

Dziecięca geologia. Modele mentalne budowy wewnętrznej Ziemi dzieci 6, 7 i 8-letnich

JAN AMOS JELINEK

Akademia Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie

Dziecięce przekonania dotyczące budowy wewnętrznej Ziemi są rzadko tematem analiz empirycznych. Tymczasem jak pokazują badania, 50 dzieci w wieku od 6 do 8 roku życia posiada bogatą wiedzę na temat wnętrza Ziemi. W artykule przedstawiono 6 modeli mentalnych budowy wewnętrznej Ziemi, uporządkowanych od modeli wstępnych, poprzez uproszczone, aż do naukowych. Swoją wiedzę na temat tego co znajduje się we wnętrzu Ziemi, dzieci zdobywają w sposób przypadkowy, a głównie pochodzą ona z informacji jakie usłyszały od dorosłych, z wiadomości zawartych w książkach i przekazach medialnych. Do ustalenia modeli mentalnych zastosowano eksperyment myślowy Leonarda Eulera, autorski test rysunkowy wymuszonego wyboru oraz analizę dziecięcych rysunków.

SŁOWA KLUCZOWE: Dzieci przedszkolne, uczniowie klas początkowych, budowa wewnętrzna Ziemi, modele mentalne, przyroda nieożywiona, test, analiza rysunków, eksperyment myślowy, dziecięce wyjaśnienia

Człowiek odczuwa wewnętrzną potrzebę wyjaśniania otaczającej go rzeczywistości, która wynika z dążenia do bezpieczeństwa. (Carey, 2007; Gopnik, 2010). Gdy funkcjonujemy w otoczeniu, którego nie rozumiemy, wówczas odczuwamy z jego strony zagrożenie. Niepokój, który wzrasta w organizmie staje się motorem do próby zrozumienia mechanizmów sterujących różnymi zjawiskami w otoczeniu (Piaget, 2006). Jednym z efektów działania tego dysonansu jest próba sformułowania własnych definicji pojawiających się zjawisk (Carey, 2007; Gopnik, 2010, s. 250-254).

Badania pokazują, że już pięcioletnie dzieci są zdolne do konstruowania sensownych wyjaśnień na temat zjawisk o wysokim stopniu abstrakcji (Nobes, Martin i Panagiotaki, 2005, 2006; Kampeza i Ravanis, 2009; Saçkes, 2015). Niektórzy widzą podobieństwo w strukturze i funkcji dziecięcych wyjaśnień do teorii naukowców (Carey, 2007; Gopnik, 2010). Analiza tych wypowiedzi wskazuje, że pierwsze dziecięce próby skonstruowania teorii są wynikiem osobistych doświadczeń. Dzieci wyjaśniają otaczający je świat przez pryzmat tego, czego doświadczają na co dzień. Z czasem jednak zaczynają włączać w swoje subiektywne wyjaśnienia informacje pochodzące od dorosłych, wiadomości z przekazów medialnych itd. (Vosniadou, 1994). Dokonują wyboru tych informacji, które im pasują do wyjaśnienia aktualnego zjawiska

(Vosniadou i Ioannides, 1998). W przypadku zagadnień abstrakcyjnych, a więc takich, w których bezpośrednio poznanie jest niemożliwe, istotne znaczenie ma to, jakie informacje docierają do dzieci. Tylko na ich podstawie mają one szansę zbudować wyjaśnienia zbliżone do naukowych. Dotyczy to szczególnie kształtu Ziemi, jej wewnętrznej budowy oraz położenia Ziemi w kosmosie. W tym obszarze dzieci są zdolne osiągnąć wyjaśnienia zbliżone do naukowych jeśli zrezygnują z osobistych doświadczeń i przyjmą informacje pochodzące z pośrednich źródeł.

W literaturze omawiane zagadnienie dotyczące dziecięcych wyjaśnień jest na tyle nowe, że nie ma jeszcze jednego określenia. W kontekście analizy dziecięcych definicji z zakresu budowy wewnętrznej Ziemi Francek (2013), Cardoso, Ribeiro i Vasconcelos (2018) używają terminu *misconceptions*, który można rozumieć jako „nieporozumienie” lub „błędne przekonanie” (dosłownie „nietrafione przekonanie”), Dove (1998) posługuje się określeniem „alternatywne przekonania” (*alternative conceptions*), Ross i Shuell (1993) „dziecięce wierzenia” (*children's beliefs*), a Vosniadou (1992) używa określenia „modele mentalne” (*mental models*). Z kolei Egenhofer i Mark (1995) wyjaśnienia dziecięce odróżniają od prawdziwych teorii, nazywając je „naiwną geografią” (*naive geography*). Określenie „naiwne” definiują jako zbiór intuicyjnej wiedzy (lub teorii) na temat otaczającego świata. Używane określenia są znaczeniowo podobne do siebie (Özsoy, 2012). W niniejszej publikacji przyjąłem określenie **modele mentalne**, które rozumiem jako „zorganizowane systemy myśli, w których każdy element przyczyniający się do danego pojęcia (osobiste doświadczenia, nauczanie przez dorosłych, ogólny poziom rozwoju) wchodzi w interakcję z pozostałymi, doprowadzając do specyficznego przekonania” Ross Vasta, Marshall Maith i Scotta Millera (2004, 277-278). Modele mentalne dzielone są na modele wstępne zawierające esencję codziennych doświadczeń oraz modele uproszczone będące swoistą mieszaniną codziennych doświadczeń z informacjami zasłyszczanymi od dorosłych i wiadomościami zdobytymi z mediów (Vosniadou, 1992). Dodam, że określenie model mentalny (podobnie jak inne określenia) odnosi się do szerokiego spektrum sposobów w jaki dziecko werbalizuje swoje przekonania. Zazwyczaj ujawnia je w rysunkach i zachowaniu na przedmiotach szkolnych, dlatego przyjęto, że modele mentalne – analogicznie do *pojęć* – nie są wyłącznie wyobrażeniami ani słownymi wyjaśnieniami.

