

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.
Received: 05.12.2016. Revised 21.12.2016. Accepted: 31.12.2016.

Budowa i geneza ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński

Structure and genesis of the Brzuchowo Lake - Kamień Krajeński Esker

Krupa Adam

Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Abstrakt

W artykule przedstawiono morfologię i budowę geologiczną ozu Jezioro Brzuchowo – Kamień Krajeński. Szczególną uwagę zwrócono na zapis sedimentologiczny w osadach budujących formę, co ma istotne znaczenie dla określenia warunków jej powstawania.

Słowa kluczowe: ozy, budowa geologiczna, Pojezierze Krajeńskie

Abstract

The paper presents the morphology and geology of the Esker Lake Brzuchowo - Stone Krajeński. Particular attention was paid to the sedimentological record in esker sediments, which is important to determine the conditions of its creation.

Keywords: eskers, geological structure, Krajna Lakeland

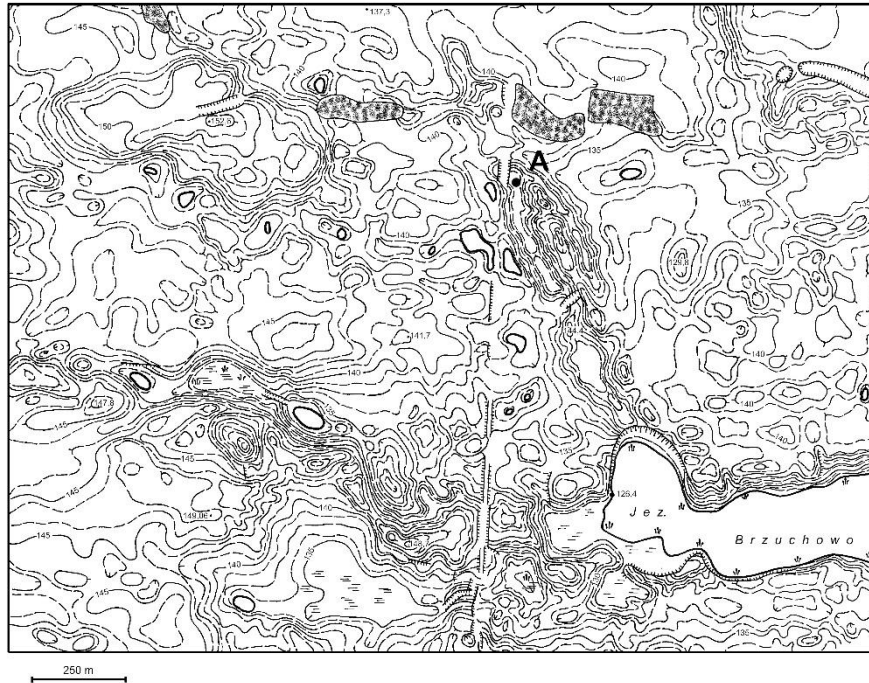
Wstęp

Na południe od Kamienia Krajeńskiego występują trzy formy wałowe o interesującym wzajemnym układzie (ryc. 1, 2), rozpoznane jeszcze przez Murawskiego (1969, 1973) jako ozy. Murawski miał możliwość obserwacji budowy wewnętrznej jednej z tych form, tj. ozu Kamień Krajeński–Probstowo (oz kamieński), dzięki prowadzonej tam eksploatacji kruszywa, zaś pozostałe formy, z powodu braku odsłoneń zostały rozpoznane w mniejszym stopniu. Obecnie, udokumentowany przez

niego oz kamiński w większej części już nie istnieje, a obszar eksploatacji został zrehabilitowany, z wyjątkiem jednego wykopu, gdzie funkcjonuje miejskie wysypisko śmieci. Warto zauważyć, że Murawski (1973) określił genezę tej formy jako subglacialną, z pokrywą gliny zwałowej na grzbiecie, oraz ustalił zachodni kierunek przepływu wody w tunelu o równoleżnikowym układzie. Obecnie nie ma możliwości zweryfikowania tych poglądów. Kolejne dwa ozy stanowią przedłużenie rynny subglacialnej jeziora Brzuchowo i są to: oz jez. Brzuchowo–Dąbrowa oraz, stanowiący obiekt badań niniejszej pracy, oz jez. Brzuchowo-Kamień Krajeński (u Murawskiego odpowiednio: oz Płocicz–Witkowo oraz oz Kamień Krajeński–Płocicz). Obydwie formy nie były obiektem szczegółowych badań, gdyż Murawski (1973) odniósł się tylko do ich powierzchniowej budowy. Obecnie, w wyniku postępującej eksploatacji piasków i żwirów ozowych, możliwe stało się dokładne prześledzenie budowy ozu jez. Brzuchowo-Kamień Krajeński i zebranie odpowiedniej dokumentacji w celu określenia jego genezy.

Geomorfologia

Oz jez. Brzuchowo-Kamień Krajeński ma długość 1,6 km i składa się z trzech segmentów, ułożonych na osi NNW – SSE, wznoszących się od 2 do 7 m ponad powierzchnię wysoczyzny morenowej (ryc. 1). Tworzy formę prostolinijną z niewielkimi, lokalnymi zmianami kierunku biegu względem głównej osi. Szerokość podstawy waha się w granicach od 40 do 200 m, a grzbietu odpowiednio 10 do 70 m. Linia grzbietowa jest raczej wyrównana, opada generalnie w kierunku południowym (do rynny), przy czym zaburzenia jej przebiegu związane są głównie z miejscem skrzyżowania z innym ozem. W części północnej znajduje się dość wyjątkowe miejsce krzyżowania się dwóch ozów (ryc. 2, 3). To połączenie ozów nie było rozpoznane do końca XX wieku (Pasierbski, Krupa 2000).



Ryc. 1. Szkic hipsometryczny obszaru położenia ozu Jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. A – stanowisko badawcze

Do tej pory znane były przykłady krzyżowania się rynien subglacjalnych, lecz każdy z kierunków rynien przypisywany był do odrębnego nasunięcia lądolodu (Galon 1965). O ile nietrudno zgodzić się na przetrwałość niektórych rynien, konserwowanych lodem w warunkach zimnego klimatu, to już trudniej sobie wyobrazić, że oba ozy mogą pochodzić z różnych nasunięć, ponieważ wtedy jeden z nich byłby formą kopalną. Przetrwałość drobnych form pozytywnych po kolejnym nasunięciu lądolodu w stopniu umożliwiającym ich rozpoznanie na podstawie kształtu jest wątpliwa, o ile zjawisko nasunięcia (w formie szarzy) nie zachodzi w tej samej masie lodu, w której mieszczą się wcześniej utworzone formy. W przypadku całkowitego odsłonięcia tych form na skutek deglacjacji obszaru, deformacje spowodowane egzarcją podłoża przez ponownie awansujący lądolód mogą w znacznym stopniu zmienić pierwotną morfologię. Przykładem form zdeformowanych są tzw. „concertina eskers”, czyli wały ozowe przekształcone w poruszającym się na sposób surge’u lodowcu (Knudsen 1995), czy przekroczone formy morenowe (Fabel i in. 2006).

