

# PIERWIASTKI ŚLADOWE W UTWORACH ŻELAZISTYCH SERII POZNAŃSKIEJ

UKD

550.423:552.56:552.124.4:549.742.114 + 549.517.2 + 552.523:551.782.2(439.22)

Wśród osadów ilastych serii poznańskiej występują utwory żelaziste w postaci koncentracji syderytowych (głównie w środkowym i podrzędnie dolnym poziomie serii — 6, 8) oraz koncentracji składających się głównie z tlenków żelaza (w całej serii).

Konkrety syderytowe są monogeniczne. Uważa się, że powstały one jako jeden z produktów diagenety osadów ilastych (8). Konkrety tlenkowo-żelaziste natomiast są poligeniczne. Z sytuacji geologicznej, w jakiej się je znajduje, wynika że część z nich powstała przez zwietrzenie koncentracji syderytowych, część — przez zwietrzenie koncentracji marglistych, zawierających pierwotnie kilka do kilkunastu procent żelaza, jeszcze inne (występujące głównie w górnym poziomie serii) są syngenetyczne z ilami pstrykami bądź powstały w stadium wczesnej diagenety. W tych ostatnich, w przeciwieństwie do utworów wietrzeniowych, występują głównie nieuwodnione tlenki żelaza.

Do badań pobrano 10 próbek koncentracji syderytowych z różnych miejscowości i różnej głębokości, 10 próbek utworów tlenkowo-żelazistych, częściowo pochodzących z tych samych odsłoneń co i koncentracje syderytowe lub margliste oraz 5 próbek ilów. Celem badań były koncentracje pierwiastków śladowych zawartych w utworach żelazistych i ilastych oraz ich zachowanie w procesach wietrzenia. Rezultaty tych badań przedstawiono w niniejszym artykule.

## CHARAKTERYSTYKA KONKRECI SYDERYTOWYCH

Z wcześniejszych badań (6, 8) wynika, że koncentracje syderytowe spotyka się często w środkowym i dolnym poziomie serii poznańskiej, głównie w zewnętrznych częściach basenu sedimentacyjnego. Są one niewielkich rozmiarów, ich średnica wynosi najczęściej od paru do kilkunastu centymetrów, rzadko spotykano okazy większe — do 30 cm. Najczęściej są one nieforemne, powierzchnie mają gruzlową, z widoczną strukturą sferolitową. Rzadsze są formy dyskoidalne o budowie kryptokrystalicznej. Barwa jest z reguły ciemnobrunatna, wewnątrz — ciemno-szaro-zielona, rzadziej szara. Konkrety syderytowe występują zazwyczaj pojedynczo, choć spotykano również większe ich nagromadzenia — ułożone blisko siebie w jednym poziomie.

Głównym składnikiem koncentracji jest syderyt, którego zawartość wynosi ok. 60–87%. Towarzyszą mu minerały ilaste, getyt i niekiedy siarczki żelaza; kalcyt i dolomit należą do rzadkości. Z analiz chemicznych (tab. I) wynika, że badane okazy syderytów zawierają 30–42% żelaza oraz 0,8–5,3% wag. manganu.

Warto przy tym zwrócić uwagę, że zawartość Mn w profilu Rogaczewa wyraźnie wzrasta w kierunku stropu serii.

## CHARAKTERYSTYKA KONKRECI TLENKOWO-ŻELAZISTYCH

Konkrety tlenkowo-żelaziste są utworami występującymi powszechnie w płytko leżących osadach ilastych omawianej serii. Spotyka się je m. in.: w Bojanicach (pow. Leszno), Kozie Wielkiej k. Sycowa, Niskich Wielkich (woj. warszawskie); w kopalni ilów w Szydłowie pod Opolem znaleziono koncentracje skupione w 4 równoległe poziomy oraz — w kopalni ilów pstrych „Kraniec” w Kręsku k. Brzegu.

Omawiane koncentracje, z wyjątkiem koncentracji z kop. „Kraniec”, wielkością zbliżone są do koncentracji syderytowych, tj. średnica ich nie przekracza 30 cm. Kształty mają różne, od nieforemnych do dyskoidalnych, barwę na powierzchni brunatną lub ciemno-rdzawą. Przełamane, ujawniają często koncentryczną budowę wyrażoną zmianą barwy — jasno i ciemno-rdzawej. Nierzadko widoczne są czarne nieforemne naloty i pierzaste dendryty. Krzywe DTA, z silnym efektem endotermicznym, z maksimum w 270–290°C pozwalają sądzić, że głównym składnikiem jest getyt (1, 2, 9). Potwierdzają to charakterystyczne refleksy na dyfraktogramach: 2,69, 2,45, 1,80, 1,72 Å.

Konkrety z kop. „Kraniec” są nieco inne. Mają one mniej lub bardziej kulistą formę, barwę ciemnowisniową i tkwią w jaśniejszych płamach ilów płomienistych. Są to koncentracje typu cementacyjnego, a ich głównym składnikiem jest hematyt (7).

Z analiz chemicznych (tab. II) wynika, że koncentracje tlenkowo-żelaziste zawierają 26–50% Fe i 0,8–2,6% wag. Mn.

## CHARAKTERYSTYKA OSADÓW ILASTYCH

Konkrety syderytowe stwierdzono w ilach lub mułkach ilastych o barwie szarozielonej lub szaroniebieskiej. W osadach tego samego typu występują siarczki żelaza. Konkrety getytowe spotkano w podobnych ilach i niekiedy też w zielonawo-brunatnych, natomiast koncentracje hematytowe — tylko w ilach pstrych.

Wcześniejsze badania wymienionych osadów wykazały, że głównym minerałem ilastym jest beidellit, któremu towarzyszą w zmiennych proporcjach: illit, kaolinit i faza mieszano-pakietowa illit-beidellit (5, 7). Składnikiem barwiącym ilę pstrę na czerwono jest hematyt (5). Z zestawienia zawartości Fe i pierwiastków śladowych w osadach ilastych (tab. III) wynika, że ilę zielone są dużo bogatsze w Ni, Cu i Co i być może nieco zasobniejsze w Pb niż ilę pstrę. Ilość zaś V i Mn jest podobna w obu osadach.

Tabela I

ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW GŁÓWNYCH I ŚLADOWYCH W KONKRECIACH SYDERYTOWYCH

| Miejsce pobrania próbki | Strata<br>prażenia<br>w % wag. | Pierwiastki główne<br>w % wag. |      | Pierwiastki śladowe w ppm |     |    |     |    | Co/Ni |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---------------------------|-----|----|-----|----|-------|
|                         |                                | Fe                             | Mn   | Pb                        | V   | Co | Ni  | Cu |       |
| Krostkowo               | 30,4                           | 38,8                           | 3,64 | 25                        | 60  | 20 | 50  | 20 | 0,4   |
| Kosztowo                | 30,3                           | 41,8                           | 3,08 | 10                        | 70  | 30 | 60  | 30 | 0,5   |
| Wapno                   | 30,0                           | 36,8                           | 2,87 | 40                        | 60  | 80 | 60  | 15 | 1,3   |
| Kłosowice               | 28,4                           | 40,0                           | 2,00 | 10                        | 65  | 35 | 50  | 25 | 0,7   |
| Rogaczewo — 27,5 m      | 27,0                           | 39,4                           | 5,25 | 40                        | 150 | 25 | 40  | 20 | 0,6   |
| Rogaczewo — 63,0 m      | 28,0                           | 30,0                           | 1,12 | 35                        | 250 | 40 | 70  | 40 | 0,6   |
| Rogaczewo — 101,0 m     | 25,0                           | 35,5                           | 0,78 | 10                        | 250 | 5  | 25  | 30 | —     |
| Trzebnica               | 27,2                           | 36,8                           | 5,28 | 80                        | 70  | 20 | 30  | 20 | 0,7   |
| Mastki — 48,0 m         | 29,8                           | 39,2                           | 3,03 | 30                        | 160 | 15 | 110 | 30 | 0,1   |

Tabela II

## ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW GŁÓWNYCH I ŚLADOWYCH W KONKRECIACH TLENKOWO—ŻELAZISTYCH

| Miejsce pobrania próbki | Strata<br>prażenia<br>w % wag. | Pierwiastki główne<br>w % wag. |      | Pierwiastki śladowe w ppm |      |    |      |     | Co/Ni |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---------------------------|------|----|------|-----|-------|
|                         |                                | Fe                             | Mn   | Pb                        | V    | Co | Ni   | Cu  |       |
| Kłosowice               | 22,8                           | 28,8                           | 2,32 | 10                        | 200  | 30 | 240  | 45  | 0,12  |
| Krostkowo               | 11,2                           | 29,4                           | 1,87 | 60                        | 90   | 80 | 1000 | 200 | 0,08  |
| Czacz                   | 12,1                           | 35,5                           | 1,70 | 200                       | 130  | 30 | 150  | 20  | 0,20  |
| Wilkowo Polskie         | 15,0                           | 49,5                           | 1,62 | 30                        | 90   | 30 | 120  | 30  | 0,15  |
| Bojanice                | 12,5                           | 26,2                           | 0,85 | 200                       | 250  | 55 | 330  | 70  | 0,17  |
| Niskie Wielkie          | 13,6                           | 48,2                           | 0,83 | 40                        | 140  | 20 | 120  | 70  | 0,17  |
| Koza Wielka             | 13,2                           | 36,8                           | 2,31 | 30                        | 140  | 30 | 220  | 35  | 0,17  |
| Szydłów                 | 13,3                           | 43,8                           | 2,56 | 200                       | 140  | 25 | 220  | 30  | 0,11  |
| Szydłów                 | 12,1                           | 38,8                           | 1,04 | 35                        | 130  | 15 | 670  | 85  | 0,02  |
| „Kraniec”               | 6,4                            | 31,5                           | 0,01 | 400                       | 2500 | 5  | 40   | 60  | —     |

Tabela III

## ZAWARTOŚĆ ŻELAZA I PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W OSADACH ILASTYCH SERII POZNAŃSKIEJ

| Miejsce pobrania próbki | Rodzaj osadu | Strata<br>prażenia<br>w % wag. | Fe<br>%<br>wag. | Pierwiastki śladowe w ppm |     |    |     |     |     | Co/Ni |
|-------------------------|--------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-------|
|                         |              |                                |                 | Pb                        | V   | Co | Ni  | Cu  | Mn  |       |
| Rogaczewo               | II zielony   | 9,8                            | 5,0             | 65                        | 400 | 25 | 240 | 200 | 120 | 0,1   |
| Mastki                  | II zielony   | 10,8                           | 4,3             | 80                        | 570 | 20 | 190 | 110 | 550 | 0,1   |
| Fordon                  | II pstre     | 12,6                           | 11,2            | 60                        | 820 | 5  | 70  | 95  | 550 | —     |
| Fordon                  | II fioletowy | 12,4                           | 4,8             | 35                        | 850 | 5  | 90  | 90  | 600 | —     |
| „Kraniec”               | II pstre     | 9,4                            | 4,3             | 70                        | 500 | 5  | 90  | 70  | 140 | —     |

Tabela IV

## ŚREDNIE ZAWARTOŚCI NIEKTÓRYCH PIERWIASTKÓW GŁÓWNYCH I ŚLADOWYCH

| Rodzaj skały        | n | Zawartość<br>w % wag. |      | Zawartość w ppm |      |    |     |     | Co/Ni |
|---------------------|---|-----------------------|------|-----------------|------|----|-----|-----|-------|
|                     |   | Fe                    | Mn   | Pb              | V    | Co | Ni  | Cu  |       |
| Iły zielone         | 2 | 4,7                   | 0,03 | 75              | 480  | 25 | 220 | 160 | 0,11  |
| Iły pstre           | 3 | 6,8                   | 0,04 | 55              | 710  | 5  | 80  | 80  | 0,06  |
| Konkrety syderytowe | 9 | 37,6                  | 3,0  | 40              | 130  | 35 | 55  | 25  | 0,61  |
| Konkrety getytowe   | 9 | 37,4                  | 1,7  | 100             | 145  | 35 | 340 | 50  | 0,13  |
| Konkrety hematytowe | 1 | 31,5                  | 0,01 | 400             | 1500 | 5  | 40  | 60  | —     |

Zawartość wanadu wydaje się wprost proporcjonalna do ilości minerałów ilastych. Najwięcej bowiem wanadu zawierają iły pstre z Fordonu, mające w swym składzie 80—85% minerałów ilastych, najmniej zaś iły z Rogaczewa—zawierające tylko 40—50% tych minerałów.

## WYNIKI BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Dla lepszego uchwycenia zależności koncentracji poszczególnych pierwiastków od charakteru utworów, w których są one skupione, obliczono ich średnie zawartości i przedstawiono w tabeli IV. Porównując koncentracje omawianych pierwiastków w układach:

1) iły zielone — konkrecje syderytowe — konkrecje getytowe,

2) iły pstre — konkrecja hematytowa,

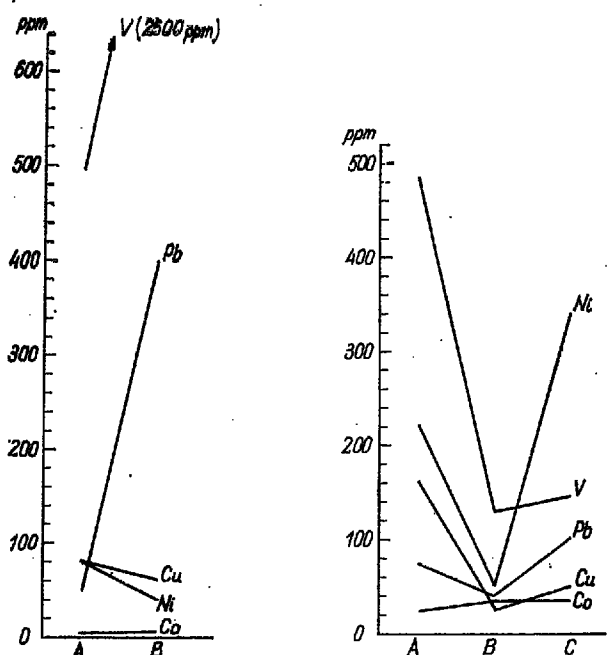
otrzymujemy obraz: mobilności tych pierwiastków w procesie diagenety — tworzenia się konkrecji syderytowych i konkrecji hematytowych oraz epigenety — wietrzenia konkrecji syderytowych.

