

WPLYW TEMPERATURY POWIETRZA NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ ODPLYWU RZEKI SCOTTA (ZACHODNI SPITSBERGEN) W 1988 R.

Stefan Bartoszewski

*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin
Instytut Nauk o Ziemi, Zakład Hydrografii*

Wstęp

W okresie 1986-93 w ramach Wypraw Geograficznych UMCS na Spitsbergen prowadzono m.in. badania hydrograficzne. Ich celem było poznanie warunków występowania i krążenia wody w wybranych zlewniach rejonu Bellsundu. Wśród zlewni glacialnych podstawowym obiektem badań była zlewnia lodowca Scotta. Lodowiec ten, o powierzchni 5, 8 km², wypełnia prawie całą dolinę otoczoną grzbieciami Wijkanderberget i Bohlinryggen (ryc. 1). Rzeka Scotta wypływa z jeziora położonego między moreną a czołem lodowca Scotta. Zbiornik ten jest zasilany przez wypływ subglacialny, ciekę supraglacialną oraz wypływy ze szczelin brzeżnych. Dolna część zlewni wchodzi w skład terasowej równiny nadbrzeżnej – Calypsostrandy.

Podstawowe materiały hydrometryczne pochodzą z obserwacji prowadzonych w latach 1986-1990 oraz w roku 1993 w profilu kluczowym usytuowanym w pobliżu ujścia rzeki Scotta do fiordu Recherche. Zamyka on zlewnię o powierzchni 10, 125 km². Wyniki badań zostały już częściowo opublikowane (Bartoszewski 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, Paszczyk i in. 1990).

W niniejszym artykule przedstawiono próbę oceny zmienności odpływu na tle temperatury powietrza podczas najdłuższego sezonu pomiarowego, który obejmował okres 1.07 – 7.10.1988 r.

Obszar badań

Podłoże skalne badanego obszaru budują skały górnego proterozoiku tworzące formację Hecla Hoek (Flood et.al. 1971, Dallmann et.al.1990). Głównymi typami skał są tillity, fyllity i kwarcyty. Budują one masywy

górskie sięgające wysokości 550-800 m n.p.m. Podniesione terasy morskie zbudowane są z utworów czwartorzędowych wykształconych jako żwiry, piaski, gliny zwałowe i ily morskie. Miąższość serii czwartorzędowej wynosi przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów. W rejonie Calypsostrandy jej podłoże stanowią trzeciorzędowe piaskowce z wkładkami węgla.

Stacja meteorologiczna w Calypsobyen została zlokalizowana w sąsiedztwie bazy wyprawy, na terasie 23 m n.p.m, 200 m od brzegu fiordu Recherche. Odległość od czoła lodowca Scotta wynosi 2 km.

Materiały wyjściowe

Prace terenowe w 1988 r. prowadzono w okresie 1.07-7.10. Profil wodowskazowy zlokalizowano w przełomie rzeki przez terasę 25-30 m n.p.m. Zainstalowano tu limnigraf B-2 z zapisem tygodniowym. Ciągłą rejestrację stanów wody prowadzono od 1 lipca do 19 września. Okresowo prowadzono pomiary przepływu co pozwoliło na opracowanie krzywych konsumcyjnych. Na podstawie limnigramów i obliczonych krzywych określono przepływy z godzin parzystych, które wykorzystano w dalszej pracy. Jednolita pokrywa lodowa w profilu wodowskazowym utworzyła się 20 września. W tym dniu zdemontowano limnigraf, dalszą kontrolę odpływu oparto na codziennych pomiarach przepływu. Przyrost pokrywy lodowej następował z szybkością 2-3 cm/dobę. W dniu 8 października grubość pokrywy lodowej osiągnęła 47 cm, a rzeka w profilu wodowskazowym zamarzała do dna.

