

ZMIANY WARUNKÓW GLEBOWO-TROFICZNYCH REZERWATU USTNIK JAKO ELEMENT ZAGROŻEŃ JEGO FUNKCJI PRZYRODNICZYCH

Bożena LEMKOWSKA, Paweł SOWIŃSKI, Konrad POŻARSKI

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb

Słowa kluczowe: eutrofizacja, mokradło, rezerwat Ustnik

Streszczenie

W otoczeniu akwenu rezerwatu ornitologicznego Ustnik stwierdzono duże zróżnicowanie gleb. Wyróżniono gleby brunatne, deluwalne, gruntowo-glejowe, rędziny czwartorzędowe, gleby torfowo-murszowe oraz mułowe w podtypie gytiowych. Gleby mineralne są uprawiane, zaś organiczne stanowią wąski pas okresowo podlegający podtopieniu. Wszystkie gleby mają odczyn obojętny lub zasadowy oraz dużą odporność na zakwaszenie. W wyniku spływów powierzchniowych oraz mineralizacji materii organicznej dochodzi do eutrofizacji wód na terenie rezerwatu. Składniki biogenne są częściowo zatrzymywane przez gleby deluwalne oraz roślinność nitrofilną. Procesy denudacji antropogenicznej doprowadziły do spłylenia obniżenia i zmniejszenia jego rozmiarów. Intensyfikacja rolnictwa sprawia, że prawidłowe funkcjonowanie tego ekosystemu jest zagrożone.

WSTĘP

Pojezierze Mazurskie jest częścią Zielonych Płuc Polski i ważnym obszarem w sieci Natura 2000. Występują tu liczne małe rezerваты, które w dobie intensyfikacji rolnictwa są narażone na negatywny wpływ antropopresji [GOTKIEWICZ i in., 1990; UGGLA, MIROWSKI, 1960]. Nawożenie gleb, przeprowadzane na szeroką skalę melioracje [ILNICKI, 2004; MARSZELEWSKI, 2005; Przemiany..., 1993;

Wpływ..., 1997], denudacja antropogeniczna [SINKIEWICZ, 1989; 1998] – to główne czynniki zagrażające istnieniu cennych przyrodniczo siedlisk. Spływy powierzchniowe z pól uprawnych oraz mineralizacja odwodnionych gleb organicznych stanowią źródło biogenów, zagrażających funkcjonowaniu siedlisk hydrogenicznych. Należy do nich również rezerwat ornitologiczny Ustnik, który jest położony w bezpośrednim sąsiedztwie pól uprawnych.

Zmniejszenie liczebności awifauny [MIROWSKA-IBRON, 2007], dla której utworzono ten rezerwat, skłoniło autorów do podjęcia próby oceny stopnia zagrożenia tego obiektu czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Badania stanowiły jeden z elementów opracowania „Planu ochrony rezerwatu Ustnik” [DZIEDZIC, DYNOWSKI, 2007; GLIŃSKA-LEWCZUK, 2007; LEMKOWSKA, SOWIŃSKI, 2007; MIROWSKA-IBRON, 2007] i miały na celu ustalenie wpływu zmian warunków glebowo-troficznych na stan rezerwatu. Uwarunkowania geologiczne, fizjograficzne i glebowe posłużyły do oceny podatności na degradację [BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, 1985; 1987].

OBIEKT I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w rezerwacie ornitologicznym Ustnik oraz jego otoczeniu. Rezerwat utworzono w 1991 r. w celu ochrony miejsc lęgowych i obszaru wypoczynku wielu rzadkich i zagrożonych wyginięciem ptaków wodno-błotnych [Zarządzenie..., 1991]. Rezerwat obejmuje trzydziestohektarowy, płytki (0,5 m), przepływowy zbiornik wodny, stanowiący niegdyś jezioro. Jest on położony na Pojezierzu Olsztyńskim w strefie ukształtowanej przez lądolód fazy pomorskiej zlodowacenia bałtyckiego [KONDRACKI, 1972]. Obiekt jest usytuowany w obniżeniu, na wysokości ok. 108 m n.p.m., pomiędzy gliniasto-piaszczystymi pagórami moren martwego lodu o wysokości 120–130 m n.p.m., deniwelacjach dochodzących do 22 m i spadkach 6%.

Prajeziorko rezerwatu Ustnik uległo przeobrażeniu w wyniku naturalnego lądowania oraz spuszczenia wody w celu pozyskania terenów pod użytki zielone. Spowodowało to zmianę w ewolucji siedlisk hydrogenicznych. Proces akumulacji osadów jeziornych oraz torfu został zastąpiony przez proces murszenia, wprowadzając tym samym mokradło w fazę decesji. W wyniku nieprawidłowo funkcjonującego systemu odwadniającego obiekt ponownie znalazł się pod wodą, co zahamowało degradację utworów organicznych w jego centralnej partii i stworzyło korzystne warunki do osiedlenia się ptaków.

W chwili prowadzenia badań lustro wody w rezerwacie obejmowało 25,6 ha i znajdowało się na wysokości 109 m n.p.m. Akwen był podzielony na dwa płosa o powierzchni 11 i 15 ha. Linia brzegowa miała długość 3252 m, a jej wskaźnik rozwinięcia – 1,8. Średnia głębokość wynosiła zaledwie 0,5 m, a maksymalna 2,8 m i obejmowała wąską strefę dawnego rowu melioracyjnego, przebiegającego

południkowo przez zbiornik. Jest on zasilany wodami ze zlewni rolniczej o powierzchni 155 ha [GLIŃSKA-LEWCZUK, 2007].

W ramach badań terenowych wykonano 10 odkrywek glebowych. Badania laboratoryjne wykonano metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie. Utwory organiczne badano metodami opracowanymi dla gleb i osadów organicznych [SAPEK, SAPEK, 1997]. W laboratorium oznaczono: skład granulometryczny metodą Bouyoucosa-Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, odczyn potencjometrycznie w H_2O i $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ KCl, popielność przez spalenie w 550°C , zawartość węglanu wapnia metodą Scheiblera, węgla organicznego w glebach mineralnych metodą Tiurina, a w organicznych metodą Alena, zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla, a fosforu kolorymetrycznie. Całkowitą zawartość fosforu oznaczono po mineralizacji w kwasie siarkowym, fosfor przyswajalny w glebach mineralnych – wg Egnera-Riehma, a w glebach organicznych – w wyciągu glebowym ekstrahowanym $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HCl, kationy wymienne po ekstrakcji octanem amonu: Ca, K, Na – metodą spektrometrii płomieniowej, Mg – metodą ASA. Buforowość gleb ustalono metodą Arheniusa, a pole zbuforowania obliczono za pomocą programu Buffer Area [MALCZYK, 2005].

