

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution

(CC BY-ND 4.0 International) license • <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



JAN AMOS JELINEK<sup>1</sup>

*Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie, Polska*

ORCID 0000-0002-9844-6013

Zgłoszono: 07.01.2023; zrecenzowano: 25.02.2023; zaakceptowano do druku: 04.03.2023

## ROZWÓJ POJĘCIA KSZTAŁTU ZIEMI U POLSKICH UCZNIÓW W WIEKU OD 10 DO 15 LAT

### DEVELOPMENT OF THE SHAPE OF THE EARTH CONCEPT IN POLISH SCHOOLCHILDREN BETWEEN THE AGES 10 AND 15

**Abstract:** This paper presents the results of an EARTH-2 test administered in an online format to 890 students aged 10 to 15 years attending grades 4 through 8 of elementary school. Students were asked to identify the most correct image depicting the location of people, trees, and clouds, the movement of people and objects on Earth, and the phenomenon of day and night in the context of the shape of the Earth. The study found that one in three respondents (38%) inconsistently indicated a spherical Earth when explaining the location of people, trees, clouds, how people and objects move, and explains the phenomenon of day and night. The study found that one in four surveyed elementary school graduates (27%) had difficulty in explaining basic astronomical concepts. The study showed no significant differences in gender and place of residence.

**Keywords:** Astronomy; shape of the Earth; location of people; place of residence; gender; movement of people; day and night phenomenon

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia wyniki testu EARTH-2 przeprowadzonego w formie internetowej wśród 890 uczniów w wieku od 10 do 15 lat uczęszczających do klas IV – VIII szkoły podstawowej. Uczniów proszono o wskazanie prawidłowego symbolu graficznego przedstawiającego lokalizację ludzi, drzew i chmur, poruszanie się ludzi i przedmiotów na Ziemi a także zjawisko dnia i nocy w kontekście kształtu Ziemi. Badanie wykazało, że co trzeci badany (38%) niekonsekwentnie wskazuje kulistą Ziemię wyjaśniając lokalizację ludzi, drzew, chmur, sposób poruszania się ludzi i przedmiotów oraz wyjaśnia zjawisko dnia i nocy. Ponadto, co czwarty badany uczeń kończący szkołę podstawową (27%) okazał się mieć trudności w wyjaśnianiu

<sup>1</sup> Jan Amos Jelinek, prof. APS dr hab.; jest pracownikiem naukowo-badawczym na Akademii Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie. Zajmuje się badaniem dziecięcego rozumienia pojęć przyrody nieożywionej w obszarze astronomii, geologii i meteorologii celem organizowania skutecznych zajęć edukacyjnych. Adres e-mail: [jjelinek@aps.edu.pl](mailto:jjelinek@aps.edu.pl).

podstawowych pojęć astronomicznych. Badania nie wykazały znaczących różnic w zakresie płci i miejsca zamieszkania.

**Słowa kluczowe:** Astronomia, kształt Ziemi; lokalizacja ludzi; poruszanie się ludzi na Ziemi, miejsce zamieszkania; płęć; zjawisko dnia i nocy

## Wprowadzenie

Zadaniem edukacji astronomicznej jest przybliżanie dzieciom ciał niebieskich i zjawisk mających miejsce w przestrzeni kosmicznej. Aby dzieci mogły zrozumieć skomplikowane zjawiska astronomiczne muszą mieć opanowane podstawowe pojęcia, np. kształtu Ziemi (Jelinek 2021; Kampeza, Ravanis 2012; Agan, Sneider 2003; Vosniadou, Brewer 1994).

Konstruowanie przez dzieci pojęcia kształtu Ziemi nie zostało dotychczas w pełni opisane, nie wiadomo np. kiedy kończy się proces jego budowania. Ustalono, że rozwój tego pojęcia rozpoczyna się od wyobrażenia płaskiej Ziemi, które stanowi esencję codziennych doświadczeń (Vaiopoulou, Papageorgiou 2018; Özsoy 2012; Vosniadou, Brewer 1994). W trakcie konstruowania kulistego wyobrażenia Ziemi dzieci rozwiązują szereg problemów natury poznawczej. W literaturze przedmiotu mówi się o lokalizacji ludzi i drzew na Ziemi, chmur nad Ziemią, poruszaniu się ludzi i przedmiotów na kulistej Ziemi (por. test EARTH-2, Straatemeier, Maas, Jansen 2008).