Zależności ilości pierwiastków od rodzaju skały są wielorakie i różnokierunkowe. Mangan koncentruje się bardzo wyraźnie w konkrecjach syderytowych, ilaste bowiem osady zawierają tego pierwiastka zaledwie 120—550 ppm, podobnie jak i konkrecje hematytowe. W konkrecjach getytowych jest go prawie o połowę mniej niż w syderytowych. Wanad, o czym już wspominaliśmy, w większej ilości koncentruje się w osadach ilastych; jego zawartość zależy od ilości minerałów ilastych. W konkrecjach syderyto-

wych i getytowych jest go zdecydowanie mniej. Można to tłumaczyć tym, że nie brał on udziału ani w procesie powstawania konkrecji syderytowych, ani w procesie ich wietrzenia, a wskazane ilości związane są z minerałami ilastymi, których w obu rodzajach konkrecji jest ok. 10—20%.

Zupełnie inaczej przedstawia się proporcja ilości wanadu w konkrecji hematytowej do iłu, w której ona występuje. Zawartość wanadu w hematycie jest w przybliżeniu pięciokrotnie wyższa niż w ił. Kobalt w iłach pstrych i konkrecji hematytowej występuje w ilościach poniżej granicy wykrywalności stosowaną metodą analityczną, natomiast w konkrecjach syderytowych, getytowych i iłach zielonych waha się w granicach 15—80 ppm. Niklu jest wyraźnie mniej w konkrecjach syderytowych w porównaniu do iłów zielonych, natomiast prawie sześciokrotnie zwiększa się jego zawartość w konkrecjach getytowych. Porównując zaś iły zielone i towarzyszące im konkrecje z iłami pstryimi i konkrecją hematytową, stwierdza się w tych ostatnich zdecydowanie mniejsze koncentracje niklu.

Miedź występuje w proporcjach podobnych do niklu, ale w konkrecjach getytowych w stosunku do konkrecji syderytowych zaznacza się mniejsza różnica wielkości liczbowych. Ołów koncentruje się w nieco innych proporcjach niż omówione wyżej pierwiastki. W syderytach jest go mniej niż w iłach zielonych; w konkrecjach getytowych — około dwa razy więcej niż w iłach zielonych; w konkrecjach getytowych — około dwa razy więcej niż w konkrecjach



Ryc. 1. Średnia zawartość pierwiastków śladowych w: A — ilach pstrych, B — kongrecjach hematytowej.

Ryc. 2. Średnia zawartość pierwiastków śladowych w: A — ilach zielonych, B — kongrecjach syderytowych, C — kongrecjach getytowych.

Fig. 1. Average content of trace elements in: A — mottled clays, B — hematite concretions.

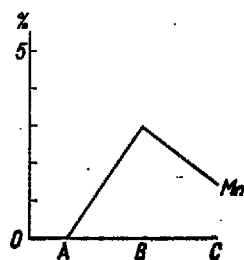
Fig. 2. Average content of trace elements in: A — green clays, B — siderite concretions, C — goetite concretions.

syderytowych. Najwyższe koncentracje ołowiu stwierdzono w kongrecjach hematytowej, wynosi ona 400 ppm.

Analizując zachowanie pierwiastków śladowych w układzie il — kongrecje: a) w środowisku ilów zielonych (A-B, ryc. 2), b) w środowisku ilów pstrych (A-B, ryc. 1) — wyraźnie widać różnice w zawartościach pierwiastków, jak i we wzajemnych proporcjach. W środowisku ilów pstrych uwagę zwraca mała zawartość kobaltu i manganu, a duża ilość wanadu i ołowiu, przy czym w kongrecjach hematytowej w stosunku do ilów pstrych zaznacza się znaczne wzbogacenie w te pierwiastki. W środowisku ilów zielonych, zawartość wanadu jest wyższa niż w środowisku ilów pstrych. Kongrecje syderytowe w stosunku do ilów zielonych są bardzo wzbogacone w mangan, a zubożone w wanad, nikiel, miedź i ołów.

Tak różne proporcje, różne zachowanie się wymienionych pierwiastków w układzie il — kongrecja nieodparcie nasuwa wniosek o różnych warunkach geochemicznych środowiska ilów zielonych i ilów pstrych. Spróbujmy wyjaśnić te różnice. Żelazo do basenu sedimentacyjnego mogło dostać się w postaci mechanicznej zawiesiny  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  lub w postaci rozpuszczalnych wodorowęglanów. Migracja żelaza w formie wodorowęglanów możliwa jest jednak tylko w środowisku całkowicie beztlenowym. Podwyższenie pH i Eh powoduje utlenienie kwaśnych węglanów żelaza, powstanie zoli wodorotlenków żelaza, a następnie ich koagulację.

Koloidy wodorotlenków żelaza, jako dodatnio naładowane, mają zdolność adsorbowania takich pierwiastków, jak: wanad, arsen czy fosfor, występujących w formie ujemnie naładowanych jonów ( $\text{VO}_4^{3-}$ ,  $\text{ASO}_4^{3-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ). Kongrecje żelaziste powstające w wyniku koagulacji wodorotlenków wzbogacane są również w pierwiastki takie, jak: ołów, cynk i in., występujące w formie anionowej w postaci jonów kompleksowych ( $\text{Pb}(\text{CO}_3)_2$ ,  $\text{Zn}(\text{CO}_3)_2$  i in.). Takie zwiększone ilości wanadu i ołowiu obserwujemy w kongrecjach hematytowych. Można więc przypuszczać,



Ryc. 3. Średnie zawartości manganu w: A — ilach zielonych, B — kongrecjach syderytowych, C — kongrecjach getytowych.

Fig. 3. Average content of manganese in: A — green clays, B — siderite concretions, C — goetite concretions.

że proces powstawania kongrecji hematytowych odbywał się w środowisku bogatym w tlen, na drodze koniugacji wodorotlenków żelaza i ich odwodnienia, inaczej mówiąc, ily pstry i zawarte w nich kongrecje hematytowe powstały w facji tlenkowej. Inaczej przedstawia się to w układzie: il zielony — kongrecje syderytowe. Kongrecje zawierają wielokrotnie mniej Pb i V niż il. Nie było zatem adsorbowania tych pierwiastków przez koagulujące wodorotlenki, wobec czego należy przyjąć, że syderyty powstały bezpośrednio z kwaśnego węglanu żelaza — w środowisku pozbawionym tlenu.

Rozpatrzmy teraz układ: kongrecje syderytowe — kongrecje getytowe (B-C na ryc. 2 i 3). Przy tej samej zawartości żelaza (tab. IV) w obu typach kongrecji średnia zawartość manganu w kongrecjach getytowych (C) jest znacznie niższa niż w syderytowych (B), ilość kobaltu taka sama, natomiast pozostałe pierwiastki wykazują wzrost koncentracji, przy czym Pb i V — największy.

Fakt mniejszej zawartości Mn w kongrecjach tlenkowych niż w węglanowych dowodzi, zgodnie z poglądami R. Krajewskiego i C. Kuźniara (3), że kongrecje tlenkowe nie są utworami pierwotnymi, lecz produktami utleniania węglanów żelazistych zawierających mangan. W warunkach naturalnych (5) żelazo wymaga niższego potencjału oksydacyjno-redukcyjnego do przejścia z  $\text{Fe}^{2+}$  do  $\text{Fe}^{3+}$  niż utlenienia  $\text{Mn}^{2+}$  do  $\text{Mn}^{4+}$ , czyli utlenienie manganu może nastąpić dopiero po utlenieniu żelaza. Wobec tego mangan w procesach wietrzenia łatwiej jest uruchamiany i w formie wodorowęglanu opuszcza środowisko — w tym przypadku wietrzejące kongrecje syderytowe.

Zwiększanie się zawartości V i Pb w kongrecjach getytowych w stosunku do syderytowych można, jak się wydaje, wiązać z adsorbowaniem tych pierwiastków, choćby z otaczających kongrecje ilów, przez powstające w procesie wietrzenia wodorotlenki żelaza. Większe ilości Pb w kongrecjach getytowych tłumaczyć też można bardzo małą rozpuszczalnością  $\text{PbCO}_3$ . Bardzo charakterystyczna jest różnica w ilościowym stosunku Co do Ni w kongrecjach syderytowych i getytowych. Stosunek Co/Ni w pierwszych wynosi 0,61, a w drugich — 0,13; świadczy to o geochemicznym rozdziale tych pierwiastków tak bliskich sobie pod względem chemicznym. Z danych przedstawionych przez R. M. Garrelsa i Ch. L. Christa (1) na wykresie Eh-pH wynika, że  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  charakteryzuje się znacznym polem trwałości, a wytrącenie  $\text{NiCO}_3$  możliwe jest tylko przy dużym stężeniu  $\text{CO}_2$ . W przeciwieństwie do niklu,  $\text{CoCO}_3$  jest znacznie trwalszy od  $\text{Co}(\text{OH})_2$ . Uzyskane wyniki zawartości Co i Ni w kongrecjach getytowych zdają się tym samym świadczyć o wtórnym nagromadzeniu Ni oraz powstaniu kongrecji getytowych przez utlenianie syderytów. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że nikiel w kongrecjach getytowych przejął formę koloidalnych wodorotlenków, natomiast kobalt pozostał w postaci  $\text{CoCO}_3$ .

Próba uchwycenia zmian zawartości niektórych pierwiastków śladowych w konkrecjach syderytowych, hematytowych i getytowych na tle zawartości tych pierwiastków w ilach pozwoliła wysnuć następujące wnioski:

1. Spośród badanych pierwiastków w procesach syntezy i epigenezy, kobalt zachowywał się bardzo mało aktywnie zarówno w środowisku ilów zielonych, jak i ilów pstrych.

2. Część z badanych pierwiastków — nikiel i miedź — nie brała udziału w tworzeniu się konkrecji syderytowych i hematytowych. Konkrecje hematytowe w przeciwieństwie do konkrecji syderytowych wzbogacone są w wanad i ołów.

3. Mangan niezwykle silnie koncentrował się w procesach powstawania konkrecji syderytowych, nie brał udziału w procesie powstawania konkrecji hematytowych.

4. Procesy wietrzenia konkrecji syderytowych doprowadziły do podwyższonej koncentracji w konkrecjach getytowych, przede wszystkim niklu i ołowiu.

5. Osady ilaste pstry i występujące w nich konkrecje hematytowe mają zdecydowanie inne zawartości i proporcje pierwiastków śladowych niż il zielony i konkrecje syderytowe. Świadczy to, zdaniem autorów, o różnym środowisku geochemicznym, w którym powstały jedne i drugie.

## SUMMARY

Two types of ferruginous deposits are represented in clay sediments of Poznań series. First of them — siderite concretions if fairly common in the middle horizon of the Poznań series and subordinate in the lower horizon. The second type — represented by concretions primarily built of iron oxides — is found throughout the series. The former concretions are monogenic and presumably represent one of the products of diagenesis of clay sediments. In turn, the latter appear to be polygenic and their geological setting suggest that some of them originated as a product of weathering of the siderite concretions, whereas others — from weathering of marly concretions with original concentration of iron ranging from a few to over a dozen percents; the concretions primarily occurring in the mottled clays of the upper horizon of the series appear to be syngenetic or early diagenetic.

The paper presents the results of studies on trace elements occurring in the ferruginous and clay deposits and with their behaviour in the course of weathering processes.

WOJCIECH NEMEC

Uniwersytet Wrocławski

## CYKLICZNOŚĆ W UTWORACH DOLNOPERMSKICH REJONU ZIELONEJ GÓRY

UKD

551.736.1:551.312.3.051:552.122:552.512/513 + 552.527:556.537(438.272—0)

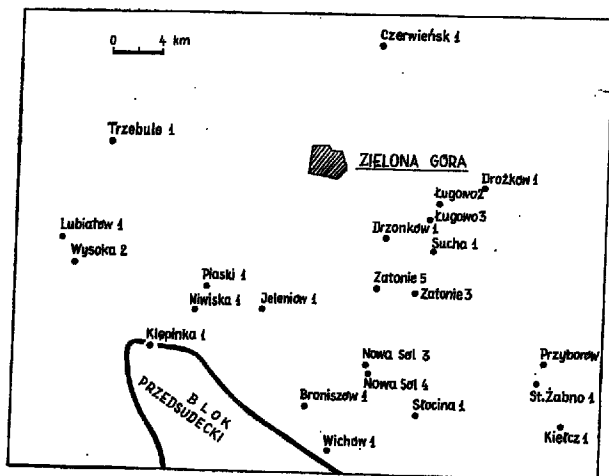
Badania utworów dolnopermskich w zachodniej części monokliny wrocławskiej w okolicy Zielonej Góry przeprowadzono na próbkach pochodzących z otworów wiertniczych (ryc. 1). Stwierdzono, że pełny profil utworów czerwonego spągowca składa się tu z dolnego piętra, które stanowi dolna formacja osadowa i kompleks eruptywny oraz piętra górnego — górnej formacji osadowej. Piętro dolne na omawianym obszarze wykazuje największe stwierdzone na monoklinie wrocławskiej (7) miąższości, co dowodzi największej subsydencji w tej części ba-

1. Garrels R. M., Christ Ch. L. — *Salutions, minerals and equilibria*, 1965.
2. Głogoczowski J. J. — Charakterystyka limonitów krajowych przy pomocy analizy termicznej różnicowej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* t. 22. Kraków 1954, z. 3.
3. Narębski W. — Mineralogia i geochemiczne warunki genezy tzw. syderytów fliszu karpackiego. *Arch. miner.*, t. 21, 1958, z. 1.
4. Pawłow A. Ł. — Wpływanie rieżyma kwasotności — szczelocznosci roztworu na migrację elementów i obrazowanie mineralnych sojedinenii w przyrodnych uślowiach. W zb. *Fizika i fiziko-chimija nikłobrazujuszczich processow*. Izd. „Nauka”.
5. Wiewióra A., Wyrwicki R. — Mineraly ilaste poziomu ilów płomienistych serii poznańskiej. *Kwart. geol.*, 1974, nr 2.
6. Wyrwicki R. — Osady ilaste serii poznańskiej jako surowce ceramiczne. *Biul. Inst. Geol.* nr 280, 1974.
7. Wyrwicki R., Wiewióra A. — Mineraly ilaste osadów serii poznańskiej z profilu Mastki. *Kwart. geol.*, 1972, nr 3.
8. Wyrwicki R., Maliszewska A. — Utwory węglanowe w osadach ilastych serii poznańskiej. *Biul. Inst. Geol.* (w druku).
9. Zabiński W. — Charakterystyka mineralogiczna strefy śląsko-krakowskich złóż kruszców cynku i ołowiu. *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN*, Oddz. w Krakowie 1960, z. 1.

