



Warszawa, 12 czerwca 2020 roku

Komunikat 01/2020

interdyscyplinarnego Zespołu doradczego
do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN

na temat

zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce

Antropogeniczna (spowodowana działalnością człowieka) zmiana klimatu

- 1) Świadczenie obserwacji wskazuje, że **ocieplenie systemu klimatycznego Ziemi** wraz z efektami towarzyszącymi **nie ulega wątpliwości**. Raport specjalny IPCC [1] dotyczący ocieplenia o 1,5 st. C stwierdza: „Szacuje się, że działalność ludzka spowodowała globalne ocieplenie o około 1,0 st. C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej, z prawdopodobnym zakresem od 0,8 st. C do 1,2 st. C. Jeśli globalne ocieplenie będzie nadal postępowało w obecnym tempie, prawdopodobnie osiągnie 1,5 st. C między 2030



SHOWSTOPPA/SHUTTERSTOCK.COM

a 2052 rokiem. Jest to granica, po której przekroczeniu zapewne nie da się uniknąć katastrofalnych skutków globalnego ocieplenia dla biosfery i ludzkości. Aby nie dopuścić do przekroczenia progu 1,5 st. C lub przekroczyć go w niewielkim stopniu, globalne antropogeniczne emisje CO₂ netto muszą zostać obniżone o około 45 proc. do 2030 roku w porównaniu z poziomem z 2010 roku i osiągnąć zero netto około 2050 roku. Emisje substancji innych niż CO₂ muszą również ulec głębokim redukcjom”. Ograniczenie globalnego ocieplenia do 1,5 st. C wymaga szybkich i daleko idących transformacji w obszarach energii, wykorzystania terenu, miast i infrastruktury (w tym transportu i budynków) oraz systemów przemysłowych. Transformacje systemów muszą być bezprecedensowe pod względem skali, być związane ze znacznym ograniczeniem emisji we wszystkich sektorach, szerokim pakietem działań mitygacyjnych (prowadzących do redukcji emisji) oraz znacznym wzrostem inwestycji w odpowiednich obszarach.

- 2) Wpływ zmiany klimatu na sektory i systemy jest bardzo poważny, a w szczególny sposób dotyczy gospodarki wodnej. Globalne projekcje na przyszłość pokazują, że **zmiana klimatu może zwiększyć ryzyko deficytów wody i pogorszyć bezpieczeństwo wodne, a także zwiększyć ryzyko suszy i powodzi** w wielu regionach świata, również w Polsce. Będzie to miało wpływ na zaopatrzenie ludności, przemysłu, rolnictwa i energetyki konwencjonalnej w wodę.

Wpływ zmiany klimatu na bilans wodny Polski

- 3) Podstawą kształtowania bilansu wodnego są temperatura i opady, które zmieniają się wraz ze zmianą klimatu.
- 4) Obserwacje i projekcje na przyszłość **wyrażnie pokazują wzrost temperatury w Polsce**. Rośnie więc prawdopodobieństwo wystąpienia fal upału w lecie, którym mogą towarzyszyć susze.

- 5) W wyniku zmiany klimatu zmienia się charakterystyka opadów. Projekcje wskazują na ogół podobne kierunki zmian, z których część już jest obserwowana na terenie Polski:
- Już zaobserwowano zmiany rozkładu czasowego opadów, w szczególności **wzrost stosunku sumy opadów w półroczu zimnym do sumy opadów w półroczu ciepłym**.
 - Z uwagi na wzrost temperatury zmienia się faza opadów. **Zimą możemy spodziewać się mniej śniegu, a więcej deszczu**. Śnieg jest podstawą odnawiania się zasobów wód podziemnych, które zasilają ekosystemy wodne (rzeki, zbiorniki, jeziora) i ekosystemy od wód zależne (obszary wilgotne, podmokłe, obszary bagienne, torfowiska). Brak śniegu może więc prowadzić do powstawania i pogłębiania się deficytów wody.
 - Wzrost opadów w półroczu ciepłym, jeśli wystąpi, może być niewielki. A zatem **deficyt wody w sezonie wegetacyjnym będzie się pogłębiał**, prowadząc do przesuszenia gleby, zwłaszcza że z powodu wysokich temperatur parowanie będzie wyższe.
 - Zmalaże liczba dni z opadem, wydłuży się czas między opadami i zwiększy się ich intensywność. Skutkiem tego **dłuższe okresy bezopadowe** (lub z opadem znacznie niższym od normy) **mogą być przerywane intensywnymi ulewami**.

