

Jan Amos Jelinek

<https://doi.org/10.26881/pwe.2021.52.04>

ORCID: 0000-0002-9844-6013

Akademia Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie
jajelinek@aps.edu.pl

Rozumienie przez dzieci 6-, 7- i 8-letnie występowania wody w gruncie

Summary

Understanding of water in the ground by 6, 7 and 8-year-old children

Groundwater is out of direct observation. Their presence can be inferred from the observation of water disappearing in puddles, wells and lakes. The article presents a childlike explanation of these three phenomena. The study covered 50 children aged from 6 to 8 years. The obtained explanations have been categorised into mental models and arranged in relation to the degree of approximation to the scientific explanation. The research showed that children do not refer to groundwater when explaining the phenomenon of water disappearance in puddles and the origin of water in a well and lake. They are aware of the existence of water in the ground, but their cognitive horizon is limited to a deliberate explanation of the phenomena of water origin (e.g. water from rain immediately penetrates a well). The research has shown that children lack experience in preserving water in the ground and conclusions for pedagogical practice have been presented.

Keywords: ground water, water disappearance in puddles, water in a well, water in a lake, understanding, mental models, preschool children, school pupils

Słowa kluczowe: woda gruntowa, znikanie wody w kałużach, woda w studni, woda w jeziorze, rozumienie, modele mentalne, dzieci przedszkolne, uczniowie szkolni

Wiele zjawisk przyrody nieożywionej ma miejsce poza zasięgiem bezpośredniej obserwacji. Należą do nich zjawiska zachodzące w przestrzeni kosmicznej i pod powierzchnią ziemi. Wśród zjawisk, które występują w ziemi, jest gromadzenie się wód gruntowych. Wodami gruntowymi określa się wody podziemne, które wypełniają wolne przestrzenie wśród gruntu i skał. Pod wpływem siły ciężkości wody te tworzą jednolite zwierciadło wód podziemnych, stąd nazywa się je także wodami grawitacyjnymi (za: Pietkiewicz, Żmuda 1973). Wody gruntowe, które występują płytko (do 2 metrów głębokości), nazywa się wodami powierzchniowymi. Źródłem ich zasilania są opady deszczu i wody pochodzące z koryta rzek. Wody powierzchniowe, sącząc się, przenikają do wód gruntowych. W głębszych warstwach ziemi mogą występować wody wgłębne i niżej położone wody głębinowe. Zasilają je wody gruntowe, połączone w strukturze litosfery przez okna hydrogeologiczne i uskoki tektoniczne (Macioszczyk, Dobrzyński 2002). Wody gruntowe mają

istotne znaczenie dla życia człowieka. Poprzez właściwą gospodarkę wodną utrzymuje się odpowiedni poziom wody pod powierzchnią ziemi, a świadomość czystości wód pozwala nie zanieczyszczać gleby.

Obserwacja wód gruntowych nie jest możliwa w sposób bezpośredni. Z codziennych obserwacji jedynie pośrednio można wnioskować o obecności wody pod powierzchnią ziemi. Jednym ze wskaźników jej występowania są znikające kałuże i lustro wody w studni. Ponieważ te pośrednie wskaźniki tylko w nieznacznym stopniu sugerują istnienie wód podziemnych, dlatego ich obecności świadome mogą być te dzieci, które miały okazję zastanawiać się nad skutkiem zniknięcia wody w kałużach i obecności wody w studni.

W trakcie rozwoju poznawczego dziecko otwiera się na obiekty i zjawiska przyrodnicze (Piaget 2006). Zaczyna się interesować zjawiskami, których wcześniej nie dostrzegało. W przypadku występowania wód gruntowych nie znamy dokładnie okresu, kiedy dzieci zaczynają zdawać sobie sprawę z obecności wody pod ziemią. Piaget niewiele miejsca poświęcił ustalaniu rozumienia przez dzieci wody w ziemi. Jednak dostarczone opisy pozwalają stwierdzić, że dzieci bezpośrednio nie kojarzą wody na powierzchni ziemi z wodami podziemnymi. Kojarzenie to ujawnia się dopiero pod wpływem głębszego zastanowienia.

Od czasów Jeana Piageta w literaturze anglojęzycznej niewiele miejsca poświęcono badaniu poszczególnych pojęć geograficznych i hydrologicznych (za: Mackintosh 2005). Z kolei badania nad rozumieniem przez dzieci wód gruntowych szczególnie należą do rzadkości (za: Dickerson i in. 2007). W wielu badaniach tylko fragmentarycznie analizuje się obecność wód gruntowych, koncentrując się na całym obiegu wody w przyrodzie (Ben-zvi-Assraf, Orion 2005; Cardak 2009; Kampeza, Ravanis 2009; Berat 2017) lub tylko pewien fragment tego procesu (np. rzeki – Mackintosh 2005, chmury – Baumfalk i in. 2019). Inne badania poświęcone są ustaleniu budowy wewnętrznej Ziemi (Barnett i in. 2006; Cardoso i in. 2018), a jeszcze inne koncentrują się na ocenie skuteczności opracowanych programów i metod nauczania (Unterbruner i in. 2016; Arthurs 2019; Baumfalk i in. 2019).

W polskiej literaturze badanie rozumienia przez dzieci obiektów i zjawisk przyrodniczych należą do rzadkości (Klus-Stańska (red.) 2004; Wiśniewska-Kin 2007), a z dostępnej mi literatury wynika, że rozumieniem pojęcia wód gruntowych w ogóle się nie zajmowano. Dotychczasowe badania ograniczają się jedynie do ustalenia wiedzy pojęciowej dzieci na temat wód powierzchniowych (Korzeniewski 1985; Guz 1993; Al-Khamisy 1996; Ziolo 2002). W badaniach wykazano, że zjawisko obiegu wody w przyrodzie jest jednym z trudniejszych w obszarze przyrody (Philips 1991; Guz 1993; Al-Khamisy 1996). Wiedza dzieci sześciolatków na temat obiegu wody w przyrodzie jest bogata, ale słabo ze sobą powiązana. Na przykład większość badanych dzieci (88%) potrafi wyjaśnić zjawisko parowania, lecz tylko nieliczne (15%) kojarzą to zjawisko z powstawaniem chmur (Guz 1993). Opisując obieg wody, 14-latkowie ignorują tę część procesu, która wiąże się z wodami podziemnymi (Ben-zvi-Assraf, Orion 2005; Cardak 2009). Pomijają je także, opisując zbiorniki wodne na powierzchni (Kampeza, Ravanis 2009). Nieliczni uczniowie, którzy włączają do swojego opisu wody podziemne, przedstawiali je jako podobne do wody w rzekach i jeziorach na powierzchni (Meyer 1987; Dickerson i in.

