

DZIESIĘCIOLETNIE BADANIA ZMIAN STĘŻENIA SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W RÓŻNEGO RODZAJU WODACH Z OBIEKTÓW GLEB TORFOWYCH ZAKŁADU DOŚWIADCZALNEGO ITP W BIEBRZY

**Andrzej SAPEK¹⁾, Barbara SAPEK¹⁾,
Sławomir CHRZANOWSKI²⁾, Jacek JASZCZYŃSKI²⁾**

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Ochrony Jakości Wody

²⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Doświadczalny ITP w Biebrzy

Słowa kluczowe: gleby torfowe, składniki mineralne, woda gruntowa, zmiany stężenia

Streszczenie

Celem badań było rozpoznanie zmian stężenia składników mineralnych w różnego rodzaju wodach z obiektu gleb torfowych w Zakładzie Doświadczalnym ITP w Biebrzy. Śledzono zmiany w latach i sezonie. Pobierano próbki: wody gruntowej w 9 punktach kontrolnych, osobno z warstwy torfowej oraz podścielającej warstwy mineralnej gleby, próbki wody powierzchniowej z rowów melioracyjnych położonych w pobliżu punktów kontrolnych oraz z kanału doprowadzającego i odprowadzającego wodę na obiekt, próbki roztworu glebowego w punkcie kontrolnym umiejscowionym obok automatycznej stacji z głębokości 30, 60 i 90 cm profilu torfu. W doborze punktów uwzględniono zróżnicowanie stopnia zmuszenia, rodzaj utworu i stopnia rozkładu torfu w całym profilu gleby, sposób użytkowania i gospodarowania wodą. Wszystkie próbki pobierano w cyklu jednorazowym. Omówiono zmiany stężenia fosforanów, azotanów, amonu, chlorków, sodu, potasu, magnezu i wapnia na podstawie wyników oznaczeń wykonanych w dziesięcioleciu 2000–2009.

Średnie roczne stężenie składników w badanych wodach wykazywało istotne różnice w niektórych sąsiednich latach. 10 lat badań jest to jednak zbyt krótki czas, by można wnioskować o trwałości tych zmian. Istotne natomiast były różnice w średnich miesięcznych stężeniach, zwłaszcza azotu i fosforu. Stężenie azotanów we wszystkich rodzajach wody malało od wiosny ku jesieni, a stężenie amonu zwiększało się w tym czasie. Stężenie fosforanów wykazało maksimum w miesiącach letnich

i wczesnojesiennych, podobnie jak stężenie potasu. Stężenia azotu i fosforu w wodzie gruntowej było ok. 10 razy większe niż w wodzie powierzchniowej. Można więc wnioskować, że badany obiekt gleb torfowych nie jest źródłem tych dwóch składników powodujących eutrofizację. Zwiększone jednak stężenie azotanów, wykazane w próbkach wody gruntowej pobieranych zimą i wiosną wskazuje, że w tym czasie ten składnik może ulegać wymyciu do wód powierzchniowej. Większe stężenie fosforanów i amonu w wodzie gruntowej występowało w miesiącach letnich i wczesnojesiennych, tj. w czasie, w którym nie obserwuje się odpływu wody z torfowiska.

WSTĘP

Swoistość gleb wytworzonych z torfów niskich polega na ich dużej zasobności w fosfor oraz azot, co sugeruje możliwość wymywania tych składników do wody. Zagadnienie uwalniania fosforu z tych gleb do zasobów wody było treścią projektu ramowego PROWATER [1999], w którym uczestniczył IMUZ. Badania w projekcie prowadzono na obiektach w dolinie Biebrzy, rozpoczęto w 2000 r. i zakończono w 2004 r. Są one jednak kontynuowane do dnia dzisiejszego na obiektach gleb torfowych Zakładu Doświadczalnego ITP w Biebrzy, a badania w Biebrzańskim Parku Narodowym zakończono w 2006 r. Ogólne zamierzenia projektu omówili LEINWEBER i in. [2003], a jego zadania w Polsce omówili SAPEK i in. [2001; 2004]. Już od początku badań prowadzonych w Polsce nie ograniczono ich wyłącznie do zagadnienia fosforu, lecz poszerzono je o studia nad zmianami stężenia azotu oraz innych składników mineralnych w wodach obiektów objętych badaniami i w tym zakresie są nadal prowadzone.

W ramach podjętych badań stwierdzono, że średnie roczne stężenie fosforanów w wodzie gruntowej było stosunkowo niewielkie, lecz w niektórych terminach letnich lub jesiennych osiągało ponad $3 \text{ mg P-PO}_4\text{-dm}^{-3}$, co było związane z obniżeniem lustra wody [NADANY 2003; NADANY, SAPEK 2003a]. Stwierdzono ponadto, iż sezonowemu zwiększaniu się stężenia fosforanów towarzyszyło wyraźne zwiększanie się stężenia amonu w tej wodzie [SAPEK 2008; SAPEK, SAPEK 2008]. W ramach badań międzynarodowych sprawdzano przydatność różnych wyciągów do oznaczania fosforu w glebach torfowych [OTANBBONG i in. 2004]. W równoległe wykonywanych pracach stwierdzono, że stężenie azotu azotanowego w wodzie gruntowej spod gleb torfowych nie różniło się zasadniczo od stężenia spotykanego w wodzie spod gleb mineralnych [NADANY 2003; SAPEK, SAPEK 2003; SAPEK i in. 2005; SAPEK i in. 2006; JASZCZYŃSKI i in. 2006a; JASZCZYŃSKI i in. 2006b; SAPEK i in. 2007; SAPEK i in. 2009]. Duże zainteresowanie poświęcono obecności rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w badanych wodach. Badano możliwość wykorzystania pomiaru absorbancji do oznaczania w nich RWO [NADANY, SAPEK 2003b] oraz wpływu stężenia żelaza na tę absorbancję [NADANY, SAPEK 2002]. Badania nad czynnikami kształtującymi stężenie RWO w badanych wodach [NADANY, SAPEK, 2004; JASZCZYŃSKI i in. 2008; SAPEK 2009] zostały uwieńczone rozprawą doktorską JASZCZYŃSKIEGO [2010].

