ADAM BOGACZ, DOMINIKA DZIĘCIOŁ, BARTŁOMIEJ GLINA, LESZEK GERSZTYN

Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

GLEBY ORGANICZNE NA RENATURYZOWANYM TORFOWISKU „NIKNĄCA ŁĄKA” W PARKU NARODOWYM GÓR STOŁOWYCH

PEAT SOIL IN THE RESTORATION *NIKNĄCA ŁĄKA* PEATLAND IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK

Abstract: The aim of the study was to determine the properties of organic soils in the *Niknąca Łąka* Peatlands undergoing restoration in the Stołowe Mountains National Park. Four profiles were studied representing soil that are in various stages of moisture, located under *Vaccinio Piceetum* and *Oxycocco – Sphagnetum* communities. Profiles were described or identified as Fibric or Sapric Histosols Dystric (IUSS – WRB 2007). Results indicate the average (PtII) or strong (PtIII) degree of the soil peaty process. In the coastal part of the peatland this process was stopped. An abundance of macro elements in the soils and low pH values indicate strong oligotrophic habitats. Thin soil charcoal layers showed the presence of fire episodes in the early stages in soil formation. Some differences in soil characteristics within the analyzed object were the result of previously conducted peatland forestry and the drying of peat.

Słowa kluczowe: torf, torfowisko, odtwarzanie, właściwości fizyczne i chemiczne gleb

Key words: peat, peatland, restoration, chemical and physical properties of soil

WSTĘP

Wiele torfowisk na obszarach górskich uległo w ostatnich dziesięcioleciach silnym przekształceniom związanym z prowadzoną w górach gospodarką rolną [Grosvernier i in. 1999; Bogacz 2005] i leśną [Stark 1936; Bogacz, Roszkowicz 2010; Bogacz Rutkowska 2010] oraz rozwojem turystyki [Tallis 1998]. Działalność ta doprowadziła do degradacji wielu cennych obiektów torfowiskowych również w Polsce. Obecnie podejmuje się próby mające na celu ratowanie cennych siedlisk i gleb organicznych – także na obszarach górskich [Cooper i in. 1998]. Celem prowadzonych badań było określenie stopnia przeobrażenia się właściwości gleb organicznych na poddanym renaturyzacji torfowisku „Niknąca Łąka” w Parku Narodowym Gór Stołowych.

OBIEKT BADAŃ

Torfowisko „Niknąca Łąka” o powierzchni wynoszącej około dwóch hektarów jest jednym z mniejszych obiektów na terenie Parku. Zajmuje ono położenie wododziałowe, między Karłowem a Batoro-

wem, na wysokościach od 710 do 715 m n.p.m. (rys. 1). Torfowisko wytworzyło się tu na zwietrzelinie piaskowców i margli [Bogacz 2000]. Zasilane jest wyłącznie przez wody opadowe, których suma średnioroczna nie przekracza 746 mm, co pozwala zaliczyć ten obszar do umiarkowanie wilgotnego [Schmuck 1969]. Analiza opadów z trzydziestolecia 1976–2005 wskazuje na bardzo duże ich zróżnicowanie zarówno pomiędzy latami, jak i poszczególnymi rejonami Gór Stołowych [Dubicki, Głowacki 2008]. Maksymalną roczną sumę opadów obserwowano w 1998 r. w Słoszowej (1137 mm), a najmniejszą w 1983 r. w Kudowie Zdroju (496 mm). Miąższość poziomów organicznych na badanym obszarze nie przekracza zazwyczaj 50–70 cm. Wiele torfowisk na terenie Parku, w tym „Niknąca Łąka”, było drenowanych i zalesianych pod koniec XIX wieku [Stark 1936]. Szczególnie przesuszona została brzegowa część torfowiska poprzez gęstą sieć rowów, których rozmieszczenie i kształt dostrzegalne są również współcześnie [Nowicka 1998]. Mimo średniego i słabego zabagnienia badanego obiektu, zachowały się cenne gatunki typowe dla torfowiska wysokiego, takie jak: sosna błotna, (*Pinus rhaetica*), widłak jałow-

