

PRACE ORYGINALNE

ORIGINAL PAPERS

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 61, 2013: 239–248
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 61, 2013)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 61, 2013: 239–248
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 61, 2013)

Maksym ŁASZEWSKI

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW
Faculty of Geography and Regional Studies UW

Paweł JELEŃSKI

JOT – Doradztwo Inwestycyjno-Budowlane
JOT – Development Consulting

Porównanie warunków termicznych wód rzek Raby i Świdra

A comparison of thermal conditions of the Raba River and the Świder River

Słowa kluczowe: temperatura wody, parametry termiczne, Raba, Świder, pstrąg potokowy
Key words: water temperature, thermal descriptors, the Raba River, the Świder River, brown trout

Wprowadzenie

Temperatura jest kluczowym wskaźnikiem jakości wód płynących (Caissie 2006). Jej szczególne znaczenie ekologiczne sprawia, iż kompleksowe rozpoznanie ustrojów termicznych powinno należeć do priorytetowych elementów zarządzania zasobami wodnymi, zwłaszcza w kontekście gospodarki rybacko-wędkarskiej (Crisp 1989, Armour 1991, Olden i Naiman 2010). Dynamiczny rozwój instrumentów pomiarowych w ostatnich latach spowodował istot-

ne zwiększenie zainteresowania wspomnianą problematyką (Webb i in. 2008); dokonano wnikliwych opracowań dotyczących termiki rzek strefy umiarkowanej, przede wszystkim w Wielkiej Brytanii oraz Stanach Zjednoczonych (m.in. Malcolm i in. 2004, Hannah i in. 2008, Brown i in. 2010, Broadmeadow i in. 2011). W Polsce powstała niewielka liczba tego typu publikacji, wobec czego całkowicie uzasadnione wydają się dalsze studia eksperymentalne (Łaszewski 2013).

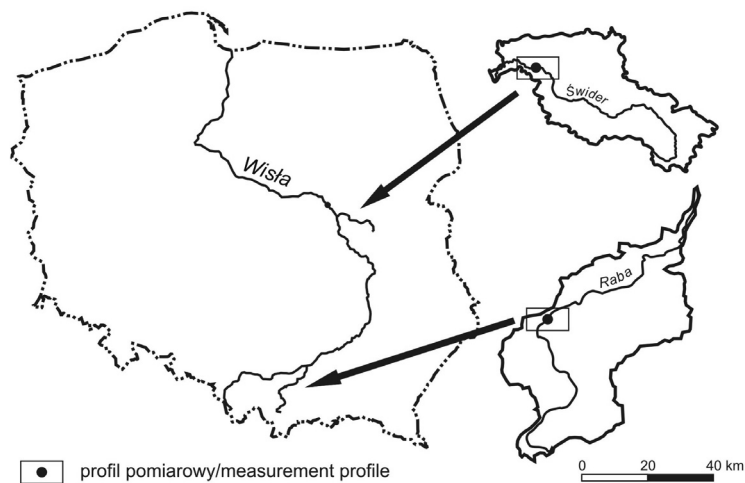
Cel, metodyka i obszar badań

Praca ma na celu porównanie warunków termicznych wód rzek Raby i Świdra oraz ich ocenę pod kątem wymagań ekologicznych ryb zimnolubnych. Dane,

niezbędne do niniejszego opracowania, uzyskano w wyniku własnych pomiarów terenowych prowadzonych w 2012 roku.

Raba to karpacki dopływ górnej Wisły o całkowitej długości 131,9 km i powierzchni zlewni 1537 km². Przepływ średni rzeki w latach 1961–1999 w profilu wodowskazowym Stróża (km 80,6) wynosił 10,3 m³·s⁻¹. Profil pomiarowy temperatury wody zlokalizowano w górnym biegu Raby na granicy Beski-

plyw średni rzeki w latach 1961–1999 w profilu wodowskazowym Otwock – Wólka Mładzka (km 14,7) wynosił 4,35 m³·s⁻¹. Profil pomiarowy temperatury wody zlokalizowano w dolnym biegu Świdra w peryferyjnej dzielnicy Otwocka – Wólce Mładzkiej (km 17,7) – rysunek 1. Świder charakteryzuje się tu wąskim, meandrującym korytem o szerokości 12–15 m, znacznie ocienionym roślinnością nadbrzeżną (głównie łągi, miejscami bory sosnowe).