Rozwój pojęcia kształtu Ziemi polega na zrozumieniu, że procesy, które mają miejsce w najbliższym otoczeniu przebiegają podobnie w innych częściach świata. Założenie to jest ściśle powiązane z pojęciem grawitacji (Bar, Brosh, Sneider 2015; Agan, Sneider 2003). Pojęcie grawitacji w odniesieniu do zjawisk mających miejsce na całej planecie sprowadza się do pytania, czy przedmioty spadają z Ziemi. W tym aspekcie dzieci przechodzą przez trzy etapy rozwoju myślenia. Początkowo twierdzą, że przedmioty spadają z Ziemi, jakby źródło grawitacji znajdowało się daleko poniżej planety. Następnie zaczynają przesuwac źródło grawitacji do wewnątrz struktury planety aż ostatecznie przyjmują, że źródło grawitacji znajduje się w centrum Ziemi (Sneider, Pulos 1983; Nussbaum, Novak 1976). Proces konstruowania pojęcia kształtu Ziemi jest długotrwały i zależy od dojrzałości pojęć pokrewnych, takich jak pojęcie grawitacji (Bar, Brosh, Sneider 2015).

W badaniach nad konstruowaniem pojęcia kształtu Ziemi u dzieci ustalono, że przechodzi ono od płaskości do kulistości poprzez różne formy pośrednie. Do ich opisanie posługiwano się koncepcją modeli mentalnych (Vosniadou, Brewer 1994). Wyróżniono sześć modeli mentalnych, które stanowią skalę rozwojową kształtowania się pojęcia kulistej Ziemi. Wśród nich jest model wstępny: (a) płaska Ziemia; 4 modele uproszczone: (b) Ziemia wydrążona (pusta w środku), (c) podwójna Ziemia (płaska i kulista), (d) kulista, spłaszczona u góry, (e) Ziemia bez grawitacji

oraz (f) model naukowy. Obecność tych modeli potwierdzono w badaniach polskich dzieci (Jelinek 2021).

Ponieważ samodzielna, bezpośrednia obserwacja zjawisk astronomicznych (np. pozornego ruchu słońca na niebie) może prowadzić do tworzenia błędnych przekonań (np. geocentryzmu) uznaje się, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na poziom wiedzy astronomicznej jest odpowiedni zakres treści kształcenia i sposób nauczania (Ravanis 2022, Prain, Tytler 2021). Ponieważ okazuje się, że błędne, intuicyjne przekonania nie są usuwane, a jedynie spychane w podświadomość, dlatego w nauczaniu dzieci szczególną wagę kładzie się obecnie na znaczenie wiedzy epistemologicznej (Vosniadou 2022). Niezależnie jednak od przyjętej teorii poznawczej (Vosniadou 1994, diSessa 1998) kluczowa pozostaje znajomość przetrwałych błędnych przekonań uczniów dla organizowania zajęć, mających na celu wesprzeć dzieci w zdobyciu informacji i rozwiązaniu problemów, które pozwolą im zbudować pojęcia naukowe.

W artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych wśród starszych uczniów szkoły podstawowej (klas IV–VIII). Motywem podjęcia badań wśród starszych uczniów był zaskakująco niski poziom wiedzy naukowej wśród polskich dzieci między 5 a 10 rokiem życia (Jelinek 2021). W badaniach z 2018 roku okazało się, że tylko połowa badanych uczniów (N=103) kończąc III klasę szkoły podstawowej konsekwentnie wskazuje kulistą Ziemię podczas wyjaśnienia lokalizacji ludzi i drzew na Ziemi, chmur nad powierzchnią Ziemi, sposób poruszania się ludzi i przedmiotów na Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy. Największe trudności uczniom 9- i 10-letnim sprawiło wyjaśnienie zjawiska zapadania nocy (prawidłową odpowiedź wskazało 34%).

### Program badań

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie jak uczniowie klas IV–VIII szkoły podstawowej w kontekście kształtu Ziemi lokalizują ludzi, drzewa i chmury, jak prezentują sposób poruszania się ludzi i przedmiotów na powierzchni oraz jak wyjaśniają zjawisko zapadania nocy na Ziemi. Badania były prowadzone od listopada 2020 do maja 2021 roku. W Polsce, tak jak w innych krajach, był to czas pandemii COVID-19, w którym ze względu na wprowadzony reżim sanitarny zamknięto placówki edukacyjne. Opracowując metodę badawczą nie można było przeprowadzić badań w sposób bezpośredni z użyciem testu w klasycznej formie papier-ołówek. Pozostawał kontakt drogą elektroniczną.

W badaniach zdecydowano się wykorzystać drugą wersję testu wymuszonego wyboru EARTH (Straatemeier, Maas, Jansen 2008). Narzędzie to zostało opracowane na podstawie modeli mentalnych kształtu Ziemi (Vosniadou, Brewer 1994) przy czym ustalanie modeli mentalnych w teście EARTH-2 odbywa się poprzez wskazanie jednego z szeregu obrazków będących wizualnym odzwierciedleniem modeli mentalnych Vosniadou i Brewera.

