

REFERENCYJNY PROFIL OSADÓW NEOGENU POMORZA WSCHODNIEGO W ŁĘCZYCACH KOŁO LĘBORKA (PÓŁNOCNA POLSKA)

THE STANDARD SECTION OF NEOGENE DEPOSITS FROM EASTERN POMERANIA AT ŁĘCZYCE NEAR LĘBORK (NORTHERN POLAND)

REGINA KRAMARSKA¹, JACEK R. KASIŃSKI², GRZEGORZ CZAPOWSKI², MARCIN PIWOCKI², BARBARA SŁODKOWSKA²

Abstrakt. Celem przeprowadzonych prac było rozpoznanie i zbadanie profilu osadów paleogenu i neogenu, ze szczególnym uwzględnieniem młodszego neogenu, w miejscowości Łęczyce koło Lęborka, gdzie w odsłonięciu w skarpie pradoliny Redy-Łeby stwierdzono występowanie utworów neogeńskich. Posadowiony u podstawy odsłonięcia otwór wiertniczy Łęczyce-Tr osiągnął głębokość 110,0 m p.p.t. i został zatrzymany w utworach formacji mosińskiej dolnej z dolnego oligocenu. Próbkę pobrane z odsłonięcia i z rdzenia wiertniczego wykorzystano do badań laboratoryjnych składu ziarnowego (133 analizy), węglanowości osadów (122 analizy), składu minerałów ciężkich (41 próbek) i badań zespołów sporowo-pyłkowych i fitoplanktonu (39 próbek). W profilu otworu wiertniczego rozpoznano osady dolnego oligocenu i miocenu odpowiadające formacjom: mosińskiej dolnej, czempińskiej i mosińskiej górnej (dolny oligocen), gorzowskiej i krajeńskiej (dolny/ środkowy miocen) oraz adamowskiej (środkowy miocen). Stwierdzone w profilu odsłonięcia osady plioceńskie uznano za ekwiwalenty formacji poznańskiej i gozdnickiej. Przeprowadzono korelację stratygraficzną rozpoznanej sukcesji z profilami z obszarów sąsiadujących na terenie północno-wschodniej Polski oraz z Półwyspu Sambijskiego. Wyniki badań umożliwiły odtworzenie warunków sedymentacji osadów, prześledzenie następstwa zbiorowisk roślinnych i implikujących je zmian klimatu. Ze względu na zachowanie pełnego profilu osadów kenozoicznych i stwierdzenie występowania osadów plioceńskich (jedyne stanowisko w tym rejonie), profil z Łęczyc uznano za referencyjny dla Pomorza Wschodniego.

Słowa kluczowe: neogen, paleogen, litologia, stratygrafia, geneza, Pomorze Wschodnie.

Abstract. The reported study focused on a complex analysis of Paleogene–Neogene section located at Łęczyce near Lębork (Eastern Pomerania). The lower part of the section is represented by Lower Oligocene to Miocene deposits, drilled by the Łęczyce-Tr well to the depth of 110 m. Its upper part consists of the Late Neogene succession exposed in the slope of the Reda–Łeba palaeovalley just above the drill top. Both core and outcrop sections were sampled for analyses of grain size and composition (133 samples), carbonate content (122 samples), heavy mineral composition (41 samples), and spore-pollen and phytoplankton assemblages (39 samples). For the first time in the Eastern Pomerania, a succession of the standard Lower Oligocene to Pliocene formations has been identified in this section including the Oligocene to Miocene deposits represented by the Lower Mosina Fm., Czempin Fm., Upper Mosina Fm. (Lower Oligocene), Gorzów Fm. and Krajenka Fm. (Lower/ Middle Miocene) and Adamów Fm. (Middle Miocene). Outcrop of the Pliocene deposits (unique in the area), being an equivalent of the Poznań Fm., were described. All the distinguished units were correlated with corresponding sections from the north-eastern Poland and the Sambia Peninsula. The study results have enabled to reconstruct the sedimentary conditions and depositional environments, as well as the succession of floral communities that record the paleoclimatic changes. The Łęczyce section, comprising the Lower Oligocene to Pliocene deposits, is a representative section of the Paleogene–Neogene succession for the whole area of Eastern Pomerania.

Key words: Neogene, Paleogene, lithology, stratigraphy, origin, Eastern Pomerania.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5; 80-328 Gdańsk; e-mail: regina.kramarska@pgi.gov.pl.

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4; 00-975 Warszawa.

WSTĘP

Celem przeprowadzonych prac było rozpoznanie profilu osadów paleogenu i neogenu w rejonie miejscowości Łęczyce w powiecie wejherowskim na Pomorzu Gdańskim, ze szczególnym uwzględnieniem utworów neogenu (fig. 1 i 2). Przedmiotami badań były: szczegółowa charakterystyka litologiczna i biostratygraficzna oraz określenie środowiska i warunków powstawania osadów.

Bezpośrednią przesłanką do podjęcia badań było udokumentowanie występowania utworów neogenu w sztucznym odsłonięciu zlokalizowanym w zboczu wysoczyzny morenowej opadającym ku pradolinie Redy-Łeby. Prace kartograficzne prowadzono w celu sporządzenia arkusza Łęczyce (013) *Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000* (Zaleszkiewicz, 2000). Podstawą podjęcia

dalszych prac, dotyczących ustalenia pozycji geologicznej osadów oraz określenia zmian środowiskowych i klimatycznych, jakie zaszły na omawianym obszarze w neogenie, były wyniki ekspertyz palinologicznych (Słodkowska, 2000) i badań minerałów ciężkich (Kramarska, 2000). W tej części Niżu Polskiego nie stwierdzono dotychczas występowania osadów neogeńskich młodszych od środkowego miocenu, co było istotnym powodem podjęcia szczegółowych badań.

Na podstawie szczegółowych profili odsłonięcia w Łęczycach i otworu wiertniczego Łęczyce-Tr, wykonanego u podstawy tego odsłonięcia (Kramarska, Kasiński, 2008), opracowano standardowy profil przedczwartorzędowych osadów kenozoicznych w tym rejonie (Kramarska i in., 2003).

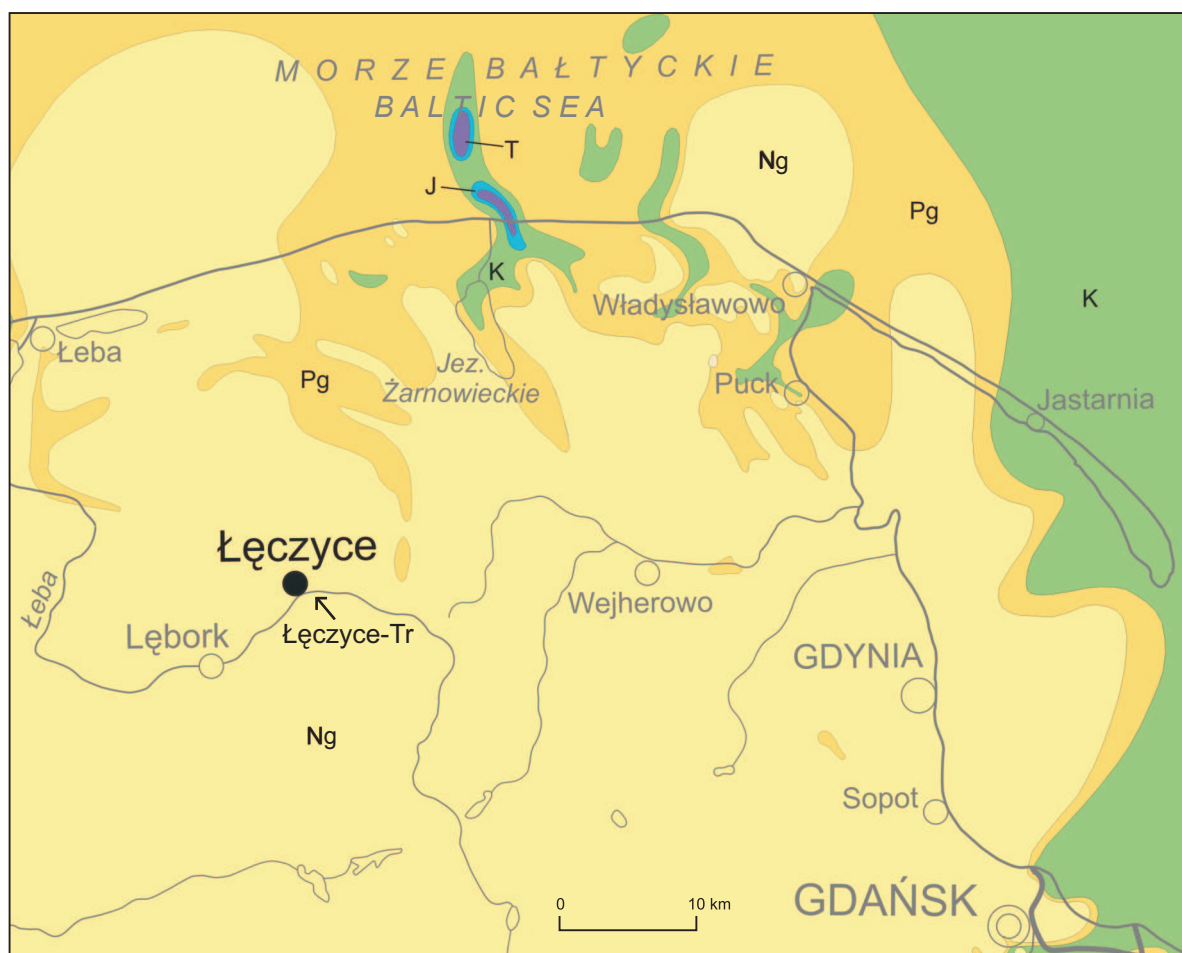


Fig. 1. Lokalizacja miejscowości Łęczyce, gdzie znajdują się otwór wiertniczy Łęczyce-Tr i odsłonięcie utworów neogenu, na tle budowy geologicznej osadów podczwartorzędowych (wg Kramarskiej, 2006)

T – trias, J – jura, K – kreda, Pg – paleogen, Ng – neogen

Location of the Łęczyce-Tr borehole and the Neogene outcrop at Łęczyce on the background of sub-Quaternary geological setting (after Kramarska, 2006)

T – Triassic, J – Jurassic, K – Cretaceous, Pg – Paleogene, Ng – Neogene

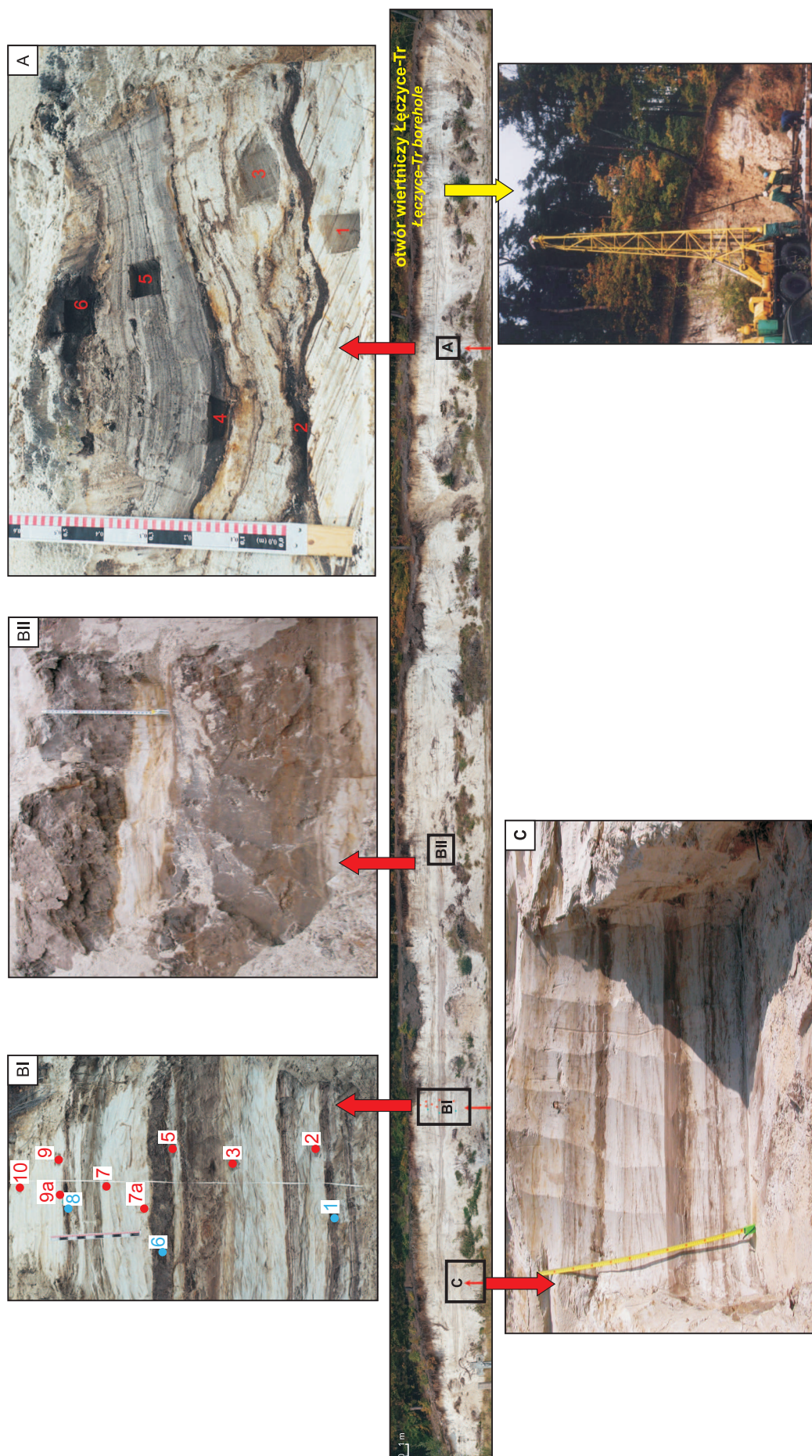


Fig. 2. Panorama odsłonięcia w Łęczycach (czerwonymi i niebieskimi punktami oznaczono miejsca pobrania próbek)

General view of the Łęczycze outcrop (sample collection points are marked by red and blue points)

ZARYS HISTORII BADAŃ UTWORÓW PALEOGENU I NEOGENU

Osady paleogenu i neogenu w północnej Polsce, w okolicach Lęborka i Łeby, były znane od dawna, szczególnie z naturalnych odsłoneń w klifach nadbałtyckich i we wcięciach erozyjnych dolin rzecznych. W klifie rozewskim koło Chłapowa odsłaniają się pokłady węgla brunatnego, które po 1859 r. były z przerwami eksploatowane w kopalni Braunkohlen-Bergwerk Drei Brüder należącej do braci Wulf z Gdańska (Jentzsch, 1897a; Sonntag, 1919). Wiele innych odsłoneń z tego terenu opisali u schyłku XIX i na początku XX w. Jentzsch (1897 a, b; 1913a; 1927), Sonntag (1919), Pietzsch (1925) i Keilhack (1927), a ostatnio Morawski (1999). Ważniejsze odsłoneńca utworów neogenu znajdują się w okolicy Jastrzębiej Góry, Chłapowa, Gdyni, Wejherowa i Lęborka.

Na Pomorzu Wschodnim w drugiej połowie XIX w. rozpoznano osady oligocenu i miocenu, a nieco później w południowej części tego obszaru wyróżniono osady pliocenu. Mioceński wiek brunatnowęglowych osadów z Chłapowa określili na podstawie badań szczątków kopalnej makroflory Heer (1869), co potwierdzili inni badacze (Passendorfer, Zabłocki, 1946; Grabowska, 1987).

Występujące na omawianym terenie laminowane osady ilasto-mułkowe, nazywane „iłami toruńskimi” (Jentzsch, 1897a), były pierwotnie uważane za paleoceńskie lub eoceńskie (Jentzsch, 1913a; Lewiński, Samsonowicz, 1918; Linstow, 1922; Polutoff, 1933). Dopiero Grabowska (1965) uznała je za oligoceńskie.

Podczas poszukiwań soli kamiennych i potasowych koło Pucka i na wyniesieniu Łeby szczegółowo rozpoznano litologię oraz stratygrafię morskich utworów środkowego i górnego eocenu. Utwory z pogranicza eocenu i oligocenu uzna-

no za bursztynonośne (m.in. Marzec, Woźny, 1972, 1987; Grabowska, 1974, 1987; Kosmowska-Ceranowicz, 1979; Kosmowska-Ceranowicz, Müller, 1985; Piwocki i in., 1985, 1987; Piwocki, Olkiewicz-Paprocka, 1987; Grabowska, Ważyńska, 1997).

Do osadów oligoceńskich zaliczano zielone piaski glaukonitowe, którym przypisywano wiek dolnooligoceni, identyfikując je z utworami latdorfu. Jednak obecnie na opisywanym obszarze wyróżnia się tylko osady dolnego oligocenu (obecnie – rupel) tworzące formacje: mosińską dolną, czempińską i mosińską górną (Ciuk, 1974; Domagała, Matl, 1975, 1977; Piwocki i in., 1985, 1987; Piwocki, Olkiewicz-Paprocka, 1987; Piwocki, 2001, 2004; Kramarska, 2002). Iły toruńskie, uznawane uprzednio za eoceńskie, na podstawie badań palinologicznych oraz obserwacji litologicznych zaliczono do rupelu jako osady środowiska brakicznego (m.in. Grabowska, 1965, 1974; Grabowska, Piwocki, 1975; Grabowska, Ważyńska, 1997). W jednym profilu otworu wiertniczego z okolic Gdańska stwierdzono występowanie piaszczystych osadów górnego oligocenu (Domagała, Matl, 1975).

Utwory neogenu opisano z klifów nadmorskich i odsłoneń w okolicach Lęborka oraz z licznych otworów wiertniczych (Rudowski, 1965; Odrzywolska-Bieńkowska, 1972, 1987; Morawski, 1999; Wagner, 2007). Podsumowanie stratygrafii utworów neogenu w regionie znajduje się w pracach Ciuka (1970), Grabowskiej (1976, 1987), Grabowskiej i Ważyńskiej (1997), Piwockiego i Ziemińskiej-Tworzydło (1995, 1997), Ważyńskiej (1998), Kramarskiej (2002) i Słodkowskiej (2004b), a informacje o litologii i sedymentologii utworów mioceńskich przedstawili Rudowski (1965), Osijuk (1970, 1979) i Wagner (2007).

ZAKRES I METODY BADAŃ

Prace i badania terenowe obejmowały wykonanie badawczego otworu wiertniczego Łęczyce-Tr oraz szczegółowe profilowanie i opis struktur sedymentacyjnych w odsłoneńcu w Łęczycach. Przeprowadzono analizę litologii utworów występujących w rdzeniu wiertniczym i odsłoneńcu i analizę ich struktur sedymentacyjnych, pobrano również próbki do badań specjalistycznych. Ponadto w odsłoneńcu pomierzono struktury kierunkowe i kierunki nachylenia warstwowania skośnego, osobno dla każdej kategorii struktur: osie rozmyć erozyjnych, odsypy, pręgi i zmarszczki.

Badania laboratoryjne próbek objęły: oznaczenie składu ziarnowego (140 próbek), badania mineralno-petrograficzne i przygotowanie próbek do analiz palinologicznych.

Uziarnienie określono metodą sitowo-laserową. Próbkę osadów mułkowo-ilastych poddawano analizie w laserowym mierniku cząstek ANALYSETTE 22 firmy Fritch po uprzednim usunięciu z próbki części organicznych za pomocą perhydrolu. Osad rozdzielano na frakcje co ½ φ. W analizie parametrów litologicznych stosowano podział osadów na

klasy ziarnowe według Wentwortha, a wskaźniki uziarnienia liczono na podstawie wzorów Folka i Warda (1957). Wykonano także 122 analizy węglanowości osadów aparatem Scheiblera (próbki o wadze 1g).

Badania mineralogiczno-petrograficzne objęły analizę minerałów ciężkich we frakcji 0,25–0,063 mm (41 próbek). Frakcję ciężką wydzielono w roztworze wodnym poliwołframianu sodu o gęstości 2,90 g/cm³. Skład jakościowy minerałów ciężkich określono w mikroskopie polaryzacyjnym Nikon OPTIPHOT2-POL (preparaty proszkowe zatopione w balsamie kanadyjskim). W każdym preparacie zliczano ziarna do uzyskania 300 ziaren przezroczystych. Zawartość procentową policzono oddzielnie dla wyróżnionych grup mineralnych i oddzielnie dla wybranych minerałów przezroczystych.

Przygotowując próbki do analiz palinologicznych wykonano macerację polegającą na usunięciu węglanów i związków humusowych przy użyciu HCl i KOH oraz części mineralnych z zastosowaniem separacji gęstościowej cieczą

ciężką przy użyciu wodnego roztworu jodku kadmu (CdJ_2) i jodku potasu (KJ) o gęstości $2,21 \text{ g/cm}^3$. Następnie materiał organiczny poddano acetolizie według zmodyfikowanej metody Erdtmanna (1954). Z otrzymanego residuum sporządzono glicerynowe preparaty mikroskopowe o wymiarach $20 \times 20 \text{ mm}$ do analiz pod mikroskopem biologicznym Aristoplan firmy Leica.

Analizowano cały zespół materii palinologicznej obecnej w preparatach mikroskopowych – palinomorfy (sporomorfy i fitoplankton) oraz palinoklasty (fitoklasty i szczątki nieorganiczne). Frekwencja sporomorf była zróżnicowana, a stan zachowania spor i ziaren pyłku był na ogół zadowalający. W przypadku kilku próbek z rdzenia wiertniczego z głębokości 1,20–7,10 m z powodu niskiej frekwencji (poniżej 50 okazów w preparacie) przeprowadzono analizę

jakościową. Spory i ziarna pyłku oznaczono, stosując systematykę sztuczną wiązaną, o ile to możliwe z botaniczną przynależnością taksonów (Stuchlik i in., 2001, 2002, 2009, 2014). W przypadku próbek z osłonięcia zastosowano naturalną systematykę sporomorf i użyto nazw współczesnych taksonów roślin. Fitoplankton oznaczano według systematyki sztucznej (Powell, 1992; Köthe, Piesker, 2007). Wśród materii palinologicznej występującej w profilu otworu wiertniczego odnotowano również obecność ziaren glaukonitu i pojedyncze organiczne wyściółki otwornic.

Badania palinologiczne objęły analizę pyłkową i fitoplanktonową. Łącznie oznaczono 105 taksonów spor i ziaren pyłku i 53 taksony fitoplanktonu z profilu otworu wiertniczego oraz odpowiednio 38 i 6 taksonów z odsłonięcia.

WYKSZTAŁCENIE UTWORÓW PALEOGENU I NEOGENU W ŁĘCZYCACH

Utwory neogeńskie w skarpie odsłonięcia mają prawie 8 m miąższości i są przykryte przez osady czwartorzędowe o miąższości 0,70 m. Rzędna górnej krawędzi skarpy wynosi 41,27 m n.p.m. Podnóże skarpy znajduje się na wysokości 32,61 m n.p.m. i jest równoznaczne z rzędną otworu wiertniczego Łęczyce-Tr, który zakończono w osadach dolnego oligocenu, na głębokości 110 m (rzędna 77,39 m p.p.m.). Utwory przewiercone otworem wiertniczym kontynuują się bezpośrednio w odsłonięciu w skarpie pradoliny Redy-Łeby (fig. 3 i 4, [apendyksy 1 i 2](#)).

Litologia

W profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr występuje sukcesja 270 warstw utworów ilastych, mułkowych i piaszczystych z domieszką uwęglonego detrytus roślinnego (fig. 3, [app. 2](#)). W odsłonięciu w Łęczycach wyróżniono 24 warstwy (fig. 4) zdominowane przez utwory piaszczyste z podrzędnie występującymi przewarstwieniami mułków i ilów (fig. 4, [app. 1](#)). Syntetyczny opis całej sukcesji stworzono w wyniku obserwacji poczynionych w czterech stanowiskach w odsłonięciu (A, BI, BII, C), przy czym stanowiska BI i BII potraktowano łącznie (fig. 4), ponieważ odsłania się w nich ten sam zespół warstw.

Struktury sedymentacyjne i deformacyjne

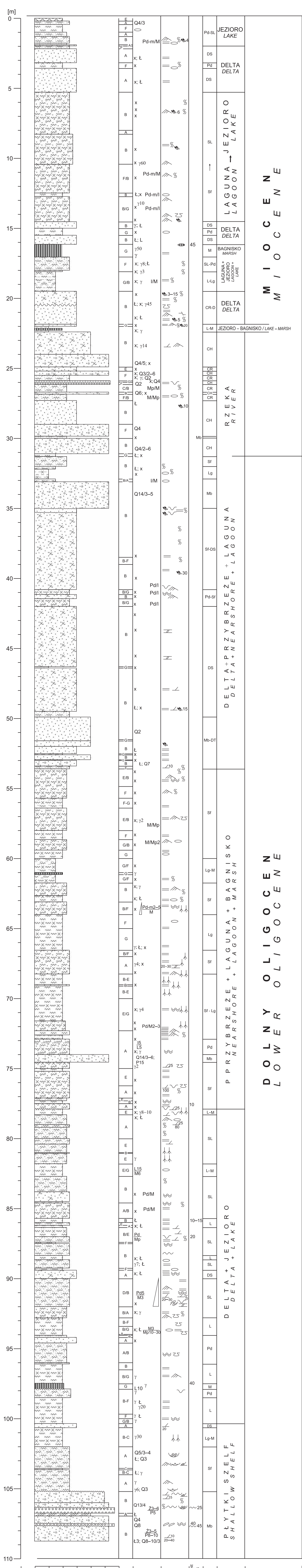
W profilu otworu wiertniczego i w odsłonięciu (fig. 5 i 6) stwierdzono liczne sedymentacyjne struktury akumulacyjne: zespoły warstwowań skośnych (fig. 6B i 6C) i skośnych tabularnych (fig. 5A i 5H), gdzieśgdzie z powierzchniami reaktywacyjnymi (fig. 5A i 5B), warstwowania soczewkowe (fig. 5C) i zmarszczkowe (nazywane też riplemarkowymi – fig. 5D, 6A, 6D i 6E), różne rodzaje laminacji (fig. 5E i 6A) oraz warstwowania żłobiste (nazywane też rynnowymi – fig. 5G). Zaobserwowano również rozmycia erozyjne (fig. 5H i 6A), deformacje mechaniczne: pograży (fig. 5E),

uskoki synsedymentacyjne (fig. 6A) i drobnoskalowe osuwiska (fig. 6B i 6C) oraz struktury biogeniczne: bioturbacje związane z działalnością organizmów mułozernych (fig. 5F, 6D, 6F i 6G) i rizokrecje (fig. 6E).

Na podstawie litologii osadu i struktur sedymentacyjnych wyróżniono poszczególne litofacje. W profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr wydzielono następujące litofacje (fig. 3, [tab. 1](#)): asocjacja facji rzecznych (koryto rzeczne z odsypami korytowymi, glif krewasowy, odsyp przyujściowy), asocjacja delty rzecznej (szczyt delty, skłon/ front delty, prodelta), asocjacja jeziorna (osady otwartej toni jeziora, przybrzeże jeziora), bagno/ torfowisko i asocjacja zbiornika brakicznego/ laguny (otwarta laguna/ zbiornik brakiczny i przybrzeże laguny/ zbiornika brakicznego). W profilu odsłonięcia w Łęczycach wyróżniono litofacje (fig. 4, [tab. 1](#)): koryto rzeczne z odsypami korytowymi, asocjacje delty rzecznej (szczyt delty z odsypami przyujściowymi i prodelta) oraz asocjacje zbiornika wodnego (przybrzeże i otwarty zbiornik wodny).

W profilu odsłonięcia wykonano pomiary orientacji struktur kierunkowych (fig. 4): osi rozmyć erozyjnych (cztery pomiary) i kierunków przemieszczenia struktur depozycyjnych (na podstawie ustaleń maksymalnego nachylenia warstwowań skośnych, reprezentujących różne przekroje poszczególnych struktur akumulacyjnych). Wyniki pomiarów pogrupowano w populacje odnoszące się do struktur typu pręg (zespoły skośne o wysokości 2–10 cm) i odsypów (zespoły skośne o wysokości powyżej 10 cm). Taka procedura pozwoliła na bardziej obiektywne określenie dominujących kierunków transportu materiału klastycznego, ponieważ mniejsze formy akumulacyjne mogą rejestrować podrzędne kierunki przepływu, podczas gdy większe rejestrują główne kierunki transportu materiału i rozbudowy form dna.

W profilu odsłonięcia wyróżniono dwa zespoły facji. W dolnym, obejmującym osady przybrzeża i toni jeziora oraz delty (fig. 4 – warstwy 1–17), pomierzono kierunki przebiegu jednego rozmycia erozyjnego, sześciu struktur typu pręg



- Litologia**
Lithology
- gleba soil
 - il clay
 - lignit lignite
 - mulek ilasty clayey silt
 - mulek silt
 - mulek z substancją węglistą i ksyłtami silt with coalified matter and xylithes
 - mulek piaszczysty sandy silt
 - mulek piaszczysty z substancją węglistą i ksyłtami sandy silt with coalified matter and xylithes
 - mulek piaszczysty ze żwirkiem sandy silt with gravel
 - piasek sand
 - piasek z substancją węglistą i ksyłtami sand with coalified matter and xylithes
 - piasek ze żwirkiem sand with gravel
 - piasek/piaskowiec ze żwirkiem, substancją węglistą i ksyłtami sand/sandstone with gravel, coalified matter and xylithes
 - żwir gravel
- Struktury sedimentacyjne i diagenetyczne**
Sedimentary and diagenetic structures
- warstwowanie zmarszczkowe ripple bedding
 - warstwowanie poziome horizontal bedding
 - warstwowanie przekątne niskokątowe (grubość zespołu skośnego w mm) low angle cross bedding (unit thickness in mm)
 - laminy skośnie wzbogacone w żwirkiem cross laminae with fine gravel
 - warstwowanie skośne (kąt nachylenia w stopniach, poniżej – grubość zespołu skośnego w mm) cross bedding (dip angle in grades, below – unit thickness in mm)
 - warstwowanie żłobiste trough bedding
 - warstwowanie konwolutowe convolute bedding
 - warstwowanie soczewkowe lenticular bedding
 - imbrykacja clast imbrication
 - rozmycie erozyjne ze żwirkiem erosion scour with fine gravel
 - rozmycie erozyjne erosion scour
 - powierzchnia erozyjna (kąt nachylenia w stopniach) erosional surface (dip angle in grades)
 - kontakt erozyjny warstw bed erosional surface
 - pograz load
 - osuwisko slump
 - bioturbacje bioturbation
 - klasty ilaste (wielkość w mm) clay clasts (size in mm)
 - klasty lignitu lignite clasts
 - uskok fault
 - ryzoidy rhizoids
 - uziarnienie frakcyjne normalne normal grading
- Symbole literowo-cyfrowe**
Letter-number symbols
- Z3-5 / P8-10 rytmil żwirku i piasku (grubość warstw w mm) gravel and sand rhythmites (bed thickness in mm)
 - Pd5 / M3 rytmil piasku drobnociąmowego i muleku (grubość warstw w mm) fine sand and silt rhythmites (bed thickness in mm)
 - Pd/I rytmil piasku drobnociąmowego i ilu fine sand and clay rhythmites
 - Pd-m/I rytmil piasku drobnociąmowego mulekowego i ilu silty fine sand and clay rhythmites
 - Pd-m2-5 / M rytmil piasku drobnociąmowego mulekowego i muleku (grubość warstw w mm) silty fine sand and silt rhythmites (bed thickness in mm)
 - M3 / Mp10-30 rytmil muleku i muleku piaszczystego (grubość warstw w mm) silt and sandy silt rhythmites (bed thickness in mm)
 - I/M rytmil ilu i muleku fine clay and silt rhythmites
 - L15 / M6 rytmil lignitu i muleku (grubość warstw w mm) lignite and silt rhythmites (bed thickness in mm)
 - I5 / L5 rytmil ilu i lignitu (grubość warstw w mm) clay and lignite rhythmites (bed thickness in mm)
- Ziarna mineralne**
Mineral grains
- x ksyłt xylithes
 - ł3 łuszczyki (wielkość ziaren w mm) micas (grain size in mm)
 - Q13/4 kwarc (wielkość ziaren od-do/przeciętna w mm) quartz (grain size from-to/average in mm)
 - γ7 glaukonit (wielkość ziaren w mm) glauconite (grain size in mm)
- Barwa skały**
Rock colour
- A jasnoszara light grey
 - B szara grey
 - C zielonkawa greenish
 - D żółtawa yellowish
 - E beżowa beige
 - F brunatna brownish
 - G czarna black
- Facja**
Facies
- CH koryto rzeczne z odsypami korytowymi river channel with channel bars
 - CR gład krawasowy crevasse
 - DS sklon dolny delta slope
 - DT szczyt delty delta top
 - L toń jeziora open lake
 - Lg laguna (zbiornik brackiczny) lagoon (brackish basin)
 - M bagnisko marsh
 - Mb odsyp przybrzeżowy mouth bar
 - Pd prodelta
 - SL przybrzeże jeziora lake nearshore
 - Sf morskie przybrzeże marine nearshore

Fig. 3. Profil sedimentologiczno-stratigraficzny osadów paleogenu i neogenu (otwór wiertniczy Łęczyce-Tr)
Sedimentological-stratigraphic profile of the Paleogene and Neogene deposits (Łęczyce-Tr borehole)

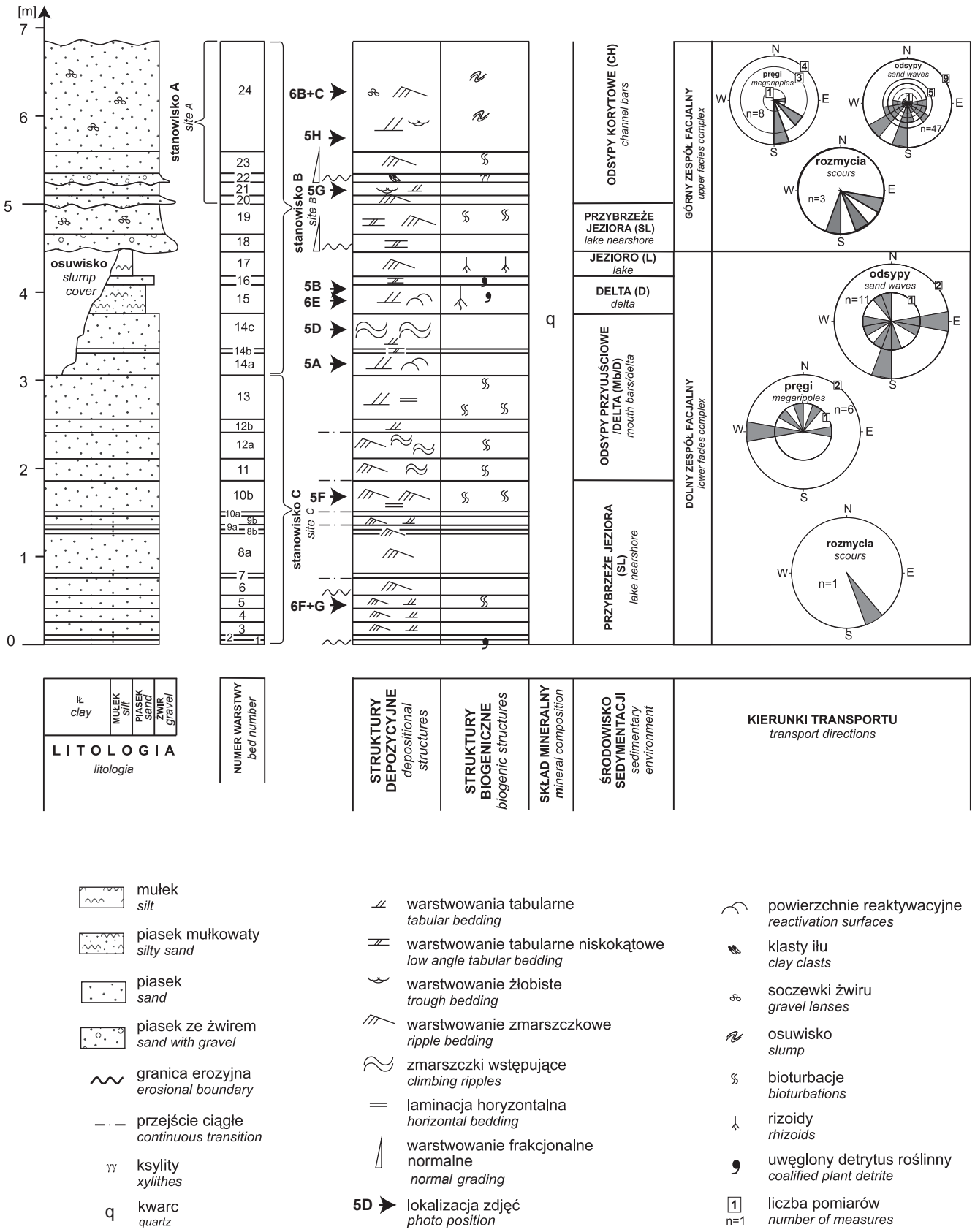


Fig. 4. Profil sedymentologiczny osadów neogenu w odsłonięciu w Łęczycach z cyklogramami orientacji struktur sedymentacyjnych i kierunków transportu

