

# Od Daniela Kahnemana do dydaktyki kognitywnej

**Władysław Błasiak**  
**Małgorzata Godlewska**  
**Roman Rosiek**  
**Dariusz Wciśło**

Uniwersytet Pedagogiczny  
im. Komisji Edukacji Narodowej  
w Krakowie

Wydział Matematyczno-Fizyczno-  
Techniczny

---

**Abstrakt:** W pierwszej części pracy zostaną omówione wybrane osiągnięcia prof. Daniela Kahnemana. Przypomnimy klasyczne błędy poznawcze opisane przez laureata Nagrody Banku Szwecji im. A. Nobla w dziedzinie ekonomii z roku 2002 oraz ich znaczenie wykraczające daleko poza obszar ekonomii. Szczególną uwagę zwrócimy na możliwość wykorzystania idei Kahnemana w dydaktyce kognitywnej.

W drugiej części pracy przedstawimy wybrane metody oraz wyniki badań interdyscyplinarnej grupy badawczej na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie. Zaprezentowane zostaną wyniki eksperymentu z użyciem eye-tracker'a SMI 1250 Hz pokazujące aktywność oczu badanych uczniów oraz studentów w trakcie rozwiązywania zadań. Opiszemy wyniki badań dotyczących deklarowanego zainteresowania uczniów szkół średnich nauczaniem przedmiotami oraz planami badanych dotyczącymi podejmowania w przyszłości pracy naukowej. Wskażemy różnice pomiędzy reakcjami oczu badanych osób w trakcie czytania pytań, mierzonymi czasem fiksacji oczu na poszczególnych dystraktorach, a ich ostatecznymi odpowiedziami. Omówimy także różnice w strategiach rozwiązywania problemów pomiędzy grupami nowicjuszy (studentów) oraz ekspertów (doktorantów).

**Słowa kluczowe:** Daniel Kahneman, dydaktyka kognitywna, neurodydaktyka, eyetracking

---

## 1. Wprowadzenie

Stosowane podziały ludzkiego poznania na obszary wiedzy, dziedziny nauki oraz dyscypliny badawcze (Dz.U. z 2011 nr 179, poz. 1065) nie wynikają jednoznacznie z natury badanej rzeczywistości. Często są one konsekwencją organizacyjnych oraz instytucjonalnych aspektów działalności naukowej w poszczególnych krajach. Sama przyroda nie kreuje takich podziałów. Richard Feynman, laureat Nagrody Nobla z dziedziny fizyki z roku 1965, uważał, że dzielenie poznania na działy jest jednie kwestią wygody. W swoich słynnych wykładach dla studentów Kalifornijskiego Instytutu Technologicznego (California Institute of Technology) tak pisał o złożonych zjawiskach zachodzących we wszechświecie: „Nasz

Korespondencja: Władysław Błasiak  
Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji  
Edukacji Narodowej w Krakowie  
Grupa Badawcza Dydaktyki  
Kognitywnej  
ul. Podchorążych 2  
30-084 Kraków, Poland  
Tel. +48 12 662 63 06  
Email: wblasiak@gmail.com

mały umysł dla wygody dzieli tę szklankę wina, ten mały wszechświat, na działy: fizykę, biologię, geologię, astronomię, psychologię itd. Pamiętajmy jednak, że przyroda nic o tym nie wie!” (Feynman, Leighton, Sands, 1971).

Spektakularne osiągnięcia ludzkości dokonują się coraz częściej na granicy różnych dziedzin oraz dyscyplin nauki. Tak było w przypadku jednej z najbardziej spektakularnych Nagród Nobla w dziedzinie biologii przyznanej w 1962 roku fizykowi Francisowi Crickowi oraz biologowi Jamesowi Watsonowi za odkrycie struktury DNA. Tak jest w przypadku teorii Wielkiego Wybuchu zwanej powszechnie teorią Bing Bang. Tu splata się nasza wiedza o makro- i mikrokosmosie. Tak było także w przypadku prac Daniela Kahnemana, wybitnego amerykańskiego psychologa. Jest on autorem około 200 publikacji naukowych z dziedziny ekonomii, psychologii i prawa oraz z pogranicza tych nauk. Kahneman otrzymał w 2002 roku Nagrodę Banku Szwecji im. Alfreda Nobla w dziedzinie ekonomii za opracowanie, razem z Vernonem L. Smithem, teorii procesów decyzyjnych w warunkach niepełnych informacji. Jednym z wielkich osiągnięć Kahnemana była głęboka analiza błędów poznawczych oraz wskazanie przyczyn ich popełniania (Kahneman, 2012; Kahneman, Tversky, 1979). Miało to znamienny wpływ na poprawę sprawności zarządzania i doskonalenie procesów decyzyjnych w ekonomii.

