

Anna Dudzińska, Barbara Szpakowska, Paweł Szumigała

Zbiorniki i ciek wodne w krajobrazie rolniczym

Streszczenie: Badania zostały przeprowadzone w wielkopolskiej gminie Rokietnica, na terenie której znajdują się obszary Natura 2000. Celem przeprowadzonych badań była ocena zmian liczby cieków i zbiorników wodnych zlokalizowanych na obszarze gminy w XIX i XXI w. Do badań został wykorzystany System Informacji Geograficznej GIS. Analizę danych przeprowadzono w programie ArcMap 10.2.

Słowa kluczowe: zbiorniki i ciek wodne, krajobraz rolniczy, System Informacji Geograficznej GIS

1. Wstęp

Niewielkie zbiorniki i ciek wodne występujące na terenach rolniczych są najsłabiej poznanymi systemami przyrodniczymi. Małe zbiorniki wodne często są nazywane oczkami wodnymi. Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 lutego 1995 r. określa oczka wodne jako naturalne śródpolne i leśne zbiorniki wodne o powierzchni do 1 ha, niepodlegające klasyfikacji gleboznawczej. Brakuje nie tylko typologii tych wód, ale także szacunkowych ocen ich zasobów wodnych. Ocenę utrudnia dodatkowo astatyczność niektórych małych zbiorników, w których występują znaczne wahania stanów wody. Z kolei pojęcie ciek wodny odnosi się do wody powierzchniowej płynącej stale, okresowo lub chwilowo pod wpływem siły ciężkości w korycie.

Te systemy przyrodnicze spełniają wiele ważnych funkcji. Drobne zbiorniki i ciek wodne odgrywają istotną rolę retencyjną. Są wykorzystywane gospodarczo oraz podnoszą walory estetyczne krajobrazu. Drobne zbiorniki i ciek wodne stanowią także ostoję dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Tworzą wyspy i korytarze ekologiczne łączące obszary o szczególnym znaczeniu przyrodniczym. Penny Williams i in. (2003), prowadzący badania w krajobrazie rolniczym południowej Anglii, wykazali, że małe zbiorniki oraz ciek wodne wpływają na różnorodność

Autorz są pracownikami naukowymi Katedry Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań (A. Dudzińska, e-mail: ktzduani@up.poznan.pl; B. Szpakowska, e-mail: bszpa@up.poznan.pl; P. Szumigała, e-mail: pawelsz@up.poznan.pl).

gatunkową zarówno roślin, jak i bezkręgowców. Istotny wpływ drobnych zbiorników wodnych na utrzymanie bioróżnorodności stwierdzony został także w pracy Taku Kadoya i in. (2011), którzy analizowali ten problem na 64 oczkach wodnych położonych na terenach rolniczych Japonii. Również badania prowadzone przez Beat Oertli i in. (2002) na 80 oczkach wodnych w Szwajcarii wykazały, że nie tylko większe powierzchniowo zbiorniki, lecz także te mniejsze są istotne w utrzymaniu bioróżnorodności. Autorzy zauważyli, że często te drobne elementy krajobrazu są pomijane i niedoceniane. Poza tym, niestety, działalność człowieka przyczynia się do ich eutrofizacji, degradacji czy nawet likwidacji. W efekcie zmniejszenie liczby małych zbiorników i cieków prowadzi do zaniku ekotonów (stref przejścia) i powoduje znaczne zubożenie walorów przyrodniczych (Koc, Szyperek 2001). Postępujący proces degradacji zbiorników i cieków wodnych wymusza konieczność ich badań, monitoringu, a także podjęcia działań zapewniających ochronę i renaturyzację tych cennych elementów środowiska przyrodniczego.

