruntów, o której mowa w art. 196 ustawy Prawo wodne (tj. Dz.U. 2021 r., poz. 2625 ze zm.), ustalono, że na omawianym obszarze znajduje się urządzenie melioracji wodnych - rów R-Oł.4., którego przebieg pokrywa się z ciekiem Dopływ z Groblic oraz urządzenie melioracji wodnych - rów R-Koci Rów, którego przebieg pokrywa się z ciekiem Dopływ w Radwanicach.

Rowy R-Oł.4 i Koci Rów, o klasoużytkach „W" (grunty pod rowami), są urządzeniami melioracji wodnych – rowami melioracyjnymi i nigdy nie były w zarządzie ani utrzymaniu Wód Polskich ani ich poprzedników prawnych.

Zgodnie z informacjami z Urzędu Miejskiego w Siechnicach:

- długość rowów melioracji szczegółowych wynosi 16 760 km,
- długość rowów komunalnych wynosi 7 940 km,
- łączna długość rowów 24 700 km.

Na omawianym terenie został wykonany również drenaż w rejonie ulic Bzowej, Kalinowej i Prawocińskiej.

Szczególnie istotny element retencjonowania wód stanowi tzw. mała retencja. Obejmuje ona działania mające na celu zwiększenie zdolności retencyjnych zlewni rzecznej z wykorzystaniem zarówno metod technicznych, jak i nietechnicznych (naturalnych). Przywracanie naturalnych zdolności retencyjnych zlewni rzecznych można uznać za jedną z najbardziej przyjaznych środowisku metod pozwalających na ograniczenie suszy i zmniejszenie zagrożenia powodziowego[71]. Rozwój małej retencji wspierał program „Moja woda". Kwoty udzielonych dotacji oraz pojemność zbiorników retencyjnych,

[69] Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Środowiska, Zieleni i Gospodarki Wodnej Urzędu Miasta Siechnice

[70] Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miasta Siechnice

[71] Źródło cyt. za: https://klimada2.ios.gov.pl/mala-retencja-a-melioracje/

które zrealizowano w ramach programu zostały zestawione w poniższej tabeli. Dzięki datacjom z programu udało się stworzyć zbiorniki retencyjne o łącznej pojemności 115,76 m^3.

Tabela 31. Lista udzielonych dotacji z programu „Moja woda" na terenie Miasta Siechnice.

Ilość udzielonych dotacji (szt.)			
Stan na	Edycja 1	Edycja 2	we wszystkich edycjach
-	21	5	26
Sumaryczna kwota udzielonych dotacji (zł)			
Stan na	Edycja 1	Edycja 2	we wszystkich edycjach
-	92 570,43	24 920,0	117 490,43
Pojemność zbiorników retencyjnych [m^3]			
Stan na	Edycja 1	Edycja 2	we wszystkich edycjach
-	88,0	27,76	115,76

Źródło: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

Poszukiwania sposobów „błękitno-zielonych" rozwiązań na jak najdłuższe opóźnienie odpływu wód opadowych do kanalizacji deszczowej lub jej całkowite zatrzymanie w terenie jest jednym z kluczowych zadań w gminie Siechnice. W szczególności zagadnienie dotyka terenu miasta jako ośrodka podatnego na skutki uszczelnionych powierzchni i zwartej zabudowy miejskiej co przyczynia się do pogarszania bilansu wodnego.

Stąd w Siechnicach wdrożone zostały i będą rozwijane inicjatywy zmierzające do zwiększenia retencji wód opadowych w miejscu ich powstania oraz ich zagospodarowania zanim bezproduktywnie odprowadzone zostaną do odbiorników.

Błękitno-zielona infrastruktura to rozwiązania łączące zagospodarowanie przestrzeni zielenią z równoczesnym wykorzystaniem naturalnych sposobów i możliwości retencjonowania wód opadowych lub konstrukcji inżynierskich służących magazynowaniu wód.

Przykłady rozwiązań wykorzystujących idee „błękitno-zielonej" infrastruktury[72]:

1) Teren zieleni urządzonej wzdłuż ul. Sienkiewicza to obszar o powierzchni około 60 arów, na którym posadzono drzewa, krzewy oraz trawy. Równolegle do ul. Sienkiewicza przebiega dawny rów melioracyjny stanowiący część układu hydraulicznego odprowadzającego wody opadowe z części Strefy Aktywności Gospodarczej w Siechnicach. Po wygaśnięciu jego podstawowej funkcji w wyniku zmiany sposobu zagospodarowania terenów przyległych, uzyskał funkcjonalność odbiornika wód opadowych i liniowego zbiornika retencyjnego. Fragment tego otwartego urządzenia wodnego został gruntownie wyremontowany i zrewitalizowany. Ukształtowanie skarp i koryta urządzenia wodnego oraz sposób jego bieżącego utrzymania pozwala na zatrzymanie wód opadowych i opóźnienie ich odpływu do recypienta.

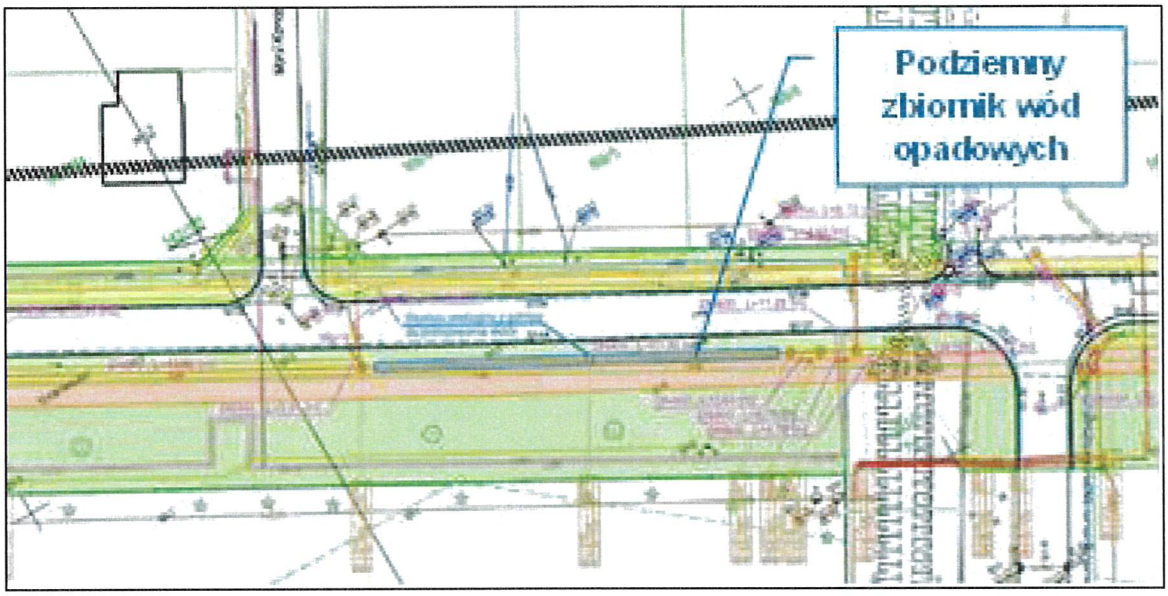
[72] Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miasta Siechnice



Rysunek 51. Liniowy zbiornik małej retencji w pasie zieleni urządzonej przy ul. Sienkiewicza w Siechnicach.

Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miejskiego w Siechnicach

2) Prostopadle do ul. Sienkiewicza przebiega ul. Henryka III z towarzyszącym jej szerokim na około 15 m pasem zieleni, który sukcesywnie jest zagospodarowywany przez nasadzenia drzew, a w następnej kolejności przez nasadzenia zieleni średniej i niskiej. Zagospodarowanie terenów zieleni wiąże się z koniecznością jej pielęgnacji i utrzymania. Jednym z głównych zabiegów pozwalającym na utrzymanie żywotności roślin jest ich podlewanie w okresach bezopadowych. Zapotrzebowanie na wodę do podlewania roślin, w szczególności drzew, wskazuje na potrzebę zapewnienia dostępu do źródeł wody. Realizując wskazaną inwestycję drogową, której elementem jest budowa systemu odwodnienia drogi, projektowane są urządzenia do gromadzenia wody opadowej, która następnie będzie mogła być wykorzystywana do podlewania roślin. W pobliżu skrzyżowania ul. Henryka III z ul. Kwiatkowskiego zaprojektowano podziemny zbiornik do retencjonowania wód opadowych. Czerpanie wody z tego zbiornika pozwoli na oszczędność wody wodociągowej i skuteczniejsze nawadnianie dużego obszaru zieleni urządzonej wzdłuż ul. Sienkiewicza i Henryka III.



Rysunek 52. Projekt podziemnego zbiornika retencyjnego wód opadowych w pasie zieleni przy ul. Henryka III w Siechnicach.
Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miejskiego w Siechnicach

Do czerpania wód opadowych w celu wykorzystania ich do podlewania zieleni służą również zbiorniki otwarte. Za przykład może posłużyć zrewitalizowany zbiornik na rowie Oł.1 zlokalizowany przy ul. Henryka III.



Rysunek 53. Zbiornik małej retencji w Siechnicach przy ul. Henryka III.
Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miejskiego w Siechnicach

Przy przystanku autobusowym na ulicy Jarzębinowej w Siechnicach zaprojektowano i wykonano skwer z roślinnością wysoką (drzewa liściaste) oraz krzewami, bylinami i trawami ozdobnymi tworzącymi w ten sposób „zielony przystanek". Kolejnym przykładem „zielonego przystanku" są zatoki autobusowe przy multimodalnym centrum przesiadkowym w Siechnicach przy ulicy Kolejowej. „Zielone przystanki" to innowacyjne rozwiązania z zakresu małej architektury miejskiej. Urozmaicają i upiększają przestrzeń dla oczekujących pasażerów, zatrzymują wodę deszczową i powiększają obszar zieleni urządzonej w terenach zurbanizowanych.

Na terenie Siechnic utworzone 3 łąki kwietne: przy ulicy Rataja, przy ulicy Świętego Krzyża oraz przy multimodalnym centrum przesiadkowym (ul. Kolejowa).

Miasto posiada również park kieszonkowy w postaci skweru przy ulicy Szkolnej. Aktualnie jest on rewitalizowany w zakresie rozszczelnienia alejek parkowych, wymiany małej architektury i nasadzeń zieleni. Parki kieszonkowe to niewielkie, publiczne tereny zielone tworzone między budynkami w centrach miast lub na osiedlach, z elementami małej architektury, przeznaczonymi do rekreacji lub wypoczynku.

W centrum miasta, przy ulicy Jana Pawła II w Siechnicach, przy budowie wielorodzinnych obiektów mieszkaniowych zastosowano technologię zielonych dachów. „Zielone dachy" to roślinność, która jest uprawiana na stropach, tarasach oraz dachach płaskich i skośnych, będąc w ten sposób związaną z konstrukcją budowli. Dzięki temu może zostać zakwalifikowana jako powierzchnia biologicznie czynna. Najogólniej dzieli się je na dachy użytkowe oraz nieużytkowe. Przytoczony przykład to dach zielony wykonany na stropie podziemnych garaży. Nad nimi zostały urządzone trawniki i posadzone krzewy.

Od 2020 roku realizowana jest dotacja na instalację urządzeń do gromadzenia i zagospodarowania wód opadowych w miejscu ich powstania. Realizacja zadań w ramach dotacji ma na celu ochronę zasobów wodnych poprzez gromadzenie i wykorzystanie wód opadowych w miejscu ich powstania, a także ograniczenie odpływu wód opadowych do odbiorników. Na terenie miasta Siechnice od uruchomienia programu dotacji do końca 2021 roku zamontowano lub przeprowadzono modernizację 59 urządzeń wchodzących w skład systemu deszczowego do gromadzenia i zagospodarowywania wody opadowej.

Podstawą funkcjonowania przedmiotowej dotacji jest uchwała nr XXVII/235/20 Rady Miejskiej w Siechnicach z dnia 28 maja 2020 r. w sprawie zasad udzielania dotacji celowej na instalację urządzeń do gromadzenia i zagospodarowania wód opadowych w miejscu ich powstania (ogłoszona w Dzienniku Urzędowym Województwa Dolnośląskiego poz. 3682 dnia 10 czerwca 2020 r.), która była dwukrotnie zmieniana uchwałą nr XXXVIII/324/21 Rady Miejskiej w Siechnicach z dnia 18 lutego 2021 r. (ogłoszoną w Dzienniku Urzędowym Województwa Dolnośląskiego poz. 943 dnia 24 lutego 2021 r.) oraz uchwałą nr LXI/542/22 Rady Miejskiej w Siechnicach z dnia 15 grudnia 2022 r. (ogłoszoną w Dzienniku Urzędowym Województwa Dolnośląskiego poz. 6583 dnia 23 grudnia 2022 r.)[73].

W zakresie zapewniania swobodnego przepływu wód w przypadku wezbrań i wylewów rzeki Zielonej zastosowano zapisy, dotyczące ograniczenia zabudowy i zagospodarowania terenu a nawet konieczności jego obniżenia w poszczególnych obszarach (na wyliczonych terenach terenach (Uchwała nr L/316/2013 Rady Miejskiej w Siechnicach z dnia 17 października 2013 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Siechnice):

[73] Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miasta Siechnice

§8 ust 3: „na terenach biologicznie czynnych znajdujących się na terenach jednostek oznaczonych na rysunku planu symbolami 4 MWUn, 20 MN, 22 MN, 27 MN: a) obowiązuje, z zastrzeżeniem lit. c, przywrócenie naturalnego ukształtowania terenu wraz zielenią stanowiącą obudowę rzeki Zielona,
b) zakazuje się, z zastrzeżeniem lit. c, realizacji obiektów uniemożliwiających migrację zwierząt wzdłuż rzeki Zielona,
c) dopuszcza się na terenach biologicznie czynnych obiekty służące ochronie przeciwpowodziowej,
d) zakazuje się realizacji obiektów uniemożliwiających swobodny przepływ wód."

Należy również wspomnieć o zbiorniku retencyjnym na terenie PPO (Przedsiębiorstwo Produkcji Ogrodniczej Siechnice Sp. z o.o.), stawie w parku przy SP 2, Kąpielisku Błękitna Laguna oraz zbiorniku na prywatnej posesji – dz. nr 30/20, obręb Prawocin o sporej powierzchni 0,1463 ha.

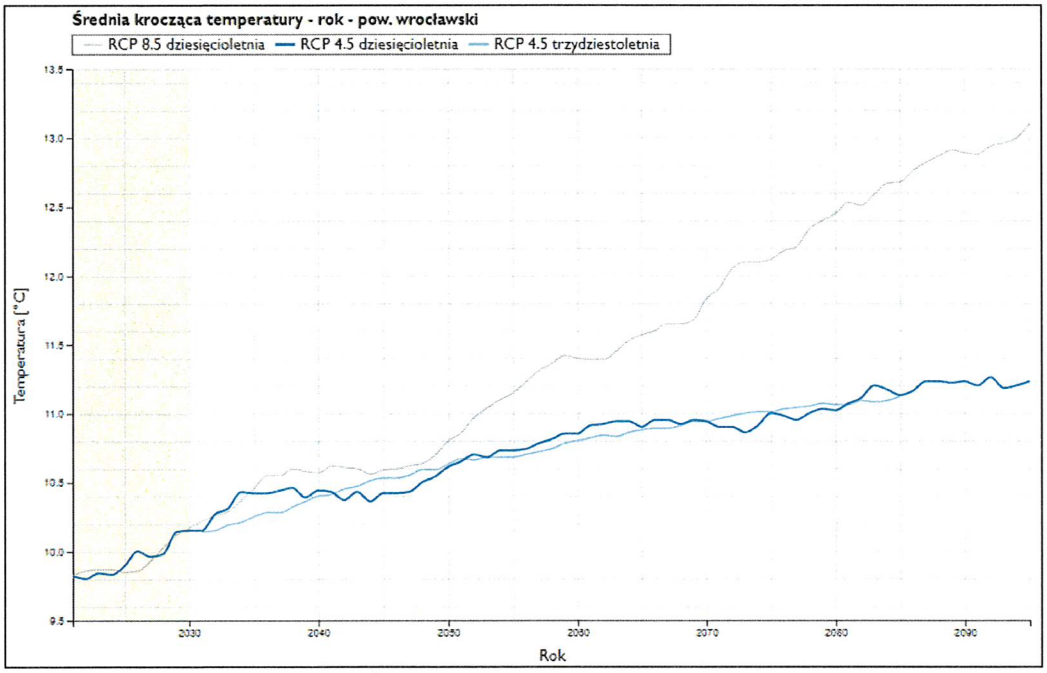
5.4.2 Prognozy klimatyczne

Projekcje klimatyczne dla Polski opracowano na podstawie scenariuszy Piątego Raportu Oceny noszą akronim RCP (ang. Representative Concentrations Pathways). Nazwy poszczególnych RCP pochodzą od przypisanych im wartości globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, prognozowanego na koniec XXI w. (aktualnie 3 W/m^2). Wielkość ta jest zależna od zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze (410 ppm CO_2 w 2020 r.):

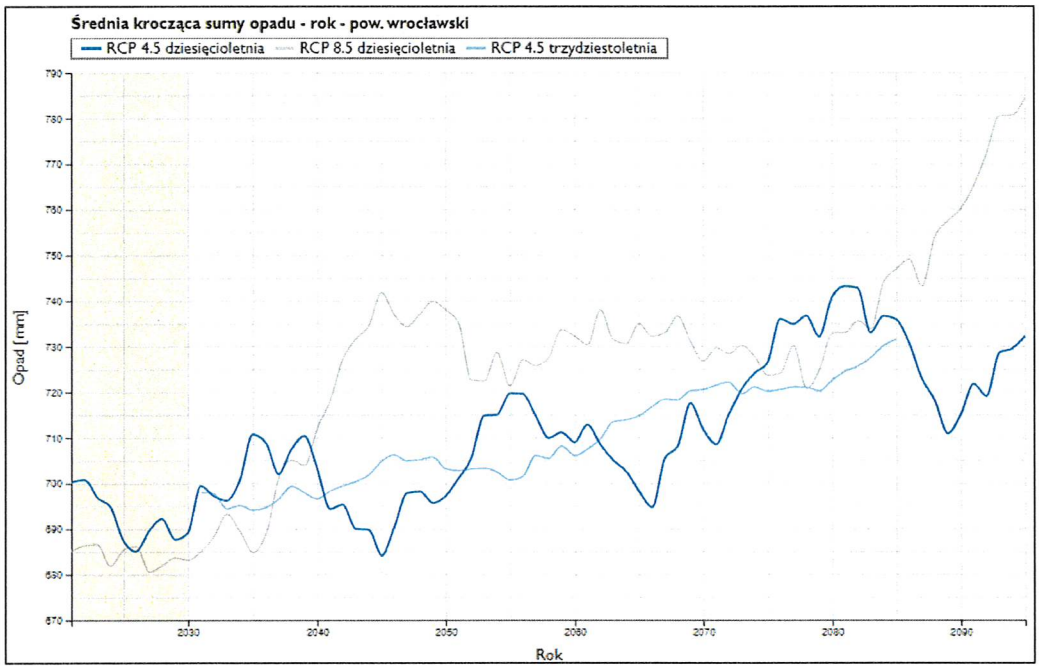
- RCP 4.5 – wprowadzanie nowych technologii w celu uzyskania wyższej niż obecnie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Zakładany jest wyraźny spadek zawartości GHG w atmosferze w połowie stulecia oraz osiągnięcie w roku 2100 stężeń CO_2 ok. 540 ppm i wymuszenia radiacyjnego 4.5 [W/m^2]. Wzrost średniej temperatury globalnej wyniesie ok. 2.5°pod koniec XXI w.
- RCP 8.5 – utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych, w formule „business as usual". Pod koniec wieku zakłada się osiągniecie poziomu stężeń CO_2 ok. 940 ppm oraz wymuszenia radiacyjnego 8.5 [W/m^2]. Średnia temperatura Ziemi wzrośnie o 4.5°C względem epoki przedindustrialnej. Scenariusz ten z 95% prawdopodobieństwem oznacza nieodwracalną destabilizację klimatu Ziemi[74].

Poniżej prezentowo scenariusze dla powiatu wrocławskiego (Instytut Ochrony Środowiska. Państwowy Instytut Badawczy opracował dane ze szczegółowością do powiatów). Na wykresach przedstawiono średnią kroczącą (metoda statystyczna używana do analizy szeregów czasowych) temperatury oraz opadów. Można zauważyć, że we wszystkich scenariuszach prognozuje się wzrost temperatury. W przypadku opadów można zaobserwować wahania, ale średnia ilość opadów także będzie ulegać zwiększeniu dla opracowanych scenariuszy.

[74] Źródło: cyt. za: https://klimada2.ios.gov.pl/o-rcp/



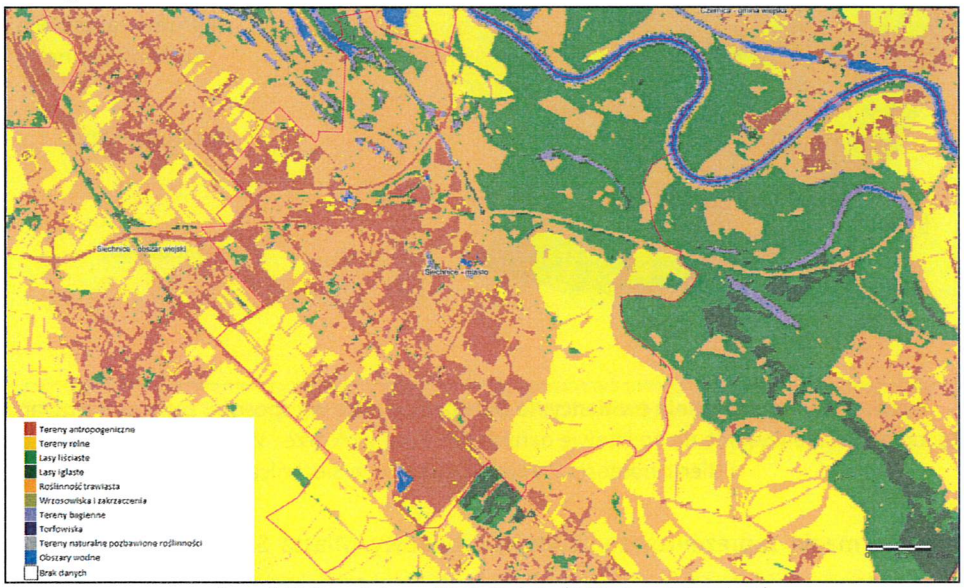
Rysunek 54. Średnia krocząca temperatury - rok - pow. wrocławski
Źródło: https://klimada2.ios.gov.pl/



Rysunek 55. Średnia krocząca sumy opadu- rok - pow. wrocławski.
Źródło: https://klimada2.ios.gov.pl/

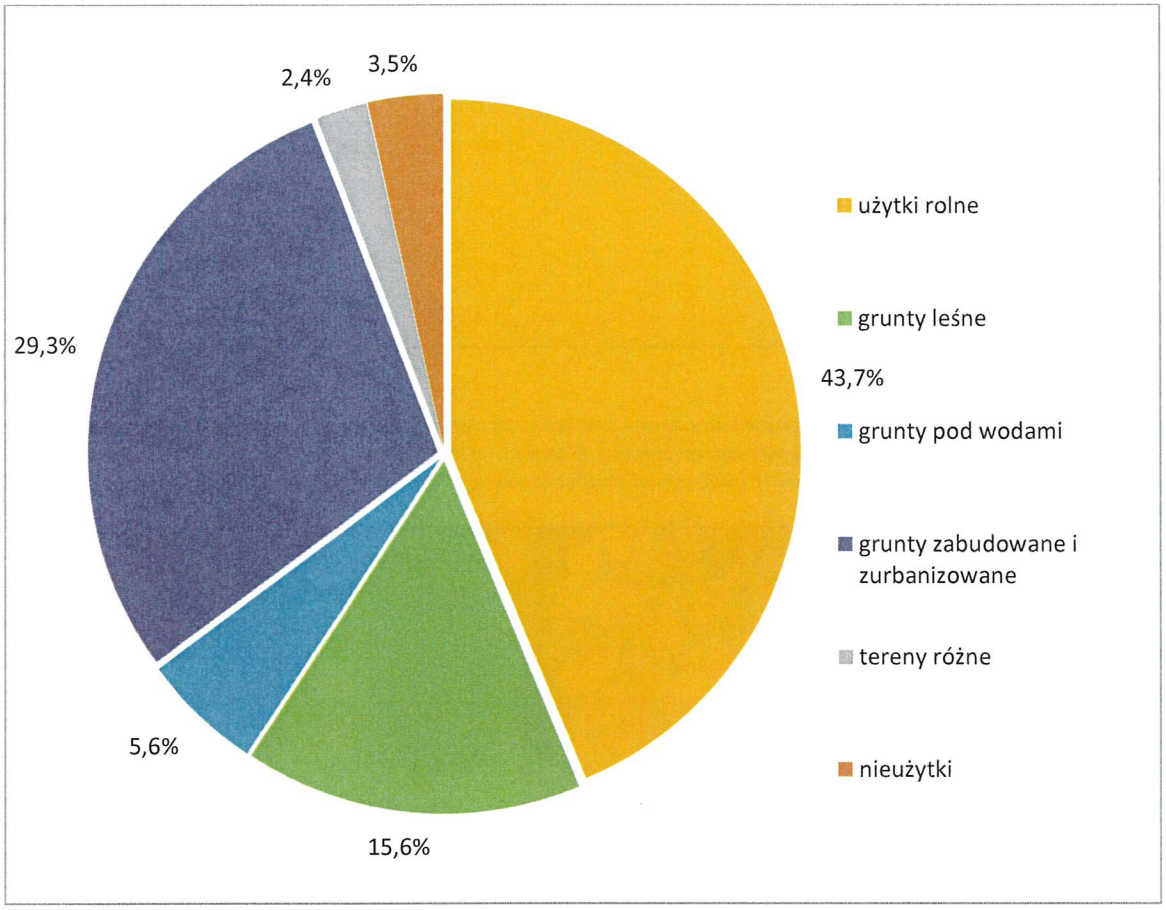
5.4.3 Zagospodarowanie obszaru

Jak można zaobserwować na poniższej mapie pokrycia terenu Miasta Siechnice sporą cześć zajmują tereny antropogeniczne. Tereny takie charakteryzują się szczelnością powierzchni, co w przypadku nawalnych deszczy prowadzi do szybkich wezbrań i powodzi miejskich. Tereny silnie zabudowane prowadzą także do wzrostu temperatury oraz koncentracji zanieczyszczeń, co może poradzić do powstawania lub wzmagać powstawanie: miejskiej wyspy ciepła, inwersji temperaturowej, oraz smogu.



Rysunek 56. Pokrycie terenu Miasta Siechnice (Polska Agencja Kosmiczna).
Źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html

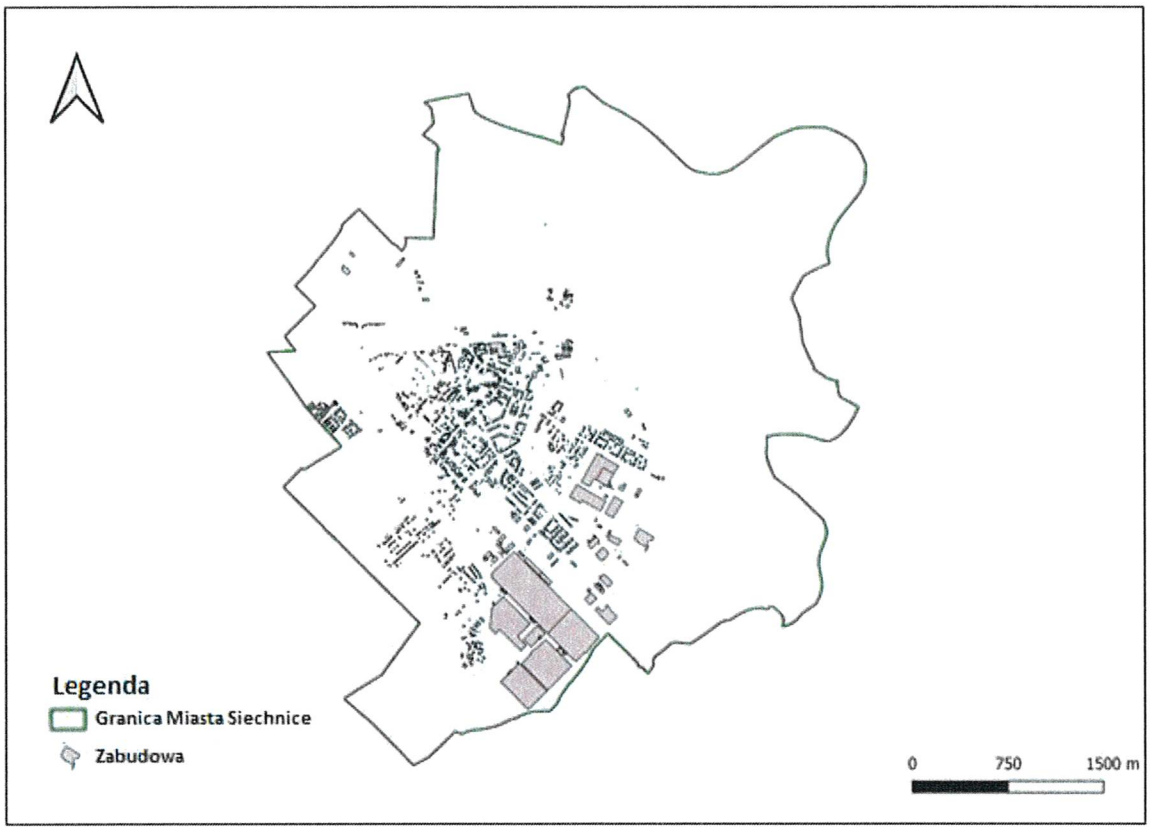
Grunty zabudowane i zurbanizowane stanowią 29,2% powierzchni Miasta Siechnice. 43,7% to grunty rolne, natomiast 15,6% zajmują grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione (rysunek poniżej).



Rysunek 57. Powierzchnie ewidencyjne Miasta Siechnice wg sposobu zagospodarowania.
Źródło: opracowanie wysłane na podstawie danych przekazanych przez Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miejskiego w Siechnicach

Na poniższej mapie zaprezentowano sposób zabudowy Miasta Siechnice. Można zauważyć, że większość zabudowy znajduje się w centralnej i południowej części miasta.

W przypadku terenów silnie zabudowanych oraz na terenach, gdzie występuje zabudowa wielorodzinna niezwykle istotny jest proces zazielenia, wprowadzania elementów błękitno zielonej infrastruktury etc.



Rysunek 58. Zabudowa na terenie Miasta Siechnice.
Źródło: opracowanie własne na podstawie https://www.openstreetmap.org/

5.4.4 Zanieczyszczenia powierzchni ziemi

Zgodnie z informacjami Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska we Wrocławiu (znak pisma WSI.402.1.49.2022.NŁ) na działce nr 230/22, obręb Siechnice prowadzono prace remediacyjne historycznego zanieczyszczenia powierzchni ziemi, które zakończyły się pozytywną oceną efektu ekologicznego. Tym samym stwierdza się, iż na dzień obecny (tj. 03.03.2023 r.) na ww. terenie nie występuje historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi. Ponadto na działkach 227/1, 227/3, 231/4, 231/5, 231/8, 231/10, 231/13, 231/15, 231/16, 231/18, obręb Siechnice występuje potencjalne historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi.

