

Krzysztof Pulikowski, Izabela Małecka,  
Віктор Мошинський, Zdzisław Jan Małecki

## OCHRONA ZASOBÓW WODNYCH PRZED ZANIECZYSZCZENIEM AZOTANAMI POCHODZENIA ROLNICZEGO

**Streszczenie:** Proces wdrażania zapisów dyrektywy azotanowej w Polsce rozpoczął się w roku 2004, obecnie obszary szczególnie narażone (OSN) są pod drugiej korekcie, jaka miała miejsce w roku 2012. Wyznaczanie OSN nastęrcza pewne trudności, stajemy przed koniecznością udowodnienia KE, że w naszym kraju to zagrożenie jest mniejsze niż w innych krajach Europy. Analiza związków pomiędzy wielkościami OSN w poszczególnych województwach a bezpośrednimi czynnikami rolniczymi: nawożenie azotowe, saldo bilansu azotu, obsada zwierząt wykazała, że bezpośredni związek występuje tylko w odniesieniu do salda bilansu azotu. Jednak jednocześnie wysoką wartość tego wskaźnika stwierdza się w województwach, w których OSN nie występują. Wskazuje to na konieczność poszukiwania efektywniejszych metod wyznaczania OSN opartych na analizie wieloczynnikowej i wykorzystujących możliwości jakie dają metody GIS.

**Słowa kluczowe:** azotany, dyrektywa azotanowa, obszary szczególnie narażone, saldo bilansu azotu, GIS

### Wprowadzenie

Woda jest jednym z zasobów naturalnych determinujących rozwój społeczno-gospodarczy i jest niezbędnym oraz nie zastępowalnym czynnikiem dla życia każdego organizmu. Ilość wody w Polsce przypadająca na jednego mieszkańca wynosi około 1600 m<sup>3</sup>, co stawia nas dopiero na 22 miejscu w Europie – średnio w Europie to około 4900 m<sup>3</sup> [Małecki, Gołębiak 2012]. Ochrona zasobów wodnych, a w szczególności zapewnienie odpowiedniej ilości i jakości wody na potrzeby zaopatrzenia ludności, przemysłu oraz rolnictwa stanowi jedno z podstawowych wyzwań stosujących przed współczesną cywilizacją. Działalność rolnicza jest postrzegana, jako jedno z znaczących źródeł przyczyniających się do degradacji zasobów wodnych [Łomotowski 1992, Moryl 1995, Gardner i in. 2002]. Szczególnie istotne jest podejmowanie działań ograniczających

---

prof. nadzw. dr hab. inż. Krzysztof PULIKOWSKI – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.  
dr inż. Izabela MAŁECKA – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.  
prof. dr hab. Віктор МОШИНСЬКИЙ – Національний Університет Водного Господарства  
Та Природокористування (Україна).  
prof. nadzw. dr hab. inż. Zdzisław Jan MAŁECKI – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii  
Łądowej i Wodnej „Euroexbud” w Kaliszu.

dopływ składników biogennych do cieków zasilających stawy i zbiorniki retencyjne [Kowalik i in. 2009; Małecki, Gołębiak 2012; Małecki i in. 2012], a tym bardziej, jeśli są to zbiorniki stanowiące źródło wody na cele związane z zaopatrzeniem ludności [Pawełek, Spytek 2008].

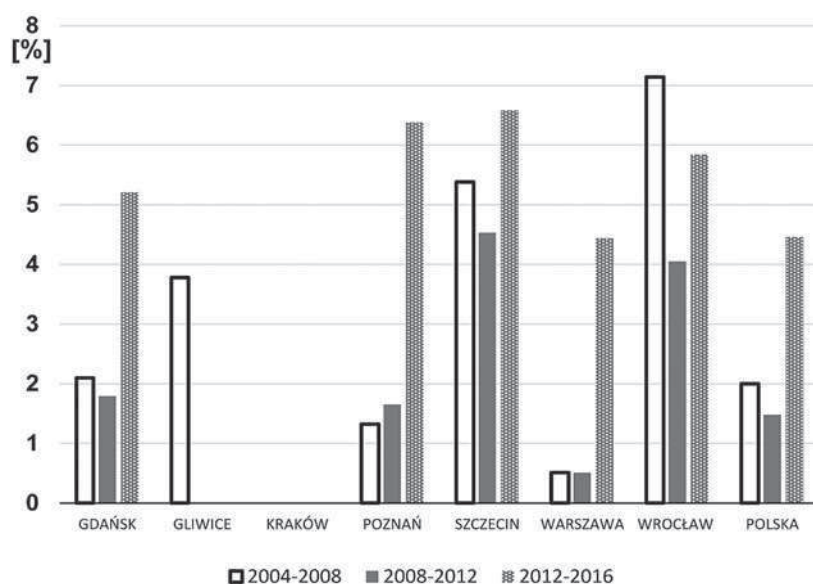
Tereny użytkowane rolniczo obejmują duże obszary i w związku z tym ładunek składników biogennych wynoszonych z nich przez wody jest stosunkowo duży w porównaniu z innymi źródłami zanieczyszczeń. Często przy określaniu ładunku zanieczyszczeń pochodzącego z rolnictwa niesłusznie uwzględnia się zanieczyszczenia odprowadzane do wód w wyniku nieuporządkowanej gospodarki ściekowej na terenach wiejskich. W ocenie wpływu rolnictwa na wielkość wynoszonego ładunku składników biogennych nie zawsze uwzględnia się naturalny odpływ tych zanieczyszczeń ze zlewni, niezależny od sposobu jej zagospodarowania. Analizując grupy składników zanieczyszczeń, można przyjąć, że obszary rolnicze zasilają wody głównie składnikami eutroficznymi, a w szczególności związkami azotu [Pulikowski 2004].

