

Ekologiczne uwarunkowania małej retencji górnej Bobrzy

Ecological conditions of small retention in the upper valley of the Bobrza River

MIROSŁAW SZWED

Summary. The paper presents very simple and useful methods of water researches in small catchments for define ecological conditions of small retention. For several dozens of years some unfavourable processes, like: drying out of lands, decreases of ground water levels and high variations in river flows have taken place in the upper catchments of the Bobrza river (Burchard 1978, Prażak 1991). Significant changes in a surface water level caused a larger exploitation of underground waters in the Zagnańsk intake water. When in 1974 Kielce started water uptake from the underground Triassic reservoir, a successive process of drying out of the Bobrza river and its tributaries took place in the area of the water intake. In order to improve a water balance in the mentioned area some actions have been undertaken within a project “Small retention of the Swietokrzyskie Province” carried out by the Swietokrzyski Office of Meliorations and Water Appliances (1999). The program aims at increasing a time and way of water circulation in river catchments by storing the water in water reservoirs. It will bring changes from a fast surface outflow to a slow ground outflow (Dziewoński 1973, Mioduszewski 1997). The positive project results can bring many changes in natural and social environments of the upper valley of the Bobrza river. By the other side dirty water in reservoirs can be danger for water organism. It would be a cause of eutrophication of natural water, increased temperature of surface water and silting reservoirs.

Key words: river catchments, small retention, depression, water reservoirs.

Mirosław Szwed, Samodzielny Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Świętokrzyska 15, mireneusz@pu.kielce.pl

WSTĘP

Zlewnia rzeczna górnej Bobrzy stanowi swoistą arenę działań sił przyrody i człowieka. Ich wypadkową stanowi ukształtowany przez wielolecia krajobraz naturalny, którego prawdziwe oblicze możemy obserwować wyłącznie w pojedynczych enklawach zbiorowisk leśnych wchodzących w skład Puszczy Świętokrzyskiej. Sprzyjające warunki do rozwoju przemysłu opartego na zasobach wodnych, drzewnych i skalnych spowodowały różnokierunkowe zmiany w środowisku. Silnej eksploatacji poddano surowce występujące na powierzchni oraz ukryte pod ziemią. Szczególnego wymiaru w tym aspekcie nabrały zasoby wód podziemnych, ujmowane w okolicach Zagnańska na potrzeby lokalne oraz aglomeracji Kielc. Wzrastające zapotrzebowanie na ten surowiec pociągnęło za sobą szereg zmian w środowisku przyrodniczym. Od początku lat 70. ubiegłego stulecia obserwuje się sukcesywny proces osuszania gruntów na skutek powiększającego się leja depresji (Pizon 2005, Prażak 1991).

Formą przeciwdziałania niekorzystnym zmianom warunków ekologicznych i hydrologicznych w zlewni ma być plan rozwoju małej retencji w zlewni górnej Bobrzy, zatwierdzony przez Świętokrzyski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych (ŚZMiUW1999). Realizacja tego projektu, zakładająca rozbudowę sieci zbiorników wodnych, spowoduje jednak kolejne zmiany w środowisku. Konieczne wydaje się zatem określenie warunków przyrodniczych odpowiednich dla lokalizacji urządzeń wodnych oraz oceny ich oddziaływania na otoczenie.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Wyróżniony obszar zlewni cząstkowej górnej Bobrzy położony jest w województwie świętokrzyskim, powiecie kieleckim, w przeważającej części na terenie gminy Zagnańsk i obejmuje odcinek od źródła pod Występą do miejscowości Umer (ryc. 1). Jej powierzchnia na długości rzeki 13,1 km wynosi 58,625 km².

W układzie dziesiętnym regionalizacji fizyczno-geograficznej Kondrackiego (2002) teren zlewni obejmuje fragment makroregionu Wyżyny Kieleckiej na pograniczu dwóch mezoregionów: Płaskowyżu Suchedniowskiego i Gór Świętokrzyskich, przy czym granicę między tymi dwiema jednostkami w obrębie zlewni ustala bieg rzeki.

