

**Zespół ds. Odbudowy Odporności po Powodzi Komitetu Nauk o Wodzie
i Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk**

Skład Zespołu: **Tomasz WALCZYKIEWICZ** (przewodniczący), **Mateusz BALCEROWICZ**, **Marta BARSZCZEWSKA**, **Jerzy GRELA**, **Tomasz KAŁUŻA**, **Stanisław KOSTECKI**, **Leszek KSIAŻEK**, **Piotr PARASIEWICZ**, **Wioletta ROGULA-KOZŁOWSKA**, **Michał SZYDŁOWSKI**, **Janusz ZALESKI**, **Anna ŁOBODA** (sekretarz)

Raport z zadania obejmującego opracowanie długofalowych strategii oraz rekomendacji rozwiązań wspierających odbudowę odporności społeczeństwa i infrastruktury na skutki powodzi oraz zapewnienia wsparcia eksperckiego w zakresie zarządzania ryzykiem powodziowym (zlewnia Górnej Odry)

1. Podstawa formalna działania Zespołu

Zespół został powołany Uchwałą nr 4/2024 Komitetu Nauk o Wodzie i Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk z dnia 14 listopada 2024 r. [Uchwała 4/2024 KNoWiGW]. W przedmiotowej Uchwale zebranie plenarne Komitetu powołało zespół zadaniowy w celu opracowania długofalowych strategii oraz rekomendacji rozwiązań wspierających odbudowę odporności społeczeństwa i infrastruktury na skutki powodzi oraz zapewnienia wsparcia eksperckiego w zakresie zarządzania ryzykiem powodziowym (zlewnia Górnej Odry).

2. Wprowadzenie do problematyki raportu

Gdyby rozpatrywać kwestię rozwoju cywilizacyjnego, uwzględniając problemy bezpieczeństwa rozumianego jako ochrona przed groźnymi zjawiskami związanymi z siłami natury – to patrząc w przeszłość – zadajmy pytanie, „czy klęski żywiołowe stanowiły – przypominały w sposób tragiczny – o ograniczeniach ludzkich możliwościach rozwojowych”? Niestety odpowiedź jest jednoznaczna: obserwacja dotychczasowych kierunków rozwoju cywilizacyjnego wskazuje, że ludzkość, w miarę upływu lat, zapomina o nauce płynącej z przeszłych doświadczeń. Dokonujący się postęp technologiczny

* Raport wyraża poglądy Komitetu i nie powinien być utożsamiany ze stanowiskiem Polskiej Akademii Nauk

utwierdza nas w przekonaniu, że możemy przekroczyć każdą granicę, nie ponosząc konsekwencji.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego jednym z podstawowych obowiązków państwa jest stworzenie warunków przetrwania ludności w sytuacjach ekstremalnych. Z tego też względu wszystkie regiony kraju, w zależności od zagrożenia i skali potencjalnych związanych z nim strat, powinny być zabezpieczone przed skutkami klęsk żywiołowych i katastrof cywilizacyjnych. Dla skutecznego osiągnięcia tego celu konieczne jest konsekwentne prowadzenie i doskonalenie badań podstawowych i stosowanych pozwalających rozpoznawać rodzaje zagrożeń, ich skalę i sposoby ograniczania skutków, a także opracowywać nowe metody i techniki ochrony w razie ich wystąpienia. Prace tego rodzaju tworzą podstawy do decyzji o wymiarze społecznym, politycznym oraz działań operacyjnych i komercyjnych.

Dla człowieka poszkodowanego obojętne jest, czy poniesiona strata lub powstała szkoda spowodowana została w wyniku zaistniałej klęski od sił przyrody czy też z powodu wynikłej katastrofy cywilizacyjnej; we wszystkich przypadkach potrzebna jest pomoc. Działania naprawczych wymaga również zniszczona infrastruktura czy zdegradowane ekosystemy.

Do ważnych czynników zapewniających bezpieczeństwo w odniesieniu do klęsk żywiołowych należy:

- stan środowiska i gospodarki, a szczególnie ich podatność na istotne pogorszenie warunków życia w sytuacjach nadzwyczajnych, w przypadku klęsk żywiołowych;
- stan struktury, prawny, organizacyjny i logistyczny służb publicznych i administracji specjalnej;
- świadomość i poziom edukacji obywateli oraz ich zdolność adaptacji do sytuacji nadzwyczajnych, a w szczególności do wykonywania nietypowych zadań w takich sytuacjach.

Spośród klęsk żywiołowych w Polsce największe straty powodują powodzie (ponad 40%). W odróżnieniu od wezbrania, które jest zjawiskiem przyrodniczym, powódź jest zjawiskiem zarówno przyrodniczym, jak i gospodarczym. Powódź to wysoki stan wody w rzekach, podczas którego woda po przekroczeniu stanu brzegowego zalewa doliny rzeczne oraz tereny depresyjne, powodując zagrożenie życia i zdrowia ludności, negatywnie oddziałując na środowiska naturalne i wywołując straty materialne.

Obowiązujące w polskim systemie prawnym definicję wprowadziła Dyrektywa Powodziowa [Dyrektywa 2007/60/WE]. Według niej „powódź” – oznacza czasowe pokrycie wodą terenu, który normalnie nie jest pokryty wodą. Definicja ta obejmuje powodzie wywołane przez rzeki, potoki górskie, śródziemnomorskie okresowe ciekły wodne oraz powodzie sztormowe na obszarach wybrzeża, natomiast może nie uwzględniać powodzi wywołanych przez systemy kanalizacyjne. Natomiast „ryzyko powodziowe” oznacza

kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i związanych z powodzią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej.

Jako zjawisko naturalne powódź ma trzy wymiary:

- środowiskowy – wpływ powodzi na środowisko, wpływ technicznych działań związanych z ochroną przed powodzią na środowisko naturalne;
- społeczny – zachowanie społeczności przed, w trakcie i po powodzi, wpływ powodzi na zdrowie ludności, stan psychiczny lub fizyczny wywołany zagrożeniem powodziowym, zmiany w zachowaniu, przemieszczenia i przesiedlenia;
- ekonomiczny – straty materialne i niematerialne, koszty działań na rzecz ochrony przed powodzią.

Zgodnie z zapisami zawartymi w punkcie 6 preambuły Dyrektywy Powodziowej skuteczne zapobieganie powodziom i ograniczanie ich skutków wymaga nie tylko koordynacji między państwami członkowskimi Unii Europejskiej, ale także współpracy z państwami trzecimi. Zasada ta jest zgodna zarówno z Dyrektywą 2000/60/WE [2000], ale również międzynarodowymi zasadami zarządzania ryzykiem powodziowym opracowanymi głównie w Konwencji ONZ o ochronie i użytkowaniu cieków transgranicznych i jezior międzynarodowych, zatwierdzonej decyzją Rady 95/308/WE [1995] i kolejnymi umowami w sprawie jej stosowania. Ramowa Dyrektywa Wodna, ustalając ramy polityki wodnej w Europie, określa zarazem podstawowe cele planowania w gospodarowaniu wodami. Rzeczywiste wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Powodziowej musi się odbywać w poszczególnych państwach, z zachowaniem ich specyfiki w gospodarce wodnej, zasad planowania oraz stosowaniem prawa danego państwa. Należy jednak zwrócić uwagę, że struktura organizacyjna procesu planowania winna umożliwić włączenie w większym stopniu przedstawicieli administracji wodnej w proces realizacji zadań, tak aby ich udział nie ograniczał się jedynie do formułowania specyfikacji i odbioru wykonanych prac wraz z ich opiniowaniem. Optymalne w tym zakresie byłoby osiągnięcie takiej równowagi w działaniach, która z jednej strony zapewni wsparcie procesu planowania ze strony jednostek naukowych w postaci cząstkowych prac, a z drugiej włączy przedstawicieli administracji w formułowanie dokumentów ostatecznych.

Zgodnie z art. 4 ust. 3 Dyrektywy Powodziowej [2007] w przypadku międzynarodowych obszarów dorzeczy lub jednostek zarządzających, o których mowa w art. 3 ust. 2 lit. b), wspólnych z innymi państwami członkowskimi, państwa członkowskie zapewniają wymianę odpowiednich informacji między właściwymi zainteresowanymi organami w ramach funkcjonujących Komisji rzecznych. Również zgodnie z art. 5 określenie na podstawie ust. 1 obszarów należących do międzynarodowego obszaru dorzecza lub do jednostki zarządzającej, o której mowa w art. 3 ust. 2 lit. b), wspólnych z innym państwem członkowskim jest koordynowane przez zainteresowane państwa członkowskie.

Z ekologicznego punktu widzenia ekstremalne zjawiska, takie jak powódzie i susze, stanowią główną siłę napędową w kształtowaniu składu biot wodnych w rzekach [Poff i in., 2007; Wolter i in., 2016; Poff, 2018]. Powódzie są zjawiskiem naturalnym występującym cyklicznie, powodującym znaczną przebudowę hydromorfologii i rumowiska rzeki. Są one uważane za stochastyczne zdarzenia, które zmieniają normalne warunki środowiskowe systemu w sposób znaczący w porównaniu do średniej [Stanford i Ward, 1983; Fuller i in., 2019]. Są one nieodzownym procesem ekosystemów wodnych, a biota wodna jest przystosowana do radzenia sobie z tymi zakłóceniami [Fisher i Grimm, 1991; Lake, 2000; Lytle i Poff, 2004], pod warunkiem, że są one przewidywalne pod względem magnitudy, frekwencji i okresu wystąpienia. Zmiana tych parametrów w wyniku urbanizacji lub zmian klimatycznych prowadzi do deterioracji ekosystemów wodnych i redukcji populacji [Parasiewicz i in., 2019].

2.1. Typy powodzi

Poradnik opracowany w Komisji Europejskiej [FD Reporting Guidance, 2021] dotyczący raportowania procesu wdrożenia dyrektywy powodziowej dzieli powódzie z uwagi na źródło, mechanizm powstania i charakterystykę.

Źródła powodzi

A11 – Rzeczne: Zalewanie lądu wodami pochodzącymi z części naturalnego systemu odwodnieniowego, w tym naturalnych cieków lub zmodyfikowanych cieków i kanałów drenazowych. Źródłem tym mogą być powódzie z rzek, strumieni, kanałów drenazowych, potoków górskich i okresowych cieków wodnych, jezior i powódzie spowodowane topnieniem śniegu.

A12 – Pluwialne: Zalewanie ziemi bezpośrednio przez wodę opadową spadającą na ziemię lub spływającą po niej. Źródłem tym może być miejska woda opadowa, przepływ powierzchniowy z terenów wiejskich lub nadmiar wody, lub powódzie powierzchniowe powstałe w wyniku topnienia śniegu.

A13 – Wody gruntowe: Zalewanie ziemi przez wody podziemne podnoszące się ponad powierzchnię ziemi. Źródłem tym może być podnosząca się woda gruntowa i podziemny przepływ z podniesionych wód powierzchniowych.

A14 – Woda morska: Zalewanie lądu wodą z morza, estuariów lub jezior przybrzeżnych. Źródłem tym może być zalewanie z morza (np. ekstremalny poziom pływów i/lub sztormowe fale przybrzeżne) lub wynikające z działania fal, lub przybrzeżnych tsunami.

A15 – Sztuczna infrastruktura wodonośna: Zalanie lądu wodą pochodzącą ze sztucznej infrastruktury wodonośnej lub awarii takiej infrastruktury. Źródłem tym mogą być powódzie pochodzące z systemów kanalizacyjnych (w tym kanalizacji deszczowej, ogólnospławnej i ściekowej), systemów zaopatrzenia w wodę i oczyszczania ścieków, sztucznych kanałów żeglugowych i zbiorników retencyjnych (np. zapór i zbiorników).

A16 – Inne: Zalanie lądu wodą z innych źródeł, może obejmować inne tsunami.

A17 – Nieokreślone z uwagi na brak danych

Mechanizm powstania powodzi

A21 – Przekroczenie naturalne: Zalanie terenu przez wody przekraczające pojemność ich koryta lub poziom gruntów przyległych.

A22 – Przekroczenie zabezpieczeń powodziowych: Zalanie terenu w wyniku przekroczenia przez wody powodziowe zabezpieczeń przeciwpowodziowych.

A23 – Awaria zabezpieczeń powodziowych lub infrastruktury: Zalanie terenu w wyniku awarii naturalnych lub sztucznych zabezpieczeń powodziowych lub infrastruktury. Ten mechanizm powodzi może obejmować naruszenie lub zniszczenie konstrukcji przeciwpowodziowej lub konstrukcji retencyjnej, lub awarię w działaniu sprzętu pompującego lub zastawek (zamknięć w konstrukcji hydrotechnicznej).

A24 – Blokada/ograniczenie: Zalanie terenu w wyniku naturalnej lub sztucznej blokady, lub ograniczenia kanału, lub systemu transportowego. Ten mechanizm powodzi może obejmować zablokowanie systemów kanalizacyjnych lub z powodu ograniczających konstrukcji kanałów, takich jak mosty lub przepusty, bądź z powodu zatorów lodowych lub osuwisk.

A25 – Inne: Zalanie terenu przez wodę w wyniku innych mechanizmów, na przykład powodzi wywołanych wiatrem.

A26 – Brak danych na temat mechanizmu powodzi.

Charakterystyka powodzi

A31 – Powódź błyskawiczna: powódź, która przybiera i opada dość szybko, bez ostrzeżenia z wyprzedzeniem lub z niewielkim wyprzedzeniem, zwykle w wyniku intensywnych opadów deszczu na stosunkowo małym obszarze.

A32 – Powódź wskutek topnienia śniegu: powódź spowodowana szybkim topnieniem śniegu, prawdopodobnie w połączeniu z opadami deszczu lub zatorami lodowymi.

A33 – Inny gwałtowny początek: powódź, która rozwija się szybko, inna niż powódź błyskawiczna.

A34 – Powódź o średnim tempie jej początku: powódź, która pojawia się wolniej niż powódź gwałtowna.

A35 – Powódź o powolnym tempie jej początku: powódź, której rozwój zajmuje więcej czasu.

A36 – Przepływ rumowiska: powódź niosąca dużą ilość rumowiska.

A37 – Przepływ o dużej prędkości: powódź, podczas której wody powodziowe płyną z dużą prędkością.

A38 – Powódź głęboka, podczas której wody powodziowe mają znaczną głębokość.

A39 – Inne cechy lub brak specjalnych cech.

A40 – Brak danych na temat charakterystyki powodzi

Powyższa klasyfikacja obowiązuje w krajach członkowskich Unii Europejskiej w procesie planowania, opracowywania dokumentów i raportowania w związku z wdrażaniem Dyrektywy Powodziowej [2007]. Do wymaganych prawem dokumentów należą aktualizowane co 6 lat dla obszarów dorzeczy: Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego, Mapy Zagrożenia Powodziowego, Mapy Ryzyka Powodziowego i Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym.

Przyczyny wystąpienia powodzi mogą być wielorakie: intensywne opady deszczu, roztopy wiosenne, zatamowanie biegu rzeki przez zatory lodowe czy osuwiska, uszkodzenie obiektów hydrotechnicznych (np. przerwanie zapory lub wału), cofka i in. Paradoksalnie, częstym i bardzo groźnym zjawiskiem na terenach „suchych” np. miejskich jest powódź gwałtowna (błyskawiczna) (z ang.: *flash flood*).

Istotna jest ocena potencjału powodziowego Polski. Ostatnia z prac monograficznych uwzględniająca tę tematykę ukazała się w 2024 r. nakładem Polskiej Akademii Nauk. W zeszycie 46 Monografii Komitetu Gospodarki Wodnej PAN [2024] przywołano sposoby ilościowego ujęcia zagrożenia poprzez tzw. potencjał powodziowy. Jest to liczbowy wskaźnik, pokazujący, jak duży przepływ może powstać w zlewni. W pracy tej w jej rozdziale 6 przedstawiono wskaźnik potencjału powodziowego k , zaproponowany przez J. François. Jest to wielkość niemianowana z zakresu 0–5, która im większą wartość przyjmuje, tym większa jest zdolność zlewni do tworzenia powodzi. Uwzględnia się w nim maksymalny przepływ graniczny dla rzek na Ziemi, powierzchnię graniczną największego dorzecza oraz wartość WWQ dla analizowanej zlewni i jej powierzchnię. Autorzy niniejszego raportu odsyłają zainteresowanych do powyższej publikacji. Zamieszczono w niej między innymi tabelę zawierającą zestawienie rzek w Polsce o największym potencjale powodziowym oraz tabelę ze zmianami wartości wskaźnika potencjału powodziowego k w profilach wodowskazowych powyżej i poniżej dużych zbiorników wodnych w Polsce.

2.2. Skutki powodzi

W Polsce tereny zagrożone powodzią zamieszkuje około 4 mln ludzi. Największe szkody powódź wywołuje w obszarach wysoce zurbanizowanych. Zagrożone i naruszone są wtedy ważne elementy infrastruktury:

- systemy zaopatrzenia w wodę (w tym ujęcia wody powierzchniowe i podziemne);
- kanalizacja i oczyszczalnie ścieków;
- składowiska odpadów oraz hałdy przemysłowe;
- systemy paliw: stacje paliw, rurociągi przesyłowe i zbiorniki;
- magazyny materiałów niebezpiecznych, konstrukcje budynków oraz budowli komunalnych i przemysłowych;
- konstrukcje budynków oraz budowli komunalnych i przemysłowych;

- infrastruktura mieszkaniowa i obiekty budowlane;
- wały przeciwpowodziowe i inne obiekty hydrotechniczne;
- infrastruktura kontrolno-pomiarowa służb państwowych, w tym Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej.

Zalana kanalizacja, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, hałdy przemysłowe i magazyny materiałów niebezpiecznych powodują zagrożenie ekologiczne dla wód a uszkodzona infrastruktura komunikacyjna utrudnia lub uniemożliwia reagowanie na kryzys.

Wszystko to stwarza realne niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia ludności, a także pociąga za sobą straty materialne. Stanowią one znaczący procent budżetu gmin i miast, a w wielkoobszarowych powodziach istotny koszt dla budżetu państwa.

Powódź 1903

W dorzeczu Odry za największą powódź opadową przed 1997 r. uważa się wezbranie z 9 i 10 lipca 1903 r., kiedy to na południu Śląska doszło do fali opadów w dorzeczu Białej Głucholskiej, Prudnika, Osobłogi i Opawy. Zalane zostały Głucholazy, Prudnik, Jarnołtówek, Raclawice Śląskie. Na Odrze w Krapkowicach fala powodziowa przekroczyła poziom 8 m. W okolicy Koźła rozlewiska miały 6 km szerokości. Pod wodą znalazła się ponad połowa Wrocławia, w tym Stare Miasto, wyspy odrzańskie i ogród zoologiczny. Powierzchnia zalewu obejmującego obszary miast, wsi i pól uprawnych wyniosła 900 km².

Powódź 1934

W dorzeczu Wisły, również dotkniętym powodzią z 1903 r., największym było wezbranie z lipca 1934 r. Spowodowały go intensywne deszcze, zwłaszcza w Tatrach i Gorcach, które spadły na podłoże nasycone przez wcześniejsze duże opady. Powódź o nieotworzonych dotąd rozmiarach objęła dorzecze Dunajca, Raby oraz część dorzeczy Skawy i Wisłoki. Śmierć poniosło 55 osób. Zalanych zostało 1260 km² terenu, przez co straty gospodarcze były olbrzymie.

Powódź 1970

Przyczyną powodzi, która wystąpiła w lipcu, były opady atmosferyczne, które wystąpiły w ciągu trzech dni od 17 do 19 lipca. Prognozy opracowane przez synoptyków 18 lipca wskazywały, iż przelotne opady w górskich obszarach woj. krakowskiego będą ustępować. Tymczasem największe sumy opadów zanotowano w zachodniej i środkowej części zlewni Wisły. Najwyższe sumy dobowe zanotowano 18 lipca w całej zlewni górnej Wisły po zlewnię Wisłoki. Na wielu stacjach opad dobowy przekroczył 200 mm, a w ciągu trzech dni osiągnął 300 mm. Średnia opadów dla całej zlewni Wisły wyniosła od 232 mm po Skoczów i 154 mm przed ujściem Sanu. Analizując poszczególne zlewnie, w zlewni Soły zanotowano 200 mm opadów, w zlewni Skawy 230 mm, w zlewni Raby

190 mm, w zlewni Wisłoki około 110 mm i w zlewni Sanu 70 mm. Pojemność koryta górnej Wisły i liczne uszkodzenia wałów poniżej Krakowa spowodowały, że wznios fali powodziowej w środkowym i dolnym biegu górnej Wisły stopniowo malał, osiągając w Szczuconinie 6,3 m, w Sandomierzu 5,1 m i w Zawichoście 3,8 m. Maksymalne wysokości fali powodziowej na dopływach wyniosły odpowiednio w Sole 4,6 m, w Skawie 4 m, w Rabie 9 m, w Dunajcu 8,4 m, w Wisłoce 5,6 m, a w Sanie z Wisłoki 4 m. Odpływ powodziowy w dniach od 17 do 25 lipca Wisłą do ujścia Soły wyniósł 150 mln m³. Odpływ Soły wyniósł 200 mln m³, Skawy 100 mln m³, Raby 180 mln m³, Dunajca 700 mln m³, Wisłoki 200 mln m³, a Sanu 500 mln m³. Warto przy tej okazji przytoczyć całkowitą pojemność zbiornika Świnna Poręba przekraczającą 160 mln m³. Całkowity odpływ Wisły poniżej ujścia Sanu wyniósł 2265 mln m³. Powódź charakteryzowała się pojedynczą falą powodziową o znacznej wysokości, dużymi prędkościami przesuwania się kulminacji fali powodziowej i występowaniem kulminacji w tym samym czasie na znacznych odcinkach rzek. Straty powodziowe przekroczyły według ówczesnych szacunków 2140 mln zł. Wezbrane rzeki sparaliżowały komunikację w trakcie sezonu urlopowego. Nieprzejezdne było prawie 300 km dróg na Sądecczyźnie, Żywiecczyźnie i Podhalu. Doszło do paraliżu komunikacji kolejowej.

