



Warszawa, 24.04.2023 r.

Dr hab. inż. Zbigniew Popek, em. prof. SGGW  
Słotwiny Czerwone Łąki 11  
24-310 Karczmiska

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**“Ocena wybranych elementów morfologicznych kryta Wisły**  
**przy zastosowaniu metod teledetekcji”**

Autor: mgr inż. Anna Sosnowska

Promotor: dr hab. inż. Apoloniusz Kodura, prof. PW

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Kuźniar

## 1. INFORMACJE OGÓLNE

Na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Sosnowskiej zostałem powołany Decyzją Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej na posiedzeniu w dniu 06.12.2022r. Natomiast niniejszą recenzję opracowałem na zlecenie dr hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. PW, Przewodniczącego w/w Rady (pismo WTBD 521.DR.7.2023 z dnia 06.03.2023 r.).

Recenzowana rozprawa zawiera 236 stron tekstu podzielonego na 10 rozdziałów, w tym „Bibliografię”, zawierającą 109 pozycji. Ponadto, praca zawiera 3 nienumerowane rozdziały zawierające streszczenie w języku polskim i angielskim oraz słownik pojęć i miar. Tekst rozprawy jest bogato ilustrowany – zawiera łącznie 228 rysunków: schematów, wykresów, fotografii, zdjęć lotniczych i map, a także 34 tabele.

## 2. OPIS PRACY

W rozdziale 1 „Wstęp” (2 str.) Autorka podkreśla znaczenie badań procesów hydromorfologicznych w aspekcie utrzymania dobrego stanu rzek, zwłaszcza tak ważnych jak Wisła, której koryto ulega ciągłym zmianom w wyniku zarówno czynników naturalnych jak i antropogenicznych. Jako poligon badawczy Doktorantka wybrała 11 odcinków Wisły Środkowej, zlokalizowanych między Zawichostem a ujściem Narwi, tj. na 264 km rzeki. Wybrane odcinki Wisły charakteryzują się dużą dynamiką przekształceń morfologicznych w wyniku nadmiernego przewężenia pola przepływu, co skutkuje intensywnością procesów erozyjno-sedymentacyjnych i generuje tworzenie się odsypów brzegowych i śródkorytowych. Ze względu na przyczynę przewężenia pola przepływu Doktorantka rozpatrywała wpływ czynników antropogenicznych, tj. zabudowy regulacyjnej i obwałowań, oraz naturalne: przewężenia koryta głównego i doliny oraz spowodowane przez łuki o dużych kątach zwrotu.

Szczegółową analizę przekształceń morfologicznych koryta w okresie 61 lat, tj. w latach 1959-2020, przeprowadzono głównie w oparciu o mapy i zdjęcia lotnicze, uzupełnione wynikami badań terenowych, w tym zdjęciami wykonanymi za pomocą bezzałogowego statku powietrznego (drona) w latach 2018-2020.

Rozdział 2 (8 str.) dotyczy morfologii rzek aluwialnych, opracowanej na podstawie przeglądu literatury. Doktorantka przedstawiła w nim charakterystykę procesów fluwialnych, koncentrując się warunkach ruchu rumowiska wleczonego, klasyfikacji układu poziomego i pionowego koryt rzecznych oraz na wpływie tych czynników na powstawanie struktur morfologicznych typowych dla koryt roztokowych – odsypisk brzegowych i śródkorytowych, będących przedmiotem badań szczegółowych.

W rozdziale 3 (1 str.) Autorka w sposób syntetyczny przedstawiła charakterystykę badań fotogrametrycznych, w szczególności technikę fotointerpretacji, wykorzystaną do analizy zdjęć lotniczych w aspekcie zmian w czasie form morfologicznych koryta rzecznego.

