

## WPLYW RODZAJU POKRYCIA TERENU W RÓŻNYCH STREFACH DOLINY BIEBRZY NA WYBRANE PARAMETRY CHEMICZNE GLEB ORGANICZNYCH

Hubert PIÓRKOWSKI<sup>1)</sup>, Piotr PACIORKIEWICZ<sup>2)</sup>,  
Andrzej HARASIMIUK<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Ochrony Przyrody Obszarów Wiejskich

<sup>2)</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Geoekologii

<sup>3)</sup> Ministerstwo Gospodarki, Ośrodek Studiów Wschodnich

*Słowa kluczowe: ekosystemy mokradłowe, chemizm gleb organicznych, sukcesja, ekologia krajobrazu*

### Streszczenie

Chemizm utworów powierzchniowych i gleb kształtowany jest przez różnorodne procesy wynikające z obiegu materii. W niniejszym artykule zwrócono uwagę na dwa czynniki modyfikujące chemizm siedliska zabagnionej doliny rzecznej. Są to odległość od krawędzi doliny oraz sprzężenie zwrotne, jakie występuje pomiędzy siedliskiem a zbiorowiskiem roślinnym.

Obserwacje prowadzono na transekcie poprzecznym w stosunku do osi doliny w punktach zlokalizowanych na obszarach porośniętych zaroślami znajdującymi się w różnych stadiach sukcesji. Analizy chemizmu utworów powierzchniowych prowadzone były na trzech głębokościach (5–10 cm, 25–30 cm i 45–50 cm) i dotyczyły: N, P, K, Ca, Mg oraz popielności.

Uzyskane wyniki pokazują istotny wpływ odległości od krawędzi doliny na kształtowanie się zawartości wybranych pierwiastków. Dotyczy to głównie Ca, P, K i N. Wpływ zbiorowiska roślinnego jako elementu modyfikującego chemizm siedliska zaznacza się w przypadku zbiorowisk zaroślowych reprezentujących późniejsze fazy sukcesji. W przypadku inicjalnych faz sukcesji mechanizmu sprzężenia zwrotnego nie zaobserwowano.

Analiza zróżnicowania przestrzennego wybranych parametrów chemicznych i fizycznych utworów organicznych podkreśliła podział doliny na dwie strefy roślinno-glebowo-siedliskowe związane z odmiennym zasilaniem.

---

Adres do korespondencji: mgr H. Piórkowski, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Ochrony Przyrody Obszarów Wiejskich, 05-090 Raszyn, tel. +48 (22) 720 05 31 w. 244  
e-mail: H.Piorkowski@imuz.edu.pl

## WSTĘP

Jednym z najważniejszych zagrożeń dla ekosystemów mokradłowych ze zbiorowiskami turzycowiskowymi i wilgotnymi łąkami jest ekspansja zbiorowisk zaroślowych. Rezultatem sukcesji jest ograniczanie terenów łęgowych i miejsc żerowania ptaków wodno-błotnych. Zmianie ulega również fizjonomia całego krajobrazu. Ekspansji zarośli skutecznie zapobiega konsekwentna, mechaniczna eliminacja siewek drzew i krzewów, będąca wynikiem użytkowania mokradeł. Zaprzestanie regularnego koszenia należy zatem do głównych czynników stymulujących spontaniczną sukcesję na wilgotnych łąkach i turzycowiskach.

Drugim ważnym procesem wpływającym na przebieg sukcesji jest eutrofizacja siedlisk, spowodowana brakiem wykaszania i usuwania wyprodukowanej biomasy. Usuwanie nadmiaru materii organicznej ogranicza rozwój ekspansywnych gatunków ziołoroślowych inicjujących zmiany zbiorowisk otwartych w kierunku zarośli, a następnie lasu.

Hipoteza badawcza zakłada, że zmiany pokrycia terenu wynikające z zaprzestania użytkowania turzycowisk i wilgotnych łąk na siedliskach torfowych pociągają za sobą zmiany w chemizmie gleb, co z kolei stymuluje rozwój zbiorowisk zaroślowych.

Głównym celem badań jest określenie wpływu wybranych elementów pokrycia terenu (las, zarośla, tereny otwarte) na wybrane elementy składu chemicznego gleb.

Określenie zależności między właściwościami gleb równiny torfowej a rozwojem zbiorowisk zaroślowych, ma istotne znaczenie praktyczne, gdyż znajomość uwarunkowań związanych z tą relacją, poza walorami poznawczymi, pozwoliłaby na poznanie przyczyn i kierunków ekspansji zakrzaczeń, a w efekcie – na wypracowanie właściwego modelu ochrony krajobrazu zatorfionej doliny.

## TEREN BADAŃ I METODY

Terenem prac badawczych jest dolina Biebrzy, gdzie proces ekspansji zakrzaczeń stanowi istotny problem w utrzymaniu walorów przyrodniczych obszarów mokradłowych ze zbiorowiskami turzycowiskowymi. Szczegółowe analizy zmian zbiorowisk zaroślowych prowadzono na powierzchni badawczej w kształcie kwadratu o boku 3 km, zlokalizowanej w basenie dolnym doliny rzeki Biebrzy.

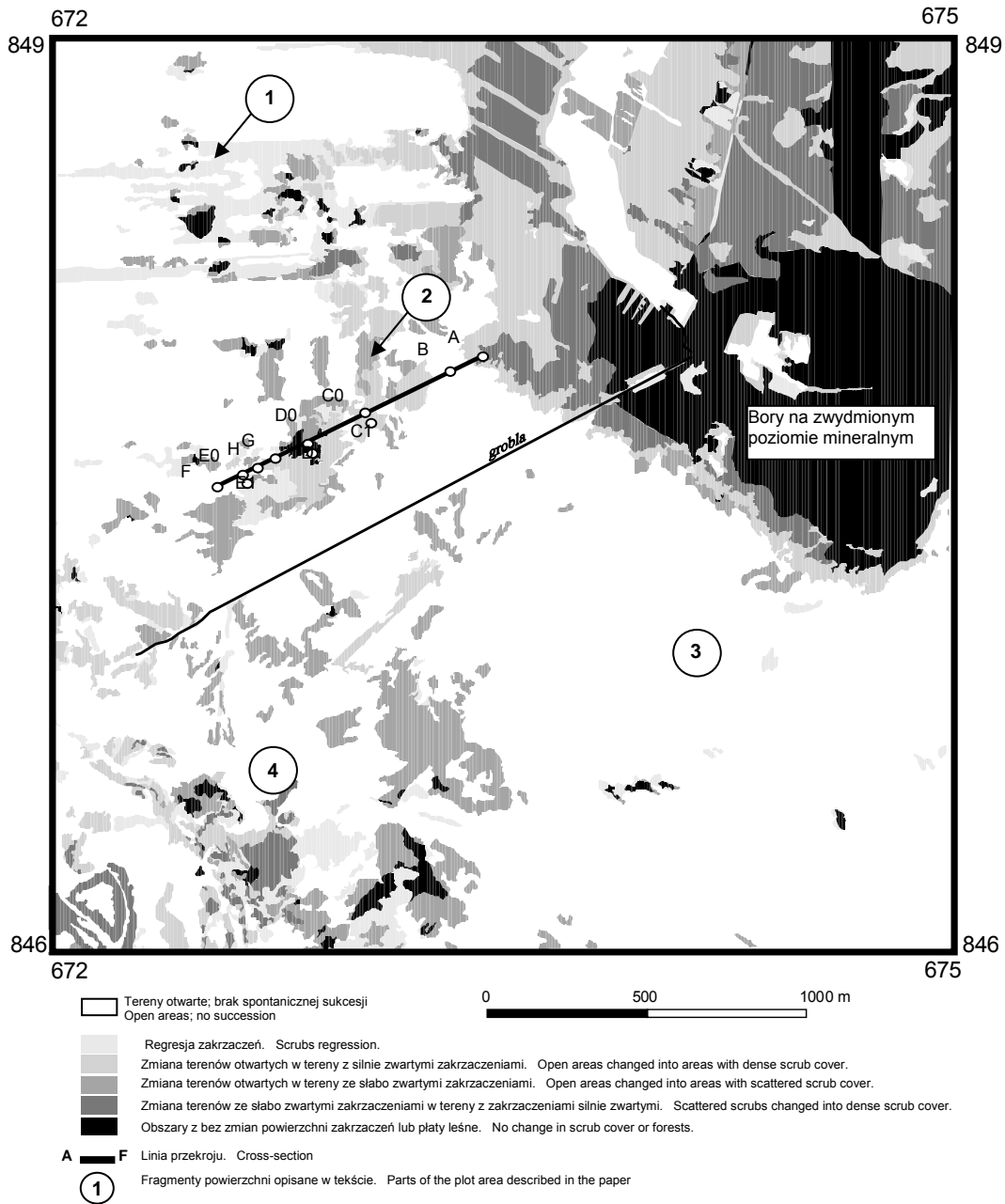
Według klasyfikacji naturalnych lasów bagiennych większość zbiorowisk zaroślowych doliny Biebrzy reprezentuje zespół brzeziny moczarowej *Salici-Betuletum* z gatunkiem wyróżniającym – wierzbą pięciolistną *Salix pentandra* [CZERWIŃSKI, 1991, 1999; PAŁCZYŃSKI, 1975]. W obrębie zespołu wyodrębniono dwa podzespoły różniące się specyfiką trofii siedliska. Są to: moczarowa brzezina płonnikowa *Salici-Betuletum polytrichetosum stricte* o silnie zaznaczonych cechach mezotro-

