



**Fundusze
Europejskie**
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



***Ocena (hydrogramu) doływu do
projektowanego zbiornika Kąty-Myscowa
w warunkach powodzi 2010***

Aleksander Kruszewski

Grudzień 2018



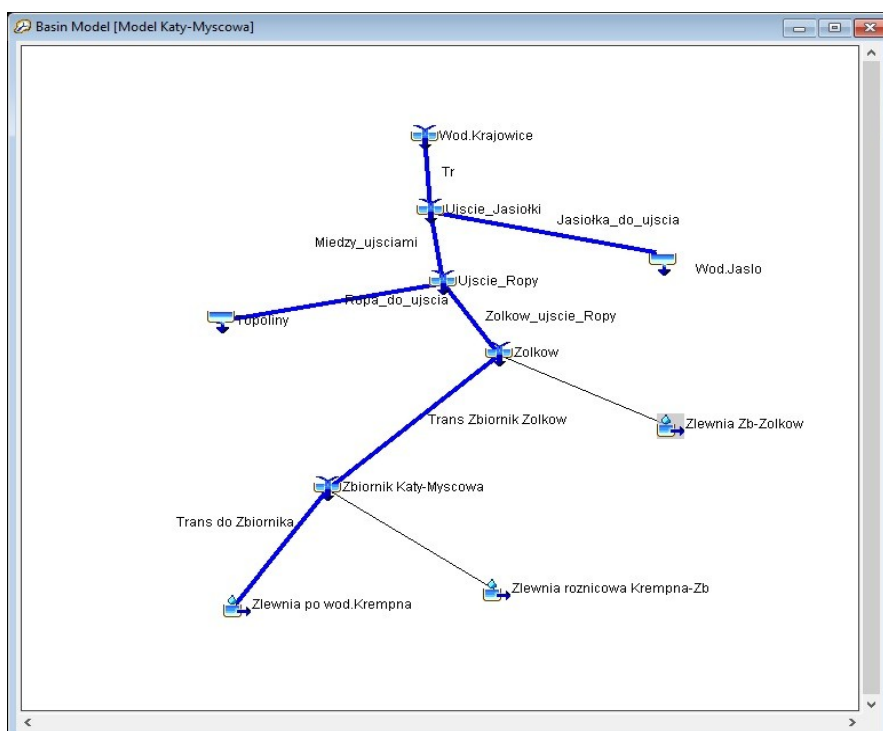
1. Wstęp.

Opracowanie powstało na podstawie umowy nr 12/SW/2018 z dnia 28.11.2018.

Dla przygotowania właściwych obliczeń posłużono się danymi hydro-meteorologicznymi dostępnymi w czasie powodzi na stronie internetowej /pogodynka.pl/podest/ która niestety już nie istnieje. Umożliwiała ona systematyczne gromadzenie wyników pomiarów które miały jednak tą niedogodność, że były danymi operacyjnymi. Jednak w tym przypadku wykorzystanie ich do skalibrowania modeli opad odpływ okazało się wystarczające a porównania z przepływami charakterystycznymi [1] nie wykazało jakichkolwiek niezgodności. Ciągi danych opadowych posiadające pewne braki uzupełniano z pluwiometrów odmiennego typu (ogrzewane nieogrzewanymi lub odwrotnie) w tej samej lokalizacji. W przypadku innych braków danych opadowych posłużono się danymi z sąsiednich stacji pomiarowych.

2. Zastosowany model opad-odpływ do szacowania dopływu do zbiornika Kąty-Myscowa.

Dla przeprowadzenia obliczeń posłużono się ogólnie dostępną aplikacją HEC-HMS v.4.2.1 (Hydrologic Modelling System) udostępnianą na przez **Hydrologic Engineering Center**. Za jej pomocą stworzono model do kalibracji parametrów procesu opad-odpływ pokazany na rys.1.





