

Tomasz ORCZYKOWSKI, Andrzej TIUKAŁO\*

## **PREZENTACJA ROZKŁADU RYZYKA POWODZIOWEGO W POLSCE Z ZASTOSOWANIEM KLASYFIKACJI ODCINKÓW RZEK O ODMIENNYM POZIOMIE SKUMULOWANEGO RYZYKA POWODZIOWEGO**

Plany zarządzania ryzykiem powodziowym (PZRP), opracowane w 2015 roku na zlecenie Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej, zawierają strategię zarządzania ryzykiem powodziowym zidentyfikowanym na podstawie wcześniej opracowanych i udostępnionych społeczeństwu map zagrożenie i ryzyka powodziowego (MZP i MRP). Dla zarządzania ryzykiem powodziowym, kluczowym elementem jest zidentyfikowanie rozkładu i poziomów ryzyka na obszarze regionów wodnych, dorzeczy oraz całego kraju. Autorzy przedstawią zaproponowaną przez nich metodę prezentacji rozkładu przestrzenny ryzyka w formie 4 kilometrowych odcinków rzek, do których zostało przypisane skumulowane ryzyko powodziowe z wykorzystaniem informacji zawartych w MRP. Zgodnie z Dyrektywą Powodziową skumulowane ryzyko powodziowe agreguje zidentyfikowane ryzyko powodziowe w 4 kategoriach: zdrowie i życie, środowisko, dziedzictwo oraz działalność gospodarcza, natomiast w tym opracowaniu prezentowane będą również rozkłady ryzyka powodziowe dla poszczególnych kategorii.

### 1. WSTĘP

Jednym z głównych zagrożeń naturalnych w Europie jest powódź. W celu zmniejszenia ryzyka związanego z tym zagrożeniem, Unia Europejska wprowadziła tzw. Dyrektywę Powodziową [2], która zobowiązuje każdy członkowski kraj Wspólnoty Europejskiej do podjęcia odpowiednich działań w celu racjonalnego zarządzania ryzykiem powodziowym. Realizacja postanowień Dyrektywy odbywa się w trzech krokach [6]:

- przygotowanie wstępnej oceny ryzyka powodziowego (WORP),

---

\* Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Podleśna 61, 01-673 Warszawa, tomasz.orczykowski@imgw.pl.

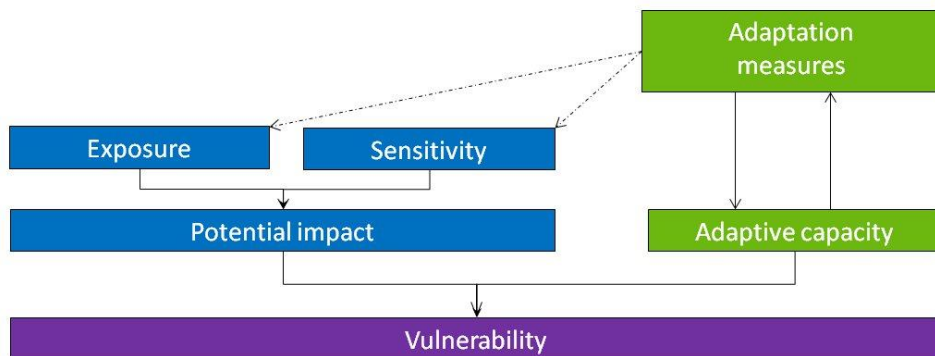
- opracowanie map zagrożenia i ryzyka powodziowego (MZP i MRP) [5],
- uchwalenie planów zarządzania ryzykiem powodziowym (PZRP).

WORP oraz MZP i MRP zostały zrealizowane w trakcie projektu „Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami” (ISOK). WORP jest dokumentem planistycznym identyfikującym obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi (ONNP), dla których przeprowadzono szczegółowe analizy zagrożenia powodziowego i opracowano mapy MZP i MRP. Mapy dostarczają więc szczegółowych informacji o zagrożeniu i ryzyku powodziowym dla 253 rzek na terytorium Polski.

Warunkiem racjonalnego zarządzania ryzykiem powodziowym, jest identyfikacja rozkładu i poziomów ryzyka na obszarze regionów wodnych, dorzeczy oraz całego kraju. Autorzy prezentują rozkład przestrzenny skumulowanego ryzyka powodziowego określonego na podstawie danych zawartych w MRP i przypisanego do 4 kilometrowych odcinków analizowanych rzek. Taka jednostka przestrzenna, wykorzystana dla prezentacji rozkładu ryzyka powodziowego z jednej strony odzwierciedla hydrograficzny czynnik pochodzenia ryzyka powodziowego, a z drugiej zapewnia czytelną wizualizację wyników w skali całego kraju. Skumulowane ryzyko powodziowe agreguje ryzyko powodziowe z 4 kategorii: zdrowie i życie, środowisko, dziedzictwo oraz działalność gospodarcza. W opracowaniu prezentowane będą również odrębnie rozkłady ryzyka powodziowe dla tych kategorii mających wpływ na wartość skumulowanego ryzyka. Metoda wyznaczania poziomu ryzyka powodziowego dla poszczególnych kategorii oraz skumulowanego ryzyka została opisana w [7].

## 2. RYZYKO POWODZIOWE

Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimatu (IPCC) [3] ustalił, że ryzyko można określić jako potencjalne konsekwencje, gdzie coś wartościowego jest zagrożone, przy czym działanie zagrożenia jest niepewne. Ryzyko jest często przedstawiane jako funkcja prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń i skutków w przypadku wystąpienia tych zdarzeń. Ryzyko powodziowe wynika z wrażliwości systemu społeczno-ekologicznego na zagrożenie powodziowe, stanowiącej wynik interakcji ekspozycji i podatności na zagrożenie infrastruktury tego systemu oraz jego zdolności adaptacyjnej (rys. 1).