Ranga i złożoność problemu skutkowałą podjęciem działań na forum europejskim, w roku 1991 przyjęta została tzw. „Dyrektywa azotanowa” [Dyrektywa... 1991]. W dokumencie wskazuje się, jako cel priorytetowy zapewnienie wody na potrzeby zaopatrzenia ludności. W tym celu zaleca się podjęcie działań mających na celu organicznie negatywnego wpływu stosowania nawozów w rolnictwie. Działania te mają obejmować przede wszystkim racjonalne gospodarowanie nawozami azotowymi, w tym proces ich składowania, szczególnie w odniesieniu do nawozów pochodzenia naturalnego: obornik, gnojowica, gnojówka. W samym dokumencie podano ogólne zasady określania wód zanieczyszczonych lub zagrożonych zanieczyszczeniem, a jedyną wymiarną miarą jest zawartość w nich azotanów wynosząca  $50 \text{ mg/dm}^3$ . Nie określono zasad wyznaczania obszarów stanowiących zagrożenie dla wód stanowiących przyczynę zanieczyszczenia wód, której skutkiem może być właśnie podwyższona w nich zawartość azotanów.

## **REALIZACJA ZAPISÓW DYREKTYWY AZOTANOWEJ W POLSCE**

Po przystąpieniu do UE nasz kraj przystąpił do transpozycji zapisów Dyrektyw UE do prawa krajowego. Zapisy Dyrektywy azotanowej zostały zapisane w Prawie wodnym [Ustawa... 2001] oraz dwóch rozporządzeniach [Rozporządzenia... 2002a i 2002b]. W rozporządzeniu dotyczącym wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie azotanami pochodzenia rolniczego zdefiniowano wody zanieczyszczone jako te, które zawierają ponad  $50 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$  oraz wody zagrożone, w których stężenie tej formy azotu przekracza  $40 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$ . Jednak nie doprecyzowano o jaką miarę statystyczną chodzi, stężenie średnie, maksymalne itd. Sytuacja ta stwarza bardzo szerokie możliwości interpretacyjne [Pulikowski 2004; Skorbiłowicz 2010; Hus, Pulikowski 2011]. Takie sytuacje miały miejsce, w jednych regionie interpretowano tą wartość, jako średnio roczną, a w innych jako maksymalną. W oparciu o takie kryterium „skutkowe” w roku 2004 wyznaczono pierwszo obszary szczególnie narażone na odpływ azotu ze źródeł rolniczych (OSN), często stosując zasadę: jeśli w przekroju zamykającym

zlewnie przekroczone są wartości określone w rozporządzeniu, to cały obszar zlewni należy zaliczyć do narażonego na odpływ azotu, ze źródeł rolniczych. Prowadziło to do paradoksów, gdyż OSN wyznaczono w odniesieniu do gmin lub ich części, do jednego obszaru zaliczono gminę, która w zlewni stanowiącej obszar narażony miała zaledwie kilkanaście ha lasu. Powodowało to bezpodstawne zwiększanie tych obszarów, a przed wszystkim czyniło procedurę całkowicie nie akceptowalną przez lokalne społeczności, które były zobligowane do podjęcia działań wynikających z opracowanych programów naprawczych. Na szczęście powierzchnia wyznaczonych w roku 2004 nie była zbyt wielka i obejmowała zaledwie 2% powierzchni naszego kraju (rys. 1).



**Rys. 1.** Procentowy udział powierzchni obszarów szczególnie narażonych (OSN) w poszczególnych RZGW i w odniesieniu do całej powierzchni kraju wyznaczonych na trzy kolejne okresy czteroletnie [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r.]

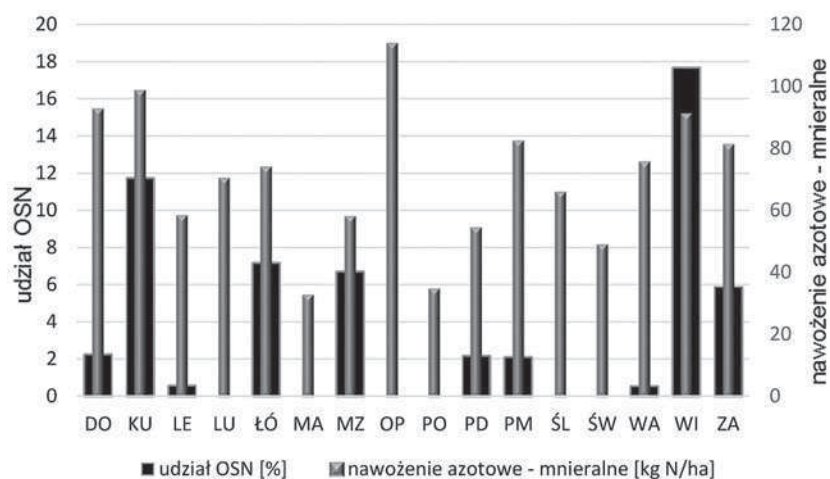
W roku 2008 dokonano korekty, zrezygnowano z części obszarów, które nie stanowiły bezpośredniego zagrożenia, szczególnie na terenie RZGW we Wrocławiu, były to południowe części zlewni Orli i Nowego Rowu. Całkowicie zrezygnowano z obszaru, wyznaczanego w roku 2004, dla GZWP 327. Do zmniejszenia powierzchni tych obszarów przyczyniło się również zwiększenie precyzji ich wyznaczania – do granic poszczególnych obrębów. Jedynie na terenie zarządzanym przez RZGW w Poznaniu zwiększono łączną powierzchnię obszarów narażonych poprzez dodanie kilku nowych enklaw. W skali kraju powierzchnia obszarów narażonych została zmniejszona o około 0,5% i w okresie 2008-2012 stanowiła 1,48% całkowitej powierzchni kraju.