Rys 1. Schemat modelu

W schemacie tym należy wyróżnić następujące elementy:

- Zlewnia Wisłoki po profil wodowskazowy Krempna ($A=163 \text{ km}^2$, Kilometr biegu rzeki 152.82)
- Zlewnia Wisłoki różnicowa pomiędzy profilem wodowskazowym a lokalizacją projektowanej zapory ($A=133 \text{ km}^2$, kilometr biegu 133.6)
- Zlewnia różnicowa pomiędzy projektowaną zaporą a profilem wodowskazowym Żółków ($A \text{ cząstkowe} = 285 \text{ km}^2$, $A \text{ całkowite} = 582$, km biegu 112.99)
- Odcinka transformacji od profilu Żółków do węzła Wisłoki i Ropy (tu dodawany jest przetransformowany hydrogram obserwowanego przepływu z wodowskazu Topoliny)
- Odcinka transformacji od węzła z Ropą do węzła z Jasiołką (tu dodawany jest przetransformowany hydrogram obserwowanego przepływu z wodowskazu Jasło)
- Odcinka transformacji od węzła Wisłoki i Jasiołki do profilu zamykającego czyli wodowskazu Krajowice.

Do obliczeń zastosowano metodę obliczenia strat opadu (i wynikający z niego opad efektywny) opartą o straty początkowe i wykładniczą funkcję zmiany strat w czasie. Metoda ta dla obliczeń transformacji opadu w odpływ dla pojedynczych zdarzeń powodziowych jest wystarczająco dobra, a przy kompletnym materiale obserwacyjnym pozwala na łatwą kalibrację parametrów. Jako model transformacji w zlewni przyjęto hydrogram jednostkowy Clarka a transformacji na odcinku rzek metodę Muskingum. Nieistotne dla tych obliczeń modelowanie odpływu podziemnego wykonano z zastosowaniem standardowej krzywej recesji.

Oczywiście dla odcinka rzeki Wisłoki na odcinku wod.Żółków – wod. Krajowice konieczne będzie przygotowanie w oparciu o aktualne przekroje korytowe hydrodynamicznego modelu transformacji dla zbadania szczegółów układy zwierciadeł z uwzględnieniem efektu cofki.

Jakość modelu opad-odpływ sprawdzano w profilach wodowskazowych Krempna oraz Żółków.

W opracowaniu zgodnie z ustaleniami ze Zleceniodawcą obliczenia przeprowadzono dla czterech zdarzeń powodziowych, trzech w roku 2010 oraz jednego w roku 2006 który jest uznawany jako odniesienie do wcześniejszych analiz. Poniżej zastosowana w opracowaniu numeracja zdarzeń (fal powodziowych).

Nr	Data początku zdarzenia	Data końca zdarzenia	Qmax Obs Krempna	Qmax Obs Żółków	Qmax Obs Krajowice
1	15.05.2010	23.05.2010	91	289	960
2	31.05.2010	7.06.2010	80	305	1360
3	31.08.2010	5.09.2010	66	157	425
4	29.05.2006	9.06.2006	109	465	1160

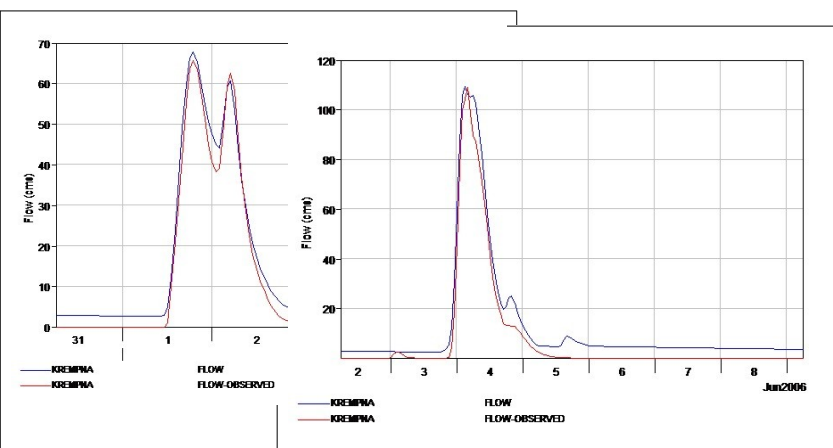
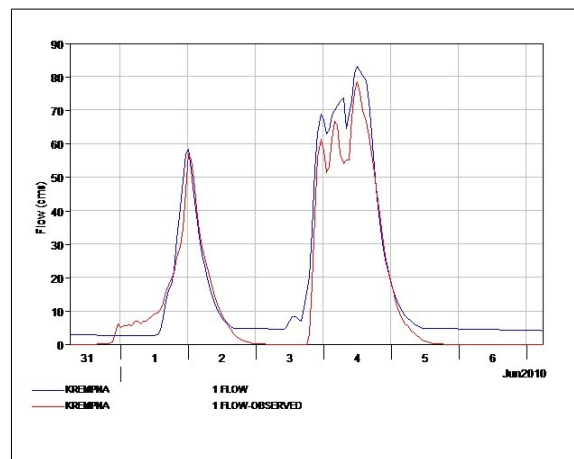
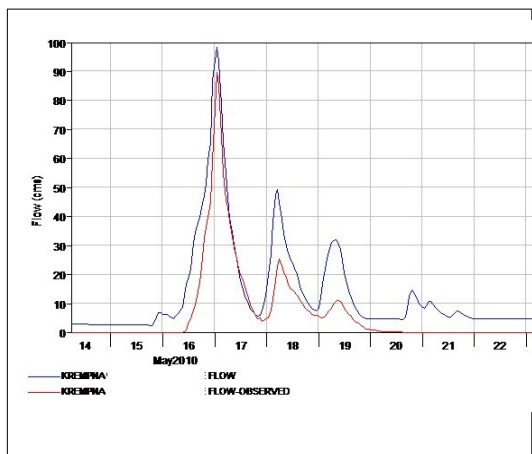