## РЕЗЮМЕ

В глинистых осадках познанской серии распространены железистые осадки двух типов. Первый из них представлен сидеритовыми конкрециями, распространенными, в основном, в среднем, в меньшей степени в нижнем, горизонтах познанской серии. Ко второму типу относятся конкреции, состоящие, главным образом, из окислов железа, распространенные в нижнем, среднем и верхнем горизонтах этой серии. Сидеритовые конкреции представляют вероятно моногенные образования, возникшие в процессе диагенеза глинистых осадков. Окисные железистые конкреции полигенны. Учитывая геологическую обстановку можно предполагать, что некоторые из них возникли в итоге выветривания сидеритовых конкреций, другие же за счет выветривания мергелистых конкреций, содержащих первоначально некоторое количество железа, а остальные конкреции, распространенные преимущественно в верхнем горизонте, являются сингенетическими образованиями вместе с пестрыми глинами или возникли в стадию раннего диагенеза.

Предметом анализов были рассеянные элементы, содержащиеся в железистых и глинистых осадках, а также их поведение в процессах выветривания. В статье представлены результаты этих исследований.



Ryc. 1. Plan sytuacyjny otworów wiertniczych w rejonie Zielonej Góry.

Fig. 1. Location map of drillings made in Zielona Góra area.

terystyczne sekwencje, odgraniczone od dołu mniej lub bardziej wyraźnymi powierzchniami erozyjnymi, a rozpoczynające się osadami frakcji stosunkowo najgrubszych. Te ostatnie przechodzą ku górze w osady frakcji drobniejszych, ściętych często kolejną powierzchnią erozyjną.

Obserwowane w profilach następstwo wspomnianych cyklotemów ma charakter częściowo rytmiczny. Rytmiczność sedymentacji znajduje tu wyraz w występowaniu asymetrycznych cykli, których cechą charakterystyczną jest zmniejszanie się grubości ziarna w osadzie, od dołu ku górze. Spadek średnicy ziarna obserwowany jest nawet w obrębie pojedynczych ławic piaskowców (8). Bardzo często rytmiczność tę podkreślają występujące nad powierzchnią erozyjną zlepieńce, wykazujące przeważnie charakter śródoformacyjny (9), a stanowiące podstawę sekwencji.

Cyklotemy tego typu występują powszechnie w osadach kontynentalnych (8), a szczegółową ich nomenklaturę podaje Bersier (3), stosując termin „cykle normalne” (ryc. 2). Allen (1) określa je jako „fining-upwards cycles”. W polskiej literaturze Dembowski i Unrug (4) nazwali ten rodzaj sekwencji „cyklami prostymi”. W obrębie badanych serii, w cyklach pełnych, wyróżnić można 3 człony litologiczne: zlepieńce, piaskowce (piaskowce zlepieńcowate) i utwory mułowcowo-ilaste. Wykształcenie poszczególnych cyklotemów na omawianym obszarze może być różne — obok trójczłonowych (pełnych) występują często cyklotemy reprezentowane tylko przez dwa a nawet jeden człon litologiczny. Można to prześledzić na przykładowych profilach dolnej i górnej serii osadowej czerwonego spągowca (ryc. 3 i 4). Widać też na nich, że przy stałej sekwencji członów litologicznych w obrębie cyklotemów prostych, miąższość zarówno poszczególnych członów, jak i całych cyklotemów może być różna. Miąższość cyklotemów waha się w granicach od kilku do kilkudziesięciu metrów.

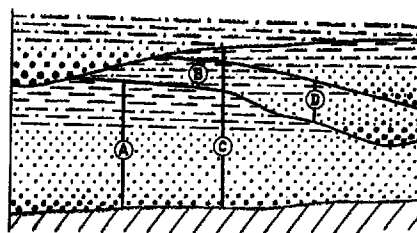
Ilość i wykształcenie cyklotemów w obrębie obu serii czerwonego spągowca na badanym obszarze są także zmienne. W nawiązaniu do ryc. 3 i 4 można to przedstawić następująco (a — zlepieńce, b — piaskowce i piaskowce zlepieńcowate, c — utwory mułowcowo-ilaste):

#### dolna seria osadowa:

Wichów 1 bc(c)bc(c) cababcb  
Piaski 1 abc(c)c(c)  
Niwiska 1 abc

#### górna seria osadowa:

Trzebule 1 ababcbabab(bbb)  
Piaski 1 abab(b)b(bb)



Ryc. 2. Lateralna zmienność w aluwialnych cyklach molasowych (wg Bersiera, 3).

A — cykl normalny, B — cykl niepełny, C — cykl złożony, D — cykl ścięty.

Fig. 2. Lateral variability in alluvial molasse cycles (after Bersier, 3).

A — normal cycle, B — incomplete cycle, C — complex cycle, D — truncated cycle.

Wysoka 2abab  
Niwiska 1ababb  
Lubiatów 1cbababab

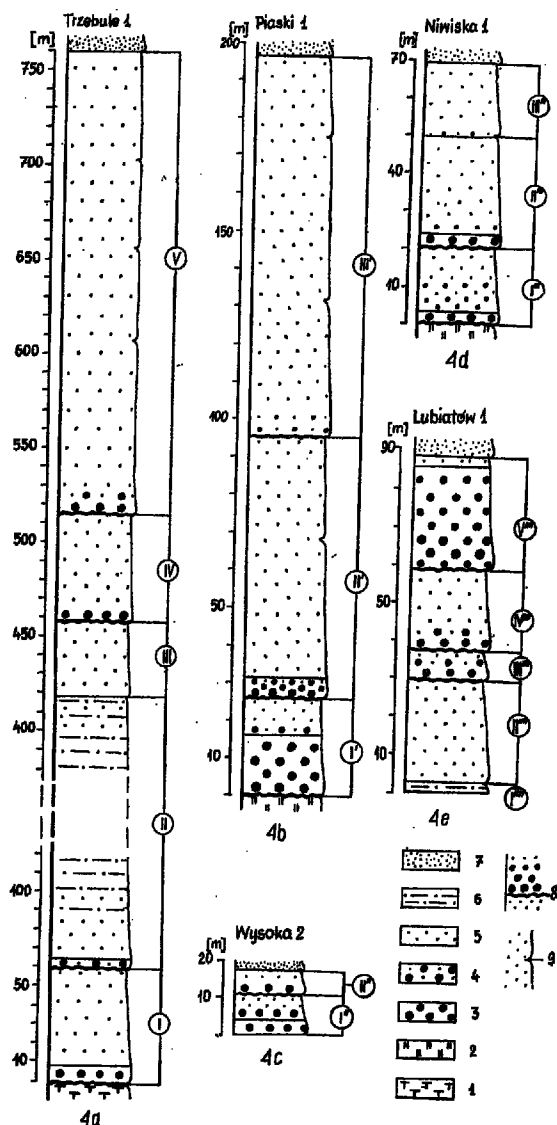
Jak wynika z prac ukazujących się w ostatnich latach (1, 2, 8) cykliczność tego typu ma miejsce w przypadkach sedymentacji lądowej, w warunkach rzek roztokowych. Rzeki tego rodzaju (ryc. 5) występują przede wszystkim na obszarach, gdzie intensywne wietrzenie i erozja dostarczają dużych ilości materiału klastycznego, powodując znaczne obciążenie rzek. Czynnikiem sprzyjającym są ponadto duże okresowe zmiany stanu wód, wywołujące znaczną niestabilność w transporcie materiału. Warunki takie istniały tu niewątpliwie w czasie sedymentacji molasowych utworów dolnopermskich.

Rzeki roztokowe typowe są ponadto m. in. dla obszarów o klimacie półsuchym i suchym (8). Na taki klimat w czasie sedymentacji wskazują też pewne cechy omawianych utworów dolnopermskich (9). Rzeki roztokowe cechuje szybka, lokalna i okresowa depozycja materiału klastycznego oraz podobnie przebiegająca erozja złożonych już osadów. Tworzenie się licznych wysp i mielizn (łachy śródkorytowe) powoduje rozgałęzianie się i ponowne łączenie koryt (ryc. 5), częste i szybkie zmiany ich przebiegu, a także zmiany ich szerokości i głębokości. Spadek koryt rzek roztokowych jest znaczny i lokalnie zmienny (8).

Jak wynika z przedstawionych profili (ryc. 3 i 4) rzeki tego obszaru deponowały znaczne ilości materiału w strefach pozakorytowych, tj. na terenie równi zalewowej. Szybkość przepływu wód poza korytem musiała być tu stosunkowo niska, a koncentracja materiału niesionego w suspensji — znaczna. Wielu autorów (11) zwraca uwagę, że wbrew przewidywaniom — w czasie niewielkich przepływów powodziowych koncentracja zawiesiny jest dużo większa, niż podczas wielkich powodzi, związanych z rzekami dużymi. Niewątpliwie poważny wpływ na sedymentację musiały mieć pionowe ruchy obszaru oraz zmiany bazy erozyjnej. Subsydencja dna basenu warunkowała bowiem zachowanie złożonych osadów w stanie kopalnym. W omawianych utworach dolnopermskich pełne sekwencje cykliczne (cyklotemy proste) wykazują na ogół wyraźną dwudzielność. Niższy człon stanowią osady frakcji zwirowo-piaszczystej, a człon wyższy — osady frakcji mułowcowo-ilastej, lokalnie z wkładkami drobnoziarnistych piaskowców.

Na podstawie pracy Allena (1) i przeprowadzonych przez niego porównań kopalnych osadów aluwialnych ze współczesnymi osadami rzecznyymi można wnioskować, że w poszczególnych sekwencjach niższy (gruboziarnisty) człon stanowią osady korytowe. Człon wyższy (drobnoziarnisty) reprezentuje osady pozakorytowe, powstałe w wyniku zapełniania paleokoryt i rozwinięcia się sedymentacji zalewiskowej. Osady korytowe składane są głównie z materiału transportowanego trakcyjnie i odkładanego w różnych





Ryc. 4. Przykładowe profile serii osadowej górnego piętra utworów czerwonego spągowca (górnej serii osadowej) rejonu Zielonej Góry.

Litostratygrafia: dolny perm: 1 — porfir, 2 — melafir, 3 — zlepieniec, 4 — piaskowiec zlepieniowaty, 5 — piaskowiec, 6 — mułowiec i mułowiec ilasty; górny perm: 7 — piaskowiec białego spągowca; 8 — powierzchnie erozyjne, 9 — powierzchnie spągowe przypuszczalnie dobowanych (niepełnych).

Człony litologiczne w cyklotemach jak na ryc. 3.  
4a. I — cyklotem dwuczłonowy (ab), w górnej części zapewne zredukowany wskutek rozwoju cyklotemu wyżej-  
ległego; II — cyklotem pełny trójczłonowy (abc), w gór-  
nej części powstały w wyniku sedimentacji jeziorzyskowej  
(zapewne w nieczynnym odcinku koryta rzecznej), na co  
wskazuje wkładka wapienia typu jeziorzyskowego; III — cyklo-  
tem niepełny (b), IV — cyklotem dwuczłonowy (ab), w gór-  
nej części zredukowany przez powierzchnie erozyjne sta-  
nowiącą podstawę cyklotemu V; V — cyklotem dwuczło-  
nowy (ab), przypuszczalnie złożony, powstały wskutek do-  
budowania kolejnych niepełnych cyklotemów jednoczło-  
nowych (b); w swej najwyższej części cyklotemu V jest  
zredukowany wskutek rozwoju piaskowców facji białego  
spągowca.

4b. I' — cyklotem dwuczłonowy (ab), w górnej części ście-  
ty przez powierzchnie erozyjne stanowiącą podstawę cyklo-  
temu II'; II' — cyklotem dwuczłonowy (ab), przypusz-  
czalnie złożony, powstały wskutek dobowywania niepełnego  
cyklotemu jednoczłonowego (b) w części górnej; III' — cyklo-  
tem niepełny jednoczłonowy (b), przypuszczalnie zło-  
żony, powstały przez dobowywanie kolejnych cyklotemów  
niepełnych jednoczłonowych (b); cyklotem w swej naj-  
wyższej części jest zredukowany wskutek rozwoju piasko-  
wców facji białego spągowca.

4c. I'' — cyklotem dwuczłonowy (ab), zredukowany w gór-  
nej części wskutek rozwoju cyklotemu wyżejległego; II'' —  
cyklotem dwuczłonowy (ab), w swej najwyższej części  
zredukowany w wyniku rozwoju piaskowców facji białego  
spągowca.

4d. I''', II''' — cyklotemy dwuczłonowe (ab), w górnych  
częściach ścięte w wyniku rozwoju cyklotemów wyżejleg-  
łych; III''' — cyklotem niepełny jednoczłonowy (b), w swej  
najwyższej części zredukowany wskutek rozwoju piasko-  
wców białego spągowca.  
4e. I'''' — najwyższa część górnego członu cyklotemu ni-  
żejległego; II'''' — cyklotem niepełny jednoczłonowy (b);  
III''', IV'''' — cyklotemy dwuczłonowe (ab), w górnych  
częściach ścięte wskutek rozwoju cyklotemów wyżejległych;  
V'''' — cyklotem dwuczłonowy (ab), w górnej części zre-  
dukowany w wyniku rozwoju piaskowców facji białego  
spągowca.