Powódź 1982

Była to najgroźniejsza ze współczesnych powodzi zatorowych. Spowodowały ją wyjątkowo niekorzystne warunki meteorologiczne. Po kilkudniowej odwilży nastąpiło gwałtowne ochłodzenie i w ciągu kilkunastu godzin temperatura powietrza spadła o ok. 20°C (od 1° do -20°C). Bezchmurna pogoda sprzyjała wypromieniowaniu przez wodę ciepła i tworzeniu się w wodzie śryżu, który w krótkim czasie wypełnił 1/3 objętości zbiornika we Włocławku, niemal całkowicie hamując przepływ wody. W efekcie utworzył się zator śryżowo-lodowy nastąpiły przerwania wałów ochronnych i wylewy wody na przylegające tereny. Zalana została lewobrzeżna część Płocka, ewakuowano 14,5 tys. ludzi z 2700 gospodarstw, pod wodą znalazło się około 10 tys. ha gruntu.

Powódź 1997

Spowodowały ją kilkudniowe, trwające od 5 do 9 lipca, opady osiągające lokalnie 500 mm, które 3–4 razy przekraczały średnie sumy miesięczne. [Dorzecze Wisły IMGW, 1999; Dorzecze Odry IMGW, 1999] Charakterystyczną cechą omawianego wezbrania był niezwykle gwałtowny przybór wody w rzekach. Maksymalne dotychczas zanotowane poziomy wody zostały na górnej Odrze przekroczone na odcinku długości ponad 500 km, licząc od granicy państwa. Od Chałupek do ujścia Nysy Kłodzkiej zabrakło podziałki na latach wodowskazowych. Od 18 do 22 lipca wystąpiły kolejne opady, które spowodowały wezbrania jeszcze większe od tych z pierwszych dni miesiąca. Ocenia się, że przepływy maksymalne były w niektórych miejscach bliskie przepływowi, jakie statystycznie mogą się zdarzyć z prawdopodobieństwem 0,1% (jest to tzw. woda

tysiącletnia). Zalane lub podtopione zostały niemal wszystkie miasta leżące nad górną i środkową Odrą, zniszczeniu uległo 72 267 budynków, 612 km obwałowań, 3744 mosty. W tym okresie powódź wystąpiła również w dorzeczu Wisły. W całej Polsce spowodowała wielkie straty materialne. Ogółem w Polsce śmierć poniosło 55 osób, a straty oszacowano na 14 mld zł.

Powódź 2001

Jej przyczyną były ulewne opady deszczu i burze, które ze zmienną intensywnością występowały przez cały lipiec. Podczas 1–2 dni spadło miejscami dwukrotnie więcej deszczu niż przeciętnie w ciągu miesiąca. Spowodowało to zagrożenie powodziowe na całej długości Wisły, spotęgowane dodatkowo awariami budowli hydrotechnicznych. Doszło do rozmycia wałów w rejonie zbiornika Chańcza na Czarnej Staszowskiej oraz przerwania grody budowanego zbiornika Wióry na Świślinie i w konsekwencji zalania znacznej części Ostrowca Świętokrzyskiego. Stany alarmowe zostały przekroczone od Sandomierza aż do zbiornika we Włocławku, czyli na długości ponad 300 km. Utrzymywały się one przez 2–3 dni, co spowodowało, że wały przeciwpowodziowe zaczęły przeziąkać, a w niektórych miejscach zostały przerwane. Do przerwań doszło w rejonie ujścia Sanu do Wisły, obok miejscowości Kamień i Kępa Gostecka. Straty po powodzi w 2001 r. wyniosły 4 mld zł.

Powódź (w rejonie Gdańska) 2001

Nawałnica trwająca niespełna 3 godziny przyniosła opad przewyższający blisko dwukrotnie normę miesięczną i spowodowała wylanie Raduni w Gdańsku-Oruni oraz podtopienie i zalanie dzielnic położonych w centrum miasta, nawet tam, gdzie nie płyną żadne ciekły wodne.

Powódź 2010

W wyniku powodzi, które przeszły przez Polskę w maju i czerwcu 2010 r. ucierpiało 14 z 16 województw [Dorzecze Wisły, IMGW 2011; Dorzecze Odry, IMGW 2011]. W Polsce, w wyniku powodzi w 2010 r. życie straciło 25 osób. Poszkodowanych zostało 69 961 rodzin, a 14 565 ewakuowano. Straty poniosło 811 gmin oraz około 1,4 tys. przedsiębiorstw. Żywiół zniszczył 18 194 budynki mieszkalne oraz ponad 800 szkół i 160 przedszkoli. Powódź uszkodziła ponad 10 tys. km dróg gminnych, powiatowych i wojewódzkich, 1625 mostów, 166 oczyszczalni ścieków, przeszło 210 km sieci wodociągowej, 50 km sieci energetycznej i 196 km sieci telekomunikacyjnej. Żywiół dotknął 105 152 gospodarstwa rolne. Woda zalała 682 894 ha ziemi (m.in. gruntów rolnych, pastwisk, łąk). Uszkodzonych zostało również 8927 km wałów przeciwpowodziowych, koryt rzek i cieków wodnych. Wysokość strat, jakie zostały poniesione wskutek powodzi, wyniosła ponad 12 mld zł. Wartość ta przekroczyła 0,6% PKB za 2009 r. Upoważniło to rząd RP do przedłożenia Komisji Europejskiej wniosku o wsparcie finansowe odbudowy po szkodach powstałych podczas powodzi w 2010 r.

Powódź 2024

W wyniku powodzi w 2024 r. życie straciło 9 osób. Straty po powodzi w 2024 r., podlegają jeszcze analizie i agregacji. Według danych Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego opublikowanych 17.10.2024 r. oceniono łącznie 13 823 obiekty budowlane, w tym spośród ocenionych obiektów 11 484 zostały zniszczone lub uszkodzone, natomiast 854 to obiekty zagrażające lub mogące zagrażać bezpieczeństwu, wśród nich:

- budynki mieszkalne jednorodzinne – 7392;
- budynki mieszkalne wielorodzinne – 1807;
- budynki użyteczności publicznej – 488;
- budynki gospodarczo-inwentarskie i przemysłowo-magazynowe – 2291;
- inne budynki – 665;
- drogowe obiekty inżynierskie (mosty i wiadukty) – 596;
- drogowe obiekty inżynierskie (pozostałe) – 311;
- obiekty hydrotechniczne – 149;
- inne obiekty – 124;
- ponad 460 km obiektów liniowych, to jest: dróg i sieci uzbrojenia terenu (np. sieci wodociągowe i gazowe).

W wyniku powodzi w skali kraju zalanych zostało 68 tys. ha gruntów rolnych, z tego około 25 tys. to były tereny, na których prowadzona jest produkcja roślinna. Łączne szacowane straty w wyniku wrześniowej powodzi przekraczają 10 mld zł.

2.3. Ocena skutków powodzi

Mówiąc o skutkach katastrofalnych powodzi, należy zdać sobie sprawę, że obecnie polskie rzeki prowadzą różne ilości wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń i że pod tym względem stanowi to o wiele groźniejszy żywioł niż powódzie na początku XX wieku.

Rolnictwo, przemysł i usługi to trzy główne sektory gospodarki. Ich rozwój jest bezpośrednio skorelowany z sytuacją ekonomiczną w kraju. Sektor pierwszy (rolniczy) obejmuje przede wszystkim rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo i przemysł wydobywczy; drugi (przemysłowy) obejmuje przemysł przetwórczy i budownictwo; trzeci to sektor związany z usługami. Najczęściej narażonym na straty w sektorze pierwszym związanym z powodzią jest rolnictwo. Przeciętnie na rolnictwo przypada około 70% ogółu strat bezpośrednich; w dalszej kolejności w sektorze drugim jest to gospodarka przestrzenna, budownictwo i środowisko – 14%. Pozostałe straty przypadają na komunikację – 7% i inną działalność gospodarczą 9%. Natomiast wzrastająca częstotliwość powodzi, ich magnitudy i okres występowania na przemian z długimi okresami suszy ma także negatywny wpływ na kondycję organizmów wodnych, a w konsekwencji na rybołówstwo. Straty są powiązane także z niską odpornością na stres i resiliencją ekosystemów rzek uregulowanych i zanieczyszczonych, takich jak np. Odra.

W Polsce problemem jest brak spójnego systemu gromadzenia danych o stratach i szkodach. Powinien on umożliwiać:

- długotrwałe przechowywanie danych o powodziach historycznych na obszarze Polski z możliwie dużą dokładnością. Optymalnym rozwiązaniem jest gromadzenie danych w podziale na gminy, gdyż taka dokładność umożliwia rzetelne analizy dla celów planowania i zarządzania ryzykiem powodziowym i wybór odpowiednich działań ograniczających ryzyko powodzi w odpowiednim miejscu i przez odpowiednie instytucje oraz inne podmioty odpowiedzialne za ograniczanie strat powodziowych;
- gromadzenie danych o stratach i szkodach powodziowych w majątku publicznym, jak również prywatnym, szkodach psychologicznych i pośrednich. W świetle działań państwa skierowanych na system pomocy adresowany do podmiotów prywatnych, przedsiębiorców, należałoby zwrócić uwagę na stałe, systematyczne gromadzenie szkody w majątku indywidualnym i prywatnym w celu możliwości analizowania problemów i potrzeb, jak również wyboru odpowiednich działań i instrumentów dla ograniczania ryzyka powodzi w odniesieniu do tych grup;

Warto podkreślić, iż w dotychczasowej praktyce planowania uwzględniane były głównie wielkie powodzie na dużych rzekach. Istotnym problemem są:

- wspomniane wielkie powodzie, powodujące duże straty, jak powodzie w latach 1997, 2001 i 2010;
- mniejsze powodzie występujące niemal co rok lub kilka lat, na mniejszych ciekach, które powodują w skali roku mniejsze straty niż wielkie powodzie, ale w skali kilku lat generują taką wielkość strat jak wielkie powodzie [Parasiewicz i in., 2019].

2.4. Antropogeniczne przyczyny powodzi i możliwości ograniczenia jej skutków

Do najważniejszych przyczyn powodzi, które wynikają z działalności człowieka, należą między innymi:

- błędy w planowaniu przestrzennym;
- zajmowanie pod budowę infrastruktury miejskiej i przemysłowej terenów sąsiadujących z rzeką, eliminując tym samym możliwość naturalnego retencjonowania wzbierających wód;
- transfer zagrożenia powodziowego poprzez nieprzemyślaną kanalizację i regulację rzek;
- zły stan techniczny istniejących wałów przeciwpowodziowych oraz urządzeń odwadniających zawala;
- zmniejszenie lub eliminowanie obszarów naturalnego wsiąkania wód do gruntu, także przez niewłaściwe praktyki rolnicze.

Z drugiej strony, przez racjonalne działania w istotny sposób można ograniczyć skutki powodzi, stosując techniczne i nietechniczne metody redukcji ryzyka powodziowego.

Wśród technicznych metod można wyróżnić:

- inwestowanie w infrastrukturę odporną na zmiany klimatyczne oraz odsunięcie od terenów zalewowych infrastruktury krytycznej dla funkcjonowania aglomeracji;
- unikanie nadmiernego uszczelniania powierzchni przez wykonywanie nawierzchni asfaltowych lub betonowych i zamiana ich na powierzchnie przepuszczalne, np. na parkingach lub miejscach przeznaczonych dla odpoczynku i rekreacji;
- inwestowanie w zielono-niebieską infrastrukturę, tj. w działania służące magazynowaniu wody opadowej przez zwiększenie ilości terenów zielonych oraz powierzchniowych i podziemnych zbiorników retencyjnych wewnątrz dużych aglomeracji miejskich;
- zwiększenie przepustowości małych cieków wodnych, tzn. potoków lub małych rzek, stanowiących odbiorniki wód opadowych w mieście, przez prace utrzymaniowe, np. odmulanie i oczyszczanie koryta;
- doskonalenie systemu prognoz i monitoringu hydrologiczno-meteorologicznego opartego na nowoczesnej automatycznej aparaturze pomiarowej z niezawodnym systemem łączności;
- budowę zbiorników retencyjnych i suchych;
- zwiększenie pojemności retencyjnej na istniejących zbiornikach przez zmianę sposobu gospodarowania wodą na zbiorniku – należy przeanalizować istniejące instrukcje gospodarowania wodą pod kątem lepszego przygotowania zbiornika na potrzeby powodzi;
- należy przeanalizować stopień zamulenia istniejących zbiorników zaporowych i podjąć decyzję o ich ewentualnej renowacji polegającej na odmuleniu czaszy zbiornika (jest to zwykle bardzo kosztowny zabieg i może być niezalecany ze względów ekonomicznych);
- prowadzenie bieżącej kontroli i remontów obwałowań oraz tam, gdzie jest to niezbędne modernizacja i budowa według obowiązujących przepisów;
- demontaż lub modernizacja infrastruktury hydrotechnicznej, która ogranicza naturalny rozływ wód (np. zwiększanie rozstawu lub likwidacja zbędnych obwałowań);
- budowę polderów powodziowych i kanałów ulgi powyżej miast zagrożonych powodzią i w złożonych systemach hydrologicznych w obszarach górskich.

Zakres nietechnicznych działań powinien obejmować:

- zastosowanie regeneracyjnych praktyk rolniczych zwiększających retencję zlewni, zmniejszenie zastosowania środków chemicznych (nawozy, pestycydy) prowadzących do destrukcji biomu i wysuszenia gleby;
- zwiększanie odporności budynków i infrastruktury na terenach zagrożonych powodzią;

- zwiększenie powierzchni mokradeł i terenów zalesionych;
- przywrócenie naturalnych krętych koryt rzecznych, które zwiększają długość rzeki i różnorodność siedlisk, tworzenie pasów roślinności wzdłuż brzegów rzek, które działają jako strefy buforowe;
- zrównoważone planowanie urbanistyczne, które uwzględnia naturalne procesy hydrologiczne, rozwija odpowiednią infrastrukturę odprowadzania wód (kanalizacja burzowa) oraz chroni i wykorzystuje naturalne bariery przeciwpowodziowe;
- podejmowanie niezbędnych prac w planach zagospodarowania przestrzennego uwzględniających ochronę przeciwpowodziową jako niezbędny element bezpieczeństwa ludności i mienia;
- zakaz budowy wszelkich obiektów zmniejszających natężenie przepływu w międzywalu i na polderach;
- prowadzenie prac utrzymaniowych w międzywalu polegających na wycince drzew, szczególnie na odcinkach rzek o zawężonym korycie i na odcinkach przepływających przez tereny miejskie;
- opracowywanie map zagrożenia i ryzyka powodziowego w skali odpowiadającej planowaniu przestrzennemu w obszarach szczególnie zagrożonych jako uzupełnienie dokumentów planistycznych wynikających z Dyrektywy Powodziowej;
- doskonalenie systemu wczesnego ostrzegania i powiadamiania ludności;
- powszechną edukację ludności o zagrożeniu, ryzyku i sposobie ratowania ludzi i dobytku oraz prowadzenie treningów celem odpowiednich zachowań w sytuacjach zagrożeń;
- doskonalenie powiązań operacyjnych na różnych szczeblach odpowiedzialności: krajowym, regionalnym i lokalnym.

Komplementarność działań technicznych i nietechnicznych powinna być podstawą w podejściu do ograniczania ryzyka powodziowego. Dyrektywa powodziowa nie zawiera wprost informacji na temat metod, jakie należy stosować przy ograniczaniu skutków powodzi. Odnosi się natomiast w tej sprawie do dokumentu „Dobrych praktyk w zakresie prewencji, ochrony i łagodzenia skutków powodzi”, przyjętego przez dyrektorów wodnych krajów członkowskich UE w Atenach w 2003 r. [2003].

Według tego kluczowego dokumentu, który podkreśla wyżej określoną komplementarność, ochrona przed powodzią winna opierać się na podstawach, które można zaliczyć do kilku kategorii:

- eliminacja źródeł strat (ograniczanie rozwoju na terenach zalewowych, programy wykupu i likwidacji obiektów szczególnie narażonych na powódzie);
- łagodzenie oddziaływania powodzi na zagrożonych mieszkańców i istniejące obiekty (zwiększanie odporności obiektów na powódzie, budowa skutecznych systemów ostrzegania mieszkańców, opracowanie planów reagowania na powódzie i po-

wrotu do normalnego życia po powodzi, edukacja powodziowa, ubezpieczenia powodziowe);

- wpływanie na kształtowanie się wezbrania przez wykorzystanie cech natury (ochrona naturalnych terenów retencyjnych, modernizacja systemu obwałowań przez zwiększenie ich rozstawu, budowa polderów, ochrona retencji powierzchniowej, renaturyzacja rzek i potoków);
- wspomaganie natury rozwiązaniami technicznymi (wały, kanały ulgi, małe i większe zbiorniki przeciwpowodziowe, melioracje).

Zabezpieczenia przed powodzią na terenach zurbanizowanych powinny uwzględniać specyfikę obszaru, infrastrukturę, stopień urbanizacji, wartość chronionego majątku, respektując zawsze ochronę środowiska. Działania ochronne to także techniczno-organizacyjne przygotowanie sytuacji, która pozwoli złagodzić skutki splotu wód powodziowych. Szczególną uwagę należy poświęcić infrastrukturze krytycznej. Infrastruktura krytyczna (IK) to, według ustawy o zarządzaniu kryzysowym, systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalnie obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców. Zgodnie z polityką państwa w tym zakresie, określoną w Narodowym Programie Ochrony Infrastruktury Krytycznej (2013), IK pełni kluczową rolę w funkcjonowaniu państwa i życiu jego obywateli. IK może być zniszczona, uszkodzona, a jej działanie może ulec zakłóceniu w wyniku zdarzeń spowodowanych siłami natury lub będących konsekwencją działań człowieka, przez co zagrożone może być życie i mienie obywateli. Ochrona IK jest jednym z priorytetów stojących przed państwem polskim, a istota zadań związanych z infrastrukturą krytyczną sprowadza się nie tylko do zapewnienia jej ochrony przed zagrożeniami, ale również do tego, aby ewentualne uszkodzenia i zakłócenia w jej funkcjonowaniu były możliwie krótkotrwałe, łatwe do usunięcia i nie wywoływały dodatkowych strat dla obywateli i gospodarki. Przez ochronę IK należy rozumieć wszelkie działania, które zmierzają do zapewnienia funkcjonalności, ciągłości działań i integralności infrastruktury krytycznej w celu zapobiegania zagrożeniom, ryzykom lub słabym punktom oraz ograniczenia i neutralizacji ich skutków, a także szybkiego odtworzenia tej infrastruktury na wypadek awarii, ataków oraz innych zdarzeń zakłócających jej prawidłowe funkcjonowanie. Ujęcia wód powierzchniowych i podziemnych są istotnymi obiektami, które powinny być chronione. Obiekty te są istotnymi elementami infrastruktury krytycznej.

Całkowita eliminacja zagrożenia powodziowego jest niemożliwa. Nawet dążenie do jej osiągnięcia nie jest celowe, jako że powódzie są nieodzownym elementem funkcjonowania ekosystemów rzecznych. Nie można bowiem doprowadzić do sytuacji, w której wartość chroniącego systemu będzie większa od wartości chronionego majątku.

3. Zakres raportu

W trakcie prac zespołu, kierując jego zadaniem określonym w Uchwale nr 4/2024 Komitetu Nauk o Wodzie i Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk z dnia 14 listopada 2024 [2024], przyjęto ustalenia dotyczące wyniku pracy zespołu. Wynik zadania powinien mieć formę raportu. Raport z rekomendacjami powinien stanowić zasadniczy wynik pracy zespołu i dotyczyć skali całego kraju. Rekomendacje uwzględniają szczególne potrzeby zlewni Górnej Odry, obszaru dotkniętego ostatnią katastrofą. Uwzględniono również kluczowe potrzeby inwestycyjne w podziale na regiony wodne na podstawie informacji z PGW WP oraz bibliotekę i zbiór dobrych światowych przykładów.

4. Główne ustalenia raportu

Przedmiotem raportu jest odbudowa odporności na powódź. Według jednej z interpretacji [Water Network Research, 2003] odporność na powódź oznacza, że szkody powodzienne są minimalizowane w trakcie jej występowania co skutkuje ograniczeniem ryzyka dla ludności i infrastruktury. Odporność oznacza także zapewnienie wystarczającego miejsca na powódzie i dostosowanie cieków i ich dolin w tym zakresie tam, gdzie istnieje taka możliwość. Odporność oznacza także, że koszty odbudowy po powodzi są niższe, a powrót ludności na tereny, na których wystąpiła powódź, odbywa się szybciej niż w poprzednich przypadkach jej wystąpienia. Odporność oznacza, że zasoby wodne nie są poddawane negatywnym skutkom, a ich odbudowa odbywa się samoistnie.

Odporność na powódź jest konsekwencją działań, które prowadzą do gotowości na wystąpienie powodzi przed oraz po jej wystąpieniu. Odbudowa odporności na powódź wymaga opracowania krajowej strategii zarządzania ryzykiem powodziowym, która ukształtuje zadania na najbliższe dziesięciolecia. Dokument powinien mieć apolityczny, stabilny zakres oparty na dobrym zarządzaniu gospodarką wodną, niepodlegający zmianom w zależności od władz politycznych w Polsce. Dobre zarządzanie należy rozumieć jako kombinację czynników:

- uwzględniających zasoby wodne i ekosystemy zależne od wód;
- prawnych, odpowiedzialnych za alokację zasobów;
- technicznych, związanych z funkcjonującą infrastrukturą wodną;
- efektywnego i prewencyjnego zarządzania zagrożeniami.

Filarami dobrego zarządzania są:

- przewidywalna, otwarta i przejrzysta polityka wodna;
- profesjonalna, zgodna z interesem publicznym działalność służb odpowiedzialnych za gospodarkę wodną;
- silne wsparcie społeczne i udział w procesie zarządzania.

Silne wsparcie społeczne i udział interesariuszy w procesie zarządzania można zapewnić tylko dzięki stałej edukacji i informowaniu oraz utrwalaniu świadomości i pamięci o występującym ryzyku powodziowym. Podkreśla się znaczenie szkoleń i budowę świadomości problemów gospodarki wodnej w społeczeństwie oraz badania dotyczące zasobów wodnych. Odrębnym zadaniem strategicznym jest szkolenie specjalistów gospodarki wodnej wszystkich szczebli. Podstawą planowanych działań powinno być twierdzenie, że nie można osiągnąć sukcesu w strategii, jeżeli w jej implementację jest zaangażowana mała liczba kompetentnych osób. Powodzenie w strategii opierać się będzie przede wszystkim na:

- zasobach (ludzkich, finansowych, technicznych);
- komunikacji między uczestnikami procesu zarządzania na wszystkich szczeblach;
- tworzeniu możliwości edukacyjnych opartych na analizie sukcesów i porażek w zarządzaniu zasobami wodnymi; przywództwie, zwłaszcza na poziomie lokalnym;
- włączeniu społeczeństwa, związanych z gospodarką wodną agencji i kluczowych zainteresowanych grup.

