

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ż Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A

NR

15

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Jakość wód drenarskich na pojezierzu gnieźnieńskim¹

Michał Fiedler, Czesław Szafrąński, Jerzy Bykowski

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego - Poznań

1. Wstęp

Zasoby wodne wykorzystywane w rolnictwie to przede wszystkim uzależniona od opadów wilgoć glebowa oraz dyspozycyjne wody powierzchniowe i podziemne. Gospodarowanie tymi zasobami musi uwzględniać ich dużą zmienność ujawniającą się w seriach lat suchych i mokrych. Ujemnym skutkiem niedoborów wody można przeciwdziałać poprzez zwiększanie naturalnych zasobów wodnych stref produkcyjnych (Somorowski 1993, Szafrąński 1993, Szafrąński i in. 1998a) [12÷14]. Można to osiągnąć poprzez retencjonowanie w śródpolnych oczkach wodnych i rowach części odpływów z sieci drenarskiej, dotychczas bezproduktywnie odpływających z tych terenów (Kosturkiewicz i Fiedler 1995, Kosturkiewicz i Fiedler 1996, Nyc i Pokładek 1997) [7,8,11]. Równocześnie zdrenowane tereny rolnicze postrzegane są często jako główne źródło wprowadzające zanieczyszczenia do wód powierzchniowych i w konsekwencji prowadzące do ich eutrofizacji. Procesy te są znacznie rozciągnięte w czasie, co wynika z długiego czasu dopływu substancji rozpuszczalnych od powierzchni terenu do wód gruntowych, a następnie ich odpływem z wodami drenarskimi (Marcinek i Komisarek 1990) [10]. Często podkreśla się, że skład chemiczny wód drenarskich charakteryzuje się dużą zmiennością i zależy od szeregu czynników, takich jak warunki krążenia wody w glebie, stosowanie zabiegów agrotechnicznych, gatunek gleby, wysokość nawożenia czy rozstawa drenowania (Durkowski i Wesołowski 1990, Hus i Pulikowski 1995) [3,4]. Pomimo, że odpływ drenarski odprowadza niewielkie ilości zastosowanych nawozów, może on w istotnym stopniu wpływać na jakość wód powierzchniowych (Szymańska 1990, Banasik i in. 1998) [16,1]. Wyniki badań wielu autorów nie potwierdzają jednak niekorzystnego wpływu retencjonowanych wód drenarskich na jakość wód powierzchniowych (Durkowski 1998, Kosturkiewicz i Fiedler 1995, Nyc i Pokładek 1997, Jarzabek 1998) [2,7,11,5], a nawet wskazują na znaczne zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń w wodach odpływających z obiektów (Kaca i Łabędzki 1995) [6].

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr 5P06H 096 14 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Celem pracy jest analiza chemizmu wód drenarskich w mikrozewni rolniczej Pojezierza Gnieźnieńskiego.

2. Metodyka badań

W pracy przedstawiono wyniki badań nad jakością wód drenarskich. Badania terenowe prowadzono od roku 1993 do 1997 w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E). Obszar ten objęty był zasięgiem zlodowacenia bałtyckiego, stadiału poznańskiego i charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem rzeźby terenu. Występują tu charakterystyczne dla rzeźby młodoglacjalnej liczne oczka wodne i zagłębienia bezodpływowe oraz wzniesienia o wysokości względnej dochodzącej do 7 m (Szafranski 1993). Teren objęty badaniami jest użytkowany rolniczo i znajduje się w obrębie jednego pola płodozmianowego.

W latach 1978 i 1979 na części powierzchni zostało wykonane drenowanie niesystematyczne i częściowe. Badaniami objęto kilkanaście działów drenarskich, zakończonych wylotami do studni drenarskich. W pracy przeanalizowano wyniki uzyskane w 3 działach drenarskich: w dziale 6 - o powierzchni 1,82 ha, w dziale 19 - powierzchnia 0,66 ha i dziale 22 - o powierzchni 1,14 ha. Działy te mają różną lokalizację w rzeźbie terenu. Dział 6 zajmuje dolne partie zboczy, dział 19 położony jest w środkowej części zbocza, a dział 22 znajduje się w rynn timerenowej.