Przeprowadzone na terenie zlewni cząstkowej górnej Bobrzy badania terenowe pozwalają określić kierunek zmian zachodzących pod wpływem działalności człowieka. Szczególnego znaczenia nabiera wpływ eksploatacji surowców naturalnych, w tym wody, na otaczające środowisko przyrodnicze. Obieg wody

w przyrodzie jest mechanizmem wiążącym wszystkie elementy środowiska, przenoszącym efekty działania wielu procesów poza obszar, w którym powstały. Analiza danych wyjściowych może służyć rozwojowi prawidłowej gospodarki na terenie wyznaczonego obszaru, lokalizacji urządzeń infrastruktury turystycznej, kanalizacyjnej i sanitarnej (Kupczyk 2002).

Badania właściwości fizyko-chemicznych wód powierzchniowych (pH, przewodność, mętność, zawartość tlenu, temperatura i zasolenie) przeprowadzane były bezpośrednio w terenie w cyklu miesięcznym w latach 2006–2007. Do pomiarów wykorzystywano miernik jakości wody U-10 firmy Horiba. Punkty pomiarowe zlokalizowano w dolinie rzeki oraz nad zbiornikami wodnymi (ryc. 1). Reprezentują one różnorodne formy zagospodarowania terenu od kompleksów leśnych (źródło Bobrzy), poprzez podmokłe łąki i tereny rolnicze (Kaniów, Umer, Zachełmie), do obszarów zurbanizowanych (Samsonów – Piechotne) i przemysłowych (Bartków). Taka lokalizacja pozwoliła uchwycić zmiany poszczególnych parametrów badanej wody na granicy kilku zmiennych warunków środowiskowych (tab. 1).



Ryc. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych w zlewni górnej Bobrzy

Fig. 1. Measure points of surface in the upper catchment of the Bobrza river

Tabela 1. Wykaz punktów pomiarowych w zlewni górnej Bobrzy

Table 1. List of check points in the upper catchment of the Bobrza river

Lp.	Lokalizacja <i>Measure points</i>
1. Źródło Bobrzy	Występa Stara, źródło ocembrowane, las mieszany
2. Zbiornik „Zachełmie”	Zbiornik przelewowy na Bobrzy we wsi Zachełmie, strefa brzegowa
3. Zachełmie	Punkt na Bobrzy, poniżej wsi, łąki i pastwiska
4. Zbiornik „Borowa Góra”	Zbiornik przelewowy na dopływie Bobrzy, strefa brzegowa
5. Bobrzaneczka	Punkt na Bobrzaneczce, we wsi Bartków, tereny rolnicze
6. Bobrzaneczka Z.D.	Punkt na Bobrzaneczce, koło zakładów drobiarskich
7. Bobrzaneczka O.Ś.	Punkt na Bobrzaneczce, koło oczyszczalni ścieków
8. Kaniów	Punkt na Bobrzy, tereny rolnicze
9. Samsonów – Piechotne	Punkt na Bobrzy, tereny zabudowane
10. Ciągłe	Punkt na Cyrance, lokalne podpiętrzenie wywołane działalnością bobrów
11. Umer	Punkt na Bobrzy, tereny użytkowane rolniczo
12. Zbiornik „Umer”	Zbiornik przelewowy na Bobrzy, strefa brzegowa
13. Zamknięcie zlewni	Punkt na Bobrzy, we wsi Umer

Określenia jakości wód powierzchniowych dokonano dla poszczególnych badanych punktów pomiarowych. Dla każdego wskaźnika jakości wody zmierzonego w terenie wyznaczono najmniej korzystną wartość stężenia. Podstawę określenia klas jakości wód stanowiły wartości graniczne wskaźników jakości wody według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz. U. Nr 32, poz. 284).

