

# Trzeciorzędowe skały piroklastyczne Roztocza i Wzniesień Urzędowskich

Lucjan Gazda\*, Zdzisław Krzowski\*

*Badania petrograficzne, mineralogiczne i chemiczne pozwoliły na szczegółową charakterystykę skał piroklastycznych z zachowanymi replikami fragmentów roślinnych. Skały te występują luźno na powierzchni terenu w formie nieregularnych, lekko obtoczonych głazików i głazów spotykanych na północnym skłonie Roztocza oraz w obrębie Wzniesień Urzędowskich. Występują one poza obszarami, gdzie zostały stwierdzone nagromadzenia skamieniałych pni drzew. Skały te mają skład kwaśnego, popiołowego, krystaloklastycznego tufu ryolitowego. Obecność tych skał autorzy wiążą z okresem petryfikacji skrzemieniałych drzew Roztocza Południowego, tworzeniem się bentonitów w obrębie południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich oraz z poziomami tufów na przedgórzu Karpat, związanych stratygraficznie z górnym mioceniem (karpat-sarmat).*

**Słowa kluczowe:** Roztocze, trzeciorzęd, tufity, petrografia, paleogeografia

Lucjan Gazda & Zdzisław Krzowski—Tertiary pyroclastic rocks of the Roztocze Area and Urzędowskie Elevations (SE Poland). *Prz. Geol.*, 47: 1013–1016.

*Summary. Petrographic, mineralogical and chemical characteristics of pyroclastic rocks with the floral fragment replicas that occur on the northern slope of the Roztocze area and within the Urzędowskie Elevations on the ground surface forming irregular, slightly rounded shingles and boulders were carried out. The pyroclastic rocks occur beyond the areas where the fossilified stock-lode of the trees have been discovered. These rocks have acid, ashy, crystalloclastic, rhyolitic tuff composition. Their principal components are the crystalloclasts of quartz having a stiletto shapes, corrosive sinuates and another evidences of magmatic resorption. In the quartz the volcanic glass inclusions are found. The groundmass is composed of acid, mostly devitrified and cryptocrystalline at places volcanic ash. The accessory minerals, such as zircon, tourmaline, rutile and brookite commonly occur. The presence of these rocks on the Roztocze and the Urzędowskie Elevations area the authors connect with the following geological events: 1) formation of bentonites within southern border of Holly Mts., 2) occurrence of tuff horizons on the Carpathian foreland related to the Upper Miocene (Karpatian-Sarmatian) and 3) petrification of siliceous trees of the Southern Roztocze. The lack of these rocks in the exposures in situ alike as fossilified stock-lode of trees preclude the exact determination of their stratigraphic position and the conditions of their petrification.*

**Key words:** Roztocze area, Tertiary, tuffs, petrography, paleogeography

Występowanie neogeńskich tufów i produktów ich wietrzenia na przedgórzu Karpat i w obrębie zapadliska przedkarpackiego jest przedmiotem zainteresowań geologów polskich już od ponad 60 lat (Kamieński, 1936; Fijałkowski & Fijałkowska, 1966). Obecność młodotrzeciorzędowych skał tufogenicznych w formie bentonitów jest notowana także w południowo-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej (Czarnocki, 1939). Występowanie tych skał należy wiązać z aktywnością wulkaniczną wewnętrznej części łuku Karpat, formowanych w okresie młodolpejskich ruchów tektonicznych. Przeważnie, w regionie Karpat wyróżnia się trzy główne horyzonty tufitowe (Mrazec & Jekelins, 1927). Pierwszy jest związany z epizodem wulkanicznym karpat/baden, drugi baden/sarmat i trzeci sarmat/pliocen. Z badań petrograficznych wynika (Kamieński, 1936), że starsze tufy miały charakter dacytowy, a młodsze andezytowy.

O ile korelacje poziomów tufitowych z rejonów erupcji wulkanów (Rumunia, Węgry, Słowacja) są zbieżne stratygraficznie z tufitami i bentonitami przedgórza Karpat oraz basenu sedymentacyjnego zapadliska przedkarpackiego, to poszukiwanie analogii petrograficznych jest praktycznie niemożliwe z uwagi na stan zachowania pierwotnych pyłów wulkanicznych oraz metodykę dotychczas prowadzonych prac analitycznych.

