

MARZENA DYBKOWSKA

## GENEZA REWOLUCJI NAUKOWEJ W GEOLOGII<sup>1</sup>

Od lat siedemdziesiątych XX w. wiodącą teorią w geologii jest teoria płyt litosfery (*plate tectonics*). Jej geneza stała się początkiem zmiany naukowej w tej dziedzinie. Wśród większości geologów panuje zgoda, że w latach sześćdziesiątych XX stulecia dokonała się doniosła zmiana i miała ona charakter rewolucji naukowej.

Spróbujemy teraz wyklarować rewolucyjny rys, jaki pojawił się w historii geologii. Chcemy się skupić na faktycznym przebiegu rewolucji. Zmianę tę zanalizujemy w ujęciu konsensualnej filozofii nauki. Nasze dociekania będą nawiązywać w dużym stopniu do aparatu pojęciowego Th. S. Kuhna i dotyczyć będą przede wszystkim genezy rewolucji.

Wstępnie przyjmiemy, że rewolucja naukowa<sup>2</sup> to – w znaczeniu węższym, częściej używanym – pojawienie się nowej koncepcji (teorii) w danej nauce (gałęzi nauki), prowadzące do przełomu polegającego na odrzuceniu poprzedniej teorii i zastąpieniu jej przez nową. Według Kuhna rewolucja naukowa, poprzedzona kryzysem zastanego paradygmatu, prowadzi do zmiany całego obrazu świata (lub pewnej jego dziedziny).

Odnosząc te ustalenia terminologiczne do sytuacji w geologii, powiemy, że rewolucja nie dotyczyła tylko pojawienia się nowej, stopniowo doskonalonej teorii naukowej. Teoria płyt litosfery była jedynie zewnętrznym jej wyrazem. Zmiana przebiegła na znacznie głębszym poziomie. Rozwój geologii i nauk pokrewnych (np. geofizyki, oceanografii, paleomagnetyzmu),

---

Mgr MARZENA DYBKOWSKA – pracownik Biblioteki Uniwersyteckiej KUL; adres do korespondencji: e-mail: marzena@nestor.kul.lublin.pl.

<sup>1</sup> Publikacja jest fragmentem większej całości.

<sup>2</sup> Por. definicję terminu „rewolucja naukowa” w: *Mała Encyklopedia Filozofii. Pojęcia, Problemy, Kierunki, Szkoły*, Bydgoszcz 1996, s. 406 n.

odkrycia nie znanych wcześniej faktów obserwacyjnych w wyniku eksploatacji oceanów oraz ich wyjaśnienie doprowadziły do zmiany obrazu świata, jaki opisuje i bada geologia. Zmieniły się założenia dotyczące natury badanej rzeczywistości<sup>3</sup>.

Do przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX stulecia panował w geologii paradygmat stabilistyczny. Zakładał on permanencję, stałość położenia głównych geostruktur w czasie ich ewolucji geologicznej. Koncepcja ta traktowała Ziemię jako układ statyczny. Badacze utrzymywali, że wśród możliwych zmian decydujące są przemieszczenia pionowe poszczególnych fragmentów skorupy ziemskiej. Dopiero wtórnie i podrzędnie są z nimi stowarzyszone ruchy poziome. W takim kontekście badawczym były do utrzymania hipotezy tektoniczne, różniące się między sobą tylko szczegółami, a wyjaśniające tworzenie się lokalnych pasm górskich. W paradygmacie stabilistycznym powstała także hipoteza pomostowa, tłumacząca podobieństwa paleontologiczne<sup>4</sup> na różnych kontynentach, obecnie oddzielonych od siebie wodami oceanu.

Przeciwny paradygmat mobilistyczny u swych podstaw ma założenie wielkoskalowych przesunięć poziomych poszczególnych geostruktur. Przeciwnie w stosunku do poprzedniego okresu nauki normalnej dominujące są ruchy poziome, natomiast przemieszczenia pionowe mają jedynie zasięg lokalny. Nowy, dynamiczny obraz rzeczywistości geologicznej jest zdominowany przez te globalne przesunięcia, choć odbywają się one bardzo powoli, jak inne procesy geologiczne.

