

SUSZA CZY POWÓDŹ?

Poradnik adaptacji do zmian klimatu poprzez
małą retencję i ochronę bioróżnorodności



Fundacja Ekologiczna
ZIELONA AKCJA

Autorzy:

Sylvia Horska-Schwarz
Irena Krukowska Szopa
Andrzej Ruszlewicz
Małgorzata Horska

Zdjęcia:

Sylvia Horska-Schwarz, Jakub Józefczuk, Irena Krukowska-Szopa, Renata Łojko,
Ryszard Majewicz, Andrzej Ruszlewicz, Hubert Schwarz



Publikacja wydania w ramach projektu Fundacji Ekologicznej „Zielona Akcja” pn. „Współdziałanie środowisk na rzecz adaptacyjności do zmian klimatycznych poprzez małą retencję i ochronę bioróżnorodności” współfinansowanego ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Za jego treść odpowiada wyłącznie Fundacja Ekologiczna „Zielona Akcja”.

Opracowanie:

Fundacja na Rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa
www.fdpa.org.pl

Wydawca:

Fundacja Ekologiczna „Zielona Akcja”, Aleja Orła Białego 2, 59-220 Legnica, tel. 76 862 94 30

www.malaretncja.pl

www.zielonaakcja.pl

www.pszczoly.zielonaakcja.pl

Wykonawca:

Artina S.I., ul. Skarbowa 3, 59-220 Legnica, tel. 793 930 003

www.artina.pl



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko

Unia Europejska
Fundusz Spójności



www.mapadotacji.gov.pl

Spis treści

1.	Wprowadzenie	4
1.1	Kluczowe definicje i pojęcia omawiane w publikacji	5
1.1.1	Adaptacja	5
1.1.2	Retencja	8
1.1.3	Bioróżnorodność	9
2.	Prognozy zmian klimatu oraz ekstremalne zjawiska pogodowe w Polsce	13
2.1	Globalne zmiany klimatu	13
2.2	Ekstremalne zjawiska pogodowe w Polsce	14
2.2.1	Powodzie	17
2.2.2	Susze	18
2.2.3	Fale upałów	22
2.2.4	Huraganowe wiatry	23
2.2.5	Fale mrozu	25
3.	Zagadnienia zmian klimatu na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym	25
4.	Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu	30
4.1	Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze bioróżnorodności	32
4.2	Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze gospodarki wodnej	36
4.3	Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze rolnictwa	39
5.	Działania adaptacyjne do zmian klimatu	40
5.1	Adaptacja w sektorze bioróżnorodności	44
5.2	Adaptacja w sektorze rolnictwa	48
5.3	Adaptacja w sektorze leśnictwa	50
5.4	Adaptacja w sektorze gospodarki wodnej	51
5.5	Działania na terenach zabudowanych	52
6.	Dobre praktyki adaptacji do zmian klimatu	53
6.1	Ochrona bioróżnorodności i mała retencja	53
6.2	Mała retencja na terenach leśnych	59
6.3	Dobre praktyki na terenach zabudowanych	64
7.	Źródła finansowania działań z zakresu retencji, ochrony bioróżnorodności oraz adaptacji do zmian klimatu	69
8.	Literatura	71

1. Wprowadzenie

Fluktuacja zjawisk pogodowych jest charakterystyczną cechą klimatu Polski. Typowe dla naszej strefy klimatycznej są więc przemiennie występujące tzw. lata mokre i lata suche. W ostatnim czasie obserwujemy jednak wzrost liczby zjawisk o charakterze ekstremalnym. **Klimatolodzy mówią o tzw. „ekstremalizacji” klimatu, co oznacza, że w perspektywie następnych lat możemy spodziewać się pogłębiania negatywnych skutków zmian klimatu.** Scenariusze klimatyczne dla Polski jednoznacznie wskazują na wzrost temperatury powietrza oraz zmiany ilości rocznych sum opadów. Napływ zwrotnikowych mas powietrza nad nasze terytorium, będzie dodatkowo sprzyjał zjawiskom takim jak: gwałtowne burze, nawalne opady, huraganowe wiatry. Już dzisiaj coraz częściej padają rekordowe temperatury, występują orkany - wiatry wiejące z prędkością ponad 100 km/h, gwałtowne burze i nawalne opady powodujące podtopienia i powodzie. W przyszłości fale upałów prowadzić będą do spadku efektywności opadów, powodując wzrost zagrożenia suszą. Jednocześnie przesuszona gleba, w przypadku wystąpienia nawalnego opadu towarzyszącemu burzy, sprzyjąc będzie szybkiemu odpływowi wody ze zlewni.

Niska retencja i brak zasilania wód podziemnych, wysokie temperatury przełożą się więc na zmiany przepływu w rzekach i wzrost ryzyka powodziowego. Pomimo, iż w warunkach Polskich susze występują co kilka, kilkanaście lat, to w przyszłości ich skutki mogą być intensywniejsze. Nie każda susza jest zjawiskiem ekstremalnym, jednak w kontekście zmian klimatu oraz intensyfikacji sposobów korzystania z zasobów wodnych w zlewniach, przedłużający się deficyt opadów w kolejnych latach może być coraz bardziej uciążliwy. Według informacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej **na jednego mieszkańca Polski przypadają 1580 m³ wody, przy średniej europejskiej wynoszącej 4560 m³**, co oznacza że jako kraj posiadamy zasoby wodne porównywalne z Egiptem. Na negatywne skutki suszy najbardziej narażone będą więc sektory od wody zależne, tj.: rolnictwo, bioróżnorodność, gospodarka wodna, leśnictwo. Pośrednio susza negatywnie wpłynie na inne sektory, jak: energetyka, transport, a nawet turystyka. Brak wody w kurortach i uzdrowiskach w sezonie letnim już dzisiaj stanowi problem wielu gmin górskich w Sudetach. Skutki środowiskowe zmian klimatu prowadzić będą w przyszłości do destabilizacji struktur przyrodniczych, zmian w składzie gatunkowym zbiorowisk roślinnych i degradacji wrażliwych ekosystemów. Najbardziej zagrożone będą struktury o niskiej odporności na bodźce zewnętrzne. Będą to siedliska górskie, zbiorowiska lasów reglowych i zbiorowiska ponad granicą lasu, szybko reagujące na wzrost średnich temperatur rocznych, zmiany ilości opadów oraz zmiany długości okresu wegetacyjnego. Jak i siedliska wodne i od wód zależne. Z krajobrazu Polski coraz szybciej znikać będą typowe dla pojezierzy jeziora, oczka wodne, śródpolne zbiorniki wodne, mokradła i torfowiska. Zmianie charakteru siedlisk odpowiadać będzie gwałtowny spadek liczby gatunków .

Zadania jakie stawia klimatyczna przyszłość przed jednostkami samorządu terytorialnego oraz mieszkańcami poszczególnych regionów kraju powinny skupiać się na kompleksowych rozwiązaniach, sprzyjających zarówno łagodzeniu negatywnych skutków zmian klimatu, jak i adaptacji do nich. Wyzwaniem jest fakt, że działania adaptacyjne muszą jednocześnie uwzględniać zarówno susze, jak i powodzie. Zmiana rytmu opadów wymusza na nas konieczność zmiany dotychczasowego podejścia do gospodarowania zasobami wodnymi. Priorytetem jest budowa systemów retencjonowania wód opadowych, a kluczem do sukcesu poprawa retencji dolinnej, ograniczenie spływu powierzchniowego w zlewniach rolniczych i zurbanizowanych i zachowanie różnorodności biologicznej, która jest naturalnym buforem łagodzenia zmian klimatu.

1.1 Kluczowe definicje i pojęcia omawiane w publikacji

1.1.1 Adaptacja

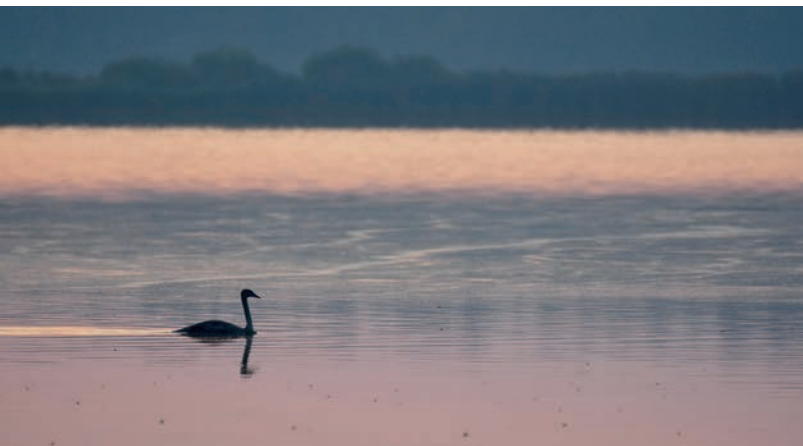
Adaptacja do zmian klimatu, definiowana jest jako dostosowanie systemów naturalnych lub stworzonych przez człowieka do obecnych i spodziewanych warunków klimatycznych lub efektów zmian klimatu, w taki sposób, aby minimalizować negatywne skutki zmian klimatu i wykorzystywać te zmiany, które będą pozytywne¹.

Według innej definicji adaptacja do zmian klimatu oznacza taki sposób planowania, realizacji, eksploatacji i likwidacji przedsięwzięcia, aby było ono optymalnie dostosowane do postępujących zmian klimatu, jak również by nie powodowało zwiększenia wrażliwości elementów środowiska na zmiany klimatu².

W zależności od warunków naturalnych: położenia geograficznego, wysokości n.p.m., odległości od morza, ukształtowania terenu, typów gleb, etc., jedne regiony Polski będą bardziej narażone na negatywne skutki zmian klimatu, niż inne. Jest to warunkowane zagospodarowaniem oraz użytkowaniem zlewni. Straty z tytułu zjawisk ekstremalnych lub klęsk żywiołowych będą różnicowały się przestrzennie w skali całego kraju na poziomie regionów oraz lokalnie na poziomie gmin. To od ekspozycji danego obszaru na czynnik klimatyczny, jego odporności oraz podatności na zmiany klimatu, różnicować się będzie **potencjał adaptacyjny oznaczający potencjalną zdolność danego sektora/obszaru do łagodzenia negatywnych skutków zmian klimatu**.

Adaptacja do zmian klimatu oznacza zatem **przystosowanie lub uodpornienie** szczególnie wrażliwych sektorów i obszarów funkcjonalnych, m.in. bioróżnorodności, gospodarki wodnej, rolnictwa, leśnictwa, terenów zabudowanych, obszarów górskich, energetyki, na zidentyfikowane zagrożenia wynikające ze zmian klimatu, tj. susze, powodzie, huraganowe wiatry, nawalne opady, osuwiska, etc.

Adaptacja ekosystemu do zmian klimatu - oznaczać będzie zdolność do przystosowania się poszczególnych gatunków roślin i zwierząt do nowych warunków siedliskowych (zmian temperatury powietrza, zmian temperatury wody, zmian trofii zbiorników wodnych, spadku ilości opadów, zmian długości okresu wegetacyjnego, etc.). Przystosowanie następuje poprzez zmianę struktury przestrzennej oraz funkcji poszczególnych ekosystemów (w tym ekosystemów wodnych i od wód zależnych). Procesy adaptacyjne zachodzące w sposób naturalny na poziomie gatunkowym, mogą mieć charakter długookresowy (zanik pewnych gatunków, pojawienie się gatunków ciepłolubnych, lepiej dostosowanych, stopniowa zmiana składu gatunkowego, zmiany zasięgu zbiorowisk, etc.), jak i skokowy, będący efektem np. klęski żywiołowej - suszy (zanik zbiornika wodnego, wysychanie drzew iglastych). Naturalna zdolność do adaptacji ekosystemów jest znacząco ograniczona poprzez czynniki antropogeniczne, które w wielu przypadkach powodować mogą całkowitą degradację siedlisk (np. złe gospodarowanie wodą w zlewni, zanieczyszczenie wód ze źródeł rolniczych i przemysłowych



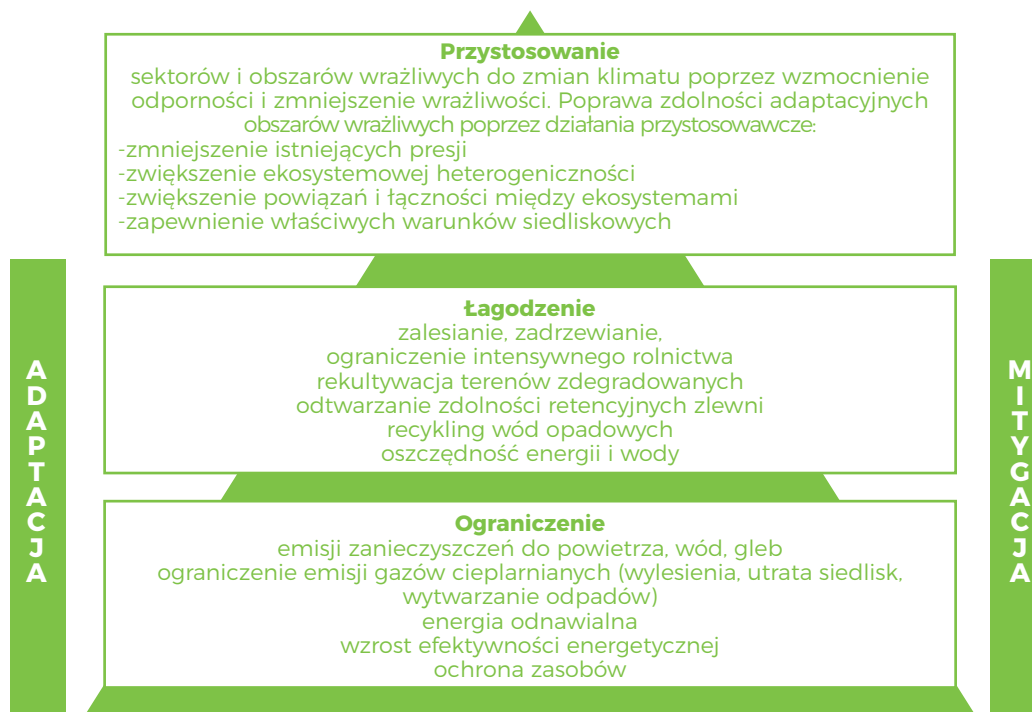
1 IPCC 2001

2 Łagodzenie zmian klimatu i adaptacja do zmian klimatu w ocenie oddziaływania na środowisko GDOŚ

może być przyczyną nieodwracalnych zmian i degradacji zbiorników wodnych nawet w przypadku wystąpienia krótkotrwałych okresów suszy). Efektywność adaptacji do zmian klimatu określać będzie możliwości zarówno naturalne i te wynikające z zagospodarowania przestrzennego danego obszaru/sektora/ekosystemu/zbiorowiska do nowych warunków klimatycznych i środowiskowych. Jednocześnie zależność będzie ona od poziomu wdrożenia działań adaptacyjnych: technicznych i nietechnicznych. Adaptacja obejmuje więc działania przystosowawcze mające wpływ na ograniczenie szkód i wykorzystanie możliwości płynących ze zmian klimatu.

Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju przystosowanie do zmian klimatu powinno sprzyjać:

- poprawie bezpieczeństwa klimatycznego (zapewnienie ciągłości dostaw energii i wody pitnej),
- poprawie jakości życia mieszkańców w warunkach prognozowanych zmian klimatu,
- poprawie bioróżnorodności oraz ochronie ekosystemów i siedlisk szczególnie podatnych na zmiany klimatu, w tym obszarów Natura 2000 i gatunków chronionych,
- poprawie retencji zlewni, poprzez odtwarzanie siedlisk od wód zależnych: mokradeł, torfowisk, lasów łągowych, łąk zalewowych w dolinach rzecznych; obszary te pełnią ważne funkcje w przypadku łagodzenia skutków powodzi i susz,
- zrównoważonemu gospodarowaniu zasobami, w tym ochronie wód, gleb, przestrzeni, powietrza, surowców mineralnych,
- poprawie jakości powietrza i komfortu termicznego na terenie zabudowanym,
- zaspokojeniu społecznych i ekonomicznych potrzeb gospodarki,
- ograniczeniu ryzyka i częstotliwości sytuacji nadzwyczajnych związanych z procesami ekstremalnymi i klęskami żywiołowymi,
- wzrostowi świadomości mieszkańców danego obszaru w zakresie ryzyka i zagrożeń związanych ze zmianami klimatu oraz skutkami tych zagrożeń dla środowiska, życia i zdrowia (np. skutki smogu, skutki klęsk żywiołowych, brak żywności, brak wody).



Wykres 1. Działania ograniczające negatywne skutki zmian klimatu - adaptacja i mitygacja (opracowanie własne na podstawie: Poradnik przygotowania inwestycji 2015³. Mitygacja - łagodzenie zmian klimatu poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, spalin, zastosowanie technologii wodo i energooszczędnych; odpowiednia organizacja transportu, ochrona zieleni, Adaptacja - przystosowanie do zmian klimatu poprzez nasadzenia z zastosowaniem gatunków odpornych na mróz, suszę, zwiększenie terenów zalewowych, etc.).

³ Poradnik przygotowania inwestycji z uwzględnieniem zmian klimatu, ich łagodzenia i przystosowania do tych zmian oraz odporności na klęski żywiołowe, 2015, Warszawa.

Podstawą wypracowania optymalnego zestawu działań adaptacyjnych jest ocena ekspozycji danego obszaru na skutki zmian klimatu i zagrożenia z tym związane: powodzie, susze, huraganowe wiatry, osuwiska, etc. będące pośrednio lub bezpośrednio wynikiem zmiany warunków klimatycznych.

Ekspozycja na zmiany klimatu oznacza „narażenie”, ryzyko związane z wystąpieniem danego czynnika klimatycznego. Jest to zmienna warunkowana położeniem fizycznogeograficznym oraz wysokością n.p.m. (morfologią terenu), określana jest przez rodzaj, wielkość, czas i szybkość zdarzeń klimatycznych oraz zmienności warunków klimatycznych, na które eksponowany jest obszar/sektor obecnie i w przyszłości.

Wyróżnia się trzy stopnie ekspozycji na zmiany klimatu: niską, umiarkowaną, wysoką⁴. Wysoka ekspozycja na dane zjawisko nie jest jednoznaczna z wysoką wrażliwością danego obszaru na to zjawisko, czyli wystąpieniem negatywnych skutków związanych np. z silnym wiatrem, suszą. Przykładem mogą być obszary wysokogórskie oraz strefa wybrzeża, która jest szczególnie eksponowana na silne wiatry, zaś dna dolin eksponowane są na wezbrania. O skutkach decyduje jednak wrażliwość obszaru/sektora. Wrażliwość na zmiany klimatu jest sumą podatności i odporności, czyli uwarunkowań naturalnych oraz sposobu gospodarowania zasobami, w tym użytkowaniu terenu, potencjałem retencyjnym, stanem infrastruktury (wały przeciwpowodziowe, zapory przeciwrumowiskowe, etc.). Na przykład wysoką ekspozycją na suszę cechować będą się gminy nizinne rolnicze, gdzie grunty rolne stanowią ponad 80 % powierzchni, a lasy i ekosystemy wodne zajmują mniej niż 5 %. O dużej wrażliwości decyduje w tym wypadku niski potencjał retencyjny. Gminy o tej samej ekspozycji (prawdopodobieństwo wystąpienia suszy), ale o dużym % udziale lasów oraz terenów zielonych i wodnych odznaczają się będą mniejszą wrażliwością na suszę rolniczą, gdyż potencjał retencyjny istotnie ograniczy negatywne skutki deficytu odpadów i wysokich temperatur. Dużą wrażliwość w stosunku do danego zjawiska będzie wykazywał konkretny sektor, np. rolnictwo, bioróżnorodność, gospodarka wodna, budownictwo, etc.

Potencjał adaptacyjny – o potencjale adaptacyjnym decydują zarówno uwarunkowania naturalne, jak i sposób zagospodarowania terenu, stan i jakość środowiska przyrodniczego oraz stan infrastruktury. Im wyższy potencjał adaptacyjny, tym niższe koszty adaptacji do zmian klimatu, które należy ponieść w przypadku przystosowania sektorów/obszarów wrażliwych. Potencjał adaptacyjny określa możliwość (finansową, technologiczną, społeczną) adaptacji do skutków zmian klimatu jaką posiada dany sektor/obszar.

Potencjał adaptacyjny obszarów wrażliwych:

- I. Wysoki potencjał - obszary o wysokiej zdolności do adaptacji, bardzo dobrze przygotowane do wdrożenia działań adaptacyjnych, adaptacja nie wymaga dużych nakładów finansowych, może być prowadzona w oparciu o istniejące zasoby naturalne.
- II. Średni potencjał - obszary o średniej zdolności do adaptacji, obszary umiarkowanie przygotowane do działań adaptacyjnych, adaptacja wymaga umiarkowanych nakładów finansowych.
- III. Niski potencjał - obszary o niskiej zdolności do adaptacji, obszary nie przygotowane do zmniejszenia wrażliwości na skutki zmian klimatu, każda próba adaptacji wymaga znacznych nakładów finansowych.

Na potencjał adaptacyjny składają się:

- zagospodarowanie terenu (w tym % udział lasów, % gruntów rolnych, % udział użytków zielonych, % udział powierzchni wodnej i terenów bagiennych),
- udział obszarów prawnie chronionych (obszary Natura 2000, Parki Narodowe, rezerваты, etc.) oraz możliwość osiągnięcia celów środowiskowych dla obszarów chronionych,
- stan wód powierzchniowych (ekologiczny, hydromorfologiczny i chemiczny) możliwość osiągnięcia celów środowiskowych dla JCWP*,
- stopień naturalności rzek i potoków, ciągłość morfologiczna i biologiczna, poziom zmeliorowania gruntów rolnych,
- udział terenów zabudowanych (stopień uszczelnienia zlewni).

⁴ Tamże; * JCW – jednolite części wód w myśl polskiego prawa wodnego i ramowej Dyrektywy Wodnej – obejmują zbiorniki wodne, ciek, przybrzeżne fragmenty wód polskich i wody podziemne, JCWP jednolite części wód powierzchniowych, np. jezioro, sztuczny zbiornik, ciek.

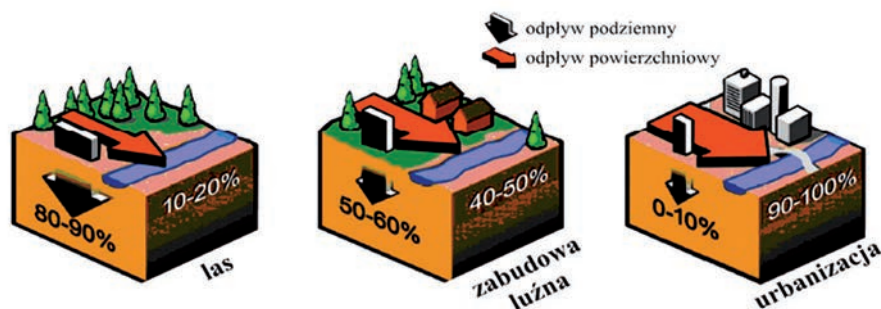
- stopień skanalizowania gminy (w tym kanalizacja sanitarna, deszczowa),
- gospodarowanie zasobami wodnymi,
- jakość powietrza,
- świadomość mieszkańców o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu.

1.1.2 Retencja

Polska posiada bardzo małe zasoby wodne w stosunku do innych krajów europejskich, które charakteryzują się dużą zmiennością czasową i przestrzenną. Oznacza to, że na danym obszarze mogą występować zarówno podtopienia, powodzie, jak i susze. Retencjonowanie wód, które nie wywiera niekorzystnego wpływu na środowisko przyrodnicze jest optymalnym działaniem adaptacyjnym i łagodzącym zmiany klimatu w skali lokalnej i regionalnej.

Mała retencja to wszelkie działania, zarówno inwestycyjne jak i nieinwestycyjne, ograniczające szybki spływ wód opadowych poprzez gromadzenie (retencjonowanie wody) na powierzchni terenu (np. niewielkie zbiorniki), jak również w warstwach geologicznych (wody podziemne) oraz w glebie (wilgoć glebowa). Do działań bez inwestycyjnych powiększających zdolności retencyjne zlewni zalicza się zalesienia, tworzenie odpowiedniego układu pól orných, lasów i użytków zielonych, stosowanie właściwych zabiegów agrotechnicznych⁵.

Potencjał retencyjny zlewni zależy od sposobu jej zagospodarowania (decyduje o tym udział lasów, terenów zielonych, rolnych, zabudowanych, wodnych). Struktura użytkowania oraz stopień uszczelnienia zlewni (teren zabudowany) istotnie wpływają na warunki obiegu wody, kształtując wielkość odpływu powierzchniowego i podziemnego (Bartnik et al, 2009)⁶. Z obszaru miasta większość wód opadowych (ok.70%) odpływa do kanalizacji, nie zasilając wód gruntowych, natomiast na terenach wiejskich 90 % wody jest magazynowane w profilu glebowym i roślinach.



Ryc. 1. Zmiana warunków odpływu wód ze zlewni w zależności od stopnia zabudowania zlewni (Bartnik et al, 2009)

Elementem krajobrazu istotnie wpływającym na potencjał retencyjny danego obszaru jest udział powierzchni biologicznie czynnej, tj. stopień pokrycia roślinnością. Dużym potencjałem retencyjnym odznaczają się zwarte kompleksy leśne, otwarte tereny łąk, torfowiska. Są to obszary, które wykazują podobne właściwości retencjonowania wód opadowych porównywalne z zajmującym ten sam obszar płytkim zbiornikiem wodnym (Bartnik et al, 2009)⁷. Teren zabudowany, ze względu na duży udział gruntów uszczelnionych: asfalt, beton, odznaczają się niewielką zdolnością zatrzymywania wód opadowych tj. **niskim potencjałem retencyjnym**.

Poprawa warunków retencyjnych ogranicza spływ powierzchniowy wód, zatem sprzyjać będzie z jednej strony ograniczeniu zagrożenia powodziowego, z drugiej strony zminimalizuje negatywne

⁵ Waldemar Mioduszewski, Mała retencja, ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego IMUZ 2003
⁶ Wojciech Bartnik, Jacek Bonenberg, Jacek Florek, Wpływ utraty naturalnej retencji zlewni na charakterystykę morfologiczną zlewni i cieku, Infrastruktura i Ekologia terenów wiejskich 2009 r.

skutki wystąpienia suszy. Może obejmować działania techniczne polegające na sztucznym zwiększeniu zdolności danego terenu do retencjonowania wód opadowych poprzez np. budowę zbiorników retencyjnych, obiektów małej retencji, zbiorników przydomowych, rowów chłonnych, powierzchni chłonnych w miejscach silnie przekształconych. Z drugiej strony poprzez działania wzmacniające, przywracające potencjał przyrodniczy danego obszaru, mające na celu poprawę bioróżnorodności, renaturalizację dolin rzecznych, rekultywację terenów zdegradowanych, etc.



1.1.3 Bioróżnorodność

Działalność człowieka prowadząca do fragmentacji krajobrazu, zmiany reżimu rzecznego oraz degradacji ekosystemów wpływa bezpośrednio na zmniejszenie różnorodności biologicznej na świecie. W połączeniu ze zmianami klimatu może przyspieszyć tempo wymierania wielu gatunków, przyczynić się do zaniku ekosystemów wrażliwych lub znacznego zmniejszenia zasięgu ich występowania. Zmiany klimatyczne stanowią obecnie największe wyzwanie dla ochrony zagrożonych siedlisk morskich oraz lądowych.

W obliczu rosnącej temperatury powietrza i wód, zmian ilości opadów, podnoszenia poziomu mórz i oceanów niewystarczające może okazać się dotychczasowe podejście do ochrony bioróżnorodności. Konieczna staje się ochrona czynna, obejmująca wdrażanie działań naprawczych oraz adaptacyjnych także na obszarach sąsiednich nie objętych bezpośrednio ochroną prawną, ale mających istotny wpływ na stabilność ekosystemów chronionych lub mających znaczący wpływ w łagodzeniu skutków zmian klimatu.