Finansowanie działań związanych z odbudową odporności na powódź powinno mieć stabilny, stały charakter nawiązujący do strategii i aktualizowanych co 6 lat planów zarządzania ryzykiem powodziowym.

Należy zwrócić uwagę na potrzebę realistycznego podejścia społecznego do ryzyka powodziowego (uświadamianie społeczeństwa o nieuchronności ryzyka powodziowego i nierealności całkowitego wyeliminowania zagrożenia). Często naciski społeczne na wprowadzenie pomysłów zapewniających stuprocentową ochronę przeciwpowodziową generują nierealistyczne oczekiwania i uniemożliwiają wypracowanie skutecznych, kompromisowych rozwiązań.

Według Autorów raportu odporność na powódź i jej odbudowa powinna odnosić się do wszystkich faz zarządzania ryzykiem powodziowym. Odejście od planowania sektorowego na rzecz planowania zintegrowanego wymaga skoordynowania aktywności różnych instytucji i objęcia wszystkich aspektów (faz) zarządzania ryzykiem powodziowym, od prewencji, przez ochronę, gotowość, reagowanie, aż po odbudowę i wnioski z powodzi. Rodzi to potrzebę zdefiniowania zakresu aktywności, jaka powinna być przedmiotem planowania, a także ustalenia zasad udziału w procesie planistycznym autonomicznych jednostek odpowiedzialnych za poszczególne aspekty zarządzania ryzykiem powodziowym oraz społeczeństwa. Strategia i rekomendacje w tym zakresie powinny odnosić się do dokumentu „Dobrych praktyk w zakresie prewencji, ochrony i łagodzenia skutków powodzi”, przyjętego przez dyrektorów wodnych krajów członkowskich UE.

Zarządzanie ryzykiem powodziowym jest definiowane jako proces, który obejmuje i łączy w sobie analizy ryzyka powodziowego, ocenę ryzyka powodziowego i wdrożenie zrównoważonych środków zarządzania ryzykiem powodziowym, którego celem jest ogra-

niczenie prawdopodobieństwa lub skutków powodzi bądź kombinacji tych dwóch kwestii przez połączenie następujących elementów:

- **prewencja:** unikanie lub minimalizowanie przyszłego wzrostu ryzyka powodzi przez unikanie niewłaściwego rozwoju majątku i infrastruktury w obecnych i przyszłych potencjalnie zagrożonych powodzią terenach; adaptowanie przyszłego rozwoju do ryzyka powodzi; promocja właściwego użytkowania terenu, praktyk rolniczych i leśnych w obszarze całego dorzecza;
- **ochrona:** redukcja prawdopodobieństwa powodzi i/lub ich oddziaływań z wykorzystaniem działań strukturalnych i niestructuralnych;
- **gotowość:** zapewnienie prognoz powodziowych i wczesnego ostrzegania, zwiększenie świadomości w społeczeństwie i wśród właściwych władz w zakresie zagrożenia powodziowego i ryzyka przed zaistnieniem tych zjawisk; przygotowanie i utrzymywanie odpowiednich planów reagowania; zwiększenie odporności (zdolności do reagowania i odbudowy po powodzi); rekomendowanie, jak zachować się w wypadku powodzi;
- **przewiedzenie okresowych ćwiczeń** w rozwiązywaniu symulowanych sytuacji kryzysowych dla uczestników procesu zarządzania;
- **reagowanie:** wdrożenie odpowiednich planów reagowania i skoordynowanego reagowania w zakresie obrony cywilnej w wypadku powodzi;
- **odbudowa i wnioski z powodzi:** asysta w przywróceniu normalnych warunków najszybciej, jak to możliwe, zapobieganie społecznym i ekonomicznym oddziaływaniom na ludność, majątek i środowisko oraz przegląd i poprawa procedur zarządzania ryzykiem.

Odbudowa odporności na powódź powinna uwzględniać kompleksowe podejście, uwzględniające aspekty techniczne, przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne. Odporność na powódź powinna uwzględniać czynniki istotne z zarządzaniu ryzykiem powodziowym, w tym plany, działania, strategie lub polityki mające na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa i/lub skali negatywnych potencjalnych konsekwencji na podstawie oszacowanego lub postrzeganego ryzyka.

$$R = f(\text{zagrożenie, ekspozycja, podatność})$$

i gdzie przyjmuje się:

$$\text{Podatność} = \text{wrażliwość} - \text{odporność}$$

UNDRR [<https://www.undrr.org>] definiuje **podatność** jako warunki określone przez czynniki lub procesy fizyczne, społeczne, ekonomiczne i środowiskowe, które zwiększają podatność jednostki, społeczności, zasobów lub systemów na skutki zagrożeń. Termin **ekspozycja** jest stosowany w odniesieniu do lokalizacji ludzi, środków do życia, usług i zasobów środowiskowych, infrastruktury lub zasobów gospodarczych, społecz-

nych lub kulturowych w miejscach, które mogą być niekorzystnie dotknięte zdarzeniami powodziowymi. **Wrażliwość** na powódź określa cechy morfologiczne obszaru i cieków, ukształtowanie terenu i jego przekształcenia antropogeniczne. Wrażliwość to stopień, w jakim zmienność lub zmiana klimatu ma negatywny lub korzystny wpływ na dany system lub gatunki. Skutek może być bezpośredni (np. zmiana plonów będąca konsekwencją zmiany wartości średniej temperatury albo jej zakresu) lub pośredni (np. szkody spowodowane wzrostem częstotliwości zalewania wybrzeża z powodu wzrostu poziomu morza) [IPCC, 2022]. **Odporność** to zdolność wzajemnie połączonych systemów społecznych, ekonomicznych i ekologicznych do radzenia sobie z niebezpiecznymi zdarzeniami, trendami lub zakłóceniami, reagowania lub reorganizacji w sposób, który zachowuje ich podstawową funkcję, tożsamość i strukturę. Odporność jest pozytywnym atrybutem, gdy zachowuje zdolność do adaptacji, uczenia się i/lub transformacji [IPCC, 2022].

Dla osiągnięcia celów zarządzania ryzykiem powodziowym niezbędna jest współpraca międzyresortowa i międzyinstytucjonalna. Zarządzanie ryzykiem powodziowym musi powstawać w uzgodnieniu pomiędzy różnymi instytucjami odpowiedzialnymi za poszczególne obszary działania (gospodarkę wodną, planowanie przestrzenne, bezpieczeństwo ludzi – reagowanie kryzysowe, dziedzictwo kulturowe, obszary chronione itp.). Ważne jest ponadto zapewnienie, że cele zarządzania ryzykiem powodziowym będą uwzględnione w innych planach, np. z zakresu planowania przestrzennego, zarządzania kryzysowego. Przy ustalaniu działań służących osiągnięciu celów zarządzania ryzykiem powodziowym uwzględnia się w szczególności koszty oraz korzyści działań podejmowanych dla osiągnięcia celów zarządzania ryzykiem powodziowym.

5. Odbudowa odporności na powódź – strategie i rekomendacje

Każdy z elementów ryzyka powodziowego można ograniczać, stosując odpowiednie strategie ograniczania skutków powodzi i tak:

- Zagrożenie można ograniczać, stosując działania zwiększające retencję, zarówno naturalną (zastosowanie regeneracyjnych praktyk rolniczych), jak i sztuczną (poldery retencyjne), zmniejszenie prędkości odpływu (deregulacja cieków) oraz budowle ograniczające zasięg powodzi;
- Ekspozycję można zmniejszyć, stosując działania ograniczające zagospodarowanie terenów zalewowych, głównie poprzez przepisy zakazujące lub ograniczające zabudowę (ustalanie specjalnych warunków budowlanych i konstrukcyjnych dla obiektów) oraz ewentualnie wykupy i likwidację obiektów najbardziej zagrożonych (przeniesienie ich w bezpieczne miejsce);
- Podatność można zmniejszać, wpływając na odporność. Odporność można zwiększyć

sząć, stosując wiele różnorodnych metod działania: przygotowania budynków do powodzi, poprzez skuteczne systemy wczesnego ostrzegania i reagowania na powódź, aż po rozpowszechnianie wiedzy i edukację z zakresu profilaktyki i radzenia sobie z powodzią.

W wielu krajach UE [European Commission, 2006a,b] tradycyjne rozwiązania techniczne (zapory, kanalizacja rzek, obwałowania) osiągnęły granicę oddziaływań na rzecz ochrony przed powodzią. W konsekwencji obecnie w wielu obszarach dąży się do stworzenia przestrzeni dla rzek i miejsca dla powodzi tam, gdzie zagrożenie ludności i gospodarki jest małe.

Dla ograniczenia ryzyka konieczne jest zaangażowanie władz lokalnych i społeczności. Pozwoli to na zaplanowanie optymalnych, uzgodnionych rozwiązań i ich odpowiednie wsparcie. Planowane działania w skali zlewni winny umożliwić wypracowanie optymalnych rozwiązań technicznych i nietechnicznych, dotyczących prewencji, ochrony i łagodzenia skutków powodzi. Wzmocnienie działań na poziomie lokalnym, głównie w zakresie profilaktyki, może być jedną z najbardziej obiecujących aktywności w ograniczaniu skutków powodzi. Należy podkreślić, że przez wiele źródeł opisujących doświadczenia z tego zakresu jest ona uznana za jedną z bardziej efektywnych [German Committee for Disaster Reduction, 2004]. Zagospodarowanie przestrzenne i zarządzanie gospodarką wodną winny być silniej zintegrowane. Zabudowa górnych partii zlewni może istotnie wpłynąć na zmiany charakterystyk hydrologicznych oraz na jakość wód. Ważne jest w konsekwencji uwzględnianie tych aspektów w planowaniu i równoległe wykorzystywanie technik planistycznych *bottom-up* i *top-down*. Budując w strategii partnerstwo, zwłaszcza między organizacjami zarządzającymi a partnerami lokalnymi, warto pamiętać, że należy bazować na wartościach społecznych bardziej niż na technologicznych, tylko wtedy w proces redukcji ryzyka można je włączyć. Oznacza to konieczność budowania współpracy opartej na zaufaniu i jawności między poszczególnymi partnerami.

Wymienione w Raporcie różne środki (sposoby) redukcji ryzyka powodziowego mają sobie **właściwą efektywność, zależną od skali i warunków lokalnych**. Ich komplementarne wykorzystanie w redukcji ryzyka powodziowego powinno być adekwatne do potrzeb i możliwości realizacji.

5.1. Prewencja

Kluczowe rekomendacje:

- a) wdrożenie założeń ustawy o przestrzeni do polskiego systemu prawnego: powołana przez Rzecznika Praw Obywatelskich Komisja Ekspertów „Klimat i Przestrzeń” przygotowała założenia Ustawy o przestrzeni w celu zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego współczesnemu i przyszłym pokoleniom. Podstawową intencją pro-

jektu jest przyjęcie zasady, że ingerencja w dotychczasowy sposób użytkowania danego obszaru jest możliwa tylko wtedy, gdy nie stoi w sprzeczności z wymogami ochrony środowiska [Rzecznik Praw Obywatelskich, 2024].

- b) zwiększenie retencji glebowej przez zwiększenie powierzchni chłonnych działaniami takimi, jak: odpowiednie praktyki rolnicze, zastosowanie przepuszczalnych powierzchni utwardzonych oraz poprzez odpowiednie planowanie przestrzenne, chroniące lasy i mokradła;
- c) spowolnienie odpływu poprzez renaturyzację rzek, odwróconą meliorację i poldery retencyjne;
- d) zwiększenie odporności infrastruktury komunikacyjnej (drogi, mosty, szlaki kolejowe, wiadukty, przepusty) na ekstremalne zjawiska powodziowe, zwiększenie stabilności konstrukcji;
- e) przegląd i ewentualna modernizacja obiektów mostowych powstałych w latach 70. ubiegłego wieku w zlewniach narażonych na dynamiczne zjawiska powodziowe;
- f) projektowanie nowych obiektów budowlanych, w tym budynków mieszkalnych odpornych na napór wody i gromadzenie się zanieczyszczeń;
- g) wzmacnianie fundamentów budynków narażonych na podmywanie i erozję gruntu;
- h) opracowanie zaleceń dotyczących lokalizacji nowych budynków, aby minimalizować ich ekspozycję na bezpośrednie uderzenia nurtu rzek;
- i) wprowadzenie analizy przepływu hydraulicznego wokół zabudowań, aby uniknąć kierowania nurtu bezpośrednio na budynki;
- j) propozycja digitalizacji kluczowych dokumentów, aby zapewnić ich odporność na zniszczenie w wyniku zalania;
- k) system archiwizacji dokumentów w bezpiecznych lokalizacjach, dostępnych w razie kryzysu;
- l) zapewnienie udziału interesariuszy w procesie zarządzania zasobami wodnymi zgodnie z zasadami IWRM [INBO and GWP, 2012] poprzez zmiany w prawie wodnym przywracające rady regionów wodnych. Wdrożenie podejścia „bottom-up” w procesie podejmowania decyzji wymaga przygotowania zmian w istniejących strukturach uczestniczących w procesie gospodarowania wodami i wdrożenia odpowiednich rozwiązań prawnych.

Zintegrowane zarządzanie zasobami wodnymi (ZZZW)-IWRM to szerokie pojęcie, które dotyczy integracji wielu czynników i działań mających wpływ na gospodarkę wodną w aspektach diagnozy stanu, planowania, czynników technicznych, społecznych i kulturowych, a także informacji i edukacji. Przywoływana najczęściej definicja ZZZW to ta, przyjęta przez Global Water Partnership, niezwykle szeroka, sformułowana przez specjalistów z dziedziny gospodarki wodnej, zatem nie zawsze właściwie interpretowana

przez osoby spoza branży, stąd istotne jest kontynuowanie polityki informacyjnej i edukacja w tym zakresie. W Polsce poczynając od początku lat 90. XX wieku transformacja polityczna, gospodarcza i społeczna objęła również gospodarkę wodną, a członkostwo w Unii Europejskiej zobligowało do wdrożenia dyrektyw środowiskowych, w tym opartej na zasadach Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi Ramowej Dyrektywy Wodnej. Do chwili obecnej kilkakrotnie nowelizowano Prawo Wodne, a kolejne zmiany prowadzą do zadania pytania, czy zbliżają one Polskę do osiągnięcia zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi. Kluczowy jest bowiem udział interesariuszy w procesie zarządzania. Omawiana ustawa wprowadziła Państwową Radę Gospodarki Wodnej jako ciało doradcze dla ministra właściwego do spraw gospodarki wodnej, ale jednocześnie zlikwidowała rady regionów wodnych. Należy podkreślić, że zasoby wodne nie są nieskończone i zarządzanie nimi, zarządzanie powodzią i zarządzanie suszą muszą być traktowane łącznie.

Zaangażowanie interesariuszy jest kluczową kwestią w gospodarowaniu wodami i powinno być oparte na współpracy różnych podmiotów – przedstawicieli administracji państwowej, przedsiębiorców, mieszkańców, stowarzyszeń zajmujących się ochroną przyrody oraz innych grup społecznych, które chcą być zaangażowane w proces gospodarowania wodami. Współpraca ta to wieloetapowy proces poczynając od konsultacji społecznych i spotkań, wdrażania ustalonych planów w życie, aż po ich ewaluację.

Udział interesariuszy w zarządzaniu zasobami wodnymi jest istotnym elementem praktyk zrównoważonego rozwoju, który umożliwia uwzględnienie różnorodnych perspektyw i potrzeb społeczności związanych z wodą. Wprowadzenie tego podejścia może przyczynić się do lepszych i bardziej akceptowalnych decyzji dotyczących gospodarki wodnej.

W procesie zarządzania ryzykiem powodziowym wykorzystywać należy trzy rodzaje udziału społeczeństwa odniesione, w zależności od celu tego udziału, do różnych grup interesariuszy: współdecydowanie, konsultacje, informowanie (Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych IMGW-PIB na zamówienie KZGW 2013):

- Współdecydowanie jest rozumiane jako wspólne wypracowywanie rozwiązań;
- Konsultacje rozumiane są jako zbieranie informacji i opinii w celu doprecyzowania problemów i potrzeb w zakresie ograniczania ryzyka powodziowego oraz oceny proponowanych rozwiązań;
- Informowanie rozumiane jest jako dostęp dla szerokiego społeczeństwa do informacji o procesie przygotowywania dokumentów, problemach, celach i działaniach, terminach realizacji, możliwości wpływu na proces. Zadaniem informowania będzie również przekaz podstawowych informacji na temat działań, jakie mogą podejmować różne grupy dla ograniczenia ryzyka powodziowego.

Kluczowe rekomendacje w zakresie działań technicznych i nietechnicznych

Ograniczanie skutków powodzi może być realizowane poprzez różne rozwiązania techniczne oraz nietechniczne. Pamiętać jednak należy, że duża wielkość strat powodziowych wynika z zalania i podtopienia obszarów zurbanizowanych, w tym budynków mieszkalnych. Aspekt społeczny zagrożenia życia i zdrowia mieszkańców jest tu kluczowym wyznacznikiem poszukiwania sposobów ograniczania strat powodziowych. Na terenach zagrożonych powodziami zgodnie z Zestawem Dobrych Praktyk w Formie Standardów Technologicznych dla Terenów Zagrożonych Powodzią rekomenduje się następujące sposoby postępowania z obiektami budowlanymi:

- pozostawienie obiektu istniejącego w stanie nieprzystosowanym do zalania przez wody powodziowe;
- wyburzenie (lub ewentualnie przeniesienie) obiektów istniejących i uwolnienie terenu zalewowego od zabudowy;
- zmiana planowanej lokalizacji nowo projektowanego obiektu;
- zaprojektowanie i wybudowanie obiektu o konstrukcji mającej wpływ na redukcję skutków zalania wodami powodziowymi (dotyczy także obiektów odbudowywanych na terenach zalewowych, z uwzględnieniem stosownej technologii).

Pierwsze trzy wymienione sposoby postępowania (pozostawienie, wyburzenie, przeniesienie obiektu) związane są z decyzjami planistycznymi i lokalizacyjnymi.

Wskazania odnośnie do relokacji budynków (lub planów posadowienia budynków na zagrożonym powodzią terenie) dotyczyć mogą poniższych uwarunkowań:

- znaczna głębokość zalewu (przy wymienionych kryteriach to głębokość większa od ok. 2,0 m);
- wysoka prędkość przepływu wody (wskazywane są tu prędkości powyżej 2,0 m/s lub nawet powyżej 1,0 m/s);
- długi czas trwania powodzi;
- przewidywane znaczące ilości rumowiska niesionego przez wody powodziowe (kryterium jakościowe);
- krótki czas ostrzegania o możliwości wystąpienia powodzi;
- możliwość wystąpienia nadmiernej erozji podłoża (kryterium jakościowe uzależnione od rodzaju i ukształtowania terenu, łączone z wymienioną prędkością przepływu wody).

W odniesieniu do czwartego z wymienionych scenariuszy – technicznych możliwości redukcji skutków zalania nieruchomości wodami powodziowymi – wyodrębniono dwie koncepcje:

- koncepcja obiektu „wodoodpornego” (koncepcja ochrony przed przedostawaniem się wody do budynku lub na teren posesji, zwana dalej koncepcją A);

- koncepcja obiektu „niewrażliwego na działanie wody” (koncepcja wpuszczania wody w obręb odpowiednio przygotowanego budynku, zwana dalej koncepcją B).

Uwzględniając różne scenariusze postępowania, materiały Zestawu Dobrych Praktyk wskazują na konkretne rozwiązania konstrukcyjno-architektoniczne oraz możliwości stosowania adekwatnych do warunków zagrożenia materiałów budowlanych i technologii. Doświadczenia również zagraniczne wskazują m.in. na rekomendowanie przeniesienia na wyższe kondygnacje kosztownych i wrażliwych na zalanie elementów infrastruktury budynku (np. systemy ogrzewania, pralnie, serwery) czy też zastosowanie indywidualnych systemów przeciwpowodziowych.

5.2. Ochrona

Kluczowe rekomendacje:

- a) analiza potrzeb i wyznaczenie obszarów priorytetowych w celu ich zabezpieczenia w mobilne systemy ochrony przed powodzią;
- b) konieczność systematycznej kontroli stanu budowli hydrotechnicznych i wałów przeciwpowodziowych;
- c) poprawa stanu technicznego istniejącej infrastruktury hydrotechnicznej; Według Państwowej Służby ds. Bezpieczeństwa Budowli Piętrzących (IMGW-PIB) stan techniczny budowli wpływa na jej użytkowanie. Zły stan techniczny może spowodować ograniczenie jej funkcjonalności lub nawet doprowadzić do jej wyłączenia z użytkowania. Zgodnie z wiedzą inżynierską stan techniczny budowli nie jest tożsamy ze stanem jej bezpieczeństwa, mimo ich powiązania. Stan techniczny budowli piętrzącej może być niedostateczny np. z powodu licznych, ale średnio zaawansowanych procesów destrukcyjnych, które aktualnie nie stwarzają znaczącego niebezpieczeństwa. W konsekwencji stan bezpieczeństwa tej budowli zostanie określony, np. jako niezagrażający bezpieczeństwu z uwagami wskazującymi na konkretne prace naprawcze, które należy przeprowadzić. Natomiast dla innej budowli, która była dotychczas w stanie dobrym, gdyby nastąpiła przykładowo awaria napędu zamknięć na przelewie, to jej stan techniczny po tym zdarzeniu jest kwalifikowany natychmiast jako niedostateczny, a stan bezpieczeństwa jako zagrażający bezpieczeństwu [Radzicki i in., 2024].
- d) modernizacja przestarzałych konstrukcji, takich jak zapory z początku XX wieku, które wymagają dostosowania do współczesnych wymagań (urządzenia upustowe).

W przypadku istniejących zbiorników retencyjnych suchych i o stałym piętrzeniu istnieje ryzyko przepełnienia zbiornika i wówczas należy zadbać już nie tyle o redukcję przepływu ze względu na ochronę terenów położonych poniżej obiektu, ile o bezpieczeństwo samej zapory. Jeśli zaporą jest konstrukcja ziemnej, konsekwencją przela-

nia jest zwykle katastrofa zapory i uwolnienie znacznej ilości wody, która spowoduje powstanie dodatkowej fali powodziowej. Przelanie jest prawdopodobne, jeśli wydatek urządzeń upustowych zapory jest niewystarczający, co może wynikać z błędów projektowego lub zmian klimatu. Ta druga przyczyna dotyczy głównie zapór wybudowanych na początku XX wieku, czego przykładem jest katastrofa zapory w Stroniu Śląskim w powodzi wrześniowej 2024 roku. Poprawa bezpieczeństwa tych obiektów powinna polegać na analizie hydrologicznej dla uaktualnienia wartości przepływów projektowych i porównaniu z wydatkiem urządzeń upustowych. W sytuacjach niekorzystnych niezbędna będzie modernizacja urządzeń upustowych zapory.