Opis obszaru badań Doktorantka przedstawiła w rozdziale 4 (36 str.). Charakterystyka badanego odcinka Wisły Środkowej obejmuje uwarunkowania klimatyczne, geologiczne, hydrograficzne i hydrologiczne. Ze względu na istotne znaczenie warunków hydrologicznych w przebiegu procesów fluwialnych Doktorantka dużą część tego rozdziału poświęciła na analizę archiwalnych i współczesnych danych hydrologicznych. Wstępna analiza obejmowała dane z wielolecia 1955-2020 dla siedmiu posterunków wodowskazowych zlokalizowanych na badanym odcinku Wisły Środkowej. Jednakże biorąc pod uwagę dostępność danych pomiarowo-obszaryjnych oraz stabilność morfologiczną koryta Wisły w rejonie wodowskazów, do szczegółowej analizy Doktorantka wytypowała dane z czterech wodowskazów. W analizie uwzględniła maksymalne, średnie i minimalne stany wody i przepływy roczne, a także hydrogramy stanów wody i przepływów 11 największych wezbrań obserwowanych w badanym okresie. Ponadto, przeprowadziła analizę zjawisk lodowych, które podobnie jak wezbrania mają istotny wpływ na kształtowanie morfologii koryt rzecznych. Odrębnym przedmiotem badań była zabudowa regulacyjna, którą Doktorantka analizowała pod kontem parametrów technicznych, a także jej rozwoju zarówno na długości rzeki jak i w czasie, tj. w okresach pięcioletnich wielolecia 1960-2006.

Rozdział 5 (1 str.) zawiera tezy rozprawy doktorskiej – główną i pomocniczą. Główna teza zakłada, że powstawanie rozległych, stabilnych odsypów w korycie głównym Wisły Środkowej jest wynikiem przewężenia pola prędkości przepływu na odcinku leżącym powyżej tego przewężenia; oraz że wypłylenie na przejściu między łukami jest jednym z przypadków występowania tego zjawiska. Teza pomocnicza zakłada, że odsypy śródkorytowe

na Wiśle Środkowej występują w różnej skali, ponieważ przyczyną przewężenia pola prędkości może być: 1) dolina rzeczna, 2) koryto wód wielkich – wały przeciwpowodziowe, 3) krzywizny łuków, 4) brzegi koryta głównego, 5) zwarta zabudowa roślinna, 6) zabudowa regulacyjna. Weryfikację prawdziwości tez pracy Doktorantka przeprowadziła na podstawie analizy archiwalnych zdjęć lotniczych i map topograficznych, uzupełnione wynikami własnych badań terenowych, których metodykę opisała w następnym rozdziale.

Rozdział 6 (5 str.) zawiera opis metodyki badań terenowych wykonanych w roku 2018 i 2020, których celem było uzyskanie fotomap wybranych odcinków Wisły na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych za pomocą drona. Doktorantka wytypowała trzy takie odcinki rzeki, gdzie stwierdzono bezpośrednio poniżej zwężenia koryta dużych i aktywnych odsypów śródkorytowych wywołanych przez budowle przeprowowe przy jednoczesnym braku systemowej zabudowy regulacyjnej. Na każdym z badanych odcinków wykonano dronem z wysokości 85-90 m serię zdjęć lotniczych. Fotomapa odcinka Gassy o powierzchni 115 ha, otrzymana na podstawie 66 zdjęć wykonanych w 2018 roku, okazała się niepełna, ponieważ założono zbyt niski, 30% stopień nakładania się na siebie poszczególnych obrazów. Dlatego w badaniach wykonanych w 2020 roku zastosowano udoskonaloną metodykę wykonywania zdjęć – przyjęto współczynnik 70% pokrycia pojedynczych obrazów, co wymagało wykonania na trzech odcinkach od 1222 do 1741 zdjęć, obejmujących obszar 120-133 ha. W podsumowaniu badań terenowych Doktorantka rekomenduje zastosowaną metodę pomiarów z użyciem drona jako szybką i względnie taną. Metoda ta pozwala na rejestrowanie dynamicznych zmian morfologicznych w korytach rzecznych z większą dokładnością niż tradycyjne zdjęcia lotnicze bądź satelitarne.

