

WPLYW DZIEWIĘTNASTOWIECZNYCH SYSTEMÓW IRYGACYJNYCH NA STOSUNKI WODNE W WYBRANYCH REJONACH BORÓW TUCHOLSKICH

Danuta SZUMIŃSKA

Instytut Geografii, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Abstrakt: W prezentowanej pracy przeanalizowano zmiany stosunków wodnych w Borach Tucholskich związane z funkcjonowaniem systemów nawadniających, wybudowanych w połowie XIX wieku. W celu doprowadzenia wody do nawadnianych obszarów wykopano trzy kanały nawadniające: Wielki Kanał Brdy, Kanał Wdy (Czarnowodzki) oraz Kanał Mokranecki. Nawadniane łąki zostały założone na suchych wcześniej terasach sandrowych, a woda pobierana do nawodnień pochodziła z okolicznych rzek. Rzeki Borów Tucholskich charakteryzują się niewielkimi wahaniami przepływów, co warunkowało stałą dostawę wody do systemów irygacyjnych. Skutki prowadzonych nawodnień zostały szczegółowo rozpoznane w zlewni Wdy, gdzie wodę do nawodnień gromadzono w naturalnym zbiorniku – jeziorze Wdzydze. Była ona następnie doprowadzana Kanałem Wdy na kompleks łąk o nazwie Podlesie. Nawodnienia prowadzono przez ponad 150 lat. Wskutek poboru wody do irygacji całkowity odpływ z tego fragmentu zlewni Wdy był niższy, niż z pozostałych części. Nawodnienia prowadzone w okresie wegetacyjnym powodowały znaczne straty wody na parowanie i transpirację. Od lat 80. XX wieku, kiedy zmniejszono intensywność nawodnień, odpływ powrócił do poziomu porównywalnego do pozostałych analizowanych obszarów. Do innych skutków prowadzonych nawodnień zaliczyć można prawie całkowite ograniczenie przepływu Wdy na odcinku 6-8 km oraz samoistne pojawienie się nowych, niewielkich zbiorników wodnych w otoczeniu nawadnianych łąk i Kanału Wdy.

Słowa kluczowe: Bory Tucholskie, zlewnia Wdy, zlewnia Brdy, kanał, irygacje, odpływ.

WSTĘP

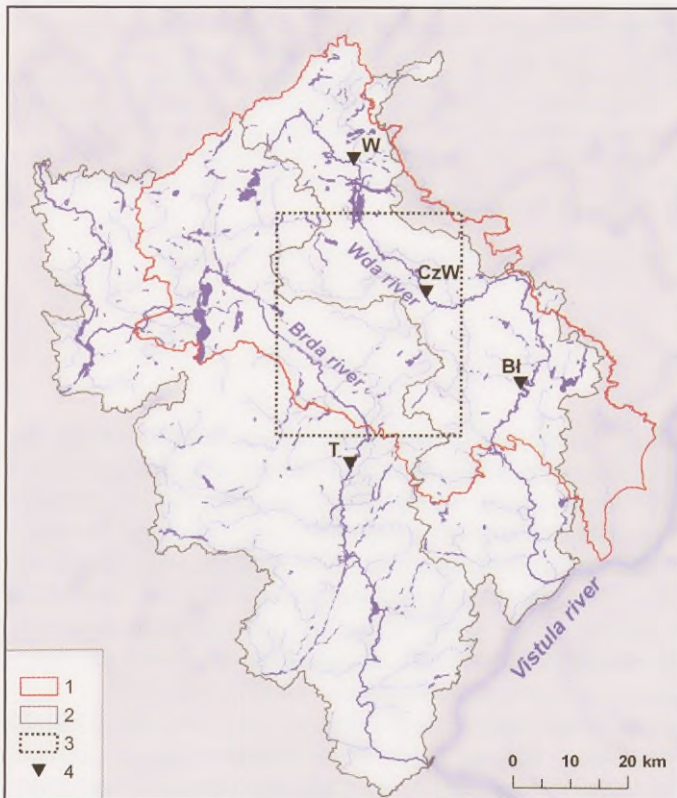
Bory Tucholskie, jeden z większych (ponad 3000 km²) kompleksów borów sosnowych w Polsce, są regionem o wyjątkowej historii przekształceń środowiska i stosunków wodnych. Badania palinologiczne dały podstawy do stwierdzenia odrębności florystycznej tego terenu i dominacji sosny przez cały okres holocenijskich zmian klimatycznych (Boiński, 1985; Miotk-Szpiganowicz, 1993). Jednocześnie obszar ten przez długi czas stanowił strefę graniczną pomiędzy intensywniej zasiedlanymi terenami otaczających wysoczyzn oraz doliny Wisły. Do okresu wczesnosłowiańskiego (IX wiek naszej ery) działalność człowieka na terenie Borów była mało intensywna i przedzielana okresami odnowy drzewostanów (Grabarczyk, 1992).