2007). William Meyer (1987) ustalił m.in., że uczniowie opisują studnie jako niewyczerpalne źródło wody, ponieważ zasilają je podziemne rzeki.

Za przyczynę takich przekonań uznaje się ograniczony zakres treści kształcenia w edukacji formalnej (Dickerson i in. 2007). W szkole na poziomie wczesnej edukacji omawia się cykl obiegu wody w przyrodzie, ale pomija zagadnienie wód gruntowych (Korzeniewski 1985; Jaromin 2005; Budniak 2009; Vinisha, Ramadas 2013). Z kolei podstawa programowa zakłada nauczanie o stanach skupienia wody bez precyzowania ich kontekstu (Marszał i in. 2020: 118). Nauczyciele ograniczają się do tego, co jest zapisane w podręczniku (Grajkowski 2013: 244). Tymczasem schematyczne opisy i ilustracje obiegu wody zawarte w podręcznikach zawierają wiele uproszczeń, które wpływają na kształtowanie się błędnych pojęć przyrodniczych (Wampler 2000; Vinisha, Ramadas 2013). Dotyczy to także polskich podręczników (np. Korzeniewski 1985: 135) i książeczek o przyrodzie adresowanych do dzieci (np. Beaumont 2010: 28–29). Korzystający z nich nauczyciele i rodzice mogą się przyczyniać do kształtowania i pogłębienia błędnych przekonań dzieci (Wampler 2000). Innymi źródłami błędnych przekonań są również biblijny opis potopu (Meyer 1987), a także filmy (Barnett i in. 2006).

W procesie konstruowania wiedzy uznaje się, że dzieci stale dysponują określoną liczbą danych, na ich podstawie budują względnie stabilne wyjaśnienia, które funkcją i strukturą przypominają teorie naukowe (Vosniadou, Brewer 1992; Carey 1999; Gopnik 2010: 250–254). Tłumaczy się, że w miarę gromadzenia nowych informacji oraz liczby rozwiązanych problemów o charakterze poznawczym dzieci zaczynają tworzyć wyjaśnienia coraz to bardziej zbliżone do naukowych (Klus-Stańska (red.) 2004; Wiśniewska-Kin 2007). Umysł dziecka rozbudowuje strukturę pojęciową, a dzięki rozwiązywaniu problemów poznawczych reorganizuje ją, dostosowując do nowych informacji. Stopień zbliżenia konstruowanych pojęć względem naukowych wyjaśnień zależy od ilości zgromadzonych informacji i liczby rozwiązanych problemów.




W przypadku kształtowania się pojęć na temat wód gruntowych ilość gromadzonych na co dzień informacji jest niewielka. Dzieci rzadko mają okazję widzieć lustro wody w studni, a zjawisko „znikania” wody w kałużach wymaga długiego czasu obserwacji. Ze względu na niewielki zakres doświadczeń dzieci rzadko kojarzą wody na powierzchni ziemi z wodami gruntowymi (Cardak 2009; Kampeza, Ravanis 2009). Ponieważ dominującym źródłem informacji o podziemnych wodach są źródła pośrednie, cechą charakterystyczną gromadzenia informacji z tego typu źródeł jest nieregularność. Ze względu na to, że nie prowadzi się zajęć z dziećmi na temat wód gruntowych, a rodzice rzadko rozmawiają z nimi na temat treści zawartych w książkach (Basak 2012), należy przyjąć, że informacje na temat wód gruntowych są gromadzone w sposób przypadkowy i nieuporządkowany. Prowadzi to do wniosku, że czas potrzebny na skonstruowanie przez dzieci pojęć na poziomie zbliżonym do naukowego zależy od wpływu edukacyjnego i kultury (w tym dostępu do wiedzy naukowej i poziomu konkurencyjności wiedzy potocznej). Jeśli otoczenie dostarcza odpowiednich informacji i stymuluje rozwiązywanie problemów poznawczych, można przypuszczać, że dziecko skonstruuje pojęcia naukowe na temat wód gruntowych wcześniej niż w takim, które jest ubogie w tego typu doświadczenia.

Program badań

Przyjmując koncepcję wiedzy jako teorii (Vosniadou, Brewer 1992; Carey 1999), uznałem, że mimo niesprzyjających warunków gromadzenia informacji na temat wód gruntowych dzieci otrzymują niewielką liczbę dobrze rozwiniętych, spójnych, choć uproszczonych teorii opartych na osobistych doświadczeniach. Potrafią formułować zrozumiałe, dające się skategoryzować wyjaśnienia dotyczące znikania wody w kałużach oraz pochodzenia wody w studni i jeziorze. Ponieważ zagadnienia dotyczące obiegu wody w przyrodzie oraz konieczność dbania o czystość wody dzieci poznają już w przedszkolu, badaniem dziecięcego rozumowania objąłem 50 dzieci w wieku 6–8 lat (średnia wieku wynosiła 6,8 roku). Wśród badanych było 25 starszych przedszkolaków i 25 uczniów klasy pierwszej, 17 chłopców i 33 dziewczynki. Badania rozpocząłem po uzyskaniu zgody dyrektora, opiekunów prawnych i samych dzieci. Były one realizowane w podwarszawskiej miejscowości średniej wielkości. Badania przeprowadziłem w ramach programu badawczego „Dziecięca geologia”¹.

W opracowaniu narzędzia badawczego kierowałem się wskaźnikami sugerującymi istnienie wód gruntowych: 1) zjawisko „znikania” kałuż po deszczu oraz 2) pochodzenie wody w studni i 3) w jeziorze. Każde z nich zostało rozszerzone o wprowadzenie, którego celem było lepsze zrozumienie przez dzieci stawianego pytania. Ponadto wypowiadając pytanie, prezentowałem dziecku schematyczne ilustracje, które pozwoliły osadzić te pytania w szerszym kontekście całego badania. W tabeli 1 przedstawiam tylko te ilustracje i pytania badawcze, które dotyczą analizowanego problemu rozumienia przez dzieci wód gruntowych².

