

Dr hab. Joanna Rotnicka, prof. UAM  
Instytut Geologii UAM  
ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań  
e-mail: [joanrot@amu.edu.pl](mailto:joanrot@amu.edu.pl)

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej magister Katarzyny Biejat**  
**pt.: „Morfodynamika wydm gwiaździstych w obszarach o bimodalnym reżimie wiatru”**

Badania morfodynamiki wydm mieszczą się obecnie w głównym nurcie zainteresowań współczesnej geomorfologii eolicznej. Poszczególne typy wydm badane są jednak chętniej niż inne i w związku z tym stopień poznania każdej z nich jest różny. Wbrew pozorom o niektórych nadal wiadomo niewiele. O ile barchany doczekały się stosunkowo dobrego rozpoznania morfodynamiki oraz zdefiniowania parametrów, które tę morfodynamikę opisują, o tyle te największe formy akumulacji eolicznej, jakimi są wydmy gwiaździste i podłużne, pozostają dla nas nadal pewną zagadką. Wynika to prawdopodobnie stąd, że barchany tworzą się wręcz w modelowym jednodobym reżimie wiatru a zmiany ich kształtu, rozmiarów oraz szybkość migracji obserwowane są w skali sezonowej, a często również w skali dni i godzin. Dlatego łatwo określić, jakie parametry dobrze opisują ich morfodynamikę oraz stosunkowo prosto, ze względu na stosunkowo małe rozmiary tych form, pomierzyć w terenie te parametry. Z kolei drugie z wymienionych form powstają w złożonym reżimie wiatrowym i postrzegane są jako formy stacjonarne. Ale piasek jest medium łatwo transportowanym przez wiatr, więc nie jest rzeczą możliwą, aby w obrębie tych wydm nie zachodziły żadne zmiany chociażby kształtu powierzchni. Powstaje więc szereg pytań: 1) jakie parametry najlepiej opisują morfodynamikę tych wydm, 2) jakie są ich bezwzględne wartości, 3) czy jesteśmy w stanie pomierzyć je przy pomocy dostępnych technik pomiarowych? Mimo że w istniejącej literaturze znajdziemy teoretyczne rozważania na ten temat, nadal brakuje danych ilościowych, które potwierdzałyby (lub nie) stawiane tezy. Dlatego podjęcie próby udzielenia odpowiedzi na postawione wyżej pytania jest niezwykle cenne i stawia rozprawę Pani mgr Katarzyny Biejat w nurcie bardzo aktualnych i ważkich problemów badawczych.

Zasadniczym celem przedłożonej rozprawy doktorskiej było określenie morfodynamiki różnych typów wydm gwiaździstych (prostych, zespolonych i złożonych) występujących na obszarze o bimodalnym reżimie wiatrowym. Co ważne, informacje zawarte we *Wstępie* i postawionych tam osiem pytań, na które nie znamy dokładnej odpowiedzi, od razu określają rangę podjętego problemu badawczego i powodują, że cel pracy jawi się jako bardzo dobrze i jasno sformułowany. Doktorantka zdefiniowała również szereg celów cząstkowych, wśród których za najważniejsze uważam: 1) analizę wpływu poszczególnych parametrów morfometrycznych wydmy (powierzchnia podstawy oraz wysokość i objętość wydmy, nachylenie stoków wydmy) na jej morfodynamikę, 2) oszacowanie całkowitego i powierzchniowego bilansu osadów, 3) korelację otrzymanych parametrów i bilansu z sezonową i roczną zmiennością reżimu wiatru, 4) analizę przebiegu i przemieszczenia ramion wydmy oraz zaproponowanie typologii ramion. Ponieważ przeprowadzone badania miały charakter pionierski, realizacja postawionych zadań badawczych wymagała opracowania metodyki badawczej, co stanowi już cel sam w sobie. Jako obszar testowy wybrano Erg Chebbi w południowo-wschodnim Maroku, na którym występują wydmy gwiaździste w różnych fazach rozwoju, a więc różnych rozmiarów i kształtu, a zatem stanowią dobry obiekt badawczy umożliwiający realizację celu pracy.

