

# **Narzędzia ArcGIS w opracowaniu wstępnej oceny ryzyka powodziowego w zakresie powodzi od wód podziemnych**

Celem opracowania wstępnej oceny ryzyka powodziowego (WORP) jest ewaluacja skali zagrożenia powodziowego oraz identyfikacja znaczącego ryzyka powodziowego. WORP w zakresie wód powierzchniowych została opracowana w latach 2010-2015 (pierwszy cykl planistyczny) w ramach projektu pn.: „Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami” (ISOK), jako element wypełnienia zobowiązań Polski wobec Unii Europejskiej w zakresie wdrażania pierwszego etapu Dyrektywy Powodziowej.

W drugim cyklu planistycznym, w ramach aktualizacji WORP, postanowiono poszerzyć zakres projektu o zagrożenia powodzią od wód podziemnych, nazywane inaczej PODTOPIENIAMI. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIGPIB) podjął się tego niełatwego zadania. W celu opracowania map obszarów zagrożonych podtopieniami wykorzystano z wielu dostępnych warstw danych wektorowych znajdujących się w bazach danych PIG-PIB. Zadanie wymagało pracy w środowisku GIS. Zastosowano narzędzia i analizy przestrzenne zaimplementowane w oprogramowaniu ArcGIS.

## **Wprowadzenie**

Występowanie powodzi, w tym od wód podziemnych (podtopień) w Polsce jest zjawiskiem powszechnym. Między innymi jest to związane z nawałnymi opadami, które są wynikiem zmian klimatycznych. W związku z tym niezbędne jest skuteczne

zarządzanie ryzykiem powodziowym. Staje się ono bardziej istotne z uwagi na coraz większą skalę oddziaływania powodzi i podtopień oraz na rosnące koszty spowodowane wystąpieniem takich zjawisk.

Podstawą opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego jest Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego (WORP), co jest zgodne z zapisami Dyrektywy Powodziowej. WORP jest dokumentem o charakterze planistycznym, będącym podstawą dla działań prewencyjnych oraz wskazującym obszary, na których możliwe jest wystąpienie zagrożenie powodzią, także od wód podziemnych, który opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) w latach 2017-2019.

Ideą projektu WORP w PIG-PIB było wyznaczenie obszarów zagrożonych powodzią od wód podziemnych (podtopień) oraz obszarów, na których istnieje ryzyko powodzi od wód podziemnych (podtopień). W tym celu zdecydowano się na wykonanie analiz przestrzennych rozkładu czynników wpływających na występowanie podtopień oraz na lokalizację obszarów narażanych na niebezpieczeństwo występowania strat (ryzyko), wykorzystując narzędzia zaimplementowane w oprogramowaniu ArcGIS. Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego została wykonana w oparciu o znajdujące się w zasobach baz danych PIG-PIB warstwy informacyjne, takie jak m. in.: mapy geologiczne i hydrogeologiczne, dane z wierceń, dane dotyczące odwodnień oraz terenów górniczych i innych.

## **Metodyka i narzędzia**

Podstawą założeń metodycznych było przeprowadzenie szeregu analiz przestrzennych rozkładu czynników wpływających na obecność zagrożenia i ryzyka występowania podtopień. Wykonanie niezbędnych operacji geoprzestrzennych było możliwe dzięki oprogramowaniu ArcGIS. Skorzystano z szeregu dostępnych narzędzi dających możliwość między innymi tworzenia siatek

dyskretyzacyjnych, selekcji danych, intersekcji i agregacji oraz waloryzacji i symbolizacji poszczególnych, wejściowych jak i wynikowych warstw informacyjnych. Do tych celów wykorzystano między innymi takie informacje, jak:

- głębokość do zwierciadła wody gruntowej,
- obszary sztucznego obniżenia zwierciadła wody podziemnej,
- przepuszczalność osadów przypowierzchniowych,
- formy rzeźby terenu,
- możliwe zmiany ukształtowania powierzchni terenu,
- zagospodarowanie i pokrycie terenu,
- udział obszarów podmokłych,
- wybrane obiekty pokrycia powierzchni terenu,
- gęstość zaludnienia,
- dziedzictwo kulturowe.

