

SN.410.2.2024

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
15 WPŁYNĘŁO 15.05.2024v.	
Przeł.	Zał.
Rel.	

XIII ➔ Tesfaye B. Senbeta

ABSTRAKT

Zmiany klimatyczne i bezpośrednia działalność człowieka kształtują bilans wodny i dynamikę suszy na całym świecie, wpływając na topnienie śniegu, zaburzając retencję w zlewniach i procesy odpływu. Skutki te wskazują na dynamiczny układ hydrologiczny w szybko zmieniającym się środowisku. Identyfikacja kluczowych czynników i ich wkładu w zmiany bilansu wodnego i dynamikę suszy ma pierwszorzędne znaczenie dla gospodarki wodnej i strategii adaptacyjnych, szczególnie podczas występowania ekstremalnych warunków hydrologicznych. Nadrzędnym celem badań było określenie i modelowanie roli czynników ludzkich w oddziaływaniu na procesy hydrologiczne i dynamikę suszy w środowisku zmienionym przez człowieka.

Celem badań przedstawionych w pierwszej pracy było uwzględnienie czynników innych niż opady jako możliwych źródeł wody w modelowaniu bilansu wodnego w warunkach nieustalonych. Dlatego rozszerzono trzy modele Budyki, wprowadzając parametr opadu efektywnego przy założeniu bilansu wód otwartych. Zaproponowane podejście znacząco poprawiło wydajność modeli w większości zlewni Wisły, wskazując jednocześnie zmiany klimatyczne jako dominujące czynniki wpływające na zmiany odpływu w górnej części badanej zlewni przy zastosowaniu metody Tomera i Schillinga.

Celem badań przedstawionych w kolejnym artykule było ilościowe określenie udziału zmian klimatycznych i czynników ludzkich w zmianach odpływu oraz identyfikacja działań człowieka, które doprowadziły do tych zmian, za pomocą analizy zmian pokrycia terenu. W badaniu wykorzystano metodę modelowania bazującego na danych obserwacyjnych, w których model SWAT zastosowano do rekonstrukcji odpływu podczas ingerencji człowieka i porównano z metodą wskaźnika elastyczności jako potwierdzenie pośrednie. Najważniejsze wyniki wskazały, że odpływ zmniejszył się o około 24% w wyniku ingerencji człowieka w zlewni Kamiennej, przypisując 60% zmian bezpośredniej działalności człowieka. Obie metody zgadzają się co do wskazywania interwencji człowieka jako czynnika dominującego, chociaż istnieje niewielka różnica w wielkości.

Podejście oparte na modelowaniu bazującym na danych obserwacyjnych zastosowano następnie w celu ilościowego określenia wpływu człowieka na rozwój suszy hydrologicznej w okresie zaburzeń spowodowanych przez człowieka. Celem badań przedstawionych w trzeciej pracy była ocena roli modeli hydrologicznych o różnych strukturach, modeli SWAT i HBV, w

modelowaniu wpływu człowieka na suszę hydrologiczną poprzez oddzielne uwzględnienie składników przepływu całkowitego i bazowego. Stwierdzono istotną różnicę w wielkości wpływu człowieka na suszę hydrologiczną pomiędzy wynikami obu modeli, ale wykazują one zgodność co do wskazań nasilenia lub złagodzenia suszy. Sugeruje to stosowanie podejścia umożliwiającego analizę w oparciu o wynikach wielu modeli zamiast jednego.

Celem badań przedstawionych w czwartej, ostatniej, pracy była ocena wpływu regulacji odpływu ze zbiornika retencyjnego na dynamikę suszy i procesy jej propagacji. Do rozróżnienia susz wywołanych niekorzystnymi zjawiskami meteorologicznymi i działalnością człowieka zastosowano metodę przesunięcia czasowego. Metody tej użyto do oszacowania czasu propagacji suszy. Przestrzenny rozkład wilgotności gleby i suszy hydrologicznej zbadano przy wykorzystaniu modelu SWAT. Badania wykazały, że działalność człowieka przyczyniła się w około 25% do suszy spowodowanej niedoborem wilgotności w gruncie (susza rolnicza) i 10% do suszy hydrologicznej, co wskazuje, że nie wszystkie przypadki suszy rolniczej i hydrologicznej są spowodowane czynnikami meteorologicznymi. Kluczowe odkrycie sugeruje, że dla analizy propagacji suszy związanej z niedoborem wilgoci w glebie i suszy hydrologicznej, korzystnie jest wykorzystanie krótszej i dłuższej skali czasowej, wynoszącej odpowiednio około 3 i 12 miesięcy. Co więcej, stopień oddziaływania zbiornika zależy od jego przeznaczenia i strategii operacyjnych, co podkreśla potrzebę identyfikacji czynników wpływających na rozwój suszy w celu opracowania odpowiednich strategii gospodarki wodnej podczas suszy.

