

PRZEBIEG, PRZYCZYNY I SKUTKI ŚRODOWISKOWE EKSTREMALNEGO ZDARZENIA POGODOWEGO W GÓRACH ŚWIĘTOKRZYSKICH W 2006 ROKU

Marek Józwiak¹, Krzysztof Jarzyna², Rafał Kozłowski¹, Mirosław Szwed¹

Józwiak M., Jarzyna K., Kozłowski R., Szwed M., 2010: Przebieg, przyczyny i skutki środowiskowe ekstremalnego zdarzenia pogodowego w Górach Świętokrzyskich w 2006 roku (*The course, reasons and environmental effects of a 2006 extreme weather phenomenon in the Świętokrzyskie (Holy Cross) Mts.*) *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 11, s. 49-54, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: Czwarty Raport IPCC wskazuje szereg trendów dotyczących zmian częstości występowania, intensywności i zasięgu ekstremalnych zjawisk pogodowych w drugiej połowie XX wieku. Wzrost zagrożenia ze strony ekstremalnych zjawisk pogodowych dla funkcjonowania środowiska przyrodniczego oraz społeczeństw ludzkich powoduje, że kluczowym zadaniem staje się rejestracja i prognozowanie tych zjawisk. W pracy przedstawiono przebieg pogody w lipcu 2006 roku, który charakteryzował się ekstremalnymi warunkami termiczno-opadowymi, wyjątkowymi w skali wielolecia. Przedstawiono również skutki środowiskowe i dokonano diagnozy przyczyn tego ekstremalnego zdarzenia pogodowego.

Słowa kluczowe: temperatura, opad, zlewnia, przepływ.

Key words: temperature, rain, catchment, water flow.

¹ Marek Józwiak, Rafał Kozłowski, Mirosław Szwed, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska UJK Kielce, tel. 0048 41 349-64-27, fax. 0048 41 349-64-18, e-mail: marjo@ujk.edu.pl

² Krzysztof Jarzyna, Instytut Geografii UJK Kielce tel 0048 41 349-63-72, fax. 0048 41 349-63-73

1. Wprowadzenie

Czwarty Raport IPCC wskazuje szereg trendów dotyczących zmian częstości występowania, intensywności i zasięgu ekstremalnych zjawisk pogodowych w drugiej połowie XX wieku (Tranberth i in., 2007). Nad obszarami lądowymi wzrosła w tym czasie częstość dni i nocy gorących. Obserwowany jest też zarówno wzrost częstości opadów o dużej intensywności, jak i wzrost powierzchni zagrożonych suszą. Autorzy raportu prognozują, że w XXI wieku tendencje te utrzymają się, skutkując w umiarkowanych szerokościach geograficznych wzrostem częstości, czasu trwania i intensywności fal gorąca oraz wzrostem ryzyka wystąpienia suszy i opadów ulewnych (Meehl i in., 2007).

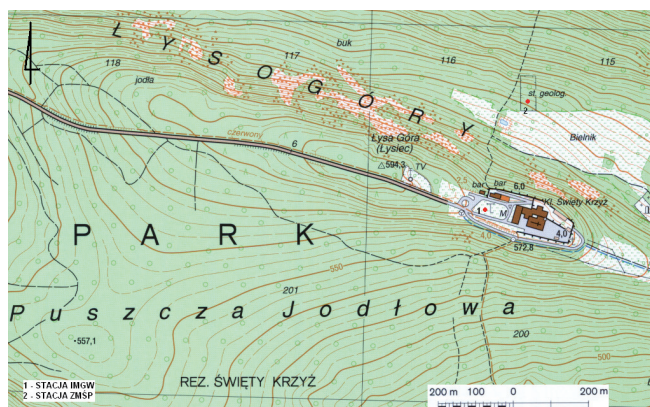
Wzrost zagrożenia ze strony ekstremalnych zjawisk pogodowych dla funkcjonowania środowiska przyrodniczego oraz społeczeństw ludzkich powoduje, że kluczowym zadaniem staje się rejestracja i prognozowanie tych zjawisk. Jest to również perspektywnie jedno z najważniejszych zadań w ramach programu badań Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Kostrzewski, 2009). Rejestracja tego typu zdarzeń w skali lokalnej oraz ocena ich skutków dla badanej zlewni reprezentatywnej jest jednym z podstawowych zadań Stacji Bazowej ZMŚP Święty Krzyż.

