

Dr hab. Małgorzata Pisarska-Jamroży, prof. UAM  
Instytut Geologii, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

Poznań, 11.06.2020 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej Mgr Małgorzaty Frydrych zatytułowanej**  
***Kształtowanie wybranych ozów i form pokrewnych obszaru staroglacjalnego Niżu Polskiego***  
***w świetle badań geomorfologicznych i sedymentologicznych***

Recenzję opracowano na podstawie pisma dr hab. Joanny-Petery Zganiacz, prof. UŁ, Przewodniczącej Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku z 12 maja 2020 r., w związku z decyzją wspomnianej Komisji powołania mnie na recenzentkę w przewodzie doktorskim Mgr Małgorzaty Frydrych.

**Ocena rozprawy doktorskiej**

Rozprawa doktorska Małgorzaty Frydrych to praca *stricte* sedymentologiczna, aczkolwiek wzbogacona o aspekty geomorfologiczne tzw. obszaru staroglacjalnego Niżu Polskiego. Układ pracy jest poprawny choć tytuły niektórych rozdziałów są zawiłe, podobnie zresztą jak język rozprawy (o czym będę pisać później). Proporcje poszczególnych rozdziałów są odpowiednie. Literatura została wykorzystana właściwie. Podsumowanie i wnioski rozprawy są zwięzłe. Zweryfikowane zostały także postawione na początku pracy hipotezy badawcze.

Za zasadniczy walor pracy należy uznać oryginalność tematu badawczego. W przypadku rozprawy Małgorzaty Frydrych mamy do czynienia z dość wąskim tematycznie problemem, aczkolwiek widzę realną szansę, aby tezy tej rozprawy zostały opublikowane w dobrych, zagranicznych czasopismach.

Rozdział „*Metody*” został napisany bardzo zgrabnie. Na uwagę zasługuje fakt, że autorka pracy otrzymała grant Preludium dotyczący testowania nowej metody w analizach uziarnienia osadów gruboziarnistych.

Bardzo dobrze przygotowano rozdział dotyczący stanu badań ozów na świecie. Uwzględniono zarówno klasyczne opracowania, jak i większość najnowszych wyników badań. Zabrakło jedynie kilku prac, m.in. Phillips i Evans (2019), Knight (2019). Rozdział ten ma dużą wartość dydaktyczną. Świadczy o opanowaniu przez Doktorantkę najnowszej literatury zagranicznej.

Wątek morfologicznej charakterystyki ozów obszaru staroglacjalnego uważam za bardzo cenny. Analizę rzeźby wykonano na podstawie danych LiDAR, dzięki którym uwidoczniły się niuanse morfologii terenu. Analiza morfologiczna objęła udokumentowane na mapach i w pracach naukowych formy występujące na obszarze staroglacjalnym Niżu Polskiego. Dla całej populacji ozów obszaru staroglacjalnego wykonano pomiary morfometryczne a wyniki przedstawiono na rycinie 6. Cennym osiągnięciem rozprawy jest wyróżnienie pięciu typów morfologicznych ozów, które zostały scharakteryzowane pod względem morfometrii i zaprezentowane w przystępnej formie w tabeli 2.

Prace sedymentologiczne prowadzono w obrębie siedmiu obszarów testowych. Każde ze stanowisk zostało scharakteryzowane pod względem geologiczno-geomorfologicznym oraz litologicznym. Pod koniec każdego podrozdziału zamieszczono interpretację procesów depozycyjnych. Autorka w dojrzały sposób podchodzi do przeanalizowanych form pisząc „*Liczba przebadanych przez autorkę ozów nie jest wystarczająca do przeprowadzenia dogłębnej analizy zależności pomiędzy cechami morfologicznymi*

ozów a ich budową wewnętrzną. Wybór stanowisk podyktowany dostępnością odsłonięć trudno uznać za w pełni reprezentatywny, dlatego kwestia relacji morfologii form i ich genezy jest warta poruszenia w przyszłych badaniach”.

Za kluczowy rozdział pracy uważam „Subśrodowiska oraz facje ozów oraz form pokrewnych obszaru starogłacialnego Polski”, w którym Autorka scharakteryzowała cztery subśrodowiska akumulacji ozów oraz form pokrewnych obszaru starogłacialnego: subśrodowisko kanału subglacialnego, subśrodowisko rozpadliny lodowcowej, subśrodowisko otwartego kanału oraz subśrodowisko przetainy lodowcowej. Syntetyczne zestawienie etapów rozwoju form ozowych i form złożonych oraz form pośrednich pomiędzy ozami a wybranymi formami na obszarze starogłacialnym Niżu Polskiego Autorka zaprezentowała na trzech rycinach 69, 70 i 71, które stanowią trafne graficzne podsumowanie podjętego problemu badawczego.

