

O SEDYMENTACJI DOLNOPERMSKICH ŁUPKÓW WALCHIOWYCH Z RATNA DOLNEGO (DEPRESJA ŚRÓDSUDECKA)

UKD 551.836.1.02:552.578.3(234.57)

W schyłkowym okresie cyklu waryscyjskiego na obszarze depresji śródsudeckiej panowała sedymentacja jeziorzyskowa. Deponowane były osady drobnoklastyczne zawierające znaczne ilości substancji organicznej. Powstały w ten sposób warunki sprzyjające koncentracji metali (6). Autor niniejszego artykułu, prowadząc prace poszukiwawcze w rejonie Ratna i Wambierzyc, zebrał obszerny materiał dotyczący rzadko opisywanych w literaturze polskiej (2, 3, 5) łupków walchiowych. Materiał ten stanowi rdzenie wiertnicze z dziesięciu otworów o głęb. 100–350 m wykonanych w okolicach Wambierzyc. Brak dobrych odsłoneń naturalnych łupków walchiowych wchodzących w skład formacji ze Słupca (7) spowodował, iż ich dotychczasowa znajomość odbiega swą dokładnością od stanu rozpoznania innych ogniw stratygraficznych tego obszaru. Artykuł ten stanowi wstępną i częściową prezentację uzyskanych wyników i dotyczy osadów występujących nad poziomem tufów melafirowych (ryc. 1A).