Pomiary natężenia odpływu prowadzono co 5 dni, a w okresach roztopów codziennie, za pomocą podstawianego naczynia. Próby wód drenarskich do analiz pobierano raz w miesiącu. Analizy składu chemicznego obejmowały oznaczanie odczynu wody oraz zawartości azotanów, azotynów, azotu amonowego, fosforanów, siarczanów, chlorków, wapnia, magnezu, potasu, sodu i żelaza. Elementy te oznaczano następującymi metodami: Ca i Mg - metodą miareczkowania, Fe, NO₃, NO₂, NH₄ i PO₄ - spektrofotometrycznie, K i Na - metodą ASA, Cl - metodą argentometryczną i SO₄ - metodą wagową. Do szczegółowej analizy wybrano odczyn wody glebowej oraz zawartości azotu azotanowego, azotu amonowego, fosforanów, wapnia i potasu.

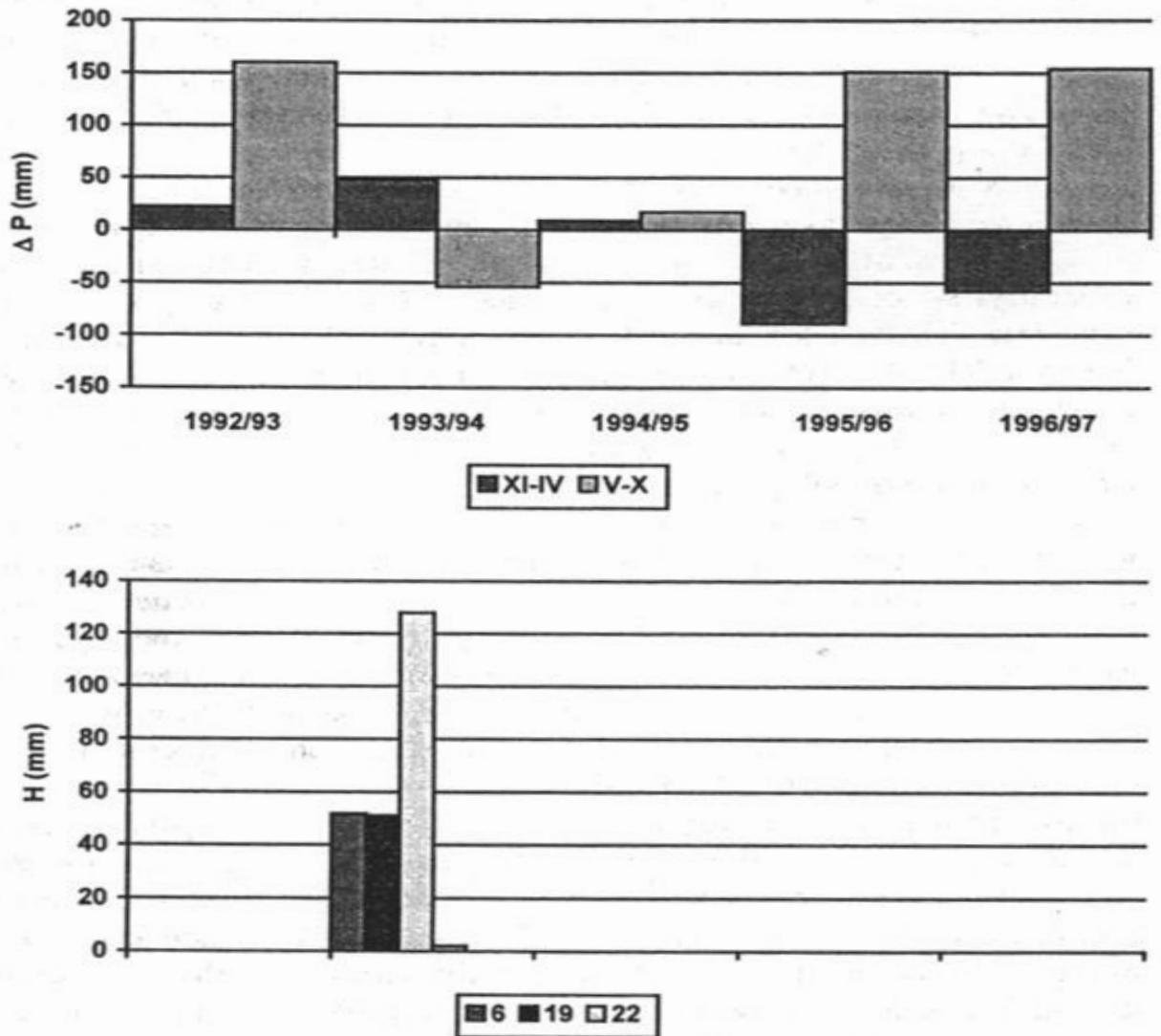
3. Wyniki badań

Pokrywa glebowa badanego terenu wykazuje duże zróżnicowanie związane z rzeźbą terenu. Obszar badań stanowi fragment falistej moreny dennej zbudowanej z glin zwałowych spiaszczonych w wierzchnich warstwach. Przeprowadzone wcześniej badania wykazały, że na badany obiekcie dominują gle-

by płowe, stanowiąc 83% analizowanej powierzchni. Na stokach o spadkach 1÷6% są to gleby płowe typowe, przechodzące w położone na zboczach o spadkach 6÷12% gleby płowe opadowo-glejowe. W dolnych partiach zboczy i na zboczach wklęsłych są to gleby płowe gruntowo-glejowe. W najniższych partiach zboczy i w rynnach terenowych występują czarne ziemie zbrunatniałe. Wierzchnie warstwy gleb badanych działów drenarskich zbudowane są z piasków gliniastych mocnych i glin lekkich, przechodzących płytko lub średnio głęboko w gliny średnie.

