

Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna

Hydrologia i Człowiek
Interakcje i wyzwania

**Streszczenia
wystąpień**

Łódź, 6-7 czerwca 2024 r.

Spis treści

Katarzyna Baran-Gurgul, Katarzyna Kołodziejczyk, Agnieszka Rutkowska: <i>Przestrzenne zróżnicowanie średniego minimalnego rocznego przepływu na obszarze Polski</i>	3
Witold Bochenek, Sabina Wójcik: <i>Współzależność występowania susz na obszarze beskidzko-pogórskim Karpat Zachodnich na przykładzie zlewni Bystrzanki w okresie intensywnych zmian klimatu na początku XXI wieku</i>	4
Anna Bojarczuk: <i>Związek między chemizmem wód rzecznych a ekosystemem przykorytowym w obszarach zurbanizowanych na przykładzie Niepołomic</i>	5
Tomasz Bryndał, Rafał Krocak: <i>Wpływ opadów nawalnych na zmiany w systemie drenażu powierzchniowego małej zlewni karpackiej; próba oceny skutków hydrologicznych i gospodarczych</i>	6
Wiktoria Brzezińska, Dariusz Wrześciński: <i>Przepływy ekstremalne rzek Polski w warunkach ocieplenia klimatu</i>	8
Łukasz Chabudziński, Bartłomiej Kotyra: <i>Nowe podejście w procesie generowania systemu drenażu powierzchniowego na podstawie NMT</i>	10
Izabela Chlost, Joanna Fac-Beneda: <i>Rola bobrów (<i>Castor fiber</i>) w tworzeniu małej retencji</i>	11
Stanisław Chmiel, Zdzisław Michalczyk, Joanna Sposób, Mariusz Plizga, Krzysztof Stępniewski, Beata Zielińska: <i>Odptyw wód opadowych i roztopowych z Lublina w kontekście opłaty za „deszczówkę”</i>	12
Michał Depczyński, Alicja Śniadach, Paulina Kozłowska: <i>Wpływ struktury zarządzania rezerwatami przyrody na zachowanie siedlisk długosza królewskiego (<i>Osmunda regalis</i> L.)</i>	13
Maksymilian Fukś: <i>Wpływ funkcjonowania zbiorników zaporowych na występowanie pokrywy lodowej na rzekach karpackich</i>	14
Renata Graf, Lech Kaczmarek, Mariusz Pełechaty, Rafał Kurczewski: <i>Okresy niskich stanów wód podziemnych na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego - zdarzenia epizodyczne czy długoterminowe?</i>	16
Katarzyna Kołodziejczyk, Agnieszka Rutkowska, Dorota Matuszko: <i>Ocena przydatności danych satelitarnych i danych pochodzących z reanalizy Era5 do estymacji ewapotranspiracji potencjalnej (PET) dla wybranych stacji na terenie Polski</i>	17
Malwina Kozek-Połomska, Edmund Tomaszewski: <i>Regionalne zróżnicowanie struktury niżówek rzecznych w Polsce</i>	19
Katarzyna Kubiak-Wójcicka: <i>Susze hydrologiczne na Wiśle w latach 1953-2022</i>	20
Iwona Kuptel-Markiewicz: <i>Zmienność skrajnych warunków opadowych w dorzeczu górnej Wisły i ich związek z warunkami hydrologicznymi</i>	21
Maksym Łaszewski, Patrycja Kowalczyk, Wiktoria Malinowska, Weronika Skorupa, Aleksandra Sobkowicz, Krzysztof Stępniewski, Klaudia Żaba: <i>Cechy fizyczno-chemiczne wód źródeł okolic Nowego Miasta nad Pilicą</i>	22
Paweł Mikołajewski: <i>Pomiary hydrograficzne na wodach śródlądowych</i>	23
Dariusz Młyński, Devendra M. Amatya, Andrzej Wałęga, Andrea Petroselli, Sourav Mukherjee: <i>Nowa metodyka obliczania przepływów projektowych w zlewniach niekontrolowanych, USA</i>	25

**Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024**

Natalia Mytkowska, Wojciech Tołoczko: <i>Sezonowa zmienność wydzielania CO₂ z gleb leśnych i łąkowych na przykładzie stanowiska w Grabinie</i>	26
Mateusz Nowakowski: <i>Analizy GIS w procesie ustalania charakteru wód obiektów hydrologicznych</i> . 27	
Piotr Panek: <i>Jak rozumieć informację, że stan wód w Polsce jest prawie w 100% zły</i>	28
Marlena Pawłowska, Roman Cieśliński, Izabela Chlost, Łukasz Pietruszyński, Zuzanna Lipińska: <i>Zasoby wodne torfowisk bałtyckich w Słowińskim Parku Narodowym</i>	29
Bożena Pius: <i>Identyfikacja susz hydrologicznych w małych zlewniach</i>	30
Maksymilian Połomski, Mirosław Wiatkowski: <i>Gospodarowanie wodą w zbiornikach zaporowych – analiza założeń eksploatacyjnych na przykładzie nowopowstałych zbiorników w zlewni Nysy Kłodzkiej</i>	31
Agnieszka Rajwa-Kuligiewicz, Anna Bojarczuk, Ewelina Jelonkiewicz, Łukasz Jelonkiewicz: <i>Prze-strzenne zróżnicowanie jakości wód rzecznych w Krakowie</i>	32
Ewelina Ratajczak: <i>Charakterystyka parametrów fizykochemicznych wód będących siedliskiem ramienic (Charales) w zbiornikach antropogenicznych Zagłębia Dąbrowskiego</i>	33
Mariusz Siedlecki, Włodzimierz Pawlak, Krzysztof Fortuniak: <i>Charakterystyka ewapotranspiracji na obszarach bagiennych w okresie suszy i pożaru w Biebrzańskim Parku Narodowym</i>	34
Marcin Sobczak: <i>Ocena hydromorfologiczna rzek w województwie łódzkim</i>	35
Urszula Somorowska: <i>Zmiany terminów wystąpienia przepływów maksymalnych na przełomie zimy i wiosny w Polsce w latach 1981-2020</i>	36
Paulina Sopek: <i>Hydroakustyczny system monitoringu ryb (HSMR) jako jedna z metod monitorowa-nia ichtiofauny</i>	38
Alicja Śniadach, Katarzyna Jereczek-Korzeniewska, Roman Cieśliński, Paulina Kozłowska: <i>Wpływ struktury zarządzania i gospodarowania na funkcjonowanie wybranych rezerwatów przyrody</i>	39
Małgorzata Świątek: <i>Zmiany odpływów jednostkowych w nizinnej części Polski w latach 1961-2021</i> 40	
Przemysław Tomalski, Radosław Badowski: <i>Wyptywy wód podziemnych w zlewni górnej Drzewiczki</i> 41	
Grzegorz Wałek, Roman Suligowski: <i>Uwarunkowania termiczno-opadowe oraz hydrologiczne w obszarze Natura 2000 Puszcza Białowieska w kontekście postępującej zmiany klimatu</i>	42
Andrzej Wałęga, Jakub Wojkowski, Mariusz Sojka, Devendra Amatya, Dariusz Młyński, Sudhanshu Panda, Peter Caldwell: <i>Wykorzystanie wskaźnika NDVI do szacowania odpływu bezpośredniego ze zlewni przy użyciu modelu MSME</i>	43
Sabina Wójcik: <i>Przestrzenne zróżnicowanie hydrotopów Tatr Polskich i południowej części Podhala</i> . 44	
Dariusz Wrzesiński: <i>Reżim odpływu rzek w Polsce w warunkach ocieplenia klimatu</i>	45
Mateusz Zakrzewski: <i>Koncepcja zintegrowanej bazy hydrograficznej</i>	47
Klaudia Żaba, Jarosław Suchożebrski: <i>Zmiany użytkowania terenu a wielkość opadu efektywnego – na przykładzie Berlina, Pragi i Warszawy</i>	48
Mirosław Żelazny, Agnieszka Rutkowska, Marzena Osuch, Anna Bojarczuk, Anna Biernacka: <i>Antro-pogeniczne zmiany stosunków wodnych w zlewniach: Bystrej (Tatry) i górnej Noteci (Polska środkowa) na tle zasobów Polski</i>	50

Katarzyna Baran-Gurgul¹, Katarzyna Kołodziejczyk¹, Agnieszka Rutkowska²

¹Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Geoinżynierii i Gospodarki Wodnej

²Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Zastosowań Matematyki

Przestrzenne zróżnicowanie średniego minimalnego rocznego przepływu na obszarze Polski

Spatial variability of average annual and monthly minimum river flow in Poland

Słowa kluczowe: średni minimalny przepływ, zróżnicowanie przestrzenne, zróżnicowanie regionalne, Polska

Keywords: average minimal river flow, spatial variability, regional variability, Poland

Celem pracy jest ocena przestrzennego zróżnicowania średniego minimalnego rocznego przepływu SNQ , a także przepływu średniego minimalnego miesięcznego SNQ_m ($m = 1, 2, \dots, 12$) na obszarze Polski.

W pracy wykorzystano pozyskane z IMGW-PIB ciągi dobowych przepływów z okresu od 1.11.1990 do 31.10.2020 roku w 433 przekrojach wodowskazowych zlokalizowanych na obszarze Polski. Wyniki analiz przedstawiono na mapach na tle regionów fizycznogeograficznych (Pobrzeża, Pojezierza, Niziny, Wyżyny, Karpaty i Sudety). Do porównania średnich SNQ_m w każdym miesiącu, pomiędzy regionami fizycznogeograficznymi wykorzystano test Kruskala-Wallisa z poprawką Dunna/Bonferroniego, a do oceny siły zróżnicowania przestrzennego przepływów SNQ_m określono współczynnik korelacji Spearmana między SNQ_m i rzędną zera wodowskazu. Zweryfikowano także hipotezę o istotności tego współczynnika na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

W ciągu roku przepływy SNQ_m zmieniają się. Największe SNQ_m występują w marcu i kwietniu, a najmniejsze w lipcu i sierpniu. Niezależnie od miesiąca, zdecydowanie najmniejsze SNQ_m uzyskano dla rzek środkowej, nizinnej części Polski (niziny: Wielkopolska i Mazowiecka), a największe wystąpiły w górach (Karpaty, Sudety) i na Pobrzeżach. Nie obserwuje się statystycznej różnicy między SNQ_m na Pobrzeżach, w Karpatach oraz Sudetach, a przez większość miesięcy (z wyjątkiem stycznia i lutego) różnica między SNQ_m występującym na Pojezierzach i na obszarach nizinnych nie jest statystycznie istotna. Ze względu na stosunkowo duże przepływy na Pobrzeżach, średni niski przepływ w poszczególnych miesiącach nie jest silnie skorelowany z wysokością położenia zera wodowskazu [w m n.p.m.], chociaż korelacja ta jest dodatnia i istotna statystycznie; przy czym najsilniejsza korelacja występuje na terenach górskich. Wydaje się zatem, że na przestrzenny rozkład SNQ_m wpływają nie tylko warunki klimatyczne, ale także warunki hydrogeologiczne, klimatyczne oraz antropopresja.

Witold Bochenek, Sabina Wójcik

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Stacja Badawcza w Szymbarku

Współzależność występowania susz na obszarze beskidzko-pogórskim Karpat Zachodnich na przykładzie zlewni Bystrzanki w okresie intensywnych zmian klimatu na początku XXI wieku

Co-occurrence of droughts in the Beskid-foothill area of the Western Carpathians on the example of the Bystrzanka catchment during of intense climate change at the beginning of the 21st century

Słowa kluczowe: susza meteorologiczna, susza glebowa, susza hydrologiczna, zmiana klimatu, Karpaty Zachodnie

Keywords: meteorological drought, soil drought, hydrological drought, climate change, Western Carpathians

Głównym celem badań było określenie zmian natężenia zjawiska suszy w przebiegu rocznym (okresy 5-dniowe/pentady) i w przebiegu wieloletnim (30 lat; 1994-2023). Do realizacji tego celu zidentyfikowano różne rodzaje susz: atmosferyczną, glebową i hydrologiczną, z określeniem synchroniczności ich występowania. Założono, że najbardziej ekstremalnym zdarzeniem będzie równoczesne wystąpienie wszystkich wyróżnionych rodzajów suszy.

Badania zostały przeprowadzone w małej, pogórsko-beskidzkiej zlewni Bystrzanki (13 km²), położonej na granicy Beskidu Niskiego i Pogórza Karpackiego. Pomiary prowadzono w przekroju wodowskazowym zamykającym zlewnię (niżówki rzeczne) oraz na pobliskim stoku eksperymentalnym Stacji Badawczej IGiPZ PAN, gdzie wykonywano pomiary wysokości opadu (susze atmosferyczne) i poziomu wód gruntowych (susze glebowe). Jako kryterium niżówki atmosferycznej przyjęto 1/2 średniej sumy opadu w wieloleciu dla danej pentady, dla niżówki glebowej - wartość wskaźnika zagrożenia suszą $k_n < 0,1$, a dla niżówki rzecznej - średnią, obliczoną z sumy NSQ i SNQ. Okres badań podzielono na dwa, 15-letnie podokresy, w celu stwierdzenia kierunków zmian liczby i czasu trwania susz.

W wieloleciu 1994-2023 stwierdzono 824 pentady z suszą atmosferyczną, 712 pentad z suszą glebową i 1067 pentad z suszą hydrologiczną. W ciągu roku susze atmosferyczne występowały równomiernie w pentadach, częstość susz glebowych wzrastała od września do listopada, natomiast wzrost liczebności susz hydrologicznych obserwowano od lipca do października. W okresie badań susze atmosferyczne, mimo dużej liczebności, miały charakter krótkotrwały (maksymalnie 9 pentad), w odróżnieniu od susz hydrologicznych odznaczających się długim czasem trwania (maksymalnie 45 pentad). W badanym okresie wystąpiły 262 pentady, spełniające warunek równoczesnego wystąpienia wszystkich rodzajów susz. Najczęściej sytuację taką stwierdzano między 3. a 6. pentadą września, kiedy zanotowano 7-9 przypadków na 30 lat. W drugiej połowie okresu badań (2009-2023) liczba pentad spełniających omawiany warunek była o 32 większa w porównaniu z pierwszym podokresem.

Anna Bojarczuk

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Hydrologii

***Związek między chemizmem wód rzecznych a ekosystemem przykorytowym
w obszarach zurbanizowanych na przykładzie Niepołomic***

*The relationship between river water chemistry and the riparian ecosystem
in urbanized areas on the city of Niepołomice example*

Słowa kluczowe: jakość wód, biogeny, wskaźniki mikrobiologiczne, roślinność hydrofitowa
Keywords: water quality, biogenic ions, microbiological indicators, hydrophytic vegetations

Celem badań jest określenie wpływu obszarów zurbanizowanych na wody rzeczne oraz ocena znaczenia ekosystemów przykorytowych w poprawie jakości wód.

Badania prowadzono w zlewni Drwinki w 12 punktach pomiarowych w strefie przemysłowej i mieszkalno-usługowej Niepołomic. W terenie wykonywano pomiary natężenia przepływu, temperatury wody, przewodności, tlenu rozpuszczonego oraz pobierano próby wody do analiz chemicznych i mikrobiologicznych. Oznaczono stężenie 14 jonów (jony główne i związki biogenne) w pobranych próbach za pomocą chromatografii jonowej. Za pomocą analizatora Vario TOC Cube oznaczono zawartość węgla organicznego, nieorganicznego, całkowitego oraz azotu całkowitego w próbach wody. Wykonywano analizy mikrobiologiczne (*E. coli*, *E. faecalis*, *Staph. spp.*, bakterie azotowe, ogólna liczba bakterii) oraz badanie składu mikrobiomu w wodzie (NGS).

Głównym ogniskiem zanieczyszczenia wód rzeki są zrzuty ścieków z zakładów zlokalizowanych w strefie przemysłowej. Wyraża się to zwiększeniem mineralizacji wody rzecznej, głównie poprzez dostawę wysokich stężeń jonów Na i Cl. Dopływ zanieczyszczonych wód powodował wzrost przewodności i temperatury wody rzeki Drwinki. Stężenia związków biogennych w badanych próbkach były bardzo niskie (azot całkowity–1,76 mg/L, PO₄–poniżej limitu detekcji). W badanych próbach spośród związków węgla wyraźnie dominują formy nieorganiczne. Wskaźniki bakteriologiczne wskazują na silne zanieczyszczenie antropogeniczne wód. Wśród dominujących taksonów grzybowych znalazły się przede wszystkim patogeny roślinne, których ogniskiem mogła być roślinność korytowa i przykorytowa oraz gatunki typowe dla gleb. Wśród bakterii dominujące rodzaje i gatunki należą do grup funkcyjnych nityfikatorów, denityfikatorów oraz bakterii wiążących azot atmosferyczny. Przyczyną tak niskich stężeń azotu i fosforu w wodach rzecznych jest obecność w korycie rzeki gęstej roślinności hydrofitowej i bakterii odpowiadających za ich przemiany.