Poziomy tufogeniczne w obrębie facji itów krakowieckich są zachowane prawie wyłącznie jako bentonity, produkty halmyrolizy materiału piroklastycznego. Relikty niezwiędzniętych szkliv (Heflik, 1959) oraz skład mine-

rałów ciężkich nie były z reguły poddawane analizom *in situ* mineralogicznym (większość prac miała charakter utylitarny, surowcowy), co wyklucza możliwość prowadzenia korelacji litostratygraficznych. W tym kontekście ciekawym wydaje się stwierdzona obecność spetryfikowanych tufów znajdujących w formie nieregularnych, lekko obtoczonych i wygładzonych głazików i głazów na północnym skłonie Roztocza oraz w obrębie Wzniesień Urzędowskich, na północ od badeńskiej bariery rafowej (ryc. 1). Posiadany przez autorów okaz (ryc. 2) został znaleziony na powierzchni terenu w okolicach Dzierzkowic. Z okolic tych, oraz z rejonu Roztocza jest znanych kilkanaście innych, makroskopowo podobnych okazów, które pozostają w prywatnych kolekcjach. Wszystkie dotychczas zebrane okazy mają charakter znalezisk przypadkowych i nie były przedmiotem systematycznej penetracji terenowej, co nie wyklucza możliwości występowania ich w innych częściach Roztocza i Wyżyny Lubelskiej. Dotychczas nie stwierdzono obecności tego typu głazików w rejonie Siedlisk oraz Goraja, a więc miejsc większych nagromadzeń skrzemieniałych pni i fragmentów drzew (Arefi, 1992; Heflik, 1996; Brzyski, 1998).

## Badania mineralogiczno-petrograficzne

Opisywane skały występują w formie nieregularnych głazików (ryc. 2) i głazów o wielkości kilku do kilkudziesięciu centymetrów (0,5–3,0 kg). Ich powierzchnia zewnętrzna, lekko obtoczona, jest nieregularna, co wynika z uwarunkowań teksturalnych. Cechą charakterystyczną

\*Wydział Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

tych skał jest duża makroporowatość, którą tworzą puste repliki po niewątpliwych fragmentach roślinnych, o pokroju najczęściej rurkowatym, często z wyraźnie odcisniętymi pionowymi żebrami (skrzypy?). Forma zachowania replik uniemożliwia bliższe określenie rodzaju tych roślin. Barwy głazików są jasnoszare, szarozielonkawe lub rdzawobrazowe i są zbliżone do barw obserwowanych na powierzchniach skrzemieniałych drzew z Siedlisk. Powierzchnie głazików bywają połyskujące lub matowe.

W obrazie mikroskopowym (ryc. 3) są to skały o wyglądzie kwaśnego, krystaloklastycznego tufu popiołowego. Głównym składnikiem tych skał są krystaloklasty kwarcu, często mające formy sztyletowate oraz zatoki korozyjne i inne oznaki resorpcji magmowej. Udział kwarcu wynosi ok. 70%. Dominuje kwarc o wielkości ziarn 0,01–0,05 mm, przy mniejszym udziale ziarn o wielkości 0,1–0,15 mm. Stwierdzone są odosobnione ziarna o wielkości 0,7–1,25 mm (ryc. 4). W ziarnach kwarcu sporadycznie występują wrostki (relikty) szkliwa wulkanicznego (ryc. 4). Wśród minerałów akcesorycznych stwierdzono obecność cyrkonu, turmalinu, rutylu i brookitu oraz stwierdzono jedno ziarno epidotu.

Tłem dla gęsto upakowanych krystaloklastów jest kwaśny popiół wulkaniczny o bardzo drobnej frakcji, przeważnie zdewitryfikowany, a miejscami kryptokrystaliczny. Popiół ten partiami jest bezbarwny, ale w większej części zabarwiony tlenkami żelaza na żółto i brązowo, aż do zupełnej nieprzezroczystości. Część dużych porów wypełniona jest częściowo hematytom.

Wykonane dyfraktogramy preparatów proszkowych, obok dominującego kwarcu, wykazały w tych skałach śladowe ilości skalenia potasowego oraz wyraźne pasmo dyfrakcyjne w położeniu  $2\theta$  ok.  $16,5^\circ$ . Ten niskokątowy efekt dyfrakcyjny można wiązać z obecnością smektytu lub notowanego w skrzemieniałych drzewach Roztocza alfofanu (Heflik, 1996).