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW NATURALNYCH ZLEWNI GÓRNEJ BOBRZY

Ciągłe badanie jakości wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni rzecznej pozwala na wnikliwą analizę zjawisk zachodzących w środowisku. W zlewni górnej Bobrzy badania te nabierają szczególnego znaczenia w związku

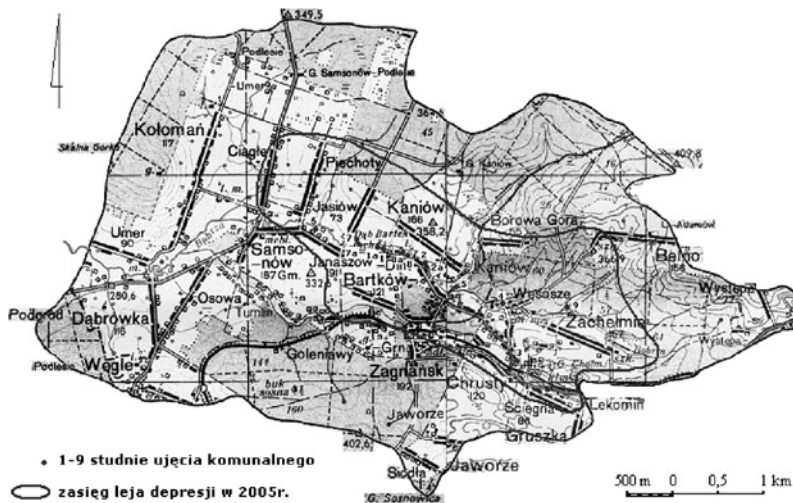
z eksploatacją wód podziemnych. Od ich wyników powinny zależeć działania mające na celu poprawę jakości wód powierzchniowych. Stan czystości wód powierzchniowych w zlewni jest odzwierciedleniem wielu procesów wynikających z gospodarki człowieka na jej terenie. Wpływ ten obejmuje przede wszystkim:

- nieograniczony zrzut ścieków bezpośrednio do rzek z oczyszczalni ścieków, zakładów mięsnych oraz gospodarstw nieobjętych kanalizacją,
- składowanie odpadów w miejscach do tego nieprzygotowanych,
- niekontrolowany wyrąb lasów i drzew, towarzyszących dolinie rzecznej,
- zaniedbanie rozwoju infrastruktury hydrotechnicznej na rzece.

Wpływ tego typu działań, połączony z coraz częściej występującymi warunkami ponadprzeciętnymi (susze, nawałne deszcze), powoduje zachwianie funkcjonowania ekosystemu. Spadek ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie, wzrost lub spadek odczynu pH powodują zmianę warunków siedliskowych wielu organizmów wodnych. Budowa zbiorników wodnych może skutecznie przeciwdziałać tego typu procesom, pod warunkiem jednak, że zgromadzona w nich woda będzie co najmniej dobrej jakości, a lokalizacja przyczyni się do zwiększenia retencji w obrębie leja depresji. Realizacja konkretnego projektu, poprzedzona wnikliwymi badaniami, nie może jednak pozostawać w sprzeczności z innymi celami, stanowiącymi o jego użyteczności, funkcjonalności i wszechstronności. W związku z tym rozbudowa sieci zbiorników wodnych powinna uwzględniać następujące elementy: poprawę stosunków wodnych, ochronę przeciwpowodziową i przeciwpożarową, promocję turystyki i sportów wodnych. Aktualnie w dolinie górnej Bobrzy istnieją trzy zbiorniki małej retencji: „Umer” o powierzchni 11,9 ha, „Zachełmie” (1,3 ha) oraz „Borowa Góra” (1,6 ha). Poza nimi woda powierzchniowa podpiętrzona jest w kilku prywatnych stawach rybnych o łącznej powierzchni 1 ha. Osuszony zbiornik w Samsonowie, spełniający niegdyś funkcje zapasów wodnych bloku energetycznego dla pobliskiej Huty Józefa, nie jest obecnie zagospodarowany. Podmokłe tereny porastają trawy i zarośla. W przyszłości planowana jest jego odbudowa w znacznie większych granicach. Jego powierzchnia może przekroczyć 30 ha, zalewając przede wszystkim podmokłe grunty w dolinie Bobrzy, niemające większej przydatności dla rolnictwa (ŚZMiUW 1999). Jako zbiornik rekreacyjny może on być konkurencyjny w stosunku do dużo mniejszego, powstałego niedawno zbiornika w miejscowości Umer.

W zlewni górnej Bobrzy warunki przyrodnicze sprzyjają na ogół planom rozwoju małej retencji, zarówno tej mającej na celu rozbudowę urządzeń hydrotechnicznych, jak i tej, w której główną rolę w zachowaniu biologicznej i krajo-brazowej różnorodności przypisuje się małym, naturalnym oczkom, bagnetom, niszom źródłowym, dolinom i mokradłom.

W budowie geologicznej zlewni dominują utwory triasu dolnego, reprezentowane przez piaskowce, mułowce i iłowce, charakteryzujące się na ogół małą przepuszczalnością dla wody, dość płytko zalegające pod młodszymi utworami lub znajdujące się zupełnie na powierzchni (Filonowicz 1973, 1980a, b). Głębokość zalegania skał triasu w dolinie rzeki zmienia się na terenie zlewni w przedziale od ok. 10 m w części wschodniej do 2 m w zachodniej. Taki układ warstw skalnych pozwala lokalizować zbiorniki wodne w okolicach wsi Umer, Samsonów, Kołomań. Dno tych zbiorników mogą stanowić utwory triasowe po wcześniejszym usunięciu cienkiej pokrywy osadów czwartorzędowych. Ze względu na obecność zbiornika wód podziemnych koło Zagnańska oraz możliwość migracji zanieczyszczeń, z lokalizacji należy wyłączyć tereny położone w tej części zlewni.



Ryc. 2. Zasięg leja depresji w 2005 r.

Fig. 2. Depression sink of the catchment in 2005

Wykorzystywanie od kilkudziesięciu lat wód podziemnych do celów komunalnych w granicach zlewni oraz jej negatywny wpływ na środowisko naturalne stały się kolejnym argumentem przemawiającym za rozbudową małej retencji na górnej Bobrzy. Powstały w wyniku działalności ujęcia wody z GZWP 414 lej depresyjny objął szerokim kręgiem obszary wokół Zagnańska (ryc. 2). Wiele cieków

uległo osuszeniu, obniżył się poziom wód powierzchniowych i gruntowych, stwarzając jednocześnie zagrożenie zachwiania równowagi w ekosystemie. Eksploatacja wód podziemnych przy wysokim poziomie parowania powoduje sukcesywne obniżenie poziomu zwierciadła wód poziomu dolnotriasowego i środkowodeńskiego. Według badań Herman (2004) obniżenie rzędnych zwierciadła wynosi od 0,2 m w zachodniej części zlewni do 13,4 m w centralnej i wschodniej części zlewni w stosunku do stanu początkowego przed eksploatacją ujęcia (1972 r.).

Oprócz skał podłoża na przyrodnicze uwarunkowania rozwoju małej retencji składają się jeszcze ukształtowanie powierzchni, warunki klimatyczne, gleby i roślinność.

W morfologii terenu zasadniczą cechą zlewni jest równoleżnikowy przebieg wzniesień, z konsekwentnym układem sieci rzecznej. Wysokości bezwzględne w zlewni rzadko przekraczają 400 m n.p.m., mimo to nachylenie terenu poszczególnych stoków i wzgórz przekraczające lokalnie 20‰ powodują przyspieszony spływ powierzchniowy. Rzeźba terenu sprzyja lokalizacji zbiorników wodnych w dolinie górnej Bobrzy. Naturalne zagłębienia, mogące pełnić rolę misy przyszlých zbiorników przelewowych Bobrzy, ciągną się niemal od źródeł w Zagnańsku po miejscowość. Ich wykorzystanie wymaga jednak dodatkowych badań geologicznych, hydrologicznych i biologicznych. Zalewowi nie mogą podlegać dowolnie wybrane grunty ze względu na obecność wykorzystywanego zbiornika wód podziemnych, strefę ochronną ujęć itp. Z tego względu spod zagospodarowania wodnego terenów powinny być wyłączone obszary wschodniej części zlewni. Położenie zlewni w sąsiedztwie Gór Świętokrzyskich determinuje warunki klimatyczne w niej panujące. Średnia roczna temperatura oscyluje wokół 7 °C, a średnia roczna wysokość opadów niewiele przekracza 700 mm (Niedźwiedź, Obrębska-Starkłowa 1994). Pomimo skromnych zasobów, występują okresy zarówno z nadmiarem, jak i niedoborem wody, spowodowane nierównomiernym rozkładem opadów w roku i wieloletiu. Ograniczenie zmienności zasobów wodnych w czasie i niekorzystnego oddziaływania suszy oraz powodzi wymaga magazynowania wody. Realizacja programu małej retencji na górnej Bobrzy pozwoli zmagazynować część odpływu wody w okresach jej nadmiaru oraz wykorzystać zretencjonowaną wodę w okresach deficytowych.

W strukturze gleb dominują gleby bielcowe, wytworzone z piasków, gleby wytworzone z glin zwałowych oraz gleby terenów górzystych o niewykształconym profilu (Musierowicz, Truszkowska 1960). Składniki i struktura gleby wpływają na jej retencyjność. Pod tym względem naturalne gleby analizowanej zlewni nie posiadają właściwości magazynowania wody, brak w nich bowiem materii organicznej wiążącej wodę. Lasy stanowią jeden z ważniejszych

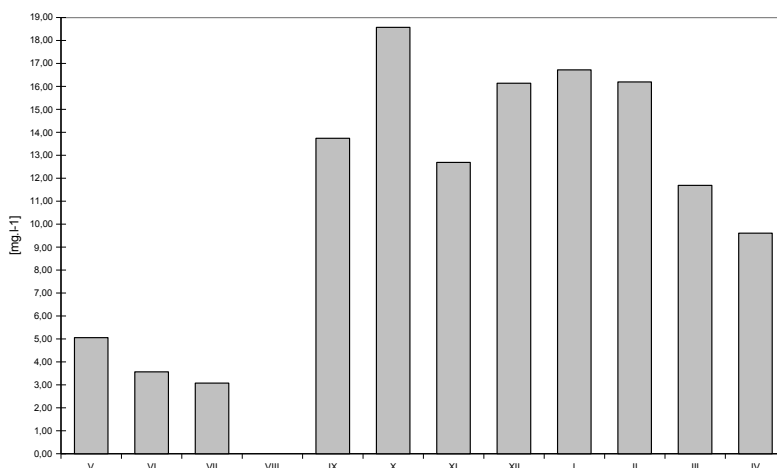
elementów retencji. Dzięki swoim cechom budowy, drzewa i krzewy stanowią naturalny zbiornik retencyjny ograniczający szybki spływ powierzchniowy po stokach, dlatego też dużą lesistość zlewni ($\alpha = 0,49$) należy odczytywać jako korzystny system użytkowania gruntów (Klimaszewski 1981).

Rozwój małej retencji w zlewni może być zasadną i skuteczną formą przeciwdziałania problemom „przesuszenia” gruntów wskutek ujęcia wód podziemnych. Budowa zbiorników retencyjnych oddziaływać będzie jednak znacznie szerzej na środowisko. Oprócz korzystnych zmian może także przynieść niepożądane, w przypadku nieprzemyślanych działań.

WYNIKI BADAŃ

Górna Bobrza zachowuje charakter rzeki naturalnej o wyraźnych cechach rzeki górskiej. Wprawdzie duża lesistość zlewni oraz mało przeobrażony krajobraz doliny rzeki mogą świadczyć o wysokiej czystości wód powierzchniowych to jednak jej jakość pozostawia wiele do życzenia. Analiza podstawowych czynników fizykochemicznych wskazuje na liczne źródła zanieczyszczeń wody. Największe zagrożenie stanowią zlokalizowane w pobliżu cieków zakłady przemysłowe, oczyszczalnia ścieków oraz osiedla mieszkaniowe niewyposażone w kanalizację. Listę potencjalnych zagrożeń uzupełniają magazyny i stacje paliw, ферmy hodowlane, szlaki komunikacyjne (kolejowe i drogowe) oraz niezorganizowane wysypiska odpadów (Pizon 2005).

Wśród badanych parametrów fizyko-chemicznych największy wpływ na jakość wód powierzchniowych miała zawartość tlenu rozpuszczonego (ryc. 3). Jego średnia wartość wahała się od 3,08 w lipcu do 18,57 mg·l⁻¹ w październiku 2007 r. Najlepiej natlenione były zacienione, leśne odcinki rzeki, najuboższe zaś w tlen były wody strefy brzegowej zbiorników w okresie letnim. Na całej długości rzeki jakość wód płynących odpowiada piątej klasie czystości ze względu na niską wartość tego czynnika. Wyjątkowo ciepłe i suche lato w 2006 r. spowodowało wyschnięcie kilku mniejszych cieków w zlewni. Zupełny brak wody w korycie Bobrzy zaobserwowano w czasie lipcowych badań na odcinku od źródła do zbiornika w Zachełmiu. Taka sytuacja w dostateczny sposób ilustruje potrzebę retencji wód powierzchniowych. Szczególnej opieki w tym aspekcie wymagają także drzewa rosnące wzdłuż koryta rzeki, dostarczające potrzebne zacienienie i chroniące przed erozją koryta. Ich nadmierny wyrąb powoduje wzrost temperatury wody i spadek ilości tlenu rozpuszczonego. Zanieczyszczenia dostające się do rzeki dodatkowo obniżają zawartość tlenu, powodując lokalnie niemal zupełny brak tlenu.



Ryc. 3. Średnia zawartość tlenu rozpuszczonego wód powierzchniowych

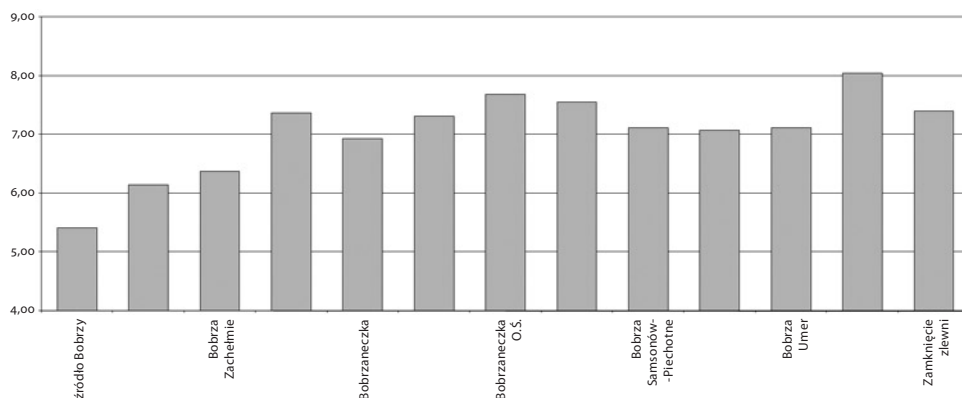
Fig. 3. Average oxygen of surface water

Silną korelację zawartości tlenu z temperaturą wody obserwowano w ciągu całego roku. Najniższym wskazaniem tlenu rozpuszczonego towarzyszyła z reguły najwyższa temperatura – średnia dla lipca 21,1 °C. Najmniejszą zmienność temperatury wody cechowało źródło Bobrzy od 8,1 °C w czerwcu do 14,2 °C w sierpniu, z kolei woda zgromadzona w zbiornikach wykazywała najwyższą zmienność w ciągu roku (dla zbiornika we wsi Umer różnica między maksymalną a minimalną temperaturą wyniosła 27,9 °C, dla zbiornika w Borowej Górze 25,1 °C).

