

Stratygrafia i litologia mineralnych osadów występujących w klifach środkowej części polskiego wybrzeża Bałtyku

Stratigraphy and lithology of minerogenic deposits in coastal cliffs, middle section of the Polish Baltic coast

Ireneusz J. Olszak^{*1}, Waław Florek¹, Cyprian Seul², Marek Majewski¹

¹*Akademia Pomorska w Słupsku, Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, ul. Partyzantów 27, 76-200 Słupsk*

²*Politechnika Szczecińska, Zakład Geologii Inżynierskiej i Hydrogeologii, al. Piastów 50, 71-310 Szczecin*

Zarys treści: Korzystając z dawnych i nowych opracowań geologicznych oraz własnych danych petrograficznych i stratygraficznych, autorzy przedstawili swoje poglądy na temat litologii i wieku osadów mineralnych budujących klify pomiędzy Jarosławcem a Dębina. Najnowsze dane odbiegają od zakorzenionych w literaturze poglądów.

Słowa kluczowe: klify, petrografia, stratygrafia, wiek osadów, polskie wybrzeże Bałtyku

Abstract: New views about lithology and age of deposits building coastal cliffs between Jarosławiec and Dębina, diverging from the models rooted in the literature, are presented by the authors. The revision is based on critical re-assessment of older and more recent geological reports and new results of petrological and stratigraphic research.

The oldest glacial deposit exposed in cliff sections is grey till. Petrological data and TL dating results indicate clearly that it was deposited during the Świecie stadial. At Jarosławiec site, the till is enriched in Tertiary organic material and divided into two layers based on colour. However, petrology and TL age determinations do not differ between these layers. In the cliffs investigated, as well as in the other coastal cliffs in the eastern Pomorze region, older tills do not occur. Likewise, tills from the main stage of the last glaciation have not been recognized. The Świecie stadial till is overlain by outwash, glacial limnic and limnic deposits, the latter dated for the Grudziądz interstadial. Almost everywhere the near-surface layer is built of late Holocene aeolian sand with palaeosols.

Key words: cliffs, petrography, stratigraphy, age of sediments, Polish Baltic Coast

Wprowadzenie

Klify nadmorskie polskiego wybrzeża Bałtyku są miejscem szczególnie sprzyjającym badaniom stratygraficznym i litologicznym osadów czwartorzędowych. Wynika to zarówno z ich długości, jak i zmienności ukształtowania, będącej rezultatem abrazji morskiej. Łączna długość brzegów klifowych na pol-

skim wybrzeżu Bałtyku wynosi około 65 km. Długość poszczególnych odcinków jest zróżnicowana i waha się od około 0,15 km (klify: gnieźdzewski i rowski) do blisko 11 km (klif ustroński) (Subotowicz 1982).

Od roku 2003 prowadzone są prace na klifach od Dębiny przez Orzechowo i Ustkę po Jarosławiec. Objęły one klify dębiński, orzechowski i ustecki. Prace te mają na celu szczegółowe rozpoznanie budowy

* e-mail: i.olszak@poczta.fm

geologicznej klifów oraz stratygrafii budujących je osadów.

Historia badań

Badania geologiczne klifów polskiego wybrzeża Bałtyku prowadzone są od lat 20. ubiegłego wieku. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że poszczególne klify cieszyły się różnym zainteresowaniem. Stosunkowo najdokładniej przebadano klify regionu gdańskiego oraz zachodniej części wybrzeża. Badania klifów regionu gdańskiego zostały zapoczątkowane przez Pawłowskiego (1922). W okresie powojennym klify te badane były jedynie od strony litodynamicznej (Rudowski 1965, Subotowicz 1974, 1975, 1976, 1980, 1984). Opracowania dotyczące stratygrafii osadów powstały dopiero po roku 1990 (Olszak 1994, 1996, 1998, Masłowska i in. 2000, 2003, Zaleszkiewicz i in. 2000a, b).