Teoria płyt litosferycznych powstała dzięki zainicjowaniu szczegółowych badań dna oceanów<sup>5</sup>. Nigdy wcześniej w historii geologii nie podejmowano takich badań. Prowadzono je dopiero w czasie II wojny światowej i w okresie ok. 20 lat po jej zakończeniu. W wyniku dokładnej penetracji podwodnej dokonano szeregu odkryć geologicznych dotyczących głębokiej struktury skorupy oceanicznej, różnej od kontynentalnej, a także jej morfologii. Zebrany materiał empiryczny był istotnie nową informacją, którą należało zinterpretować w inny sposób, niż uczyniono by to wcześniej. Te właśnie

---

<sup>3</sup> B. J o n e s, *Plate Tectonics: A Kuhnian Case?*, „New Scientist”, 63(1974) 537. Por. także: S. C w o j d z i ń s k i, *Dokąd zmierza współczesna geotektonika?*, „Przegląd Geologiczny”, 32(1984), nr 10 (378), s. 506.

<sup>4</sup> Podobieństwa te dotyczą flory i fauny wschodniego wybrzeża Ameryki Południowej i zachodniego wybrzeża Afryki.

<sup>5</sup> C. E m i l i a n i, *Two Revolutions in the Earth Sciences*, „Terra Nova”, 7(1995), No. 6, s. 588 n.; J o n e s, art. cyt., s. 538.

nowe fakty domagały się stawiania nieoczekiwanych hipotez, a te z kolei racjonalnie wyjaśniały odkrywaną rzeczywistość.

Pod koniec lat pięćdziesiątych dostrzeżono sytuację kryzysową w obowiązującym paradygmacie stabilistycznym<sup>6</sup>. Pojawiły się nowe problemy badawcze nie znajdujące rozwiązania, jeśli by potraktować je w dotychczasowy sposób. Odkryto ryfty i grzbiety śródoceaniczne, a w ich pobliżu symetrycznie rozmieszczone strefy anomalii magnetycznych. Dno oceaniczne nie było tak stare jak kontynenty, co wcześniej przyjmowano. Okazało się ono ekstremalnie młode, szczególnie w okolicach grzbietów śródoceanicznych. Także paleomagnetyczna rekonstrukcja położenia biegunów magnetycznych Ziemi wskazywała na to, iż konfiguracja kontynentów zmieniała się w historii naszej planety.

Problemy te znalazły rozwiązanie w opracowywanych stopniowo nowych hipotezach. Jedną z nich dotyczyła np. *spredingu*, czyli ekspansji dna oceanicznego, a hipoteza zawarta w pracy F. J. Vine'a i D. H. Matthews'a wyjaśniała liniowość i symetryczność anomalii magnetycznych.

Pod koniec lat sześćdziesiątych dołączono wyniki badań sejsmicznych<sup>7</sup>. Okazało się, że trzęsienia ziemi i aktywność wulkaniczna ograniczają się do wąskich, ostro zarysowanych i ciągłych stref. W powstałej w latach 1967-1968 teorii płyt litosfery zostały one przyporządkowane krawędziom płyt litosferycznych. Teoria *plate tectonics* wiązała wcześniej opracowane: hipotezę *spredingu*, hipotezę F. J. Vine'a – D. H. Matthews'a oraz znaną już Wegenerowską koncepcję dryfu kontynentów. Ta ostatnia odrodziła się tu w zupełnie nowym i szerszym kontekście. Z dawnej koncepcji dryfu pozostał tylko jeden nie podważony element: obserwowalny i mierzalny, choć w długim przedziale czasowym, ruch kontynentów, który jest wynikiem przemieszczania się płyt litosfery. Twórcami nowej, spójnej teorii naukowej byli trzej młodzi badacze, którzy nie pracowali w tradycyjnym stabilistycznym paradygmacie. *Plate tectonics* stworzyli niezależnie od siebie i prawie równocześnie: Dan MacKenzie, Jason Morgan i Xavier Le Pichon. Teoria ta została zaakceptowana przez większość społeczności geologów, ponieważ była w stanie zadowalająco rozwiązać narosłe wcześniej problemy.

---

<sup>6</sup> J o n e s, art. cyt., s. 537.

<sup>7</sup> T. H. Van A n d e l, *Nowe spojrzenie na starą planetę. Zmienne oblicze Ziemi*, tł. z jęz. ang. W. Studencki, Warszawa 1997, s. 95 nn.; A. H a l l a m, *A Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics*, Oxford 1973, s. 68 nn.

Geolodzy porzucili wcześniejszy paradygmat, a przyjęli nowy, mobilistyczny<sup>8</sup>.

Hipoteza pomostowa jest przykładem kwestii, która przestała być problemem badawczym w paradygmacie mobilistycznym<sup>9</sup>. Nie został on rozwiązany, a po prostu zarzucony. Wymieniona hipoteza miała moc wyjaśniającą dla stabilistów. Tłumaczyła podobieństwa paleontologiczne między kontynentami obecnie rozdzielonymi oceanem, np. między Afryką i Ameryką Południową. Paleontolodzy zakładali istnienie w przeszłości geologicznej połączeń pomostowych pomiędzy kontynentami. Umożliwiały one migrację świata organicznego. Później te przesmyki lądowe musiały przestać istnieć, ale nie było wiadomo, jak do tego doszło. Zniknięcie pomostów nie jest problemem dla współczesnej geologii. Teoria tektoniki płyt podaje inne rozwiązanie: zamiast hipotetycznych połączeń lądowych działał dryf kontynentów. Pomosty nigdy nie istniały, lecz lądy tworzyły kiedyś jeden superkontynent.

Nie jest kwestią przypadku, że teoria płyt litosfery stała się dziełem zbiorowym. Wymienia się zwykle po kilku wiodących badaczy, autorów tej czy innej hipotezy lub też autorów znaczących odkryć. Trzech niezależnie od siebie działających naukowców wniosło zasadniczy wkład w sformułowanie panującej obecnie teorii geologicznej. Trzech innych<sup>10</sup>, znowu w sposób niezależny, było wcześniej twórcami np. hipotezy spredingu. Wspomniani badacze, pracując nad jednym problemem w tym samym czasie, dochodzili do takich samych wniosków. Działali oni opierając się na nowych i takich samych założeniach, leżących u podstaw ich widzenia świata. Były to już założenia mobilistyczne, a więc zupełnie inne niż poprzednio. Tak jak twierdził Kuhn, stabilisci i mobilisci postrzegali, opisywali i wyjaśniali dwa różne światy. Wcześniejsze założenia nie dawały możliwości rozwiązania pojawiających się problemów, musiały więc ulec zmianie. Powstanie takich samych rozwiązań problemów badawczych w jednym czasie i w różnych miejscach świadczy o początkach konstytuowania się nowego paradygmatu. Jego założenia zaczęły już funkcjonować w społeczności naukowców, choć może jeszcze nie do końca świadomie.

---

<sup>8</sup> H a l l a m, dz. cyt., s. 108.

<sup>9</sup> J o n e s, art. cyt., s. 537.

<sup>10</sup> Por. E m i l i a n i, art. cyt., s. 589. Jak podaje autor, hipotezę spredingu opracowali w latach 1961-1962 i niezależnie od siebie trzech uczeni: B. Schmalz, B. Dietz i H. Hess.

Pierwszą próbą odrzucenia paradygmatu stabilistycznego była hipoteza dryfu kontynentów. Hipotezę tę w początkach XX w. opracował naukowo niemiecki meteorolog Alfred Wegener. Pierwszy jego artykuł na ten temat ukazał się w 1912 r.<sup>11</sup> Zasadnicza teza Wegenera głosiła realność ruchu kontynentów.

Dla jej uzasadnienia autor posłużył się argumentami paleontologicznymi, geologicznymi, paleoklimatycznymi i geofizycznymi. Uważa się, że słabym punktem hipotezy był mechanizm dryfu i z tego powodu nie została ona powszechnie przyjęta. Wegener zakładał głównie działanie siły odśrodkowej oraz siły grawitacji<sup>12</sup>. W późniejszym okresie (1929 r.) wysunięto prosty model prądów konwekcyjnych<sup>13</sup>. Co ciekawe, za ruch płyt litosferycznych w teorii obecnej nadal odpowiedzialny jest pewien typ konwekcji, ale nie jest to do końca opracowana hipoteza.

Mobilistyczna koncepcja Wegenera, pomimo tego, że doprowadziła do powstania ośrodka myśli tektonicznej<sup>14</sup>, nie przewyższyła uznanych ogólnie tez. Aktualne jest pytanie: dlaczego nie było rewolucji naukowej w geologii w latach dwudziestych, a więc w latach pojawienia się dojrzałej, jak na owe czasy, hipotezy dryfu kontynentów?<sup>15</sup> Odpowiedź wydaje się prosta. Nie odnotowano wówczas wyraźnego kryzysu w obowiązującej nauce normalnej<sup>16</sup>. Wegener lepiej tłumaczył niektóre fakty geologiczne, uznanie jego hipotezy mogło doprowadzić do zarzucenia hipotezy pomostowej i hipotez tektonicznych. Taka możliwość nie została jednak przyjęta przez społeczność geologów i geofizyków. Ta teza prowadzi do wniosku, że nie wystarczy zebrać odpowiedni materiał faktyczny, popierający hipotezę, nie wystarczy też jej racjonalne uzasadnienie. Aby została ona dołączona do korpusu uznanej wiedzy naukowej, potrzebna jest jeszcze jakaś forma konsensusu społeczności naukowców.