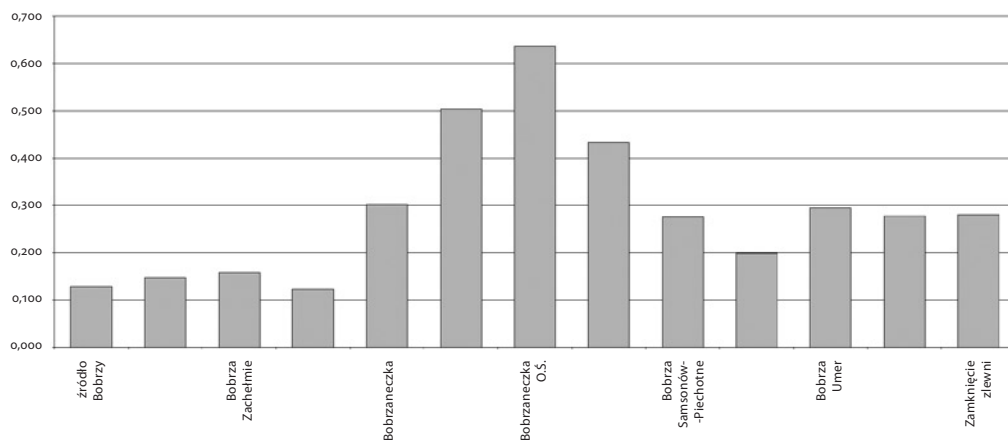
Odczyn wody w zlewni górnej Bobrzy również podlegał lokalnym zmianom (ryc. 4). Najniższe pH notowano w punkcie nr 1, czyli w źródle Bobrzy. Jego średnia wartość wyniosła 5,41. Każdy kolejny punkt pomiarowy cechował się nieco wyższym wskaźnikiem, aż do zamknięcia zlewni ze średnią 7,40. Wyższe wskazania pH notowano na Bobrzaneczce, obciążonej zrzutami ścieków z pobliskiej oczyszczalni w Bartkowie i zakładów mięsnych – średnie pH 7,69 z maksimum 8,31. Wysokie pH towarzyszy także wodom zbiornika we wsi Umer – średnia 8,04. Wpływ na tak wysoki odczyn wody może mieć charakter osadów zgromadzonych w zbiorniku w ciągu wieloletniego funkcjonowania.

Konduktywność wód powierzchniowych górnej Bobrzy najwyraźniej odzwierciedla wpływ zanieczyszczeń na czystość wód (ryc. 5). Wprowadzenie do rzeki ścieków komunalnych i przemysłowych powoduje dwukrotny wzrost konduktywności w stosunku do punktu pomiarowego powyżej zakładów oraz pięcio-, sześciokrotny wzrost w stosunku do źródła rzeki głównej. Dodatkowym problemem wód płynących na odcinkach zurbanizowanych jest podwyższone zasolenie.

Analiza poszczególnych parametrów oraz łączna ocena wpływu działań człowieka na jakość wód zlewni górnej Bobrzy powinna decydować o formie wykorzystania zasobów wodnych. Plany i projekty zagospodarowania terenów w kierunku wodnym na terenie zlewni powinny nadążać za rozwojem infrastruktury kanalizacyjnej, drogowej i sanitarnej. W przypadku górnej Bobrzy obserwuje się jednak opóźnienie tych elementów w stosunku do powstających obiektów hydrologicznych i osiedli mieszkaniowych. Podobne nieporozumienia mogą znacznie ograniczyć funkcjonalność oraz promocję atrakcyjnego turystycznie i rekreacyjnie obszaru. Dalsze rozbudowywanie sieci zbiorników wodnych w zlewni wydaje się pożądane w obrębie leja depresji, gdzie jak dotąd funkcjonują tylko dwa niewielkie zalewy w Borowej Górze i Zachełmiu. Lokalizacja ewentualnych zbiorników w tym obszarze może najskuteczniej przeciwdziałać przesuszeniu gruntów i innym negatywnym zjawiskom związanym z ujęciem wód podziemnych. Niestety, czystość Bobrzy i jej dopływów znacznie się pogarsza, gdy tylko rzeka wkracza na tereny zurbanizowane, co dalej komplikuje możliwość regulacji stosunków wodnych przy pomocy retencji. Badania potwierdziły ponadto znaczny wzrost temperatury wody poniżej zbiorników. Podwyższona temperatura wody przyczynia się do: przyspieszenia okresu wegetacyjnego, wzrostu eutrofizacji, zmian biochemicznych, redukcji stałej i okresowej pokrywy lodowej, kształtowania transportu fluwialnego i warunków sedymentacji oraz zakłócenia warunków życia organizmów wodnych (Ciupa 2005). Budowa kolejnych zbiorników w miejscach pozbawionych szaty roślinnej, gromadzących wodę z cieków o małym zacienieniu, może spowodować dodatkowe pogorszenie warunków ekologicznych, zamiast je poprawiać.



Ryc. 4. Średnia zawartość pH wód powierzchniowych w wybranych punktach pomiarowych
 Fig. 4. Average acidity (pH) of water in check points



Ryc. 5. Średnia konduktywność wód powierzchniowych w wybranych punktach pomiarowych
Fig. 5. Average conductivity of water in check points

Literatura

- Burchard J., 1978. Obieg wody w dorzeczu Bobrzy. *Acta Geogr. Lodz.*, t. 40.
- Ciupa T., 2005. Temperatura wód rzecznych w zlewni zurbanizowanej i rolniczo-leśnej na przykładzie Sinicy i Sufragańca (Kielce). W: A. Kostrzewski, R. Kolander (red.). *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Funkcjonowanie geosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań.
- Dziewoński Z., 1973. *Rolnicze zbiorniki retencyjne*. PWN, Warszawa.
- Filonowicz P., 1973. *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski*. Arkusz Kielce. Wyd. Geol., Warszawa.
- Filonowicz P., 1980a. *Objaśnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000*. Arkusz Kielce. Wyd. Geol., Warszawa.
- Filonowicz P., 1980b. *Mapa Geologiczna Polski 1:200 000*. Arkusz Kielce. Wyd. Geol., Warszawa.
- Herman G., 2004. *Sprawozdanie do tematu: Wpływ eksploatacji ujęcia komunalnego na zmiany warunków hydrogeologicznych w rejonie Zagnańska w latach 2003–2004*. PiG, Kielce.
- Klimaszewski M., 1981. *Geomorfologia*. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.

- Kupczyk E., 2002. Hydrologia środowiska, zadania, potrzeby a edukacja. W: T. Ciupa, E. Kupczyk, R. Suligowski. Obieg wody w zmieniającym się środowisku. Akademia Świętokrzyska, Kielce.
- Mioduszewski W., 1997. Mała retencja a ochrona zasobów wodnych. Gosp. Wodna, nr 3.
- Musierowicz A., Truszkowska R., 1960. Objasnienia do mapy gleb Polski w skali 1:300 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa 1994. Regiony klimatyczno-opadowe w dorzeczu Nidy W: E. Kupczyk, T. Biernat, T. Ciupa, A. Kasprzyk, R. Suligowska. Zasoby wodne dorzecza Nidy. WSP, Kielce.
- Pizon H., 2005. Mapa sozologiczna w skali 1:50 000. Arkusz Kielce. Wyd. Pryzmat, Częstochowa.
- Prażak J., 1991. Wpływ komunalnych ujęć wód podziemnych na wody powierzchniowe w rejonie Kielc. Mat. I Sesji Hydrograficznej w Kielcach. KTN, Kielce, s. 85–91.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku (Dz. U. Nr 32, poz. 284). Świętokrzyski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Kielcach. 1999. Zatwierdzenie programu małej retencji byłego województwa kieleckiego. ŚZMiUW, Kielce.