Podobnie wygląda sytuacja z badaniami klifów zachodniej części wybrzeża. Tu również początek datuje się na lata 20. XX w. Prekursorami byli badacze niemieccy, których obiektem zainteresowań były klify na odcinku Trzęsacz–Dziwnówek (Hartnack 1926). W latach 60. i 80. klifami zachodniopomorskimi zajmowali się głównie badacze z ośrodka poznańskiego (Karczewski, Stankowski 1960, Kostrzewski 1984, Kostrzewski, Zwoliński 1985, 1988). W przypadku polskich opracowań pojawiają się również informacje o stratygrafii osadów budujących klify. Kontynuacją tych dokonań były opracowania dotyczące wyłącznie stratygrafii i litologii osadów klifowych na odcinku Niechorze–Dziwnówek (Olszak, Seul 2004, 2005, Seul i in. 2004). W ostatnich latach Oddział Geologii Morza PIG przeprowadził badania ekspertyzowe osadów budujących klify na odcinku od Orłowa do Ustki. Wyniki tych badań pokazują ogólną sytuację stratygraficzną, nie wchodząc jednak w szczegóły, dotyczące poszczególnych odcinków klifowych (Jurys i in. 2006, Masłowska i in. 2006, Olszak i in. 2007).

Budowa geologiczna

Klif w Dębiniu

W obrębie klifu dębińskiego opracowano dwa stanowiska oznaczone jako: „Dębina-wschód”, położone na 221,0 kmb i „Dębina-zachód” leżące na 222,2 kmb. Te dwa stanowiska różnią się głównie wysokością klifu. W przypadku stanowiska „Dębina-wschód” wysokość ta wynosi około 10 m, zaś na stanowisku „Dębina-zachód” około 25 m.

Budowa geologiczna klifu dębińskiego była już wielokrotnie opisywana (Petelski 1975, 1985, Jasiewicz 1998, Masłowska i in. 2006, Olszak i in. 2007). Jak

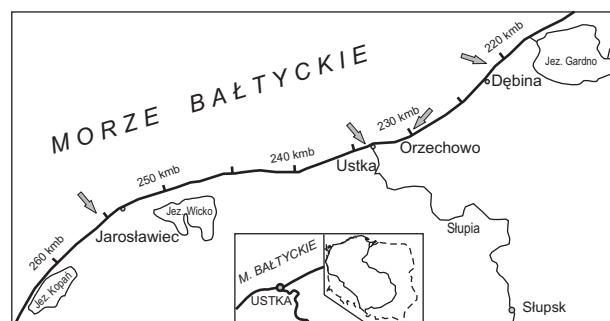
już wspomniano, dynamika klifu powoduje zmiany w jego obrazie geologicznym. Dlatego też za najbardziej zbliżone do stanu dzisiejszego należy przyjąć opisy Jasiewicza (1998) oraz Masłowskiej (2006).

Budowa geologiczna klifu na obu stanowiskach jest bardzo podobna. Najniższym leżącym osadem, odsłoniętym bezpośrednio powyżej poziomu plaży, jest szara glina zwałowa. Strop tej gliny obniża się łagodnie w kierunku wschodnim i na wysokości 220,0 kmb schodzi poniżej poziomu morza. Maksymalną rzędną – około 4,0 m n.p.m., strop gliny osiąga w profilu „Dębina-zachód”. Powyżej szarej gliny zwałowej zalega warstwa piasku średnioziarnistego z soczewkami piasku gruboziarnistego. Są to osady fluwiogłajalne. Seria ta ma miąższość około 30 cm. Jeszcze wyżej znajdują się ility i mułki glacialimniczne. Ich strop leży na rzędnej około 5 m n.p.m. Przy tak wyrównanej wysokości stropu osadów glacialimniczych ich miąższość związana jest ściśle z poziomem zalegania stropu szarej gliny. Waha się ona od 0,30 do 4,50 m. Seria glacialimniczna przykryta jest drobno- i średnioziarnistymi piaskami eolicznymi, w których obrębie występują poziomy gleb kopalnych. Piaski eoliczne budują koronę klifu.