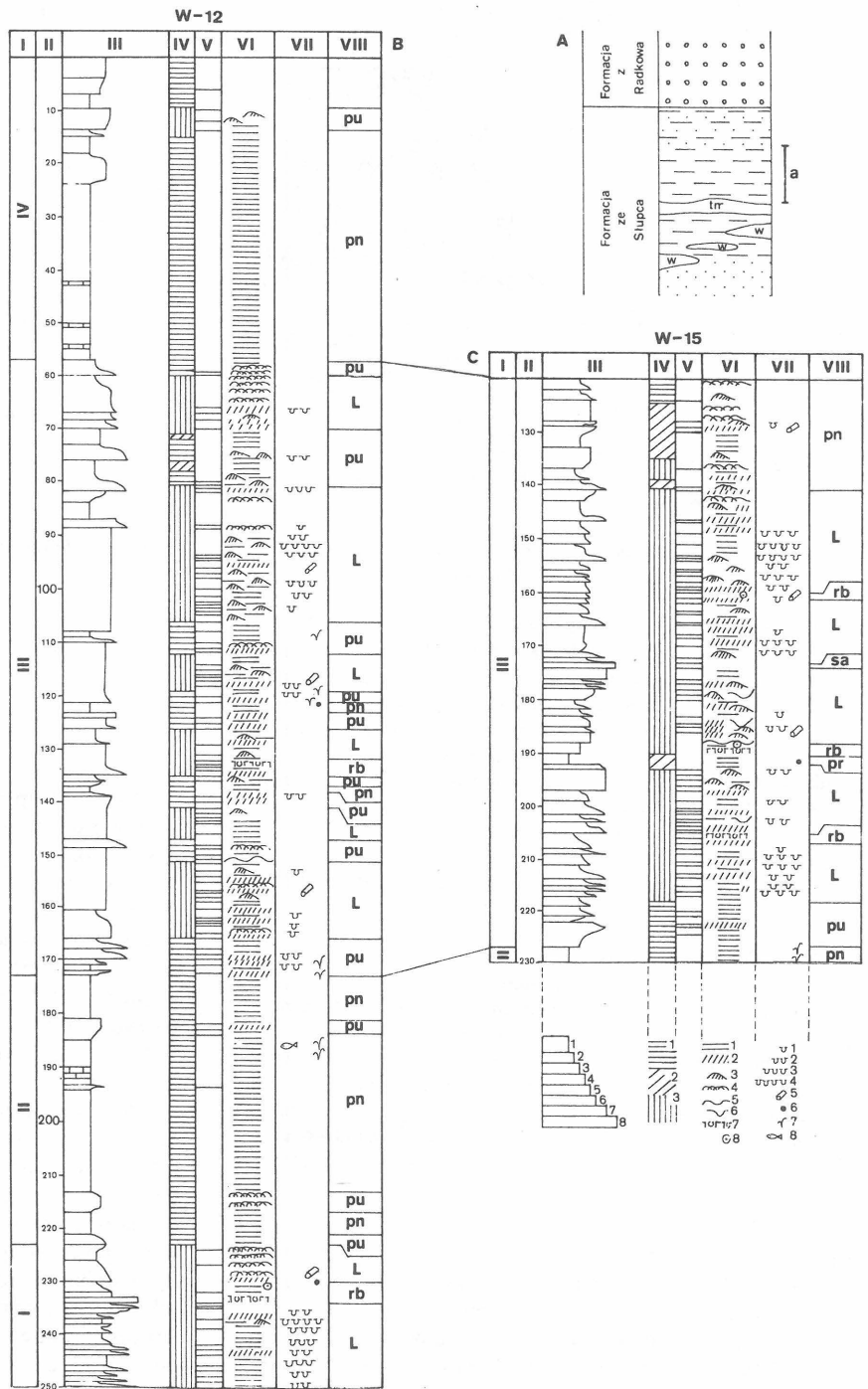
LITOFACJA ŁUPKÓW WALCHIOWYCH

Osady zaliczane do ogniw łupków walchiowych z Ratna Dolnego na terenie Polski występują w okolicach Suszyny w SE części depresji śródsudeckiej i ciągną się wąskim pasem w kierunku NW po Wambierzycę (ryc. 2). Na terenie Czechosłowacji odsłaniają się one w rejonie Broumova, po czym pojawiają się ponownie w granicach Polski w

okolicach Mieroszowa. W czeskiej części skały te, opisywane jako warstwy olivetinskie (9), występują w postaci dwóch, znacznie się od siebie różniących litofacji: litofacji łupków walchiowych (w SE części wychodni) i litofacji wulkanodetrytycznej (rozprzestrzeniającej się w kierunku NW) (9).

Osadzenie się tufów melafirowych, mających na badanym obszarze miąższość 25–35 m, spowodowało ujednoczenie facji i sedymentację utworów drobnopiaszczysto-mułowcowych o barwie brunatnoczerwonej (ryc. 1B, sekwencja I). Dolna część tej sekwencji jest wykształcona w postaci wielu cykli prostych rozpoczynających się zwykle piaskowcami drobnoziarnistymi, niekiedy o arkozowym charakterze, bądź piaskowcami mułowcowymi, ku górze przechodzącymi w mułowce. Spoiwo jest lekko wapińskie. Cechą charakterystyczną jest silna i bardzo silna bioturbacja powodująca niekiedy zatarcie struktur sedymentacyjnych (ryc. 3). Stwierdzono obecność licznych ośródek gałęzi pneumatycznych. W skale występują liczne granice erozyjne oddzielające poszczególne cykle sedymentacyjne. Mułowce i mułowce piaszczyste są przeważnie poziomo warstwowane, w członach piaskowcowych obserwowano również warstwowanie skośne i skośne riplemarkowe. Miąższość opisywanej warstwy wynosi ok. 12–16 m.

Nad nią występuje poziom zlepieńca śródformacyjnego (o miąższości kilkudziesięciu centymetrów) przechodzącego ku górze w piaskowce przeważnie drobnoziarniste smugo-



Ryc. 1A. Pozycja litostratygraficzna osadów opisywanych w artykule

a – wycinek profilu objęty artykułem, w – wulkanity, tm – tufy melafirowe

Ryc. 1B. Profil otworu Wambierzyce IG-12 (W-12)

Objaśnienia jak dla ryc. 1C

Fig. 1A. Lithostratigraphic position of described deposits

a – described section of the lithostratigraphic column, w – volcanics, tm – melaphyric tuffs

Fig. 1B. Column of Wambierzyce IG-12 (W-12) borehole

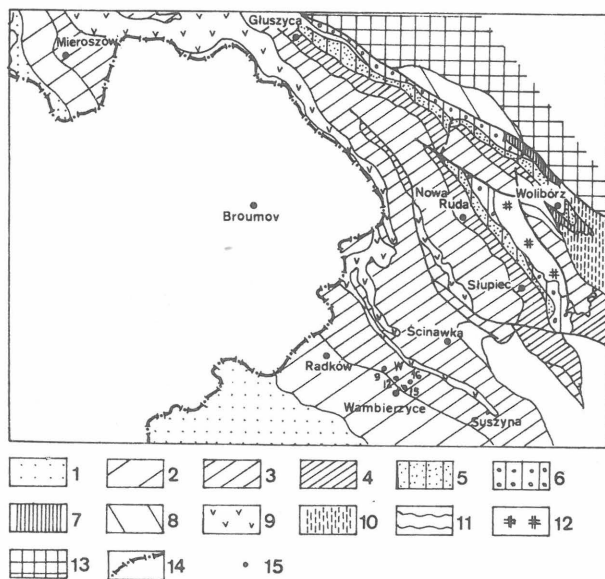
Explanations see fig. 1C

Ryc. 1C. Fragment profilu otworu Wambierzyce IG-15 (W-15)

