



NR 6

**GLEBY PARKU NARODOWEGO  
GÓR STOŁOWYCH**  
Monografia

2002

WYDAWNICTWO PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH

**SZCZELINIĘC**

# SZCZELINIEC

WYDAWNICTWO PARKU NARODOWEGO  
GÓR STOŁOWYCH

NR 6

MONOGRAFIA

**GLEBY  
PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH**

REDAKCJA NAUKOWA:  
LESZEK SZERSZEŃ, CEZARY KABAŁA

KUDOWA ZDRÓJ  
2002

## Kolegium redakcyjne:

Redaktor Naczelny: Antoni Ogorzałek

Z-ca Redaktora Naczelnego: Stefan Cacoń

Sekretarz Redakcji: Zbigniew Gotąb

Członkowie: Stanisław Bałazy, Szczepan Biliński, Adam Boratyński,  
Wojciech Ciężkowski, Jaromir Demek, Jerzy Głazek, Edmund Jońca,  
Janusz Korybo, Frantisek Krahulec, Maria Krzakowa, Jacek Michalski,  
Michał Mierzejewski, Maria Pulinowa, Marian Pulina, Janusz Radziejowski,  
Michał Sachanbiński, Janusz Skreżyna, Kazimierz Sporek, Pavel Stys,  
Jurand Wojewoda

## Naukowa Rada Programowa:

Szczepan Biliński, Adam Boratyński, Stefan Cacoń, Wojciech Ciężkowski,  
Janusz Czerwiński, Zbigniew Jakubiec, Zygmunt Kłodnicki, Jacek Michalski,  
Michał Mierzejewski, Krystyna Pender, Maria Pulinowa, Marian Pulina,  
Michał Sachanbiński, Kazimierz Sporek, Marek Staffa, Leszek Szerszeń

Projekt okładki: Stanisław Rogowski

Skład komputerowy numeru 6: Cezary Kabała

Biologica Silesiae

51-507 Wrocław, ul. Rataja 16

Wydano przy pomocy finansowej  
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony  
Środowiska i Gospodarki Wodnej  
we Wrocławiu

ISSN 1427-6712

© Park Narodowy Gór Stołowych 2002  
57-350 Kudowa Zdrój, tel./fax. (074) 661 436  
e-mail: [pngs@polbox.com](mailto:pngs@polbox.com)  
<http://www.pngs.pulsar.net.pl>

**STAN BADAŃ ŚRODOWISKA GLEBOWEGO  
W GÓRACH STOŁOWYCH -  
WPROWADZENIE DO MONOGRAFII GLEB  
PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH**

**SOIL INVESTIGATIONS IN THE STOŁOWE MOUNTAINS  
- AN INTRODUCTION TO THE MONOGRAPH OF SOILS  
IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK**

**LESZEK SZERSZEŃ, CEZARY KABAŁA**

*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** Obszar Gór Stołowych, znany naukowcom i turystom ze względu na duże walory krajoznawcze i przyrodnicze, był przed rokiem 1995 wyjątkowo słabo poznany gleboznawczo, w odróżnieniu od Karkonoszy lub innych obszarów górskich Polski. Utworzenie Parku Narodowego Gór Stołowych w 1993 roku i rozpoczęcie prac nad Planem Ochrony PNGS umożliwiło przeprowadzenie kompleksowego rozpoznania pokrywy glebowej polskiej części Gór Stołowych. W artykule omówiona została stan badań gleboznawczych w Górach Stołowych, oraz podjęto próbę określenia przyszłych kierunków badań pokrywy glebowej.

**Abstract:** The Stołowe Mountains – area well known by scientists and tourists with regard to their great landscape and geologic value, was before 1995 poorly pedologically recognised, in contradistinction to Karkonosze or other mountain areas of Poland. The formation of the Stołowe Mountains National Park in 1993 and the beginning of investigation for the SMNP protection programme enabled complex recognition of soil cover in Polish part of the Stołowe Mountains. The state of previous pedological investigation in the Stołowe Mountains was presented in a paper, as well as future research problems were discussed.

**WSTĘP**

Według jednych - niezmienna, według innych – nieustannie podlegająca dynamicznym przemianom, niemal ożywiona, jest gleba ogniwem łączącym podłoże geologiczne i biotyczną część ekosystemu. Wiele podstawowych właściwości gleba dziedziczy od skały macierzystej, z której stopniowo się wykształca, lecz tempo i kierunek procesów glebotwórczych w dużym stopniu zależy od innych czynników środowiska: klimatu, stosunków wodnych, morfologii terenu, ale również od pokrywającej roślinności oraz (w ostatnich wiekach) od działalności człowieka (Szerszeń 1974). Gleby terenów górzystych odznaczają się szczególnie dużą dynamiką

substratu glebowego - wskutek denudacji, uruchamianej na stokach zarówno przez czynniki naturalne, jak i wskutek oddziaływań antropogenicznych, obserwuje się często odmładzanie profilu glebowego przez usuwanie bądź nadbudowanie (akumulację) jego wierzchnich warstw (Kowalkowski 1998; Traczyk 1995).

Pokrywa glebowa spełnia w środowisku przyrodniczym szereg istotnych funkcji, jednak podstawową i bodaj najważniejszą jest tworzenie warunków wzrostu i rozwoju dla zbiorowisk roślinnych, a pośrednio dla całego ekosystemu (Adamczyk 1983). Zróżnicowanie pokrywy glebowej: uziarnienia, zdolności retencji wodnej, zdolności sorpcyjnych, zasobności w makro- i mikrośladniki, w znacznym stopniu determinuje różnorodność i produktywność ekosystemów. Człowiek od wieków korzysta z naturalnej produktywności gleb, czerpiąc pożytki z lasów oraz gruntów wziętych pod uprawy rolnicze. Intensyfikacja użytkowania zasiedlonych terenów prowadziła, i ciągle prowadzi do przeobrażania naturalnych ekosystemów w sztuczne, co często wiąże się z poważnymi zmianami właściwości gleb. Dotyczy to w jednakowym stopniu gleb terenów leśnych przekształcanych w rolnicze, co i gleb istniejących jeszcze drzewostanów, w większości przebudowanych przez człowieka zgodnie z aktualnymi potrzebami gospodarczymi (Kabała 1995; Skiba, Drewnik 1993; Walendzik 1994). Wydarzenia ostatnich dekad pokazują jednak, że dla owocnej produkcji zarówno rolniczej, jak i leśnej, niezbędne jest dostosowanie profilu i intensywności produkcji do warunków glebowych i innych czynników środowiska (Gorzelać 1995, Strzyszczyk 1995), natomiast próby intensywnej produkcji wbrew podstawowym prawom przyrody niekiedy kończą się katastrofą (Capecki 1989; Konca 1990).

Monografia gleb Parku Narodowego Gór Stołowych została więc przygotowana nie tyle w ujęciu geodynamicznym, które by koncentrowało się na wyjaśnieniu ewolucji pokrywy glebowej Gór Stołowych, lecz raczej jako charakterystyka aktualnej struktury i stanu pokrywy glebowej. W ujęciu systematycznym zaprezentowane zostały jednostki typologiczne, z charakterystyką morfologii pedonów oraz najważniejszych właściwości fizykochemicznych, stanowiących o poziomie troficzności gleb i całych ekosystemów. Wybrane zagadnienia – skład frakcji ilastej zwierzeli i gleb, właściwości i przemiany gleb organicznych, zawartość pierwiastków śladowych w glebach i ściółkach leśnych (stopień zanieczyszczenia) oraz aktualne zagrożenia dla pokrywy glebowej zostały omówione nieco szerzej, ze względu na wagę, jaką przywiązujemy do tej problematyki. Wyrażamy nadzieję, że takie ujęcie charakterystyki gleb będzie materiałem przydatnym do studiów nad całym środowiskiem przyrodniczym Parku Narodowego Gór Stołowych, szczególnie dla zrozumienia różnorodności florystycznej, planowania gospodarki leśnej, zagospodarowania gruntów polnych, ochrony zasobów wodnych itp.

## BADANIA GLEBOZNAWCZE W GÓRACH STOŁOWYCH

Obszar Gór Stołowych, mimo, iż doskonale znany naukowcom i turystom ze względu na walory krajoznawcze i przyrodnicze, posiadał do niedawna wyjątkowo ubogą literaturę gleboznawczą, w odróżnieniu od pobliskich Karkonoszy lub innych obszarów górskich Polski.

Przed rokiem 1995 opublikowane zostały charakterystyki jedynie pojedynczych profili pochodzących z tego terenu lub jego bezpośredniego sąsiedztwa. W monografii gleb brunatnych Sudetów Borkowski (1966) zamieścił charakterystykę morfologii i właściwości fizykochemicznych trzech profili gleb uprawnych wytworzonych z pyłotupków (margli) oraz piaskowców z rejonu Karłowa, Pasterki i Polanicy. Obszerny materiał dokumentacyjny dla gleb użytkowanych rolniczo w Kotlinie Kłodzkiej, w tym dla trzech profili z rejonu Gór Stołowych (Polanica, Szczytna, Karłów) zawiera opracowanie Andruszczak (1975). Borkowski i Strączyńska (1986) podają z kolei charakterystykę niektórych cech poziomów próchnicznych gleb uprawnych z rejonu Łężyc. Omówienie składu mineralogicznego gleb wytworzonych z granitoidów kudowskich na tle innych gleb Sudetów prezentują opracowania Bogdy (1972, 1978, 1981), Chodaka (1976) oraz Szerszenia i wsp. (1979). Natomiast przeglądowe mapy gleb Polski (1961, 1994) ze względu na skalę (1:300 000 oraz 1:1 500 000) przedstawiają zróżnicowanie gleb tego obszaru w zbyt dużym uproszczeniu.

Utworzenie Parku Narodowego Gór Stołowych w 1993 roku i rozpoczęcie prac nad Planem Ochrony PNGS (koordynowanym przez Narodową Fundację Ochrony Środowiska (Zgorzeński 1999)) umożliwiło przeprowadzenie zakrojonego na szeroką skalę rozpoznania pokrywy glebowej polskiej części Gór Stołowych. Badania gleboznawczo - kartograficzne rozpoczęte zostały w 1995 roku. Ujawniły one dużą różnorodność pokrywy glebowej Gór Stołowych wynikającą ze zróżnicowania skał macierzystych, morfologii terenu, warunków wodnych oraz wpływu roślinności i człowieka.

Prace terenowe, analizy laboratoryjne oraz opracowanie mapy i wyników badań prowadzone były pod kierunkiem prof. Leszka Szerszenia, dr Bogumiła Wicika oraz dr Cezarego Kabały. W pracach zespołu prof. Leszka Szerszenia z Instytutu Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu uczestniczyli: prof. Jan Borkowski, prof. Tadeusz Chodak, dr Katarzyna Bartoszevska (ob. Szopka), dr Adam Bogacz, dr Bernard Gałka, dr Cezary Kabała, dr Anna Karczevska, dr Jarosław Kaszubkiewicz, dr Andrzej Kocowicz oraz dr Zbigniew Perlak. W pracach zespołu dr Bogumiła Wicika z Zakładu Geoekologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego uczestniczyli: mgr Zofia Mazurek, mgr Zbyszko Pawłowski, mgr Marta Szymaniak oraz dr Adam Tatur wraz ze współpracownikami z Politechniki Warszawskiej.

Pierwszymi efektami przeprowadzonych wówczas prac rozpoznawczych, oprócz rękopisów mapy i opracowań gleboznawczo - siedliskowych złożonych w ramach Planu Ochrony PNGS, były komunikaty prezentujące m. in. ogólną charakterystykę gleb Gór Stołowych (Szerszeń i wsp. 1996), charakterystykę gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów kudowskich (Borkowski i wsp. 1996), gleb organicznych (Kaszubkiewicz i wsp. 1996), zarys składu mineralogicznego najważniejszych typów gleb (Chodak i wsp.

1996) oraz wstępną ocenę zanieczyszczenia gleb pierwiastkami śladowymi (Kabała i wsp. 1996).

W ostatnich latach ukazały się opracowania będące efektem kontynuacji i poszerzenia badań zapoczątkowanych w 1995 roku. Zagadnieniom różnorodności oraz podstaw klasyfikacji gleb brunatnych wytworzonych z różnych skał macierzystych na obszarze PNGS poświęcona była praca Kabały i Szerszenia (1998). Karczevska i wsp. (1998) oraz Kabała (2001) podjęli próby oceny przydatności niektórych wskaźników chemicznych w identyfikacji górskich gleb bielcowych. We współpracy z Studenckim Kołem Naukowym Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska AR we Wrocławiu analizowane było zagadnienie wpływu transportu samochodowego na Szosie 100 Zakrętów na zanieczyszczenie metalami ciężkimi sąsiadujących gleb (Karczevska i wsp. 1998) oraz charakterystyka zawartości pierwiastków śladowych w głębokich profilach torfów Wielkiego Torfowiska Batorowskiego (Kabała i wsp. 1998). Badania te wykazały, że wzrost zawartości metali ciężkich w glebach, w tym również w próchnicach leśnych oraz torfach w większym stopniu zależy od ogólnego wzrostu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci, niż od lokalnych źródeł emisji. Zawartość ołowiu oraz innych pierwiastków śladowych w profilach gleb wytworzonych z piaskowców Gór Stołowych była przedmiotem opracowań Szopki (2000, 2000a). Problematyce degradacji i ochrony siedlisk wilgotnych PNGS na tle fizycznych i chemicznych właściwości gleb organicznych poświęcone są prace Bogacza (Bogacz 2000, Bogacz 2002). Warunki rozmieszczenia oraz funkcjonowania obszarów podmokłych (mokradeł) na obszarze PNGS były również przedmiotem badań Woronko (1998). Wyniki szczegółowych badań sześciu profili torfowych z obszaru Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, rzucające nowe światło na zagadnienia ewolucji szaty roślinnej Gór Stołowych oraz dynamikę torfowiska od schyłku plejstocenu przez cały holocen podaje Marek (1998) na podstawie badań prowadzonych wspólnie z J. Potocką.

## **PERSPEKTYWICZNE KIERUNKI BADAŃ GLEBOZNAWCZYCH W GÓRACH STOŁOWYCH**

Mimo zakrojonych na szeroką skalę prac gleboznawczych w latach 1995-1996 i późniejszych i uzyskania cennych materiałów dokumentacyjnych, nadal na rozwiązanie czeka wiele ważnych problemów natury poznawczej oraz praktycznej. Wśród nich do najważniejszych należy zaliczyć:

- Geneza i wiek gleb, szczególnie bielcowych. Gleby te występują w obrębie różnorodnych pokryw stokowych, nierzadko wielowarstwowych. Badania genezy poszczególnych warstw, w tym ich wieku, dostarczyłyby danych na temat przeobrażeń powierzchni (krajobrazu Gór Stołowych), również w czasach historycznych i współczesnych.
- Badania palinologiczne oraz szczątków roślinnych w torfach i madach rzecznych. Nadal nie do końca uzgodnione są poglądy na temat składu gatunkowego drzewostanów sudeckich przed masowym ich wycinaniem i wprowadzeniem plantacyjnej uprawy świerka. Torfowiska oraz mady rzeczne są „archiwami”

gromadzącymi informacje m.in. o cechach otaczającego środowiska na kolejnych etapach przyrostu substratu glebowego.

- Struktura siedlisk leśnych. Szczegółowym pracom gleboznawczym towarzyszyło jedynie uproszczone rozpoznanie cech siedlisk leśnych, podczas gdy postulowana przebudowa monokultur świerkowych musi być prowadzona na bazie rzetelnego dopasowania składu drzewostanu do warunków glebowo-siedliskowych.
- Problem gruntów porolnych. W miarę wycofywania się człowieka z najtrudniejszych do uprawy terenów, prowadzone było przez ostatnie dziesięciolecia zalesianie odłogowanych gruntów. Również obecnie znaczne powierzchnie oczekują na decyzję co do kierunku ich zagospodarowania. Jedne i drugie tereny mogą stać się polem doświadczalnym dla obserwacji nad przemianami w środowisku glebowym przed i po zalesieniu, lub w trakcie naturalnej (wtórnego) sukcesji nowych zbiorowisk roślinnych.
- Zasobność gleb w makroelementy. W ramach Planu Ochrony PNGS nie prowadzono oceny zasobności gleb w podstawowe makroelementy. Wykonanie takiego rozpoznania, zarówno na gruntach leśnych, jak i nie leśnych, dostarczyłoby aktualnej informacji na temat zasobności siedlisk, ale też na temat istniejących źródeł zanieczyszczeń antropogenicznych.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy wyrażają podziękowanie Narodowej Fundacji Ochrony Środowiska w Warszawie, w tym koordynatorowi prac nad Planem Ochrony PNGS – dr Markowi Zgorzelskiemu, za umożliwienie wykonania badań gleboznawczo - kartograficznych na terenie całego Parku Narodowego. Wyrazy wdzięczności przekazujemy też Parkowi Narodowemu Gór Stołowych, a w szczególności dyrektorowi Parku – panu Januszowi Korybo oraz kierownikowi pracowni naukowej – dr Zbigniewowi Gołąbowi za przychylność dla badań gleboznawczych na terenie Gór Stołowych oraz wszelką pomoc udzieloną w trakcie gromadzenia materiałów do niniejszego opracowania.

## LITERATURA

- ADAMCZYK B. 1984. Rola gleby w kształtowaniu środowiska przyrodniczego terenów górskich. *Studia Ośr. Dokument. Fizjogr.*, 12: 9-47
- ANDRUSZCZAK E. 1975. Zawartość mikro- i makroelementów w glebach i roślinności użytków rolnych Kotliny Kłodzkiej, *Roczn. Glebozn.*, 26, 3: 90-119
- BOGACZ A. 2000. Physical properties of organic soil in Stołowe Mountains National Park (Poland), *Suo*, 51, 3: 105-113
- BOGACZ A. 2002. Właściwości chemiczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych, *Roczn. Glebozn.*, 53, 1-2: 13-26
- BOGDA A. 1972.. Mineralogiczne i mikromorfologiczne badania produktów wietrzenia niektórych magmowych skał macierzystych gleb występujących w Sudetach. *Roczn. Glebozn.*, 14, 2: 85-132



- BOGDA A. 1978. Minerale ilaste gleb wietrzeniowych wytworzonych z niektórych granitoidów sudeckich, I Konferencja Minerale i Surowce Ilaste, Bolesławiec, 301-318
- BOGDA A. 1981. Skład mineralny i niektóre właściwości gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów sudeckich. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu.
- BORKOWSKI J. 1966. Gleby brunatne Sudetów. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 12: 29-94.
- BORKOWSKI J., KABAŁA C., KARCZEWSKA A. 1996. Gleby brunatne wytworzone z granitoidów na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. Symp. Nauk. „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11-13 X 1996. Wyd. PNGS „Szczeliniec”: 79-85.
- BORKOWSKI J., STRĄCZYŃSKA S. 1986. Wpływ nawożenia mineralnego na skład frakcyjny związków próchnicznych gleb darniowych Sudetów, Roczn. Glebozn., 37, 2/3: 307-313
- CAPECKI Z. 1989. Gradacja wskaźnicy modrzewianeczki Zeiraphera griseana w Polsce w latach 1977-1983, Prace IBL, Warszawa
- CHODAK T., BOGDA A. 1976. Clay minerals of some soils developed from magmatic and metamorphic rocks. 7<sup>th</sup> Conference of Clay Mineralogy and Petrology, Karlovy Vary: 375-384.
- CHODAK T., KABAŁA C., GAŁKA B. 1996. Produkty wietrzenia ważniejszych skał macierzystych Parku Narodowego Gór Stołowych. Symp. Nauk. „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11-13 X 1996. Wyd. PNGS „Szczeliniec”.
- Gleby - Klasyfikacja genetyczna, Mapa 1:1 500 000 pod red. S. Białousza, 1994. Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, PPWK, Warszawa.
- GORZELAK A. 1995. Lasy i gospodarka leśna w Sudetach, Prace IBL, seria B, 25: 7-35
- KABAŁA C., KARCZEWSKA A., SZERSZEŃ L. 1996. Wstępne badania nad zawartością pierwiastków śladowych w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych. Wyd. PNGS „Szczeliniec”: 87-90
- KABAŁA C., WALKIEWICZ A., KARCZEWSKA A. 1998. Pierwiastki śladowe w profilach torfów z Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w Górach Stołowych. Szczeliniec, 2: 15-21.
- KABAŁA C., SZERSZEŃ L. 1998. Właściwości gleb brunatnych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464: 89-100
- KARCZEWSKA A., BARTOSZEWSKA A., SZERSZEŃ L. 1998. Żelazo w wybranych profilach gleb wytworzonych z piaskowców na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 464: 201-210
- KARCZEWSKA A., KABAŁA C., SZAFLIĆKA B. 1998. Metale ciężkie w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych wzdłuż Szosy 100 Zakrętów. Szczeliniec, 2: 9-14
- KONCA B. 1990. Przyczyny i następstwa kłęski ekologicznej w Sudetach Zachodnich. Rocznik Jeleniogórski, Jelenia Góra: 51-72
- KOWALKOWSKI A. 1998. Związki genetyczne między seriami pokryw stokowych i budową profilu gleb terenów górskich na przykładzie głównego masywu Łysogór. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 464: 37-58

- MAPA GLEB POLSKI 1:300 000 pod red. A. Musierowicza, 1961. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- MAREK S. 1998. Rozwój Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w świetle badań biostratygraficznych. *Szczeliniec*, 2: 49-88
- SKIBA S., DREWNIK M. 1993. Gleby zdegradowanych ekosystemów wybranych rejonów Karkonoszy. *Karkonoskie Badania Ekologiczne, I Konf.*, Wyd. Instytutu Ekologii Dziekanów Leśny: 93-102
- STRZYSZCZ Z. 1995. Warunki glebowe a zamieranie drzewostanów w Karkonoskim Parku Narodowym. W: *Geoekologiczne Problemy Karkonoszy*, Wyd. Acadus, Poznań: 89-94.
- SZERSZEŃ L. 1974. Wpływ czynników bioklimatycznych na procesy zachodzące w glebach Sudetów i Spitsbergenu. *Rocz. Glebozn.*, 25, 2: 53-99.
- SZERSZEŃ L., KABAŁA C., WÍCIK B. 1996. Charakterystyka gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Symp. Nauk. „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11-13 X 1996*. Wyd. PNGS „*Szczeliniec*”: 71-77
- SZERSZEŃ L., CHOŃAK T., BOGDA A., LASKOWSKI S. 1978. Minerale ilaste gleb bielcowych i brunatnych wytworzonych z różnych skał macierzystych Dolnego Śląska. I Konferencja Minerale i Surowce Ilaste, Bolesławiec
- SZOPKA K. 2000. Całkowita zawartość oraz profilowe rozmieszczenie ołowiu w glebach bielcowych i brunatnych kwaśnych wytworzonych z piaskowców na terenie Gór Stołowych. *Zesz. Problem. Post. nauk Roln.*, 471, 1: 1159-1166
- SZOPKA K. 2000a. Geneza, skład i właściwości gleb wytworzonych z piaskowców na terenie Gór Stołowych. Część 1: Zawartość oraz profilowe rozmieszczenie pierwiastków śladowych. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo*, 75, 396: 93-109.
- TRACZYK A. 1995. Rozwój stoków karkonoskich w schyłkowej fazie plejstocenu i w holocenie w świetle analizy osadów pokrywowych, (w:) J. Sarosiek (red), *Geoekologiczne Problemy Karkonoszy*, Wyd. Acarus, Poznań: 17-20
- WALENDZIK R. J. 1994. Charakterystyka degradacji gleb leśnych w Sudetach Zachodnich i próby ich rewitalizacji., *Prace IBL, seria B*, 21/1: 37-57
- WORONKO D. 1998. Warunki występowania i funkcjonowania obszarów podmokłych w Parku Narodowym Gór Stołowych. *Szczeliniec*, 2: 23-29
- ZGORZELSKI M. (red.). 1999. *Góry Stołowe*. Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa



## **CZYNNIKI PRZYRODNICZE WPŁYWAJĄCE NA, ZRÓŻNICOWANIE POKRYWY GLEBOWEJ GÓR STOŁOWYCH**

### **NATURAL FACTORS INFLUENCING SOIL COVER DIVERSITY IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK**

**KATARZYNA SZOPKA**

*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia  
Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** Powstawanie gleb i ich zróżnicowanie typologiczne w Górach Stołowych jest związane z czynnikami glebotwórczymi takimi jak: podłoże (skała macierzysta), rzeźba terenu, warunki hydrologiczne, klimatyczne, szata roślinna. Czynnikiem, który może w różnym stopniu modyfikować zachodzące procesy jest działalność człowieka. Poniższy artykuł stanowi krótką syntezę, opartą na materiałach źródłowych, podstawowych czynników glebotwórczych warunkujących powstawanie gleb na obszarze Gór Stołowych.

**Abstract:** The soil cover in Stołowe Mountains and differences in soil profiles strictly related to lithology of bedrock, relief, hydrology, climate, plant cover and human activity. The article presents, based on published materials, characteristic of soils genesis factors in the area of Stołowe Mountains.

#### **WSTĘP**

Górami Stołowymi zwykle określać się wyniesione stoliwo górskie, położone w Sudetach Środkowych, a ciągnące się od granicy polsko-czeskiej w rejonie Kudowy Zdroju i Radkowa, po Polanicę Zdrój (Staffa 1989). Obszar ten jest od północy ograniczony Obniżeniem Radkowskim, za którym znajdują się Wzgórza Ścinawskie, od zachodu Kotliną Kłodzką, a od południa Obniżeniem Dusznickim oraz Wzgórzami Lewińskimi opadającymi dalej na południe do Obniżenia Kudowy. Są to jedyne w Polsce góry typu płytowego. Najwyższe wzniesienie Szczeliniec Wielki osiąga wysokość 919 m n.p.m. (Kondracki 2000).

Przyrodnicze i krajobrazowe walory Gór Stołowych chronione były od dawna w rezerwatach: „Szczeliniec Wielki”, „Szczeliniec Mały”, „Błędne Skały”, „Wielkie Torfowisko Batorowskie”. W 1991 roku utworzono tu Stołowogórski Park Krajobrazowy przekształcony w 1993 roku w Park Narodowy Gór Stołowych (Jońca i in. 1998).

## BUDOWA GEOLOGICZNA

Góry Stołowe pod względem geologicznym stanowią podrzędną jednostkę położoną w południowo-wschodniej części rozległej śródgórskiej depresji - synklinorium śródsudeckiego. Uformowało się ono w orogenezie waryscyjskiej. Wypełniają je dwie różniące się wiekowo serie o charakterze platformowym: młodopaleozoiczna i górnokredowa. Seria pierwsza zawiera osady gromadzone od dolnego karbonu po trias. Seria ta stanowi podstawę, na której gromadziły się utwory górnokredowe (Pulinowa 1989).

Masyw Gór Stołowych rozciąga się w obrębie niecki śródsudeckiej i wykształcony jest głównie ze skał górnokredowych, które tworzyły się w płytkim morzu epikontynentalnym w warunkach klimatu ciepłego (Niemczyk 1999, Pulinowa 1996).

Do najstarszych skał występujących na terenie Gór Stołowych zalicza się łupki łyszczkowe z wkładkami wapieni i amfibolitów, które znajdują się w okrywie granitoidu kudowskiego (Niemczyk 1999).

W południowo-zachodniej części Gór Stołowych występuje granitoid kudowski. Skały budujące granitoid kudowski to granit monzonitowy i granodioryt. Z okresu karbońskiego pochodzą również: piaskowce arkozowe z detrytusem roślinnym występujące w okolicy Pstrążnej i Jakubowic, zlepieńce należące do warstw żaclerskich z rejonu Darnkowa oraz brekcje tektoniczne wzdłuż większych dyslokacji koło Gołaczowa i Dańczowa (Niemczyk 1999).

Wychodnie osadów permskich występują na północ od wychodni osadów kredowych, prawie równoległe do krawędzi Gór Stołowych, wzdłuż kierunku NW-SE. Są to piaskowce zlepieńcowate o barwie czerwono-brunatnej (Niemczyk 1999).

Na terenie Gór Stołowych najbardziej rozpowszechnione są skały górnej kredy wykształcone w facjach piaszczystych na przemian z marglisto-wapiennymi (Niemczyk 1999, Rotnicka 1996). Jak podaje Pulinowa (1996) pod względem litostratygraficznym utwory kredowe Gór Stołowych należą do cenomanu i turonu.

Cenoman Gór Stołowych reprezentowany jest przez piaskowce glaukonitowe obok, których występują iłowce wapnisto-piaszczyste. Osady cenomanu mają charakter płytkomorski, łączna ich miąższość waha się od 15 do 40 m (Niemczyk 1999).

Turon Gór Stołowych należy podzielić na trzy części: turon dolny, środkowy i górny. Osady turonu dolnego to przede wszystkim iłowce wapniste i piaskowce. Na piaskowcach zalegają mułowce impregnowane krzemionką przechodzące w margle turonu środkowego. Turon środkowy reprezentują margle zwane marglami plenerskimi, lokalnie zązębiające się z piaskowcami. Miąższość margli wynosi od 110 do 160 metrów (Niemczyk 1999). W rejonie Ostrej Góry, Pstrążnej, Łężna i Łężyc występują jedynie margle. W pozostałej części niecki Batorowa margle rozdzielone są przez piaskowce kwarcowe. Dolny pokład piaskowca zbudowany jest z drobno i średnioziarnistego piaskowca skaleniowo-kwarcowego. Jest to piaskowiec ciosowy wykazujący oddzielność blokową. Na skutek wietrzenia tworzy formy zwane „Skałnymi Grzybami” (Jerzykiewicz i in. 1986, Zgorzelski 1999). Piaskowce ciosowe dolnego pokładu turonu środkowego nazywane są także piaskowcami Radkowa (Jerzykiewicz 1986). Piaskowce górnego pokładu turonu środkowego są drobnoziarniste, uboższe w

skalenię niż piaskowce dolnego pokładu. Miąższość piaskowców turonu środkowego oceniana jest przez geologów na 150 m (Jerzykiewicz 1986).

Turon górny rozpoczyna się osadami margli ilastych (zwanymi marglami ze Szczytnej). W formie wklędek, występują w nich margle piaszczyste, iłowce i wapień piaszczyste. Wyżej zalegają kwarcowe piaskowce będące głównym materiałem osadowym turonu górnego (Niemczyk 1999). Są to średnio i drobnoziarniste piaskowce, dobrze wysortowane (Jerzykiewicz 1986). Piaskowce ciosowe turonu górnego zawierają ponad 90% (czasem do 99%) krzemionki. Spoiwo ich jest krzemionkowe. Górnoturońskie piaskowce ciosowe tworzą charakterystyczne formy wietrzeniowe. Budują one stoliwa Skalniaka, Narożnika, Szczelińca oraz Szczytniaka (Pulinowa 1996). Piaskowce ciosowe Szczelińca są najmłodszymi osadami górnokredowymi w Niece Śródsudeckiej. Miąższość osadów górnoturońskich, podając za autorami opracowań (Jerzykiewicz 1986, Niemczyk 1999) wynosi w rejonie Szczytnej 80 m, Skalniaka i Szczelińca 90-99m, na Błędnym Skalach - 107m.

## RZEŻBA TERENU

Góry Stołowe stanowią jedyny w Polsce przykład gór o budowie płytowej złożonych w całości z płasko leżących ławic piaskowców i margli górnej kredy (Klimaszewski 1972). Góry typu płytowego są to obszary tektonicznie wyniesione ponad najbliższe otoczenie o zwykle horyzontalnym ułożeniu serii skalnych. Nie przechodziły one fazy fałdowań górotwórczych. Często jako bliskie sąsiedztwo pasów orogenicznych, te horyzontalne struktury pod wpływem poziomych i pionowych nacisków z podłoża uległy różnym deformacjom jak bloki zrębowe, fleksury, zapadliska (Pulinowa 1996).

Góry Stołowe położone w Sudetach Środkowych można określić jako obszar płytowo-wyżynny. Jest on pochylony w kierunku południowo-wschodnim, co zdecydowało o silnym zerodowaniu tej części płyty. Charakterystyczną cechą rzeźby są płaskie powierzchnie ułożone piętrowo (Obniżenie Dusznickie 550 m n.p.m., spłaszczenie Łężna, Karłowa, Pasterki 750 m n.p.m.), ponad którymi wznoszą się cztery separowane stoliwa o wysokościach przekraczających 850 m n.p.m. (Pulinowa 1989).

Istotą morfologii Gór Stołowych jest piętrowy układ progów strukturalnych. Wyróżniamy tu dwa progi główne, brzeżny i wewnętrzny, a ponadto trzy lub cztery progi pośrednie. Ich czoła zbudowane są z bardziej odpornych na denudację piaskowców średnio i gruboziarnistych, natomiast przedproża są płaskimi powierzchniami planacyjnymi, wykształconymi w stropowych partiach mułowców oraz margli, a w przypadku progu brzeżnego (od strony północno-wschodniej) w osadach czerwonego spągowca. W wyższych partiach Gór Stołowych zaproża przedstawiają się po względem geomorfologicznym jako słabo nachylone, albo płaskie powierzchnie, urozmaicone formami piaskowcowych ostańców (Zgorzelski 1999).

Według Pulinowej (1989, 1996) decydującym czynnikiem w rozwoju rzeźby Gór Stołowych są wody podziemne, których oddziaływanie może być mechaniczne lub chemiczne. Rozwój rzeźby był najbardziej intensywny w warunkach klimatów wilgotnych i ciepłych, gdyż w klimatach tych efekty chemiczne w procesie denudacji są równoważne z efektami mechanicznymi, a nawet przeważają nad nimi (Niemczyk

1999). Warunki takie panowały w czasie plejstoceńskich interglacjałów oraz w niektórych okresach trzeciorzędu. Na terenie Gór Stołowych wytworzyły się wtedy trzy poziomy morfostrukturalne:

1. poziom wierzchownikowy - najmłodsza aktywnie rozwijająca się część Gór Stołowych. Budują go górne piaskowce ciosowe górnego turonu. Jest to tak zwany neogeński poziom zrównania wykształcony w postaci stoliw charakteryzujących się licznymi pionowymi pęknięciami czyli tzw. ciosem, przebiegającym w układzie kratowym oraz pionowym uławiceniem. W topografii terenu poziom ten reprezentują najwyższe wzniesienia Gór Stołowych 850 - 920 m. n.p.m.

2. poziom średni zwany poziomem Pasterki - Karłowa - Łężyc, który jest poziomem margli plenerskich środkowego turonu; 500-750 m. n. P. m.

3. poziom dolny w północno-wschodniej części Gór Stołowych jest tzw. dolnomioceńskim poziomem zrównania; 400-500 m. n.p.m. (Niemczyk 1999).

Pulinowa przedstawia denudacyjno-erozyjne działanie wód w istniejących na terenie Gór Stołowych dwóch poziomach wodonośnych. Źródła wypływające u podnóży skał wynosiły rozpuszczony materiał na zewnątrz masywu skalnego. Prowadziło to do osłabienia skały, a w ostateczności do jej rozpadu. Odpadające bloki gromadziły się u podnóża tworząc tzw. blokowiska. Następowoła wówczas cofanie się krawędzi płyty piaskowcowej. Pulinowa zespół cofających się progów strukturalnych uważa za podstawowy proces formujący Góry Stołowe (Niemczyk 1999).

## WARUNKI KLIMATYCZNE

Istotny wpływ na warunki klimatyczne na obszarze Sudetów ma ogólny kierunek głównych grzbietów górskich z północno-zachodu na południowo-wschód, a omawiając ich klimat należy zauważyć, że duże znaczenie na przebieg pogody ma wysokość zarówno bezwzględna, jak i względna (Schmuck 1969).

W stronę Sudetów płynie przeważnie powietrze znad Atlantyku, zasobne w duże ilości pary wodnej. Jest to na ogół powietrze pochodzenia albo polarno-morskiego, albo zwrotnikowo-morskiego (Schmuck 1969).

Ilość promieniowania słonecznego w Górach Stołowych wzrasta wraz z wysokością, ponieważ zwiększa się przezroczystość powietrza, zmniejsza ilość pary wodnej i zanieczyszczeń. Stoki południowe są zdecydowanie bardziej nasłonecznione niż stoki północne. Z wysokością związany jest również przebieg temperatur. Widoczny jest wyraźny spadek temperatury z wysokością, zarówno średnich miesięcznych, jak i rocznych (Schmuck 1959). Najcieplejszym miesiącem jest lipiec, najchłodniejszym styczeń.

Przebieg i rozkład przestrzenny wilgotności powietrza, mimo niewielkich wysokości jest dość zróżnicowany. W wyższych partiach Gór Stołowych notuje się zwiększone zachmurzenie i opady. Równocześnie zmniejsza się ilość okresów posusznych w porównaniu z terenami niżej leżącymi. Stopień zachmurzenia różni się w górach zależnie od wysokości, ekspozycji i charakteru rzeźby terenu. Na ogół wraz z wysokością wzrasta możliwość kondensacji pary wodnej i częstość pojawiania się chmur. Rośnie więc stopień zachmurzenia. Zachmurzenie w Górach Stołowych jest na ogół duże - największe zimą, najmniejsze jesienią. W przebiegu dobowym wielkość

zachmurzenia uzależniona jest od ekspozycji w stosunku do przepływu powietrza. Obszary nad stokami dowietrznymi oznaczają się znacznie zwiększonym zachmurzeniem, zawietrzne zaś wyraźnie zmniejszonym. Średnie zachmurzenie wynosi 60% (Schmuck 1959).

Opad atmosferyczny w górach rośnie wraz z wysokością mniej więcej 60-70 mm na 100 m wzniesienia. Średni roczny opad na tym obszarze wynosi 746 mm (Schmuck 1959). W rocznym przebiegu wykazuje on w Górach Stołowych maksimum w lipcu, minimum w lutym lub marcu, co jest charakterystyczne dla klimatu kontynentalnego. W Górach Stołowych najbardziej kontynentalne są ich najniższe partie. W stronę szczytów obserwuje się spadek opadów półrocza letniego na korzyść zimowego. Można więc mówić o oceanizmie partii szczytowych (Schmuck 1969, Zgorzelski 1999). Charakterystyczna cecha jest początek i koniec oraz długość trwania okresu deszczowego. Początek okresu deszczowego opóźnia się wraz z wysokością. W partiach niższych Gór Stołowych zaczyna się on już około 20-30 kwietnia, wyżej zaś w drugiej połowie maja. Ilość opadów rośnie ze wzrostem wysokości bezwzględnej. W miarę wzrostu wysokości wzrasta również liczba dni z wyższymi (bardziej intensywnymi opadami). Deszcze nawalne występują najczęściej od połowy maja do początku września, najczęściej występują w lipcu. Ważną rolę spełniają opady śniegu i pokrywa śnieżna. Liczba dni z szatą śnieżną rośnie wraz z wysokością. Na ogół liczba dni ze śniegiem nie przekracza 100, a szata śnieżna może utrzymywać się do 200 dni, szczególnie w wąskich dolinach i szczelinach. Wolne od opadów śnieżnych są czerwiec, lipiec i sierpień. Przeciętnie okres opadów śnieżnych trwa od września do maja (Zgorzelski 1999).

W przeprowadzonej rejonizacji pluwiotermicznej Sudetów Schmuck (1969) zaliczył Góry Stołowe do regionu uniarkowanie wilgotnego.

W Sudetach, a tym samym na obszarze Gór Stołowych, przeważają wiatry z sektora zachodniego, przy czym zimą są to głównie wiatry SW i W, natomiast latem wzrasta udział wiatrów NW (Schmuck 1969). W Górach Stołowych ten ogólny układ modyfikowany jest ich osłonięciem przez sąsiednie lub niedaleko położone wyższe pasma górskie. W Górach Stołowych przeważają wiatry słabe (<5m/s). W przebiegu rocznym największa prędkość wiatru przypada na miesiące zimowe, najmniejsza na letnie. Omawiając warunki wietrzne Gór Stołowych należy pamiętać o występowaniu wiatrów lokalnych tzw. fenów, które są czynnikiem klimatycznym o dużym znaczeniu. Wiatry te są szczególnie ważne nie tylko ze względu na swe powszechnie znane działanie meteorotropowe, ale także ze względu na wybitnie niekorzystne oddziaływanie na drzewostan. W Górach Stołowych są one odpowiedzialne za większość wiatrołomów (Zgorzelski 1999).

Okres wegetacyjny na tym obszarze trwa nie dłużej niż 27 tygodni i w dolinach zaczyna się w drugiej dekadzie kwietnia, podczas, gdy na wierzchołkach w trzeciej dekadzie kwietnia (Staffa 1989).

## ROŚLINNOŚĆ GÓR STOŁOWYCH

Charakter i zróżnicowanie roślinności w Górach Stołowych związane jest z: rzeźbą terenu, podłożem geologicznym, warunkami glebowymi i wilgotnościowymi. W ciągu



wieków kształtowała szatę roślinną również działalność człowieka na tych terenach (Pender 1996).

Na obszarze Gór Stołowych w krajobrazie roślinnym przeważają lasy, stanowiące 89% terenu (Małek 1996). Teren Gór Stołowych położony jest na wysokościach, gdzie dominują klimatycznie uwarunkowane siedliska leśne właściwe regłowi dolnemu (Boratyński i in. 1996). Niewielkie fragmenty lasów Gór Stołowych, to drzewostany o naturalnym charakterze. Przeważają tu leśne zbiorowiska zastępcze, przede wszystkim świerczyny, a udział świerka w drzewostanach dochodzi do 90% powierzchni (Boratyński i in. 1996). Według przyjętej w gospodarce leśnej typologii siedlisk na terenie Gór Stołowych stwierdzono występowanie następujących typów siedlisk leśnych:

1. Bór górski (BG), który odpowiada zbiorowisku suboceanicznego boru świeżego, położony w górnej strefie regła dolnego., Charakteryzuje się wyspowym występowaniem i obejmuje kulminacje Szczelińca Wielkiego, Szczelińca Małego i Błędných Skal.

2. Bór mieszany górski (BMG), który odpowiada zbiorowisku dolnoreglowego boru jodłowo-świerkowego z wariantami: typowym, trzęślicowym, wilgotnym i torfowcowym. Obecnie siedliska te zajęte są przez świerczyny i zostały w wielu miejscach wykształcone w sposób sztuczny.

3. Las mieszany górski (LMG), który odpowiada zbiorowiskowi leśnemu kwaśnej buczyny górskiej i występuje również w kilku wariantach: typowym, paprociowym i chrobotkowym. W postaci naturalnej są to drzewostany bukowe z domieszką świerka i rzadziej jodły. Obecnie zniekształcone rozległymi monokulturami świerkowymi.

4. Las górski (LG), który odpowiada zbiorowisku żyznej buczyny sudeckiej. Obejmuje on dolną strefę regła dolnego. Ten najzasobniejszy typ siedliska występuje w rejonie Rogowej Kopy, Ostrej Góry, Wodospadów Pośny, wzdłuż Czermnicy (Boratyński i in. 1996). Na zasobnych i dobrze uwilgotnionych glebach wykształcony jest tam drzewostan bukowy z domieszką jesionu, jaworu, miejscami wiązu górskiego i jodły, a wzdłuż potoków w obrębie tego typu drzewostanu występują niewielkie fragmenty jaworzyn górskich (Boratyński 1996).

Na specjalną uwagę zasługują siedliska naskalne, zajęte przez fragmentarycznie wykształcone bory sosnowe, występujące dość często w szczytowych partiach Szczelińca Wielkiego i Małego oraz na Błędných Skałach (Boratyński 1996).

Na terenie Gór Stołowych nie wyodrębniono typu siedliskowego boru wysokogórskiego (BWG) chociaż według niektórych źródeł w Górach Stołowych występuje zubożała wersja tego typu, odpowiadająca zespołowi leśnemu sudeckiej świerczyny górnoreglowej (Zgorzelski 1999).

Bogactwo roślinności Gór Stołowych to również urozmaicone i ciekawe obszary łąk, które w przeciwieństwie do zbiorowisk leśnych uległy niewielkim przeobrażeniom (Staffa 1989). Dużą różnorodność zbiorowisk trawiastych na tym obszarze warunkują - lokalna zmienność wilgotności i trofizmu siedlisk oraz różne sposoby użytkowania (łąki kośne, pastwiska, łąki poodłogowe). Dzięki temu występują tu nie tylko zespoły łąk bagiennych z rzędu Molinietalia, lecz rozpowszechnione są na siedliskach umiarkowanie wilgotnych zespoły łąk kośnych i pastwisk z rzędu Arrhenatheralia.

Rzadko, w miejscach suchych i nasłonecznionych na marglach, pojawiają się niewielkie płaty roślinności kserotermicznej z klasy Festuco-Bromatea (Pender 1996).

W warunkach trwałego uwilgotnienia w obniżeniu Czerwonej Wody hydrofilna roślinność torfotwórcza wytworzyła złoża Wielkiego i Małego Torfowiska Batorowskiego.

Z występowaniem na powierzchni bogato urzeźbionych podłoża skalnych związana jest duży udział w szacie terenu zarodnikowej roślinności naskalnej. Reprezentowana jest ona przez liczne gatunki porostów, wątrobowców i mchów. Flora roślin zarodnikowych jest bardzo bogata w gatunki i wysoce specyficzna dla tego pasma. Zwraca uwagę duża liczba taksonów górskich i oceanicznych oraz cały szereg form charakterystycznych dla podłoża piaskowcowego (Pender 1996).

Z terenu Gór Stołowych (szczególnie obszaru Parku Narodowego Gór Stołowych) znanych jest obecnie 46 gatunków roślin chronionych i 12 gatunków wpisanych do Czerwonej Księgi gatunków zagrożonych wyginięciem w Polsce (Świerkosz 1996).

## WARUNKI HYDROLOGICZNE

Obszar Gór Stołowych wchodzi w skład dwóch większych jednostek hydrograficznych: zlewiska Morza Północnego (dorzecze Łaby) i zlewiska Morza Bałtyckiego (dorzecze Odry). Dział wodny rozgraniczający te jednostki przebiega w kierunku północ-południe, przez kulminacje zachodniej części Gór Stołowych (Masyw Skalniaka, zrównanie okolic Karłowa, Mały Szczeliniec, okolice wsi Pasterka) (Zgorzelski 1999).

Na zachód od głównego działu wodnego (zlewisko Morza Północnego) odpływa kilka mniejszych rzek należących do dorzecza Metuji (źródłowy odcinek Żidovki i jej prawostronne dopływy, źródłowy odcinek Czermnicy, Kudowski Potok i system rzeczny Dańczówki). Na wschód od głównego działu wodnego teren podzielony jest przez dział wodny III-go rzędu rozgraniczający zlewnie Ścinawki i Bystrzycy Dusznickiej, przebiegający wzdłuż głównego grzbietu Gór Stołowych. Głównym dopływem Ścinawki, który bierze początek z obszaru Gór Stołowych jest Pośna. Do największych dopływów Bystrzycy Dusznickiej na obszarze Gór Stołowych zaliczamy Kamienny Potok (z Czerwoną Wodą) i Cichą.

W większej części Gór Stołowych panują warunki ułatwiające szybkie odprowadzenie wody poza analizowany obszar. Ważną rolę w tym procesie odgrywa dobrze rozwinięta sieć cieków naturalnych. Tworzą ją systemy cieków decentrycznie odwadniających ten teren we wszystkich kierunkach. W sumie można wyróżnić około 23 cieków wypływających z terenu Gór Stołowych. Przestrzenny układ naturalnej sieci drenażu jest sterowany głównie przez budowę geologiczną i tektonikę tego obszaru (Zgorzelski 1999).

Gęstość sieci rzecznej na terenie Gór Stołowych jest nierównomierna. Najmniejsza jest na powierzchni zrównania, największa występuje w obrębie Urwiska Batorowskiego, Niecki Wambierzyckiej i Zapadliska Kudowy. Podstawę całego systemu stanowią ciek stałe. Jest to możliwe dzięki zasilaniu ich przez wody podziemne. Innym sposobem może być dopływ wody z różnego typu wypływów stałych. Z chwilą zwiększania się zasobów wód podziemnych, podnosi się ich zwierciadło, wzrasta liczba

funkcjonujących wypływów. W efekcie sieć rzeczna rozrasta się o ciekii okresowe. W okresie opadowym lub roztopowym uaktywniają się ciekii epizodyczne. Mogą one tworzyć bezpośrednie przedłużenie cieków stałych i okresowych, bądź formować ich dopływy (Zgorzelski 1999). Oprócz źródeł o wypływie skoncentrowanym, na terenie Gór Stołowych występują strefy mokradeł - zlokalizowanych na płaskich powierzchniach nieprzepuszczalnych (np. Wielkie Torfowisko Batorowskie) (Niemczyk 1999). Pomimo bogactwa źródeł stała sieć rzeczna Gór Stołowych jest niebywale uboga w stosunku do sieci dolin, które wypełniają się wodą tylko w okresach roztopów i w porach deszczowych (Zgorzelski 1999).

Na terenie Gór Stołowych powstały dwa horyzonty wodonośne: górny i dolny, na skutek poziomego ułożenia warstw przepuszczalnej i nieprzepuszczalnej. Górny horyzont wodonośny występuje w obrębie górnych piaskowców ciosowych, natomiast dolny w piaskowcach cenomanu i turonu środkowego (Niemczyk 1999).

## DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA

Góry Stołowe wyróżniające się oryginalnym reliefem wśród zwartych wyniesień Sudetów Środkowych, dzięki pobliskim uzdrowiskom stały się, w XVIII i XIX wieku, terenem wycieczek krajoznawczych (Pulinowa 1989), szczególnie dzięki cennemu bogactwu tego terenu jakim są wody lecznicze występujące przede wszystkim w piaskowcach górnokredowych jako wody artezyjskie (Staffa 1989).

Wraz ze wzrostem osadnictwa na tym terenie następowało odlesianie obszarów, a w miejscach tych pojawiały się pastwiska, łąki i pola uprawne. Większe odlesienia pojawiły się w rejonach Pasterki, Łęczyc oraz Karłowa (Pender 1996). Przez wiele lat prowadzona na niektórych powierzchniach gospodarka rolna spowodowała w pierwszej kolejności istotne zmiany warunków hydrologicznych w glebach.

Turystyczne zainteresowanie obszarem Gór Stołowych oraz działalność gospodarcza w lasach wiązały się z budową dróg i wytyczaniem tras wędrowek. Pozyskiwaniu terenów do nowych zalesień oraz użytków łąkowych służyło przeprowadzane, szczególnie w XIX wieku, odwadnianie terenów bagiennych. W tym czasie nastąpiło osuszenie najsilniej podtopionych fragmentów Wielkiego Torfowiska Batorowskiego (Pender 1996). Na przełomie XIX i XX wieku rozpoczęto przebudowę drzewostanów naturalnych. W miejsca występujących naturalnie lasów jodłowo-bukowych zaczęto masowo wprowadzać świerk. Obecnie na terenie Gór Stołowych przeważają leśne zbiorowiska zastępcze, a udział świerka w drzewostanach dochodzi do 90 %. Długotrwała uprawa świerka doprowadziła do degradacji siedlisk żyznych, przy czym uważa się, że zniekształcenia te mogą mieć już charakter trwały (Boratyński i in. 1996).

Obecnie na terenach, gdzie prowadzona jest ścinka drzew oraz na terenach intensywnie eksploatowanych turystycznie często dochodzi do niszczenia poziomu próchnic nadkładowych poprzez rozrywanie powierzchni podczas usuwania drewna, czy rozdeptywania przez turystów. Przesuszone fragmenty ściółki są bardzo łatwo rozmywane przez wody opadowe i roztopowe, tym samym przestają pełnić rolę osłony mechanicznej dla mineralnej części gleby oraz ośrodka retencji wilgoci. Konsekwencją

tego jest erozja wodna powierzchniowa, szczególnie na terenach o spadkach większych niż trzy stopnie (Zgorzelski 1999).

## LITERATURA

- BORATYŃSKI A., MAŁEK L. 1996. Zarys przyrodniczej i gospodarczej charakterystyki lasów Parku Narodowego Gór Stołowych. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 133-141
- GEOMORFOLOGIA POLSKI. 1972. Polska południowa Góry i Wyżyny, praca zbiorowa pod red. Klimaszewskiego, PWN, Warszawa, ss 384
- JERZYKIEWICZ T., WOJEWODA J. 1986. The Radków and Szczeliniec sandstones: an example of giant foresets on a tectonically controlled shelf of the Bohemian Cretaceous Basin (CE), In: Knight R.J. and McLean J.R. (Eds.), Shelf Sands and Sandstones, Canadian Society of Petroleum Geologist, Memoir II: 1-15
- JOŃCA E., RADZIEJOWSKI J., SKRĘŻYNA J. 1998. Z historii parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec, 2: 3-7
- KONDRACKI J. 2000. Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa
- MAŁEK L. 1996: Zniekształcenia ekosystemów leśnych w Parku Narodowym Gór Stołowych. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 143-149
- NIEMCZYK V. 1999. Współczesny stan wiedzy geologicznej na temat Gór Stołowych (Sudety Środkowe). Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”, 3: 3-19
- PENDER K. 1996. Roślinność Gór Stołowych w aspekcie środowiskowych i antropogenicznych uwarunkowań. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 103-107
- PULINOWA M. 1989. Rzeźba Gór Stołowych. Prace Nauk. Uniw. Śląskiego, nr 1008, Wyd. Uniwer. Śląski, Katowice, ss 218
- PULINOWA M. 1996. Rzeźba Gór Stołowych jako efekt relacji: struktura geologiczno-woda. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 47-52
- ROTNIKA J. 1996. Wiek i litologia tzw. margli plenerskich. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 21-26
- SCHMUCK A. 1969. Klimat Sudetów. Probl. Zagosp. Ziem Górskich, 5: 93-154
- SCHMUCK A. 1959. Zarys klimatologii Polski, PWN, Warszawa, ss 160
- STAFFA M. (red.) 1996. Słownik geografii turystycznej Sudetów. Gór Stołowe, Wyd. PTTK „Kraj”, Warszawa - Kraków
- ŚWIERKOSZ K. 1996. Rzadkie i chronione gatunki roślin naczyniowych w Parku Narodowym Gór Stołowych. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 117-123

- WOJEWODA J. 1986. Fault scarp induced shelf sand bodies in Upper Cretaceous of Intrasudetic Basin, w: 7<sup>th</sup> IAS Regional Meeting, Excursion Guidebook, Excursion A-1: 31-52
- WOJEWODA J., BURLIGA S. 1996. Wiek i struktura południowego obrzeżenia obszaru Gór Stołowych. Symp. Nauk. "Środowisko Przyrodnicze PNGS", Kudowa Zdrój, 11-13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 13-19
- ZGORZELSKI M. 1999. Góry Stołowe, Wydawnictwo Dialog, Warszawa, ss 256

## GENEZA, WŁAŚCIWOŚCI I SYSTEMATYKA GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH

### ORIGIN, PROPERTIES AND CLASSIFICATION OF SOILS IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK

CEZARY KABAŁA\*, LESZEK SZERSZEŃ\*, BOGUMIŁ WICIK\*\*

*\*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

*\*\*Zakład Geoekologii, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa*

**Streszczenie:** Współczesna struktura pokrywy glebowej Parku Narodowego Gór Stołowych wytworzyła się pod wpływem działania kompleksu czynników glebotwórczych: skały macierzystej, rzeźby terenu, warunków klimatycznych i wodnych, szaty roślinnej oraz działalności człowieka. Szczególnie silne związki występują między morfologią i właściwościami gleb a rodzajem i właściwościami skały macierzystej. Wyróżniono kilka głównych kompleksów litologiczno-glebowych, tworzących trzon pokrywy glebowej: gleby wytworzone z granitów monzonitowych (karbońskich), wytworzone z piaskowców i zlepieńców permskich, wytworzone z piaskowców turonu górnego i turonu środkowego oraz wytworzone z margli (mułowców) turonu środkowego. Jako osobne, lokalnie ważne jednostki, wydzielono gleby wytworzone z osadów aluwialnych (holoceńskich) i gleby organiczne (torfowe i mułowe). Dominującymi typami gleb są bielice i gleby bielicowe (20,1% powierzchni PNGS, łącznie z glejobielicami), gleby brunatne kwaśne oglejone wytworzone z mułowców (16,6%), brunatne kwaśne wytworzone z granitów (11,5%) oraz brunatne wyługowane (11,4%). Gleby brunatne właściwe typowe wytworzone z mułowców (margli) zajmują około 2,6% powierzchni PNGS. Z wierzchołkami wzniesień piaskowcowych oraz z progami strukturalnymi związane są gleby inicjalne (litosole) i słabo wykształcone (rankery), zajmujące łącznie ok. 18% powierzchni PNGS. U podnóży stoków oraz w nieckach i na płaskich zrównaniach występują gleby deluwialne, gruntowo-glejowe oraz opadowo-glejowe, natomiast w dolinach większych potoków występują mady rzeczne oraz gleby mułowe. Gleby torfowe – wykształcone w różnych odmianach troficznym – zajmują około 130 ha, głównie na wierzchołku Skalniaka i Narożnika. W północnej części Gór Stołowych, na hałdach przy kamieniołomie piaskowca, występują też gleby antropogeniczne o niewykształconym profilu. Przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych jednostek glebowych ściśle nawiązuje do rozmieszczenia wychodni skał macierzystych oraz elementów strukturalnych rzeźby terenu.

**Abstract:** Present structure of soil cover in the Stołowe Mountains National Park (SMNP) was developed under influence of a complex of soil-forming factors: geology, landscape morphology, climatic and hydrologic conditions, plant cover and human activity. Soil morphology and properties depend in particular of type and properties of parent rock. Several soil-litologic complexes were therefore distinguished as a base of soil cover: soils developed from monzonitic granite (Carboniferous age), developed from Permian sandstone, developed from sandstone of Upper and Middle Turonian age, as well as developed from Turonian siltstones (marls). As separate, locally important units, soils developed from alluvial sediments (Holocene age) and organic soils were distinguished. Dominant taxonomic units were Haplic and Gleyic Podzols (20,1% of SMNP total area), Stagni-Dystric Cambisols developed from siltstones (16,6%), Dystric Cambisols developed from granites (11,5%) and leached Eutric Cambisols (11,4%). Typical Eutric Cambisols developed from marls (siltstones) occupied 2,6% of SMNP area. Slightly developed Lithic Leptosols and Dystric (Skeletal) Leptosols (ca. 18% of total SMNP area) occupy the highest zones of sandstone hills, as well as structural cliffs. Foothills, shallow depressions, as well as some planation surfaces are covered by Gleysols, while Eutric and Gleyic Fluvisols cover bottom of wider stream valleys. Pcat soils (Histosols) – developed in various trophic variants – occupy ca. 130 ha, particularly on Skalniak and Narożnik planation surfaces. Anthropogenic soils - Spolic Regosols occur only in northern part of Stołowe Mountains, on waste-dumps at the sandstone quarry.

## WSTĘP

Duże zróżnicowanie czynników glebotwórczych występująca na niewielkim obszarze Gór Stołowych (Szopka 2002) była w przeszłości i jest obecnie przyczyną powstawania szerokiego spektrum gleb o skrajnie odmiennych właściwościach fizycznych i chemicznych, odmiennej morfologii i miąższości profilu glebowego, a w konsekwencji również diametralnie różnej żyzności. Jedną z najważniejszych przyczyn jest występowanie w bliskim sąsiedztwie magmowych i osadowych skał różniących się wiekiem, właściwościami fizykochemicznymi, tempem wietrzenia, a przede wszystkim składem mineralogicznym oraz produktami wietrzenia, które choćby pod względem granulometrycznym reprezentują całą gamę utworów: od piasków luźnych, przez gliny, pyły, aż po całkowicie bezszkieletowe iły. Równie ważny czynnik morfologiczny, w połączeniu z czynnikiem hydrologicznym mają wpływ na miąższość oraz sposób wykształcenia pokryw wietrzeniowych, a także stokowych i dolinnych pokryw akumulacyjnych. Napędzane przez siłę grawitacji zjawiska denudacji i akumulacji zwietrzelin skalnych pogłębiają dysproporcje w troficzności gleb wynikające z pierwotnych właściwości zwietrzelin. Nie mniej ważne jest również znaczenie czynnika biologicznego - pokrywy roślinnej, której obecność stabilizuje powierzchnię ziemi oraz wcześniej uformowane pokrywy glebowe, ale też może bezpośrednio wpływać na właściwości gleb (szczególnie chemiczne) oraz morfologię profilu glebowego. Akumulacja materiału roślinnego jest też sama w sobie czynnikiem glebotwórczym - jak w przypadku gleb torfowych lub mułowo-torfowych.

Utworzenie Parku Narodowego dało szansę ochrony przyrody najcenniejszych fragmentów Gór Stołowych, ale też stworzyło okazję przeprowadzenia szerszych badań nad mało dotychczas rozpoznanymi komponentami środowiska tych gór, w tym nad pokrywą glebową (Szerszeń i in. 1996). Celem badań podjętych w ramach prac

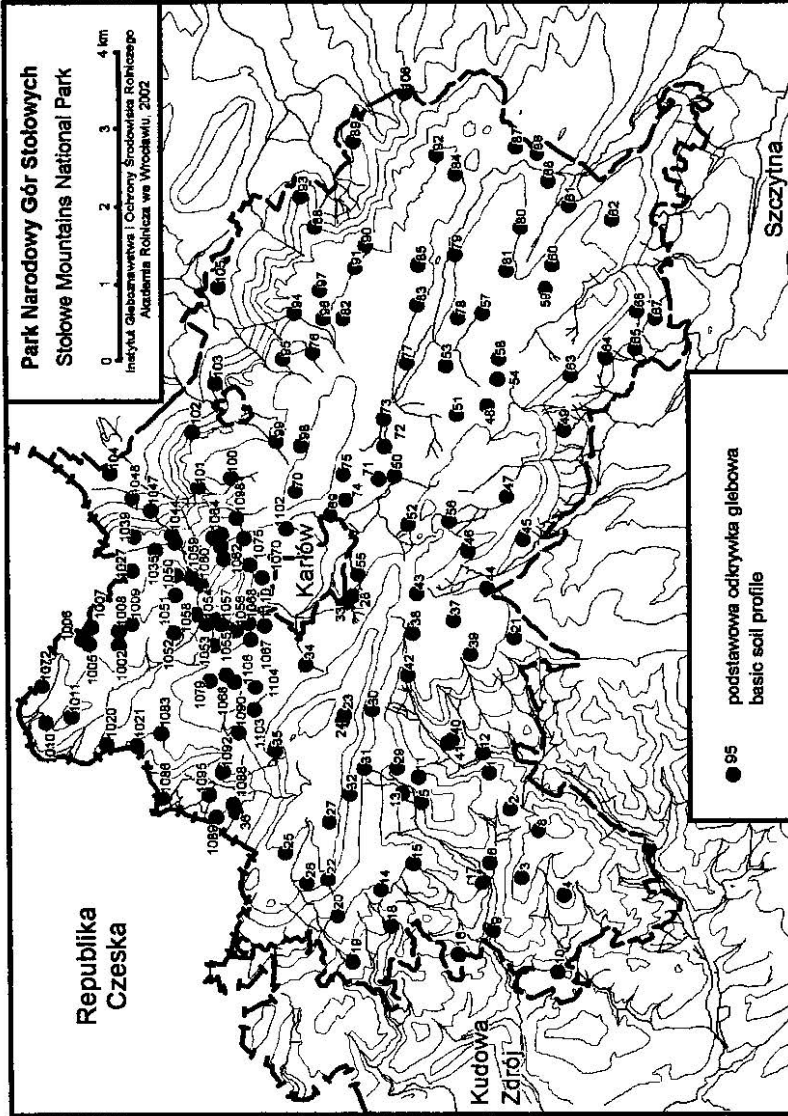
inwentaryzacyjnych do Planu Ochrony PNGS było określenie przestrzennej zmienności typologicznej oraz właściwości gleb PNGS, a także wykreślenie mapy gleb w skali 1:10000.