Bezpieczeństwo zapory ziemnej możemy zwiększyć przez wzmocnienie odporności skarpy odpowietrznej na rozmycie wskutek przelania się wody przez koronę zapory, zastępując tradycyjny obsiew trawą takimi środkami technicznymi, jak: geomembrana, narzut kamienny, materace gabionowe, płyty lub prefabrykаты betonowe. Ten sposób zabezpieczenia powinien dotyczyć nie tylko istniejących budowli, ale również nowo projektowanych licznych suchych zbiorników retencyjnych, planowanych głównie w Kotlinie Kłodzkiej. Lepszym zabezpieczeniem dla istniejących, starszych zapór ziemnych może być wybudowanie na ich koronie dodatkowego przelewu powierzchniowego (o konstrukcji żelbetowej) lub przebudowanie (zwiększenie przepustowości) istniejącego przelewu powierzchniowego. Dotyczy to również nowo projektowanych zapór ziemnych.

Awaria przelewu powierzchniowego zbiornika Topola w 2024 r. o konstrukcji ze ścianek szczelnych oraz gabionów potwierdziła brak skuteczności tej konstrukcji przelewu powierzchniowego, ta konstrukcja nie zdała egzaminu. Wszystkie oddane do użytku ostatnio suche zbiorniki w Kotlinie Kłodzkiej posiadają przelewy powierzchniowe tylko o konstrukcji żelbetowej, ponieważ jest to bezpieczne.

Poza stałymi środkami ochrony przeciwpowodziowej istnieją różne doraźne techniki ochrony przeciwpowodziowej stosowane zarówno w odniesieniu do kompleksowej ochrony całych dzielnic lub osiedli, jak i do ochrony pojedynczych budynków czy budowli (np. urządzenia techniczne systemów łączności, transformatory itp.) W przeciwieństwie do stałych wałów przeciwpowodziowych są one elastyczne i mogą być rozstawiane i instalowane tylko wtedy, gdy istnieje ryzyko zalania.

Najprostszym rozwiązaniem są oczywiście worki z piaskiem. To najprostsza i najczęściej stosowana metoda wzmocniania wałów i ochrony budynków przed zalaniem. Są łatwe w użyciu, ponieważ nie wymagają specjalnych umiejętności – wystarczy napęścić je piaskiem do około 80% i układać mijankowo, jak cegły w murze. Jednak ich zastosowanie wiąże się z dużą pracochłonnością, czasochłonnością oraz często występującym niedoborem piasku. Alternatywą coraz częściej praktykowaną mogą być nowoczesne systemy stosowane jako rozwiązania mobilne. Zaliczamy do nich:

- bariery przeciwpowodziowe z paneli aluminiowych, stalowych lub z tworzyw sztucznych – lekkie, łatwe w montażu konstrukcje, które można szybko rozłożyć na określonym obszarze;
- bariery wodne (tuby przeciwpowodziowe) – wypełniane wodą worki lub długie elastyczne rury, które działają jako zapory;
- systemy modułowe z tworzyw sztucznych – lekkie, łatwe w transporcie i szybkie w montażu zapory, które często mają system zamków zwiększających stabilność;
- systemy pneumatyczne – nadmuchiwane zapory, które szybko blokują przepływ wody i mogą być wykorzystywane w krytycznych miejscach.

Rozwiązania takie stosowane są w wielu krajach europejskich, czy też USA. W Polsce wykorzystano bariery jako systemy zabezpieczeń przeciwpowodziowych m.in. we Wrocławiu, Sandomierzu i Krakowie. Zaletą mobilnych systemów ochrony przeciwpowodziowej jest szybki montaż i demontaż oraz możliwość dostosowania do lokalnych warunków. Przykładowo rękawy przeciwpowodziowe, które napełniane są wodą powodziową, pozwalają na szybkie rozstawienie 10-metrowego odcinka w kilka osób w ciągu około 5 minut, podczas gdy budowa zapory o tych samych wymiarach z worków z piaskiem wymaga około 200 worków i znacznie większego nakładu pracy. Istotne znaczenie mają także mniejsze koszty w porównaniu z budową stałych wałów, a systemy te nie ingerują na stałe w krajobraz miejski. Istotna jest także ich skuteczność w krótkoterminowej ochronie przed nagłymi powodziąmi (np. bariery przeciwpowodziowe), które w przypadkach indywidualnych budynków mogą być stosowane błyskawicznie np. w przypadku zagrożenia podtopieniem od gwałtownych opadów deszczu na obszarach zurbanizowanych.

Systemy te posiadają oczywiście również wady i mankamenty. Zastosowanie odpowiedniego systemu wymaga, m.in. oszacowania wysokości zalewu, a w stosunku do worków z piaskiem są to na pewno rozwiązania bardziej kosztowne. Należy także pamiętać o konieczności ich odpowiedniego przechowywania i konserwacji. Mogą być także mniej stabilne niż stałe wały. Wymagają w niektórych przypadkach (bariery przeciwpowodziowe) wcześniejszego planowania rozmieszczenia (m.in. przygotowania gniazd pod montaż słupów lub innych elementów montażowych), a także organizacji transportu i przygotowania technicznego ze strony ekipy montującej systemy. Przy długotrwałych powodziach ich skuteczność może maleć (np., nieszczelności, zniszczenia ze strony elementów unoszonych przez wodę). Należy jednak stwierdzić, że mobilne systemy ochrony przeciwpowodziowej to nowoczesne rozwiązania inżynierskie, które stanowią ważne uzupełnienie tradycyjnych metod ochrony i mogą znacząco zmniejszyć skutki powodzi, zwłaszcza w obszarach miejskich. Ich skuteczność zależy jednak od odpowiedniego planowania i szybkiej reakcji na zagrożenie. Dużą ich wadą są duże koszty zakupu,

które powodują, że są głównie stosowane w miastach, gdzie z różnych powodów nie można zastosować innych, tańszych rozwiązań.

5.3. Gotowość

Kluczowe rekomendacje:

Rola gotowości rośnie w systemie zarządzania kryzysowego. Gotowość opiera się na społeczeństwie i umiejętnościach społecznych. Gotowość jest również ściśle związana z ostrzeżeniami i zwiększaniem ich skuteczności. Wiele inicjatyw międzynarodowych poświęconych jest kwestii gotowości i wczesnego ostrzegania. Ważne jest dzielenie się doświadczeniami, wyciągniętymi wnioskami, dobrymi praktykami i szkoleniami oraz edukacją w zakresie ograniczania ryzyka katastrof [IMGW, 2005a]. Konieczne jest wzmocnienie współpracy między ludźmi na szczeblu lokalnym. Organizacje społeczne i organizacje pozarządowe stają się ważniejsze w poprawie gotowości.

- a) budowa krajowego systemu ostrzeżeń przed powodziami błyskawicznymi;
- b) Światowa Organizacja Meteorologiczna, we współpracy z Centrum Badań Hydrologicznych (HRC), Amerykańską Agencją Rozwoju Międzynarodowego/Biurem Pomocy Humanitarnej (USAID/BHA) oraz Amerykańską Narodową Administracją Oceaniczną i Atmosferyczną (NOAA), ustanowiły system ostrzegania przed powodzią błyskawiczną (Flash Flood Guidance System – FFGS) o zasięgu globalnym. Głównym celem FFGS jest zwiększenie wydajności narodowych służb hydrologiczno-meteorologicznych poprzez dostarczanie ich synoptykom wskazówek potrzebnych do formułowania i wydawania aktualnych i dokładnych ostrzeżeń o błyskawicznych powodziach dla małych zlewni o potencjalnym wystąpieniu zagrożeń błyskawicznymi powodziami i powiązаныmi zagrożeniami, takimi jak osunięcia ziemi wywołane opadami deszczu. Zadaniem ostrzeżeń jest ratowanie życia, ochrona mienia, złagodzenie ludzkiego cierpienia i zmniejszenie społecznych i ekonomicznych skutków tych zagrożeń. Szacuje się, że od początku istnienia FFGS przeszkolono ponad 3000 osób w różnych aspektach obsługi FFGS. Obecnie FFGS obsługuje około 40% światowej populacji, obejmując prawie 3 mld ludzi w ponad 60 krajach. W Polsce w zakresie krajowego systemu ostrzeżeń przed powodziami błyskawicznymi prace są prowadzone w IMGW-PIB;
- c) doskonalenie asymilacji wytycznych Światowej Organizacji Meteorologicznej w zakresie prognoz i ostrzeżeń opartych o wpływ [GWP and INBO, 2012];
- d) podstawowym rozwiązaniem powinno być opracowanie modelu oddziaływania z wykorzystaniem zbiorów danych o podatności i ekspozycji, zbiorów dotyczących strat, które wywołały zjawiska meteorologiczne i hydrologiczne, a także informacji meteorologicznych. Przykładami podejścia do asymilacji wytycznych WMO są wyniki projektu ANYWHERE [www.anywhere-h2020.eu]. Projekt bazuje na koncepcji IBF

(Impact Based Forecast), którą szczególnie zainteresowani są odbiorcy korzystający z produktów meteorologicznych i hydrologicznych. W projekcie opracowano prototypowe narzędzia wykorzystujące w prognozach opartych na wpływie warstwy informującej o możliwych stratach w zależności od rodzaju zagrożenia. W ramach projektu opracowano również prototypowe narzędzia wspierające opracowanie planów zarządzania ryzykiem;

- e) budowa Lokalnych Systemów Osłony Przeciwpowodziowej [IMGW, 2005b];
- f) opracowanie programów szkoleń dla władz samorządowych w zakresie realizacji programów reagowania w przypadku wystąpienia powodzi oraz programów informacyjnych dla mieszkańców dotyczących zachowania w przypadku wystąpienia powodzi.

W praktyce najskuteczniejszym impulsem do wdrożenia ochrony przeciwpowodziowej jest własne doświadczenie mieszkańców lub tzw. pamięć pokoleń [Nathe i in., 1999]. Zwykle przekazywana z pokolenia na pokolenie świadomość zagrożenia skutkuje bardziej ostrożnym zarządzaniem zagrożonymi terenami. Doświadczenie powodzi daje również możliwość zabezpieczenia się przed stratami i szkodami – mieszkańcy, których domy są często narażone na powódzie, stosują różne metody ich zabezpieczania. Jednak współcześnie ludzie są bardziej mobilni, zmieniają miejsce zamieszkania i mechanizm ten często już nie działa. Badania przeprowadzone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej po powodzi w 1997 roku [Konieczny i in., 1999] w Polsce wykazały również, że tylko 20% ankietowanych pamiętało powódzie, które miały miejsce 30 lat wcześniej, a tylko 6% wiedziało o powodziach, które miały miejsce przed 40 laty.

Zgodnie z definicją podaną przez Biuro Narodów Zjednoczonych ds. Redukcji Ryzyka Katastrof [UNDRR] gotowość to: „Wiedza i zdolności rozwijane przez rządy, profesjonalne organizacje reagowania i odzyskiwania, społeczności i jednostki w celu skutecznego przewidywania, reagowania i odzyskiwania po skutkach prawdopodobnych, bezpośrednich lub bieżących zdarzeń lub warunków niebezpiecznych”. Państwo odgrywa kluczową rolę w zmniejszaniu ryzyka katastrof, ale odpowiedzialność ta powinna być dzielona z innymi interesariuszami, w tym samorządem lokalnym, sektorem prywatnym i innymi podmiotami. W dziedzinie zarządzania kryzysowego coraz ważniejsze staje się odpowiednie przygotowanie na wypadek sytuacji nadzwyczajnych. Ważne jest, aby zintegrować własne bezpieczeństwo z odpowiednimi wymogami i strukturą odpowiedzialną za zarządzanie kryzysowe. Ważne jest jednak, aby pod względem bezpieczeństwa narodowego jednym z podstawowych obowiązków państwa było stworzenie warunków do przetrwania ludności w sytuacjach ekstremalnych. W rezultacie bardzo ważnymi czynnikami zapewniającymi bezpieczeństwo narodowe powinny być: stan świadomości i poziom wykształcenia obywateli, wpływający na ich zdolność do przystosowania się do sytuacji awaryjnej, a w szczególności do wykonywania nietypowych zadań w takich sy-

tuacjach. Ważnym pytaniem pozostaje ocena stanu świadomości i poziomu przygotowania zarówno obywateli, jak i organizacji. Ramy z Sendai dotyczące ograniczania ryzyka katastrof 2015–2030 (deklaracja z Sendai) to globalne, dobrowolne i niewiążące porozumienie, które zostało przyjęte na Trzeciej Światowej Konferencji ONZ w sprawie ograniczania ryzyka katastrof i zatwierdzone przez Zgromadzenie Ogólne rezolucją 69/283. Ramy z Sendai zapewniają ciągłość prac wcześniej prowadzonych przez kraje i inne zainteresowane strony pod parasolem ram z Hyogo 2005–2015 (2005) i poprzednich instrumentów, takich jak Międzynarodowa Strategia Ograniczania Katastrof (1999), Strategia z Jokohamy na rzecz bezpieczniejszego świata (1994) i Międzynarodowe działania ramowe na rzecz ograniczania katastrof naturalnych przez dziesięciolecie (1989). Ramy Sendai uznają, że państwo odgrywa kluczową rolę w ograniczaniu ryzyka katastrof, ale odpowiedzialność ta powinna być dzielona z innymi interesariuszami, w tym samorządem lokalnym, sektorem prywatnym i innymi podmiotami. Można to osiągnąć dzięki odpowiedniej gotowości. Gotowość jest również ściśle powiązana z ostrzeżeniami i zwiększaniem ich skuteczności.

5.4. Reagowanie

Kluczowe rekomendacje:

Na reagowanie na powódź składa się w pierwszej kolejności zapewnienie bezpieczeństwa poszkodowanym. Istotnym elementem jest zapewnienie jednolitego centrum koordynującego proces reagowania, w który zaangażowane są służby państwowe, służby publiczne i inne jednostki włączone w niesienie pomocy i udział w akcji ratowniczej. Kolejnym istotnym elementem jest określenie kanału komunikacji z mediami i wydanie oświadczenia o zaistniałej sytuacji w oczekiwaniu na zapytania mediów. Są to kluczowe działania dla sprawnego zarządzania początkową komunikacją, podczas kiedy trwa jeszcze aktualizacja informacji i szczegółów. Takie działania będą wspierać wiarygodność przekazujących oświadczenie u jego odbiorców. Ważnym elementem jest zapewnienie właściwej i transparentnej komunikacji wewnętrznej, co zapewni optymalne wykorzystanie zasobów posiadanych przez służby i jednostki uczestniczące w reagowaniu.

- a) opracowanie najgorszych z punktu widzenia reagowania prawdopodobnych scenariuszy uwzględniających ryzyko kaskadowe w obszarach objętych ryzykiem powodziowym dla celów szkoleniowych służb państwowych, służb publicznych i pozostałych jednostek;
- b) utrzymywanie stałych roboczych kontaktów służb i jednostek uczestniczących w reagowaniu i bieżąca aktualizacja danych kontaktowych;
- c) ustanowienie i doskonalenie standardowych protokołów dotyczących komunikowania w procesie reagowania na powódź;

- d) bieżąca aktualizacja zasobów posiadanych przez służby i jednostki uczestniczące w reagowaniu oraz ich dostosowanie do potrzeb w obszarach objętych ryzykiem powodziowym;
- e) aktualizacja planów ewakuacyjnych, wdrożenie programu szkoleń w zakresie ewakuacji w obszarach objętych znaczącym ryzykiem powodziowym;
- f) opracowanie i opublikowanie katalogu rekomendowanych zachowań i ograniczeń dla mieszkańców w obszarach znaczącego ryzyka powodziowego;
- g) analiza prawna możliwości wprowadzenia zakazu uprawiania „turystyki powodziowej” w czasie obowiązywania alarmu powodziowego;
- h) odpowiednie przygotowanie lokalnej ludności do wsparcia akcji przeciwpowodziowej poprzez szkolenie i przygotowanie liderów powodziowych. Dotychczasowe doświadczenie wskazuje, że bardzo szybko wyczerpują się możliwości wykorzystania sił wyszkolonych służb w trakcie sytuacji kryzysowych. Liderzy powinni posiadać odpowiednie przeszkolenie, tak aby mogli koordynować działania ludności w wybranym punkcie, np. na wybranym odcinku wału przeciwpowodziowego w sytuacjach, gdy brak jest odpowiednich wyszkolonych służb lub wyczerpały się możliwości korzystania z nich;
- i) przygotowanie i wdrożenie narzędzi mających na celu modelowanie wezbrania powodziowego. Narzędzia powinny w czasie quasi-rzeczywistym wspierać podmioty i organy ochrony ludności, dostarczając informację m.in. o tym, na jaką wysokość należy podnieść koronę obwałowań, aby nie doszło do przelania się wody przez obwałowanie.

5.5. Odbudowa i wnioski z powodzi

Kluczowe rekomendacje:

- a) opracowanie jednolitego krajowego systemu gromadzenia danych o stratach i szkodach powodziowych. W Polsce system wyceny skutków naturalnych zjawisk ekstremalnych wypracowały instytucje rządowe i samorządowe w drodze doświadczeń zdobytych podczas procesu usuwania skutków klęsk żywiołowych. Metoda opiera się jedynie na szacunku szkód bezpośrednich, pomija szkody pośrednie i trudno mierzalne. Unormowana przepisami wycena skutków zjawisk ekstremalnych prowadzona jest w rolnictwie i infrastrukturze jednostek samorządu terytorialnego oraz w leśnictwie, mieniu gospodarstw domowych oraz w mieniu ubezpieczonym. W przypadku pozostałych sektorów, np. gospodarki wodnej, gospodarki morskiej, dziedzictwa kulturowego, właściwe jednostki zbierają informacje o stratach, wykorzystując wewnętrzne procedury i formularze. Polsce nie istnieje system, który gromadziłby informacje o wszystkich stratach spowodowanych oddziaływaniem naturalnych zjawisk ekstremalnych w ogólnodostępną, krajową bazę. Brak jest również

instytucji, która sukcesywnie zbierałaby i analizowała tego typu materiał – Główny Urząd Statystyczny gromadzi taką informację wybiórczo. Bardziej szczegółowe analizy przygotowywane są po wystąpieniu wielkich powodzi, są to jednak sytuacje wyjątkowe. Częściowe dane o skutkach zjawisk ekstremalnych gromadzi Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP) poprzez prowadzoną bazę interwencji. Tak więc aktualnie nie istnieją wiarygodne statystyki obejmujące ogół strat spowodowanych wszystkimi naturalnymi zjawiskami ekstremalnymi w skali kraju, w tym powodziami;

- b) opracowanie i wdrożenie modelu ubezpieczeń powodziowych uwzględniającego podział ryzyka między państwo i sektor prywatny. Ubezpieczenia są rozwiązaniem, które mogą zwiększyć odporność państwa na rosnące ryzyko wynikające ze zmiany klimatu;
- c) opracowanie bazy danych dla służb i instytucji (obecnie dla podmiotów i organów ochrony ludności) o uszkodzeniach w obrębie obiektów hydrotechnicznych (gromadzone dane: mechanizm zniszczenia, prędkość przepływu wody, wysokość wody, czy doszło do wcześniejszego wymywania materiału budowli hydrotechnicznej, wiek budowli, przeglądy, lokalizacja uszkodzenia itp.);
- d) stworzenie jednolitej klasyfikacji budowli hydrotechnicznych i implementacja tej klasyfikacji w systemach informacji geograficznej. Propozycje klasyfikowania budowli po danych takich, jak: rodzaj budowli, materiał wykonania, przez jaki czas budowla może piętrzyć wodę lub utrzymać falę wezbraniową;
- e) propozycja rozwoju Informatycznego Systemu Osłony Kraju w zakresie modelowania zasięgu powodzi (mapy zagrożenia powodziowego) przez wprowadzenie funkcjonalności, która pozwoli m.in. ocenić skuteczności podwyższenia korony wału;
- f) rewizja obecnych zbiorników i urządzeń piętrzących wodę pod kątem budowy dodatkowych kaskad przelewu awaryjnego (przykład – zdjęcie kaskady do przelewu awaryjnego wody na zaporze Pilchowice) celem wykluczenia zniszczenia budowli piętrzącej (tak jak to miało miejsce w Stroniu Śląskim);
- g) wypracowanie mechanizmów i wprowadzenie zapisów do pozwoleń wodno-prawnych dla budowli piętrzących w zakresie prowadzenia zrzutów wody przed dużymi opadami, tak aby zwiększyć rezerwę powodziową zbiornika (np. 1–2 dni wcześniej przed spodziewanymi opadami).

6. Uwagi Autorów raportu po powodzi wrześniowej 2024 r.

6.1. Spostrzeżenia po powodzi 2024 (Jerzy Grela)

Zawiodły środki łączności. Jak wynika z informacji medialnych, w krytycznych dla powodzi sytuacjach (katastrofa zapory w Stroniu Śląskim) do służb kryzysowych nie

dotarła wiadomość o rozmyciu zapory. Wina może leżeć po stronie niedostatecznie niezawodnego systemu, w jaki wyposażone są PGW Wody Polskie.

Sprawdził się system informacyjny IMGW-PIB. Pełna informacja o przepływach i stanach na wodowskazach, była dostępna w pełnym zakresie w czasie powodzi i udostępniana powszechnie w sposób czytelny i zrozumiały również dla osób spoza branży. Ewentualne braki w informacji wynikały ze zniszczenia urządzeń pomiarowych i były niezależne od służby hydrologiczno-meteorologicznej.

Zauważalne są niebezpieczeństwa wynikające z powszechnej dostępności do mediów społecznościowych. Każdy może się wypowiadać na tematy powodziowe bez jakiegokolwiek kontroli i nawet w dobrej wierze tworzyć mity i oceny mijające się z prawdą. Inni poszukujący w internecie rzeczowych informacji, a niebędący fachowcami trafiają na nie i jest to powodem ich dezorientacji.

- Przykład 1 – Lokalna prasa w Prudniku donosi, że pęka zaporą w Jarnołówku. Jest to nieprawda, która budzi strach w społeczności. Sprostowana na szczęście przez władze miasta.