Celem niniejszego opracowania jest prezentacja – na podstawie materiałów stacji meteorologicznych zlokalizowanych w Paśmie Łysogórskim Gór Świętokrzyskich – przebiegu pogody w lipcu 2006 roku.

Miesiąc ten odznaczał się ekstremalnymi warunkami termiczno-opadowymi, wyjątkowymi w skali wielolecia. Przedstawiono również skutki środowiskowe oraz dokonano diagnozy przyczyn tego ekstremalnego zdarzenia pogodowego.

2. Materiały i metody

Dane meteorologiczne, które wykorzystano do niniejszego opracowania pochodzą z dwóch stacji zlokalizowanych w centralnej części Gór Świętokrzyskich. Są to stacja IMGW, reprezentująca warunki szczytowe góry Łysiec (595 m n.p.m.) oraz Stacja Bazowa ZMŚP Święty Krzyż, położona w strefie stokowej, północnej części stoku Łysieca (513,5 m n.p.m.) – ryc. 1. Urządzenia pomiarowe do określenia warunków meteorologicznych na stacji ZMŚP zamontowane zostały na wysokości 30 m powyżej gruntu, tj. około 2–3 m powyżej koron drzew. Uzyskane dane pochodzą z automatycznej stacji Milos 500 oraz deszczomierza Helmana.