Sedimentological section of the Neogene sediments at the Łęczycze-Tr outcrop with cyclograms of orientation of sedimentary structures and transport directions

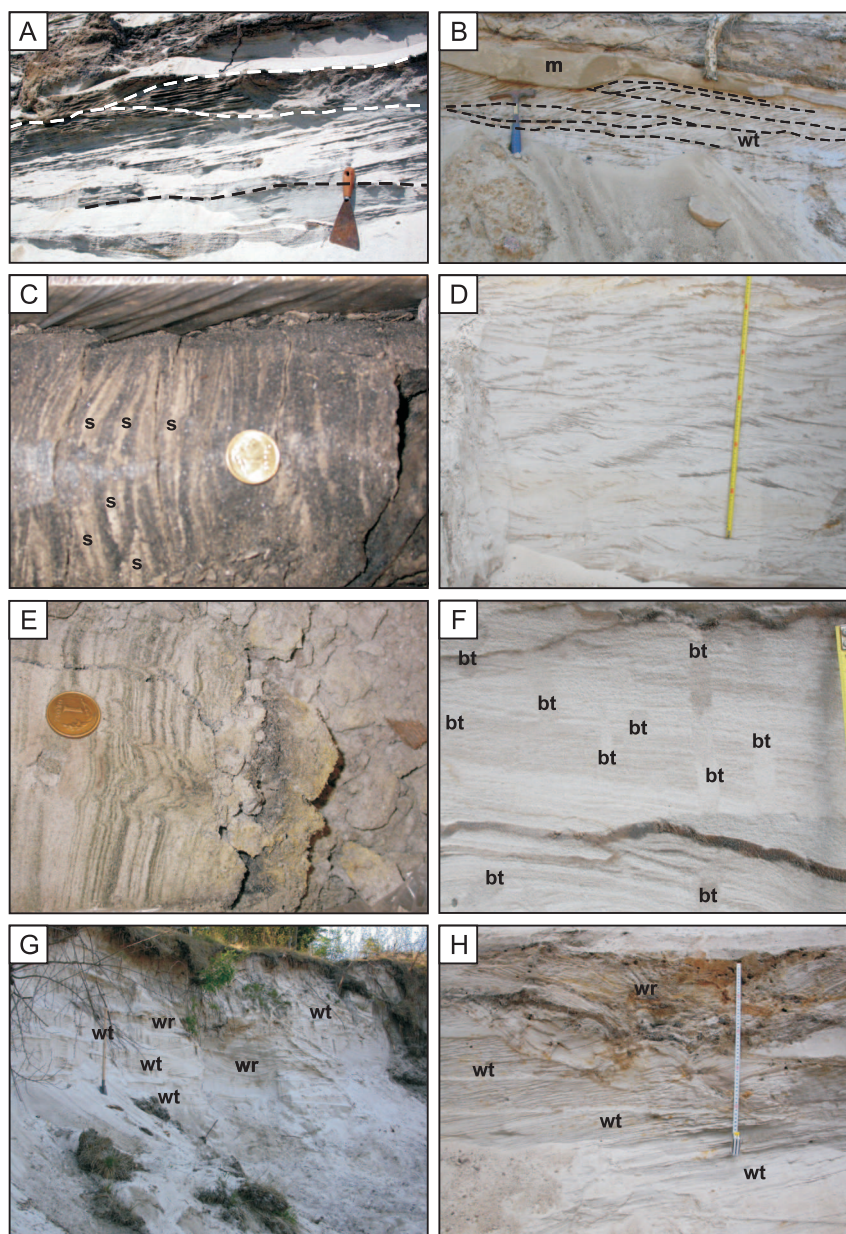


Fig. 5. Struktury sedymentacyjne i deformacyjne w osadach paleogenu i neogenu z rdzenia z otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i z odsłonięcia w Łęczycach

A. Zespoły warstwowań skośnych tabularnych z powierzchniami reaktywacyjnymi (linia przerywana) w piasku drobnoziarnistym (facja odsypów przyujściowych; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko B, część dolna). **B.** Zespoły warstwowane tabularnie (wt) z powierzchniami reaktywacyjnymi (linia przerywana) w piaskach drobno- i średnioziarnistych (facja deltowa), przykryte osadem mulkowym (m) (facja jeziorna; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko B, część dolna). **C.** Rytmity mulku węglistego i mulku piaszczystego z warstwowaniem soczewkowym (s) (utrwalone zmarszczki; facja toni jeziora; otwór Łęczyce-Tr, głęb. 96,5 m). **D.** Warstwowania zmarszczkowe – zmarszczki wstępujące (facja odsypów przyujściowych; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko C, część górna). **E.** Zaburzona laminacja równoległa horizontalna i pogrąży w piasku mulkowym (facja przybrzeża jeziora; otwór Łęczyce-Tr, głęb. 76,3 m). **F.** Laminacja horizontalna i bioturbacje (bt) powstałe w wyniku działania organizmów mulożernych (facja przybrzeża jeziora; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko C, część środkowa). **G.** Zespoły warstwowań skośnych tabularnych (wt) i warstwowania żłobiste (wr) (facja odsypów korytowych; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko B, część dolna). **H.** Zespoły warstwowań skośnych tabularnych (wt) i rozmycie erozyjne wypełnione piaskiem z okruchami iłu (ciemne klasty) i warstwowaniem żłobistym (wr) (facja odsypów korytowych; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko B, część górna)

Sedimentary and deformational structures in the Paleogene and Neogene sediments in the Łęczyce-Tr borehole and at the Łęczyce outcrop

A. Tabular cross-sets with reactivation surfaces (dashed lines) in fine sand (mouth bar facies; Łęczyce outcrop, site B, lower part). **B.** Tabular cross-sets (wt) with reactivation surfaces (dashed lines) in medium-fine sands (deltaic facies), covered with silts (m) (lake facies; Łęczyce outcrop, site B, lower part). **C.** Rhythmite of coaly silt and sandy silt with lenticular bedding (s) (abandoned ripples; lake basin facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 96.5 m). **D.** Climbing-ripple bedding (mouth bar facies; Łęczyce outcrop, site C, upper part). **E.** Disturbed horizontal lamination and loads in silty sand (nearshore lake facies; Łęczyce-Tr borehole, depth 76.3 m). **F.** Horizontal lamination and bioturbation (bt) produced by mud-eaters (nearshore lake facies; Łęczyce outcrop, site C, middle part). **G.** Tabular cross-sets (wt) and trough bedding (wr) (channel bar facies; Łęczyce outcrop, site B, lower part). **H.** Tabular cross-sets (wt) and erosional scour filled by sand with clay clasts (dark) and trough bedding (wr) (channel bar facies; Łęczyce outcrop, site B, upper part)

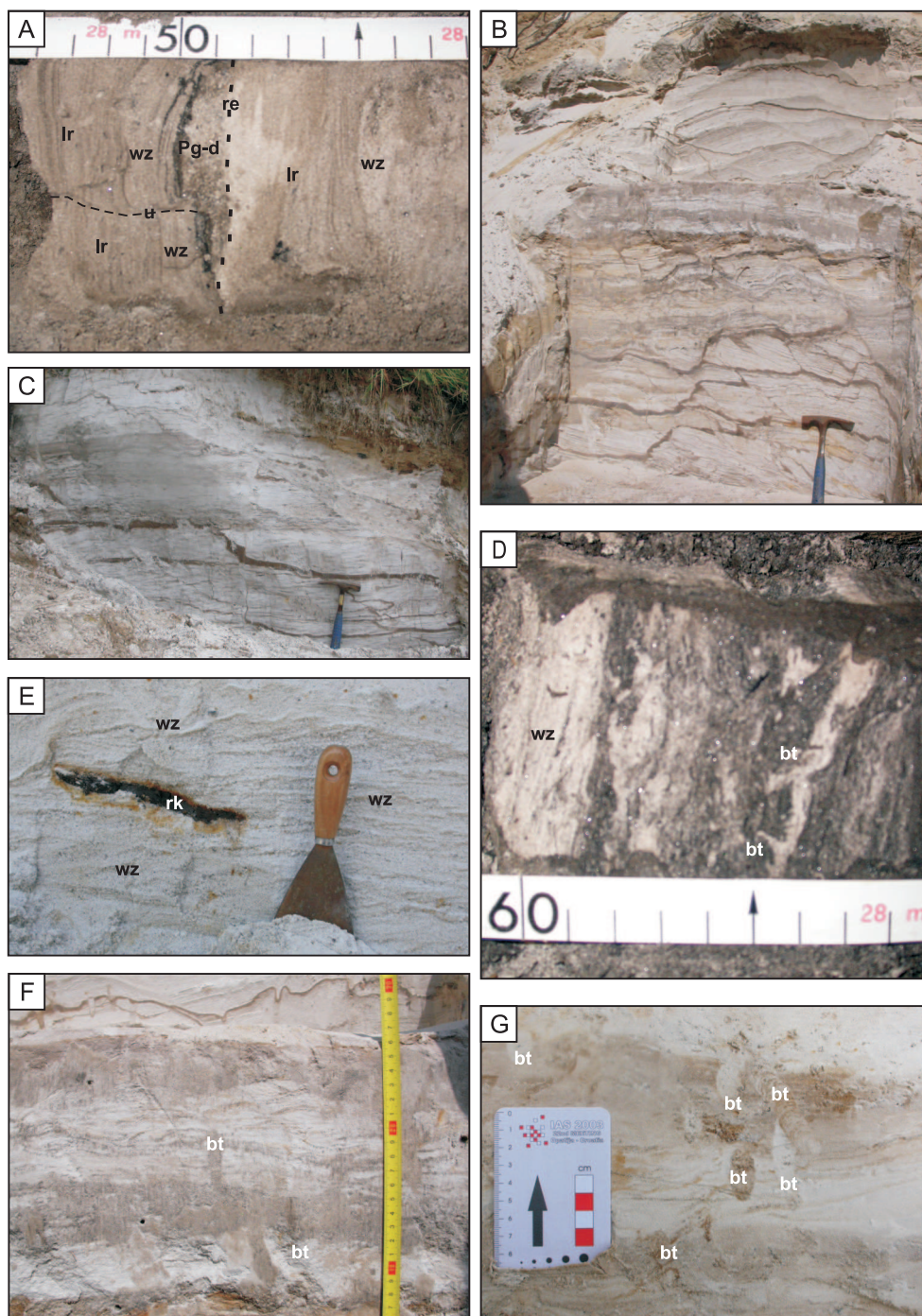


Fig. 6. Struktury sedymentacyjne i deformacyjne w osadach paleogenu i neogenu z rdzenia z otworu wiertniczego Łęczycze-Tr i z odsłonięcia w Łęczycach

A. Laminacja równoległa (lr), warstwowanie zmarszczkowe (wz), rozmycie erozyjne (re) w spągu warstwy piasku grubo-, drobnopziarnistego (Pg-d) i drobny uskok synsedymentacyjny (u) (facja glifu krewasowego; otwór Łęczycze-Tr, głęb. 20,05 m). **B.** Drobnoskalowe osuwiska w piaskach warstwowanych skośnie (ciemne – warstewki z humusem; facja odsypów korytowych; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko A, część górna). **C.** Powiększenie z fot. B. **D.** Warstwowanie zmarszczkowe (wz) i bioturbacje (bt) powstałe w wyniku działania organizmów mulożernych (facja lagunowa; otwór Łęczycze-Tr, głęb. 19,3 m). **E.** Warstwowanie zmarszczkowe (wz) i rizokrecje (rk) (facja deltowa; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko B, część dolna). **F, G.** Bioturbacje (bt) powstałe w wyniku działania organizmów mulożernych (facja przybrzeża jeziora; odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko C, część górna)

Sedimentary and deformational structures in the Paleogene and Neogene sediments in the Łęczycze-Tr borehole and at the Łęczycze outcrop

A. Parallel lamination (lr) and ripple bedding (wz), erosion scour (re) at the bottom of coarse-fine sand (Pg-d) layer and small synsedimentary fault (u) (crevasse facies; Łęczycze-Tr borehole, depth 20.05 m). **B.** Small-scale slumps in cross bedding sands (dark laminae with humic matter; channel bar facies; Łęczycze outcrop, site A, upper part). **C.** Enlarged part of photo B. **D.** Ripple bedding (wz) and bioturbations (bt) produced by mud-eaters (lagoonal facies; Łęczycze-Tr borehole, depth 19.3 m). **E.** Ripple bedding (wz) and rhizocretions (rk) (deltaic facies; Łęczycze outcrop, site B, lower part). **F, G.** Bioturbations (bt) produced by mud-eaters (lake nearshore facies; Łęczycze outcrop, site C, upper part)

Tabela 1

Cechy litofacji wyróżnionych w profilu utworów paleogenu i neogenu z otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i z odsłonięcia w Łęczycach

Features of lithofacies identified in the Paleogene and Neogene sediments in the Łęczyce-Tr borehole and at the Łęczyce outcrop section

Środowisko	Osad	Struktury sedymentacyjne
1	2	3
Koryto rzeczne z odsypami korytowymi	otwór wiertniczy: piasek kwarcowy grubo-, drobnoziarnisty do mułkowego, słabo lub źle wysortowany, często ze żwirkiem kwarcowym rozproszonym lub skupionym w spągu lamin skośnych; występują okruchy ilowców, piaskowców, węglanów o zmiennym obtoczeniu i słabym wysortowaniu oraz drobne blaszki muskowitu i okruchy łu węglistego odsłonięcie: piasek kwarcowy różnoziarnisty z przewagą gruboziarnistego i licznymi ziarnami żwirku i żwiru kwarcowego o rozmiarach do 10 mm, źle wysortowanego i źle lub słabo obtoczonego; oprócz żwiru kwarcowego występują też intraklasty mułowca brunatnego, piaskowca i ksylicy o rozmiarach do 40 mm	otwór wiertniczy: powierzchnie erozyjne, skupienia żwirku w formie bruku korytowego, zespoły skośne (nachylenie lamin 10–15°), warstwowanie zmarszczkowe, rytmy sedymentacyjne piaskowo-żwirkowe (miąższość warstwek do 1 cm), nieliczne bioturbacje odsłonięcie: zespoły skośne warstwowane niskokątowo, w spągu z reguły występuje powierzchnia erozyjna; wielkoskalowe zespoły skośne tabularne o miąższości 20–40 cm, wśród zespołów wielkoskalowych występują cienkie pakiety warstwowane zmarszczkowo, a także pakiety o warstwowaniu żłobistym
Glif krewasowy	otwór wiertniczy: mułek piaszczysty i piasek kwarcowy drobnoziarnisty mułkowy, nieliczny żwirek kwarcowy (wypełnia płytkie rozmycia), drobne blaszki muskowitu, fragmenty ksylicy i drobne uwęglone szczątki roślinne	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne, soczewkowe, zmarszczkowe, rytmy mułek piaszczysty/ mułek, liczne bioturbacje
Odsyp przyujściowy	otwór wiertniczy i odsłonięcie: litologia podobna jak w utworach korytowych, obecne ziarna glaukonitu i fitoplankton o cechach morskich, zwykle niższy udział rozproszonego detrytus roślinnego	otwór wiertniczy i odsłonięcie: zespoły struktur podobne jak w utworach korytowych
Szczyt delty	otwór wiertniczy: piasek kwarcowy średnio- i drobnoziarnisty, umiarkowanie wysortowany, pojedynczy drobny żwirek kwarcowy (średnica do 2 mm), drobne blaszki muskowitu, okruchy łu węglistego odsłonięcie: piasek kwarcowy drobnoziarnisty	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne odsłonięcie: duże zespoły skośne o charakterze struktur agradacyjnych, warstwowane niskokątowo; w stropie zespołów widoczne faliste powierzchnie reaktywacyjne; bardzo liczne warstwowania skośne, głównie zmarszczkowe (w tym pakiety zmarszczek wstępujących; osad zbioturbowany, bioturbacje związane z wyraźnymi poziomami, największe kanały żerowiskowe mają rozmiary 10 × 120 mm
Skłon/ front delty	otwór wiertniczy: piasek kwarcowy drobnoziarnisty, drobne blaszki muskowitu, drobne uwęglone szczątki roślinne, okruchy łu węglistego (średnica do 15 mm) i ksylicy	otwór wiertniczy: rozmycia erozyjne, warstwowanie horyzontalne, przekątne zespoły skośne, podrzędnie warstwowanie zmarszczkowe, bioturbacje
Prodelta	otwór wiertniczy: piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowy do mułku piaszczystego i mułku, drobne blaszki muskowitu, drobne uwęglone szczątki roślinne odsłonięcie: piasek kwarcowy drobnoziarnisty i bardzo drobnoziarnisty	otwór wiertniczy: warstwowanie zmarszczkowe i soczewkowe, rytmy piasek drobnoziarnisty/ ilowiec, bioturbacje odsłonięcie: duże zespoły skośne warstwowane niskokątowo (niemal horyzontalnie) o charakterze pręg; zespoły struktur są zwykle ścięte w stropie; występują także pakiety zmarszczek i pojedyncze zmarszczki o rozmiarach 1–2 cm; warstwowanie lokalnie podkreślone nagromadzeniami uwęglonego detrytus roślinnego barwy czarnej; miejscami drobne wtrącenia piasku węglistego, występują nieliczne poziomy z długimi pionowymi bioturbacjami (ślady ucieczki)
Otwarta toń jeziora	otwór wiertniczy: łu mułkowy i łu, drobne blaszki muskowitu, drobne uwęglone szczątki roślinne	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne, soczewkowe, pojedyncze zmarszczki, rytmy łu/ mułek

Tabela 1 cd.

1	2	3
Przybrzeże otwartego zbiornika wodnego	otwór wiertniczy: mułek piaszczysty do piasku kwarcowego drobnoziarnistego, drobne blaszki muskowitu, okruchy ilu węglatego, fragmenty ksylicy i drobne uwęglone szczątki roślinne odsłonięcie: piasek kwarcowy drobnoziarnisty, ziarna żwirku kwarcowego, żle i słabo obtoczone, miejscami skupione w formie soczewek; osad heterolityczny o charakterze rytmu, złożony z naprzemianległych warstewek piasku bardzo drobnoziarnistego, mułkowego i mułku (miąższość warstewek piasku 10–30 mm, mułku 5–10 mm); w warstewkach mułku rozproszony uwęglony detrytus roślinny; poziomy mułku brunatnego o charakterze gleby kopalnej	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne i soczewkowe, pojedyncze zmarszczki, zespoły skośne o nachyleniu ok. 20°, niekiedy rytmy piasek drobnoziarnisty/ mułek lub il, pograży, pojedyncze drobnoskalowe osuwiska, rozmycia erozyjne, liczne bioturbacje odsłonięcie: poziomy bioturbacji pionowych (norki) o głębokości do 30 mm, wypełnione żwirkiem kwarcowym (ziarna do 5 mm)
Bagno/ torfowisko	otwór wiertniczy: il/ il mułkowy, węgiel brunatny	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne, soczewkowe, liczne konwolucje i bioturbacje
Otwarta laguna/ zbiornik brakiczny	otwór wiertniczy: il do mułku i mułku piaszczystego, drobne blaszki muskowitu, drobne uwęglone szczątki roślinne	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne i soczewkowe, pojedyncze zmarszczki, niekiedy rytmy piasek drobnoziarnisty/ mułek (miąższość warstewek do 2–3 mm), deformacje kompakcyjne (konwolucje), liczne bioturbacje
Przybrzeże laguny/ zbiornika brakicznego	otwór wiertniczy: mułek piaszczysty, piasek mułkowy i piasek kwarcowy drobnoziarnisty, nieliczne żwirki kwarcowe (wypełnia płytkie rozmycia), drobne blaszki muskowitu, fragmenty ksylicy i drobne uwęglone szczątki roślinne, pojedyncze ziarna glaukonitu, morski fitoplankton i organiczne wyściółki otwornic	otwór wiertniczy: warstwowanie horyzontalne, żłobiste i zmarszczkowe, zespoły skośne (nachylenie lamin ok. 15°), rytmy piasek drobnoziarnisty/ mułek (miąższość warstewek do 5 mm), normalna gradacja uziarnienia, rozmycia erozyjne, deformacje kompakcyjne (konwolucje), pograży oraz liczne bioturbacje

i 11 form typu odsypów. Oś rozmycia jest zorientowana w kierunku NNW–SSE ze zwrotem ku południu, pręgi reprezentują szeroki wachlarz kierunków przemieszczenia osadu ku zachodowi (dwa pomiary), północnemu wschodowi i wschodowi. Na jeszcze większe zróżnicowanie kierunków przemieszczenia materiału wskazuje przebieg odsypów, przy czym zaznacza się niezbyt wyraźna dominacja kierunków transportu ku południu (cztery pomiary) i ku wschodowi (trzy pomiary).

W górnym zespole facjalnym w profilu odsłonięcia, obejmującym osady przybrzeża jeziora i osady rzeczne (fig. 4 – warstwy 18–24), w rzecznych utworach korytowych pomierzono kierunki przebiegu trzech rozmyć erozyjnych, ośmiu pręg i 47 odsypów. Orientacja osi rozmyć erozyjnych ma ogólnie przebieg NW–SE ze zwrotem ku południowemu wschodowi, zaś większość pręg wykazuje kierunek przemieszczania ku południu i południowemu zachodowi. Z kolei większość odsypów (18) rozbudowywała się ku południowemu zachodowi, pozostałe rejestrują szeroki wachlarz kierunków transportu od wschodu do zachodu, nigdy jednak w kierunku północnym.

Ogólnie można przyjąć, że podczas sedymentacji osadów neogeńskich z dolnego zespołu facjalnego w odsłonięciu w Łęczycach dominował transport materiału klastycznego z NNW, a w przypadku osadów z górnego zespołu facjalnego transport odbywał się prawie wyłącznie z północy.

Cechy petrograficzne

Na podstawie wyników analizy składu ziarnowego próbek osadów pobranych z rdzenia z otworu wiertniczego Łęczycy-Tr i z odsłonięcia w Łęczycach wydzielono 13 pakietów litologicznych zasadniczo różniących się wielkością uziarnienia i zawartością węgla wapnia (fig. 7 i 8; tab. 2 i 3).

Osady z niższej części profilu (pakiety 1–7 – numeracja pakietów zgodnie z fig. 7 i 8) są niemal bezwapniste, zawartość CaCO_3 nie przekracza 1%. Osady z wyższej części profilu zawierają nieco więcej CaCO_3 – maksymalnie do ok. 2,5%. Ta nieco wyższa wapnistość jest związana przeważnie z osadami o grubszej granulacji (fig. 7 i 8 – pakiet 8).

Pakiet 1 (próbki z głębokości 102,10–109,50 m) jest zbudowany z piasków różnoziarnistych. Ponad 60% ziaren występuje we frakcji 0,125–0,25 i 0,25–0,5 mm. Kilkanaście procent przypada na frakcję grubopiaszczystą (0,5–2,0 mm). Ziarna żwirowe o średnicy ponad 2 mm występują w ilości do 4%. Średnia średnica ziaren dochodzi do 2 ϕ , wysortowanie jest złe w spągu do umiarkowanego w stropie zespołu. W tym pakiecie, na głębokości 103,70–105,10 m, występuje przewarstwienie złożone z dobrze wysortowanych piasków drobno- i średnioziarnistych bez ziaren grubszych, z kilkunastoprocentowym udziałem frakcji ilasto-mułkowej (poniżej 0,063 mm).

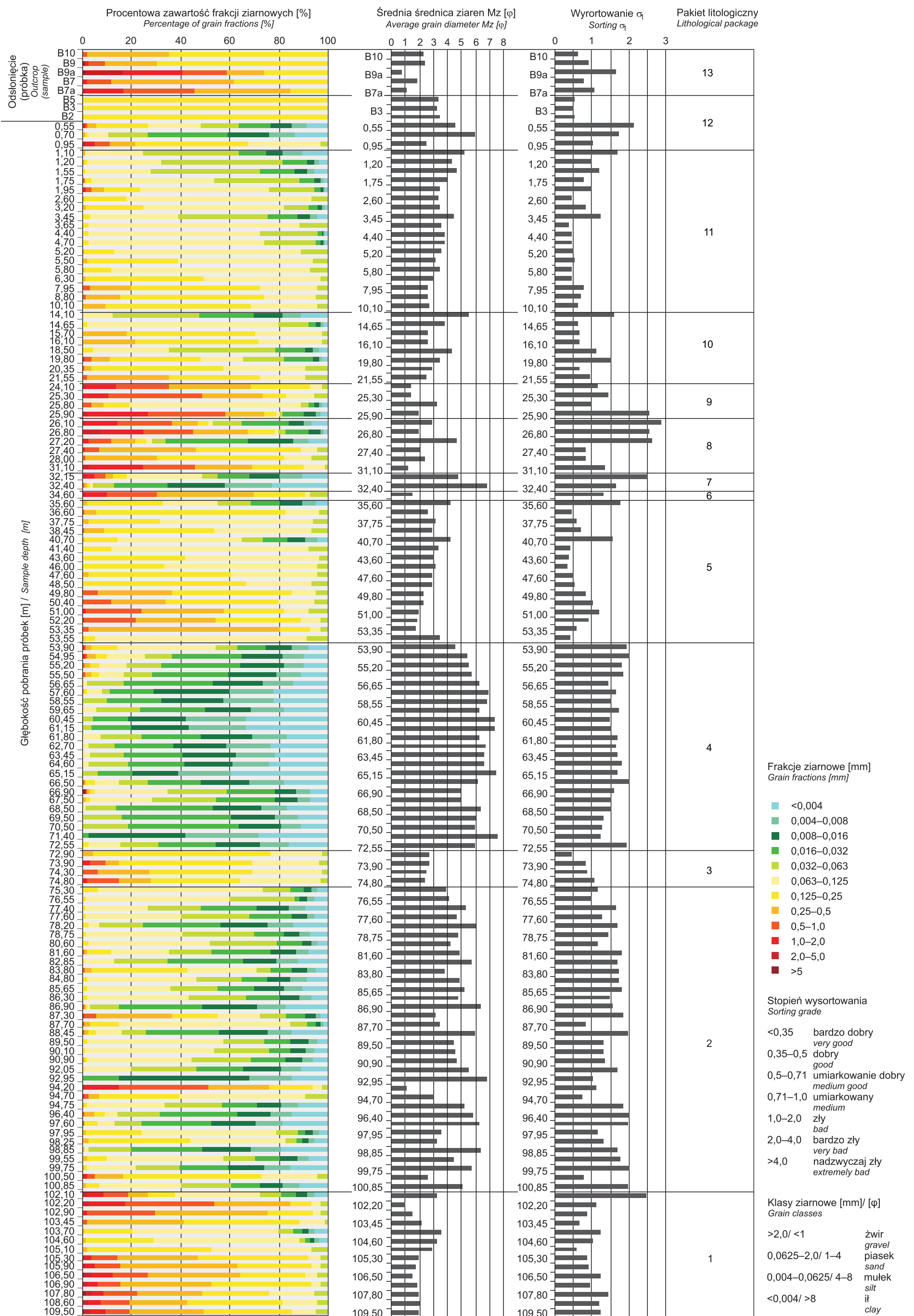
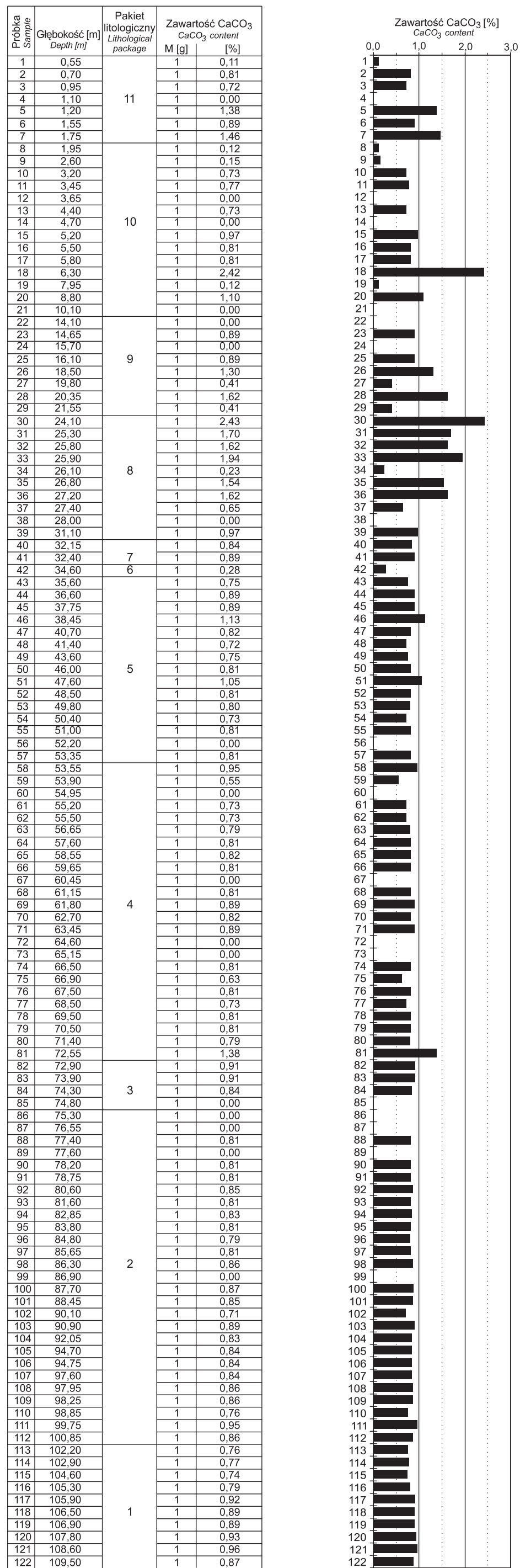


Fig. 7. Diagram uziarnienia osadów z profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr i odsłonięcia w Łęczycach

Diagram of sediment grain size in the Łęczycze-Tr borehole and the Łęczycze outcrop section



Analizy wykonała M. Borowicz

Fig. 8. Zawartość CaCO₃ w osadach z profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr

CaCO₃ content in sediments of the Łęczyce-Tr borehole

Tabela 2

Skład ziarnowy osadów klastycznych z profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr
 Grain-size composition of clastic sediments from the Łęczyce-Tr borehole section

Próbka	Głęb. [m]	Fracje ziarnowe [mm]												Wskaźniki uziarnienia wg Folka i Warda [φ]			
		>5	2,0–5,0	1,0–2,0	0,5–1,0	0,25–0,5	0,125–0,25	0,063–0,125	0,032–0,063	0,016–0,032	0,008–0,016	0,004–0,008	<0,004	Mz	σ ₁	Sk ₁	K _G
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,55		0,15	0,45	1,38	3,78	20,66	21,87	15,12	13,03	8,84	5,81	8,91	4,51	2,13	0,34	0,99
2	0,70			0,09	0,27	0,49	1,23	8,60	15,81	32,56	17,12	10,03	13,80	5,96	1,71	0,26	1,20
3	0,95		1,47	3,26	6,23	10,44	45,85	29,93	2,82					2,50	1,02	-0,30	1,46
4	1,10			0,01	0,08	0,70	0,00	24,09	38,43	11,24	7,02	7,65	10,78	5,22	1,69	0,64	1,08
5	1,20		0,04	0,08	0,10	0,19	1,40	30,35	49,57	9,54	3,03	1,77	3,93	4,37	0,97	0,43	2,05
6	1,55			0,00	0,00	0,00	0,65	27,13	44,72	13,76	5,02	3,29	5,43	4,62	1,21	0,53	1,63
7	1,75		0,03	0,12	0,12	0,04	3,16	50,48	34,12	6,38	2,19	1,24	2,12	4,00	0,78	0,31	1,67
8	1,95		0,18	0,96	2,87	4,71	14,63	52,81	18,31	2,55	1,20	0,75	1,03	3,43	0,99	-0,15	1,72
9	2,60			0,00	0,04	0,29	17,65	75,38	6,64					3,32	0,44	0,14	1,53
10	3,20			0,00	0,00	1,14	23,74	57,22	9,78	4,01	1,63	0,99	1,49	3,44	0,83	0,24	1,64
11	3,45			0,04	0,03	0,10	3,16	35,59	36,12	12,53	4,97	2,89	4,57	4,44	1,24	0,44	1,52
12	3,65			0,05	0,02	0,07	2,28	86,06	11,52					3,56	0,38	0,27	1,32
13	4,40			0,03	0,03	0,08	2,15	69,85	23,41	1,85	0,88	0,66	1,06	3,83	0,44	0,18	1,49
14	4,70			0,00	0,01	0,05	2,27	71,95	20,80	1,96	1,02	0,74	1,20	3,80	0,46	0,22	1,66
15	5,20			0,00	0,05	0,61	12,55	75,42	11,37					3,52	0,50	-0,09	1,40
16	5,50			0,04	0,13	1,43	37,15	55,35	5,90					3,16	0,55	0,02	1,04
17	5,80			0,01	0,06	0,47	11,24	81,00	7,22					3,45	0,45	0,03	1,39
18	6,30			0,03	0,06	1,35	48,20	46,99	3,37					2,98	0,45	-0,02	1,14
19	7,95			0,27	2,56	16,62	52,89	23,30	4,36					2,62	0,79	0,03	1,15
20	8,80			0,11	1,40	13,83	58,66	20,98	5,02					2,63	0,70	0,07	1,28
21	10,10			0,02	0,08	9,13	59,30	27,06	4,41					2,75	0,60	0,09	1,13
22	14,10			0,00	0,00	0,12	0,24	11,89	35,10	22,33	11,75	7,74	10,83	5,50	1,61	0,44	1,07
23	14,65			0,00	0,00	0,00	2,14	77,38	12,54	3,21	1,83	1,19	1,71	3,76	0,61	0,36	2,58
24	15,70			0,00	0,17	17,80	52,46	27,30	2,27					2,64	0,66	0,04	0,93
25	16,10			0,00	0,23	21,63	49,47	26,18	2,49					2,58	0,67	0,03	0,89
26	18,50			0,02	0,01	0,25	4,23	30,79	43,23	12,08	3,49	2,18	3,72	4,37	1,09	0,36	1,73
27	19,80			0,57	2,99	7,79	36,51	17,51	16,98	11,26	2,85	1,33	2,21	3,46	1,50	0,33	0,99
28	20,35			0,17	0,37	2,94	54,09	33,20	9,23					2,94	0,65	0,22	1,40
29	21,55		0,03	0,05	1,87	33,34	36,86	18,55	9,30					2,46	0,93	0,21	1,09
30	24,10		1,11	12,29	21,60	33,76	24,08	4,54	2,62					1,37	1,16	-0,05	0,96
31	25,30		0,38	10,21	37,95	24,71	9,56	11,44	5,75					1,44	1,44	0,42	1,16
32	25,80			0,30	3,14	4,99	10,94	69,58	3,22	2,46	1,59	1,30	2,48	3,25	0,98	0,10	4,95
33	25,90		2,04	24,46	31,28	16,33	4,97	1,38	1,04	8,91	4,86	1,66	3,07	1,94	2,55	0,62	1,42
34	26,10		0,67	13,80	22,03	10,39	4,30	1,89	12,02	18,75	6,37	2,83	6,95	2,94	2,88	0,22	0,77
35	26,80	0,51	7,17	17,14	20,54	22,20	10,78	1,57	3,10	9,11	4,93	1,23	1,72	1,96	2,55	0,39	1,18
36	27,20		0,18	2,47	9,15	9,52	4,37	2,73	5,47	33,52	18,58	6,08	7,93	4,62	2,62	-0,36	1,00
37	27,40			0,79	6,00	39,24	42,85	6,82	4,30					2,09	0,82	0,09	1,22
38	28,00			0,14	1,40	28,84	51,43	11,31	6,88					2,39	0,84	0,21	1,41
39	31,10		2,27	22,58	20,64	23,75	21,13	8,28	1,35					1,19	1,34	0,04	0,76
40	32,15	0,10	1,26	3,50	4,62	2,83	5,60	31,14	5,98	12,67	12,72	9,11	10,47	4,74	2,51	0,21	1,08
41	32,40			0,16	0,49	1,04	1,28	1,16	8,71	21,53	23,42	19,16	23,05	6,78	1,66	0,10	0,99