Przypomnę, że w Polsce używa się następujących określeń: intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych (Gruszczyk-Kolczyńska i Zielińska, 2015, s. 52-56). Pod tym względem intuicje znaczeniowo odpowiadają modelom wstępnym, zarysy pojęć tożsame są z modelami uproszczonymi, a pojęcia zbliżone do naukowych odpowiadają modelom naukowym. Przy czym porównanie tych ostatnich – jak się okaże w artykule – jest kłopotliwe. W literaturze anglojęzycznej naukowcy (np. Cardoso, Ribeiro i Vasconcelos, 2018), którzy posługują się określeniem model mentalny, porównują dziecięce wyjaśnienia do aktualnie obowiązującej wiedzy, nie weryfikując czy do niej dzieci mają dostęp. W artykule wskażę, że w ocenie modeli naukowych należy brać pod uwagę także wiedzę dostępną dzieciom.

Problematycznym jest fakt, że informacje docierające do dzieci, zarówno od dorosłych, jak i z przekazów medialnych, nie zawsze są prawdziwe (Barnett i in., 2006, Jelinek, 2016). Dorośli dysponują szeregiem błędnych przekonań (Dove, 1998; Francek, 2013), a przekazy medialne (szczególnie filmy z fantastyki naukowej) oparte są

na udowadnianiu kłamstwa. Ich wysoki wpływ na kształtowanie przekonań u dzieci, został już udowodniony (Barnett i in., 2006). Dzieci, dochodząc do naukowego przekonania, nie tylko muszą odpowiednio połączyć zdobywane informacje, ale także odseparować te, które są nieprawdziwe. Jednak często jest to niewystarczające. Okazuje się, że nawet ukończenie studiów nie jest gwarantem, że będziemy wyjaśniać zjawiska otoczenia w sposób zbliżony do naukowego (McCloskey, 1983).

W artykule skoncentruję się na poziomie wiedzy na temat budowy wewnętrznej Ziemi u dzieci w wieku 6, 7 i 8-letnich. Przypomnę, że na co dzień dzieci nie mają okazji poznawać wewnętrznej budowy naszej planety. Kopiąc w piaskownicy doświadczają jedynie odmiennego koloru twardszej warstwy gleby. W przedszkolu i w klasach I-III, nauczyciele nie omawiają z nimi jej wewnętrznej budowy¹. Jedynym źródłem informacji dla dzieci w wieku 6 – 8 lat mogą być obrazki w książkach, przekazy medialne i wiadomości zasłyszane od dorosłych.

Należy pamiętać, że współczesne informacje naukowe dotyczące budowy wewnętrznej Ziemi wciąż nie są wystarczająco pewne. Dotychczas zdobyta wiedza pochodzi z urządzeń odbierających fale dźwiękowe i drgania. To między innymi na ich podstawie ustala się obecnie budowę wewnętrzną i skład Ziemi. Przypomnę, że ostatni odwiert zakończony w 2011 roku sięgnął 12 345m w głąb Ziemi. Dalsze prace zakończyły się fiaskiem ze względu na nieoczekiwanie wysoką temperaturę panującą na tych głębokościach². Oznacza to, że ludzkość nie przekopała się nawet przez ziemską skorupę.

Motywy podjęcia badań były ustalenia prowadzone wokół programu badawczego *Dziecięca astronomia*, z których wynikało, że dzieci wydają się mieć bogatą wiedzę na temat budowy wewnętrznej Ziemi. Po analizie nielicznych polskich badań (Dawid, 1892; Lelonek, 1984; Korzeniewski, 1985; Guz, 1993; Al-Khamisy, 1996) ustaliłem, że zagadnienia związane z tym obszarem naukowym są poruszane jedynie marginalnie i na ich podstawie, nie sposób choćby w zarysie ustalić dziecięcą wiedzę na ten temat. Z kolei opracowania zagranicznych badaczy (Shoon, Ross i Shuell, 1993; Dove, 1998; Blake 2005; Francek 2013; Cardoso, Ribeiro i Vasconcelos, 2018) – choć bogatsze – nie można bez weryfikacji (np. ze względu na różnice kulturowe i dostępu do wiedzy) uznawać za obowiązujące także w Polsce, dlatego też koniecznym było opracowanie nowego programu badawczego. Tak powstał zamysł badań nad *Dziecięcą geologią*. Pod jej pojęciem rozumiem zakres wiedzy, którą dysponują dzieci na temat budowy wewnętrznej Ziemi i zjawisk w niej zachodzących.