Mocną stroną rozprawy doktorskiej jest bardzo dobra jakość przygotowanych rycin. Zaakcentować należy fotografie – wszystkie są dobrej jakości, zaopatrzone w opisy.

### **Krytyczne uwagi merytoryczne**

Praca w ok. 70% ma charakter sedymentologiczny i należałoby się spodziewać, że stosowana powszechnie w sedymentologii i analizie litofacjalnej terminologia nie będzie budzić zastrzeżeń. Niestety w wielu przypadkach, zarówno w tekście jak i na rycinach, panuje chaos. Zdarza się, że tą samą jednostkę litofacjalną raz opisuje się jako „zespół” a raz jako „kompleks” (to są dwa terminy – pierwszy podrzędny względem drugiego). Dodatkowo, Autorka wprowadziła termin „seria”. Na stronie 130 pisze „w całej serii osadów zespołu G1b...” a na stronie 88 – „Najniższą odnotowaną serią jest miąższy na ok. 2 m zespół litofacji Sh”. Prócz tego, że wprowadzono niejasny termin „seria”, w drugim przykładzie – litofację Sh nazwano „zespołem”. Czasem faktycznie istnieją przesłanki wydzielenia zespołu monofacjalnego ale w niniejszej rozprawie nie zaproponowano takiego wydzielenia w rozdziale metodycznym.

W stanowisku Łaszyn jednostki litofacjalne nazywane są zarówno „zespołami”, jak i „kompleksami” a czasem termin „zespół litofacjalny” używany jest zamiennie z terminem „seria”. W stanowisku Tosie, w jednym akapicie na stronie 97, jednostkę litofacjalną nazywa się „zespołem” a następnie „serią”. Dodatkowo, w tym samym stanowisku tą samą jednostkę litofacjalną zapisuje się dwoma odmiennymi symbolami np. TS1 i T1 (str. 104). W stanowisku Telaki, na stronie 110, Autorka pisze o seriach masywnych żwirów czyli w tym przypadku „serię” i „litofację” należałoby traktować jako synonimy. W stanowisku Telaki jednostki litofacjalne opisywane są jako „kompleksy” np. TL1, podobnie zresztą jak na stronie 84 w stanowisku Łaszczyn.

Na rycinach 9, 12, 13, 20, 21, 22, 23, 53, 54 i 55 w ramach wydzielonych jednostek litofacjalnych (np. RZ1a, RZ1b, J1, J2) zidentyfikowano litofacje, czasem pogrupowano je w zespoły litofacjalne i określono na ich podstawie formy dna i koryta, stosując kod litogenetyczny. Z kolei na rycinach 29, 30, 43, 44, 45 i 62 jednostki litofacjalne Ł1, Ł2, TS1, TS2, TS3, G1b opisano jako „zespoły litofacjalne” a na rycinie 16, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 61 i 63 jednostki litofacjalne M1, Ł1, TL1, TL2, G1a, G1b, G2 opisano jako „kompleksy”. Na rycinach 61 i 63 jednostka litofacjalna G1B opisana została jako „kompleks”, natomiast na rycinach 62 i 65 jako „zespół litofacjalny”.

Nie zawsze jasny jest także sposób wydzielenia zespołów litofacjalnych, np. na jakiej podstawie postawiono granicę między zespołami J1 i J2 (str. 77).

W skład kompleksu G2 w stanowisku Gnojno weszła tylko jedna litofacja diamiktonowa. Podobnie na stronie 143 napisano „Diamiktony tworzą przeważnie najwyższy kompleks osadowy”.

Trzy podstawowe terminy analizy litofacjalnej czyli „litofacja”, „zespół litofacjalny” i „kompleks” mają jasno sprecyzowane definicje, które nie zostały prawidłowo użyte w rozprawie. Definicje te są następujące (za Zielińskim, 2015):

