

Geoportal o zmianach klimatu i ich oddziaływaniach na obszarze Polski

Po co serwis o zmianach klimatu?

Tak zwane „serwisy klimatyczne” w Polsce, w międzynarodowym rozumieniu tego terminu, nie istnieją. Co zastanawiające, nie istnieje polski odpowiednik powszechnie używanego w krajach rozwiniętych określenia *climate services*, którego znaczenie mógłby zrozumieć przeciętnie wykształcony Polak. Serwisy takie zajmują się przygotowywaniem, opracowywaniem, transferem i wykorzystaniem wiedzy i informacji z dziedziny klimatu (a zwłaszcza jego spodziewanych zmian) w planowaniu i podejmowaniu decyzji przez szerokie grono odbiorców. Dostarczanie informacji klimatycznych takich jak: obserwacje, prognozy czy projekcje (modelowanie zjawisk klimatycznych w dłuższym przedziale czasowym) w sposób, który jest odpowiedni dla użytkowników, może zapewniać wsparcie dla procesu decyzyjnego. i zmniejszać ryzyko błędnej interpretacji. Znakomitymi przykładami dobrze funkcjonujących centrów serwisów klimatycznych są europejski C3S czy niemiecki GERICS.

W Polsce brakuje tego typu profesjonalnych centrów serwisów klimatycznych, co skłoniło wykonawców polsko-norweskiego projektu badawczego **CHASE-PL** (*Climate change impact assessment for selected sectors in Poland*) do zajęcia się tym problemem. W ramach ograniczonych możliwości budżetowych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW opracowano **geoportal** (WplywKlimatu.sggw.pl) o zmianach klimatu i ich oddziaływaniach na obszarze Polski. Geoportal ten, którego celem jest zaprezentowanie wyników projektu w formie map numerycznych i dotarcie do szerszego grona odbiorców niż środowisko naukowe, można traktować jako **substytut**

nieistniejących w Polsce serwisów klimatycznych z prawdziwego zdarzenia.

Geoportal jest dostępny w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej. Zostały w nim zgromadzone dane dotyczące obserwacji, projekcji oraz oddziaływań zmian klimatu na obszarze Polski. Geoportal pozwala na:

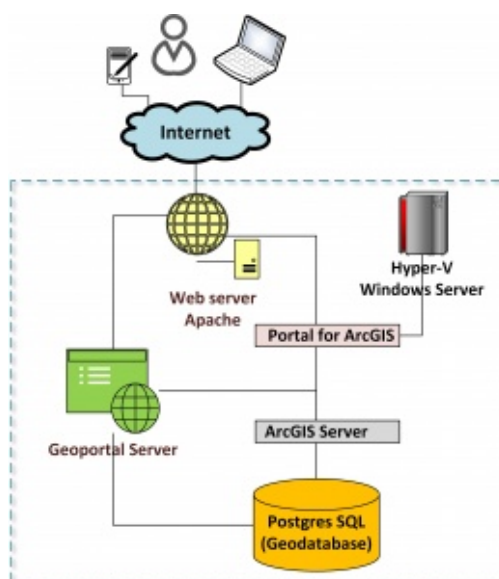
- szybkie przeglądanie ponad **3500 rastrów i klas obiektów**, z wykorzystaniem suwaka czasu;
- identyfikację wartości na jednej mapie lub kolekcji map;
- komponowanie własnych map;
- wyszukiwanie po miejscowościach;
- darmowe pobieranie danych hydro-meteorologicznych dla celów niekomercyjnych;
- przeszukiwanie meta-danych.

Celem prezentacji danych klimatycznych, a w szczególności najnowszej generacji projekcji zmian klimatu dla obszaru Polski, jest umożliwienie ich wykorzystania we wszystkich dyscyplinach badań, dla których zmiany klimatu są istotne. Geoportal może być również używany jako narzędzie dydaktyczne na poziomie licealnym i uniwersyteckim. Podczas gdy w geoportalu dostępne są na ogół dane zagregowane, surowe dane opracowane w ramach projektu CHASE-PL są dostępne do pobrania w otwartym repozytorium danych badawczych 4TU Centre for Research Data.