¹ Por. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej. Dz.U. z dnia 24 lutego 2017, poz. 356, zał. 1 i 2. Witerska K., Janiak M. (2017), *Trampolina. Program wychowania przedszkolnego z terminarzem*, Warszawa, PWN; Dziamska D., Buchnat M. (2017), *Zbieram, poszukuję, badam*, Warszawa, Nowa Era; Kwaśniewska M., Lendzion J., Żaba-Żabińska W. (2018), *Wokół przedszkola. Program wychowania przedszkolnego oparty na warstwowej koncepcji wychowania Stefana Kunkowskiego*, Warszawa, Wydawnictwo MAC; Pleskot M., Staszewska-Mieszek A. (2018) *Kocham przedszkole. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa, Wydawnictwo WSiP; Faliszewska J., Lech G. (2017), *Ja i moja szkoła na nowo*, Warszawa, Wydawnictwo Juka; Głuszniewska A., Prus-Wirzbicka K., Stryjewska D., Szczepkowska-Szczyński K., Zatorska M. (2017), *Szkolna Trampolina*, Warszawa, PWN; Mazur B., Sokołowska B., Zagórska K. (2017), *Gra w kolory*, Warszawa, Wydawnictwo Juka; Hryszkiewicz E., Stępień B., Winiecka-Nowak J., Bielenica K., Bura M., Kwil M., Lankiewicz B. (2017), *Elementarz odkrywców*, Kraków, Nowa Era.

² Za: Portal W Meritum, dostęp: Źródło: <https://wmeritum.pl/kiedy-ludzie-dotra-do-srodka-ziemi-naukowiec-pan-opowiada/242811>, data dostępu 2018.8.14.

Program badań *Dziecięca geologia*

Celem podjętych badań³ było ustalenie jak starsze przedszkolaki i młodszy uczniowie wyobrażają sobie wewnętrzną budowę Ziemi i pojawiające się zjawiska na jej powierzchni. Przedstawię w tym artykule częściowe wyniki badań oraz skoncentruję się na dziecięcych przekonaniach dotyczących kształtu Ziemi, jej wewnętrznej budowie i działaniu siły grawitacji. Drugi zakres wyników badań, bardziej szczegółowy będzie obejmował modele mentalne dzieci, dotyczące takich zjawisk przyrody nieożywionej jak: zniknięcie liści, pochodzenie wody w kałużach, studniach i jeziorach. Wybuchy wulkanów i powstawanie gór zostaną przedstawione w odrębnym artykule⁴.

Badaniom została poddana celowo dobrana grupa 50 dzieci. Wśród nich było 25 starszych przedszkolaków i 25 uczniów. Wiek badanych wynosił od 6 do 8 lat. W rozróżnieniu na płeć i wiek szkolny wzięło w nim udział 17 chłopców (w tym 12 z przedszkola i 5 ze szkoły) oraz 33 dziewczynki (w tym 13 z przedszkola i 20 ze szkoły). Badania przeprowadzono w podwarszawskiej miejscowości o zaludnieniu średniej gęstości.

Badanie polegało na przeprowadzeniu indywidualnych rozmów, podczas których po zademonstrowaniu przedmiotów, prosiłem o wypełnienie testu i narysowanie obrazka. Na każdym etapie badania (za wyjątkiem wypełniania przez dziecko testu) prowadziłem rozmowę z dzieckiem, tak aby za pomocą zadawania pytań lepiej ustalić jego wyobrażenia budowy wewnętrznej Ziemi. Czas trwania spotkania z badanym dzieckiem wynosił nie dłużej niż 30 minut.

Szczegółowe przedstawienie zastosowanej procedury badawczej będę omawiał przytaczając kolejno wyniki badań.

Wyniki badań

Na początku każdego spotkania prosiłem, aby ze styropianowych kształtów, dzieci wybrały te, które ich zdaniem najlepiej przypominają Ziemię, na której mieszkają wszyscy ludzie. Przedstawione kształty były następujące: płaski owalny dysk, płaski dysk o podstawie prostokąta, kula, kula wyżłobiona w środku oraz kula spłaszczona z dwóch naprzemiennych stron (patrz: Zdjęcie 1).



Zdjęcie 1. Styropianowe kształty Ziemi prezentowane dzieciom




³ Badania zostały zrealizowane dzięki dofinansowaniu projektu badawczego pt. *Dziecięca geologia. Modele umysłowe starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie budowy wewnętrznej Ziemi i zjawisk w niej zachodzących*, numer: BSTP 5/19-I. Projekt finansowany ze środków „badania własne” Akademii Pedagogiki Specjalnej.

⁴ W opracowaniu.

Z tak przygotowanych styropianowych kształtów, kulę wskazało 18 dzieci przedszkolnych oraz wszyscy uczniowie (25) w wieku szkolnym. Dzieci przedszkolne wskazywały także inne modele. Pięcioro dzieci wskazało płaski dysk, czworo z nich bryłę o podstawie prostokąta, a jedno o podstawie koła. Jedno dziecko wskazało kulę wydrążoną w środku. Jedno z dzieci nie udzieliło odpowiedzi.

Następnie zademonstrowałem dzieciom model Ziemi (tym razem tylko kulisty) oraz zadałem pytanie analogiczne do tego, które sformułował Leonard Euler w XVIII w. – *co się stanie z piłką wrzuconą do dziury wykopanej w Ziemi w taki sposób, że tu (gest) jest jej początek, a tu koniec (gest). Dziura przechodzi przez całą Ziemię (gest). Jak myślisz co się stanie z przedmiotem wrzuconym do takiej dziury.* Dla lepszego zrozumienia sytuacji pokazałem dziecku ilustrację, na której graficznie przedstawiłem Ziemię z wydrążoną dziurą, nad którą osoba wrzuca opisany przedmiot. Wśród 50 badanych dzieci, ośmioro z nich udzieliło niezrozumiałej wypowiedzi. W tabeli nr 1 przedstawiłem pozostałych respondentów wraz ze schematycznymi ilustracjami.

Tabela nr 1. Rozkład wypowiedzi badanych dzieci na eksperyment myślowy Leonarda Eulera.