Średnia dobową temperatura powietrza na wysokości 200 cm w okresie prowadzenia badań hydrograficznych wynosiła 2,5°C. Najcieplejszym miesiącem był lipiec (średnia 5,1°C), a najchłodniejszym wrzesień (średnia -0,5°C). Najwyższą średnią dobową zanotowano w dniach 22 i 23 lipca (8,4°C), a najniższą (-7,9°) 21 września (Gluza 1989). Ujemne wartości dobowych temperatur powietrza wystąpiły po raz pierwszy 11 września i trwały do końca serii pomiarowej. W dniu 9 października, już po całkowitym zamrożeniu rzeki Scotta, średnia dobową spadła do -12, 9°C.

Przepływ a temperatura

Przepływy rzeki Scotta oraz przebieg temperatur powietrza w Calypsobyen w okresie 1.07-19.09.1988 r. przedstawiono na ryc.2.

Przebieg przepływów rzeki lodowcowej wykazuje dwa rodzaje zmian objętości odpływającej wody. Pierwszy z nich jest związany z dobowym rytmem zmian temperatury powietrza (minimum około godziny 8 i maksimum około godziny 14 LMT) i jego następstwem jest dobowy ablacyjny

rytm odpływu. Według Pardi dobowy rytm odpływu cechuje zlewnie w których lodowce zajmują ponad 15-20 % całości.

Charakter zmienności temperatury powietrza i przepływów wskazuje na proces autoregresji. Przypuszczenie to znajduje potwierdzenie po oszacowaniu funkcji autokorelacji (ryc. 3). Wydaje się w odniesieniu do obu analizowanych elementów, że mamy do czynienia z procesem mieszanym wymagającym uwzględnienia składowej cyklicznej.

Silne uzależnienie odpływu prognozy od temperatury powietrza upoważnia do szukania związków korelacyjnych obu wielkości. Wykres interkorelacji dwugodzinnych wartości przepływów i temperatur w okresie 1.07 – 19.09.1988 r. (ryc.4) wskazuje, że najsilniejszy związek korelacyjny istnieje między przepływem bieżącym a wartościami temperatury powietrza wcześniejszymi o 4 godziny. W badaniu zależności przepływ – temperatura zastosowano różne funkcje prosto- i krzywoliniowe. Najlepsze warunki aproksymacji ($r=0,83$) dała zależność wykładnicza:

$$Q = \exp(a + b T),$$

ale analiza wykresu reszt wskazywała na bardzo nierównomierny rozkład, szczególnie przy niskich temperaturach powietrza.

Przyjęcie zależności prostoliniowej (ryc. 5) daje nieco niższy współczynnik korelacji ($r=0,80$), ale wykres reszt wskazywał na poprawniejszy dobór aproksymacji.

Drugi rodzaj wahań przepływu nie ma charakteru cyklicznego, ale nawiązuje do zmian średnich dobowych temperatur powietrza. Czynniki modyfikującymi w istotny sposób ablacyjny rytm odpływu są opady deszczu oraz wiatry fenowe.

W analizie związków średnich dobowych wartości przepływu i temperatur powietrza pominięto okres występowania ujemnych temperatur powietrza oraz dni, w których ablacja była nasiloną wskutek opadów deszczu lub wystąpienia efektu fenowego. Stwierdzono, że najlepsze warunki aproksymacji występowały przy założeniu, że temperatura obliczona jest jako średnia ważona 0,7 temperatury dnia bieżącego i 0,3 temperatury dnia poprzedzającego.

$$T = 0,7 t_0 + 0,3 t_{n-1}$$

Średnie wartości temperatur były przesunięte o 4 godziny w stosunku do przepływów. Formułę zależności obu wartości w 1988 r. można przedstawić wzorem:

$$Q = 14,7 + 248,4 T,$$

gdzie wielkość przepływu wyrażono w l/s. Rozkład punktów przedstawia ryc. 6. Współczynnik korelacji był równy $r=0,90$.

Zastosowanie równań regresji pozwala na kontrolę materiałów obserwacyjnych oraz uzupełnianie brakujących danych pomiarowych w czynnym okresie hydrologicznym.