2. Cel badań i opis terenu badań

Celem badań była ocena zmian występowania zbiorników oraz cieków wodnych na przestrzeni XIX i XXI w. na przykładzie podmiejskiej gminy Rokietnica położonej w województwie wielkopolskim, powiecie poznańskim. Od północnego wschodu obszar gminy graniczy z miastem Poznań (rys. 1). Na badanym terenie



Rysunek 1. Lokalizacja gminy Rokietnica
Figure 1. Location of Rokietnica commune

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.
Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

wydzielono obszar Natury 2000 Dolina Samicy, który zlokalizowany jest na terenie Pojezierza Poznańskiego. Obszar ten zajmuje 1150 ha, co stanowi 14,5% powierzchni gminy.

Gmina Rokietnica została wybrana do badań celowo, ze względu na jej położenie. Wchodzi w skład aglomeracji poznańskiej i z uwagi na to, że znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie Poznania, narażona jest na strefę oddziaływania miasta. Obserwowana duża liczba wniosków o decyzje o warunkach zabudowy może zwiększyć chaos przestrzenny i dezorganizację krajobrazu oraz przyczynić się do niekontrolowanych podziałów terenów rolnych i cennych przyrodniczo.

Obszar badań jest zlokalizowany na terenie należącym do rejonu klimatycznego, który charakteryzuje się niewielkimi opadami w skali kraju, osiągającymi wartość 450–500 mm, oraz dużym niedoborem wody w rolnictwie (Bąk 2003). Na klimat tego terenu największy wpływ mają polarnomorskie masy powietrza (Woś 1994). Cechą charakterystyczną Wielkopolski jest kierunek izoterm w poszczególnych miesiącach. W zimie mają one przebieg południkowy, natomiast latem izotermi układają się równoleżnikowo i dominuje cyrkulacja wyżowa.

3. Metodyka

W badaniach wykorzystano System Informacji Geograficznej (GIS), który według Jacka Urbańskiego (2008) jest systemem komputerowym służącym do wszechstronnej analizy danych przestrzennych. W ostatnich latach powstał zestaw narzędzi komputerowych, dzięki którym możliwe jest szybkie analizowanie dużej ilości danych. Opracowany system pozwala na:

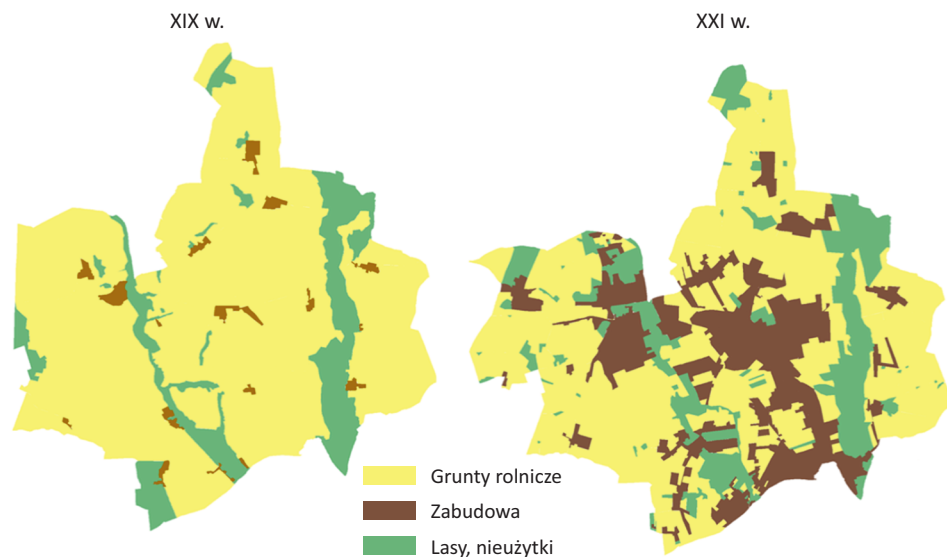
- wprowadzenie danych i ich transformacje,
- przechowywanie i zarządzanie danymi,
- analizę i modelowanie danych,
- tworzenie map, rysunków oraz tablic.