- „Podstawową jednostką depozycyjną jest litofacja, charakteryzująca się tymi samymi lub zbliżonymi cechami litologicznymi (teksturalnymi i strukturalnymi). Litofacją jest najczęściej ławica lub warstwa, niekiedy wielozestaw, rzadziej zestaw osadów o określonym warstwowaniu” lub laminacji. Na podstawie wydzielonej litofacji określa się formę depozycyjną dna lub koryta.
- „W sukcesji osadowej zawsze współwystępuje kilka rodzajów litofacji. Są to zespoły litofacji, jednostka depozycyjna wyższego rzędu. Zespół litofacji jest pakietem osadów składającym się z kilku–kilkudziesięciu ławic, rzadziej pojedyncza ławica złożona (...) Przestrzeń depozycyjna znajdująca swój zapis osadowy w zespole litofacji powinna być traktowana jako subs środowisko sedymentacji”.
- „W sukcesjach osadowych dużych odślonień można wyróżnić zwykle kilka zespołów litofacji. Jeżeli są one zbliżone pod względem cech litologicznych, kwalifikuje się je do jednej grupy – kompleksu litofacjalnego. Jest to wydzielenie najwyższego rzędu. Kompleks litofacjalny jest zapisem osadowym środowiska sedymentacyjnego – rozległej (...) strefy, składającej się z kilku subs środowisk, która wyraźnie różni się od innych środowisk, zarówno pod względem morfologii, jak i stylu sedymentacji”.

W dyskusji w rozdziale zatytułowanym „Deformacje w obrębie osadów ozów i form pokrewnych” Autorka przedstawiła klasyfikację tzw. SSDS zaobserwowanych w ozach. Zagadkowe jest dla mnie jednak kryterium jakie zastosowano przy tej klasyfikacji. Dodatkowo, w pierwszej grupie struktur deformacyjnych wpisano „struktury z upłynnienia osadów” – jakie są to struktury? Czy nie chodziło raczej o uwodnienie osadów? W piątej grupie struktur deformacyjnych, na stronie 158, Autorka pisze „Upłynnienie osadów może być związane z wystąpieniem powodzi lodowcowej” – jest to zapewne skrót myślowy. Zdanie to wymaga szerszego wyjaśnienia. Mam również wątpliwości czy nie chodziło Autorce o „uwodnienie” osadów a nie jego „upłynnienie”.

Recenzentka nie jest pewna prawidłowości używania polskiego terminu „dopływ” w znaczeniu formy morfologicznej, drugorzędnej względem wału głównego ozu. Wprawdzie Autorka pisze „Połączenie kilku ozów stanowi system ozowy (esker system), w którym wyróżnić można wał główny (main ridge) oraz jego dopływy (tributary) i odpływy (distributary)” ale w języku polskim sugerowałabym uwzględnienie morfologii, np. wał dopływu czy podobnie.

Za niedopatrzenie recenzentka uważa brak zestawienia tabelarycznego cech wszystkich ozów (tj. ich długości, ilości części, szerokości, krętości, wysokości względnej, głębokości) przebadanych na obszarach testowych oraz brak tabeli z obliczonymi parametrami paleohydraulicznymi. Jedynie w dyskusji na stronie 156 znalazł się komentarz do otrzymanych wyników „Oszacowana prędkość przepływów (...) w ozach wynosi 2–4 m·s<sup>-1</sup> a maksymalnie dochodzi do 7 m·s<sup>-1</sup> (...). Krytyczne naprężenie ścinające dla litofacji żwirowych mieści się w przedziale od 30 do 400 Pa.” Cenne byłoby również podanie dla wszystkich litofacji żwirowych czy piaszczysto żwirowych wartości MPS, które stosowano w obliczeniach paleohydraulicznych. Te dwa tabelaryczne zestawienia mocno podniosłyby wartość recenzowanej rozprawy.

### **Uwagi będące dyskusją naukową**

Autorka w dyskusji, w rozdziale 6.2, porusza temat zapisu w osadach ozowych zdarzeń powodziowych oraz podaje te litofacje, które mogły być zapisem zdarzeń powodziowych. Słusznie zwraca uwagę na problem przepływu uwięzionego (ang. *confined*) pisząc „Koncentracja i ograniczenie przepływu skutkowało wzrostem jego energii, co powodować mogło, że nawet niewielkie wezbrania odgrywały znaczną rolę w kształtowaniu warunków przepływu w rynnach subglacjalnych... Akumulacja zachodziła podczas narastania i opadania fal powodziowych i zapisała się w formie pokryw żwirowych i migrujących makroform.” Jest to ważny głos w dyskusji a ostatnie zdanie wpisuje się w polemikę

dotyczącą warunków akumulacji osadów gruboziarnistych. Recenzentka uważa jednak, że w czasie narastania fali powodziowej zachodzi jedynie erozja (np. Pisarska-Jamroży i Zieliński, 2014), a akumulacja ma miejsce w czasie opadania wezbrania. Szkoda, że wątek ten nie został rozwinięty i nie przedstawiono przesłanek za takim właśnie wnioskiem.

