

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Banasik  
ul. Małcużyńskiego 5 m. 26  
02-793 Warszawa

DANI PROF DR HAB IN  
A-M. ANIEŁCZAK  
P/-  
BARDZO PROFIZ O PRZEJŚCIE  
DZIEKA  
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki  
Politechniki Krakowskiej  
dr hab. inż. Stanisław M. Rybicki, prof. PK

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul  
pt. „Nizówki maksymalne w prawobrzeżnej części Górnej Wisły”

### Podstawa opracowania

Recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul pt. „Nizówki maksymalne w prawobrzeżnej części Górnej Wisły” opracowałem na podstawie pisma Prodziekana ds. Nauki Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej pana dr hab. inż. Tomisława Gołębiowskiego, prof. PK z dnia 16.10.2020 informującego o powołaniu mnie przez Radę Naukową Instytutu Inżynierii Środowiska i Energetyki PK na recenzenta rozprawy.

Merytoryczną podstawę recenzji stanowi oprawiony manuskrypt liczący 269 stron (w tym 230 stron - to zasadnicza część pracy doktorskiej i załącznik zawierający na 39 stronach tabele i rysunki wraz z wykazami).

### Charakterystyka pracy

Celem pracy było uzyskanie informacji na temat nizówki maksymalnej rocznej w prawobrzeżnej części zlewni Górnej Wisły, w tym szczególnie określenie przestrzennej zmienności wybranych charakterystyk tej nizówki oraz ryzyka wystąpienia na badanym obszarze nizówki maksymalnej z uwzględnieniem czasu jej trwania. Rozprawa wykonana została pod promotorstwem profesora dr hab. Stanisława Węglarczyka.

Praca mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul liczy 269 numerowanych stron (łącznie z 39-stronicowym załącznikiem) i posiada typowy układ rozprawy doktorskiej. Podzielona jest na następujące rozdziały: 1. Wprowadzenie, 2. Obszar badań oraz dane źródłowe, 3. Nizówki w badanej części zlewni Górnej Wisły, 4. Nizówki maksymalne roczne na badanym obszarze, 5. Probabilistyczne własności szeregów czasu trwania i objętości nizówki maksymalnej rocznej na badanym obszarze, 6. Podsumowanie i wnioski końcowe, sugestie przyszłych zadań. Tekst pracy poprzedzony jest spisem treści i zestawieniem podstawowych oznaczeń i skrótów. Bibliografia zawiera 221 pozycji literaturowych. Do pracy dołączone jest streszczenie w języku polskim i angielskim.

W rozdziale pierwszym, zatytułowanym „Wprowadzenie”, Doktorantka przedstawia różnorodne rozumienie i definiowanie pojęcia „suszy” przez różne środowiska; geofizyków, inżynierów czy rolników, nawiązuje do najważniejszych międzynarodowych projektów badawczych i krajowych opracowań wynikających z wymagań obowiązującej ustawy Prawo Wodne. Przywołuje tu ‘Metodykę’ - opracowaną na potrzeby ww. ustawy, w której ujednolicono sposób identyfikacji obszarów zagrożonych zjawiskiem suszy oraz narażonych na jej skutki. Podając cztery etapy rozwoju zjawiska suszy (suszę atmosferyczną, suszę glebową, suszę hydrologiczną i suszę socjoekonomiczną) wskazuje, że dwie z nich tj. susza glebowa i susza socjoekonomiczna, są związane z zaspokajaniem określonych potrzeb (wegetacji, człowieka), natomiast pozostałe – susza atmosferyczna i susza hydrologiczna (nazywana też niżówką) nie wymagają takiej informacji. Doktoranta przedstawia i omawia, na podstawie przeglądu literatury, obszary w Polsce potencjalnie najbardziej narażone na wystąpienie niżówki, historyczne susze na ziemiach polskich, w tym szczególnie niżówki w Polsce w XX wieku oraz niżówki na obszarze zlewni Górnej Wisły. W dalszej części omawia szczegółowo niżówkę jako etap rozwoju procesu suszy oraz metody definiowania niżówki rzecznej. Biorąc pod uwagę charakterystyki niżówki, tj. przepływ graniczny, przepływ minimalny, czas trwania, głębokość niżówki i objętość niżówki, omawia trzy najczęściej stosowane metody jej definiowania, mianowicie a/ metodę POT (Peak Over Threshold) – przepływów poniżej wartości granicznej, b/ metodę MA (Moving Average) – średnie przesuwanej i c/ metodę SPA (Sequent Peak Algorithm) – krzywej sumowej odpływu. Bardzo przejrzyście zilustrowano zastosowanie tych metod i możliwe, zróżnicowane wyniki (rys. 1-9). Porównując dalej wskazane metody omówiono, stosowane przez różnych autorów, minimalny czas trwania niżówki i niżówki zależne, zbiorcze wskaźniki niżówki (jak współczynnik niżówkowy [wg Zielińskiej] i wskaźnik suszy hydrologicznej [wg Tokarczyk]) oraz niżówkę maksymalną. Przyjęto tu, że w pracy przedmiotem analiz będą niżówki maksymalne definiowane jako: a/ niżówki o najdłuższym w roku czasie trwania  $T_{\max}$  i b/ niżówki o największej w roku objętości  $V_{\max}$ .