Dokumenty KE dość powszechnie sugerują objęcie całej powierzchni kraju działaniami wynikającymi z zapisów Dyrektywy azotanowej; a równocześnie zwracają uwagę niski poziom nawożenia i obsady zwierząt w naszym, kraju czyli głównych czynników

powodujących zwiększony odpływ azotu. Bez wątplenia główny problem dotyczy sposobu magazynowania nawozów naturalnych w obrębie gospodarstw, a także przepuszczalnych gleb na większości obszaru naszego kraju [Ocena... 2007]. Dość niski udział obszarów narażonych wyznaczony na lata 2008-2012 spotkał się z nieprzychylną oceną KE. W czasie tego okresu wykonano dwie ekspertyzy na podstawie których zwiększono powierzchnię obszarów narażonych w stosunku do okresu 2008-2012 o 200%. Obecnie jest to 4,46% powierzchni całego kraju (rys.1), szczególnie duży przyrost powierzchni tych obszarów nastąpił w zlewniach podległych RZGW w Poznaniu i Warszawie.

Bez wątplenia kolejne wyznaczenie charakteryzuje większa precyzja, ale nadal budzi ono pewne wątpliwości, a mianowicie nie jest w pełni zbieżne z głównymi czynnikami decydującymi o zagrożeniu – wysokość nawożenia azotowego i obsada zwierząt. Na rysunku 2 przedstawiono udział OSN w powierzchni województwa na tle wysokości mineralnego nawożenia azotowego. Pewne zdziwienie może budzić fakt, iż w województwie opolskim, charakteryzującym się najwyższym nawożeniem azotowym 113,7 kg N/ha, nie wyznaczono żadnych OSN. Zupełnie zrozumiałym jest brak OSN w dwóch województwach o najniższym poziomie nawożenia azotowego. Zdecydowanie najlepszą korelację pomiędzy wielkością wyznaczonych obszarów a stosowanym nawożeniem azotowym uzyskano dla dwóch województw charakteryzujących się intensywną produkcją rolniczą mianowicie wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego.

Analiza kolejnego czynnika poziomu nawożenia azotem pochodzącym z nawozów naturalnych wskazuje również na pewne brak korelacji (rys. 3). Wyniki, jak poprzednio są dość przekonujące dla województw wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego, natomiast zaskakujący jest niski udział OSN w województwie podlaskim, charakteryzu-



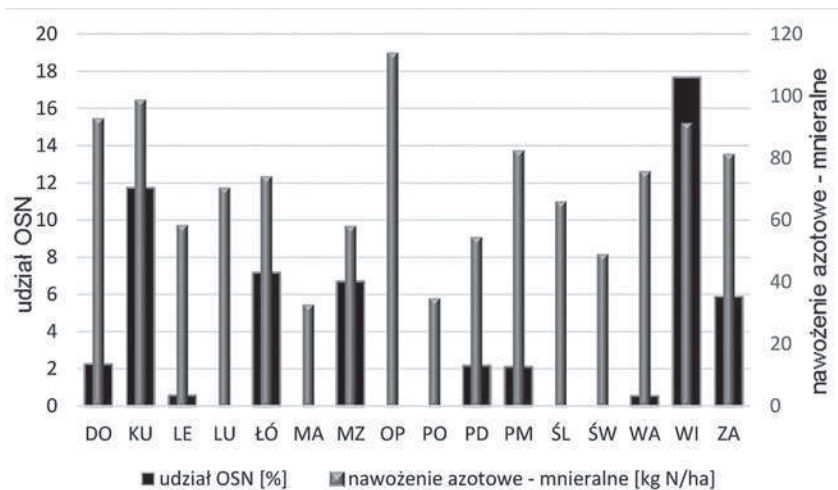
DO-dolnośląskie, KU-kujawsko-pomorskie, LE-lubelskie, LU-lubuskie, ŁÓ-łódzkie, MA-małopolskie, MZ-mazowieckie, OP-opolskie, PO-podkarpackie, PD-podlaskie, PM-pomorskie, ŚL-śląskie, ŚW-świętokrzyskie, WA-warمیńsko-mazurskie, WI-wielkopolskie, ZA-zachodniopomorskie.

