

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA



ZINTEGROWANY MONITORING ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Aktualny stan i przemiany
środowiska przyrodniczego
geoekosystemów
jako cecha wskaźnikowa
zmian klimatu

Biblioteka Monitoringu Środowiska
Vol. XXXIII

**Zbigniew Maciejewski, Bogusław Radliński,
Przemysław Stachyra**

Roztoczański Park Narodowy, Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu
Środowiska Przyrodniczego Roztocze,
e-mail: zbigniewmaciejewski@wp.pl; bezednia@wp.pl,
przemekstachyra@wp.pl

**Analiza zmienności wybranych elementów
meteorologicznych i hydrologicznych oraz ich
wpływ na środowisko przyrodnicze w Stacji
Bazowej Zintegrowanego Monitoringu
Środowiska Przyrodniczego Roztocze w latach
2012–2019**

**Analysis of the variability of selected meteorological
and hydrological elements and their impact
on the natural environment at the Base Station
of the Integrated Monitoring of Natural Environment
Roztocze in 2012–2019**

Zarys treści: W pracy przeanalizowano wyniki pomiarów meteorologicznych i hydrologicznych oraz monitoringu przyrodniczego realizowanego w Stacji Bazowej ZMŚP Roztocze w Roztoczańskim Parku Narodowym. Stwierdzono wyraźną tendencję wzrostową: średniej rocznej temperatury powietrza TA_D (ryc. 1), długości okresu intensywnej wegetacji, średniej rocznej prędkości wiatru WIV (ryc. 4), rocznych sum natężenia promieniowania słonecznego SOL_T_S (ryc. 5), przy jednoczesnej wyraźnej tendencji spadkowej: rocznych sum opadów atmosferycznych RR_T (ryc. 2), średniej rocznej wilgotności powietrza HH (ryc. 3) oraz długości trwania i śnieżności zim. Zmiany te spowodowały istotne spadki: wskaźnika klimatycznego bilansu wodnego (ryc. 6) oraz zwierciadła wód podziemnych (ryc. 7, 8) i średniego rocznego przepływu strumienia Świerszcz (ryc. 9). W pracy opisano także przyrodnicze konsekwencje obserwowanych zmian klimatyczno-hydrologicznych.

Słowa kluczowe: zmiany klimatu, zmiany hydrologiczne, zmiany środowiska przyrodniczego, monitoring zintegrowany, Roztoczański Park Narodowy

Abstract: The paper analyzes the results of meteorological and hydrological measurements as well as environmental monitoring carried out at the Base Station of the ZMŚP Roztocze in the Roztocze National Park. A clear upward trend was found: the average annual air temperature TA_D (Fig. 1), the length of the intensive vegetation period, the average annual wind speed WIV (Fig. 4), the annual sums of solar radiation intensity SOL_T_S (Fig. 5), with a simultaneous clear downward trend: annual precipitation totals RR_T (Fig. 2), average annual air humidity HH (Fig. 3) and the duration and snowiness of winters. These changes resulted in significant drops in: the water balance climatic index (Fig. 6), the groundwater table (Fig. 7, 8) and the average annual flow of the Świerszcz stream (Fig. 9). The paper also describes the natural consequences of the observed climatic and hydrological changes.

Keywords: climate changes, hydrological changes, changes in the natural environment, integrated monitoring, Roztoczański National Park

Wprowadzenie

Do najważniejszych pomiarów realizowanych w ramach programów badawczych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego zaliczyć należy badania meteorologiczne i hydrologiczne. Zmiany tych uwarunkowań mają decydujący wpływ na kształtowanie się parametrów środowiska przyrodniczego, takich jak: przekształcenia siedlisk przyrodniczych, bogactwo gatunkowe czy procesy wzrostu i rozwoju poszczególnych gatunków. Przyrodniczymi konsekwencjami obserwowanych zmian klimatyczno-hydrologicznych w Roztoczańskim Parku Narodowym są m.in.: zamieranie starych jodeł *Abies alba* Mil. w drzewostanach, dynamiczny rozwój owadów uszkadzających drzewa (kornik ostrozębny *Ips acuminatus* (Gyll.), chrabąszcz majowy, smolik jodłowy *Pissodes piceae* Illiger. 1807) czy wkraczanie do uszkodzonych drzewostanów obcych gatunków inwazyjnych, przede wszystkim czeremchy późnej *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. i erihetesa jastrzębcowatego *Erechtites hieracifolia* (L.) Raf. ex DC. Celem artykułu jest określenie zmienności i trendów abiotycznych elementów środowiska przyrodniczego zlewni Świerszcza na podstawie pomiarów realizowanych w ramach monitoringu klimatycznego i hydrologicznego ZMŚP oraz wskazanie prawdopodobnych konsekwencji tych zmian dla funkcjonowania chronionych ekosystemów Roztoczańskiego Parku Narodowego.

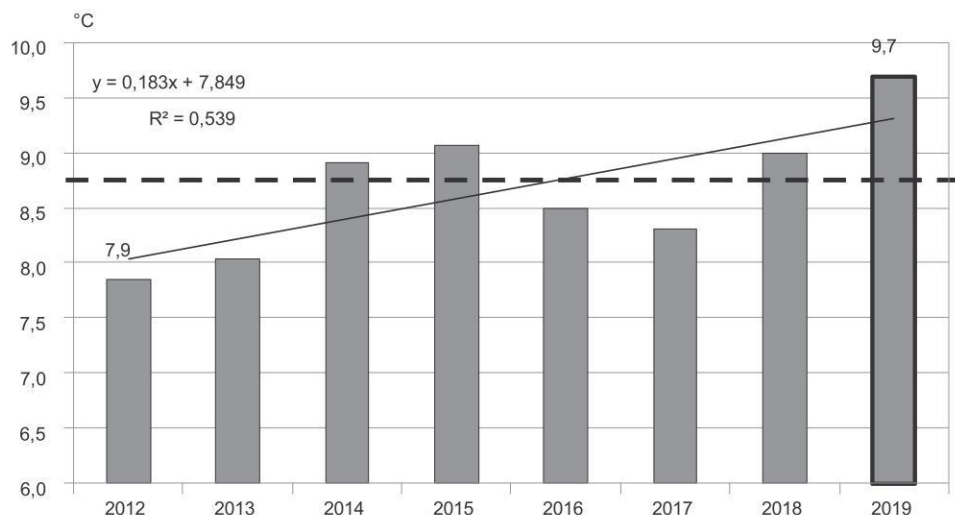
Metodyka

W pracy wykorzystano dane klimatyczne i hydrologiczne gromadzone w Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Roztocze (dalej: SB Roztocze) z lat 2012–2019. Dane były zbierane i analizowane według standardów, metod i wytycznych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska

Przyrodniczego (ZMŚP) funkcjonującego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (Kostrzewski in. 2006) z późniejszymi zmianami.

Wyniki badań

Pod względem termiczno-opadowym rok 2019 na tle wielolecia pomiarów realizowanych w Stacji Bazowej ZMŚP Roztocze należał do wyróżniających się. Rekordowo wysoka była średnia roczna temperatura powietrza (TA_D), która wyniosła aż 9,7°C, co klasyfikowało ten rok jako najcieplejszy w całej historii pomiarów stacji. Tym samym rok 2019 wpisuje się istotnie w obserwowany od wielu lat wzrostowy trend średnich rocznych temperatur powietrza (ryc. 1). Średnia roczna temperatura powietrza w 2019 r. przekroczyła o ponad 2°C średnią wieloletnią temperaturę dla Roztocza (Warakomski 1994, Kaszewski 2008). Ekstremalnie ciepłym miesiącem 2019 r. był czerwiec z najwyższą w historii badań SB Roztocze średnią temperaturą miesięczną wynoszącą 21,3°C. Była to wartość aż o 4°C wyższa od średni wieloletniej temperatury tego miesiąca. Absolutne maksimum temperatury powietrza (TA_X) wystąpiło 1 lipca 2019 r. i wyniosło 34,2°C. Najwyższe w całej historii badań SB Roztocze średnie temperatury miesięczne miały też październik i listopad, do anomalnie ciepłych należał również grudzień. Wysokie temperatury w miesiącach wiosennych i jesiennych sprawiły, że rok 2019 miał najdłuższy w historii pomiarów SB Roztocze termiczny okres wegetacyjny. Rozpoczął się on 17 marca i trwał aż do 24 listopada – łącznie 253 dni, przekraczając znacznie średnią wieloletnią długość okresu wegetacyjnego dla



Ryc. 1. Zmienność i trend średniej rocznej temperatury powietrza (TA_D) na tle średniej wieloletniej z okresu badań (linia przerywana)

Fig. 1. Variability and trend of the mean annual air temperature (TA_D), against the background of the long-term average from the research period (dashed red line)

Roztocza, która wynosiła 203 dni (Warakomski 1994) lub 212 dni (Kaszewski 2008). Długi był także okres intensywnej wegetacji: w 2019 r. wyniósł on 178 dni, tj. o 8 dni więcej niż średnia wieloletnia, lecz o 10 dni mniej niż w rekordowym pod tym względem roku 2018. W skali wielolecia prowadzonych badań długość okresu intensywnej wegetacji wykazuje słabą, lecz wyraźną tendencję wzrostową.

Wysokie temperatury panujące w miesiącach letnich sprawiły, że w roku 2019 wystąpiły aż 3 kilkudniowe (2–6 dni) fale upałów, w których maksymalna temperatura powietrza (TA_X) przekraczała 30°C . Upały poprzedzały, lub wystąpiły po nich, tzw. dni gorące ($TA_X > 25^{\circ}\text{C}$), tworząc łącznie znacznie dłuższe ciągi wysokich dobowych temperatur. Odnotowano także wystąpienie tzw. nocy tropikalnej z 27 na 28 lipca, gdy minimalna temperatura dobowa nie spadła poniżej 20°C .

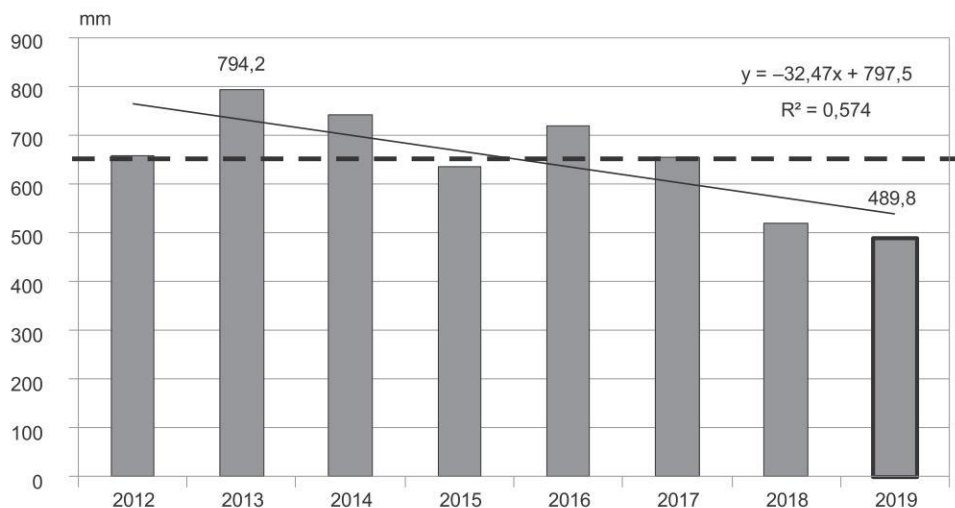
Rok 2019 charakteryzował się jednocześnie łagodną oraz krótką zimą, trwającą zaledwie 49 dni. Średnia wieloletnia liczba dni zimowych dla Roztocza według Warakomskiego (1994) wynosi około 55. W skali badanego wielolecia długość trwania zimy wykazuje słabą tendencję malejącą. W 2019 r. średnie temperatury lutego i marca znacznie przewyższały średnie wieloletnie dla tych miesięcy, a absolutne minimum temperatury powietrza miało wartość zaledwie $-12,5^{\circ}\text{C}$.