Rozdział 7 „Badania kartograficzne i fotogrametryczne” jest najobszerniejszą częścią pracy, liczy bowiem 136 stron. We wstępie rozdziału Doktorantka przedstawia tok postępowania przy wyborze odcinków badawczych, na których występuje zwężenie pola prędkości, zarówno z przyczyn naturalnych jak i spowodowanych działalnością człowieka. Istotnym czynnikiem wyboru była również dostępność danych fotogrametrycznych, a także daty ich pozyskania. Doktorantka starała się bowiem dobrać archiwalne zdjęcia lotnicze w taki sposób, aby: 1) obrazowały wygląd koryta rzeczno przy możliwie niskim stanie wody; 2) bezpośrednio przed i po większych obserwowanych wezbraniach, w czasie których zmiany morfologiczne w korycie rzeczno są największe. Ostatecznie Doktorantka wybrała 11 odcinków badawczych, gdzie występują budowle przeprow promowych oraz łuki o dużym kącie zwrotu. Zmiany morfologiczne w korycie Wisły analizowane były w programie ArcGIS na podstawie 18 serii zdjęć lotniczych z lat 1959-2020, które podlegały skalibrowaniu i

digitalizacji w celu uzyskania wielowarstwowych map linii brzegowych i odsypisk korytowych. Do ilościowej oceny zmian morfologicznych Doktorantka wykorzystwała następujące mierzone parametry: szerokości: doliny Wisły, koryta wód wielkich, koryta głównego, trasy regulacyjnej; a także: kształt linii nurtu, pole powierzchni odsypów. W dalszej części rozdziału każdy z odcinków badawczych został szczegółowo opisany, zilustrowany i scharakteryzowany parametrycznie, w tym pod kątem zmian powierzchni odsyp brzegowych i śródkorytowych.

Rozdział 8 (20 str.) zawiera zestawienia zbiorcze i wyniki analiz, których efektem jest zależność pola powierzchni odsypisk od współczynnika przewężenia pola prędkości. Uzyskano wyraźną zależność między wzrostem przewężenia (tj. zmniejszaniem się wartości współczynnika) a wzrostem powierzchni odsypisk. Tym niemniej, ze względu na słabą zależność korelacyjną (wsp. korelacji  $R^2 = 0,26$ ). Doktorantka pogrupowała analizowane obiekty, biorąc pod uwagę główny czynnik kształtowania morfologii koryta. Ponadto, aby uzyskać bardziej uniwersalne zależności, odniosła zmianę powierzchni odsypisk względem bezwymiarowej wartości przepływu, tj. stosunku wielkości przepływu  $Q$ , przy którym wykonano zdjęcie lotnicze, do przepływu średniego rocznego  $SSQ$ . W efekcie analiz uzyskano szereg zależności korelacyjnych dla zmian pola powierzchni odsypisk w przypadku zwężenia pola prędkości przez: układ doliny rzecznej, wały przeciwpowodziowe, brzegi koryta głównego oraz zabudowę regulacyjną (przeprawy promowe). Dla uzyskanych zależności wartości współczynnika korelacji  $R^2$  zawierały się w zakresie od 0,09 do 0,99, przy czym w 9 z 13 analizowanych przypadków uzyskano  $R^2 > 0,5$ . Dodatkowo, wyniki analizy intensywności procesu akumulacji rumowiska na odsypiskach pozwoliły Doktorantce na podział odsypisk na aktywne i pasywne, tj. wciąż zwiększające swoją powierzchnię oraz ustabilizowane.

W rozdziale 9 (10 str.) Doktorantka zawarła podsumowanie przeprowadzonych badań i wnioski końcowe. Stwierdziła, że niezależnie od przyczyny przewężenia pola prędkości, ma ono wyraźny wpływ na istnienie i rozwój dużych odsypów - brzegowych i śródkorytowych, zarówno aktywnych jak i stabilnych. W przypadku zwężenia spowodowanego przez zabudowę regulacyjną odsypy tworzą się średnio w odległości  $2,9 B$ , gdzie  $B$  jest szerokością koryta głównego. Jeżeli występuje zwężenie koryta głównego ta odległość wynosi przeciętnie  $3,6B$ , a w przypadku zwężenia międzywala -  $2,5B$ .

### 3. OCENA POZIOMU NAUKOWEGO PRACY

Rozprawa podejmuje interesujący pod względem naukowym i praktycznym problem monitoringu zmian morfologicznych koryta dużej rzeki nizinnej o charakterze roztokowym, w szczególności rozwoju odsypów brzegowych i śródkorytowych. Jako obiekt badawczy wybrano Wisłę Środkową, gdzie na długości 264 km wytypowano 11 odcinków do badań szczegółowych. Odcinki badawcze wybrano pod kątem weryfikacji przyjętych tez naukowych pracy, że powstawanie rozległych, stabilnych odsypów w korycie głównym jest wynikiem przewężenia pola prędkości przepływu na odcinku leżącym powyżej tego przewężenia, wywołanego zarówno przez czynniki naturalne jak i antropogeniczne. Wybór odcinków badawczych uważam za trafny ze względu na ich duże zróżnicowanie hydromorfologiczne, a także fakt, że dzięki temu możliwa była weryfikacja również pomocniczej tezy pracy. Teza ta zakłada, że odsypy śródkorytowe na Wiśle Środkowej występują w różnej skali, ponieważ różne mogą być przyczyny przewężenia pola prędkości przepływu, tj. ukształtowanie doliny rzecznej, koryto wód wielkich – czyli międzywale, łuki koryta o dużym kącie zwrotu, brzegi koryta głównego, zwarta zabudowa roślinna, a także zabudowa regulacyjna, a zwłaszcza budowle przepraw promowych. Zdaniem recenzenta, przyjęte w rozprawie tezy zostały w pełni potwierdzone, aczkolwiek nie wszystkie z uzyskanych zależności korelacyjnych można uznać jako zadawalające. Warto jednakże podkreślić, że jest to wynik wytłumaczalny w przypadku opisu procesów przyrodniczych, charakteryzujących się dużą zmiennością i nieregularnością.

Osiągnięcie zamierzonego poznawczego celu pracy nie byłoby możliwe bez opracowania odpowiedniej metodyki badań o zróżnicowanym charakterze, obejmujących zagadnienia w zakresie: hydrologii, hydrodynamiki i morfologii koryt rzecznych, budownictwa wodnego, teledetekcji oraz numerycznego przetwarzania danych przestrzennych przy wykorzystaniu oprogramowania ArcGIS. Realizacja podjętych badań wymagała zatem od Doktorantki szerokiej wiedzy – zwłaszcza w zakresie procesów hydromorfologicznych, które w warunkach rzeki Wisły Środkowej są szczególnie złożone, a przez to również trudne do opisu parametrycznego, pozyskania danych, ich przetwarzania i interpretacji uzyskanych wyników. Monitoring procesów fluwialnych wymaga długiego okresu obserwacji, co z kolei implikuje konieczność analizy nie tylko dużej ilości danych hydrologicznych, ale przede wszystkim zdjęć lotniczych, na których w ciągu 61 lat został zarejestrowany obraz chwilowego stanu morfologicznego koryta Wisły. Wykorzystanie tych obrazów wymagało od Doktorantki dużego nakładu pracy wstępnej – wyboru odpowiednich serii zdjęć, biorąc pod uwagę termin oraz stan wody, przy którym wykonano zdjęcia.

Następnym elementem prac przygotowawczych była ręczna digitalizacja linii brzegowych koryta i odsypisk. Na podstawie tak przygotowanych danych przestrzennych, Doktorantka przy użyciu programu ArcGIS określiła aktualne parametry geometryczne koryta oraz badanych struktur morfologicznych, co umożliwiło dokonanie ilościowej oceny zmian morfologicznych w czasie, w tym zmian pola powierzchni rozpatrywanych odsypisk. Równie pracochłonne w ocenie Recenzenta były analizy rozwoju zabudowy regulacyjnej, zarówno w aspekcie czasowym jak i przestrzennym, co pozwoliło na odcinku Wisły Środkowej o długości 264 km, wyodrębnić krótsze odcinki badawcze oraz okresy obserwacji, w których zarejestrowane zmiany morfologiczne można było jednoznacznie wiązać z wpływem zabudowy koryta.

Kolejnym elementem pracy wartym podkreślenia są wyniki badań terenowych, przeprowadzonych przez Doktorantkę według własnej metodyki przy użyciu bardzo nowoczesnej techniki pomiarowej, tj. bezzałogowego statku powietrznego (drona). Wyniki pomiarów umożliwiły pozyskanie w krótkim czasie i dogodnym terminie bardzo dokładnych zobrażeń morfologii koryta. Zdaniem Doktorantki technika ta powinna być coraz szerzej stosowana w przyszłych badaniach morfologii rzek, zwłaszcza dużych, ponieważ przy stosunkowo niskich kosztach zapewnia większą dokładność niż zdjęcia lotnicze i satelitarne.

W podsumowaniu oceny poziomu naukowego pracy stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr Anny Sosnowskiej posiada dużą wartość naukową i użyteczną. Opracowana została na podstawie wnikliwych badań o bardzo zróżnicowanym charakterze, przeprowadzonych w sposób kompleksowy, według dobrze opracowanej metodyki, przy wykorzystaniu nowoczesnych narzędzi pomiarowych i programów do przetwarzania danych. O dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki świadczy duża sprawność w przeprowadzeniu obszernych badań oraz umiejętność wnikliwego i wieloaspektowego analizowania złożonych procesów, jakimi cechują się procesy fluwialne.

Zdaniem Recenzenta, uzyskane wyniki badań stanowią bogaty materiał empiryczny, wzbogacający wiedzę w zakresie morfologii dużych rzek nizinnych oraz monitoringu zachodzących w nim zmian. Tezy, cel i zakres pracy zdefiniowane zostały w sposób przejrzysty i prawidłowy. Układ pracy jest poprawny i logiczny, a wnioski znajdują uzasadnienie w wynikach przeprowadzonych badań i analiz. Tekst został napisany poprawnym i zrozumiałym językiem, co znakomicie ułatwia zapoznanie się z treścią prezentowanej rozprawy doktorskiej.

Przy studiowaniu rozprawy stwierdziłem pewne nieścisłości i drobne uchybienia, które nie wpływają na ogólnie wysoką ocenę pracy, jednakże moim zdaniem powinny być

 6

wyjaśnione i ewentualnie poprawione przed dalszą publikacją wyników badań, a także przedyskutowane w trakcie publicznej obrony pracy.

1. W rozdziale 1 „Wstęp” podkreśla się znaczenie wyników przeprowadzonych badań w aspekcie utrzymania „dobrego stanu technicznego” koryta Wisły. Jak Doktorantka definiuje „dobry stan techniczny” rzeki? Takiego pojęcia nie ma w Prawie Wodnym. Natomiast zgodnie z przepisami, wody powierzchniowe rzeczne klasyfikuje się na podstawie „stanu ekologicznego”, na który decydujący wpływ ma jakość elementów biotycznych, a także stan hydromorfologiczny rzeki. „Dobry stan ekologiczny” rzeki wymaga obecności w korycie między innymi naturalnych struktur morfologicznych. Jednymi z nich są występujące na badanym odcinku Wisły Środkowej piaszczyste odsypiska korytowe – makroformy typowe dla rzek roztokowych. Piaszczyste odsypiska stanowią bardzo cenne siedliska przyrodnicze, dlatego monitoring stanu tych form morfologicznych ma istotne znaczenie dla uzyskania „dobrego stanu ekologicznego” Wisły, co warto podkreślić jako użyteczny cel przeprowadzonych badań.
2. W rozdziale 7 na str. 65 podano informację, że odcinek łuku w rejonie Dębłina został wyłączony z dalszej analizy, z uwagi na „wpływ wielu czynników, których udział nie pozwala na ostateczną ocenę zaobserwowanych zjawisk”. Cytowane wyjaśnienie uważam za niewystarczające. Można odnieść wrażenie, że wyłączono ten odcinek z analiz ponieważ obserwowane zmiany morfologiczne „nie pasowały” do pozostałych przypadków.
3. Mam zastrzeżenia do interpretacji niektórych wyników badań, na podstawie których Doktorantka podzieliła badane odsypiska pod względem intensywności procesów akumulacji rumowiska na aktywne i pasywne – zestawione w Tabeli 8.2. Z rys. 8.24 wynika, że występuje trend rosnący zmian pola powierzchni odsypu śródkorytowego na odcinku Kozienice – 2. Natomiast w Tabeli 8.2 podano, że odsypisko to ma charakter „malejący”. Podobna niezgodność występuje między opisem zawartym w Tabeli 8.2, a trendem zmian pola powierzchni analizowanych odsypisk, zlokalizowanych na odcinkach Brzumin (Rys. 8.10) oraz Skoki 2 (Rys. 8.20).
4. Kolejna uwaga wynika z moich własnych obserwacji przebiegu procesów morfologicznych w korytach rzecznych, w tym przekształceń odsypisk brzegowych i śródkorytowych. W przypadku dłuższego okresu braku wezbrań, na odsypiskach pojawia się spontaniczna roślinność, która powoduje wzrost intensywności akumulacji rumowiska podczas następnego wezbrania. W efekcie, na powierzchni odsypiska