GIS znalazł bardzo duże zastosowanie w badaniach przyrodniczych i archeologicznych (Challis 2006). Dane przestrzenne wykorzystywane są także przy wielu projektach dotyczących infrastruktury i środowiska (Werbrouck i in. 2011).

W pracy zinventaryzowano zbiorniki i ciekiny wodne występujące na badanym terenie, a także oceniono stopień zagospodarowania zlewni. Do analizy danych posłużono się programem ArcMap 10.2, który według Urbańskiego (2008) jest najczęściej stosowanym programem GIS na świecie. Wykorzystano mapy pruskie, pochodzące z 1898 r., oraz mapy topograficzne z 2001 r. wykonane przez PPGK SA. z siedzibą w Warszawie, w układzie współrzędnych geograficznych EURE-89. Analiza wykonana dla XIX w. nie obejmuje całego obszaru badań, ponieważ dostępne mapy pruskie pokrywają powierzchnię gminy w 95,3%.

4. Wyniki badań

Pierwszym etapem pracy było przeprowadzenie analizy pokrycia terenu gminy Rokietnica (rys. 2). W XXI w. nastąpił wyraźny wzrost terenów zabudowy. Zwiększyła się także liczba obszarów leśnych, nieużytków oraz terenów podmokłych. Zaobserwowano jednocześnie spadek powierzchni obszarów rolniczych. Ich wielkość w XXI w. wyniosła zaledwie 4661,6 ha, podczas gdy w XIX w., dla 95,3% powierzchni gminy, obejmowała obszar 6225,1 ha (tab. 1).



Rysunek 2. Porównanie zagospodarowania terenu gminy Rokietnica w XIX i XXI w.

Figure 2. Comparison of land development in the 19th and 21st centuries

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.

Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

Tabela 1. Wielkości poszczególnych obszarów na terenie gminy Rokietnica w XIX i XXI w.

Table 1. The size of the individual areas within Rokietnica commune in the 19th and 21st centuries

| Zagospodarowanie terenu | XIX w. (dla 95,3% powierzchni gminy) | XXI w. |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Lasy/nieużytki | 1120,8 ha | 1369,4 ha |
| Grunty rolnicze | 6225,1 ha | 4661,6 ha |
| Zabudowa | 180,3 ha | 1891,9 ha |

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.

Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

W kolejnym etapie pracy analizie ilościowej poddano zarówno zbiorniki, jak i ciekі wodne (tab. 2). Za pomocą digitalizacji w programie ArcMap 10.2 wykazano, że na terenie gminy Rokietnica w XIX w. występowało 190 km cieków wodnych, z czego 17,5 km stanowiły rzeki. Rowy zostały podzielone na płynące i suche. Pierwszych występowało 83,7 km, natomiast drugich zinventaryzowano 88,8 km. W XXI w. nastąpiło wyraźne zmniejszenie ilości cieków wodnych. Na badanym obszarze znajduje się ich 106,4 km.

Tabela 2. Analiza ilościowa cieków wodnych na terenie gminy Rokietnica w XIX i XXI w.

Table 2. Quantitative analysis of watercourses in the 19th and 21st centuries

| Wiek | Ogółem (km) | Rzeki (km) | Rowy (km) |
|-----------------------------------|-------------|------------|-----------|
| XIX (dla 95,3% powierzchni gminy) | 190 | 17,5 | 172,5 |
| XXI | 122,8 | 16,4 | 106,4 |

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.

Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

Na terenie gminy Rokietnica została przeprowadzona także analiza liczby zbiorników wodnych. W XIX w. na badanym obszarze znajdowały się 264 obiekty, natomiast w XXI w. zinventaryzowano 222 zbiorniki. Zmniejszyła się także całkowita powierzchnia zajmowana przez oczka wodne w XXI w. (tab. 3).