Wysokim temperaturom powietrza towarzyszyły najniższe w historii pomiarów Stacji Bazowej Roztocze opady atmosferyczne (RR_T). Roczna suma opadu atmosferycznego w roku hydrologicznym 2019 wyniosła zaledwie 459,5 mm i była o 185 mm niższa niż średnia z badanego wielolecia. Natomiast w roku kalendarzowym suma opadu była o 30 mm wyższa niż w roku hydrologicznym (489,8 mm), jednak stanowiła zaledwie około 68% średniej z wielolecia. Pod względem opadowym rok 2019 również wpisuje się w obserwowany od szeregu lat trend spadku rocznych sum opadu atmosferycznego (ryc. 2).

Duże znaczenie ma również fakt, że rok 2019, według klasyfikacji opadowej (Lorenc 1998), jest kolejnym po 2018 rokiem suchym – z najsuchszymi w historii badań czerwcem (suma opadu 10 mm, czyli 8,9% średniej wieloletniej dla tego miesiąca) i lipcem (suma opadu 16,3 mm, 15,2% średniej wieloletniej). Oprócz czerwca i lipca do anomalnie suchych według klasyfikacji Kaczorowskiej (za: Uska-Kowalkowska, Kejna 2009) należały też kolejno następujące po sobie miesiące: styczeń, luty, marzec oraz wrzesień i październik.

Dla środowiska przyrodniczego zlewni duże znaczenie ma nie tylko wysokość opadów, lecz także ich rozkład w czasie. Wysoka nierównomierność odbija się negatywnie na funkcjonowaniu wielu cennych ekosystemów i gatunków. Obliczony wskaźnik nierównomierności opadu w 2019 r. był stosunkowo wysoki: 0,615 dla roku hydrologicznego i 0,537 dla roku kalendarzowego, co zalicza rok hydrologiczny 2019 do lat o wysokiej nierównomierności opadów, natomiast rok kalendarzowy do lat o umiarkowanej nierównomierności opadów. Wartość wskaźnika nierównomierności opadu dla 2019 r. kształtowała się znacznie powyżej średniej wieloletniej z okresu badań SB Roztocze.

Konsekwencją dużej nierównomierności rozkładu opadów w czasie jest wystąpienie susz meteorologicznych, czyli braku opadów przez co najmniej 15 dni. W 2019 r. susza meteorologiczna wystąpiła dwukrotnie. Całkowity brak opadów



Ryc. 2. Zmienność i trend rocznych sum opadu atmosferycznego (RR_T) na tle średniej z okresu badań (linia przerywana)

Fig. 2. Variability and trend of annual precipitation totals (RR_T) against the background of the long-term average from the research period (dashed red line)

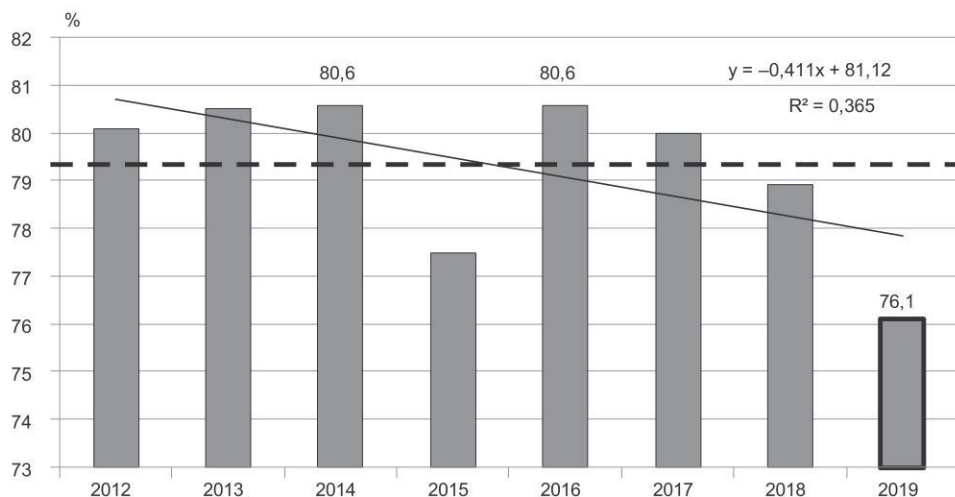
notowano od 16 sierpnia do 2 września (18 dni) oraz od 12 do 27 października (17 dni).

Zima roku 2019 była nie tylko łagodna, lecz również uboga w opady atmosferyczne. Suma opadów dla stycznia, lutego i marca nie przekroczyła 60% średniej wieloletniej, co spowodowało zaliczenie ich do miesięcy suchych. Wyjątkowy był całkowity brak pokrywy śnieżnej w marcu, listopadzie i grudniu 2019 r. Obliczony wskaźnik „śnieżności zim” Paczosa (1982) pozwala zaliczyć tę zimę do bardzo mało śnieżnych. Wartość tego wskaźnika była tylko nieznacznie niższa od średniej wieloletniej z całego okresu pomiarów prowadzonych w SB Roztocze, co świadczy o utrzymywaniu się trendu mało śnieżnych zim na Roztoczu.

Rok 2019 charakteryzują także niskie, w skali prowadzonych dotychczas pomiarów, wartości wilgotności względnej powietrza (ryc. 3) oraz wysokie średnie wartości prędkości wiatru, przy jednocześnie wysokich sumach miesięcznych oraz rocznej sumie promieniowania całkowitego.