Tabela 2 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
42	34,60		1,52	8,10	20,51	39,55	21,15	1,54	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,30	0,11	1,46
43	35,60			0,00	0,00	1,87	31,04	21,83	13,59	12,19	9,27	5,09	5,12	4,25	1,79	0,44	0,87
44	36,60			0,05	0,35	5,09	76,96	14,03	3,52					2,64	0,46	0,11	1,29
45	37,75			0,01	0,07	2,46	29,00	61,98	6,48					3,14	0,58	0,03	1,73
46	38,45			0,08	0,29	8,02	45,37	39,37	6,87					2,87	0,70	0,00	1,42
47	40,70			0,04	0,03	0,65	13,51	50,56	8,47	9,98	7,78	4,38	4,60	4,20	1,57	0,68	1,09
48	41,40				0,12	0,17	11,64	80,22	7,85					3,32	0,43	0,28	2,31
49	43,60			0,02	0,07	0,19	41,46	54,25	4,01					3,04	0,38	0,01	1,29
50	46,00				0,02	0,07	33,47	62,31	4,13					3,09	0,35	0,02	1,40
51	47,60				0,02	2,36	58,09	35,39	4,14					2,88	0,48	0,08	1,17
52	48,50				0,00	0,26	66,69	26,56	6,49					2,91	0,52	0,36	1,86
53	49,80		0,03	0,24	5,94	30,13	48,98	9,96	4,72					2,22	0,83	0,03	1,22
54	50,40		0,08	0,30	11,44	22,03	45,79	15,09	5,27					2,24	1,02	-0,03	1,21
55	51,00		0,16	1,17	22,60	33,32	25,07	9,70	7,98					1,90	1,20	0,23	1,05
56	52,20		0,04	0,44	20,93	33,00	34,75	7,74	3,10					1,85	0,92	0,02	0,88
57	53,35			0,05	2,33	78,06	11,95	4,39	3,22					1,76	0,57	0,35	1,96
58	53,55			0,02	0,11	0,45	4,11	86,36	8,95					3,45	0,40	0,40	1,57
59	53,90		0,24	0,19	0,70	2,33	10,47	40,55	8,25	12,09	10,11	6,86	8,21	4,56	1,93	0,58	0,93
60	54,95	0,11	0,24	0,49	1,32	3,27	4,69	15,03	11,26	28,36	16,95	8,26	10,02	5,39	2,02	-0,05	1,15
61	55,20		0,03	0,18	0,50	2,25	3,86	11,27	13,91	32,32	17,54	8,40	9,74	5,54	1,80	0,03	1,39
62	55,50		0,09	0,18	0,61	2,68	3,08	9,88	12,05	30,98	19,77	9,60	11,08	5,69	1,86	0,01	1,40
63	56,65				0,01	0,13	0,20	1,57	14,96	35,94	20,51	12,25	14,43	6,25	1,44	0,37	1,04
64	57,60			0,07	0,13	0,47	1,17	5,91	3,51	17,90	30,66	18,19	21,99	6,87	1,63	0,12	1,25
65	58,55					0,00	0,00	0,27	9,32	22,37	25,16	20,40	22,48	6,83	1,51	0,14	0,94
66	59,65					0,04	0,09	5,34	17,71	26,76	18,87	13,28	17,91	6,29	1,71	0,25	0,96
67	60,45								4,07	14,56	23,09	24,68	33,60	7,37	1,48	0,05	0,94
68	61,15								3,67	15,78	23,65	23,60	33,30	7,36	1,51	0,09	0,92
69	61,80			0,04	0,03	0,04	0,09	7,19	16,68	24,24	20,75	14,37	16,57	6,24	1,70	0,17	0,96
70	62,70			0,06	0,08	0,08	0,12	2,03	10,67	23,89	21,47	17,93	23,67	6,76	1,64	0,16	0,90
71	63,45			0,02	0,01	0,07	0,15	2,93	13,63	23,67	21,78	16,42	21,32	6,59	1,68	0,17	0,93
72	64,60			0,05	0,04	0,12	0,15	2,39	16,00	22,57	19,52	15,27	23,89	6,63	1,79	0,19	0,88
73	65,15							0,02	6,41	13,71	18,61	21,51	39,74	7,51	1,70	0,00	0,91
74	66,50			0,08	0,32	1,10	3,68	9,72	11,80	21,46	19,62	14,20	18,02	6,12	2,00	0,03	1,03
75	66,90	1,01	0,17	0,16	0,35	1,13	2,33	29,14	24,19	19,80	8,63	5,38	7,71	4,93	1,60	0,42	1,20
76	67,50			0,00	0,03	0,52	2,53	25,51	25,91	23,96	9,44	4,98	7,12	5,01	1,50	0,32	1,16
77	68,50			0,04	0,03	0,06	0,06	1,15	12,31	39,33	19,57	10,87	16,58	6,35	1,51	0,45	1,08
78	69,50								15,95	44,68	17,77	9,44	12,16	6,08	1,32	0,50	1,20
79	70,50								18,70	44,65	17,25	8,39	11,01	5,98	1,28	0,50	1,29
80	71,40									2,71	39,44	29,17	28,68	7,54	1,23	0,42	1,04
81	72,55			0,06	0,04	0,14	2,20	13,00	15,40	23,18	17,99	11,82	16,17	5,96	1,94	0,14	1,01
82	72,90			0,02	0,16	4,09	71,98	21,22	2,53					2,72	0,44	0,07	1,12
83	73,90		0,20	2,84	6,06	5,77	54,12	27,39	3,62					2,68	0,84	-0,16	1,60
84	74,30		0,00	0,19	6,23	20,55	42,13	28,20	2,70					2,46	0,85	-0,16	0,99
85	74,80		0,12	1,72	13,26	12,46	36,70	32,53	3,21					2,35	1,08	-0,33	1,03
86	75,30					0,28	5,97	67,13	11,08	5,45	3,51	2,50	4,08	3,90	1,13	0,60	2,55
87	76,55			0,03	0,03	0,12	0,92	59,08	26,35	1,80	2,72	3,54	5,41	4,06	1,00	0,59	3,22
88	77,40					0,08	1,13	25,45	21,35	23,04	13,13	6,73	9,09	5,28	1,63	0,29	0,98

Tabela 2 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
89	77,60		0,04	0,02	0,03	0,07	0,81	38,91	27,96	17,44	5,96	3,48	5,28	4,61	1,27	0,56	1,28
90	78,20		0,01	0,02	0,03	0,22	2,07	4,36	18,07	31,28	19,05	10,40	14,49	6,09	1,67	0,26	1,19
91	78,75				0,02	0,14	0,77	39,94	28,85	12,31	6,14	4,45	7,38	4,73	1,43	0,66	1,36
92	80,60						2,31	49,32	27,33	10,33	4,20	2,41	4,10	4,26	1,17	0,54	1,62
93	81,60			0,14	0,30	1,29	9,82	23,71	17,25	24,27	10,28	5,04	7,90	4,88	1,81	0,12	1,02
94	82,85			0,02	0,01	0,04	0,41	12,46	21,46	30,76	14,08	8,52	12,24	5,72	1,68	0,30	1,14
95	83,80		0,06	0,13	0,27	3,40	38,43	28,73	5,77	8,65	5,88	3,58	5,10	3,82	1,74	0,62	1,22
96	84,80						2,15	44,07	18,50	10,49	9,60	6,30	8,89	4,84	1,72	0,63	1,00
97	85,65						1,69	34,07	19,31	14,58	12,66	7,28	10,41	5,15	1,79	0,45	0,92
98	86,30			0,04	0,03	0,10	1,55	41,39	23,25	13,89	7,98	4,73	7,04	4,74	1,49	0,61	1,18
99	86,90		0,04	0,06	0,39	1,01	0,24	1,52	11,44	33,94	22,24	11,74	17,38	6,41	1,57	0,36	1,09
100	87,30		0,05	0,57	5,03	30,84	18,21	17,71	10,07	8,48	3,85	2,09	3,10	3,12	1,85	0,36	1,03
101	87,70			0,09	0,35	2,71	11,40	69,72	6,86	3,69	1,92	1,33	1,93	3,48	0,82	0,28	2,44
102	88,45		0,05	0,14	0,57	1,59	3,27	10,24	9,81	29,80	19,81	9,74	14,98	5,91	1,98	0,08	1,34
103	89,50			0,00	0,00	0,00	1,59	55,51	16,83	10,80	7,46	3,36	4,45	4,44	1,31	0,67	1,26
104	90,10			0,02	0,01	0,05	0,57	52,81	22,66	8,57	5,86	3,62	5,83	4,51	1,31	0,75	1,91
105	90,90			0,09	0,16	0,66	0,97	42,73	24,19	14,04	6,87	4,03	6,26	4,64	1,38	0,66	1,28
106	92,05					0,10	0,33	19,37	26,46	18,99	15,52	8,04	11,19	5,50	1,70	0,33	0,96
107	92,95									14,98	52,67	17,68	14,67	6,84	1,03	0,45	1,41
108	94,20		0,90	14,09	35,94	25,24	17,81	3,73	2,29					1,12	1,12	0,19	0,92
109	94,70		0,06	0,46	1,77	4,58	32,44	51,57	9,12					3,06	0,74	-0,07	1,58
110	94,75			0,09	0,12	0,29	1,29	31,54	23,25	14,63	9,37	6,92	12,50	5,22	1,83	0,62	0,97
111	96,40			0,11	0,78	3,93	4,21	5,35	17,40	31,09	13,43	9,09	14,61	5,85	2,03	0,18	1,44
112	97,60					0,35	5,96	6,95	10,61	28,82	17,96	10,90	18,45	6,24	1,98	0,20	1,23
113	97,95					1,37	22,75	55,01	8,25	3,38	2,92	2,43	3,89	3,53	1,17	0,40	2,41
114	98,25					2,43	41,26	39,19	4,09	2,75	2,54	2,44	5,30	3,28	1,31	0,50	2,64
115	98,85				0,01	0,14	0,34	2,26	16,70	29,20	19,57	12,43	19,35	6,42	1,70	0,33	0,98
116	99,55			0,06	0,24	1,64	8,09	47,23	12,99	10,24	6,87	4,66	7,98	4,47	1,77	0,59	1,19
117	99,75			0,08	0,09	0,20	1,70	19,54	18,20	19,27	15,22	10,03	15,67	5,76	2,00	0,21	0,90
118	100,50		0,33	1,62	3,00	11,43	56,65	22,41	4,56					2,62	0,77	-0,04	1,41
119	100,85			0,08	0,17	0,80	6,04	33,00	20,38	11,99	8,77	6,85	11,92	5,04	1,99	0,49	1,01
120	102,10		1,95	6,50	10,00	8,05	11,15	34,52	8,77	6,00	4,35	3,17	5,54	3,20	2,47	0,03	1,47
121	102,20	0,13	2,07	14,88	36,91	30,30	8,66	4,24	2,81					0,95	1,10	0,14	1,18
122	102,90		0,15	1,60	28,11	45,51	18,26	3,51	2,86					1,50	0,86	0,17	1,11
123	103,45		0,10	0,08	1,69	39,53	46,61	10,58	1,41					2,20	0,65	0,13	1,01
124	103,70					0,85	19,69	58,97	6,51	3,47	2,78	2,41	5,32	3,57	1,24	0,52	2,90
125	104,60					1,43	27,72	58,86	2,78	1,92	1,82	1,63	3,84	3,24	1,02	0,37	3,74
126	105,10		0,05	0,02	0,06	1,92	50,69	40,47	6,79					2,96	0,58	0,15	1,55
127	105,30	0,09	0,65	2,86	10,40	32,96	45,15	5,02	2,87					1,95	0,88	-0,18	1,17
128	105,90	0,23	1,10	3,42	10,52	48,00	30,05	3,37	3,31					1,78	0,88	0,01	1,31
129	106,50	0,52	3,41	8,17	14,15	38,19	26,44	5,09	4,03					1,54	1,24	-0,12	1,29
130	106,90	0,12	1,96	3,82	9,48	37,02	40,52	4,10	2,98					1,88	0,93	-0,17	1,27
131	107,80	1,29	2,37	4,87	13,49	26,45	27,53	18,63	5,37					1,96	1,42	-0,08	1,15
132	108,60	0,11	2,12	4,99	11,67	23,80	38,70	14,58	4,03					2,02	1,19	-0,21	1,12
133	109,50	0,52	2,71	6,05	9,91	30,29	35,71	9,86	4,95					1,90	1,25	-0,15	1,32

Mz – średnia średnica, σ_1 – odchylenie standardowe (miara wysortowania), Sk_1 – skośność, K_G – spłaszczenie

Mz – mean size, σ_1 – standard deviation (measure of sorting), Sk_1 – skewness, K_G – kurtosis

Tabela 3

Skład ziarnowy osadów klastycznych z odsłonięcia w Łęczycach (stanowisko B)

Grain-size composition of clastic sediments from the Łęczyce outcrop (site B)

Lp.	Próbka	Fracje ziarnowe [mm]								Wskaźniki uziarnienia wg Folkla i Warda [ϕ]			
		<0,05	0,05–0,10	0,10–0,25	0,25–0,5	0,5–1	1–2	2–5	5–10	Mz	σ_1	Sk ₁	K _G
1	B2	5,49	52,50	41,72	0,19	0,10				3,44	0,54	0,04	1,00
2	B3	2,45	31,10	66,20	0,25					3,19	0,48	0,16	1,10
3	B5	5,78	40,00	54,10	0,12					3,35	0,54	0,23	1,03
4	B7a	0,91	2,21	15,14	37,56	28,01	14,70	1,47		1,09	1,07	-0,01	1,04
5	B7	1,27	2,89	36,65	47,83	9,71	1,68			1,88	0,79	0,06	1,09
6	B9a	0,71	5,50	24,44	14,57	16,69	22,82	14,35	0,92	0,79	1,66	0,08	0,76
7	B9	1,56	10,67	61,38	18,27	5,81	1,82	0,19	0,30	2,40	0,91	-0,15	1,30
8	B10	1,05	4,24	61,20	31,80	1,56	0,15			2,29	0,63	0,03	0,99

Analizy wykonała B. Kotulska

Mz – średnia średnica, σ_1 – odchylenie standardowe (miara wysortowania), Sk₁ – skośność, K_G – spłaszczenieMz – mean size, σ_1 – standard deviation (measure of sorting), Sk₁ – skewness, K_G – kurtosis

Pakiet 2 (próbki z głębokości 75,30–100,85 m) składa się co najmniej z czterech podrzędnych warstw, w ich spągu, na głębokości 100,50 m, 94,20 m, 87,30 m i 83,80 m, występują grubsze osady, do piasków ze żwirem włącznie. Każda z tych warstw jest zbudowana z osadów rytmicznie warstwowych, złożonych z naprzemianległych cienkich lamin mułkowo-ilastych i piaszczysto-mułkowych. Dominuje frakcja drobnego i średniego mułku oraz frakcja bardzo drobnego piasku. Udział frakcji ilastej (poniżej 0,004 mm) waha się od kilku do ponad 20%. Osady są źle i bardzo źle wysortowane. Wyraźnie grubopiaszczysty jest osad z głębokości 94,20 m, pozostałe próbki osadów to piaski drobno- lub średnioziarniste. W żadnej próbce nie występują domieszki frakcji ilastej.

Pakiet 3 (próbki z głębokości 72,90–74,80 m) jest złożony z piasków drobnoziarnistych o zawartości frakcji 0,25–0,063 mm stanowiącej ok. 70–90% objętości pakietu. Domieszkę tworzy frakcja 0,25–0,5 i 0,5–1,0 mm. Nieliczne są ziarna o rozmiarach powyżej 1 mm. Stopień wysortowania osadów różnie od spągu ku stropowi zespołu w zakresie od umiarkowanego do dobrego.

Pakiet 4 obejmuje twory mułkowo-ilaste (próbki z głębokości 53,90–72,55 m). Zawartość frakcji ilastej waha się w zakresie 7–40%. Frakcja piaszczysta występuje w ilości zaledwie do kilku procent. Domieszka bardzo drobnego piasku i pojedynczych ziaren żwirku pojawia się tylko miejscami, szczególnie w stropowej części pakietu, gdzie dodatkowo zaznacza się odwrócona sekwencja uziarnienia. Osady są rytmicznie warstwowe, podobnie jak w pakiecie 2, jednak zdecydowanie drobniejsze. Średnia średnica ziaren to ok. 5,0–7,5 ϕ . Pakiet 4 charakteryzuje się znacznym zawęglaniem. Wkładka węgla brunatnego o miąższości 0,15 m znajduje się w osadach ilastych na głębokości ok. 61 m.

W przypadku pakietu 5 (próbki z głębokości 35,60–53,55 m) dwie próbki z najniższej jego części zawierają pia-

sek bardzo drobno- i średnioziarnisty. Wyżej, do głębokości 41,40 m, seria piaszczysta charakteryzuje się ziarnem malejącym ku górze, od piasku różno- do bardzo drobnoziarnistego. Średnia średnica ziaren waha się od poniżej 2 do ponad 3 ϕ . Wysortowanie piasków, w dolnej części umiarkowane, stopniowo zmienia się do bardzo dobrego w najwyższej próbce. W stropie zespołu (próbki z głębokości 35,60–40,70 m) piaski są drobnoziarniste bądź bardzo drobnoziarniste o średniej średnicy ziaren ok. 3 ϕ oraz dobrym i umiarkowanym dobrym wysortowaniem. W próbkach pobranych ze stropu i spągu omawianego odcinka profilu osady są piaszczysto-mułkowe, źle wysortowane i wskazują na obecność wkładek typu rytmu z ilet węglistym.

Pakiet 6 (próbka z głębokości 34,60 m) tworzy piasek różnoziarnisty zawierający 40% frakcji 0,25–0,5 mm oraz po 20% frakcji 0,125–0,25 i 0,5–1,0 mm. Ziarna mniejsze od 0,125 mm i większe od 1 mm stanowią po 10% osadu. W piasku gruboziarnistym występują przewarstwienia piasku drobniejszego. Osady są szare z zielonkawym odcieniem, kwarcowe z muskowitem i ziarenkami glaukonitu.

Pakiet 7 (próbki z głębokości 32,15 i 32,40 m) jest wyraźnie mułkowo-ilasty w dolnej części (średnia średnica ziaren 6,8 ϕ) i mułkowo-piaszczysty z grubymi ziarnami kwarcu w części górnej (średnia średnica ziaren 4,7 ϕ). Osady są źle i bardzo źle wysortowane.

Pakiet 8 (próbki z głębokości 26,00–31,15 m) odznacza się największą różnorodnością składu ziarnowego w całym profilu. W zespole dominują osady gruboziarniste, przy czym w dolnej i górnej części są to piaski różnoziarniste o średniej średnicy ziaren 1–2 ϕ , umiarkowanie lub źle wysortowane. Środkowa część zespołu (próbki z głębokości 26,00–27,20 m) jest najbardziej zróżnicowana. Tworzą ją osady typu mikstytów, bardzo źle wysortowane, będące mieszaniną wszystkich frakcji ziarnowych.

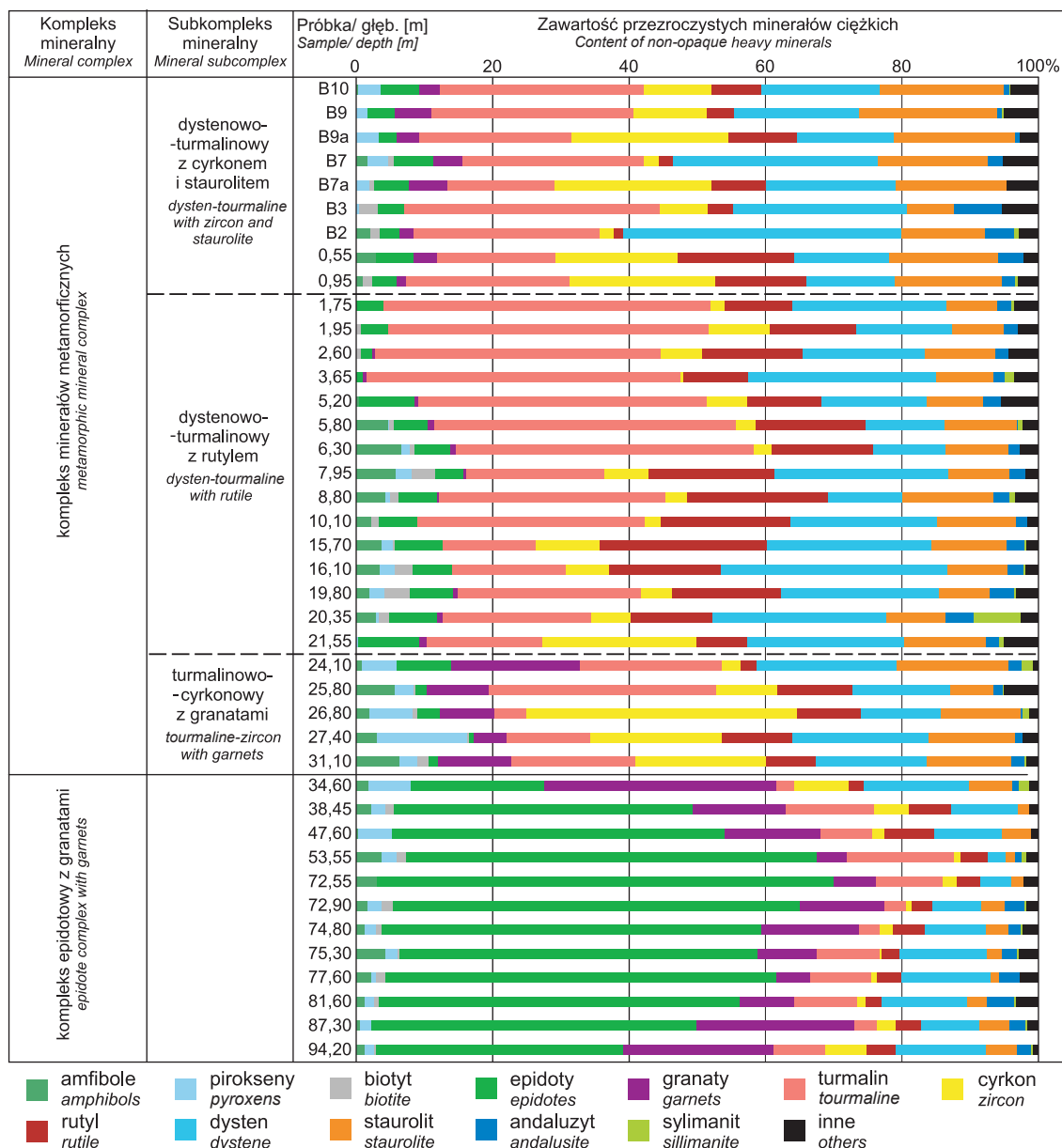


Fig. 9. Skład minerałów ciężkich z osadów z profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i z odsłonięcia w Łęczycach

Heavy minerals content in sediments of the Łęczyce-Tr borehole and the Łęczyce outcrop section

Pakiet 9 (próbki z głębokości 24,10–25,90 m) tworzy piasek gruboziarnisty z pyłem węglowym z przewarstwieniami żwiru kwarcowego (okruchy o rozmiarach do 1 cm) z obtoczonymi ksyliatami.

Pakiet 10 (próbki z głębokości 14,10–21,55 m) składa się z trzech wydzieleni mulkowo-piaszczystych bądź mulkowo-ilastych, zawęglonych, z przewarstwieniami piaszczystymi o ziarnie malejącym ku górze. W środkowej części występuje pokład węgla brunatnego o miąższości ok. 1 m. Piaski są z reguły umiarkowanie dobrze wysortowane, średnia średnica ziaren wynosi 2–3 φ.

Pakiet 11 (próbki z głębokości 1,10–10,10 m) dzieli się na trzy części. Dolna (próbki z głębokości 5,50–10,10 m)

jest zdominowana przez piaski drobnoziarniste z domieszką średnioziarnistych w spągu i bardzo drobnoziarnistych w stropie. Średnia średnica ziaren wynosi 2,5–3,5 φ, a wysortowanie jest umiarkowanie dobre do dobrego. Środkowa część pakietu (próbki z głębokości 1,95–5,20 m) składa się z piasków bardzo drobnoziarnistych z domieszką mulku o ziarnach średnicy 0,032–0,063 mm. Średnia średnica ziaren mieści się w przedziale 3,5–4,0 φ. Wysortowanie jest przeważnie dobre, tylko miejscami umiarkowane. W górnej części pakietu (próbki z głębokości 1,10–1,75 m) dominują mulki z udziałem frakcji poniżej 0,032 mm (od kilkunastu do ponad 30%). Średnia średnica ziaren przekracza 4 φ, a wysortowanie jest umiarkowane do złego.

Skład mineralów ciężkich we frakcji 0,25–0,063 mm z osadów z profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr
Heavy mineral composition of the 0.25–0.063 mm fraction in sediments from the Łęczyce-Tr borehole and

Lokalizacja	Lp.	Głębokość [m] / próbka	Minerały ciężkie [% wag.]	Suma ziaren	Liczba ziaren przezroczyстых	Grupy mineralne [%]				Minerały				
						minerały nieprzezroczyyste	węglany	glaukonit	minerały przezroczyyste	amfibole	pirokseny	biotyt	epidoty	granaty
Odsłonięcie	1	B10	0,19	600	300	50,0	0,0	0,0	50,0	0,3	3,3	0,0	5,7	3,0
	2	B9	0,45	604	300	50,3	0,0	0,0	49,7	0,0	1,7	0,0	4,0	5,3
	3	B9a	0,52	668	300	55,1	0,0	0,0	44,9	0,0	3,3	0,0	2,7	3,3
	4	B7	0,26	458	230	49,8	0,0	0,0	50,2	1,7	3,0	0,9	5,7	4,3
	5	B7a	0,50	610	300	50,8	0,0	0,0	49,2	0,0	2,0	0,7	5,0	5,7
	6	B3	0,14	489	281	42,5	0,0	0,0	57,5	0,0	0,4	2,8	3,9	0,0
	7	B2	0,08	278	140	49,6	0,0	0,0	50,4	2,1	0,0	1,4	2,9	2,1
Otwór wiertniczy	8	0,55	0,37	646	310	52,0	0,0	0,0	48,0	2,9	0,0	0,0	5,5	3,5
	9	0,95	0,44	536	300	44,0	0,0	0,0	56,0	1,0	0,0	1,3	3,7	1,3
	10	1,75	0,25	416	200	51,7	0,0	0,2	48,1	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0
	11	1,95	0,39	531	300	43,3	0,2	0,0	56,5	0,0	0,0	0,7	4,0	0,0
	12	2,60	0,29	676	300	55,5	0,0	0,1	44,4	0,0	0,0	0,7	1,7	0,3
	13	3,65	0,31	553	200	63,8	0,0	0,0	36,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5
	14	5,20	0,28	565	220	60,7	0,0	0,4	38,9	0,5	0,0	0,0	8,2	0,5
	15	5,80	0,22	829	304	65,8	0,0	0,1	34,1	4,6	0,3	0,6	4,9	1,0
	16	6,30	0,29	699	302	56,5	0,0	0,3	43,2	6,6	1,3	0,7	5,3	0,7
	17	7,95	0,33	758	311	58,8	0,2	0,0	41,0	5,8	2,3	3,5	4,2	0,3
	18	8,80	0,23	836	302	63,8	0,0	0,1	36,1	4,3	0,7	1,3	5,6	0,3
	19	10,10	0,34	840	303	63,9	0,0	0,0	36,1	2,3	0,0	1,0	5,7	0,0
	20	15,70	0,38	675	300	55,3	0,2	0,0	44,5	3,7	1,7	0,3	7,0	0,0
	21	16,10	0,40	623	313	49,8	0,0	0,0	50,2	3,5	2,2	2,6	5,8	0,0
	22	19,80	0,36	711	307	56,8	0,0	0,0	43,2	1,9	2,3	3,6	6,5	0,7
	23	20,35	0,36	595	243	59,2	0,0	0,0	40,8	2,9	0,4	1,6	7,0	0,8
	24	21,55	0,79	804	300	62,7	0,0	0,0	37,3	0,0	0,3	0,0	9,0	1,0
	25	24,10	0,55	566	250	55,8	0,0	0,0	44,2	0,8	5,2	0,0	8,0	18,8
	26	25,80	0,35	660	300	54,5	0,0	0,0	45,5	5,7	2,7	0,3	1,7	9,0
	27	26,80	1,58	1134	300	73,5	0,0	0,0	26,5	2,0	6,3	0,7	3,3	8,0
	28	27,40	0,48	777	300	61,3	0,0	0,1	38,6	3,0	13,3	0,3	0,7	4,7
	29	31,10	0,49	642	300	53,3	0,0	0,0	46,7	6,3	2,7	1,7	1,3	10,7
	30	34,60	0,84	778	312	53,6	0,0	6,3	40,1	1,9	6,1	0,0	19,6	34,0
	31	38,45	0,65	453	300	33,4	0,0	0,4	66,2	2,3	2,0	1,3	43,7	13,7
	32	47,60	0,54	457	305	33,1	0,0	0,2	66,7	0,3	5,0	0,0	48,7	14,0
	33	53,55	0,43	426	325	23,5	0,0	0,2	76,3	3,7	2,3	1,3	60,3	4,3
	34	72,55	0,56	588	521	11,1	0,3	0,0	88,6	3,1	0,0	0,0	66,8	6,2
	35	72,90	0,46	426	302	28,4	0,7	0,0	70,9	1,7	2,0	1,7	59,7	12,3
	36	74,80	1,03	476	300	37,0	0,0	0,0	63,0	1,3	1,7	0,7	55,7	14,3
	37	75,30	0,42	542	327	39,7	0,0	0,0	60,3	4,3	1,8	0,3	52,5	8,6
	38	77,60	1,02	642	301	52,8	0,3	0,0	46,9	2,3	0,7	1,3	57,3	5,0
	39	81,60	0,80	530	304	42,6	0,0	0,0	57,4	1,3	1,3	0,7	53,0	7,9
	40	87,30	1,43	526	308	41,2	0,2	0,0	58,6	0,6	1,6	0,0	47,7	23,1
	41	94,20	1,01	624	311	50,0	0,0	0,2	49,8	1,3	1,3	0,3	36,3	21,9

i odsłonięcia w Łęczycach
the Łęczycze outcrop section

Tabela 4

przezroczyście [%]							
turmalin	cyrkon	rutyl	dysten	staurolit	andaluzyt	sylianit	inne
29,8	10,0	7,3	17,3	18,3	0,7	0,3	4,0
29,7	10,7	4,0	18,3	20,3	0,7	0,3	5,0
22,3	23,0	10,0	14,3	17,7	0,7	0,0	2,7
26,5	2,2	2,2	30,0	16,1	2,2	0,0	5,2
15,7	23,0	8,0	19,0	16,3	0,0	0,0	4,6
37,4	7,1	3,6	25,6	6,8	7,1	0,0	5,3
27,2	2,1	1,4	40,8	12,2	4,3	0,7	2,8
17,4	17,8	17,1	13,9	16,1	3,6	0,0	2,2
24,0	21,3	13,3	13,0	15,7	2,0	0,3	3,0
48,0	2,0	10,0	22,5	7,5	2,0	0,5	3,5
47,0	9,0	12,7	14,0	7,7	2,0	0,0	3,0
42,0	6,0	14,7	18,0	10,3	2,0	0,0	4,3
46,0	0,5	9,5	27,5	8,5	1,5	1,5	3,5
42,3	5,9	10,9	15,5	8,2	2,7	0,0	5,4
44,1	3,0	16,1	11,5	10,5	0,3	0,6	2,3
43,7	2,6	14,9	10,6	9,3	1,7	0,0	2,6
20,3	6,4	18,6	25,4	9,0	2,3	0,0	1,9
33,1	3,3	20,5	11,0	13,3	2,3	1,0	3,3
33,3	2,3	19,1	21,5	11,6	1,6	0,0	1,6
13,7	9,3	24,6	24,0	11,0	2,7	0,3	1,7
16,6	6,4	16,3	33,2	8,9	2,2	0,3	1,9
26,7	4,6	16,0	23,1	7,5	3,6	0,3	3,2
21,8	5,8	11,9	25,5	8,7	4,1	7,0	2,5
17,0	22,7	7,3	23,0	12,0	2,0	0,7	5,0
20,8	2,8	2,4	20,4	16,4	2,0	1,6	0,8
33,3	9,0	11,0	14,3	6,3	1,3	0,3	5,0
4,7	39,7	9,3	11,7	11,7	0,3	1,0	1,3
12,3	19,3	10,3	20,0	12,7	1,0	0,0	2,3
18,3	19,0	7,3	16,3	12,3	2,0	0,3	1,7
2,6	8,0	2,2	15,4	6,4	0,9	1,6	1,3
13,0	5,0	6,3	9,7	1,7	0,0	0,0	1,3
7,7	1,7	7,3	10,0	4,3	0,0	0,0	1,0
15,7	1,0	4,0	2,7	1,3	1,0	0,7	1,7
9,8	2,1	3,4	4,6	1,8	0,0	0,0	2,1
3,3	0,7	3,0	7,3	3,3	3,0	0,3	1,7
3,0	2,0	4,7	9,0	3,3	1,7	0,3	2,3
9,3	0,3	2,5	12,9	2,2	2,2	0,3	2,8
9,0	0,7	3,7	13,0	1,3	3,0	0,0	2,7
9,2	1,3	2,3	12,5	3,0	4,0	0,3	3,2
3,2	2,9	3,6	8,5	4,5	2,3	0,3	1,6
7,7	6,1	4,2	13,2	4,5	2,2	0,3	0,7

Pakiet 12 stanowią osady z najwyższej części profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr z głębokości 0–1,10 m oraz osady z dolnej części odsłonięcia w Łęczycach: (fig. 4 – warstwy 1–17, próbki B1–B6, tab. 3). Składa się on głównie z piasków drobnoziarnistych, a próbka pobrana ze spągowej części pakietu, z głębokości 0,95 m (tab. 2), zawiera domieszkę frakcji piasku średnio- i gruboziarnistego oraz pojedyncze ziarna żwiru kwarcowego. Piaski z próbek B2, B3, B5 są dobrze wysortowane. Składają się z dwóch frakcji: 0,063–0,125 i 0,125–0,25 mm. Domieszka frakcji mułkowej (0,032–0,063 mm) nie przekracza 5%. Średnia średnica ziaren wynosi ok. 3,5 ϕ . Charakterystyczną cechą tego pakietu jest obecność w jego stropie cienkich wkładek mułkowo-piaszczystych i mułkowo-ilastych o charakterze gleby kopalnej.

Pakiet 13 stanowią warstwy 18–24 (fig. 4) z odsłonięcia (próbki B7a–B10, tab. 3). Od pakietów leżących niżej różni się on szerszym spektrum ziarnowym. Występują w nim dwie serie piasków. Dolną rozpoczynają piaski różnoziarniste z nieznaczną przewagą frakcji gruboziarnistej i z pojedynczymi ziarnami żwiru kwarcowego. Średnia średnica ziaren wynosi ok. 1 ϕ , osady są źle wysortowane. Wyżej występują piaski średnioziarniste z domieszką frakcji piasku drobnoziarnistego (średnia średnica ziaren ok. 2 ϕ), umiarkowanie wysortowane. Górną serię tworzą piaski żwirowe z udziałem frakcji powyżej 2 mm w ilości ok. 15% (średnia średnica ziaren poniżej 1 ϕ), źle wysortowane, które ku górze przechodzą w piaski drobnoziarniste (średnia średnica ziaren ok. 2,5 ϕ) umiarkowanie i umiarkowanie dobrze wysortowane.

Zespoły minerałów ciężkich

Na podstawie składu minerałów ciężkich w osadach paleogenu i neogenu w Łęczycach wydzielono dwa kompleksy mineralne: epidotowy z granatami oraz kompleks zdominowany przez minerały skał metamorficznych (fig. 9; tab. 4).

Kompleks epidotowy z granatami (próbki z głębokości od 34,60 m do spągu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr) tworzy dolną część badanego profilu. Epidoty stanowią od 36,3 do 66,8% minerałów przezroczyстых, przeciętnie ok. 50%. Minerale te są reprezentowane głównie przez epidot właściwy, żółtozielonkowy, rzadziej przez bezbarwny zoizyt i klinozoizyt. Ziarna są słabo obtoczone, przy czym ich powierzchnia nie nosi większych śladów wietrzenia. Epidotom towarzyszą granaty w ilości od kilku do 34%, średnio ok. 14%. Przeważają bezbarwne lub szaroróżowe almandyny. Zawartość minerałów odpornych rzadko przekracza 30%. Wśród nich 2,7–15,4% (średnio ok. 10%) przypada na dysten i 2,6–15,7% (średnio ok. 8%) na turmalin. Cyrkon w próbkach osadów z najniższej i najwyższej części kompleksu występuje w ilości kilku procent, w pozostałych próbkach jedynie jako pojedyncze ziarna. Udział pozostałych minerałów odpornych – rutylu, staurolitu i andaluzytu z sylianitem – jest również niski. Minerale słabo odporne, a więc amfibole i pirokseny, występują w preparatach wyłącznie jako pojedyncze ziarna i nie mają większego znaczenia. Powszechne są natomiast chloryty i muskowitz, w osadach mułkowo-piaszczystych obecne w znacznych

ilościach. W próbce z głębokości 34,60 m znaleziono liczne agregaty glaukonitu (ziarna zarówno świeże, zielonej barwy, jak i brunatne). Pojedyncze ziarna brunatnego glaukonitu występują także w próbkach z głębokości do 53,55 m.