Klif w Orzechowie

Klif w Orzechowie traktowany jest czasami jako wschodni fragment klifu ustckiego (Jurys i in. 2006), jednak biorąc pod uwagę wyraźne różnice w budowie klifów w Ustce i w Orzechowie, należy uznać, iż mamy tu do czynienia z dwoma odrębnymi odcinkami klifowymi. Budowa geologiczna klifu orzechowskiego badana była na stanowisku „Orzechowo-2” na 230,0 kmb (obecnie trwają prace na położonym dalej na wschód stanowisku „Orzechowo-1”; ich wyniki będą znane w 2009 r.).

Najniższym osadem odsłaniającym się w podstawie ściany klifu jest szara glina zwałowa. Jej strop zalega na rzędnej około 2,0 m n.p.m. Powyżej gliny znajduje się ciemnoszary il przechodzący ku górze w szary mułek. Makroskopowe oznaczenie granicy pomiędzy ilem a mułkiem jest trudne, dlatego osady te należy traktować jako jedną serię ilasto-mułkową. Miąższość tej serii sięga do około 12 m. Osady ila-



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych
Fig. 1. Map of the location of geological research sites

sto-mułkowe przykryte są fluwioglacjalnymi piaskami średnio- i gruboziarnistymi. Strop tych piasków, znajdujący się na rzędnej około 15 m n.p.m., jest zorzstynizowany. Powyżej serii fluwioglacjalnej występuje cienka (0,5 m) warstwa silnie sprasowanego torfu przykryta glebą kopalną. Pozostała część ściany, aż do korony klifu, zbudowana jest z drobnoziarnistych piasków eolicznych. W obrębie tych piasków występują kolejne dwa poziomy gleb kopalnych. Miąższość serii eolicznej wynosi około 8 m.

Klif w Ustce

Klif usteki jest najniższym z badanych klifów. Wysokość dostępnej ściany wynosi tu zaledwie około 3 m. Wynika to zarówno z niewielkiej wysokości samego klifu, jak i z faktu, iż w rezultacie prac zabezpieczających brzeg przed abrazją podwyższono wyraźnie poziom plaży do rzędnej około 3 m n.p.m. Najniższym odsłoniętym osadem na tym klifie jest il szaroniebieski. W ile tym występują pojedyncze gładziki. Jego spąg, zalegający poniżej poziomu morza, nie został odsłonięty. Strop ilu znajduje się na wysokości 1,9 m n.p.m. Powyżej ilu zalega seria drobnoziarnistych piasków eolicznych, zawierająca nieciągłe poziomy gleb kopalnych. Piaski te budują koronę klifu.

Klif w Jarosławcu

W obrębie klifu w Jarosławcu wykonano trzy profile oznaczone jako: „Jarosławiec Ia”, „Jarosławiec Ib” i „Jarosławiec II”. Położone są one na odcinku od 255,5 do 256,5 kmb. W pierwszym profilu odsłonięto jedynie górną część ściany klifu, w drugim i w trzecim najniższą część ściany.

Najstarsze osady odsłonięto w profilu „Jarosławiec II”. Nad poziomem plaży, do wysokości 6 m, znajduje się szara glina zwałowa przechodząca płynnie ku górze w glinę szarobrazową, a potem w glinę brązową. W stropie gliny następuje wyraźne wzbogacenie we frakcję żwirowo-głazową. Strop gliny przykryty jest cienką (5–6 cm) warstwą bruku, powyżej którego zalegają piaski drobno- i średnioziarniste o strukturze masywnej. Są to prawdopodobnie osady stokowe. Piaski te przykryte są drobnoziarnistymi piaskami eolicznymi.

W profilu „Jarosławiec Ib” również odsłonięto podstawę ściany klifu. Najniższym osadem odsłoniętym w poziomie plaży jest ciemnoszary il, którego spąg znajduje się poniżej poziomu morza. Powyżej występują silnie zaburzone osady ilaste przykryte osadami mułkowo-ilastymi. Ponad serią mułkowo-ilastą leżą niezaburzone drobnoziarniste piaski eoliczne.