Rys. 1. Wrażliwość systemu społeczno-ekologicznego na ryzyko powodziowe. Adaptowane z [3] za [1]

Przytoczone tu pojęcia: ekspozycja (*ang. exposure*), wrażliwość (*ang. sensitivity*) i podatność (*ang. vulnerability*) nie są jednoznacznie zdefiniowane w literaturze. Definicje zależą od źródła oraz kontekstu np. [1, 3, 4]. Zgodnie z diagramem na rysunku 1, wrażliwość systemu społeczno-ekologicznego zależy od potencjalnego wpływu powodzi i zdolności adaptacyjnej systemu do ograniczenia skali niekorzystnych skutków wywołanych zagrożeniem. Potencjalne oddziaływanie powodzi jest funkcją ekspozycji i podatności elementów systemu społeczno-ekologicznego narażonych na niebezpieczeństwo powodzi. Przy czym system społeczno-ekologiczny jest rozumiany jako dwa ściśle ze sobą związane: system ekologiczny i terytorialny system społeczny, które stale oddziałują na siebie w jednej przestrzeni geograficznej [3]. Mapy Ryzyka Powodziowego i Mapy Zagrożenia Powodziowego zawierają informacje o podatności i ekspozycji systemu społeczno-ekologicznego na niebezpieczeństwo powodzi, co w rezultacie może pozwolić na wyznaczenie poziomu ryzyka powodziowego dla tego systemu.

### 3. MAPY ZAGROŻENIA I RYZYKA POWODZIOWEGO JAKO ŹRÓDŁO INFORMACJI O RYZYKU POWODZIOWYM

Podstawowym repozytorium danych wyjściowych dla wyznaczenia ryzyka powodzi systemu społeczno-ekologicznego są mapy MZP i MRP. Ilość oraz złożoność informacji zawartych w tej bazie uniemożliwia wyciągnięcie bezpośrednich wniosków dotyczących rozkładu ryzyka. Baza danych MZP i MRP obejmuje 33 GB danych bezpośrednio dotyczących powodzi, dane są zorganizowane na kilku poziomach. Na najwyższym poziomie organizacji, dane są skategoryzowane w trzech grupach tematycznych: zagrożenia powodziowego, ryzyka powodziowego oraz referencyjnej. Grupa informacji o zagrożeniu powodziowym obejmuje 34 klasy obiektów tematycznych, grupa informacji o ryzyku zawiera 30 klas obiektów, a grupa informacji referencyjnych – 13. Łącznie

dysponujemy 77 klasami obiektów, które zawierają informację przestrzenną oraz kolekcję charakterystycznych cech dedykowaną poszczególnym typom obiektów. Lista dostępnych klas obiektów znajduje się w Rozporządzeniu [5]. Baza MZP i MRP przedstawia zagrożenie i ryzyko w trudnej do bezpośredniej oceny wielowymiarowej przestrzeni systemu społeczno-ekologicznego znajdującego się w rozpatrywanym obszarze geograficznym. Ilość informacji jest dodatkowo multiplikowana poprzez ujęcie zjawiska w trzech wymiarach prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi: wysokim, średnim oraz niskim. Zaproponowana przez autorów [7] i wykorzystana podczas przygotowania PZRP metoda rozkładu ryzyka uwzględnia wszystkie istotne elementy charakteryzujące ryzyko powodzi (dla których informacja była dostępna), dając możliwość skutecznego wyodrębnienia obszarów o największym ryzyku powodziowym wymagających, w dalszej perspektywie podjęcia interwencji dla jego redukcji.

#### 4. METODA KONWERSJI RYZYKA DO FORMY JEDNOWYMIAROWEJ

Podejmowanie decyzji w procesie zarządzania ryzykiem powodziowym jest oparte na informacji o poziomie ryzyka wynikającej z danych map ryzyka powodziowego. Informacja została wyrażona za pomocą 5-cio stopniowej skali poziomu ryzyka (od 1 bardzo niskie do 5 bardzo wysokie). W zależności od problemu który rozpatrujemy (i w jakiej skali), informacja o poziomie ryzyka powinna być wyrażone w adekwatnej jednostce przestrzennej. Dla pewnych decyzji strategicznych mogą to być dorzecza, regiony wodne, zlewnie lub województwa, powiaty, czy gminy. Sposób agregacji informacji jest dostosowany do potrzeb konkretnego odbiorcy, czy użytkownika tej informacji. Prezentowany rozkład poziomów ryzyka jest podawany w uniwersalnej formie wynikającej z genety zjawiska.

