

## AUTOREFERAT

### **1. Imię i nazwisko**

**Piotr Czubla**

### **2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**

**1999 r. – doktor Nauk o Ziemi w zakresie geografii, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi; na podstawie rozprawy pt. „Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski Środkowej i ich znaczenie stratygraficzne”;**

Promotor – prof. dr hab. Halina Klatkowa (Uniwersytet Łódzki, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska), a następnie (po jej śmierci w 1997 r.) dr hab. Zbigniew Klajnert prof. UŁ (Uniwersytet Łódzki, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska);

Recenzentami byli: prof. dr hab. Tadeusz Krzemiński (Uniwersytet Łódzki, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska) i prof. dr hab. Józef Edward Mojski (Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza).

**1987 r. – magister geologii, specjalność geologia stratygraficzno-poszukiwawcza, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, na podstawie pracy magisterskiej pt. „Tektonika elewacji radomszczańskiej na podstawie metod mezostrukturalnych”;** promotor – prof. dr hab. Wojciech Jaroszewski; recenzentem był prof. dr hab. Andrzej Wierzbowski.

### **3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

**Od 2012** – Pracownia Geologii, Instytut Nauk o Ziemi, Wydział Nauk Geograficznych (powołany do życia 01.10.2001 roku), Uniwersytet Łódzki; starszy wykładowca

**2001-2012** Zakład Geologii w strukturze Katedry Geologii, a od 2009 r. (po likwidacji Katedry Geologii) samodzielna Pracownia Geologii w Instytucie Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki; adiunkt

**1999-2001** Zakład Geologii w Katedrze Geologii, Geosynoptyki i Zrównoważonego Rozwoju, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Łódzki; adiunkt

**1989-1999** Zakład Geologii, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Łódzki; asystent stażysta, a następnie asystent i przez ostatni rok wykładowca

**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):**

**a) tytuł osiągnięcia naukowego**

**Czubla P., 2015. Eratyki fennoskandzkie w osadach glacialnych Polski i ich znaczenie badawcze. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 335 s.**

**b) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

Główny temat moich badań, tzn. analiza możliwości wykorzystania eratyków dla potrzeb geologii czwartorzędu, stanowi kontynuację wątku podjętego jeszcze przed doktoratem, tj. w połowie lat dziewięćdziesiątych. Stanowi on wyraz moich wieloletnich zainteresowań fennoskandzkimi skałami narzutowymi, występującymi w osadach plejstocenu Polski. W rozprawie doktorskiej przedstawiłem wyniki badań ograniczonych przestrzennie do Polski Środkowej i ukierunkowanych głównie na aspekty metodologiczne i stratygraficzne (Czubla, 2001). Ten nurt badawczy (w znacznie jednak szerszym ujęciu) nadal podtrzymuję, a badaniami objąłem dodatkowo osady Dolnego Śląska, Kujaw, Powiśla, Pomorza, Lubelszczyzny i Podlasia.

Ustalenie pozycji stratygraficznej osadów glacialnych stanowi bardzo poważny problem w geologii czwartorzędu. Nadal nie udało się opracować wiarygodnej metody datowania bezwzględne, możliwej do zastosowania w analizach osadów o tej genezie. Datowania luminescencyjne (TL, OSL, IRSL) są nieskuteczne w przypadku osadów glacialnych ze względu na znaczne przemieszanie materiału, który w bardzo różnym stopniu wystawiony był wcześniej na działanie światła słonecznego (por. m.in. Bluszcz, 2000; Fuchs i Owen, 2008; Munyikwa, 2014). Mogą one, co najwyżej, być pomocne w ustaleniu ram czasowych sedymentacji, o ile uda się wydatować osady podścielające i przykrywające opisywaną warstwę. W podobny sposób, ale już w odniesieniu do datowania względne, można posłużyć się analizami palinologicznymi osadów organicznych. Osady organiczne występują jednak tylko lokalnie i wykorzystanie zawierających je profili w charakterze stanowisk stratotypowych wymaga bardzo precyzyjnej korelacji osadów z niekiedy dość odległych miejsc. Jest to stosunkowo łatwe w przypadku niezaburzonego, horyzontalnego zalegania warstw. Problemy interpretacyjne sprawia jednak częste zaangażowanie osadów glacialnych w deformacje tektoniczne, glacitektoniczne i sedymentacyjne. Konieczne staje się wówczas sięganie po metody korelacji litostratygraficznej, oparte na analizach petrograficznych frakcji żwirowej i kamienistej glin. Szeroko rozpowszechnione i zaawansowane metodycznie są badania drobnej frakcji żwirowej (rozmiary ziaren do 10 mm) – m.in. Kenig (1998, 2009), Lisicki (2003), Gałązka (2004). Uproszczona petrografia drobnej frakcji nie pozwala na precyzyjne ustalenie obszarów alimentacji ani na określenie drogi transportu materiału

skalnego na obszar depozycji. Do rozwiązania tych zagadnień prowadzą analizy eratyków wskaźnikowych.

Próby wykorzystania eratyków jako potencjalnego narzędzia analizy i korelacji osadów glacialnych podejmowane są od bardzo dawna. Mimo to skala ich wykorzystania jest bardzo ograniczona przede wszystkim ogromną pracochłonnością badań, a także brakiem przekonania wśród części geologów o celowości prowadzenia takich analiz (np. Marcussen, 1978; Lamparski, 1992). Za negatywny stosunek do tych badań w znacznym stopniu odpowiada też niewiarygodna metodyka, w tym zwłaszcza błędny sposób poboru prób (Marcussen, 1978; Houmark-Nielsen, 1983, 1987; Kjær i in., 2003 – str. 145).

Upowszechnienie się strumieniowego modelu dynamiki lądolodów oraz szeregu nowych koncepcji i modeli, opisujących warunki termobaryczne w lądolodzie i jego podłożu oraz wyjaśniających mechanizm ruchu lodu nastąpiło w zasadzie niezależnie od rozwoju badań petrograficznych osadów glacialnych. W konsekwencji powstały uogólnione modele oparte na bardzo precyzyjnych założeniach teoretycznych, głównie fizycznych, ale w wielu przypadkach niezgodne z wynikami szczegółowych badań terenowych osadów glacialnych (por. m.in. Piotrowski i in., 2001, 2004; Woźniak i Czubla, w *druku*). Wskazuje to na potrzebę przeprowadzenia weryfikacji proponowanych modeli, m.in. w oparciu o wyniki badań eratyków w osadach glacialnych Polski.

W swoich wcześniejszych badaniach korzystałem z odsłonięcia KWB „Bełchatów” jako stanowiska reperowego o stosunkowo dobrze opracowanej stratygrafii z największą możliwą w Polsce Środkowej liczbą pokładów glin (T1 – T7), występujących nieomal w superpozycji (Czubla, 2001). Zgodnie z ówczesną interpretacją gliny formacji Ławki (T4) uważane były za odłożone przez lądolód odrzański (Krzyszowski, 1992, 1995). Nowsze badania (m.in. Balwierz i in., 2006, 2008) oraz modyfikacja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski (Ber i in., 2007; Lindner i Marks, 2012) skłaniają do przypisania powyższych glin raczej do zlodowaceń południowopolskich (m.in. Lindner i Marks, 2012; Pawłowska i in., 2014). Korekta stratygrafii osadów w rowie Kleszczowa pociągnęła za sobą konieczność reinterpretacji wyników ówczesnych badań.

Ograniczony zakres dotychczasowych badań, wątpliwości metodyczne, mały zasięg potwierdzonej empirycznie skuteczności korelacji osadów glacialnych przy użyciu analizy eratyków wskaźnikowych oraz nowe ujęcie stratygrafii plejstocenu Polski pozwoliły wyznaczyć podstawowe cele badawcze prezentowanego opracowania, którymi są:

1. Analiza rozprzestrzenienia wybranych typów eratyków przewodnich w osadach glacialnych Polski;
2. Prześledzenie zmienności zespołów eratyków w transektach poziomych (równoleżnikowym i południkowym) na obszarze Polski;

3. Określenie potencjalnego wpływu procesów preglacjalnych na kształtowanie się zespołów eratyków;
4. Próba ustalenia relacji pomiędzy typem erozji i mechanizmem ruchu lodu, a ilością i rodzajem materiału skalnego transportowanego z Fennoskandii na obszar Niżu Środkowoeuropejskiego;
5. Analiza składu zespołów eratyków w osadach glacialnych w odniesieniu do współczesnych modeli termodynamicznych lądolodu;
6. Ocena zgodności wyników analiz eratyków z wybranymi koncepcjami glaciologii, m.in. strumieniowym modelem dynamiki lądolodu fennoskandzkiego;
7. Opracowanie uproszczonej metodyki badań eratyków, mającej sprzyjać upowszechnieniu tego typu analiz i wzrostowi wiarygodności wyników;
8. Weryfikacja i aktualizacja wyników badań eratyków przeprowadzonych w Polsce Środkowej w świetle nowych danych na temat stratygrafii osadów w odkrywcze „Bełchatów”;
9. Analiza przydatności eratyków w badaniach stratygrafii plejstocenu wybranych regionów Polski (odróżnianie różnowiekowych osadów glacialnych oraz ich korelacja);
10. Wskazanie innych możliwości wykorzystania badań eratyków w geologii.