Tomasz Bryndał, Rafał Krocak

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Biologii i Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej

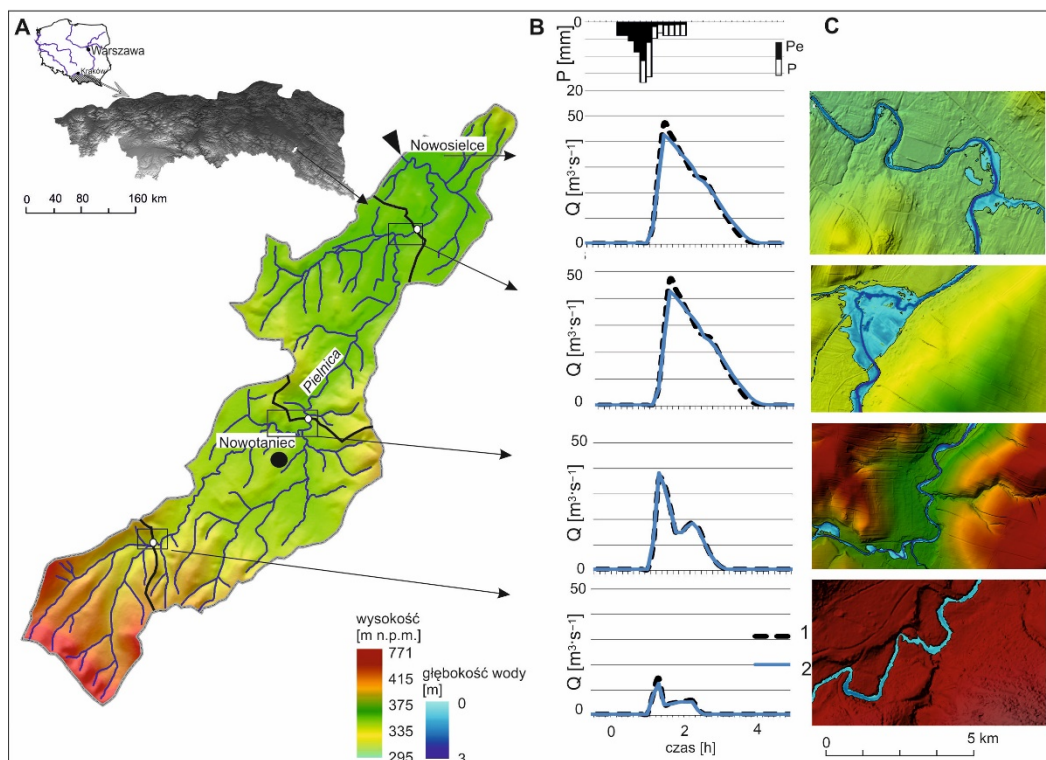
**Wpływ opadów nawaalnych na zmiany w systemie drenażu powierzchniowego
małej zlewni karpackiej; próba oceny skutków
hydrologicznych i gospodarczych**

*The influence of heavy rainfall on surface drainage network in a small
Carpathian catchment; an attempt to assess
the hydrological and economic consequences*

Słowa kluczowe: opady nawaalne, hydrogram, system drenażu, Karpaty

Keywords: heavy rainfall, hydrograph, surface drainage network, the Carpathians

Podczas opadów nawaalnych, naturalny system odwodnienia w zlewni ulega istotnym zmianom. Celem opracowania jest analiza zmian w systemie drenażu powierzchniowego (SDP) jaka zachodzi w zlewni podczas opadów nawaalnych oraz ocena na ile zmiany w SDP przekładają się na parametry fali wezbraniowej oraz zasięg strefy zagrożenia powodziowego.



Ryc. 1. Obszar badań (A), hydrogramy wezbrań (B) oraz zasięg strefy zagrożenia powodziowego (C).
Objaśnienia: 1 – hydrogram przepływu dla SDP podczas opadów nawaalnych (SDP-ON); 2 – hydrogram przepływu w warunkach normalnych (SDP-R)

Badaniem objęto zlewnie Pielnicy po przekrój w Nowosielcach (A-39.9 km², Ryc. 1). System drenażu (SDP) funkcjonujący podczas opadów nawaalnych, zrekonstruowano na podstawie NMT o roz-

dzielczości 0.5x0,5m, zgodnie z metodologią opracowaną przez autorów (2017). Porównano go z systemem rzeczny (BDOT10k), jaki funkcjonuje w przez większą część roku. Analiza hortonowska, pozwoliła na ocenę ilościowych zmian w poszczególnych ogniwach systemu hydrograficznego po intensywnych opadach i ich charakterystykę. Hydrologiczne skutki zmian w SDP oceniono przy użyciu modeli opad-odpływ (SCS-CN; GIUH), zakładając, że zmiany w parametrach R_B , R_L , R_A pozwolą ocenić w sposób pośredni wpływ zmodyfikowanego SPD na hydrogram wezbrania, wywołanego opadem deszczu o prawdopodobieństwie 1% i czasie trwania 2h. Pozwoliło to ocenić na ile zmiany w SPD i powodowane nimi zmiany w hydrogamie przepływu, mają wpływ na rozmiary strefy zagrożenia powodziowego.

Tab. 1. Parametry SDP podczas opadów nawalnych (SDP-ON) oraz w warunkach normalnych (SDP-R)

Rząd cieków (i)	Liczba cieków (n)		Średnia długość cieków (km)		Gęstość cieków ($\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$) *		Średnia powierzchnia Zlewni (km^2)	
	SDP-R	SDP-ON	SDP-R	SDP-ON	SDP-R	SDP-ON	SDP-R	SDP-ON
1	159	2425	0,34	0,11	3,1	10,9	0,112	0,010
2	43	536	1,01	0,17	3,4	13,9	0,612	0,057
3	9	131	2,6	0,39	2,7	10,3	3,527	0,271
4	3	36	5,4	0,59	2,5	12,5	11,705	1,033
5	1	7	15,1	2,36	2,1	10,4	39,765	5,541
6		2		1,11		14,6		19,470
7		1		10,26		13,4		39,704
	$R_B = 3,6$	$R_B = 3,8$	$R_L = 2,6$	$R_L = 3,2$	-	-	$R_A = 4,5$	$R_A = 4,2$
Średnia	-	-	-	-	2,9 **	11,4 **	-	-

R_B , R_L , R_A – hortonowskie wskaźniki bifurkacji, długości cieków oraz powierzchni zlewni

Objaśnienia: * - dla zlewni i-tego rzędu, ** - dla całej zlewni

Rekonstrukcja SDP jaki funkcjonuje podczas opadów nawalnych wykazała, że system ten charakteryzuje się znacznie większą gęstością w porównaniu do systemu rzeczny (11.4 vs 2.9 $\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$) i jak wykazała tzw. analiza hortonowska charakteryzuje się większymi możliwościami odprowadzenia wody ze stoku do dna doliny (Tabela 1). Zmiany w SDP, odzwierciedlone są w Q_{\max} , którego wzrost (2-7%), wywołał w zlewni Pielnicy, 5% wzrost zasięgu 1% strefy zagrożenia powodziowego (Ryc. 1). Podsumowując, można stwierdzić, że duże zmiany w SDP, okazały się mieć umiarkowany wpływ na hydrogram wezbrania i rozmiary strefy zagrożenia powodziowego, której zasięg jest uwzględniany w planowaniu przestrzennym i rodzi określone skutki gospodarcze w przestrzeni geograficznej.

Literatura

Krocak R., Bryndal T. 2017. Use of the digital terrain models for generation of surface drainage network, functioning during heavy rainfall. Methodological aspects, based on the Zalasówka catchment (Ciężkowickie Foothills). Przegląd Geogr. 89, 5–24.

Wiktorja Brzezińska¹, Dariusz Wrzeziński²

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,

²Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej

Przeptywy ekstremalne rzek Polski w warunkach ocieplenia klimatu *Extreme flows of Polish rivers under conditions of climate warming*

Słowa kluczowe: przeptywy maksymalne, przeptywy minimalne, zmiana klimatu

Keywords: maximum flows, minimum flows, climate change

Celem pracy jest ustalenie tendencji zmian maksymalnych i minimalnych dobowych przeptywów rzek w Polsce w latach 1951-2020 oraz wielkości tych zmian w warunkach ocieplenia klimatu. Badania objęły wielolecie 1951-2020 z podziałem na dwa podokresy 1951-1988 i 1988-2020, a rok 1988 uznano za umowny termin zmiany warunków termicznych.

Na podstawie dobowych wartości przeptywów określono ich maksymalne i minimalne wartości w każdym roku, sezonie i miesiącu badanego wielolecia. Dane hydrologiczne pochodziły ze 148 stacji wodowskazowych zlokalizowanych na 97 rzekach w Polsce. Do obliczenia trendów przeptywów zastosowano test Manna Kendalla. Natomiast do określenia istotności statystycznej zmian przeptywów w okresie ocieplenia po 1988 roku zastosowano test istotności różnic.

Maksymalne dobowe przeptywy badanych rzek w latach 1951-2020 charakteryzowały się dominacją trendów malejących (>85% przekrojów wodowskazowych) zlokalizowanych głównie na rzekach w centralnej i wschodniej Polsce, z czego 40% tych trendów było statystycznie istotnych ($p < 0,05$). Natomiast najniższe przeptywy polskich rzek w przypadku ponad połowy badanych wodowskazów (>58%) wykazały rosnące trendy, z czego ponad 27% stanowiło trendy istotne statystycznie ($p < 0,05$).

Dobowe przeptywy maksymalne we wszystkich czterech porach roku wykazały dominację trendów malejących, najczęściej (87% profili) w sezonie wiosennym głównie na rzekach w centralnej i północno-wschodniej części kraju oraz letnim (77% profili), a trendy istotne statystycznie ($p < 0,05$) stanowiły odpowiednio ponad 37% i ponad 22%. Wzrost maksymalnych dobowych przeptywów najczęściej obserwowany był na rzekach południowej Polski w sezonie jesiennym (IX-X) i północno-wschodniej Polski w sezonie zimowym (I-II). Natomiast minimalne przeptywy dobowe większości badanych rzek wykazały wyraźne tendencje rosnące w sezonie zimowym (>80% profili wodowskazowych) oraz letnim (>90% profili wodowskazowych), a trendy istotne statystycznie ($p < 0,05$) stanowiły odpowiednio ponad 37% i ponad 58%. Malejące tendencje minimalnych przeptywów miesięcznych rzek głównie w centralnej Polsce stwierdzono od kwietnia do października.

Badania wykazały, że w okresie ocieplenia po roku 1988 przeptywy maksymalne zmniejszyły się na większości rzek we wszystkich sezonach z wyjątkiem zimy. W sezonie letnim, głównie w sierpniu (93% profili), zmniejszenie przeptywów maksymalnych na rzekach w centralnej Polsce było największe, nawet o ponad 50%, a istotne statystycznie zmiany dotyczyły prawie 30% wodowskazów. W przypadku minimalnych przeptywów największe zmiany zaobserwowano zimą i latem. W sezonie letnim w przypadku 79% profili przeptywy zmniejszyły się, głównie na rzekach w centralnej i zachod-

***Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024***

niej Polski. W 33% badanych przekrojów zaobserwowane zmiany były istotne statystycznie. Natomiast zimą przepływy minimalne w ponad 60% badanych rzek wzrosły, w 16% istotnie statystycznie. Największe zmiany niskich przepływów, wzrost o 20-80%, zaobserwowano na rzekach we wschodniej części kraju w lutym i marcu. W miesiącach tych istotny statystycznie wzrost przepływów stwierdzono w 30% badanych przekrojów. Wpływ ocieplenia klimatu na strukturę czasową przepływów ekstremalnych zarówno w ujęciu rocznym, jak i sezonowym i miesięcznym jest przestrzennie zróżnicowany. Przepływy maksymalne głównie rzek centralnej i zachodniej części kraju w sezonie wiosennym i letnim zmniejszyły się, a wzrosły w części wschodniej. Natomiast przepływy minimalne większości badanych rzek wzrosły w okresie zimowo-wiosennym (I-III), a zmniejszyły się, z wyjątkiem niektórych rzek Przymorza i rzek w południowo-wschodniej części kraju, w pozostałych miesiącach roku.

Łukasz Chabudziński¹, Bartłomiej Kotyra²

¹Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

²Instytut Informatyki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

***Nowe podejście w procesie generowania systemu drenażu powierzchniowego
na podstawie NMT***

*A new approach in the procedure of generating a surface drainage
system using DTM*

Słowa kluczowe: GIS, zlewnia, koryto, dane przestrzenne, Wieprz

Keywords: GIS, catchment, riverbed, spatial data, Wieprz river

Od dekad oprogramowanie GIS powszechnie stosuje się w analizach hydrologicznych, przy czym najczęściej jako dane wejściowe wykorzystuje się Numeryczny Model Terenu (NMT). Pierwszym, kluczowym etapem, którego wyniki decydują o wartościach kolejnych parametrów jest wypełnienie NMT. Proces ten najczęściej wykonuje się na surowych danych rastrowych, które często zawierają artefakty oraz błędnie sklasyfikowane obiekty znajdujące się na powierzchni terenu. W konsekwencji wyznaczone elementy sieci drenażu mogą być błędne i różnić się od tych, które faktycznie decydują o tym procesie. Niniejsze opracowanie stanowi próbę modyfikacji powszechnie stosowanej procedury „wypalania” cieków w NMT.

Za obszar badań przyjęto zlewnię Wieprza, w której oprócz naturalnych cieków lokalnie występuje gęsta sieć rowów melioracyjnych i kanałów. Jako dane referencyjne przyjęto Mapę Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano dane rastrowe pochodzące z różnych źródeł i o zróżnicowanej rozdzielczości. Każdy zestaw tych danych poddano modyfikacjom wykorzystując m. in. ogólnodostępną bazę BDOT10k, a następnie wyznaczono zlewnie cząstkowe korzystając z tych samych narzędzi i procedur GIS.

W proponowanym podejściu „wypalanie” cieków nie polega na typowym obniżeniu rzędnych koryt, tylko na dopasowaniu ich wartości do ustalonego stanu wody przy zachowaniu rzeczywistego nachylenia zwierciadła wody.

W celu zwiększenia dokładności odwzorowania sieci drenażu proponuje się także uwzględnienie innych elementów reprezentujących naturalne i antropogeniczne obiekty znajdujące się na powierzchni terenu, które mogą być kluczowe w formowaniu się odpływu oraz koncentracji wody w korytach i zbiornikach. Uzyskane wyniki dla badanej zlewni Wieprza pokazały także dysproporcje, jakie występują w przypadku uwzględniania różnych obiektów modyfikujących naturalny układ rzeczny w jego zlewniach cząstkowych.

Izabela Chlost, Joanna Fac-Beneda

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Katedra Hydrologii, Pracownia Hydrologii

Rola bobrów (*Castor fiber*) w tworzeniu małej retencji

*The role of beavers (*Castor fiber*) in creating small retention areas*

Słowa kluczowe: bobry, mała retencja, podtopienia, mikroziorniki, drzewostan

Keywords: beavers, small retention, flooding, micro tanks, forests

Celem opracowania jest określenie oddziaływania bobrów (*Castor fiber*) na środowisko przyrodnicze, a zwłaszcza ich rolę w tworzeniu małej retencji.

Badaniami objęto obszar administrowany przez Regionalną Dyрекcyję Lasów Państwowych (RDLP) w Olsztynie podzielony na 33 nadleśnictwa. Dane wyjściowe uzyskano z ww. instytucji dla wielolecia 2001-2022. Dla tego okresu przeanalizowano zmiany populacji bobra oraz dokonano oceny zmian w obszarach leśnych i użytkach zielonych poczynionych przez te zwierzęta. Skupiono się przede wszystkim na zmianach powierzchni terenów podtopionych spowodowanych budową przegród i podpiętrzeń oraz na oszacowaniu ilości zretencjonowanej w ten sposób wody. Określono także negatywne skutki życia bobrów i ich wpływ na straty w drzewostanie w wyniku zgrzania drzew.

Już w latach 90. ubiegłego wieku Lasy Państwowe realizowały przedsięwzięcia zmierzające do poprawy stosunków wodnych w lasach, zwiększenia zasobności wodnej siedlisk i poprawy retencyjności zdegradowanych ekosystemów wodno-błotnych. Jednak dopiero wdrożenie programów małej retencji w 2006 r. na mocy unijnej Ramowej Dyrektywy Wodnej przyspieszyły proces urzeczywistnienia inwestycji w tym zakresie. Celem programów było systematyczne zwiększanie możliwości retencjonowania wód i łagodzenia skutków suszy, a przez to uzyskanie korzystnego wpływu na bilans wodny zlewni rzecznych. W podjętym działaniu może pomóc naturalny sprzymierzeniec – bóbr europejski (*Castor fiber*). Jego odradzająca się populacja, zwłaszcza w Polsce północno-wschodniej okazała się kluczowa w realizacji tego zadania.

Interpretacja pozyskanych danych wykazała systematyczny wzrost liczby stanowisk bobrów, które koncentrują się w czterech nadleśnictwach: Bartoszyce, Górowo Iławeckie, Srokowo i Zaporowo. Liczba stanowisk przekraczała 120, a w skrajnych przypadkach ponad 400. Wśród podtopionych form użytkowania terenu dominują powierzchnie leśne. Powierzchnia podtopień jest zmienna w czasie i w przestrzeni i waha się od 0 ha do ponad 1000 ha. Przy założeniu, że średnia głębokość powstałych mikroziorników wynosi 0,3 m, objętość zretencjonowanej wody na badanym obszarze szacowana jest na 2,5-13 mln m³. Największą łączną powierzchnię obszarów podtopionych i największy wskaźnik retencji występuje w nadleśnictwie Górowo Iławeckie. Budowle tworzone przez bobry przyczyniają się także do destrukcji drzewostanów. Straty te sięgają nawet ponad 40 tys. m³ drewna.

**Stanisław Chmiel, Zdzisław Michalczyk, Joanna Sposób, Mariusz Pliźga,
Krzysztof Stępniewski, Beata Zielińska**

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Katedra Hydrologii i Klimatologii

***Odływ wód opadowych i roztopowych z Lublina w kontekście
opłaty za „deszczówkę”***

*Outflow of rainwater and snowmelt from the Lublin city
in the context of the "rainwater" tax*

Słowa kluczowe: obszary zurbanizowane, wody opadowe, metodyka obliczeń odpływu

Keywords: urbanized areas, rainwater, outflow, runoff calculation methodology

Celem opracowania jest porównanie metod obliczania odpływu wód opadowych z obszaru zurbanizowanego i wynikającej z tego wysokości „opłaty zmiennej za deszczówkę” wg prawodawstwa polskiego.