Dostosowując test EARTH-2 do badań w reżimie sanitarnym opracowano go w formie elektronicznej na platformie Google Forms. Do przeprowadzenia badań poproszono chętnych studentów. Zgłosiło się 10 osób, które przeszkolono pod względem etyki prowadzenia badań, nawiązywania kontaktów z placówkami edukacyjnymi celem prowadzenia badań naukowych, rozsyłania testów i gromadzenia uzyskanych danych badawczych. W trakcie badań pozyskano zgody na przeprowadzenie badań kolejno: dyrektorów szkół, nauczycieli i rodziców. Po uzyskaniu zgody nauczyciele informowali swoich uczniów o przeprowadzanym badaniu i wysyłali link do testu EARTH-2 z prośbą o jego wypełnienie. Odsyłane przez uczniów arkusze testowe były automatycznie gromadzone na platformie Google Forms, skąd pobrano je w formie arkusza Excel do dalszej analizy.

Grupa badanych osób. W trakcie zbierania danych zapewniono respondentom anonimowość, w metryczce testu pytano jedynie o płeć, miejsce zamieszkania (wieś/miasto) oraz wiek i klasę. Na poziomie wstępnej analizy usunięto te arkusze, w których metryczce znajdowały się informacje nieprawdziwe (np. wiek: 99 lat).

Wśród arkuszy, które zostały ostatecznie uwzględnione w analizie było 890 rekordów. Wyniki uzyskanych ankiet będą prezentowane w trzech grupach wiekowych: 10- i 11-latków, których było 356 uczniów, 12- i 13-latków (279 uczniów) oraz 14- i 15-latków (255 uczniów). Średnia wieku badanych wynosi 12,22. Wśród badanych uczniów było: 478 dziewczynek oraz 412 chłopców; 365 uczniów mieszkało na wsi, a 525 pochodziło z miasta. Mimo dużej grupy badanych uzyskane wyniki nie mogą być odnoszone do całej populacji dzieci w tym wieku.

## Wyniki

Wszystkie pytania testu EARTH-2 oraz szczegółowe wyniki zostały zamieszczone w tabeli zbiorczej (tabela 1, w załączniku, s. 204). Ogólna analiza wyników wskazuje, że prawidłowych odpowiedzi (modele naukowe) wskazało, w zależności od pytania, od 65% do 93% badanych uczniów. Najwyższy poziom wskazań na modele naukowe odnosi się do pytania bezpośrednio związanego z kształtem Ziemi (93%). Z kolei najniższy poziom odnosi się do zjawiska zapadania nocy (65%) oraz poruszania się kopniętej piłki na powierzchni planety (66%). Trudności we wskazaniach dowodzą, że wielu spośród badanych uczniów nie dysponuje jeszcze w pełni ukształtowanym pojęciem kształtu Ziemi zasymilowanym w strukturze wiedzy.

O stopniu asymilacji kulistości Ziemi w strukturze wiedzy może dostarczyć informacja, jak uczniowie stopniowo odchodzili od zaznaczania kulistego kształtu Ziemi, rozwiązując w teście kolejne pytania-problemy. W tabeli 2 zestawiono liczbę wskazań na kulistą Ziemię i inne kształty we wszystkich pytaniach testowych.

**Tabela 2. Liczba i procent odpowiedzi uczniów, którzy zaznaczyli i zrezygnowali ze wskazania na kulisty kształt Ziemi w kolejnych pytaniach testowych**

Pytanie w teście EARHT-2	Liczba uczniów (%), którzy zaznaczyli, że Ziemia jest kulą		Liczba uczniów (%), którzy zaznaczyli inny kształt Ziemi	
	N	(%)	N	(%)
1. <i>Jak wygląda Ziemia?</i>	817	91,80%	73	8,20%
2. <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i>	767	86,18%	123	13,82%
3. <i>Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są chmury?</i>	727	81,69%	163	18,31%
4. <i>Który obrazek najlepiej pokazuje co stanie się z piłką kiedy kopnie ją olbrzym?</i>	653	73,37%	237	26,63%
5. <i>Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są drzewa na Ziemi?</i>	636	71,46%	254	28,54%
6. <i>Gdzie jest Słońce w nocy?</i>	620	69,66%	270	30,34%
7. <i>Co się stanie jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?</i>	580	65,17%	310	34,83%
8. <i>Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?</i>	577	64,83%	313	35,17%
9. <i>Który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?</i>	554	62,25%	336	37,75%





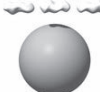










Liczba badanych uczniów, którzy konsekwentnie trzymali się kulistego kształtu Ziemi spadła o 30% (z 92% w pytaniu 1 do 62% w pytaniu 9). Wśród 554 badanych, którzy na wszystkie pytania wskazywali kulistą Ziemię było:

- 214 dzieci w wieku 10- i 11-lat, co stanowi 60,11% badanych w tym wieku;
- 173 dzieci w wieku 12-, 13-lat, czyli 62,01% badanych w tym wieku;
- 167 dzieci w wieku 14-, 15-latków, czyli 65,49% badanych w tym wieku.