Skorzystano między innymi z danych Mapy hydrogeologicznej Polski, Szczegółowej mapy geologicznej Polski, systemu informacji o pokryciu terenu CORINE, bazy danych o surowcach mineralnych i eksploatacji złóż MIDAS, bazy danych obiektów topograficznych BDOT10k, danych Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (GDOŚ), informacji o mokradłach w oparciu o dane z Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych (IMUZ). Wykorzystano również dane z Głównego Urzędu Statystycznego oraz Narodowego Instytutu Dziedzictwa (NID).

Warstwy wykorzystane do analiz w zależności od przyjętych kategorii, dzielono na obszary o różnych wartościach zagrożenia lub ekspozycji. Obszarom tym przydzielano odpowiednie wagi, co następnie pozwoliło na odpowiednią kategoryzację i ocenę zagrożenia oraz ryzyka związanego z podtopieniami.

Na podstawie przeprowadzonych analiz przestrzennych powstały:

1. mapy obszarów, na których wystąpienie podtopienia jest prawdopodobne: mapa obszarów zagrożonych wystąpieniem

podtopienia od wód podziemnych (WORP-WP), mapa obszarów zagrożonych wystąpieniem podtopienia od wód spływowych (WORP-WS),

2. mapa obszarów narażonych na niebezpieczeństwo wystąpienia podtopienia: mapa obszarów zagregowanych klas zagrożenia podtopieniem (WORP-SUM), mapa ryzyka związanego z wystąpieniem podtopienia (WORP-RYZ).

Opracowanie każdej z map wymuszało odrębne postępowanie, to znaczy wybranie odpowiednich warstw wektorowych i zastosowanie właściwych narzędzi do przeprowadzenia miarodajnych analiz geoprzestrzennych. Wymagało to całościowego podejścia i systemowych rozwiązań, co wiązało się z koniecznością stworzenia odpowiedniego algorytmu postępowania.