Literatura

- Bartoszewski S.**, 1987, Dynamika odpływu powierzchniowego w zlewniach rzek lodowcowych Scotta, Blomli i Tjrn podczas lata 1986 r. (Spitsbergen Zachodni). XIV Sympozjum Polarne, Lublin, s.151-156.
- Bartoszewski S.**, 1988, Warunki kształtowania się odpływu w zlewni rzeki Scotta (Zachodni Spitsbergen). Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen 1986 – 1988. Lublin, s.115-122.
- Bartoszewski S.**, 1991, Ablation of Scott Glacier and its role in river flow formation. Spitsbergen Geographical Expeditions. Lublin, p.107 – 121.
- Bartoszewski S., Siwek K.**, 1992, Meteorological conditions of the Scott River outflow in the summer 1990 (Western Spitsbergen). Spitsbergen Geographical Expeditions. Lublin, p.3138.
- Dallmann W.K. W.K., Hjelle A., Ohta Y., Salvigsen O., Bjornerud M.B., Hauser E.C., Maher H.D., Craddock C.**, 1990, Geological map of Svalbard 1:100 000, Sheet B 11G Van Keulenfjorden. Norsk Polarinst., Oslo.
- Flood B., Nagy J., Winsnes T.S.**, 1971, Geological map of Svalbard 1:500 000, Sheet 1G Spitsbergen Southern Part, Norsk Polarinst., Oslo.
- Gluza A.**, 1989, Warunki pogodowe w lipcu, sierpniu i wrześniu 1988 roku w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen). Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen, Lublin, s. 43-58.
- Paszczyk J., Michalczyk Z., Bartoszewski S.**, 1991, Analysis of the Scott River flow in 1989 (West Spitsbergen). Spitsbergen Geographical Expeditions. Lublin 1991, p.97 – 106.

THE INFLUENCE OF THE AIR TEMPERATURE ON THE SCOTT RIVER FLOW FORMATION IN 1988 (WEST SPITSBERGEN)

Summary

The article presents the analysis of the Scott River flow against a background of the air temperature in Calypsobyen (Fig.1). The object of the analysis was the 2 hours data of the flow and the air temperature recorded

during the period from 1 July to September 19, 1988 (Fig.2).

The statistic analysis shows the flow and the air temperature are mixed processes – the autocorrelation function with slowly expiring sinusoidal oscillations (Fig.3). The intercorrelation function (Fig.4) indicates that the strongest correlations ($r=0.80$) were between the actual flow and the air temperature which was taken 4 hours earlier. The distribution of points shows Fig.5.

There is a relation between the average day and night values of the flow and the air temperature (Fig.6) which can be expressed by the regression equation:

$$Q = 14.7 + 248.4 T$$

Regarding the equation Q equals the flow (l/s) and T equals the air temperature which was calculated according to the formula:

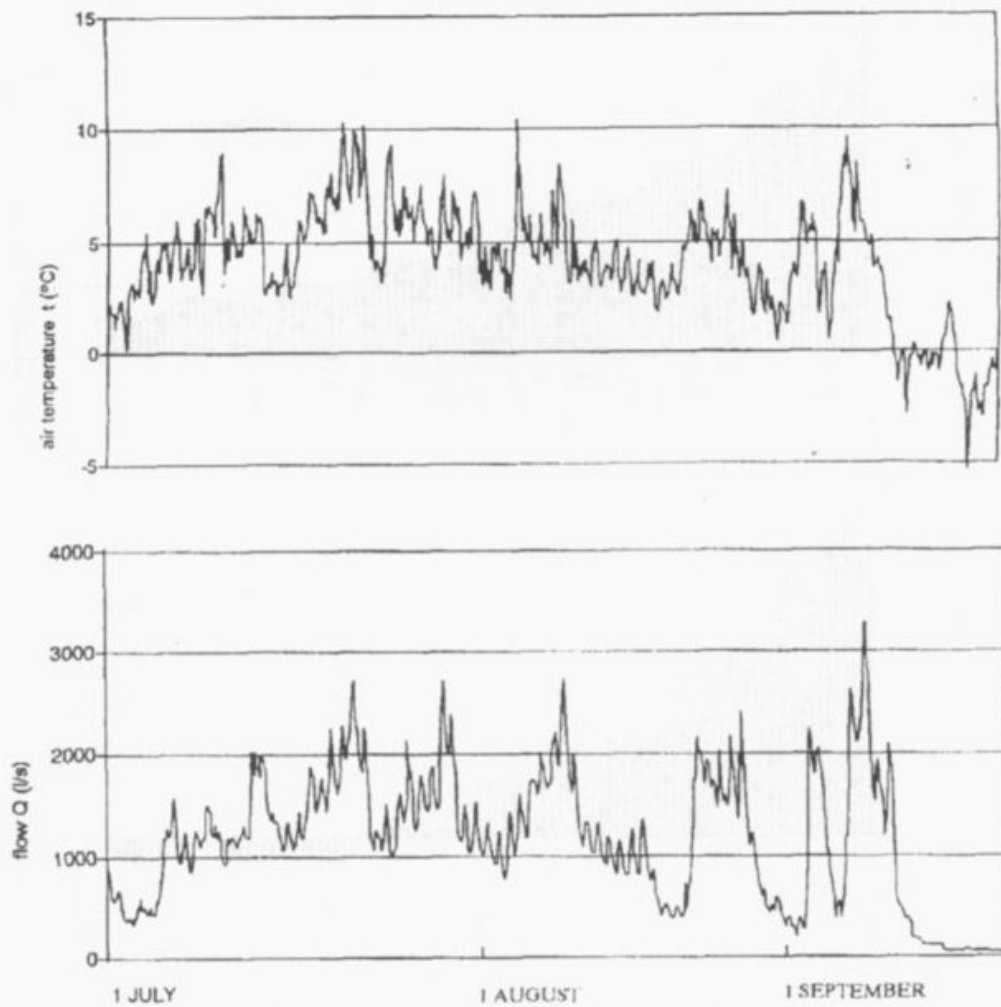
$$T = 0.7 t_0 + 0.3 t_{n-1},$$

t_0 is the air temperature of the actual day and t_{n-1} is the air temperature from the earlier day. The correlation coefficient is 0.90.



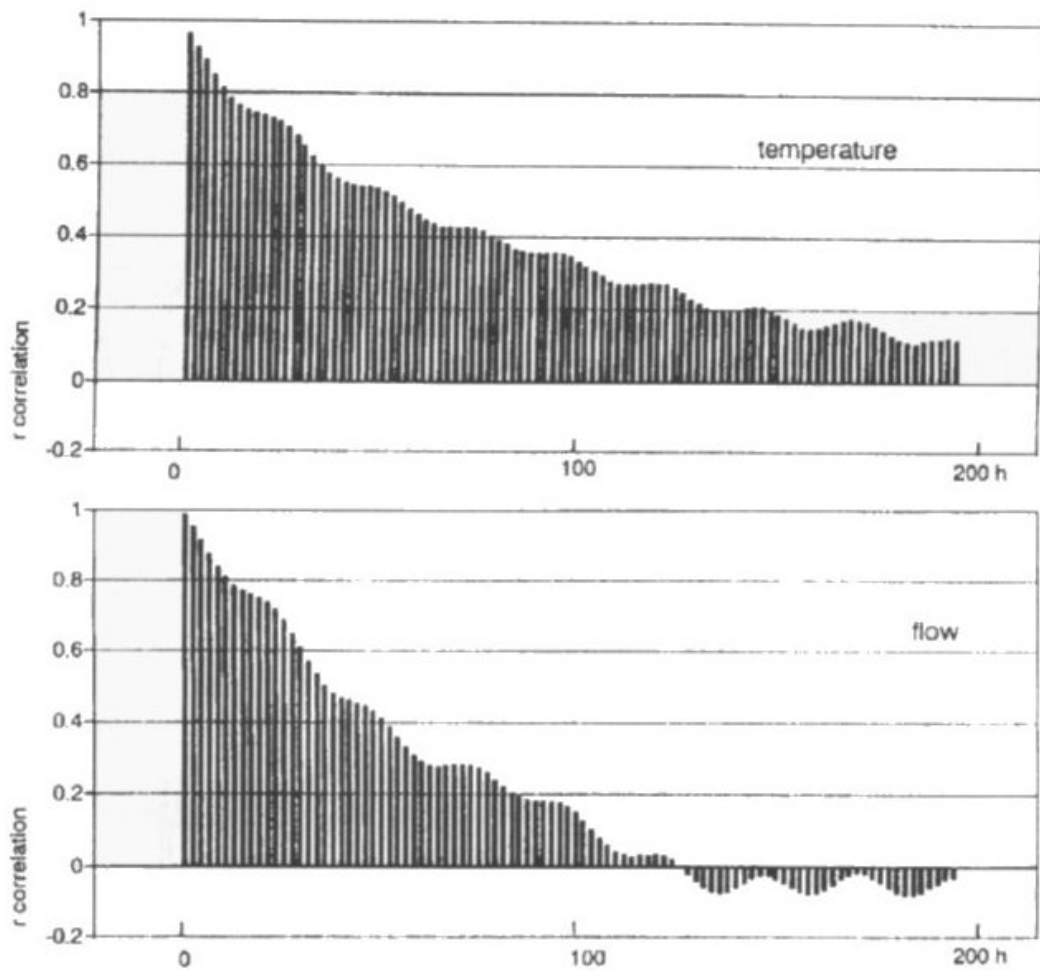
Ryc. 1. Położenie terenu badań
 1-góry, 2-lodowce, 3-moreny, 4-rzeki, 5-cieki okresowe, 6-jeziora, 7-dział wodny, 8-wodowskaz