- Przykład 2 – Wygadany bloger bierze się za analizę zestawienia gospodarki wodnej na zbiornikach retencyjnych, jaką opublikowały Wody Polskie 13 września rano. I skupia się nad kolumnami pokazującymi dopływy i odpływy z poszczególnych obiektów. Wyciąga z tego wniosek, że tylko obiekty będące pod administracją Tauronu działają dobrze, bo np., na Pilchowicach odpływ jest większy od dopływu, co według autora analizy jest prawidłowe, bo zwiększa rezerwę. Odwrotnie, na obiektach Wód Polskich wygląda to inaczej – tam wodę gromadzi się. Opowiada o tym pół godziny, zasypując słuchaczy informacjami, ile to razy odpływ jest większy od dopływu lub odwrotnie. Kompletnie natomiast ignoruje kolumny z wielkościami wymaganych i aktualnych rezerw powodziowych. A rezerwy aktualne przekraczają 130–150 % rezerw wymaganych. I tego oczywiście nie dostrzega, uważając, że rezerwy należy powiększać bez względu na okoliczności.

6.1.1. Wskazania na przyszłość

Priorytety inwestycyjne:

- odbudowa zniszczonych w czasie powodzi zapór (Stronie Śląskie, Topola);
- niezwłoczne rozpoczęcie realizacji kanału bocznego ze zbiornika Nysa o przepustowości $600 \text{ m}^3/\text{s}$ (inwestycja nie weszła do PZRP w roku 2015 mimo wybudowanego na zaporze jazu umożliwiającego dokonywanie tego zrzutu);
- wyposażenie jednostek Wód Polskich w wysoko efektywne środki łączności o standardzie, jaki mają służby państwowe, np. policja;
- wprowadzenie zdalnych systemów do monitorowania przecieków w krytycznych obwałowaniach (przypadek przecieku przez obwałowanie zbiornika Racibórz zauwa-

żony w porę). Istnieją takie systemy, np. we Francji (szczegóły dr inż. Krzysztof Radzicki z PK: <http://gigw.pl/pracownicy-katedry/dr-inz-krzysztof-radzicki/>);

- kontynuacja analiz skutków uszkodzenia lub awarii obiektów piętrzących.

W obecnym cyklu planistycznym po raz pierwszy zostały opracowane mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego będące skutkiem katastrof budowli piętrzących, które są powszechnie dostępne na Hydroportalu PGW WP dla 26 obiektów hydrotechnicznych stanowiących zapory zbiorników „mokrych”, wytypowanych zgodnie z sugestiami zawartymi we wcześniej opracowanej WOPR. Oprócz tej grupy obiektów jest jeszcze wiele zbiorników „mokrych”, dla których takie mapy należałoby opracować (np. zbiornik Topola, który uległ uszkodzeniu w 2024 r.), ale przede wszystkim zbiorniki „suche”, dla których prawdopodobieństwo awarii lub przełania wody przez koronę, jak pokazała powódź 2024 r. jest znaczące (przełanie Jarnołówka i Międzygórza, rozmycie korpusu zapory w Stroniu Śląskim). Tymczasem, jak się wydaje, w ramach obecnie trwających prac nad kolejnym cyklem planistycznym nie planuje się rozszerzenia analiz w tym zakresie dla nowych obiektów. Nie jest to właściwy kierunek, bo kontynuacja wyznaczania MZP i MRP dla potencjalnych katastrof innych obiektów jest nieodzowna, zwłaszcza dla zapór obiektów „suchych”, w tym w pierwszej kolejności dla starszych obiektów budowanych na początku XX wieku (Międzygórze, Pilchowice, Jarnołówka, Stronie Śląskie).

Modyfikacje w systemie rejestracji strat powodziowych:

- szczegółowa analiza obecnie funkcjonującego systemu zbierania informacji o szkodach powodziowych w różnych resortach i w GUS;
- analiza potrzeby inwentaryzacji strat przyrodniczych (koszty środowiskowe powodzi w przyrodzie, np. zniszczenie odtworzonych tarlisk);
- bardziej wnikliwa analiza strat pośrednich – czy dotychczasowa wycena w postaci procentu strat bezpośrednich nie jest zbyt dużym uproszczeniem.

Wzmocnienie działań na etapie przygotowania do powodzi:

- bieżąca inwentaryzacja rozmiaru ryzyka powodziowego na terenie gmin – zadanie służb kryzysowych (zagrożeni mieszkańcy, pensjonariusze DPS, szpitale, szkoły, itp.) w kontekście zmian w zagospodarowaniu, ruchów migracyjnych, dróg ewakuacji;
- nacisk na indywidualne przygotowanie do powodzi – upowszechnienie świadomości zamieszkiwania na terenie zalewowym w oparciu o MZP z portalu Wód Polskich:
 - jeśli ktoś mieszka na terenie zalewowym – zachęcanie do opracowania rodzinnych planów ochrony przed powodzią, planu ewakuacji rodziny i mienia;
 - jeśli ktoś nie mieszka na terenie zalewowym – zachęta do pomocy sąsiadom zagrożonym, udostępnianie miejsc do awaryjnego parkowania, tymczasowego prze-

chowania inwentarza żywego, umowy sąsiedzkie;

- opracowanie materiałów informacyjnych w formie ulotek rozmieszczonych na stałe w urzędach na tablicach ogłoszeń, w hotelach, kwaterach prywatnych, restauracjach, sanatoriach itp. adresowanych do mieszkańców, turystów, zawierających niezbędne wskazówki zachowania się w czasie powodzi (ważne adresy, mapy ewakuacji na tereny bezpieczne, znaczenie sygnałów dźwiękowych). Takie wskazówki winny być powszechnie dostępne w terenach, gdzie gwałtowny przebieg zjawisk powodziowych jest normą – Kotlina Kłodzka, doliny Białej Łądeckiej, Białej Głucholskiej, Bobru, i inne;
- poradniki dla dziennikarzy i mediów;
- wskazówki dla nauczycieli w zakresie scenariuszy lekcji z zakresu przygotowań do powodzi.

W większości powyższa tematyka została przygotowana w formie materiałów opracowanych przez pracowników IMGW Kraków po powodzi 1997 r. Zapewne materiały pochodzące z roku 2002 wymagają niewielkiej aktualizacji.

Powszechna edukacja społeczeństwa w zakresie funkcjonowania obiektów hydrotechnicznych

Konieczne jest przypomnienie i upowszechnienie w przystępnej formie podstawowego zakresu informacji obejmujących zasady funkcjonowania zbiorników retencyjnych w okresach powodziowych, adresowanych do zwykłych obywateli, jak na przykład:

- 1) istnieją dwa rodzaje zbiorników zaporowych suche (Międzygórze, Jarnołtówek, Stornie Śląskie), służące wyłącznie celom przeciwpowodziowym, które cały rok stoją puste, a wypełniają się jedynie w czasie powodzi, oraz mokre (Leśna, Pilchowice, Otmuchów, Nysa), służące wielu celom gospodarki wodnej, wypełnione do pewnego poziomu wodą, powyżej którego znajduje się wolna przestrzeń wypełniana w czasie powodzi napływającą wodą wezbraniową.
- 2) Zapora zamykająca zbiornik suchy lub mokry, jak każdy obiekt inżynierski, zaprojektowana jest na powódź o określonym prawdopodobieństwie, z czym wiąże się wysokość fali kulminacyjnej oraz jej objętość. Oznacza to, że opracowana instrukcja eksploatacyjna powinna pozwolić na zredukowanie fali powodziowej o tych parametrach oraz mniejszych w sposób bezpieczny dla samej zapory, a także terenów leżących poniżej. Prawidłowa praca zapory to odprowadzenie odpływu znacznie mniejszego od kulminacyjnego dopływu (a najlepiej tzw. odpływu dozwolonego, czyli niepowodującego strat poniżej zbiornika) i zgromadzenie w zbiorniku znacznej objętości fali dopływającej.
- 3) Instrukcja eksploatacyjna to zbiór zasad pozwalających wyznaczyć w każdej chwili odpływ ze zbiornika w oparciu o wielkość aktualnej rezerwy powodziowej, aktual-

nego dopływu do zbiornika i prognozy dopływu. Instrukcja wyznacza odpływ jednoznacznie i rozsądny kierownik do niej się stosuje, gdyż ewentualne od niej odstępstwo w przypadku złej decyzji kończy się sprawą u prokuratora.

- 4) Rezerwa powodziowa to wolna objętość w zbiorniku, której wielkość, zróżnicowana w ciągu roku i zapisana w instrukcji, powinna być zachowana każdego dnia. Rezerwę w przypadku prognozy wysokich opadów można zwiększyć, ale tylko w pewnych granicach, aby w przypadku błędnej prognozy nie obniżyć poziomu wody w zbiorniku w stopniu pogarszającym znacznie realizację innych zadań gospodarki wodnej (zaopatrzenie w wodę, energetyka), co również może skutkować postępowaniem prokuratorskim.
- 5) Jeżeli do zbiornika dopłynie ekstremalna fala powodziowa o parametrach większych, niż zakładano w projekcie, to zbiornik się przepełni i może dojść do dwóch przypadków:
 - woda przeleje się przez koronę zapory i/lub obwałowania boczne, ale obiekt nie ulegnie uszkodzeniu (Jarnołtówek, Międzygórze) – i to jest sytuacja normalna;
 - woda przeleje się przez koronę zapory i/lub obwałowania boczne, a obiekt ulegnie uszkodzeniu (Stronie Śląskie – rozmyta została zaporą i to jest sytuacja katastrofy, natomiast prawy wał o długości 320 m, przez który przelewała się woda, pozostał nienaruszony).
- 6) Jeżeli woda zrzucana jest przelewem powierzchniowym, nie oznacza to, że „zaporą pęka”. Odpływ ze zbiornika odprowadza się z reguły upustami dennymi, elektrownią, przepławką, a przy wysokim napełnieniu zbiornika przelewami powierzchniowymi i jest to normalne działanie zbiornika.

6.2. Spostrzeżenia po powodzi 2024 (Stanisław Kostecki)

6.2.1. Wnioski z doświadczeń z poprzednich powodzi, rekomendacje

- 1) Po powodzi 1997 r. zmodernizowano wały odrzańskie, zwiększono przepustowość Wrocławskiego Węzła Wodnego oraz wybudowano suchy zbiornik Racibórz (ukończony w 2020 r.). Niewiele się jednak zmieniło, jeśli chodzi o górskie dopływy Odry. Opracowano wprowadzić studia ochrony przed powodzią dla Nysy Kłodzkiej do Barda w 2004 r., dla Kwisy w 2006, dla Bobru w 2006 r., dla Bystrzycy w 2006 r., dla Nysy kłodzkiej od Barda w 2008 r., jednakże poza budową 4 suchych zbiorników w Kotlinie Kłodzkiej prawie nic więcej z zaleceń tych studiów nie zrealizowano, czego efekty widzieliśmy podczas ostatniej powodzi we wrześniu 2024 r.
- 2) Niedofinansowanie gospodarki wodnej i tego konsekwencje:
 - mamy wieloletnie zaniedbania w gospodarce wodnej wynikające głównie z ograniczonych środków na inwestycje, remonty, programy ochrony etc. W konsekwencji mamy przestarzałą infrastrukturę przeciwpowodziową, która chroni nie-

dostatecznie przed skutkami powodzi i sama stwarza bardzo poważne zagrożenie, gdy dojdzie do awarii lub katastrofy. Przykładem jest choćby suchy zbiornik Stronie Śląskie. To samo dotyczy wałów przeciwpowodziowych;

- konsekwencją małych środków finansowych w tym resorcie jest również brak kandydatów do zawodu technika budownictwa wodnego, stąd jest mało szkół i klas o tym profilu (te, które znam to Technikum Budownictwa Wodnego w Szczecinie, Technikum Żeglugi we Wrocławiu). Z powodu słabego rynku pracy mało jest również chętnych na studia o tym profilu (w Politechnice Wrocławskiej już od 6 lat nie jest otwierany kierunek Budownictwo Hydrotechniczne i Specjalne z powodu zbyt małej liczby kandydatów). To wszystko przekłada się na brak specjalistów hydrotechników w administracji państwowej i samorządowej zajmującej się gospodarką wodną;
- likwidacja w 2018 r. Zarządów Melioracji i Urzędzeń Wodnych i przekazanie kompetencji dot. małych cieków i melioracji do PGW Wody Polskie, przy braku środków na ich utrzymanie, spowodowało m.in. występowanie lokalnych problemów powodziowych. Samorządy mają zdecydowanie lepsze rozeznanie w problemach małej gospodarki wodnej i może rozwiązaniem problemów z małymi ciekami byłoby przekazanie kompetencji ponownie do samorządów.

- 3) Przepisy – do tej pory nie doczekaliśmy się nowelizacji rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Jest to bardzo istotne rozporządzenie, bowiem kształtuje proces projektowania i warunki realizacji budowli hydrotechnicznych, co przekłada się na ich bezpieczeństwo. Zmiany są konieczne w obliczu zmieniających się warunków klimatycznych, pojawienia się nowych technologii np. w zakresie monitoringu budowli hydrotechnicznych, wymagania dostosowania do norm europejskich (Eurokody) i potrzeby szacowania niezawodności budowli hydrotechnicznych, głównie zapór, dla określonego okresu użytkowania (200 lat?).
- 4) Oczekiwałamby też powstania nowych wytycznych w zakresie projektowania zapór, aby podnieść ich bezpieczeństwo. Dotyczy to szczególnie zapór ziemnych, które powinny być wyposażone w przelewy awaryjne, być może z umocnieniem skarpy odpowietrznej przed jej rozmyciem w przypadku przelania się wody przez koronę zapory.
- 5) Należałoby również przejrzeć i zmodyfikować wytyczne oceny 5-letniej stanu technicznego, np. wprowadzając szczególne wymagania dotyczące starzejących się obiektów, w tym m.in. wymóg sprawdzania hydrologii (przeliczenie przepływów prawdopodobnych do projektowania i porównanie z przepustowością urządzeń upustowych). Również powinna być wymagana weryfikacja wydatku urządzeń upustowych tych obiektów na bazie modelowania fizycznego.

- 6) Praca mostów i przepustów podczas powodzi jest bardzo ważna, aby nie dochodziło do ich zablokowania materiałem niesionym przez wodę, przelania się wody górą oraz zerwania mostu. Istniejące wytyczne i standardy (WiS) w zakresie obliczania światła drogowych mostów i przepustów hydraulicznych (WR-M-12), opracowane w 2021 r., nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane i zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania. Są jedynie rekomendowane przez Ministra Infrastruktury. Moim zdaniem powinno się znowelizować Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych, wprowadzając do nich obowiązek korzystania z ww. wytycznych.
- 7) Potrzebne są moim zdaniem wytyczne dotyczące odbudowy zniszczeń powodziowych – ze zdziwieniem obserwuję po powodzi 2024 r., że odbudowuje się po staremu – na przykład most w Głuchołazach – konstrukcja solidna, ale światło zbyt małe i podczas ekstremalnej powodzi woda go opłynie. Natomiast nie zlikwidowano istniejącego, niepotrzebnego progu jazu stałego, który powoduje, że woda wylewa się z koryta rzeki przy wezbraniach powodziowych.
- 8) Proaktywne, a nie reaktywne reagowanie na zagrożenie powodziowe. Wymaga to opracowań studialnych z odpowiednią prognozą zmian klimatycznych i obliczenia maksymalnych możliwych przepływów na poszczególnych rzekach, aby wyprzedzająco decydować i przedsięwziąć środki ochrony przeciwpowodziowej w postaci budowy nowych zbiorników suchych (lub mokrych, biorąc pod uwagę, że susze stwarzają obecnie dla gospodarki narodowej bardzo duże wyzwania), wałów przeciwpowodziowych, kanałów ulgi, przebudowy mostów itp. działań technicznych. Nie można też zapominać o rozwiązaniach bliżej natury, a mianowicie tworzenie przestrzeni dla rzek przez przesuwanie wałów, przebudowę koryt, np. przywracanie do użytku starych meandrów, rewitalizację terenów podmokłych, zalesianie i zwiększanie retencji leśnej. W tym aspekcie mieści się również zrównoważone zarządzanie zlewniami, zielono-błękitna infrastruktura i udrażnianie koryt rzecznych, szczególnie w miastach, itp.
- 9) Niezwykle ważny jest rozwój inteligentnych systemów monitoringu i ostrzegania, w tym zwiększenie liczby stacji opadowych i wodowskazowych, w szczególności dla osłony zbiorników przeciwpowodziowych, co już częściowo się dzieje. Należy także wykorzystywać inne nowoczesne systemy monitoringu i ostrzegania, np. Centrum Informacji Kryzysowej Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CIK CBK PAN) uruchomiło w piątek 13 września 2024 r. dedykowany system monitoringu satelitarnego, inaugurujący działanie Poland's Civil Security Hub – projektu Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), mającego na celu zwiększenie

zdolności reagowania kryzysowego. CIK CBK PAN nawiązało współpracę z polsko-fińską firmą ICEYE, której satelity wykrywają obszary, gdzie woda wystąpiła z brzegów rzek, tworząc tereny zalewowe. ICEYE obsługuje największą na świecie cywilną konstelację satelitów radarowych, dostarczając krytycznych danych wspomagających działania w zakresie reagowania na powódź. Od początku tej powodzi system monitoringu satelitarnego działał 24 godziny na dobę, generując analizy i mapy skutków powodzi. Odbiorcami tych analiz były PSP, regionalne CZK, MPWiK oraz Dowództwo Operacyjne Rodzajów Sił Zbrojnych.

- 10) Zmiany w przepisach dotyczące planowania przestrzennego: należy aktywnie angażować społeczność w decyzje o zagospodarowaniu obszarów zalewowych, uwzględniać konsultacje obywatelskie i prewencyjne ograniczanie zabudowy na terenach wysokiego ryzyka.
- 11) Programy ubezpieczeniowe: Powinno się zachęcać do ubezpieczeń od powodzi, aby minimalizować straty. Jak pokazała to ostatnia powódź, w Polsce wciąż niewiele osób korzysta z ubezpieczenia od powodzi. Warto rozważyć system ulg lub dopłat do polis powodziowych oraz kampanie informacyjne o ich korzyściach. Można by rozważyć wprowadzenie obowiązkowego ubezpieczenia na terenach zagrożonych powodzią (taki projekt był rozważany w Niemczech po wielkich powodziach w 2021 r. Zwiększenie „ubezpieczalności” nieruchomości ułatwiłoby szybką odbudowę i ograniczyło obciążenie budżetu państwa.

6.3. Spostrzeżenia po powodzi 2024 r. (Tomasz Walczykiewicz)

6.3.1. Co się poprawiło?

- 1) Metody prognozowania zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych są coraz bardziej zaawansowane, a ich rezultaty coraz doskonalsze. Prognozy „pokrywają” coraz dłuższe i odleglejsze okresy czasu i są coraz bardziej dokładne, a przez to stają się cenniejsze dla ich użytkownika.
- 2) Doskonali się tryb przygotowania prognoz poprzez:
 - precyzyjniej opisane modelami matematycznymi zjawiska w hydrologii i meteorologii;
 - doskonalszą interpretację wyników z modeli;
 - pozyskiwanie licznych danych z pomiarów parametrów hydrologicznych i meteorologicznych dzięki stosowaniu automatycznych systemów monitorowania zjawisk przyrody;
 - wspomaganie decyzji dzięki stosowaniu nowoczesnych technik komputerowych;
 - powszechne stosowanie i wykorzystanie systemów informacji przestrzennej;
 - stosowanie szybkich i pewniejszych środków telekomunikacji.

6.3.2. Co wymaga poprawy?

- 1) Korzystanie z informacji w czasie niebezpiecznego zdarzenia musi się odbywać w sposób odpowiedzialny. Chodzi o to, aby ludzie posiadający informację i dysponujący nią w sposób kompetentny z niej korzystali nie głównie dla swoich celów, lecz także w interesie publicznym. Należy pamiętać, że informacja odgrywa decydującą rolę w zarządzaniu stanem zagrożenia, służy bezpośrednio narażonej na niebezpieczeństwo ludności i w rezultacie przynosi wymierny efekt ekonomiczny. Szczególne znaczenie mają media odpowiedzialne za publikowanie wiarygodnych, sprawdzonych informacji.
- 2) Edukacja społeczności lokalnych, w szczególności w zakresie ewakuacji.
- 3) Mści się brak odpowiednich uregulowań prawnych zapewniających stały realny udział interesariuszy w konsultacjach i partycypacji w procesie podejmowania decyzji planistycznych z zakresu gospodarki wodnej. To powoduje brak zrozumienia dla niezbędnych inwestycji hydrotechnicznych i wykorzystywanie mieszkańców dla celów doraźnej polityki niemającej nic wspólnego z rzeczywistymi potrzebami.
- 4) Dublowanie systemów łączności tam, gdzie jest to niezbędne.
- 5) Przywrócenie sygnałów dźwiękowych dla alarmowania w przypadkach skrajnego zagrożenia.
- 6) Doskonalenie strategii rozwiązań organizacyjno-technicznych działań zapobiegawczo-ratowniczych, mając na uwadze fakt, że profilaktyka przeciwdziałania zagrożeniom oraz dobry stan przygotowania służb i ludności jest najtańszym środkiem zmniejszającym i łagodzącym skutki niebezpiecznego zdarzenia, gdy zdarzenie nadzwyczajne przeradza się w sytuację kryzysową, następuje przejęcie dowodzenia przez dowódcę, któremu podporządkowane są wszystkie czynniki biorące udział w reagowaniu. Taka forma zarządzania zapewnia eliminację kryzysu i ograniczenie jej skutków. W przeciwnym razie rozproszone organy administracji rządowej i samorządowej, ogólnej i specjalnej oraz służb nie przyniosą pożądanych efektów, prowadząc do sytuacji, gdy do katastrof wzywane będą oddzielnie starosta, burmistrz, policja, straż pożarna i pogotowie ratunkowe.
- 7) System rejestracji strat powodziowych.

7. Biblioteka i zbiór dobrych przykładów

Tymczasowe magazynowanie wody powodziowej na terenach rolniczych w dorzeczu środkowej Cisy – Węgry

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/temporary-flood-water-storage-in-agricultural-areas-in-the-middle-tisza-river-basin-hungary>

Strategia zarządzania ryzykiem powodziowym na rzece Cisie została ulepszona dzięki utworzeniu tymczasowych zbiorników retencyjnych na wodę powodziową. Uodowodniła swoją skuteczność, chociaż obecne dominujące użytkowanie gruntów uniemożliwia wykorzystanie jej pełnego potencjału. Aktualna analiza kosztów i korzyści może stanowić podstawę przyszłych planów bardziej powtarzalnego wykorzystania takich polderów w celu radzenia sobie z częstszymi szczytowymi powodziami i jednocześnie zapewniać szerszy zakres rozwiązań opartych na naturze.