Podsumowując, ustalenia podkreślają rosnącą presję człowieka w szybko zmieniającym się klimacie. Niezbędne jest zidentyfikowanie czynników powodujących suszę oraz ustalenie ich przyczyn, aby zaproponować i zaprojektować odpowiednie środki zarządzania ryzykiem i adaptacji.



SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPŁYNĘŁO	
15.03.2024	
uz.	zał.
Ref.	

SN. 410.2.2024

SN.410.2.2024

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
Wpłynęło	15.05.2024r.
Przełożony	
Ref.	

PhD DISSERTATION ➔ VIII

ABSTRACT

The impact of climate change and direct human activities has been shaping water balance and drought dynamics worldwide, affecting snowmelt, snow storage, catchment storage, and runoff processes. This indicates a dynamic hydrological system in rapidly changing environments. Identifying key drivers and their contribution to changes in water balance and drought dynamics is critical for appropriate water management and adaptation strategies, particularly during hydrological extremes. The study aimed to determine and model the role of human factors in affecting hydrological processes and drought dynamics in human-modified conditions.

The study presented in the first paper aimed to incorporate factors other than precipitation as possible sources in modelling water balance under unsteady-state conditions. Three Budyko-based models were extended for this purpose by introducing an effective precipitation parameter considering an open water balance assumption. The proposed approach significantly improved model performance in most of the Vistula River sub-watersheds, while also indicating climate change as the dominant driver of changes in runoff in the upper part of the basin considered for analysis using the Tomer and Schilling approach.

The study presented in the following paper aimed to quantify the contribution of climate change and human factors in runoff changes, and to identify human activities that led to this change using land cover change analysis. The study used the observation-modelling framework, in which the SWAT model is applied for runoff reconstruction during human disturbance and compared with the elasticity index method as indirect confirmation. The key findings showed that about 24% of runoff decreased during human disturbance in the Kamienna watershed, attributing about 60% to direct human activities. Both methods agree on indicating human interventions as dominant drivers, although there is a slight difference in magnitude.

The observation-modelling approach is further applied to quantify human impacts on hydrological drought development during the human disturbance period. The study presented in the third paper aimed to evaluate the role of hydrological models of different structures, the SWAT and HBV models, in modelling human impacts on hydrological drought by separately considering streamflow and baseflow components. A significant difference in the magnitude of human impacts on hydrological drought was found between the two model results, but they agree on indicating the worsening or alleviation of drought. This suggests considering multi-modelling approaches over a

single model for modelling hydrological drought.

Finally, the study presented in the fourth paper aimed to assess the impacts of reservoir operation on drought dynamics and propagation processes. The temporal overlap method was used to distinguish between climate and human-driven droughts. The time shift method was used to estimate drought propagation time, and the SWAT model was used for the spatial distribution of soil moisture and hydrological drought. The finding showed that human activities contributed approximately 25% to soil moisture droughts and 10% to hydrological drought, indicating that not all droughts are driven by meteorological factors. The key finding suggests a shorter and longer time scale of around 3 and 12 months for soil moisture drought and hydrological drought propagation analysis, respectively. Moreover, the magnitude of the reservoir impacts depends on its purpose and operational strategies, highlighting the need to identify the drivers of drought developments for designing appropriate water management strategies during drought.

In conclusion, the findings highlight the increasing human pressures in a rapidly changing climate. Identify drought drivers and disentangling their contributions is essential for proposing and designing appropriate risk management and adaptation measures.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the bottom.