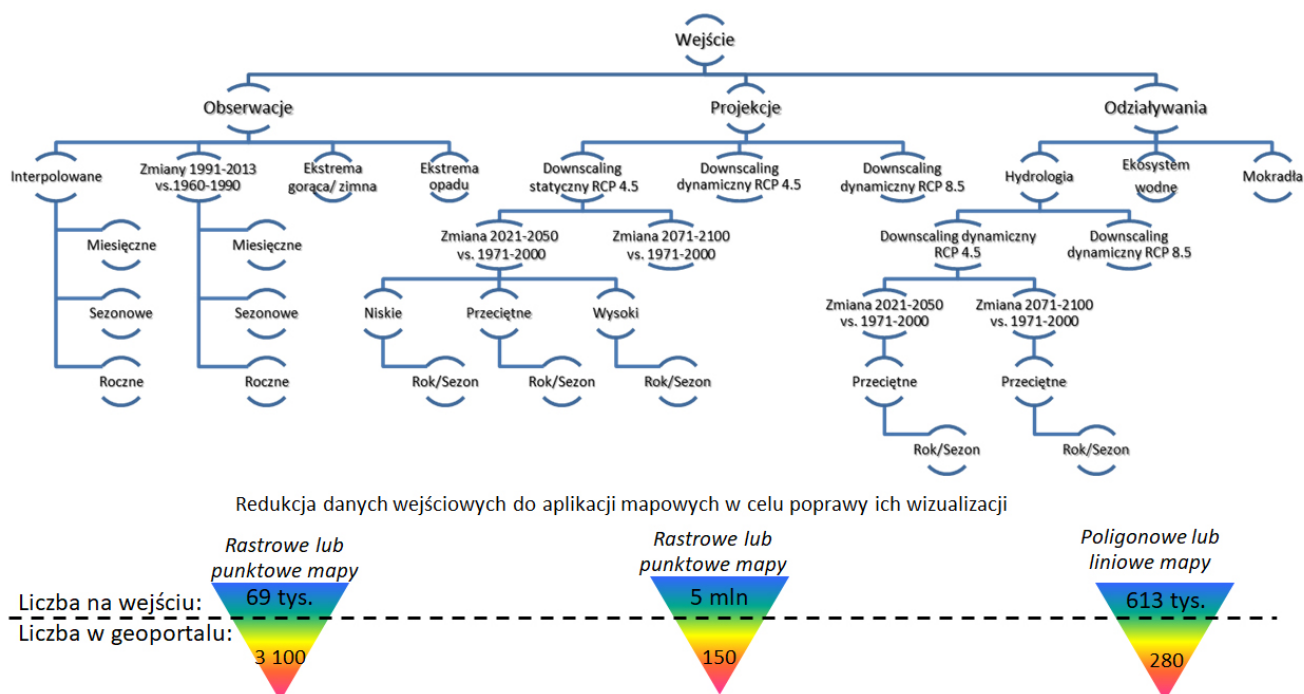
Struktura geoportalu

W geoportalu można wyróżnić dwie aplikacje oparte na oprogramowaniu Esri. Pierwsza z nich wprowadza użytkownika w tematykę zmian klimatu i umożliwia przeglądanie metadanych natomiast druga umożliwia interaktywne przeglądanie trzech map tematycznych. Dane umieszczono w bazie PostgreSQL w schemacie Esri Enterprise Geodatabase. Wartości danych rastrowych zaokrąglono i podłączono do obiektu Mosaic Dataset, co ułatwiło oprogramowanie suwaka czasu i zwiększyło wydajność

aplikacji. Natomiast w danych wektorowych dla poprawy wydajności zredukowano liczbę wierzchołków. Schemat struktury fizycznej i logicznej geoportalu przedstawiają Rys.1 i Rys.2.



Rys.1 Architektura fizyczna geoportalu.



Rys. 2. Struktura logiczna aplikacji mapowych i charakterystyka ilościowa danych wejściowych.