ficznych i moczarowa brzezina typowa *Salici-Betuletum typicum* o przewadze cech oligotroficznych [CZERWIŃSKI, 1972, 1999; PAŁCZYŃSKI, 1975]. Według CZERWIŃSKIEGO [1972] zespół *Salici-Betuletum* stanowi początkowy etap powstawania lasu ze zbiorowisk zaroślowych porastających torfowiska niskie. OŚWIT [1973] klasyfikuje zakrzewienia brzozowo-wierzbowe występujące płatami w strefie emersyjno-immersyjnej i emersyjnej jako zespół *Betulo-Salicetum repentis*. Na wyznaczonej powierzchni, na nieużytkowanych obecnie działkach, wśród zbiorowisk roślinnych dominują zespoły *Caricetum diandrae* i *Caricetum elatae* [OŚWIT, 1973] z wkraczającymi na nie zaroślami wierzbowymi. Wyższy poziom morfologiczny porastają bory sosnowe suche z płatami boru sosnowo-świerkowego świeżego [PISARSKA, 1995].

Obszar powierzchni badawczej w większości pokryty jest torfem. Wśród gleb przeważają torfowo-murszowe (Mt) i torfowe bagienne (Pt). Zarówno w wierzchnich poziomach profili gleb organicznych, jak i nieco głębiej pH wynosi od 5,0 do 6,0. Gęstość objętościowa glebowych utworów torfowych waha się od 0,14 do 0,19 g·cm<sup>-3</sup>, przy czym wyższe wartości występują głębiej, na poziomie 40–50 cm [SCHMIDT, PIÓRKOWSKI, BARTOSZUK, 2000]. Północno-wschodni fragment powierzchni budują osady mineralne piaszczystego, zwymionego poziomu morfologicznego pradoliny [BANASZUK, 1980; ŻUREK, 1991].

W sąsiedztwie powierzchni badawczej przepływa wyprostowana i uregulowana struga Kosódka, o korycie szerokości 2–3 m. Sieć rowów melioracyjnych jest słabo rozwinięta i obecnie w większości niedrożna. Dominującym typem zasilania siedlisk jest zasilanie wodami gruntowymi [OŚWIT, 1973; OKRUSZKO, 1991a; ŻUREK, 1991]. Jedynie niewielkie fragmenty objęte są corocznym zalewem wód rzecznych lub zasilane są wodami bezpośrednio spływającymi z obszarów wyżej położonych.

Na podstawie zmian rodzaju pokrycia terenu metody teledetekcji umożliwiają identyfikację zmian w zbiorowiskach roślinnych oraz wnioskowanie o zmianach sposobu użytkowania [PAŁCZYŃSKI, TOMASZEWSKA, 1981; TOMASZEWSKA 1988; PIÓRKOWSKI 1997]. W niniejszej pracy zmiany pokrycia terenu rozumiane są jako zmiany wielkości powierzchni zajmowanej przez zbiorowiska leśne, zaroślowe i zbiorowiska turzycowiskowe oraz jako zmiany jakościowe związane z przebudową składu gatunkowego zbiorowisk leśnych i zaroślowych. Interpretacja zdjęć lotniczych, poparta bezpośrednimi obserwacjami w terenie, dała podstawy do zróżnicowania pokrywy zakrzaceń w zależności od stopnia zwartości zarośli oraz występowania gatunków dominujących [PIÓRKOWSKI, 1997; PIÓRKOWSKI, RYCHARSKI, 1999, SCHMIDT, PIÓRKOWSKI, BARTOSZUK, 2000]. Informacje te uzyskano w wyniku interpretacji archiwalnych zdjęć lotniczych (z początku lat 60. i końca lat 80.) oraz map roślinności opracowanych przez OŚWIT [1973] i MATUSZKIEWICZ [1997], z których – w programie ArcView – utworzono warstwy tematyczne i bazę danych dotyczącą zmian pokrycia terenu. W wyniku analiz przestrzennych powstała mapa (rys. 1), na której wyróżniono następujące obszary:



Rys. 1. Zmiany w strukturze pokrywy zakrzaczeń w latach 1962–1989 na powierzchni badawczej [PIÓRKOWSKI, 1997]

Fig. 1. Changes of the structure of shrubs on studied area between 1962 and 1989 [PIÓRKOWSKI, 1997]

- pozbawione zakrzaceń turzycowiska (brak sukcesji zbiorowisk zaroślowych),
- turzycowiska z zaroślami (zmiana terenów otwartych w tereny z zakrzaczeniami o różnym stopniu zwartości drzew i krzewów),
- turzycowiska, gdzie wystąpiło zjawisko regresji zbiorowisk zaroślowych (na miejscu płatów porośniętych zakrzaczeniami ponownie pojawiły się zbiorowiska turzycowiskowe),
- zbiorowiska leśne lub zaroślowe (obszary bez zmian powierzchni zakrzaceń lub z płatami leśnymi).

Na podstawie porównania struktury pokrywy zarośli w latach 60. i pod koniec 80., połączonego z weryfikacją terenową, wybrano 11 punktów o jednoznacznych i wyrazistych zmianach, które stały się punktami pobrania prób glebowych. Prowadzone równocześnie rozpoznanie gleb i utworów powierzchniowych umożliwiło przyjęcie założenia względnej jednorodności siedlisk oraz stwierdzenie, że przed wkroczeniem zakrzaceń pierwotnym zbiorowiskiem w każdym z analizowanych stanowisk było turzycowisko. Punkty usytuowano równolegle do grobli, tak aby tworzyły transekt poprzeczny do osi doliny (rys. 1). W poszczególnych płatach zarośli lokalizowano po dwa punkty: jeden w środkowej części, drugi – przy krawędzi. Taka procedura miała na celu zarejestrowanie potencjalnego wpływu zwartości zakrzaceń na trofizm siedliska. Badania terenowe i laboratoryjne prowadzono w 1999 r.

Na każdym stanowisku badawczym pobierano próbki gleby z trzech poziomów:

- powierzchniowego (5–10 cm) – o potencjalnie największej dynamice warunków tlenowych, zasilanego dostawą materii pochodzącej bezpośrednio z obumarłych roślin oraz dostarczanej z corocznymi zalewami,
- środkowego (25–30 cm) – znajdującego się w zmiennych warunkach tlenowych, na granicy zasięgu korzeni, zasilanego głównie przez wody gruntowe, w mniejszym stopniu w wyniku infiltracji,
- głębokiego (45–50 cm) – o warunkach beztlenowych, zasilanego wodami gruntowymi.

Próbki pobierano szpachelką ze ściany wykopu w miejscach, gdzie teren nie był zalany, natomiast tam gdzie nastąpiło podtopienie – próbki pobierano świdrem typu „instorf”. W każdym punkcie opisano skład gatunkowy zbiorowiska i stan zakrzaceń (wysokość, dominujące gatunki), głębokość do lustra wody, miąższość torfu i jego stratygrafię oraz glebę.

W próbkach gleb oznaczono następujące składniki: azot ogólny (N) – metodą Kjeldahla, fosfor (P) – kolorymetrycznie, metodą wanadową ( $P_2O_5$ ), potas (K) – metodą spektrofotometrii płomieniowej. W popiele, za pomocą spektrofotometru absorpcji atomowej oznaczono magnez (Mg), wapń (Ca), sód (Na) i potas (K). We wszystkich próbkach oznaczono popielność. Zawartość NPK została oznaczona w pracowni gleboznawczej SGGW, pozostałe składniki w pracowni Geochemii Krajobrazu Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW.

Wyniki analiz laboratoryjnych przedstawiono w postaci graficznej (rys. 2–8). Każdy z wykresów ilustruje wartości danego parametru w poszczególnych punktach przekroju, nazwy punktów poboru próbek, pokrycie terenu wraz z opisem oraz miąższość murszu i torfu. Nazwy punktów leżących w środku płatów oznaczone są dodatkowo cyfrą „0”, a tych położonych przy granicy zasięgu płata – cyfrą „1” np. E0, E1. Wartości parametrów w punktach reprezentujących strefę przejściową przedstawiono za pomocą odcinków odchodzących w bok od głównej linii wykresu w taki sposób, że ich położenie przedstawia pomierzone wartości.