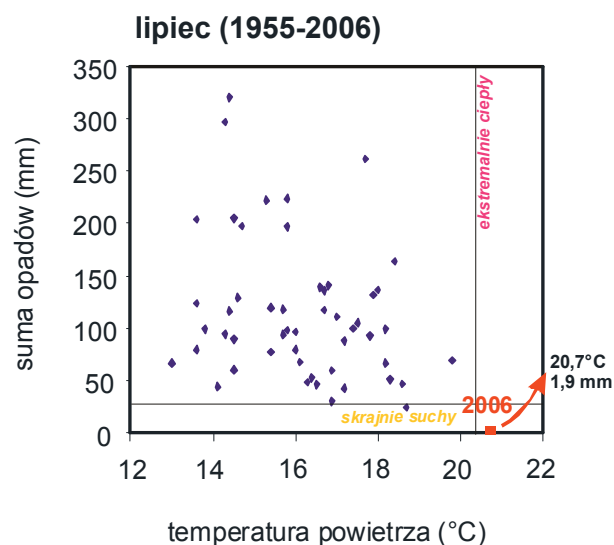


Ryc. 1. Położenie punktów pomiarowych
Fig. 1. Location of measurement sites

3. Przebieg pogody na Świętym Krzyżu w lipcu 2006 roku

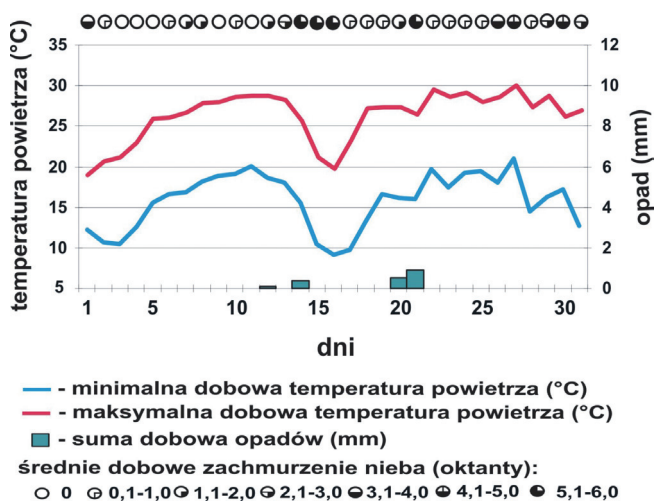
Rok 2006, według klasyfikacji termiczno-opadowej (Kaczorowska, 1962; Lorenc i wsp., 2008), zaliczono do kategorii ciepły i suchy. Do najbardziej anomalnych należała pogoda w lipcu. Średnia temperatura na Świętym Krzyżu wyniosła wówczas 20,7°C (stacja IMiGW) i 21,5°C (stacja ZMŚP). Wartość ze stacji IMiGW przewyższyła normę klimatyczną dla Świętego Krzyża o 4,5°C. Suma miesięczna opadu wyniosła odpowiednio: 1,9 mm i 2,8 mm. Jest to około 1,5% wartości średniej z wielolecia 1955–2006. Lipiec 2006 roku był

najcieplejszym i najsuchszym miesiącem od początku działania stacji meteorologicznej IMiGW w 1954 roku. Zaklasyfikowano go jako ekstremalnie ciepły według klasyfikacji H. Lorenc i skrajnie suchy według klasyfikacji Z. Kaczorowskiej (ryc. 2).



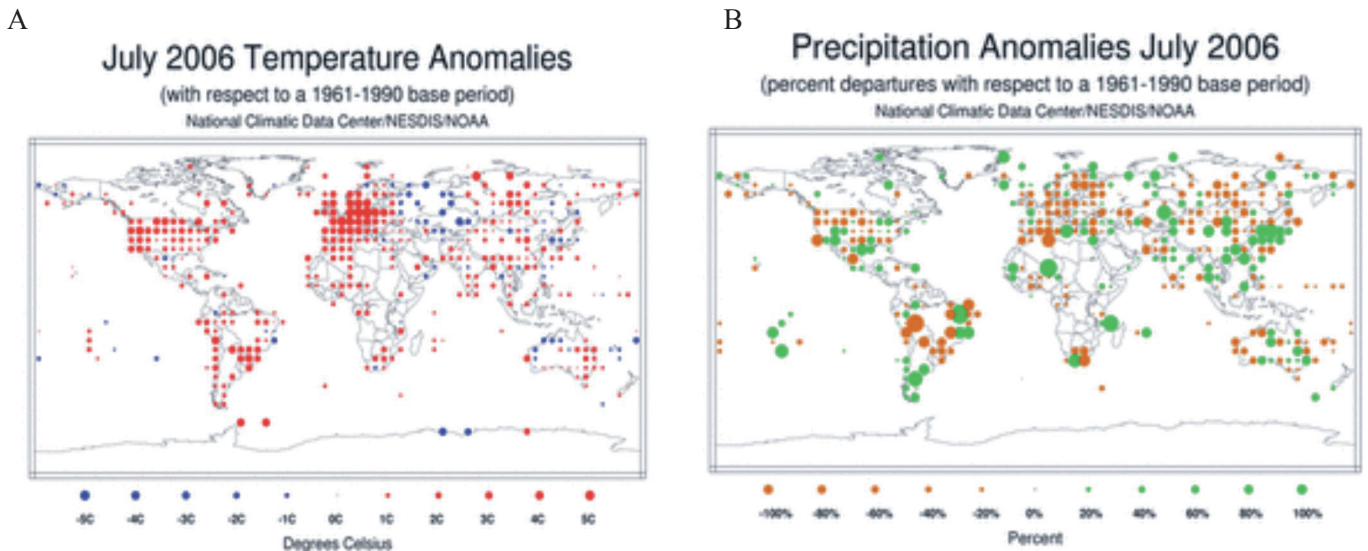
Ryc. 2. Klasyfikacja warunków termiczno-opadowych lipca na stacji meteorologicznej IMiGW Święty Krzyż na podstawie danych z okresu 1955–2006