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W pasie sąsiadującym z taflą wody (rys. 1) stwierdzono obecność gleb mułowych gytiovych (profil 8.). Charakteryzują się one wysokim poziomem wody, okresowo ulegają całkowitemu zalaniu. Sekwencja poziomów genetycznych wskazuje, że pierwotnie poziom wody w jeziorze był znacznie wyższy. Akumulowała się wówczas gytia organiczna, której miąższość osiąga 4,5 m. Następnie doszło do znacznego obniżenia poziomu wody, o czym świadczy warstwa torfu turzycowiskowego. Wskazuje ona na proces łądowienia jeziora z udziałem turzyc. Kolejnym etapem było ponowne podniesienie się poziomu wody, co umożliwiło akumulację gytii organicznej. O kolejnym obniżeniu poziomu wody świadczy utwór powierzchniowy, który ma charakter mułu limnetycznego. Powstaje on w brzeżnej partii jeziora i podlega okresowemu natlenianiu, a następnie humifikacji, co odróżnia go od typowej gytii organicznej [ILNICKI, 2002; TOBOLSKI, 2000; UGGLA, 1964]. Gleby te charakteryzują się dużymi wartościami pH (tab. 1), mimo śladowej zawartości CaCO_3 .

Wyżej położone partie brzegowe jeziora zajmują gleby torfowo-murszowe na gytii ilasto-wapiennej (profil 7.). Są to gleby, w których przed odwodnieniem następowała akumulacja torfu, który w wyniku odwodnienia uległ zmurszeniu. Poziom murszu o miąższości 65 cm zalega na gytii ilasto-wapiennej, zawierającej $351 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 1). Jej obecność świadczy o łągowaniu węglanów z utworów geologicznych zlewni. Węglany te następnie wytrącały się w płytszych partiach jeziora.

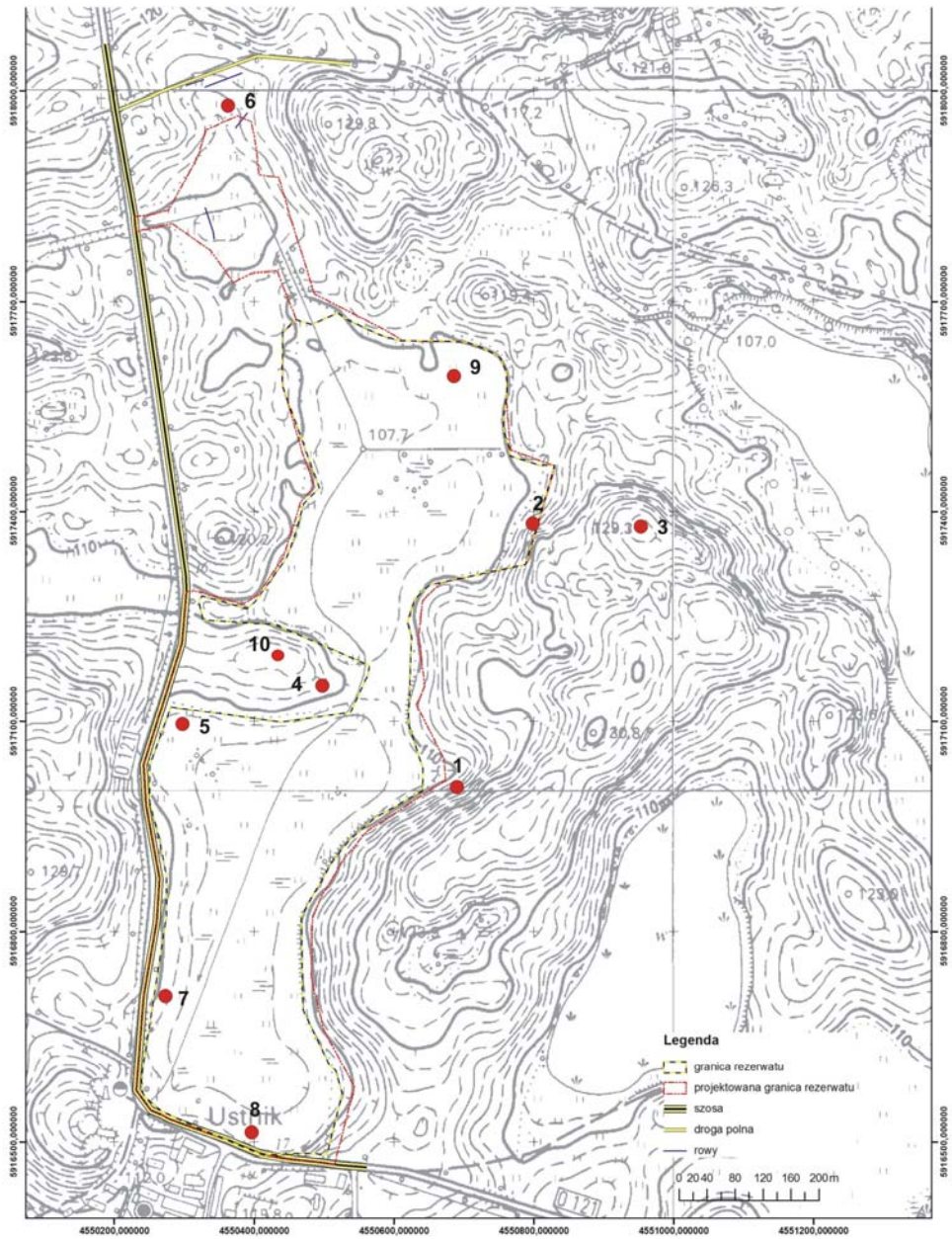
Tabela 1. Wybrane właściwości gleb rezerwatu Ustnik
Table 1. Some properties of soils in the Ustnik reserve