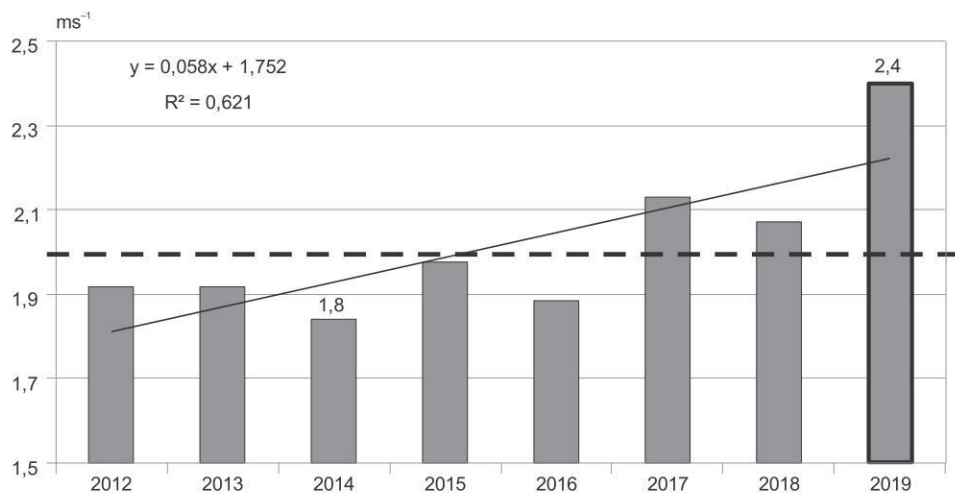
Średnia roczna wilgotność powietrza w 2019 r. wyniosła 76,1% i była o 3,2% niższa od średniej wieloletniej z okresu badań. Była to najniższa średnia wartość w całym okresie pomiarowym. Średnie roczne wilgotności z lat: 2014 i 2016, wynoszące 80,6%, były najwyższymi notowanymi dotychczas wartościami. Średnia wieloletnia dla Roztocza według Warakomskiego (1994) wynosiła 80%. Rok 2019 wpisuje się w obserwowany wcześniej trend spadku średnich rocznych wilgotności powietrza (ryc. 3).

Średnia prędkość wiatru (WIV) w roku hydrologicznym 2019 wyniosła $2,4 \text{ m s}^{-1}$, była wyższa od średniej wieloletniej o $0,4 \text{ m s}^{-1}$ i była to zarazem najwyższa średnia roczna prędkość wiatru w całym okresie badań SB Roztocze.



Ryc. 3. Zmienność i trend średniej rocznej wilgotności powietrza (HH) na tle średniej z okresu badań (linia przerywana)

Fig. 3. Variability and trend of the mean annual air humidity (HH) against the background of the long-term average from the research period (dashed red line)

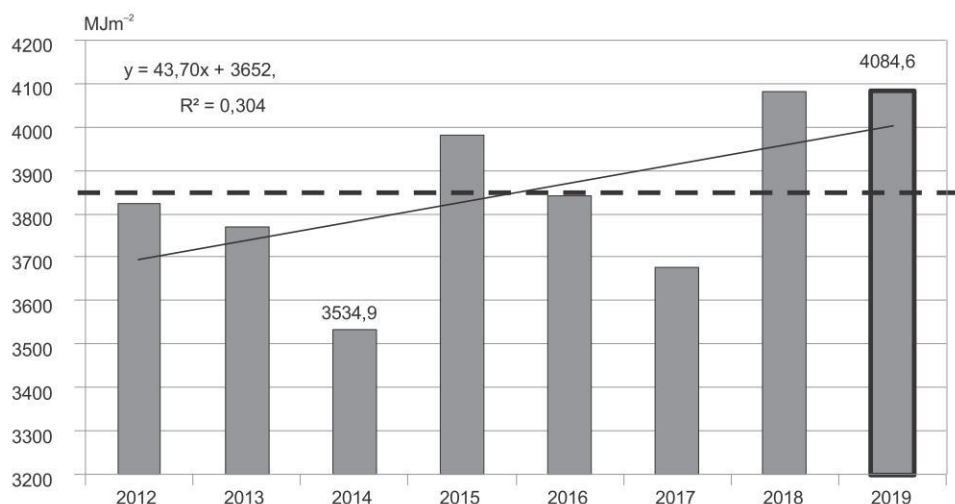


Ryc. 4. Zmienność i trend średnich rocznych prędkości wiatru (WIV) na tle średniej z okresu badań (linia przerywana)

Fig. 4. Variability and trend of the mean annual wind speeds (WIV) against the background of the long-term average from the research period (dashed red line)

Wartość minimalna wystąpiła w 2014 r. i wyniosła 1,8 m s⁻¹. Średnia roczna prędkość wiatru w całym okresie badań wykazuje nieznaczny trend rosnący (ryc. 4). Średnia wieloletnia prędkość wiatru dla okolic Zwierzyńca podawana przez Warakomskiego (1994) wyniosła 2,6 m s⁻¹.

Roczna suma natężenia promieniowania słonecznego w roku 2019 wyniosła $4084,6 \text{ MJ m}^{-2}$, była wyższa od średniej z okresu badań o 235 MJ m^{-2} i była to jednocześnie najwyższa wartość w dotychczasowej historii pomiarów SB Roztocze. W latach ubiegłych wartości roczne mieściły się w przedziale od $3534,9 \text{ MJ m}^{-2}$ w 2014 r. do $4082,6 \text{ MJ m}^{-2}$ w 2018 r. Średnia wieloletnia dla Roztocza podawana przez Warakomskiego (1994) – około 3600 MJ m^{-2} – była o 250 MJ m^{-2} niższa od średniej z okresu prezentowanych badań. Uzyskane wyniki wskazują, że średnia roczna suma natężenia promieniowania słonecznego w całym okresie badań, mimo okresowych wahań, wykazuje trend rosnący (ryc. 5).