I – kompleksy opisane w tekście, II – miąższość w m, III – profil litologiczny (szerokość słupa rosnąca): 1 – iłowiec, 2 – iłowiec mułowcowy, 3 – mułowiec iłowcowy, 4 – mułowiec, 5 – mułowiec piaszczysty, 6 – piaskowiec mułowcowy, 7 – piaskowiec, 8 – zlepieniec, IV – barwa: 1 – szara i czarna, 2 – pstra, 3 – brunatnoczerwona, V – granice erozyjne, VI – struktury sedimentacyjne: 1–5 – warstwowanie (1 – poziome, 2 – skośne, 3 – skośne riplemarkowe, 4 – smużyste, 5 – faliste), 6 – kanały erozyjne, 7 – szczeliny z wysychania i zwiłki błotne, 8 – ślady kropel deszczu, VII – 1–4 – bioturbacje (1 – pojedyncze, 2 – nieliczne, 3 – liczne, 4 – bardzo liczne), 5 – ośrodków gałęzi pneumatycznych, 6 – koprolity, 7 – szczątki flory, 8 – szczątki ryb, VIII – interpretacja paleośrodowisk sedimentacyjnych: pn – pelagiczne nieutlenione, pu – pelagiczne utlenione, L – litoralne, rb – równi brzegowej, sa – stożków aluwialnych

Fig. 1C. Selected section of Wambierzyce IG-15 (W-15) borehole

I – described lithologic complex, II – thickness in meters, III – lithologic column: 1 – claystone, 2 – silty claystone, 3 – clayey siltstone, 4 – siltstone, 5 – sandy siltstone, 6 – silty sandstone, 7 – sandstone, 8 – conglomerate, IV – colours: 1 – grey and black, 2 – variegated, 3 – brown and red, V – erosional contact, VI – sedimentary structures: 1 – horizontal bedding, 2 – cross bedding, 3 – ripplemarks, 4 – flaser bedding, 5 – wavy bedding, 6 – erosional channels, 7 – mud cracks and mud flakes, 8 – rain drops, VII – bioturbations: 1 – single, 2 – unnumerous, 3 – numerous, 4 – very numerous; 5 – interior mold of the pneumatic branch, 6 – coprolites, 7 – floral reumauts, 8 – fish reumauts, VIII – interpretation of sedimentary paleoenvironments: pn – pelagic anoxic, pu – pelagic oxic, L – lithoral, rb – costal plain, sa – alluvial fan.



Ryc. 2. Mapa geologiczna południowo-wschodniej części depresji śródsudeckiej (wg W. Nemeça, 1982)

1-9 – skały osadowe i wulkaniczne: 1 – kreda górna, 2-4 – perm dolny: 2 – formacja z Radkowa, 3 – formacja ze Stupca, 4 – formacja z Krajanowa, 5-7 – karbon górny: 5 – formacja z Ludwikowic, 6 – formacja żaclerska, 7 – formacja wałbrzyska, 8 – karbon dolny: formacja ze Szczawna, 9 – wulkanity permu dolnego (nie rozdzielone), 10-13 – jednostki otaczające: 10 – struktura Gór Bardzkich, 11 – metamorfik kłodzki, 12 – gabra i diabazy, 13 – blok Gór Sowich, 14 – granica państwa, 15 – otwory wiertnicze

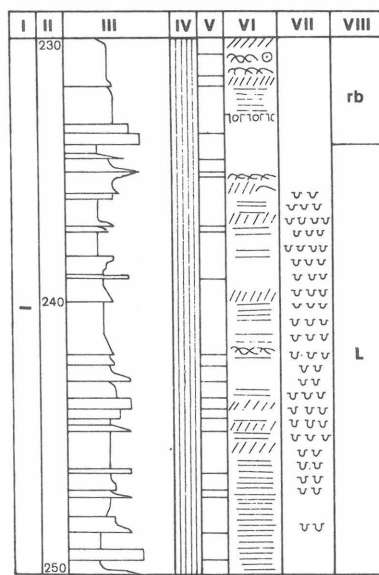
Fig. 2. Geological map south-east part of the Intra-Sudetic depression (after W. Nemeç 1982)