Tab.1 Przyjęte w obliczeniach zdarzenia powodziowe (Qmax – przepływ m³/s)

3. Generowanie hydrogramów dopływu do zbiornika Kąty-Myscowa dla wzeźbrań historycznych.

Pierwszą czynnością niezbędną do przygotowania modelu była optymalizacja parametrów modelu opad odpływ dla zlewni po wodowskaz Krepna. Czynność ta wykazała, że jest możliwe przyjęcie takich samych parametrów modułu strat opadu oraz transformacji w zlewni dla wszystkich czterech wzeźbrań.

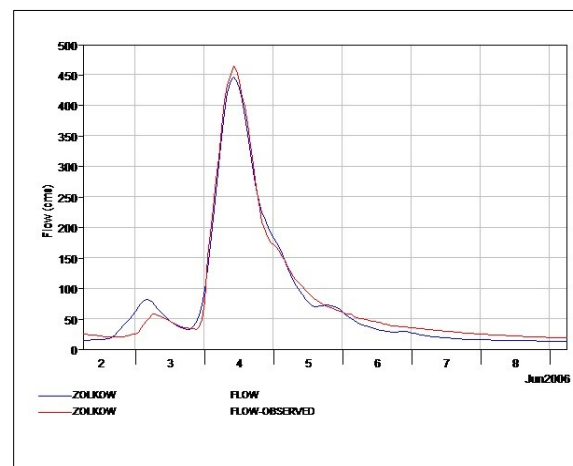
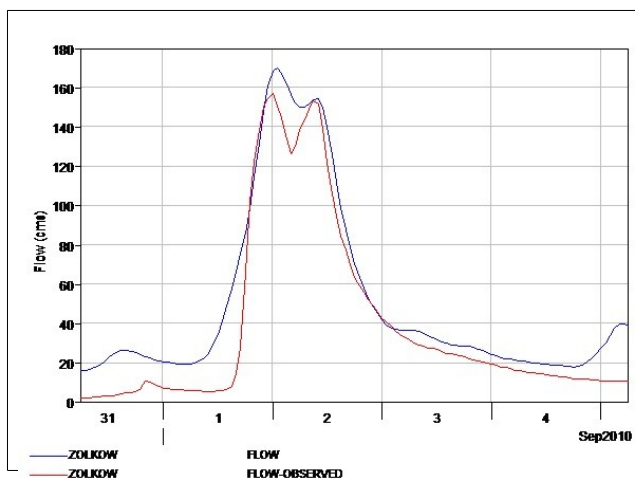
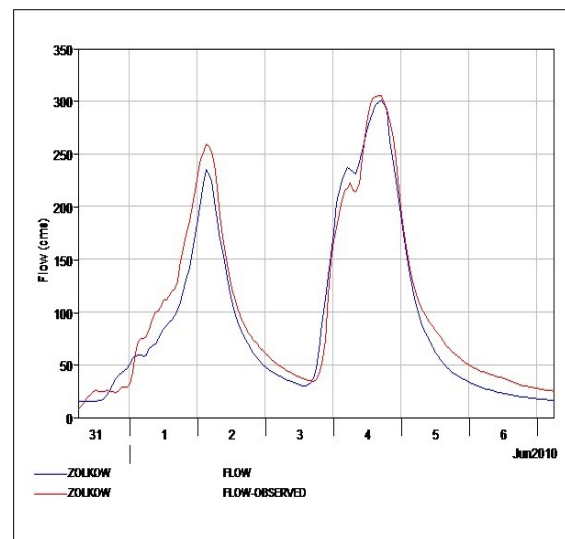
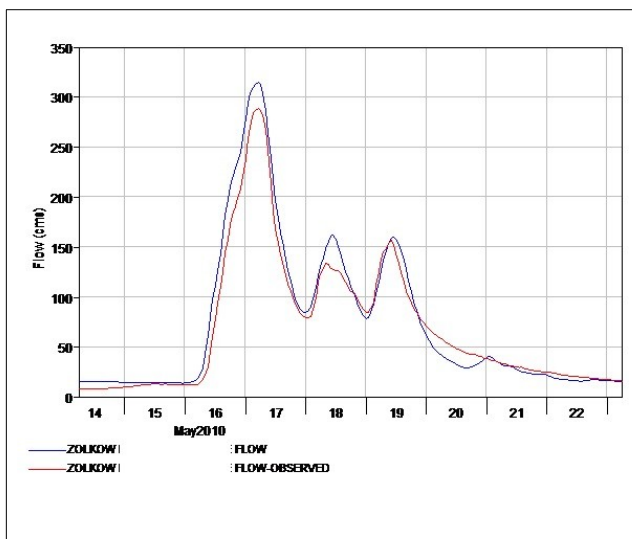
Jakość modelowania pokazują poniżej kolejne wykresy. W których linia niebieska pokazuje hydrogramy symulowane za pomocą modelu a czerwona obserwowane w czasie powodzi.