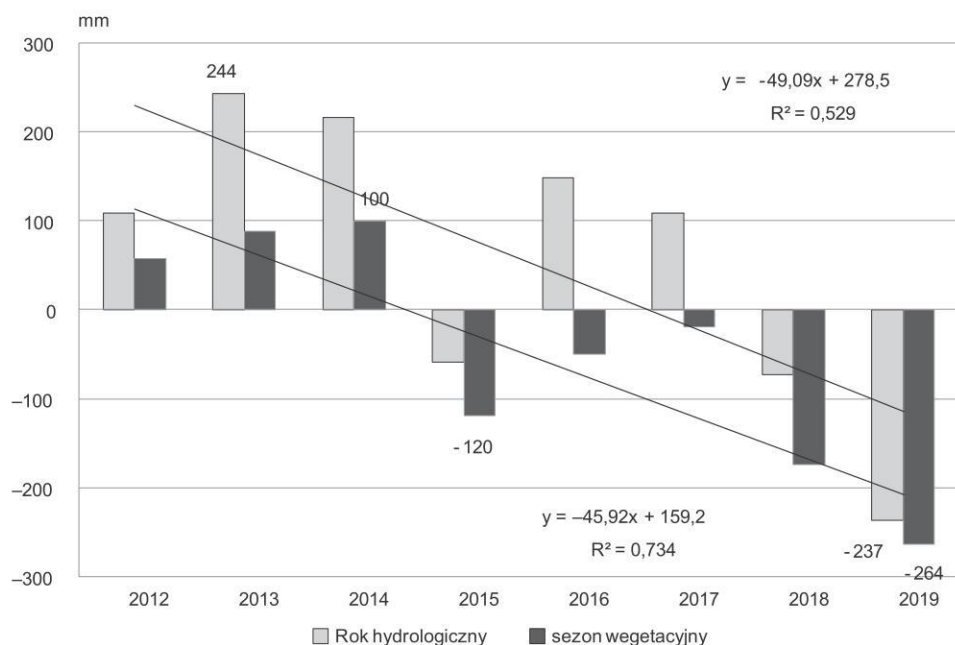


Ryc. 5. Zmienność i trend rocznych sum natężenia promieniowania słonecznego (SOL_T_S) na tle średniej z okresu badań (linia przerywana)

Fig. 5. Variation and trend of annual sums of solar radiation intensity (SOL_T_S) against the background of the long-term average from the research period (dashed red line)

Roczna suma usłonecznienia oraz średnie roczne ciśnienie atmosferyczne w dotychczasowych badaniach nie wykazały wyraźnego trendu zmian. Wartość średnia rocznej sumy usłonecznienia z okresu badań wyniosła 1958,4 godziny i była o ponad 300 godzin wyższa od średniej wieloletniej dla Roztocza (Warakomski 1994).

Warunki te, oprócz wspomnianych już wcześniej rekordowo wysokich temperatur i niskich sum opadów, znacząco przyczyniły się do najwyższego w historii badań deficytu opadu atmosferycznego wyrażonego wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego. Do obliczenia parowania wskaźnikowego tego bilansu użyto wzoru Iwanowa (Radzka 2014). Z analizy rozkładu tego wskaźnika w poszczególnych latach badań wynika m.in., że rok 2019 charakteryzował się najwyższym w wieloleciu deficytem opadów przekraczającym 200 mm, zarówno w układzie roku kalendarzowego, jak i hydrologicznego (ryc. 6). Dla funkcjonowania



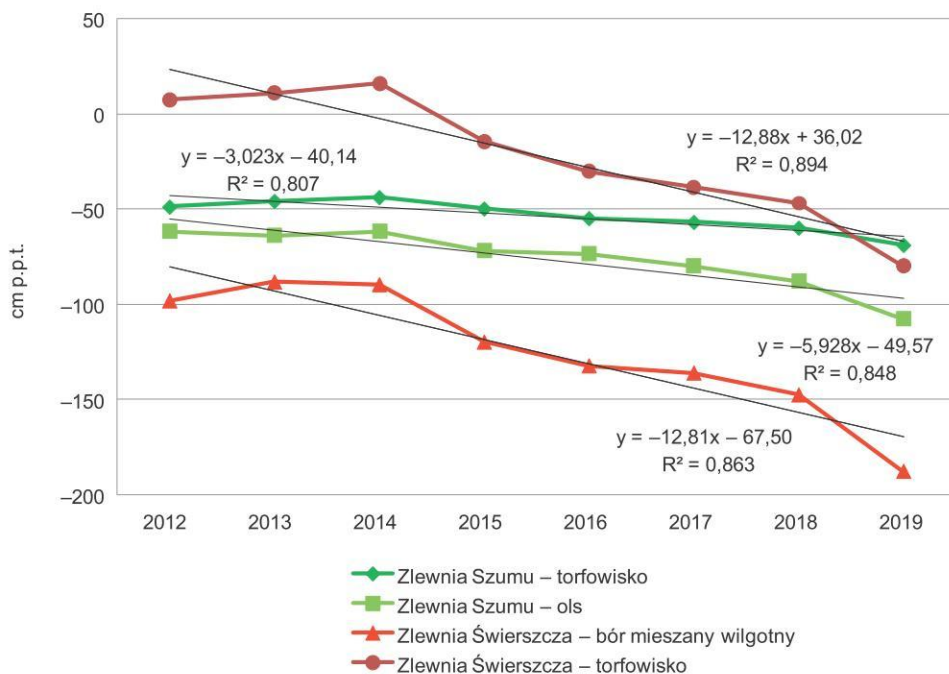
Ryc. 6. Klimatyczny bilans wodny zlewni strumienia Świerszcz
Fig. 6. Climatic water balance of the Świerszcz stream catchment

przyrody parku istotny może być fakt występowania znacznego deficytu opadów w 5 kolejnych sezonach wegetacyjnych, tj. od 2015 do 2019 r.

Opisane wyżej wyjątkowe warunki klimatyczno-opadowe ostatnich lat miały decydujący wpływ na notowane obecnie znaczne obniżenie zwierciadła wód podziemnych we wszystkich punktach pomiarowych zlewni Świerszcza i Szumu (ryc. 7).