Dla realizacji powyższych celów przeanalizowałem 60 stanowisk (ogółem 138 prób, liczących w sumie około 150 tysięcy eratyków o średnicy ponad 20 mm). W tej liczbie znalazły się również stanowiska opróbowane przed doktoratem (Czubla, 2001), ale oznaczenia eratyków wskaźnikowych (przewodnych i pomocniczych) i analizy statystyczne dla tych próbek zostały zweryfikowane i ujednolicone z metodyką stosowaną w prezentowanym opracowaniu. W celu prześledzenia zmienności składu frakcji szkieletowej równowiekowych glin w przekroju równoległym do czoła lądolodu, badania przeprowadziłem w strefie rozciągającej się od Dolnego Śląska przez wschodnią Wielkopolskę i Polskę Środkową, aż po Lubelszczyznę i Podlasie. Dzięki temu udało mi się włączyć do badań szereg stanowisk z osadami kompleksu południowopolskiego. Uwzględnienie w szerokim zakresie osadów ostatniego zlodowacenia wymagało przeprowadzenia badań na Kujawach, Powiślu i Pomorzu. Przeanalizowałem również dostępne w literaturze dane dotyczące występowania eratyków na obszarach badanych przez innych autorów (m.in. Dudziak, 1970; Schuddebeurs, 1980/81; Astapova, 1993; Hoffmann i Meyer, 1997, 1999; Górską, 2000; Gałązka, 2004; Višek i Nývlt, 2006; Górską-Zabielską, 2008). Analiza rozprzestrzenienia poszczególnych typów eratyków wskaźnikowych w osadach glacialnych różnego wieku została wykonana po raz pierwszy nie tylko w Polsce, ale i w Europie. Dotychczasowe badania koncentrowały się na ustaleniu stref rozrzutu eratyków, ale głównie w oparciu o materiał zebrany z powierzchni (np. Milthers i Milthers, 1938; Dudziak, 1970; Schuddebeurs, 1980/81) i jego przypisanie do konkretnych awansów lądolodu było w wielu przypadkach niemożliwe.

Wyniki analiz zostały następnie zinterpretowane z zastosowaniem zarówno metod tradycyjnych (np. Lüttig, 1958; Smed, 1993; Vinx i in., 1997), jak i szeregu autorskich rozwiązań, w tym ośmiu nowych testowych wariantów teoretycznych ośrodków głazowych (TCG-W1 – TCG-W8). Wielowariantowa analiza miała za zadanie wskazać metodę najbardziej skuteczną w rozróżnianiu różnowiekowych osadów glacialnych, ale także doprowadzić do uproszczenia i przyspieszenia procedury badawczej, co pozwoliłoby wykorzystać badania eratyków na większą skalę w praktyce. Wszystkie wyznaczone parametry i obliczone wskaźniki zostały poddane wieloaspektowej analizie statystycznej.

Analizy zespołów eratyków wskaźnikowych w różnowiekowych osadach glacialnych pozwoliły wysnuć szereg szczegółowych wniosków stratygraficznych, geomorfologicznych i paleogeograficznych o charakterze lokalnym lub regionalnym, które stanowią przedmiot odrębnych artykułów i doniesień konferencyjnych już opublikowanych (spis w załączniku nr 4), bądź znajdujących się obecnie w recenzji lub na etapie przygotowania do publikacji. W prezentowanej monografii skoncentrowałem się na zagadnieniach bardziej ogólnych – metodycznych, glaciologicznych, paleogeograficznych.

#### *Metody badań eratyków w osadach glacialnych*

Skały bliskiego transportu stanowią bardzo dobry wskaźnik lokalnych kierunków ruchu lądolodu i potwierdzają wnioski wysnute z analizy cech teksturalnych glin oraz struktur sedymentacyjnych (np. Woźniak i Czubla, 2014a, 2014b). Ze względu jednak na specyfikę budowy geologicznej Polski (bardzo mały udział skał zlityfikowanych w podłożu transgredującego lądolodu) tylko w nielicznych obszarach mogą one skutecznie pełnić tę rolę. Na ogół lokalny transport glacialny w Polsce obejmował drobnoziarniste, słabo związane lub niezlityfikowane skały preglacialne oraz osady glacialne i fluwioglacialne złożone przez ten sam bądź poprzednie lądolody – zawierające eratyki nieodróżnialne od przywleczonych na teren Polski bezpośrednio z Fennoskandii (eratyków dalekiego transportu).

Osady glacialne i fluwioglacialne na obszarze Polski Środkowej cechują się odmiennym składem petrograficznym. Różnica przejawia się przede wszystkim znacznie większą inkorporacją materiału lokalnego (w tym pozostawionego przez starsze zlodowacenia) przez wody ablacyjne aniżeli przez sam lód. Do podobnych wniosków prowadzą obserwacje na Lubelszczyźnie, gdzie w osadach glacialnych odsetek skał lokalnych (włącznie z krzemieniami) był znikomy, podczas gdy tamtejsze osady fluwioglacialne charakteryzują się zdaniem R. Dobrowolskiego (2014 – inf. ustna) wysokim i bardzo zmiennym udziałem krzemieni, traktowanych jako skały lokalne. Lokalny charakter tamtejszych krzemieni potwierdza niemal zupełny ich brak w przebadanych osadach glacialnych na Podlasiu, a zatem na potencjalnej drodze lodu na południe.

Bardzo wyraźnie zaznacza się również różnica składu zespołów eratyków w glinach bazalnych i w spływowych diamiktonach zarówno w środkowej, jak i we wschodniej Polsce.

Oznacza to, że tylko badania eratyków w glinach bazalnych mogą być wykorzystywane dla potrzeb korelacji stratygraficznej osadów glacialnych.

Występowanie rozpoznawalnych eratyków wskaźnikowych w poszczególnych frakcjach jest nierównomierne. Skały grubokrystaliczne (np. granity Arnö, Revsund, fińskie wyborgity) są identyfikowalne tylko w postaci stosunkowo dużych eratyków – co najmniej 50–60 mm średnicy. Górne rozmiary eratyków zbudowanych ze skał wulkanicznych są najczęściej ograniczone gęstością pierwotnego ciosu termicznego, a ponadto niektóre z nich są bardzo odporne na wietrzenie (czerwony porfir bałtycki, porfir Bredvad), co umożliwia ich identyfikację także w drobniejszych frakcjach, nawet w mocno już zwietrzałych osadach glacialnych. Wskazuje to na celowość objęcia badaniami możliwie dużego przedziału rozmiarów ziaren.

#### *Metody badań a korelacja i rozróżnianie różnowiekowych osadów glacialnych*

Różnice pomiędzy zespołami eratyków pochodzącymi z różnowiekowych osadów glacialnych najwyraźniej zaznaczają się w położeniu teoretycznych ośrodków gładzowych. Wykazałem, że skuteczne są przede wszystkim metody obliczeń wykorzystujące większość lub wszystkie typy krystalicznych skał przewodnych. Radykalna redukcja liczby typów skał przewodnych uwzględnianych w obliczeniach (podobnie jak włączenie skał pomocniczych) pociąga za sobą wzrost rozproszenia wyników i tym samym zmniejszenie ich wiarygodności.

Próby regionalnego i petrograficznego pogrupowania eratyków (skał przewodnych, pomocniczych i pozostałych), analizy ich udziału w różnowiekowych osadach glacialnych oraz wyliczania różnych współczynników, mające służyć korelacji i rozróżnianiu różnowiekowych glin, dały znacznie gorsze i mniej czytelne rezultaty aniżeli analiza teoretycznych ośrodków gładzowych.

Analiza teoretycznych ośrodków gładzowych pozwala stosunkowo najłatwiej odróżnić osady glacialne zlodowaceń sanu 2 i odry/warty i to na zaskakująco dużym obszarze, rozciągającym się od wschodniej Wielkopolski aż po Lubelszczyznę i Podlasie. W tym celu można wykorzystać testowe TCG-W1, obliczane w oparciu o zredukowaną liczbę eratyków przewodnych (skały alandzkie, botnickie, bałtyckie, dalarnieńskie, smalandzkie i bornholmskie). Co prawda, dla Polski Środkowej wynik okazał się trochę słabszy, aniżeli pozyskany z wykorzystaniem wszystkich skał przewodnych, ale ta uproszczona wersja obliczeń pozwala zrezygnować z rozpoznawania części eratyków wskaźnikowych, mających niewielki wpływ na rezultat badań. Większa redukcja liczby eratyków wykorzystywanych do obliczania testowych TCG (TCG-W2 – TCG-W7) powoduje wzrost rozproszenia wyników. Częściowo może to wynikać z mniejszej w takich przypadkach całkowitej liczby eratyków w próbce i nieosiągnięciem wówczas minimalnej liczby 50 gładzików skał przewodnych.

Odróżnianie glin poszczególnych zlodowaceń kompleksu południowopolskiego (*sensu* Ber i in., 2007) przy użyciu teoretycznych ośrodków gładzowych zostało potwierdzone na

Dolnym Śląsku i w Polsce Środkowej (najskuteczniejszy okazał się i w tym przypadku wskaźnik TCG-W1). Ze względu jednak na zbyt małą liczbę stanowisk z glinami tego wieku, wyniki należy potraktować jako wstępne i wymagające weryfikacji w kolejnych stanowiskach o jednoznacznie ustalonej pozycji stratygraficznej.

Obiecujące wydają się również wyniki analiz porównawczych osadów odłożonych przez lądolody kompleksu środkowopolskiego. Zarówno w Polsce Środkowej, jak i na Podlasiu osady starszego lądolodu (krzna?) są znacznie bogatsze w skały dalarnańskie, co przesuwają ich teoretyczne ośrodki gładzowe na zachód w stosunku do TCG młodszego nasunięcia. Wiarygodne potwierdzenie powyższej obserwacji wymaga jednak znalezienia kolejnych stanowisk z glinami tego wieku dostępnymi do bezpośrednich badań.

Analiza teoretycznych ośrodków gładzowych jest znacznie mniej skuteczna w przypadku rozróżniania osadów glacialnych zlodowaceń odry/warty i wisty. Jedynie na Kujawach czytelne jest wyraźne wysunięcie TCG glin odry/warty na południowy zachód w stosunku do osadów ostatniego zlodowacenia. Różne metody obliczania teoretycznych ośrodków gładzowych prowadzą do podobnych rezultatów i różnią się jedynie stopniem rozproszenia wyników – różnicę pomiędzy glinami tego wieku najłatwiej odczytać w oparciu o TCG-W8.