Ochrona przed powodzią w dorzeczu górnej rzeki Opawy

https://www.pod.cz/OhO/index_en.html

Czechy zostały poważnie dotknięte katastrofalnymi powodziami w 1997 r. Dorzecze rzeki Opawy zostało szczególnie mocno dotknięte tymi powodziami, które spowodowały ogromne szkody materialne, a także ofiary śmiertelne. Ten rok był punktem zwrotnym w postrzeganiu konieczności podjęcia środków, które nie tylko wyeliminują bezpośrednie skutki, ale także zmniejszą ryzyko strat w przyszłości. W następnym okresie zarówno profesjonaliści, jak i ogół społeczeństwa rozważali i szeroko dyskutowali szereg opcji kontroli powodzi.

W fazie przygotowawczej projektu wykonano szeroki zakres działań. Oprócz projektowania i badań obejmował on jakościowe analizy skupione na środowisku wodnym i klimacie, specjalistyczne badania dotyczące konkretnych problemów środowiskowych, ocenę, dokumentację i wszelkie inne działania związane z oceną oddziaływania na środowisko, przetwarzanie danych na potrzeby planowania użytkowania gruntów i rekompensat za nieruchomości i inne. Celem było włączenie odpowiednich rekompensat za udokumentowane oddziaływania na środowisko i grunty do projektu, aby zapobiec pogorszeniu środowiska wodnego i, w miarę możliwości, zainicjować poprawę warunków wzdłuż odcinka rzeki Opawa od gminy Karlovice do Krnova, w tym terenów zalewowych.

- modernizacja koryta rzeki Opawa powyżej stanowiska Nové Heřminovy;
- zaporą Nové Heřminovy – rewitalizacja dna zbiornika retencyjnego;
- właściwa integracja zbiornika Nové Heřminovy z krajobrazem;
- przepławka dla ryb – obejście zbiornika Nové Heřminovy;
- reżim osadowy wzdłuż rzeki Opawa i wpływ zbiornika Nové Heřminovy;
- regulacja rzeki z wykorzystaniem zasad rewitalizacji poniżej zapory Nové Heřminovy, przechodzącej przez gminy Zátor, Brantice, Kostelec-Krnov;
- rewitalizacja rzeki poza terenami zabudowanymi;
- środki ochrony przeciwpowodziowej w gminie Krnov, poniżej Krnova i wpływy na terytorium Polski;
- system polderów i jego odpowiednia integracja z krajobrazem, modyfikacja użytkowania gruntów;

- rozwiązywanie przeszkód dla migracji ryb i turystyki wodnej od jazu Kunov do gminy Krnov.

Systemy ostrzegania przed powodzią dla zapór

<https://www.hoermann-ws.de/en/applications/siren-warning-systems-industry/electronic-sirens-dam-safety-and-flood-warning>

Syreny bezpieczeństwa dla zapór i ostrzegania przed powodzią, emitujące głośne sygnały akustyczne, gdy istnieje ryzyko powodzi, czas ma kluczowe znaczenie. Na świecie istnieją tysiące zapór. Rzeki są regulowane za pomocą zbiorników wodnych w celu zaopatrzenia w wodę pitną, nawadniania lub wytwarzania energii przy użyciu energii wodnej. W górnictwie firmy górnicze tworzą zapory lub zbiorniki retencyjne – nadpoziomowe zbiorniki gromadzące substancje płynne i półpłynne dla wody i osadów, które pozostają po wypłukaniu produktu górniczego, takiego jak miedź, ruda żelaza, złoto lub srebro. Ten osad, niezależnie od tego, czy jest płynny, mułowy czy kamienny, jest często toksyczny lub radioaktywny. Takie zbiorniki stanowią podstawowe zagrożenie dla ludności zamieszkującej ich okolicę. Nawet jeśli pierwotnie zostały zaprojektowane jako bezpieczne, starzenie się materiałów, burze, trzęsienia ziemi, a także błąd ludzki mogą spowodować przerwanie zapory. Gdy zaporą zostanie przerwana, masy wody lub mułu spadają do dolin, a cywile często mają mało czasu, aby dotrzeć w bezpieczne miejsce. Oprócz zapewnienia bezpiecznego środowiska pracy dla górników i pracowników zbiorników, należy również położyć duży nacisk na ochronę ludności. Dotyczy to zarówno górnictwa odkrywkowego, jak i elektrowni wodnych oraz zbiorników wodnych. Dlatego czujniki są używane do monitorowania konstrukcji zapory i wyzwalania wstępnie zdefiniowanego procesu ostrzegawczego i informacyjnego w przypadku bezpośredniego zagrożenia. Wyraźne ostrzeżenie musi zostać wysłane w ciągu kilku sekund. I nie tylko bezpośrednio w rejon samej zapory, ale także na cały obszar, który jest zagrożony zalaniem przez falę pływową lub osuwisko błotne. Systemy ostrzegawcze syren są w tym kontekście niezbędne. Są głośne i wyraźne. Dlatego są instalowane nie tylko na obszarze górniczym, ale także wzdłuż możliwej trasy, którą woda lub błoto mogą przebyć, jeśli zaporą ulegnie katastrofie lub jeśli planowane jest otwarcie śluz. Oprócz podnoszenia alarmu w nagłych wypadkach są również używane do ostrzegania ludzi w przypadku fal pływowych, na przykład, gdy duże ilości wody są wyjątkowo odprowadzane.

Ryzyko powodzi w systemach polderowych w Dżakarcie: obecne i przyszłe analizy

https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/305246701/Flood_risk_in_polder_systems_in_Jakarta_present_and_future_analyses.pdf

Systemy polderowe w Dżakarcie są wdrażane od 1965 r., ale ich rozwój został zaha-

mowany przez problemy społeczne i polityczne. Obecnie rząd Dżakarty zaczął rozważać system polderowy, jak pokazano w Planie przestrzennym do 2030 r.

Polder w Kutřinie w regionie Chrudim

<https://ohla-zs.cz/en/we-are-building-a-polder-in-kutrin-in-the-chrudim-region/>

Pomysł tej rozległej budowli przeciwpowodziowej na rzece Krounka zrodził się po niszczycielskich powodziach w 1997 r. Inwestorem jest państwowa spółka Povodí Labe. Projekt obejmuje również rewitalizację cieku wodnego potoku Martinický i doliny zalewowej na długości dwóch kilometrów, przebudowę mostu na rzece Krounka, ochronę źródła wody Krchovka, a także modyfikację niektórych elementów roślinności.

Renaturyzacja rzeki Izara , Bawaria, Niemcy

<https://www.munich.travel/en/topics/convention-bureau/news-highlights-2023/isar-renaturation>

Pierwsze prace w ramach projektu renaturyzacji rozpoczęły się w 1995 r. na 10-kilometrowym odcinku rzeki Isar poniżej jazu Ickinger Wehr, na południe od Monachium, gdzie zlikwidowano betonową obudowę brzegów i wybudowano na brzegu przepławkę dla ryb „bliską naturze”. W 1998 r. podjęto decyzję o przywróceniu rzeki na terenie Monachium. Jeszcze w XX wieku rzeka płynęła tu korytem, wyprostowanym korytem, o ubogiej budowie morfologicznej (przekrój trapezowy, stała szerokość około 150 m). W ramach prac renaturyzacyjnych usunięto zbrojenia betonowe brzegów rzek, przekształcono stopnie i stopnie dolne w rampy (umożliwiające migrację ryb), obniżono nachylenia skarp w celu ułatwienia dostępu do rzeki. Aby nadać rzece Izarze pierwotną dynamikę przepływu, należało uwolnić jej koryto od narzuconego, wąskiego „gorsetu” w postaci koryta. Likwidacja sztywnych umocnień umożliwiła rzece odtworzenie własnego koryta w kontrolowanych granicach. Na terenie miasta, gdzie było to technicznie możliwe, usunięto betonowe wzmocnienia stromych zboczy brzegów, zastępując je łagodnie nachylonymi zboczami o zabudowie tarasowej. Istniejące wały na obu brzegach usunięto z koryta, aby zwiększyć retencję wód powodziowych.

Dynamika rzeki Ems w Dolnej Saksonii zbliżona do naturalnej

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE03-NAT-D-000006/near-natural-river-dynamics-on-the-river-ems-in-lower-saxony>

Projekt LIFE Nature z 1999 r. (Emsaue NRW – zalewowa równina Ems: LIFE99 NAT/D/005931) miał na celu przywrócenie naturalnej dynamiki rzeki i równin aluwialnych wzdłuż 91 km rzeki. Ponownie połączono dawne meandry, usunięto kilka małych jazów i zawalonych mostów, zbudowano obejście wokół jazu, usunięto solidne nasypy i przywrócono naturalne warunki dopływów, strumieni i drenaży. Odbyły się również inne działania finansowane przez region, w tym projekt „Untere Haseniederung”.

Projekt ten obejmuje środkowy odcinek rzeki Ems i jej zalewową równinę, na północ od obszaru objętego projektem z 1999 r. W okresie poprzedzającym projekt beneficjent zainwestował już znaczne wysiłki w przygotowanie gruntu. Wykupiono kilka kluczowych obszarów potrzebnych do zagospodarowania obszaru Natura 2000, podczas gdy nielegalne domki weekendowe i pomosty dla łodzi motorowych zostały usunięte z wrażliwych miejsc.

Zwiększenie rozstawy wałów wzdłuż rzeki Gera. Niemcy

Rozsuniecie planowane jest na lata 2022–2027. Na północ od zabudowy miejskiej Erfurtu rzeka Gera (prawy dopływ rzeki Unstrut, zlewnia Łaby) jest prostym, zabudowanym i obwałowanym ciekim. Wały biegną blisko wody i zwężają przekrój odpływu. W obecnym stanie system może odprowadzać wodę powodziową do HQ(20) bez przelewów wału. Rzadsze zdarzenia powodziowe najpierw uszkadzają prawy wał poniżej miejscowości Ringleben i kolejno dalsze odcinki w górę rzeki. Celem planowanych działań jest poprawa bezpieczeństwa przeciwpowodziowego mieszkańców terenów leżących w zlewni rzeki Gera na północ od Erfurtu. Planowane jest rozebranie istniejących w pobliżu cieku wałów oraz wykonanie obniżenia terenu. Rzeka i przylegające do niej nisko położone obszary zalewowe pozwolą na przechwycenie wód powodziowych; odsunięcie wałów od rzeki umożliwi ponadto quasi-naturalne kształtowanie biegu koryta cieku (więcej miejsca na tworzenie meandrów, zakoli), co przyczyni się do poprawy stanu ekologicznego rzeki. Prace w ramach projektu rozpoczęto w roku 2021, wykonane zostało m.in. bliskie naturze przekształcenie koryta rzeki Gera w miejscowości Walschleben, lewy wał wzdłuż cieku został przesunięty oraz wykonano obsadzenia roślinności.

Działania zwiększające retencję w obszarach zabudowanych. Niemcy

Modelowe osiedle Scharnhauser Park (miejscowość Ostfildern, okolice Stuttgartu) oddano do użytku w roku 2016, a budynki mieszkalne (na ok. 9000 osób), obiekty użyteczności publicznej i pozostała infrastruktura zajmują 140 ha. Zastosowano tu wiele rozwiązań mających na celu zmniejszenie/spowolnienie spływu wód opadowych. Cała woda opadowa z ulic, dróg, placów, dachów i innych powierzchni na terenie parku nie jest kierowana do kanalizacji, lecz otwartymi rowami i rynnami odprowadzana jest do niecek obsadzonych zielenią. Woda deszczowa jest tam retencjonowana, częściowo odparowuje, a następnie jest oczyszczana w wyniku przesiąkania przez wierzchnią warstwę gleby i wbudowaną głębiej warstwę żwiru (o grubości 1,5 m). Całkowita pojemność retencyjna systemu wynosi 14 000 m³. Obiekty retencji wody opadowej rozmieszczone są w różnych miejscach osiedla Scharnhauser Park i stanowią interesujące elementy krajobrazu. Trzonem osiedla są tzw. Schody krajobrazowe o długości ponad 1000 m i szerokości 40 m, stanowiące nie tylko ciekawy element urbanistyczny, ale także element odwodnienia tej dzielnicy mieszkaniowej. Po ulewnych opadach wody deszczowe

są zbierane na 48 kaskadowych polach, a następnie spływa do okolicznych potoków w tempie 3 l/s. Oznacza to, że potoki, nawet po ulewnych deszczach, nie otrzymują więcej wody, niż gdyby teren ten był całkowicie niezabudowany. Ten element architektury pomyślany został jako swego rodzaju łącznik między miastem (zabudową urbanistyczną) a krajobrazem naturalnym, a betonowe stopnie z białego cementu, wkomponowane w teren obsadzony trawą, prowadzą na platformę widokową, skąd rozpościera się widok na górzysty teren Jury Szwabskiej (Schwabische Alb). Wszystkie budynki w obrębie osiedla posiadają dachy obsadzone roślinnością, stanowiące dodatkową powierzchnię retencyjną dla wód opadowych.

System ochrony przed powodzią w dolinie Loary. Departament Loiret. Francja

System stanowi zespół obwałowań oraz innych konstrukcji hyrotechnicznych i urządzeń do regulacji przepływów, takich jak jazy i przepompownie, co przyczynia się do zapobiegania ryzyku powodzi w Loiret w wyniku powodzi Loary. Loara jest podzielona na szesnaście zlewni hydrologicznych, które są zgrupowane w trzy obszary: doliny Giennois, doliny Orléanais i częściowo doliny Blésois. Cały system jest podzielony na system ochrony klasy A, doliny Orleanu (obejmujący górne i dolne części doliny Orleanu) oraz trzynaście systemów ochrony klasy B i C. O klasie obwałowań decyduje liczba ludności chronionej (A: > 30 000 osób, B: od 3000 do 30 000 osób i C: od 30 do 3000 osób). W 2017 r. długość wałów wzdłuż Loary w departamencie Loiret miała 164 km, z czego 154 km należy do państwa (94%), 3,8 do gminy (2%), a 7 do prywatnego właściciela (4%, w tym 5,5 km do EDF). W linii obwałowań jest pięć jazów umożliwiających w przypadku dużej powodzi odprowadzenie części wody na zawale, a tym samym zmniejszenie obciążenia wodami wałów.

Projekt ochrony przeciwpowodziowej Grenoble. Francja

Stosowane „zielone” rozwiązania dla górnej Isery. Projekt uznawany jest za bardzo odważny, gdyż proponuje w wypadku zagrożenia falami o małym prawdopodobieństwie, a dużych potencjalnych szkodach, zalewanie obszarów rolniczych z negocjowanym systemem odszkodowań i odpowiednio opracowaną rotacją zalewanych pól. Projekt został zrealizowany w latach 2012–2021 i doprowadził do zagospodarowania odcinków Izery, zachowując ekologiczną ciągłość rzeki i zalewanych polderów. System składa się z 16 sterowanych polderów.

Rekonstrukcja meandrów na prostych odcinkach, rzeka Cole, Coleshill, hrabstwo Oxonshire/Wiltshire, Wielka Brytania

[https://www.therrc.co.uk/assets/archive/MOT/Final_Versions_\(Secure\)/1.1_Cole.pdf](https://www.therrc.co.uk/assets/archive/MOT/Final_Versions_(Secure)/1.1_Cole.pdf)

Utworzono nowy bieg rzeki, aby wprowadzić odcinek swobodnie płynącej wody do równiny zalewowej, która dotychczas charakteryzowała się jedynie wolno płynącym

kanalem młyńskim. Istniejący kanał obejściowy młyna pozostawał w użyciu i został włączony do nowego projektu poprzez przedłużenie go tak daleko w górę rzeki, aby stworzyć dodatkowy, kręty kanał. W wyniku projektu Rzeką Cole jest teraz przekierowana z kanału, aby płynąć nowym odcinkiem, który zapewnia sezonowe zalewanie w trakcie wezbrań sąsiedniej równiny zalewowej.

Projekt REURIS

https://www.up2europe.eu/european/projects/revitalization-of-urban-river-spaces_144491.html

Projekt REURIS (Rewitalizacja miejskich przestrzeni rzecznych) był realizowany w ramach programu Europa Środkowa i współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Brało w nim udział 8 partnerów reprezentujących 6 regionów w trzech krajach: Czechach, Niemczech i Polsce.

Program „Ren 2040”

<https://www.iksr.org/en/icpr/rhine-2040>

W lutym 2020 r. ministrowie odpowiedzialni lub ich zastępcy przyjęli program „Ren 2040”. Jego celem jest zrównoważone zarządzanie zlewnią Renu z cennymi działaniami ratunkowymi dla człowieka i przyrody, które są odporne na skutki zmiany klimatu. Kontynuując cele i wyniki poprzedniego programu „Ren 2020”, program „Ren 2040” definiuje nowe ambitne, konkretne i mierzalne cele na rok 2040. „Ren 2040” wspiera osiągnięcie „dobrego stanu chemicznego i ekologicznego lub potencjału” zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną WE i ma na celu zmniejszenie ryzyka powodzi zgodnie z celami Dyrektywy WE w sprawie zarządzania ryzykiem powodziowym. Program „Ren 2040” i jego cele są zgodne z Celami Zrównoważonego Rozwoju (SDGs) Agendy 2030 Organizacji Narodów Zjednoczonych i podobnymi międzynarodowymi wysiłkami, takimi jak Europejski Zielony Ład.

Narzędzia, metody i szkolenia dla wspólnot i społeczeństwa dla lepszego przygotowania się na kryzys (TACTIC)

<https://cordis.europa.eu/project/id/608058/reporting>

Głównym celem TACTIC było opracowanie platformy internetowej wspólnie z praktykami, która może poprawić przygotowanie społeczności na transgraniczne i wieloskalowe zagrożenia. W ramach projektu wykorzystano wyniki ścisłej współpracy z około 160 interesariuszami pracującymi i zaangażowanymi w dziedzinie zarządzania ryzykiem katastrof zarówno na poziomie operacyjnym, jak i politycznym. TACTIC wybrał cztery studia przypadków z całej Europy, reprezentujące różne rodzaje kryzysów i katastrof oraz umożliwiające konsorcjum uwzględnienie różnych rodzajów działań i strategii przygotowawczych w celu opracowania podejścia obejmującego wiele zagrożeń do komu-

nikacji ryzyka i gotowości społeczności. Skupiono się na terroryzmie, powodziach, epidemiach i trzęsieniach ziemi. TACTIC opracował następujące kluczowe wyniki – Samoocena dla organizacji zaangażowanych w zarządzanie powodzią, trzęsieniami ziemi, terroryzmem i/lub epidemią. Ta samoocena pozwala odpowiedzialnym organizacjom (ponownie) ocenić swoje działania w zakresie komunikacji ryzyka i opracować kompleksową strategię komunikacji ryzyka.

Na podstawie wyników oceny organizacje otrzymują raport z informacją zwrotną, który przedstawia ich mocne strony, a także aspekty, które można by poprawić w przyszłości. W tym celu organizacjom udostępniane są również dobre praktyki, z których organizacje mogą skorzystać, aby dowiedzieć się więcej na podstawie innych przykładów. Opracowano bibliotekę dobrych praktyk, która jest zorganizowana według wstępnie zdefiniowanych kryteriów, co pozwala organizacjom nie tylko przeszukiwać bibliotekę pod kątem tych kryteriów, ale jest również sposobem na powiązanie konkretnych praktyk ze szczególnymi potrzebami organizacji.

Gotowość na wypadek sytuacji nadzwyczajnych. Komunikacja ze społeczeństwem

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61030/Chapter-7-Communicating-with-the-Public_18042012.pdf

Raport dotyczący partycypacyjnej samooceny społeczności

<https://zenodo.org/records/1172061>

CapHaz-Net – Budowanie potencjału społecznego w zakresie zagrożeń naturalnych: w kierunku bardziej odpornych społeczeństw

<https://www.ufz.de/index.php?en=40543>

CapHaz-Net przyczynia się do poprawy odporności społecznej społeczeństw europejskich na zagrożenia naturalne poprzez identyfikację i ocenę istniejących praktyk i polityk w zakresie budowania potencjału społecznego w dziedzinie zagrożeń naturalnych. Za potencjał społeczny uznano aktywa społeczne, umiejętności i zasoby niezbędne do przewidywania i radzenia sobie po klęskach żywiołowych i stresie środowiskowym. Głównymi tematami CapHaz-Net są: Budowanie potencjału społecznego, Zarządzanie ryzykiem, Percepcja, Wrażliwość społeczna, Komunikacja ryzyka, Edukacja na temat ryzyka, Odporność społeczna.

Katalog dobrych praktyk. Budowa odporności na powódź

<https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/A%20Catalogue%20of%20Best%20Practices%20for%20Building%20Flood%20Resilience.pdf>

Szybka urbanizacja i ekstremalne zjawiska klimatyczne sprawiają, że miasta są podatne na zagrożenia związane z wodą, takie jak powódzie, stagnacja wody i niedobór wody. Budowanie odporności na powódzie w miastach ma kluczowe znaczenie nie tylko

ze względu na łagodzenie skutków powodzi tych zagrożeń, ale także poprawę jakości życia. Centrum Klimatyczne dla Miast w ramach Narodowego Instytutu Spraw Miejskich Banku Światowego i Globalny Instrument na rzecz Ograniczania Skutków Katastrof i Odbudowy nawiązały współpracę przy wprowadzaniu najlepszych praktyk w zakresie budowania odporności na powódzie. W katalogu przedstawiono różne środki, które można włączyć do głównego nurtu polityk zarządzania ryzykiem powodziowym i które miasta mogą priorytetyzować w zależności od swojego profilu ryzyka.

Narzędzie – Lista kontrolna odporności na powódzie

<https://toolkit.climate.gov/tool/flood-resilience-checklist>

Lista kontrolna może pomóc społecznościom zidentyfikować możliwości poprawy odporności na przyszłe powódzie za pomocą narzędzi politycznych i regulacyjnych – w tym kompleksowych planów, planów łagodzenia zagrożeń oraz lokalnych kodeksów i przepisów dotyczących użytkowania gruntów, a także programów nieregulacyjnych wdrażanych na szczeblu lokalnym. Lista kontrolna obejmuje ogólne strategie poprawy odporności na powódzie, a także konkretne strategie:

- Oszczędzania ziemi i zniechęcania do zabudowy w korytarzach rzecznych;
- Ochrony ludzi, przedsiębiorstw i obiektów w zagrożonych osiedlach;
- Kierowania zabudowy do bezpieczniejszych obszarów; oraz
- Wdrażania i koordynowania praktyk zarządzania wodami opadowymi w całej zlewni.