### **METODYKA PRAC GLEBOZNAWCZO – KARTOGRAFICZNYCH W RAMACH PLANU OCHRONY PNGS**

Zasadniczym celem prac gleboznawczych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych było sporządzenie mapy gleb w skali 1:10000 z charakterystyką podstawowych właściwości gleb, wraz z określeniem stopnia przekształcenia (degradacji) środowiska glebowego i zabiegów mających na celu ochronę pokrywy glebowej. Prace terenowe prowadzono w okresie lipiec – wrzesień 1995 metodą siatki ruchomej oraz punktów rozproszonych na całej ówczesnej powierzchni PNGS. Charakterystykę morfologii gleb oraz niektórych właściwości wydzielanych jednostek taksonomicznych wykonywano w oparciu o podstawowe odkrywki glebowe o głębokości do 1,5 m (lub do głębokości zalegania rumoszu skalnego) ze średnią częstością 2 odkrywki na 100 ha. Zagęszczenie odkrywek zależne było od zmienności pokrywy glebowej w terenie. Dla ustalenia zasięgów poszczególnych wydziałów glebowych wykonywano odkrywki pomocnicze o zróżnicowanej głębokości i wiercenia różnymi typami świrdrów. Odkrywki pomocnicze i wiercenia wykonywano w ilości i zagęszczeniu niezbędnym dla ustalenia zasięgów z dokładnością wymaganą dla mapy glebowej w skali 1:10 000. Łącznie wykonano ok. 1800 odkrywek podstawowych, pomocniczych i wierceń zasięgowych. Lokalizację najważniejszych odkrywek podstawowych, z których pobierano próbki glebowe do analiz laboratoryjnych prezentuje rys. 1.

W trakcie prac terenowych wydzielono szereg jednostek glebowych w randze typów, podtypów, rodzajów i gatunków. W obrębie wydzielanych konturów na ogół obok jednostki dominującej występują inne jednostki towarzyszące w różnych rangach taksonomicznych. Na czystorysie mapy jednostek tych nie wykazywano. W uzasadnionych przypadkach, gdy mozaikowato występowały obok siebie dwie dominujące jednostki glebowe, na mapie wydzielano przestrzenne „kompleksy glebowe”. Sytuacja taka jest typowa dla terenów występowania wychodni skalnych (piaskowców i granitoidów), gdzie obok gleb inicjalnych i słabo wykształconych, w szczelinach między blokami skalnymi występują średnio głębokie gleby brunatne kwaśne lub bielcowe wytworzone z drobnookruchowych, luźnych zwietrzelin.





Rys. 1. Lokalizacja podstawowych odkrywek glebowych wykonanych w 1995 na potrzeby Planu Ochrony PNGS.  
Distribution of basic soil profiles prepared in 1995 for the SMNP Protection Programme.

W opisywanych odkrywkach podstawowych pobierano próbki gleb do analiz laboratoryjnych, które wykonane zostały w laboratoriach Instytutu Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska AR we Wrocławiu oraz Politechniki Warszawskiej. W częściach ziemistych pobranych próbek glebowych oznaczono (Ostrowska 1991): skład granulometryczny - metodą arcometryczno - sitową; odczyn - potencjometrycznie w 1 M KCl oraz w H<sub>2</sub>O; kwasowość hydrolytyczną (Hh) - metodą Kappena; zasadowe kationy wymienne (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) - metodą Pallmanna w 0,5 M chlorku amonu; zawartość węgla organicznego – metodą Tiurina, lub substancji organicznej – metodą strat żarowych (w próbkach mineralno-organicznych i organicznych); zawartość azotu ogółem - metodą Kjeldahla; całkowitą zawartość metali ciężkich - Pb, Zn, Cu, Cd, Mn i Ni; skład minerałów frakcji ilastej – metodą dyfraktometrii rentgenowskiej. Oznaczenia uziarnienia, odczynu, kwasowości oraz kationów zasadowych wykonano we wszystkich próbkach, oznaczenie substancji organicznej i azotu w próbkach z poziomów powierzchniowych, natomiast oznaczenie pierwiastków śladowych i minerałów ilastych jedynie w wytypowanych profilach lub próbkach.

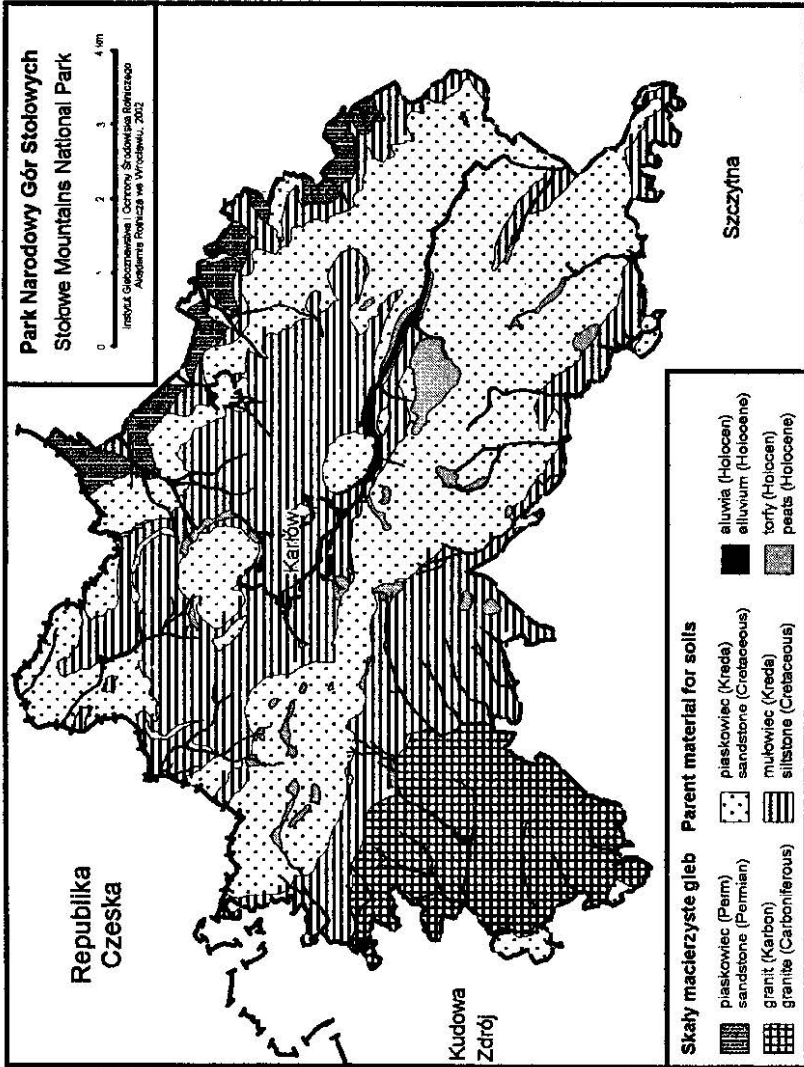
W oparciu o mapy terenowe, zweryfikowane po uwzględnieniu wyników analiz laboratoryjnych, przygotowano pierworysy mapy glebowej, na podstawie których w 1996 roku zespół głównego koordynatora Planu Ochrona wykreślił czystorysy mapy glebowej (6 arkuszy) w skali 1:10000 na podkładzie map topograficznych w układzie „1965”. Na potrzeby niniejszej opracowania przeprowadzono weryfikację i uzupełnienie mapy gleb oraz operatów z 1996 roku w oparciu o wyniki późniejszych badań. Nowa wersja mapy przygotowana została w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu w postaci numerycznej, z wykorzystaniem oprogramowania MapInfo Professional 6,5. Wykorzystano podkłady topograficzne w skali 1:10000, w układzie współrzędnych „1992”.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI GLEB PNGS

Rodzaj i charakter skał budujących Góry Stołowe najsilniej wpływają na cechy morfologiczne gleb i ich przestrzenne zróżnicowanie, a także miąższość i niektóre właściwości fizykochemiczne, a więc i trofizm siedliska (rys. 2). Uwzględniając te zależności wyróżniono na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych pięć głównych jednostek litologiczno-glebowych:

- gleby wytworzone z granitoidów karbońskich,
- gleby wytworzone z piaskowców i zlepieńców permskich,
- gleby wytworzone z piaskowców ciosowych turonu środkowego,
- gleby wytworzone z piaskowców ciosowych turonu górnego,
- gleby wytworzone z mułowców (margli) turońskich.

Osobne jednostki (nie związane genetycznie z podłożem skalnym) tworzą ponadto mady rzeczne oraz gleby organiczne.



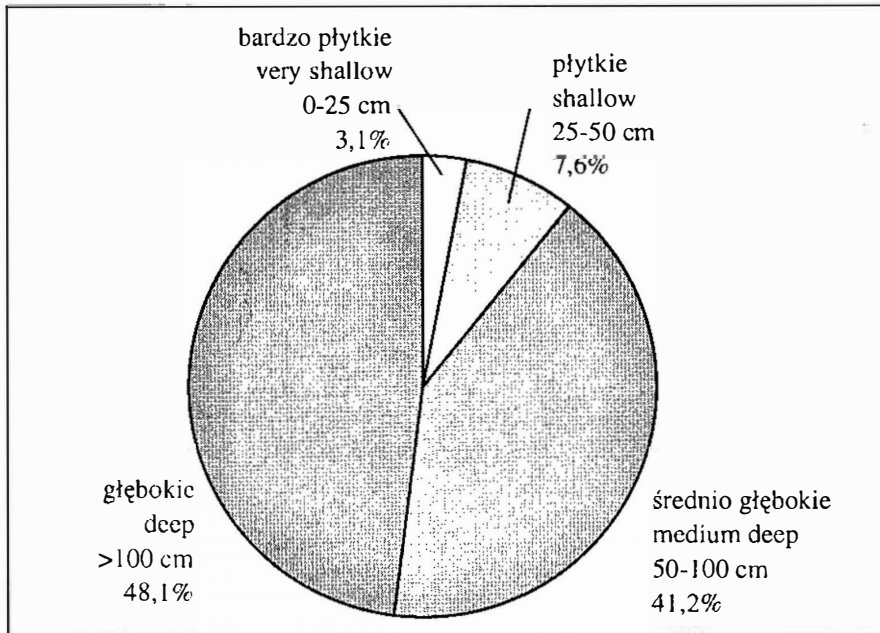
Rys. 2. Skaly macierzyste gleb Parku Narodowego Gór Stołowych.  
 Parent rocks of soils in the Stołowe Mountains National Park.

### MIĄŻSZOŚĆ (GŁĘBOKOŚĆ) GLEB

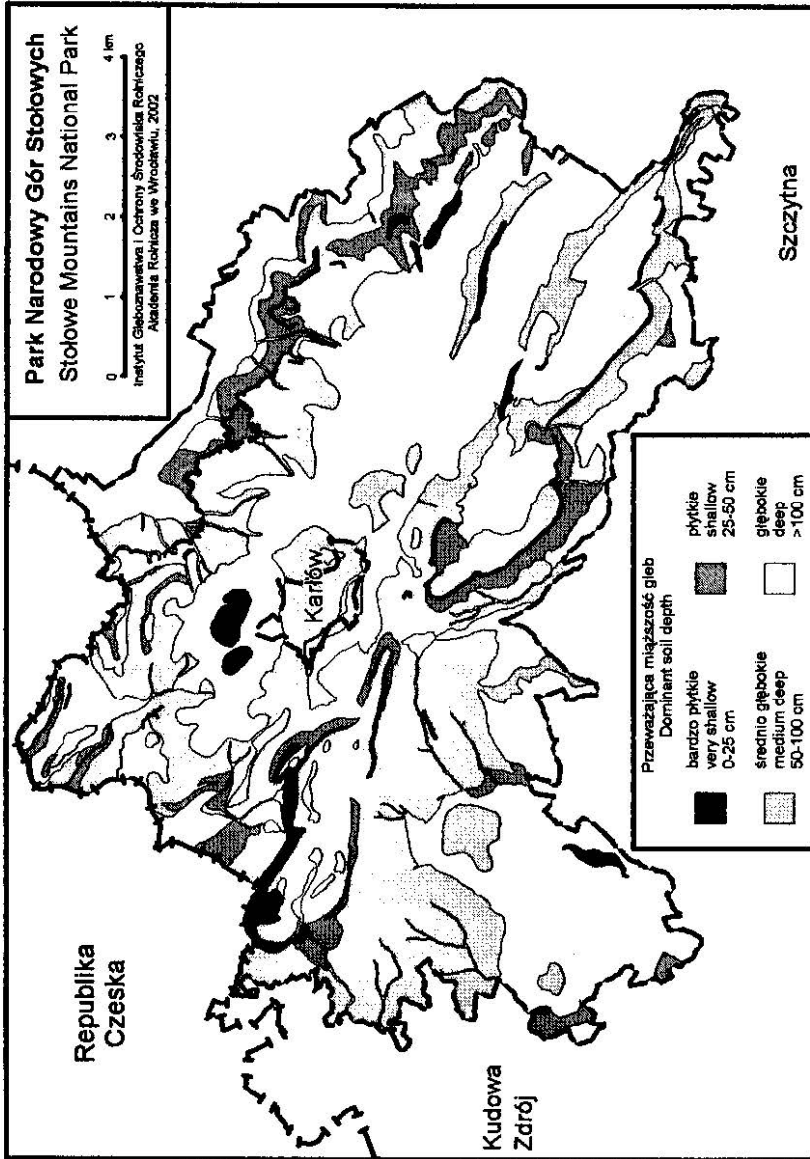
W związku z silnym zróżnicowaniem morfologicznym oraz geologicznym, zarejestrowano ogromne przestrzenne zróżnicowanie głębokości występowania nie zwietrzałych skał macierzystych lub bardzo silnie szkieletowego rumoszu, które wyznaczają głębokość gleb.

W trakcie prac terenowych gleby zaliczane były do jednej z czterech klas miąższości: gleby bardzo płytkie (0-25 cm), gleby płytkie (25-50 cm), gleby średnio głębokie (50-100 cm) oraz gleby głębokie (>100 cm).

Wbrew oczekiwaniom związanym z charakterem terenu (obszar górzisty), gleby bardzo płytkie i płytkie zajmują jedynie około 10% powierzchni PNGS (rys. 3). Znacznie bardziej rozpowszechnione są gleby średnio głębokie – 41% obszaru Parku. Dominują jednak gleby głębokie (oraz bardzo głębokie) – które zajmują ponad 48% powierzchni parku. Dominacja gleb głębokich stwarza ogólnie korzystne warunki wzrostu drzew, nawet dla głębiej korzeniących się gatunków.



**Rys. 3.** Struktura głębokości gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. Dominant soil depth in the Stołowe Mountains National Park.



Rys. 4. Przeważająca miąższość gleb Parku Narodowego Górze Stołowych.  
 Dominant soil depth in the Stołowe Mountains National Park.

Występowanie gleb bardzo płytkich ściśle związane jest z lokalizacją wychodni skalnych, przede wszystkim piaskowców kredowych (rys. 2). Większe zasięgi tych gleb wyznaczono na wierzchołkach Szczelińca Wielkiego i Małego oraz na wierzchołku Skalniaka w obrębie Błędnych Skał. Wąskimi strefami gleby bardzo płytkie występują też na krawędziach wierzchołki Skalniaka, Narożnika, Kopy Śmierci, Diczego Grzbietu oraz na górnej krawędzi Progu Radkowa. Niewielkie powierzchnie gleb bardzo płytkich wyznaczono też w obrębie Kruczych Skał w masywie granitowym oraz na północno-zachodnim stoku Rogowej Kopy – w obrębie wychodni skał marglistych.

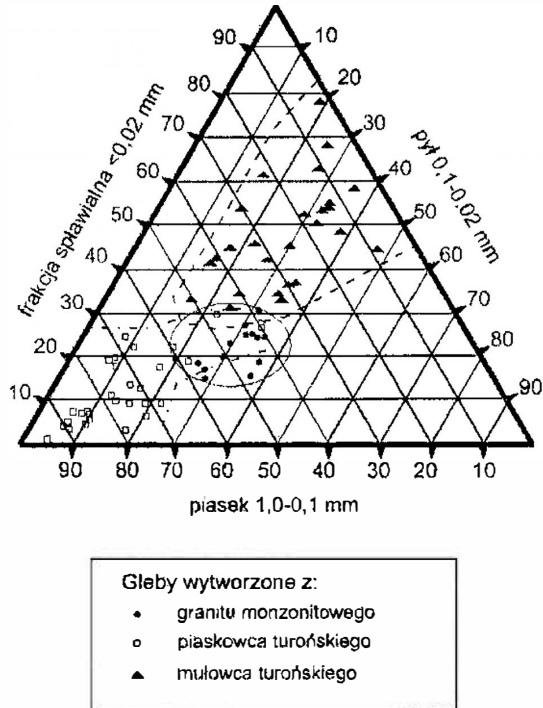
Gleby płytkie (25-50 cm) występują na ogół w górnych partiach stromych stoków, stanowiąc strefę przejściową między bardzo płytkimi glebami inicjalnymi a dobrze wykształconymi glebami bielcowymi lub brunatnymi. Rozmieszczenie gleb płytkich jest więc pasowe, a największe powierzchnie wyznaczono na północnych obrzeżach Parku (Próg Radkowa), w rejonie Ostrej Góry oraz na stokach Narożnika (rys. 4).

Gleby średnio głębokie (50-100 cm) dominują w środkowych partiach stoków oraz przykrawędziowych strefach wierzchołki. Duże zasięgi tych gleb wyznaczono na wierzchołku Skalniaka i Narożnika (zwietrzliny piaskowców kredowych), na południowych stokach Skalniaka (zwietrzliny mułowców), w rejonie Karłowa i Pasterki (zwietrzliny mułowców) oraz powyżej Progu Radkowa – na całej jego długości (zwietrzliny piaskowców i margli).

Gleby głębokie i bardzo głębokie dominują na rozległych powierzchniach zrównań w centralnej i wschodniej części PNGS (zarówno na obszarach występowania piaskowców, jak i mułowców), w dolnych partiach wysokich stoków wyznaczających progi strukturalne (szczególnie u podnóży Progu Radkowa oraz Urwiska Batorowskiego) oraz w dolinach większości potoków. Gleby bardzo głębokie dominują również na znacznej powierzchni masywu granitowego w południowo-zachodniej części Parku. Dużą miąższością (ponad 150 cm) charakteryzują się też zwietrzliny piaskowców i zlepieńców permskich (czerwonego spągowca) na północnych obrzeżach PNGS (rys. 4).

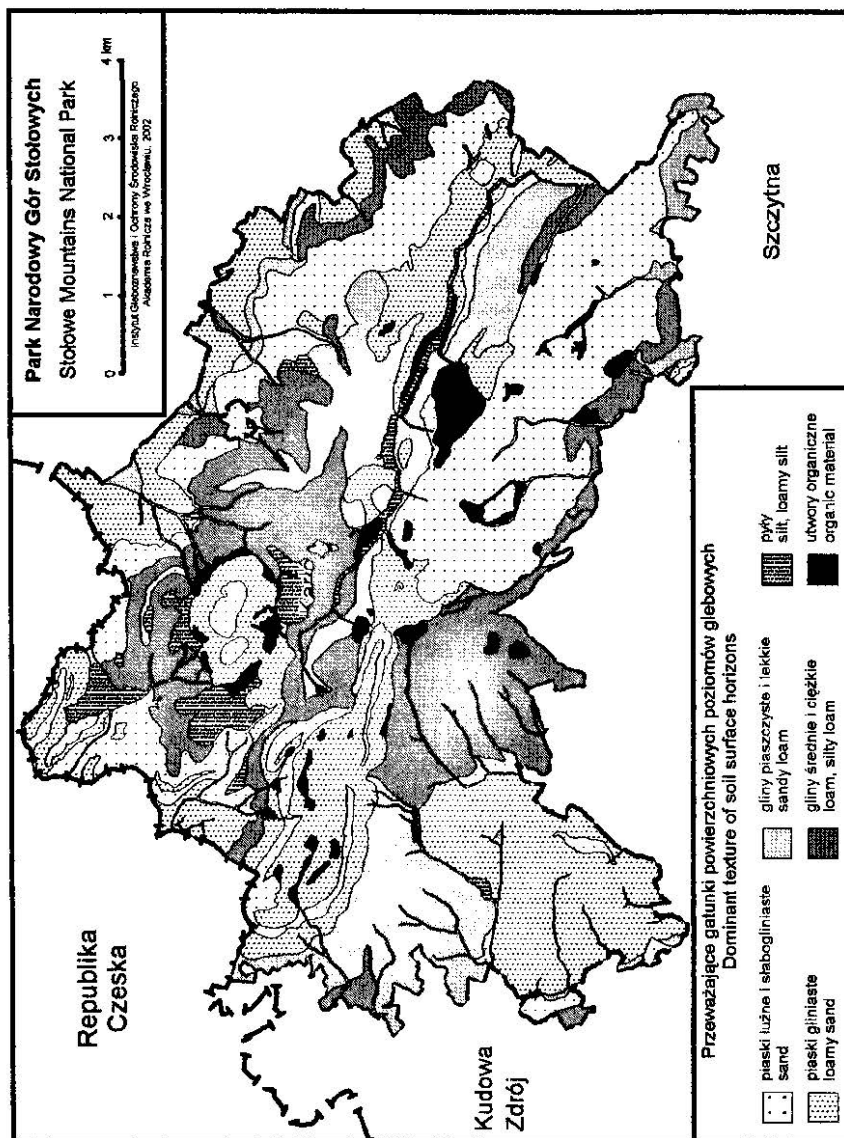
#### SKŁAD GRANULOMETRYCZNY

Uziarnienie gleb ściśle koreluje na terenie PNGS z rodzajem skały macierzystej oraz stopniem jej zwietrzenia. W trakcie prac terenowych stwierdzono występowanie 29 gatunków gleb, a jeśli wziąć pod uwagę zmienność w profilu glebowym, liczba odmian uziarnienia gleb na terenie PNGS przekracza 50. Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono podstawowe zależności między skałą macierzystą a uziarnieniem gleb oraz schematyczne rozmieszczenie na terenie Parku poszczególnych kategorii zwięzłości w warstwie powierzchniowej gleb.



**Rys. 5.** Związek między rodzajem skały macierzystej a uziarnieniem gleby (w poziomach powierzchniowych). A dependence between parent rock type and soil texture (in surface horizons).

Gleby utworzone z granitów monzonitowych (ok. 12% powierzchni PNGS) wykazują zazwyczaj uziarnienie piasków gliniastych mocnych, rzadziej piasków gliniastych lekkich, a w przypadku domieszki zwietrzelin amfibolitów, glin lekkich. W zachodniej części masywu granitowego gleby są nieznacznie zwięźlejsze, w warstwach powierzchniowych dominuje uziarnienie gliny piaszczystej, często pylastej. Poziomy próchniczne gleb utworzonych z granitu zawierają 35-45% ziaren frakcji żwirowej i odsetek ten rośnie wraz z głębokością. W poziomie skały macierzystej (tj. na głębokości 60-100 cm) uziarnienie odpowiada żwirom piaszczystym, które stopniowo, na różnej głębokości, przechodzą w zwietrzelinę żwirowo-kamienistą. Duży udział ostrokrawędzistej frakcji żwirowej w całym profilu decyduje o znacznej przepuszczalności tych gleb i małych zdolnościach retencji wody, odgraniczających się niekiedy tylko do warstw powierzchniowych. Dlatego też w glebach brunatnych utworzonych z granitów monzonitowych Gór Stołowych nie obserwuje się oglejenia – ani w formie opadowej, ani w formie gruntowej (w obrębie niezbyt licznych wciosowych dolinek następuje szybkie odprowadzanie wód opadowych).



Rys. 6. Przeważające uziarnienie (gatunek) powierzchniowych poziomów gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. Dominant texture of soil surface horizons in the Stowe Mountains National Park.



Piaskowce ciosowe „górne” (turon górny) zaliczane są do ortokwarcytów ze względu na bardzo wysoką (do 95% objętości szkieletu ziarnowego) zawartość kwarcu. Substancję wypełniającą, która stanowi do 15% objętości skały tworzą tlenki żelaza, minerały ilaste, chalcedon oraz miazga kwarcowa (Jerzykiewicz 1968). Gleby wytworzone z piaskowców turonu górnego mają więc na ogół charakter piasków (z przewagą piasku słabogliniastego i gliniastego lekkiego), a ich dodatkową cechą charakterystyczną są dość stałe proporcje piasków gruboziarnistych do średnioziarnistych i drobnoziarnistych, wynoszące zazwyczaj odpowiednio 10:35:35 lub 10:30:30. Uziarnienie, budowa i miąższość zwietrzliny tworzącej profil glebowy nawiązują do lokalnej sytuacji litologicznej i geomorfologicznej. Na powierzchniach stromych, silnie kamienistych, profile gleb formowane są w młodej "górnej" pokrywie wietrzeniowej o składzie granulometrycznym piasku luźnego lub słabogliniastego. Jest to właściwie materiał odpadający lub osypujący się z otaczających bloków skalnych. Zawiera mało szkieletu, wykazuje układ luźno - pulchny. Miąższość takiej pokrywy wynosi 0,3-1,0 m. Poniżej występuje nie zwietrzała skała wyjściowa. Na powierzchniach słabo nachylonych lub płaskich, o pokryciu głazami mniejszym od 25%, miąższość tej pokrywy przeważnie nie przekracza 0,5 m. Poniżej występuje w tych warunkach starsza, środkowa pokrywa wietrzeniowa, posiadająca skład mechaniczny piasków gliniastych lekkich, często pylastych, lub piasków gliniastych mocnych pylastych, a niekiedy nawet glin piaszczystych. Są to zawsze poziomy o układzie zbitym, zawierające zmienne ilości drobnych okruchów skały wyjściowej. Dwudzielność uziarnienia gleb dominuje na powierzchniach Skałniaka i Narożnika. Tam również, u podnóży słabo nachylonych stoków oraz w obrębie dolin płaskodennych, gdzie na powierzchni niemal brak głazów, w profilach gleb wyodrębniają się trzy poziomy o odmiennym składzie granulometrycznym. Partie stropowe, do głębokości ok. 0,5-0,8 m tworzą piaski słabogliniaste, niekiedy gliniaste lekkie. W przedziale głębokości 0,8-1,4 m napotyka się poziomy piasków gliniastych mocnych pylastych lub glin o miąższości 0,2-0,6 m. Dolne partie gleb zbudowane są z piasków luźnych, pylastych, najczęściej drobnoziarnistych. Piaski te wykazują mało czytelne warstwowanie, są silnie zbite, a ich miąższość przekracza 1,0 m.

Piaskowce ciosowe turonu środkowego zaliczane są do subarkoz ze względu na stosunkowo dużą, wynoszącą do 15% zawartość skaleni. Około 10% objętości skały stanowi spoiwo ilaste (Jerzykiewicz 1968). Głównym składnikiem skały jest kwarc stanowiący 85-92% objętości skały. Większa niż w piaskowcach ciosowych „górných” zawartość domieszek nie-kwarcowych powoduje więc, że zwietrzliny piaskowców ciosowych „środkowych” odznaczają się większym zróżnicowaniem uziarnienia, oraz że częściej spotykane są zwietrzliny o uziarnieniu piasków gliniastych i glin. Pozostałe prawidłowości dotyczące szkieletowości gleb oraz występowania sekwencji pokryw wietrzeniowych są podobne jak w glebach wytworzonych z piaskowców turonu górnego.

Odstąpienia margli krzemionkowych środkowego turonu tworzą wyraźny poziom strukturalny w przedziale wysokości 750-800 m n.p.m. w okolicy Pasterki, Karłowa i Łężna (Pulinowa 1986). W ich obrębie wyróżnia się m.in. mułowce wapnisto-ilaste oraz margle mułkowo-krzemionkowe nazywane także pyłotłupkami lub mułowcami. Zwietrzliny mułowców, choć na obszarze PNGS dość zróżnicowane, tworzą

najbardziej zwięzłe i nieprzepuszczalne gleby. Na ogół posiadają uziarnienie glin średnich i ciężkich, nie rzadko pylastych, a niekiedy nawet iłów pylastych. Wszelkie domieszki zwietrzeliны piaskowcowej powodują zmniejszenie zwięzłości gleby i nadają uziarnienie gliny lekkiej. Szkieletowość gleb wytworzonych z mułowców zależy jest w największym stopniu od morfologii terenu: na stokach, nawet dość łagodnych, których powierzchnia „odmładzana” jest wskutek denudacji warstw powierzchniowych – obserwuje się dużą szkieletowość całego profilu glebowego. Natomiast u podnóży stoków oraz na powierzchniach wyrównanych dominują gleby głębokie o szkieletowości wyższej dopiero w głębszych partiach profilu glebowego. Odlamki mułowców mają na ogół pokrój łupkowy lub tabliczkowy, odznaczają się zróżnicowaną łamliwością (kruchością), zależną m.in. od warunków wilgotnościowych. Niska przepuszczalność gleb wytworzonych z mułowców powoduje, że dość powszechnie – w sprzyjających warunkach topograficznych – występuje w nich ogłeczenie odgórne (opadowe).

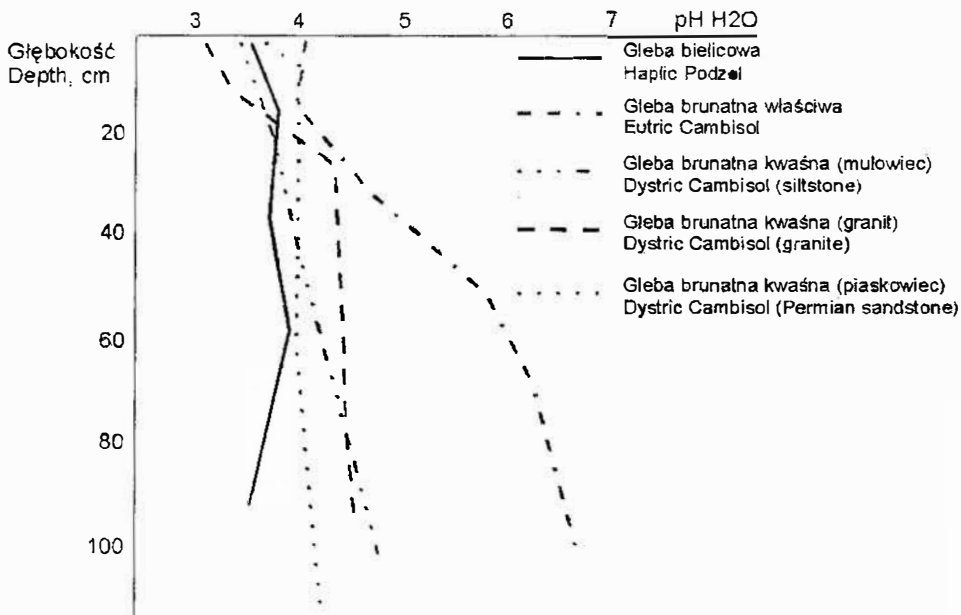
#### ODCZYN I WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE GLEB

Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb w dużym stopniu determinowane są przez skład mineralny i pierwotne właściwości skały macierzystej, jednak ich profilowa i przestrzenna zmienność kształtuje się pod wpływem pedogenezy.

Wśród skał macierzystych gleb Gór Stołowych dominują skały osadowe zbudowane w przewadze z kwarcu i nie zawierające węglanów (turońskie piaskowce ciosowe) oraz skały magmowe z grupy przesyconych krzemionką (granity monzonitowe). Również turońskie mułowce, choć na mapach geologicznych często funkcjonują jako margle, nie zawierają węglanów lub tylko śladowe ich ilości. W efekcie tego zwietrzeliны skał Gór Stołowych na ogół odznaczają się odczynem kwaśnym lub lekko kwaśnym. Jedynie stosunkowo młode zwietrzeliны niektórych mułowców (np. na Rogowej Kopie) posiadają odczyn obojętny lub lekko kwaśny (rys. 7). Pod wpływem czynników środowiskowych (opady, oddziaływanie roślinności i in.) górne warstwy gleb stale ulegają procesom ługowania, które prowadzą m.in. do jeszcze silniejszego obniżenia pH. Aktualnie więc w większości badanych gleb wartość pH jest najniższa w warstwach powierzchniowych i rośnie w głąb profilu glebowego.

Relatywnie najniższe pH, lecz wyrównane w profilu, stwierdzono w glebach biellicowych (i bielicach) oraz w glebach brunatnych wytworzonych z piaskowców kredowych oraz permskich. W glebach tych pH (w H<sub>2</sub>O) waha się na ogół w przedziale 3,5-4,0 i słabo rośnie w głąb profilu. Są to gleby wytworzone ze skał ubogich w kationy zasadowe, ale też znajdujące się pod bardzo silnym wpływem czynników ługujących (monokultury świerkowe, próchnica nadkładowa typu moder i moder-mor). Nieznacznie wyższe pH występuje w glebach wytworzonych z granitów monzonitowych: w poziomach skały macierzystej jest to na ogół 4,2-4,4, jednak w warstwach powierzchniowych jest jednakowo silnie kwaśny, jak w glebach biellicowych – w granicach 3,0-3,5. Tak duża różnica jest dowodem silnego ługowania przepuszczalnej zwietrzeliны. Znaczne różnice w odczynie (kwasowości) warstw powierzchniowych w porównaniu ze skałą macierzystą stwierdzono w glebach brunatnych kwaśnych oraz brunatnych właściwych wytworzonych z mułowców (margli). Odczyn głębszych warstw młodych zwietrzeliны margli nie rzadko jest obojętny (pH w H<sub>2</sub>O 6,5-6,9), choć nigdy nie

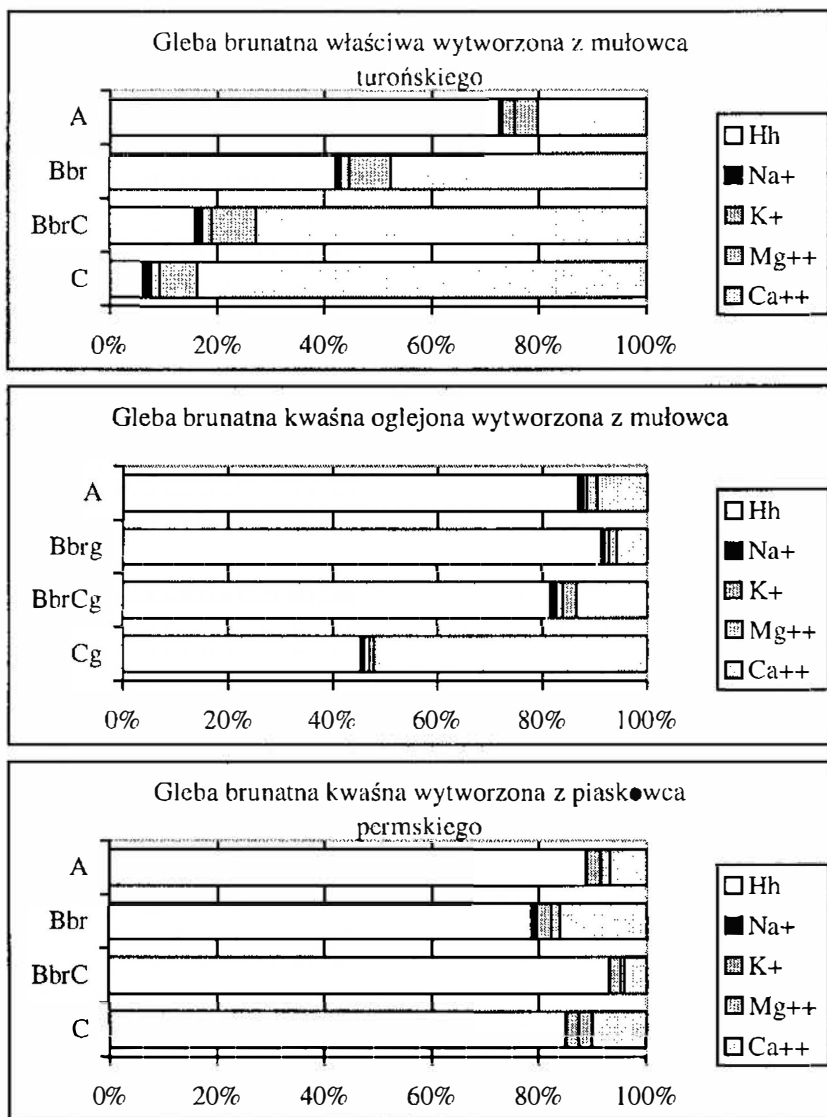
stwierdzono obecności węglanów w glebie. Natomiast w powierzchniowych próchnicznych poziomach gleb brunatnych odczyn zawsze jest kwaśny lub silnie kwaśny (pH zwykle nie wyższe niż 4,0 – 4,5). W glebach brunatnych właściwych horyzont wyraźnego zakwaszenia sięga zwykle nie głębiej niż 60-70 cm, natomiast w glebach brunatnych kwaśnych odczyn kwaśny lub silnie kwaśny występuje w całym profilu glebowym.



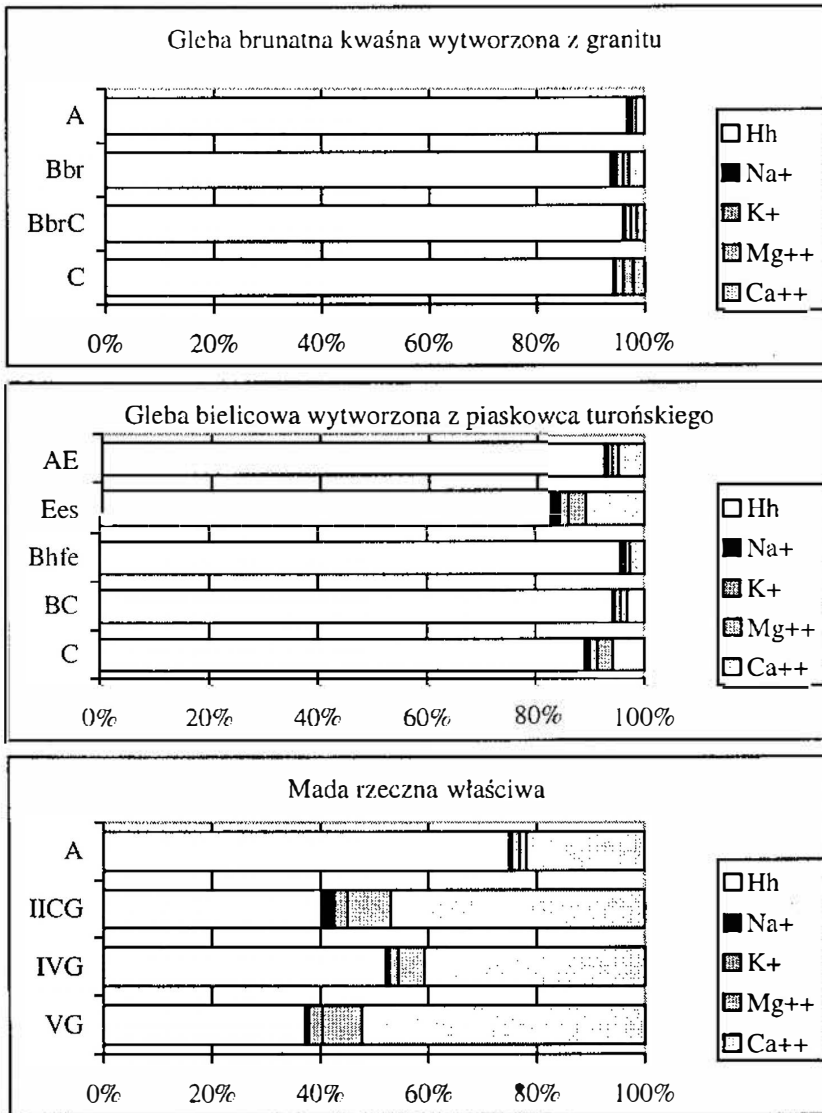
Rys. 7. Odczyn typowych gleb PNGS. Reaction of the most typical soils in the SMNP.

Jak wcześniej wspomniano, z wyjątkiem niektórych mułowców (margli) turońskich, skład mineralny skał macierzystych Gór Stołowych zdominowany jest przez krzemionkę, co skutkuje niewielką na ogół ilością kationów alkalicznych w zwietrzelinach. Najuboższy kompleks sorpcyjny, przejawiający się najniższymi wartościami sumy kationów zasadowych, stwierdzono w glebach wytworzonych z granitów monzonitowych oraz z piaskowców turońskich górnych. Jedynie w powierzchniowych, silnie próchnicznych poziomach tych gleb suma kationów może wynosić 1-5 cmol(+) kg<sup>-1</sup>, natomiast w głębszych warstwach na ogół nie przekracza 1 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby. Kompleks sorpcyjny tych gleb zdominowany jest przez kationy wodoru i glinu, wobec czego wysycenie zasadami nie przekracza na ogół 10% (rys. 8). Zwietrzeliny piaskowców i zlepieńców permjskich, choć zawierają niewielkie ilości zasadowych kationów wymiennych (0,5-3 cmol(+) kg<sup>-1</sup>), to odznaczają się dużo niższą

kwasowością niż gleby utworzone z granitów i piaskowców kredowych. Wobec tego stopień wysycenia zasadami jest na ogół wyższy – w granicach 7-30%. Mimo to, gleby utworzone z piaskowców permskich zaliczane są do gleb brunatnych kwaśnych, niekiedy nawet słabo zbilicowanych. Potencjalnie największą zasobnością w składniki alkaliczne, szczególnie w wapń i magnez, odznaczają się zwietrzeliny margli turońskich. Margle te jednak są na ogół głęboko odwapnione, wobec czego i ich zwietrzeliny nie zawierają szczególnie wysokich ilości wymiennych kationów zasadowych, choć i tak są to wartości znacznie wyższe niż stwierdzone w zwietrzelinach granitów i piaskowców. W najsilniej wyługowanych glebach brunatnych kwaśnych suma kationów zasadowych wynosi 2,2-7,5 cmol(+) kg<sup>-1</sup>, a w glebach brunatnych właściwych 3,2-13,5 cmol(+) kg<sup>-1</sup>. W ślad za wyższymi ilościami kationów alkalicznych rośnie stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego. O ile w glebach brunatnych wyługowanych dominują jeszcze kationy wodoru i glinu, a stopień wysycenia zasadami nie przekracza 30-60%, o tyle w glebach brunatnych właściwych wodór i glin dominują jedynie w poziomach najbardziej powierzchniowych, natomiast w poziomach brunatnienia (i głębszych) wysycenie zasadami przekracza 60%, dochodząc nawet do 98% (rys. 8). Gleby brunatne właściwe tworzą najzasobniejsze – i najmniej kwaśne – siedliska na obszarze Gór Stołowych. Podobnie wysokie wartości sumy kationów zasadowych oraz wysoki stopień wysycenia zasadami występuje jedynie w niektórych madach rzecznych (rys. 8), a także w glebach deluwialnych tworzących się u podnóży wzniesień zbudowanych z margli.



**Rys. 8a.** Skład kompleksu sorpcyjnego typowych gleb PNGS. Structure of exchangeable cations in typical soils of the SMNP.



Rys. 8b. Skład kompleksu sorpcyjnego typowych gleb PNGS. Structure of exchangeable cations in typical soils of the SMNP.

## JEDNOSTKI TYPOLOGICZNE GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH

Na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych wydzielono zasięgi następujących typologicznych jednostek glebowych lub kompleksów tych jednostek (w układzie Systematyki gleb Polski (1989)):

### Dział I. GLEBY LITOGENICZNE<sup>1</sup>

#### Rząd A. Gleby mineralne bezwęglanowe słabo wykształcone

##### Typ 1. Gleby inicjalne skaliste (Litosole)

###### Podtyp a) erozyjne (ISer)

##### Typ 4. Gleby słabo wykształcone ze skał masywnych (Rankery)

###### Podtyp a) właściwe (SWw)

###### Podtyp b) brunatne (SWbr)

###### Podtyp c) bielcowane (SWb)

### Dział II. GLEBY AUTOGENICZNE.

#### Rząd B. Gleby brunatnoziemne

##### Typ 1. Gleby brunatne właściwe

###### Podtyp a) typowe (BRt)

###### Podtyp d) wylugowane (BRwy)

##### Typ 2. Gleby brunatne kwaśne

###### Podtyp a) typowe (BRKt)

###### Podtyp c) oglejone (BRKg)

#### Rząd C. Gleby bielicoziemne

##### Typ 2. Gleby bielcowe

###### Podtyp a) właściwe (B)

##### Typ 3. Bielice (B, łącznie z glebami bielcowymi)

### Dział III. GLEBY SEMIHYDROGENICZNE

#### Rząd A. Gleby glejobielicoziemne

##### Typ 1. Gleby glejobielcowe

###### Podtyp a) właściwe (GBw)

###### Podtyp c) torfiaste (GBt)

##### Typ 2. Glejobielice (GB, łącznie z glebami glejobielcowymi)

#### Rząd C. Gleby zabagniane

##### Typ 1. Gleby opadowo-glejowe (pseudoglejowe)

###### Podtyp a) właściwe (OGw)

###### Podtyp b) stagno-glejowe (Ogst)

##### Typ 2. Gleby gruntowo-glejowe

###### Podtyp a) właściwe (Gw)

<sup>1</sup> Strukturę listy jednostek typologicznych przyjęto za obowiązującą Systematyką Gleb Polski (1989), natomiast oznaczenia (skrót) literowe zgodne są z instrukcjami prac glebowo-kartograficznych na terenach leśnych.

- Podtyp b) torfiasto-glejowe (Gts)
- Podtyp c) torfowo-glejowe (Gt)
- Podtyp d) mułowo-glejowe (Gmł)

#### Dział IV. GLEBY HYDROGENICZNE

##### Rząd A. Gleby bagienne

###### Typ 1. Gleby mułowe

- Podtyp a) właściwe (MŁw)
- Podtyp b) torfowo-mułowe (MŁt)

###### Typ 2. Gleby torfowe

- Podtyp a) torfowisk niskich (Tn)
- Podtyp b) torfowisk przejściowych (Tp)
- Podtyp c) torfowisk wysokich (Tw)

##### Rząd B. Gleby pobagienne

###### Typ 1. Gleby murszowe

- Podtyp a) torfowo-murszowe (Mt)

#### Dział V. GLEBY NAPŁYWOWE

##### Rząd A. Gleby aluwialne

###### Typ 1. Mady rzeczne

- Podtyp a) właściwe (MDw)
- Podtyp c) brunatne (MDbr)

##### Rząd B. Gleby deluwialne

###### Typ 1. Gleby deluwialne

- Podtyp a) właściwe (Dw)
- Podtyp b) brunatne (Dbr)
- Podtyp x) glejowe (Dg)<sup>2</sup>

#### Dział VII. GLEBY ANTROPOGENICZNE

##### Rząd B. Gleby industro- i urbanoziemne

###### Typ 1. Gleby antropogeniczne o nie wykształconym profilu (AN)

### DZIAŁ I. GLEBY LITOGENICZNE.

Dział ten obejmuje gleby początkowych stadiów rozwojowych, na których budowę oraz właściwości decydujący wpływ ma rodzaj oraz pierwotne właściwości skały macierzystej. Gleby inicjalne na ogół tworzą się w obrębie najmłodszych pokryw zwietrzelinowych, natomiast gleby słabo wykształcone (rankery) tworzą się na obszarze PNGS nie tylko z pokryw wietrzeliowych, ale też ze świeżego materiału zwietrzelinowego odkładającego się współcześnie w obrębie starszych pokryw blokowych lub gruzowych. Mimo oczekiwań związanych z morfologią terenu (obszar górski, znaczna ilość wychodni skalnych), gleby zaliczane do działu gleb litogenicznych zajmują na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych stosunkowo niewielkie, izolowane powierzchnie na wierzchołkach w rejonie wychodni skalnych oraz w wyższych partiach stoków. W obrębie wychodni niektórych skał, a także w obrębie stokowych pokryw blokowo-gruzowych gleby inicjalne na ogół występują w

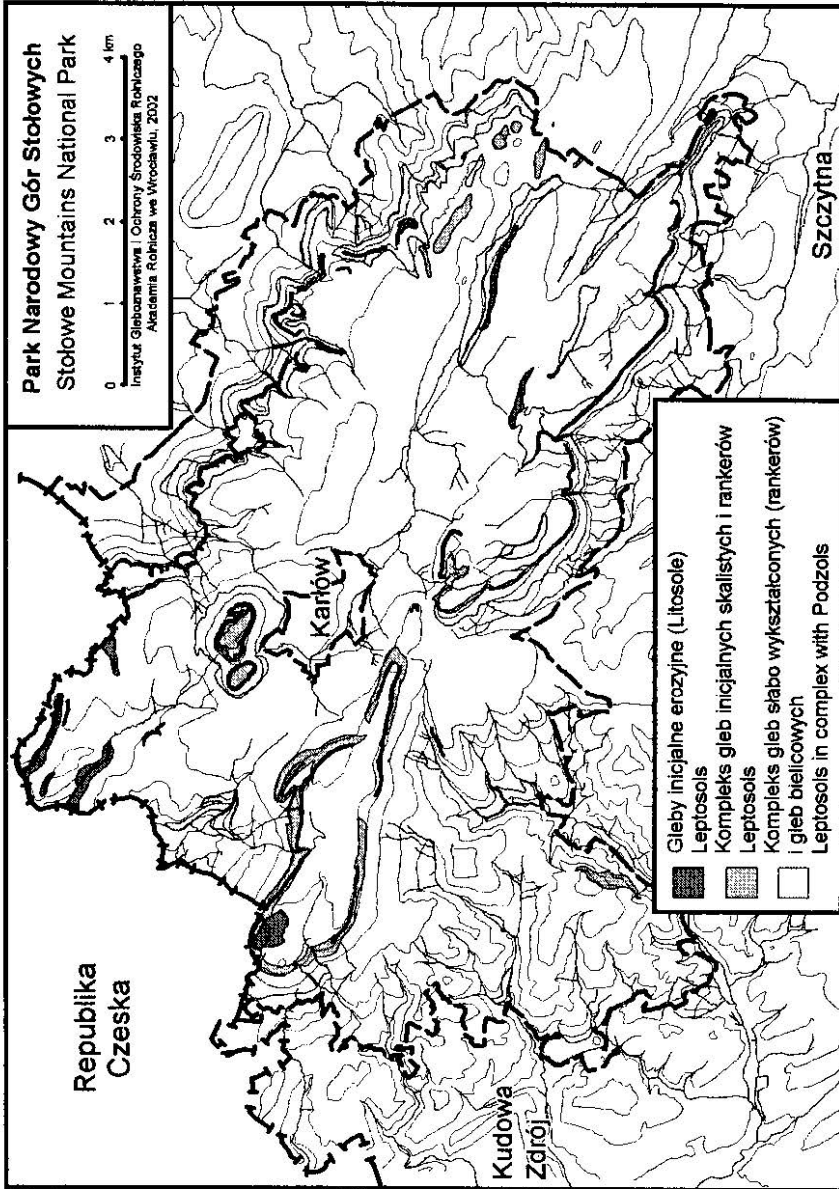
<sup>2</sup> Dodatkowy podtyp nie wydzielony w Systematyce Gleb Polski (1989).



kompleksach z glebami lepiej wykształconymi, o zróżnicowanej głębokości, kierunku i intensywności procesów glebotwórczych (rys. 9). Na obszarze PNGS stwierdzono obecność gleb inicjalnych i słabo wykształconych wyłącznie ze skał masywnych bezwęglanowych (ISer, SWw, SWb, SWbr): granitoidów, górnokredowych piaskowców ciosowych oraz pelitycznych skał osadowych (mułowców) nie zawierających czynnych węglanów, na mapach geologicznie dość mylnie nazywanych "marglami". Gleby inicjalne (łącznie z kompleksami ISer+SW) zajmują ok. 4,7% powierzchni PNGS, natomiast gleby słabo wykształcone (łącznie z kompleksami SW+B) - ok. 13,2% powierzchni PNGS. Należy zaznaczyć, że zgodnie z założeniami Systematyki Gleb Polski z 1989 roku obszary skalne bezglebowe (gołoborza, wychodnie itp.) włącza się w pracach kartograficznych do gleb inicjalnych skalistych.

Gleby inicjalne i słabo wykształcone z granitoidów o budowie profilu O-(A)C-R lub O-AC-R występują jedynie w czterech izolowanych wydzieleniach w obrębie granitowego masywu w południowo-zachodniej części Parku Narodowego. Na mapie glebowej zamieszczona została jedynie największa z tych powierzchni (ok. 10,5 ha, tj. 0,2% powierzchni PNGS), zlokalizowana na stokach Kruczej Kopy. Małej miąższości, bardzo silnie szkieletowa ("kaszowata") zwietrzelina granitoidów tworząca masę tych gleb posiada odczyn i pozostałe właściwości zbliżone do płytkich gleb brunatnych kwaśnych (np. profil 1). W trakcie prac terenowych zwrócono uwagę, że na wierzchołkach większości wzniesień (nawet najwyższych) oraz na stromych i kamienistych stokach, gleby litogeniczne występują sporadycznie, a ich miejsce zajmują różnej miąższości gleby brunatne kwaśne. Świadczy to o daleko posuniętych procesach wietrzenia masywu granitowego mających miejsce w przeszłości.

Większe powierzchnie na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych zajmują gleby inicjalne i słabo wykształcone z górnokredowych piaskowców - głównie w strefach wierzchołkin najwyższych wzniesień oraz krawędzi i urwisk skalnych: Szczelińca Małego i Wielkiego, Skalniaka, Narożnika, progu Batorowa i Radkowa, Diczego Grzbietu oraz Białych Skał. Rozprzestrzenienie gleb inicjalnych (ISer) ocenia się na ok. 157 ha (2,3% powierzchni PNGS), natomiast inicjalnych w kompleksach ze słabo wykształconymi (ISer+SW) na ok. 138 ha (2,1% powierzchni PNGS). Z reguły są to gleby o szkieletowości powyżej 50% i miąższości profilu mniejszej niż 30-40 cm. Gleby te posiadają przeważnie uziarnienie (w częściach ziemistych) piasków luźnych lub słabogliniastych z dominacją frakcji piasku średniego (np. profil 46). Gleby słabo wykształcone z piaskowców ciosowych posiadają odczyn kwaśny lub silnie kwaśny w głębi profilu i bardzo silnie kwaśny w warstwie powierzchniowej ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  2.8-3.0 w poziomie AEes). W glebach tych zazwyczaj stwierdzano słabiej lub silniej zaznaczony proces bielcowania.



Rys. 9. Lokalizacja gleb inicjalnych oraz słabo wykształconych na obszarze PNGS.  
Distribution of Leptosols in the Stołowe Mountains National Park.

Gleba bezwęglanowa słabo wykształcona bielcowana (ranker bielcowany) wytworzona z piaskowca kredowego "górnego" (profil 46)

Naroznik; górna część stoku pod ścianą skalną (urwiskiem), stok bardzo stromy, niemal całkowicie pokryty głazami piaskowca, tworzącymi zwartą pokrywę blokowo-gruzową z wypełnieniem piaszczystym w szczelinach; wys. 795 m n.p.m.; bór świerkowy ok. 60 letni (monokultura), brak podszytu, runo kępkowe.

- |      |       |  |
|------|-------|--|
| O    | 8-0   | próchnica nadkładowa typu moder-mor; igliwie świerka, niekiedy z domieszką krzewinek, mchów i darni (podpoziomy: O1 8-6 cm, fermentacyjny 6-2 cm, epihumusowy 2-0 cm).<br>Lokalnie (w szczelinach) warstwa organiczna jest znacznie głębsza (nawet do 40 cm) i storfiąta |
| AEes | 0-25  | jasnoszary, z plamami wybieleń bielcowych, piasek luźny średnioziarnisty; silnie szkieletowy (ok. 40%); silnie przerośnięty korzeniami świerka; bezstrukturalny; wilg. świeża; przejście niewyraźne  |
| BC   | 25-40 | jasno-brunatno-szary utwór kamienisto-piaszczysty, o uziarnieniu piasku luźnego średnioziarnistego w częściach ziemistych; bezstrukturalny; wilg. świeża; przejście wyraźne, ale nieregularne  |
| CR   | 40+   | żółty piasek luźny wypełniający szczeliny między głazami (blokami piaskowca)   |

W związku z silnie zróżnicowanym mikroreliefem stoków wynikającym z obecności pokryw głazowych, gleby słabo wykształcone występują najczęściej w kompleksach z różnej miąższości typowymi glebami bielcowymi tworzącymi się w szczelinach i półkach między blokami piaskowca. Na mapach glebowych kompleksy takie opisywano jako SWb+B, a ich łączny areal ocenia się na ok. 816 ha (tj. 12,7% powierzchni PNGS). Cechą charakterystyczną opisywanych gleb - niezależnie od ich miąższości - jest zazwyczaj znacznej grubości (nie rzadko ponad 30 cm) warstwa próchnicy nadkładowej, najczęściej słabo rozłożonej, niekiedy storfiątej. Rozległe kompleksy gleb słabo wykształconych oraz bielcowych (a lokalnie również gleb brunatnych) rozciągają się na krawędziach powierzchni zrównań, w sąsiedztwie gleb inicjalnych (rys. 9).

W glebach położonych w wyższych partiach stoków, na styku warstw piaskowca i margla, lub wytworzonych z margli, ale powierzchniowo zasłoniętych przez pokrywy złożone z głazów piaskowca zwraca uwagę dwudzielność budowy profilu glebowego widoczna głównie w uziarnieniu. Warstwy powierzchniowe mają skład piasków lub glin silnie spiaszczonych przez obecność zwietrzliny piaskowców, natomiast warstwy głębsze zbudowane są zazwyczaj z kamienisto-gliniastej, bardzo zwięzłej zwietrzliny margli (mułowców). Uwagi te nie dotyczą nagromadzeń piasku w głębokich szczelinach między głazami, w których tworzą się gleby bielcowe całkowite, nawet jeśli w głębszym podłożu występują mułowce.

**Tab. 1.** Podstawowe właściwości rankera bielcowanego wytworzonego z piaskowca kredowego - Profil 46. Basic properties of Skeleti-Dystric Regosol developed from Cretaceous sandstone - Profile 46

Poziom glebowy (Soil horizon)		AEes	BC
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-25	25-40
Fracje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	40	70
Fracje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	23	32
	0,5-0,25 mm	53	44
	0,25-0,1 mm	3	12
	0,1-0,05 mm	16	5
	0,05-0,02 mm	2	2
	0,02-0,006 mm	1	0
	<0,002 mm	1	4
pH H <sub>2</sub> O		3,6	2,8
pH KCl		3,6	3,0
C org. (Organic C), %		0,27	0,30
Subst. organiczna (Organic matter), %		0,47	0,52
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		6,00	2,92
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		1,18	1,17
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		7,18	4,09
V, %		16,4	28,6

Na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych wyodrębniono również gleby słabo wykształcone z górnokredowych mułowców (Turon Górny) - zaliczone do podtypu rankerów właściwych i oznaczone na mapach glebowych symbolem SWw. Gleby charakteryzują się małą miąższością profilu (30-50 cm), silną szkieletowością, oraz w odróżnieniu od pozostałych gleb słabo wykształconych z innych skał macierzystych na terenie PNGS - bardzo zwięzłym, najczęściej kamienisto-gliniastym składem granulometrycznym oraz mniejszym pokryciem powierzchni gleby gładzami. Rozprzestrzenienie tych gleb ocenia się na około 35 ha (tj. 0,5% powierzchni PNGS)

Gleba bezwęglanowa słabo wykształcona właściwa (ranker właściwy) wytworzona z mułowca kredowego (profil 93)

Wambierzyce - "próg Rańkowa"; środkowa część stromego stoku, w 60% pokrytego glazami piaskowca, nie tworzącymi zwartej pokrywy blokowej; wys. 515 m n.p.m.; bór świerkowy ponad 100 letni (monokultura), brak podszytu.