RYSUNEK 1. Obszar badań wraz z lokalizacją profili pomiarowych
 FIGURE 1. Study area with location of measurement profiles

du Makowskiego i Pogórza Wielickiego, w Myślenicach (km 77), tuż powyżej cofki Jeziora Dobczyckiego (rys. 1). Raba na tym odcinku to typowa rzeka góraska, odznaczająca się płytkim i mocno wcięтым korytem, w wielu miejscach pozbawionym roślinności nadbrzeżnej na skutek prac regulacyjnych, jej przeciętna szerokość to około 20–30 m.

Świder to niewielki nizinny dopływ Wisły o całkowitej długości 99,9 km i powierzchni zlewni 1160,7 km². Prze-

Pomiary temperatury wody prowadzono w ciągu jednego roku hydrologicznego, od 1 listopada 2011 roku do 31 października 2012 roku, za pomocą dwóch cyfrowych rejestratorów: Nautilus i HOBO U22-001 (odpowiednio: ACR Systems Inc, Kanada; Onset Computer Corporation, USA). Urządzenia umieszczone były w głównym nurcie rzek, w specjalnych osłonach zapewniających ochronę przed bezpośrednim promieniowaniem słonecznym i rumo-

wiskiem dennym. Pomiaru wykonywano co 60 minut, ich dokładność wynosiła 0,2°C. Na potrzeby charakterystyki tła meteorologicznego wykorzystano średnie dobowe wartości temperatury powietrza: w przypadku Raby z lotniskowej stacji meteorologicznej Kraków – Balice, zlokalizowanej około 28 km na północ od Myślenic, natomiast w przypadku Świdra z lotniskowej stacji meteorologicznej w Mińsku Mazowieckim, oddalonej około 21 km na północny wschód od Wólki Mładzkiej.