1-9 – sedimentary and volcanic rocks: 1 – Upper Cretaceous, 2-4 – Lower Permian: 2 – Radków Formation, 3 – Stupiec Formation, 4 – Krajanów Formation, 5-7 – Upper Carboniferous: 5 – Ludwikowice Formation, 6 – Żaclęc Formation, 7 – Wałbrzych Formation, 8 – Lower Carboniferous: Szczawno Formation, 9 – Lower Permian volcanics (undifferentiated), 10-13 – surrounding units: 10 – Góry Bardzkie range, 11 – Kłodzko metamorphicum, 12 – gabbros and diabases of Kłodzko arch, 13 – Sowie Góry Block, 14 – state boundary, 15 – boreholes

wane żwirowcami. Skały te są silnie żelazzone. Powyżej tego pojedynczego cyklu zlepieńcowo-piaskowcowego, mającego jednak znaczne rozprzestrzenienie horyzontalne, występuje pakiet mułowców i mułowców piaszczystych ze szczelinami z wysychania, zwitkami błotnymi i śladami kropel deszczu. Przykrywa je ok. 10-metrowy pakiet brunatnoczerwonych osadów mułowcowopiaszczystych z przewarstwieniami iłowców mułowcowych.

W rejonie Ratna poszczególne cykle sedimentacyjne mają miąższość 1-2 m, podczas gdy w okolicach Wambierzyc ich miąższość wynosi przeważnie 30-50 cm; bardzo liczne są też granice erozyjne. Opiswane osady są poziomo warstwowane, niekiedy skośnie. W obrębie warstewek piaszczystych występują riplemarki. Wkładki iłowców mułowcowych na ogół nie zawierają struktur sedimentacyjnych.

Następnie występuje seria złupkowaconych iłowców i iłowców mułowcowych z przewarstwieniami wapnistych mułowców piaszczystych o strukturze smużystej oraz – występujących w stropowej części – wapieni bitumicznych (ryc. 1B sekwencja II). Cały ten interwał, osiągający miąższość ok. 40-60 m jest barwy ciemnoszarej do czarnej.



Ryc. 3. Fragment sekwencji I z otworu Wambierzyce IG-12

Objaśnienia jak dla ryc. 1C

Fig. 3. Section of the 1st sequence Wambierzyce IG-12 (W-12) borehole

Explanations see fig. 1C

Niekiedy, np. w otworze Wambierzyce IG-9 skały te mają silny zapach bitumiczny. W skale występują znaczne ilości rozproszonego pirytu, przeważnie w postaci kulistych i nieregularnych wprysnięć o wielkości 1-2 mm, a także substancji organicznej. Spotyka się ponadto łuski ryb. Wapienie bitumiczne, będące odpowiednikiem wyróżnianego po stronie czeskiej poziomu ruprechtickiego (9), to wapienie drobnolaminowane o strukturze glonowej, zawierające duże ilości rozproszonej substancji organicznej i soczewki asfaltu. Na powierzchniach lamin częste są łuski ryb.

W najwyższej części sekwencji II pojawiają się coraz liczniej przewarstwienia wapnistych mułowców piaszczystych, stanowiąc przejście do występującej w okolicach Ratna serii naprzemianległych utworów o zabarwieniu brunatnoczerwonym i szaroczarnym (sekwencja III). Miąższość poszczególnych pakietów utlenionych i nieutlenionych waha się od kilku do kilkunastu metrów. Miąższość sekwencji III wynosi ok. 100 m. Budują ją cykle mułowcowo-piaszczystych z przewarstwieniami iłowców oraz węglanów, przy czym zarówno iłowce, jak i węglany cechuje barwa szaroczarna. Utwory nieutlenione są zwykle poziomo laminowane, niekiedy skośnie, rzadko występują wśród nich granice erozyjne. Licznie występuje zwęglony detrytus roślinny i piryt. Osady zdeponowane w środowisku utlenionym są przeważnie skośnie warstwowane, zawierają również zestawy skośnego warstwowania riplemarkowego; w ich obrębie zaobserwowano liczne bioturbacje oraz ośrodki gałęzi pneumatycznych. Liczne są kanały i powierzchnie erozyjne.