## WYNIKI BADAŃ

Opracowywana powierzchnia badawcza różnicuje się na cztery równoleżnikowo biegnące jednostki o odmiennym kierunku i intensywności przemian sukcesyjnych. W najbardziej na północ wysuniętym fragmencie dominuje proces regresji zakrzaczeń (obszar 1 na rys. 1). Widoczny jest charakterystyczny liniowy, prostopadły do zbocza piaszczystego poziomu morfologicznego układ płatów, na których w badanym okresie, nastąpił zanik zarośli. W pobliżu zbocza obecne są powierzchnie, gdzie z pojedynczych i słabo zwartych zakrzaczeń wierzbowych rozwinęły się zakrzaczenia średnio zwarte.

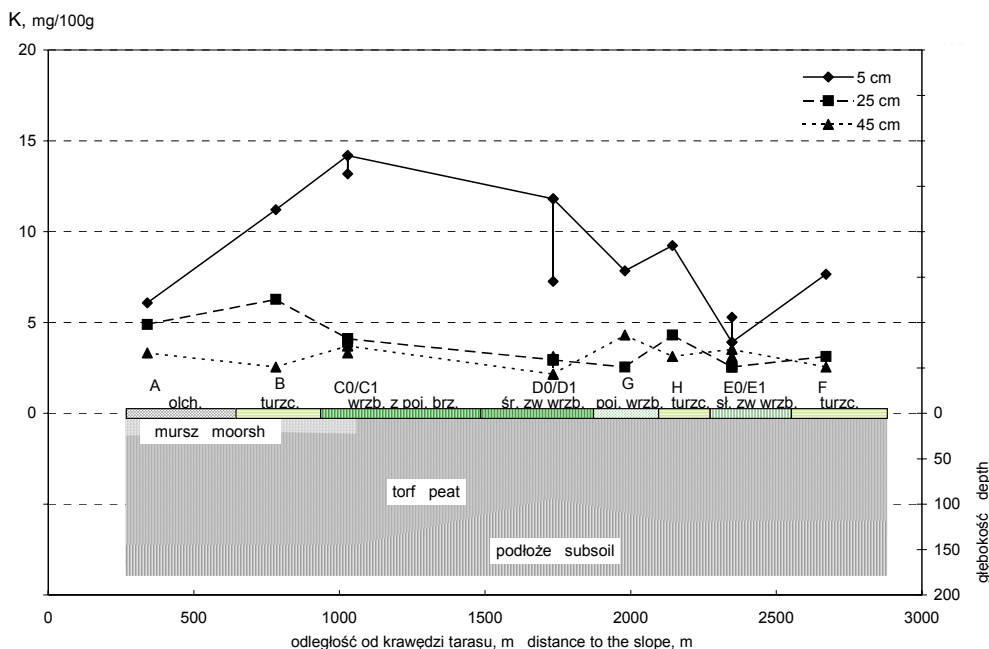
Obszar położony nieco bardziej na południe cechuje się przewagą ekspansji (obszar 2 na rys. 1). Zachował się tu prostopadły do zbocza kierunek rozprzestrzeniania się zarośli. Mają one charakter kępowy. Powierzchnie pozbawione zakrzaczeń lub z pojedynczymi zakrzaczeniami brzozowymi, na początku lat 60. ewoluowały w zwarte kompleksy leśne, płaty z zakrzaczeniami wierzbowymi średnio zwartymi lub płaty ze słabo zwartymi zakrzaczeniami brzozowymi. Ekspansja odbywa się na zewnątrz kęp, które są ośrodkami rozprzestrzeniania się zakrzaczeń. Intensywność zmian maleje wraz z odległością od zbocza, gdzie zagęszczenie płatów porośniętych średnio i silnie zwartymi zaroślami jest największe. W tej części usytuowany jest transekt.

Między groblą i południową granicą powierzchni badawczej płaty zarośli są niewielkie i cechują się dużym rozproszeniem (obszar 3 na rys. 1). Powstały bezpośrednio na turzycowisku i położone są na równinie torfowej daleko od zbocza. Największy płat, z zaroślami średnio zwartymi, usytuowany jest prostopadle do zbocza i ma kształt liniowy.

Struktura płatów zarośli na najbardziej na południe wysuniętym fragmencie powierzchni ma charakter mozaikowy (obszar 4 na rys. 1). Płaty są zróżnicowane pod względem wielkości i stopnia zwartości drzewostanu. Największe wiążą się z procesem regresji lub też pokryte są pojedynczymi i słabo zwartymi zakrzaczeniami wierzbowymi o stabilnym zasięgu.

Przy zboczcu zalesionego wyższego poziomu morfologicznego rozwijają się zbiorowiska zaroślowe tworzące pas o szerokości od 100 do 200 m. Wszystkie zmiany wynikają tu z ekspansji lasu na równinę torfową.

Zróznicowanie zawartości potasu całkowitego (rys. 2) wzdłuż transektu wykazuje pewne prawidłowości w zmienności poziomej (w przestrzeni) oraz pionowej (profilu glebowym).



Oznaczenia: olch. – zbiorowisko z dominacją olchy *Alnus glutinosa*; wrzb. z poj. brz. – zbiorowisko silnie zwartych zarośli wierzbowych (*Salix cinerea*) z pojedynczymi brzożami; śr. zw. wrzb. – zbiorowisko średnio zwartych zarośli wierzbowych (*Salix cinerea*); śl. zw. wrzb. – słabo zwarte zarośla wierzbowe (*Salix cinerea*); poj. wrzb. – pojedyncze kępy wierzb (*Salix cinerea*) na turzycowisku; turzyc. – turzycowisko

Explanations: olch. – association with the dominance of alder *Alnus glutinosa*; wrzb. z poj. brz. – association of compact willow shrubs (*Salix cinerea*) with single birch plants; śr. zw. wrzb. – association with moderately compact willow (*Salix cinerea*) shrubs; śl. zw. wrzb. – weakly compact willow (*Salix cinerea*) shrubs; poj. wrzb. – single clusters of willow (*Salix cinerea*) on sedges; turzyc. – sedge association

Rys. 2. Zmienność zawartości potasu w glebie wzdłuż przekroju krajobrazowego

Fig. 2. Variability of potassium content in soil along the landscape transect

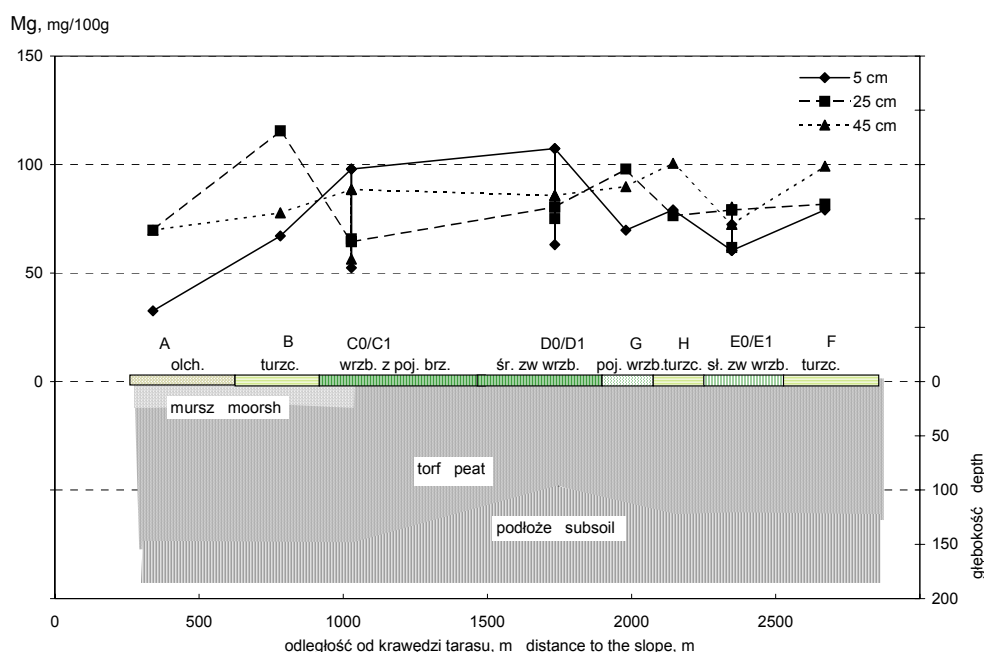
W górnych poziomach profili w początkowej części transektu występuje spadek zawartości potasu od zbocza w kierunku środkowej części doliny. Zdecydowanie bardziej wyrazisty jest on w poziomie wierzchnim 5–10 cm, gdzie poza dwoma punktami usytuowanymi w strefie przyzbooczowej (A, B), zawartość potasu obniża się w kierunku rzeki (od 15 do 7 mg/100 g gleby). Na głębokości 25–30 cm tendencja ta nie jest już tak wyrazista, lecz jeszcze ciągle się zaznacza (zmniejszenie

wartości z ok. 5 do 2,5 mg/100 g gleby), natomiast w poziomie najgłębszym całkowicie zanika.