---

<sup>11</sup> W. R. J a c o b y, *Modern Concepts of Earth Dynamics Anticipated by Alfred Wegener in 1912*, „Geology”, 9(1981), No. 1, s. 25-27; E m i l i a n i, art. cyt., s. 587.

<sup>12</sup> L. C z e c h o w s k i, *Tektonika płyt i konwekcja w płaszczu Ziemi*, Warszawa 1994, s. 57.

<sup>13</sup> P o r. R. N. G i e r e, *Explaining Science: A Cognitive Approach*, Chicago–London 1988, s. 249 n. Autorem modelu konwekcyjnego był A. Holmes.

<sup>14</sup> C w o j d z i ń s k i, art. cyt., s. 506.

<sup>15</sup> G i e r e, dz. cyt., s. 240 n.

<sup>16</sup> J o n e s, art. cyt., s. 538.

W podsumowaniu dociekań nad kwestią genezy rewolucji naukowej w geologii w latach sześćdziesiątych XX w. wyakcentujemy ponownie następujące elementy:

- 1) zmiana założeń leżących u podstaw ujmowanej przez geologię rzeczywistości i tym samym zmiana paradygmatu stabilistycznego na mobilistyczny;
- 2) liczne odkrycia naukowe, dokonane mniej więcej w ciągu jednej dekady;
- 3) dostarczenie zupełnie nowych informacji, które domagały się wyjaśnienia innymi hipotezami niż dotychczas przyjmowane;
- 4) narastanie kryzysu w zastanym paradygmacie w związku z pojawieniem się problemów nie mających rozwiązania;
- 5) opracowanie wyjaśniających hipotez, a następnie zebranie ich w postaci teorii płyt litosfery;
- 6) konsensus społeczności geologów dotyczący przyjęcia nowej teorii oraz akceptacji zachodzącej zmiany naukowej i jej rewolucyjnego charakteru.

#### BIBLIOGRAFIA

- C w o j d z i ń s k i S.: Dokąd zmierza współczesna geotektonika?, „Przegląd Geologiczny”, 32(1984), nr 10, s. 505-513.
- C z e c h o w s k i L.: Tektonika płyt i konwekcja w płaszczu Ziemi, Warszawa: PWN 1994.
- E m i l i a n i C.: Two Revolutions in the Earth Sciences, „Terra Nova”, 7(1995), No. 6, s. 587-597.
- G i e r e R. N.: Explaining Science: A Cognitive Approach, Chicago-London 1988.
- H a l l a m A.: A Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics, Oxford: Clarendon Press 1973.
- J a c o b y W. R.: Modern Concepts of Earth Dynamics Anticipated by Alfred Wegener in 1912, „Geology”, 9(1981), No. 1, s. 25-27.
- J o n e s B.: Plate Tectonics: A Kuhnian Case?, „New Scientist”, 63(1974) 536-538.
- Mała Encyklopedia Filozofii. Pojęcia, Problemy, Kierunki, Szkoły, Bydgoszcz: Branta 1996.
- V a n A n d e l T. H.: Nowe spojrzenie na starą planetę. Zmienne oblicze Ziemi, tł. z jęz. ang. W. Studencki, Warszawa: PWN 1997.

## GENESIS OF THE SCIENTIFIC REVOLUTION IN GEOLOGY

## S u m m a r y

The genesis of plate tectonics was the beginning of the scientific revolution in geology. Due to the analysis in Kuhn's terminology some elements in this revolution are able to be shown. The stabilist paradigm was replaced by the mobilist one as a consequence of changing ontological presuppositions assumed in geology. Essential new information was provided by scientific discoveries in oceanography and paleomagnetism. In connection with that a growing crisis in the stabilist paradigm took place. The explaining hypotheses, for instance the hypothesis of sea-spreading and Vine-Matthews hypothesis, came into being. Next they were united into plate tectonics. The consensus among geologists appeared also indispensable. It included a reception of the new theory in the late 1960s and an acceptance of the scientific change that was revolutionary in its character.

*Summarized by Marzena Dybkowska*

**Słowa kluczowe:** teoria płyt litosfery, rewolucja naukowa w geologii, metodologia geologii.

**Key words:** plate tectonics, scientific revolution in geology, methodology of geology.