Wypełnienie listy kontrolnej jest pierwszym krokiem w ocenie, w jakim stopniu społeczność jest przygotowana do unikania i/lub ograniczania szkód powodziowych. Jeśli społeczność nie korzysta jeszcze z niektórych strategii wymienionych na liście kontrolnej, a chciałaby to zrobić, opcje polityczne i zasoby wymienione w raporcie Planowanie odzyskiwania po powodzi i długoterminowej odporności w Vermont mogą dostarczyć pomysłów na to, jak zacząć wdrażać te podejścia.

Lista została opracowana przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych we współpracy ze stanem Vermont po zniszczeniach spowodowanych przez burzę tropikalną Irene. Użycie listy kontrolnej zostało przetestowane w dolinie Mad River w Vermont – ze społecznościami Waitsfield i Moretown – a te miasta i inne podjęły następnie działania w celu zwiększenia swojej odporności na przyszłe powódzie.

Łagodzenie skutków powodzi

<https://www.epa.gov/green-infrastructure/mitigate-flooding>

Zielona infrastruktura może łagodzić ryzyko powodzi poprzez spowalnianie i zmniejszanie odpływu wód opadowych oraz ochronę terenów zalewowych. W miarę jak opady stają się intensywniejsze, ten rodzaj łagodzenia staje się jeszcze ważniejszy dla społeczności. W ostatnich latach nasiliły się intensywne opady deszczu i oczekuje się, że będą one częstsze i intensywniejsze w miarę wzrostu globalnych temperatur. W rezul-

tacie ryzyko powodzi prawdopodobnie wzrośnie w wielu obszarach w Stanach Zjednoczonych.

Zarządzanie ryzykiem powodzi w Niemczech. Budowanie odporności na powo- dzie w zmieniającym się klimacie

<https://www.genevaassociation.org/sites/default/files/flood-risk-management-germany.pdf>

Stowarzyszenie Genewskie powstało w 1973 r. i jest jedynym globalnym stowarzyszeniem firm ubezpieczeniowych; członkami są dyrektorzy generalni (CEO) firm ubezpieczeniowych i reasekuracyjnych. Na podstawie rygorystycznych badań przeprowadzonych we współpracy z naszymi członkami, instytucjami akademickimi i organizacjami wielostronnymi, naszą zidentyfikowano i zbadano kluczowe trendy, które prawdopodobnie będą kształtować lub wpływać na branżę ubezpieczeniową w przyszłości, podkreślając, co jest stawką dla branży; opracowywanie rekomendacji dla branży i decydentów; zapewnienie platformy dla członków, decydentów, naukowców, organizacji wielostronnych i pozarządowych do omawiania tych trendów i rekomendacji; docieranie do światowych liderów opinii i wpływowych organizacji w celu podkreślenia pozytywnego wkładu ubezpieczeń w lepsze zrozumienie ryzyka i budowanie odpornych i prosperujących gospodarek i społeczeństw, a tym samym bardziej zrównoważonego świata.

Rozwiązania oparte na naturze (Nbs) w celu adaptacji do ryzyka klimatycznego związanego z wodą

<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/OECD.pdf>

Kraje stoją w obliczu pilnego, złożonego i powiązanego zestawu kryzysów środowiskowych. Podczas gdy znaczne zasoby i możliwości rządowe muszą skupić się na zarządzaniu społecznymi i ekonomicznymi konsekwencjami wywołanymi przez wysiłki na rzecz zarządzania kryzysem pandemii COVID-19, globalne wyzwania środowiskowe związane ze zmianą klimatu i utratą różnorodności biologicznej pozostają pilne. Ostatnie główne raporty międzynarodowe (np. IPCC (2018,2019), IPBES (2019)) podkreśliły zakres i powagę skutków klimatycznych, z którymi świat się mierzy, nawet jeśli zostaną wdrożone rygorystyczne działania łagodzące, z możliwością znacznie gorszych wyników przy wyższych trajektoriach emisji. Jednocześnie globalna różnorodność biologiczna szybko spada, a zdrowie ekosystemów pogarsza się z powodu działalności człowieka. Niniejszy dokument polityczny koncentruje się na roli rozwiązań opartych na naturze (NbS) w ograniczaniu i zarządzaniu obecnymi i przyszłymi skutkami zmiany klimatu, koncentrując się na ryzykach związanych z wodą.

Rozwiązania w zakresie systemów ochrony przed powodzią

<https://uk.prefa.com/product-catalogue/flood-protection-solutions/>

Stale rosnące średnie temperatury coraz częściej tworzą ekstremalne warunki pogodowe. Nieprzewidywalne powodzie mogą wystąpić bardzo nagle i spowodować ogromne szkody. Opady deszczu i topniejący śnieg mają tendencję do powodowania coraz większych problemów dla właścicieli domów, nawet na obszarach położonych z dala od rzek. Dlatego też w regionach zagrożonych szczególnie ważne jest zabezpieczenie się przed tymi siłami natury z wyprzedzeniem.

8. Kluczowe potrzeby w zakresie odbudowy odporności na powódź w podziale na główne regiony wodne – plany i rekomendacje Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie

8.1. Metoda przygotowania programu inwestycyjnego

Metoda przygotowania programu inwestycyjnego dla ograniczenia ryzyka powodziowego

Kompleksowe podejście do wielowariantowych analiz działań przeciwpowodziowych w celu poprawy stanu ochrony przeciwpowodziowej sprowadza się do wyboru preferowanego wariantu, który uwzględnia katalog działań technicznych i nietechnicznych służących realizacji celów odnoszących się do zwiększenia bezpieczeństwa. Takie podejście spełnia wymogi Dyrektywy Powodziowej [Dyrektywa 2007/60/WE; MGPP S.A., 2013; KZGW, 2013]. W trakcie analiz wykorzystuje się możliwości modelowania hydraulicznego, analiz GIS, dane zawarte w bazie BDOT, a także mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego. Wybór wariantu preferowanego opiera się na analizach wielowariantowych i wielokryterialnym podejściu do poszukiwania najlepszych rozwiązań, z uwzględnieniem korzyści wynikających z ograniczenia ryzyka powodziowego, skutków środowiskowych i społecznych oraz kosztów realizacji działań.

- 1) Podstawą do analiz programu inwestycyjnego jest ocena stanu zabezpieczenia przeciwpowodziowego w zlewni, wskazująca obszary zagrożeń dla zabudowy i infrastruktury, w których należy podjąć określone działania w zakresie ochrony przeciwpowodziowej, na podstawie zasięgów wód prawdopodobnych Q10%, Q1% i Q0,2%. W kolejnym kroku tworzony jest katalog działań technicznych (zbiorniki, wały, deregulacja itp.) oraz nietechnicznych (np. przesiedlenia, zmiana formy użytkowania). Następnie tworzone bądź aktualizowane są modele hydrauliczne transformacji fali powodziowej (ruch nieustalony) pozwalające na analizę efektów oddziaływania na przebieg powodzi działań z ustalonego katalogu. Z tych działań budowane są warianty ograniczające w różnym stopniu ryzyko powodziowe w zlewniach częściowych i w całej zlewni. W kolejnym kroku, w oparciu o wyniki symulacji numerycznych przepływu wody szacowane są korzyści, negatywne skutki środowiskowe, aspekty społeczne oraz koszty realizacji wariantów przeprowadzana jest ocena,

której końcowym efektem jest analiza wielokryterialna pozwalająca na wskazanie preferowanego wariantu [Gabryś i in., 2014].

W trakcie pracy definiuje się warianty planistyczne:

- **Wariant 0** – identyfikuje wielkość obecnego zagrożenia powodziowego i stanowi punkt odniesienia dla kolejnych formułowanych wariantów;
- **Wariant I** – obrazuje możliwy stopień redukcji ryzyka powodziowego w zlewni pod warunkiem realizacji wszystkich planowanych inwestycji przez administratorów cieków i władze samorządowe;
- **Wariant II** – każdy kolejny wariant planistyczny definiuje się jako zbiór działań technicznych i nietechnicznych. Działaniami technicznymi jest tworzenie dodatkowej sztucznej retencji w zlewni poprzez renaturyzację rzek, budowę tzw. suchych polderów, oraz modernizacja i budowa wałów. Głównym działaniem nietechnicznym wpływającym wprost na ograniczenie potencjalnych strat powodziowych mogą być zmiana praktyk rolniczych, przeniesienia mieszkańców i działalności gospodarczej oraz obiektów użyteczności publicznej z terenów zalewowych. Do działań nietechnicznych zaliczyć też można zwiększenie, w stosunku do aktualnej wielkości, rezerwy powodziowej na zbiornikach retencyjnych czy też optymalizację pracy zbiorników przeciwpowodziowych, co wiąże się z modyfikacją instrukcji gospodarowania wodą.

W wariantach II w pierwszej kolejności budowane są warianty jednorodne, a czasami skrajne. Cechą wspólną tych wariantów jest ich autorski charakter, np.: „Wariant IIA” – maksymalne wykorzystanie realnej retencji sztucznej w zlewni; „Wariant IIB” – maksymalna ochrona obwałowaniami terenów zagrożonych; „Wariant IIC” – maksymalne wyprowadzenie ludności i obiektów z terenów zagrożonych, a w następnej kolejności warianty mieszane.

Z uwagi na zlewniowe podejście do analizy zagrożenia powodziowego w konsekwencji poszukuje się:

- wariantu preferowanego w każdej ze zlewni zadaniowych (częstkowych) oddzielnie;
- wariantu preferowanego dla zlewni jako całości.

2) W trakcie procesu tworzenia i sprawdzania efektów przeciwpowodziowych kolejnych wariantów jako kryteria do analiz porównawczych przyjmuje się wielkości kulminacji i rzędnych zwierciadła wody, powierzchni zagrożonej zalewem wody w poszczególnych klasach pokrycia terenu oraz zabudowy i infrastruktury, liczby ludności zagrożonej dla wód Q10%, Q1% i Q0,2%. Porównuje się też korzyści ekonomiczne wynikające z wyznaczonego w drodze modelowania ograniczenia zasięgu strefy zalewowej dla wody Q10%, Q1% i Q0,2% [Gabryś i in., 2014].

Analiza wielokryterialna

1) Przedmiotem analizy wielokryterialnej będą korzyści wynikające z wprowadzenia proponowanych wariantów planistycznych. Jednym z ważniejszych aspektów w analizie wielokryterialnej jest wybór najlepszego, czy raczej satysfakcjonującego, wariantu. Powinna ona spełniać kilka warunków [Gabryś i in., 2014]:

- „radzić sobie” z ocenami wyrażonymi w różnych skalach (ilościowej i jakościowej);
- umożliwiać dokonywanie analiz dla zmieniających się wartości ocen i współczynników wagowych dla kryteriów;
- wykazywać się musi transparentnością, aby umożliwiać uczenie się w trakcie analiz.

Ze względu na podejmowanie decyzji w gronie partnerów proces decyzyjny powinien być iteracyjny. Przykłady efektów ww. podejścia zaprezentowano dla zlewni Raby [Gabryś i in., 2014] oraz Dunajca [Gabryś i in., 2015].

Ewaluacja wariantów wymaga analizy kosztów i korzyści. Oprócz wykonania samej analizy kosztów i korzyści, rezultatem analizy będzie hierarchizacja wariantów wg kryteriów kosztów i korzyści. Celem analizy kosztów i korzyści jest ocena wariantów pod względem kryterium efektywności. Cel analizy ekonomicznej w postaci oceny oczekiwanego wpływu wariantów planistycznych na obszar społeczno-gospodarczy, na który będą one oddziaływać w okresie realizacji inwestycji oraz po zakończeniu, stanowi podstawę sprawdzenia, czy inwestycja jest uzasadniona z punktu widzenia całej społeczności. W przeciwieństwie do metod stosowanych w ramach klasycznej analizy efektywności finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych, analiza kosztów i korzyści społecznych jest przeprowadzana z punktu widzenia całego społeczeństwa, a nie pojedynczego inwestora, zamierzającego poznać możliwy do osiągnięcia zysk z planowanego przedsięwzięcia. Korzyści społeczne są reprezentowane przez uniknięte koszty społeczne, których społeczeństwo nie będzie musiało ponieść dzięki wdrożeniu analizowanych wariantów, lub jeśli w wyniku działań prewencyjnych uda się zapobiec wystąpieniu kosztów, które towarzyszyłyby ich wdrożeniu.

Na potrzeby analizy kosztów i korzyści wariantów należy rozważać następujące korzyści ekonomiczne:

- uniknięte materialne straty powodziowe;
- uniknięte niematerialne straty powodziowe;
- indukowane korzyści ekonomiczne.

Podstawowymi i najważniejszymi korzyściami społecznymi kwantyfikowalnymi (które można wycenić w jednostkach pieniężnych) są uniknięte straty powodziowe na skutek realizacji wariantów. Zmniejszenie strat powodziowych zostanie obliczone jako różnica pomiędzy wielkością strat w wariantcie zaniechania realizacji i po jego wdrożeniu (Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych IMGW-PIB na zamówienie KZGW 2013).

8.2. Kluczowe potrzeby w zakresie odbudowy odporności na powódź w głównych regionach wodnych w Polsce

Niniejszy rozdział przedstawia syntetyczną analizę kluczowych potrzeb w zakresie odbudowy odporności na powódź dla głównych regionów wodnych w Polsce, bazując na strukturze oraz logice zastosowanej w Programie redukcji ryzyka powodziowego dla zlewni Nysy Kłodzkiej (Wody Polskie, 2025). Dokument ten, choć skoncentrowany na jednej z najbardziej zagrożonych powodziowo części kraju, zawiera podejście uniwersalne i adaptowalne do innych regionów wodnych. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano kluczowe regiony wodne, pogrupowane według przynależności do dorzecza Wisły i dorzecza Odry. Analiza została pogłębiona o elementy środowiskowe, hydrologiczne, społeczne i infrastrukturalne.

Analiza porównawcza regionów wodnych – dane i wnioski

Tabela 1 przedstawia porównanie wybranych wskaźników istotnych z punktu widzenia zarządzania ryzykiem powodziowym w regionach wodnych Polski. Zestawienie uwzględnia liczbę powodzi w XXI w., udział terenów zalewowych w powierzchni regionu, wielkość zrealizowanych inwestycji oraz planowane nakłady według Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (PZRP).

Tabela 1. Porównanie wybranych wskaźników istotnych z punktu widzenia zarządzania ryzykiem powodziowym w regionach wodnych Polski

Region wodny	Liczba powodzi (XXI w.)	Udział terenów zalewowych (%)	Zrealizowane inwestycje (mln zł)	Planowane inwestycje wg PZRP (mln zł)
Górna zachodnia i wschodnia Wisła	12	22	2100	2700
Dolna Wisła	9	28	1800	2100
Mała Wisła	7	18	950	1200
Narew	5	35	700	1100
Bug	6	32	820	1150
Górna Odra	10	25	1900	2500
Środkowa Odra	8	21	1500	1800
Dolna Odra i Przymorze Zach.	6	30	1250	1400
Warta	11	27	2300	3000
Noteć	4	19	980	1200

Dane wskazują na znaczące zróżnicowanie potrzeb inwestycyjnych i poziomu zagrożenia powodziowego między regionami. Szczególną uwagę zwraca wysoki poziom ryzyka w regionach górnej Wisły, górnej Odry oraz Warty, które odnotowały najwyższą liczbę powodzi w XXI w.

W regionie Narwi oraz Dolnej Odry dominuje zagrożenie wynikające z rozległości dolin zalewowych i specyfiki zatorów lodowych i roztopowych. Mała Wisła oraz Noteć, mimo relatywnie mniejszej liczby incydentów powodziowych, wykazują duży potencjał do wdrażania działań zapobiegawczych.

Wśród zrealizowanych inwestycji dominują przedsięwzięcia z zakresu budowy i modernizacji zbiorników retencyjnych, wałów przeciwpowodziowych, systemów kanalizacji deszczowej oraz centrów zarządzania kryzysowego. Wśród planowanych zadań, wskazanych w aktualizacji PZRP (2022–2027), szczególne miejsce zajmują inwestycje w rozwój systemów monitoringu i ostrzegania, adaptację terenów miejskich oraz tworzenie polderów i zbiorników wielozadaniowych.

Integracja działań planistycznych – zarówno z dokumentami PZRP, jak i aktualizowanymi planami gospodarowania wodami (aPGW) – wymaga wzmocnienia mechanizmów koordynacji pomiędzy zarządzaniem kryzysowym, planowaniem przestrzennym i polityką środowiskową. Każdy z regionów wodnych powinien posiadać własny harmonogram wdrażania działań, powiązany z celami ramowymi wyznaczonymi w PZRP i aPGW, z uwzględnieniem finansowania i oceny efektywności wdrożeń.

8.3. Wnioski i rekomendacje

- 1) **Priorytetyzacja inwestycji** powinna opierać się na analizie danych o liczbie powodzi, zagospodarowaniu terenów zalewowych i wartości zagrożonego majątku.
- 2) **Regiony o największej presji urbanizacyjnej i przemysłowej** (np. Górna Wisła, Górna Odra, Warta) wymagają intensywnych działań infrastrukturalnych i adaptacyjnych.
- 3) **Tereny nizinno-bagienne (Narew, Bug, Dolna Odra)** powinny rozwijać systemy retencji naturalnej i zarządzania roztopami oraz zatorami lodowymi.
- 4) **Należy zapewnić spójność działań inwestycyjnych i planistycznych** z dokumentami strategicznymi, takimi jak PZRP, aPGW oraz Plany Adaptacji do Zmian Klimatu (MPA).
- 5) **Edukacja, partycypacja społeczna i współpraca transgraniczna** stanowią fundament skutecznego systemu odbudowy odporności na powódź.

Powyższe analizy i dane powinny zostać wykorzystane do tworzenia regionalnych programów operacyjnych, które będą narzędziem wdrażania polityki wodnej państwa w kontekście zmieniających się uwarunkowań klimatycznych i społecznych. Każdy z przedstawionych regionów wodnych powinien zostać objęty dedykowanym planem strategicznym, którego celem będzie podniesienie odporności społeczeństwa, gospodarki i ekosystemów na skutki powodzi. Działania powinny mieć charakter długofalowy i systemowy, z naciskiem na adaptację do zmieniających się warunków klimatycznych. Uwzględnienie regionalnych uwarunkowań geograficznych i społeczno-gospodarczych

oraz powiązań hydrologicznych między regionami jest niezbędne do osiągnięcia rzeczynistej redukcji ryzyka.

Niezbędne jest również zapewnienie:

- trwałych ram instytucjonalnych dla realizacji programów regionalnych;
- finansowania ze środków krajowych i unijnych (w tym FEnIKS, KPO, LIFE i inne);
- edukacji wodnej na poziomie lokalnym i regionalnym;
- włączenia mieszkańców i interesariuszy w proces podejmowania decyzji;
- regularnego przeglądu skuteczności wdrażanych działań oraz ich korekt w odpowiedzi na nowe zagrożenia.

Stworzenie krajowego systemu odbudowy odporności na powódź, obejmującego wszystkie regiony wodne, powinno stać się priorytetem polityki wodnej i klimatycznej państwa. Inwestycje planowane do realizacji i realizowane przez PGW Wody Polskie przyczyniają się do zrównoważonego rozwoju gospodarki wodnej oraz do wzrostu ochrony przeciwpowodziowej, walki z suszą, poprawy retencji oraz poprzez prowadzone działania przywracania ciągłości ekologicznej przyczyniają się do renaturyzacji cieków wodnych.

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (PGW WP) sporządza Program planowanych inwestycji w gospodarce wodnej (dalej: PPI), który rokrocznie podlega aktualizacji i zawiera zadania realizowane w ramach dostępnych środków finansowych oraz inwestycje planowane do realizacji. Pierwszy etap prac nad aktualizacją PPI na rok 2025 został zakończony, a dokument został zaopiniowany przez Komitety Konsultacyjne Dorzecza Odry i Wisły oraz uzgodniony z wojewodami. Obecnie dokument został przekazany do zaopiniowania przez ministra właściwego do spraw żeglugi śródlądowej. Zaktualizowany na rok 2025 PPI będzie podlegać zatwierdzeniu przez ministra właściwego do spraw gospodarki wodnej w myśl art. 356 ust. 2 pkt 4 ustawy – Prawo wodne. Zadania inwestycyjne służące zapewnieniu ochrony przeciwpowodziowej wpisują się w działania wpływające na adaptacja do zmian klimatu, tj. polegają na dostosowaniu infrastruktury oraz działań do nowych, zmieniających się warunków klimatycznych. PGW Wody Polskie planuje i realizuje zadania w oparciu o dokumenty planistyczne i strategiczne, w tym plany zarządzania ryzykiem powodziowym (aPZRP). Na rzecz opracowania niniejszej informacji wybrano z PPI kluczowe inwestycje i działania o wiodącym charakterze przeciwpowodziowym, realizowane i planowane do realizacji w podziale na:

A. Uwzględnione w aPZRP ≥ 28 mln zł (Zał. 1A) – 175 zadań;

B. Ujęte w innych dokumentach strategicznych ≥ 50 mln zł (Zał. 1B) – 49 zadań.

Łącznie w PPI są 224 zadania inwestycyjne, których całkowity szacunkowy koszt wynosi około 30335 162,18 tys. zł. Szczegółowe dane dotyczące ww. zadań przedstawiono poniżej oraz w załączonych tabelach 2 i 3.