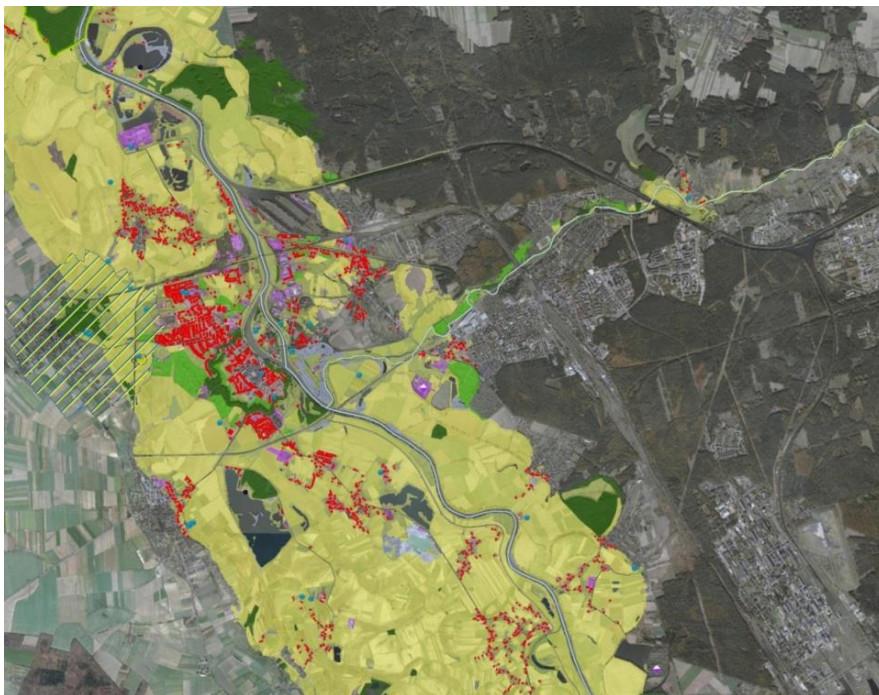
##### 4.1. OPIS METODY

W uproszczeniu możemy przyjąć, że mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego dostarczają danych o ryzyku powodziowym w dwóch kategoriach: podatności oraz ekspozycji. Podatność jest kształtowana przez charakterystykę obiektów systemu społeczno-ekologicznego narażonych na powódź i tworzy wielowymiarową przestrzeń, bo system jest złożony. Jak wyżej wspomniano, te cechy skatalogowano w 4 kategoriach: dziedzictwo kulturowe, środowisko, zdrowie i życia oraz działalność gospodarcza. Sześć o przekształceniu tych danych do formy pozwalającej obliczyć poziom ryzyka w jednej skali jest opisane w [7]. Ekspozycja natomiast jest głównie związana z lokalizacją tych obiektów w pewnej przestrzeni geograficznej i relacją tej lokalizacji do określonego zagrożenia powodziowego. Ta informacja pozwala na przestrzenną agregację

ryzyka z przestrzeni dwuwymiarowej do jednowymiarowej formy liniowej. Algorytm konwersji składa się z kilku operacji geometrycznych opisanych poniżej.

#### 4.1.1 PODZIAŁ OBSZARU ZA POMOCĄ SIATKI

Podzielenie obszaru ryzyka powodziowego za pomocą siatki sześciokątów foremnych, każdy o obszarze 10 ha. Zastosowanie siatki sześciokątów wynikało z kilku powodów. Głównym powodem jest fakt, że powierzchnia ryzyka musi zostać pocięta na mniejsze jednostki, które będą przyporządkowane najbliższemu odcinkowi rzeki. Siatka sześciokątów jest narzędziem często stosowanym w statystyce, dlatego że tworzy ciągłą powierzchnię wytworzoną z jednakowych elementów. A podstawowy element, czyli sześciokąt jest figurą najbardziej zbliżoną do koła, które uznaje się za najlepszą figurę do próbkowania w przestrzeni geometrycznej. Rysunek 2 przedstawia przykładowe dane pochodzące z map ryzyka powodziowego. Rysunek 3 przedstawia przykładowy podział siatką sześciokątów.



Rys. 2. Przykładowe dane o ryzyku powodziowym



Rys. 3. Podział obszaru ryzyka siatką sześciokątów. Kolor sześciokątów pokazuje skumulowany poziom ryzyka, ale został pokazany jedynie jako ciekawostka, ponieważ poziom skumulowanego ryzyka dla odcinka był wyznaczany dla skumulowanych wartości poszczególnych kategorii ryzyka, a nie poziomu skumulowanego ryzyka w każdym sześciokącie

#### 4.1.2 PRZYGOTOWANIE OBIEKTÓW DO PRZESTRZENNEJ AGREGACJI

Wyznaczono środek ciężkości, uznając że jest to reprezentatywny punkt dla każdego sześciokąta. Obiekt liniowy informujący o przebiegu rzeki został rozczłonkowany na odcinki czterokilometrowe. Rysunek 4 przedstawia przykładowy wynik tego kroku.



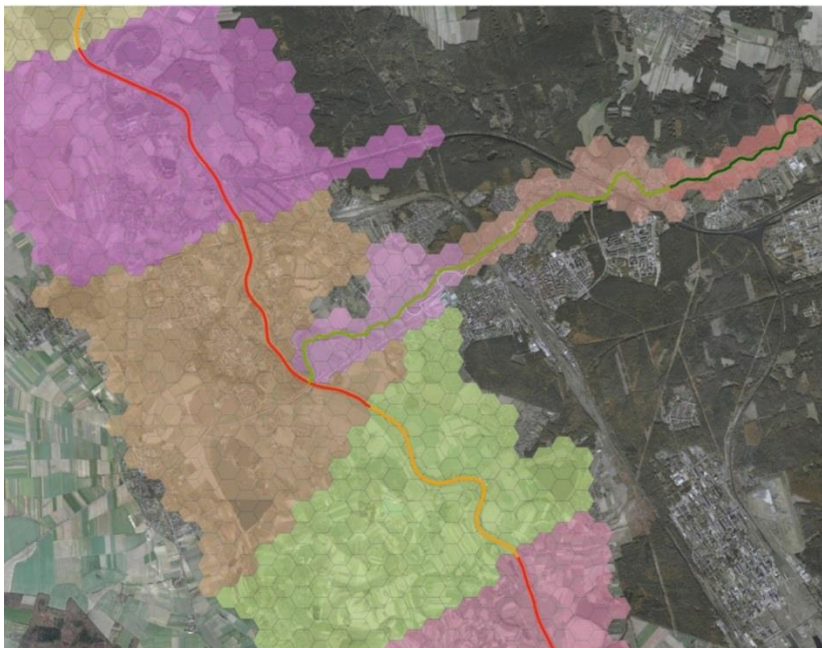
Rys. 4. Kolor sześciokątów pokazuje skumulowany poziom ryzyka, ale został pokazany jedynie jako ciekawostka. Kolor odcinków pokazuje już faktycznie obliczony poziom ryzyka. Ten poziom został obliczony dopiero w następnych krokach. Tutaj pokazuje podział cieku na odcinki

#### 4.1.3 AGREGACJA

Każdy punkt przyporządkowano do najbliższego odcinka sumując wartość ryzyka dla każdej kategorii. Przyporządkowanie zostało wykonane w oparciu o przynależności obszaru do zlewni poszczególnych rzek. Skumulowany poziom ryzyka został określony za pomocą algorytmu przedstawionego w [7]. Rysunek 6 pokazuje przykładowe przyporządkowanie powierzchni sześciokątów do poszczególnych odcinków rzek.