Na stronie 69 Autorka pisze „*Litofacje żwirowe powstały na skutek przepływu w warunkach wysokoenergetycznych o czym świadczy wielkość klasów, słabe wysortowanie oraz obecność toczenców*”. Do transportu żwirów niezbędna była niezaprzeczalnie duża wydolność przepływu, która kształtowana była także przez znaczny udział frakcji pyłowo-iłowych w przepływie zwiększając gęstość przepływu i możliwości transportu większych ziaren. Niestety problem ten został pominięty w dyskusji (str. 144) a za przyczynę podano jedynie wysoką energię przepływu. Recenzentce trudno zgodzić się ze stwierdzeniem, że jednym z dowodów przepływu wysokoenergetycznego jest obecność toczenców w osadach. Obecność ich świadczyć może o erozyjnej działalności prądu. Toczence (czy inaczej klasty niezlitifikowane) w osadach deponowanych w efekcie przepływu hydraulicznego wskazują na krótki transport, szczególnie w sytuacji gdy ich transport odbywał się razem ze żwirami, które powodowały m.in. mechaniczny rozpad i roztarcie niezlitifikowanych klastów (por. np. Pisarska-Jamroży i Zieliński, 2011, 2012; Weckwerth i Pisarska-Jamroży, 2015; Woźniak i Pisarska-Jamroży, 2018).

Autorka wspomina o badaniach wpływu ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej na obecną rzeźbę obszaru staroglacjalnego (str. 9 i 139) ale w pracy zabrakło mapy osadów podczwartorzędowych z podkładem tektonicznym oraz dyskusji nad ewentualnym wpływem czy brakiem wpływu podłoża na rozwój np. sieci spękań w ozach. Autorka w dyskusji, na stronie 139, pisze „*Autorka stosując głównie metody bezpośredniej analizy w odsłonięciach, nie miała okazji zaobserwować takich ewentualnych relacji*”. Tymczasem w podpisie do ryciny 10F i w tekście na stronie 48 wspomniano o „*pokruszonych głazach*”, które być może są spękanymi klastami (ang. *ruptured clasts, fractured clasts, ruptured pebbles*). Spękanne klasty opisywane były w drumlinach (Kupsch, 1955), morenach spiętrzonych (Woronko i in. 2018) jak i terasach fluwialnych (Tokarski i in. 2007). Czynnikiem sprawczym powstania pęknięć w klastach może być tektonika podłoża (powszechnie przyjmowana) ale nie musi, co zresztą dyskutujemy w artykule Woronko i in. (2018). Byłoby to o tyle cenne, że „*pokruszone głazy*” występują w stanowiskach, w którym osady są zdeformowane przez sieć uskoków. W stanowiskach np. Rzymsko czy Gnojno sugerowałabym dyskusję nad podobieństwem czy brakiem podobieństwa sieci spękań i uskoków do tzw. *deformation bands* (np. Brandes i in. 2018).

### **Drugorzędne błędy merytoryczne**

W tytule rozprawy, jak i w jej treści, użyty został termin „*obszar staroglacjalny*”, który jest coraz rzadziej używany, a zupełnie nie ma odpowiednika w nomenklaturze anglojęzycznej. Zdecydowanie lepiej byłoby użyć zakresu czasowego depozycji osadów, używając stadiów izotopowych (MIS), mimo iż celem pracy nie było określenie czasu depozycji osadów.

W rozdziale *Obszar badań* na stronie 9 określono m.in. ramy przestrzenne strefy staroglacjalnej ale użyto skrótów myślowych: „*Obszar ten ograniczony jest od północy zasięgiem zlodowacenia wisty...*” oraz „*Pas południowy rozciąga się pomiędzy zasięgiem lądolodu warty a południową granicą strefy staroglacjalnej i został ukształtowany przez lądolód odry*”. Zasięgi wyznaczone są na podstawie moren czołowych danego zasięgu – powinno to zostać doprecyzowane w rozprawie doktorskiej.

W pracy stosowane jest sformułowanie „*dobra orientacja klastów*” (str. 3, 167 i 171) – nie ma dobrej czy złej orientacji klastów! Podobnie, na str. 149, jest napisane „*Orientacja klastów oraz warstwowań w osadach jest wysoka*” – „wysoka orientacja” czyli jaka?

Interpretując osady, jako powstałe w efekcie przepływów przeciążonych osadem, zabrakło informacji dotyczących zawartości frakcji pyłowo-iłowych w osadach (np. str. 54 i 92).

