

# Zmiany georóżnorodności wód powierzchniowych fragmentu Basenu Unisławskiego

**RAFAŁ KOT, KATARZYNA KUBIAK-WÓJCICKA**

Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń,  
rafalkot@uni.torun.pl, kubiak@uni.torun.pl

**Zarys treści:** W opracowaniu przedstawiono zmiany georóżnorodności wód powierzchniowych w najszerszym fragmencie Basenu Unisławskiego. Analizy zmian hydrograficznych dokonano za pomocą metod kartograficznych i oprogramowania GIS. Wykorzystano mapy topograficzne niemieckie w skali 1:25 000 z lat 1906–1909 i mapy polskie z lat 1979–1988. Przeanalizowano zmiany długości sieci rzecznej oraz powierzchnie zwierciadła Wisły, jezior i obszarów podmokłych. Największe zmiany dotyczyły obszarów podmokłych. Na mapach z lat 1979–1988 zanotowano ponad 40–krotny wzrost ich powierzchni w stosunku do map z lat 1906–1909. Pojawienie się nowych obszarów podmokłych należy prawdopodobnie wiązać z wadliwie działającym systemem melioracyjnym. Pozostałe elementy hydrograficzne wykazywały tendencją malejącą.

**Słowa kluczowe:** georóżnorodność, zmiany sieci hydrograficznej, obszary podmokłe, Basen Unisławski

**Key words:** geodiversity, changes of hydrographical network, water-logged land, Unisławski Basin

## Wstęp

Wszelkie zmiany, jakie zachodzą w środowisku przyrodniczym powstają w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych. Zmiany naturalne wiążą się głównie z fluktuacjami klimatycznymi i zachodzą w sposób bardzo powolny. Zmiany antropogeniczne są efektem bezpośredniej lub pośredniej działalności człowieka. W dolinie dolnej Wisły silny rozwój działalności człowieka rozpoczął się na początku XIX w. Działania te obejmowały wówczas regulacje koryta, melioracje, które spowodowały zmiany stosunków wodnych w dolinie i jej najbliższym otoczeniu (Kubiak-Wójcicka 2002, 2003, 2006). W licznych opracowaniach podkreśla się ważną rolę doliny Wisły, która charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem biotycznych i abiotycznych komponentów środowiska przyrodniczego. Na obecną zmienność komponentów abiotycznych, określaną w literaturze jako georóżnorodność, wpływają także – poza czynnikami naturalnymi – prace z zakresu gospodarki wodnej prowadzone na tym obszarze jeszcze w czasach historycznych (Jedicke 2001, Kostrzewski 1997, Kot 2006a).

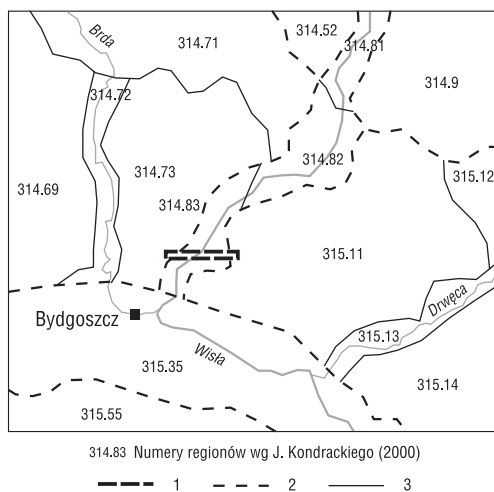
W ostatnich latach, w ośrodku toruńskim prowadzono badania dotyczące georóżnorodności wybranego obszaru w dolinie dolnej Wisły. Najważniejszymi wynikami