Tabela 1. Obrazki i pytania zadawane dziecku podczas badania

Numer	Obrazek	Pytanie zadawane dziecku
1.		Co jakiś czas z chmur spada deszcz. Powstają wtedy kałuże, co dzieje się z wodą z takiej kałuży? Zobacz, na dworze nie ma kałuż, jak myślisz, co się stało z wodą z kałuż z ostatniego deszczu?
2.		Zobacz, to jest studnia. Jak myślisz, skąd się wzięła woda w studni?
3.		Gdy szedłem niedawno obok dużego jeziora, było tam bardzo dużo wody. Jak myślisz, skąd ona się wzięła?

Źródło: opracowanie własne.

¹ Projekt badawczy „Dziecięca geologia. Modele umysłowe starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie budowy wewnętrznej Ziemi i zjawisk w niej zachodzących” był finansowany ze środków Akademii Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie (numer: BSTP 5/19-I).

² Innym celem badawczym było ustalenie dziecięcego wyobrażenia budowy wewnętrznej Ziemi (Jelonek 2019).

Jeśli dziecko nie udzieliło wystarczającej odpowiedzi, badacz – wzorem badań Jeana Piageta (2006) – zadawał kolejne pytania, które miały na celu lepsze zrozumienie dziecięcej wypowiedzi. Dziecięce wypowiedzi były rejestrowane, stenografowane, a następnie analizowane. Ich analiza została poddana kategoryzacji według procedury Stelli Vosniadou (Vosniadou, Brewer 1992), która bazowała na teorii modeli mentalnych Johnson-Laird (1983). Polegała na ustaleniu sposobu rozumienia przez dzieci zjawiska, a następnie jego uogólnianiu za pomocą łączenia w grupy podobnych do siebie wyjaśnień. Stosowałem uogólnienia na dwóch poziomach: pierwszy dotyczył stosowania tych samych określeń – słów-kluczy (np. kałuże *wyschły*... albo ...*wsiąkły* albo ...*zniknęły*), poziom drugi dotyczył łączenia wyjaśnień o tym samym znaczeniu (np. kałuże *wchłonęły* w ziemię..., *wsiąkły*..., *przenikły*...). W ten sposób powstawały typy wyjaśnieniowe zjawiska znikania wody w kałużach, wody w jeziorze i zachowania się wody w studni, stanowiące element wód gruntowych. Zgodnie z procedurą Stelli Vosniadou i Williama Brewera (1992) można je uporządkować, poczynając od tych, które bazują na osobistych doświadczeniach, intuicjach, czyli **modele wstępne**, przechodząc do tych, które stanowią mieszaninę codziennych doświadczeń i informacji zdobytych od dorosłych i przekazów medialnych – **modeli uproszczonych** oraz **modeli naukowych** – ich wyjaśnienie jest zbliżone do naukowego. Przyjęty sposób analizy odzwierciedla model rozwojowy kształtowania się pojęć naukowych u dzieci (Vosniadou, Brewer 1992).

Wyniki

Zanim przedstawię wyniki poszczególnych wyjaśnień, omówię naukowe wyjaśnienie „znikania” wody z kałuż. Kałuże to niewielkie zbiorniki wodne, w których gromadzi się woda deszczowa. W zależności od zjawisk atmosferycznych oraz właściwości gruntu woda zgromadzona w misie kałużnej może wyparować i wnikać w ziemię. Procent wartości wsiąkającej i parującej wody zależy od nasilenia promieni słonecznych oraz przepuszczalności i nasycenia gruntu. Na zadane pytanie: „Co się stało z wodą z kałuż z ostatniego deszczu?” i przedstawienie schematycznej ilustracji deszczu, 10 dzieci zareagowało zaskoczeniem. Podchodziły do okna i rozglądając się, stwierdzały: „nie ma wody”. Kolejne 5 dzieci przyznało, że nie wiedzą, gdzie się podziała. Pozostałe (45) po chwili zaczęły formułować własne wyjaśnienia. Dzieci użyły 17 określeń (słów-kluczy). Przedstawiam je w kolejności od modeli wstępnych, przez uproszczone, do naukowego.

Siedmioro dzieci (3 przedszkolaków i 4 uczniów) tłumaczyło, że trawa *wsiąkła*, *wypila* wodę z kałuż lub że kałuże znikają, *żeby rośliny mogły żyć*. Dzieci posługujące się tymi określeniami zwróciły uwagę na życiodajną rolę wody. Pomijały aspekt wsiąkania w ziemię, co może sugerować, że ich zdaniem zjawisko znikania odbywa się bez procesu wsiąkania w ziemię. Dzieci te czerpią z osobistych doświadczeń, czego dowodzi wypowiedź Zuzi z klasy pierwszej: *...bo moja babcia podlewa rośliny*. Ten rodzaj wypowiedzi nazywam modelem wstępnym: **rośliny piją wodę z kałuż**.

Pięcioro dzieci stwierdziło, że woda z kałuż zniknęła, bo się *rozpuściła*. Jedno z dzieci wyjaśniło to następująco: *Bo jak jest lód i skaczesz na niego, to będzie kałuża, a jak słońce silnie grzało, to kałuża marnieje*. Inne dziecko dodało, że woda *wysycha* i *paruje*. Wypowiedzi te dowodzą sięgania do osobistych doświadczeń skakania po zamrożonych kałużach, przecież po skruszeniu ich zewnętrznej pokrywy często ujawnia się pusta przestrzeń. Badane dzieci określiły to zjawisko *rozpuszczaniem*, a brak wody wyjaśniały *wysychaniem* i *parowaniem*. Ponieważ badania były prowadzone w marcu i mimo że od kilku tygodni na ziemi nie zalegał śnieg ani nie było kałuż, dzieci mogły przywoływać wcześniejsze doświadczenia z zamrożoną wodą na powierzchni ziemi. Ten typ wyjaśnienia określam modelem wstępnym **woda z kałuży znika w procesie zamrożenia**, prezentowało go 2 przedszkolaków i 3 uczniów.

Czworo dzieci (3 przedszkolaków i 1 uczeń) mówiło, że woda z kałuż *zniknęła*. Nie tylko opisały widoczny za oknem stan, ale określiły, że zjawisko to ma charakter magiczny. Mimo dalszych pytań dzieci te nie udzieliły innej odpowiedzi. Ten typ wyjaśnień określam jako model wstępny **magiczne zniknięcie wody w kałużach**.