Korelacja i rozróżnianie osadów kolejnych nasunięć glacialnych ostatniego zlodowacenia z zastosowaniem TCG okazały się dość wątpliwe bez względu na zastosowany wariant tego współczynnika. Gliny zlodowacenia wisty cechują się uśrednionym składem zespołów gładzowych, co wynika zapewne ze znaczącego wpływu inkorporacji osadów złożonych we wcześniejszych awansach lądolodu. Analogiczny proces uśredniania osadów glacialnych w rezultacie inkorporacji starszych osadów zaobserwowano w paleozoicznej formacji Dwyka w południowej Afryce, gdzie tylko dla najstarszego diamiktonu udało się w oparciu o zespół eratyków ustalić kierunek transportu glacialnego, młodsze zaś warstwy zawierały już przemieszany materiał, przyniesiony z różnych obszarów (Visser i in., 1986). Dodatkowy problem stanowi bardzo duże zróżnicowanie przestrzenne zespołów eratyków w glinach wisty, będące skutkiem lokalnej zmienności dynamiki lądolodu fennoskandzkiego i warunków termicznych w jego stopie. Oznacza to, że zespoły eratyków mogą w tym przypadku posłużyć głównie do interpretacji kierunków napływu mas lodowych i ich zmienności. Nieznaczne różnice pomiędzy różnowiekowymi glinami zlodowacenia wisty zaznaczają się nieco lepiej na Kujawach, ale i tu korelacja możliwa jest tylko w przypadku stanowisk położonych stosunkowo blisko siebie.

Analiza kartodiagramów (map kołowych) jest bardzo pomocna w określaniu warunków paleogeograficznych, w tym dróg napływu lodu na badany obszar. Korelacja osadów glacialnych w oparciu o interpretację tych map jest jednak bardzo trudna i obarczona wadą subiektywizmu – brak matematycznego lub geometrycznego wskaźnika, charakteryzującego cały zespół eratyków i nadającego się do porównywania wielu prób.

### *Rezultaty analizy statystycznej*

Brak uniwersalnych cech petrograficznych, które umożliwiałyby jednoznaczne identyfikowanie różnowiekowych osadów glacialnych we wszystkich przeanalizowanych regionach Polski. Analizy eratyków we frakcji >20 mm (udział poszczególnych typów lub grup skał przewodnich i innych, grupy regionalne eratyków przewodnich, współczynniki petrograficzne obliczane dla wszystkich skał północnych) znajdują zastosowanie głównie w skali jednego niezbyt wielkiego regionu, ale na ogół nie sprawdzają się w odniesieniu do całego kraju.

Jedyny udokumentowany przypadek pełnej zbieżności analiz w skali ponadregionalnej dotyczył osadów kompleksu południowopolskiego i środkowopolskiego w Polsce Środkowej oraz na Podlasiu i Lubelszczyźnie. W obydwu wymienionych regionach gliny zlodowacenia san 2 są bardzo bogate w skały południowszwedzkie, a stosunkowo ubogie w skały alandzkie i bałtyckie, co skutkuje również wysunięciem teoretycznych ośrodków gwałzowych na południowy zachód. Osady glacialne odry/warty cechują się odwrotnymi stosunkami ilościowymi pomiędzy eratykami z wymienionych regionów Fennoskandii i dna Bałtyku, a to determinuje północno-wschodnią lokalizację TCG dla glin tego wieku. W omawianych regionach zauważalna jest również różnica pomiędzy różnowiekowymi glinami w obrębie kompleksu środkowopolskiego. Polega ona na znacznie większym udziale skał dalarnieńskich w starszych glinach (krzna?) niż w glinach odry/warty.

Różnica pomiędzy osadami zlodowaceń odry/warty i wisły jest zmienna przestrzennie. Na Kujawach gliny środkowopolskie zawierają liczne eratyki południowszwedzkie (ze Smålandu i Blekinge), a stosunkowo niewiele skał przewodnich pochodzących z regionu Wysp Alandzkich i Zatoki Botnickiej. W osadach glacialnych zlodowacenia wisły proporcje zmieniają się na korzyść skał wywodzących się z północno-wschodniej części obszaru alimentacyjnego. Ta tendencja zanika jednak szybko wraz z przesuwaniem się na północ i na Pomorzu jest już zupełnie nieczytelna.

### *Eratyki wskaźnikowe w Polsce*

Wraz z przesuwaniem się na wschód zróżnicowanie eratyków przewodnich w osadach glacialnych Polski maleje. Stopniowo zanikają eratyki norweskie i zachodniowszwedzkie (spotykane sporadycznie niemal wyłącznie w zachodniej części kraju), maleje udział skał południowszwedzkich oraz bornholmskich, a za wschodnią granicą Polski zastępują je eratyki fińskie i karelskie.

Bardzo nieliczne okazały się w Polsce skały fińskie (oprócz alandzkich). Typowe wyborgity zdarzają się wyjątkowo rzadko (nawet w Polsce Wschodniej) i to właściwie jedynie w postaci dużych gwałzów. W mniejszych klastach, pobieranych z osadów glacialnych, nie udało się zidentyfikować ani jednego okazu tej skały, co przynajmniej po części wynika z grubokrystalicznej tekstury wyborgitów i ich podatności na rozpad podczas wietrzenia na



pojedyncze kryształy (niemożliwe do przypisania do konkretnej skały pierwotnej). Znikomy udział skał fińskich w osadach glacialnych Polski potwierdza oparte na analizie rys glacialnych i innych wskaźnikach geomorfologicznych wnioski o ruchu mas lodowych przez południową Finlandię w kierunku równoleżnikowym na wschód (Salonen, 1986, 1987, 1991; Rauhaniemi i in., 1999) i o odprowadzaniu skał fińskich daleko od polskiego terytorium.

Sporadyczną obecność skał zachodnioszwedzkich i norweskich w plejstocenijskich osadach Polski można wyjaśnić ich transportem w krach lodowych po powierzchni morza, które co najmniej od holsztynu rozwijało się w interglacjalach w południowej części niecki bałtyckiej. Wraz z innymi osadami ówczesnych mórz były one następnie inkorporowane przez transgredującą lądolód i transportowane na południe.

Przez wschodnią Polskę przebiega osiowa część strefy rozrzutu skał alandzkich, co podkreślone jest ich udziałem, sięgającym w niektórych stanowiskach nawet 50% oznaczonych eratyków przewodnich.

Utożsamianie występowania brunatnych porfirów bałtyckich z zasięgiem zlodowaceń środkowopolskich (odra, warta) nie znajduje potwierdzenia w systematycznych badaniach litostratygraficznych. Sugerowany dawniej brak tej skały poza zasięgiem warty (m.in. Milthers i Milthers, 1938; Milthers, 1939; Konieczny i Wdowiak, 1971), a w środkowej Polsce odry (Radomki – Różycki, 1967) wynikał zapewne z bardzo małego jej udziału w osadach kompleksu południowopolskiego – 0,5% i wyraźnego przyrostu znaczenia w osadach młodszych zlodowaceń – 1,2% w kompleksie środkowopolskim i aż 3,3% w północnopolskim. Przytoczony przyrost udziału mógł być spowodowany systematycznym odślanianiem i powiększaniem przez erozję glacialną wychodni tej skały, zlokalizowanej w niecce bałtyckiej na południe od Wysp Alandzkich.

Wykorzystywanie udziału dolomitów jako wskaźnika różnicującego poziomy morenowe jest nieuzasadnione, ponieważ ten typ skały, wbrew obiegowej opinii, bazującej na wyższej od kalcytu twardości, jest w warunkach naturalnych bardziej podatny na wietrzenie niż wapień i szybciej ulega wyeliminowaniu z osadów.

W większości modeli lądolodu fennoskandzkiego (np. Donner, 1989; Kleman i Stroeven, 1997) Dalarna miała znajdować się w najbliższym sąsiedztwie linii podziału lodu. Zgodnie z przyjmowanymi obecnie założeniami i obserwacjami współczesnych lądolodów, tempo ruchu lodu było tam jednak tak małe (Donner, 1989; Bennett i Glasser, 2009), że skały dalarneńskie powinny należeć do rzadkości w pobliżu strefy maksymalnego zasięgu zlodowaceń. Sprzeczna z powyższym założeniem liczna obecność skał dalarneńskich w różnowiekowych osadach glacialnych Polski (włącznie z południową częścią kraju) skłania do poszukiwania odmiennego rozkładu prędkości lodu w lądolodzie fennoskandzkim, aniżeli postulowany przez Donnera (1989) lub stwierdzony w lądolodzie antarktycznym (np. Rignot i in., 2011).

Wysoka zawartość skał z Dalarny i występowanie skał z Ångermanlandu w osadach glacialnych Polski dowodzą nieprawidłowości wszelkich modeli termodynamicznych lądolodu, zakładających trwałe utrzymywanie się w środkowej Szwecji zimnego reżimu termicznego stopy lądolodu. Ekstremalny przykład modelu sprzecznego z badaniami petrograficznymi stanowi koncepcja Forströma i in. (2003). Zasięg obszaru o zimnym reżimie podłoża lądolodu fennoskandzkiego musiał być znacznie mniejszy, aniżeli estymowany w większości opracowanych dotychczas modeli termodynamicznych lądolodów.

Obecność w osadach glacialnych Pomorza, Powiśla, Kujaw i Polski Środkowej skał ze Skanii i Bornholmu jest przesłanką świadczącą albo o istotnym udziale innych niż lód czynników transportu w dostarczaniu materiału skalnego na obszar Polski, albo o przynajmniej okresowym funkcjonowaniu nietypowego kierunku napływu lodu – odmiennego zarówno od modelu strumieniowego (Punkari, 1993, 1997), jak i od starszego modelu opisującego promieniste rozprzeczanie się lodu z centrum Skandynawii.

Łupki paleozoiczne pojawiają się tylko sporadycznie w przeanalizowanych przez autora osadach glacialnych. Wynika to z ich podatności na wietrzenie, ale też z występowania głównie w drobniejszej niż badana frakcji – Schulz (1996) przypisywał im frakcję głównie 1–10 mm.