Na terenie gminy Rokietnica zaobserwowano zmniejszenie się liczby oczek wodnych w krajobrazie rolniczym XXI w. (tab. 4). Do czynników istotnie degradujących badane obiekty sieci hydrograficznej należą melioracje osuszające, składowanie odpadów czy zrzuty ścieków. Na badanym obszarze zwiększyła się natomiast liczba małych zbiorników wodnych na terenach leśnych, nieużytkach oraz terenach podmokłych. Większość z tych obszarów objęta jest ochroną Natura 2000 i mieści się na terenie Pałowicko-Sobockiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Jak wykazały badania prowadzone na terenach leśnych USA przez Briana J. Palika i Douga Kastendicka (2010), występowanie w pobliżu małych zbiorników wodnych kompleksów leśnych może mieć istotny wpływ na ich strukturę i funkcję.

W XIX w. suma powierzchni zbiorników wodnych dla obszaru obejmującego 7556,9 ha (co stanowi 95,3% powierzchni gminy) wyniosła 65,7 ha. Na początku XXI w. suma zbiorników wodnych obejmuje obszar 57,4 ha (tab. 3). Zaobserwowano zmniejszenie się powierzchni i liczby oczek wodnych w gminie Rokietnica. Największy zbiornik wodny (Jezioro Kierskie Małe) w XIX w. zajmował

Tabela 3. Analiza ilościowa zbiorników wodnych na terenie gminy Rokietnica w XIX i XXI w.
Table 3. Quantitative analysis of ponds in the 19th and 21st centuries

| Wiek | Ogólna liczba zbiorników wodnych (szt.) | Liczba zbiorników powyżej 1ha (szt.) | Liczba zbiorników wodnych o powierzchni 0,5-1 ha (szt.) | Liczba zbiorników wodnych o powierzchni 0,1–0,5 ha (szt.) |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| XIX (dla 95,3% powierzchni gminy) | 264 | 5 | 9 | 65 |
| XXI | 222 | 7 | 8 | 47 |

| Wiek | Suma powierzchni zbiorników wodnych (ha) | Najmniejszy zbiornik wodny (ha) | Największy zbiornik wodny (ha) | Odchylenie standardowe |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| XIX (dla 95,3% powierzchni gminy) | 65,7 | 0,0054 | 31,7 | 1,97 |
| XXI | 57,4 | 0,0037 | 26,9 | 1,81 |

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.
 Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

teren 31,7 ha, natomiast współcześnie jego wielkość wynosi 26,9 ha. Z przeprowadzonych badań wynika, że powierzchnia pojedynczych zbiorników jest niewielka. Niemniej zbiorniki wodne ze względu na swoją liczebność mogą być ważnym składnikiem bilansu mikrozewni rolniczych, wpływając na warunki hydrologiczne i mikroklimatyczne terenu

Tabela 4. Analiza zbiorników wodnych ze względu na zagospodarowanie terenów
Table 4. Analysis of water bodies from the point of view of land development