Mała ilość smektytu lub alfofanu nie dała charakterystycznych efektów w analizie derywatograficznej. Ubytek masy w całym analitycznym zakresie do  $1000^\circ\text{C}$  ma charakter liniowy, co może świadczyć o przywiązaniu wody do składników amorficznych faz szklistych. Na krzywej DTA w zakresie temperatur  $180\text{--}300^\circ\text{C}$  jest obserwowany wyraźny efekt egzotermiczny, który może być wynikiem spalania substancji organicznej.

Skład chemiczny analizowanej skały (tab. 1) potwierdza zdiagnozowany optycznie jej charakter kwaśnego tufu typu ryolitowego.

### Dyskusja

Znajdywane na północnych skłonach Roztocza oraz w południowo-wschodniej części Wzniesień Urzędowskich głaziki o charakterystycznej perforacji są spetryfikowanymi pyłami wulkanicznymi typu ryolitowego. Perforacja jest efektem istnienia replik po fragmentach roślinnych. Skamieniałości roślinne w tych skałach nie zachowały się i

jedynie w analizie derywatograficznej stwierdza się śladowe ilości palnej substancji organicznej. Repliki roślinne (m.in. łądzy skrzypów?) są długie i nie wykazują oznak zniszczenia, co może świadczyć o powolnej i jednorazowej sedymentacji pyłu wulkanicznego. Brak pierwotnych wystąpień tych skał nie pozwala określić kierunku transportu oraz przybliżonej miąższości osadów piroklastycznych. Nie można określić także jednoznacznie ich wieku. Miejsce, forma i sposób występowania tych skał sugeruje ich równowiekowość ze skrzemieniałymi drzewami z okolic Siedlisk i Goraja oraz ich podobną litogenezę i epigenezę związaną ze złożoną tektoniką i paleogeografią górnego trzeciorzędu Roztocza (Buraczyński, 1997).

Większość znanych na świecie różnowiekowych (od dewonu do czwartorzędu) wystąpień nagromadzeń skrzemieniałych drzew (m.in.: Goth & Wilde, 1989; Ammons i in., 1987; Yao i in., 1990; Idris, 1990) jest związana z formacjami wulkanicznymi. Autorzy artykułu sugerują także sylifikację trzeciorzędowych drzew roztoczańskich w warunkach pogrzebienia pyłami wulkanicznymi, syngenitycznymi ze znajdującymi się głazikami tufitów ryolitowych. Proces ten mógł mieć miejsce w warunkach łąd helweckiego, przed transgresją bałeńską. Mogłoby to tłumaczyć obecność skrzemieniałych pni w piaskach baranowskich okolic Goraja (Areń, 1992). W okresie baden-sarmat procesy te mogłyby zachodzić na łądzie lub wyspach położonych na północ od bariery rafowej Roztocza (ryc. 1).

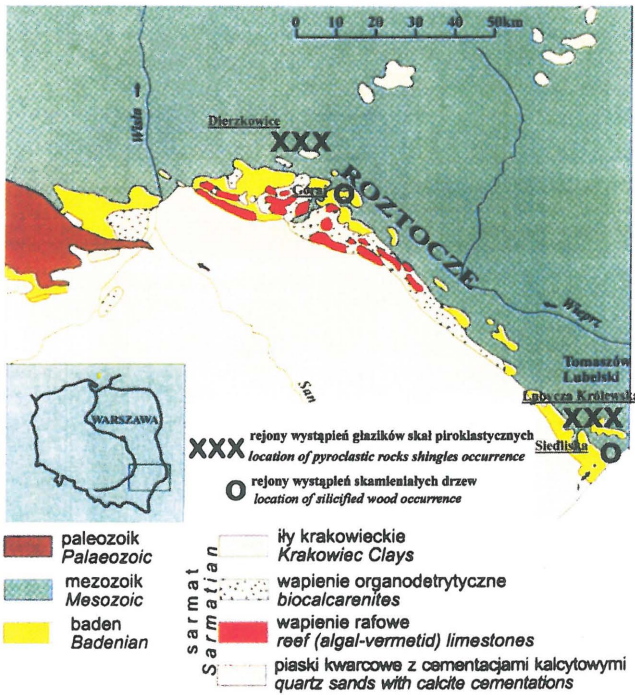
Przyjmując jako najbliższe karpaccie źródło popiołów i przy dokonanych ustaleniach, że analizowane tufy są ryolitowe, obecność ich oraz skrzemieniałych drzew należałoby wiązać z karpacko-bałeńskimi fazami (horyzontami) wulkanicznymi (Mrazec & Jekelins, 1927). Tufogeniczność tego okresu zarejestrowana jest poziomami bentonitów w obrębie iłów krakowieckich (Fijałkowska & Fijałkowski, 1966), lecz z uwagi na silne przeobrażenie pierwotnych składników piroklastycznych oraz brak analiz minerałów akcesorycznych nie pozwalają one na przeprowadzenie korelacji litostratygraficznych.