W pracy stosowane są dwa terminy odnoszące się do osadów glacialnych: diamikton i glina lodowcowa. Diamikton jako termin sedymentologiczny powinien być używany w opisie litofacjalnym osadów,

natomiast termin *diamikton glacialny* czy *głina* są terminami genetycznymi i właściwymi dla interpretacji.

Recenzentka ma wątpliwości czy deponowane osady drobne znajdujące się na osadach gruboziarnistych ozów (ryc. 70) powinno się nazywać osadami kemowymi? Może raczej powinno się używać określenia osady glacialimniczne? Termin „kem” ma wydźwięk zdecydowanie geomorfologiczny.

Niejasne i niepoprawne zdania oraz terminy/sformułowania:

- Na str. 31 jest: „*frakcja piaskowa*” a powinno być *frakcja piaszczysta*.
- Na str. 46 jest: „*Mięszości pojedynczych rynien osiągają 2 m...*” – mięszością charakteryzujemy warstwę (ławicę) a rynnę opisuje się głębokością.
- Na str. 59 jest: „*Obszar ten położony jest w środkowej części zasięgu lądolodu warty*” – tak przedstawiona lokalizacja jest nieprecyzyjna.
- Na str. 67, 99, 101, 103, 113, 126 i 130 jest: „*riplemarkowo warstwowane piaski*” – piaski są laminowane a nie warstwowane riplemarkowo (a dokładniej taką litofację powinno się opisać jako piaski laminowane przekątnie riplemarkowo); terminy warstwowanie i laminacja odnoszą się do skali zidentyfikowanych struktur; podobnie w podpisie do ryciny 64B jest: „*silnie zaburzone osady żwirów i piasków riplemarkowych*” powinno być *silnie zaburzone osady żwirów i piasków laminowanych przekątnie riplemarkowo*.
- Na str. 67 jest: „*Deformacje występują w obrębie mułków oraz piasków i mają postać fałdu zorientowanego N-S...*” – należy doprecyzować czy chodzi o wergencję fałdu, oś fałdu?
- Na str. 67 jest: „*równoległe powierzchnie ścięcia zapadające łagodnie w kierunku N*” – łagodnie czyli pod jakim kątem? Podobnie, na str. 99 jest: „*Widoczne jest w nich silne pochylenie jednostek w kierunku wschodnim*”, na str. 104 jest: „*silnych deformacji pionowych*”, na str. 138 jest: „*na podstawie silnych deformacji...*” – nieścisły termin „silne” czyli jakie?
- Na str. 69 jest: „*diamikton masywny, heterogeniczny*” – każdy diamikton jest heterogeniczny choć na str. 115 autorka pisze o „*diamiktonie masywnym, homogenicznym*” – co Autorka miała na myśli, pisząc o obu tych diamiktonach?
- Na str. 70 jest: „*Przemieszczanie się wody oraz osadów powodowało naciski kompresyjne i powstanie uskoków odwróconych*” – zdanie jest niezrozumiałe.
- Na str. 71 jest: „*Mułki przemieszczały się w sposób plastyczny co spowodowało całkowite zatarcie ich struktury wewnętrznej, natomiast w piaskach odbywał się powolny przepływ laminarny czego efektem jest wtórne warstwowanie piasków oraz powstanie naprężeń ścinających*” – zdanie to należałoby podzielić na 2-3 zdania oraz dodać wytłumaczenie.
- Na str. 71 jest: „*...pokryte gliną lodowcową o charakterze melt-out*” – z powodzeniem można w tym przypadku stosować, powszechnie przyjęty, polski termin „*wytopieniowy*”, podobnie jak na str. 166 i 167.
- Na str. 79 jest: „*Dominowały jednak przepływy średnioenergetyczne w korytach o głębokości 2–7 m*” – nie wiadomo jakie przepływy autorka uważa za średnioenergetyczne.
- Na str. 92 jest: „*Struktury typu stress pillars powstały poprzez hydroplastyczny przepływ materiału (Lowe, 1975) w nawodnionych osadach pod wpływem nacisku*” – przepływ odnosi się do warunków hydrodynamicznych; powinno być „*hydroplastyczny ruch ziaren osadu*”; dodatkowo sugerowałabym używanie w rozprawie terminu „*osad*” zamiast, powszechnie stosowanego terminu „*materiał*”.