Najwięcej dzieci (9) użyło określenia *kałuże wyschły*. Na pytanie, co to znaczy, mówiły, że *parują*, po czym dodawały *słońce wstaje i ogrzewa je, suszy*. Użyte określenia wskazują, że dzieci te rozumiały zjawisko „znikania” kałuż jako zamiany wody w parę. Troje użyło sformułowania *wyparowało*, a pojedyncze mówiły, że woda *zamieniła się w dym* i że woda *odparowała*. Niektóre dzieci w szerszej wypowiedzi odwoływały się do osobistych doświadczeń, szukając potwierdzenia w sytuacjach życiowych. Amelia z klasy pierwszej opowiadała: *Jakby ktoś umył włosy, miał mokre i wysuszył suszarką, to słońce tak też kałuże suszy, żeby znikły*. W zastosowanej analogii widać wyraźnie proces parowania. Ze względu na podobieństwo semantyczne opisanych tu określeń łączę je razem, tworząc model uproszczony **parowania wody z kałuż**. Model ten przejawiało najwięcej (15) badanych dzieci (7 przedszkolaków i 8 uczniów).

Zupełnie inaczej „zniknięcie” kałuż wyjaśniają określenia *woda wsiąka w piasek* i *...w ziemię* użyte przez pięcioro dzieci. Uwaga jest tu zwrócona na właściwości wchłaniające powierzchni, w której gromadzi się woda deszczowa. Takiego wyjaśnienia udzieliło troje dzieci, tłumacząc, że *woda wchłonęła do ziemi*. Pojedyncze używały określeń: *wpływa*, *wpadła*, *przenika* i *wsysa do ziemi*. Sformułowania te są rzadko stosowane w języku codziennym, wydaje się zatem, że dzieci zapożyczyły je od dorosłych. Ponadto określenie *woda wsiąkła w piasek* może wynikać z osobistych doświadczeń dzieci zdobywanych w trakcie zabawy w piaskownicy z użyciem wody. Podobieństwo znaczeniowe użytych określeń pozwala połączyć je w model uproszczony **wsiąkania wody z kałuż w ziemię**. Model ten przedstawiło 14 dzieci (6 przedszkolaków i 8 uczniów).

Pokazując dzieciom drugą ilustrację – schematyczny obrazek studni, zadałem pytanie: „Skąd się bierze woda w studni?”. Studnia jest sztucznie wydrążonym pionowym otworem sięgającym poziomu, w którym gromadzą się wody podziemne. Woda w studni gromadzi się pod wpływem siły ciężkości, która sprawia, że tworzy ona w gruncie jednolite zwierciadło wód podziemnych. Natrafiając na wolną przestrzeń otworu studziennego,

wypełnia go do poziomu odpowiadającemu poziomowi wód gruntowych. Wody gruntowe są zasilane opadami deszczu, które uzupełniają wody powierzchniowe i przedostają się do niższych warstw, gdzie tworzą warstwę wód gruntowych. Poza 4 wypowiedziami dzieci przedszkolnych, które stwierdziły, że nie wiedzą, skąd się bierze woda, uzyskałem 12 różnych wyjaśnień tego zjawiska (słów-kluczy). Grupując razem wypowiedzi o podobnym znaczeniu, udało się określić 5 modeli wyjaśnień pochodzenia wody studziennej.

Uzyskałem 12 wyjaśnień opartych na osobistych doświadczeniach. Troje dzieci powiedziało, że woda w studni pochodzi z *rur*, z *węża* (zapewne węża ogrodowego). Dołączyłem tu także określenie z *kanalu* oraz *kiedyś łapali deszcz do wiadra i wlewali do studni*. Wydaje się, że dzieci wyobrażają sobie, że proces gromadzenia się wody w studni jest sztuczny. Do tej kategorii wyjaśnień zaliczyłem także odpowiedzi, które wskazywały na to, że troje dzieci pomyliło studnię ze zbiornikiem asenizacyjnym (szambo). Dawid sprecyzował, że woda bierze się z *rur kanalizacyjnych*, Amelia stwierdziła, że: *przepływa tam taka brudna woda* oraz Gabrysia wskazała: *Przepływały tam z toalety różne rzeczy, bo tam jest wielki kanał i są tam takie rury*. Wyjaśnienia te łączę razem, tworząc model wstępny **woda studzienna bierze się z rur**. Model ten prezentowało razem 6 dzieci (4 przedszkolaków i 2 uczniów).

Najwięcej dzieci (14) wskazało, że woda w studni bierze się z *ziemi*. Kuba dodał, że: *woda jest pod naszymi stopami*, a ośmioletnia Hania powiedziała, że: *jak będzie się głęboko kopać, to będzie woda*. Dzieci nie potrafiły wyjaśnić, jak to się dzieje, że woda z ziemi dostaje się do studni (większość mówiła: *jakoś*). Powołanie się na czynność kopania w ziemi dzieci zapożyczyły z osobistych doświadczeń. Przypomniały sobie sytuację na plaży, w której kopiąc dołki, odkrywały wodę. Podobnymi określeniami były *wlatuje z dołu* (użyte przez 4 dzieci). Podkreślając kierunek, w którym woda dostaje się do studni, dzieci używały gestów: ręką od dołu wykonywały manewr ku górze. Ponieważ kierunek ten bez wątplenia dotyczył ziemi, dlatego łączę znaczeniowo te dwa rodzaje wypowiedzi. Dzieci nie potrafiły dalej określić pochodzenia wody.

Wnioskowanie o pochodzeniu wody można interpretować budową narzędzia badawczego. W poprzednim pytaniu (o znikaniu wody z kałuży) część dzieci tłumaczyła, że woda wsiąka w ziemię. Twierdzenie to wydało się mieć kontynuację w wyjaśnieniu pochodzenia wody w studni. Uznały, że woda wsiąka w ziemię, a dalej pojawia się w studni. Ten rodzaj wyjaśnienia nazywam modelem uproszczonym **woda studzienna bierze się z ziemi**. Prezentowało go razem 19 dzieci (4 przedszkolaków i 13 uczniów). Istotne jest to, że dzieci nie posługiwały się określeniem „wody gruntowe” ani też nie wydawały się wskazywać, jakoby woda pod ziemią gromadziła się w pewien sposób.