Formę zachowania pokryw pyłowych rejonu występowania skrzemieniałych drzew i spetryfikowanych tufów pozbawionych skamieniałości roślinnych, można tłumaczyć odmiennością pierwotnych biotopów, które uległy zagładzie w wyniku osadzenia popiołu wulkanicznego. Wśród dotychczas opisanych fragmentów skrzemieniałych drzew Roztocza dominują gatunki iglaste (Areń, 1992; Heflik, 1996; Brzyski, 1998), charakterystyczne dla rejonów fizjograficznie wyniesionych. Proces petryfikacji zachodził więc, przynajmniej w pierwszym etapie, wyłącznie w warunkach przemycania wodami opadowymi, przy dominujących procesach hydrolizy szkliwa wulkanicznego. Ciepły klimat miocenu sprzyjał wietrzeniu laterytowemu (Heflik, 1996). Uwalniana krzemionka impregnowała pogrzebane w tufach drzewa. Rezydium wietrzenia (kwarc i minerały ciężkie) uległo erozji i przetransportowaniu do bałeńskiego lub sarmackiego zbiornika sedymentacyjnego. Spetryfikowane tufy ryolitowe

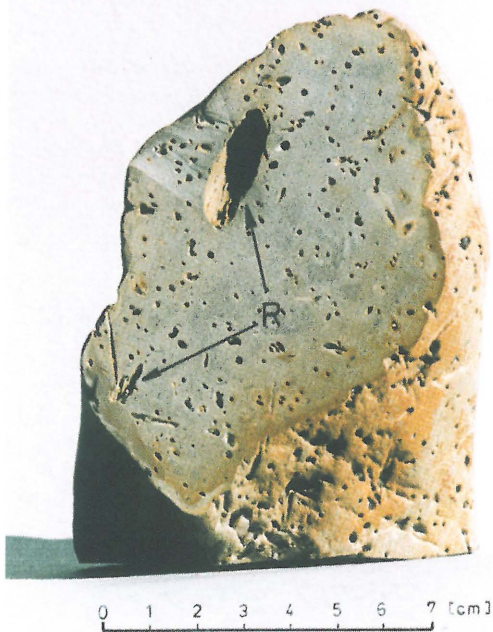
Tab. 1. Wyniki analizy chemicznej (XRF — analiza półilościowa)

Składnik i jego zawartość [%]										
Straty prażenia	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>
1,9	79,35	9,07	1,24	4,32	0,24	0,41	2,16	0,23	0,96	0,12

powstały z pyłu osadzonego w środowisku płytkowodnym lub okresowo podmokłym. Świadczyć o tym może obecność łodyg roślin skrzypo- i sitopodobnych (ryc. 2). Wilgotne środowisko sedimentacji sprzyjało procesom gnilnym, co uniemożliwiało zachowanie struktur organicznych materii roślinnej w obrębie poddawanych lityfikacji tufów.

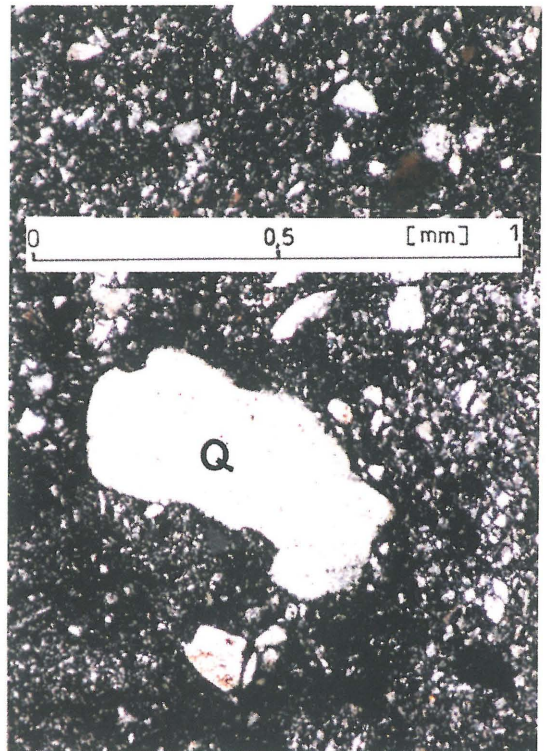


Ryc. 1. Lokalizacja wystąpień głazików skał piroklastycznych (wg Roniewicz & Wysockiej, 1997)  
 Fig. 1. Location of the pyroclastic rocks shingles occurrence (after Roniewicz & Wysocka, 1997)