5.4.5 Stan powietrza

Negatywne oddziaływanie na jakość powietrza niesie ze sobą emisja komunikacyjna, która najbardziej odczuwalna jest w pobliżu dróg charakteryzujących się dużym natężeniem ruchu kołowego.

Wynik oceny strefy dolnośląskiej za rok 2021, w której położone jest Miasto Siechnice, wskazuje, że dotrzymane są poziomy dopuszczalne lub poziomy docelowe substancji w powietrzu (klasa A) ustanowione ze względu na ochronę zdrowia dla następujących zanieczyszczeń (zgodnie z: Roczną oceną jakości powietrza w Województwie Dolnośląskim Raport wojewódzki za rok 2021):

- dwutlenku azotu,
- dwutlenku siarki,

- tlenków azotu
- tlenku węgla,
- benzenu,
- ozonu (poziom celu długoterminowego, strefa uzyskała klasę D2 – powyżej poziomu celu długoterminowego),
- ozonu (poziom celu długoterminowego stężeń ozonu (AOT40) określonego ze względu na ochronę roślin),
- ołowiu, niklu i kadmu w pyle zawieszonym PM10.

Przekroczone natomiast zostały dopuszczalne poziom dla:

- dobowego i rocznego poziomu dopuszczalnego dla pyłu zawieszonego PM10, określonego ze względu na ochronę zdrowia ludzi,
- poziomu dopuszczalnego dla pyłu zawieszonego PM2,5 (I i II faza) – stężenie średnioroczne, kryterium ochrona zdrowia ludzi,
- średniorocznego poziomu docelowego dla arsenu zawartego w pyle zawieszonym PM10 określonego ze względu na ochronę zdrowia ludzi,
- poziomu docelowego dla benzo(a)pirenu zawartego w pyle zawieszonym PM10, określonego ze względu na ochronę zdrowia ludzi,
- poziomu celu długoterminowego stężeń ozonu (max 8-h) określonego ze względu na ochronę zdrowia ludzi.

Jak wskazują powyższe dane, na terenie strefy, w której znajduje się Miasto Siechnice istnieje problem związany z przekroczeniem dopuszczalnych poziomów występowania substancji szkodliwych w powietrzu. Wraz ze zmianami klimatu problem ten będzie się pogłębiał, co doprowadzi do intensyfikacji zanieczyszczenia powietrza, a szczególnie zjawiska smogu.

System monitoringu jakości powietrza wybudowano na terenie miasta Siechnice w 2020 roku. W skład systemu wchodzi 7 stacji telemetrycznych (część systemu gminnego składającego się z 23 stacji) w następujących lokalizacjach:

- budynek Żłobka Samorządowego, ul. Mickiewicza;
- budynek ESV, ul. Ciepłownicza 1a;
- teren Oczyszczalni Ścieków, ul. Zachodnia 5
- budynek Szkoły Podstawowej nr 2, ul. Księżnej Anny z Przemyślidów 6,
- budynek Szkoły Podstawowej nr 1, ul. Szkolna 4;
- budynek Dworca PKP, ul. Kolejowa 4a;
- budynek elektrociepłowni „Czechnica", ul. Fabryczna 22;
- ul. Opolska 2.

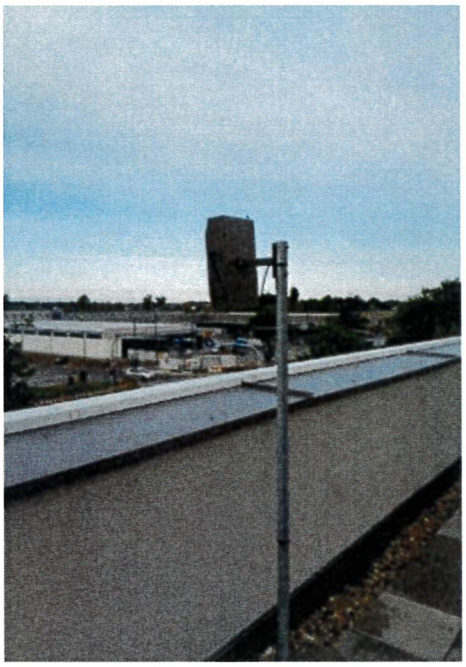
Wszystkie stacje telemetryczne posiadają następujące programy pomiarowe:

- pomiar jakości pyłów PM10 i PM2,5;
- pomiar ciśnienia atmosferycznego;
- pomiar temperatury i wilgotności.

Stacja zlokalizowana na budynku ESV przy ulicy Ciepłowniczej 1a wyposażona jest dodatkowo w pomiar dwutlenku azotu NO_2, pomiar dwutlenku siarki SO_2, pomiar tlenku węgla CO, pomiar ozonu oraz pomiar hałasu.



Rysunek 59. Czujnik pomiaru jakości powietrza przy Żłobku Samorządowym, ul. Mickiewicza.
Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Środowiska, Zieleni i Gospodarki Wodnej Urzędu Miejskiego w Siechnicach



Rysunek 60. Czujnik pomiaru jakości powietrza przy budynku ESV, ul. Ciepłownicza 1a.
Źródło: Informacje przekazane przez Wydział Środowiska, Zieleni i Gospodarki Wodnej Urzędu Miejskiego w Siechnicach

Wyniki pomiarów z czujników na terenie Miasta Siechnice można śledzić w czasie rzeczywistym przy pomocy aplikacji multimedialnych. Rozmieszczenie czujników przedstawiono na poniższym rysunku z portalu http://naszepowietrze.pl/.



Rysunek 61. Lokalizacja czujników pomiaru jakości powietrza w Mieście Siechnice.
Źródło: http://naszepowietrze.pl/

Nie zanotowano przekroczeń poziomów alarmowych i poziomów informowania.

Nieznaczne przekroczenia wartości dopuszczalnych pyłów PM2,5 i PM10, dla których określa się jakość powietrza jako dobrą lub umiarkowaną odnotowano dla stacji:

- budynek Szkoły Podstawowej nr 2, ul. Księżnej Anny z Przemyślidów 6;
- budynek Szkoły Podstawowej nr 1, ul. Szkolna 4;
- budynek Dworca PKP, ul. Kolejowa 4a;
- ul. Opolska 2;
- budynek ESV, ul. Ciepłownicza 1a.

5.4.6 Zanieczyszczanie świetlne

Zanieczyszczenie światłem (ang. light pollution) polega na zaburzeniu nocnego środowiska naturalnego poprzez stosowanie nadmiernej emisji sztucznego światła[75]. *Memorandum w sprawie ustanowienia prawnych podstaw zrównoważonej polityki oświetlenia zewnętrznego*[76] wskazuje na szereg zagrożeń związanych z tym zjawiskiem m.in. negatywny wpływ na:

- życie i zdrowie ludzi:

[75] Źródło: https://www.sejm.gov.pl/sejm9.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=BLNG3M

[76] https://goodlightlaw.im.edu.pl/wp-content/uploads/2022/06/2022_Memorandum-ws.-polityki-oswietlenia_A4P.pdf

- wpływ na stan zdrowia i poziom sprawności psychofizycznej człowieka poprzez nocną ekspozycję na światło.
- zwiększenie ryzyka wystąpienia m.in. chorób nowotworowych, metabolicznych, układu krążenia,
- wpływ na długość i jakość życia,

- rośliny:
  - wpływ na rytm dobowy roślin związany z działaniem zegara biologicznego, który wpływa na ich kwitnienie, rozmnażanie wegetatywne, tworzenie organów spichrzowych oraz przechodzenie roślin w stan spoczynku,
  - zaburzenie procesów faz rozwojowych roślin, które może prowadzić do zamierania części pędów w koronie roślin drzewiastych i przyspieszonego ich starzenia,
  - zaburzenie fizjologicznych procesów roślin np. stymulacja transpiracji (dodatkowa transpiracja w nocy może przyspieszyć ucieczkę wody z gleby do atmosfery i dodatkowo wzmocnić efekt suszy w mieście),
  - zmniejszenie walorów dekoracyjnych roślin poprzez nadmierną ekspozycje na sztuczne światło,
  - zanieczyszczenie światłem w nocy zaburza funkcjonowanie roślin i obniża korzyści jakie może z nich czerpać człowiek,
- zwierzęta:
  - zaburzenie zegara biologicznego zwierząt oraz ich rytmów biologicznych,
  - zanieczyszczenie światłem wpływa na aktywność niektórych owadów, ich zdolność do pobierania pokarmu czy rozmnażanie,
  - zaburzanie migracji niektórych gatunków ryb, faz aktywności i spoczynku płazów i gadów,
  - silny wpływ zanieczyszczenia światłem na ptaki - wpływa negatywnie na ich migracje, śpiew, fazy snu i odpoczynku, wydawanie potomstwa i wprowadza dezorientację w terenie,
  - zaburzenie rytmów aktywności i odpoczynku ssaków, zmian w rozwoju płodu i potomstwa czy zmian w zachowaniu,
  - negatywny wpływ na całe ekosystemy i łańcuchy troficzne,
- zmiany klimatu:
  - zanieczyszczenie światłem jako jedna z form ingerencji człowieka w ekosystem (środowisko przyrodnicze) wpływająca na destabilizację ekosystemów i systemu klimatycznego ziemi,
  - marnotrawienie energii elektrycznej – niewłaściwe używanie światła w nocy przyczynia się do zanieczyszczenia powietrza i zmian klimatycznych,
  - wpływ zanieczyszczania światłem na środowisko naturalne - utrata różnorodności biologicznej i zmiany klimatyczne to dwie, ściśle ze sobą powiązane kwestie [77],

[77] H. O. Pörtner, R. J. Scholes, J. Agard, E. Archer, A. Arneth, X. Bai, D. Barnes, M. Burrows, L. Chan, W. L. Cheung, S. Diamond, C. Donatti, C. Duarte, N. Eisenhauer, W. Foden, M. A. Gasalla, C. Handa, T. Hickler, O. Hoegh-Guldberg, K. Ichii, U. Jacob, G. Insarov, W. Kiessling, P. Leadley, R. Leemans, L. Levin, M. Lim, S. Maharaj, S. Managi, P. A. Marquet, P. McElwee, G. Midgley, T. Oberdorff, D. Obura, E. Osman, R. Pandit, U. Pascual, A. P. F. Pires, A. Popp, V. Reyes-García, M. Sankaran, J. Settele, Y. J. Shin,

- niszczenie i zaburzanie równowagi ekosystemów osłabia zdolność przyrody do regulowania emisji gazów cieplarnianych do atmosfery i ochrony przed ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi - co przyspiesza zmiany klimatu i zwiększa podatność na nie [78],

- krajobraz:
  - zanieczyszczenie światłem zaburza naturalne cechy nocnego krajobrazu,
  - chaos świetlny w przestrzeniach publicznych i prywatnych,
  - zaburzenie ładu przestrzennego w kontekście światła pochodzącego z zewnętrznych instalacji,
  - degradacja przestrzeni publicznych – zanieczyszczenie światłem powodujące utratę wartości estetycznych, wypoczynkowych,
  - uniemożliwienie badań i obserwacji astronomicznych oraz naukowych.

Na terenie Siechnic zanieczyszczenie świetlne jest tematem szczególnie ważnym ze względu na działanie szklarni Przedsiębiorstwa Produkcji Ogrodniczej „Siechnice" Sp. z o.o.(PPO Siechnice, grupa Citronex):

- szklarnie w Siechnicach mają powierzchnię 45 hektarów uprawy, która jest całości produkcją doświetlaną,
- w PPO Siechnice uprawiane są głównie pomidory malinowe, a także pomidory mięsiste żółte,
- maksymalna wydajność linii produkcyjnej PPO Siechnice wynosi 200 000 kg pomidorów dziennie [79].

Szklarnie są oświetlane bardzo silnym światłem widocznym w ciągu dnia i nocy. Nocą łuna znad szklarni jest widoczna w promieniu kilkunastu kilometrów, można ją zaobserwować nawet z centrum Wrocławia, oddalonego 14 km od Siechnic [80].

Problematyka zanieczyszczenia świetlnego Siechnic została skierowana na drogę urzędową. Decyzja z dnia 11.05.2020 r. Samorządowego Kolegium Odwoławczego we Wrocławiu, znak: SKO 4137/1/19/20 z dniu 21.04.2020 r., uchyliła zaskarżoną decyzję Starosty Powiatu Wrocławskiego z dnia 12.11.2019 r. (nakładającą na PPO Siechnice Sp. z o.o. obowiązek sporządzenia przeglądu ekologicznego) oraz umarzyła w całości postępowanie administracyjne Starosty Powiatu Wrocławskiego w sprawie nałożenia na Przedsiębiorstwo Produkcji Ogrodniczej w Siechnicach Sp. z o.o. obowiązku sporządzenia przeglądu ekologicznego dla instalacji oświetlenia szklarni, w związku z emisją światła oraz działa przeciwgradowego – instalacji będącej źródłem hałasu.

D. W. Sintayehu, P. Smith, N. Steiner, B. Strassburg, R. Sukumar, C. Trisos, A. L. Val, J. Wu, E. Aldrian, C. Parmesan, R. PichsMadruga, D. C. Roberts, A. D. Rogers, S. Díaz, M. Fischer, S.Hashimoto, S. Lavorel, N. Wu, H. T. Ngo, IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change 2021, IPBES and IPCC; https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609workshop_report_embargo_3pm_CEST_10_june_0.pdf

[78] K. Kapoor, Climate change and biodiversity loss must be tackled together; https://www.reuters.com/business/environment/climate-change-biodiversity-loss-must-be-tackled-together-report-2021-06-10

[79] https://pposiechnice.pl/

[80] Źródło: https://www.sejm.gov.pl/sejm9.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=BLNG3M

W uzasadnieniu swojej decyzji Samorządowe Kolegium Odwoławcze we Wrocławiu wskazało, iż instytucja przeglądu ekologicznego wskazana w art. 237 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U z 2019 r., poz. 1396 ze zm.) może być stosowana tylko wówczas, gdy zachodzi zupełny brak możliwości udowodnienia negatywnego oddziaływania na środowisko poprzez użycie innych, realnie jeszcze istniejących środków dowodowych.

Organ II instancji wskazał ponadto, iż mylne było stanowisko Starosty Powiatu Wrocławskiego, wyrażone w piśmie z dnia 01.10.2019 r., adresowanym do Burmistrza Siechnic, w którym organ odmówił wszczęcia postępowania w sprawie wydania decyzji o dopuszczalnym poziomie hałasu do czasu przeprowadzenia przez PPO Siechnice Sp. z o.o. pomiarów hałasu, w ramach obowiązków nałożonych przeglądem ekologicznym.

Ponadto, Samorządowe Kolegium Odwoławcze zwróciło się do wyspecjalizowanych organów o zajęcie stanowiska w przedmiotowej sprawie. Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska we Wrocławiu wyjaśnił, że tzw. działo przeciwgradowe zostało wyłączone z eksploatacji i obecnie nie jest użytkowane oraz zwrócił uwagę, że to Starosta Powiatu Wrocławskiego - jako organ ochrony środowiska - posiada instrument mający chronić przed przekraczaniem dopuszczalnych poziomów hałasu (art. 115a ustawy). Dlatego nie podjął dalszych czynności w zakresie ustalenia emisji hałasu do środowiska podczas funkcjonowania tzw. działa przeciwgradowego Przedsiębiorstwa Produkcji Ogrodniczej Siechnice Sp. z o.o.

Z kolei Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska we Wrocławiu - organ właściwy do ochrony przyrody w kontekście zagrożenia obszarów Natura 2000 (Obszar Specjalnej Ochrony Ptaków Grądy Odrzańskie PLB020002 i Obszaru mającego znaczenie dla Wspólnoty - Grądy w Dolinie Odry PLH020017) stwierdził, że nie prowadził w ostatnim czasie postępowań administracyjnych ani kontroli dotyczących instalacji oświetlenia szklarni czy działa przeciwgradowego zlokalizowanych na terenie PPO Spółki z o.o. oraz że teren zakładu jest zlokalizowany poza granicami obszarów chronionych. RDOŚ jednoznacznie stwierdził, że „Dotychczas nie stwierdzono znaczącego negatywnego wpływu na siedliska (miejsca gniazdowania i żerowania) gatunków ptaków stanowiących przedmioty ochrony Obszaru Specjalnej Ochrony Ptaków Grądy Odrzańskie PLB020002."

W związku z powyższym, zdaniem Samorządowego Kolegium Odwoławczego, brak jest podstaw prawnych, aby zobowiązywać Spółkę z o.o. do udowodnienia - w formie specjalistycznej analizy jaką jest przegląd ekologiczny - że eksploatowana przez nią instalacja nie oddziałuje negatywnie na środowisko, a więc, że nie dochodzi do wszelkiego rodzaju naruszeń środowiska zakazanych prawem".

Znając stanowisko Samorządowego Kolegium Odwoławczego we Wrocławiu, Burmistrz Siechnic pismem z dnia 18 maja 2020 r. ponownie wystąpił do Starosty Powiatu Wrocławskiego z wnioskiem o wszczęcie postępowania administracyjnego w sprawie określenia dopuszczalnego poziomu hałasu dla Przedsiębiorstwa Produkcji Ogrodniczej w Siechnicach Sp. z o.o. Ponadto, Przedsiębiorstwo Produkcji Ogrodniczej Siechnice Sp. z o.o. poinformowało tutejszy organ o zleceniu badań emisji hałasu generowanego przez działo przeciwgradowe. Burmistrz Siechnic zwrócił się do przedsiębiorcy o udostępnienie wyników przedmiotowych badań [81].

Rzecznik Praw Obywatelskich w dniu 19.10.2022 r. skierował do Minister Klimatu i Środowiska pismo (znak: V.7203.30.2020.MŻ/JL) poruszające kwestie potrzeby działań na rzecz walki z zanieczyszczeniem świetlnym. Rzecznik wskazał, że należy podjąć działania zmierzające do spójnej

[81] Informacje przekazane przez Urząd Miejski w Siechnicach

regulacji w zakresie planowania i realizowania infrastruktury oświetlenia zewnętrznego, które zbiorczo można określić mianem „zrównoważonej polityki oświetlenia zewnętrznego". W Piśmie wskazano również, że „potrzeba przeciwdziałania zbędnej, niekoniecznej emisji światła pochodzącego z zewnętrznego oświetlenia elektrycznego nabiera znaczenia zwłaszcza obecnie, gdy pożądana jest oszczędność energii elektrycznej wobec wzrostu jej cen i potencjalnych trudności w jej zapewnieniu, jak też wobec wyzwań klimatycznych [82].

6.10. Ocena podatności miasta

6.11. Określenie stopnia ekspozycji oraz trendów zmian

Określenie stopnia ekspozycji polega na określeniu narażeniu obszaru na dany czynnik klimatyczny. Ponadto należy wyznaczyć trend zmian każdego z czynników, czyli określić kierunek zmian, które są przewidywane przez regionalne modele klimatyczne dla wskazanego okresu. Trendy zmian oraz ocenę istotności zmian dokonano na podstawie zaprezentowanej powyżej diagnozy (rozdział 5. Diagnoza). W poniższej tabeli zaprezentowano analizę parametrów klimatycznych i trendów zmian dla Miasta Siechnice.

Tabela 32. Analiza parametrów klimatycznych i trendów zmian

Lp.	Parametr klimatyczny		Trend zmian	Prognoza zmian	Istotność	Zagrożenia
1	Termika	Średnia temperatura powietrza	Wzrost	Wzrost	Ważne	W lecie wzrost częstości występowania dni gorących i upalnych. W zimie krótsze zaleganie pokrywy śnieżnej
2		Temperatura maksymalna powietrza	Wzrost	Wzrost	Bardzo ważne	Częstsze występowanie ekstremalnych wartości temperatury. Występowanie łagodniejszych okresów zimowych
3		Temperatura minimalna powietrza	Wzrost	Wzrost	Nieistotne	Rzadsze występowanie ekstremalnie niskich wartości temperatury
4		Liczba dni ekstremalnie gorących	Wzrost	Wzrost	Ważne	Wzrost intensywności miejskiej wyspy ciepła, usychanie roślinności, spadek komfortu termicznego

[82] Źródło: https://bip.brpo.gov.pl/pl/content/rpo-mkis-zanieczyszczenie-swiatlem

Lp.	Parametr klimatyczny		Trend zmian	Prognoza zmian	Istotność	Zagrożenia
5	Opady/Powietrze/wiatr	Okresy bezopadowe z wysoką temperatur	Wzrost	Wzrost	Ważne	Pustynnienie, usychanie roślinności, wzrost zanieczyszczenia powietrza
6		Deszcze ulewne i nawalne	Wzrost	Wzrost	Bardzo ważne	Powodzie, problemy z odprowadzaniem wody
7		Silny i bardzo silny wiatr	Wzrost	Wzrost	Ważne	Uszkodzenia mienia, roślinności itd.
8		Burze (w tym burze z gradem)	Wzrost	Wzrost	Bardzo ważne	Podtopienia, uszkodzenia mienia roślinności

Źródło: *Podręcznik adaptacji dla miast wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu*, opracowanie własne

6.12. Analiza wrażliwości miasta

Ocena wrażliwości miasta polega na określeniu stopnia wrażliwości konkretnych obszarów i sektorów miasta na dany czynnik klimatyczny. Wśród sektorów, które warto poddać analizie są:

- Zdrowie publiczne (szczególnie grupy wrażliwe tj. osoby starsze, niepełnosprawne).
- Transport.
- Energetyka.
- Gospodarka wodna.
- Infrastruktura.
- Budownictwo.
- Turystyka.
- Przemysł.
- Różnorodność biologiczna.
- Leśnictwo.
- Rolnictwo.

Wybór konkretnych sektorów i obszarów analizy zależy od cech charakterystycznych miasta i jego charakterystyki gospodarczo-ekonomicznej. Zgodnie z *Podręcznikiem adaptacji dla miast. Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do mian klimatu* wyróżniamy trzy klasy wrażliwości:

- ✓ **wysoka:** obszar funkcjonalny miasta jest bardzo wrażliwy i mocno narażony na oddziaływanie analizowanego zjawiska atmosferycznego. W tym przypadku zdolność adaptacji jest średnia lub niska.
- ✓ **średnia:** obszar funkcjonalny miasta jest średnio wrażliwy i średnio narażony na oddziaływanie analizowanego zjawiska atmosferycznego. W tym przypadku zdolność adaptacji jest średnia lub wysoka.
- ✓ **niska:** obszar funkcjonalny miasta jest bardzo mało lub niewrażliwy na oddziaływanie analizowanego zjawiska atmosferycznego. W tym przypadku zdolność adaptacji jest średnia lub wysoka.

Bazując na przeprowadzonej diagnozie (Rozdział 5 Diagnoza) wybrane sektory (obszary) Miasta Siechnice to:



Poniżej przedstawiono ocenę wrażliwości najbardziej narażonych sektorów, a analizę wrażliwości Miasta Siechnice zaprezentowano w zbiorczej tabeli *Analiza klas wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych*.

5.4.7 Różnorodność biologiczna i tereny zielone

Warunki klimatyczne determinują w zasadniczym stopniu funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, dlatego też wszelkie przemiany w zakresie klimatu istotnie oddziaływają na stan tego sektora. Wzrost temperatur, zmiana ilości i czasu występowania opadów spowodowane zmianami klimatu wpływają negatywnie na gatunki rodzime i powodują wypieranie ich przez gatunki obce. Zmiany w składzie gatunkowym ekosystemów oraz zanik bioróżnorodności są jednymi z największych problemów wynikających ze zmian klimatu. Najbardziej narażone są obszary cenne przyrodniczo.

Kompleksy leśne otaczające Siechnice oraz zadrzewienia na ternie Miasta są także narażone na zachodzące zmiany klimatu. W kontekście zmian klimatu ekosystemy leśne będą musiały stawić również czoła takim zagrożeniom jak:

- nowa dynamika temperatur oraz średnie i ekstremalne jej wartości,
- różnice w dostępności zasobów wody,
- częściej występujące ekstremalne zjawiska klimatyczne,
- zakwaszanie gleby,
- utrata składników odżywczych,
- wyższa koncentracja ozonu.

Zmieniający się klimat, a w rezultacie wydłużenie się okresów bezopadowych i susze będą prowadzić do zwiększenia się zagrożenia pożarowego lasów. Znaczne szkody będą spowodowane także przez ekstremalne zjawiska pogodowe (np. wichury) oraz wskutek rozwoju szkodników i patogenów.

Zmieniający się klimat będzie powodował zmniejszenie się zdolności adaptacyjnych środowiska przyrodniczego, a w konsekwencji większą wrażliwość na istniejące już zagrożenia.

Ponadto należy zauważyć, że zmieniający się klimat będzie miał duży wpływ na kondycje terenów zielonych na obszarze Miasta Siechnice. Ekosystemy będą musiały stawić również czoła takim zagrożeniom jak nowa dynamika temperatur oraz średnie i ekstremalne jej wartości, różnice w dostępności zasobów wody i opadów, częściej występujące ekstremalne zjawiska klimatycznych, zakwaszanie gleby, utrata składników odżywczych czy wyższa koncentracja ozonu. Zmieniający się klimat, a co za tym idzie zwiększenie okresów bezopadowych i susze, będą prowadzić do zwiększenia się zagrożenia pożarowego lasów. Znaczne szkody będą spowodowane przez wichury i owady.

5.4.8 Gospodarka wodna

Zmiany klimatu mogą mieć daleko idące konsekwencje w obszarze gospodarki wodnej. Przewiduje się, że nastąpi wzrost zagrożenia powodziami błyskawicznymi i podtopieniami, wywołanymi gwałtownymi zjawiskami pogodowymi. Doprowadzi to do zalewania terenów, na których gospodarka przestrzenna prowadzona jest w sposób nieodpowiedni.

Innym następstwem zmian klimatu, które przewiduje się na tym obszarze jest skrócenie się okresu zalegania warstwy śnieżnej. Może to wpłynąć pozytywnie poprzez mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi i zalań roztopowych. Z drugiej jednak strony, brak odpowiedniej ilości wody pochodzącej z roztopów może negatywnie oddziaływać na wegetacje roślin oraz powodować susze.

Systemy zaopatrzenia w wodę (systemy wodociągowe) są czułe na niską temperaturę powietrza (zawłaszcza w przypadku wartości minusowych). Ta kwestia jest szczególnie istotna przy braku pokrywy śnieżnej, co prowadzi do zwiększonej awaryjności sieci wodociągowej. Różnice średniej liczby dni z pokrywą śnieżną pomiędzy okresami ze zmienionym klimatem (2021-2050 i 2071-2100) a okresem referencyjnym (1971-2000) dla jedenastu stacji synoptycznych na terenie Polski mają tendencję spadkową. W okresie 2021-2050 pokrywa śnieżna będzie zalegała średnio o 28 dni krócej niż w okresie 1971-2000. Pod koniec XXI wieku pokrywa śnieżna będzie zalegała średnio tylko 37 dni w roku, czyli średnio o 51 dni krócej niż w okresie referencyjnym. W sytuacji przemarzania gruntu poniżej głębokości posadowienia rurociągów może dojść do sytuacji zamarzania wody w systemie przesyłowym. Prowadzi to do problemów z zapewnieniem wody pitnej dla mieszkańców miasta. Następnym istotnym problemem są deszcze nawalne oraz powodzie i podtopienia, które mogą doprowadzać do awarii elementów tworzących sieć wodociągową. Fale upałów, które skutkują niedoborem wody prowadzić mogą do pogorszenia się jakości pobieranej wody. Takie sytuacje prowadzić będą do konieczności dopasowania technologii na stacjach uzdatniania wody i przystosowania ich do aktualnych warunków pogodowych, tak aby uzyskiwały właściwe parametrów wody[83].

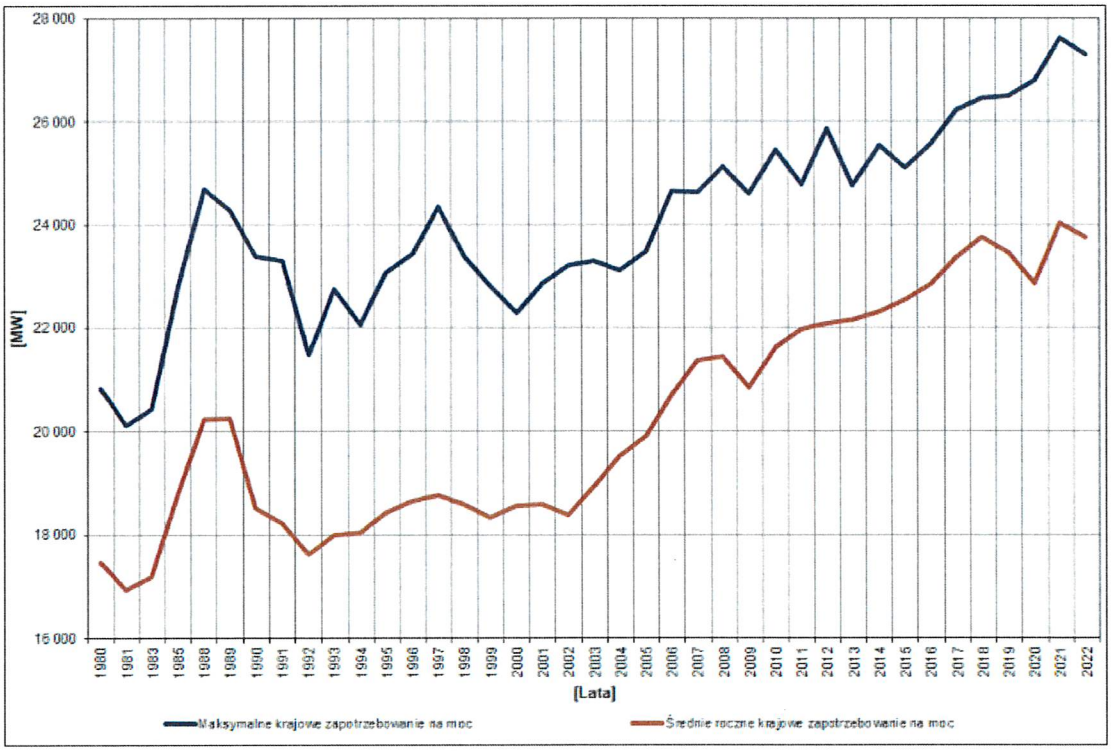
Gospodarka wodna jest jednym z najważniejszych sektorów dla funkcjonowania i rozwoju we wszystkich aspektach działalności człowieka. Woda jako usługa ekosystemowa stanowi ważny element współdziałania człowieka z otaczającym środowiskiem. Jedynie dobry stan ekosystemu zapewni wysoką jakość usług zarówno w kontekście dostarczania dóbr podstawowych (np. woda pitna, woda potrzebna do podlewania, wzrostu roślin upranych), a także w aspektach regulacyjnych takich jak oczyszczanie ścieków. Dlatego też sektor ten należy rozpatrywać szczególnie uważnie w odniesieniu do stanu środowiska naturalnego i zachodzących zmian związanych z klimatem.

[83] Źródło: cyt. za: Raport IMGW oraz https://bip.mos.gov.pl/g2/big/2014_04/28133b29a764cc354ea25d1195284d8d.pdf, dostęp: 03.02.2022 r.