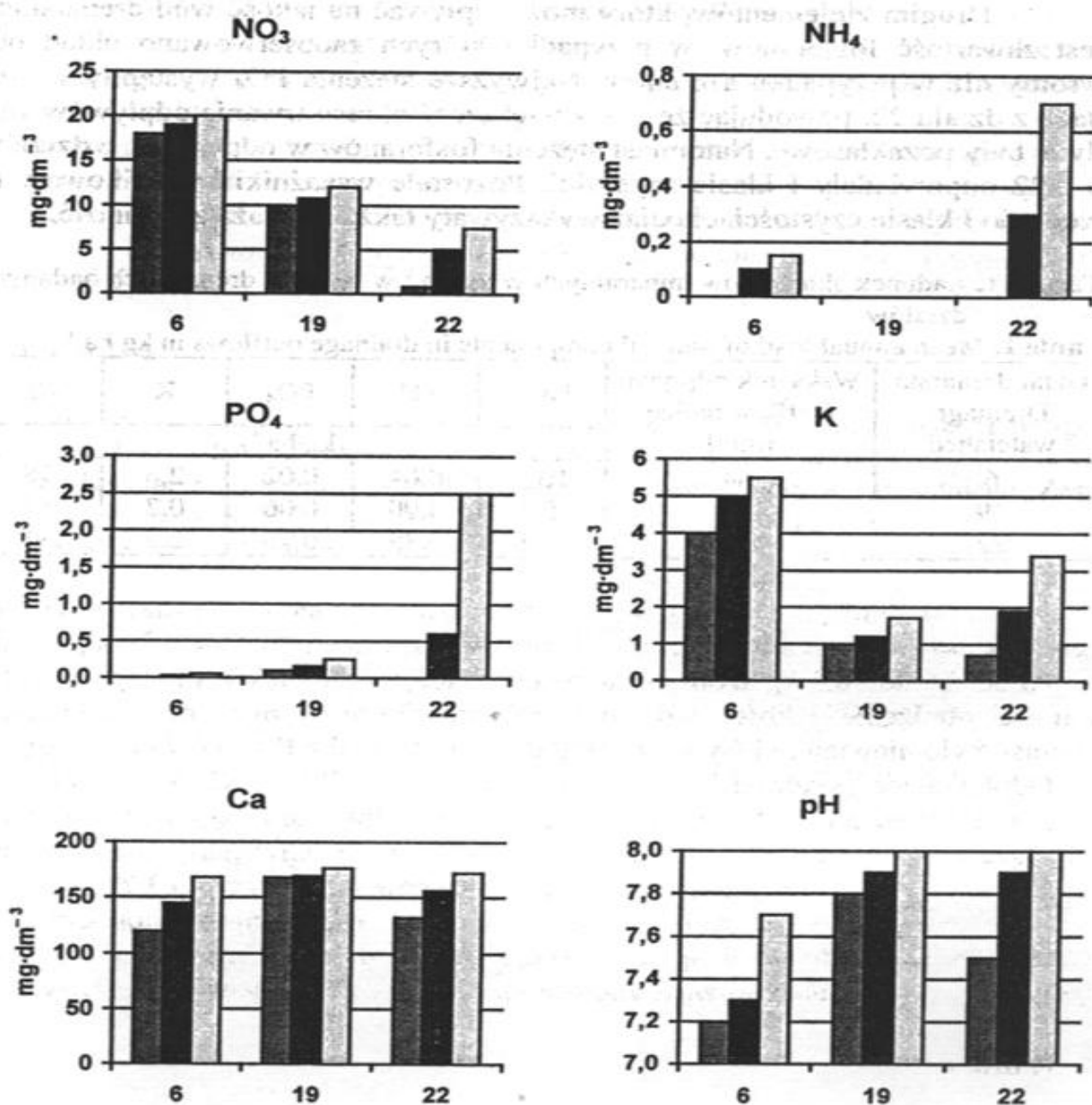
W analizowanym okresie odpływy drenarskie zaobserwowano jedynie w roku hydrologicznym 1993/94. W działach 19 i 22 odpływy wystąpiły tylko w półroczu zimowym tego roku, a w działle 6 okres występowania odpływów przedłużył się do połowy półrocza letniego 1994 roku. Odpływy drenarskie w półroczu zimowym roku 1993/94 wystąpiły po bardzo mokrym półroczu letnim 1993 roku (rys. 1), o opadach o 160 mm przewyższających średnią z wielolecia (prawdopodobieństwo wystąpienia 1 raz na 18 lat). Także półrocze zimowe roku 1993/94 miało opady znacznie przewyższające średnią z wielolecia. Opady te pozwoliły na uzupełnienie dużych niedoborów wody glebowej powstałych w suchym okresie lat 1989÷1993, a jej nadmiar w półroczu zimowym 1993/94 został odprowadzony przez sieć drenarską. W latach hydrologicznych 1995/96 i 1996/97 nie zaobserwowano występowania odpływów drenarskich, pomimo że w obydwu latach opady były wyższe od średniej z wielolecia. Spowodowane to było niskimi opadami półroczy zimowych, które w największym stopniu decydują o odbudowie retencji wody glebowej.

Przedstawione na rys. 2 wysokości minimalnych, średnich i maksymalnych stężeń wybranych składników wskazują na znaczne zróżnicowanie zawartości składników rozpuszczalnych w odpływach z poszczególnych działów drenarskich, chociaż działły te znajdują się w obrębie jednego pola płodozmianowego i mają zbliżone warunki glebowe. To zróżnicowanie wynikać może z dużej zmienności, nawet przy niewielkiej odległości, składu chemicznego wód gruntowych zasilających odpływy (Szafranski i in. 1998b) [15]. Największe przekroczenie norm zaobserwowano w przypadku azotanów, których zawartość w odpływach z działów 6 i 19 powodowała, że przez cały okres trwania odpływów były to wody w III klasie czystości i pozaklasowe. Natomiast odpływy z działu 22 zawierały ponad trzykrotnie mniejsze ilości azotanów niż odpływy z działu 6, co pozwalało zakwalifikować je do I i II klasy czystości. Najwyższe wartości azotu amonowego wystąpiły w odpływach z działu 22, jednak wody te mieściły się w granicach I klasy czystości.