RYСУNEK 1. Obiekt badawczy na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych (PNGS)
FIGURE 1. Investigated object from Stołowe Mountains National Park (PNGS)

cowy (*Lycopodium aemutinum*), żurawina błotna (*Oxycoccus palustris*), borówka bagienna (*Vaccinium uliginosum*) i turzycza skąpokwiatowa (*Carex pauciflora*). W obrębie mszaru bagiennego, zajmowanego m.in. przez torfowce z rodzaju *Sphagnum*, zachował się jeszcze miejscami układ kępkowo-dolinkowy [Jermaczek i in. 2009]. Dzięki dotacji z Ekofunduszu, w 2002 roku wykonano zabiegi zmierzające do ratowania torfowiska i udostępnienia go do celów turystyczno-dydaktycznych. Na części rowów wykonano wiele zastawek drewnianych, w celu lepszego uwodnienia siedlisk oraz zapobiegania zamuleni torfowiska piaskiem, a część rowów całkowicie zlikwidowano. Piasek jest tu transportowany przez wody z rejonów lokalnych wzniesień [Gołąb 2005]. Do niedawna torfowisko było zajęte przez młody las świerkowy, który dodatkowo je przesuszał. Po usunięciu „obcego” drzewostanu z powierzchni 0,7 hektara pozostawiono pojedyncze egzemplarze sosny błotnej i brzozy omszonej.

METODYKA BADAŃ

Do badań wytypowano gleby torfowe usytuowane w poszczególnych częściach torfowiska, charakteryzujących się różnym stopniem uwilgotnienia oraz

różnymi zespołami roślinnymi. Przy użyciu próbnika typu Instorf wykonano odwierty torfowe do głębokości podłoża mineralnego. Poziome glebowe w pobranych rdzeniach były wydzielane na podstawie barwy i obecności zachowanych szczątków roślinnych. Przeanalizowano 4 profile glebowe, z których pobrano łącznie 17 próbek. Profile nr 1 i 4 reprezentowały brzegową, silnie przesuszoną część torfowiska, a nr 2 i 3 charakteryzowały gleby centralnej, bardziej zabagnianej części torfowiska.

W materiale glebowym laboratoryjnie oznaczono: stopień rozkładu materii organicznej przy użyciu metody półstrzykawki i metody SPEC [Lynn i in. 1974], zawartość popiołu przez spalanie w piecu mufowym w 550°C przez 4 godz., gęstość właściwą i objętościową poziomów organicznych wyliczono przy użyciu formuły Zawadzkiego [1970], pH w 1 mol KCl·dm⁻³ (2,5:1 relacja roztwór – gleba), C – metodą analizy gazów, zawartość kationów Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ w wyciągach CH₃COONH₄ przy pH 7,0, kwasowość wymienną metodą Sokołowa. Na podstawie zawartości jonów o charakterze zasadowym (S) oraz kwasowości wymiennej wyliczono pojemność efektywną kompleksu sorpcyjnego (T) oraz stopień wysycenia gleb kationami o charakterze zasadowym (V). Charakterystyka właściwości gleb pozwoliła kła-

syfikować je do odpowiednich jednostek Systematyki Gleb Polski [PTG 1989] oraz [PTG 2011] lub systemu (IUSS-WRB 2007). Badania zostały uzupełnione o mikroskopową analizę szczątków. Na jej podstawie utwory organiczne zaklasyfikowano do odpowiednich typów i gatunków torfów PN-85/6-2500.

WYNIKI BADAŃ

W profilach reprezentujących gleby brzegowej, przesuszonej części torfowiska obserwowano tworzenie się poziomów ściółki świerkowej o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów. Gleby lekko przesuszone profilu nr 1 wytworzone były z torfów przejściowych lub niekiedy wysokich, w których spośród szczątków obserwowano liczne wystąpienia *Carex* i *Eriophorum*. Gleby silnie przesuszone profilu nr 4 reprezentowane były przez humotorfy. Rozpoznawalność szczątków w tych poziomach jest znikoma. Spośród szczątków zachowały się jedynie korzonki krzewinek, roślin zielnych, igły i kora świerka, a niekiedy szczątki *Sphagnum* i *Eriophorum* (tab. 1). Badane powierzchnie reprezentowały siedliska boru bagiennego. Poziom zalegania zwierciadła wody glebowo-gruntowej w czasie pobierania próbek (23.08.2009 r.) wahał się pomiędzy 30–40 cm p.p.t.