Odcinek pierwszego, krzyżującego się segmentu badanego ozu „wynurza się” z wysoczyzny około 150 m przed samym środkiem połączenia się z ozem kamieńskim i posiada długość około 350 m (szerokość: 50 –70 m). W miejscu skrzyżowania obu ozów wysokość formy sięga 6 m i jest to najwyższej wzniesiony (145 m n.p.m.) segment

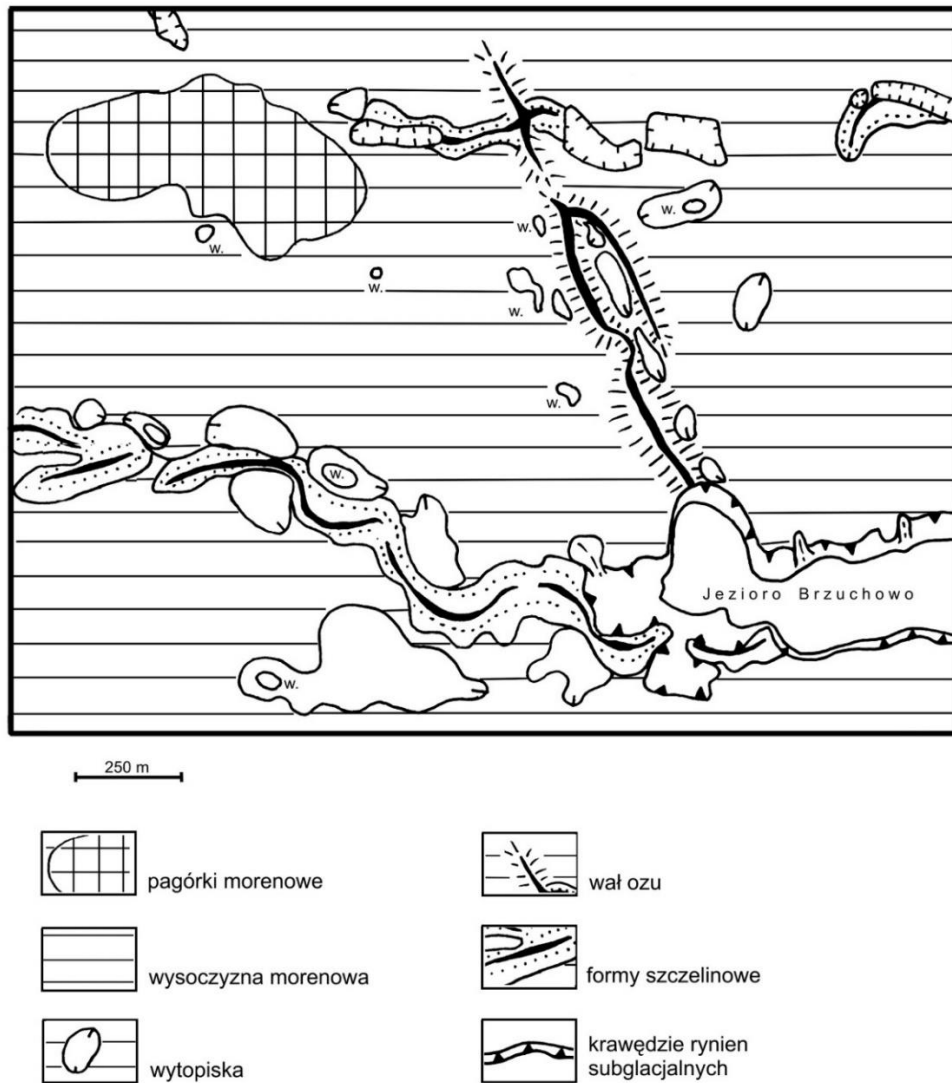
badanego ozu (ryc. 3). Z analizy mapy topograficznej wynika, że prawdopodobne jest nałożenie się osadów ozu kamieńskiego (o równoleżnikowym układzie) na oz Jez. Brzuchowo-Kamień Krajeński. Wskazany najwyższy wierzchołek jest bowiem wydłużony zgodnie z osią morfologiczną ozu kamieńskiego. Jednakże różnice wysokości są nieznaczne, a do tego nie można wykluczyć przekształcenia powierzchni tej formy w warunkach peryglacjalnych jak również zmian antropogenicznych (obniżania wysokości formy głównie poprzez orkę).

W kierunku południowym grzbiet ozu zapada do powierzchni wysoczyzny, a następnie, po około 100 m przerwie pojawia się drugi segment, ciągnący się na długości około 800 m (włączając miejsce silnego zwężenia grzbietu w jego środkowej części) aż do rynny jeziora Brzuchowo, gdzie dość gwałtownie się urywa. Ma on zmienną szerokość od 40 – 200 m i wyrównaną powierzchnię grzbietową na wysokości ok. 6 – 7 m nad poziom terenu. Interesującym wydaje się fakt istnienia drugiego ramienia ozowego, niższego od głównego grzbietu o około 2,5 m (ok. 5 m wysokości).