Przedłożona rozprawa doktorska obejmuje 176 stron tekstu, na który składa się siedem rozdziałów, 76 rycin, 5 tabel, 10 fotografii (choć wiele innych włączonych jest w ryciny) oraz bibliografia licząca 122 pozycje. Już to zestawienie liczbowe pokazuje, że praca posiada obszerną stronę







kosztownych pomiarów terenowych – można pomierzyć takie parametry jak pole powierzchni podstawy wydmy i długość jej ramienia.

2. Udowodnienie, że zmienność sezonowa parametrów morfometrycznych tych wydym oraz wielkość sezonowego przemieszczenia linii grzbietowej ramion są znacznie większe niż zmienność roczna, a zatem jakiegokolwiek badania wydym tego typu, zmierzające w kierunku określenia dynamiki takich form, są celowe tylko wtedy, gdy są prowadzone w krótkich odstępach czasu.
3. Wykazanie, że przebieg ramion drugiego i kolejnych rzędów uwarunkowane są w dużo większym stopniu kształtem danej formy i liczbą ramion niż reżimem wiatru, co powoduje, że ramiona kolejnych rzędów nie mogą być wskaźnikiem reżimu wiatru na danym obszarze.
4. Oszacowanie bilansu całkowitego i powierzchniowego badanych wydym; warto tu podkreślić, że takich danych nie ma w literaturze!
5. Pokazanie, że całkowity i powierzchniowy bilans osadów wydym gwiaździstych występujących w obszarach o bimodalnym reżimie wiatru jest zależny przede wszystkim od kształtu formy, a reżim wiatru i wielkość formy mają znaczenie drugorzędne.
6. Wykazanie, że największe zmiany w morfodynamice wydym gwiaździstych zachodzą w ich górnych częściach, a odpowiedzialna jest za to wsteczna komórka cyrkulacyjna, w której przypowierzchniowy strumień powietrza generuje transport piasku w wyższe części wydmy, powodując tym samym wzrost wysokości formy.

Mimo mojej bardzo wysokiej ogólnej oceny pracy, chciałabym zwrócić uwagę na pewne sformułowania, które dla mnie są dyskusyjne. Po pierwsze, określenie „powierzchniowy bilans osadów”, które pojawia się we *Wstępie* i kolejnych rozdziałach pracy, wyjaśnione jest dopiero na stronie 71, według mnie o wiele za późno. Tym bardziej, że w międzyczasie jest mowa o określaniu zasięgu obszarów o przewadze erozji lub depozycji, co sugeruje, że chodzi o szacowanie pola powierzchni poziomej. Dopiero ryc. 34 i definicja podana na stronie 71 informują nas, że powierzchniowy bilans osadów jest sumaryczną objętością materiału podlegającego erozji i depozycji, która obliczona jest na podstawie różnicy pomiędzy powierzchniami podstawowymi w dwóch okresach pomiarowych. Uważam, że albo należałoby zmienić to sformułowanie albo wcześniej je wyjaśnić. Drugim dyskusyjnym określeniem jest dla mnie „morfodynamika wydym w skali długookresowej”, które stosowane jest w odniesieniu do okresu rocznego lub 1,5-rocznego. Skoro wydmy gwiaździste funkcjonują na przestrzeni setek/tysięcy lat, to opis ich morfodynamiki w jednym roku nie odzwierciedla długiego okresu. Zdają sobie sprawę z tego, że pojęcia długo- i krótkookresowy są pojęciami względnymi i zawsze mogą budzić kontrowersje.