Gleby opisywane przez profile nr 2, 3 wytworzyły się z poziomów torfów wysokich z gatunku weł-

niankowo-torfowcowego (tab. 1). Zajmowały one siedliska mszaru bagiennego. Głębokość zalegania wody na tego typu siedliskach (w wyżej podanym terminie pobierania próbek glebowych), mieściła się w przedziale 10–20 cm p.p.t. Poziomy torfowe wykazywały strukturę włóknistą lub gąbczastą, a w poziomach sąsiadujących z podłożem mineralnym, strukturę amorficzno-włóknistą bądź amorficzną. Wyliczone wartości indeksu pirofosforanowego (IP) klasyfikowały poziomy organiczne najczęściej jako fibric (IP)>4, rzadziej hemic (IP)=4 bądź sapric (IP)<4. Wzrost stopnia rozkładu materii organicznej wyraźnie zmienia się wraz z bliskością podłoża mineralnego (tab. 1). Zjawisko to obserwowali Garcia i in. [2011] w płytkich organicznych, średnio i słabo zabagnionych, glebach górskich wytworzonych na podłożu piaskowcowym. Badane w Parku Narodowym Gór Stołowych poziomy organiczne, zalegające bezpośrednio na podłożu mineralnym, zawierały w swym składzie fragmenty przepalonego drewna, co może być wskaźnikiem występujących często lokalnych pożarów na terenie Parku [Bogacz 2005]. Pożary w początkowym okresie rozwoju gleb mogły prowadzić do wzrostu troficzności, tworzących się poziomów torfowych. Świadczyć może o tym wzrost stopnia rozkładu materii organicznej w sąsiedztwie warstewek popożarowych, na co wskazują również w swoich badaniach Efremova i Efremov [2006]. W gle-

TABELA 1. Skład zachowanych szczątków w utworach organicznych na torfowisku „Niknąca Łąka”

TABLE 1. Composition of preserved plants fragments in organic materials in “Niknąca Łąka” Peatlands

Numer profilu Profile No	Głębokość pobrania Depth of sampling [cm]	% nierozłożonych szczątków roślinnych % of not disturbed plant fragments					Pozycja systematyczna torfu PN-76/G-02501 Peat system position		
		<i>Sphagnum</i>	<i>Bryales</i>	<i>Carex</i>	<i>Eriophorum</i>	inne other	nierozpoznane not identified	typ type	gatunek species
1	0–13	ściółka świerkowa						o	o
	13–18	20			70	5 (k, drzew+wrz)	5	W	wełniankowo-torfowcowy
	18–28	20	30	5	35		10	P	o
	28–43	+	+	65	5	20 (trawy)	10	P	o
	+43			50	35		15	P	o
2	0–10	15	+	5	70	1 (wrz), 1 (i, ś)	8	W	wełniankowo-torfowcowy
	10–26	10	25	5	50		10	W	wełniankowo-torfowcowy
	26–47	25			70		5	W	wełniankowo-torfowcowy
3	0–10	45		25		15 (k, wrz), 5 (i, ś)	10	W	wełniankowo-torfowcowy
	10–20	35		60			5	W	wełniankowo-torfowcowy
	20–30	25		70			5	W	wełniankowo-torfowcowy
	35–50	40		50		5 (k, drzew)	5	W	wełniankowo-torfowcowy
4	0–7	ściółka świerkowa						o	o
	7–20	15				70 (k, drzew, i, ś, kora)	15	o	o
	20–31				1	1 (k, wrz)	98	o	humotorf
	31–45				1	1 (k, wrz)	98	o	humotorf
	45–50						100	o	utwór mułowy

Objaśnienia – Explanations: o – nieokreślone, W – torf wysoki, P – torf przejściowy, k – korzenie, wrz – wrzosowate, i, ś – igły świerka, + pojedyncze; o – not identified, W – high peat, P – mediate peat, k – roots, i, ś – spruce needle, wrz – *Caluna sp.*, + single, ściółka świerkowa – spruce litter.