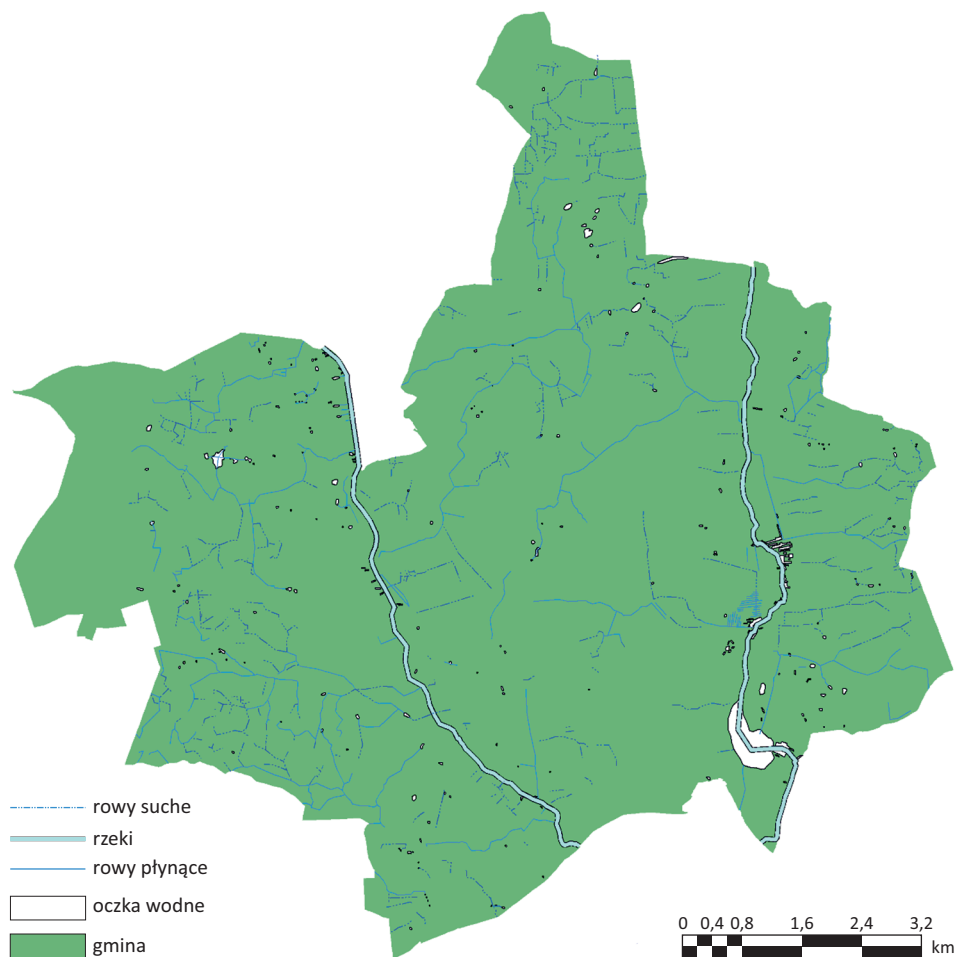
| Zagospodarowanie terenu | XIX w. (dla 95,3% powierzchni gminy) | | XXI w. | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | liczba zbiorników (szt.) | powierzchnia (ha) | liczba zbiorników (szt.) | powierzchnia (ha) |
| Lasy/nieuzytki | 95 | 46,6 | 115 | 48,5 |
| Grunty rolnicze | 131 | 15,4 | 50 | 2,6 |
| Zabudowa | 38 | 3,7 | 57 | 6,3 |

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.
 Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

Kolejnym etapem pracy była analiza występowania zbiorników wodnych na poszczególnych typach zagospodarowania terenu: grunty rolnicze; zabudowa; tereny leśne, nieuzytki i obszary podmokłe.

Przeprowadzone badania wykazały zmniejszenie się powierzchni użytków rolnych (o 25,8%), porównując stan z XIX w. z XXI w. Jak wynika z badań Lecha Michny i Waldemara Ryszkowskiego (1995), użytki rolne oddziałują na wszystkie pozostałe ekosystemy, dlatego oparte na zasadach ekologicznych praktyki mające na celu zwiększanie efektywności ochrony środowiska obszarów wiejskich wpływają znacząco na poprawę stanu środowiska innych ekosystemów. Również Nuno Curado i in. (2011), prowadząc badania na terenach rolniczych południowej Francji, wykazali, że stopień użytkowania zlewni w dużym stopniu determinował występowanie oczek wodnych.

Z przeprowadzonej inwentaryzacji cieków i zbiorników wodnych na badanym obszarze (rys. 3 i 4) wynika, iż występowanie dużej liczby oczek wodnych jest związane z obecnością cieków wodnych. Rowy melioracyjne uległy zmniejszeniu w XXI w., co przyczyniło się do ograniczenia występowania zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. W XXI w. zaobserwowano pojawienie się nowych, niewielkich akwenów wodnych w dolinach rzek. Tereny te w większości stanowią lasy, nieuzytki oraz tereny podmokłe.