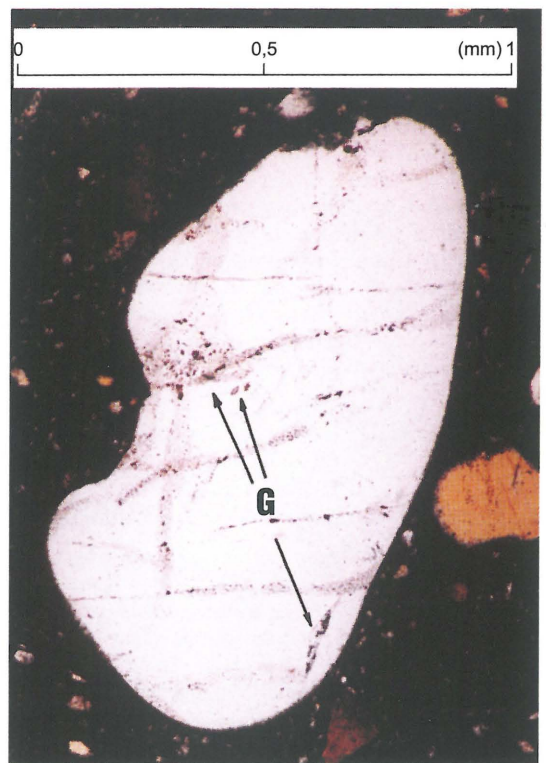


Ryc. 2. Zgląd skały piroklastycznej z rejonu Dzierzkowice; R — repliki po łodygach roślin  
 Fig. 2. Polished pyroclastic rock from Dzierzkowice area; R — Plant stalks imprints

Śladowe ilości smektytów świadczą, że proces petrogenyzy tych skał zachodził w środowisku obojętnym lub



Ryc. 3. Obraz mikroskopowy tufu (w świetle przechodzącym); Q — kwarc  
 Fig. 3. Microscopic picture of tuff; Q — quartz



Ryc. 4. Ziarno kwarcu z wyraźnymi zatokami korozyjnymi i wzrostami szkliwa wulkanicznego; G — szkliwo wulkaniczne  
 Fig. 4. A grain of quartz with distinct embayments and inclusions; G — Volcanic glass

słabo kwaśnym, typowym dla warunków śródlądowych klimatu ciepłego lub umiarkowanego.

### Wnioski

Wykonane badania i przeprowadzone analizy pozwalają sformułować następujące wnioski:

1. Forma zachowania, sposób i miejsce występowania głazików piroklastycznych z replikami roślinnymi bardzo podobne do wystąpień skrzemieniałych drzew Roztocza, świadczą o ich autochtoniczności oraz młodotrzeciorzędowej genezie.

2. Wyjściowy materiał piroklastyczny sedymentował w jednym z epizodów wulkanicznych mających miejsce w Karpatach w przedziale czasu karpat–pliocen, co udokumentowane jest stratygraficznie zarówno w rejonach alimentacji materiału wulkanicznego, jak i na przedgórzu Karpat i w zapadlisku przedkarpackim.

3. Na obecnym etapie badań i braku wystąpień tych skał *in situ* niemożliwe jest precyzyjne określenie ich wieku.

4. Mineralogiczna forma zachowania skał piroklastycznych świadczy o ich petrogeniezie w warunkach lądowych co mogło mieć miejsce w karpacie lub w obrębie archipelagu wysp na północ od bariery rafowej morza bałeńsko-sarmackiego.

5. Ryolitowy charakter tych skał może sugerować ich karpacko-bałeński wiek synchroniczny z tufami dacytowymi Rumunii, Węgier i Słowacji.