Rys. 5. Przykładowe rzutowanie środków ciężkości na oś cieków i przyporządkowanie najbliższemu odcinkowi obliczeniowemu



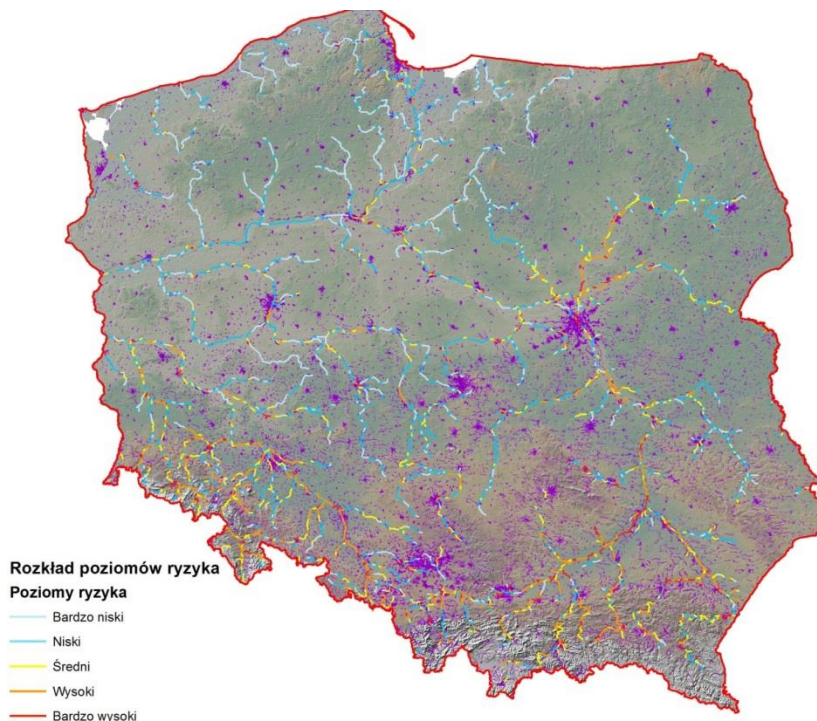
Rys. 6. Przyporządkowanie powierzchni sześciokątów do poszczególnych odcinków obliczeniowych

## 5. PREZENTACJA ROZKŁADU RYZYKA POWODZIOWEGO

Celem pracy jest prezentacja rozkładu poziomów ryzyka dla Polski z zastosowaniem zaproponowanej przez autorów metody. Autorzy przeprowadzili bardziej szczegółową analizę przydatności tej metody poprzez porównanie uzyskanego przy zastosowaniu tej metody rozkładu zintegrowanego ryzyka powodziowego do rozkładu przestrzennego wytypowanych w PZRP obszarów wymagających pilnej interwencji ograniczającej nadmierne ryzyko powodziowe (tzw. „Hot-spotów”).

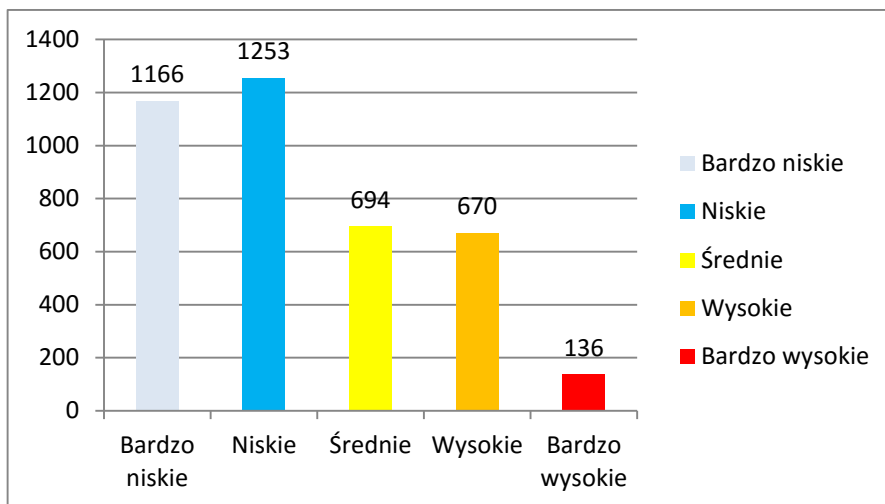
### 5.1. SKUMULOWANY POZIOM RYZYKA DLA RZEK UJĘTYCH W MZP I MRP

Ryzyko powodziowe sklasyfikowane w 4 kilometrowych odcinkach liczonych po długości cieku zostało ocenione dla 243 rzek. Wyodrębniono 3919 odcinków. Przestrzenny rozkład poziomów skumulowanego ryzyka powodziowego w 5-stopniowej skali skumulowanego ryzyka przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Rozkład poziomów ryzyka dla wszystkich rzek w MZP i MRP

Rozkład ilościowy odcinków należących do poszczególnych klas w 5-stopniowej skali ryzyka jest prezentowany na rysunku 8. Z całkowitej ilości wyodrębnionych odcinków 3,5% zostało sklasyfikowane jako odcinki o bardzo wysokim ryzyku, 17,2% o wysokim ryzyku, a o średnim, niskim i bardzo niskim – odpowiednio 17,7%, 31,9% i 29,7%.

