

Wiedza na temat ewolucji Ziemi jest zależna od możliwości określenia wieku skał lub późniejszych procesów, ponieważ określenie wieku zapewnia kontekst dla wszystkich obserwacji geologicznych i ich interpretacji. Najczęściej stosowane metody określenia wieku opierają się na pomiarze izotopów, w szczególności uranu (U), rozpadającego się do izotopów ołowiu (Pb). Rozpad ten następuje w stałym czasie, który jest znany, co pozwala na obliczenie wieku ze stosunków pomierzonych izotopów. Izotopy uranu i ołowiu mogą być wykryte w odpowiednich ilościach tylko w specyficznych minerałach, które gwarantują szczelność systemu izotopowego. Daty uzyskane z poszczególnych minerałów mają różne znaczenie interpretacyjne, dlatego każdy użyty do datowania minerał ma swoje mocne i słabe strony. Minerale używane do datowania metodą U-Pb zapisują wiek, w którym uran i ołów zostały wbudowane w ich strukturę, czyli zamknięty został system izotopowy. Jednak tylko niektóre z tych minerałów mają bardzo wysokie temperatury zamknięcia systemów izotopowych U-Pb (np. minerał baddeleyit - powyżej 800°C). Apatyt zamyka system U-Pb w niższych temperaturach, dlatego podgrzanie np. do temperatury 500°C powoduje zresetowanie systemu izotopowego U-Pb, a tym samym obliczony wiek będzie inny niż ten otrzymany z baddeleyitu. Dlatego wykorzystanie apatyty przedstawia wyniki niżej-temperaturowej geochronologii, na której zostanie skupiona uwaga w tym projekcie. Dodatkowo, pierwotne namagnesowanie skały jest kontrolowane głównie przez minerał magnetyt i jest resetowane przez wtórne zmiany w temperaturze Curie, podobnej do zamknięcia systemu izotopowego U-Pb w apatyty. W związku z tym, możliwość datowania apatyty może być kluczowa w określeniu czy informacje paleomagnetyczne skały są pierwotne czy wtórne.

Okres ostatnich 540 milionów lat (Fanerozoik) historii Ziemi jest dobrze rozpoznany, ze względu na powszechne występowanie skał z tego okresu, w wielu przypadkach niezmiennych. Starsze skały (>540 mln lat, Prekambr) najczęściej zostały poddane zmianom metamorficznym przy wysokim ciśnieniu i temperaturze, lub zostały zniszczone. Te zmiany mogą wpływać na wyniki paleomagnetyczne (kierunki paleomagnetyczne) i geochronologiczne (wiek), które nie będą odzwierciedlać pierwotnych informacji, tylko będą przedstawiać wyniki zaburzone przez późniejsze procesy. Niestety, w wielu przypadkach wpływ procesów wtórnych jest niekontrolowany podczas prowadzenia badań i zakłada się, że wyniki przedstawiają procesy pierwotne. Zmiany termiczne mogą powodować zaburzenia systemów izotopowych oraz wywołać wtórne namagnesowanie skał, co zmienia interpretacje geochronologiczne i paleomagnetyczne. Ta hipoteza będzie testowana w prezentowanym projekcie.

Prace badawcze zostaną przeprowadzone głównie na minerałach apatyty z maficznych dajek i silli. Dajki i sille zapewniają doskonały zapis czasowy i przestrzenny miejsca, w którym się uformowały. Stanowią one zapis procesów wulkanicznych oraz są znajdowane na wszystkich obecnych kontynentach, zwłaszcza w jądrach starych kontynentów, zwanych kratonami. W tym projekcie, obiektem badań są dajki i sille z obszaru Kratonu Kaapvaal (południowa Afryka). Kraton ten jest jednym z najlepiej zachowanych fragmentów skorupy ziemskiej o historii sięgającej początków Ziemi.

Projekt ten dotyczy relacji geochronologii opartej na systemie U-Pb w apatyty do geochronologii wysokotemperaturowej (baddeleyit) oraz wpływie procesów pomagmowych na wyniki pomiarów paleomagnetycznych dla obszaru Kratonu Kaapvaal. Badania te pozwolą określić rzeczywiste znaczenie wcześniejszych badań w obrębie tego kratonu. Pozwolą przetestować \*czy stopień metamorfizmu na obszarze kratonu był na tyle wysoki aby zresetować system U-Pb w apatyty, czyli jednocześnie zresetować pierwotne kierunki magnetyczne, oraz \*\* czy temperatury zaburzyły również systemy izotopowe w innych minerałach (np. baddeleyicie). W przypadku gdy zaburzenie powstało na skutek jednego wydarzenia termicznego, które zostanie wykryte dzięki badaniom apatyty, „prawdziwy” wiek formowania się skały może zostać precyzyjnie określony dzięki znajomości czasu tego zaburzenia.

Powyższa metodologia zostanie wykorzystana w badaniach dwóch znaczących wydarzeń termicznych na obszarze Kratonu Kaapvaal: a) uformowania się Kompleksu Bushveld, największej znanej warstwowej intruzji na Ziemi; oraz b) największego i najstarszego znanego uderzenia meteorytu (Vredefort Dome). Wydarzenia te miały znaczący wpływ na obecny wygląd kratonu, jednak są słabo rozpoznane. Studium przypadków zaowocuje lepszą kontrolą nad przestrzennym i czasowym kontekstem kratonu Kaapvaal w historii Ziemi.