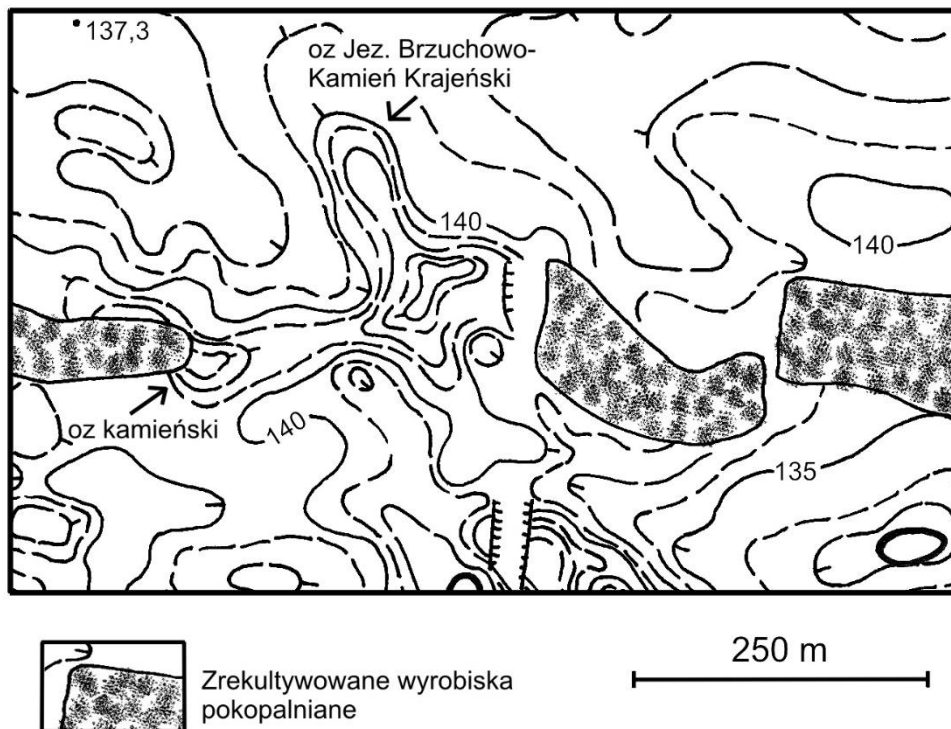
Odcinek pierwszego, krzyżującego się segmentu badanego ozu „wynurza się” z wysoczyzny około 150 m przed samym środkiem połączenia się z ozem kamieńskim i posiada długość około 350 m (szerokość: 50 – 70 m). W miejscu skrzyżowania obu ozów wysokość formy sięga 6 m i jest to najwyżej wzniesiony (145 m n.p.m.) segment badanego ozu (ryc. 3). Z analizy mapy topograficznej wynika, że prawdopodobne jest nałożenie się osadów ozu kamieńskiego (o równoleżnikowym układzie) na oz Jez. Brzuchowo-Kamień Krajeński. Wskazany najwyższy wierzchołek jest bowiem wydłużony zgodnie z osią morfologiczną ozu kamieńskiego. Jednakże różnice wysokości są nieznaczne, a do tego nie można wykluczyć przekształcenia powierzchni tej formy w warunkach peryglacjalnych jak również zmian antropogenicznych (obniżania wysokości formy głównie poprzez orkę).

W kierunku południowym grzbiet ozu zapada do powierzchni wysoczyzny, a następnie, po około 100 m przerwie pojawia się drugi segment, ciągnący się na długości około 800 m (włączając miejsce silnego zwężenia grzbietu w jego środkowej części) aż do rynny jeziora Brzuchowo, gdzie dość gwałtownie się urywa. Ma on zmienną szerokość od 40 – 200 m i wyrównaną powierzchnię grzbietową na wysokości ok. 6 – 7 m nad poziom terenu. Interesującym wydaje się fakt istnienia drugiego ramienia ozowego, niższego od głównego grzbietu o około 2,5 m (ok. 5 m wysokości) i dużo węższego (60 – 80 m szerokości), który niejako „wypływa” z drugiego segmentu

u jego północnego krańca od strony wschodniej. Całość przyjmuje formę silnie wygiętego rogala ze zdecydowanie większym, masywniejszym ramieniem zachodnim. Ramię wschodnie, skierowane w kierunku rynny, ma długość około 400 m i zanurza się w powierzchni wysoczyzny mniej więcej w połowie długości drugiego, głównego segmentu ozu.



Ryc. 2. Szkic geomorfologiczny ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński i jego otoczenia.

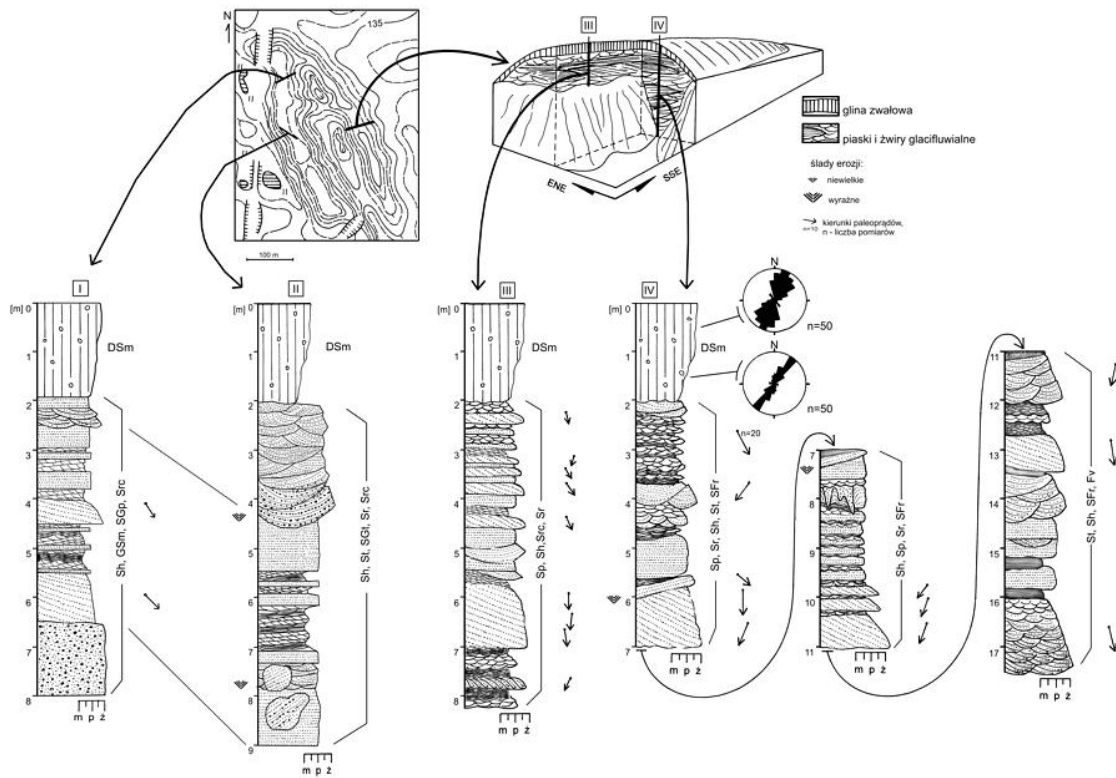


Ryc. 3. Szkic hipsometryczny miejsca „krzyżowania się” ozu kamieńskiego i ozu Jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński.