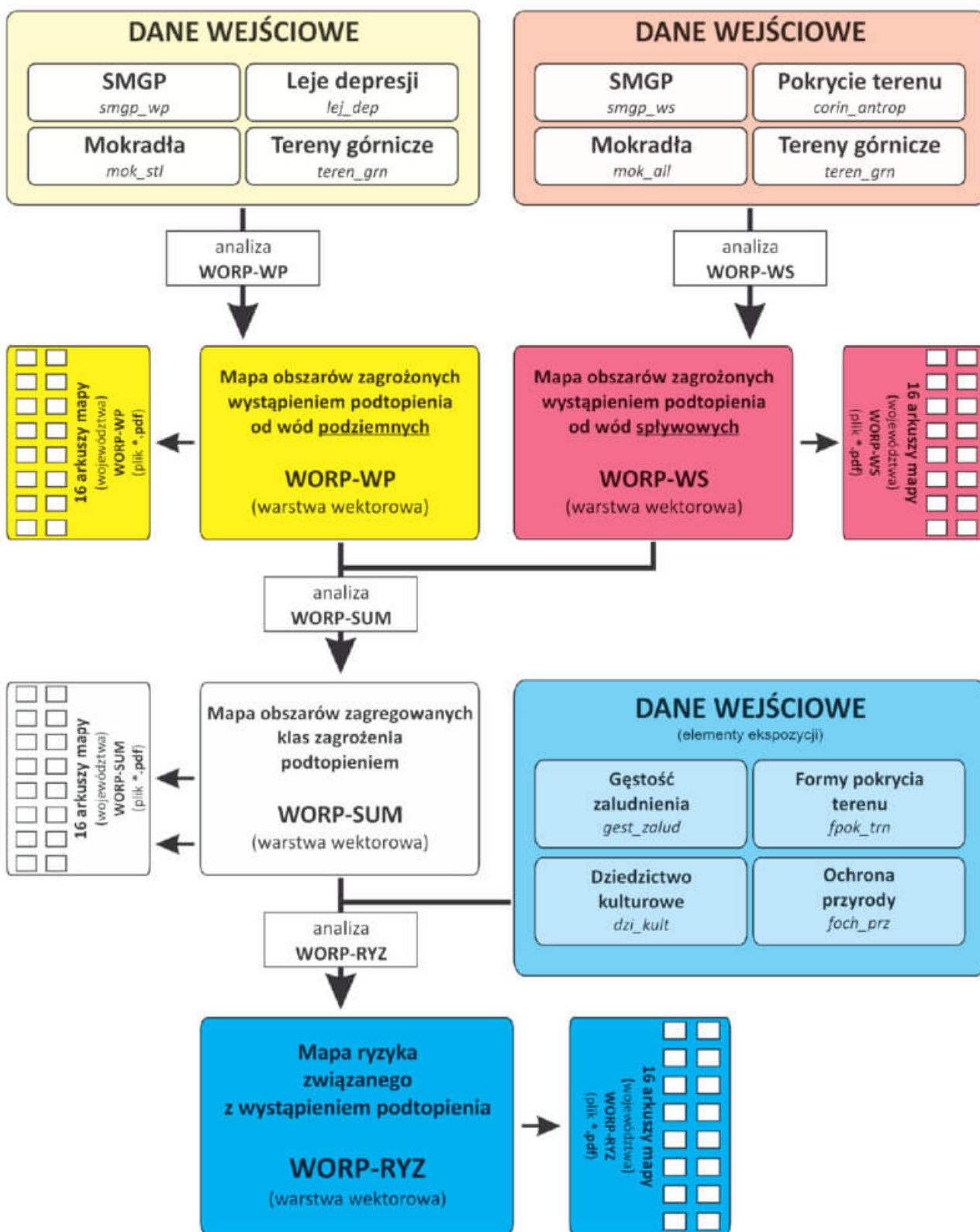


Fig. 1 Schemat postępowania przy opracowaniu Wstępnej Oceny Ryzyka Powodziowego w zakresie powodzi od wód podziemnych (podtopień).

Do przeprowadzenia analiz przestrzennych wykorzystywano szereg narzędzi dostępnych w standardowej wersji ArcGIS Advanced

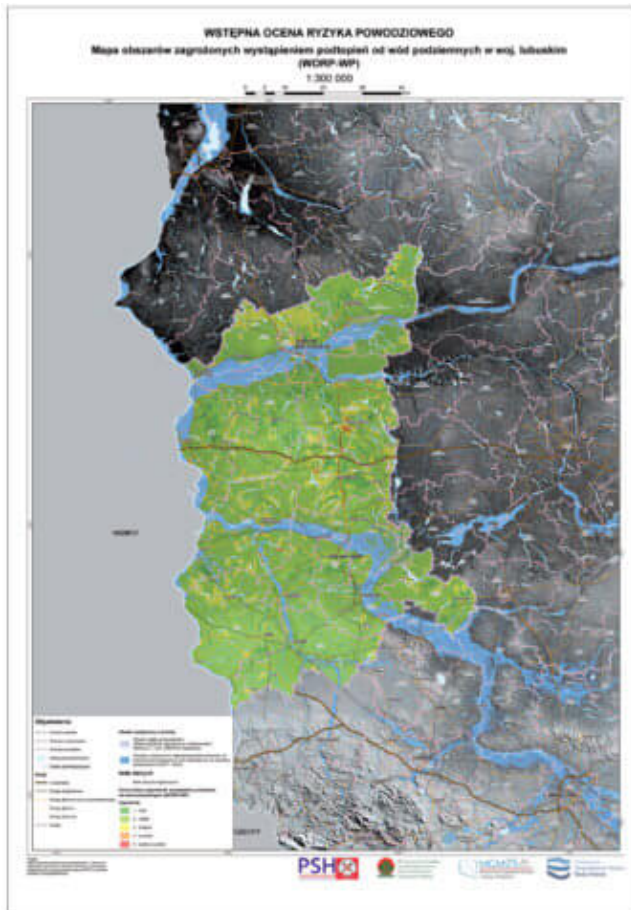
(ver. 10.3). Narzędziami najważniejszymi i najistotniejszymi z punktu widzenia wyniku końcowego były:

- Intersect – geometryczne przecięcie danych wejściowych,
- Dissolve – agregacja danych w oparciu o określone atrybuty,
- Update – geometryczne przecięcie danych wejściowych wraz z ich aktualizacją,
- Create Fishnet – tworzenie regularnej siatki prostokątnej.

