

dr Stanisław Jakubowicz
dr Stanisław Plebański
dr Kornelia Rybicka
dr Beata Udzik

W poszukiwaniu metod diagnozy umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego maturzystów

Autorzy charakteryzują zabiegi szkoły dotyczące rozwijania umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego na przedmiotach przyrodniczych i humanistycznych. Pokazują sposoby diagnozowania tego typu myślenia, podają przykłady uczniowskich odpowiedzi. Przedstawiają wyniki badań dotyczące poziomu umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego uczniów.

W procesie rozwoju nauki nie sposób nie zauważyć ewolucji pojęć przyczyny i skutku, która to w dużym stopniu wpłynęła na rozważania o świecie i relacjach w nim obserwowanych. Każdy nowy etap wprowadzał swoiste zmiany, pogłębiając pojmowanie relacji przyczynowo-skutkowych¹. Rodowód pojęć przyczynowości sięga odległych czasów, pierwsze próby określenia związków przyczynowych napotykały bowiem już w systemach światopoglądowych starożytnego Wschodu. To właśnie w taoizmie zawarta jest myśl, że rozwój przyrody i człowieka zależy nie tyle od woli niebios, co raczej od zasady tao, która wprowadza porządek do chaosu rzeczy. Poglądy filozoficzne reprezentowane przez taoizm wywarły wpływ na rozwój filozofii i nauk przyrodniczych w świecie antycznym. Począwszy od Leukipposa, poprzez Demokryta, a skończywszy na Arystotelesie, dostrzec można kierunki ewoluowania myślenia przyczynowo-skutkowego. W czasach nowożytnych do arystotelesowskiej klasyfikacji przyczyn nawiązują tacy myśliciele, jak F. Bacon, czy T. Hobbes, nadając pojęciu przyczyny nowy, inny sens.

Momentem przełomowym w określaniu istoty zależności przyczynowych stały się trzy zasady dynamiki Newtona. Współcześni jemu filozofowie nie skłaniali się raczej do uznania zasady przyczynowości. Pierwszy przeprowadził krytykę pojęcia związku przyczynowego David Hume, stwierdzając, że obserwacja fak-

¹ Heller M., Filozofia przyrody. Zarys historyczny, Kraków 2004.

tów poucza jedynie o stałym ich następstwie, nigdy zaś o wynikaniu jednych z drugich, a konstatacja takiego wynikania jest kwestią arbitralnej projekcji doświadczeń przeszłych na przyszłość. Miało to wpływ na poglądy Kanta, zdecydowanego zwolennika teorii Newtona, który głosił, iż *zasada przyczynowości nie tkwi w prawach przyrody, ale jest przez nas uznawana dlatego, że nasz rozum postrzega a priori wszystko jako skutek działania odpowiedniej przyczyny*.²

Zasada przyczynowości poddana została krytyce w latach trzydziestych dwudziestego wieku po sformułowaniu zarysów mechaniki kwantowej. M. Born przewidywał wtedy, że *koniec fizyki, jaką znamy, nastąpi za sześć miesięcy*³. Przepowiednia jakoś nie spełnia się do dzisiaj i nawet gorący orędownik teorii kwantowej D. Bohm pisze: *W przyrodzie nie ma nic stałego. Wszystko jest w ciągłym stanie przekształcania się, ruchu i zmiany. Stwierdzamy jednak, że nic nie powstaje po prostu z niczego, zawsze istnieje coś poprzedzającego. (...) Ta ogólna charakterystyczna cecha świata może być wyrażona w postaci zasady, która jest podsumowaniem olbrzymiego zakresu doświadczeń najprzeróżniejszego rodzaju*.⁴

Współczesne opracowania dotyczące obszarów zainteresowań fizyki także mocno akcentują zasadę przyczynowości, co ilustrują słowa umieszczone w *Encyklopedii fizyki współczesnej: Fizyka interesuje się szczególnie prawami, które mają charakter związków przyczynowych, tzn. określają pewną sytuację zwaną skutkiem, jeśli tylko spełnione są warunki zwane przyczyną*. (...)

W nieco luźniejszym sformułowaniu związek przyczynowy łączy się zawsze z jakimś pytaniem typu: dlaczego? W zależności od rodzaju dopuszczalnych pytań otrzymujemy różne „rodzaje” przyczyn (...)