Analizę odpływu wód opadowych z obszaru zurbanizowanego przeprowadzono na przykładzie Lublina. W pracy porównano wyniki obliczeń bazujące na metodach/modelach typu opad-odpływ z rzeczywistymi danymi pomiarowymi uzyskanymi z sieci monitoringu hydrologicznego kanałów burzowych i rzek w Lublinie, prowadzonego przez Katedrę Hydrologii i Klimatologii UMCS.

W Prawie wodnym (2017) zostały wprowadzone trzy opłaty za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do wód powierzchniowych z granic administracyjnych miast. Opłata stała związana z pozwoleniem wodnoprawnym, opłata za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej oraz opłata zmienna zależna od rzeczywistej ilości odprowadzonych wód. Analiza wyników odpływu wód opadowych, bazująca na porównaniu wyników z modeli opad-odpływ z wynikami monitoringu hydrologicznego, wykazała duże różnice w obliczeniach objętości wody, wynoszące od kilkunastu do kilkudziesięciu procent. Wyniki badań wskazują na pilną potrzebę weryfikacji i standaryzacji sposobu obliczania spływu powierzchniowego z miast w kontekście wprowadzenia opłat za „deszczówkę”.

Michał Depczyński¹, Alicja Śniadach², Paulina Kozłowska¹

¹Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody,
Naukowe Studenckie Koło Botaniczne „Ziolo”

²Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Pracownia GIS

Wpływ struktury zarządzania rezerwatami przyrody na zachowanie siedlisk długosza królewskiego (*Osmunda regalis* L.)

*The impact of nature reserve management structure on the conservation of
royal fern (*Osmunda regalis* L.) habitats*

Słowa kluczowe: *Osmunda regalis*, stosunki wodne, ochrona gatunkowa

Keywords: *Osmunda regalis*, water relations, species conservation

Długosz królewski (*Osmunda regalis* L.) został umieszczony na czerwonej liście roślin i grzybów Polski w grupie gatunków narażonych na wyginięcie (VU). Badane są populacje tej paproci w dwóch rezerwach przyrody: Długosz Królewski w Łęczynie i Długosz Królewski w Wierzchucinie. Roślina ta wymaga specyficznych warunków hydrologicznych związanych ze stałym wysokim wysyceniem podłoża wodą. Oba rezerваты różnią się sposobami zarządzania i gospodarowania co może mieć istotny wpływ na stosunki wodne w podłożu i na stan zachowania siedlisk tej rośliny. Celem opracowania jest porównanie obydwu stanowisk pod kątem oceny efektywności działań ochronnych.

W obu rezerwach prowadzone są badania terenowe obejmujące zdjęcia fitosocjologiczne oraz analizy siedliskowe, w szczególności hydrologiczne. W wybranych punktach rezerwatów przeprowadza się pomiary odczynu i przewodnictwa elektrolitycznego wody. Badania będą prowadzone w charakterze długofalowego monitoringu i oczekuje się, że ich wyniki będą skutkować głębszym zrozumieniem wpływu działań zarządczych na funkcjonowanie wskazanych obszarów. Wyniki zostaną porównane oraz odniesione do danych historycznych a ich zestawienie posłuży ocenie efektywności działań ochronnych jak i samego zarządzania rezerwatami.

Obecnie realizowane badania znajdują się w fazie analizy literatury dotyczącej wymienionych wyżej rezerwatów przyrody oraz na wczesnym etapie prac terenowych. Informacje dotyczące rezerwatów oraz implementowanych w nich działań ochronnych cechują się zróżnicowaną jakością, co może utrudniać dokładną dyferencjację pomiędzy poszczególnymi obszarami oraz ocenę ich stanu. Według dostępnych danych populacja *O. regalis* w rezerwacie w Łęczynie wykazuje tendencję wzrostową pod względem liczebności, przy czym większość osobników prezentuje satysfakcjonującą kondycję życiową, a wprowadzenie działań ochronnych przyniosło oczekiwane rezultaty. Natomiast rezerwat w Wierzchucinie nie posiada obowiązującego planu ochrony, a na jego terenie nie są prowadzone działania ochronne co może mieć odbicie w kondycji siedlisk chronionego gatunku. Planowane badania terenowe, przewidziane na okres maksymalnej aktywności wegetacyjnej *O. regalis*, mają potencjał do wyjaśnienia istniejących niepewności. Jest to kluczowe dla opracowania bardziej efektywnych strategii ochrony przyrody i zarządzania tymi obszarami. Ponadto, wyniki te staną się fundamentem dla przyszłych badań dotyczących zmian w składzie flory wymienionych rezerwatów.

Maksymilian Fuks

Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Zakład Badań Geośrodowiska

Wpływ funkcjonowania zbiorników zaporowych na występowanie pokrywy lodowej na rzekach karpackich

Influence of the operation of dam reservoirs on the occurrence of ice cover on Carpathian rivers

Słowa kluczowe: zbiorniki zaporowe, pokrywa lodowa rzek, regresja logistyczna, zobrażenia radarowe, Karpaty

Keywords: Dam reservoirs, river ice cover, logistic regression, synthetic aperture radar (SAR), Carpathians

Głównym celem przeprowadzonych badań jest określenie wpływu dwóch dużych zbiorników zaporowych na pokrywę lodową rzek poniżej ich lokalizacji na podstawie długich serii obserwacyjnych oraz zobrażeń radarowych (SAR). Celami szczegółowymi są: (1) opracowanie i przedstawienie metody umożliwiającej oszacowanie wpływu zbiorników zaporowych na występowanie pokrywy lodowej na podstawie danych pomiarowych z przekrojów wodowskazowych, (2) oszacowanie zasięgu ich wpływu na podstawie satelitarnych zobrażeń radarowych (SAR) oraz ocena możliwości wykorzystania danych radarowych z satelity Sentinel-1 do określania zasięgu oddziaływania zbiornika na pokrywę lodową rzek tego typu. Zasadnicza hipoteza testowana w artykule zakłada, że zbiorniki zaporowe, w skali lokalnej i regionalnej, mają większy wpływ na przekształcenia w występowaniu pokrywy lodowej rzek niż zmiany klimatyczne.

Badania przeprowadzono w oparciu o dwa zespoły zbiorników zaporowych zlokalizowanych na obszarze Zewnętrznych Karpat Zachodnich (Solina–Myczkowce) oraz Centralnych Karpat Zachodnich (Czorsztyn – Sromowce). W celu oszacowania wpływu zbiorników zaporowych na pokrywę lodową rzek wykorzystano dane o dziennym występowaniu pokrywy lodowej w okresie 1950-2020 w ośmiu przekrojach wodowskazowych. Dodatkowo pozyskano dane dotyczące przebiegu średniej dobowej temperatury powietrza na stacjach klimatologicznych zlokalizowanych w zlewniach badanych rzek. Dane pozyskano z Roczników hydrograficznych oraz roczników hydrologicznych wód powierzchniowych Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego (PIHM) oraz internetowej bazy danych Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW-PIB). Pozyskane dane dotyczące temperatury powietrza zbadano pod względem występowania trendów, zarówno dla całego okresu zimowego jak i dla poszczególnych miesięcy. Do analizy danych o pokrywie lodowej zastosowano model regresji logistycznej, pozwalający oszacować na ile funkcjonowanie zbiorników przyczyniło się do obserwowanego spadku częstości występowania pokrywy lodowej. W celu oszacowania przestrzennego zasięgu wpływu zbiorników na pokrywę lodową rzek wykorzystano zobrażenia radarowe z satelity Sentinel-1.

Badania wykazały, że zbiorniki zaporowe, w skali lokalnej (pojedyncza rzeka) odgrywają większą rolę w obserwowanym spadku częstości występowania pokrywy lodowej badanych rzek niż zmiany klimatu przejawiające się wzrostem średniej temperatury powietrza w okresie zimowym. Spadek

***Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024***

częstości występowania pokrywy lodowej na skutek funkcjonowania zbiorników zaporowych może przekraczać 80% na odcinkach rzek bezpośrednio poniżej ich lokalizacji i maleje wraz ze wzrostem odległości od zbiornika. Zasięg odcinków rzek poniżej badanych zbiorników, na którym całkowita pokrywa lodowa nie tworzy się oszacowano na 60 km w przypadku Dunajca (zbiornik zaporowy Czorsztyń-Sromowce) oraz 26 km w przypadku Sanu (zbiornik zaporowy Solina-Myczkowce).

Renata Graf¹, Lech Kaczmarek², Mariusz Pełechaty³, Rafał Kurczewski⁴

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej,

²Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Laboratorium Biologicznych Informacji Przestrzennych,

³Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Zakład Hydrobiologii,

⁴Wielkopolski Park Narodowy

Okresy niskich stanów wód podziemnych na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego - zdarzenia epizodyczne czy długoterminowe?

Periods of low groundwater levels in the Wielkopolski National Park – episodic or long-term events?

Słowa kluczowe: niedobór wód podziemnych, percentyle, czas trwania, monitoring piezometryczny, park narodowy

Keywords: groundwater deficiency, percentiles, duration, piezometric monitoring, national park

Celem opracowania była identyfikacja okresów, w których zwierciadło wód podziemnych znajdowało się poniżej przyjętych, progowych wartości, odpowiadających percentylom rozkładu 50% i 10%. Określono częstotliwość i czas trwania zdarzeń odpowiadających stanom poniżej mediany ($H_{50\%}$) i wartości $H_{10\%}$, które mogą stanowić podstawę oceny niedoboru zasobów wodnych.

Badania przeprowadzono na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego (WPN), wykorzystując bazę danych wód podziemnych z lat 2016-2021 dla 9 piezometrów działających w ramach lokalnego monitoringu hydrometeorologicznego parku. Pomiar zwierciadła wód podziemnych w piezometrach wykonywane są automatycznie w odstępach 12-godzinnych przy użyciu rejestratorów wentylowanych. Zestaw statystyk, opisujących cechy zdarzeń dla ustalonych wartości prawdopodobieństwa obliczono wykorzystując funkcje „*hydrostats*” i „*low-level spell*”, które wbudowane są w pakiet programu R (*R package version 0.2.9*; Bond, 2022).

W latach 2016–2021 częstotliwość nieprzerwanych okresów (liczba zdarzeń) z położeniem zwierciadła wód podziemnych w WPN, spełniających wyznaczone kryteria, wyniosła w ciągu roku 2-5,6 razy dla progu $H_{50\%}$ oraz 0,4-3,6 dla progu $H_{10\%}$. Średni czas trwania zdarzeń dla $H_{50\%}$ określono na 40-140 dni, przy maksymalnym czasie wynoszącym 270-1077 dni, natomiast dla $H_{10\%}$ na około 12-110 dni, przy maksymalnym czasie wynoszącym 86-180 dni. Relatywnie długie okresy utrzymywania się niskich stanów wód podziemnych w badanym wieloleciu zarejestrowano w piezometrach zlokalizowanych w zlewni strugi Trzebawki (dopływu Samicy Sęszewskiej) i w bezodpływowej zlewni Jeziora Budzyńskiego. Zaobserwowano zróżnicowanie czasu trwania analizowanych zdarzeń w seriach pomiarowych poziomu wód gruntowych i poziomu międzyglinowego górnego. W tym ostatnim zanotowano większą synchroniczność wahań zwierciadła wód. Różnice te były efektem różnych warunków zasilania i reakcji wód podziemnych na niedobór opadów oraz wynikiem oddziaływania stref drenażu. Większość okresów z przekroczeniem progu $H_{50\%}$ wystąpiło po 2019 roku, natomiast wzrost częstości zdarzeń dla wartości progowych $H_{10\%}$ zwierciadła wód podziemnych zaobserwowano od 2021 roku. Coraz częstsze i dłuższe okresy występowania w WPN zwierciadła wód podziemnych poniżej progu $H_{10\%}$ mogą niekorzystnie wpływać na utrzymanie dobrej kondycji ekosystemów zależnych od wód podziemnych.

Literatura

Bond N. 2022. *Hydrostats: Hydrologic Indices for Daily Time Series Data*. R package version 0.2.9.

Katarzyna Kołodziejczyk¹, Agnieszka Rutkowska², Dorota Matuszko³

¹Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Geoinżynierii i Gospodarki Wodnej

²Uniwersytet Rolniczy, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Zastosowań Matematyki

³Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Klimatologii

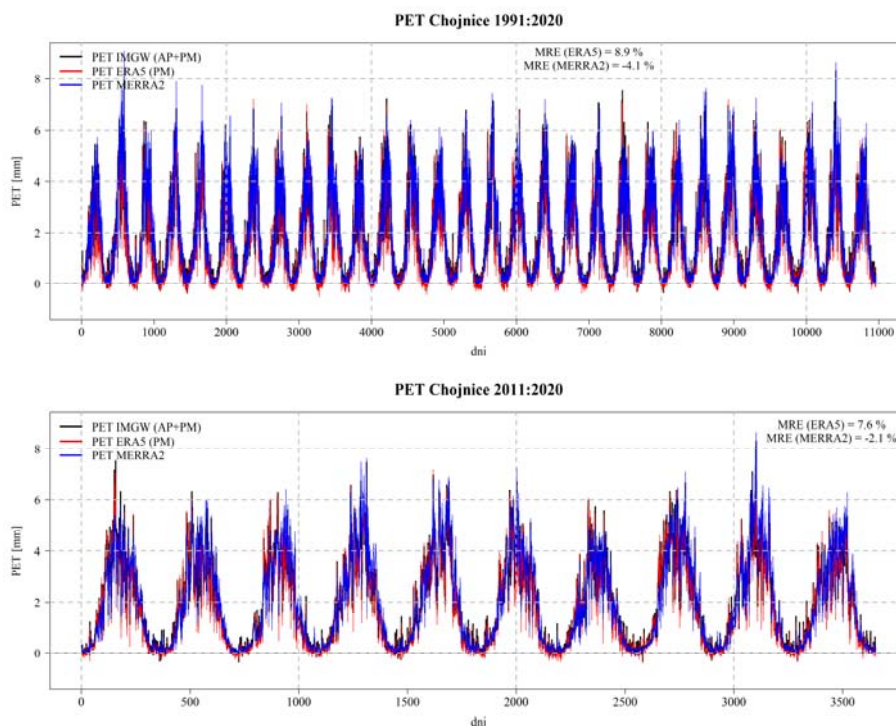
Ocena przydatności danych satelitarnych i danych pochodzących z reanalizy Era5 do estymacji ewapotranspiracji potencjalnej (PET) dla wybranych stacji na terenie Polski

Assessment of suitability of satellite data and data from Era5 reanalysis for estimation of potential evapotranspiration (PET) in selected stations in Poland

Słowa kluczowe: ewapotranspiracja potencjalna, promieniowanie słoneczne, usłonecznienie, dane satelitarne

Keywords: potential evapotranspiration, solar radiation, sunshine duration, satellite-based datasets

Ewapotranspiracja potencjalna (*PET*) jest podstawowym składnikiem równania bilansu wodnego. Jedną z metod służących do jej szacowania jest metoda Penmana-Monteitha, w której jedną ze zmiennych jest natężenie promieniowania słonecznego. Wartości promieniowania na stacjach synoptycznych są mierzone rzadko, można je jednak obliczyć na podstawie dobowej sumy usłonecznienia. Alternatywą jest także zastosowanie danych wykorzystujących zobrazenia satelitarne. Celem niniejszego opracowania jest ocena przydatności takich danych do estymacji *PET*.



Ryc. 1. Przykładowe porównanie *PET* obliczonej na podstawie wartości usłonecznienia IMGW oraz *PET* estymowanej na podstawie reanalizy ERA5 i MERRA2.

**Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024**

Ewapotranspiracja potencjalna *PET* oszacowana została dla trzech stacji: Chojnice, Łódź-Lublinek i Kraków przy użyciu danych orograficznych i meteorologicznych, w tym informacji o usłonecznieniu pochodzących z baz IMGW-PIB oraz Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego dotyczących okresów: 2011-2020 (10 lat) oraz 1991-2020 (30 lat). Wartości te uznano za referencyjne. Następnie do estymacji *PET* wykorzystano dane oparte na zobrażeniach satelitarnych i dokonano oceny ich przydatności poprzez porównanie z wartościami referencyjnymi.

Dane pochodzące z pomiarów satelitarnych mogą stanowić wiarygodne źródło danych do szacowania *PET* (rys.1). Jakość estymacji zależy od wybranego okresu. Wartości błędów MRE oraz RMSE świadczą o dobrej dokładności modeli. W skali roku występuje silna, istotna statystycznie korelacja liniowa pomiędzy wartościami referencyjnymi *PET* a wartościami estymowanymi (dla Chojnic współczynnik korelacji Pearsona $r > 0.8$), co świadczy o dobrym dopasowaniu modeli do wartości referencyjnych.

Malwina Kozek-Połomska¹, Edmund Tomaszewski^{1, 2}

¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Instytut Klimatologii i Hydrologii, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej

²Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Łódzki

Regionalne zróżnicowanie struktury niżówek rzecznych w Polsce
Regional variability of river low-flows in Poland

Słowa kluczowe: susza hydrologiczna, zmiany wieloletnie, zmiany sezonowe, trendy, niedobory odpływu

Keywords: hydrological drought, multiannual changes, seasonal changes, trends, streamflow deficits

Celem opracowania jest identyfikacja oraz ocena wieloletniej i sezonowej zmienności niżówek rzecznych, a także ich uwarunkowań w pięciu, które ze względu na wielkość i położenie odzwierciedlają wiodące cechy regionów fizycznogeograficznych, w których się znajdują.