W dalszej części rozdziału podano cel pracy, którym było *uzyskanie informacji na temat niżówki maksymalnej rocznej w prawobrzeżnej części zlewni Górnej Wisły, w tym szczególnie określenie przestrzennej zmienności badanych charakterystyk tej niżówki oraz ryzyka wystąpienia na badanym obszarze niżówki maksymalnej z uwzględnieniem czasu jej trwania*. Doprecyzowano także, że powyżej podane niżówki maksymalne wyznaczone będą przy zastosowaniu metody POT i SPA dla trzech przepływów granicznych  $Q_{70\%}$ ,  $Q_{80\%}$  i  $Q_{90\%}$  i na tej podstawie utworzone będą ciągi niżówek maksymalnych (dwie charakterystyki, dwie metody wyznaczenia charakterystyk i trzy kryteria dla przepływów z jednego przekroju pomiarowego; czyli 2x2x3 tj. 12 ciągów statystycznych/przekrój pomiarowy). Rozdział kończy zestaw sześciu bardzo szczegółowo dobranych zagadnień badawczych i precyzyjny, 9-punktowy zakres pracy.

W rozdziale drugim zatytułowanym „Obszar badań oraz dane źródłowe” Doktorantka omawia charakterystykę fizyczno-geograficzną zlewni Górnej Wisły oraz lokalizację przekrojów wodowskazowych, gleby, klimat i charakterystykę zlewni badawczych a także charakteryzuje zbiorniki retencyjne i antropopresję obszaru badań. Przedmiotem badań są przepływy z 30 lat hydrologicznych (1984-2013) z 78 przekrojów wodowskazowych zlokalizowanych w prawobrzeżnej części zlewni Górnej Wisły pozyskanych z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB. Prawobrzeżna część zlewni Górnej Wisły jest 2,8 razy większa od lewobrzeżnej. Powierzchnia zlewni Górnej Wisły po profil wodowskazowy w Zawichoście wynosi 50 655 km<sup>2</sup>, przy czym ok. 1/3 przypada na zlewnie rzek karpackich. Obszar zróżnicowany jest pod względem wysokościowym (od ok. 140 m n.p.m. – wodowskaz Radomyśl na Sanie, do ok. 1620 m n.p.m. – źródła Cichej Wody w Tatrach), klimatycznym (suma opadów rocznych od 600 mm przy ujściu San, do ok. 1800 mm na Kasprowym Wierchu; temperatury średnie roczne od 0°C do 8°C) i hydrologicznym (odpływy średnie jednostkowe  $S_q$  w granicach od 5 do 50 l/s/km<sup>2</sup> przy średnie krajowej  $S_q=5,2$  l/s/km<sup>2</sup>). W zlewniach położonych w Beskidach, Bieszczadach i na Podkarpaciu największe przepływy występują w marcu, a najmniejsze w sierpniu. W zlewniach położonych w Tatrach i na Podhalu największe przepływy pojawiają się na przełomie kwietnia i maja, a najmniejsze w styczniu i lutym. Doktorantka podaje tu wynik pierwszej analizy statystycznej, wskazujące na wzrost wielu charakterystyk hydrologicznych badanych zlewni ( $SS_q$ ,  $NS_q$ ,  $WN_q$ ,  $SN_q$  i  $NN_q$  także  $q_p\%$  dla  $p$  z zakresu od 60 do 95) wraz z wysokością położenia przekroju zamykającego (zera wodowskazu), przy czym duży wpływ na silną korelację mają cztery najwyżej położone wodowskazy (Szaflary, Koniówka, Zakopane-Harenda i Łysa Polana). W końcowej części tego rozdziału Doktorantka słusznie zwraca uwagę na znaczącą rolę zbiorników retencyjnych jako ważnego czynnika oddziaływania antropogenicznego na wody powierzchniowe. Na badanym obszarze znajduje się 16 zbiorników o pojemności ponad 1 mln m<sup>3</sup>, w tym największy w Polsce zbiornik Solina na Sanie o pojemności 472 mln m<sup>3</sup>, oraz pięć dużych zbiorników o pojemności ponad 100 mln. m<sup>3</sup> każdy (Czorsztyń-Niedzica na Dunajcu, Goczałkowice na Wiśle, Świnna Poręba na Skawie, Rożnów na Dunajcu i Dobczyce na Rabie). W okresie wielolecia objętego badaniami (1984-2013) oddano do użytku cztery zbiorniki, w tym w dwóch przypadkach oddziałujące na badane - niżej położone profile wodowskazowe.