Szczególnie znaczące było stałe obniżanie się zwierciadła wody w głównym, kredowym poziomie wodonośnym Roztocza (ryc. 8). Najniższy poziom 1745 cm p.p.t. wystąpił pod koniec października 2019 r. i był jednocześnie najniższym zanotowanym stanem od początku realizacji pomiarów, tj. od listopada 2011 r. W stosunku do najwyższego poziomu, odnotowanego w połowie czerwca 2013 r. (1392 cm p.p.t.), nastąpił spadek poziomu tych wód o ponad 350 cm. Natomiast w całym 2019 r. zwierciadło wód podziemnych utrzymywało się na zbliżonym, bardzo niskim poziomie, a średni roczny stan wody był niższy aż o 92 cm od średniej z okresu badań.

Zwierciadło wody piętra czwartorzędowego w zlewni Świerszcza analizowano na przykładzie pomiarów w borze mieszanym wilgotnym (ryc. 7). Również w tym punkcie w październiku 2019 r. zanotowano najniższy poziom wód gruntowych od początku prowadzenia pomiarów – 218 cm p.p.t., a średni roczny, maksymalny i minimalny stan wody był najniższy od 2012 r. W stosunku do najwyższego poziomu, odnotowanego w czerwcu 2013 r. (34,5 cm p.p.t.), nastąpił spadek o ponad 183 cm.



Ryc. 7. Zmienność i trend średnich rocznych poziomów wód podziemnych w wybranych ekosystemach leśnych zlewni Świerszcza i Szumu

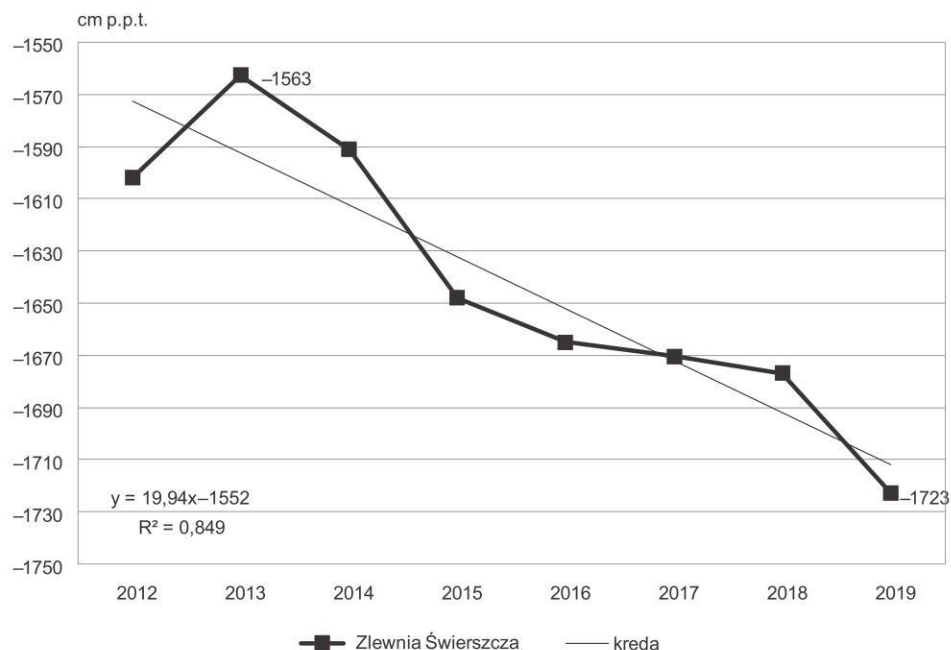
Fig. 7. Variability and trend of average annual groundwater levels in selected forest ecosystems of the Świerszcz and Szum catchments

Zwierciadło wody piętra czwartorzędowego, mierzone w piezometrze na torfowisku w zlewni Świerszcza, wykazywało duże zmiany w ciągu badanego okresu. Od listopada 2011 do czerwca 2015 r. obszary torfowiska były zalane wodą, której poziom dochodził do 37 cm p.p.t. Po tym okresie poziom wody w torfowisku spadał aż do wartości 55 cm p.p.t. w 2018 r. Natomiast przez cały rok 2019 znajdował się poniżej 55 cm (na granicy możliwości pomiarowych urządzenia).

Z danych pomiarowych z 2019 r. wynika, że średni roczny stan wód podziemnych oraz poziom maksymalny i minimalny we wszystkich piętrach wodonośnych był najniższy od 2011 r. We wszystkich warstwach wodonośnych stany wody na koniec roku 2019 były niższe niż na początku roku hydrologicznego. Taka sytuacja powtarza się od pięciu lat.

Jako konsekwencje opisanej wyżej sytuacji hydrologicznej obserwuje się spadek wydajności, a niekiedy wręcz wysychanie niektórych źródeł (zwłaszcza przykorytowych), zanikanie mniejszych cieków oraz naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych. W zlewni badawczej nastąpił ponowny, okresowy zanik fragmentów górnego i środkowego biegu Świerszcza. Poprzednia taka sytuacja, nieco mniej intensywna, miała miejsce w latach 2016–2017.

Ogólna sytuacja termiczno-opadowa oraz znaczne obniżenie zwierciadła wody kredowego i czwartorzędowego poziomu wodonośnego spowodowały, że średni



Ryc. 8. Zmienność i trend średnich rocznych stanów wód piętra kredowego w zlewni Świerszcza

Fig. 8. Variability and trend of average annual water levels of the Cretaceous layer in the Świerszcz catchment

przepływ strumienia Świerszcz w roku 2018 spadł do poziomu 35% wartości średniej wieloletniej. W 2019 r. spadek jeszcze się pogłębił, osiągając zaledwie 25% tej wartości. Minimalny przepływ, odnotowany w końcu października 2019 r., wyniósł zaledwie $1,7 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$, czyli poniżej 5% wartości średniej wieloletniej, i była to jednocześnie najniższa zmierzona wartość przepływu Świerszcza w badanym wieloleciu (ponadstukrotnie niższa od najwyższego przepływu zmierzonego w czerwcu 2013 r., który wyniósł aż $209 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$). Powodem tak małych przepływów Świerszcza było obniżenie poziomu wód podziemnych, połączone z prawie całkowitą retencją wód opadowych w górnej, torfowiskowej części zlewni, oraz ogólna sytuacja termiczno-opadowa sprzyjająca zwiększonemu parowaniu.