Drugim rodzajem wyjaśnień pod względem częstości występowania (14) były te, w których dzieci tłumaczyły, że woda w studni pochodzi z *deszczu*. Można potraktować te wypowiedzi dzieci jako poprawne, jednak w dalszych wyjaśnieniach okazało się, że dzieci mają na myśli bezpośrednio dostawanie się kropeł deszczu do otworu studziennego. Dzieci mówiły: *kiedy pada deszcz, to wpada prosto do dziury, deszcz napadał do studni, [woda] przelatuje do studni*. Ten typ wyjaśnień nazywam modelem wstępnym **woda stu-**

dzienna bierze się bezpośrednio z deszczu. Model ten przedstawiło łącznie 15 dzieci (11 przedszkolaków i 4 uczniów).

Na inne naturalne pochodzenie wody powołało się 2 dzieci (1 przedszkolak i 1 uczeń). Twierdziły one, że woda w studni bierze się z *ziemi* i dopowiadały, że ze zbiornika wodnego. Kuba wskazał, że woda w studni wzięła się z *jeziora*, a Maja, że *przeziąkla z morza*. Te różnorodne opisy źródeł wody w studni grupuję w modelu uproszczonym **woda studzienna bierze się z naturalnego zbiornika wody na powierzchni**. Używanie zbiornika powierzchniowego do wyjaśnienia pochodzenia wody w studni sugeruje, że to spostrzeżenie wynika z osobistego doświadczenia, np. oglądania strumieni łączących jezioro. Z kolei określenie *przeziąkla* świadczy o tym, że woda dociera do studni pod ziemią. Odniesienie do zbiornika wodnego (powierzchniowego) wskazuje, że proces ten jest kierunkowy. Woda nie jest gromadzona w studni z wielu różnych kierunków. Opis procesu, w jaki woda dostaje się do otworu studni, prowadzi do wniosku, że dzieci te nie zdają sobie sprawy z obecności wód gruntowych, a sposób przemieszczania się wody pod ziemią zdają się opisywać tak jak w rzekach naziemnych.

Ostatnie wyjaśnienia, najbardziej zbliżone do naukowego, wiązały się z następującym opisem zjawiska: spadająca woda deszczowa wsiąka w ziemię, a następnie przeziąka do studni i ją wypełnia. Ośmioletnia Gabrysia o zjawisku tym opowiedziała następująco: *Jak deszcz pada, to ziemia wsiąka wodę, a potem, jak się kopie studnię, to ta woda leci do tej studni*. Tego typu wypowiedź bliska jest zaznaczeniu obecności wody gruntowej, ale określenie *leci* oznacza raczej strumień lub rzekę. Nie jest to zatem poziom wody gruntowej, ale swego rodzaju rzeka (żyła wodna?). Ten typ wyjaśnienia nazywam modelem uproszczonym **woda studzienna bierze się z wody deszczowej, która wsiąka w ziemię i przenika do studni**. Wyjaśnienie to było prezentowane przez 4 dzieci (2 przedszkolaków i 2 uczniów).

Po przedstawieniu dzieciom trzeciej ilustracji zadałem pytanie: „Skąd się bierze woda w jeziorze?”. Pochodzenie wód w jeziorach tłumaczy się nagromadzeniem wód powierzchniowych w zagłębieniach w ziemi (misach jeziornych). W zależności od położenia misy jeziornej (gruntu i kształtu terenu) pochodzenie wody może być różne³. W interpretacji dziecięcych wyjaśnień uznaję, że za naukowe nie powinno się przyjmować wyjaśnienia dotyczącego najbliższego jeziora w okolicy miejscowości, w której były prowadzone badania (miejscowość podwarszawska). Z tego względu w analizie dziecięcych wyjaśnień przyjąłem ustalenia ogólnopolskie (Gutry-Korycka i in. 2014), że połowa średniego odpływu wód spływających polskimi rzekami do Bałtyku pochodzi z zasilania wodami podziemnymi. Oznacza to, że jeziora – stojące na drodze do Bałtyku – gromadzą w połowie wodę powierzchniową (z deszczu i rzek) i gruntową. Takie wyjaśnienie uznaję za naukowe. W badaniach poza odpowiedziami typu *nie wiem* (7) otrzymałem 14 wyjaśnień (słów haseł), które pogrupowałem w 6 modeli mentalnych.

³ Na przykład w niektórych jeziorach może dominować woda opadowa (Morskie Oko), a w innych woda przelewowowa (Śniardwy, Jezioro Włocławskie).

Najwięcej odpowiedzi (19, w tym 10 przedszkolaków i 9 uczniów) dotyczyło wyjaśnienia, w którym woda w jeziorze pochodzi z *deszczu*. Dzieci używały określenia *napelnienia*, co sugeruje, że traktują misę jeziorną jako zbiornik, pojemnik. Uważają, że woda deszczowa spada bezpośrednio do tego zbiornika, go wypełniając. Zakładam, że wyjaśnienia te mogą wynikać z osobistych doświadczeń, takich jak nalewanie wody do miski lub szklanki. Może być też tak, że dzieci rozbudzone pierwszym pytaniem dotyczącym problemu „znikania” wody w kałuży zastosowały analogię i starały się wyjaśnić pochodzenie wody w jeziorze opadami deszczu. Potwierdza to fakt, że większość dzieci przejawiających ten pogląd we wcześniejszym pytaniu wskazywała na model **woda studzienna bierze się bezpośrednio z deszczu**. Wyjaśnienia dzieci łączę razem, tworząc model wstępny **woda jeziorna pochodzi bezpośrednio z deszczu**.

Innym rodzajem wypowiedzi były interpretacje, że woda w jeziorze wzięła się z *węza, rur, kanału, odpływu* i *ze ścieku, z łazienki*. Część z nich została użyta ponownie – wcześniej do wyjaśnienia pochodzenia wody w studni. Według jednych woda została nalana butelką, a innych pochodzi *ze studni*. Dzieci wskazywały, że woda została tam doprowadzona *rurą*. Wspólną cechą tych wyjaśnień jest sztuczne pochodzenie wody jeziornej. Być może powodem, dla którego niektóre dzieci wyjaśniły obecność „ścieków” w rozmowie o pochodzeniu wody jeziornej, są doniesienia medialne o przypadkach zanieczyszczenia zbiorników wodnych. Model ten nazywam modelem wstępnym **wody jeziornej sztucznego pochodzenia**, znalazł się on w wyjaśnieniach 8 dzieci (4 przedszkolaków i 4 uczniów).