Fig. 2. Classification of the July thermal and precipitation conditions at the IMiGW Święty Krzyż weather station based on 1955–2006 data



Ryc. 3. Przebieg wybranych elementów pogody na stacji meteorologicznej IMiGW Święty Krzyż w lipcu 2006 roku

Fig. 3. Courses of selected weather elements at the IMiGW Święty Krzyż weather station in July 2006



Ryc. 4. Odchylenia średniej dobowej temperatury powietrza (A) i sumy opadów (B) z lipca 2006 roku od średnich wartości z wielolecia 1961–1990 (<http://lwf.ncdc.noaa.gov>)

Fig. 4. Deviations of average diurnal air temperature (A) and precipitation total (B) in July 2006 from average values of the 1961–1990 multi-year period (<http://lwf.ncdc.noaa.gov>)

Na podstawie danych pochodzących ze stacji meteorologicznej IMiGW można stwierdzić, że w lipcu 2006 roku wystąpiły dwa okresy wysokiej temperatury – przełom 1 i 2 dekady lipca i 3 dekada miesiąca. Dni gorące, z maksymalną temperaturą dobową przekraczającą 25°C, wystąpiły w okresie od 5 do 14 lipca i od 18 lipca do końca miesiąca. Najwyższą wartość temperatury powietrza (29,9°C) zanotowano 27 lipca. Zarejestrowano również 2 noce gorące (10/11.07. i 26/27.07.), gdy temperatura powietrza nie spadła poniżej 20°C. Dobowe amplitudy temperatury powietrza były stosunkowo duże, osiągając 14°C (ryc. 3).

Okresom wysokiej temperatury powietrza towarzyszyło niskie zachmurzenie nieba (ryc. 3). Niskie zachmurzenie w połączeniu z długim dniem dało efekt w postaci silnej insolacji. Suma miesięczna całkowitego promieniowania słonecznego w lipcu 2006 roku wyniosła 824 MJ*m⁻² według danych Stacji Bazowej ZMŚP Święty Krzyż.

Wzrostowi zachmurzenia towarzyszyły opady. W lipcu 2006 roku zanotowano tylko 4 dni z opadem. Występowały wówczas jedynie niewielkie opady przelotne o sumach dobowych nieprzekraczających 1 mm (ryc. 3). Powietrze było w tym miesiącu stosunkowo suche; średnia wilgotność względna wynosiła wówczas tylko 57%.

Równie anomalny przebieg pogody obserwowano w lipcu 2006 roku nie tylko w Górach Świętokrzyskich, ale niemalże w całej Polsce (Lorenc i in., 2008), jak również w dużej części Europy – ryc. 4 (<http://lwf.ncdc.noaa.gov>).

4. Przyczyny ekstremalnego zdarzenia pogodowego z lipca 2006 roku

Niska wilgotność powietrza, zachmurzenie nieba i opady oraz stosunkowo duże dobowe amplitudy temperatury powietrza i wysokie maksymalne temperatury dobowe sugerują częste występowanie pogody antycyklonalnej w lipcu 2006 roku. Tak też było w istocie.

Objektive Grosswetterlagen (<http://www.dwd.de>)

lipiec 2006

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
↖	↖	↖	No	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	No	No	↘	↘	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
↘	↘	No	No	↗	↗	No	↗	↗	No	No	No	↗	↘	↗	↗

	Cykloniczność na poziomie 950 hPa	Cykloniczność na poziomie 500 hPa	Wilgotność troposfery
↖	typ wyżowy		sucha
↗	typ wyżowy		wilgotna
↘	typ wyżowy	typ niżowy	wilgotna
↙	typ niżowy	typ wyżowy	sucha
↖ ↗ ↘ ↙ No	przeważający kierunek wiatru		wilgotna