TABELA 2. Właściwości fizyczne gleb torfowych na torfowisku „Niknąca Łąka”
TABLE 2. Physical properties of peat soil in „Niknąca Łąka” Peatland

Numer profilu Profile No	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość pobrania Depth of sampling [cm]	SPEC	PI	Zawartość popiołu Ash content [% d.m.]	ρ_w [g cm ⁻³]	ρ_o	Pc [%]	A	B
1	Olh	0–13	10YR 8/3	5	11,40	1,57	0,14	91,3	70	33
	Otwy1	13–18	10YR 8/2	6	6,98	1,53	0,12	92,2	63	42
	Otwy2	18–28	10YR 8/2	6	6,39	1,52	0,12	92,3	40	12
	Otwy3	28–43	10YR 8/3	5	14,60	1,61	0,15	90,7	45	12
	Om	43–48	10YR 7/4	3	66,24	2,18	0,35	83,7	35	32
2	Ptwy	0–10	10YR 8/2	6	4,57	1,50	0,10	92,7	62	33
	Otwy1	10–26	10YR 8/2	6	3,01	1,48	0,10	93,0	65	36
	Otwy2	26–47	10YR 8/3	5	8,44	1,54	0,12	91,9	54	40
3	Ptwy	0–10	10YR 8/2	6	6,50	1,52	0,18	92,3	67	44
	Otwy1	10–20	10YR 8/2	6	4,88	1,50	0,11	92,6	63	18
	Otwy2	20–33	10YR 8/4	4	6,60	1,52	0,12	92,3	59	14
	Otwy3	33–50	10YR 7/4	3	30,96	1,79	0,21	88,0	56	20
4	Olh	0–7	10YR 8/2	6	4,06	1,49	0,11	92,8	84	56
	Otwy1	7–20	10YR 8/4	4	10,84	1,57	0,13	91,4	55	22
	Otwy2	20–31	10YR 7/4	3	6,31	1,52	0,12	92,3	56	0
	Otwy3	31–45	10YR 7/4	3	10,71	1,56	0,13	91,4	52	5

Objaśnienia – Explanations: SPEC – barwa glebowych ekstraktów pirofosforanowych, PI – index pirofosforanowy, r_w – gęstość właściwa, r_o – gęstość objętościowa, Pc – porowatość całkowita, A – włókno przecierane, B – włókno nieprzecierane; SPEC – soil pyrophosphate extract colour, PI – pyrophosphate index, r_w – specific gravity, r_o – bulk density, Pc – total porosity, A – rubbed fibre, B – unrubbed fibre.

bach brzegowej części „Niknącej Łąki”, reprezentowanych przez profile nr 1 i 4, proces akumulacji materii organicznej został zatrzymany lub silnie osłabiony, przy braku widocznych cech rozwoju procesu murszowego. Świadczy o tym powstanie na całych badanych powierzchniach lub jej fragmentach, poziomu ściółkowego (tab. 2) oraz brak rozpoznawalnych szczątków roślinności torfotwórczej (tab. 1).

Badania poziomów organicznych wszystkich opisywanych gleb wskazały na duże zróżnicowanie ich parametrów fizycznych, takich jak gęstość właściwa, objętościowa i w konsekwencji także porowatości całkowitej. Układ ten był związany, zdaniem Caldwell i in. [2007], z obecnością licznych kanałów korzeniowych w poziomach powierzchniowych. Poziomy torfowe zaliczano najczęściej do nisko popielnych, gdzie ilość popiołu nie przekraczała 10% s.m. W głębszych poziomach, ich zamulenie i wzrost stopnia rozkładu materii organicznej, powodowały najczęściej wzrost ich popielności (tab. 2). Podobne obserwacje poczynili D’Amore i Lynn [2002] badając gleby torfowe Alaski. Zawartość węgla w poziomach gleb organicznych Gór Stołowych kształtowała się w przedziale od 193 g kg⁻¹ w poziomie torfu zamulonego do 491 g kg⁻¹ w nierozłożonym poziomie torfowym. Odczyn poziomów glebowych, zarówno organicznych jak i mineralnych, był bardzo silnie kwaśny, co wskazuje na ombrotrofię badanych gleb [Okrusko 1981]. Stosunek C/N w poziomach organicznych mieścił się w przedziale od 16,6:1 w prze-