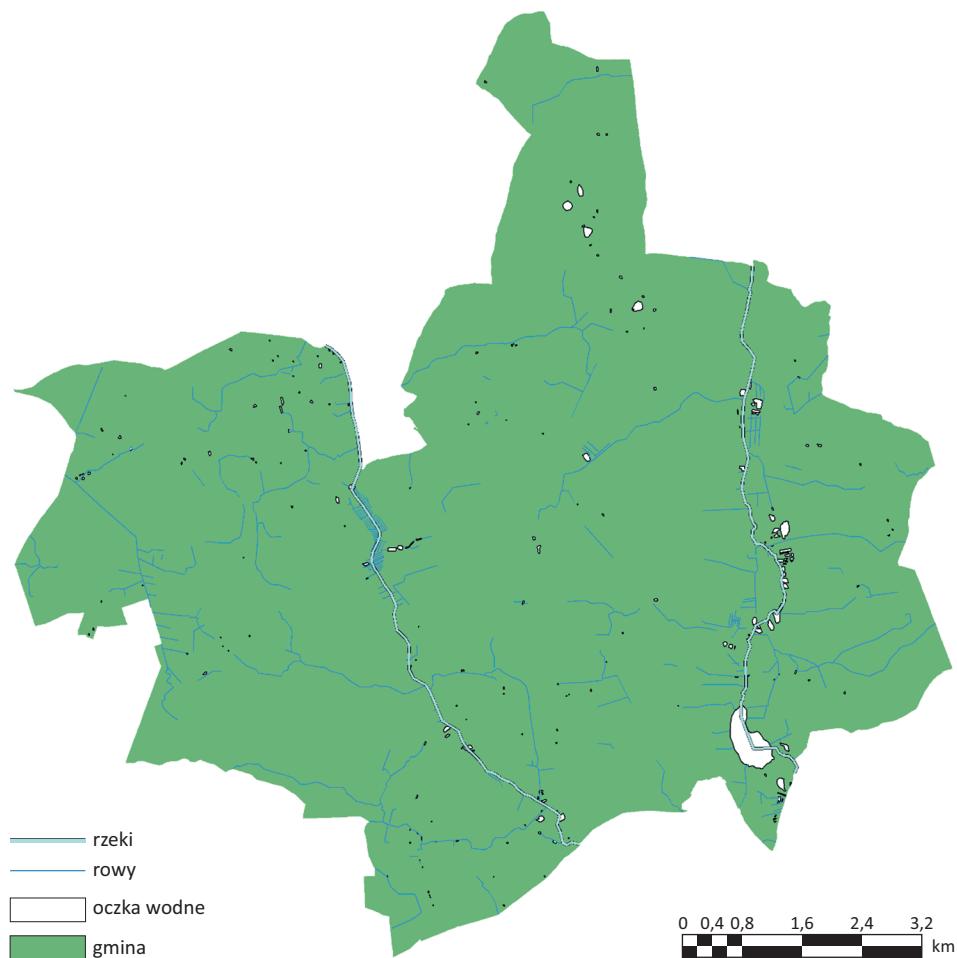


Rysunek 3. Ciek i zbiorniki wodne na terenie gminy Rokitnica w XIX w.

Figure 3. Ponds and watercourses of Rokitnica commune in the 19th century

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.

Source: own study done with ArcGis.10.2 software.



Rysunek 4. Cieki i zbiorniki wodne na terenie gminy Rokitnica w XXI w.

Figure 4. Ponds and watercourses of Rokitnica commune in the 21st century

Źródło: opracowanie własne wykonane w programie ArcGis.10.2.

Source: own study done with ArcGis.10.2 software.