Rys. 1. Odchylenia półrocznych sum opadów (ΔP) od średniej z wielolecia (posterunek opadowy Mokronosy) oraz półroczne wskaźniki odpływów drenarskich (H) z działów 6, 19 i 22 w latach hydrologicznych od 1992/93 do 1996/97

Fig. 1. Deviations of half-years sums of precipitation (ΔP) from multiyear mean (measured at Mokronosy) and half-year indices of drainage outflows (H) from drainage watersheds 6, 19 and 22 during hydrological years from 1992/93 to 1996/97



Rys. 2. Minimalne, średnie i maksymalne zawartości azotanów, azotu amonowego, fosforanów, potasu i wapnia oraz wysokości odczynu w wodach drenarskich odpływających z działów drenarskich 6, 19 i 22

Fig. 2. Minimum, mean and maximum concentration of nitrates, ammonium nitrogen, phosphates, kalium and calcium and pH values in drainage outflows from watersheds 6, 19 and 22

Drugim z elementów, który może wpływać na jakość wód drenarskich jest zawartość fosforanów, w przypadku których zaobserwowano układ odwrotny niż w przypadku azotanów. Najwyższe stężenia PO_4 wystąpiły w wodach z działu 22, powodując że przez większość okresu trwania odpływów wody te były pozaklasowe. Natomiast stężenia fosforanów w odpływach z działów 6 i 22 odpowiadały I klasie czystości. Pozostałe wskaźniki kwalifikowały te wody do I klasy czystości, chociaż wykazywały także ich dużą zmienność.

Tabela 1. Ładunek składników mineralnych w $kg\ ha^{-1}$ w wodach drenarskich badanych działów

Table 1. Mean annual load of mineral components in drainage outflows in $kg\ ha^{-1}$

Dział drenarski Drainage watershed	Wskaźnik odpływu Outflow indice [mm]	NO ₃	NH ₄	PO ₄	K	Ca
		(kg ha ⁻¹)				
6	54	10,3	0,04	0,02	2,6	78
19	51	5,5	0,00	0,06	0,7	87
22	128	6,5	0,38	0,76	2,5	199

Z wodami drenarskimi odpływał bardzo mały ładunek składników biogennych, do których zalicza się azot, fosfor i potas (tabela 1). Rocznie odpływało z 1 ha od 5,5 do 10,3 kg azotu azotanowego, który w największym stopniu wpływał na obniżenie jakości wód drenarskich. Także wymywanie fosforanów i potasu było niewielkie i wynosiło od 0,02 do 0,76 kg dla P i od 0,7 do 2,6 kg dla K. Odpływające składniki biogenne stanowiły niewielką część wszystkich wymywanych elementów. Przy całkowitym rocznym odpływie wszystkich substancji rozpuszczonych wynoszącym $312\ kg\ ha^{-1}$, w których największy udział miały siarczany, chlorki, wapń i magnez, odpływ biogenów stanowił tylko 3,7%.

Z przedstawionej analizy wynika, że wody drenarskie nie są nadmiernie zanieczyszczone. Wody te mogą być retencjonowane w śródpolnych oczkach wodnych lub w rowach nie stwarzając zagrożenia eutrofizacji wód powierzchniowych.

4. Wnioski

1. Wody odpływające z analizowanych działów drenarskich charakteryzowały się dużymi wahaniami stężeń badanych składników chemicznych, pomimo że położone były w obrębie jednego pola płodozmianowego i miały zbliżone warunki glebowe.
2. Jakość wód drenarskich w największym stopniu uzależniona była od azotanów i fosforanów, których zawartość przez znaczną część czasów trwania odpływów powodowała, że wody te mieściły się w III klasie czystości lub były pozaklasowe.