	Przedmiot przeleci przez Ziemię i dalej będzie leciał „w kosmos”	Przedmiot zatrzyma się u dołu planety	Przedmiot zatrzyma się w środku planety
			
Dzieci przedszkolne	18	1	0
Uczniowie szkolni	17	3	3
Razem	35	4	3

Pierwszy sposób wyjaśnień – przedmiot przeleci przez Ziemię i dalej będzie leciał w kosmosie – zgodnie z założeniem Josepha Nussbauma i Josepha Novaka (1976), świadczy o traktowaniu globu ziemskiego jako obiektu, który również podlega ciężeniu „do dołu”. Dzieci te uznają, że podobnie jak z przedmiotem bez oparcia, który spada, tak samo dzieje się z Ziemią w kosmosie. Ich wyjaśnienia wynikają z osobistych doświadczeń gdyż wielokrotnie były świadkami sytuacji w których przedmiot bez oparcia upada.





Dzieci, które stwierdziły, że przedmiot zatrzyma się u dołu planety, wiedzą już, że „przedmioty nie spadają z Ziemi”, włączają tę informację do swojego wyjaśnienia. Jednak jeszcze nie potrafią w pełni oderwać się od swoich codziennych doświadczeń i tłumaczą, że przedmiot przeleci przez całą planetę i zatrzyma się w jej dolnej części (wewnątrz planety u dołu lub na zewnątrz planety u dołu).



Troje dzieci uznało, że przedmiot wrzucony do dziury w Ziemi zatrzyma się w jej środku. Dzieci te stwierdziły zarazem, że wrzucony przedmiot może spłonąć w środku planety. Mają one prawidłowe wyobrażenie działania siły grawitacji. Wiedzą już, że przedmiot wrzucony do Ziemi będzie przyciągany do środka – czyli do źródła siły

grawitacji. Wyjaśnienie to jest istotne dla wyjaśniania sposobu zachowania się obiektów na powierzchni planety. Gdy – jak wynika z innych badań (Jelinek, 2018) – wielu starszych przedszkolaków i młodszych uczniów tłumaczy, że ludzie mogą żyć tylko na północnej półkuli ponieważ gdzie indziej mogliby spaść.

Po przeprowadzeniu eksperymentu myślowego Leonarda Eulera poprosiłem dzieci o narysowanie wnętrza Ziemi, na której mieszkają wszyscy ludzie. Do wykonania rysunku dzieci miały do dyspozycji białe kartki papieru i kredki. Otrzymałem 48 rysunków (2 dzieci odmówiło rysowania). 11 dzieci narysowało Ziemię widzianą z zewnątrz – z drzewami i domami (rysunków tych nie poddałem analizie), a 5 zakończyło rysowanie po zaznaczeniu okręgu. Na podstawie pozostałych 32 rysunków określiłem 6 modeli rysunkowych budowy wewnętrznej Ziemi. W tabeli nr 2 przedstawiłem ich szczegółowy opis.

Tabela nr 2. Rysunki dziecięce wraz z opisami, tworzące 6 modeli mentalnych budowy wewnętrznej Ziemi.




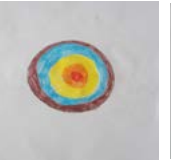

Nazwa modelu	Przykładowy rysunek	Wyjaśnienie dziecięce	Liczba dzieci
Model wstępny. Ziemia jest płaska, nie warstwowa		Dzieci zaprezentowały płaską linię gruntu, jednym kolorem (brązowym lub żółtym) zaznaczając budowę wewnętrzną Ziemi, a ludzi lokalizując nad linią.	2
Model wstępny. Ziemia jest dyskiem		Dzieci dokonały prezentacji Ziemi jako dysku na podstawie czworokąta. Zaznaczyły na nim lub w nim, ludzi, drzewa i przedmioty (np. złoto). Niekiedy obok czworokąta dzieci zaznaczyły słońce i księżyc.	3
Model wstępny. Ziemia jest płaska, warstwowa		Dzieci przedstawiły płaską linię gruntu, zaznaczając na niej trawę, drzewa. Pod linią narysowały warstwy, zaznaczając je różnymi kolorami. Wśród kolorów dzieci używały koloru pomarańczowego, żółtego, białego lub brązowego. Niekiedy między warstwami dzieci dorysowały przedmioty (np. diamenty, kości). Bywa, że u samego dołu zaznaczyły jądro.	5
Model uproszczony. Ziemia jest kulą pustą w środku		Dzieci narysowały okrąg, a w jego wnętrzu zaznaczyły drzewa, domy, chmury, w taki sposób jakby okrąg stanowił kuliste okno na płaską linię horyzontu.	2

Nazwa modelu	Przykładowy rysunek	Wyjaśnienie dziecięce	Liczba dzieci
Model uproszczony. Ziemia jest kulą, ma warstwy równoległe		Dzieci narysowały okrąg, a następnie pas (zwykle jeden lub dwa) przechodzący przez środek koła. Niekiedy dzieci zaznaczyły czerwonym kolorem jądro Ziemi (raz w centrum kuli, innym razem u jej dołu). Pas (warstwę) zaznaczyły pomarańczowym kolorem.	3
Model naukowy. Ziemia jest kulą, ma warstwy koncentryczne		Dzieci narysowały okrąg wewnątrz którego zaznaczyły koncentryczne, mniejsze koła tworzące warstwy. W najmniejszym okręgu (w środku Ziemi) znajduje się czerwone jądro. Liczba warstw jest różna (od 2 do 6). Warstwy były zaznaczone kolorem pomarańczowym, żółtym i brązowym. Jedno dziecko zaznaczyło jak lawa wydostaje się ze środka Ziemi.	17

Wypowiedzi dzieci w trakcie wykonywania rysunków są świadectwem na zdobycie przez nich zaskakująco dużej ilości informacji na temat budowy wewnętrznej Ziemi. U części badanych dominują jeszcze osobiste doświadczenia, z kolei u większości (17) widać wyraźnie informacje zaczerpnięte od dorosłych, z książek lub przekazów medialnych. Do tej większej grupy należą prezentacje graficzne przedstawiające koncentryczne warstwy w budowie wewnętrznej Ziemi. Informacja ta jest o tyle zaskakująca, że dzieci kończące przedszkole i pierwszą klasę – jak wspomniałem we wstępie – nie mają okazji zapoznać się w szkole z budową planety. Te zagadnienia musiały zaczerpnąć ze źródeł poza edukacją szkolną.