Wpływ zmiany klimatu na gospodarkę wodną Polski

- 6) Z powodu zmiany klimatu wszystkie trzy problemy związane z wodą – deficytu, niszczącego nadmiaru lub zanieczyszczeń – mogą się w Polsce nasilić.
- 7) Musimy się liczyć z częstszym występowaniem zarówno suszy (meteorologicznej, rolniczej i hydrologicznej), jak i niszczącego nadmiaru wody. **Nawet w jednym roku może wystąpić zarówno susza, jak i powódź. Dawna „nienormalność” staje się nową normalnością, a przyszłe ekstrema będą jeszcze bardziej ekstremalne niż w przeszłości**, negatywnie oddziałując na mieszkańców i gospodarkę Polski.
- Klimatyczny bilans wody regularnie przyjmuje wartości ujemne. Latem więcej wody paruje, niż spada, i to wtedy, kiedy przyroda i rolnictwo potrzebują jej najbardziej. **Powstałe niedobory pokrywane są z zapasów wody glebowej**. W warunkach przeciętnych ujemny bilans wodny latem nie stanowił problemu, ponieważ długotrwałe szarugi jesienne oraz topniejąca na wiosnę pokrywa śniegu uzupełniała zasoby wody w glebie i zbiornikach wód podziemnych. Niestety, to się zmienia. Przykładem jest zima 2019/2020, kiedy śnieg leżał tylko w górach. Podobne sytuacje będą zdarzać się coraz częściej.
 - **Susze w Polsce występują coraz częściej**. Tak było m.in. wiosną 2020 roku. Może się okazać, że po suchych latach 2018 i 2019, gdy opady w ogromnej części naszego kraju układały się znacznie poniżej średniej wieloletniej, nastąpi trzeci kolejny suchy rok. Opady w maju 2020 roku nie skompensowały deficytów wody.
 - **Częściej występować będą ulewne opady**. Będzie to szczególnie niebezpieczne, jeśli będą się one pojawiać po długotrwałej suszy. Potężna ulewa, kiedy przesuszona i spieczona skorupa gruntu nie przyjmuje wody, może skutkować gwałtownymi powodziąmi. Tak się zdarzyło np. w sierpniu 2015 roku, kiedy podczas jednego ulewnego deszczu na powierzchnię spadła ilość wody odpowiadająca miesięcznej normie opadów.
 - Wraz ze zmianą klimatu **pogorszeniu może ulec jakość wód**. Intensywne opady będą nasilać wpływ powierzchniowy, prowadząc do **zwiększenia transportu zanieczyszczeń ze zlewni**, zwłaszcza w obszarach o zdegradowanej pokrywie roślinnej. Dopływ zanieczyszczeń w połączeniu z wyższą temperaturą będą szczególnie niekorzystnie działały na jakość wody w rzekach przekształconych, o uproszczonej strukturze biologicznej i obniżonych zdolnościach do samooczyszczania. W zbiornikach zaporowych **mogą nasilać się zakwity sinic**, pojawiające się w żyznych, płytkich i ciepłych wodach. Sprzyjać im będzie również dłuższy czas retencji wody w okresach bezdeszczowych. Przykłady zbiorników Sulejowskiego i Siemianówki powinny być ostrzeżeniem.

W dobie zmiany klimatu i postępującej degradacji środowiska zasadniczo powinno zmienić się postrzeganie wody i gospodarki wodnej.