W Polsce obszary objęte ochroną, tj. parki narodowe, parki krajobrazowe, obszary Natura 2000, obszary chronionego krajobrazu stanowią ok. 30 % powierzchni kraju. Duża różnorodność przyrodnicza jest wynikiem położenia fizycznogeograficznego Polski oraz zmienności warunków pogodowych typowych dla klimatu przejściowego. Prognozowany dla Polski wzrost temperatury oraz spadek efektywności opadów, w połączeniu ze wzrostem udziału mas powietrza z kierunku południowego stanowi wysoki czynnik ryzyka. Już dzisiaj w wielu regionach Polski obserwujemy wzrost surowości suszy, zanik cennych ekosystemów lub stopniowe wycofywanie się gatunków rodzimych gorzej przystosowanych do wysokich temperatur, suszy, czy przymrozków wiosennych. Zmiana warunków siedliskowych w konfrontacji z antropopresją prowadzić będzie do destabilizacji struktur przyrodniczych i zaburzenia stabilności ekosystemów, w efekcie do ich degradacji. Wkraczanie gatunków inwazyjnych, zanik jezior tak typowych dla krajobrazu Polski, wysychanie bagien, zmiana zasięgu pięter roślinnych w górach stanowi swoistą zapowiedź nadchodzących zmian.

Przykład: w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat z krajobrazu Polski zniknęło wiele jezior, w tym aż 643 Jeziora Mazurskie. Prognozuje się, że w ciągu następnych 100 lat zmiany będą znacznie intensywniejsze. W Polsce 40 spośród 50 gatunków należących do autochtonicznej ichtiofauny Jezior Mazurskich jest związanych z wodami zimnymi i chłodnymi. Wzrost temperatury wód będzie skutkował zmianą składu gatunkowego zbiorników wodnych i rzek. Zanikowi jezior towarzyszyć będzie zanik nawet 90% gatunków istniejącej fauny polodowcowej. Zostanie ona stopniowo wypierana przez ciepłolubne gatunki karpiołubne oraz gatunki inwazyjne.

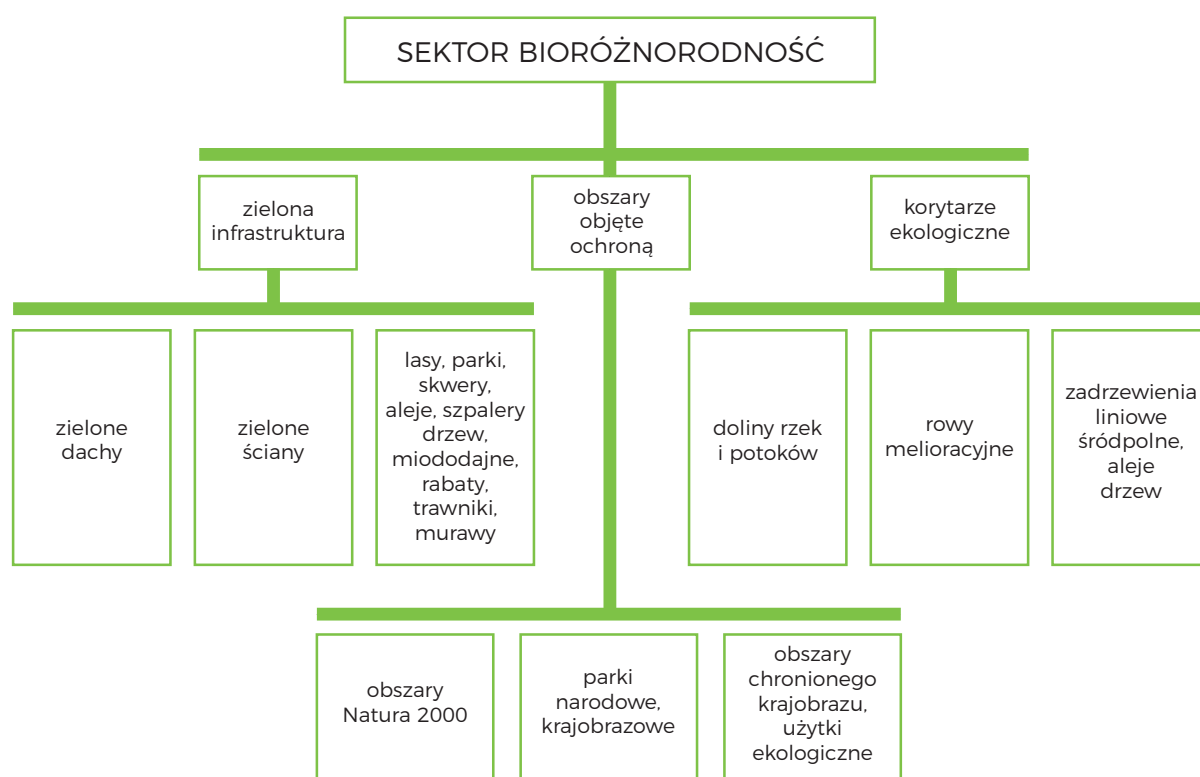
Przykład: innym przejawem postępujących zmian klimatu Polski jest tzw. „stepowienie Wielkopolski”, które dodatkowo pogłębia rosnąca antropopresja. Obniżanie poziomu wód gruntowych prowadzi do degradacji ekosystemów wodnych i od wód zależnych, zanikaniu torfowisk, lasów i borów bagiennych, zmiany powierzchni jezior, wzrostu udziału gatunków termofilnych⁸.

Wobec powyższego, priorytetem wdrażania działań adaptacyjnych powinno być zatem nie tylko skierowanie się na poszczególne gatunki, ale zachowanie w stanie niezmiennym wrażliwych siedlisk. Zgodnie z Załącznikiem I Dyrektywy Siedliskowej w Polsce wyróżniamy 9 typów siedlisk:

- **Siedliska nadbrzeżne i stonawe;** zagrożenie: wzrost temperatury wody i zmiana warunków fizykochemicznych wód, podwyższenie poziomu morza, wzrost częstotliwości i intensywności sztormów. Najbardziej wrażliwe: estuaria, zatoki śródlądowe, niewielkie wyspy, roślinność brzegów morskich, kizdzy, klify, stonolubne bagna i murawy (w tym śródlądowe).
- **Siedliska na wydmach nadmorskich i śródlądowych;** zagrożenie: wzrost poziomu morza i zalanie siedlisk, wzrost prędkości wiatrów, sztormy i erozja eolicznych oraz abrazji, zwiększony transport soli w powietrzu, może powodować wzrost powierzchni zajmowanej przez roślinność halofityczną kosztem łąk i muraw. Najbardziej wrażliwe: wydmy białe, szare, atlantyckie wrzosowiska nadmorskie, zarośla nawydmowe, zbiorowiska lasów nawydmowych.
- **Siedliska wód słodkich, płynących lub stojących;** zagrożenie: wzrost opadów nawałnych i wzrost powodzi, przedłużające się susze, głębokie niżówki, eutrofizacja wód, wzrost temperatury wód, zmiana zasolenia wód, wypływanie i zanik zbiorników płytkowodnych, Najbardziej wrażliwe: namuliska, pionierskie kamieńce nadrzeczne, rzeki, jeziora, starorzecza.
- **Wrzosowiska i zarośla strefy umiarkowanej;** zagrożenie: wzrost temperatury, susza, obniżanie wód gruntowych, podniesienie zasięgów pięter roślinnych w górach. Najbardziej wrażliwe: wrzosowiska z wrzoścem bagiennym *Ericion tetralix*, subkontynentalne zarośla kserotermiczne z wisienką stepową *Prunetum fruticosa*, wysokogórskie borówczyska bażynowe *Empetro-Vaccinietum*, zarośla kosodrzewiny *Pinetum mugo*, subalpejskie zarośla wierzbowe wierzby lapońskiej *Salicetum lapponum* lub śląskiej *Salicetum silesiaca*,
- **Zarośla kserotermiczne;** zagrożenie: susze, zmiana poziomu wód gruntowych, wysokie parowanie, Wrażliwe: *Juniperus communis* na wapiennych wrzosowiskach i obszarach trawiastych - słabo rozpoznane
- **Naturalne i półnaturalne formacje łąkowe i murawy;** zagrożenie: wzrost temperatury, wzrost ewapotranspiracji, susza. Najbardziej wrażliwe: murawy naskalne, psammofilne, bliźniczkowe i galmanowe, do kserotermiczne, nizinne łąki kośne *Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis* i ziołorośla.
- **Torfowiska, trzęsawiska i źródła śródlądowe;** zagrożenie: susza, obniżenie poziomu wód gruntowych i podziemnych, wzrost temperatury wody, wzrost parowania, zmiana chemizmu wód, eutrofizacja wód, gwałtowne powodzie, wysychanie gleb - murszenie gleb hydrogenicznych, sukcesja, gatunki inwazyjne.
- **Siedliska naskalne i jaskinie;** zagrożenie: susza, obniżenie wód podziemnych i gruntowych, nawałne opady, wzrost temperatury powietrza, fale upałów, podnoszenie pięter klimatycznych w górach.

- **Siedliska leśne;** zagrożenie: susza, zmiana poziomu wód gruntowych, wzrost temperatury powietrza, podniesienie pięter klimatycznych w górach, huraganowe wiatry, powódzie. Wrażliwe: lasy bagienne, wysokogórskie, termofilne lasy dębowe, lasy łęgowe.

W kontekście zmian klimatu sektor bioróżnorodności uznano za szczególnie wrażliwy, co wynika z dużej podatności siedlisk na zmiany pośrednie i bezpośrednie warunkowane wzrostem temperatury, zmianą ilości opadów, wzrostem parowania. Zmianie właściwości gleb, zmianie chemizmu wód, obniżeniu poziomu wód gruntowych towarzyszyć będzie przekształcenie typowych układów przyrodniczych zarówno na poziomie ekosystemów, jak i pojedynczych gatunków. Spadek bioróżnorodności pogłębi zatem skutki zmian klimatu w innych sektorach jak: rolnictwo, leśnictwo, gospodarka wodna, tereny zabudowane. Spadek bioróżnorodności przełoży się między innymi na wzrost surowości suszy, spadek plonów, wzrost ryzyka powodziowego i erozję gleb.



Wykres 2. Sektor bioróżnorodność – obszary adaptacji do zmian klimatu



W ujęciu adaptacji do zmian klimatu istotną rolę odgrywają **korytarze ekologiczne**, zarówno o randze międzynarodowej, jak i krajowej. Stanowią one pomosty łączące siedliska zlokalizowane na południu z tymi z północy. Ich znaczenie jako korytarzy ewakuacyjnych, czyli najważniejszych dróg wędrówek i migracji gatunków, sprawia że stają się priorytetem planowania działań adaptacyjnych w zakresie sektora bioróżnorodności, zarówno na poziomie krajowym jak i gminnym.

Poza głównymi dolinami dużych rzek, tj. Odra, Wisła, Warta, Narew oraz ich dopływów kluczową rolę odgrywają korytarze niższego rzędu III i IV rzędu. Rolę korytarzy ekologicznych w krajobrazie rolniczym z powodzeniem mogą pełnić okresowe cieki, rowy melioracyjne, drogi śródpolne, miedze. Ważne staje się przywrócenie ciągłości korytarzy oraz ich walorów przyrodniczych zwłaszcza na terenach zurbanizowanych. Odtworzenie potencjału siedliskowego oraz przywrócenie drożności biologicznej sprzyjać będzie poprawie warunków migracji.



Ryc. 2 Mapa korytarzy ekologicznych o znaczeniu krajowym i paneuropejskim

Różnorodność biologiczna (lub bioróżnorodność) została zdefiniowana w ustawie o ochronie przyrody jako zróżnicowanie żywych organizmów występujących w ekosystemach, w obrębie gatunku i między gatunkami, oraz zróżnicowanie ekosystemów. Nieco rozszerzając powyższą definicję, można bioróżnorodność (różnorodność biologiczną) określić jako różnorodność form i struktur żywej materii, wynikającą z informacji genetycznej tkwiącej w zasobach genowych organizmów na Ziemi. Obrazem tego jest na przykład mnogość gatunków roślin i zwierząt.

Usługi ekosystemowe to pojęcie określające korzyści, które ludzie czerpią z ekosystemów. Podkreślają wkład układów przyrodniczych w szeroko pojęty dobrobyt człowieka i tym samym uzasadniają potrzebę działań w celu zachowania środowiska naturalnego w możliwie stabilnym stanie. Koncepcja usług ekosystemowych przekłada przekaz nauk przyrodniczych na język ekonomii. Pozwala analizować i obrazować związki pomiędzy środowiskiem a systemem społeczno-gospodarczym. Pozwala sprowadzić ekologiczną złożoność ekosystemów, ich struktury i zachodzących w nich procesów, do stosunkowo ograniczonej liczby sprawowanych przez nie funkcji, a te z kolei powiązać

zestawami określonych dóbr (korzyści), które mogą być wycenione w sensie ekonomicznym. Tym samym wpisuje się w ideę rozwoju zrównoważonego i podejścia ekosystemowego w zarządzaniu przestrzenią i podejmowaniu decyzji⁹. Oczywiście, aby środowisko mogło dostarczać tych korzyści, potrzebna jest jego ochrona. Jeśli dopuścimy do degradacji środowiska, stracimy możliwość korzystania z jego usług, a w efekcie pogorszy się jakość życia. Działania mające na celu ochronę przyrody należy więc postrzegać jako inwestycje, które przyniosą określoną stopę zwrotu¹⁰.

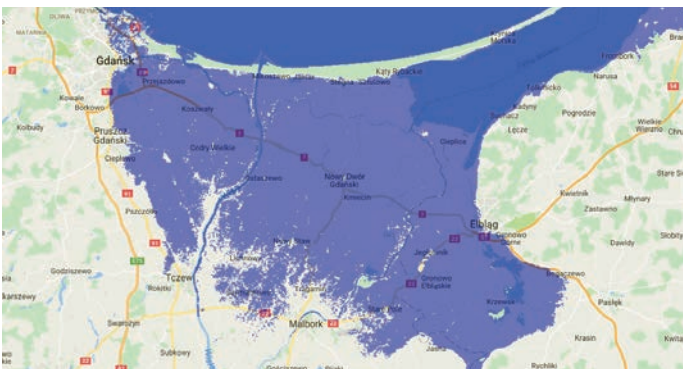
Wykorzystując koncepcję usług ekosystemów w procesie podejmowania decyzji należy pamiętać, że każdy ekosystem jednocześnie świadczy wiele różnych usług. Nie jest więc możliwa ochrona pojedynczych usług, ponieważ ich dostępność zależy od funkcjonowania ekosystemu jako całości składającej się z wielu zależnych od siebie elementów.

2. Prognozy zmian klimatu oraz ekstremalne zjawiska pogodowe w Polsce

2.1 Globalne zmiany klimatu

Zmiany klimatu w ostatnich dekadach doprowadziły do wzrostu średniej globalnej temperatury powietrza na świecie, powodując wzrost temperatury wód, przyspieszając tempo topnienia lodowców oraz zanikanie wiecznej zmarzliny. Największy wzrost temperatury rejestruje się na półkuli północnej. W efekcie topniejący lód powoduje dopływ dużej ilości słodkich wód i zmianę właściwości fizycznych i chemicznych wód oceanicznych, istotnie modyfikując aktywność północnoatlantyckiego prądu morskiego - Golsztrumu. Badania naukowe wskazują na około 30% zmniejszenie się aktywności Golsztrumu w ciągu ostatnich 10 lat. Naukowcy podkreślają, że w takiej sytuacji za kilkadziesiąt lat prąd mógłby ustać całkowicie i **wówczas w Europie Zachodniej, w środku globalnego ocieplenia zagościłyby bardzo niskie temperatury** (Nature Climate Change). Analizy osadów głębokomorskich potwierdzają, że w ostatnich 45 latach prąd północnoatlantycki znacznie spowolnił i stał się chłodniejszy. Wobec powyższego półkula północna może doświadczyć w przyszłości bardzo mroźnych i śnieżnych zim. Sytuacja zauważalna jest już obecnie w Ameryce Północnej.

Dalszy wzrost temperatury wód morskich prowadzić będzie do wzrostu średniego poziomu mórz i oceanów. Modele prognostyczne wskazują na wzrost poziomu wody od 20 do 70 cm, w perspektywie czasowej do 2100 roku (prognozy IPCC). Wielkość podana obejmuje tylko rozszerzalność termiczną wody morskiej bez uwzględnienia ilości dopływających słodkich wód pochodzących z topnienia lodowców Grenlandii i Antarktydy. Co oznacza, że w niektórych regionach świata poziom wody może wzrosnąć nawet o kilka metrów. W przypadku Polski, przy wzroście poziomu morza nawet o jeden metr, zatopieniu ulegną znaczne obszary wybrzeża, od Zatoki Szczecińskiej po Gdańsk.



Ryc. 3.
Gdańsk i Żuławy po podniesieniu
się morza o 1 m
Źródło: <http://flood.firetree.net/>

9 <https://www.gridw.pl/tematy/58-uslugi-ekosystemowe>

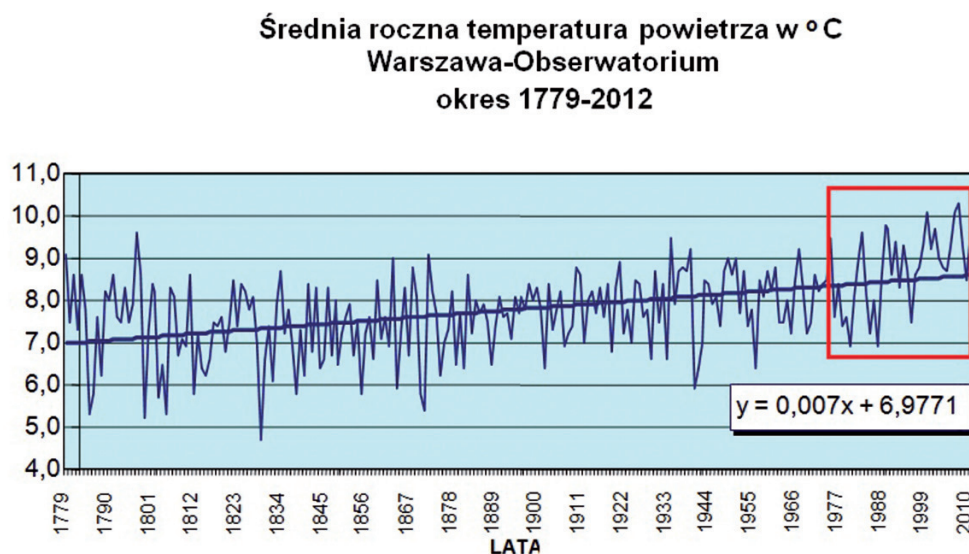
10 Usługi ekosystemów w miastach Jakub Kronenberg Uniwersytet Łódzki

Konsekwencją zmian klimatu: wzrostu temperatury powietrza i zmiany ilości opadów jest obecnie przesuwanie się stref klimatycznych w kierunku północnym. Badania NOAA (US National Climatic Data Center) wykazały, że strefa tropików (rejon między zwrotnikami Raka i Koziorożca) rozszerzyła się w ciągu ostatniego ćwierćwiecza, aż o 200-400 kilometrów od równika w kierunku biegunów. W efekcie w pasie tym zmieniły się zarówno temperatury, ilość opadów, wiatry, nawet prądy strumieniowe i koncentracja ozonu. Dla Polski szczególnie znaczenie ma przesuwanie się strefy zwrotnikowej na północ. Przesunięcie się strefy zwrotnikowej na północ odpowiada za częstszy dopływ do Polski rozgrzanego powietrza zwrotnikowego, gdzie zderza się ono z chłodnym powietrzem z rejonów polarnych, co w okresie letnim powoduje intensyfikację burz i nawałnice. Szczególnie niebezpieczne są ciepłe i niosące dużo wody niż genueńskie, powodujące największe powodzie opadowe.

2.2 Ekstremalne zjawiska pogodowe w Polsce

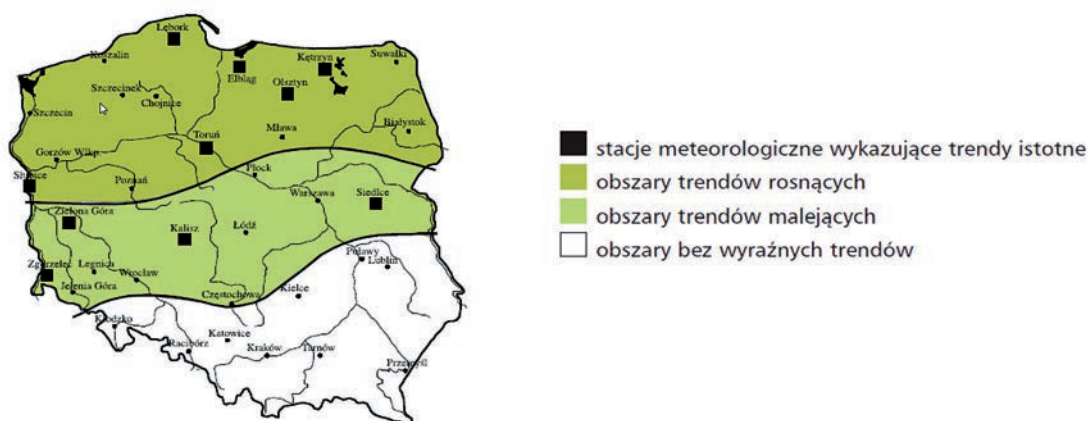
Badania wykazują, że klimat Polski stopniowo ewoluuje w kierunku dwóch pór roku: ciepłej pory suchej i zimnej pory deszczowej. Coraz częściej występują wysokie temperatury w okresie wczesnowiosennym, wydłużenie okresu wegetacyjnego, krótsze okresy przejściowe (brak lub krótkie przedwiośnie).

Analizy zmian temperatury od 1779 roku wykazują trend rosnący średniej rocznej temperatury powietrza. Trend temperatury uzyskuje wartość $0,7^{\circ}\text{C}/100$ lat. Jak pokazują pomiary, ostatnie 40 lat jest najcieplejszym okresem w historii obserwacji instrumentalnych w Polsce (<http://klimada.mos.gov.pl>).



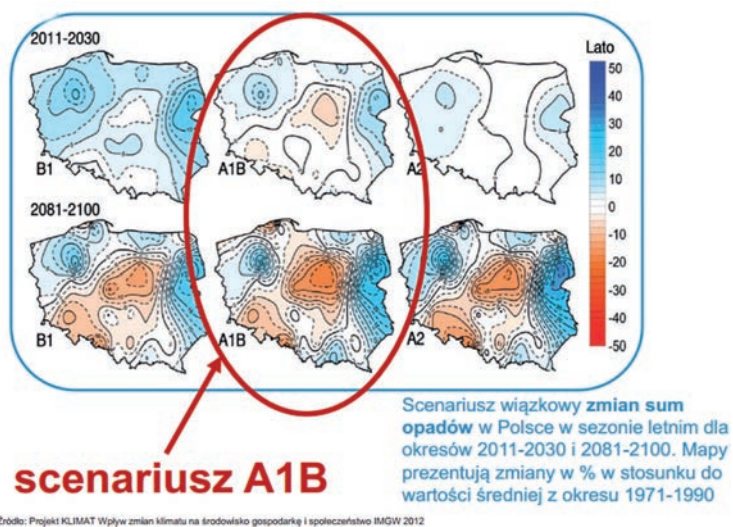
Wykres 3. Zmiany średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce w okresie 1779-2010 (<http://klimada.mos.gov.pl>)

Analiza trendów zmian klimatycznych dla Polski wskazuje na dużą niestabilność klimatu. W praktyce oznacza to wzrost częstości występowania zarówno okresów z niedostatkami, jak i nadmiarem opadów, zatem rosnące zagrożenie suszą i powodzią. Ze względu na prognozowane zmiany sumy opadów można wydzielić trzy regiony z trendem: rosnącym, malejącym oraz obszary nie wykazujące się wyraźnymi zmianami w zakresie wielkości opadów.



Ryc. 4 Trendy rocznych sum opadów atmosferycznych na obszarze Polski w okresie 1891-2000 (Źródło: Zawora T., Ziernicka A. 2003¹¹.)

W odniesieniu do rozkładu rocznych sum opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1971-2000 zauważa się wyraźne tendencje dla poszczególnych regionów kraju. Przyjmując scenariusz A1B, w pierwszym okresie 2011-2030 wyodrębnić można regiony północno-zachodniej oraz południowo-wschodniej Polski, dla których zaznaczy się wyraźny wzrost sum opadów oraz regiony centralne i południowo-zachodnie z trendem malejącym. W drugim okresie 2081-2100 prognozuje się, że zmiany te pogłębią się znacząco (Projekt KLIMAT Wpływ zmian klimatu na środowisko gospodarkę i społeczeństwo IMGW 2012).



Ryc. 5 Scenariusze zmian sum opadów w Polsce (Projekt Klimat, IMGW)

Prognozowany dla Polski północnej, wzrost sum opadów, przy obecnie wysokich sumach opadów rocznych dla tego regionu, oznaczać będzie dla całej strefy wybrzeża wzrost zagrożenia podtopieniami i powodzią opadowymi. Dodatkowym zagrożeniem będzie wzrost częstotliwości powodzi sztormowych.

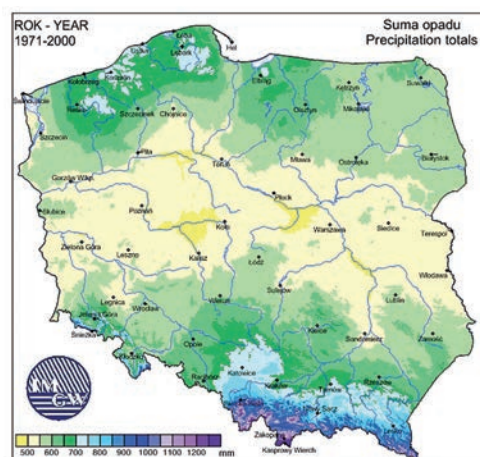
Dla Polski centralnej, w której obecnie występuje najniższa suma opadów, prognozowany spadek rocznych sum opadów oznacza większy deficyt wody pitnej, większe zagrożenie suszą rolniczą i hydrologiczną, brak wody dla obecnych i nowych użytkowników wód, a co za tym idzie rosnące ceny za wodę.

11 Zawora T., Ziernicka A. 2003. Precipitation variability in time in Poland in the light of multi-annual mean values (1891-2000). Studia Geograficzne 75 Acta Universitatis Wratislaviensis No 2542, Wrocław 2003, 123-128

Dla regionów Polski południowej, nie wskazano jednoznacznego trendu w zakresie zmiany rocznych sum opadów. Prognozuje się trend malejący widoczny zwłaszcza dla drugiego okresu. W praktyce prognozy wskazują na dużą zmienność regionalną warunków pogodowych. Szczególnie narażony na deficyt opadów wg scenariusza A1B będzie obszar centralnej oraz południowo-zachodniej Polski.

Zmienność opadów wyrażona współczynnikiem zmienności wskazuje na stały jego wzrost, co jest dowodem rosnącej niestabilności klimatu Polski (Kożuchowski 1996)¹². Oznacza to zwiększenie częstości okresów zarówno z nadmiarem, jak i niedostatkiem opadów. Największym zagrożeniem będzie pogłębiająca się susza rolnicza, przedłużający się deficyt opadów i susza hydrologiczna trwająca nawet kilka lat. Dotkliwość suszy już wczesną wiosną potęgowana będzie brakiem lub niewielką pokrywą śniegu zimą.

Ryc.6 Rozkład rocznej sumy opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1971-2000 (<http://www.imgw.pl/klimat/>)



Obecnie najniższe sumy opadów występują w centralnej Polsce (ryc. 6), przy prognozowanym spadku ilości opadów dla tej części kraju, głównym zagrożeniem będzie zjawisko suszy rolniczej, hydrologicznej oraz powodzi nawałnych, gdyż zbita przesuszona ziemia utrudniać będzie infiltrację wód opadowych, a szybki odpływ wód do rzek powodować będzie lokalne podtopienia.

Z punktu widzenia zmian klimatu Polski istotne są zmiany zasięgu poszczególnych regionów pluwiotermicznych (regiony wydzielone ze względu na ilość opadów oraz temperaturę powietrza). Ze względu na zmiany zasięgów regionów opracowano nową regionalizację na potrzeby rolnictwa, z uwzględnieniem scenariuszy zmian klimatu +1 oraz +2 stopnie Celsjusza. Badania wykazują, że w latach 1981–2010 obserwowano zanik regionu chłodnego oraz znaczne zwiększenie się powierzchni regionu bardzo ciepłego (z 14 do 48%). Zgodnie ze scenariuszem zakładającym wzrost temperatury +1 C° zasięg poszczególnych regionów pluwiotermicznych na terenie Polski zmieni się i to istotnie.

Powierzchnia regionów wilgotnych zmniejszy się z 10% na 9%, powierzchnia optymalnego uwilgotnienia spadnie z 70% do 48%. Zdecydowanie wzrośnie powierzchnia regionu umiarkowanie suchego z 20 do 43% (Ziarnicka-Wojtaszek 2009)¹³.