suszonym poziomie humotorfu do 42,5:1 w jednym z poziomów torfu wysokiego (tab. 2). Różnice te mogą wynikać m.in. z zawartości bitumin w torfach [Garcia i in. 2011]. Pojemność sorpcyjna gleb organicznych w znacznym stopniu zależy od kwasowości wymiennej – a często w mniejszym stopniu – od zawartości materii organicznej [Kamprath, Welch 1962]. Wartości kwasowości wymiennej (Kw) mieściły się w przedziale od 4,00 cmol(+)kg⁻¹ w poziomie O/D profilu nr 1 do 43,2 cmol(+)kg⁻¹ w poziomie torfu wysokiego profilu 2. Wyższe wartości tego parametru obserwowano w poziomach powierzchniowych, niż leżących głębiej (tab. 3). Silnie kwaśne poziomy glebowe wykazywały wysoką efektywną pojemność kompleksu sorpcyjnego (T) mieszczącą się w przedziale od 6,31 cmol(+)kg⁻¹ gleby w silnie zamulonym poziomie Om do 29,16 cmol(+)kg⁻¹ gleby w poziomi Otwy1. Udział poszczególnych kationów o charakterze zasadowym możemy uporządkować w następujący szereg: Ca⁺²>Mg⁺²>K⁺>Na⁺. Niekiedy Na⁺ zmienia się w szeregu miejscami z K⁺ (tab. 3). Stopień wysycenia (V) nie przekraczał wartości granicznej 50% dla jednostek Dystric/Eutric systemu IUSS – WRB (2007), oscylując w przedziale 17,0–42,2%. Powierzchniowe poziomy organiczne wykazywały w większości przypadków wyższą zawartość potasu, wapnia i magnezu niż poziomy głębiej zalegające. Świadczy to o pewnym zaburzeniu typowych dla torfowisk wysokich, znajdujących się w fazie akumulacji, warunków troficznych. Niezaburzone warunki troficzne charakteryzują się bowiem wzrastającą dystro-

TABELA 3. Właściwości chemiczne gleb torfowych na torfowisku „Niknąca Łąka”
TABLE 3. Chemical properties of peat soil in „Niknąca Łąka” Peatland

Numer profilu Profile No	Poziom glebowy Soil horizon	pH		C		N	C/N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Kw	T	V [%]
		H ₂ O	KCl	g kg ⁻¹		cmol(+)kg ⁻¹									
1	Ol _{fh}	3,5	2,7	416	15	27,2	4,40	2,55	0,65	0,35	7,95	16,0	23,95	33,2	
	O _{twy1}	3,5	2,7	425	11	38,0	4,16	2,24	0,40	0,38	7,18	15,0	22,18	32,4	
	O _{twy2}	3,7	2,9	432	22	19,6	2,80	1,32	0,30	0,30	4,73	10,4	15,13	31,3	
	O _{twy3}	3,7	3,0	453	23	19,7	1,92	0,88	0,12	0,22	3,14	12,4	15,54	20,2	
	Om	3,9	3,2	193	16	16,6	1,36	0,69	0,09	0,17	2,31	4,00	6,31	36,6	
2	P _{twy}	3,6	2,7	401	12	33,4	4,16	2,45	0,77	0,49	7,85	14,6	22,45	35,0	
	O _{twy1}	3,8	2,8	391	9	42,5	5,92	1,99	0,23	0,67	8,82	43,2	52,02	17,0	
	O _{twy2}	4,0	3,0	386	17	21,9	2,40	1,20	0,17	0,45	4,22	11,4	15,62	27,0	
3	P _{twy}	3,5	2,7	351	13	27,4	5,60	1,73	0,57	0,44	8,34	16,4	24,74	33,7	
	O _{twy1}	3,5	2,8	350	12	28,3	4,56	1,41	0,17	0,37	6,52	13,8	20,32	32,1	
	O _{twy2}	3,6	2,9	310	12	24,6	4,80	1,51	0,27	0,40	6,98	17,4	24,39	28,6	
	O _{twy3}	3,7	3,0	356	11	30,7	2,80	0,89	0,15	0,25	4,10	16,0	20,08	20,3	
	D	4,2	3,5	17	1	n.a.	1,20	0,54	0,10	0,16	2,01	7,60	9,60	20,8	
4	Ol _{fh}	3,6	2,7	481	12	40,1	4,96	1,97	0,98	0,42	8,32	11,4	19,73	42,2	
	O _{twy1}	3,5	2,7	455	13	33,4	4,48	1,39	0,55	0,38	6,76	22,4	29,16	23,2	
	O _{twy2}	3,6	2,8	491	14	34,0	3,04	0,94	0,33	0,28	4,60	17,6	22,20	20,7	
	O _{twy3}	3,7	2,8	475	13	34,9	3,04	0,93	0,18	0,28	4,44	18,2	22,64	19,6	