Mam również kilka uwag merytorycznych:

- W rozdziale 3.1 doktorantka opisuje strukturę wewnętrzną wydym gwiaździstych i powołując się na opis posteru Bristowa i Dullera (2013) pisze, że uzyskane przez nich wyniki potwierdziły „duże zróżnicowanie cech strukturalnych przypowierzchniowej warstwy osadów” i „bimodalny reżim wiatru”. Choć takich stwierżeń w cytowanym tekście nie ma, to jestem przekonana, że pierwsze z tych sformułowań jest nie do końca prawdziwe. Rozpoznaną strukturą jest tu z pewnością warstwowanie przekątne, które w różnych częściach wydmy może wskazywać na różny (przeciwny) kierunek transportu, ale to nie znaczy, że struktura jest inna (tylko azymut nachylenia lamin przekątnych jest inny).
- Opisując przepływ strumienia powietrza nad grzbietem wydmy, doktorantka pomyliła przyczynę i skutek (str. 34: „...w związku ze spadkiem ciśnienia powietrza w górę stoku, prędkość przypowierzchniowego strumienia powietrza stopniowo wzrasta...” i str. 36: „Niższe ciśnienie w górnej części wydmy powoduje wzrost prędkości przepływu powierzchniowego strumienia powietrza”). To przepływ powietrza i wzrost jego prędkości nad grzbietem wydmy powoduje spadek ciśnienia w tej strefie (równanie Bernoulliego).



- Charakteryzując obszar badań i opisując skały odstawiające się w jego okolicy, zastosowano dosyć niefortunne nazwy skał, jak np. łupki gliniaste zamiast mułowcowe, albo po prostu mułowce, gdyż określenie „łupki” w skałach odnosi się wyłącznie do ich oddzielności a nie litologii. Poza tym, wśród geologów-sedymentologów, termin „glina” zarezerwowany jest wyłącznie dla osadów pochodzenia lodowcowego (ang. *till / tillite*) lub używany jest w kontekście opisu osadów zwietrzelinowych i stokowych. Można więc opisać skałę jako „piaskowiec z przewarstwieniami mułowca/iłowca” ale nie „z przewarstwieniami gliniastymi”.
- Odchylenie standardowe jest parametrem mianowanym i przy podawaniu jego wartości należy podać również jednostkę (chodzi tu o jednostkę phi przy opisie wysortowania piasków, str. 80 i 81)
- W rozdziale 5.2 (str. 86) określono procentowo udział wiatrów efektywnych wiejących z różnych kierunków; nie znalazłam jednak informacji, która jest tu bardzo ważna, a mianowicie: przez jaki czas w roku wieją wiatry efektywne?
- Na ryc. 70 przedstawiającej schemat funkcjonowania ramienia głównego w warunkach zmiany kierunku wiatru, na stoku (pierwotnie dowietrznym) o nachyleniu 15° narysowano wsteczną komórkę cyrkulacyjną. Wydaje mi się, że powstanie takiej komórki możliwe jest dopiero wtedy, gdy stok ten zostanie przemodelowany i wzrośnie kąt nachylenia.

Pod względem językowym praca napisana jest poprawnie, choć nie udało się uniknąć pewnych potknięć stylistycznych, jak np. na str. 19 („*Występowanie mniejszych wydm u podnóża wydm gwiaździstych lub w ich otoczeniu mogą stanowić również obszary źródłowe materiału transportowanego przez wiatr w obręb wydmy gwiaździstych*”) i str. 106 („*Większe znaczenie roślinność występująca w oazach może mieć dla morfodynamiki wydm...*”). Pojawiają się również pojedyncze literówki, jak np. w nazwisku na str. 23 (Briston zamiast Bristow). Z innych uwag edytorskich warto jeszcze wymienić: nazwy rodzajowe roślin napisane z małej litery (na str. 29) i brak źródła danych w tytułach tabel 1 i 3 (dane pochodzą z różnych obszarów pustynnych, gdzie doktorantka nie prowadziła badań). Sposób cytowania literatury w tekście jest poprawny, a bibliografia sporządzona starannie, chociaż na str. 173 pozycja „Lancaster 1983” powinna być wymieniona wcześniej (przed pozycją Lancaster 1985).