Fig. 4. Examples of profiles of sedimentary series of upper stage of Rotliegendes deposits (upper sedimentary series) in Zielona Góra area.

Lithostratigraphy: Lower Permian: 1 — porphyre, 2 — melaphyre, 3 — conglomerate, 4 — conglomeratic sandstone, 5 — sandstone, 6 — siltstone and clay siltstone; Upper Permian: 7 — Weissliegendes sandstone; 8 — erosional surfaces, 9 — basal surfaces of cyclothems supposedly superimposed (incomplete).

Lithological members of cyclothems: explanations as in Fig. 3.

4a. I bipartite cyclothem (ab) with upper part supposedly reduced due to the development of successive cyclothem; II — complete tripartite cyclothem (abc), with upper part presumably formed under lacustrine conditions (presumably in inactive section of stream channel), which is indicated by intercalation of limestone of the lacustrine type; III — incomplete cyclothem (b); IV — bipartite cyclothem (ab), with upper part truncated by erosional surface corresponding to the base of successive cyclothem V; V — bipartite cyclothem (ab), presumably complex, formed by addition of successive incomplete unipartite cyclothems (b); upper part of the cyclothem V is reduced in result of appearance of the facies of Weissliegendes sandstones.

4b. I' — bipartite cyclothem (ab) with upper part truncated by erosional surface corresponding to the base of successive cyclothem II'; II' — bipartite, presumably complex cyclothem (ab), formed in result of addition of incomplete unipartite cyclothem (b) to the upper part; III' — incomplete unipartite, presumably complex cyclothem (b), formed in result of addition of successive incomplete unipartite cyclothems (b); top part of the cyclothem is reduced due to appearance of the Weissliegendes sandstone facies.

4c. I'' — bipartite cyclothem (ab) with upper part reduced due to development of successive cyclothem; II'' — bipartite cyclothem (ab) with top part reduced due to development of the facies of Weissliegendes sandstones.

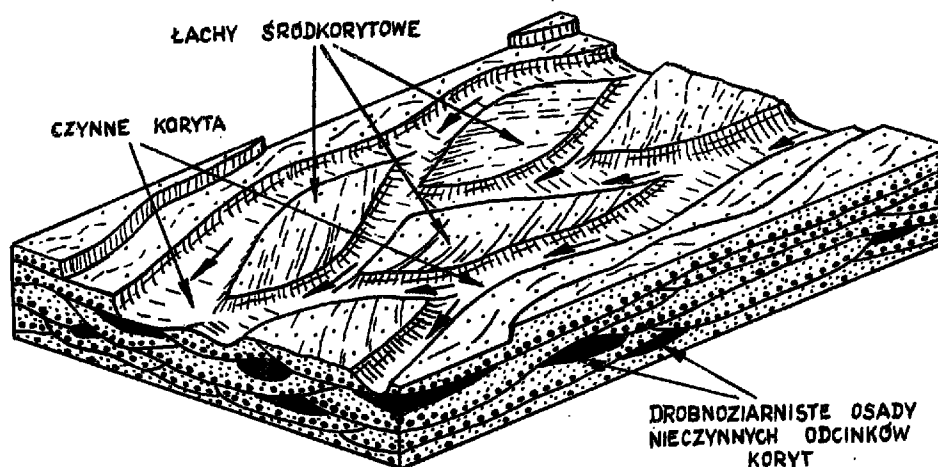
4d. I''', II''' — bipartite cyclothems (ab) with upper parts truncated due to development of successive cyclothems; III''' — incomplete unipartite cyclothem (b) with top part reduced due to appearance of the Weissliegendes sandstone facies.

4e. I'''' — uppermost part of upper link of underlying cyclothem; II'''' — incomplete unipartite cyclothem (b); III''', IV'''' — bipartite cyclothems (ab) with upper parts truncated due to development of successive cyclothems; V'''' — bipartite cyclothem (ab) with upper part reduced due to appearance of the Weissliegendes sandstone facies.

ten typ cykliczności z procesami tworzenia się koryt rzecznych na równinie aluwialnej, w warunkach niezdyferencjowanego tektonicznego obniżania obszaru. Inni (5, 10) widzieli przyczynę w regionalnym tektonicznym wynoszeniu obszaru, zachodzącym jednocześnie ze zmianami klimatycznymi lub niezależnie od nich.

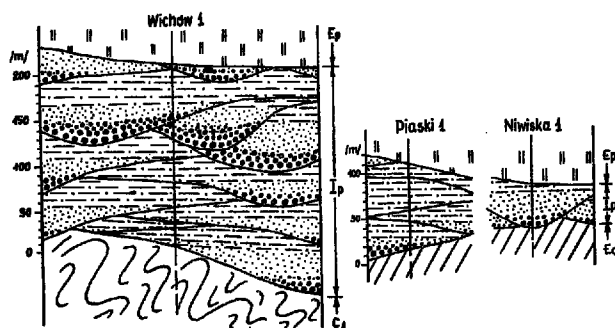
Wnikliwie i, zdaniem wielu sedimentologów (6, 8) bardzo trafnie wyjaśnia przyczyny cykliczności w osadach rzecznych Beerbower (2). Jego zdaniem główną przyczyną tego zjawiska jest sam charakter środowiska rzecznej oraz panujące w nim warunki transportu, depozycji i erozji materiału klastycznego. Według poglądu Beerbowera zjawisko sedimentacji cyklicznej jest w naturalny sposób związane ze środowiskiem rzecznym. A zatem nie obecność, a raczej brak cykliczności w utworach aluwialnych wymaga wyjaśnienia (8).

Jak wynika z pracy Beerbowera (2), równina aluwialna oraz obszar zlewni danej rzeki mogą być traktowane jako pewien system o określonym bilansie energii i materiału klastycznego. Bilans ten zależy od wielu czynników. Głównymi z nich są warunki klimatyczne, litologiczne (materiał dostarczany, materiał pokrywający aluwialnej i jej podłoża) oraz fizjograficzne (ukształtowanie terenu, położenie bazy erozyjnej). Te ostatnie warunkują z kolei wielkość przepływu, obciążenie, spadek i morfologię dna, czyli parametry warunkujące energię prądu, wielkość i kształt koryta.



Ryc. 5. Model sedimentacji rzeki roztokowej (wg Allena, 1); blokdiagram o znacznym przewyższeniu.

Fig. 5. Model of sedimentation in glen river (after Allen, 1); blockdiagram with markedly exaggerated height.



Ryc. 6. Próba interpretacji cykliczności w utworach dolnego piętra czerwonego spągowca; schemat graficzny do ryc. 3.

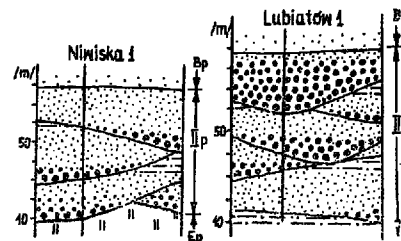
E<sub>p</sub> — eokambryjskie szeregłazy łuzyckie, C<sub>1</sub> — dolnokarbońska seria szarogłazowo-lupkowa, I<sub>p</sub> — dolna (poderupcyjna) seria osadowa czerwonego spągowca, E<sub>p</sub> — eurupcyjny dolnopermskie.

Fig. 6. Preliminary interpretation of the cyclicity in deposits of the lower stage of the Rotliegendes; graphic interpretation of Fig. 3.

E<sub>o</sub> — Eocambrian Lusatian graywackes, C<sub>1</sub> — Lower Carboniferous graywacke-slaty series, I<sub>p</sub> — lower, sub-eruptive sedimentary series of the Rotliegendes, E<sub>p</sub> — Lower Permian eruptive rocks.

Przy stałości bilansu energii i materiału, system wspomniany dąży zawsze do stanu dynamicznej równowagi. Całkowita energia prądu na danym obszarze równi aluwialnej jest przy tym stała, a jedynie jej rozkład ulega zmianie, zależnie od lokalnych gradientów energii. Prowadzi to do ciągłego przemieszczania się stref o wysokiej, średniej i niskiej energii, czemu towarzyszy przesuwanie się stref lokalnej erozji i depozycji. Migracja koryta rzecznej po równinie aluwialnej prowadzi w ten sposób do powstawania podstawowej sekwencji obserwowanej w utworach dolnopermskich, a określanej jako cykl prosty (normalny).

Występowanie w profilu utworów wielu powtarzających się sekwencji tego rodzaju musi być spowodowane dodatkowo innymi czynnikami. Najistotniejsze z nich to subsydencja dna basenu sedymentacyjnego oraz aggradacja i kompaktacja złożonych osadów. Beerbower (2) podkreśla, że równomierność tych zjawisk, nawet przy braku jakichkolwiek innych zmian okresowych, wywołuje zjawisko cykliczności w utworach aluwialnych. Nierównomierność subsydencji i pozostałych czynników wpływa na cykliczność jedynie



Ryc. 7. Próba interpretacji cykliczności w osadach górnego piętra czerwonego spągowca; schemat graficzny do ryc. 4.

E<sub>p</sub> — erupcyjne dolnopermskie, I<sub>p</sub> — górna (naderupcyjna) seria osadowa czerwonego spągowca, B<sub>p</sub> — płaskowce białego spągowca.

Fig. 7. Preliminary interpretation of cyclicity in deposits of the upper stage of the Rotliegendes; graphic scheme to Fig. 4.

E<sub>p</sub> — Lower Permian eruptive rocks, I<sub>p</sub> — upper, supra-eruptive sedimentary series of the Rotliegendes, B<sub>p</sub> — Weissliegendes sandstones.

modyfikująco, warunkując stosunki miąższościowe zarówno w obrębie poszczególnych cyklotemów, jak i w całych seriach.

Gdy szybkość subsydencji jest niewielka w stosunku do szybkości migracji koryta rzecznej, górna część poprzednio złożonych osadów ulega ścięciu przez przesuwanie się koryta. W profilu zachowuje się wówczas jedynie dolna część niższej leżącego (wcześniejszego) cyklotemu. Natomiast, gdy subsydencja jest stosunkowo szybka, zachowuje się większość złożonych osadów (w tym osady pozakorytowe), a ich miąższość jest wtedy znaczna. Można to prześledzić na ryc. 2, 3 i 4. Próba genetycznej interpretacji stwierdzonych sekwencji w profilach utworów dolnopermskich rejonu Zielonej Góry są ryc. 6 i 7. Z analizowanych profili wynika, że w czasie sedymentacji utworów dolnego czerwonego spągowca na tym obszarze, subsydencja dna basenu była znaczna i stosunkowo szybka. Wskazują na to duże miąższości utworów mułowcowo-ilastych (pozakorytowych) w dolnej serii osadowej oraz dane paleogeograficzne (7).

Szybkość subsydencji dna basenu podczas sedymentacji górnej serii osadowej na badanym obszarze była dużo mniejsza. W profilach tej serii sporadycznie bowiem zachowały się utwory pozakorytowe. Okruchy skał mułowcowo-ilastych występują natomiast licznie w zlepniach. Spadek szybkości subsy-

dencji potwierdzają również dane paleogeograficzne (7). Duff, Hallam i Walton (6) uważają, że w przypadku utworów o przedstawionym typie budowy poglądy o roli migrujących po równinie aluwialnej koryt rzecznych, dzięki swej prostocie i racjonalności jest najbardziej wiarygodny. Efekt procesu zmian położenia koryta rzeczno-jeziorzyskiego jest bowiem na tyle wysoki, że nie ma potrzeby przyjmowania jakiegokolwiek innego mechanizmu sedimentacji.

Alloicykliczne zmiany warunków sedimentacji osadów rzecznych (regionalne ruchy diastroficzne; zmiany klimatyczne) wywołują zmiany wielkości przepływu, zmiany w obciążeniu rzek materiałem oraz zmiany spadku koryta rzeczno-jeziorzyskiego. Składają się one na zmiany w bilansie energii i materiału (1). Zmiany alloicykliczne prowadzą też do powstania izolowanych fragmentów koryt (koryt nieczynnych) i rozwoju sedimentacji jeziorzyskowej. Alloicykliczne czynniki nakładają się na autocykliczny mechanizm sedimentacji rzecznej, a wpływ ich ma przy tym charakter regionalny i może być śledzony przeważnie na dużym obszarze (2, 6). Taką cechą jest np. wpływ wulkanizmu dolnopermicznego na sedimentację górnej serii osadowej czerwonego spągowca czy transgresywne zalanie tych osadów na wielu obszarach (7). Dodać należy, że przeprowadzona przez autora (9) szczegółowa analiza teksturalno-strukturalna utworów dolnopermicznych okolic Zielonej Góry oraz genetyczna interpretacja uzyskanych danych wskazały wyraźnie na lądowe, fluwialne środowisko sedimentacji, z okresowym udziałem czynnika subaeralnego.

Uwzględniając subsyduencję dna basenu, stosunki miąższościowe zarówno w obrębie cyklotemów, jak i w obrębie całych serii są w badanych utworach typowe dla osadów kontynentalnych rzecznych (1). Zdaniem wielu autorów (3, 6) cykliczność tego typu charakterystyczna jest szczególnie dla aluwialnych utworów występujących w formacjach molasowych. W tym ujęciu molasowy charakter utworów dolnopermicznych (7, 9) jeszcze bardziej potwierdza wyżej przedstawiony mechanizm cyklicznej sedimentacji badanych utworów.

Za wnikliwe przejście rękopisu oraz cenne wskazówki, z których korzystałem w czasie opracowywania tematu, wyrażam podziękowanie prof. dr J. Obercowi. Za pomoc w doborze materiałów wiert-

niczych dziękuję również geologom z PPN w Zielonej Górze i Pile, a zwłaszcza mgr inż. J. Pieli, mgr J. Kuchcińskiemu i mgr Z. Krzysztofowiczowi.