- 8) W pierwszym przedwojennym zeszycie periodyku „Gospodarka Wodna” (1/1937) ukazał się artykuł E. Romańskiego *Gospodarka wodna w Polsce*, formułujący cel gospodarki wodnej jako „odprowadzenie do morza spadającej na ziemię wody przy ograniczeniu do minimum jej szkodliwego działania i przy uzyskaniu do maksimum jej działania pożytecznego jako środowiska, materii i masy” [2]. Obowiązujące do końca ubiegłego wieku przekonanie o primacie gospodarczego wykorzystania wód i ochrony przed powodzią przy minimalizowaniu szkód przyrodniczych okazało się niewystarczające wobec współcze-

- snych wyzwań. Takie sformułowanie celu można już od dawna uznać za wysoce anachroniczne i niewłaściwe, zwłaszcza w obliczu zmiany klimatu.
- 9) Nowe idee, które zdomowały się w Unii Europejskiej wraz z Ramową Dyrektywą Wodną (RDW), mówiące o **prymacie dobrej jakości środowiska wodnego i od wód zależnego przy minimalizacji negatywnych skutków dla gospodarki** jest lepszą odpowiedzią na czekające nas wyzwania. Wdrażaniu tych założeń powinno towarzyszyć przygotowanie struktur administracyjnych do zarządzania adaptacyjnego, uwzględniającego niepewność co do zakresu i skali oddziaływań zmiany klimatu oraz skuteczności potencjalnych instrumentów polityki wodnej.
- 10) **Lekarstwem** na wysoką zmienność czasową opadów i przepływów rzecznych jest rozumiane szeroko **retencjonowanie wody**, czyli przechwytywanie, kiedy jest jej nadmiar, i oddawanie, kiedy panuje susza.
- Wszystkie polskie zbiorniki mieszczą zaledwie 6,5 proc. rocznego odpływu rzeczno-egzogenicznego. Obowiązujący projekt Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS) [3] ma spowodować zwiększenie poziomu retencji zbiornikowej do 15 proc. w 2027 roku.
 - Wykonalność tego zadania w tak krótkim czasie poprzez dużą retencję w Polsce jest mało realna. Retencję na poziomie 15 proc. rocznego odpływu rzeczno-egzogenicznego trudno jest uzyskać z powodów lokalizacyjnych, z uwagi na nizinny charakter naszego kraju oraz wysokie koszty. O ile retencjonowanie wody w dolinach górskich w kontekście ochrony przeciwpowodziowej jest stosunkowo efektywne, to tworzenie zbiorników nizinnych stwarza nie tylko problemy zalania relatywnie dużych terenów pod czasę zbiornika, ale także generuje liczne problemy związane z utrzymaniem i wykorzystaniem zbiorników.
 - Wbrew obiegowym opiniom **duże zbiorniki nizinne nie rozwiążą również problemów związanych z suszą, zwłaszcza w wymiarze rolniczym**. Małe spadki terenu w przeważającej części krajobrazu Polski praktycznie uniemożliwiają rozprowadzanie wody systemem grawitacyjnym. Rurociągi ciśnieniowe doprowadzające wodę na poszczególne uprawy są obecnie trudno wyobrażalne.
 - Ujemny bilans wodny i zła jakość wód pogłębiane są przez degradację środowiska i niewłaściwe użytkowanie krajobrazu, ekosystemów wodnych i od wód zależnych. **Naturalne rzeki i doliny rzeczne, obszary zalesione, wilgotne łąki i mokradła skutecznie zatrzymują wodę i są istotnym narzędziem łagodzenia suszy rolniczej i hydrologicznej oraz zmniejszania ryzyka powodzi**. Dodatkowo tereny podmokłe i lasy sekwestrują (wychwytyują i zatrzymują) węgiel, a zatem przyczyniają się do obniżenia stężenia CO₂ w atmosferze.
- 11) **Kluczem dla łagodzenia skutków powodzi i suszy powinna być naturalna i mała retencja** (np. retencja korytowa, mokradła, doliny zalewowe) **oraz retencja krajobrazowa**. Retencja ta musi być bezwzględnie wzmacniana [4].
- W ostatnich dziesięcioleciach system hydrologiczny uległ znacznemu przekształceniu, które sprzyja odpływowi, a nie retencji wody. Uproszczenie schematu hydrograficznego sieci rzek nadmiernie rozwinięta sieć odprowadzających wodę systemów melioracyjnych na terenach rolniczych oraz ochrona przeciwpowodziowa realizowana przez budowę wałów i prostowanie rzek są elementami zmniejszającymi możliwości retencjonowania wody wobec już zaobserwowanych i spodziewanych opadów nawałnych.
 - Rzeki i ich doliny o dobrym stanie ekologicznym (co postuluje RDW) są miejscami, gdzie stosunkowo łatwo retencjonować wodę dobrej jakości. **Kluczowym działaniem powinna być bezwzględna ochrona cieków w stanie naturalnym lub półnaturalnym**. Na takich ciekach podejmowanie działań technicznych jest niewskazane.
 - Na ciekach o zmienionej morfologii konieczne jest podjęcie działań na rzecz ich renaturyzacji lub rehabilitacji – **odtworzenia naturalnego biegu cieków i ich łączności z dolinami rzeczno-egzogenicznymi**. Takie działania wpływają na większe zdolności retencyjne, odtwarzanie wód podziemnych, poprawę bioróżnorodności i możliwość adaptacji systemu ekohydrologicznego do zmiany klimatu. Są one też zgodne z najnowszą Strategią na rzecz Bioróżnorodności UE do 2030 roku [5], opublikowaną kilka tygodni temu w ramach Nowego Zielonego Ładu dla Europy [6]. Godnym uznania krokiem w tym kierunku jest również opracowanie w Polsce Krajowego Programu Renaturyzacji Wód Powierzchniowych [7].
 - Alternatywą dla działań renaturyzacyjnych w ciekach o silnie zmienionej morfologii (wyprostowanych, zestopniowanych, ze słabą łącznością z wodami podziemnymi) jest **rozwijanie małych, przepływowych zbiorników wodnych**. Kluczem dla późniejszego wykorzystania tak retencjonowanej wody jest jej dobra jakość.
- 12) Wobec zagrożenia związanego ze zmianą klimatu musimy zrobić krok więcej niż wymogi związane z wdrożeniem RDW czy siostrzanej Dyrektywy Powodziowej. Tym krokiem jest **zwiększenie hydro-**