W poziomie glebowym 25–30 cm większą zawartość potasu całkowitego obserwuje się pod turzycowiskami (ok. 5 mg/100 g gleby) niż pod zakrzaczeniami (ok. 2,5 mg/100 g gleby). Odmienny trend stwierdzono w najgłębszym analizowanym poziomie (45–50 cm), gdzie zawartość potasu całkowitego w punktach z różnymi formami zakrzaczeń jest nieco wyższa niż pod turzycowiskami.

Kolejną zarysowującą się cechą jest rozwarstwienie profili na część górną (poziom 5–10 cm) i dolną (poziomy 25–30 cm i 45–50 cm). W pierwszym przypadku zawartość potasu całkowitego jest wyższa: 10–15 mg/100 g gleby, w drugim zaś – poniżej 4 mg/100 g gleby. Maksymalne różnice stwierdzone w punkcie C0 przekraczają 12 mg/100 g gleby.

Zmienność zawartości magnezu zarówno w poszczególnych profilach jak i na całym przekroju poprzecznym wykazuje bardzo duże zróżnicowanie (rys. 3).



Rys. 3. Zmienność zawartości magnezu w glebie wzdłuż przekroju krajobrazowego. Objasnienia jak pod rys. 2

Fig. 3. Variability of magnesium content in soil along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

Pewne prawidłowości występują w górnej części profili, gdzie notowane są wartości niższe od wartości w głębszych poziomach (poniżej 100 mg/100 g gleby). Obserwowany jest też stopniowy wzrost zawartości magnezu w kierunku osi doli-

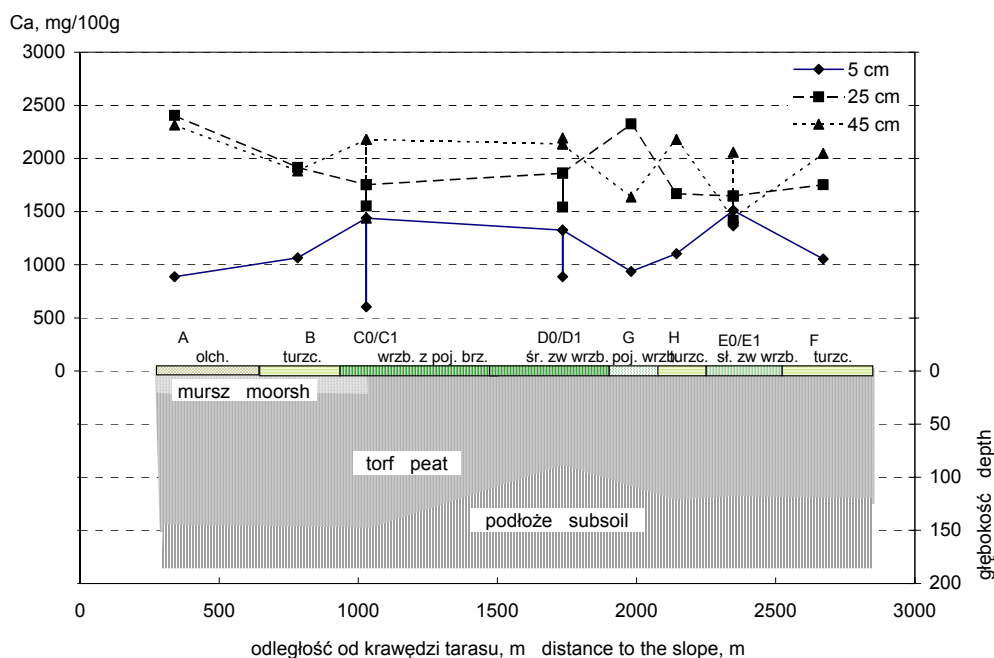


ny: od ok. 30 mg/100 g gleby do 75 mg/100 g gleby. Elementami zaburzającymi ten układ są punkty C0 i D0, gdzie notowano bezwzględne maksima zawartości  $Mg^{2+}$  dla poziomu górnego (powyżej 100 mg/100 g gleby).

Zawartość magnezu w najgłębszym analizowanym poziomie glebowym (45–50 cm) wykazuje najmniejszy zakres zmienności, nawiązujący jednak do trendu stwierdzonego w poziomie najpłytszym – nieznaczny wzrost zawartości magnezu w kierunku środkowej części doliny (od ok. 75 do 100 mg/100 g gleby). Brak jest w tym przypadku jednoznacznych różnic między obszarami zakrzaczonymi i otwartymi w punktach C1/C0 i D1/D0.

Największym zróżnicowaniem zawartości Mg w poszczególnych profilach cechuje się poziom 25–30 cm. Brak jest wyraźnie zarysowanego się trendu związanego z przebiegiem przekroju.

Zmienność zawartości wapnia zarówno w profilach glebowych jak i na całym przekroju poprzecznym, wykazuje wiele regularności (rys. 4). Wierzchni poziom glebowy charakteryzuje się najniższą zawartością  $Ca^{2+}$  (poniżej 1500 mg/100 g gleby). Porównując zawartość wapnia w wierzchnich warstwach gleb turzycowisk oraz gleb obszarów porośniętych zaroślami obserwuje się podwyższoną zawartość na stanowiskach z zakrzaczeniami. Różnice sięgają nawet 500 mg.

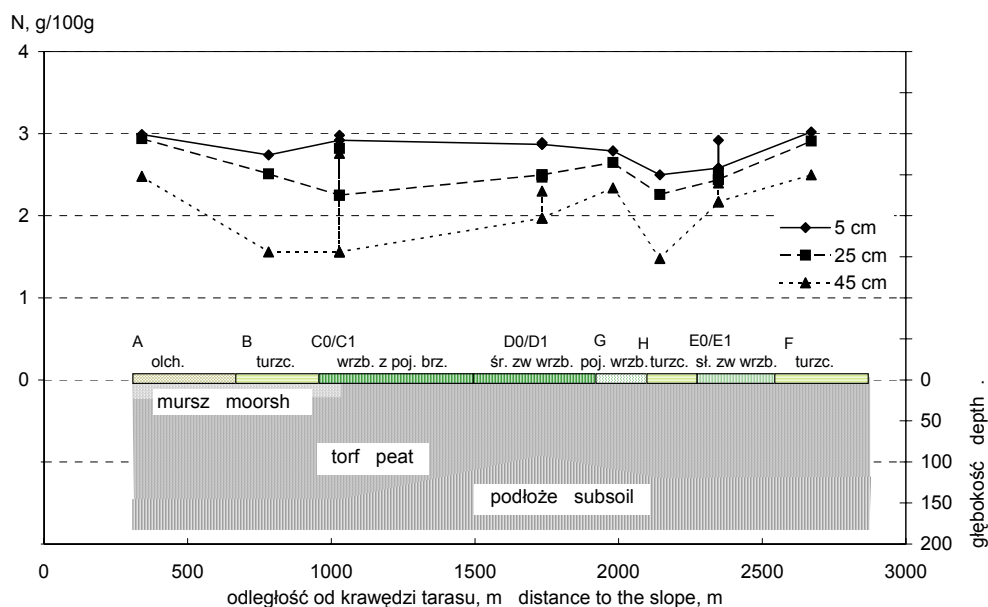


Rys. 4. Zmienność zawartości wapnia w glebach wzdłuż przekroju krajobrazowego. Objasnienia jak pod rys. 2

Fig. 4. Variability of calcium content in soils along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

Oba głębiej zalegające poziomy wykazują znacznie wyższe zawartości wapnia (od 1500 do 2500 mg/100 g gleby), jednak różnią się pod względem zmienności przestrzennej. Zróżnicowanie zawartości wapnia w poziomie 25–30 cm stanowi lustrzane odbicie trendu występującego w poziomie górnym: najniższe wartości osiągane są pod zbiorowiskami zaroślowymi, podwyższone – pod turzycowiskami. W punktach C1 i D1 zawartość wapnia pod turzycowiskiem jest tylko niewiele niższa od tych zanotowanych pod zakrzaczeniami (C0, D0). W początkowym fragmencie przekroju widoczny jest wpływ sąsiedztwa zbocza i zasilania siedlisk nieco bogatszymi w wapń wodami gruntowymi. Występują tu maksymalne zawartości jonu  $\text{Ca}^{2+}$  (ok. 2500 mg/100 g gleby). Począwszy od punktu C1 udział bogatych w wapń wód zasilających maleje, co rejestrowane jest niższą zawartością Ca w glebie. Wyjątek stanowi punkt H, gdzie zawartość jonu wapnia sięga 2400 mg/100 g gleby.

Zróżnicowanie zawartości azotu całkowitego wykazuje kilka prawidłowości (rys. 5). Pierwsza z nich dotyczy zmienności w profilu glebowym: zawartość azotu całkowitego maleje wraz z głębokością. Wartości maksymalne osiągane są w warstwie wierzchniej i wynoszą 3 g/100 g gleby, minima zaś w warstwie dolnej – 1,5 g/100 g gleby.