Inaczej wykształcona jest sekwencja III w SE części obszaru badań (otwory Wambierzyce IG-15 i 16; ryc. 1C). W całości ma ona barwę brunatnoczerwoną, przy czym część osadów, pierwotnie szaroczarnych, została utleniona we wczesnej diagenecie. Sekwencja III jest wykształcona w postaci cykli mułowcowo-piaszczystych z nielicznymi przewarstwieniami iłowców i zlepieńców. Zlepienie zbudowane są z otoczków słabo obtoczonych o wielkości 1-

4 cm; wielkość otoczków zazwyczaj maleje ku górze. W skład otoczków wchodzi: kwarc, łupki serycytowe, skalenie i porfiry. Spoiwo jest krzemionkowo-wapniste. W otworach Wambierzyce IG-15 i 16 stwierdzono zestawy warstwowania skośnego i skośnego riplemarkowego (mułowce piaszczyste i piaskowce) oraz warstwowanie poziome (iłowce i mułowce). Oprócz tego stwierdzono obecność licznych kanałów erozyjnych, szczeliny z wysychania i ślady kropeł deszczu. W niektórych odcinkach profilu pospolite są ślady żerowania i osródków gałęzi pneumatycznych.

Powyżej występuje seria osadów iłowcowo-mułowcowych, nieutlenionych, z kilkumetrowymi przewarstwieniami brunatnoczerwonych mułowców piaszczystych i piaskowców bardzo drobnoziarnistych (sekwencja IV). W obrębie serii iłowcowych (iłowcowo-mułowcowych) laminowanych występują przewarstwienia zbudowane z naprzemianległych lamin iłowców i węglanów. Poszczególne laminy mają miąższość 1–10 mm. Przeważnie są one silnie zdeformowane w sposób plastyczny (iłowce) i kruche (węglany). Ze spękań w węglanach często wysiekają bituminy. W iłowcach pospolicie występuje piryty i detrytus roślinny. W okolicach Ratna sekwencja IV ma miąższość ok. 80 m i jest przykryta przez piaszczyste łupki czerwone (3, 5) w Czechach zwane warstwami martinkowickimi (9). W kierunku SE (otwór Wambierzyce IG-15) miąższość sekwencji IV wzrasta do ok. 120 m i prawdopodobnie obejmuje ona także spągową część piaszczystych łupków czerwonych, których jest facjalnym odpowiednikiem.

ŚRODOWISKO I ROZWÓJ SEDYMENTACJI

Charakter osadu deponowanego w środowisku jeziornym jest uzależniony od środowiska geochemicznego i głębokości zbiornika. W warunkach klimatu ciepłego i wilgotnego wytwarzane są znaczne ilości substancji organicznej zarówno pochodzenia lądowego (wyższe rośliny lądowe), jak i wodnego (fito- i zooplankton). Prowadzi to do nagromadzenia w pewnych częściach zbiornika nadmiaru materiału organicznego w stosunku do ilości tlenu niezbędnego do rozkładu nagromadzonej biomasy. W efekcie powstają strefy o niskiej koncentracji tlenu (Eh poniżej 100 mV) lub strefy beztlenowe (ujemne Eh) (10). Wówczas rozkład materii organicznej ulega znacznemu spowolnieniu, powodują go tylko anaerobowe bakterie heterotroficzne. Działalność bakterii siarczkowych prowadzi do generowania H_2S i powstawania stref, w których przydatna część wody pozbawiona jest tlenu. Wskutek toksycznej działalności siarkowodoru zamiera bentos łącznie z mikroorganizmami anaerobowymi. Środowisko takie powstaje w miejscach nieprzewietrzanych.

W przypadku jeziora o rozciągłości ok. 50 km strefa oddziaływania falowania sięga na głęb. 8–20 m w zależności od prędkości wiatru (8). W innych częściach zbiornika, gdzie energia środowiska jest większa, woda zawiera większe ilości tlenu, w związku z tym osady deponowane w takim środowisku praktycznie nie zawierają substancji organicznej i są utlenione. Panują sprzyjające warunki dla rozwoju bentosu, pospolite są więc bioturbacje, niekiedy działalność mułozęrow prowadzi do homogenizacji osadu. W skałach złożonych w takich warunkach pospolite są struktury sedymentacyjne powstałe wskutek falowania i działalności prądów. Jeżeli szybkość sedymentacji przewyższa szybkość subsydencji, jezioro ulega częściowej lub całkowitej likwidacji.