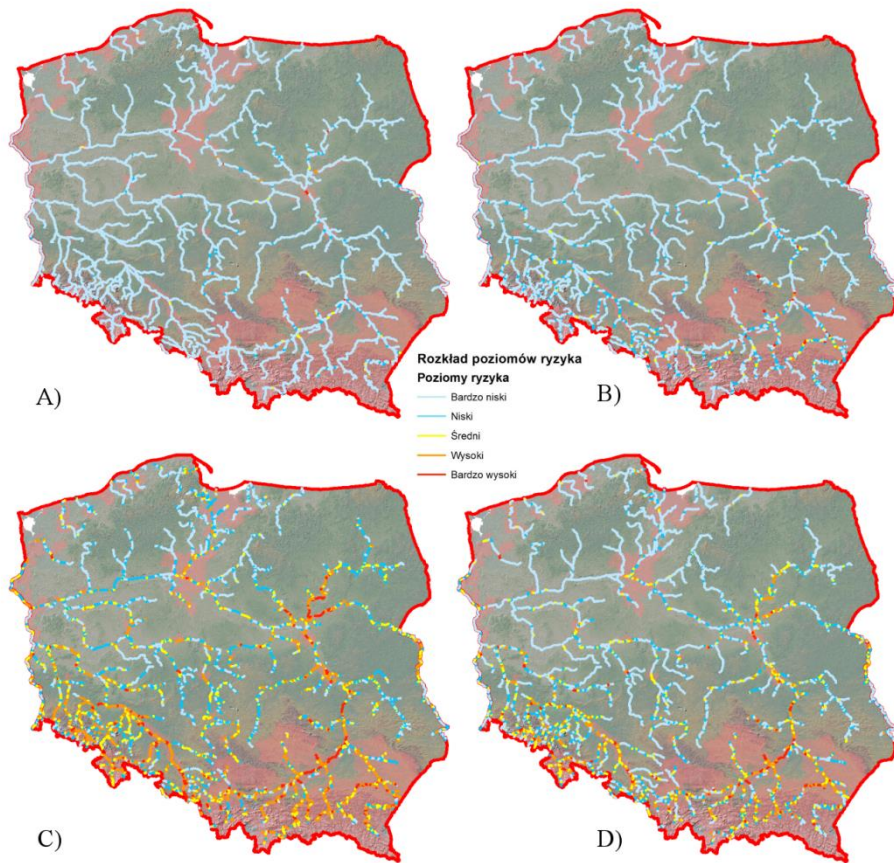


Rys. 8. Ilość odcinków w poszczególnych poziomach ryzyka dla wszystkich 243 rzek

## 5.2. POZIOMY RYZYKA DLA RZEK UJĘTYCH W MZP I MRP W PODKATEGORIACH

Na rysunku 9 prezentowane są odrębnie rozkłady ryzyka powodziowego dla kategorii: zdrowie i życie, środowisko, działalność gospodarczą oraz dziedzictwo kulturowe, mających wpływ na wartość kumulowanego ryzyka powodziowego.

Analiza rozkładów ryzyka powodziowego prezentowanych na rysunku 4 wskazuje, że odcinków z wysokim oraz bardzo wysokim poziomem ryzyka w kategorii dziedzictwa kulturowego oraz środowiska jest relatywnie niewiele. Natomiast ryzyka w kategorii działalności gospodarczej oraz zagrożenia zdrowia i życia są rozproszone na obszarze całego kraju, a licznosc poszczególnych klas w 5-stopniowej skali nie jest tak zdominowana przez niski i bardzo niski poziom, jak ma to miejsce w przypadku ryzyka w kategorii dziedzictwa kulturowego oraz środowiska. Stąd na wymiar skumulowanego ryzyka dla 4 kategorii, to właśnie rozkład ryzyka powodziowego w kategoriach działalności gospodarczej oraz zagrożenia zdrowia i życia ma dominujący wpływ na ostateczny rozkład skumulowanego ryzyka powodziowego w Polsce (rys. 7).



Rys. 9. Rozkład poziomów ryzyka w rozbiciu na kategorie: A) dziedzictwo kulturowe, B) środowisko, C) działalność gospodarcza, D) zdrowie i życie

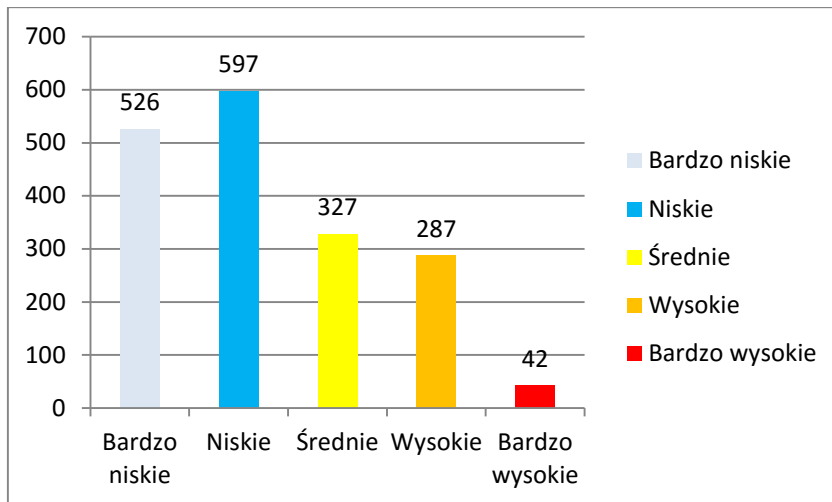
### 5.3. ROZKŁAD POZIOMÓW RYZYKA POWODZIOWEGO W DORZECZU ODRY

Zawężając obszar analizy rozkładu poziomu ryzyka do dorzecza Odry, łącznie wyodrębniono 1779 jednostek obliczeniowych, czyli odcinków czterokilometrowych, rysunek 10.