O	12-0	Próchnica nadkładowa typu moder-mor; igliwie świerka, niekiedy z domieszką mchów i darni (podpoziomy: Ol 12-9, Ofh 9-0 cm).
AhC	0-28	ciemno szarobrunatny utwór kamienisto-gliniasty o uziarnieniu gliny lekkiej pylastej w częściach ziemistych; szkielet budują płaskie odłamki silnie zwietrzałego mułowca, nie reagującego z HCl; struktura drobna, średniotwała subangularna; wilg. świeża; przejście stopniowe
CR	28+	jasno szarobrunatny utwór kamienisty z wypełnieniem gliny lekkiej w szczelinach między płaskimi, niekiedy płytowymi odławkami mułowca (nie reagującego z HCl); wilg. świeża

**Tab. 2.** Podstawowe właściwości rankera właściwego wytworzonego z mułowców kredowych - Profil 93. Basic properties of Skeleti-Dystric Leptosol developed from Cretaceous siltstone - Profile 93

Poziom glebowy (Soil horizon)	AhC	CR	
Mięższość poziomu (Horizon depth), cm	0-28	28-35	
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	65	90
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	9	12
	0,5-0,25 mm	16	16
	0,25-0,1 mm	14	22
	0,1-0,05 mm	19	9
	0,05-0,02 mm	21	15
	0,02-0,006 mm	12	13
	0,006-0,002 mm	5	7
	<0,002 mm	4	6
pH H <sub>2</sub> O	3,6	3,8	
pH KCl	2,9	3,0	
C org. (Organic C), %	6,32	1,89	
Subst. organiczna (Organic matter), %	10,90	3,26	
N całk. (Total N), %	0,56	0,16	
C/N	11	12	
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>	27,90	11,55	
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>	6,36	3,87	
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>	34,26	15,42	
V, %	18,6	25,1	

## DZIAŁ II. GLEBY AUTOGENICZNE.

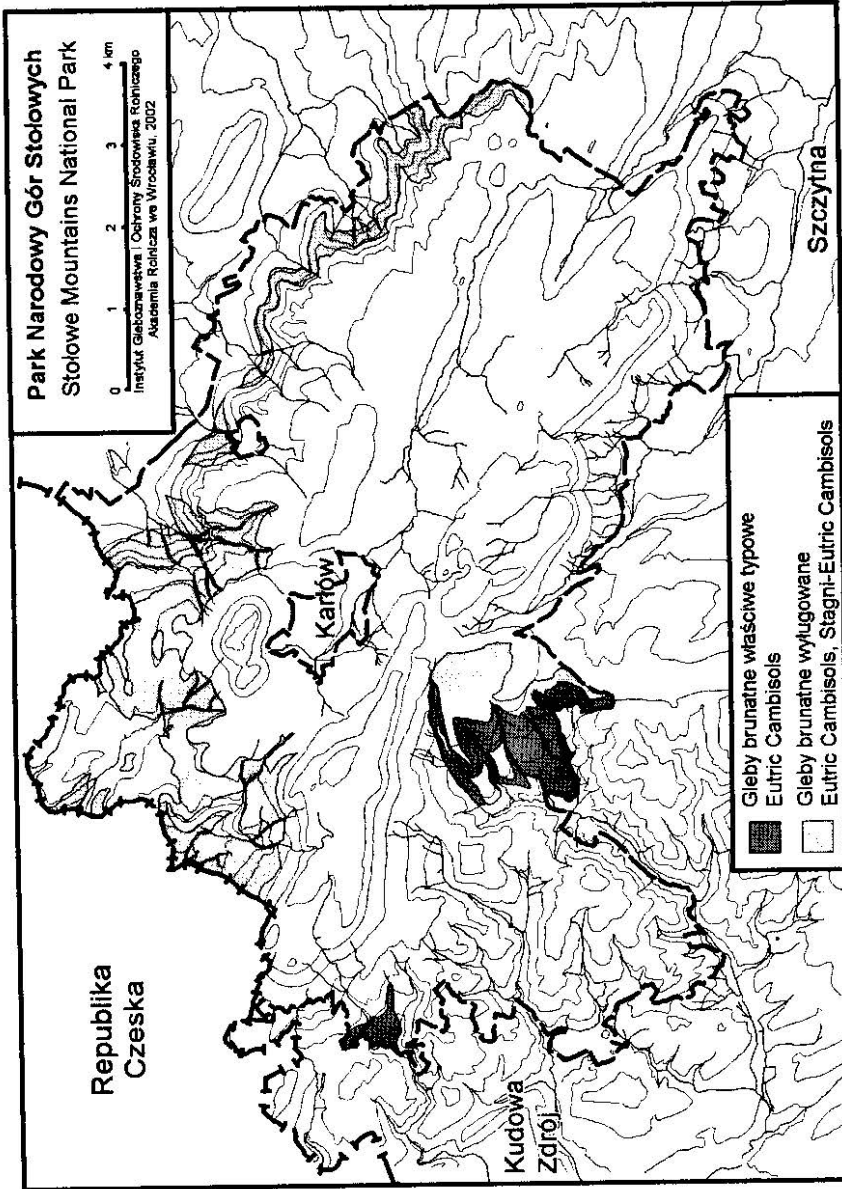
Na terenie Gór Stołowych stwierdzono obszarową dominację gleb należących do działu gleb autogenicznych, to jest ukształtowanych wskutek jednakowo istotnego oddziaływania szeregu czynników środowiskowych: skały macierzystej, klimatu i związanego z nim typu gospodarki wodnej w profilu glebowym, morfologii terenu, organizmów żywych (szczególnie porastającej roślinności) i innych.

Spośród gleb tego działu wyróżniono gleby brunatne właściwe (typowe i wyługowane), gleby brunatne kwaśne (typowe i oglejone) oraz gleby bielcowe i bielice.

### RZĄD B. GLEBY BRUNATNOZIEMNE

Gleby brunatne, które na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych wytworzyły się ze wszystkich rodzajów występujących tu skał macierzystych, odzwierciedlają zróżnicowaną genezę i skład mineralny tych skał oraz niejednorodność warunków fizjograficznych i biologicznych. Zasadniczy podział gleb brunatnych na brunatne właściwe i brunatne kwaśne przeprowadzony został na podstawie zasobności (troficzności) tych gleb.

Gleby brunatne właściwe zajmują około 14% całkowitej powierzchni PNGS, jednak udział poszczególnych podtypów nie jest jednakowy (rys. 10). Gleby brunatne właściwe typowe (BRt) stwierdzono wyłącznie na stokach Rogowej Kopy oraz w rejonie Pstrążnej w południowej części Parku Narodowego, na powierzchni ok. 170 ha, tj. 2,6% obszaru PNGS. Gleby te wytworzyły się z mułowców (według Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów (1958) margli mułkowo-krzemionkowych i margli krzemionkowych), przez co odznaczają się zwięzłym składem granulometrycznym - najczęściej glin średnich lub ciężkich. W powierzchniowych poziomach tych gleb charakterystyczny jest stosunkowo niewysoki udział ilitu koloidalnego (na ogół <10% części ziemistych), natomiast wysoki udział frakcji pylastych: zarówno pyłu drobnego, jak i ilitu pyłowego grubego (np. w profilu 32a). Obowiązująca klasyfikacja uziarnienia gleb (Norma Branżowa 1978) nie podkreśla więc znacznej pylastości tych gleb, wyraźnie odczuwanej w terenie na podstawie oznaczeń organoleptycznych. W głębszych poziomach udział poszczególnych frakcji pyłowych i ilitowych jest na ogół wyrównany, lecz udział ilitu koloidalnego sięga nawet 20%. Pionowe zróżnicowanie zawartości ilitu nie jest jednak skutkiem jego przemieszczenia, gdyż w badanych profilach nie stwierdzono oznak iluwialnego nagromadzenia. Zróżnicowane profilowe uziarnienie oraz nierównomierne rozmieszczenie szkieletu zdają się świadczyć, że opisywane gleby tworzą się nie w typowych pokrywach wietrzeniowych, lecz raczej w mniej lub bardziej przemodelowanych oraz warstwowanych pokrywach wietrzeniowo-soliflukcyjnych.



Rys. 10. Rozmieszczenie gleb brunatnych właściwych na obszarze PNGS.  
 Distribution of Eutric Cambisols in the Stołowe Mountains National Park.

Mimo położenia na stokach, nierzadko o dużym nachyleniu są to gleby głębokie lub bardzo głębokie, silnie lub bardzo silnie szkieletowe w całym profilu, jednakże w bardzo małym stopniu pokryte głazami lub odłami skalnymi na powierzchni. W szkielecie występują wyłącznie łupkowate lub płytkowe odłamki mułowców, różnej wielkości i w różnym stopniu zwiertzenia. Odłamki te nigdy nie wykazywały powierzchniowej reakcji z HCl, jednakże reakcja ta była niekiedy obserwowana na świeżych przełamach, w wewnętrznej części odłamków (zarówno na stokach Rogowej Kopy, jak i w rejonie Pstrążnej). Odczyn gleb brunatnych właściwych (typowych) jest obojętny lub słabo kwaśny, przy czym zwraca uwagę wzrost pH w głąb profilu, aż do wartości  $pH_{KCl}$  5,8-7,0 ( $pH_{H_2O}$  6,4-7,4) występującej w poziome skały macierzystej (na głębokości 60-80 cm). Fakt ten należy interpretować jako przejaw słabego wylugowania tych gleb oraz wskaźnik kierunku ich ewolucji. W żadnym z analizowanych profili nie stwierdzono obecności czynnych węglanów. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi jest w poziomach B i C wyjątkowo wysokie (jak na warunki Gór Stołowych), gdyż zazwyczaj znacznie przekracza 60%, sięgając nawet 98%. W poziomach próchnicznych wysycenie zasadami jest na ogół znacznie niższe, rzędu 20-30%.

Gleba brunatna właściwa typowa wytworzona z mułowca kredowego (profil 32a<sup>3</sup>)

Rogowa Kopa; górna część bardzo strome go stoku (33<sup>0</sup>); wystawa NW; brak głazów, ale liczne kamieniste odłamki mułowców na powierzchni; górski las bukowy z jaworem i świerkiem; podszytu brak; runo mozaikowate, wielogatunkowe: szczyr, marzanka, czworolist, siewki buka i jawora, paprocie

Olf	5-0	próchnica nadkładowa typu mul; liście buka; miejscami nie występuje
Ah	0-11	ciemnoszary (10YR3/1) pył ilasty, bezszkieletowy; struktura grubo-gruzelkowa, trwała; duża gęstość korzeni; liczne dżdżownice; wilg. świeża; przejście wyraźne
A	11-20	szarobrunatny (10YR3/2) pył ilasty, niemal bezszkieletowy; struktura gruzelkowa, trwała; wilg. świeża; brak oglejenia; przejście stopniowe
Bbr	20-40	żółtobrunatna (10YR5/4) glina ciężka pylasta; słabo szkieletowata (drobne, płytkowe odłamki zwiertzałego mułowca); struktura subangularna; wilg. świeża; przejście stopniowe
BbrC	40-55	żółtobrunatna (10YR5/5) glina ciężka pylasta; słabo szkieletowata; struktura subangularna; wilg. świeża; przejście stopniowe
C	55-100	ciemno-żółtobrunatna (10YR4/4) glina ciężka pylasta; średnio szkieletowata z kamienistymi odłami mułowca oraz płasko ułożonymi głazami (płytami); struktura masywna; wilg. świeża
R	100+	płytkowe fragmenty szarobrunatnego mułowca

<sup>3</sup> Symbolem "a" (np. 31a) opatrzone profile glebowe, których charakterystyka uzupełniona została na podstawie badań prowadzonych w latach 1997-2002.



**Tab. 3.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej właściwej typowej - Profil 32a. Basic properties of Eutric Cambisol - Profile 32a

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ah	A	Bbr	BC	C
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-11	11-20	21-40	40-55	55-100
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	29	15	25	27	39
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	3	3	1	1	3
	0,5-0,25 mm	4	4	2	3	4
	0,25-0,1 mm	13	15	12	14	13
	0,1-0,05 mm	16	14	17	16	16
	0,05-0,02 mm	25	26	14	16	14
	0,02-0,006 mm	20	20	19	15	15
	0,006-0,002 mm	12	12	17	15	17
	<0,002 mm	7	6	18	20	18
pH H <sub>2</sub> O		4,1	4,0	4,7	5,8	6,4
pH KCl		3,5	3,2	3,6	4,8	5,6
C org. (Organic C), %		10,55	4,01	0,79	0,47	0,33
Subst. organiczna (Organic matter), %		18,19	6,91	1,36	0,81	0,57
N całk. (Total N), %		0,56	0,18	0,03	n.o.	n.o.
C/N		19	22	26	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		16,80	12,53	5,28	2,18	0,90
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		10,37	4,71	7,30	11,53	13,45
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		27,17	17,24	14,58	13,71	14,35
V, %		38,2	27,2	60,1	84,1	93,7

Gleby brunatne wylugowane (BRwy) są na obszarze PNGS dominującym podtypem w obrębie gleb brunatnych właściwych. Zajmują areal ok. 737 ha, tj. 11,4% powierzchni PNGS. Wśród nich przeważają gleby wytworzone z mułowców (margli), lecz stwierdzono też (na około 110 ha) gleby wytworzone ze zwietrzelin piaskowców oraz mieszanych zwietrzelin piaskowców i mułowców. Gleby te występują na Rogowej Kopie w sąsiedztwie gleb brunatnych typowych - na wierzcholinie lub śródstokowych wypłaszczeniach. Największe powierzchnie gleb brunatnych wylugowanych stwierdzono w rejonie Ostrej Góry i Pasterki, skąd ciągną się na wschód wzdłuż progu Radkowa. Pas gleb brunatnych wylugowanych jest jednak poprzerany wystąpieniami innych gleb, co spowodowane jest lokalnym przysłanianiem wychodni mułowców przez nasuwające się na nie pokrywy bloków i zwietrzelin piaskowców ciosowych (rys. 10).

Budowa profilowa gleb brunatnych wylugowanych jest niemal identyczna jak gleb brunatnych właściwych typowych: Olf-A-Bbr-BbrC-CR. Stopień rozwinięcia poszczególnych poziomów zależy od szeregu czynników, w tym przede wszystkim od mikroreliefu. W przypadku usytuowania na łagodnych stokach lub spłaszczeniach

wierzchowinowych i stokowych obserwowano w profilach słabe lub średnie oglejenie odgórne.

Charakterystycznym typem próchnicy nadkładowej jest bardzo małej miąższości mul, zbudowany głównie ze słabo rozłożonych liści buka. Podpoziom Oh wyodrębniano w opisanych glebach sporadycznie. Jedynie w przypadku występowania monokultur świerkowych stwierdzano próchnice typu moder-mul, lub nawet moder, co jest jednak całkowicie niezgodne z poziomem żyzności tych gleb.

Gleba brunatna właściwa wylugowana (opadowo-glejowa)  
wytworzona z mułowców kredowych (profil 37a).

Rogowa Kopa (Sawanna Łężycka); płaski, rozległy wierzchołek wzniesienia; brak głazów i kamieni na powierzchni; wys. 790 m n.p.m.; trwały użytek zielony, w przeszłości zaorywany, obecnie odłogowany; stale duży udział kupkówki w składzie gatunkowym.

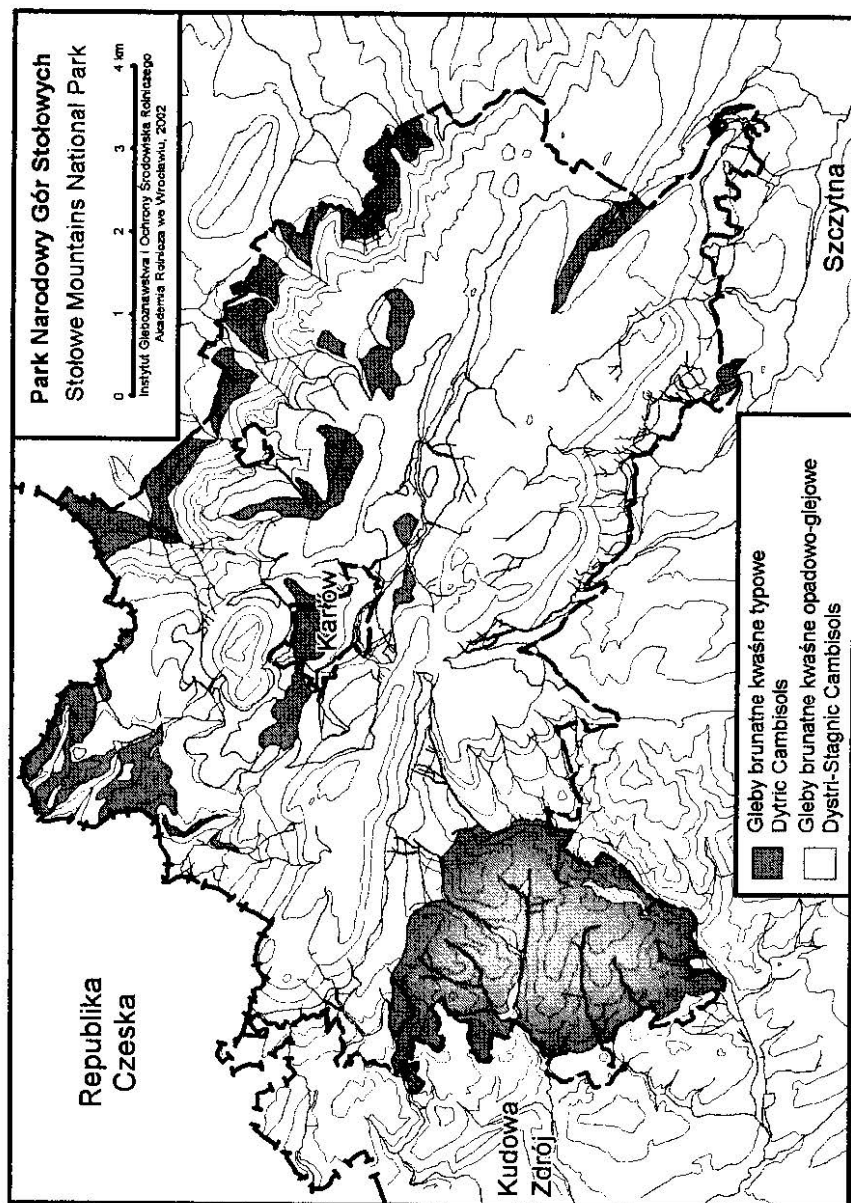
Adh	0-3	mineralno-organiczna warstwa darniowa
Ap	3-20	ciemno-szarobrunatna (10YR4/2) glina ciężka pylasta, niemal bezszkieletowa; struktura grubo-gruzełkowa, trwała; średnia gęstość korzeni; wilg. świeża; słabe oglejenie plamiste, nieliczne pieprze Fe-Mn; przejście wyraźne
A/B	20-30	ciemno-żółtobrunatna (10YR4/4) glina ciężka pylasta; struktura trwała, angularna; wilg. świeża; słabe oglejenie plamiste; plamki Fe; przejście wyraźne, lecz zaburzone (poziom mieszany)
Bbr	30-46	brunatnożółta (10YR6/6) glina ciężka pylasta z pojedynczymi kruchymi odłatkami mułowca; struktura trwała, angularna; warstwa wilgotna; słabe oglejenie plamiste; plamki Fe; przejście stopniowe
Bbrg	46-57	żółtobrunatna (10YR5/6) glina ciężka pylasta; średnio szkieletowata (płaskie, silnie zwietrzałe odłamki mułowca); struktura angularna; niemal całkowite oglejenie plamiste (jasno szare plamy - 10YR7/1); pieprze Fe-Mn; warstwa wilgotna; przejście stopniowe
BbrCg	57-100	żółtobrunatna (10YR5/4) glina ciężka mocno szkieletowa z dużym udziałem odłatków >10 cm; masywna; silnie oglejona (oliwkowo-brunatne plamy - 2,5YR5/2,5), przejście niewyraźne
CR	100+	silnie zwietrzały mułowiec w postaci płaskich kamieni i głazów z niewielką domieszką gliniastej zwietrzliny w szczelinach

**Tab. 4.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej właściwej wylugowanej (opadowo-glejowej) - Profil 37a. Basic properties of Stagni-Eutric Cambisol - Profile 37a

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ahd	Ap	Bbr	Bbrg	BCg
Mięszczość poziomu (Horizon depth), cm		0-3	3-20	30-46	46-57	57+
Frakcje szkieletowe (Skelton), %	> 1 mm	2	5	13	46	55
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	n.o. n.d.	2	4	2	2
	0,5-0,25 mm		2	2	2	4
	0,25-0,1 mm		7	2	8	12
	0,1-0,05 mm		12	13	14	21
	0,05-0,02 mm		14	16	17	16
	0,02-0,006 mm		22	21	22	13
	0,006-0,002 mm		19	19	16	10
	<0,002 mm		22	23	19	22
pH H <sub>2</sub> O		4,6	4,5	5,2	5,2	4,8
pH KCl		3,4	3,4	3,7	3,7	3,6
C org. (Organic C), %		n.o.	2,03	0,67	0,47	0,17
Subst. organiczna (Organic matter), %		16,54	3,50	1,16	0,81	0,29
N całk. (Total N), %		n.o.	0,11	0,03	n.o.	n.o.
C/N		-	18	25	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		19,5	10,28	4,65	5,10	7,95
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		4,25	3,13	4,98	5,09	4,73
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		23,75	13,41	9,63	10,19	12,68
V, %		17,9	23,3	51,7	50,0	37,3

Podobnie uziarnienie gleb brunatnych wylugowanych i typowych jest zbliżone - dominują utwory zwięzłe (gliny średnie i ciężkie), o wyraźnie odczuwalnej pylastości (profil 37a). Również układ podstawowych właściwości fizykochemicznych przypomina gleby brunatne typowe, z tym że gleby brunatne wylugowane odznaczają się na ogół silniejszym zakwaszeniem warstw powierzchniowych oraz niższym stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Gleby te stanowią kolejne, uboższe stadium ewolucji gleb brunatnych właściwych. Ługowaniu kationów zasadowych oraz wzrostowi zakwaszenia sprzyja rugowanie buka oraz wprowadzanie monokultur świerkowych.

Gleby brunatne właściwe, zarówno typowe, jak i wylugowane, tworzą najbardziej zasobne siedliska na obszarze Gór Stołowych, najodpowiedniejsze dla żyznych (lub niekiedy kwaśnych) buczyn sudeckich. Niestety dość często spotykano na podłożu gleb brunatnych właściwych (szczególnie wylugowanych) monokultury świerkowe, które w wyraźny sposób przyspieszają ługowanie składników alkalicznych, a więc powodują degradację najwartościowszych siedlisk leśnych.



Rys. 11. Rozmieszczenie gleb brunatnych kwaśnych na obszarze PNGS.  
Distribution of Dystric Cambisols in the Stołowe Mountains national Park.

Mimo, iż gleby brunatne kwaśne na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych reprezentowane są właściwie tylko przez dwa podtypy: typowe i oglejone, to jednak mnogość skał macierzystych rzutuje na zróżnicowanie gleb tego typu. Gleby brunatne kwaśne są najbardziej rozprzestrzenioną jednostką glebową, gdyż zajmują około 38% powierzchni PNGS (około 2440 ha). Poniżej scharakteryzowano gleby brunatne kwaśne w kolejności wieku skał macierzystych, z których zostały wytworzone.

Gleby brunatne kwaśne wytworzone z granitoidów wieku karbońskiego występują w masywach Kruczej i Czarnej Kopy oraz Lelkowej Góry w południowo-zachodniej części PNGS na obszarze ponad 740 ha, co stanowi 11,5% powierzchni Parku. Gleby te wykazują stosunkowo małe zróżnicowanie typologiczne. Niemal cały omawiany obszar pokryty jest przez gleby zaliczane do jednego podtypu - brunatnych kwaśnych typowych (BRKt). Choć bielcowanie w badanych glebach obserwowano dość powszechnie, to jednak na tyle słabo zaznaczone, że nie wyróżniano osobnego podtypu. W glebach wytworzonych z granitoidów kudowskich na ogół nie obserwowano oznak oglejenia, co jest zrozumiałe wobec wysokiego udziału frakcji żwirowych oraz piaszczystego uziarnienia tych gleb.

Mięszkość badanych gleb brunatnych kwaśnych z reguły jest znaczna, dominują gleby głębokie i bardzo głębokie, o głębokości występowania rumoszu skalnego ponad 120-130 cm (pojęcie "rumoszu" jest tu dość umowne wobec znacznego stopnia zwietrzenia granitoidów kudowskich i występowania miększych warstw "kaszowatej" zwietrzliny żwirowo-gruzowej). Gleby takie występują w różnych położeniach, nawet na stokach o bardzo dużym nachyleniu. W wierzchołkowych partiach wzniesień dominują gleby o miąższości 60-100 cm (profil 4). Tylko w partiach wierzchołkowych występują gleby wytworzone z typowych pokryw wietrzeniowych. Pokrywy stokowe noszą na ogół znamiona znacznego przekształcenia i przemieszczenia, co nie rzadko objawia się wyraźnym ich warstwowaniem, lub co najmniej nierównomiernym rozłożeniem grubszych odłamków szkieletowych..

Gleby wytworzone z granitów w masywie Czarnej i Kruczej Kopy (na południowy wschód od „Szosy 100 Zakrętów”) wykazują najczęściej skład granulometryczny piasków gliniastych lekkich lub mocnych, często pylastych, o niskiej zawartości ilitu koloidalnego, na różnej głębokości przechodzących w żwirowo-piaszczystą zwietrzelinę granitu. Jedynie płytsze gleby w wierzchołkowych partiach wzniesień mają skład piasków słabogliniastych płytko przechodzących w zwietrzelinę żwirową. Jeżeli w granitach występowały wkładki amfibolitów, gleby miały skład bardziej gliniasty i pylasty. Badane gleby odznaczały się zazwyczaj silną szkieletowością w całym profilu, w szkielecie dominowały kruche, zwietrzałe, lecz ostrokrawędziste odłamki granitów o średnicy 3-10 mm.

Gleba brunatna kwaśna typowa wytworzona z granitów monzonitowych (profil 4)

Góra Skowron; płaski wierzchołek kopulastego wzniesienia; pokrycie powierzchni głazami ok. 30-40%; bór świerkowy ok. 80 letni z pojedynczymi domieszkami innych gatunków; podszyt ubogi, runo krzewinkowo-trawiste

O	6-0	próchnica nadkładowa typu moder (podpoziomy O1 6-5, Ofh 5-0 cm); igliwie świerkowe bez domieszek innego materiału; przejście do poziomów mineralnych wyraźne
Ah	0-8	czarnobrunatny (5YR2,5/1) piasek gliniasty mocny żwirowaty; w szkielecie dominują żwirowe odłamki granitu gruboziarnistego; silnie próchniczny; struktura średniotrwała, gruzełkowa, drobna; wilg. świeża; przejście stopniowe
ABbr	8-12	ciemnobrunatny (7,5YR4/6) piasek gliniasty mocny żwirowaty (46%); struktura subangularna, drobna i nietrwała; wilg. świeża; silnie przerośnięty korzeniami drzew i krzewinek; przejście stopniowe
Bbr	12-32	ciemnobrunatny (7,5YR5/6) piasek gliniasty mocny żwirowaty (44%); bardzo nietrwała struktura subangularna; wilg. świeża; przejście stopniowe
BbrC	32-60	żółtobrunatny (7,5YR6/4) żwir piaszczysty, w zasadzie rozdzielnoziarnisty, ze śladami struktury subangulanej, brak grubszych odłamków granitu; wilgotność świeża; przejście stopniowe
C	60-90	rdzawobrunatny (10YR6/4) gruby żwir piaszczysty z domieszką silnie zwietrzałych odłamków granitu (typowa zwietrzelina "kaszowata"), bezstrukturalny, miejscami masywny
R	90+	spękany i zwietrzały, kruchy granit monzonitowy

Natomiast gleby położone w masywie Lelkowej Góry (na północny zachód od „Szosa 100 Zakrętów”), morfologicznie podobne do uprzednio opisanych, częściej wykazują skład gliny piaszczystej pylastej lub gliny lekkiej pylastej, na ogół silnie żwirowatej i płytko przechodzącej w utwór żwirowo-piaszczysty.

Pokrycie głazami powierzchni gleb na stokach jest z reguły małe, i tylko lokalnie przewyższa 50%. Obszar rozległego występowania pokryw blokowo-głazowych wyznaczono jedynie na wschodnim stoku Kruczej Kopy, gdzie gleby brunatne kwaśne występują w kompleksie z glebami słabo wykształconymi, a nawet inicjalnymi (rys. 11).

Odczyn gleb wytworzonych z granitów, niezależnie od ich położenia i składu granulometrycznego jest kwaśny lub silnie kwaśny. W dolnej części profilu, a więc w poziomie skały macierzystej gleby posiadają  $pH_{H_2O}$  w granicach 4,2-4,7, rzadko więcej, natomiast  $pH_{KCl}$  3,6-4,1. Im bliżej powierzchni odczyn jest coraz bardziej kwaśny, aż do wartości  $pH_{H_2O}$  3,2-3,6 ( $pH_{KCl}$  2,9-3,1) w poziomie A. Nie zaobserwowano wyraźnego wpływu domieszek innych skał (np. amfibolitów) na odczyn gleb.

**Tab. 5.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej kwaśnej typowej wytworzonej z granitów monzonitowych - Profil 4. Basic properties of Dystric Cambisol developed from monzonitic granite - Profile 4.

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ah	ABbr	Bbr	BbrC	C	
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-8	8-12	12-32	32-60	60-90	
Fracje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	27	46	44	52	54	
Fracje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	n.o.	36	35	36	47	
	0,5-0,25 mm		13	17	15	20	
	0,25-0,1 mm		12	17	13	13	
	0,1-0,05 mm		7	6	5	7	
	0,05-0,02 mm		n.d.	13	8	8	5
	0,02-0,006 mm		7	9	6	2	
	0,006-0,002 mm		5	6	9	4	
	<0,002 mm		7	2	8	2	
pH H <sub>2</sub> O		3,2	3,4	4,3	4,2	4,4	
pH KCl		2,9	2,9	3,6	3,7	4,0	
C org. (Organic C), %		9,80	2,21	0,48	0,93	0,27	
Subst. organiczna (Organic matter), %		16,90	3,81	0,83	1,60	0,47	
N całk. (Total N), %		0,56	0,24	n.o.	0,08	n.o.	
C/N		18	9	-	12	-	
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		37,35	22,20	11,25	14,10	9,00	
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		1,67	0,74	0,76	0,59	0,56	
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		39,02	22,94	12,01	14,69	9,56	
V, %		4,3	3,2	6,3	4,0	5,9	

Kwasowość hydrolityczna badanych gleb nie przekracza 20 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby, przy czym najniższa stwierdzona wartość to 5,6 cmol(+). Kwasowość jest znacznie wyższa w poziomach zawierających więcej substancji organicznej, a wraz ze zmniejszaniem się zawartości substancji organicznej w głąb profilu, wyraźnie maleje.

Suma kationów zasadowych przyjmuje w tych glebach bardzo niskie wartości, przeważnie poniżej 1 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby (minimalnie 0,29). Jedynie przy domieszce zwietrzeli amfibolitowej wzrasta do 3,7 cmol(+).

Efektom takiego układu jest bardzo niski stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi, najczęściej w granicach 2-7 %, bardzo rzadko powyżej 10 %. Wyłącznie przy domieszce amfibolitów wzrasta do 27 %. Tak niski stopień wysycenia kationami zasadowymi wydaje się być typowy dla gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitoidów w warunkach górskich (Borkowski 1966, Szerszeń 1974).

Najczęściej spotykanym typem próchnicy nadkładowej był moder o miąższości 6-8 cm, zbudowany głównie z igliwia świerkowego (nickingi z domieszką modrzewiowego i liści buka, klonu lub brzozy) w różnym stopniu rozkładu. W zależności od mikroreliefu (oraz związanych z nim procesów zmywania lub namywania) ściółka była mniejszej lub większej miąższości, upodabniając się do typu moder-mor lub moder-mull.

Stosunkowo jednolitą i łatwą do wydzielenia w terenie jednostkę stanowią gleby brunatne kwaśne typowe wytworzone z piaskowców lub drobnoziarnistych zlepieńców permских (BRKt). Podstawową cechą odróżniającą te gleby jest czerwono-ochrowa barwa profilu odzwierciedlająca ogólne zabarwienie skały macierzystej związane z obecnością silnie zdyspergowanych domieszek tlenków żelaza (fotografia na wkładce). Gleby wytworzone ze skał permских występują na północnych obrzeżach Parku Narodowego ("próg Radkowa") na powierzchni ok. 224 ha u podnóża stoków oraz na stokach do wysokości 480-500 m n.p.m. Są to na ogół gleby bardzo głębokie, o miąższości zwierzeliiny powyżej 150 cm, słabo szkieletowe i w niewielkim stopniu pokryte głazami (piaskowca kredowego) lub całkowicie od nich wolne. Wykazują uziarnienie piasków gliniastych lekkich, nieraz pylastych, od głębokości 70-100 cm zawierających przeważnie domieszkę frakcji zwirowej lub kamienistej (profil 105).

Gleba brunatna kwaśna typowa wytworzona z piaskowca permского (profil 105)

Radków-Łąki; podnóże stoku (poniżej progu Radkowa), nachylenie 9° ku NNW; wys. 415 m n.p.m.; brak głazów na powierzchni; las mieszany wielogatunkowy (ok. 60-80 letni): buk, jawor, lipa, brzoza, świerk, modrzew; podszytu brak; runo mozaikowate, wielogatunkowe (m.in. szczawik, konwalijka, zawilec, paprocie)

O	6-0	próchnica nadkładowa typu moder-mull; mieszana: liście buka, dęby, jawora, świerka, modrzewia (podpoziomy Ol 6-4 cm, Ofh 4-0 cm)
Ah	0-5	ciemnobrunatny (5YR3/2) piasek gliniasty lekki pylasty niemal bezszkieletowy; struktura gruzelkowa, średniotrwała; duża gęstość korzeni drzew i krzewinek; wilg. świeża; brak oglejenia i kongrecji Fe-Mn; przejście wyraźne
Bbr1	5-21	czerwonobrunatny (2,5YR4/6) piasek gliniasty lekki pylasty niemal bezszkieletowy; duża gęstość korzeni; struktura angularna, średniotrwała; wilg. świeża; przejście stopniowe
Bbr2	21-60	ciemnoczerwony (2,5YR3/6) piasek gliniasty lekki pylasty, niemal bezszkieletowy; struktura angularna, średnio trwała; duża gęstość korzeni; wilg. świeża; przejście stopniowe
C	60-150	ciemnoczerwony (10R3/6) piasek gliniasty lekki pylasty zwirowaty; struktura angularna, bardzo nietrwała; wilg. świeża



**Tab. 6.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej kwaśnej typowej utworzonej z piaskowca permiańskiego - Profil 105. Basic properties of Dystric Cambisol developed from Permian sandstone - Profile 105

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ah	Bbr1	Bbr2	C
Mięgkość poziomu (Horizon depth), cm		0-5	5-21	21-60	60-100
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	9	9	8	21
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	9	10	11	4
	0,5-0,25 mm	6	10	12	11
	0,25-0,1 mm	32	37	39	36
	0,1-0,05 mm	27	21	21	28
	0,05-0,02 mm	11	8	4	7
	0,02-0,006 mm	8	7	7	9
	0,006-0,002 mm	1	2	2	1
	<0,002 mm	6	8	4	4
pH H <sub>2</sub> O		3,7	4,0	4,0	4,2
pH KCl		3,0	3,5	3,6	3,6
C org. (Organic C), %		4,73	0,97	0,06	0,01
Subst. organiczna (Organic matter), %		8,15	1,67	0,10	0,02
N całk. (Total N), %		0,21	0,04	n.o.	n.o.
C/N		23	25	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		7,72	3,07	7,05	6,67
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		1,03	0,85	0,54	2,74
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		8,75	3,92	7,59	9,41
V, %		11,8	21,7	7,1	29,1

Odczyn tych gleb zbliżony jest do występującego w glebach utworzonych z granitoidów - w dolnych partiach profili 4,2-4,7 (pH<sub>KCl</sub> 3,6-3,9), w powierzchniowych 3,7-3,8 (pH<sub>KCl</sub> 2,9-3,0). Od wymienionych gleb odróżnia je natomiast znacznie wyższa zawartość zasadowych kationów wymiennych (nawet do 12,28 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby) oraz znacznie wyższy stopień wysycenia zasadami - sporadycznie tylko niższy niż 10%.

Określenie "gleby utworzone z piaskowców permiańskich" należy traktować jako umowne, odnoszące się do głównego substratu oraz podstawowych cech morfologii profilu glebowego. W większości badanych profili glebowych znajdowano bowiem wkładki lub przewarstwienia materiału obcego - zwietrzelin piaskowców ciosowych lub margli, których wychodnie znajdują się powyżej wychodni utworów permiańskich. Domieszki obcego materiału pozwalają wyjaśnić zmienność niektórych właściwości fizykochemicznych i wyższą zasobność omawianych gleb w porównaniu z innymi glebami utworzonymi z piaskowców lub zlepieńców.

Gleby brunatne kwaśne typowe wytworzone z piaskowców ciosowych zajmują nieduże powierzchnie (około 190 ha, tj. 2,9% obszaru PNGS) w kilku wydzieleniach, głównie w centralnej części Parku. Posiadają skład granulometryczny piasków gliniastych mocnych lub glin (piaszczystych albo lekkich) i odznaczają się słabą lub średnią szkieletością profilu. W odróżnieniu od większości bielicy i gleb bielcowych PNGS nie są przykryte warstwą piasków luźnych lub słabogliniastych na powierzchni. Zazwyczaj są to gleby głębokie lub bardzo głębokie, w środkowych i dolnych partiach profilu wykazujące słabe oglejenie plamiste. Odczyn silnie kwaśny w całym profilu. Suma kationów zasadowych wydaje się być wyższa w glebach wytworzonych z piaskowca ciosowego „środkowego” (Turon Środkowy), gdzie waha się w granicach 1,35-2,20 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby, niż w glebach wytworzonych z piaskowca ciosowego „górnego” (Turon Górny), w których parametr ten przyjmuje wartości od 0,72 do 2,19 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby. Również stopień wysycenia kationami zasadowymi gleb z piaskowca „środkowego” jest wyższy (8,7-26,5%) niż gleb wytworzonych z piaskowca „górnego” (5,7-17,0%).

Gleby te, ze względu na zwięźlejsze uziarnienie oraz właściwości fizykochemiczne, odznaczają się wyższą żyznością niż gleby bielcowe analogicznie wytworzone z piaskowców ciosowych. Dlatego też stanowią one siedliska raczej lasowe niż borowe - lasu górskiego świeżego i lasu mieszanego górskiego świeżego.

Gleby brunatne kwaśne typowe wytworzone z mułowców (margli) występują głównie w centralnej części Parku Narodowego, w sąsiedztwie gleb brunatnych kwaśnych oglejonych oraz na "progu Radkowa" w sąsiedztwie gleb brunatnych wyługowanych, lecz zajmują stosunkowo niewielki areal (ok. 200 ha, tj. 3,1% całkowitej powierzchni). Są to najczęściej gleby głębokie lub bardzo głębokie, w dolnych częściach profili glebowych - w poziomach C lub CR - zawierające w dużych ilościach łupkowate, bardzo miękkie i kruche odłamki mułowca. Skład granulometryczny części ziemistych zawsze gliniasty - glina średnia lub ciężka pyłasta, rzadziej glina lekka (na stokach poniżej wychodni piaskowców) lub il (u podnóży stoków). Z reguły najwyższą zawartość części spławialnych stwierdzano w obrębie poziomów Bbr i BbrC, co jednak nie jest efektem iluwialnego nagromadzenia, lecz raczej wynika z warstwowania pokryw stokowych, w obrębie których wytworzyły się omawiane gleby. Powierzchnia tych gleb najczęściej wolna jest od głazów lub większych odłamków skalnych.

Odczyn gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z mułowców, we wszystkich badanych profilach silnie kwaśny lub bardzo silnie kwaśny, zmienia się wraz z głębokością: przy powierzchni pH<sub>H2O</sub> wynosi 3,4-4,1 (pH<sub>KCl</sub> 2,7-3,7), natomiast w poziomie skały macierzystej - pH<sub>H2O</sub> 4,0-4,4 (pH<sub>KCl</sub> 3,4-4,0).

Gleba brunatna kwaśna typowa wytworzona z mułowca kredowego (profil 103)

"Próg Radkowa" - rejon kamieniołomu Radków; środkowa część północno-wschodniego, stromego stoku; w podłożu występuje zwietrzelina mułowca, lecz na powierzchni zalegają pojedyncze głązy piaskowca kredowego; bór świerkowy ok. 90 letni, bez domieszek innych gatunków; podszytu i runa brak

O	12-0	próchnica nadkładowa typu moder-mor; igliwie świerka, resztki mchów (podpoziomy Ol 12-9 cm, Ofh 9-0 cm)
A	0-14	ciemno-szarobrunatna (10YR4/2) glina lekka kamienista, w szkielecie dominują płaskie odłamki mułowców, lecz obecne są odłamki piaskowca; struktura trwała subangularna; duża gęstość korzeni; wilg. świeża; brak oglejenia; przejście zaciekowe
BbrC	14-33	ciemno-żółtobrunatna (10YR4/6) glina średnia kamienista; struktura trwała angularna; wilg. świeża; bardzo słabe oglejenie plamiste; przejście stopniowe
C	33-100	żółtobrunatna (10YR6/6) glina średnia bardzo silnie szkielekowa, z przewagą dużych płytkowych odłamków mułowca; struktura trwała angularna; wilg. świeża; oglejenia brak

Suma kationów wymiennych jest relatywnie wysoka, w granicach 2,20-7,53 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby (jedynie w profilach 98 i 103 przyjmuje wartości poniżej 1 cmol), choć znacznie niższa od stwierdzonej we wcześniej opisanych glebach brunatnych właściwych wytworzonych z podobnych skał. Również stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi jest dość wysoki, przy czym w poszczególnych profilach wykazuje odmienne tendencje pionowe (malejące lub rosnące).

Dominującym typem próchnicy nadkładowej jest moder, niekiedy o miąższości 8-10 cm, z dobrze rozwiniętymi podpoziomami. Niekiedy, zwłaszcza w bukowinach na stokach, występuje małej grubości próchnica typu mull.

Gleby brunatne kwaśne typowe stanowią najuboższe stadium rozwojowe gleb wytworzonych ze zwietrzelin mułowców (margli). Choć wieloma cechami przewyższają gleby brunatne kwaśne wytworzone z granitów lub piaskowców ciosowych, to jednak w zestawieniu z glebami brunatnymi właściwymi (wytworzonymi z mułowców) są wyraźnie kwaśniejsze i uboższe. Trudno jednoznacznie ocenić, czy niskie wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami jest wyłącznie skutkiem długotrwałego ługowania pod roślinnością borową, czy raczej wynika ze specyficznego składu niektórych odmian mułowców (Rotnicka 1996).

Mimo silnego wyługowania, gleby te stanowią bardziej wartościowe siedliska (ze względu na większe zdolności retencji wody) - lasu mieszanego górskiego lub co najmniej boru mieszanego górskiego (w przypadku gleb płytszych i silniej szkieletowych).

**Tab. 7.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej kwaśnej typowej wytworzonej z mułowców - Profil 103. Basic properties of Dystric Cambisol developed from siltstone - Profile 103

Poziom glebowy (Soil horizon)		A	BbrC	C
Miaższość poziomu (Horizon depth), cm		0-14	14-33	33-100
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	30	35	40
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	8	7	8
	0,5-0,25 mm	15	11	15
	0,25-0,1 mm	28	23	25
	0,1-0,05 mm	9	9	9
	0,05-0,02 mm	9	8	7
	0,02-0,006 mm	11	14	13
	0,006-0,002 mm	10	12	9
	<0,002 mm	10	16	14
pH H <sub>2</sub> O		4,0	4,2	4,2
pH KCl		3,0	3,4	3,4
C org. (Organic C), %		0,46	0,32	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		0,79	0,55	n.o.
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		6,15	12,45	8,55
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		0,52	0,68	0,55
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		6,67	13,13	9,10
V, %		7,8	5,2	6,0

Gleby brunatne kwaśne oglejone (BRKg) wytworzone z mułowców (margli krzemionkowych lub mułkowo-krzemionkowych wg Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów (1955)) zajmują na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych znaczący areal - ponad 1070 ha, co stanowi 16,6% powierzchni Parku. Dominują w centralnej części PNGS, w rejonie Karłowa oraz na wschód od miejscowości, a także u podnóży południowych stoków Skalniaka. Izolowane fragmenty gleb brunatnych kwaśnych oglejonych występują ponadto na obrzeżach Parku w rejonie Szczytnej, Łężyc, Łężna, Pasterki oraz Studzienna (rys. 11).

Gleby brunatne kwaśne oglejone stanowią jednostkę dość silnie genetycznie zróżnicowaną. W wykonanych odkrywkach glebowych stwierdzono zarówno stosunkowo płytkie pokrywy o charakterze wietrzeniowym, erozyjnym, jak i głębokie pokrywy wietrzeniowo-akumulacyjne, wyraźnie przemodelowane w warunkach klimatu peryglacialnego. Niekiedy, szczególnie w dolnych partiach stoków stwierdzano warstwowanie materiału glebowego świadczące o występowaniu w przeszłości różnorodnych procesów stokowych.

Opisywane gleby występują przede wszystkim na terenach płaskich (powierzchnie zrównań, spłaszczenia śródstokowe, siodła itp.) i na łagodnych stokach, szczególnie w ich dolnej części i u podnóża stoków. Lokalizacja taka sprzyja dłuższemu zatrzymaniu wód opadowych i roztopowych, a także pionowej infiltracji w głąb profilu glebowego. Od pozostałych gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z mułowców omawiane gleby odróżniają się obecnością wyraźnych oznak oglejenia odgórnego, widocznego nawet w warunkach długotrwałej suszy glebowej - pod postacią jaśniejszego poziomu, wyraźnie odróżniającego się od poziomów A oraz Bbr lub w postaci plam nakładającego się na poziomy A lub Bbr (fotografia na wkładce).

Generalnie właściwości gleb brunatnych kwaśnych oglejonych zbliżone są do właściwości gleb brunatnych kwaśnych typowych wytworzonych z podobnych skał macierzystych.

*Gleba brunatna kwaśna opadowo-glejowa wytworzona z mułowców kredowych (profil 29).*

Dolna część południowego stoku Skalniaka powyżej Szosy 100 Zakrętów; głązów na powierzchni <25%; wys. 756 m n.p.m.; bór świerkowy ok. 60 letni z domieszką buka; podszytu brak; runo niemal pełne, krzewinkowo-mszyste.

O	6-0	próchnica nadkładowa typu moder; igliwie świerka z domieszką liści buka, szczątkami krzewinek, mchów i traw (podpoziomy Ol 6-5 cm, Ofh 5-0 cm)
A	0-12	ciemno szarobrunatna (10YR4/2) glina średnia pylasta, szkieletowa; struktura grubo-gruzelkowa, trwała; średnia gęstość korzeni; wilg. świeża; słabe oglejenie plamiste; przejście wyraźne
Bbrg	12-22	ciemno-żółtobrunatna (10YR4/4) glina średnia pylasta; średnio szkieletowa; struktura trwała, angularna; wilg. świeża; słabe oglejenie plamiste; plamki Fe; przejście stopniowe
BbrCg	22-52	żółtobrunatna (10YR5/6) glina średnia pylasta; silnie szkieletowa (płaskie, silnie zwietrzałe odłamki mułowca); struktura angularna; silne oglejenie plamiste (jasno szare plamy - 10YR7/1); pieprze Fe-Mn; przejście stopniowe
Cg	52-100	żółtobrunatny (10YR5/4) utwór kamienisto-gliniasty; w szkielecie dominują ostrokrawędziste odłamki mułowca nie reagujące z HCl; struktura masywna; wyraźne oglejenie (oliwkowo-brunatne plamy - 2,5YR5/2,5)

**Tab. 8.** Podstawowe właściwości gleby brunatnej kwaśnej opadowo-glejowej wytworzonej z mułowców kredowych - Profil 29. Basic properties of Stagni-Dystric Cambisol developed from Cretaceous siltstone - Profile 29

Poziom glebowy (Soil horizon)		A	Bbrg	BbrCg	Cg
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-12	12-22	22-52	52-100
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	32	25	40	67
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	5	6	7	7
	0,5-0,25 mm	6	6	9	11
	0,25-0,1 mm	17	20	21	25
	0,1-0,05 mm	15	13	13	14
	0,05-0,02 mm	20	14	14	10
	0,02-0,006 mm	15	15	14	12
	0,006-0,002 mm	13	19	13	11
	<0,002 mm	9	7	9	10
pH H <sub>2</sub> O		3,5	3,8	4,0	4,8
pH KCl		2,7	3,3	3,5	3,5
C org. (●rganic C), %		2,64	0,77	0,32	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		4,55	1,33	0,55	n.o.
N całk. (Total N), %		0,24	n.o.	n.o.	n.o.
C/N		11	-	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		17,40	11,10	9,10	5,47
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		2,65	1,05	2,07	6,62
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		20,05	12,15	11,17	12,09
V, %		13,2	8,6	18,5	54,8

Dominuje uziarnienie gliniaste, najczęściej glina średnia płytko przechodząca w utwór kamienisto-gliniasty, lub glina lekka pylasta płytko przechodząca w glinę średnią, albo glina średnia płytko przechodząca w glinę ciężką. Wydzielono również powierzchnie o pyłowym składzie granulometrycznym (w podłożu zalega glina średnia lub ciężka).

Miąższość opisywanych gleb, zależna głównie od mikroreliefu jest dość zmienna: wydzielono zarówno gleby średnio głębokie, poprzez dominujące głębokie do bardzo głębokich. Powierzchnia gleb z reguły wolna jest od głazów, pokrycie głazami wyższe jest jedynie u podnóży progów strukturalnych (południowe stoki Skalniaka, rejon Urwiska Batorowskiego itp.).

W poziomach powierzchniowych gleby te niemal bez wyjątku wykazują odczyn bardzo silnie kwaśny (pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> najczęściej 3,5-4,0, pH<sub>KCl</sub> 2,5-3,4). Wraz z głębokością pH rośnie, najczęściej do wartości 4,0-5,4 (pH<sub>KCl</sub> 3,5-4,4). Jedynie w pojedynczych profilach pH w poziomie skały macierzystej przewyższa wartość 5,5.

Suma kationów wymiennych, silnie zróżnicowana, waha się najczęściej w przedziale 1-10 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby, choć zdarzają się profile, gdzie jest znacznie niższa

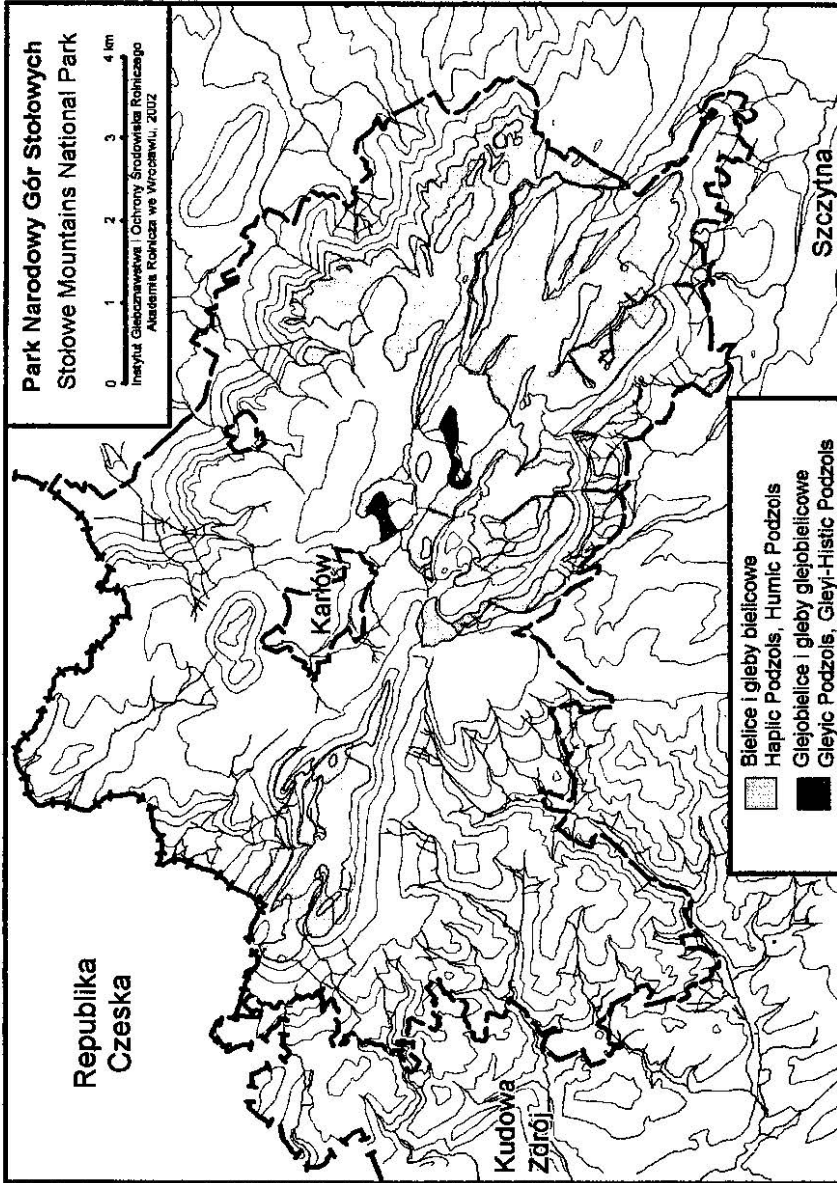
(np. profil 44) lub wyższa - ale tylko w poziomie skały macierzystej (szczególnie w profilach 33 i 36). Podobnie procentowe wysycenie kationami zasadowymi waha się w szerokim zakresie od kilku do kilkudziesięciu procent, jednak w poziomach brunatnienia nie przewyższa 30%.

Gleby brunatne kwaśne oglejone, występujące w szerokim spektrum warunków fizjograficznych i odznaczające się zmiennymi właściwościami fizykochemicznymi nie posiadają jedynego charakterystycznego typu próchnicy nadkładowej: od mor-moder na niektórych bardzo łagodnych stokach, poprzez typowy moder i moder-mull do bardzo małej miąższości próchnicy mull. Nie zawsze typ i miąższość próchnicy nadkładowej udało się powiązać z prostym układem czynników topograficznych i właściwości troficzno-wodnych gleby.

Gleby brunatne kwaśne oglejone, choć w porównaniu z brunatnymi właściwymi, odznaczają się poważnym zubożeniem wskutek ługowania składników alkalicznych, to jednak stanowią dość żyzne i zaopatrzone w wodę podłoże odpowiednie dla różnych siedlisk leśnych: od boru mieszanego (górskiego) świeżego, przez las mieszany (górski) świeży, aż po las mieszany (górski) wilgotny.

#### RZĄD C. GLEBY BIELICOZIEMNE

Z rzędu gleb bielicoziemnych na terenie Gór Stołowych stwierdzono występowanie zarówno gleb bielicowych (B), jak i bielic, przy czym często napotymano trudności w jednoznacznym rozstrzygnięciu przynależności gleby do jednego z wymienionych typów. Niekiedy w glebach płytkich, pod próchnicą nadkładową typu moder nie stwierdzano obecności mineralnego poziomu A, którego miejsce zajmował kilkucentymetrowej miąższości poziom Ees (często dość ciemnej barwy) przechodzący w bardzo słabo zaznaczony poziom iluwialny. pojawiła się wątpliwość, czy gleby takie należy traktować jako gleby z inicjalnym procesem bielicowania, czy - kierując się brakiem poziomu A - jako bielice, które jednak uważane są za gleby z daleko posuniętym procesem bielicowania (a więc powinny cechować się między innymi odpowiednią miąższością poziomu Ees oraz dobrze wykształconymi poziomami iluwialnymi). Ostatecznie, wzorem klasyfikacji międzynarodowych (Soil Taxonomy 1998; WRB 1998), zdecydowano się nie rozdzielać w opracowaniu kartograficznym gleb bielicowych od bielic, choć naturalnie podział ten zachowano przy charakterystyce poszczególnych profili glebowych.



Rys. 12. Rozmieszczenie gleb bielcowych i glejoblejcowych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych.  
Distribution of Haplic and Gleyic Podzols in the Stołowe Mountains National Park.



Gleby z rzędu bielicoziemnych tworzą się na obszarze Gór Stołowych ze zwietrzelin obydwu typów piaskowców ciosowych - zarówno „górných”, jak i „środkowych”, i obok gleb brunatnych kwaśnych stanowią jednostkę najbardziej rozpowszechnioną na terenie Parku Narodowego (1280 ha, co stanowi 19,7% powierzchni PNGS). Można zaryzykować stwierdzenie, że gleby bielicowe (i bielice) są najbardziej charakterystycznymi glebami dla „krajobrazów” piaskowcowych, tj. dla obszarów występowania skał piaskowcowych i ich piaszczystych zwietrzelin. Na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych gleby bielicowe dominują na rozległych wierzchołkach Skalniaka i Naroźnika, tworząc szeroki pas ciągnący się z zachodu na wschód i rozszerzający się ku północy na Dzicy Grzbiet oraz rejon Skalnych Grzybów, aż do krawędzi Progu Radkowa. Gleby bielicowe występują też w kompleksie z rankerami w górnych partiach Szczelińca Małego i Wielkiego oraz w rejonie kamieniołomu Radków (rys. 12).

Gleby bielicowe właściwe występują w ogromnej różnorodności miąższości i budowy profilu glebowego, zmienności składu granulometrycznego oraz właściwości fizykochemicznych. Najbardziej „typowe”, całkowite gleby bielicowe o składzie piasku luźnego lub słabogliniastego, często silnie szkielekowego (kamienistego) wytworzyły się z piaskowców ciosowych „górných” na wierzchołkach pagórków wznoszących się ponad poziom zrównania wierzchowinowego Skalniaka i Naroźnika oraz w partiach brzeźnych (krawędziowych) w obrębie głazowisk (profil 58). Natomiast gleby rozległych zrównań oraz „kotlin” między wzniesieniami na ogół są glebami niecałkowitymi, z wyraźnie odróżniającymi się warstwami powierzchniowymi o luźniejszym uziarnieniu, bezstrukturalnymi i luźnymi, oraz warstwami głębszymi, związlejszymi i zbitymi (profil 60a). Nieco odmienny charakter wykazują gleby wytworzone z piaskowców turońskich „środkowych” zajmujących duże powierzchnie na północ od Karlowa i Praskiego Traktu. Skład piasków słabogliniastych (rzadziej luźnych) wykazują jedynie płytkie, silnie kamieniste gleby występujące w brzeźnej, północnej strefie wierzchowiny. W głębi strefy występowania omawianych piaskowców gleby wykazują uziarnienie związlejsze (skład piasków gliniastych lub glin piaszczystych albo lekkich).

*Bielica próchniczno-żelazista wytworzona z piaskowca (Turon Górny) - Profil 58*

Szczyt niewielkiego wzniesienia w rejonie "Małego Torfowiska Batorowskiego"; wys. 746 m n.p.m.; wychodnie piaskowca pokrywają ok. 40% powierzchni; bór świerkowy ok. 50 letni; podszytu brak; runo kępkowe; opisana gleba występuje w mozaice z glebami słabo wykształconymi bielcowanymi

O	13-0	próchnica nadkładowa typu mor; igliwie świerka; głębiej lekko storfiała (podpoziomy Ol 13-10 cm, Of 10-8 cm, Oh 8-0 cm)
Ees	0-37	jasno-brunatnoszary (10YR6/2) piasek luźny słabo szkieletowy (odłamki jasnego piaskowca); oglejenia brak; wilg. świeża; struktury brak (rozdzielnoziarnista); średnia gęstość korzeni drzew; przejście stopniowe, miejscami zaciekowe
BhfeC	37-90	żółto-brunatny (10YR5/8) piasek słabogliniasty słabo szkieletowy (odłamki gruboziarnistego, jasnego piaskowca); oglejenia brak, ale poziom wilgotny; struktury brak; akumulacja materiału iluwalnego nieciągła; kontakt ostry
R	90+	głazy jasnego, średnioziarnistego piaskowca ciosowego

**Tab. 9.** Podstawowe właściwości bielicy próchniczno-żelazistej wytworzonej z piaskowca kredowego (Turon Górny) - Profil 58. Basic properties of Haplic Podzol developed from Cretaceous sandstone (Upper Turonian) - Profile 58

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ees	BhfeC
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-37	37-90
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	5	5
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	9	9
	0,5-0,25 mm	58	58
	0,25-0,1 mm	25	15
	0,1-0,05 mm	6	7
	0,05-0,02 mm	2	5
	0,02-0,006 mm	1	5
	0,006-0,002 mm	3	0
	<0,002 mm	1	1
pH H <sub>2</sub> O		3,7	4,0
pH KCl		3,3	3,5
C org. (Organic C), %		0,11	0,35
Subst. organiczna (Organic matter), %		0,19	0,60
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		1,72	1,12
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		1,66	1,92
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		3,38	3,04
V, %		49,1	63,2

Gleba bielnicowa właściwa wytworzona z piaskowca kredowego "górnego" (profil 60a)

Rejon "Małego Torfowiska Batorowskiego"; rozległe, płaskie podnóże stoku; brak głazów na powierzchni; wys. 710 m n.p.m.; bór świerkowy ok. 60 letni z pojedynczymi bukami, modrzewiem; podszytu brak; runo niemal pełne, krzewinkowo - mszyste.