- Na str. 98-99 jest: „W osadach tych występują ponadwymiarowe klasty i głązy, których średnice przekraczają 30 cm” – co należy rozumieć pod pojęciem *ponadwymiarowe klasty*? Ziarna zlityfikowane o średnicy powyżej 30 cm to głązy (frakcja ta obejmuje ziarna o średnicy powyżej 25, 6 cm). Podobnie, na str. 143 jest: „Do jednej z typowych cech osadów ozów należy występowanie głązów w osadach żwirowych oraz klasty o ponadprzeciętnych rozmiarach (*outsized clasts*)” – czy chodzi o klasty niezlityfikowane, które w pracy najczęściej określa się jako intraklasty?
- Na str. 105 jest: „...zaobserwowano przesunięcia osadów niezgodne z gradientem gęstości osadów” – termin „przesunięcie” jest niejasny w tym zdaniu, chodzi przecież o stan plastyczny/semiplastyczny.
- Na str. 110 jest: „Kąt pochylenia i miąższość tych osadów spada w kierunku północnym” – kąt nie może spadać!
- Na str. 118 jest: „Osady tej jednostki pogrubiają się w kierunku wschodnim..” – termin „pogrubiają” jest niezgrabny, mogłoby być „...zwiększają miąższość” lub „...wyklinowują się w kierunku zachodnim”.
- Na str. 103 jest: „Dolną część diamiktonu cechuje warstwowanie nawiązujące do przebiegu spągu” – diamikton nie może być warstwowany; bezpieczniej jest używać w przypadku diamiktonów terminu „pseudowarstwowanie”, co zresztą autorka zrobiła na str. 143 „Widoczne jest w nich pseudowarstwowanie i struktury fluidalne...”.
- Na str. 118-119 jest: „Kierunki warstwowania głównej serii żwirów są zgodne z orientacją formy jednak zapadają przeciwnie do spodziewanego kierunku przepływu” oraz na str. 147 jest: „We wszystkich ozach w strefach niezaburzonych udokumentowano dużą zgodność kierunków warstwowania z orientacją formy” – czy chodzi o azymuty ławic czy kąty nachylenia ławic? Jaki jest ich związek z orientacją formy i z przeciwnym zapadaniem do spodziewanego kierunku przepływu w pierwszym przypadku?
- Na str. 120 jest: „Agregacja osadów zachodziła szybko...” – czy na pewno autorce chodziło o agregację?
- Na str. 93-94 jest: „Gdy nastąpiło otwarcie kanału na całej długości i odblokowanie przepływu zwiększyła się również jego energia” – otwarcie kanału spowodowało „uwolnienie” energii potencjalnej i w efekcie zwiększyła się moc przepływu.
- Na str. 140 jest: „tabularnym lub pseudoantyklinalnym pokrojem osadów” – pokrój ma warstwa lub ławica jako geometryczna forma organizacji osadu ale osad nie ma pokroju.
- Na str. 147 jest: „Przeważnie silna koncentracja kierunków występuje również w orientacji klastów przy czym dość zmienny jest ich układ” – zdanie jest niezrozumiałe.
- Na str. 149 jest: „Należy jednak zauważyć, że akumulacja nie zachodziła jednolicie w tym samym czasie na całej długości kanału. Nawet podczas zaawansowanego wypełniania pewnych odcinków, na innych wciąż dominowała erozja lodowcowa, o czym świadczy znaczna ilość klastów z lokalnego podłoża w niektórych ozach nawet wysoko w profilu osadów oraz intraklasty piaszczyste powstałe na skutek termoerozji” – fragment jest trudny do zrozumienia. Należałoby wyjaśnić obecność wyerodowanych z podłoża klastów występujących w wyższych partiach profilu.
- Na str. 160 jest: „opracowania tego typu dotyczą przeważnie jedynie pojedynczych form” – przeważnie czy jedynie?

## Uwagi redakcyjne

- Tytuł rozdziału 6.1 „*Warunki powstawania ozów i form pokrewnych i ich odzwierciedlenie w ich cechach sedymentologicznych i morfologicznych*” jest za długi i mógłby brzmieć *Relacje pomiędzy mechanizmami depozycyjnymi, osadami i morfologią ozów i form pokrewnych*.
- Tytuł rozdziału 7 „*Podsumowanie i wnioski końcowe*” powinien brzmieć *Podsumowanie i wnioski*, bo każdy wniosek jest końcowy.
- Rozdziały, w których opisywane są osady, jak i te z ich interpretacją powinny składać się z podrozdziałów dla wydzielonych jednostek litofacjalnych. Taki przejrzysty układ ułatwiłby lekturę pracy.
- Czasem w rozdziałach opisujących osady znajdują się elementy ich interpretacji, jak np. na stronie 46: „...zostały przykryte pokrywą piasków eolicznych” czy na stronie 67: „miejscami widać kilka generacji struktur deformacyjnych”. Na stronie 105 wspomniano w rozdziale „interpretacja” o strukturach fluidalnych w diamiktonie, które nie zostały opisane w rozdziale opisowym. Co to są za struktury?
- W wielu miejscach pracy podano wartości wynoszące „około”. Dlaczego? Z powodzeniem można było podać dokładne wartości tym bardziej, że opierają się one na faktycznych pomiarach a nie na szacunkach „na oko”.