proszonych prac było zaproponowanie pełniejszej definicji georóżnorodności oraz procedury jej nowej oceny. Według zaproponowanej przez R. Kota (2006a) definicji, georóżnorodność to zmienność wszystkich elementów abiotycznych środowiska przyrodniczego, która może być rozpatrywana w kontekście jednej cechy geokomponentu, pojedynczego geokomponentu lub całego środowiska przyrodniczego. Zależy ona od pierwotnej struktury terenu oraz intensywności, powtarzalności i długości trwania procesów zachodzących na określonym obszarze w przeszłości i obecnie. Istotnym elementem determinującym georóżnorodność jest też działalność człowieka (stopień przekształceń antropogenicznych). W ostatnich badaniach nad georóżnorodnością skoncentrowano się na kryteriach jej rozpoznania i oceny dla różnych poziomów wielkościowych oraz skal opracowania. W ostatnich pracach R. Kot (2005, 2006b) zaproponował cechy, które mogą być kryteriami oceny poziomów I, II oraz III georóżnorodności. Dla dwóch komponentów środowiska przyrodniczego, tj. wód oraz rzeźby terenu, autor szczegółowo wskazał kryteria rozpoznania i oceny poziomu I oraz II georóżnorodności (Kot 2006c). Poza określeniem przestrzennego zróżnicowania na różnych poziomach organizacji przyrody komponentów abiotycznych oraz jakościowych i ilościowych cech, istotne jest także określenie ich zmienności w czasie. W tym celu niezbędne jest posiadanie historycznych i aktualnych opracowań kartograficznych lub teledetekcyjnych, na podstawie których rozpoznane komponenty środowiska przyrodniczego zostaną zaprezentowane na mapach w określonym układzie współrzędnych, ale różnych ujęciach czasowych.

## Cel i metody pracy

Głównym celem pracy jest przedstawienie zmian georóżnorodności wód powierzchniowych fragmentu Basenu Unisławskiego. Do analizy wybrano najszerszy transekt kotłinowatego rozszerzenia doliny Wisły w 786–787 km jej biegu (ryc. 1). W analizie zmian hydrograficznych zastosowano metody kartograficzne. W opracowaniu wykorzystano mapy niemieckie (Rasmushausen, Unislaw) w skali 1:25 000 z lat 1906–1909 oraz polskie mapy topograficzne w układzie 1942 oraz w skali 1:25 000: Unisław N-34-97-B-d, Dąbrowa Chełmińska N-34-97-B-c, wydane w 1979 r. (aktualizacja w 1979 r.) oraz Mariampol N-34-97-A-d, wydany w 1988 r. (aktualizacja w latach 1986-1987). Zeskanowane polskie mapy topograficzne zrektyfikowano w programie ArcView. W oparciu o sieć stałych punktów (najczęściej skrzyżowania dróg) skalibrowano także zeskanowane mapy niemieckie. Wszystkie mapy sprowadzono do jednego układu współrzędnych 1942. Tak przygotowane materiały były podstawą dla zdigitalizowania obiektów hydrograficznych w oddzielnych warstwach, w dwóch ujęciach czasowych. Uwzględniono ciekę, jeziora, powierzchnie wód Wisły i obszarów podmokłych. Za obszar podmokły (lub podmokłość) przyjęto teren, na którym w ciągu całego roku lub w znacznej jego części panuje nadmierne uwilgotnienie gruntu, niezależnie od jego przyczyny. Według Cz. Pietruczenia (1993) może ono pochodzić zarówno z zasilania powierzchniowego, podziemnego lub atmosferycznego, jak i powstawać w wyniku utrudnionego odpływu wód, wskutek przyczyn naturalnych lub sztucznych. Na niektórych obszarach, podmokłości obejmują plantacje wiklin i wilgotnych łąk. Na przygotowane mapy nałożono siatkę pól podstawowych o długości boku 1 km. Dla każdego z jej oczek określono

ilościowe wartości wszystkich wydzielonych obiektów hydrograficznych (długość cieków, powierzchnię zwierciadła wody Wisły, powierzchnie zbiorników wodnych oraz obszarów podmokłych). Uzyskane dane ilościowe, umieszczone w zaprojektowanej i przygotowanej bazie danych. Dane te mogą być obciążone pewnym błędem, wynikającym z: dokładności przeprowadzonego kartowania, braku informacji, kiedy takie kartowanie miało miejsce (okresy suche czy wilgotne), czy też specyfiki samej metody, czyli problemów dotyczących generalizacji map, zastosowanego układu, odwzorowania i in. Autorzy z takich niedoskonałości zdają sobie w pełni sprawę, lecz obliczenie sumarycznego błędu pozyskanych danych jest bardzo trudne.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań

Granice: 1 – badanego obszaru, 2 – makroregionu, 3 – mezoregionu

Fig. 1. Location of the research area

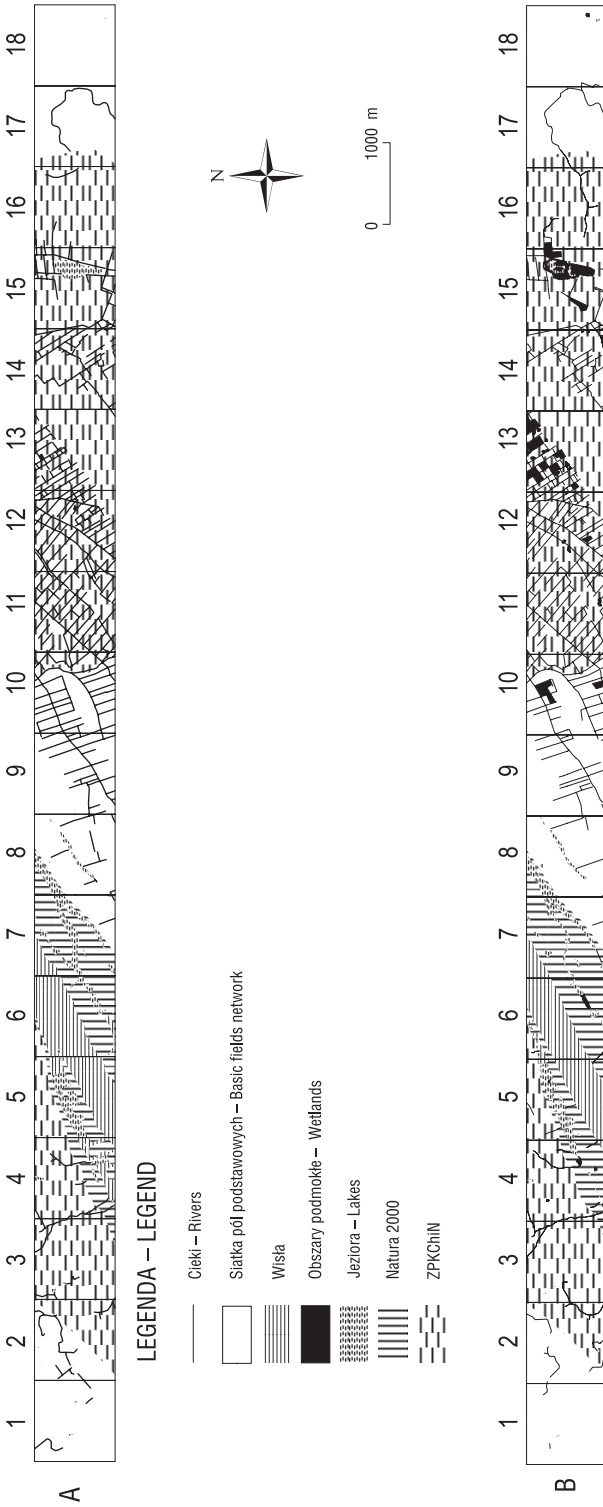
Borders of: 1 – research area, 2 – macroregion, 3 – mezoregion

## Obszar badań

Według regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego (2000) obszar badań położony jest w obrębie następujących mezoregionów: Doliny Fordońskiej (314.83), Pojezierza Chełmińskiego (315.11) i Wysoczyzny Świeckiej (314.73; ryc. 2). Analizowany transekt położony jest także częściowo w obrębie obszarów chronionych Natura 2000, Soleckiej Doliny Wisły PLH040003, powołanej w ramach Dyrektywy Siedliskowej (SOO) oraz Doliny Dolnej Wisły PLB040003, powołanej na podstawie Dyrektywy Ptasięj (OSO). Na badanym obszarze występuje także fragment Zespołu Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego (ZPKChiN; ryc. 2).

Pod względem rzeźby terenu, badany transekt położony jest w obrębie dwóch jednostek morfologicznych: wysoczyzn morenowych oraz doliny rzecznej. Kulminacje wysoczyzn morenowych sięgają do około 100 m n.p.m. W dolinie rzecznej wyróżnia się zbocza o wysokości do 40 m, równinę zalewową oraz koryto Wisły. Szerokość równiny zalewowej na lewym brzegu Wisły wynosi od 70 do 420 m. Na brzegu prawym, równina zalewowa została ograniczona wałem przeciwpowodziowym w odległości 625 m od koryta rzeki. Przed budową wałów posiadała ona szerokość około 8 km.

Wisła została uregulowana w latach 1880–1892. W wyniku tych prac zwężono koryto Wisły do szerokości 375 m (Kubiak-Wójcicka 2004). Ponowne prace melioracyjne na równinie zalewowej zostały przeprowadzone w 1968 r. Do innych cieków badanego obszaru należy Kanał Starogrodzki oraz liczne rowy melioracyjne. Wśród powierzchni wodnych dominują starorzecza, powstałe głównie w wyniku odcięcia bocznych ramion rzeki oraz zbiorniki antropogeniczne.