Liczba warstw zaznaczonych na rysunkach została poddana analizie, i pozwoliła dokładniej ustalić jak dzieci wyobrażają sobie podział struktury Ziemi. Wśród rysunków widać pewną tendencję – najwięcej dzieci zaznaczało dwie warstwy (6) a najmniej sześć warstw (1) – szczegóły w tabeli nr 3.

Tabela nr 3. Rysunki dziecięce przedstawiające warstwową budowę wewnętrzną Ziemi.

Liczba warstw	2 warstwy	3 warstwy	4 warstwy	5 warstw	6 warstw
Przykład rysunku					
Liczba rysunków	6	4	3	3	1

Na koniec każde z dzieci otrzymało autorski Test Reprezentacji Budowy Ziemi (test ReBuZ) w formie broszurki z pięcioma pytaniami. Test opublikowałem na stronie internetowej: [LINK ZOSTANIE URUCHOMIONY PO PUBLIKACJI ARTYKUŁU]. Odpowiedzi zostały przedstawione w formie obrazkowej. Rysunki opracowano na podstawie modeli kształtu Ziemi opisanych przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera oraz wyobrażenia przednaukowe opisane w literaturze naukowej, uznane dzisiaj za koncepcje historyczne (np. Kirchera - ilustrujący szereg korytarzy łączących powierzchnię planety z jej jądrem; Woodwarda - przedstawiający Ziemię jednolitą w środku; Gautier'a - Ziemię pustą w środku).

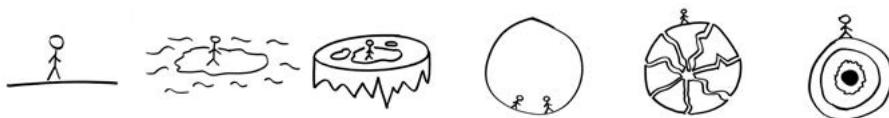
Rysunki przedstawiały: (1) model horyzontalny (jako model wstępny wynikający z codziennych doświadczeń), (2) model płaskiej Ziemi otoczonej wodą, (3) model Ziemi jako dysku, (4) model kulistej Ziemi pustej w środku, (5) model przednaukowy kulistej Ziemi oraz (6) model naukowy ilustrujący współczesne wyobrażenie warstwowe Ziemi (rysunki użyte w teście przedstawiłem w tabeli 3).

Każdy z tych modeli został w teście przedstawiony jako odpowiedź na pięć pytań: (1) jak zbudowana jest Ziemia, (2) jak rosną drzewa na Ziemi, (3) gdzie jest woda na Ziemi i w jej wnętrzu, (4) jak wybuchają wulkany i (5) gdzie jest magma/lawa w Ziemi. Podczas rozwiązywania testu czytałem pytanie i prosiłem, aby dzieci dokładnie przyjrzały się ilustracjom a następnie zaznaczyły ten obrazek, który ich zdaniem najlepiej odpowiada rzeczywistości. Po przeprowadzeniu pilotażu (na grupie 62 dzieci 7-letnich) zmodyfikowano ilustracje, aby były bardziej czytelne.

W tabeli nr 4 przedstawiłem wyniki testu badanych dzieci, uporządkowane od modeli wstępnych do naukowych. Zaznaczam, że w teście ReBuZ, rysunkowe odpowiedzi miały inny porządek.

Tabela nr 4. Wskazania starszych przedszkolaków (P) i uczniów z klasy pierwszej szkoły podstawowej (S) na ilustracje w teście ReBuZ, w każdym z pytań testowych.

Zaznacz, który obrazek najlepiej pokazuje jak zbudowana jest Ziemia



P	4	3	0	6	4	8
S	2	0	0	9	1	13

DZIECIĘCA GEOLOGIA

Zaznacz, który obrazek najlepiej pokazuje jak rosną drzewa na Ziemi



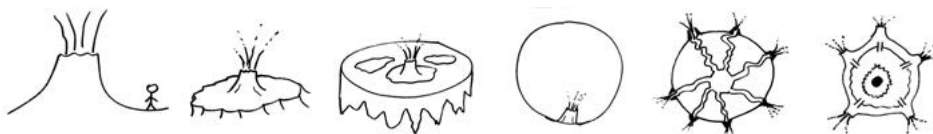
P	10	1	2	1	5	6
S	6	0	2	2	0	15

Zaznacz, który obrazek najlepiej pokazuje gdzie jest woda na Ziemi i w jej wnętrzu



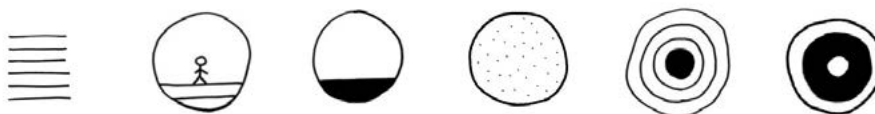
P	4	6	6	6	3	0
S	3	1	7	7	4	3

Zaznacz, który obrazek najlepiej pokazuje jak wybuchają wulkany



P	15	6	3	0	1	0
S	8	5	0	2	8	2

Zaznacz, który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie jest magma/lawa w Ziemi