O	10-0	próchnica nadkładowa typu moder-mor (podpoziomy Ol 10-9 cm, Of 9-4 cm, Oh 4-0 cm); igliwie świerka z domieszką liści buka, szczątkami krzewinek, niekiedy również mchem i fragmentami darni
AEes	0-4	ciemnoszary (10YR3/1) piasek gliniasty mocny drobnoziarnisty; bezszkieletowy; silnie przerośnięty korzeniami świerka; struktura nietrwała subangularna; wilg. świeża; przejście stopniowe
Ees	4-24	szary (10YR5/2) piasek gliniasty lekki drobnoziarnisty; nieliczne odłamki gruboziarnistego, białego piaskowca; struktura nietrwała, subangularna; wilg. świeża; słabe oglejenie; przejście wyraźne, ale faliste
2Bhfe	24-40	szarobrunatny (10YR4/2) piasek gliniasty mocny, ze znaczną domieszką poziomo ułożonych rdzawobrunatnych (7,5YR4/4) odłamków silnie zwiertzałego piaskowca; wilg. świeża; warstwa masywna (układ zbity); przejście wyraźne
2BfeCg	40-68	żółtobrunatna (10YR5/4) glina piaszczysta słabo szkieletowata (rdzawe odłamki piaskowca); układ zbity; wilg. świeża; obecnych kilkanaście poziomo, równoległe do siebie biegnących (w odległości ok. 5 mm) żelazistych warstewek o grubości do 1 mm i barwie rdzawobrunatnej (7,5YR5/8)
2Cg	68+	jasnobrunatna (2,5YR6/3) glina piaszczysta słabo szkieletowata; zbita; z licznymi brunatnymi plamami (7,5YR5/8); wilg. świeża

Zróznicowanie budowy profilowej oraz uziarnienia jest prawdopodobnie przejawem odmiennej genezy poszczególnych grup gleb bielnicowych. Wydaje się, że jedynie w wierzchołkowych partiach wzniesień oraz w obrębie pokryw blokowych w górnych partiach stoków występują bielice, których profil (układ poziomów genetycznych) ukształtowany został wyłącznie w wyniku pedogenezy (bielicowania). Gleby te odznaczają się zbliżonym uziarnieniem w całym profilu, posiadają też dobrze wykształcony, na ogół zasobny w próchnicę poziom Bhfe. W przypadku gleb o zróżnicowanym uziarnieniu, strukturze i teksturze warstw powierzchniowych i podpowierzchniowych występuje podejrzenie, że ich profil bardziej jest efektem rozłożonych w czasie procesów litogenezy niż bielicowania. Udowodnienia wymaga jednak teza, że gleby te przeszły następującą fazę rozwojową:

**Tab. 10.** Podstawowe właściwości gleby biellicowej właściwej wytworzonej z piaskowca kredowego (Turon Górny) - Profil 60a. Basic properties of Haplic Podzol developed from Cretaceous sandstone (Upper Turonian) - Profile 60a

Poziom glebowy (Soil horizon)	AEs	Ees	2Bhfe	2BfeCg	2Cg	
Miaższość poziomu (Horizon depth), cm	0-4	4-24	24-40	40-68	68+	
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	5	9	38	11	4
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	7	10	10	8	6
	0,5-0,25 mm	15	17	14	14	12
	0,25-0,1 mm	38	41	34	33	33
	0,1-0,05 mm	12	11	14	8	11
	0,05-0,02 mm	9	6	10	13	16
	0,02-0,006 mm	9	7	8	12	12
	0,006-0,002 mm	7	5	4	7	4
<0,002 mm	3	3	6	5	6	
pH H <sub>2</sub> O	3,6	3,8	3,7	3,9	3,5	
pH KCl	2,9	3,2	3,3	3,8	3,8	
C org. (Organic C), %	0,89	0,10	1,64	n.o.	0,38	
Subst. organiczna (Organic matter), %	1,53	0,17	2,83	n.o.	0,66	
N całk. (Total N), %	0,03	0,01	0,05	n.o.	n.o.	
C/N	28	10	30	-	-	
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>	7,80	3,08	13,87	8,85	6,00	
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>	0,62	0,64	0,65	0,56	0,74	
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>	8,42	3,72	14,52	9,41	6,74	
V, %	7,4	17,2	4,5	6,0	11,0	
(1/2Fe <sub>ox</sub> +Al <sub>ox</sub> ), %	0,07	0,02	0,60	0,71	0,41	

- powstanie plejstoceniowej, być może peryglacjalnej gleby brunatnej w obrębie starych pokryw wietrzeniowo-soliflukcyjnych (obecnie resztki tej gleby miały by budować poziom „Bfe” o dużej masywności i z wyraźnymi strukturami poziomymi (płytkowymi)),
- uruchomienie najmłodszych zwietrzelin piaszczystych zalegających w partiach wierzchołkowych wzniesień i utworzenie rozległych pokryw zbudowanych z luźnych, bezstrukturalnych piasków o białym lub jasnoszarym zabarwieniu (warstwy te mogą być obecnie identyfikowane jako poziom „Ees”),
- akumulacja substancji organicznej w postaci próchnicy nadkładowej, powstanie poziomu próchnicznego i uruchomienie współczesnych procesów biellicowania.

Za hipotezą taką przemawiają nie tylko różnice w uziarnieniu, strukturze i teksturze poszczególnych poziomów, ale też różny stopień zwietrzenia odłamków piaskowca (w dolnych partiach występują odłamki rdzawe, silnie zwietrzałe, podczas gdy przy powierzchni występują wyłącznie odłamki jasne i słabo zwietrzałe). Ponadto kontakt poziomów „Ees” i „Bfc” często jest ostry, bez strefy przejściowej, zacieków, nagromadzenia związków humusowych. Niekiedy wręcz stropowe partie poziomu „Bfc” mają charakter powierzchni zdenudowanych przez powierzchniową erozję.

Wydaje się, że dla zrozumienia ewolucji powierzchni ziemi, gleb oraz szaty roślinnej Gór Stołowych na przestrzeni plejstocenu i holocenu konieczne są dalsze badania pokryw stokowych i skomplikowanych profili glebowych, które znajdują odpowiedzi na stawiane dziś pytania.

Odczyn gleb bielcowych, niezależnie od rodzaju macierzystego piaskowca zawsze jest silnie lub bardzo silnie kwaśny. Poziomy powierzchniowe tych gleb (A, Ees, AEes) posiadają pH najczęściej w granicach 3,3-3,8 (w KCl 2,4-3,3), natomiast w poziomie skały macierzystej jest to najczęściej 4,0-4,3 (w KCl 3,4-3,9).

W poziomach mineralnych gleb wytworzonych z piaskowców ciosowych górnych kwasowość hydrolityczna nie przekracza przeważnie  $10 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1} \text{ g}$  gleby, przy czym najwyższa jest w poziomach A (często Ah), niejednokrotnie ponad  $20 \text{ cmol}$ . W obrębie profili kwasowość jest najczęściej najniższa w poziomie Ees (minimalnie  $0,75 \text{ cmol}$ ), natomiast dość wysoka w poziomie Bh. Różnica między kwasowością w poziomach Bh i Ees często jest ponad dwukrotna. Kwasowość hydrolityczna gleb wytworzonych z piaskowców ciosowych środkowych jest wyraźnie wyższa niż z piaskowców górnych, choć i tu zdarzają się wartości poniżej  $10 \text{ cmol}$  (przy rozkładzie  $0,75-187,00 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ ). Zmienność kwasowości w profilach glebowych podobna, jak poprzednio: kwasowość jest najczęściej najwyższa w poziomach ściółek i Ah, w poziomach mineralnych zależna od procesu glebotwórczego. Istotną cechą tych gleb jest znaczne zróżnicowanie kwasowości poziomów Bh i Ees, często nawet dziesięciokrotne (np. w profilu 84: Ees -  $3,52 \text{ cmol}$ , Bh -  $53,20 \text{ cmol}$ ).

Zawartość wymiennych kationów zasadowych jest w glebach wytworzonych z piaskowców górnych niska ( $0,4 - 4,82 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$  gleby, a wpływ procesu bielcowania objawia się dość wyraźnie, choć dysproporcje między poziomami Ees i Bh nie są tak duże, jak obserwowane przy kwasowości hydrolitycznej. Wskutek tego przy ogólnie stosunkowo niskim stopniu wysycenia tych gleb kationami zasadowymi (najczęściej  $< 20\%$ ), w poziomach bielcowania wartość V jest zadziwiająco wysoka, często ponad  $50\%$ , nawet do  $80,1\%$  (profil 54). Wynika to głównie z bardzo niskiej kwasowości hydrolitycznej w tych poziomach, gdyż wartość S najczęściej nie odbiega znacznie od zawartości kationów w pozostałych poziomach glebowych.

Dominującym typem próchnicy nadkładowej w opisywanych glebach bielcowych jest dobrze rozwinięty moder, niekiedy przechodzący w typ mor. Gleby bielcowe występują jednak w tak zróżnicowanych warunkach wilgotnościowych, że stwierdzono właściwie wszystkie odmiany wilgotnościowe próchnic, od suchych do mokrych (torfiastych).

W zależności od położenia (nachylenia stoku, wysokości bezwzględnej, ekspozycji stoku), uziarnienia oraz warunków wilgotnościowych, gleby bielcowe tworzą różnorodne siedliska leśne – od ubogich siedlisk borowych (BGśw), przez średnio

zasobne bory mieszane (BMGśw, BMGw), do dość żyznych lasów mieszanych (LMGśw, LMGw).

### DZIAŁ III. GLEBY SEMIHYDROGENICZNE

Spośród gleb semihydrogenicznych, na obszarze PNGS stwierdzono występowanie gleb z rzędu glejobielicoziemnych oraz z rzędu gleb zabagnianych, tj. opadowo-glejowych (pseudoglejowych) i gruntowo-glejowych.

#### GLEBY GLEJOBIELICOWE I GLEJOBIELICE (GB)

W związku z niewielką powierzchnią jaką zajmują gleby należące do tych typów (łącznie około 24 ha, tj. 0,4% obszaru PNGS), a także ze względu na mozaikowate występowanie obydwu typów zdecydowano się na nie rozdzielanie ich zasięgów (rys. 12). Nie miałyby to również uzasadnienia praktycznego, gdyż uziarnienie i właściwości gleb obydwu typów są jednakowe, a różnice występują jedynie w morfologii warstw powierzchniowych. Ponadto podział gleb glejobielic w Systematyce Gleb Polski (1989) jest niewystarczający: brak w nim podtypów wymienionych w typie gleb glejobielicowych (murszaste, torfiaste), które stwierdzone zostały w terenie.

Gleby glejobielicowe i glejobielice występują przede wszystkim na obrzeżach Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, tworzą strefę przejściową pomiędzy płytkimi torfami a typowymi glebami bielcowymi. Istnienie podobnych „stref przejściowych” stwierdzona wokół większości torfowisk rozlokowanych na płaskich obszarach wierzchowinach, gdzie w podłożu i sąsiedztwie torfowisk występują zwietrzliny piaskowców kredowych.

Gleby glejobielicowe występują w kilku odmianach (podtypach), zależnie od wilgotności podłoża oraz grubości warstwy organicznej na powierzchni:

- gleby glejobielicowe i glejobielice typowe (GBw), podmokłe gleby leśne z grubą warstwą próchnicy nadkładowej, ale bez warstwy torfu na powierzchni;
- gleby glejobielicowe i glejobielice torfiaste (GBt), położone najbliżej właściwego torfowiska i często w kompleksie z glebami torfowymi, warstwa torfu na powierzchni ma miąższość 10-30 cm;
- gleby glejobielicowe i glejobielice murszaste (GBm), zdegradowana przez osuszenie forma glejobielic torfiastych; warstwa torfu niekiedy została zmieszana przez orkę z poziomami mineralnymi; obecnie po zaniechaniu pielęgnacji rowów melioracyjnych, jest szansa na odtworzenie procesów bagiennych na niektórych glebach tego podtypu.

Uziarnienie oraz właściwości fizykochemiczne gleb glejbielicowych jest zbliżone do właściwości gleb bielicowych. W rejonie Wielkiego Torfowiska Batorowskiego są to gleby utworzone z piasku słabogliniastego całkowitego, miejscami podścielonego piaskami gliniastymi lub gliną piaszczystą kamienistą. Bardziej na zachód gleby te mają niekiedy uziarnienie piasków gliniastych lekkich płytko podścielonych zwietrzeliną kamienisto - piaszczystą. Są to więc gleby średnio głębokie lub głębokie, słabo szkieletowe w powierzchniowych warstwach profilu i wolne od pokryw głazowych na powierzchni. Na ogół w profilu występuje woda gruntowa (przynajmniej przez kilka miesięcy w roku), na głębokości 40-100 cm.

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) glebom glejbielicowym i glejbielicom odpowiadają jednostki: Gleyic Podzols (typowe) oraz Gleyi-Histic Podzols (torfiaste i murszaste). W przypadku słabiej wykształconego poziomu wmycia (spodic) gleby zaliczane są do glejowych torfiastych (Dystri-Histic Gleysols).

Gleby glejbielicowe i glejbielice tworzą raczej oligotroficzne siedliska borów górskich bagiennych (BGb) oraz borów mieszanych górskich wilgotnych (BMGw) i bagiennych (BMGb) – w zależności od charakteru warstw mineralnych, miąższości i zasobności warstwy organicznej oraz reżimu hydrologicznego.

#### GLEBY OPADOWO-GLEJOWE (OG)

Choć zjawisko odgórnego oglejenia jest powszechne na obszarze Gór Stołowych, szczególnie w rejonach występowania skał marglistych, to gleby opadowo-glejowe (pseudoglejowe) właściwe (OGw) i stagnoglejowe (OGst) z silnym oglejeniem jaką cechą morfologicznie dominującą występują jedynie w kilkunastu rozproszonych wydzieleniach o łącznej powierzchni około 73 ha (1,1% obszaru PNGS), głównie na rozleglejszych, wklęsłych partiach łagodnych stoków (rys. 13). Ich obecność związana jest z istnieniem określonych warunków litologicznych oraz topograficzno - hydrologicznych, umożliwiających długotrwałe stagnowanie wód opadowych i roztopowych. Mimo widocznego znacznego uwilgotnienia, w trakcie prac terenowych (od lipca do października) nie stwierdzano obecności wody gruntowej ani w obrębie profili glebowych, ani na powierzchni gleby.

Najczęściej opisywane gleby wolne są od pokryw głazowych na powierzchni, również ogólna kamienistość profilu nie przekracza 25%. Przeważnie są to gleby o miąższości profilu przekraczającej 60-100 cm.

Budowa profilowa tych gleb przedstawia się następująco: Ol-Ofh-Ah-CG1-CG2-CgR, z oglejeniem zazwyczaj plamistym lub strefowym.

Skład granulometryczny gleb opadowo-glejowych często jest podobny do sąsiadujących gleb brunatnych kwaśnych utworzonych z mułowców (margli): glina lekka lub średnia, niekiedy również ciężka, głębiej silnie szkieletowa. Niekiedy większa kamienistość występuje nieregularnie w profilu glebowym, co jest dowodem na soliflukcyjną genezę pokryw stokowych w obrębie których wytworzyły się niektóre gleby glejowe.

Gleba opadowo-stagno-glejowa wytworzona z mułowców kredowych (profil 39).

"Sawanna Łężycka" na Rogowej Kopie; wys. 760 m n.p.m.; rozległe spłaszczenie wierzchowinowe; brak wychodni skalnych i gładów na powierzchni; na powierzchni miejscami stagnuje woda opadowa; samorzutnie zarastający nieużytek porolny; starzec, ciemniżyca zielona, wierzba.

- Apg 0-20 czarna glina średnia pylasta, szkieletowa; zawiera ok. 50% drobnych, płytkowych odłamków mułowca; struktura grubo-gruzełkowa, trwała; duża gęstość korzeni; utwór wilgotny; słabe oglejenie plamiste; przejście ostre (poorne)
- CG1 20-35 szarobrunatna glina ciężka pylasta, szkieletowa; zawiera ok. 40% drobnych, płytkowych odłamków mułowca; struktura trwała, angularna; utwór mokry; całkowicie, strefowo oglejony; pieprze Fe; przejście wyraźne
- CG2 35-60 rdzawożółta, plamiste zabarwiona glina ciężka pylasta; silnie szkieletowa (do 60% płaskich, silnie zwietrzałych odłamków mułowca); struktura angularna; utwór mokry, oglejony plamiste; niekonkrecyjne nagromadzenia (plamy) Fe; przejście wyraźne
- CgR 60-100 żółtobrunatny utwór kamienisto-gliniasty; w szkielecie dominują ostrokrawędziste odłamki mułowca nie reagujące z HCl; części ziemiste wykazują uziarnienie gliny ciężkiej pylastej; struktura masywna; utwór wilgotny, plamiste oglejony; brak zwierciadła wody gruntowej

Odczyn poziomów mineralnych kwaśny lub silnie kwaśny:  $pH_{H_2O}$  3,6-5,8 ( $pH_{KCl}$  3-4,8), suma kationów wymiennych zróżnicowana, w zależności od uziarnienia oraz obecności domieszek zwietrzeliiny piaskowca. W ślad za tym również wysycenie zasadami, choć na ogół dość wysokie, waha się w szerokim zakresie (od 62 do 86% w warstwach podpowierzchniowych oraz od 11 do 60% w powierzchniowych).

Charakterystycznym typem próchnicy gleb pseudoglejowych właściwych jest moder, niekiedy torfiasty, miąższości 4-10 cm.

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) gleby opadowo-glejowe zaliczane są do jednostek Stagnic Gleysols oraz Stagni-Humic Gleysols.

Gleby opadowo-glejowe tworzą wilgotne i dość żyzne siedliska borów mieszanych górskich wilgotnych (BMGw), lasów mieszanych górskich wilgotnych (LMGw), a nawet lasów górskich wilgotnych (LGw).

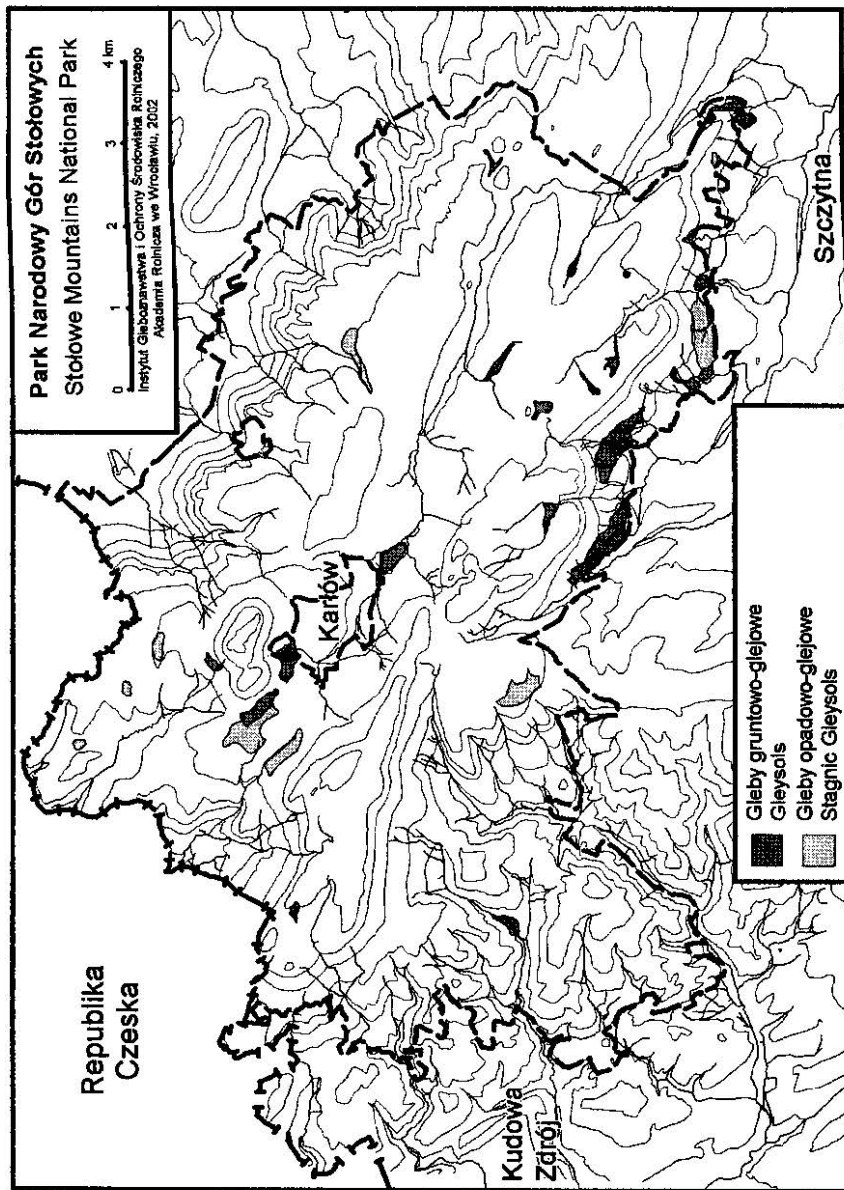


**Tab. 11.** Podstawowe właściwości gleby opadowo-stagno-glejowej - Profil 39. Basic properties of Stagnic-Humic Gleysol - Profile 39

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ag	CG1	CG2	CgR
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-20	20-35	35-60	60-100
Fracje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	50	40	60	70
Fracje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	4	4	4	4
	0,5-0,25 mm	5	3	6	3
	0,25-0,1 mm	7	4	9	3
	0,1-0,05 mm	12	10	14	16
	0,05-0,02 mm	26	17	15	17
	0,02-0,006 mm	25	29	23	13
	0,006-0,002 mm	9	18	13	17
	<0,002 mm	12	15	16	27
pH H <sub>2</sub> O		4,5	5,0	5,0	5,1
pH KCl		4,2	4,3	4,5	4,5
C org. (Organic C), %		3,90	0,64	0,34	0,22
Subst. organiczna (Organic matter), %		6,72	1,10	0,59	0,38
N całk. (Total N), %		0,32	0,08	n.o.	n.o.
C/N		12	8	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		7,50	3,15	2,25	2,32
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		11,77	5,29	7,02	12,42
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		19,27	8,44	9,27	14,74
V, %		61,1	62,7	75,7	84,3

#### GLEBY GRUNTOWO-GLEJOWE (G)

Gleby gruntowo-glejowe właściwe (Gw), trofiasto-glejowe (Gts), torfowo-glejowe (Gt) oraz mułowo-glejowe (Gmł) wyodrębniono w kilkunastu konturach o niewielkiej na ogół powierzchni kilku - kilkunastu hektarów. Łączny areal gleb gruntowo-glejowych to ok. 112 ha, czyli 1,7% powierzchni PNGS. Gleby te występują bądź to w obrębie dolin niektórych cieków wodnych (gleby mułowo-glejowe i trofiasto-glejowe), bądź w obniżeniach (nieckach) na wierzchołkach, ale też na stokach poniżej urwisk skał piaszczystych, tj. w strefach występowania źródeł związanych z kontaktem piaszczystych i margli kredowych (rys. 13). Największe powierzchnie tych gleb stwierdzono na południowym obrzeżu Parku, poniżej Urwiska Batorowskiego.



Rys. 13. Rozmieszczenie gleb glejowych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych .  
 Distribution of Gleysols in the Stowe Mountains National Park.

Obok zasadniczych cech wspólnych, takich jak: zwięzły skład granulometryczny, stałe nadmierne uwilgotnienie (z występowaniem lustra wody gruntowej włącznie), duża miąższość gleby i mała jej szkieletowość, wydzielone podtypy gleb gruntowo-glejowych różnią się od siebie obecnością i miąższością organicznej warstwy (torfiastej lub mułowo-torfiastej) w górnej części profilu glebowego. W glebach torfiasto-glejowych i torfowo-glejowych warstwa ta ma miąższość 10-28 cm. Układ poziomów genetycznych jest następujący: Olf-Agg-CG-G (właściwe), (M)Ot-G (torfowo- i torfiasto-glejowe) lub Om(Am)-Agg-G (mułowo-glejowe).

Gleba gruntowo-glejowa właściwa wytworzona z utworów deluwialnych i zwietrzelin mułowców kredowych (profil 49).

Łężyce, poniżej "Urwiska Batorowskiego"; wys. 628 m n.p.m.; środkowa część pochylego stoku poniżej ścian skalnych, w rejonie występowania wysięków źródłiskowych; brak wychodni skalnych, pojedyncze głązy piaskowca na powierzchni; na powierzchni terenu miejscami stagnuje woda opadowa; bór świerkowy z domieszką brzozy i jarzębu, w podszycie brzoza i jarząb, runo pełne, miejscami zdominowane przez skrzyp

- |     |        |   |
|-----|--------|---|
| Olf | 6-0    | próchnica nadkładowa typu mul-moder; miejscami z przewagą materiału iglastego (świerk), a miejscami liściastego (brzoza), zawsze z domieszką resztek roślinności zielnej i bylin występujących w runie leśnym                                   |
| Agg | 0-18   | ciemnoszara glina ciężka, całkowicie bezszkieletowa; struktura trwała, grubo-angularna; uwilgotnienie świeże; niemal całkowite oglejenie; brak wytrąceń Fe i Mn; przejście stopniowe  |
| CG  | 18-120 | sinoszary, plamście rdzawo zabarwiony ił; całkowicie bezszkieletowy; struktura górną angularna, dołem przechodząca w masywną; uwilgotnienie świeże, dołem mokre; oglejenie ku dołowi całkowite; rdzawe, niekonkrecyjne nagromadzenia (plamy) Fe |

Niektóre gleby gruntowo-glejowe południowej części Parku wykazują niezwykle zwięzłe uziarnienie przy niemal całkowitym braku frakcji szkieletowych i grubo-piaskowych (np. profil 49). Nic jest chyba możliwe, by były to gleby o charakterze wietrzeniowym (choć zalegają na podłożu marglistym), gdyż w ich bezpośrednim sąsiedztwie występują gleby średnio i silnie szkieletowe, również wytworzone ze zwietrzelin marglistych. Jest prawdopodobne, że u podnóża niektórych stoków istniały w przeszłości płytkie niecki sedymentacyjne (załomy stoków?), w których zatrzymywany oraz selektywnie osadzany był materiał pelitowy. Potwierdzać to mogą znaleziska z rejonu Karłowa (u podnóża Szczelińca), gdzie na głębokości 130-190 cm stwierdzano uławiczone próchniczne pyły ilaste oraz iły węglanowe.

**Tab. 12.** Podstawowe właściwości gleby gruntowo-glejowej właściwej - Profil 49. Basic properties of Dystric Gleysol - Profile 49.

Poziom glebowy (Soil horizon)		Agg	CG	G
Miąszość poziomu (Horizon depth), cm		0-18	18-40	40-120
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	0	0	1
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	3	0	0
	0,5-0,25 mm	7	0	1
	0,25-0,1 mm	5	0	2
	0,1-0,05 mm	7	5	6
	0,05-0,02 mm	13	12	16
	0,02-0,006 mm	19	13	22
	0,006-0,002 mm	22	16	16
	<0,002 mm	24	54	37
pH H <sub>2</sub> O		5,2	5,8	5,4
pH KCl		4,1	4,8	4,7
C org. (Organic C), %		4,45	n.o.	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		7,67	-	-
N całk. (Total N), %		0,40	n.o.	n.o.
C/N		11	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		12,00	2,62	3,15
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		12,88	17,07	12,96
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		24,88	19,69	16,11
V, %		51,8	86,7	80,4

Gleby gruntowo-glejowe nie są na ogół tak silnie kwaśne, jak sąsiednie gleby brunatne lub bielcowe (pH w KCl waha się między wartościami 4 a 5), chyba, że na powierzchni występują warstwy torfowe lub murszowo-torfowe, wówczas odczyn podłoża mineralnego jest bardziej kwaśny. Suma zasadowych kationów wymiennych z reguły bardzo wysoka – nawet do 20 cmol(+) kg<sup>-1</sup> – odpowiednio do uziarnienia i charakteru materiału macierzystego. Podobnie wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami wysokie – na ogół ponad 80%, jedynie w warstwach powierzchniowych niższe, lecz spadające poniżej 50%.

Gleby opadowo-glejowe tworzą jedne z najżyźniejszych i najwilgotniejszych siedlisk leśnych i łąkowych na terenie PNGS. Gleby gruntowo-glejowe właściwe (GGw) są podłożem lasów górskich wilgotnych (LGw), natomiast gleby torfowo-glejowe, torfiasto-glejowe i mułowo-glejowe stanowią podłoża borów mieszanych górskich wilgotnych (BMGw) oraz lasów mieszanych górskich wilgotnych (LMGw).

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) gleby gruntowo-glejowe Gór Stołowych zaliczane są generalnie do jednostki Gleysols, a w zależności od zasobności w substancję próchniczną lub obecności poziomów organicznych - do Eutri-

Humic Gleysols (właściwe, silniej próchniczne), Eutri-Histic lub ogólnie Histic Gleysols (torfiasto- torfowo- i mułowo-glejowe).

## DZIAŁ IV. GLEBY HYDROGENICZNE

### GLEBY BAGIENNE

Gleby bagienne, związane ze stałym nadmiernym uwilgotnieniem reprezentowane są na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych przez gleby mułowe i torfowe.

Gleby mułowe właściwe (MŁw) oraz torfowo-mułowe (MŁt) zajmują łącznie powierzchnię około 35 ha (0,6% obszaru PNGS) w kilku izolowanych wydzieleniach, głównie w obrębie dolinek potoków w ich szerszych odcinkach (szczególnie Czerwonej Wody) oraz na obszarach źródliskowych, gdzie procesowi akumulacji substancji organicznej towarzyszy namywanie drobnych frakcji mineralnych (rys. 14). Cechą wspólną gleb mułowych jest obecność powierzchniowej, organiczno-mineralnej warstwy mułowej lub torfowo-mułowej. Uziarnienie głębszych, mineralnych warstw zależne jest od lokalizacji profilu i dominujących lokalnie procesów glebotwórczych. W najbardziej typowych glebach torfowo-mułowych występujących w dolinie Czerwonej Wody pod powierzchniową warstwą torfowo-mułową występują naprzemian ułożone warstwy osadów zwięzłych (ił albo gliny średnie lub ciężkie) i przepuszczalnych (piaski gliniaste), przy ogólnej dominacji warstw słabo przepuszczalnych. Warstwowanie podłoża związane jest z aluwialną genezą osadów.

Mięszkość warstwy torfowo-mułowej zazwyczaj jest zbliżona do 30 cm, niekiedy wzrasta do ponad 40 cm, stopień zamulenia dość zmienny nawet na niewielkim obszarze. Ponadto gleby te wykazują silne oglejenie gruntowe, zazwyczaj całkowite lub strefowe w poziomach mineralnych. Poziom wody gruntowej 40-90 cm, przy czym zaznaczyć należy, że pomiarów dokonywano w trakcie suchego i gorącego lata.

Odczyn warstw organicznych silnie kwaśny ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  3,4,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  2,7), podobnie warstw mineralnych, choć wzrastający w głębszych partiach profilu (do  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  4,1). Suma kationów zasadowych w granicach 3-5  $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby (wyższa w poziomach mineralnych), natomiast stopień wysycenia zasadami bardzo niski w warstwach organicznych (wskutek znacznej kwasowości hydrolitycznej), a relatywnie wysoki (20-50%) w warstwach mineralnych.

*Gleba torfowo-mułowa wytworzona z silnie zamulonych torfów podścielona osadami rzeczynymi (profil 77).*

Dolina Czerwonej Wody pomiędzy Karłowem a Batorówkiem; wys. 698 m n.p.m.; krawędź terasy zalewowej w szerokiej części dolinki; brak domieszki deluwii, utworów stokowych oraz głazów na powierzchni gleby; bór świerkowy różnowiekowy, brak podszytu, runo pełne, trawiaste

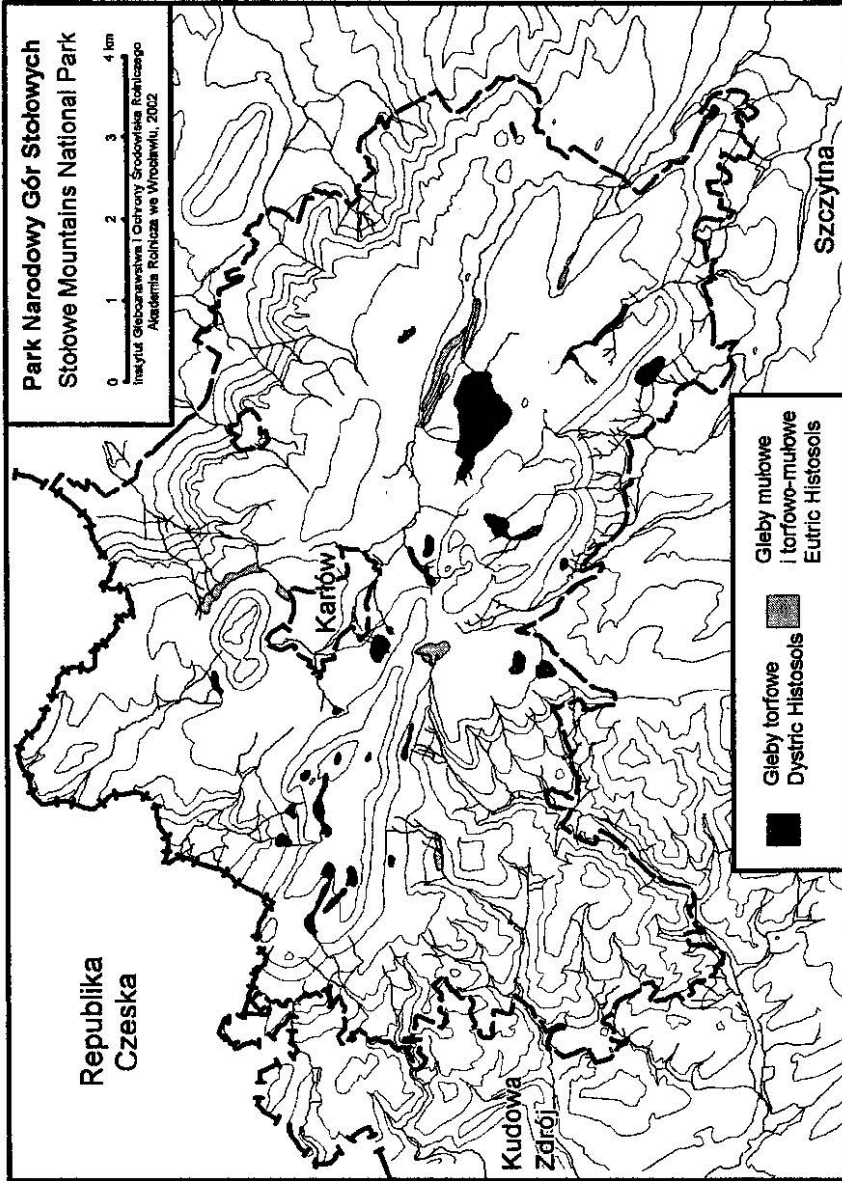
Od	5-0	warstwa organiczna zbudowana z resztek darni
Otp1	0-15	ciemno-brunatny średnio rozłożony torf, słabo zamulony, wilgotny
Otp2	15-30	brunatno-czarny silnie rozłożony torf, zamulony, wilgotny
Otpm	30-45	ciemno-szary utwór organiczno-mineralny, o strukturze masywnej, wilgotny; przejście do podłoża mineralnego wyraźne
DG	45-50	sino-szary ił, bezszkieletowy; struktura masywna - plastyczna; utwór wilgotny; oglejenie całkowite; brak kongrecji Fe/Mn; przejście wyraźne
IIG	50-85	żółto-brunatna plamista glina lekka, niemal bezszkieletowa; struktura masywna - plastyczna; utwór wilgotny; oglejenie całkowite; średnio liczne niekongrecyjne nagromadzenia Fe/Mn; przejście ostre
IIIG	85-90	sino-zielona, smugowana glina ciężka, niemal bezszkieletowa; struktura masywna - plastyczna; utwór mokry, całkowicie oglejony; bardzo liczne kongrecyjne i niekongrecyjne nagromadzenia Fe/Mn
IVG	90-110	sino-zielony piasek gliniasty mocny z niewielką domieszką otoczków żwirowych; struktura masywna; utwór mokry; woda gruntowa na głębokości ok. 90 cm

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) gleby mułowe, a szczególnie torfowo-mułowe na ogół spełniają kryteria stawiane glebom organicznym, toteż mogą być zaliczane do jednostki Histosols, łącznie z glebami torfowymi, jako Ombric Histosols. Gleby o płytszej warstwie mułowej są zaliczane do gleb glejowych Histic Gleysols.

Gleby mułowe tworzą średnio zasobne, lecz bardzo wilgotne siedliska leśne, w tym przede wszystkim borów mieszanych górskich wilgotnych (BMGw) oraz lasów mieszanych górskich wilgotnych (LMGw).

**Tab. 13.** Podstawowe właściwości gleby torfowo-mułowej - Profil 77. Basic properties of Sapric Histosol - Profile 77

Poziom glebowy (Soil horizon)		Otp1	Otp2	IIG	IIIG	IVG
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		5-15	15-30	50-85	85-90	90-100
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	n.o. n.d.		5	2	8
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm			18	11	41
	0,5-0,25 mm			11	9	17
	0,25-0,1 mm			19	9	17
	0,1-0,05 mm			10	10	8
	0,05-0,02 mm			8	10	1
	0,02-0,006 mm			13	14	8
	0,006-0,002 mm			18	24	3
	<0,002 mm	3	13	4		
pH H <sub>2</sub> O		4,1	3,4	3,7	3,8	4,1
pH KCl		3,0	2,7	2,5	2,7	3,5
C org. (Organic C), %		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		91,66	81,03	n.o.	n.o.	n.o.
N całk. (Total N), %		1,06	1,86	n.o.	n.o.	n.o.
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	18,00	16,42	4,87
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	4,38	4,89	4,49
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		-	-	22,38	21,31	9,36
V, %		-	-	19,6	22,9	48,0



Rys. 14. Rozmieszczenie gleb torfowych oraz mułowych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych .  
 Distribution of Histosols in the Stołowe Mountains National Park.



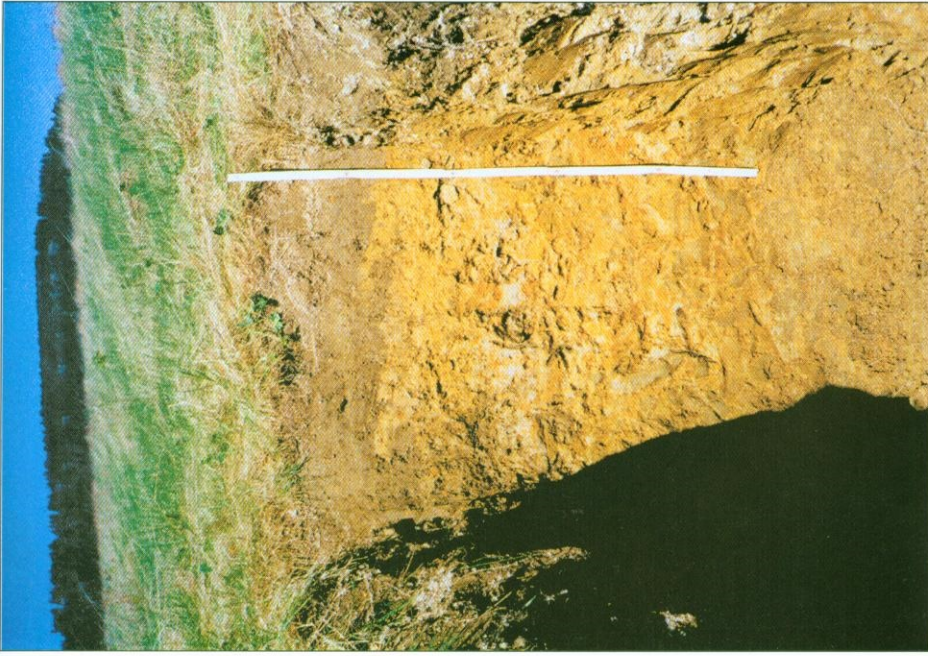
Gleby torfowe torfowisk przejściowych (Tp), torfowisk niskich (Tn) oraz torfowisk wysokich (Tw) zajmują na obszarze PNGS łączną powierzchnię około 128 ha (2% powierzchni całkowitej PNGS). Torfowiska Gór Stołowych występują w trzech wariantach lokalizacyjnych: (a) torfowiska położone na terenach wododziałowych, (b) torfowiska na terenach źródłiskowych związanych z kontaktem piaskowców i margli, (c) torfowiska położone w dolinach potoków (rys. 14). Najliczniejszą grupę stanowią niewielkie torfowiska należące do pierwszej kategorii, rozpowszechnione szczególnie na wierzchołku Skalniaka, gdzie wykartowano co najmniej siedem kompleksów torfowiskowych. Torfowiska związane z obszarami źródłiskowymi wykartowano na stokach Skalniaka, poniżej urwisk skalnych (zarówno od strony południowej, jak i północnej), na stokach Narożnika i Kopy Śmierci (poniżej Urwisk Batorowskich) oraz na stokach Szczelińca. Torfowiska ostatniego typu stwierdzono m.in. w dolinie Czerwonej Wody i Moszczenicy. Na szczególną uwagę zasługuje Wielkie Torfowisko Batorowskie, największy jednolity obszar torfowiskowy w Górach Stołowych i jeden z największych w całych Sudetach. Torfowisko to zajmuje generalnie położenie wododziałowe (Marek 1998), jednak nie można tu wykluczyć dodatkowego zasilania przez wody spływające z sąsiednich stoków oraz przez wody wysiękowe (źródłiskowe) obserwowane okresowo na obrzeżach torfowiska. Na podstawie badań głębokich profili torfowych opisana została ewolucja tego torfowiska od złoża eutroficznego przez mezotroficzne do oligotroficznego (Marek 1998). Obecnie jednak, wskutek przeprowadzonego przed wiekiem osuszenia i wprowadzenia sztucznych nasadzeń świerkowych, częściowo zahamowane zostały procesy bagienne oraz wyparta naturalna roślinność, co jest przyczyną sporów o pozycję systematyczną tego obiektu.

Najbardziej rozpowszechnionym podtypem gleb torfowych na obszarze PNGS są gleby torfowisk przejściowych, niekiedy trudne do odróżnienia od torfowisk niskich. Wskutek dawnych melioracji i osuszenia większości złóż torfowych, utrudniona jest również identyfikacja torfowisk wysokich, gdyż aktualna roślinność często nie odpowiada gatunkowi odłożonego torfu.

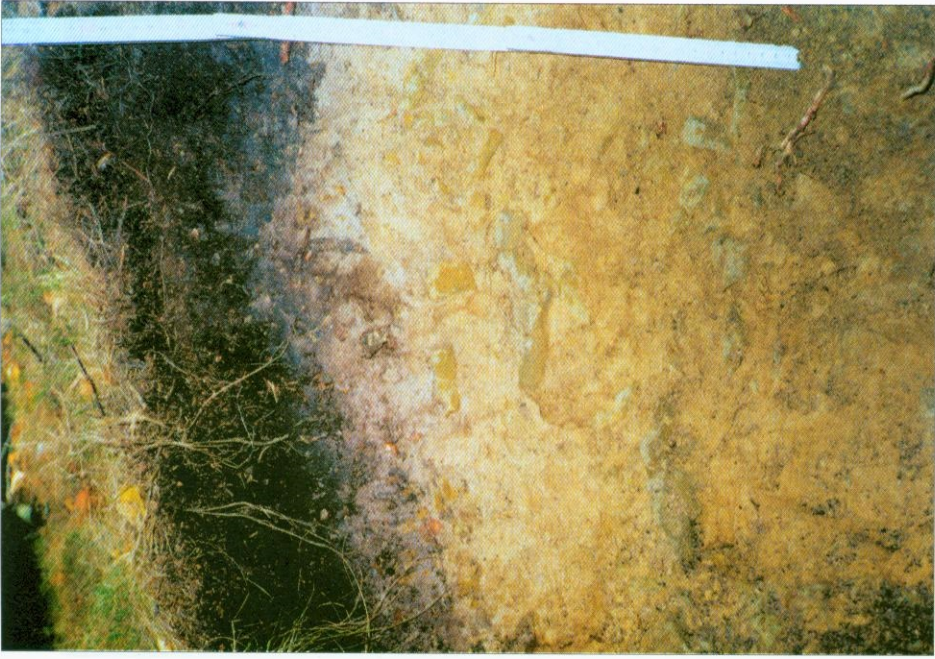
Mięszość torfów na obszarze Parku Narodowego jest bardzo zróżnicowana, lecz zwykle nie przekracza 1 m, z wyjątkiem Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, gdzie torf sięga miejscami do głębokości ponad 5 m.

Podłoże torfów stanowi najczęściej utwory zwięzłe - deluwialne lub wietrzeniowe gliny (gliny średnie lub ciężkie), niekiedy warstwowane osady aluwialne - naprzemian piaszczyste i ilaste (gliniaste), a na wierzchołku Skalniaka również wietrzeniowe piaski, płytko podścielone rumoszem skalnym lub blokami piaskowca (profil 27).

Cechą charakterystyczną niektórych płytkich gleb torfowych jest naprzemienne występowanie różnych rodzajów torfu - typowego sfagnowego i kilku gatunków torfów przejściowych. Podobne zróżnicowanie obserwowano w przypadku stopnia rozkładu torfu i stopnia zamulenia - szczególnie w przypadku torfów przejściowych w dolinach potoków. Zawartość substancji organicznej wahała się od 68% w torfach zamulonych do około 91% w słabo rozłożonych i nie zamulonych torfach wysokich.



Gleby brunatne właściwe wytworzone z margla (mulowca) kredowego  
Eutric Cambisols developed from Cretaceous marl (mudstone, siltstone)



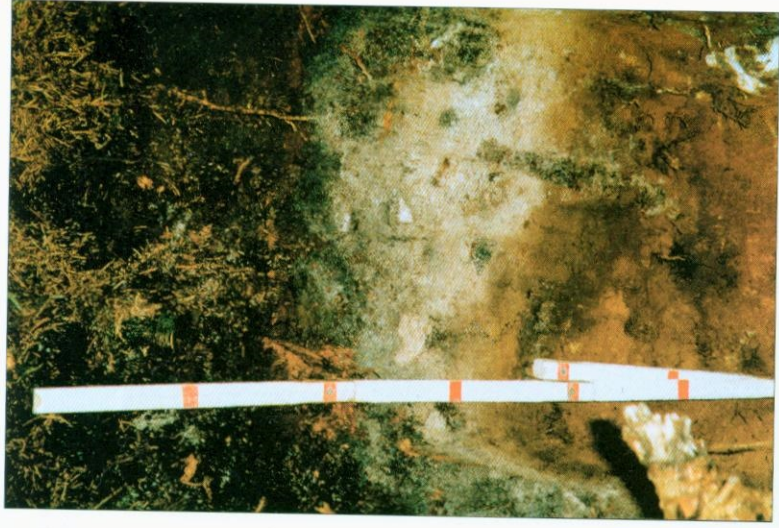
Gleby brunatne kwaśne (opadowo-glejowe) wytworzone z margla (mulowca) kredowego  
Stagni-Dystric Cambisols developed from Cretaceous marl (mudstone, siltstone)



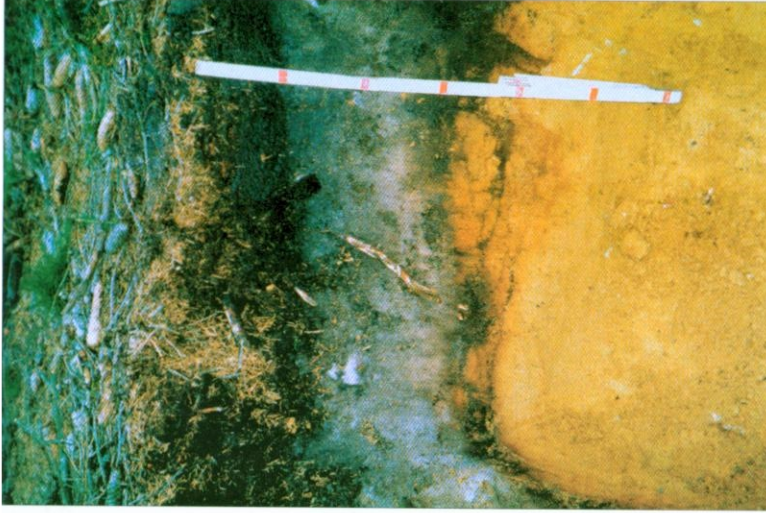
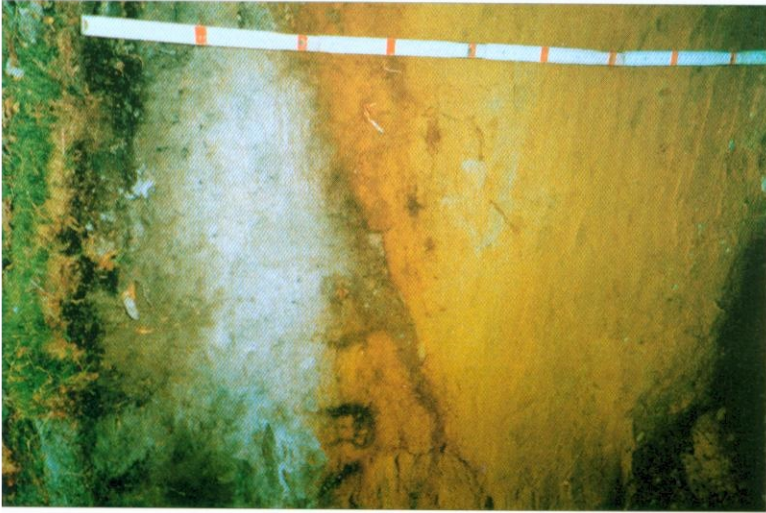
Gleby brunatne kwaśne wytworzone z granitu monzonitowego (karbon)  
Dystric Cambisols developed from the Carboniferous monzonitic granite



Gleby brunatne kwaśne wytworzone z piaskowca permiankiego  
Dystric Cambisols developed from the Permian sandstone



Gleby bielcowe wytworzone z piaskowca kredowego (turon górny)  
Podzols developed from the Cretaceous sandstone (Upper Turonian)

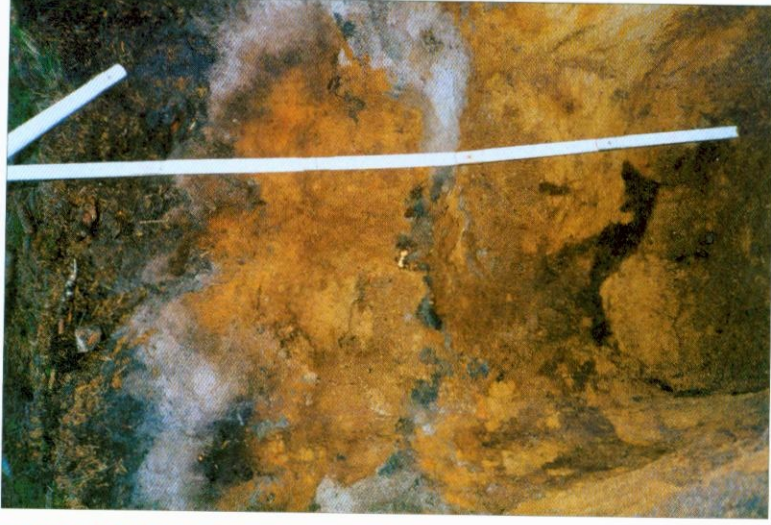
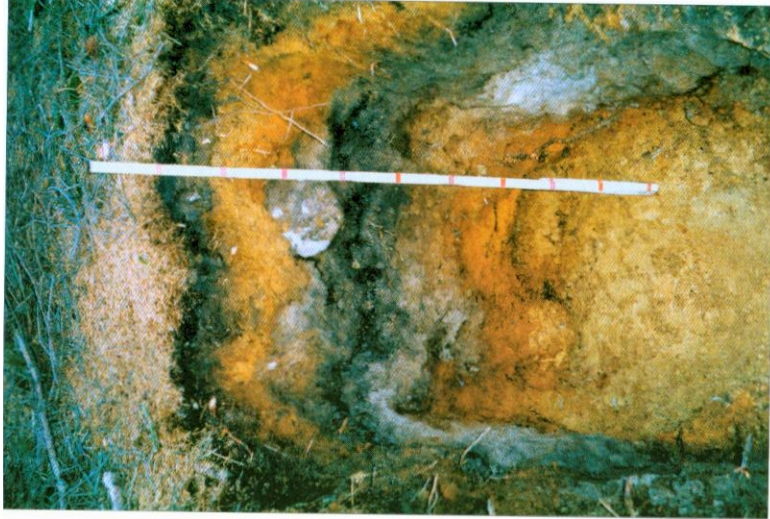


Gleby biellicowe wytworzone z piaskowca kredowego (turon góry)  
Podzols developed from the Cretaceous sandstone (Upper Turonian)



Gleby siedlisk wilgotnych PNGS: gruntowo-glejowa właściwa (1), torfowo-glejowa (2) i gleba torfowa torfowiska wysokiego (3)  
Wetland soils of the SMNP: Haplic Gleysols (1), Histic Gleysols (2), and Fibric Histosols (3)





Gleby o przeobrażonym profilu występujące na terenie PNGS  
Soils with disturbed profile occurring in the SMNP

Gleba torfowa torfowiska przejściowego (profil 23).

Skalniak; wys. 870 m n.p.m.; spłaszczenie wierzchowinowe; pokrycie powierzchni głazami piaskowca <25%; bór świerkowy różnowiekowy, w runie kępami występują mchy torfowce, które wskazują na odradzanie procesów bagiennych po fazie osuszenia torfowiska i zahamowania jego rozwoju; wody opadowe miejscami stagnują na powierzchni;

Ofh	15-0	próchnica nadkładowa typu moder torfiasty, igliwie świerka z domieszką mchów torfowców, dołem silnie rozłożone, storfiące
Otp1	0-10	brunatny średnio rozłożony torf o strukturze włóknistej, nie zamulony, wilg. świeża; przejście wyraźne
Otp2	10-30	jasno brunatny średnio rozłożony torf; wilg. świeża; przejście wyraźne
Otp3	30-45	czarny silnie rozłożony torf; wilgotny; przejście do podłoża mineralnego wyraźne
DG	45-65	sino-szara, plamista glina piaszczysta, niemal bezszkieletowa; struktura trwała angularna; utwór wilgotny; oglejenie plamiste; brak kongrecji Fe/Mn; przejście wyraźne
DG2	65-90	żółto-brunatna plamista glina lekka, słabo bezszkieletowa (odłamki piaskowca); struktura płytkowa; utwór wilgotny; niemal całkowicie oglejony; średnio liczne niekongrecyjne nagromadzenia Fe/Mn; przejście stopniowe
GR	90-110	sino-zielony utwór kamienisto-gliniasty o uziarnieniu gliny piaszczystej w częściach ziemistych, w szkielecie dominują różnej wielkości odłamki rdzawego, zwiertzałego piaskowca; struktura masywna; utwór mokry; woda gruntowa na głębokości ok. 90 cm

Odczyn badanych torfów jest silnie kwaśny, tylko w pojedynczych przypadkach  $pH_{H_2O}$  przekracza wartość 3,5. Odczyn mineralnego podłoża jest z reguły mniej kwaśny,  $pH_{H_2O}$  nie spada poniżej 4.

W glebach torfowych stwierdzono najwyższe wartości kwasowości hydrolitycznej, z reguły ponad  $100 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$  gleby, znacznie wyższe niż w podścielających poziomach mineralnych. Wyższą zawartość kationów wymiennych stwierdzono w torfach wysokich (2 - 20  $\text{cmol}$ ), niż w torfach przejściowych (< 1  $\text{cmol}$ ). Mimo tych różnic, stopień wysycenia kationami zasadowymi zawsze jest bardzo niski, z reguły poniżej 2%, i tylko w pojedynczych przypadkach ponad 10% (przy uwzględnieniu kwasowości hydrolitycznej).

**Tab. 14.** Podstawowe właściwości gleby torfowej torfowiska przejściowego - Profil 23.  
Basic properties of Sapric Histosol - Profile 23

Poziom glebowy (Soil horizon)		Otp1	Otp2	Otp3	DG	DG2	GR
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-10	10-30	30-45	45-65	65-90	90-110
Fracje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm				5	14	70
Fracje ziemiste (Fine earth fractions), %	1.0-0,5 mm				33	29	23
	0,5-0,25 mm				22	19	20
	0,25-0,1 mm	n.o.			9	9	17
	0,1-0,05 mm	n.d.			7	6	10
	0,05-0,02 mm				6	10	7
	0,02-0,006 mm				11	9	10
	0,006-0,002 mm				3	6	3
	<0,002 mm				9	12	10
pH H <sub>2</sub> O		3,2	3,5	3,5	4,3	4,5	4,6
pH KCl		2,8	2,9	2,9	3,8	3,9	4,0
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	n.o.	2,77	6,52	4,95
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	n.o.	3,28	3,17	2,04
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		-	-	-	6,05	9,69	6,99
V, %		-	-	-	54,2	32,7	29,2

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) gleby torfowe (torfowisk niskich, przejściowych i wysokich) na ogół spełniają kryteria wymagane dla gleb organicznych, toteż są zaliczane do jednostki Histosols. W zależności od poziomu żyzności oraz od stopnia rozkładu szczątków roślinnych wyróżnia się szereg jednostek niższego rzędu. Na obszarze PNGS dominują Sapri-Dystric Histosols (silnie rozłożone, ubogie torfy), Sapri-Eutric Histosols (rozłożone, zasobniejsze torfy) oraz Fibri-Dystric Histosols (nie rozłożone, ubogie torfy sfagnowe).

Gleby torfowe tworzą specyficzne pod względem cech podłoża, a zarazem, najwilgotniejsze siedliska leśne - borów górskich bagiennych (BGb) oraz borów mieszanych górskich bagiennych (BMGb).

W obrębie większości torfowisk, szczególnie na wierzchowinie Skalniaka, ale również na Wielkim Torfowisku Batorowskim, widoczne są objawy degradacji (murszenia) torfów, spowodowane intensywnym osuszeniem zapoczątkowanym jeszcze przed II wojną światową. W przypadku niektórych płytszych złóż torfowych murszenie objęło cały profil gleby organicznej.

### GLEBY POBAGIENNE

Do tego rzędu należą gleby, które powstają z gleb zabagnianych lub bagiennych po odwodnieniu, przerywającym proces akumulacji materii organicznej i inicjującym fazę decesji (Systematyka 1989). Odwodnienie i napowietczenie powierzchniowej warstwy gleby powoduje wiele przeobrażeń natury fizycznej, chemicznej i biologicznej, które składają się na proces murszenia gleb.

Choć większość gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych „dotknięta” jest procesami murszenia, spowodowanego osuszeniem przez systemy rowów odwadniających, to w chwili obecnej, po zaniechaniu konserwacji urządzeń melioracyjnych, w wielu miejscach proces murszenia został powstrzymany, a odnawianie się naturalnych zbiorowisk roślinności bagiennej świadczy o odradzaniu się torfowiska. Dlatego gleby murszowe (w podtypie torfowo-murszowe (Mt)) wydodrębiono na mapie glebowej jedynie tam, gdzie murszenie objęło znaczną część profilu torfowego i aktualny reżim hydrologiczny nie gwarantuje odnowienia procesów bagiennych.

#### Gleba torfowo-murszowa (profil 64).

Łężyce, poniżej "Urwiska Batorowskiego"; wys. 610 m n.p.m.; środkowa część łagodnego stoku poniżej ścian skalnych, w rejonie występowania wysięków źródłiskowych; brak wychodni skalnych, powierzchnia w ok. 30% pokryta głazami piaskowca; bór świerkowy ok. 50-letni (monokultura), brak podszytu i runa

Ofh	10-0	próchnica nadkładowa typu moder wilgotny, igliwie świerka średnio rozłożone
Mt	0-25	czarno-brunatny mursz torfiasty o strukturze kaszowatej, wilg. świeża; przejście ostre
Otp1	25-80	czarny średnio rozłożony torf o strukturze gąbczasto-masywnej; wilgotny; przejście stopniowe
Otp2	80-100	brunatny słabo rozłożony torf o strukturze gąbczastej zbitej; mokry; przejście do podłoża mineralnego ostre
DG	100+	sino-szara, plamista glina średnia kamienista, szkielet stanowią płaskie i kruche odłamki mułowca oraz głazy piaskowca; struktura masywna - plastyczna; utwór mokry; całkowicie oglejony plamiste; liczne niekonkrecyjne nagromadzenia Fe/Mn; nie stwierdzono zwierciadła wody gruntowej

Miaższość warstwy organicznej w glebach torfowo-murszowych sięga niekiedy 100 cm, z tego warstwa silnie zmruszała stanowi przeciętnie 25-50%, resztę torf w różnych stadiach rozkładu (np. profil 64). Wydzielone gleby torfowo-murszowe wytworzyły się z torfów przejściowych, niekiedy zbliżonych do torfów niskich, występujących w dolinkach potoków na wierzchowinie lub na terenach źródłiskowych poniżej Urwiska Batorowskiego.

**Tab. 15.** Podstawowe właściwości gleby torfowo-murszowej - Profil 64. Basic properties of Sapric Histosol - Profile 64

Poziom glebowy (Soil horizon)		Mt	Otp1	Otp2	DG
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-25	25-80	80-100	100-110
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	n.o. n.d.			35
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm				15
	0,5-0,25 mm				10
	0,25-0,1 mm				10
	0,1-0,05 mm				13
	0,05-0,02 mm				8
	0,02-0,006 mm				12
	0,006-0,002 mm				12
	<0,002 mm	20			
pH H <sub>2</sub> O		3,2	5,4	5,4	4,9
pH KCl		2,5	5,0	5,1	4,1
Subst. organiczna (Organic matter), %		85,68	68,56	n.o.	n.o.
N całk. (Total N), %		1,60	1,56	n.o.	n.o.
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	n.o.	1,80
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		n.o.	n.o.	n.o.	6,72
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		-	-	-	8,52
V, %		-	-	-	78,9

We wszystkich przypadkach są to gleby głębokie lub bardzo głębokie, słabo szkieletowe (co najmniej do głębokości 100 cm) i zazwyczaj wolne od głazów na powierzchni. Podłoże gleb torfowo-murszowych stanowią mieszane osady aluwialne lub deluwialnie przeniesiona zwięzła, gliniasta zwierzelina mułowców.

W profilach gleb występujących w obrębie dolin cieków wodnych stwierdzano obecność wody gruntowej, przeważnie na głębokości 50-110 cm oraz silne oglejenie warstw mineralnych pozostających w zasięgu oddziaływania wód gruntowych.

Gleby murszowe, a szczególnie torfowo-murszowe klasyfikowane są w międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998) łącznie z glebami torfowymi jako jednostka Histosols. W większości są to Sapri-Dystric Histosols lub Sapri-Eutric Histosols.

Razem z glebami torfowymi, gleby torfowo-murszowe tworzą najwilgotniejsze siedliska borów górskich bagiennych (BGb) oraz borów mieszanych górskich bagiennych (BMGb).