Wynik badania dowodzi, że we wszystkich grupach wiekowych uczniowie jeszcze nie w pełni zasymilowali pojęcie kulistości Ziemi do struktury pojęciowej. Z każdym pytaniem odstępstwo w odpowiedziach dotyczyło od około 2 do 5% badanych, jednak najwięcej (ponad 8%) odstępstw od kulistego kształtu Ziemi wystąpiło w pytaniu 4 dotyczącym zachowania się kopniętej piłki. Dowodzi to, że rozumienie zjawiska grawitacji przez badanych sprawia mniejszą trudność w przypadku pytania o lokalizację ludzi, drzew i chmur, a nawet poruszania się ludzi na Ziemi, a więc zjawisk obserwowanych na co dzień. Zrozumienie jest jednak trudniejsze wobec sytuacji poruszania się obiektu (takiego jak piłka) i zjawiska dnia i nocy.

W teście znajdują się pytania, które można określić mianem kontrolnych, ponieważ tematycznie dotyczą podobnych kwestii. I tak, zestawiając pytanie *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?* (pytanie 2), *Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są chmury?* (3) oraz *Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są drzewa na Ziemi?* (5) można ustalić jak uczniowie wyjaśniają położenie obiektów na kulistej Ziemi. Szczegóły odpowiedzi na te pytania przedstawiono w tabeli 3.












**Tabela 3. Konsekwencje wskazywania modeli naukowych, uproszczonych i wstępnych w zakresie lokalizacji ludzi, chmur i drzew**

Pytanie 2.	N=890 (%)	Pytanie 3.	N (%)	Pytanie 5.	N (%)
	717 80,56%		651 73,15%		606 68,09%
	88 9,89%		21 2,35%		16 1,80%
	6 0,67%		2 0,22%		0
	52 5,84%		35 3,39%		30 3,37%
	27 3,03%		16 1,80%		14 1,57%

Analiza konsekwencji pokazuje, że wśród 890 badanych co czwarty uczeń (25%) wykazał się niekonsekwencją wskazując inne modele w kolejnych pytaniach testowych. Wśród pozostałych uczniów najczęściej odniesień dotyczyło modelu naukowego (68%), a następnie modeli uproszczonych (5%) oraz modelu wstępnego (2%). Odchodzenie od modelu naukowego w kolejnych pytaniach następowało stopniowo (kolejno 7% i 5%). Większy procent odchodzenia od modeli uproszczonych (8% w przypadku modelu, w którym ludzie, chmury i drzewa znajdują się u góry i nad powierzchnią planety) dowodzi, że część badanych ma trudności z lokalizacją ludzi, chmur i drzew.

Porównując pytanie o lokalizację ludzi i pytanie o sposób ich poruszania się na Ziemi (tabela 4) można ustalić w jakim stopniu starsi uczniowie szkoły podstawowej (wskazując na obrazek-symbol) wykazują się stałością modelu naukowego i kierunki odstępstw od niego.

**Tabela 4. Konsekwencja wskazań na te same modele w pytaniu 2. (Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?) oraz pytaniu 7. (Co się stanie jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?)**

Pytanie 2.	N=890	Pytanie 7.		Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
				Dz n=478	Ch n=412	Wieś n=365	Dz n=525	10-11 n=117	12-13 n=239	14-15 n=157
	717 80,56%		<b>615</b> <b>69,10%</b>	318 66,53%	297 72,09%	249 68,22%	366 69,71%	227 63,76%	194 69,53%	194 76,08%
	88 9,89%		<b>3</b> <b>0,34%</b>	1 0,21%	2 0,49%	2 0,55%	1 0,19%	1 0,28%	1 0,36%	1 0,39%
	6 0,67%		<b>0</b>							
	52 5,84%		<b>27</b> <b>3,03%</b>	16 3,35%	11 2,67%	13 3,56%	14 2,67%	16 4,49%	7 2,51%	4 1,57%
			<b>12</b>	7 1,46%	5 1,21%	4 1,10%	8 1,52%	4 1,12%	4 1,43%	4 1,57%
	27 3,03%		<b>4</b> <b>0,45%</b>	0	4 0,97%	1 0,30%	3 0,57%	1 0,28%	2 0,72%	1 0,39%













Z danych zebranych w tabeli 4 wynika, że konsekwencją wskazań na model naukowy wykazało się prawie 70% badanych. Wykazując się wskazaniem na model naukowy respondenci uznali, że człowiek może żyć z każdej strony planety i poruszać się po jej całej powierzchni. Wśród modeli uproszczonych konsekwencją wskazań wykazało się jedynie 3% badanych (z 16,4% wskazań w pytaniu 2). Niska konsekwencja w przypadku modeli uproszczonych dowodzi, że mają one charakter przejściowy i dowodzą trwającego wciąż procesu kształtowania się pojęcia kulistości Ziemi.

Podobny efekt dużej rotacji wobec wskazań na modele uproszczone był dostrzeżony podczas analizy konsekwencji (tabela 5) wskazań na pytanie o poruszanie się ludzi i przedmiotów na powierzchni Ziemi.