- logicznej buforowości krajobrazu i zwiększenie retencji krajobrazowej.** W przypadku krajobrazu wiejskiego trzeba przytrzymać wodę – sprawić, żeby została blisko tego miejsca, gdzie spadnie, lub efektywnie infiltrowała, zwiększając zasoby wód podziemnych.
- Jest to proces znacznie wykraczający poza możliwości oddziaływania władz wodnych. Oznacza to bowiem podjęcie wielu inicjatyw na terenach wiejskich, takich jak:
 - efektywne promowanie działań dla zwiększenia ilości próchnicy w glebie (stale ubywającej w ostatnich dekadach),
 - utrzymanie łąk i pastwisk w dolinach i dolinkach rzecznych,
 - ekstensyfikacja na wybranych obszarach odwadniających systemów melioracyjnych,
 - przebudowa struktury lasów i zadrzewień na obszarach zasilania wód podziemnych i w dolinach rzecznych itp.
- Dobrym krokiem w tym kierunku jest opracowany projekt Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS) [3].
- Tego typu działania **bez systemowego wsparcia finansowego ze strony państwa dla rolników lub gospodarstw leśnych nie mają szans powodzenia.**
 - **Jakość środowiska** – czyli ochrona siedlisk i ekosystemów w dobrym stanie i możliwie szeroka rewitalizacja pozostałych – **jest podstawą i pierwszym krokiem działania.** Sztuczne metody retencji i zasilania wód gruntowych są krokiem ostatecznym.
- 13) Obecnie polskie rolnictwo zależy od deszczu. Ta sytuacja z całą pewnością się zmieni. Coraz istotniejsze stanie się dodatkowe nawadnianie upraw. W najbliższych dekadach, przy zmienionym klimacie, **rolnictwo z najmniej zużywającego wodę stanie się użytkownikiem głównym.**
- Należy pamiętać, że w odróżnieniu od gospodarki komunalnej i przemysłu nawadniane rolnictwo zwraca w większości wodę nie do cieku lub gruntu, ale do atmosfery (w postaci pary wodnej). Woda ta wraca na ziemię jako deszcz, ale często daleko od miejsca, w którym wyparowała, może nawet w innym kraju.
 - Woda do wykorzystania rolniczego w przyszłości będzie pochodziła z małej retencji (stawów i oczek wodnych położonych w gospodarstwach rolnych) oraz – niestety w dużej mierze – z wód podziemnych.
 - Rabunkowe lub niekontrolowane pobory wód podziemnych mogą doprowadzić do znaczących negatywnych skutków środowiskowych (takich jak **wysychanie małych cieków, torfowisk zasilanych wodami podziemnymi, zanik lasów o charakterze łągowym i olsów**) i gospodarczo-społecznych (np. **nasilonego przesuszenia krajobrazu i zmniejszenia produktywności małych gospodarstw rolnych z produkcją opartą na nawodnieniu**). Eksploatacja wód podziemnych wymaga monitoringu i ochrony, które powinny wyznaczyć nowe standardy dla gospodarowania wodami w Polsce.
 - **Woda do nawadniania upraw musi być używana oszczędnie**, np. poprzez mikrodoszczownie, nawadnianie kropłowe i dokorzeniowe.
- 14) W przypadku krajobrazu miejskiego, czyli w obszarach o znacznym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych (budynki, place, ulice i parkingi), intensywne opady zwiększają straty wywołane tzw. **szybkimi powodziąmi miejskimi**, a susze i wzrastające temperatury nasilają **miejską wyspę ciepła**. Z uwagi na wysokie ceny nieruchomości i presję na rozwój budownictwa zwiększenie buforowości miast może stanowić jeszcze większe wyzwanie, niż będzie to miało miejsce na obszarach wiejskich.
- **Woda i zielen w przestrzeni miasta skutecznie łagodzą negatywne skutki zmiany klimatu**, obniżając temperaturę, zwiększając wilgotność powietrza i przechwytyjąc nadmiar wody w miejscu wystąpienia opadu. Adaptacja do zmiany klimatu wymaga więc podjęcia natychmiastowych działań integrujących struktury zieleni i miejską gospodarkę wodną w planowaniu przestrzennym.
 - **Priorytetem działań urbanistycznych powinno być tworzenie wielu rozproszonych punktów miejskiej retencji wód opadowych** z wykorzystaniem błękitno-zielonej infrastruktury (naturalnych, półnaturalnych i sztucznych terenów i obiektów łączących zielen i wodę), która musi stanowić istotny element tkanki miejskiej [8].
- 15) **Gospodarka wodna musi być zintegrowana.** Ten termin, wprowadzony w końcu ubiegłego wieku przez Globalne Partnerstwo dla Wody [9], staje się jednym z podstawowych założeń w nowoczesnym patrzeniu na gospodarowanie zasobami wodnymi.
- Zintegrowana gospodarka wodna wymaga **łącznego traktowania zasobów powierzchniowych i podziemnych, jakości wód i ich wielokrotnego wykorzystania oraz jakości środowiska i zwiększania jego odporności na stres wywołany zjawiskami ekstremalnymi.** Zarządzanie oparte na takim podejściu prowadzi do zmniejszania deficytów wody i poprawy jej jakości.

