

**ŚRODOWISKA SEDYMENTACYJNE DOLNEGO LIASU PÓŁNOCNEGO  
OBRZEŻENIA GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH\***

UKD 552.14.072''756'' : 551.762.11.022 : 551.312/.313 + 551.351.1/.2(438.13:23.0)

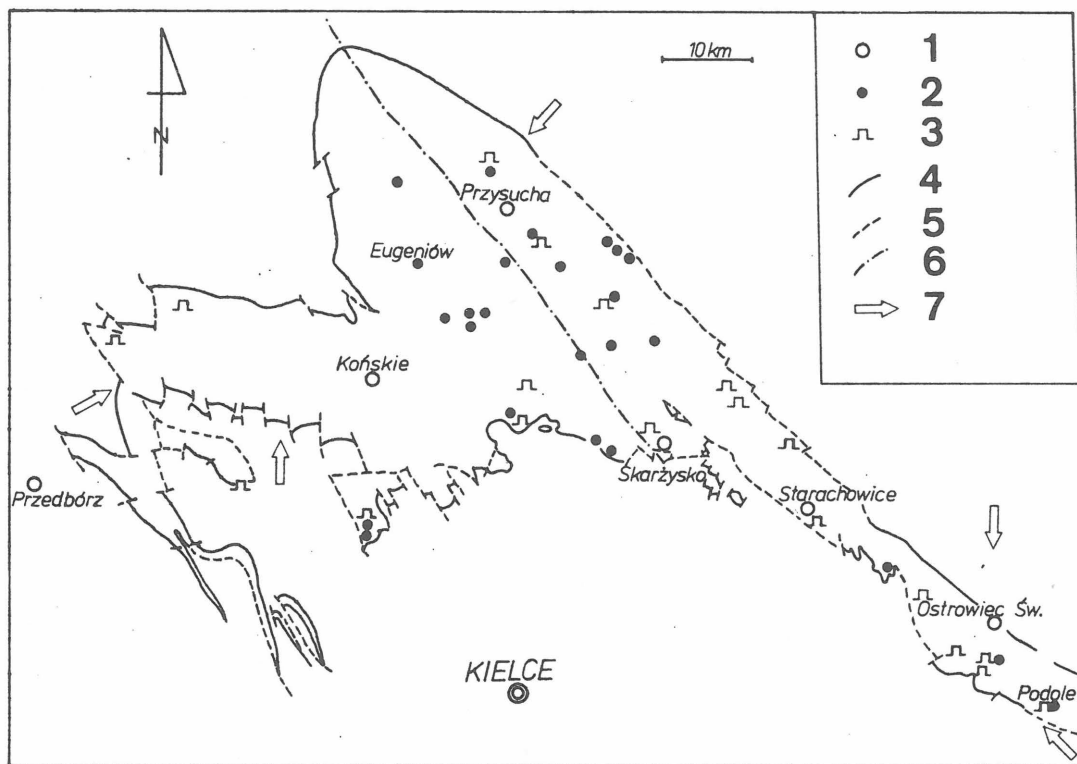
Utwory liasu świętokrzyskiego opracowano zarówno na podstawie odsłoneń, jak i materiałów z wierceń (ryc. 1). Pozwoliło to na wykorzystanie wzajemnie uzupełniających się danych: długich, pionowych sekwencji z wierceń i obserwacji z długich, poziomo rozciągniętych odsłoneń (patrz zdjęcie na okładce). Klastyczne utwory liasu świętokrzyskiego zawierają piaskowce i mułowce, w mniejszej ilości iłowce i zlepieńce. Podrzędnie, jeżeli brać pod uwagę sumaryczną miąższość, występują przeławienia syderytów ilastych i węgla (ryc. 2). Utwory liasu zawierają ubogą w gatunki faunę małżową (8, 11, 13, 17), ślimaki, liścio-nogi, robaki osiadłe *Serpula* (13), a także otwornice aglutynujące, bardzo rzadko wapienne (11). Jak wykazały obserwacje, najniższa z „serii” (formacji\*\*) liasowych – seria zagajska – zawiera wyłącznie faunę słodkowodną; fauna brakiczna pojawia się w wyższych seriach. Pojawienie się otwornic w okolicach Przedborza w serii zagajskiej (8) wiąże się już z serią skłobską, co wynika z przesunięcia przeze mnie granicy serii skłobskiej w dół (13). Do tej pory nie stwierdzono w liasie świętokrzyskim organizmów steno-halicznych morskich, co świadczy o tym, że zasolenie zbiorników liasowych było stale obniżone.

\* Artykuł ten jest wstępnym zarysem problemu sedymentologii liasu świętokrzyskiego. Problem ten stanowił temat rozprawy doktorskiej autora (13), która jest przygotowana do druku w formie szerszej publikacji.

\*\* W artykule użyto nadal nieformalnych nazw „serii”. W przygotowaniu do druku znajduje się praca, w której dotychczasowe „serie” zostaną formalnie zdefiniowane jako formacje.

Rekonstrukcję dolnoliasowych środowisk sedymentacyjnych oparto głównie na analizie cykliczności sedymentacji (ryc. 3) w profilach wierceń i w niektórych odsłonięciach (patrz zdjęcie na okładce). Podstawowe znaczenie dla analizy cykli sedymentacyjnych ma wyznaczenie ich granic. Przy dokładnym opisie rdzeni wiertniczych można oprócz litologii zarejestrować wiele struktur i zjawisk sedymentacyjnych, szczątki fauny i flory (ryc. 3). Jako granicę dwóch cykli najczęściej przyjmowano: ostrą granicę dwóch różnych typów litologicznych (np. piaskowca i iłowca), powierzchnię erozyjną, pojawienie się lub nagły zanik korzeni roślin, pojawienie się lub nagły zanik skamieniałości śladowych, nagłą zmianę barwy, nagłą zmianę charakteru struktur sedymentacyjnych, pojawienie się syderytów lub węgla oraz inne cechy. Wyznaczone granice mogą mieć różną rangę; ranga ta zależy od długości pewnych zjawisk, które na danej granicy zostały zapoczątkowane. I tak np.: granice serii wyznaczają takie wydarzenia, których skutki trwają długo – transgresje (ryc. 3), zmiany klimatyczne, zmiany trendu z transgresywnego na regresywny.

Najczęściej spotykane cykle liasowe mają od kilku do kilkunastu metrów miąższości i zwykle odzwierciedlają naturalne przemieszczanie się stref facyjnych określonych środowisk sedymentacyjnych, wywołane czynnikami autocyklicznymi (np. przemieszczanie się pasa meandrowego po dolinie rzecznej (2), blokowanie ramion delty przez nasypy przyujściowe, zwiększenie lub zmniejszenie dostawy materiału w danym rejonie wybrzeża itp.). Dopiero przy wyznaczonych granicach można mówić o charak-



Ryc. 1. Mapa badanego obszaru.

Fig. 1. Map of the studied area.

1 – większe miejscowości, 2 – otwory wiertnicze, 3 – odsłonięcia (niektóre), 4 – granice liasu z utworami starszymi i młodszymi, 5 – tektoniczne kontakty liasu z innymi utworami, 6 – przybliżone położenie osi subsydencji dla dolnego liasu, 7 – zasadnicze kierunki dostawy materiału w dolnym liasie (paleoskłony).