Rys. 5. Zmienność zawartości azotu całkowitego w glebach wzdłuż przekroju krajobrazowego. Objasnienia jak pod rys. 2

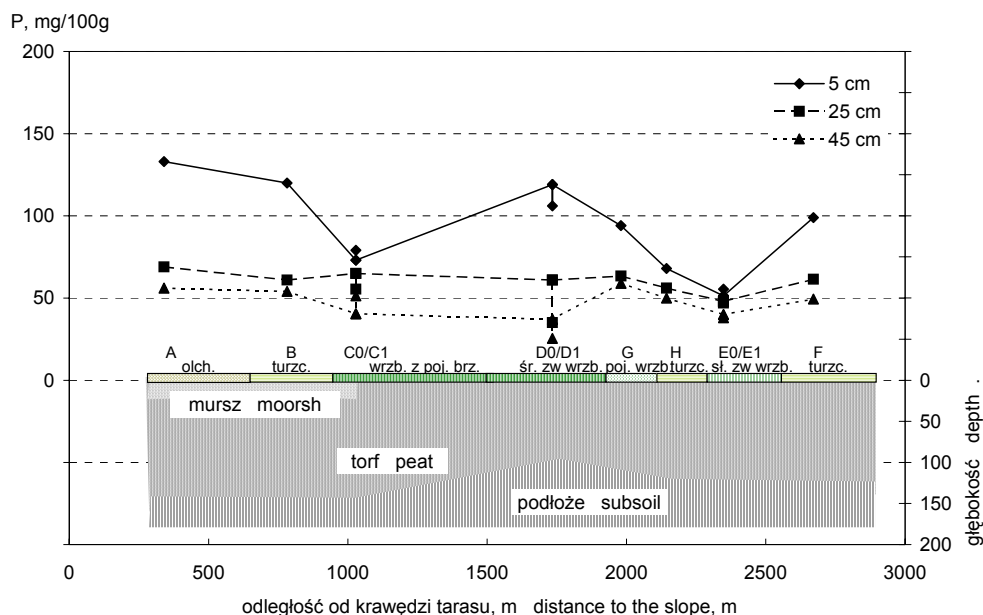
Fig. 5. Variability of total nitrogen content in soils along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

Na przekroju poprzecznym natomiast wyodrębnić można trzy odcinki. Pierwszy, związany ze strefą przyzboczną, charakteryzuje się stopniowym spadkiem zawartości N w kierunku osi doliny. Dla wierzchniej warstwy różnica sięga 0,2 g, dla poziomu pośredniego spadek jest nieco większy, bo 0,4 g, dla najgłębszego gradient jest największy – przekracza 1 g. W punkcie D0, na głębokościach 25–30 cm i 45-50 cm obserwuje się niskie zawartości N całkowitego, podczas gdy w punkcie D1 usytuowanym na turzycowisku wartości te są znacznie wyższe. Różnice sięgają 1 g.

Na drugim odcinku obserwowany jest wyrównany poziom zawartości N, przy największych różnicach notowanych między poszczególnymi analizowanymi poziomami glebowymi. Sięgają one 0,5 g. Powyższy układ wiązać można z obecnością silnie zwartych zbiorowisk zaroślowych i intensywnymi przemianami azotu w wierzchnich warstwach gleb organicznych (najwyższe zawartości N związane z mineralizacją wynoszą ok. 3 g/100 g gleby).

Trzecia część przekroju to stopniowy wzrost zawartości N ku rzece, niezależnie od pokrycia terenu: dwa poziomy płytsze – od 2,5 do 3 g/100 g gleby, natomiast w poziomie najgłębszym – od 1,5 do 2,5 g/100 g gleby.

Ze względu na zmienność zawartości fosforu profile glebowe można podzielić na dwa wyraźne poziomy (rys. 6) – górny, w którym osiągnęte są wyższe wartości



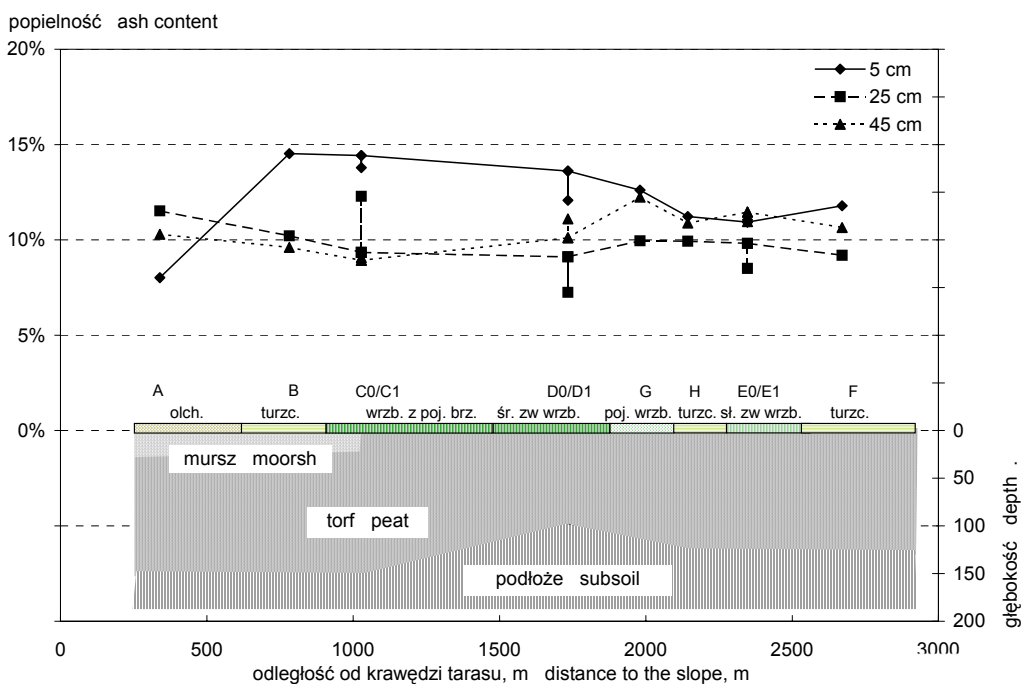
Rys. 6. Zmienność zawartości fosforu w glebach wzdłuż przekroju krajobrazowego. Objasnienia jak pod rys. 2

Fig. 6. Variability of phosphorus content in soils along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

(140 mg/100 g gleby) oraz dolny, o wartościach znacznie niższych (ok. 50 mg/100g gleby). Różnice zawartości fosforu na głębokościach 25–30 cm i 45–50 cm są nieznaczne, jedynie w punktach C0 i D0 sięgają one 20 mg.

Na każdej z analizowanych głębokości obserwuje się podobny trend: zawartość fosforu stopniowo zmniejsza się w kierunku środkowej części doliny. Najwyraźniejszy jest w przypadku poziomu górnego: spadek ze 140 do 50 mg/100g gleby, a dla poziomu 25–30 cm różnice sięgają maksymalnie 20 mg. Elementem zaburzającym ten układ jest obecność punktów z zakrzaczeniami. Widoczne jest to szczególnie w najgłębszym analizowanym poziomie glebowym, gdzie pod zaroślami notowane są bezwzględne minima zawartości P (ok. 30 mg/100g gleby).

Popielność pobranych próbek wykazuje niewielkie zróżnicowanie (rys. 7). Większość zaobserwowanych wartości waha się między 10 a 15% – w przypadku utworów torfowych są to torfy o średniej popielności.