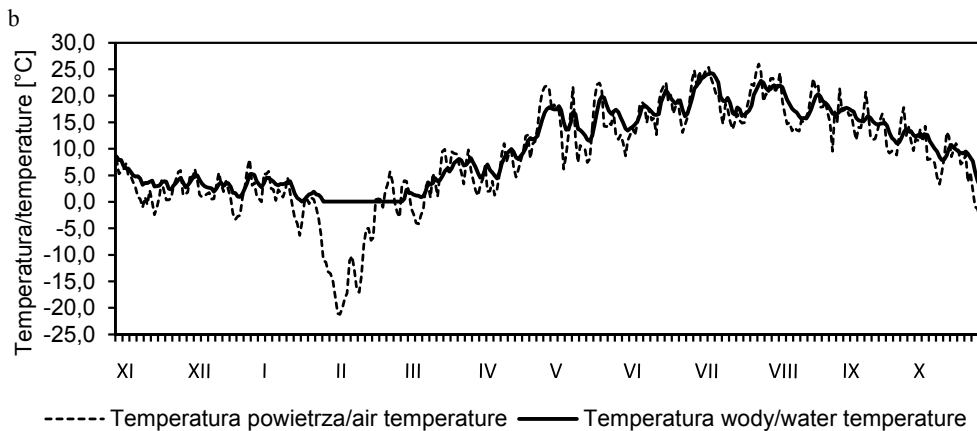
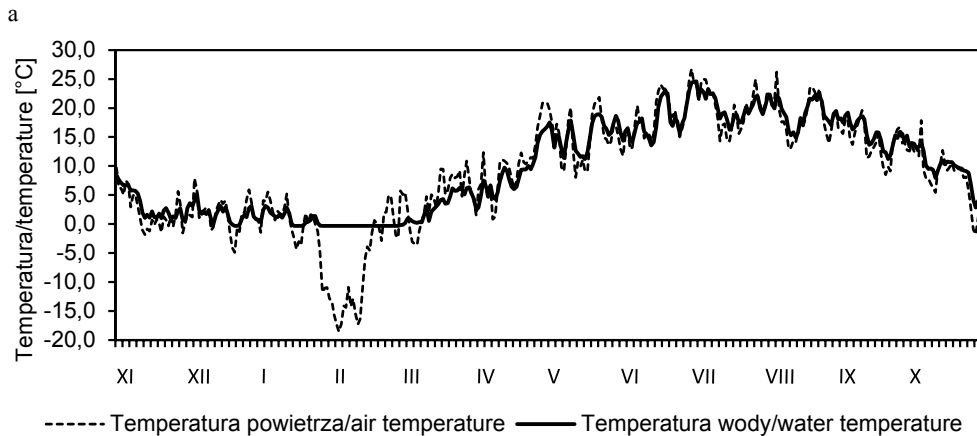
Na podstawie danych pomiarowych obliczono wiele parametrów statystycznych, powszechnie stosowanych w opracowaniach dotyczących ustrojów termicznych wód płynących (Brown i in. 2010, Arismendi i in. 2013). Dla każdego miesiąca wyznaczono temperaturę średnią, maksymalną, minimalną, a także jej amplitudę oraz odchylenie standardowe. Zastosowano również specjalne parametry ekologiczne, uwzględniające wymagania termiczne pstrąga potokowego *Salmo trutta m. fario* L., najcenniejszego gatunku polskiej ichtiofauny (Penczak 1968), będącego także dobrym wskaźnikiem stanu ekologicznego cieków i mającego szczególne znaczenie w wędkarstwie (Crisp 1989, Elliott 1989, Cios 2013):

- czas trwania optymalnej temperatury wody w roku (4–19°C); w tym zakresie temperatury obserwuje się wzrost pstrąga potokowego (Crisp 1993, Elliott i Elliott 2010), wykazuje on największą aktywność oraz efektywność procesów fizjologicznych (Jobling 1981, Hokanson 1990),
- czas trwania temperatury wody powyżej górnego progu tolerancji (GPT) w roku (25°C), liczba prze-

kroczeń GPT w roku oraz maksymalna wartość przekroczenia GPT; wartość 25°C uznawana jest za początkową temperaturę letalną dla pstrąga potokowego, powodującą zaprzestanie pobierania pokarmu, stres oraz migrację w poszukiwaniu refugii termicznych (Elliott 1981, Jonsson i Jonsson 2011).

Wyniki

Temperatura wody Raby i Świdra w badanym roku hydrologicznym wykazała typowy przebieg sinusoidalny (rys. 2). Jej zmiany istotnie nawiązywały do zmian temperatury powietrza, za wyjątkiem okresu zlodzenia rzek, kiedy to utrzymywała stałą wartość w okolicach 0°C. Średnia roczna temperatura wody Raby w Myślenicach wyniosła 9,6°C, a Świdra w Wólce Mładzkiej – 10,0°C. W obydwu przypadkach była ona wyższa od średniej rocznej temperatury powietrza, odpowiednio o 0,8 i 1,8°C. Minimalna roczna temperatura wody Raby wystąpiła w listopadzie, grudniu, styczniu, lutym i marcu, osiągając każdorazowo wartość –0,3°C. Wody Świdra w styczniu, lutym i marcu osiągnęły natomiast temperaturę minimalną wynoszącą 0°C. Maksymalna roczna temperatura wody została zanotowana w lipcu i osiągnęła 29,4°C w Rabie oraz 25,4°C w Świdrze. Należy podkreślić, iż w przypadku obydwu rzek wystąpiła ona z dobowym opóźnieniem w stosunku do najwyższej średniej dobowej temperatury powietrza, która osiągnęła wtedy odpowiednio 26,7 i 25,4°C. Roczna amplituda temperatury wody wyniosła w konsekwencji 29,7°C w Rabie oraz 25,4°C w Świdrze.