5.4.9 Energetyka

Temperatury ekstremalne, gwałtowne opady oraz lokalne podtopienia i powodzie miejskie szczególnie niekorzystnie oddziałują na gospodarkę przestrzenną. Na wzrost stresu termicznego i zagrożeń wywołanych wysokimi temperaturami wpływa wzmożona emisja ciepła antropogenicznego oraz rodzaj pokrycia terenu z mozaiką materiałów budowlanych o różnych parametrach zdolności odbijania i pochłaniania promieniowania cieplnego, jak również wysoki poziom uszczelnienia gruntu. W efekcie na obszarach o takiej charakterystyce dochodzi do występowania zjawiska miejskiej wyspy ciepła (MWC), które sprzyja dodatkowo wzrostowi temperatury powietrza w centrum miasta. W kontekście gospodarki przestrzennej zagrożenie związane z nadmiarami wody wskutek gwałtownych ulew (powodzie nagłe) i intensywnych długotrwałych opadów, prowadzi do występowania lokalnych podstopień. Dodatkowo sprzyjają temu słabo przepuszczalne powierzchnie, mała retencyjność obszarów oraz niewielki udział powierzchni biologicznie czynnych czy też ograniczone możliwości odprowadzania nadmiaru wody przez systemy kanalizacyjne i odwadniające[84].

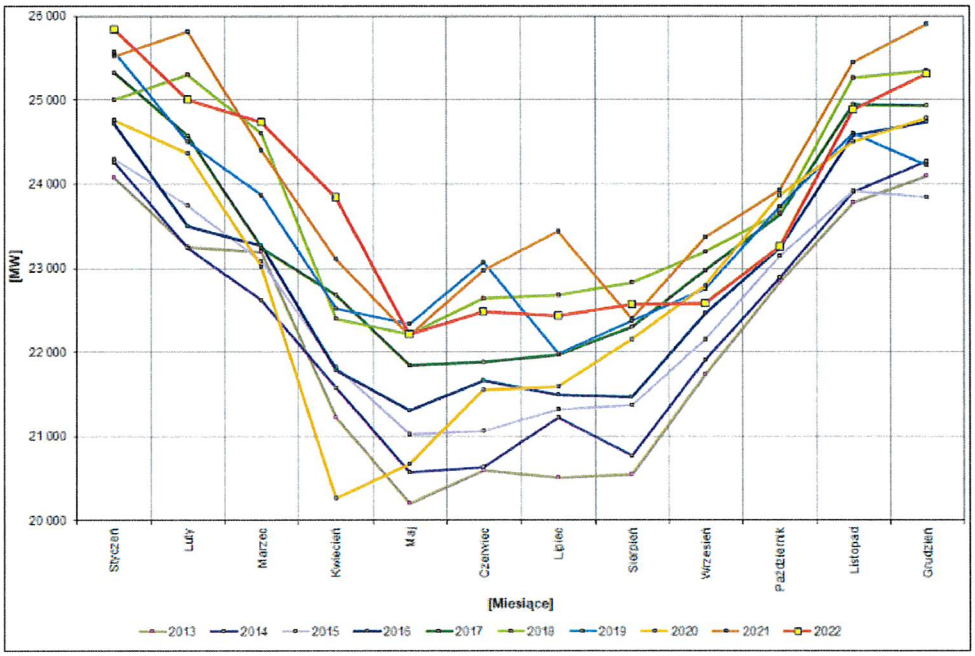
Bezpośrednim następstwem zmian klimatu będzie wzrost zapotrzebowania na energię oraz przesunięcie się obciążania z zimy (energia wykorzystywana do ogrzewania) na lato (przez powiększanie się zapotrzebowania na chłodzenie). Jak można zobaczyć na rysunku zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce ma trend rosnący (w roku 2020 oraz 2022 nastąpił niewielki spadek średniego rocznego krajowe zapotrzebowanie na moc).



Rysunek 62. Średnie roczne krajowe zapotrzebowanie na moc oraz maksymalne w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w latach 1980-2022
Źródło: www.pse.pl

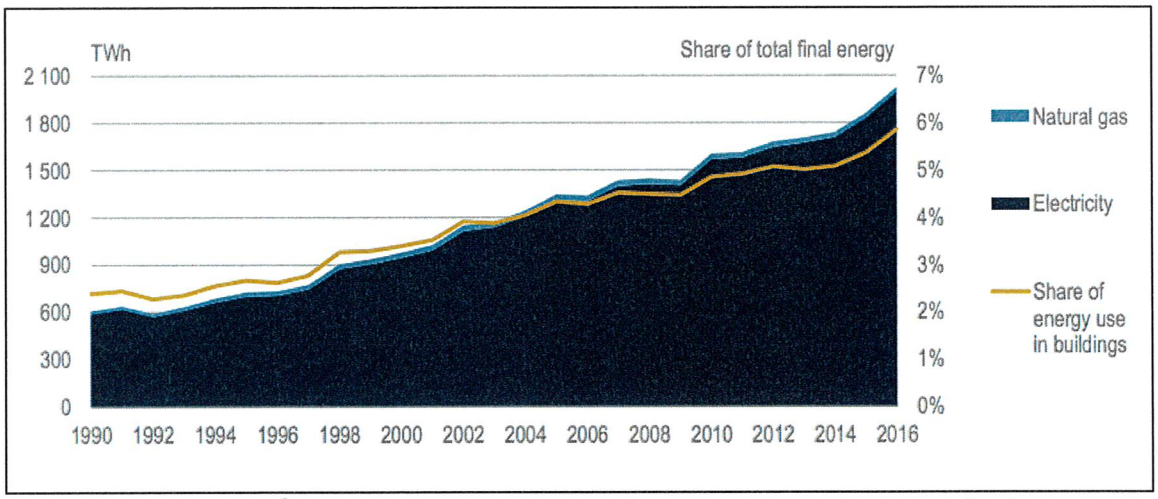
[84]Źródło: klimada.pl

Pomiędzy rokiem 2013 a 2022 nastąpił duży wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w miesiącach letnich. Tym samym można zaobserwować zmniejszenie się różnic w zapotrzebowaniu na moc w miesiącach zimowych i letnich.



Rysunek 63. Średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w latach 2013 -2022
Źródło: www.pse.pl

Wraz ze wzrostem średniej letniej temperatury oraz ilościami dni upalnych chłodzenie budynków będzie wymagało coraz większych nakładów. Na poniższym rysunku zaprezentowano światowe zużycie energii na chłodzenie przestrzeni w budynkach.



Rysunek 64. Światowe zużycie energii na chłodzenie przestrzeni w budynkach (IEA)
Źródło: https://climate.org/cooling-your-home-but-warming-the-planet-how-we-can-stop-air-conditioning-from-worsening-climate-change/

Zmienność warunków klimatycznych wpływa również na komponent energetyki. Dotyczy to głównie zmian zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło, możliwości wytwórczych oraz utrudnień w przesyle energii. W przypadku wytwarzania energii z paliw kopalnianych zagrożenie stanowią braki w dostarczaniu odpowiedniej ilości wody do chłodzenia bloków energetycznych. Linie energetyczne prowadzone napowietrznie narażone są na awarie spowodowane burzami, silnym wiatrem, ekstremalnymi temperaturami powietrza, wahaniami temperatury wokół 0°C, intensywnymi opadami śniegu i deszczu. Uszkodzenia linii przesyłowych i dystrybucyjnych skutkują ograniczeniem w dostarczaniu energii do odbiorców.

5.4.10 Zdrowie publiczne

Zmiany klimatu mają bardzo duży wpływ na jakość życia. Fale upałów, temperatury ekstremalnie wysokie i niskie, nagłe zjawiska pogodowe, pogorszenie się warunków bytowych podczas susz i powodzi mogą doprowadzić do wzrostu problemów zdrowotnych i zgonów. Następstwa zmian klimatu, jak przedstawiono na poniższym rysunku, mają bardzo wielowymiarowy wpływ na ludzkie zdrowie.



Rysunek 65. Wpływ zmian klimatu na zdrowie człowieka
Źródło: https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/default.htm; opracowanie własne

Zmiany klimatu i ich wpływ na zdrowie człowieka jest szczególnie ważnym zagadnieniem w ujęciu osób zaliczanych do tak zwanych grup wrażliwych (osoby przewlekle chore, niepełnosprawne, osoby starsze, dzieci, a także osoby bezdomne). W tych grupach ryzyko pogorszenia się stanu zdrowia diametralnie wzrasta. Część społeczeństwa w wieku poprodukcyjnym w Mieście Siechnice wzrosła w poprzednich latach i przewiduje się, że tendencja ta będzie się utrzymywać, dlatego też należy przyjąć, że zdrowie publiczne na omawianym obszarze jest sferą bardzo wrażliwą na zmiany klimatu.

6.13. Potencjał adaptacyjny miasta

Przez potencjał adaptacyjny miasta lub inaczej zdolności adaptacyjne miasta rozumie się zbiór możliwości adaptacji do określonych skutków zmian klimatu, które posiada dany region. Zgodnie z *Podręcznikiem adaptacji dla miast. Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do mian klimatu* rozróżniamy trzy grupy potencjału:

- ✓ **wysoka** zdolność do adaptacji: obszar funkcjonalny jest przygotowany do adaptacji do skutków zmian klimatu,
- ✓ **średnia** zdolność do adaptacji: obszar funkcjonalny jest przygotowany jedynie częściowo do działań zmniejszających negatywny wpływ skutków zmian klimatu,
- ✓ **niska** zdolność do adaptacji: obszar funkcjonalny nie jest przygotowany do zmniejszania wrażliwości na skutki zmian klimatu i każda zmiana lub próba adaptacji będzie wiązała się ze znacznymi kosztami i wysiłkiem.

Bazując na przeprowadzonej Diagnozie w poniższej tabeli zaprezentowano potencjał adaptacyjny Miasta Siechnice.

Tabela 33.Analiza klas wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych

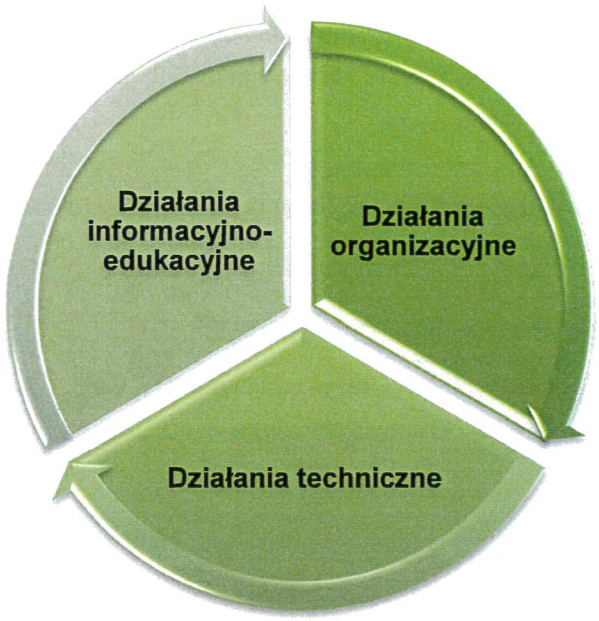
Lp.	Badany sektor/obszar	Klasa wrażliwości	Zdolności adaptacyjne
1	Gospodarka wodna	duża	średnie
2	Różnorodność biologiczna i tereny zielone	duża	wysokie
3	Energetyka	średnia	średnie
4	Zdrowie publiczne	duża	średnie

Źródło: opracowanie własne

6. Wybrane działania adaptacyjne i korzyści płynące z adaptacji

Opcje adaptacji to propozycje działań, których zrealizowanie będzie reakcją na określony czynnik klimatyczny oraz przyczyni się do osiągnięcia celów planów adaptacji.

Opcje adaptacyjne mogą być działaniami o charakterze technicznym i inwestycyjnym, jak budowa czy rekonstrukcja (np. infrastruktury). Drugą grupą działań są tzw. działania 'miękkie', czyli edukacja, podnoszenie świadomości, budowanie potencjału, zmiany zachowania reformy itd.



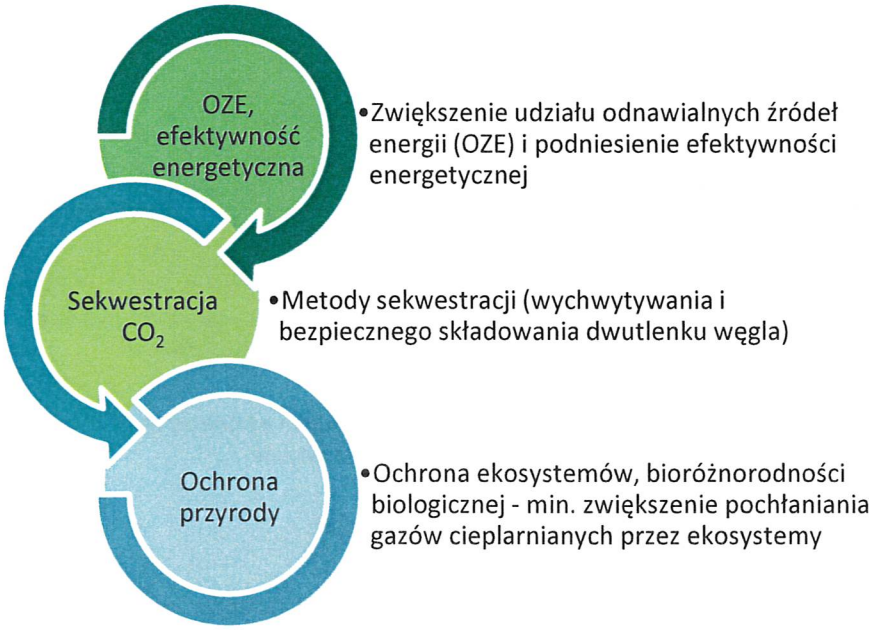
Działania informacyjno-edukacyjne są to działania wspierające, podnoszące świadomość społeczną, mające na celu propagowanie dobrych praktyk pozwalających uodpornić miasto i jego mieszkańców poprzez edukację i zintensyfikowane działania informacyjne. Jako kluczowe w tej kategorii zidentyfikowano działanie związane z kształtowaniem świadomości o zagrożeniach klimatycznych i edukację ekologiczną na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz działaniach z zakresu informowania i ostrzegania o zagrożeniach związanych ze zmianami klimatu.

Działania organizacyjne polegające na aktualizacji dokumentów strategicznych planistycznych obwiązujących w mieście, wdrażaniu nowych procedur oraz nawiązywaniu współpracy pomiędzy podmiotami odpowiedzialnymi za adaptację do zmian klimatu, zmiany prawa miejscowego czy stworzenie wytycznych postępowania w sytuacjach wystąpienia zagrożeń klimatycznych.

Działania techniczne są to działania o charakterze inwestycyjnym obejmujące budowę nowej lub modernizację istniejącej infrastruktury. Do kluczowych działań technicznych, które pozwolą miastu uzyskać odporność miasta na zagrożenia związane ze zmianami klimatu zaliczono przedsięwzięcia polegające na inwestycjach w infrastrukturę i środowisko, takich jak: sieć wodociągowa, sieć kanalizacyjna, wały przeciwpowodziowe, drogi, termomodernizacja budynków i obiektów, OZE, tereny zielone, działania związane z budową i rozwojem systemu gospodarowania wodami opadowymi oraz błękitnej i zielonej infrastruktury, rozwój terenów zielonych, działania rewitalizacyjne,

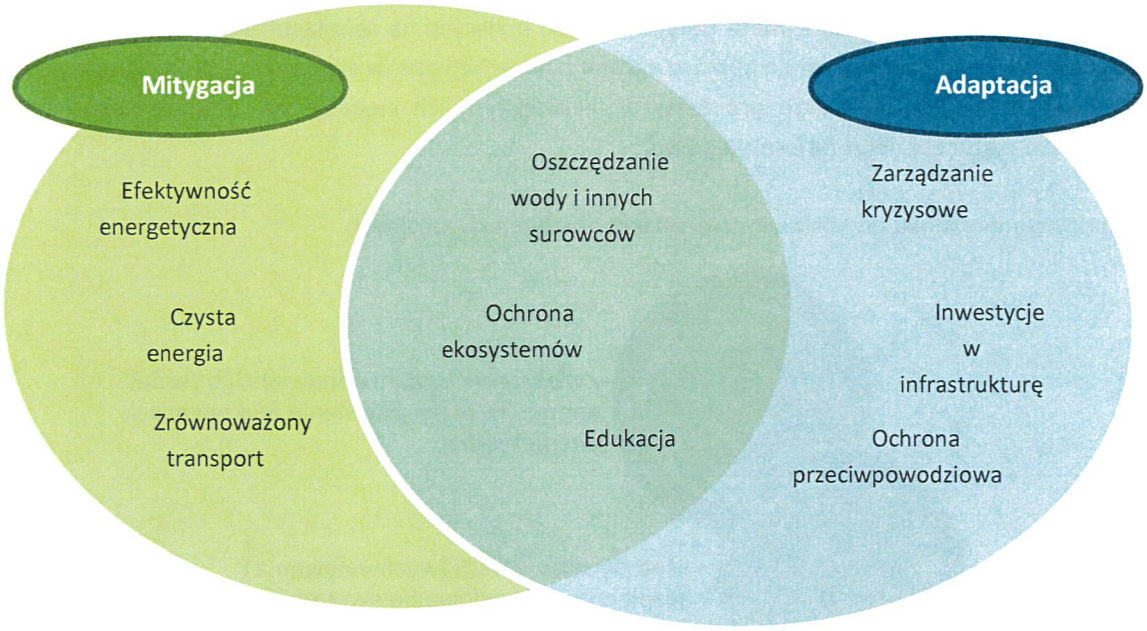
Działania mitygacyjne zmian klimatu dotyczą działań mających na celu łagodzenie, zapobieganie lub ograniczanie zachodzących zmian poprzez ograniczanie emisji gazów cieplarnianych (np. z energetyki) oraz wspomaganie i tworzenie procesów zmniejszających ich stężenie np. poprzez sekwestrację dwutlenku węgla czy ochronę ekosystemów.

Na poniższym rysunku przedstawiono przykłady działań mitygacyjnych.



Rysunek 66. Działania mitygacyjne.
źródło: opracowanie własne

Opcje mitygacji i adaptacji to propozycje działań, których zrealizowanie będzie reakcją na przewidywane zmiany klimatyczne w celu ich łagodzenia lub/i adaptacji do nich na omawianym terenie oraz przyczyni się do osiągnięcia celów planów mitygacji i adaptacji.
Działania mogą w wielu przypadkach być jednocześnie mitygacyjne i adaptacyjne, gdyż będą równocześnie budować odporność danego obszaru (adaptować go do zmian klimatu) i przeciwdziałać, ograniczać zmiany klimatu. Na poniższym wykresie przedstawiono przykłady działań mitygacyjnych, adaptacyjnych oraz takie, które są jednocześnie mitygacyjne i adaptacyjne.



Rysunek 67. Działania mitygacyjne i adaptacyjne.
źródło: opracowanie własne

W Planie Adaptacji wybrano następujące grupy działań:

1) Ochrona ekosystemów i bioróżnorodności, ochrona terenów cennych przyrodniczo, ochrona i tworzenie terenów zielonych, rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury.

2) Zwiększenie retencjonowania wód, zagospodarowanie wody deszczowej, przeciwdziałanie suszy, modernizacja i budowa infrastruktury uzbrojenia terenu, monitoring i regulacja gospodarki wodociągowej i kanalizacyjnej.

3) Zrównoważone wykorzystanie zasobów, wprowadzenie rozwiązań z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, zmniejszenie presji na środowisko naturalne, przeciwdziałanie zanieczyszczaniu komponentów środowiska (w tym zanieczyszczeniu hałasem i światłem).

4) Wymiana wysokoemisyjnych źródeł ciepła, rozwój systemu ciepłowniczego, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, zwiększenie efektywności energetycznej, ochrona obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza.

5) Rozwój systemu komunikacji miejskiej, zmniejszenie zanieczyszczenia komunikacyjnego, optymalizowanie transportu drogowego, rozwój elektromobilności, ciągów pieszych i rowerowych

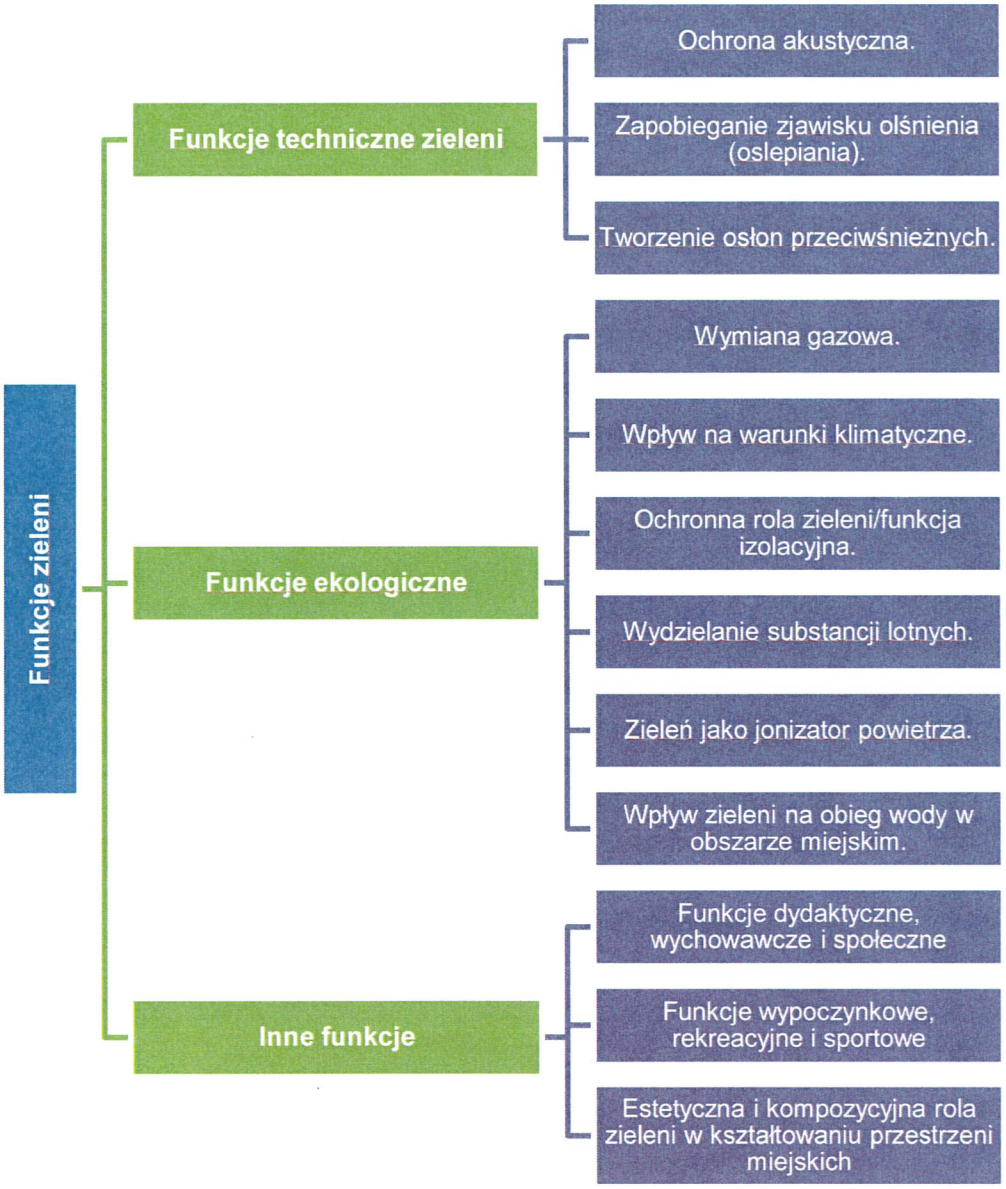
6) Rozwój systemu monitoringu i ostrzegania przed zagrożeniami związanymi z ekstremalnymi zjawiskami oraz zmianami klimatu, wzmocnienie służb ratowniczych z uwzględnieniem zmian klimatycznych, budowa systemu dla zapewnienia ochrony zdrowia.

7) Edukowanie, informowanie o następstwach zmian klimatu oraz promowanie dobrych praktyk, działań i postaw, propagowanie partycypacji społecznej.

6.14. Ochrona ekosystemów i bioróżnorodności, ochrona terenów cennych przyrodniczo, ochrona i tworzenie terenów zielonych, rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury.

Ochrona ekosystemów i bioróżnorodności jest jednym z najważniejszych elementów mitygacji i adaptacji do zmian klimatu. Tereny zielone odgrywają ważną rolę w regulacji klimatu. Postępująca utrata różnorodności biologicznej i degradacja ekosystemów zmniejszają ich zdolność pełnienia podstawowych funkcji do tego stopnia (np. funkcji regulacyjnych tj. sekwestracja dwutlenku węgla), że grozi nam osiągnięcie nieodwracalnych punktów krytycznych. Ważnymi działaniami w tej grupie są:

- zwiększenie świadomości społeczeństwa o ekosystemach, ich roli oraz świadczonych przez nie usługach, działania edukacyjne,
- tworzenie nowych obszarów ochrony, pomników przyrody,
- tworzenie i przystosowywanie miejsc ochrony różnorodności,
- odpowiedni dobór roślin do nasadzeń miejskich (rośliny rodzime, odporne na zmiany klimatu etc.)
- utrzymywanie drożności korytarzy ekologicznych,
- zalesianie,
- ekorozwój w zakresie inżynierii ekologicznej oraz zarządzania środowiskiem,
- mapowanie ekosystemów i stanu w jakim się znajdują,
- renaturalizacja cieków i zbiorników wodnych,
- potrzeba zwiększania powierzchni terenów zielonych (pasów zieleni równoległych do dróg) z nasadzeniami wzdłuż ciągów komunikacyjnych,
- ochrona bioróżnorodności w miastach i terenach zurbanizowanych np. poprzez rozwój zielonej i błękitnej infrastruktury, wykorzystanie rozwiązań Nature-based solutions.



Rysunek 68. Funkcje zieleni.
Źródło: opracowanie własne na podstawie https://sin.put.poznan.pl/files/download/6057

Wśród najważniejszych elementów zieleni należy wymienić drzewa. Ich obecność warunkuje utrzymanie jakości życia oraz dostarczanie ludziom całego wachlarza usług. Właściwa praktyka gospodarowania drzewami tworzącymi zieloną infrastrukturę pozwoli optymalizować korzyści jakie społeczeństwo i przyroda mogą czerpać z tego elementu krajobrazu[85]. Projekt LIFE „Drzewa dla zielonej infrastruktury Europy" wypracował standardy ochrony drzew (dostępne na stronie https://www.gov.pl/web/nfosigw/standardy-ochrony-drzew).

[85] Źródło cyt. za: http://drzewa.org.pl/ dostęp 01.02.2023 r.



Rysunek 69. Standardy ochrony drzew opracowane w ramach projektu „Drzewa dla zielonej infrastruktury Europy".
Źródło: https://www.gov.pl/web/nfosigw/standardy-ochrony-drzew

Ważną kwestią jest zapobieganie zagrożeniom powodowanym przez wywracające i łamiące się drzewa. W pierwszej kolejności ważne są oczywiście działania pielęgnacyjne i utrzymujące dobrą kondycję drzew zaprezentowane m.in. w Standardach *ochrony drzew opracowanych w ramach projektu „Drzewa dla zielonej infrastruktury Europy".* Standardy ochrony i pielęgnacji drzew powinny zostać zredagowane i opracowane dla badanego obszaru tworząc **dokument programowy** dla jednostek miejskich.

Ważnym działaniem jest także stworzenie i rozwój **monitoringu drzew** miejskich. Bieżąca ocena kondycji i wytrzymałości mechanicznej drzew z uwzględnieniem aspektu bezpieczeństwa przyjmuje najczęściej metody wizualne:

- metody oceny statyki drzew bazujące na zasadach biomechaniki,
- metody oceny ryzyka wypadku spowodowanego przez upadające drzewa, uwzględniające bezpieczeństwo ludzi i ich mienia,
- metody oceny ryzyka wypadku spowodowanego przez upadające drzewa, uwzględniające bezpieczeństwo ludzi i ich mienia[86].

Bardzo istotne wobec zachodzących zmian klimatu na terenie będzie wdrożenie działań z zakresu **przeciwdziałania rozprzestrzenianiu się inwazyjnych gatunków obcych w przyrodzie**. Ustawa z dnia 11 sierpnia 2021 r. o gatunkach obcych (Dz. U. 2022 r. poz. 2375.) proponuje szereg rozwiązań mających przyczynić się do eliminacji lub zminimalizowania negatywnego wpływu gatunków obcych na rodzimą przyrodę, usługi ekosystemowe, gospodarkę oraz ludzkie zdrowie. Określa ona podmioty właściwe do podejmowania działań zaradczych wobec IGO stanowiących zagrożenie dla Unii i stanowiących zagrożenie dla Polski, a także sposób przekazywania informacji o nowych stanowiskach tych gatunków.

[86] Źródło cyt. za: https://portalkomunalny.pl/plus/artykul/sposob-na-monitoring-drzew-miejskich/

Warto także w centrach ochrony bioróżnorodności oprócz nasadzeń roślin przyjaznych zwierzętom umiejscowić infrastrukturę wpierającą np.:

- hotele (domki) dla owadów,
- miejskie pasieki,
- obiekty małej retencji np. ogrody deszczowe tworzące przyjazne dla życia owadów mikro-ekosystemy,
- poidełka dla owadów i ptaków,
- montaż budek lęgowych dla ptaków.

Istotna jest także odpowiednia pielęgnacja terenów zielonych wspierająca rozwój bioróżnorodności:

- koszenie terenów zielonych z jak najmniejszą intensywnością (docelowo dwa razy w roku),
- opóźnienie pierwszego koszenia (najwcześniej po 1 czerwca),
- zróżnicowanie koszenia, by owady nie traciły bazy żywieniowej (koszenie nie powinno być przeprowadzane na raz na całym obszarze, powinno być realizowane w różnym czasie i w różnych miejscach),
- koszenie łąk kwietnych (jeśli w ich skład wchodzą rośliny jednoroczne) dopiero po przekwitnięciu i wysianiu roślin,
- pozostawianie na terenach zielni martwej materii organicznej (pni drzew etc.),
- ograniczenie grabienia liści jesienią,
- kompostowanie powierzchniowe w parkach (pozostawianie liści pod grupami drzew i krzewów).

W dalszej części podpunktu opisano rozwiązania pozwalające na wprowadzenie zieleni do przestrzeni miejskiej.

Nature-based solutions (NBS) definiowane są jako rozwiązania oparte i inspirowane naturą (przyrodą), które są opłacalne (wydajne ekonomicznie), dostarczają równocześnie korzyści natury ekologicznej, ekonomicznej i społecznej, a także wspierają adaptację do zmian klimatu[87].

W działaniach mitygacyjnych i adaptacyjnych warto wprowadzić także koncepcję **zielonej akupunktury**. Polega ona na wprowadzaniu zieleni na niewielkich terenach (do 0,2 ha), tak aby uzyskać efekt poprawy estetyki, jakości życia, komfortu termicznego, a także wzmocnienia usług ekosystemowych na terenie miast i gmin. Warunkiem uzyskania tego efektu jest duża liczba tych punktów, podobnie jak w medycznej akupunkturze. Przykłady działań akupunkturowych – zielonych punktów to:

- nasadzenia drzew, krzewów,
- zielone fasady,
- łąki kwietne,
- kwietniki,
- roślinność spontaniczna

[87]Źródło cyt. za: Nature Based Solutions (NBS), https://uslugiekosystemow.pl/slowniczek/, dostęp 08.02.2023 r.

- parki kieszonkowe,
- ogród edukacyjny,
- ogród deszczowy,
- żywopłot[88].