## LITERATURA

1. Allen J. R. L. — Fining-upwards cycles in alluvial succession. Liverpool and Manchester Geol. Jour. 1965, vol. 4.
2. Beerbower J. R. — Cyclothems and cyclic depositional mechanisms in alluvial plain sedimentation. In: D. F. Merriam, (ed.), Symposium on cyclic sedimentation. State Geol. Survey Kansas, Bull. 1964, vol. 169.
3. Bersier A. — Séquence détritiques et divagations fluviales. Eclogae geol. helv. 1958, vol. 51.
4. Dembowski Z., Unrug R. — Analiza statystyczna sedimentacji cyklicznej w warstwach łaziskich (Górnośląskie Zagłębie Węglowe). Rocz. Pol. Tow. Geol. 1970, z. 60.
5. Dineley D. L. — The Old Red Sandstone of eastern Ekmanfjorden Vestpitsbergen. Geol. Mag. 1960, vol. 97.
6. Duff P. D., Hallam A., Walton E. K. — Cyclic sedimentation. Elsevier Publ., Amsterdam, 1967.
7. Głowacki E. — Litostratygrafia i paleogeografia czerwonego spągowca monokliny przedsudeckiej w świetle nowych danych. Odczyt na posiedz. Oddz. Wrocław. PTG, II. 1974.
8. Gradziński R. — Wyróżnianie i klasyfikacja kopalnych osadów rzecznych. Postępy Nauk geol. 1973, nr 5.
9. Nemec W. — Charakterystyka sedimentologiczna i środowisko sedimentacji utworów dolnopermicznych w rejonie Zielonej Góry. Biul. Inst. Nauk Geol. Wrocław, 1976 (w druku).
10. Richey J. E. — Areas of sedimentation of Lower Carboniferous age in the Midland Valley of Scotland. Geol. Surv. Gt. Brit., Sum. Progr. Geol. 1937, vol. 1935.
11. Wolman M. G., Leopold L. B. — River flood plains: some observation on their formation. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 1957, vol. 282-C.

## SUMMARY

The author presents results of detailed sedimentological textural-structural analysis of Lower Permian rocks from Zielona Góra area, western part of the Fore-Sudetic monocline (Wrocław monocline) (Fig. 1), based on core material (9). The analysis has shown that the rocks originated in continental semidesert fluvial environment and that they were temporarily subjected to subaerial conditions. Such genesis of these deposits is connected with a specific type of cyclicity displayed by them.

The profiles display several asymmetric cyclothems with distinct decrease of grain size upwards. Such cyclothems were previously termed as "normal" (3), "fining-upwards" (1), or "simple" (4) cycles. Three lithological links of the cyclothems may be distinguished, namely: conglomerates, sandstones (conglomeratic sandstones), and siltstones-claystones deposits. The cyclothems and their lithological links markedly differ in development and thickness (Figs. 2-4).

The complete cyclothems display distinct bipartition. Their lower, conglomerate-sandstone link represents channel deposits, whereas upper, siltstone-claystone link — flood-plain deposits (1, 11). The origin of this type of cyclicity was the subject of controversy (see 3, 10, 5). According to some recent works (2, 8) it is related to the nature of fluvial environment and the cyclothems originate in result of migration of braided stream or river channels cross alluvial plain (Figs. 2, 5-7) under semi-arid climatic conditions. Subsidence of the bottom of sedimentary basin, and compaction and aggradation of previously deposited sediments lead to repeated occurrence of the cyclothems in vertical profile.

## РЕЗЮМЕ

Автором рассматривается западная часть Предсудетской (Вроцлавской) моноклинали. Детальный текстурно-структурный анализ производился на образцах нижнепермских пород, полученных буровыми скважинами в районе г. Зелёна-Гура (фиг. 1). Согласно анализу осадки образовались в континентальных, флювиальных условиях с периодическим проявлением субаэриального фактора.

В толще осадков наблюдается спигифическая цикличность, выраженная чередованием асимметрических циклотем, характеризующихся уменьшением составных зерен осадка снизу вверх. В литературе такие циклотемы именуются „нормальными циклами“ (3), „fining-upwards cycles“ (1) или „простыми циклами“ (4). В циклотемах различаются три литологических разновидности: конгломераты, песчаники (конгломератовые песчаники) и алевроитоглинистые осадки. Как отдельные составные компоненты, так и циклотемы отличаются друг от друга (фиг. 2, 3, 4).

Полные циклотемы отчетливо подразделяются на два интервала. Нижний, конгломератово-песчаный интервал представлен русловыми осадками, верхний же, алевроитоглинистый интервал — зарусловыми осадками (1, 11). Происхождение цикличности такого типа объясняется по-разному (3, 10, 5). Согласно взглядам последних лет (2, 8), это обусловлено самим характером речной среды. Циклотемы формируются в итоге миграции русел по аллювиальной равнине (фиг. 2, 5, 6, 7) в условиях полусухого климата. Погружение dna бассейна, уплотнение и цементация ранее образованных осадков обусловили многократное чередование циклотем в профилях.

## PRZYDATNOŚĆ ANALIZY NABŁONKOWEJ W BADANIACH STRATYGRAFICZNYCH ORAZ PETROGRAFII WĘGLA

UKD 561.074.1:[561.821.1:561.45]:552.576.1:551.782.1

Analiza nabłonkowa, najmłodsza z metod paleobotanicznych, jest jeszcze mało popularna, a w Polsce prawie nie stosowana. Szczególne znaczenie tej metody w badaniach węgla brunatnych podkreślało wielu badaczy. Znany petrograf węgla E. Stach pisał: „Dla osiągnięcia naukowej, jak i praktycznej korzyści byłoby ważne rozwijać dalej od podstaw analizę nabłonkową, aby pogłębić naszą znajomość form roślinności węglowej oraz uzyskać dalszy środek pomocniczy dla porównywania pokładów” (16). Kilka lat później M. Teichmüller (18) stwierdziła, że wśród metod paleobotanicznych analiza nabłonkowa dostarczała najwięcej danych dla poznania składu roślinnego węgla. Niemal w tym samym czasie paleobotanik niemiecki H. Weyland (19) zwrócił uwagę na możliwość wykorzystania analizy nabłonkowej do paralelizacji złóż węgla.

Analiza nabłonkowa zyskała już dawno uznanie jako metoda pomocnicza w badaniu szczątków liści kopalnych, jednak jako metoda niezależna zaczyna się ona dopiero rozwijać\*. Metoda ta polega na badaniu nabłonka wraz ze skutykizowanymi fragmentami ścian komórkowych skórki liści i łodyg roślin kopalnych. Opis techniczny metody analizy nabłonkowej jest dość często cytowany w literaturze obcej, a także podany w artykule autorki w języku polskim (2).

Jako samodzielna metoda badawcza analiza nabłonkowa po raz pierwszy została zastosowana do badania węgla brunatnych i osadów z nimi związanych. Walory tej metody i możliwości jej wykorzystania do badań stratygraficznych i petrograficznych węgla przedstawia niniejszy artykuł. Wielu badaczy wskazywało na potrzebę prowadzenia badań anatomicznych nabłonków zawartych w węglu. Jednym z pierwszych, którzy już w połowie XIX w. interesowali się badaniami mikroskopowymi węgla brunatnych i kamiennych, był F. Schulze, od którego nazwiska pochodzi nazwa powszechnie do dziś stosowanego reagentu służącego do maceracji szczątków roślinnych, tzw. mieszanina Schulzega. Minęło jednak wiele lat, nim teoretyczne podstawy i perspektywy wykorzystania badań nabłonków liści, jako odrębnej metody paleobotanicznej, zostały opracowane przez Jurasky'ego (5). W badaniach nabłonkowych węgla kamiennych analizę nabłonkową zastosowano w latach sześćdziesiątych naszego wieku (np. Barthel, Meyen), jednak ze względu na zbyt niskie podobieństwo do dzisiejszej flory napotyka na ogromne trudności.

Historia praktycznego zastosowania analizy nabłonkowej w stratygrafii węgla brunatnych sięga ostatnich kilkunastu lat. Badaniom tym poświęcone były dwie dysertacje doktorskie paleobotaników niemieckich: Bendy (1) i Kilppera (6). Są to pierwsze prace wykonane na podstawie izolowanych fragmentów nabłonka, czyli cuticulae dispersae. Ich celem było wyjaśnienie roli, jaką mogą spełniać badania nabłonkowe w stratygrafii węgla brunatnych Nadrenii. Spodziewano się, że badania te dopomogą w paralelizacji złóż węgla brunatnego oraz przy ustalaniu

roślin węglotwórczych (19). Prace Bendy i Kilppera potwierdziły częściowo te nadzieje, a także wskazywały na różnice w możliwościach poznawczych analizy nabłonkowej i palinologicznej.

Badania porównawcze wyników analizy pyłkowej i nabłonkowej w węglach brunatnych Nadrenii przeprowadził Benda (1). Stwierdził on, że w badanych przez niego profilach nabłonki występowały tylko w niektórych horyzontach, natomiast profil występowania pyłku był pełniejszy. Jest to biologicznie uzasadnione; bardzo lekki pyłek roślin unosi się w powietrzu i może być przenoszony z wiatrem na znaczne odległości (współczesne obserwacje dowodzą, że odległości te dochodzą do 20 km, a często więcej). Przenoszeniu pyłku szczególnie sprzyja otwarta przestrzeń, np.: rozlewisko wodne, obszar z niską roślinnością zielną. Wynikiem tego jest powszechne występowanie pyłku we wszystkich niemal warstwach profilu brunatnowęglowego.

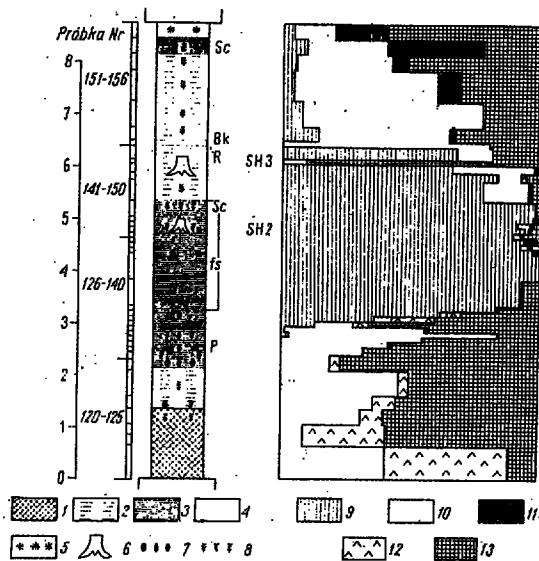
Inaczej jest ze szczątkami liści w postaci nabłonków; są one znacznie cięższe i nie mogą być unoszone daleko przez wiatr. W osadach węglowych reprezentują więc roślinność lokalną. W porównaniu z analizą pyłkową, możliwość badania roślin kopalnych występujących w węglu in situ jest ważną zaletą analizy nabłonkowej. Na jej podstawie można bezpośrednio stwierdzić rzeczywisty skład zespołów roślin występujących w węglu in situ, a więc węglotwórczych.

Brak ciągłości występowania nabłonków w profilu węglowym uznał Benda (l.c.) za słabą stronę analizy nabłonkowej. Niejednokrotnie nasilenie występowania nabłonków w profilu jest zjawiskiem znanym petrografom węgla. Najprawdopodobniej słusznie uważa się, że jest to wynik różnego stopnia rozkładu pierwotnej masy torfowej, macierzystej dla danego litotypu węgla. Ponieważ stopień rozkładu substancji roślinnej w torfie jest jedną z ważnych cech diagnostycznych przy oznaczaniu gatunków torfu, można sądzić, że nasilenie lub brak występowania nabłonków, jako jeden ze wskaźników stopnia rozkładu, okaże się dodatkową wskazówką w badaniu litotypu węgla i określaniu ich przydatności.

Próby paralelizacji profili brunatnowęglowych przy zastosowaniu analizy nabłonkowej przeprowadzane były już kilkakrotnie. Pierwsze prace na podstawie materiałów pochodzących z Nadrenii (1, 6, 10) nie dały oczekiwanych rezultatów w tym zakresie. Wydaje się prawdopodobne, że przyczyna niepowodzenia leżała w sposobie pobierania próbek do badań.

W badaniach dolnołużyckiego zagłębia węglowego jako pierwsi uwzględnili nabłonki G. Schwab i U. Franz (15). W tabeli stratygraficznej, poza innymi typami szczątków roślinnych, podali oni występowanie niektórych nabłonków, nawiązując także do litotypów węgla. Dopiero jednak R. Litke (8) wyciągnął trafne wnioski stratygraficzne na podstawie analizy nabłonkowej. Było to zarazem pierwsze opracowanie oparte wyłącznie na cuticulae dispersae, podające jednocześnie ich opisy i ilustracje. Badania przeprowadzono na profilach pochodzących z dolnego pokładu dolnołużyckich węgla brunatnych. Litke po raz pierwszy stwierdził cykliczność występowania określonych zespołów roślinnych w węglu brunatnym. Wyróżnił on mianowicie tzw. „Marcoduria-

\* Za cenne uwagi i okazaną mi pomoc przy opracowaniu niniejszego artykułu pragnę wyrazić serdeczne podziękowanie prof. dr Jadwidze Bobrowskiej.



Ryc. 1. Profil z kopalni Klettowitz w NRD z wyróżnionymi litotypami węgla brunatnego. Obok przedstawiono występowanie zespołów roślin oznaczonych za pomocą analizy nąbionkowej w odnośnych litotypach węgla (Schneider, 1969).

1 — węgiel ksyliczny, 2 — węgiel słabo warstwowy, 3 — węgiel warstwowy (fs), 4 — węgiel bitumiczny nie-warstwowy (Bk), 5 — węgiel nie-warstwowy, 6 — poziom pni pionowych (SH), 7 — liście Angiospermae, 8 — igły Coniferae, 9 — nąbionki Marcoduria inopinata, 10 — nąbionki okrytonasiennych z wyłączeniem Marcoduria, 11 — nąbionki Sciadopitys, 12 — nąbionki Taxodiaceae, 13 — kora sosny, Sc — igły Sciadopitys, R — poziom z licznymi szczątkami kory, P — igły Pinus.