Określenie przyczyny i skutku zależy od sposobu stawiania pytań. Pytania typu „dlaczego” mogą w ogóle nie dotyczyć zmian zachodzących w czasie ani żadnych zmian.⁵

Odchodząc od ogólnej refleksji filozoficznej, należy postawić sobie pytanie o rolę związków przyczynowo-skutkowych obecnych w dydaktyce różnych przedmiotów, zarówno przyrodniczych jak i humanistycznych.⁶

Badania prowadzone przez K. Rybicką, dotyczące komplementarności wiedzy wyjaśniającej i interpretacyjnej⁷, potwierdziły przewidywany związek tych obszarów umiejętności z poziomem myślenia przyczynowo-skutkowego. Ankieta

² Galasiewicz Z. M., *Poznanie świata. Z dziejów filozofii i fizyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, s. 76.

³ Wróblewski A. K., *Historia fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 476.

⁴ Bohm D., *Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej*, Warszawa 1961, s. 17.

⁵ *Encyklopedia fizyki współczesnej*, PWN, Warszawa 1983, s. 24.

⁶ Jakubowicz S., Plebański S., Rybicka K., Udzik B., *Czytaj i myśl. Zderzenia literatury z fizyką*, Wydawnictwo Pedagogiczne ZNP, Kielce 2007.

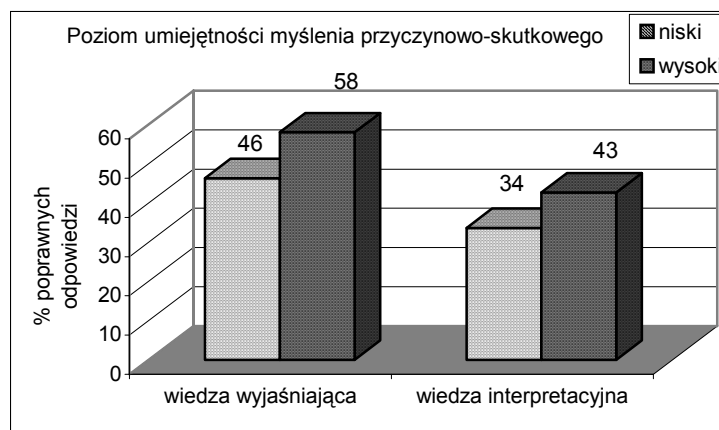
⁷ Rybicka K., *Związki wiedzy wyjaśniającej i interpretacyjnej w kształceniu polonistycznym*, Materiały XIII Konferencji Diagnostyki Edukacyjnej, Łomża 2007.

badawcza, oprócz zadań oceniających poziom wiedzy wyjaśniającej i interpretacyjnej, zawierała test określający poziom myślenia przyczynowo-skutkowego na podstawie interpretacji tekstów literackich. Uczeń miał za zadanie zaznaczyć poprawne odpowiedzi przedstawiające związki przyczynowo-skutkowe występujące we fragmencie danego utworu. Przytaczamy jedno z zadań ankiety, charakteryzujące się średnią łatwością (56% poprawnych odpowiedzi).

Zad. 8. Lewin przysłuchiwał się miarowemu spadaniu kropeł z lip rosnących w ogrodzie, i spoglądał na widziany już tyle razy trójkąt gwiazd i na rozgałęzienie Drogi Mlecznej, przechodzącej przez środek trójkąta. Za każdym razem, gdy zamigotała błyskawica, nie tylko Droga Mleczna, ale i jasne gwiazdy znikwały; z chwilą jednak, gdy błyskawica gaśla, pojawiały się one znowu na tych samych miejscach, jak rzucone czyjąś celną, niewidzialną dłońią.

Lew Tołstoj, *Anna Karenina*.

1. odgłos spadających kropeł → obserwacja nieba
2. rozgałęzienie Drogi Mlecznej → przechodzenie przez środek gwiazdozbioru Trójkąt
3. znikanie Drogi Mlecznej → znikanie jasnych gwiazd
4. świecenie błyskawicy → znikanie gwiazd
5. gaśnięcie błyskawicy → pojawianie się gwiazd⁸
6. Wyniki badań przedstawia wykres kolumnowy na rysunku 1.