Wśród działań, które w istotny sposób przyczynią się do mitygacji i adaptacji do zmian klimatu jest wykorzystanie elementów błękitno – zielonej infrastruktury. Błękitno – zielona infrastruktura to rozwiązania oparte na naturze, które dobrze sprawdzają się w miastach i pozwalają uzupełnić lub zastąpić tradycyjne koncepcje wpływając jednocześnie na poprawę warunków termicznych i wodnych obszaru. Ważną cechą elementów błękitno – zielonej infrastruktury jest spełnianie kilku funkcji jednocześnie, wśród których należy podkreślić przede wszystkim:

- zatrzymywanie wody deszczowej w miejscu opadu,
- zmniejszanie zanieczyszczenia powietrza,
- łagodzenie efektu miejskiej wyspy ciepła,
- ograniczenie nadmiernego spływ powierzchniowego,
- ograniczenie zagrożenia podtopieniami,
- zachowanie ciągłości ekologicznej,
- poprawa jakości środowiska przestrzeni publicznej.

Wśród wielu ciekawych rozwiązań składających się na błękitno – zieloną infrastrukturę można wymienić: stawy retencyjne, niecki bioretencyjne, rowy bioretencyjne, rowy infiltracyjne, ogrody deszczowe w pojemnikach, zielone przystanki, zielone dachy, zielone fasady i ściany, nawierzchnie przepuszczalne, podłoża strukturalne itd.[89]. W poniższej tabeli zaprezentowano wybrane rozwiązania pokazując szacunkowe koszty, wpływ na zdolności adaptacyjne oraz miejsca zastosowania.

Tabela 34. Zestawienie elementów błękitno-zielonej infrastruktury.

Element błękitno-zielonej infrastruktury	Zakres w jakim rozwiązanie korzystnie wpływa na adaptacje miasta do zmian klimatu	Szacunkowe koszty	Miejsca zastosowania
Ogrody deszczowe w pojemnikach	Zmniejszenie suszy, zanieczyszczenia powietrza, ograniczenie nadmiernego spływu powierzchniowego, ograniczenie zagrożenia podtopieniami, zachowanie ciągłości ekologicznej, poprawa jakości środowiska miejskiego	Koszty realizacji: od 1080,0 zł/m^2 Koszty utrzymania: od 1,5 zł/m^2/rok	Parki, parkingi, podwórza, ogrody prywatne i publiczne oraz inne tereny miejskie
Stawy retencyjne	Zmniejszenie suszy, ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła, ograniczenie nadmiernego spływu powierzchniowego, ograniczenie	Koszt realizacji: 47,0–272,0 zł/m^3	Przestrzenie publiczne – parki, place miejskie

[88] Źródło: cyt. za: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, *Zielona akupunktura w śląskich miastach – z inicjatywy IETU Podsumowanie projektu SALUTE4CE, https://ietu.pl/wp-content/uploads/2022/03/2022_03_17_SALUTE4CE_info_prasowe_skompres.docx dostęp 08.02.2023 r.*

[89] Źródło: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach. Katalog techniczny* https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2020/3205-blekitno-zielona-infrastruktura-dla-lagodzenia-zmian-klimatu-w-miastach-katalog-techniczny.pdf dostęp 08.02.2023 r.

Element błękitno-zielonej infrastruktury	Zakres w jakim rozwiązanie korzystnie wpływa na adaptacje miasta do zmian klimatu	Szacunkowe koszty	Miejsca zastosowania
	zagrożenia podtopieniami, zachowanie ciągłości ekologicznej, poprawa jakości środowiska miejskiego	Pojemności retencyjnej; koszt utrzymania: 4,7–23,5 zł/m^2/rok	
Rowy bioretencyjne	Zanieczyszczenie powietrza, ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła, ograniczenie nadmiernego spływu powierzchniowego, ograniczenie zagrożenia podtopieniami, zachowanie ciągłości ekologicznej, poprawa jakości środowiska miejskiego	Koszty realizacji: zróżnicowane, w zależności od projektu lub rozmiaru rowu, miejsca zastosowania i warunków gruntowo-wodnych; dla parkingów i poboczy dróg wynoszą od 235,0 do ok. 1080,0 zł/m^2 Koszty utrzymania: zależne głównie od częstotliwości koszenia koniecznej do prawidłowego utrzymania rowów (zależy od projektu); dla parkingów i poboczy dróg wynoszą od 2,8 do 9,3zł/m^2/rok	Parkingi, drogi, ciągi piesze i rowerowe, przestrzenie publiczne

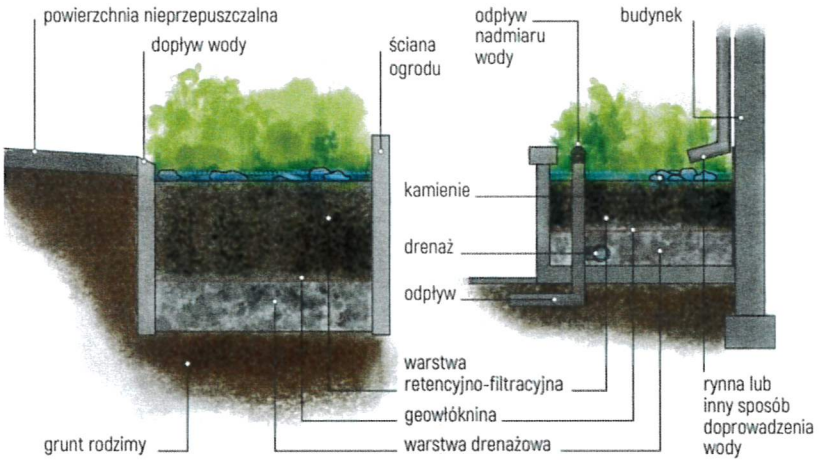
Źródło: https://www.ecologic.eu https://sendzimir.org.pl/wp-content/uploads/2021/07/NBS1_1_3_Rowy-bioretencyjne.pdf, koszty przeliczone z EUR na PLN wg kursu z dn. 29.11.2022, podane w zaokrągleniu; opracowanie własne

Ogrody deszczowe w pojemnikach

Ogrody deszczowe są używane do gromadzenia i odprowadzania wody deszczowej. Zazwyczaj są wyposażone w betonowe ściany i w zależności od typu różnią się sposobem odprowadzania wody deszczowej. Pierwszy z typów to zbiornik infiltracyjny, który posiada otwarte dno, przez które woda swobodnie przesiąka do gruntu. Drugi natomiast ma nieprzepuszczalne dno, a odprowadzanie wody następuje przez rury przelewowe[90].

Schemat przykładowych ogrodów deszczowych zaprezentowano na poniższym rysunku.

[90] Źródło cyt. za: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu, dostęp 20.01.2023 r.

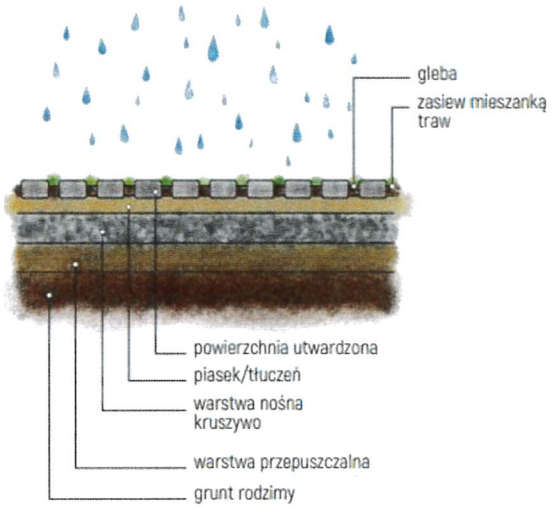


Rysunek 70. Schemat ogrodów deszczowych w pojemniku: ogród przepływowy (po lewej); ogród infiltracyjny (po prawej).

Źródło: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu

Nawierzchnie przepuszczalne

Nawierzchnia przepuszczalna w przeciwieństwie do tradycyjnych rozwiązań umożliwia przenikanie wody ze spływu powierzchniowego do gruntu. Istnieje wiele rodzajów konstrukcji przepuszczalnych, ale łączy je wspólna cecha – znajdujące się w takiej nawierzchni otwory lub porowaty materiał, z którego jest wykonana umożliwia przenikanie wody do gleby (rysunek poniżej)[91].



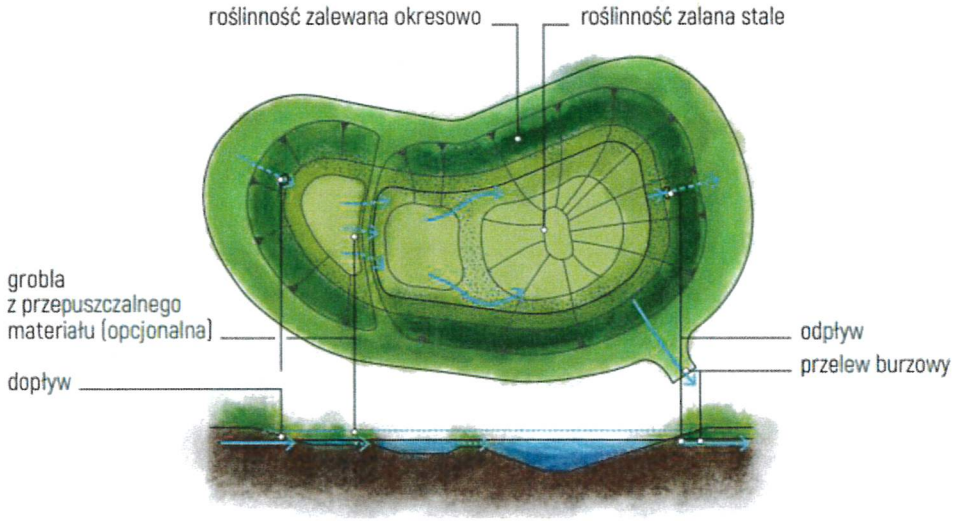
Rysunek 71. Schemat przekroju przykładowej powierzchni przepuszczalnej.

Źródło: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu

Stawy retencyjne

[91] Źródło cyt. za: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu, dostęp 20.01.2023 r.

Jednym z popularnych rozwiązań są stawy retencyjne. Są to stawy lub niecki mające dodatkową pojemność retencyjną, która służy do zatrzymania i oczyszczania wody opadowej. Stawy retencyjne mogą być tworzone w istniejących lub tworzonych w tym celu zagłębieniach terenu. Na poniższym rysunku pokazano schemat typowego stawu retencyjnego[92].



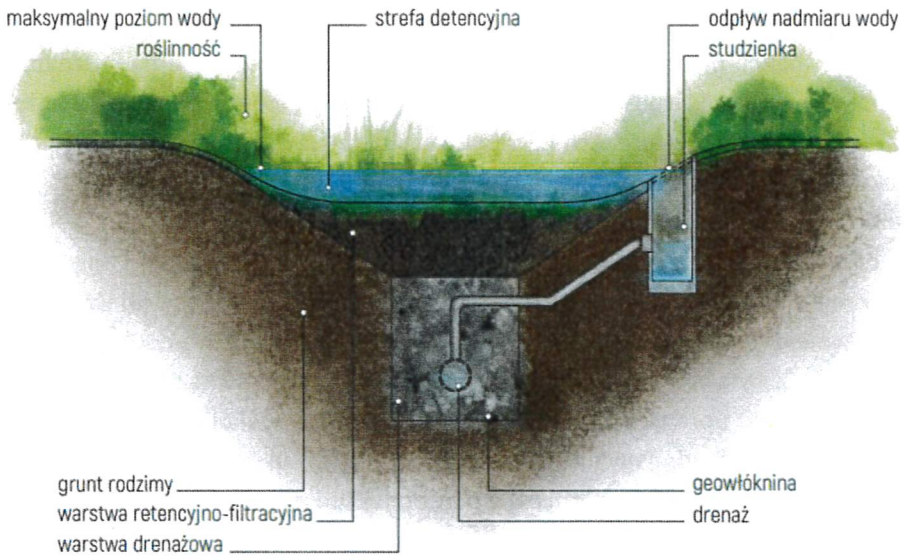
Rysunek 72. Schemat typowego stawu retencyjnego, widok z góry i przekrój.
Źródło: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia (...)

Rowy bioretencyjne

Rowy bioretencyjne zbierają wody opadowe, a następnie filtrują je i pozwalają przesiąkać do gruntu. Dzięki takiemu rozwiązaniu następuje spowolnienie spływu powierzchniowego oraz zmniejszenie zagrożenia podtopieniami na terenach, gdzie są one zlokalizowane, czyli np. przy ciągach pieszych i rowerowych. Rowy bioretencyjne mogą zastępować z powodzeniem tradycyjne formy odwodnienia takie jak betonowe koryta. Oprócz korzyści ekologicznych są bardziej opłacalne, bo redukują koszty oczyszczania wód deszczowych. Na poniższym rysunku zaprezentowano schematyczny przekrój takiego rowu[93].

[92] Źródło cyt. za: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu, dostęp 20.01.2023 r.

[93] Źródło cyt. za: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu, dostęp 20.01.2023 r.



Rysunek 73. Schemat przekroju przez rów bioretencyjny.
Źródło: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu

Zielone dachy

Zielony dach (ang. green roof; rysunek poniżej) to przestrzeń na dachu budynku, pokryta roślinnością posadzoną w substracie wegetacyjnym. Zielone dachy cieszą się rosnącą popularnością jako rozwiązanie służące zwiększaniu ilości zieleni w intensywnie zabudowanych przestrzeniach miejskich bez konieczności przeznaczania na nią dodatkowego terenu. Przynoszą liczne korzyści zarówno osobom prywatnym jak i społecznościom, a wiele z nich przyczynia się do mitygacji i adaptacji do zmian klimatu.[94].

Zazielenienie przestrzeni publicznej może opierać się także na innych rozwiązaniach tj. **Las Miyawaki**. Japoński botanik Akira Miyawaki w latach 70. opracował metodę na ponowne zalesianie miejskiej przestrzeni, która opiera się na następujących podstawach:

- Lasy Miyawaki zajmują **niewielką powierzchnię** – niektóre z nich nie przekraczają rozmiarów kortów tenisowych.
- Rośliny umieszczane są bardzo blisko siebie, w ilości trzech sadzonek na metr kwadratowy.
- Akira Miyawaki zalecał sadzenie minimum **30 różnych odmian**, co zapewnia schronienie i pożywienie dla szerokiego spektrum stworzeń – insektów, ślimaków, motyli, płazów, owadów itd.

Lasy Miyawaki nazywa się także kieszonkowymi **lub szybkorosnącymi**, co zdecydowanie definiuje ich główne cechy. Są one coraz popularniejsze w Azji i Europie. W październiku 2021 r. w Rozwarowie, gmina Kamień Pomorski powstał pierwszy polski las wg metody japońskiego botanika[95].

[94] Źródło cyt. za: Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira, Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian. Katalog techniczny, klimatu w miastach https://www.ecologic.eu, dostęp 20.01.2023 r.

[95] Źródło: https://pigpd.pl/wielkie-sadzenie-powstaje-pierwszy-polski-las-miyawaki/
https://swiatoze.pl/lasy-kieszonkowe-w-miastach-maja-pomoc-w-walce-ze-zmianami-klimatu/

Wartym przytoczenia terminem w niniejszej grupie adaptacyjnej jest tzw. **czwarta przyroda.** Termin wprowadzony do nauki przez niemieckiego badacza, prof. Ingo Kowarika. Oznacza roślinność rozwijającą się samoistnie, w sposób niekontrolowany, bez ingerencji człowieka na opuszczonych, nawet najbardziej zniszczonych terenach[96]. Przykładem czwartej przyrody może być sztuczny zbiornik wodny w Krakowie na Zakrzówku powstały po zalaniu starego kamieniołomu wapienia (gdzie nieużytek poprzemysłowy w części został objęty ochroną jako użytek ekologiczny).

Ważnym działaniem adaptacyjnym jest także aktywizacja i organizowanie mieszkańców wokół tematyki związanej z rozwojem i ochroną terenów zielonych. Warto zadbać o włączenie mieszkańców w procesy decyzyjne dotyczące zielonej infrastruktury miasta oraz działania edukacyjne i informacyjne (Grupa działań nr VII). Działaniem zyskującym na popularności jest tworzenie wspólnych przestrzeni miejskich dedykowanych uprawie i socjalizowaniu społeczności wokół rzeczonej tematyki. **Ogrody społeczne** (i różnorodne ich odmiany np. **sady społeczne**) są formą ogólnodostępnej miejskiej zieleni, nad którą pieczę wspólnie sprawują członkowie określonej społeczności[97]. Role ogrodów społecznych mogą być bardzo różnorodne:

- poszerzają zieloną przestrzeń w miastach,
- miejsce integracji lokalnych społeczności,
- kształtowanie u członków społeczności postawy proaktywnej i proekologicznej itd.,
- rewitalizacja zaniedbanych terenów,
- wzrost suwerenności żywieniowej,
- poprawa jakości życia,
- wzrost bioróżnorodności,
- lecznicze działanie ogrodów.

6.15. Zrównoważone wykorzystanie zasobów, wprowadzenie rozwiązań z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, zmniejszenie presji na środowisko naturalne, przeciwdziałanie zanieczyszczaniu komponentów środowiska (w tym zanieczyszczeniu hałasem i światłem).

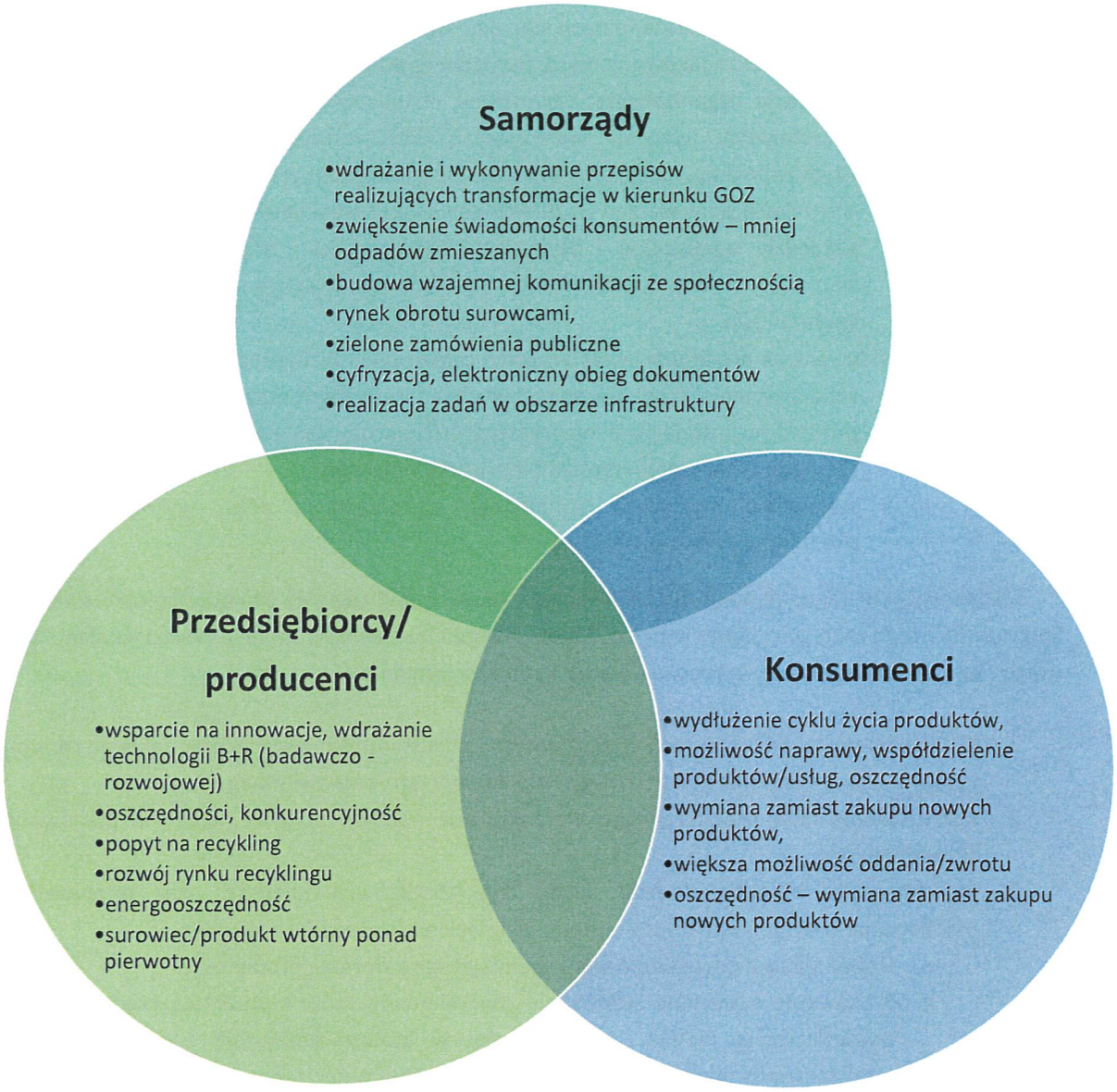
Jednym ze zdiagnozowanych problemów na terenie Miasta Siechnice jest rosnąca konsumpcja zasobów oraz rosnący strumień odpadów zbieranych z omawianego terenu. Marnowanie zasobów i niewłaściwe ich wykorzystanie przyczynia się do przyspieszenia zmian klimatu oraz degradacje środowiska naturalnego (m.in. poprzez emisję gazów cieplarnianych w wyniku produkcji dóbr, ich transportu, a później utylizacji i składowania). Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ) (ang. circular economy), zwana też gospodarką obiegu zamkniętego jest koncepcją zmierzającą do racjonalnego wykorzystania zasobów i ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wytwarzanych produktów, które – podobnie jak materiały oraz surowce – powinny pozostawać w gospodarce tak długo, jak jest to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane.

Sposoby i metody przekształcenia w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego mogą być bardzo różnorodne, poczynając od działań inwestycyjnych (np. instalacje OZE, termomodernizacje,

[96] Źródło cyt. za: Czwarta Przyroda nową nadzieją dla miast, https://naukadlaprzyrody.pl/2020/08/13/czwarta-przyroda-nowa-nadzieja-dla-miast/ dostęp 16.01.2023 r.

[97] Źródło: https://spa4garden.pl/module/wtblog/post/82-1-ogrody-spoleczne-miejsca-integracji-lokalnej-spolecznosci.html

przebudowy linii produkcyjnych), przez organizacyjne (np. zmiany systemów gospodarowania odpadami, obiegu dokumentów) oraz działania edukacyjne. Działania na rzecz wprowadzenia zasad gospodarki obiegu zamkniętego muszą, podobnie jak inne działania adaptacyjne i mitygacyjne, odbywać się przy współudziale wszystkich autorów procesu. W przypadku gospodarki GOZ można wyróżnić trzy podstawowe grupy zaprezentowane na poniższym rysunku:



Rysunek 74. Sposoby i metody przekształcania w kierunku GOZ wg rodzajów jego uczestników.
Źródło: opracowanie własne na podstawie: https://wrot.umww.pl/wp-content/uploads/2021/09/GOZ.pdf

Działania z tej grupy adaptacyjnej są tożsame z niektórymi zadaniami, które już się pojawiły (np. zmniejszanie energochłonności, zmniejszenie strat wody etc.). Dodatkowo rekomenduje się następujące działania:

- rozpoznanie możliwości zagospodarowania bioodpadów komunalnych oraz/lub komunalnych osadów ściekowych w drodze fermentacji i pozyskania biogazu oraz rozwój kogeneracji w oparciu o biogaz we współpracy z gminami ościennymi,

- digitalizacja procesów,
    - zastąpienie obiegu papierowego dokumentów na elektroniczny,
    - ograniczenie wyjazdów służbowych i zastąpienie ich tele- i wideokonferencjami,
- rozwój sektora usług wpierających GOZ poprzez wykorzystanie różnorodnych narzędzi:
    - **narzędzia finansowe i inwestycyjne** - tworzenie grantów, przekazywanie środków finansowych i materialnych np. do wyposażenia i funkcjonowania jadłodzielni, sklepów bezopakowaniowych, punktów naprawczych itd.
    - **narzędzia organizacyjne** - tworzenie przepisów prawa lokalnego przychylnych powstawaniu inicjatyw wpierających GOZ, wskazywanie i przekazywanie do użytkowania np. na ogrody społeczne terenów gminnych, wynajem do korzystnych warunkach pomieszczeń do funkcjonowania usług wspierających GOZ itd.
    - **narzędzie edukacyjne i budowania społeczności** - edukacja z zakresu GOZ, wspieranie samoorganizowania społecznego, wpieranie lokalnych liderów społeczności.
- przewidywanie w procesach inwestycyjnych całego cyklu życia produktu, instalacji itd.:
    - zabezpieczenie środków finansowych na cele demontażu, recyklingu, utylizacji produktów, instalacji itd. np. instalacji OZE, autobusów, pojazdów elektrycznych (ze szczególnym uwzględnieniem baterii, akumulatorów),
    - stwarzanie możliwości ponownego wykorzystania dóbr, wykorzystywaniem produktów z obiegu wtórnego.

Bardzo ważnym zagadnieniem dla omawianego obszaru jest również zanieczyszczenie światłem (zagrożenia z tego zakresu opisano w pkt. 5.7.6 pt. „Zanieczyszczenie świetlne"). Wśród działań, które mogą zostać podjęte w zakresie tego wyzwania są między innymi:

1. Uwzględnienie w dokumentach strategicznych i planistycznych wymogów w zakresie rozwoju i planowania oświetlenia zewnętrznego oraz zanieczyszczenia świetlnego.
2. Kształtowanie ładu przestrzennego w krajobrazie nocnym poprzez narzędzia planowania przestrzennego.
3. Projektowanie oświetlenia przy użyciu specjalistycznych narzędzi oraz odpowiednie użytkowanie w celu minimalizacji wpływu instalacji na środowisko naturalne.
    a. Dobór sprzętu oświetleniowego spełniającego założenia projektowe.
    b. Stosowanie systemów sterowania oświetleniem, które wymuszają pracę instalacji oświetleniowej jedynie w momencie, w którym korzystają z niej ludzie lub inteligentnych systemów podtrzymujących parametry techniczne na odpowiednim poziomie przez cały okres eksploatacji danej instalacji.
    c. Opracowanie i wdrożenie systemu konserwacji oświetlenia.
    d. Przeprowadzanie weryfikacji instalacji oświetlania (wykonywanie okresowych przeglądów i pomiarów w celu przeciwdziałaniu pogarszania się parametrów otoczenia świetlnego, parametrów efektywności energetycznej i zanieczyszczenia światłem).

e. Pomiary i monitoring emisji światła pochodzącego ze źródeł elektrycznych [98].

Metody pomiaru emisji światła pochodzącego z zewnętrznego oświetlenia elektrycznego mogą przybierać dwie formy:

- *pomiar energii świetlnej promieniowania emitowanego z danego obszaru (radiancji) wykonywany nad analizowanym obszarem; do pomiaru wykorzystywane są obrazy rastrowe pozyskane za pomocą metod teledetekcyjnych, zarówno satelitarnych, jak i lotniczych,*
- *pomiar jasności powierzchniowej (luminancji) poświaty niebieskiej pochodzącej od zewnętrznego oświetlenia elektrycznego (łuny świetlnej), która powstaje w efekcie rozchodzenia i rozproszenia w atmosferze sztucznego światła; ten pomiar wykonywany jest za pomocą aparatury naziemnej, a także z pokładów bezzałogowych statków powietrznych (BSP).*

Najpowszechniej wykorzystywane są w chwili obecnej dane pochodzące z satelitów SUOMI-NPP wyposażonych w kamerę VIIRS (ang. Visible Infrared Imaging Radiometer Suite). Do celów analizy emisji światła przez obiekty naziemne wykorzystuje się zakres spektralny DNB (ang. Day/Night Band). Pokrywa on większość zakresu widzialnego, za wyjątkiem światła niebieskiego (poniżej 500 nm). Umożliwia to otrzymanie informacji o emisji z infrastruktury oświetlenia zewnętrznego [99].

Bardzo ważnymi działaniami są zadania z obszaru energetyki. Zadania te pokrywają się z działaniami opisanymi w grupie działań 6.1. *Wymiana wysokoemisyjnych źródeł ciepła, rozwój systemu ciepłowniczego, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, zwiększenie efektywności energetycznej, ochrona obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza.* W kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym ważne jest szczególnie:

- wdrażanie rozwiązań budownictwa niskoemisyjnego i pasywnego,
- modernizacja istniejących obiektów.

Informacje z tego zakresu zawarto w dalszej części dokumentu (rozdział 6.1.).

Ponadto należy wspomnieć, że na terenie Siechnic realizowany jest Projekt „Realizacja pilotażowego projektu wdrożenia rozwiązań Smart City dla Gminy Siechnice z uwzględnieniem strategii rozwoju gminy". Projekt jest realizowany w formule partnerstwa pomiędzy Gminą Siechnice jako Liderem Projektu a Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie jako Partnerem naukowym. Główne cele to:

- wdrażania inteligentnych rozwiązań infrastruktury miejskiej
- rozumienia danych i wdrożenia ich w procesy decyzyjne
- przekazywania informacji oraz danych Mieszkańcom
- zwiększenia partycypacji Mieszkańców, poprzez stworzenie wielu przystępnych kanałów zbierania ich opinii

Praktycznymi efektami zastosowania wyników badań w ramach Projektu będą:

- integracja i zapewnienie interoperabilności systemów infrastrukturalnych

[98] Źródło: https://goodlightlaw.im.edu.pl/wp-content/uploads/2022/06/2022_Memorandum-ws.-polityki-oswietlenia_A4P.pdf

[99] Źródło: cyt. za: https://goodlightlaw.im.edu.pl/wp-content/uploads/2022/06/2022_Memorandum-ws.-polityki-oswietlenia_A4P.pdf

- zapewnienie otwartości danych – „otwarcie" zamkniętych systemów
- uspójnienie danych na poziomie GIS (przestrzennym) oraz ich integracja ze zbiorami danych kontekstowych (m.in. OpenStreetMap)
- wyniki prac posłużyły do zaprojektowania i budowy elementów aplikacji służącej do analizy danych oraz komunikacji z mieszkańcami [100].

6.16. Zwiększenie retencjonowania wód, zagospodarowanie wody deszczowej, przeciwdziałanie suszy, modernizacja i budowa infrastruktury uzbrojenia terenu, monitoring i regulacja gospodarki wodociągowej i kanalizacyjnej.

Wobec zmieniającego się klimatu jednym z najważniejszych tematów na obszarach miejskich jest gospodarka wodna. Mówimy tutaj zarówno o niedoborach wody powodujących susze, jak i nadmiarach skutkujących podtopieniami i powodziami. Kwestia ta jest niezwykle istotna dla obszaru Miasta Siechnice, gdzie obecnie obserwuje się problemy w tym obszarze, a zmiany klimatu będą je potęgować.

Istotną kwestią jest także retencja wód opadowych. Zbieranie i wykorzystywanie wody deszczowej z jednej strony pozwala zaoszczędzić cenną wodę pitną, a z drugiej pomaga rozwiązać problem odprowadzania wody opadowej z powierzchni zlewni, przeciwdziałając powodziom i podtopieniom. Wśród działań retencjonowania wód opadowych warto wymienić:

- system zbierania wód z powierzchni dachu do zbiornika (które można wykorzystać do nawadniania ogrodów przydomowych, zieleni publicznej itd.),
- układy rozsączające, które pozwalają na zatrzymanie opadu w miejscu jego powstania i odbudowanie zapasów wód podziemnych dostępnych m.in. dla roślin,
- zastosowania błękitno-zielonej infrastruktury np. ogrody deszczowe, niecki retencyjne, stawy retencyjne,
- zwiększanie powierzchni terenów zielonych w miastach oraz stosowanie podłoży przepuszczalnych,
- rozwiązania projektowe przestrzeni miejskiej, publicznej wspomagające retencje np.
    - profilowanie ulic w sposób umożliwiający właściwy kierunek wpływu wody i jej gromadzenie w nieckach i pasach zieleni,
    - tworzenie zielonych torowisk,
    - zazielenianie placów i chodników,
    - tworzenie wzdłuż arterii rowów infiltracyjnych pokrytych zielenią[101] [102] [103].