Różnica wynosząca prawie 5% we wskazaniu na model naukowy w pytaniu 4 i 7 dowodzi, że większość badanych uczniów w podobny sposób odnosi się do poruszania się kopniętej piłki i ludzi chodzących na powierzchni Ziemi. Z kolei analiza wskazań na modele uproszczone pokazuje, że modele te nie są trwałe we wskazaniach uczniów. W odpowiedzi na pytanie 4 wskazań na modele uproszczone dokonało 26% badanych, z kolei w pytaniu 7 wskazań na te modele dokonało o 19% mniej osób. Wysoki procent wskazań na modele wstępne w pytaniu 4 dowodzi, że badani uczniowie udzielając odpowiedzi – jak zachowa się piłka – najczęściej



**Tabela 5. Konsekwencja wskazań w pytaniu 4. (Który obrazek najlepiej pokazuje co stanie się z piłką kiedy kopnie ją olbrzym?) oraz pytania 7. (Co się stanie jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?)**

Pytanie 4.	Pytanie 7.	Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Dz n=478	Ch n=412	Wieś n=365	Miasto n=525	10-11 n=117	12-13 n=239	14-15 n=157
 590 66,29%	 <b>547</b> <b>61,46%</b>	275 57,53%	272 66,02%	223 61,10%	324 61,71%	197 55,34%	178 63,80%	172 67,45%
 135 15,17%	 <b>13</b> <b>1,46%</b>	10 2,09%	3 0,73%	6 1,64%	7 1,33%	3 0,84%	2 0,72%	8 3,14%
 17 1,91%	 <b>1</b> <b>0,11%</b>	1 0,21%	0	0	1 0,19%	1 0,28%	0	0
 78 8,76%	 <b>45</b> <b>5,06%</b>	29 6,07%	16 3,88%	17 4,66%	28 5,33%	20 5,62%	20 7,17%	5 1,96%
 56 6,29%	 <b>22</b> <b>2,47%</b>	13 2,72%	9 2,18%	6 1,64%	16 3,05%	10 2,81%	9 3,23%	3 1,18%
 14 1,57%	 <b>6</b> <b>0,67%</b>	1 0,21%	5 1,21%	2 0,60%	4 0,76%	2 0,56%	2 0,72%	2 0,78%











odnosili się do codziennych doświadczeń (piłki kopniętej na płaskiej Ziemi). Liczba wskazań na modele nienaukowe (prawie 39%) wskazuje, że duża część uczniów klas starszych szkoły podstawowej ma trudności z wyjaśnieniem zjawisk poruszania się w skali całej planety.

O zjawisko dnia i nocy pytano w teście z perspektywy lokalizacji słońca w nocy (pytanie 6) oraz proces zapadania nocy (pytanie 9). Analiza porównawcza konsekwencji wskazań na te same modele mentalne (tabela 6) pokazała, że są to zjawiska najtrudniejsze dla badanych uczniów.

Analiza wskazań na modele naukowe wykazała, że tylko 58% badanych prawidłowo zaznaczyło obrazek, który przedstawia naukowe wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy. Modele uproszczone w obu pytaniach wskazało zaledwie 5% badanych, a modele wstępne niecałe 3%. Prawie 60% wskazań na modele naukowe to najniższy wynik w całym badaniu. Dowodzi, że zjawisko dnia i nocy stanowi dla badanych uczniów dużą trudność. Chociaż 80% badanych było w stanie zlokalizować Słońce w nocy to 23% mniej dzieci było w stanie wskazać obrazek pokazujący ruch obrotowy Ziemi. Badanie wykazało, że aż 21% badanych uczniów między 10 a 15 rokiem życia odnosiła się do pozornego ruchu Słońca na niebie dla wyjaśnienia

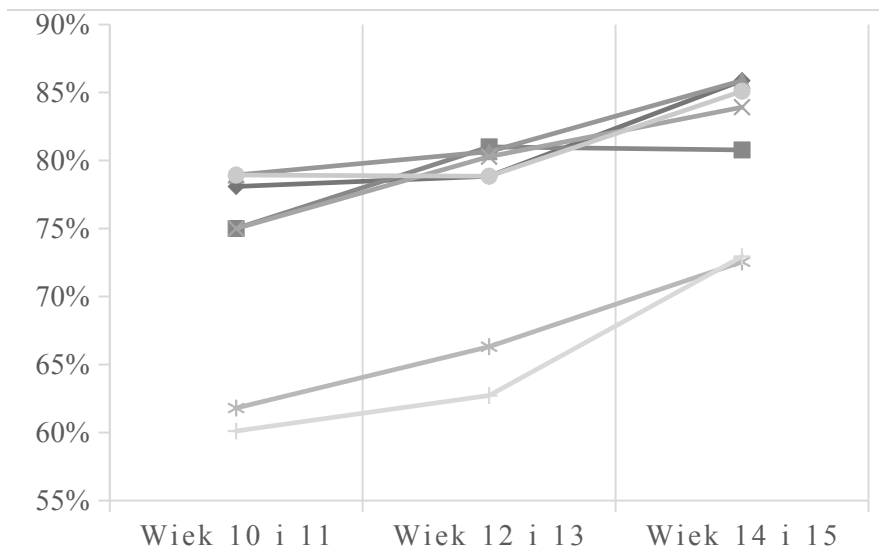


**Tabela 6. Konsekwencja udzielanych odpowiedzi na pytanie 6. (Gdzie jest Słońce w nocy?) oraz pytanie 9. (Który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?)**