Rysunki 2,3,4,5 – Porównanie hydrogramów przepływów obserwowanych i modelowanych kolejno dla zdarzeń 1,2,3,4 – Wodowskaz Krepna



W kolejnym kroku przyjęto dla zlewni różnicowej od wodowskazy Krempna do przekroju projektowanej zapory parametry opadu efektywnego takie jakie otrzymano w procesie optymalizacji dla zlewni powyżej Krempnej. Jest to akceptowalne w przypadku podobieństwa geomorfologicznego tych zlewni. Dla tak przyjętych parametrów opadu efektywnego, w zlewniach powyżej projektowanego zbiornika, przeprowadzono optymalizację parametrów procesu opad odpływ dla zlewni różnicowej pomiędzy zbiornikiem Kąty-Myscowa a przekrojem wodowskazowym Żółków. Stosując kryterium zgodności hydrogramów obserwowanych i obliczonych, otrzymano zestaw parametrów do dalszych obliczeń



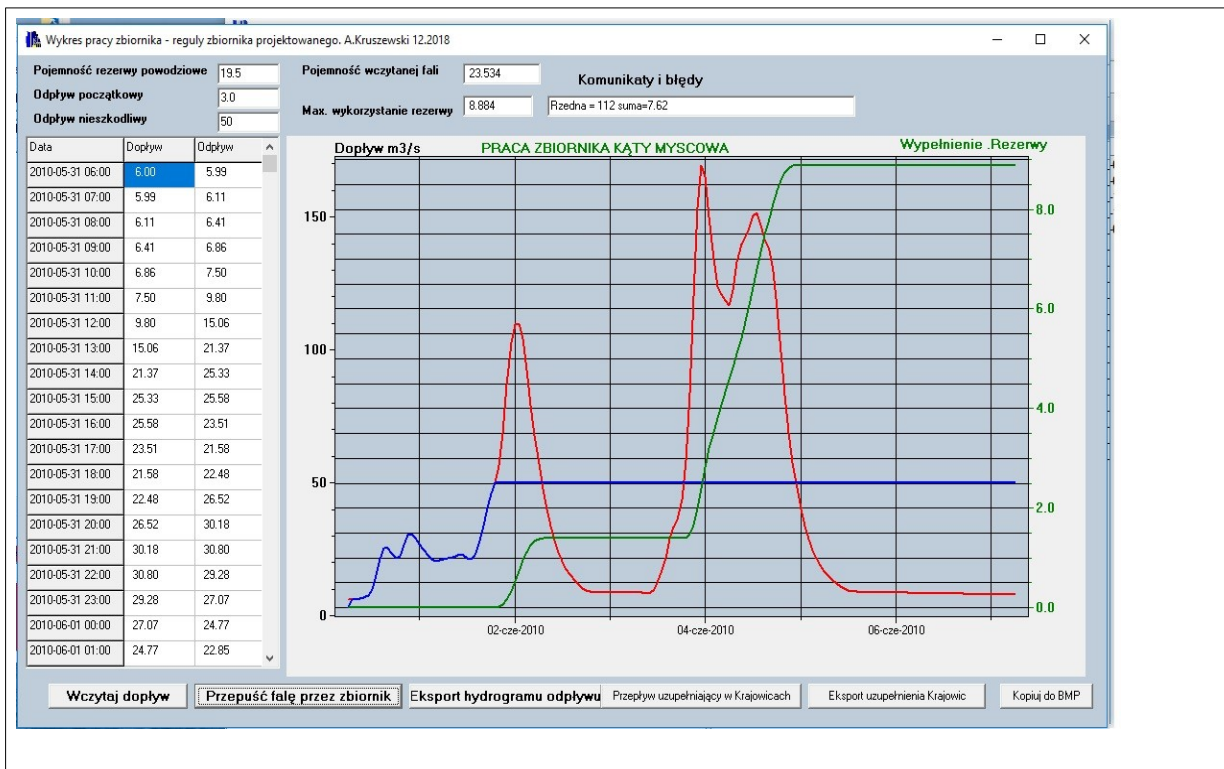


Rys. 6,7,8,9 -Porównanie hydrogramów przepływów obserwowanych i modelowanych kolejno dla zdarzeń 1,2,3,4 – Wodowskaz Żółków

4. Założenia warunków pracy zbiornika.

Przy generowaniu hydrogramów odpływu ze zbiornika, dla dopływów otrzymanych z modelu opisanego powyżej, wykorzystano aplikację autorską umożliwiającą generowanie odpływów dla różnych parametrów zbiornika. W tym przypadku przyjęto następujące założenia:

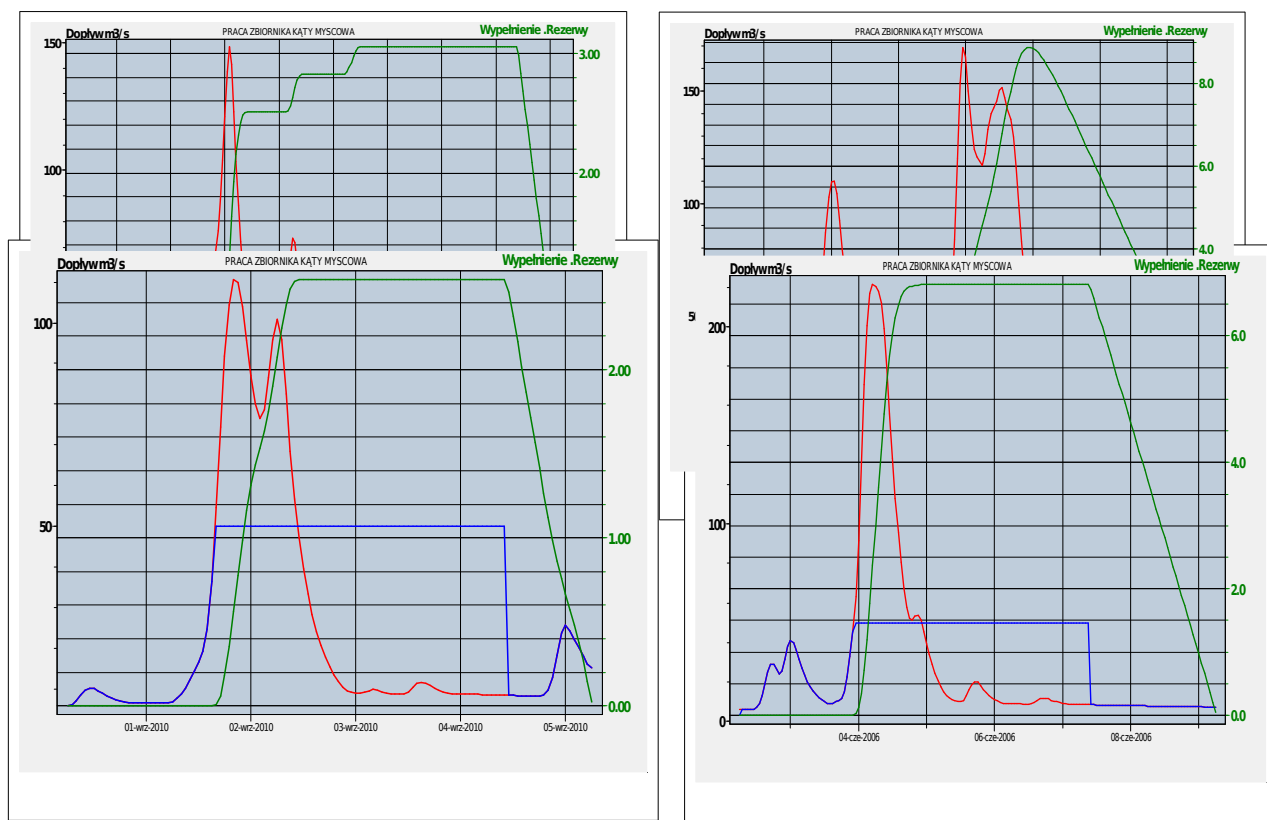
- pojemność rezerwy powodziowej wynosi 19.5 mln m³
- pierwszy próg zwiększania odpływu ze zbiornika wynosi połowę odpływu nieszkodliwego czyli 50 m³/s
- przepływ nieszkodliwy ustalono na poziomie 100 m³/s