Wobec zdiagnozowanych problemów wyznaczono następujące działania:

[100] Karina Chojnacka, Sebastian Erst, Realizacja pilotażowego projektu wdrożenia rozwiązań Smart City dla Gminy Siechnice z uwzględnieniem strategii rozwoju gminy, materiały udostępnione przez Urząd Miejski w Siechnciach.

[101] Źródło: https://aerisfuturo.pl/projekt/oto-sposoby-retencji-wody/

[102] Źródło: https://woda.cdr.gov.pl/index.php/przydomowa-retencja

[103] Źródło: webcache.googleusercontent.com

- budowa obiektów małej retencji bazujących na rozwiązaniach NBS (natura-based-solutions) tj. łąki kwietne, ogrody deszczowe, niecki retencyjne,
- stosowanie powierzchni przepuszczalnych (parkingi, ciągi piesze i rowerowe),
- przygotowanie koncepcji zagospodarowania wód opadowych na terenie Miasta Siechnice.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania problemom związanym z nadmiarami lub niedoborami wód są działania w zakresie retencjonowania wód. Retencja wodna to zdolność do magazynowania oraz przetrzymywania wody przez pewien określony czas w środowisku. Można to zrobić na kilka sposobów – ze względu środowisko, w którym następuje, wyróżnia się 3 formy retencji: wód glebowych i podziemnych, krajobrazową i wód powierzchniowych[104].

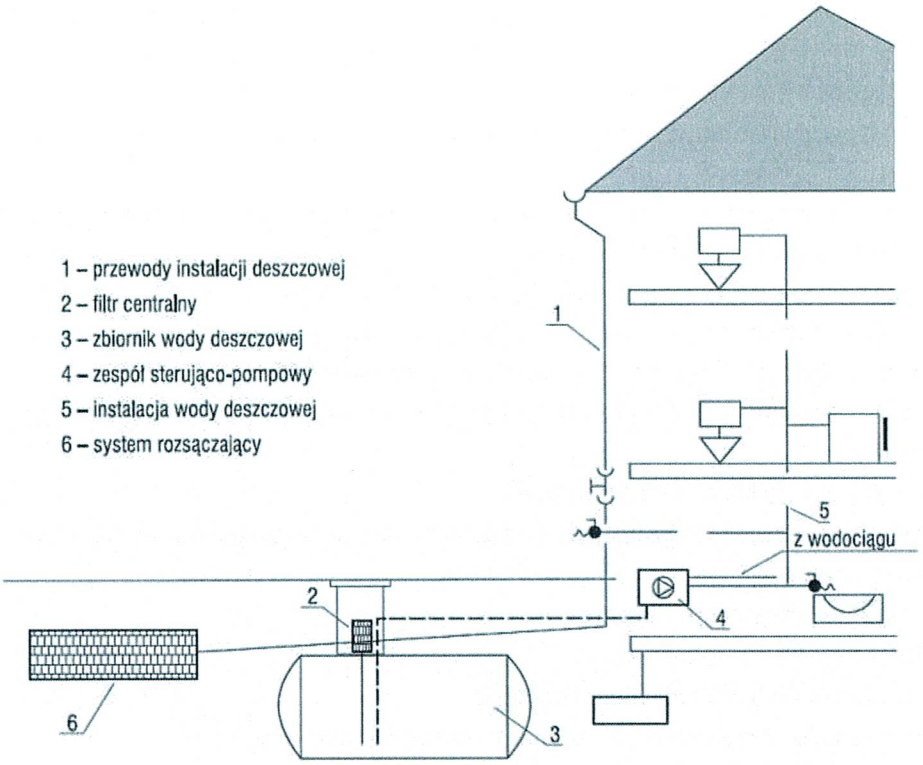
Retencjonowanie wód przynosi wiele korzyści zarówno środowiskowych jak i gospodarczych, między innymi:

- zwiększenie ochrony przed powodzią,
- zwiększenie zasobów wód powierzchniowych i gruntowych, prowadzące do przeciwdziała się skutkom suszy,
- wzrost ochrony przeciwpożarowej,
- wzrost plonów w rolnictwie,
- rozwój hodowli ryb i ptactwa wodnego,
- zachowanie i odtworzenie naturalnych walorów środowiskowych,
- poprawa mikroklimatu i poprawa czystości wód,
- rozwój turystyki i rekreacji[105].

Woda deszczowa jest uznawana za zagrożenie, szczególnie na obszarach zurbanizowanych, gdzie nagłe, nawalne deszcze mogą powodować podtopienia i powodzie. Warto jednak także spojrzeć na wodę deszczową jako szansę na obniżenie kosztów eksploatowania np. budynków użyteczności publicznej. Analizując wyniki wykorzystania wody użytkowej, można stwierdzić, że około połowa zużywanej wody możemy zastąpić wodą o niższej jakości, czyli wodą deszczową. Doskonale nadaje się ona do spłukiwania toalet, mycia podłóg oraz samochodów, prania itd. Można ją również wykorzystać w celu podlewania zieleni miejskiej oraz mycia ulic. System zagospodarowania wody deszczowej może korzystać z zebranej z dachów budynków wody deszczowej, ale także możliwe jest gromadzenie z terenów utwardzonych, takich jak place, parkingi, podjazdy itp.

[104] Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, „Retencja wodna i jej znaczenie," http://www.malaretencja.pl/.

[105] Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, „Retencja wodna i jej znaczenie cz. 2," http://www.malaretencja.pl/.



Rysunek 75. Schemat instalacji do wykorzystania wody deszczowej
Źródło: http://www.rynekinstalacyjny.pl/artykul/id4229,wykorzystanie-wody-deszczowej-w-instalacjach-sanitarnych-budynkow?print=1

Na powyższym rysunku przedstawiono przykładowy schemat instalacji do wykorzystania wody deszczowej. Woda, spływając z dachu przez układ rynien i rur spustowych, trafia do zbiornika. Woda zostaje oczyszczona poprzez filtr umieszczony na drodze spływu. Zmagazynowaną deszczówkę za pomocą pompy w zbiorniku lub w budynku pompuje się do miejsca zapotrzebowania.

Kolejną istotną grupą działań adaptacyjnych jest przystosowanie infrastruktury Miasta Siechnice do zmian klimatu. Przestarzałe, nieszczelne sieci wodociągowe i kanalizacyjne mogą zagrażać zdrowiu i życiu mieszkańców oraz drastycznie wpłynąć na obniżenie jakości życia na omawianym terenie. Dlatego też wśród działań adaptacyjnych zaleca się podjęcia następujących czynności:

- modernizacja i budowa sieci wodociągowej i kanalizacyjnej,
- zmniejszenie strat wody, monitorowanie i zapobieganie nieszczelnościom na wodociągu,
- zagospodarowanie wody deszczowej,
- edukacja i informowanie w zakresie racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi,
- modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków,
- kontrole opróżniania zbiorników bezodpływowych,
- kontrole przydomowych oczyszczalni ścieków,
- jeśli to możliwe, likwidacja zbiorników bezodpływowych,
- edukacja i informowanie o skutkach niewłaściwej eksploatacji zbiorników bezodpływowych oraz przydomowych oczyszczalni ścieków.

Wszystkie zadania (zarówno ciągłe utrzymanie sieci i urządzeń oraz inwestycje) będą niezwykle istotne w przeciwdziałaniu skutkom zmian klimatu.

6.17. Wymiana wysokoemisyjnych źródeł ciepła, rozwój systemu ciepłowniczego, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, zwiększenie efektywności energetycznej, ochrona obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza.

Odnawialne źródła energii to jedno z ważniejszych zagadnień w przystosowywaniu się do prognozowanych zmian klimatu. Po pierwsze stanowią alternatywę dla pomniejszających się wciąż zasobów nieodnawialnych źródeł energii tj. węgiel, ropa czy gaz ziemny. Po drugie nie przyczyniają się do wzrostu stężenia dwutlenku węgla w atmosferze, a tym samym powiększania się efektu cieplarnianego, jak to jest w przypadku konwencjonalnych źródeł. Zwiększanie procentu wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu z alternatywnych źródeł pozwoli także na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska m.in. przez ograniczenie emisji substancji szkodliwych do powietrza w procesach spalania. Ponadto, ze względu na położenie i spodziewane zmiany klimatu potencjał wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych będzie rosnąć.

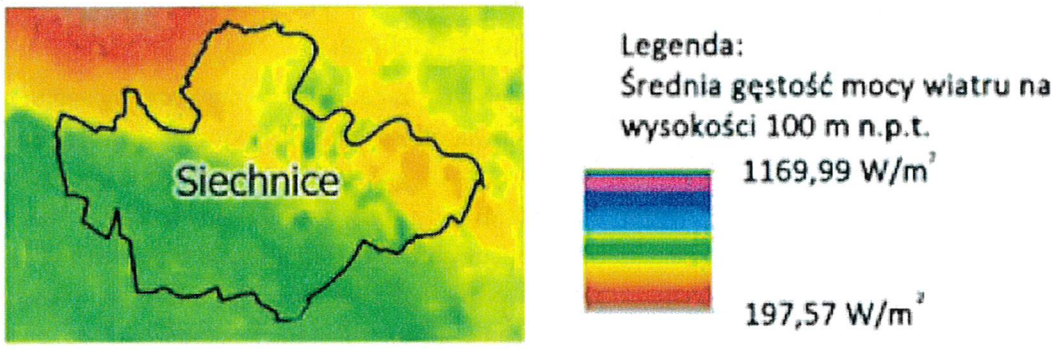
Szczególnie obiecujące wydają się możliwości pozyskania ciepła i energii elektrycznej ze słońca. **Energię promieniowania słonecznego** można wykorzystać na kilka sposobów. Najpopularniejsze z nich to kolektory słoneczne (przemiana energii promieniowania słonecznego na energię cieplną wykorzystywaną do przygotowania między innymi ciepłej wody użytkowej), ogniwa fotowoltaiczne (w tym przypadku energia promieniowania słonecznego jest konwertowana na energię elektryczną) oraz moduły hybrydowe PVT (moduł fotowoltaiczny jest chłodzony cieczą, dzięki czemu następuje równoczesna produkcja energii elektrycznej i ciepła).

Zgodnie z dokonanym oszacowaniem potencjału teoretycznego nasłonecznienia na terenie gminy Siechnice (rysunek poniżej) występują wartości około 130kWh/m^2/miesiąc (dla miesiąca lipca). Jak przedstawiono w powyższej analizie prognozowanych zmian klimatu, zarówno temperatura jak i ilość dni słonecznych będzie rosła, umożliwiając tym samym osiągniecie wyższych wartości energii uzyskanej takim sposobem. Dlatego też proponowanym dla Siechnice działaniem adaptacyjnym jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii.



Rysunek 76. Potencjał teoretyczny [kWh/m2/miesiąc] – lipiec na obszarze gminy Siechnice.
Źródło: opracowanie własne na podstawie https://globalsolaratlas.info/

W przypadku **energii wiatrowej** na terenie Gminy Siechnice diagnozuje się potencjał[106] na wysokości 100 m około 600 W/m^2 – rysunek poniżej.



Rysunek 77. Średnia gęstość energii wiatru na wysokości 100 m.
Źródło: opracowanie własne na podstawie https://globalwindatlas.info/

W omawianym terenie średnia temperatura gruntu 2 000 m p.p.t zawiera się pomiędzy 60 a 80^{0}C. Daje to perspektywę wykorzystania **energii geotermalnej** do zasilenia ogrzewania niskotemperaturowego, rekreacji czy balneoterapii. Analiza potencjału wykorzystania energii z wnętrza Ziemi jest możliwa dzięki przeprowadzeniu próbnych odwiertów geotermalnych. Najbliżej omawianego terenu badania w tym kierunku realizowane są na obszarze gmin Trzebnica i Oława (miasto). Są one dofinansowane w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW pn. „Udostępnianie wód termalnych w Polsce".

Zgodnie z *Wstępną Oceną możliwości wykorzystania wód termalnych na obszarze Miasta i Gminy Siechnice* przewidywane w rejonie Wrocławia, w tym w gminie Siechnice, na głębokościach rzędu 2-3 km temperatury górotworu w zakresie 60-90°, stanowią o perspektywiczności rejonu pod względem geotermalnym ze względu na temperatury podłoża. Niestety drugi warunek opłacalności inwestowania w głębokie odwierty geotermalne dla celów zagospodarowania podziemnych wód termalnych, tj. obecność w wystarczających ilościach wysokotemperaturowych wód podziemnych nie wydaje się w przypadku tego rejonu spełniony. Kryteria prognozowania występowania wód podziemnych głębokiego krążenia o charakterze geotermalnym wypracowane dla obszarów o budowie geologicznej typowej dla Niżu Polskiego (Górecki 2006), tj. tam gdzie głębokie horyzonty wodonośne można śledzić w sukcesjach skał osadowych o budowie warstwowej, w warunkach Wrocławia i okolic mają zastosowanie tylko do poziomów wodonośnych utworów pięter kenozoicznego i permsko-mezozoicznego. Niestety jednak te poziomy wodonośnie występują zbyt płytko, aby móc prowadzić wody o wystarczającej temperaturze i — tym samym —mleć istotne znaczenie geotermiczne [107].

Ze względu na brak istniejących opracowań dokumentujących występowanie podziemnych wód termalnych na terenie gminy Siechnice, ujawnienie ich ewentualnego występowania i zasobów

[106] z ang. Wind Power Density (WPD) to ilościowa miara energii wiatru dostępnej w wybranej lokalizacji.
[107]Źródło cyt. za: Wstępna Ocena możliwości wykorzystania wód termalnych na obszarze Miasta i Gminy Siechnice, Państwowy Instytut Górniczy, Państwowy Instytut Badawczy

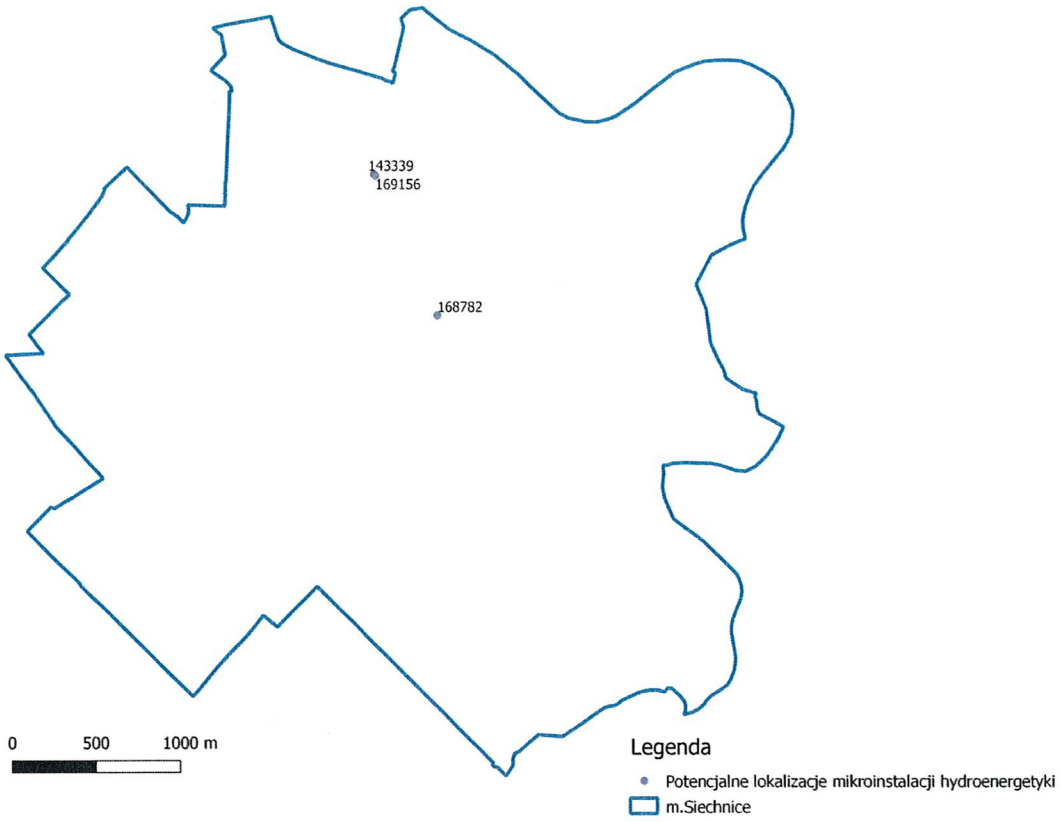
w każdej wybranej na ewentualną inwestycję lokalizacji każdorazowo wymaga uprzedniego zaplanowania i wykonania prac poszukiwawczych o charakterze badań geofizycznych a następnie, dopiero w przypadku ich pomyślnego wyniku, realizacji robót poszukiwawczych metodą wiertniczą. Z kolei, ewentualnie pomyślny wynik prac wiertniczych może prowadzić do udokumentowania trudnych obecnie do przewidzenia zasobów podziemnych wód termalnych. Jednocześnie sytuacja fizjograficzna rejonu Wrocławia, tj. jego położenie na równinie, wydaje się stanowić o mniej sprzyjających warunkach dla ew. wystąpień podziemnych wód termalnych o charakterze szczelinowym, a zwłaszcza ich potencjalnych zasobów i wydajności ujęć, w porównaniu z warunkami niektórych obszarów górskich w Sudetach, gdzie obszar infiltracji wód jest tektonicznie podniesiony o kilkaset metrów powyżej w stosunku do rejonów ujęć, co sprzyja ich większym wydajnościom oraz możliwości bardziej efektywnego podgrzania infiltrujących wód meteorycznych.

Potencjalna i kinetyczna energia cieków wód powierzchniowych wykorzystywana jest do wytwarzania energii w elektrowniach wodnych. Potencjał **energii wodnej** zależny jest od spadu i przepływu wody. Przepływy ze względu na dużą zmienność w czasie muszą być przyjęte na podstawie wieloletnich obserwacji dla przeciętnego roku przy średnich warunkach hydrologicznych. Spad jest różnicą wysokości poziomu wody na dwóch stanowiskach na odcinku rzeki. Rzeczywiste możliwości wykorzystania zasobów wodnych są znacznie mniejsze. Do energii odnawialnej zalicza się wyłącznie produkcję energii elektrycznej w elektrowniach na dopływie naturalnym (przepływowych). Na terenie miasta Siechnice znajdują potencjalne lokalizacje z zakresu energetyki wodnej zestawione w poniższej tabeli.

Tabela 35 Przykłady potencjalnych lokalizacji mikroinstalacji hydroenergetyki na podstawie mapy RESTOR Hydro.

ID	Nazwa	Współrzędne geograficzne	Historyczne wykorzystanie	Stan techniczny	Szacowana moc
142339	Jaz Siechnice	17.16052, 51.040008	jaz, tama lub inna konstrukcja boczna	umiarkowany	do 40 kW
143339	Jaz Siechnice 2	17.1548489, 51.047377	jaz, tama lub inna konstrukcja boczna	umiarkowany	od 40 do 300 kW
169156	-	17.1548609, 51.0472644	-	umiarkowany	do 40 kW

Źródło: www.restor.eref-europe.org/ [stan na dzień: 10.05.2023 r.]



Rysunek 78. Przykłady potencjalnych lokalizacji mikroinstalacji hydroenergetyki na podstawie mapy RESTOR Hydro.
Źródło: opracowanie własne, na podstawie: www.restor.eref-europe.org/ [stan na dzień: 10.05.2023 r.]

Warto zaznaczyć w kontekście wprowadzania rozwiązań z zakresu odnawialnych źródeł energii istnieje szereg wyzwań:

- **Losowość i niestabilność OZE** – odnawialne źródła energii oparte są na siłach natury, a więc ilość wytwarzanej energii oraz czas jej produkcji są silnie uzależnione od warunków pogodowych, które dynamicznie się zmieniają. Dlatego w przypadku oparcia systemu energetycznego na OZE ważne jest bilansowanie systemu np. poprzez dodatkowe źródła energii (np. technologie gazowe, reaktory jądrowe) lub poprzez magazynowanie energii.
- **Magazyny energii** – poprzez wykorzystanie magazynów energii można zabezpieczyć funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej oraz zniwelować skutki niestabilnego charakteru odnawialnych źródeł energii.
- **Linie energetyczne** – funkcjonujące linie energetyczne są przystosowane do scentralizowanego systemu wytwarzania. Rozwój OZE wymaga przejścia z centralnego modelu zarzadzania i przesyłu energii na duże odległości na system rozproszony, gdzie energia eklektyczna będzie przesyłana lokalnie. Następuje więc większe wykorzystanie sieci o mniejszym napięciu prowadzące do ich przeciążenia. Wiek oraz stan sieci wzmaga problem, a przy rosnącej liczbie wniosków o przyłączenie do lokalnych sieci rozproszonych źródeł OZE w wielu przepadkach miejsca w systemie elektroenergetycznym brakuje. Skutkuje to odrzucaniem wniosków na przyłączenia do sieci.

Ze względu na zdiagnozowane na terenie Miasta Siechnice problemy związane z niską emisją z indywidulanych palenisk domowych bardzo ważnym działaniem adaptacyjnym będzie wymiana kotłów niespełniających norm, kontrole w zakresie spalanego w kotłach paliwa, zwiększenie udziału mikroinstalacji (np. instalacji PV współpracujących z pompami ciepła) oraz rozwój sieci ciepłowniczej.

Wszystkie te działania muszą być poparte zmniejszeniem energochłonności budynków publicznych (urzędów, placówek oświatowych), a także indywidulanych gospodarstw domowych. Wartymi do wprowadzenia rozwiązaniami są:

- wprowadzenie systemu zarządzania energią (cieplną i elektryczną), poprzedzonego stosownym audytem,
- inteligentne systemy oświetlenia,
- termomodernizacje budynków,
- wymiana lub likwidacja energochłonnych odbiorników energii (urządzeń, oświetlenia itd.),
- tworzenie i modernizacja instalacji odnawialnych źródeł energii na terenach zurbanizowanych (na lub w sąsiedztwie zabudowań, poza terenami cennymi przyrodniczo oraz obszarami chronionymi),
- edukacja i zmiana nawyków użytkowników,
- edukacja mieszkańców,
- wsparcie mieszkańców w zakresie pozyskiwania funduszy (np. stworzenie stanowiska Eko-doradcy w Urzędzie Miasta).

Ciekawym rozwiązaniem w zakresie zmniejszenia energochłonności systemów oświetlania jest technologia Green System rozwijana w ramach realizowanego przez Ministerstwo Środowiska projektu GreenEvo – Akcelerator Zielonych Technologii. Jest ona polecana jednostkom samorządu, wspólnotom mieszkaniowym, przedsiębiorstwom i innym podmiotom, które poszukują rozwiązań umożliwiających obniżenie kosztów oświetlenia zewnętrznego oraz redukcję emisji dwutlenku węgla. Inteligentny system sterowania oświetleniem pozwala na zracjonalizowanie zużycia energii elektrycznej, a w konsekwencji zmniejszenie emisji CO_2. Wykorzystuje on pomiary natężenia ruchu i odczyty warunków pogodowych, aby oświetlenie działało adekwatnie do sytuacji na drodze, nie więcej, niż wynika to z przepisów i jest konieczne dla zapewnienia bezpieczeństwa[108].

Należy wspomnieć o realizowanym na terenie gminy Siechnice projekcie „Realizacja pilotażowego projektu wdrożenia rozwiązań Smart City dla Gminy Siechnice z uwzględnieniem strategii rozwoju gminy", gdzie planuje zastosowanie inteligentnych systemów zapewniających oszczędność zasobów. Informacje na temat projektu zostały zamieszczone we wcześniejszym fragmencie opracowania (6.1. Zrównoważone wykorzystanie zasobów, wprowadzenie rozwiązań z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, zmniejszenie presji na środowisko naturalne, przeciwdziałanie zanieczyszczaniu komponentów środowiska (w tym zanieczyszczeniu hałasem i światłem)).

Budynki pasywne

Ideą budynku pasywnego jest zminimalizowanie zużycia energii w trakcie eksploatacji poprzez zastosowanie szeregu rozwiązań konstrukcyjnych i instalacyjnych. W budowaniu budynku pasywnego bardzo ważna jest staranność i dokładność wykonywania poszczególnych elementów na placu budowy z równoczesnym zastosowaniem materiałów o bardzo dobrych właściwościach izolacyjnych. Nowoczesne instalacje wentylacyjne stosowane w budynkach pasywnych pozwalają na odzyskanie

[108]Źródło: https://greenevo.gov.pl/pl/

nawet 90 proc. ciepła z powietrza odprowadzanego na zewnątrz. W „pasywnym" wnętrzu znika szereg problemów związanych z ogrzewaniem, przegrzaniem lub wyziębieniem pomieszczeń, różnicami temperatur wewnątrz domu i suchym powietrzem. Odpada też stres związany z rosnącymi kosztami ogrzewania, które „zawdzięczamy" podwyżkom cen energii.

W projekcie pt. ,,Budowa szkoły w Siechnicach jako demonstracyjnego budynku pasywnego (Etap I i II)" dla uzyskania efektu ekologicznego, na który składa się między innymi redukcja wytwarzania CO2 i innych szkodliwych substancji oraz uzyskanie zwiększenia udziału energii odnawialnej OZE, przyjęto rozwiązania redukujące zużycie energii pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych, takich jak węgiel i jego pochodne oraz gaz ziemny. W zamian skoncentrowano się na wykorzystaniu energii odnawialnych. Jako podstawowe źródło ciepło zastosowano powietrzne pompy ciepła (PPC) zintegrowane z centralami wentylacyjnymi. Aby układ miał wysoką sprawność powietrze jest wstępnie ogrzewane energią zgromadzoną w ziemi poprzez rurowy gruntowy wymiennik ciepła (GWC). To rozwiązanie w lecie działa rewersyjnie, wówczas ciepłe powietrze zewnętrzne jest schładzane w GWC, dając pasywną „darmową" klimatyzację. W przypadkach ekstremalnych upałów centrale wentylacyjne z PPC mogą w nocy dodatkowo wspomóc schładzanie obiektu, który w ciągu dnia zgromadził energię cieplną w przegrodach. Jako uzupełnienie systemu na potrzeby ogrzewania ciepłej wody, pojedynczych grzejników oraz nagrzewnic lokalnych część energii grzewczej generują dwie gruntowe pompy ciepła. Dodatkowo, na dachu części niższej, uzupełniająco projektuje się system ogniw fotowoltaicznych, a energię pozyskaną z ogniw przeznacza się na cele podgrzewania wody bytowej .W pomieszczeniach zaprojektowano automatyczne rolety zewnętrzne typu refleksol, które pozwalają regulować dopływ światła naturalnego, a jednocześnie zapobiegają przegrzewaniu się pomieszczeń w okresach wysokiego nasłonecznienia. Aby obiekt właściwie funkcjonował, wszystkie opisane powyżej systemy i instalacje muszą działać w sposób zintegrowany ze sobą wzajemnie. Funkcję „koordynatora" pełni system BMS, który integruje pozostałe systemy oraz umożliwia nadzór nad pracą urządzeń, odczyt z czujników, alarmów, itp. Dodatkowymi zaletami zastosowanych rozwiązań jest:

- decentralizacja instalacji, która w przypadku awarii systemu grzewczego dla części budynku umożliwi funkcjonowanie pozostałych części,
- ograniczenie instalacji pośrednich przesyłu czynnika pomiędzy urządzeniami np. freonowych lub glikolowych w klimatyzacji, ciepła technologicznego do central wentylacyjnych,
- innowacyjność i demonstracyjność przy stosunkowej prostocie typowych i sprawdzonych rozwiązań,
- ograniczenie ilości gruntowych pomp ciepła i sond dla nich dzięki zastosowaniu central wentylacyjnych z modułem pompy ciepła powietrznej sprzężonych z GWC.

BMS (Building Management System)

W budynku zaprojektowano system BMS (Building Management System), który służy zarządzania energią oraz scala instalacje wykonawcze wykorzystywane w budynku. System BMS ma zadanie nadzorować i sterować układami wykonawczymi, takim jak: centrale wentylacyjne centrale klimatyzacyjne, refleksole (rolety zacieniające) oraz oświetleniem w sposób racjonalnie wykorzystujący zasoby i dostosowywać parametry do warunków panujących w budynku na podstawie harmonogramów pracy obiektu, odczytów wewnętrznych parametrów w powiązaniu ze stanami obecności użytkowników oraz warunków zewnętrznych na podstawie pomiarów stacji meteorologicznej w jego otoczeniu. System składa się z głównych modułów odpowiedzialnych za wentylacje mechaniczną, oświetlenie, refleksole-rolety przeciwsłoneczne, świetliki i siłowniki okien

oraz kontrolę otwarcia okien, pomiar energii elektrycznej, cieplnej i zużycia wody, kontrolę i sterowanie wraz z wizualizacją. BMS będzie również zintegrować z obiektowymi instalacjami niskoprądowe w celu podglądu stanu pracy urządzeń i monitoringu systemów alarmowych. Moduł odpowiedzialny za wentylacje mechaniczną ma za zadanie połączyć centrale wentylacyjne poprzez sieć komunikacyjną Modbus RTU, zbierać z nich dane oraz sterować odpowiednio do panujących warunków. Centrale mogą się komunikować pomiędzy sobą w celu wymiany parametrów i pomiarów (np. temperatura zewnętrzna). System BMS zbiera pomiary z central wentylacyjnych, czujników temperatury, czujników oświetlenia/obecności i innych punktów pomiarowych. Każda centrala posiada własny sterownik, aby w momencie braku komunikacji z pozostałymi elementami systemu pracował dalej niezależnie i utrzymywać domyślnie wprowadzone parametry. Moduł wykonawcze odpowiedzialne za oświetlenie i rolety okienne ma za zadanie połączyć czujniki oświetlenia, obecności i sterować natężeniem oświetlenia odpowiednio do panujących warunków zewnętrznych. Moduły wykonawcze odpowiedzialne za kontrole otwarcia okien mają na celu ciągły pomiar położenia okna. W przypadku wykrycia sytuacji niepożądanej (otwarcie okna) umożliwiają sygnalizacje w systemie i zaprogramowaną reakcje. Moduły wykonawcze odpowiedzialne za pomiar energii elektrycznej, cieplnej i zużycia wody mają na celu zbierać informacje na temat zużycia poszczególnych mediów w trybie ciągłym, zebrane dane powinny być gromadzone w systemie i umożliwić podgląd w systemie. Moduł kontroli i sterowania (wizualizacja) ma za zadanie zbierać dane z elementów systemu, nadzorować, wizualizować i umożliwiać zmiany.

Centrum Nowych Technologii Energetycznych

W związku z budową nowej elektrociepłowni gazowo- parowej nastąpi wygaszenie funkcji przemysłowych obecnej elektrocieplni węglowej. Gmina Siechnice oraz Kogeneracja S.A. utworzyły spółkę celową do przeprowadzenia procesu rewitalizacji obecnej elektrocieplni i nadaniu jej nowych funkcji społecznych i gospodarczych. We współpracy z Politechniką Wrocławską została opracowane Studium możliwości budowy kompleksu nowych technologii energetycznych w obiektach Elektrociepłowni Czechnica. W zaproponowanym rozwiązaniu Centrum będzie samowystarczalnym klastrem energetycznym zasilanym odnawialnymi źródłami energii, integrującymi wiele technologii i rozwiązań, w tym wykorzystującymi wodór, mającym znaczny pozytywny wpływ na zwiększenie udziału zielonej energii na terenie miasta Siechnice, oraz całego regionu podwrocławskiego.