Analizując rozwój zbiornika, w którym deponowane były osady łupków walchiowych, uwidacznia się kilkakrotnie powtarzanie się sekwencji sedymentacyjnych wska-

zujących na pełny rozwój zbiornika. Pionowa strefowość facji jest odzwierciedleniem ich lateralnej rozciągłości.

Sekwencja I reprezentuje utwory płytkiego zbiornika dobrze natlenionego, który ulegał powolnemu zasypywaniu. Intensywnie rozwinięta bezszkieletowa fauna bentoniczna powodowała silną bioturbację osadu (ryc. 3). Cykl ten zakończyła depozycja warstwy zlepieńca śródformacyjnego. W występujących powyżej mułowcach piaszczystych rozwinęły się szczeliny z wysychania, obecne są ślady kropeł deszczu. Później nastąpiło odnowienie sedymentacji jeziornej. Zbiornik prawdopodobnie szybko się pogłębił. Powstały czarne lub ciemnoszare utwory iłowcowe (iłowcowo-mułowcowe) z przewarstwieniami wapieni bitumicznych. Do osadu dostawał się zarówno obumierający fitoplankton, jak i szczątki wyższych roślin lądowych. Przemawia za tym powstanie substancji bitumicznej i węglistej w czasie katagenezy (10). Pojawienie się granic erozyjnych i utworów mułowcowych w stropowej części sekwencji II wskazuje na stopniowe spływanie się zbiornika.

Sekwencja III wykazuje duże zróżnicowanie zarówno wykształcenia pionowego, jak i lateralnego. W obrębie brunatnoczerwonych utworów z bioturbacjami, z licznymi strukturami sedymentacyjnymi pochodzenia falowego i prądowego, w części obszaru deponowane były kilkumetrowe przewarstwienia osadów składanych w warunkach redukcyjnych. Badaniem mikroskopowymi stwierdzono występowanie w tych skałach pirytu framboidalnego (w przygotowaniu znajduje się praca o wpływie warunków sedymentacji łupków walchiowych na zmineralizowanie metalami). Południowo-wschodnia część obszaru (Wambierzyce IG-15) uległa wtedy wydzwignięciu w stosunku do NW obszaru. Doszło tam do przerwania sedymentacji limnicznej. Nie można wykluczyć okresowej erozji tego obszaru, na co może wskazywać występowanie szczelin z wysychania i śladów kropeł deszczu w mułowcach występujących powyżej utlenionych osadów euksynicznych, w których obecne są zhematyzowane framboidy. Sporadycznie dochodziło do depozycji fanglomeratów stożków aluwialnych. Po okresie częstych zmian środowiska depozycji nastąpił okres względnie spokojnej sedymentacji w warunkach środowiska redukcyjnego. Powstały wtedy drobnolaminowane iłowce, partiami iłowce mułowcowe, z przewarstwieniami węglanowymi.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza wykształcenia litofacjalnego pozwala na wstępną rekonstrukcję zbiornika sedymentacyjnego łupków walchiowych. Sedymentacja zachodziła w dość rozległym, hydrologicznie otwartym (4) jeziorzysku, w którym poziom wody podlegał dość znacznym wahaniom, powodowanym ruchami o charakterze tektonicznym. Znaczna ilość substancji organicznej różnego pochodzenia wskazuje na to, że był to zbiornik eutroficzny w ciepłym i wilgotnym klimacie.

Wahania poziomu wody miały bezpośredni wpływ na charakter deponowanego osadu. W facji litoralnej powstawały osady piaskowcowo-mułowcowe. Panowały sprzyjające warunki do rozwoju bentosu. Na nierównomierny rozwój fauny bentonicznej w różnych partiach strefy litoralnej wpływała termoklina występująca w typowych warunkach na głęb. 15–24 m (1). Partiami w profilu pionowym występują osady powstałe w facji równi brzegowej (sekwencje I i III) oraz stożków aluwialnych (Wambierzyce IG-15, sekwencja III).