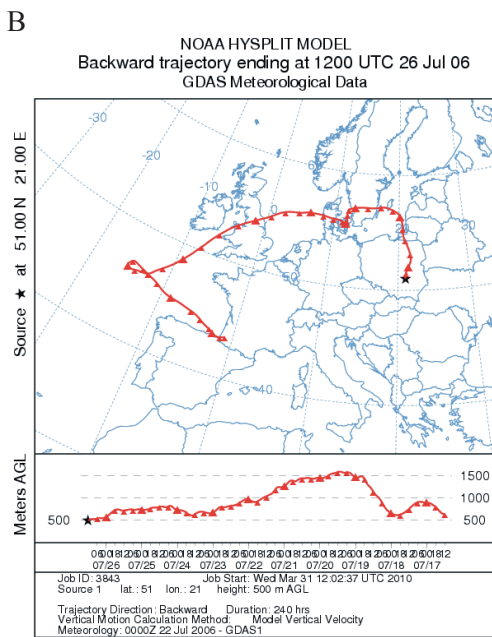
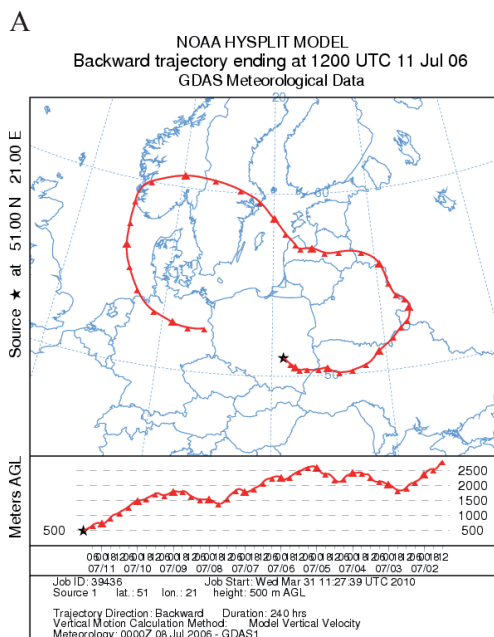
Ryc. 5. Kalendarz „Objektive Grosswetterlagen” dla lipca 2006 roku

Fig. 5. „Objektive Grosswetterlagen” Calendar for July 2006

Zobiektywizowana wersja kalendarza Grosswetterlagen (<http://www.dwd.de>) dowodzi, że pogoda w Europie Środkowej przez większą część lipca 2006 roku kształtowana była przez ośrodki wysokiego ciśnienia (ryc. 5). Stąd też bardzo często obserwowano zakrzywione trajektorie molekuł powietrza, o kierunku przemieszczania się zgodnym z ruchem wskazówek zegara – typowym dla układów antycyklonalnych (ryc. 6(A)). W większości przypadków były to wyże wysokie, mogące na dłuższy czas zaburzać strefowy przepływ po-

wietrza w umiarkowanych szerokościach geograficznych.

Rozwój inwersji z osiadania w obszarze podwyższonego ciśnienia skutkowałam wspomnianym brakiem opadów oraz małym zachmurzeniem, które w połączeniu z długim dniem i dużą wysokością kątową Słońca w trakcie górowania odpowiadało za wysokie temperatury powietrza. Krótka noc nie pozwalała na silne wychłodzenie się podłoża mimo małego zachmurzenia.