RYSUNEK 2. Średnia dobowa temperatura wody w roku hydrologicznym 2012: a – w Raby na tle średniej dobowej temperatury powietrza w Krakowie-Balicach, b – w Świdrze na tle średniej dobowej temperatury powietrza w Mińsku Mazowieckim

FIGURE 2. Average daily water temperature in hydrological year 2012: a – in the Raba River against average daily air temperature in Krakow-Balice; b – in the Świder River against average daily air temperature in Mińsk Mazowiecki

Zakres i zmienność temperatury wody Raby i Świdra w ciągu roku dobrze przedstawiają parametry termiczne obliczone dla poszczególnych miesięcy (tab. 1). Najniższa średnia miesięczna temperatura wody wystąpiła w lutym i wyniosła odpowiednio $-0,3$ i 0°C . Miesiąc ten charakteryzował się jednocześnie najniższą średnią miesięczną temperaturą powietrza, odpowiednio $-6,8$ i $-7,5^{\circ}\text{C}$.

Najwyższa średnia miesięczna temperatura wody wystąpiła w lipcu, osiągając w przypadku obydwu rzek wartość $20,5^{\circ}\text{C}$, średnia miesięczna temperatura powietrza wyniosła wtedy odpowiednio $20,3$ i $20,1^{\circ}\text{C}$. Średnia miesięczna temperatura wody Raby była niższa niż temperatura Świdra od listopada do maja, wyższa natomiast w okresie od czerwca do października. Warto zauważyć,

TABELA 1. Parametry statystyczne opisujące zakres i zmienność temperatury wody Raby i Świdra w roku hydrologicznym 2012

TABLE 1. Statistical descriptors characterizing the range and variability of water temperature of the Raba River and the Świder River in the hydrological year 2012

Parametry statystyczne Statistical descriptors	Rzeka River	Miesiąc roku hydrologicznego Month of hydrological year												Rok Year
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Średnia Mean [°C]	Raba	3,3	1,8	0,8	-0,3	3,1	8,4	15,5	17,5	20,5	19,3	15,7	9,7	9,6
	Świder	4,4	3,2	2	0,1	4,5	9,2	15,9	17,2	20,5	18,6	14,7	9,2	10
Maksimum Maximum [°C]	Raba	10,6	6,1	3,3	0	8,3	21,1	23,3	27,8	29,4	27,2	23,9	17,8	29,4
	Świder	9	5,8	4,7	0,1	9,1	19,3	21,6	21,9	25,4	23,4	18,5	13,1	25,4
Minimum Minimum [°C]	Raba	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	1,1	7,8	11,7	13,9	12,8	9,4	1,8	-0,3
	Świder	2	0,6	0	0	0	3,3	10	12,3	17,8	15,1	10,5	2,5	0
Amplituda Range [°C]	Raba	10,9	6,4	3,6	0,3	8,6	20	15,5	16,1	15,5	14,4	14,5	16	29,7
	Świder	7	5,2	4,7	0,1	9,1	16	11,6	9,6	7,6	8,3	8	10,6	25,4
Odchylenie standardowe Standard Deviation [°C]	Raba	2,7	1,5	1,2	0	2,6	4	3,4	3,5	3,3	3,2	3	3,2	8
	Świder	1,7	1,2	1,6	0	2,6	3,6	2,5	2,2	2,7	2,2	2	2,9	7,2

iz minimalna miesięczna temperatura wody była wyższa w Świdrze w ciągu całego roku – maksymalnie o 3,9°C w lipcu. Prawidłowości tej nie stwierdzono jednak w przypadku maksymalnej miesięcznej temperatury, która w Świdrze była wyższa jedynie w styczniu, lutym oraz marcu. Od listopada do grudnia i od kwietnia do października to w Rabie zanotowano wyższą maksymalną miesięczną temperaturę – nawet o 5,9°C w czerwcu.