Zmiana zasięgów regionów pluwiotermicznych jest istotna zarówno dla rolnictwa, jak i funkcjonowania ekosystemów, zwłaszcza wodnych i od wód zależnych. Zmiana uwilgotnienia siedlisk prowadzić będzie do reorganizacji zbiorowisk roślinnych i zmian gatunkowych. Przesuszenie gleb sprzyjać będzie jej erozji i degradacji.

Ponieważ, analiza trendów zmian klimatu, dla poszczególnych regionów Polski opiera się na długoterminowych scenariuszach klimatycznych, jest obarczona dużą niepewnością w zakresie ocen przyszłych skutków. Ważne więc, aby oceny i działania adaptacyjne dla danego regionu opierać

¹² Kożuchowski 1996, Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych, Przeg. Geogr. 68

¹³ Ziarnicka-Wojtaszek A., 2009, Weryfikacja rolniczo-klimatycznych regionalizacji Polski w świetle współczesnych zmian klimatu. Acta Agrophysica, 13(3), 803–812.

przede wszystkim na krótkoterminowych prognozach, a przede wszystkim na już zarejestrowanych wartościach ekstremalnych, w tym danych historycznych (m.in. maksymalna rejestrowana na danym terenie prędkość wiatru, maksymalna suma deszczu występująca np. raz na 10 lat, etc.).

2.2.1 Powodzie

Wezbrania powodujące straty materialne nazywamy powodziami. W przypadku ekosystemów dolinnych sezonowe wylewy rzek wyznaczają naturalny rytm procesów środowiskowych i odpowiadają za właściwą kondycję zbiorowisk lasów łągowych i olsów. Jednak w wyniku redukcji zasięgu zalewu powierzchniowego przez budowę wałów przeciwpowodziowych, budowę zbiorników zaporowych zmieniono naturalny reżim rzek i potoków oraz charakter cieków, prowadząc do degradacji nadrzecznych siedlisk, tj. lasów łągowych, bagiennych, łąk zalewowych. W efekcie regulacja rzek, wylesienie zlewni oraz zabudowa dolin rzecznych przyczyniły się do spadku potencjału retencyjnego i wzrostu ryzyka powodziowego. Powodzie zatorowe występują poniżej zatorów lodowych, które często tworzą się w terenach zabudowanych, na odcinkach uregulowanych cieków, w sąsiedztwie mostów, wiaduktów. Niedostosowana przepustowość obiektów mostowych oraz zabudowa lokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzeki dodatkowo podnoszą ryzyko i potęgują straty materialne.

Ryzyko powodziowe w obrębie miast jest bardzo wysokie, co związane jest z jednej strony z gęstą zabudową sąsiadującą z rzeką, z drugiej niską retencją gruntów warunkowaną dużym stopniem uszczelnienia zlewni. Szczególne zagrożenie dla zabudowy, infrastruktury oraz upraw niosą za sobą nawalne opady deszczu i tzw. powodzie miejskie związane z nawalnymi opadami. Towarzyszą im często burze, gradobicia oraz silne wiatry. Niedostosowana infrastruktura kanalizacji burzowej powoduje że tereny nisko położone są szczególnie narażone na podtopienia.

Duże straty materialne niosą za sobą powodzie sztormowe. Szczególnie zagrożone tym typem powodzi są miejscowości portowe: Świnoujście, Kołobrzeg, Ustka, Władystawowo, Trójmiasto. Abrazja brzegów morskich zagraża zabudowie wielu miejscowości, np. Rewal, Trzęsacz, Jastrzębia Góra, a silne wiatry towarzyszące burzom i opadom prowadzą do uszkodzenia sieci trakcyjnych, energetycznych, etc.

Zgodnie z zapisami Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dyrektywa Powodziowa) opracowano mapy zagrożenia powodziowego (MZP) i mapy ryzyka powodziowego. Mapy opracowane w ramach projektu "Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami" (ISOK) przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB - Centra Modelowania Powodzi i Suszy w Gdyni, Poznaniu, Krakowie i we Wrocławiu są dostępne na stronie internetowej: <http://mapy.isok.gov.pl/imap/>



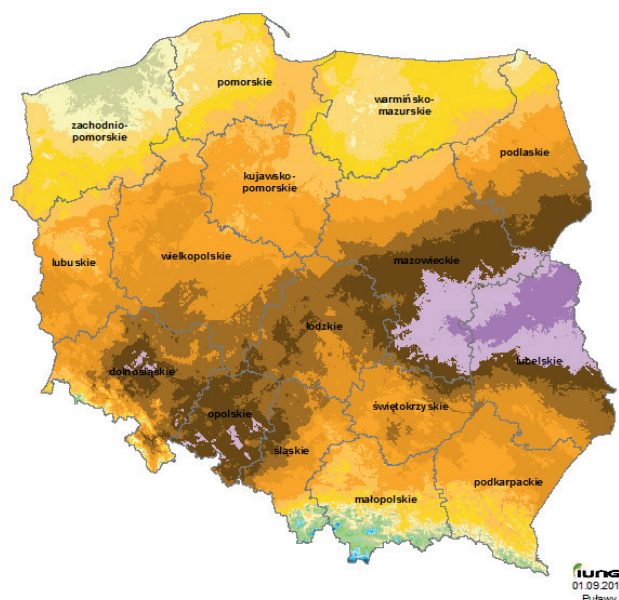
Powódź, miejscowość Stary Dwór w pobliżu Wrocławia, źródło: Wikipedia.

2.2.2 Susze

Prognozowany wzrost temperatury powietrza będzie przyczyną spadku efektywności opadów, zwłaszcza w okresie wegetacyjnym, przez co zmniejszy się odpływ jednostkowy ze zlewni i istotnie wzrośnie zagrożenie suszą rolniczą i hydrologiczną w wielu regionach Polski¹⁴.

Dla województw polski południowo-zachodniej oraz środkowej największym zagrożeniem związanym ze zmianami klimatu będą długotrwałe okresy z deficytem opadów i wysokimi temperaturami, prowadzące do suszy atmosferycznej, rolniczej oraz hydrologicznej. W przypadku suszy rolniczej (glebowej) o podatności i skutkach środowiskowych zwłaszcza dla sektora rolnictwo, bioróżnorodność i leśnictwo decydować będzie typ gleby.

Na potrzeby oceny podatności gleb na suszę wyróżnia się 4 grupy: I grupa obejmuje gleby bardzo podatne, piaszczyste, od piasków luźnych do piasków słabo gliniastych, II grupa obejmuje gleby podatne, piaszczysto-gliniaste, od piasków gliniastych lekkich do piasków słabogliniastych mocnych, III grupa obejmuje gleby średnio podatne, gliniaste i pylaste od glin lekkich, po pyły piaszczyste, IV grupa obejmuje gleby ciężkie mało podatne, gliny, ity.



Ryc. 7. Potencjalny zasięg suszy rolniczej w 2015 roku - klimatyczny bilans wodny (wg IUNG Puławy)

Susza jest zjawiskiem naturalnym i przyroda zazwyczaj sama radzi sobie z jej skutkami, nawet długotrwałymi, jednak presje antropogeniczne istotnie ograniczają zdolności elementów środowiska naturalnego do regeneracji. Mała powierzchnia terenów zalesionych i tych objętych ochroną prawną sprawia, że ekosystemy zwłaszcza wodne są bardziej zagrożone i podatne na degradację.

Region wielkopolski narażony jest na występowanie suszy (atmosferycznej, rolniczej i hydrologicznej)¹⁵. Wpływ na to mają niskie średnie sumy opadów, znacznie poniżej średniej krajowej oraz wysokie średnie temperatury powietrza. Szczególnie ekspozycja na susze jest centralna część regionu (zlewnie bilansowe Prośny i Warty od Neru do Prośny). W okresie 1951-1990 na obszarze regionu wodnego Warty największe susze występowały w latach: 1951, 1953, 1954, 1959, 1963, 1964, 1969, 1976, 1983, 1989, 2003, 2006, 2015. Susze obejmowały swym zasięgiem między innymi pojezierze: Kujawskie, Gnieźnieńskie, Poznańskie, Leszczyńskie, Wysoczyznę Kaliską oraz w północną część Niecki Sieradzkiej.

14 Serwis monitoringu suszy rolniczej prowadzony jest przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Mapy i raporty dostępne są na stronie internetowej: <http://www.susza.iung.pulawy.pl/mapy/>

15 Projekt Planu przeciwdziałania skutkom suszy regionu wodnego Warty, 2017.

Gminy silnie zagrożone suszą atmosferyczną w regionie wodnym Środkowej Odry i Warty ¹⁶ znajdują się:

W zlewni Prosnicy i Warty, Baryczy

- Nizina Południowo Wielkopolska Wysoczyzna Leszczyńska, północna część Wysoczyzny Kaliskiej,
- Wał Trzebnicki centralna część Wzgórz Ostrzeszowskich w granicach zlewni, centralna część Wzgórz Twardogórskich oraz południowa część Niziny Środkowopolskiej.

W zlewni Widawy

- Nizina Śląska południowa część Równiny Oleśnickiej.

W zlewni Nysy Kłodzkiej

- Nizina Śląska północna część Równiny Niemodlińskiej, południowa część Doliny Nysy Kłodzkiej,
- Przedgórze Sudeckie centralna część Obniżenia Otmuchowskiego, północno część Wzgórz Niemczańsko-Strzelińskich,
- Sudety Środkowe centralna część Kotliny Kłodzkiej.

W zlewni Bystrzycy

- Przedgórze Sudeckie mezoregion Równina Świdnicka i Wzgórz Strzegomskie.

W zlewni Kaczawy

- Przedgórze Sudeckie Wzgórz Strzegomskie, północna część Obniżenia Podsudeckiego, północna część Pogórza Wałbrzyskiego,
- Nizina Śląsko-Łużycka południowa część Równiny Chojnowskiej,
- Pogórze Zachodniosudeckie południowa część Pogórza Kaczawskiego.

W zlewni Bobru

- Sudety Środkowe Brama Lubawska, północna część Gór Wałbrzyskich i Bramy Lubawskiej,
- Sudety Zachodnie wschodnia część Karkonoszy, Rudawy Janowickie, Kotlina Jeleniogórska, Góry Kaczawskie,
- Pogórze Zachodniosudeckie południowa część Pogórza Izerskiego.

W zlewni Nysy Łużyckiej

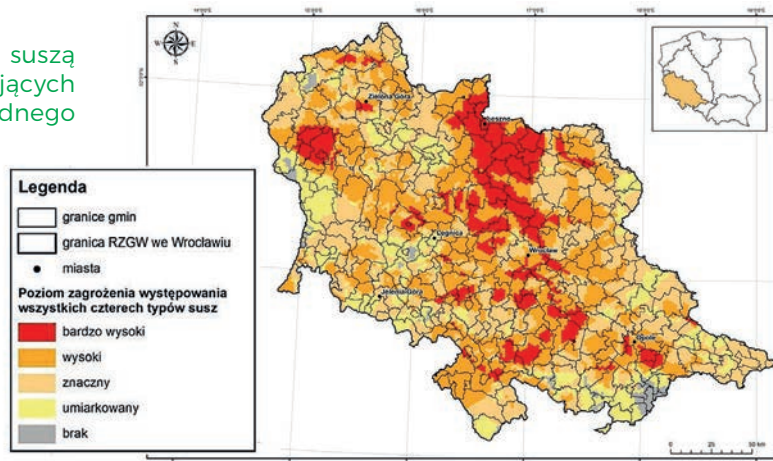
- Wał Trzebnicki mezoregion Wzniesienia Żarskie.

W zlewni Przyodrza:

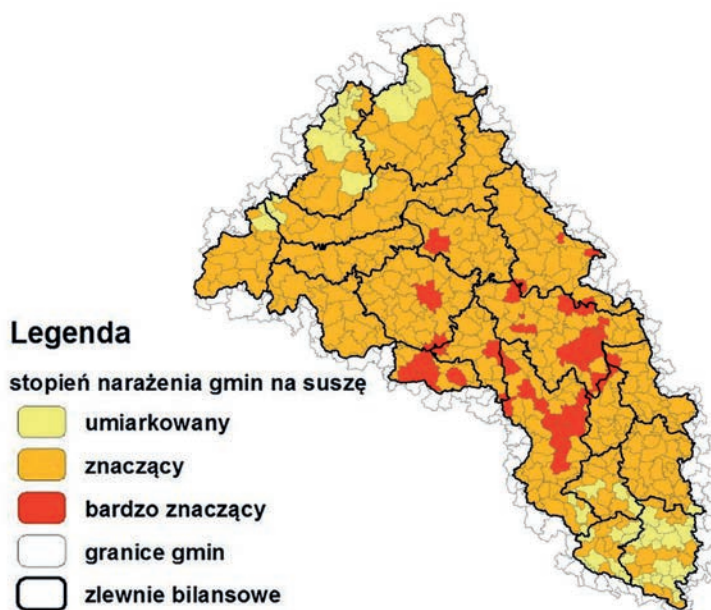
- Nizina Śląska centralna i północna część Pradoliny Wrocławskiej,
- Wał Trzebnicki południowa część Wzgórz Trzebnickich, Obniżenie Ścinawskie oraz południowa część Wzgórz Dalkowskich,
- Wzniesienia Zielonogórskie wschodnia część Wysoczyzny Czerwieńskiej i Wału Zielonogórskiego.

Niekorzystne warunki związane z wystąpieniem suszy w okresie wegetacyjnym występują w północnej części zlewni Nysy Kłodzkiej oraz w zlewni Bystrzycy, w południowo-zachodniej części zlewni Małej Panwi, południowej części Widawy oraz centralnej i południowej części zlewni Przyodrza (RZGW, 2016).

Ryc. 8. Stopień zagrożenia suszą w odniesieniu do gmin znajdujących się w granicach regionu wodnego Środkowej Odry (RZGW, 2017)



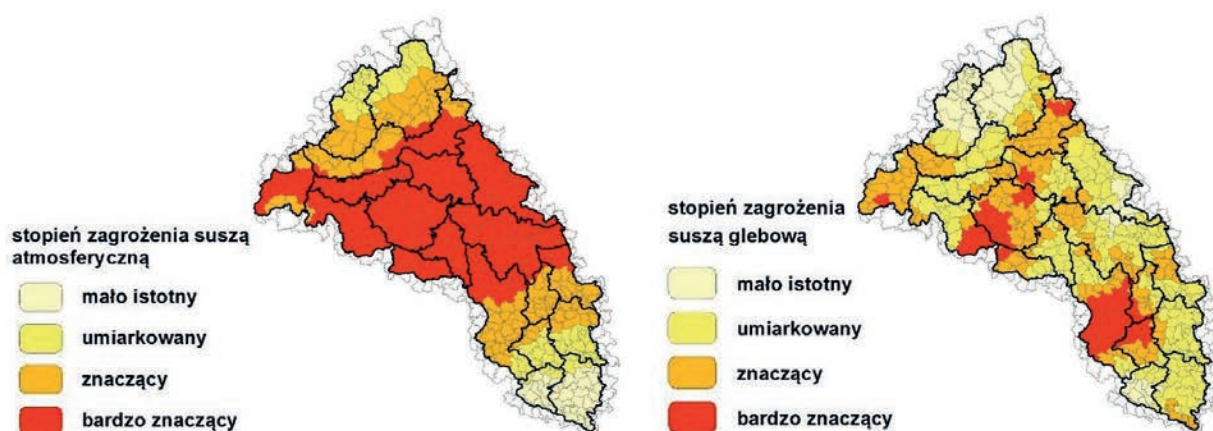
¹⁶ Analiza występowania zjawiska suszy oraz hierarchizacja i identyfikacja obszarów narażonych na występowanie skutków suszy na terenie administrowanym przez RZGW we Wrocławiu do Projektu Planu przeciwdziałania skutkom suszy w regionach wodnych Środkowej Odry, Izery, Metuje, Łąby i Ostrożnicy (Upa), Orlicy i Morawy, 2016, RZGW Wrocław.



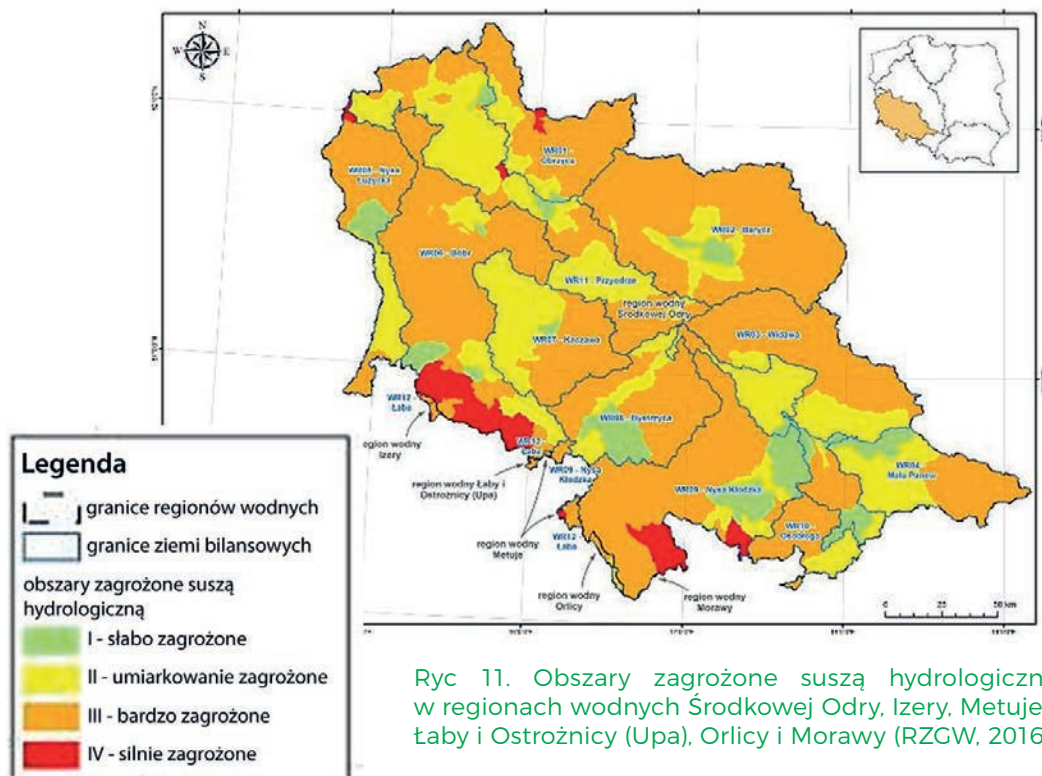
Ryc. 9 Stopień zagrożenia suszą w odniesieniu do gmin znajdujących się w granicach w Regionie wodnym Warty (PPSS 2017)

O suszy hydrologicznej mówimy w przypadku znacznego obniżenia poziomu wód podziemnych. Ze względu na uwarunkowania środowiskowe głębokie niżówki występują często zarówno na terenach nizinnych jak i w obszarach górskich i podgórskich, w których budowa geologiczna istotnie ogranicza zasilanie podziemne, przez co reakcja systemów rzecznych zarówno na brak opadów, jak i dużą ich ilość jest znacznie szybsza.

W Polsce południowo-zachodniej najmniej zagrożone występowaniem suszy rolniczej są: zlewnia Łaby, Mała Panew, Nysa Łużycka, Bóbr. Obszary najbardziej zagrożone wystąpieniem suszy hydrologicznej obejmują zlewnie Obrzycy, Nysy Łużyckiej, Bobru, Nysy Kłodzkiej, Przyodrza i Łaby, Górnej i Dolnej Warty, Widawki, Noteci, Drawy Noteci, Prosnę.



Ryc.10 Hierarchia zagrożenia suszą atmosferyczną i glebową dla regionu wodnego Warty (Projekt PPSS RW, 2017)



Ryc 11. Obszary zagrożone suszą hydrologiczną w regionach wodnych Środkowej Odry, Izery, Metuje, Łąby i Ostrożnicy (Upa), Orlice i Morawy (RZGW, 2016)

Dla regionu wodnego Środkowej Odry oraz regionu wodnego Warty opracowano w roku 2017 dwa dokumenty dotyczące planów przeciwdziałania skutkom suszy:

- Plan przeciwdziałania skutkom suszy w regionach wodnych Środkowej Odry, Izery, Metuje, Łąby i Ostrożnicy (Upa), Orlice i Morawy¹⁷, Wrocław, 2017
- Projekt planu przeciwdziałania skutkom suszy w regionie wodnym Warty¹⁸.



17 https://wroclaw.rzgw.gov.pl/files_mce/SUSZA%202017/ppss_wroc_aw_31.08.2017.pdf

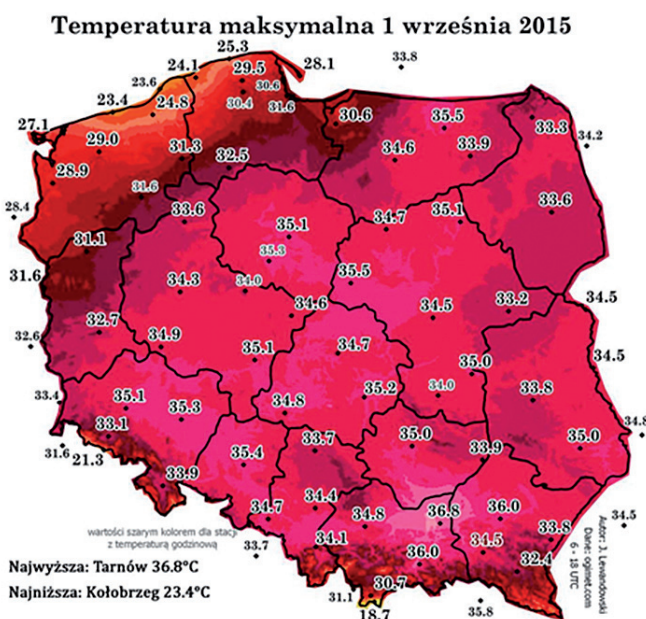
18 http://poznan.rzgw.gov.pl/images/susza/susza_2017/Projekt_PPSS_w_regionie_wodnym_Warty.pdf

2.2.3 Fale upałów

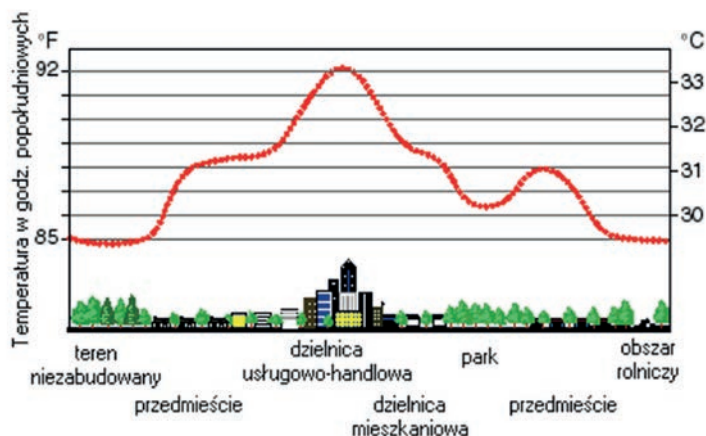
Fale upałów związane są z napływem nad Polskę gorącego powietrza z kierunku południowego lub ze wschodu. Temperatura powietrza wzrasta wówczas powyżej >30 stopni, a okresy trwają kilka, kilkanaście dni. Najbardziej eksponowana na fale upałów jest Polska środkowa i południowa. Przedłużające się okresy wysokich temperatur często prowadzą do suszy rolniczej i hydrologicznej. Negatywne skutki związane z nagrzewaniem sztucznych powierzchni i zabetonowanego podłoża na terenach zabudowanych, w miastach, mają bezpośredni wpływ na komfort termiczny, zdrowie ludzi i zwierząt. Na terenach zabudowanych tworzą się tzw. **miejskie wyspy ciepła** polegające na wzroście temperatury w mieście w stosunku do terenów otaczających. Wyspa ciepła występuje częściej w lecie niż zimą ze względu na nagrzewanie się i zwiększoną pojemność cieplną sztucznych powierzchni zabudowanych, wybetonowanych, asfaltowych.

Istotną rolę w łagodzeniu fal upałów oraz miejskich wysp ciepła odgrywa zielona infrastruktura, czyli powierzchnie zielone (biologicznie czynne), zwłaszcza lasy, parki, zadrzewienia, powierzchnie wodne, znacząco podnoszące wilgotność powietrza, korzystnie wpływają na zmniejszenie temperatury. Poza terenami zabudowanymi, w krajobrazie rolniczym szczególnie ważną funkcję pełnią zadrzewienia śródpolne oraz aleje drzew, które wpływają na ograniczenie parowania z gleb, spadek prędkości wiatru nawet o 70 %.

Ryc. 12. Rozkład temperatury powietrza nad Polską w sierpniu 2015 roku (<http://naukaoklimacie.pl/>)



Wyspa ciepła nad miastem - przykładowy rozkład temperatury



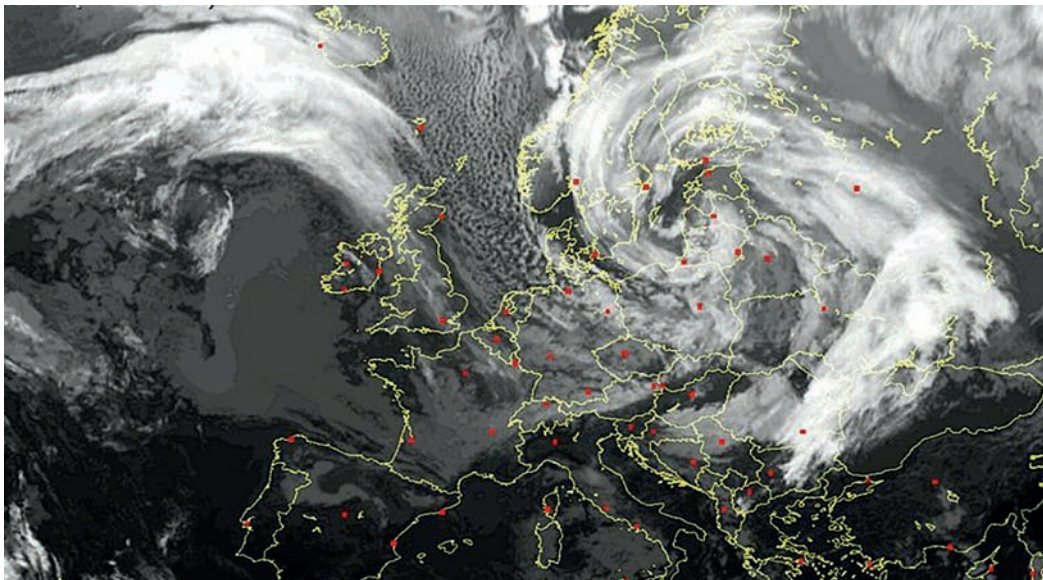
Ryc. 13. Zróżnicowanie rozkładu temperatury powietrza w zależności od typu podłoża (źródło: climcities)

2.2.4 Huraganowe wiatry

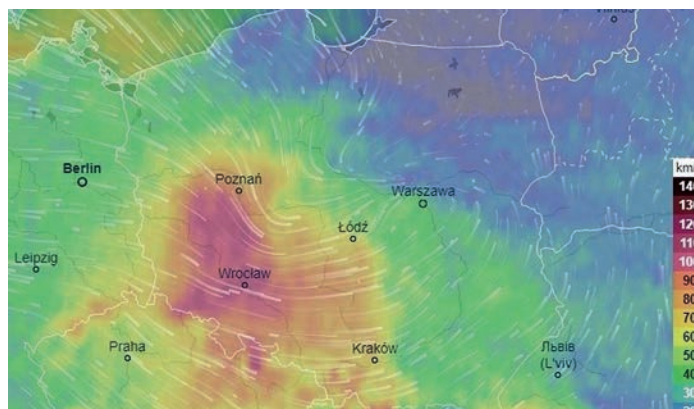
Dawniej w Europie huragany, tajfuny, orkany, tj. wiatry wiejące z prędkością większą niż 33 metry na sekundę, czyli ponad 120 km/h należały do zjawisk rzadkich. Ocieplenie klimatu sprawiło jednak, że coraz częściej docierają one nad obszar Polski. Związane są z głębokim niżem, który tworzy się nad Atlantykiem i w ciągu kilkunastu godzin dociera do Polski. Gwałtowny spadek ciśnienia 20 hektopaskali niesie ze sobą huraganowe wiatry. Skutki wichur szczególnie odczuwalne są na wybrzeżu, towarzyszą im powodzie sztormowe. W Polsce zachodniej, południowej huraganowe wiatry powodują ogromne straty materialne. W 2013 roku do Polski dotarł orkan Ksawery, zginęło 5 osób, 53 osoby zostały ranne, ponad 100 tys. osób nie miało prądu. Najtrudniejsza sytuacja wystąpiła w woj. zachodniopomorskim, pomorskim. Bardzo silny wiatr osiągał w porywach do 135 km/h. Sztormom na Bałtyku 8 do 11 stopni w skali Beauforta powodował wzrost poziomów wody powyżej stanów alarmowych i podtopienia. Na Pomorzu ogłoszono trzeci, najwyższy stopień zagrożenia huraganem. Trudna sytuacja wystąpiła także w woj. śląskim, wielkopolskim i kujawsko-pomorskim. Uszkodzone zostały linie energetyczne, odwoływane były loty z Gdańska, Poznania i Warszawy. 11 sierpnia 2017 roku nawałnica o sile 110 do 150 km/godz., która przeszła nad Wielkopolską, Kujawami i Pomorzem doprowadziła do likwidacji 45 tysięcy ha lasów i ogromnych strat materialnych w wielu miejscowościach.