Większość eratyków w osadach glacialnych jest stosunkowo mało zwietrzała, a jeżeli wietrzenie zaznacza się dość wyraźnie, to zazwyczaj na większości klastów, co wskazuje na raczej postdepozycyjny charakter tego procesu. W niektórych przypadkach dostrzegłem jednak bardzo duże różnice w stopniu zaawansowania procesów wietrzeniowych wśród eratyków identycznych pod względem litologicznym, a nawet natrafiłem na klasty reprezentujące skały teoretycznie odporne na wietrzenie, a jednak bardziej zwietrzałe od niektórych klastów skał bardziej podatnych na procesy wietrzeniowe. Świadczy to o inkorporacji przez transgredujący lądolód zwietrzliny preglacialnej lub interglacialnej już w Fennoskandii, bądź o wchłonięciu na drodze ku miejscu depozycji zwietrzałych osadów pozostawionych przez starsze nasunięcia lodowca. W większości przypadków te bardziej zwietrzałe ziarna uległy rozdrobnieniu podczas transportu glacialnego i nie wpłynęły na skład frakcji >20 mm, będącej przedmiotem moich badań.

Większość eratyków frakcji >20 mm, występujących w osadach glacialnych Polski, cechuje się dość wysokim stopniem obtoczenia, a to może świadczyć, że przynajmniej część swojej drogi musiały one pokonać transportowane w strefie bazalnej lądolodu. Pozostawanie w trakcji dennej musiało być krótkotrwałe – w przeciwnym wypadku gładziki uległyby dalszemu rozdrobnieniu. Na tym etapie została zapewne wyeliminowana z badanej frakcji większość skał bardziej podatnych na niszczenie, np. łupków paleozoicznych lub skał już wcześniej (przed pobraniem przez lód) zwietrzałych. Możliwe też, że część ziaren już w momencie pobierania przez lód cechowała się dobrym obtoczeniem, np. w efekcie

wcześniejszego transportu w środowisku rzeczonym lub dzięki obróbce w strefie brzegowej interglacjalnego morza.

### *Eratyki a model strumieniowy lądolodu*

Dla potrzeb badań petrograficznych osadów glacialnych konieczne jest odróżnianie strumieni lodowych (*sensu* Swithinbank, 1954; Bentley, 1987) i prądów (potoków) lodowych, które proponuję definiować jako indywidualne masy lodu, poruszające się w obrębie lądolodu z prędkością równą otoczeniu, a różniące się od niego co najwyżej składem materiału morenowego.

Nigdzie na terenie Polski nie udało się zidentyfikować typowej dla strumieniowego ruchu lodu strefy rozrzutu typu Boothia (*sensu* Dyke i Morris, 1988). Nie jest to zaskakujące ze względu na dużą odległość, jaka dzieli stanowiska badawcze od wychodni litego podłoża. Na szlaku hipotetycznych strumieni lodowych vistulianu podłoże zbudowane było z luźnych osadów starszych zlodowaceń, zawierających przemieszany materiał skalny z różnych obszarów Fennoskandii i dna Bałtyku. Jedynie w Polsce Zachodniej dystans ten był mniejszy, ale tam opisano strefy rozrzutu (Górska-Zabielska, 2008), które przypominają raczej typ Dubawnt Lake. Oznacza to, że badania eratyków nie dostarczyły żadnych dowodów potwierdzających funkcjonowanie lądowych strumieni lodowych na obszarze naszego kraju.

Intensywna erozja w podłożu strumieni lodowych prowadzi raczej do stabilizacji rozwiniętego już układu (dzięki przeformowaniu rzeźby podłoża), aniżeli do jego zmian. W kolejnych zlodowaceniach rzeźba sprzyja odtwarzaniu się poprzedniego układu strumieni lodowych, a to z kolei musiałoby doprowadzić do ukształtowania się w osadach glacialnych bardzo wyraźnych stref rozrzutu eratyków typu Boothia oraz Dubawnt Lake (*sensu* Dyke i Morris, 1988). W rzeczywistości wachlarze rozrzutu eratyków wywodzących się z różnych regionów Fennoskandii w znacznym stopniu pokrywają się. Dystrybucja eratyków w osadach glacialnych Polski winna być zatem traktowana jako wiarygodny argument przeciwko dłuższemu funkcjonowaniu strumieniowego modelu dynamiki lądolodu. Liczne występowanie w osadach glacialnych Polski eratyków pochodzących z południowej i środkowej Szwecji potwierdza tezę, że bałtycki strumień lodowy funkcjonował bardzo krótko i wykształcił się dopiero na etapie deglacjacji, kiedy jego potencjalna rola w depozycji osadów glacialnych i kształtowaniu ich składu petrograficznego była bardzo ograniczona, a obszar Polski był już zapewne wolny od lodu. Gdyby bałtycki strumień lodowy był aktywny we wcześniejszym etapie rozwoju lądolodu fennoskandzkiego, to musiałby odizolować terytorium Polski od napływu skał ze Szwecji.

Model Punkariego (1993, 1997) jest bardzo trudny do pogodzenia z wynikami badań petrograficznych osadów glacialnych na terenie Polski. Nawet jeśli główny strumień bałtycki i jego hipotetyczne „odgałęzienia” istniały, to asynchronicznie i niezależnie od siebie, gdyż położony w izostatycznym (głębszym niż współczesne) obniżeniu główny strumień musiałby

raczej drenować swoje otoczenie niż je zasilać. Oznacza to, że indywidualne strumienie lodowe Wisły i Odry są starsze i niekoniecznie równowiekowe – być może powiązane ze schyłkowym etapem rozwoju lądolodu w fazie poznańskiej. Przyjęcie tego założenia wyjaśniałoby dalszy zasięg lądolodu w lobie płockim w fazie poznańskiej niż w leszczyńskiej. Główny bałtycki strumień lodowy rozwinął się zapewne już u schyłku fazy poznańskiej (wskazują na to badania w Danii – Kjær i in., 2003) lub jeszcze później (np. w fazie gardnieńskiej), kiedy żadne odgałęzienie nie mogło już skierować się daleko na południe i w konsekwencji nie miał on żadnego wpływu na skład osadów glacialnych w Polsce. Mógł natomiast w znacznym stopniu wpływać na kształtowanie się składu petrograficznego glin w Danii czy w południowej Szwecji.

#### *Wybrane koncepcje glaciologiczne w świetle badań eratyków*

Przesunięcie ośrodka alimentacji lądolodu na wschód w trakcie rozwoju lądolodu (zgodnie z koncepcją Ehlersa – 1981, 1983; Ehlers i in., 1984) daje się zaobserwować w glinach kompleksu środkowopolskiego – pomiędzy krzną i odłą/wartą i to zarówno w Polsce Środkowej, jak i Wschodniej. Analogiczna migracja obszaru zasilania lądolodu w materiał skalny widoczna jest również w kompleksie południowopolskim na Dolnym Śląsku, gdzie teoretyczne ośrodki gławowe glin zlodowacenia san 2 zlokalizowane są na wschód od tych samych wskaźników obliczonych dla glin sanu 1. W glinach kompleksu północnopolskiego sytuacja jest zdecydowanie bardziej skomplikowana z uwagi na możliwy wpływ hipotetycznych paleostrumieni lodowych na kształtowanie się składu osadów glacialnych. Większość analiz zespołów eratyków z glin tego wieku została przeprowadzona na obszarze Pomorza Gdańskiego i Dolnego Powiśla, gdzie zmienność czasowa i przestrzenna dynamiki lądolodu wisły jest bardzo duża.

Teoria momentalnego (spontanicznego) zlodowacenia – *instantaneous glacierisation* (m.in. Ives i in., 1975; Andrews i Mahaffy, 1976) – jest sprzeczna z powszechnym występowaniem skał nordyckich na Niżu Środkowoeuropejskim. Przyjęcie tego mechanizmu dla lądolodu fennoskandzkiego (co sugeruje np. Ehlers, 2011) musiałoby doprowadzić do dominacji moren lokalnych w Polsce i w krajach ościennych.

Znacząca inkorporacja materiału skalnego z podłoża możliwa jest tylko w przypadku lądolodu przemieszczającego się w oparciu o ślizg denny oraz deformacje luźnego podłoża. Ślizg denny może przyjmować pulsacyjny charakter (ruch przywierająco-ślizgowy), związany z okresowym przywieraniem stopy lądolodu do podłoża i jej uwalnianiem się (Bahr i Rundle, 1996; Fischer i Clarke, 1997; Stokes i in. 2007). Ten typ ruchu wydaje się sprzyjać pobieraniu skał z podłoża (lokalne przymarzanie i następnie odrywanie przez lód fragmentów skał podłoża). Deformacje luźnego podłoża umożliwiają wielokrotną depozycję i ponowną inkorporację osadów w stopie lądolodu. Transport materiału morenowego odbywa się w tym przypadku najczęściej na stosunkowo krótkim odcinku. Im większy byłby zatem udział tego mechanizmu w ruchu lądolodu, tym mniejsza byłaby możliwość transportu skał

fennoskandzkich na teren Niżu Środkowoeuropejskiego. Doprowadziłoby to do wyraźnej dominacji skał lokalnych w osadach glacialnych Polski, czego jednak nie zaobserwowano. Należy zatem przyjąć, że rola deformacji luźnego podłoża w ruchu lądolodu była stosunkowo mała. Wewnętrzny ruch lodu (płynięcie deformacyjne) nie ma wpływu na pobór materiału skalnego, ale może decydować o długości i prędkości transportu materiału skalnego.

Na większości obszaru Polski erozja glacialna skał lokalnego podłoża jest zamaskowana inkorporacją głównie starszych osadów plejstoceniowych – w zasadzie nieodróżnialnych od materiału świeżo przyniesionego z Fennoskandii lub niecki bałtyckiej. Efekty erozji czytelne są tylko wtedy, jeśli na drodze lądolodu znalazły się zwięzłe skały preglacialnego podłoża.