1 – major towns, 2 – boreholes, 3 – selected exposures, 4 – boundaries of Lias and older and younger rocks, 5 – tectonic contact of Lias and other rocks, 6 – inferred location of subsidence axis in a Early Lias, 7 – major direction of supply of clastic material in Early Lias (paleoslopes).

terze cyklu – czy jest to cykl prosty (o ziarnie malejącym ku górze) czy odwrócony (o ziarnie rosnącym ku górze). Wraz z innymi cechami, jak obecnością różnych skamieniałości śladowych czy fauny, obecnością korzeni roślin i miejscem ich pojawiania się, rodzajem struktur sedimentacyjnych, obecnością węgla czy syderytów, charakter cyklu ma podstawowe znaczenie dla wyjaśnienia jego genezy.

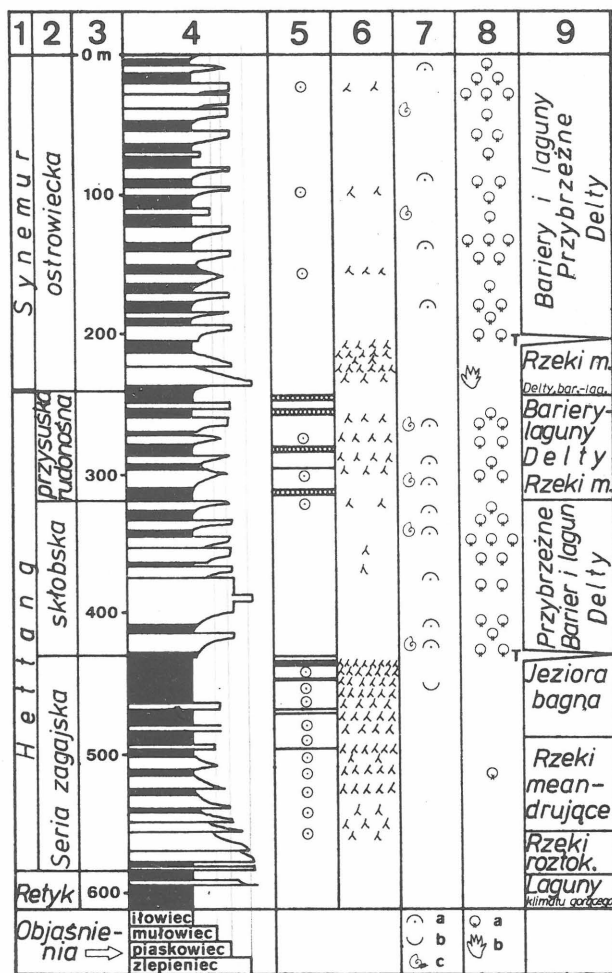
Stosunkowo najłatwiejsze do zinterpretowania były cykle proste (ryc. 3, 4) z następującą sekwencją: erozyjna dolna granica cyklu, obecność w samym spągu otoczków często z materiału lokalnego, wyżej człon piaszczysty warstwowany przekątnie, najczęściej rynnowo, z okruskami flory przechodzi stopniowo w człon mułowcowo-iłowcowy z licznymi korzeniami, których ilość rośnie stopniowo ku górze cyklu. Takie cykle zalegają zwykle seryjnie jeden na drugim; opierając się na licznych przykładach ze współczesnych i kopalnych środowisk sedimentacyjnych (1, 2, 3) należy je uznać jako typowe dla rzek meandrujących. Jeżeli w profilach cykli brak jest lub są bardzo podrzędne człony drobnoziarniste równi zalewowej z korzeniami roślin, dominują natomiast zlepieńcowe i piaszczyste człony korytowe – cykle takie uznawano za cykle rzek roztokowych (3). W obrębie utworów drobnoziarnistych częste są symetryczne cykle gleb kopalnych lub zarastania zbiorników wodnych (ryc. 4); zdarzają się też rzadko niewielkiej miąższości cykle odwrócone (ryc. 4), z korzeniami roślin na całym odcinku cyklu, będące efektem przeniesienia osadów o grubszym ziarnie na drobnoziarniste osady równi zalewowej, np. w wyniku rozrastania się głąbów krawasowych czy wałów brzegowych.

Nieco trudniejsza była interpretacja cykli odwróconych (ryc. 3, 5, 6, 7). Przeważnie nie są one tak regularnie

wykształcone, jak przedstawione na ryc. 5, 6, 7 „sekwencje idealne”, często brak jest górnej lub dolnej części cyklu. Cykle odwrócone mogły należeć do trzech głównych typów: cykle progresywne piaszczystego wybrzeża na głębsze przybrzeże, cykle przemieszczania się osadów barier na osady lagun i cykle rozrastania się delt na obszarach zbiornika (12, 16, 19). Przy ich rozróżnianiu pomocne były różnorodne cechy litologiczne i sedimentologiczne, np. w osadach lagun brak jest na ogół regularnych przewarstwień i soczewek piaszczystych w mułowcach (12), osady te zawierają natomiast sporo flory, substancji węglistej, syderytów, trafiają się też korzenie roślin. Z kolei w członach gruboziarnistych ważne są struktury sedimentacyjne (np. obecność płaskich wielozestawów klinowych w środowiskach plaż i barier), stopień wysortowania (lepszy w plażach i barierach, gorszy w deltach), ilość napławionej flory (szczególnie wysoka w deltach), barwa osadu.

W przypadkach niejasnych znaczenia nabrały przesłanki natury regionalnej, analogie do typów cykli w pobliskich wierceniach czy odsłonięciach, ogólna paleogeografia basenu. Pomocne były także oznaczenia boru i składu minerałów ilastych. Wiadomo, że zawartość boru często odzwierciedla pierwotne zasolenie basenu sedimentacyjnego (7), należy jednak mieć tu na uwadze możliwe komplikacje (13). Erozja skał zawierających spore ilości boru może doprowadzić do dużych jego koncentracji nawet w utworach lądowych (18), a taki przypadek miał miejsce w dolnej części serii zagajskiej. Stwierdzono też, że w utworach lagunowych zawartość boru jest bardzo niestabilizowana.

Po określeniu charakteru cykli sedimentacyjnych zauważono ciekawe prawidłowości dotyczące obecności róż-



Ryc. 2. Syntetyczny profil dolnego liasu świętokrzyskiego z interpretacją najczęściej spotykanych środowisk sedimentacyjnych w poszczególnych seriach.

Kolumny: 1 – piętra, 2 – serie (formacje), 3 – miąższość w m, 4 – ogólny profil litologiczny (szerokość słupka odzwierciedla grubość ziarna), 5 – dodatkowe cechy litologiczne, obecność węgla (ciemne kreski) oraz syderytów pokładowych (paski zakreskowane) i kongrecji syderytowych (kółka), 6 – występowanie korzeni roślin, 7 – szczątki fauny: a – małże brackiczne, b – małże słodkowodne, c – otwornice, 8 – występowanie skamieniałości śladowych; a – skamieniałości śladowe wszystkich kategorii, b – tropy gadów, 9 – interpretacja najczęściej występujących środowisk sedimentacyjnych; T – transgresja (ingresja) brackiczna.