Przedmiotem naszych rozważań są wybrane zagadnienia ekonomii umysłu. Jesteśmy z wykształcenia fizykami, którzy od wielu lat zajmują się badaniem procesów uczenia się oraz nauczania. Pracując nad poprawą efektywności nauczania, korzystamy z dorobku pedagogiki, informatyki, neurobiologii, socjologii, ekonomii. Od sprawności nauczania oraz efektywności poznawania otaczającego nas świata zależy bowiem jakość naszego życia. Panuje powszechne przekonanie, że inwestycje w edukację należą do najbardziej korzystnych. Aby te inwestycje były rzeczywiście efektywne, należałoby podjąć prace nad modelowaniem procesów nauczania, dzięki którym można by z większym prawdopodobieństwem przewidywać skutki zabiegów edukacyjnych. Ktoś, kto kiedykolwiek poczuł prognostyczną moc teorii nauk przyrodniczych, będzie marzył o podobnych teoriach w obszarze nauk ekonomicznych, a także pedagogicznych (Błasiak, 1996).

## 2. Myślenie szybkie i wolne

Oryginalne wydanie światowego bestsellera Daniela Kahnemana nosi tytuł *Thinking, Fast and Slow*, zaś polską edycję zatytułowano *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym* (Kahneman, 2012). Kahneman uważa, że w podejmowaniu decyzji ludzki umysł stosuje dwie skrajnie różne strategie. Pierwszą przypisuje umownie działaniu szybkiego Systemu 1, zaś drugą uważnemu i dokładnemu Systemowi 2. Ten podział nie jest odzwierciedleniem anatomicznej, neuronalnej budowy mózgu. Ilustruje jedynie sposób podejmowania decyzji. Jak pisze Kahneman:

System 1 działa w sposób szybki i automatyczny, bez wysiłku lub z niewielkim wysiłkiem, nie mamy przy nim poczucia świadomości kontroli. System 2 rozdziela niezbędną uwagę pomiędzy działania wymagające umysłowego wysiłku, takie jak skomplikowane obliczenia. Działanie Systemu 2 często wiąże się z subiektywnym poczuciem skupienia, swobodnego wyboru i świadomego działania (Kahneman, 2012, s. 31).

Większość błędów poznawczych jest związana z działaniem podświadomego Systemu 1. Często podejmuje on ważne decyzje na podstawie minimalnej ilości informacji. System 2 wymaga znacznie więcej wysiłku umysłowego niż System 1.

Aby przetrwać w złożonej rzeczywistości, potrzebny jest zapewne jakiś mechanizm wyznaczający współdziałanie obu systemów w podejmowaniu decyzji. Praca mózgu jest związana z użytkowaniem sporych ilości energii. Mózg o masie stanowiącej około 2% całkowitej masy ciała człowieka zużywa około 20% tlenu pobieranego przez organizm. Pozornie można byłoby sądzić, że intensywne myślenie prowadzi do wzrostu zużycia energii przez mózg. Okazuje się jednak, że tak nie jest (Sosnowski, 2002). Nasz mózg pobiera najprawdopodobniej porównywalne ilości energii przy rozwiązywaniu łatwych i trudnych zadań. Przy różnych zadaniach aktywują się tylko inne części mózgu.

W dalszej kolejności wskażemy kilka przykładowych prac Kahnemana, które naszym zdaniem można efektywnie wykorzystać w dydaktyce.