Do badań wytypowano 92 przekroje wodowskazowe, posiadające serie przepływów dobowych z okresu 1989-2018. Dane zaczerpnięto z bazy IMGW-PIB. Niżówki zidentyfikowano w oparciu o stały w wieloleciu przepływ graniczny, odpowiadający 70. percentylowi z krzywej czasów trwania przepływu wraz z wyższymi. Ocenie poddano wieloletnią i sezonową zmienność czasów trwania niżówek oraz niedoborów odpływu niżówkowego, a także ich miar pochodnych.

Przeprowadzone analizy wykazały związek rozkładu opadów i struktury bilansu wodnego z przeciętnym czasem trwania niżówek oraz liczbą zidentyfikowanych epizodów. Wskazano na specyficzne cechy zlewni determinujące rozwój przepływów niżówkowych. Wynikały one przede wszystkim z cech struktury hydrogeologicznej zlewni, wielkości i położenia jezior przepływowych oraz cyklu wegetacyjnego, determinującego proces ewapotranspiracji. Zwrócono uwagę na kształtowanie sezonowych cech niżówek rzecznych, zarówno w aspekcie ich genezy, jak i dynamiki rozwoju. Zidentyfikowano główne czynniki antropogeniczne, oddziałujące na przebieg przepływów niżówkowych w skali całych badanych zlewni. Należała do nich gospodarka wodna związana z wydobyciem węgla oraz zrzutami wód komunalnych z aglomeracji miejskich. Wykazano także brak istotnych statystycznie trendów liniowych w wieloletnim przebiegu czasów trwania niżówek rzecznych.

Katarzyna Kubiak-Wójcicka

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Katedra
Hydrologii i Gospodarki Wodnej

Susze hydrologiczne na Wiśle w latach 1953-2022
Hydrological droughts on the Vistula River in 1953-2022

Słowa kluczowe: susza hydrologiczna, standaryzowany wskaźnik przepływu, Wisła
Keywords: hydrological drought, standardized runoff index, Vistula

Celem pracy jest ocena czasowej i przestrzennej zmienności suszy hydrologicznej na Wiśle w latach 1953-2022.

Analizę przeprowadzono dla wybranych posterunków hydrologicznych położonych wzdłuż biegu Wisły. Okres badań obejmował lata hydrologiczne 1953-2022. Dla tego okresu przeanalizowano średnie i niskie przepływy w przedziałach miesięcznym i rocznym. Na podstawie średnich miesięcznych przepływów wyznaczono susze hydrologiczne przy pomocy standaryzowanego wskaźnika przepływów (SRI), który obliczono stosując różne okresy kumulacji: 1, 3, 6, 9 i 12 miesięcy. Na podstawie wskaźnika SRI scharakteryzowano przebieg susz hydrologicznych, ich czas trwania i intensywność. Wyznaczono trendy wskaźnika SRI w ujęciu rocznym i dla poszczególnych miesięcy.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że susze hydrologiczne w krótkich okresach kumulowania (1 i 3 miesiące) charakteryzują się dużą częstotliwością występowania, krótkim czasem trwania pojedynczej suszy oraz dużą surowością. Analiza przeprowadzona w dłuższych okresach kumulowania (6, 9 i 12 miesięcy) wskazuje na relatywnie małą częstotliwość i surowość susz hydrologicznych oraz dłuższy czas trwania pojedynczego zjawiska.

Iwona Kuptel-Markiewicz

Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, Zakład Hydrologii i Hydrodynamiki

***Zmienność skrajnych warunków opadowych w dorzeczu górnej Wisły
i ich związek z warunkami hydrologicznymi***

*Variability of extreme precipitation conditions in the Upper Vistula basin and
their relationship with hydrological conditions*

Słowa kluczowe: opady sezonowe, opady dobowe, trend, krzywa „wielkość – czas trwania – częstość”, rozkład wartości ekstremalnych

Keywords: seasonal precipitation, daily precipitation, trend, depth–duration–frequency curve, extreme values distribution

Dorzecze górnej Wisły charakteryzuje się dużym potencjałem powodziowym w półroczu ciepłym, od maja do października, w związku z intensywnymi opadami deszczu. Celem badań była analiza istotnych z punktu widzenia gospodarki wodnej skrajnych warunków opadowych. W pracy zbadano między innymi zmienność serii rocznej liczby dni bez opadu oraz rocznej liczby dni z opadem bardzo silnym. Ponadto zbadano zmienność serii rocznych opadów maksymalnych dla okresów trwania 1, 3 oraz 5 dni, a także zaproponowano nowe podejście do wyznaczenia zależności DDF (Depth–Duration–Frequency), tj. „wielkość – czas trwania – częstość”, dla maksymalnych opadów. Dotychczas zależność DDF nie była stosowana dla dorzecza górnej Wisły.

Podstawę badań stanowiły dobowe sumy opadów atmosferycznych półrocza ciepłego (maj – październik) z okresu 1951-2018 dla 11 stacji meteorologicznych z zachodniej części dorzecza górnej Wisły. Do oceny zmienności analizowanych serii danych zastosowano test Manna-Kendalla na wykrycie trendu oraz test Pettitta na wykrycie punktu skokowej zmiany. Nowe podejście do wyznaczenia zależności DDF dotyczyło wyboru rozkładu prawdopodobieństwa najlepiej pasującego do poszczególnych serii danych, zamiast powszechnej praktyki zastosowania jednego ustalonego rozkładu dla wszystkich stacji pomiarowych w regionie.

Dla wszystkich stacji wykazano stacjonarność serii opadów maksymalnych półrocza ciepłego, co pozwala wnioskować, iż nie wzrasta ryzyko powodzi opadowych ze względu na nasilenie się ekstremalnych opadów. Nowe podejście zwiększa dokładność zależności DDF dla poszczególnych stacji, jednak wybór podejścia zależy od celu badań. Tradycyjnie stosowany rozkład Gumbela okazał się słabo dopasowany. Rozkład GEV wypadł najlepiej, jednak jego przewaga nad innymi rozkładami nie była znacząca.

**Maksym Łaszewski¹, Patrycja Kowalczyk², Wiktoria Malinowska²,
Weronika Skorupa², Aleksandra Sobkowicz², Krzysztof Stępniewski²,
Klaudia Żaba²**

¹Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Katedra Geografii Fizycznej

²Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

Cechy fizyczno-chemiczne wód źródeł okolic Nowego Miasta nad Pilicą
Physico-chemical properties of spring water near Nowe Miasto nad Pilicą

Słowa kluczowe: źródła, skład chemiczny, wydajność, antropopresja, Nowe Miasto nad Pilicą

Keywords: springs, chemical composition, discharge, anthropogenic impact, Nowe Miasto nad Pilicą city

Źródła należą do wyjątkowych obiektów hydrograficznych z uwagi na dużą różnorodność ich cech hydrologicznych i hydrochemicznych, jak również mnogość funkcji, jakie pełnią w kontekście przyrodniczym, gospodarczym i kulturowym. Obszar Nizin Środkowopolskich jest pod względem krenologicznym w dalszym ciągu słabo rozpoznany. Między innymi dlatego podjęto badania cech fizyczno-chemicznych wód źródeł, występujących w okolicach Nowego Miasta nad Pilicą, w którym w latach 1874-1914 funkcjonował Zakład Przyrodolecznicy.

Monitoring wydajności i cech fizyczno-chemicznych wód obejmował dziewięć źródeł descensyjnych, drenujących porowe utwory czwartorzędowe i położonych w obrębie skarpy erozyjnej Pilicy na odcinku od Łęgonic do Woli Pobiedzińskiej. Raz w miesiącu od listopada 2022 do października 2023 r. mierzono wydajność wypływów, temperaturę, przewodnictwo elektrolityczne właściwe i odczyn ich wód, jak również oznaczano stężenie azotanów. Dwukrotnie w ciągu badanego okresu (w lutym i sierpniu) określono skład chemiczny wód źródeł w zakresie makroelementów, natomiast w sierpniu oznaczono dodatkowo stężenia wybranych mikroelementów

Wydajność rozpoznanych źródeł mieściła się głównie w VI klasie wg. Meinzera i odznaczała się stabilnością w czasie. Pod względem mineralizacji wody źródeł można zaliczyć do słodkich oraz akra-topogów o typie hydrochemicznym $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ i $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$. Wykazano istotne zróżnicowanie przestrzenne cech fizyczno-chemicznych wód źródeł, będące efektem oddziaływań antropogenicznych oraz względnie dobrej izolacji krążenia wody w poziomach wodonośnych. W źródłach występujących w obrębie miasta odnotowano wyższe wartości temperatury wody, przewodnictwa elektrolitycznego oraz stężenia jonów SO_4 , Cl , Na i K niż w źródłach położonych poza miastem. Bliskość zabudowy wpływała również na względnie wyższe stężenia mikroelementów: niklu, cynku, arsenu i molibdenu. Stwierdzono także duże zanieczyszczenie wód niemal wszystkich źródeł jonami NO_3 , będącymi pochodną intensywnej działalności rolniczej.

Paweł Mikołajewski

Dział Hydrografii i Monitoringu, Escort Sp. z o.o.

Pomiary hydrograficzne na wodach śródlądowych *Hydrographic surveys on inland waters*

Słowa kluczowe: pomiary batymetryczne, pomiary sonarowe, rozmycie dna

Keywords: bathymetric survey, sonar surveys, bottom scours, scours

Celem opracowania jest prezentacja przykładowych sposobów realizacji pomiarów hydrograficznych, obrazujących ukształtowanie dna na wodach śródlądowych wraz z przedstawieniem i omówieniem wyników.

Pomiary hydrograficzne na wodach śródlądowych wykonywane są m.in. na potrzeby projektowania oraz kontroli budowli wodnych, takich jak podpory mostów przez rzeki, zapory wodne, nabrzeża, wały przeciwpowodziowe czy opaski brzegowe. Obejmują m.in. wykonanie pomiarów głębokości czego wynikiem są plany batymetryczne obrazujące rozkład głębokości na badanym obszarze. Wyniki pomiarów służą m.in. określeniu aktualnych rzędnych dna w rejonie obiektów, lokalizacji i pomiarom wielkości wybojów, monitorowaniu tendencji zmian głębokości na danych odcinkach rzek, obliczaniu krzywych konsumpcyjnych (krzywych natężenia przepływu) czy kubatury zbiorników wodnych. Pomiary wykonywane są z wykorzystaniem systemów, w których skład wchodzi m.in. echosondy i sonary, kompensatory pomiaru położenia przetworników oraz systemy dokładnego pomiaru pozycji. Urządzeniami hydroakustycznymi obrazującymi ukształtowanie dna są echosondy o szerokim pasie pokrycia (wielowiązkowe/interferometryczne) pozwalające na pełne pokrycie dna akwenów, jak również echosondy jednowiązkowe stosowane w akwenach bardzo płytkich i mniej zróżnicowanych. Ponadto celem uzupełnienia pomiarów batymetrycznych, wykonywane jest zobrazowanie powierzchni dna realizowane poprzez pomiary sonarowe przy wykorzystaniu sonarów bocznych (skanujących oraz holowanych), a także sonarów wielowiązkowych tzw. kamer akustycznych. Pomiary batymetryczne i sonarowe wykonywane są z uwzględnieniem prędkości rozchodzenia się dźwięku w wodzie, warunkującej dokładność pomiaru hydroakustycznego. W ramach realizacji pomiarów batymetrycznych opracowywane są przekroje wzdłużne i poprzeczne, mapy batymetryczne/wysokościowe oraz zobrazowania trójwymiarowe ukształtowania powierzchni dna. Natomiast wyniki pomiarów sonarowych prezentowane są w sprawozdaniach z sonarowego badania dna wraz z mapą sonarową, interpretacją obrazów sonarowych oraz wykazem wykrytych obiektów na dnie lub uszkodzeń w powierzchni ścian budowli wodnych. Prace terenowe jak również interpretacja i analiza pozyskanych danych prowadzone są zgodnie z zasadami prowadzenia prac hydrometrycznych przez doświadczonych hydrografów.

Erozja dna i brzegów może skutkować rozmyciem dna w rejonie budowli wodnych, rozmyciem ostróg rzecznych czy przerwaniem wałów przeciwpowodziowych. Utrzymanie budowli wodnych oraz koryt rzek w należytym stanie pozwala zapewnić bezpieczeństwo zarówno mieszkańcom

***Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024***

i użytkownikom przyległych terenów, jak również środowisku naturalnemu. Ponadto umożliwia organizację, prowadzenie i rozwój żeglugi handlowej i turystycznej.

Rola pomiarów batymetrycznych i sonarowych w tym procesie polega na dostarczaniu informacji niezbędnych na etapie projektowania, kontroli i utrzymania budowli wodnych oraz śródlądowych dróg wodnych. Zaletami zastosowanych metod jest dokładność w zobrazowaniu ukształtowania i powierzchni dna przy zachowaniu kryteriów dużej rozdzielczości i dokładności pomiarowej. Wyniki prac wykorzystywane są przez projektantów oraz kierowników budów w trakcie projektowania, podczas kontroli prac, np. podczas układania umocnień dna lub pogłębiania akwenu, czy też po zakończeniu prac w celu oceny czystości dna i oceny rzędnej technicznej akwenu.

**Dariusz Młyński¹, Devendra M. Amatya², Andrzej Wałęga¹, Andrea Petroselli³,
Sourav Mukherjee²**

¹Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej

²USDA Forest Service, Center for Forest Watershed Research, Southern Research Station, Cordesville, SC, USA

³Tuscia University, Department of Economics, Engineering, Society and Business Organization (DEIM), Viterbo, Italy

Nowa metodyka obliczania przepływów projektowych w zlewniach niekontrolowanych, USA

New methodology to calculate design flows in ungauged catchments, USA

Słowa kluczowe: przepływy projektowe, zlewnie niekontrolowane, model hydrologiczny EBA4SUB, rozkłady statystyczne

Keywords: design flows, ungauged catchments, EBA4SUB model, statistical distribution

Głównym celem badań było zaproponowanie nowej metodyki obliczania przepływów projektowych dla zlewni niekontrolowanych.

Badania przeprowadzono dla czterech zlewni leśnych, położonych w wschodnich Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Proponowana metodyka obejmuje dwa etapy. W pierwszym wyznaczana jest seria przepływów maksymalnych z wykorzystaniem modelu hydrologicznego EBA4SUB. Drugi krok polega na obliczeniu przepływów projektowych, na podstawie wygenerowanych szeregów przepływów maksymalnych z modelu EBA4SUB i wykorzystaniu najlepiej dopasowanych funkcji rozkładu prawdopodobieństwa. Badania przeprowadzono wg następujących etapów: analiza trendu danych hydrometeorologicznych, obliczenie opadów efektywnych, estymacja szeregów przepływów maksymalnych przy wykorzystaniu modelu EBA4SUB oraz obliczenie przepływów projektowych za pomocą rozkładów statystycznych. Weryfikacja zaproponowanego podejścia polegała na porównaniu obliczonych wartości przepływów projektowych z wartościami uzyskanymi na podstawie serii obserwacyjnych, a także wartościami z metod Graphical Peak Discharge (GPD) i formuły racjonalnej.

Uzyskane wyniki wskazują na brak istotnych trendów w seriach obserwacyjnych przepływów maksymalnych, dla zlewni badawczych. Stwierdzono, że rozkład Pearsona typu III jest najlepiej dopasowany do wyznaczania przepływów projektowych. Wyniki modelowania hydrologicznego wskazują, że założenie odpowiedniego poziomu uwilgotnienia gleb poprzedzającego opad miarodajny odgrywa kluczową rolę w obliczaniu przepływów projektowych. Wyznaczone błędy procentowe (PBIAS), dla proponowanej procedury, utrzymywały się na poziomie poniżej 10%, co wskazuje iż zaproponowana metodyka szacowania przepływów projektowych może być stosowana do obliczania ich wartości w zlewniach niekontrolowanych. Zaproponowana metoda stanowi alternatywę dla innych powszechnie stosowanych wzorów empirycznych w USA, takich jak GPD i formuła racjonalna.

Natalia Mytkowska, Wojciech Tołoczko

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych

**Sezonowa zmienność wydzielania CO₂ z gleb leśnych i łąkowych
na przykładzie stanowiska w Grabinie**

*Seasonal variability of CO₂ release from forest and meadow soils
on the example of the site in Grabina*

Słowa kluczowe: gleba leśna, gleba łąkowa, emisja CO₂, metoda zamkniętej komory

Keywords: forest soil, meadow soil, CO₂ emissions, closed-chamber method

Celem opracowania było zbadanie sezonowej zmienności emisji CO₂ z gleby do atmosfery.

Badania prowadzono na czterech stanowiskach we wsi Grabina koło Łodzi. Sezon letni reprezentują wyniki pomiarów z lipca i sierpnia 2023 a sezon zimowy wyniki ze stycznia i lutego 2024. Badano dwa stanowiska gleb leśnych i dwa stanowiska gleb łąkowych. Wykorzystano metodę komory zamkniętej do pomiaru emisji CO₂, opracowaną w Katedrze Geografii Fizycznej WNG UŁ, opublikowaną w 2015 roku w Folia Geographica Physica 14: 69-74. Zastosowanie tej metody umożliwiło oszacowanie ile gramów CO₂ wydzielą się do atmosfery z powierzchni 1 m² w ciągu 1 godziny. Badania prowadzono w godzinach okołopołudniowych (10:00-14:00).

Średnia emisja CO₂ latem w siedliskach leśnych BM i LM wynosiła 0,371 i 0,332 [g(CO)₂ · h⁻¹ · m⁻²] i różniła się o 0,039 [g(CO)₂ · h⁻¹ · m⁻²]. W okresie zimowym, średnie wydzielanie CO₂ z gleby w siedlisku (2) lasu mieszanego 0,140 [g(CO)₂ · h⁻¹ · m⁻²] potwierdza jego większą żyzność w porównaniu do zimowych warunków siedliskowych (1) boru mieszanego 0,103 [g(CO)₂ · h⁻¹ · m⁻²].