### Literatura

- AMMONS R. 1987 — Cross-identification of ring signatures in Eocene trees (*Sequoia magnifica*) from the Specimen Ridge locality of the Yellowstone fossil forests. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 60: 97–107.
- AREŃ B. 1992 — *Taxodioxyton sequoianum* Goth. *Prz. Geol.*, 40: 743.
- BRZYŃSKI B. 1998 — W sprawie skamieniałych drzew na Roztoczu. *Chrońmy Przyrodę Ojczyznę*, 54: 7–13.
- BURACZYŃSKI J. 1997 — Roztocze. Budowa–rzeźba–krajobraz. Zakł. Geogr. Reg. UMCS w Lublinie. *Intrograf Poligraficzna Spółdzielnia Pracy w Lublinie*: 21–40.
- CZARNOCKI J. 1939 — Sprawozdanie z badań terenowych wykonanych w Górach Świętokrzyskich w 1938 roku. *Biul. Inst. Geol.*, 15: 1–41.
- FIJAŁKOWSKA E. & FIJAŁKOWSKI J. 1966 — Bentonity w utworach miocenu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, 194: 95–121.
- GOTH K. & WILDE V. 1989 — Der versteinerte Wald von Kilian staden. *Natur. und Mus.*, 119: 211–219.
- HEFLIK W. 1959 — Petrografia szklia wulkanicznego z ilów bentonitowych z miejscowości Ciecierz koło Chmielnika. *Kwart. Geol.*, 3: 778–789.
- IDRIS M.B. 1990 — *Arancarioxyton telentangensis*, a new species of fossil coniferous wood from the Ulu Endan area, Jahore, Malaysia. *J. Southeast Asian Earth Sc.*, 4: 55–59.
- KAMIŃSKI H. 1936 — O tufach wulkanicznych przedgórza Karpat. *Arch. Mineral. Tow. Nauk. Warsz.*, 12: 16–51.
- MRAZEC L. & JEKELINS E. 1927 — Apercu sur la structure du bassin neogene de Transylvanie. *Guide des Excursions. Ass. pour l'aranac de la geologie des Carpates. Bucarest*: 8–14.
- RONIEWICZ P. & WYSOCKA A. 1997 — Przykłady cykliczności sedymentacji w utworach miocenu Roztocza. *Prz. Geol.*, 45: 899–902.
- YAO X., TAYLOR T.N. & TAYLOR E.L. 1990 — Silicified dipterid from the Jurassic of Antarctica. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 67: 353–362.

## Wpływ zróżnicowanego obciążenia strefy krawędziowej lądolodu na migrację soli

Andrzej Piotrowski\*

*Na ogólny przebieg skutków obciążeń i odciążen litosfery przez lądolody nakłada się zjawisko nieodwracalnego i krótkotrwałego procesu inicjacji i przyspieszenia ruchów soli. Proces ten zachodził w bezpośrednim sąsiedztwie strefy brzeżnej lądolodu. Istnieje zależność między czasem lądolodu a zwłaszcza strefą brzezną, warstwą soli oraz rzeźbą terenu. Strefa brzeżna lądolodu stwarza zróżnicowane obciążenie na podłożu. Duża szerokość czaszy lądolodu decyduje o relatywnie niewielkim stopniu zaniku nacisków statycznych. Spełnienie w warstwie soli warunku zróżnicowanego napięcia ciśnien o wartości 0,5 MPa–1,5 MPa decyduje o jej uruchomieniu i przyspieszeniu przepływu wg mechanizmu halokinezy zróżnicowanego obciążenia. Reaktywacja uskoków tektonicznych, wzmożony przepływ ciepła geotermalnego wpływały na procesy w strefie brzeżnej lądolodu i w konsekwencji na rzeźbę terenu. Związek przyczynowo-skutkowy ma więc charakter sprzężenia zwrotnego.*

**Słowa kluczowe:** halokineza zróżnicowanego obciążenia, ruchy soli, rzeźba terenu

Andrzej Piotrowski — **Influence of differential marginal ice-sheet loading on salt migration.** *Prz. Geol.*, 47: 1016–1020.

*Summary. Effects of loading and deloading of lithosphere by ice-sheet has overlay the irreversible and momentary phenomenon of initiation and acceleration of salt movements. This phenomenon occurs in direct neighborhood of marginal zone of ice-sheet. The marginal ice-sheet created differential loading on substratum. The major width of ice-sheet had influence on minor grade glaciostatic stress. The most important condition to activate and speed up movement of salt flow in differential loading halokinesis is the salt layer differential grade of stress value (0.5 MPa–1.5 MPa). Reactivation tectonic faults and intensification flow of geothermal heat had influence on processes in marginal ice-sheet and in consequence on morphology. Cause-effect relation had character of relationship interdependence.*

**Key words:** differential loading halokinesis, salt movements, morphology

\*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Pomorski, ul. Storrady 1, 71-602 Szczecin