Osady budujące górną część ściany klifu odsłonięto w profilu „Jarosławiec Ia”. Wysokość odsłonięcia wynosi tu 4,5 m i sięga korony klifu. Najniżej

odsłoniętymi osadami w tym profilu są piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami piasku gruboziarnistego. Są to prawdopodobnie osady sandrowe. Osady te przykryte są serią osadów zbiornikowych. Jest to, w części spągowej, il ciemnoszary o miąższości 5 cm oraz leżący powyżej mułek ciemnobrazowy o miąższości około 3 m. Osady zbiornikowe przykryte są cienką (0,6 m) warstwą piasków średnio- i gruboziarnistych, na których leżą drobnoziarniste piaski eoliczne.

Wyniki badań petrograficznych

Klif w Dębiniu

Przeprowadzone badania petrograficzne wykazały, że szara glina występująca w podstawie ściany klifu wykazuje wyraźną trójdzielność. W obrazie petrograficznym przejawia się to przede wszystkim w zmniejszającej się ku stropowi zawartości wapieni paleozoicznych. W najniższym odsłoniętym poziomie gliny mają one wyraźną przewagę nad skałami krystalicznymi, zaś w części stropowej wapienie te nie występują. Uzyskane wartości współczynników petrograficznych wskazują, iż mamy tu do czynienia z gliną pochodzącą ze stadiału śwecia (Jurys i in. 2006).

Pod względem petrograficznym leżące na glinie piaski fluwioglacjalne cechują się wyraźną dominacją skał krystalicznych (ponad 48%) oraz dużą zawartością skał lokalnych (około 31%), wśród których dominują wapienie kredowe (Jurys i in. 2006).

Klif w Orzechowie

Pod względem petrograficznym szara glina zwałowa odsłonięta w tym profilu odpowiada środkowej części gliny z klifu w Dębiniu. Mamy tu do czynienia z lekką przewagą wapieni paleozoicznych (około 40%) nad skałami krystalicznymi (około 35%). Dostrzegalny jest również duży udział skał lokalnych, głównie wapieni kredowych i piaskowców (około 13%) (Jurys i in. 2006).

Klif w Ustce

Ze względu na brak frakcji żwirowej w osadach klifu w Ustce nie można było przeprowadzić tu badań petrograficznych.

Klif w Jarosławcu

Badania petrograficzne przeprowadzono na tym klifie jedynie dla szarej gliny zwałowej z profilu „Jarosławiec II”. Pozostałe osady nie nadawały się do tego typu badań.

Leżąca najniżej glina szara i przykrywająca ją glina szarobrazowa pod względem petrograficznym są bardzo do siebie podobne. Dotyczy to zwłaszcza zawartości wapieni paleozoicznych i skał krystalicznych. Na uwagę zasługuje jednak fakt, iż w glinie szarej występuje znaczna ilość materiału lokalnego oraz węgiel brunatny.