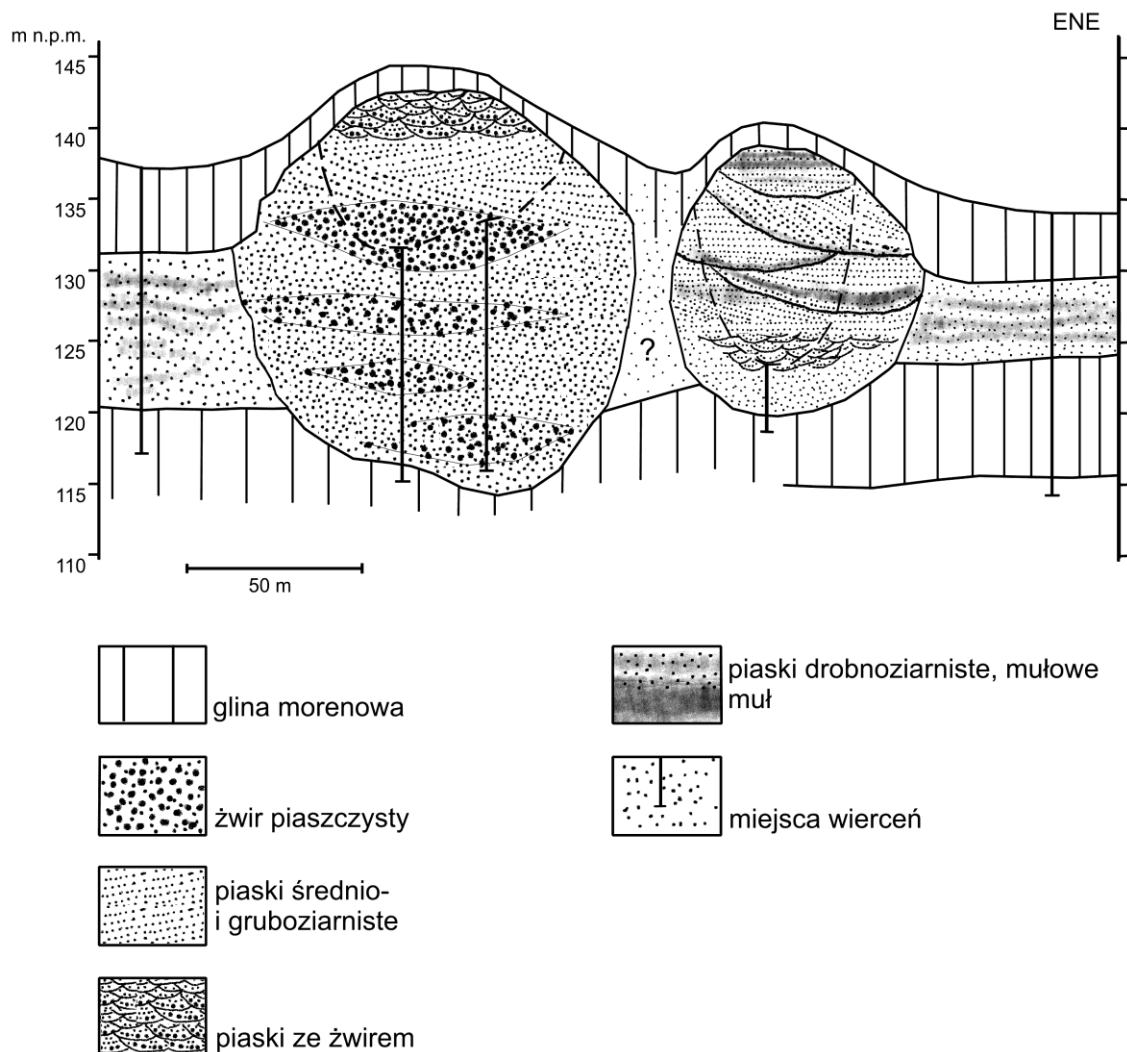
Budowa geologiczna i jej interpretacja

Budowę formy rozpoznano najlepiej w jej środkowym segmencie, w obu ramionach opisanego „rogala” oraz w pobliżu ich połączenia (ryc. 4). Oz budują głównie osady piaszczyste z domieszką żwiru. Sporadycznie znajdowano także osady mułowe, ilaste oraz wyłącznie żwirowe. Osady te zostały zdeponowane w głębokim subglacjalnym rozcięciu podłoża, a ich miąższość sięga około 30 m. W samym odsłonięciu udokumentowano jeden 17-metrowy profil osadów (numer IV na ryc. 4), kilka krótszych (nr I – III), przy czym spąg osadów glacyfluwialnych został stwierdzony wierceniami (ryc. 5). W budowie otoczenia formy występują dwa pokłady glin zwałowych, wyraźnie rozdzielone poziomem osadów glacyfluwialnych, a osady ozu złożone są w rynnice rozcinającej, starszą glinę morenową. W ramieniu bocznym rozpoznano niemal pełen profil osadów formy (ryc. 4). W jego dolnej części występują głównie piaszczyste litofacje warstwowań rynnowych średniej skali,

znaczące etapy głębszego przepływu.



Ryc. 4. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. W profilu IV diagramy ilustrujące ułożenie dłuższych osi klastów w glinie morenowej. Strzałkami oznaczono kierunki paleoprądów. Kod litofacjalny na tej i pozostałych rycinach zastosowano wg Zielińskiego (1992, 1995).



Ryc. 5. Przekrój geologiczny ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński.

Malejąca ku górze wielkość rynien oraz średnia średnica ziaren świadczą o słabnięciu energii przepływu bądź też przesuwaniu się nurtu płynącej wody. W stropie piasków są najczęściej zdeponowane osady piaszczysto-mułowe i mułowe o strukturze drobnych ripplemarków lub masywnej. Kolejnym etapem jest zwykle znaczący wzrost energii przepływu, o czym świadczą osady piaszczyste zdeponowane w postaci warstwowań horyzontalnych (litofacje Sh). Znaczą one wyrównanie dna, które następowało prawdopodobnie na całej szerokości koryta. Ponadto na głębokości 8 m stwierdzono

obecność deformacji w osadach piaszczystych. Są one rzadkością w badanej formie i nie spotykano ich dotąd w głębszych warstwach. Zaburzenia te mają postać klinów rozcinających osady o horyzontalnym warstwowaniu (ryc. 6). Warstewki piasków są ugięte w kierunku klinów. Wypełnienie klinów jest masywne, piaszczyste, z mułowymi klastami.