Fig. 1. Situation of the investigation area
 1-mountains, 2-glaciers, 3-moraines, 4-rivers, 5-supraglacial streams, 6-lakes, 7-watershead, 8-water level recorder.



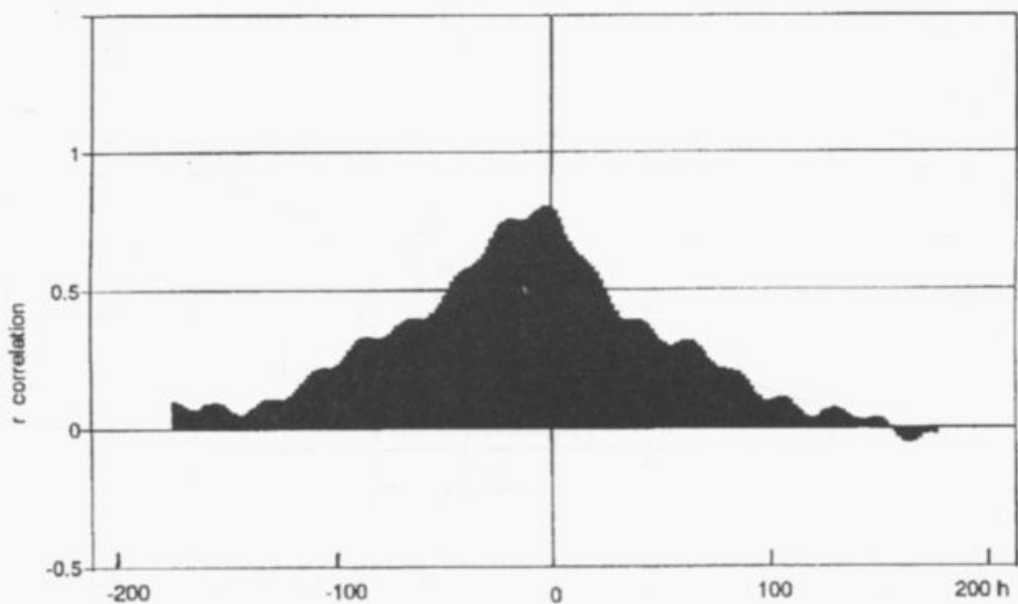
Ryc. 2. Przepływy rzeki Scotta i temperatury powietrza w Calypsobyen (wartości dwugodzinne)

Fig. 2. The Scott River flows and air temperature in Calypsobyen (the 2 hours data).