Podobnie Ksawery II - wiatr o sile 115 -130 km/h, który 5 października 2017r. spowodował ogromne straty materialne w województwie wielkopolskim, lubuskim i łódzkim. Ranni, ofiary śmiertelne, brak prądu, brak wody, uszkodzenia linii energetycznych, trakcji, powalone drzewa, uszkodzone dachy - to bilans tych huraganowych wiatrów.

Wiatry i ulewne deszcze powodują duże straty w ekosystemach leśnych, zarówno w górach, zwłaszcza zbiorowiska regla górnego, jak i na nizinach, ale i straty w leśnictwie i w rolnictwie szacowane są w milionach złotych.



Ryc. 14. W dniach 05-07.12.2013 nad Polską pojawił się orkan Ksawery. Podmuchy wiatru osiągały 120 km/h. Wichurze towarzyszy spadek ciśnienia, śnieżyce i ulewy, oraz sztorm na Bałtyku



Ryc. 15. Orkan Ksawery II 05 -06. 10.2017, bardzo silny wiatr o średniej prędkości od 40 do 50 km/godz., w porywach nawet do 115 km/godz



Ryc. 16. Trąby powietrzne na Pomorzu lipiec 2012, Wielkopolsce maj 2013 (www.youtube.pl)



Ryc.17 Huragan Ksawery w 2013 roku spowodował zniszczenia w ekosystemach leśnych - Dolina Kościeliska (www.youtube.pl)

2.2.5 Fale mrozu

Spadek temperatury poniżej zera może być przyczyną wystąpienia zjawisk takich jak: gołoledź, przymrozki, szadź. Szczególnie niekorzystne są przymrozki występujące w kwietniu oraz maju, ponieważ powodują znaczne straty w sadownictwie. Na przykład w maju 2017 r. w wielu regionach kraju temperatura spadła przy gruncie nawet do minus 7 stopni. Niektóre owoce wymroziło w 90 procentach, w efekcie duże straty zanotowano w uprawach jabłoni, truskawek (<https://www.sadownictwo.com.pl/>). Straty związane z przymrozkami odnotowują także pszczelarze. Nocne przymrozki i niskie temperatury w dzień powodują, że pszczoły nie zbierają pyłku, nie ma nektaru, a pszczoły starzeją się i giną (<http://www.agropogoda.pl/>). Prawdziwym problemem może okazać się sytuacja, kiedy przymrozki o tej porze roku będą powtarzać się przez kilka kolejnych lat. Zjawiska takie jak gołoledź czy szadź mogą prowadzić do utrudnień w ruchu drogowym, uszkodzeń sieci energetycznej, trakcyjnej.

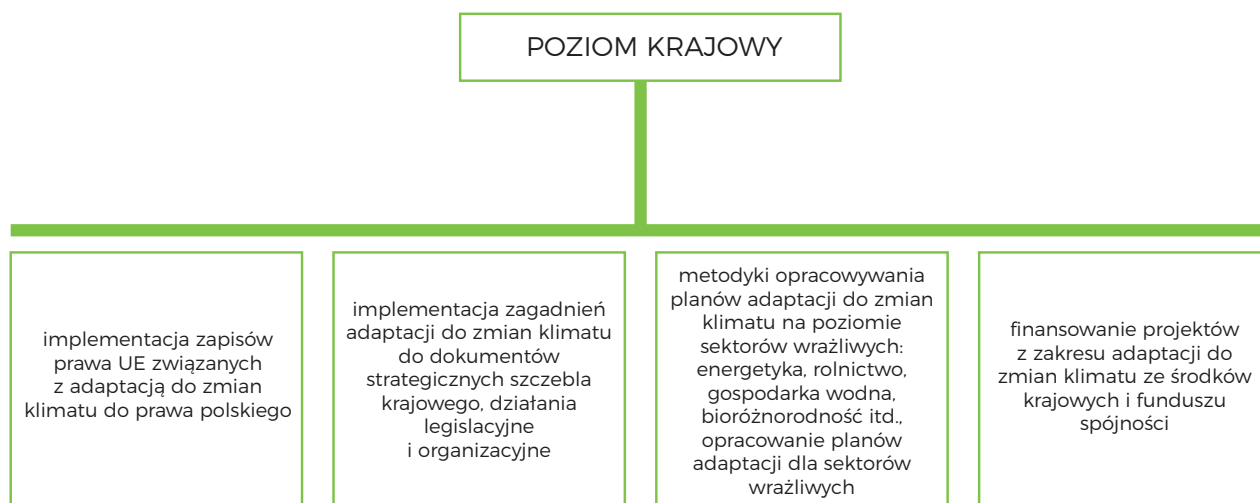


Ryc. 18 Szadź przyczyną największej awarii energetycznej w powojennej Polsce, do jakiej doszło w kwietniu 2008 r. w Szczecinie (<http://wyborcza.pl>)

3. Zagadnienia zmian klimatu na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym

Adaptacja do zmian klimatu powinna obejmować trzy poziomy planowania i wdrażania:

1. Poziom krajowy obejmujący implementację zapisów prawa UE w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu i ich łagodzenia oraz adaptacji do zmian klimatu. Na poziomie krajowym opracowane powinny zostać wytyczne oraz metodyki dotyczące opracowywania planów adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych.



Polityka klimatyczna, w tym adaptacja do zmian klimatu jest kluczowym elementem ochrony środowiska Unii Europejskiej. Opracowano szereg dokumentów na poziomie europejskim wskazujących kierunki realizacji polityki adaptacyjnej do zmian klimatu dla Państw Członkowskich. Komisja Europejska opublikowała 1 kwietnia 2009 r. **Białą Księgę Adaptacja do zmian klimatu: Europejskie ramy działania COM(2009)147**. W 2012 r. uruchomiono europejską internetową platformę adaptacji do zmiany klimatu. Wiele miast europejskich opracowało i przyjęło kompleksowe strategie przystosowawcze lub szczegółowe plany działania w zakresie zapobiegania zagrożeniom, powodzi lub gospodarki wodnej. Biała Księga wyznacza priorytety polityki w zakresie adaptacji do zmian klimatu i obejmuje sektory: zdrowie i polityka społeczna, rolnictwo i leśnictwo, różnorodność biologiczna, ekosystemy i gospodarka wodna, obszary przybrzeżne i morskie, infrastruktura¹⁹.

W Polsce ramy działań adaptacyjnych do zmian klimatu zostały określone w **Strategicznym Planie Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020)**. Strategiczny Plan Adaptacji nadzorowany przez Ministerstwo Środowiska wyznacza cele i kierunki działań w najbardziej wrażliwych sektorach i obszarach, tj. gospodarce wodnej, rolnictwie, leśnictwie, różnorodności biologicznej i obszarach prawnie chronionych, zdrowiu, energetyce, budownictwie, transporcie, obszarach górskich, strefie wybrzeża, gospodarce przestrzennej i obszarach zurbanizowanych biorąc pod uwagę scenariusze klimatyczne dla Polski do 2030 r. **Celem głównym SPA jest zapewnienie zrównoważonego rozwoju oraz efektywnego funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa w warunkach zmian klimatu.**

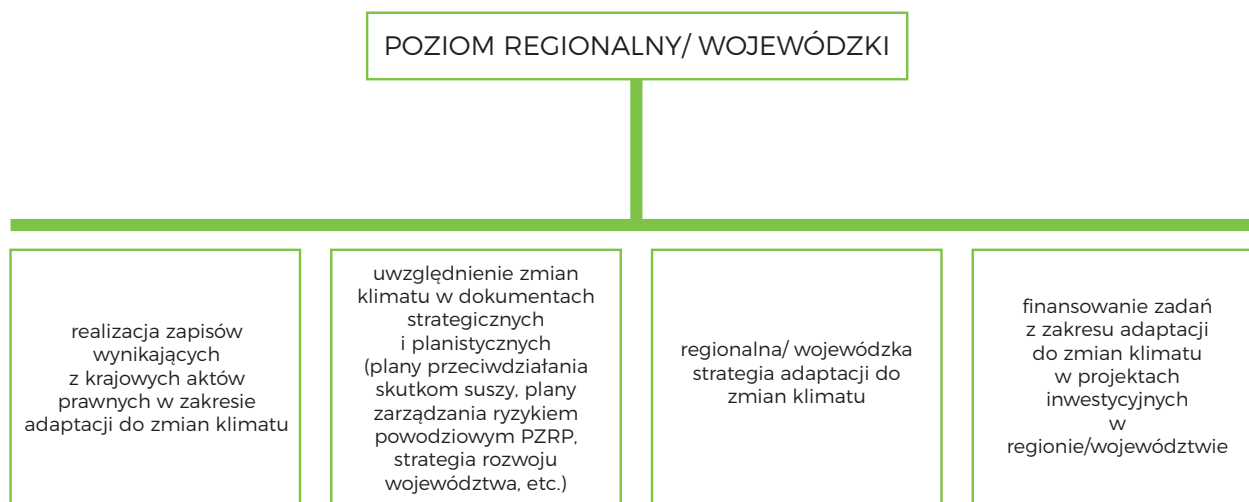
Cele szczegółowe dla obszarów i sektorów wrażliwych to:

- **Cel 1.** Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego i dobrego stanu środowiska (Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko),
- **Cel 2.** Skuteczna adaptacja do zmian klimatu na obszarach wiejskich (Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa),
- **Cel 3.** Rozwój transportu w warunkach zmian klimatu (Strategia rozwoju transportu),
- **Cel 4.** Zapewnienie zrównoważonego rozwoju regionalnego i lokalnego z uwzględnieniem zmian klimatu (Krajowa strategia rozwoju regionalnego),
- **Cel 5.** Stymulowanie innowacji sprzyjających adaptacji do zmian klimatu (Strategia innowacyjności i efektywności gospodarki),
- **Cel 6.** Kształtowanie postaw społecznych sprzyjających adaptacji do zmian klimatu (Strategia rozwoju kapitału społecznego).

¹⁹ Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070 -Projekt, KLIMADA

Zgodnie z SPA 2020 działania adaptacyjne do zmian klimatu realizujące jego cele ograniczające, przystosowawcze, zapobiegawcze w zakresie skutków procesów ekstremalnych i klęsk żywiołowych, powinny być realizowane przez administrację szczebla centralnego (właściwych ministrów wraz z podległymi jednostkami) oraz samorzady województw i samorzady lokalne. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu tworzy ramy do wdrażania polityki adaptacyjnej w Polsce, wyznacza priorytetowe kierunki adaptacji, wskazuje podmioty odpowiedzialne oraz określa wskaźniki monitorowania i oceny realizacji celów. Określa również konieczność podejmowania działań o charakterze horyzontalnym, tj.: identyfikacji i wdrożenia niezbędnych zmian legislacyjnych, ujednoczenia i skoordynowania polityki adaptacyjnej na różnych szczeblach, wspieranie procesu monitoringu i raportowania z poziomu regionalnego i lokalnego, prowadzenie działań informacyjnych w tym wymiany wiedzy, doświadczeń i dobrych praktyk pomiędzy różnymi jednostkami szczebla krajowego i regionalnego, prowadzenie badań naukowych i programów badawczych.

2. Poziom regionalny obejmujący realizację zapisów wynikających z krajowych aktów prawnych w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Na poziomie regionów opracowane powinny zostać dokumenty planistyczne, w tym: Plan przeciwdziałania skutkom suszy dla dorzeczy i regionów wodnych, Plany zarządzania ryzykiem powodziowym PZRP dla regionów wodnych, Program wycinki drzew i krzewów (dla obszarów RZGW), Program małej retencji. Na poziomie wojewódzkim powinny zostać opracowane plany adaptacji do zmian klimatu dla obszarów i sektorów wrażliwych.



Zastosowanie rozwiązań sprzyjających ochronie środowiska lub przeciwdziałaniu zmianom klimatu stanowi istotny etap polityki oraz kształtowania ładu przestrzennego województw. Działania polegające na rozwiązaniach inwestycyjnych, od poprawy bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, przeciwdziałania skutkom suszy, poprawie retencji, wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, ograniczaniu emisji gazów, ochronie środowiska i przyrody, po rozbudowę infrastruktury transportowej, turystycznej i rekreacyjnej, tworzenie zielonych miejsc pracy oraz edukację, sprzyja adaptacji do zmian klimatu. Na poziomie województw działania adaptacyjne powinny w pierwszej kolejności obejmować takie sektory jak: gospodarka wodna, rolnictwo, leśnictwo, bioróżnorodność, transport, energetyka.

Aspekt adaptacji do zmian klimatu powinien być zawarty w dokumentach strategicznych i planistycznych szczebla wojewódzkiego, m.in.: wojewódzkim planie zagospodarowania przestrzennego, programie ochrony środowiska, programie ograniczania niskiej emisji, planie inwestycji transportowych, wojewódzkiej strategii rozwoju. Zidentyfikowanie w tych dokumentach zagrożeń dla regionu powinno sprzyjać opracowaniu działań adaptacyjnych i podjęciu kompleksowych rozwiązań, zarówno w aspekcie przystosowania najbardziej wrażliwych sektorów, zwiększenia ich odporności na skutki zmian klimatu i klęski żywiołowe, jak i poprawy bezpieczeństwa.

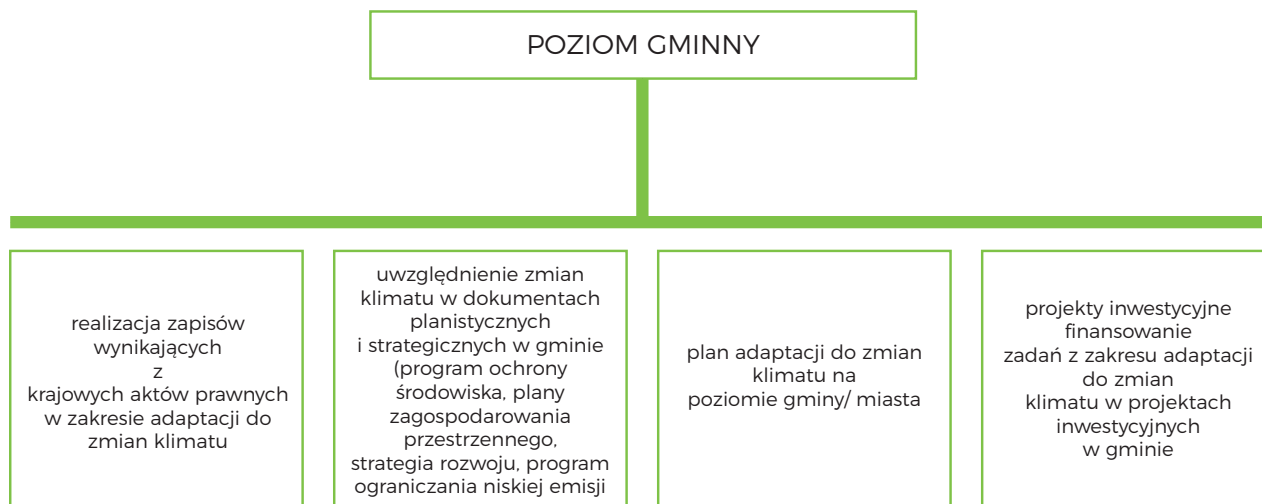
Na poziomie regionalnym planowane działania adaptacyjne powinny być zgodne z dokumentami strategicznymi, np. inwestycjami zapisanymi w Planie Gospodarowania Wodą. Konieczna jest również szybka aktualizacja dokumentów w zakresie działań dla obszarów chronionych, tj.: Planów Ochrony opracowanych dla obszarów Natura 2000 czy Parków Narodowych, czy też przygotowanie planów adaptacji zasobów przyrodniczych do zmian klimatu dla większych obszarów, np. obejmujących obszar całego województwa lub większą liczbę obszarów Natura 2000. Przygotowanie tego rodzaju dokumentów wydaje się szczególnie istotne w przypadku województw, w których występuje koncentracja obszarów najbardziej narażonych na zmiany klimatu. Istotne jest również prowadzenie monitoringu wpływu zmian klimatu na gospodarkę i społeczeństwo, stałe monitorowanie postępu we wdrażaniu regionalnych i lokalnych planów adaptacji do zmian klimatu, informowanie i edukowanie społeczeństwa o skutkach zmian klimatu.

Zadania o charakterze ponadgminnym wskazane w ustawie o samorządzie powiatowym mogą sprzyjać adaptacji do zmian klimatu w zakresie między innymi gospodarki wodnej, planowania przestrzennego, ochrony przyrody, rolnictwa, leśnictwa, rybołówstwa śródlądowego, ochrony przeciwpowodziowej, w tym wyposażeniu i utrzymaniu powiatowego magazynu przeciwpowodziowego, przeciwpożarowego i zapobieganiu innym, nadzwyczajnym zagrożeniom życia i zdrowia ludzi oraz środowiska. Zadania adaptacyjne powinny znaleźć się w strategii rozwoju powiatu o ile taki dokument został opracowany i przyjęty przez samorząd powiatowy.

3. Poziom gminy. Gminy jako jednostki samorządu terytorialnego posiadające podstawowe instrumenty pozwalające na wykonanie zadań na poziomie lokalnym będą miały istotny wpływ na wdrożenie wielu działań adaptacyjnych. Jednak ich sukces będzie warunkowany poziomem wiedzy o zagrożeniach i skutkach zmian klimatu i możliwościach ich ograniczenia. Najistotniejsza z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu jest strategia przestrzenna gminy. Kluczowe będą więc zapisy zawarte w **studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego**. Plany inwestycyjne kształtujące przestrzeń gminy decydować będą o jej potencjale adaptacyjnym, zabezpieczając jednocześnie przed skutkami procesów takich jak powódzie, podtopienia, susze. Zrównoważone podejście do zasobów przyrodniczych gminy, dbałość o zachowanie ładu przestrzennego, poprawa stosunków wodnych poprzez racjonalne gospodarowanie wodą na terenach zabudowanych i poprawa retencji na gruntach rolnych wzmacniać będą potencjał przyrodniczy sprzyjając polepszeniu stanu środowiska. Adaptacyjna polityka gminy w zakresie gminnych dróg, placów, skwerów, parkingów, terenów zielonych może poprzez działania przystosowawcze do zmian klimatu (np. tworzenie przestrzeni przepuszczalnych) przywrócić zarówno utracony potencjał przyrodniczy w obrębie terenów zabudowanych, ale i łagodzić skutki zmian klimatu czyli fale upałów, susze, nawalne opady. Adaptacja do zmian klimatu w zakresie gospodarki wodnej oraz bioróżnorodności na poziomie gminnym sprzyjać będzie również poprawie atrakcyjności gminy, budowaniu potencjału rekreacyjnego i turystycznego, dając możliwość tworzenia nowych miejsc pracy.

W skali gminy istotne są również **plany gospodarki niskoemisyjnej** wpływające na redukcję gazów cieplarnianych i poprawę jakości powietrza oraz wzrost udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Podstawą adaptacji jest budowa lokalnych systemów wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami takimi jak powódzie, susze, huraganowe wiatry, burze (program bezpieczna gmina). Uwzględnienie zagrożeń związanych ze zmianami klimatu powinno mieć także miejsce w **strategii rozwoju gminy oraz planach i projektach inwestycyjnych**.

Poziom gminny obejmuje więc realizację zapisów wynikających z krajowych aktów prawnych oraz regionalnych i wojewódzkich dokumentów strategicznych i planistycznych w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Na poziomie gmin powinny zostać opracowane plany adaptacji do zmian klimatu dla obszarów i sektorów wrażliwych wskazanych jako wrażliwe w planach wojewódzkich.



Zapisy działań adaptacyjnych na poziomie gminy powinny zostać uwzględnione w strategii rozwoju, programie ochrony środowiska, planach zagospodarowania przestrzennego, planach inwestycyjnych oraz:

- programie ograniczania niskiej emisji lub programie gospodarki niskoemisyjnej,
 - planach zaopatrzenia gminy w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe,
 - planie rozwoju i modernizacji urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych w gminie,
 - programie gospodarki wodno-ściekowej, w tym również zagospodarowaniu wód opadowych,
 - programie małej retencji,
 - planach urzędniowo-rolnych,
 - waloryzacji przyrodniczej oraz opracowaniach ekofizjograficznych.
 - pozwoleniach wodno-prawnych,
 - zezwoleniach na przetwarzanie odpadów,
 - decyzjach o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
 - decyzjach środowiskowych oraz ocenach oddziaływania na środowisko nowo planowanych lub rozbudowywanych przedsięwzięć na terenie gminy, które zostały wymienione w Rozporządzeniu, a których lokalizacja na terenie gminy dodatkowo pogłębi negatywne skutki prognozowanych zmian klimatu,
 - prowadzeniu zamówień publicznych i uwzględniania zmian klimatu w procesach inwestycyjnych.
- Gminy powinny planować działania adaptacyjne w perspektywie długofalowej (co najmniej kilkunastu lat), biorąc pod uwagę działania inwestycyjne, organizacyjne, edukacyjne oraz informacyjne np. system szybkiego ostrzegania przed zjawiskami pogodowymi.

Kluczowe znaczenie we wdrażaniu działań adaptacyjnych mają organizacje pozarządowe oraz przedsiębiorcy.

Działalność organizacji pozarządowych w Polsce jest uregulowana ustawą o działalności pożytku publicznego i o wolontariacie. Organizacje pozarządowe odgrywać mogą istotną funkcję we wdrażaniu działań adaptacyjnych w zakresie ochrony przyrody, poprawy bioróżnorodności, kształtowania postaw społecznych i świadomości społeczności lokalnych o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu. Ważną funkcją organizacji jest przede wszystkim edukacja o zmianach klimatu, zagrożeniach, klęskach żywiołowych oraz sposobach przystosowania się do skutków tych zmian. Organizacje mogą realizować projekty korzystając ze środków publicznych samorządów różnych szczebli oraz środków wojewódzkich

i krajowych (więcej w rozdz.7). Powinny również uczestniczyć w konsultacjach dokumentów strategicznych dotyczących rozwoju gminy, wskazując sektory wrażliwe i obszary, np. dotyczące zdrowia, transportu, gospodarki wodnej czy ochrony bioróżnorodności. W przypadku klęsk żywiołowych organizacje stają się ważnym partnerem w organizacji pomocy dla osób potrzebujących oraz w usuwaniu skutków tych zdarzeń.

Na uwagę zasługuje partnerstwo publiczno-prywatne (PPP) dające organizacjom pozarządowym oraz podmiotom prywatnym możliwość realizacji zadań z zakresu adaptacji do zmian klimatu. Warunki współpracy zawiera ustawa o partnerstwie publiczno-prywatnym. Współpraca może mieć charakter doradczy, jak i wymiany wiedzy, doświadczeń i współpracy między organizacjami. Może odbywać się w formie grupy roboczej lub komisji do spraw adaptacji do zmian klimatu i być najlepszym forum debaty, konsultacji i wymiany wiedzy między reprezentantami społeczności lokalnej a organami władzy w gminie (Climcities).

Zapisy prawne nakładają obowiązek uwzględniania działań łagodzących zmiany klimatu i adaptacji przedsięwzięć wymienionych w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397, z późn. zm.). Aspekty zmian klimatycznych powinny być uwzględnione w analizie wariantów projektów oraz przedsięwzięć w kontekście wymogów dla projektów finansowanych z funduszy UE w perspektywie finansowej 2014-2020. Ważne, aby analiza ryzyka klimatycznego była prowadzona na każdym etapie przygotowania projektu od:

- opracowania koncepcji,
- wyboru technologii,
- studium wykonalności,
- oceny oddziaływania na środowisko,
- po opracowanie projektów budowlanych.

Ważne jest również traktowanie zmian klimatu jako obszaru do wprowadzania innowacji technologicznych i koniecznej zmiany zachowań gospodarczych w sektorze przedsiębiorczości.



4. Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu

Dlaczego adaptacja do zmian klimatu jest tak ważna? Po pierwsze dlatego, że w przeszłości to klimat zmieniał bieg historii Ziemi i decydował o przetrwaniu lub wyginięciu gatunków. Dzisiaj zmiany klimatu nie tylko wpływają na zmiany w środowisku przyrodniczym, ale również mają wpływ na procesy demograficzne i migracje ludności ze względu na dostęp do wody i żywności, kształtują i są barierą dla rozwoju gospodarki globalnej, regionalnej i lokalnej.

Skutki środowiskowe i gospodarcze zmian klimatu prowadzić będą między innymi do:

- wzrostu szkód powstałych w wyniku klęsk żywiołowych (suszy, powodzi, pożarów, osuwisk, huraganowych wiatrów, nawałnic),
- wzrostu kosztów utrzymania (deficyt zasobów wody i wzrost opłat za wodę, brak wody dla użytkowników wód, konieczności nawadniania upraw, wzrostu zapotrzebowania na energię, wyższych opłat dla użytkowników wód, wyższych opłat za emisję gazów i pyłów, szkód w infrastrukturze, etc.),
- wzrostu nakładów inwestycyjnych w zakresie środków trwałych, których żywotność w perspektywie

czasowej może znacząco się obniżyć (dotyczy infrastruktury drogowej, energetycznej, kanalizacyjnej, etc.).

- wzrostu ryzyka utraty przychodów (np. w wyniku start plonów spowodowanych suszą rolniczą, zniszczeń spowodowanych powodzią i podtopieniami, etc.),
- wzrostu kosztów ubezpieczenia (wprowadzenia obowiązku ubezpieczeń na terenach podatnych na dany rodzaj zagrożenia)²⁰.

Przy opracowywaniu i wdrażaniu działań adaptacyjnych do zmian klimatu istotna może okazać się ich hierarchizacja, określająca instrumenty dla danych jednostek od szczebla krajowego, wojewódzkiego do gmin. Sama adaptacja, czyli przystosowanie sektorów i obszarów wrażliwych do zmian klimatu jest priorytetem dla zachowania stabilizacji gospodarczej, ekonomicznej i społecznej.

Do głównych zagrożeń, które związane są bezpośrednio i pośrednio ze zmianą klimatu w Polsce należą:

- susza atmosferyczna i obniżenie poziomu wód powierzchniowych, zanik przepływu w ciekach, wysychanie zbiorników wodnych, wzrost eutrofizacji jezior, pogorszenie jakości wód, wyptykanie i zanik obszarów bagiennych i torfowiskowych,
- susza glebowa i hydrologiczna, obniżenie wód podziemnych, deficyt wody pitnej – brak wody w ujęciach komunalnych, wysychanie studni, zanik źródeł,
- pogorszenie jakości wody w rzekach, jeziorach, deficyt tlenowy w jeziorach pogłębiony wysoką temperaturą prowadzi do śnięcia ryb,
- brak wody do nawodnienia upraw (stawów hodowlanych),
- zanik źródlisk i lokalnych wyptywów wody,
- brak pokrywy śnieżnej w okresie zimowym (gminy górskie) = susza w okresie wiosennym,
- wzrost temperatury powietrza i fale upałów, zwiększone zapotrzebowanie na wodę i energię elektryczną,
- duże różnice dobowe temperatur (zwłaszcza w górach),
- wydłużony okres wegetacyjny – wypadanie ozimów, straty w plonach związane z przymrozkami w kwietniu i maju,
- problem z doбором gatunków roślin do upraw ze względu na przymrozki i susze,
- nawałnice, lokalne podtopienia zabudowań w strefie lokalnych obniżen terenu – tworzenie zastoisk wody, podtopienia w obrębie miejscowości ze względu na niedostosowaną do wysokiej ilości opadów nawałnych przepustowość kanalizacji burzowo-deszczowej,
- spływy i erozja gleb podczas nawałnych opadów i roztopów,
- wysokie zagrożenie pożarami w lasach,
- huraganowe wiatry - degradacja zbiorowisk leśnych, zagrożenie dla infrastruktury, przerwy w dostawach prądu, zagrożenie życia,
- susza rolnicza wzmagająca erozję gleb,
- wysychanie drzewostanów iglastych,
- wzrost wrażliwości na susze, degradacja ekosystemów (Parki Narodowe, obszary Natura 2000, rezerваты),
- deficyt wody w rolnictwie - wzrost zapotrzebowania na wodę do nawodnień upraw i rosnące koszty utrzymania upraw.