W kolejnym rozdziale pt. „Nizówki w badanej części Górnej Wisły” Pani mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul unaocznia trudności w wyciąganiu ogólnych wniosków z opracowań, w których stosowano różne kryteria wyznaczania niżówek, a następnie omawia przyjęte przepływy graniczne i wyjściowe ciągi niżówek – podając także ogólną charakterystykę niżówek na badanym obszarze. Słusznie podaje tu – zaznaczając, że to oczywiste zależności wynikające z przyjętych definicji, iż liczba niżówek wyznaczonych wg metody POT jest większa aniżeli przy zastosowaniu metody SPA, a ich liczby w przekrojach zależą także od przyjętego przepływu

granicznego (zmniejszają się wraz ze wzrostem  $p$ ). Odmienne kształtują się te zależności przy analizie czasów trwania i objętości niszówki. Wymiar ilościowy tych zależności przedstawiano przejrzysto w sposób graficzny (na rysunkach 3-13-3-21). Średnia liczba niszówek w roku wynosi od 2,9 do 10 – w zależności od przyjętej metody i przyjętego przepływu granicznego (tab. 3-4) zaś, odpowiadające tym sposobom wyznaczenia, czasy trwania wynoszą od ok. 11 do 30 dni (tab. 3-5). Na przykładzie Dunajca i charakterystyk badanych parametrów w profilach Nowy Targ - Kowaniec i Krościenko, przedstawiono 'łagodzący' wpływ zbiornika wodnego na zagrożenie niszówkami. Omówiono sezonowość występowania niszówek w poszczególnych jednostkach fizyczno-geograficznych.

W rozdziale czwartym zatytułowanym „Niszówki maksymalne roczne na badanym obszarze” Doktorantka przedstawia średnie wartości czasu trwania i objętości niszówki, sezonowość początku i końca oraz korelacje czasu trwania i objętości.

Rozdział piąty pt. „Probabilistyczne własności szeregów czasu trwania i objętości niszówki maksymalnej rocznej na badanym obszarze” zawiera bardzo szczegółowe omówienie (przedstawione na 83 stronach) stacjonarności szeregów charakterystyk niszówek maksymalnych, rozkładów prawdopodobieństwa czasu trwania oraz objętości niszówki maksymalnej oraz ich łączny rozkład. Szczególnie istotne jest tu wyznaczenie w poszczególnych profilach a następnie zgeneralizowania zagrożeń niszówek  $T_{max}$  i  $V_{max}$  o okresie powtarzalności 10 i 50 lat. Dla przykładu, największe średnie wartości  $T_{max,10}$  na całym obszarze występują w górnej części zlewni Dunajca (Tatry i Podhale), z wyjątkiem przypadku z zastosowanym kryterium SPA-70 (w dolnej części Dunajca – tj. na Podkarpaciu). Najkrótsze średnie 10-letnie czasy trwania  $T_{max,10}$  na badanym obszarze występują w zlewniach górnego Sanu, Soły oraz Wisłoki. Szczegółowe wyniki przedstawiła Doktorantka na licznych rysunkach i w tabelach w tym rozdziale, a także w obszernym załączniku do pracy.

W rozdziale szóstym Doktorantka dokonuje podsumowania pracy, przedstawia wnioski końcowe i podaje sugestie przyszłych zadań.

### **Ocena poziomu naukowego pracy**

Praca zawiera kompleksową ocenę b. obszernego materiału hydrologicznego - niszówek surowych (wszystkich z wielolecia) i maksymalnych rocznych, z 78 przekrojów wodowskazowych monitorowanych przez IMGW, zlokalizowanych na obszarze prawostronnych dopływów Górnej Wisły w 30-leciu 1984-2013.

Niszówki surowe Doktorantka zdefiniowała na sześć sposobów – przyjmując dwie metody jej wyznaczenia oraz trzy przepływy graniczne o czasie przewyższenia odpowiednio 70, 80 i 90%. Określiła podstawowe charakterystyki niszówek tj. ich liczbę, czas trwania i objętość a także wskazała miesiące, w których najczęściej pojawiają się niszówki. Wyznaczyła zmienność

charakterystyk niżówek wzdłuż rzek oraz wykazała wpływ zbiorników retencyjnych na charakterystyki niżówki. Na podstawie niżówek surowych Doktorantka zdefiniowała niżówki maksymalne roczne tj. najdłużej trwające w danym roku lub o największej objętości.