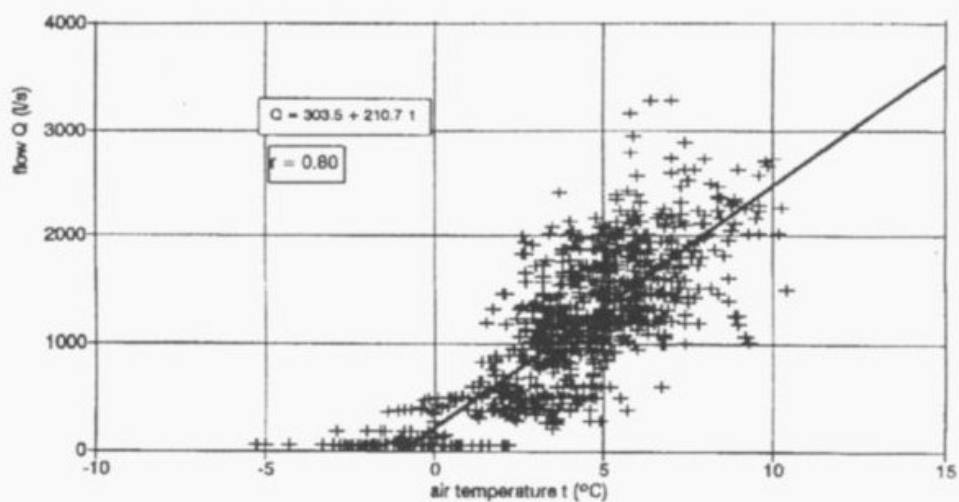
Ryc. 3. Funkcja autokorelacji przepływów rzeki Scotta i temperatury powietrza (r – współczynnik korelacji, h – godziny)

Fig. 3. The autocorrelation function of Scott River flows and of air temperatures (r – the correlation coefficient, h – hours).



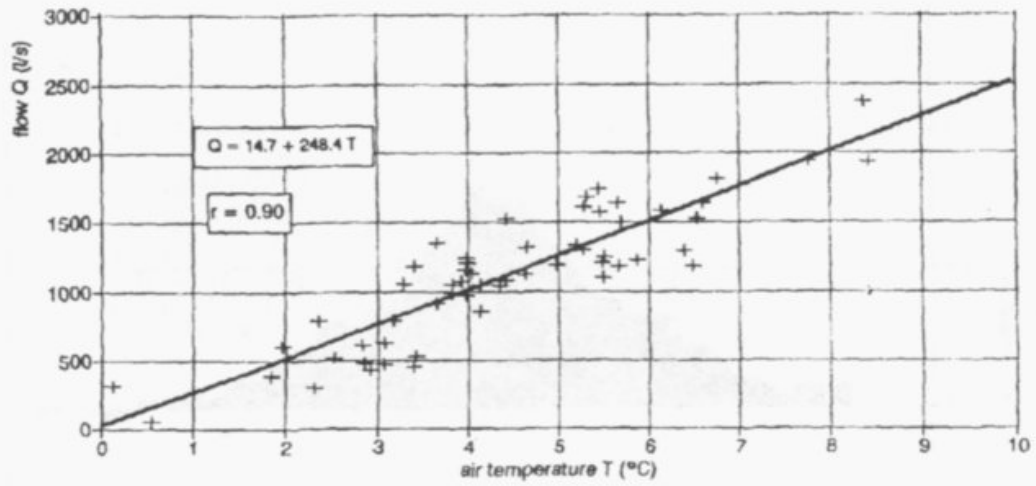
Ryc. 4. Korelacja wzajemna przepływów rzeki Scotta i temperatury powietrza.

Fig.4. Intercorrelation of Scott River flow and air temperature.



Ryc. 5. Zależność przepływu rzeki Scotta i temperatury powietrza (wartości dwugodzinne)

Fig. 5. Relation between Scott River flow and air temperature (the 2 hours data).



Ryc. 6. Zależność między średnim dobowym przepływem rzeki Scotta a średnią temperaturą powietrza z 24 godz.

Fig. 6. Relation between 24-hour flow of the Scott River and 24-hour air temperature.