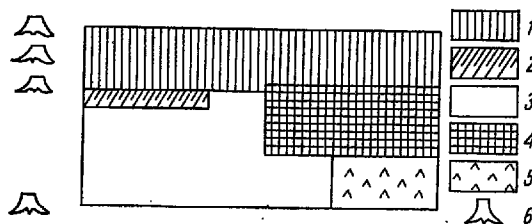
Fig. 1. Main lithotypes of brown coal from the profile of brown-coal mine Klettowitz in G.D.R. and plant assemblages (identified by the method of cuticle analysis) occurring in the lithotypes (after Schneider, 1969).

1 — xylitic coal, 2 — poorly bedded coal, 3 — bedded coal (fs), 4 — bituminous unstratified coal (Bk), unstratified coal, 6 — horizon of vertical trunks (SH), 7 — Angiospermae leaves, 8 — Coniferae needles, 9 — cuticles of Marcoduria inopinata, 10 — cuticles of Angiospermae (except for Marcoduria), 11 — cuticles of Sciadopitys, 12 — cuticles of Taxodiaceae, 13 — bark of pine, Sc — needles of Sciadopitys, R — horizon rich in remains of bark, P — needles of Pinus.

„Facies”, fację traw i innych roślin jednoliściennych oraz lasu bagiennego. Stwierdzenie w węglu kilku facji oraz ich cykliczności, na podstawie analizy nąbionkowej, było wielkim sukcesem. Możliwość ustalenia tego znanego już faktu była ważnym sprawdzianem prawidłowości metody badawczej.

Na podstawie przeprowadzonych badań nąbionkowych w dolnołużyckich węglach brunatnych W. Schneider (12–14) wyróżnił zespoły roślinne podobne do przedstawionych przez Litkego. Potwierdził również cykliczność występowania tych zespołów, lecz opracował ten problem bardziej szczegółowo. Nawiązał on mianowicie występowaniu wielu gatunków roślin (reprezentowanych przez różne typy budowy nąbionka) do sześciu następujących litotypów: węgiel uwarstwiony, węgiel słabo uwarstwiony, węgiel nieuwarstwiony, węgiel ksyliczny (ksylit), jasne przewarstwienia, węgiel ilowo-piaszczysty (ryc. 1).

Schneider ustalił, iż w II pokładzie dolnołużyckim dominuje określona kolejność sukcesji zespołów torfowiskowych. Wyraża się ona występowaniem licznych nąbionków Taxodiaceae w spągu pokładu, następnie nasileniem występowania nąbionków roślin dwuliściennych, które stopniowo przechodzi w masowy udział kory sosny, wreszcie nie zawsze wyraźny poziom turzycowo-trawiasty, a serię kończy dobrze wykształcona facja markoduriowa (ryc. 2). Zazwyczaj „Marcoduria-facies” zawiera pnie w stropie.



Ryc. 2. Typowy profil (znacznie uproszczony) przedstawiający sukcesję torfowisk w 2 pokładzie łużyckim węgla brunatnego oparty na podstawie analizy nąbionkowej profili z 7 kopalń (Schneider, 1969).

1 — nąbionki Marcoduria inopinata, facja markoduriowa, 2 — nąbionki Glumiflorae oraz nąbionki nie zawierające śladów struktury komórkowej, facja trawiasto-turzycowa, 3 — nąbionki pozostałych okrytonasiennych, 4 — kora sosny (3 i 4 — facja lasu bagiennego, 5 — nąbionki Taxodiaceae, facja lasu Taxodiaceae, 6 — poziomy pni pionowych.

Fig. 2. Typical, markedly simplified profile showing succession of peat-bogs in 2 Lusatian brown-coal seams, based on results of analysis of cuticle material from profiles of 7 mines (after Schneider, 1969).

1 — cuticles of Marcoduria inopinata, Marcoduria facies, 2 — cuticles of Glumiflorae and cuticles without traces of cell structure, grass-sedge facies, 3 — cuticles of the remaining Angiospermae, 4 — bark of pine (3–4 — facies of boggy forest), 5 — cuticles of Taxodiaceae, facies of Taxodiaceae forest, 6 — horizons of vertical trunks.

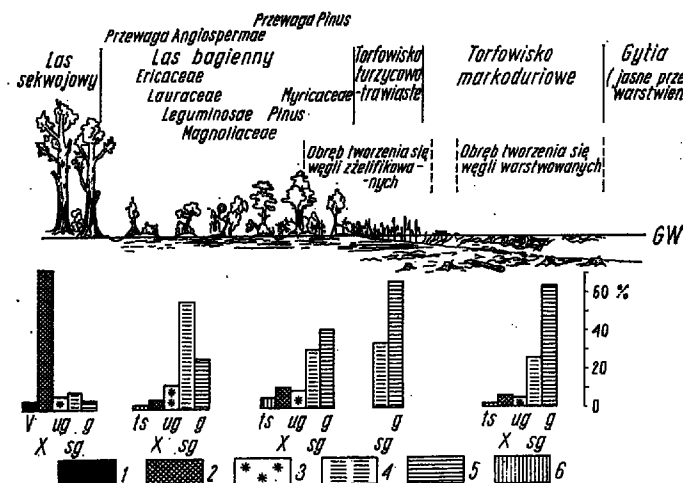
Przedstawiona kolejność występowania w profilu szczątków roślinnych posłużyła Schneiderowi do opracowania schematu sukcesji zespołów torfotwórczych w II pokładzie dolnołużyckim (ryc. 3).

Z myślą o zastosowaniu analizy nąbionkowej w badaniach stratygraficznych została niedawno opracowana klasyfikacja nąbionków kopalnych oraz propozycja nazewnictwa (11). Jest to sztuczna segregacja nąbionków, sporządzona na podstawie typów budowy aparatów szparkowych oraz ich topografii. Klasyfikacja ta nie jest związana z przynależnością botaniczną szczątków roślinnych, a jedynie ułatwia wyróżnienie typów budowy nąbionka. Sumując wyniki powyższych prac można stwierdzić, że wśród badaczy zajmujących się analizą nąbionkową utworzyli się dwa kierunki, analogicznie jak wśród palinologów. Można je określić jako kierunek botaniczny i kierunek geologiczny.

Kierunek botaniczny dąży do ustalenia przynależności botanicznej nąbionka, kierunek geologiczny zadowala się wyodrębnieniem formy i nadaniem jej odpowiedniej nazwy. Ten ostatni, reprezentowany przez C. Roselta i W. Schneidera (11), cechuje się niewiarą w możliwość oznaczenia nąbionków kopalnych z trzeciorzędu. Autorzy ci utworzyli sztuczne nazwy dla wielu typów budowy nąbionków, których przynależność botaniczna została poprzednio stwierdzona. Zdaniem autorki jest to, w pewnym sensie, cofanie się wstecz.

Słuszniejsze byłoby dążenie do ustalenia przynależności botanicznej, przynajmniej w odniesieniu do nąbionków kopalnych pochodzących z okresów geologicznych młodszych, tj. od miocenu wznwyż. Dla nąbionków ze starszego trzeciorzędu oraz okresów starszych, zastosowanie sztucznej klasyfikacji musi być z konieczności stopniowo coraz szersze, wobec zmniejszającego się podobieństwa flor tych okresów do flory współczesnej. Większość występujących w miocenie gatunków roślin należy do rodzajów znanych we florze współczesnej, a nawet niekiedy można znaleźć gatunki bliskie współczesnym, istnieje zatem możliwość porównań. Trudności w identyfikacji nąbionków wydają się przejściowe i są związane ze słabą znajomością budowy skórki u roślin dzisiejszych.

Uzasadniając celowość botanicznego kierunku w analizie nąbionkowej warto przypomnieć, że identyfikacja szczątków i możliwość zaliczenia ich do określonego gatunku, rodzaju, czy nawet tylko do rodziny może wnieść wiele informacji o warunkach klimatycznych i ekologicznych, w jakich tworzyły się dany osad. Istnieją bowiem rośliny związane wy-



Ryc. 3. Rekonstrukcja sukcesji zespołów roślinnych w 2 pokładzie dolnołużyckim węgla brunatnych na podstawie uproszczonego profilu (Schneider, 1969).

1 — węgiel żelifikowany (v), 2 — węgiel ksylityczny (x), 3 — węgiel nieuwarstwiony (ug), 4 — węgiel słabo warstwowy (sg), 5 — węgiel warstwowy (g), 6 — węgiel ilowopiaszczysty (ts), GW — poziom wody.

Fig. 3. Reconstruction of succession of plant assemblages in 2 Lusatian brown-coal seams on the basis of simplified profile (after Schneider, 1969).

1 — gelated coal (v), 2 — xylitic coal (x), 3 — unstratified coal (ug), 4 — poorly stratified coal (sg), 5 — stratified coal (g), 6 — clay-sandy coal (ts), GW — water table.

łącznie z jednym typem siedliska, np. większość roślin wodnych, torfowiskowych, bagiennych itd. Wiele jest też rodzajów i nawet całych rodzin występujących jedynie w strefach o określonym typie klimatu.

Dla stratygrafii środkowego i młodszego trzeciorzędu szczególnie ważną grupą roślin jest rodzina wawrzynowatych (*Lauraceae*). Cała ta rodzina, jak i poszczególne jej rodzaje występują tylko w określonych warunkach klimatycznych. Obecność przedstawicieli *Lauraceae* pomaga w ustaleniu wieku flor oraz ich paralelizacji (9). Dotychczasowe badania wykazały, że przedstawiciele rodziny wawrzynowatych dają się dobrze wyróżnić za pomocą analizy nabłonkowej. Występowanie licznych gatunków drzew tej rodziny oraz pozytywne wyniki badań, uzyskane przy zastosowaniu analizy nabłonkowej, tłumaczą coraz większe zainteresowanie paleobotaników nabłonkami z rodziny wawrzynowatych (7, 17).

W Polsce zainteresowanie możliwością przeprowadzania badań nabłonków zawartych w węglu datuje się od dawna. Już w 1906 r. S. Karczewski zwrócił uwagę na potrzebę przeprowadzania badań mikroskopowych nad występującymi w węglu szczątkami roślinnymi, m. in. nabłonkami. Również J. Lilpop podkreślał konieczność takich badań, a T. Bocheński rozpoczął próby izolacji nabłonków z węgla kamiennych. W latach pięćdziesiątych o znaczeniu analizy nabłonkowej pisał M. Kostyniuk. Ostatnio przedstawione zostały możliwości zastosowania tej metody w badaniach paleobotanicznych (w tym także jako metody badawczej w odniesieniu do węgla), a także niektóre ważniejsze osiągnięcia analizy nabłonkowej (4).

Analiza nabłonkowa została zastosowana do badania cuticulae dispersae uzyskanych z ilów mioceńskich, towarzyszących pokładowi węgla w Turowie (3). Badania te miały na celu porównanie i uzupełnienie listy florystycznej gatunków oznaczonych w tych warstwach na podstawie badań makroskopowych. Analiza nabłonkowa węgla brunatnych pod kątem stratygraficznym znajduje się w opracowaniu autorki, napotyka jednak na trudności z powodu braku zainteresowania innych specjalistów zajmujących się badaniami węgla. Dla wyciągnięcia prawidłowych wniosków z badań nabłonkowych wskazana jest bowiem korelacja wyników uzyskanych tą drogą z wynikami analiz chemicznych, petrograficznych itd. Bra-

ku tego nie może zastąpić wymiana doświadczeń z paleobotanikami zagranicznymi, stosującymi analizę nabłonkową.

Zastosowanie analizy nabłonkowej do badań węgla pozwala na wykorzystanie tej metody w pracach nad następującymi zagadnieniami:

- 1) wyjaśnienia dalszych szczegółów dotyczących genezy węgla brunatnych, dzięki występowaniu w nich nabłonków in situ;
- 2) zbadania składu florystycznego poszczególnych litotypów węgla;
- 3) oznaczenia, na podstawie nabłonków, przedstawicieli ważnej stratygraficznie rodziny wawrzynowatych (*Lauraceae*), trudnych do oznaczenia na podstawie innych metod paleobotanicznych;
- 4) pomocy w ustalaniu wieku flor trzeciorzędowych, a zarazem ich paralelizacji i chronologii;
- 5) rozszerzenia wiadomości o warunkach ekologicznych roślin kopalnych na podstawie cech anatomicznych nabłonka, a zatem pośrednio o warunkach tworzenia węgla lub osadu zawierającego badane szczątki, szczególnie stopnia nawodnienia;
- 6) pomocy w ustalaniu stopnia rozkładu macierzystej substancji torfowej, na podstawie stopnia nasilenia występowania nabłonków w węglu.

Wymienione walory oraz te, które zostały przedstawione przez autorkę poprzednio (4) dowodzą, że analiza nabłonkowa stanowi wartościową metodę, której zastosowanie do badań stratygraficznych i petrograficznych osadów brunatnowęglowych może przynieść cenne efekty praktyczne i naukowe.

#### LITERATURA

1. Benda L. — Beiträge zur Stratigraphie und Fazies des rheinischen Hauptbraunkohlenflözes auf Grund einer Kutikularanalytischen Untersuchungen der Tagebaue Vereinigte Ville, Berrenrath, Liblar, Lukretia, Sibylla Fischbach und Fortuna. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., vol 109, 1960, nr 2.
2. Juchniewicz K. — O metodach badania anatomicznego liści w paleobotanice. Wiad. bot. 1966, nr 2.
3. Juchniewicz K. — Nowe dane o florze kopalnej Turowa na podstawie analizy nabłonkowej. Kwart. geol., 1970, nr 4.
4. Juchniewicz K. — Analiza nabłonkowa jako nowa samodzielna metoda badawcza w paleobotanice. Prz. geol., 1973, nr 11.
5. Jurasky K. A. — Kutikular-Analyse. Biol. General., Bd 10, H. 2, Bd 11, H. 1, 2, 1934—35.
6. Kilpper K. — Pflanzenführung, Fazies und Bildungsverhältnisse im Hauptflöz der Ville, eine kutikularanalytische Untersuchung in den Tagebauen Neurath und Frimmersdorf-Süd des rheinischen Braunkohlen Reviers. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., vol. 109, 1960, nr 2.
7. Kvaček Z. — Fossil Lauraceae in the stratigraphy of the North-Bohemian Tertiary. Sborník Geol. Ved. Paläontologie, 1971, vol. 13.
8. Litke R. — Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz. Paläont. Abh., Abt. B, vol. 2, 1966, nr 2.
9. Mai D. — Der Florenwechsel im jüngeren Tertiär Mitteleuropas. Feddes Repertorium, Bd 70, H. 1—3, 1965.
10. Peters I. — Die Flora der oberpfälzer Braunkohlen und ihre ökologische und stratigraphische Bedeutung. Paläontographie, Abt. B, Bd 112 Lief. 1—3, 1963.
11. Roselt G., Schneider W. — Cuticulae dispersae, ihre Merkmale, Nomenklatur und Klassifikation. Paläont. Abh., Abt. B, vol. 3, nr 1, 1969.
12. Schneider W. — Beziehungen zwischen Pflanzeninhalt und petrographischer Beschaffenheit von Weichbraunkohlen am Beispiel der miozänen Braunkohlen der Oberlausitz. Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A. Geol. Paläont., vol. 11, nr 5, 1966.
13. Schneider W. — Cuticulae dispersae aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. Freiburger Forschungshefte, C 222, 1969.