Objaśnienia – Explanations: S – suma kationów zasadowych, Kw – kwasowość wymienna, T – efektywna pojemność kompleksu sorpcyjnego, V – stopień wysycenia kompleksu kationami zasadowymi, n.a. – nie analizowano; S – basic complex, Kw – exchangeable acidity, T – effective cation exchange capacity, V – base saturation, n.a. – not analyzed.

fia poziomów powierzchniowych w porównaniu do poziomów zalegających głębiej [Weber 1911].

Zmiany środowiska glebowego po zabiegach regenerujących torfowisko będą zapewne widoczne po dość długim czasie. Kluczową rolę w procesie regeneracji torfowiska odegrają warunki klimatyczne i związany z nimi poziom wody glebowo-gruntowej [Lundin 2004]. Badania fińskie [Vasander, Roderfeld 1996] dowodzą, że intensywne odtwarzanie gleby torfowej w warunkach naturalnych daje widoczne efekty po kilkunastu latach od ich rozpoczęcia.

Budowa morfologiczna, skład zachowanych szczątków roślinnych, stopień rozkładu torfu oraz wiele innych właściwości gleb, pozwala klasyfikować je jako gleby torfowe torfowisk wysokich [PTG 1989], gleby organiczne torfowe fibrowo-saprowe lub saprowe [PTG 2011]. System klasyfikacyjny IUSS-WRB [2007] zalicza analizowane gleby do Fibic lub Sapric Histosols Dystric ze względu na stopień rozkładu torfu oraz ich niski status troficzny.

WNIOSKI

1. Gleby „Niknącej Łąki” zostały zakwalifikowane do typu gleb torfowych oraz podtypu torfowisk wysokich [PTG 1989], gleb organicznych torfowych fibrowo-saprowych lub saprowych [PTG 2011]. Gleby te określano jako silnie Pt(III) lub średnio Pt(II) zabagniane. Na powierzchniach brzegowych torfowiska zatrzymany został proces

torfotwórczy bez wyraźnych oznak rozwoju procesu murszowego. W systemie WRB IUSS [2007] gleby torfowiska zaliczano najczęściej do Fibric Histosols Dystric.

2. Początkowy okres rozwoju torfowiska przerywany był epizodami pożarowymi, o czym świadczą spotykane w profilach warstwy węgielków.
3. Niskie wartości pH środowiska glebowego, związane z oddziaływaniem roślinności torfotwórczej, wskazują na silną oligotrofię siedlisk.
4. Wartości stosunku C/N nie wskazują na intensywną mineralizację materii organicznej w poziomach powierzchniowych.
5. Zróżnicowanie badanych gleb na obiekcie „Niknąca Łąka” było rezultatem wcześniejszego leśnego ich użytkowania oraz przesuszenia torfu.

LITERATURA

- BOGACZ A. 2000. Physical properties of organic soil in Stołowe Mountains National Park (Poland), *Suo* **51**, 3: 105–113.
- BOGACZ A. 2005. Właściwości i stopień przeobrażenia gleb organicznych Sudetów. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rozprawy* **512**: 1–150.
- BOGACZ A., ROSZKOWICZ M. 2010. Wpływ gospodarki leśnej na właściwości gleb organicznych brzegowej części Krągłego Mokradła (Park Narodowy Gór Stołowych). *Rocz. Glebozn.* **45**, 2: 17–23.
- BOGACZ A., RUTKOWSKA H. 2010. Gleby organiczne obszarów dolinowych Parku Narodowego Gór Stołowych, *Rocz. Glebozn.* **55**, 4: 1–11.

- CALDWELL P.V., VEPRASKAS M.J., GREGORY J.D. 2007. Physical properties of natural organic soils in Karolina Bays of the Southeastern United States. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **71**: 1051–1057.
- COOPER D.J., LEE H., MCDONALD L.M., WAGNER S.K., WOODS S.W. 1998. Hydrologic restoration on a fen in Rocky Mountain National Park, Colorado, USA, *Wetlands*, **18**, 3: 335–345.
- D'AMORE D.V., LYNN W.C. 2002. Classification of forested Histosols in Southeast Alaska. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**: 554–562.
- DUBICKI A., GŁOWACKI B. 2008. Przyroda Nieożywiona – Klimat [W:] Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. Wyd. PNGS: 104–107.
- EFREMOVA T.T., EFREMOV S.P. 2006. Pyrogenic transformation of Organic Matter in Soils of Forest Bogs. *Eurasian Soil Science*, **39**, 12: 1441–1450.
- GARCIA F., SCHARFEL R., ZINCK J.A. 2011. Properties and classification of the Tepui Peats. [Eds] Zinck J.A., Huber O. [In:] Peatlands of the Western Guayana Highlands Venezuela. Chapter 6: 141–188, Elsevier, Holand.
- GOŁĄB Z. 2005. Ekosystemy torfowiskowe, Wydawnictwo Parku Narodowego Gór Stołowych, 43–47.
- GROSVERNIER P.R., MATTHEY Y., BUTTLER A., GOBAT J.M. 1999. Characterization of peats from histosols disturbed by different human impacts (drainage, peat extraction, agriculture), *Ecologie*, **30**: 23–31.
- IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. *World Soil Resources Reports* No. **103**. FAO Rome.
- JERMACZEK A., WOLEJKO L., MISZTAŁ K. 2009. Poradnik ochrony mokradeł w górach. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin: 141–213.
- KAMPRATH E.J., WELCH C.D. 1962. Relationship and cation exchange properties of organic matter in coastal plain soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **26**: 263–268.
- LUNDIN L. 2004. Environmental impacts from rewetting of peat cutting areas on groundwater and downstream watercourses. [In:] Guidelines for wetland restoration of peat cutting areas. [ed.] Blankenburg J., Tonnies W.: 53–56, Bremen.
- LYNN W.C., MC KENZIE W.E., GROSSMAN R.B. 1974. Field Laboratory Test for characterization of Histosols. [In:] Histosols, their characteristics, classification and use: 11–20.
- NOWICKA B. 1998. System krążenia wody w Parku Narodowym Gór Stołowych, *Szczeliniec*, **2**: 42–47.
- OKRUSZKO H. 1981. Faza decesji w naturalnej ewolucji torfowisk niskich. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, **134**: 39–48.
- PN-85/6-2500. 1985. Torf. Genetyczny podział surowca.
- SCHMUCK A. 1969. Klimat Sudetów, *Probl. Zagosp. Ziemi Górskich*, **5**, 18: 93–153.
- STARK L. 1936. Zur Geschichte der Moore und Walder Schlesiens in Postglazialer Zeit, *Botanische Jahrbucher*, **67**: 494–640.
- PTG 1989. Systematyka Gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* **40**, 3/4: 1–150.
- PTG 2011. Systematyka Gleb Polski 2011: *Rocz. Glebozn.* **62**, 3: 1–190.
- TALLIS J.H. 1998. Growth and degradation of British and Irish blanket mires, *Environmental Review*, **6**: 81–122.
- VASANDER H., RODEFELD H. 1996. Restoration of peatlands after peat harvesting. [In:] Peatland in Finland. [ed.] Vasander H: 143–147, Finish Peatlands Society.
- WEBER, C.A. 1911. Das Moor (Peatland). *Hannoversche Geschichtblatt*, **14**: 255–270 (in Germany).
- ZAWADZKI S. 1970. Relationship between the content of organic matter and physical properties of hydrogenic soils, *Polish Journal of Soil Science*, **3**: 3–9.

Dr hab. Adam Bogacz, prof. nadzw.
Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53
email: adam.bogacz@up.wroc.pl