Rys. 1. Wiedza wyjaśniająca i interpretacyjna w zależności od poziomu umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego.⁹

⁸ Ankieta badawcza Kornelii Rybickiej stosowana w czasie badań komplementarności wiedzy wyjaśniającej i interpretacyjnej.

⁹ Z wyników badań prowadzonych przez Kornelię Rybicką na próbie 300 uczniów klas drugich liceów ogólnokształcących.

Już od najmłodszych lat uruchamia się mechanizm myślenia przyczynowo-skutkowego, które pogłębiać należy w procesie nauczania. W książeczkach dla dzieci można spotkać teksty pokazujące trudności z konstrukcją modelu odpowiedzi przy pytaniach i zagadnieniach przyczynowo-skutkowych, np.:

– *I że na przykład na pytanie „Dlaczego tratwa płynie?” można odpowiadać chyba w nieskończoność – dorzucił Psztymucel. – Płynęliśmy z Glusiem tratwą w dół rzeki i szukaliśmy rozmaitych odpowiedzi.*

Rozwinął karteczkę zwiniętą w rulonik.

– *Posłuchajcie:*

1. *Ponieważ odepchnęliśmy tratwę od brzegu.*
2. *Ponieważ drzewo utrzymuje się na wodzie.*
3. *Ponieważ woda płynie z punktów wyższych do niższych.*
4. *Ponieważ Gluś mnie o to poprosił.*
5. *Ponieważ nie było żadnych przeszkód.*
6. *Ponieważ pomysł konstruktora umożliwia pływanie tratwy.*
7. *Ponieważ rzeka jest akurat w tym miejscu.*
8. *Ponieważ w ogóle jest rzeka.*
9. *Ponieważ w ogóle jest świat.*
10. *Ponieważ pogoda...*

– *Chwileczkę – zatrzymała go Bromba – A jaką mamy pewność?*

– *Co do czego? – zaniepokoił się Psztymucel.*

– *Co do istnienie świata, naturalnie – odparła Bromba.*

– *Niezły początek – miauknął kot Makawity, który zawsze mówił o sobie, że interesują go fakty i to fakty potwierdzone.¹⁰*

Okazuje się, że teksty dla małych dzieci często przystają do problemów nurtujących uczniów wychodzących z dzieciństwa, czyli maturzystów. Także ich nauczyciele, nauczyciele nauczycieli oraz konstruktorzy zadań maturalnych z uwagą winni prześledzić problemy Bromby, bo w zadaniach maturalnych kłopot się powtarza.

Prześledzimy „problem Bromby” na przykładzie zadań z obszaru zastosowań myślenia przyczynowo-skutkowego na egzaminie maturalnym z fizyki i języka polskiego w roku 2007.

Zadanie maturalne z fizyki dotyczyło pojęcia oporu elektrycznego.

Zadanie 2. Opór żarówki podczas jej świecenia wynosił 100Ω . (...) Podaj, jaką wartość oporu (większą, czy mniejszą niż 100Ω) miało włókno żarówki przed dołączeniem jej do źródła prądu. Odpowiedź uzasadnij.

¹⁰ Wojtyszko M., Bromba i filozofia, Wydawnictwo Jacek Santorski & Co, Warszawa 2004, s. 7 – 14.

Model odpowiedzi dotyczący uzasadnienia: (ponieważ)Włókno żarówki wykonane jest z metalu, a opór elektryczny metali rośnie wraz ze wzrostem temperatury.

Poniżej przedstawiamy próbę uporządkowania pod względem myślenia przyczynowo-skutkowego przykładowych odpowiedzi maturzystów zaliczających część pierwszą (żarówka miała przed dołączeniem jej do źródła wartość oporu mniejszą niż 100Ω):