Przeprowadzone badania umożliwiły realizację założonych celów. Wyjaśniłem szereg wątpliwości odnoszących się do metodyki badań, paleogeografii obszarów objętych zlodowaceniami plejstoceniowymi, sposobu rozwoju lądolodu i stratygrafii osadów glacialnych. Pozwoliło mi to przedstawić poniższe (najważniejsze) wnioski:

1. Zróżnicowanie petrograficzne różnowiekowych osadów glacialnych najwyraźniej zaznacza się w położeniu teoretycznych ośrodków gładzowych (TCG), obliczonych w oparciu o wszystkie typy krystalicznych skał przewodnich. Inne wskaźniki nie mają równie uniwersalnego charakteru.
2. Uproszczenie procedury badawczej, polegające na uwzględnieniu tylko części eratyków przewodnich (testowe TCG), wpływa negatywnie na czytelność i porównywalność wyników.
3. Osady glacialne i fluwioglacialne na obszarze Polski cechują się odmiennym składem petrograficznym, co wyklucza wykorzystanie w korelacji osadów glacialnych wyników badań przeprowadzonych w osadach o odmiennej genezie i litologii.
4. Nie ma uniwersalnych cech petrograficznych frakcji >20 mm (wskaźniki, udział różnych eratyków), które umożliwiłyby jednoznaczne identyfikowanie różnowiekowych osadów glacialnych we wszystkich przeanalizowanych regionach Polski.
5. Zasięg ponadregionalny (od wschodniej Wielkopolski przez Polskę Środkową, aż po Lubelszczyznę i Podlasie) ma jedynie odmienność składu glin zlodowaceń san 2 i odra/warta (pierwsze są bogate w skały południowszwedzkie, a ubogie w skały alandzkie i bałtyckie; drugie odwrotnie).
6. Utożsamianie występowania brunatnych porfirów bałtyckich z zasięgiem zlodowaceń środkowopolskich (odra, warta) nie znajduje potwierdzenia w systematycznych badaniach litostratygraficznych.

7. Wraz z przesuwaniem się na wschód na obszarze Polski maleje zróżnicowanie zespołów eratyków w osadach glacialnych – głównie spada udział skał południowo-szwedzkich i bornholmskich, a rośnie udział skał alandzkich.
8. Przez wschodnią Polskę przebiega osiowa część strefy (wachlarza) rozrzutu skał alandzkich.
9. Znikomy udział skał południowofińskich (z „kontynentalnej” części Finlandii) w osadach glacialnych Polski świadczy o ich wynoszeniu przez lądolód poza terytorium naszego kraju – najprawdopodobniej w kierunku wschodnim.
10. Dobra obróbka większości eratyków w glinach Polski wskazuje, że ich transport odbywał się głównie w strefie bazalnej lądolodu.
11. Liczne występowanie skał fennoskandzkich w osadach glacialnych Polski przemawia przeciwko znaczącemu udziałowi deformacji luźnego podłoża w ruchu lądolodu.
12. Skład osadów glacialnych w Polsce kształtował się pod wpływem radialnego rozptywania się lodu na zewnątrz czasy lądolodu fennoskandzkiego; brak dowodów istotnego wpływu strumieni lodowych na zespoły eratyków w glinach Polski.
13. Modele lądolodu fennoskandzkiego, zakładające długotrwałe utrzymywanie się zimnego reżimu termicznego w środkowej Szwecji są nie do zaakceptowania w świetle powszechnego i liczego występowania skał z Dalarny oraz dość częstej obecności eratyków z Ångermanlandu w osadach glacialnych Polski i krajów ościennych.
14. Rozkład prędkości lodu w lądolodzie fennoskandzkim musiał być inny niż we współczesnym lądolodzie antarktycznym (w centrum lądolodu znacznie szybszy od obecnie przyjmowanych kilku metrów na rok, co wykluczałoby daleki transport wywodzących się z tego obszaru skał).
15. Strumienie lodowe w lądolodzie fennoskandzkim rozwijały się asynchronicznie i tylko na etapie deglacjacji, co pozwoliło zachować ich ślady geomorfologiczne bez pozostawiania petrograficznych świadectw ruchu strumieniowego.
16. Dla potrzeb badań petrograficznych osadów glacialnych konieczne jest odróżnianie strumieni lodowych i prądów (potoków) lodowych, definiowanych jako indywidualne masy lodu, poruszające się w obrębie lądolodu z prędkością nieodbiegającą znacząco od otoczenia.

**c) literatura cytowana w czwartym punkcie autoreferatu:**

Andrews J.T., Mahaffy M.A.W., 1976, *Growth rate of the Laurentide Ice Sheet and sea level lowering (with emphasis on the 115,000 BP sea level low)*, *Quaternary Research*, 6, 167–183.

- Astapova S.D., 1993, *Litologo-paleogeografičeskoje rajonirovanije lednikovyh otłożenij Bielarusi*, Dokłady AN Białarusi, 37, 4, 105–108.
- Bahr D.B., Rundle J.B., 1996, *Stick-slip statistical mechanics at the bed of a glacier*, Geophysical Research Letters, 23, 2073–2076.
- Balwierz Z., Goździk J., Marciniak B., 2006, *Palinologiczne i diatomologiczne badania osadów interglacjału mazowieckiego z odsłonięcia w kopalni Bełchatów*, Przegląd Geologiczny, 54, 1, 61–67.
- Balwierz Z., Goździk J., Marciniak B., 2008, *Geneza masy jeziornej i warunki środowiskowe akumulacji limniczno-bagiennnej w interglacjale mazowieckim w rowie Kleszczowa (Środkowa Polska)*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 428, 3–22.
- Bennett M.R., Glasser N.L., 2009, *Glacial geology. Ice Sheets and Landforms*, Wiley-Blackwell, 385 s.
- Bentley C.R., 1987, *Antarctic ice streams, a review*, Journal of Geophysical Research, 92, 8843–8858.
- Ber A., Lindner L., Marks L., 2007, *Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski*, Przegląd Geologiczny, 55, 2, 115–118.
- Bluszcz A., 2000, *Datowanie luminescencyjne osadów czwartorzędowych – teoria, ograniczenia, problemy interpretacyjne*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Matematyka – Fizyka, 86, (Geochronometria, 17), Gliwice, 1–104.
- Czubla P., 2001, *Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski Środkowej i ich znaczenie stratygraficzne*, Acta Geographica Lodziensia, 80, 1–174.
- Donner J., 1989, *Transport distances of Finnish crystalline erratics during the Weichselian glaciations*, [w:] M. Perttunen (red.), *Transport of glacial drift in Finland*, Geological Survey of Finland Special Paper, 7, 7–13.
- Dudziak J., 1970, *Studia nad kierunkami transgresji lądolodu plejstoceńskiego*, Prace Geologiczne Komitetu Nauk Geologicznych PAN w Krakowie, 66, 7–92.
- Dyke A.S., Morris T.F., 1988, *Drumlin fields, dispersal trains, and ice streams in Arctic Canada*, Canadian Geographer, 32, 86–90.
- Ehlers J., 1981, *Problems of the Saalian Stratigraphy in the Hamburg area*, Mededelingen Rijks Geologische Dienst, 34, 5, 26–29.
- Ehlers J., 1983, *Different till types in North Germany and their origin*, [w:] E.B. Evenson, Ch. Schluchter, J. Rabassa (red.), *Tills and related deposits*, A.A. Balkema, Rotterdam, 61–80.
- Ehlers J., 2011, *Das Eiszeitalter*, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), Heidelberg, 363 s.
- Ehlers J., Meyer K.-D., Stephan H.-J., 1984, *The pre-Weichselian glaciations of North-West Europe*, Quaternary Science Reviews, 3, 1–40.
- Fischer U.H., Clarke G.K.C., 1997, *Stick-slip sliding behavior at the base of a glacier*, Annals of Glaciology, 24, 390–396.
- Forström P.-L., Sallasmaa O., Greve R., Zwinger T., 2003, *Simulation of fast-flow features of the Fennoscandian ice sheet during the Last Glacial Maximum*, Annals of Glaciology, 37, 383–389.
- Fuchs M., Owen L.A., 2008, *Luminescence dating of glacial and associated sediments: review, recommendations and future directions*, Boreas, 37, 636–659.
- Gałązka D., 2004, *Zastosowanie makroskopowych badań eratyków do określenia stratygrafii glin lodowcowych środkowej i północnej Polski* (maszynopis niepublikowanej rozprawy doktorskiej), Archiwum Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, 255 s.

- Górska M., 2000, *Wybrane właściwości petrograficzne vistuliańskich moren dennych środkowej i zachodniej Wielkopolski oraz ich znaczenia dla oceny dynamiki ostatniego lądolodu*, Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, 26, 145 s.
- Górska-Zabielska M., 2008, *Fennoskandzkie obszary alimentacyjne osadów akumulacji glacialnej i glacyjfluwialnej lobu Odry*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, Geografia, 78, 330 s.
- Hoffmann K., Meyer K.-D., 1997, *Leitgeschiebezählungen von elster- und saalezeitlichen Ablagerungen aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und dem östlichen Niedersachsen*, Leipziger Geowissenschaften, 5, 115–128.
- Hoffmann K., Meyer K.-D., 1999, *Indicator stone counts on Elsterian and Saalian sediments from eastern Germany*, Geological Quarterly, 43, 2, 233–240.
- Houmark-Nielsen M., 1983, *The compositional features of Danish glacial deposits*, [w:] J. Ehlers (red.), *Glacial Deposits in Northwest Europe*, A.A. Balkema, Rotterdam, 199–202.
- Houmark-Nielsen M., 1987, *Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark*, Bulletin of the Geological Society of Denmark 36, 1–189.
- Ives J.D., Andrews J.T., Barry R.G., 1975, *Growth and Decay of the Laurentide Ice Sheet and Comparisons with Fenno-Scandinavia*, Naturwissenschaften, 62, 118–125.
- Kenig K., 1998, *Petrograficzne podstawy litostratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 380, 1–99.
- Kenig K., 2009, *Litologia glin morenowych na Niziu Polskim – podstawowe metody badawcze*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 437, 1–58.
- Kjær K.H., Houmark-Nielsen M., Richardt N., 2003, *Ice-flow patterns and dispersal of erratics at the southwestern margin of the last Scandinavian Ice Sheet: signature of palaeo-ice streams*, Boreas, 32, 130–148.
- Kleman J., Stroeven A.P., 1997, *Preglacial surface remnants and Quaternary glacial regimes in northwestern Sweden*, Geomorphology, 19, 35–54.
- Konieczny S., Wdowiak J., 1971, *Głazy narzutowe w morenach zlodowacenia środkowopolskiego Kotliny Kłodzkiej*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, 24 (Seria A Geogr. Fiz.), 67–75.
- Krzyszowski D., 1992, *Czwartorzęd rowu Kleszczowa: litostratygrafia i tektonika. Zarys problematyki na podstawie obserwacji w odkrywcze KWB „Bełchatów”*, Acta Universitatis Wratislaviensis, 1252, „Studia Geograficzne”, 54, 1-158.
- Krzyszowski D., 1995, *An outline of the Pleistocene stratigraphy of the Kleszczów Graben, Bełchatów outcrop, Central Poland*, Quaternary Science Reviews, 14, 61–83.
- Lamparski Z., 1992, *Metody litologiczne*, [w:] L. Lindner (red.), *Czwartorzęd. Osady, metody badań, stratygrafia*, Wydawnictwo PAE, Warszawa, 276–293.
- Lindner L., Marks L., 2012, *O podziale klimatostratygraficznym kompleksu środkowopolskiego w plejstocenie Polski*, Przegląd Geologiczny, 60, 1, 36–45.
- Lisicki S., 2003, *Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły*, Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 177, 1–105.
- Lüttig G., 1958, *Methodische Fragen der Geschiebeforschung*, Geologisches Jahrbuch, 75, 361–418.
- Marcussen I., 1978, *Über die Verwendbarkeit von Geschieben in Grundmoränen als Hilfsmittel der Stratigraphie*, Der Geschiebesammler, 12, 2/3, 13–20.