Rys. 10. Rozkład poziomów ryzyka w dorzeczu Odry

Ilości w poszczególnych kategoriach przedstawiono na rysunku 11. Bardzo wysoki poziom ryzyka wyznaczono dla 2,4% odcinków, 16,1% prezentuje wysoki poziom, a średni, niski i bardzo niski odpowiednio 18,4%, 33,6% i 29,6%.



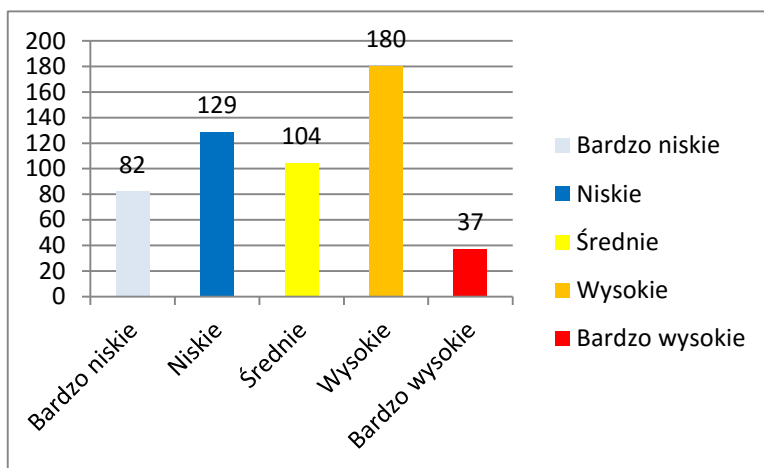
Rys. 11. Ilość odcinków w poszczególnych poziomach ryzyka dla Odry

Analizując rysunek 7, widać że odcinki z wysokim oraz bardzo wysokim poziomem ryzyka są skoncentrowane głównie w regionie Środkowej Odry oraz Górnej Odry.

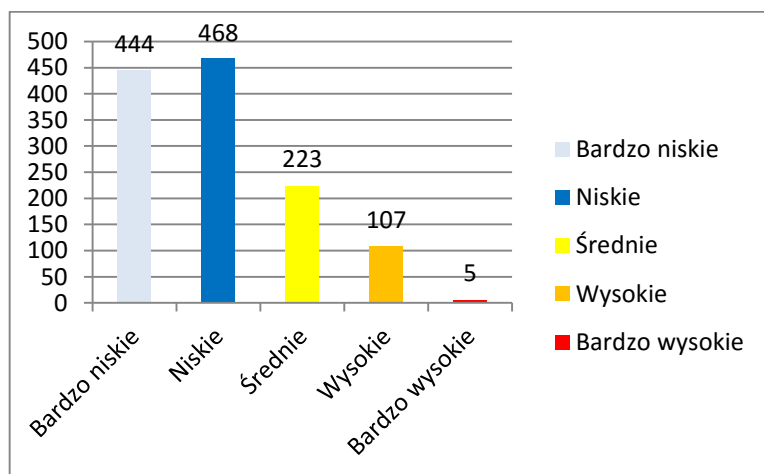
## 6. ANALIZA ZALEŻNOŚCI ROZKŁADU RYZYKA POWODZIOWEGO W POLSCE Z ZASTOSOWANIEM KLASYFIKACJI ODCINKÓW RZEK O ODMIENNYM POZIOMIE SKUMULOWANEGO RYZYKA POWODZIOWEGO, A LOKALIZACJĄ PRZESTRZENNĄ OBSZARÓW „HOT SPOT”

W projekcie „Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym” analiza ryzyka powodziowego wynikającego z map zagrożenia i ryzyka powodziowego, wsparta wiedzą i doświadczeniem członków zespołów planistycznych zlewni i regionów wodnych, pozwoliła określić obszary, dla których zidentyfikowane ryzyko powodziowe uznano za nadmierne i wymagające pilnej interwencji (Rys. 10). Te obszary nazwano „Hot spotami”. Wyselekcjonowanie tych obszarów było wynikiem analizy danych MRP, jak również konsultacji w ramach odpowiednich grup roboczych, zlewni i regionów wodnych, a także szerokich konsultacji społecznych. Wielkość oraz ogólna charakterystyka tych obszarów jest dosyć różnorodna. W referacie prezentowana jest analiza przydatności proponowanej metody prezentacji rozkładu poziomów ryzyka dla Polski z zastosowaniem 4 kilometrowych odcinków rzek do wskazania lokalizacji „Hot spotów” w obszarze dorzecza. Analiza ta polegająca na określeniu ilości odcinków z poszczególnymi poziomami ryzyka znajdujących się w obszarach „Hot-spot” jako miary jej przydatności

do celów planistycznych. Rysunek 10 pokazuje ilości odcinków z poszczególnymi poziomami ryzyka mieszczących się w obszarach „Hot spot”. Dokonano także identyfikacji liczby odcinków należących do poszczególnych klas w 5-stopniowej skali ryzyka zawartych w poszczególnych „hot-spotach” (Tab.1). Ten wskaźnik z jednej strony może służyć do oceny przydatności zaproponowanej metody, ale także jest wskaźnikiem pozwalającym na ocenę wpływu konsultacji społecznych na kształtowanie dokumentów planistycznych, gdzie postrzeganie społeczne poziomu zagrożenia powodziowego poszczególnych obszarów zlewni mogą być odmienne od zidentyfikowanego, na podstawie MZP i MRP ryzyka powodziowego.