Największe miesięczne amplitudy temperatury wody Raby zaobserwowano w listopadzie oraz od kwietnia do października, natomiast w przypadku Świdra w okresie od marca do czerwca oraz w październiku. Maksymalną amplitudę

miesięczną zanotowano w obydwu rzekach w kwietniu, odpowiednio 20 i 16 °C. Najmniejsze amplitudy wystąpiły w okresie zimowym, osiągając minimalną wartość w lutym, odpowiednio 0,3 i 0,1°C. Miesięczna amplituda temperatury wody Raby była z reguły większa niż Świdra. Wyjątkiem był jedynie styczeń, kiedy zanotowano miesięczną amplitudę temperatury wody Świdra większą o 1,1°C od zaobserwowanej w Rabie.

Odchylenie standardowe temperatury wody osiągnęło największe wartości w okresie wiosennym i letnim, najmniejsze natomiast w okresie zimowym. Maksymalną wartość odchylenia standardowego uzyskano dla Raby i Świdra w kwietniu, odpowiednio 4 i 3,6°C,

TABELA 2. Parametry ekologiczne uwzględniające wymagania termiczne pstrąga potokowego
 TABLE 2. Ecological descriptors which include thermal requirements for brown trout

Parametry ekologiczne Ecological descriptors	Raba	Świder
Czas trwania optimum termicznego Duration of thermal optimum [h]	4277	4936
Czas trwania temperatury powyżej GPT Duration of temperature above UTL [h]	161	12
Liczba przekroczeń GPT w roku Number of UTL exceedances per year [-]	23	4
Maksymalna wartość przekroczenia GPT Maximum exceeding of UTL [°C]	4,4	0,4

minimalną zaś w lutym, w obu przypadkach 0°C. Wartości odchylenia standardowego temperatury wody przeważnie były większe w przypadku Raby.

Parametry ekologiczne, odnoszące się do wymagań termicznych pstrąga potokowego, również wykazały wyraźne zróżnicowanie (tab. 2). Czas trwania temperatury optymalnej dla pstrąga potokowego wyniósł w Rabie 4277 godzin, co stanowi 48,7% roku hydrologicznego. Ten sam czas w Świdrze wyniósł 4936 godzin, czyli 56% roku. Istotne różnice widoczne są także w czasie trwania temperatury wody powyżej górnego progu tolerancji pstrąga potokowego. W przypadku Raby próg ten był przekroczony łącznie przez 161 godzin, co stanowi 1,8% roku hydrologicznego, w Świdrze z kolei przez niespełna 12 godzin, a zatem 0,13% roku. Przekroczenia górnego progu tolerancji w Rabie były częste (23 przypadki w roku) i znaczne (maksymalnie o 4,4°C), w Świdrze natomiast sporadyczne (4 przypadki w roku) i niewielkie (maksymalnie o 0,4°C).

Podsumowanie i dyskusja

Analiza parametrów statystycznych wskazuje na wyraźne zróżnicowanie warunków termicznych wód Raby i Świdra. Temperatura wody w rzekach i potokach, będąca odzwierciedleniem ilości energii cieplnej rozproszonej w wodzie, zależy od wielu rozmaitych czynników, przede wszystkim od warunków klimatycznych w zlewniach, parametrów morfometrycznych i litologicznych koryt, zacienienia oraz wielkości zasilania podziemnego (Poole i in. 2001, Olden i Naiman 2010). W obliczu braku dokładnych studiów dotyczących bilansów cieplnych trudno jednoznacznie stwierdzić, które z nich w największym stopniu odpowiadają za zróżnicowanie termiki badanych rzek. Istotne są z pewnością warunki klimatyczne, ważny jednak wydaje się także wpływ odmiennych warunków zasilania podziemnego (Somorowska 2009). Świder, odznaczający się przewagą składowej podziemnej w odpływie całkowitym, wykazuje w konsekwencji zdecy-