Poziom genetyczny horizon	Głębokość Depth cm	Utwór glebowy Soil formation	Popielność Ash content %	pH		CaCO ₃	C _{org.} g·kg ⁻¹	N ogółem N total	C:N		P	
				KCl	H ₂ O				ogółem total	przyswajalny available		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Profil nr 1 Profile no. 1												
Ap	0-17	gl	94,6	6,9	7,5	3,0	16,0	1,90	8,4	70,0	20,6	
A2	17-53	pgm	96,9	7,1	7,8	6,1	7,0	0,94	7,4	50,0	14,8	
A3	53-89	pgm	97,7	6,9	7,6	3,2	4,0	0,88	4,5	50,0	5,8	
A4	89-126	pgm	98,0	6,7	7,1	2,6	4,0	0,64	6,3	30,0	7,1	
Otnitu	126-150	torf peat	27,9	6,0	6,5	2,5	500,0	25,12	19,9	100,0	19,6	
Profil nr 2 Profile no. 2												
Ap	0-49	glp	96,0	6,0	6,9	0,6	28,0	1,22	23,0	50,0	4,5	
A2	49-58	gsp	98,2	5,8	6,9	4,4	16,0	2,48	6,5	100,0	1,4	
A3	58-80	gs	97,6	6,3	7,3	1,3	19,0	2,10	9,0	270,0	6,8	
A4	80-100	pgl	98,5	7,2	8,0	4,3	1,0	0,14	7,1	50,0	10,5	
C	100-150	gs	96,8	7,0	8,0	52,7	-	-	-	50,0	3,1	
Profil nr 3 Profile no. 3												
Ap	0-28	gs	95,9	6,7	7,5	3,5	18,0	0,64	28,1	50,0	7,9	
Bbr	28-80	gs	96,6	7,0	8,0	64,9	-	-	-	50,0	0,4	
C	80-100	gl	97,6	7,1	8,1	71,6	-	-	-	50,0	0,5	
Profil nr 4 Profile no. 4												
Ap	0-27	gs	94,2	7,1	7,8	127,8	14,0	1,97	7,1	70,0	1,7	
G	27-150	gl	97,3	7,1	8,1	102,4	-	-	-	50,0	0,3	

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profile nr 5 Profile no. 5											
Mt1	0-28	mursz muck	64,9	6,8	7,4	0,0	132,0	9,34	14,1	100,0	3,8
Mt2	28-51	mursz muck	35,2	6,6	7,1	0,0	306,0	19,69	15,5	90,0	42,9
Otnitu	51-84	torf peat	21,7	6,3	6,8	0,0	553,0	30,15	18,3	120,0	-
Profile nr 6 Profile no. 6											
A1	0-20	gsp	89,7	5,8	6,6	1,7	33,0	3,89	8,5	100,0	20,9
A2	20-85	ip	95,0	5,7	7,3	0,1	5,0	0,99	5,1	30,0	3,0
A3	85-120	gs	94,2	6,4	7,7	1,1	11,0	1,09	10,1	70,0	5,5
Profile nr 7 Profile no. 7											
Mt1	0-40	mursz muck	79,4	7,1	7,4	7,4	123,2	6,79	18,1	100,0	16,2
Mt2	40-65	mursz muck	48,0	6,1	6,6	3,6	304,0	13,73	22,1	100,0	67,2
Dgycia1	65-90	gytia gytija	85,5	7,3	7,5	350,7	23,0	3,71	6,2	50,0	0,3
Dgycia2	90-100	gytia gytija	91,7	7,1	7,3	415,9	18,0	2,73	6,6	30,0	0,3
Profile nr 8 Profile no. 8											
POm	0-34	muł mud	44,8	6,7	7,3	2,1	262,0	18,56	14,1	120,0	61,0
Ogy	34-78	gytia gytija	50,0	6,5	7,1	2,7	259,4	17,37	14,9	100,0	42,9
Otnitu	78-150	torf peat	11,7	6,1	6,1	0,3	628,8	19,72	31,9	50,0	-
Profile nr 9 Profile no. 9											
Mt	0-48	mursz muck	62,7	6,3	6,8	0,0	214,0	12,43	17,2	90,0	33,0
Otnitu	48-81	torf peat	49,2	6,1	6,7	0,0	316,0	13,84	22,8	70,0	25,7
Profile nr 10 Profile no. 10											
Ap	0-38	gs	95,6	7,3	7,1	150,0	13,0	1,40	9,3	70,0	5,9
Cgyca	38-53	gytia gytija	94,0	7,5	7,9	600,0	7,0	0,55	12,7	50,0	0,8
Cgyca	53-150	gytia gytija	96,0	7,5	7,8	253,0	3,0	0,19	15,8	30,0	0,6

Objaśnienia: pgl – piasek gliniasty lekki, pgm – piasek gliniasty mocny, gl – glina lekka, gbp – glina lekka pylasta, gs – glina średnia, gsp – glina średnia pylasta, i – il, ip – il pylasty. Oznaczenia poziomów genetycznych zgodnie z Systematyką gleb Polski [1989], „-” nie oznaczono.
 Explanations: pgl – light loamy sand, pgm – heavy loamy sand, gl – light loam, gbp – light silty loam, gs – medium loam, gsp – medium silty loam, i – clay, ip – silty clay.
 Soil horizons marked according to Systematyka Gleb Polski [1989], “-”, not identified.



Rys. 1. Rozmieszczenie profili glebowych (1-10)

Fig. 1. Distribution of soils profiles (1-10)

W miejscach, w których miąższość torfu była większa, powstały gleby torfowo-murszowe (profile 5. i 9.). Miąższość poziomów murszowych dochodzi do 51 cm. Mursz zalega na torfie turzycowiskowym, średnio rozłożonym, niekiedy silnie sprasowanym. W okresie bezdeszczowym mursz ma strukturę gruzelkową, a w stanie silnego uwilgotnienia staje się pastowaty i mazisty.