W strukturze logicznej aplikacji mapowych wyróżnione są trzy grupy danych:

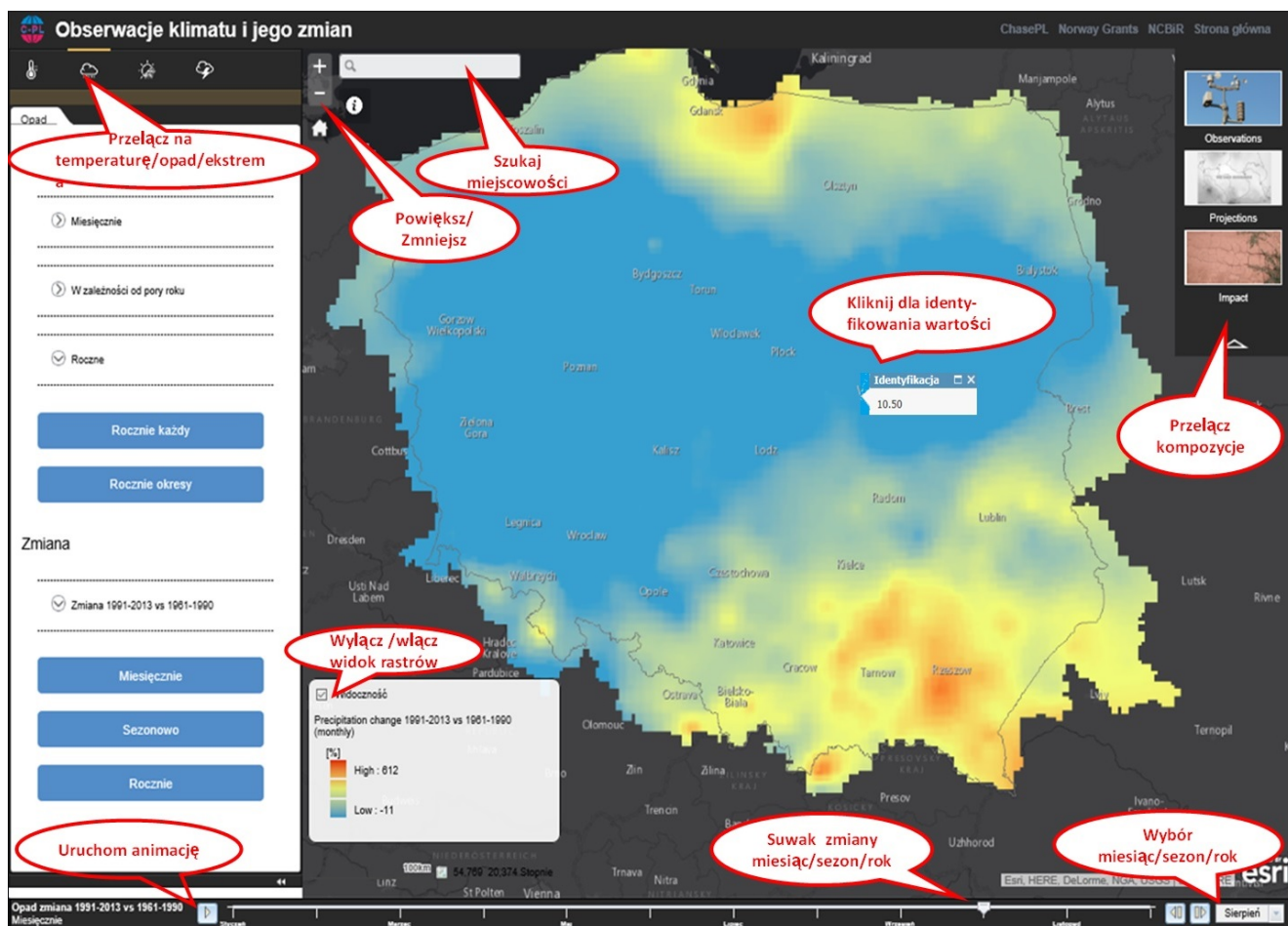
- **obserwacje** i zmiany wybranych wskaźników klimatycznych obliczonych zarówno dla danych interpolowanych, jak i dla danych ze stacji meteorologicznych na terenie Polski w latach 1951-2013,
- **projekcje** (w dużym uproszczeniu prognozy, tylko o dłuższym horyzoncie czasowym) temperatury powietrza i opadów atmosferycznych uzyskane z wykorzystaniem regionalnych i globalnych modeli klimatycznych dla dwóch horyzontów czasowych: 2021-2050 i 2071-2100,
- **oddziaływania** zmian klimatu na zasoby wodne uzyskane w wyniku modelowania hydrologicznego.