Pytanie 6. N=890	Pytanie 9.	Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Dz n=478	Ch n=412	Wieś n=365	Miasto n=525	10-11 n=117	12-13 n=239	14-15 n=157
 718 80,67%	 <b>514</b> <b>57,75%</b>	262 54,81%	252 61,17%	195 53,42%	319 60,76%	190 53,37%	154 55,20%	170 66,67%
 90 10,11%	 <b>28</b> <b>3,15%</b>	17 3,56%	11 2,67%	10 2,74%	18 3,43%	12 3,37%	11 3,94%	5 1,96%
 31 3,48%	 <b>16</b> <b>1,80%</b>	9 1,88%	7 1,70%	7 1,92%	9 1,71%	6 1,69%	10 3,58%	0
 39 4,38%	 <b>21</b> <b>2,36%</b>	9 1,88%	12 2,91%	9 2,47%	12 2,29%	8 2,25%	7 2,51%	6 2,35%
 12 1,35%	 <b>4</b> <b>0,45%</b>	2 0,42%	2 0,49%	1 0,27%	3 0,75%	2 0,56%	0	2 0,78%

powstawania dnia i nocy. Dowodzi to silnego wpływu osobistych doświadczeń w wyjaśnianie zjawiska dnia i nocy wśród starszych uczniów szkoły podstawowej.

Tendencja wskazań na modele naukowe w różnych grupach wiekowych. We wszystkich grupach wiekowych dają się zauważyć dwa pytania (problemy poznawcze), które sprawiają badanym uczniom największe trudności. Jest nim pytanie o poruszanie się kopniętej piłki (pytanie 4) oraz zjawisko zapadania nocy (pytanie 9). Liczba poprawnych odpowiedzi na te pytania wzrasta wraz z wiekiem. Poprawne odpowiedzi w grupie wiekowej 10-11 lat uczniowie wskazywali w 60-62%, w grupie wiekowej 12-13 lat odpowiednio na poziomie 63-66%, a uczniowie w wieku 14-15 lat na poziomie 72%. Mimo wzrastającej liczby odpowiedzi na te pytania daje się zauważyć znacząca różnica we wskazaniach na pozostałe pytania w teście (o kształt Ziemi i lokalizację drzew, chmur i ludzi). Liczba wskazań na modele naukowe w tych pytania wynosiła wśród uczniów 10-11 lat 75-79%, w grupie wiekowej 12-13 lat 79-81%, a w grupie wiekowej 14-15 lat 81-86%. Szczegółowe dane dotyczące wskazań na temat tych modeli naukowych została przedstawiona na wykresie 1.



**Wykres 1. Procent wskazań na modele naukowe na wszystkie pytania w teście wśród badanych uczniów**

### Wnioski

Wiek a wiedza astronomiczna badanych uczniów. Co trzeci badany uczeń w klasie IV – VIII wykazał się niekonsekwencją we wskazywaniu tego samego kształtu Ziemi w pytaniu o lokalizację ludzi, drzew, chmur, sposób poruszania się ludzi i przedmiotów oraz wyjaśnienia zjawiska dnia i nocy. Wraz z wiekiem rośnie liczba wskazań na modele naukowe i systematycznie spada liczba wskazań na modele nienaukowe we wszystkich pytaniach w teście.

Wykazano, że zjawisko dnia i nocy (szczególnie zapadanie nocy) oraz poruszanie się kopniętej piłki sprawiały badanym zdecydowaną trudność w każdej grupie wiekowej. Te dwa problemy stanowią dla badanych uczniów (10–15-latków) aktualne problemy poznawcze. O powadze tego zagadnienia świadczy fakt, że aż co czwarty badany uczeń kończący szkołę podstawową (27%) nie wskazał wszystkich prawidłowych odpowiedzi na pytania w teście.

Powodem, dla którego uczniowie mieli trudności w wyjaśnieniu sposobu poruszania się kopniętej piłki jest niski zasób wiedzy uczniów odnoszący się do zjawiska grawitacji. W polskiej szkole zjawisko to dzieci poznają dopiero w klasie VI. Starsi uczniowie, którzy na zajęciach szkolnych omówili już podstawowe informacje na temat zjawiska grawitacji mieli możliwość udzielenia odpowiedzi w sposób bardziej zbliżony do naukowego, mimo to wielu z nich błędnie wyjaśniało to zjawisko. Badania prowadzone wśród uczniów klas I – III wskazały, że dowiodły intuicyjnego wyjaśniania tego zjawiska (por. Jelinek 2021).