dowanie bardziej wyrównany przebieg temperatury wody niż Raba. Świadczą o tym większe wartości średniej i minimalnej miesięcznej temperatury wody w okresie jesienno-zimowym oraz mniejsze wartości średniej miesięcznej temperatury wody w lecie. Mniejszy udział składowej podziemnej w zasilaniu Raby mogą potwierdzać z kolei częste i długotrwałe przechłodzenia jej wody w półroczu zimowym oraz zdecydowanie większe miesięczne amplitudy temperatury. Znaczący wpływ na zróżnicowanie temperatury wód badanych rzek ma również stopień zacienienia koryt. Wyższą temperaturę maksymalną i większą amplitudę temperatury wód Raby w miesiącach letnich należy wiązać z szerokim, pozbawionym roślinności nadbrzeżnej korytem, łatwo absorbującym promieniowanie słoneczne, będące najważniejszym źródłem energii termicznej w bilansie cieplnym rzek (Evans i in. 1998). W przypadku wąskiego koryta Świdra część promieniowania jest pochłaniana i odbijana przez porastające brzegi drzewa oraz zarośla, zapobiegając tym samym nadmiernemu wzrostowi temperatury wody oraz wpływając na mniejsze jej amplitudy. W rezultacie zmienność temperatury wody Raby jest zdecydowanie większa niż Świdra, szczególnie w miesiącach półrocza letniego (od maja do października), na co wskazują wartości odchylenia standardowego temperatury wody.

Uzyskane wartości parametrów ekologicznych wyraźnie świadczą, iż wody Raby odznaczają się niekorzystnymi warunkami do bytowania pstrąga potokowego. Decydujący wpływ na ten stan mają częste przekroczenia górnego progu tolerancji w miesiącach letnich, które

w skrajnych przypadkach mogą powodować śmierć pstrągów oraz innych ryb zimnolubnych z rodziny łososiowatych. Pomimo niesprzyjających warunków na myślenickim odcinku Raby prowadzona jest gospodarka rybacko-wędkarska nastawiona na pstrąga potokowego (Jeleński 2007) i dlatego konieczne staje się podjęcie działań mających na celu poprawę warunków termicznych, właściwych dla tego gatunku w przyszłości. Redukcja maksymalnej temperatury wody oraz zmniejszenie amplitud temperatury wody w okresie letnim jest możliwe poprzez obsadzenie brzegów rzeki odpowiednimi gatunkami drzew (Beschta 1997). Podobny efekt może również przynieść zmiana geometrii i układu koryta, skutkująca zwiększeniem interakcji wód rzecznych z wodami podziemnymi. Istotne jest także przywrócenie możliwości swobodnej migracji ryb do dopływów, stanowiących ważne refugia w okresie podwyższonej temperatury (Elliott i Elliott 2010).

Termika wód Świdra przedstawia się zdecydowanie bardziej korzystnie dla ryb zimnolubnych. Przekroczenia górnego progu tolerancji pstrąga były nieznaczne i krótkotrwałe, czas trwania temperatury optymalnej był natomiast dłuższy o 659 godzin niż w Rabie. Wydaje się zatem, iż warunki termiczne wód Świdra umożliwiają prowadzenie gospodarki rybacko-wędkarskiej nastawionej na pstrąga potokowego, którego restytucja sugerowana była z uwagi na naturalne występowanie w czasach historycznych (Borzęcka i in. 2002, Cios 2003). W przypadku niewielkich cieków działania takie są zalecane również ze względu na ochronę środowiska (Cios 2013). Należy jednak podkreślić, iż

o sukcesie restytucji pstrąga potokowego decydują także inne ważne czynniki biotyczne i abiotyczne (takie jak dostępność pokarmu, zawartość tlenu rozpuszczonego, odpowiednie podłoże czy ciągłość koryta rzeki – Armour 1994), których ocena nie była przedmiotem niniejszego opracowania.