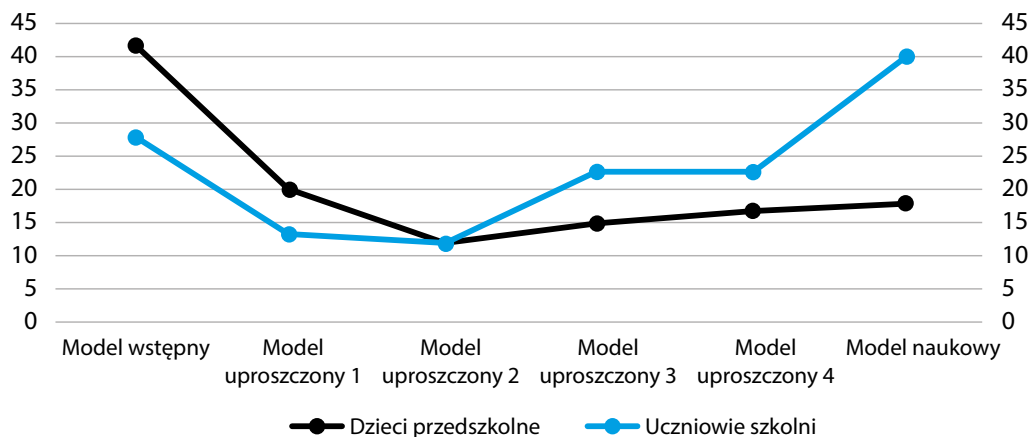


P	9	4	2	2	4	4
S	6	6	2	0	7	4

P=	42	20	13	15	17	18
S=	25	12	11	20	20	36

Test ReBuZ wykazał, że dzieci uczęszczające do przedszkola znacznie częściej wskazywały modele wstępne bazując na codziennych doświadczeniach niż uczniowie szkolni. Z kolei uczniowie z pierwszej klasy częściej wybierali modele zbliżone do naukowych. Graficznie wyniki wartości liczbowych przedstawiłem na wykresie nr 1.

Wykres nr 1. Rozkład wskazań na modele wstępne, uproszczone i naukowe w teście ReBuZ.



Analiza stanu wiedzy na temat budowy wewnętrznej Ziemi dowodzi, że w zależności od obszarów, dzieci udzielają wyjaśnień w sposób bardziej lub mniej zbliżony do naukowego. W tabeli nr 5 przedstawiłem przykładowe wyniki dotyczące modeli budowy naszej planety, otrzymane w efekcie odpowiedzi badanych dzieci na 5 pytań testu ReBuZ. Widać wyraźnie, że różnica w zakresie dziecięcych wyjaśnień jest obecna w każdym badanym wieku.

Tabela nr 5. Analiza wypowiedzi dzieci pod kątem wskazań na modele mentalne budowy wewnętrznej Ziemi. W – model wstępny, U – model uproszczony, N – model naukowy.

Pytanie	Antek (6)	Hubert (6)	Laura (6)	Gabrysia (7)	Krzysztof (7)	Ola (7)	Marcel (8)	Basia (8)	Maja (8)
Jak zbudowana jest Ziemia?	N	N	W	N	U	U	N	U	N
Jak rosną drzewa na Ziemi?	N	U	N	N	N	N	U	N	N
Gdzie jest woda na i w Ziemi?	U	U	U	U	U	W	W	U	U
Jak wybuchają wulkany?	U	W	W	U	U	U	W	U	U
Gdzie jest magma/lawa w Ziemi?	N	U	W	N	N	U	U	W	U

Wnioski i dyskusja

Na pytanie *jaki kształt ma Ziemia, na której mieszkają ludzie* większość dzieci (43 na 50 badanych) – dysponując gotowymi styropianowymi kształtami, prawidłowo wskazała Ziemię jako kulę. Jednak kilka minut później na polecenie *narysuj jak zbudowana jest w środku Ziemia*, tylko 33 osoby narysowały okrąg. Spadek liczby wskazań na kuliste odzwierciedlenie kształtu Ziemi zgadza się z ustaleniami innych badań (Vosniadou i Brewer, 1992; Jelinek 2018). Wnioski te dowodzą, że dzieci, które zrezygnowały z przedstawienia kulistej planety (10) jeszcze nie potrafiły zademonstrować budowy wewnętrznej Ziemi, stosując tak duże uogólnienie. Podobnie jak w badaniach poświęconych ustaleniu modeli mentalnych kształtu Ziemi (Jelinek 2018), w których – stosując test z gotowymi odpowiedziami – okazało się, że 98,6% badanych wskazało kulistą planetę, ale na kolejne pytania – np. *Gdzie na Ziemi są ludzie, drzewa i chmury* – liczba wskazań na kulistą planetę zmalała do 30%. Okazało się, że dzieci, które zrezygnowały z wyobrażenia kulistej planety, dysponowały jedynie zarysem pojęcia Ziemia. Wszak pytanie o kształt Ziemi nie dotyczy tylko kulistości ale także właściwości kuli i ziemskiej grawitacji (np. idąc cały czas w jednym kierunku dojdę do tego samego miejsca). Rezygnacja z wyjaśnienia zbliżonego do naukowego w kontekście budowy wewnętrznej Ziemi dowodzi, że nie wszystkie dzieci, które mówią, że **Ziemia jest kulą**, czy rysują okrąg na kartce rzeczywiście dysponują jej naukowym pojęciem.