Jednym z bardzo istotnych skutków przyrodniczych obserwowanego deficytu opadów atmosferycznych w połączeniu ze zmianami poziomu wód podziemnych jest zamieranie starych jodeł w drzewostanach RPN, po raz pierwszy zaobserwowane i opisane w 2016 r. w ramach realizacji programu K1 – Uszkodzenia drzew i drzewostanów. W obrębie powierzchni badawczej tego programu zamaryły wówczas 4 z 22 badanych jodeł, co zinterpretowano jako efekt wyjątkowo suchego i gorącego lata 2015 r. W kolejnych latach pojawiały się doniesienia służb terenowych parku o pojedynczym i grupowym zamieraniu jodeł na różnych jego obszarach. W 2019 r., wobec wielu informacji o nasilaniu się tego zjawiska, podjęto decyzję o inwentaryzacji oraz objęciu monitoringiem większego obszaru RPN, wybierając

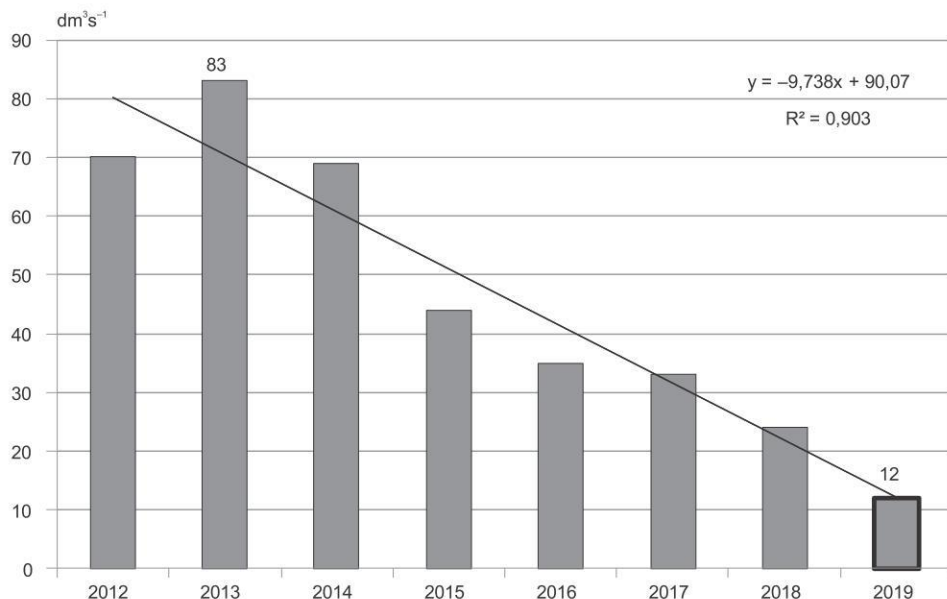


Fot. 1. Wyschnięte koryto Świerszcza w jego górnym biegu – stan z września 2020 r. (fot. Z. Maciejewski)

Phot. 1. The Świerszcz dry riverbed in its upper course – the state in September 2020 (Phot. Z. Maciejewski)

w tym celu całe pododdziały drzewostanów jodłowych, w których zjawisko zamierania drzew wystąpiło w dużym natężeniu – w taki sposób, aby reprezentowały one różne siedliska na różnych obszarach parku. Łącznie na powierzchni ponad 45 ha pomierzono 508 zamarłych i zamierających jodeł – przeciętnie 19,9 szt. ha^{-1} (od 4,3 do 59,1). Łączna powierzchnia przekroju pierśnicowego pomierzonych drzew wyniosła ponad 98 m^2 . W poszczególnych pododdziałach zamierające i zamarte jodły miały od blisko 3% do ponad 12% udziału tego gatunku w drzewostanie. Przeciętnie odsetek zamierających i zamarłych jodeł w skali parku wyniósł blisko 8% udziału tego gatunku. Bezpośrednią stwierdzoną przyczyną śmierci drzew było żerowanie owadów, zwłaszcza smolika jodłowca (*Pissodes piceae* Illiger. 1807), w mniejszym stopniu rozwój patogenicznych grzybów (głównie opieńki miodowej *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.). Jednakże wśród głównych przyczyn tego zjawiska są z pewnością ekstremalne warunki termiczno-opadowe ostatnich lat oraz towarzyszący im spadek poziomu wód podziemnych powodujących osłabienie drzew.

Innym poważnym zagrożeniem drzewostanów sosnowych RPN, który można wiązać z okresem ciepłych i suchych lat, jest masowy rozwój kornika ostrozębnego *Ips acuminatus* (Gyll.). Pierwsze ogniska występowania tego gatunku stwierdzono również w 2016 r. (podobnie jak zamieranie jodeł), w liczbie 22 gniazd, o łącznej powierzchni 0,84 ha. W kolejnych latach liczba miejsc (gniazd) oraz



Ryc. 9. Zmienność i trend średniego rocznego przepływu strumienia Świerszcz
 Fig. 9. Variation and trend of the average annual flow of the Świerszcz stream

ogólna powierzchnia występowania tego gatunku systematycznie rosła, co wiązało się z koniecznością usuwania drzew zasiedlonych. Na początku 2019 r. odnotowano łącznie blisko 350 gniazd, zaś powierzchnia uszkodzonych drzewostanów wyniosła 20,3 ha.