Na stanowiskach łąkowych (3 i 4) w okresie letnim, odnotowano zdecydowanie różne wyniki emisji CO₂ (tab.1). Świadczy to o bardziej żywnych warunkach na stanowisku gleby łąkowej w obniżeniu terenowym (4) niż w glebie łąkowej na wyniesieniu terenowym (3). Jednak w okresie zimy, na obydwu stanowiskach łąkowych warunki wilgotnościowe były podobne, a wyniki pomiaru respiracji glebowej 0,114 i 0,113 [g(CO)₂ · h⁻¹ · m⁻²] były identyczne. Z tego można wnioskować, że w warunkach wyhamowania życia mikrobiologicznego w miesiącach chłodnych, zimowe warunki glebowo-siedliskowe obydwu łąk stają się podobne.

Uwzględniając cztery stanowiska badań, sezonowa zmienność emisji CO₂ (lato-zima) wyrażona w procentach jaki stanowiła ich różnica względem wartości uzyskanych zimą w ramach tego samego stanowiska wahała się od 230% (3) do 392% (4) (tab.1).

Tab. 1. Wyniki badań wydzielania CO₂

Nr stanowiska	Średnia emisja CO ₂ w sezonie letnim	Średnia emisja CO ₂ w sezonie zimowym	Różnica	Wzrost emisji w sezonie letnim względem sezonu zimowego
	g(CO) ₂ · h ⁻¹ · m ⁻²			%
Siedliska leśne – 1. Bór mieszany BM – 2. Las mieszany LM				
1.	0,371	0,103	0,268	360
2.	0,332	0,140	0,192	237
Siedliska łąkowe – 3. Łąka na wyniesieniu – 4. Łąka w obniżeniu terenowym				
3.	0,263	0,114	0,149	230
4.	0,443	0,113	0,330	392

Mateusz Nowakowski

Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie

Analizy GIS w procesie ustalania charakteru wód obiektów hydrologicznych ***GIS analyses in the field of identifying the legal character of hydrological objects***

Słowa kluczowe: hydrografia, ciek naturalny, urządzenia wodne

Keywords: hydrography, natural stream, water infrastructure

Celem opracowania jest przedstawienie przykładów analiz GIS wybranych obiektów hydrologicznych przeprowadzanych przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Przedstawienie problemów na tle prawnym, właścicielskim, informacji źródłowych dot. ustalania charakteru wód obiektów hydrologicznych.

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (PGW WP) jest wiodącym organem administracji państwowej w zakresie hydrografii oraz sprawuje prawa właścicielskie w stosunku do śródlądowych wód płynących oraz wód podziemnych. Obecnie w Polsce wiele obiektów hydrologicznych jest niezidentyfikowanych pod kątem ich genezy oraz posiadają nieuregulowany status prawny oraz właścicielski. Dostępne materiały kartograficzne oraz rejestry publiczne przedstawiają w sposób rozproszony, niekiedy sprzeczny, informacje o hydrografii, a w szczególności o naturalnych obiektach hydrologicznych. W związku z brakiem pełnej oraz jednoznacznej informacji o poszczególnych obiektach hydrologicznych, PGW WP prowadzi szereg analiz, w tym również w ujęciu przestrzennym, za pomocą oprogramowania GIS (ArcGIS, QGIS) w celu zidentyfikowania charakteru wód, w tym ich stanu prawnego oraz właścicielskiego. Kluczowymi informacjami w zakresie ustalania charakteru wód obiektów hydrologicznych są: geneza, historyczne położenie, reżim hydrologiczny, zmiany antropogeniczne, występowanie źródeł czy ciągłość wód. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne wprowadziła pojęcie „charakteru wód” w stosunku do obiektów hydrologicznych. PGW WP jest adresem szeregu wniosków m.in. od instytucji państwowych, firm prywatnych oraz osób fizycznych w sprawie identyfikacji obiektów hydrologicznych. W sytuacjach spornych, niejasnych bądź w celu potwierdzenia statusu prawnego obiektów hydrologicznych właściciel nieruchomości przyległej do wód, właściciel nieruchomości znajdującej się pod wodą lub PGW WP, może złożyć wniosek o ustalenie charakteru wód do ministra właściwego ds. gospodarki wodnej, w celu uzyskania wiążącej decyzji.

Jednoznaczna identyfikacja charakteru wód obiektów hydrologicznych determinuje działania różnych gałęzi administracji państwowej, zarządzania zasobami wodnymi, obrotem nieruchomościami czy też przebiegiem inwestycji. Obecnie istniejące w ustawie Prawo wodne definicje obiektów hydrologicznych np. źródeł, kanałów, rowów i stawów wskazują rozbieżności z powszechną ich interpretacją, w związku z tym wymagają dalszego doprecyzowania. Zarówno uzyskanie poparcia hydrologów dla wypracowywanych zmian prawnych, a także standaryzowanie i doskonalenie procedur analitycznych na potrzeby ustalenia charakteru wód stwarzają nową płaszczyznę współpracy z środowiskiem naukowym.

Piotr Panek

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska

Jak rozumieć informację, że stan wód w Polsce jest prawie w 100% zły *What “almost 100% of water bodies in Poland are in bad status” means*

Słowa kluczowe: stan wód powierzchniowych, monitoring, Ramowa Dyrektywa Wodna, stan ekologiczny, stan chemiczny

Keywords: surface water status, monitoring, Water Framework Directive, ecological status, chemical status

Celem pracy jest opis stanu wód powierzchniowych w Polsce ocenionych według kryteriów Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) i prezentowanego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Stan większości jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) jest zły. Odsetek tak ocenionych JCWP jednocześnie wzrasta, co sprawia wrażenie, że stan wód w Polsce pogarsza się. Według najnowszej opublikowanej oceny zły stan dotyczy prawie 100% JCWP. Jeżeli jednak porównać medianę kilku podstawowych wskaźników zanieczyszczeń, obliczoną dla dwu ostatnich okresów oceny zmiana jest prawie niezauważalna.

W pracy przedstawiony jest sposób wykonania oceny stanu wód, na który składa się klasyfikacja stanu lub potencjału ekologicznego i stanu chemicznego. Na stan ekologiczny wpływają charakterystyki biologiczne fizykochemiczne i hydromorfologiczne, a na stan chemiczny – wskaźniki chemiczne. Każda z grup elementów jest klasyfikowana na podstawie od kilku do kilkudziesięciu wskaźników. Zgodnie z zasadą „najgorszy decyduje”, jeżeli przynajmniej jeden wskaźnik nie osiąga normy stanu dobrego, cały element jakości jest klasyfikowany jako nieosiągający normy. Zasada ta jest stosowana na każdym etapie klasyfikacji, co przenosi się na ocenę ostateczną. W ten sposób im więcej wskaźników jest użytych do klasyfikacji, tym większe prawdopodobieństwo, że któryś z nich spowoduje ocenę negatywną.

System monitoringu i oceny stanu wód stale się rozwija. Zatem w kolejnych latach z reguły badane jest więcej wskaźników niż w poprzednich. Wraz z rozwojem wiedzy ekologicznej i interkalibracją europejską, wartości graniczne wskaźników ulegają zmianie, polegającej zwykle na ich zaostreniu. W takiej sytuacji ta sama wartość wskaźnika w kolejnych latach może odpowiadać stanowi dobremu lub złemu. Podobna sytuacja dotyczy wszystkich państw stosujących RDW. Szczególnie duży wzrost liczby JCWP o stanie ocenionym jako zły następował po wprowadzeniu monitoringu PBDE (polibromowanych difenylesterów) w tkankach ryb lub innych wskaźników zanieczyszczeń z grupy uPBT (substancji wszechobecnych, trwałych, podlegających bioakumulacji i toksycznych).

**Marlena Pawłowska, Roman Cieśliński, Izabela Chlost,
Łukasz Pietruszyński, Zuzanna Lipińska**

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Katedra Hydrologii, Pracownia Hydrologii

Zasoby wodne torfowisk bałtyckich w Słowińskim Parku Narodowym
Water resources of the Baltic peatlands in the Slowinski National Park

Słowa kluczowe: retencja wody, stosunki wodne, bilans wodny, torfowiska wysokie

Keywords: water retention, water conditions, water balance, raised bogs

Celem opracowania jest określenie zasobów wodnych torfowisk bałtyckich znajdujących się na terenie Słowińskiego Parku Narodowego. W wyniku działalności człowieka torfowiska bałtyckie zostały mocno przekształcone. Ich pierwotny bilans wodny, oparty głównie na wymianie pionowej został zaburzony i rozbudowany o nowe elementy związane z istnieniem sieci drenarskiej (wymiana pozioma). W ramach oceny zasobów wodnych wybranych obiektów rozpoznano drogi i objętość krążącej wody, jako elementy kształtujące bilans wodny. Z uwagi na fakt, że jedną z głównych funkcji

ekosystemowych torfowisk jest okresowe retencjonowanie wody uzyskane wyniki przeanalizowano pod tym kątem.

Zakres przestrzenny dotyczył torfowisk wysokich zlokalizowanych w północnej Polsce w Słowińskim Parku Narodowym – Ciemińskie Błota, torfowisko Kluki, torfowisko Żarnowska. Zakres badań obejmował szereg pomiarów terenowych w ramach monitoringu hydrologicznego. Pomiar natężenia przepływu wykonywano raz w miesiącu, przy czym przekroje pomiarowe zostały zlokalizowane w rowach drenujących oraz doprowadzających wodę. Monitoring wahań zwierciadła wód podziemnych prowadzony był przy użyciu sieci piezometrów (17 piezometrów). Uzupełnieniem było kartowanie terenowe wykonywane sezonowo. Pomiaru terenowe prowadzono przez 4 lata hydrologiczne.

Największą retencją cechuje się torfowisko Ciemińskie Błota. Torfowisko Żarnowska oraz torfowisko Kluki podlegają większej antropopresji, która wyraźnie oddziałuje na zasoby wodne tych obszarów. Wszystkie trzy obszary cechują się wyższymi poziomami wód podziemnych w ich centralnych częściach (kopuły) lub na obszarach bezpośrednio sąsiadujących z jeziorem niż na pozostałych terenach. Warunki wodne ulegają pogorszeniu w miejscach, w których występuje sieć głębokich rowów melioracyjnych. Dodatkowo, uwzględniając różny stopień przekształcenia wybranych obiektów, opad atmosferyczny nadal jest ich głównym źródłem zasilania, zatem również czynniki klimatyczne istotnie wpływają na zasoby wodne tych torfowisk.

Bożena Pius

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej

Identyfikacja susz hydrologicznych w małych zlewniach *Identification of hydrological droughts in small catchments*

Słowa kluczowe: małe zlewnie, szeregi czasowe, separacja odpływu, aglomeracyjna klasteryzacja cech, susze hydrologiczne

Keywords: small catchments, time series, flow separation, agglomerative feature clustering, hydrological droughts

Niskie odpływy znajdują się w sferze szczególnego zainteresowania hydrologów, ponieważ deficyt zasobów wodnych prowadzi do szkód w gospodarce i środowisku. Susze hydrologiczne, w odróżnieniu od wezbrań, rozwijają się powoli i są efektem susz meteorologicznych, glebowych oraz hydrogeologicznych. Badania nad suszami hydrologicznymi w małych zlewniach, są utrudnione wskutek braku historycznych danych o przepływach rzek. Jednakże, z uwagi na wrażliwość małych rzek na zmiany klimatyczne i antropogeniczne, istotne jest, aby badania obejmowały tego typu zlewnie. Głównym celem pracy było zidentyfikowanie i wyodrębnienie typów susz hydrologicznych w małych zlewniach na obszarze Polski.

Dane z okresu 1961-2020 wykorzystane w opracowaniu zostały udostępnione przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Obejmowały one 124 szeregi czasowe przepływów dobowych z przekrojów zamykających małe zlewnie o powierzchni do 500 km². W przypadku 51 szeregów czasowych luki pomiarowe uzupełniono metodą „drzew wyjątkowo losowych” jedynie wtedy, gdy okres braku danych nie przekraczał 24 miesięcy. Susze zostały zidentyfikowane dla każdego miesiąca. Określono też ich parametry: przepływ graniczny, czas trwania oraz datę początku i końca zjawiska.

Zmienność przestrzenna występowania susz hydrologicznych w małych zlewniach jest bardzo duża i zależy od wielu czynników. W celu znalezienia przestrzennych prawidłowości pojawiania się susz hydrologicznych przeprowadzono grupowanie zlewni metodą aglomeracyjnej klasteryzacji cech. W pierwszym kroku utworzono macierz odległości pomiędzy cechami, bazując na informacji o występowaniu suszy hydrologicznej w danym dniu. Następnie obliczono odległość pomiędzy stacjami, mierzoną jako proporcja liczby dni, w których pomiędzy dwiema stacjami występowały różne zjawiska w stosunku do ogólnej liczby dni w badanym okresie. W wyniku grupowania rozmieszczenie przestrzenne grup susz hydrologicznych nawiązywało do warunków fizycznogeograficznych zlewni oraz wpływu lokalnej i regionalnej antropopresji.

Maksymilian Połomski^{1,2}, Mirosław Wiatkowski¹

¹Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska

²Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

Gospodarowanie wodą w zbiornikach zaporowych – analiza założeń eksploatacyjnych na przykładzie nowopowstałych zbiorników w zlewni Nisy Kłodzkiej

Water management in dam reservoirs – analysis of operational assumptions on the example of newly constructed reservoirs in the Nisa Kłodzka river basin

Słowa kluczowe: zbiornik retencyjny, hydrologia, gospodarka wodna, hydrotechnika, zapora
Keywords: retention reservoir, hydrology, water management, hydrotechnics, dam

Celem opracowania jest analiza założeń eksploatacyjnych czterech nowych zbiorników, w tym obliczeń hydrologicznych będących podstawą do ich przyjęcia, a także identyfikacja potencjalnego ryzyka towarzyszącego pracy tych obiektów przy założeniu różnych wariantów i scenariuszy.

Jako obszar badań wybrano cztery nowopowstałe suche zbiorniki zaporowe znajdujące się w zlewni Nisy Kłodzkiej: Boboszków, Roztoki Bystrzyckie, Krosnowice oraz Szalejów Górny. Analizie poddano zastosowane rozwiązania techniczne, zapisy Instrukcji Gospodarowania Wodą oraz metodykę obliczeń definiujących pracę obiektów. Dla największego z wymienionych zbiorników, tj. Szalejowa Górnego, opracowano w programie HEC-RAS model pracy urządzeń upustowych, który skalibrowano na podstawie wezbrania z grudnia 2023 roku. Model wykorzystano do zobrazowania okoliczności przy jakich istnieje ryzyko przekroczenia zakładanego odpływu dopuszczalnego. Obliczono szacunkowy czas przemieszczania się fali zrzutowej z poszczególnych zbiorników do przekroju w Kłodzku i rozważono ich działanie w różnych sytuacjach hydrometeorologicznych oraz w wariantach zakładających, że zbiorniki funkcjonują jako suche lub stale piętrzące (retencyjne).

Przeprowadzono dyskusję nad poprawnością zastosowania poszczególnych metod obliczania przepływów charakterystycznych. Określono jakich przybliżeń wymaga model pracy urządzeń upustowych, którego precyzyjna kalibracja jest niemożliwa na etapie planowania inwestycji i zarekomendowano konieczność aktualizacji pierwotnych instrukcji gospodarowania wodą na podstawie badań *in situ* – po zakończeniu budowy. Na przykładzie zbiornika Szalejów Górny podsumowano działania, jakie należałoby podjąć celem ograniczenia częstotliwości przekraczania przepływu dozwolonego. Wskazano, że poza ekstremalnymi warunkami hydrometeorologicznymi, zbiorniki w wariacie stale piętrzącym wodę zachowują wysoką skuteczność przeciwpowodziową, a skorelowanie pracy wszystkich czterech obiektów jest istotne dla zachowania właściwej gospodarki wodnej w regionie.

Agnieszka Rajwa-Kuligiewicz, Anna Bojarczuk,
Ewelina Jelonkiewicz, Łukasz Jelonkiewicz

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Hydrologii

Przestrzenne zróżnicowanie jakości wód rzecznych w Krakowie
Spatial variability of river water quality in the Kraków city

Słowa kluczowe: urbanizacja, Kraków, rzeki, chemizm wód

Keywords: urbanization, Kraków, rivers, water chemistry

Celem opracowania jest zbadanie wpływu obszarów zurbanizowanych Krakowa na parametry fizykochemiczne wód rzecznych.

Badania prowadzono na Wiśle i jej dopływach w Krakowie w latach 2014-2015. W terenie wykonano pomiary odczynu (pH) i przewodności (EC) wody oraz oznaczono jej skład chemiczny w zakresie jonów głównych: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- oraz związków biogenych: NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} metodą chromatografii jonowej. Obliczono mineralizację wody (TDS) jako sumę oznaczonych jonów oraz całkowity azot nieorganiczny jako sumę: N- NO_3 , N- NO_2 , N- NH_4 .

Zróżnicowanie przestrzenne parametrów fizyko-chemicznych wód rzecznych w Krakowie jest bardzo duże i szczególnie widoczne w odniesieniu do jonów Na^+ i Cl^- . Wysokie wskaźniki mineralizacji wody mają Wisła i Wilga. Występujące w wodach tych rzek bardzo duże stężenia: Na^+ , Cl^- i SO_4^{2-} wynikają z oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych. Najwyższe stężenia związków biogenych, zwłaszcza azotu nieorganicznego, występują w wodach Serafy, co wiąże się między innymi z wpływem oczyszczalni ścieków. Obserwuje się wzrost zasolenia wody dopływów Wisły po przepłynięciu przez Kraków. W przypadku Wisły – wartości większości parametrów fizyko-chemicznych wód zmniejszają się za miastem, co jest spowodowane rozcieńczeniem wód Wisły przez mniej zmineralizowane wody jej dopływów.