Rys. 7. Zmienność popielności w glebach wzdłuż przekroju krajobrazowego.  
Objaśnienia jak pod rys. 2

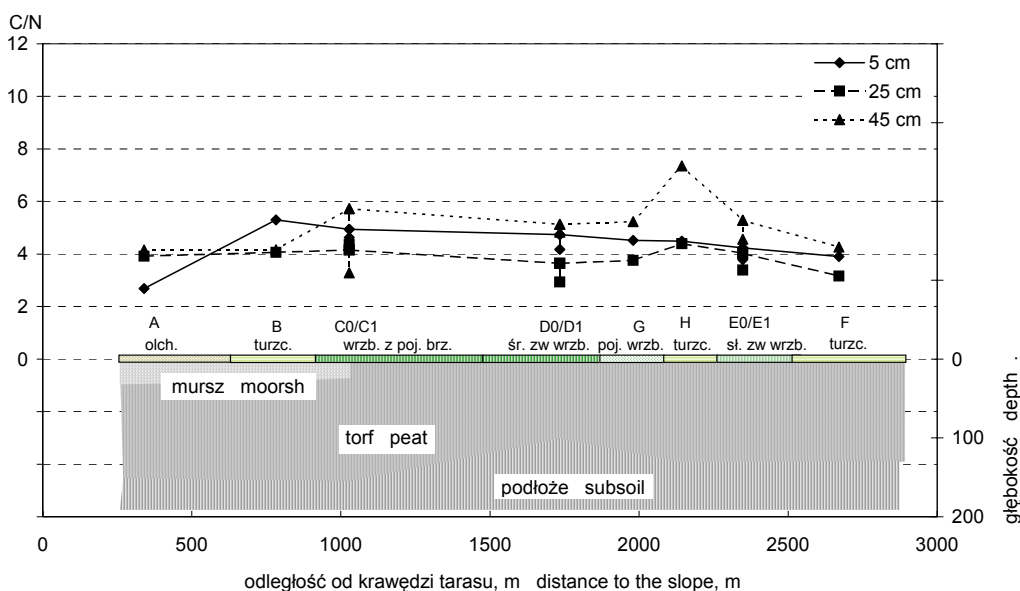
Fig. 7. Variability of ash content in soils along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

Mimo względnej jednorodności utworów można zauważyć pewne prawidłowości, zarówno w zróżnicowaniu zawartości popiołu w profilu glebowym, jak i w zmienności przestrzennej. Wierzchnie poziomy glebowe cechują się większą

zawartością części mineralnych, przy czym bezwzględne maksima sięgające 15% notowane dla punktów B, C0 i D0 wiążą się najprawdopodobniej z sąsiedztwem zbocza. W kierunku osi doliny popielność wierzchniej warstwy znacząco się obniża – do 13% i zanikają także różnice między warstwami.

Zmienność przestrzenna popielności w głębiej zalegających poziomach glebowych, w pierwszej części przekroju wykazuje zbliżone prawidłowości do tych obserwowanych dla warstwy wierzchniej: popielność spada w kierunku środkowej części doliny. W następnej strefie popielność stopniowo wzrasta, co związane jest prawdopodobnie z oddziaływaniem rzecznych wód zalewowych akumulujących także materiał mineralny. Brak jest jednoznacznych prawidłowości, które wiązałyby charakter pokrycia terenu z popielnością utworów organicznych.

Żyzność gleb została scharakteryzowana współczynnikiem glebowym C/N (rys. 8). Jego wartości wzdłuż całego profilu są bardzo podobne we wszystkich trzech analizowanych poziomach glebowych, przy czym maksima notowane mogą być zarówno w warstwie najgłębszej lub naj płytszej.



Rys. 8. Zmienność wartości C/N wzdłuż przekroju krajobrazowego. Objaśnienia jak pod rys. 2

Fig. 8. Variability of the C/N ratio along the landscape transect. Explanations as in Fig. 2

Największe wartości stosunku C/N występują w punkcie H, najmniejsze w punkcie A (zakrzaczenia olchowe) i F (turzycowisko). Największa lokalna różnica występuje między średnio i słabo zwartymi zakrzaczeniami wierzbowymi a turzycowiskiem (H, G, E0) i wynosi 5 jednostek.

We wszystkich punktach, z wyjątkiem punktu B, największe wartości współczynnika C/N występują w najgłębszej warstwie, a najmniejsze z reguły na głębokości 25 cm. Jest to bezpośrednio związane z mniejszą zawartością azotu w głębszej części profilu.

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Zaprezentowane wyniki pozwalają zauważyć pewne zależności między odległością od zbrocza, pokryciem terenu i głębokością pobrania próby, a zawartością wybranych pierwiastków (jonów) w utworze glebowym. Jednocześnie sformułowane prawidłowości i późniejsza generalizacja uzyskanych wyników wymagają dalszych badań, obejmujących zarówno większą populację prób, jak i uwzględniających aspekt dynamiczny.

Związki łatwo dostępnego dla roślin potasu, fosforu oraz azot całkowity największe wartości osiągają w wierzchniej warstwie analizowanych profili. Prawidłowość ta wiąże się głównie z intensywnością przemian biochemicznych, jakie występują w górnym poziomie diagnostycznym gleb organicznych oraz ze szczególnie dużym zapotrzebowaniem roślin na związki NPK. W literaturze, ta najbardziej aktywna chemicznie i biologicznie strefa została określona na około 30 cm, a dolną jej granicę wyznacza zasięg systemu korzeniowego [OKRUSZKO, 1976; 1994]. Zawartość analizowanych składników w próbkach pobranych z głębokości 25–30 cm, jest zbliżona do zawartości uzyskanych w próbach pobranych z głębokości 45–50 cm i jednocześnie istotnie różni się od wyników uzyskanych w poziomie powierzchniowym (5–10 cm).

Wyraźne maksima zawartości NPK wiążą się bezpośrednio z dwoma powiązаныmi ze sobą procesami. Pierwszy – związany jest z selektywnym pobieraniem przez systemy korzeniowe związków chemicznych potrzebnych do prawidłowego rozwoju rośliny, drugi zaś – z procesem murszenia gleby, prowadzącym do mineralizacji materii organicznej w warunkach dostępności tlenu [GOTKIEWICZ, KOWALCZYK, OKRUSZKO, 1975; OKRUSZKO, 1960; 1991b; GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1991; Gleboznawstwo ..., 1993]. Systemy korzeniowe pobierając wybrane substancje mineralne z gleby przyczyniają się do ich nagromadzenia w wierzchnich poziomach gleby.

Proces mineralizacji gleb organicznych powoduje uruchomienie dużych ilości łatwo dostępnych dla roślin związków NPK [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1991; GOTKIEWICZ, KOWALCZYK, OKRUSZKO, 1975, OKRUSZKO, 1991b]. Uwalniane składniki pokarmowe są ponownie włączane przez rośliny do obiegu materii. Ich większa dostępność i postępujące wraz z mineralizacją większe nagromadzenie w górnych poziomach gleb organicznych promuje wybrane gatunki roślin i w konsekwencji prowadzi do zmiany zbiorowisk roślinnych – w wyniku eutrofizacji. W przypadku siedlisk torfowisk niskich, minerotroficznych na zbiorowiska turzy-

cowisk niskich wkraczają ziołorośla, a następnie zbiorowiska zaroślowe [FALIŃSKA, 1997].

Wierzchnie poziomy gleb organicznych cechuje również duży zakres zmienności zawartości składników pokarmowych, szczególnie fosforu i potasu. Zakres zmienności zawartości potasu to 4–15 mg/100 g gleby, zaś fosforu: 50–140 mg/100 g gleby. Skład chemiczny zalegającej głębiej materii organicznej jest bardziej stabilny. Odzwierciedla to mniejszy zakres zmienności zawartości poszczególnych składników, zakres zmienności potasu całkowitego wynosi: 2,5–6 mg/100 g gleby, fosforu waha się od 25 do 30 mg/100 g gleby. Jedynie zakres zmienności azotu w poziomach głębszych nie różni się od zakresu zmienności w poziomach wierzchnich. Warunki anareobowe, jakie zapewnia wysokie uwilgotnienie hamują rozkład materii organicznej. Związki potasu, fosforu, a także azotu są trudniej dostępne dla roślin.

Magnez i wapń – w odróżnieniu od NPK – wykazują podwyższoną zawartość w dolnym poziomie profili glebowych. Maksymalne wartości związane są z poziomem pośrednim (powyżej 100 mg Mg/100 g gleby w punkcie B i niemal 2500 mg Ca/100 g gleby w punkcie A), co wiązać można z nałożeniem się na siebie dwóch sposobów zasilania siedliska. Jednym z głównych źródeł jonów Ca i Mg są wody gruntowe zasilające siedlisko przez podsiąk kapilarny. Jest to proces typowy zwłaszcza dla gleb mineralnych rozwijających się na skałach macierzystych o ciężkim składzie mechanicznym, ale obecny również w innych glebach, w tym także organicznych [Gleboznawstwo ..., 1993]. Drugim procesem wpływającym na stężenie obu jonów, szczególnie w głębszych poziomach glebowych, jest wymywanie związane z przepuszczalnością utworów oraz z kwaśnym lub słabo kwaśnym odczynem. Proces eluwalny jest powszechnie spotykany w glebach o lekkim i średnim składzie mechanicznym [Gleboznawstwo ..., 1993]. W przypadku siedlisk torfowisk niskich, minerotroficznych, głębokość infiltracji jest niewielka, co wynika ze specyfiki utworów powierzchniowych oraz z płytkiego zalegania zwierciadła wód gruntowych. Jednocześnie pH jest względnie niskie (5,0–6,0). Tym samym zasilanie siedliska w jony może stanowić wypadkową procesów wymywania i zasilania przez podsiąk kapilarny.