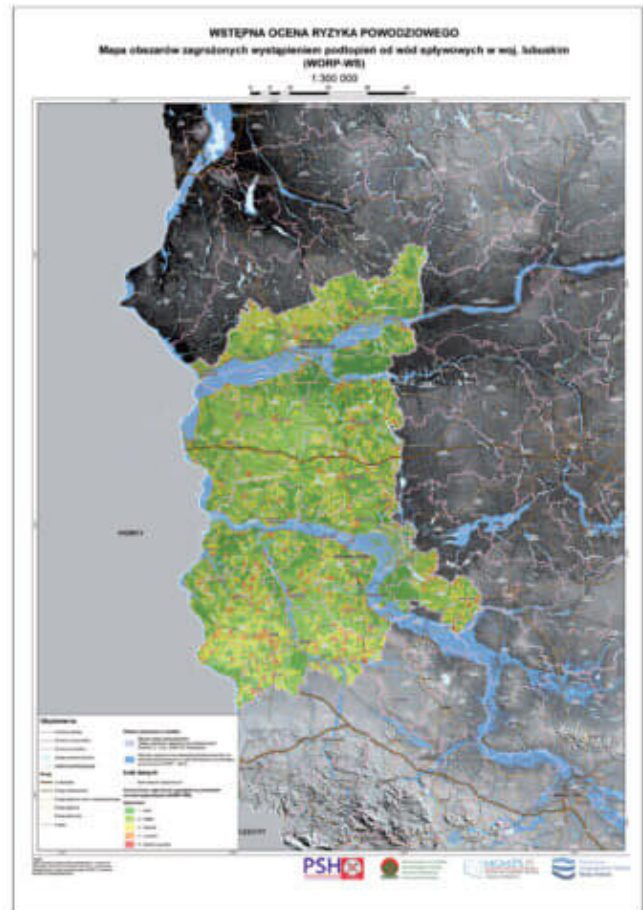
Do wyboru odpowiednich elementów poszczególnych warstw informacyjnych niezbędnych do przeprowadzenia analiz wykorzystano również wiele innych narzędzi, w tym różnego rodzaju narzędzia selekcji.

## **Podsumowanie**

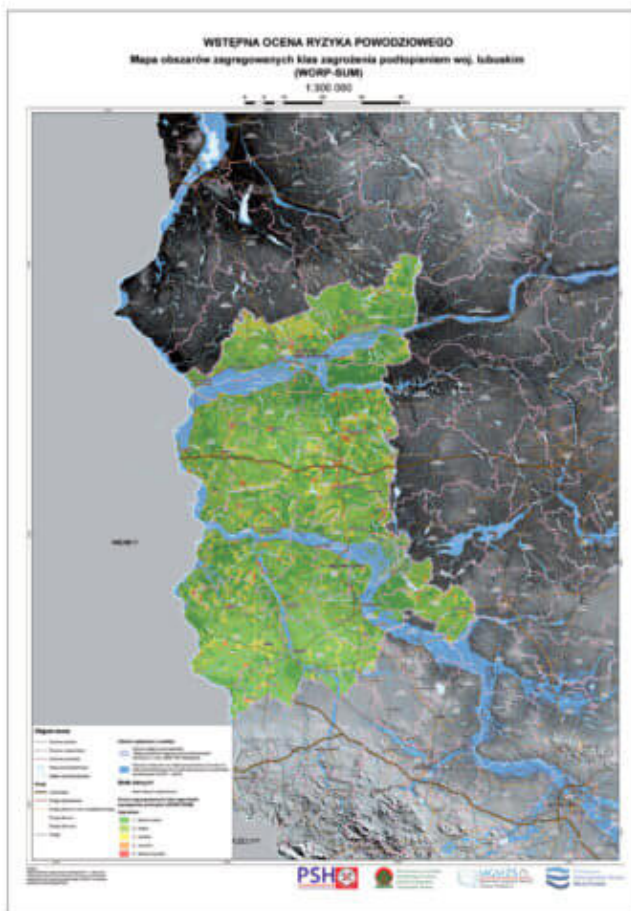
Zastosowanie odpowiedniego schematu postępowania i organizacji danych usprawniło przeprowadzenie pełnej analizy WORP w zakresie powodzi od wód podziemnych dla całego obszaru Polski. Wykorzystanie odpowiednio dobranych narzędzi analitycznych i powstałe w wyniku ich użycia warstwy wektorowe umożliwiły wykonanie map obszarów, na których wystąpienie podtopienia jest prawdopodobne oraz map obszarów narażonych na niebezpieczeństwo wystąpienia podtopienia. Dzięki odpowiednio dobranym analizom, powstałe mapy wskazują potencjalne obszary zagrożone wystąpieniem podtopienia od wód podziemnych (WORP-WP) i wód spływowych (WORP-WS). Ponadto oparcie się na analizie pozwalającej na agregację klas zagrożenia podtopieniem (WORP-SUM) pozwoliło na ocenę ryzyka związanego z wystąpieniem podtopienia (WORP-RYZ).