Ewelina Ratajczak

Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi

Charakterystyka parametrów fizykochemicznych wód będących siedliskiem ramienic (Charales) w zbiornikach antropogenicznych Zagłębia Dąbrowskiego
Characterization of physicochemical parameters in waters serving as habitats for stonewort's (Charales) in anthropogenic reservoirs of the Dąbrowa Basin

Słowa kluczowe: zbiorniki antropogeniczne, hydrologia, hydrochemia, zanieczyszczenie wód, bioróżnorodność

Keywords: anthropogenic reservoirs, hydrology, hydrochemistry, water pollution, biodiversity

Celem opracowania jest analiza parametrów fizykochemicznych wód wybranych zbiorników Zagłębia Dąbrowskiego i określenie warunków siedliskowych ramienic, których występowanie zostało potwierdzone podczas prowadzonych badań.

Obszar badań położony jest w województwie śląskim na terenie Zagłębia Dąbrowskiego. Do badań wytypowano 5 zbiorników wodnych – Balaton w Sosnowcu, Cegielnia w Będzinie, Pogoria I i Marianki w Dąbrowie Górniczej oraz niewielki zbiornik śródpolny w Sławkowie. Badania parametrów fizykochemicznych wykonano sześciokrotnie w 2021 roku. Pomiary przewodności elektrolitycznej właściwej, odczynu oraz temperatury dokonano w miejscu poboru próbek. Analizy chemiczne zostały wykonane przy użyciu metody chromatografii jonowej. Jedynie wodorowęglany były oznaczane metodą miareczkową, przy zastosowaniu wskaźnika zasadowości i roztwór kwasu solnego (HCl), o stężeniu 0,05mol/l. Obecność ramienic w zbiornikach potwierdzano zgodnie z metodyką przedstawioną przez Dąbską i Karpińskiego (1954) oraz Pełechatego i Pukacza (2008).

Wody analizowane zbiorników istotnie różniły się pod względem parametrów fizykochemicznych. Badania wykazały, że zagospodarowanie terenów wokół zbiorników ma znaczny wpływ na jakość wód. W zbiornikach o dużej presji antropogenicznej (Cegielnia, Sławków) ramienice nie występowały licznie. Najlepsze warunki rozwojowe dla ramienic stwierdzono w zbiorniku Marianki, charakteryzującego się największą stabilnością parametrów fizykochemicznych.

Literatura

- Dąbska I., Karpiński J. 1954. Ramienice. Klucz do oznaczania gatunków krajowych. PWN, Warszawa
- Pełechaty M., Pukacz A. 2008. Klucz do oznaczania gatunków ramienic (Characeae) w rzekach i jeziorach. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Warszawa

Mariusz Siedlecki, Włodzimierz Pawlak, Krzysztof Fortuniak

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Instytut Klimatologii i Hydrologii, Zakład Meteorologii i Klimatologii

Charakterystyka ewapotranspiracji na obszarach bagiennych w okresie suszy i pożaru w Biebrzańskim Parku Narodowym

The characteristics of evapotranspiration of wetland areas during drought and wildfire period in the Biebrza River National Park

Słowa kluczowe: ewapotranspiracja, metoda kowariancji wirów, susza, zmiana szaty roślinnej
Keywords: evapotranspiration, eddy covariance method, drought, change of plant cover

Celem opracowania jest prezentacja wybranych charakterystyk ewapotranspiracji obszarów bagiennych w warunkach suszy i w okresie odrodzenia roślinności po pożarze. Badania przeprowadzono na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego w obszarze tzw. Basenu Środkowego w okresie 2012-2021. Pomiary ewapotranspiracji wykonano z zastosowaniem metody kowariancji wirów.

Wysokie wartości strumienia ciepła utajonego w sezonie letnim powodują, że od czerwca do sierpnia dobowe straty zasobów wodnych bagien biebrzańskich na parowanie i transpirację są największe. Średnie sumy dobowe ewapotranspiracji w kolejnych miesiącach zmieniają się w zakresie 2,5 mm do 4 mm. W czerwcu i lipcu wysokie opady atmosferyczne a także najsilniejszy rozwój roślinności bagiennych powodowały, że maksima dobowe osiągały wartości 5-6 mm. Wiosną, straty zasobów wodnych wywołane ewapotranspiracją zmieniały się od 20-30 mm w marcu do 40-50 mm w kwietniu. Natomiast jesienią wartości te malały z 40-50 mm we wrześniu do około 10-15 mm w listopadzie. Od maja do sierpnia sumy miesięczne ewapotranspiracji osiągały najwyższe wartości sięgające 60, a nawet 120 mm.

Decydującym czynnikiem odpowiedzialnym z kształtowanie się zasobów wodnych obszarów bagiennych jest relacja opadów atmosferycznych i ewapotranspiracji w skali miesięcy i sezonów. Przebieg skumulowanych dobowych sum opadów atmosferycznych i ewapotranspiracji w kolejnych latach pokazuje, że w pierwszej połowie roku kalendarzowego zmierzone opady atmosferyczne przewyższają straty wynikające z tempa ewapotranspiracji. Zwykle okres taki trwa do połowy maja. W tym czasie sumy miesięczne opadów są wyższe od miesięcznej ewapotranspiracji – średnio o 10 mm. Prowadzi to do wzrostu zasobów wodnych na terenach bagiennych. Następnie, na przełomie maja i czerwca, przebieg krzywej skumulowanej ewapotranspiracji przewyższa skumulowane opady atmosferyczne prowadząc do zmniejszania się zasobów wodnych w bagnach. W okresie od maja do września sumy miesięczne ewapotranspiracji są wyższe od miesięcznych opadów średnio o 35 mm. Prowadzi to do redukcji zasobów wodnych obszarów bagiennych. Było to szczególnie dobrze widoczne w roku 2015 i w latach 2018-2019. Po pożarze w kwietniu 2020 roku, odrodzenie roślinności sprawia, że wartości ciepła utajonego dominują w strukturze bilansu cieplnego powierzchni bagiennych. Potwierdzają to również wartości stosunku Bowena, który przyjmuje najniższe wartości w całym okresie pomiarowym.

Marcin Sobczak

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska, Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Łodzi

Ocena hydromorfologiczna rzek w województwie łódzkim *Hydromorphological assessment of rivers in the Łódź Voivodeship*

Słowa kluczowe: stan wód powierzchniowych, monitoring, hydromorfologia

Keywords: surface water status, monitoring, hydromorphology

Referat dotyczy oceny hydromorfologicznej rzek w województwie łódzkim w latach 2017 – 2023. Badania przeprowadzono w dokonując oceny Hydromorfologicznego Indeksu Rzecznego (HIR). Metoda ta powstała w roku 2016 na potrzeby monitoringu stanu hydromorfologicznego rzek w Polsce, na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ).

W regionie łódzkim można zaobserwować rzeki, które płyną w sposób naturalny, niemal nie zmienione przez człowieka, jednak większość cieków została w mniejszym, bądź większym stopniu przekształcona. W województwie łódzkim koryta rzeczne poddawane są różnego rodzaju presjom, w szczególności rolniczej i przemysłowej. Ich konsekwencją, która odciska znaczące piętno na reżimie hydrologicznym rzek w są długotrwałe susze. Okresowy brak wody w niektórych ciekach, zwłaszcza tych najmniejszych staje się coraz bardziej powszechny.

W ciągu siedmiu lat przebadano wszystkie jednolite części wód powierzchniowych (JCWP) objęte programem monitoringu wód powierzchniowych w województwie łódzkim. Łącznie w latach 2017 – 2023 zbadano 284 JCWP. Z racji tego, że cykle planistyczne monitoringu wód powierzchniowych w Państwowym Monitoringu Środowiska (PMŚ) trwają sześć lat, JCWP badane w 2017 roku były badane ponownie w 2023 roku. Ponowne badanie rzek po sześciu latach tą samą metodą daje możliwość porównania wyników badań poszczególnych odcinków badawczych oraz zaobserwowanie zmian jakie zaszły w tym czasie. W opracowaniu oprócz przedstawionych wyników badań zawarte są także obserwacje dotyczące regionalizacji kierunków i siły przekształceń rzek.

Większość rzek w województwie łódzkim posiada umiarkowany i słaby stan hydromorfologiczny w pięciostopniowej skali, gdzie klasa pierwsza to stan bardzo dobry, druga – dobry, trzecia – umiarkowany, czwarta – słaby, piąta – zły. W zlewniach o lepiej rozwiniętym rolnictwie lub przemyśle obserwuje się pogorszenie jakości wody. Po upływie sześciu lat nie odnotowano znaczących zmian w stanie hydromorfologicznym rzek, nie widać także działań, które mogłyby ten stan poprawić.

Urszula Somorowska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Hydrologii

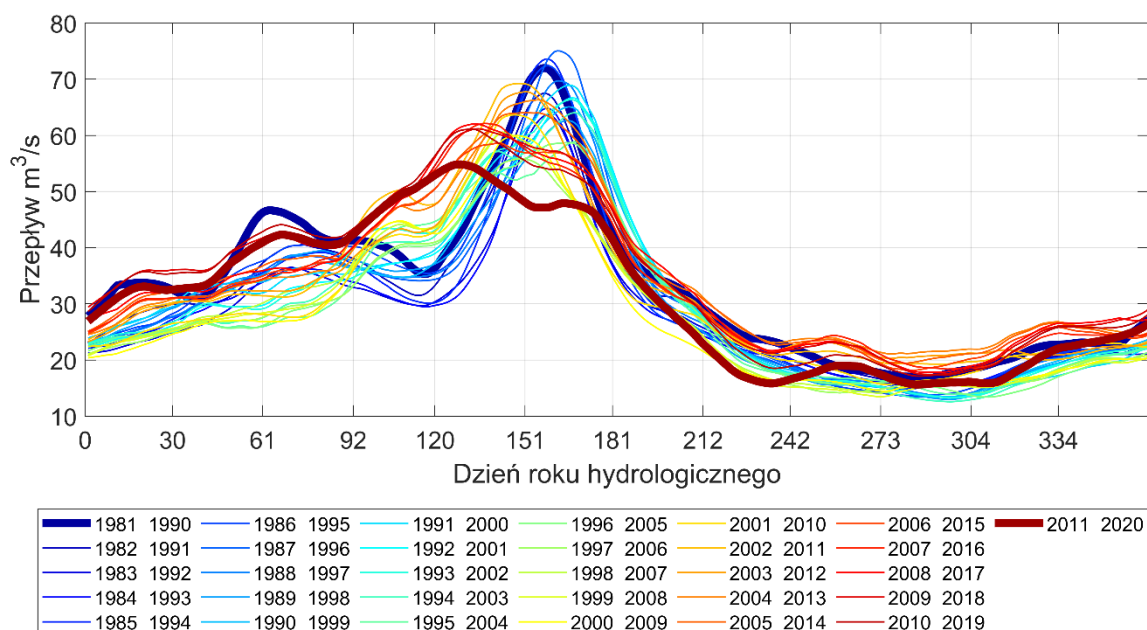
Zmiany terminów wystąpienia przepływów maksymalnych na przełomie zimy i wiosny w Polsce w latach 1981-2020

Changes in the dates of maximum flows occurrence at the turn of winter and spring in Poland in 1981-2020

Słowa kluczowe: przepływ maksymalny, termin wystąpienia, trend, zmiany reżimu hydrologicznego
Keywords: peak flow, timing, trend, river regime change

Celem pracy była analiza dat wystąpienia przepływów maksymalnych w chłodnym półroczu roku hydrologicznego w wieloleciu 1981-2020 w Polsce w celu oceny zmian reżimu przepływu.

Wykorzystano dobowe dane obserwacyjne przepływów rzek Polski zarejestrowane w 102 przekrojach hydrometrycznych, obejmując badaniami rzeki o reżimie śnieżnym, śnieżno-deszczowym i deszczowo-śnieżnym. Zastosowano metodę uśredniania szeregów czasowych przepływu w celu eliminacji wahań krótkookresowych i międzyrocznych (Ryc. 1). Istnienie trendu w szeregach czasowych daty wystąpienia przepływów maksymalnych oceniono stosując nieparametryczny test Manna-Kendalla, a przesunięcie w czasie obliczono z wykorzystaniem estymatora Sena.



Ryc. 1. Przykładowy przebieg uśrednionych przepływów dobowych rzeki nizinnej o reżimie śnieżnym w wieloleciu 1981-2020; rzeka Narew w profilu Strękowa Góra.

Przyspieszenie wystąpienia maksymalnych przepływów w półroczu chłodnym zaobserwowano w 87 spośród 102 analizowanych przekrojów. Zmiany w terminie wystąpienia mieściły się w przedzia-

***Ogólnopolska Konferencja Hydrologiczna „Hydrologia i człowiek. Interakcje i wyzwania”
Łódź, 6-7 czerwca 2024***

le od –8 do –108 dni. Prawdopodobnymi czynnikami wymuszającymi takie tendencje są coraz cieplejsze i krótsze zimy oraz coraz większy udział deszczu w opadzie półrocza chłodnego. Nieistotne statystycznie zmiany wystąpiły w 9 przekrojach położonych na północnym wschodzie, wschodzie i południowym wschodzie Polski, których zlewnie pozostają pod wpływem polarno-kontynentalnych mas powietrza napływających w zimie. Wyniki badań stanowią wkład w rozpoznanie zmian reżimu hydrologicznego rzek Polski ze wskazaniem rzek/zlewni najbardziej podatnych na te zmiany.

Maksimum wiosenne ($Q=54,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) w dziesięcioleciu 2011-2020 wystąpiło 129 dnia roku hydrologicznego (9 marca), tzn. 30 dni wcześniej niż w dekadzie 1981-1990, w której przepływ $Q=71,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ wystąpił 159 dnia roku hydrologicznego (8 kwietnia).

Wykorzystano program MASH według: Anghileri D., Pianosi F., Soncini-Sessa R. 2014. Trend detection in seasonal data: From hydrology to water resources. *Journal of Hydrology* 511: 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.01.022>

***Hydroakustyczny system monitoringu ryb (HSMR) jako jedna
z metod monitorowania ichtiofauny***

***Hydroacoustic fish monitoring system (HSMR) as a method
of monitoring ichthyofauna.***

Słowa kluczowe: przepławki, ryby, migracja, jaz, zapora

Keywords: fish ladder, migration, weir, dam

Celem opracowania jest prezentacja możliwości wykorzystania hydroakustycznego systemu monitoringu ryb.

Hydroakustyczny system monitoringu ryb (HSMR) służy do całodobowej analizy zjawiska migracji ryb i pozwala operatorowi na gatunkową identyfikację organizmów wodnych zaobserwowanych w przepławkach, ale również w rzekach i jeziorach. Monitoring organizmów wodnych oparty jest o system hydroakustyczny HSMR. Wykorzystuje on dwie metody detekcji, hydroakustyczną opartą na przetwornikach hydroakustycznych oraz metodę optyczną bazującą na kamerach optycznych.

Stacja pomiarowa składa się z płyt montowanych naprzeciwko siebie z zainstalowanymi przetwornikami hydroakustycznymi oraz kamerami. Liczba kamer oraz rozstaw płyt, każdorazowo dostosowywana jest do obiektu, na którym montowany jest system.

Konstrukcja HSMR pozwala na zamontowanie go w każdym miejscu, bez tworzenia kosztownych konstrukcji i krat naprowadzających. Montaż systemu nie ogranicza swobody migracji organizmów wodnych i nie wprowadza czynnika stresującego.

System wyposażony jest w oprogramowanie Fisher App, pozwalające na uzyskanie danych opisujących zjawisko migracji. System rejestruje również temperaturę oraz poziom wody.

HSMR montowany jest głównie do wspomagania badania skuteczności przepławek oraz działań monitoringowych realizowanych w ramach projektów m.in. współfinansowanych przez Komisję Europejską. Takimi realizacjami są np. dwa systemy HSMR zamontowane w miejscowościach Płoty i Łobez, w ramach projektu „Budowa niebieskiego korytarza rzeki Regi i jej dopływów” oraz w miejscowości Smołdzino w ramach projektu „Ochrona wybranych siedlisk i gatunków priorytetowych Ostoi Słowińskiej PLH220023 i Pobrzeża Słowińskiego PLB220003 Etap I”.

W przypadku dwóch wyżej wymienionych projektów, badania przy pomocy systemu HSMR potwierdziły obecność gatunków ryb oraz minogów, znajdujących się w przedmiocie ich zainteresowania. Raporty dostępne są na stronach internetowych projektów.

W porównaniu do innych stosowanych metod badań skuteczności przepławek system HSMR pozwala na monitoring całodobowy i całkowicie zdalny, bez konieczności np. połowu i znakowania ryb. Pod względem finansowym może być porównywalny z wieloletnim monitoringiem przy wykorzystaniu innych metod.

**Alicja Śniadach¹, Katarzyna Jereczek-Korzeniewska², Roman Cieśliński²,
Paulina Kozłowska³**

¹Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Pracownia GIS

²Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Katedra Hydrologii

³Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody

Wpływ struktury zarządzania i gospodarowania na funkcjonowanie wybranych rezerwatów przyrody

Impact of management structure and governance on the functioning of selected nature reserves

Słowa kluczowe: długosz królewski, ochrona czynna, stan środowiska, torfowiska, stosunki wodne
Keywords: royal fern, active conservation methods, environmental condition, peatlands, water conditions

W niniejszej pracy przeprowadzono porównawczą analizę i ocenę wpływu struktury zarządzania i gospodarowania na funkcjonowanie dwóch rezerwatów przyrody: Długosz Królewski w Wierzchucinie oraz Długosz Królewski w Łęczynie, położonych w gminach Gniewino i Choczewo, w województwie pomorskim.