Warto zwrócić uwagę na ogromny nakład pracy włożony w przygotowanie i analizę statystyczną danych (Rys. 2). Były to dane o rozdzielczości 5 km obejmujące cały obszar Polski z fragmentami państw sąsiednich. Dane wejściowe w liczbie 5,5 mln. zostały w geoportalu zredukowane do 3,5 tys. aby wizualnie były czytelne dla odbiorcy.

Mapy obserwacji historycznych klimatu

W tej części serwisu prezentujemy trzy elementy:

- wyniki interpolacji obserwowanych danych temperaturowych i opadowych dla obszaru Polski powiększonego o zagraniczne części dorzeczy Wisły i Odry w rozdzielczości 5 km dla okresu 1951-2013;
- wyniki porównania wartości temperatury oraz sum opadów pomiędzy wieloleciami 1991-2013 a 1961-1990 w rozdzielczości 5 km w układzie miesięcznym, sezonowym oraz rocznym;
- wyniki porównania wybranych wskaźników termicznych i opadowych pomiędzy wieloleciami 1991-2013 a 1961-1990 obliczone dla 62 posterunków IMGW-PIB w Polsce.

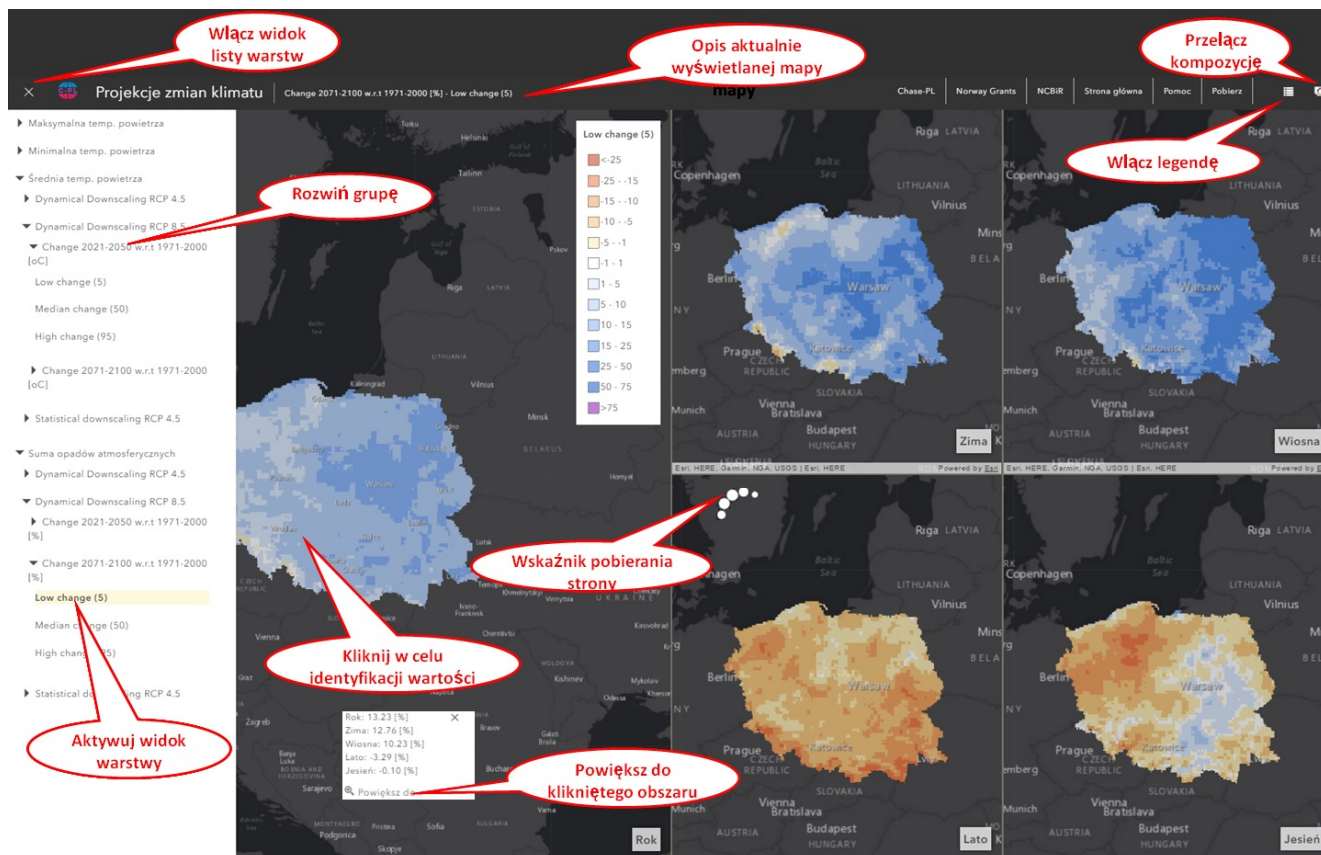


Rys. 3. Funkcjonalność aplikacji mapowej obserwacji historycznych klimatu Polski.

Mapy projekcji: jakiego klimatu w Polsce się spodziewamy

W tej części serwisu prezentujemy wyniki projekcji zmian klimatu dla obszaru Polski powiększonego o zagraniczne części dorzeczy Wisły i Odry (Rys. 4). Projekcje obejmują zmiany trzech zmiennych w układzie rocznym i sezonowym: temperatury minimalnej, maksymalnej oraz opadu w dwóch okresach: 2021-2050 („bliska przyszłość”) i 2071-2100 („daleka przyszłość”) w stosunku do okresu referencyjnego 1971-2000. Projekcje zostały uzyskane przy założeniu dwóch scenariuszy zmian zawartości dwutlenku węgla w atmosferze. Według pierwszego, wzrost stężenia CO₂ będzie postępował łagodnie, a według drugiego dynamicznie, co wiąże się z silniejszym ociepleniem klimatu niż w pierwszym przypadku. Oddzielnie zaprezentowano wyniki projekcji otrzymane za pomocą dwóch metod: downscalingu dynamicznego¹ i empiryczno-statystycznego.²

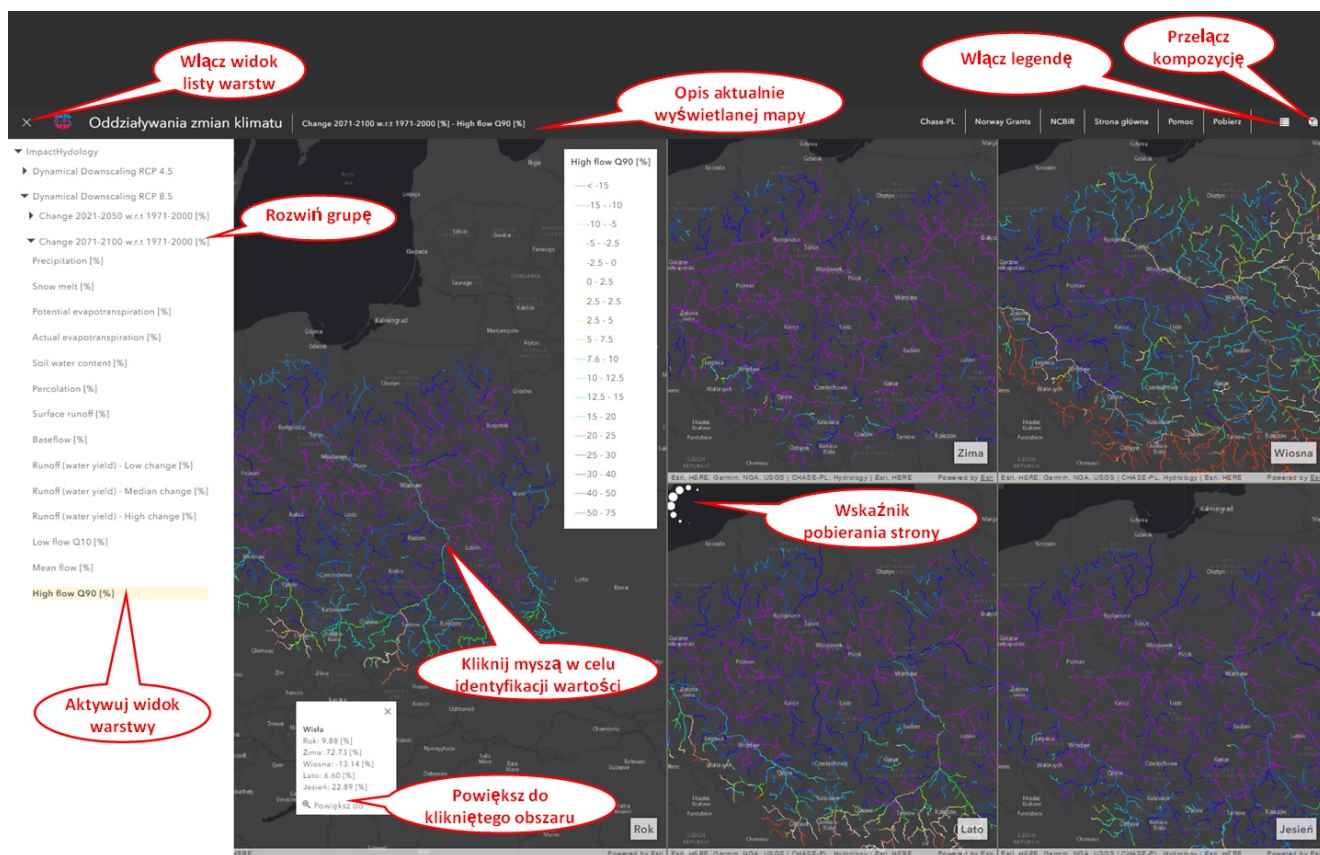
Niepewność związana z modelami klimatycznymi jest wyrażona poprzez prezentowanie zmian za pomocą trzech wskaźników: mediany („przeciętna zmiana”), percentyla 5% („niska zmiana”) i percentyla 95% (wysoka zmiana).



Rys. 4. Funkcjonalność aplikacji mapowej projekcji zmian klimatu dla obszaru Polski.

Mapy oddziaływań: jak zmieniony klimat oddziałuje na zasoby wodne

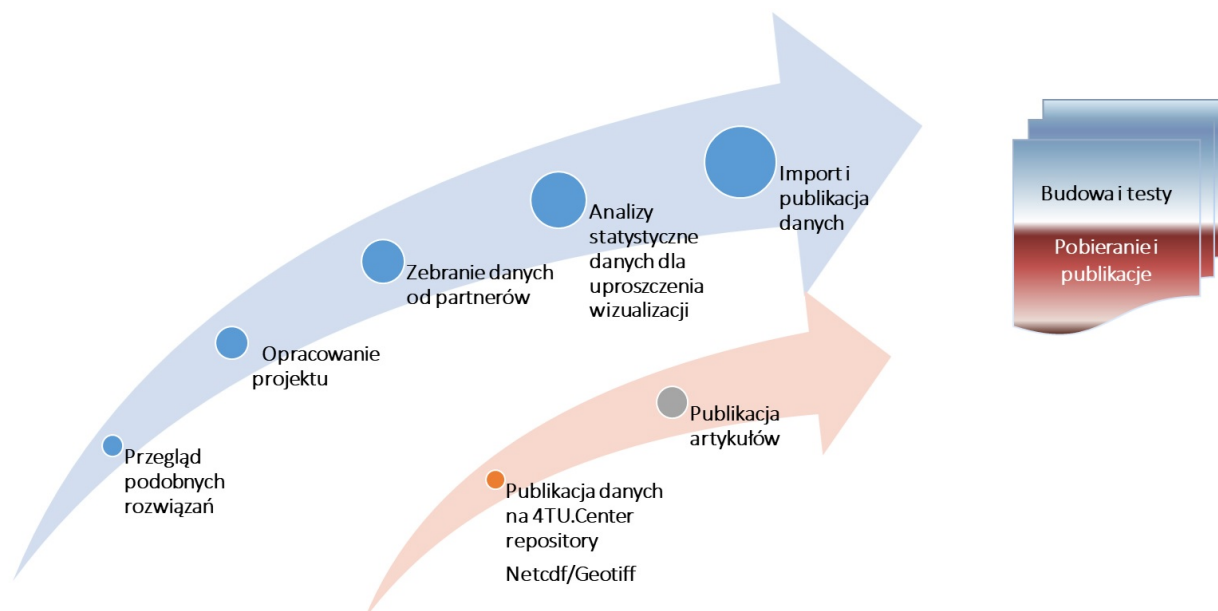
W tej części serwisu prezentujemy wyniki symulacji oddziaływań zmian klimatu na zasoby wodne przy wykorzystaniu modelu SWAT opracowanego dla obszaru dorzeczy Wisły i Odry w 2633 zlewniach cząstkowych. Wyniki obejmują zmiany w dwóch okresach 2021-2050 i 2071-2100 w porównaniu do okresu 1971-2000 i zaprezentowane są osobno dla dwóch scenariuszy zmian dwutlenku węgla w atmosferze.



Rys. 5. Funkcjonalność aplikacji mapowej przedstawiającej oddziaływanie zmian klimatu na zasoby wodne zlewni Wisły i Odry.

Etapy budowy geoportalu

Proces budowy geoportalu był wieloetapowy. Ze względu na naukowy charakter projektu, proces ten musiał być zgrany z cyklem publikacji artykułów ze względu na prawa autorskie, co przedstawia Rys. 6. Ze względu na rozwój technologii kształt dwóch spośród trzech aplikacji mapowych nabrał charakter pięciookienkowy co ułatwiło analizę wzrokową zmian sezonowych.



Rys. 6. Etapy budowy geoportalu.

Co dalej?

W świetle wyników badań ankietowych przeprowadzonych w ramach innego polsko-norweskiego projektu PolCitClim, polska administracja samorządowa ma **problem z dotarciem do danych** o oddziaływaniach zmian klimatu, które byłyby dostępne w skali adekwatnej do jej potrzeb. Dane zamieszczone na geoportalu wpływklimatu.sggw.pl mogą okazać się przydatne przy opracowaniu tzw. Miejskich Planów Adaptacji dla 44 największych polskich miast. Część danych (projekcje wysokich przepływów) została niedawno wykorzystana w aktualizacji Wstępnej Oceny Ryzyka Powodziowego (WORP) przez firmy Sweco i IMGW-PIB na zlecenie Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie. Dalszy potencjał wykorzystania tych danych wydaje się wysoki.

Po zakończeniu projektu CHASE-PL rozwój geoportalu został wstrzymany. W związku z faktem, że nie zanoś się na to, aby w dającej się przewidzieć przyszłości powstało w Polsce profesjonalne centrum serwisów klimatycznych (takie jak np. niemiecki GERICS), dalszy rozwój geoportalu, zarówno pod kątem rozbudowy funkcjonalności jak i zawartości (aktualizacja danych o najnowsze lata; dodanie nowych parametrów

klimatycznych) wydaje się celowy. Jest on jednak w tej chwili uzależniony od pozyskania środków na badania bądź komercjalizację przez autorów portalu.

1) Rodzaj downscalingu (metoda uzyskiwania danych klimatycznych o pożądanej rozdzielczości (zazwyczaj 10-50 km) na podstawie modeli wielkoskalowych (np. GCM) o niskiej rozdzielczości (150-300 km)) polegający na wykorzystaniu Regionalnych Modeli Klimatu (RCM) osadzonych w pewnej części domeny modeli GCM do uzyskania projekcji klimatycznych o pożądanej rozdzielczości. W projekcie CHASE-PL ten rodzaj downscalingu zastosowano przy użyciu wiązki 9 modeli RCM ze zbioru EURO-CORDEX.

EURO-CORDEX – Europejska gałąź międzynarodowej inicjatywy CORDEX. W ramach EURO-CORDEX powstają wiązki (ensemble) symulacji regionalnych modeli klimatycznych, w których wymuszeniem zewnętrznym są ogólne modele cyrkulacji (GCM) pochodzące ze zbioru Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5). Wyniki symulacji modeli stosowanych w EURO-CORDEX stanowią dane wejściowe do badań (np. w projekcie CHASE-PL) nad regionalnymi oddziaływaniami zmian klimatu w różnych sektorach w Europie.

2) Rodzaj downscalingu polegający na opracowaniu statystycznych zależności pomiędzy wielko-skalowymi zmiennymi atmosferycznymi z lokalnymi/regionalnymi zmiennymi klimatycznymi. W projekcie CHASE-PL ten rodzaj downscalingu wykorzystano w oparciu o dane z kilkudziesięciu stacji klimatycznych na obszarze Polski, z wykorzystaniem projekcji modeli GCM ze zbioru CMIP5. CMIP5 – Zbiór danych klimatycznych Coupled Model Intercomparison Project Phase 5.