Rys 10. Aplikacja do generowania hydrogramu odpływu ze zbiornika

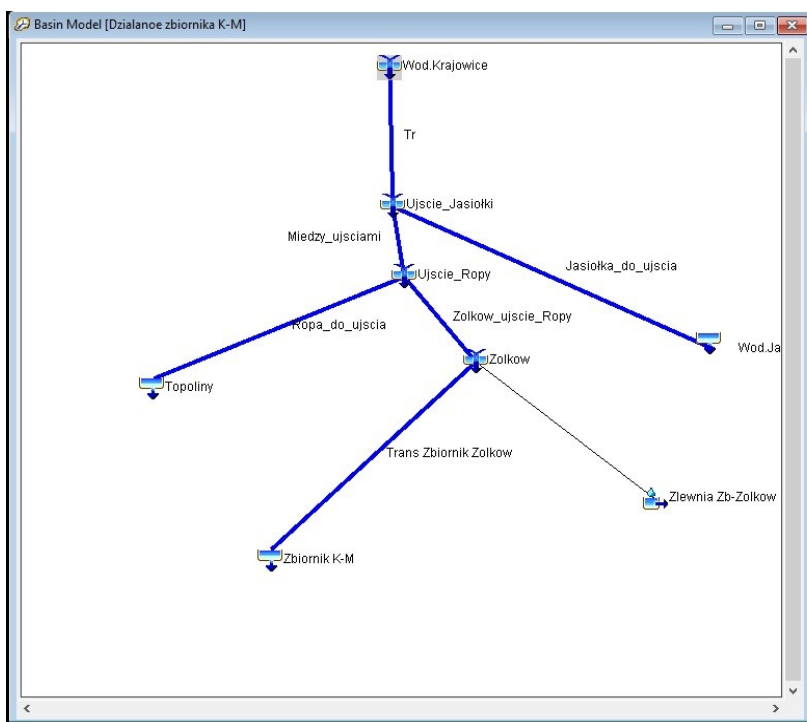
5. Wygenerowanie najbardziej prawdopodobnych hydrogramów odpływu ze zbiornika.

Korzystając z wyników modelowania dopływu do zbiornika K-M oraz wykorzystując aplikację i warunki pracy zbiornika opisane w p.4 otrzymano hipotetyczne hydrogramy odpływu przedstawione poniżej. Należy zwrócić uwagę że w żadnym z przypadków nie zaistniała potrzeba wypełnienia rezerwy i to w przypadku utrzymywania odpływu będącego połową przepływu nieszkodliwego.



Rys. 11,12,13,14 – Hydrogramy odpływu ze zbiornika K-M przyjęte do dalszych obliczeń. Linia czerwona dopływ obliczony zastosowanym modelem, niebieska określony odpływ przy warunkach opisanych w p.4.