Lokalnie, z udziałem wód gruntowych, powstały gleby gruntowo-glejowe (profil 4.). Wytworzone są z gliny średniej zasobnej w węglany (tab. 1). Charakterystyczną cechą tego rodzaju gleb jest ruch wstępujący z podsiąkaniem wód gruntowych. Prowadzi to do reakcji oksydacyjnych, objawiających się wytrąceniami żelaza w postaci rdzawych plam [OKRUSZKO, PIAŚCIK, 1990]. Sąsiadują z nimi gleby wytworzone na gytii węglanowej (profil 10.), nazwane przez UGGLE [1976] rędzinami czwartorzędowymi. Te wyjątkowe gleby o budowie profilu Ap-Cgyca-Cgyica mają w poziomie próchnicznym uziarnienie gliny średniej o zawartości węglanów $150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 1). Skała macierzysta o limnicznej genezie zawiera $600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ węglanu wapnia. Położenie tych gleb wskazuje, że pierwotny poziom wód jeziora Ustnik był wyższy o ok. 6 m. Gleby te, wraz z gruntowo-glejowymi (profil 4.), podlegają uprawie. W części północnej badanego terenu (rys. 1) stwierdzono obecność gleb deluwialnych próchnicznych (profil 6.), utworzonych z namulów torfiastych o składzie granulometrycznym gliny średniej i iłu (tab. 1). Mają one złożoną genezę. Należy przypuszczać, że w czasie ich powstania doszło do nakładania się procesów deluwialnych, aluwialnych i mułotwórczych. Gleby te charakteryzują się dużą zawartością materii organicznej (tab. 1), która ulega intensywnej mineralizacji. Świadczą o tym, podobnie jak w przypadku gleb torfowo-murszowych, bujnie rozwijające się zbiorowiska nitrofilne [DZIEDZIC, DYNOWSKI, 2007].

Na pagórkach morenowych otaczających akwen rezerwatu wytworzyły się gleby brunatne (profil 3.). Mają one uziarnienie glin średnich i lekkich. Charakteryzują się dużą zasobnością w CaCO_3 w skale macierzystej, ze śladową zawartością tego składnika w poziomie powierzchniowym (tab. 1). Takie zróżnicowanie może być spowodowane nierównomiernym rozłożeniem węglanów w utworach morenowych lub daleko posuniętą dekalcytacją stymulowaną uprawą.

U podnóży stoków występują gleby deluwialne właściwe (profile 1., 2.). Deluwia mają skład granulometryczny gliny lekkiej, gliny średniej, piasku gliniastego mocnego, piasku gliniastego lekkiego oraz gliny lekkiej pylastej i gliny średniej pylastej (tab. 1). Na podstawie wierceń stwierdzono, że miąższość poziomu próchnicznego w tych glebach dochodzi do 100 cm. Charakteryzują się one wysokim pH, tj. $>6,8$ (tab. 1). Utwory deluwialne – przykrywając torfy – zapobiegają ich mineralizacji [BIENIEK, 1997; ORZECZOWSKI, SMÓLCZYŃSKI, 2002; ORZECZOWSKI, SMÓLCZYŃSKI, SOWIŃSKI, 2001; PIAŚCIK, SOWIŃSKI, 2002], jednakże ich akumulacja doprowadziła do spłycenia obniżenia i zmniejszenia jego rozmiarów. Procesowi temu sprzyjają deniwelacje terenu, dochodzące do 22 m. Ukształtowanie

brzegowej partii zbiornika wskazuje, że część materiału glebowego została zepchnięta w celu powiększenia areалу pod uprawę.

Urozmaicony relief sprawia, że w obrębie mikrozlewni rezerwatu migrują również składniki gleby. Zawartość węglanu wapnia (tab. 1) w najwyższej położonej glebie brunatnej ($4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) wskazuje na ługowanie tego składnika z wierzchnich poziomów i przemieszczanie do wód. Potwierdza to obecność dużej ilości CaCO_3 ($350\text{--}600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), zdeponowanego w postaci gytii w osadach dawnego jeziora (profile 7. i 10.). Na migrację węglanów w zlewni zwracają uwagę również inni autorzy [DAMICZ, 1995; GAŚSIOROWSKI, 2001; PRUSINKIEWICZ, NORYSKIEWICZ, 1975; UGGLA, 1964]. Według BUKOWSKIEJ-JANI [2003], proces ten zachodzi w sposób naturalny i przebiega nieprzerwanie od schyłku glacjału. Prowadzi on do dekalcytacji gleb mineralnych z jednoczesnym wzbogaceniem wód i redepozycją w płytkich akwenach, zapewniających odpowiednie warunki do ponownego wytrącania [BUKOWSKA-JANIA, 2003; JANIEC, 1990]. Węglany powodują również zmniejszenie przezroczystości wody [KAJAK, 1979].

Według NOWACZYKA i TOBOLSKIEGO [1980], jeziorne osady węglanowe najczęściej występują w zlewni z przewagą glin morenowych. Przepływowy charakter zbiornika umożliwia wnoszenie CaCO_3 poza jego misę i deponowanie węglanów w innym miejscu [BUKOWSKA-JANIA, 2003]. Jednocześnie obecność węglanów w skale macierzystej i ich migracja w formie rozpuszczonej sprawia, że wysycenie badanych gleb zasadami wynosi 97%, a w kompleksie sorpcyjnym dominują jony Ca^{2+} (tab. 2). Zapewnia to glebom wysokie pH i sprawia, że są one odporne na zakwaszenie (tab. 1). Potwierdza to pole zbuforowania, którego rozmiary wskazują na dużą odporność w zakresie obniżania pH (tab. 2). Zatem właściwości utworów macierzystych występujących na badanym terenie nadają im naturalną odporność na zakwaszenie. Gleby organiczne charakteryzują się znacznie większą kwasowością niż gleby mineralne, a wysycenie kompleksu sorpcyjnego jonami H^+ osiąga 60% (tab. 2). Największe wysycenie odnotowano w utworach torfowych i murszach o słabszym stopniu przeobrażenia (szeroki stosunek C:N) (tab. 1). Dzieje się tak nawet wówczas, gdy w poziomach głębszych występuje znaczna ilość CaCO_3 . Wpływa na to rodzaj materii organicznej oraz stopień jej przeobrażenia [KAZDA, 1995; SAPEK, SAPEK, 1987]. Ma to swoje odzwierciedlenie w polu zbuforowania w zakresie zwiększania wartości pH – wynosi ono $40\text{--}58 \text{ cm}^2$ (tab. 2).