Podobnie jest z wyjaśnieniem zjawiska zapadania nocy. W polskiej szkole rzadko przeprowadza się doświadczenia pozwalające dzieciom obserwować zachowanie się obiektów kosmicznych, rzadko także stosuje się modele dydaktyczne i symulacje ruchu obiektów kosmicznych. Ze względu na ograniczony czas uczniowie najczęściej poznają te zagadnienia z podręczników (Jelinek 2021). Wyniki wskazują, że w edukacji astronomicznej, kształtowanie pojęcia kuli ziemskiej i zjawisko dnia i nocy wymaga metod kształcenia opartych na konkretach (np. modelach kosmologicznych).

Płeć a wiedza astronomiczna badanych uczniów. W badaniach uczestniczyło 478 dziewczynek oraz 412 chłopców. Maksymalne różnice we wskazaniach na modele naukowe w zakresie płci wyniosły 6,7%. Poza pytaniem bezpośrednio odnoszącym się do kształtu Ziemi (pytanie 1 i 8) dziewczynki udzielały nieco więcej wskazań na modele uproszczone. Z kolei w modelach wstępnych prezentujących Ziemię jako dysk więcej wskazań mieli chłopcy. Różnica w tym zakresie sięgała maksymalnie 4% (dotyczyła problemu lokalizacji chmur). Wyjątkiem wśród liczby wskazań na modele wstępne były pytania o sposób poruszania się człowieka na Ziemi i zjawisko zapadania nocy. Przewaga dziewczynek wynosiła 4% na modele wstępne. Uznano, że różnice wskazań dziewczynki i chłopców na modele naukowe, uproszczone i wstępne są podobne do siebie.

Miejsce zamieszkania a wiedza astronomiczna badanych uczniów. Przypomnę, że wśród badanych 365 uczniów mieszkało na wsi, a 525 w mieście. Powodem dla którego przyjęto ustalenie tej różnicy jest to, że nocne niebo w miastach jest mocno oświetlone. Utrudnia to obserwację obiektów kosmicznych, a tym samym może być powodem występowania różnic w zakresie wiedzy astronomicznej starszych uczniów szkolnych. Różnice między wskazaniami na modele naukowe wśród obu grup uczniów sięgały od 0,03% (pytanie o kształt Ziemi) do 7,3% (zapadanie nocy) na korzyść uczniów mieszkających w mieście. Wyjątkiem były przeważające wskazania uczniów mieszkających na wsi na pytanie o sposób poruszania się ludzi na Ziemi. Jednak i tu różnica wskazań na model naukowy sięgała jedynie 2%. Uznano, że zakres różnic we wskazaniach na modele naukowe wśród uczniów z miasta i ze wsi okazał się niewielki.

Konkludując, badania wykazały, że 65% uczniów kończących szkołę podstawową (14- i 15-latków) na wszystkie pytania w teście wskazało kulistą Ziemię. Dla porównania w III klasie takich dzieci było 50% (Jelinek 2021). Podobnie jak wśród młodszych dzieci (w wieku 5 – 10 lat) najtrudniejsze okazały się być pytania o zjawisko zapadania nocy.

Pojęcie kształtu Ziemi jest pojęciem stale rozwijającym się wśród badanych uczniów w wieku 10-15 lat. Szczególnie trudne dla uczniów są problemy ze zjawiskiem zapadania nocy i poruszaniem się piłki (ziemską grawitacją). Wskazania na szczególnie trudne problemy mają istotne implikacje dla praktyki pedagogicznej. Mogą bowiem stanowić klucz do zwiększenia skuteczności edukacyjnej zajęć z zakresu nauczania astronomii w klasach starszych.

Powodem nieopanowania wiedzy wśród części uczniów jest ograniczony program nauczania na I etapie edukacji. W klasach wczesnej edukacji dzieci nie mają możliwości zastanowić się nad problemem lokalizacji obiektów (np. ludzi, chmur) oraz sposobu poruszania się ludzi i przedmiotów względem całej planety. Milcząco zakłada się również, że zaczną posługiwać się kulistym kształtem Ziemi po zademonstrowaniu im globusa (Jelinek 2021). Ponadto, do trzeciej klasy dzieci nie są zapoznawane ze zjawiskiem grawitacji, poznają je dopiero w klasie VI (skutkuje to niskimi wynikami międzynarodowego badania czwartoklasistów TIMSS-2019).

Potwierdzają się wnioski o kluczowym znaczeniu odpowiednio organizowanej edukacji (Ravanis 2022; Prain, Tytler 2021). Ograniczenia pierwszego etapu edukacyjnego negatywnie wpływają na kształtowanie się podstawowych pojęć astronomicznych u dzieci. Sprawiają, że uczniowie rozpoczynający zajęcia na II etapie edukacji nie mają jeszcze ukształtowanych podstawowych pojęć astronomicznych, takich jak kształt Ziemi.