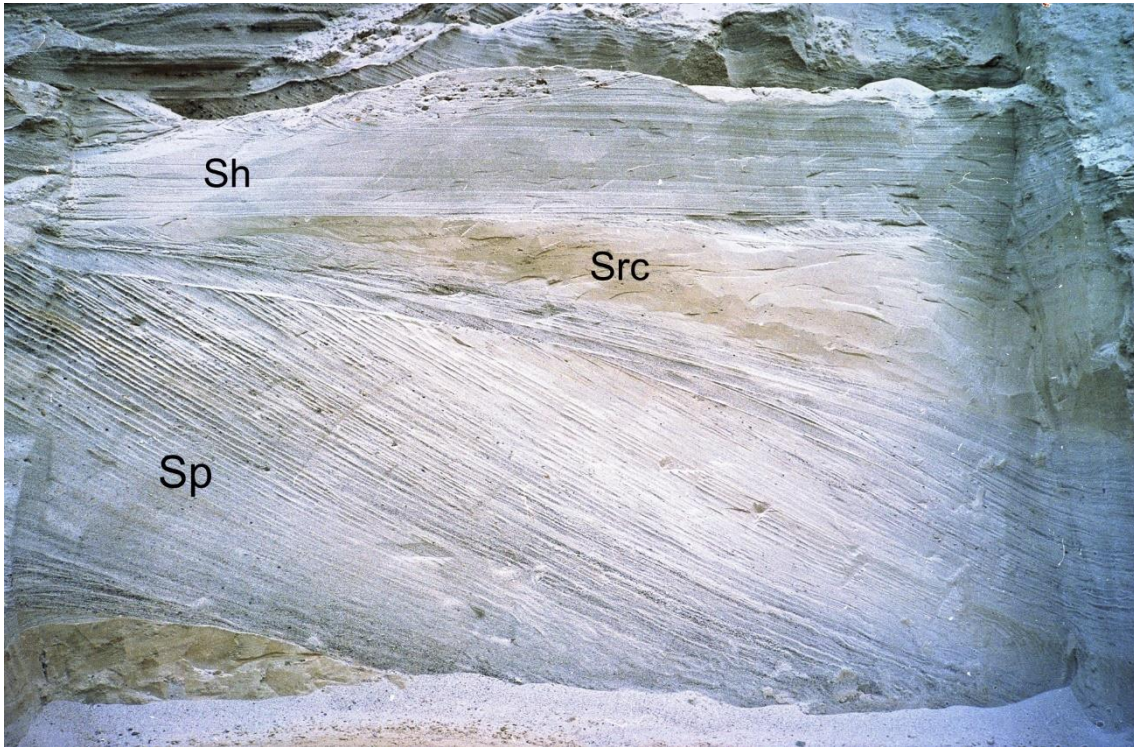


Ryc. 6. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Deformacje osadów.

W odsłoniętej powierzchni dna, w którym są one włożone nie stwierdzono kontynuowania się tej struktury. Możliwe więc, że jest to efekt uderzenia i pogrążenia w dnie prawdopodobnie zmarzniętej bryły osadów.

Miejskami przemieszczały się średniej i dużej skali piaszczyste odsypy poprzeczne (litofacje Sp). Pojawiają się one kilkakrotnie w profilu pionowym i są nadbudowywane przez osady drobniejsze, składane w postaci ripplamarków. W zestawieniu profilu III i IV stwierdzono dużą, kilkudziesięciometrową ich rozciągłość zgodnie z osią podłużną formy. Zaobserwowano także zakończenie depozycji tafli przekątnych, a oraz ponowne, kilkakrotne reaktywowanie sedymantacji na powierzchni stoku zaprądowego odsypu a następnie wkraczanie dna ripplamarkowego przemiennie z warstwowaniem horyzontalnym (ryc. 7). W kolejnym etapie pojawiły się pojedyncze rynny wycięte w warstwach litofacji Sh. W środkowej części profilu charakterystyczną cechą jest przemiennie występowanie niedużej miąższości ławic piaszczystych warstwowanych horyzontalnie oraz równie niewielkiej

miąższości ławic ripplemarków piaszczysto-mułowych. To wyraźne następstwo jest efektem w miarę ustabilizowanej ablacji lądolodu w pewnym okresie czasu, co powodowało rytmiczne przepływy wody roztopowej w reżimie górnego płaskiego dna.

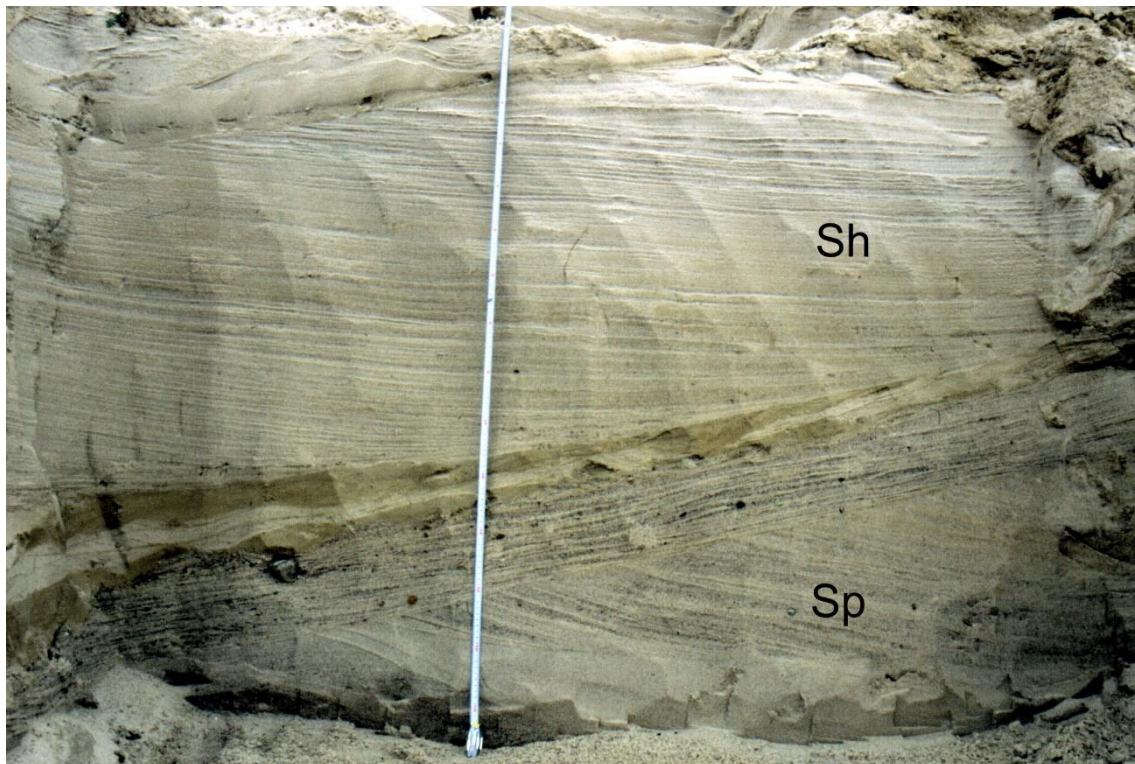


Ryc. 7. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Dużej skali odsyp poprzeczny (litofacja Sp), na skłonie nadbudowany przez serie ripplemarków wstępujących (litofacja Src), a następnie wyrównane dno przez piaski warstwowane horyzontalnie (litofacja Sh).

W efekcie tego następowało ścinanie starych, pozytywnych form drobnoziarnistych i ponowne ich tworzenie w trakcie opadania fali wezbrania. W kilku miejscach stwierdzono występowanie wyraźnych rozcięć erozyjnych, świadczącym o większym przepływie wody (m.in. 6 metr profilu IV, ryc. 4). Na dnie tak powstałej rynny występuje stosunkowo niewiele osadów, które można wiązać z wysokoenergetycznym przepływem. Są to piaszczyste osady z nielicznymi otoczkami, złożone współkształtnie do formy erozyjnego dna (ryc. 8). W jednym przypadku są to nawet osady mułowe i laminy iłu, co może świadczyć, że przepływ ablacyjny wyniósł cały osad i wygasł bardzo szybko nie pozostawiając śladów poza rozcięciem dna. Wskazuje to także na niezbyt duże obciążenie wody osadem w trakcie przepływu. Woda w korycie przestała płynąć i możliwa stała się sedymentacja osadów drobnoziarnistych.