## Uwagi do rycin i tabel oraz podpisów (nie uwzględnione wcześniej)

- W podpisach do ryc. 15, 24, 39 i 47 brakuje symboli na rycinach (proponowałabym podzielić ryciny na dwie grupy wykresów) – wskazane byłoby również dodanie nazw stanowisk.
- Na ryc. 24, 31 i 66 brakuje podpisu do ostatnich czterech wykresów przedstawiających wydłużenie, spłaszczenie, kulistość i obtoczenie żwirów.
- Na ryc. 5 w legendzie do kodu litofacjalnego i do profili litofacjalnych część tekstur jest zapisanych w liczbie pojedynczej a część w mnogiej; ponadto nie wyjaśniono jakie struktury mieszczą się w zakresie struktur uciezkowych skoro dla dajek klastycznych podano osobny symbol (rozwiązaniem byłby opis *inne struktury uciezkowe* zamiast *struktury uciezkowe*); w legendzie symbol małej litery „l” oznacza warstwowanie małokątowe ale ten termin nie został użyty ani razu w pracy a stosowano termin „niskokątowy” (por. ryc. 12B, tekst str. 48 i 110) – ujednolicony a przede wszystkim konsekwentny zapis ułatwiłby lekturę pracy.
- Na ryc. 7 nie zaznaczono lokalizacji odkrywki w Mikulicach; proszę o wytłumaczenie jakie osady Autorka rozumie pod pojęciem „*piaski, ily i mułki jeziorno-deluwialne zagłębień bezodpływowych*” – dotyczy podpisu do ryciny.
- Na str. 58 Autorka pisze „*Trudno jest prześledzić dokładny przebieg rynny z powodu niewystarczającej ilości wierceń, jednak można sądzić, że rozciągała się ona dalej na północ wzdłuż współczesnej doliny Teleszyny*” – warto, by mapy na rycinie 7 (str. 40) objęły większy obszar na północ.
- W podpisie ryc. 9F jest: „*widoczny duży udział klastów pochodzenia lokalnego*” – nie jest to cecha widoczna na tym zdjęciu.
- W podpisie do ryc. 16F jest: „*porozrywane fragmenty mułków w zaburzonych piaskach*” – powinno być „*porozrywane fragmenty lamin mułowych...*” albo „*...klasty mułowe...*”
- Na ryc. 61 i 63 jednostka litofacjalna G1B opisana jest wielką literą „B” a na ryc. 65 małą literą „b”.
- Na str. 129 brakuje fragmentu podpisu do ryc. 63.

- W podpisie do ryc. 69 brak objaśnień do symboli A i B.
- W tab. 1 na str. 150 znajdują się niejasne sformułowania:
  - w wierszu charakteryzującym cechy rzeźby ozów, jest:
    - „Poszerzenie osadów w dół paleprzepływu”
    - „Przebieg pod górę, płasko lub w dół”,
    - „Przebieg w dół lub płasko”,
  - w wierszu opisującym cechy teksturalne osadów w ozach jest:
    - „Nie występuje tendencja w obtoczeniu klastów w dół formy”
    - „Brak przepływu na dłuższym dystansie uniemożliwia dobrą obróbkę klastów”
    - „W wyjątkowych przypadkach możliwe jest wystąpienie tendencji w obrębie segmentów”,
  - w wierszu zatytułowanym „sedymetologia” (dlaczego taki tytuł?) jest:
    - „Zwiększenie miąższości litofacji piaszczystych i mułkowych w dół formy”
    - „W pojedynczych segmentach widoczny kontakt między bardziej żwirowymi osadami proksymalnymi oraz dystalnymi osadami piaszczystymi.”

### Uwagi do spisu literatury

- W rozdz. 3.4.3 nie zacytowano prac, na podstawie których zidentyfikowano skład petrograficzny skał lokalnych (str. 32).
- W spisie literatury znajduje się praca nie zacytowana w tekście – Jaksa (2006).
- W spisie literatury są dwie prace Mokhtari Farda z 2001 i 2002 r., które na str. 148 i 160 pracy zostały zacytowane jako Fard 2001 i 2002.
- Spis treści nie zawsze sporządzono w kolejności alfabetycznej, np. Synge (1950) pojawia się za wcześniej w spisie.
- Brak w spisie literatury pozycji Dredge i in. (1999) zacytowanej na str. 15 i 18.
- W spisie literatury błędnie zapisano nazwisko drugiego autora w pozycji: Hebrand i i Åmark (1989), podobnie jak w tekście na str. 14.