Praca miała na celu zwrócić uwagę na praktyczny aspekt badań ustrojów termicznych wód płynących. Studia te muszą bowiem uwzględniać wymagania ekologiczne organizmów wodnych, przede wszystkim ważnych gospodarczo ryb. Niedostatek podobnych opracowań w Polsce sprawia, iż są one cenne i pożądane, szczególnie w obliczu przewidywanych zmian klimatycznych.

Literatura

- ARISMENDI, JOHNSON S.L., DUNHAM J.B., HAGGERTY R. 2013: Descriptors of natural thermal regimes in streams and their responsiveness to change in the Pacific Northwest of North America. *Freshwater Biology*: doi: 10.1111/fwb.12094.
- ARMOUR C.L. 1991: Guidance for evaluating and recommending temperature regimes to protect fish. U.S. Fish and Wildlife Service Instream Flow Information Paper 28, Biological Report 90, Washington DC.
- ARMOUR C.L. 1994: Evaluating temperature regimes for protection of brown trout. U.S. Department of the Interior, National Biological Survey, Resource Publication 201, Washington DC.
- BESCHTA R.L. 1997: Riparian Shade and Stream Temperature: An Alternative Perspective. *Rangelands* 19: 25–28.
- BORZĘCKA I., BURAS P., GASIŃSKI Z. 2002: Charakterystyka zespołów i zasobów ryb w dorzeczu Świdra. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Zakład Rybactwa Rzecznego w Żabieńcu, Żabieniec.
- BROADMEADOW S.B., JONES J.G., LANGFORD T.E.L., SHAW P.J., NISBET T.R. 2011: The influence of riparian shade on lowland stream water temperatures in southern England and their viability for brown trout. *River Research and Applications* 27: 226–237.
- BROWN L.E., COOPER L., HOLDEN J., RAMCHUNDER J. 2010: A comparison of stream water temperature regimes from open and afforested moorland, Yorkshire Dales, northern England. *Hydrological Processes* 24: 3206–3218.
- CAISSIE D. 2006: The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater Biology* 51: 1389–1406.
- CIOS S. 2003: Uwagi nad występowaniem pstrągów, troci, łososi i lipieni w wodach Polski w dawnych czasach. *Roczniki Naukowe PZW* 16: 17–32.
- CIOS S. 2013: Wpływ reintrodukcji pstrąga potokowego (*Salmo trutta m. fario* L.) w środkowej Polsce na populacje innych gatunków ryb. *Roczniki Naukowe PZW* 26: 53–64.
- CRISP D.T. 1989: Some impacts of human activities on trout, *Salmo trutta*, populations. *Freshwater Biology* 21: 21–33.
- CRISP D.T. 1993: The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. *Freshwater Forum* 3: 176–202.
- ELLIOTT J.M. 1981: Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. Academic Press, New York, NY.
- ELLIOTT J.M. 1989: Wild brown trout *Salmo trutta*: an important national and international resource. *Freshwater Biology* 21: 1–5.
- ELLIOTT J.M., ELLIOTT J.A. 2010: Temperature requirements of Atlantic Salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77: 1793–1817.
- EVANS E.C., MCGREGOR G.R., PETTS G.E. 1998: River energy budgets with special reference to river bed processes. *Hydrological Processes* 12: 575–595.
- HANNAH D.M., MALCOLM I.A., SOULSBY C., YOUNGSON A.F. 2008: A comparison of forest and moorland stream microclimate, heat exchanges and thermal dynamics. *Hydrological Processes* 22: 919–940.