Dla torfowiskowego charakteru obszarów kluczowym czynnikiem warunkującym stan jest utrzymanie odpowiednich stosunków wodnych. Analiza koncentruje się na ocenie wpływu różnych form gospodarowania oraz ciągłości i jakości działań ochronnych na wartości przyrodnicze tych obszarów. Zastosowano tu metodę interpretacji hydrograficznej, wykorzystującą kwerendę materiałów źródłowych i kartograficznych, analizę obrazów w programie ArcGIS oraz hydrograficzne zdjęcie polowe. Materiały obejmują prace z zakresu geologii, geomorfologii, hydrologii i klimatologii, a także mapy tematyczne i publikacje dotyczące środowiska przyrodniczego obszaru badań, dokumenty planistyczne, przepisy, kazusy i ustawy. Prace terenowe obejmują również zdjęcia fitosocjologiczne służące ocenie przekształcenia zbiorowisk jako wskaźnika stanu i efektywności działań ochronnych. Dokumentację fotograficzną zebrano podczas kilku wyjazdów terenowych, których celem było porównanie zmian na badanym obszarze w okresach suchym i wilgotnym. Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano w okresie wegetacyjnym.

Wykazano, że różnice w funkcjonowaniu rezerwatów wynikają z odmiennych działań ochronnych oraz form użytkowania terenów w ich otoczeniu. Dodatkowo, różnice w warunkach hipsometrycznych, geologicznych i hydrologiczno-meteorologicznych wpływają na zróżnicowanie siedlisk, co także determinuje odmienne sposoby funkcjonowania rezerwatów.

Wyniki tych badań mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia wpływu zarządzania na funkcjonowanie rezerwatów przyrody, co ma kluczowe znaczenie dla skuteczniejszej ochrony środowiska naturalnego i zrównoważonego gospodarowania. Dodatkowo, stanowią one podstawę do planowanych analiz dynamiki roślinności rezerwatów.

Małgorzata Świątek

Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk o Morzu i Środowisku

Zmiany odpływów jednostkowych w nizinnej części Polski w latach 1961-2021
Changes in specific discharge in the lowland part of Poland in years 1961-2021

Słowa kluczowe: odpływy rzeczne, trendy, grupowanie statystyczne, Niż Polski
Keywords: river runoff, trends, clustering, Polish Lowland

Celem pracy było ustalenie wielkości trendów zmian odpływów jednostkowych w wybranych zlewniach nizinnej części Polski w ujęciu rocznym i miesięcznym. Dodatkowy cel stanowiła próba ustalenia podobieństwa zmian w wyznaczonych grupach zlewni.

Przedmiot badań stanowiła analiza zmian zasobów wodnych Niżu Polskiego na podstawie wielkości odpływów jednostkowych z 39 zlewni zlokalizowanych na pobrzeżach, pojezierzach i nizinach Polski w latach hydrologicznych 1961-2021. Analizy przeprowadzono poprzez wyznaczenie trendów zmian średnich rocznych oraz miesięcznych odpływów z poszczególnych zlewni i określenie ich istotności statystycznej za pomocą testu Fishera-Snedecora. Wykonano również grupowanie zlewni metodą Warda pod względem wielkości zmian (współczynników kierunkowych trendu) odpływów jednostkowych w poszczególnych miesiącach.

Niemalże w połowie badanych zlewni wykazano istotny (na poziomie 5%) spadek średnich rocznych odpływów jednostkowych. W żadnej nie odnotowano istotnego wzrostu tego parametru. W prawie wszystkich zlewniach pojawiły się spadki średnich miesięcznych odpływów jednostkowych w przynajmniej jednym miesiącu roku. W większości zlewni odnotowano spadki odpływów w miesiącach wiosennych (najwięcej w kwietniu, nieznacznie mniej w maju) a w czterech wzrosty w miesiącach zimowych (styczeń i luty). Grupowanie wykazało, że największe ubytki zasobów wodnych, mierzonych wielkością odpływu jednostkowego, cechowały zlewnie położone na terenach równinnych, o małej naturalnej retencyjności, zaś najmniejsze wystąpiły przede wszystkim w zlewniach rzek Przy-
morza

Przemysław Tomalski^{1, 2}, Radosław Badowski

¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Instytut Klimatologii i Hydrologii, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej

²Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Łódzki

Wyptywy wód podziemnych w zlewni górnej Drzewiczki *Springs in the upper Drzewiczka catchment*

Słowa kluczowe: wydajność, parametry fizyczne wody źródlanej

Keywords: discharge, physical parameters of springs water

Celem pracy była inwentaryzacja wyptywów wód podziemnych znajdujących się w zlewni górnej Drzewiczki oraz identyfikacja ich podstawowych cech hydrogeologicznych. Ponadto, w oparciu o roczną serię obserwacyjną, analizie zostanie poddana zmienność cech ilościowych i jakościowych wód wybranych źródeł.

Badania terenowe prowadzono w zlewni górnej Drzewiczki zamkniętej przekrojem kontrolnym w miejscowości Morzywół oraz w zlewni jej lewobrzeżnego dopływu – Młynkowskiej Rzeki po przekrój w Młynku Nieświńskim. Obie te zlewnie nazywane dalej będą zlewnią górnej Drzewiczki. Jej powierzchnia wynosi około 105 km². Szczegółowe kartowanie krenologiczne zlewni górnej Drzewiczki wykonano w czerwcu i lipcu 2017 roku. Badania terenowe polegały na zlokalizowaniu wszystkich istniejących wyptywów. Ich wydajność zmierzono metodą wolumetryczną lub młynkiem hydrometrycznym. Zbadano także podstawowe właściwości fizyczne wód (temperatura i przewodność elektrolityczna właściwa). W celu identyfikacji rocznej zmienności charakterystyk wody, wytypowano na badanym obszarze 5 wyptywów, które były obserwowane przez rok z częstotliwością co 2 tygodnie. Obserwacje rozpoczęły 22 stycznia 2017 roku, a zakończyły się 21 stycznia 2018 roku. Pomiary obejmowały podstawowe parametry fizyczne wody: temperaturę i przewodnictwo elektrolityczne właściwe. Ponadto mierzono wydajność każdego z tych obiektów.

Przeprowadzone badania pozwoliły zidentyfikować w zlewni górnej Drzewiczki 74 wyptywy wód podziemnych, a więc wskaźnik krenologiczny dla tego obszaru wynosi 0,71 źr·km⁻². Przeprowadzone analizy korelacji wysokości wyptywów nad poziomem morza z ich podstawowymi charakterystykami fizycznymi wskazują na istotne statystycznie związki wysokości z wydajnością wyptywów (korelacja dodatnia) oraz przewodnictwem elektrolitycznym właściwym wód (korelacja ujemna). Nie zanotowano natomiast związku wysokości wyptywu nad poziomem morza z temperaturą wody.

W rocznym przebiegu zmienności wydajności źródeł maksima związane z opadami letnimi w większości przypadków (80%) są wyższe od tych związanych z wiosennymi lub śródziemnymi roztopami. Średnie temperatury wód wszystkich obserwowanych źródeł były bardzo zbliżone do średniej rocznej temperatury powietrza, wynoszącej w badanym okresie 9°C. Najbardziej stabilną temperaturą wody cechowało się źródło Stoki (amplituda wyniosła tylko 0,2°C). Źródło to jest obiektem drenującym głębokie zbiorniki wód podziemnych, gdzie wahania temperatury są nieznaczne. Wody o najniższym przewodnictwie elektrolitycznym właściwym (SEC) notowano od czerwca do połowy listopada. Współmienność tej charakterystyki w wyptywach jest największa spośród wszystkich analizowanych parametrów. Zmiany przewodnictwa elektrolitycznego właściwego zależą od zmian wydajności wyptywów, a reakcja SEC na wzrost wydajności następuje przeciętnie po jednym miesiącu.

Grzegorz Wałek, Roman Suligowski

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Geografii i Nauk o Środowisku

***Uwarunkowania termiczno-opadowe oraz hydrologiczne w obszarze Natura
2000 Puszcza Białowieska w kontekście postępującej zmiany klimatu***

*Thermal, precipitation and hydrological conditions in the Natura 2000 Puszcza
Białowieska area in the context of ongoing climate change*

Słowa kluczowe: zmiana klimatu, odpływ rzeczny, zlewnie leśne, Puszcza Białowieska

Keywords: climate change, river outflow, forest catchments, Puszcza Białowieska

Celem badań było określenie wieloletnich charakterystyk termiczno-opadowych oraz hydrologicznych w zlewniach rzecznych odwadniających obszar Natura 2000 Puszcza Białowieska, w aspekcie obserwowanej zmiany klimatu.

Badany obszar o lesistości wynoszącej 96,7% zlokalizowany jest w północno-wschodniej Polsce, w górnych częściach zlewni Narwi i Bugu, przy granicy polsko-białoruskiej. Podstawowe charakterystyki klimatyczne obszaru badań określono na podstawie danych meteorologicznych (temperatury powietrza: średniej rocznej i półrocznych oraz średniej dobowej $<0^{\circ}\text{C}$, liczby dni upalnych, liczby dni z pokrywą śnieżną) zaobserwowanych na stacji klimatologicznej w Białowieży w latach hydrologicznych 1951-2022. W opracowaniu wykorzystano także dane pluwiograficzne zarejestrowane na stacji synoptycznej w Białymstoku (1966-2022). Na ich podstawie wyznaczono wskaźnik natężenia opadów. Charakterystyki odpływu oszacowano dla dwóch zlewni: Narewki i Leśnej. W tej pierwszej wykorzystano dane pochodzące z dwóch wodowskazów: w Białowieży (lata hydrologiczne: 1961-2021) oraz Narewce (1951-2020). Zasoby wodne Leśnej oszacowano metodą analogii hydrologicznej. Obliczono przepływy średnie, przepływy charakterystyczne oraz średni odpływ jednostkowy. Do wykrycia i zbadania istotności tendencji zmian w szeregach czasowych charakterystyk meteorologicznych oraz hydrologicznych zastosowano regresję liniową oraz test istotności trendu Manna-Kendalla.

Wyniki badań potwierdziły postępującą zmianę warunków termicznych, opadowych oraz odpływu rzek na obszarze Natura 2000 Puszcza Białowieska. Przeprowadzona analiza pozwoliła na sformułowanie najważniejszych wniosków dotyczących analizowanego obszaru:

- zmianę warunków termicznych odzwierciedlały wzrost średniej rocznej i sezonowych temperatur powietrza oraz silna tendencja rosnąca średniej rocznej liczby dni upalnych;
- w zakresie zasilania atmosferycznego zlewni nastąpiła dodatnia tendencja rocznych sum opadu, wyraźny wzrost średnich rocznych wartości wskaźnika natężenia opadów a także malejąca liczba dni z pokrywą śnieżną;
- zmianie uległy cechy reżimu rzek odwadniających ten teren. Obserwowano w nich tendencję spadkową średnich rocznych przepływów i odpływów jednostkowych, obniżenie średnich miesięcznych przepływów (z wyjątkiem stycznia i lutego), przesunięcie wiosennej kulminacji przepływów (z kwietnia na marzec), a także przyspieszenie występowania najmniejszych przepływów średnich (z września na sierpień).

**Andrzej Wałęga^{1,2}, Jakub Wojkowski³, Mariusz Sojka⁴, Devendra Amatya⁵,
Dariusz Młyński¹, Sudhanshu Panda⁶, Peter Caldwell⁵**

¹Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,

²Stowarzyszenie Hydrologów Polskich,

³Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza,

⁴Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej; Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki Przestrzennej,

⁵Center for Forest Watershed Research, Southern Research Station, USDA Forest Service, USA,

⁶University of North Georgia, Institute of Environmental Spatial Analysis, USA.

Wykorzystanie wskaźnika NDVI do szacowania odpływu bezpośredniego ze zlewni przy użyciu modelu MSME

Using the NDVI indicator for estimating direct runoff from the watersheds by the MSME model

Słowa kluczowe: odpływ bezpośredni, spływ powierzchniowy, zlewnie leśne, *NDVI*, wilgotność gleby
Keywords: direct runoff, overland flow, forested waterbeds, *NDVI*, soil saturation

Celem pracy była identyfikacja parametru α w modelu MSME na podstawie pośrednich pomiarów wilgotności gleby przy użyciu wskaźnika *NDVI*.

Badanie przeprowadzono na pięciu różnych zlewniach, z czego trzy znajdują się w południowo-wschodniej części USA, a dwie inne w południowej części Polski. W tej analizie *NDVI* jest wykorzystywany jako pośredni wskaźnik wilgotności gleby do oszacowania parametru α w modelu MSME. Model MSME pozwala określić całkowity bezpośredni odpływ ze zlewni jako sumę dwóch oddzielnych składników: spływu śródpokrywowego i powierzchniowego. W wyniku przeprowadzonych badań określono zależność między parametrem α a *NDVI*.

Badania wykazały, że *NDVI* może być dobrym wskaźnikiem wilgotności gleby i pozwala na oszacowanie wartości parametru α w modelu MSME. Wzrost wartości *NDVI* powodował zwiększenie wskaźnika wilgotności gleby. Warunki wilgotności gleby wyrażone jako parametr α w modelu MSME wykazały statystycznie istotną zależność od *NDVI*. Na podstawie kryteriów oceny modelu opracowanych przez Rittera i Muñoz-Carpena (2013) zmodyfikowany model MSME dobrze estymował całkowity odpływ dla czterech zlewni i niezadawalająco dla jednej zlewni o wysokiej gęstości szaty leśnej.

Sabina Wójcik

Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania

***Przestrzenne zróżnicowanie hydrotopów Tatr Polskich i południowej części
Podhala***

*Spatial differentiation of the hydrotopes of the Polish Tatra Mountains and the
southern part of the Podhale*

Słowa kluczowe: geokompleksy częściowe, rodzaje krążenia wód, Tatry Polskie, Podhale, hydrochemia

Keywords: partial geocomplexes, types of water circulation, Polish Tatra Mountains, Podhale, hydrochemistry

Celem badań była identyfikacja hydrotopów – najmniejszych przestrzennych jednostek o jednorodnym charakterze występowania i krążenia wody oraz charakterystyka hydrochemiczna wód podziemnych w wydzielonych jednostkach.

Obszar badań (Tatry Polskie wraz z południową częścią Podhala) odznacza się zróżnicowaniem pod względem elementów środowiska przyrodniczego i wpływu człowieka na środowisko. Hydrotopy wydzielono na podstawie analizy budowy geologicznej, pokrywy glebowej, pokrycia terenu oraz nachylenia stoków. Wykorzystując metodę bonitacji punktowej oceniono w każdej wyznaczonej jednostce dla każdego z elementów środowiska natężenie infiltracji, spływu powierzchniowego i ewapotranspiracji. Przyjęto, że nazwy typów hydrotopów określają udział dominującego rodzaju krążenia wody w jednostce. Przy użyciu chromatografii jonowej oznaczono jony i dokonano analizy hydrochemicznej wypływów (głównie źródeł) położonych w obrębie wyznaczonych jednostek.

Wyróżniono 15 typów rzeczywistych hydrotopów. Spośród nich największy udział miały proste typy - ewapotranspiracyjny, infiltracyjny oraz spływowy (łącznie 90,7% powierzchni obszaru badań).

Płaty typu infiltracyjnego przyjmowały południkowy przebieg nawiązujący do dolin rzecznych i obniżeń pokrytych utworami czwartorzędowymi. Największy udział tego typu zanotowano w mikroregionie Wierchy Tomanowo-Jamnickie. Płaty typu spływowego w południowej części Tatr i przeważającej części Podhala miały przebieg południkowy lub równoleżnikowy, nawiązujący do przebiegu grzbietów. Tłem dla typu infiltracyjnego i spływowego był typ ewapotranspiracyjny. Największy udział typu spływowego i ewapotranspiracyjnego zanotowano w mikroregionie Pogórze Gubałowskie. W nawiązaniu do klasyfikacji Szczukariewa-Prikłońskiego na obszarze badań stwierdzono występowanie 30 typów hydrochemicznych wód. Dominował typ $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, który najczęściej występował w ewapotranspiracyjnym typie hydrotopu.

Dariusz Wrzeński

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Zakład
Hydrologii i Gospodarki Wodnej

Reżim odpływu rzek w Polsce w warunkach ocieplenia klimatu ***River runoff regime in Poland under climate warming conditions***

Słowa kluczowe: zmiana klimatu, odpływ rzek, stabilność, niepewność

Keywords: climate change, river runoff, stability, uncertainty

Celem pracy jest przedstawienie przestrzennego zróżnicowania stabilności i niepewności cech reżimu odpływu rzek w Polsce w latach 1951-2020 oraz ich zmian w okresie ocieplenia. Rok 1988 przyjęto za umowny termin po którym doszło do istotnego wzrostu temperatury powietrza (Marsz i in. 2022).

W pracy wykorzystano dobowe przepływy z 146. przekrojów wodowskazowych zlokalizowanych na 97. rzekach w Polsce o naturalnych i quasi-naturalnych warunkach odpływu. Dane hydrometryczne uzyskano z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB. Przedmiotem analizy były maksymalne i minimalne miesięczne odpływy. Na ich podstawie ilościowo określono stopień stabilności i niepewności reżimu odpływu w latach 1951-2020, 1951-1988 i 1988-2020 stosując rozwiązania metodyczne zawarte w pracach autora (Wrzeński 2010, 2013):

- Stabilność reżimu odpływu rzek zdefiniowano jako stopień regularności występowania określonej fazy reżimu wyrażonej przez wybraną zmienną opisującą. Jako zmienne opisujące wybrano: pierwszą maksymalną (*I maks.* dla fazy wezbrań) i pierwszą minimalną (*I min* dla fazy niżówek) wartość miesięcznego odpływu w roku hydrologicznym.