- Konieczne jest **rozszerzenie odpowiedzialności za wodę** poza instytucje tradycyjnie zarządzające zasobami wodnymi. **Kluczowymi partnerami są planiści, rolnicy, leśnicy, energetycy i społeczeństwo obywatelskie.**
 - Niezbędna jest **edukacja społeczeństwa** w dostrzeganiu wody i naturalnych ekosystemów wodnych jako wartości większych niż wartości surowcowe.
- 16) Poglębieniem zintegrowanego podejścia powinno być **połączenie w jednym dokumencie planistycznym, a następnie realizacyjnym zarządzania ryzykiem powodzi i suszy**, dla których wspólnym ogniwem jest poszukiwanie możliwości zwiększenia retencji [10].
- Istnieje swoisty konflikt wymagań związanych z zapobieganiem powodziom i suszom. W pierwszym przypadku potrzebna jest **retencja „sucha”**, czyli obszary zielone służące do zatrzymania nadmiaru spływającej wody (np. poldery). W drugim przypadku potrzebna jest **retencja „mokra”**, a więc zgromadzenie w sprzyjających temu lokalizacjach zasobów wody do wykorzystania w okresie jej niedoboru. Planowane działania powinny dążyć do minimalizacji tego konfliktu.
 - Konieczne jest uznanie **znaczenia środowiska naturalnego i bioróżnorodności jako istotnego elementu poprawy jakości wody, retencyjności i adaptacji do zmiany klimatu** [11].
- 17) Zasoby wodne Polski są niewielkie. Zarówno pod względem opadu atmosferycznego, jak i przepływów rzecznych na mieszkańca **Polska plasuje się wśród krajów o najniższych zasobach wodnych w Europie. Naszym bogactwem jest jednak – i powinna pozostać – nie woda, która odpływa z terenu kraju, lecz woda, która jest zretencjonowana w krajobrazie i odtwarza zasób wód powierzchniowych i podziemnych. Retencja krajobrazowa powinna stanowić istotny element wliczany do zasobności wodnej Polski.**
- 18) Zagrożenia związane z wodą podczas spektakularnych powodzi (np. w lipcu 1997 roku czy w maju i czerwcu 2010 roku), suszy lub w przypadkach, gdy dramatycznie pogorszy się jakość wody (np. w Warszawie w 2019 roku z powodu awarii układu przesyłowego do oczyszczalni ścieków Czajka), uruchamiają wiele doraźnych działań. Zdecydowanie ważniejsza jest jednak **gotowość do podjęcia konsekwentnych, długoterminowych i zintegrowanych działań opartych na wiedzy, służących w pierwszej kolejności adaptacji do zmiany klimatu (redukcji ryzyka suszy i powodzi) oraz ograniczenia negatywnego wpływu na klimat (redukcja emisji CO₂)**. Inne cele, np. żegluga śródlądowa, powinny być im podporządkowane.