Rys. 1a. WDRP-WP: Mapa obszarów zagrożonych wystąpieniem podtopień od wód podziemnych (woj. lubuskie).



Rys. 1b. WDRP-WS: Mapa obszarów zagrożonych wystąpieniem podtopień od wód spływowych (woj. lubuskie).



Rys. 1c. WDRP-SUM: Mapa obszarów zagregowanych klas zagrożenia podtopieniem (woj. lubuskie).



Rys. 1d. WDRP-RYZ: Mapa ryzyka związanego z wystąpieniem podtopień (woj. lubuskie).

## Literatura:

- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- Dyrektywa 2006/11 8/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.
- Herbich P. z zespołem 2007 – Program prac i szczegółowe wskazania metodyczne do opracowania warstw informacyjnych bazy GIS Mapy hydrogeologicznej Polski „Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika, PIG 2006, Warszawa
- Instrukcja opracowania i wydania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, red. Barbara Jaranowska, PIG 2004, Warszawa
- Łachacz A., 2010 – Wskazania dla obszarów hydrogenicznych – wpływ prognozowanych zmian zasobów wodnych i bilansu wodnego na gatunki i ekosystemy najsilniej zależne od warunków hydrologicznych.
- Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000 udostępnianie, weryfikacja, aktualizacja i rozwój, instrukcja merytoryczna, red. Piotr Herbich, PIG 2004, Warszawa
- Majer K., Janica R., 2018 – Metodyka Opracowania Wstępnej Oceny Ryzyka Powodziowego (WORP) w zakresie powodzi od wód podziemnych (podtopień), PIG-PIB, Warszawa
- Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań, Raport z wyników, red. Lucyna Nowak, GUS 201212, Warszawa
- Nowicki Z. (red.) i inni, 2006 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. PIG-PIB. Warszawa.
- Paczyński B. (red.) i inni, 1993, 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz. I i II. Skala 1:500 000. PIG, Warszawa.
- Raport o stanie zachowania zabytków nieruchomych w Polsce, Zabytki wpisane do rejestru zabytków, 2017, NID,



Warszawa.

- Raport z przeglądu i aktualizacji Wstępnej Oceny Ryzyka Powodziowego, Podzadanie 1.3.5.2, 2018, opracowanie autorskie, Lider: Sweco Consulting Sp. z o. o. PGW Wody Polskie, Warszawa
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 2 listopada 2015 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz.U. 201515 poz. 2028)
- Zaktualizowana metodyka Wstępnej Oceny Ryzyka Powodziowego, 2018, opracowanie autorskie, Lider: Sweco Consulting Sp. z o. o. PGW Wody Polskie, Warszawa