3. Z wodami drenarskimi odpływał bardzo mały ładunek składników biogenych. Rocznie odpływało z 1 ha maksymalnie do 10,3 kg azotu, 0,76 kg fosforu i 2,6 kg potasu. Średnio stanowi to 3,7% ilości wszystkich wymywanych składników.
4. Odpływy z sieci drenarskiej nie są głównym źródłem wprowadzającym zanieczyszczenia do wód powierzchniowych i nie prowadzą do ich szybkiej eutrofizacji. Dlatego też mogą być retencjonowane w śródpolnych oczkach wodnych i rowach, co pozwoli na zwiększenie zasobów wodnych terenów rolniczych.

Literatura

1. **Banasik K., Mitchell J.K., Walker S.E., Rudzka E.:** Nutrient outputs from agricultural watersheds. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 458, 339÷347, 1998.
2. **Durkowski T.:** Chemizm wód drenarskich obiektów Pomorza Zachodniego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 458, 349÷356, 1998.
3. **Durkowski T., Wesołowski P.:** Wpływ intensywnego rolnictwa na skład chemiczny wód drenarskich z czarnych ziem pyrzyckich. *Rocz. Nauk Rol., Seria F*, 82 (3/4), 41÷56, 1990.
4. **Hus S., Pulikowski K.:** Skład chemiczny wód drenarskich z różnych obiektów. *Zesz. Nauk AR Wrocław*, 266, 181÷190, 1995.
5. **Jarząbek A.:** Zmiany ładunków fosforanów przy przepływie przez małe zbiorniki. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 458, 389÷396, 1998.
6. **Kaca E., Łabędzki L.:** Rola systemów melioracyjnych w redukcji zanieczyszczeń wód powierzchniowych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 246, 107÷112, 1994.
7. **Kosturkiewicz A., Fiedler M.:** Oczka wodne w eksploatacji systemów drenarskich na terenach bogato urzeźbionych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 266, 191÷199, 1995.
8. **Kosturkiewicz A., Fiedler M.:** Retencja odpływów drenarskich w bilansie wodnym śródpolnego oczka wodnego i jakość retencjonowanych wód. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 289, 83÷91, 1996.
9. **Kosturkiewicz A., Szafranski Cz., Fiedler M.:** Śródpolne oczka wodne w gospodarce wodnej meliorowanych terenów bogato urzeźbionych. *Przeegl. Nauk. Wydz. Melior. Inż. Środ. SGGW Warszawa*, z.11, 245÷255, 1996.
10. **Marcinek J., Komisarek J.:** Pojemność wymienna kationów i czas migracji składników rozpuszczalnych w wodzie od powierzchni gleby do zwierciadła wód gruntowych. *PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś.*, 59, 71÷86, 1990.
11. **Nyc K., Pokładek R.:** Regulowany odpływ - elementem wzbogacania retencji gruntowej i ochrony środowiska rolniczego. *Mat. Konf. „Przyrodnicze i techniczne problemy ochrony i kształtowania środowiska rolniczego”*, Wyd. AR Poznań, 261÷268, 1997.
12. **Somorowski Cz.:** Melioracje jako dyscyplina naukowa i działalność praktyczna. [W:] *Współczesne problemy melioracji*. Wyd. SGGW Warszawa, 9÷28, 1993.

13. Szafranski Cz.: Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk., 244, 1+98, 1993.
14. Szafranski Cz., Bykowski J., Fiedler M.: Rola melioracji w zrównoważonym rozwoju obszarów wiejskich. Zesz. Nauk. AR Kraków, 335, Sesja Nauk., 59, 47+55, 1998a.
15. Szafranski Cz., Fiedler M., Stasik R.: Czasowo-przestrzenna zmienność chemizmu wód gruntowych na Pojezierzu Gnieźnieńskim na przykładzie obiektu Mokronosy. Przegł. Nauk. Wydz. Melior. i Inż. Środ. SGGW Warszawa, 16, 262+269, 1998b.
16. Szymańska H.: Badania nad zawartością związków chemicznych w odpływach glebowo-gruntowych. IMUZ Falenty, Mat. Seminar., 26, 107+116, 1990.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad jakością wód drenarskich, prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E). Badania obejmowały oznaczenie, w odstępach miesięcznych, 12 składników rozpuszczonych w wodach drenarskich. Określono także ładunki substancji biogenych wymywanych przez te wody.