Ryc. 2. Mapa georóżnorodności wód powierzchniowych fragmentu Basenu Unisławskiego na tle istniejących form ochrony przyrody (A – mapy niemieckie, B – mapy polskie)

Fig. 2. Map of geodiversity of surface waters in part of the Unisławski Basin in comparison with the protected areas (A – German maps, B – Polish maps)

## Wyniki

W wyniku przeprowadzonych analiz można stwierdzić, iż w badanym transekcie zaszły zmiany długości sieci rzecznej oraz powierzchni zwierciadła wody i obszarów podmokłych (tab. 1). Największy zakres zmian dotyczył obszarów podmokłych, których powierzchnia zajmuje około 0,26 km<sup>2</sup>, co stanowi około 1,44% analizowanego obszaru. Wskaźnik podmokłości obliczony przez Cz. Pietrucienia (1993) dla całego dorzecza Wisły wynosi 6,12%; dla badanego obszaru jest on znacznie mniejszy i wynosi około 1%.

Wielkość powierzchni obszarów podmokłych w latach 1979–1988 zwiększyła się prawie 45-krotnie w stosunku do pierwszego dziesięciolecia XX w., co przeczy ogólnie przyjętym poglądom o zaniku obszarów podmokłych. Wzrost powierzchni mokradeł możliwy jest w wyniku zahamowania lub ograniczenia odpływu wód podziemnych na obrzeżach zbiorników retencyjnych lub wtórnego podtopienia obszarów podmokłych poprzez zaniedbania techniczne urządzeń melioracyjnych (brak zabiegów konserwacyjnych; Dynowska 1993).

Największe zmiany zaszły w korycie i na równinie zalewowej Wisły. W nieco mniejszym zakresie zmiany zachodziły na wysoczyznach morenowych. Największy wzrost powierzchni terenów podmokłych wiąże się z zanikiem jezior (pole 15, tab. 1). W wielu przypadkach, na obszarach podmokłych wprowadza się plantację wikliny (pola 12 i 13). Powstawanie nowych obszarów podmokłych prawdopodobnie należy także wiązać

Tab. 1. Zmiany długości cieków i powierzchni zwierciadła wody oraz obszarów podmokłych  
Table 1. Changes in the river channels length and the area of water surface and wetlands

Pole Field	Długość cieków Rivers' length [m]		Powierzchnia zwierciadła Wisły Area of Vistula's surface [m <sup>2</sup> ]		Powierzchnia jezior Area of lakes [m <sup>2</sup> ]		Powierzchnia obszarów podmokłych Area of water-logged terrain [m <sup>2</sup> ]	
	1906–1909	1979–1988	1906–1909	1979–1988	1906–1909	1979–1988	1906–1909	1979–1988
1	728,3	213,4	0	0	2 814,0	1 906,8	0	0
2	2 570,6	2 405,4	0	0	1 037,4	1 176,9	0	0
3	1 592,0	1 370,7	0	0	3 052,4	1 644,4	0	0
4	1 887,7	2 214,5	104 463,7	14 788,7	25 511,5	22 560,3	0	3 104,5
5	0	604,2	390 776,9	371 866,4	131 724,8	116 447,3	0	614,8
6	0	347,0	515 108,4	449 164,6	36 318,2	29 858,4	0	8 425,5
7	339,7	443,2	76 949,3	79 852,1	142 535,9	101 185,4	0	0
8	1 993,0	1 139,1	0	0	83 277,0	70 799,2	0	0
9	5 774,2	5 148,9	0	0	0	767,2	0	0
10	11 011,5	9 554,1	0	0	0	0	0	36 356,1
11	11 312,3	9 961,6	0	0	0	0	0	2 350,9
12	12 937,2	11 975,4	0	0	0	542,7	1 277,0	6 968,8
13	5 364,3	6 594,6	0	0	0	2 982,3	2 597,2	95 525,7
14	6 618,3	529,3	0	0	0	5 522,5	0	1 410,1
15	5 792,6	4 200,6	0	0	84 703,4	30 997,6	0	95 523,0
16	1 034,4	1 946,4	0	0	0	0	0	6 223,7
17	1 836,6	1 955,4	0	0	0	0	0	0
18	0	283,4	0	0	792,9	1 635,8	0	1 457,1
Razem Total	72 701,7	67 633,4	1 089 207,0	917 653,8	513 676,5	390 008,8	5 783,2	259 942,2

z wadliwie działającym systemem melioracyjnym. Na wysoczyznach po lewej stronie Wisły oraz w obrębie koryta rzeki, tereny podmokłe zarówno na mapach niemieckich, jak i polskich nie występują.