Stosując skomplikowany aparat statystyczny, Doktorantka w przystępny sposób przedstawiała jedno i dwuwymiarowe rozkłady prawdopodobieństwa czasu trwania i objętości niżówki maksymalnej, a w konsekwencji wyznaczyła także okresy powtarzalności tych charakterystyk. Na szczególną uwagę, także o dużym znaczeniu praktycznym, zasługują opracowane przez Doktorantkę mapy zagrożenia niżówką maksymalną przedstawiające przestrzenny rozkład 10-letnich i 50-letnich charakterystyk (czasu trwania i objętości) niżówki maksymalnej.

Pracę Doktorantki oceniam b. wysoko, zarówno z naukowego punktu widzenia jak i znaczenia dla praktyki inżynierskiej. Praca wykonana jest wyjątkowo starannie i estetycznie.

### **Uwagi szczegółowe**

W trakcie przygotowywania recenzji kilka zagadnień, niżej przedstawionych, wymaga moim zdaniem doprecyzowania, co może mieć miejsce w następnym etapie przewodu doktorskiego. Są to następujące zagadnienia:

1. Na czym polega geneza 'kryterium genetycznego niżówki' wg Tomaszewskiego, przywoływanego przez Doktorantkę w rozdziale 1.3 (na str. 30 pracy)?
2. Do analizy dwóch charakterystyk niżówki maksymalnej – czasu i objętości (niżówki  $T_{max}$  i niżówki  $V_{max}$ ) wybrano dwie metody – POT i SPA. Proszę wyjaśnić przyczyny pominięcia omawianej w rozdz. 1.3.2. (na str. 35) metody MA?
3. W rozdziale 3.5. Doktorantka omawia średnią roczną liczbę niżówek na badanym obszarze. Na rysunku 3.25 przedstawia wyniki analizy przeprowadzonej dla badanego 30-lecia dla wszystkich (78) profili wodowskazowych przy przyjętych kryteriach (dwóch metodach i trzech przepływach granicznych dla dwóch sposobów odniesienia – do wszystkich lat i do lat z niżówkami). Proszę o sprawdzenie i wyjaśnienie względnie dużych wartości ' $n^{30}$ ' (w górnym panelu) przy POT-80% dla zlewni wysoko położonych ( $H_{zera\_wodowskazu} > 575$  m n.p.m.).
4. Czy wpływ zbiornika Świnna Poręba budowanego w latach 1990-2017 uznać można za nieistotny jeśli chodzi o charakterystyki hydrologiczne (w profilu Wadowice) będące przedmiotem badań w rozpatrywanym wieloleciu?

### **Podsumowanie**

Pracę doktorską mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul należy uznać za właściwie zaprogramowane i zrealizowane studium metodyczne nad analizą przepływów niżówkowych, przeprowadzone dla

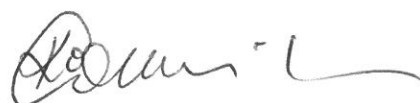
rozległego obszaru - prawobrzeżnej części Górnej Wisły z okresu lat hydrologicznych 1984-2013.

Praca zrealizowana została przy wykorzystaniu aktualnej, bogatej literatury krajowej i zagranicznej (221 pozycji), obszernego materiału empirycznego, przepływów dobowych z 30 lat z 78 profili pomiarowych – pozyskanych z IMGW, przy zastosowaniu skomplikowanego aparatu statystycznego. Wyniki badań dostarczyły wszechstronnej informacji na temat niżówki maksymalnej rocznej w prawobrzeżnej części zlewni Górnej Wisły. Wyjątkowo cennym osiągnięciem Doktorantki jest opracowanie map zagrożenia niżówką maksymalną, w tym czasu trwania i objętości niżówki 10- i 50-letniej, przy traktowaniu tych charakterystyk oddzielnie oraz dwuwymiarową funkcją łączącą ('dwuwymiarową kopułą').

Cel badań sformułowany w rodz. 1.4 został przez Doktorantkę osiągnięty. Przygotowana rozprawa wykazuje dostateczny stopień wiedzy teoretycznej Doktorantki w zakresie hydrologii. W zrealizowanie rozprawy włożyła Autorka ogromną pracę. Wysoko oceniam włożony wysiłek i efekty – mające znaczenie zarówno poznawcze jak i praktyczne. Praca wykonana jest wyjątkowo starannie.

Reasumując stwierdzam, że *recenzowana rozprawa odpowiada warunkom określonym w art. 13 ust. 1 Ustawy z 14 marca 2003 r „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”* (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy z dn. 3 lipca 2018 r „Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2018 poz. 1669), i wnioskuje o dopuszczeniu Pani mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Ponadto, biorąc pod uwagę warsztat badawczy, wartości poznawcze i potencjał dociekań naukowych, *wnioskuje o wyróżnienia rozprawy doktorskiej* Pani mgr inż. Katarzyny Baran-Gurgul.



Warszawa, dn. 31.12.2020 r