W górnej części profilu występują ponownie osady o warstwowaniu rynnowym świadczące

o wznowieniu przepływu w przemieszczającym się korycie. Sekwencję osadów glaciofluwialnych wieńczy warstwa gliny morenowej o miąższości około 2 m.

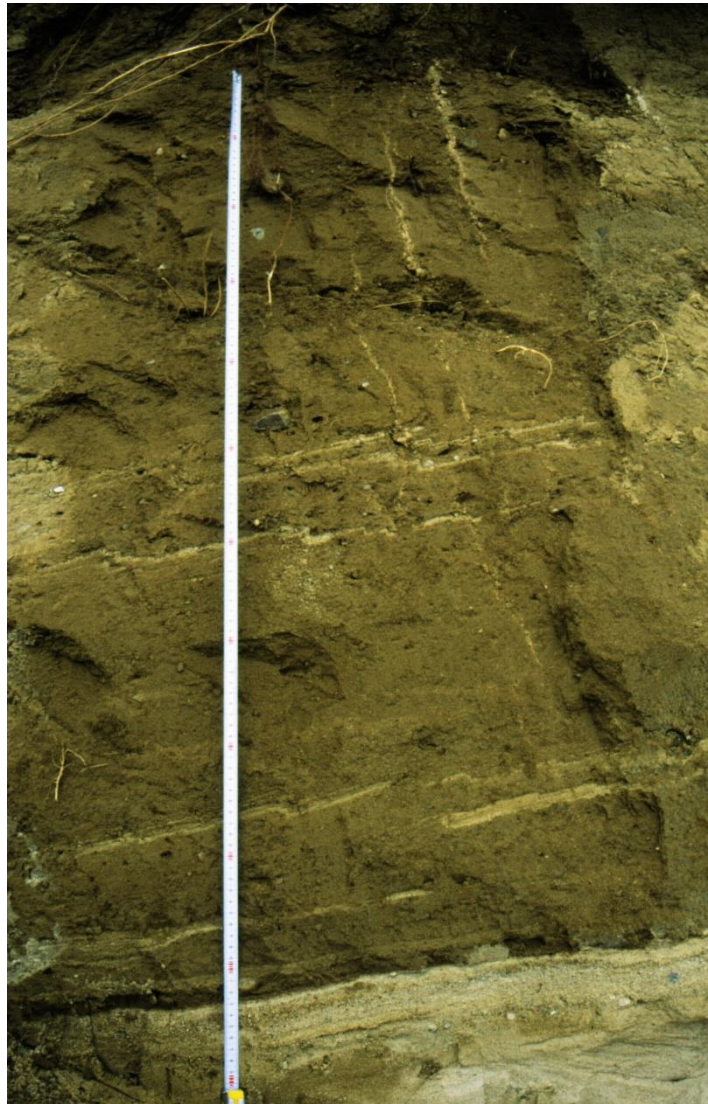


Ryc. 8. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Rozcięty erozyjnie odsyp piaszczysty (litofacja Sp) oraz zdeponowane w tym rozcięciu nachylone osady piaszczyste i mułowe. W kolejnych etapach wyrównywanie dna przez horyzontalnie składane piaski (litofacja Sh).

Jest to glina o masywnej strukturze. W jej dolnej części występują cienkie laminy piaszczyste o dużej rozciągłości (ryc. 9). Najprawdopodobniej oznaczają one strefy przepłukania wytopionego osadu morenowego. Nie mają one charakteru deformacyjnego czy też laminacji glacijotektonicznej. W górnej części gliny takie laminy piaszczyste nie występują. Dodać należy, że glina ta zalega równą, mniej więcej dwumetrową warstwą na całej długości badanego ozu. W obu częściach wykonano pomiar ułożenia dłuższej osi klastów. W dolnej części uzyskano wyraźny kierunek ułożenia klastów, czyli NE-SW (ryc. 4, profil IV). Tu warto przedyskutować relacje ułożenia klastów do linii grzbietowej formy i potencjalnego kierunku nasuwania się lądolodu. Wyraźne zorientowanie klastów jest spotykane w glinach bazalnych i wytopnieniowych (Stankowski 1996). Oczywiście, nie można tylko tej jednej cechy traktować jako wyznacznik genezy gliny morenowej. Jednak w połączeniu ze stwierdzonymi laminami piasku dzielącymi kolejne warstwy masywnej gliny można

wykluczyć jej genezę spływową.

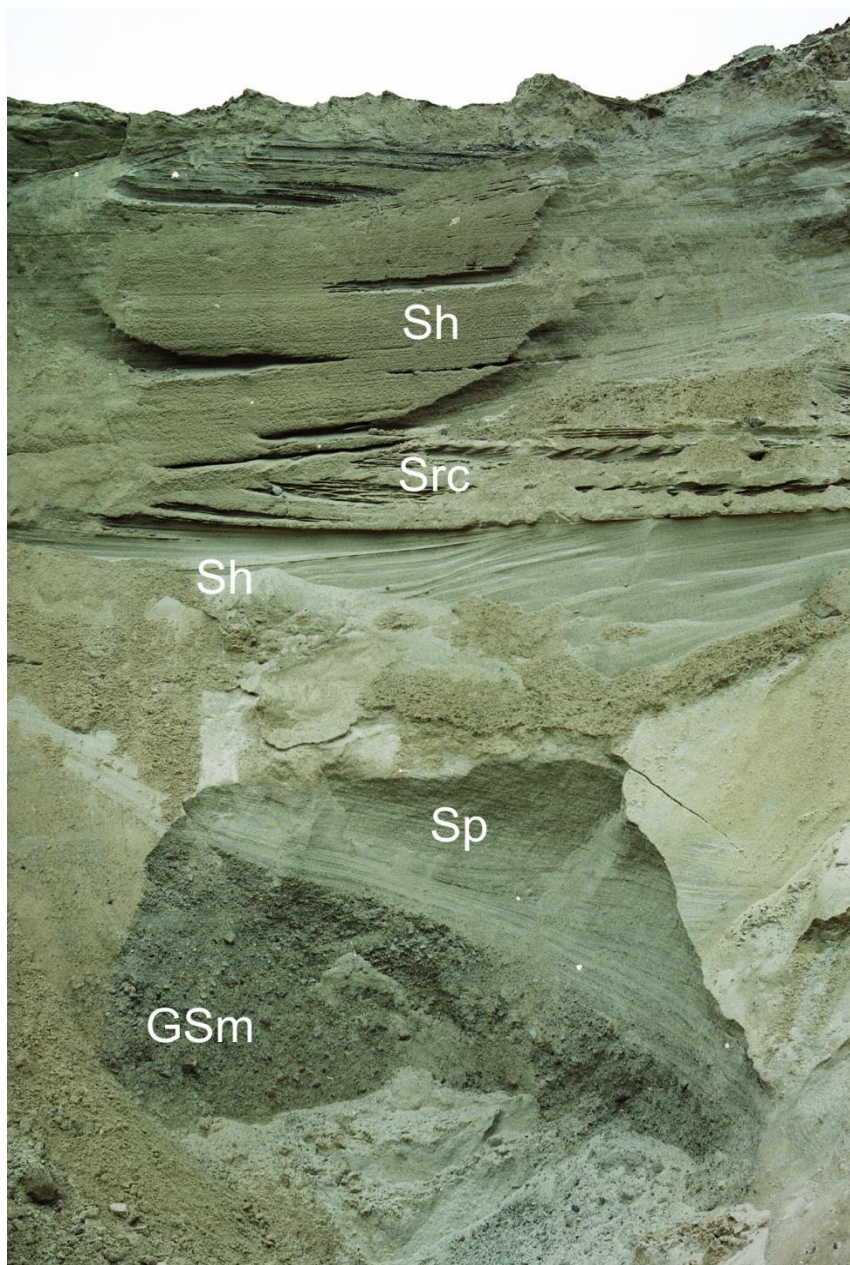
W górnej części układ klastów jest nadal wyraźny, a kierunek jest zbliżony, choć odchylony bardziej ku północy. Ułożenie klastów zostało pomierzone w centralnej części formy, gdzie spąg gliny morenowej zalega poziomo na dużej przestrzeni. Pomiary dokonane w takim miejscu są najprawdopodobniej bardziej wiarygodne niż gdyby były wykonane na skłonach formy.