Do głównych czynników **ryzyka klimatycznego** związanego ze zmianami klimatu zaliczono:

- **długotrwały brak opadów** (zima/lato) powodujący susze rolniczą już w okresie wczesnowiosennym, brak wody pitnej w ujęciach, zanik przepływu w ciekach i pogorszenie stanu ekologicznego wód, spadek wydajności źródeł i degradacja ekosystemów od wód zależnych, wysychanie drzew i krzewów,

²⁰ Podręcznik adaptacji dla miast – Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu, 2014, MŚ

zagrożenie pożarami w lasach, pogorszenie stanu wód powierzchniowych: jezior, stawów, wysychanie mokradł i torfowisk, zanik pokrywy śnieżnej i zmiana reżimu rzek; zmiana składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych, spadek plonów, zmiana funkcji obszarów chronionych;

- **nawalne opady** - powodzie rzeczne, erozja gleb i sploty błotne, zagrożenie osuwiskami i lawinami błotnymi, straty w uprawach, podtopienia, uszkodzenia sieci wodno-kanalizacyjnej, brak wody pitnej, zanieczyszczenie wód (zalanie składowisk odpadów, hałd, zakładów przemysłowych, oczyszczalni ścieków, etc.);
- **huraganowe wiatry** - powodzie sztormowe, wiatrołomy, uszkodzenia linii energetycznych i trakcyjnych, uszkodzenia zabudowy i infrastruktury, zagrożenie życia;
- **wzrost temperatury - fale upałów**, degradacja zbiorowisk iglastych, zmiana granicy pięter roślinnych w górach, spadek odporności ekosystemów górskich, degradacja ekosystemów wodnych - jezior, starorzeczy, spadek efektywności opadów i pogłębianie zjawiska suszy hydrologicznej.

Podstawą oceny skutków środowiskowych związanych ze zmianą klimatu jest diagnoza klimatyczna obejmująca analizę wrażliwości, potencjału, ocenę stopnia podatności na zjawiska tj.: susze, powodzie, podtopienia, huraganowe wiatry, itd.

4.1 Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze bioróżnorodności

Wpływ zmian klimatu na różnorodność biologiczną dotyczy nie tylko poszczególnych gatunków, ale także całych ekosystemów. **Najbardziej zagrożone są wody stojące i płynące, torfowiska, trzęsawiska, źródłiska śródlądowe, siedliska lasów bagiennych, lasy dębowe, lasy stokowe, siedliska nadbrzeżne i stonawe – są to ekosystemy o dużej wrażliwości.**

W grupie najbardziej wrażliwych znalazły się **siedliska hydrogeniczne** (miejsca silnie uwodnione) o bardzo dużej wrażliwości na wszelkie zaburzenia stosunków wodnych: torfowiska, źródłiska, śródlądowe, stonowe łąki oraz solniska z solirodkiem zielnym, a także wilgotne zagłębienia międzywydmowe i wilgotne wrzosowiska z wrzoścem bagiennym.

Czynniki mające największy wpływ na siedliska i gatunki to czynniki klimatyczne wpływające na zasoby wody w środowisku, tj. długotrwałe okresy bezdeszczowe prowadzące do suszy hydrologicznej oraz okresy upalne prowadzące do suszy atmosferycznej, glebowej i hydrologicznej. Równie ważnym czynnikiem jest zmniejszenie grubości oraz czasu zalegania pokrywy śnieżnej, co będzie istotne dla zachowania ekosystemów wysokogórskich oraz gatunków z nimi związanych.

Pewne znaczenie może mieć również zwiększona konkurencyjność ze strony ekspansywnych gatunków rodzimych, a także obcych gatunków inwazyjnych. Spodziewane ocieplenie się klimatu spowoduje narastanie wpływu z kierunku południowego wyrażające się w migracji gatunków z Europy Południowej, jednak z równoczesnym wycofywaniem się tych gatunków, które nie są przystosowane do wysokich temperatur i suszy latem, a dobrze znoszą ostre mrozy.

Spodziewane trendy migracji wielu gatunków ptaków wskazują, iż gatunki, które aktualnie gniazdują w północnej Afryce, zasiedlą obszary południowej Europy. W tym samym czasie część gatunków z Europy Środkowej przeniesie się na północ i na wschód. Najbardziej zagrożoną grupą są ptaki siewkowate, ptaki szponiaste: rybołów, błotniak stawowy, błotniak łąkowy, orlik grubodzioby czy ptaki blaszkodziobe - cyranka. To gatunki o niewielkich populacjach, które w Polsce mają południowe granice zasięgów. Kolejna grupa wrażliwa na zmiany klimatu to bezkręgowce związane z siedliskami podmokłymi i lasami, gatunki te stanowią nieliczne populacje, nie mogą się przemieszczać na większe odległości, m.in. ślimaki poczwarówki, gatunki związane z obszarami podmokłymi i wodnymi: chrząszcz bogatek wspianiały, motyle strzępotek edypus, modraszek eroides, ważka łątka ozdobna, żółw błotny.

Wśród ryb wszystkie gatunki minogów, strzebla błotna, aloza, parposza.

Analiza rozkładu przestrzennego obszarów Natura 2000, wskazuje na wyraźną koncentrację obszarów o wyższym poziomie zagrożenia na zmiany klimatu w województwie podlaskim - w przypadku ostoi ptasich. Natomiast w przypadku ostoi siedliskowych najwyższa koncentracja obszarów zagrożonych występuje w województwach zachodniopomorskim, pomorskim, podlaskim i lubelskim²¹. Zmiany klimatu nakładają się również na postępującą fragmentację i degradację środowiska spowodowaną działalnością człowieka. Utrudnia to naturalne sposoby reakcji organizmów na zmiany klimatyczne, takie jak migracje oraz przesuwanie zasięgów występowania.

Kluczowe znaczenie w najbliższych latach będą miały działania łagodzące oraz działania adaptacyjne do zmian klimatu dotyczące utrzymania ciągłości ekologicznej formacji roślinnych, zachowania drożności korytarzy ekologicznych, tworzenia wysp środowiskowych, dbania o zachowanie środowisk wodnych i podmokłych, powstrzymania migracji obcych gatunków inwazyjnych wypierających w szybkim tempie nasze rodzime.



Przykład:

Skrócenie długości zalegania pokrywy śnieżnej w górach, spadek ilości opadów oraz wzrost średnich temperatur może okazać się czynnikiem degradującym dla ekosystemów wysokogórskich Karkonoskiego Parku Narodowego oraz obszaru Natura 2000 Karkonosze PLH020006. Karkonosze ze względu na budowę geologiczną (granity i skały metamorficzne) oraz rzeźbę terenu tworzą mozaikę unikatowych siedlisk i bioróżnorodności w skali Europy. Piętro regła dolnego ze względu na silne przekształcenie w wyniku działalności człowieka (głównie gospodarka leśna) jest narażone na zjawisko suszy i nawałnych opadów.

Do szczególnie narażonych na zmiany klimatu ekosystemów górskich należy zaliczyć:

- siedliska przejściowe piętra chłodnego między borami świerkowymi górnego regła, a wysokogórskimi zbiorowiskami nieleśnymi (1250-1500 m n.p.m);
- wysokogórskie murawy acidofilne (*Juncion trifidi*) i bezwapienne wyleżyska śnieżne (*Salicion herbaceae*);
- górskie i niżowe murawy bliźniczkowe (*Nardion* - płaty bogate florystycznie); ziółorośla górskie (*Adenostyilion alliariae*) i ziółorośla nadrzeczne (*Convolvuletalia sepium*);
- torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe);

²¹ Ocena wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną oraz wynikające z niej wytyczne dla działań administracji ochrony przyrody do roku 2030, GDOS 2012

²² www.gios.gov.pl/siedliska/pdf/przewodnik_metodyczny; Monitoring siedlisk przyrodniczych, BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA

- torfowiska przejściowe i trzęsawiska (przeważnie z roślinnością z Scheuchzerio-Caricetea);
- obniżenia na podłożu torfowym z roślinnością ze związku Rhynchosporion;
- górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk;
- górskie bory świerkowe (Piceion abietis część - zbiorowiska górskie);
- bory i lasy bagienne (Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis, Vaccinio uliginosi-Pinetum, Pino mugo-Sphagnetum, Sphagno girgensohnii-Piceetum i brzozowo-sosnowe bagienne lasy borealne;
- jeziora lobeliowe²².

Lasy regla górnego ze względu na skład gatunkowy oraz duży stopień degradacji odznaczają się niskim potencjałem adaptacyjnym. Są to kompleksy szczególnie wrażliwe na zjawisko suszy i zanieczyszczenie powietrza. Deficyt opadów w okresie zimowym i susza wczesnowiosenna są przyczyną dużych strat w strukturze lasów (wysychanie iglaków, podatność na wiatrolomy), a także problemów w odbudowie kompleksów leśnych. Kwaśne gleby podatne są na suszę glebową i erozję wodną, wymagają zabiegów wapnowania i przeciwerozyjnych. Strome stoki oraz strome zbocza dolin to siedliska szczególnie wrażliwe i trudne do ochrony. Dodatkowo, ze względu na podatność gruntów: zwietrzeliny i pokrywy gruzowe na sptywy gruzowo-błotne procesom wylesienia nawet niewielkich obszarów będą towarzyszyć znaczące straty w całym ekosystemie, w tym w obrębie niższych pięter roślinnych. Zwiększenie tempa degradacji lasów regla górnego przyczyni się bowiem do wzrostu odpływu powierzchniowego, co przy prognozowanych opadach o charakterze nawalnym może mieć konsekwencję w postaci wzrostu zjawisk ekstremalnych: powodzi opadowych. Obniżenie retencji lasów reglaowych Karkonoszy skutkować będzie zwiększeniem odpływu jednostkowego ze zlewni cząstkowych, co wpłynie na wzrost zagrożenia powodziowego na terenach niżej położonych.



SEKTOR BIORÓŻNORODNOŚĆ		
Prognozowane zmiany	Skutki środowiskowe	Skutki gospodarcze i ekonomiczne
<ul style="list-style-type: none"> • wzrost temperatury, fale upałów • zmiana rocznych sum opadów • wzrost zjawisk ekstremalnych • huraganowe wiatry 	<ul style="list-style-type: none"> • susza atmosferyczna • susza glebowa • susza hydrologiczna • brak pokrywy śnieżnej zimą • podniesienie granicy śniegu • nawalne opady • zmiana długości okresu wegetacyjnego • wiatrołomy • degradacja i zanik siedlisk bagiennych i zmienno-wilgotnych • obniżenie poziomu wód gruntowych i w ciekach • zagrożony przepływ biologiczny • pogorszenie jakości wód powierzchniowych, w tym eutrofizacja i zmiana temperatury wód powierzchniowych nawet do 40 stopni Celsjusza • zmiany siedlisk organizmów wodnych • wymieranie gatunków • degradacja lasów regla górnego – deforestacja • zmiana zasięgu zbiorowisk roślinnych w górach • zmiany gatunkowe, zanik gatunków iglastych i zimnolubnych • zanik torfowisk górskich • degradacja ekosystemów jezior górskich • presja gatunków inwazyjnych 	<ul style="list-style-type: none"> • spadek retencji zlewni górskich i wzrost zagrożenia powodziowego • zanikanie i degradacja siedlisk bagiennych i podmokłych i od wód zależnych • zanik i degradacja ekosystemów jeziornych • zanik lub degradacja siedlisk źródłiskowych i młak • osłabienie drzewostanów głównie zbiorowisk świerkowych, • spadek bioróżnorodności lasów reglowych, • zmiana struktury lasów, wzrost gatunków ciepłolubnych • zmiany w składach gatunkowych zbiorowisk, ekspansja gatunków inwazyjnych • migracje gatunków roślin i zwierząt • zmiana fenologii gatunków, zarówno roślin, jak i zwierząt (w tym gatunków kluczowych, np. owadów zapylających) pociąga za sobą zmiany ich cykli życiowych, co prowadzi do dysfunkcji układów ekologicznych i wzrostu zagrożeń - ok. 78% roślin wykazuje wcześniejsze rozwijanie liści oraz kwitnienie • wymieranie gatunków na terenach objętych ochroną, np. obszarach Natura 2000, rezerwatach, PN, PK • utrata funkcji obszarów chronionych • spadek dochodów mieszkańców z tytułu turystyki, rekreacji • wzrost zagrożenia procesami masowymi - sptywy błotne • zagrożenie suszą rolniczą i wysychanie lasów • wzrost zagrożenia pożarowego w lasach

4.2 Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze gospodarki wodnej

W gminach nizinnych dużą wrażliwością na zmiany klimatu odznaczają się ekosystemy wodne oraz od wód zależne. Zagrożone są typowe dla strefy Pojezierzy jeziora oraz torfowiska często objęte ochroną prawną jako rezerwaty, obszary Natura 2000.



Ryc.18 Podstawowe czynniki warunkujące wrażliwość sektora bioróżnorodność na zmiany klimatu (opracowanie własne)

Szczególnie wrażliwe na zmiany ilości opadów są wody powierzchniowe i podziemne. Na skutek obniżenia poziomu wody (niskie przepływy w rzekach) zagrożony jest przede wszystkim przepływ biologiczny. Pogorszeniu ulega wówczas stan biologiczny cieków. Podatność na suszę hydrologiczną i wysychanie ujęć wody pitnej stanowi zagrożenie dla jakości życia mieszkańców. Deficyt wody pitnej i wysokie koszty utrzymania kanalizacji są powodem wysokich opłat za wodę w wielu gminach. Brak wody pitnej oraz przerwy w dostawie wody, zwłaszcza w sezonie letnim, oznaczają dla mieszkańców znaczne straty w sektorze turystyki, rolnictwa.

O niskim potencjale adaptacyjnym większości rzek decyduje duży stopień ich uregulowania, niski potencjał retencyjny zlewni i dolin rzecznych oraz mała retencja korytowa, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, zły stan ekologiczny JCWP, niski udział lasów, niski potencjał retencyjny użytków rolnych. Czynniki warunkujące wrażliwość w sektorze gospodarki wodnej:

- **wrażliwość na zagrożenie powodziami (wszystkie typy) - wielkość strat wynikających z powodzi** jest warunkowana między innymi układem sieci rzecznej, reżimem hydrologicznym rzek, potencjałem retencyjnym zlewni, budową geologiczną, morfologią, zabudową den dolinnych, użytkowaniem zlewni i stopniem jej uszczelnienia,
- **wrażliwość na zagrożenie suszą glebową i erozję wodną** - jest warunkowana podatnością gleb na suszę i erozję. Podatność ta zależy od typu gleby, rzeźby terenu, użytkowania, stopnia zmeliorowania, potencjału retencyjnego zlewni i stosunków wodnych w zlewni,
- **wrażliwość na zagrożenie suszą hydrologiczną** - jest warunkowana zasobami wód podziemnych i charakterem pięt wodonosnych, reżimem rzek, morfologią terenu, budową geologiczną, retencją wodną gleb, stopniem wykorzystania wód podziemnych.



Ryc.19 Podstawowe czynniki warunkujące wrażliwość w sektorze gospodarki wodnej na zmiany klimatu (opracowanie własne)

SEKTOR GOSPODARKA WODNA		
Prognozowane zmiany	Skutki środowiskowe	Skutki gospodarcze i ekonomiczne
<ul style="list-style-type: none"> • wzrost temperatury • zmiana sum opadów • bezśnieżne zimy • wzrost zjawisk ekstremalnych (burze, nawałnice, huraganowe wiatry) 	<ul style="list-style-type: none"> • podtopienia • erozja wodna i wietrzna gleb • murszenie gleb bagiennych • skrócenie okresu zalegania pokrywy śnieżnej średnio o 28 dni • wydłużenie okresu wegetacyjnego • susza rolnicza • spadek efektywności opadów (podobna suma opadów mniejsze zasilanie wód podziemnych na skutek wysokiego parowania) • spadek średniego rocznego odpływu ze zlewni • pogorszenie stanu ekologicznego wód powierzchniowych • obniżenie poziomu wód gruntowych, • degradacja siedlisk bagiennych i podmokłych • wymieranie gatunków roślin chronionych • pogorszenie jakości wód powierzchniowych • deficyt wód pitnych 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficyt wody na cele komunalne i gospodarcze, który może być pogłębiony <ul style="list-style-type: none"> - brakiem opadów śniegu, - większym poborem wody na cele komunalne, - większym poborem wody dla celów przemysłowych, • straty materialne z tytułu podtopień i powodzi • straty materialne z tytułu szkód w uprawach rolniczych (w tym hodowla ryb) • szkody poniesione z tytułu uszkodzenia sieci energetycznej • straty przychodów z rekreacji i turystyki • zagrożenie pożarowe • wzrost opłat za wodę i energię • wzrost opłat za ścieki • wzrost kosztów ubezpieczeń na terenach szczególnie zagrożonych

Tabela 2. Prognozowane skutki zmian klimatu dla sektora gospodarka wodna

4.3 Wrażliwość na zmiany klimatu w sektorze rolnictwa

Szczególnie wrażliwy na zmiany klimatu jest sektor rolnictwa. Zarówno wysokie, jak i niskie temperatury, fale upałów, przymrozki, nawalne opady lub susze stanowią wysoki czynnik ryzyka. Tę dużą wrażliwość dodatkowo wzmacnia niewłaściwe zagospodarowanie terenu, niska retencja gleb oraz podatność gruntów na erozję. Zarówno nadmiar wody, jak i jej niedobór może być przyczyną znacznych strat w uprawach zbóż, kukurydzy, ziemniaków. Duże straty w plonach powodować mogą nawalne opady i gradobicia. Przymrozki wczesnowiosenne są szczególnie niekorzystne dla sadownictwa. Susza może okazać się katastrofą dla gospodarki stawowej. Ze względu na wysoką wrażliwość oraz podatność w sektorze rolnictwa, działania adaptacyjne powinny być kompleksowe.

Plony na ponad 80 % powierzchni gruntów rolnych są uzależnione od ilości i rozkładu opadów. Ograniczona dostępność wody już teraz stanowi problem w wielu regionach Europy i sytuacja ta prawdopodobnie ulegnie dalszemu pogorszeniu. Również w Polsce zmiany klimatu spowodują intensyfikację sztucznych nawodnień upraw rolnych. Rolnictwo jest sektorem w którym średnie roczne potrzeby wodne wykazują stałą tendencję rosnącą²³.

Jeśli chodzi o gleby, to szczególnie wrażliwe na zmiany klimatu będą słabe gleby, kwaśne i bardzo kwaśne (regosole, bielicowe rumoszowe, bielicowe właściwe, brunatne bielicowe²⁴) wymagające wapnowania. Są to gleby wykształcone na litych skałach lub zwietrzelinach, o zróżnicowanej pojemności wodnej i zdolnościach retencyjnych. W zależności od morfologii terenu różnicuje się głębokość profilu glebowego. Najmniejszy potencjał retencyjny i jednocześnie najbardziej narażone na erozję wodną i susze są gleby występujące w strefie stromych stoków i partiach wysokogórskich, są to płytkie gleby szkieletowe i inicjalne. Większą zdolność do retencjonowania wód opadowych i roztopowych posiadają gleby średniogłębokie o miąższości do 100 cm oraz głębokie (100-150 cm) rozwinięte na zwietrzelinach. W strefie spłaszczeń oraz w obrębie dolin występują gleby głębokie o miąższości profilu przekraczającym 150 cm. Jednak ze względu na duże zakwaszenie gleb (odczyn gleb w wielu miejscach wynosi poniżej 3,5 czyli jest na poziomie toksyczności) i przepuszczalny profil gleby są mało zasobne w substancje pokarmowe, a w wielu miejscach w wyniku tzw. kwaśnych deszczy sytuacja uległa pogorszeniu.

Gleby użytkowane rolniczo są szczególnie podatne na zjawisko erozji wodnej i susze. W okresie opadów nawalnych w strefie stoków i zboczy powstają głębokie bruzdy erozyjne. Intensywna erozja liniowa towarzyszy głównie drogom leśnym i szlakom turystycznym. Prace leśne prowadzone często z użyciem ciężkiego sprzętu dodatkowo wzmagają procesy erozji gruntów, co prowadzi do koncentracji odpływu wód i powstawania rozcięć, odsłaniania litych skał. W konsekwencji drogi leśne podczas opadów zamieniają się w rwące potoki odprowadzające dużą ilość materii w dół stoków.



23 <http://klimada.mos.gov.pl/blog/2013/04/15/rolnictwo/>

24 Kabata et al, 2013, Różnorodność, dynamika i zagrożenia gleb Karkonoszy

SEKTOR ROLNICTWO		
Prognozowane zmiany	Skutki środowiskowe zmian	Skutki gospodarcze i ekonomiczne
<ul style="list-style-type: none"> • zmiana temperatury powietrza • zmiana sum opadów • wzrost zjawisk ekstremalnych 	<ul style="list-style-type: none"> • wydłużenie długości okresu wegetacyjnego nawet o 16 dni • przymrozki • podtopienia • susza rolnicza • obniżenie poziomu wód gruntowych • wzrost parowania, spadek efektywności opadów • erozja gleb • szybkie spadki wilgotności gleby w czasie sezonu wegetacyjnego - przewiduje się zmniejszenie średnich rocznych wartości mobilnej retencji wodnej gleb od ok. 7% do 15% w ciągu 50 lat 	<ul style="list-style-type: none"> • straty w uprawach rolnych i sadownictwie: <ul style="list-style-type: none"> - podtopienia - przemarzanie plonów - spadek plonów na skutek suszy w tym późnowiosennej - gradobicia • spadek odporności roślin na szkodniki • pożary • ograniczenie w uprawach gatunków mało odpornych na okresowy deficyt wody • rosnące zapotrzebowanie upraw na wodę nawet o 30–50% w perspektywie następnych 20–30 lat, konieczność nawadniania upraw • ryzyko braku pasz w gospodarstwie lub wysokich cen pasz w latach niekorzystnych dla produkcji roślinnej • spadek jakości gleb, konieczność nawożenia • wysychanie stawów • wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną - np. chłodzenie chlewni

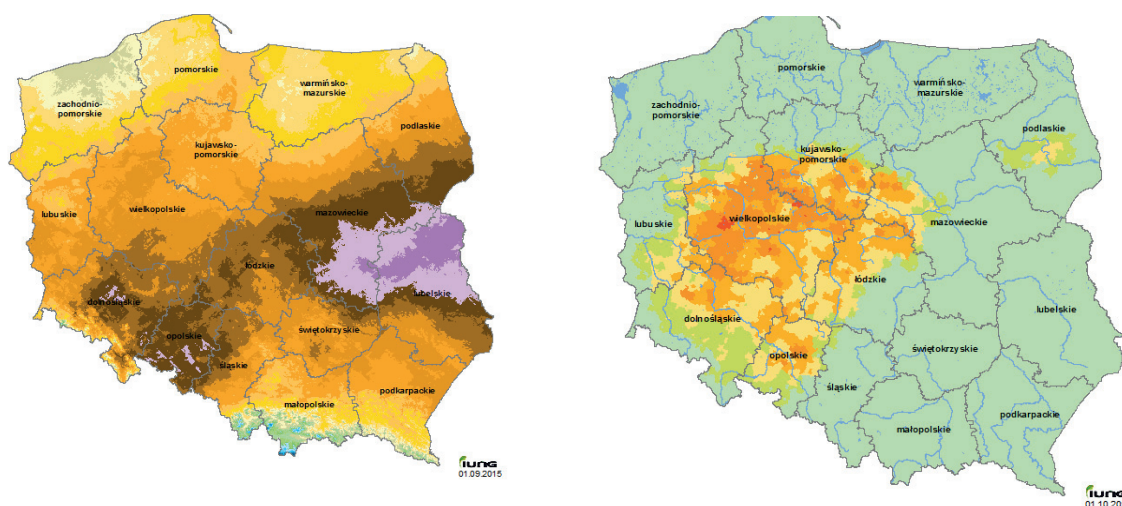
Tabela 3 Prognozowane skutki zmian klimatu dla sektora rolnictwo

5. Działania adaptacyjne do zmian klimatu

Prognozowane zmiany klimatu dla obszaru Polski wskazują na wzrost ilości zjawisk o charakterze ekstremalnym, tj. suszy, fal upałów, huraganowych wiatrów, fal mrozów, powodzi. Dodatkowo, małe zasoby wodne Polski oraz zły stan środowiska: zanieczyszczone powietrze, zły stan ekologiczny wód powierzchniowych, zanieczyszczone gleby, niski potencjał retencyjny gruntów rolniczych i duża wrażliwość ekosystemów górskich, wodnych i od wód zależnych, zły stan infrastruktury i zróżnicowany stopień uregulowania poszczególnych rzek sprawiają, że koszty adaptacji z roku na rok będą coraz wyższe. Rosnąc będą straty zarówno z tytułu opadów i częstych powodzi, jak i suszy. Należy mieć świadomość, że koszty likwidacji skutków klęsk żywiołowych mają wymiar nie tylko ekonomiczny, ale społeczny i przyrodniczy.

Adaptacja do zmian klimatu nie jest więc wyborem, ale obecnie staje się koniecznością mającą na celu zapewnienie stabilizacji gospodarczej i ekonomicznej kraju i poszczególnych jego regionów. Klimatolodzy przewidują, że w perspektywie następnych 10-20 lat coraz częstsze będą zjawiska ekstremalne, w tym susze o zasięgu ogólnokrajowym. Nasuwają się więc kluczowe pytania dla administracji samorządowej:

- Czy na poziomie województw zidentyfikowano kluczowe zagrożenia, czy opracowano działania pozwalające wykorzystać prognozowane zmiany klimatu dla rozwoju poszczególnych sektorów gospodarki oraz innowacji?
- Jak gminy są przygotowane na ekstremalne zjawiska: susze (m.in.: znaczne obniżenie poziomu wód w rzekach, obniżenie poziomu wód gruntowych, suszę rolniczą, straty w plonach, brak wody pitnej, wysokie ceny za wodę, wzrost cen żywności, wysychanie lasów, pożary...), na nawałne opady i huraganowe wiatry wiejące z prędkością ponad 90 km na godzinę?