Kompleks minerałów metamorficznych występuje w wyższej części profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i odsłonięciu w Łęczycach. Wyróżniono w nim trzy subkompleksy o różnym udziale poszczególnych minerałów stabilnych i obecności lub braku minerałów słabo odpornych na transport i/lub wietrzenie chemiczne. Przy opisie zespołów minerałów ciężkich posłużono się numeracją pakietów litologicznych wydzielonych na podstawie uziarnienia osadu (fig. 7).

Subkompleksowi turmalinowo-cyrkonowemu z granatami odpowiadają próbki z głębokości 24,10–31,10 m (pakiety 8 i 9). Odznacza się on obecnością granatów w ilości 4,7–18,8% oraz dominacją cyrkonu w grupie minerałów odpornych na wietrzenie. Maksymalnie udział cyrkonu dochodzi do 40% i jest związany z najgrubszymi, piaszczysto-żwirowymi osadami (próbka z głębokości 26,80 m). Wyżej w profilu udział cyrkonu zmniejsza się na korzyść turmalinu. Zawartość rutylu (do 11%), dystenu (do 23%) i staurolitu (do 16%) jest wyrównana w całym subkompleksie. Na uwagę zasługuje większy niż w innych wydzieleniach udział piroksenów (2,7–13,3%). Epidoty są spotykane sporadycznie, muskowitz nie występuje. Ziarna minerałów ciężkich są zróżnicowane pod względem wielkości i stopnia obróbki. Przeważają ziarna częściowo obtoczone i obtoczone bez śladów korozji na powierzchni. Największe rozmiary mają ziarna dystenu i granatów, staurolitu, piroksenów i niektóre ziarna turmalinów. Ziarna cyrkonu bywają różnej wielkości, ale z reguły występują w drobniejszej frakcji niż inne minerały ciężkie. Cyrkon i turmalin zachowały swój charakterystyczny pokrój, jednak ich krawędzie i naroża są wyraźnie zaokrąglone.

Osady subkompleksu dystenowo-turmalinowego z rutylem występują na głębokości 1,75–21,55 m (pakiety 10 i 11). W próbkach z pakietu 10 dysten występuje w ilości 23,1–33,2% (średnio 25,8%) i przeważa nad turmalinem (13,7–26,7%, przeciętnie 19,6%). W próbkach z pakietu 11 średnia zawartość turmalinu jest dwukrotnie wyższa, a średni udział dystenu spada do ok. 18%. Zawartość rutylu w całym subkompleksie wynosi średnio ok. 15% (7,3–24,6%). Udział cyrkonu, niższy niż w sąsiednich subkompleksach, wynosi do kilku procent, a jedynie w próbce pobranej ze spągu wydzielenia osiąga 22,7%. Zawartość staurolitu (najczęściej 8–9%, maksymalnie 13,3%) jest raczej wyrównana. Licznie występują blaszki muskowitzu. Epidoty stanowią średnio ok. 5% całego zespołu minerałów przezroczystych. Cechą wyróżniającą ten subkompleks jest ponadto niemal całkowity brak granatów. W badanych próbkach przeważają drobne ziarna mineralne o słabym stopniu obtoczenia, nieforemne, o częściowo skorodowanej powierzchni. Występują też ziarna o powierzchni całkowicie zmienionej, pokrytej tlenkami żelaza.

Subkompleks dystenowo-turmalinowy z cyrkonem i staurolitem odpowiada pakietom 12 i 13. Turmaliny występują w ilości 17,4–37,4% (średnio 25,5%) i przeważają nieco nad dystenem (13,0–40,8%, średnio 21,3%). Ziarna cyrkonu stanowią 2,1–23,0% zespołu minerałów przezroczystych,

średnio 13%. Maksymalna zawartość tego minerału jest związana z piaskiem gruboziarnistym i żwirowym (próbki B7a i B9a). Podobnie jest z rutylem, którego udział waha się od 1,4% w piaskach drobnoziarnistych do ok. 8%, a nawet do 13% w piaskach z zawartością frakcji żwirowej. Wyjątkiem jest próbka piasku mułkowego z głębokości 0,55 m, w którym zawartość rutylu jest najwyższa – 17,1%. Udział staurolitu jest wyższy niż w pozostałych wydzieleniach i wynosi średnio 15,5% (6,8–20,3%). Obecne są granaty (w ilości do ok. 6%), a w próbkach z pakietu 13 również nie-liczne pirokseny jednoskośne. Zawartość epidotów wynosi ok. 5%, podobnie jak w niżej leżących subkompleksach.

Zespoły pyłkowe i fitoplanktonowe

Otwór wiertniczy Łęczyce-Tr. W 31 próbkach z rdzenia z otworu wiertniczego Łęczyce-Tr wyróżniono sześć wyraźnych odmiennych zespołów palinomorf (fig. 10, tab. 5).

W niższej części profilu, na głębokości 101,60–104,90 m, z osadów piaszczystych oznaczono zespół palinomorf, w którym pyłek roślin nagonasiennych stanowi ok. 60%. Największy udział mają *Pinuspollenites* (do 24,5%), *Sciadopityspollenites* (do 5,1%), *Sequoiapollenites* (do 10,6%), *Piceapollis* (do 5,8%) oraz *Inaperturopollenites dubius* (do 17%) i *I. concedipites* (do 17,0%). Wśród pyłku roślin okrytonasiennych najliczniej występują *Nyssapollenites* (do 11,7%), *Cupuliferoipollenites pusillus* (średnio ok. 5,3%), *Fususpollenites fusus* (do 1,4%), *Momipites quietus* (do 1,1%) i *Platanipollis ipelensis* (do 2,1%). Fitoplankton morski (fig. 11) jest ubogi ilościowo i jakościowo, a wyróżnione taksony mają szerokie zasięgi stratygraficzne.

Kolejny zespół palinomorf oznaczono z osadów mułkowo-piaszczystych – próbki z głębokości 35,30–97,80 m. Jedynie próbka z głębokości 97,80 m (fig. 12A), pobrana z węgla brunatnego, nie zawierała fitoplanktonu morskiego. Wśród spor oznaczono charakterystyczny gatunek *Camarozonosporites heskemensis*. Pyłek roślin nagonasiennych zawiera m.in. *Pinuspollenites* (do 39,6%), *Sciadopityspollenites* (do 15,9%) i *Sequoiapollenites* (do 6,5%). Stałym i istotnym elementem zespołu pyłku roślin okrytonasiennych jest pyłek roślin ciepłolubnych, m.in. *Cupuliferoipollenites pusillus* (do 24,2%), *Fususpollenites fusus* (do 9,2%), *Tricolporopollenites librariansis* (do 9,6%), *Cyrrillaceaepollenites megalexactus* (do 8,1%) i *Platanipollis ipelensis* (do 3,9%). Odnotowano też obecność gatunków charakterystycznych dla osadów dolnego oligocenu – *Boehleispollis hohli* i *Cupanieidites eucalyptoides*. Podobny zespół sporomorf występujący w próbkach bogatych w fitoplankton, dostarcza bardziej szczegółowych danych biostratygraficznych. Wśród wyróżnionych gatunków fitoplanktonu występują m.in. *Chiropteridium lobospinosum*, *Cordosphaeridium inodes*, *Membranophoridium aspinatum*, *Phthanoperidinium amoenum*, *Wetzeliella articulata*, *W. gochtii*, *W. meckelfeldensis*, *W. symmetrica* oraz inne taksony obecne w całym paleogenie. Pozostałe składniki materii palinologicznej to bardzo liczne fitoklasty oraz organiczne wyściółki otwornic i pojedyncze agregaty glaukonitu (fig. 12B, 12C).

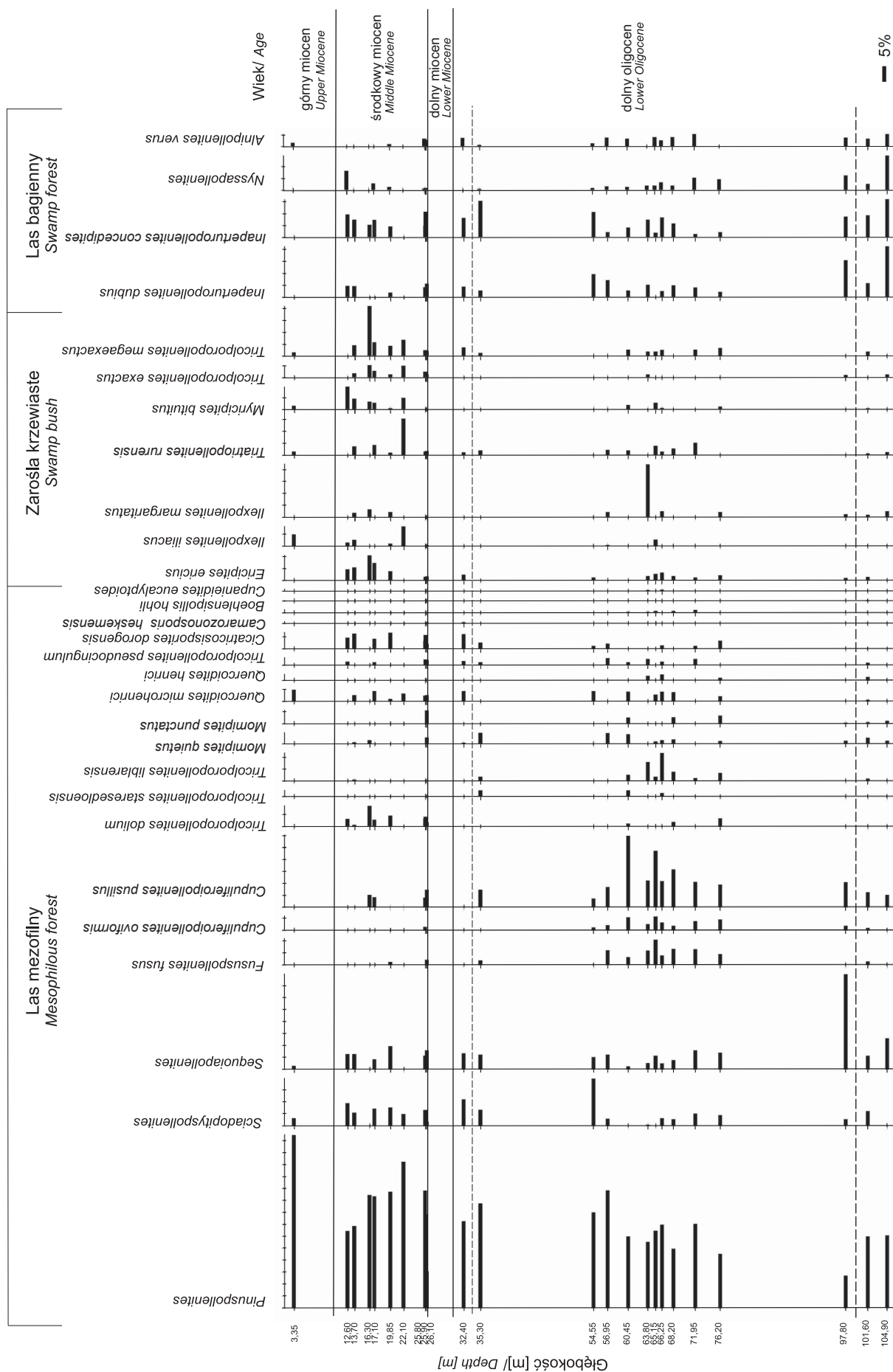


Fig. 10. Ważniejsze sporomorfy oznaczone w profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr

Major sporomorphs identified at the Łęczyce-Tr borehole section

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Carpinipites</i>				2,7			1,3							
<i>Caryapollenites simplex</i>					+								1,4	
<i>Chenopodipollis</i>														1,3
<i>Corsinipollenites</i>								0,7						
<i>Cupanieidites eucalyptoides</i>														
<i>Cupuliferoipollenites oviformis</i>													1,4	
<i>Cupuliferoipollenites pusillus</i>					+				4,2	3,5			3,4	2,0
<i>Cyrillaceaepollenites bruhlsensis</i>														
<i>Cyrillaceaepollenites exactus</i>						7,1		1,5	4,2	2,4	1,2	4,1	2,0	2,0
<i>Cyrillaceaepollenites megaexactus</i>		+		1,4	+			3,7	16,9	4,7	3,5	5,5	2,0	2,0
<i>Edmundipollis edmundi</i>		+						3,9	1,5					
<i>Ericipites</i>	+													
<i>Ericipites callidus</i>														
<i>Ericipites ericius</i>		+			+		3,9	4,5	8,5	5,9	3,2			1,3
<i>Ericipites roboreus</i>														
<i>Faguspollenites</i>					+		1,3	2,2			1,5	2,7	2,0	2,0
<i>Fraxinipollis sinuosimuratus</i>											0,6			
<i>Fususpollenites fusus</i>											1,2			
<i>Graminidites</i>													0,7	
<i>Ilexpollenites iliacus</i>		+		4,1			1,3	2,2			0,9	6,8		
<i>Ilexpollenites margaritatus</i>		+						1,5	2,8		1,8			
<i>Ilexpollenites propinquus</i>										1,2			0,7	
<i>Intratropopollenites insculptus</i>														
<i>Intratropopollenites instructus</i>							1,3				0,3			
<i>Juglanspollenites juglandoides</i>														
<i>Juglanspollenites verus</i>														
<i>Momipites punctatus</i>		+		4,1	+			2,2		3,5	0,9	2,7	2,0	1,3
<i>Momipites quietus</i>														
<i>Myricipites</i>		+												
<i>Myricipites bituitus</i>	+			1,4				3,0		3,5	0,9	12,3		1,3
<i>Myricipites microcoryphaeus</i>		+						3,0						
<i>Nyssapollenites</i>							6,5			2,4	1,2		0,7	0,7
<i>Oleoidearumpollenites</i>													3,4	
<i>Periporopollenites</i>							2,6	3,0						
<i>Periporopollenites stigmatus</i>				8,1						3,5	3,2		1,4	2,0
<i>Platanipollis ipelensis</i>						+		0,7	1,4					
<i>Platycaryapollenites</i>														
<i>Platycaryapollenites miocaenicus</i>														
<i>Polyatriopollenites</i>		+						0,7			0,6			0,7
<i>Pseudotyphoipollis punctiporatus</i>														
<i>Quercoidites henrici</i>							1,3			1,2				2,0
<i>Quercoidites microhenrici</i>														
<i>Quercopollenites</i>	+								2,8		2,4			
<i>Rhuspollenites ornatus</i>								0,7						
<i>Salixipollenites</i>											0,3			
<i>Sparganiaceapollenites</i>														
<i>Symplocoipollenites latiporis</i>												2,7		

Tabela 5 cd.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	0,5	1,1	0,4						1,6				0,7	0,2	0,9	
2,3	1,5	1,1	1,6				0,8		0,8	1,1	2,9	1,0		0,9	1,6	
				1,3												
		0,6														
						0,5		0,7								
			1,2	1,9	4,5	2,2	4,8	2,7	1,6	3,3	3,8	2,0	2,0	1,7	0,9	
6,1		6,1	3,1	6,9	24,2	9,2	19,0	8,9	12,8	8,7	7,7	13,1	14,5	8,5	5,3	4,3
0,8															0,5	2,1
1,1						1,1							1,3	0,9		1,1
1,9	3,0	1,1			2,2	1,6	1,6	2,1		2,2	2,9	8,1	5,9		1,6	
								0,7				1,0				
		1,7														1,1
1,5	2,0		1,2			1,6	2,4	2,7	1,6	1,1	1,9	1,0	2,0	0,9	1,4	
	1,0							2,1				1,0			0,2	
1,5	2,0		0,8						3,2							
	0,5															
1,9		1,7		5,0	2,8	4,9	8,7	3,4	5,6	5,4	3,8	9,1	9,2		1,4	
0,4			0,6				2,4									
			1,9			17,9		2,1			1,9	1,0	0,7	1,1	0,9	2,1
		0,6	0,4	1,9							1,0				1,2	
			0,4			0,5							0,7			
	0,5															
0,4																
0,4																
2,3	3,5		3,5		3,4		2,4	3,4	3,2		1,9	6,1	3,9		0,7	
4,6					2,2				2,4		2,9	1,0		0,4	0,7	1,1
												1,0				
1,5	1,0	1,7		1,9	1,7		3,2	1,4	2,4	4,3			2,0		0,7	1,1
1,1				1,9	0,6	2,7	1,6				1,0	3,0				
0,8		0,6	0,8	1,3	1,1	1,6	1,6	2,7	1,6	4,3	3,8		0,7	5,0	2,1	11,7
1,1	1,5		2,3								2,9					
2,3	0,5	3,9		3,8	3,4		0,8	1,4	1,6		1,0	1,0	0,7	1,1	2,1	1,1
0,8																
0,4					0,6											
1,1		1,1												0,4	0,5	
									0,8							
1,9	1,5	1,1		2,5	1,1	2,2		1,4		2,2		4,0	4,6		0,9	
						1,6		2,1			1,0				1,4	
	0,5								0,8		1,0					
															0,2	
											1,0					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
cf. <i>Leptodinium</i>														
cf. <i>Melitasphaeridium</i>														
<i>Membranophoridium aspinatum</i>														
<i>Membranophoridium aspinatum</i> – fragmenty														
<i>Membranophoridium</i> – fragmenty													+	
<i>Operculodinium</i>							+							
<i>Operculodinium</i> cf. <i>israelianum</i>								+						
<i>Ovoidites ligneolus</i>								+						+
<i>Paleocystodinium golzowense</i>														
<i>Paucilobimorpha incurvata</i>														
<i>Pediastrum</i>										+				+
<i>Phthanoperidinium</i>														+
<i>Phthanoperidinium amoenum</i>														
<i>Spiniferites</i>											+			
<i>Spiniferites</i> cf. <i>mirabilis</i>							+							
<i>Spiniferites ramosus</i>														
<i>Stigmozygodites</i>	+			+			+							
<i>Systematophora</i> – fragmenty							+							
<i>Tectatodinium</i>														
<i>Tetrapidites crassus</i>								+						
<i>Thalassiphora pelagica</i>														
<i>Veryhachium</i>														
<i>Wetzeliella</i> – fragmenty														
<i>Wetzeliella articulata</i>														
<i>Wetzeliella gochti</i>														
<i>Wetzeliella symmetrica</i>														
Słodkowodny nieoznaczony				+										+
Morski nieoznaczony – fragmenty														
Fitoklasty														
Brązowe fragmenty drewna	++	++	++	+	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++
Czarne fragmenty drewna	+		+	++			++	++	++	++	++	++	+	+
Inne														
Wyściółki otwornic														
Ziarna glukonitu														

+ – pojedyncze, ++ – częste, +++ – masowe

+ – single, ++ – frequent, +++ – mass

Następny zespół palinomorf oznaczono z osadów z głębokości 32,40 m. Pyłek roślin nagonasiennych reprezentują *Pinuspollenites* (29,3%), *Sciadopityspollenites* (9,1%), *Sequoiapollenites* (5,6%), *Inaperturopollenites concedipites* (6,6%) i inne. Ziarna pyłku roślin okrytonasiennych są liczniejsze i zawierają *Tricolporopollenites pseudocingulum* (5,1%), *Momipites punctatus* (3,5%); inne ziarna są nieliczne. Fitoplankton morski też jest ubogi.

W próbce z głębokości 26,10 m, pobranej z osadów ilasto-mułkowych, stwierdzono zespół z licznym udziałem pyłku roślin nagonasiennych, przy czym dominują *Piceapollis* (21,8%), *Pinuspollenites* (12,6%), *Sequoiapollenites* (6,5%), *Inaperturopollenites dubius* (4,6%) i *Cupressacites bockwitzensis* (3,4%). Rośliny okrytonasienne reprezentuje pyłek roślin ciepłolubnych: *Cupuliferoipollenites pusillus* (6,1%), *Momipites quietus* (4,6%), *Platanipollis ipelensis*

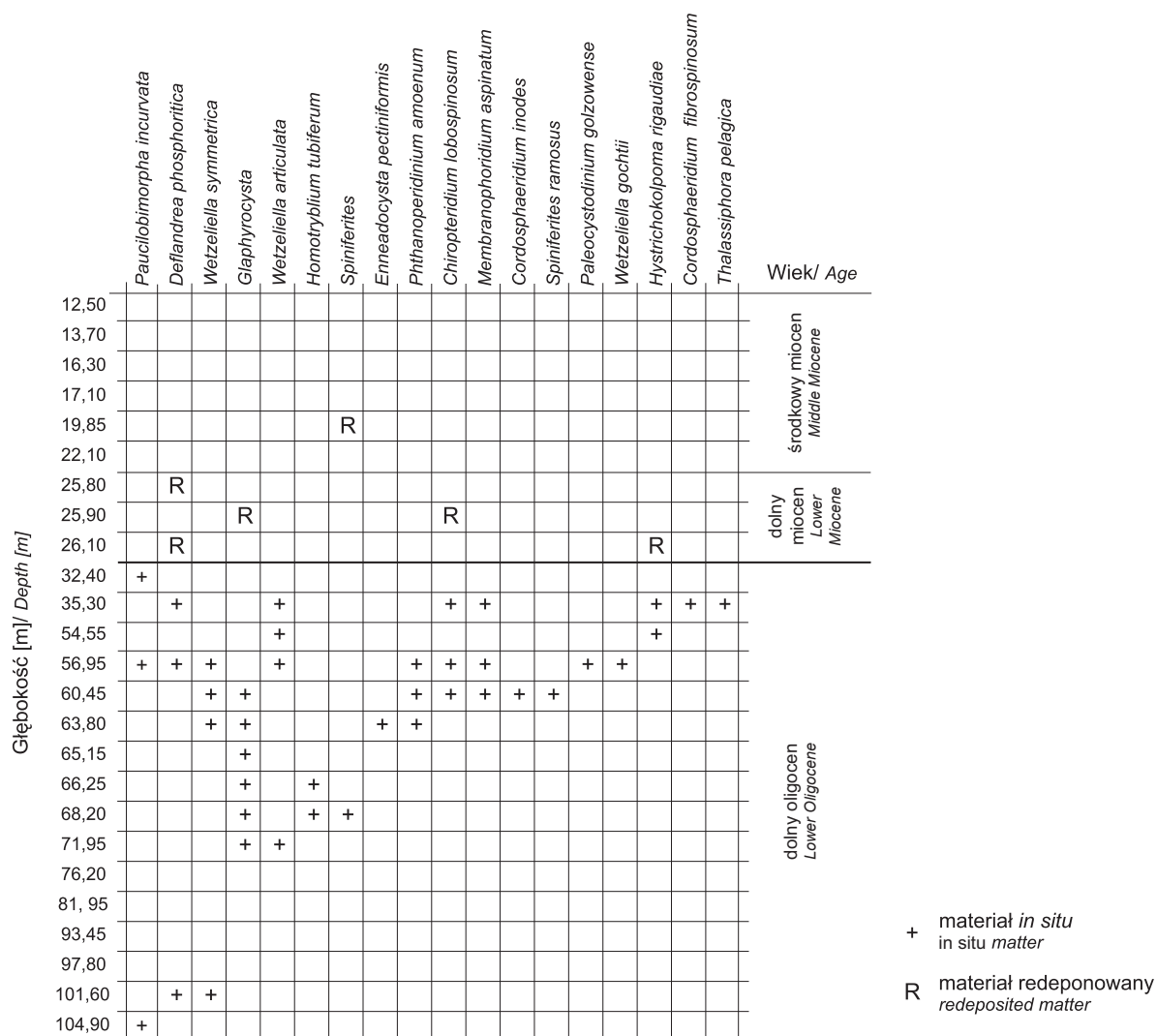


Fig. 11. Występowanie fitoplanktonu morskiego w profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr

Marine phytoplankton at the Łęczyce-Tr borehole section



Fig. 12. Materia palinologiczna oznaczona w profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i w odsłonięciu w Łęczycach

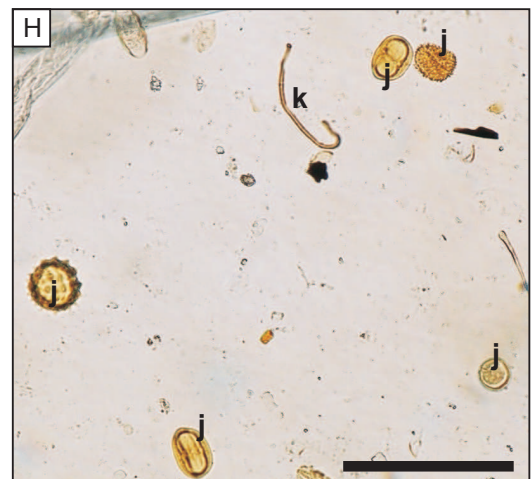
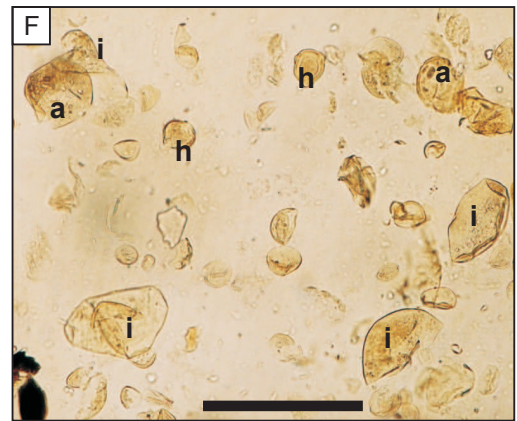
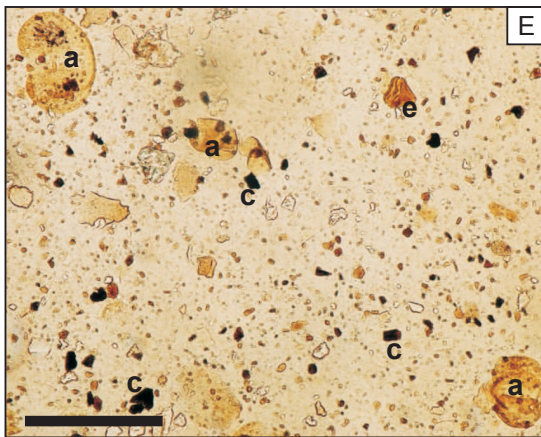
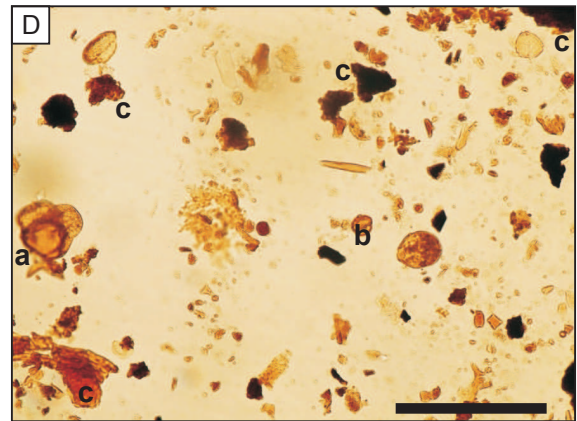
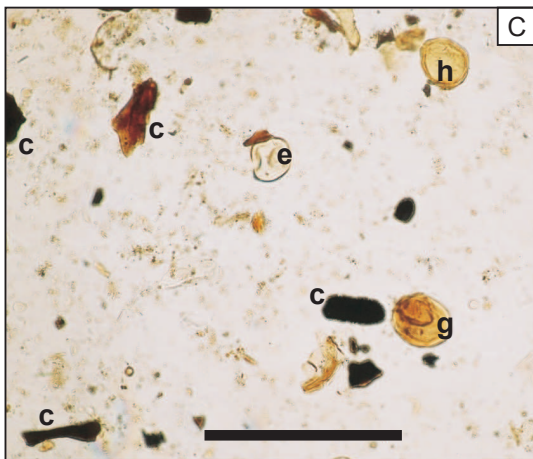
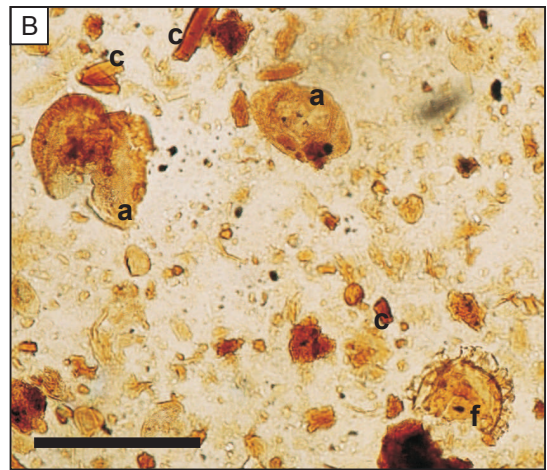
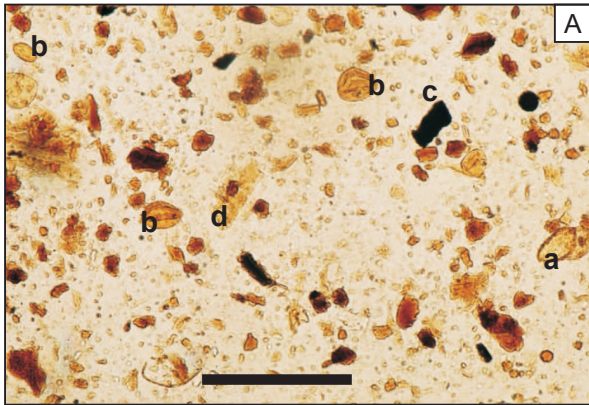
A. Oligocen dolny, facja lądowa, otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głęb. 97,80 m. B. Oligocen dolny, facja morska, otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głęb. 63,80 m. C. Oligocen dolny, facja brakiczna, otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głęb. 35,30 m. D. Miocen środkowy, facja lądowa, otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głęb. 13,70 m. E. Miocen górny, facja lądowa, otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głęb. 7,10 m. F. Pliocen, facja lądowa, odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko A2. G, H. Pliocen, facja lądowa, odsłonięcie w Łęczycach, stanowisko BI-8. Skala liniowa – 100 μ m

Objaśnienia: a – dwuworkowe ziarna pyłku roślin nagonasiennych, b – trójbrzdowoporowe ziarna pyłku roślin okrytonasiennych, c – fragmenty drewna (brązowe lub czarne), d – nabłonki, e – spory paproci, f – cysty Dinoflagellata, g – ziarna pyłku wymarłego rodzaju *Classopollis*, h – trójporowe ziarna pyłku okrytonasiennych, i – fitoplankton słodkowodny, j – ziarna pyłku roślin zielnych i wodnych, k – strzępki grzybów

Palynological matter identified at the Łęczyce-Tr borehole and at the Łęczyce outcrop section

A. Lower Oligocene, continental facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 97.80 m. B. Lower Oligocene, marine facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 63.80 m. C. Lower Oligocene, brackish facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 35.30 m. D. Middle Miocene, continental facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 13.70 m. E. Upper Miocene, continental facies, Łęczyce-Tr borehole, depth 7.10 m. F. Pliocene, continental facies, Łęczyce outcrop, site A2. G, H. Pliocene, continental facies, Łęczyce outcrop, site BI-8. Scale bars – 100 μ m

Explanations: a – bisaccate Gymnosperms pollen grains, b – tricorporate Angiosperms pollen grains, c – wood debris (brown or black), d – tissue fragments, e – fern spores, f – Dinoflagellate cysts, g – pollen grains of extincted genus *Classopollis*, h – triporate Angiosperms pollen grains, i – freshwater phytoplankton, j – herbaceous and aquatic pollen grains, k – fungi hyphae



Odmienny zespół palinomorf oznaczono z osadów mułkowych z węglem brunatnym z głębokości 12,50–22,10 m (fig. 12D). Pyłek roślin nagonasiennych jest reprezentowany przez *Pinuspollenites* (do 49,3%), *Sequoiapollenites* (do 7,9%), *Sciadopityspollenites* (do 7,8%), *Inaperturopollenites concedipites* (do 7,8%) i inne. Wśród pyłku roślin okrytonasiennych największe znaczenie ma pyłek roślin zarośli krzewiastych, m.in. *Cyrillaceaepollenites megaexactus* (do 16,9%), *Myricipites bituitus* (do 12,3%), *Triatriopollenites rurensis* (do 7,8%), *Ericipites ericius* (do 8,5%) i *Ilexpollenites iliacus* (do 6,8%). Obecny, lecz mniej liczny jest także pyłek roślin ciepłolubnych – *Tricolporopollenites dolium* (do 7%), *T. pseudocingulum* (do 5,6%), *Cupuliferoipollenites pusillus* (do 4,2%) i *Momipites punctatus* (do 3,5%). Występujący pojedynczo zniszczony fitoplankton morski jest wtórnym elementem w tym zespole palinomorf.

Kolejny zespół palinomorf wyodrębniono z osadów mułkowo-piaszczystych (próbki z głębokości 1,20–7,10 m;

fig. 12E). Zespół jest ubogi, z niską frekwencją sporomorf. Najliczniejszy jest pyłek roślin nagonasiennych: *Pinuspollenites*, *Sequoiapollenites*, *Sciadopityspollenites* i *Inaperturopollenites concedipites*. Wśród pyłku roślin okrytonasiennych, którego taksony występują w tym zespole tylko pojedynczo, wyróżniono m.in. *Alnipollenites verus*, *Trivestibulopollenites betuloides*, *Caryapollenites simplex*, *Momipites punctatus*, *Ericipites ericius*, *Ilexpollenites iliacus*, *Perriporopollenites stigmus*, *Myricipites bituitus*, *M. microcoryphaeus*, *Platanipollis ipelensis*, *Polyatriopollenites*, *Quercopollenites*, *Cyrillaceaepollenites exactus*, *C. megaexactus* i *Ulmipollenites undulosus*. Fitoplankton jest wyłącznie słodkowodny.

Odsłonięcie w Łęczycach. Na podstawie badań palinologicznych ośmiu próbek (tab. 6 i 7) z trzech stanowisk w odsłonięciu w Łęczycach: A – (fig. 13), BI (fig. 14) i BI-I (fig. 15) wyróżniono dwa zespoły palinomorf.