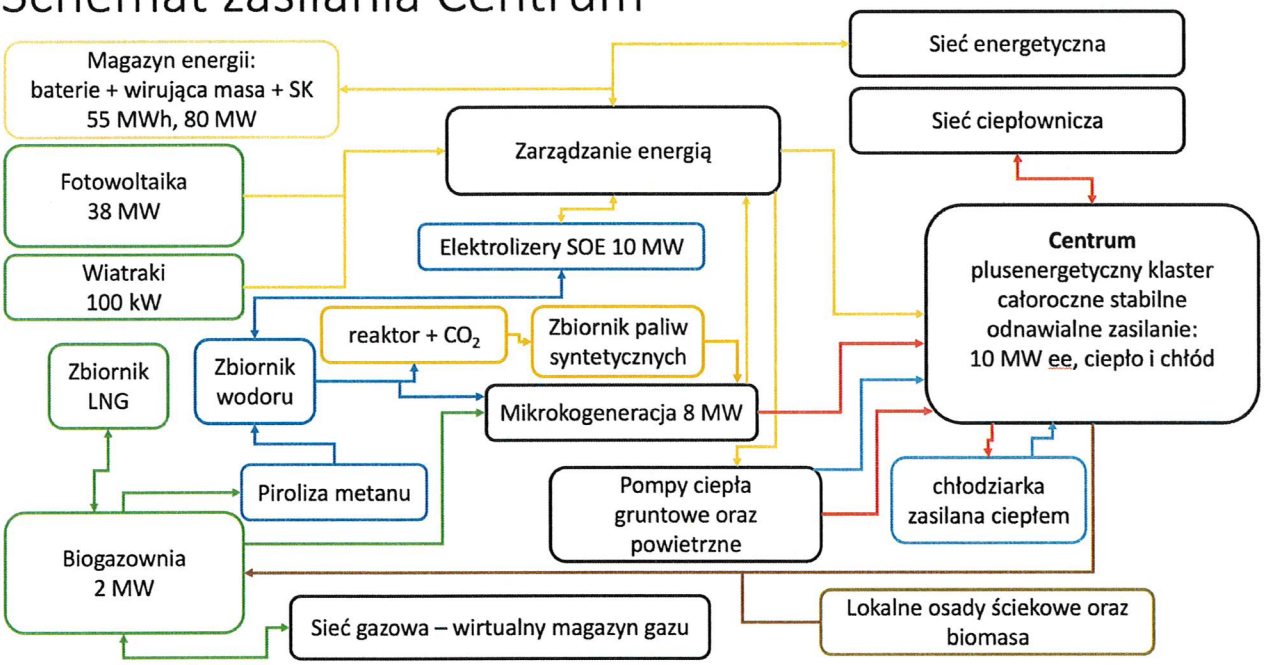
. Wśród rekomendowanych technologii znajdują się rozwiania z zakresu:

- magazynowania energii elektrycznej,
- magazynowania ciepła i chłodu,
- niskoemisyjnego wytwarzania,
- konwersji energii,
- innych technologii oraz stanowisk edukacyjnych i dydaktycznych.

Na poniższym rysunku pokazany został uproszczony schemat energetyczny rewitalizowanego kompleksu EC Czechnica [109].

[109] Źródło cyt. za: Piotr Pyrka, Zuzanna Czarnecka, Maciej Chorowski, Studium możliwości budowy kompleksu nowych technologii energetycznych w obiektach Elektrociepłowni Czechnica, Politechnika Wrocławska

Schemat zasilania Centrum



Rysunek 79. Uproszczony schemat systemu zasilania kompleksu EC Czechnica

Źródło: Piotr Pyrka, Zuzanna Czarnecka, Maciej Chorowski, Studium możliwości budowy kompleksu nowych technologii energetycznych w obiektach Elektrociepłowni Czechnica, Politechnika Wrocławska

6.18. Rozwój systemu komunikacji miejskiej, zmniejszenie zanieczyszczenia komunikacyjnego, optymalizowanie transportu drogowego, rozwój elektromobilności, ciągów pieszych i rowerowych

W wielu miastach Polski problem zanieczyszczenia powietrza przez transport samochodowy stanowi nawet poważniejszy problem niż emisja pyłów z ogrzewania domów. Mimo, że w skali kraju samochody odpowiadają za ok. 10 proc. przekroczeń dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń, to w centrach dużych miast przekroczenia są wielokrotnie większe (nawet 80 proc.)[110].

Spaliny samochodowe są dużo bardziej szkodliwe dla ludzi niż zanieczyszczenia pochodzące z przemysłu, jako że zanieczyszczenia motoryzacyjne rozprzestrzeniają się w dużych stężeniach na niskich wysokościach w bezpośrednim sąsiedztwie ludzi[111]. Transport drogowy jest jednym z głównych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza, stanowiących zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, zdrowia, a nawet życia człowieka. Wskutek spalania paliw w silnikach pojazdów do powietrza trafiają: tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz cząstki stałe i metale ciężkie. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w skali kraju sektor ten odpowiedzialny jest za ponad 28% całkowitej emisji tlenków azotu, przeszło 27% emisji tlenku węgla oraz powyżej 15% zanieczyszczeń pyłowych. W dużych miastach, zwłaszcza o scentralizowanym systemie ciepłownictwa, udział transportu drogowego w całkowitej emisji tych zanieczyszczeń jest zdecydowanie większy, dochodząc w dzielnicach centralnych nawet do 90%[112].

Skala problemów wynikających z działalności transportu skłania do pilnego ograniczania jego wpływu na środowisko przyrodnicze i społeczne. Działania zaradcze związane z ograniczaniem i eliminowaniem zagrożeń wynikających z działalności transportu należy prowadzić jednocześnie na 3 płaszczyznach:

- edukowania społeczeństwa,
- zapobiegania występowaniu zagrożeń,
- przeciwdziałania skutkom, którym nie udało się zapobiec.

Powinny one polegać na jednoczesnym wdrażaniu wielu rozwiązań pozwalających maksymalizować szansę osiągnięcia założonego celu – ograniczenia ingerencji transportu w środowisko przyrodnicze (degradacja i zanieczyszczenie), jak i społeczne (zdrowie i bezpieczeństwo) – przy realizowaniu zapisów Europejskiej Polityki Transportowej i Polityki Transportowej Państwa na lata 2006-2025. Wśród najważniejszych powinny znaleźć się takie działania, jak zwiększanie udziału kolei i transportu wodnego w podziale zadań przewozowych czy rozwijanie transportu inter- i multimodalnego. Powinny być wprowadzane preferencje (podatkowe, prawne, administracyjne) dla pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii, zaś z eksploatacji należy wyłączać pojazdy niespełniające wymogów bezpieczeństwa i/lub ochrony środowiska. Odpowiednie zarządzanie ruchem w miastach powinno obejmować wyprowadzanie ruchu ciężkiego z obszarów najgęściej zaludnionych i jego koncentrację na

[110]Źródło: https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/jak-walczyc-z-nbsp-trujacymi-samochodami-w-nbsp-duzych-miastach-goraca-debata-w-nbsp-nik.html

[111]Źródło: http://zm.org.pl/?a=koalicja.broszuras_03

[112]Źródło: https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/documents/download/100652

obwodnicach i miejskich trasach średnicowych. Należy również ograniczać ruch pojazdów indywidualnych w centrach miast, wprowadzając strefy ruchu uspokojonego, opłaty za wjazd do centrum, podnosząc opłaty za parkowanie i kładąc nacisk na rozwój systemów zarządzania ruchem oraz sprawną i punktualną komunikację publiczną połączoną z parkingami. między innymi typu P+R[113] [114].

Jednym z najważniejszych wyzwań na obszarze Siechnic jest przebiegająca przez analizowany obszar droga krajowa nr 94. Pomimo tego, że droga krajowa nr 94 w gminie Siechnice ma przebieg o długości tylko około 9,5 km, to (zgodnie z danymi Systemu Ewidencji Wypadków i Kolizji Komendy Głównej Policji w Warszawie w latach 2007-2021 doszło tutaj do 833 zdarzeń drogowych, wskutek których śmierć poniosło 12 osób. Ponadto w tych zdarzeniach rannych zostało 137 osób, w tym 39 ciężko. Jak widać z przytoczonych danych tworzy się dramatyczny obraz, z którego w ujęciu statystycznym wynika, że każdego tygodnia przez okres 15 lat dochodziło do zdarzenia drogowego, do którego była wzywana policja. W co najmniej w 16% tych zdarzeń odnotowywano ranną osobę, a kilkanaście osób zginęło. Wśród proponowanych rozwiązań problemów jest:

- Poprawa bezpieczeństwa na istniejącej drodze krajowej nr 94,
- Kompleksowa modernizacja (przebudowa) drogi w jej obecnym przebiegu w miejscach połączeń z nową obwodnicą miejscowości Radwanice, Siechnice i Groblice tzw. Trasą Krakowską w układzie dwujezdniowym wraz z budową niezbędnej infrastruktury (chodniki, ścieżki rowerowe, oświetlenie, przejścia dla pieszych, sygnalizacje świetlne na całym starym i nowym przebiegu tej drogi.), przebudową skrzyżowań, a w szczególności z budową ronda w Siechnicach na skrzyżowaniu DK 94 z ul. Ciepłowniczej 114

Ważnym działaniem z zakresu adaptacji będzie również wprowadzenie systemu **elektromobilności** i stworzenie wypożyczalni urządzeń elektrycznych. Dlatego istotnym będzie przygotowanie infrastruktury komunikacyjnej do obsługi samochodów elektrycznych (m.in. punktów ładowania samochodów). Należy dołożyć także szczególnych starań do wprowadzania rozwiązań z zakresu elektromobilności do obszaru komunikacji miejskiej (wymiana floty autobusowej na pojazdy o napędzie elektrycznym).

W ramach działań adaptacyjnych proponuje się ograniczenie ruchu pojazdów indywidualnych w centrum miasta, przywilejowanie pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii oraz podejmowanie działań prowadzących do wyłączania z użytkowania pojazdów nie-spełniających wymogów bezpieczeństwa i/lub ochrony środowiska, a także odpowiednie zarządzanie ruchem w mieście.

Poza działaniami skupiającymi się na rozwoju komunikacji miejskiej i podmiejskiej w tej grupie działań adaptacyjnych dla Miasta Siechnice umieszczono również budowę i modernizację dróg oraz rozwój terenów zielonych wzdłuż dróg. Mimo, że transport wywiera negatywne skutki (bezpośrednie i

[113] Źródło: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k0REEPE6weEJ:yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ojs-issn-1231-8515-year-2010-issue-4-article-307/c/307-302.pdf+&cd=8&hl=pl&ct=clnk&gl=pl

[114] Parkingi „Parkuj i Jedź" (z ang. P+R – Park+Ride) to parkingi umożliwiające bezpłatne parkowanie pojazdów osobom, które w chwili wyjazdu z parkingu przedstawią ważny bilet (Źródło: https://warszawa19115.pl/-/parkingi-p-r)

pośrednie) na środowisko, to do pewnego stopnia infrastruktura transportowa musi być rozwinięta, aby zapewnić możliwość bezpiecznego i sprawnego przemieszczania się ludności i towarów. Niewątpliwie budowa dróg powoduje lokalnie uciążliwości, jednak porównanie wszystkich kosztów i korzyści budowy z wariantem niepodejmowania przedsięwzięcia ujawnia potrzebę ich realizacji. Rozwój musi być prowadzony tak, aby w pierwszej kolejności budować infrastrukturę rzeczywiście niezbędną. Proces inwestycyjny powinien jak najmniej ingerować w środowisko, a gdy jest to niemożliwe do uniknięcia, niezbędne jest stosowanie rozwiązań, dzięki którym wpływ ten zostanie ograniczony do niezbędnego minimum[115].

Ważnymi działaniami w niniejszej grupie działań adaptacyjnych jest **budowa i modernizacja ciągów pieszych i rowerowych**. Powstanie bezpiecznych i przyjaznych dla mieszkańców ścieżek doprowadzi do zwiększenia atrakcyjności tego typu przemieszczania się na terenie miasta, a tym sam doprowadzi do obniżenia zanieczyszczenia komunikacyjnego powodowanego przez samochody. Proponuje się, aby położyć szczególny nacisk na rozwój terenów zielonych wzdłuż wspomnianych ciągów pieszych i rowerowych. Pasy zieleni (szczególnie drzewa) będą podwyższać komfort temperaturowy w czasie dni upalnych i ciepłych oraz zwiększać atrakcyjność ścieżek podnosząc ich wartość wizualną i estetyczną. Ponadto proponuje się **wykorzystanie materiałów poprawiających przepuszczalność powierzchni** (umożliwiające wsiąkanie wody).

Należy dążyć, aby transport nisko i zero emisyjny był ze sobą dobrze powiązany. Projekt pn. „Promowanie strategii niskoemisyjnych na terenie gminy Siechnice-budowa multimodalnych centrów przesiadkowych" ma charakter projektu infrastrukturalnego polegającego na budowie (oraz przebudowie w przypadku istniejącej infrastruktury) multimodalnych węzłów przesiadkowych na obszarze gminy Siechnice w miejscowościach Siechnice oraz Święta Katarzyna.

Przedsięwzięcie to zostało wyłonione w trybie pozakonkursowym do dofinansowania w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2010 (POIiŚ 2014-2020) w ramach Osi priorytetowej VI Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach, Działanie 6.1 Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach. Jest to jeden z kilkudziesięciu projektów realizowanych w trybie pozakonkursowym w ramach ww. działania, będącym jednocześnie pierwszym projektem w Polsce który został zatwierdzony do realizacji przez Instytucję Pośredniczącą POIiŚ 2014-2020 - Centrum Unijnych Projektów Transportowych.

W ramach projektu powstały 2 duże centra przesiadkowe, obejmujące łącznie ponad 160 miejsc postojowych i ponad 60 stanowisk rowerowych, zlokalizowanych przy stacji kolejowej w Siechnicach oraz stacji kolejowej w Świętej Katarzynie.

Celem projektu jest wsparcie rozwoju transportu publicznego wynikającego z przygotowanych przez gminę planów gospodarki niskoemisyjnej, obejmujących swoim zakresem zagadnienia związane ze zrównoważoną mobilnością miejską. Realizacja projektu ma na celu dążenie do minimalizacji negatywnego oddziaływania bardzo dużego zwiększenia użytkowników dróg dojazdowych do miasta Wrocław jakie można zaobserwować na obszarze Wrocławskiego Obszaru Funkcjonalnego ze szczególnym uwzględnieniem gminy Siechnice. Wdrożenie projektu przyczyni się do zmniejszenia

[115]Źródło:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k0REEPE6weEJ:yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ojs-issn-1231-8515-year-2010-issue-4-article-307/c/307-302.pdf+&cd=8&hl=pl&ct=clnk&gl=pl

zatłoczenia motoryzacyjnego w miastach, poprawi płynność ruchu i ograniczy negatywny wpływ transportu na środowisko naturalne na obszarze gminy Siechnice.

6.19. Rozwój systemu monitoringu i ostrzegania przed zagrożeniami związanymi z ekstremalnymi zjawiskami oraz zmianami klimatu, wzmocnienie służb ratowniczych z uwzględnieniem zmian klimatycznych, budowa systemu dla zapewnienia ochrony zdrowia

W celu zapewnienia bezpieczeństwa mieszkańcom należy wdrożyć działania adaptacyjne w zakresie sprawnego ostrzegania przed zagrożeniami pogodowymi i zjawiskami ekstremalnymi. Na terenie Miasta Siechnice nie znajduje się stacja meteorologiczna[116].

Wśród działań adaptacyjnych powinna się znaleźć analiza możliwości alarmowania oraz systemu wczesnego ostrzegania w zakresie informowania o sytuacjach kryzysowych w mieście związanych ze zmianami klimatycznymi oraz ewentualne rozszerzenie **systemu powiadamiania**. Na terenie Siechnic funkcjonuje System ostrzegania przed zagrożeniami (SMS) Informator SMS daje gminie Siechnice możliwość:

- przesyłania ważnych informacji bezpośrednio do mieszkańców,
- ostrzegania przed zagrożeniami (zarządzanie kryzysowe),
- podniesienia poziomu bezpieczeństwa mieszkańców [117].

Dla szybkiego i skutecznego przystosowywania się miasta do zmian klimatu ważne jest śledzenie i analiza zachodzących zmian. Adaptacja jest procesem ciągłym, a działania adaptacyjne powinny podążać za zachodzącymi zmianami. Dlatego tak istotny będzie rozwój **systemu monitoringu i gromadzenia danych o zjawiskach związanych ze zmianami klimatu**. Pozwoli on na śledzenie bieżących zmian na omawianym obszarze i wprowadzanie odpowiednich modyfikacji w zaproponowanych działaniach adaptacyjnych. Na omawianym terenie znajdują obecnie stacje pomiaru jakości powietrza. Poniżej zaprezentowano ich rozmieszczenie.

[116] https://hydro.imgw.pl, dostęp 13.02.2023 r.
[117] Źródło: cyt. http://www.siechnice.gmina.pl/strona-750-sms_system_ostrzegania_przed.html



Rysunek 80. Rozmieszczenie czujników jakości powietrza na terenie Siechnic.
Źródło: https://panel.syngeos.pl/sensor/pm10

Wobec częstszego występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych ważne jest **wzmocnienie służb ratowniczych**. Działania te powinny prowadzić do zwiększenia mobilności jednostek oraz pozwolić na lepszą, szybszą i skuteczniejszą reakcję służb w sytuacji zagrożenia. Wśród działań adaptacyjnych z tego zakresu należy zaplanować:

- Wzmocnienie służb ratowniczych z uwzględnieniem zmian klimatycznych, budowa systemu dla zapewnienia ochrony zdrowia i opieki
- Przegląd i aktualizacja planów antykryzysowych
- Rozwój ośrodków opiekuńczych
- Rozwój opieki i pomocy osobom najbardziej narażonym na zmiany klimatu

Ważnym działaniem adaptacyjnym jest budowa systemu dla zapewnienia ochrony zdrowia ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb starzejącego się społeczeństwa i rozwoju świadczeń **opieki senioralnej** (m.in. rozwój placówek, rozwój transportu seniorów). Osoby starsze, schorowane, niepełnosprawne są szczególnie narażone na zmiany środowiska, w którym funkcjonują, a zmiany klimatu będą pogłębiać uciążliwości takie jak fale upałów, ekstremalne zjawiska pogodowe itd.

6.20. Edukowanie, informowanie o następstwach zmian klimatu oraz promowanie dobrych praktyk, działań i postaw, propagowanie partycypacji społecznej

Na działania adaptacyjne z tego zakresu będą się składać między innymi programy edukacyjne, wykłady, warsztaty, spotkania, konkursy, instrukcje postępowania, akcje itd. Edukacja powinna dotyczyć każdego z poruszanych powyżej zagadnień oraz odnosić się do uświadamia społeczeństwa na temat ważności i potrzeby realizacji wszystkich wymienionych powyżej grup działań adaptacyjnych.

Efektem działań adaptacyjnych w ramach tej grupy będzie wypracowanie świadomości mieszkańców o następstwach zmian klimatu oraz uświadomienie ważności dokonywania działań adaptacyjnych m.in. poprzez pokazanie pozytywnych efektów ich wprowadzania. W poruszanej tematyce należy zawrzeć przede wszystkim wiedzę na temat:

- powodów i skutków zmian klimatu,
- zwiększonej wrażliwości obszarów zurbanizowanych na te przemiany,
- prognozowanych zagrożeniach i szansach,
- możliwościach ograniczenia skutków właśnie poprzez działania adaptacyjne.

Wśród działań adaptacyjnych zaleca się również większe zwrócenie uwagi na głos mieszkańców. Wsłuchanie się w podnoszone problemy i zgłaszane potrzeby pozwoli na wprowadzenie odpowiednich modyfikacji w założonych działaniach adaptacyjnych oraz dodanie nowych, ważnych dla mieszkańców. Dzięki temu będzie możliwe wprowadzenie założeń trzeciej, najnowszej generacji inteligentnego miasta (Smart City 3.0), gdzie kluczową rolę w rozwoju miasta odgrywają jego mieszkańcy. W najnowszym rozumieniu Smart Cities obywatele zaczynają współtworzyć swoje miasta. Stawia się na zachęcanie mieszkańców do korzystania z dostępnych technologii, a zasadniczy wpływ mają prowadzone akcje edukujące oraz promujące taką postawę. Oczywiście najnowsze rozwiązania technologiczne odgrywają ważną kwestię, jednak również istotne są zagadnienia społeczne, ekonomiczne i ekologiczne. W takim rozumieniu Smart City rolą władz lokalnych jest tworzenie przestrzeni i możliwości do zagospodarowania różnorodnego potencjału mieszkańców.

Drogą do aktywizacji mieszkańców może być wspieranie organizacji pozarządowych i grup nieformalnych związanych z tematyką przeciwdziałania zmianą klimatu. Oddolne akcje pozwolą na propagowanie wiedzy w zakresie zagrożeń związanych ze zmianami klimatu, ich przeciwdziałaniu oraz wpłyną pozytywnie na wzrost zaangażowania mieszkańców.

7. Udział społeczeństwa w opracowaniu Planu Adaptacji

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Siechnice do roku 2030 powstał z wykorzystaniem metody partycypacyjnej. Prace nad przygotowaniem dokumentu prowadzone były we współpracy z jednostkami Urzędu Miejskiego w Siechnicach:

- Biuro ds. Funduszy Zewnętrznych,
- Wydział Gospodarki Przestrzennej i Nieruchomości Urzędu Miejskiego w Siechnicach,
- Wydział Środowiska, Zieleni i Gospodarki Wodnej Urzędu Miejskiego w Siechnicach,
- Wydział Komunalny Urzędu Miejskiego w Siechnicach,
- Wydział Dróg Urzędu Miejskiego w Siechnicach.

przedstawicielami jednostek tj.:

- Zakład Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.
- Związek Międzygminny Ślęza-Oława z siedzibą w Świętej Katarzynie
- Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A. Elektrociepłownia "Czechnica"

a także przy współudziale jednostek zewnętrznych:

- Urząd Marszałkowski w Wrocławiu,
- Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Wrocławiu,
- Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Wrocławiu,
- Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Wrocławiu.

W ramach włączania społeczeństwa w opracowywanie Planu Adaptacji przeprowadzono również konsultacje dokumentu z Radą Miejską oraz konsultacje społeczne z mieszkańcami.

8. Wdrażanie Planu Adaptacji

Wdrażanie Planu Adaptacji jest procesem wielostopniowym, za który odpowiadać będzie samorząd gminny we współpracy z interesariuszami zewnętrznymi (zinstytucjonalizowanymi i indywidualnymi). W poniższej tabeli zaprezentowano wybrane działania adaptacyjne z ujęciem okresu realizacji, źródeł finansowania, wartości inwestycji oraz organów odpowiedzialnych za wdrażanie działań.

Tabela 36. Działania adaptacyjne – okres realizacji zadania, źródło finansowania, wartość inwestycji, organ odpowiedzialny

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
1.	Ochrona ekosystemów i bioróżnorodności, ochrona terenów cennych przyrodniczo, ochrona i tworzenie terenów zielonych, rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury	Rozwój i pielęgnacja terenów zielonych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Właściciele posesji
2.		Zwiększanie dostępności oraz atrakcyjności trenerów zielonych oraz przestrzeni publicznych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
3.		Rekultywacja i rewitalizacja terenów miejskich ukierunkowana na rozwój zieleni oraz zwiększenie standardów jakości środowiska	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
4.		Rozwój błękitno-zielonej infrastruktury	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Właściciele posesji
5.		Wykorzystywanie w planowaniu przestrzennych rozwiązań bazujących na przyrodzie (Nature-based solutions)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
6.		Staranny dobór gatunków roślinności dla nasadzeń miejskich (rośliny rodzime, odporne, niewymagające częstego podlewania itd.)	dno 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
7.		Przeznaczanie nowych obszarów pod zieleń publiczną	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
				krajowych oraz Unii Europejskiej.	
8.		Zwiększenie udziału powierzchni biologicznie czynnych w mieście poprzez ograniczenie powierzchni nieprzepuszczalnych oraz ich rozszczelnienie	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
9.		Tworzenie miejsc ochrony bioróżnorodności poprzez odpowiednie nasadzenia roślinności oraz infrastrukturę wpierającą	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
10.		Opracowanie systemu kształtowania i zarzadzania zielenią miejską	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
11.		Pielęgnacja terenów zielonych wspierająca rozwój bioróżnorodności	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Właściciele posesji
12.		Ochrona i pielęgnacja drzew w przestrzeni publicznej poprzez zapewnienie odpowiednich warunków wzrostu i rozwoju	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
13.		Zwiększenie ilości terenów zielonych funkcjonujących bez dodatkowego urządzania, rozwój terenów zieleni	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
		nieuporządkowanej, terenów „czwartej przyrody"			
14.		Przeciwdziałanie rozprzestrzenianiu się inwazyjnych gatunków obcych	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
15.	**Zrównoważone wykorzystanie zasobów, wprowadzenie rozwiązań z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, zmniejszenie presji na środowisko naturalne, przeciwdziałanie zanieczyszczaniu komponentów środowiska (w tym zanieczyszczeniu hałasem i światłem).**	Wprowadzenie systemów zarządzania energią oraz zasobami (wody, paliw energii elektrycznej i cieplnej, monitoring gospodarki odpadami)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, Spółki Miejskie, Zarządcy i Właściciele budynków mieszkalnych, Spółdzielnie, Wspólnoty mieszkaniowe
16.		Wymiana lub likwidacja energochłonnych odbiorników energii (urządzeń, oświetlenia itd.)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
17.		Wdrożenie inteligentnych systemów oświetlenia	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
18.		Modernizacja oświetlenia ulicznego i przestrzeni publicznych, rozwój nowoczesnych technologii pozwalających na oszczędzanie energii	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
19.		Monitoring i przeciwdziałanie zanieczyszczeniu hałasem	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
				krajowych oraz Unii Europejskiej.	
20.		Uwzględnienie w dokumentach strategicznych i planistycznych wymogów w zakresie rozwoju i planowania oświetlenia zewnętrznego oraz zanieczyszczenia świetlnego.	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
21.		Kształtowanie ładu przestrzennego w krajobrazie nocnym poprzez narzędzia planowania przestrzennego.	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
22.		Projektowanie oświetlenia przy użyciu specjalistycznych narzędzi oraz odpowiednie użytkowanie w celu minimalizacji wpływu instalacji na środowisko naturalne.	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
23.		Wsparcie inwestycyjne oraz organizacyjne sektora usług wpierających GOZ	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
24.		Zwiększenie kontroli segregacji odpadów i zwiększenie skuteczności wykrywania oraz karania przypadków nieodpowiedniego segregowania	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Związek Międzygminny Ślęża-Oława
25.		Planowanie inwestycji z uwzględnieniem całego cyklu funkcjonowania, w tym działań związanych z wycofaniem z użytkowania	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
				krajowych oraz Unii Europejskiej.	
26.		Przystosowanie obiektów do funkcjonowania według zasad gospodarki obiegu zamkniętego	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, Właściciele obiektów
27.	**Zwiększenie retencjonowania wód, zagospodarowanie wody deszczowej, przeciwdziałanie suszy, modernizacja i budowa infrastruktury uzbrojenia terenu, monitoring i regulacja gospodarki wodociągowej i kanalizacyjnej.**	Rozwój obiektów małej retencji bazujących na rozwiązaniach opartych na przyrodzie - NBS (natura-based-solutions)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
28.		Stosowanie rozwiązań wpierających retencję w przestrzeni miejskiej	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
29.		Zagospodarowanie wody opadowej na cele komunalne na terenie obiektów publicznych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
30.		Stosowanie powierzchni przepuszczalnych przy budowie i modernizacji parkingów, ciągów pieszych i rowerowych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
31.		Zmniejszenie strat wody, monitorowanie i zapobieganie nieszczelnością na wodociągu	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, Zakład Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
32.		Opracowanie koncepcji systemu gospodarowania wodami oraz koncepcji zagospodarowania wód opadowych na terenie miasta	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
33.		Zagospodarowanie terenu międzywala Oławy	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, GW Polskie Wody Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Wrocławiu
34.		Zwiększanie częstości przeglądów wałów przeciwpowodziowych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, GW Polskie Wody Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Wrocławiu
35.		Stworzenie koncepcji retencji w zlewni rzeki Zielonej	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, GW Polskie Wody Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Wrocławiu
36.		Renaturalizacja cieków oraz zbiorników wodnych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, GW Polskie Wody Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Wrocławiu
37.	**Wymiana wysokoemisyjnych źródeł ciepła, rozwój systemu**	Wsparcie mieszkańców w zakresie pozyskiwania funduszy na działania z	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
	ciepłowniczego, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, zwiększenie efektywności energetycznej, ochrona obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza.	zakresu energooczędności oraz mikroinstalacji OZE		krajowych oraz Unii Europejskiej.	
38.		Rozwój form energetyki rozproszonej tj. klastrów energii, spółdzielni energetycznych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, Klaster Energetyczny Siechnice
39.		Ochrona obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza. Uwzględnienie w planach zagospodarowania obszarów generowania czystego i świeżego powietrza (ograniczenie zabudowy)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, Administratorzy budynków i obiektów, dostawcy energii cieplnej, jednostki ds. gospodarki komunalnej, jednostki ds. ochrony środowiska
40.		Termomodernizacja budynków	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Właściciele budynków i obiektów
41.		Tworzenie i modernizacja instalacji odnawialnych źródeł energii na terenach zurbanizowanych (na lub w sąsiedztwie zabudowań)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach, właściciele obiektów, Spółdzielnie Mieszkaniowe
42.		Program dotacji do wymiany indywidulanych źródeł ciepła na odnawialne źródła energii	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
43.		Poprawa efektywności energetycznej budynków publicznych oraz tworzenie projektów zachęcających do działań termomodernizacyjnych na terenie miasta	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Administratorzy budynków i obiektów, dostawcy energii cieplnej, jednostki ds. gospodarki, jednostki ds. ochrony środowiska.
44.	**Rozwój systemu komunikacji miejskiej, zmniejszenie zanieczyszczenia komunikacyjnego, optymalizowanie transportu drogowego, rozwój elektromobilności, ciągów pieszych i rowerowych**	Rozwój systemu niskoemisyjnej komunikacji miejskiej zintegrowanej z transportem zeroemisyjnym (rowerowym, pieszym)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
45.		Wdrażanie Inteligentnych Systemów Zarządzania Ruchem oraz mechanizmów wspomagających zarządzanie ruchem i transportem,	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
46.		Budowa multimodalnych centrów przesiadkowych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
47.		Ograniczenie ruchu pojazdów indywidualnych w centrum miasta	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
48.		Przebudowa ulic i dróg oraz rozwój terenów zielonych wzdłuż dróg	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
49.		Wdrażanie rozwiązań z zakresu smart city	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
50.		Poprawa bezpieczeństwa na drodze krajowej nr 94	Do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
51.		Rozwój i modernizacja systemu ścieżek rowerowych na terenie miasta z zastosowaniem nawierzchni przepuszczalnych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
52.		Rozwój i modernizacja ciągów pieszych z zastosowaniem nawierzchni przepuszczalnych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
53.	**Rozwój systemu monitoringu i ostrzegania przed zagrożeniami związanymi z ekstremalnymi zjawiskami oraz zmianami klimatu, wzmocnienie służb ratowniczych z uwzględnieniem zmian klimatycznych, budowa systemu dla zapewnienia ochrony zdrowia.**	Rozwój systemu monitoringu i gromadzenia danych o zjawiskach związanych ze zmianami klimatu na terenie miasta	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
54.		Stworzenie stacji monitoringu hydrologiczno-meteorologicznego	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
55.		Rozwój systemów powiadamiania mieszkańców tym systemu monitoringu powietrza oraz systemu ostrzegania przed	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
		zagrożeniami związanymi z ekstremalnymi zjawiskami		krajowych oraz Unii Europejskiej.	
56.		Wzmocnienie służb ratowniczych ze względu na skutki zmian klimatycznych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach + jednostki podległe
57.		Przegląd i aktualizacja planów antykryzysowych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
58.		Rozwój systemu opieki senioralnej	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
59.		Doposażenie i rozwój ośrodków opiekuńczych i edukacyjnych (żłobków, szkół) między innymi o: urządzania do oczyszczania powietrza, urządzenia klimatyzacyjne itd.	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
60.		Rozwój systemu opieki zdrowotnej i opiekuńczej oraz przystosowanie obiektów do zmian klimatu/ekstremalnych zjawisk pogodowych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
61.		Monitorowanie sytuacji demograficznej miasta	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
62.	Edukowanie, informowanie o następstwach zmian klimatu oraz promowanie dobrych praktyk, działań i postaw, propagowanie partycypacji społecznej.	Stwarzanie możliwości aktywnego uczestnictwa obywateli w podejmowaniu decyzji i propagowanie partycypacji społecznej	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
63.		Prowadzenie edukacji ekologicznej - informowanie o następstwach zmian klimatu oraz promowanie dobrych praktyk, działań i postaw, konkursy edukacyjne, warsztaty	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Spółki Miejskie, jednostki oświatowe i inne jednostki odpowiadające za edukacje na terenie miasta
64.		Program edukacyjno-informacyjny na rzecz adaptacji Miasta Siechnice do zmian klimatu	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
65.		Wspieranie organizacji pozarządowych i grup nieformalnych związanych z tematyką przeciwdziałania zmianą klimatu i ochrony przyrody	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
66.		Działania edukacyjne skierowane do mieszkańców zawierające wytyczne i pomysły jakie działania w celu ochrony klimatu mogą wprowadzić w gospodarstwach domowych (w mikroskali)	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
67.		Edukacja i zmiana nawyków użytkowników w obszarze energetyki	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Właściciele obiektów

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
68.		Akcja edukacyjna dotycząca nadmiernej penetracji lasów poruszająca m.in. zagadnienia wjazdu do lasów nieuprawnionych pojazdów mechanicznych (tj. quady), zaśmiecania terenów leśnych	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Nadleśnictwo Oława
69.		Edukacja mieszkańców w zakresie energooszczędności i energetyki	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
70.		Zwiększenie świadomości społeczeństwa o ekosystemach, ich roli oraz świadczonych przez nie usługach	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
71.		Edukacja i informowanie w zakresie zagadnień związanych z gospodarką obiegu zamkniętego	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach
72.		Edukacja i informowanie w zakresie racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o. o
73.		Włączanie do działań adaptacyjnych terenów miejscowości przyległych do miasta (należących do gminy miejsko-wiejskiej Siechnice) w celu osiągniecia	do 2030	Środki własne, programy dotacyjne ze środków krajowych oraz Unii Europejskiej.	Urząd Miejski w Siechnicach

Lp.	Grupy działań adaptacyjnych:	Przykład projektu wpisującego się w zadanie adaptacyjne	Okres realizacji zadania	Źródła finansowania	Jednostka odpowiedzialna za realizację zadania
		kompleksowej adaptacji omawianego obszaru do zmian klimatu			

Źródło: Informacje zebrane od Interesariuszy; opracowanie własne

8.1. Możliwe źródła finansowania

Plan Adaptacji może być finansowany ze środków krajowych i regionalnych oraz funduszy Unii Europejskiej i współpracy UE z innymi krajami. Komisja Europejska zaproponowała wskaźnik wydatków klimatycznych na poziomie 25% budżetu 2021-2027 do osiągnięcia celów klimatycznych. W Polsce adaptacja do zmian klimatu nie jest priorytetowym obszarem wsparcia finansowego, ale wiele działań, szczególnie w zakresie ochrony środowiska i ekologii, finansowanych ze środków krajowych jest spójnych z celami adaptacyjnymi.