## DZIAŁ V. GLEBY NAPŁYWOWE

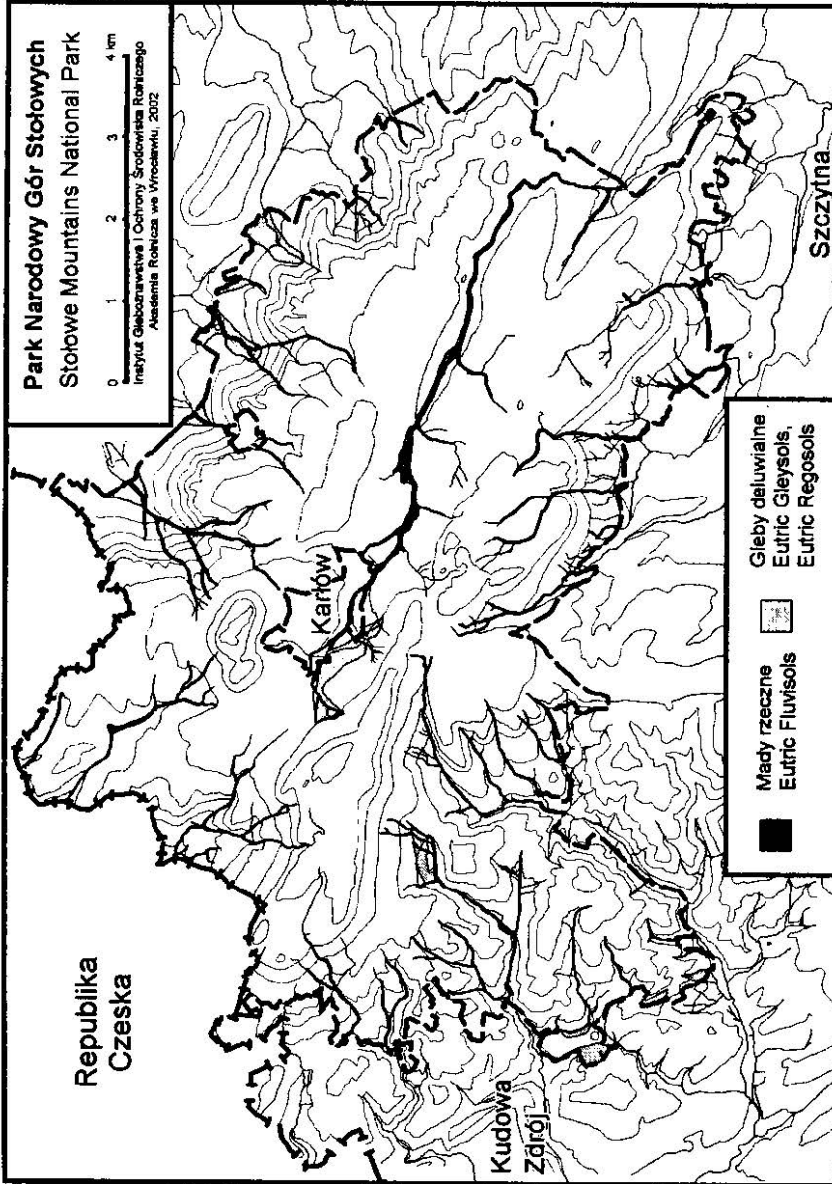
### GLEBY ALUWIALNE

Rozmieszczenie mad rzecznych (MD) na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych związane jest z istniejącą siecią cieków wodnych. Wiąże się z tym nierównomierność w występowaniu tych gleb w różnych częściach Parku. Należy również zaznaczyć, że dość często w dolinkach niedużych potoków, szczególnie w dolinkach wciosowych, spotykano osady mieszane – deluwialno-aluwialne, lub wręcz przewagę osadów deluwialnych. Równie często, w najwyższych partiach dolinek, nie stwierdzano żadnych osadów akumulowanych przez potok, co świadczyło o przewadze procesów denudacji nad akumulacją. Dlatego sieć mad rzecznych nie odzwierciedla dokładnie sieci hydrograficznej Parku. Najbardziej rozległe powierzchnie typowych mad rzecznych (bez przymiotnika „górskich”, stosowanego dość często w literaturze gleboznawczej (Skiba i in. 1998)) wyodrębniono w szerszych odcinkach doliny Czerwonej Wody. Znacznie mniejsze (węższe) kontury mad rzecznych („górskich”, z domieszką materiału deluwialnego oraz otoczków) wyznaczono w dolinkach innych potoków (m. in. Dańczówki, Kudowskiego Potoku i in). Łączna powierzchnia mad rzecznych właściwych i brunatnych (MDw i MDbr) wynosi około 199 ha, co stanowi 3% obszaru PNGS.

Mady rzeczne Gór Stołowych charakteryzują się składem granulometrycznym zróżnicowanym tak w ujęciu profilowym, jak i przestrzennym w obrębie dolin rzecznych. Stwierdzono jednak, że w profilach większości dobrze wykształconych mad warstwa powierzchniowa zbudowana jest zazwyczaj z osadu pyłowego (mułowego) różnej miąższości (35-50 cm). Wydaje się również, że w niektórych odcinkach dolin rzecznych warstwa pyłowa została miejscami wtórnie rozmyta, odsłaniając utwory zalegające głębiej. Powierzchniowe pyły podścielone są zazwyczaj przez warstwy piaszczyste, poniżej których naprzemian występują osady ilaste, żwirowe lub mieszane, gliniaste (np. profil 73).

Odczyn mad, zróżnicowany w obrębie profili glebowych, nigdy nie jest tak kwaśny jak sąsiednich gleb brunatnych czy bielcowych. Uwidaczniają się jednak różnice między aluwiami w dolinach różnych potoków, na przykład w dolinie Dańczówki pH gleb wynosi 5,4-6,6 (w KCl 5,2-5,9) a w dolinie Czerwonej Wody 4,2-5,0 (w KCl 3,3-3,8). Różnice te wynikają z występowania odmiennych skał na obszarach zasilania w wodę.

Kwasowość hydrolityczna osadów aluwialnych z reguły wynosi mniej niż 10 cmol(+) kg<sup>-1</sup> gleby, jedynie w poziomach A (próchnicznych) jest wyższa. Zawartość (suma) kationów zasadowych jest stosunkowo wysoka, w granicach 2,44 - 16,63 cmol (nawet w piaszczystych przewarstwieniach). Stąd wynika najczęściej wysoki stopień wysycenia kationami zasadowymi, na ogół ponad 40%, a w niektórych profilach sięgający nawet 90%.



Rys. 15. Rozmieszczenie mady rzecznych i gleb deluwialnych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych .  
Distribution of Fluvisols and deluvial soils in the Stołowe Mountains National Park.

Mada rzeczna właściwa (profil 73).

Dolina Czerwonej Wody pomiędzy Karłowem a Batorówkiem; wys. 702 m n.p.m.; dno terasy zalewowej w najszerszej części dolinki; gleba wytworzona wyłącznie z utworów rzecznych, bez domieszki deluwii oraz utworów stokowych; widoczne oznaki bardzo silnych wahań zwierciadła wody gruntowej (30-120 cm); trwały użytek zielony (łąka) z dużym udziałem traw szlachetnych w runi

Ad	0-10	szary pył zwykły, bezszkieletowy; bardzo silnie przerośnięty korzeniami traw i bylin; struktura trwała, gruzełkowo-subangularna; wilg. świeża; brak oglejenia; przejście wyraźne
AC <sub>gg</sub>	10-46	szaro-brunatny pył zwykły, bezszkieletowy; słabo przerośnięty korzeniami; struktura trwała, angularna; wilg. świeża; słabe marmurkowane oglejenie, nieliczne niekonkrecyjne wytrącenia Fe-Mn; przejście wyraźne
IICG	46-70	oliwkowy piasek gliniasty mocny, bezszkieletowy; struktura średniotrwała, subangularna; wilgotność świeża; oglejenie plamiste; dość liczne konkrecje Fe/Mn; przejście stopniowe
IIICG	70-84	ciemnoszara, plamiste zabarwiona glina lekka, bezszkieletowa; struktura masywna - plastyczna; wilgotność aktualna świeża, ale wyraźne oglejenie strefowe; konkrecyjne i niekonkrecyjne nagromadzenia (plamy) Fe; przejście wyraźne
IVCG	84-110	ciemno-brunatna glina piaszczysta z nieznaczną domieszką żwiru; struktura masywna - plastyczna; utwór wilgotny, oglejony strefowo; konkrecje Fe/Mn; przejście wyraźne
VCG	110-122	przewarstwienie z żółtego piasku luźnego, średnioziarnistego, bezszkieletowego; utwór bezstrukturalny; wilgotny, lecz bez widocznych plam glejowych
VIG	122+	sino-niebieska, smugowana glina ciężka pylasta, całkowicie bezszkieletowa; we frakcjach piaskowych dominuje piasek drobny; struktura masywna - plastyczna; utwór mokry, całkowicie oglejony; bardzo liczne konkrecyjne i niekonkrecyjne nagromadzenia Fe/Mn

Mady rzeczne tworzą więc na ogół żyzne, a zarazem wilgotne siedliska typowe dla lasów łęgowych górskich (LIG), lasów górskich wilgotnych (LGW), lasów mieszanych górskich wilgotnych (LMGW) oraz borów mieszanych górskich wilgotnych (BMGW). Zgodnie z międzynarodową systematyką gleb FAO (WRB 1998), mady rzeczne Gór Stołowych zaliczane są generalnie do jednostki Fluvisols, gdyż w ich profilach dojrze widoczna jest stratyfikacja materiału aluwialnego. Tylko niektóre mady pyłowe na piaskach, z wysokim poziomem wody gruntowej, powinny być klasyfikowane jako Gleysols. W zależności od zasobności wyróżnia się podjednostki Dystric lub Eutric Fluvisols, lub – przy dużej zmienności właściwości gleby – Haplic Fluvisols.



**Tab. 16.** Podstawowe właściwości mady rzecznej właściwej - Profil 73. Basic properties of Eutri-Gleyic Fluvisol - Profile 73

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ad	IICG	IIICG	IVCG	VIG
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-10	46-70	70-84	84-110	122-150
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	0	0	0	6	0
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	1	0	1	19	0
	0,5-0,25 mm	6	8	4	22	3
	0,25-0,1 mm	16	51	24	20	11
	0,1-0,05 mm	14	15	24	9	18
	0,05-0,02 mm	30	10	12	6	8
	0,02-0,006 mm	19	4	10	8	7
	0,006-0,002 mm	7	2	7	3	13
	<0,002 mm	7	10	18	12	40
pH H <sub>2</sub> O		4,2	5,0	5,0	4,7	4,9
pH KCl		3,3	3,7	3,8	3,6	3,4
C org. (Organic C), %		4,37	0,91	n.o.	n.o.	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		7,53	1,57	-	-	-
N całk. (Total N), %		0,40	0,08	n.o.	n.o.	n.o.
C/N		11	11	-	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		12,15	3,97	2,55	4,80	3,45
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		2,44	4,31	5,42	3,51	16,63
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		14,59	8,28	7,97	8,31	20,08
V, %		16,7	52,1	68,0	42,2	82,8

### GLEBY DELUWIALNE

Gleby deluwialne, jako osobne wydzielenia wyodrębniano tylko w przypadku pewności co do charakteru materiału z którego wytworzyła się gleba, a procesy glebowe (głównie brunatnienia lub oglejenia) zaznaczyły się zbyt słabo, aby możliwe było zaliczenie gleby do innego typu.

Gleby deluwialne właściwe (Dw) i brunatne (Dbr) wydzielono na łącznej powierzchni około 117 ha (1,8% obszaru PNGS), głównie u podnóża stoków lub w stożkach napływowych (rys. 15).

Cechą charakterystyczną gleb deluwialnych jest duża zmienność morfologii profilu, uziarnienia i właściwości fizykochemicznych, warunkowana zróżnicowaną genezą i właściwościami przemieszczonych zwietrzelin.

Skład granulometryczny poszczególnych wydzieleni gleb deluwialnych zmienia się od utworów kamienisto-piaszczystych, przez piaski gliniaste na żwirach lub glinach do glin całkowitych lub glin na łąkach. Dominuje uziarnienie zwięźlejsze, gliniaste.

Większość gleb deluwialnych to gleby bardzo głębokie, w niewielkim stopniu przykryte głazami na powierzchni.

Odczyn opisywanych gleb waha się w bardzo szerokim zakresie od silnie kwaśnego do obojętnego ( $pH_{H_2O}$  3,6-6,8,  $pH_{KCl}$  2,4-6,1), wykazując ogólną tendencję do zmniejszania się zakwaszenia w głąb profilu.

Podobnie jak w madach, kwasowość hydrolityczna gleb deluwialnych jest stosunkowo niska i przy sumie wymiennych kationów zasadowych rzędu kilku - kilkunastu  $cmol(+) kg^{-1}$  gleby stopień wysycenia kationami wynosi nawet ponad 90%, choć w poziomach powierzchniowych często nie przekracza poziomu kilku - kilkunastu procent.

Gleba deluwialna glejowa wytworzona z przemieszczonych zwierzelin piaskowców i mułowców kredowych (profil 34).

Skalniak; wys. 785 m n.p.m.; północnego stoku, spadek <5%; brak wychodni skalnych, pojedyncze głazy piaskowca na powierzchni, brak głazów i gruzu w profilu glebowym; na powierzchni miejscami stagnuje woda opadowa; bór świerkowy ok. 50-letni, zwarta monokultura, podszytu brak, runo wyspowe, trawiasto-mszyste.

O	5-0	próchnica nadkładowa typu moder zbudowana z igliwia świerkowego z domieszką traw (podpoziomy Oi 5-4 cm, Ofh 4-0 cm)
Ah	0-3	ciemno-szaro-brunatny piasek gliniasty mocny z domieszką żwirowatego szkieletu; silnie przerośnięty korzeniami świerka; struktura średniotrwała, gruzełkowata; wilg. świeża; brak plam glejowych oraz konkrecji; przejście wyraźne
ACg	3-18	szarobrunatna glina lekka, niemal bezszkieletowa; struktura trwała, angularna; wilgotność świeża; ślady słabego oglejenia plamistego; brak konkrecji Fe/Mn; przejście stopniowe
Cg	18-38	ciemnożółta, plamście zabarwiona glina lekka, bezszkieletowa; struktura trwała, grubo-angularna; wilgotność aktualna świeża, ale wyraźne ślady oglejenia strefowego; nieliczne niekonkrecyjne nagromadzenia (plamy) Fe; przejście wyraźne
IICg	38-110	żółtobrunatny, smugowany ił; całkowicie bezszkieletowy; struktura masywna - plastyczna; wilgotność świeża, plamiste oglejenie, brak konkrecji Fe/Mn; brak zwierciadła wody gruntowej

**Tab. 17.** Podstawowe właściwości gleby deluwialnej glejowej - Profil 34. Basic properties of Stagnic-Humic Gleysol - Profile 34

Poziom glebowy (Soil horizon)		Ah	AC	Cg	IICg
Miąższość poziomu (Horizon depth), cm		0-3	3-18	18-38	38-110
Frakcje szkieletowe (Skeleton), %	> 1 mm	15	5	0	0
Frakcje ziemiste (Fine earth fractions), %	1,0-0,5 mm	12	7	7	0
	0,5-0,25 mm	17	19	20	1
	0,25-0,1 mm	31	23	22	1
	0,1-0,05 mm	11	13	13	10
	0,05-0,02 mm	10	12	7	2
	0,02-0,006 mm	8	14	15	3
	0,006-0,002 mm	4	5	7	9
	<0,002 mm	8	8	9	74
pH H <sub>2</sub> O		3,7	3,8	3,4	3,8
pH KCl		2,4	2,5	2,8	3,5
C org. (Organic C), %		3,04	n.o.	n.o.	n.o.
Subst. organiczna (Organic matter), %		5,24	-	-	-
N całk. (Total N), %		0,24	n.o.	n.o.	n.o.
C/N		13	-	-	-
Hh (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> ), cmol(+) kg <sup>-1</sup>		16,42	8,47	18,90	15,00
S, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		2,38	1,49	2,04	3,82
T, cmol(+) kg <sup>-1</sup>		18,90	9,96	20,94	18,82
V, %		12,7	15,0	9,7	20,3

Interesujące pod względem naukowym są młode gleby deluwialne stwierdzone między innymi na południowych obrzeżach Parku, poniżej Urwiska Batorowskiego. Gleby te przeważnie zbudowane są z kompletnego profilu bielicy pogrzebanej pod mieszanym, szaro-brunatnym, zasobnym w substancję organiczną materiałem piaszczysto-pyłowym, zawsze zawierającym odłamki węgla drzewnego. Wydaje się że profile takie dokumentują skutki masowego wycinania lasów w wiekach XVII i XVIII na potrzeby hutnictwa żelaza i szkła, kiedy na rozległych, stromych i nieostoiętych powierzchniach stokowych uruchomione zostały procesy erozyjne.

Gleby deluwialne tworzą podłoża zróżnicowane pod względem troficznym i hydrologicznym, toteż na glebach deluwialnych mogą występować różne siedliska. Najbardziej typowe w warunkach Gór Stołowych wydają się lasy mieszane górskie wilgotne (LMGw) oraz bory mieszane górskie wilgotne (BMGw).

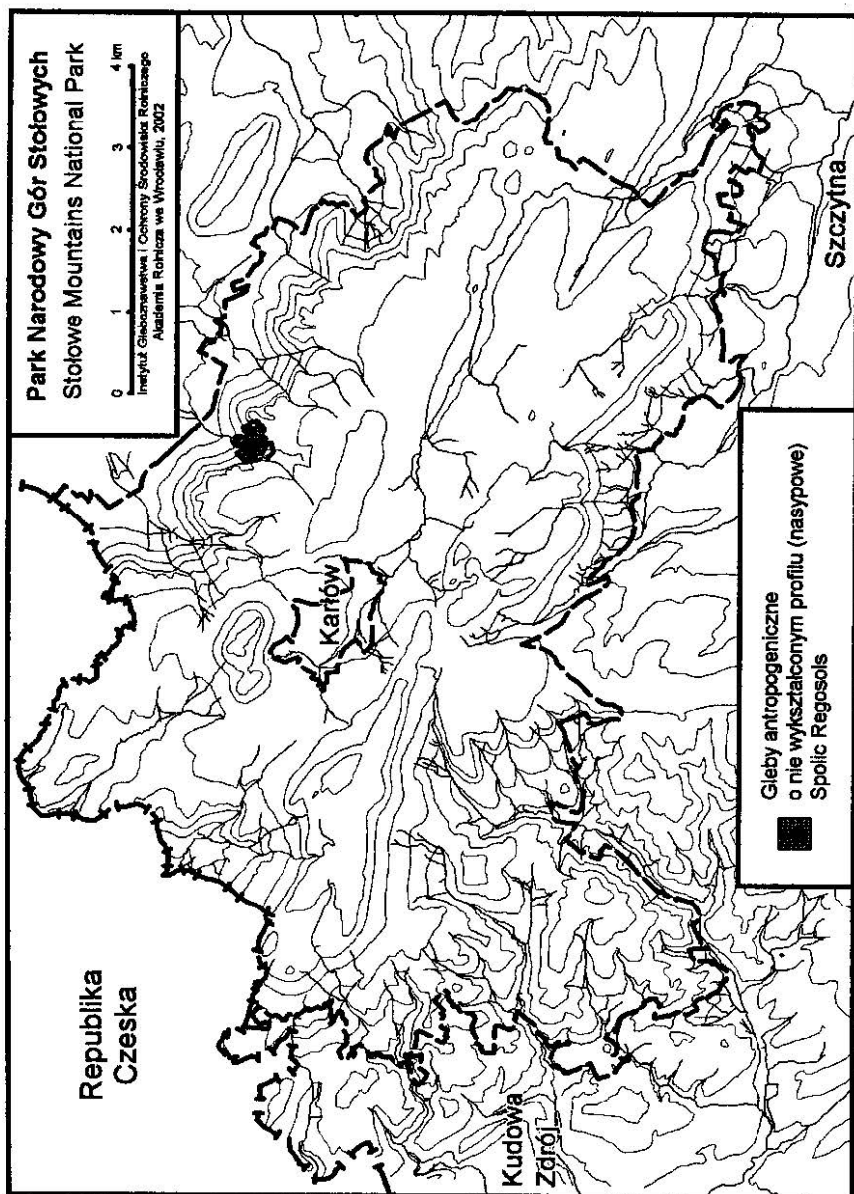
Zgodnie z międzynarodową systematyką gleb FAO (WRB 1998), gleby deluwialne Gór Stołowych zaliczane są generalnie do jednostek Regosols lub Gleysols, w zależności od stopnia oglejenia profilu glebowego.

## DZIAŁ VII. GLEBY ANTROPOGENICZNE

Gleby antropogeniczne tworzą się pod wpływem intensywnej działalności człowieka, objawiającej się przeobrażeniem istniejącego środowiska glebowego, albo stworzeniem (zdeponowaniem) całkowicie nowego substratu glebowego na powierzchni terenu. Na terenie Gór Stołowych nie stwierdzono obecności gleb z rzędu kulturoziemnych (Horti- lub Rigosoli), występują natomiast gleby industroziemne – gleby antropogeniczne o nie wykształconym profilu (AN). Ich rozmieszczenie związane jest z istnieniem kamieniołomów – zarówno granitu, jak i piaskowców. W trakcie prac terenowych niejednokrotnie odśladano stare hałdy odpadów górniczych w zdeponowanych w pobliżu lokalnych miejsc wydobycia. Jednakże były to obiekty nie wielkie i w zasadzie „zasymilowane” z otoczeniem. Niekiedy na tyle stare, że można już mówić o występowaniu w nich procesów brunatnienia. Wyjątkiem są młode zwałowiska materiału skalnego w pobliżu (szczególnie poniżej) kamieniołomu Radków w północnej części Parku (rys. 16). Zwałowiska te są stale uzupełniane przez świeże odpady, toteż na znacznej ich powierzchni procesy glebotwórcze nie doprowadziły jeszcze do powstania choćby cienkiego poziomu próchnicznego. Do gleb antropogenicznych włączono również teren samego kamieniołomu, którego dno budują rozplantowane odpady skalne. Łączna powierzchnia gleb antropogenicznych wynosi więc ok. 11 ha, przy czym należy zaznaczyć, że w całości gleby te położone są w obrębie enklawy wyłączonej z obszaru Parku Narodowego Gór Stołowych..

Gleby antropogeniczne hałd przy kamieniołomie piaskowca ciosowego „środkowego” (Turon Środkowy) przypominają pod wieloma względami gleby słabo wykształcone – rankery („naturalne”) wytworzone ze skał piaskowcowych. Są to gleby bardzo silnie szkieletowe, pokryte licznymi odłatkami gruzu piaskowcowego na powierzchni. Trudna jest do określenia głębokość profilu tych gleb, gdyż w podłożu nie występuje lita skała, a jedynie starszy materiał gruzowo-ziemisty. Uziarnienie części ziemistych jest najczęściej piaszczyste, lecz spotyka się też enklawy gliniaste (głina piaszczysta i lekka). Właściwości fizykochemiczne tych gleb nie były analizowane, jednakże należy spodziewać się odczynu kwaśnego oraz niskiej zawartości wymiennych kationów zasadowych – jak w podobnych „naturalnych” zwietrzelinach. Gleby te stanowią więc potencjalne siedlisko borów górskich świeżych (BGś), ewentualnie borów mieszanych górskich świeżych (BMGś). W przyszłości należy oczekiwać ewolucji tych gleb w kierunku gleb bielcowych lub brunatnych kwaśnych, w zależności między innymi od składu gatunkowego przyszłego drzewostanu.

W międzynarodowej systematyce gleb FAO (WRB 1998), opisywane gleby antropogeniczne zaliczane są generalnie do jednostki Spolic Regosols, tj. do gleb słabo wykształconych powstałych z odpadów górniczych deponowanych na zwałowiskach. Lokalnie, gdzie szkieletowość odpadów jest szczególnie wysoka (ponad 90%), gleby zalicza się do grupy Leptosols.



Rys. 16. Lokalizacja gleb antropogenicznych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych.  
Location of anthropogenic Spolic Regosols the Stołowe Mountains National Park.

**Tab. 18.** Główne jednostki taksonomiczne gleb Parku Narodowego Gór Stołowych według Systematyki gleb Polski (1989) oraz systematyki FAO WRB (1998). Dominant soil units of the SMNP according to classification of Polish soils (1989) and FAO classification WRB (1998).

Systematyka gleb Polski (1989) Classification of Polish soils	FAO World Reference Base for Soil Resources (WRB 1998)
Gleby inicjalne skaliste (litosole)	Lithic Leptosols
Gleby słabo wykształcone (rankery)	Dystric (Eutric) Leptosols, Dystric Regosols
Gleby brunatne właściwe typowe i wyługowane	Eutric Cambisols
Gleby brunatne kwaśne - typowe - oglejone	Dystric Cambisols Dystri-Stagnic Cambisols
Bielice i gleby bielcowe	Haplic Podzols
Glejobielice i gleby glejobielicowe	Gleyic Podzols, Gleyi-Histic Podzols
Gleby gruntowo-glejowe - właściwe - torfiasto- i torfowo-glejowe	Eutric Gleysols Histic Gleysols
Gleby opadowo-glejowe	Stagnic Gleysols
Gleby torfowe	Sapric (Fibric) Histosols
Gleby mułowe i torfowo-mułowe	Ombric Histosols
Mady rzeczne	Haplic Fluvisols, Eutric Gleysols
Gleby deluwialne	Eutric Gleysols (Cambisols)
Gleby antropogeniczne o nie wykształconym profilu	Spolic Regosols

## LITERATURA

- BOGDA A. 1981. Skład mineralny i niektóre właściwości gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów sudeckich. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu.
- BORKOWSKI J. 1966. Gleby brunatne Sudetów. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 12: 29-94
- JERZYKIEWICZ T. 1968. Sedymentacja górnych piaskowców ciosowych niecki śródsudeckiej (górną kreda). Geol. Sudetica, 4: 409-462
- MAREK S. 1998. Rozwój Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w świetle badań biostratygraficznych. Szczeliniec, 2: 49-88
- OSTROWSKA A. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. IOŚ. Warszawa: 21-212.
- PULINOWA M. 1989. Rzeźba Gór Stołowych. Prace naukowe Uniwersytetu Śląskiego, 1008, Wys. Uniw. Śląskiego, Katowice: 1-218

- ROTNICKA J. 1996. Wiek i litologia tzw. margli plenerskich. Szczeliniec, 1: 21-26
- SKIBA S., DREWNIK M., PRĘDKI R., SZMUC R. 1998. Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Monografie Bieszczadzkie, 2: 1-88
- SOIL SURVEY STAFF. 1998. Keys to Soil Taxonomy. Eight edition. United States Department of Agriculture, Washington D.C.: 326 ss.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. 1989. Roczn. Glebozn., tom XL, z. 3/4.
- SZCZEGÓŁOWA MAPA GEOLOGICZNA SUDETÓW. 1955. Arkusz Wambierzyce. Instytut Geologiczny.
- SZCZEGÓŁOWA MAPA GEOLOGICZNA SUDETÓW. 1958. Arkusz Jeleniów. Instytut Geologiczny.
- SZERSZEŃ L. 1974. Wpływ czynników bioklimatycznych na procesy zachodzące w glebach Sudetów i Spitsbergenu. Roczn. Glebozn., 25, 2: 53-99.
- SZERSZEŃ L., KABAŁA C., WICIK B. 1996. Charakterystyka gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. Symp. Nauk. „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11-13 X 1996. Wyd. PNGS „Szczeliniec”: 71-77
- SZOPKA K. 2002. Czynniki przyrodnicze warunkujące powstawanie, zróżnicowanie i przeobrażenia pokrywy glebowej Gór Stołowych. (w:) Szerszeń L., Kabała C. (red.) Gleby Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec, 6: xx
- WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES (WRB). 1998. World Soil Resources Reports, 84, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome: 1-88

## CHARAKTERYSTYKA GLEB ORGANICZNYCH PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH

## CHARACTERISTIC OF ORGANIC SOILS OF THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK

ADAM BOGACZ

*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** Celem prowadzonych badań było określenie fizycznych i chemicznych właściwości gleb organicznych wytworzonych w różnych siedliskach na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych. Analizowano i klasyfikowano typ i rodzaj torfu o różnym składzie botanicznym w profilach glebowych. Torfy, mursze i torfy zamulone zidentyfikowano w różnych obszarach Parku (9 profili). Badania pokazały, że gleby organiczne płaskich powierzchni zrównań były wytworzone na piaszczysto-gliniastej bądź piaszczystej zwietrzelinie piaskowców. Gleby organiczne obszarów dolinowych i stokowych były wytworzone na gliniasto-pyłastym lub ilastym podłożu. Gleby te były klasyfikowane jako Fibri-Dystric Histosols, Sapri-Dystric Histosols i Sapri-Eutric Histosols. Odczyn poziomów organicznych wahał się od silnie kwaśnego – pH 2,8 w H<sub>2</sub>O i 2,3 w 1MKCl do lekko kwaśnego – pH 6,6 w H<sub>2</sub>O i 6,0 w 1MKCl. Zawartość Al i H wymiennego w tych glebach informuje nas, że kwasowość ich jest głównie powodowana poprzez Al wymienny. Zawartość C w poziomach glebowych waha się od 15,4 do 51,4%, a zawartość N od 0,5 do 2,25%. Charakterystyka kompleksu sorpcyjnego gleb pokazuje, że pojemność wymienna kationów waha się od 7,6 do 121 cmol(+) kg<sup>-1</sup>gleby. Stopień wysycenia kompleksu kationami o charakterze zasadowym mieści się w przedziale od 5,97% do ponad 90%. Analizy chemiczne pokazały różne poziomy troficzności gleb organicznych Parku. Gleby te reprezentują siedliska oligo-, mezo- i eutroficzne. Gleby organiczne w wielu regionach Parku są silnie przesuszone i obserwuje się tam rozwój procesu murszowego. Jakikolwiek działania podejmowane w przyszłości w celu ochrony i odtwarzania siedlisk podmokłych powinny uwzględniać bardzo zróżnicowane właściwości tych gleb.

**Abstract:** The aim of this work was to determine physical and chemical properties of organic soil developed in different sites of the mountain area of Stołowe Mountains National Park. The profiles with different botanical composition of peat were analysed and classified by types and species of peat. Peat, muck and peat-mud were identified (9 profiles) at chosen locations. Investigation showed that top plateau organic soils were developed on a sandy loam or sand weathered sandstone base. Organic soil in valley and slopes were developed on a loamy silt or clay basement. These soils were classified as Fibri-Dystric Histosols, Sapri-Dystric Histosols and Sapri-Eutric Histosols. The acidity of organic horizon ranges from strongly acid – pH 2.8 in H<sub>2</sub>O and 2.3 in 1MKCl to weekly acid – pH 6.6 in H<sub>2</sub>O and 6.0 in



1MKCl). The amount of Al. and H exchangeable in the soil indicates that the acidity of the soil caused mainly by the Al. exchangeable. Total C in soil horizon ranged from 154 to 514 g kg<sup>-1</sup> of soil while total N ranged from 5 to 22.5 g kg<sup>-1</sup> of soil. Soil sorption complex characteristic shows that the exchange cation capacity ranges from 7.6 to 121 cmol(+) kg<sup>-1</sup> of soil. The level of basic cations with sorption complex ranged from 5.97% to over 90%. A number of chemical analyses showed differed nutrient status of the organic soil in the Park. These soils represent many types of sites: oligo-, meso- and eutrophic. Organic soils within the main regions of the park were over-desiccated, with advancing muck-forming processes being noted. Any future activity concerned with the protection and restoration of wetlands sites should take into consideration very different properties of these soils.

## WSTĘP

Specyficzny układ warunków klimatycznych, litologicznych, hydrograficznych oraz fizjograficznych występujący na obszarach górskich, doprowadził do tworzenia się różnych typów gleb organicznych. Warunki geologiczne oraz rzeźba terenu występujące na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych nie sprzyjają retencji powierzchniowej (Kowalski 1992). Jedynie obszary zrównań wierzchwinowych oraz obszary dolinowe stwarzają możliwości rozwoju gleb organicznych. Gleby te w wyniku intensywnej działalności człowieka zatraciły w dużej mierze swoje naturalne właściwości (Heathwhite i in. 1993). Celem niniejszego opracowania jest charakterystyka gleb organicznych na terenie Parku pod względem ich właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GLEB

Badania prowadzone na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych wskazują, że rozwój gleb torfowych na obszarze Gór Stołowych rozpoczął się około 10 000 lat temu, a powstające tu gleby tworzyły się w wyniku zabagnienia podłoża mineralnego. Świadczy o tym brak osadów jeziornych typu gytia w poziomach zalegających bezpośrednio na spągu. Powstające zbiorowiska bagienne wykazywały początkowo cechy zbiorowisk eutroficznych, a w dalszym etapie rozwoju mezo i oligotroficznych (Stark 1936; Marek 1998).

Gleby organiczne nie są dominującą grupą gleb na obszarze Parku i stanowią zaledwie niecałe 2% powierzchni Parku. Ze względu jednak na ich ważną rolę w kształtowaniu warunków wilgotnościowych oraz duże zróżnicowanie pod względem typologicznym stanowią cenny element środowiska przyrodniczego tego terenu. Aktualnie całkowita powierzchnia zajmowana przez gleby organiczne na obszarze Parku szacowana jest na około 100 ha. Największe skupiska tych gleb spotykamy na obszarach głównie w środkowej i zachodniej części Parku. Obszary te to Wielkie Torfowisko Batorowskie oraz wierzchwinina Skalniaka (Długie i Kragłe Mokradło), gdzie obecnie w formie szczątkowej spotykamy jedynie fragmenty rozległego niegdyś torfowiska. Znacznie mniejsze powierzchnie gleb organicznych występują w okolicach Małego Torfowiska Batorowskiego, Kamiennego Potoku, w Dolinie Czerwonej Wody, w górnym biegu Moszczenicy, okolicach Łęczyc, Niekącej Łąki, na obszarach

źródłiskowych u podnóża Urwiska Batorowskiego oraz północnych stokach masywu Skalniaka, a także w dolnej części jego stoków południowych.

Gleby organiczne Parku Narodowego Gór Stołowych zajmują położenie pomiędzy 500 a 900 m. n.p.m. (Kaszubkiewicz i in. 1996). Tworzenie się gleb organicznych na tym obszarze jest silnie związane z warunkami hydrologicznymi na powierzchniach zrównań oraz na stokach, wierzchowinach oraz dolinach rzecznych (Woronko 1998). Podłożem mineralnym powstałych tu gleb są piaszczysto-gliniasto-kamieniste zwietrzliny piaskowców. Zwietrzliny tego typu spotykamy między innymi na powierzchniach zrównań wierzchowiny Skalniaka. Opisywane na tych obszarach gleby organiczne, występujące w sąsiedztwie gleb bielcowych, są niekiedy dodatkowo przykryte kilkucentymetrową warstwą zwietrzliny piaskowcowej. Gleby organiczne na obszarze Wielkiego Torfowiska Batorowskiego oraz w okolicach Łężyc zalegają na pylastej, bądź pylasto-piaszczystej, zwietrzlinie margli i piaskowców, natomiast gleby zajmujące położenia w dolnej części stoków (Masyw Skalniaka) wytworzyły się na podłożu deluwialno-wietrzeniowym utworzonym przez zwietrzliny gliniaste i ilaste (Bogacz 2000). Miąższość poziomów organicznych gleb Parku rozproszonych na wielu niewielkich powierzchniach, zwykle nie przekracza 1,5 m. (Bogacz 2000), choć w niektórych przypadkach (Wielkie Torfowisko Batorowskie) sięga nawet 5,0 m. (Marek 1998). Zróżnicowaną miąższość utworów organicznych wiąże się często z zaleganiem w podłożu głazów oraz nierównomiernym ukształtowaniem podłoża mineralnego (Kaszubkiewicz i in. 1996).

Zmiany warunków hydrologicznych na terenie Parku, wynikające z przeprowadzanych w przeszłości zabiegów osuszających, doprowadziły do przesuszenia gleb organicznych, zahamowania na wielu obszarach rozwoju procesu bagiennego i rozwoju procesu murszowego, a w dalszej konsekwencji do degradacji tych gleb. Problemy związane z osuszaniem obszarów mokradłowych w górach dotyczą wielu parków i rezerwatów (Cooper 1998). Te niekorzystne procesy zostały zapoczątkowane już w XIX wieku, kiedy to na obecnym obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych wykonano zabiegi częściowego osuszania wielu mokradeł (Stark 1936). Wykonany sztuczny układ rowów przecinających obszary podmokłe oraz rowów przydrożnych znacznie przyspiesza spływ powierzchniowy wód opadowych i roztopowych. Tego typu działania, a także inne takie jak budowa dróg, ujęć wodnych oraz zrywka drewna doprowadziły do szeregu niekorzystnych zmian w glebach organicznych (Woronko 1998). Na skutek osuszania gleb wyginęła naturalna roślinność lokalnych zatorfień w obrębie wierzchowiny Skalniaka czy Małego Torfowiska Batorowskiego (Stark 1936). Obecnie na przesuszonych powierzchniach wielu gleb organicznych Parku obserwuje się ekspansję roślinności torfowisk niskich przy jednoczesnym zaniku cennych gatunków torfowisk wysokich i przejściowych (Boratyński 1994). Do zahamowania rozwoju procesu bagiennego przyczyniły się na wielu obszarach Parku nasadzenia świerka. Dobrze wykształcony, często dużej miąższości poziom ściółki, uniemożliwia skutecznie rozwój roślinności bagiennej (Bogacz 2000).

## METODYKA BADAŃ

Do badań wytypowano 9 profilów gleb organicznych wykazujących różny stopień rozkładu materii organicznej, wytworzonych na zwietrzelinach piaskowców oraz margli. Niektóre z wytypowanych profili glebowych zlokalizowano na płaskich powierzchniach zrównań, na których zdolności retencyjne podłoża oraz niewielkie spadki terenu wytworzyły warunki do rozwoju tych gleb (Masyw Skalniaka, Wielkie Torfowisko Batorowskie, okolice Łęczyc) (Woronko 1998). Obszary te są zasilane głównie przez wody opadowe, a w przypadku Wielkiego Torfowiska Batorowskiego oraz gleb bagiennych okolic Łęczyc, wody napływające z innych obszarów Parku (Marek 1998). Część analizowanych gleb reprezentuje powierzchnie położone w dolnej części stoków (Masyw Skalniak) w postaci niewielkich młak na obszarach źródliskowych. W tym przypadku mamy do czynienia głównie z soligenicznym typem ich zasilania.

Analizowane gleby zaliczono do typów gleb torfowych torfowisk przejściowych, niskich lub wysokich oraz do gleb murszowych i mułowych (Systematyka Gleb Polski 1989) oraz do Fibri-Dystric Histosols, Sapri-Dystric Histosols i Sapri-Eutric Histosols według systematyki FAO (WRB 1998). Poziomy organiczne wytypowanych gleb wykazują różną miąższość od 30 do ponad 300 cm. W większości analizowanych gleb proces torfotwórczy został przerwany, a wytworzony poziom ściółki wykazywał często dość dużą miąższość (Kaszubkiewicz i in. 1996; Bogacz 2000).

Z poszczególnych profilów glebowych pobrano za pomocą świdra torfowego typu Instorf łącznie 40 próbek do oznaczeń właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych. Dodatkowo pobierano również próbki w stanie nienaruszonym do cylinderków Kopeckiego o objętości 100 cm<sup>3</sup> celem dokonania pomiarów wybranych właściwości fizycznych. Próbki pobierano do głębokości 150 cm lub do poziomu skały podścielającej.

W pobranym materiale glebowym oznaczono:

### właściwości fizyczne w tym:

- popielność poprzez spalanie próbki w 550°C,
- stopień rozkładu torfu metodą mikroskopową oraz metodą SPEC w wyciągach pirofosforanowych,
- gęstość właściwą gleb wyliczono na podstawie popielności przy użyciu wzoru Okruszki,
- gęstość objętościowa w cylinderkach Kopecky'ego,
- właściwości retencyjne gleb przy użyciu bloków piaskowych i kaolinowo-- piaskowych firmy Ejkelkamp,
- przepuszczalność wodna gleb w aparacie firmy Ejkelkamp,
- porowatość całkowita (Pc) wyliczono na podstawie gęstości właściwej i objętościowej,

Na podstawie uzyskanych wartości wilgotności gleb z pomiarów wykonanych na blokach piaskowych i kaolinowo-piaskowych dla różnych wartości siły ssącej gleby, dokonano charakterystyki właściwości retencyjnych.

właściwości fizykochemiczne i chemiczne w tym:

- pH w H<sub>2</sub>O i 1M KCl,
  - glin i wodór wymienny metodą Sokołowa,
  - kwasowość wymienna metodą Kappena,
  - C ogólny oraz S ogólną przy użyciu aparatu CS-MAT 5500,
  - N ogólny metodą Kjeldahla,
  - udział kationów o charakterze zasadowym Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> w kompleksie sorpcyjnym metodą z octanem amonu przy pH 7.0,
  - na podstawie udziału kationów o charakterze zasadowym oraz kwasowości wymiennej (Kw) została obliczona pojemność kompleksu sorpcyjnego (CEC) oraz stopień wysycenia kompleksu kationami o charakterze zasadowym (BS),
  - zasobność poziomów gleb organicznych w przyswajalny Mg, K, P określono na podstawie oznaczeń w przygotowanych wyciągach glebowych w 0,5 M HCl,
- Wykonano również jednorazowo oznaczenia zawartości poszczególnych składników w próbkach wody pobranej z odwiertów, w których oznaczono:
- pH – potencjometrycznie,
  - zawartość niektórych składników takich jak: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>,
- Badania uzupełniono o analizę makroszczątków zachowanych w torfach. Na podstawie tej analizy podjęto próbę określenia typu oraz rodzaju torfu

**WYNIKI BADAŃ****Analiza geobotaniczna torfu**

Wykonane w wydzielonych poziomach torfowych analizy geobotaniczne torfów wykazały duży udział zachowanych szczytków *Carex sp.* oraz stosunkowo niewielki udział szczytków *Bryales sp.* oraz *Sphagnum sp.* W profilach reprezentujących gleby usytuowane w dolnej części stoków – profile 1,3 w poziomach torfowych stwierdzono obecność drewna, kory oraz igieł świerka, a także zachowanych fragmentów *Equisetum sp.* Największy udział zachowanych szczytków torfowców wśród badanych profili obserwowano w obrębie wierzchowiny Skalniaka. Analiza geobotaniczna wykazała również, że gleby z różnych obszarów Parku wytworzone są głównie z torfów przejściowych zaliczanych do rodzaju mszarny przejściowy i brzezinowy lub torfów niskich z rodzaju mechowo-turzycowiskowego. Określanie na podstawie polskiej normy (PN-76/G-02501 1977) rodzaju torfu było bardzo utrudnione, a niekiedy niemożliwe ze względu na duży stopień rozkładu analizowanego materiału oraz niedoskonałość normy. Stopień rozkładu niektórych utworów organicznych przekraczał 80% (tab. 1).

**Tab. 1a** Stopień rozkładu oraz skład gatunkowy torfów z terenu Parku Narodowego Gór Stołowych  
Humification degree and composition of peat plants fragments in Stołowe Mountains National Park

Profil Profile	Głębokość Depth [cm]	Stopień rozkładu Humification degree %	procent mierzonych szczątków roślinnych % of not humificated plantis fragments							pozycja systematyczna torfu systematic peat position				
			drewno i kora wood and bark	liście leaves	krzewinki heather	Sphagnum	Bryales	turzyce sedge	Eriophorum	inne other	nie rozpoznane not identified	typ type	rodzaj genus	
I	0-10	62	15	20 <sub>św</sub>	5	+	+	+	15			E15	niski	mechotrzyc.
	10-35 35-50	>90 80	- 60	- 5 <sub>św</sub>	- +	- +	- +	- +	- +	- E10	- 25	- E10	humotorf niski	---
II	0-10	27	1	18 <sub>św</sub>	+	75	1	+	+	1	5	wysoki	mszarny wysoki	
	10-40	65	7		+	70	+			8	15	wysoki	mszarny wysoki	
III	10-30	78	30	30 <sub>św</sub>					+	5	30	niski	---	
	30-80 80-110	>90 88	- 45	- 20 <sub>św</sub>	- +	- +	- +	- +	- +	- E5	- 30	humotorf niski	humotorf niski	---
IV	15-23	28	5			30	55	2	2		8	przejęciowy	mszar- przejęc.	
	23-42	17	+	1 <sub>św</sub>		98	+				1	przejęciowy	mszar- przejęc.	
	42-64	48	8	7 <sub>św</sub>	+	50	30	+	+		5	przejęciowy	mszar- przejęc.	

Skróty nazw gatunków: św - *świerk pospolity*, E-*Equisetum sp.-skrzyp*, Cal.-*Calamagrostis sp.-trzcinnik (brz)*-*Betula sp.-brzoza*, J-*Juncus filiformis-sit cienki*. Shorted species names: św-*Picea sp.*, E-*Equisetum sp.*, Cal-*Calamagrostis sp.*, (brz)-*Betula sp.*, J-*Juncus filiformis*.

**Tab. 1b.** Stopień rozkładu oraz skład gatunkowy torfów z terenu Parku Narodowego Gór Stołowych  
Humification degree and composition peat plants fragments in Stołowe Mountains National Park

Profil Profile	Głębokość Depth [cm]	Stopień rozkładu Humification degree %	procent nierozłożonych szczątków roślinnych % of not humificated plants fragments								pozycja systematyczna torflu systematic peat position		
			drewno i kora wood and bark	liście leaves	krzewinki heather	Sphagnum	Brya- turzyce sedge	Erio- pho- rum	inne other	nie rozpoznane not identified	typ type	rodzaj genus	
V	15-50	18				85				+			przejęściowy mszar-przeję.
	50-70	60				20				12			przejęściowy mszar-przeję.
VI	18-70	52	12	15 <sub>sw</sub>	+	+	5			5			przejęściowy brzezinowy
	70-110	47	2	5 <sub>sw</sub>		10		+		8			przejęściowy brzezinowy
	110-150	43	4	1 <sub>sw</sub>		+		20		5			niski mech-turzyc.
VII	0-15	46		1 <sub>(brz)</sub>		+			7			Cal.80	niski mech-turzyc.
VIII	0-10	34	+	40 <sub>(brz)</sub>	+	30		15		3			przejęściowy brzezinowy
	10-35	52	2	5 <sub>(brz)</sub> 2 <sub>sw</sub>	10	25		10		+		J15	przejęściowy brzezinowy
IX	35-50	57			1			90					niski mech-turzyc.
	50-70	64	1		+	+		90					niski mech-turzyc.
IX	15-23	39			5	75		10					przejęściowy mszar-przeję.
	23-80	46	3		+	2		10		1			niski mech-turzyc.
	80-100	50	2			5		15		5			niski mech-turzyc.

**Tab. 2a.** Właściwości fizyczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych  
Physical properties of organic soils in Stołowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	Poziom genet. Genetic horizon	Głębokość pobrania Depth of samples [cm]	SPEC	Udział popiołu Ash content % d.m.	$\rho_w$		$\rho_c$	$P_c$	Wartości pF pF data in %			pory $\varnothing > 30 \mu\text{m}$ pores % v/v	Przepuszczalność pionowa Vertical permeability $K_{10}$ $\text{cm s}^{-1}$
					$\text{g cm}^{-3}$	%			1,5	2,0	2,7		
I	Otm2	10-20	10YR 3/2	31,25	1,79	0,24	86,6	80,9	70,6	58,6	16,0	$5,61\text{E}^{-7}$ - $9,81\text{E}^{-8}$	
	Otm3	35-45	10YR 3/2	60,52	2,12	0,41	80,6	74,8	68,8	57,9	11,8	$1,07\text{E}^{-7}$ - $6,64\text{E}^{-8}$	
II	Otwy1	0-10	7,5YR 5/4	53,33	2,04	0,17	91,7	76,4	63,6	51,3	28,1	$4,25\text{E}^{-7}$ - $8,32\text{E}^{-8}$	
	Otwy2	10-20	7,5YR 5/3	29,67	1,78	0,22	87,6	79,3	69,3	55,9	18,3	$1,77\text{E}^{-7}$ - $6,64\text{E}^{-7}$	
III	Otm1	0-10	7,5YR 5/4	22,04	1,69	0,23	86,4	80,7	73,1	62,0	13,3	$1,30\text{E}^{-7}$ - $2,15\text{E}^{-7}$	
	Otm2	10-20	7,5YR 5/3	25,09	1,73	0,25	85,5	80,2	74,6	63,7	10,9	$3,43\text{E}^{-7}$ - $6,59\text{E}^{-7}$	
IV	Olfh	0-10	10YR 7/4	17,82	1,65	0,19	88,5	75,5	65,4	53,9	23,1	$1,71\text{E}^{-6}$ - $1,83\text{E}^{-6}$	
	Oprz1	15-23	10YR 7/4	8,91	1,55	1,16	89,7	84,3	72,1	63,2	17,6	$3,14\text{E}^{-6}$ - $6,68\text{E}^{-6}$	
	Oprz2	25-35	10YR 8/2	4,58	1,50	0,07	95,5	88,6	62,4	50,7	33,1	$1,43\text{E}^{-5}$ - $1,76\text{E}^{-5}$	
	Oprz3	45-55	7,5YR 5/3	80,32	2,33	0,60	74,2	66,7	59,6	49,8	14,6	$1,56\text{E}^{-5}$ - $8,43\text{E}^{-5}$	
V	Olfh	0-10	7,5YR 5/4	25,37	1,73	0,18	89,6	73,5	64,9	54,9	24,7	-	
	Oprz1	15-25	10YR 8/3	4,42	1,50	0,12	92,0	88,1	74,6	63,4	17,4	-	
	Oprz2	50-60	7,5YR 5/4	46,68	1,96	0,18	90,8	83,4	70,2	58,8	20,6	-	
	Otm	70-80	10YR 5/3	84,72	2,38	0,45	81,1	73,9	60,9	46,3	20,2	-	

Objaśnienia: SPEC-barwa glebowego ekstraktu pirofosforanowego,  $P_c$ -porowatość całkowita,  $\rho_w$ -gęstość właściwa,  $\rho_c$ -gęstość objętościowa.  
Explanation: SPEC-soil pyrophosphate extract colour,  $P_c$ -total porosity,  $\rho_w$ -specific gravity,  $\rho_c$ -bulk density

**Tab. 2b.** Właściwości fizyczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych  
Physical properties of organic soils in Stolowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania próbek Depth of samples [cm]	SPEC	Udział popiołu Ash content % d.m.	ρ <sub>w</sub>		ρ <sub>c</sub>	Wartości pF pF data in %			pory >30µm pores % v/v	Przepuszczalność pionowa Vertical permeability K <sub>10</sub> , cm s <sup>-1</sup>
					g cm <sup>-3</sup>	ρ <sub>o</sub>		1.5	2.0	2.7		
VI	Olfb	0-10	10YR 7/4	7,68	1,54	0,18	88,2	72,5	59,0	51,1	29,2	4,53E <sup>-5</sup> -4,78E <sup>-5</sup>
	Oprz1	20-30	10YR 7/3	4,19	1,50	0,09	94,0	78,9	59,1	50,1	34,9	3,59E <sup>-5</sup> -9,52E <sup>-6</sup>
	Oprz2	70-80	10YR 8/3	3,88	1,49	0,10	93,3	81,5	63,1	55,6	30,2	1,37E <sup>-5</sup> -4,69E <sup>-6</sup>
	Otni	110-120	10YR 5/4	4,09	1,50	0,11	92,7	85,4	68,1	62,0	24,6	1,26E <sup>-6</sup> -9,99E <sup>-6</sup>
VII	Otm	40-50	10YR 4/2	72,60	2,25	0,37	83,6	74,5	65,1	56,9	18,5	2,19E <sup>-7</sup> -6,69E <sup>-7</sup>
	Oprz1	0-10	10YR 8/4	14,13	1,61	0,43	84,5	78,4	63,2	51,5	21,3	1,09E <sup>-4</sup> -2,63E <sup>-4</sup>
VIII	Oprz2	10-20	10YR 6/4	20,54	1,68	0,13	91,9	78,9	68,7	62,0	23,2	-
	Otni1	35-45	10YR 5/3	47,77	1,98	0,40	76,2	76,6	65,6	55,5	10,6	1,20E <sup>-4</sup> -4,72E <sup>-5</sup>
	Otni2	50-60	10YR 5/3	71,09	2,23	0,24	87,9	78,2	62,7	51,3	25,2	5,12E <sup>-5</sup> -5,65E <sup>-5</sup>
	Mprz1	3-15	10YR 5/4	9,80	1,56	0,20	87,2	68,1	59,3	48,7	27,9	-
IX	Mprz2	15-23	10YR 7/4	2,21	1,48	0,16	89,1	83,1	72,7	60,5	16,4	1,69E <sup>-4</sup> -9,51E <sup>-4</sup>
	Otni1	25-35	10YR 7/3	2,43	1,48	0,09	93,9	85,4	71,9	60,9	22,0	6,21E <sup>-4</sup> -1,53E <sup>-5</sup>
	Otni2	80-90	10YR 6/3	71,28	2,24	0,33	85,3	76,4	69,8	62,3	15,5	3,08E <sup>-4</sup> -1,42E <sup>-5</sup>

Objasnienia: SPEC-barwa glebowego ekstraktu pirofosforanowego, ρ<sub>c</sub>-porowatość całkowita, ρ<sub>w</sub> - gęstość właściwa, ρ<sub>o</sub> - gęstość objętościowa.  
Explanation: SPEC-soil pyrophosphate extract colour, ρ<sub>c</sub>-total porosity, ρ<sub>w</sub>-specific gravity, ρ<sub>o</sub>-bulk density



### Właściwości fizyczne gleb

Gleby organiczne Parku w zależności od warunków wilgotnościowych, oraz związanych z nimi sposobami zasilania w wodę, wykazywały bardzo zróżnicowany stopień rozkładu materii organicznej wahający się w przedziale od 17 do ponad 90%. Gleby w położeniach nastokowych obszarów źródłiskowych reprezentowane przez profile 1, 3 wykazywały wysoki stopień rozkładu torfu zwykle powyżej 60%. Silnie rozłożone, płytkie gleby torfowe siedlisk z zasilaniem soligenicznym są narażone na intensywny rozwój procesu murszowego w przypadku ich przesuszania, co w konsekwencji prowadzi do ich szybkiej degradacji (Dembek 1992). Na ryzyko degradacji tych gleb zwracają również uwagę Marcinek (1976), Spychalski (1976) oraz Okruszko (1976). Poziome torfowe gleby wytworzone na obszarach płaskich wierzchowinowych oraz niżej położonych charakteryzowały się na ogół słabym lub średnim stopniem rozkładu 17-60%. Tworzące się na tych obszarach gleby reprezentują siedliska oligo- i mezo- troficzne, a stopień rozkładu materii organicznej poziomów glebowych wzrasta wraz z głębokością. Stosunkowo wysokie wartości stopnia rozkładu torfów gleb Parku Narodowego Gór Stołowych potwierdza również analiza barwy wyciągów pirofosforanowych SPEC. Większość analizowanych próbek zaklasyfikowano do silnie rozłożonych torfów typu sapric (Soil Survey Division Staff 1975)(tab. 2a, b).

Popielność poziomów organicznych mieściła się w badanych glebach w przedziale 2,2-72,6 % s.m. Wysokie zawartości popiołu obserwowane w niektórych poziomach powierzchniowych gleb były związane ze zjawiskiem wzbogacania tych poziomów w materiał pochodzący z wietrzenia piaskowców i margli. Podobne zjawisko obserwowano w glebach torfowych Karkonoszy (Klementowski 1973).

Gęstość właściwa w analizowanych poziomach organicznych przyjmowała wartości z zakresu 1,48-2,25 g cm<sup>-3</sup>, a gęstość objętościowa 0,07-0,62 g cm<sup>-3</sup>. Przesuszenie poziomów wierzchnich doprowadziło w wielu przypadkach do wzrostu gęstości objętościowej. Silins i Rothwell (1998) notują podobne zjawisko w drenowanych glebach torfowych Kanady.

Wartości przepuszczalności wodnej pionowej w strefie nasyconej wyrażonej w wartościach współczynnika  $K_{10}$  zawierały się w przedziale  $1,09 \times 10^{-4}$  cm s<sup>-1</sup> w poziomach murszowych do  $6,64 \times 10^{-8}$  cm s<sup>-1</sup> w bardzo silnie zhumifikowanych i zamulonych poziomach torfowych. Chason i Siegel (1998) badając przepuszczalności gleb torfowych wskazują na związek pomiędzy przepuszczalnością a stopniem rozkładu torfu. Mathur i Levesgue (1995) obserwują negatywną korelację pomiędzy przepuszczalnością a głębokością w profilu. Badania przepuszczalności poziomów gleb organicznych na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych nie potwierdziły tych obserwacji.

Właściwości retencyjne gleb dobrze charakteryzują wartości wilgotności z zakresu pF 1,5-2,7. Wilgotności próbek glebowych mieszczą się w przedziale od 66,7 do 88,6 % dla pF 1,5 oraz od 46,3 do 71,9 % dla pF 2,7. Retencyjność tych gleb jest uzależniona od rodzaju deponowanego materiału (ściółka, torf czy mursz) oraz stopnia jego rozkładu bądź stopnia zmurszenia. Zawartość makroporów wyliczana na podstawie porowatości całkowitej i wilgotności przy pF 2,0 jest zróżnicowana i mieści się w przedziale od 10,3 do 34,9 %, a wartości powyżej 20 % występują zazwyczaj w głębszych poziomach glebowych. Silins i Rothwell (1998) obserwowali podobne zjawisko obniżania się zawartości makroporów ( $\varnothing > 600 \mu\text{m}$ ) w poziomach powierzchniowych leśnych gleb torfowych prowincji Alberta w wyniku zabiegów osuszających.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotne korelacje pomiędzy poszczególnymi parametrami fizycznymi (tab.3). Gęstość objętościowa jest tu bardzo wyraźnie zależna od popielności utworów organicznych ( $r=0,76$   $n=27$   $p>0,05$ ), oraz zawartości w nich makroporów glebowych ( $r=-0,57$   $n=27$   $p>0,05$ ). Retencyjność gleb organicznych, charakteryzowana poprzez połowę pojemność wodną dla pF 2,0, zależy głównie od objętości makroporów glebowych ( $r=-0,63$   $n=27$   $p>0,05$ ).

**Tab. 3.** Współczynniki korelacji dla niektórych właściwości fizycznych gleb organicznych. Correlation coefficients for selected physical properties of organic soil

	Stopień humifikacji humification degree	zawartość popiołu ash content	połowa poj. wodna field water capacity	macropory macropores $\varnothing > 30 \mu\text{m}$	przepuszczalność wodna water permeability
zawartość popiołu ash content	0,22				
połowa pojemność wodna field water capacity	0,25	0,20			
macropory $\varnothing > 30 \mu\text{m}$ macroporus	-0,43	-0,39	-0,63*		
przepuszczalność wodna water permeability	-0,20	-0,14	0,22	-0,10	
gęstość objętościowa bulk density	0,25	0,76*	-0,23	-0,57*	-0,04

### Właściwości chemiczne

Odczyn gleb organicznych jako podstawowy wskaźnik ich troficzności (Sjors 1950), wahał się od pH 2,8 w H<sub>2</sub>O i 2,3 w 1M KCl w poziomach murszowych profilu 9 do pH 6,6 w H<sub>2</sub>O i 6,0 w 1M KCl w poziomie torfu silnie zamulonego – profil 3 (tab. 2a). Na podstawie wartości odczynu można stwierdzić, że poziomy torfowe gleb zajmujących położenia w dolnej części stoków, wykazywały odczyn lekko kwaśny, natomiast ukształtowane na płaskich powierzchniach zrównań odczyn kwaśny bądź silnie kwaśny. W większości gleb obserwowano tendencję wzrostu wartości pH wraz z głębokością (tab. 4a, b) i zmiany odczynu od silnie do lekko kwaśnego.

Analiza zawartości wodoru i glinu wymiennego gleb obszaru Parku wskazuje na dominującą rolę glinu wymiennego w ich kwasowości. Udział glinu wymiennego w pojemności sorpcyjnej w niektórych silnie kwaśnych poziomach wynosił prawie 90%. Znaczne nagromadzenie form Al<sub>w</sub> jest wyraźnie widoczne w poziomach powierzchniowych ściółek leśnych oraz poziomie murszowym (tab. 2a, b). Różna zawartość węgla ogólnego w poziomach organicznych wynika z odmiennego składu botanicznego tworzących go szczątków roślinnych, występujących często procesów namulania i murszenia torfu (Okołowicz, Sowa 1995). W badanych obiektach Parku zawartość węgla ogólnego kształtowała się w zakresie od 15,4% w silnie zamulonym poziomie Otn1 profilu 8 do 51,4% w słabo rozłożonym poziomie torfu przejściowego gleby murszowej profilu 9 (tab. 4a, b).

Poziomy organiczne gleb torfowych charakteryzują się zwykle wysokimi wartościami N ogólnego (Pacarinen i in. 1977). Torfy wysokie i przejściowe wykazują niższą zawartość N niż poziomy torfów niskich (Jungerius, Pons 1961). Zawartości N ogólnego, w przypadku poziomów analizowanych gleb z terenu Parku Narodowego Gór Stołowych, mieszczą się w przedziale od 5 g · kg<sup>-1</sup> N w słabo rozłożonym poziomie torfowym z dużym udziałem Sphagnum sp. – profil 4 do 22,3 g · kg<sup>-1</sup> N w poziomie torfowym Otrp2 profilu 8. Relacja C/N może być wskaźnikiem zawartości organicznego azotu, który jest mineralizowany w glebach torfowych podczas trwania sezonu wegetacyjnego (Kaunisto, Aro 1996). Poziomy gleb torfowych wykazują zwykle wysokie wartości stosunku C/N mieszczące się najczęściej w przedziale od 25 do 70 (Crum 1988). Obserwowane relacje C/N, w zależności od występujących na terenie Parku utworów organicznych i ich składu botanicznego, mieściły się w zakresie od 10,9 w poziomie torfu zamulonego profilu 7 do 72,2 w słabo rozłożonym torfie przejściowym z dużym udziałem Sphagnum sp.- profil 4. Intensywna mineralizacja materii organicznej w niektórych poziomach gleb organicznych mogła przyczynić się do zawężenia relacji C/N często poniżej 20. Występujące wartości tego wskaźnika w poziomach powierzchniowych badanych gleb świadczą w wielu przypadkach o ich przesuszeniu, wysokim stopniu humifikacji torfów oraz o rozwijającym się procesie murszowym.

Zawartość siarki ogólnej w glebach organicznych jest często zróżnicowana i zależna od składu gatunkowego szczątków roślinnych budujących masę torfową (Konecka-Betley 1994). Może być ona również wskaźnikiem występujących w glebach warunków hydroekologicznych (Altschuler 1983). W analizowanych poziomach zawartości siarki mieściły się w przedziale od 0,35 g · kg<sup>-1</sup> S w poziomie mułowym profilu 5 do 5,02 g · kg<sup>-1</sup> S w poziomie Otrp2 profilu 8 (tab. 2b). Na podstawie liczb granicznych przyjętych przez IUNG (1995) dla powierzchniowych poziomów gleb organicznych,

zaklasyfikowano je głównie jako- nisko, niekiedy średnio i wysoko zasobne w ten składnik (tab. 4a, b).

Pojemność kompleksu sorpcyjnego (CEC) poziomów organicznych często przekracza  $100\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby i jest w dużym stopniu zależna od rodzaju torfu i stopnia jego rozkładu (Thorpe 1973). W badanych poziomach pojemność ta kształtowała się w przedziale od  $7,62 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w silnie zamulonym poziomie Otni2 profilu 9 do  $121,11 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w silnie rozłożonym poziomie Otni2 profilu 3 (tab. 5a,b). Zawartość kationów  $\text{Ca}^{+2}$  jest bardzo wyraźnie zróżnicowana w poszczególnych poziomach analizowanych gleb i wynosi od  $1,26 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie Otrpr2 profilu 4 do aż  $117,00 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w bardzo silnie rozłożonym poziomie Otni2 profilu 1. Ilość magnezu mieszczą się w przedziale od  $0,35 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  w poziomie torfowym Otwy2 profilu 2 do  $4,15 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  w silnie rozłożonym poziomie Otni1 profilu 3. Na podstawie wcześniej prowadzonych badań gleb organicznych wynika, że potas zajmuje zwykle dalsze miejsce, jeśli chodzi o jego ilość w kompleksie sorpcyjnym (Piaśnik 1977). W glebach organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych jego zawartości mieszczą się w przedziale od  $0,11 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  w poziomie Otrpr2 profilu 4 do  $1,99 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  w powierzchniowym poziomie torfowym Otni1 profilu 7 (tab. 5a,b). Zawartość sorbowanych kationów  $\text{Na}^{+}$  waha się w zakresie od  $0,11 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie Otrpr2 profilu 5 do  $0,33 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie powierzchniowym Otrpr1 profilu 8 (tab. 5a, b).

Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (BS) jest ważnym wskaźnikiem warunków troficznych gleb różnych siedlisk. W glebach oligotroficznych siedlisk wierzchowy Skalniaka - profile 2, 4, 5 wartości tego parametru nie przekraczały zwykle 15%, natomiast w eutroficznych glebach siedlisk dolnej części stoków - profile 1,3 obserwowane wartości (BS) przekraczały nawet 90%.

Na podstawie zawartości składników rozpuszczalnych w  $0,5\text{M HCl}$  oraz norm przyjętych przez IUNG (1995), określono zasobność analizowanych gleb (tab. 2a, b). Zawartość magnezu w poziomach organicznych mieści się w przedziale od  $2,8 \text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  gleby w poziomie Otrpr1 profilu 4 do  $67,6 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  gleby w powierzchniowym poziomie Otni1 profilu 3. W profilach obserwowano na ogół obniżanie zawartości tego składnika wraz ze wzrostem głębokości i wartości te oceniono według norm IUNG jako niskie a niekiedy średnie.

Tab. 4a. Właściwości fizykochemiczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stożowych.  
Physicochemical properties of organic soils in Stołowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	Poziom glebowy Genetic horizon	Głęb. pobrania Sampling depth [cm]	pH		H <sub>w</sub>	Al <sub>w</sub>	H <sub>w</sub> + A <sub>w</sub>	C	N	S	C/N	Formy rozpuszczalne w 0,5M HCl extractable forms			
			H <sub>2</sub> O	1M KCl								cmol(+) kg <sup>-1</sup> gleby	K	Mg	P
I	Otni1	0-10	6,3	5,8	0,08	0,40	0,48	33,36	2,22	0,203	15,0	60,5	61,6	13,9	
	Otni2	10-20	5,8	5,4	0,16	0,32	0,48	32,86	1,98	0,241	16,6	17,6	57,2	7,7	
	Otni3	35-45	6,2	5,6	0,12	0,36	0,48	18,28	1,25	0,152	14,6	26,1	39,6	7,0	
	D	50-60	6,9	5,6	0	0,32	0,32	0,27	0,10	0,005	-	26,5	26,4	3,5	
	IID	70-80	7,4	5,7	0	0,16	0,16	0,32	0,07	0,006	-	61,2	33,6	3,3	
II	Otwy1	0-10	3,5	2,7	3,68	11,0	14,7	23,22	0,90	0,129	25,8	29,6	18,0	7,4	
	Otwy2	10-20	3,5	2,8	4,00	17,9	21,9	36,60	1,65	0,120	22,2	40,2	4,4	10,5	
	D	40-50	4,5	3,8	0,08	0,72	0,80	0,39	0,08	0,006	-	4,7	1,4	4,2	
III	Otni1	0-10	6,5	6,0	0,12	0,68	0,80	34,47	1,85	0,250	18,6	216,8	67,6	41,5	
	Otni2	10-20	6,5	5,9	0,08	0,40	0,48	31,53	1,89	0,218	16,7	32,1	62,4	36,1	
	Otni3	30-40	6,6	6,0	0,04	0,28	0,32	30,19	1,79	0,311	16,9	27,7	57,2	92,6	
	Otni4	80-90	6,3	5,8	0,04	0,44	0,48	31,54	1,51	0,432	20,9	20,7	60,8	26,1	
IV	Olfh	0-10	3,5	3,0	2,72	25,8	28,5	36,65	1,59	0,208	23,1	71,4	4,0	12,7	
	Otprz1	15-23	3,4	3,0	2,56	27,8	30,4	38,28	1,14	0,246	33,6	16,8	2,8	40,0	
	Otprz2	25-35	3,6	3,1	1,56	30,3	31,8	36,11	0,50	0,248	72,2	39,4	16,0	18,9	
	Otprz3	45-55	3,6	3,1	0,80	7,04	7,84	10,50	0,52	0,061	20,2	3,9	1,0	19,9	
	D	65-75	4,0	3,2	1,16	0,80	0,96	0,60	0,06	0,006	-	3,9	2,0	0,9	

Objasnienia: H<sub>w</sub> - wodór wymienny, Al<sub>w</sub> - glin wymienny; Explanation: H<sub>w</sub> - exchangeable H, Al<sub>w</sub> - exchangeable Al.

Tab. 4b. Właściwości fizykochemiczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych  
 Physicochemical properties of organic soils in Stolowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	Poziom glebowy Genetic horizon	Głęb. pobrania Sampling Depth, cm	pH		H <sub>w</sub>	Al <sub>w</sub>	H <sub>w</sub> +A <sub>w</sub>	C	N	S	C/N	Formy rozpuszczalne extractable forms			
			H <sub>2</sub> O	IM KCl								cmol(+) kg <sup>-1</sup> gleby	K	Mg	P
V	Olfh	0-10	3,5	2,8	3,04	20,3	23,36	33,13	1,74	0,151	19,0	84,6	6,5	11,6	
	Oprz1	15-25	3,3	2,8	3,68	17,9	21,60	39,27	1,13	0,280	34,8	14,0	5,3	7,8	
	Oprz2	50-60	3,8	3,3	1,44	12,6	14,08	24,87	1,34	0,112	18,6	17,2	3,0	30,6	
	Om	70-80	4,1	3,5	0,48	8,32	8,80	6,94	0,41	0,035	16,9	11,7	11,6	6,8	
	D	80-90	3,9	3,3	0,40	6,32	6,72	4,51	0,28	0,030	16,1	10,1	1,8	4,5	
VI	Olfh	0-10	3,4	2,5	6,72	11,0	17,76	43,41	1,70	0,194	25,5	28,5	28,0	5,8	
	Oprz1	20-30	4,1	3,1	2,80	2,32	5,12	45,16	2,10	0,247	21,5	29,6	30,4	2,1	
	Oprz2	70-80	4,3	3,3	1,92	1,76	3,68	46,66	1,92	0,190	24,3	28,5	22,8	2,4	
	Otm1	110-120	4,4	3,5	1,36	0,88	2,24	46,91	1,91	0,144	24,6	39,0	35,2	0,4	
	D	0-10	4,4	3,6	3,20	10,6	13,76	32,64	2,09	0,248	15,6	65,5	23,2	45,6	
VII	Otm2	15-25	4,3	3,7	0,80	7,04	7,84	11,76	1,08	0,098	10,9	41,3	18,0	35,9	
	Om	40-50	5,5	4,3	0,08	2,96	3,04	6,83	0,25	0,037	27,3	25,0	9,2	69,4	
	D	75-85	5,3	4,3	0,48	0,40	0,48	0,97	0,09	0,010	10,8	19,9	15,6	6,2	
	Oprz1	0-10	3,8	3,3	1,28	12,9	14,24	47,87	1,74	0,474	27,5	92,4	27,6	11,6	
	Oprz2	10-20	4,2	3,4	1,12	9,28	10,40	43,83	2,23	0,502	19,7	118,6	25,6	35,0	
VIII	Otm1	35-45	4,3	3,7	0,96	6,72	7,68	29,52	1,93	0,197	15,3	89,7	25,6	48,3	
	Otm2	50-60	4,6	3,7	0,40	8,08	8,48	15,45	1,05	0,092	14,7	46,4	12,4	14,4	
	D	70-80	5,0	3,7	0,16	5,44	5,60	3,21	0,20	0,022	16,1	20,3	13,2	4,0	
	Olfh	0-3	3,2	2,5	7,76	10,7	15,36	48,96	1,97	0,228	24,9	166,2	24,0	9,2	
	Mprz1	3-15	3,0	2,3	10,9	7,60	21,60	49,47	1,60	0,129	30,9	34,3	18,4	1,9	
XI	Mprz2	15-23	2,8	2,3	10,7	7,84	18,56	50,28	1,15	0,125	43,7	12,1	24,8	0,8	
	Otm1	25-35	2,8	2,4	8,32	6,08	14,40	51,42	1,17	0,138	43,9	12,1	24,4	0,3	
	Otm2	80-90	3,7	3,1	0,32	5,76	6,08	16,25	0,72	0,056	22,6	18,3	20,0	1,4	

Tab. 5a. Właściwości sorpcyjne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych  
Sorption properties of organic soil in Stowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość poziomu Depth of Horizon, cm		Głębokość pobrania Sampling Depth, cm	cmol(+) kg <sup>-1</sup>						S	CEC	BS %
		3	4		5	6	7	8	9	10			
I	Otm1	0-10	0-10	0-10	98,8	3,78	0,39	0,17	0,48	103,14	103,62	99,5	
	Otm2	10-35	10-20	10-20	117,2	3,62	0,12	0,17	0,48	121,11	121,59	99,6	
	Otm3	35-50	35-45	35-45	71,2	2,32	0,16	0,15	0,48	73,83	74,30	99,4	
	D	50-70	50-60	50-60	5,90	0,33	0,10	0,09	0,32	6,42	6,74	95,2	
II	IID	>70	70-80	70-80	20,8	0,95	0,33	0,13	0,16	22,21	22,37	99,3	
	Otwy1	0-10	0-10	0-10	1,98	0,43	0,22	0,13	14,72	2,76	17,48	15,8	
	Otwy2	10-40	10-20	10-20	1,39	0,35	0,28	0,14	21,92	2,16	24,08	9,0	
III	D	>40	40-50	40-50	0,97	0,12	0,03	0,12	0,80	1,24	2,04	60,8	
	Otm1	0-10	0-10	0-10	86,4	4,15	1,21	0,14	0,80	91,90	92,70	99,1	
	Otm2	10-30	10-20	10-20	103,6	3,57	0,25	0,13	0,48	107,55	108,03	99,6	
	Otm3	30-80	30-40	30-40	106,4	3,80	0,19	0,14	0,32	110,53	110,85	99,7	
IV	Otm4	80-110	80-90	80-90	108,4	3,93	0,14	0,14	0,48	112,61	113,09	99,6	
	Olfh	0-15	0-10	0-10	1,45	0,48	0,40	0,14	28,48	2,47	30,95	8,0	
	Otpz1	15-23	15-23	15-23	1,80	0,40	0,14	0,16	30,40	2,50	32,90	7,6	
	Otpz2	23-42	25-35	25-35	1,26	0,47	0,11	0,18	31,84	2,02	33,86	6,0	
	Otpz3	42-64	45-55	45-55	0,87	0,16	0,05	0,08	7,84	1,16	9,00	12,9	
D	>64	65-75	65-75	0,87	0,18	0,02	0,07	0,96	1,14	2,10	54,3		

Objaśnienia: S- suma kationów zasadowych, CEC-pojemność kompleksu sorpcyjnego, BS-stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego. Explanation: S- sum of base cations, CEC-cation exchange capacity, BS-base saturation

Tab. 5b. Właściwości sorpcyjne gleb organicznych PNGS. Sorption properties of organic soil in the SMNP.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	Olfh	0-15	0-10	1,99	0,60	0,64	0,19	23,36	3,42	26,78	12,8
	Otprz1	15-50	15-25	1,95	0,50	0,11	0,12	21,60	2,68	24,28	11,0
	Otprz2	50-70	50-60	1,28	0,55	0,14	0,11	14,08	2,08	16,16	12,9
	Om	70-80	70-80	0,89	0,21	0,11	0,08	8,80	1,29	10,09	12,8
VI	D	80-110	80-90	0,84	0,22	0,08	0,08	6,72	1,22	7,94	15,4
	Olfh	0-18	0-10	9,84	1,39	0,21	0,15	17,76	11,59	29,35	39,5
	Otprz1	18-70	20-30	22,8	1,82	0,23	0,19	5,12	25,04	30,16	83,0
	Otprz2	70-110	70-80	19,6	1,55	0,17	0,16	3,68	21,48	25,16	85,4
VII	Otni	110-150	110-120	31,2	2,00	0,16	0,24	2,24	33,60	35,84	93,3
	Otni1	0-15	0-10	7,54	1,39	1,99	0,29	13,76	11,21	24,97	44,9
	Otni2	15-38	15-25	5,40	0,60	0,27	0,14	7,84	6,41	14,25	45,0
	Om	38-63	40-50	16,8	0,58	0,16	0,12	3,04	17,66	20,70	85,3
VIII	D	>73	75-85	5,56	0,35	0,12	0,07	0,48	6,10	6,58	92,7
	Otprz1	0-10	0-10	17,6	1,67	0,67	0,33	14,24	20,27	34,51	58,7
	Otprz2	10-35	10-20	11,0	1,45	0,73	0,24	10,40	13,42	23,82	56,3
	Otni1	35-50	35-45	6,90	1,01	0,64	0,19	7,68	8,74	16,42	53,2
IX	Otni2	50-70	50-60	6,62	0,71	0,31	0,15	8,48	7,79	16,27	47,9
	D	>70	70-80	4,64	0,47	0,14	0,14	5,60	5,39	10,99	49,0
	Olfh	0-3	0-3	3,44	1,19	1,03	0,13	15,36	5,79	21,15	27,4
	Mtpzr1	3-15	3-15	4,18	0,89	0,27	0,13	21,60	5,47	27,07	20,2
	Mtpzr2	15-23	15-23	5,16	1,23	0,12	0,17	18,56	6,69	25,25	26,5
	Otni1	23-80	25-35	4,54	1,18	0,09	0,20	14,40	6,01	20,41	29,5
	Otni2	80-110	80-90	1,10	0,21	0,13	0,10	6,08	1,54	7,62	20,2

Objaśnienia: S-suma kationów zasadowych, CEC-pojemność kompleksu sorpcyjnego, BS-stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego. Explanation: S-sum of base cations, CEC-cation exchange capacity, BS-base saturation



Zawartości mineralnego potasu oscyływały w przedziale od 12,1 mg · 100g<sup>-1</sup> gleby w poziomie Otrp1 oraz Mtrp2 w profilu 9 do 216,8 mg · 100g<sup>-1</sup> gleby w poziomie Otni1 profilu 3 (tab. 4a, b). Największą koncentrację tego składnika obserwowano głównie w powierzchniowych poziomach ściółek i torfów obszarów leśnych. Podobną tendencję stwierdzono na drenowanych torfowiskach leśnych Finlandii (Kaonisto, Pavilainen 1988). Zawartości potasu w warstwach powierzchniowych określono na podstawie liczb granicznych jako średnie lub wysokie, niekiedy bardzo wysokie. W pozostałych poziomach są one niskie bądź bardzo niskie.

Fosfor jest pierwiastkiem często występującym w poziomach gleb torfowych w znacznych ilościach. Jest on pobierany przez rośliny i sorbowany, toteż dzięki temu słabo przemieszcza się w głąb profilu glebowego (Wondraush 1969). Zmierzone zawartości tego składnika w glebach organicznych Parku mieszczą się w zakresie od 0,3 mg · 100g<sup>-1</sup> gleby w poziomie Otni1 profilu 9 do 92,6 mg · 100g<sup>-1</sup> gleby w poziomie torfu niskiego Otni3 profilu 3. (tab. 4a, b). W analizowanych glebach zawartości fosforu oceniono jako bardzo niskie i niskie - profile 1, 2, 4, 5, 6, 9 średnie - profil 8. Tylko w poziomach profili 3 i 7 zawartości fosforu oceniono jako wysokie i bardzo wysokie. We wszystkich badanych glebach obserwowano tendencję spadku zawartości fosforu wraz ze wzrostem głębokości w profilu.

### **Analiza wody glebowo-gruntowej**

Skład chemiczny wód na obszarach torfowiskowych ulega ciągłym sezonowym zmianom (Bragazza i in. 1998). Pojedyncza analiza wody na poszczególnych powierzchniach może jedynie w przybliżeniu charakteryzować dane siedlisko. Przeanalizowano 9 próbek wody glebowo-gruntowej z poszczególnych odkrywek. Wyniki oznaczeń pH wskazują na bardzo silnie zróżnicowaną troficzności poszczególnych obiektów (tab. 4a, b). Odczyn wód wahał się od silnie kwaśnego pH 3,30 w próbce z profilu 6 z obszaru Wielkiego Torfowiska Batorowskiego do zasadowego (pH 7,35-7,54) w próbkach wody z obszarów zatorfień w dolnej części stoków – profile 1, 3, gdzie w podłożu występował margiel. Analizowane wody wykazywały największe zróżnicowanie jeśli chodzi o zawartość wapnia. Ilość tego składnika mieściły się w przedziale od 1,45 mg Ca<sup>2+</sup> · L<sup>-1</sup> w wodzie z profilu 8 do 32,86 mg Ca<sup>2+</sup> · L<sup>-1</sup> w wodzie z odkrywki 1. Zawartość magnezu oscyłyuje w przedziale od 0,88 mg Mg<sup>2+</sup> · L<sup>-1</sup> w przypadku odkrywki 9 do 2,11 mg Mg<sup>2+</sup> · L<sup>-1</sup> w wodzie z profilu 1. Obecność potasu podobnie jak innych składników, była znowu najmniejsza w próbce wody z profilu 9 i wynosiła 0,04 mg K<sup>+</sup> · L<sup>-1</sup>. Ilości sodu w analizowanych wodach były zwykle większe od zawartości potasu i wynosiły od 0,20 mg Na<sup>+</sup> · L<sup>-1</sup> w próbce z profilu 9 do 3,04 mg Na<sup>+</sup> · L<sup>-1</sup> w próbce z profilu 1. Wszystkie analizowane próbki zawierały zawartości żelaza mieszczące się w przedziale od 1,00 do 1,95 mg Fe<sup>2+</sup> · L<sup>-1</sup> oraz nieznaczne ilości fosforu poniżej 0,5 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> · L<sup>-1</sup>. Niski był również poziom chlorków i wynosił od 1,64 do 7,61 mg Cl<sup>-</sup> · L<sup>-1</sup>. Duże zróżnicowanie zawartości jonów SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> obserwowano w poszczególnych próbkach wody. Zmierzone ilości SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> mieściły się w zakresie od 10,0 do 24,7 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> · L<sup>-1</sup> (tab. 6).

**Tab. 6.** Skład chemiczny wody glebowo-gruntowej gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych. Chemical composition of soil-ground water in the Stołowe Mountains National Park

Numer profilu Profile number	pH	Fe	Ca	K	Na	Mg	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
		mg L <sup>-1</sup>							
1	7,54	1,45	32,86	1,76	3,04	2,11	10,3	<0,5	1,57
2	5,53	1,05	9,89	1,28	1,55	0,76	15,3	<0,5	2,53
3	7,35	1,00	32,50	1,13	1,32	2,01	24,7	<0,5	1,64
4	4,19	1,10	6,00	0,90	1,41	1,01	17,9	<0,5	2,10
5	4,69	1,30	5,00	0,99	1,42	1,24	11,8	<0,5	2,32
6	3,30	1,85	3,00	0,80	1,10	0,64	10,0	<0,5	2,13
7	4,20	1,44	5,00	3,20	1,82	0,97	20,3	<0,5	3,44
8	5,83	1,95	1,45	0,37	0,51	1,12	13,8	<0,5	7,61
9	4,80	1,31	1,50	0,04	0,20	0,88	14,5	<0,5	3,15

### Ochrona gleb organicznych

Procesy związane z degradacją gleb organicznych obserwowane są nie tylko na obszarach nizinnych, lecz wykazują również duże nasilenie na terenach górskich. Skalę tego zjawiska dobrze obrazują zmiany szaty roślinnej licznych torfowisk Sudetów (Boratyński 1984, Matuła i in. 2000), a także całkowite zanikanie wielu gleb organicznych wcześniej zajmujących znaczne obszary (Stark 1936). W celu zahamowania postępującej degradacji tych gleb należy podejmować przedsięwzięcia służące ich ochronie.

Działaniami prowadzącymi do ochrony mało zmienionych gleb torfowych oraz zahamowania rozwoju procesu murszowego silnie przesuszonych gleb powinny być, oprócz ochrony rezerwatowej, przedsięwzięcia związane z ochroną czynną gleb. Powinny one obejmować działania prowadzące do poprawy warunków wilgotnościowych obszarów wierzchwinowych, poprzez ograniczenie szybkości spływu wód powierzchniowych. Problem ten dotyczy głównie gleb organicznych obszaru wierzchwiny Skalniaka, gdzie bardzo gęsta sieć rowów odwadniających doprowadziła do okresowych zaników stref źródłiskowych (Kowalski 1994), co w dodatkowy sposób przyczynia się do przyspieszenia degradacji gleb na tym obszarze. Należałoby więc zlikwidować część istniejących rowów odwadniających, a na pozostałych zainstalować system zastawek piętrzących wodę. System prostych zastawek zdaje doskonale egzamin na obszarze Torfowisk Izerskich (Wojtuń i in. 2000). Być może i na tym obszarze przedsięwzięcia tego typu przyniosą pozytywny skutek. Efekty tych działań w postaci zmian związanych z uwilgotnieniem gleb oraz zmianami szaty roślinnej będzie można obserwować dopiero po kilkunastu latach. Spowolnienie spływu wód powinno dotyczyć również obszaru Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. Istniejący tutaj układ rowów odprowadzających wodę mógłby być wykorzystany do

piętrzenia wody również poprzez systemem zastawek. Drugim bardzo ważnym przedsięwzięciem, które w pewnym stopniu może poprawić warunki wilgotnościowe na obszarach przystokowych jest ograniczenie, bardzo aktualnie intensywnego, zczyrpywania wody przez liczne punkty ujęć wodnych (Nowicka 1998). Prowadzone na obszarze Parku działania zmierzające do poprawy warunków wilgotnościowych siedlisk bagiennych i pobagiennych, powinny być uzupełnione o pomiary poziomu wód gruntowych na poszczególnych obiektach.

## PODSUMOWANIE

Gleby organiczne występujące na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych zajmują głównie siedliska mezotroficzne i eutroficzne, niekiedy oligotroficzne. Duża różnorodność gleb organicznych pod względem trofizmu jest między innymi rezultatem ich usytuowania w terenie oraz występowaniem w podłożu zwietrzelin piaskowców i margli. Na podstawie właściwości fizycznych i chemicznych możemy zaklasyfikować analizowane gleby do typu gleb torfowych i podtypów: torfowisk wysokich, przejściowych i niskich oraz gleb mułowych i murszowych (Systematyka Gleb Polski 1989). Według systematyki FAO (WRB 1998) gleby te zaliczamy do Fibri-Dystric Histosols, Sapri-Dystric Histosols oraz Sapri-Eutric Histosols. Torf opisywany w profilach klasyfikowano głównie jako sapric i hemic rzadziej fibric. Omawiane poziomy organiczne wykazywały zróżnicowaną miąższość i zawartość popiołu. Wysoki stopień humifikacji wynoszący nawet powyżej 80% stwierdzano na obszarach przystokowych i w obniżeniach terenu. Znacznie mniejsze wartości tego wskaźnika obserwowano na terenach płaskich powierzchni zrównań wierzchwinowych.

W glebach organicznych Parku, charakteryzujących się odczynem silnie kwaśnym, kwaśnym i lekko kwaśnym dominującą rolę w kształtowaniu odczynu odgrywa glin wymienny. Pojemność kompleksu sorpcyjnego (CEC) poziomów torfów silnie rozłożonych jest znacznie większa niż torfów słabo rozłożonych z dużym udziałem *Sphagnum sp.* i przekracza niekiedy  $100\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$  gleby. W poziomach powierzchniowych (ściółki, mursze oraz torfu), stwierdzono wzrost zawartości fosforu, magnezu i potasu, w stosunku do poziomów głębiej leżących. Niskie wartości relacji C/N występujące w poziomach powierzchniowych większości analizowanych profili mogą wskazywać na intensywną mineralizację materii organicznej, związaną z przesuszaniem gleb. Obserwowany na obszarze Parku w wielu miejscach rozwój procesu murszowego jest sygnałem do wprowadzania skutecznych metod ograniczania szybkiego odpływu wód zwłaszcza z rejonów płaskich powierzchni wierzchwin. Należy czynić starania w celu ochrony czynnej istniejących gleb i odtwarzania zniszczonych ekosystemów mokradłowych.

**LITERATURA**

- ALTSCHULER Z.S., SCHNEPFER M.M., SILBER C.C., SIMON F.O. 1983: Sulfur diagenesis in Everglades peat and origin of pyrite in coal. *Science*, 221, 4607: 221-227
- BOGACZ A. 2000: Physical properties of organic soil in Stołowe Mountains National Park (Poland). *Proceedings of the International Peat Symposium on Chemical, Physical and Biological Processes in Peat Soil*, Jokioinen, Finland. *Suo*, 51, 3: 105-113.
- BORATYŃSKI A. 1994: Chronione i godne ochrony drzewa i krzewy polskiej części Sudetów, Pogórza i Przedgórze Sudeckiego, 7, 39.
- BRAGAZZA L., ALBER R., GERDOL R. 1998: Seasonally chemistry of pore water in hummocks and hollows in a poor mire in southern Alps (Italy). *Wetlands*, 18, 3: 320-328.
- CHASON D.B., SIEGEL D.I. 1986: Hydraulic conductivity and related physical properties of peat, Lost River peatlands, Northern Minnesota. *soil Science*, 142: 91-99.
- COOPER D.J., LEE H., MAC DONALD L.H., WAGNER S.K., WOODS S.W. 1998: Hydrologic restoration on a fen in Rocky Mountain National Park, Colorado, USA. *Wetlands*, 18, 3: 335-345.
- CRUM H. 1988. A Close Look at Peat Mosses: A Bryologist's Vademecum. In: *A Focus on Peatlands and Peat Mosses*. The University of Michigan Press: 216-218.
- DEMBEK W. 1992: Soligenous Peatlands in Poland and some problems with their protection and utilization. In: *Proc. of the 9<sup>th</sup> International Peat Congress*, vol I., June 22-26, Uppsala, Sweden: 193-278
- HEATHWHITE A.L., GOTTLICH K., EGGELSMANN R. 1993: Ecohydrology, mires drainage and mire conservation, 417-484 In: *Mires Process. Exploitation and Conservation*. John Wiley & Sons, New York N.Y. USA
- JUNG 1985: Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebie makro i mikroelementów Zalecenia nawozowe cz. I, Puławy
- JONGERIUS A., PONS L. J. 1962: Soil genesis in organic soils. *Communications of the Netherlands Soil Survey Institute*: 154-156.
- KASZUBKIEWICZ J., BOGACZ A., GAŁKA B. 1996: Gleby organiczne Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec*, 1: 91-94.
- KAUNISTO S., ARO L. 1996: Forestry use of cut-away peatlands. In: *Vasander H.(ed.). Peatlands in Finland*. Finish Peat Society, Helsinki: 130-134.
- KAUNISTO S., PAAVILAINEN E. 1988: Nutrient stores in the old drainage areas and growth of stands. *Commun. Inst. For. Fenn.*, 145: 1-39.
- KLEMENTOWSKI J. 1979: Procesy geomorfologiczne na torfowiskach subalpejskich na Równi pod Śnieżką. *Probl. Zagosp. Ziemi Górskich*, 20: 141-162.

- KOWALSKI S. 1992. Regionalne prawidłowości i kryteria geologiczno-strukturalne przepływu oraz dróg krążenia wód podziemnych w skałach Sudetów i ich przedpola. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki PWr, 58, seria konferencyjna 28.
- MARCINEK J., SPYCHAŁSKI M. 1976: Muck soil formed as a consequence of transformation of shallow organic deposits. In: Peat and Peatlands in the natural environment and protection. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Peat Congress of International Peat Society, vol.I, Sept. 21-25, 1976 Poznań, Poland: 270-281.
- MAREK S. 1998: Rozwój Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w świetle badań biostratygraficznych. Szczeliniec, 2: 49-88.
- MATHUR S., LEVESQUE M. 1985: Negative effect of depth of saturated hydraulic conductivity of histosols. Soil Science, 140: 462-466
- MOTOWICKA-TERELAK, TERELAK H., WITEK T. 1993: Liczby graniczne do wyceny zawartości siarki w glebach i roślinach. IUNG, Puławy: 15-19.
- NOWICKA B. 1998: Systemy krążenia wody w Parku Narodowym Gór Stołowych. Szczeliniec, 2: 42-47.
- OKOŁOWICZ M., SOWA A. 1995: Gleby torfowo-murszowe rezerwatu Krzywa Góra w Kampinoskim Parku Narodowym. Rocz. Glebozn., 46, ¾: 105-121.
- OKRUSZKO H. Effect of human activity on peatlands and surrounding areas as regards soil conditions. In: Peat and Peatlands in the natural environment and protection. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Peat Congress of International Peat Society, vol.I, Sept. 21-25, 1976 Poznań, Poland: 67-78.
- PACARINEN P., TOLONEN K. 1977: Vertical distribution of N, K, Zn and P in Sphagnum peat. Suo, 28, 4-5: 95-102.
- PIAŚCIK H 1977: Przeobrażenie gleb torfowo-murszowych ze szczególnym uwzględnieniem zmian w zawartości wapnia, żelaza i glinu. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 176, 23: 3-53.
- POLSKA NORMA PN-76/G-02501. 1977: Oznaczenie gatunku i rodzaju oraz typu torfu. Polski Komitet Normalizacji: I-11.
- SILINS U., ROTHWELL R.L. 1998: Forest Peatlands Drainage and Subsidence Affect Soil Water Retention and Transport Properties in an Alberta Peatlands. Soil Science Society of America Journal, 62: 1048-1056.
- SJORS H. 1950: On the relation between vegetation and electrolytes in north Swedish mires. Oikos, 2: 243-258.
- SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1975. Appendix III: Tests of organic materials. In Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA-SCS Agri. Handb.436. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC. 483.
- STARK L. 1936: Zur Geschichte der Moore und Walder Schlesiens in postglazialer Zeit. Botanische Jahrbucher, t. LXVII, 5.
- THORPE V.A. 1973: Collaborative study of the cation exchange capacity of peat material. J AOAC., 56, 1: 174-156.

- 
- WOJTUŃ B., MATUŁA J., TOMASZEWSKA K., ŻOŁNIERZ L. 2000: Ochrona torfowisk w Górach Izerskich. Opera Corcontica, 36: 596-601.
- WONDRAUSH J. 1969: Phosphorus sorption in mucky-peat soils. Polish J. Soil Sci., 2, 2: 97-106.
- WORLD REFERENCES BASE FOR SOIL RESOURCES. 1998: Resources Report, 84. Rome.
- WORONKO D. 1998: Warunki występowania i funkcjonowania obszarów podmokłych w Parku Narodowym Gór Stołowych. Szczeliniec, 2: 23-29.



**MINERAŁY ILASTE NIEKTÓRYCH  
REZYDUALNYCH ZWIETRZELIN I GLEB  
PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH**

**CLAY MINERALS OF SOME RESIDUAL WEATHERED ROCK  
AND SOILS IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK**

TADEUSZ CHODAK

*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademii Rolniczej we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wyniki badań nad składem mineralogicznym j zwietrzelin rezydualnych i frakcji koloidalnej gleb współczesnych. Badania przeprowadzono metodą dyfraktometrii rentgenowskiej i derywatografii, uzupełniając je oznaczeniami właściwości fizycznych i chemicznych. Zwietrzeliny rezydualne o ilastym składzie granulometrycznym zawierały minerały: allewardytu, illitu-smektytu, illitu, kaolinitu oraz getytu. Taki skład mineralogiczny wskazuje na warunki wietrzenia hydrotermalnego lub przeobrażeń kaolinitów i smektytów w procesie epigenezy. Zwietrzeliny współczesnych gleb posiadały minerały ilaste o większym stopniu uwodnienia reprezentowane przez interstratyfikowane minerały wermikulitu i hydrobiotytu oraz kaolinitu, illitu i chlorytu. Frakcja koloidalna badanych gleb wykazywała ścisły związek ze składem mineralogicznym i genezą skały macierzystej z której wytworzyła się gleba.

**Abstract:** The results of the investigations of residual weathering materials and of clay fraction ( $< 2 \mu\text{m}$ ) separated from weathered parent rock of soils in the area of the Stołowe Mountains National Park were presented. The mineralogical composition was determined using the X-Ray diffractometry and thermal analysis. The weathering products differed in their granulometric composition and physico-chemical properties showed different mineral composition between residual weathering materials (sample 1-3) and present weathering parent rocks of soils (sample 4-7). The following minerals were in residual weathering materials: allewerdyte, illite-smectite, illite, kaolinite and goetite. This mineralogical composition was showed on hydrothermal and epigenic conditions of weathering. In the examined soils there were following clay minerals: interstratified vermiculite – hydrobiotite, kaolinite, illite and chlorite. The composition of the fraction below  $2 \mu\text{m}$  from soils depends on its mineralogical composition and its genesis.



## WSTĘP

Makroregion Sudetów Środkowych w którym zlokalizowano Park Narodowy Gór Stołowych, podobnie jak całe pasmo górskie Sudetów, cechuje się wielką różnorodnością różnowiekowych skał. Obszar parku występuje poza maksymalnym zasięgiem zlodowacenia niżowego. Z tych też względów występujące tam gleby zostały utworzone ze współcześnie powstających zwietrzelin, jak również utworów starszych pokryw zwietrzelinowych. Ich analiza mineralogiczna i geochemiczna jest istotnym uzupełnieniem wiedzy o procesach wietrzenia i powstających produktach wietrzenia obecnie jak i w geologicznej przeszłości formowania się tego obszaru.

Na podstawie dotychczasowych badań w Sudetach i na ich przedpołu skład mineralogiczny starszych pokryw wietrzeniowych jest determinowany głównie przez warunki klimatyczne. W powstających obecnie glebach wietrzeniowych na pierwszy plan wysuwają się ilościowy i jakościowy skład mineralogiczny skały macierzystej, z której powstają określone minerały ilaste. W warunkach klimatycznych strefy umiarkowanej powstają najczęściej zwietrzeliny zasobne w minerały typu 2:1 i 2:1:1 a tylko częściowo typu 1:1. Natomiast typowe dla strefy zwrotnikowej i równikowej są minerały typu 1:1 przy równoczesnym występowaniu półtoratlenków glinu i żelaza. Skład ilościowy i jakościowy zwietrzelin zmienia się w procesach epigenezy. Szczególnie w utworach hydrotermalnych intensywnie przebiegają procesy syntezy i transformacji minerałów ilastych. Najczęściej spotykane przeobrażenia epigenetyczne to przechodzenie kaolinitu w pyrofilit, montmorylonitu w miki dioktaedryczne. W warunkach hydrotermalnych powstaje często allewardyt (rektoryt). Wymienionym procesom towarzyszy występowanie minerałów o strukturach mieszanych. Powyższe zależności mogą być wykorzystane do analizy ewolucji geologicznej Sudetów w nawiązaniu do hipsometrii i morfologii terenu (Bogda i in. Chodak i in. 1990, Chodak, Jahn 1983, 1985, 1998, Ginzburg 1963, John i in. 2000, Stoch 1974, Szerszeń 1974).

Zachodzące w wyniku wietrzenia zmiany można również oceniać na podstawie analizy geochemicznej. Produkty zaawansowanych stadiów wietrzenia mają w składzie chemicznym zwiększone ilości  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{TiO}_2$ . Ważnym wskaźnikiem zachodzących przeobrażeń minerałów pierwotnych we wtórne stanowi udział żelaza i jego form w zwietrzelinie. Żelazo w postaci tlenków i wodorotlenków występuje prawie we wszystkich stadiach wietrzenia. Zwiększona zawartość żelaza całkowitego niż jego form cząstkowych charakteryzuje początkowe etapy wietrzenia. Stare zwietrzeliny zawierają w swoim składzie najczęściej jego krystaliczne formy.

Skład ilościowy i jakościowy minerałów ilastych występujących w glebach decyduje o ich właściwościach sorpcyjnych. Szczególnie w glebach leśnych górskich następuje wymywanie kationów o charakterze zasadowym z górnych poziomów i wysycenie kompleksu sorpcyjnego przez wodór. Proces ten zachodzi najbardziej intensywnie w utworach o luźnym (piaszczystym lub żwirowym) składzie granulometrycznym w obecności substancji organicznej. Kwasy organiczne rozkładającej się substancji organicznej powodują przyspieszony rozpad minerałów pierwotnych. Zakwaszając środowisko zwiększają ruchliwość większości uwodnionych kationów. Żelazo łatwo przechodzi do roztworu, gdy pH gleby spada poniżej 5,5. Wysoką rozpuszczalność w roztworach wodnych o pH poniżej 4 wykazują kationy glinu. W warunkach takich kompleks sorpcyjny gleby może być wysycony jonami glinu.

Sytuacja taka występuje często wówczas kiedy naturalne procesy wietrzeniowe gleb leśnych wytworzonych ze skał kwaśnych „wspomagane” są antropogenicznym dopływem zakwaszających czynników z atmosfery (kwaśne opady).

Podkreślić szczególnie należy, w warunkach gleb leśnych górskich, rolę wody w kształtowaniu się odpowiednich asocjacji minerałów ilastych. Przemieszczanie i infiltracja wody opadowej uwarunkowane głównie reliefem zależy również od składu granulometrycznego i miąższości zwierzelin z których zostały wytworzone gleby.

W terenach górskich bardzo często warunki wodne decydują o występowaniu w bliskim sąsiedztwie w zwierzelinach, składu minerałów ilastych, pozornie nie związanego z rodzajem skały macierzystej. Na przepuszczalnych zwierzelinach wyżej położonych może dominować kaolinit natomiast w nisko położonych deluwacjach bogatych w wypłukane z górnych partii terenu kationy wapnia i magnezu może się tworzyć smektyt.

Pośród dużej ilości zróżnicowanych pod względem składu i właściwości gleb Parku Narodowego Gór Stołowych zostanie tu przedstawiony skład minerałów ilastych próbek reprezentujących stare rezydualne pokrywy wietrzeniowe, jak również próbek zwierzelin czwartorzędowych wybranych skał macierzystych z których wytworzyły się gleby.

## METODYKA I OBIEKTY BADAŃ

W przeprowadzonych badaniach zastosowano kompleks metod umożliwiających uwzględnienie większości czynników pozwalających określić kierunek procesu wietrzenia i powstawania określonego mineralnego składu analizowanych zwierzelin.

Analiza mineralogiczna próbek bez rozfrakcjonowania i wydzielonej z nich frakcji <2um w szczególności w odniesieniu do starych rezydualnych pokryw wietrzeniowych, pozwala uchwycić zmiany jakie zachodzą w składzie mineralogicznym zwierzeliny w miarę upływu czasu wietrzenia. Z tych też względów w przypadku próbek ze starych pokryw wietrzeniowych analizowano zwierzelinę w całości oraz wydzieloną z nich frakcję koloidalną.

Analizę jakościową i ilościową składu minerałów ilastych przeprowadzono metodą dyfraktometrii rentgenowskiej. Badania te uzupełniono analizą termiczną (derywatograficznie) oraz oznaczeniem powierzchni właściwej. Analizowane próbki scharakteryzowano pod względem ich właściwości fizycznych chemicznych i sorpcyjnych. W wybranych próbkach ponadto oznaczono całkowity skład chemiczny oraz zawartość żelaza rozpuszczalnego w 20% HCl. Analizy wykonano metodami stosowanymi w pracowniach gleboznawczych (Berry 1974, Chodak 1997, Chodak i in. 1990, Langier-Kuźniarowa 1967, Stoch 1974) (tab. 1-4, wyk. 1-5).

Szczegółowymi badaniami objęto rezydualne pokrywy oraz gleby wytworzone z deluwialno-wietrzeniowych utworów występujących na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych zlokalizowane w terenie w następujących miejscach:

1. Kamieniołomu piaskowca na północnej krawędzi Gór Stołowych przy szosie Radków-Karłów. Przedmiotem analizy są produkty wietrzenia piaskowca górnokredowego występujące w głębokich szczelinach pionowych tnących piaskowce

wzdłuż powierzchni ciosowych, rozwartych do głębokości kilkunastu metrów. (Rezydualna pokrywa zwietrzelinowa – piaskowiec Radków – próbka 1)

2. Zwietrzałych karbońskich granitoidów masywu Kudowy występujących w zewnętrznych częściach Obniżenia Kudowy na lokalnych wyżej położonych zrównaniach morfologicznych wynoszących się do 100 - 150 m ponad dno obniżenia. Próbkę pobrano z głębokiej szczeliny pionowych spękań granitu. (Rezydualna pokrywa zwietrzelinowa wychodni granitu – Obniżenie Kudowy – próbka 2)

3. Zewnętrznej części wyniesiona Obniżenia Kudowy na powierzchni której występują margle kredowe. Próbkę pobrano ze szczeliny głębokich spękań wychodni margli. (Rezydualna pokrywa zwietrzelinowa margli kredowych – Obniżenie Kudowy: próbka 3)

4. Gleba brunatna wytworzona ze zwietrzeliny granitu Kudowy. Odkrywka glebowa usytuowana jest w kulminacyjnej partii masywu granitowego po prawej stronie drogi Kudowa-Karłów. Próbkę pobrano z poziomu brunatnienia – Bbr (próbka 4)

5. Gleba bielnicowa wytworzona ze zwietrzeliny piaskowca ciosowego. Okrywka glebowa usytuowana jest na północ od drogi Kudowa-Karłów za masywem skał magmowych (granit Kudowy) na zrównaniu wierzchwinowym. Próbkę pobrano z poziomu wzbogacenia B<sub>h</sub>fe (próbka 5).

6. Gleba brunatna wytworzona ze zwietrzeliny mułowca. Odkrywka glebowa usytuowana jest w rejonie Rogowej Kopy w środkowej części stoku. Próbkę pobrano z poziomu brunatnienia Bbr (próbka 6).

7. Gleba brunatna wytworzona ze zwietrzeliny zlepieńca permskiego. Odkrywka glebowa usytuowana jest na północnym łagodnym stoku Rudnej Góry. Próbkę pobrano z poziomu brunatnienia Bbr (próbka 7).

## WYNIKI BADAŃ

W poniższej tabeli 1 przedstawiono jakościowy i ilościowy (wartości w nawiasach) skład mineralogiczny oraz powierzchnię właściwą analizowanych próbek. Tabela 2 zawiera wyniki analiz składu granulometrycznego oraz gęstości właściwej badanych próbek. Właściwości chemiczne i sorpcyjne zwietrzelin rezydualnych ilustruje tab. 3. Całkowity skład chemiczny zwietrzelin rezydualnych podano w tab. 4. Na rys. 1-5 przedstawiono dyfraktogramy i derywatogramy analizowanych próbek.

Tab. 1. Skład mineralogiczny i powierzchnia właściwa. Mineralogical composition and specific surface area.

Numer i nazwa próbki	Minerały i strata wagowa (TG)			Pow. właściwa frakcji < 2µm [m <sup>2</sup> /g]
	Próbka w całości	TG [%]	Frakcja < 2 µm	
<b>A. Zwiertzeliny rezydualne</b>				
1 Kamieniołom piaskowca Radków	A(56), I-S(20), I(15), K(9), Ge, Q	15,7	A(50), I-S(20), K(20), I(10), Ge, Q	140,0
2 Wychodnia granitu – Obniżenie Kudowy	I(45), A(30), I-S(15), K(10), Ge, Q, F	9,7	I(30), A(30), I-S(20), K(20), Ge	65,5
3 Wychodnia margla – Obniżenie Kudowy	A(50), I(40), I-S(10), Ge, Q	4,0	I(45), A(35), I-S(15), K(5), Ge, Q	110,0
<b>B. Frakcja koloidalna gleb</b>				
4. Gleba brunatna wytworzona z zwiertzeliny granitu Kudowy. Poziom Bbr, gł. 30-40 cm	n.o.	n.o.	V-H(70), K(20), I(10), F, Q	344,3
5. Gleba bielnicowa wytworzona ze zwiertzeliny piaskowca ciosowego Karłów. Poziom Bhfe, gł. 50-60 cm	n.o.	n.o.	K(60), V-H(20), I(20)	239,2
6. Gleba brunatna wytworzona ze zwiertzeliny mułowca, Rogowa Kopa. Poziom Bbr, gł. 30-40 cm	n.o.	n.o.	V-H(90), I(10), Q	125,3
7. Gleba brunatna wytworzona ze zwiertzeliny zlepieńca permńskiego, Rudna Góra. Poziom Bbr, gł. 40-50 cm	n.o.	n.o.	I(60), Ch(30), K(10)	186,5

Objaśnienia: A – allewardyt, I – illit, S – smektyt, Ch – chloryt, I-S – minerały mieszanopakietowe, V-H – wermikulit-hydrobiotyt, Ge – getyt, Q – kwarc, F – skalenie

Analiza mineralogiczna rezydualnych zwietrzelin wykazała, zarówno w zwietrzelinach analizowanych w całości (bez rozfrakcjonowywania) jak i wydzielonej frakcji iłu koloidalnego występowanie w podobnych ilościach takich samych minerałów ilastych. Obecność linii dyfrakcyjnej na rentgenogramach wykonanych z omawianych zwietrzelin w granicach 2,6-2,8 nm wskazuje, że występują w nich minerały nazywane allewardytem. Minerale takie spotyka się w utworach hydrotermalnych, jak również w zmienionych w procesach epigenezy zwietrzelinach kaolinitów, illitów i smektytów. Na takie przeobrażenie wskazują również analizy derywograficzne m.in. na krzywej termicznej analizy różnicowej (rys. 2) zaznacza się jeszcze charakterystyczny dla allewardytów rozległy efekt endotermiczny w granicach 500-750°C (tab. 1, rys. 1, 2, 3).

**Tab. 2.** Skład granulometryczny i gęstość właściwa. Texture and density of the samples.

Numer próbki	% frakcji w mm					Gęstość właściwa [g/cm <sup>3</sup> ]
	>1	1-0,1	0,1-0,02	<0,02	<0,002	
1	n.o.	10	6	84	82	2,71
2	n.o.	55	17	28	12	2,70
3	n.o.	15	15	70	36	2,73
4	63	68	18	14	8	2,67
5	1	84	12	4	2	2,65
6	57	18	17	65	26	2,66
7	51	60	14	26	9	2,65

**Tab. 3.** Właściwości chemiczne i sorpcyjne zwietrzelin rezydualnych. Chemical properties and the structure of sorption complex of residual weathered rocks.

Lp	pH		H <sub>h</sub>	Kationy wymienne				S	T	V
	H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na			
	mmol(+)/100g							%		
1	5,0	4,4	1,50	23,8	1,37	0,14	0,27	25,6	27,1	94,5
2	4,4	3,6	3,15	4,20	0,45	0,26	0,16	5,1	8,2	61,6
3	7,6	7,0	0,22	20,7	0,68	0,12	0,25	21,7	21,9	98,6

Objaśnienia: H<sub>h</sub> - kwasowość hydrolityczna (hydrolitic acidity); S – suma kationów zasadowych (sum of base cations); T – całkowita pojemność sorpcyjna (cation exchange capacity); V – wysycenie zasadami (base saturation).

**Tab. 4.** Analiza chemiczna zwietrzelin rezydualnych [w % wagowych].

Chemical composition of the residual weathered rocks.

	Numer próbki Sample number		
	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	53,90	57,26	58,88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,60	24,98	23,69
TiO <sub>2</sub>	0,47	0,40	0,90
FeO	0,24	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,99	2,53	4,63
MnO	0,02	0,00	0,00
CaO	1,16	0,00	1,19
MgO	0,06	2,07	5,16
Na <sub>2</sub> O	0,55	1,60	0,00
K <sub>2</sub> O	2,68	4,86	4,19
Strata prażenia	13,34	8,30	5,10
∑	100,01	102,00	103,70
Fe ruchome	4,63	1,29	2,21

Oznaczona powierzchnia właściwa potwierdza wyniki analiz dyfraktometrii rentgenowskiej i analizy termicznej. Obecność w próbkach getytu jak również oznaczony skład chemiczny oraz pozostałe właściwości chemiczne i sorpcyjne pozwolą sądzić, że zwietrzeliny ze szczelin zarówno piaszkowca jak i granitu oraz margla posiadają znamiona wietrzenia trzeciorzędowego (tab. 3 i 4).

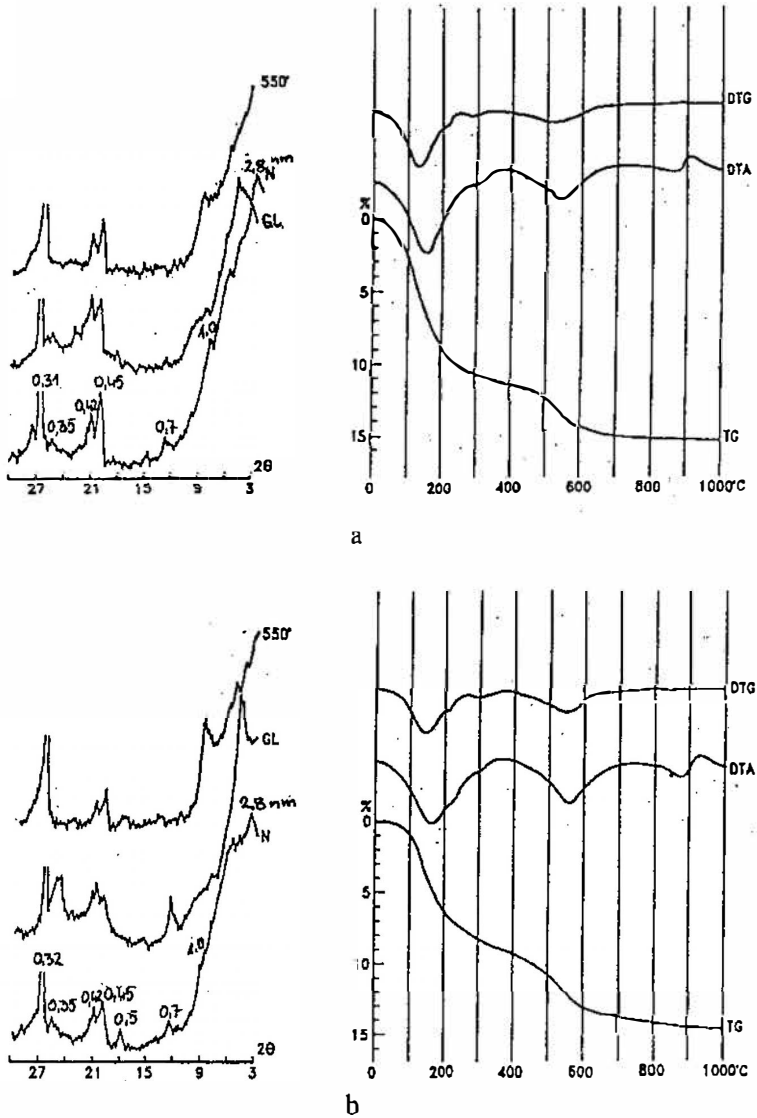
Skład mineralogiczny frakcji koloidalnej badanych próbek glebowych jest zróżnicowany, ale w większości występują w nich minerały interstratyfikowane wermikulitu i hydrobiotytu. Linie dyfrakcyjne wermikulitu (1,45 nm) i hydrobiotytu (1,23 nm) tworzą jeden rozległy „pik” w granicach od (1,0 do 1,6 nm) (rys. 4a i 5a).

W glebie bielcowej wytworzonej z piaszkowca ciosowego (próbka 5) głównym minerałem frakcji <2μm jest kaolinit. Obecność kaolinitu wskazuje na warunki intensywnego wietrzenia chemicznego w czasie tworzenia się skały macierzystej omawianej gleby (rys. 4b).

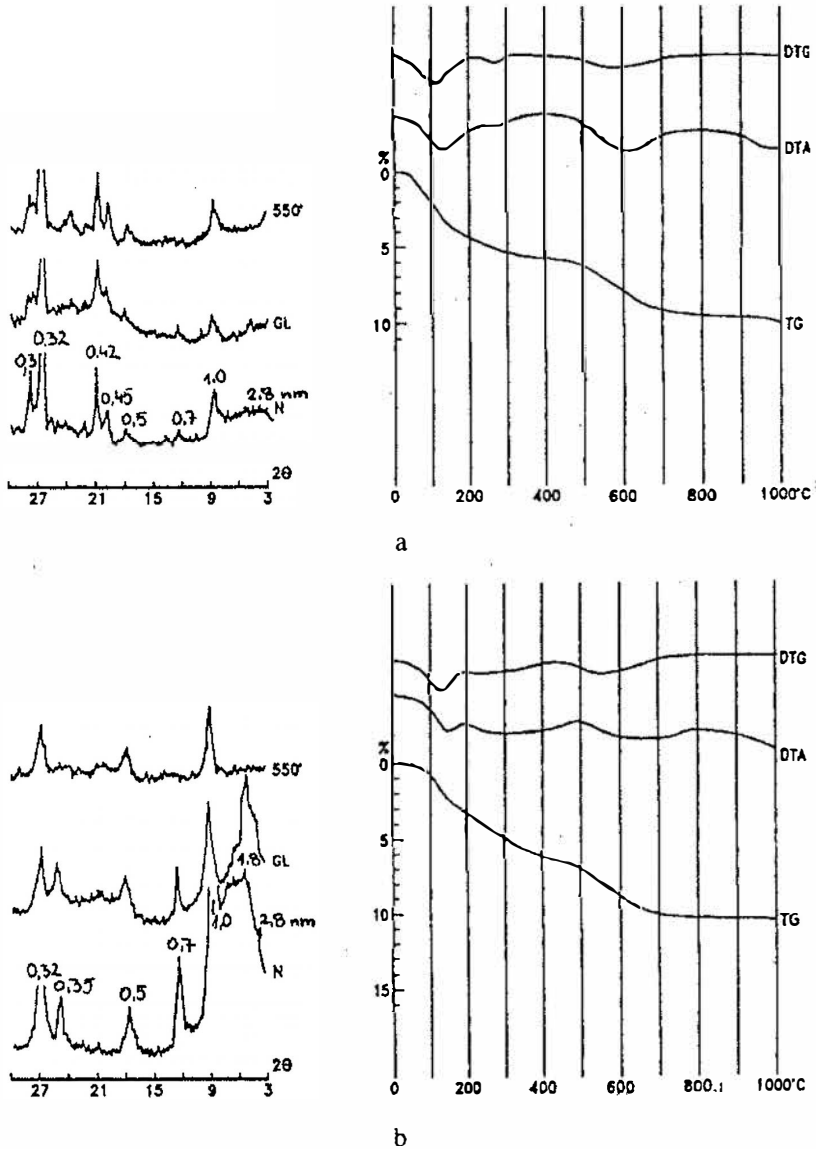
W składzie mineralogicznym frakcji koloidalnej gleby brunatnej wytworzonej ze zwietrzliny zlepieńca permskiego głównym minerałem jest illit, któremu towarzyszy chloryt i kaolinit (rys. 5b).

Cechą charakterystyczną różniącą zwietrzeliny rezydualne od współczesnych zwietrzelin jest również wyraźnie większa powierzchnia właściwa frakcji <2μm obserwowana w badanych zwietrzelinach z których wytworzyły się gleby (tab. 1). Podobny wniosek wynika z porównania straty wagowej analizowanych próbek odczytanej z krzywych termograwimetrycznych TG (tab. 1).

Analizowane próbki o składzie granulometrycznym od żwiru piaszczystego (próbka 4 i próbka 7) do gliny ciężkiej (próbka 1 i próbka 3) w przypadku zwietrzelin rezydualnych posiadają wyższą gęstość właściwą (tab. 2). Jest to niewątpliwie spowodowane obecnością w tych zwietrzelinach getytu (tab. 1 i tab. 2).

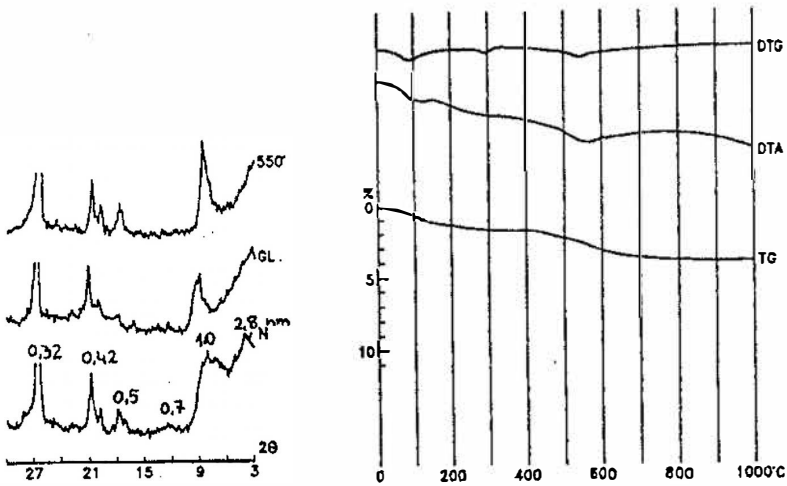


**Rys. 1.** Dyfraktogramy i derywatogramy utworów zwietrzelinowych ze szczeliny piaskowca (Radków): a – zwietrzelina, b – frakcja  $< 2 \mu\text{m}$ . Diffractograms and derivatograms of residual weathering materials from sandstone (Radków): a – weathering materials, b – fraction  $< 2 \mu\text{m}$ .

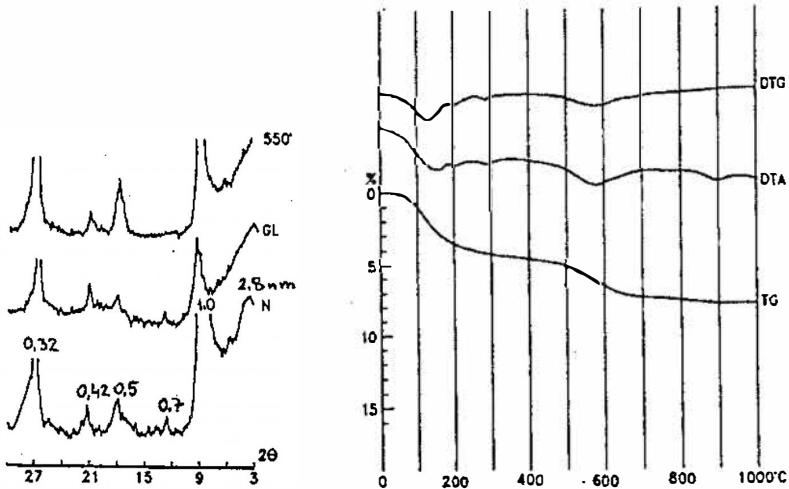


Rys. 2. Dyfraktogramy i derywatogramy utworów zwietrzelinowych ze szczeliny granitu (Kudowa Zdrój): a – zwietrzelina, b - frakcja  $< 2 \mu\text{m}$ . Diffractograms and derivatograms of residual weathering materials from granite (Kudowa Zdrój): a – weathering materials, b – fraction  $< 2 \mu\text{m}$ .



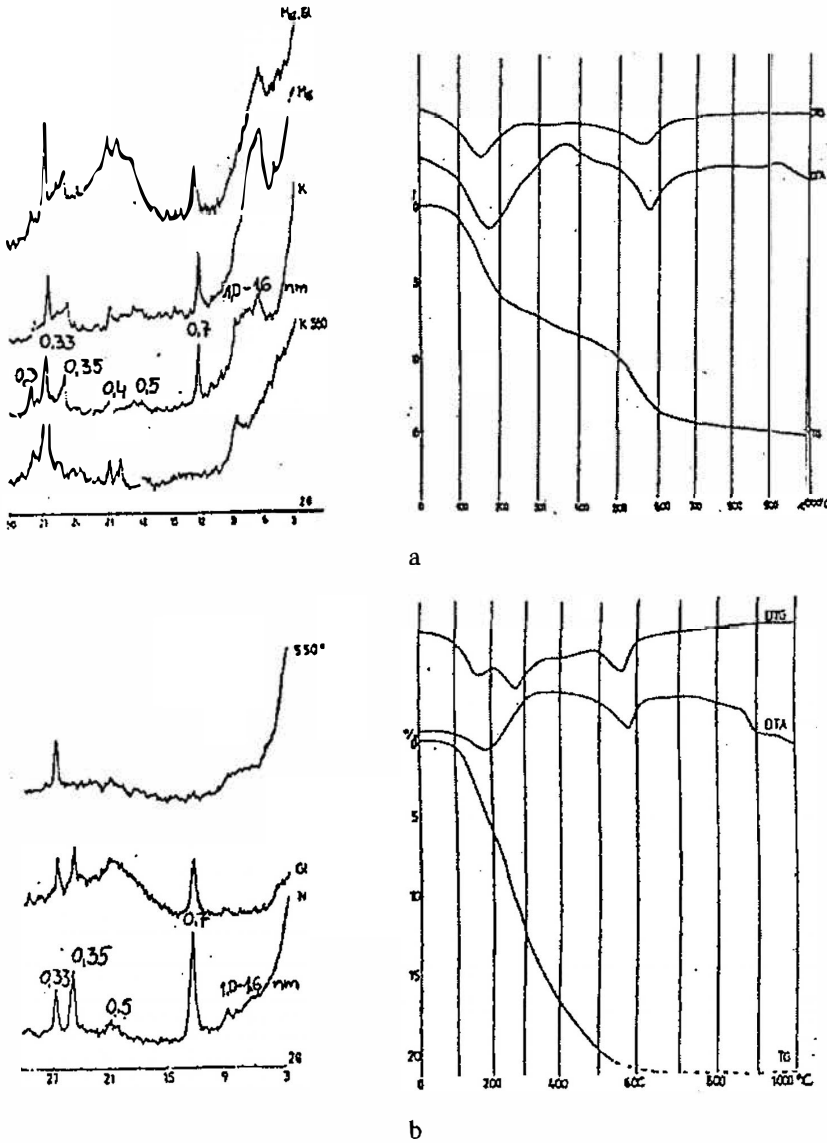


a

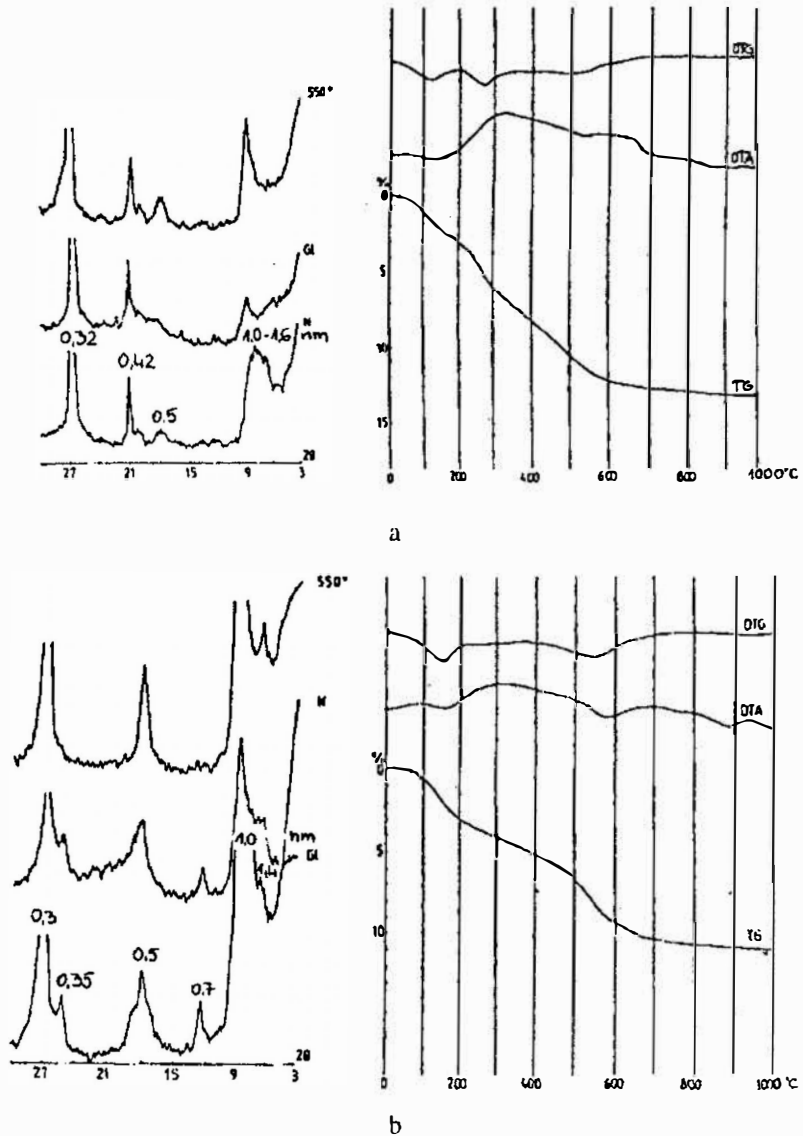


b

Rys. 3. Dyfraktogramy i derywatogramy utworów zwietrzelinowych ze szczeliny margła (Kudowa Zdrój): a – zwietrzelina, b – frakcja  $< 2\mu\text{m}$ . Diffractograms and derivatograms of residual weathering materials from marl (Kudowa Zdrój): a – weathering materials, b – fraction  $< 2\mu\text{m}$ .