5. Zakończenie

Małe zbiorniki i ciek wodne, zatrzymując migrujące z pól biogeny i związki organiczne, stanowią efektywną barierę przeciwdziałającą ich swobodnemu przemieszczaniu się w krajobrazie rolniczym. Niestety, jak wykazały przeprowadzone badania, liczba małych zbiorników i cieków wodnych maleje. Wyniki te są zgodne z badaniami Alfreda Kanieckiego (1991), który wykazał, że z obszaru Niziny Wielkopolskiej w ciągu ostatniego stulecia zniknęło około 80% zbiorników o powierzchni 1–5 ha. Poza tym duża część zbiorników i cieków, które jeszcze istnieją, przekształcana jest w miejsca wyrzucania śmieci itp. W ten sposób niszczone są ważne elementy struktury krajobrazu zapewniające jego sprawne funkcjonowanie. Zmniejszenie się liczby śródpolnych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym Ziemi Krotoszyńskiej (województwo wielkopolskie) zaobserwowała Iwona Markuszewska (2002). W 1926 r. w okolicy Krotoszyna na 1 km² przypadało 10 oczek. Obecnie na 1 km² przypadają trzy zbiorniki. Liczba zagłębień w 1986 r. wynosiła 1130, natomiast w 2000 r. 775. Jeśli tempo zmian utrzyma się na podobnym poziomie, to przez najbliższe 10–20 lat 775 zagłębień zniknie z krajobrazu (Markuszewska 2002). Także badania prowadzone na terenie zlewni Rowu Wysoc (województwo wielkopolskie) wykazały zmniejszenie się liczby zbiorników wodnych na przestrzeni 20 lat (1980–2000). Jak wykazali Radosław Juszczak i Bogdan Chojnicki (2002), w okresie tym całkowicie zasypano 25 zbiorników wodnych.

Na problem zanikania naturalnych zbiorników śródpolnych i śródleśnych zwracali uwagę także Bogna Paczuska i Ryszard Paczuski (1997). Na skutek postępującej eutrofizacji środowiska naturalna sukcesja w tego typu zbiornikach jest silnie zaburzona i zastąpiona „sukcesją antropogeniczną”. Zdaniem tych autorów obserwowane procesy mają negatywny wpływ na zróżnicowanie gatunkowe roślin i zwierząt, występujących w tego typu zbiornikach, oraz na walory przyrodnicze badanego terenu.

Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że, porównując XIX i XXI w., liczba małych zbiorników wodnych na badanym terenie gminy Rokietnica zmniejszyła się o 15,9%, a cieków wodnych o 35,8%. Zmniejszenie liczby tych elementów w analizowanym krajobrazie było zróżnicowane w zależności od sposobu zagospodarowania terenu. Porównując zagospodarowanie terenu, stwierdzono 10-krotny wzrost terenów zabudowy, natomiast grunty rolne zmniejszyły się o 25,2%. I właśnie na gruntach rolnych zaobserwowano spadek liczby zbiorników wodnych o 61,8%. Największe zmniejszenie liczby drobnych zbiorników wodnych (spadek o 27,7%) stwierdzono w przypadku oczek wodnych o powierzchni 0,1–0,5 ha. Warto zaznaczyć, że w badanym okresie na terenach leśnych zaobserwowano wzrost liczby zbiorników o 17,4%. Małe zbiorniki wodne są często pomijane w planach ochrony.

Istnieje zatem pilna potrzeba rozpropagowania wiedzy o znaczeniu małych zbiorników i cieków wodnych w krajobrazie rolniczym. Działania takie są tym bardziej wskazane, że presja antropogeniczna na zbiorniki wodne będzie wzrastać z uwagi na sąsiedztwo pól uprawnych, zabudowy gospodarskiej oraz dróg wiejskich. Jednym ze skutecznych sposobów, a zarazem nieskomplikowanym, ochrony zbiorników wodnych może być otoczenie ich barierami biogeochemicznymi w postaci pasów łąk czy zadrzewień. Powinien także zostać prowadzony monitoring występowania zbiorników i cieków wodnych, zwłaszcza na terenach podmiejskich, na których można zauważyć wyraźne zwiększenie się terenów zurbanizowanych, oraz znajdujących się w strefie oddziaływania miasta.