Dla jednostek samorządowych dostępnymi sposobami finansowania inwestycji są:

- środki własne,
- kredyty i pożyczki udzielane w bankach komercyjnych,
- kredyty i pożyczki preferencyjne udzielane przez instytucje wspierające rozwój gmin,
- dotacje państwowe z funduszy krajowych i zagranicznych,
- emisja obligacji.

Fundusze na realizacje wymienionych działań planuje pozyskać się między innymi z następujących źródeł:

- środków własnych gminy i powiatu,
- środków pochodzących z budżetu państwa lub budżetu samorządu województwa przewidzianych na współfinansowanie projektów lub jako niezależne źródło finansowania,
- środków z funduszy celowych,
- środków z Funduszy Europejskich dostępnych w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Społecznego,
- środków prywatnych, np. przedsiębiorców, organizacji pozarządowych, wspólnot mieszkaniowych,
- innych funduszy zewnętrznych, np. funduszy norweskich i funduszy Europejskiego Obszaru Gospodarczego,
- Krajowego Planu Odbudowy (KPO);
- Środkach przewidzianych w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r.
- innych środków publicznych.

Wszelkie działania związane z ochroną środowiska i ekologią są wspierane finansowo poprzez różne krajowe i zagraniczne fundusze ekologiczne oraz programy, a także środki własne inwestorów.

Do publicznych funduszy ochrony środowiska w Polsce zalicza się:

- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW),
- Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW).

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej jest głównym źródłem finansowania w Polsce inwestycji proekologicznych (finansowanie inwestycji z zakresu ochrony środowiska i gospodarki wodnej) - obszarów ważnych z punktu widzenia procesu dostosowawczego do standardów i norm Unii Europejskiej. Celem działalności Narodowego Funduszu jest finansowe wspieranie

inwestycji ekologicznych o znaczeniu i zasięgu ogólnopolskim i ponadregionalnym oraz zadań lokalnych, istotnych z punktu widzenia potrzeb środowiska.

W Narodowym Funduszu stosowane są trzy formy dofinansowywania:

- finansowanie pożyczkowe (pożyczki udzielane przez NF, kredyty udzielane przez banki ze środków NF, konsorcja, czyli wspólne finansowanie NF z bankami, linie kredytowe ze środków NF obsługiwane przez banki).
- finansowanie dotacyjne (dotacje inwestycyjne, dotacje nie inwestycyjne, dopłaty do kredytów bankowych, umorzenia).
- finansowanie kapitałowe (obejmowanie akcji i udziałów w zakładanych bądź już istniejących spółkach w celu osiągnięcia efektu ekologicznego).

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska ma bardzo istotne znaczenie dla ochrony środowiska i gospodarki kraju, ponieważ:

- finansuje ochronę środowiska,
- uruchamia środki innych inwestorów,
- stymuluje nowe inwestycje,
- wspomaga tworzenie nowych miejsc pracy,
- jest ważny dla zrównoważonego rozwoju.

Szczegółowy zakres działalności NFOŚiGW, lista programów i przedsięwzięć priorytetowych, kryteria i zasady udzielania wsparcia finansowego, a także wzory wniosków i procedury ich rozpatrywania dostępne są w oficjalnym serwisie internetowym: www.nfosigw.gov.pl oraz w siedzibie Funduszu w Warszawie przy ul. Konstruktorskiej 3a.

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu to samodzielna instytucja finansowa, powołana do wspierania przedsięwzięć w dziedzinie ekologii.

Realizując swoją misję, Fundusz koncentruje się na:

- wspieraniu działań proekologicznych podejmowanych przez administrację publiczną, przedsiębiorców, instytucje i organizacje pozarządowe,
- zarządzaniu środkami europejskimi ukierunkowanymi na ochronę środowiska i gospodarkę wodną.

Szczegółowe informacje na temat działalności WFOŚiGW w Wrocławiu można znaleźć na stronie internetowej funduszu: https://www.bip.wfosigw.wroclaw.pl/.

Programy krajowe będą tematycznie zbliżone do tych realizowanych obecnie. Oznacza to, że pieniądze z polityki spójności zainwestujemy między innymi w:

- rozwój infrastruktury i ochronę środowiska,
- powiększanie kapitału ludzkiego,
- budowanie kompetencji cyfrowych
- wsparcie makroregionu Polski Wschodniej[118] [119].

[118] https://www.funduszeeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-na-lata-2021-2027/dowiedz-sie-wiecej-o-funduszach-europejskich-na-lata-2021-2027/

[119] Grzegorz Karwatowicz, Fundusze europejskie 2021 – 2027. Co Nas czeka w nowej perspektywie finansowej https://przetargowa.pl/fundusze-europejskie-2021-2027-co-nas-czeka-w-nowej-perspektywie-finansowej/

Przewiduje się również możliwości finansowania działań adaptacyjnych z nowej **Perspektywy finansowej 2021-2027**. Fundusze Europejskie na lata 2021-2027 to 72,2 miliarda euro z polityki spójności oraz 3,8 mld euro środków z Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji. Łącznie to około 76 miliardów euro. Środki zostaną przeznaczone na realizację inwestycji w innowacje, przedsiębiorczość, cyfryzację, infrastrukturę, ochronę środowiska, energetykę, edukację i sprawy społeczne.

Podstawowym dokumentem, który określa współpracę UE z Polską, jest Umowa Partnerstwa (UP). To uzgodniona z Komisją Europejską strategia wykorzystania Funduszy Europejskich. Dokument określa cele i sposób inwestowania funduszy unijnych z polityki spójności.

Polityka spójności na lata 2021-2027 ma obejmować następujące fundusze: Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR), Fundusz Spójności (FS), Europejski Fundusz Społeczny+ (EFS+) oraz Fundusz Sprawiedliwej Transformacji (FST). Fundusze te wzajemnie się uzupełniają.

Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego służy wzmacnianiu spójności gospodarczej i społecznej Unii Europejskiej. Ma on łagodzić dysproporcje w rozwoju europejskich regionów i zmniejszać braki w zakresie rozwoju regionów znajdujących się w najmniej korzystnej sytuacji.

Fundusz Spójności służy redukowaniu dysproporcji gospodarczych i społecznych oraz promowaniu zrównoważonego rozwoju. W jego ramach realizowane są strategiczne projekty w obszarach ochrony środowiska i transportu, w tym transeuropejskich sieci transportowych (TEN-T).

Europejski Fundusz Społeczny+ ma być głównym narzędziem UE służącym zwiększaniu spójności społecznej i gospodarczej, odpowiadaniu na wyzwania rynku pracy i wyzwania społeczne oraz stymulowaniu zrównoważonego rozwoju gospodarczego poprzez inwestowanie w kapitał ludzki. EFS+ będzie obejmować obecnie rozproszone instrumenty: EFS, Inicjatywę na rzecz osób młodych (YEI), Europejski Fundusz Pomocy Najbardziej Potrzebującym (FEAD) oraz Europejski Program na rzecz Zatrudnienia i Innowacji Społecznych (EaSI).

Proponowane fundusze polityki spójności będzie uzupełniał **Fundusz Sprawiedliwej Transformacji**. Jest on częścią Europejskiego Zielonego Ładu (European Green Deal) i elementem (I filarem) Mechanizmu Sprawiedliwej Transformacji. Celem FST jest łagodzenie skutków społecznych i ekonomicznych transformacji energetycznej.

Podobnie jak w latach 2014-2020 również w nowej rozpoczynającej się perspektywie około 60% funduszy z polityki spójności trafi do programów realizowanych na poziomie krajowym. Pozostałe 40% otrzymają programy regionalne, zarządzane przez marszałków województw.

Krajowy Plan Odbudowy

Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) to program, który składa się z 54 inwestycji i 48 reform. Pieniądze KPO pochodzą z europejskiego Funduszu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (Recovery and Resilience Facility – RRF). Aby je otrzymać, Polska musi podpisać umowę z KE na część grantową oraz umowę na część pożyczkową. Spłata pożyczki zakończy się nie później niż po 30 latach tj. do 2058 r. Obszary wsparcia to:

- Odporność i konkurencyjność gospodarki,

- Zielona energia i zmniejszenie energochłonności,
- Transformacja cyfrowa,
- Efektywność, dostępność i jakość systemu ochrony zdrowia,
- Zielona, inteligentna mobilność
- Poprawa jakości instytucji i warunków realizacji Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności [120].

Mechanizm Finansowy EOG i Norweski Mechanizm Finansowy (Fundusze norweskie i EOG)

Wsparcie w ramach Mechanizmu Finansowego EOG i Funduszy Norweskich uwzględnia przede wszystkim rozwój przedsiębiorczości i innowacji, a także usług publicznych (m.in. edukacji, zdrowia i kultury) i ochronę środowiska. Poszczególne programy w ramach III edycji Funduszy Norweskich i EOG będą wdrażane do 2024 r., istnieje zatem możliwość wykorzystania dostępnych środków do realizacji działań wskazanych w każdym z celów niniejszego *Planu*. Wśród priorytetów, w ramach których możliwe będzie pozyskanie wsparcia znajdują się: Rozwój przedsiębiorczości i innowacje, Rozwój Lokalny, Edukacja, Kultura, Społeczeństwo Obywatelskie oraz Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu.

Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FEnIKS)

Program opiera się na wsparciu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, ochrony środowiska oraz przeciwdziałania i adaptacji do zmian klimatu. Zgodnie z założeniami programu, wsparciem zostaną objęte przede wszystkim inwestycje związane z poprawą jakości infrastruktury drogowej, poprawą wydolności ochrony zdrowia, a także wykorzystaniem potencjału tkwiącego w dziedzictwie kulturowym. W ramach programu mogą zatem zostać sfinansowane m.in. działania związane z rozwojem gospodarki wodno-ściekowej, modernizacją infrastruktury technicznej, czy adaptacją do zmian klimatu oraz przedsięwzięcia uwzględniające rozbudowę układu drogowego i rozwój transportu publicznego. Ponadto, priorytety programu FEnIKS obejmują usługi publiczne, zwłaszcza kulturę i ochronę zdrowia.

Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG)

Głównym celem Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 jest zwiększenie potencjału w zakresie badań i innowacji oraz wykorzystywanie zaawansowanych technologii, a także wzrost konkurencyjności MŚP. Wsparciem mogą zostać objęte przedsięwzięcia wpisujące się w trzy priorytety: wsparcie dla przedsiębiorców, środowisko przyjazne innowacjom oraz zazielenienie przedsiębiorstw.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 (FERS)

Realizacja programu uwzględnia wsparcie m.in. na rzecz poprawy sytuacji na rynku pracy, zwiększenia dostępności dla osób ze szczególnymi potrzebami, zapewnienia opieki nad dziećmi, podnoszenia jakości edukacji i rozwoju kompetencji, integracji społecznej, rozwoju usług społecznych i ekonomii społecznej oraz ochrony zdrowia. Obecnie programy operacyjne są w fazie negocjowania. Po ich przyjęciu należy zaktualizować dokument pod kątem możliwości wykorzystania poszczególnych programów na określone w dokumencie zadania.

[120] Źródło: https://www.gov.pl/web/planodbudowy/o-kpo

8.2. Monitoring realizacji Planu Adaptacji

Plan Adaptacji podlega monitoringowi, a w razie potrzeby aktualizacji. Przegląd stanu realizacji działań określonych w Miejskim Planie Adaptacji będzie stanowić źródło informacji na temat postępu realizacji zaplanowanych działań. Monitorowanie realizacji działań adaptacyjnych powierza się Referat Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska.

Ocena postępu realizacji Planu będzie dokonywana co dwa lata na podstawie zebranych informacji, które zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 37. Informacja o przebiegu realizacji Planu Adaptacji w okresie sprawozdawczym – przykład organizacji tabeli, która może być wykorzystana w tym celu

Lp.	Kategoria działań	Liczba działań			Łączny koszt prowadzonych działań [zł]	Koszty poniesione z własnego budżetu [zł]	Źródła pozyskanych zewnętrznych środków finansowych [zł]
		Zainicjowanych/zaplanowany	Realizowanych	Zrealizowanych			
1.	Działania techniczne						
2.	Działania organizacyjne						
3.	Działania edukacyjne i informacyjne						

Raport z wdrażania Planu Adaptacji będzie przygotowywany co dwa lata w oparciu o informacje przekazane przez podmioty odpowiedzialne za inicjowanie i realizację działań adaptacyjnych. Raport ten będzie zawierać podstawowe informacje o zainicjowanych, przygotowanych, realizowanych działaniach adaptacyjnych prowadzonych w okresie sprawozdawczym. Po zatwierdzeniu raportu przez Burmistrz Miasta Siechnice będzie on udostępniony w sposób umożliwiający opinii publicznej zapoznanie się z jego treścią.

8.3. Ewaluacja realizacji Planu Adaptacji

Zadaniem ewaluacji jest sprawdzenie, czy w wyniku podejmowanych działań powstały spodziewane rezultaty oraz czy przełożyły się one na realizację wyznaczonego celu nadrzędnego Planu Adaptacji. W procesie ewaluacji wykorzystywane są informacje pochodzące z monitoringu oraz dodatkowe badania ewaluacyjne i wskaźniki kontekstowe. Zestawienie proponowanych wskaźników zaprezentowano w poniższej tabeli – wskaźniki będą podlegać rozwojowi oraz doborze według potrzeb.

Wnioski płynące z ewaluacji stanowią podstawę aktualizacji zapisów Planu Adaptacji. O konieczności aktualizacji zdecyduje Burmistrza Miasta Siechnice na podstawie raportów z monitoringu i ewaluacji.

Tabela 38. Przykładowe wskaźniki osiągnięcia celu nadrzędnego Planu Adaptacji w okresie sprawozdawczym – do wykorzystania według potrzeb.

Lp.	Przykład wskaźnika monitoryjącego poszczególne grupy zadań	Jednostka miary	Tendencja zmian	źródło danych
1.	Udział terenów zieleni dostępnych dla mieszkańców w powierzchni ogółem	%	wzrost	UM, GUS
2.	Obszary prawnie chronione na terenie miasta	ha	wzrost	GUS, RDOŚ
3.	Liczba nasadzonych drzew i krzewów	szt. nasadzenia / rok	wzrost	UM
4.	Długość ciągów pieszych i rowerowych	km	wzrost	UM
5.	Udział autobusów miejskich o napędzie elektrycznym (w odniesieniu do ogólnej liczby autobusów)	%	wzrost	UM
6.	Udział kotłów niespełniających wymagań środowiskowych (w odniesieniu do ogólnej liczby kotłów)	%	spadek	UM
7.	Poziom zwodociągowania	%	Wzrost/utrzymanie obecnego poziomu	UM i spółki Miasta
8.	Długość powstałej sieci kanalizacyjnej	%	Wzrost/ utrzymanie obecnego poziomu	UM i spółki Miasta
9.	Ilość kontroli zbiorników bezodpływowych ścieków	ilość kontroli rocznie	wzrost	UM
10.	Ilość kontroli przydomowych oczyszczalni ścieków	ilość kontroli rocznie	wzrost	UM
11.	Przygotowanie koncepcji zagospodarowania wód opadowych na terenie miasta	szt.	wzrost	UM

Lp.	Przykład wskaźnika monitoryjącego poszczególne grupy zadań	Jednostka miary	Tendencja zmian	źródło danych
12.	Liczba/pojemność obiektów małej retencji na terenie miasta	Szt. m^3	wzrost	UM, WFOŚiGW
13.	Ilość opadów ogółem	t	spadek	GUS
14.	Działania na rzecz rozwoju usług wspierających GOZ	szt.	wzrost	UM
15.	Stopień pokrycia miasta miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego	%	Wzrost/utrzymanie obecnego poziomu	UM
16.	Działania z zakresu rozwoju opieki senioralnej	szt.	wzrost	UM
17.	Liczba działań z zakresu edukacji ekologicznej związanej z mitygacją i adaptacją do zmian klimatu	Liczba/ rok	wzrost	UM jednostki miejskie

Źródło: opracowanie własne

8.4. Harmonogram wdrażania Planu Adaptacji

Plan Adaptacji podlega bieżącemu monitoringowi realizacji działań oraz bieżącej ewaluacji realizacji działań co dwa lata. Aktualizacje Planu Adaptacji przewiduje się po sześciu latach. W poniższej tabeli przedstawiono przebieg wdrażania Planu Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Siechnice.

Tabela 39. Przebieg wdrażania Planu Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Siechnice.

Lp.	Czynność	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Opracowanie Planu									
2	Przyjęcie Planu przez Radę Miasta									
3	Wdrażanie Planu									
4	Bieżący monitoring i ewaluacja realizacji działań									
6	Aktualizacja Planu									

9. Analiza oddziaływania na środowisko realizacji Planu Adaptacji do zmian klimatu

9.1. Potencjalne zmiany istniejącego stanu środowiska w przypadku braku realizacji projektu

Celem projektu Planu Adaptacji jest adaptacja Miasta Siechnice do zmian klimatu oraz zapewnienie wysokiej jakości życia mieszkańców w zmieniających się warunkach. Zawarte w dokumencie rozwiązania inwestycyjne, organizacyjne oraz edukacyjne przyczynią się do adaptacji obszaru do zmian klimatu, ich mitygacji oraz właściwego, zgodnego z zasadą zrównoważonego rozwoju gospodarowania zasobami przyrodniczymi. W przypadku braku wdrażania Planu Adaptacji może nastąpić pogorszenie poziomu życia mieszkańców oraz stanu środowiska na omawianym terenie.

Brak realizacji zapisów projektu Miejskiego Planu Adaptacji może doprowadzić m.in. do:

- pogorszenia stanu i jakości powietrza atmosferycznego (związanego z zaniechaniem m.in. działań z zakresu OZE).
- pogorszenia jakości i zasobności wód powierzchniowych i podziemnych.
- pogorszenia stanu gospodarki wodno-ściekowej.
- pogorszenia systemu gospodarowania odpadami, w tym ograniczenia powstawaniu odpadów.
- pogorszenia stanu zasobów przyrodniczych, różnorodności biologicznej, obszarów cennych przyrodniczo, obszarów zielnie miejskiej.
- pogorszenia jakości życia mieszkańców z uwagi na zachodzące zmiany klimatu.

Pozytywnym skutkiem środowiskowym, w przypadku zaniechania realizacji założeń projektu Planu Adaptacji, będzie wyeliminowanie negatywnego, krótkotrwałego wpływu występującego podczas działań typowo inwestycyjnych m.in. budowy, rozbudowy i modernizacji sieci wodociągowej, czy budowy, rozbudowy i przebudowy ciągów komunikacyjnych.

W przypadku braku realizacji powyższych zamierzeń nie dojdzie do zajęcia nowych powierzchni biologicznie czynnych, wzrostu emisji hałasu oraz gazów i pyłów do powietrza w miejscach dotąd nieprzekształconych antropogenicznie. Brak realizacji zamierzeń inwestycyjnych wiąże się z mniejszą ingerencją w komponenty środowiska tj.: wody, gleby, środowisko przyrodnicze oraz krajobraz lokalny.

Zaniechanie założeń projektu Planu wiąże się z mniejszym prawdopodobieństwem zniszczenia siedlisk przyrodniczych oraz naruszenia funkcjonowania korytarzy migracyjnych czy też obszarów chronionych. Realizacja zadań ingerujących w stan środowiska wiąże się z niedogodnościami na etapie wdrażania, jednak skutkuje szeregiem korzyści po zakończeniu inwestycji (poprawa stanu powietrza, poprawa efektywności energetycznej, poprawa mobilności, szczelny system wodociągowy).

9.2. Analiza rozwiązań mających na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, mogących być rezultatem realizacji projektowanego dokumentu

Negatywne oddziaływanie na środowisko inwestycji, szczególnie tych związanych m.in. z budową, rozbudową i modernizacją sieci wodociągowej, rozbudową i przebudową ciągów komunikacyjnych można ograniczyć do racjonalnego poziomu poprzez dobrze przemyślany wybór lokalizacji, ponieważ skala wywoływanych przez nie przekształceń środowiska zależeć będzie w znacznym stopniu od lokalnych uwarunkowań.

Wykaz inwestycji zamieszczonych w Planie Adaptacji powinien być realizowany zgodnie z zaleceniami wynikającymi z wydanych decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Podczas podejmowania nowych działań inwestycyjnych należy brać pod uwagę lokalizację form ochrony przyrody, zakazy i nakazy wynikające z aktów prawa miejscowego, uchwał powołujących dane formy ochrony przyrody lub planów zadań ochronnych i planów ochrony ww. obszarów. Każdorazowe podjęcie działań inwestycyjnych, mogących negatywnie oddziaływać na środowisko, wymaga przeprowadzenia postępowania określającego wpływ na środowisko w drodze odrębnej procedury (decyzje o środowiskowych uwarunkowaniach).

Do ogólnych działań ograniczających oddziaływanie należą:

- w czasie realizacji inwestycji prawidłowe zabezpieczenie techniczne sprzętu i placu budowy, w tym zwłaszcza w miejscach styku z ekosystemami szczególnie wrażliwymi na zmiany warunków siedliskowych,
- stosowanie odpowiednich technologii, materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych,
- maskowanie elementów dysharmonijnych dla krajobrazu,
- odpowiedni wybór lokalizacji inwestycji, uwzględniający zapisy dokumentów lokalnych oraz wyższego szczebla.

W przypadku gdy całkowite uniknięcie danego oddziaływania jest niemożliwe i istnieje niebezpieczeństwo nieodwracalnego zniszczenia szczególnie cennych elementów przyrody, konieczne jest podjęcie odpowiednio wcześniej działań kompensacyjnych. Należy m.in. zapewnić odtworzenie zniszczonych siedlisk w miejscach zastępczych, sztuczne zasilanie osłabionych populacji, tworzenie alternatywnych połączeń przyrodniczych i różnorodnych tras migracji zwierząt.

W wyniku realizacji projektu Planu Adaptacji może potencjalnie dojść do oddziaływania na obszary chronione, dlatego ważne jest, aby wszelkie przedsięwzięcia wynikające z Planu Adaptacji były przeprowadzone zgodnie z przepisami dotyczącymi gospodarowania na obszarach objętych prawną formą ochrony przyrody.

Minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko możliwa jest m.in. poprzez prowadzenie świadomej polityki przestrzennej popartej stosownymi zapisami w dokumentach prawa lokalnego oraz zachowanie walorów przyrodniczych w mieście.

Poniżej przedstawiono propozycje zapobiegania, łagodzenia negatywnego wpływu na środowisko, będącego konsekwencją realizacji działań ujętych w Planie Adaptacji na poszczególne komponenty środowiska:

Ochrona powierzchni ziemi i wód:

- Na etapie projektowania należy rozważać koncepcje organizacji placu budowy i jego zaplecza z uwzględnieniem zasady minimalizacji zajęcia terenu i przekształcenia jego powierzchni.
- Po zakończeniu prac budowlanych, w razie konieczności, należy przeprowadzać rekultywację.
- W projekcie i wykonawstwie należy minimalizować zakres robót powodujących zdejmowanie warstw próchniczych gleby, a także zaplanować wykorzystanie nadmiarów ziemi pochodzącej z wykopów.
- W opisach technicznych projektów budowlanych należy zaplanować miejsca przeznaczone do składowania substancji podatnych na migrację wodną.
- Prawidłowe przechowywane substancji ropopochodnych oraz innych materiałów.
- Opracowanie procedury na wypadek wystąpienia awarii na placu budowy, by nie doprowadzić do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego.
- Właściwe postępowanie z odpadami.
- Prowadzenie selektywnej zbiórki odpadów nadających się do odzysku lub unieszkodliwiania, a odpady niebezpieczne gromadzić w szczelnych, oznakowanych pojemnikach, w wydzielonym miejscu.
- Powstające podczas realizacji inwestycji oraz eksploatacji obiektu odpady należy przekazywać tylko wyspecjalizowanym jednostkom posiadającym zezwolenie na odzysk, utylizację, zbieranie i transport tych odpadów.
- Materiał pozostały po robotach ziemnych w miarę możliwości należy wykorzystywać na miejscu.
- Ograniczenie uszczelniania zlewni, np. poprzez planowanie rezerw terenu, które ma służyć zapewnieniu możliwości swobodnej infiltracji wód do ziemi.
- Uregulowanie gospodarki wodami opadowymi - oczyszczenie ich oraz możliwość ich retencjonowania w celu ograniczenia spływu powierzchniowego, należy przy tym brać pod uwagę nie tylko dany obszar, ale i obszar położony niżej w zlewni (jest to szczególnie ważne w miastach).
- Prowadzenie robót budowlanych w sposób zapewniający ochronę wód.

Ochrona powietrza:

- Wykonawcy wybierani do realizacji poszczególnych zadań powinni używać nowoczesnego sprzętu i wykazać się dbałością o prawidłową eksploatację i właściwą konserwację sprzętu i środków transportu. Takie zapisy mogą znaleźć się na odpowiednich etapach procedur przetargowych.
- Niedopuszczalne jest palenie na terenie budowy papy, opon, rozpuszczalników, farb oraz innych materiałów.
- Pogłębiona analiza lokalizacji przedsięwzięcia.
- Zminimalizowaniu ryzyka awarii poprzez stosowanie sprawdzonych rozwiązań i nowoczesnego sprzętu.
- Prowadzenie prac budowlanych poza okresem lęgowym ptaków, rozrodu płazów.
- Prowadzenie prac budowlanych i rozbiórkowych w porze dziennej.
- Stosowanie przepisów BHP.
- Zastosowanie do budowy nowoczesnego sprzętu, który emituje mniejsze ilości spalin.
- Na etapie eksploatacji - prowadzenie monitoringu powietrza.

- Unikanie emisji głównie substancji pyłowych na etapie budowy, rozbudowy czy modernizacji obiektów.
- Przestrzeganie zaostrzonych zapisów pozwoleń budowlanych.