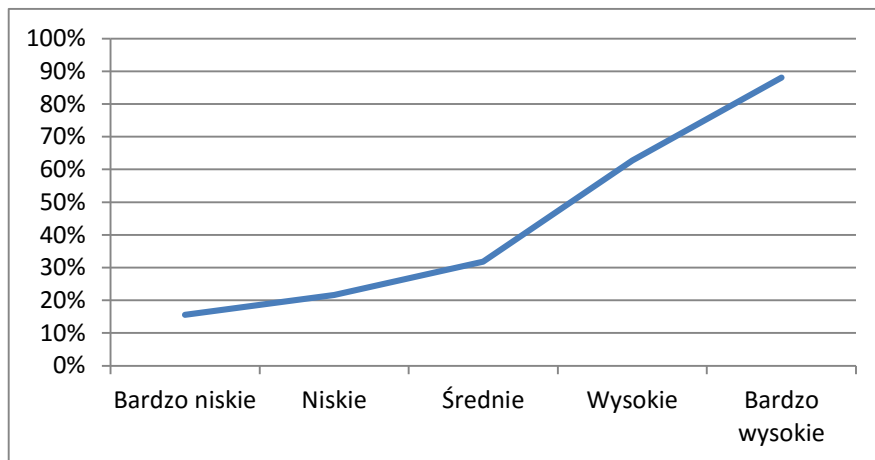


Rys. 12. Ilość odcinków i ich rozkład poziomów ryzyka dla obszarów „Hot spot” w dorzeczu Odry



Rys. 13. Ilość odcinków, które nie zostały włączone do obszarów „Hot spot” w dorzeczu Odry

Z analizy zestawień na rysunkach 11 i 12 wynika, że wewnątrz „Hot spotów” znalazło się 88% odcinków z bardzo wysokim poziomem ryzyka powodziowego, 63% odcinków z wysokim poziomem ryzyka oraz odpowiednio 16%, 22% i 32% dla poziomu bardzo niskiego, niskiego oraz średniego. W przeprowadzonej analizie rysuje się mocna i logiczna korelacja pomiędzy poziomami ryzyka wynikającymi z jego rozkładu wzdłuż cieków, a zlokalizowanymi w „Hot spotach”. Niepokoi jednak fakt, że ponad 100 odcinków o wysokim ryzyku powodziowym jest poza obszarami „hot-spot”.



Rys. 14. Procentowy udział poszczególnych klas poziomu ryzyka w obszarach „Hot spot”

Tab. 1. Ilości 4 kilometrowych odcinków rzek z poszczególnymi poziomami skumulowanego ryzyka w obrębie „Hot-spotów” dorzecza Odry

Nazwa "Hot spot"	Ilość odcinków w poszczególnych poziomach					
	Razem	B. niski	Niski	Średni	Wysoki	B. wysoki
Żagań	5	-	1	2	1	1
Lubomia	5	-	-	3	1	1
Czarnowąsy - Żelazna - Dobrzeń Wielki	2	-	-	-	1	1
Kalisz	8	1	2	2	2	1
Prochowice	6	-	1	1	3	1
Chojnów	9	-	1	4	3	1
Gubin	5	-	-	-	4	1
Bardo Przyłęk-Kamieniec Ząbkowicki	12	3	3	-	5	1
Oława - Jelcz Laskowice	9	-	2	-	6	1
Górna Kwisa	14	1	2	3	7	1
Brzeg Dolny - Uraz	2	-	-	1	-	1
Krosno Odrzańskie	2	-	-	1	-	1
Stargard Szczeciński	4	1	2	-	-	1
Prudnik	7	1	5	-	-	1
Gliwice, Gierałtowice, Zabrze	8	1	3	-	2	2
Kędzierzyn - Koźle	7	-	2	-	3	2
Nazwa "Hot spot"	Ilość odcinków w poszczególnych poziomach					

	Razem	B. niski	Niski	Średni	Wysoki	B. wysoki
Nowa Sól	4	-	1	1	-	2
Żmigród	2	-	-	-	-	2
Kamieniec Żąbkowicki, Nysa, Skorogoszcz, Wronów	25	2	2	9	9	3
Kotlina Kłodzka	48	2	5	18	20	3
Racibórz	45	1	8	3	29	4
Góry Bóbr	54	6	7	12	24	5
Wężyska Chlebowo	5	2	1	1	1	-
Darłowo	7	4	1	1	1	-
Boleszkowice	3	-	1	1	1	-
Gryfice	9	4	3	1	1	-
Przewóz	2	-	-	1	1	-
Działoszyn	5	-	2	2	1	-
Górna Noteć od j. Gopło do Łabiszyna	15	2	10	2	1	-
Cedynia	8	1	2	4	1	-
Gryfino	2	-	1	-	1	-
Wieleń	3	-	2	-	1	-
Trzebiatów	7	3	3	-	1	-
Brzeg	1	-	-	-	1	-
Kuźnia Raciborska	1	-	-	-	1	-
Nędza	1	-	-	-	1	-
Drezdenko	6	-	3	1	2	-
Marszowice	3	-	-	1	2	-
Zgorzelec	5	1	-	2	2	-
Strzegom	2	-	-	-	2	-
Swidnica	5	-	1	1	3	-
Częstochowa	7	1	2	1	3	-
Kostrzyn nad Odrą, Słońsk	11	1	5	2	3	-
Golina	7	-	1	2	4	-
Szprotawa	10	-	4	2	4	-
Krapkowice	4	-	-	-	4	-
Warta	9	3	1	-	5	-
Wrocław-Długołęka-Czernica-Wisznia Mała	17	1	3	7	6	-
Poznań-Luboń	17	3	8	-	6	-
Kołobrzeg	2	-	1	1	-	-
Cybinka	9	6	2	1	-	-
Resko	10	7	2	1	-	-
Bogatynia	5	1	3	1	-	-
Białogard	7	3	3	1	-	-
Gorzów Wielkopolski	4	-	3	1	-	-
Chojna	3	1	-	2	-	-
Glucholazy	2	-	-	2	-	-
Goleniów	2	-	-	2	-	-
Sławno	12	10	2	-	-	-
Słubice	8	5	3	-	-	-
Mieszkowice	4	-	4	-	-	-
Widuchowa	5	-	5	-	-	-
Górzycza	4	4	-	-	-	-