- Milthers V., 1939, *Beiträge skandinavischer Leitgeschiebe für die Bestimmung der Vereisungsgrenzen*, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 91, 261–272.
- Milthers V., Milthers K., 1938, *Die Verteilung einiger wichtiger skandinavischer Leitgeschiebe in einem Teile Polens*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 5, 1–26.
- Munyikwa T., 2014, *Luminescence Chronology*, [w:] N.-A. Morner (red.), *Geochronology: Methods and Case Studies*, 31–71.
- Pawłowska K., Greenfield H., Czubla P., 2014, *'Steppe' mammoth (Mammuthus trogontherii) remains in their geological and cultural context from Bełchatów (Poland): A consideration of human exploitation in the Middle Pleistocene*, Quaternary International, 326–327, 448–468.
- Piotrowski J.A., Mickelson D.M., Tulaczyk S., Krzyszkowski D., Junge F.W., 2001, *Were deforming subglacial beds beneath past ice sheets really widespread?*, Quaternary International, 86, 139–150.
- Piotrowski J.A., Larsen N.K., Junge F.W., 2004, *Reflections on soft subglacial beds as a mosaic of deforming and stable spots*, Quaternary Science Reviews, 23, 993–1000.
- Punkari M., 1993, *Modelling of the dynamics of the Scandinavian ice sheet using remote sensing and GIS methods*, [w:] J.S. Aber (red.), *Glaciotectonics and Mapping Glacial Deposits, Proceedings of the INQUA Commission on Formation and Properties of Glacial Deposits*, Regina, Canadian Plains Research Center, 232–250.
- Punkari M., 1997, *Glacial and glaciofluvial deposits in the interlobate areas of the Scandinavian ice sheet*, Quaternary Science Reviews, 16, 7, 741–753.
- Rauhaniemi T., Huhta P., Salonen V.-P., 1999, *Map of glacial flow indicators in Finland*, Geological Survey of Finland Special Paper, 27, 55–59.
- Rignot E., Mouginot J., Scheuchl B., 2011, *Ice Flow of the Antarctic Ice Sheet*, Science, 333, 1427–1430.
- Rożycki S.Z., 1967, *Plejstocen Polski Środkowej*, PWN, Warszawa, 251 s.
- Salonen V.-P., 1986, *Glacial transport distance distributions of surface boulders in Finland*, Geological Survey of Finland Bulletin, 338, 1–57.
- Salonen V.-P., 1987, *Observations on boulders transport in Finland*, Geological Survey of Finland Special Paper, 3, 103–110.
- Salonen V.-P., 1991, *Glacial dispersal of Jotnian sandstone fragments in southwestern Finland*, Geological Survey of Finland Special Paper, 12, 127–130.
- Schuddebeurs A.P., 1980/1981, *Die Geschiebe im Pleistozän der Niederlande*, Der Geschiebesammler, 13, 163–178; 14, 33–40, 91–118, 147–198; 15, 73–90, 137–157, 181–187.
- Schulz W., 1996, *Zur Bedeutung der Korngröße bei Geschiebezählungen*, Der Geschiebesammler 29, 3, 91–102.
- Smed P., 1993, *Indicator studies: a critical review and a new data-presentation method*, Bulletin of the Geological Society of Denmark, 40, 3–4, 332–344.
- Stokes C.R., Clark C.D., Lian O.B., Tulaczyk S., 2007, *Ice stream sticky spots: A review of their identification and influence beneath contemporary and palaeo-ice streams*, Earth-Science Reviews, 81, 217–249.
- Swithinbank C.W.M., 1954, *Ice streams*, Polar Record, 7, 48, 185–186.

- Vinx R., Grube A., Grube F., 1997, *Vergleichende Lithologie, Geschiebeführung und Geochemie eines Prä-Elster-I-Tills von Lieth bei Elmshorn*, Leipziger Geowissenschaften, 5, 83–103.
- Višek J., Nývlt D., 2006, *Leitgeschiebestatistische Untersuchungen im Kontinentalvereisungsgebiet Nordböhmens*, Archiv für Geschiebekunde, 5, 1–5 [Festband Gerd Lüttig], 229–236.
- Visser J.N.J., Hall K.J., Loock J.C., 1986, *The application of stone counts in the glacial Permo-Carboniferous Dwyka Formation, South Africa*, Sedimentary Geology, 46, 3–4, 197–212.
- Woźniak P.P., Czubla P., 2014a, *Nowe spojrzenie na gliny lodowcowe w Gdyni Orłowie*, [w:] R. Sokołowski (red.), *Ewolucja środowisk sedymentacyjnych regionu Pobrzeża Kaszubskiego*, Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 115–122.
- Woźniak P.P., Czubla P., 2014b, *Złożona sekwencja glacialna osadów górnego vistulianu w stanowisku Gdynia Babie Doły*, [w:] R. Sokołowski (red.), *Ewolucja środowisk sedymentacyjnych regionu Pobrzeża Kaszubskiego*, Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 93–102.
- Woźniak P.P., Czubla P., (w druku), *The Late Weichselian glacial record in northern Poland – towards a wider perspective: a new look at debris transport routes by the FIS*, Quaternary International (15 stron); <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.01.014>.

## **5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych**

### **a) osiągnięcia naukowo-badawcze**

Badania eratyków w osadach glacialnych i możliwości ich wykorzystania w geologii czwartorzędu stanowią wiodący, ale nie jedyny temat moich zainteresowań naukowych. Już podczas studiów brałem aktywny udział w pracach Koła Naukowego Młodych Geologów i przez dwa lata pełniłem funkcję przewodniczącego tej organizacji. Uczestniczyłem w wielu wyjazdach poznawczych, w trakcie których zapoznałem się m.in. ze stratotypowymi profilami stratygraficznymi w Niecce Barrandienu, budową geologiczną i złożami Alp Wschodnich, Gór Bihorskich oraz strukturami geologicznymi zachodniego wybrzeża Azji Mniejszej.

Moje zainteresowania w czasie studiów skoncentrowały się na geologii strukturalnej. Tej tematyce poświęciłem pracę magisterską: „Tektonika elewacji radomszczańskiej na podstawie metod mezostukturalnych”. Uzyskane wówczas wyniki badawcze były na tyle interesujące, że – zdopingowany przez promotora prof. Wojciecha Jaroszewskiego – przygotowałem na ich podstawie swój pierwszy artykuł naukowy (Czubla, 1988).

Wraz z podjęciem pracy w Zakładzie Geologii Uniwersytetu Łódzkiego przestawiłem się na analizy osadów czwartorzędowych, ale przy utrzymaniu dotychczasowego nurtu badawczego. Już od 1991 roku prowadziłem systematyczne badania terenowe w odkrywcze KWB „Bełchatów”. Ich celem była dokumentacja i analiza wszelkich struktur deformacyjnych występujących w odkrywcze oraz ich powiązanie z dynamiką podłoża. Zająłem się również przygotowaniem materiału dokumentacyjnego do planowanego przez ówczesnego kierownika Zakładu Geologii, a jednocześnie mojego opiekuna naukowego, dr hab.

Krzysztofa Brodzikowskiego, atlasu struktur deformacyjnych. Przeanalizowałem rozmieszczenie różnych typów deformacji w osadach obydwu pięter strukturalnych rowu tektonicznego Kleszczowa. Wykazałem poligeniczny charakter większości struktur deformacyjnych występujących w osadach górnego piętra strukturalnego i przedstawiłem dowody przemawiające za utrzymaniem się do dziś aktywności tektonicznej wypełnienia rowu (Czubla, 1992, 1994, 1995). Podjąłem również współpracę z mgr. Markiem Załobą (Katedra Badań Czwartorzędu UŁ) i rozszerzyłem obszar badań tektonicznych osadów czwartorzędowych o stanowiska w Siedlątkowie nad Wartą oraz kopalnię odkrywkową w rejonie Turku. Udowodniliśmy związek struktur glacictektonicznych w dolinie środkowej Warty z procesami neotektonicznymi w podłożu i określiliśmy ich wiek jako późnowarciański (Czubla i Załoba, 1994; Załoba i Czubla 1994, 1995). Cykl badań struktur deformacyjnych przerwała ciężka choroba i następnie śmierć na jesieni 1994 roku mojego opiekuna naukowego, a kilka lat później również Marka Załoby.