Ryc. 6. Wsteczne trajektorie cząstki powietrza dla punktu o koordynatach 51°N, 21°E, 500 m n.p.g. z godziny 12:00 UTC dnia 11 (A) i 26 (B) lipca 2006 roku

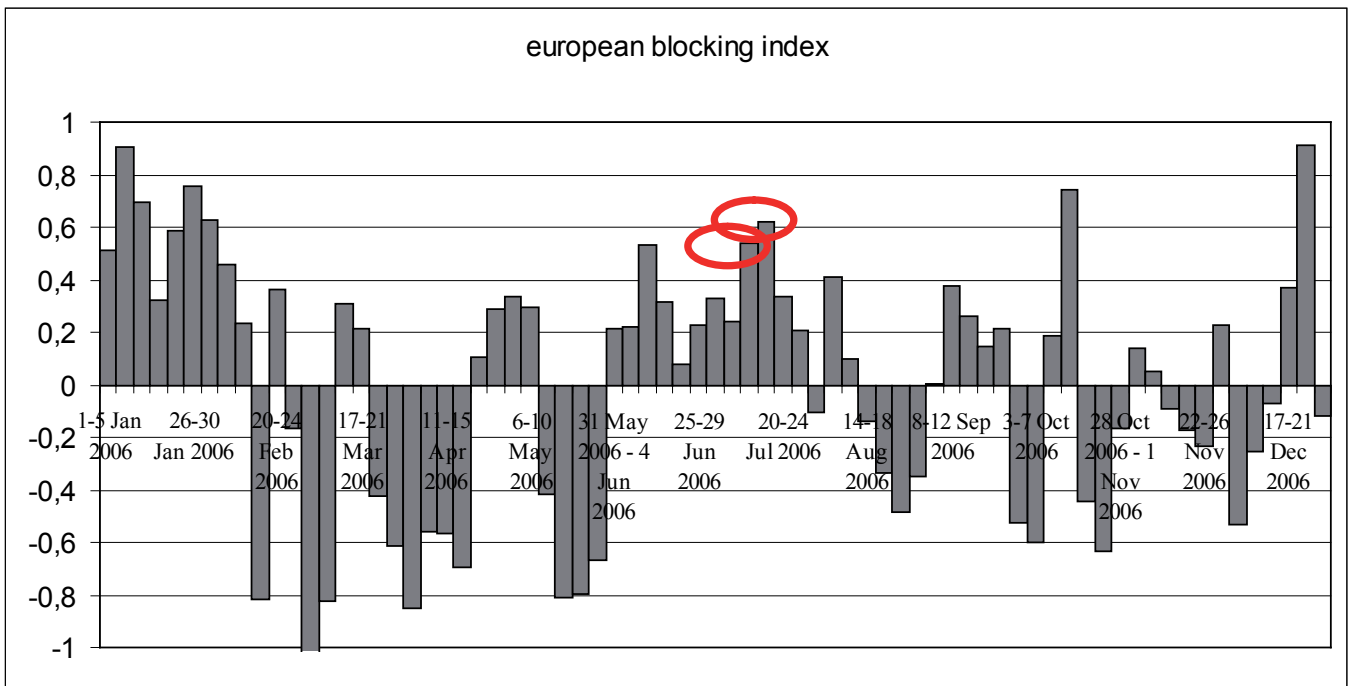
Fig. 6. Backward trajectories of an air particle for the site whose coordinates are 51°N, 21°E, 500 m above ground level, as at 12:00 UTC, July 11 (A) and 26 (B), 2006

Druga przyczyna wysokich temperatur to okresowy napływ zwrotnikowych mas powietrza nad Europę Zachodnią i Środkową towarzyszący rozwojowi klinów Wyżu Azorskiego (ryc. 6(B)). Na taką możliwość wskazuje też dodatnia w lipcu 2006 roku wartość wskaźnika NAO w wersji Hurrela – +0,83 (<http://www.cru.uea.ac.uk>).

Trwałość pogody w tym okresie wynikała z osłabienia strefowego przepływu powietrza w sektorze euro-atlantyckim umiarkowanych szerokości geograficznych, prowadzących do rozwoju bloku. Dowodzi tego wzrost wartości wskaźnika „European blocking” w pentadach poprzedzających okresy najwyższych temperatur powietrza – ryc. 7 (<http://iridl.ldeo.columbia.edu>).