Ryc. 9. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Gлина morenowa na grzbiecie ozu, widoczne drobne laminy piaszczyste.

Nieco inaczej prezentuje się budowa ozu w profilach I i II (ryc. 4). W profilu I, położonym w miejscu rozdwojenia się wału ozowego, zwraca uwagę jego dolna część. Jest to jedyne miejsce w badanej formie, gdzie stwierdzono obecność osadów gruboziarnistych

(ryc. 10). Jest to żwir średnioziarnisty z domieszką grubego piasku i niewielką zawartością drobniejszych frakcji osadów, zdeponowany w postaci dużej miąższości ławicy o masywnej strukturze (litofacja GSm). Miąższość tej ławicy wynosi co najmniej 1,5 m. Na jednorazowy proces depozycji całej ławicy wskazuje brak śladów zmienności uziarnienia w jej wnętrzu i zarazem płaszczyzn, które mogłyby oddzielać kolejne etapy jej rozwoju.



Ryc. 10. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Żwir piaszczysty masywny w spągu odsłonięcia (litofacja GSm), następnie osady piaszczyste odsypów poprzecznych i stopniowe wyrównywanie dna przez piaski deponowane horyzontalnie do ripplemarków wstępujących (litofacja Src, a powyżej piaski warstwowane horyzontalnie (litofacja Sh).

Szybki pionowy przyrost tej formy z gwałtownie opadającego wezbrania nie pozwolił na segregację ziaren. Takie osady są spotykane dość powszechnie w formach ozowych uznawanych za powstałe subglacialnie, chociaż nie są to osady dla nich wskaźnikowe wyłącznie dla tego środowiska. Za takie uważa się natomiast litofacje GDm, żwirów diamiktonowych, zdeponowanych w procesie „zamrożenia” całego osadu niesionego w hiperkoncentrycznym przepływie tunelowym (Fard i Gruszka, 2007). Jednak nie stwierdzono obecności tego rodzaju osadów w badanym odsłonięciu. Na powierzchnię obserwowanej ławicy żwirowej wkroczyły osady piaszczyste w postaci warstwowań przekątnych, płaskich (Sp), tworzone w odmiennych już warunkach hydrodynamicznych. Na płytszej powierzchni odsypów poprzecznych pojawiają się litofacje piaszczyste i piaszczysto-mułowe, znaczące przyrost dna o serie ripplemarków wstępujących (Src), okresowo ścinanych wysokoenergetycznym przepływem (litofacje Sh). Osady piaszczyste litofacji Sh/Src/Sp występują powszechnie w górę profilu I. W stropie serii glacialfluwialnej pojawiają się średniej skali warstwowania rynnowe. W profilu II, położonym w głównym ramieniu ozu na południe od profilu I, najpowszechniejsze są piaski litofacji Sh, nadbudowujące formę stożka, o upadzie warstw w kierunku południowym (ryc. 4). Występują one miejscami przemiennie

z drobniejszymi osadami piaszczystymi i piaszczysto-mułowymi (litofacje Src, Sr). W dolnej części profilu, napotkano dwie duże bryły osadu piaszczystego wkomponowane w litofacje Sh i St (ryc. 11). Są to prawdopodobnie osady podcięte i porwane przez dużej energii przepływ. Ich zaokrąglone krawędzie świadczą o transportowaniu przez toczenie po dnie. Z pewnością bryły w czasie transportu były zamrożnięte, w przeciwnym wypadku uległyby rozpadowi

w chwili zsunęcia do wody. Ponieważ tkwią w osadach nie zaburzając ich struktury, można sądzić, że po ich unieruchomieniu zostały stopniowo zasypane rytmicznie dostarczanym materiałem. Podobne struktury stwierdzano już wcześniej w osadach glacialfluwialnych (Mycielska – Dowgiałło 1998).

W górnej części profilu, po etapie wyrównania dna przez wysokoenergetyczne, płytkie przepływy (litofacje Sh) występują różnej skali zestawy rynien. Największe z nich, piaszczysto-żwirowe, położone są najniżej, a kolejne, o mniejszej miąższości i zarazem bardziej piaszczyste – wyżej. Taki układ wskazuje na stopniowo słabnące przepływy korytowe.

Kierunki paleoprądów pomierzone w osadach piaszczystych o warstwowaniach przekątnych (ryc. 4) wskazują na przepływy w kierunku południowym bądź lekko odchylonym od niego, jednak ogólnie zgodnym z orientacją dłuższej osi całej badanej formy. Profile I i II zwieńczone są gliną morenową o cechach opisanych powyżej.