#### Podziękowania

Dziękuję studentom, którzy przyczynili się do zgromadzenia danych badawczych.

#### Bibliografia

- Agan L., Sneider C. (2003). *Learning about the earth's shape and gravity: A guide for teachers and curriculum developers*. „The Astronomy Education Review”, 2(2), s. 90-117. DOI 10.3847/AER2003017
- Bar V., Brosh Y., Sneider C. (2015). *Weight, mass, and gravity: Threshold concepts in learning science*. „Science Educator”, 24(2), s. 1-14.
- diSessa A. (1998). *Knowledge in Pieces*. W: *Constructivism in the Computer Age*, Forman G., Pufall P. (red), New Jersey, Lawrence Erlbaum Publishers, s. 49-70.
- Jelinek J.A. (2021). *Children's Astronomy. Development of the Shape of the Earth Concept in Polish Children between 5 and 10 Years of Age*. „Education Sciences”, 11(2), 75. DOI 10.3390/educsci11020075
- Kampeza M., Ravanis K. (2012). *Children's Understanding of the Earth's Shape: An Instructional Approach in Early Education*. „Skholê”, 17, s. 115-120.
- Nobes G., Martin A., Panagiotaki G. (2005). *The development of scientific knowledge of the earth*. „British Journal of Developmental Psychology”, 23, s. 47-64.
- Nussbaum J., Novak J. (1976). *An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews*, „Science Education”, 60, s. 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, s. 407-415.
- Prain V., Tytler R. (2021). *Theorising Learning in Science Through Integrating Multimodal Representations*. „Research in Science Education”. DOI 10.1007/s11165-021-10025-7.

- Ravanis K. (2022). *Research Trends and Development Perspectives in Early Childhood Science Education: An Overview*. „Education Sciences”, 12(7). DOI 10.3390/educsci12070456.
- Sneider C., Pulos S. (1983). *Children's cosmologies: Understanding the earth's shape and gravity*. „Science Education”, 61, s. 205-221.
- Straatemeier M., Maas H.L.J., Jansen B.R.J. (2008). *Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach*. „Journal of Experimental Child Psychology”, 100(4), s. 276-296. DOI 10.1016/j.jecp.2008.03.004.
- TIMSS 2019 Wyniki międzynarodowego badania osiągnięć czwartoklasistów w matematyce i przyrodzie; Instytut Badań Edukacyjnych: Warszawa, 2020, s. 1-182. Dostęp: <https://timss2019.org/reports/>.
- Vaiopoulou J., Papageorgiou G. (2018). *Primary students' conceptions of the Earth: Re-examining a fundamental research hypothesis on mental models*. „Preschool and Primary Education”, 6(1), s. 23-34. DOI 10.12681/ppej.14210.
- Vosniadou S. (1994). *Capturing and modeling the process of conceptual change*, „Learning and Instruction”, Vol. 4, s. 45-69.
- Vosniadou S., Brewer W.F. (1994). *Mental Models of the Day/Night Cycle*. „Cognitive Science” 18, 123-183, DOI 10.1207/s15516709cog1801\_4.
- Vosniadou S. (2022). *Students' Misconceptions and Science Education*. Oxford Research Encyclopedia of Education. Retrieved 6 Sep. 2022, <https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-965>.

Tabela 1. Rozkład wskazań na modele mentalne

Pytanie	Model mentalny					
	Plaska Ziemia	Wydrażona	Podwójna	Splaszczona	Brak grawitacji	Naukowy
1. Jak wygląda Ziemia?	8 0,90%	29 3,25%	5 0,56%	31 3,48%	-	817 91,80%
2. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	27 3,03%	52 5,84%	-	6 0,67%	88 9,89%	717 80,56%
3. Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są chmury?	26 2,92%	71 7,98%	-	6 0,67%	62 6,97%	725 81,46%
4. Który obrazek najlepiej pokazuje co stanie się z piłką kiedy kopnie ją olbrzym?	Spada z Ziemi 14 1,57%	Nie spada z Ziemi 78 8,76%	-	17 1,91%	135 15,17%	590 66,29%
5. Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są drzewa na Ziemi?	43 4,83%	54 6,07%	-	4 0,45%	90 10,11%	699 78,54%
6. Gdzie jest Słońce w nocy?	Chmury 39 4,38%	Zachód Słońca 12 1,35%	-	-	90 10,11%	718 80,67%
7. Co się stanie jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	Spadnie z Ziemi 12 1,35%	Nie spadnie z Ziemi 50 5,62%	-	22 2,47%	26 2,92%	705 79,21%
8. Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	11 1,24%	24 2,70%	11 1,24%	17 1,91%	-	827 92,92%
9. Który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?	Chmury 15 1,69%	Zachód Słońca 80 8,99%	-	-	190 21,35%	575 64,61%

## Załącznik