- Entropię informacji Shannona zastosowano do ustalenia niepewności występowania maksymalnego i minimalnego miesięcznego odpływu w roku hydrologicznym. Ponieważ wyższe wartości entropii oznaczają mniejszą częstość obserwacji danej cechy odpływu rzeczno, entropia może być traktowana jako estymator niepewności i niestabilności cech reżimu odpływu wyrażona poprzez miesiąc, w którym występuje maksymalny lub minimalny miesięczny odpływ.

W pracy przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie analizowanych miar stabilności i entropii odpływów dla całego wielolecia 1951-2020 oraz ustalono ich zmiany w okresie ocieplenia klimatu w latach 1988-2020 względem okresu poprzedzającego. Pozwoliło to na określenie zmian charakteru reżimu ze względu na stopień stabilności i termin pojawiania się odpływów maksymalnego i minimalnego.

Badania wykazały, że zmiany stabilności i niepewności oraz terminu pojawiania się odpływu maksymalnego i minimalnego w okresie ocieplenia są przestrzennie zróżnicowane. Stabilność odpływu maksymalnego jest niska w rzekach pasa środkowej Polski oraz w rzekach wschodniej części kraju, a wysoka w większości rzek przybrzeżnych i pojeziernych oraz w sudeckich dopływach środkowej Odry i karpackich dopływach Wisły po Dunajec. Potwierdzają to wyniki zmian entropii odpływu maksymalnego, którego niepewność wystąpienia w przypadku pierwszej grupy rzek wzrosła, a w drugiej zmala-

ła w drugim podokresie. Zmiany stabilności są na tyle istotne, że w 17% przekrojów stwierdzono zmianę kategorii reżimu w kierunku mniejszej stabilności, a w 21% zanotowano wzrost stabilności reżimu odpływu maksymalnego. Zmienił się także termin pojawiania się odpływu maksymalnego. W ponad 25% badanych przekrojów uległ on przyspieszeniu i przesunął się z miesięcy wiosennych na zimowo-wiosenne. Dotyczy to rzek położonych zarówno w północno-wschodniej (Drwęca, Gołdapa, Guber, Łyna, górna Biebrza), wschodniej (Narewka, Krzna, Bystrzyca), jak i zachodniej (dolny odcinek Warty z Notecią) i południowo-zachodniej (Kwisa i Nysa Kłodzka) części kraju. Natomiast w 11% przekrojów odnotowano opóźnienie terminu wystąpienia odpływu maksymalnego z miesięcy zimowo-wiosennych na wiosenne (np. Piława i Strzegomka) i wiosennych na wiosenno-letnie (np. Poprad i Ropa).

Stabilność odpływu minimalnego polskich rzek jest wyraźnie mniejsza niż odpływu maksymalnego, jednak w okresie ocieplenia na wielu rzekach (37% przekrojów) doszło do jego wyraźnego wzrostu. Wyjątek stanowią rzeki górskie, których stabilność odpływu minimalnego zmniejszyła się, a w 11% rzek doszło do zmiany kategorii reżimu. Co ciekawe wzrost stabilności odpływu minimalnego rzek środkowej i północnej części kraju nie wywołał istotnych zmian terminu jego wystąpienia. Natomiast spadek stabilności rzek na południu wiąże się także z istotną zmianą terminu pojawiania się odpływu minimalnego, który zazwyczaj (29% badanych przekrojów) ulegał przyspieszeniu z okresu jesiennego na letnio-jesienny. Zaobserwowano to w całym biegu Odry i na jej sudeckich dopływach oraz w przypadku Wisły po Dęblin oraz w większości jej karpackich dopływów. Wyjątkiem jest Poprad, którego stabilność minimalnego odpływu wzrosła, a termin pojawiania opóźnił z jesienno-zimowego na zimowy.

Uzyskane wyniki wskazują, że ocieplenie klimatu może skutkować powstaniem nowych wzorców sezonowego rozkładu odpływu polskich rzek i transformacji jego reżimu. Najbardziej widoczne może to być w przypadku rzek nizinnych o reżimie niwalnym, zwłaszcza niwalnym silnie wykształconym oraz reżimach złożonych niwalno-pluwialnym i pluwialno-niwalnym rzek górskich.

Literatura

- Marsz A.A., Sobkowiak L., Styszyńska A., Wrzesiński D. 2022. Causes and course of climate change and its hydrological consequences in the Greater Poland region in 1951-2020. *Quaestiones Geographicae* 41(3): 183-206
- Wrzesiński D. 2010. Przestrzenne zróżnicowanie stabilności reżimu odpływu rzek europejskich. *Studia i Prace z Geografii i Geologii* nr 3. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań
- Wrzesiński D. 2013. Entropia odpływu rzek w Polsce. *Studia i Prace z Geografii i Geologii* 33, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań

Mateusz Zakrzewski

Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie

Koncepcja zintegrowanej bazy hydrograficznej
Concept of an integrated hydrographic base

Słowa kluczowe: rejestr publiczny, informacja przestrzenna, hydrografia, baza danych, analiza
Keywords: public register, spatial information, hydrography, database, analysis

Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne ustanowiła nowy rejestr publiczny, którego zadaniem jest gromadzenie informacji w zakresie gospodarowania wodami. Rejestrem tym jest system informacyjny gospodarowania wodami. Obejmuje on między innymi informacje o obiektach hydrograficznych, takie jak elementy sieci hydrograficznej, przebiegi granic zlewni, a także urządzenia wodne. Zdefiniowany w przepisach zakres danych jest rezultatem zasilenia tego zbioru danymi z Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10000 uzupełnianymi danymi o urządzeniach wodnych, generowanymi na podstawie decyzji administracyjnych dotyczących korzystania z wód. Oprócz powyższego, zbiory danych hydrograficznych są także elementami innych ewidencji, opracowań i rejestrów, jak choćby baz danych topograficznych czy ewidencji urządzeń melioracji wodnych i zmeliorowanych gruntów. Taka redundancja może w efekcie prowadzić do sprzecznych informacji na temat obiektów hydrograficznych i dalszych niewłaściwych konsekwencji prawnych i administracyjnych.

W celu ograniczenia potencjalnie negatywnych skutków trwają prace nad utworzeniem systemu integrującego wszystkie prowadzone przez organy administracyjne dane hydrograficzne zarówno w zakresie informacji o sieci hydrograficznej, jak i informacji o reprezentacji kartograficznej rzeczywistych obiektów hydrologicznych. Nie bez znaczenia jest też wpisanie takiej referencyjnej informacji o hydrografii w architekturę informacyjną państwa, w tym architekturę informacji przestrzennej i połączenie z innymi istniejącymi rejestrami oraz systemami administracji rządowej i samorządowej. Koncepcja tego rejestru zyskała roboczą nazwę „zintegrowanej bazy hydrograficznej”. Niniejsze wystąpienie ma na celu przedstawienie bieżących ustaleń i stanu prac mających na celu wdrożenie przedmiotowej koncepcji oraz wskazanie możliwości współpracy w jego tworzeniu i prowadzeniu ze środowiskiem naukowym.

Klaudia Żaba¹, Jarosław Suchożebrski²

¹Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

²Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Hydrologii

***Zmiany użytkowania terenu a wielkość opadu efektywnego – na przykładzie
Berlina, Pragi i Warszawy***

*Land-use changes and effective precipitation – based on the example of Berlin,
Prague and Warsaw*

Słowa kluczowe: opad efektywny, spływ powierzchniowy, powódź błyskawiczna, użytkowanie terenu, CORINE Land Cover

Keywords: effective precipitation, surface runoff, flash floods, land-use, CORINE Land Cover

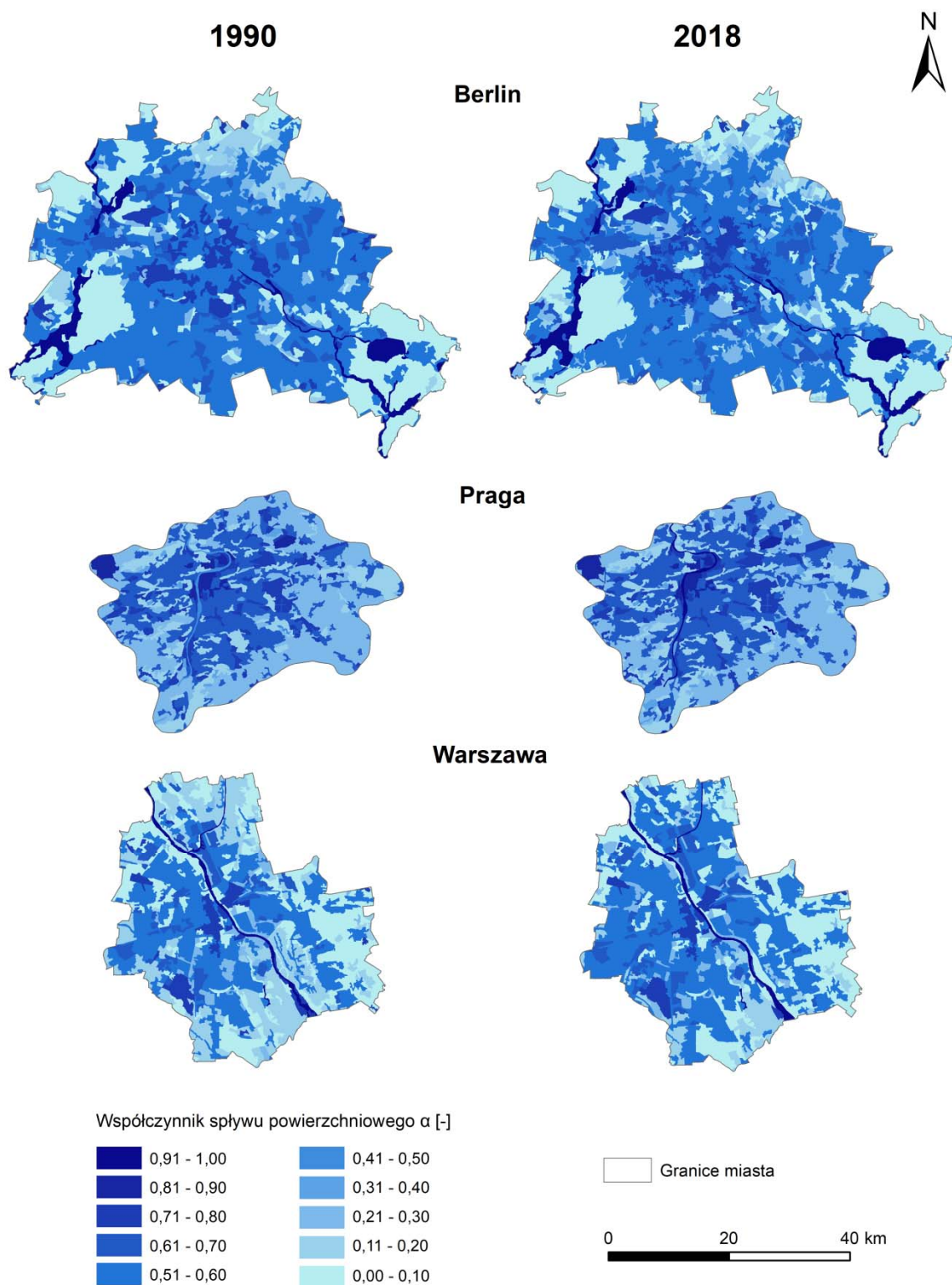
Celem pracy jest ocena wpływu zmian użytkowania terenu na opad efektywny w wybranych miastach.

Badania przeprowadzono dla trzech miast: Berlina (Niemcy), Pragi (Czechy) i Warszawy (Polska). Zmiany użytkowania terenu analizowano na podstawie bazy danych CORINE Land Cover (CLC) z lat 1990 i 2018. Poszczególnym klasom użytkowania w CLC przypisano wartości współczynnika spływu powierzchniowego i obliczono wielkość opadu efektywnego. Do obliczenia wartości opadu efektywnego wykorzystano dane o maksymalnej dobowej sumie opadów w Berlinie (170 mm), w Pradze (37,8 mm) oraz w Warszawie (75,8 mm). Obliczono również wielkość opadu efektywnego przy założeniu tej samej maksymalnej dobowej sumy opadów w trzech miastach.

Otrzymane wyniki wskazują na wpływ zmian użytkowania terenu w okresie 1990 - 2018 na objętość opadu efektywnego w trzech wybranych stolicach. W Berlinie nastąpił nieznaczny przyrost powierzchni charakteryzujących się wysoką przepuszczalnością (tj. miejskie tereny zieleni). Natomiast, zarówno w Pradze, jak i w Warszawie w ciągu 28 lat zaobserwowano wzrost powierzchni o średniej lub małej przepuszczalności gruntu. Proces ten zaznaczył się najwyraźniej w przypadku stolicy Polski. Wskutek tych zmian teoretyczna objętość opadu efektywnego wzrosła o 0,4% w Berlinie, o 4% w Pradze i 16% w Warszawie (przy założeniu tej samej wartości sumy dobowego opadu maksymalnego).

W badaniu zwrócono uwagę na rolę miejskich terenów zieleni w ograniczaniu objętości opadu efektywnego, będącego jednym z czynników odpowiedzialnych za występowanie lokalnych powodzi błyskawicznych na obszarach zurbanizowanych.

Współczynnik spływu powierzchniowego



Autorka: Klaudia Żaba

**Mirośław Żelazny¹, Agnieszka Rutkowska², Marzena Osuch³, Anna Bojarczuk¹,
Anna Biernacka¹**

¹Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

²Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Zastosowań Matematyki

³Polska Akademia Nauk, Instytut Geofizyki

***Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych w zlewniach: Bystrej (Tatry)
i górnej Noteci (Polska środkowa) na tle zasobów Polski***

*Anthropogenic changes water relation in catchments: Bystra (Tatra Mountains)
and upper Noteć (central Poland) against the background of Poland's
water resources*

Słowa kluczowe: zasoby wodne, presja antropogeniczna, wizualizacja

Keywords: water resources, anthropogenic impact, visualization

Presja antropogeniczna na zasoby wodne jest coraz silniejsza. Dość powszechnie przyjmuje się, że region tatrzański cechuje się największymi zasobami, zaś Polska środkowa – najmniejszymi. W obu regionach można wyodrębnić zlewnie gdzie stosunki wodne są silnie przekształcane. Celem prezentacji jest przedstawienie różnych skutków zmiany stosunków wodnych na obszarach o odmiennych warunkach fizycznogeograficznych i zróżnicowanej antropopresji.

Zróżnicowanie zasobów wodnych w Tatrach Polskich rozpoznano metodą kartowania hydrologicznego przeprowadzonego w latach: 2008-2010 i 2015-2018 oraz monitoringu hydrologicznego kilkudziesięciu potoków prowadzonego od 2010 r. Dla oceny warunków hydrograficznych i charakterystyk hydrologicznych w zlewni Noteci wykorzystano dane hydrologiczne IMiGW PiB.

Wieloletnie badania pozwoliły wyodrębnić niezwykle interesujący fragment Tatr Polskich, gdzie 5-letni średni odpływ jednostkowy wynosi $126 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (zlewnia potoku Bystra) i jest on znacznie wyższy, od przedstawianego na tematycznych mapach hydrologicznych obszaru ($50 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) i najwyższy w Karpatach. Jednocześnie kilkaset metrów dalej przepływ korytowy w potoku Bystra wynosi $0,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, co jest skutkiem antropopresji. W środkowej, nizinnej części Polski np. w zlewni górnej Noteci obserwowane są również duże zmiany stosunków wodnych. Kopalnie węgla brunatnego drenują wody podziemne, w konsekwencji powstają rozległe leje depresyjne, które powodują, między innymi, okresowy zanik przepływu w górnej Noteci, aż do przekroju wodowskazowego Łysek. Wielokrotnie dokumentowane suche koryto Noteci w przekroju odwadniającym zlewnię o powierzchni 304 km^2 jest znanym przykładem silnej presji antropogenicznej. Zaprezentowane przykłady mają za zadanie rozbudzić dyskusję na temat złożonych, regionalnych relacji hydrologicznych i skutków jakie wywołuje różnego rodzaju działalność gospodarcza. Planujemy również zainicjowanie dyskusji na temat właściwej, kartograficznej wizualizacji zasobów wodnych na mapach tematycznych, w tym hydrologicznych.

Literatura

Rutkowska A., Osuch M., Żelazny M., Banasik K., Klimek M. 2023. Climatic and anthropogenic drivers of zero-flow events in intermittent rivers in Poland. *J. Water Land Dev.* 57: 52–61.

Notatki

Notatki

Organizatorzy:

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Wydziału Nauk Geograficznych
Uniwersytetu Łódzkiego

Komisja Hydrologiczna
Polskiego Towarzystwa Geograficznego
Stowarzyszenie Hydrologów Polskich



ZAKŁAD HYDROLOGII
i GOSPODARKI WODNEJ
Uniwersytet Łódzki



Patronat Rektora
Uniwersytetu Łódzkiego



WYDZIAŁ NAUK
GEOGRAFICZNYCH
Uniwersytet Łódzki

Patronat honorowy:

JM Rektor Uniwersytetu Łódzkiego
prof. Elżbieta Żądzińska

Dziekan Wydziału Nauk Geograficznych
Uniwersytetu Łódzkiego
prof. Bogdan Włodarczyk



Projekt okładki: Edmund Tomaszewski
Autor zdjęcia: Paweł Jokiel
Edycja tekstu: Przemysław Tomalski
Skład komputerowy: Adam Bartnik