**Rys. 2.** Procentowy udział powierzchni obszarów szczególnie narażonych (OSN) w powierzchni województw w latach 2012-2016 na tle nawożenia azotowego (mineralnego) w latach 2009-2011 [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r. Ochrona środowiska 2012]

jącym się jedną z najwyższych dawek azotu w formie nawozów naturalnych wynoszącą 59,6 kg N/ha. W dalszej kolejności przeanalizowano związek pomiędzy wielkościami OSN w poszczególnych województwach a wielkością salda brutto bilansu azotu (rys. 4). Otrzymany obraz zasadniczo nie odbiega od dwóch poprzednich. Kolejny raz na uwagę zasługuje województwo opolskie, w którym nie ma OSN, a saldo bilansu azotu dla tego obszaru plasuje go na 4 miejscu w kraju. Ostatnim analizowanym czynnikiem była obsada zwierząt hodowlanych wyrażona w DJP/ha (rys. 5). Jest to bardzo ważny czynnik ponieważ wpływa nie tylko na poziom nawożenia naturalnego azotem, ale również na straty azotu związane ze sposobem przechowywaniem nawozów naturalnych, który w naszym kraju jest daleki od wymagań stawianych tego typu obiektom. Uzyskano podobny obraz, dość dobrą zbieżność dla województw wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego i bardzo mały udział OSN w województwie podlaskim charakteryzującym się najwyższą osadą zwierząt wynoszącą 0,80 DJP/ha.

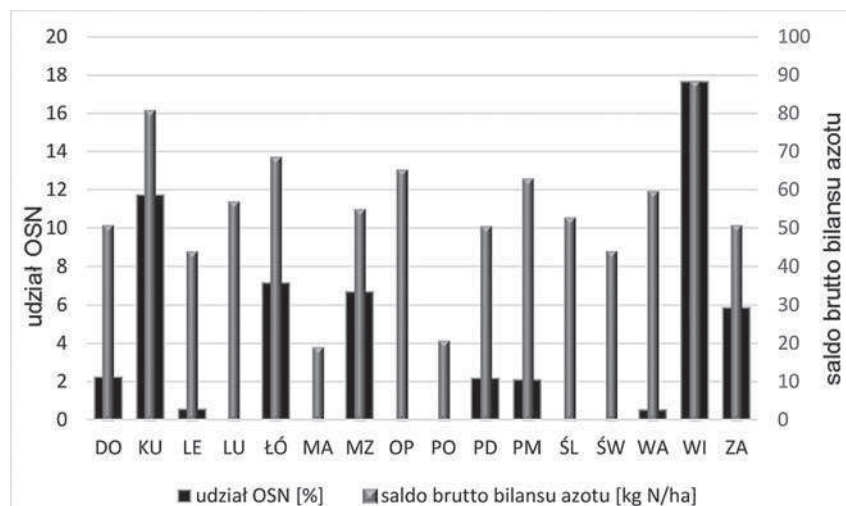
W celu zobiektywizowania wniosków wyciąganych na podstawie przeanalizowanych danych poddano je analizie statystycznej, w której pominięto 6 województw dla których nie wyznaczono OSN. Na rysunku 6 przedstawiono zależność pomiędzy wielkością udziałem OSN w powierzchni województwa a analizowanymi cechami. Zależność istotną dla  $p=0,05$  uzyskano tylko dla salda bilansu azotu. Wskazuje to, że jest to czynnik istotny przy wyznaczaniu OSN, jednak w zestawieniu z województwami, w których brak OSN budzi pewne wątpliwości.

W trzech z nich (lubuskie, opolskie, śląskie) wartość salda azotu przekracza 50 kg N/ha, a OSN nie wyznaczono. Na podstawie dość skromnego materiału trudno jest wnioskować



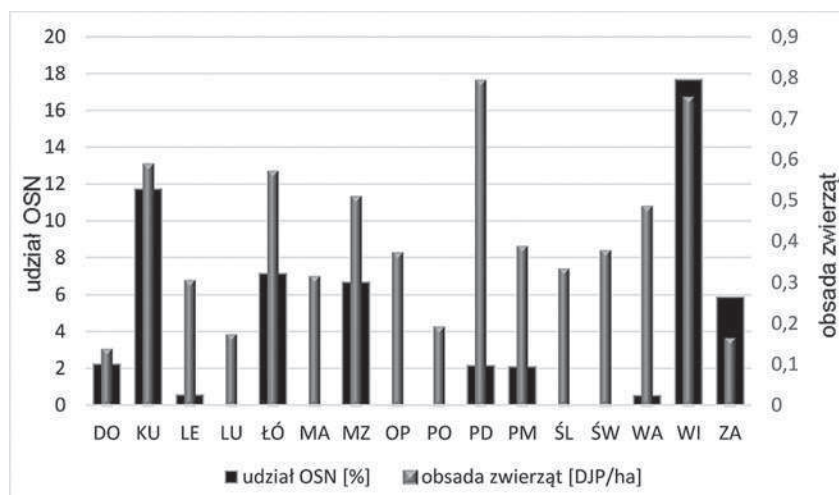
DO-dolnośląskie, KU-kujawsko-pomorskie, LE-lubelskie, LU-lubuskie, ŁÓ-łódzkie, MA-małopolskie, MZ-mazowieckie, OP-opolskie, PO-podkarpackie, PD-podlaskie, PM-pomorskie, ŚL-śląskie, ŚW-świętokrzyskie, WA-warمیńsko-mazurskie, WI-wielkopolskie, ZA-zachodniopomorskie.