Powyżej określone hydrogramy odpływu ze zbiornika K-M zostały wykorzystane jako dane wejściowe do modelu przedstawionego poniżej a którego wyniki opisano w opracowaniu: „*Określenie wielkości maksymalnej redukcji fali powodziowej przez zbiornik Kąty-Myscowa na podstawie danych powodzi 2010.*”

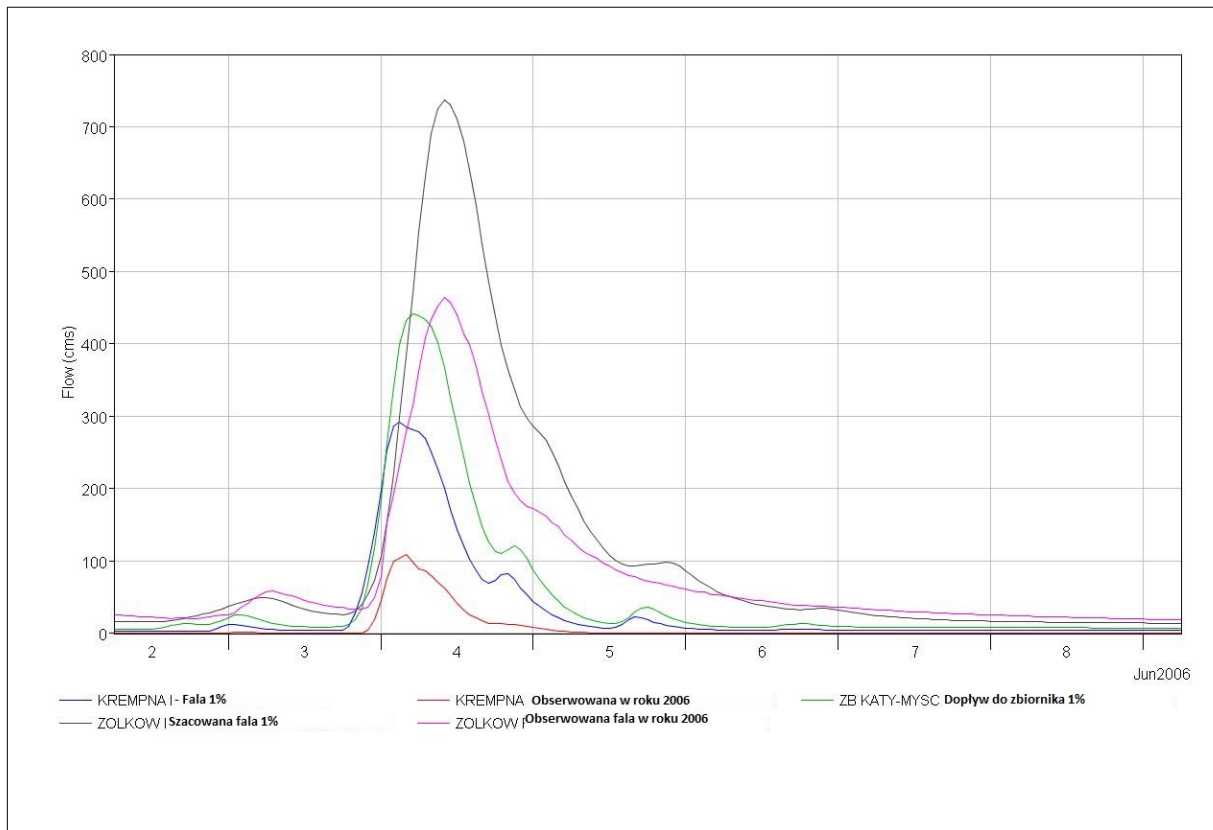


Rys 15. Model dla kreślenia wpływu pracy zbiornika na zlewnię Wisłoki w rejonie Jasła