Podsumowanie

Analiza danych zebranych w poszczególnych programach pomiarowych realizowanych w zlewni badawczej Świerszcza wskazuje na daleko idące zmiany zachodzące nie tylko w warunkach klimatycznych i hydrologii zlewni, lecz również w funkcjonowaniu środowiska przyrodniczego. Obserwuje się znaczne przeobrażenia w niektórych siedliskach – głównie hydrogenicznych, czego przykładem jest całoroczny brak wody w piezometrze położonym na torfowisku. Siedliskom tym, przy dalszym utrzymywaniu się obecnych tendencji klimatyczno-hydrologicznych, grozi murszenie warstw organicznych (próchnicznych) i przekształcanie się w zupełnie inne układy fitocenoz. Długie, ciepłe i raczej suche okresy wegetacyjne wpływają niekorzystnie na rozwój szaty roślinnej, w tym na rozwój i przetrwanie gatunków roślin rzadkich i przyrodniczo cennych. Sprzyjają za to rozwojowi gradacji i wzrostowi szkód od żerowania chrabąszcza majowego i kornika ostrożnego oraz licznemu pojawianiu się i wzmożonej aktywności innych kambioksylofagów i foliofagów ze świata owadów czy patogenów ze świata grzybów. Powiększają także straty i uszkodzenia w drzewostanach parku wynikające

z żeru wymienionych wyżej owadów czy szerzej – z rozwoju patogenicznych organizmów na różnych gatunkach drzew. Jednym z bardzo ważnych skutków opisanych zmian widocznych w drzewostanach RPN jest m.in. liczne i postępujące zamieranie starszych jodeł – prawdopodobnie w wyniku tzw. dekwitacji (prof. A. Bruchwald, inf. ustna) związanej z suszą. Sporadyczne obserwacje wskazują też na większą aktywność zwierzyny płowej w zakresie letniego spalowania pni drzew i prawdopodobnie również zgryzania młodych pędów oraz gałęzi drzew i krzewów w poszukiwaniu wody. Często obserwuje się wkraczanie do uszkodzonych drzewostanów obcych gatunków inwazyjnych drzewiastych i zielnych, takich jak: czeremcha późna *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. oraz erihetes jastrzębcowaty *Erechtites hieracifolia* (L.) Raf. ex DC. W analizowanym okresie nie wystąpiły zjawiska często pojawiające się na Roztoczu, takie jak: huraganowe wiatry, silna okiść śniegowa czy lodowa, których występowanie powodowało w przeszłości znaczące konsekwencje w ekosystemach leśnych w postaci rozległych śniegołomów czy wiatrowałów (Szwagrzyk, Maciejewski 2015).

Podsumowując wieloletnie badania prowadzone w Stacji Bazowej ZMŚP Roztocze w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, należy stwierdzić, że zjawiska i procesy przyrodnicze zachodzące w zlewni Świerszcza są w decydującej mierze determinowane uwarunkowaniami klimatyczno-hydrologicznymi. Jednakże zbyt krótki okres badań, połączony ze znaczną zmiennością badanych czynników, sprawia, że wieloletnie tendencje procesów kształtujących środowisko przyrodnicze zlewni reprezentatywnej są aktualnie trudne do pełnej interpretacji. Kontynuacja oraz ewentualne zwiększenie zakresu monitoringu na obszarze badawczym zlewni strumienia Świerszcz umożliwi dokonanie bardziej szczegółowej analizy, diagnozy stanu i perspektyw ochrony środowiska przyrodniczego tego regionu. Aspekt ten ma duże znaczenie, ponieważ Stacja Bazowa Roztocze funkcjonuje w strukturze Roztoczańskiego Parku Narodowego i jej podstawowym zadaniem jest gromadzenie danych o stanie środowiska, zagrożeniach istniejących i potencjalnych oraz analiza przyczynowo-skutkowa uwarunkowań funkcjonowania sfery przyrodniczej parku. Monitoring przyrodniczy realizowany w Stacji Roztocze, ujęty w planie ochrony Roztoczańskiego Parku Narodowego, jest w założeniu podstawowym źródłem informacji, w oparciu o które są formułowane i będą realizowane działania z zakresu czynnej ochrony jego ekosystemów.

Podziękowania

Autorzy pragną serdecznie podziękować mgr inż. Klaudii Łopuszańskiej-Stachyrze (Roztoczański Park Narodowy) za udostępnienie danych dotyczących kornika ostrożnego.

Literatura

Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przebiegu wieloletnim. Prace Geograf. PAN, 33.
Kaszewski B.M., 2008. Warunki klimatyczne Lubelszczyzny. Wydawnictwo UMCS, Lublin.

- Kostrzewski A., Kruszyk R., Kolander R., 2006. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań (https://zmsp.gios.gov.pl/?page_id=69).
- Lorenc H., 1998. Ocena stopnia realizacji programu „Obserwacje meteorologiczne i badania klimatyczne w systemie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego” oraz synteza uzyskanych wyników badań za okres 1994–1997. [W:] A. Kostrzewski (red.), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geoeosystemów Polski. Materiały z IX Sympozjum ZMŚP, Storkowo, 2–4 września 1998. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, s. 113–118.
- Paczos S., 1982. Stosunki termiczne i śnieżne zimy w Polsce. Rozpr. hab. UMCS, Lublin, s. 24.
- Radzka E., 2014. Klimatyczny bilans wodny okresu wegetacyjnego (według wzoru Iwanowa) w środkowowschodniej Polsce. Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie, 14, 1(45): 67–76.
- Szwagrzyk J., Maciejewski Z., 2015. Główne bogactwo parku – lasy. [W:] R. Reszel, T. Grądziel (red.), Roztoczański Park Narodowy – przyroda i człowiek. Roztoczański Park Narodowy, s. 67–90.
- Uscka-Kowalkowska J., Kejna M., 2009. Zmienność warunków termiczno-opadowych w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w okresie 1994–2007. Acta Agrophysica, 14(1): 203–219.
- Warakowski W., 1994. Zarys klimatu Roztocza. [W:] T. Wilgat (red.), Roztoczański Park Narodowy. Wyd. Ostoja, Kraków, s. 55–67.