Rys. 4. Dyfraktogramy i derywatogramy: a – gleba brunatna wytworzona z granitu Kudowy, poziom Bbr, gł. 30-40 cm, b- gleba bielcowa wytworzona z piaskowca (Karlów), poziom Bhfe, gł. 50-60 cm. Diffractograms and derivatograms: a – brown soil developed from granit of Kudowa, horizon Bbr, depth 30-40 cm, b - podsol soil developed from sandstone (Karlów), horizon Bhfe, depth 50-60 cm.



Rys. 5. Dyfraktogramy i derywatogramy: a - gleba brunatna wytworzona z mułowca (Rogowa Kopa), poziom Bbr, głębokość 30-40 cm, b - gleba brunatna wytworzona ze zlepieńca (Rudna Góra), poziom Bbr, głębokość 40-50 cm. Diffractograms and derivatograms: a - brown soil developed from mudstone (Rogowa Kopa), horizon Bbr, depth 30-40 cm, b - brown soil developed from Permian conglomerate (Rudna Góra), horizon Bbr, depth 30-40 cm.

**LITERATURA**

- BERRY L.G. 1974. Selected powder diffraction data for minerals. Databook, Joint Committee on Diffraction Standards. Philadelphia.
- BOGDA A., CHODAK T., SZERSZEŃ L. 1998. Właściwości i skład minerałów ilastych Dolnego Śląska. Monografie XII. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 325: 1-89.
- CHODAK T., KABAŁA C., GAŁKA B. 1996. Produkty wietrzenia ważniejszych skał macierzystych Parku Narodowego Gór Stołowych. Sympozjum: Środowisko przyrodnicze Parku Narodowego Gór Stołowych. „Szczeliniec”, 11-13.10.1996. Kudowa Zdrój: 65-69.
- CHODAK T., BOGDA A., KASZUBKIEWICZ J. 1990. Skład minerałów ilastych a niektóre właściwości gleb. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo L III, 196: 12-24.
- CHODAK T., JAHN A. 1983. Zastosowanie dyfraktometrii rentgenowskiej i metody analizy termicznej dla badania osadów peryglacialnych na przykładzie Ścinawki Średniej (Kotlina Kłodzka). Sprawozdanie z badań naukowych, Nr V, Komitet Badań Czwartorzędu PAN, Warszawa: 29-39.
- CHODAK T., JAHN A. 1985. Studies on clay minerals in a tertiary regolith from the sudeties, [w]: 5<sup>th</sup> Meeting of the European Clay Groups, Prague: 541-546.
- CHODAK T., JAHN A. 1998. Odczyn i właściwości sorpcyjne pokryw wietrzeniowych w Sudetach na tle ich składu mineralogicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 456: 291-298.
- GINZBURG J.J. 1963. Typy drewnich kor wywietrzanja forma ich pojawienia i klasyfikacja. Kora wywietrzanja, 6, Izd. ANSSR, Moskwa: 71-101.
- JAHN A., CHODAK T., MIGOŃ P., AUGUST Cz. 2000. Utwory zwietrzelinowe Dolnego Śląska. Nowe stanowiska, wiek i znaczenie geomorfologiczne. Studia Geograficzne LXXII, 2238, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław
- LANGIER-KUŹNIAROWA M. 1967. Termogramy minerałów ilastych. Wyd. Geologiczne. Warszawa
- STACH L. 1974. Minerale ilaste. Wyd. Geologiczne. Warszawa.
- SZERSZEŃ L. 1974. Wpływ czynników bioklimatycznych na procesy zachodzące w glebach Sudetów i Spitsbergenu. Roczn. Glebozn. 25, 2, 53-99.



## PIERWIASTKI ŚLADOWE W GLEBACH PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH

### TRACE ELEMENTS IN SOILS IN THE STOŁOWE MOUNTAINS NATIONAL PARK

ANNA KARCZEWSKA, CEZARY KABAŁA

*Institut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** W tym rozdziale przedstawiono zawartości 7 pierwiastków śladowych: Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, Cr i Ni oraz ich profilowe rozmieszczenie w 39 profilach gleb w odniesieniu do zróżnicowania typologicznego i litologicznego (różnych skał macierzystych). Analizowano 3 główne grupy gleb tworzące pokrywę glebową PNGS: gleby bielcowe wytworzone z piaskowców, gleby brunatne właściwe i kwaśne wytworzone z mułowców oraz gleby brunatne kwaśne wytworzone z granitu monzonitowego, a ponadto także gleby organiczne. Zawartości pierwiastków śladowych w glebach PNGS są silnie zróżnicowane i zależą przede wszystkim od rodzaju skały macierzystej. Jedyne dla Pb, oraz w mniejszym stopniu także Cd, stwierdzono, że o ich zawartościach w poziomach ściółek decydują inne czynniki, głównie topograficzne, co wskazuje na znaczenie depozycji zanieczyszczeń z atmosfery we wzbogaceniu gleb w te pierwiastki. Zawartości większości pierwiastków w poziomach skał macierzystych układają się w szeregu: piaskowce < mułowce < granit monzonitowy. Najuboższe we wszystkie pierwiastki są gleby bielcowe wytworzone z piaskowców, a ich profilowy rozkład odzwierciedla proces bielcowania.: z maksimum zawartości w poziomach ściółek, silnym zubożeniem poziomów eluwalnych Ees i wzbogaceniem poziomów iluwalnych B. W glebach wytworzonych z mułowców i granitu monzonitowego obserwuje się akumulację Pb i Cu w poziomach próchnicy nadkładowej, natomiast pozostałe pierwiastki występują w wyższych koncentracjach w poziomach mineralnych Bbr lub C. Analiza statystyczna potwierdziła istnienie korelacji między zawartościami w glebach Cu i Pb oraz między Zn, Cr i Ni, a także Mn. W glebach torfowych PNGS stwierdzono najwyższe zawartości pierwiastków śladowych w poziomach powierzchniowych oraz bardzo niskie - w środkowych częściach profili.

**Abstract:** In this chapter, presented are the concentrations and profile distributions of 7 trace elements: Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, Cr, and Ni in 39 soil profiles as referred to typological and lithological (parent rocks) diversity. Analysed were 3 major soil groups which predominantly build a soil cover of PNGS, ie. Podzols developed of sandstones, Cambisols developed of siltstones, and Cambisols developed of monzonitic granite, as well as additionally organic soils. The concentrations of trace elements in PNGS soils differ broadly and depend mainly on the kind of parent rock. It was only Pb, and to a lesser extent also Cd, with their concentrations in litter horizons determined evidently by other factors, first of all topographic

ones, which indicates clearly the importance of air-borne depositions in soil enrichment in those two elements. The concentrations of all trace elements in parent rocks follow the same order: sandstone < siltstone < granite. The poorest in all elements are Podzols developed of sandstone, and the distributions of all elements examined in their profiles reflects well a podzolization process, with maximum concentrations in organic horizons (O), strong depletion in eluvial Ecs and enrichment in illuvial B horizons. In the soils developed of siltstones and granite, Pb and Cd tend to accumulate strongly in the surface organic horizons, whereas other elements are present in much higher concentrations in deeper mineral horizons Bbr and C. Correlations between Cu and Pb concentrations in soils were confirmed statistically, and other strong correlations were found between Zn, Cr, Ni, and also Mn concentrations in soils. In the organic soils, the highest trace elements concentrations occur in the surface layers whereas in the central parts of peat profiles their concentrations are very low.

## WSTĘP

Pierwiastki śladowe, mimo że występują w glebach w niewielkich ilościach, zazwyczaj znacznie poniżej 0,1 %, są jednak bardzo ważnymi składnikami współdecydującymi o troficznych bądź toksycznych właściwościach siedlisk. Niektóre pełnią funkcje mikroelementów niezbędnych dla roślin, np. Cu, Zn oraz Mn, a ich niedobory mogą być u roślin przyczyną zaburzeń fizjologicznych. Inne, w tym m.in. takie metale ciężkie jak Pb, Cd, Ni i Cr nie pełnią w organizmach roślin istotnych funkcji fizjologicznych. Nadmiary wszystkich pierwiastków śladowych mogą być toksyczne zarówno dla roślin jak i innych organizmów żywych.

Pierwiastki śladowe w glebach pochodzą zarówno ze źródeł naturalnych, jak i antropogenicznych (Adriano 1986, Alloway 1995, Kabata-Pendias i Pendias 1999). Najważniejsze naturalne źródło tych pierwiastków w glebie, jakim jest skała macierzysta, dostarcza zróżnicowanych ich ilości, zależnie od rodzaju skały, jej składu mineralogicznego i pochodzenia. Skały magmowe zasadowe są bogatsze w większość metali ciężkich od skał kwaśnych, a szczególnie wysokie zawartości Cr i Ni występują w skałach magmowych ultrazasadowych oraz w serpentynitach (Alloway 1995, Kabata-Pendias i Pendias 1999, Roberts i Proctors 1992). Nieliczne natomiast metale, w tym m.in. Pb, obecne są w skałach kwaśnych (m.in. w granitach) w ilości wyższej niż w skałach zasadowych. Skały osadowe drobnoziarniste (np. iłowce, łupki ilaste, a także mułowce) są bogatsze w pierwiastki śladowe niż skały grubookruchowe (np. piaskowce). Tak więc i gleby cięższe, zwięźlejsze, w sposób naturalny zawierają zwykle większe koncentracje tych pierwiastków niż gleby lekkie (Czarnowska, Gworek 1995, Czarnowska 1996, Dudka 1992, Kabata-Pendias i Pendias 1999). Powierzchniowe poziomy gleb, bogate w substancję organiczną, wykazują też zazwyczaj wyższe zawartości pierwiastków śladowych niż poziomy głębsze, co po części wynika z procesów naturalnej bioakumulacji (Alloway 1995, Ross 1994, Kabata-Pendias 1999), ale może być też związane z suchą i mokrą depozycją zanieczyszczeń z powietrza.

Wskutek intensywnego oddziaływania emisji przemysłowych, motoryzacyjnych i innych środowisko przyrodnicze zostało silnie wzbogacone w niektóre pierwiastki przemieszczane niekiedy na znaczne nawet odległości wraz z zanieczyszczonymi masami powietrza. W rezultacie zawartości wielu pierwiastków w glebach, a także w

wodach powierzchniowych, mogą osiągać wartości fito- i ekotoksyczne. Mimo, że zasadniczo słabo ruchliwe w środowisku glebowym, pierwiastki śladowe metaliczne mogą w warunkach zakwaszenia gleby wykazywać znaczną mobilność i przechodzić do roztworu glebowego, stanowiąc źródło zagrożenia dla wód podziemnych, roślin oraz wyższych poziomów troficznych. W zasadzie problem nadmiernych zawartości pierwiastków śladowych w glebach ma w Polsce charakter lokalny, występuje zwłaszcza na obszarach silnie uprzemysłowionych, w sąsiedztwie ruchliwych traktów komunikacyjnych oraz w zasięgu miast (Kabata-Pendias i Pendias 1999, Szerszeń i in. 1995). Jednak także na obszarach odległych od aglomeracji miejskich i przemysłowych mamy niekiedy również do czynienia ze znaczną kumulacją w glebach metali ciężkich. Taka sytuacja występuje m.in. w rejonach górskich, które narażone są na znaczne depozycje zanieczyszczeń z atmosfery (Niemyska-Łukaszuk 1993, Skiba i in. 1994, 1995, Schwarz i in. 1999, Kocowicz 2000, Kabała, Szerszeń 2002).

Pierwotny rozkład profilowy pierwiastków śladowych w glebach ulega modyfikacji w wyniku zachodzących procesów glebowych (Dobrzański i in. 1970, Szczubiałka 1978, Laskowski i in. 1983, Maciaszek 1986, McBride 1994, Alloway 1995). Wskutek reakcji chemicznych i biochemicznych zmieniają się formy, w jakich pierwiastki występują w glebie, a formy ruchliwe mogą być przemieszczane i albo wypłukiwane, albo unieruchomiane w głębszych poziomach genetycznych (Bloomfield 1981, Bergkvist 1986, Derome i Lindroos 1998, Johnson i Petras 1998, Blaser i in. 2000).

Przedmiotem niniejszych badań była ocena zawartości wybranych metali ciężkich w glebach PNGS, dokonana głównie pod kątem opisu stanu zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego tymi pierwiastkami, z uwzględnieniem aspektów ich profilowego rozmieszczenia w glebach oraz ruchliwości w środowisku glebowym. Z wcześniejszych opracowań znane są jedynie fragmentaryczne dane na temat zawartości metali ciężkich w glebach Parku (Kabata-Pendias 1965, Azzawi 1991, Kabała i in. 1996, 1998, Karczewska i in. 1998, Szopka 2000). W ramach niniejszej pracy analizowano występowanie siedmiu pierwiastków z grupy metali ciężkich: Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, Cr i Ni w profilach gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych i reprezentujących najważniejsze jednostki systematyczne na obszarze całego PNGS. Wobec faktu, że Góry Stołowe są usytuowane z dala od większych przemysłowych źródeł emisji zanieczyszczeń, można oczekiwać zawartości metali ciężkich w glebach na poziomie nieznacznie tylko podwyższonym w stosunku do zawartości naturalnych.

Uwadze poświęcono także profilowe rozmieszczenie metali ciężkich w glebach organicznych na przykładzie Torfowiska Batorowskiego. Torf, wykazujący silne zdolności sorpcyjne wobec metali, zwłaszcza Pb i Cu, kumuluje te pierwiastki intensywnie, stając się rodzajem „archiwum przyrodniczego”, w którym zapisane są nie tylko informacje o zmianach klimatu, warunków wodnych i szaty roślinnej, ale również o zanieczyszczeniu środowiska (Strzyszczyński, Chróst 1995, Martinezcortizas i in. 1997, Matuła i in. 1997, West i in. 1997).

## **METODYKA BADAŃ**

Całkowite zawartości siedmiu metali ciężkich: Pb, Zn, Cu, Cd, Mn, Ni i Cr oznaczono w 37 profilach gleb, reprezentujących najważniejsze jednostki systematyczne



gleb oraz główne skały macierzyste występujące na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. W tab. 1 zestawiono numery tych profili glebowych, z uwzględnieniem zróżnicowania litologicznego i typologicznego. Próbki gleb pobierane były ze wszystkich wyodrębnionych poziomów genetycznych, w tym także z poziomów ściółek leśnych. Po wysuszeniu próbek mineralizowano je w stężonym kwasie nadchlorowym (65% HClO<sub>4</sub>), a zawartości metali ciężkich w uzyskanych roztworach oznaczano metodą płomieniową atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej AAS.

**Tab. 1.** Wykaz profili gleb, w których oznaczano zawartości pierwiastków śladowych.  
The list of soil profiles in which the concentrations of trace element were examined.

Gru pa	Typ gleby Soil type	Skały macierzyste Parent rocks	N	Numery profili Profile numbers
<b>GŁÓWNE TYPY GLEB PNGS</b>				
I	Bielicowe	piaskowce ciosowe turonu górnego	8	25, 48, 58, 59, 62, 83, 101
		piaskowce ciosowe turonu środkowego		78
II	Brunatne właściwe typowe i wylugowane	mułowce kredowe	11	19, 41, 42
	Brunatne kwaśne typowe i opadowo-glejowe			11, 20, 29, 36, 44, 55, 69, 70, 88, 100, 102
III	Brunatne kwaśne typowe	granity monzonitowe karbońskie	7	3, 5, 6, 7, 14, 17, 18
<b>INNE</b>				
IV	Brunatne kwaśne	piaskowce permskie	1	89
	Deluwialne	osady deluwialne	2	28, 34
	Mady rzeczne	osady aluwialne	1	72
	Opadowo-glejowe	osady deluwialne	3	39, 49, 67
	Słabo wykształcone bezwęglanowe	różne	2	66, 93
V	Torfowe	torf	2	23, 27
<b>ŁĄCZNIE</b>			<b>37</b>	

N - liczba profili / the number of profiles

Dla głównych typów gleb tworzących pokrywę PNGS, tj. gleb bielcowych, brunatnych właściwych i brunatnych kwaśnych, wytworzonych z najważniejszych skał macierzystych: piaskowców ciosowych, margli i mułowców kredowych oraz granitów monzonitowych, obliczono średnie zawartości poszczególnych metali w charakterystycznych poziomach genetycznych budujących profile tych gleb. Uzyskano w ten sposób „wzorcowe” układy profilowego rozmieszczenia metali w glebach, a także typowe koncentracje tych pierwiastków w poszczególnych poziomach. Szczegółowej dyskusji poddano zwłaszcza wyniki dotyczące zawartości metali ciężkich w powierzchniowych poziomach organicznych oraz w poziomach skały macierzystej C.

Wyniki uzyskane w ramach prac nad kartografią gleb PNGS uzupełniono o dane dotyczące zawartości metali ciężkich w dwóch profilach (I i II) Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, pochodzące z badań wykonanych w roku 1998. Próbkę torfu pobierano przy pomocy świdra puszкового, ze wzrastającą głębokości (w warstwach powierzchniowych co 10 cm, a głębiej co 20 cm) aż do mineralnego podłoża bądź do głębokości odpowiadającej możliwościom technicznym (tj. 360 cm). W przypadku jednego z profili (II), zlokalizowanego w centralnej części torfowiska, głębokość ta była zbyt mała aby osiągnąć poziom spągu złoża torfowego i skały podścielającej.

## ZESTAWIENIE WYNIKÓW

Wyniki badań nad całkowitymi zawartościami metali zestawiono w zbiorczej tab. (tab. 2), w której dla poszczególnych grup gleb I-IV (wg opisu z tab. 1), podano wartości minimalne, maksymalne oraz średnie geometryczne dla wyodrębnionych poziomów genetycznych. Poziomy mieszane oraz wydzielone podpoziomy zostały w tym zestawieniu włączone do poziomów głównych, zgodnie z ich dominującymi cechami morfologicznymi oraz oznaczonymi właściwościami.

Zbiorcze informacje o zawartościach metali śladowych w glebach organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych, przedstawiono w tab. 3 sporządzonej na podstawie wyników badań 2 profili opisanych w ramach prac kartograficznych (profile 23 i 27) oraz 2 profili torfu Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. Wszystkie 4 profile reprezentowały torfowiska o charakterze przejściowym. Na potrzeby oceny zawartości pierwiastków śladowych wydzielono w nich charakterystyczne poziomy: powierzchniowy Otp1 (0-10 cm), podpowierzchniowy Otp2 (10-30 cm), poziom Otp(x) reprezentujący środkową część profilu oraz poziom skały podścielającej D. W tab. 3 podano średnie geometryczne zawartości pierwiastków śladowych oraz zakresy oznaczonych zawartości dla tak wyznaczonych poziomów. W dalszej części tego rozdziału przedstawione zostaną także szczegółowe wyniki ilustrujące profilową zmienność zawartości niektórych metali w torfie Wielkiego Torfowiska Batorowskiego.

**Tab. 2.** Zawartości całkowite metali ciężkich, mg/kg, w glebach mineralnych PNGS: podano zawartości minimalne i maksymalne oraz obliczone średnie geometryczne dla próbek reprezentujących wydzielone poziomy genetyczne najważniejszych typów gleb.

Total concentrations of heavy metals, mg/kg, in mineral soils within the PNGS. Given are the minimum and maximum values as well as calculated geometric means for the samples representing the main genetic horizons of major soil types.

Gru- pa	Po- ziom	N*	Pb	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	
I	O	10	<u>92-251</u>	<u>4,5-40</u>	<u>41-103</u>	<u>16-99</u>	<u>0,25-0,67</u>	<u>8,8-28</u>	<u>8,5-26</u>	
			153	19,4	72	41,0	0,37	18,0	16,9	
	A	6	<u>14,3-66</u>	<u>0,5-6,5</u>	<u>3,8-19,5</u>	<u>7,3-22</u>	<u>0,19-0,35</u>	<u>1,8-9,8</u>	<u>3,9-10,8</u>	
			24,8	2,4	9,6	11,4	0,25	5,5	6,2	
	Ees	8	<u>5,0-13</u>	<u>0,8-5,5</u>	<u>4,3-13,5</u>	<u>1,0-15</u>	<u>0,05-0,44</u>	<u>1,8-15,8</u>	<u>3,8-8,5</u>	
			7,7	2,0	7,4	5,4	0,24	4,2	5,1	
	Bhfe	13	<u>6,0-98</u>	<u>1,3-13,0</u>	<u>2,3-42,5</u>	<u>7,0-118</u>	<u>0,15-0,51</u>	<u>2,3-35,5</u>	<u>4,8-20</u>	
			22,7	4,4	16,0	29,3	0,32	12,2	9,8	
	C	3	<u>7,8-11</u>	<u>1,5-5,5</u>	<u>6,5-31</u>	<u>11,0-85</u>	<u>0,11-0,28</u>	<u>4,8-11,3</u>	<u>6,3-18,0</u>	
			9,2	2,5	14,1	31,1	0,18	7,6	12,3	
II	O	10	<u>28-208</u>	<u>18,3-41</u>	<u>41-117</u>	<u>39-331</u>	<u>0,03-0,49</u>	<u>17-38</u>	<u>14,8-30</u>	
			133	25,1	74,9	123	0,28	27,0	22,2	
	A	21	<u>15,3-92</u>	<u>3,5-19,0</u>	<u>32-84</u>	<u>48-844</u>	<u>0,16-0,44</u>	<u>17,5-39</u>	<u>8,5-28</u>	
			49,0	8,4	58,4	254	0,30	24,3	16,5	
	Bbr	28	<u>20-72</u>	<u>2,3-16,3</u>	<u>12-143</u>	<u>17-1003</u>	<u>0,13-1,11</u>	<u>10,8-56</u>	<u>4,9-58</u>	
			35,5	7,3	51,2	220	0,37	23,4	22,5	
	C	17	<u>24,5-66</u>	<u>3,3-12,0</u>	<u>34-100</u>	<u>124-733</u>	<u>0,10-0,97</u>	<u>10,3-45</u>	<u>21-48</u>	
			35,3	7,8	57,9	300	0,35	25,7	31,6	
	III	O	7	<u>72-310</u>	<u>17,1-39</u>	<u>58-113</u>	<u>111-422</u>	<u>0,20-0,51</u>	<u>15,4-45</u>	<u>13,6-29</u>
				114	23,6	76,6	248	0,29	24,1	18,8
A		7	<u>68-162</u>	<u>5,3-26,7</u>	<u>71-126</u>	<u>140-502</u>	<u>0,36-0,59</u>	<u>28-58</u>	<u>27-53</u>	
			115	13,6	97	289	0,43	36,3	37,7	
Bbr		11	<u>33-86</u>	<u>4,9-21</u>	<u>80-166</u>	<u>291-1260</u>	<u>0,38-0,61</u>	<u>35-69</u>	<u>47-80</u>	
			51,2	9,9	122	540	0,51	42,7	61,3	
C		7	<u>38-63</u>	<u>3,5-18,7</u>	<u>53-149</u>	<u>197-846</u>	<u>0,36-0,73</u>	<u>22-88</u>	<u>40-135</u>	
			47,5	6,6	94,7	494	0,54	41,2	69,3	
IV		O	6	<u>57-157</u>	<u>10,8-31</u>	<u>43-100</u>	<u>32-587</u>	<u>0,35-0,69</u>	<u>20,6-47</u>	<u>14,4-28</u>
				99,3	18,3	80,3	248	0,46	31,0	20,8
	różne	24	<u>13,5-102</u>	<u>2,0-17,1</u>	<u>13,3-120</u>	<u>6,3-975</u>	<u>0,18-0,80</u>	<u>6,8-45</u>	<u>6,8-56</u>	
			43,0	6,5	50,2	121	0,41	22,9	21,2	

\* N - liczba próbek

**Tab. 3.** Zawartości całkowite metali ciężkich, mg/kg, w glebach organicznych PNGS. Podano zawartości minimalne i maksymalne oraz obliczone średnie geometryczne dla próbek reprezentujących zróżnicowane głębokości torfu oraz dla skał podścielających.

Total concentrations of heavy metals, mg/kg, in organic soils within the PNGS. Given are the minimum and maximum values as well as calculated geometric means for the samples representing differently deep peat layers and underlying rocks.

Poziom	Głębokość cm	N	Pb	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni
Otp1	0-15	4	<u>171-231</u> 199	<u>17,6-42</u> 28,1	<u>48-81</u> 67,0	<u>17,1-53</u> 31,7	<u>0,30-0,70</u> 0,48	<u>10,5-33</u> 18,6	<u>9,6-20,3</u> 15,0
Otp2	15-30	4	<u>81-167</u> 112	<u>6,0-11,2</u> 7,3	<u>28-59</u> 42,1	<u>5,2-26,5</u> 14,7	<u>0,27-0,70</u> 0,49	<u>4,5-6,8</u> 5,5	<u>5,8-9,8</u> 7,3
Otp(x)	30-50	4	<u>33-153</u> 53,2	<u>4,2-11,5</u> 6,5	<u>10,8-85</u> 26,7	<u>5,8-15,0</u> 8,0	<u>0,27-0,46</u> 0,37	<u>3,0-6,5</u> 4,4	<u>5,0-15,3</u> 7,1
D	różna	3	<u>9,8-38,5</u> 16,8	<u>1,1-32</u> 3,6	<u>3,0-26,5</u> 6,8	<u>2,2-30</u> 7,1	<u>0,22-0,47</u> 0,29	<u>0,5-0,8</u> 0,6	<u>3,2-17,3</u> 6,5

## OMÓWIENIE WYNIKÓW I DISKUSJA

### Ołów

Ołów w glebach pochodzi częściowo ze źródeł naturalnych, jednak znaczne ilości tego pierwiastka docierają do gleb w wyniku opadu zanieczyszczeń z powietrza. Przeciętne zawartości ołowiu w glebach niezanieczyszczonych, podawane przez różnych autorów, mieszczą się zwykle w granicach 20-40 mg/kg (Alloway 1995, Kabata-Pendias, Pendias 1999). Gleby wytworzone ze skał magmowych kwaśnych zawierają większe ilości Pb niż gleby wytworzone z innych skał magmowych. Zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego ołowiem ma charakter powszechny, związane jest z szerokim zastosowaniem tego metalu w różnych dziedzinach życia i gospodarki, a znacznie podwyższone koncentracje Pb stwierdzone są w dalekiej odległości od źródeł emisji, np. w lodowcach Grenlandii (Boutron i in. 1995). Główne źródło zanieczyszczenia środowiska ołowiem stanowiły do niedawna spaliny motoryzacyjne, emitowane przez silniki spalające benzynę etylizowaną zawierającą czteroetylen ołowiu (Adriano 1986, Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Ołów uważany jest za pierwiastek bardzo słabo ruchliwy w środowisku glebowym i słabo przyswajany z gleby przez rośliny. Podwyższone zawartości Pb w materiale roślinnym związane są zwykle z bezpośrednią depozycją pyłu na powierzchni części nadziemnych, a nie z intensywnym pobraniem ołowiu z zanieczyszczonej gleby. Zazwyczaj ołów podlega silnej kumulacji w powierzchniowych poziomach gleb, co wynika z jego powinowactwa do substancji organicznej (Kabata-Pendias 2000, Alloway 1995). Z niektórymi związkami organicznymi może jednak tworzyć rozpuszczalne połączenia kompleksowe typu chelatów, i w warunkach podaży takich związków może przechodzić do roztworu glebowego i migrować w głąb profilu glebowego bądź być pobieranym przez rośliny. Fakt ten znalazł zastosowanie praktyczne do oczyszczania

gleb silnie zanieczyszczonych tym pierwiastkiem (Peters 1999, Huang i Cunningham 1996). W obecności znacznych ilości kwasów fulwowych i innych prostych kwasów organicznych oraz związków polifenolowych, występujących w ściółkach pod drzewostanami iglastymi, można również oczekiwać kompleksowania Pb i jego migracji w głąb profilu (Bloomfield 1981, Friedland i in. 1985, Skłodowski i in. 1988, Johnson i Petras 1998, Blaser i in. 2000).

Wyniki badań nad zawartością Pb w glebach PNGS pozostają w pełni zgodne z przedstawionymi powyżej uwagami dotyczącymi pochodzenia i zachowania się tego pierwiastka w środowisku glebowym. Najwyższe zawartości Pb stwierdzono w poziomach ściółek leśnych oraz darniowych poziomach organicznych (56,8 - 310 mg/kg), a geometryczna średnia uzyskanych wyników wynosiła 122 mg/kg. Zawartości ołowiu w podległych poziomach mineralnych były znacznie niższe, w zakresie 5,0 - 180 mg/kg, średnio 33 mg/kg. Maksymalną zawartość Pb zanotowano w powierzchniowym poziomie organicznym w profilu nr 3, tj. w glebie wytworzonej z granitu monzonitowego, na stoku Wyniostej o wystawie zachodniej i znacznej wysokości (ok. 750 m n.p.m.). Zawartości Pb w ściółkach przekraczające wartość 200 mg/kg występowały w kilku punktach na wysoko usytuowanych stokach, także o wystawie zachodniej. Tak znaczne zawartości Pb w ściółce, w powiązaniu z faktem silnego zakwaszenia ( $\text{pH} < 4.0$ ) mogą być jednym z czynników zaburzających równowagę mikrobiologiczną w przebieg procesów transformacji materii organicznej w glebie (Alloway 1995, Ross 1994). W mięszszych ściółkach typu mor i moder-mor obserwuje się wzrost koncentracji Pb w ściółce wraz ze stopniem humifikacji substancji organicznej, tak że zawartości Pb w poziomach Oh są zazwyczaj 1,5- do ponad 2-krotnie wyższe niż w poziomach Of lub Olf. Przestrzenną zmienność zawartości Pb w poziomach organicznych gleb, a także w poziomach skały macierzystej, na tle budowy geologicznej Gór Stołowych, ilustruje rys. 1. Uwagę zwraca fakt, że zawartości Pb w ściółkach nie wykazują związku z zawartościami tego pierwiastka w skałach macierzystych, a zdają się odzwierciedlać raczej stopień ekspozycji danej gleby na napływające głównie z zachodu masy powietrza, dla których masyw Gór Stołowych może stanowić barierę orograficzną, co ma zasadnicze znaczenie dla wielkości depozycji zanieczyszczeń (Friedland, Johnson 1985, Haygarth, Jones 1992, Kabała 1998, Schwarz i in. 1999). Notowane tu zawartości Pb w ściółkach są niższe od maksymalnych zawartości stwierdzanych przez różnych autorów w Karkonoszach, Górach Izerskich oraz niektórych partiach Beskidów (Borkowski i in. 1993, Skiba i in. 1994, 1995, Kabała i in. 2000, Niemyska-Łukaszuk 1993), tj. pasm górskich jeszcze silniej eksponowanych na napływ mas zanieczyszczonego powietrza, charakteryzujących się ponadto wyższą roczną sumą opadów oraz wolniejszym tempem rozkładu substancji organicznej. Natomiast znacznie niższe są zawartości Pb w ściółkach gleb bielcowych na obszarach nizinnych Polski, zwłaszcza w rejonach odalonych od źródeł emisji (Skłodowski i in. 1988, Małczyk 2000), a także w niektórych pasmach górskich, np. w Bieszczadach (Dobrzański, Gliński 1970), co niewątpliwie należy tłumaczyć mniejszą depozycją tego pierwiastka z powietrza atmosferycznego.

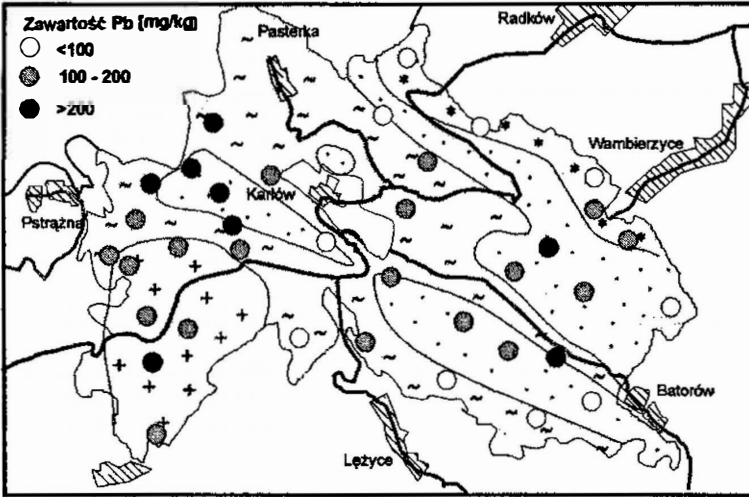
W obowiązującym do 2002 r. Rozporządzeniu MOŚZNiL w sprawie dopuszczalnych stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu (Rozporządzenie MOŚZNiL 1998) określono wartości maksymalnego dopuszczalnego opadu ołowiu na

powierzchnię terenu na poziomie  $0,1 \text{ g/m}^2\text{rok}$ . Przy założeniu, że ołów dociera z zanieczyszczeń atmosferycznych w tej właśnie ilości i podlega całkowitej kumulacji w poziomie organicznym gleby, a nie jest wymywany w głąb profilu, można szacować, że wzrost zawartości tego pierwiastka w ściółce o miąższości 10 cm w ciągu 10 lat wyniesie  $50 \text{ mg/kg}$ . Tymczasem w latach 1980-90 opad Pb w Polsce był znacznie wyższy i według niektórych autorów mieścił się w zakresie  $2 - 20 \text{ g/m}^2$ , a lokalnie osiągał nawet wartości  $50 \text{ g/m}^2$  (Kabata-Pendias, 2000). Dane te, w powiązaniu z niewielką mobilnością Pb, dobrze tłumaczą jego wysokie koncentracje w ściółkach gleb leśnych. ekspozowanych na zanieczyszczenia.

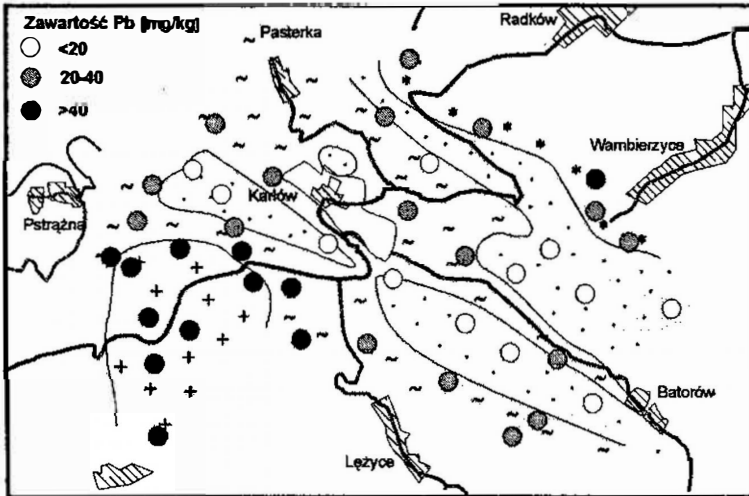
Poziomy skały macierzystej wykazują silne zróżnicowanie pod względem zawartości Pb, przy czym wyraźnie widoczny jest związek z rodzajem skały. Najbogatsze w ten pierwiastek są zwietrzliny granitów ( $38 - 63 \text{ mg/kg}$ , średnio  $48 \text{ mg/kg}$ ) a także margle i mułowce kredowe ( $24-65 \text{ mg/kg}$ , średnio  $35 \text{ mg/kg}$ ), podczas gdy poziomy skały macierzystej gleb bielcowych wytworzonych z piaskowców zawierają jedynie  $7,8 - 11,0 \text{ mg/kg}$ , średnio  $9,2 \text{ mg/kg}$  ołowiu. Podobnie ubogie w Pb są - wytworzone ze zwietrzelin piaskowców - skały podścielające gleby torfowe, zawierające od  $9,8$  do  $19 \text{ mg/kg}$  Pb. Ilustrację zawartości Pb w poziomach skały macierzystej, na tle budowy geologicznej Gór Stołowych, ilustruje rys. 1. Opisane zróżnicowanie zawartości Pb w skałach macierzystych jest zgodne z danymi w literaturowymi, choć wydaje się, że zwietrzeliny kudowskiego granitu monzonitowego zawierają wyższe od innych granitów, np. karkonoskich czy tatrzańskich, koncentracje tego pierwiastka. Przykładowo Kabata-Pendias i Pendias (1999) podają typowe dla granitów zawartości Pb na poziomie  $15-25 \text{ mg/kg}$ , a dla granitu karkonoskiego za wartości typowe uważa się zakres  $24-30 \text{ mg/kg}$  (Kabata-Pendias 1965, Sachanbiński 1995).

Profilowe rozmieszczenie Pb w glebach potwierdza silną kumulację tego pierwiastka w poziomach powierzchniowych. Na rysunku 2 przedstawiono profilowe rozmieszczenie Pb w wydzielonych dominujących grupach gleb PNGS, tj w glebach bielcowych wytworzonych głównie z piaskowców ciosowych (grupa I), w glebach brunatnych właściwych i brunatnych kwaśnych wytworzonych z mułowców i margli kredowych (grupa II) oraz w glebach brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitu monzonitowego (grupa III). W glebach brunatnych właściwych oraz kwaśnych zawartości Pb zmniejszają się wyraźnie wraz z głębokością w glebie (tab. 2, rys. 2).

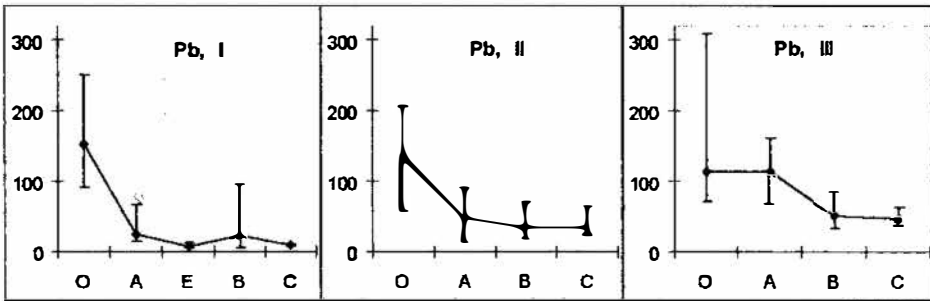
**Zawartość ołowiu w glebach PNGS - poziom O (próchnica nadkładowa)  
na tle budowy geologicznej)**



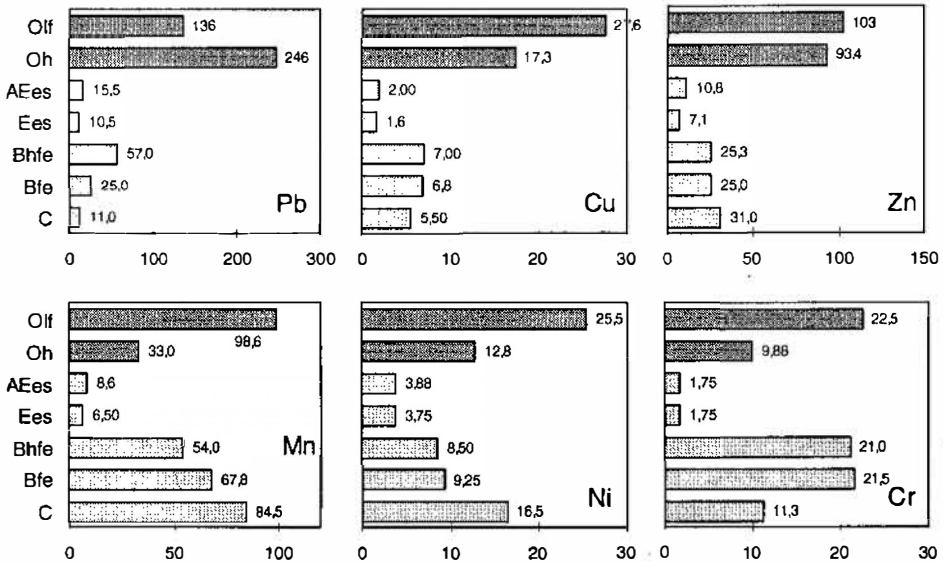
**Zawartość ołowiu w glebach PNGS - poziom C (skała macierzysta)  
na tle budowy geologicznej)**



**Rys. 1.** Rozkład przestrzenny zawartości Pb w poziomach ściółek (próchnicy nadkładowej) oraz poziomach skały macierzystej w glebach mineralnych PNGS. Dla kilkudzielnych poziomów ściółek wartości uśredniono. Spatial distribution of Pb concentrations in the forest litter and parent rock horizons in mineral soils of PNGS. For multi-layered litter horizons, the mean values were calculated.



**Rys. 2.** Graficzna ilustracja rozkładu profilowego ołowiu w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of lead distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, acc. to the table I). Presented are the values of geometric means as well as the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

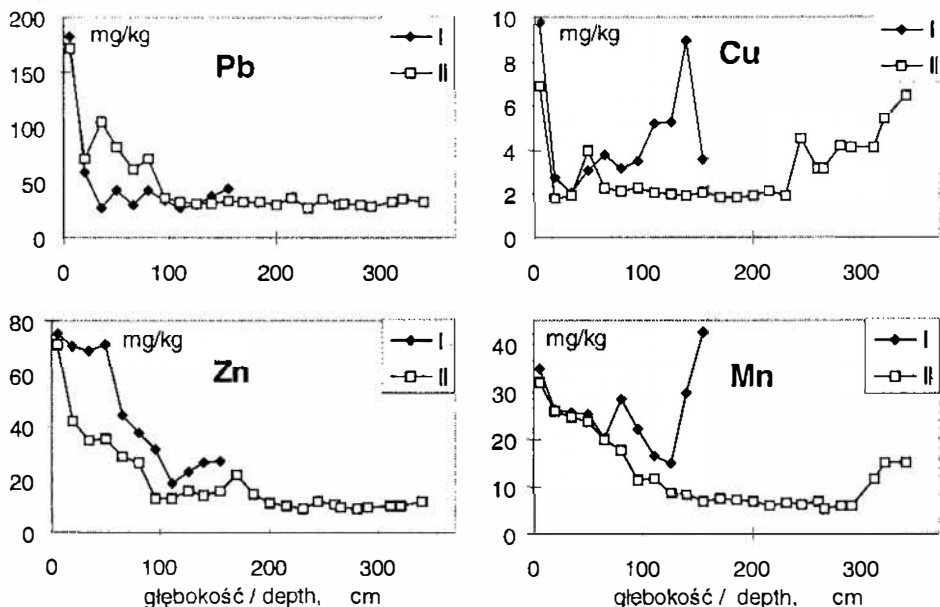


**Rys. 3.** Rozkład zawartości pierwiastków śladowych, mg/kg, w typowym profilu gleby bielcowej (profil nr 83). Distribution of trace element concentrations, mg/kg, in a typical profile of Spodosol (profile No 83).



W profilach gleb bielcowych obserwuje się silne zubożenie w Pb poziomie eluwalnego oraz wyraźne wzbogacenie poziomów iluwalnych Bh i Bfc (a zwłaszcza Bh, co ilustrują zarówno dane uśrednione (tab. 2, rys. 2), jak i przykład pojedynczego profilu nr 83 (rys. 3). Stanowi to dowód zachodzącego procesu kompleksowania Pb i jego migracji w głąb profilu gleb bielcowych, co zgodne jest z danymi literaturowymi i opisywanym przez licznych autorów rozkładem profilowym Pb w tego typu glebach innych pasm górskich, (Bloomfield 1981, Skłodowski i in. 1988, Drozd i in. 1998, Johnson i Petras 1998, Kabała 1998, Blaser i in. 2000, Kabała, Szerszeń 2002).

Fakt silnego wiązania ołowiu przez substancję organiczną znajduje potwierdzenie także w profilowym rozmieszczeniu Pb w glebach organicznych. Ilustrują to zbiorcze (dla 4 profili) dane przedstawione w tab. 3, wskazujące, że powierzchniowe (0-10 cm) poziomy torfów są najsilniej wzbogacone w Pb. Na rysunku 4 przedstawiono zmienność zawartości Pb, a także Cu, Zn i Mn w profilach Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. Zawartości Pb w torfie są najwyższe w warstwach powierzchniowych, wyraźnie zmniejszają się w warstwach nieco głębszych (20-60 cm), a poniżej tej głębokości pozostają praktycznie stałe, na poziomie zbliżonym do 25-30 mg/kg, który prawdopodobnie można uznać za poziom odpowiadający naturalnej bioakumulacji Pb, charakterystyczny dla tego siedliska, w warunkach braku dopływu Pb z zanieczyszczonego powietrza.



Rys. 4. Zmienność zawartości Pb, Cu, Zn i Mn w dwóch profilach torfu Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. Variability in Pb, Cu, Zn, and Mn concentrations in two peat profiles of Wielkie Torfowisko Batorowskie

## Miedź

Miedź należy do mikroelementów niezbędnych dla roślin. Przeciętna zawartość tego pierwiastka w skorupie ziemskiej wynosi około 50 mg/kg, przy czym różne skały wykazują znacznie zróżnicowane zawartości Cu. Najuboższe są zazwyczaj skały węglanowe, zawierające poniżej 10 mg/kg Cu, a także kwaśne skały magmowe - o średniej zawartości Cu wymonoszającej około 13 mg/kg (Adriano 1986, Alloway 1995, Kabata-Pendias i Pendias 1999). W glebach wytworzonych z piasków i piaskowców, a także w glebach węglanowych, często występują deficyty miedzi. Znany jest także fakt ograniczonej dostępności Cu dla roślin w glebach organicznych, co wiąże się z silnym, podobnie jak w przypadku Pb, powinowactwem do substancji organicznej, z którą miedź łączy się tworząc trwałe połączenia chelatowe. W odróżnieniu od Pb, Cu uważana jest za pierwiastek łatwo tworzący w środowisku glebowym formy rozpuszczalne, ruchliwe. Antropogeniczne zanieczyszczenie środowiska miedzią jest związane głównie z przemysłem hutniczym i metalurgicznym, i dotyczy przede wszystkim rejonów pozostających w bezpośrednim zasięgu oddziaływania tego typu przemysłu. Pewne ilości Cu migrują jednak w atmosferze na znaczne odległości i opadają na powierzchnię w ilościach od 2 do kilkudziesięciu mg/m<sup>2</sup> w ciągu roku, tj. kilkaset razy niższych od przeciętnego opadu Pb (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

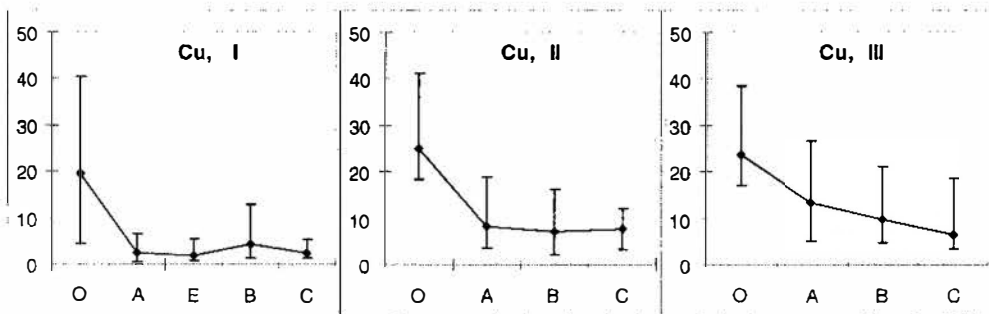
Gleby PNGS należą do ubogich w miedź, wykazując przy tym znaczne zróżnicowanie zawartości Cu zarówno w układzie przestrzennym, jak i profilowym. Podobnie jak w przypadku ołowiu - najwyższe koncentracje Cu stwierdza się w organicznych poziomach powierzchniowych, co niewątpliwie wiąże się z powinowactwem miedzi do substancji organicznej. Zawartości Cu w ściółkach i organicznych poziomach darniowych mieszczą się w zakresie 4,5 - 42,4 mg/kg, ze średnią geometryczną na poziomie 20,0 mg/kg. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości miedzi w poziomach organicznych w zależności od rodzaju skały macierzystej. Najwyższe koncentracje miedzi w poziomach organicznych, zbliżone do 40 mg/kg, zanotowano w profilach 3, 25, 29 i 44 gleb różnych typologicznie, wykazujących także najwyższe zawartości Pb. Może to wskazywać na znaczenie depozycji zanieczyszczeń atmosferycznych dla wzbogacania gleb PNGS w miedź. Inaczej niż w przypadku Pb, poziomy humifikacyjne Oh ściółek typu mor i moder-mor zawierają znacznie niższe ilości Cu od słabiej rozłożonych poziomów Ol i Of, co wskazuje na uwalnianie i wymywanie miedzi ze ściółki podczas postępującej humifikacji. Spośród analizowanych poziomów organicznych najniższą zawartość Cu, wynoszącą 4,5 mg/kg, wykazuje poziom Oh gleby bielcowej wytworzonej z piaskowców ciosowych górnych w rejonie Kręgielnego Traktu (profil 58). Poziom Olf tej gleby charakteryzuje się przy tym przeciętną zawartością Cu, choć zawartości Cu w poziomach mineralnych są tu bardzo niskie, poniżej 2 mg/kg.

Ogólnie, gleby bielcowe wytworzone z piaskowców zawierają w poziomach skały macierzystej C nieznaczne ilości Cu, w zakresie 1,5 - 5,5 mg/kg, ze średnią geometryczną 2,5 mg/kg (tab. 2). Poziomy skały macierzystej gleb wytworzonych z granitów są bogatsze w miedź (3,5 - 18,7 mg/kg, średnio 6,6 mg/kg), podobne zawartości Cu w poziomach skały macierzystej wykazują gleby wytworzone z mułowców (3,3 - 12,0 mg/kg; średnio 7,8 mg/kg). Najwyższe koncentracje Cu w skałach macierzystych gleb, ponad 14 mg/kg, stwierdzono w glebach brunatnych

kwaśnych typowych wytworzonych z granitów (profile 7 i 14) oraz permskiego piaskowca („czerwone spagowca”), profil 89.

Tendencje zmian koncentracji miedzi w profilach gleb ilustrują diagramy na rysunku 5. Charakter rozkładu profilowego miedzi jest zbliżony do ołowiu. W glebach brunatnych właściwych i kwaśnych obserwuje się zmniejszanie zawartości Cu w głąb profilu glebowego, co jest tendencją odwrotną do opisywanej przez Dobrzańskiego i Glińskiego (1970) dla gleb bieszczadzkich. W niektórych profilach gleb PNGS (np. 61, 88, 89) w poziomach dolnych zaznacza się tendencja do nieznacznego ponownego wzrostu koncentracji Cu, co może wynikać albo z niskiego stopnia zwietrzzenia skał, albo z wtórnego wzbogacania w ten pierwiastek poziomów najgłębszych, o stosunkowo małej przepuszczalności. Kabała (1998) również zwraca uwagę na wzrost koncentracji Cu na styku zwietrzliny i litej skały w profilach gleb Gór Izerskich, podobnie znacznie wcześniej Kabata-Pendias (1965) mówi o „wtórnym (dolnym) poziomie akumulacji”.

Profile gleb bielcowych PNGS wykazują natomiast typowy, związany z przebiegiem procesu bielcowania, rozkład zawartości Cu, w którym zaznacza się silne zubożenie poziomów eluwalnych i wzbogacenie poziomów iluwalnych (rys. 5).



**Rys. 5.** Graficzna ilustracja rozkładu profilowego miedzi w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of copper distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, acc. to the tab. 1). Presented are the values of geometric means as well as the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

Gleby organiczne PNGS wykazują najwyższe zawartości Cu w poziomach powierzchniowych, a zakres tych zawartości (17,6 - 42,4 mg/kg) jest zbliżony do koncentracji Cu w słabo shumifikowanych poziomach organicznych gleb mineralnych. Głębsze poziomy gleb torfowych (poniżej 20 cm) zawierają już znacznie niższe stężenia Cu, w zakresie 4,2 - 11,5 mg/kg (tab. 3). Przedstawione na rysunku 3 wykresy, ilustrujące rozkład zawartości Cu w profilach torfu Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, wskazują na silny ubytek Cu w podpowierzchniowych warstwach torfu, a następnie ponowny wzrost koncentracji Cu w głąb profilu, prawdopodobnie aż do poziomu mineralnego podłoża. Taki wzrost zawartości Cu wraz z głębokością można prawdopodobnie przypisywać transformacjom form Cu wymywanych z

powierzchniowych poziomów torfu, jakie mogą zachodzić w warunkach pogłębiającego się deficytu tlenowego. Sprawdzenie tej hipotezy wymagałoby jednak dalszych badań.

## Cynk

Cynk, podobnie jak miedź, należy do mikroelementów niezbędnych dla roślin. Poziom tła geochemicznego cynku wynosi około 75 mg/kg, a przeciętne zawartości cynku w różnych skałach są zróżnicowane i zwykle mieszczą się w zakresie 20-120 mg/kg (Adriano 1986, Kabata-Pendias, Pendias 1999). Najuboższe w cynk są skały węglanowe oraz grubookruchowe skały osadowe: piaski i piaskowce, w których zawartości Zn pozostają zwykle poniżej 30 mg/kg. Znaczne koncentracje tego pierwiastka, przekraczające 100 mg/kg, zawierają natomiast skały magmowe zasadowe oraz drobnookruchowe skały osadowe: ciężkie gliny, ility i łupki ilaste. Źródłem cynku w glebach, obok źródeł naturalnych, może być opad z atmosfery, jako że pierwiastek ten obecny jest w emisjach z hut i zakładów metalurgicznych, a w mniejszej ilości - także w emisjach z elektrowni ciepłych oraz innych obiektów. Dane dotyczące opadu cynku na powierzchnię gleby są silnie zróżnicowane. W rejonach odległych od okręgów przemysłowych roczny opad Zn w Polsce w latach 1980-90 szacowano na poziomie 0,05 g/m<sup>2</sup>, ale na Górnym Śląsku notowano wartości 15-krotnie wyższe (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Cynk, obok kadmu, należy do najbardziej ruchliwych pierwiastków w glebie. Łatwo ulega wymyciu w głąb profilu glebowego, często natomiast może być wtórnie akumulowany w poziomach glebowych bogatych w tlenki żelaza, do których ma silne powinowactwo (Bloomfield 1981, McBride 1994, Alloway 1995, Kabata-Pendias, Pendias 1999).

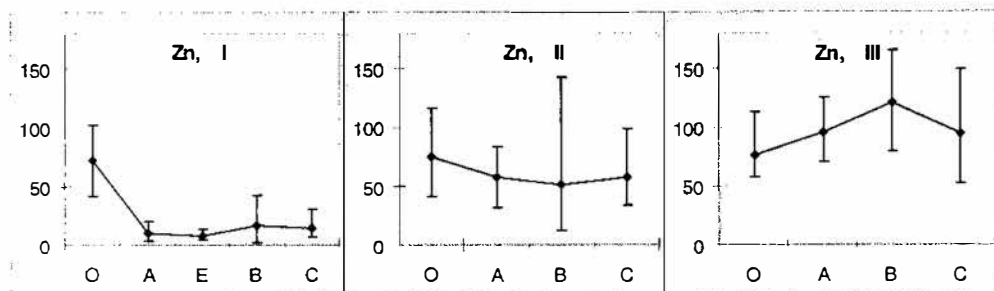
Zawartości cynku w glebach PNGS mieszczą się w granicach typowych dla gleb, przy czym poziomy mineralne gleb bielcowych wytworzonych z piaskowców zawierają niewielkie ilości tego pierwiastka. Poziomy ściółek, a także powierzchniowe poziomy gleb organicznych wykazują podobne zawartości Zn, niezależne od rodzaju skały macierzystej i typu gleby. Zakres Zawartości Zn w poziomach organicznych wszystkich badanych gleb mieszczą się w zakresie 41-126 mg/kg, ze średnią 77 mg/kg, podczas gdy średnie zawartości Zn w ściółkach w poszczególnych grupach gleb określono na poziomie od 72 mg/kg (grupa I: gleby bielcowe) do 80 mg/kg (grupa IV: inne). Najwyższe zawartości Zn w ściółkach, wynoszące ponad 100 mg/kg obserwowano w silnie rozproszonych punktach na obszarze całego PNGS (profile 7, 18, 36, 44, 83). Tak więc wydaje się, że zawartość tego pierwiastka w ściółkach uwarunkowana jest głównie rodzajem roślinności i kierunkiem przemian substancji organicznej, nie zależy natomiast w prosty sposób od skały macierzystej, typu gleby ani oddziaływania zanieczyszczeń.

Poziomy mineralne gleb PNGS wykazują natomiast silne zróżnicowanie zawartości cynku. Dane dotyczące poziomu C (skały macierzystej) wskazują, że najuboższe w cynk są piaskowce (zawierające 6,5 - 31 mg/kg, średnio 14,1 mg/kg Zn), natomiast najbogatsze - granity o zawartościach Zn w zakresie 53-149 mg/kg i średniej 95 mg/kg Zn. Znaczne zawartości Zn w skałach macierzystych oraz całych profilach gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z kudowskich granitów monzonitowych są prawdopodobnie specyficzną cechą uwarunkowaną składem tych skał, bowiem w

innych granitach Zn występuje zazwyczaj w niższych koncentracjach, nie przekraczających 100 mg/kg (Alloway 1995, Kabata-Pendias 1965, Sachanbiński 1995, Kabała 1998, Niemyska-Łukaszuk i in. 1998, Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Profilowe rozmieszczenie Zn w glebach bielcowych PNGS uклада się podobnie, jak to opisano wcześniej dla Pb i Cu. Poziomy Ees wykazują silne zubożenie w Zn, natomiast wtórna iluwialna akumulacja tego pierwiastka występuje w poziomach Bh i Bfe (tab. 2, rys. 6). W niektórych profilach gleb bielcowych obserwuje się stały wzrost zawartości Zn w głębszych poziomach profilu, tak że koncentracje w poziomach zwietrzliny skalnej C są niekiedy wyższe niż w Bh i Bfe (przykład profilu 83, rys. 3). Taką kumulację Zn (podobnie jak Cu) w dolnej części profilu glebowego Kabała (1998) opisuje także dla Gór Izerskich, tłumacząc to zjawisko zatrzymywaniem mobilnych form metali przy niewielkiej przepuszczalności gliniasto - skalnego podłoża.

Profilowy rozkład Zn w glebach brunatnych właściwych i brunatnych kwaśnych, zwłaszcza wytworzonych z granitów, odbiega znacznie od rozkładu Pb i Cu, i świadczy o znacznej ruchliwości cynku i jego przemieszczaniu w głąb gleby. W większości profili gleb brunatnych, zwłaszcza wytworzonych z granitów, stwierdzono oznaki wtórnej akumulacji Zn w poziomach Bbr. Obserwacje te są zgodne z danymi literaturowymi o znacznym powinowactwie cynku do tlenków żelaza.



**Rys. 6.** Graficzna ilustracja rozkładu profilowego cynku w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of zinc distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, acc. to the tab. 1). Presented are the values of geometric means as well as the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

Rozmieszczenie Zn w profilach gleb organicznych (tab. 3, rys. 4) również dowodzi postępującego procesu uwalniania tego pierwiastka ze skały macierzystej, jaką jest tu materia organiczna, i jego migracji w głąb gleby. Zawartości Zn w poszczególnych poziomach torfów Wielkiego Torfowiska Batorowskiego stopniowo zmniejszają się wraz z głębokością, by - podobnie jak w przypadku Pb - na pewnej głębokości, wynoszącej około 100 cm, osiągnąć względnie stałe wartości w zakresie 12-20 mg/kg (rys. 4). W profilach torfów nie ma natomiast oznak wtórnej akumulacji cynku uwolnionego z poziomów powierzchniowych. Prawdopodobnie jako pierwiastek bardzo mobilny jest on wraz z wodą usuwany poza obręb torfowiska. Pewną rolę w obiegu cynku w ekosystemie torfowiska mogą także odgrywać rośliny (zwłaszcza drzewa),

które wobec deficytu tego pierwiastka w piaskowcach tworzących podłoże torfowiska, korzystają z cynku uwolnionego podczas rozkładu powierzchniowych warstw torfu, a następnie dostarczają go ponownie do warstw powierzchniowych wraz z opadającym i powoli rozkładającym się listowiem i igliwem.