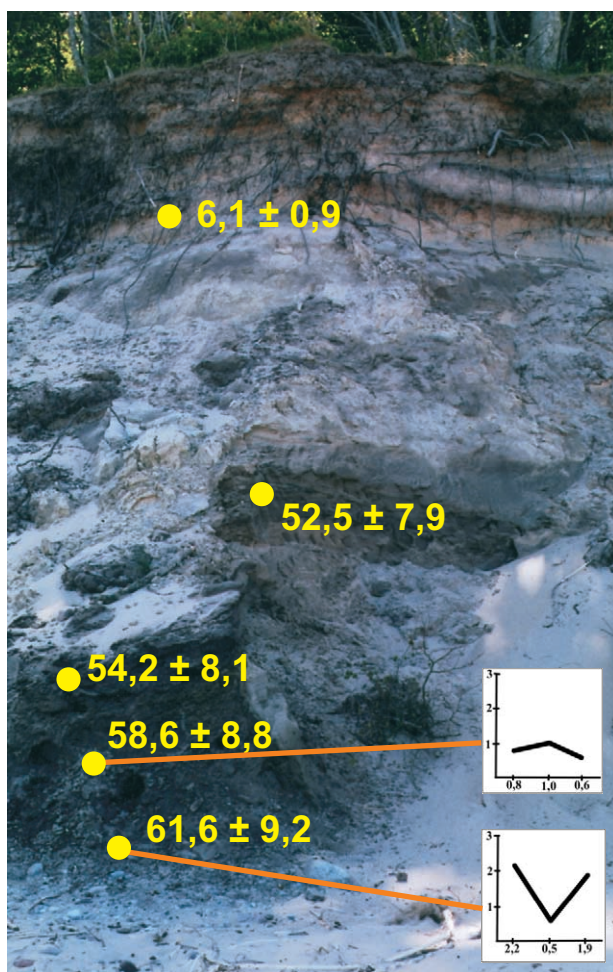
Wiek osadów

Datowaniu termoluminescencyjnemu (TL) poddano wszystkie osady budujące badane klify. Ogółem wydatowano 88 próbek osadów.

Klif w Dębiniu

Wyniki datowania szarej gliny odsłoniętej w podstawie klifu są następujące:

- najniższa część: $61,6 \pm 9,2$ ka i $62,0 \pm 9,3$ ka,
- część środkowa: $58,6 \pm 8,8$ ka, $58,7 \pm 8,8$ ka, $59,2 \pm 8,7$ ka i $59,3 \pm 8,9$ ka,



Fot. 1. Stanowisko Dębina (221 kmb); podano wyniki datowań TL (ka) i wykresy wskaźników petrograficznych
Photo 1. Dębina site (221 km); showed results of TL (ka) dating and petrographical indexes

- strop gliny: $54,2 \pm 8,1$ ka i $54,5 \pm 8,2$ ka.

Jak widać, daty te, podobnie jak współczynniki petrograficzne wskazują na trójdzielność gliny. Mimo pewnego zróżnicowania dat TL, glinę tę niewątpliwie należy wiązać ze stadiem świecica.

Dla leżących powyżej gliny osadów fluwiogłacjalnych otrzymano daty $52,5 \pm 7,9$ ka i $54,2 \pm 8,1$ ka. Osady te są więc jednowiekowe z leżącą pod nimi gliną.

Budujące górną część ściany klifu piaski eoliczne wydatowano na $6,1 \pm 0,9$ ka i $7,0 \pm 1,1$ ka.

Klif w Orzechowie

Glina szara budująca podstawę ściany klifu wydatowana została na $58,4 \pm 8,9$ ka, $58,7 \pm 8,8$ ka i $59,1 \pm 8,9$ ka. Daty te pokrywają się z datami uzyskanymi dla tej gliny w Dębiniu.

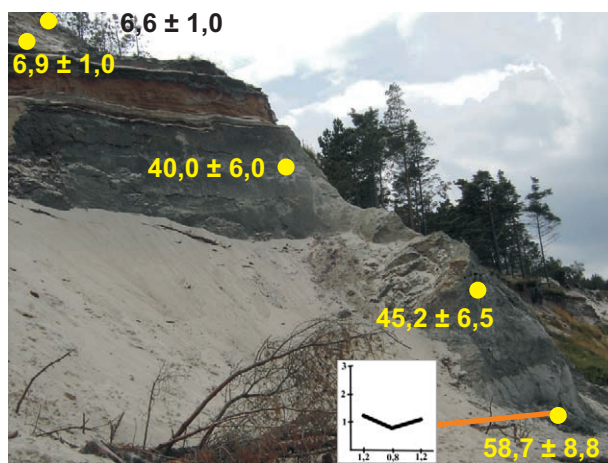
Dla leżącej powyżej gliny serii mułkowo-ilastej otrzymano daty: $43,5 \pm 6,5$ ka, $45,2 \pm 6,5$ ka oraz $46,5 \pm 7,0$ ka. Z kolei piaski fluwiogłacjalne, przykrywające osady mułkowo-ilaste, zostały wydatowane na $40,0 \pm 6,0$ ka, zaś budujące górną część ściany piaski eoliczne na $6,6 \pm 1,0$ ka i $6,9 \pm 1,0$ ka.