Potencjał gospodarczy Borów Tucholskich odkryty został po włączeniu ich w 1772 roku do zaboru pruskiego. Stały się zapleczem, z którego czerpano drewno do realizacji wielu inwestycji zarówno na byłych terenach polskich, jak też na pozo-

stałym obszarze ówczesnych Prus. Wtedy też nastąpiły największe zmiany w strukturze roślinności, związane z wprowadzeniem monokultury sosny (Boiński, 1985). Ze względu na słabo rozwiniętą infrastrukturę drogową, największe rzeki tego regionu – Brda i Wda spełniały rolę głównych arterii komunikacyjnych, pozwalających na wywóz drewna (Szwankowski, 2007). W dalszym okresie panowania pruskiego doszło do znacznych przekształceń stosunków wodnych, związanych z intensywnym, jak na ówczesne czasy wykorzystaniem rzek. Przekształcenia te w związku z nieprzerwanie trwającą leśną dominantą w krajobrazie, zapisały się w środowisku w sposób bardziej dyskretny, niż w przypadku terenów rolniczych, czy przemysłowych.

SIEĆ WODNA BORÓW TUCHOLSKICH

Głównymi rzekami Borów Tucholskich są Brda (długość 246 km, powierzchnia zlewni 4486 km²) i Wda (długość 204 km, powierzchnia zlewni 2322 km²), leworzeźne dopływy dolnej Wisły (rys. 1).



Rys. 1. Zlewnie Brdy i Wdy na tle granicy Borów Tucholskich:

1 – granica mezoregionu Bory Tucholskie (wg: T. Giętkowskiego, 2008), 2 – granice zlewni Brdy i Wdy (na podstawie MPHP, 2004), 3 – obszar zaprezentowany na rysunku nr 2, 4 – posterunki hydrologiczne: W – Wawrzynowo, CzW – Czarna Woda, Bł – Błędnio, T – Tuchola.

Fig. 1. The Wda river and the Brda river catchments and the Bory Tucholskie region:

1 – the Bory Tucholskie region (according to T. Giętkowski, 2008), 2 – the Wda river and the Brda river catchments (on the basis of MPHP, 2004), 3 – area presented on the fig. 2, 4 – hydrometric stations: W – Wawrzynowo, CzW – Czarna Woda, Bł – Błędnio, T – Tuchola.

Rzeki mają swoje źródła u podnóża moren czołowych fazy pomorskiej, następnie zgodnie z nachyleniem powierzchni sandrowych kierują się na południowy-wschód. Budowa geologiczna obydwu zlewni warunkuje znaczny udział zasilania podziemnego (Dynowska, 1971), co wraz z pozostałymi elementami środowiska przyrodniczego powoduje wyrównanie odpływu w cyklu rocznym i wieloletnim (Dynowska, 1971; Choiński, 2002; Jokieli, Tomalski, 2004; Szumińska, 2006a; Jutrowska, 2007). Strefa przypowierzchniowa zbudowana jest głównie z piasków i żwirów fluwioglacjalnych oraz rzecznych. Budowa wgłębna charakteryzuje się malejącą w kierunku południowym miąższością sandru, który przykrywa zasadniczo trzy pokłady glin morenowych, przedzielone seriami interglacjalnymi (Sadurski i in., 1994). Obydwa dorzecza charakteryzują się znaczną liczbą jezior włączonych do sieci odpływu powierzchniowego (rys. 1). Stanowią one miejsce dodatkowego zasilania podziemnego z głębszych poziomów wodonośnych (Michalska, Michalski, 1980; Szumińska, 2006a) oraz warunkują wyrównanie odpływu w cyklu rocznym (Choiński, 1988). Na opóźnienie spływu wód roztopowych oraz wzrost retencji gruntowej niewątpliwie wpływ wywiera też usytuowanie dużej i zwartej powierzchni leśnej Borów Tucholskich w górnych i środkowych strefach zlewni Brdy i Wdy (Choiński, 2002).

W tabeli nr 1 zaprezentowano miary odpływu obydwu rzek. Wybrane postępowania zlokalizowane są poniżej dopływu z systemów irygacyjnych i zamykają górne fragmenty zlewni, profil Tuchola 55% powierzchni zlewni Brdy oraz profil Czarna Woda 40% powierzchni zlewni Wdy (rys. 1).