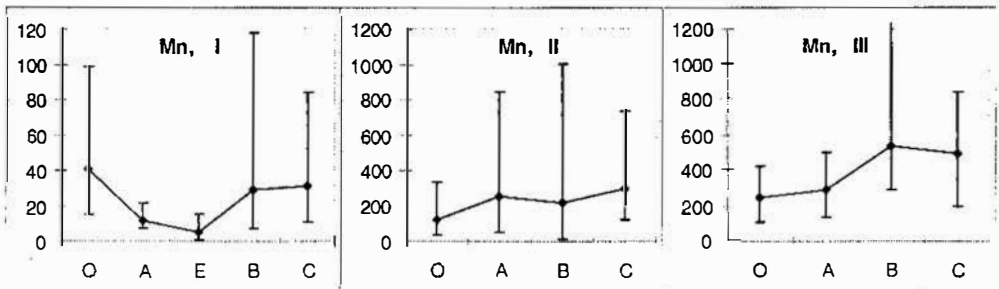
## Mangan

Mangan występuje w środowisku przyrodniczym w znacznej ilości, jego przeciętna zawartość w skorupie ziemskiej wynosi około 950 mg/kg (Alloway 1995). Zawartości Mn w różnych skałach są zróżnicowane, najuboższe w ten pierwiastek są skały magmowe kwaśne oraz piaskowce (zawierające około 400 mg/kg Mn, podczas gdy skały magmowe zasadowe zawierają mogą ponad 1500 mg/kg Mn (Kabata-Pendias, Pendias 1998). Zanieczyszczenie powietrza manganem, nawet jeśli występuje, nie ma większego znaczenia dla bilansu tego pierwiastka w środowisku glebowym. Mangan jest niezbędny dla roślin, ale zawartości w glebie na poziomie 10-25 mg/kg Mn zwykle całkowicie pokrywają to zapotrzebowanie. W glebach mangan charakteryzuje się znaczną mobilnością i zmiennością form, warunkowaną nie tylko zmianami odczynu, ale przede wszystkim procesami o charakterze reakcji redox. Uruchomianie i strącanie manganu zwykle związane są ze zmianą warunków natlenienia gleby (Bloomfield 1981, McBride 1994). W odróżnieniu od dotąd omawianych metali mangan wykazuje niewielkie powinowactwo do substancji organicznej, przez którą jest bardzo słabo wiązany w glebach.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zawartości manganu w glebach PNGS są silnie zróżnicowane i zależą w pierwszym rzędzie od rodzaju skał macierzystych. Szczególnie ubogie w mangan są gleby bielcowe wytworzone z piaskowców kredowych, natomiast najwyższe zawartości Mn wykazują gleby wytworzone z granitów monzonitowych (z maksimum wynoszącym 1260 mg/kg w profilu 14), a także gleby wykazujące cechy oglejenia opadowego (profile 29, 49, 69) wytworzone bądź z mułowców bądź z osadów deluwialnych. Gleby brunatne właściwe i kwaśne wytworzone z mułowców charakteryzują się bardzo dużą rozpiętością zawartości Mn - i to zarówno pomiędzy poszczególnymi profilami, jak też i w obrębie pojedynczych profili gleb.

W odróżnieniu od Pb, Cu i Zn, mangan zasadniczo nie podlega kumulacji w poziomach organicznych i próchnicznych gleb mineralnych. Jednak w przypadku ekstremalnie ubogich w ten pierwiastek gleb bielcowych wytworzonych z piaskowców organiczne poziomy powierzchniowe wykazują wyższe zawartości Mn (w zakresie 15,6 - 99 mg/kg) niż poziomy głębsze, zawierające średnio od 5,4 mg/kg Mn (poziomy eluwalne Ees) do 31 mg/kg Mn (poziomy C), co ilustruje tab. 3 oraz rys. 7. Zawartości Mn w poziomach organicznych pozostałych typów gleb PNGS mieszczą się w szerokim zakresie 32 - 587 mg/kg, są więc znacznie wyższe od notowanych w glebach bielcowych, choć zwykle pozostają poniżej koncentracji Mn w mineralnych poziomach tych gleb. W niektórych odgórnie oglejonych glebach wytworzonych z mułowców, np. w profilach 37 i 69, w poziomach próchnicznych stwierdzono szczególnie wysokie koncentracje Mn (powyżej 600 mg/kg), które można tłumaczyć zwiększoną podażą form rozpuszczalnych tego pierwiastka w warunkach oglejenia i luksusowym, zwiększonym

jego pobraniem przez rośliny (Ross 1994), co w rezultacie prowadzić może do wzbogacenia w mangan poziomów akumulacji próchnicy. Zróżnicowanie całkowitych zawartości Mn w glebach wytworzonych z tych samych skał macierzystych ilustrują zestawione w tab. 2 wartości minimalne i maksymalne w poszczególnych grupach. Jednoznaczne wyjaśnienie tak dużego zróżnicowania nie jest możliwe w oparciu o dotychczasowe rozpoznanie właściwości gleb. Niewątpliwie jednak profilowy rozkład Mn w glebach, silnie zróżnicowany na obszarze objętym badaniami, potwierdza znaczną mobilność tego pierwiastka w środowiskach geochemicznych, w tym w środowisku glebowym. W wielu profilach gleb brunatnych (zarówno właściwych, jak przede wszystkim - brunatnych kwaśnych) obserwuje się efekt kumulacji manganu w poziomach Bbr. Jednak w licznych profilach występuje zależność odwrotna - zawartości Mn w poziomach skały macierzystej C są znacznie wyższe niż w poziomach Bbr, podobnie jak to opisywano dla Cu oraz Zn. Nie stwierdzono także jednoznacznego związku zawartości i rozmieszczenia Mn w badanych glebach z występowaniem w glebie cech oglejenia świadczących o trwałych lub okresowych stanach anaerobiozy.



**Rys. 7.** Graficzna ilustracja rozkładu profilowego manganu w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of Mn distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, acc. to the tab. 1). Presented are the values of geometric means as well as the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

Gleby organiczne PNGS są mało zasobne w mangan. Poziomy powierzchniowe tych gleb zawierają 17-53 mg/kg Mn, co jest zakresem zbliżonym do zawartości Mn w ściółkach ubogich gleb bielcowych. W głębszych poziomach torfów stwierdza się jeszcze niższe koncentracje Mn. Profilową zmienność zawartości Mn w torfie Wielkiego Torfowiska Batorowskiego ilustruje rys. 4. Zawartości Mn zmniejszają się wraz ze wzrostem głębokości i w profilu zlokalizowanym w centralnej części torfowiska (profil II), podobnie jak w przypadku Zn, stabilizują się na głębokości około 100 cm i w znacznej części złoża torfowego pozostają na bardzo niskim poziomie około 5,5-6,0 mg/kg. W spagowych częściach torfowiska następuje jednak ponowny wyraźny wzrost zawartości Mn, który wiązać można prawdopodobnie z oddziaływaniem skały podścielającej.

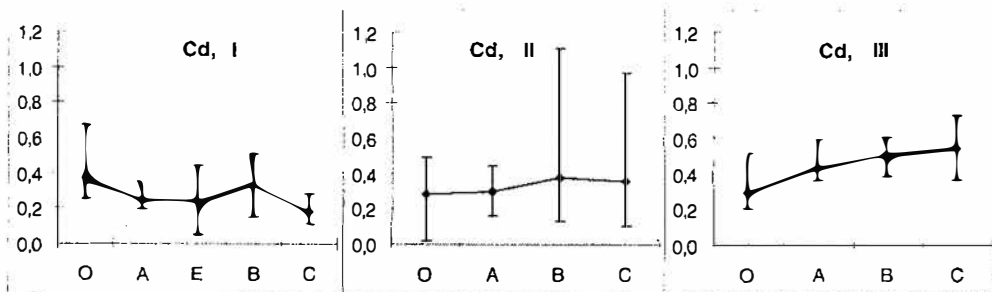
## Kadm

Kadm jest pierwiastkiem silnie rozproszonym w środowisku przyrodniczym, o przeciętnej zawartości w skorupie ziemskiej wynoszącej 0,1 mg/kg. Pierwiastkowi temu poświęca się sporo uwagi ze względu na silną toksyczność dla człowieka, a także dużą mobilność w środowisku i łatwość pobierania z gleb przez rośliny (Ross 1994, Kabata-Pendias, Pendias 1999). Do 2002 roku kadm był drugim, obok ołowiu, pierwiastkiem, dla którego w Polsce określono maksymalne dopuszczalne wartości opadu z atmosfery, które zostały ustalone na poziomie 0,01 g/m<sup>2</sup>rok (Rozporządzenie MOSZNiL, 1998).

W skałach magmowych kwaśnych, piaskowcach oraz skałach węglanowych zawartości Cd są zazwyczaj bardzo niskie, znacznie poniżej 0,1 mg/kg, podczas gdy wzbogacone w ten pierwiastek mogą być skały osadowe typu iłów i łupków ilastych, zawierające niekiedy ponad 1 mg/kg Cd.

Zawartości Cd we wszystkich badanych glebach PNGS, z wyjątkiem 1 próbki, pozostają na poziomie poniżej 1,0 mg/kg. Poziomy organiczne gleb zawierają kadm w ilościach 0,03-0,75 mg/kg (średnio 0,35 mg/kg). W glebach bielcowych poziomy organiczne wykazują zawartości Cd wyższe niż poziomy mineralne, natomiast w przypadku gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitów poziomy ściółki są uboższe w Cd od poziomów mineralnych, co ilustruje rys. 8. Jednocześnie średnie zawartości Cd w poziomach organicznych gleb bielcowych (0,37 mg/kg Cd) są nieznacznie wyższe niż w glebach brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitów (0,29 mg/kg) i glebach wytworzonych z mułowców (0,28), co przedstawiono w tab. 2. Zawartości Cd w ściółkach powyżej 0,50 mg/kg stwierdzano w profilach gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych, w tym m.in. w tych samych punktach, w których w ściółkach zanotowano także wysokie koncentracje Pb (m.in. profile 3, 36 i 83). Taka zależność wskazywać może na znaczenie czynników geomorfologicznych i emisji zanieczyszczeń z atmosfery w kształtowaniu się zawartości Cd w glebach. Najwyższą koncentrację Cd, wynoszącą 1,11 mg/kg, stwierdzono w poziomie Bbr profilu 36, zlokalizowanego na zachodnim stoku Ostrej Góry.

Profilowe rozmieszczenie Cd w glebach bielcowych wykazuje podobne zależności, jak rozmieszczenie innych metali, choć efekty zubożenia poziomów eluwalnych i wzbogacenia poziomów iluwalnych są w tym przypadku słabiej zaznaczone (rys. 8). W glebach brunatnych kwaśnych i właściwych obserwuje się z reguły wzrost zawartości Cd w głąb profilu





Rys. 8. Graficzna ilustracja rozkładu profilowego kadmu w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of Cd distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, according to the tab. 1). Presented are the values of geometric means as well as the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

W glebach organicznych występuje słabo zaznaczona tendencja obniżania zawartości Cd wraz ze wzrostem głębokości w profilu torfu, choć spadek ten jest niewielki, średnio około 20% w stosunku do zawartości Cd w poziomach powierzchniowych. Z powodów technicznych nie oznaczono profilowego rozmieszczenia Cd w torfie Wielkiego Torfowiska Batorowskiego.

### Chrom i nikiel

Chrom i nikiel pozostają zazwyczaj w geochemicznej asocjacji i dlatego często omawiane są wspólnie. Przeciętne zawartości w skorupie ziemskiej wynoszą dla Cr 100 mg/kg, a dla Ni 80 mg/kg. Zawartości tych pierwiastków w skałach silnie zależą od rodzaju skał. Spośród skał magmowych najuboższe w Cr i Ni są skały kwaśne, zawierające zwykle poniżej 10 mg/kg tych pierwiastków, podczas gdy w skałach zasadowych zawartości Cr i Ni sięgają zwykle kilkuset mg/kg. Szczególnie bogate w oba pierwiastki są skały ultrazasadowe oraz serpentynity, zawierające ponad 1000 mg/kg Cr i Ni (Adriano 1986, Roberts, Proctors 1992). Wśród skał osadowych piaski i piaszkowce oraz skały węglanowe wykazują niskie zawartości tych pierwiastków, zwykle poniżej 20 mg/kg Ni i poniżej 40 mg/kg Cr (Adriano 1986, Alloway 1995, Kabata-Pendias, Pendias 1999). Głównym źródłem obu pierwiastków w glebach jest skała macierzysta, a dopływ z atmosfery w rejonach oddalonych od przemysłu, zwłaszcza metalurgicznego, ma niewielkie znaczenie (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

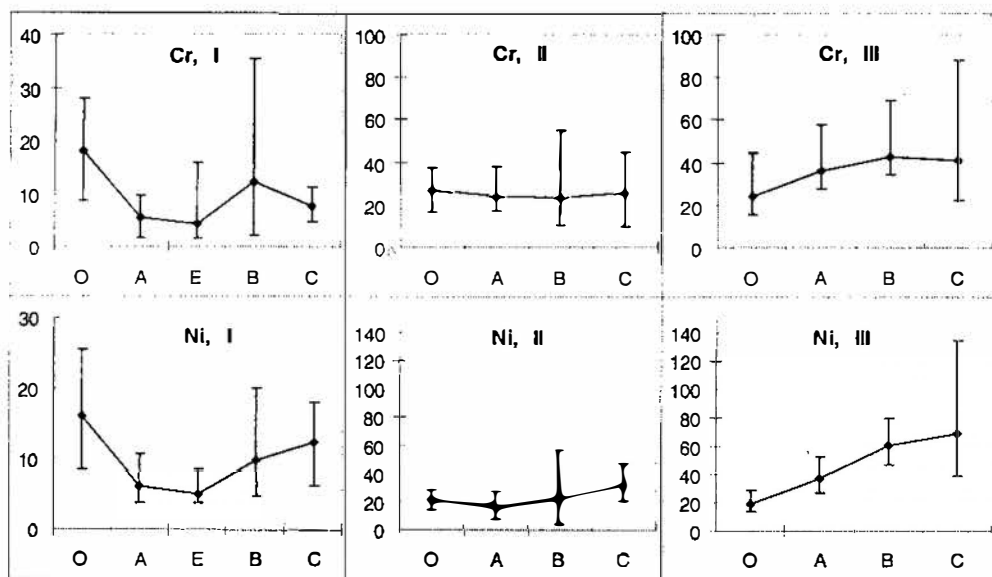
Nikiel i chrom nie pełnią funkcji fizjologicznych w organizmach roślin, są jednak niezbędnymi mikroelementami dla mikroorganizmów glebowych, a także dla zwierząt i człowieka. Mimo geochemicznej asocjacji zachowanie obu pierwiastków w glebach jest zróżnicowane. Nikiel wykazuje wysokie powinowactwo do substancji organicznej, tworzy łatwo potężenia chelatowe i jest dość ruchliwy, podobnie jak miedź. Chrom natomiast w formie zredukowanej Cr(III) pozostaje w glebach stabilny i w tej postaci trudno ulega uruchomieniu.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zawartości Cr i Ni w glebach PNGS pozostają na poziomie zawartości niskich i średnich, wykazując przy tym znaczną zależność od rodzaju skał macierzystych. Najuboższe w Cr i Ni są gleby bielicowe wytworzone z piaszkowców. Średnia zawartość Cr w poziomach skały macierzystej tych gleb (tj. piaszkowca ciosowego górnego) wynosi 7,6 mg/kg i jest niższa od podawanych w literaturze przeciętnych zawartości Cr w skałach tego typu (Skłodowski, Maciejewska 1986, Kabata-Pendias, Pendias 1999), podczas gdy średnia zawartość Ni w skałach macierzystej, wynosząca tu 12,3 mg/kg, pozostaje w zakresie typowym dla piaszkowców. Bogatsze w Cr i Ni są poziomy skały macierzystej gleb wytworzonych z mułowców kredowych, które zawierają odpowiednio: Cr w zakresie

10,3 - 45 mg/kg (średnio 26 mg/kg) oraz Ni w zakresie 21 - 48 mg/kg (średnio 32 mg/kg). Poziomy skały macierzystej gleb utworzonych z granitów zawierają Cr i Ni w jeszcze wyższych koncentracjach, wynoszących średnio 41 mg/kg Cr (zakres: 22-88 mg/kg) oraz 69 mg/kg Ni (zakres: 40-135 mg/kg). Tak więc i gleby brunatne kwaśne utworzone z granitów monzonitowych są najbogatsze w Cr i Ni i wykazują znaczne zawartości obu pierwiastków w całych profilach (rys. 9).

Poziomy organiczne gleb bielcowych zawierają zarówno Cr, jak i Ni, w ilościach większych niż poziomy mineralne tych gleb, a profilowe rozmieszczenie obu pierwiastków odzwierciedla efekty procesu bielcowania, tj. wykazuje silne zubożenie poziomów eluwalnych Ees oraz wyraźne (w stosunku do poziomu skały macierzystej) iluwalne wzbogacenie poziomów B. Zawartości Cr i Ni w ściółkach gleb bielcowych są niskie, odpowiednio do geochemicznych właściwości skał macierzystych gleb. Średnie zawartości Cr i Ni w poziomach organicznych wynoszą tu odpowiednio 18,0 i 15,9 mg/kg i pozostają niższe od zawartości tych metali w poziomach organicznych gleb brunatnych właściwych i brunatnych kwaśnych utworzonych ze skał bogatszych w Cr i Ni (rys. 9).

Poziomy organiczne gleb utworzonych z mułowców i granitów zawierają zbliżone ilości Cr i Ni (średnio 27 i 24 mg/kg Cr oraz 22 i 19 mg/kg Ni), co nie odzwierciedla wyższej zasobności w oba pierwiastki poziomów mineralnych gleb utworzonych z granitów. W profilowym rozmieszczeniu Cr i Ni w glebach brunatnych, zarówno brunatnych kwaśnych utworzonych z granitów jak i brunatnych właściwych i kwaśnych utworzonych z mułowców, występuje wyraźna tendencja wzrostu koncentracji obu pierwiastków wraz ze wzrostem głębokości, najbogatsze w Cr i Ni są w tych glebach poziomy skały macierzystej C, niekiedy zaznacza się pewne wzbogacenie, zwłaszcza w chrom, poziomów Bbr. Charakterystyczne dla głównych grup gleb tendencje zmian zawartości Cr i Ni w profilach gleb ilustruje rys. 9.



Rys. 9. Graficzna ilustracja rozkładu profilowego chromu i niklu w trzech głównych grupach gleb PNGS (grupy I, II, III, wg tab. 1). Przedstawiono wartości średniej geometrycznej oraz zakresy zawartości od minimalnej do maksymalnej, mg/kg. Illustration of Cr and Ni distribution in the profiles of three main soil groups in PNGS (groups I, II, III, acc. to the tab. 1). Presented are the values of geometric means and the ranges: (minimum - maximum) of measured values, mg/kg.

Gleby organiczne PNGS są zasadniczo ubogie w Cr i Ni. Powierzchniowe poziomy tych gleb (0-10 cm) zawierają oba pierwiastki w ilościach zbliżonych do zawartości w poziomach organicznych gleb bielcowych, jednak w głębszych warstwach torfu koncentracje wyraźnie maleją, do wartości znacznie poniżej 10 mg/kg. W profilach torfu Wielkiego Torfowiska Batorowskiego stwierdzono dla niklu, analogiczną jak dla miedzi, tendencję ponownego powolnego wzrostu koncentracji Ni w głębszych warstwach złoża torfowego. Jednoznaczna interpretacja przyczyn takiego wzrostu zawartości Ni w głębszych warstwach torfu nie jest jednak możliwa bez bliższej analizy warunków decydujących o przebiegu procesów geochemicznych i biochemicznych w torfowisku.

**PODSUMOWANIE.**

Analiza statystyczna, którą przeprowadzono dla wszystkich próbek gleb mineralnych, nie wykazała związku zawartości badanych metali z odczynem gleb. Dla Pb i Cu stwierdzono natomiast silną korelację ich zawartości w glebie z zawartością substancji organicznej. Odpowiednie współczynniki korelacji, istotne na poziomie  $p < 0,001$ , wynoszą 0,768 dla Pb oraz 0,642 dla Cu (tab. 4). Tak silna korelacja wynika z faktu wzbogacenia w Pb i Cu poziomów organicznych wszystkich typów gleb w stosunku do poziomów mineralnych

**Tab. 4.** Współczynniki korelacji między zawartościami badanych pierwiastków śladowych w glebach oraz ich związek z odczynem gleb pH i zawartością substancji organicznej (SO, %).  
Correlation coefficients between the concentrations of trace metals in soils as well as their relations to soil pH and organic matter content (SO, %)

Wartości współczynnika korelacji								
	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	pH	SO
Pb	0,680 ***	0,440 ***	(-0,038)	0,199 **	0,190 **	(0,046)	(-0,088)	0,768 ***
Cu		0,561 ***	0,168 *	0,180 *	0,374 ***	0,272 ***	(-0,086)	0,643 ***
Zn			0,667 ***	0,449 ***	0,736 ***	0,760 ***	(-0,020)	0,221 **
Mn				0,233 **	0,573 ***	0,589 ***	(0,001)	-0,190 **
Cd					0,358 ***	0,520 ***	(-0,011)	(-0,029)
Cr						0,755 ***	(0,031)	(-0,051)
Ni							(0,024)	-0,179 *

Korelacje istotne na poziomie: \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$

Współczynniki korelacji podane w tab. 4 wykazują istnienie współzależności występowania i profilowego rozmieszczenia niektórych pierwiastków między sobą. Znajduje tu statystyczne potwierdzenie związek i podobieństwo między Pb i Cu ( $R=0,680$ ), a także - związek między zawartościami i rozmieszczeniem w glebach Zn, Cr i Ni ( $R: 0,736-0,760$ ) oraz Cd i Mn (choć korelacje są tu łabsze).

Gleby Parku Narodowego Gór Stołowych, wytworzone z różnych skał macierzystych, zawierają pierwiastki śladowe w ilościach uwarunkowanych przede wszystkim składem geochemicznym tych skał. Jedynie w przypadku ołowiu, a w pewnej mierze także kadmu, zaznacza się wpływ antropogenicznego zanieczyszczenia

środowiska, polegający na wzbogaceniu poziomów organicznych w metale pochodzące z depozycji atmosferycznych. Znaczne zawartości ołowiu w ściółkach w warunkach silnie kwaśnego odczynu mogą być czynnikiem wpływającym na aktywność mikrobiologiczną, zwłaszcza w glebach biellicowych wytworzonych z piaskowców ciosowych, dla których udowodniono możliwość uruchomienia ołowiu (a także wszystkich innych badanych pierwiastków), ich przechodzenia w formy rozpuszczalne i migracji w głąb profilu glebowego. Stwierdzono ponadto, że uruchomione metale w profilach gleb biellicowych w znacznym stopniu podlegają wtórnej akumulacji w poziomach iluwialnych tych gleb. Profilowe rozmieszczenie wszystkich badanych metali w glebach biellicowych wykazuje ten sam układ, odzwierciedlający przebieg procesu biellicowania.

Ogólnie można stwierdzić, że gleby biellicowe wytworzone z piaskowców ciosowych są ubogie we wszystkie badane pierwiastki śladowe, a w przypadku niezbędnych dla roślin mikroelementów, zwłaszcza Cu i Zn, mogą tu występować ich deficyty. Podobnie ubogie w Cu i Zn są gleby organiczne PNGS, co wiąże się prawdopodobnie w znacznej mierze z rodzajem skał podścielających, na których zalegają warstwy torfu. W badanych profilach gleb torfowych skałami podścielającymi były zwietrzliny piaskowców ciosowych.

Najbogatsze we wszystkie badane pierwiastki okazały się gleby brunatne kwaśne wytworzone z granitów monzonitowych. Zwietrzliny tych skał charakteryzują się znacznymi, w porównaniu do innych granitów, zawartościami Zn, Mn, Cr oraz Ni. Profilowe rozmieszczenie metali w glebach brunatnych wytworzonych z granitów i mułowców wykazuje zróżnicowane tendencje. W przypadku tych pierwszych stwierdza się wyraźne wzbogacenie poziomów Bbr w metale, zwłaszcza w Pb, Cu, Zn i Mn. Natomiast w glebach wytworzonych z mułowców większość metali często wykazuje maksymalne zawartości w poziomach skały macierzystej, prawdopodobnie wtórnie wzbogaconej. Dotyczy to zwłaszcza metali łatwo rozpuszczalnych i ruchliwych w środowisku glebowym tj. Zn, Mn, i Ni.

## LITERATURA

- ADRIANO D.C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer, Berlin Heidelberg New York: 533.
- ALLOWAY B.J. (red.), 1995. Heavy metals in soils. John Willey, New York.
- AZZAWI J. 1991. Badania składu i właściwości oraz klasyfikacja gleb wytworzonych ze skał czerwonego spagowca w Sudetach. Rozprawa doktorska, AR Wrocław (maszynopis).
- BERGVIST B., FOLKESON L., BERGGREN D. 1989. Fluxes of Cu, Pb, Cd, Cr and Ni in temperate forest ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution*, 47: 217-286.
- BLASER P., ZIMMERMANN S., LUSTER J., SHOTYK W. 2000: Critical examination of trace element enrichments and depletion in soils: As, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in Swiss forest soils. *Science of the Total Environment*, 249, 1-3: 257-280.
- BLOOMFIELD C. 1981. The translocation of metals in soils. W: Greenland D.J. and Hayes M.H.B. (eds.) *The chemistry of soil processes*. John Wiley and Sons Ltd, 463-499.

- BORKOWSKI J., DIETRYCH A., KOCOWICZ A., SZERSZEN L. 1993. Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach Karkonoskiego Parku Narodowego. W: *Geoekologiczne Problemy Karkonoszy*, Wyd. Uniw. Wrocławskiego: 131-136
- BOUTRON C.F., HONG S., CANDELON J.P. 1995. History of the large scale atmospheric pollution of the northern hemisphere with heavy metals as documented in Greenland snow and ice. W: *Heavy metals in the environment*, 1: 28-33.
- CZARNOWSKA K. 1997. Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych gleb jako tło geochemiczne gleb. *Rocz. Gleb.*, XLVII, Suplement: 42-50.
- Czarnowska K., GWOREK B. 1995: Metale ciężkie w skałach osadowych okruchowych jako punkt odniesienia zanieczyszczenia gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418, 1: 87-90.
- DEROME J., LINDROOS A.J. 1998: Copper and nickel mobility in podzolic forest soils subject to heavy metal and sulphur deposition in western Finland. *Chemosphere*, 36: 1131-1136.
- DOBZAŃSKI B., GLIŃSKI J., 1970. Występowanie mikrośladników w glebach Bieszczadów. *Rocz. Gleb.* 21, 2: 365-376.
- DOBZAŃSKI B., GLIŃSKI J., UZIAK S.: Występowanie niektórych pierwiastków w glebach województwa rzeszowskiego w zależności od rodzaju skały macierzystej i typologii gleb. *Ann. UMCS, sec. E*, 24, 1970: 115-127.
- DROZD J., LICZAR M., WEBER J., LICZAR S.E., JAMROZ E., DRADRACH A., MASTALSKA-CETERA B., ZAWERNY T. 1998. Degradacja gleb w niszczonej ekosystemach Karkonoszy i możliwości jej zapobiegania. Wyd. PTSH, AR Wrocław.
- DUDKA S. 1992. Ocena całkowitych zawartości pierwiastków głównych i śladowych w powierzchniowej warstwie gleb Polski. *Rozprawa hab. IUNG, Puławy*.
- FRIEDLAND A.J., JOHNSON A.H.: 1985, Lead distribution and fluxes in a high-elevation forest in Northern Vermont, *J. Environ. Qual.* 14, 3: 332-336.
- HAYGARTH P.M., JONES K.C., 1992. Atmospheric deposition of metals to agricultural surfaces. W: Adriano D.C. (red.) *Biogeochemistry of trace metals*, CRC, Boca Raton: 249-276.
- HUANG J.W., CUNNINGHAM S.D. 1996: Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. *New Phytologist*, 134: 75-84.
- JOHNSON C.E., PETRAS R.J. 1998. Distribution of zinc and lead fractions within a forest spodosol. *Soil Sci. Soc. Am J.*, 62: 782-789.
- KABAŁA C., KARCZEWSKA A., SZERSZEŃ L., 1996. Wstępne badania nad zawartością pierwiastków śladowych w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych. *Symposium Naukowe „Środowisko przyrodnicze PNGS”*, Wyd. PNGS „Szczeliniec” 87-90.
- KABAŁA C. 1998. Pierwiastki śladowe w glebach Gór Izerskich. *ZN AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXXIII*, 347: 95-106
- KABAŁA C., SZERSZEŃ L. 2002, Profile distributions of lead, zinc, and copper in Dystric Cambisols developed from granite and gneiss of the Sudety Mountains, Poland. *Water, Air and Soil Pollution*, 138: 307-317
- KABAŁA C., SZERSZEŃ L., KARCZEWSKA A., 2000. Całkowita zawartość i formy ołowiu w glebach leśnych Sudetów, W: „Ołów w środowisku - problemy ekologiczne i metodyczne” *ZN PAN „Człowiek i Środowisko”*, 21: 25-32.

- KABAŁA C., WALKIEWICZ A., KARCZEWSKA A., 1998. Pierwiastki śladowe w profilach torfów z Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w Górach Stołowych. Seria "Szczeliniec", wydawnictwo Parku Narodowego Gór Stołowych, 2: 15-21.
- KABATA-PENDIAS A., 1965. Badania geochemiczno-mineralogiczne gleb wytworzonych z granitów i bazaltów Dolnego Śląska, Roczn. Nauk Roln., t. 90-A-1: 1-55.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
- KARCZEWSKA A., KABAŁA C., SZAFLIĆKA B., 1998. Metale ciężkie w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych wzdłuż Szosy 100 Zakrętów. Seria "Szczeliniec", wydawnictwo Parku Narodowego Gór Stołowych, 2: 9-14.
- KOCOWICZ A., 2000. Zawartość ołowiu w wybranych glebach leśnych i darniowych Karkonoskiego Parku Narodowego, W: „Ołów w środowisku - problemy ekologiczne i metodyczne” ZN PAN „Człowiek i Środowisko”, 21: 33-40.
- LASKOWSKI S., SZERSZEŃ L., ROSZYK E., 1983. Mikroelementy w różnych rodzajach i kategoriach gleb wietrzeniowych Sudetów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 242: 43-50.
- LEE B.D., CARTER B.J., BASTA N.T., WEAVER B., 1997. Factors influencing heavy metals distribution in six Oklahoma benchmark soils, Soil Sci. Soc. Am J. 61: 218-223.
- MACIASZEK W., 1986. Studia dotyczące akumulacji metali ciężkich w glebach Puszczy Niepołomickiej. Zesz. Nauk. AR, Kraków, Rozprawa 102.
- MARTINEZCORTIZAS A., PONTEVEDRAPOMBAL X., MUNOZ JCN, GARCJARODEJA E., 1997. Four thousand years of atmospheric Pb, Cd and Zn deposition recorded by the ombrothropic peat bog of Penido Vello (northwestern Spain). Water, Air and Soil Pollution, 100, 3-4: 387-403.
- MATUŁA J., WOJTUŃ B., TOMASZEWSKA K., ŻOŁNIERZ L., 1997. Charakterystyka ekologiczna niektórych zespołów roślinnych torfowisk Sudetów. W: Geoekologiczne Problemy Karkonoszy. Wyd. Acarus, Poznań: 277-287.
- MCBRIDE M.B., 1989. Reaction controlling heavy metal solubility in soils. W: Advances in soil science, vol.10, Springer-Verlag New York Inc.: 1-56.
- MCBRIDE M.B.: 1994. Environmental chemistry of soils, Oxford Univ. Press, New York. ●xford.
- NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., 1993. Formy cynku, ołowiu i kadmu w glebach wybranych regionów Karpat Zachodnich. Zesz. Nauk. AR, Kraków, Rozprawy nr 187.
- NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., MIECHÓWKA A., CIARKOWSKA K., 1998. Całkowita zawartość cynku w profilach Rankerów Tatrzńskiego Parku Narodowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464: 303-310.
- PETERS R.W., 1999. Chelant extraction of heavy metals from contaminated soils. J. Hazardous Materials, 4, 66, 1-2: 151-210.
- ROBERTS B.A., PROCTORS J. (red.), 1992. The ecology of areas with serpentinized rocks: a world view, Kluwer, Dordrecht.
- ROSS S. M. (red.), 1994. Toxic metals in soil-plant system. John Wiley and Sons Ltd., London.
- ROZPORZĄDZENIE MOŚZNIŁ 1998. Rozporządzenie MOŚZNIŁ w/s dopuszczalnych stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu, Dz. U. 1998, 55, 355

- SACHANBIŃSKI M. 1995. Środowisko geochemiczne Karkonoszy. W: Problemy ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy. Instytut Ekologii Pan, Dziekanów Leśny: 11-34.
- SCHWARZ A., WILCKE W., KOBZA J., ZECH W.: 1999, Spatial distribution of heavy metal concentrations as indicator of pollution sources at Mount Krizna (Great Fatra, central Slovakia), *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 162: 421-428.
- SKIBA S., DREWNIK M., SZMUC R., 1994. Metale ciężkie w glebach wybranych rejonów Karkonoszy, w: Karkonoskie Badania Ekologiczne, II Konferencja, Dziekanów Leśny, 17-19 I 1994, Ofic. Wyd. IE PAN: 125-134.
- SKIBA S., DREWNIK., SZMUC R. 1995. Zawartość metali ciężkich w powierzchniowych poziomach gleb Karkonoszy. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.*, 418, 1: 353- 360.
- SKŁODOWSKI P., MACIEJEWSKA A., 1986. Pierwiastki śladowe w glebach wytworzonych z piaskowców triasowych. *Rocz. Glebozn.*, 37, 1: 67-77.
- SKŁODOWSKI P., MACIEJEWSKA A., SZAFRANEK A., 1988. Wpływ procesu bielcowania na rozmieszczenie pierwiastków śladowych w profilach gleb bielcowych. *Rocz. Glebozn.*, 39, 4: 113-128.
- STRZYSZCZ Z., CHRÓST L., 1995. Okreslenie depozycji niektórych metali ciężkich na przykładzie torfowiska wysokiego na Hali Izerskiej. W: problemy ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy. Instytut Ekologii Pan, Dziekanów Leśny: 123-130.
- SZCZUBIAŁKA Z. 1978. Badania nad rozmieszczeniem Al, Fe, Mn, Zn, Cu w glebach leśnych pod drzewostanem sosnowym. *Rocz. Glebozn.*, 39, 3: 79-89.
- SZERSZEŃ L., CHODAK T., BORKOWSKI J., BOGDA A., KARCZEWSKA A. 1995: Stan środowiska glebowego Dolnego Śląska. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 418, 1: 61-74.
- SZOPKA K. 2000. Całkowita zawartość oraz profilowe rozmieszczenie ołowiu w glebach bielcowych i brunatnych wytworzonych z piaskowców na terenie Gór Stołowych. *Zesz. Probl. Roln.*, 471, 1: 1159-1166
- WEST S., CHARMAN D.J., GRATTAN J.P., CHERBURKIN A.K., 1997. Heavy metals in Holocene peats from south west England: Detecting mining impacts and atmospheric pollution, *Water Air and Soil Pollution*, 100, 3-4: 343-353.
- WOŹNIAK L. 1996. Biogenne pierwiastki metaliczne i niektóre metale ciężkie w glebach i roślinach Bieszczadów. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy*, 216.





## ZAGROŻENIE DEGRADACJĄ I OCHRONA GLEB GÓR STOŁOWYCH

### THREATS OF DEGRADATION AND PROTECTION OF SOILS IN THE STOŁOWE MOUNTAINS

CEZARY KABAŁA

*Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław*

**Streszczenie:** Podjęto próbę oceny stopnia degradacji gleb Parku Narodowego Gór Stołowych w trzech aspektach: fizycznej degradacji powierzchni ziemi, degradacji hydrologicznej oraz degradacji chemicznej. Uznano, że najważniejszymi zadaniami ochronnymi są: zabezpieczenie przeciwerozyjne dróg i szlaków turystycznych, ochrona zwarłości szaty roślinnej na terenach nachylonych, zwiększenie retencji wodnej terenów podmokłych i dolin rzecznych, uregulowanie gospodarki ściekowej, oraz przebudowa drzewostanów (przywrócenie dużego udziału gatunków liściastych). Postuluje się także stworzenie systemu monitoringu stanu powierzchni ziemi i gleb.

**Abstract:** An assessment of soil cover degradation level in the Stołowe Mountains National Park was made in three aspects: mechanical degradation of land surface, hydrological and chemical degradation. It was stated that the most important problems to solve are as follow: protection of forest roads and touristic tracks against erosion processes, protection of permanent plant cover on sloped surfaces, enlargement of water retention in bogs and stream valleys, regulation of waste-water management, and the transformation of forest structure (restoration of deciduous tree domination).

#### WSTĘP

W rozważaniach na temat degradacji oraz ochrony powierzchni ziemi – w tym i pokrywy glebowej na obszarach parków narodowych i innych terenów chronionych – pojawia się pytanie o przyrodniczy sens aktywnych działań ochronnych. Bo czy zachowanie *status quo*, a więc aktualnego ukształtowania górskich grzbietów, stoków i dolin nie jest wbrew naturalnej dynamice procesów przyrodniczych? W badaniach nad pokrywami stokowymi w górach znajdujemy liczne ślady procesów, które – choć powolne – stale przeobrażają powierzchnię ziemi (Kowalkowski 1998, Traczyk 1995). Stan powierzchni ziemi który zastaliśmy nie jest więc ani odwieczny, ani ostateczny. Czy więc należy walczyć z procesami erozji?

Postawione pytanie miałoby sens, gdyby człowiek próbował walczyć ze zjawiskami zachodzącymi wyłącznie z przyczyn naturalnych. Jednak w górach zasiedlonych przez człowieka – tak w Tatrach, Karkonoszach, jak i w Górach Stołowych – nasilenie

procesów denudacji zależy obecnie przede wszystkim od sposobu wykorzystania powierzchni ziemi przez jej użytkownika.

Problematyka fizycznej degradacji powierzchni ziemi nie wyczerpuje zagrożeń dla pokrywy glebowej obszarów górskich. Intensywne melioracje odwadniające i próby regulacji potoków prowadzone w Sudetach już od ponad wieku, na niektórych obszarach całkowicie zmieniły gospodarkę wodną gleb i przyczyniły się do degradacji hydrologicznej najbardziej wrażliwych siedlisk. Kolejnym problemem ściśle powiązany z działalnością człowieka, nie tylko w skali lokalnej, ale często w skali regionalnej, jest chemiczne zanieczyszczenie gleb powodowane przez zanieczyszczone opady atmosferyczne (Białobok 1989). Zagadnienie to dotyczy nadmiernej zawartości niektórych substancji toksycznych – metali ciężkich, siarki, glinu (Borkowski i in. 1993, 1995a, 1995b, Grodzińska 1980, Kabała 1995, Skiba i in. 1994), ale też przeobrażeń kwasowości, a nawet żyzności gleb, co może wywołać daleko idące zmiany szaty roślinnej (Oren, Schulze 1992, Fabiszewski, Wojtuń 1994).

Sprecyzowanie zadań ochronnych w stosunku do pokrywy glebowej Parku Narodowego Gór Stołowych wymaga rozważenia aktualnego stanu oraz zagrożeń, zarówno rzeczywistych, jak i potencjalnych, w trzech najważniejszych aspektach: fizycznej degradacji powierzchni ziemi, degradacji hydrologicznej oraz degradacji chemicznej.

## **FIZYCZNA DEGRADACJA POWIERZCHNI ZIEMI I GLEB**

Ocenia się, że w aktualnych warunkach klimatycznych Polski i Gór Stołowych, tempo naturalnych procesów wietrzenia fizycznego skał jest niewielkie w porównaniu z innymi strefami klimatycznymi (Bednarek, Prusinkiewicz 1999). Z kolei nasilenie procesów denudacyjnych, potencjalnie duże nawet na stokach o nieznacznym nachyleniu, zależy od stopnia „zabezpieczenia” powierzchni przez szatę roślinną (Klementowski 1999). W warunkach zwarteo, wielopokoleniowego lasu z dobrze wykształconym runem oraz ściółką, tempo procesów stokowych oraz erozji powierzchniowej jest znikome (Jahn 1999). Tak więc należy uznać, że w aktualnych warunkach klimatycznych, procesy erozyjne o charakterze naturalnym mają znaczenie jedynie na nie zalesionych najwyższych partiach wzniesień lub w obrębie wychodni skalnych. Przyspieszenie procesów denudacji powierzchniowej lub liniowej ma na ogół podłoże antropogeniczne na obszarze i jest (może być) związane z:

1. gwałtownym wylesieniem powierzchni nachylonych (dotyczy zarówno planowego wycięcia, jak i masowego wystąpienia wiatrołomów i wiatrowałów);
2. prowadzenia zrywki drzew poza okresem zimowym, co może prowadzić do zniszczenia runa i ściółki leśnej oraz wytworzenia żłobin erozyjnych;
3. niewłaściwym przebiegiem niektórych dróg leśnych, które kanalizują i przyspieszają spływ wody, nadając im większy potencjał erozyjny, oraz brakiem utwardzenia dróg, co z kolei grozi tworzeniem się kolein (erozja wgłębna) i przyspiesza obniżanie się powierzchni drogi;
4. brakiem zabezpieczenia najbardziej uczęszczanych szlaków turystycznych (szczególnie na Szczelińcu) przed nadmiernym poszerzaniem i rozdeptywaniem ściółki i runa leśnego w sąsiedztwie szlaku.

Generalnie zauważyć należy, że wymienione zagrożenia nie stanowią aktualnie w Górach Stołowych większego problemu. Nieustannych działań ze strony dyrekcji PNGS wymaga utrzymanie dróg leśnych oraz szlaków turystycznych w odpowiednim standardzie gwarantującym należyte zabezpieczenie przeciwerozyjne.

Nie wolno jednak lekceważyć zagrożenia denudacją powierzchniową. W trakcie prac terenowych regularnie znajdowano stosunkowo młode pokrywy deluwialne (na przykład poniżej Narożnika i Urwiska Batorowskiego), których powstanie związane jest prawdopodobnie z XVII-XVIII – wiecznym wyrębem lasów na potrzeby hutnictwa żelaza i szkła oraz uruchomieniem silnych zjawisk erozyjnych na wylesionych i wypalonych powierzchniach (Kabała i in. 2002). Wydaje się, że współcześnie najbardziej zagrożone są spadziste i strome stoki (np. na Skalniaku) pod zdegradowanymi borami świerkowymi o małej odporności na wszelkie gwałtowne zjawiska atmosferyczne.

W ostatnich latach w Wielkiej Brytanii udokumentowano związki między intensywnością uprawiania wspinaczki na skałach piaskowcowych a intensywnością niszczenia samej skały oraz procesów denudacji na terenach ją otaczających (Robinson, Williams 2002). Wykazano, że okres stuletni wystarczy, aby poziom zwietrzliny wokół intensywnie wykorzystywanych skałek obniżył się o dwa metry. Problem „nie zabezpieczonych” zwietrzelin występuje w rejonie Białych Skał. Tworzą one dość rozległe pokrywy, rozprzestrzeniające się w dół stoku, w kierunku północnym. Doświadczenia brytyjskie pokazują, że intensywność ruchu wspinaczkowego musi być na terenie PNGS regulowana (lub całkowicie wyeliminowana), gdyż może mieć realny wpływ na stan niektórych skałek piaskowcowych i stoków w ich sąsiedztwie.

## DEGRADACJA HYDROLOGICZNA

Planowe zagospodarowanie Gór Stołowych na przełomie XIX i XX wieku oraz wprowadzenie nowoczesnej, intensywnej gospodarki leśnej wymusiło uproszczenie składu drzewostanów do gatunków o najintensywniejszych przyrostach. W ślad za tym poszły zabiegi, których celem była maksymalizacja powierzchni przydatnej do uprawy świerka. Podstawowym zabiegiem była regulacja stosunków wodnych, najczęściej w kierunku obniżenia lustra wody na terenach podmokłych oraz przyspieszenia spływu wód roztopowych. Duże powierzchnie mokradł pokryte zostały sieciami rowów odwadniających.

W efekcie tych działań, na wszystkich znanych w Górach Stołowych torfowiskach oraz innych mokradłach można dziś stwierdzić oznaki degradacji warstw organicznych (Bogacz 2000, Kaszubkiewicz 1996). Murszenie warstwy torfowej lub mułowej sięga na ogół głębokości 40-60 cm, ale na obrzeżach Wielkiego Torfowiska Batorowskiego wykonano odwierty o głębokości do 170 cm, które w całości reprezentują gleby torfowo-murszowe o bardzo silnym stopniu rozkładu torfu. Można przypuszczać, że gdyby nie zaniedbanie konserwacji sieci melioracyjnych w ostatnich dekadach, wiele siedlisk torfowych na Skalniaku i w innych częściach Gór Stołowych zniknęły by całkowicie.

Zagadnienie degradacji hydrologicznej dotyczy nie tylko gleb organicznych. Z przyrodniczego punktu widzenia bardzo interesujące są siedliska leśne i łąkowe

tworzące się na glebach glejowych (opadowo-glejowych, gruntowo-glejowych, glejobielicach itp.) oraz na madach rzecznych. Osuszenie mokradeł, stanowiących naturalne rezerwuary wody, powoduje zmniejszenie retencji zlewni oraz przyspieszenie spływu wód opadowych i roztopowych. Zbyt szybkie usunięcie wody ze zlewni oraz z doliny skutkuje m.in. przesuszeniem teras zalewowych, co negatywnie wpływa na zbiorowiska roślinności łąkowej i nabrzeżnej (Świerkosz 1996).

Problem degradacji hydrologicznej jest jednym z najpoważniejszych zagrożeń dla całego środowiska przyrodniczego Gór Stołowych i wymaga pilnego rozwiązania. Zasadniczym celem jest ograniczenie odpływu wód z terenów naturalnie podmokłych, szczególnie położonych na zrównaniach wierzchowinowych oraz na terenach źródłiskowych (na kontakcie piaskowców i margli kredowych). Należy więc dążyć do jak najszybszej likwidacji sieci rowów odwadniających, ale raczej przez zablokowanie odpływu wody i doprowadzenie do naturalnego ich zarastania oraz zamulania, niż przez zasypywanie materiałem ziemnym (na ogół obcego pochodzenia). Wydaje się ponadto celowe dokonanie oceny biegu najważniejszych potoków i inwentaryzacji odcinków, na których dokonano korekty koryta w celu przyspieszenia odpływu wody. Inwentaryzacja ta może również posłużyć wytypowaniu punktów nadających się do magazynowania (zatrzymywania) wód rzecznych. Projektowanie retencji rzecznej wymaga jednak wielkiej rozważy, gdyż z jednej strony przynosi korzyści dla bilansu wodnego danego terenu, ale też stwarza zupełnie nowe, nie istniejące wcześniej warunki środowiskowe. Prace inwestycyjne wiążą się ponadto z przejściową dewastacją terenu, co może być źródłem konfliktów na obszarze parku narodowego.

## DEGRADACJA CHEMICZNA

Jest to zjawisko stosunkowo niedawno rozpoznane, lecz budzące najwięcej zainteresowania i rodzące najwięcej kontrowersji. Na terenach polskich parków narodowych (Karkonoskiego, Tatrzańskiego i innych) degradacja chemiczna gleb zachodzi wskutek depozycji opadów o zmienionym składzie chemicznym oraz depozycji zanieczyszczonych pyłów (Krzaczkowski 1995). Zasadnicze znaczenie dla ochrony gleb przed degradacją chemiczną ma identyfikacja przyczyn zanieczyszczenia, mechanizmów degradacji oraz możliwych do podjęcia zabiegów prewencyjnych lub rekultywacyjnych. Jednym z podstawowych problemów jest silne zakwaszenie gleb oraz wzrost zawartości ruchomego glinu (Borkowski 1995a, Kabała 1995, Pokojska 1994, Strzyszc 1995). Bliskość elektrowni - emitorów związków siarki oraz wyjątkowo niskie pH opadów atmosferycznych wydawały się tłumaczyć zakwaszenie gleb Sudetów Zachodnich (Kmieć i in. 1994, Konca 1990). Równocześnie jednak od dawna prowadzone były badania porównawcze nad siłą zakwaszania podłoża przez poszczególne gatunki drzew leśnych (Robarg, Johnson 1992). Prace te wykazały ponad wszelką wątpliwość silne zakwaszające oddziaływanie świerka, bezwzględnie dominującego zarówno w drzewostanach izerskich, karkonoskich, jak i stołogórskich. Odczyn gleb Gór Stołowych nie odbiega zańadto od odczynu gleb w Karkonoszach (na granitach). Wobec braku jakichkolwiek większych źródeł emisji zanieczyszczeń kwaśnych, uznać należy udział świerka w wyraźnym obniżaniu się horyzontu zakwaszenia, ale też ługowania kationów zasadowych w profilach większości gleb leśnych Gór Stołowych, na prawie wszystkich podłożach geologicznych.

Odrębnym zagadnieniem jest możliwość aktywnej walki z zakwaszeniem gleb parku narodowego, na przykład poprzez wapnowanie gleb. Zabieg ten jest wprowadzeniem zupełnie obcych substancji do ekosystemu, toteż na ogół nie znajduje akceptacji przyrodników. Wydaje się więc, że najbardziej „obietującym” zabiegiem rekultywacyjnym jest przebudowa drzewostanów w kierunku zmniejszenia dominacji świerka na rzecz gatunków liściastych – o nie porównywalnie mniejszym potencjale zakwaszania i ługowania gleby (Robarg, Johnson 1992).

Dość dobrze na terenie PNGS rozpoznano stan zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. Badania tego typu wykonano zarówno w większości podstawowych odkrywek glebowych (w latach 1999-2000), jak też wzdłuż Szosy 100 Zakrętów oraz w kilku profilach torfowych, w tym w głębokich odwiertach z Wielkiego Torfowiska Batorowskiego (Karczewska i in. 2002). Wyniki tych badań pokazują ponad wszelką wątpliwość, że ekosystemy leśne Gór Stołowych nie są zdegradowane chemicznie, a za stwierdzane miejscami podwyższone zawartości metali odpowiedzialne jest bardziej ogólne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, niż jakiegokolwiek źródła lokalne. Najwyższe zawartości pierwiastków śladowych (w tym szczególnie ołowiu) wykazano w ściółkach leśnych terenów położonych w górnych partiach progów strukturalnych (szczególnie Skalniaka) stanowiących bariery orograficzne dla mas zanieczyszczonego powietrza (oraz chmur i mgieł). Dłuższy kontakt chmur z koronami drzew ułatwia adsorpcję zanieczyszczeń na powierzchni liści i igieł, z którymi ostatecznie zanieczyszczenia trafiają do warstwy ściółki, stanowiącej rolę „filtra” wstrzymującego dalszą migrację zanieczyszczeń. W profilach gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych i odznaczających się zróżnicowanymi właściwościami wykazano, że nawet przy znacznym zanieczyszczeniu próchnicy nadkładowej, nie dochodzi do degradacji warstw mineralnych (Kabała i in. 1996).

Poszukiwanie lokalnych źródeł zanieczyszczenia metalami ciężkimi przy Szosie 100 Zakrętów oraz przy Kręgielnym Trakcie wykazało, że szlaki te nie stanowią poważnego obciążenia dla środowiska przyrodniczego w badanym aspekcie (Karczewska i in. 1998, Kabała i in. 1998).

Wśród innych potencjalnych zagrożeń chemicznych, które mogą występować na obszarze PNGS należy wymienić nadmierną eutrofizację gleb związaną z:

- uszlachetnianiem nawierzchni dróg kruszywem obcego pochodzenia, nie obojętnym pod względem chemicznym;
- wprowadzaniem do gleby lub wód powierzchniowych nie oczyszczonych ścieków lub innych odpadów.

Do uszlachetniania dróg na terenach lasów państwowych stosuje się kruszywa lokalnie łatwo dostępne, a wśród nich wapnienie (marmury) oraz serpentynity (lub gabra). Na terenie parku narodowego należy bezwzględnie unikać wprowadzania tych kruszyw, nawet jako podłoża pod asfalt, gdyż w wyniku ich wietrzenia uwalniane są duże ilości kationów wapnia i/lub magnezu, co może lokalnie (wzdłuż dróg) przeobrazić chemizm gleb, wód gruntowych oraz strukturę szaty roślinnej. Zjawiska takie znane są m.in. z obszaru czeskiej części Karkonoskiego Parku Narodowego (Wagnerova 1995).

Gospodarka ściekowa jest zagadnieniem teoretycznie łatwym do rozwiązania przez nałożenie obowiązku gromadzenia ścieków w szczelnych zbiornikach lub wybudowanie lokalnych mini-oczyszczalni. Problem dotyczy jedynie pojedynczych obiektów (np.

schroniska na Szczelińcu), gdzie każde rozwiązanie będzie rodziło kolejne trudności. Całkowite uregulowanie gospodarki ściekowej na terenie PNGS powinno być jednak jednym z priorytetów w polityce dyirekcji parku.

### **MONITORING STANU I PRZEOBRAŻEŃ ŚRODOWISKA**

Wszelkie podejmowane działania prewencyjne i ochronne wymagają okresowej kontroli i oceny ich efektywności. Dlatego wydaje się celowe stworzenie przez PNGS systemu monitoringu środowiska przyrodniczego w tych aspektach, w których dostrzega się rzeczywiste problemy lub zagrożenia. W odniesieniu do środowiska glebowego proponuje się następujące elementy:

1. monitoring dynamiki pokryw stokowych na terenach zagrożonych erozją,
2. monitoring erozyjnych przeobrażeń wybranych dróg leśnych i szlaków turystycznych,
3. monitoring głębokości zwierciadła wód gruntowych w wybranych punktach najbardziej zagrożonych torfowisk/mokradel oraz na obiektach, gdzie rozpoczęto zwiększanie retencji wodnej,
4. monitoring zawartości pierwiastków śladowych w wybranych profilach glebowych, ściółkach leśnych oraz roślinach,
5. monitoring podstawowych właściwości gleb w najbardziej reprezentatywnych profilach.

Każdy z proponowanych elementów systemu monitoringu ma przede wszystkim ogromne znaczenie naukowe, ale też praktyczne. Dlatego do realizacji monitoringu powinny być włączone grupy specjalistów, którzy zaprojektują lokalizację punktów monitoringowych, zakres oraz częstość pomiarów (kontroli) oraz sposób opracowania i wykorzystania wyników. Wydaje się, że celowe byłoby włączenie zainteresowanych grup studenckich w ramach praktyk, obozów naukowych, prac dyplomowych itp.

**LITERATURA**

- BEDNAREK R., PRUSINKIEWICZ Z. 1999. Geografia gleb. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- BIAŁOŁOK S. 1989. Wpływ kwaśnych opadów atmosferycznych na drzewa i lasy. (w:) Życie drzew w skażonym środowisku, PWN, Warszawa: 169-194
- BOGACZ A. 2000. Physical properties of organic soil in Stołowe Mountains National Park (Poland), *Suo*, 51, 3: 105-113
- BORKOWSKI J., DIETRZYCH A., KOCOWICZ A., SZERSZEŃ L. 1993. Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinności Karkonoskiego Parku Narodowego. (w:) Geoekologiczne Problemy Karkonoszy, Materiały z sesji naukowej w Karpaczu 11-13 X 1991. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego: 131-136
- BORKOWSKI J., SZERSZEŃ L., KOCOWICZ A. 1995a. Glin wymienny w glebach Karkonoskiego Parku Narodowego. (w:) Geoekologiczne Problemy Karkonoszy, Materiały z sesji naukowej w Borowicach 13-15 X 1994, Wyd. Acadus, Poznań: 85-88
- BORKOWSKI J., SZERSZEŃ L., KOCOWICZ A. 1995b. Kształtowanie się zawartości siarki całkowitej w glebach Karkonoskiego Parku Narodowego. (w:) Geoekologiczne Problemy Karkonoszy, Materiały z sesji naukowej w Borowicach 13-15 X 1994, Wyd. Acadus, Poznań: 83-84
- FABISZEWSKI J., WOJTUŃ B. 1994. Zjawiska ekologiczne towarzyszące wymieraniu lasów w Sudetach. *Prace IBL*, seria B, 21/2: 195-210
- GRODZIŃSKA K. 1980. Zanieczyszczenie polskich parków narodowych metalami ciężkimi. *Ochrona Przyrody*, 43.
- JAHN A. 1999. Ruchy pęzające gruntu. (w:) Jahn A., Kozłowski S., Pulina M. (red). Masyw Śnieżnika, zmiany w środowisku przyrodniczym. Polska Agencja Ekologiczna SA, Warszawa: 143-146
- KABAŁA C. 1995. Glin wymienny i odczyn gleb Gór Izerskich na obszarze kłęski ekologicznej. *Zesz. Problem. Post. Nauk Roln.*, 418, 1: 361-368
- KABAŁA C., KARCZEWSKA A., SZERSZEŃ L. 1996. Wstępne badania nad zawartością pierwiastków śladowych w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych. *Wyd. PNGS „Szczeliniec”*: 87-90
- KABAŁA C., SZERSZEŃ L., WICIK B. 2002. Geneza, właściwości i klasyfikacja gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Wyd. PNGS, Szczeliniec*
- KABAŁA C., WALKIEWICZ A., KARCZEWSKA A. 1998. Pierwiastki śladowe w profilach torfów z Wielkiego Torfowiska Batorowskiego w Górach Stołowych. *Szczeliniec*, 2: 15-21.
- KARCZEWSKA A., KABAŁA C. 2002. Pierwiastki śladowe w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych. (w:) Szerszeń L., Kabała C. (red.) *Gleby Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec*, 6
- KARCZEWSKA A., KABAŁA C., SZAFLICKA B. 1998. Metale ciężkie w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych wzdłuż Szosy 100 Zakrętów. *Szczeliniec*, 2: 9-14
- KASZUBKIEWICZ J., BOGACZ A., GAŁKA B. 1996. Gleby organiczne Parku Narodowego Gór Stołowych. *Symposium Naukowe „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11-13 października 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”*: 91-94



- KLEMENTOWSKI J. 1999. Degradacja pokryw stokowych w warunkach antropopresji. (w:) Jahn A., Kozłowski S., Pulina M. (red). Masyw Śnieżnika, zmiany w środowisku przyrodniczym. Polska Agencja Ekologiczna SA, Warszawa: 123-142
- KMIĘĆ G., KACPERCZYK K., ZWOŹDZIAK J., ZWOŹDZIAK A. 1994. Ocena stężenia i rodzaju zanieczyszczeń w opadach atmosferycznych w rejonie Karkonoszy, (w:) Karkonoskie Badania Ekologiczne, II Konferencja, Dziekanów Leśny, 17-19 I 1994, Ofic. Wyd. IE PAN: 63-76
- KÖLLING C., HOFFMANN M., GULDER H. J. 1993. Bodenchemische Vertikalgradienten als charakterische Zustandsgrößen von Waldoekosystemen, Z. Pflanzenernaehr. Bodenk., 159: 69-77
- KONCA B. 1990. Przyczyny i następstwa kłęski ekologicznej w Sudetach Zachodnich. Rocznik Jeleniogórski, Jelenia Góra: 51-72
- KOWALKOWSKI A. 1998. Związki genetyczne między seriami pokryw stokowych i budową profilu gleb terenów górskich na przykładzie głównego masywu Łysogór. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 464: 37-57.
- KRZACZKOWSKI P. 1995. Zanieczyszczenie atmosfery na Śnieżce. (w:) Wysokogórskie obserwatorium meteorologiczne na Śnieżce. Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ, Wrocław: 65-80
- OREN R., SCHULZE E. D. 1989. Nutritional disharmony and forest decline: a conceptual model. in: Forest decline and air pollution. Ecol. Stud., 77: 425-443
- POKOJSKA U. 1994. Nowe poglądy na toksyczność różnych form glinu. Roczn. Gleb., XLV, ½: 109-117
- ROBARG W. P., JOHNSON D. W. 1992. The effects of acidic deposition on forested soil. Advances in Agronomy, Vol. 47, Academic Press, Inc.: 1-83
- ROBINSON D.A., WILLIAMS R.B.G. 2002. Erosion of Wealden sandstone outcrops by visitors. International conference: Sandstone Landscapes - Diversity, Ecology and Conservation, Abstract book.
- SKIBA S., DREWNIK M., SZMUC R. 1994. Metale ciężkie w glebach wybranych rejonów Karkonoszy, w: Karkonoskie Badania Ekologiczne, II Konferencja, Dziekanów Leśny, 17-19 I 1994, Ofic. Wyd. IE PAN: 125-134
- STRZYSZCZ Z. 1995. Warunki glebowe a zamieranie drzewostanów w Karkonoskim Parku Narodowym. Geoekologiczne Problemy Karkonoszy, Wyd. Acadus, Poznań: 89-94.
- ŚWIERKOSZ K. 1996. Wstępna analiza przestrzennego systemu siedlisk na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. Operat Ochrony Przyrody Nieożywionej. Plan Ochrony PNGS, maszynopis.
- TRACZYK A. 1995. Rozwój stoków karkonoskich w schyłkowej fazie plejstocenu i w holocenie w świetle analizy osadów pokrywowych, (w:) J. Sarosiek (red), Geoekologiczne Problemy Karkonoszy, Wyd. Acarus, Poznań: 17-20
- WAGNEROWA Z. 1995. Degradation of soil in Karkonosze national park under influence of anthropic factors. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 418, 1: 369-375

## SPIS TREŚCI

1. Leszek Szerszeń, Cezary Kabała STAN BADAŃ GLEBOZNAWCZYCH W GÓRACH STOŁOWYCH - WPROWADZENIE DO MONOGRAFII GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	3
2. Katarzyna Szopka CZYNNIKI PRZYRODNICZE WPŁYWAJĄCE NA ZRÓŻNICOWANIE POKRYWY GLEBOWEJ GÓR STOŁOWYCH .....	11
3. Cezary Kabała, Leszek Szerszeń, Bogumił Wicik GENEZA, WŁAŚCIWOŚCI I SYSTEMATYKA GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	21
4. Adam Bogacz CHARAKTERYSTYKA GLEB ORGANICZNYCH PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	95
5. Tadeusz Chodak MINERAŁY ILASTE NIEKTÓRYCH REZYDUALNYCH ZWIETRZELIN I GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	119
6. Anna Karczewska, Cezary Kabała PIERWIASTKI ŚLADOWE W GLEBACH PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	133
7. Cezary Kabała ZAGROŻENIE DEGRADACJĄ I OCHRONA GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH .....	161

Wkładka:

MAPA GLEB PARKU NARODOWEGO GÓR STOŁOWYCH W SKALI 1:25000



ISSN 1427 - 6712