Fig. 2. Synthetic section of the Lower Lias in the Holy Cross Mts and interpretation of the major sedimentary environments for individual series.

Columns: 1 – stages, 2 – series (formations), 3 – thickness in m, 4 – general lithological section (width of column reflects size of grains), 5 – additional lithological features: presence of coals (black lines) and layered siderites (hatched bands) and sideritic nodules (circles), 6 – occurrence of plant roots, 7 – faunal remains: a – brackish bivalves, b – fresh-water bivalves, c – foraminifers, 8 – occurrence of trace fossils: a – trace fossils in general, b – reptilian trails, 9 – interpretation of major sedimentary environments; T – brackish transgression (ingression).

nych kategorii skamieniałości śladowych w różnych cyklach odwróconych (14). Gruboziarniste człony cykli deltowych zawierają o wiele mniej Domicznia (śladów zamieszkiwania) niż gruboziarniste człony przybrzeżne i barierowe. Tłumaczone to jest dużą ilością zawiesziny

w deltach, która eliminowała organizmy pobierające pokarm z toni wodnej (15). Natomiast w członach drobnoziarnistych lagun występują w przeciwieństwie do osadów przybrzeżnych tylko Fodinichnia (ślady żerowania w osadzie). Zauważone prawidłowości mogą mieć duże znaczenie praktyczne przy odróżnieniu cykli odwróconych, szczególnie w wierceniach (14).

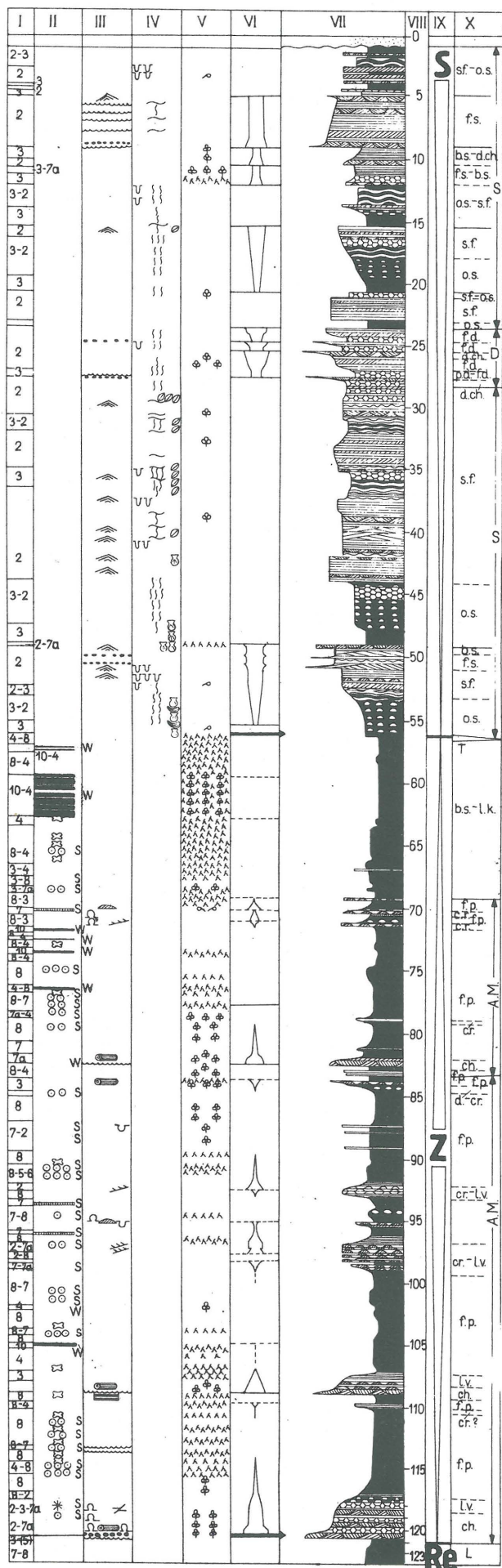
Zestawione w histogramach częstości występowania cykle liasowe (ryc. 4–7) były podstawą przyjęcia odpowiedniego modelu sedimentacji dla każdej serii (ryc. 8–11). Ilość dostępnych wierceń na tak duży obszar nie była wystarczająca, aby dokonać dokładnej, etap po etapie, rekonstrukcji przestrzennej. Rekonstrukcję taką uniemożliwiłaby zresztą brak dobrych poziomów chronostratygraficznych przy cyklach o niewielkiej miąższości i niewielkim zasięgu lateralnym. Stąd stworzono uzasadnione częstotliwością występowania poszczególnych cykli rekonstrukcje paleogeograficzne (ryc. 8–11) i odtworzono przebieg sedimentacji dla poszczególnych serii (ryc. 2). Na ten obraz zostały nałożone obserwacje z odsonięć (patrz okładka), które pozwoliły m. in. na rekonstrukcję kierunków transportu i paleoskłonów.

Rozwój sedimentacji dolnego liasu świętokrzyskiego odbiega od dotychczasowych poglądów na ten temat, przyjmujących schemat zbiornika śródlądowego (17), do którego przenikały krótkotrwałe ingresje wody zasolonej (4). Ingresje wyznaczano zwykle tam, gdzie znajdowano faunę brackiczną (11). Jedynie W. Karaszewski (8, 10) przyjmował, że warunki morskie czy brackiczne mogły trwać dłużej w dolnym liasie świętokrzyskim. Uzyskany obraz sedimentacji dolnego liasu świętokrzyskiego przedstawiałby się następująco.

Na utworach retyku lub kajpru, wykształconych jako typowa asocjacja czerwona klimatu gorącego suchego, zalega zawsze z erozyjnym kontaktem najniższy kompleks (ogniwo) serii zagajskiej, wykształcony najczęściej jako zlepienie kwarcytowo-kwarcowe, będące osadem rzek roztokowych. Wzmocnienie erozji i działalność rzek wiązało się z ruchami wynoszącymi (17), a także ze zmianą klimatu na bardziej wilgotny, co wpłynęło na rozwój sieci rzecznej i stopniową zmianę asocjacji z czerwonej na podobną do węglonośnej. Kompleks żwirowo-piaszczysty stanowi na obszarze południowo-zachodnim całą serię zagajską, natomiast w centrum basenu sedimentacyjnego kompleks ten może nie występować (13, ryc. 3), a profil liasu może zaczynać się od typowych cykli rzek meandrujących. Kompleks rzek meandrujących serii zagajskiej występuje na całym obszarze północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, z wyjątkiem krańców południowo-zachodnich. Najwyższym kompleksem serii zagajskiej jest różnej miąższości pakiet ciemnoszarych i oliwkowych mułowców i iłowców z bardzo licznymi korzeniami roślin i przewartwieniami węgla (ryc. 3); częste są tu cykle symetryczne (ryc. 4). Kompleks ten jest z kolei najlepiej wykształcony w centrum basenu sedimentacyjnego serii zagajskiej (ryc. 8), zanika natomiast w jego partiach brzeżnych.