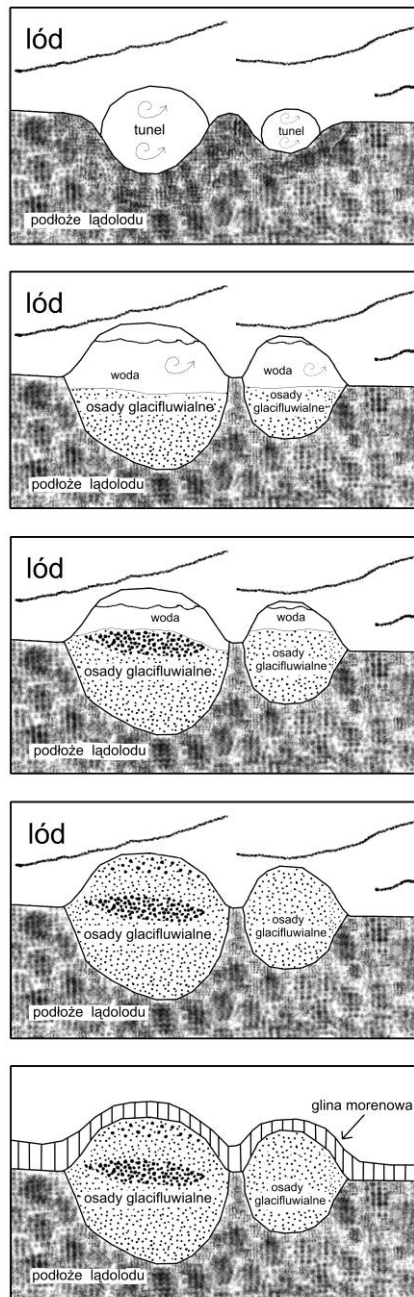
Ryc. 11. Budowa geologiczna ozu jez. Brzuchowo – Kamień Krajeński. Wyraźnie obtoczona bryła osadu piaszczystego wkomponowana w osady ozu.

Podsumowanie i wnioski

Osady opisywanej formy są generalnie piaszczyste, o dużej miąższości, włożone w stosunkowo głębokie tunelowe rozcięcia erozyjne powstałe pod lądolodem. O ile większość zgromadzonych w nich osadów jest powszechnie spotykana w różnych formach glacyfluwialnych, to masywny osad żwirowy mógł zostać zdeponowany w warunkach gwałtownego zamarcia wysokoenergetycznego przepływu, który jest charakterystyczny dla warunków subglacjalnych. Pozostałe osady zdeponowane były z pewnością w zdecydowanie zmiennych warunkach hydrodynamicznych, w środowisku swobodnego zwierciadła wody. Stwierdzone w osadach pojedyncze głazy mogą pochodzić ze stropu tunelu subglacjalnego.

Całą formę okrywa jednolity płaszcz gliny morenowej o charakterze gliny wytopnieniowej („melt-out”). Można zatem sądzić, że badana forma jest ozem powstałym subglacjalnie, a etapy jego powstawania zilustrowano na rycinie 12.

Pozostałe formy wałowe występujące w sąsiedztwie, a mianowicie tzw. oz kamiński oraz oz Jez. Brzuchowo – Dąbrowa, które są ułożone poprzecznie do przedstawionego ozu, są mało zbadane. Wobec ich ułożenia względem badanej formy trudno określić je jako typowe ozy, chociaż kształtem je bardzo przypominają.



Ryc. 12. Etapy powstawania ozu Jezioro Brzuchowo – Kamień Krajeński

Raczej należy sądzić, że są to glacyfluwialne formy szczelinowe, powstałe w szczelinach poprzecznych lądolodu (a więc mniej więcej równoległych do jego krawędzi). Wówczas łatwo wytłumaczyć zjawisko „krzyżowania się ozów”. Po powstaniu tunelu subglacialnego i okresie depozycji osadów ozu Kamień Krajeński – Jez. Brzuchowo, rozpoczął się etap degradacji lądolodu i najprawdopodobniej w miejscach wychodni

płaszczyzn poślizgu, szczególnie bogatych w materiał morenowy, powstały szczeliny. Być może istniał tam również odpływ subglacjalny, ponieważ oz kamiński jest wyraźnie zakorzeniony, na co wskazuje przynajmniej 10 – metrowej głębokości negatyw po długim wale, na terenie śmietniska miejskiego. Powstałe w takich miejscach rozpadliny wypełniały się osadem tworząc formę wałową, która teoretycznie może się nakładać na badany oz, ale również rozcinać go, jako forma młodsza. Taki układ form jest charakterystyczny dla brzeżnych stref lądolodów. Terpiłowski (2008) wyróżnił formy kemów poprzecznych, zakładanych w miejscach rozpadlin na linii przebiegu tuneli subglacjalnych i tworzonych z osadu dostarczanego przez wody roztopowe rozmywające strefy płaszczyzn ślizgu warstw lodu, szczególnie wzbogaconych w materiał morenowy. Prawdopodobne jest, że zespół form poprzecznych w stosunku do przedstawionego ozu w okolicy Kamienia Krajeńskiego ma właśnie taką genezę. Jest wyjątkowy w krajobrazie polodowcowym Pojezierza Krajeńskiego i zasługuje na ochronę.

Bibliografia

- Fabel D., Fink D., Fredin O., Land M., Stroeve A.P., 2006, Exposure ages from relict lateral moraines overridden by the Fennoscandian ice sheet, *Quaternary Research*, vol. 65, str. 136-146.
- Fard A. M., Gruszka B., 2007, Subglacial conditions in a branching Saalian esker in north-central Poland, *Sedimentary Geology* nr 193, str. 33–46.
- Galon R., 1965, Some new problems concerning subglacial channels, *Geogr. Pol.*, 6, str. 19-16, Warszawa.
- Knudsen O., 1995, Concertina eskers, Bruarjökull, Iceland, an indicator of surge – type glacier behaviour, *Quaternary Science Reviews*, vol. 14 nr 5.
- Murawski T., 1969, Mapa Morfogenetyczna Wysoczyzny Krajeńskiej 1: 100 000, IGiPZ PAN, Toruń.
- Murawski T., 1973, Ozy Wysoczyzny Krajeńskiej i ich rola w krajobrazie polodowcowym, *Maszynopis w Bibl. Uniw. Gdańskiego*.
- Mycielska-Dowgiałło E., Woronko B., Wijat T., 1998, Formy i struktury erozyjno-akumulacyjne wód fluwioglacjalnych w korzeniowych partiach ozów. W: Mycielska-Dowgiałło (red.), *Struktury sedymentacyjne i postsedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna: 121-132*.
- Pasierbski M., Krupa A., 2000, Morfologia, budowa wewnętrzna i mechanizm rozwoju ozów koło Kamienia Krajeńskiego, (w:) *Dawne i współczesne systemy morfogenetyczne środkowej części Polski Północnej, Przewodnik wycieczek terenowych*, Wyd. UMK, Toruń.
- Stankowski W., 1996, Podstawowe facje glin morenowych oraz kryteria ich wyróżniania, *Geologos* 1, str. 149-157.

- Terpiłowski S., 2008, Kemy jako wskaźnik deglacji Niziny Podlaskiej podczas zlodowacenia Warty, Wyd. UMCS, Lublin.
- Zieliński T., 1992, Moreny czołowe Polski północno-wschodniej – osady i warunki ich sedymentacji, Prace Nauk. Uniw. Śl., 1325.
- Zieliński T., 1995, Kod litofacjalny i litogenetyczny – konstrukcja i zastosowanie, [w:] Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (red.), Badania osadów czwartorzędowych, Warszawa, s. 220-234.