**Rys. 3.** Procentowy udział powierzchni obszarów szczególnie narażonych (OSN) w powierzchni województw w latach 2012-2016 na tle nawożenia azotowego (naturalnego) w latach 2009-2011 [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r. Ochrona środowiska 2012]



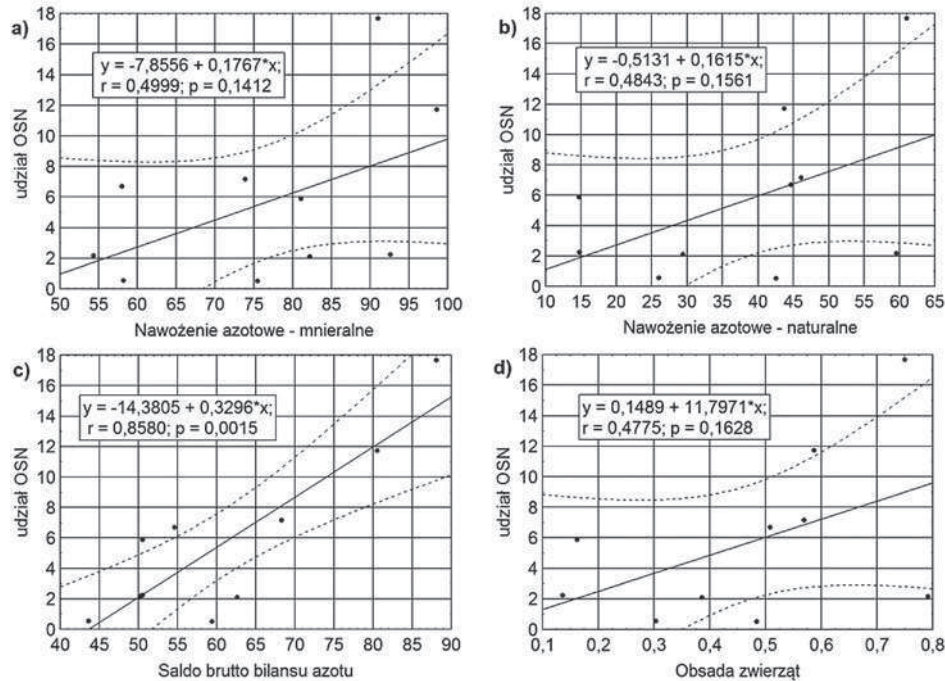
DO-dolnośląskie, KU-kujawsko-pomorskie, LE-lubelskie, LU-lubuskie, ŁÓ-łódzkie, MA-małopolskie, MZ-mazowieckie, OP-opolskie, PO-podkarpackie, PD-podlaskie, PM-pomorskie, ŚL-śląskie, ŚW-świętokrzyskie, WA-warمیński-mazurskie, WI-wielkopolskie, ZA-zachodniopomorskie.

**Rys. 4.** Procentowy udział powierzchni obszarów szczególnie narażonych (OSN) w powierzchni województw w latach 2012-2016 na tle salda brutto bilansu azotu w latach 2009-2011 [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r. Ochrona środowiska 2012]



DO-dolnośląskie, KU-kujawsko-pomorskie, LE-lubelskie, LU-lubuskie, ŁÓ-łódzkie, MA-małopolskie, MZ-mazowieckie, OP-opolskie, PO-podkarpackie, PD-podlaskie, PM-pomorskie, ŚL-śląskie, ŚW-świętokrzyskie, WA-warمیński-mazurskie, WI-wielkopolskie, ZA-zachodniopomorskie.

**Rys. 5.** Procentowy udział powierzchni obszarów szczególnie narażonych (OSN) w powierzchni województw w latach 2012-2016 na tle osady zwierząt w DJP/ha w roku 2011 [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r. Rocznik statystyczny rolnictwa 2012]



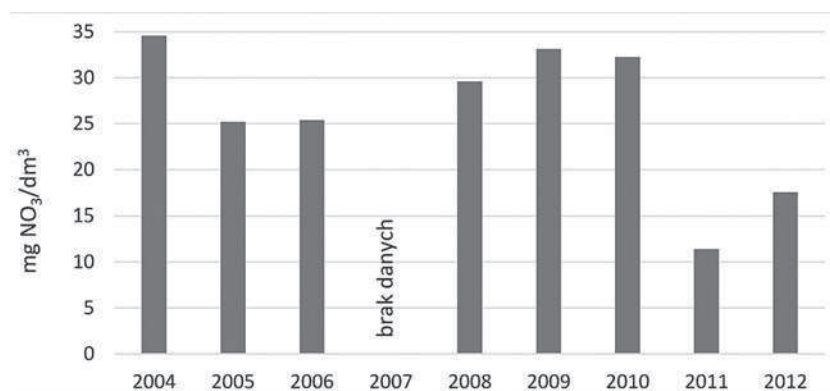
**Rys. 6.** Zależność pomiędzy udziałem powierzchni OSN w danym województwie (%) od: wysokości mineralnego nawożenia azotowego (kg N/ha), b - wysokości naturalnego nawożenia azotowego (kg N/ha), c - salda brutto bilansu azotu (kg N/ha), d-obsady zwierząt (DJP/ha) [www.kzgw.govpl. z dnia 27.07.2013 r. Ochrona środowiska 2012. Rocznik statystyczny rolnictwa 2012]