Tak więc, seria zagajska stanowi charakterystyczne następstwo osadów lądowych: rzek roztokowych, rzek meandrujących i limniczno-bagiennych (ryc. 8). Następstwo to wyraża stopniowe zmniejszanie się energii przepływu, wywołane rosnącym tempem subsydencji, a z początku także ze zmianą klimatu na bardziej wilgotny.

Rosnące tempo subsydencji w basenie liasowym prowadzi w efekcie do szybkiego wkroczenia na płaski, bagnisty łąd brackicznego zbiornika morskiego. Nie zaznacza się ono zasadniczą zmianą litologii (obserwuje się jedynie nieco grubsze ziarno), lecz rozjaśnieniem barwy, pojawia-

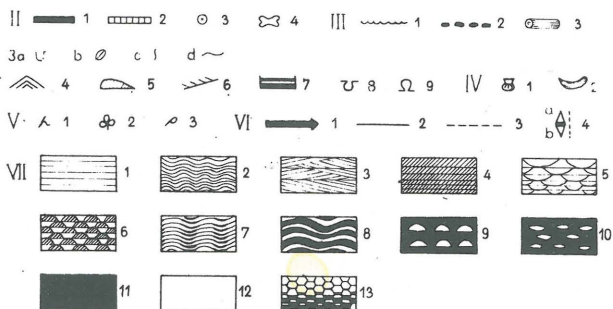


Ryc. 3. Fragment profilu wiercenia Eugeniów z kontaktem serii zagajskiej i skłobskiej. Objasnienia do tej ryciny odnoszą się również do zdjęcia na okładce oraz ryc. 4-7.

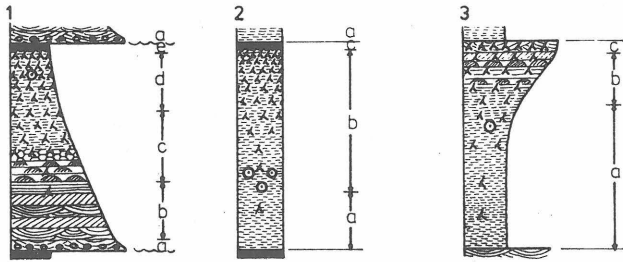
I – barwa: 1 – biały, 2 – biało-szary, 3 – szary, 4 – ciemno-szary, 5 – żółty, 6 – brązowy, 7 – czerwony, 7a – różowy, 8 – zielony, (8-4) – oliwkowy, 9 – fioletowy, 10 – czarny. II – dodatkowe odmiany litologiczne: 1 – węgle, 2 – syderyty, 3 – konkrecje syderytowe, 4 – minerały ilaste pęczniące. III – struktury sedimentacyjne małej skali: 1 – powierzchnie erozyjne, 2 – klasy mułowe, 3 – duże fragmenty flory, 4 – zmarszczki falowe, 5 – zmarszczki prądowe, 6 – zmarszczki wstępujące, 7 – laminacja typu wstęgowego, 8 – pograży, 9 – struktury spływowe (płaty deformacyjne). IV – fauna i skamieniałości śladowe: 1 – małże brackiczne, 2 – liścionogi, 3 – skamieniałości śladowe: a – Domichnia, b – Cubichnia, c – Fodinichnia, d – Repichnia. V – szczątki flory: 1 – korzenie roślin, 2 – flora napływiona, 3 – sieczka roślinna. VI – cykle sedimentacyjne: 1 – granice serii (formacji), 2 – granice cykli, 3 – granice podcykli, 4a – cykl prosty, 4b – cykl odwrócony. VII – profil litologiczno-sedimentologiczny. Litologia (szerokość słupka malejąca): zlepniec, piaskowiec gruboziarnisty, średnioziarnisty, drobnoziarnisty, mułowiec gruboziarnisty, drobnoziarnisty, ilowiec; struktury sedimentacyjne: 1 – warstwowanie poziome, 2 – poziome zafalowane, 3 – zestawy tabularne płaskie, 4 – warstwowania przekątne tabularne różnej skali, 5 – warstwowania przekątne rynnowe różnej skali, 6 – warstwowania zmarszczkowe, 7 – smużyste, 8 – faliste, 9 – soczewkowe, 10 – laminacja soczewkowa, 11 – laminacja w mułowcach i ilowcach, 12 – brak wyraźnych struktur sedimentacyjnych, 13 – warstwowania zaburzone (powierzchnia zaczerwiona odzwierciedla zawartość mułu). VIII – miąższość w m. IX Re – retyk – Z – seria zagajska, S – seria skłobska. X – interpretacja paleośrodowisk sedimentacyjnych. A. M. Meandering rivers (rzeki meandrujące), ch – channels (koryta), cr – crevasses (głify krewasowe), L.v. – levees (wały brzegowe), f.p. – fluvial plains (równie zalewowe), Lk – lakes (jeziora), bs – backswamps (bagna), D – deltas (delty), p.d. – prodelta, f.d. – delta front (czoło delty), d.ch – distributary channels (kanały rozprzodkujące), S – nearshore (środogłębiska przybrzeżne), o.s. – offshore (otwarty zbiornik brackiczny), s.f. – shoreface (głębsze przybrzeże), f.s. – foreshore (płytse przybrzeże, plaża), b.s. – backshore (plaża eoliczna), T – transgresja.

Fig. 3. A fragment of borehole column Eugeniów, displaying contact of the Zagajsk and Skłobsko series (explanations also for the cover photo and Figs. 4-7).

I – colour: 1 – white, 2 – white-grey, 3 – grey, 4 – dark-grey, 5 – yellow. 6 – brown, 7 – red, 7a – pinky, 8 – green, (8-4) – olive. 9 – violet, 10 – black, II – additional lithological varieties: 1 – coals, 2 – siderites, 3 – sideritic nodules, 4 – swelling clay minerals. III – small-scale sedimentary structures: 1 – erosional surfaces, 2 – mud clasts, 3 – large floral remains, 4 – wave ripples, 5 – current ripples, 6 – climbing ripples, 7 – lamination of band type, 8 – load casts, 9 – flow structures (deformation lobes). IV – fauna and trace fossils: 1 – brackish bivalves, 2 – phylloporids; 3 – trace fossils: a – Domichnia, b – Cubichnia, c – Fodinichnia, d – Repichnia. V – floral remains: 1 – plant roots, 2 – drifted flora, 3 – plant detritus. VI – sedimentary cycles: 1 – boundaries of series (formations), 2 – boundaries of cycles, 3 – boundaries of subcycles, 4a – simple cycle, 4b – reversed cycle. VII – lithological-sedimentological cycle; litho-



logy (decreasing width of column): conglomerate, coarse-grained sandstone, medium-grained and fine-grained, coarse-grained mudstone, fine-grained mudstone, claystone; sedimentary structures: 1 – horizontal bedding, 2 – wavy horizontal, 3 – tabular flat sets, 4 – tabular cross-bedding of various scale, 5 – trough cross-bedding of various scale, 6 – ripple, bedding, 7 – flaser. 8 – wavy, 9 – lenticular, 10 – lenticular lamination, 11 – lamination in mudstones and claystones, 12 – lack of clear sedimentary structures, 13 – disturbed bedding (black colour shows content of mud). VIII – thickness in meters. IX Re-retyk – Z – Zagaje series, S – Skłoby series. X – interpretation of sedimentary paleoenvironments. A.M. – meandering rivers, ch – channels, cr – crevasses, L.V. levees, f.p. fluvial plains, Lk – lakes, bs – backswamps, D – deltas, p.d. – prodelta, f.d. delta front, d.ch. – distributary channels, S – nearshore, o.s. – off-shore, s.f. – shoreface, f.s. foreshore, b.s. backshore, T – transgression.



Ryc. 4. Typy sekwencji w serii zagajskiej i częstotliwość ich występowania.

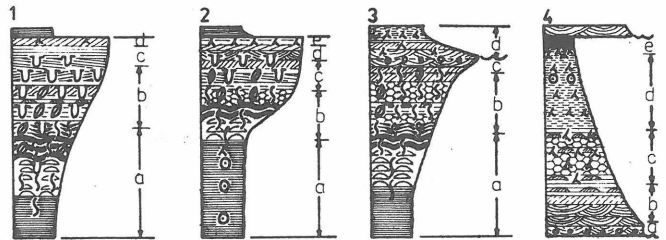
1 – cykle proste rzek meandrujących (jeżeli wykształcone są tylko człony a i b oraz człon a dominuje, cykle uznawano za typowe dla rzek roztokowych): a – bruk korytowy, koryta, b – odsypy meandrowe, c – odsypy nieruchome, wały brzegowe, glyfy krewasowe, równia zalewowa, d – równia zalewowa z profilami gleb kopalnych, e – ilowce węgliste i węgle – osad bagienny; 2 – cykle „symetryczne” limniczno-bagienne: a – osady jeziorne, b – jezioro zarastające (oczerety), c – ilowce węgliste i węgle (bagno); 3 – cykle wałów brzegowych lub glyfów krewasowych wkraczających na obszar równi zalewowej: a – równia zalewowa ze starorzeczami, b – osady „dystalne” wału brzegowego lub glyfu krewasowego, c – utwory „korytowe” glyfu krewasowego.

Fig. 4. Types and frequency of occurrence of sequences in the Zagaje series.

1 – simple cycles of meandering rivers (when members a and b are the only developed and the former predominates, such cycles are treated as typical of braided rivers); a – channel pavement, channels, b – meander outwash, c – stable outwash, levees, crevasses, fluvial plain, d – fluvial plain with fossil soil horizons, e – coally claystones and coals – swamp deposit; 2 – “symmetric”, limnic-swampy cycles: a – lacustrine deposits, b – overgrown lakes, c – coally claystones and coals (swamps); 3 – cycles of levees or crevasses entering fluvial plain, a – fluvial plain with oxbows, b – “distal” sediments of levee or crevasse, c – “channel” sediments of crevasse.

Ryc. 6. Typy sekwencji w przysuskiej serii rudonośnej i częstotliwość ich występowania.

1 – cykle barierowo-lagunowe, 2 – cykle deltowe, 3 – cykle rzek meandrujących, 4 – cykle przybrzeżne, 5 – cykle wałów brzegowych lub glyfów krewasowych wkraczających na obszar równi zalewowej, 6 – cykle „symetryczne” limniczno-bagienne.



Ryc. 5. Typy sekwencji w serii skłobskiej i częstotliwość ich występowania.

1 – cykle odwrócone progradacji wybrzeża płytszego na głębsze (przybrzeżne): a – przybrzeże głębsze i otwarty zbiornik (offshore), b – przybrzeże głębsze i strefa przejściowa (shoreface), c – przybrzeże płytsze, wybrzeże, plaża (foreshore), d – plaża eoliczna (backshore); 2 – cykle barier i lagun: a – laguna, b – stok bariery (barrier front), c – bariera właściwa, d – delty wlotowe (inlet delta), kanały wlotowe (inlet channels), stożki przelewowe (washover fans), e – wydmy na barierze; 3 – cykle deltowe: a – prodelta, b – czoło delty (delta front), c – kanały rozprowadzające (distributary channels), d – równia deltowa, rzeki (delta plain, rivers); 4 – cykle rzek meandrujących (zwykle stowarzyszone z deltami, występującymi na peryferiach basenu sedimentacyjnego serii. Objasnienia jak na ryc. 4, 1).

Fig. 5. Types and frequency of occurrence of sequences in the Skłoby series.

1 – reversed cycles of progradation of shallow coast into a deeper (nearshore): a – deeper offshore and open reservoir, b – deeper offshore and shoreface, c – foreshore, coast and beach, d – eolian beach (backshore); 2 – barrier and lagoon cycles: a – lagoon, b – barrier front, c – barrier proper, d – inlet deltas, inlet channels, washover fans, e – dunes developed on barrier; 3 – delta cycles: a – prodelta, b – delta front, c – distributary channels, d – delta plain, rivers; 4 – cycles of meandering rivers (usually accompanying deltas and developed at the periphery of sedimentary basin of a given series; explanations as given in Fig. 4. 1).

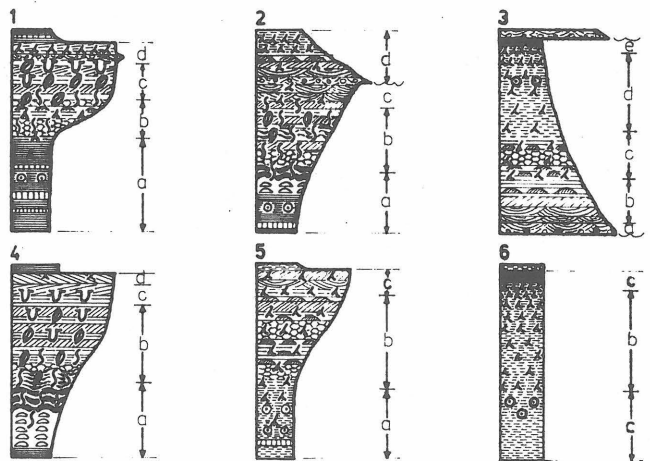
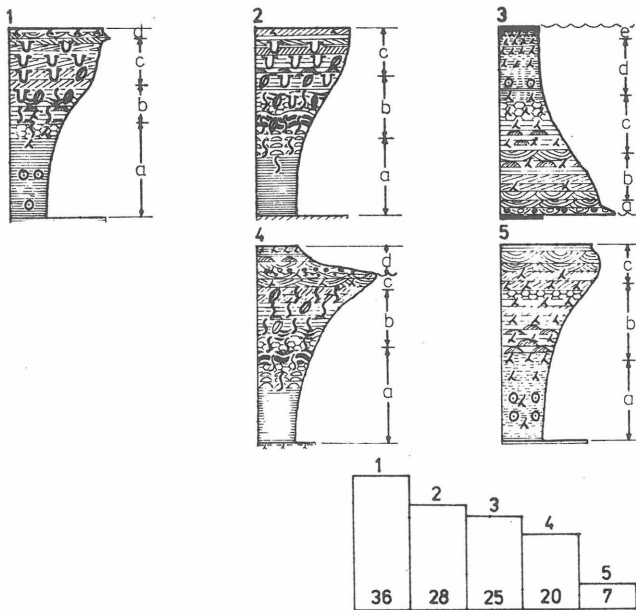


Fig. 6. Types and frequency of occurrence of sequences in the Przysucha series.

1 – barrier-lagoon cycles, 2 – delta cycles, 3 – cycles of meandering rivers, 4 – nearshore cycles, 5 – cycles of coastal ridges or crevasses, entering floodplain area, 6 – “symmetrical” limnic-swampy cycles.



Ryc. 7. Typy sekwencji w serii ostrowieckiej i częstotliwość ich występowania.

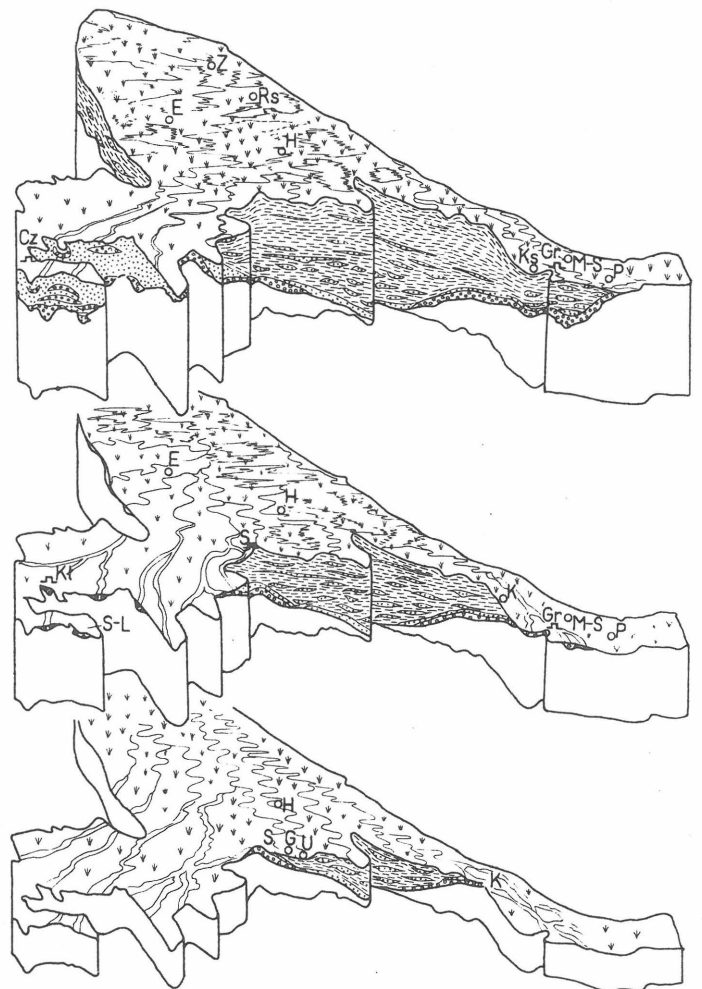
1 – cykle barierowo-lagunowe, 2 – cykle przybrzeżne, 3 – cykle rzek meandrujących, 4 – cykle deltowe, 5 – cykle wałów brzegowych lub gliców krewasowych wkraczających na obszar równi zalewowej rzeki meandrującej. Cykle 3 i 5 grupują się przeważnie w dolnym, lądowym kompleksie serii.

Fig. 7. Types and frequency of occurrence of sequences in the Ostrowiec series.

1 – barrier-lagoon cycles, 2 – nearshore cycles, 3 – cycles of meandering rivers, 4 – delta cycles, 5 – cycles of coastal ridges or crevasses entering floodplain area of meandering river. Cycles 3 and 5 are usually concentrated in lower, continental complex of this series.

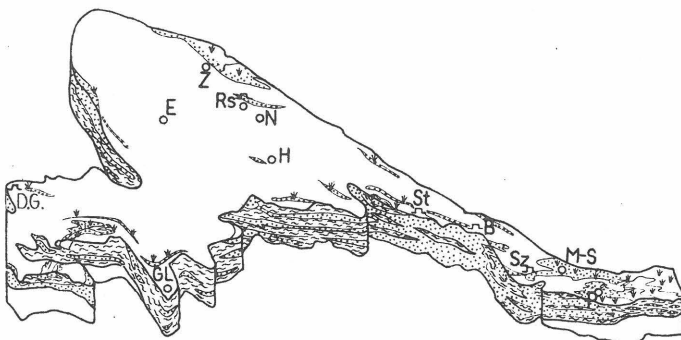
niem w niektórych miejscach delikatnej laminacji soczewkowej, zanikiem korzeni roślin, pojawieniem się skamieniałości śladowych i fauny brakicznej, zwiększeniem zawartości boru (ryc. 3). Mułowce o takich właśnie cechach stanowią niewielkiej miąższości pakiet osadów (ogniwo), pojawiający się na całym obszarze północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i stanowiący świetny horyzont litokorelacyjny. Sedymentacja całej serii skłobskiej przebiegała w środowiskach przybrzeżnych, rzadziej barierowo-lagunowych i deltowych (ryc. 3). Środowiska deltowe grupują się głównie na peryferiach basenu sedymentacyjnego (np. kamieniołom Podole, patrz okładka).

Przysuska seria rudonośna ma nieco inny charakter, dominują tu cykle lagun i barier, delt a także rzek (ryc. 6). Poziomy rudne tworzyły się w odciętych zatokach i lagunach o zabagnionych brzegach, natomiast poziomy międzyrudne są utworami barier, delt, rzek, a na zachodzie również utworami przybrzeżnymi. Z charakteru występujących w niej sekwencji widać, że seria przysuska ma względem serii skłobskiej charakter regresywny, nie należy więc w niej upatrywać najbardziej transgresywnej serii dolnego liasu świętokrzyskiego (4). Seria przysuska przypomina asocjacje węglonośną, natomiast seria skłobska w większości swoich profilów zbliża się raczej do asocjacji piaszczowców kwarcowych. Ostatni, najwyższy poziom rudny serii przysuskiej przykryty jest osadami lądowymi, głównie rzecznyymi, miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów.