1. Poprawne z punktu widzenia logiczno-formalnego, a wykazujące braki wiedzy nazewnictwo-wyjaśniającej z fizyki: ponieważ opór rośnie, gdy przez obwód przepływa prąd; ponieważ po podłączeniu do układu jej oporność zwiększyła się; ponieważ żarówka się nagrzewa; ponieważ wzrosła temperatura; ponieważ włókno jest z wolframu.
2. Poprawne z punktu widzenia logiczno-formalnego, a wykorzystujące niedokładność sformułowań w zadaniu (rozdzielenie pojęć: żarówka i włókno żarówki): *ponieważ opór całej żarówki miał 100Ω .*
3. Poprawne z punktu widzenia logiczno-formalnego, ale przy potraktowaniu oporu jako mikroskopowego efektu związanego z przepływem elektronów: *ponieważ przy braku prądu żarówka nie miała wcale oporu; ponieważ żarówka nie była podłączona do układu; ponieważ nie było napięcia.*
4. Poprawne z punktu widzenia logiczno-formalnego, ale wykazujące brak wiedzy co do wielkości danego efektu: *ponieważ po włączeniu jej do obwodu powstał w niej dodatkowo prąd indukcyjny.*
5. Niepoprawne z powodu błędnego wyjaśnienia związków przyczynowo-skutkowych występujących przy przepływie prądu: *ponieważ zgodnie z prawem Ohma opór jest wprost proporcjonalny do napięcia.*
6. Niepoprawne z powodu małej wiedzy chemicznej (co to jest wolfram?), przy poprawnym myśleniu przyczynowo-skutkowym i dużej wiedzy z fizyki: *Żarówka przed podłączeniem do źródła prądu miała opór większy, ponieważ włókno wykonano z półprzewodnika, którego opór maleje wraz z temperaturą.*

Najciekawszym punktem do analizy przez dydaktyków fizyki wydaje się punkt 3., w którym uczniowie mieszają opis mikroskopowy oporu elektrycznego z makroskopowym. Czy jest to tylko wina ucznia? Popatrzmy na przykład, jaki otrzymuje uczeń z różnych źródeł.

Opór elektryczny w ujęciu:

- a) mikroskopowym: *Cała ta chmura złożona z chaotycznie poruszających się i ciągle hamowanych w wyniku zderzeń elektronów, zaczyna przemieszczać się*¹¹ ...
- b) makroskopowym: *Wielkością makroskopową, która decyduje o przewodnictwie elektrycznym materiału, jest opór elektryczny*¹².
- c) nie wiadomo, jakim: *Rezystancja jest miarą oporu czynnego, z jakim element przeciwstawia się przepływowi prądu elektrycznego* (Wikipedia)

Tylko fizyk będzie się dziwił, że część uczniów znajduje analogię między oporem elektrycznym a oporem powietrza występującym w czasie ruchu samochodu. Prosty związek przyczynowy wypływa bowiem z tej analogii: samochód w spoczynku – zerowy opór powietrza, brak przepływu prądu – zerowy opór elektryczny.

Wśród wielu zadań tegorocznego egzaminu maturalnego z języka polskiego pojawiły się również takie, które wymagały uruchomienia myślenia przyczynowo-skutkowego. Same pojęcia przyczyny i skutku nie były wprost przywołane w poleceniach, jednak zadania wymagały od ucznia, aby wyjaśnił, dlaczego omawiane zjawiska zostały w określony sposób nazwane lub ocenione. Podstawą do sprawdzenia poziomu rozumienia tekstu czytanego stał się wykład B. Skargi pt. *O obywatelstwie* (arkusz I). Zadania, które w sposób szczególny sprawdzały myślenie przyczynowo-skutkowe to polecenia 1. i 9. Pierwsze z nich odnosiło się do oceny współczesnej rzeczywistości społeczno-politycznej. Uczeń nie tylko miał dokonać oceny, ale również wskazać przyczynę (cechę), której skutkiem stała się właśnie owa ocena.

Zadanie 1. Jak Barbara Skarga ocenia współczesną rzeczywistość społeczno-polityczną? Przywołaj dwie cechy tej rzeczywistości, które taką ocenę uzasadniają (akapit 1.).

Ocena:.....

Cechy.....

Akapit 1. Chciałabym zacząć od kilku słów na temat naszej rzeczywistości społecznej i politycznej, która od wieków nie była tak korzystna, gwarantująca na długi okres pokój, względną stabilizację w życiu, a która jednocześnie przez swe nasycenie sporami obracającymi się w wąskim kręgu partykularnych interesów, zanikiem szacunku do prawa – sprzyja z jednej strony

¹¹ Chyla K., Warczak A., Warczak B., *Fizyka z astronomią – zakres podstawowy*, DEBIT, Bielsko-Biała, s. 210.