Wyniki badań tektoniczno-sedymentologicznych w osadach plejstocenu zaprezentowałem m.in. na konferencji INQUA „Cold Warta Stage”, która odbyła się w październiku 1994 roku w Łodzi. W trakcie konferencji poznałem wielu wybitnych geologów czwartorzędu, a wśród nich dr. Klaus-Dietera Meyera, który wywarł decydujący wpływ na mój dalszy rozwój naukowy. W ciągu kilku dni zdołał przekonać mnie do zainteresowania się badaniami zespołów eratyków i możliwości ich wykorzystania w stratygrafii czwartorzędu Polski. Terenowe i kameralne dyskusje z prof. Jürgenem Ehlersem, prof. Stefanem Kozarskim i innymi badaczami utwierdziły mnie w przekonaniu o celowości prowadzenia takich prac badawczych w Polsce Środkowej. Gorącą orędowniczką badań petrograficznych frakcji kamienistej w glinach była również organizatorka konferencji prof. dr hab. Halina Klatkowa. Pod jej kierunkiem rozpocząłem zbieranie i opracowywanie prób materiału skandynawskiego z utworów morenowych Polski Środkowej pod kątem planowanej rozprawy doktorskiej poświęconej stratygrafii utworów czwartorzędowych na podstawie analizy eratyków fennoskandzkich. Rozprawę doktorską ukończyłem w 1999 roku (już po śmierci prof. Klatkowej), a dwa lata później opublikowałem jako monografię na łamach Acta Geographica Lodziensia (Czubla, 2001). Wykazałem w niej możliwość korelacji stratygraficznej poszczególnych poziomów morenowych zlodowaceń południowopolskich i środkowopolskich w centralnej Polsce na podstawie zawartych w nich zespołów eratyków oraz rozstrzygnąłem szereg problemów metodycznych – między innymi zakwestionowałem wykorzystywanie wskaźników bazujących na zawartości krzemieni oraz dolomitów. Monografia została wyróżniona (w oparciu o opinie obydwu recenzentów) nagrodą Rektora Uniwersytetu Łódzkiego.

W trakcie badań prowadzonych w odkrywce KWB „Bełchatów” odkryłem duże nagromadzenie kości plejstocenijskich kręgowców. Znaleździłem je potraktowałem jako bardzo interesujący, ale uboczny problem badawczy. Wśród wydobytych kości zidentyfikowałem szczątki należące do kilku osobników słonia stepowego (*Mammuthus trogontherii*) i jelenia

(*Cervus* sp.). Nie odważyłem się jednak na samodzielne opracowanie materiału do druku w specjalistycznym czasopiśmie i niestety dopiero po wielu latach nawiązałem w tym celu współpracę z dr. Kamillą Pawłowską z UAM i dr. Haskelem Greenfieldem z University of Manitoba. Badany materiał został wzbogacony o udostępniony przez dr. Jana Goździka, dodatkowy okaz (żebro mamuta) z odkrywki bełchatowskiej, na którym rozpoznałem bardzo stare ślady cięcia. Szczegółowe badania tafonomiczne przeprowadzone przez dr. H. Greenfielda potwierdziły moją wstępną diagnozę i wykazały, że są to niewątpliwe ślady działania człowieka – głębokie rysy na kości powstałe podczas odcinania fragmentów mięsa ostrym, być może krzemienym, narzędziem. W świetle nowych badań osadów w rowie Kleszczowa (Balwierz i in., 2006, 2008) i reinterpretacji ich stratygrafii, są to najprawdopodobniej najstarsze dowody obecności ludzi w Polsce Środkowej (Pawłowska i in., 2014).

W 1998 roku, po objęciu przez prof. dr. hab. Juliana Sokołowskiego kierownictwa Zakładu Geologii i powołanej rok później Katedry Geologii, Geosynoptyki i Zrównoważonego Rozwoju, zostałem włączony w skład zespołu opracowującego Atlas geotermalny Łodzi (nie został opublikowany). Zaangażowałem się również w przygotowanie i prowadzenie konferencji „Rola odnawialnych źródeł energii w strategii zrównoważonego rozwoju kraju”. Po rezygnacji prof. J. Sokołowskiego z pracy w Uniwersytecie Łódzkim zarzuciłem ten kierunek działań.

Po ukończeniu rozprawy doktorskiej kontynuowałem badania eratyków fennoskandzkich w osadach glacialnych. W 2002 i 2003 roku uczestniczyłem w wyjazdach do Skandynawii (zorganizowanych przez Katedrę Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu UG), których celem było zgromadzenie kolekcji referencyjnych skał przewodnich. Wyjazdy te zapoczątkowały moją wieloletnią współpracę z dr. Piotrem Pawłem Woźniakiem, która zaowocowała szeroko zakrojonymi badaniami osadów glacialnych na Dolnym Powiślu i Pomorzu. Przeprowadzone wspólnie badania i analizy pozwoliły na określenie kierunków napływu mas lodowych na obszar Pomorza i Kaszub oraz wykazanie ich zmienności czasowej i przestrzennej. Analizy petrograficzne dowiodły dwudzielności jednorodnych makroskopowo poziomów morenowych w wielu stanowiskach. Część badań prowadzona była w ramach wspólnego projektu badawczego (N N306 766940 – „Zapis procesów geologicznych w pionowym i poziomym zróżnicowaniu glin morenowych stadiału głównego zlodowacenia wistły (transekt południkowy, wschodnie Pomorze)”), kierowanego przez dr. P. P. Woźniaka. Powstałe w efekcie tej współpracy artykuły, rozdziały monograficzne i doniesienia konferencyjne zostały wymienione w załączniku 4.

Dzięki doświadczeniu w makroskopowym oznaczaniu skał fennoskandzkich, zdobytemu podczas przygotowania rozprawy doktorskiej oraz w trakcie późniejszych badań, rozpocząłem współpracę naukową z archeologami z Instytutu Archeologii i Etnologii PAN, Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi oraz Instytutu Archeologii

Uniwersytetu Łódzkiego, dla których wykonałem liczne analizy minerałów i skał użytych do wykonania narzędzi o bardzo różnym zastosowaniu. Wśród opisywanych artefaktów były m.in. kamienie żarnowe, rozcieracze, gładziki, osełki, siekierki oraz biżuteria. Część wyników badań została opublikowana w monografiach dokumentujących poszczególne stanowiska archeologiczne (spis w załączniku 4). Zaangażowałem się również w badania średniowiecznego grodziska i sąsiedniej osady w Tumie koło Łęczycy. W oparciu o badania eratyków wykazałem, że zlokalizowany w obrębie pradoliny warszawsko-berlińskiej ostaniec osadów glacialnych (na którym wzniesiono grodzisko) zbudowany jest z glin południowopolskich, a nie, jak można byłoby przypuszczać, z osadów ostatniego na tym obszarze zlodowacenia środkowopolskiego (Czubla i Forysiak, 2013, 2014). Kolejne wyniki badań w tym stanowisku czekają na opracowanie.

Szczególnie interesujące okazały się analizy średniowiecznych kamiennych kul armatnich, które przeprowadziłem w ramach współpracy z dr. Piotrem Strzyżem z Ośrodka Badań nad Dawnymi Technologiami Instytutu Archeologii i Etnologii PAN. Wskazałem Gotlandię jako możliwe źródło zaopatrzenia zamku w Pucku w gotowe kule armatnie. Wykazałem, że wbrew ogólnemu przekonaniu archeologów i historyków, wytwórcy kul armatnich na obszarze dzisiejszej Polski Północnej pieczołowicie dobierali możliwie najlepszy dostępny materiał skalny, umożliwiając uzyskanie pożądanego kształtu i gwarantując optymalne właściwości balistyczne pocisków. Preferowano drobno- i średniokrystaliczne granitoidy, znacznie rzadziej wykorzystywano granitognejsy i inne skały o kierunkowej teksturze. Ze skał osadowych wykonywano głównie pociski małego kalibru, w tym przeznaczone dla artylerii okrętowej. Obszar Niżu Środkowoeuropejskiego okazał się doskonałym pod tym względem polem badawczym, ponieważ oferował bardzo szeroki wybór różnych skał i nie ograniczał możliwości pozyskania surowca do nielicznych typów budujących lokalne podłoże (Czubla, 2011; Czubla i Strzyż, 2013, 2014).

Od połowy lat dziewięćdziesiątych jestem związany działalnością naukową z Katedrą Badań Czwartorzędu UŁ, przekształconą niedawno w Katedrę Geomorfologii i Paleogeografii. Systematyczna współpraca na polu badań czwartorzędu zaowocowała wspólnymi projektami badawczymi oraz licznymi publikacjami i doniesieniami konferencyjnymi (załącznik nr 4). W oparciu m.in. o badania eratyków udało nam się udowodnić alogeniczny charakter glinistego diamiktonu, przykrywającego osady eemskie w Besiekierzu (Czubla i in., 2013). Istotnym wątkiem prowadzonych wspólnie badań była analiza stratygraficzna osadów czwartorzędowych w basenie uniejowskim, wykonana częściowo w ramach projektu MNiSW N N306 284033: „Geneza, wiek oraz warunki sedymentacji osadów w zastoisku koźmińskim (Kotlina Kolska, środkowa Polska)”, kierowanego przez dr (obecnie dr hab.) Joannę Peterę-Zganiacz (m.in. Czubla i in., 2010, 2013). Do ciekawych wniosków na temat poligenicznego charakteru form rzeźby na południe od Łodzi doprowadziły badania petrograficzne prowadzone w ramach grantu MNiSW N N306 721140: „Morfogeneza obszaru pomiędzy Radomskiem, Przedborzem i Piotrkowem Trybunalskim jako świadectwo uwarunkowań,

przebiegu i roli najmłodszych zdarzeń glacialnych pogranicza Niżu i Wyżyn środkowej Polski”, kierowanego przez dr Lucynę Wachecką-Kotkowską (np. Wachecka-Kotkowska i in., 2012).

W 2009 roku rozpocząłem współpracę z dr. hab. Sławomirem Terpiłowskim i mgr (obecnie dr) Anną Godlewską z Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi (obecnie Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej) UMCS. Przeprowadziliśmy wspólnie sondażowe badania osadów glacialnych na Podlasiu. Wykazaliśmy wyraźną odrębność petrograficzną różnowiekowych glin lodowcowych leżących w superpozycji, co pozwoliło wstępnie założyć, że analizy eratyków mogą być przydatne do korelacji stratygraficznej osadów glacialnych w Polsce Wschodniej. Badania zostały znacznie rozszerzone dzięki środkom z projektu MNiSW N N306 198739: „Klimatyczne cykle środkowego plejstocenu w zapisie sukcesji osadowej w rejonie Łukowa (Polska E)”, którego inicjatorem i kierownikiem był dr hab. Sławomir Terpiłowski. Na podstawie prowadzonych równoległe datowań bezwzględnych, analiz sedymentologicznych, palinologicznych i makroszczątków roślinnych oraz badań zespołów eratyków wskaźnikowych udowodniliśmy mazowiecki wiek osadów rzecznych w stanowisku Kolonia Domaszewska. Jest to pierwsze przeanalizowane sedymentologicznie stanowisko osadów rzecznych tego wieku nie tylko w Polsce, ale w całej Europie Środkowej (Terpiłowski i in., 2014). W oparciu o stanowiska mające jednoznacznie określoną pozycję stratygraficzną potwierdziliśmy możliwości wykorzystania analizy eratyków wskaźnikowych jako skutecznej metody rozróżniania i korelacji osadów glacialnych we wschodniej Polsce (Czubla i in., 2013).

### ***b) podsumowanie mojej aktywności naukowej***

Jestem autorem lub współautorem:

- 23 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych (w tym 3 przed uzyskaniem stopnia doktora), 4 z nich opublikowane zostały w czasopismach z listy A i 1 w czasopiśmie z listy C MNiSW (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora)
- dwóch monografii poświęconych badaniom eratyków w osadach czwartorzędowych
- 6 rozdziałów w monografiach
- mapy w Atlasie Łodzi
- 44 (w tym 7 przed uzyskaniem stopnia doktora) doniesień konferencyjnych, w tej liczbie mieści się 14 abstraktów wystąpień przygotowanych na konferencje zagraniczne i międzynarodowe odbywające się w kraju
- 9 wystąpień konferencyjnych (referatów, posterów lub stanowisk terenowych) bez publikowanych streszczeń

Byłem wykonawcą w czterech projektach finansowanych przez MNiSW, spośród których dwa prowadzone były w Uniwersytecie Łódzkim oraz po jednym w Uniwersytecie Gdańskim i UMCS w Lublinie:

- N N306 766940 – „Zapis procesów geologicznych w pionowym i poziomym zróżnicowaniu glin morenowych stadiu głównego zlodowacenia wisły (transekt południkowy, wschodnie Pomorze)”, kierowanym przez dr. Piotra Pawła Woźniaka,
- N N306 284033: „Geneza, wiek oraz warunki sedymentacji osadów w zastoisku koźmińskim (Kotlina Kolska, środkowa Polska)”, kierowanym przez dr (obecnie dr hab.) Joannę Peterę-Zganiacz,
- N N306 198739: „Klimatyczne cykle środkowego plejstocenu w zapisie sukcesji osadowej w rejonie Łukowa (Polska E)”, kierowanym przez dr. hab. Sławomira Terpiłowskiego.
- N N306 721140: „Morfogeneza obszaru pomiędzy Radomskiem, Przedborzem i Piotrkowem Trybunalskim jako świadectwo uwarunkowań, przebiegu i roli najmłodszych zdarzeń glacialnych pogranicza Niżu i Wyżyn środkowej Polski”, kierowanym przez dr Lucynę Wachecką-Kotkowską,

Byłem również kierownikiem lub wykonawcą w pięciu grantach uniwersyteckich. Recenzowałem 12 opracowań naukowych przygotowywanych do publikacji (artykuły, monografia, rozdziały monografii).

Otrzymałem dwie nagrody indywidualne za osiągnięcia naukowe: nagrodę Rektora Uniwersytetu Łódzkiego (II stopnia) w 2004 r. i nagrodę Dziekana Wydziału Nauk Geograficznych w 2015 r.

### **c) literatura cytowana w 5 punkcie autoreferatu:**

- Balwierz Z., Goździk J., Marciniak B., 2006, *Palinologiczne i diatomologiczne badania osadów interglacjału mazowieckiego z odsłonięcia w kopalni Bełchatów*, Przegląd Geologiczny, 54, 1, 61–67.
- Balwierz Z., Goździk J., Marciniak B., 2008, *Geneza misy jeziornej i warunki środowiskowe akumulacji limniczno-bagiennej w interglacjale mazowieckim w rowie Kleszczowa (środkowa Polska)*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 428, 3–22.
- Czubla P., 1988, *Tektonika elewacji radomszczańskiej na podstawie metod mezostrukturalnych*. Przegląd Geologiczny, 36, 10, 560-566.
- Czubla P., 1992, *Deformacje osadów warciańskich w odkrywcę KWB „Bełchatów”*. Przew. Konf. Geomorf. „Osady i formy glacifluwialne z okresu warciańskiego w północno-wschodniej części Wyżyny Łódzkiej” Łódź: 5-6.
- Czubla P., 1994, *„Bełchatów” outcrop. Examples of the endogenically controlled deformation structures within the Warta Stage deposits*. INQUA SEQS Symposium „The Cold Warta Stage”, Excursion Guide Book, Łódź: 41-44.

- Czubla P., 1995, *Preliminary report on structural studies of the upper unit deposits at the Bełchatów opencast mine*. Acta Geographica Lodziensia, 68, 73-94.
- Czubla P., 2001, *Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski Środkowej i ich znaczenie stratygraficzne*, Acta Geographica Lodziensia, 80, 1–174.
- Czubla P., 2011, *Analiza materiału i stopnia obróbki kul armatnich z: Bolesławca, Chojnic i Szestna (VIII Aneks) [w:] P. Strzyż, Średniowieczna broń palna w Polsce. Studium archeologiczne*. Wydawnictwo Instytutu Archeologii i Etnologii PAN Warszawa, 209-211, Łódź.
- Czubla P., Forsyś J., 2013, *Na czym stoi grodzisko w Tumie koło Łęczycy? – rezultaty badań petrograficznych na tle stratygrafii regionu [w:] XX Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski „Plejstocen przedpola Sudetów Środkowych”, Lasocin 2 – 6 września 2013, 41-45, PIG-PIB Warszawa*.
- Czubla P., Forsyś J., 2014, *Petrograficzno-litologiczna charakterystyka utworów gliniastych podłoża grodziska w Tumie [w:] P. Kittel, K. Ludwisiak, J. Twardy, I. Nowak (red.) VIII Sympozjum Archeologii Środowiskowej Łódź – Łęczycza, 22-25 września 2014 roku „Naturalne i archeologiczno-historyczne uwarunkowania osadnictwa średniowiecznego”, Środowisko i Kultura tom 10 – VIII Sympozjum Archeologii Środowiskowej, 140-143*.
- Czubla P., Forsyś J., Petera-Zganiacz J., 2010, *Lithological and petrographic features of tills in the Koźmin region and their value for stratigraphical interpretation of glacial Lake Koźmin deposits, Central Poland*, Geologija, 52, 1/4, 1-8, Vilnius.
- Czubla P., Forsyś J., Petera-Zganiacz J., Grajoszek M., Wiśniewska M., 2013, *Charakterystyka litologiczno-petrograficzna osadów czwartorzędowych w dolinie Warty (stanowisko Koźmin Północ)*, Przegląd Geologiczny, 61, 2, 120-126.
- Czubla P., Forsyś J., Twardy J., 2013, *Diamicton in Besiekierz (Central Poland) – how to avoid misinterpretation of superposition in Quaternary geology*, Geological Quarterly, 57, 4, 629–636, doi: 10.7306/gq.1116.
- Czubla P., Godlewska A., Terpiłowski S., Zieliński T., Zieliński P., Kusiak J., Pidek I. A., Małek M., 2013, *Glacial till petrography of the South Podlasie Lowland (E Poland) and stratigraphy of the Middle Pleistocene Complex (MIS 11-6) [w:] A. Damušytė, A. Grigienė (red.) Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania*. Abstracts of International Field Symposium. June 25 – 30, 2013, Vilnius-Trakai, Lithuania, 27-29.
- Czubla P., Strzyż P., 2013, *Rock materials in the manufacture of cannonballs in Poland - selected examples*, Fasciculi Archaeologiae Historicae, fasc. XXVI, 99-109, Łódź.
- Czubla P., Strzyż P., 2014, *Surowce skalne w produkcji amunicji artyleryjskiej na terenie Zakonu Krzyżackiego w Prusach [w:] P. Kittel, K. Ludwisiak, J. Twardy, I. Nowak (red.) VIII Sympozjum Archeologii Środowiskowej Łódź – Łęczycza, 22-25 września 2014 roku „Naturalne i archeologiczno-historyczne uwarunkowania osadnictwa średniowiecznego”, Środowisko i Kultura tom 10 – VIII Sympozjum Archeologii Środowiskowej, 33-35*.
- Czubla P., Załoba M., 1994, *Adamów-Smulsko. The deformation structures within the pre-wartian deposits*. INQUA SEQS Symposium „The Cold Warta Stage”, Excursion Guide Book, Łódź, 5-8.
- Pawłowska K., Greenfield H., Czubla P., 2014, *‘Steppe’ mammoth (Mammuthus trogontherii) remains in their geological and cultural context from Bełchatów (Poland): A consideration of human exploitation in the Middle Pleistocene*, Quaternary International 326-327, 448-468.
- Terpiłowski S., Zieliński T., Kusiak J., Pidek I. A., Czubla P., Hrynowiecka A., Godlewska A., Zieliński P. and Małek M., 2014, *How to resolve Pleistocene stratigraphic problems by different methods? A case study from eastern Poland*. Geological Quarterly, 58, 2, 235-250, doi: 10. 7306/gq.1158.



Wachecka-Kotkowska L., Czubla P., Górską-Zabielska M., Król E., 2012, *Poligeneza pagóra w okolicach Mąkolic na wododziale Wisły i Odry na Wysoczyźnie Bełchatowskiej, region łódzki*, Acta Geographica Lodziensia, 100, 161-178.

Załoba M., Czubla P., 1994, *Siedlętków site. Profile of the glacial deposits against the background of geology and paleogeography of the Uniejów Basin. Glacitectonic structures*. INQUA SEQS Symposium „The Cold Warta Stage”, Excursion Guide Book, Łódź, 21-29.

Załoba M., Czubla P., 1995, *Examples of deformation structures in deposits of different ages in the vicinity of the Uniejów Basin and the eastern part of the Turek Plateau*, Acta Geographica Lodziensia, 68, 197-212.