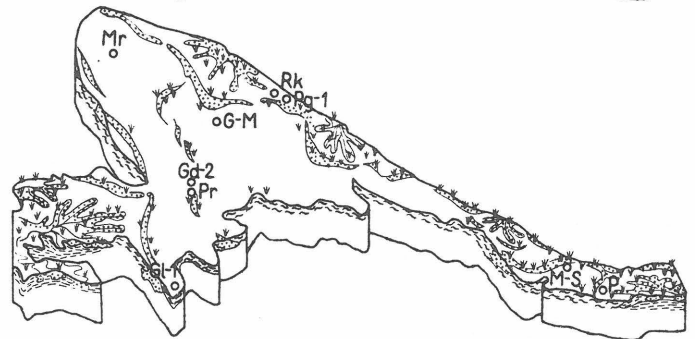
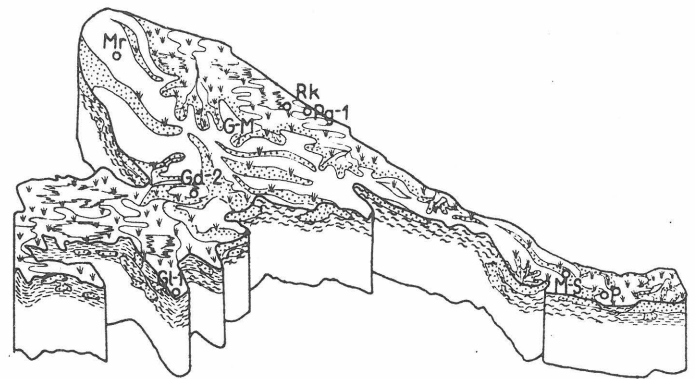
Ryc. 8. Rekonstrukcja basenu sedymentacyjnego serii zagajskiej i jego rozwój czasowy. Dolny blokdiagram przedstawia dolną część serii (rzeki roztokowe, w centrum basenu meandrujące), środkowy blokdiagram – obszar rzek roztokowych przesuwających się ku brzegom basenu, na większości badanego obszaru przeważa sedymentacja rzek meandrujących, w samym centrum basenu zaznacza się już sedymentacja limniczno-bagienna; górny blokdiagram – górna część serii – wskutek narastającej subsyduencji dominuje sedymentacja limniczno-bagienna, obszary rzeczne ograniczają się do peryferii basenu. Nazwy miejscowości z odsłonięciami i wierceniami (kółka): Cz – Czerwno, E – Eugeniów, G – Gostków, Gr – Gromadzice, H – Huta, K – Krynki, Kl – Koloniec, M-S – Milków-Szewna, P – Podole, Rs – Ruskowice, S – Soltyków, S-L – Szkucin-Lipa, U – Ubyszów, Z – Zawada. Wieś Zagaje położona jest w pobliżu Gromadzic.

Fig. 8. Reconstruction of sedimentary basin of the Zagaje series and its development. Lower blockdiagram shows lower parts of the series (braided rivers, meandering in central part of the basin), the middle – a shift of area occupied by braided rivers towards shores of the basin, predominance of sedimentation of meandering rivers in the studied area, and the onset of limnic-swampy sedimentation in the center of the basin, and the upper – upper part of the series – increasing subsidence leads to predominance of limnic-swampy sedimentation and river areas become limited to periphery of the basin. Names of towns where exposures or boreholes (circles) are situated: Cz – Czerwno, E – Eugeniów, G – Gostków, Gr – Gromadzice, H – Huta, K – Krynki, Kl – Koloniec, M-S – Milków-Szewna, P – Podole, Rs – Ruskowice, S – Soltyków, S-L – Szkucin-Lipa, U – Ubyszów, Z – Zawada; Zagaje village is situated near Gromadzice.



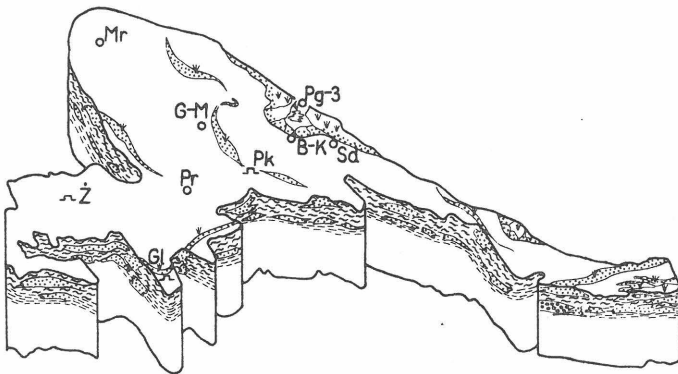
Ryc. 9. Rekonstrukcja basenu sedimentacyjnego serii skłobskiej. Widoczny rozległy zbiornik brakiczny, na peryferiach basenu delty, bariery i laguny. Obraz przedstawia dolną część serii. B – Brody Ilżeckie, Gl – Gliniany Las, N – Ninków, St – Starachowice, Sz – Szwarszowice, D.G. – Diabla Góra.

Fig. 9. Reconstruction of sedimentary basin of the Skłobsko series. Note a wide brackish reservoir, with deltas, barriers and lagoons at its periphery. Reconstruction for lower part of the series. B – Brody Ilżeckie, Gl – Gliniany Las, N – Ninków, St – Starachowice, Sz – Szwarszowice, D.G. – Diabla Góra.



Ryc. 10. Rekonstrukcja basenu sedimentacyjnego przysuskiej serii rudonośnej dla „poziomów rudnych” (dolny blokdiagram) i dla „poziomów międzyrudzkich” (górny blokdiagram). Gd – Głęboka Droga, G-M – Gajówka-Modrzew, Mr – Mroczków, Pg – Pogorszyn, Pr – Paruchy, Rk – Ryków.

Fig. 10. Reconstruction of sedimentary basin of „ore-bearing horizons” (lower blockdiagram) and „interore horizons” (upper blockdiagram) of the Ore-bearing Przysucha series. Gd – Głęboka Droga, G-M – Gajówka-Modrzew, Mr – Mroczków, Pg – Pogorszyn, Pr – Paruchy, Rk – Ryków.



Ryc. 11. Rekonstrukcja basenu sedimentacyjnego serii ostrowieckiej dla dolnej, lądowej części (dolny blokdiagram) i górnej, brakiczno-morskiej (górny blokdiagram). B-K – Broniów-Krawara, Bu – Budki, Pk – Piekło koło Nieklań, Sd – Szydłowiec, Sw – Szewna, Zp – Zapniów, Ż – Żarnów.

Fig. 11. Reconstruction of sedimentary basin of lower (lower blockdiagram) and upper, brackish-marine parts (upper blockdiagram) of the Ostrowiecka series. B-K – Broniów-Krawara, Bu – Budki, Pk – Piekło near Nieklań, Sd – Szydłowiec, Sw – Szewna, Zp – Zapniów, Ż – Żarnów.

Odzwierciedla to zakończenie długotrwałego trendu regresywnego trwającego w czasie sedimentacji serii przysuskiej; osady te, z racji przewagi piaskowców, zalicza się już do nadległej serii ostrowieckiej, chociaż stanowią one raczej zakończenie sedimentacji serii przysuskiej. Na te osady wkracza następna brakiczna transgresja, którą należy zgodnie z Karaszewskim (9) wiązać z dolnym syne-

murem, wykazującym w Europie Zachodniej i w Skanii charakter transgresywny (5). Typy cykli sedimentacyjnych przypominają tu serię skłobską, a zbiornik ten kontynuuje się w pliensbachu, gdzie dochodzi do nasilenia tendencji transgresywnych (5, 8, 11). Tak więc, dolny lias świętokrzyski nie ma przeważnie charakteru śródlądowego, jedynie najniższa seria zagajska, najniższa część serii ostrowieckiej i niektóre partie serii przysuskiej mają cechy utworów lądowych. Pozostałe serie są związane z dość rozległym zbiornikiem brakicznym bezpływowym, o dość intensywnych procesach falowania. Osady dolnego liasu świętokrzyskiego stoją na pograniczu asocjacji węglonośnej i rzadziej spotykanej tu asocjacji piaskowców kwarcowych. Najbardziej znaczące wydarzenie w sedimentacji liasu świętokrzyskiego, to dwie transgresje zbiornika brakicznego: jedna w hetangu, w spągu serii skłobskiej, druga – w dolnym synemurze. Obie te transgresje można paraliżować z ruchami eustatycznymi Oceanu Światowego w liasie (5, 6). Ruchy lokalne miały tu znaczenie modyfikujące, należy też przyjąć, że wspomniane transgresje dotyczyły do obszaru świętokrzyskiego z opóźnieniem.