### 3. Od Kahnemana do dydaktyki kognitywnej

W niewielkim objętościowo artykule nie jesteśmy w stanie dokonać analizy wszystkich osiągnięć i pomysłów tego genialnego psychologa. Omówimy tylko kilka jego inspirujących idei związanych ze złudzeniami poznawczymi, które według nas mogą mieć istotne znaczenie dla dydaktyki (Kahneman, 2012).

#### 3.1. Myślenie poznawcze a wysiłek umysłowy

Kahneman uważa, że nasz umysłowy, szybki, ale leniwy System 1 ma tendencję do udzielania odpowiedzi intuicyjnych. Często udzielamy odpowiedzi, która przychodzi nam do głowy jako pierwsza. Zilustrujemy to przykładem prostego szkolnego zadania: „Mój samochód jechał z Krakowa do Tarnowa ze średnią szybkością 80 km/h, a z Tarnowa do Krakowa z prędkością 20 km/h. Jaka była średnia prędkość na drodze z Krakowa do Tarnowa i z powrotem?”. Okazuje się, że wiele wykształconych osób odpowiada natychmiast, iż wynosiła ona 50 km/h. Tymczasem poprawna odpowiedź to 32 km/h.

#### 3.2. Brak wrażliwości na wielkość badanej próby

Wiemy doskonale, że zupełnie inna jest wiarygodność informacji uzyskanych od 100 osób niż od 10 000 osób. W wydawaniu sądów i podejmowaniu decyzji nierzadko jednak pomijamy ten istotny fakt, bowiem System 1 nie zwraca uwagi na wielkość badanej próby. Często prowadzi to do popełniania poważnych błędów.

#### 3.3. Efekt zakotwiczenia

Z efektem zakotwiczenia (*anchoring effect*) mamy do czynienia w sytuacji szacowania pewnej wartości (np. ceny samochodu, wyceny akcji, oceny odpowiedzi studenta, deklarowanego zainteresowania). Istotną rolę w takich sytuacjach odgrywają sugestie szacowanych wartości zwane kotwicami. Wysoka wartość kotwicy prowadzi do zawyżania szacowania, a niska wartość do jego zaniżania (w stosunku do wartości rzeczywistej). Kahneman defi-

niuje parametr zwany procentowym wskaźnikiem zakotwiczenia jako stosunek różnicy szacunków do różnicy kotwic pomnożony przez 100%. Jeśli na przykład oceniamy czyjąś pracę na 8 punktów (w skali od 0 do 10) przy wysokiej sugestii oceny 10 punktów (górną kotwicą), zaś inną na 4 punkty przy niskiej sugestii oceny równej 2 punkty (dolną kotwicą), wówczas procentowy wskaźnik zakotwiczenia wyniesie 50%. W wielu eksperymentach z zakresu psychologii i ekonomii otrzymuje się podobne wartości.

### 3.4. Dostępność umysłowa

Mówiąc o dostępności umysłowej (*availability heuristic*), Kahneman rozważa błędy popełniane przy szacowaniu prawdopodobieństwa różnych zdarzeń. Wskazuje, że w ogromnym stopniu wpływa na to łatwość, z jaką odpowiednie argumenty przychodzą nam do głowy. Błędy poznawcze są związane z dostępnością do pamięci o szacowanych zdarzeniach. Nasz mózg łatwiej przywołuje zdarzenia znane i przykuwające powszechną uwagę. Osobiste doświadczenia są dla nas znacznie łatwiejsze do przywołania niż doświadczenia innych ludzi lub wiedza zdobyta w sposób bierny.

### 3.5. Psychofizyka Gustava Fechnera

Do skonstruowania dobrych teorii psychologicznych lub wysoce prognostycznych teorii nauczania, czyli takich, które z wysokim prawdopodobieństwem potrafiłyby przewidzieć zachowanie człowieka lub jego edukacyjną ewolucję, potrzebne są stosowne modele matematyczne. Parametrami takich modeli powinny być mierzalne wielkości fizyczne. Prawdziwa nauka zaczyna się bowiem tam, gdzie potrafimy mierzyć. Większość naszych wrażeń nie zależy od fizycznej wartości bodźca, ale od względnej zmiany tego bodźca. Konsekwencją jest logarytmiczna zależność wrażeń od bodźców.