Ryc. 20 Zasięg suszy w Polsce w 2015 roku wg. IUNG: a) potencjalny b) rzeczywisty

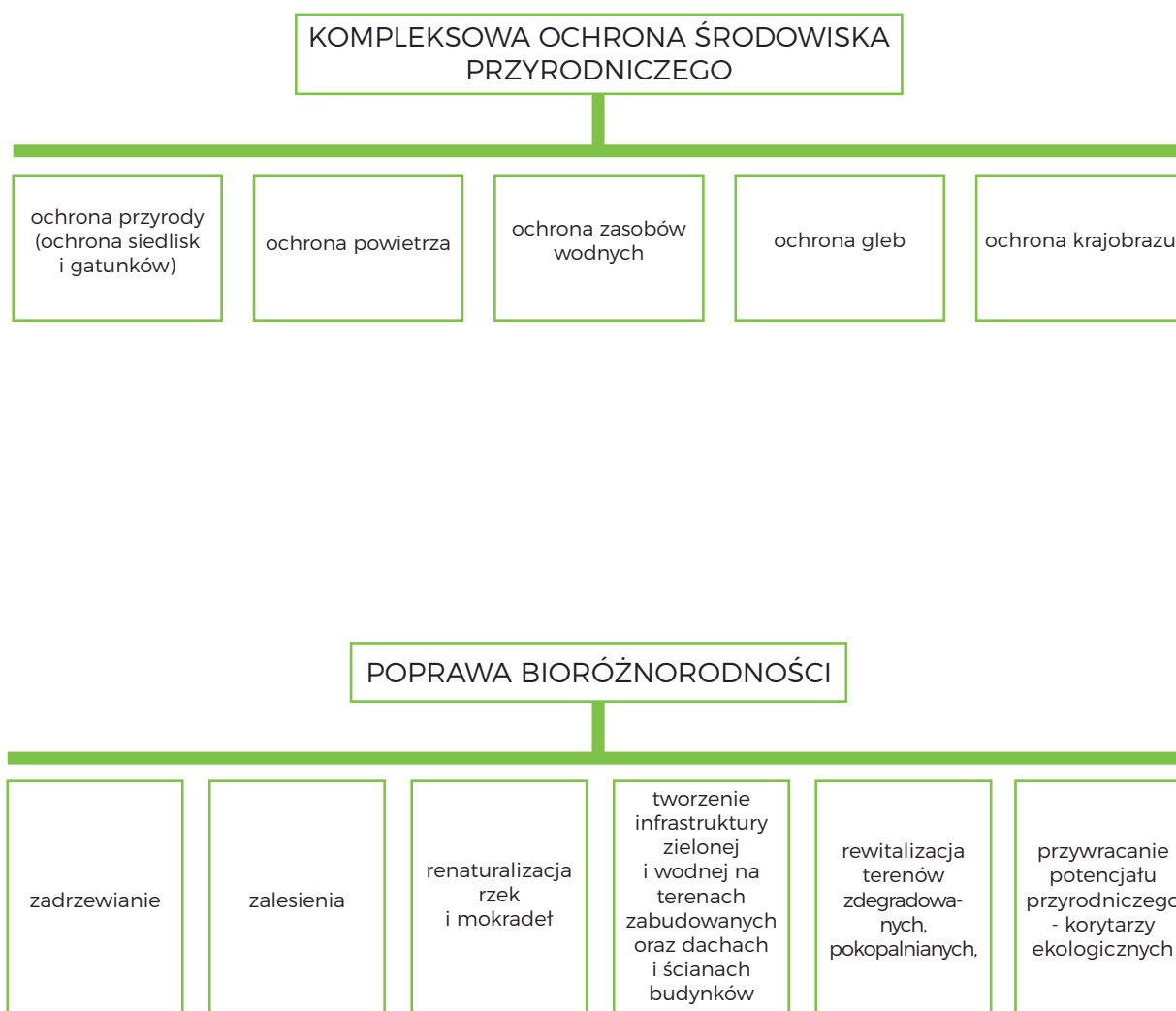
Skutki suszy ogólnokrajowej są nawet tragiczniejsze niż skutki powodzi „stulecia”, gdyż mają duży zasięg przestrzenny i katastrofalne konsekwencje środowiskowe. Długotrwały brak opadów to głębokie niżówki, trwające czasem kilka lat, powodujące obniżenie poziomu wód powierzchniowych, zanik przepływu w rzekach. Ich następstwem jest degradacja ekosystemów wód powierzchniowych z wymieraniem gatunków włącznie. Obniżenie poziomu wód gruntowych, pogłębione dodatkowo poborem wód na cele komunalne i przemysłowe, może poważnie zagrażać przepływom środowiskowym (powodować degradację ekosystemów od wód zależnych: torfowisk, lasów bagiennych, trzcinowisk). Konsekwencją jest pogorszenie stanu środowiska, zły stan ekologiczny wód powierzchniowych: eutrofizacja wód, wzrost koncentracji biogenów, pogorszenie warunków tlenowych, wzrost temperatury wody, zagrożenie dla celów środowiskowych JCWP, wzrost koncentracji zanieczyszczeń. Susza to wysychanie lasów, brak plonów, erozja gleb, wzrost zagrożenia pożarowego, wymieranie gatunków. Najbardziej dotknięte suszą są obszary o najniższym wskaźniku opadów (>-2 ekstremalnie suche), niskim udziale lasów i wysokim udziale gruntów ornych. Jak wynika z danych IMGW dotyczy to znacznego obszaru Polski. Problem niedoboru wody dotyczy szczególnie sektorów: bioróżnorodność, gospodarka wodna, rolnictwo, przemysł, lasy.

Powódź niesie za sobą straty materialne, jednak ma zasięg ograniczony przestrzennie do strefy zalewowej, często sztucznie wyznaczonej przez wały przeciwpowodziowe. Obejmuje dno doliny, terasę zalewową. Podczas wezbrania w strefie zalewowej i w korycie powstają naturalne formy morfologiczne: odsypy, podcięcia erozyjne, koryta przelewowe, rynny powodziowe, etc. Dochodzi do nadbudowy teras zalewowej – następuje depozycja namułków, powstają mady - gleby aluwialne. Odświeżane są formy erozyjne – starorzecza. Niektóre siedliska, jak lasy bagienne i łęgowe wręcz wymagają regularnych zalewów, bez nich zmienia się ich charakter. Wezbranie jest więc naturalnym procesem w cyklu rozwoju każdej rzeki i doliny. Straty materialne z reguły dotyczą obszarów gęsto zabudowanych i wynikają z błędnego zagospodarowania terenu dolin rzecznych, gdyż zasięg powodzi ograniczony jest tylko do terenów zalewowych w obrębie dolin rzecznych. Możliwe są działania zapobiegawcze (zabudowa

hydrotechniczna, poprawa retencji wód opadowych, wycofanie zabudowy ze strefy wysokiego ryzyka powodziowego, ubezpieczenia). Straty materialne na obszarach niezabudowanych są znacznie mniejsze, dotyczą pól i łąk na terenach zalewowych.

Z punktu widzenia kosztów wdrożenia działań adaptacyjnych najefektywniejsze będą rozwiązania oparte na podejściu ekosystemowym, czyli strategii zintegrowanego gospodarowania ziemią, wodami i zasobami żywymi, rozwiązania promujące ich ochronę i zrównoważone użytkowanie.

Obszary interwencji w zakresie adaptacji do zmian klimatu w sektorze bioróżnorodność i gospodarka wodna



POPRAWA STANU WÓD
POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH

osiągnięcie dobrego
stanu wód
powierzchniowych

osiągnięcie dobrego
stanu wód
podziemnych

przywrócenie drożności
dla organizmów
wodnych w obrębie
cieków istotnych

POPRAWA WARUNKÓW RETENCYJNYCH -
NIEBIESKA INFRASTRUKTURA

w lasach
opracowanie i wdrażanie
programów zwiększania
naturalnej
i sztucznej retencji wodnej:
magazynewanie wody
w zbiornikach, spowalnianie
odpływu

w zlewniach rolniczych
opracowanie i wdrażanie
programów zwiększania
naturalnej
i sztucznej retencji wodnej:
magazynewanie wody
w zbiornikach, spowalnianie
odpływu wód ze zlewni
rolniczych,
poprawa retencji
gleb użytkowanych rolniczo

w zlewniach zurbanizowanych
recykling wód opadowych -
budowa obiektów (zbiorników)
do retencionowania wód
opadowych odprowadzanych
z terenów zabudowanych wraz
z systemem oczyszczania tych
wód opadowych (preferowane
metody oczyszczania
biologicznego
z wykorzystaniem roślinności.
Funkcję zbiorników mogą pełnić
lokalne obniżenia terenu, stawy,
które należy odpowiednio
zabezpieczyć „wyposażyć”
w system oczyszczania



5.1 Adaptacja w sektorze bioróżnorodności

Podstawowym działaniem w zakresie adaptacji sektora bioróżnorodność do zmian klimatu jest utrzymanie funkcji obszarów chronionych i terenów o wyróżniających się walorach przyrodniczych w warunkach zmieniającego się klimatu. Oprócz znaczącej roli, jakie te obszary mają jako ostoje (refugia) dla endemicznych i rzadkich gatunków, również dobroczynnie wpływają na lokalny mikroklimat i dostarczają usługi ekosystemowe (korzyści, jakie dostarcza środowisko gospodarce i społeczeństwu). Dzięki zróżnicowaniu w krajobrazie, jakie stwarzają obszary o dużych wartościach przyrodniczych łatwiej będzie łagodzić gwałtowne zjawiska pogodowe takie jak nawałne opady, susze czy gwałtowne wiatry.

Należy zauważyć, że różnorodność biologiczna jest podstawą życia na Ziemi. Utrata bioróżnorodności wpłynie negatywnie na pozostałe sektory, w tym na gospodarkę (np.: surowce, odnawianie zasobów wody, powietrza, neutralizacja odpadów i pozostałe usługi ekosystemów). Poniżej zostały wymienione przykładowe działania adaptacyjne, mające na celu zachowanie walorów przyrodniczych, dobrego stanu siedlisk oraz ochronę gatunków w warunkach zmieniającego się klimatu, które mogą być realizowane na poziomie lokalnym/ gminy i regionalnym.

Działania związane z zachowaniem bioróżnorodności

- **Wdrożenie i egzekwowanie realizacji planów ochrony dla obszarów chronionych** (podmioty odpowiedzialne za ich opracowanie). Na poziomie samorządu gminnego i powiatowego to nie tylko konieczność uwzględniania uwarunkowań wynikających z tych planów we wszystkich podejmowanych działaniach i decyzjach, ale również egzekwowanie ich w każdym planowanym i realizowanym przedsięwzięciu na terenie gminy, które może wpłynąć pośrednio lub bezpośrednio na stan siedlisk i gatunków, w tym szczególnie wartościowych ze względu na różnorodność biologiczną. Często stanowią one istotne drogi (korytarze ekologiczne) między obszarami chronionymi, umożliwiając przetrwanie wielu organizmom. Ma to szczególne znaczenie w procesach decyzyjnych związanych z planowaniem przestrzennym, postępowaniem w ocenach oddziaływania na środowisko przedsięwzięć, pozwoleniami wodnoprawnymi, pozwoleniami na wycinkę drzew i krzewów, rekultywacją terenów zdegradowanych.
- **Inwentaryzacja przyrodnicza** na terenie gminy, ze szczególnym zwróceniem uwagi na ekosystemy najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu takie jak: źródłiska, strefy wypływów wód, łąki, torfowiska, jeziora, lasy bagienne i łęgowe, wilgotne łąki, zabagnienia. Jednym z ważniejszych celów tych prac powinna być identyfikacja występowania gatunków chronionych, wskazania terenów kluczowych dla ochrony bioróżnorodności oraz obszarów o istotnym znaczeniu w zakresie łagodzenia negatywnych skutków suszy czy powodzi ze względu na duży potencjał retencyjny. Należy sprawdzić czy na terenie gminy są prowadzone prace naukowe, inwentaryzacyjne czy badania związane z monitoringiem środowiska, które mogą wesprzeć zebranie danych o wartościowych siedliskach i gatunkach. Odpowiednim źródłem informacji są wojewódzki inspektorat ochrony środowiska, regionalna dyrekcja ochrony środowiska, nadleśnictwo, zarządy parków krajobrazowych i narodowych. Źródłem danych mogą być również raporty z ocen oddziaływania na środowisko. Często na terenie gmin aktywne są organizacje pozarządowe i pasjonaci, którzy takie dane opracowują i mogą pomóc w ich uzyskaniu.
- **Monitoring zmian klimatu**, ich wpływ na różnorodność biologiczną wrażliwych ekosystemów, w szczególności siedlisk od wód zależnych (jeziora, torfowiska, łąki, oczka wodne i zabagnienia) i górskich (ekosystemy endemiczne, rzadkie) oraz określenie działań zmierzających do zachowania i ochrony zagrożonych zasobów genowych. Monitoring ekosystemów od wód zależnych powinien

posłużyć do oceny wpływu zjawisk suszy na wody powierzchniowe i podziemne, szybkości reakcji siedlisk priorytetowych na czynniki ryzyka związanego ze zmianami klimatu. Wyniki pozwolą wskazać ekosystemy najbardziej wrażliwe na skutki suszy oraz określić np. ich podatność na suszę hydrologiczną. Ma to duże znaczenie nie tylko ekologiczne, ale również gospodarcze. Na przykład degradacja jezior spowoduje straty w sektorze turystyki i rekreacji. Na poziomie gminy czy powiatu może być prowadzony **lokalny monitoring** poprzez np. zaangażowanie szkół w obserwowanie zmian zachodzących w tych ekosystemach. Można nawiązać współpracę z Głównym lub Wojewódzkimi Inspektoratami Ochrony Środowiska, które prowadzą monitoring siedlisk i gatunków (Państwowy Monitoring Środowiska - monitoring przyrody, różnorodności biologicznej i krajobrazowej w tym sieci Natura 2000). Efektem mogą być inicjatywy oddolne związane z działaniami związanymi z edukacją mieszkańców i zapobieganiu niekorzystnym zmianom w ekosystemach i krajobrazie.

- **Konsekwentne prowadzenie postępowań i egzekwowanie napraw szkód w środowisku** dla podmiotów, które spowodowały szkody w środowisku. Ma to szczególne znaczenie gdy szkoda dotyczy wyjątkowo cennych przyrodniczo terenów, w tym objętych obszarowymi formami ochrony przyrody. Naruszenie może na przykład wynikać z nieprzestrzegania zapisów w planach ochrony lub miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. W takich przypadkach sprawca nie może tłumaczyć się niewiedzą i niezajomością swoich obowiązków wynikających z procesów inwestycyjnych.



- **Objęcie ochroną prawną wartościowych drzew lub grupy drzew jako pomników przyrody ożywionej.** Często są to bardzo istotne dla bioróżnorodności okazy z uwagi na siedliska dla wielu rzadkich i chronionych gatunków zwierząt. Wyznaczanie takich obiektów oraz ich ochrona może być ważnym elementem tworzenia sieci korytarzy ekologicznych, które dają możliwość przemieszczania się wielu wartościowym gatunkom. Liniowe nasadzenia czy grupy okazałych dębów, lip, jesionów dają szansę na zachowanie łączności między tak cennymi gatunkami jak pachnica dębowa, kozioróg dębosz, kwietnica okazała. Dorosłe chrząszcze nie mogą pokonać dużych odległości, ale umożliwią im to „stacje przesiadkowe” w postaci rosnących co 3-5 km okazałych pomników przyrody. Zyska na tym mikroklimat, krajobraz i atrakcyjność turystyczna gminy.
- **Ochrona istniejących zadrzewień i zakrzewień na terenach rolniczych,** zachowanie i tworzenie stref ochronnych między zabudową a obszarami przyrodniczo cennymi, zagospodarowywanie zielenią terenów zdegradowanych. To istotne działanie, ze względu na zmiany w krajobrazie rolniczym polegające na koncentracji gruntów i likwidacji pól o małej powierzchni przedzielonych miedzami. Oprócz działań edukacyjnych i w sferze podatku rolnego można wspierać gospodarstwa rolne prowadzące produkcję zintegrowaną i ekologiczną. Działania bezpośrednie powinny dotyczyć gruntów w zasobach komunalnych. Cenniejsze obszary należy uznać za użytki ekologiczne i przestrzegać, aby nie naruszano obowiązujących w tej formie ochrony przyrody zakazów.



- **Identyfikacja obszarów cennych przyrodniczo o dużych walorach adaptacyjnych** (np. tereny o dużym potencjale retencyjnym). Zwykle są to tereny o cennych wartościach przyrodniczych. Objęcie ich ochroną poprzez wprowadzanie ograniczeń w użytkowaniu poprzez wprowadzenie ochrony prawnej (np. rezerwat przyrody, użytek ekologiczny, pomnik przyrody), wyłączenie lub ograniczenie użytkowania, np. poprzez wykup i przeznaczenie na cele ogólnospołeczne.
- **Odbudowa ciągłości korytarzy ekologicznych na terenie gminy**, które w warunkach zmian klimatu będą pełnić funkcję korytarzy ewakuacyjnych dla wielu gatunków. Korytarze ekologiczne to w miarę ciągłe pasy spontanicznie rosnących roślin. Mogą to być pasy złożone z roślin zielnych, traw, drzew i krzewów. Najcenniejsze to te, które mają te wszystkie elementy, od traw po drzewa. W krajobrazie będą to aleje drzew i rowy wzdłuż dróg, miedze i drogi polne z zachowanymi przydrożami. Ważnymi i cennymi korytarzami są pasy zieleni i zadrzewień wzdłuż cieków od rowów po duże rzeki. Korytarzem będzie również kilka niedaleko od siebie położonych oczek wodnych lub zadrzewień wśród pól, pozwalające pokonać teren otwarty między lasami. Takim korytarzem jest również rozproszona grupa starszych wiekowo drzew pozwalająca na przemieszczanie się owadów związanych z dojrzałymi drzewami. Korytarz nie tylko ułatwia przemieszczanie się zwierząt, ale ma za zadanie nie dopuścić do izolacji gatunków i ich wymarcia. Dlatego powinien mieć też cechy pozwalające na zasiedlenie przez cenne gatunki, zwłaszcza takie, które nie przemieszczają się na duże odległości. Wspierające funkcje dla korytarzy ekologicznych mogą pełnić **wyspy środowiskowe**, które w krajobrazie silnie przekształconym przez człowieka umożliwiają przetrwanie lub przemieszczanie się odizolowanych populacji gatunków. Wyspy środowiskowe to elementy krajobrazu rolniczego, tj. śródpolnych oczek wodnych, śródpolnych zadrzewień i miedze. Z licznych badań wynika, że takie drobnopowierzchniowe systemy przyrodnicze mają istotny wpływ na zachowanie różnorodności biologicznej i powiązań ekologicznych w krajobrazie, a także korzystnie oddziałują na produktywność agroekosystemów (Symonides²⁵).
- **Tworzenie obiektów małej retencji** w obrębie naturalnych obniżzeń terenu, niezaorywanie takich miejsc celem kolonizacji gatunków traw i trzcin utrzymujących wyższy poziom wód gruntowych skutecznie łagodzących zjawisko suszy rolniczej.
- **Egzekwowanie przepisów dotyczących opłat i kar** za wycinanie drzew oraz obligatoryjne kompensacje. Egzekwowanie kar za szkody w środowisku np. pogorszenie jakości wód powierzchniowych czy podziemnych.
- **Działania zapobiegawcze, łagodzące, ochronne i przystosowawcze** mające na celu przeciwdziałanie pogorszeniu się jakości stanu środowiska, w tym tworzenie stref ekotonowych zarówno w krajobrazie rolniczym, jak i miejskim. Na przykład w postaci nasadzeń grup drzew i krzewów, rzadsze wykaszanie

25 Symonides „Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym Woda” – Środowisko – Obszary Wiejskie 2010

trawników (np. koszonych w rytmie użytkowania łąki przez rolników), pozostawienie części roślinności w ciekach, dopuszczenie do zarastania brzegów cieków i zbiorników wodnych (zmniejszenia odpływu wód i parowania, ograniczenie spływu biogenów, podczyszczanie wody).

- **Poprawa retencji gleb** poprzez zwiększenie udziału użytków zielonych, nasadzenia śródpolne, zakrzewienia, odtwarzanie alei owocowych, tworzenie miedz. Działanie można realizować na wiele sposobów, zarówno na poziomie indywidualnych gospodarstw, jak również na poziomie samorządu gminnego. Przykładem może być Samorząd Województwa Śląskiego realizujący Wojewódzki Program Aktywizacji Gospodarczej oraz Zachowania Dziedzictwa Kulturowego Beskidów i Jury Krakowsko-Częstochowskiej – Owca Plus do roku 2020.
- **Rekultywacja terenów zdegradowanych.** Miejsca takie są zazwyczaj zasiedlane przez gatunki inwazyjne takie jak na przykład nawłocie (późna, kanadyjska). Rekultywacja może być oparta na naturalnych procesach sukcesyjnych i być realizowana przy niewielkim nakładzie finansowym. Gdy nie jest zniszczona gleba, nie ma odpadów niebezpiecznych i zagrażających lokalnym ekosystemom, można poprzez usunięcie roślin inwazyjnych i śmieci doprowadzić do zainicjowania odbudowy lasu. Proces zasiedlania będzie przebiegał powoli, ale poza kontrolą i usuwaniem gatunków inwazyjnych nie będzie wymagał innych nakładów. Będzie można obserwować następstwo zbiorowisk roślinnych od ziołorośli, poprzez nalot drzew i krzewów do ostatecznego lasu o składzie uwarunkowanym lokalnymi zbiorowiskami i siedliskiem.
- **Odbudowa systemu przeciwoerozyjnego.** jedynie w miejscach faktycznego zagrożenia infrastruktury, np. drogowej, osuwiska stanowią naturalny element morfologiczny krajobrazu gór wysokich i średnich, są siedliskiem dla wielu gatunków. System zabezpieczeń niestety niweluje również lokalne zróżnicowanie krajobrazu. Osuwiska, strome skarpy są często miejscem występowania wielu rzadkich gatunków.
- **Zalesianie terenów o spadkach powyżej 15%.** celem ograniczenia erozji powierzchniowej. Spowoduje to nie tylko zmniejszenie zagrożenia obsunięciem się mas ziemnych, ale również spowolni odpływ wód.
- **Nawiązanie ściślejszej i aktywnej współpracy między samorządami z administracją Lasów Państwowych** (nadleśnictwa, regionalne dyrekcje lasów państwowych) w celu szybkiej wymiany informacji o zagrożeniach, wynikach monitoringu ekologicznego i klimatycznego oraz wspólnemu opracowywaniu rozwiązań łagodzących skutki zmian klimatu na terenie gmin i obszarów chronionych. Przykładem takiej współpracy mogą być działania związane z małą retencją realizowane na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych we Wrocławiu.
- **Zabezpieczenie przed zaśmiecaniem** istniejących źródeł, wypywów wód i innych obszarów wysiękowych, głównie w sąsiedztwie terenów zabudowanych i szlaków turystycznych. Praktyka wskazuje, że najbardziej efektywne jest zaangażowanie w akcję oczyszczania tych, którzy mogą potencjalnie śmiecić.
- **Inwentaryzacja punktowych źródeł zanieczyszczeń** wraz z ich unieszkodliwieniem. Wiedza gdzie takie zanieczyszczenia są lub mogą powstawać, stworzy podstawę do monitoringu. Szybka reakcja na pojawiające się miejscowo zanieczyszczenia wód pozwoli na zachowanie możliwości regeneracyjnych ekosystemów.
- **Wspomaganie regeneracji ichtiofauny (ryb) w potokach i ciekach** poprzez renaturalizację odcinków koryt zabudowanych, poprawę warunków hydromorfologicznych. Działanie można realizować w ramach planowanych prac remontowych lub modernizacyjnych na ciekach.
- **Opracowywanie i realizacja programów mających na celu poprawę retencji** w zlewniach, poprzez zwiększenie retencji dolinnej i korytowej, odtwarzanie środowisk łąkowych i olsowych w dolinach rzek, przeciwdziałanie erozji gleb na terenach nieleśnych, rolniczych, w szczególności w obrębie obszarów chronionych. Należy wykorzystać do tego takie dokumenty planistyczne jak strategie rozwoju, programy, plany, studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Podczas opracowywania tych dokumentów

należy zawrzeć w ich treści wyżej wspomniane zagadnienia. Proces planistyczny można poszerzyć o prace specjalistów mogących przeprowadzić odpowiednie analizy i pomóc w sformułowaniu wniosków końcowych i koniecznych reakcji na negatywne zjawiska.

- **Poprzez politykę podatkową** (podatek rolny, od nieruchomości, leśny) można również zachęcać użytkowników gruntów do tworzenia stref buforowych w dolinach cieków i ochronę najcenniejszych lasów (np. tworzenie użytków ekologicznych).



Działania edukacyjne

- Tworzenie infrastruktury edukacyjno-informacyjnej w zakresie zmian klimatu na terenie gmin, np. montaż tablic informacyjno-dydaktycznych na szlakach, w sąsiedztwie obszarów chronionych. Budowa tras dydaktycznych wzdłuż istniejących szlaków rowerowych i turystycznych w celu poprawy świadomości mieszkańców i turystów o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu dla bioróżnorodności (zmiana pięter klimatycznych w górach, degradacja jezior i obszarów podmokłych, spadek bioróżnorodności itp.). Umieszczanie informacji o jakości wód podziemnych w obrębie źródeł, zwłaszcza tych, z których mieszkańcy lub turyści czerpią wodę.
- Opracowywanie wspólnych projektów edukacyjnych mających na celu wzrost i poprawę świadomości mieszkańców poszczególnych województw/gmin o zagrożeniach, skutkach zmian klimatu i sposobach ich łagodzenia oraz możliwości adaptacji. Wsparcie można uzyskać od wielu organizacji pozarządowych, które zajmują się na co dzień działaniami edukacyjnymi, a także od ośrodków edukacyjnych przy nadleśnictwach, parkach krajobrazowych i narodowych. Do współpracy można zaangażować szkoły, ośrodki kultury, sołectwa i lokalne organizacje.

5.2 Adaptacja w sektorze rolnictwa

Z uwagi na specyfikę działań nakierowanych na tereny będące własnością lub użytkowane przez rolników, ich realizacja nie jest w większości możliwa bez ich zaangażowania. Należy je realizować poprzez wsparcie dla organizacji zajmujących się doradztwem rolniczym, bezpośrednie kontakty

z rolnikami, działania edukacyjne, politykę podatkową (podatek rolny, leśny, od nieruchomości).

- Działania przeciwoerozyjne na terenach zagrożonych erozją wodną i wietrzną (grunty rolnicze, leśne) zalesienia i odtwarzanie alei śródpolnych.
- Tworzenie stref ekotonowych wzdłuż dróg polnych i cieków (także rowów melioracyjnych).
- Ograniczenie punktowych i powierzchniowych źródeł zanieczyszczeń, zwłaszcza przedostawanie się związków organicznych do wód powierzchniowych i gleb. Celem jest poprawa stanu ekosystemów wód.
- Tworzenie stref buforowych, np. wzdłuż pól sąsiadujących z ciekami i obszarami podmokłymi, źródłiskami celem zapobiegania zaorywaniu tych obszarów oraz ograniczaniu dostaw zanieczyszczeń i substancji mineralnych do wód powierzchniowych. Pasy buforowe powinny być tworzone z gatunków rodzimych typowych dla danego obszaru.
- Zmniejszenie areatu upraw roślin (odmian), które zmniejszą produktywność ze względu na prognozowany wzrost częstotliwości okresów suszy/przymrozków.
- Wprowadzenie do uprawy odmian roślin lepiej przystosowanych do warunków środowiskowych oraz zmieniających się warunków termiczno-wodnych.
- Dostosowanie gatunków ze względu na podatność gleb na erozję i suszę rolniczą.
- Zwiększenie areatu upraw roślin efektywniej wykorzystujących zasoby ciepła (roślin ciepłolubnych, np. kukurydzy, słonecznika, soi, winorośli, pszenicy).
- Wprowadzanie odmian roślin uprawnych o różnych wymaganiach środowiskowych ze szczególnym uwzględnieniem zdolności przystosowania roślin uprawnych do zmieniających się warunków klimatycznych.
- Zwiększenie efektywności wykorzystania wody w produkcji rolniczej w tym recykling wód opadowych.
- Dostosowanie systemów melioracyjnych do rzeczywistych potrzeb wodnych poszczególnych terenów (odwodnienie i nawodnienie).
- Zwiększenie retencji gleb poprzez odpowiednie zabiegi agrotechniczne.
- Ograniczenie erozji wodnej gleb, poprzez umiejętne zaorywanie powierzchni nachylonych (w poprzek stoku) i tworzenie miedz, które ograniczą tempo spływu osadów.
- Nasadzenia i tworzenie stref buforowych wzdłuż rowów i cieków zwiększających retencję korytową (poprawa wilgotności gleb) i ograniczających przedostawanie się zanieczyszczeń do wód.
- Ograniczenie emisji substancji biogennej do środowiska, zwłaszcza do gleb i wód powierzchniowych.
- Wzrost bioróżnorodności na terenach rolniczych poprzez tworzenie roślinnych stref buforowych wzdłuż dróg polnych. Korzystne jest nasadzenia gatunków rodzimych w tym miododajnych takich jak śliwa tarnina, głóg, dzika róża, dereń, berberys, czeremcha zwyczajna, kruszyna pospolita, malina, jeżyna, porzeczką, oraz rodzime rośliny zielne.
- Ograniczenie erozji wodnej gleb górskich i pogórza. Grunty użytkowane rolniczo na obszarach górskich i podgórskich szczególnie ekspozowane są na nawalne opady. Celem adaptacji jest ograniczenie negatywnych skutków erozji wodnej gleb górskich, podgórskich podczas intensywnych opadów, roztopów. W pierwszej kolejności preferowane powinny być metody przyrodnicze polegające na stosowaniu zabiegów fitomelioracyjnych (hydrosiew, humusowanie i in.), zakrzaczenie lub zadrzewienie. Dopuszczalne są metody techniczne w przypadku procesów erozyjnych, których nie można ograniczyć za pomocą metod przyrodniczych, w szczególności w zabudowie potoków górskich i eksploatacji zbiorników wodnych, modernizacji stanu dróg i szlaków zrywkowych oraz innych prac w zakresie ochrony przed osuwiskami ²⁶.
- Wsparcie dla wdrażania Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego (PROW 2014-2020), szczególnie na terenach objętych obszarowymi formami ochrony przyrody. Niektórzy rolnicy nie korzystają z tego działania z niewiedzy lub obawy przed jego skomplikowaniem. Jest tu duże pole do działania dla samorządów, organizacji pozarządowych i doradztwa rolnego. Korzyści to wspieranie finansowe małych gospodarstw rolnych oraz utrzymanie zróżnicowanego krajobrazu z łąkami.