Zawartość fosforu zmniejszała się wraz z odległością od zbocza, przy czym ta prawidłowość jest najwyraźniejsza w wierzchnich poziomach gleby oraz w punktach usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie wyższego poziomu morfologicznego (punkty A–C). Jest to prawdopodobnie wynik procesu mineralizacji, a także, choć w mniejszym stopniu, zmian sposobu zasilania: w strefie przyzboczowej większe znaczenie mają wody gruntowe, których wpływ stopniowo zanika wraz z oddalaniem się od zbocza. Zmienność przestrzenna zawartości wapnia również wykazuje związek z zasilaniem wodami gruntowymi. Widoczne jest to jednak tylko w głębszych poziomach profilu glebowego i w punktach znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie zbocza: zawartość wapnia osiąga tu swoje maksimum,

po czym stopniowo zmniejsza się. W dalszej części przekroju w rozkładzie przestrzennym zawartości jonu  $\text{Ca}^{2+}$  zaznacza się wpływ oddziaływania pokrycia terenu.

Całkowicie odmienne prawidłowości zaobserwowano w zawartości magnezu. Jako jedyny analizowany składnik chemiczny wykazywał wzrost zawartości w kierunku środkowej części doliny w górnej warstwie profili glebowych. Podobne trendy stwierdzono w zawartości azotu całkowitego jednakże w warstwach zalegających głębiej.

Analiza rozkładu przestrzennego większości składników chemicznych ukazuje podział doliny na opisane w literaturze dwie strefy: emersyjną i immersyjną [OŚWIT 1973; 1991; WASSEN, JOOSTEN, 1994;]. Odmienne zasilanie obu stref znajduje swoje odzwierciedlenie zarówno w ogólnej zawartości poszczególnych jonów w punktach przekroju oraz w różnicach zawartości występujących na każdym z poziomów glebowych.

W przypadku zawartości potasu, w strefie emersyjnej – znajdującej się przy zboczu – podział na dwa poziomy stężeń jest bardzo wyraźny (punkty A–D): większe wartości notowano w wierzchnim poziomie gleby (4,5–15 mg/100 g gleby). Występuje tu także prawidłowość związana z pokryciem terenu: nieco wyższe zawartości w górnym poziomie glebowym – 14,5 g/100 g, 12 mg/100g – obserwowano w punktach pod zakrzaczeniami (C0, D0) niż pod zbiorowiskami otwartymi (B, C1, D1): odpowiednio – 11,5, 12 i 7,5 mg/100 g. Wyjątkiem jest punkt A, gdzie na stanowisku w olsie stwierdzono niską zawartość potasu.

W części transektu o charakterze immersyjnym, rozwarstwienie profili glebowych również jest widoczne, inny jest jednak trend w górnej części profilu glebowego: pod zakrzaczeniami – zawartość potasu jest mniejsza niż na turzycowiskach. Różnice sięgają 5 mg. W przypadku punktów H i F leżących w strefie immersyjnej lub na jej granicy, jony K są prawdopodobnie dostarczane wraz z żyznymi wodami rzeczными [BARENDREGT, WASSEN, 1994; WASSEN, JOOSTEN, 1994; PACIORKIEWICZ, 2000].

Zmienność przestrzenna zawartości wapnia w najgłębszym analizowanym poziomie glebowym również nawiązuje do układu strefowego. W początkowym odcinku stwierdzane są wysokie zawartości Ca (ok. 2500 mg/100 g gleby), co wiąże się z sąsiedztwem zbocza. W kierunku środkowej części doliny zawartość wapnia zmniejsza się (lokalnie nawet do 1500 mg/100 g gleby). Końcowy odcinek przekroju nawiązuje do strefy immersyjnej i charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem wartości, przy czym zdecydowanie wyższe notowane są w glebie pod turzycowiskami (2000 mg/100 g gleby) niż w punktach z zakrzaczeniami (1600 mg/100 g gleby).

Podział przekroju na strefy czytelny jest także w przypadku zmienności zawartości fosforu: strefę emersyjną (punkty od A do G) cechuje dywersyfikacja na dwa poziomy stężeń, podczas gdy w strefie immersyjnej, różnice wartości nie są duże.

Podział doliny na dwie strefy potwierdza analiza wskaźnika C/N. Spadek jego wartości w kierunku rzeki wskazuje na stopniowy wzrost żyzności, co spowodowało



wane jest oddziaływaniem wód rzecznych w immersyjnej części przekroju [WASSEN, JOOSTEN, 1994]. Wody rzeczne w basenie dolnym są najżyźniejsze. W stosunku do źródłowego odcinka rzeki, zawartość substancji mineralnych jest tu wyższa od 2 do 5 razy [BARENDREGT, WASSEN, 1994].

Związki między charakterem pokrycia terenu i zawartością poszczególnych analizowanych składników chemicznych gleb nie w każdym przypadku są czytelne. Na niejednoznaczność wyników mimo względnej jednorodności podłoża, wpływa prawdopodobnie efekt sąsiedztwa zbocza oraz widoczne na przekroju gradientowe zmiany zasilania. Szczególnie widoczne jest to w punktach C0 i D0, zlokalizowanych w obrębie średnio i silnie zwartych zarośli wierzbowych i wierzbowo-brzozowych. Jony potasu, magnezu, wapnia oraz azot całkowity, w górnych warstwach osiągają wartości największe. W punktach C1 i D1 zlokalizowanych w peryferyjnych fragmentach kęp zakrzaczeń zawartość tych składników jest znacznie niższa. Prawidłowość ta świadczyć może o znacznie większej zdolności do akumulacji w wierzchnich poziomach glebowych, jak również o intensywności procesów glebowych, w wyniku których tworzą się łatwo przyswajalne dla roślin formy K i N.

Najwyraźniejsze zależności między rodzajem pokrycia terenu a wybranymi elementami chemizmu gleb organicznych związane są ze zmiennością przestrzenną zawartości magnezu. Jego zawartości są podwyższone pod zakrzaczeniami (średnio i silnie zwarte zakrzaczenia wierzbowe) oraz znacznie niższe w punktach na turzycowisku. Pośrednie stadia sukcesji mogą być w tym przypadku elementem potencjalnie wpływającym na migrację jonu  $Mg^{2+}$ .

Zależność między rodzajem pokrycia terenu a zawartością składników chemicznych w siedlisku zaobserwowano również w przypadku fosforu. Dotyczy to zwłaszcza stanowisk ze średnio i silnie zwartymi zaroślami: w punkcie D0 (średnio zwarte zarośla wierzbowe) notowane są największe różnice wartości jego stężeń na poszczególnych poziomach (maksymalnie do 90 mg). Maksymalne zawartości notowane są w poziomie wierzchnim (120 mg/100 g gleby), minimalne zaś w dolnym (80 mg/100 g gleby), przy czym są to jednocześnie także bezwzględne minima zawartości fosforu na przekroju.

W przypadku wapnia i azotu wpływ pokrycia terenu zaznacza się na głębokości 25-30 cm. Obserwuje się tu minimalne zawartości obu składników. W najgłębszym analizowanym poziomie 45-50 cm notowano najniższe wartości dla azotu i fosforu oraz maksymalne wartości jonów wapnia. Takie zróżnicowanie jest prawdopodobnie efektem udrożnienia głębszych poziomów profili glebowych przez rozwijające się w nich, a następnie obumierające systemy korzeniowe zarośli. Bogata w wapń woda gruntowa jest z jednej strony dostarczycielem tego pierwiastka do siedliska, w szczególności do głębszych poziomów glebowych, z drugiej zaś odpowiada za wysokie uwilgotnienie i kształtowanie warunków anareobowych. W punkcie C0 porośniętym zaroślami wierzbowymi wzrasta zawartość Ca (do 2200 mg/100 g gleby), natomiast w odpowiadającym mu punkcie C1 zlokalizowa-

nym w sąsiedztwie turzycowiska – obniża się (do 1500 mg/100 g gleby). W kolejnej parze punktów D1/D0 zawartość wapnia utrzymuje się na podobnym, wysokim poziomie (2100 mg/100 g gleby). Cechą charakterystyczną rozkładu zawartości N i P w profilach pod zakrzaczeniami są bardzo duże różnice ich wartości między poszczególnymi poziomami glebowymi.

Zawartość analizowanych jonów w profilach usytuowanych pod słabo zwartymi zaroślami wierzbowymi, pojedynczymi wierzbami czy też pod zbiorowiskami turzycowiskowymi jest na tyle zróżnicowana, że uniemożliwia sformułowanie jednoznacznych prawidłowości.

## WNIOSKI

1. Profile glebowe badanych gleb torfowych i torfowo-murszowych dzielą się na poziomy o większej i znacznie mniejszej aktywności biochemicznej. Oddziela je granica, która przebiega na głębokości 10-25 cm i wyraża się dużą zmiennością zawartości analizowanych składników chemicznych.

2. Opisywany w literaturze podział doliny Biebrzy na roślinne i siedliskowe strefy – emersyjną oraz immersyjną [OŚWIT, 1973, PAŁCZYŃSKI, 1975] – znajduje swoje odzwierciedlenie w zmienności przestrzennej zawartości P, K, Ca, Mg oraz popielności.