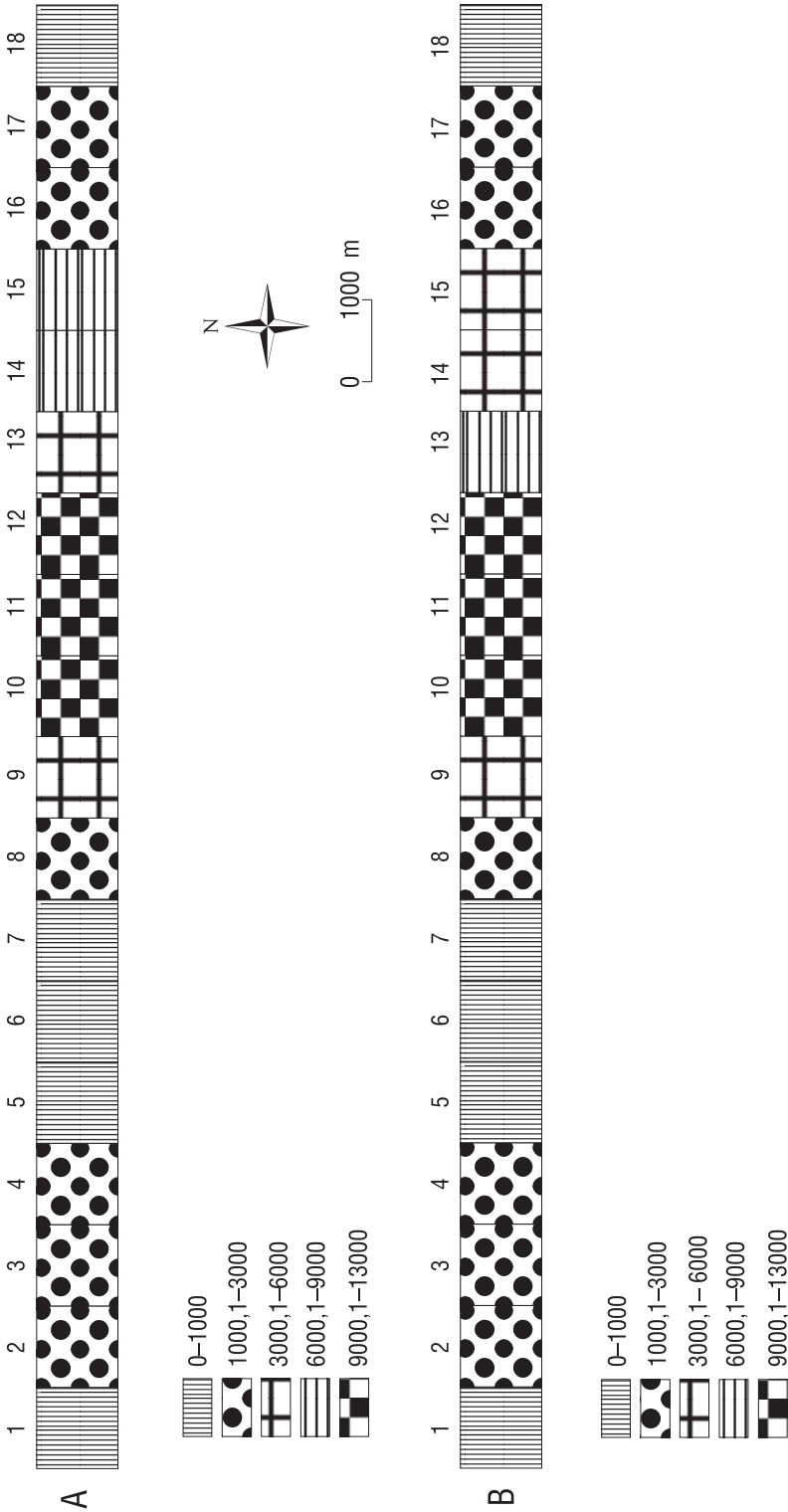
Odmienne tendencje obserwuje się w odniesieniu do jezior: ich powierzchnia zmalała o około 24,18%. Jest to wielkość podobna do uzyskanych przez A. Bartczaka (2007) w dorzeczu Zgłowiączki (19,78%) oraz R. Głazika (1988) w zlewni Zuzanki (24%). Brak jezior na mapach z lat 1906–1909 zanotowano w polach 9, 10, 11, 12, 13, 14, czyli na obszarach silnie zmeliorowanych z gęstą siecią rowów. Najwięcej jezior występuje w polach 5 i 7; udział procentowy powierzchni wodnej w tych kwadratach wynosił odpowiednio na mapach z lat 1906–1909 – 14,2% i 13,1%, natomiast na mapach z lat 1979–1988 – 11,6% i 10,1%. Największy zanik jeziora wystąpił w polu 15, co należy wiązać z jego zarastaniem i w efekcie powstaniem w tym miejscu obszarów podmokłych. Na mapach z lat 1979–1988 w polach 12, 13, 14 pojawiły się nowe sztuczne obiekty (stawy). W pięciu polach nastąpił wzrost powierzchni wodnej spowodowany powstaniem nowych sztucznych zagłębień (pola 9, 12, 13, 14) oraz prowadzoną eksploatacją surowców (pole 18). Wśród analizowanych obiektów wodnych dominują starorzecza oraz drobne zbiorniki wodne, np. sadzawki, budowane dla celów gospodarczych lub przeciwpożarowych, zbiorniki powstałe po eksploatacji torfu i gliny oraz stawy rybne.