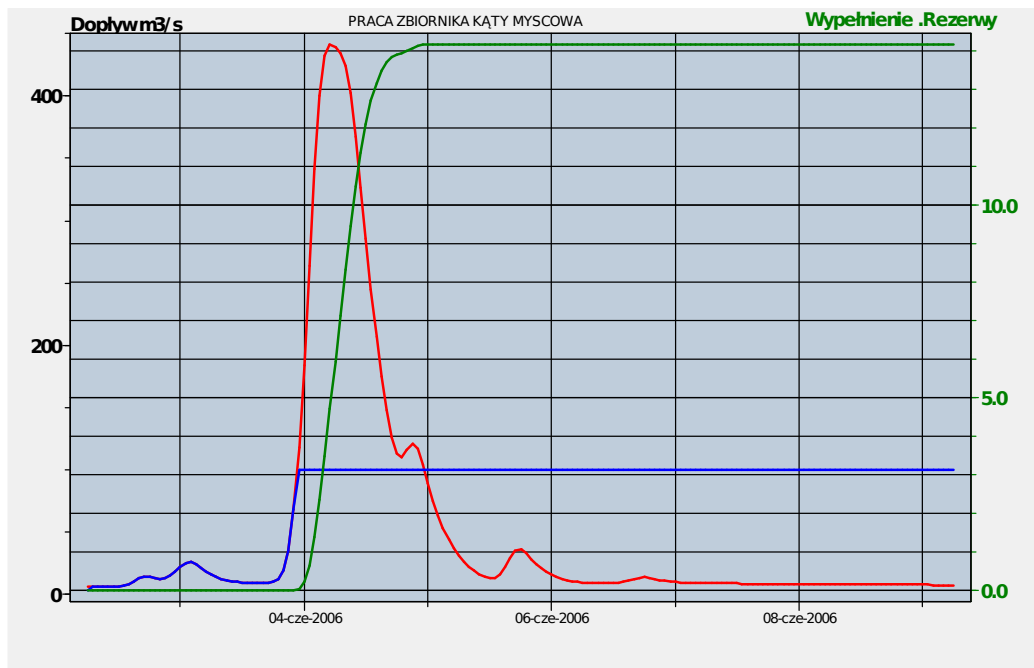
6. Ustalenie parametrów fali powodziowej odpowiadającej prawdopodobieństwu przepływu kulminacyjnego 1%

Dla odniesienia efektów działania zbiornika Kąty-Myscowa przygotowano hipotetyczną falę powodziową o kulminacji w profilu wodowskazowym równej wodzie o prawdopodobieństwie 1%. Kształt fali oparto na warunkach powodzi z roku 2006 w tym sensie że modyfikowano opady obserwowane w zlewni tak by otrzymać kulminację w profilu Krempna zbliżoną do przepływu około 290 m³/s.

Dzięki modyfikacji opadu również obliczone przez model przepływy ze zlewni różnicowych powyżej i poniżej zbiornika uległy zwiększeniu.



Rys 16. Porównanie hipotetycznych hydrogramów fali 1%



Rys. 17 Fala „1%” zredukowana przez zbiornik K-M przy odpływie nieszkodliwym 100 m³/s



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Metoda ta jednak ma tę złą stronę że zawyża znacznie przepływ kulminacyjny w profilu wodowskazowym w Żółkowie gdzie zgodnie z opracowaniem [1] przepływ kulminacyjny wody 1% wynosi 571 m³/s natomiast w tej symulacji wyniósł około 700 m³/s. Postanowiono jednak przyjąć obliczone hydrogramy do dalszych obliczeń.

7. Zakończenie

Dostępny materiał obserwacyjny pozwolił na dokładne odtworzenie procesu transformacji opady całkowitego w odpływ dla zlewni rzeki Wisłoki w profilach wodowskazowych Krempna oraz Żółków dla warunków wezbrań w roku 2010. Posługując się skalibrowanymi parametrami tego procesu uzyskano najbardziej prawdopodobne hydrogramy dopływu do projektowanego zbiornika K-M. Stosując proste zasady pracy tego zbiornika otrzymano hipotetyczne hydrogramy odpływu ze zbiornika dla czterech porównywanych zdarzeń oraz dodatkowo dla teoretycznej fali wezbraniowej o kulminacji równej maksymalnemu przepływowi o prawdopodobieństwie 1%. Wszystkie wyniki zgromadzono w postaci pliku binarnego odpowiadającemu formatowi HEC-DSS wykorzystywanego w ogólnodostępnych aplikacjach Hydrologic Engineering Center. (HEC-HMS, HEC-RAS).

8. Literatura

[1] - PROJEKT ISOK – RAPORT Z ZAKOŃCZENIA REALIZACJIZADANIA 1.3.2 - PRZYGOTOWANIE DANYCH HYDROLOGICZNYCH W ZAKRESIE NIEZBĘDNYM DO MODELOWANIA HYDRAULICZNEGO

[2] - RAPORT O ODDZIAŁYWANIU NA ŚRODOWISKO zbiornika wodnego Kąty – Myscowa na rzece Wisłocy na terenie gminy Krempna oraz Nowy Żmigród zawierający wariantowe rozwiązania realizacyjne przedsięwzięcia. – Investeko 2013

[3] - Środowiskowe skutki przedsięwzięć hydrotechnicznych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej *Raport Towarzystwa na rzecz Ziemi Polskiej Zielonej Sieci – Oświęcim-Kraków 2007*

[4] – Zapory a powódzie – Oświęcim Kraków 2006