Różnorodność biologiczna (w tym fauna, flora, obszary chronione):

- Minimalizacja negatywnych oddziaływań inwestycji infrastrukturalnych wymaga (oczywiście nie jest to konieczne w przypadku każdej inwestycji) wcześniejszych terenowych inwentaryzacji zasobów środowiska przyrodniczego. Inwentaryzacja pozwoli na precyzyjne dostosowanie ogólnych zaleceń do realiów danego zadania inwestycyjnego i uniknięcie spowodowania znaczących szkód w środowisku przyrodniczym i wiążących się z tym komplikacji w trakcie realizacji poszczególnych inwestycji.
- W przypadku prac termomodernizacyjnych budynków czy remontów elewacji bądź pokrycia dachowego budynków należy przeprowadzić inwentaryzację ornitologiczną i chiropterologiczną.
- Wykorzystanie rozwiązań technologicznych umożliwiających zachowanie istniejących stosunków wodnych.
- Ograniczenie na etapie planowania i wykonawstwa wycinki drzew i krzewów oraz naruszania cennych siedlisk.
- Wycinkę drzew i krzewów należy ograniczyć do niezbędnego minimum wynikającego z bezpośredniej kolizji z przedmiotowym przedsięwzięciem.
- Za wycinkę drzew i krzewów należy dokonać nasadzeń zastępczych. Do nasadzeń należy wykorzystać jedynie rodzime gatunki drzew i krzewów. Oszacowanie ilości drzew i krzewów do wycinki oraz wskazanie lokalizacji nasadzeń zastępczych należy uzgodnić po sporządzeniu operatu dendrologicznego.
- Wycinkę drzew i krzewów należy prowadzić poza sezonem wegetacyjnym.
- Drzewa i krzewy nieprzeznaczone do wycinki, a które znajdują się w sąsiedztwie prac budowlanych, należy zabezpieczyć przed uszkodzeniem pni, korzeni i konarów.
- Wykopy wykonywane w strefie korzeniowej drzew będą wykonywane wyłącznie ręcznie.
- Roboty ziemne w obrębie korzeni drzew i krzewów nie powinny być prowadzone w okresie wegetacji roślin, a szczególnie w okresie letnim. Najkorzystniejszym okresem do wykonania tych robót są miesiące od października do końca marca.
- Wykopy w obrębie drzew nie powinny trwać dłużej niż dwa tygodnie, a przy wietrznej, wilgotnej pogodzie trzy tygodnie. W celu niedopuszczenia do przesuszenia systemu korzeniowego, wykopy przy drzewach i krzewach powinny być zasypywane w jak najkrótszym czasie.
- Powstałe wykopy w sąsiedztwie drzew i krzewów należy zasypać warstwą kompostu lub ziemi urodzajnej.
- W przypadku kolizji konarów drzew z pracą sprzętu budowlanego, w wyniku którego może dojść do uszkodzenia mechanicznego, gałęzie zagrożone uszkodzeniem należy podwiązać do gałęzi położonych powyżej. Jeżeli jest to zabieg niewystarczający, w ostateczności należy usunąć lub skrócić kolidujące gałęzie, a rany po cieciach należy zabezpieczyć środkiem impregnującym z dodatkiem środka grzybobójczego.
- W przypadku braku możliwości nienaruszenia siedlisk rzadkich/chronionych gatunków, należy wziąć pod uwagę możliwość przeniesienia populacji.
- Nie należy prowadzić robót budowlanych w okresie lęgowym, jeśli na obszarze inwestycji lub w jej pobliżu gniazdują ptaki.
- W przypadku istotnego zagrożenia hałasem, mogącego płoszyć chronione gatunki zwierząt w okresie rozrodczym (i/lub powodujące ponadnormatywną emisję na terenach mieszkaniowych), należy rozważyć zastosowanie ekranów.

- Stosowanie technologii w jak najmniejszym stopniu wpływającej na środowisko (ograniczającej emisję zanieczyszczeń i hałasu).
- Uwzględnianie wariantu lokalizacyjnego w sposób zgodny z dokumentami planistycznymi, przepisami i aktami prawnymi obowiązującymi dla poszczególnych form ochrony przyrody, a także biorąc pod uwagę potrzeby ochrony siedlisk przyrodniczych, siedlisk zwierząt i roślin oraz korytarze migracyjne i łączność ekosystemów.

Ochrona przed hałasem i drganiami:

- Ograniczenie prac związanych z wykorzystaniem głośnego sprzętu, do pory dziennej między 7:00 a 20:00.
- W miejscach szczególnie wrażliwych, obok zabudowy mieszkaniowej należy ograniczyć prędkość pojazdów dowożących materiały budowlane ze względu na drgania przenoszące się na konstrukcje budynków oraz wpływ na klimat akustyczny otoczenia.
- Projektanci powinni zwrócić uwagę na propozycję lokalizacji baz zaplecza technicznego budowy tak, aby planować je możliwe z dala od okien budynków mieszkalnych.
- Na terenach zwartej zabudowy mieszkaniowej należy tak planować roboty budowlane w ramach poszczególnych zadań, by prowadzić prace związane z emisją hałasu w tym samym czasie tylko po jednej stronie budynku, aby w mieszkaniu były pomieszczenia nienarażone na emisję hałasu.
- Organizacja pracy, ograniczająca liczbę osób i czas ekspozycji na hałas.
- Stosowanie harmonogramów prac, ograniczających narażenie na hałas.
- Stosowanie tzw. cichych nawierzchni.
- Ograniczenie do minimum strefy bezpośredniej ingerencji w środowisko.
- Racjonalna gospodarka materiałami i minimalizacja powstawania odpadów.
- Sprawne przeprowadzenie prac.
- Ograniczenie do niezbędnego minimum usuwania drzew i krzewów będących w kolizji z planowaną inwestycją.
- Dobór gatunków roślin pełniących rolę dźwiękochronną dostosowanych do wymogów siedliska.
- Stosowanie barier akustycznych na etapie realizacji konkretnych inwestycji drogowych (szczególnie w miejscach przejścia dróg uciążliwych przez tereny mieszkaniowe i usług chronionych).
- Zastosowania odpowiednio szerokich pasów zieleni o zróżnicowanej wysokości tak, aby zapewnić maksymalne wartości pochłaniania i odbijania fali akustycznej.

9.3. Opis oddziaływania działań przewidzianych do realizacji w ramach projektu Planu Adaptacji

Analizie poddano zadania mogące oddziaływać na środowisko zgodnie z wytycznymi określonymi w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2019 r. poz. 1839).

Modernizacja dróg, zmiana organizacji ruchu, optymalizacja transportu drogowego

Zadania mają na celu usprawnienie ruchu na terenie miasta. Drogi o dużym natężeniu ruchu mogą stanowić dla zwierząt barierę migracyjną. Przebudowa dróg i zmiana organizacji będzie obejmować istniejące drogi, których remont nie wpłynie znacząco na zwiększenie natężenia ruchu, a więc drogi te nie będą stanowiły bariery dla przemieszczania i migracji zwierząt. W przypadku przebiegu przez tereny leśne, gdzie jest większe prawdopodobieństwo przemieszczania się zwierząt, głównie jeleniowatych,

powinno umieścić się znaki ostrzegawcze. Działanie to nie będzie więc znacząco oddziaływać na zwierzęta. Podczas prac budowlanych i modernizacyjnych dróg może dojść do zniszczenia szaty roślinnej. Roboty powinny być tak zaplanowane, aby w jak największym stopniu ograniczyć wycinkę drzew i krzewów. Może dojść również do fragmentacji krajobrazu.

Działania na rośliny i krajobraz będą krótkotrwałe i odwracalne, po zakończeniu inwestycji zalecane jest wykonanie nasadzeń drzew i krzewów, które ograniczą emisję hałasu i zanieczyszczeń podczas jej eksploatacji. Podczas prowadzenia robót wystąpią negatywne oddziaływania na ludzi w postaci emisji hałasu i zanieczyszczeń do powietrza. W celu ograniczenia uciążliwości inwestycji mieszkańcy powinny być poinformowani o okresie, w jakim odbywać będą się prace, a te z kolei powinny być prowadzone w porze dziennej, gdy hałas jest mniej uciążliwy. Oddziaływania te ustaną jednak natychmiastowo wraz z zakończeniem prac. Wskutek przeprowadzonych modernizacji nastąpi długotrwała poprawa środowiska akustycznego poprzez zastosowanie tzw. cichych nawierzchni (cechą takiej nawierzchni jest jej porowata struktura pozwalająca na rozproszenie powietrza spod kół do pustych przestrzeni) oraz poprawa bezpieczeństwa w ruchu drogowym co pozytywnie wpłynie na życie ludzi.

Realizacja zadania wpłynie na usprawnienie ruchu drogowego, co bezpośrednio wpłynie na zmniejszenie emisji spalin i pyłów do powietrza, oddziaływanie to będzie długotrwałe. Wykonywane prace ziemne nie będą prowadziły do zmiany stosunków wodnych, nie będzie się także odbywała emisja zanieczyszczeń do wód. Dzięki ograniczeniu emisji zanieczyszczeń do powietrza, zmniejszy się obieg zanieczyszczeń w środowisku przez co mniej będzie trafiać ich do wód powierzchniowych i podziemnych. Oddziaływanie na powierzchnię ziemi będzie związane z etapem budowy ze względu na wykonanie wykopów. Oddziaływanie negatywne związane będzie wyłącznie ze specyfiką prowadzonych prac budowlanych, jest ono bezpośrednie, chwilowe i krótkoterminowe, ustanie natychmiast po zaprzestaniu prac. Po zakończeniu prac oddziaływanie to zniknie, a teren wokół dróg zostanie poddany rekultywacji. Przebudowa dróg wpływa negatywnie na walory krajobrazu jednak w przypadku przebudowy istniejących dróg lokalnych, których dotyczą zadania i które wpisane są już w lokalny krajobraz, brak jest takiego oddziaływania, a odpowiednio zaprojektowana droga może nawet wpłynąć pozytywnie na krajobraz.

Rozbudowa dróg może potencjalnie negatywnie wpłynąć na krajobraz z uwagi na pojawienie się nowej formy w przestrzeni. Niemniej jednak z uwagi na powierzchniowy charakter dróg, nie stanowią one dominanty krajobrazowej, a ich przebieg jest w większości dostosowany do lokalnego ukształtowania terenu. Wyzwaniem pozostaje takie zabezpieczenie środowiska, by wpływ antropopresji był możliwie najmniejszy, a także wprowadzanie działań adaptacyjnych adekwatnych do zmian środowiska.

Należy zauważyć, iż inwestycje związane z rozbudową dróg, z uwagi na swój charakter podlegać będą procedurze oddziaływania na środowisko, w której szczegółowo analizowane będzie oddziaływanie na poszczególne komponenty środowiska. Wydanie odpowiednich pozwoleń i decyzji będzie wiązało się także ze wskazaniem działań minimalizujących lub kompensujących dla konkretnych projektów.

Rozbudowa dróg wpłynie na zmniejszenie gęstości samochodów. Rozłożenie w przestrzeni ilości pojazdów skutkować będzie upłynnieniem ruchu i minimalizacją ryzyka wystąpienia zatorów drogowych, podczas których samochody nie przemieszczają się, a generują znaczne ilości spalin do powietrza.

Budowa zbiorników retencyjnych

Budowa zbiorników retencyjnych pozytywnie wpłynie na rozwój zasobów naturalnych. Mając na uwadze charakter zadania oraz zastosowanie rozwiązań chroniących środowisko na etapie realizacji przedsięwzięcia, nie przewiduje się negatywnego oddziaływania inwestycji w odniesieniu do realizacji celów środowiskowych wyznaczonych dla wód powierzchniowych i podziemnych, w tym nadmiernej eksploatacji zasobów wodnych. Prace powinny być wykonywane zgodnie ze sztuką budowlaną, przy jak najmniejszym zajęciu terenu – w pasie modernizowanego oraz przebudowywanego wału. Działanie nie będzie powodować zmiany stosunków gruntowo-wodnych, należy uznać, że planowane działania, w trakcie realizacji nie będą wykazywać znaczącego negatywnego oddziaływania na powierzchnię ziemi oraz środowisko gruntowo – wodne. Prace realizacyjne oraz transport niezbędnych do wykonania prac elementów, będą wiązały się z krótkotrwałą emisją spalin, pyłu oraz hałasu, jednakże odbędą się w sposób możliwie najmniej inwazyjny. Ze względu na skalę oraz czasowe oddziaływanie prac nie przewiduje się znaczącego pogorszenia warunków aerosanitarnych w rejonie i otoczeniu przedsięwzięcia. Na etapie realizacji, obejmującym modernizację i przebudowę obwałowania, nastąpi likwidacja roślinności i siedlisk w pasie terenu o szerokości odpowiadającej planowanemu śladowi wałów. Realizacja zadania nie stanowi znaczącego zagrożenia dla roślinności, w tym roślinności chronionej występującej na terenie powiatu. Jeżeli niezbędne jest umacnianie brzegów, należy również dążyć do ograniczenia zniszczeń w siedliskach ptaków gnieżdżących się w pasie roślinności przybrzeżnej. Podobnie jak w przypadku oddziaływania inwestycji na florę, oddziaływanie przedsięwzięcia będzie miało miejsce jedynie na etapie inwestycyjnym. Emisja hałasu i drgań związana z prowadzeniem prac będzie powodować płoszenie zarówno gatunków awifauny, jak również fauny wodnej. Aby zminimalizować wpływ hałasu na faunę w otoczeniu przedsięwzięcia termin realizacji prac zostanie zaplanowany etapowo oraz poza okresami lęgowymi ptaków (1 marca - 15 sierpnia, chyba, że potwierdzony będzie brak lęgów) oraz tarła ryb (1 marca- 30 czerwca).

Budowa i modernizacja sieci wodociągowej, kanalizacyjnej oraz ciepłowniczej

Na etapie realizacji mogą wystąpić zagrożenia związane z prowadzonymi pracami budowlanymi, tj.:

- naruszenie wierzchnich warstw gleby w związku z wykopami ziemnymi.
- emisja niezorganizowana hałasu i pyłów w związku z dojazdem koparki i samochodów dostarczających materiały budowlane.
- skażenie powierzchni ziemi i gleby spowodowane wyciekiem olejów i substancji ropopochodnych.

Należy podkreślić, że wszystkie wymienione zagrożenia można w pewnym zakresie zminimalizować, wymaga to jednak przestrzegania ustalonego reżimu czasowego i technicznego prowadzonych prac. Inwestycja po zakończeniu i przywróceniu stanu środowiska do stanu poprzedzającego inwestycję nie powinna spowodować znaczących zagrożeń dla miejscowej przyrody.

Okres budowy będzie w sposób minimalny wpływał na stan wód powierzchniowych i podziemnych. Zgodnie z przepisami sanitarnymi plac budowy powinien być wyposażony w przewoźny pawilon socjalno-biurowy i urządzenia sanitarne bezodpływowe do zaspokojenia podstawowych potrzeb fizjologicznych. Zadanie będzie oddziaływać na warunki aerosanitarne jedynie w okresie budowy. Głównymi źródłami zanieczyszczenia atmosfery będą na tym etapie pojazdy transportujące materiały, praca maszyn i pojazdów pracujących na budowie oraz przemieszczanie mas

ziemnych. Na stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego związanego z emisją komunikacyjną wpływają następujące czynniki: natężenie i struktura ruchu, rodzaj i ilość emitowanych zanieczyszczeń gazowych, warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze. Roboty ziemne wykonywane szczególnie przy dużej turbulencji powietrza spowodują miejscowo (w rejonie wykonywanych robót) pogorszenie stanu powietrza atmosferycznego, głównie zanieczyszczeń pyłowych. Pogorszenie to będzie miało charakter przemijalny i nie będzie miało wpływu na ogólny stan areosanitarny na omawianym terenie. Występujące uciążliwości, związane głownie z pracami ziemnymi, mają charakter lokalny i przemijalny. Wystąpi emisja niezorganizowana hałasu. Zasadniczym źródłem hałasu związanym z tym etapem realizacji sieci będzie praca urządzeń typu koparka, spycharka oraz hałas komunikacyjny związany z ruchem samochodów transportowych.

Funkcjonowanie sieci wodociągowej nie powoduje żadnych negatywnych oddziaływań na wody podziemne i powierzchniowe pod względem ich jakości. W związku z funkcjonowaniem wodociągu nie będą powstawały żadne zanieczyszczenia pyłowo-gazowe. Brak jest źródeł emisji zanieczyszczeń do powietrza. Emisje pyłowo-gazowe mogą wystąpić wyłącznie na etapie realizacji przedsięwzięcia. Jedynymi źródłami hałasu związanymi z planowanym przedsięwzięciem będą sporadyczne awarie lub remonty sieci wodociągowej występujące podczas eksploatacji. Oceniana inwestycja, po zrealizowaniu projektu nie będzie miała wpływu na powierzchnię ziemi i glebę, pod warunkiem zastosowanie właściwych rozwiązań projektowych, rzetelnego wykonawstwa oraz prawidłowo prowadzonej eksploatacji.

9.4. Propozycja działań alternatywnych

Art. 51, ust. 2, pkt. 3b ustawy z dnia 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2022 poz. 1029) nakłada obowiązek przedstawienia rozwiązań alternatywnych do rozwiązań zawartych w projektowanym dokumencie.

Dla zadań zawartych w projekcie Planu Adaptacji można zaproponować następujące działania alternatywne:

- Zmiana lokalizacji danego działania.
- Zmiana technologii realizacji zadania.
- Wybór alternatywnych materiałów do realizacji zadania.
- Rozważenie różnych wariantów organizacyjnych realizacji zadania i dobór odpowiedniego.
- Modyfikacja zakresu zadania, częściowe lub całkowite odstąpienie od realizacji zadania, jeśli decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach dla danego zdania będzie wskazywać na taką potrzebę.

W przypadku projektu Planu Adaptacji nie ma możliwości precyzyjnego określenia działań alternatywnych dla wskazanych działań ze względu na wysoki stopień ogólności dokumentu. Projekt jest koncepcją rozwoju i przebudowy społecznej, infrastrukturalnej i przestrzennej obszaru miasta, która jako wizja całościowa i spójna pozwoli osiągnąć zamierzone efekty. Dlatego też wprowadzanie na tym etapie rozwiązań alternatywnych zaburzałoby spójność wspomnianej wizji. Należy jednak podkreślić, że istnieją duże możliwości w doborze najlepszych pod względem oddziaływania na środowisko wariantów lokalizacyjnych, technologicznych czy organizacyjnych.

Podkreślając charakter dokumentu o wysokim stopniu ogólności oraz brak możliwości precyzyjnego wskazania działań alternatywnych, należy w przypadku wszystkich przedsięwzięć przeanalizować działania alternatywne na etapie wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgodnie z ustawą z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko.

W związku z ciągłym rozwojem gospodarczym regionu oraz wzrostem poziomu konsumpcji, brak realizacji Planu Adaptacji prowadzić będzie do pogorszenia jakości życia mieszkańców oraz wszystkich elementów środowiska.

10. Podsumowanie

Uwzględnienie zmian klimatu na obszarze Miasta Siechnice jest niezbędne dla zapewnienia dobrego i bezpiecznego funkcjonowania oraz w celu osiągnięcia i utrzymania wysokiej jakości życia mieszkańców. Przyjęcie Miejskiego Planu Adaptacji jest odzwierciedleniem dostrzeżenia najważniejszych zagrożeń związanych z zachodzącymi zmianami klimatu, takimi jak wzrost częstości gwałtownych zjawisk pogodowych, częstsze występowanie powodzi i podtopień, pogłębienie się problemu niedoborów wody lub suszy.

Analizy oparte na dostępnych danych wskazują, że w perspektywie roku 2030 należy się spodziewać pogłębienia tendencji zmian zjawisk klimatycznych zaobserwowanych w przeszłości. Dlatego mając to na uwadze należy zadbać, by Miasto Siechnice stworzyło struktury przestrzenne, społeczne i gospodarcze przygotowane na te zjawiska.

Cele zapisane w Planie Adaptacji dotyczą głównie tych sektorów, które zostały uznane za najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu w mieście Siechnice tj. gospodarka wodna, bioróżnorodność biologiczna, tereny zielone, energetyka oraz zdrowie publiczne. W Planie Adaptacji określone zostały działania, które będą odpowiedzią władz lokalnych i mieszkańców Siechnic na zagrożenia związane ze zmianami klimatu, ze szczególnym uwzględnieniem problemów w wymienionych obszarach funkcjonowania Miasta. Realizowanie wymienionych działań adaptacyjnych będzie zmierzało do wypełnienia wizji Miasta, w którym dostrzega się konieczność uwzględnienia nowych warunków klimatycznych w rozwoju Miasta Siechnice.

11. Spis tabel

Tabela 1. Słownik skrótów. 5
Tabela 2. Oddziaływanie zmian klimatu na jakość wody słodkiej i na strefy przybrzeżne. 20
Tabela 3. Dane demograficzne Miasta Siechnice. 29
Tabela 4. Liczba ludności miasta Siechnice w latach 2012-2022. 29
Tabela 5. Podmioty gospodarcze wg klas wielkości w latach 2012-2021. 33
Tabela 6.Charakterystyka sieci wodociągowej Siechnice (stan na 31.12.2021 r.) 36
Tabela 7. Dane dotyczące ujęć wód zaopatrujących w wodę mieszkańców Miasta Siechnice. 37
Tabela 8. Dane dotyczące ujęć wód na terenie Miasta Siechnice 42
Tabela 9.Charakterystyka sieci kanalizacyjnej Miasta Siechnice (stan na 31.12.2021 r.) 43
Tabela 10. Parametry oczyszczalni ścieków (rok bazowy 2022). 44
Tabela 11.Energia elektryczna w gospodarstwach domowych (stan na 31.12.2020 r.). 47
Tabela 12 Sprzedaż energii cieplnej [GJ] oraz moc zamówiona w latach 2017-2021 z elektrociepłowni Siechnice (KOGENERACJA S.A.). 48
Tabela 13. Sposób ogrzewania budynków użyteczności publicznej w Mieście Siechnice. 49
Tabela 14.Charakterystyka sieci gazowej Miasta Siechnice (stan na 03.11.2022 r.). 53
Tabela 15. Pomniki przyrody na terenie Miasta Siechnice. 62
Tabela 16. Użytki ekologiczne w pobliżu Miasta Siechnice. 63
Tabela 17. Dane powierzchni i udziałów procentowych powierzchni zielonych dla Miasta Siechnice. 64
Tabela 18. Struktura lasów położonych na terenie Miasta Siechnice w roku 2021. 64
Tabela 19. Nasadzenia drzew i krzewów na terenie Miasta Siechnice. 66
Tabela 20. Dane powierzchni i udziałów procentowych powierzchni zielonych dla Miasta Siechnice. 68
Tabela 21. Zestawienie nieruchomości objętych zwalczaniem Barszczu Sosnowskiego 69
Tabela 22. Użytkowanie gruntów według kierunków wykorzystania na terenie Miasta Siechnice 71
Tabela 23. Powierzchnia użytków rolnych na terenie Miasta Siechnice 73
Tabela 24. Jednolita Część Wód RW600012133371. 75
Tabela 25. Jednolita Część Wód RW600011133499. 76
Tabela 26. Jednolita Część Wód RW6000091334899. 77
Tabela 27. Schemat oceny stanu jednolitych części wód powierzchniowych. 78
Tabela 28. Charakterystyka JCWPd nr 109 (PLGW6000109) 79
Tabela 29. Uśrednione wartości wskaźników klimatycznych w okresie 1999 – 2019. 79
Tabela 30. Odpady zebrane selektywnie w ciągu roku w tonach na terenie Miasta Siechnice 83
Tabela 31. Lista udzielonych dotacji z programu „Moja woda" na terenie Miasta Siechnice. 102
Tabela 32. Analiza parametrów klimatycznych i trendów zmian 118
Tabela 33.Analiza klas wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych 127
Tabela 34. Zestawienie elementów błękitno-zielonej infrastruktury. 135
Tabela 35 Przykłady potencjalnych lokalizacji mikroinstalacji hydroenergetyki na podstawie mapy RESTOR Hydro. 149
Tabela 36. Działania adaptacyjne – okres realizacji zadania, źródło finansowania, wartość inwestycji, organ odpowiedzialny 162

Tabela 37. Informacja o przebiegu realizacji Planu Adaptacji w okresie sprawozdawczym – przykład organizacji tabeli, która może być wykorzystana w tym celu 179
Tabela 38. Przykładowe wskaźniki osiągnięcia celu nadrzędnego Planu Adaptacji w okresie sprawozdawczym – do wykorzystania według potrzeb. 180
Tabela 39. Przebieg wdrażania Planu Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Siechnice. 181

12. Spis rysunków

Rysunek 1. Etapy opracowania Planu Adaptacji. 17
Rysunek 2. Elementy niezbędne do określenia podatności danego obszaru na czynnik klimatyczny. 18
Rysunek 3. Specyficzne zagrożenia miejskie związane ze zmianami klimatu. 19
Rysunek 4. Położenie Siechnic na tle powiatu wrocławskiego. 26
Rysunek 5. Powiazanie Miasta z terenami sąsiednimi. 28
Rysunek 6. Ilość ludności wg płci. 30
Rysunek 7. Udział ludności wg ekonomicznych grup wieku w procencie ludności ogółem. 30
Rysunek 8. Prognoza udziału ludności wg ekonomicznych grup wieku w procencie ludności ogółem ludności Gminy Siechnice na lata 2021-2030. 31
Rysunek 9. Ilość osób pracujących w Mieście Siechnice w latach 2011-2021 według płci. 32
Rysunek 10. Saldo migracji, urodzenia oraz zgony w Mieście Siechnice w latach 2012-2021 (dla roku 2015 brak danych na BDL GUS z zakresu salda migracji). 33
Rysunek 11. Podmioty nowo zarejestrowane wg grup sekcji w latach 2012 – 2021. 34
Rysunek 12. Podmioty wg sekcji i działów PKD 2007 w roku 2021. 35
Rysunek 13. Roczne pobory wody z ujęć. 38
Rysunek 14. Roczne pobory wody z ujęć. 39
Rysunek 15. Lokalizacja ujęć wód na terenie Miasta Siechnice. 40
Rysunek 16. Maksymalne godzinowe pobory wód na terenie Miasta Siechnice. 41
Rysunek 17. Granice stref ochrony bezpośredniej oraz pośredniej ujęcia wody powierzchniowej dla Miasta Wrocław na tle Miasta Siechnice. 43
Rysunek 18. Roczne pobory wody z ujęć oraz roczne ilości ścieków bytowych odprowadzanych siecią kanalizacyjną. 45
Rysunek 19. Ścieki bytowe odprowadzone siecią kanalizacyjną. 45
Rysunek 20. Przebieg trasy napowietrznych linii elektroenergetycznych. 47
Rysunek 21. Zużycie gazu na jednego korzystającego na terenie miasta Siechnice. 54
Rysunek 22. Sieć drogowa na terenie Miasta Siechnice. 55
Rysunek 23. Linia kolejowa na terenie Miasta Siechnice. 56
Rysunek 24. Przebieg ścieżek rowerowych w Mieście Siechnice. 57
Rysunek 25. Obszar Natura 2000 Grądy Odrzańskie na tle miasta Siechnice. 60
Rysunek 26. Obszar Natura 2000 Grądy w Dolinie Odry na tle miasta Siechnice. 61
Rysunek 27. Lokalizacja pomników przyrody w Mieście Siechnice. 62
Rysunek 28. Użytki Ekologiczne w sąsiedztwie Miasta Siechnice. 63
Rysunek 29. Zasięg Nadleśnictwa na tle miasta Siechnic 65

Rysunek 30. Zmiana powierzchni lasów na terenie Miasta Siechnice na przestrzeni lat 2012-2021 r. 65
Rysunek 31. Położenie Miasta Siechnice na tle Nadleśnictwa Oława 66
Rysunek 32. Korytarze ekologiczne wokół Miasta Siechnice. 67
Rysunek 33. Wody powierzchniowe na terenie Miasta Siechnice. 74
Rysunek 34. JCWP w odniesieniu do terenu Miasta Siechnice. 74
Rysunek 35. Miasto Siechnice na tle JCWPd. 78
Rysunek 36. Średnie temperatury powietrza oraz odpady atmosferyczne na terenie Miasta Siechnice 80
Rysunek 37. Róża wiatrów na terenie Miasta Siechnice. 80
Rysunek 38. Schemat gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ) 81
Rysunek 39. Porównanie klimatyczne: miesięczna średnia temperatura powietrza. Ostatnie 12 miesięcy (kwiecień 2021 – marzec 2022) – czarna linia oraz 30-letni klimat dla Miasta Siechnice 85
Rysunek 40. Porównanie klimatyczne: miesięczne opady. Ostatnie 12 miesięcy (marzec 2021 – marzec 2022) – czarna linia oraz 30-letni klimat dla Miasta Siechnice. 85
Rysunek 41. Roczna zmiana temperatury dla Miasta Siechnice. 86
Rysunek 42. Miesięczne anomalie temperatury i opadów dla Miasta Siechnice. 87
Rysunek 43. Obszar szczególnego zagrożenia powodzią na tle położenia Miasta Siechnice. 89
Rysunek 44. Obszary podtopień na tle położenia Miasta Siechnice. 90
Rysunek 45. Budowle hydrotechniczne na tle Miasta Siechnice. 92
Rysunek 46. Klasy zagrożenia suszą rolniczą. 96
Rysunek 47. Klasy zagrożenia suszą atmosferyczną. 97
Rysunek 48. Klasy zagrożenia suszą hydrologiczną. 98
Rysunek 49. Klasy zagrożenia suszą hydrogeologiczną. 99
Rysunek 50. Klasy łącznego zagrożenia suszą. 100
Rysunek 51. Liniowy zbiornik małej retencji w pasie zieleni urządzonej przy ul. Sienkiewicza w Siechnicach. 103
Rysunek 52. Projekt podziemnego zbiornika retencyjnego wód opadowych w pasie zieleni przy ul. Henryka III w Siechnicach. 104
Rysunek 53. Zbiornik małej retencji w Siechnicach przy ul. Henryka III. 104
Rysunek 54. Średnia krocząca temperatury - rok - pow. wrocławski 107
Rysunek 55. Średnia krocząca sumy opadu- rok - pow. wrocławski. 108
Rysunek 56. Pokrycie terenu Miasta Siechnice (Polska Agencja Kosmiczna). 109
Rysunek 57. Powierzchnie ewidencyjne Miasta Siechnice wg sposobu zagospodarowania. 110
Rysunek 58. Zabudowa na terenie Miasta Siechnice. 111
Rysunek 59. Czujnik pomiaru jakości powietrza przy Żłobku Samorządowym, ul. Mickiewicza. .. 113
Rysunek 60. Czujnik pomiaru jakości powietrza przy budynku ESV, ul. Ciepłownicza 1a. 113
Rysunek 61. Lokalizacja czujników pomiaru jakości powietrza w Mieście Siechnice. 114
Rysunek 62. Średnie roczne krajowe zapotrzebowanie na moc oraz maksymalne w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w latach 1980-2022 123
Rysunek 63. Średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w latach 2013 -2022 124
Rysunek 64. Światowe zużycie energii na chłodzenie przestrzeni w budynkach (IEA) 125
Rysunek 65. Wpływ zmian klimatu na zdrowie człowieka 126

Rysunek 66. Działania mitygacyjne. 129
Rysunek 67. Działania mitygacyjne i adaptacyjne. 130
Rysunek 68. Funkcje zieleni. 132
Rysunek 69. Standardy ochrony drzew opracowane w ramach projektu „Drzewa dla zielonej infrastruktury Europy". 133
Rysunek 70. Schemat ogrodów deszczowych w pojemniku: ogród przepływowy (po lewej); ogród infiltracyjny (po prawej). 137
Rysunek 71. Schemat przekroju przykładowej powierzchni przepuszczalnej. 137
Rysunek 72. Schemat typowego stawu retencyjnego, widok z góry i przekrój. 138
Rysunek 73. Schemat przekroju przez rów bioretencyjny. 139
Rysunek 74. Sposoby i metody przekształcania w kierunku GOZ wg rodzajów jego uczestników. 141
Rysunek 75. Schemat instalacji do wykorzystania wody deszczowej 146
Rysunek 76. Potencjał teoretyczny [kWh/m2/miesiąc] – lipiec na obszarze gminy Siechnice. 147
Rysunek 77. Średnia gęstość energii wiatru na wysokości 100 m. 148
Rysunek 78. Przykłady potencjalnych lokalizacji mikroinstalacji hydroenergetyki na podstawie mapy RESTOR Hydro. 150
Rysunek 79. Uproszczony schemat systemu zasilania kompleksu EC Czechnica 154
Rysunek 80. Rozmieszczenie czujników jakości powietrza na terenie Siechnic. 159

Przewodniczący Rady

Roman Kasprowicz