o przyczynach uzyskania takich wyników analiz. Proponując dwa skraje przypadki – województwo wielkopolskie dla którego uzyskano wysoką zbieżności udziału OSN z analizowanymi czynnikami i opolskie dla którego uzyskano dość zaskakujące wyniki można jedynie przypuszczać, że przy wyznaczaniu OSN dość dużą wagę przypisano rodzajowi gleb (przepuszczalności) i to one zdecydowały o takich wynikach. W województwie wielkopolskim mamy do czynienia z intensywnym rolnictwem na glebach lekkich, natomiast w opolskim występuje równie intensywne rolnictwo, ale na glebach cięższych. Mało przydatnym elementem są wyniki monitoringu wód w stosunkowo dużych ciekach, gdzie mamy do czynienia z nakładaniem się wielu czynników kształtujących np. zawartość azotanów w tych wodach, co może prowadzić do nieuzasadnionego zwiększania OSN, ale również do rozcieńczania wód odpływających z małych zlewni i nieuwzględnienia obszarów szczególnie ważnych dla ochrony jakości wód.

Wybrane przykłady świadczą o złożoności problemu jakim jest wyznaczanie OSN, konieczności uwzględnienia bardzo wielu czynników (środowiskowych – rodzaj gleb, lesistość, wysokość opadów, spadki terenu i rolniczych – struktura użytków rolnych, nawożenie, rodzaj upraw, wielkość i koncentracja hodowli), a przede wszystkim znalezieniem odpowiedniej metody superpozycji tych czynników w celu określenia ostatecznego

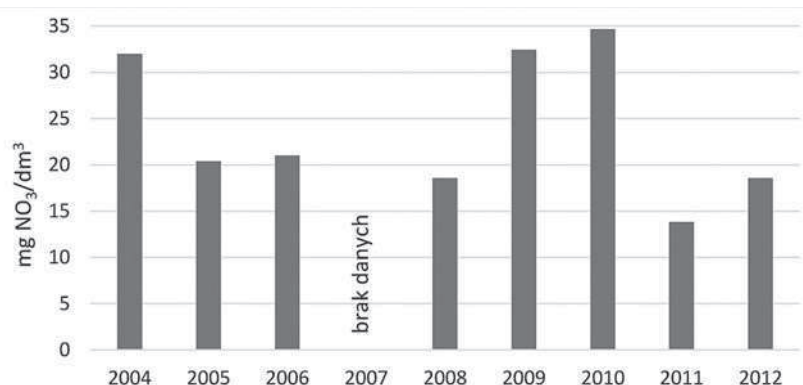
poziomu zagrożenia wynoszeniem azotanów z obszarów użytkowanych rolniczo. Bardzo duże możliwości w zakresie analizowania pojedynczych czynników, a przede wszystkim sumowania poszczególnych czynników dają techniki GIS [Szewrański i in. 2006], wspomagane modelowaniem np. wykorzystującym sieci neuronowe [Amiri, Nakane 2009]. Najtrudniejszym zagadnieniem jest opracowania zależności funkcyjnych, czy też relacji opisujących wpływ poszczególnego czynnika na odpływ azotanów [Hus 2009]. Ważnym zagadnieniem jest również rozdzielenie strumienia azotanów na te pochodzenia: naturalnego, rolniczego i innego, ze względu na specyfikę analizowanego składnika również należy uwzględniać sezonowe występowanie stężenia azotanów na przestrzeni roku [Pulikowski 2004, Pulikowski i in. 2005, Ocena stanu jednolitych... 2012]. Istotnym zagadnieniem jest również udział tej formy azotu w ogólnym bilansie związków azotowych wynoszonych ze zlewni użytkowanych rolniczo [Pulikowski i in. 2012].

Najlepszą formą weryfikacji podejmowanych działań w zakresie ochrony środowiska, w tym wypadku jakości wód, są efekty uzyskiwane w kolejnych latach po wdrożeniu działań naprawczych. O ile wyniki monitoringu jakości wód wątpliwą miarą służącą do wyznaczania OSN, o tyle mogą, po spełnieniu pewnych warunków, służyć do weryfikacji skuteczności podjętych działań ponieważ ich wynikiem ma być poprawa jakości wody w naszych rzekach i zbiornikach wód podziemnych. W tym celu przeanalizowano średnioroczne stężenia azotanów w dwóch przekrojach Orli, której zlewnia od 2004 roku jest jednym z większych OSN (rys. 7 i 8). Przekrój Korzeńsko (km 15,3) zamyka część zlewni intensywnie użytkowanej rolniczo, a przekrój Wąsosz jest przekrojem zamykającym całą zlewnię. Na uwagę zasługują fakt, że stężenia średnioroczne w obu przekrojach nie przekraczały  $35 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$  - wartości graniczne to  $40$  i  $50 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$  [Rozporządzenie... 2002a]. Z rysunków 7 i 8 wynika, że prawidłową decyzją było organicznie OSN wyznaczonego w roku 2004 (cała zlewnia) do części zlewni ograniczonej przekrojem w Korzeńsku, ponieważ poniżej tego przekroju brak potencjalnych źródeł mogących powodować odpływ azotanów pochodzących z działalności rolniczej.