O przyjęciu naukowego wyjaśnienia budowy wewnętrznej Ziemi (podobnie jak prawidłowego lokalizowania obiektów na planecie – por. Jelinek, 2018) w dużej mierze decyduje to, jak dzieci wyobrażają sobie działanie siły grawitacji. W przeprowadzonych badaniach 35 dzieci błędnie tłumaczyło, że przedmiot przeleci przez wydrążoną w Ziemi dziurę i dalej będzie leciał w kosmosie, 4 dzieci stwierdziło, że przedmiot zatrzyma się po drugiej stronie planety a tylko 3 osoby wskazało centrum planety jako miejsce zatrzymania się rzuconego przedmiotu. Wyniki te są podobne z ustaleniami Nussbauma i Novaka (1976), którzy również zadali dzieciom to samo pytanie. Wynika z tego, że przekonanie dzieci do tego zjawiska ewoluuje w podobny sposób jak wyjaśnienia dotyczące budowy wewnętrznej Ziemi. Najpierw dzieci wyjaśniają działanie siły grawitacji w sposób jaki obserwują je na co dzień. Tłumaczą, że przedmiot wrzucony do Ziemi (bez podparcia) przeleci przez Ziemię i dalej będzie leciał w przestrzeni kosmicznej. Wyjaśnienie to bliskie jest codziennym doświadczeniom, w których widzą że taki przedmiot upada. W podobny sposób dzieci, które uważają, że ludzie żyją tylko u góry planety twierdzą, że z innego miejsca mogliby spaść (Jelinek, 2019, 93-108). Dzieci, które włączają wypowiedź dorosłych, że *z Ziemi nie da się spaść* i że *ludzie żyją dookoła planety* zaczynają lokalizować przedmiot wrzucony do dziury w Ziemi, początkowo twierdząc, że zatrzyma się on u dołu planety, następnie dochodzą do wniosku, że zatrzyma się w środku Ziemi.

Analiza wypowiedzi testu ReBuZ wskazała, że dzieci, które na jedno pytanie udzielały odpowiedzi zbliżonej do naukowej, na inne zaznaczały odpowiedź wstępną lub uproszczoną, przejawiającą elementy codziennych doświadczeń. Dowodzi to, że we wszystkich obszarach badanego zagadnienia dzieci mogą rozumować na innych poziomach. Nasuwa to sugestię, że wiedza dzieci dotycząca budowy wewnętrznej Ziemi nie jest jednorodna. Wyjaśnieniem tego zjawiska może być sposób w jaki dzieci gromadzą wiadomości o budowie wewnętrznej Ziemi.

Zagadnienie budowy wewnętrznej Ziemi nie znajduje się w podstawie programowej wychowania przedszkolnego i edukacji wczesnoszkolnej. Ponadto temat ten rzadko jest też poruszany w rozmowach z dorosłymi i w przekazach medialnych. Trzeba uznać, że dzieci gromadzą wiedzę na temat budowy wewnętrznej Ziemi w sposób przypadkowy i niesystematyczny, a brak konfrontacji tworzonych przez dzieci wyjaśnień z wiedzą dorosłych sprawia, że utrzymują się one na wyjaśnieniach wstępnych. Z kolei zakres dziecięcej wiedzy sugeruje, że są zainteresowane tym, co znajduje się w środku naszej planety i potrzebują interwencji edukacyjnej w celu uporządkowania już zdobytej przez nich wiedzy.

Na koniec omówię jeszcze zagadnienie oceny modelu naukowego względem którego ocenia się dziecięce przekonania. Mimo ograniczonego dostępu do informacji, w wypowiedziach badanych dzieci, przejawiały się już modele zbliżone do naukowych. Dzieci pozyskały te wiadomości od rodziców, z książek i przekazów medialnych. Wyjaśnienia zbliżone do naukowych ustalono w odniesieniu do kształtu Ziemi. W liczbie 22 z 50 badanych narysowało kulistą Ziemię, z których koncentryczne warstwy zaznaczyło 17 dzieci. Liczba warstw zaznaczanych na rysunkach (od dwóch do sześciu) może wynikać ze źródła na jakim polegają dzieci. Problem jednak w tym, że jedne książki dla dzieci przedstawiają trzy warstwy Ziemi (skorupę, płaszcz i jądro)⁵, natomiast inne nawet do siedmiu⁶. Trudno zatem uznać, który z powyższych podziałów jest prawidłowy, biorąc pod uwagę, że dzieci nie mają – w jednakowy sposób – dostępu do wiedzy naukowej, a ta przekazywana w książkach jest często upraszczana. W badaniach za prawidłowy rysunek uznałem zatem ten, na którym dzieci zaznaczają warstwy koncentryczne a nie jednoliniowo.

W tym zakresie nie zgadzam się z przyjętym przez zespół Cardoso, Ribeiro i Vasconcelos (2018) założeniem, że prawidłowa liczba warstw na rysunku powinna wynosić 6, gdyż zespół powołał się na artykuł naukowy opublikowany w 2014 roku⁷ do którego dzieci nie miały dostępu. Swoją wiedzę kształtowały na podstawie ilustracji w książkach, wypowiedziach dorosłych i przekazach medialnych, a każde z tych źródeł na swój sposób upraszczało przekazywaną wiedzę.