W regionalnym obrazie facji nie stwierdzono ich stałego umiejscowienia, facje przybrzeżne i otwartego zbiornika przemieszczają się na całym badanym obszarze. Przy niewielkiej stosunkowo miąższości poszczególnych cykli sedimentacyjnych dowodzi to częstych zmian położenia i morfologii wybrzeży basenu. To wszystko sprawia, że sedimentacja dolnego liasu świętokrzyskiego jest ciekawym, modelowym przykładem sedimentacji utworów klastycznych asocjacji węglonośnej i piaskowców kwarcowych.

1. Allen J. R. L. — A review of the origin and characteristic of recent alluvial sediments. *Sedimentology*, 1976 no. 5.
2. Beerbower J. R. — Cyclothems and cyclic depositional mechanism in alluvial plain sedimentation. [In:] Symposium on cyclic sedimentation, Merriam D.F. (ed.), State Geol. Survey Kansas Bull. 1964 no. 169.
3. Collinson J. D. — Alluvial sediments. [In:] Sedimentary environments and facies, Reading H. G. (ed.), Blackwell Scientific Publ. 1978.
4. Dadlez R. — Zarys stratygrafii liasu w Polsce zachodniej i jego korelacji z liasem Polski środkowej. *Kwart. Geol.* 1964 nr 1.
5. Hallam A. — Liassic sedimentary cycles in western Europe and their relationship to changes in sea level. [In:] *Developments in Sedimentology*, 1964 no. 1, Elsevier, Amsterdam.
6. Hallam A. — An environmental study of the Upper Domerian and Lower Toarcian in Great Britain. *Phil. Trans. Royal. Soc. of London, Ser. B*, 1967 no. 778.
7. Harder H. — Beitrag zur Geochemie des Bors. *Nachrichten der Acad. der Wissenschaften in Göttingen. II. Mathematisch — Physikalische, Klasse 5 — 6*, 1961.
8. Karaszewski W. — Stratygrafia liasu w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pr. Inst. Geol.* 1962 t. 30 cz. 3.
9. Karaszewski W. — On the Hettangian — Sinemurian boundary in the Extra-Carpathian Poland. *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. Sc. Terre* 1974 vol. 22 nr 1.
10. Karaszewski W. — On the marine character of claystone deposition in the ore-bearing series (Upper Hettangian) of the Holy Cross Lower Jurassic. *Ibidem* 1975 vol. 23 nr 2.
11. Kopik J. — Mikropaleontologiczna charakterystyka liasu dolnego doggeru Polski. *Kwart. Geol.* 1960 nr 4.
12. Kraft J. C., John Ch. J. — Lateral and vertical facies relations of transgressive barrier. *A.A.P.G. Bull.* 1979, vol. 63(12).
13. Pieńkowski G. — Sedymentologia dolnego liasu północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Praca doktorska wykonana w Instytucie Geologii Podstawowej UW pod kierunkiem doc. dr hab. P. Roniewiczza, n. publ., Arch. Wyd. Geol. UW.
14. Pieńkowski G. — Lower Liassic trace fossils from the Holy Cross Mountains, Poland: their distribution and environmental significance. [In:] S.E.P.M. Special Publication „Biogenic structures”, H.A. Curran (ed.), 1983 in print.
15. Rhoads D. C., Young D. K. — The influence of deposit-feeding benthos on bottom sediment stability and community trophic structure. *Journ. Marine Res.* 1970 no 28.
16. Roep Th. B., Beets D. J., Dronkert H., Pagnier H. — A prograding coastal sequence of wave-built structures of Messinian age, Almeria, Spain. *Sedimentary Geology* 1979 no. 22.
17. Samsonowicz J. — Cechsztyń, trias i lias na północnym zboczu Łysogór. *Państw. Inst. Geol. Sprawozd.* V, 1 — 2, 1929.
18. Spears D. A. — Boron in some British Carboniferous sedimentary rocks. *Geochim. Acta*, 1965 no. 29.
19. Wright L. D. — River Deltas. [In:] *Coastal sedimentary environments*, Davis R. A. Jr. (ed.), Springer-Verlag, New York, 1978.

The paper presents results of complex sedimentological analysis of the Lower Lias at northern margin of the Holy Cross Mts, carried out on the basis of material from drillings and outcrops. Sedimentary paleoenvironments were interpreted with reference to analysis of cyclic character of sedimentation, based on detailed studies of lithological, sedimentological, mineralogical and geochemical features. There were identified cycles of continental environments (mainly those of meandering or, sometimes, braided rivers, with grain size decreasing upwards) and cycles of nearshore zones of brackish reservoir (reversed progradational coastal cycles, reversed barrier-lagoon cycles and similar deltaic ones).

Sedimentary modes for individual series were reconstructed taking into account frequency of occurrence of the cycles and results of measurements of transport directions and spatial analysis of the environments in outcrops. Trace fossils appeared highly useful in reconstructing sedimentary environments. Domichnia were found to be much more common in sediments of barriers and sandy coasts than in coarse-grained sediments of deltas. It is also worth to note that in comparison with fine-grained sediments of open reservoir, fine-grained lagoonal ones practically display Fodinichnia trace fossils only.

In the Holy Cross Mts, the Lower Lias is tripartite. Its lowermost, Zagaje series displays a succession of continental environments with steadily decreasing energy of river water. The Skłoby and Przysucha ore-bearing series represent a sequence beginning with rapid transgression in the Lias alpha 1 and ending with regressive sediments of basal part of the Ostrowiec series. The next transgression has taken place in the Lias alpha 3. In this region, the Lower Lias displays interfingering of the associations: coal-bearing (continental as well as deltaic and lagoon-barrier environments, mainly of the Zagaje and Przysucha series) and quartz sands (littoral environments of a closed brackish reservoir — mainly Skłoby and Ostrowiec series).

## РЕЗЮМЕ

Проведен комплексный седиментологический анализ нижнего лейаса северного окаймления Свентокшиских гор на основании материалов полученных из буровых скважин и карьеров. Основой для интерпретации седиментационных палеосред был анализ цикличности седиментации основан на подробном наблюдении литологических, седиментологических, минералогических и геохимических свойств. Выделены циклы континентальных сред (главным образом циклы с зерном уменьшающимся в верхнем течении меандрирующих рек, реке горных потоков), и циклы прибрежных зон бракического бассейна (обратные проградационные циклы, обратные барьернолагунные циклы и обратные дельтовые циклы). На основании частоты распространения разных циклов были разработаны седиментационные модели отдельных серий, дополненные направлениями транспорта и пространственным анализом сред в карьерах. Большое значение для определения седиментационных палеосред имеют следовые окаменелости; крупнозернистые осадки дельт содержат значительно меньше Domichnia чем осадки барьеров и песчаных побережий, а в мелкозернистых отложениях лагун находятся, в противоположность мелкозернистым осадкам открытого бассейна, практически только Fodinichnia.

Нижний свентокшиский лейас является делимым на