**Rys. 7.** Średnio roczne stężenia azotanów w wodzie Orli w przekroju Korzeńsko – km 15,3 [Ocena stanu czystości rzek województwa dolnośląskiego w latach 2004-2006, WIOŚ we Wrocławiu, Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych na terenie województwa dolnośląskiego za rok 2012]





**Rys. 8.** Średnio roczne stężenia azotanów w wodzie Orli w przekroju Wąsosz – km 2,0 [Ocena stanu czystości rzek województwa dolnośląskiego w latach 2004-2006, WIOŚ we Wrocławiu, Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych na terenie województwa dolnośląskiego za rok 2012]

Wyniki dla analizowanego okresu (2004 – 2012, bez 2007) zasadniczo nie wskazują na skuteczność wprowadzonych programów. Na tym etapie trudno oceniać skokowe obniżenie stężeń średnio rocznych w latach 2011 i 2012. Przyczyna braku obniżenia stężenia azotanów może być dwójaka: podwyższone stężenia azotanów w Orli nie są związane z działalnością rolniczą lub wprowadzone programy okazały się mało skuteczne. Do kompleksowej analizy skuteczności tych programów będzie można przystąpić po zakończeniu kolejnego okresu ich realizacji, czyli po roku 2016, jednak podstawowym warunkiem będzie obiektywna weryfikacja OSN, tak, aby mieć pewność, że realizacja tych programów jest celowa.

## PODSUMOWANIE

Ochrona zasobów wodnych stanowi ważne zadanie dla naszego społeczeństwa. Podjęto już bardzo daleko idące zadania dotyczące zmniejszenia ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych punktowo w postaci nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych. Jednak znacznie trudniejszym zadaniem jest ograniczenie ładunku obszarowego pochodzącego z terenów użytkowanych rolniczo. Nastarcza ono wielu trudności związanych ze zróżnicowanymi warunkami środowiskowymi, a przede wszystkim bardzo różną kulturą rolną na obszarze naszego kraju. Działania podejmowane w ramach wdrażania Dyrektywy azotowanej nie są doskonałe, ale na razie dość skutecznie chronią polskich rolników przed nałożeniem na nich obowiązków wynikających z wyznaczenia OSN. Głównym zadaniem jest opracowanie precyzyjnej metody wyznaczania tych obszarów, która zyska uznanie Komisji Europejskiej, ale również polskich rolników. Przed wszystkim należy unikać błędów polegających na nieuzasadnionym wyznaczaniu OSN, co powoduje bardzo niekorzystny odbiór społeczny. Przedstawione analizy jednoznacznie wskazują, że należy poszukiwać dokładniejszych metod wyznaczania OSN.

Polskie rolnictwo, mimo wielu mankamentów, jak np. brak odpowiedniej infrastruktury do przechowywania nawozów naturalnych, stosunkowo przepuszczalne gleby, nie stanowi nadmiernego zagrożenia dla wód ponieważ poziom nawożenia azotowego, który w porównaniu z rolnictwem europejskim, jest bardzo niski. Precyzyjne wyznaczanie OSN, tam gdzie zagrożenie jest realne, uzależnienie wsparcia finansowego od podjęcia działań pro środowiskowych daje realną szansę na zdecydowaną poprawę jakości wód w Polsce w perspektywie roku 2020.

Ważnym zadaniem dla służb rolniczych jest podjęcie działań mżących na celu zmniejszenie salda bilansu azotu, obecnie podawane wartości mogą świadczyć o nie pełnym wykorzystaniu potencjału produkcyjnego naszych gleb, co może wynikać z braku odpowiedniego zbilansowania nawożenia lub niedostatku wody. Taka sytuacja zagraża środowisku, a jednocześnie przynosi rolnikom wymierne straty ekonomiczne.

## LITERATURA

1. Amiri B.J. Nakane K. Comparative prediction of stream water total nitrogen from land cover using artificial neural network and multiple linear regression approaches, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 18. No 2, 2009.
2. DYREKTYWA RADY z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG). (Dz.U.UE L z dnia 31 grudnia 1991 r.).
3. Gardner C.M.K., Cooper D.M. Hughes S. Phosphorus in soils and field drainage water in the Thame catchment, UK. The Science of the Total Environment, 282/283, 2002.
4. Hus T. Wykorzystanie systemów informacji geograficznej do wyznaczania obszarów narażonych na odpływ azotanów ze źródeł rolniczych. Rozp. dokt., maszynopis Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. 2009.
5. Hus T., Pulikowski K. Content of nitrogen compounds in waters flowing out of small agricultural catchments. Polish Journal of Environment Study Vol. 20, No. 4, 2011.
6. Kowalik T., Kanownik W., Bogdał A., Ostrowski K., Rajda W. Jakość i cechy użytkowe wody potoku Bąbola w aspekcie jej przyszłego magazynowania w zbiorniku retencyjnym. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus 8 (3–4), 2009.
7. Łomotowski J. Wpływ rolnictwa na jakość wód naturalnych na przykładzie zlewni doświadczalnej Ciesielska Woda. Zesz. Nauk. AR Wroc., Melior. XL, 1992.
8. Małecki Z. J., Pulikowski K. Sposoby poprawy wskaźników czystości wód w zbiorniku retencyjnym pokrzywnica (Szale). Zesz. Nauk. Inżynieria lądowa i wodna w kształtowaniu środowiska, nr 4, 2011.
9. Małecki Z., J., Gołębiak P. Zasoby wodne Polski i świata . Zesz. Nauk. Inżynieria lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska, nr 7, 2012.
10. Małecki Z., J., Małecka I., Gołębiak P. Funkcje parku krajobrazowego i stawu parkowego w Tłokini Kościelnej k/Kalisza. Zesz. Nauk. Inżynieria lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska, nr 7, 2012.
11. Moryl A. Wpływ chemizacji rolnictwa na jakościowe zmiany zasobów wód podziemnych. [w:] Współczesne problemy hydrogeologii. Wyd. PROFIL Kraków 1995.
12. Ocena stanu czystości rzek województwa dolnośląskiego w latach 2004-2006, WIOŚ we Wrocławiu.

13. Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych na terenie województwa dolnośląskiego za rok 2012. WIOŚ we Wrocławiu.
14. Ocena wyznaczonych w Polsce stref wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu. Alterra Nauki Przyrodnicze Uniwersytet i Ośrodek Badawczy Wageningen, 2007.
15. Ochrona środowiska 2012. GUS, Warszawa, 2012.
16. Pawełek J., Spytek M. Stężenie związków biogenych w wodzie potoków dopływających do zbiornika dobczyckiego. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 5: 179–190. 2008.
17. Pulikowski K. Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rozprawy CCXI*, 479, 2004.
18. Pulikowski K., Czyżyk F., Pawęska K., Strzelczyk M. Udział azotu azotanowego w ogólnej zawartości azotu w wodach odpływających ze zlewni użytkowanych rolniczo. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* Nr 3/I/2012.
19. Pulikowski K., Paluch J., Paruch A., Kostrzewa S. Okres pojawiania się maksymalnych stężeń azotanów w wodach powierzchniowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, Warszawa 505, 2005.
20. Rocznik statystyczny Rolnictwa 2012. GUS, Warszawa, 2012.
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002a r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych (Dz.U. z 2002 Nr 241, poz. 2093),
22. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002b r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych (Dz. U. z 2003 r. Nr 4, poz. 44).
23. Skorbiłowicz M. Czynniki i procesy kształtujące obieg składników mineralnych w wodach rzecznych zlewni górnej Narwi. *Rozprawy Naukowe* nr 197. Wyd. Politechniki Białostockiej, 2010.
24. Szwerański Sz., Pulikowski K., Hus T., Wawer R. Zastosowanie GIS do wyznaczania obszarów narażonych na odpływ azotanów ze źródeł rolniczych. *Gosp. Wodna* 8, 2006.
25. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. (Dz. U. z 2001, Nr 115, poz. 1229. ze zm.)
26. [www.kzgw.govpl](http://www.kzgw.govpl). z dnia 27.07.2013 r.

## THE PROTECTION OF WATERS AGAINST POLLUTION CAUSED BY NITRATES FROM AGRICULTURAL SOURCES

### Summary

The process of implementing the nitrates directive began in 2004; at the moment nitrates vulnerable zones (NVZs) have already been corrected twice and the second correction was made in 2012. Designating NVZs poses certain problems as we need to prove to the European Commission that the risk of pollution in Poland is lesser than in other European countries. An analysis of the relationship between the size of NVZs in particular voivodships and direct agricultural agents such as the use of nitrogen fertilizers, the nitrogen balance and the livestock has shown a direct correspondence only in case of the nitrogen balance. At the same time, however, the nitrogen balance has been found to be high in voivodships where there are no NVZs. This indicates that there is a necessity to search for more effective methods of designating NVZs based on a multi-agent analysis and using the possibilities offered by Chief Sanitary Inspectorate.

**Key words:** nitrates, the nitrates directive, nitrate vulnerable zones, the nitrogen balance, Chief Sanitary Inspectorate.

## **DER SCHUTZ DER WASSERRESSOURCEN VOR NITRATEN DES LANDWIRTSCHAFTLICHEN URSPRUNGS**

### **Zusammenfassung**

Der Einführungsprozess der Nitratrichtlinie begann im Jahr 2004. Die jetzigen besonders gefährdeten Gebiete (pol. OSN) sind nach der zweiten Korrektur, die 2012 stattgefunden hatte. Die Bestimmung eines Gebiets (OSN) stößt auf gewisse Schwierigkeiten, denn wir sind gezwungen dies zu beweisen, dass die Nitratgefahr in unserem Land geringer als in anderen Ländern Europas ist. Die Analyse der Zusammenhänge zwischen der Größe eines Gebiets (ONS) in bestimmten Wojewodschaften und der direkten landwirtschaftlichen Faktoren: Nitratdüngung, Saldo der Nitratbilanz, Tierzahl, hat gezeigt, dass ein direkter Zusammenhang nur im Bezug auf Stickstoff-Bilanzsaldo besteht. Gleichzeitig wird ein hoher Wert dieses Indikators in jenen Wojewodschaften festgestellt, wo es keine besonders gefährdeten Gebiete (OSN) zu finden sind. Das zeigt die Notwendigkeit einer Suche nach effektiveren Methoden OSN zu bestimmen, die auf mehreren Faktoren beruhen und eine Möglichkeit nutzen, die Methoden von GIS (Hauptinspektorat für Sanitäres) anzuwenden.

**Schlüsselworte:** Nitrate, Nitratrichtlinie, besonders gefährdete Gebiete, Stickstoff- Bilanzsaldo, GIS (Hauptinspektorat für Sanitäres).