¹² Ibidem.

deprecjacji myślenia politycznego, które traci wszelką wartość zarówno teoretyczną, jak i praktyczną, z drugiej – wzrastaniu obojętności wobec spraw publicznych.

Podstawą do sformułowania odpowiedzi było pierwsze zdanie tekstu. Charakteryzuje je duży stopień skomplikowania relacji składniowych: zarówno w zakresie zależności między wypowiedziami składowymi zdania wielokrotnie złożonego, jak i w zakresie związków między poszczególnymi częściami (wyrazami) wewnątrz wypowiedzi składowych. W tekście o charakterze retorycznym (wykład inauguracyjny) pierwsze zdanie zazwyczaj pełni równocześnie funkcję impresywną i fatyczną. Stąd każdy nadawca stara się, aby było ono szczególnie atrakcyjne, co często pociąga za sobą wykorzystywanie figur retorycznych. W przywołanym tekście występuje zdanie wielokrotnie złożone, w którym pojawiają się: wyliczenie, antyteza, inwersja, szyk antycypacyjny i paralelizm składniowy. Autorka posłużyła się zdaniem skomplikowanym, a jednocześnie perfekcyjnym w swej konstrukcji składniowej.

W zadaniu nie pytano wprost o przyczynę i skutek, jednak wymagano od ucznia, aby określił, skutkiem jakich cech rzeczywistości stała się taka właśnie jej ocena (pozytywna, negatywna lub niejednoznaczna). Odpowiedzi uczniów wykazały ich dużą bezradność wobec tak postawionego pytania. Błędy dotyczyły zarówno pogłębionego odczytania sensu zdania, w którym rzeczywistość została oceniona ambiwalentnie (uczniowie odczytywali zazwyczaj ocenę jednoznacznie), jak i relacji między oceną a cechami, które tę ocenę miały uzasadniać. Wśród błędnych odpowiedzi można było zauważyć następujące warianty:

- czytający ocenia rzeczywistość jako korzystną, ale podaje tylko jedną pozytywną cechę, drugą negatywną (np. O: rzeczywistość społeczno-polityczna obecnie jest korzystna; C: gwarancja długiego okresu spokoju, zanik szacunku do prawa),
- czytający ocenia rzeczywistość jako korzystną, ale podaje sprzeczne z oceną cechy (np. O: Skarga współczesną rzeczywistość ocenia za korzystną, C: zanik szacunku do prawa, wzrastanie obojętności wobec spraw publicznych),
- czytający nie odróżnia oceny od cechy (np. O: nasycenie sporami obracającymi się w wąskim kręgu interesów, C: zanik szacunku do prawa, wzrastanie obojętności wobec spraw publicznych),
- czytający podaje ocenę wraz z jej uzasadnieniem (cechą) tam, gdzie miał podać jedynie ocenę, natomiast w miejsce cech pojawiają się sprzeczne z wcześniejszą oceną sformułowania (np. O: korzystna, gdyż gwarantuje na długi okres spokój, C: wzrasta obojętność wobec spraw publicznych, zanika szacunek do prawa) – w przywołanym

przykładzie zastosowanie spójnika „gdyż” świadczy o świadomości tego, co było przyczyną korzystnej oceny, jednak podanie później także negatywnych cech powoduje nielogiczność całej odpowiedzi,

- czytający podaje tylko cechy, uznając jedną z nich za ocenę (np. O: brak szacunku do prawa, C: sprawy polityczne powoli stają się obojętne).

Genezy niepowodzeń nie należy wyprowadzać jedynie z poziomu trudności pytania, ale także ze skomplikowania fragmentu tekstu, którego ono dotyczyło. Być może pewien rodzaj inercji myślowej spowodował, że uczniowie, oceniając za autorką tekstu rzeczywistość jako korzystną (słowo przywołane wprost w tekście), podawali sprzeczne z tą oceną negatywne cechy, ponieważ w wykładzie było ich znacznie więcej niż cech pozytywnych. W konsekwencji pojawiły się odpowiedzi świadczące o braku umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego.

Z kolei zadanie 9. dotyczyło określenia stosunku nadawcy tekstu do prezentowanego zjawiska.