Tabela 6

Składniki materii palinologicznej oznaczone w profilu odsłonięcia w Łęczycach, stanowiska A i BI

Palynological matter components identified in the Łęczyce outcrop section, sites A and BI

Takson	Próbka	Zawartość [%]				
		A6	A2	BI-8	BI-6	BI-1
Spory						
<i>Azolla</i> – massula			0,6			
<i>Lycopodium</i>	9,1			13,5	11,9	40,5
<i>Neogenisporis</i>			0,6	0,7		
Polypodiaceae			2,9			
cf. <i>Toroisporis</i>	0,8					
Pyłek roślin nagonasiennych						
<i>Abies</i>			0,6			
<i>Classopollis</i>				0,4		
<i>Picea</i>					13,6	
<i>Pinus</i>	28,0	30,0	3,3	23,7	11,9	
<i>Tsuga</i>	0,8					
Pyłek roślin okrytonasiennych						
<i>Alnus</i>	14,4	22,4	2,6	20,3	16,7	
<i>Artemisia</i>	0,8		0,7	1,7		
Asteroidae (Asteraceae)			9,9			
<i>Betula</i>	3,0	1,8		25,4	11,9	
<i>Carpinus</i>			0,4			
<i>Centaurea</i> (Asteraceae)		0,6	17,2			
Chenopodiaceae			0,4			
Cichorioideae (Asteraceae)	2,3		36,5		2,4	
<i>Cirsium</i> (Asteraceae)			10,2			
<i>Corylus</i>	11,4	15,9	1,8		9,5	
<i>Engelhardtia</i>		0,6	0,4		4,8	
Ericaceae		0,6			2,4	
<i>Fagus</i>		14,1	0,4			
<i>Myrica</i>				3,4		

Takson	Próbka	Zawartość [%]				
		A6	A2	BI-8	BI-6	BI-1
Oenotheraceae		12,1	1,2			
<i>Plantago</i>		2,3	0,6			
Poaceae		10,6	5,9			
<i>Ranunculus</i>				0,7		
Rosaceae			0,6			
<i>Rumex</i>				0,4		
<i>Symplocos</i>				0,4		
<i>Typha</i>				0,4		
<i>Ulmus</i>		4,5	1,2			
Fitoplankton						
<i>Botryococcus</i>		+	+			
<i>Leiosphaeridia</i>		+			+	
<i>Megatetrapidites</i>			+			
<i>Ovoidites ligneolus</i>			+			
<i>Sigmopollis pseudosetarius</i>		+	+		+	+
<i>Stigmozygodites</i>		+	+			
Słodkowodny nieoznaczony		+	+++	+	+	+
Fitoklasty						
Brązowe fragmenty drewna		+	++	+	+	+
Czarne fragmenty drewna			+	+		++
Nabłonki				+		
Inne						
Spory i strzępki grzybów				+		+
Okrzemki				+		

+ – pojedyncze, ++ – częste, +++ – masowe
+ – single, ++ – frequent, +++ – mass

Tabela 7

Składniki materii palinologicznej oznaczone w profilu odsłonięcia w Łęczycach, stanowisko BII

Palynological matter components identified in the Łęczyce outcrop section, site BII

Takson	Próbka	Zawartość [%]		
		BII-3	BII-2	BII-1
Spory				
<i>Laevigatosporites haarti</i>			2,8	1,5
<i>Leiotriletes</i>				0,5
cf. <i>Neogenisporites</i>			0,7	
Pylek roślin nagonasiennych				
<i>Pinuspollenites</i>		30,3	14,7	19,1
<i>Sciadopityspollenites</i>				0,5
Pylek roślin okrytonasiennych				
<i>Alnipollenites verus</i>		15,2	53,8	27,3
<i>Artemisiapollenites</i>		3,0		
<i>Trivestibulopollenites betuloides</i>			2,8	2,6
<i>Carpinipites</i>		6,1	4,2	3,1
cf. <i>Caryophyllidites</i>			2,1	
<i>Chenopodipollis</i>		3,0	0,7	0,5
<i>Cichoraecidites gracilis</i>				1,5
<i>Corylopollis coryloides</i>		3,0	4,2	8,2
<i>Momipites punctatus</i>		15,2	2,1	3,6
<i>Graminidites</i>			0,7	1,0
<i>Ilexpollenites iliacus</i>		3,0		1,0
<i>Ilexpollenites propinquus</i>			0,7	
<i>Intratropopollenites</i>		3,0		
<i>Periporopollenites</i>				1,0

Takson	Próbka	Zawartość [%]		
		BII-3	BII-2	BII-1
<i>Myricipites</i>		12,1	4,9	16,5
<i>Pseudotyphoidites</i>		3,0		
<i>Polyatriopollenites</i>			2,1	2,6
<i>Quercopollenites</i>				2,6
<i>Quercoidites henrici</i>				1,5
<i>Salixipollenites</i>				0,5
<i>Sparganiaceapollenites</i>				0,5
<i>Tricolporopollenites</i>			0,7	1,5
<i>Ulmipollenites undulosus</i>		3	2,8	2,6
Fitoplankton				
<i>Botryococcus</i>		+		+
cf. <i>Keltoidites</i>			+	
<i>Ovoidites ligneolus</i>		+		+
<i>Pediastrum</i>			+	
<i>Sigmopollis pseudosetarius</i>			+	+
<i>Stigmozygodites</i>		+	+	+
cf. <i>Structizygodites</i>		+		+
<i>Zygodites</i>		++		
Słodkowodny nieoznaczony		+++	++	+++
Fitoklasty				
Czarne fragmenty drewna			+++	+

+ – pojedyncze, ++ – częste, +++ – masowe

+ – single, ++ – frequent, +++ – mass

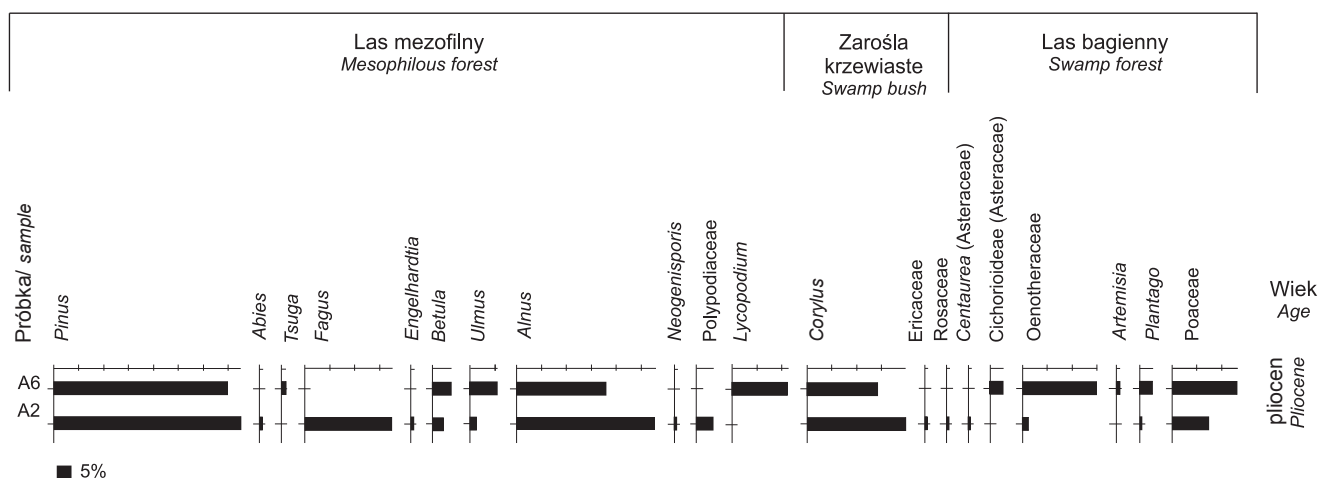


Fig. 13. Ważniejsze sporomorfy oznaczone w profilu odsłonięcia w Łęczycach, stanowisko A

Major sporomorphs identified in the Łęczyce outcrop section, site A

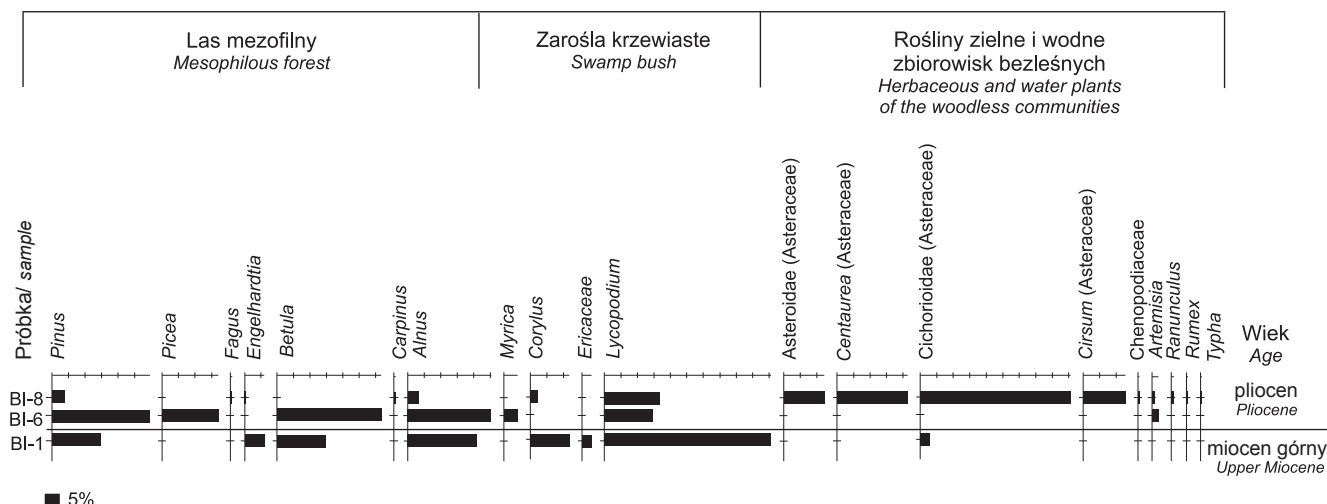


Fig. 14. Ważniejsze sporomorfy oznaczone w profilu odsłonięcia w Łęczycach, stanowisko BI

Major sporomorphs identified in the Łęczycze outcrop section, site BI

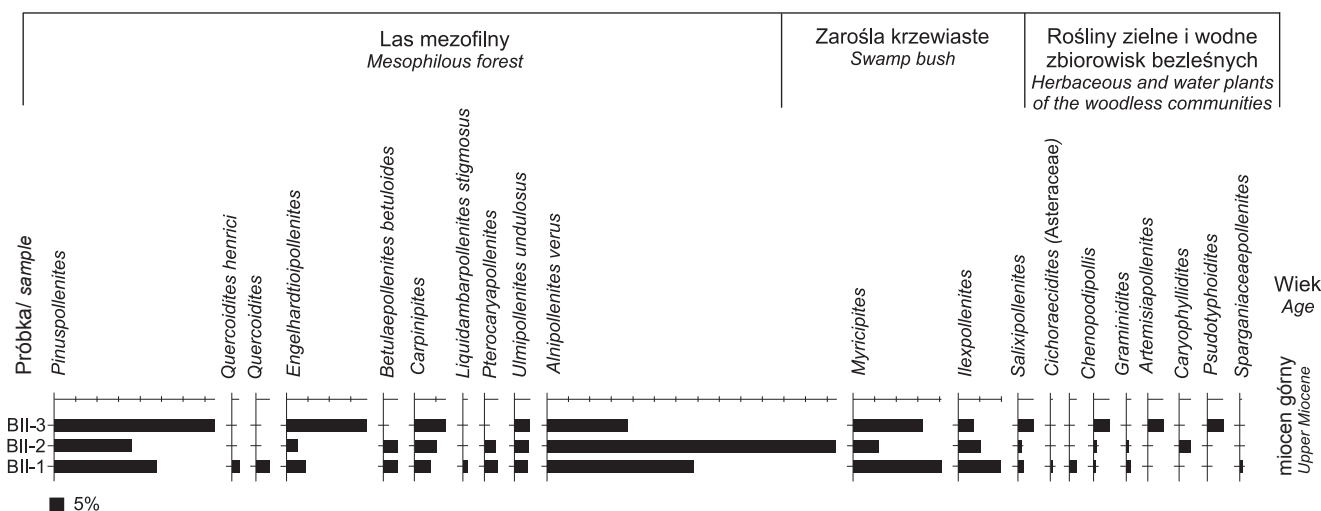


Fig. 15. Ważniejsze sporomorfy oznaczone w profilu odsłonięcia w Łęczycach, stanowisko BII

Major sporomorphs identified in the Łęczycze outcrop section, site BII

W niższej części odsłonięcia, w klastach ilu węglistego (próbka BII-3), wyraźnie zaznacza się obecność pyłku roślin ciepłolubnych: *Momipites punctatus*, *Periporopollenites*, *Myricipites*, *Polyatriopollenites*, *Quercoidites henrici*. Duży udział ma też *Alnipollenites verus*. Ponad 90% całego spektrum stanowi pyłek drzew i krzewów rosnących w lesie mieszanym, a tylko niespełna 10% pyłek roślin zielnych. Kolejne próbki mają zbliżony skład, ale już z mniejszą ilością pyłku roślin ciepłolubnych (próbki BI-1, BII-2). W próbce BI-1 obraz nieco zniekształca bardzo wysoki udział zarodników widłaka (*Lycopodium*), zwiększający sumę roślin zielnych do ponad 40%, ta nadreprezentacja ma jednak znaczenie wyłącznie lokalne.

W następnym zespole palinomorf, oznaczonym z ilów węglistych (próbka BII-2), dominuje pyłek *Alnipollenites verus* (ponad 50% zespołu), natomiast niewielki udział ma pyłek roślin o wyższych wymaganiach termicznych.

Zespoły sporomorf z próbek A2 (fig. 12F), A6 i BI-6 mają zbliżone spektra. Duże znaczenie (62,1–87,6%) ma pyłek drzew o umiarkowanych wymaganiach termicznych, wzrasta ilość pyłku roślin zielnych i wodnych oraz spor (do 37%). W śladowych ilościach występuje pyłek roślin ciepłolubnych. Wyraźny jest udział fitoplanktonu słodkowodnego.

Skład zespołu palinomorf z próbki BI-8 (fig. 12G, 12H) jest odmienny, udział pyłku drzew wynosi zaledwie 9,5%, bardzo liczne są natomiast taksony pyłku roślin zielnych

(90,5%). Stwierdzono bardzo wysoki udział ziaren pyłku roślin z rodziny Asteraceae: Cichorioideae (36,5%), *Centaurea* (17,2%), *Cirsium* (10,2%) oraz Asteroidae (9,9%). Ponadto w mniejszych ilościach występują inne taksony ro-

ślin zielnych i wodnych, w tym *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Ranunculus*, Rosaceae, *Rumex* i *Typha*. Spory *Lycopodium* stanowią 13,5% zespołu. Plankton słodkowodny jest nieliczny, pojawiają się za to pojedyncze okrzemki.

SUKCESJA ŚRODOWISK DEPOZYCJI

Na podstawie wyników badań sedymentologicznych utworów z profilu w Łęczycach, uzupełnionych wynikami badań uziarnienia i minerałów ciężkich, zrekonstruowano zmiany środowiska sedymentacji w młodszym paleogenie i neogenie. Interpretacja rozwoju sedymentacji uwzględnia także – istotne dla rekonstrukcji środowiskowych – wyniki badań palinologicznych, informujące o obecności bądź braku fitoplanktonu morskiego oraz ziaren glaukonitu i organicznych wyściółek otwornic. Dane te umożliwiły odróżnienie facji o charakterze morskim i brakicznym od lądowych mimo licznych podobieństw litologiczno-strukturalnych.

Na podstawie sukcesji litofacji z profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr odtworzono przebieg zmian środowiska depozycji badanych utworów (fig. 3).

W najniższej części profilu (głębokość 100,35–109,00 m, miąższość 8,65 m) występują osady morskiego wybrzeża, zdominowane w dolnej części (105,20–109,00 m) przez fację odsypów przyujściowych z licznymi powierzchniami erozyjnymi. Wyżej znajduje się zespół osadów przybrzeża, zwieńczony cienką (0,25 m) warstwą piaszczystych utworów skłonu delty.

Wyżej w profilu (głębokość 77,80–100,35 m, miąższość 22,55 m) występują osady jeziorne zawierające węgiel brunatny (facja bagienny-torfowiskowa) na przemian z osadami przybrzeża jeziora; w ich dolnej i środkowej części pojawiają się przewarstwienia bardziej piaszczystych utworów deltowych (skłonu i prodelty). Te osady odpowiadają okresowi regresji zbiornika morskiego/ brakicznego i utworzenia na jego miejscu zbiornika wody stojącej/ jeziora o zmiennym poziomie wody (od płytkich facji przybrzeża i bagienny-torfowiskowych po osady otwartej toni), w obszar którego wkraczały delty rzeczne. Skład ziarnowy osadów klastycznych wskazuje na różne typy genetyczne materiału odzwierciedlające różnorodność procesów hydro- i litodynamicznych w środowisku sedymentacji.

Na głębokości 53,70–77,80 m (miąższość 24,10 m) ponownie zalegają osady, w których zaznaczył się wpływ zbiornika morskiego (fitoplankton morski wskazuje zapewne na kolejną ingresję). Przeważają utwory przybrzeża, głównie mułki piaszczyste, występujące na przemian z osadami laguny (mułki ilaste). Skład ziarnowy świadczy o depozycji osadów z zawiesiny. W płytszych partiach zbiornika rozwinęły się bagniska, gdzie gromadził się materiał fitogeniczny. W dolnej części wydzielenia znajduje się pojedyncza piaszczysto-żwirkowa seria utworów rzecznych, reprezentująca ujście rzeki i jego przedpole. Jej skład ziarnowy wskazuje na redepozycję grubszej frakcji transportowanej poprzez toczenie.

W kolejnej serii osadów (głębokość 31,15–53,70 m, miąższość 22,55 m) nadal zaznacza się oddziaływanie zbiornika morskiego (fitoplankton morski, pojedyncze ziarna glaukonitu i wyściółki otwornic), jednak przeważają w niej facje deltowe (skłonu i przedpola delty). W dolnej części wydzielenia dominują facje ujścia rzeki i szczytu delty, a następnie skłonu delty bądź przybrzeża, rozdzielone ponad metrowej miąższości pakietem facji prodelty. Przeważają tu piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste z przewarstwieniami mułków, których skład ziarnowy świadczy o depozycji z zawiesiny przydennej. Cały zespół jest zwieńczony żwirowo-piaszczystymi osadami facji ujścia rzeki i odzwierciedla stadia progradacji i cofania się delty. Przyczyną mogło być wahanie poziomu wody w rzece i ilości niesionego materiału. W stropie serii występują utwory mułkowo-ilaste reprezentujące facje laguny i przybrzeża, których obecność wskazuje przypuszczalnie na przesunięcie ujścia rzeki w inny odcinek brzegu.

Pakiet osadów z głębokości 19,50–31,15 m (miąższość 11,65 m) tworzą ponownie osady rzeczne, głównie w facji korytovej, przedzielone cienkimi (do 0,60 m) utworami krewas. Obecność granatów w zespole minerałów ciężkich, dobry stopień obtoczenia ziaren i brak śladów korozji na ich powierzchni wskazują na selekcję materiału podczas transportu w środowisku o znacznej energii. W górnej części wydzielenia występuje warstwa ilu o miąższości 0,40 m z wkładką węgla brunatnego, odpowiadająca facji jeziorno-bagniskowej, która jest przykryta serią utworów piaszczystych o charakterze rzeczno-deltowym.

W spągu górnej części profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr (głębokość 0–19,50 m, miąższość 19,50 m) występują utwory ilasto-fitogeniczne odpowiadające facji laguny, przewarstwione mułkowo-piaszczystymi osadami strefy przybrzeża bądź prodelty i delty, lokalnie z facją bagienny-torfowiskową. W wyższej części wydzielenia znajdują się osady powstałe w zbiorniku jeziornym, prawdopodobnie w wyniku podniesienia bazy erozyjnej i wycofania się morza. Występują tu przemienne serie osadów jeziornych (facja przybrzeża) i deltowych o miąższości 3,30 m z facjami skłonu i prodelty. Niski stopień obróbki minerałów ciężkich wskazuje na depozycję osadów w środowisku niskoenergetycznym, w którym zachodziły procesy wietrzenia chemicznego. Niemal zupełny brak granatów, słabo odpornych na wietrzenie chemiczne, przemawia za znacznym nasileniem tych procesów. Te osady powstały w ostatnim, lądowym etapie ewolucji środowiska sedymentacji w neogenie. Nastąpiło wówczas zapewne zahamowanie rozwoju sieci rzecznej i zalanie obszaru przez wody dużego zbiornika.

U ujścia rzeki rozbudowywała się i zanikała delta, zależnie od fluktuacji klimatycznych i wahań głębokości akwenu. Możliwe, że opisana sukcesja osadów powstała wyłącznie na skutek naturalnej przebudowy linii brzegowej zbiornika w wyniku zmian położenia ujścia rzeki.

W całym profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr udział uwęglonej materii organicznej rośnie ku górze – jest to efekt bujnego rozwoju bagnisk na brzegach zbiorników jeziornych i w dystalnych partiach równi zalewowych. W badanych osadach występuje też muskowił, którego udział (i koncentracja) zależy od mechanizmów depozycji – wzbogacenia na powierzchni lamin wynikają z opadania z zawiesziny łuseczek miki jako ostatniej z faz mineralnych.

Sukcesja litofacji wyróżnionych w profilu odsłonięcia w Łęczycach odpowiada kolejnym zmianom środowiska depozycji (fig. 4). Od spągu odsłonięcia występują kolejno:

- osady przybrzeża jeziora lub wysłodzonej laguny (warstwy 1–10 – numeracja zgodna z fig. 4);
- osady deltowe (warstwy 11–14), reprezentujące przypuszczalnie szczyt delty, są to utwory powstałe w środowisku o wysokiej energii, a obecność całych pakietów zmarszczek wstępujących świadczy o znacznym obciążeniu wód zbiornika osadem i o jego pulsacyjnej dostawie;
- osady jeziora lub wysłodzonej laguny (warstwy 15–17; rozróżnienie na podstawie zaobserwowanych cech nie jest możliwe), charakterystyczne dla środowiska o niskiej energii, z cienką wkładką powstałych w środowisku średnioenergetycznym osadów deltowych o miąższości 0,10 m, reprezentujących skłon delty; w stropie tej serii występuje poziom gleby kopalnej o miąższości 0,20 m, wskazujący na postępujące zabagnienie i spłycenie zbiornika;

– osady przybrzeża (warstwy 18–24) z trzema wkładkami osadów rzecznych o miąższości 0,08–0,20 m (facja korytowa).

Na podstawie opisanej sukcesji osadów w profilu odsłonięcia w Łęczycach wydzielono dwa zespoły facjalne (fig. 4). Niższy zespół (warstwy 1–17) tworzą osady facji przybrzeża i brzegu stopniowo spływającego się jeziora lub wysłodzonej laguny, przykryte osadami deltowymi. Okresowo obciążenie wód zbiornika materiałem było bardzo duże, co mogło skutkować wezbraniami powodziowymi na zapleczu brzegu. Proces ten nie musiał być jednak związany z regionalną regresją; wynikał raczej z przebudowy brzegu zbiornika sedimentacyjnego w trakcie rozwoju delty. W najwyższej części dolnego zespołu facjalnego zalegają osady charakterystyczne dla wód stagnujących (rytm piaszczysto-mułkowy) – laguna lub jezioro na powierzchni równi deltowej – w których warunki były korzystne dla rozwoju organizmów mułozernych, o czym świadczą liczne skamieniałości śladowe typu *Domichnia*, *Fodinichnia* i ślady ucieczki. Zbiornik ten, zapewne o charakterze lokalnym, uległ następnie znacznemu spłyceniu, co sprzyjało rozwojowi roślinności.

Osady górnego zespołu facjalnego (warstwy 18–24) spoczywają niezgodnie na osadach zespołu dolnego. Dolną jego część stanowią utwory górnego przybrzeża, ogólnie o charakterze transgresywnym, jednak w czasie ich powstawania nastąpiło kilka epizodów sedimentacji rzecznej. Tylko tak można wyjaśnić dużą niedojrzałość osadu, która stawia pod znakiem zapytania możliwość jego transportu z potencjalnych obszarów alimentacyjnych na południu Polski. Można zatem przypuszczać, że źródłami kwarcu i litoklastów były raczej skały tarczy bałtyckiej, a transport odbywał się z północy („wielka rzeka bałtycka”?).

SUKCESJA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH

Na podstawie wyników analizy pyłkowej i fitoplanktonowej oraz badań pozostałych elementów materii palinologicznej odtworzono zmiany warunków ekologicznych i klimatycznych podczas rozwoju zbiornika sedimentacyjnego w paleogenie i neogenie.

W najniższej części profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr (głębokość 101,60–104,90 m) występuje mało zróżnicowany zespół materii palinologicznej. W części spągowej wydzielenia są obecne morski fitoplankton oraz pojedyncze ziarna glaukonitu, co wskazuje na okresowe połączenie zbiornika sedimentacyjnego z morzem. Skład oznaczonego pyłku świadczy o bogatej vegetacji na brzegach tego zbiornika. Dominowała wówczas roślinność ciepłumiarkowana z przewagą lasów bagiennych, w których rosły drzewa z rodziny Taxodiaceae oraz z rodzajów *Nyssa* i *Alnus*.

Podczas tworzenia się węgla brunatnego, występującego na głębokości 97,80 m, kontakt ze zbiornikiem morskim został przerwany (o czym świadczy brak morskiego fitoplanktonu). Warunki vegetacji na lądzie były zbliżone do wcześniejszych, a największe znaczenie miało zbiorowisko

lasu bagiennego, w którym gromadził się materiał węglotwórczy (tab. 8).

W nadległych osadach (głębokość 32,40–76,20 m) znaleziono ślady kilkakrotnej ingresji morskiej, której maksimum odpowiadają utwory z głębokości 35,30–60,45 m. Poza morskim fitoplanktonem znaleziono w nich organiczne wyściółki otwornic i pojedyncze ziarna glaukonitu. Wśród morskiego fitoplanktonu przeważały dinocysty o peridinioidalnym typie budowy, dominującym w wodach przybrzeżnych. Roślinność lądową stanowił mezofilny las mieszany bogaty w ciepłolubne składniki, z przedstawicielami podrodzin Fagoideae, Quercoideae, Castaneoideae, rodzajów *Platanus*, *Engelhardtia* oraz rodzin Myrtaceae i Elaeagnaceae. Udział zbiorowiska lasu bagiennego był nadal wyraźny, a zarośla krzewiaste miały niewielkie znaczenie.

W osadach z głębokości 26,10 m zapisał się epizod sedimentacji w zbiorniku lądowym. Wśród roślinności okalającej zbiornik dominowały drzewa szpilkowe z rodziny Pinaceae. Ważnym składnikiem zbiorowisk roślinnych nadal była ciepłolubna flora lasu mezofilnego z *Platanus*,

Engelhardtia i Castaneoideae. Pojedyncze okazy morskiego fitoplanktonu zostały redeponowane z utworów paleogenu.

W osadach z kolejnej części profilu (głębokość 25,80–25,90 m; tab. 9) nie zaznaczył się jednoznacznie wpływ morza, odnotowano tylko pojedyncze wystąpienia paleogeńskiego morskiego fitoplanktonu, którego stan zachowania wskazuje na redepozycję. Podobną genezę mają ziarna pyłku z wczesnopaleogeńskiej grupy Normapolles. Roślinność lądową stanowiły wówczas lasy mezofile z licznymi roślinami ciepłolubnymi z podrodziny Fagoideae, Castaneoideae, Quercoidae, rodziny Juglandaceae oraz las bagienny z Taxodiaceae i *Alnus*.

W mułkach węglistych (głębokość 12,50–22,10 m) stwierdzono zespół sporomorf wskazujący na dominację flory ciepłomiarkowanej (tab. 10). Najliczniejszą grupę stanowiły rośliny zarośli krzewiastych: Ericaceae, Myricaceae, Cyrillaceae, Cletraceae, *Ilex*. Zaznaczył się też udział roślin lasu bagiennego z *Taxodium* i *Nyssa* oraz lasu mezofilnego z Fagoideae, Quercoidae i *Engelhardtia*.

Zespół mułków węglistych z głębokości 1,20–7,10 m zawiera ubogi zespół pyłkowy, wskazujący na przewagę w zbiorowiskach roślinnych drzew szpilkowych, zwłaszcza z rodziny Pinaceae (tab. 11). Obecna, choć nieliczna, była ciepłomiarkowana geoflora arktycznotrzeciorzędowa,

Tabela 8

Materia palinologiczna z osadów dolnego oligocenu (otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głębokość 63,80–104,80 m p.p.t.) i jej interpretacja

Palynological matter from the Lower Oligocene sediments (Łęczyce-Tr borehole, depth 63.80–104.80 m b.g.l.) and its interpretation

Sporomorfy	dość liczne, duży udział elementu paleotropikalnego, dominuje pyłek zbiorowisk lasu mezofilnego i bagiennego
Fitoplankton	morski, dość liczny, dinocysty (głównie peridinioidy), Acritarcha, Prasinophyta
Fitoklasty	występują masowo; brązowe i czarne fragmenty drewna
Inne	ośrodkie otwornic, pojedyncze ziarna glaukonitu
Środowisko	zbiornik brakiczny, okresowo odcięty od morza
Klimat	ciepłomiarkowany do subtropikalnego

Tabela 9

Materia palinologiczna z osadów dolnego miocenu (otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głębokość 25,80–25,90 m p.p.t.) i jej interpretacja

Palynological matter from the Lower Miocene sediments (Łęczyce-Tr borehole, depth 25.80–25.90 m b.g.l.) and its interpretation

Sporomorfy	dość liczne, obecne ciepłomiarkowane elementy geoflory arktycznotrzeciorzędowej, znaczny udział pyłku drzew szpilkowych, dominuje pyłek zbiorowisk lasu mezofilnego i zarośli krzewiastych; pojedyncze ziarna Normapolles są redeponowane
Fitoplankton	morski nieliczny – dinocysty redeponowane ze starszych osadów; słodkowodny nieliczny – Chlorophyta
Fitoklasty	brązowe i czarne fragmenty drewna
Środowisko	zbiornik słodkowodny z redepozycją starszych osadów
Klimat	ciepłomiarkowany, suchy

Tabela 10

Materia palinologiczna z osadów środkowego miocenu (otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głębokość 12,50–22,10 m p.p.t.) i jej interpretacja

Palynological matter from the Middle Miocene sediments (Łęczyce-Tr borehole, depth 12,50–22,10 m b.g.l.) and its interpretation

Sporomorfy	dość liczne, duży udział elementu ciepłomiarkowanego geoflory arktycznotrzeciorzędowej, dominuje pyłek zbiorowisk zarośli krzewiastych, lasu mezofilnego i bagiennego
Fitoplankton	morski nieliczny – dinocysty redeponowane ze starszych osadów, słodkowodny nieliczny – Chlorophyta
Fitoklasty	bardzo liczne brązowe i czarne fragmenty drewna
Środowisko	zbiornik słodkowodny
Klimat	ciepłomiarkowany, wilgotny

notowana w lesie mezofilnym: *Platanus*, *Engelhardtia*, Fagoideae, *Quercus*, a wśród zarośli krzewiastych Cyrillaceae, Cletraceae, Ericaceae, *Myrica* i *Ilex*. Wyraźnie zaznaczyła się też obecność zbiorowiska lasu łęgowego z *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar* i *Ulmus*. Ze względu na brak śladów fitoplanktonu morskiego należy przypuszczać, że sedymentacja odbywała się w zbiorniku słodkowodnym, izolowanym od wpływów morskich.

W osadach z najniższej części odsłonięcia w Łęczycach, podobnie jak w osadach z profilu otworu wiertniczego, występuje zespół z wyraźnym udziałem roślin ciepłolubnych, zwłaszcza składników fitocenozy zarośli krzewia-

stych z *Myrica* i *Engelhardtia*. Większy jest udział *Alnus* (tab. 12). W zespołach roślinnych, których pyłek znaleziono w wyższej części profilu, zwiększyło się znaczenie roślin zielnych (tab. 13 i 14). Obecne były jeszcze drzewa lasu mieszanego: *Pinus*, *Fagus*, *Betula*, *Ulmus* i *Alnus*. W ówczesnym lesie ciepłolubny element „trzeciorzędowy” nie występował w ogóle lub występował jedynie podrzędnie. Również nieliczne były krzewy (*Corylus*, Rosaceae). Największe różnicowanie taksonomiczne stwierdzono wśród pyłku roślin zielnych, którego ilość znacznie wzrasta ku górze profilu. W najwyższej części profilu pyłek roślin zielnych i wodnych oraz spor stanowi ponad 90% zespołu

Tabela 11

Materia palinologiczna z osadów górnego miocenu (otwór wiertniczy Łęczyce-Tr, głębokość 1,20–7,10 m p.p.t.) i jej interpretacja

Palynological matter from the Upper Miocene sediments (Łęczyce-Tr borehole, depth 1,20–7,10 m b.g.l.) and its interpretation

Sporomorfy	nieliczne, obecny ciepłomiarkowany element geoflory arktycznotrzeciorzędowej, znaczny udział pyłku drzew szpilkowych, dominuje pyłek zbiorowisk lasu łęgowego, mezofitycznego i zarośli krzewiastych
Fitoplankton	słodkowodny, nieliczny – Chlorophyta
Fitoklasty	liczne, brązowe i czarne fragmenty drewna
Środowisko	zbiornik słodkowodny bez wpływów morskich
Klimat	ciepłomiarkowany

Tabela 12

Materia palinologiczna z osadów górnego miocenu (odsłonięcie w Łęczycach, dolny zespół facjalny, próbki BI-1, BII-1, BII-2 i BII-3) i jej interpretacja

Palynological matter from the Upper Miocene sediments (Łęczyce outcrop, lower facies complex, samples BI-1, BII-1, BII-2 and BII-3) and its interpretation

Sporomorfy	liczne, wyraźny udział ciepłomiarkowanego elementu geoflory arktycznotrzeciorzędowej, dominuje pyłek zbiorowisk lasu bagiennego, mezofilnego i zarośli krzewiastych
Fitoplankton	słodkowodny, liczny – Chlorophyta
Fitoklasty	nieliczne czarne fragmenty drewna
Środowisko	zbiornik słodkowodny bez wpływów morskich
Klimat	umiarkowany, dość wilgotny

Tabela 13

Materia palinologiczna z osadów pliocenu (odsłonięcie w Łęczycach, górny zespół facjalny, próbki A2, A6 i BI-6) i jej interpretacja

Palynological matter from the Pliocene sediments (Łęczyce outcrop, upper facies complex, samples A2, A6 and BI-6) and its interpretation

Sporomorfy	dość liczne, duży udział elementu chłodniamiarkowanego, dominuje pyłek zbiorowisk lasu mezofilnego i otwartych zbiorowisk bezleśnych
Fitoplankton	słodkowodny, liczny – Chlorophyta
Fitoklasty	nieliczne brązowe i czarne fragmenty drewna
Środowisko	zbiornik słodkowodny bez wpływów morskich
Klimat	chłodniamiarkowany, suchy

Tabela 14

Materia palinologiczna z osadów pliocenu (odsłonięcie w Łęczycach, górny zespół facjalny, próbka BI-8) i jej interpretacja

Palynological matter from the Pliocene sediments (Łęczycze outcrop, upper facies complex, sample BI-8) and its interpretation

Sporomorfy	liczne, duży udział elementu chłodnouiarkowanego, dominuje pyłek zbiorowisk otwartych
Fitoplankton	słodkowodny, nieliczny
Fitoklasty	liczne, brązowe i czarne fragmenty drewna
Inne	pojedyncze okrzemki
Środowisko	zbiornik słodkowodny bez wpływów morskich
Klimat	chłodny, suchy

Tabela 15

Interpretacja zbiorowisk roślinnych w aspekcie klimatycznym (próbki osadów miocenu i pliocenu z odsłonięcia w Łęczycach)

Interpretation of plant communities from the climatic viewpoint (Miocene and Pliocene sediment samples from the Łęczycze outcrop)

Próbka	Zbiorowisko roślinne	Klimat	Poziom sporowo-pyłkowy
BI-8	dominacja roślin zielnych, odlesienie	chłodnouiarkowany	XIII
A6	wzrost znaczenia roślin zielnych	chłodnouiarkowany	
BI-6, A2	dużo drzew szpilkowych, pojedyncze taksyony miocenijskie	chłodnouiarkowany	
BII-3	obecne rośliny ciepłolubne	ciepłouiarkowany	XI
BII-2	liczny pyłek <i>Alnus</i> (ponad 50%), nieliczny pyłek roślin ciepłolubnych	umiarkowany	
BI-1	nieliczne rośliny ciepłolubne	umiarkowany	
BII-1	liczne taksyony miocenijskich roślin ciepłolubnych	ciepłouiarkowany	

sporomorf. Licznie są reprezentowane rodziny Asteraceae, Chenopodiaceae, Oenotheraceae, Plantaginaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Apocynaceae, Gentianaceae i inne. Tak duży udział pyłku roślin zielnych należy wiązać zapewne z lokalnym otwartym siedliskiem. Wzrost znaczenia tych roślin świadczy o ogólnym przerzedzaniu się pokrywy leśnej, co było związane z osuszaniem i z ochładzaniem

klimatu oraz z dominacją zbiorowisk o charakterze stepu (tab. 15). Podobne zbiorowiska ze znacznym udziałem roślin zielnych były w neogenie bardzo rzadkie; rozwijały się one niemal wyłącznie w pliocenie, w okresach warunków niekorzystnych dla rozwoju roślinności leśnej (Winter, 1997; Badura i in., 2006).

WIEK I GENEZA UTWORÓW PALEOGENU I NEOGENU

Przeanalizowano cechy litologiczne, strukturalne i skład zespołów palinologicznych osadów wyższego paleogenu i neogenu występujących w profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr i odsłonięcia w Łęczycach i przyporządkowano je jednostkom litostratygraficznym standardowego podziału

paleogenu (Luterbacher i in., 2004) i neogenu (Lourens i in., 2004) w basenie północnoeuropejskim (fig. 16, tab. 16).