5. Skutki ekstremalnych warunków termiczno-opadowych w środowisku przyrodniczym

Wody powierzchniowe zlewni badawczej Stacji Bazowej ZMŚP Święty Krzyż reprezentowane są przez dwa profile oznaczone na rycinie 8 jako C5 – profil znajdujący się w leśnym odcinku ciekę oraz C6 (ryc. 9) – profil zamykający zlewnię. Bezimienny ciek (na dokładnych mapach Świętokrzyskiego Parku Narodowego zwany Wieńcem), odwadniający zlewnie w górnej części, zachowuje charakter naturalny, zaś w swym dolnym odcinku jest silnie przekształcony antropogenicznie na potrzeby lokalnej infrastruktury komunalnej (wieś Baszowice i Hucisko). Dokonywane pomiary obejmowały natężenie przepływu w analizowanych punktach oraz pozwoliły określić takie para-



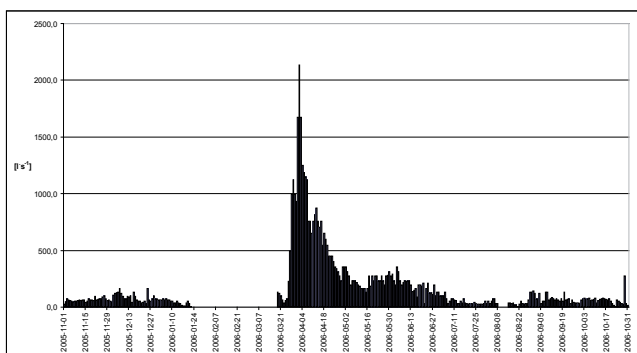
Ryc. 7. Przebieg wskaźnika „European blocking” w 2006 roku
 Fig. 7. Course of the European Blocking Index in 2006

metry, jak: stany wody, natężenie przepływu, odpływ jednostkowy, wskaźnik odpływu oraz współczynnik odpływu w odniesieniu do ogólnych warunków hydro-meteorologicznych.

Jak wynika z przedstawionych danych, najwyższe przepływy wody występowały w II i III kwartale roku hydrologicznego 2006, w związku z tajaniem pokrywy śniegowej. Odpływ rzeczny wyniósł 72,9 mm, zaś roczny współczynnik odpływu 10,7%. Wyraźny

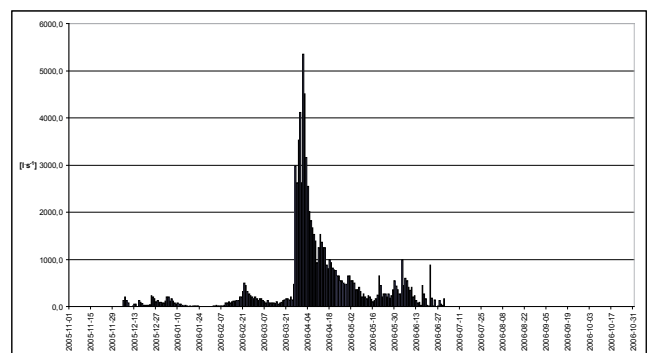
wpływ opadów na kształtowanie się odpływu zano-towano w okresie letnim, gdzie niskim wielkościom opadów towarzyszyły niskie stany wód oraz minimal-ne jednostkowe odpływy. Decydujący wpływ na taką sytuację miały rekordowo niskie opady, podwyższona temperatura powietrza i zwiększone parowanie z ob-szaru odwadnianej zlewni.

Szacunkowa wartość ewapotranspiracji potencjalnej obliczona dla lipca 2006 roku ze wzoru Turca (Turc,



Ryc. 8. Dynamika przepływu wody na leśnym odcinku ciekui odwadniającego zlewnię badawczą ZMŚP Święty Krzyż w roku hydrologicznym 2006

Fig. 8. Dynamics of water flow in the forest segment of the watercourse which drains the studied catchment under the Integrated Natural Environment Monitoring System at Święty Krzyż in the hydrological year 2006



Ryc. 9. Dynamika przepływu wody w profilu zamykającym zlewnię badawczą.