Celem opisanych badań było szukanie odpowiedzi na pytanie, w jakim zakresie składniki nawozowe uwalniane z gleb torfowych przyczyniają się do eutrofizacji wody poniżej torfowiska oraz doszukiwanie się przyczyn zmian stężenia składników mineralnych w sezonie wegetacyjnym i w wieloleciu. Badaniami objęto różnego rodzaju wody z obiektu gleb torfowych Zakładu Doświadczalnego ITP w Biebrzy.

MATERIAŁ I METODY

Badania umiejscowiono na glebach torfowych Zakładu Doświadczalnego ITP w Biebrzy, znajdujących się na zmeliorowanym torfowisku Kuwasy, które stanowi wycinek rozległego obszaru mokradeł w środkowym basenie Biebrzy. Torfowisko położone jest w dolinie rzeki Ełk i stanowi stosunkowo zwarty kompleks z licznymi wyniesieniami mineralnymi, różnej wielkości. Pierwsze prace w zakresie melioracji wodnych na torfowisku Kuwasy przeprowadzono w drugiej połowie lat trzydziestych XX w., które polegały na wykonaniu głównych kanałów odprowadzających wodę. Melioracje szczegółowe, związane z intensywnym odwodnieniem gleb, na części obiektu (ok. 2000 ha) wykonano w latach 1953–1960. W drugim etapie realizacji projektu (w latach 1961–1970) zmeliorowano kolejne 2100 ha [KOWALCZYK i in. 1974]. Na początku lat 80. XX w., ze względu na znaczne wypłylenie rowów i wyeksploatowanie budowli wodnych, system melioracyjny został gruntownie zmodernizowany. W wyniku odwodnienia wytworzyły się gleby torfowo-murszowe (ok. 70% powierzchni gleb organicznych) oraz gleby mineralno-murszowe i murszowate [SZUNIEWICZ, CHRZANOWSKI 1995]. Gleby torfowo-murszowe obiektu w zdecydowanej większości charakteryzują się średnim stopniem zmurszenia (MtII) i należą do prognostycznego kompleksu posusznego C [OKRUSZKO, PIAŚCIK 1990]. Miąższość murszu wynosi zwykle 18–25 cm. Warstwę T₁ (30–80 cm) tych gleb budują najczęściej silnie rozłożone torfy drzewne – olesowe lub zaroślowe – łozowe. Warstwa T₂ (80–130 cm) jest bardziej zróżnicowana i może być tworzona przez silnie rozłożone torfy olesowe oraz torfy turzycowiskowe i mechowiskowe, średnio i słabo rozłożone.

Badania składu chemicznego różnego rodzaju wód występujących na obiekcie gleb torfowych Zakładu Doświadczalnego ITP w Biebrzy rozpoczęto w 2000 r. W doborze punktów kontrolnych uwzględniono zróżnicowanie ze względu na (tab. 1):

- stopienia zmurszenia torfu,
- rodzaj utworu torfowego i jego stopień rozkładu w całym profilu gleby,
- sposób użytkowania,
- sposób gospodarowania wodą.

Analizami objęto próbki wody gruntowej pobierane w 9 punktach kontrolnych (rys. 1), osobno z warstwy torfowej oraz warstwy mineralnej gleby, próbki wody powierzchniowej z rowów melioracyjnych położonych w pobliżu punktów kontrol-

Tabela 1. Opis punktów badawczych umiejscowionych na glebach torfowo murszowych**Table 1.** Description of control points located on peat-moorsh soils

Punkt kontrolny Control point	Gleba Soil	Głębokość warstwy torfowej Depth of peat layer cm	Użytkowanie Management
K2	MtII wytworzona z torfu olesowego MtII developed from alder peat	210	łąka kośna mown meadow
K3	MtII wytworzona z torfu turzcowiskowego MtII developed from sedge peat	118	łąka kośna mown meadow
K4	MtII wytworzona z torfu olesowego MtII developed from alder peat	210	łąka kośna mown meadow
K5	MtII wytworzona z torfu turzcowiskowego MtII developed from sedge peat	78	pastwisko pasture
K7	MtII wytworzona z torfu turzcowiskowego MtII developed from sedge peat	145	pastwisko pasture
K8	MtII wytworzona z torfu olesowego MtII developed from alder peat	140	pastwisko pasture
K9	MtIII wytworzona z torfu turzcowiskowego MtIII developed from sedge peat	135	pastwisko pasture
K1	MtII ols typowy MtII typical alder wood	110	ols typowy typical alder wood
K6	MtII ols brzożowy MtII birchen alder wood	125	ols brzożowy birchen alder wood

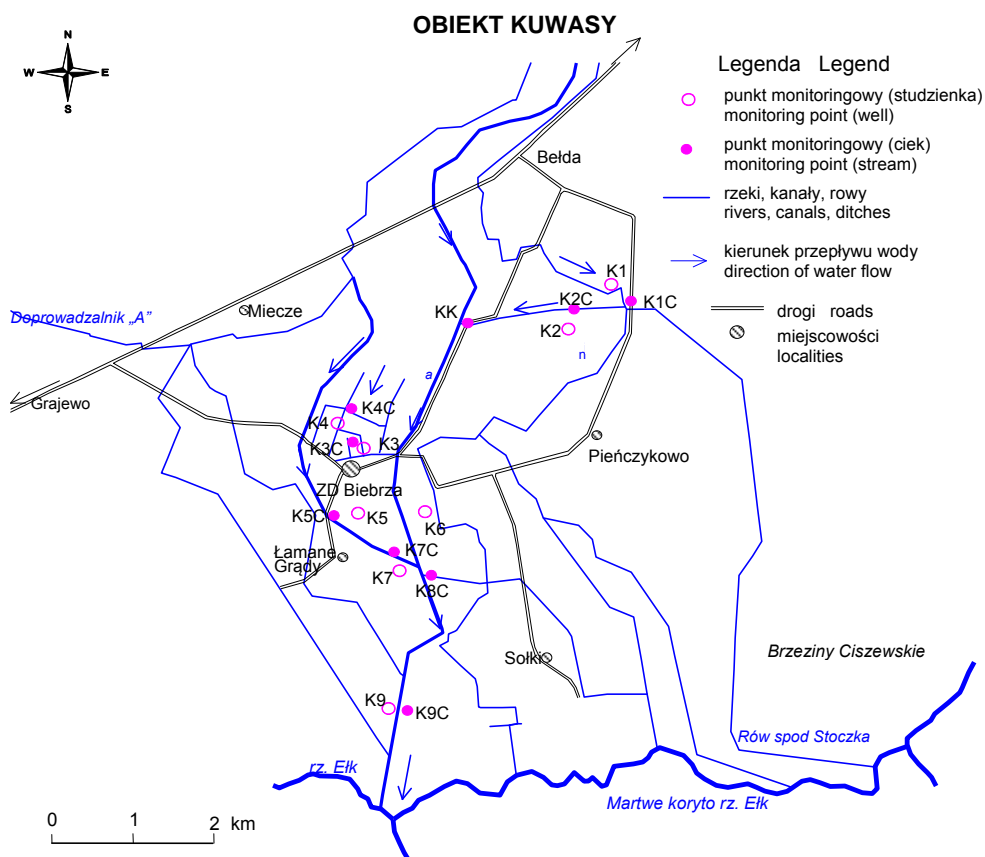
Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

nych oraz z kanału doprowadzającego i odprowadzającego wodę na obiekt, a także próbki roztworu glebowego pobierane w trzech powtórzeniach w punkcie obok automatycznej stacji z 30, 60 i 90 cm głębokości profilu torfu. Wszystkie próbki pobierano w cyklu jednomiesięcznym. W niniejszym opracowaniu omówiono zmiany stężenia fosforanów, azotanów, amonu i składników mineralnych na podstawie pomiarów wykonanych w latach 2000–2009.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z uwagi na zakres tego artykułu ograniczono się tylko do przedstawienia średnich rocznych i miesięcznych wyników analizy próbek wody ze wszystkich punktów kontrolnych.

W sumie pobrano i analizowano 3964 próbki wody gruntowej i powierzchniowej oraz roztworu glebowego. Stwierdzono duży rozrzut wyników opisany współczynnikiem zmienności (tab. 2), który w przypadku stężenia fosforanów, azotanów, amonu i potasu był większy niż 150% w obu rodzajach wody gruntowej. Stężenie potasu było mniej zmienne w wodzie powierzchniowej i roztworze glebowym.



Rys. 1. Punkty pobierania próbek na obiekcie Kuwasy; źródło własne

Fig. 1. Sampling points in the Kuwasy object; own source

Średnie stężenie oznaczanych składników w wodzie gruntowej było w zasadzie podobne do tych, jakie spotyka się w wodzie gruntowej i powierzchniowej z obiektów gleb mineralnych, z wyjątkiem stężenia azotu amonowego i fosforanów, które w obu analizowanych wodach gruntowych było kilkakrotnie większe (tab. 2). Stężenie fosforanów i obu postaci azotu w wodzie gruntowej było od około pięciu do kilkunastu razy większe niż w wodzie powierzchniowej z badanego obiektu. Nie obserwowano natomiast w nich większych różnic w stężeniu pozostałych składników mineralnych.

Średnie stężenie azotu azotanowego w roztworze glebowym było stosunkowo duże w próbkach z warstwy 30 cm, do której nie obserwowano podsiąku wody gruntowej. W roztworze z głębszych warstw stężenie było znacznie mniejsze (tab. 3). Stężenie pozostałych składników w roztworze nie różniło się istotnie między warstwami.

Tabela 2. Średnie stężenie składników nawozowych w próbkach wody pobranych w latach 2000–2009**Table 2.** Mean concentration of nutrients in water samples taken between 2000–2009

Składnik Component	Stężenie (mg·dm ⁻³) składników nawozowych w: Concentration (mg·dm ⁻³) of nutrients in:					
	wodzie gruntowej ground water				wodzie powierzchniowej surface water n = 992	
	z warstwy torfowej from peat layer n = 1122		z warstwy mineralnej from mineral layer n = 824			
	x	V%	x	V%	x	V%
P-PO ₄	0,84	306	1,29	247	0,12	201
N-NO ₃	13,8	154	9,02	179	1,88	117
N-NH ₄	5,65	363	7,35	329	0,48	292
Cl	17,8	55	17,7	84	16,3	52
Na	6,1	68	7,3	49	9,1	27
K	5,2	162	5,6	250	4,1	40
Mg	17,1	44	18,1	50	20,9	26
Ca	96,0	35	109,4	49	73,5	26

Objaśnienia: *n* – liczba próbek, *x* – średnie stężenie, *V*% – współczynnik zmienności.

Explanations: *n* – number of sample, *x* – mean concentration, *V*% – variability coefficient.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Tabela 3. Średnie stężenie składników nawozowych w próbkach roztworu glebowego pobranych w latach 2000–2009**Table 3.** Mean concentration of nutrients in the soil solution samples taken between 2000–2009

Składnik Component	Stężenie (mg·dm ⁻³) składników nawozowych w roztworze glebowym z głębokości: Concentration (mg·dm ⁻³) of nutrients in the soil solution from a depth:					
	30 cm n = 339		60 cm n = 367		90 cm n = 320	
	x	V%	x	V%	x	V%
P-PO ₄	0,064	186	0,042	132	0,040	113
N-NO ₃	33,5	77	6,4	123	3,9	216
N-NH ₄	0,39	419	0,50	180	0,39	123
Cl	9,2	58	9,8	58	12,2	46
Na	2,4	57	4,3	43	5,8	27
K	1,1	48	1,3	51	1,8	50
Mg	17,7	36	22,7	36	26,6	28
Ca	79,4	30	83,7	38	93,5	23

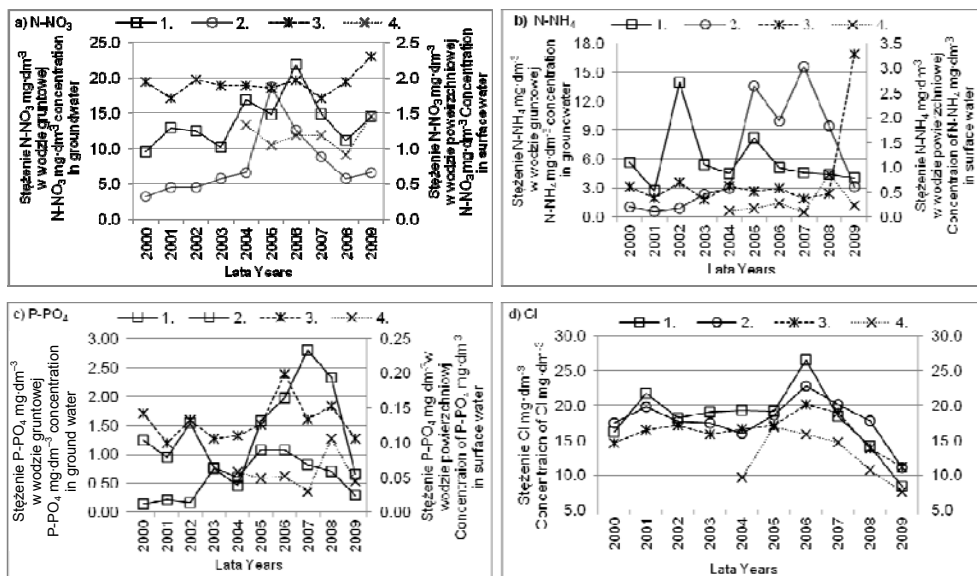
Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Tab. 2.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

ZMIANY STĘŻENIA W LATACH

Średnie stężenie wszystkich oznaczanych składników w próbkach każdego rodzaju wody różniło się, często nawet znacznie, w niektórych latach. Zmiany stężenia niektórych składników wykazywały wyraźne i często istotne trendy w zależności od czasu mierzonego latami. Stężenie azotu azotanowego w obu rodzajach wody gruntowej wykazało nieistotną tendencję ku zwiększaniu się, która wynikała jednak z wyraźnie większego jego stężenia w próbkach z lat 2004–2007 (rys. 2a). W kolejnych latach stężenie azotu amonowego w wodzie gruntowej z warstwy torfowej było wyrównane, oprócz anormalnie dużego w 2002 r., a w wodzie z warstwy mineralnej wykazało natomiast istotny trend ($R^2 = 0,371^*$) ku zwiększaniu się (rys. 2b). Trendy zmian stężenia fosforanów w kolejnych latach miały zupełnie odwrotny kierunek, w każdym rodzaju wody gruntowej. W wodzie z warstwy torfowej obserwowano istotne ($R^2 = 0,419^*$) zmniejszanie się stężenia tego składnika, a w wodzie z warstwy mineralnej istotne ($R^2 = 0,413^*$) jego zwiększanie (rys. 2c).

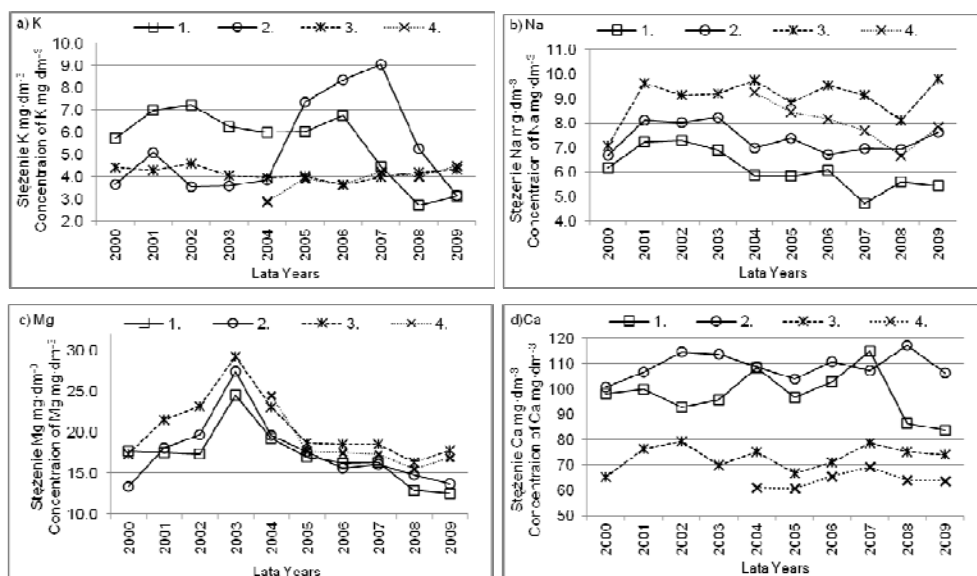
Tylko stężenie niektórych pozostałych składników mineralnych wykazywało istotne trendy zmian w kolejnych latach. Stężenia chlorków zwiększało się w obu rodzajach wody gruntowej, wykazując trend malejący, lecz istotny ($R^2 = 0,434^*$)



Rys. 2. Średnie roczne stężenie składników nawozowych w badanych wodach ze wszystkich punktów kontrolnych; 1 – woda gruntowa z warstwy torfowej, 2 – woda gruntowa z warstwy mineralnej, 3 – woda powierzchniowa z rowów melioracyjnych, 4 – woda powierzchniowa z doprowadzalnika; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Annual mean nutrient concentration in studied waters from all control points; 1 – groundwater from peat layer, 2 – groundwater from mineral layer, 3 – surface water from drainage ditches, 4 – surface water from canal; source: own studies

tylko w wodzie z warstwy mineralnej (rys. 2d). Stężenie potasu zmniejszało się istotnie tylko w wodzie z warstwy mineralnej (rys. 3a), a stężenie sodu wzrastało istotnie ($R^2 = 0,551^*$) tylko w wodzie z warstwy torfowej (rys. 3b). Zmiany stężenia magnezu i wapnia nie wykazywały żadnych istotnych trendów (rys. 3cd), aczkolwiek stężenie magnezu zwiększyło się gwałtownie w latach 2002–2004, osiągając maksimum w 2003 r. we wszystkich rodzajach wody. Zjawisko to jest trudne do wytłumaczenia, gdyż takiego maksimum stężenia nie stwierdzono w przypadku innych składników, nawet wapnia, którego stężenie jest prawie zawsze skorelowane ze stężeniem magnezu we wszystkich wodach naturalnych. Chociaż zmiany stężenia niektórych składników są charakterystyczne, to jednak czas prowadzonych badań był zbyt krótki, by można przypuszczać o stałości obserwowanych tendencji.



Rys. 3. Średnie roczne stężenie składników mineralnych w badanych wodach ze wszystkich punktów kontrolnych; 1 – woda gruntowa z warstwy torfowej, 2 – woda gruntowa z warstwy mineralnej, 3 – woda powierzchniowa z rowów melioracyjnych, 4 – woda powierzchniowa z doprowadzalnika; źródło: wyniki własne

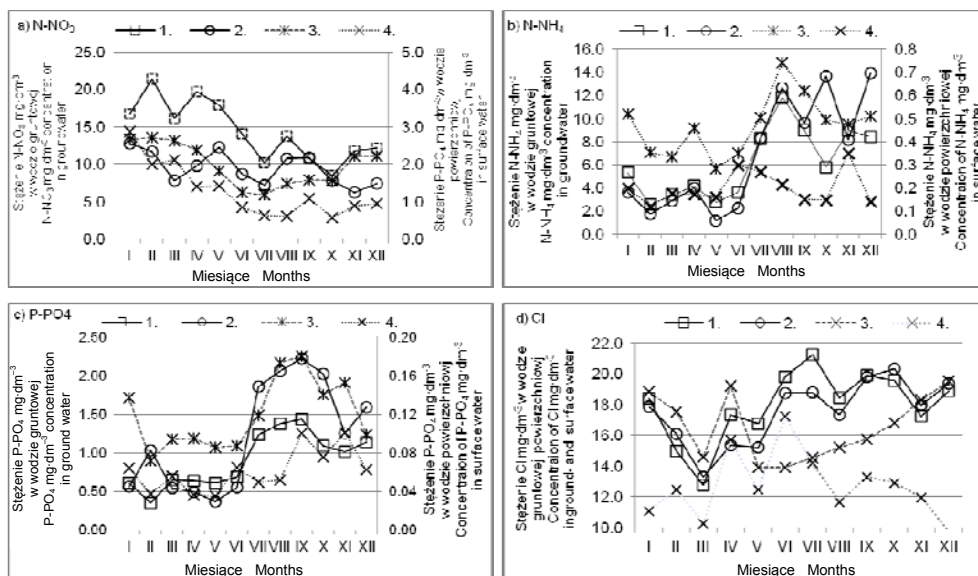
Fig. 3. Annual mean concentration of minerals in studied waters from all control points; 1 – groundwater from peat layer, 2 – groundwater from mineral layer, 3 – surface water from drainage ditches, 4 – surface water from canal; source: own studies

SEZONOWE ZMIANY STĘŻENIA

Porównywano średnie miesięczne wartości stężeń z wszystkich lat obserwacji, poczynając od miesięcy zimowych do jesiennych. Średnie zmiany stężenia składników w czasie roku w wodzie ze wszystkich punktów często było bardzo wyraź-

nie ukierunkowane i na ogół charakterystycznie dla każdego składnika. Można przypuszczać, że znaczny wpływ na nie miały wahania zwierciadła wody, wegetacja oraz temperatura.

Stężenie azotu azotanowego mało istotnie ($R^2 = 0,626^{**}$) od wiosny do jesieni w próbkach wody gruntowej, pobieranych z warstwy torfowej oraz również istotnie ($R^2 = 0,376^*$) w próbkach z warstwy mineralnej, w których jednak stężenie było wyraźnie mniejsze (rys. 4a). Stężenie tej postaci azotu w wodzie powierzchniowej było ok. 5 razy mniejsze niż w wodzie gruntowej. W wodzie z rowów melioracyjnych było najmniejsze w miesiącach letnich, a wodzie z kanału doprowadzającego mało istotnie ku ziemie ($R^2 = 0,662^{**}$). Odwrotny i wysoce istotny trend wzrostu obserwowano w stężeniu azotu amonowego zarówno w wodzie gruntowej z warstwy torfowej ($R^2 = 0,469^*$), jak i mineralnej ($R^2 = 0,680^{**}$). Średnie miesięczne stężenie tej postaci azotu było stosunkowo duże w obu rodzajach wody gruntowej, od 3,1 w miesiącach zimowych i wiosennych do 9,9 mg N-NH₄·dm⁻³ w miesiącach letnich i jesiennych (rys. 4b). Stężenie tego składnika w wodzie powierzchniowej było niewielkie i tylko w wodzie z rowów uległo wykazało też stężenie fosforanów, które zwiększało się istotnie w ciągu roku za-



Rys. 4. Średnie miesięczne stężenie składników mineralnych w badanych wodach ze wszystkich punktów kontrolnych; 1 – woda gruntowa z warstwy torfowej, 2 – woda gruntowa z warstwy mineralnej, 3 – woda powierzchniowa z rowów melioracyjnych, 4 – woda powierzchniowa z doprowadzalnika; źródło: wyniki własne

Fig. 4. Monthly mean nutrient concentration in studied waters from all control points; 1 – groundwater from peat layer, 2 – groundwater from mineral layer, 3 – surface water from drainage ditches, 4 – surface water from canal; source: own studies

równy w wodzie gruntowej z warstwy torfowej ($R^2 = 0,594^{**}$), jak i warstwy mineralnej ($R^2 = 0,473^*$). Średnie stężenie uległo zwiększeniu od 0,59 w miesiącach zimowych i wiosennych do 1,52 mg P- $\text{PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ w miesiącach letnich i jesiennych (rys. 4c). Średnie ich stężenie w wodzie z rowów melioracyjnych z całego 10-letniego okresu badań wynosiło 0,12 mg P- $\text{PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$.

Średnie miesięczne stężenie chlorków w obu wodach gruntowych wynosiło 17,7 mg $\text{Cl} \cdot \text{dm}^{-3}$, osiągało minimum w marcu po roztopach i wzrastało do końca roku, istotnie ($R^2 = 0,473^*$) tylko w wodzie z warstwy mineralnej (rys. 4d). Średnie miesięczne stężenie potasu w obu rodzajach wody gruntowej wynosiło 4,3 mg $\text{K} \cdot \text{dm}^{-3}$ od stycznia do czerwca, by zwiększyć się do 7,5 mg $\text{K} \cdot \text{dm}^{-3}$ od lipca do października, w czasie nasilonej wegetacji. Takiego zwiększenia stężenia nie obserwowano w wodzie z rowów melioracyjnych (rys. 5a). Stężenie sodu nie ulegało istotnej zmianie w wodzie gruntowej z warstwy torfowej, lecz w wodzie z warstwy mineralnej zwiększało się istotnie ($R^2 = 0,473^*$) ku zimie (rys. 5b). Przyczyny takiego zjawiska można doszukiwać się w większym stężeniu tego składnika w wodzie powierzchniowej, z której może ten składnik przenikać do wody gruntowej w glebie mineralnej podścielającej glebę torfową, w której nie ma przecież innego

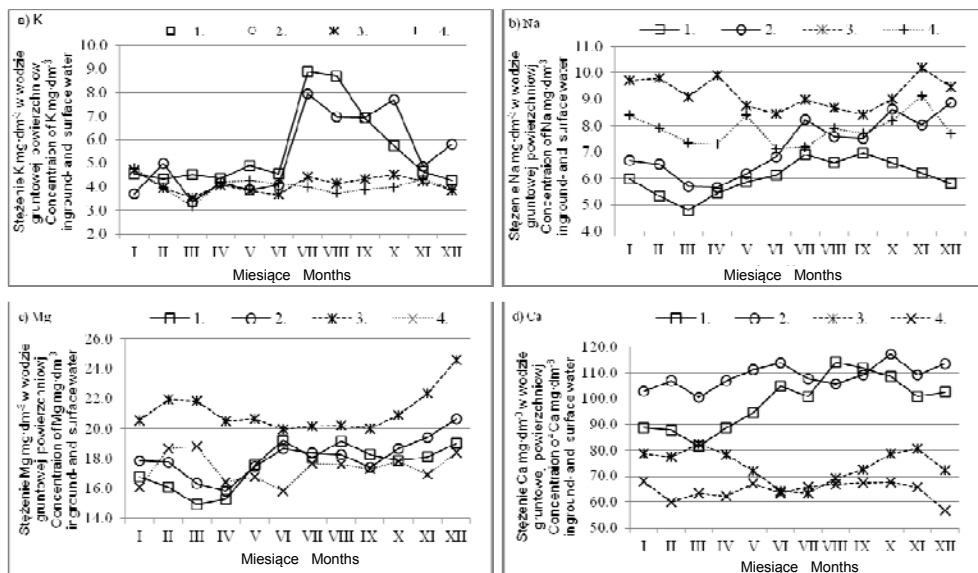


Fig. 5. Średnie miesięczne stężenie składników mineralnych w badanych wodach ze wszystkich punktów kontrolnych; 1 – woda gruntowa z warstwy torfowej, 2 – woda gruntowa z warstwy mineralnej, 3 – woda powierzchniowa z rowów melioracyjnych, 4 – woda powierzchniowa z doprowadzalnika; źródło: wyniki własne

Fig. 5. Monthly mean concentration of minerals in studied waters from all control points; 1 – groundwater from peat layer, 2 – groundwater from mineral layer, 3 – surface water from drainage ditches, 4 – surface water from canal; source: own studies

źródła sodu. Stężenie magnezu w obu rodzajach wody gruntowej było mniejsze niż w wodzie z rowów melioracyjnych i zwiększało się istotnie w ciągu roku, zarówno w wodzie z warstwy torfowej ($R^2 = 0,503^*$), jak i mineralnej ($R^2 = 0,492^*$) (rys. 5c). Odwrotnie niż w przypadku stężenia magnezu, stężenie wapnia w wodzie gruntowej, zwłaszcza z warstwy mineralnej, było wyraźnie większe niż w wodzie powierzchniowej, co wynika z zasobności torfów niskich w ten ostatni składnik. Średnie stężenie wapnia zwiększało się istotnie w ciągu roku tak w wodzie gruntowej z warstwy torfowej ($R^2 = 0,577^*$), jak i mineralnej ($R^2 = 0,411^*$), co być może skutkiem zagęszczania w wyniku ewapotranspiracji wody (rys. 5d).

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Stwierdzone stężenia azotanów, amonu i fosforanów w obu rodzajach wody gruntowej, prawie zawsze większe niż przyjęte jako stężenia dopuszczalne, mogłyby wskazywać na możliwość zanieczyszczenia tymi składnikami wody powierzchniowej poniżej torfowiska. Badania wykazały jednak, że stężenie tych składników w wodzie rowów melioracyjnych i kanału doprowadzająco/odprowadzającego są wielokrotnie mniejsze niż w wodzie gruntowej spod gleb torfowych. Pozwala to wnioskować, że uwalniany z badanych gleb azot i fosfor nie stanowi zagrożenia dla jakości wód powierzchniowych położonych poniżej obiektu torfowego Zakładu Doświadczalnego ITP w Biebrzy. Przeprowadzone badania nie umożliwiły jednak określenia losów nadmiaru azotanów, a zwłaszcza amonu i fosforanów, zawartych w wodzie gruntowej pod glebami Zakładu. Być może będzie to możliwe po rozważeniu zmian stężenia tych związków w wodzie z poszczególnych punktów kontrolnych.

Jak już wspomniano poprzednio, te obserwowane w dziesięcioleciu zmiany stężenia niektórych składników, jak fosforany, chlorki, potas i magnez wskazują na możliwość zubożania w nie gleb Zakładu, co wymaga jednak dalszych badań. Natomiast zmiany stężenia prawie wszystkich składników w czasie roku, obserwowane od stycznia do grudnia, wykazują niewątpliwe prawidłowości w kierunku zwiększania lub zmniejszania stężenia w ciągu roku lub wyraźnych zmian w określonych terminach. Zmiany te są najbardziej charakterystyczne w stężeniu azotanów i amonu. Stężenie azotanów zmniejsza się ku zimie w wodzie gruntowej z warstwy torfowej i wodzie z rowów melioracyjnych, a w tym samym czasie zwiększa się proporcjonalnie w tych wodach stężenie amonu. Stężenie fosforanów we wszystkich badanych wodach zwiększało się również ku jesieni i wykazało maksimum w miesiącu wrześniu. Obserwowano także kierunkowość zmian stężenia pozostałych składników w ciągu roku lub występowanie maksimów.

Sezonowe zmiany stężenia składników w wodzie gruntowej wynikają z procesów przebiegających w glebie w zależności od temperatury i zwierciadła wody, mogą zatem wносить pewne informacje o wpływie tych czynników na przebieg tych

procesów. Wydaje się, iż więcej informacji uzyskamy po bliższym rozpoznaniu zmian stężenia badanych składników w wodzie gruntowej z poszczególnych punktów kontrolnych.

WNIOSKI

1. Stężenie składników mineralnych w badanych wodach nie ulegało większym zmianom upływem lat.
2. Stężenie azotu azotanowego w wodzie gruntowej było największe w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych, w których następuje odpływ wody z torfowiska, co może sprzyjać wymywaniu tego składnika.
3. Stężenie amonu i fosforanów w wodzie gruntowej z warstwy torfowej oraz mineralnej wykazywało maksimum w miesiącach letnich i wczesnojesiennych, co może jednak sprzyjać wymywaniu tego składnika, gdyż w tym czasie nie ma odpływu wody z torfowiska.

LITERATURA

- JASZCZYŃSKI J. 2010. Rozpuszczalny węgiel organiczny w wodach siedlisk torfowych. Rozprawa doktorska. Maszyn. Falenty. ITP ss. 110.
- JASZCZYŃSKI J., SAPEK A., CHRZANOWSKI S. 2008. Rozpuszczalny węgiel organiczny w wodzie siedlisk pobagiennych na tle temperatury gleby. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*. T. 8 z. 1 (22) s. 117–126.
- JASZCZYŃSKI J., CHRZANOWSKI S., SAPEK A. 2006a. Influence of drying up of peat soil under birch forest on increasing of nutrients concentrations in groundwater. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 15 (5D, Part I) s. 75–79.
- JASZCZYŃSKI J., CHRZANOWSKI S., SAPEK A. 2006b. Jakość wód gruntowych pod użytkami zielonymi różnie użytkowanymi. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*. T. 6 z. 2 (18) s. 111–128.
- KOWALCZYK J., GOTKIEWICZ J., SZUNIEWICZ K. 1974. Użytkowanie i możliwości produkcyjne obiektu Kuwasy. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 47. Falenty. IMUZ s. 149–167.
- LEINWEBER P., SCHLICHTING A., MEISSNER R., SHENKER M., LITAOR I., SAPEK B., SAPEK A., OTANBBONG E., ROBINSON S., HECIN J. 2003. PROWATER: development of decision support tools for the re-wetting on fenlands. W: Diffuse input of chemicals into soil & groundwater – assessment & management. Workshop, 26–28 Februar 2003, Dresden. Dresden. Institut für Grundwasserwirtschaft & Institut für Wasserchemie, Technische Universität Dresden ss. 259.
- NADANY P. 2003. The effect of dewatering extent and land management on mineral nitrogen concentration in groundwater under peatlands. W: Towards natural flood reduction strategies. Program & Abstracts. Pr. zbior. Red. W. Kotowski. 6–13 September 2003, Warsaw. Warszawa. SGGW s. 39.
- NADANY P., SAPEK A. 2002. Zależność między stężeniem żelaza a absorbancją w wodach gruntowych i powierzchniowych z obiektów torfowych. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 53 s. 103–116.
- NADANY P., SAPEK A. 2003a. Diversification of soluble phosphorus concentration in groundwater between managed and unmanaged peatlands of Biebrza River Valley. *Journal of Water and Land Development*. No. 7 s. 93–99.

- NADANY P., SAPEK A. 2003b. Wykorzystanie pomiaru absorpcji do przewidywania stężenia węgla organicznego w próbkach wody z mokradeł. W: *Obieg pierwiastków w Przyrodzie: Bioakumulacja Toksyczność Przeciwdziałanie*. T. 2. Warszawa. IOŚ s. 729–736.
- NADANY P., SAPEK A. 2004. Zróżnicowanie stężenia węgla organicznego w wodzie gruntowej z pod różnie użytkowanych obiektów gleb torfowych. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*. T. 4 z. 2b (12) s. 281–290.
- OKRUSZKO H., PIAŚCIK H. 1990. Charakterystyka gleb hydrogenicznnych. Olsztyn. Wydaw. ART ss. 291.
- OTANBBONG E., LEINWEBER P., SCHLICHTING A., MEISSNER R., SHENKER M., LITAOR I., SAPEK A., ROBINSON S., NIEDERMAYER A., HECIN J., OTANBBONG J.R. 2004. Comparison of ammonium lactate, sodium bicarbonate and double calcium lactate methods for extraction of phosphorus from wetland peat soils. *Acta Agriculturae Scandinavica*. Vol. 54 s. 9–13.
- PROWATER Contract N^o EVK1-CT-1999-00036. Program for the prevention of diffuse pollution with phosphorus from degraded and re-wetted peat soils (1999–2003).
- SAPEK A. 2008. Phosphate and ammonium concentrations in groundwater from peat soils in relations to the water table. *Polish Journal of Soil Science*. Vol. 41 no 2 s. 139–148.
- SAPEK A. 2009. Rozpuszczalny węgiel organiczny w wodzie z gleb torfowych na Bagnie Ławki. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 60 z. 2 s. 69–81.
- SAPEK A., SAPEK B. 2003. Nutrient mobilisation and losses related to water conservation in peatlands – The perspective of PROWATER project. W: *Towards natural flood reduction strategies. Program & Abstracts*. Pr. zbior. Red. W. Kotowski. 6–13 September 2003, Warsaw. Warszawa. SGGW s. 36–37.
- SAPEK A., SAPEK B. 2008. High concentrations of phosphate and ammonium in groundwater samples from low peat after decreasing the groundwater table. *Geophysical Research Abstract*. Vol. 10 (EGU2008-A-06909, 2008).
- SAPEK A., SAPEK B., CHRZANOWSKI S., NADANY P., URBANIAK M. 2001. Phosphorus concentration in surface- and groundwater under managed an unmanaged peatland. W: *Abstracts of International Phosphorus Transfer Workshop conference*. Plymouth. IGER s. 84.
- SAPEK A., CHRZANOWSKI S., JASZCZYŃSKI J. 2007. Transfer of substances from soil solution in peat soil to ground- and surface water. *Agronomy Research*. Vol. 5 (2) s. 155–163.
- SAPEK A., SAPEK B., CHRZANOWSKI S., URBANIAK M. 2005. Nutrient mobilisation and losses related to water conservation in peatlands. *Ecohydrology & Hydrobiology*. Vol. 5 (1) s. 59–65.
- SAPEK A., SAPEK B., CHRZANOWSKI S., JASZCZYŃSKI J. 2006. Transfer of substances from soil solution in peat soil to ground – and surface water. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 15 (2D, Part II) s. 367–374.
- SAPEK A., SAPEK B., CHRZANOWSKI S., URBANIAK M. 2009. Nutrient mobilisation and losses related to the groundwater level in low peat soils. *International Journal Environment and Pollution*. Vol. 37 s. 398 – 408.
- SAPEK B., SAPEK A., CHRZANOWSKI S., NADANY P., URBANIAK M. 2004. Wymywanie fosforanów z odwodnionych gleb torfowych po ich renaturalizacji – w świetle projektu PROWATER. *Roczniki Gleboznawcze*. Vol. 55 (3) s. 173–183.
- SZUNIEWICZ J., CHRZANOWSKI S., 1995. Przeobrażanie się i splanowanie odwodnionych gleb torfowych na przykładzie torfowiska Kuwasy. W: *Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Materiały Seminaryjne*. Nr 34. Falenty. Wydaw. IMUZ s. 241–246.

Andrzej SAPEK, Barbara SAPEK, Sławomir CHRZANOWSKI, Jacek JASZCZYŃSKI

**TEN-YEAR LONG STUDY OF NUTRIENT CONCENTRATIONS
IN DIFFERENT TYPES OF WATER FROM THE PEAT SOIL
AT EXPERIMENTAL STATION OF THE ITP IN BIEBRZA**

Key words: concentration changes, groundwater, nutrients, peat soils

S u m m a r y

The aim of this study was to trace changes in nutrient concentrations in different types of water from the peat soil object at Experimental Station of the Institute for Technology and Life Science in Biebrza. The following water samples were taken: groundwater samples from 9 control points, separately from peat layer and from underlying mineral layer, surface water samples from drainage ditches and the main canal, which serves to deliver and collect water from this object and soil solution samples at 30, 60 and 90 cm depths. The control points were selected with the consideration of: the extent of mucking, the type of peat and its decomposition in the whole soil profile, and soil and water use and management. All samples were taken every month from 2000 to 2009.

Annual mean nutrient concentrations showed significant differences in some years. Ten years is, however, too short time period to conclude about the stability of these changes. Much more important were the differences in mean monthly concentrations, particularly of nitrogen and phosphorus. The nitrate concentrations decreased from winter to autumn in all types of water. The phosphate concentrations showed the maximum in summer and early autumn months, as did potassium concentrations. The concentrations of nitrogen and phosphorus in groundwater were ten times higher than those in surface water. Hence, the studied peat soil object was not a source of both nutrients that would pose a threat to water quality. Nevertheless, the increased concentration of nitrates in groundwater samples taken in winter and early spring indicates a possibility of their leaching to surface water at that time. Higher phosphate and ammonium concentrations were observed in summer and early autumn months i.e. at the time when no water flow from the object to surface waters was observed.

Praca wpłynęła do Redakcji 05.04.2011 r.