3. Na analizowanym transekcie stwierdzono silnie zaznaczający się proces mineralizacji w górnych poziomach glebowych, czego wyrazem jest podwyższona zawartość NPK w wierzchniej części profili w stosunku do zawartości wymienionych składników w głębszych partiach gleb.

4. Zawartość P (poziom wierzchni), Ca, K, a częściowo też i N (poziomy głębsze) zależały od odległości od zbocza wyższego poziomu morfologicznego pradolina; zaobserwowano szybkie, gradientowe obniżanie się ich zawartości w profilach glebowych w punktach usytuowanych w pewnej odległości od zbocza.

5. Skład chemiczny badanych gleb organicznych zależał od pokrycia terenu, przy czym należy podkreślić, że zależność ta została zaobserwowana w przypadku średnio i silnie zwartych zarośli wierzbowych i wierzbowo-brzozowych reprezentujących pośrednie, a nawet terminalne stadia sukcesji.

6. Gleby zbiorowisk zaroślowych inicjalnego stadium sukcesji nie wykazują znaczących różnic zawartości analizowanych jonów w stosunku do gleb pobliskich zbiorowisk turzycowiskowych.

7. Istotny wpływ na parametry chemiczne gleb na analizowanym transekcie miały dwa czynniki. Pierwszy to położenie na przekroju poprzecznym doliny, gdyż stąd bezpośrednio wynika sposób zasilania oraz uwilgotnienie siedlisk. Drugi czynnik to pokrycie terenu, jednak wpływ znajdujących się w ekspansji zbiorowisk zaroślowych, jako elementu kształtującego siedlisko zaznacza się w postaci sprzężenia zwrotnego dopiero od pewnego etapu zaawansowania procesu sukcesji. Uży-

skane dane wskazują na większe znaczenie pierwszego z wymienionych czynników, jako istotnego elementu modyfikującego ten proces.

## LITERATURA

- BANASZUK H., 1980. Geomorfologia południowej części Kotliny Biebrzańskiej. Pr. Stud. Inst. Geogr. UW z. 2. s. 7-69.
- BARENDREGT A., WASSEN M. J., 1994. Surface water chemistry of the Biebrza river with special emphasis on nutrient flow and vegetation. W: Towards protection and sustainable use of the Biebrza Wetlands: Exchange and integration of research results for the benefit of a Polish-Dutch Joint Research Plan, raport, Falenty-Utrecht s. 133-146.
- CZERWIŃSKI A., 1972. Lasy brzozowe związku *Alnion glutinosae* w północno-wschodniej Polsce. Roczniki Białostockie r. 11 s. 101-159.
- CZERWIŃSKI A., 1991. Lasy na torfowiskach w Kotlinie Biebrzańskiej i perspektywy ich rozwoju w aspekcie produkcyjnym i ochrony środowiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372 s. 335-370.
- CZERWIŃSKI A., 1999. Zróżnicowanie roślinności zaroślowej. W: Plan Ochrony Biebrzańskiego Parku Narodowego. maszyn. Osowiec: Biebrzański Park Narodowy.
- FALIŃSKA K., 1997. Ekologia roślin. Warszawa: PWN ss. 453.
- Gleboznawstwo, 1993. Pr. zbior. Red. Dobrzański B., Zawadzki S., Warszawa: PWRiL ss. 561.
- GOTKIEWICZ J., GOTKIEWICZ M., 1991. Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. Bibl. Wiad. IMUZ 77 s. 59-77.
- GOTKIEWICZ J., KOWALCZYK Z., OKRUSZKO H., 1975. Przebieg mineralizacji związków azotu i węgla w podstawowych rodzajach murszów torfowych o zróżnicowanych stosunkach powietrzno-wodnych. Roczn. Nauk Rol. Ser. F t. 79 z.1.
- MATUSZKIEWICZ A., 1997. Operat ekosystemów nieleśnych. W: Plan Ochrony Biebrzańskiego Parku Narodowego. maszyn. Osowiec: Biebrzański Park Narodowy.
- OKRUSZKO H., 1960. Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich chemiczne oraz fizyczne właściwości. Roczn. Nauk Rol. Ser. F t. 74 z. 1 s. 5-89.
- OKRUSZKO H., 1976. Zasady rozpoznawania i podziału gleb organicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. Bibl. Wiad. IMUZ 52 s. 7-54.
- OKRUSZKO H., 1991a. Rodzaje mokradeł w pradolinie Biebrzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372 s. 163-184.
- OKRUSZKO H., 1991b. Przeobrażanie się mokradeł pod wpływem ich odwodnienia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372 s. 251-270.
- OKRUSZKO H., 1994. System of hydrogenic soil classification used in Poland. W: Taxonomy of hydrogenic soils and sites used in Poland. Bibl. Wiad. IMUZ 84 s. 5-27.
- OŚWIT J., 1973. Warunki rozwoju torfowisk w dolinie dolnej Biebrzy na tle stosunków wodnych. Roczn. Nauk Rol. t. 143 ss. 79.
- OŚWIT J., 1991. Budowa, geneza i rozwój torfowisk pradolinnych Biebrzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372 s. 185-217.
- PACIORKIEWICZ P., 2000. Wpływ zmian użytkowania ziemi na wybrane parametry chemiczne gleb w Dolinie Biebrzy. Pr. magisterska, Warszawa: Wydz. Geogr. i Studiów Reg. UW maszyn. ss. 42.
- PALCZYŃSKI A., 1975. Bagna Jaćwieskie – Pradolina Biebrzy. Roczn. Nauk Rol. Ser. B z. 145 ss. 232.
- PALCZYŃSKI A., TOMASZEWSKA K., 1981. Próba wykorzystania zdjęć lotniczych do określenia dynamiki zbiorowisk zarośli wierzbowo-brzozowych na bagnach doliny Biebrzy. Zesz. Nauk. AR Wroc. Rol. z. 38 nr 134 s. 81-95.
- PIÓRKOWSKI H., 1997. Projekt pilotowy "Application of remote sensing and GIS in identification of scrub encroachment in Biebrza National Park". Maszynopis, Falenty: IMUZ ss. 14.

- PIÓRKOWSKI H., RYCHARSKI M., 1999. Zróżnicowanie przestrzenne i dynamika sukcesji zbiorowisk leśnych i zaroślowych w dolinie Biebrzy na podstawie analizy zdjęć lotniczych. W: Aktualna problematyka ochrony mokradeł. Mater. Semin. 43. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 147-156.
- PISARSKA B., 1995. Percepcja Bagien Biebrzańskich jako obszaru turystycznego. praca doktorska, Wydz. Geogr. i Studiów Reg. UW.
- SCHMIDT A, PIÓRKOWSKI H., BARTOSZUK H., 2000. Remote sensing techniques and Geographic Information Systems for wetland conservation and management: monitoring scrub encroachment in Biebrza National Park. Alterra – rapport 174, Wageningen ss. 99.
- TOMASZEWSKA K., 1988. Plant cover of peatland in the Biebrza river valley and its changes determined on the basis of aerial photographs. Proc. of the VIII International Peat Society, Leningrad, s. 199-207.
- WASSEN M. J., JOOSTEN J. H. J., 1994. The impact of groundwater flow on water and peat chemistry along a gradient from rich fen to transitional fen in Biebrza Upper Basin. W: Towards protection and sustainable use of the Biebrza Wetlands: Exchange and integration of research results for the benefit of a Polish-Dutch Joint Research Plan. Raport Falenty-Utrecht s. 103-132.
- ŻUREK S., 1991. Geomorfologia Pradoliny Biebrzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372 s. 29-62.

*Hubert PIÓRKOWSKI, Piotr PACIORKIEWICZ, Andrzej HARASIMIUK*

**THE INFLUENCE OF LAND COVER  
ON SELECTED CHEMICAL PARAMETERS OF ORGANIC SOIL  
IN VARIOUS ZONES OF THE BIEBRZA RIVER VALLEY**

*Key words: wetland ecosystems, organic soil chemistry, succession, landscape ecology*

**S u m m a r y**

Chemical composition of the shallow geologic formations and soils is modified by many processes associated with the circulation of chemical elements. Two possible factors determining chemical composition of habitats in the paludified river valley are analysed in the paper: the distance from the edge of the valley and the interrelation between site conditions and plant community.

The study was carried out on the cross-section transversal to the river axis in points situated on areas covered by scrub vegetation in different stages of succession. Soil samples were taken from three levels (5–10 cm, 25–30 cm and 45–50 cm) and analysed for N, P, K, Ca, Mg, and ash content.

Results of the analysis reveal crucial role of the topographical factor. The distance from the edge of the valley modified Ca, P, K and N contents. The scrub cover as an important factor modifying site conditions seems to be significant only in later stages of succession. There was no correlation between site conditions and vegetation.

---

**Recenzenci:**

*prof. dr hab. Henryk Banaszuk*

*dr inż. Jan Kowalczyk*

Praca wpłynęła do Redakcji 4.10.2002 r.