Powierzchnia zwierciadła wody Wisły uległa zmniejszeniu o około 15,78%. Wynika to głównie z wypełniania przestrzeni między ostrogami rzecznyymi materiałem aluwialnym oraz odcięcia starorzeczy od koryta Wisły (pola 4, 5, 6). Niewielki wzrost powierzchni zwierciadła Wisły wystąpił tylko w polu 7, czego przyczyną była erozja boczna.

Całkowita długość cieków zmniejszyła się o 5,14 km, czyli o około 7,6%. Na mapach niemieckich brak sieci rzecznej zanotowano w polu 5, 6 i 18, natomiast na mapach polskich najmniejsza gęstość wystąpiła w polu 1 i wynosiła  $0,2 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ . W przypadku gęstości sieci rzecznej w analizowanych polach zanotowano zarówno zmniejszenie, jak i wzrost długości cieków (ryc. 2). Wzrost długości sieci rzecznej wystąpił w polach, w których występowało koryto Wisły oraz na wschodnim zboczu wysoczyzny, co należy tłumaczyć pojawieniem się całkowicie nowych cieków oraz przedłużaniem (i pogłębianiem) już istniejących (ryc. 3). W wyniku zasypywania istniejących rowów melioracyjnych, zwłaszcza na wysoczyznach morenowych, długość cieków uległa zmniejszeniu. Największa gęstość cieków występuje we wschodniej części równiny zalewowej. Są to przede wszystkim rowy melioracyjne odwadniające równinę zalewową oraz wysoczyznę morenową. Na przykład w polu 12 wynosiła ona aż  $12,9 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  w latach 1906–1909, zaś kilkadziesiąt lat później –  $11,97 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  (lata 1979–1988).

## Dyskusja

Analizowany fragment Basenu Unisławskiego od kilku stuleci podlegał silnym przekształceniom. Mimo niewielkiego obszaru badań, w poszczególnych polach jednostkowych daje się zauważyć znaczne zróżnicowanie zmian stosunków wodnych. Można jednak stwierdzić, iż w obrębie fragmentu Basenu Unisławskiego wystąpiła tendencja spadkowa gęstości sieci rzecznej, zmniejszenia powierzchni jezior oraz wyraźny wzrost



Ryc. 3. Ocena zróżnicowania długości cieków na mapach niemieckich (lata 1906–1909, A) i polskich (lata 1979–1988, B)  
 Fig. 3. Assessment of differences between river channels length on German maps (1906–1909, A) and Polish maps (1979–1988, B)

powierzchni obszarów podmokłych. Główną przyczyną wzrostu powierzchni obszarów podmokłych należy upatrywać w wadliwie działającej melioracji, która powoduje nadmierne uwilgotnienie terenu. Zanik jezior tylko w niewielkim stopniu powoduje tutaj wzrost powierzchni podmokłości.