Zadanie 9. Zdanie z akapitu 4.: *Patrzę więc na ludzi, najczęściej młodych, ale i w wieku dojrzałym, z przyklejonymi do ucha komórkami w każdym miejscu, na ulicy, w pociągach, korytarzach uczelni, supermarketach itd.*, wyraża

A. aprobatę. B. niechęć. C. sympatię. D. dystans.

Uzasadnij odpowiedź w kontekście całego akapitu.

Uczeń powinien wskazać właściwą odpowiedź – jedną z podanych. W tej części zadanie miało charakter zamknięty. W drugiej – abiturient miał uzasadnić swój wybór, a więc wyjaśnić, dlaczego autorka tekstu dystansuje się wobec otaczającej ją rzeczywistości. Tak więc w pierwszej części zadania wskazywano skutek, którego przyczynę w drugiej części zadania powinien podać uczeń. Przy analizowaniu uwzględniono tylko te odpowiedzi, w których wskazano właściwą odpowiedź w pierwszej części. Chodziło bowiem głównie o ten moment, w którym uczeń wykazuje się myśleniem przyczynowo-skutkowym. Mechanizmy błędów dotyczą następujących obszarów:

- niezrozumienia znaczenia słowa dystans¹³, (np. *Moim zdaniem B. Skarga jest za tym, żeby używanie komórek miało swój dystans i miało wyznaczone miejsce do ich korzystania.*),

¹³ Interesujące nas znaczenie słowa „dystans” współczesne słowniki języka polskiego definiują następująco: „Oficjalny, chłodny stosunek do kogoś, rezerwa” za: Słownik współczesnego języka polskiego, red. A. Sikorska-Michalak i O. Wojniłko, Warszawa 1996 lub „Jeśli mamy dystans do jakichś spraw lub osób, to mamy bardzo ostrożny i pozbawiony emocji

- potraktowanie słowa dystans jako bliskoznacznego do wyrazu niechęć (np. *Do takiego społeczeństwa powinno mieć się dystans. Ludzie, jak chcą rozmawiać, to powinni się spotykać i usłyszeć siebie na żywo; Każdy człowiek, jak rozmawia przez telefon, to na pewno w jakiejś ważnej sprawie. A nie, że ludzie rozmawiają o głupotach, gdzie są, np. w supermarkecie na zakupach, kogo to interesuje.*),
- niezrozumienia sensu akapitu (np. *Ponieważ autorka zaczyna się zastanawiać, dlaczego ludzie tak często rozmawiają przez telefon, skoro to już nie jest modne, przecież mogą być inne środki komunikacji, na przykład rozmowa.*),
- formułowania sądów wartościujących zamiast określenia przyczyny (np. *Autorka ma dystans do takich ludzi, ponieważ nie podoba jej się to, jak zachowują się ludzie, bo to tak, jakby się zatrzymali w pewnym etapie rozwoju.*; *Do takiego społeczeństwa powinno mieć się dystans. Ludzie, jak chcą rozmawiać, to powinni się spotykać i usłyszeć się na żywo.*),
- wychodzenia poza tekst, odwoływania się do wiedzy potocznej (np. *Ludzi już nic nie zaskoczy, ponieważ w tych czasach są już nowe techniki, nowości i nikt nie zwraca uwagi na kogoś, kto ma telefon.; Chodzi o to, że człowiek zapomina o swoim życiu, jest zajęty zupełnie czymś innym. Powinien zadbać o swoje zdrowie, karierę, rodzinę, a jego czas zajmuje telefonowanie do znajomych w sprawach bardzo śmiesznych.*).

Tak krótka analiza kilkudziesięciu zaledwie odpowiedzi na pytanie z testu czytelniczego pokazuje, że większość uczniów nie wykazuje umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego.

Zarówno badania prowadzone przez K. Rybicką, jak i analiza maturalnych odpowiedzi z tak różnych metodologicznie przedmiotów zwracają szczególną uwagę na ważność kształcenia umiejętności myślenia przyczynowo-skutkowego na wszystkich przedmiotach, w tym na diagnozę owych umiejętności.

stosunek do nich, dający nam możliwości obiektywnej ich oceny”, za: *Inny słownik języka polskiego*, red. M. Bańko, Warszawa 2000.