14. Schneider W. — Zur kutikularanalytischen Kennzeichnung technologisch bedeutsamer Braunkohlen-Lithotypen. Ibidem, C 242, 1969.
15. Schwab G., Franz U. — Beitrag zur Kenntnis des Lausitzer Unterflözes im Bereich des Braunkohlenwerkes „Glückauf“, Knappenrode (Niederlausitz). Monatsberichte Deutsch. Ak. Wiss., Bd 4, H. 11—12, 1962.
16. Stach E. — Braunkohlen mikroskopie. Mikroskopie u. d. Techn., II/1, Berlin, 1950.

## SUMMARY

The cuticle analysis, although not widely applied, is considered to be a highly useful paleobotanic method of coal studies by several researchers including Stach, Teichmüller and Weyland.

Miocene brown coals are particularly suitable for application of this technique because of fairly close analogy to recent peatbogs. First attempts to use this technique were made in early sixties. First successful attempts to identify plant communities occurring in coals and to relate them to brown-coal lithotypes were made by Litke (1966) and Schneider (1966, 1969).

Application of the cuticle analysis in coal studies appears highly advantageous as it makes possible to:

- (1) obtain some new data concerning the origin of brown coals (thanks to the fact that cuticle occurs in situ in these coals);
- (2) analyse plant communities composition of particular coal lithotypes;
- (3) identify the representatives of stratigraphically important family Lauraceae, difficult to identify by other paleobotanic methods;
- (4) establish precise age and to correlate of Tertiary floras;
- (5) improve our knowledge of ecological and particularly water requirements of fossil plants and, thus, to reconstruct the environment of origin of the plant-bearing coals;
- (6) establish the degree of decay of parent peat material on the basis (taking into account) of the frequency of occurrence of the cuticle material in coal.

The advantages of this method listed above and in the previous paper (Juchiewicz, Prz. geol., 1973, no. 11) suggest that its application in stratigraphic and petrographic studies on brown-coal deposits will make it possible to obtain results highly valuable from the point of view of the current practice and science.

17. Sturm M. — Die eozäne Flora von Messel bei Darmstadt. I. Lauraceae. Palaeontographie, Abt. B, Bd 134, Lief. 1—3, 1971.
18. Teichmüller M. — Rekonstruktionen verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederrheinischen Braunkohle. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 2, Krefeld, 1958.
19. Weyland H. — Zur Frage der Verwendbarkeit der Kutikularanalyse bei der Untersuchung von Braunkohlen. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Bd 109, H. 2, 1960.

## РЕЗЮМЕ

Кутикулярный анализ, хотя и не получил широкого распространения, многими исследователями (Стах, Тейхмюллер, Вейланд) признан в качестве важного палеоботанического метода в изучении углей. Миоценовые бурые угли в связи с большим сходством с современными торфяниками создают условия для широкого применения кутикулярного анализа. Попытки применения этого метода в исследовании бурых углей были предприняты еще в 60-х годах. Первые успешные результаты определений растительных групп в углях и их классификация по литотипам бурых углей были получены Литке (1966), а потом Шнейдером (1966, 1969).

Применение кутикулярного анализа в исследовании углей позволяет решать следующие проблемы:

- 1) выяснение новых деталей, касающихся генезиса бурых углей, благодаря наличию остатков кутикулы в непереотложенном состоянии;
- 2) изучение флористического состава разных литотипов углей;
- 3) определение представителей важного стратиграфического семейства Lauraceae, определение которых другими палеоботаническими методами сопряжено с большими трудностями;
- 4) дополнение определений возраста третичных флор, а также проведение их корреляции и хронологии;
- 5) дополнение сведений по экологическим условиям произрастания ископаемых видов растений и, косвенно, по условиям образования углей, содержащих изучаемые остатки;
- 6) дополнение в определениях степени разложения материнского торфянистого вещества на основании количества кутикулы в углях.

Перечисленные качества, а также данные, представленные в предыдущей статье автора (№ 11 настоящего журнала за 1973 г.), показывают важное значение кутикулярного метода, дающего ценные практические и научные результаты в изучении стратиграфии и петрографии бурых углей.

HENRYK ŻYCZYŃSKI

„Inwestoprojekt-Slask”

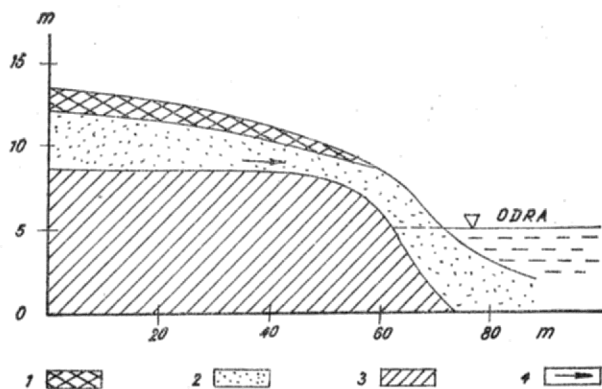
## ZJAWISKA OSUWISKOWE W BRZEGU NAD ODRĄ

UKD

624.131.53/34 + 551.311.235.2:552.524:551.78 + 517.2/4:551.79 (438.192)

W ramach akcji rejestrowania osuwisk w Polsce i zachodzących zmian środowiska naturalnego (1, 3) przeprowadzono badanie obszaru osuwiskowego w Brzegu n. Odrą. Badania te w obrębie miasta prowadzono w związku z przygotowaniem opracowań o warunkach fizjograficznych i geotechnicznych dla potrzeb budownictwa. Obserwacje zapoczątkowano w 1963 r. w związku z pojawieniem się symptomów ru-

chów geodynamicznych stwierdzonych w postaci pionowych zarysowań ścian w budowach położonych w sąsiedztwie Odry (2, 5). Procesy osuwiskowe zaznaczyły się na obszarach zabudowy miejskiej wzdłuż skarpy nadodrzańskiej lewego brzegu rzeki (rys. 1). Skarpa wysokości 2—6 m i o nachyleniu 15—40° jest wystarczająco podatna na osuwanie się w sprzyjających warunkach geologicznych.

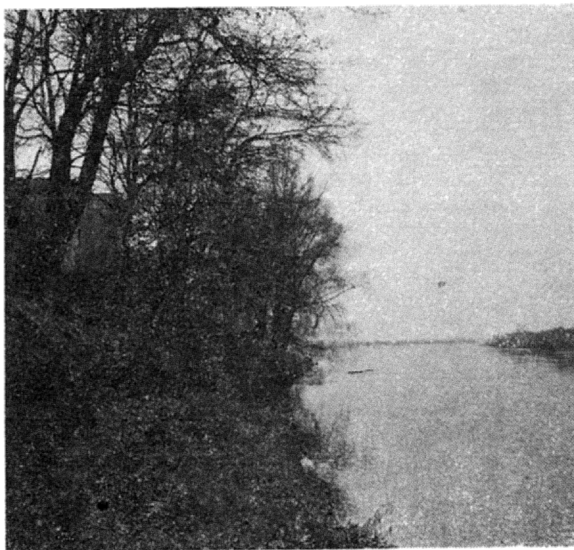


Ryc. 1. Schematyczny przekrój przez skarpe nadodrzańską.

1 — nasypy, 2 — piaski i żwiry, 3 — iły trzeciorzędowe, 4 — kierunek spływu wód gruntowych.

Fig. 1. Schematic section through Odra River escarpment.

1 — banks, 2 — sands and gravels, 3 — Tertiary clays, 4 — direction of flow of groundwaters.



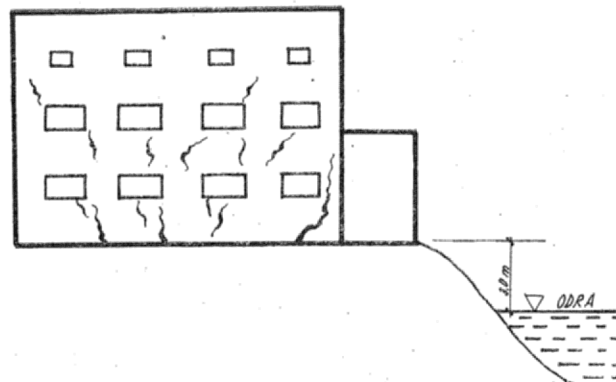
Ryc. 3. Lewy brzeg osuwiskowy Odry.

Fig. 3. Left bank of Odra river with numerous landslides.

W budowie geologicznej skarpy nadodrzańskiej (ryc. 2) zestawionej na podstawie profilów z wierceń (2) można wyróżnić: trzeciorzędowe iły oraz zalegające na nich czwartorzędowe piaski i żwiry rzeczne o zmiennej miąższości (0—10 m). Powierzchnia trzeciorzędu w Pradolinie Wrocławskiej ulegała kilkakrotnie silnej erozji, w wyniku czego powstało wiele dolin bocznych, skierowanych ku głównej dolinie Odry. Na zróżnicowanej powierzchni ilów leżą osady rzeczne. Budują one fragmentarycznie zachowany taras zalewowy Odry i towarzyszący jej wyższy poziom piaszczysto-żwirowy. Wiek osadów piaszczysto-żwirowych wiąże się przypuszczalnie z akumulacją, w czasie stadiału Warty i schyłku interglacjału eemskiego oraz fazy leszczyńskiej stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego (4).

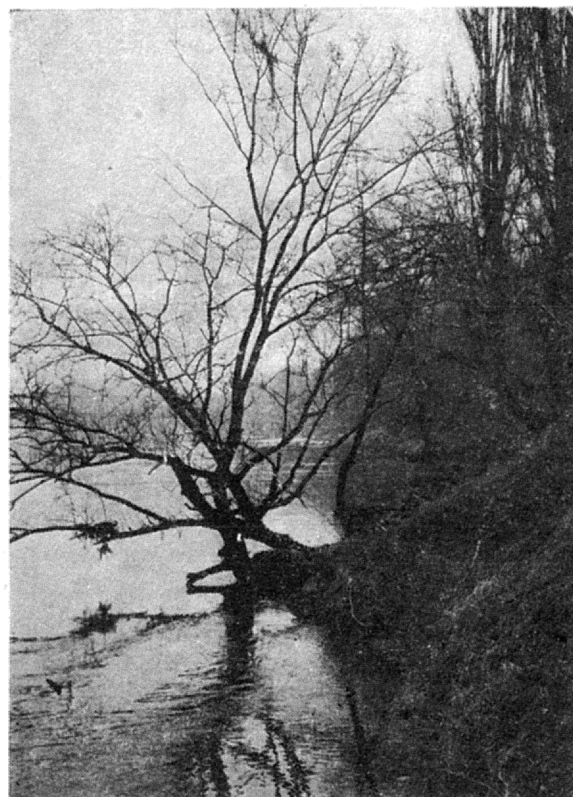
Naruszenie równowagi utworów czwartorzędowych budujących skarpe wiąże się nie tylko z upadkiem stropu ilów, lecz wynika z wielu zjawisk, do których należy:

- podmywanie wysokiego brzegu, równoznaczne z niszczącym działaniem erozji bocznej Odry (ryc. 3),
- zmiany własności fizyko-mechanicznych gruntów pod wpływem wód gruntowych,



Ryc. 2. Rysy i pęknięcia na frontowej ścianie budynku przy ul. Oławskiej od strony parku.

Fig. 2. Cracks in frontal wall of building at Oławska street on the side of park.



Ryc. 4. Niszcząca działalność erozji bocznej Odry.

Fig. 4. Destruction caused by lateral erosion of Odra River.

- przeciążenie skarpy budynkami (ryc. 4),
- rozluźnienie podłoża czwartorzędu wskutek wahań zwierciadła i spływu wód gruntowych.

Stwierdzono, iż pomimo umocnienia skarpy roślinnością i kostką kamienną następuje bardzo powolne, długotrwałe spelzwywanie gruntu, po uplastycznionej partii stropowej ilów trzeciorzędowych. Świadczą o tym badania laboratoryjne próbek gruntów, wykazujące wyższą ich wilgotność naturalną (35%), w stosunku do przeciętnej wilgotności naturalnej (26%) ogólnej masy gruntu ilastego. Widocznymi skutkami zsuwu są zygawkowate rysy i pęknięcia na ścianach budynków mieszkalnych i gospodarczych przy ul. Oławskiej (ryc. 5), Garbarskiej, Placu Młynów, Rybackiej i kilku innych. Aczkolwiek występowanie zjawisk osuwiskowych w Brzegu n. Odą, szczególnie w fazie inicjalnej, jest raczej niedostrzegalne i trudne do uchwycenia przy obecnym stanie badań i z powodu braku odpowiednich pomia-



Ryc. 5. Przeciżenie skarpy budynkami.  
Fig. 5. Escarpment overloaded with buildings.

### SUMMARY

The paper presents the results of study on landslide phenomena active in Brzeg upon Odra, which forms a part of physiographic-geotechnical research project for building industry. The escarpment of Odra river. (Fig. 1) is built of Tertiary clays and Quaternary sands and fluvial gravels variable in thickness.