Z powyższego zestawienia wynika, że aż 41 (z 63 ujętymi w analizie) obszarów „hot spot” nie zawiera odcinków z bardzo wysokim poziomem skumulowanego ryzyka,

w tym 14 obszarów „hot spot” nie zawierają również żadnego odcinka z wysokim poziomem ryzyka. Należy jednak zwrócić uwagę, że dla „hot spot” zlokalizowanych nad morzem w wyliczeniach nie uwzględniono ryzyka wynikającego z zagrożenia od strony morza. Jednak wyniki te poświadczają fakt, że w ramach otwartego planowania grupy interesariuszy uczestniczących w procesie podejmowania decyzji często przy wyborze obszarów wymagających pilnej interwencji nie kierują się jedynie obiektywną oceną ryzyka powodziowego zbudowaną na podstawie MZP i MRP. Taki stan rzeczy nie koniecznie musi świadczyć o ułomności otwartego planowania, angażującego wielu interesariuszy projektu. Może także świadczyć o ułomnościach metodyki budowania MZP i MRP i tworzenia rozkładu ryzyka powodziowego na obszarach narażonych na niebezpieczeństwo powodzi (ONNP) w Polsce.

## 7. WNIOSKI

Przytoczona metoda rozkładu przestrzennego poziomów ryzyka w Polsce umożliwia przedstawienie wyników w skali poszczególnych zlewni, z zachowaniem dużej szczegółowości odzwierciedlenia zjawiska. W dorzeczu Odry widać dużą korelację pomiędzy wynikami przedstawionej analizy, a obszarami „hot-spot” wyznaczonymi w projekcie „Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym”. Ale również widać wyraźnie wpływ interesariuszy na efekt procesu wyznaczania obszarów „hot spot”.

## 8. DALSZY BADANIA

W trakcie badań, zarówno na etapie określania poziomu ryzyka, jak i analizy jego rozkładu przestrzennego zauważono, że określenie ryzyka powodziowego na podstawie obecnych baz danych jest pewnym uproszczeniem, stąd ważnymi elementami, które muszą zostać poprawione jest jakość i kompletność dostępnych baz danych, na których opierają się MRP oraz metodyka tworzenia MZP i MRP. Kolejnym elementem mającym ogromny wpływ na proces wyłaniania obszarów pilnej interwencji państwa skierowanej na redukcję ryzyka powodziowego jest potrzeba włączenia oceny zdolności adaptacyjnej systemów społeczno-ekologicznych wyeksponowanych na zagrożenie. Zdolność adaptacyjna systemów społeczno-ekologicznych ma bowiem znaczący wpływ na redukcję skali niekorzystnych skutków powodzi na funkcjonowanie takiego systemu, tym samym na właściwą selekcję tych systemów społeczno-ekologicznych, które wymagają pilnego wsparcia.

## LITERATURA

- [1] DUMIEŃSKI G., PASIECZNIK-DOMINIAK A., TIUKAŁO A., Społeczno-ekonomiczna ocena zagrożenia powodziowego gmin w Polsce. [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska pod red. A. Kotowski, K. Piekarska, B. Kaźmierczak, Tom 6, Wrocław, 2015, 100–125.
- [2] EU. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. 2007.
- [3] *IPCC Summary for policymakers*. [w:] Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge, New York : Cambridge University Press, 2014.
- [4] KERSTIN F., SCHNEIDERBAUER S., BUSECK P., KIENBERGER S., BUTH M., ZEBISCH M., KAHLENBORN W., *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability*. Bonn and Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2014.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego. 2012.
- [6] Ustawa Prawo wodne Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229, z dnia 18 lipca 2001 .
- [7] TIUKAŁO A., MALINGER A., ORCZYKOWSKI T., PASIOK R., BEDRYJ., WAWRZYNIAK M., DYSARZT., GRZELKA T., KRAWCZAK E., *Ocena ryzyka powodziowego na potrzeby planów zarządzania ryzykiem powodziowym*. Gospodarka Wodna, Sigma-Not, (3) 2015.

## PRESENTATION OF FLOOD RISK DISTRIBUTION IN POLAND USING THE CLASSIFICATION OF RIVERS SECTION AT A DIFFERENT LEVEL OF ACCUMULATED FLOOD RISK

Flood risk management plans (PZRP), developed in 2015 at the request of the President of the National Water Management, including a strategy for flood risk management identified based on previously developed and made available to the public hazard maps and flood risk (MZP and MRP). For flood risk management, the key element is to identify the distribution and levels of risk in the area of water regions, river basins and the entire country. The authors will present their proposed method of presenting the spatial distribution of risk in the form of a 4 kilometer long river sections to which is assigned the cumulative risk of flooding with the use of the information contained in the MRP. According to the Directive Flood cumulative risk of flooding aggregates the identified flood risks in four categories: health and life, the environment, heritage and economic activity, but in this study will be presented also schedule the risk of flooding for each category.