Bibliografia

- Bąk B. (2003). Warunki klimatyczne Wielkopolski i Kujaw. *Woda, Środowisko, Obszary Wiejskie*, 3, 9, 11–38.
- Challis K. (2006). Airborne laser altimetry in alleviated landscape. *Archeological Propection*, 13, 103–127.
- Curado N., Hartel T., Arntzen J.W. (2011). Amphibian pond loss as a function of landscape change – A case study over three decades in an agricultural area of northern France. *Biological Conservation*, 144, 1610–1618.
- Juszczak R., Chojnicki B. (2002). Zagrożenia, degradacja i ochrona małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym na przykładzie zlewni Rowu Wysokość. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, Melior. Inż. Środ., 23, 159–170.
- Kadoya T., Akasaka M., Aoki T., Takamura N. (2011). A proposal of framework to obtain an integrated biodiversity indicator for agricultural ponds incorporating the simultaneous effects of multiple pressures. *Ecological Indicators*, 11, 1396–1402.
- Kaniecki A. (1991). Problem odwodnienia Niziny Wielkopolskiej w ciągu ostatnich 200 lat i zmiany stosunków wodnych. W: *Materiały Konferencji „Ochrona i racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych w Regionie Wielkopolski”* (s. 77–80), Poznań: Urząd Wojewódzki.
- Koc J., Cymes I. (2004). Retencyjna rola małych zbiorników wodnych włączonych do sieci drenarskiej w warunkach Równiny Sępolejskiej. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, Melior. Inż. Środ., 357, 239–246.
- Koc J., Szyperek U. (2001). Rola przybrzeżnych pasów roślinności w ochronie śródpolnych oczek wodnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 477, 65–72.
- Markuszevska I. (2002). Śródpolne oczka wodne w rolniczym krajobrazie Ziemi Krotoszyńskiej. *Aura*, 2, 14–15.
- Michna W., Ryszkowski L. (1995). Podstawowe działania dla realizacji zasad ekopolityki. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.). *Zasady ekopolityki w rozwoju obszarów wiejskich* (s. 21–28). Poznań: Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN.

- Oertli B., Joye D.A., Castella E., Juge R., Cambin D., Lachavanne J.B. (2002). Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation*, 104, 59–70.
- Paczuska B., Paczuski R. (1997). Problem zanikania naturalnych zbiorników śródpolnych i śródleśnych na południowym skraju Wysoczyzny Świeckiej. *Idee Ekologiczne*, 10, 6, 215–221.
- Palik B.J., Kastendick D. (2010). Response of seasonal pond plant communities to upland forest harvest in northern Minnesota forests, USA. *Forest Ecology and Management*, 260, 628–637.
- Urbański J. (2008). *GIS w badaniach przyrodniczych*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych.
- Werbrouck I., Antrop M., Eetvelde V., Stal C., Maeyer D., Bats M., Bourgeois J., Court-Picon M., Crombe P., Reu J., Smedt P., Finke P., Meirvenne M., Verniers J., Zwertvaenger A. (2011). Digital Elevation Model generation for historical landscape analysis based on LIDAR data, a case study in Flanders (Belgium). *Expert Systems with Applications*, 38, 8178–8185.
- Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P., Sear D. (2003). Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, 115, 329–341.
- Woś A. (1994). *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.

Changes in the Numbers of Ponds and Watercourses in Agricultural Landscape

Abstract: The research was carried out in the Greater Poland's commune of Rokietnica adjacent to the administrative borders of the Poznań city. Most of these areas are part of the Nature 2000 „Dolina Samicy”.

The aim of the study was to make an inventory and to assess changes in the number of ponds and watercourses in the 19th and 21st centuries. The researchers used The Geographic Information System. Data analysis was performed using ArcMap 10.2 software. The results are presented in for form of tables and maps which show the changes concerning ponds and watercourses in the 19th and 21st centuries.

Key words: Geographic Information System GIS, ponds and watercourses, agricultural landscape