Pomiary natężenia odpływu prowadzono co 5 dni, a w okresach roztopów codziennie, za pomocą podstawianego naczynia. Próby wód drenarskich do analiz pobierano raz w miesiącu. Analizy składu chemicznego obejmowały oznaczanie odczynu wody oraz zawartości azotanów, azotynów, azotu amonowego, fosforanów, siarczanów, chlorków, wapnia, magnezu, potasu, sodu i żelaza. Elementy te oznaczano następującymi metodami: Ca i Mg – metodą miareczkowania, Fe, NO₃, NO₂, NH₄ i PO₄ – spektrofotometrycznie, K i Na – metodą ASA, Cl – metodą argentometryczną i SO₄ – metodą wagową. Do szczegółowej analizy wybrano odczyn wody glebowej oraz zawartości azotu azotanowego, azotu amonowego, fosforanów, wapnia i potasu.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że odpływy z analizowanych działów drenarskich charakteryzują się znacznymi wahaniami stężeń badanych składników, pomimo położenia w obrębie jednego pola płodozmianowego i zbliżonych warunków glebowych. Zawartości większości składników mieściły się jednak w granicach pierwszej klasy czystości. Na obniżenie jakości wód w największym stopniu wpływały azotany i fosforany. Z wodami drenarskimi odpływał mały ładunek składników biogenych, maksymalnie wynosząc 10,3 kg azotu, 0,76 kg fosforu i 2,6 kg potasu z 1 ha powierzchni. Uzyskane wyniki badań wskazują, że wody drenarskie mogą być retencjonowane w śródpolnych oczkach wodnych i rowach nie stwarzając zagrożenia eutrofizacji wód powierzchniowych.

Słowa kluczowe: jakość wód, odpływy drenarskie, zanieczyszczenie wód, składniki biogenne.

The quality of drainage outflows on Gniezno Lakeland

Abstract

In the paper are presented results of investigations carried out on quality of drainage outflows. Field investigations were performed at Experimental Station Mokronosy, located on Gniezno Lakeland (52°53'N, 17°28'E) and included determination of 12 chemicals dissolved in drainage water and amounts of outflowing biogens.

Intensity of outflow measurements were conducted every 5 days, and in thaw periods every day, using placing vessel. Samples of drain water were taken for analysis every month. Chemical composition analysis included determination of water reaction and nitrates, nitrites, ammonium nitrogen, phosphates, sulfates, chlorides, calcium, magnesium, potassium, sodium and iron content. These elements were determined using following methods: Ca and Mg – titration method, Fe, NO₃, NO₂, NH₄ and PO₄ – spectrophotometry, K and Na – AAS method, Cl – argentometric method and SO₄ – weight method. For detailed analysis reaction of soil water and nitrate, nitrite, phosphates, calcium and potassium were chosen.

Results of researches reveal that outflows from analyzed drainage pipes show significant variation of contaminant concentrations even though the pipes are located on the same field and have similar soil properties. Despite of this concentration of majority of chemicals allow including them to first class of water quality. The water quality was decreased mainly by nitrates and phosphates concentration. The amount of biogens outflowing by drain pipes was rather small and maximally reaches 10.3 kg of nitrogen, 0.76 kg of phosphorus and 2.6 kg of potassium from 1 ha area. The results of investigations show that drainage outflows can be stored in midfield ponds and ditches without danger of their eutrophication.

Key words: water quality, drainage outflows, water contamination, biogens.