Julia z klasy pierwszej wskazała, że woda w jeziorze pochodzi z roztopiającego się lodu: *Zimą jest lód, i skończyła się zima, to słońce by roztopiło lód*. Dziewczynka nie była w stanie wyjaśnić, skąd bierze się lód. Informację o lodzie zaczerpnęła zapewne z zamrożonej kałuży (osobiste doświadczenie), o czym świadczy wypowiedź dotycząca „zimy”, a nie z książek przyrodniczych, w których mogła znajdować się informacja o jeziorach polodowcowych (np. o karowym jeziorze Morskie Oko). Wskazówka dotycząca pory roku może sugerować także, że dziewczynka uważa, że cała woda w jeziorze zamarza na zimę. Ponieważ wypowiedź Julii nie pasuje do innych, uznaję, że pozostanie ona odosobniona w modelu wstępnym **woda jeziorna pochodzi z lodu**.

Drugim pod względem częstości wyjaśnień pochodzenia wody w jeziorze było określenie: *z ziemi*. Gabrysia powiedziała: *Ziemia tak namięka i wypływa z nich woda, kałuże się robią*. Cechą wspólną zgromadzonych tu wypowiedzi jest wyjaśnienie, że woda w jeziorze pochodzi z ziemi. Do tego typu odpowiedzi zaliczyłem także wypowiedź dziewczynki, że woda pochodzi z ziemi, następnie dodała: *z deszczu*. Dziewczynka wyjaśniła, że woda z deszczu została zgromadzona w ziemi, co odróżnia jej wypowiedź względem tych dzieci, które twierdziły, że woda jeziorna pochodzi bezpośrednio z deszczu. Do tego typu wyjaśnień zaliczyłem także te wypowiedzi trojga dzieci, które tłumaczą samo powstawanie jezior. Laura stwierdziła, że: *może się zrobić dziurę i tak woda pójdzie też trochę na dół, a potem to [dziurę] zakopać i będzie woda*. Wyjaśnienie Laury przypomina połączenie dwóch czynności: kopanie dziury w piasku (gdzie odkrywa się wodę) oraz zatykanie odpływu w zlewie (w celu zatrzymania wody). Opisane tu wyjaśnienia wydają

się na tyle spójne, że pozwalają utworzyć odrębny model mentalny, nazywam go modelem uproszczonym **woda jeziorna pochodzi z ziemi**. Model ten wskazywało (razem) 8 dzieci (2 przedszkolaków i 6 uczniów).

Odrębnym sposobem wyjaśnień były określenia, że woda w jeziorze pochodzi z innych większych zbiorników wodnych: *z morza* i *z oceanu*. Wśród wypowiedzi dzieci znalazły się określenia: *z przyływu*, *z fal*. Witek powiedział: *Z morza, iwoporacja się robi, że poziom wody podnosi się i nalewa wodę do stawu*. Chłopiec użył – z pewnością zasłyszanego – określenia ewaporacji w niewłaściwym kontekście (oznacza ono parowanie wody). Dawid w odpowiedzi podał dwa źródła na nawadnianie jeziora: *Może padać, że napelni, a czasami przyływają przyływy* (kolejne pytanie potwierdziło, że chłopcu chodziło o fale). Z kolei Bartek powiedział, że: *tam się wlewa woda z tych oceanów*, po chwili dookreślił, mówiąc: *jest taki zawór i on odkręca wodę i tam się wlewa*. W każdej z przytoczonych odpowiedzi dzieci twierdziły, że woda dociera do jeziora z większego zbiornika. Proces ten może przypominać tworzenie się lagun, jednak odbiega od rzeczywistego powstawania tego typu jezior. Schematy ilustrujące obieg wody w przyrodzie przedstawiają dokładnie odwrotny kierunek zasilania – wody jeziorne zasilają morza i oceany. Ten typ wyjaśnienia nazywam modelem uproszczonym **woda jeziorna pochodzi z mórz** i był reprezentowanych przez 6 dzieci (4 przedszkolaków i 2 uczniów).

Odosobniona jest wypowiedź Blanki z klasy pierwszej, która jako jedyna wskazała, że woda w jeziorze pochodzi *z rzeki*. Jej wyjaśnienie wydaje się zgodne z ilustracjami w książeczkach, w których – zgodnie z zaznaczonymi strzałkami symbolizującymi ruch wody – woda z gór płynie do jezior, a stamtąd kolejnymi jeziorami do mórz. Ten typ wypowiedzi nazywam modelem uproszczonym **wody jeziornej pochodzenia rzecznego**.

Wnioski i dyskusja

Posługiwanie się wskaźnikami sugerującymi istnienie wód gruntowych (przyczyna „znikania” wody w kałuży, pochodzenie wody w studni i jeziorze) pozwoliło ustalić, że zdecydowana większość badanych nie zdaje sobie sprawy z istnienia wód podziemnych. Te dzieci, które mówią o przedostawaniu się wody pod ziemią (z kałuż, do jezior), mają świadomość, że coś się z tą wodą dzieje, ale żadne z dzieci nie potrafiło sformułować wyjaśnienia przedstawiającego choćby w zarysie, że woda gromadzi się w ziemi między ziarenkami piasku i kamieniami i porusza się, znajdując w ziemi niższe wolne przestrzenie, dążąc do utworzenia jednolitej powierzchni (lustro). Potwierdza to wcześniejsze ustalenia badaczy (Kampeza, Ravanis 2009). Formułując odpowiedzi na trzy pytania, dzieci opierały się na osobistych doświadczeniach (zabawie w piasku, na plaży, skakaniu po lodzie) i informacjach zasłyszanych od dorosłych (ewaporacja).

Zdumienie 1/5 badanych dzieci, że woda z ostatniego deszczu „zniknęła”, dowodzi, że problem braku kałuż nie znajdował się dotychczas w ich polu poznawczym. Ponadto wszystkie badane dzieci w odpowiedziach podały jeden kierunek znikania wody z kałuż.