### Wnioski

Recenzowana rozprawa doktorska Pani Mgr Małgorzaty Frydrych stanowi samodzielne i oryginalne opracowanie, potwierdzające Jej umiejętność prawidłowego wyciągania wniosków. Uwagi recenzentki mieszczą się w ramach dyskusji naukowej a duża ilość drugorzędnych błędów merytorycznych wynika z braku doświadczenia, nie wpływając w zasadniczy sposób na **pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej** i rozwiązanie przez doktorantkę postawionego problemu badawczego. Stwierdzam, że zgodnie z przepisami ustawy z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. nr 65, poz. 595) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, **recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie Pani Mgr Małgorzaty Frydrych do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**





## Zacytowana literatura

- Brandes, C., Steffen, H., Sandersen, P.B.E., Wu, P., Winsemann, J., 2018. Glacially induced faulting along the NW segment of the Sorgenfrei-Tornquist Zone, northern Denmark: Implications for neotectonics and Lateglacial fault-bound basin formation. *Quaternary Science Reviews* 189, 149-168.
- Hebrand, M., Åmark, M., 1989. Esker formation and glacier dynamics in eastern Skåne and adjacent areas, southern Sweden. *Boreas* 18, 67-81.
- Knight, J., 2019. The geomorphology and sedimentology of eskers in north-central Ireland. *Sedimentary Geology* 382, 1-24.
- Kupsch, W.O., 1955. Drumlins with jointed boulders near Dollard, Saskatchewan. *Geological Society of America Bulletin* 66, 327-338.
- Lowe, D.R., 1975. Water escape structures in coarse-grained sediments. *Sedimentology* 22, 157-204.
- Mokhtari Fard, A., 2001. Morphology of subglacial conduit deposits: control of bedrock topography, discharge flow variation, or both? A cautionary case study: Axelsberg, Nynashamn, south central Sweden. *Global and Planetary Change* 28, 145-162.
- Mokhtari Fard, A., 2002. Large dead-ice depressions in flat-topped eskers: evidence of a Preboreal jökulhlaup in the Stockholm area, Sweden. *Global and Planetary Change* 35, 273-295.
- Phillips, E., Evans, D. 2019. Synsedimentary glaciectonic deformation within a glacialacustrine-esker sequence, Teesdale, Northern England. *Proceedings of the Geologists Association* 130, 624-649.
- Pisarska-Jamroży, M., Zieliński, T., 2011. Genesis of a till/sand breccia (Pleistocene, Noteć Valley near Atanazyn, central Poland). *Sedimentary Geology* 236, 109-116.
- Pisarska-Jamroży, M., Zieliński, T., 2012. Specific erosional and depositional processes in a Pleistocene subglacial tunnel in the Wielkopolska region, Poland. *Geografiska Annaler* 94A, 429-443.
- Pisarska-Jamroży, M., Zieliński, T., 2014. Pleistocene sandur rhythms, cycles and megacycles: Interpretation of depositional scenarios and palaeoenvironmental conditions. *Boreas* 43, 330-348.
- Synge, F.M., 1950. The Glacial Deposits around Trim, Co. Meath. *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science* 53, 99-110.
- Tokarski, A., Świerczewska, A., Zuchiewicz, W., 2007. Fractured clasts in neotectonic reconstructions: an example from the Nowy Sącz basin, western outer Carpathians, Poland. *Studia Quaternaria* 24, 47-52.
- Weckwerth, P., Pisarska-Jamroży, M., 2015. Periglacial and fluvial factors controlling the sedimentation of Pleistocene breccia in NW Poland. *Geografiska Annaler* 97A, 415-430.
- Woronko, B., Belzyt, S., Bujak, Ł., Pisarska-Jamroży, M., 2018. Glaciotectonically deformed glaciofluvial sediments with ruptured pebbles (the Koczery study site, E Poland). *Bulletin of the Geological Society of Finland* 90, 145-159.
- Woźniak, P.P., Pisarska-Jamroży, M., 2018. Debris flows with soft-sediment clasts in a Pleistocene glacialacustrine fan (Gdańsk Bay, Poland). *Catena* 165, 178-191.