26 Dobre praktyki w realizacji obiektów małej retencji w górach....

5.3 Adaptacja w sektorze leśnictwa

Z uwagi na specyfikę działań nakierowanych na tereny będące w większości własnością Skarbu Państwa, w niewielkiej skali również osób prywatnych ich realizacja nie jest w większości możliwa bez zaangażowania Lasów Państwowych (nadleśnictw) lub prywatnych właścicieli. Wyjątkiem są lasy komunalne, gdzie gmina może samodzielnie realizować większość działań. Możliwe jest współdziałanie różnych podmiotów i realizacja działań niezwiązanych bezpośrednio z gospodarką leśną.

- Dostosowanie składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych - przebudowa lasów w zgodności z ich siedliskiem. Działanie od wielu lat prowadzone przez nadleśnictwa na podstawie planu urządzenia lasu. Nie zawsze w tym dokumencie bierze się pod uwagę szybko następujące zmiany klimatyczne, głównie z uwagi na trudności w ich przewidzeniu.
- Prowadzenie gospodarki leśnej, w tym zwózki ściętych drzew w sposób nie zwiększający erozji, zapobieganie tworzeniu się rozcięć erozyjnych i rynien w dół stoku, prace powinny być dostosowane do warunków wilgotnościowych gleb leśnych.
- Monitoring stanu drzewostanu i siedlisk leśnych.
- Dostosowanie baz nasiennych do oczekiwanych zmian klimatu.
- Prowadzenie prac leśnych w sposób nie degradujący gleb leśnych, niezagrażający stabilności osadów, zwłaszcza na terenach o znacznych spadkach. Na przykład wyłączenie z prowadzenia prac leśnych z użyciem ciężkiego sprzętu okresów po intensywnych opadach, opadach rozlewnych, lub po długim okresie opadów, kiedy gleby i grunty są przesycone wodą. Zakaz zrywki dolinami potoków i zabudowa biologiczna szlaków zrywkowych.
- Poprawę skuteczności dla systemów wdrożeniowych na terenach leśnych, zwłaszcza przy wdrażaniu planów ochrony. Problemem jest niewielka skuteczność nadzoru nad działaniami prowadzonymi w lasach. W ramach gospodarki leśnej naruszane są czasami zasady ochrony bioróżnorodności. Prowadzenie zrębów i prac leśnych w ciągu całego roku, a nie jak było dawniej tylko w okresie jesienno-zimowym, musi prowadzić do strat w chronionych gatunkach zwierząt, grzybów i roślin. Pomimo starań ze strony nadleśnictw, zdarzają się przypadki usuwania drzew zasiedlonych przez chronione gatunki, na przykład kolonie nietoperzy w tym rozrodcze, czynne gniazda ptaków, pachnicę dębową, kozioroga dębosza.
- Ochronę przed erozją, odbudowę i zabezpieczanie dróg leśnych zwłaszcza w obrębie tras i szlaków turystycznych.
- Zwiększenie retencji wody w lasach poprzez budowę i modernizację obiektów małej retencji. Działania od wielu lat realizowane przez Lasy Państwowe na terenie całego kraju w ramach projektów.
- Identyfikacja zagrożeń związanych z rozwojem różnorodnych form turystyki oraz kontrola tras i szlaków, celem ograniczenia negatywnego wpływu turystyki i rekreacji na bioróżnorodność. Wyznaczanie tras na podstawie istniejących systemów ścieżek i dróg, zabezpieczenie ścieżek i szlaków przed erozją, nasadzenia drzew i krzewów wzdłuż dróg włączonych do tras turystycznych jako przeciwdziałanie zmianom klimatu (zacienienie, poprawa retencji wód opadowych).



5.4 Adaptacja w sektorze gospodarki wodnej

Podstawowe działania w zakresie adaptacji do zmian klimatu to poprawa stosunków wodnych w zlewniach rolniczych oraz na terenach zurbanizowanych, ochrona siedlisk i obszarów cennych przyrodniczo, a także tworzenie zielonej infrastruktury. Powierzchnie biologicznie czynne mają istotne znaczenie dla poprawy retencji wód opadowych, ograniczają spływ powierzchniowy ze zlewni, erozję gleb przez co minimalizują negatywne skutki wielu procesów: jak susze, powodzie, etc. Ochrona siedlisk: nadrzecznych, jeziornych, bagiennych, jest możliwa jedynie przez utrzymanie dotychczasowej funkcji tych obszarów, czyli zapewnienie optymalnych warunków wodnych, warunków glebowych, zapobieganie ich fragmentacji.

- **Identyfikacja obszarów o największym potencjale retencyjnym** na terenie gminy (źródła, mokradła, torfowiska, tereny zalewowe, lasy bagienne, tereny nadrzeczne, zbiorniki wodne, lokalne zagłębienia), określenie w ich obrębie stref buforowych w celu optymalnej ochrony tych obszarów.
- **Zwiększenie retencji wód opadowych w zlewniach rolniczych**, o małym stopniu zalesienia, poprzez rozbudowę zielonej sieci korytarzy ekologicznych wzdłuż rowów melioracyjnych, miedz, dróg polnych, dróg gminnych.
- **Poprawa stanu wód poprzez renaturalizację rzek i potoków**, przywracanie drożności morfologicznej i biologicznej oraz zapobieganie eutrofizacji wód. Odtwarzanie naturalnego charakteru rzek i terenów zalewowych sprzyja poprawie bioróżnorodności, ogranicza negatywne skutki suszy, zmniejsza ryzyko powodzi na terenach poniżej, sprzyja poprawie bioróżnorodności.
- **Realizacja zapisów zawartych w programach i planach** w zakresie adaptacji do zmian klimatu dla sektora gospodarka wodna z poziomu krajowego i wojewódzkiego na poziom lokalny/gminy.
- **Zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi** na poziomie regionu wodnego, województwa, gminy, gospodarstwa: wdrożenie zasady „użytkownik płaci”, „zanieczyszczający płaci” - egzekwowanie kar za szkody w środowisku np. zanieczyszczanie wód.
- **Wdrożenie działań naprawczych** w zakresie poprawy stanu chemicznego wód i ograniczenia dostaw azotanów i fosforanów ze źródeł powierzchniowych.
- **Przywracanie mozaikowości w krajobrazie rolniczym** poprzez wprowadzenie zadrzewień, alei, miedz, odtwarzanie i ochronę oczek śródpolnych w celu poprawy retencji wód opadowych i spowolnienia odpływu powierzchniowego.
- **Opracowanie i wdrażanie programów zwiększania naturalnej i sztucznej retencji** wodnej: retencja wód opadowych, magazynowanie wody w zbiornikach, retencja w lasach, spowalnianie odpływu wód w obszarach górskich, poprawa retencji gleb użytkowanych rolniczo.
- **Przywracanie stosunków wodnych na terenach zmeliorowanych**, przebudowa systemu melioracji na systemy dwufunkcyjne nawadniająco-odwadniające.
- **Odtworzenie i budowa nowych zbiorników wodnych** zarówno w lasach, terenach rolniczych, zabudowanych.
- **Stosowanie mniej wodochłonnych technologii** i recykling wód opadowych w rolnictwie, przemyśle, na cele komunalne.



5.5 Działania na terenach zabudowanych

Retencjonowanie wód opadowych poprzez spowalnianie odpływu z terenów zabudowanych znacznie zmniejsza ryzyko powodzi.

- **Retencjonowanie wód opadowych**, także po nawalnych opadach w zagłębieniach terenu, nieckach, dolinach rzek, miejscach podmokłych, utrzymywanie tych terenów jako ważnych miejsc gromadzenia nadmiaru wód opadowych i oddających je w okresach suszy.
- **Budowa zbiorników funkcyjnych** do retencjonowania wód opadowych odprowadzanych z terenów zabudowanych wraz z systemem oczyszczania tych wód opadowych (preferowane metody oczyszczania biologicznego z wykorzystaniem roślinności i osadów mineralnych). Funkcję zbiorników mogą pełnić lokalne obniżenia terenu, stawy, które należy odpowiednio zabezpieczyć i „wyposażyć” w system oczyszczania. Obiekty mogą tworzyć biocentra (enklawy zieleni) na terenach zabudowanych.
- **Modernizacja kanalizacji burzowej** na terenach zabudowanych, tworzenie inteligentnych systemów zarządzania siecią wodno-kanalizacyjną, w tym kanalizacją deszczową, co ma wpływ na oszczędność wody, monitorowanie przecieków i strat z sieci, likwidowanie wąskich gardel, zapobieganie podtopieniom i powodziom.
- **Budowa małych zbiorników retencyjnych na wody opadowe** na osiedlach, przy centrach handlowych, obiektach publicznych, posesjach prywatnych. Zmniejszenie opłat dla nieruchomości nie odprowadzających wód opadowych do kanalizacji deszczowej.
- **Tworzenie powierzchni przepuszczalnych** zamiast wybrukowanych i wyasfaltowanych i wprowadzanie struktur przepuszczalnych w celu zwiększenia retencji na terenie parkingów, placów, parków, placów zabaw.
- **Wprowadzenie zapisów do miejskich planów zagospodarowania przestrzennego** dotyczących minimalnej powierzchni biologicznie czynnej na działkach z przeznaczeniem usługowym i przemysłowym. W przypadku zabudowy szczelniej terenu > 75% wymagane są działania minimalizujące (przepuszczalny asfalt, zielone dachy, ściany, nasadzenia drzew – gatunki rodzime liściaste z własnym systemem nawodnień wodami opadowymi z parkingów i dachów, etc.).
- **Zwiększenie zielonych powierzchni na terenie miejscowości**, nasadzenia i tworzenie stref roślinnych o różnych funkcjach, np. miododajnych, poprawiających stan powietrza i mikroklimat na terenach zabudowanych, placach, przy parkingach, przed budynkami użyteczności publicznej, obsadzanie terenów rekreacyjnych.
- **Tworzenie tzw. ogrodów deszczowych** w gruncie lub pojemnikach zasilanych wodami opadowymi z rynien, mają na celu oczyszczenie wód deszczowych z metali i związków białkowo – tłuszczowych dzięki filtrowaniu przez piasek i korzenie rosnących roślin. Jest to przykład dobrych praktyk w zakresie recyklingu wód opadowych.
- **Tworzenie zielonych dachów i zielonych ścian** jako metoda retencji wód opadowych, zmniejszania temperatury budynków w okresie upałów, poprawy mikroklimatu i estetyki, ociążenie systemów kanalizacji, zmniejszenie podtopień w czasie intensywnych opadów na terenie zabudowanym.
- **Wykorzystanie zbiorników naturalnych** (stawów, glinianek, oczek wodnych, miejsc podmokłych) i sztucznych zbiorników do prowadzenia edukacji o znaczeniu wody i bioróżnorodności w łagodzeniu zmian klimatu.
- **Dostosowanie budownictwa** do zwiększonego ryzyka klimatycznego, w tym porywistych wiatrów, upałów, ulewnych deszczy.



6. Dobre praktyki adaptacji do zmian klimatu

6.1 Ochrona bioróżnorodności i mała retencja

Przykłady dobrych praktyk służących ochronie różnorodności biologicznej można zaobserwować w wielu miejscach. Zazwyczaj działania te nie są nazwane jako stricte służące zachowaniu lub zwiększeniu bioróżnorodności. Stanowią często bardzo dużą i ważną część wielu projektów i przedsięwzięć. Najczęściej są to działania związane z ochroną cennych przyrodniczo obszarów i gatunków, małą retencją, melioracjami, ochroną przeciwpowodziową, zazielenianiem terenów zdegradowanych, urządzeniem terenów zielonych towarzyszących zabudowie, tworzeniem pasów zadrzewień wzdłuż dróg, czy remontem lub budową nowych obiektów. Poniżej wybrane przykłady:

Modernizacja wałów przeciwpowodziowych rzeki Odry

Przedsięwzięcie zostało zrealizowane przez Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu i polegało na modernizacji prawego wału przeciwpowodziowego rzeki Odry między miejscowościami Jurcz i Dziewin w gminie Ścinawa. Obszary Natura 2000 Łęgi Odrzańskie PLB020008 (ptasi) i PLH020018 (siedliskowy).

Cele działania:

- zwiększenie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego w dolinie Odry;
- zachowanie wysokich walorów przyrodniczych i ochrona bioróżnorodności obszarów Natura 2000.

Uzasadnienie realizacji

Analizując to typowo hydrotechniczne działanie, należy zwrócić uwagę nie na temat główny, ale na sposób jego przeprowadzenia ze względu na ochronę przyrody. Każda ingerencja w środowisko naturalne, w tym budowle hydrotechniczne, wprowadzają zakłócenia w naturalnej właściwej dla danego miejsca różnorodności biologicznej. Tak też stało się w tym wypadku, na początku XX wieku, gdy zawężono dolinę rzeczną, budując wały przeciwpowodziowe. Długo zastanawiano się nad rozwiązaniem problemu, jakim był zły stan tych budowli po prawie 100 latach użytkowania. Szczególnie

niebezpieczny był fragment koło małej osady Grzybów. Najlepsze środowiskowo rozwiązanie to powrót do dawnej doliny rzecznej, czyli likwidacja wału i powrót do szerokiej naturalnej tarasy zalewowej. Jednak obecnie jest to teren zamieszkały z bogatą infrastrukturą. Rozwiązanie w postaci powrotu do naturalnie ukształtowanych terenów zalewowych, bez ograniczenia spowodowanego wałem przeciwpowodziowym, nie znalazło akceptacji społecznej.

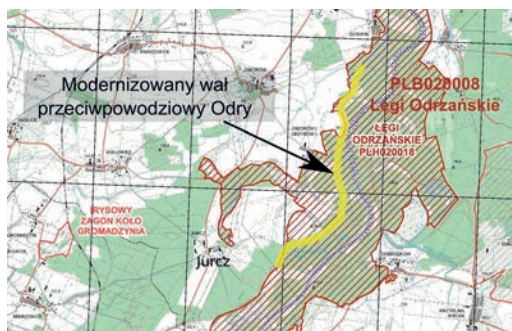
Podjęte działania

Podczas prac przygotowawczych do remontu wału przeprowadzono między innymi inwentaryzację przyrodniczą wału i jego okolic. Wyniki wskazały na dużą wartość przyrodniczą tego terenu. Co istotne, wał zaczął pełnić funkcję zastępczą jako skarpa rzeczna. Wykształciły się na nim zbiorowiska murawowe i łąkowe. Znalazły tu sobie miejsce rośliny chronione: róża francuska *Rosa gallica* (gatunek z Polskiej Czerwonej Księgi Roślin), pierwiosnek lekarski *Primula veris*, bardzo rzadka turzyca *Bueka Carex buekii*. W otoczeniu rosty takie gatunki chronione jak: kruszczyk połabski *Epipactis albensis*, kruszczyk szerokolistny *Epipactis helleborine*, śnieżyczka przebiśnieg *Galanthus nivalis*, salwinia pływająca *Salvinia natans*, pływacz zwyczajny *Utricularia vulgaris*, pływacz zaniedbany *Utricularia australis*, grzybienie północne *Nymphaea candida* umieszczone w Polskiej Czerwonej Księdze Roślin. Wał i jego otoczenie zasiedlały także cenne chronione owady, jak barczatka katas *Eriogaster catax*, modraszek telejus *Phengaris teleius*, modraszek nausitous *P. nausithous*, przeplatka matura *Hypodryas matura*, kozioróg dębosz *Cerambyx cerdo*. Teren ten był siedliskiem wielu chronionych gatunków płazów, gadów, ptaków i ssaków. W sąsiedztwie wału, na prawie całej długości rosty właściwe dla doliny rzecznej lasy łąkowe oraz znajdowały się starorzecza.

Do współpracy przy planowaniu prac, tak aby nie spowodować utraty bioróżnorodności, zaangażowano biologów i nadleśnictwa. Podjęto szereg działań zapobiegawczych, minimalizujących negatywne oddziaływanie na gatunki i siedliska przyrodnicze podlegające ochronie (jest to obszar Natura 2000). Podjęto również działania dodatkowe m.in. wykorzystano do rekultywacji wałów po przebudowie płyty darni zdjęte ze „starego” wału. Dzięki temu umożliwiono szybszą regenerację siedlisk włącznie z siedliskami gatunków zwierząt. Indywidualnie wyznaczano tereny zajmowane pod przedsięwzięcie w otoczeniu wału tak, aby z pierwotnie planowanych kilkuset drzew wyciąć tylko te, których nie można ominąć. Dzięki temu, niemal cały starodrzew w okolicach wału został zachowany. Nadleśnictwa wspólnie z biologami wdrożyły również projekt rewitalizacji zanikających siedlisk łąkowych, w którym żyje rzadki gatunek motyla przeplatka matura.

Rezultaty

Po kilku latach od zakończenia prac nastąpiła regeneracja zróżnicowanych siedlisk na wale. Początkowe obawy o znaczne straty w środowisku i utratę bioróżnorodności nie sprawdziły się, dzięki woli przeprowadzania „niestandardowych” działań. Dzięki gotowości do współpracy Zarządu Melioracji, naukowców, nadleśnictw znaleziono najlepsze rozwiązania godzące konieczność prowadzenia prac modernizacyjnych na wale i ochrony przyrody. Czasami warto poświęcić więcej czasu, aby znaleźć lepsze i nieraz bardzo proste rozwiązania, dzięki którym, bez większych nakładów można zachować różnorodność biologiczną i prowadzić prace inwestycyjne.



Ryc.23 Wał w okolicy Grzybowa po modernizacji

Ochrona obszaru wodno-błotnego Przemkowskie Bagno

Przykładem dobrej praktyki związanej z ochroną różnorodności biologicznej jest zagospodarowanie byłego poligonu w Przemkowskim Parku Krajobrazowym. Działanie łączy w sobie dobrą praktykę w zakresie małej retencji i ochrony bioróżnorodności. Teren leży na obszarze Natura 2000 Stawy Przemkowskie PLB020003, w Przemkowskim Parku Krajobrazowym i na użytku ekologicznym „Przemkowskie Bagno”.

Cele działania:

- odtworzenie warunków do rozwoju siedlisk wodno-błotnych i zachowania bioróżnorodności związanej z terenem podmokłym i łąkami;
- zwiększenie możliwości retencyjnych doliny rzecznej;
- wykorzystanie wysokich walorów przyrodniczych do rozwoju lokalnego;
- zwiększenie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego w dolinie Szprotawy.

Uzasadnienie działania

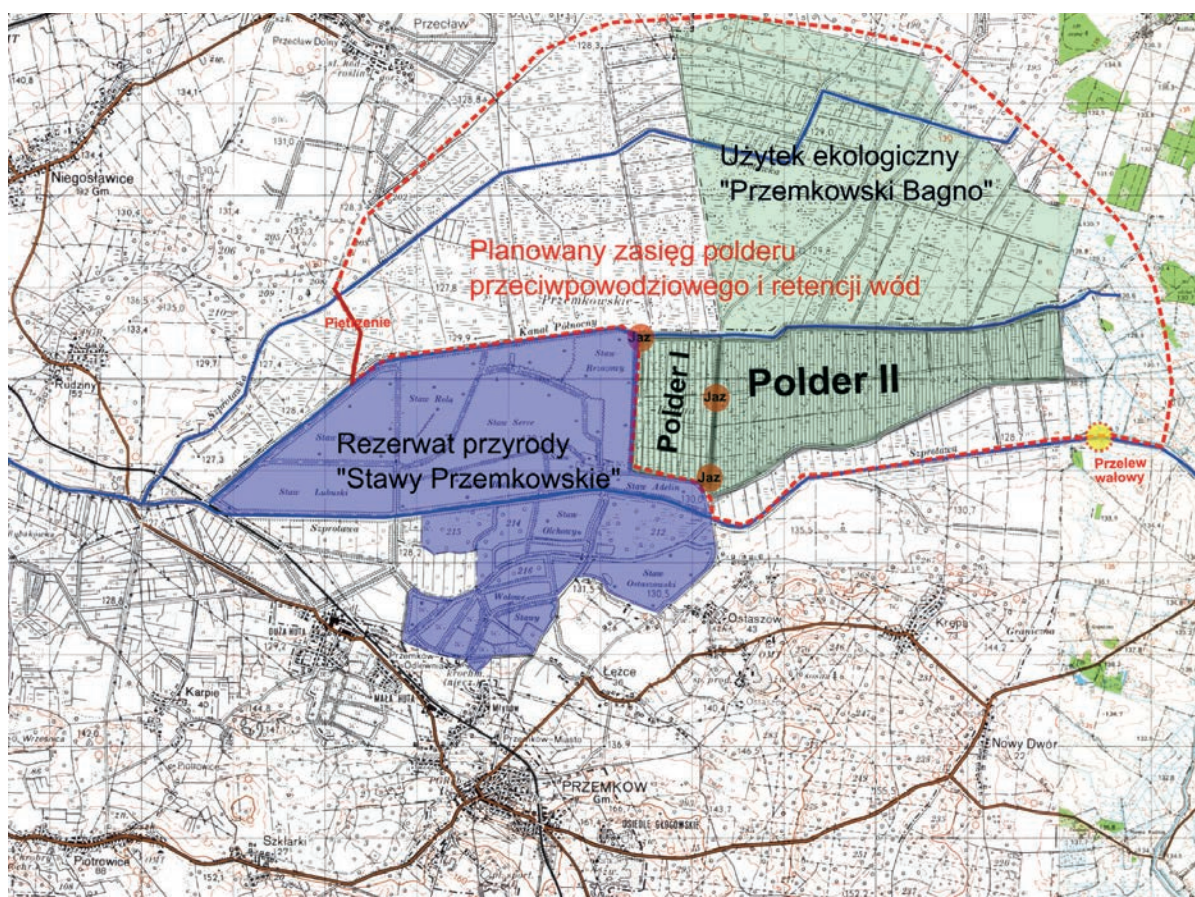
Teren położony jest w południowo-zachodniej części Polski, na granicy między województwem lubuskim i dolnośląskim. Większość terenu w drugiej połowie XX wieku była użytkowana jako lotniczy poligon wojskowy (radziecki). Teren, ze względu na sposób użytkowania i położenie, cechuje się dużymi wartościami przyrodniczymi. Przed poligonem były to łąki w dolinie rzeki Szprotawy. Po przekazaniu terenu do użytkowania „cywilnego” tereny zrenaturyzowały się do mozaiki terenów podmokłych z rozległymi turzycowiskami, trzcinowiskami, lasami łągowymi oraz fragmentami zachowanych łąk. Obecnie teren jest zarządzany przez Dolnośląski Zespół Parków Krajobrazowych. Obok zlokalizowany jest rezerwat przyrody „Stawy Przemkowskie”, drugi co do wielkości obszar stawów rybnych (1016 ha) na Śląsku oraz jeden z największych kompleksów stawowych w Polsce. Obok stawów w dolinie Baryczy, to drugi co do wielkości teren środowisk wodnych na rozległym, bezzeziornym obszarze południowo-zachodniej części Polski. To miejsce występowania 216 gatunków ptaków, w tym 147 gatunków łągowych.

Najważniejszym problemem były zmiany spowodowane przesuszaniem terenu i zanik najcenniejszych siedlisk wodno-błotnych, a także przekształcanie się łąk w inne, mniej cenne dla ochrony różnorodności biologicznej ekosystemy. Stan ten spowodowały niewłaściwe prace melioracyjne i zagospodarowanie terenów przyległych. Inwestycje te doprowadziły do zachwiania gospodarki wodnej na całym terenie i do przyspieszonej mineralizacji torfu. Problemem stały się częste pożary wysuszonego torfu. Zagrożone były ekosystemy wodno-błotne, a obszar nie retencjonował wód, jak to robi naturalna dolina rzeczna.

Podjęte działania

Powstał program ochrony, oparty o zasady zrównoważonego rozwoju i Agendę 21. Rozpoczęty został proces intensywnej współpracy organizacji pozarządowych z mieszkańcami, samorządami i instytucjami. Podstawowy cel to łączenie ochrony przyrody z działaniami związanymi z rozwojem społecznym i gospodarczym. Niemal wszystkie działania realizowano w ramach porozumienia pomiędzy Fundacją Ekologiczną „Zielona Akcja” a Dolnośląskim Zespołem Parków Krajobrazowych przy wsparciu samorządów. Początek był najtrudniejszy, w tym okresie dużego wsparcia udzielił Sejmik Samorządowy Województwa Legnickiego. Przygotowano wiele ekspertyz i dokumentacji. Uzyskano pomoc od wielu podmiotów m.in.: Fundacji Partnerstwo dla Środowiska, holenderskiej Fundacji DOEN, Programu Małych Dotacji Globalnego Funduszu Środowiska GEF/SGP, Fundacji Ekofundusz, Fundacji Batorego, Fundacji Dzieci i Młodzieży, WFOŚiGW we Wrocławiu, Lokalnej Grupy Działania „Wrzosowa Kraina”, Lokalnej Grupy Rybackiej „Dolnośląska Kraina Karpia”, Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz wielu innych organizacji i instytucji.

Zrealizowano szereg zadań takich jak odbudowa urządzeń melioracyjnych, które kiedyś funkcjonowały na łąkach, powrót do użytkowania łąkarskiego i pastwiskowego, pozyskiwanie trzciny jako budulca do krycia strzech, odtworzenie starorzeczy, rozwój turystyki kwalifikowanej (przyrodniczej) itp. Osiągnięto założone cele związane z ochroną różnorodności biologicznej (lepsze warunki siedliskowe dla ptaków wodno-błotnych), a także związanych z retencją (teren gromadzi wody w czasie wezbrań na Szprotawie). Zostały również osiągnięte cele społeczne i gospodarcze. Powstała firma pozyskująca trzcinę na pokrycia dachowe. Przy pracach na terenie Przemkowskiego Bagna zostały zatrudnione osoby bezrobotne. Łąki są wykorzystywane rolniczo i pasie się na nich do kilkuset sztuk bydła, owiec i koni. Wokół Przemkowa powstało szereg przedsięwzięć związanych z turystyką i rekreacją, np. zielone szkoły, agroturystyka „Amazonka”, Przemkowskie Święto Miodu i Wina. Docelowo działania doprowadzą do możliwości zmagazynowania 2,5 mln m³ wody i opóźnienia o 24 godziny przepływu fali powodziowej na rzece Szprotawie.



Ryc. 24 Lokalizacja prowadzonych prac na polderach użytku ekologicznego „Przemkowskie Bagno”



Ryc. 25 Wypas owcy wrzosówki oraz użytkowanie trzciny na użytku ekologicznym „Przemkowskie Bagno”

Budowa zbiornika małej retencji z zastawką piętrzącą wodę w Leśnictwie Czerna

Nadleśnictwo Węgliniec zrealizowało budowę zbiornika małej retencji zlokalizowanego na obszarach Natura 2000 Bory Dolnośląskie PLB02005 (ptasi) i Uroczyska Borów Dolnośląskich PLH020072 (siedliskowy) zlokalizowanego w zachodniej części województwa dolnośląskiego.

Cele działania:

- retencja poprzez wzmocnienie procesów torfotwórczych w dolinie okresowo zanikającego cieku;
- odtworzenie prawidłowych stosunków wodnych w otaczających ekosystemach leśnych i zwiększenie lokalnej bioróżnorodności.

Dolina istniejącego cieku okresowo prowadzącego wody w okresie późnowiosennym i letnim często w ogóle nie prowadziła wód i ulegała przesuszeniu. Analiza uwarunkowań terenowych wykazała, że jest możliwe podparcie fragmentu doliny cieku i wykorzystanie naturalnej konfiguracji terenu do utworzenia zbiornika retencyjnego, który umożliwi na rozwój wartościowych siedlisk przyrodniczych. Zbiornik pozwoli na zatrzymanie przez dłuższy czas wód oraz ich retencjonowanie. Narastające warstwy mszaków dłużej utrzymają wodę, a usunięcie części drzew z czaszy zbiornika umożliwi zmniejszenie parowania i poprawi warunki dla torfowiska.

Podjęte działania

Prace objęły tylko fragment zbiornika związanego ze skarpą drogi i przepustem pod nią. Pozostałe tereny nie były przekształcone. Jedynie selektywnie usunięto drzewa z części zbiornika przy zastawce. Powierzchnia zalewu jest regulowana tak, aby następowało sukcesywne narastanie warstwy mszystej, aż do osiągnięcia zakładanego piętrzenia. Końcowym efektem ma być wzrost powierzchni i miąższości torfowiska przejściowego i niskiego, boru bagiennego w dolinie cieku.

Parametry zbiornika, ustalone z uwzględnieniem uwarunkowań przyrodniczych i w celu

optymalnego wkomponowania w istniejące w otoczeniu siedliska to: powierzchnia całkowita zbiornika retencyjnego około 8500 m² (0,85 ha), planowana ilość retencjonowanej wody to 4 300 m³, głębokość max. piętrzenia na zastawce do 1 m, zmienna głębokość zalewu.