Uznawały, że woda uchodzi albo do góry (w formie pary), albo w dół (wsiąka w ziemię), albo znika w formie lodu. Żadne z dzieci nie udzieliło odpowiedzi, które jednocześnie łączyłyby w sobie kilka możliwości. Ponieważ zjawisko „znikania” wody jest procesem złożonym i obejmuje jednocześnie parowanie i wsiąkanie w glebę, dlatego żadne z badanych dzieci nie przejawiało wyjaśnienia zbliżonego do naukowego (modelu naukowego). Konstruowane przez dzieci wyjaśnienia dotyczące parowania wody z kałuż lub wsiąkania wody do ziemi są zarysami pojęć.

W przypadku rozmowy o pochodzeniu wody w studni ustaliłem, że cechą modeli wstępnych są informacje o wodzie przedostającej się do studni od góry (bezpośrednio z deszczu i rur doprowadzających wodę). W tych wyjaśnieniach dzieci powołują się na osobiste doświadczenia, obserwację płynącej wody i wnioskuje, że dociera ona także do studni. W modelach uproszczonych dzieci tłumaczą, że woda nie dostała się bezpośrednio przez górny otwór studni, ale dolny (od dołu). Opisują przemieszczanie się wody pod ziemią, ale traktują poruszającą się wodę w sposób analogiczny do rzek na powierzchni ziemi. Modele uproszczone od wstępnych różni świadomość, że ziemia jest warstwą przepuszczalną – woda już nie wpada prosto do otworu studziennego, ale w formie deszczu spada na ziemię i tędy od dołu przenika do studni. Z kolei model uproszczony od naukowego odróżnia jeszcze brak uwzględniania procesu gromadzenia się wody w gruncie. Wszystkie dzieci tłumaczyły, że woda od razu przenika przez grunt w kierunku studni. To właśnie pomijanie wód gruntowych przez wszystkie dzieci sprawiło, że żadnej z wypowiedzi nie można było uznać za model naukowy.

W przypadku wyjaśnień dotyczących pochodzenia wody w studni okazało się, że cechą modeli wstępnych dotyczących pochodzenia wody jeziornej są wyjaśnienia o sztucznym pochodzeniu wody lub interpretacje niewłaściwych zjawisk (np. topnienie kałuż). Na tym podstawowym poziomie źródłem dziecięcych wyjaśnień są osobiste doświadczenia związane z oglądaniem wody przepływającej przez rury i kanały oraz sytuacje roztopiającego się lodu. W modelach uproszczonych dzieci konstruują wyjaśnienia, opierając się także na opisach dorosłych i informacji z książeczek. Pochodzenie wody w jeziorze tłumaczą przez pryzmat tego, co zdążyły zapamiętać – stąd odwołania do ewaporacji (parowania), fal i odpływów morskich. Na tym etapie dzieci wyjaśniają zjawisko pochodzenia wód w jeziorze, wskazując na jedno możliwe źródło wody.

Wyjaśnienia dziecięce odnoszące się do sztucznego pochodzenia wody w studni czy jeziorze potwierdzają ustalenia Piageta o **artyficyjalizmie technicznym** (Piaget 2006: 285). Na podstawie przeprowadzonych badań nie udało się potwierdzić, że dzieci wyobrażają sobie wodę w gruncie jako powierzchnię jeziora, analogiczną do jeziora na powierzchni (Meyer 1987; Dickerson i in. 2007). Wypowiedzi dzieci prowadziły raczej do wniosku, że wody podziemne traktują nie jako jednolitą warstwę wody, ale rzekę podobną do tej na powierzchni ziemi.

Dzieci, gdy nie potrafią sformułować wyjaśnienia, sięgają po dostępne im informacje i formułują wyjaśnienia zjawisk, o których mają niewiele wiedzy. Stosują analogię do zjawisk obserwowanych na co dzień i używają wyjaśnień dorosłych (np. korzysta-

ją z trudnych sformułowań). Nie sposób na tej podstawie stwierdzić, czy badane dzieci mają świadomość wód gruntowych. Pytane o „znikanie” wody w kałuży i pochodzenie wody w jeziorze i studni, zdecydowana większość dzieci tłumaczyła, że woda porusza się pod ziemią. Żadne z dzieci nie opisywało wody pod ziemią jako zbiornika wodnego. Sam proces przedostawania wody opisywały jako bezpośrednie przemieszczanie się wody z jednego miejsca w drugie (np. deszcz od razu trafia do studni). Zupełnie pomijały proces gromadzenia się wody w gruncie.

Ponieważ we wszystkich badanych obszarach przyrodniczych istnieją dwa poprawne wyjaśnienia, trzymanie się jednego z nich dowodzi, że pozostają one na poziomie modeli uproszczonych (jako zarys pojęć). Konstantinos Ravanis (2020) tego typu konstrukty umysłowe nazywa modelami prekursorowymi. Z kolei z analizy dziecięcych wypowiedzi wynika, że brakuje im doświadczeń związanych z zachowaniem się wody w gruncie, a dokładnie – z działaniem siły grawitacji na wodę w ziemi i prawem naczyń połączonych (Åkerblom i in. 2018). Pierwsze z nich sprawia, że woda utrzymuje powierzchnię zwierciadła pod ziemią, a drugie, że woda znajdująca się w gruncie, natrafiając na wolną przestrzeń poniżej, zaczyna ją wypełniać, dążąc do wyrównania poziomu. Ponieważ doświadczenia te dotyczą tematu „Skąd się bierze woda w kranie”, omawianego już na etapie przedszkola, należy założyć, że zajęcia na ten temat powinny być prowadzone z uwzględnieniem doświadczeń obrazujących zjawisko wsiąkania wody w piasek oraz zachowania się wody w piasku (np. gdy jest obracany i jak tworzy warstwę wody), a dalej – jak wykopuje się studnię i wydobywa wodę. Wydaje się, że uzupełnienie tego tematu o brakujące doświadczenia, wsparte własną aktywnością dzieci i mądrymi rozmowami na temat zachowania się wody pod ziemią, powinny pomóc dzieciom w konstruowaniu pojęcia wód gruntowych.

Literatura

- Åkerblom A., Součková D., Pramling N. (2018), *Preschool children's conceptions of water, molecule, and chemistry before and after participating in a playfully dramatized early childhood education activity*. „Cultural Studies of Science Education”, 14(6).
- Al-Khamisy D. (1996), *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolletnich*. Warszawa, Wydawnictwo Żak.
- Arthurs L.A. (2019), *Using student conceptions about groundwater as resources for teaching about aquifers*. „Journal of Geoscience Education”, 67(2).
- 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(2).
- Basak A. (2012), *Wpływ bajek czytanych przez rodziców na rozwój dzieci w wieku szkolnym*. „Pedagogika Rodziny”, 2(4).
- Baumfalk B., Bhattacharya D., Vo T., Forbes C., Zangori L., Schwarz C. (2019), *Impact of model-based science curriculum and instruction on elementary students' explanations for the hydrosphere*. „Journal of Research in Science Teaching”, 56(5).