It is shown that although the landslides from Brzeg upon Odra are difficult to trace, particularly in early phases of their development, they may result in serious potential hazard for buildings.

HELENA HURCEWICZ

Uniwersytet Łódzki

## KOŚCI CERVUS ELAPHUS L I N. Z DOLINY NERU

UKD 569.735.3.012.2:551.791(438.12)

W czasie regulacji koryta Neru w 1959 r. wydobyto fragmenty szkieletu osiowego oraz niekompletną czaszkę z porożem *Cervus elaphus* Lin. Miejsce znaleziska położone jest na wysokości około 122 m n.p.m., na prawym brzegu Neru, w odległości kilkuset metrów na S od mostu drogowego z Poddebic do Pragi. W tym miejscu dolina ma charakter przełomowy. Kości *C. elaphus* Lin. znaleziono w kwarcowych różnoziarnistych piaskach rzecznych, w których nie stwierdzono skał. Najgrubszą frakcją o  $\phi$  0,5 mm stanowi kwarc przezroczysty, o powierzchni częściowo zmatowiałej, z wyraźnie ogładzonymi krawędziami; trafiają się ziarna kuliste: sporadycznie występują okruchy piaskowca barwy białej, nieprzezroczyste, ze śladami wtrąceń o zabarwieniu zielonkawym. Frakcję drobną o  $\phi$  0,1 mm stanowią okruchy kwarcu krystalicznego, ostrokrawędziste, prze-

rów, nie można ich jednak w żadnym przypadku bagatelizować. Wobec istnienia możliwości dalszego zachwiania równowagi gruntów rośnie niebezpieczeństwo, a nawet groźba katastrof budowlanych. Stąd też w przyszłości, przy opracowywaniu projektów zabudowy rejonu skarpy nadodrzańskiej w Brzegu n. Odram należy pamiętać, że jest to obszar predysponowany do powstawania osuwisk, zwłaszcza w tych miejscach, gdzie powierzchnia łoża ma duży kąt nachylenia.

### LITERATURA

1. Bażyński J., Kühn A. — Rejestracja osuwisk w Polsce. Prz. geol., 1970, nr 2.
2. Materiały z wierzeń „Geoprojektu” Wrocław 1963—1971 i Pracowni Geologiczno-Geodezyjnej Katowice, 1970.
3. Kastory L. — Osuwiska w Godziszowie, Czas. geogr. 1971, z. 3.
4. Szczepankiewicz S. — Rzeźba doliny Odry na Opolszczyźnie. Studia geograficzno-fizyczne z obszaru Opolszczyzny, Inst. Śl. Opole, 1968.
5. Walendowski H. — Sprawozdanie z prac związanych z rejestracją osuwisk na terenie powiatu brzeskiego (maszynopis) 1969.

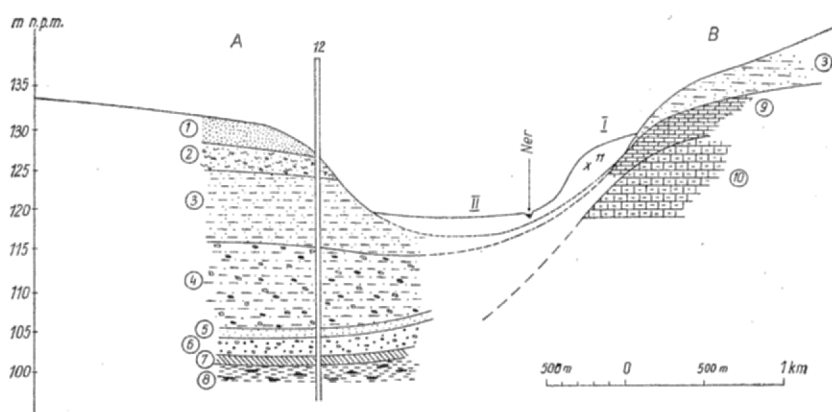
### РЕЗЮМЕ

В статье изложены результаты исследования оползневых явлений на территории города Бжег на р. Одре, проведенного в рамках общих физиографических и геотехнических исследований для нужд строительства. В склоне долины р. Одры обнажаются (фиг. 1) третичные глины и перекрывающие их речные пески и гравии четвертичного возраста.

Проявления оползневых процессов в исследованном районе, особенно в начальную стадию развития оползня, не выражены отчетливо, однако следует учитывать возможность нарушения равновесия грунтов, которое может быть причиной строительной аварии.

zroczyste, o powierzchni błyszczącej. Występują także drobne okruchy kości i zwęglonych roślin. Przekrój morfologiczno-geologiczny (ryc. 1) przez dolinę Neru i Poddebice wzdłuż linii o kierunku W-E, wykonano w celu usytuowania miejsca znaleziska.

Dane litologiczne oparte na wierceniu w Machnikowie położonym 1,5 km na N od Poddebic, jak i odsłonięcia przy moście w dolinie Neru wskazują, że piaski tarasu I, z którego wydobyto poroże *C. elaphus*, przykryte są w okolicy Klimontowa i Machnikowa piaskami wydmyowymi, odpowiadającymi wydomom Katarzynowa (2). W Machnikowie piaski rzeczne osiągają 12 m miąższości. Istnienie wydmy na tarasie wskazuje, że zostały one akumulowane w interfazie Bölling, a więc u schyłku stadiu głównego zlodowacenia północnopolskiego. Ponieważ piaski tarasu I wypełniały mózgoczaszkę opisanego



Ryc. 1. Przekrój poprzeczny przez dolinę Neru w Poddebicach wzdłuż linii W — E. A — profil zestawiono wg wiercenia w Machnikowie k. Klimontowa na N od Poddebic, B — profil prawobrzeżny wg odsonięć w Poddebicach.

1 — średnioziarnisty piasek kwarcowy, 2 — glina piaszczysta z glazkami, 3 — szara glina piaszczysta, 4 — szara glina piaszczysta z glazami i otoczkami margli kredowych, 5 — szary piasek drobnoziarnisty, 6 — żwir z glazkami o  $\phi$  3 cm częściowo obtoczonymi, 7 — muł zwarty ilasty, 8 — il ciemny z wkładkami drzewa, 9 — margiel kredowy odwapniony z gliną, 10 — margiel górnokredowy, 11 — stanowisko Cervus elaphus, 12 — miejsce wiercenia w Machnikowie.



Ryc. 2. Z-ca prof. dr Feliks Różycki z Zakładu Paleontologii trzyma rogi jelenia kopalnego. Poroża z zachowaną strukturą odrostków róży i mikrostrukturą powierzchni, nr inv. 15.

Tabela I

WYMIARY KRĘGÓW  
(w mm)

|                                                 | Th <sub>4</sub> | Th <sub>5</sub> | L <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> |
|-------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Maksymalna wysokość kręgu                       | 57              | 59              | 49             | 47             |
| Maksymalna szerokość na wyrostkach poprzecznych | 80              | 92              | 136            | 83             |
| Długość trzonu                                  | 39              | 40              | 43             | 42             |
| Szerokość trzonu                                | 34              | 44              | 32             | 40             |
| Wysokość trzonu                                 | 34              | 34              | 27             | 26             |
| Maksymalna szerokość otworu kręgowego           | 29              | 34              | 28             | 26             |
| Maksymalna wysokość otworu kręgowego            | 21              | 28              | 22             | 19             |
| Wysokość wyrostka kolczystego po krzywiźnie     | 160             | 160             | 50             | 55             |
| Szerokość wyrostka kolczystego po krzywiźnie    | 38              | 33              | 35             | 24             |
| Długość wyrostków bocznych                      | 19              | 22              | 54             | 19             |

Tabela II

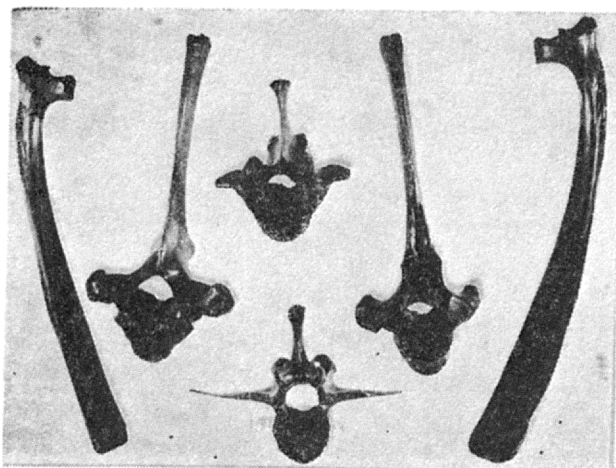
WYMIARY ŻEBER  
(w mm)

|                                                                      | Żebro lewe | Żebro prawe |
|----------------------------------------------------------------------|------------|-------------|
| Długość maksymalna wzdłuż krzywizny                                  | 340        | 270         |
| Długość w linii prostej                                              | 290        | 245         |
| Szerokość poniżej guzka                                              | 20         | 18          |
| Szerokość w połowie długości                                         | 24         | 22          |
| Szerokość końca dolnego                                              | 34         | 28          |
| Żebra nie tworzą pary: przynależą one do obu stron klatki piersiowej |            |             |

*C. elaphus* L., więc czas znaleziska datuje się na schyłek plejstocenu, klimatycznie wydaje się on być związany z fazą starszego dryasu.

OPIS CERVUS ELAPHUS L I N., 1758

**Materiał:** Neurocranium z porożem nie zrzuconym, 2 żebra, 4 kręgi z wyrostkami. Barwa brunatna jednolita; powierzchnia i kształt odrostków nie wykazują zmian wynikających z odległego transportu, wleczenia poprzez wody rzeczne lub rzecznotowcowe.



Ryc. 3. Kręgi i żebra, 1/4,5 X

**Opis.** Na kościach czołowych widać wyraźne połączenie kostne z porożem wielkich rozmiarów. Obwód mózdzienia ma u nasady 200 mm, a ich wysokość od brzegu róży wynosi 38–40 mm. Połączenia elementów mózgowiczkowe wyraźne; szwy nie zrosnięte; lecz mają charakter więzozrostowy; zachowane są otwory naczyń krwionośnych i nerwów; grzebień karkowy wyraźnie wykształcony; tarcza karkowa płaska, lekko wklęsła, rozległa, w zarysie półokrągła o wysokości 600 mm; mierzonej od górnego brzegu foramen magnum, a szeroka 130 mm; średnica foramen 31 mm; *squama occipitales* rozległa. Zachowane są kości ciemieniowe, czołowe i torebki słuchowe.

Poroża nie są łopatkowate; są wielkie z siedmioma odrostkami, nie licząc małego u góry. Całe poroża mają ukierunkowanie w górę, z tendencją odchylenia ku tyłowi. Sztangi główne są pałkowate, lekko spłaszczone u góry. Przekrój poprzeczny u nasady — owalny, nieco cieńszy ponad pierwszym odrostkiem, natomiast odcinka szczytowego — spłaszczony. Powierzchnia zewnętrzna poroży jest równoległa bruzdkowato-gruzłowata; długość i ukierunkowanie odrostków — niejednakowe. Dolne -O, L, S skierowane są ku przodowi, tj. w stronę trzewiowiczkową, głównie zaś, tj. G<sub>1</sub>–G<sub>4</sub> ku górze. Wszystkie odrostki są ostro zakończone i nie widać na nich żadnych zniekształceń. Odrostek oczny -O-, umiesz-

czony tuż nad różą, jest łukowaty i ustawiony w skośnej płaszczyźnie do osi sztangi. Odrostek śnieżny -L- jest krótszy i cieńszy od ocznego, lekko połamany umieszczony w innej płaszczyźnie. Zachowany jest jednak ten sam kierunek wygięcia. Jego koniec dystalny leży ponad maksymalną grubością ocznego. Odrostek środkowy -S-, podobny do ocznego, jest jedynie trochę cieńszy, umiejscowiony w tej samej płaszczyźnie co śnieżny zwany niekiedy lodowym, w zbliżonej odległości. Górna część poroży nie ma korony i u obu sztang jest asymetryczna. Jej płaskie rozwidlenie leży w płaszczyźnie dwuwymiarowej, w takiej jak odrostków L i S, mającej ukierunkowanie longitudinalne.

Obok neurocranium i poroży wydobyto spod torfu 4 kręgi i 2 żebra. Znalezione kręgi pochodzą z odcinka piersiowego Th<sub>4</sub>, Th<sub>5</sub> oraz z lędźwiowego L<sub>2</sub> i L<sub>3</sub>. Podstawowe wymiary przedstawiają tabele. Żebra nie tworzą pary: przynależą one do obu stron klatki piersiowej.

Znalezione kości *C. elaphus* Lin. są nowym stanowiskiem kopalnych kręgowców plejstocenских na obszarze łódzkim. Kości są spróchniałe, brak w nich ferytyzacji i zwapnienia. Zapewne przed uformowaniem się współczesnej doliny Neru musiały pierwotnie zalegać w osadach mało wilgotnych. Musiał to być jeleni młody, świadczy o tym brak kościostowego połączenia elementów w neurocranium. Sądząc z rozwoju poroży młodego osobnika (1) i z ustawienia łukowatego sztangi prawej i lewej, jeleni ten przebywał przeważnie w zaroślach i lasach.

#### LITERATURA

1. Beninde J. — Der Merkmalswert des Hirschgeweihe für die palaeontologische Systematik der Gattung Cervus. Pal. Zeitschr. Bd 19, 1937.
2. Dylikowa A. — Cechy podłoża wydmy w Katarzynowie koło Łodzi. Acta geogr. Łodziensia 1970, 24.
3. Florow K. K. — Morfologija i ekologija olenoobraznych w processie ich ewolucji. Materiały po czwartym okresie SSSR, 2, Moskwa, 1950.
4. Kahlke H. D. — Grosssaugetiere im Eiszeitalter. Urania, Verlag, Lipsk, 1955.
5. Kahlke H. D. — Die Cervidenreste aus den Altpleistocenen Ilmkiesen von Süßen bei Weimar. Cz. I, II, Berlin, 1956.
6. Kowalski K. — Katalog ssaków plejstocenu Polski. PWN, 1959.