Strefa pelagiczna zbiornika, obejmująca w niektórych okresach znaczny obszar, rozdzielona była chemokliną

na dwie facje: utlenioną i nieutlenioną (redukcyjną). W facji pelagicznej utlenionej granica środowiska utlenionego i nieutlenionego przebiegała na granicy woda-osad. W tych warunkach mogła wegetować nieliczna fauna bentoniczna. Obfitość pokarmu i mała energia środowiska spowodowały, że obserwowane w przekroju pionowym w skale jamki żerowiskowe mają niewielkie rozmiary. W facji pelagicznej nieutlenionej granica środowiska nieutlenionego i utlenionego przebiega w obrębie słupa wody.

W takich częściach zbiornika występowały warunki korzystne dla koncentracji metali, jednak długotrwałe utrzymywanie się takiego środowiska sedymentacji i tym samym depozycja osadów o znacznej miąższości nie sprzyjały utworzeniu się ekonomicznych koncentracji metali (sekwencja II i IV). Jedynie wówczas, gdy sedymentacja w warunkach anoksyicznych stanowiła stosunkowo krótkotrwałe epizody (sekwencja III), mogło dojść do utworzenia się takich nagromadzeń.

L I T E R A T U R A

1. Davis R.A. — Depositional systems A Genetic Approach to Sedimentary Geology. Prentice — Hall. Inc. Englewood Cliffs New Jersey 1983.
2. Don J. — Utwory młodopaleozoiczne okolic Nowej Rudy. Zesz. Nauk. UW. Seria B nr 6 Nauki o Ziemi 1961 z. 3.
3. Dziedzic K. — Utwory dolnopermskie w niecce śródsudeckiej. Studia Geol. Pol. 1961 vol. 6.
4. Eugster H.P., Kelts K. — Lacustrine chemical sediments. [In:] Goudie A., Pye K. — Chemical Sediments and Geomorphology. Academic Press 1983.
5. Kozłowski S. — Geologia wulkanitów permskich w centralnej części niecki śródsudeckiej (Dolny Śląsk). Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie 1963 z. 14.
6. Miecznik J.B., Strzelecki R. — Możliwości występowania mineralizacji uranowej w niektórych formacjach osadowych Sudetów. Prz. Geol. 1979 nr 6.
7. Nemeč W. — Tectonically controlled aluvial sedimentation in the Słupiec Formation (Lower Permian) of Intrasudetic Basin. International Symposium (Mat. konf.) 1981.
8. Sly P.G. — Sedimentary processes in lakes. [In:]

Lerman A. — Lakes, chemistry, geology, physics. Springer—Verlag New York Heidelberg Berlin 1978.

9. Tasler R. et al. — Geologie české části vintro-sudecké pánve. Praha 1979.
10. Tissot B.P., Welte D.H. — Petroleum formation and occurrence. Springer—Verlag Berlin Heidelberg New York 1978.

S U M M A R Y

Basing on the lithologic features the four different complexes have been separated within the described section of the lithostratigraphic column. The Ist complex was accumulated in littoral environments and on the coastal plain. The IInd one, situated above, was formed mainly in pelagic anoxic zone as well as in pelagic oxic one. The IIIrd complex was accumulated in littoral environments, coastal plain, sporadically in alluvial fans (silty-sandy deposits) as well as in pelagic oxic and anoxic zones (claystones and limestones). The IVth complex which completes the sequence of *Walchia* shales from Ratno Dolne was deposited usually in anoxic pelagic environment and unusually in oxic pelagic one. Total thickness of all four complexes varies from 250 to 280 meters.

Translated by the author

P E З Ю М Е

На основании литологических свойств автор выделил 4 комплекса: I комплекс осаждался в литоральной среде и на береговой плоскости. Выше находится II комплекс, который образовался прежде всего в пелагической неокисленной зоне, а также в пелагической окисленной зоне. Седиментация осадков III комплекса происходит главным образом в литоральной среде, береговой плоскости, спорадически в аллювиальных конусах (алевролитически-песчаные осадки), а также в пелагической зоне — окисленной и неокисленной (уплотненные глины и известняки). IV комплекс, который кончит седиментацию звена вальхиовых сланцев из местности Ратно Дольне, осаждался главным образом в пелагической неокисленной среде, реже в пелагической окисленной среде. Совместная мощность всех комплексов равняется около 250—280 м.