Tabela 2. Kluczowe inwestycje oraz działania o wiodącym charakterze przeciwpowodziowym z podziałem na regiony wodne znajdujących się w Programie planowanych inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie – 2025 r. uwzględnione w aPZRP o wartości co najmniej 28 mln zł

Lp.	Region wodny	Liczba inwestycji o wartości co najmniej 28 mln zł	1. Zbiorniki	2. Wały	3. Poldery	4. Inne: np. kanały ulgi, rynny, prace regulacyjne	5. Inne działania: np.: łodołamacze	6. Dokumentacja/zarządzanie projektami/wsparcie jednostek/Centra operacyjne/BKP
1	OBSZAR DORZECZA WISŁY:	106						
2	region Małej Wisły	4		4				
3	region Górnej-Zachodniej Wisły	37	10	18	1	6		2
4	region Górnej-Wschodniej Wisły	29	14	14		1		
5	region Narwi	2		2				
6	region Bugu	6	3	3				
7	region Środkowej Wisły	19	4	12	1	2		
8	region Dolnej Wisły	9		4		5		
		RAZEM	31	57	2	14	0	2
1	OBSZAR DORZECZA ODRY:	69						
2	region Górnej Odry	9	3	4	1	1		
3	region Środkowej Odry	46	11	11	1	21		2
4	region Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	2					1	1
5	region Warty	9	3	3	1	2		
6	region Noteci	3		2		1		
7	RAZEM	175	17	20	3	25	1	3
		RAZEM	48	77	5	39	1	5

Tabela 3. Kluczowe inwestycje oraz działania o wiodącym charakterze przeciwpowodziowym z podziałem na regiony wodne znajdujących się w Programie planowanych inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie – 2025 r. ujęte w innych dokumentach strategicznych o wartości co najmniej 50 mln zł.

Lp.	Region wodny	Liczba inwestycji o wartości co najmniej 50 mln zł	1. Zbiorniki	2. Wąły	3. Poldery	4. Inne: np. kanały ulgi, rynny, prace regulacyjne	5. Inne działania: np.: łodołamacze	6. Dokumentacja/zarządzanie projektami/wsparcie jednostek/Centra operacyjne/BKP
1	OBSZAR DORZECZA WISŁY:	14						
2	region wodny Małej Wisły	1	1					
3	region wodny Górnej-Zachodniej Wisły	8		2		6		
4	region wodny Górnej-Wschodniej Wisły	0						
5	region wodny Narwi	0						
6	region wodny Bugu	2	2					
7	region wodny Środkowej Wisły	1	1					
8	region wodny Dolnej Wisły	2		1		1		
		RAZEM	4	3	0	7	0	0
1	OBSZAR DORZECZA ODRY:	35						
2	region wodny Górnej Odry	2		2				
3	region wodny Środkowej Odry	23	9	11		3		
4	region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	4		1		2		1
5	region wodny Warty	6		6				
6	region wodny Noteci	0						
7	RAZEM	49	9	20	0	5	0	1
		RAZEM	13	23	0	12	0	1

Poniżej przedstawiono tabelaryczne informacje zbiorcze w podziale na regiony wodne, województwa, planowane źródła finansowania. Duża część inwestycji realizowanych przez PGW WP charakteryzuje się złożonym montażem finansowym, obejmującym zarówno środki własne PGW WP, jak również krajowe i zagraniczne źródła finansowania.

Tabela 4. Liczba i całkowity szacunkowy koszt inwestycji o charakterze przeciwpowodziowym, ujętych w Programie planowanych inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie w podziale na region wodny

Region Wodny	Liczba zadań	Całkowity szacunkowy koszt realizacji inwestycji [tys. PLN]
region wodny Bugu	8	1 931 672,79
region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zach.	6	1 937 138,67
region wodny Dolnej Wisły	11	1 608 325,33
region wodny Górnej Odry	11	1 436 327,00
region wodny Górnej-Wschodniej Wisły	29	1 948 906,96
region wodny Górnej-Zachodniej Wisły	45	4 513 959,90
region wodny Małej Wisły	5	759 137,00
region wodny Narwi	2	75 421,67
region wodny Noteci	3	94 300,00
region wodny Środkowej Odry	69	9 575 339,70
region wodny Środkowej Wisły	20	3 551 494,11
region wodny Warty	15	2 903 139,05
Suma końcowa	224	30 335 162,18

Tabela 5. Liczba i całkowity szacunkowy koszt inwestycji o charakterze przeciwpowodziowym, ujętych w Programie planowanych inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie w podziale na województwa

Województwo	Liczba zadań	Całkowity szacunkowy koszt realizacji inwestycji [tys. PLN]
dolnośląskie	42	6 093 694,20
dolnośląskie, lubuskie	1	89 746,00
dolnośląskie, lubuskie, opolskie, śląskie, podkarpackie, małopolskie, świętokrzyskie	3	328 930,32
kujawsko-pomorskie	5	761 000,00
lubelskie	8	1 895 953,99
lubuskie	22	1 559 054,63
łódzkie	6	1 261 254,00
łódzkie, wielkopolskie	1	385 000,00
małopolskie	34	3 757 336,52
mazowieckie	16	2 406 660,58
opolskie	18	3 400 691,00
podkarpackie	28	1 915 906,96

pomorskie	4	666 135,66
pomorskie, warmińsko-mazurskie	1	130 117,67
śląskie	8	1 058 736,50
śląskie, opolskie	1	350 000,00
świętokrzyskie	10	489 284,49
świętokrzyskie, małopolskie	1	87 000,00
warmińsko-mazurskie	1	51 072,00
wielkopolskie	8	1 758 913,11
wielkopolskie, dolnośląskie	1	150 000,00
zachodniopomorskie	4	1 639 109,15
zachodniopomorskie, lubuskie	1	99 565,40
Suma końcowa	224	30 335 162,18

Tabela 6. Liczba i całkowity szacunkowy koszt inwestycji o charakterze przeciwpowodziowym, ujętych w Programie planowanych Inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie, w podziale na region wodny, z uwzględnieniem informacji o źródle finansowania

Region wodny / Planowane źródło finansowania	Liczba zadań	Całkowity szacunkowy koszt realizacji inwestycji [tys. PLN]
region wodny Bugu	8	1 931 672,79
budżet państwa	8	1 931 672,79
region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	6	1 937 138,67
BŚ/BRRE/budżet państwa	3	1 648 029,52
budżet państwa	2	224 109,15
budżet państwa/środki własne	1	65 000,00
region wodny Dolnej Wisły	11	1 608 325,33
budżet państwa	9	1 059 630,66
FEnIKS/budżet państwa	1	418 577,00
POIŚ 2.1/środki własne	1	130 117,67
region wodny Górnej Odry	11	1 279 667,00
budżet państwa	7	1 064 514,00
FEnIKS/budżet państwa	3	494 060,00
FEnIKS/środki własne/budżet państwa	1	34 413,00
region wodny Górnej-Wschodniej Wisły	29	1 948 906,96
budżet państwa	15	1 020 254,36
budżet państwa/środki własne	1	73 662,91
FEnIKS/budżet państwa	1	150 000,00
Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/Budżet Państwa	2	90 159,00
Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/budżet państwa/środki własne	2	121 770,74
środki własne/budżet państwa	8	493 059,95
region wodny Górnej-Zachodniej Wisły	45	4 513 959,90

BŚ/BRRE/budżet państwa	3	321 777,20
budżet państwa	39	4 037 182,70
FEnIKS/budżet państwa	1	28 000,00
Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027/budżet państwa	2	127 000,00
region wodny Małej Wisły	5	759 137,00
budżet państwa	3	405 384,00
budżet państwa/środki własne/Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027	1	40 700,00
FEnIKS/budżet państwa/środki własne	1	313 053,00
region wodny Narwi	2	75 421,67
budżet państwa	2	75 421,67
region wodny Noteci	3	94 300,00
budżet państwa	3	94 300,00
region wodny Środkowej Odry	69	9 575 339,70
BŚ/BRRE/budżet państwa	6	630 763,22
budżet państwa	59	8 370 769,48
Budżet Państwa/środki własne	1	61 332,00
FEnIKS/budżet państwa	3	512 475,00
region wodny Środkowej Wisły	20	3 551 494,11
budżet państwa	19	2 964 054,11
FEnIKS/budżet państwa	1	587 440,00
region wodny Warty	15	2 903 139,05
Fundusze Europejskie dla Wielkopolski 2021–2027/budżet państwa	1	62 644,00
BŚ/BRRE/budżet państwa	1	192 605,00
budżet państwa	11	2 216 623,05
FEnIKS/Budżet Państwa	1	385 000,00
Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027/budżet państwa	1	46 267,00
Suma końcowa	224	30 335 162,18

Tabela 7. Liczba i całkowity szacunkowy koszt inwestycji o charakterze przeciwpowodziowym, ujętych w Programie planowanych Inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie, w podziale na województwo, z uwzględnieniem informacji o źródle finansowania

Województwo/Planowane źródło finansowania	Liczba zadań	Całkowity szacunkowy koszt realizacji inwestycji [tys. PLN]
dolnośląskie	42	6 093 694,20
BŚ/BRRE/budżet państwa	4	622 087,20
budżet państwa	35	4 959 775,00
budżet państwa/środki własne	1	61 332,00
FEnIKS/budżet państwa	2	450 500,00
dolnośląskie, lubuskie	1	89 746,00
budżet państwa	1	89 746,00

dolnośląskie, lubuskie, opolskie, śląskie, podkarpackie, małopolskie, świętokrzyskie	3	328 930,32
BŚ/BRRE/budżet państwa	3	328 930,32
kujawsko-pomorskie	5	761 000,00
budżet państwa	5	761 000,00
lubelskie	8	1 895 953,99
budżet państwa	8	1 895 953,99
lubuskie	22	1 559 054,63
BŚ/BRRE/budżet państwa	3	333 003,71
budżet państwa	18	1 164 075,92
FEnIKS/budżet państwa	1	61 975,00
łódzkie	6	1 261 254,00
budżet państwa	5	673 814,00
FEnIKS/budżet państwa	1	587 440,00
łódzkie, wielkopolskie	1	385 000,00
FEnIKS/budżet państwa	1	385 000,00
małopolskie	34	3 757 336,52
BŚ/BRRE/budżet państwa	1	59 588,31
budżet państwa	31	3 570 748,21
Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027/budżet państwa	2	127 000,00
mazowieckie	16	2 406 660,58
budżet państwa	16	2 406 660,58
opolskie	18	3 400 691,00
budżet państwa	15	3 222 218,00
FEnIKS/budżet państwa	2	144 060,00
FEnIKS/środki własne/budżet państwa	1	34 413,00
podkarpackie	28	1 915 906,96
budżet państwa	14	987 254,36
budżet państwa/środki własne	1	73 662,91
FEnIKS/budżet państwa	1	150 000,00
Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/budżet państwa	2	90 159,00
Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/budżet państwa/środki własne	2	121 770,74
środki własne/budżet państwa	8	493 059,95
pomorskie	4	666 135,66
budżet państwa	3	247 558,66
FEnIKS/Budżet Państwa	1	418 577,00
pomorskie, warmińsko-mazurskie	1	130 117,67
POIiŚ 2.1/środki własne	1	130 117,67
śląskie	8	1 058 736,50
budżet państwa	5	658 716,50
Budżet Państwa/środki własne/Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027	1	40 700,00
FEnIKS/budżet państwa/środki własne	1	313 053,00

Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027/budżet państwa	1	46 267,00
śląskie, opolskie	1	350 000,00
FEnIKS/budżet państwa	1	350 000,00
świętokrzyskie	10	489 284,49
budżet państwa	9	461 284,49
FEnIKS/budżet państwa	1	28 000,00
świętokrzyskie, małopolskie	1	87 000,00
budżet państwa	1	87 000,00
warmińsko-mazurskie	1	51 072,00
budżet państwa	1	51 072,00
wielkopolskie	8	1 758 913,11
Fundusze Europejskie dla Wielkopolski 2021–2027/budżet państwa	1	62 644,00
budżet państwa	7	1 696 269,11
wielkopolskie, dolnośląskie	1	150 000,00
budżet państwa	1	150 000,00
zachodniopomorskie	4	1 639 109,15
BŚ/BRRE/budżet państwa	1	1 350 000,00
budżet państwa	2	224 109,15
budżet państwa/środki własne	1	65 000,00
zachodniopomorskie, lubuskie	1	99 565,40
BŚ/BRRE/budżet państwa	1	99 565,40
Suma końcowa	224	30 335 162,18

Tabela 8. Liczba i całkowity szacunkowy koszt inwestycji o charakterze przeciwpowodziowym, ujętych w Programie planowanych Inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie z uwzględnieniem informacji o źródle finansowania

Planowane źródło finansowania	Liczba zadań	Całkowity szacunkowy koszt realizacji inwestycji [tys. PLN]
Fundusze Europejskie dla Wielkopolski 2021–2027/budżet państwa	1	62 644,00
BŚ/BRRE/budżet państwa	13	2 793 174,94
budżet państwa	177	23 307 255,97
budżet państwa/środki własne	3	199 994,91
budżet państwa/środki własne/Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027	1	40 700,00
FEnIKS/budżet państwa	11	2 575 552,00
FEnIKS/budżet państwa/środki własne	1	313 053,00
FEnIKS/środki własne/budżet państwa	1	34 413,00
Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027/budżet państwa	2	127 000,00
Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/budżet państwa	2	90 159,00

Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021–2027/budżet państwa/środki własne	2	121 770,74
Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027/budżet państwa	1	46 267,00
POIiŚ 2.1/środki własne	1	130 117,67
środki własne/budżet państwa	8	493 059,95
Suma końcowa	224	30 35 162,18

Bibliografia

- Decyzja Rady z dnia 24 lipca 1995 r. w sprawie zawarcia, w imieniu Wspólnoty, Konwencji o ochronie i użytkowaniu cieków transgranicznych i jezior międzynarodowych Dz. U. L 186 z 5.8.1995, s. 44–58
- Dorzecze Odry: monografia powodzi lipiec 1997 pod red. Alfred Dubicki, Henryk Słota, Jan Zieliński, IMGW-Warszawa 1999
- Dorzecze Odry: monografia powodzi 2010 pod red. Maciej Maciejewski, Mieczysław S. Ostojki, Tamara Tokarczyk, IMGW Warszawa 2011
- Dorzecze Wisły: monografia powodzi lipiec 1997, pod red. Jerzego Greli, Henryka Słoty, Jana Zielińskiego. IMGW-Warszawa 1999
- Dorzecze Wisły: monografia powodzi 2010 pod red. Maciej Maciejewski, Mieczysław S. Ostojki, Tomasz Walczykiewicz, IMGW Warszawa 2011
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej Dziennik Urzędowy L 327, 22/12/2000 P. 0001-0073
- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim Dz.U. L 288 z 6.11.2007, s. 27–34
- European Commission. (2006a). WFD and hydro-morphological pressures. First phase: Resulting from hydropower, navigation and flood defence activities. Recommendations for better policy integration. Strategic Steering Group on WFD and Hydromorphology. Brussels.
- European Commission. (2006b). Case studies – Demonstrating the improvement of ecological status/potential by restoration/mitigation measures. Annex of Good practice in managing the ecological impacts of hydropower schemes, flood protection works, and works designed to facilitate navigation under the Water Framework Directive. Strategic Steering Group on WFD and Hydromorphology. Brussels.
- Fisher S.G., Grimm N.B. (1991). Streams and disturbance: Are cross-ecosystem comparisons useful?. In *Comparative Analyses of Ecosystems* (pp. 196-221). Springer, New York, NY.
- Fuller I.C., Gilvear D.J., Thoms M.C., Death R.G. (2019). Framing resilience for river geomorphology: Reinventing the wheel?. *River Research and Applications*, 35(2), 91–106.
- Gabryś Z., Grela J., Laskosz E., Piszczek M., Wybraniec K., Kondziółka K., Książek L. (2014). Metoda przygotowania programu inwestycyjnego dla ograniczenia ryzyka powodziowego na przykładzie zlewni Raby w kontekście wymagań przyjętych dla planów zarządzania ryzykiem powodziowym, Elżbieta Nachlik (red.), *Hydrotechnika*, Śląska Rada NOT FSNT w Katowicach, 45–67,
- Gabryś Z., Grela J., Laskosz E., Piszczek M., Wybraniec K., Bartnik W., Książek L. (2015). Approach to the development of investment programme of flood protection on the Dunajec

- River including environmental protection aspects, *Acta Hydrologica Slovaca*, Institute of Hydrology Slovak Academy of Science, 16, TC 1, 142–151.
- German Committee for Disaster Reduction (DKKV). (2004). Flood risk reduction in Germany. DKKV. Bonn.
- Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations. (2012). The handbook for integrated water resources management in transboundary basins of rivers, lakes and aquifers. GWP & INBO.
- International Network of Basin Organizations (INBO) & Global Water Partnership (GWP). (2012). The Handbook for Integrated Water Resources Management in Transboundary Basins of Rivers, Lakes and Aquifers. INBO/GWP.
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O. Pörtner, D. Roberts, M. Tignor, et al., Eds.). Cambridge University Press.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej 2005a. Jak sobie radzić z powodzią: materiały dydaktyczne dla nauczycieli. Kraków: IMGW.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej 2005b. Zdążyć przed powodzią: przewodnik metodyczny na temat lokalnych systemów monitoringu i ostrzeżeń powodziowych. Kraków: IMGW.
- Konieczny, R. i in. (1999). Study of the perception of flood phenomena by inhabitants of floodplains. Maszynopis niepublikowany. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB).
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej (KZGW) (2013). Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych. KZGW.
- Lake, P. S. (2000). Disturbance, patchiness, and diversity in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 19(4), 573–592.
- Lytle D.A., Poff N.L. (2004). Adaptation to natural flow regimes. *Trends in ecology & evolution*, 19(2), 94–100.
- Magnuszewski A. (red.). (2024). Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN: Gospodarka wodna w Polsce (Zeszyt 46). Polska Akademia Nauk, Komitet Nauk o Wodzie i Gospodarki Wodnej. ISBN 978-83-66847-92-7
- MGGP S.A. (2013). Analiza programu inwestycyjnego w zlewni Raby. Etap IA – Opis obszaru objętego analizą. Etap IB – Analiza aktualnego stanu ochrony przeciwpowodziowej w zlewni Raby. Etap II – Analiza zagrożeń powodziowych. Przeprowadzenie wariantowych analiz hydraulicznych. Wybór rekomendowanego wariantu. MGGP S.A.
- Nathe S., Gori P., Greene M., Lemersal E., Mileti D. (1999). Public education for earthquake hazards (Natural Hazards Informer No. 2). Natural Hazards Center, University of Colorado.
- Parasiewicz P., King E.L., Webb J.A., Piniewski M., Comoglio C., Wolter C., Buijse A.D., Bjerklie D., Vezza P., Melcher A., Suska K. 2019, The role of floods and droughts on riverine ecosystems under a changing climate. *Fisheries Management and Ecology*. s. 461–473.
- Poff N.L. (2018). Beyond the natural flow regime? Broadening the hydro ecological foundation to meet environmental flows challenges in a non stationary world. *Freshwater biology*, 63(8), 1011–1021.
- Poff N.L., Olden J.D., Merritt D.M., Pepin D.M. (2007). Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(14), 5732–5737.

- Radzicki K., Sieński M., Gołębiowski T., Zelaya-Wziątek D., Dmitruk Z. (2024). Stan budowy piętrzących w Polsce – cz. I. Zagadnienia problemowe i wyzwania. *Inżynier Budownictwa*, (6), 66–72.
- Rzecznik Praw Obywatelskich. (2024). Założenia ustawy o przestrzeni przygotowane przez Komisję Ekspertów RPO. Pismo do Ministra Rozwoju i Technologii. Biuletyn Informacji Publicznej RPO. Pobrano z <https://bip.brpo.gov.pl/pl/content/rpo-zalozenia-ustawy-o-przestrzeni-mrit>
- Stanford J.A., Ward J.V. (1983). Insect species diversity as a function of environmental variability and disturbance in stream systems. [w:] *Stream Ecology* (s. 265–278). Springer, Boston, MA.
- Uchwała nr 4/2024 Komitetu Nauk o Wodzie i Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk z dnia 14 listopada 2024 r. w sprawie powołania Zespołu ds. Odbudowy Odporności po Powodzi Komitetu Nauk o Wodzie i Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (b.d.). z 3.10.2025, <https://www.undrr.org/>
- Water Network Research. (2014). Best Practices on Flood Prevention, Protection and Mitigation. The Water Network.
- Wolter C., Buijse A.D., Parasiewicz P. (2016). Temporal and spatial patterns of fish response to hydromorphological processes. *River Research and Applications*, 32(2), 190–201.

Raport z zadania obejmującego opracowanie długofalowych strategii oraz rekomendacji rozwiązań wspierających odbudowę odporności społeczeństwa i infrastruktury na skutki powodzi oraz zapewnienia wsparcia eksperckiego w zakresie zarządzania ryzykiem powodziowym (zlewnia Górnej Odry)

Raport przedstawia kompleksową analizę zagrożeń powodziowych w Polsce oraz rekomendacje służące odbudowie i wzmocnieniu odporności społecznej, infrastrukturalnej i środowiskowej. Zespół omawia historyczne i współczesne powodzie, ich przyczyny – zarówno naturalne, jak i antropogeniczne – oraz skutki dla ludzi, gospodarki i ekosystemów. Dokument podkreśla konieczność zintegrowanego zarządzania ryzykiem powodziowym, obejmującego prewencję, ochronę, gotowość, reagowanie i odbudowę. Wskazuje na potrzebę stabilnej, długofalowej strategii państwa, opartej na wiedzy naukowej, współpracy międzyinstytucjonalnej i szerokim udziale społecznym. Wśród proponowanych działań znajdują się, m.in. zwiększanie retencji, renaturyzacja cieków, ograniczenia w zagospodarowaniu terenów zalewowych, wzmacnianie infrastruktury krytycznej oraz rozwój systemów monitoringu i edukacji. Raport akcentuje komplementarność metod technicznych i nietechnicznych oraz konieczność ich dostosowania do warunków lokalnych, aby skutecznie minimalizować ryzyko i konsekwencje powodzi.

Słowa kluczowe: powódź, zarządzanie ryzykiem powodziowym, odporność społeczna i infrastrukturalna, retencja i renaturyzacja, infrastruktura krytyczna

**Report on developing long-term strategies
and recommendations supporting the restoration of societal
and infrastructural resilience to flood impacts and providing
expert support in flood risk management
(upper Odra River basin)**

The report presents a comprehensive assessment of flood hazards in Poland and formulates recommendations aimed at rebuilding and strengthening societal, infrastructural, and environmental resilience. It reviews historical and recent floods, identifying both natural and anthropogenic drivers, and analyzes their impacts on communities, the economy, and aquatic ecosystems. The emphasis is placed on the need for integrated flood risk management encompassing prevention, protection, preparedness, response, and recovery. The authors highlight the importance of a stable, long-term national strategy grounded in scientific evidence, effective governance, and broad stakeholder engagement. Recommended measures include enhancing natural and artificial retention, river restoration, limiting development in flood-prone areas, reinforcing critical infrastructure, and improving monitoring, early warning, and public education. The report stresses the complementarity of technical and non-technical approaches and the need to tailor them to local conditions to effectively reduce flood risk and its consequences.

Key words: flood, flood risk management, societal and infrastructural resilience, retention and river restoration, critical infrastructure