- HOKANSON K.E. 1990: A national compendium of freshwater fish and water temperature data. Vol. 2. Temperature requirements for 30 fishes. Archive of laboratory data base available from Technical Information Office, Document No. ERL-DUL-2338, Environmental Research Laboratory, Duluth, Minnesota.
- JELEŃSKI J. 2007: W poszukiwaniu oryginalnych pstrągów potokowych: rasa myślenicka *Salmo trutta dorothea*. *Komunikaty rybackie IRS* 4: 12–16.
- JOBLING M. 1981: Temperature tolerance and the final preferendum-rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. *Journal of Fish Biology* 19: 439–455.
- JONSSON B., JONSSON N. 2011: Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: Habitat as a Template for Life Histories. Fish and Fisheries Series 33, Springer, Dordrecht.
- ŁASZEWSKI M. 2013: Stream water temperature: a short review with special reference to diurnal dynamics. *Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development* 17: 30–37.
- MALCOLM I.A., HANNAH D.M., DONAGHY M.J., SOULSBY C., YOUNGSON A.F. 2004: The influence of riparian woodland on the spatial and temporal variability of stream water temperatures in an upland salmon stream. *Hydrology and Earth System Sciences* 8 (3): 449–459.
- OLDEN J.D., NAIMAN R.J. 2010: Incorporating thermal regimes into environmental flows assessments: modifying dam operations to restore freshwater ecosystem integrity. *Freshwater Biology* 55: 86–107.
- PENCZAK T. 1968: Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część Ia. Hydrografia i rybostan Bzury i dopływów. *Acta Hydrobiologica* 10: 471–491.
- POOLE G.C., RISLEY J., HICKS M. 2001: Spatial and Temporal Patterns of Stream Temperature (Revised). Prepared as Part of EPA Region 10 Temperature Water Quality Criteria Guidance Development Project, US EPA.
- SOMOROWSKAU. 2009: Ustroje hydrologiczne. W: Geografia fizyczna Polski. Red. A. Richling, K. Ostaszewska. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 165–168.
- WEBB B.W., HANNAH D.M., DAN MORE R., BROWN L.E., NOBILIS F. 2008: Recent advances in stream and river temperature research. *Hydrological Processes* 22: 902–918.

Streszczenie

Porównanie warunków termicznych wód Raby i Świdra. W pracy, na podstawie danych pomiarowych uzyskanych z cyfrowych rejestratorów w roku hydrologicznym 2012, przedstawiono zakres i zmienność temperatury wody Raby w Myślenicach i Świdra w Wólce Młódzkiej. Porównanie wyznaczonych parametrów statystycznych pozwoliło stwierdzić istotne zróżnicowanie warunków termicznych obydwu rzek, szczególnie w miesiącach zimowych oraz letnich. Na potrzeby opracowania określono także wartości parametrów ekologicznych, uwzględniających wymagania termiczne pstrąga potokowego. Wykazały one, iż wody Świdra odznaczają się zdecydowanie korzystniejszymi warunkami termicznymi do bytowania tych cennych ryb zimnolubnych, co może mieć istotne implikacje dla gospodarki rybacko-wędkarskiej.

Summary

A comparison of the thermal conditions of the Raba River and the Świder River. This paper, based on continuous measurements collected by digital data loggers in the hydrological year 2012, presents the range and variability of water temperature in the Raba River in Myślenice and the Świder River in Wólka Młódzka. Comparison of estimated statistical descriptors led to the conclusion that thermal conditions of mentioned rivers are significantly different, especially in winter and summer periods. Ecological descriptors, which included thermal requirements for brown trout, were also used for this study. It

was found that the Świder River has definitely much more appropriate thermal conditions for the existence of these valuable coldwater fish, which may have important implications for the fisheries management.

Authors' addresses:

Maksym Łaszewski
Uniwersytet Warszawski
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927
Warszawa

Poland
e-mail: m.laszewski@student.uw.edu.pl

Paweł Jeleński
ul. Dunin-Wąsowicza 8/7, 30-112 Kraków
Poland

e-mail: nfr@o2.pl