Klif w Ustce

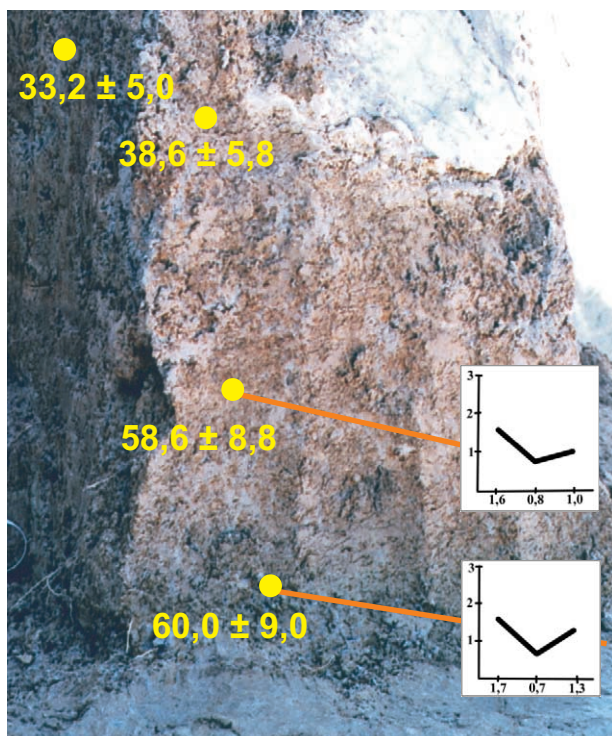
Ił szaroniebieski został wydatowany na: $52,5 \pm 7,9$ ka, $52,7 \pm 7,9$ ka, $52,8 \pm 7,9$ oraz $52,9 \pm 7,9$ ka. Dla przykrywających go osadów eolicznych uzyskano daty: $5,6 \pm 0,8$ ka i trzykrotnie $6,0 \pm 0,0$ ka.

Klif w Jarosławcu

Glina szara, tworząca podstawę klifu wydatowana została na $58,6 \pm 8,8$ ka i $60,0 \pm 9,0$ ka. Daty te potwierdzają wiek gliny szarej z pozostałych profili. Pewien problem dotyczy datowania stropowej części glin (gliny brązowej). Uzyskane daty: $33,2 \pm 5,0$ ka



Fot. 2. Stanowisko Orzechowo 2 (230 kmb); podano wyniki datowań TL (ka) i wykres wskaźnika petrograficznego
Photo 2. Orzechowo 2 site (230 km); showed of TL dating (ka) and petrographical indexes



Fot. 3. Stanowisko Jarosławiec II (255,8 kmb); podano wyniki datowań TL(ka) i wykresy wskaźników petrograficznych

Photo 3. Jarosławiec II site (255,8 kmb); showed of TL dating (ka) and petrographical indexes

i $38,6 \pm 5,8$ ka są wyraźnie „zbyt młode”. To odmłodzenie jest prawdopodobnie wynikiem działania procesów postsedymentacyjnych. Chodzi tu głównie o zwietrzenie stropowej części gliny. Sytuacja taka występuje również na innych odcinkach klifowych, np. w Rewalu i Niechorzu (Olszak, Seul 2004, 2005).

Piaski fluwioglacjalne przykrywające glinę brązową wydатовano na $16,2 \pm 2,4$ ka i $17,0 \pm 2,6$ ka. Są to więc osady, które należałoby wiązać ze stadiąłem głównym zlodowacenia wisły.

Zdecydowanie starsze, w porównaniu z innymi klifami, są osady eoliczne. Ich wiek został określony



Fot. 4. Stanowisko Jarosławiec Ia (255,5 kmb); podano wyniki datowań TL (ka)

Photo 4. Jarosławiec Ia site (255,5 kmb); showed of TL dating (ka)

na $11,0 \pm 1,7$ ka i $1,7$ ka. W tym przypadku, w odróżnieniu od poprzednich profili, datowano spąg osadów eolicznych.

