

Referat wygłoszony w dniu 15 grudnia 2023 r. na posiedzeniu Komisji Gospodarki Wodnej Oddziału PAN w Krakowie

dr hab. inż. Dariusz Młyński, prof. URK

Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji

Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej

al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

e-mail: dariusz.mlynski@urk.edu.pl

ANALIZA METOD WYZNACZANIA PRZEPŁYWÓW MAKSYMALNYCH PRAWDOPODOBNYCH W ZLEWNIACH NIEKONTROLOWANYCH

Przepływy maksymalne prawdopodobne ($Q_{maxp\%}$) stanowią istotną miarę w hydrologii inżynierskiej. Wartości te wykorzystywane są przy projektowaniu obiektów hydrotechnicznych czy też do wyznaczania stref zagrożenia powodziowego. W przypadku kiedy przepływy $Q_{maxp\%}$ aplikowane są do celów inżynierskich, wówczas nazywane są przepływami projektowymi. Wartości $Q_{maxp\%}$ określa się za pomocą dwóch podejść: bezpośredniego oraz pośredniego. Możliwość zastosowania każdego z nich jest determinowana przez dostępność danych hydrometrycznych. W przypadku, kiedy zlewnia jest tzw. kontrolowaną i dysponuje się dla niej odpowiednio długimi ciągami obserwacji, wówczas zastosowanie znajdują metody bezpośrednie. Oparte są one na rozkładach prawdopodobieństwa zmiennych losowych. W sytuacji braku odpowiednio długich serii obserwacji hydrometrycznych, bądź całkowitego braku takich danych, wówczas zastosowanie znajdują tzw. metody pośrednie. Należą do nich metody analogii hydrologicznej, metody empiryczne czy też modele typu opad-odpływ. Należy jednak podkreślić iż metody pośrednie posiadają wiele ograniczeń przez co uzyskiwane rezultaty charakteryzują się wysoką niepewnością.

Mając to na uwadze, w ramach prowadzonych badań podjęto tematykę obejmującą analizę metod wyznaczania $Q_{maxp\%}$ w zlewniach niekontrolowanych.

Głównym celem badań było wskazanie ograniczeń poszczególnych metod oraz propozycja nowego podejścia do szacowania przepływów $Q_{maxp\%}$ w zlewniach niekontrolowanych.

W ramach badań skupiono się głównie na regionie górnej Wisły. Obszar ten został wybrany ponieważ ze względu na charakterystyki fizjograficzne oraz ciągle postępującą presję człowieka należy do najbardziej powodziogennych regionów Polski. Analizami objęto 30 zlewni, zlokalizowanych w części karpackiej, wyżynnej oraz równinnej dorzecza górnej Wisły. Badania również rozszerzono na 4 zlewnie, położone na wschodnim wybrzeżu USA. Badania przeprowadzono wg następujących etapów: weryfikacja wzorów empirycznych do obliczania przepływów $Q_{maxp\%}$, analiza postaci rozkładów prawdopodobieństwa do szacowania opadów projektowych, weryfikacja parametru CN do określania wysokości opadu efektywnego, analiza wrażliwości modelu Snyder do transformacji opadu w odpływ, analiza możliwości wykorzystania modelu EBA4SUB do obliczania przepływów $Q_{maxp\%}$, propozycja nowej metodyki szacowania wielkości $Q_{maxp\%}$ w zlewniach niekontrolowanych.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły wykazać że powszechnie stosowane w aktualnej postaci wzory empiryczne do obliczania przepływów $Q_{maxp\%}$ charakteryzują się wysokim błędem oszacowania niniejszych charakterystyk. Wykazano że opady projektowe, w dorzeczu górnej Wisły, opisywane są najlepiej przez teoretyczne rozkłady statystyczne takie log-normal lub GEV. Przeprowadzone badania pozwoliły wykazać znaczne różnice pomiędzy empirycznymi a teoretycznymi wartościami parametrów CN, co istotnie wpływa na wysokości opadu efektywnego. Badania pozwoliły stwierdzić, że aktualnie wykorzystywane modele opad-odpływ do określania wielkości przepływów $Q_{maxp\%}$ charakteryzują się wysoką niepewnością uzyskiwanych rezultatów. Potwierdzono że ze względu na swoją prostotę oraz założenia metodyczne, model EBA4SUB może stanowić skuteczne narzędzie do obliczania przepływów $Q_{maxp\%}$ w zlewniach niekontrolowanych. Finalnie, przeprowadzone badania pozwoliły zaproponować nowe, dwuetapowe podejście metodyczne do obliczenia przepływów $Q_{maxp\%}$ w zlewniach niekontrolowanych.

Pierwszy etap obejmuje wygenerowanie serii przepływów maksymalnych za pomocą modelu EBA4SUB natomiast etap drugi stanowi obliczenie $Q_{maxp\%}$ za pomocą rozkładów teoretycznych, bazując na serii wygenerowanej z modelu EBA4SUB. W ramach etapu pierwszego wykonuje się następujące analizy: zestawienie danych wejściowych do modelu EBA4SUB, określenie czasu koncentracji, wyznaczenie charakterystyk opadu dla czasu koncentracji (wysokość, rozkład w czasie), obliczenie opadu efektywnego metodą CN4GA,

wyznaczenie hydrogramów wezbrań oraz określenie ich kulminacji za pomocą funkcji WFIUH. Etap drugi obejmuje utworzenie serii przepływów maksymalnych na bazie hydrogramów wezbrań z modelu EBA4SUB, dobór najlepiej dopasowanych rozkładów teoretycznych do obliczania

$Q_{maxp\%}$, wyznaczenie wartości przepływów maksymalnych prawdopodobnych.