Wyływa stąd wniosek do konieczności prowadzenia badań na modelami mentalnymi dzieci w kontekście obiektów i zjawisk otaczającego świata. Dokonując analizy dziecięcych wyjaśnień (werbalnych i graficznych) porównuje się je z aktualną wiedzą naukową zamiast z dostępnymi dzieciom źródłami informacji. Za wyznacznik modelu naukowego powinny być uważane treści związane z przedmiotem badań, które przekazywane są przez dorosłych, książki dla dzieci i media – źródła dziecięcej wiedzy. Jest to szczególnie ważne w tych obszarach, które dotyczą zjawisk abstrakcyjnych, niemożliwych do poznania w sposób bezpośredni, takich, w których dominują pośrednie źródła wiadomości. Oprócz wiedzy na temat budowy wewnętrznej Ziemi są nimi także zagadnienia związane np. z astronomią (Jelinek, 2018; 2019, 93-108): miejsce Ziemi w kosmosie, przyczyny zjawiska dnia i nocy, pór roku itd.

⁵ Świat w obrazkach. Nasza planeta (2011), red. K. Wiśniewski, Ożarów Mazowiecki, Wyd. Oleksiejuk, s. 16.

⁶ Mizieliński A., Mizieliński D., *Pod ziemią. Pod wodą* (2015), Warszawa, Wyd. Dwie Siostry.

⁷ Grotzinger J., Jordan T. (2014), *Understanding Earth*. New York: W. H. Freeman and Company.

Literatura

- Al-Khamisy D (1996). *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolletnich*, Warszawa, Wydawnictwo „Żak”.
- Barnett M, Wagner H, Gatling A, Anderson J, Houle M, Kafka A (2006). The Impact of Science Fiction Film on Student Understanding of Science, *Journal of Science Education and Technology*, 15: 179-191.
- Blake A (2005). Do young children's ideas about the Earth's structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in Earth science? *Research in Science & Technological Education*, 23: 59-74.
- Cardoso A, Ribeiro T, Vasconcelos C (2018). What Is Inside the Earth? Children's and Senior Citizens' Conceptions and the Need for a Lifelong Education, *Science & Education*, 27: 715-736.
- Carey S (2007). Conceptual Differences Between Children and Adults, *Mind&Language* 3: 167-181.
- Dawid JW (1892). *Nauka o rzeczach*, Warszawa, Wydawnictwo Gebethner i S-ka.
- Dove J (1998). Students' alternative conceptions in earth science: a review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13: 183-201.
- Egenhofer M, Mark D (1995). *Naive Geography*. In: Frank A.U., Kuhn W. (eds) *Spatial Information Theory A Theoretical Basis for GIS. COSIT. Lecture Notes in Computer Science*, 988, Berlin, Heidelberg, Springer.
- Francek M (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35: 31-64.
- Gopnik A (2010). *Dziecko filozofem*, Warszawa, Pruszyński i S-ka.
- Gopnik A, Wellman HM (1992). Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind and Language*, 7: 145-171.
- Gruszczyk-Kolczyńska E, Zielińska E (2015). *Dziecięca matematyka. Dwadzieścia lat później. Książka dla rodziców i nauczycieli*, Kraków, Wydawnictwo CEBP.
- Guz S. (1993). Rozumienie zjawisk przyrody nieożywionej przez dzieci sześciolletnie, *Wychowanie w Przedszkolu*, 6: 323-329
- Jelinek JA (2019). Mała astronomia. Wyobrażenia Układu Słonecznego u dzieci 5-letnich, *Horyzonty dziecięcych znaczeń. Granice – rozpoznania – perspektywy*, Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Jelinek JA (2018). Dziecięca astronomia. Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy u dzieci od 5 do 10 roku życia, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 3: 22-29.
- Jelinek JA (2016). Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 1: 45-52.
- Korzeniewski B (1985). *Kształtowanie pojęć geograficznych w nauczaniu początkowym*, Warszawa WSiP.
- Lelonek M (1984). *Kształtowanie pojęć z przyrody nieożywionej w nauczaniu początkowym*, Warszawa, WSiP.
- McCloskey M (1983). Naive Theories of Motion, *Mental Models*. Ed.D. Gentner, A. Stevens, New York, Psychology Press.
- Nussbaum J, Novak J (1976). An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews, *Science Education*, 60: 535-550.
- Özsoy S (2012). Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understandings of the Planet Earth: The Case of Turkish Children, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4: 407-415.

- Piaget J (2006). *Jak sobie dzieci wyobrażają świat*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Ross K, Shuell T (1993), Children's beliefs about earthquakes, *Science Education* 77: 191-205.
- Saçkes M (2015). Kindergartners' Mental Models of the Day and Night Cycle: Implications for Instructional Practices in Early Childhood Classrooms, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15: 997-1006.
- Vasta R, Haith M, Miller S (2004). *Psychologia dziecka*, Warszawa, WSiP.
- Vosniadou S, Brewer W (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood, *Cognitive Psychology* 24: 535-585.
- Vosniadou S (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, 4: 45-69.
- Vosniadou, S, Ioannides C (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view, *International Journal of Science Education*, 20: 1213-1230.

Summary

Children's beliefs regarding the structure of the Earth are rarely the subject of empirical analyses. Meanwhile, the research of 50 children aged 6 to 8 years old show have a rich offer on the subject of the interior of the Earth they have. In the article has shown a list of 6 mental models of the Earth's internal structure, ordered from initials models, through synthetic to scientific. Children acquire their knowledge of what is happening in the Earth in a random way, and their knowledge contains information that can be heard from adults, with news contained in books and media messages. To establish mental models for the preparation of Leonard Euler's mental experiment, author's drawing test of choice and selection of children's drawings.

KEYWORDS: Pre-school children, primary school students, the internal structure of the Earth, mental models, inanimate nature, test, drawing analysis, thought the experiment