Najbardziej zaskakującym jest dla mnie fakt, że doktorantka nie zamieściła w pracy podziękowań, które są standardem we wszystkich, nawet mniej znaczących, publikacjach. Doktorantka nie była pomysłodawczynią tematu badań, tylko został on zaproponowany przez promotorów, a jak wiadomo dobrze sformułowany temat badań stanowi już połowę sukcesu. Rodzą się tu kolejne pytania: czy doktorantka prowadziła samodzielnie badania terenowe?, kto sfinansował zakup sprzętu pomiarowego i badania?, czy cała obróbka i analiza danych pozyskanych przez nią odbyła się bez jakiegokolwiek pomocy i bez dyskusji chociażby z promotorami? Mam nadzieję, że jest to niedopatrzenie, chociaż według mnie niedopuszczalne, i ufam, że przy publikowaniu tego materiału doktorantka już o tym nie zapomni.

Podsumowując, całość pracy, od zamysłu do jej ukończenia cechuje duży rozmach. Doktorantka wykonała ogromną pracę, zebrała niezwykle obfity, oryginalny i bardzo wartościowy materiał, który następnie został rzetelnie, wnikliwie i wszechstronnie opracowany. Rzadko kiedy w prowadzonych przez nas badaniach osiąga się zamierzony cel w pełni. W moim przekonaniu doktorantka to uczyniła. Świadczy to bardzo dobrze o umiejętności rozwiązywania problemów naukowych i dowodzi, że ma ona dobrze ukształtowany, dojrzały warsztat badawczy. Praca jest napisana interesująco, jest świetnie ilustrowana przemyślanymi i przejrzystymi rysunkami, wykresami, tabelami i fotografiami. Uważam, że wyniki badań przedstawione przez doktorantkę mają charakter uniwersalny i powinny zostać jak najszybciej opublikowane w międzynarodowych czasopismach. Stanowią one bowiem istotny postęp w poznaniu mechanizmów i uwarunkowań procesów zachodzących w obrębie wydm gwiaździstych na obszarach o bimodalnym reżimie wiatru.

Jako geolog chciałabym zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt uzyskanych w pracy wyników, o którym doktorantka nawet nie wspomniała. Morfodynamika wydm gwiaździstych warunkuje strukturę

wewnętrzną budujących je piasków i dopóki nie poznamy dobrze procesów odpowiedzialnych za formowanie i przekształcanie wydym, nie będziemy w stanie odtworzyć tej struktury. A ponieważ zarówno wydmy gwiaździste, jak i wspomniane na wstępie wydmy podłużne, są formami o dużych rozmiarach (wysokości rzędu setek metrów), współczesne techniki badawcze / pomiarowe uniemożliwiają nam pełne odtworzenie rzeczywistej struktury wewnętrznej tych form. Prawdopodobnie dlatego w kopalnych sukcesjach eolicznych rozpoznawane są głównie osady barchanów, względnie wydym poprzecznych, podczas gdy wydmy gwiaździste dokumentowane są sporadycznie, co – biorąc pod uwagę częstość występowania wydym gwiaździstych w obrębie współczesnych pól wydymowych – jest zastanawiającym faktem.

Przechodząc do oceny ogólnej stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Katarzyny Biejał jest rozprawą wyróżniającą się poziomem i zakresem wykonanych prac. Wnosi ona istotne nowości do naszego poznania naukowego w zakresie geomorfologii eolicznej. Przedstawione argumenty sprawiają, że w świetle ustawy o stopniach i tytule naukowym, rozprawa doktorska mgr Katarzyny Biejał spełnia odpowiednie wymogi stawiane dysertacjom doktorskim i dlatego wnoszę o dopuszczenie mgr Katarzyny Biejał do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Uważam również, że przedłożona rozprawa zasługuje na wyróżnienie zgodnie z procedurą i zasadami obowiązującymi na Wydziale Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.

Poznań, 27 listopada 2015r.