Fig. 9. Dynamics of water flow in the profile closing the studied catchment

1961) wynosi 161,4 mm. Uwzględniając miesięczną sumę opadów można więc stwierdzić, że Klimatyczny Bilans Wodny jest ujemny i wynosi -169 mm.

W lipcu 2006 roku zanotowano również najniższe w historii stany wód na kilku posterunkach wodowskazowych zlokalizowanych na rzekach odwadniających Pasma Łysogórskie (Lorenc i in., 2008). Susza meteorologiczna spowodowała również wzrost zagrożenia pożarowego w lasach. Na 859 pożarów, które wybuchły w lasach województwa świętokrzyskiego w 2006 roku, ponad połowa miała miejsce w lipcu (Forest Fires in Europe 2006..., 2007). Poza pożarami susza nie dotknęła jednak silniej świętokrzyskich lasów, gdyż po suchym lipcu nadszedł deszczowy sierpień 2006 roku.

6. Literatura

Forest Fires in Europe 2006..., 2007: European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

Kaczorowska Z., 1962: Opady w Polsce w przebiegu wieloletnim. Prace Geograf., PAN, 33.

Kostrzewski A., 2009: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego (przedmowa): Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce, Bochenek W., Kijowska M. (red.), Biblioteka Monitoringu Środowiska.

Lorenc H., Mierkiewicz M., Sasim M., 2008: Susze w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem roku 2006 (historia, przyczyny, natężenie, zasięg, skutki, wnioski), Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, II(LII), 1–2, 3–32.

Meehl G.A. et al. (2007) in Climate Change 2007: The Physical Science Basis, eds. Solomon S. et al. (Cambridge Univ Press, Cambridge, UK), pp 747–845.

Trenberth K.E., Jones P.D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J.A., Rusticucci M., Soden B., Zhai P., 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of WG 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. C. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.), Cambridge University Press. Cambridge, U.K., and New York, NY, USA, 235–336, plus annex online.

Turc L., 1961: Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, Ann. Agron., 12, 13–49.

7. Netografia

www.fire.uni-freiburg.de/.../eu.../EU-Forest-Fires-in-Europe-2007.pdf.

www.fire.uni-freiburg.de/.../eu.../EU-Forest-Fires-in-Europe-2006.pdf.

<http://lwf.ncdc.noaa.gov>.

<http://www.dwd.de>.

<http://www.cru.uea.ac.uk>.

THE COURSE, REASONS AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF A 2006 EXTREME WEATHER PHENOMENON IN THE ŚWIĘTOKRZYSKIE (HOLY CROSS) MTS.

Summary

The IPCC Fourth Assessment Report points to several trends pertaining to changes in the frequency of occurrence, intensity and scope of extreme weather phenomena in the second half of the 20th century. Increasing threats from extreme weather phenomena to the functioning of the natural environment and human communities make recording and forecasting these phenomena a key task. The paper, basing on the data from two weather stations (Institute of Meteorology and Water Management – IMGW; Integrated Natural Environment Monitoring System at Święty Krzyż), presents weather courses in July 2006: the year characterised by extreme thermal and precipitation conditions, unique in a multi-year period. Environmental effects thereof have been presented, and the reasons for this extreme weather phenomenon have been diagnosed.

It has been found that in July 2006 occurred two high-temperature periods: the turn of the second July decade and the third July decade. Diurnal air temperature amplitudes were relatively high, reaching 14°C. At the same time, only four days with precipitation of diurnal total not exceeding 1 mm were recorded. As a result, the lowest ever river stages at several river gauging stations located in the rivers draining the Łysogórskie Range occurred. In addition, the meteorological drought caused increased fire hazard in the forests.