Utory formacji mosińskiej dolnej, odpowiadające ogniwu z Chłapowa, stwierdzono w profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr na głębokości 100,35–110,00 m. Formację

Tabela 16

Jednostki litostratygraficzne w profilu osadów paleogenu i neogenu w Łęczycach

Lithostratigraphic units in the Paleogene and Neogene section at Łęczycze

Epoka	Jednostka litostratygraficzna	Pozycja wydzielenia w profilu
Pliocen	formacja gozdnicka	w odsłonięciu: 4,55–7,95 m n.p.t.
Górny miocen	ekwiwalent formacji poznańskiej	w odsłonięciu: 0,0–4,55 m n.p.t. w otworze: 0–11,00 m p.p.t.
Środkowy miocen	formacja adamowska	w otworze: 11,00–22,35 m p.p.t.
Dolny miocen	formacja krajeńska	w otworze: 22,35–26,00 m p.p.t.
	formacja gorzowska	w otworze: 26,00–31,15 m p.p.t.
Dolny oligocen	formacja mosińska górna	w otworze: 31,15–35,00 m p.p.t.
	formacja czempińska	w otworze: 35,00–100,35 m p.p.t.
	formacja mosińska dolna (ogniwo z Chłapowa)	w otworze: 100,35–110,00 m p.p.t.

tworzą różnoziarniste piaski kwarcowe z nielicznymi ziarnami glaukonitu (pakiet 1 – numeracja zgodna z [fig. 7 i 8](#); [appendyks 2](#)) reprezentujące fację odsypów przyujściowych w strefie wybrzeża morskiego, wyżej przechodzące w zespoły osadów przybrzeża i skłonu delty. Dolnooligocenijski wiek tych osadów określono na podstawie fitoplanktonu morskiego odpowiadającego poziomowi dinocystowemu D13 i zespołu pyłkowego z dużym udziałem elementu paleotropikalnego, w którym dominuje pyłek zbiorowisk lasu bagiennego oraz lasu mezofilnego. Zbliżony zespół palinomorf odnotowano na znacznych obszarach północnej części Niżu Polskiego (Słodkowska, 2004a, 2009), w profilach otworów wiertniczych z wyniesienia Łeby: Chłapowo III, Mieroszyno IG-1 i IG-2, Żelistrzewo IG-1, Połczyno IG-1, Czarny Młyn IG-2, Głuszewo IG-1 (Grabowska, Ważyńska, 1997).

Osady formacji czempińskiej (pakiety 2–5, głębokość 35,00–100,35 m, miąższość 65,35 m) odzwierciedlają zmiany środowiska sedymentacji. Dolną część formacji tworzą utwory mułkowo-piaszczyste rytmicznie warstwowane, miejscami zbioturbowane, z przewarstwieniami piaszczystymi, zwłaszcza w spągu (pakiet 2). Utwory te zawierają laminy węgliste z dużą ilością muskowitu na powierzchniach, wkładki detrytusowe roślinnego i okruchy ksylytu. Poniżej głębokości 97,50 m występują trzy poziomy węgla ksylytowego o miąższości kilku i kilkunastu centymetrów. Osady te utworzyły się w zbiorniku jeziornym o zmiennym poziomie wody (od facji bagiennie-torfowiskowych z dominującym zbiorowiskiem lasu bagiennego oraz facji płytkiego przybrzeża po fację otwartej toni), w który wkraczały delty rzeczne.

Środkowa część formacji czempińskiej w Łęczycach jest mułkowo-ilasta, w spągu z warstwą piasków różnoziarni-

stych ze żwirem kwarcowym (pakiety 3 i 4). Osady są silniej zawęglone niż leżące niżej, a na głębokości 60,30 m występuje wkładka węgla brunatnego z ksylytem o miąższości ok. 0,20 m. Utwory te są silnie zbioturbowane na wielu odcinkach profilu, początkowo reprezentują środowisko rzeczne z wpływami zbiornika morskiego. Obecny w osadach fitoplankton morski wskazuje na brakiczne środowisko przybrzeża bądź laguny z bagniskami rozwiniętymi w jej płytszych partiach ([tab. 9](#)). Podobne zespoły odnotowano też z rejonu wyniesienia Łeby w stanowisku C1 i otworach wiertniczych Chłapowo I i III, Mieroszyno IG-1 i IG-2, Połczyno IG-1, Czarny Młyn IG-2, Głuszewo IG-2 (Grabowska, Ważyńska, 1997). Osady oligocenu, zwłaszcza w facji brakicznej, są szeroko rozprzestrzenione w centralnej i północnej Polsce i stanowią wyraźny poziom korelacyjny na Niżu Polskim (Słodkowska, 2004a; Słodkowska i in., 2005).

Najwyższą część formacji czempińskiej (pakiet 5) tworzą osady zdecydowanie piaszczyste, o ziarnie malejącym ku górze. Miejscami, zwłaszcza w stropie formacji, występują wkładki piasków mułkowatych z pyłem węglowym, najczęściej zbioturbowanych. Dominują facje środowiska deltowego z wpływami zbiornika morskiego.

Osady formacji czempińskiej w badanym profilu charakteryzuje zespół mineralny epidotowy z granatami, typowy dla utworów dolnego oligocenu w rejonie gdańskim (Kosmowska-Ceranowicz, i in. 1974; Kosmowska-Ceranowicz, 1979, 1987). Skład ziarnowy wskazuje, że osady te należą do różnorodnych typów genetycznych i utworzyły się w wyniku odmiennych procesów hydro- i litodynamicznych. Dolnooligocenijski wiek określono na podstawie morskiego fitoplanktonu odpowiadającego poziomowi dinocystowemu

przybrzeża. Osady te charakteryzuje epidotowo-granatowy zespół minerałów ciężkich z licznym glaukonitem. Zbiorowiska roślinne nie różniły się od tych z opisu formacji czempiańskiej. Zespoły tego wieku występują w profilach otworów wiertniczych i odsłoneń w okolicach Chłapowa, C1 i C2, a także w profilach otworów wiertniczych Mioszyno IG-1 i IG-2 i Głuszewo IG-1 (Grabowska, Ważyńska, 1997).

Utwory formacji gorzowskiej (pakiet 8, głębokość 26,00–31,15 m, miąższość 5,15 m) można podzielić na dwie części. Dolną stanowią jasnoszare piaski kwarcowe drobnoziarniste z muskowitem, z warstwą żwirku kwarcowego w spągu. Górną część tworzy rytmit mułku piaszczystego i mułku. W osadach jest spotykany węglony detrytus roślinny. Zespół minerałów ciężkich charakteryzuje się wysokim stopniem obróbki i jest zdominowany przez minerały metamorficzne, odporne na wietrzenie chemiczne i transport, zawiera niewielką domieszkę granatów. Osady powstały w środowisku rzeczonym (facja korytowa z cienkimi wkładkami utworów krewasowych). Zespół palinomorf można wiązać z wczesnym mioceniem i z dużym przybliżeniem korelować z poziomem sporowo-pyłkowym II *Alnipollenites verus*. W zespole palinomorf wyraźnie zaznacza się obecność pyłku drzew szpilkowych i roślin ciepłolubnych – dominowały zbiorowiska lasu bagiennego i mezofilnego. Nieliczny fitoplankton morski został redeponowany ze starszych osadów.

Utwory formacji krajeńskiej (pakiet 9, głębokość 22,35–26,00 m, miąższość 3,65 m) to piaski gruboziarniste z pyłem węglowym reprezentujące fację korytową. W spągu formacji występuje granica erozyjna podkreślona koncentracją żwiru kwarcowego. Zespół minerałów ciężkich jest analogiczny do występującego w formacji gorzowskiej. Zespół pyłkowy nosi cechy spektrum redeponowanego z udziałem pyłku roślin z grupy Normapolles i nielicznym fitoplanktonem morskim (tab. 9). Można wskazać na pewne podobieństwo do zespołu poziomu sporowo-pyłkowego IV *Ulmipollenites* odnotowanego z profili Strzebielino, Reszki i Kapino (Grabowska, Ważyńska, 1997).

Na formację adamowską (pakiet 10, głębokość 11,00–22,35 m, miąższość 11,35 m) składają się trzy serie mułkowo-piaszczyste bądź mułkowo-ilaste, przedzielone seriami piaszczystymi o ziarnie malejącym ku górze. Osady różnią się od wyżej i niżej leżących znacznym stopniem zawęglenia. Powszechnie występują pył węglowy, wkładki i klasty ilów/ mułków węglowych. W środkowej części formacji występuje pokład węgla o miąższości ok. 1 m, odpowiednik stratygraficzny IIA pokładu lubińskiego. Wśród minerałów ciężkich dominuje zespół dystenowo-turmalinowy z rutytem. Charakterystyczny jest niemal zupełny brak granatów. Osady utworzyły się w środowisku niskoenergetycznym; odpowiadają facji lagunowej z lokalnymi bagniskami. Zaznaczyły się w nich procesy wietrzenia chemicznego. Utwory strefy przybrzeża bądź prodelty i delty występują jako przewarstwienia. Zespół pyłkowy równoważny z poziomem sporowo-pyłkowym VI *Tricolporopollenites megaexactus* wskazuje, że osady węgliste powstały w środkowym miocenie. Skład pyłku świadczy o dużym udziale elementu ciepłomiarkowanego geoflory arktycznotrzeciorzędowej. Wśród

roślinności dominowały zbiorowiska zarośli krzewiastych, mniejszy udział miały rośliny lasu bagiennego i mezofilnego (tab. 10). Prawdopodobnie powyżej poziomu sporowo-pyłkowego VI występuje poziom VII *Iteapollis angustiporatus* z mniejszą ilością elementu ciepłolubnego.

Utwory z najwyższej części profilu otworu wiertniczego (pakiety 11–12, głębokość 0–11,00 m, miąższość 11,00 m; tab. 12) oraz z dolnej części odsłoneń w Łęczycach (do wysokości 4,55 m od podnóża skarpy; warstwy 1–17) uznano za ekwiwalent formacji poznańskiej. Całkowita miąższość formacji wynosi 15,55 m. Tworzy ją seria piaszczysta, od piasków drobnoziarnistych w dolnej części poprzez piaski bardzo drobnoziarniste z mułkami w środkowej i mułkami piaszczystymi w górnej części wydzielenia. Osady są szare i jasnoszare, miejscami smugowane ciemną substancją węglistą. Odnaczają się podobnym zespołem minerałów ciężkich do osadów formacji adamowskiej: jest to wyselekcjonowany, zapewne wielokrotnie redeponowany zespół dystenowo-turmalinowy bez granatów. Osady były deponowane w zbiorniku typu jeziora, przemiennie z facjami deltowymi skłonu i prodelty. W ubogim materiale pyłkowym występuje pyłek charakterystyczny dla klimatu umiarkowanego.

W środkowej części formacji poznańskiej, do wysokości 2,75 m powyżej podnóża skarpy w Łęczycach (odsłonecie), występują naprzemianległe warstwy piasków i mułków barwy brunatnej. W tych osadach jest obecny zespół sporomorf, który w ponad 90% składa się z pyłku drzew i krzewów rosnących w ciepłomiarkowanym lesie mieszanym, a tylko niespełna 10% stanowi pyłek roślin zielnych. Dominują taksony zbiorowisk lasu łęgowego, mezofilnego i zarośli krzewiastych. W części stropowej formacji udział pyłku roślin o wyższych wymaganiach termicznych jest mniejszy. Ten zespół pyłkowy jest charakterystyczny dla osadów środkowego górnego miocenu (poziom sporowo-pyłkowy XI *Betualepollenites–Cyperaceapollis*).

Wyższą część formacji poznańskiej tworzą piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami mułkowo-piaszczystymi i mułkowo-ilastymi, w stropie o charakterze gleby kopalnej. Stwierdzono w nich zespół mineralny dystenowo-turmalinowy z cyrkonem i staurolitem oraz niewielkim (do 5%) udziałem granatów. Osady tej części formacji zaliczono do facji przybrzeża i brzegu, na który wkroczyła delta z rozwijającym się następnie jeziorem na powierzchni równi deltowej. Z danych palinologicznych wynika, że duże znaczenie miały drzewa o umiarkowanych wymaganiach termicznych, zwiększył się także udział roślin zielnych i wodnych oraz spor (łącznie 37% zespołu paleomorf). Pyłek roślin ciepłolubnych pojawia się w śladowych ilościach – próbka BI-6 (tab. 14). Ze względu na skład spektrum i znaczny udział pyłku roślin zielnych ten zespół pyłkowy zaliczono do pliocenu (poziom sporowo-pyłkowy XIII *Sequoiapollenites*).

Osady formacji gozdnickiej (pakiet 13, warstwy 19–24, miąższość 3,40 m) stwierdzono na wysokości od 4,55 m do 7,95 m powyżej podnóża skarpy w Łęczycach. Powierzchnia spągowa ma charakter erozyjny; osady leżą niezgodnie na utworach korelowanych z formacją poznańską.

Formację gozdniczą tworzą trzy pakiety kwarcowych piasków drobno- i średnioziarnistych rozpoczynające się materiałem grubookruchowym ze żwirem kwarcowym. W spągu najwyższego pakietu występują ponadto klasty ilaste. Osady te powstały w całości w strefie przybrzeża. Charakterystyczny jest dla nich zespół mineralny podobny do opisanego z formacji poznańskiej, dodatkowo zawierający nieliczne pirokseny. Zespół sporomorf oznaczony z przewarstwień mułkowo- ilastych jest odmienny od opisanych wcześniej. Udział pyłku drzew wynosi zaledwie 9,5%, natomiast bardzo liczny jest pyłek roślin zielnych (90,5%). Dominacja i duże zróżnicowanie taksonomiczne roślin zielnych świadczą o całkowitym odlesieniu, choć nie można wykluczyć także ich lokalnej, siedliskowej nadreprezentacji – próbka BI-8 (tab. 14). Zbiorowiska ze znacznym udziałem roślin

zielnych rozwijały się w pliocenie w okresach, gdy warunki były niekorzystne dla rozwoju roślinności leśnej (osuszenie i ochłodzenie klimatu – Winter, 1997; Badura i in., 2006; Kasiński, Czapowski, 2004; Słodkowska, 2008). Występujący w tych osadach zespół pyłkowy odpowiada plioceńskiemu poziomowi sporowo-pyłkowemu XIII *Sequoiapollenites*.

Profil odsłonięcia w Łęczycach i otworu wiertniczego Łęczyce-Tr można korelować pod względem stratygraficznym z profilami z sąsiadujących obszarów północno-wschodniej Polski (Kosmowska-Ceranowicz i in., 1974; Grabowska, 1976, 1987; Piwocki, 2001), Półwyspu Sambijskiego (Zagorodnych i in., 2001), Zachodniej Białorusi (Machnać i in., 2001) i ze Wschodniej Meklenburgii–Pomorza Przedniego (Menning, Hendrich, 2002).

DYSKUSJA WYNIKÓW

Granica litostratygraficzna a granica chronostratygraficzna

Profil otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i odsłonięcia w Łęczycach obejmuje kompleks osadów wyższego paleogenu i neogenu, od dolnego oligocenu po pliocen. Granica paleogen/ neogen, przebiegająca na głębokości 31,15 m w osadach nawierconych otworem wiertniczym, jest granicą erozyjną, podkreśla ją luka stratygraficzna (brak utworów górnego oligocenu i najniższego dolnego miocenu – brak poziomu sporowo-pyłkowego I *Olixipollis matthesi*). Pokrywa się ona z granicą litostratygraficzną między formacją mosińską górną a formacją gorzowską.

Granica chronostratygraficzna między mioceniem a plioceniem występuje w odsłonięciu w Łęczycach na wysokości 2,75 m powyżej podnóża skarpy, jednak nie odpowiada żadnej z granic litostratygraficznych. Granica chronostratygraficzna przebiega w utworach będących ekwiwalentem formacji poznańskiej. Dolna granica formacji gozdniczej znajduje się w utworach plioceńskich, ok. 1,8 m powyżej granicy chronostratygraficznej (fig. 17).

Palinostratygraficzne przesłanki do zlokalizowania granicy chronostratygraficznej miocen/ pliocen w odsłonięciu w Łęczycach były następujące (fig. 18):

- występowanie typowego zespołu palinomorf miocenijskich w osadach z niższej części odsłonięcia, z ponad 90-procentowym udziałem pyłku drzew i krzewów rosnących w lesie mieszanym oraz z niewielkim udziałem pyłku roślin zielnych;

- bardzo duży, ponad 50-procentowy udział pyłku *Alnipollenites verus* umożliwiający korelację z horyzontem o wysokim udziale pyłku *Alnipollenites*, powszechnym w utworach górnego miocenu na Niżu Polskim, odpowiadającym poziomowi sporowo-pyłkowemu XI *Betulaepollenites-Cyperaceaepollis*;

- zwiększająca się ilość pyłku roślin zielnych i równoczesna śladowa ilość pyłku roślin ciepłolubnych, co wska-

zuje na rozwój roślin zbiorowisk bezleśnych; takie spektrum jest charakterystyczne dla osadów plioceńskich;

- występowanie w stropowej części odsłonięcia zespołu palinomorf ze zmniejszającą się ilością pyłku drzew (od 63 do ok. 9%) i wzrastającą ilością (od 37 do ponad 90%) pyłku roślin zielnych, tworzącego bardzo zróżnicowaną grupę (w przypadku próbki pobranej z najwyższej części profilu być może jedynie o charakterze lokalnym – siedliskowym), co świadczy o całkowitym odlesieniu; oba ostatnie zespoły są korelowane z poziomem sporowo-pyłkowym XIII *Sequoiapollenites*;

- brak XII poziomu sporowo-pyłkowego i występująca lokalnie powierzchnia niezgodności.

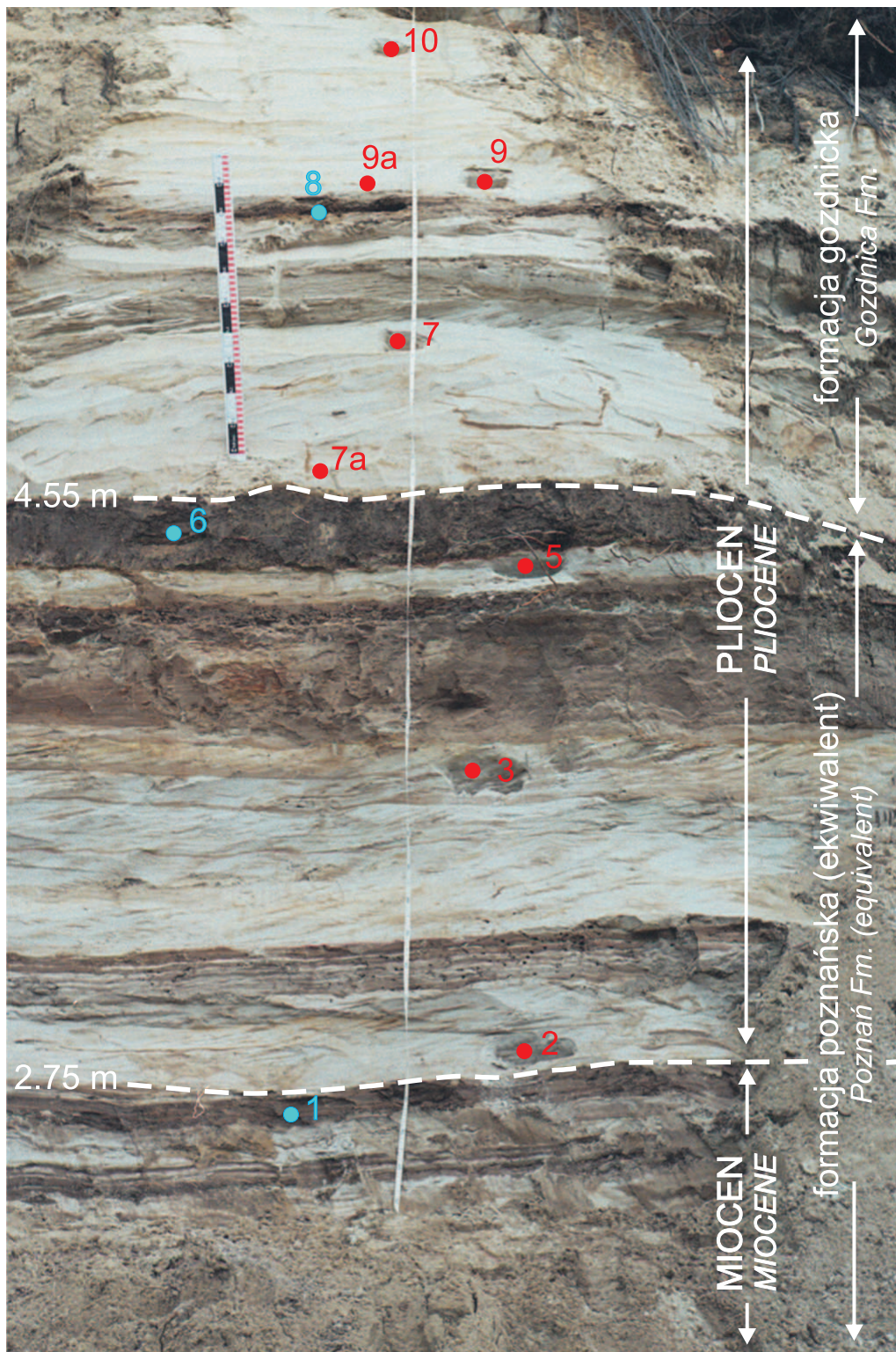
Położenie granicy stratygraficznej między osadami miocenu a pliocenu wyznaczono na podstawie:

- zasadniczych różnic litologicznych między utworami formacji gozdniczej a utworami leżącymi niżej – w formacji gozdniczej dominują utwory klastyczne wykształcone w facji rzecznej, zaś stropowa część formacji poznańskiej reprezentuje facje przybrzeża, jeziora i delty;

- zalegania utworów formacji gozdniczej przekraczające na różnych ogniwach utworów leżących niżej (fig. 6);

- występowania w spągu formacji gozdniczej wyraźnej powierzchni erozyjnej, podkreślonej nagromadzeniem materiału gruboklastycznego.

Profil osadów paleogeńskich i neogeńskich zawiera kilka luk stratygraficznych. Osady dolnego oligocenu wykazują ciągłość sedimentacyjną (formacje: mosińska dolna, czempińska i mosińska górna) i zawierają fitoplankton odpowiadający poziomom dinocystowym D13 i D14 (fig. 16). Powyżej formacji mosińskiej górnej występuje luka stratygraficzna obejmująca osady całego górnego oligocenu i najniższego dolnego miocenu. Najstarszym miocenijskim ogniwem jest zatem poziom sporowo-pyłkowy II *Alnipollenites verus*. Kolejna luka obejmuje poziom III w spągu formacji krajeńskiej. Udokumentowano obecność poziomu IV *Ulmipollenites*, ale brakuje poziomu V w najwyższej części formacji



- 1 punkty pobrania próbek do badań palinologicznych/ *sampling points (palynological studies)*
- 2 punkty pobrania próbek do badań minerałów ciężkich/ *sampling points (heavy minerals studies)*

Fig. 17. Granice lito- i chronostratygraficzna w profilu odsłonięcia w Łęczycach (stanowisko B)

Litho- and chronostratigraphic boundaries in the Łęczyce outcrop section (site B)

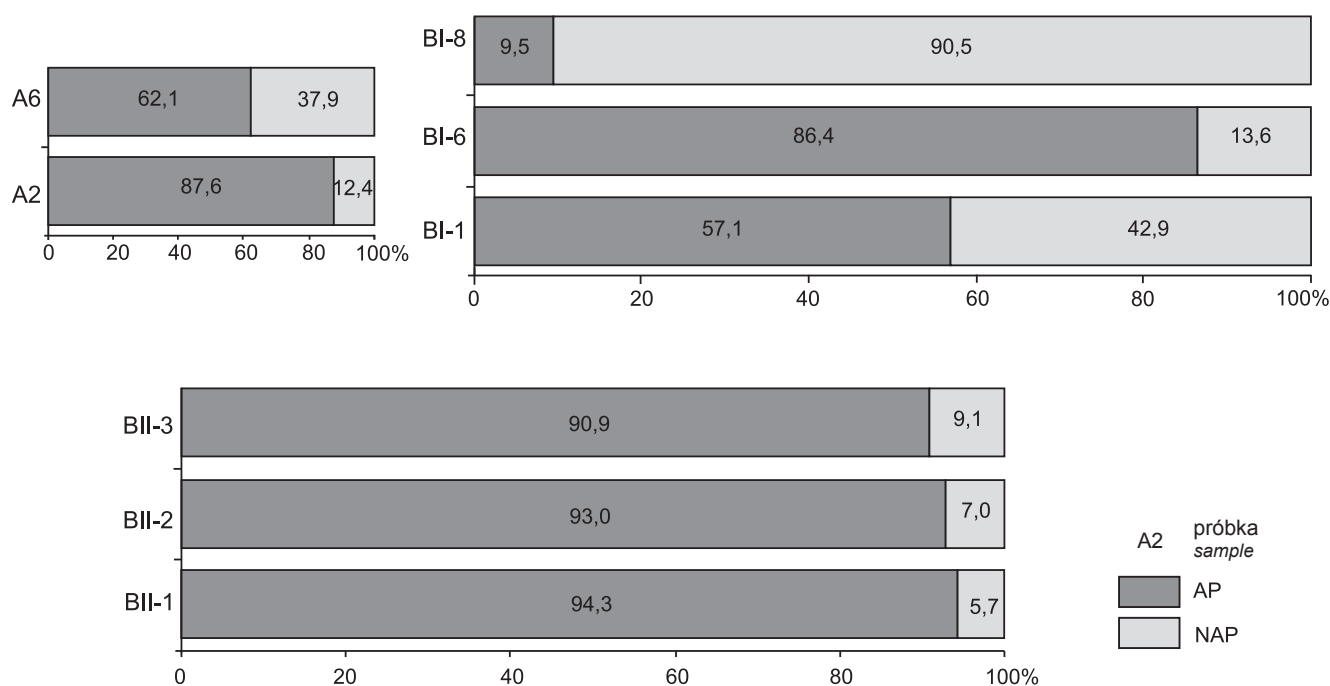


Fig. 18. Proporcja pyłku drzew i krzewów (AP) do pyłku roślin zielnych i wodnych (NAP) w osadach ze stanowisk A, BI i BII w odsłonięciu w Łęczycach

Proportion of tree and shrub pollen (AP) to herbaceous and aquatic plants pollen (NAP) in the Łęczycze outcrop sediments (sites A, BI, BII)

krajeńskiej. Osady leżące wyżej w profilu odpowiadają poziomom VI *Tricolporopollenites megaexactus* i VII *Iteapollenites angustiporatus*. Brakuje utworów wyższego środkowego miocenu (poziomy VIII, IX i X). Wyższa część profilu odpowiada górnomioceniowskiemu poziomowi XI *Betulaepollenites-Cyperaceapollis*. Nie oznaczono zespołu palinomorfa charakterystycznego dla poziomu XII. Rozpatrywany profil osadów (por. Ahrens, Lotzsch, 1976) kończy plioceniński poziom sporowo-pyłkowy XIII *Sequoiapollenites*.

Problem „wielkiej rzeki bałtyckiej”

Litosomy klastyczne występujące w formacji gozdnickiej, w górnej części odsłonięcia w Łęczycach, mają charakter wielkoskalowych zespołów skośnych warstwowanych niskokątowo. Zinterpretowano je jako osady rzeczne, co potwierdza występowanie ziaren żwiru i klastów ilastych w spągu tych struktur. Pomierzone kierunki transportu (Czapowski, Kasiński, 2008 – por. fig. 4) i pewna niedojrzałość osadu pod względem składu ziarnowego stawiają pod znakiem zapytania możliwość transportu osadów z potencjalnych obszarów alimentacyjnych na południu Polski. Można zatem przypuszczać, że źródłami kwarcu i litoklastów były raczej skały tarczy bałtyckiej, a transport odbywał się z północy. Krause (1933) uważał, że osady piaszczyste z ławicami żwiru znane na Pomorzu i w Prusach zostały utworzone przez rzeki płynące w pliocenie ze Skandynawii do basenu ilów poznańskich. Pogląd ten jest podtrzymywany do chwili obecnej w nieco

zmodyfikowanej wersji, gdyż uważa się (m.in. Quitzow, 1953; Spjeldnaes, 1975; Bijlsma, 1981), że sieć rzek biegnących ze Skandynawii przez niziny północno-zachodniej Europy do Morza Północnego („wielka rzeka bałtycka”) rozwijała się już od wczesnego miocenu. Omawiane osady można zapewne wiązać z działalnością tej właśnie paleorzeki (Krüger, 1994).

Przydatność stratygraficzna zespołów minerałów ciężkich

Skład zespołów minerałów ciężkich może być przydatny w rozróżnieniu utworów paleogenu i neogenu.

Kompleks mineralny granatowo-epidotowy jest typowy dla osadów oligoceniowych występujących w okolicach Gdańska i Łeby, w wyróżnionej przez Kosmowską-Ceranowicz (1987) prowincji mineralogicznej granatowo-epidotowej, dzięki czemu wskazuje na położenie obszarów alimentacyjnych w południowej i środkowej Szwecji. Ten sam kompleks stwierdzono w utworach formacji czempińskiej i mosińskiej górnej w profilu otworu wiertniczego Łęczycze-Tr.

Dla neogenu jest charakterystyczny zupełnie inny kompleks minerałów ciężkich, zdominowany przez minerały metamorficzne (dysten, turmalin, sporadycznie cyrkon, lokalnie z niewielką domieszką granatów). Brak granatów stwierdzony w górnej części profilu (formacja adamowska i niższa część formacji poznańskiej) świadczy o intensywnym postsedymentacyjnym rozpuszczaniu tych minerałów w środowisku bogatym w kwasy humusowe. Odpowiada to

wcześniejszym spostrzeżeniom (Kosmowska-Ceranowicz i in., 1974), że utwory wyższego miocenu w rejonie Gdańska prawie wcale nie zawierają granatów.

Należy zaznaczyć, że istotne przy potwierdzaniu zaistnienia i ustalaniu charakteru zmian środowiskowych, wyinterpretowanych na podstawie obserwacji materiału lito-

logicznego i roślinnego, byłyby wyniki badań chemostratygraficznych (dotyczące ustalenia wpływów wód morskich), zastosowane już z pozytywnym skutkiem w analizie utworów górnego miocenu i pliocenu (formacja poznańska – por. Gąsiewicz, 2002; Kasiński i in., 2002).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i odsłonięcia w Łęczycach występują osady paleogenu i neogenu, od oligocenu po pliocen (w sekwencji normalnej). Odsłonięcie w Łęczycach jest najdalej na północ wysuniętym stanowiskiem występowania pliocenu na Niżu Polskim.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Mięzsza sekwencja osadowa profilu otworu wiertniczego Łęczyce-Tr i odsłonięcia w Łęczycach (łącznie ok. 120 m) występująca w położeniu normalnym (bez powtórzeń) świadczy o tym, że istnieje ciągłość sedymentacyjna między tymi osadami a utworami mezozoiku i że stanowią one ostaniec erozyjny, a nie krę w osadach czwartorzędowych, jak uważano dotychczas.

2. Profil osadów wyższego neogenu (górnego miocenu i pliocenu) w odsłonięciu w Łęczycach należy uznać za stratotypowy dla północnej Polski.

3. W całym omawianym profilu występują liczne luki stratygraficzne, obejmujące osady górnego oligocenu i najniższego dolnego miocenu (poziom sporowo-pyłkowy I), dolnej części formacji krajeńskiej (poziom III), najwyższej części formacji krajeńskiej (poziom V), wyższego miocenu środkowego (poziomy VIII–X) oraz najwyższego miocenu/najniższego pliocenu (poziom XII).

4. Granica litostratygraficzna między formacją poznańską a formacją gozdniczą jest przesunięta w stosunku do granicy biostratygraficznej miocen/ pliocen o ok. 1,8 m ku gorze i przebiega już w obrębie osadów plioceńskich.

5. Wyniki pomiarów struktur kierunkowych w osadach klastycznych w odsłonięciu w Łęczycach wskazują, że transport materiału klastycznego odbywał się z północy, co w połączeniu z pewną niedojrzałością materiału i składem minerałów ciężkich pozwala przyjąć jako obszar alimentacyjny tarczę bałtycką (transport przez „wielką rzekę bałtycką”).

6. Spektrum palinologiczne oznaczone z osadów formacji gorzowskiej i formacji krajeńskiej wskazuje na intensywną redepozycję materiału klastycznego podczas powstawania tych utworów.

7. Z początkiem pliocenu nastąpiła recesja lasów bagiennych połączona z ekspansją zbiorowisk roślinnych suchych otwartych siedlisk o charakterze stepowym, z przewagą roślin zielnych.

Podziękowania. Serdecznie dziękujemy recenzentom, dr Marii Ziemińskiej-Tworzydło i dr. Januszowi Badurze, za wnikliwą ocenę i cenne uwagi do pracy. Specjalne podziękowania kierujemy do Leszka Zaleszkiewicza za zainteresowanie zespołu odsłonięciem w Łęczycach, dyskusje geologiczne oraz udział w pracach terenowych.

Badania przeprowadzono w latach 2002–2004 w ramach projektu badawczego 3 P04D 007 22 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Opracowanie materiałów do druku przygotowano w ramach działalności statutowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego.

LITERATURA

- AHRENS H., LOTZSCH D., 1976 — Zum Problem des Pliozäns in Brandenburg. *Jb. Geol.*, **7/8**: 277–323.
- BADURA J., PRZYBYLSKI B., SALAMON T., WINTER H., 2006 — Sedymentologiczny i paleobotaniczny zapis zmian klimatu w plioceńskich osadach rzecznych południowo-wschodniej części Niziny Śląskiej. *Biul. Inst. Geol.*, **421**: 1–14.
- BIJLSMA S., 1981 — Fluvial sedimentation from the Fennoscandian area into the North-West European Basin during the Late Cenozoic. *Geol. Mijnbouw*, **60**: 337–345.
- CIUK E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niziny Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4: 754–771.
- CIUK E., 1974 — Schematy litostratygraficzne paleogenu Polski poza Karpatami i zapadliskiem przedkarpackim. *Biul. Inst. Geol.*, **281**: 7–48.
- CZAPOWSKI G., KASIŃSKI J.R., 2008 — Cechy sedymentacyjne osadów najwyższego neogenu w odsłonięciu Łęczyce koło Łęborka. *W: Osady z pogranicza czwartorzędu i neogenu, paleogenu źródłem informacji o wpływie podłoża na litologię osadów na Niżu Polskim* (red. K. Kenig) – materiały konferencyjne: 11–12. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- DOMAGAŁA M., MATL K., 1975 — Utwory trzeciorzędu przewiercone w rejonie Karwi nad Bałtykiem. *Spraw. Pos. Kom. Nauk. PAN, Oddz. Kraków*, **18**: 516–518.
- DOMAGAŁA M., MATL K., 1977 — Trzeciorzęd wyniesienia Leby nad Bałtykiem. *Spraw. Pos. Kom. Nauk. PAN, Oddz. Kraków*, **20**: 172–173.
- ERDTMAN G., 1954 — An introduction to pollen analysis. Waltham, Chronica Botanica Company, Mass., USA.