- Beaumont E. (2010), *Świat w obrazkach. Góry*. Warszawa, Olesiejuk.
- Ben-zvi-Assarf O., Orion N. (2005), *A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle*. „Journal of Geoscience Education”, 53(4).
- Berat A. (2017), *The Effect of Talking Drawings on Five-Year-Old Turkish Children's Mental Models of the Water Cycle*. „International Journal Of Environmental & Science Education”, 12(3).
- Budniak A. (2009), *Edukacja społeczno-przyrodnicza dzieci w wieku przedszkolnym i młodszym szkolnym*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Cardak O. (2009), *Science Student's Misconception of the Water Cycle According to their Drawings*. „Journal of Applied Sciences”, 9(5).
- 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(7–8).
- Carey S. (1999), *Sources of conceptual change*. W: E.K. Scholnick, K. Nelson, P. Miller (eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Dickerson D.L., Penick J.E., Dawkins K.R., Sickel M.V. (2007), *Groundwater in Science Education*. „Journal of Science Teacher Education”, 18(1).
- Dove J.E., Everett L.A., Preece P.F. (1999), *Exploring a hydrological concept through children's drawings*. „International Journal of Science Education”, 21(5).
- Gopnik A. (2010), *Dziecko filozofem*. Warszawa, Wydawnictwo Prószyński i S-ka.
- Grajkowski W. (2013), *Podstawa programowa przedmiotów przyrodniczych w opiniach nauczycieli, dyrektorów szkół oraz uczniów*. Warszawa, Instytut Badań Edukacyjnych.
- Gutry-Korycka M., Sadurski A., Kundzewicz Z.W., Pociask-Karteczka J., Skrzypczyk L. (2014), *Zasoby wodne a ich wykorzystanie*. „Nauka”, 1.
- Guz S. (1993), *Rozumienie zjawisk przyrody nieożywionej przez dzieci sześćioletnie*. „Wychowanie w Przedszkolu”, 6.
- Harwood D., Jackson P. (1993), *„Why did they build this hill so steep?”: Problems of assessing primary children's understanding of physical landscape features in the context of the UK National Curriculum*. „Geographic and Environmental Education”, 2(2).
- Jaromin B. (2005), *Woda, woda wszędzie*. „Edukacja Przyrodnicza w Szkole Podstawowej”, 3/4.
- Jelinek J.A. (2019), *Dziecięca geologia. Modele mentalne budowy wewnętrzne Ziemi dzieci 6, 7 i 8-letnich*. „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”, 70(1).
- Johnson-Laird P.N. (1983), *Mental models*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Kampeza M., Ravanis K. (2009), *Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography*. „Review of Science, Mathematics and ICT Education”, 3(1).
- Klus-Stańska D. (red.) (2004), *Światy dziecięcych znaczeń*. Warszawa, Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Korzeniewski B. (1985), *Kształtowanie pojęć geograficznych w nauczaniu początkowym*. Warszawa, WSiP.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D. (2002), *Hydrogeochemia. Strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Mackintosh M. (2005), *Children's Understanding of Rivers*. „International Researching in Geography and Environmental Education”, 14(4).
- Marszał D., Ostrowska E.B., Sitek M. (2020), *Osiągnięcia przyrodnicze*. W: M. Sitek (red.), *TIMSS 2019. Wyniki międzynarodowego badania osiągnięć czwartoklasistów w matematyce i przyrodzie*. Warszawa, Instytut Badań Edukacyjnych.

- Meyer W.B. (1987), *Vernacular American theories of earth science*. „Journal of Geological Education”, 35(4).
- Panagiotaki G., Nobes G., Potton A. (2009), *Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth*. „Journal of Experimental Child Psychology”, 104(1).
- Philips W.C. (1991), *Earth Science Misconceptions*. „Science Teacher”, 58(2).
- Piaget J. (2006), *Jak sobie dziecko wyobraża świat*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pietkiewicz S., Żmuda S. (1973), *Słownik pojęć geograficznych*. Warszawa, Wiedza Powszechna.
- Platten L. (1995), *Talking Geography: an investigation into young children's understanding of geographical terms*. „International Journal of Early Years Education”, 3(1).
- Posner G.J., Strike K.A., Hewson P.W., Gertzog W.A. (1982), *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. „Science Education”, 66(2).
- Ravanis K. (2020), *Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking*. „Science Education Research and Praxis”, 76.
- Saçkes M., Flevares L., Trundle K. (2010), *Four- to six-year-old children's conceptions of the mechanism of rainfall*. „Early Childhood Research Quarterly”, 25(4).
- Sheridan J.M. (1968), *Children's awareness of Physical Geography*. „The Journal of Geography”, 67(2).
- Szuman S. (1939), *Rozwój pytań dziecka. Badania nad rozwojem umysłowości dziecka na tle jego pytań*. Warszawa–Wilno–Lublin, Nasza Księgarnia.
- Unterbruner U., Hilberg S., Schiff I. (2016), *Understanding groundwater – students' pre-conceptions and conceptual change by means of a theory-guided multimedia learning program*. „Hydrology and Earth System Sciences”, 20.
- Vinisha K., Ramadas J. (2013), *Visual Representations of the Water Cycle in Science Textbooks*. „Contemporary Education Dialogue”, 10(1).
- Vosniadou S., Brewer W. (1992), *Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood*. „Cognitive Psychology”, 24(4).
- Wampler J.M. (2000), *Misconceptions – a column about errors in geoscience textbooks: Misconceptions of the development of cones of depression*. „Journal of Geoscience Education”, 48.
- Wiśniewska-Kin M. (2007), *„Chcieć, pragnąć, myśleć, wiedzieć”. Rozumienie pojęć przez dzieci*. Kraków, Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Wygotzki L.S. (1971), *Wybrane prace psychologiczne*. Warszawa, PWN.
- Zioło I. (2002), *Edukacja środowiskowa na poziomie nauczania zintegrowanego*. Kraków, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej.