

# Analiza systemu akwizycji i przetwarzania danych meteorologicznych i hydrologicznych pod kątem dokładności prognozy zagrożenia powodziowego

## 1. Opis merytoryczny

### a. Cel naukowy

**Perspektywiczny** – algorytm wspomagający sterowanie systemem zbiorników retencyjnych, a w szczególności wspomagający podejmowanie decyzji dotyczących spustów wody ze zbiorników retencyjnych (dla utrzymania lub zwiększania rezerwy powodziowej).

Decyzje takie powinny być wspierane symulacją wielu wariantów rozwoju sytuacji meteorologicznej i hydrologicznej. Efektem pracy powinno być narzędzie umożliwiające symulację wielu tysięcy takich scenariuszy, pozwalające przyspieszyć decyzje dotyczące nadzwyczajnych spustów wody ze zbiorników retencyjnych.

#### **Cele bieżące:**

- oszacowanie błędu prognozy opadu,
- ilościowa ocena błędu aktualnie stosowanego modelu przepływu w rzekach,
- oszacowanie liczby wariantów rozwoju sytuacji i koniecznych symulacji w okresie czasu między kolejnymi prognozami,
- opracowanie wstępnego, wydajnego czasowo modelu i oszacowanie czasu trwania pojedynczej symulacji,
- identyfikacja zależności błędu prognozy („trafności modelu”) od czasu wyprzedzenia prognozy.

### b. Istniejący stan wiedzy

Proponowana praca dotyka głównie dwóch zagadnień:

- przewidywania pogody, a w szczególności prognozy opadów tj. najbardziej prawdopodobnej wielkości opadów,
- prognozy hydrologicznej czyli przewidywania stanów wody w rzekach po opadzie – znając wielkość opadu (przewidywaną albo zmierzoną) można przeprowadzić symulację przebiegu zmian stanu wody w rzekach.

Aktualnie, synoptyczna prognoza pogody powstaje na podstawie wyników symulacji modeli numerycznych (regionalne - Cosmo, Aladin, globalne - DWD, GFS, ECMWF). Poszczególne modele dają różniące się wyniki symulacji. Synoptyk synoptycznej (na podstawie „analizy warunków rzeczywistych” i swojego doświadczenia) decyduje które wyniki są bardziej lub mniej wiarygodne - które uwzględnić i w jakim stopniu – i formułuje ostateczną prognozę synoptyczną.

Ta prognoza jest źródłem danych dla symulacji modeli „opad-odpływ” i modeli spływu wody rzeką. Aktualnie stosowane modele opad-odpływ (np. MIKE 11 NAM, HBV) oraz hydrodynamiczne modele przepływu i stanu wody w rzekach (np. MIKE 11) umożliwiają stosunkowo dokładną prognozę hydrologiczną. Są to modele, w których numerycznie rozwiązywane są równania różniczkowe cząstkowe np. Saint Venanta). Złożoność obliczeniowa symulacji tych modeli prowadzi z jednej strony do stosunkowo małego błędu wyniku, ale – z drugiej strony – do długiego czasu obliczeń.

Skuteczność ochrony przed powodzią w dużej mierze zależy od czasu wyprzedzenia prognozy oraz jej trafności. Patrząc z tego punktu widzenia, cenną informacją jest nie tylko, a nawet nie przede wszystkim, prognoza jako najbardziej prawdopodobny stan pogody, lecz także prognoza pogody najbardziej „niebezpiecznej”. Dla oceny „niebezpieczeństwa” należałoby przeprowadzić symulację stanu wód w każdej możliwej w przyszłości sytuacji pogodowej. Czyli zamiast jednej prognozy synoptycznej należałoby rozważyć wiele możliwych wariantów prognoz i dla każdego z nich przeprowadzić symulację, która pozwoli wcześniej wykryć sytuacje niebezpieczne.

Do takich celów należałoby użyć uproszczonych modeli opad-odpływ i modeli spływu wody.

Wielokrotnie mniejszy koszt obliczeniowy pozwoliłby przeprowadzić wszystkie symulacje w krótkim czasie, a więc dostarczałby ostrzeżenia z niewielkim opóźnieniem. Błąd symulacji byłby większy – ilościowa ocena takiego błędu w stosunku do błędu prognozy synoptycznej i prognoz hydrologicznych jest głównym celem proponowanej pracy.

## 2. Metodyka badań

Statystyczna analiza danych meteorologicznych i hydrologicznych z obszaru dorzecza Górnej Wisły. Dane te pochodziłyby z archiwum IMGW w Warszawie oraz bieżących informacji dostępnych w internecie. Konieczny będzie program dla automatycznego śledzenia danych o prognozie i stanie pogody. Powstaną także prototypy uproszczonych modeli „opad-odpływ” i przepływu wody w rzekach dla dorzecza Górnej Wisły, które posłużą do oszacowania kosztu obliczeniowego i czasu ich symulacji.

### 3. Efekty

Wymiernym efektem będzie narzędzie dla ilościowej oceny jakości różnych prognoz meteorologicznych oraz zależności ich trafności od czasu wyprzedzenia prognozy. Taka ocena będzie podstawą decyzji o zasadności podjęcia zasadniczego etapu pracy - budowania systemu wspomagającego podejmowanie decyzji o pracy zapor na zbiornikach retencyjnych w sytuacjach krytycznych. Efektem tego etapu byłoby zwiększenie produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych. Oszacowanie wielkość dodatkowej produkcji energii elektrycznej dla przykładowego wezbrania w maju 2014 roku będzie konkretnym efektem tego etapu pracy.

### 4. Potencjalni zainteresowani - perspektywie

Jednostki rządowe i samorządowe odpowiedzialne za gospodarkę wodną i zabezpieczenie przeciwpowodziowe.

Producenci energii odnawialnej – właściciele elektrowni wodnych – mogą być zainteresowani argumentami „za” w dyskusji o zmianach instrukcji eksploatacji zbiorników.

### 5. Kierunki potencjalnego zastosowania

Działania prewencyjne zapobiegające powodzi (typu wcześniejszego spustu wody ze zbiorników dla powiększenia rezerwy powodziowej) są tym skuteczniejsze im wcześniej są podejmowane. Z jednej strony, brak decyzji o spuście zwiększa ryzyko powodzi, z drugiej strony – nieuzasadniony spust jest stratą możliwości produkcji energii elektrycznej, która mogła by być wytworzona w trybie normalnej pracy zapory.

Podobnie odtwarzanie rezerwy powodziowej mogłoby trwać dłużej – z bardziej efektywnym wykorzystaniem energii zgromadzonej wody do produkcji energii elektrycznej.

### 6. Czynniki ryzyka

Warunki podejmowania decyzji o spustach wody ze zbiorników są precyzyjnie określone w odpowiednich „Instrukcjach gospodarki wodnej w zbiornikach”. Instrukcje te nie precyzują warunków, w których należy podjąć decyzję o spuście prewencyjnym. Każda zmiana tych instrukcji napotka na ogromne trudności biurokratyczne.

### 7. Mocne i słabe strony

Zapewne istniejący stan nie jest optymalny – można produkować więcej czystej energii i to w dowolnej porze doby.

Jednak każda zmiana jest związana z braniem części odpowiedzialności za narażenie na katastrofę powodzi.