- FOLK R.L., WARD W.C., 1957 — Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, **27**: 3–27.
- GAŚIEWICZ A., 2002 — Główne cechy geochemiczne utworów formacji poznańskiej: aspekty środowiskowe i stratygraficzne. *Prz. Geol.*, **50**, 3: 264.
- GRABOWSKA I., 1965 — O środkowooligocenim wieku ilów toruńskich na podstawie analizy sporowo-pyłkowej. *Kwart. Geol.*, **9**, 4: 815–836.
- GRABOWSKA I., 1974 — Stratygrafia osadów paleogeńskich na Niżu Polskim w świetle badań mikroflorystycznych. *Biul. Inst. Geol.*, **281**: 67–90.
- GRABOWSKA I., 1976 — Palinologiczna charakterystyka osadów mioceńskich w klifie nadbałtyckim w okolicach Chłapowa. *Kwart. Geol.*, **20**, 2: 406–407.
- GRABOWSKA I., 1987 — Charakterystyka palinoflorystyczna i mikropłanktonowa osadów trzeciorzędowych północnej Polski na tle profili otworów Chłapowo I i Chłapowo II. *Biul. Inst. Geol.*, **356**: 65–87.
- GRABOWSKA I., PIWOCKI M., 1975 — Wiek i geneza ilów toruńskich w okolicy Torunia na podstawie obserwacji palinologicznych i litologicznych. *Biul. Inst. Geol.*, **284**: 41–72.
- GRABOWSKA I., WAŻYŃSKA H., 1997 — Badania palinologiczne i fitoplanktonowe osadów trzeciorzędowych z Pobrzeża Gdańskiego i z Bałtyku. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **375**: 5–32.
- HEER O., 1869 — Miocene baltische Flora. *Beitr. Naturk. Preuss.*, **2**: 1–104.
- JENTZSCH A., 1897a — Neue Gesteins-Aufschlüsse in Ost- und Westpreussen 1893–1895. *Jb. Preuss. Geol. L.-A.*, **17**: 1–125.
- JENTZSCH A., 1897b — Zur Fabrikation von Glas und Porzellan geeignete Rohmaterialien in der Provinz Westpreussen. *Z. Prakt. Geol., Jg.*, **1897**: 201–210.
- JENTZSCH A., 1913 — Das Tertiär des nordöstlichen Deutschlands. *Abh. Preuss. Geol. L.-A., NF.*, **72**: 49–86.
- JENTZSCH A., 1927 — Die Braunkohlenformation im Nordosten. *W: Handbuch für den deutschen braunkohlenbergbau* (red. G. Klein): 248–256. Knapp, Halle.
- KASIŃSKI J.R., CZAPOWSKI G., 2004 — Litofacje, paleośrodowiska i historia depozycji utworów paleogenu i neogenu w Łęczycach koło Łęborka. *W: Sesja naukowa Oddziału Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego. Nowe stanowisko osadów paleogenu i neogenu w Łęczycach koło Łęborka* (red. R. Kramarska). *Prz. Geol.*, **52**, 8/2: 697–698.
- KASIŃSKI J.R., CZAPOWSKI G., GAŚIEWICZ A., 2002 — Marine influenced and continental settings of the Poznań Formation (Upper Neogene, Central and SW Poland). *W: Proceedings of the 8th Biannual Meeting of the RCNNS/RCNPS*: 163–184. LANU, Flintbek.
- KEILHACK K., 1927 — Die Braunkohlenformation in Pommern. *W: Handbuch für den deutschen braunkohlenbergbau* (red. G. Klein): 245–248. Knapp, Halle.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., 1979 — Zmienność litologiczna i pochodzenie okrucowych osadów trzeciorzędowych wybranych rejonów północnej i środkowej Polski. *Pr. Muz. Ziemi*, **30**: 3–73.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., 1987 — Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna bursztynonośnych osadów eocenu w okolicach Chłapowa oraz osadów paleogenu północnej Polski. *Biul. Inst. Geol.*, **356**: 29–50.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., MÜLLER C., 1985 — Lithology and Calcareous Nannoplankton in Amberbearing Tertiary Sediments from Boreholes Chłapowo (Northern Poland). *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, **33**: 119–129.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., HANCZKE T., KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G., 1974 — Osady trzeciorzędowe z wiercenń okolic Gdańska. *Pr. Muz. Ziemi*, **22**: 95–136.
- KÖTHE A., PIESKER B., 2007 — Stratigraphic distribution of Paleogene and Miocene dinocysts in Germany. *Rev. Paleob.*, **26**: 1–39.
- KRAMARSKA R., 2000 — Podłoże czwartorzędu na nowej mapie odkrytej południowego Bałtyku. *Prz. Geol.*, **48**, 7: 567–570.
- KRAMARSKA R., 2002 — Trzeciorząd w strefie brzegowej między Jastrzębią Górą a Władysławowem. *W: Przewodnik 73 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Geologia Regionu Gdańskiego*: 69–74. Państw. Inst. Geol., Gdańsk.
- KRAMARSKA R., 2006 — Paleogen i neogen południowego Bałtyku i jego wybrzeża [rozprawa doktorska]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Gdańsk.
- KRAMARSKA R., KASIŃSKI J.R., 2008 — Dokumentacja geologiczna: określenie pozycji geologicznej osadów mioceńsko-plioceńskich w miejscowości Łęczycy. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- KRAMARSKA R., PIWOCKI M., SŁODKOWSKA B., CZAPOWSKI G., KASIŃSKI J.R., ZALESZKIEWICZ L., 2003 — Pozycja geologiczna osadów mioceńsko-plioceńskich w Łęczycach koło Łęborka. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Gdańsk.
- KRAUSE P.G., 1933 — Das Pliozän Ostpreussens und seine Beziehungen zum nordwestdeutschen und westdeutschen Pliozän. *Abh. Preuss. Geol. L.-A., NF.*, **144**: 1–71.
- KRÜGER H.-H., 1994 — Die nordische Geröllgemeinschaft aus der Lausitz (Miozän) un deren Vergleich mit Syllt. *Brandenburg. Geowiss. Beitr.*, **1**: 84–89.
- LEWIŃSKI J., SAMSONOWICZ J., 1918 — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Niżu Północno-Europejskiego. *Pr. Tow. Nauk. Warsz.*, **31**: 1–118.
- LINSTOW V.O., 1922 — Die verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. *Abh. Preuss. Geol. L.-A., NF.*, **87**: 1–242.
- LOURENS L., HILGEN F., SHACKLETON N.J., LASKAR J., WILSON D., 2004 — The Neogene period. *W: A geologic time scale* (red. F. M. Gradstein i in.): 384–408. Cambridge Univ. Press., Cambridge.
- LUTERBACHER H.P., ALI J.R., BRINKHUIS H., GRADSTEIN F.M., HOOKER J.J., MONECHI S., OGG J.G., POWELL J., RÖHL U., SANFILIPPO A., SCHMITZ B., 2004 — The Paleogene period. *W: A geologic time scale* (red. F. M. Gradstein i in.): 409–440. Cambridge Univ. Press., Cambridge.
- MACHNAĆ A.S., GARECKI P.G., MATVEJEVA V. (red.), 2001 — Geologia Belarusi. Inst. Geol. Nauk NAN Belarusi, Minsk.
- MARZEC M., WOŹNY E., 1972 — Litologia i stratygrafia utworów trzeciorzędowych okolic Jastrzębiej Góry koło Pucka. *Prz. Geol.*, **20**, 12: 562–570.
- MENNING M., HENDRICH A., 2002 — Stratigraphische Tabelle von Deutschland. Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam.
- MORAWSKI W., 1999 — Remnants of Tertiary deposits on the Łębork Plateau. *Quatern. Stud. Poland, Sp. Issue*: 269–274.
- ODRZYWOLSKA-BIEŃKOWA E., 1972 — Wstępne wyniki badań mikrofaunistycznych starszego trzeciorzędowego w rejonie Zatoki Puckiej. *Prz. Geol.*, **20**, 12: 570–572.
- ODRZYWOLSKA-BIEŃKOWA E., 1987 — Biostratygrafia paleogenu w okolicach Chłapowa na podstawie mikrofauny. *Biul. Inst. Geol.*, **356**: 51–63.
- OSIJUK D., 1970 — Struktury sedimentacyjne w osadach trzeciorzędowych okolic Świecia n. Wisłą i klifu Kępy Swarzewskiej. *Kwart. Geol.*, **14**, 4: 859–860.

- OSIJK D., 1979 — Cechy sedymentacji miocenijskich osadów węglonośnych na podstawie wybranych przykładów z zachodniej i środkowej Polski. *Biul. Inst. Geol.*, **320**: 57–131.
- PASSENDORFER E., ZABŁOCKI J., 1946 — O trzeciorzędowych i czwartorzędowych utworach brzegu Bałtyku, pomiędzy Wielką Wsią a Jastrzębią Górą. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **16**: 169–176.
- PIETZSCH K., 1925 — Die Braunkohlen Deutschland. Verl. Gebr. Borntraeger.
- PIWOCKI M., 2001 — Nowe poglądy na litostratygrafię paleogenu w Polsce Północnej. *W: Streszczenia referatów. T. 10*: 50–60. Pol. Tow. Geol. Oddz. w Poznaniu, Inst. Geol. UAM, Poznań.
- PIWOCKI M., 2004 — Niż Polski i jego południowe obrzeżenie. Paleogen. *W: Budowa geologiczna Polski* (red. T.M. Peryt, M. Piwocki). T. 1. Stratygrafia. Cz. 3a. Kenozoik, paleogen i neogen: 22–71. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PIWOCKI M., OLKOWICZ-PAPROCKA I., 1987 — Litostratygrafia paleogenu, perspektywy i metodyka poszukiwań bursztynu w północnej Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, **356**: 7–28.
- PIWOCKI M., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Nizinie Polskiej. *Prz. Geol.*, **43**, 11: 916–927.
- PIWOCKI M., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., 1997 — Neogene of the Polish Lowlands – lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Geol. Quart.*, **41**, 1: 21–40.
- PIWOCKI M., OLKOWICZ-PAPROCKA I., KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., GRABOWSKA I., ODRZYWOLSKA-BIEŃKOWA E., 1985 — Stratygrafia trzeciorzędowych osadów bursztynonośnych okolic Chłapowa koło Pucka. *Pr. Muz. Ziemi*, **37**: 61–77.
- POLUTOFF N., 1933 — Über Mittelkreide und Tertiär in der Tiefbohrung Sieletz nebst Beschreibung der mittelkretazischen Fauna. *Abh. Preuss. Geol. L.-A., NF*, **155**: 80.
- POWELL A.J., 1992 — Dinoflagellate cysts of the Tertiary system. *W: A stratigraphic index of Dinoflagellate cysts* (red. A.J. Powell): 155–251. British Micropalaeontological Society Publication Series. Chapman & Hall, London.
- QUITZOW H.W., 1953 — Altersbeziehungen und Flöz Zusammenhänge in der jüngeren Braunkohlenformation nördlich der Mittelgebirge. *Geol. Jb.*, **68**: 27–132.
- RUDOWSKI S., 1965 — Geologia kłifu Kępy Swarzewskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **35**: 301–318.
- SŁODKOWSKA B., 2000 — Paleocene in the Polish Palynological Research. *W: Abstracts 10th International Palynological Congress, June 24–30, 2000 Nanjing, China* (red. W. Wand i in.): 153–154 Nanjing.
- SŁODKOWSKA B., 2004a — Palynological studies of the Paleogene and Neogene deposits from the Pomeranian Lakeland area (NW Poland). *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, **14**: 1–116.
- SŁODKOWSKA B., 2004b — Pozycja stratygraficzna osadów paleogenu i neogenu w Łęczycach koło Łęborka w świetle badań palinologicznych. *Prz. Geol.*, **52**, 8/1: 698–699.
- SŁODKOWSKA B., 2008 — Osady najwyższego neogenu w Łęczycach koło Łęborka w zapisie palinologicznym. *W: Materiały konferencyjne z Konferencji Naukowej „Osady z pogranicza czwartorzędu i neogenu, paleogenu – źródłem informacji o wpływie podłoża na litologię osadów na Nizinie Polskiej”*: 28–29. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SŁODKOWSKA B., 2009 — Palynology of the Palaeogene and Neogene from the Warmia and Mazury areas (NE Poland). *Geologos*, **15**: 219–234.
- SŁODKOWSKA B., PIWOCKI M., KASIŃSKI J.R., 2005 — Profil osadów trzeciorzędu Polski północno-wschodniej w świetle najnowszych badań i w aspekcie praktycznego wykorzystania. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- SONNTAG P., 1919 — Geologie von Westpreussen. Verlag von Gebrüder Bornträger, Berlin.
- SPJELDNAES N., 1975 — Paleogeography and facies distribution in the Tertiary of Denmark and surrounding areas. *Norges Geol. Undersøgelse*, **316**: 289–311.
- STUCHLIK L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., KOHLMAN-ADAMSKA A., GRABOWSKA I., SŁODKOWSKA B., WAŻYŃSKA H., SADOWSKA A., 2009 — Atlas of pollen and spores of the Polish Neogene. Vol. 3. Angiosperms (1): 3–233. W. Szafer Inst. Bot., Pol. Acad. Sci., Kraków.
- STUCHLIK L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., KOHLMAN-ADAMSKA A., GRABOWSKA I., SŁODKOWSKA B., WOROBIEC E., DURSKA E., 2014 — Atlas of pollen and spores of the Polish Neogene. Vol. 4. Angiosperms (2): 1–466. W. Szafer Inst. Bot., Pol. Acad. Sci., Kraków.
- STUCHLIK L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., KOHLMAN-ADAMSKA A., GRABOWSKA I., WAŻYŃSKA H., SADOWSKA A., 2002 — Atlas of pollen and spores of the Polish Neogene. Vol. 2. Gymnosperms: 3–237. W. Szafer Inst. Bot., Pol. Acad. Sci., Kraków.
- STUCHLIK L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M., KOHLMAN-ADAMSKA A., GRABOWSKA I., WAŻYŃSKA H., SŁODKOWSKA B., SADOWSKA A., 2001 — Atlas of pollen and spores of the Polish Neogene. Vol. 1. Spores: 5–158. W. Szafer Inst. Bot., Pol. Acad. Sci., Kraków.
- WAGNER M., 2007 — Węglowe osady miocenu Kępy Swarzewskiej na wybrzeżu bałtyckim. *Kwart. AGH Geologia*, **33**: 69–88.
- WAŻYŃSKA H. (red.), 1998 — Palynology and palaeogeography of the Neogene in the Polish Lowlands. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **160**.
- WINTER H., 1997 — Późnotrzeciorzędowa i wczesnopliocenijska flora północno-wschodniej i środkowej Polski i jej znaczenie dla palinostratygrafii [rozprawa doktorska]. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- ZAGORODNYCH W.A., DOWBNIA A.B., ŻAMOJDA W.A., 2001 — Stratigrafia Kaliningradzkiego regionu. *Diepart. prirod. riesur. Siew.-Zap. rieg.*, Kaliningrad.
- ZALESZKIEWICZ L., 2000 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Łęczycy. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.

SUMMARY

Finding of the Neogene deposits outcropped in the slope of the Reda-Łeba palaeovalley at Łęczycy near Łębork (Eastern Pomerania; Zaleszkiewicz, 2000) initiated subsequent geological prospection in this area and drilling of the Łęczycy-Tr borehole (Kramarska *et al.*, 2003) that reached

the Lower Mosina Formation (lowermost part of the Lower Oligocene) at the final depth of 110 m.

Palynological studies of spore-pollen and phytoplankton assemblages and analyses of heavy mineral composition enabled to distinguish the Lower Oligocene to Pliocene suc-

cession based of both drill core and outcrop data. They were attributed to the following formations of the standard Paleogene–Neogene scheme in the Polish Lowlands: Lower Mosina Fm., Czempin Fm., Upper Mosina Fm. (Lower Oligocene), Gorzów Fm. and Krajenka Fm. (Lower–Middle Miocene), and Adamów Fm. (Middle Miocene), as well as an equivalent of the Poznań Fm., whose lowermost part corresponds to the Upper Miocene. Pliocene deposits (unique in the area) are the equivalent of the Poznań and Gozdnica formations.

Some of the chronostratigraphic boundaries of these units were independent of lithostratigraphic ones, e.g. the Miocene/ Pliocene chronostratigraphic boundary is located within the sediments considered as the Poznań Fm., the lower lithostratigraphic boundary of the Gozdnica Fm. is placed within the Pliocene deposits. A few stratigraphic hiatuses were found in the sections, representing the following intervals: the whole Upper Oligocene to the Lowermost Miocene (spore-pollen zone I), the lower part of the Krajenka Fm. (spore-pollen zone III), the uppermost part of the Krajenka Fm. (spore-pollen zone V), the upper part of the Middle Miocene (spore-pollen zones VIII–X) and the uppermost part of the Miocene/ lowermost part of the Pliocene (spore-pollen zone XII).

Two heavy mineral complexes were defined in the section: (1) epidote-garnets complex corresponding to the Lower Oligocene and (2) Neogene complex with dominant minerals of metamorphic rocks.

The stratigraphic units of the combined Łęczyce-Tr borehole and Łęczyce outcrop section were compared with the equivalent sections from north-eastern Poland (Kosmowska-Ceranowicz *et al.*, 1974; Grabowska, 1976, 1987; Piwocki, 2001), the Sambia Peninsula (Zagrodnich *et al.*, 2001), western Belarus (Machnač *et al.*, 2001) and eastern Mecklenburg (Menning, Hendrich, 2002).

The sedimentological study and analyses of floral communities enabled to reconstruct the sedimentary conditions, depositional environments and paleoclimatic changes.

The Oligocene deposits accumulated mainly in a brackish environment and both their lowermost and topmost parts

prove small marine influxes marked by the occurrence of glauconite and marine phytoplankton. The continental flora was represented by luxuriant vegetation of warm-temperate zone with dominant swamp forests and the warm-preferring components of mesophilic mixed forest.

The Miocene deposits are represented by fluvial, lagoonal and limno-thelmatic facies. Land areas were dominated by warm-temperate zone plants represented by an Arctic-Tertiary vegetation assemblage occurring mainly in mesophylic forests. Also, marshy meadow forests developed with subordinately shrubby brushwood.

The Pliocene part of the section consists in its lower portion of lacustrine-deltaic deposits, but in its upper part – of shallow nearshore and open-lacustrine sediments, with some brackish episodes. The measured migration directions of accumulation structures (ripples, megaripples and sand waves) indicate the clastics transport from the north, suggesting – together with a slight immaturity of clastic material and composition of the heavy mineral assemblage – that the source area was located in the Baltic Shield (clastic transport was provided by so-called “Grand Baltic River”). At the beginning of the Pliocene, there was a recession of swamp forests replaced by expansion of open dry plant communities dominated by herbaceous plants. This process resulted from the supposed successive climate aridization and cooling, unfavourable for development of arborescent vegetation.

The thick (about 120 m) Oligocene to Pliocene normal succession, observed in both the borehole and the outcrop at Łęczyce, overlies with sedimentary continuity the Mesozoic basement. It represents an erosional remnant, but not a glacial slice captured within the Pleistocene sediments, as it was formerly interpreted. This section, despite some stratigraphic hiatuses, is the most complete such succession in the region, and the only one including Pliocene deposits. So, it could be assumed as the Oligocene–Pliocene stratotype section for the area of northern Poland.

**SZCZEGÓŁOWY PROFIL UTWORÓW PALEOGENU I NEOGENU W ŁĘCZYCACH
KOŁO ŁĘBORKA – PROFIL ODSŁONIĘCIA W ŁĘCZYCACH
(OPIS OD STROPU ODSŁONIĘCIA)**

Warstwa (numeracja jak na fig. 4)	Wysokość (mierzona każdorazowo od podstawy odsłonięcia)	Mięższość [m]	Opis litologiczny	Stanowisko	Figura
1	2	3	4	5	6
Wschodnia część odsłonięcia – stanowisko A					
24	10,84–12,34	1,50	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany tabularnie i niskokątowo (wielkoskalowe zespoły skośne); na granicach zespołów ciemne warstewki piasku o miąższości do 5 mm; w spągu ciemnych warstewek występują czarne laminy (film; różnica barwy jest wynikiem procesów wtórnych; całe wydzielenie jest pocięte długimi, pionowymi kanałami typu domichnia, występują w nim także drobne uskoki	AU	6B, 6C
23	10,60–10,84	0,24	heterolit (rytmit) piaszczysto-mułkowy z długimi, pionowymi lub nieco nachylonymi kanałami typu domichnia; miąższość poszczególnych warstw: piasek 70 mm – mułek 40 mm – piasek 40 mm – mułek 30 mm – piasek 60 mm; w pakietach piaszczystych występują warstwowania drobnozmarszczkowe	AL	
22	10,46–10,60	0,14	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany tabularnie i niskokątowo (zespół skośny) z pojedynczymi bioturbacjami; w spągu cienka warstewka mułku, przykrywająca niżej leżący zespół skośny	AL	
19	10,00–10,46	0,46	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany tabularnie i niskokątowo – zespoły skośne o miąższości 120–140 mm, oddzielone cienkimi warstewkami mułku	AL	
Środkowa część odsłonięcia – stanowisko B					
Profil osadów neogeńskich jest ścięty przez wyżej leżącą glinę zwałową. Nie ma korelacji z wyższą częścią profilu osadów neogeńskich, widoczną w stanowisku A, przy czym pomiędzy tymi stanowiskami istnieje z pewnością bliżej nieokreślony nieodsłonięty fragment profilu					
24	5,69–6,94	1,25	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z soczewkami żwirku kwarcowego, warstwowany zmarszczkowo	B	
23	5,44–5,69	0,25	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo; w stropie poziom bioturbacji pionowych (domichnia po małżach)	B	
22	5,34–5,44	0,10	piasek gruboziarnisty, jasnoszary, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym o rozmiarach do 10 mm oraz intraklastami mułowca brunatnego i piaskowca oraz ksyolitami o rozmiarach do 40 mm; ziarna kwarcu źle i słabo obtoczone; w spągu powierzchnia erozyjna	B	5H
21	5,17–5,34	0,17	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany niskokątowo	B	
20	5,09–5,17	0,08	piasek gruboziarnisty, jasnoszary, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym o rozmiarach do 10 mm; ziarna kwarcu źle i słabo obtoczone; w spągu powierzchnia erozyjna	B	
19	4,66–5,09	0,43	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany niskokątowo (wielkoskalowe zespoły skośne o miąższości 200–400 mm); w spągu zespołów występują ziarna żwirku kwarcowego, źle i słabo obtoczone; wśród zespołów wielkoskalowych występują cienkie pakiety warstwowane zmarszczkowo; w stropie liczne bioturbacje pionowe (norki) o głębokości do 30 mm, wypełnione żwirkiem kwarcowym (ziarna do 5 mm)	CW B	
18	4,46–4,66	0,20	piasek gruboziarnisty, jasnoszary, ze żwirkiem kwarcowym, szczególnie liczny w spągowej części; ziarna żwirku źle i słabo obtoczone; występują warstwowania skośne niskokątowe (zespół skośny) i żłobiste; w spągu wyraźna powierzchnia erozyjna, ścinająca niżej leżące osady	CW B	5G
17	4,22–4,46	0,24	mułek brunatny o cechach gleby kopalnej, silnie zbioturbowany (fitoturbacje); spągowa powierzchnia falista – efekt pokrycia osadem powierzchni niżej leżącego zespołu skośnego	B	6E
16	4,12–4,22	0,10	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany niskokątowo (niemal horyzontalnie) – duże zespoły skośne o cechach pręg; miejscami warstwowanie podkreślone przez nagromadzenia uwęglonego detrytusu roślinnego barwy czarnej; w spągu ostra granica, ale nie o cechach erozyjnych (wynikająca zapewne z infiltracji wody gruntowej)	B	

1	2	3	4	5	6
15	3,77–4,12	0,35	heterolit piasku bardzo drobnoziarnistego, mułkowatego i mułku, z pojedynczymi bioturbacjami; pakiet naprzemianległych warstw piasku barwy szarobrunatnej o miąższości 10–30 mm i mułku barwy brunatnej o miąższości 5–10 mm, zawierającego rozproszony detrytus roślinny; spągowa powierzchnia zespołu falista – efekt pokrycia osadem powierzchni niżej leżącego pakietu ze zmarszczkami	B	
14c	3,47–3,77	0,30	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo – trzy pakiety zmarszczek wstępujących	B	
14b	3,43–3,47	0,04	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany skośnie niskokątowo (zespół skośny)	B	
14a	3,07–3,43	0,36	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary; duże zespoły skośne (struktury agradacyjne); w stropie zespołów faliste powierzchnie reaktywacyjne	B	5A, 5B
Zachodnia część odsłonięcia – stanowisko C					
13	2,56–3,07	0,51	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, silnie zbioturbowany; w górnej części ogniwa ilość bioturbacji maleje i pojawiają się warstwowania zmarszczkowe podkreślone barwą osadu (pakiet naprzemianległych warstw jaśniejszych i ciemniejszych)	CW	
12b	2,44–2,56	0,12	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z dużymi zespołami skośnymi (pręgi); w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	CW	
12a	2,09–2,44	0,35	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo, z licznymi zmarszczkami wstępującymi; pojedyncze bioturbacje pionowe o długości do 120 mm	CW	5D
11	1,88–2,09	0,21	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo, z pojedynczymi zmarszczkami wstępującymi; pojedyncze bioturbacje pionowe o długości do 120 mm i średnicy ponad 10 mm; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	CC CW	6G
10b	1,54–1,88	0,34	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary (zespół skośny warstwowany zmarszczkowo) z licznymi pionowymi bioturbacjami	CC	6F
10a	1,47–1,54	0,07	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, beżowy; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	CC	
9b	1,34–1,47	0,13	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z licznymi zmarszczkami; w górnej części duże zespoły skośne (pręgi); w spągu widoczna ostra granica, wynikająca zapewne z infiltracji wód zawierających związki organiczne i związki żelaza	CC	
9a	1,32–1,34	0,02	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, beżowy; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	CC	
8b	1,25 –1,32	0,07	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z licznymi zmarszczkami; w spągu widoczna ostra granica, wynikająca zapewne z infiltracji wody gruntowej	CC	
8a	0,78–1,25	0,47	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z licznymi zmarszczkami (w spągu widoczna ostra granica, wynikająca zapewne z infiltracji) z cienkim poziomem piasku beżowego w stropie	CC	
7	0,76–0,78	0,02	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, beżowy; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	CC	
6	0,60–0,76	0,16	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z zespołami zmarszczek; w spągu niewyraźna powierzchnia erozyjna	CE, CC	
5	0,44–0,60	0,16	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z zespołami zmarszczek i pojedynczymi zmarszczkami o rozmiarach 10–20 mm, w dolnej części laminowany horyzontalnie, w stropie pojedyncze pręgi o rozmiarach do 40 mm; osad zbioturbowany; w spągu nierówna powierzchnia wynikająca z pokrycia osadem stropu zmarszczek	CE	5F
4	0,26–0,44	0,18	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z zespołami zmarszczek i pojedynczymi zmarszczkami o rozmiarach 10–20 mm oraz drobnymi pręgami wysokości ok. 30 mm	CE	
3	0,11–0,26	0,15	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z zespołami zmarszczek i pojedynczymi zmarszczkami o rozmiarach 10–20 mm oraz drobnymi pręgami wysokości ok. 30 mm; zespoły struktur ścięte w stropie	CE	
2	0,08–0,11	0,03	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, beżowy, pokrywający zmarszczki warstwy I i wypełniający kieszenie w jej stropie; w spągu niewyraźna powierzchnia erozyjna	CE	
1	0,00–0,08	0,08	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo; w stropie drobne wtrącenia piasku węglatego	CE	

W rubryce „stanowisko” wyłuszczonego symbolu stanowiska zgodny z nomenklaturą z 2003 r. (Kramarska i in., 2003):

CE – ścianka wschodnia przy osuniętym bloku (część wschodnia),

CC – wkop prawy (część środkowa),

CW – wkop lewy (część zachodnia),

B – stanowisko B,

AL – wkop dolny,

AU – wkop górny.

**SZCZEGÓŁOWY PROFIL UTWORÓW PALEOGENU I NEOGENU W ŁĘCZYCACH
KOŁO ŁĘBORKA – PROFIL OTWORU WIERTNICZEGO ŁĘCZYCE-TR
(OPIS OD POWIERZCHNI TERENU)**

Profil ten stanowi bezpośrednią kontynuację profilu odsłonięcia w Łęczycach

Warstwa	Głębokość [m]	Miąższość [m]	Opis litologiczny	Figura
1	2	3	4	5
1	0,00–0,20	0,20	gleba piaszczysta szara z piaskiem kwarcowo-skaleniowym	
2	0,20–0,45	0,25	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowany, biały, z domieszką grubszych ziaren kwarcu o rozmiarach do 4 mm i stopniu obtoczenia 2–3, zorsztynizowany	
3	0,45–0,80	0,35	mułek zwarty brunatny z cienkimi wkładkami piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, mułkowego, jasnoszarego	
4	0,80–1,20	0,40	mułek piaszczysty półzwarty, biały, ku spągowi przechodzący w piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowany, biały	
5	1,20–1,78	0,58	piasek kwarcowy, bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowany, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo, z bioturbacjami pionowymi i intraklastami mułku czarnego o rozmiarach do 4 mm	
6	1,78–1,95	0,17	piasek kwarcowy, bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowany, szarobrunatny, warstwowany horyzontalnie i soczewkowo, przechodzący w mułek piaszczysty półzwarty, szarobrunatny	
7	1,95–2,08	0,13	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, biały	
8	2,08–2,27	0,19	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, szarobrunatny, przechodzący w mułek piaszczysty półzwarty, szarobrunatny	
9	2,27–3,26	0,99	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, biały, w części spągowej bardzo drobnoziarnisty, mułkowany	
10	3,26–3,60	0,05	mułek węglisty półzwarty, ciemnobrunatny, laminowany horyzontalnie, w części spągowej z cienkimi przewarstwieniami i smugami piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, białego, w pozostałej części – piasku węglistego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, czarnego; w części stropowej liczne bioturbacje pionowe	
11	3,60–5,35	1,75	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, biały, z domieszką muskowitu i smugami substancji węglistej	
12	5,35–5,75	0,40	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowany, jasnoszary, z domieszką muskowitu, laminowany horyzontalnie substancją węglistą	
13	5,75–7,70	1,95	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowany, szary, z domieszką muskowitu i substancji węglistej, której ilość wzrasta ku stropowi, z cienkimi przeławieniami piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, węglistego, ciemnoszarego; zawiera intraklasty mułku węglistego zwałowego, ciemnoszarego, pojedyncze bioturbacje pionowe oraz nieliczne drobne zmarszczki podkreślone pyłem węglowym	
14	7,70–8,25	0,55	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowany, jasnoszary	
15	8,25–9,70	1,45	mułek piaszczysty półzwarty, szary, ze smugami i okruchami mułku węglistego czarnego, z licznymi bioturbacjami pionowymi; w części spągowej zmarszczki, drobne zespoły warstwowane tabularnie i drobne ksylity	
16	9,70–10,00	0,30	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, biały	
17	10,00–10,35	0,35	mułek piaszczysty półzwarty, węglisty, ciemnobrunatny, w części spągowej z ksylitami o rozmiarach do 60 mm; ku stropowi ilość substancji węglistej maleje	
18	10,35–10,70	0,35	rytm mułku węglistego ciemnobrunatnego z domieszką muskowitu i piasku kwarcowego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, jasnoszarego; występują drobne zespoły zmarszczek, pograży i liczne bioturbacje	
19	10,70–11,00	0,30	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowany, szary	
20	11,00–12,40	1,40	rytm mułku węglistego ciemnobrunatnego z domieszką muskowitu i piasku kwarcowego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, jasnoszarego; występują drobne zespoły zmarszczek, pograży i liczne bioturbacje	
21	12,40–12,65	0,25	mułek zwarty węglisty, ciemnoszary, z domieszką muskowitu i nielicznymi cienkimi przewarstwieniami piasku kwarcowego drobnoziarnistego, szarego	
22	12,65–13,20	0,55	rytm mułku węglistego ciemnobrunatnego z domieszką muskowitu i piasku kwarcowego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, jasnoszarego; występują drobne zespoły zmarszczek	
23	13,20–13,25	0,05	rytm mułku węglistego ciemnobrunatnego z domieszką muskowitu i piasku kwarcowego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, jasnoszarego; występują drobne zespoły zmarszczek i drobne ksylity o rozmiarach do 10 mm	

1	2	3	4	5
24	13,25–14,00	0,75	rytmic młku węglistego ciemnobrunatnego z domieszką muskowitu i piasku kwarcowego bardzo drobno- i drobnoziarnistego, jasnoszarego; występują drobne zespoły zmarszczek i pogrzy	
25	14,00–14,52	0,52	rytmic piasku muskowitowo-kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, młkowatego (z intraklastami ilu czarnego), jasnoszarego i ilu węglistego zwarteo, czarnego, z drobnym detrytusem roślinnym; warstwowany zmarszczkowo	
26	14,52–14,55	0,03	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, młkowaty, jasnoszary, z licznymi, dobrze zachowanymi ksyliami	
27	14,55–15,00	0,45	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, młkowaty, jasnoszary	
28	15,00–15,48	0,48	młek węglisty, rozsyplivy, czarny, smugowany młkiem piaszczystym jasnoszarym	
29	15,48–16,00	0,52	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, młkowaty; powierzchnia spągowa nachylona pod kątem 45°	
30	16,00–16,20	0,20	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, szary, z okruchami węgla brunatnego humusowego, ciemnobrązowego	
31	16,20–16,40	0,20	węgiel brunatny ksyliowy (ksylit aglomeracyjny), ciemnobrązowy, z domieszką ksyliów strukturalnych, szarobrązowych o rozmiarach do 20 mm	
32	16,40–16,46	0,06	węgiel brunatny ksyliowy (ksylit aglomeracyjny), ciemnobrązowy, z domieszką młku szarobrunatnego, warstwowany horyzontalnie	
33	16,46–17,06	0,60	węgiel brunatny ksyliowy (ksylit aglomeracyjny), ciemnobrązowy, z cienkimi wkładkami ksyliu strukturalnego, szarobrązowego	
34	17,06–18,00	0,94	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, szarobrunatny, z silnie uwęglonym rozproszonym detrytusem roślinnym o rozmiarach do 8 mm; występują bardzo liczne drobne bioturbacje	
35	18,00–18,10	0,10	młek węglisty zwarty, ciemnobrunatny, silnie zbioturbowany, z obfitym uwęglonym detrytusem roślinnym o rozmiarach do 3 mm	
36	18,10–19,50	1,40	rytmic ilu węglistego zwarteo, czarnego i młku zwarteo ciemnoszareo, silnie zbioturbowany, z uwęglonymi fitoklastami różnych rozmiarów, miejscami warstwowany zmarszczkowo	6D
37	19,50–20,00	0,50	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, szarobrunatny, z licznymi intraklastami ilu zwarteo czarnego o rozmiarach 3–15 mm i nagromadzeniami substancji węglistej; występują liczne drobne bioturbacje	
38	20,00–20,33	0,33	piasek muskowitowo-kwarcowy drobnoziarnisty, „kiesz” piasku gruboziarnistego w rozmyciu erozyjnym, piasek szarobrunatny, silnie zbioturbowany, w części stropowej laminowany horyzontalnie, z ksyliami o rozmiarach do 45 mm, miejscami warstwowany zmarszczkowo; drobny uskok synsedymacyjny	6A
39	20,33–20,43	0,10	piasek muskowitowo-kwarcowy drobnoziarnisty, szarobrunatny, zbioturbowany, laminowany horyzontalnie substancją węglistą	
40	20,43–20,48	0,05	piasek kwarcowy gruboziarnisty, szary; w spągu powierzchnia erozyjna	
41	20,48–20,53	0,05	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo	
42	20,53–20,54	0,01	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary; w spągu powierzchnia erozyjna	
43	20,54–21,00	0,46	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, miejscami warstwowany zmarszczkowo; w stropie drobne uskoki o zrzucie do 5 mm, tworzące kieszenie; strop warstwy pokryty warstwą ilu węglistego o miąższości 3–4 mm	
44	21,00–21,79	0,79	piasek muskowitowo-kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z licznymi silnie uwęglonymi fitoklastami; w części spągowej intraklasty ilu węglistego, czarnego, o rozmiarach do 5 mm, w części środkowej na odcinku 0,20 m intensywnie zbioturbowany	
45	21,79–21,82	0,03	il węglisty zwarty, czarny, laminowany horyzontalnie piaskiem muskowitowo-kwarcowym, bardzo drobnoziarnistym, jasnoszarym	
46	21,82–22,00	0,18	piasek muskowitowo-kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z intraklastami ilu węglistego zwarteo, czarnego, o rozmiarach do 20 mm, z pojedynczymi bioturbacjami i – miejscami – z nagromadzeniami substancji węglistej; występuje warstwowanie horyzontalne i zmarszczkowe oraz drobne zespoły klinowe	
47	22,00–22,35	0,35	il węglisty zwarty, ciemnobrunatny, z drobnymi zżelifikowanymi ksyliami i przelawieniami węgla brunatnego atryowego, czarnego, o miąższości do 15 mm	
48	22,35–22,39	0,04	piasek kwarcowy gruboziarnisty, szary, z drobnym żwirem kwarcowym; w spągu powierzchnia erozyjna	
49	22,39–24,00	1,61	piasek kwarcowy drobno- i średnioziarnisty, szary, z rozproszonym detrytusem roślinnym i silnie uwęglonymi drobnymi ksyliami o rozmiarach do 14 mm, warstwowany skośnie tabularnie i zmarszczkowo	
50	24,00–24,90	0,90	piasek kwarcowy średnio- i gruboziarnisty, jasnoszary, z domieszką muskowitu, średnio wysortowany, ze żwirkiem kwarcowym (ziarna żwiru o rozmiarach do 4 mm i stopniu obtoczenia 4–5)	
51	24,90–25,20	0,30	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, młkowaty, beżowy, z rozproszonym uwęglonym detrytusem roślinnym	
52	25,20–25,50	0,30	piasek kwarcowy różnoziarnisty, ciemnobrunatny, z pojedynczymi, dobrze obtoczonymi ziarnami żwirku kwarcowego o rozmiarach do 3 mm	
53	25,50–25,86	0,36	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, młkowaty, brunatny, z pojedynczymi, silnie uwęglonymi ksyliami, w części stropowej z rozproszonymi ziarnami kwarcu grubszej frakcji o rozmiarach dochodzących do 2 mm	