Wnioski

W badanych odsłonięciach klifowych najstarszym osadem glacialnym jest szara glina zwałowa. Wyniki badań petrograficznych i datowania TL wyraźnie wskazują, iż mamy tu do czynienia z gliną stadiału świecia. Brak glin pochodzących ze starszych zlodowaceń stwierdzono na obszarze wschodniego Pomorza (Petelski, Olszak 2004, 2007). Niewielkie wychodnie tych glin występują jedynie w klifie w Orłowie i Jastrzębiej Górze (Olszak i in. 2007).

Osady klifu w Dębiniu wskazują, że po osadzeniu gliny nastąpił okres sedymentacji osadów fluwioglacjalnych związany z szybką recesją czoła lądolodu. Na powierzchni osadów fluwioglacjalnych powstał krótkotrwały zbiornik, w którym osadziły się ropy. Zbiornik ten uległ szybkiemu zasypaniu w wyniku kolejnej oscylacji lądolodu stadiału świecia. Ostatnim etapem była holocenska sedymentacja eoliczna, która zakończyła formowanie się osadów występujących w tym klifie.

Budowa geologiczna klifu w Orzechowie wskazuje, że na powierzchni szarej gliny zwałowej, pochodzącej ze stadiału świecia, w okresie interstadiału grudziądzkiego powstał zbiornik, w którym osadzały się mułki i ropy. Zbiornik ten został zasypany piaskiem naniesionym przez dopływające do niego wody. Fakt, iż stropowa część piasków została zorsztynizowana, świadczy o całkowitym zaniku zbiornika. W okresie holocenu procesy eoliczne doprowadziły do utworzenia się w tym terenie pokrywy eolicznej, a następnie wydm.

W przypadku osadów klifu w Ustce zwraca uwagę ogromna luka czasowa pomiędzy okresem powstawania ropy i przykrywających go osadów eolicznych. Wyniki badań sugerują, że ropy deponowany był w zbiorniku glacialimicznym, w schyłkowym etapie stadiału świecia. Sytuacja ta powtarza się również w innych profilach, jednak tu jest ona szczególnie widoczna ze względu na brak osadów fluwioglacjalnych, przykrywających osady zbiornikowe na innych odcinkach klifów.

Glina stadiału świecia, budująca podstawę klifu w Jarosławcu, różni się od glin zaobserwowanych w pozostałych klifach. Tylko tu stwierdzono zmianę barwy stropowej partii gliny. Zmiana ta jest efektem zmiennych warunków sedymentacji gliny bądź, co bardziej prawdopodobne, skutkiem procesów postsedymentacyjnych. Wskaźniki petrograficzne i datowania TL wskazują jednoznacznie, że mimo różnic w zabarwieniu jest to ta sama glina. W obniżeniach stropu gliny występują zaburzone osady zbiornikowe. Nie były one przedmiotem datowania właśnie ze

względem na stopień ich zaburzenia. Wykonane eksperymentalnie badania palinologiczne (Latałowa, Pajewska 2008) wykazało dużą zawartość w nich redeponowanych pyłków trzeciorzędowych (z dominacją pyłku *Taxodiaceae-Cupressaceae*, *Pinus t. haploxylon*, także w typie *Tsuga/Pesudotsuga*).

Jak już wspomniano, znacznie starsze daty, w porównaniu z innymi klifami, uzyskano dla osadów eolicznych z górnej części klifu. Nie można wykluczyć, że to „postarzenie” dat ma również związek z redepozycją starszego materiału.