## Literatura

- Bartczak A., 2007, *Wieloletnia zmienność odpływu rzecznego z dorzecza Zgłowiączki*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, ss. 209.
- Dynowska I., (red.), 1993, *Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*, Kraków, ss. 462.
- Glazik R., 1988, *Naturalne i antropogeniczne zmiany powierzchni jezior i mokradel w zachodniej części Kotliny Płockiej*, [w:] Z. Churski (red.), *Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior i mokradel w Polsce*, Rozprawy UMK, Toruń, 105–107.
- Jedicke E., 2001, *Biodiversität, Geodiversität, Ökodiversität. Kriterien zur Analyse der Landschaftsstruktur – ein konzeptioneller Diskussionsbeitrag*, Naturschutz und Landschaftsplanung, 3, 2/3, 59–68.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa, ss. 441.
- Kostrzewski A., 1997, *Opracowanie koncepcji i zasad georóżnorodności: definicja, zadania i cele georóżnorodności*, [w:] *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*, Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa.
- Kot R., 2005, *Georóżnorodność fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia na przykładzie oceny budowy geologicznej i gleb*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia, 33, 105–128.
- Kot R., 2006a, *Georóżnorodność – problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia*, Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio C, 11, 2, ss. 190.
- Kot R., 2006b, *Ocena georóżnorodności wód na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia w skali 1:25 000*, [w:] R. J. Klimko (red.) *Restrukturyzacja i projektowanie systemów terytorialno-krajobrazowych*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 15, Słupsk, 115–124.
- Kot R., 2006c, *Problem określenia georóżnorodności w wybranych krajobrazach kulturowych doliny dolnej Wisły*, [w:] W. Wołoszyn (red.) *Krajobraz kulturowy Cechy-Walory-Ochrona*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 18, Lublin, 413–423.
- Kubiak-Wójcicka K., 2002, *The influence of lower Vistula River's bed's regulation on creation of the ox-bows lakes*, Limnological Review 2, 225–230.
- Kubiak-Wójcicka K., 2003, *Changes in the area of ox-bow lakes near Toruń, based on cartographic sources*, Limnological Review, 3, 127–133
- Kubiak-Wójcicka K., 2004, *Wpływ regulacji dolnej Wisły na zmiany hydrograficzne równiny zalewowej na odcinku od Torunia do Bydgoszczy*, Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN, 31, 85–86
- Kubiak-Wójcicka K., 2006, *Zmiany hydrograficzne i hydrologiczne w dolinie Wisły pomiędzy Włocławkiem a Bydgoszczą*, Praca doktorska, Archiwum Instytutu Geografii UMK.
- Pietrucień Cz., 1993, *Obszary podmokłe Dolnego Powiśla*, [w:] Z. Churski (red.), *Uwarunkowania przyrodnicze i społeczno-ekonomiczne zagospodarowania dolnej Wisły*, Instytut Geografii UMK, Toruń, 95–105.



**Rafał Kot, Katarzyna Kubiak-Wójcicka**

## **Changes in geodiversity of surface waters in the Unisławski Basin**

### Summary

The paper presents changes of geodiversity of surface water in the widest section of the Unisławski Basin, which area is 18 km<sup>2</sup>. Analysed section is partially located within a protected area of Nature 2000 and also includes a part of Chełmiński and Nadwiślański Landscape Park cluster (Fig. 1). The analysis of hydrographical changes was conducted with use of cartographic methods and the GIS tools. There were topographic maps scaled 1:25000 used: German from period of 1906–1909 and Polish from period of 1979–1988 (Fig. 2). The analysis included river network length, Vistula's water surface area, area of lakes and water-logged terrains (Table 1).

Largest changes took place in water-logged terrains (osier bed, swamps, marshes, wet meadows). In the maps of 1979–1988, over 40 times increase of water-logged terrain was observed as compared to the maps of 1906–1909. The possible reason is malfunctioning of drainage system, which prevents water from flowing off the land surface. Remaining components (river network length, Vistula's water surface area, lakes area) present general decreasing trend. Lakes area decreased by approximately 24%. This number is comparable to those achieved by Bartczak (2007) in drainage basin of Zgłowiączka and by Glazik (1988) in drainage basin of Zuzanka (24%). River network length decreased by 7.6% and Vistulas water surface area decreased by 15.78%. Changes of river network length are presented in the form of cartogram (Fig. 3). It is noteworthy that the changes of water condition in particular sub-areas may differ significantly from the overall trend.