1	2	3	4	5
54	25,86–26,01	0,15	piasek kwarcowy gruboziarnisty, węglisty, czarny, z pojedynczymi ziarnami żwirku kwarcowego o rozmiarach do 4 mm	
55	26,01–26,17	0,16	mulek zwarty brunatny smugowany piaskiem kwarcowym bardzo drobnoziarnistym, szarobrunatnym, z pojedynczymi ziarnami piasku grubego o rozmiarach do 2 mm; w spągu powierzchnia erozyjna	
56	26,17–26,69	0,52	rytmil mułku ilastego zwałowego, szarozielonego i mułku piaszczystego półzwałowego, jasnoszarego; liczne bioturbacje	
57	26,69–26,81	0,12	piasek kwarcowy różnoziarnisty, mułkowany, jasnoszary, z pojedynczymi ziarnami żwirku i żwiru kwarcowego o rozmiarach do 6 mm oraz rozproszonym, silnie uwęglonym drobnym detrytusem roślinnym	
58	26,81–27,29	0,48	rytmil mułku szarozielonego i mułku piaszczystego jasnoszarego; laminacja horyzontalna, warstwowania soczewkowe, obecne bioturbacje	
59	27,29–27,50	0,21	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, szary, z pojedynczymi bardzo drobnymi blaszkami muskowitu	
60	27,50–28,60	1,10	piasek kwarcowy średnio- i gruboziarnisty, szary, średnio wysortowany, ze żwirkiem kwarcowym (ziarna kwarcu przezroczystego i mlecznego o rozmiarach do 4 mm i stopniu obtoczenia 2–5)	
61	28,60–28,80	0,20	ił mułkowany zwarty, węglisty, czarny	
62	28,80–31,15	2,35	piasek muskowitzowo-kwarcowy, drobnoziarnisty, jasnoszary; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
63	31,15–32,00	0,85	mulek piaszczysty półzwarty, jasnoszary, z domieszką muskowitu; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
64	32,00–32,20	0,20	mulek ilasty zwarty, ciemnoszary, z dużą ilością muskowitu; występują bioturbacje; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
65	32,20–32,90	0,70	ił zwarty uwęglony, ciemnoszary, z soczewkami i smugami mułku jasnoszarego; występują bioturbacje	
66	32,90–33,08	0,18	rytmil iłu mułkowego ciemnoszarego i mułku jasnoszarego z drobnymi soczewkami mułku jasnoszarego (zmarszczki)	
67	33,08–35,00	1,92	piasek kwarcowy gruboziarnisty, ciemnoszary, średnio wysortowany, z pojedynczymi drobnymi blaszkami muskowitu, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym (ziarna kwarcu o rozmiarach do 14 mm i stopniu obtoczenia 3–5)	
68	35,00–35,03	0,03	nagromadzenie intraklastów iłu zwałowego węglistego, czarnego (wypełnienie kanału erozyjnego); w spągu przypuszczalna powierzchnia erozyjna	
69	35,03–35,18	0,15	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty jasnoszary, warstwowany horyzontalnie, miejscami zbioturbowany (granice bioturbacji podkreślone substancją węglistą)	
70	35,18 – 35,20	0,02	nagromadzenie intraklastów iłu zwałowego węglistego, czarnego (wypełnienie kanału erozyjnego); w spągu powierzchnia erozyjna	
71	35,20–37,00	1,80	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, zbioturbowany (granice bioturbacji podkreślone substancją węglistą); w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
72	37,00 – 38,55	1,55	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, smugowany iłem ciemnoszarym, miejscami zbioturbowany (granice bioturbacji podkreślone substancją węglistą); w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
73	38,55–39,00	0,45	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, zbioturbowany; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
74	39,00–40,50	1,50	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, z rozproszonymi intraklastami iłu zwałowego węglistego, czarnego, o rozmiarach do 30 mm i cienkimi wkładkami rytmu piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, jasnoszarego oraz czarnego iłu węglistego	
75	40,50–40,52	0,02	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, z licznymi drobnymi nałożonymi rozmyciami erozyjnymi (warstwowania żłobiste)	
76	40,52–40,55	0,03	rytmil piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, szarego i czarnego iłu węglistego	
77	40,55–40,65	0,10	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, warstwowany zmarszczkowo	
78	40,65–41,00	0,35	rytmil piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, szarego i czarnego iłu węglistego, silnie zdeformowany (osuwiska, spływy)	
79	41,00–41,40	0,40	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, ze smugami substancji węglistej, warstwowany zmarszczkowo	
80	41,40–41,94	0,54	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, z rosnącą ku stropowi liczbą lamin iłu węglistego czarnego – miąższość lamin ilastych również wzrasta ku stropowi; w części stropowej przechodzi w rytmil piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, szarego i czarnego iłu węglistego; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
81	41,94–42,00	0,06	czarny ił zwarty, węglisty	
82	42,00–44,00	2,00	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, z domieszką muskowitu; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
83	44,00–45,32	1,32	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, szary, z domieszką muskowitu, miejscami warstwowany skośnie tabularnie (warstewki nachylone pod kątem 5°)	
84	45,32–45,37	0,05	czarny ił zwarty, węglisty	

1	2	3	4	5
85	45,37–49,00	3,63	piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, szary, z domieszką muskowitu, z pojedynczymi laminami i smugami substancji węglistej; w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
86	49,00–49,55	0,55	piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, szary, z domieszką muskowitu, laminowany horyzontalnie (laminacja podkreślona substancją węglistą), w części stropowej z intraklastami mułku zwartego czarnego, węglistego, laminowanymi równoległe, o rozmiarach do 15 mm	
87	49,55–49,85	0,30	piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, szary, mułkowaty, z domieszką muskowitu	
88	49,85–50,50	0,65	piasek kwarcowy drobn- i średnioziarnisty, jasnoszary, średnio wysortowany, z pojedynczymi grubszymi ziarnami kwarcu o rozmiarach do 2 mm; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
89	50,50–50,80	0,30	piasek kwarcowy drobn- i średnioziarnisty, jasnoszary, średnio wysortowany, z intraklastami czarnego iłu węglistego	
90	50,80–50,83	0,03	ił zwarty czarny, węglisty	
91	50,83–51,50	0,67	piasek kwarcowy drobn- i średnioziarnisty, beżowy, z muskowitem i drobnym detrytusem roślinnym	
92	51,50–51,52	0,02	piasek kwarcowy drobn- i średnioziarnisty, beżowy, z domieszką muskowitu, laminowany horyzontalnie mułkiem ilastym czarnym, węglistym	
93	51,52–52,55	1,03	piasek kwarcowy drobnziarnisty, jasnoszary, laminowany horyzontalnie mułkiem ilastym ciemnoszarym	
94	52,55–52,60	0,05	mulek ilasty zwarty, ciemnoszary, laminowany horyzontalnie substancją węglistą	
95	52,60–52,94	0,34	piasek kwarcowy drobn- i średnioziarnisty, szary	
96	52,94–53,00	0,06	mulek ilasty półzwarty, węglisty, czarny, laminowany horyzontalnie piaskiem kwarcowym bardzo drobnziarnistym, mułkowatym, szarym	
97	53,00–53,47	0,47	piasek kwarcowy bardzo drobn- i drobnziarnisty, szary, z domieszką muskowitu, z pojedynczymi średnimi i drobnymi otoczkami piaszkowca drobnziarnistego o rozmiarach do 7 mm	
98	53,47–53,62	0,15	piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, beżowy, mułkowaty, warstwowany skośnie tabularnie (warstewki nachylone pod kątem 10°, podkreślone substancją ilastą); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
99	53,62–53,70	0,08	piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, beżowy, mułkowaty, warstwowany skośnie tabularnie (warstewki nachylone pod kątem 10°, podkreślone substancją ilastą), silnie zbioturbowany	
100	53,70–54,00	0,30	mulek piaszczysty półzwarty, jasnoszary, zbioturbowany, smugowany mułkiem węglistym, ciemnoszarym; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
101	54,00–54,84	0,84	rytmu mułku piaszczystego, jasnoszarego i mułku węglistego, ciemnoszarego, laminacja pierwotnie horyzontalna, silnie zbioturbowana, warstwowania konwolutive, pojedyncze zmarszczki	
102	54,84–55,68	0,84	mulek piaszczysty półzwarty, jasnoszary, warstwowany zmarszczkowo, zbioturbowany, w części spagowej smugowany substancją węglistą; miejscami nagromadzenia uwęglonego detrytusu roślinnego	
103	55,68–56,00	0,32	mulek zwarty beżowy, zawęglony; w stropie ostra granica; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
104	56,00–56,40	0,40	mulek zwarty beżowy, zawęglony, laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi soczewkami mułku szarego; w spągu ciągle przejście	
105	56,40–58,00	1,60	mulek zwarty beżowy, zawęglony, z soczewkami i cienkimi przewarstwieniami mułku jasnoszarego i piasku kwarcowego bardzo drobnziarnistego, mułkowatego, jasnoszarego	
106	58,00–58,65	0,65	mulek zwarty węglisty, ciemnobrunatny, laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi laminami mułku piaszczystego, jasnoszarego, o miąższości do 2 mm	
107	58,65–59,15	0,75	rytmu mułku węglistego, czarnego i mułku piaszczystego, jasnoszarego; w warstewkach mułku piaszczystego pojedyncze zmarszczki	
108	59,15–59,35	0,20	mulek zwarty węglisty, czarny, laminowany horyzontalnie; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
109	59,35–59,45	0,10	mulek węglisty, czarny, rozsypliwy, z soczewkami mułku jasnoszarego	
110	59,45–60,10	0,65	mulek węglisty, czarny, rozsypliwy, z dużą ilością pyłu węglowego i nielicznymi drobnymi okruchami węgla brunatnego, silnie zżelifikowanego	
111	60,10–60,25	0,15	węgiel brunatny atrytowy, czarny, zailony, z dobrze zachowanymi ksyliatami	
112	60,25–61,50	0,75	ił tłusty czarny, węglisty, miejscami mułkowaty, laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi bioturbacjami: na powierzchniach lamin koncentracje muskowitu, występują powierzchnie oddzielności zgodne z laminacją	
113	61,50–62,00	0,50	mulek zwarty jasnoszary, zbioturbowany, ze smugami substancji węglistej i bardzo drobnymi uwęglonymi ksyliatami; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
143	62,00–62,20	0,20	mulek piaszczysty półzwarty, jasnoszary, ku spągowi przechodzący w piasek kwarcowy bardzo drobnziarnisty, mułkowaty, jasnoszary	
115	62,20–62,68	0,48	rytmu mułku jasnoszarego i piasku kwarcowego bardzo drobnziarnistego, mułkowatego, jasnoszarego, silnie zbioturbowany	
116	62,68–63,10	0,42	mulek zwarty ciemnoszary z domieszką muskowitu i ze skupieniami substancji węglistej, warstwowany horyzontalnie i soczewkowo, w części stropowej zbioturbowany	
117	63,10–64,00	0,90	rytmu piasku kwarcowego bardzo drobnziarnistego; warstewki piasku o miąższości 2–5 mm, mułkowatego, szarego i mułku węglistego, ciemnobrunatnego, rytmu jest zbioturbowany i zaburzony konwolutive; ku stropowi udział piasku maleje	

1	2	3	4	5
118	64,00–64,50	0,50	mulek zwarty czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, z domieszką muskowitu i drobnymi uwęglonymi ksyliatami; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
119	64,50–64,80	0,30	mulek piaszczysty półzwarty, czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, z domieszką muskowitu i drobnymi uwęglonymi ksyliatami; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
120	64,80–65,00	0,20	mulek piaszczysty półzwarty, czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, z domieszką muskowitu i drobnymi uwęglonymi ksyliatami; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
121	65,00–65,60	0,60	mulek zwarty czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, z domieszką muskowitu i drobnymi uwęglonymi ksyliatami, występują liczne bioturbacje (ślady żerowania organizmów mułożernych wypełnione mulkiem szarym); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
122	65,60–66,00	0,40	mulek zwarty czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, ze znaczną domieszką muskowitu (koncentracja na powierzchniach laminacji) i soczewkami mulku szarego; ku stropowi udział substancji węglistej maleje	
123	66,00–66,52	0,52	mulek zwarty czarny, węglisty, laminowany horyzontalnie, z domieszką muskowitu i drobnymi uwęglonymi ksyliatami	
124	66,52–66,92	0,40	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary z cienkimi przewarstwieniami i soczewkami mulku zwartego czarnego, węglistego, o miąższości do 45 mm, zbioturbowany; występują pojedyncze zmarszczki; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
125	66,92–67,17	0,25	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, zbioturbowany, smugowany mulkiem węglistym; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
126	67,17–67,28	0,11	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, warstwowany horyzontalnie i skośnie tabularnie (zespoły skośne o wysokości 20–30 mm); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
127	67,28–68,00	0,72	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, zbioturbowany, smugowany mulkiem węglistym, z pojedynczymi uwęglonymi ksyliatami o rozmiarach do 4 mm; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
128	68,00–68,15	0,15	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, zbioturbowany, z nielicznymi smugami substancji węglistej	
129	68,15–68,20	0,05	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, warstwowany zmarszczkowo (zmarszczki o wysokości do 20 mm)	
130	68,20–68,25	0,05	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, zbioturbowany	
131	68,25–69,00	0,75	mulek zwarty beżowy ze smugami substancji węglistej, silnie zbioturbowany	
132	69,00–69,08	0,08	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, mułkowaty, jasnoszary, laminowany horyzontalnie, z nielicznymi smugami substancji węglistej, silnie zbioturbowany	
133	69,08–70,00	0,92	mulek zwarty beżowy, ze smugami substancji węglistej, silnie zbioturbowany	
134	70,00–71,60	1,60	mulek zwarty ciemnoszary, zawęglony, ze smugami substancji węglistej i ksyliatami o rozmiarach do 4 mm, silnie zbioturbowany; lokalnie występują pakiety laminowane horyzontalnie i poziomy bioturbacje; ku stropowi ilość substancji węglistej maleje	
135	71,60–71,80	0,20	rytmic mulku beżowego i piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, jasnoszarego, mułkowatego (laminy o miąższości 2–3 mm); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
136	71,80–72,00	0,20	rytmic mulku czarnego, węglistego i piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, beżowego, mułkowatego i zawęglonego (laminy o miąższości 2–3 mm); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
137	72,00–72,16	0,16	rytmic mulku beżowego i piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, jasnoszarego, mułkowatego (laminy o miąższości 2–3 mm) z nagromadzeniami fitodetrytusów i bioturbacjami	
138	72,16–72,17	0,01	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, laminowany horyzontalnie	
139	72,17–72,19	0,02	mulek zwarty beżowy, silnie zbioturbowany	
140	72,19–72,22	0,03	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, laminowany horyzontalnie; występują także drobne zespoły skośne i warstwowania konwolutive	
141	72,22–72,28	0,06	mulek półzwarty beżowy, laminowany horyzontalnie piaskiem kwarcowym bardzo drobnoziarnistym, jasnoszarym; liczne bioturbacje	
142	72,28–72,31	0,03	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, laminowany horyzontalnie, z drobnymi zmarszczkami	
143	72,31–72,48	0,17	mulek zwarty beżowy, w części stropowej plamisty (bioturbacje?)	
144	72,48–72,51	0,03	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, laminowany horyzontalnie, z drobnymi zmarszczkami	
145	72,51–72,74	0,23	mulek zwarty beżowy przechodzący w mulek ilasty zwarty, beżowy	
146	72,74–72,78	0,04	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty	
147	72,78–72,83	0,05	mulek półzwarty ciemnoszary, laminowany horyzontalnie, z drobnymi soczewkami piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, białego; na powierzchniach laminacji drobny uwęglony detrytus roślinny	
148	72,83–73,72	0,89	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, w części spągowej z intraklastami iłu zwartego szarego o rozmiarach 4–6 mm	

1	2	3	4	5
149	73,72–73,84	0,12	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, szary, z drobnymi ksyliami i z soczewkami mułku zwarteo, ciemnoszarego, laminowanego horyzontalnie substancją węglistą; występują warstwowania konwolutive	
150	73,84–73,98	0,14	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany	
151	73,98–74,55	0,57	piasek kwarcowy różnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym (ziarna o rozmiarach do 14 mm) i dyskoidalnymi ziarnami piaskowca kwarcowego, drobnoziarnistego o rozmiarach do 15 mm i stopniu obtoczenia 3–5	
152	74,55–75,00	0,45	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, z bardzo drobnymi ksyliami o rozmiarach do 2 mm, warstwowany skośnie tabularnie pod kątem 25°; liczne pograży	
153	75,00–75,20	0,20	mułek zwięzły beżowy, laminowany horyzontalnie (laminy o miąższości ok. 1 mm)	
154	75,20–76,00	0,80	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, z wtrąceniami piasku kwarcowego drobnoziarnistego, ciemnoszarego, węglistego o rozmiarach do 50 mm, smugowany mułkiem ciemnoszarym, węglistym	
155	76,00–76,50	0,50	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, warstwowany horyzontalnie i skośnie tabularnie (powierzchnie warstwowania podkreślone substancją węglistą); zespoły skośne o wysokości ok. 100 mm są ograniczone powierzchniami erozyjnymi, podkreślonymi substancją węglistą; występują pograży	5E
156	76,50–76,75	0,25	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, biały, laminowany horyzontalnie pyłem węglowym, silnie zbioturbowany; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
157	76,75–77,15	0,40	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, biały, laminowany horyzontalnie pyłem węglowym	
158	77,15–77,29	0,14	mułek piaszczysty półzwarty, beżowy, laminowany horyzontalnie; występują warstwowania konwolutive	
159	77,29–77,53	0,24	mułek zwarty ciemnoszary, laminowany równolegle (laminy o miąższości ok. 1 mm nachylone pod kątem 10°), z drobnymi soczewkami (miąższość do 3 mm) mułku zwarteo czarnego, węglistego, z obfitym uwęglonym detrytusem roślinnym	
160	77,53–77,68	0,15	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany; w spągu widoczna granica erozyjna podkreślona nagromadzeniem uwęglonego detrytusu roślinnego	
161	77,68–77,88	0,20	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, warstwowany skośnie (warstewki nachylone pod kątem 20°, w dolnej części podkreślone skupieniami substancji węglistej); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
162	77,88–78,00	0,12	mułek zwarty beżowy z ksyliami o rozmiarach do 10 mm; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
163	78,00–78,09	0,09	mułek zwarty laminowany równolegle (niewielkie zespoły skośne); w spągu granica erozyjna podkreślona nagromadzeniem uwęglonych ksyliotów o rozmiarach do 8 mm i uwęglonego detrytusu roślinnego	
164	78,09–78,25	0,16	mułek zwarty laminowany równolegle (niewielkie zespoły skośne)	
165	78,25–78,55	0,30	mułek zwarty czarny, węglisty, z domieszką muskowitu, laminowany horyzontalnie iłem czarnym, węglistym; występują drobne soczewki mułku ciemnobrunatnego (zmarszczki)	
166	78,55–79,00	0,45	mułek półzwarty piaszczysty, jasnoszary, warstwowany skośnie tabularnie (warstewki nachylone pod kątem 20°, zespoły skośne o wysokości do 80 mm, powierzchnie zespołów pokryte substancją ilastą); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
167	79,00–79,28	0,28	mułek półzwarty piaszczysty, jasnoszary, zbioturbowany	
168	79,28–79,40	0,12	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary	
169	79,40–80,00	0,60	mułek półzwarty piaszczysty, jasnoszary, zbioturbowany	
170	80,00–80,15	0,15	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, beżowy, mułkowany, warstwowany horyzontalnie; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
171	80,15–80,41	0,26	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, beżowy, mułkowany, warstwowany skośnie tabularnie (warstewki o niewielkim nachyleniu)	
172	80,41–81,00	0,59	mułek półzwarty piaszczysty, szary, zbioturbowany	
173	81,00–81,12	0,12	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany; w spągowej części zbioturbowany	
174	81,12–81,82	0,70	mułek piaszczysty półzwarty, beżowy, z licznymi poziomymi rizoidów (gleba kopalna)	
175	81,82–82,00	0,18	mułek ilasty zwarty, czarny, węglisty, przechodzący w węgiel brunatny atrytowy, czarny, z pojedynczymi laminami mułku jasnoszarego o miąższości ok. 1 mm (ciąg cykli depozycyjnych o uziarnieniu malejącym ku górze – <i>normal grading</i>)	
176	82,00–82,70	0,70	rytmit mułku węglistego czarnego i mułku beżowego (laminy o miąższości do 6 mm), warstwowany soczewkowo, z cienkimi przewarstwieniami węgla brunatnego atrytowego, czarnego, zailonego o miąższości do 15 mm	
177	82,70–83,80	1,10	mułek piaszczysty półzwarty, beżowy, plamisty (bioturbacje?)	
178	83,80–84,21	0,41	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowany, laminowany horyzontalnie (laminacja zaburzona), z pojedynczymi laminami piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, ciemnoszarego, z detrytusem roślinnym	
179	84,21–84,30	0,09	rytmit piasku kwarcowego bardzo drobnoziarnistego, jasnoszarego i mułku szarego z rozproszonym detrytusem roślinnym; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	

1	2	3	4	5
180	84,30–84,55	0,25	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, jasnoszarego i mułku szarego (laminacja silnie zaburzona) z rozproszonym detrytusem roślinnym	
181	84,55–84,60	0,05	mułek zwarty ciemnoszary	
182	84,60–85,10	0,50	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, jasnoszarego i mułku szarego z rozproszonym detrytusem roślinnym	
183	85,10–85,36	0,26	mułek zwarty ciemnoszary, silnie zbioturbowany	
184	85,36–85,70	0,34	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, jasnoszarego i mułku szarego z rozproszonym detrytusem roślinnym	
185	85,70–86,00	0,30	mułek zwarty ciemnoszary z domieszką muskowitu, laminowany równolegle (laminy nachylone pod kątem 15°)	
186	86,00–86,20	0,20	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty, mułkowaty, beżowy, laminowany równolegle (laminy nachylone pod kątem 5°)	
187	86,20–86,34	0,14	mułek zwarty, brunatny, laminowany horyzontalnie mułkiem czarnym, węglistym; na powierzchniach lamin koncentracja bardzo drobnych blaszek muskowitu	
188	86,34–86,52	0,18	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, jasnoszarego i mułku szarego, warstwowany skośnie tabularnie	
189	86,52–86,64	0,12	mułek beżowy, zawęglony, warstwowany skośnie tabularnie; zespoły skośne o wysokości do 20 mm	
190	86,64–87,00	0,36	mułek piaszczysty, półzwarty, jasnoszary, laminowany równolegle mułkiem beżowym z detrytusem roślinnym (laminy nachylone pod kątem 20°); ku stropowi frakcja mułku piaszczystego maleje do mułkowej	
191	87,00–87,15	0,15	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, jasnoszarego i mułku szarego (laminy nachylone pod kątem 10°); występują pojedyncze bioturbacje, drobne uskoki synsedymantacyjne o rzucie do 8 mm oraz drobne rozmycia erozyjne, wypełnione materiałem laminowanym	
192	87,15–87,45	0,30	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary, laminowany horyzontalnie mułkiem ilastym (laminy o miąższości do 3 mm); w części stropowej warstwowania skośne tabularne	
193	87,45–87,53	0,08	mułek ilasty zwarty, ciemnoszary, laminowany horyzontalnie mułkiem szarym; występuje warstwowanie konwolutne	
194	87,53–88,24	0,71	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary; w spągu powierzchnia erozyjna podkreślona warstwą mułku brunatnego	
195	88,24–88,35	0,11	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary	
196	88,35–88,63	0,28	mułek zwarty ciemnoszary z domieszką muskowitu, smugowany substancją węglistą, z drobnymi soczewkami piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, szarego	
197	88,63–89,22	0,59	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, szary, laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi bardzo drobnymi ksylicami o rozmiarach do 3 mm	
198	89,22–89,37	0,15	mułek zwięzły beżowy ze smugami i soczewkami piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, szarego	
199	89,37–89,52	0,15	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, biały, laminowany horyzontalnie	
200	89,52–89,78	0,26	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, biały, laminowany horyzontalnie substancją węglistą; występują drobne warstwowania konwolutne	
201	89,78–90,00	0,22	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, biały, laminowany horyzontalnie	
202	90,00–90,12	0,12	mułek piaszczysty półzwarty, jasnoszary, laminowany horyzontalnie; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
203	90,12–90,73	0,61	mułek piaszczysty półzwarty, szary; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
204	90,73–90,89	0,16	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary, laminowany horyzontalnie, z drobnymi ksylicami; występują warstwowania konwolutne	
205	90,89–90,91	0,02	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary, warstwowany tabularnie (zespół skośny)	
206	90,91–91,18	0,27	rytmity piasku kwarcowego bardzo drobnociarnistego, mułkowatego, jasnoszarego i mułku szarego	
207	91,18–91,32	0,14	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary, warstwowany tabularnie (zespół skośny)	
208	91,32–91,37	0,05	mułek zwarty szary, silnie zbioturbowany; w spągu powierzchnia erozyjna podkreślona warstwą iłu ciemnoszarego	
209	91,37–91,47	0,10	mułek zwarty szary, silnie zbioturbowany; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
210	91,47–91,60	0,13	mułek zwarty szary, laminowany horyzontalnie; w części spągowej występują pojedyncze drobne ksylicy	
211	91,60–91,70	0,10	piasek kwarcowy bardzo drobnociarnisty i drobnociarnisty, mułkowaty, jasnoszary, warstwowany horyzontalnie	
212	91,70–92,00	0,30	rytmity piasku kwarcowego drobnociarnistego, mułkowatego, szaro-żółtego (miąższość lamin do 5 mm) i mułku szarego (miąższość lamin do 3 mm)	

1	2	3	4	5
213	92,00–92,70	0,70	rytmity mułku piaszczystego, jasnoszarego i mułku czarnego, węglatego; występuje warstwowanie zmarszczkowe, drobne zespoły skośne o wysokości do 20 mm oraz pograży, miejscami także drobne, silnie uwęglone ksylicy; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
214	92,70–92,80	0,10	rytmity mułku piaszczystego, jasnoszarego i mułku czarnego, węglatego, z licznymi bioturbacjami (ślady ucieczki organizmów)	
215	92,80–93,36	0,56	mułek zwarty szary, smugowany łem brunatnym, węglistym; występują pograży	
216	93,36–93,50	0,16	rytmity mułku czarnego, węglatego i mułku piaszczystego, białego, z niewielką domieszką muskowitu; występuje warstwowanie soczewkowe (zmarszczki); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
217	93,50–93,56	0,06	rytmity mułku czarnego, węglatego i mułku piaszczystego, białego z niewielką domieszką muskowitu; występuje liczne pograży; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
218	93,56–93,80	0,24	rytmity mułku czarnego, węglatego i mułku piaszczystego, białego, z niewielką domieszką muskowitu; występuje warstwowanie soczewkowe (zmarszczki); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
219	93,80–94,00	0,20	ił zwarty czarny, węglisty, z nielicznymi laminami mułku piaszczystego, białego, z niewielką domieszką muskowitu o średnicy ziaren do 3 mm; laminy występują w odstępach 10–20 mm	
220	94,00–94,05	0,05	mułek zwarty jasnoszary	
221	94,05–94,21	0,16	mułek piaszczysty ciemnoszary, rozsyplawy	
222	94,21–94,66	0,45	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty (z domieszką średnich ziaren), jasnoszary	
223	94,66–96,00	1,34	rytmity mułku piaszczystego, jasnoszarego i mułku czarnego, węglatego; miejscami występują warstwowania konwolutive i pograży	
224	96,00–96,09	0,09	mułek piaszczysty półzwarty, szary; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
225	96,09–96,50	0,41	mułek zwarty, szary, laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi laminami mułku czarnego, węglatego	
226	96,50–97,50	1,00	rytmity mułku czarnego, węglatego i mułku piaszczystego, jasnoszarego, z licznymi drobnymi, dobrze zachowanymi ksylicami; występuje warstwowanie soczewkowe (utrwalone zmarszczkami)	5C
227	97,50–97,63	0,13	mułek zwarty ciemnobrunatny, węglisty, w części stropowej z poziomami ksylicami nachylonymi pod kątem 40°; w spągu ostra granica	
228	97,63–97,96	0,33	mułek zwarty szary, zawęglony, z cienkimi wkładkami węgla brunatnego żelifikowanego, czarnego, ku stropowi przechodzący kolejno w mułek zwarty, czarny, węglisty i węgiel brunatny atrytowy, czarny, mułkowaty	
229	97,96–98,47	0,51	piasek muskowitzowo-kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, z bardzo drobnymi ksylicami; w spągu powierzchnia erozyjna	
230	98,47–99,12	0,65	mułek zwarty jasnoszary, laminowany horyzontalnie; na powierzchniach laminacji drobne żelifikowane ksylicy, spłaszczone lodygi i żelifikowany detrytus roślinny	
231	99,12–99,41	0,29	mułek zwarty jasnoszary, z dużą ilością muskowitu i drobnymi ksylicami, laminowany horyzontalnie, z przelawieniami mułku zwanego brunatnego, zawęglonego	
232	99,41–99,43	0,02	węgiel brunatny ksylicowy, ciemnobrązowy	
233	99,43–99,44	0,01	mułek zwarty jasnoszary, z dużą ilością muskowitu i drobnymi ksylicami, laminowany horyzontalnie	
234	99,44–99,46	0,02	węgiel brunatny ksylicowy, ciemnobrązowy	
235	99,46–99,71	0,25	mułek zwarty jasnoszary, z dużą ilością muskowitu i drobnymi ksylicami, laminowany horyzontalnie, z przelawieniami mułku zwanego brunatnego, zawęglonego	
236	99,71–100,00	0,29	mułek zwarty jasnobrunatny, laminowany horyzontalnie mułkiem ciemnobrunatnym; laminy porożrywane (warstwowania konwolutive), na powierzchniach lamin występują rozproszone blaszki muskowitu, drobne żelifikowane ksylicy i uwęglony detrytus roślinny	
237	100,0–100,35	0,35	mułek zwarty czarny, węglisty, ku stropowi przechodzący kolejno w ciemno- i jasnoszary; w części spągowej występują poziomy o miąższości 10–30 mm dużych, silnie żelifikowanych i spłaszczonych ksyliców	
238	100,35–100,64	0,29	piasek muskowitzowo-kwarcowy drobnoziarnisty, biały, niewyraźnie laminowany horyzontalnie, z pojedynczymi zespołami skośnymi o wysokości do 20 mm, zbudowanymi z piasku kwarcowego gruboziarnistego, białego	
239	100,64–101,00	0,36	mułek zwarty szarozielony, z dużą ilością muskowitu	
240	101,00–101,58	0,58	mułek zwarty szarozielony, z dużą ilością muskowitu i licznymi, silnie uwęglonymi ksylicami o rozmiarach do 30 mm, miejscami zbioturbowany	
241	101,58–102,00	0,42	mułek zwarty szarozielony, z dużą ilością muskowitu, rizoidami i drobnym detrytusem roślinnym (gleba kopalna)	
242	102,00–103,00	1,00	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, biały, ze skupieniami żwiru i drobnego żwiru kwarcowego (kwarc szary i biały, ziarna o rozmiarach do 6 mm i stopniu obtoczenia 3–4); w spągu ciągle przejście w leżący niżej osad	
243	103,00–103,26	0,26	piasek muskowitzowo-kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, biały, z przewarstwieniami piasku kwarcowego; występują zespoły zmarszczkowe, granice zespołów typu ścięć i płytkich rozmyć; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	

1	2	3	4	5
244	103,26–103,54	0,28	piasek muskowitowo-kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, biały	
245	103,54–103,64	0,10	mulek półzwarty zielony, nieco piaszczysty	
246	103,64–104,00	0,36	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowaty, z licznymi drobnymi blaszkami muskowitu, smugowany mułkiem zwarty, zielonym, z glaukonitem; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
247	104,00–104,76	0,76	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowaty; występują liczne zespoły skońne warstwowane zmarszczkowo; w spągu zespołów pojedyncze drobne ksylicy	
248	104,76–104,77	0,01	poziom drobnych ksyliców, silnie uwęglonych	
249	104,77–104,88	0,11	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowaty, szary, smugowany mułkiem zwartym zielonym z glaukonitem; występują warstwowania żłobiste i zmarszczkowe; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
250	104,88–104,89	0,01	piasek kwarcowy bardzo drobno- i drobnoziarnisty, mułkowaty, ciemnoszary, zawęglony, z licznymi drobnymi ksylicami	
251	104,89–105,14	0,25	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z dobrze zachowanymi drobnymi ksylicami o rozmiarach do 6 mm	
252	105,14–105,22	0,08	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, z pojedynczymi ziarnami żwirku kwarcowego i dobrze zachowanymi drobnymi ksylicami o rozmiarach do 6 mm	
253	105,22–105,28	0,06	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, ze żwirkiem kwarcowym, warstwowany skońne (koncentracje ziaren żwirku na powierzchniach warstwowania); w spągu powierzchnia erozyjna	
254	105,28–105,33	0,05	piasek kwarcowy drobnoziarnisty, jasnoszary, ze żwirkiem kwarcowym, warstwowany skońne (koncentracje ziaren żwirku na powierzchniach warstwowania)	
255	105,33–105,38	0,05	piasek kwarcowy bardzo drobnoziarnisty, jasnoszary, mułkowaty, z rozproszonymi bardzo drobnymi blaszkami muskowitu	
256	105,38–105,56	0,18	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, ze żwirkiem kwarcowym, warstwowany skońne (warstwowanie pod kątem 15°, na powierzchniach warstewek koncentracje ziaren żwirku); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
257	105,56–105,80	0,24	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym o rozmiarach do 13 mm i stopniu obtoczenia 4, plamisty (punktowe i wydłużone bioturbacje o średnicy do 3 mm, rozproszone lub skupione w „kieszeniach”); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
258	105,80–105,98	0,18	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, ze żwirkiem kwarcowym, warstwowany skońne (warstwowanie pod kątem 15°, na powierzchniach warstewek koncentracje ziaren żwirku); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
259	105,98–106,37	0,39	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, ze żwirkiem i żwirem kwarcowym o rozmiarach do 13 mm i stopniu obtoczenia 4, plamisty (punktowe i wydłużone bioturbacje o średnicy do 3 mm, rozproszone lub skupione w „kieszeniach”); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
260	106,37–106,40	0,03	mulek zwarty szary, z pojedynczymi ziarnami żwirku kwarcowego	
261	106,40–106,63	0,23	piasek kwarcowy różnoziarnisty, ciemnoszary; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
262	106,63–106,73	0,10	piasek kwarcowy różnoziarnisty, ciemnoszary, warstwowany horyzontalnie żwirkiem kwarcowym; warstewki żwirku o miąższości 3–6 mm w odstępach ok. 5 mm; w spągu powierzchnia erozyjna nachylona pod kątem 25° (skłon rozmycia erozyjnego)	
263	106,73–106,92	0,19	piasek kwarcowy drobno- i średnioziarnisty, jasnoszary, z domieszką mułku, rozproszonymi blaszkami muskowitu i pojedynczymi ziarnami żwirku kwarcowego	
264	106,92–107,52	0,60	piasek kwarcowy gruboziarnisty, szary, warstwowany horyzontalnie, ze żwirkiem kwarcowym (ziarna do 4 mm); występują pojedyncze drobne intraklasty ciemnoszarego margla i iltu	
265	107,52–107,58	0,06	mulek piaszczysty półzwarty, szary, w części stropowej z pojedynczymi ostrokrawędzistymi ziarnami żwirku i drobnego żwiru kwarcowego o rozmiarach do 8 mm, rozmieszczonymi linearnie; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
266	107,58–107,64	0,06	mulek piaszczysty półzwarty, szary, przewarstwiony horyzontalnie cienkimi warstewkami mułku ciemnoszarego, nachylonymi pod kątem 40°; w spągu powierzchnia erozyjna nachylona pod kątem 40° podkreślona koncentracją ostrokrawędzistego żwirku kwarcowego	
267	107,64–107,66	0,02	piasek kwarcowy gruboziarnisty, szary, ze żwirkiem kwarcowym o rozmiarach 3–5 mm; w spągu powierzchnia erozyjna nachylona pod kątem 45°	
268	107,66–109,00	1,34	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, słabo wysortowany, warstwowany horyzontalnie żwirkiem kwarcowym o rozmiarach 3–5 mm (odstęp pomiędzy przewarstwieniami 83–100 mm); w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
269	109,00–109,15	0,15	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, warstwowany skońne tabularnie: zespoły skońne o wysokości 20–40 mm, warstewki nachylone pod kątem do 10°, w dolnej części zespołów skońnych na powierzchniach lamin nagromadzenia żwirku kwarcowego; w spągu ciągle przejście w osad leżący niżej	
270	109,15–110,00	0,85	piasek kwarcowy różnoziarnisty, szary, słabo wysortowany, z drobnym żwirkiem kwarcowym o rozmiarach 8–10 mm (stopień obtoczenia ziaren 3), z licznymi dużymi blaszkami muskowitu o rozmiarach do 3 mm i drobnymi okruchami ciemnoszarego łupku ilastego o rozmiarach 1–2 mm	