Bibliografia

- [1] IPCC. 2018. *Summary for Policymakers*. In: *Global Warming of 1.5 st. C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.-O., Roberts D., Skea J., Shukla P.R., Pirani A., Moufouma-Okia W., Péan C., Pidcock R., Connors S., Matthews J.B.R., Chen Y., Zhou X., Gomis M.I., Lonnoy E., Maycock T., Tignor M., Waterfield T. (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, s. 32.
- [2] Iwanicki J., Kindler J., Kundzewicz Z.W. 2014. *Zagrożenia związane z wodą*. „Nauka” 1: 63–76.
- [3] Projekt planu przeciwdziałania skutkom suszy. 2019. <https://stopsuszy.pl/projekt-planu-przeciwdzialania-skutkom-suszy/>
- [4] Fehér J., Gáspár J., Tamás J., Mosny V., Muller R., Istenič D., Potokar A., Kardel I., Okruszko T., Mioduszewski W. 2016. *Naturalna, mała retencja wodna. Metoda łagodzenia skutków suszy, ograniczania ryzyka powodziowego i ochrona różnorodności biologicznej. Podstawy metodyczne*. Globalne Partnerstwo dla Wody, Polska. ISBN 978-83-944813-0-8, s. 58.
- [5] EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 20.05.2020 COM (2020) 380 final.
- [6] Europejski Zielony Ład. Bruksela. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. 11.12.2019 COM (2019) 640 final.
- [7] Krajowy Program Renaturyzacji Wód Powierzchniowych. <https://www.wody.gov.pl/index.php/pl/aktualnosci/734-wody-polskie-gotowe-do-dzialania-na-odrze>
- [8] Krauze K., Wagner I. 2019. *From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions – Contextualizing nature-based solutions for sustainable city*. „Science of The Total Environment” 655: 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.187>
- [9] Biswas A.K. 2004. *Integrated Water Resources Management: A Reassessment*. „Water International” 29 (2): 248–256, <https://doi.org/10.1080/02508060408691775>
- [10] Kundzewicz Z.W., Zaleski J., Hausner J. 2020. *Alert wodny*. https://oecs.pl/wp-content/uploads/2020/05/Alert-WODNY_1_.pdf
- [11] Zalewski M. (red.). 2020. *Ekohydrologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. ISBN: 9788301208042, s. 262.