Tabela 1. Miary odpływu Brdy w Tucholi w latach 1956-1995 oraz Wdy w Czarnej Wodzie w latach 1959-1995.
Table 1. Runoff features of the Brda river in the Tuchola station for years 1956-1995 and the Wda river in the Czarna Woda station for years 1959-1995.

Miary odpływu		Brda-Tuchola ¹	Wda-Czarna Woda ²
WWQ	przepływ maksymalny (m ³ ·s ⁻¹)	42,40	17,32
SSQ	przepływ średni (m ³ ·s ⁻¹)	19,71	6,35
NNQ	przepływ minimalny (m ³ ·s ⁻¹)	9,79	2,00
WWq	maksymalny odpływ jednostkowy (dm ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²)	17,22	18,48
SSq	średni odpływ jednostkowy (dm ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²)	8,00	6,78
NNq	minimalny odpływ jednostkowy (dm ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²)	3,98	2,13
H	warstwa odpływu (mm)	252	214
λ ₁	współczynnik nieregularności przepływów skrajnych	4,33	8,66
λ ₂	współczynnik nieregularności średnich przepływów miesięcznych	4,18	5,27
c _v	współczynnik zmienności przepływów	0,081 ³	0,135 ³

¹ za E. Jutrowską (2007),

² obliczono na podstawie danych IMGW publikowanych w *Rocznikach hydrologicznych wód powierzchniowych z lat 1959-1983* oraz niepublikowanych danych IMGW z lat 1984-1995,

³ współczynnik zmienności przepływów za A. Choińskim (1988).

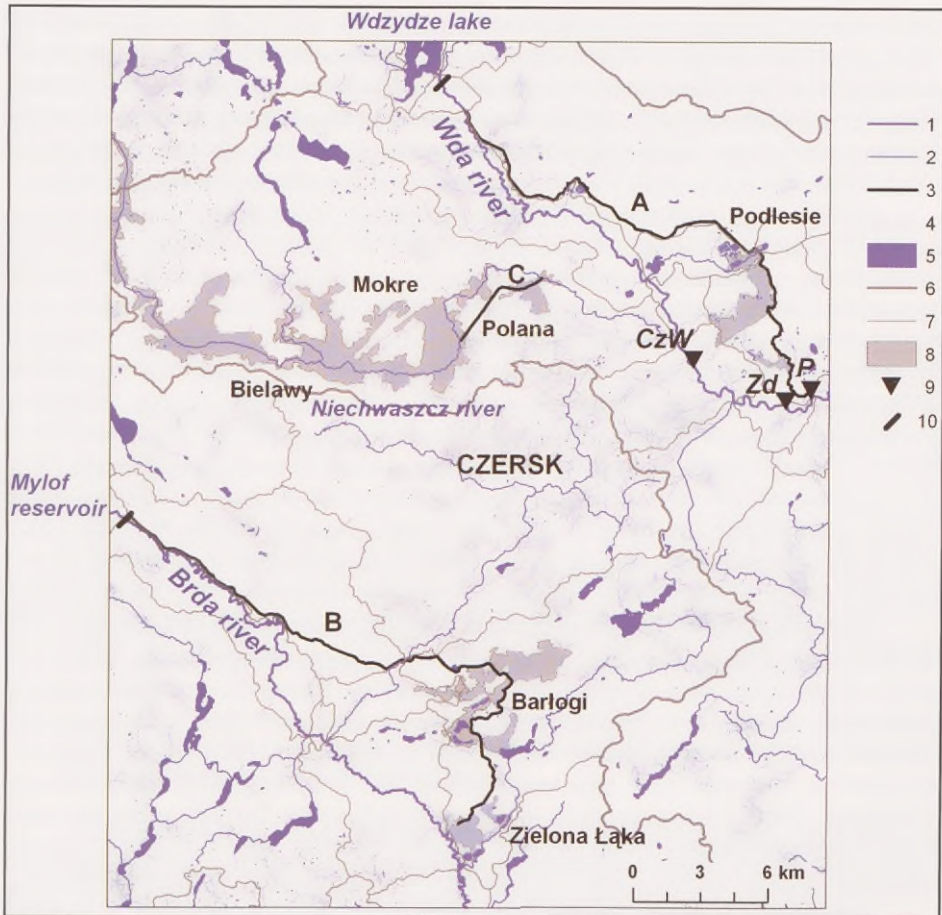
Przedstawione dane świadczą o dużej stabilności przepływów, ujawniającej się w niewielkich wartościach współczynnika nieregularności, zarówno w odniesieniu do przepływów skrajnych (λ₁), jak też przepływów średnich miesięcznych (λ₂). Zauważyć można jednocześnie, że przepływy Wdy wykazują nieznacznie większą

nieregularność, niż przepływy Brdy (tab. 1). Podobna relacja obydwu rzek widoczna jest w wartościach współczynnika zmienności c_v obliczonych dla wielolecia 1961-1974 przez A. Choińskiego (1988). W zestawieniu 134 polskich rzek (216 posterunków) Brda w Tucholi wykazuje najniższą w skali kraju zmienność przepływów ($c_v=0,081$), a Wda w Czarnej Wodzie jedną z najniższych ($c_v=0,135$). Większa nieregularność przepływów Wdy w Czarnej wodzie wynika z położenia posterunku w sąsiedztwie odpływu z pól irygacyjnych (Szumińska, 2006a). Posterunek Tuchola zlokalizowany jest dalej, bo około 15 kilometrów poniżej dopływu z nawadnianych łąk (rys. 1).

ZAKRES PRUSKICH PRAC HYDROTECHNICZNYCH I ICH WPŁYW NA STOSUNKI WODNE

Stabilne przepływy Brdy i Wdy, związane ze stałym znacznym zasilaniem podziemnym nawet w okresach suszy, spowodowały, że rzeki te stanowiły idealne obiekty do wykorzystania jako źródło wody do nawodnień rolniczych. Prowadzona w czasie zaborów intensywna gospodarka leśna była przyczyną wzrostu zatrudnienia w leśnictwie. Jednocześnie wzrosło zapotrzebowanie na produkty rolne, co zważywszy na niewielki areał przydatnych dla rolnictwa gleb na terenie Borów Tucholskich, wymagało intensyfikacji produkcji, a także zwiększenia powierzchni obszarów rolniczych. W dobie wielkich inwestycji hydrotechnicznych realizowanych przez inżynierów pruskich, zaplanowano budowę dwóch dużych kanałów nawadniających – Kanału Wdy (Czarnowodzkiego) i Wielkiego Kanału Brdy, które miały doprowadzać wodę na odlesione obszary piaszczystych teras sandrowych, położonych na południe (zlewnia Brdy) i północ (zlewnia Wdy) od miejscowości Czersk (rys. 2). Krótszy Kanał Mokrancki wybudowano w zlewni Niechwaszczy, prawobrzeżnego dopływu Wdy. Ponadto kilka kompleksów łąk założono w dolinach mniejszych cieków. Systemy nawadnianych łąk stanowiły własność Skarbu Państwa i nosiły wspólną nazwę tzw. łąk czerskich lub łąk królewskich – niem. Königswiese (Sabiniarz, 2006). Woda doprowadzana kanałami na łąki położone na wyższych poziomach terasowych gromadzona była w przypadku Brdy – w zbudowanym w tym celu sztucznym zbiorniku Myłof, natomiast w przypadku Wdy – w jeziorze Wdzydze (rys. 2). Łąki zlokalizowane w dolinie Niechwaszczy oraz w dnach innych dolin rzecznych nawadniane były wodą pochodzącą z przepływu bieżącego, regulowanego systemem zastawek.

Ze względu na korzystną lokalizację posterunków hydrologicznych, wpływ irygacji na stosunki wodne prześledzono szczegółowo na podstawie łąk założonych na północ od miejscowości Czersk i Czarna Woda, nawadnianych wodą doprowadzaną Kanałem Wdy (rys. 2). System ten został wybudowany jako pierwszy w latach 1942-1848 i spełniał rolę inwestycji pilotażowej (Sabiniarz, 2006). Jako zbiornik retencyjny wykorzystano jezioro Wdzydze. Zdecydowała o tym jego znaczna powierzchnia (1456,9 ha), intensywne zasilanie podziemne, wynikające z dużej głębokości (głęb. maks. 68 m) oraz stałe zasilanie powierzchniowe wodami przepływającej przez jezioro rzeki Wdy.



Rys. 2. Systemy irygacyjne w zlewniach Brdy i Wdy (na podstawie MPHP, 2004; uzupełnione):

1 - rzeki II rzędu (Brda i Wda), 2 - rzeki niższych rzędów, 3 - główne kanały nawadniające: A - Kanał Wdy (Czarnowodzki), B - Wielki Kanał Brdy, C - Kanał Mokranecki, 4 - sieć melioracyjna, 5 - jeziora, 6 - działy wodne II rzędu, 7 - działy wodne III rzędu, 8 - nawadniane łąki, 9 - przekroje hydrometryczne: CzW - Czarna Woda, Zd - Zimne Zdroje, P - na odpływie z łąk Podlesie, 10 - jazy piętrzące wodę dla celów nawadnieniowych.

Fig. 2. Irrigation systems in the Brda river and the Wda river catchments (on the basis of MPHP, 2004; changed):

1 - rivers of the 2nd order (the Brda river and the Wda river), 2 - rivers of lower order, 3 - main irrigation canals: A - the Wda Canal (Czarnowodzki), B - the Great Brda Canal, C - The Mokranecki Canal, 4 - drainage network, 5 - lakes, 6 - watersheds of the 2nd order, 7 - watersheds of lower order, 8 - irrigated meadows, 9 - hydrometric cross-sections: CzW - Czarna Woda, Zd - Zimne Zdroje, P - cross-section on the ditch from the Podlesie meadows, 10 - weirs built to store water for irrigation.

Kanał Wdy (Czarnowodzki) rozpoczyna się na południowym brzegu Jeziora Wdzydze, w miejscu wypływu Wdy i przez 2,32 km biegnie jej korytem. Następnie oddziela się od rzeki i przebiega po powierzchni terasy sandrowej, położonej

kilka metrów powyżej dna doliny (różnica wysokości zwierciadła wody pomiędzy Wdą, a kanałem osiąga maksymalnie 7 m). Kompleks nawadnianych łąk położony jest na północ od miejscowości Czarna Woda. Odpływ z łąk odbywa się do rzeki Wdy. Ze względu na płytkie zaleganie utworów trudno przepuszczalnych (ił na głębokości 4-6 m) część wody odpływa w kierunku rzeki Wdy podpowierzchniowo (około 30%). Pozostała część odprowadzana jest rowami oraz naturalnymi ciekami.

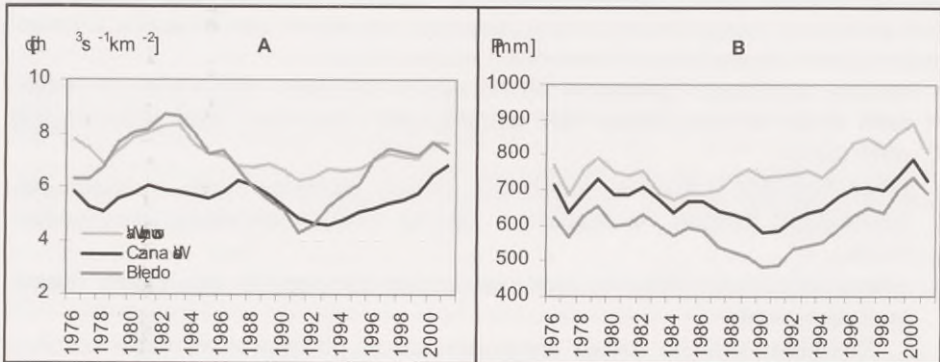
Sposób wykorzystania wód w obrębie systemu irygacyjnego ulegał zmianom w trakcie ponad 150-letniego okresu użytkowania. Do połowy XX wieku, czyli przez około 100 lat, w okresie nawodnień (kwiecień-sierpień) kierowano do kanału prawie całą wodę z Wdy. Rzeka na odcinku około 6-8 kilometrów miała w związku z tym sztucznie zmniejszony przepływ, właściwie przypominała niewielki rów widoczny na archiwalnych fotografiach z lat 30. XX wieku (Szumińska, 2006a). Wprowadzanie do kanału większej części przepływu rzeki Wdy spowodowało znaczne zmiany na wyższych poziomach terasowych. Polegały one na pojawieniu się zbiorników wodnych w suchych wcześniej zagłębieniach, zlokalizowanych w otoczeniu Kanału Wdy i nawadnianych łąk. Jako przyczynę tego zjawiska należy upatrywać zwiększenie odpływu podpowierzchniowego o wody spływające z nawadnianych obszarów, przesiąki wody z kanału oraz zahamowanie odpływu podziemnego od wyższego poziomu sandrowego położonego na północy i północnym-wschodzie (Szumińska, 2006b).

Retencja wody w okresie zimowym i wprowadzanie jej ponownie do wcześniejszej fazy obiegu w sezonie wegetacyjnym poprzez zraszanie łąk, były przyczyną zwiększenia strat na parowanie i transpirację. Wymiernym efektem zmiany stosunków wodnych w obrębie nawadnianych obszarów było przekształcenie pierwotnie silnie kwaśnych gleb bielcowych o odczynie 3,5-4 w gleby darniowo-bielcowe o odczynie 5,5-6 oraz wytworzenie się 5-10 cm poziomu darniowego (Cieśliński, 1972). Cytowany autor wskazuje jednocześnie na dużą prędkość wsiąkania i małą pojemność wodną gleb, na których założono łąki, co powodowało konieczność bardzo intensywnego nawadniania dla utrzymania roślinności łąkowej.

Od lat 60. XX wieku łąki znalazły wykorzystanie jako rolnicza oczyszczalnia ścieków Zakładów Płyt Pilśniowych w Czarnej Wodzie, a ich pierwotny areal wynoszący 506 ha zmniejszono o ponad 100 ha. Na przełomie lat 80. i 90. tego wieku ograniczono wielkość produkcji zakładu, a co za tym idzie, intensywność nawodnień. W konsekwencji od połowy XX wieku systematycznie malała objętość wody wprowadzanej do Kanału Wdy i dostarczanej na łąki, a wzrastały przepływy we właściwym korycie Wdy.

Analiza odpływów jednostkowych obliczonych dla zlewni różnicowych (tylko taki sposób obliczeń pozwala na oddzielenie od siebie procesów zachodzących w poszczególnych fragmentach zlewni) wykazała wpływ intensywnych nawodnień łąk wodą z Wdy na zmniejszenie całkowitej objętości odpływu tej rzeki. Porównano odpływy jednostkowe w okresie 1974-2003 z trzech zlewni różnicowych: Wawrzynowo (górną część zlewni Wdy), Czarna Woda (pomiędzy posterunkami Wawrzynowo i Czarna Woda) i Błędno (pomiędzy posterunkami Czarna Woda i Błędno) (rys. 1). W pierwszej części analizowanego wielolecia odpływ ze zlewni różnicowej Czarna

Woda był niższy, niż ze zlewni Wawrzynowo i Błędno (rys. 3A). Pod koniec lat 80. XX wieku, kiedy ograniczono intensywność nawodnień i większa część przepływu powróciła do właściwego koryta Wdy, odpływy jednostkowe ze zlewni różnicowej Czarna Woda powróciły do poziomu porównywalnego do pozostałych zlewni. Analiza opadów dla tych obszarów nie wykazała klimatycznego uzasadnienia takich zmian w odpływie (rys. 3B).



Rys. 3. Krzywe wygładzone (okresy pięcioletnie) rocznych odpływów jednostkowych (A) i rocznych sum opadów atmosferycznych (B) w zlewniach różnicowych w wieloleciu 1974-2003 (opracowano na podstawie danych IMGW); data stanowi środkowy rok okresu; lokalizacja posterunków na rysunku nr 1.

Fig. 3. Moving average curves (five years periods) of annual unit runoffs (A) and annual rainfalls (B) in partial catchments for years 1974-2003 (made on the basis of IMGW data); the date makes the medial year of the period; stations location see on the fig. 1.

O intensywnym przekształceniu stosunków wodnych w czasie pełnego wykorzystania systemu irygacyjnego świadczą zestawione w tabeli 2 archiwalne przepływy Wdy zmierzone w profilach Zimne Zdroje i Błędno oraz przepływ w rowie odprowadzającym wodę z kompleksu łąk Podlesie. Dla wyraźnego zobrazowania różnic w odpływie wartości te wyrażono także w postaci odpływów jednostkowych ze zlewni różnicowych. Zlewnia Zimne Zdroje reprezentuje w tym przypadku całą górną część zlewni Wdy (853 km²), zlewnia Błędno - obszar pomiędzy profilami Zimne Zdroje i Błędno (533 km²), a trzeci fragment to zlewnia własna odpływu (rowu) z łąk Podlesie o powierzchni 9,6 km² (lokalizacja posterunków na rysunkach nr 1 i 2). Znaczna objętość wody odpływająca rowem w miesiącach czerwiec-sierpień (około 100 dm³·s⁻¹ km⁻²) związana była z prowadzonymi w tym czasie nawodnieniami. Należy pamiętać, że znaczny odpływ z łąk stanowi tylko część wody wyprowadzanej z jeziora Wdzydze i koryta Wdy. Pozostała jej część podlegała procesowi ewapotranspiracji na łąkach, wchodziła w skład odpływu podziemnego oraz zasilala liczne zagłębienia w powierzchni teras sandrowych, znajdujące się na drodze odpływu wód podziemnych.

WNIOSKI I Dyskusja

Gospodarkę łąkarską funkcjonującą na terenie Borów Tucholskich od pierwszej połowy XIX wieku, ze względu na wielkość nakładów oraz sposób użytkowania łąk, można uznać za jedną z nowocześniejszych form rolnictwa w tych czasach na obecnych terenach polskich. Bez wątpliwości pozostaje fakt, że irygacje spowodowały znaczne przekształcenia stosunków wodnych zarówno dolin rzek, z których pobierano wodę, obszarów nawadnianych, jak też ich otoczenia. Do wymierzonych efektów prowadzonych nawodnień można zaliczyć:

- zmiany morfologii i procesów fluwialnych w korytach rzek, z których pobierano wodę do nawodnień oraz zmniejszenie całkowitej ilości odpływającej nimi wody;
- przekształcenia warunków wodnych i zmiany morfologii gleb w obrębie nawadnianych terenów (szczególnie w obrębie suchych wcześniej teras sandrowych);
- wzrost wilgotności obszarów otaczających nawadniane łąki oraz kanały doprowadzające wodę.

Powyższe wnioski zostały sformułowane na podstawie wyników uzyskanych dla kompleksu łąk Podlesie w zlewni Wdy. Można jednak odnieść je także do łąk w zlewni Brdy, które zlokalizowane były na obszarze o podobnych warunkach geologicznych i glebowych (kompleksy Barłogi i Zielona Łąka na rysunku nr 2). Różnica w sposobie użytkowania wynika w tym przypadku z wcześniejszego ograniczenia nawodnień (w dolinie Wdy intensywne użytkowanie łąk do lat 80. XX wieku związane było z funkcjonowaniem rolniczej oczyszczalni ścieków). W trakcie badań terenowych w sezonie letnim 2008 roku stwierdzono, że większość dawnych łąk założonych na suchych terasach sandrowych w dolinie Brdy przekształciła się, po zaprzestaniu nawodnień, w suche murawy kserotermiczne.

W niniejszej pracy nie analizowano zmian stosunków wodnych pod wpływem prac hydrotechnicznych przeprowadzonych w dnach dolin o pierwotnie bagiennym charakterze (na przykład w dolinie Niechwaszczy). Z pewnością przekształcenia stosunków wodnych na tych obszarach miały inny charakter. Niewielka liczba posterunków hydrologicznych, dysponujących długimi seriami pomiarowymi, uniemożliwia jednak przeprowadzenie pełnych analiz hydrologicznych w różnych wariantach pruskich systemów hydrotechnicznych. Jednocześnie problem rozpoznania skutków ograniczenia nawodnień wydaje się być dla tego regionu bardzo istotny. Nie tylko bowiem fakt intensywnego wykorzystania wód, ale także jego zaniechania może powodować znaczne przekształcenia środowiska, które przez ponad 150 lat dostosowywało się do zmienionych warunków.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF THE NINETEENTH CENTURY IRRIGATION SYSTEMS ON WATER CONDITIONS IN SOME PARTS OF THE BORY TUCHOLSKIE REGION

This study aims to define changes of water conditions in the Bory Tucholskie region (fig. 1) as the result of irrigation systems built in the middle of the XIX century. Three irrigation canals were built to supply meadows with water: the Great Brda Canal, the Wda Canal and the Mokranecki Canal (fig. 2). New meadows were located on dry outwash plain terraces and water for spreading was received from rivers. Natural conditions of this region caused rivers runoff stable (tab. 1) and useful for irrigation purposes. The effects of using these systems were particularly studied in the Wda river catchment. Water for irrigation have been stored in the Wdzydze lake and provided to Podlesie meadows by the Wda Canal (fig. 2) for the last 150 years. The unit runoff in this part of the Wda river catchment was lower than the runoff in other parts until 80. of the XX century (fig. 3), because of intensive irrigation. The water was spread on meadows in the vegetation period and as the effect evaporation as well as transpiration were increasing. The unit runoff increased since 80. of the XX century (fig. 3), when irrigations were limited. Other results of irrigations were extreme reduction of the Wda river discharges in 6-8 km length and appearance of some new, small lakes in the vicinity of the Wda Canal.

LITERATURA

- BOIŃSKI M., 1992: *Osobliwości szaty roślinnej Borów Tucholskich (Przewodnik)*. Towarzystwo Miłośników Borów Tucholskich, Toruń. 83 s.
- CIEŚLIŃSKI Z., 1972: *Stosunki wodne oraz potrzeby nawozowe gleb piaszczystych w warunkach nawodnień na przykładzie łąk czerskich*. BTN, Prace Wydz. Nauk Przyr., ser. B, 12, Bydgoszcz. s. 151-177.
- CHOIŃSKI A., 1988: *Zróznicowanie i uwarunkowania zmienności przepływów rzek polskich*. Seria Geogr., 39, UAM, Poznań. 99 s.
- CHOIŃSKI A., 2002: *Rzeki Borów Tucholskich*. [w:] Banaszak J., Tobolski K., (red.): *Park Narodowy Bory Tucholskie na tle projektowanego rezerwatu biosfery*. Wyd. Homini, Kraków. s. 139-150.
- DYNOWSKA I., 1971: *Typy reżimów rzecznych w Polsce*. Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., z. 28, Prace Inst. Geogr., z. 50, Wyd. UJ, Kraków. 155 s.
- GIĘTKOWSKI T., 2008: *Problemy wyznaczenia granicy regionu na przykładzie Borów Tucholskich*. Probl. Ekol. Krajob., t. XX. s. 209-217.
- GRABARCZYK T., 1992: *Rozwój osadnictwa pradziejowego w Borach Tucholskich od schyłkowego paleolitu do III w n.e.* Acta Univ. Lodz., Łódź.
- JOKIEL P., TOMALSKI P., 2004: *Odpięty maksymalne w rzekach Polski*. Czasop. Geogr., 75, z. 1-2, PTG, Wrocł. Druk. Nauk., Wrocław. s. 83-97.
- JUTROWSKA E., 2007: *Antropogeniczne zmiany warunków hydrologicznych w dorzeczu Brdy*. Bibl. Monit. Środow., Inspekcja Ochrony Środowiska, WIOŚ, Bydgoszcz. 128 s.
- MIOTK-SZPIGANOWICZ G., 1993: *Odrębność florystyczna Borów Tucholskich w holocenie w świetle badań palinologicznych*. [w:] Rejowski M., Nienartowicz A., Boiński M., (red.): *Bory Tucholskie. Wąłory przyrodnicze – Problemy Ochrony – Przyszłość*. III Konf. Nauk. „Kompleksowa ochrona przyrody regionu – rezerwat biosfery Bory Tucholskie”, UMK, Toruń. s. 51-56.

- MPHP, *Mapa Podziału Hydrograficznego Polski*, 2004. Udostępniona przez Biuro Gospodarki Wodnej w Warszawie.
- MICHALSKA M., MICHALSKI T., 1980: *Warunki hydrogeologiczne piętrenia wód na Pojezierzu Pomorskim*. [w:] *Stosunki wodne w zlewniach rzek Przymorza i dorzecza Dolnej Wisły ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej jezior*. Mat. Sesji Nauk.-Techn., część 1, Słupsk. s. 178-194.
- Roczniki hydrologiczne wód powierzchniowych, 1959-1983. Dorzecze Wisły i rzeki Przymorza na wschód od Wisły*. IMGW, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- SABINIARZ A., 2006: *Łąki Czerskie w aspekcie historycznym*. Łąkarstwo w Polsce, 9, Polskie Towarzystwo Łąkarskie, Poznań. s. 181-194.
- SADURSKI A., CHURSKI Z., POMIANOWSKA H., MARSZELEWSKI W., ZATORSKA-SADURSKA J., WYSOTA W., BRANDYK A., JUTROWSKA E., PIETRUSZEWSKA L., KARWOWSKI J., KOZŁOWSKI S., 1994: *Identyfikacja głównych problemów w zlewniach: Brdy, Wdy i Wierzycy wraz z przyrzeczem Wisły*. UMK Toruń, (maszynopis). 141 s.
- SZWANKOWSKI J., 2007: *Wykorzystanie wód Brdy i jej dorzecza w gospodarce pruskiej*. [w:] *Jastrzębski W., Woźny J., (red.): Dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze Brdy i jej dorzecza*. Logo, Bydgoszcz-Tuchola. s. 42-56.
- SZUMIŃSKA D., 2006a: *Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania przebiegu wybranych procesów hydrologicznych w zlewni Wdy*. Instytut Geografii UKW, Bydgoszcz (maszynopis rozprawy doktorskiej). 243 s.
- SZUMIŃSKA D., 2006b: *Zmiany zasięgu zbiorników wodnych w sąsiedztwie Kanatu Wdy w XIX i XX wieku*. Ogólnopolski Zjazd Geografów i 55 Zjazd PTG. Dokum. Geogr., 32, IGiPZ PAN, Warszawa. s. 271-277.
- Wyniki pomiarów przepływu w lewobrzeżnej części dorzecza Wisły 1895-1939*. 1948. Prace PIHM, Minist. Komunik., Warszawa.

Dr Danuta Szumińska

dszum@ukw.edu.pl

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego

ul. Mińska 15

85-428 Bydgoszcz