Duże zróżnicowanie utworów w profilach badanych gleb sprawia, że charakteryzują się one odmiennymi właściwościami decydującymi o ich odporności na degradację. Są to złożone układy, w których wypadkowa jest kształtowana przez zmieniające się warunki powietrzno-wodne, stymulujące zachodzące procesy i prowadzące do migracji składników w obrębie profilu. W przypadku, gdy poziom wody obniży się, degradacja utworów organicznych się zintensyfikuje. W wyniku mineralizacji materii organicznej uwolni się bowiem duża ilość azotu [GOTKIEWICZ, 1987; SMÓLCZYŃSKI, ORZECZOWSKI, 2010], którego rośliny nie będą w stanie w pełni wykorzystać. W celu spowolnienia tego procesu należy utrzymać wy-

soki poziom wód gruntowych, w przeciwnym razie nadmiar N dostanie się do wody zbiornika, powodując eutrofizację [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1991; SAPEK, 1996]. Aktualnie uwalniany azot jest wykorzystywany przez rośliny nitrofilne [DZIEDZIC, DYNOWSKI, 2007]. Zbiorowiska te funkcjonują, jak naturalny filtr, wychwytyjący azot. Efektywność ich działania można zwiększyć przez wykaszanie i usuwanie biomasy po okresie maksymalnej kumulacji azotu w tkankach [KAJAK, 1979]. Zawartość azotu w wodzie zbiornika rezerwatu kształtuje się na poziomie $0,098 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$, co kwalifikuje go do pierwszej klasy jakości [GLIŃSKA-LEWCZUK, 2007]. Świadczy to o skuteczności działania naturalnych filtrów roślinnych i glebowych. Zawartość azotu (tab. 1) na wierzchowinie stoków (profile 3. i 10.) jest 2–4-krotnie mniejsza niż u jego podnóża (profile 1., 2., 6.). Wskazuje to na funkcjonowanie gleb w obniżeniu jako barier biogeochemicznych [RYSZKOWSKI, 1990; RYSZKOWSKI, BARTOSIEWICZ, MARCINEK, 1990]. Stanowią one wąską strefę buforową, wychwytyjącą składniki biogenne, spływające z uprawianych stoków. Wyłączenie części tych gleb z uprawy i stworzenie strefy ochronnej dla zbiornika zwiększyłoby efektywność unieruchamiania biogenów.

Efekt eutrofizacji wywołuje również fosfor dostający się do wody [KAJAK, 1979; LOSSOW, WIĘCŁAWSKI, 1991]. Zawartość fosforu ogółem oraz formy przyswajalnej w glebach otaczających akwen rezerwatu jest bardzo zróżnicowana (tab. 1) i kształtuje się odpowiednio na poziomie 30–270 i $0,3\text{--}67 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$. W glebach mineralnych uprawianych zawartość ta zależy od nawożenia, a rozmieszczenie tego składnika – od intensywności opadów, potęgujących spływy powierzchniowe [SAPEK, 2001; SZYPEREK, SZYMCZYK, 2005]. Wskazuje na to również fakt, że do warstw zalegających głębiej niż 65 cm dociera maksymalnie 4% fosforu pochodzącego z nawożenia obornikiem lub superfosfatem [SZARA, MERCIK, SOSULSKI, 2004]. Współczynnik spływu jednostkowego z gruntów ornych w przypadku fosforu wynosi $0,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i jest 2-krotnie większy niż z użytków zielonych i 4-krotnie większy niż z terenów leśnych [GIERCUSZKIEWIEWICZ-BAJTLIK, 1990; LOSSOW, WIĘCŁAWSKI, 1991]. Ilość fosforu utraconego w wyniku erozji wodnej może dochodzić do $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ i jest 30-krotnie większa niż straty wywołane wymywaniem [FRIESSEL, 1977]. W profilach 1., 2. i 3. (tab. 1) obserwuje się zwiększoną zawartość fosforu ogółem, w szczególności w poziomach związlejszych gleb deluwialnych. Świadczy to o przemieszczaniu fosforu związanego z frakcją iłu. Gleby deluwialne tworzą swoistą barierę dla tego składnika, zapobiegając jego bezpośredniemu spływowi do wód powierzchniowych [RYSZKOWSKI, 1990; SOWIŃSKI, SMÓLCZYŃSKI, ORZECZOWSKI, 2004].

W glebach murszowych, znajdujących się najbliżej akwenu (profil 9.), obserwuje się duże zapasy fosforu w wierzchnich poziomach (tab. 1), jednak najwięcej jest go w poziomach gleb silnie uwilgotnionych (profile 5., 7., 8.). Wraz ze zwiększaniem się kwasowości zwiększa się ilość przyswajalnego fosforu [SAPEK, SAPEK, 2006], który ulega wymywaniu i spływom w wyniku erozji [BUCKMAN, BRADY, 1971]. Również w otoczeniu rezerwatu, mimo wysokiego pH gleb, obser-

Tabela 2. Właściwości sorpcyjne i buforowe gleb rezerwatu Ustnik
Table 2. Sorption and buffering properties of soils Ustnik reserve