Literatura

- Hartnack W. 1926. Die Küste Hinterpommerns unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie. Jahrb. Geogr. Ges. Beih. II zum 43/44, Greifswald.
- Jasiewicz J. 1998. Stop 10 – Dębina. Till stratigraphy and glaciectonic style of the Gardno Phase end moraine. [W:] Field Symposium on glacial geology at the Baltic Sea coast in Northern Poland, 13-19 September 1998. Excursion guide. Warszawa, s. 59–64.
- Jurys L., Kaulbarsz D., Masłowska M., Michałowska M., Zaleszkiewicz L. 2006. Budowa geologiczna klifów wybrzeża polskiego na odcinku od Orłowa do Ustki. Archiwum PIG OGM, Gdańsk.
- Latałowa M., Pajewska J. 2008. Ocena wieku próbek palinologicznych z Jarosławca. Maszynopis w Instytucie Geografii Akademii Pomorskiej w Słupsku.
- Masłowska M., Zaleszkiewicz L., Olszak I.J., Koszka-Maróń D., Michałowska M. 2000. Charakterystyka geologiczna osadów glacialnych wybranych odcinków wybrzeża gdańskiego. VII Konferencja „Stratygrafia Plejstocenu Polski”, Łączyńno 4–8.09.2000.
- Masłowska M., Olszak I.J., Jurys L., Michałowska M. 2003. Budowa geologiczna, stratygrafia i paleogeografia osadów południowej części klifu osłonińskiego. [W:] Geologia i geomorfologia Półwyspu i południowego Bałtyku, 5: 111–120.
- Masłowska M., Michałowska M., Jurys L., Kaulbarsz D., Zaleszkiewicz L., Olszak I.J. 2006. Cechy litologiczno-petrograficzne glin lodowcowych w klifach Bałtyku na odcinku Orłowo–Orzechowo. XIII Konferencja „Stratygrafia Plejstocenu Polski”, Maróń 4–8.09.06.
- Olszak I.J. 1994. Chronostratygrafia czwartorzędu zachodniej części klifu jastrzębskiego. Geochronometria 10: 263–277.
- Olszak I.J. 1996. Wiek TL osadów czwartorzędowych wschodniej części klifu chłapowskiego. Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, t. II, UAM, seria Geografia, 57, Poznań, s. 229–239.
- Olszak I.J. 1998. Chronostratigraphy of the western part of the cliff of Kępa Swarzewska near Jastrzębia Góra (Baltic coast). Peribalticum VII: 41–63.
- Olszak I.J., Seul C. 2004. Wiek osadów plejstocennych klifu w Niechorzu i Rewalu. Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, t. IV, UAM, seria Geografia, 68, Poznań, s. 329–340.
- Olszak I.J., Seul C. 2005. Wiek i litologia osadów plejstocennych klifu na odcinku Trzęsacz–Dziwnówek. [W:] Geologia i geomorfologia Półwyspu i południowego Bałtyku, 6: 307–321.
- Olszak I.J., Jurys L., Kaulbarsz D., Masłowska M., Michałowska M., Zaleszkiewicz L. 2007. Thermoluminescence dating of Quaternary sediments forming cliffs of Polish coast between Gdynia and Ustka. 9th International Conference „Method of Absolute Chronology”, Gliwice 25–27.04.07.
- Petelski K., Olszak I.J. 2004. Zasięg fazy pomorskiej zlodowacenia wisły na obszarze zachodniej części lobu Wisły. [W:] Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, t. IV, UAM, seria Geografia, 68, Poznań, s. 363–371.
- Petelski K., Olszak I.J. 2007. Wiek osadów „Wielewskiej wyspy morenowej” na obszarze sandru kościńskiego. Słupskie Prace Geograficzne, 3: 141–148.
- Seul C., Olszak I.J., Racinowski R. 2004. Interpretacja stratygraficzna wyników badań niektórych cech litologicznych glin zwałowych klifu Wysoczyzny Rewalskiej. Przegląd Geologiczny, 52, 5: 432–434.
- Subotowicz W. 1982. Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.
- Zaleszkiewicz L., Masłowska M., Olszak I.J., Koszka-Maróń D., Michałowska M. 2000a. Klif w Jastrzębiej Górze. [W:] VII Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”, Łączyńno 4–8.09.2000.
- Zaleszkiewicz L., Masłowska M., Olszak I.J., Koszka-Maróń D., Michałowska M. 2000b. Klif w Gdyni-Orłowie. [W:] VII Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”, Łączyńno 4–8.09.2000.