tworzy się świeża warstwa sedymentu, co powoduje przyrost objętości odsypiska, natomiast jego powierzchnia nie zawsze zwiększa się, czasami wręcz odsypisko ulega częściowemu rozmyciu. Prawdopodobnie w warunkach Wisły Środkowej takie zjawisko również występuje, co może mieć wpływ na siłę związków korelacyjnych określanych przez Doktorantkę. Dlatego w przyszłych badaniach warto byłoby podjąć próbę określania zmian objętości odsypisk, korzystając z coraz bardziej dostępnych pomiarów lidarowych i tworzonych na ich bazie numerycznych modeli terenu.

#### 4. PODSUMOWANIE

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Sosnowskiej dotyczy interesującego pod względem naukowym, a także ważnego z praktycznego punktu widzenia, problemu przekształceń morfologicznych w postaci rozległych odsypisk brzegowych i śródkorytowych, powstających w dużej rzece nizinnej o charakterze roztokowym. Za najbardziej oryginalny i wartościowy element pracy, w szczególności w polskich warunkach, uważam opracowanie metodyki pomiarów oraz praktyczne ich przeprowadzenie za pomocą bezzałogowego statku powietrznego (drona). Jest to szybka i względnie tania metoda, dzięki której Doktorantka uzyskała wysokorozdzielcze zdjęcia lotnicze, wykorzystane do określenia charakterystyki odsypisk śródkorytowych na trzech odcinkach Wisły, badanych w roku 2018 i 2020. Równie wartościowym efektem badań jest osiągnięcie jednego z celów pracy, tj. określenie wielkości zmian morfologicznych, jakie wystąpiły w ciągu 61 lat, na 11 wybranych odcinkach Wisły Środkowej. W tym celu Doktorantka wykorzystowała 18 serii zdjęć lotniczych, które po ręcznej digitalizacji analizowała z wykorzystaniem oprogramowania ArcGIS.

Na wyróżnienie zasługuje właściwie opracowana metodyka badań, które dobrze zaplanowane i zrealizowane umożliwiły Doktorantce pozytywną weryfikację naukowych tez pracy, tj. określenie wpływu na analizowane procesy korytowe zarówno czynników naturalnych jak i antropogenicznych, powodujących zwężenie pola prędkości przepływu. Należy podkreślić obszerność i złożony charakter badań, które wymagały dużej wiedzy w zakresie hydrologii, hydrodynamiki i morfologii koryt rzecznych, budownictwa wodnego, teledetekcji oraz pozyskiwania i przetwarzania danych przestrzennych. Praktyczne umiejętności obsługi nowoczesnych urządzeń pomiarowych oraz dobra znajomość technik numerycznych, analitycznych i graficznych umożliwiła Doktorantce sprawne, przetwarzanie dużych ilości zróżnicowanych danych, co w efekcie dało bardzo wartościowe i właściwie zaprezentowane wyniki badań. Na tej podstawie można jednoznacznie stwierdzić, że mgr inż. Anna Sosnowska należycie opanowała warsztat naukowy.





W konkluzji stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Anny Sosnowskiej pt. *“Ocena wybranych elementów morfologicznych kryta Wisły przy zastosowaniu metod teledetekcji”* spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w art. 13 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r., poz. 1852 z późniejszymi zmianami), dlatego wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Anny Sosnowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Krzysztof Popak'.