Poziom genetyczny Genetic horizon	Składniki wymienne Exchangeable elements										Pole zbuforowania Buffering area		
	K	Na	Ca	Mg	S	Hh	T	V	Hh	Ca	zasadowe alkaline	kwasowe acid	cm ²
	mmol/(100 g) ⁻¹										%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Profil nr 1 Profile no. 1	gleba deluwialna właściwa proper deluvial soil												
Ap	0,8	0,1	8,8	0,4	10,1	0,4	10,5	96,2	3,8	83,5	31,1	41,5	
A2	0,5	0,1	8,8	0,2	9,6	0,9	10,5	91,4	8,6	84,2	23,6	45,3	
A3	0,3	0,1	6,0	0,2	6,5	0,8	7,3	89,0	11,0	81,6	23,1	31,2	
A4	0,2	0,1	4,9	0,2	5,3	0,8	6,1	86,9	13,1	79,4	25,2	31,6	
Omitu	0,1	0,4	12,0	0,2	10,8	11,0	21,8	49,6	50,4	55,0	54,3	39,4	
Profil nr 2 Profile no. 2	gleba deluwialna właściwa proper deluvial soil												
Ap	0,3	0,0	5,3	0,4	6,1	1,9	8,0	76,2	23,8	66,5	31,5	20,6	
A2	0,2	0,1	16,1	0,9	17,3	3,6	20,9	82,7	17,3	76,9	34,4	31,7	
A3	0,2	0,3	16,1	0,3	16,9	2,6	19,5	86,6	13,4	82,4	32,8	40,4	
A4	0,1	0,1	5,3	0,3	5,8	0,5	6,3	92,1	7,9	83,9	21,8	46,5	
C2	0,2	0,2	13,1	0,6	14,0	0,4	14,4	97,2	2,8	90,4	21,9	58,4	
Profil nr 3 Profile no. 3	gleba brunatna właściwa proper brown soil												
Ap	0,2	0,1	6,4	0,6	7,3	1,2	8,5	85,8	14,2	75,7	26,5	33,4	
Bbr	0,2	0,2	16,1	0,6	17,0	0,6	17,6	96,6	3,4	91,0	21,6	54,6	
C	0,2	0,2	16,1	0,5	16,9	0,6	17,5	96,6	3,4	91,8	28,5	55,6	
Profil nr 4 Profile no. 4	gleba gruntowo-glejowa gley soil												
Ap	0,6	0,1	16,1	0,4	17,1	0,7	17,8	96,1	3,9	90,1	25,2	54,0	
G	0,2	0,1	16,1	0,3	16,8	0,6	17,4	96,5	3,5	92,5	20,3	52,2	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
cd. tab. 2.														
Profil nr 5 Profile no. 5								gleba torfowo-murszowa		peat-muck soil				
Mt1	0,2	0,4	12,8	1,6	15,0	6,0	21,0	71,4	28,6	61,1	29,0	40,7		
Mt2	0,2	0,8	16,1	2,9	19,9	18,8	38,7	51,4	48,6	41,5	44,7	48,4		
Otnitu	0,1	0,8	5,6	2,9	9,3	23,2	32,5	28,6	71,4	17,2	49,2	37,9		
Profil nr 6 Profile no. 6								gleba deluwialna próchniczna		humic deluvial soil				
A1	0,5	0,2	14,6	1,3	16,5	4,6	21,1	78,2	21,8	69,0	30,5	36,1		
A2	0,3	0,1	6,4	0,6	7,4	1,9	9,3	79,6	20,4	68,7	28,3	33,0		
A3	0,4	0,2	13,1	0,6	14,3	1,4	15,7	91,1	8,9	83,7	28,5	41,6		
Profil nr 7 Profile no. 7								gleba torfowo-murszowa		peat-muck soil				
Mt1	0,3	0,3	19,0	0,8	20,3	5,2	25,5	79,6	20,4	74,5	27,1	45,4		
Mt2	0,2	0,5	20,5	1,1	22,3	29,2	51,5	43,3	56,7	39,8	46,3	43,9		
Dgyica1	0,1	0,3	19,6	0,8	20,8	4,0	24,8	83,9	16,1	79,0	-	-		
Dgyica2	0,1	0,3	26,3	0,7	27,4	4,8	32,2	85,1	14,9	81,5	34,2	52,3		
Profil nr 8 Profile no. 8								gleba mulowa, gytłowa		gytłja mud soil				
POm	0,5	1,3	58,2	1,9	61,9	13,2	75,1	82,4	17,6	77,5	35,2	45,1		
Ogy	0,3	1,4	46,4	2,3	50,4	12,0	62,4	80,8	19,2	74,3	37,8	44,0		
Otnitu	0,1	2,6	11,2	0,8	14,7	11,0	25,7	57,2	42,8	43,4	58,3	33,3		
Profil nr 9 Profile no. 9								gleba torfowo-murszowa		peat-muck soil				
Mt	0,1	0,4	8,8	1,8	11,1	16,8	27,9	39,8	60,2	31,5	40,7	32,7		
Otnitu	0,1	0,5	10,0	0,2	10,8	12,0	22,8	47,4	52,6	43,9	45,0	38,5		
Profil nr 10 Profile no. 10								rędzina czwartorzędowa		Quaternary rendzina				
Ap	0,3	0,1	16,1	0,2	16,7	0,5	17,2	97,1	2,9	93,4	25,1	51,3		
Cgyca	0,2	0,2	38,0	0,3	38,7	-	38,7	100,0	0,0	98,2	11,5	52,1		
Cgyica	0,2	0,2	26,2	0,4	26,9	-	26,9	100,0	0,0	97,3	9,3	50,1		

Objaśnienia: „-” nie oznaczono.

Explanations: “-” not identified.

wuje się wyraźną migrację tego składnika w kierunku obniżenia (profile 3., 2., 1.). Szczególnie dużo P uwalniają gleby, których profile oznaczono numerami 8. i 5. (tab. 1).

Zasoby fosforu ogółem w glebach bezpośrednio sąsiadujących ze zbiornikiem wskazują, że stanowi on poważne potencjalne zagrożenie funkcjonowania tego zbiornika. Niewykluczone, że część tego składnika pochodzi ze ścieków zrzucanych nielegalnie do zbiornika i połączonych z nim rowów. Potwierdzałyby to badania GLIŃSKIEJ-LEWCZUK [2007], wykazujące przekroczenie granicznych zawartości P ogółem dla piątej klasy jakości wód ($1,134 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) oraz dużego stężenia fosforanów ($0,411 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Czynnikiem zwiększającym podatność zbiornika na degradację są jego cechy morfometryczne, polimiktyczny charakter sprzyja resuspensji osadów dennych i powoduje uwalnianie nutrientów [GLIŃSKA-LEWCZUK, 2007; KAJAK, 1979]. Wyeliminowanie tego źródła biogenów jest możliwe jedynie przez usunięcie najżyźniejszej warstwy osadów dennych [KAJAK, 1979].

Niewielka głębokość zbiornika i żyźność wód sprawiły, że silnie rozwinęła się roślinność podwodna [DZIEDZIC, DYNOWSKI, 2007], ograniczająca żerowanie ptaków nurkujących [MIROWSKA-IBRON, 2007]. Ornitologzy wskazują również na negatywny wpływ bezpośredniego sąsiedztwa upraw rzepaku, które uniemożliwiają migrującym ptakom dostęp do wody [MIROWSKA-IBRON, 2007].

WNIOSKI

1. W otoczeniu rezerwatu Ustnik stwierdzono obecność gleb brunatnych, deluwialnych, gruntowo-glejowych, rędzin czwartorzędowych, gleb torfowo-murszowych oraz mułowych w podtypie gytiovych.

2. Gleby w otoczeniu rezerwatu mają odczyn obojętny lub zasadowy, co związane jest z zasobnością glin morenowych w CaCO_3 i jego migracją do obniżen. Gleby mają dużą naturalną odporność na zakwaszenie.

3. Nawożenie gleb mineralnych sąsiadujących ze zbiornikiem rezerwatu po likwidacji bariery geochemicznej może spotęgować eutrofizację jego wód.

4. Materia organiczna w glebach deluwialnych próchnicznych i torfowo-murszowych jest źródłem dużych ilości azotu i fosforu, wywołujących eutrofizację wód rezerwatu.

5. Gleby deluwialne stanowią barierę dla składników biogenych, spływających ze stoku do obniżenia.

6. Procesy denudacji antropogenicznej prowadzą do zmniejszania powierzchni akwenu.

LITERATURA

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1985. Struktura fizycznogeograficzna zlewni jako podstawa oceny dostawy materii biogennej do jezior. Pr. St. Inst. Geogr. UW 7 s. 65–89.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1987. Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie. Wiad. Ekol. 33 s. 279–290.
- BIENIEK B., 1997. Właściwości i rozwój gleb deluwialnych Pojezierza Mazurskiego. Acta. Acad. Agricult. Tech. Olsz. Agricult. 64 (B) ss. 80.
- BUCKMAN H.C., BRADY N.C., 1971. Gleba i jej właściwości. Warszawa: PWRiL ss. 530.
- BUKOWSKA-JANIA E., 2003. Rola systemu lodowcowego w obiegu węgla wapnia w środowisku przyrodniczym. Katowice: Wydaw. UŚI ss. 247.
- DAMICZ J., 1995. Związek wieku osadów pojeziornych z ich typem litologicznym na Warmii i Mazurach. Prz. Geol. 43(1) s. 35–38.
- DZIEDZIC J., DYNOWSKI P., 2007. Plan ochrony rezerwatu przyrody Ustnik. Operat florystyczny. Olsztyn: UWM maszyn. ss. 25.
- FRIESEL M.J., 1977. Cycling of mineral nutrients in agricultural ecosystems. Agro-ecosyst. 4 ss. 354.
- GASIOROWSKI M., 2001. Lacustrine chalk deposition in Lake Kruklin (NE Poland) as a result of decalcification of the lake catchment. St. Quaternaria 18 s. 17–24.
- GIERCUSZKIEWICZ-BAJTLIK M., 1990. Prognozowanie zmian jakości wód stojących. Warszawa: IOŚ ss. 69.
- GLIŃSKA-LEWCZUK K., 2007. Plan ochrony rezerwatu Ustnik. Operat hydrologiczny. Olsztyn: UWM maszyn. ss. 28.
- GOTKIEWICZ J., 1987. Mineralizacja organicznych związków azotowych w glebach torfowo-murszowych wieloletnich doświadczeń. W: Wyniki 25-letniego stałego doświadczenia nad porównaniem wpływu sposobu użytkowania i nawożenia na glebę torfową w Zakładzie Doświadczalnym Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ 68 s. 85–98.
- GOTKIEWICZ J., GOTKIEWICZ M., 1991. Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. W: Gospodarowanie na glebach torfowych w świetle 40-letniej działalności Zakładu Doświadczalnego Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ 77 s. 59–78.
- GOTKIEWICZ J., HUTOROWICZ H., LOSSOW K., MOSIEJ J., PAWŁAT H., SZYMCZAK T., TRACZYK T., 1990. Czynniki kształtujące obieg wody i biogenów w krajobrazie młodoglacjalnym. W: Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Pr. zbior. Red. L. Ryszkowski, K. Marcinek, A. Kędziora. Poznań: Wydaw. Nauk. UAM s. 105–126.
- ILNICKI P., 2002. Torfowiska i torf. Poznań: Wydaw. AR ss. 606.
- ILNICKI P., 2004. Polskie rolnictwo a ochrona środowiska. Poznań: Wydaw. AR ss. 485.
- JANIEC B., 1990. W sprawie węglanowego systemu wód podziemnych i warunków potencjalnych depozycji kredy jeziornej. Prz. Geol. 3 s. 139–144.
- KAJAK Z., 1979. Eutrofizacja jezior. Warszawa: PWN ss. 232.
- KAZDA M., 1995. Changes in alder fens following a decrease in the ground water table: results of a geographical information system. J. Appl. Ecol. 32 s. 100–110.
- KONDRACKI J., 1972. Polska Północno-Wschodnia. Warszawa: PWN ss. 272.
- LEMKOWSKA B., SOWIŃSKI P., 2007. Plan ochrony rezerwatu Ustnik. Operat glebowy. Olsztyn: UWM maszyn. ss. 24.
- LOSSOW K., WIĘCŁAWSKI F., 1991. Migracja podstawowych pierwiastków pożywkowych gleb użytkowanych rolniczo do wód powierzchniowych. Biul. Inf. ART Olszt. 32 s. 123–133.
- MALCZYK P., 2005. Program komputerowy Buffer Area. Bydgoszcz: ATR.
- MARSZELEWSKI W., 2005. Zmiany warunków abiotycznych w jeziorach Polski Północno-Wschodniej. Toruń: Wydaw. UMK ss. 288.

- MIROWSKA-IBRON I., 2007. Plan ochrony rezerwatu Ustnik. Operat faunistyczny – awifauna. Olsztyn: PTOP maszyn. ss. 17.
- NOWACZYK B., TOBOLSKI K., 1980. W sprawie późnoglacialnych osadów wapiennych akumulowanych w środowisku wodnym. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach.* 33 (A) s. 65–78.
- Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior i mokradeł w Polsce, 1988. Pr. zbior. Red. Z. Churski. Rozpr. UMK Toruń ss. 278.
- OKRUSZKO H., PIAŚCIK H., 1990. Charakterystyka gleb hydrogenicznych. Olsztyn: Wydaw. ART ss. 291.
- ORZECOWSKI M., SMÓLCZYŃSKI S., 2002. Modyfikacja właściwości gleb pobagiennych Pojezierza Mazurskiego przez procesy deluwialne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 487 s. 205–212.
- ORZECOWSKI M., SMÓLCZYŃSKI S., SOWIŃSKI P., 2001. Właściwości gleb obniżeń śródmorenowych Pojezierza Mazurskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 491–496.
- PIAŚCIK H., SOWIŃSKI P., 2002. Wpływ denudacji antropogenicznej na rozwój gleb obniżeń śródmorenowych w krajobrazie Pojezierza Mazurskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 487 s. 249–257.
- PRUSINKIEWICZ Z., NORYSKIEWICZ B., 1975. Geochemiczne i paleopedologiczne aspekty genezy kredy jeziornej jako skały macierzystej północnopolskich rędzin. *Acta Univ. Nicol. Coper. Geogr.* 11(35) s. 115–127.
- Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych, 1993. Pr. zbior. Red. I. Dynowska. Kraków: UJ ss. 465.
- RYSZKOWSKI L., 1990. Potrzeby badań nad funkcjonowaniem barier biogeocenotycznych i obiegiem wody w krajobrazie rolniczym. W: *Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym*. Pr. zbior. Red. L. Ryszkowski, K. Marcinek, A. Kędziora. Poznań: Wydaw. UAM s. 5–12.
- RYSZKOWSKI L., BARTOSIEWICZ A., MARCINEK J., 1990. Bariery biogeochemiczne. W: *Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym*. Pr. zbior. Red. L. Ryszkowski, A. Kędziora, J. Marcinek. Poznań: Wydaw. UAM s. 167–182.
- SAPEK A., 2001. Rozproszenie fosforu pochodzącego z rolnictwa i potencjalne zagrożenia dla środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 269–280.
- SAPEK A., SAPEK B., 1987. Changes in the properties of humus substances and the sorption complex in reclaimed peat soils. *Int. Peat J.* 2 s. 99–117.
- SAPEK A., SAPEK B., 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. *Mater. Instr.* 115. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 80.
- SAPEK A., SAPEK B., 2006. Uwalnianie mineralnych form fosforu w glebie i zawartość tego składnika w runii łąkowej w warunkach przewagi opadowej gospodarki wodą. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie t. 6 z. specj. (17)* s. 65–82.
- SAPEK B., 1996. Potencjalne wymycie azotanów na tle dynamiki mineralizacji azotu w glebach użytków zielonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 513 s. 345–354.
- SINKIEWICZ M., 1989. Zmiany rzeźby terenu Pojezierza Kujawskiego pod wpływem procesów stokowych. *St. Soc. Sci. Toruń Sect. C* 9 (6) s. 78–91.
- SINKIEWICZ M., 1998. Rozwój denudacji antropogenicznej w środkowej części Polski Północnej. Toruń: Wydaw. UMK ss. 103.
- SOWIŃSKI P., SMÓLCZYŃSKI S., ORZECOWSKI M., 2004. Gleby obniżeń śródmorenowych jako bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym Pojezierza Mazurskiego. *Rocz. Gleb.* 55(2) s. 365–372.
- SMÓLCZYŃSKI S., ORZECOWSKI M., 2010. Rozmieszczenie pierwiastków w glebach krajobrazu morenowego Pojezierza Mazurskiego. *J. Elementol.* (w druku).
- Systematyka gleb Polski, 1989. *Rocz. Gleb.* 40(3/4) ss. 150.
- SZARA E., MERCIK S., SOSULSKI T., 2004. Bilans fosforu w trzech systemach nawożenia. *Ann. UMCS Sect. E* 59 (2) s. 599–606.
- SZYPEREK U., SZYM CZYK S., 2005. Erozja chemiczna gleb obszarów pojeziernych. Cz. 2. Odpływ fosforu. *Acta Agrophys.* 5(1) s. 185–192.

- TOBOLSKI K., 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Vademecum Geobot. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 507.
- UGGLA H., 1964. Wpływ zlewni na powstawanie i niektóre właściwości osadów jeziorowych. Zesz. Nauk. WSR Olszt. 17 (355) s. 645–654.
- UGGLA H., 1976. „Rędziny” Pojezierza Mazurskiego. Roczn. Gleb. 27(2) s. 113–125.
- UGGLA H., MIROWSKI Z., 1960. Wpływ erozji wodnej na morfologię i niektóre właściwości chemiczne gleb na kilku wzgórzach morenowych Pojezierza Mazurskiego. Roczn. Nauk. Rol. Ser. F t. 74 (2) s. 219–242.
- Wpływ antropopresji na jeziora, 1997. Pr. zbior. Red. A. Choiński. Poznań-Bydgoszcz: Wydaw. Homini ss. 168.
- Zarządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 09.10.1991 r. MP 1991 nr 38 poz. 273.

Bożena LEMKOWSKA, Paweł SOWIŃSKI, Konrad POŻARSKI

CHANGES IN SOIL TROPHIC CONDITIONS AS A TREAT TO NATURAL FUNCTIONS OF THE USTNIK RESERVE

Key words: eutrophication, Ustnik reserve, wetland

S u m m a r y

A high diversity of soils was found in the surrounding of a water body in the Ustnik nature reserve. Brown soils, deluvial soils, gley soils, Quaternary rendzinas, peat-muck and gyttja soils were noted there. Mineral soils are cultivated while organic soils form a narrow seasonally flooded strip. All soils are neutral or alkaline and resistant to acidification. As a result of surface runoff and mineralization of organic matter, the waters of the reserve are eutrophic. Nutrients are partially retained in deluvial soils. Anthropogenic denudation made the depression shallower and smaller. Intensification of agriculture poses a threat to proper functioning of the ecosystem.

Recenzenci:

dr hab. Piotr Banaszuk

prof. dr hab. Wiesław Dembek

Praca wpłynęła do Redakcji 11.09.2009 r.