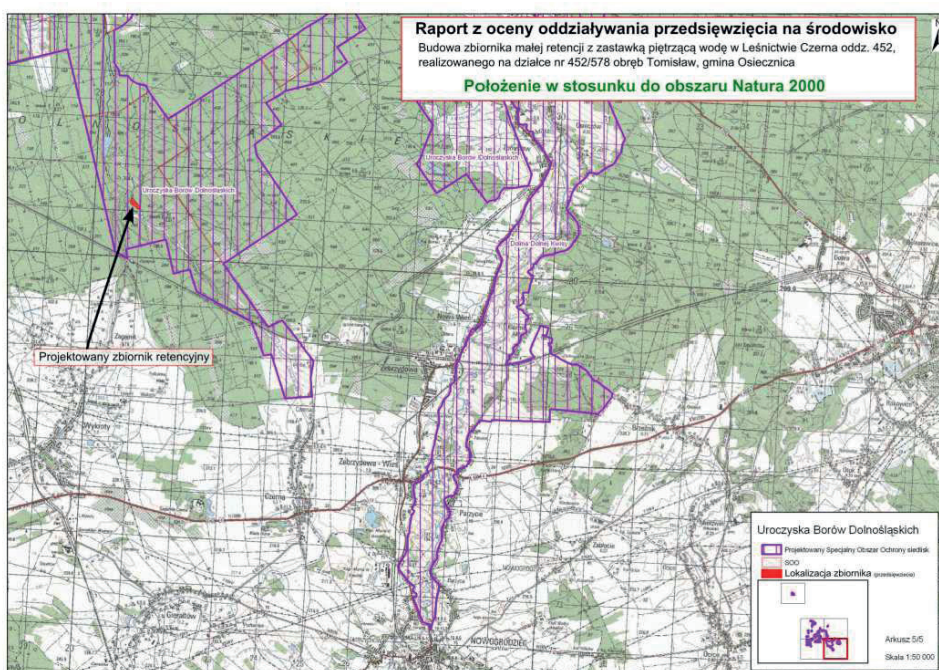
Docelowo, w wyniku wzmocnienia procesów torfotwórczych, będzie to głębokość stała (wskazana jako maksymalna) utrzymywana w warstwie torfów z niewielkimi powierzchniami otwartych wód, aż do ich całkowitego zaniku i retencjonowania wody poprzez torfowisko.



Ryc. 26 Zbiornik retencyjny – część gdzie częściowo usunięto zadrzewienia w celu szybszego rozwoju torfowiska



Ryc. 27 Zbiornik retencyjny – miejsce największej ingerencji w teren poprzez umocnienie skarpy drogi i budowę jazu



Ryc. 28 Lokalizacja zbiornika małej retencji na terenie Nadleśnictwa Węgliniec

6.2 Mała retencja na terenach leśnych

Lasy Państwowe od ponad 20 lat prowadzą szeroko zakrojone działania związane z małą retencją. Znaczące projekty zostały zrealizowane na terenach nizinnych i górskich, m.in.:

- „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie suszy i powodzi w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych” – cele projektu to likwidacja w lasach nizinnych przyczyn i skutków pogorszenia naturalnych stosunków wodnych przez spowolnienie odpływu wody w ekosystemach leśnych całego kraju, minimalizacja skutków suszy, przeciwdziałanie powodzi, odtworzenie obszarów wodno- błotnych. Osiągnięte rezultaty to powstanie 3300 obiektów małej retencji o powierzchni 30 tys. ha, oraz 31 mln m³ retencjonowanej wody. W projekcie uczestniczyło 179 nadleśnictw;
- „Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie”- projekt łączył aspekty retencjonowania wody i ochrony przeciwpowodziowej, kładąc nacisk na realizację niewielkich inwestycji w początkowym biegu rzek i strumieni w zlewniach górskich. W działaniach uczestniczyły 54 nadleśnictwa.

Zostały one dofinansowane w latach 2009 – 2015 ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowiska oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Poniżej przykłady obiektów małej retencji w lasach.



Ryc. 29 Ciąg koralikowych zbiorników małej retencji wykonany w górach przez Klub Przyrodników przy współpracy z Nadleśnictwem Wałbrzych (fot. Ryszard Majewicz)



Ryc. 30 Podpiętrzanie wody na zbiorniku w Nadleśnictwie Żmigrod (fot. Ryszard Majewicz)



Ryc. 31 Kałuże ekologiczne w Nadleśnictwie Śnieżka (fot. Ryszard Majewicz)



Ryc. 32 Kaskada zbiorników z przelewami górnymi w Nadleśnictwie Śnieżka (fot. Ryszard Majewicz)



Ryc. 33 Renaturyzacja torfowisk w Nadleśnictwie Śnieżka (fot. RDLP Wrocław)



Ryc. 34 Jedna z 50 zastawek zamontowanych na rowie w Nadleśnictwie Ruszów w ramach kompensacji budowy autostrady A4 (fot. Jerzy Dauber)



Ryc. 35 Przepust łukowy pod drogą, odprowadzający nadmiar wód ze studni obudowany kaszycą w Leśnictwie Podgórzyn (fot. Ryszard Majewicz)



Ryc. 36 Drewniana studnia przelewowa i piętrząca wód wzebraniowych, odtworzony zbiornik zbiorczy w zlewni kilku potoków w Nadleśnictwie Podgórzyn (fot. Ryszard Majewicz)

Retencja dolinowa

Poprzez przywracanie naturalnej retencji dolin rzecznych można skutecznie minimalizować negatywne skutki procesów, jak powódzie i susze. Tworzenie i utrzymanie stref buforowych wzdłuż cieków, rowów istotnie ogranicza dopływ zanieczyszczeń do wód i zmniejsza ich podatność na eutrofizację. Renaturalizacja przekształconych cieków, przywracanie terenów zalewowych pozwala odtworzyć naturalne warunki retencyjne gleb aluwialnych i zbiorowisk zmniejszając spływ wód i ograniczając zasięg powodzi.



Ryc. 37 Przyjazna naturze renaturalizacja koryt (wg. Dobre praktyki w realizacji obiektów małej retencji w górach. Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie, 2010.)



Ryc. 38 Przyjazna naturze renaturalizacja koryt (wg. Dobre praktyki w realizacji obiektów małej retencji w górach. Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie, 2010.)

6.3 Dobre praktyki na terenach zabudowanych

Zagospodarowanie wód opadowych na terenach zabudowanych jest kluczem do taniej i kompleksowej adaptacji do zmian klimatu. Obecnie wody opadowe i roztopowe traktowane są jak ścieki, kierowane bezpośrednio do kanalizacji, a następnie do rzek. W efekcie podczas nawałnych opadów, ze względu na niewydolne systemy odprowadzania wód dochodzi do podtopień na terenie miejscowości (zalane ulice, tunele, piwnice, etc.), rośnie również ryzyko powodzi w obrębie dolin rzecznych ze względu na szybki dopływ dużej ilości wód do rzek i cieków, rowów. Retencja wód opadowych poprzez zatrzymanie ich na terenie zabudowanym znacznie spowalnia odpływ wody z terenów zabudowanych, zmniejszając ryzyko powodzi. Wody opadowe mogą być ujęte w systemy zwiększające infiltrację oraz retencję poprawiając zasilanie wód gruntowych w zlewniach zabudowanych oraz przynosząc wymierne korzyści ekonomiczne.

Zgromadzona w zagłębieniach, oczkach wodnych, małych zbiornikach retencyjnych - woda po pierwsze poprawia mikroklimat terenów zabudowanych, korzystnie wpływa na wilgotność powietrza i obniżenie temperatur w okresach letnich. W przypadku wystąpienia fal upałów minimalizuje negatywne skutki suszy. Wykorzystanie zretencjonowanych wód opadowych do nawodnień może zmniejszyć koszty utrzymania terenów zielonych (skwerów, rabat, ogrodów). Niższe koszty utrzymania mogą stanowić zachętę do tworzenia **zielonej infrastruktury** dla mieszkańców oraz przedsiębiorców.

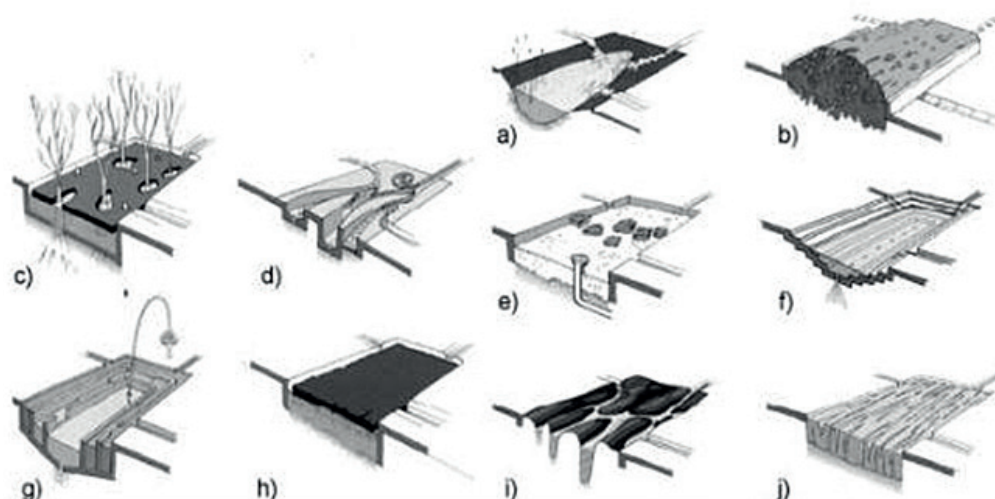
Zielona infrastruktura nazywana jest „systemem podtrzymywania życia” (Benedict, McMahon 2006; Sylwester 2009), a jej znaczenie związane jest przede wszystkim z dostarczaniem usług ekosystemowych np. zapewnienie czystej wody i powietrza, miejsc do rekreacji, ochrony przed powodzią, bioróżnorodności (Giedych R., Szulczewska B., Maksymiuk G, 2013).

Zielona infrastruktura zasilana wodami opadowymi łagodzi zmiany klimatu i wpływa na poprawę jakości powietrza. Wzrost terenów zielonych wpływa na wzrost udziału powierzchni biologicznie czynnej, co przekłada się na wzrost bioróżnorodności ekosystemów miejskich i poprawę jakości życia. Zagospodarowanie skwerów, ulic powinno polegać na ich odbetonowaniu, urozmaiceniu nawierzchni poprzez wprowadzanie struktur przepuszczalnych (żwir, kamień kruszony, piasek, kostka ażurowa), nasadzenia krzewów, traw ozdobnych i roślin kwitnących, drzew, odtworzenia alei, tworzenia zielonych dachów i ścian.

Zbiorniki retencyjne na wody opadowe tworzone w centralnych punktach osiedli mieszkaniowych, marketów, placów to nie tylko otwarte powierzchnie wodne, mogą to być obiekty wielofunkcyjne: wodne place zabaw, labirynty wodne, baseny żwirowe z roślinnością trawiastą i roślinami ozdobnymi, parki sensoryczne, systemy kaskad, wodospadów obsadzone roślinnością, które w okresie mokrym generują przepływ wody, w suchym zachodzi retencja roślinna. Zatem są to obiekty, które mogą poprawiać znacząco walory estetyczne krajobrazu, sprzyjać rekreacji i wypoczynkowi mieszkańców, integrować społeczności lokalne, sprzyjać tworzeniu inicjatyw i miejsc spotkań, podnosząc wartość zaniedbanych dzielnic. Ważnym elementem zielonej infrastruktury powinna być jej samowystarczalność, czyli zapewnienie dopływu wód opadowych do jej zasilania i dobór gatunków wieloletnich, nie wymagających dużych zabiegów pielęgnacyjnych.

Zadrzewianie otwartych zabudowanych przestrzeni w terenach zurbanizowanych, np. parkingów przy supermarketach, parkingów miejskich może być ważnym etapem adaptacji, gdyż w przypadku fal upałów rozgrzane nawierzchnie betonowe oraz same samochody dodatkowo emitują ciepło wpływając na znaczny wzrost temperatury powietrza i zwiększenie efektu miejskiej wyspy ciepła, pogorszenie komfortu użytkowników. Podczas upalnych dni na wagę złota są zacienione miejsca

parkingowe, oraz punkty w których mieszkańcy mogą odpocząć podczas upałów. Wśród przykładów dobrych praktyk warto wymienić osiedla niemieckie (Kronsberg w Hanowerze, Scharnhauser Park w Ostfildern k. Stuttgartu, Arkadien Asperg pod Stuttgartem czy Küppersbusch w Gelsenkirchen), holenderskie (Nieuwland i Vathorst w Amersfoort, Carnisselande-Portland pod Rotterdamem, Monnikenhuizen w Arnhem), szwedzkie (Augustenborg oraz VastraHamnem w Malmö) czy brytyjskie (Greenwich Millennium Village w Londynie, Elvetham w Hampshire), (Burszta-Adamiak, 2012).



Ryc. 39 Przestrzenie publiczne zwiększające pojemność retencyjną:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| a) staw bioretencyjny | f) zbiornik schodkowy, infiltracyjny |
| b) plac gąbkowy | g) labirynt wodny |
| c) plac pływający z uprawą hydroponiczną | h) trawnik pływający |
| d) wodny plac zabaw | i) "kanion" |
| e) plac żwirowy podczyszczający wodę | j) "mata wodochłonna" |



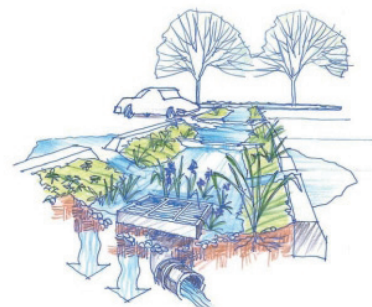
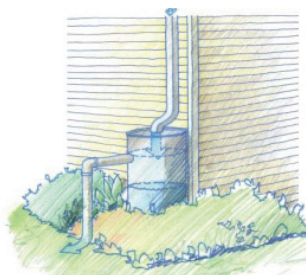
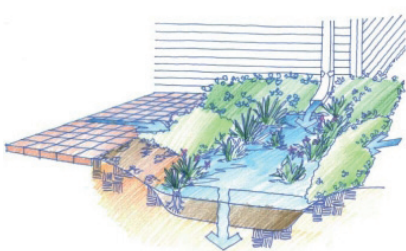
Ryc. 40 Przykłady rozwiązań z zastosowaniem zielonej infrastruktury (CLIMCITY)



Ryc. 41 System drenażu na osiedlu Augustenborg w Malmö (Szwecja) jest przykładem inicjatywy mającej na celu m.in. odciążenie systemów kanalizacyjnych oraz poprawę bioróżnorodności terenu. W latach 1998–2002 na terenie osiedla powstało wiele zrównoważonych systemów drenażu, w tym rowy chłonne, stawy retencyjne, dachy zielone oraz obszary bioretencji (Burszta-Adamiak, 2012)



Ryc. 42 Zrównoważone zagospodarowanie wód opadowych - Szwecja (Burszta-Adamiak, 2012)



Ryc. 43 Przykłady zagospodarowania wód opadowych na terenach zurbanizowanych: deszczowe ogrody, biosystemy do spowalniania odpływu wód zamiast typowej kanalizacji burzowej (The Chicago Green Alley) ²⁷.



Ryc. 44 Zacienione miejsce publiczne w Barcelonie



Ryc. 45 Ogród deszczowy jako element kanalizacji burzowej w mieście²⁸.

POTENCJALNE AKTYWA NIEBIESKO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY		
Skala miejsca, osiedlowa	Skala miasta lub dzielnicy	Skala miejskiego obszaru funkcjonalnego, metropolii, regionu
<ul style="list-style-type: none"> • drzewa przy drogach • zielone ściany, dachy • skwery • prywatne ogrody • place miejskie • zieleńce osiedlowe • lokalne drogi, dojścia do posesji • ścieżki piesze i rowerowe • cmentarze i place przykościelne • przestrzenie otwarte • stawy i strumienie • zagajniki • place zabaw • boiska sportowe • lokalne formy ochrony przyrody • tereny przyszkolne • rowy i podobne obniżenia terenu • ogródki działkowe • tereny czasowo wyłączone z użytkowania lub porzucone 	<ul style="list-style-type: none"> • zadrzewienia komunalne • lokalizacje biznesowe • parki miejskie • kanały miejskie • zieleńce miejskie • parki leśne • parki (założenia krajobrazowe) • ciągłe nadbrzeża • place komunalne • jeziora • duże przestrzenie rekreacyjne • rzeki i ich doliny • tereny przemysłowe • wyrobiska po kopalinach • tereny rolnicze • składowiska odpadów 	<ul style="list-style-type: none"> • parki regionalne • parki narodowe • parki krajobrazowe • rzeki i ich doliny • linie brzegowe dużych rzek i jezior • zbiorniki wodne • kanały • duże, strategiczne szlaki transportu • sieci drogowe i kolejowe • zaprojektowane zielone pasy i luki w zabudowie • lasy i zadrzewienia • otwarte krajobrazy wiejskie • tereny rolnicze • otwarte tereny we władaniu publicznym

Tabela 4 Potencjalne aktywa niebiesko-zielonej infrastruktury w mieście²⁹



Ryc. 46 Edukacja i promocja zrównoważonego podejścia do gospodarowania wodą na terenie zabudowanym³⁰.

7. Źródła finansowania działań z zakresu retencji, ochrony bioróżnorodności oraz adaptacji do zmian klimatu

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 Finansowany z Funduszu Spójności (FS), którego podstawowym celem jest wspieranie rozwoju europejskich sieci transportowych oraz ochrony środowiska w krajach UE oraz z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR). Jedną z osi priorytetowych jest – **Oś priorytetowa II Ochrona środowiska w tym adaptacja do zmian klimatu Działanie 2.1 Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska.**

Typy projektów:

2. Realizacja zadań służących osiągnięciu dobrego stanu wód (renaturyzacja cieków wodnych, mokradeł, torfowisk, przywracanie ciągłości ekologicznej cieków, rozbiórka wałów przeciwpowodziowych, poprawa stanu wód w zbiornikach wodnych i jeziorach);
3. Wsparcie ponadregionalnych systemów małej retencji (ponadwojewódzkich) (odbudowa, modernizacja i małych urządzeń piętrzących do nawodnień i spowolnienia odpływu wód, renaturyzacji siedlisk podmokłych, adaptacja istniejących systemów melioracyjnych do pełnienia funkcji retencyjnych);
4. Budowa, przebudowa lub remont urządzeń wodnych przyczyniających się do zmniejszenia skutków powodzi i suszy (projekty z Master Planów dla dorzeczy/zbiorniki suche, kanały ulgi, poldery przeciwpowodziowe);
5. Systemy gospodarowania wodami opadowymi na terenach miejskich;
10. Działania informacyjno – edukacyjne w zakresie zmian klimatu i adaptacji do nich. Beneficjentami mogą być: j.s.t. oraz ich związki, LP, RZGW, KZGW, IMiGW, WiOŚ, GiOS, MŚ, KGPSR.

Działanie 2.4 - Ochrona przyrody i edukacja ekologiczna

Typy projektów:

1. Ochrona in-situ lub ex-situ zagrożonych gatunków i siedlisk przyrodniczych:
 - a) Działania o charakterze dobrych praktyk, związane z ochroną zagrożonych gatunków i siedlisk przyrodniczych (poprawa warunków hydrologicznych w siedliskach/ zmniejszenie presji na gatunki i siedliska);
2. Rozwój zielonej infrastruktury:
 - a) Drożność korytarzy ekologicznych o zasięgu lokalnym i regionalnym;
 - b) Drożność korytarzy ekologicznych o zasięgu ogólnokrajowym i międzynarodowym.
5. Prowadzenie działań informacyjno-edukacyjnych w zakresie ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania jego zasobów:
 - b) budowanie potencjału i integracja grup wywierających największy wpływ na ochronę przyrody;
 - c) edukacja społeczności obszarów chronionych w tym Natury 2000.

W zależności od rodzaju konkursu beneficjentami mogą być: j.s.t. oraz ich związki, LP, RZGW, KZGW, IMiGW, WiOŚ, GiOS, MŚ, KGPSR, NGO.

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

NFOŚ i GW ze środków krajowych wspiera, m.in.:

- ochronę i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi – gospodarka wodno-ściekowa w aglomeracjach,
- przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska z likwidacją skutków,
- ochrona różnorodności biologicznej i funkcji ekosystemów – ochrona obszarów i gatunków cennych przyrodniczo,
- edukację ekologiczną, tj. upowszechnianie wiedzy z zakresu ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju, kształtowanie zachowań prośrodowiskowych ogółu społeczeństwa, w tym dzieci i młodzieży,

aktywizacja społeczna – budowanie społeczeństwa obywatelskiego w obszarze ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.

Beneficjenci w zależności od ogłoszonego konkursu.

NFOŚ i GW jest również operatorem dla wybranych konkursów POIŚ 2014 -2020 oraz Programu LIFE www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/edukacja-ekologiczna/
<http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/>

Regionalne Programy Operacyjne 2014-2020

Działania z zakresu ochrony środowiska są finansowane w RPO ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W ramach V osi priorytetowej „Środowisko” w poszczególnych województwach realizowane mogą być przedsięwzięcia z zakresu:

- ochrony zasobów wody, systemów małej retencji, inwestycji przeciwpowodziowych,
- zabezpieczenia obszarów miejskich przed niekorzystnymi zjawiskami pogodowymi,
- systemów wczesnego ostrzegania i prognozowania zagrożeń,
- ochrony różnorodności biologicznej,
- ochrony siedlisk i gatunków,
- edukacji ekologicznej.

W zależności od rodzaju konkursu beneficjentami mogą być: j.s.t. i ich związki i stowarzyszenia, jednostki organizacyjne j.s.t., administracja rządowa, LP, LGD, NGO, LOT, spółki prawa handlowego, szkoły wyższe, jednostki naukowo – badawcze.

Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Wojewódzkie Fundusze wspierają zadania z zakresu gospodarki wodnej, m.in.: zwiększanie zasobów dyspozycyjnych wody oraz wyższa skuteczność ochrony przeciwpowodziowej poprzez wspieranie budowy zbiorników retencyjnych, programów małej retencji, budowa i modernizacja urządzeń ochronnych na ciekach, przeciwdziałanie skutkom suszy oraz powstrzymanie degradacji i odbudowa naturalnej retencji. W zależności od województwa kierunki wsparcia mogą się różnić w niewielkim zakresie – źródła informacji strony internetowe WFOŚ i GW w danym województwie.

Działając w skali lokalnej można korzystać z wielu różnych możliwości wsparcia lokalnych działań retencyjnych i ochrony bioróżnorodności.

To m.in. środki samorządu przeznaczone dla organizacji pozarządowych:

- dotacje na realizację zadań publicznych na podstawie ustawy o działalności pożytku publicznego oraz o wolontariacie <http://poradnik.ngo.pl/dotacje-ze-srodkow-publicznych>,
- zlecenie zadania przez samorząd z pominięciem ww. trybów w sytuacji wystąpienia klęski żywiołowej, katastrofy naturalnej w rozumieniu ustawy o stanie klęski żywiołowej,
- budżet partycypacyjny (obywatelski) to wydzielona część budżetu gminy, która wydawana jest na cele zgłaszane i wybierane przez samych mieszkańców, wybrane projekty realizuje samorząd, zwykle konkurs organizowany jest raz do roku,
- fundusz sołecki to wydzielona w budżecie gminy kwota zagwarantowana dla poszczególnych sołectw na przedsięwzięcia poprawiające jakość życia mieszkańców. To mieszkańcy na zebraniu sołeckim decydują na co środki finansowe powinny zostać przeznaczone.

Inne dostępne środki dla organizacji pozarządowych:

- **konkursy ogłaszane przez Starostwa Powiatowe, Urzędy Marszałkowskie** dla organizacji pozarządowych www.fundusze.ngo.pl,
- **konkursy Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej** na edukację ekologiczną i ochronę przyrody,
- **konkursy ogłaszane przez fundacje grantodawcze** oraz banki i firmy odpowiedzialne społecznie, np. Fundusz Naturalnej Energii, Inicjatywy Społeczne „Po stronie Natury”,
- **fundusze crowdfundingowe** czyli zbiórki przez Internet poprzez wpłaty osób prywatnych na określony cel np.: www.crowdfunding.pl.

8. LITERATURA

1. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do 2020 r. z perspektywą do roku 2030 (SPA)
2. Poradnik przygotowania inwestycji z uwzględnieniem zmian klimatu, ich łagodzenia, przystosowania do tych zmian oraz odporności na klęski żywiołowe 2015
3. Podręcznik adaptacji dla miast – Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu, 2014, MŚ
4. Zawora T., Ziernicka A. 2003. Precipitation variability in time in Poland in the light of multiannual mean values (1891-2000). *Studia Geograficzne 75 Acta Universitatis Wratislaviensis No 2542*, Wrocław 2003, 123-128
5. Kożuchowski 1996, Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych, *Przeg. Geogr.* 68
6. Ziernicka-Wojtaszek A., 2009, Weryfikacja rolniczo-klimatycznych regionalizacji Polski w świetle współczesnych zmian klimatu. *Acta Agrophysica*, 13(3), 803-812.
7. Sadowski M., et al, 2013, Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070,
8. BIAŁA KSIĘGA, Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania, KWE, 2009
9. COM(2013) 216 final Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu
10. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa, *Dz.U. L 20 z 26.1.2010*,
11. Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, z późn. zm., *Dz.U.L206 z 22.7.1992*,
12. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=URISERV%3Aev0029>
13. <http://klimada.mos.gov.pl>
14. <http://www.imgw.pl/klimat>
15. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#1
16. Klimada, Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070, 2013, IOŚ-PIB
17. klimada.mos.gov.pl
18. Łagodzenie zmian klimatu i adaptacja do zmian klimatu w ocenie oddziaływania na środowisko, GDOS
19. Natura 2000 standardowy formularz danych dla obszarów specjalnej ochrony (OSO) dla obszarów spełniających kryteria obszarów o znaczeniu wspólnotowym (OZW) dla specjalnych obszarów ochrony (SOO)
20. natura2000.gdos.gov.pl
21. Okołowicz W., Martyn D., 1984: Regiony klimatyczne. [W:] Atlas Geograficzny Polski. PPWK, Warszawa.
22. Poradnik dotyczący włączania problematyki zmian klimatu i różnorodności biologicznej do oceny oddziaływania na środowisko, UE
23. Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej oraz Plan działań na lata 2014-2020, Projekt z dnia 23 maja 2014 r.
24. Sprawozdanie z realizacji zadań zawartych w Programie Ochrony Środowiska dla Powiatu Oleśnickiego, PO, 2012
25. Unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.
26. www.nature.com/nclimate
27. www.ncdc.noaa.gov

Zmiany klimatu są faktem.

Gwałtowne zjawiska klimatyczne będą miały coraz większy wpływ na funkcjonowanie wielu społeczności i obszarów w Polsce.

Jakie są prognozy i skutki zmian klimatu w Polsce, co można zrobić na poziomie lokalnym aby im przeciwdziałać, jak wykorzystać potencjał retencyjny oraz środowisko przyrodnicze w łagodzeniu zmian klimatu, skąd wziąć środki finansowe na lokalne projekty adaptacji do zmian klimatu?

Odpowiedzi na te pytania można znaleźć w niniejszym poradniku, który został wydany na potrzeby projektu pn. „Współdziałanie środowisk na rzecz adaptacyjności do zmian klimatycznych poprzez małą retencję i ochronę bioróżnorodności”.

Celem projektu jest podniesienie wiedzy i integracja środowisk mających największy wpływ na działania w zakresie adaptacji do zmian klimatycznych poprzez wykorzystanie małej retencji do odnowy zasobów wodnych i przywracania równowagi środowiska przyrodniczego. Projekt ma umożliwić współpracę, przekazywanie dobrych praktyk i mobilizować środowiska do działań adaptacyjnych zarówno na szczeblu lokalnym/gminnym jak i regionalnym.

Więcej na: www.malartencja.pl, www.pszczoly.zielonaakcja.pl



Fundacja Ekologiczna "Zielona Akcja" jest organizacją pożytku publicznego działającą na rzecz bioróżnorodności, małej retencji i adaptacji do zmian klimatycznych. W ciągu wielu lat zespół Fundacji wypracował własne metody angażowania lokalnych społeczności w działania związane z ochroną środowiska, przyrody i krajobrazu, turystyki, wytwórczości lokalnej.

Organizacja łączy różne grupy społeczne i samorządy we wspólnym działaniu dla przyrody.

Więcej na: www.zielonaakcja.pl



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko

Unia Europejska
Fundusz Spójności



www.mapadotacji.gov.pl