### 3.6. Maszyna do wyciągania pochopnych wniosków

Czasami otrzymane z otoczenia sygnały nie są jednoznaczne. Istnieje możliwość ich różnej interpretacji. W takich sytuacjach, „kiedy System 1 ma do czynienia z niejednoznacznością, obstawia konkretną odpowiedź na podstawie doświadczenia” (Kahneman, 2012, s. 109). Najwyższą wagę przypisuje kontekstowi i niedawnym, najlepiej pamiętanym wydarzeniom.

### 3.7. Powrót do średniej

Nasz umysł ma silne skrzywienie w kierunku wyjaśnień przyczynowo-skutkowych (Kahneman, 2012, s. 246). Zjawisko powrotu do średniej zostało odkryte przez Francisca Galtona, kuzyna Karola Darwina, pod koniec XIX wieku. Do dziś korzystamy na wykładach dla studentów ze statystycznych metod opracowania wyników pomiarowych z jego pomysłu praktycznej wizualizacji schematu Bernoulliego (tzw. deski Galtona).

Zjawisko powrotu do średniej podważa powszechne przekonanie o wyższości pochwał nad karami. Wyobraźmy sobie, że trenujemy grupę sportowców o bardzo podobnych uzdolnieniach i pracowitości. Zdarzyło się kiedyś, że jeden z nich kilka razy pod rząd osiągnął wyjąt-

kowo dobre wyniki. Udzieliliśmy mu pochwały i okazało się, że następnym razem jego wyniki były przeciętne. Inny sportowiec na kilku treningach uzyskiwał wyjątkowo złe wyniki. Udzieliliśmy mu nagany. Wkrótce sportowiec znacząco poprawił swoje wyniki. Kahneman słusznie zauważa, że formułowanie wniosku o większej skuteczności nagany na podstawie tych obserwacji byłoby klasycznym błędem poznawczym. Wyjaśnia to tendencją powrotu do średniej.

### 3.8. Kolejność poznawania

Kolejność, w jakiej zauważamy cechy osoby, jest często sprawą przypadku. Jest ona jednak ważna, bo efekt „halo” sprawia, że pierwszym wrażeniom nadajemy większą wagę (Kahneman, 2012, s. 113). W pracy ze studentami może to prowadzić do zafałszowania oceny. Student, który przypadkowo zadał nam kiedyś mądre pytanie, może być podświadomie wyżej oceniany od innych. Uczeń, którego pierwsza ocena była niedostateczna, będzie musiał więcej pracy włożyć w poprawę swojego wizerunku u nauczyciela niż uczeń, który zaczął od oceny dostatecznej.

## 4. Podejmowane prace w zakresie dydaktyki kognitywnej

Dydaktyka kognitywna jest nowo rodzącą się dyscypliną badawczą dydaktyki ogólnej, która stara się wykorzystać między innymi najnowsze osiągnięcia neurobiologii, psychologii poznawczej, sztucznej inteligencji, teorii nauczania, biofizyki oraz psychologii poznawczej. Alternatywną nazwą, o nieco zawężonym zakresie, jest neurodydaktyka (Żylińska, 2013). Termin „neurodydaktyka” po raz pierwszy został użyty w Polsce w roku 1996. Wcześniej pojawił się w pracach niemieckiego matematyka prof. Gerharda Preissa (Błasiak, 1996).

Podstawowym zadaniem dydaktyków jest poszukiwanie optymalnych strategii uczenia się, a co za tym idzie – dokonywanie zmian w mózgach uczących się osób. Jeśli przez  $K_{\max}$  oznaczymy wiedzę, która wydaje się stanowić górny kres możliwości percepcyjnych, a  $K(t)$  oznacza aktualną wiedzę, wówczas:

$$dK/dt = C \cdot K \cdot (K_{\max} - K), \quad (1)$$

gdzie  $C$  oznacza stały współczynnik proporcjonalności związany z intensywnością nauczania. Rozwiązanie tego równania różniczkowego prowadzi do zależności zwanej krzywą logistyczną lub krzywą nauczania (Błasiak, 2011):

$$K(t) = \frac{K_{\max}}{1 + (\beta - 1)e^{-K_{\max} \cdot C \cdot t}}, \quad (2)$$

gdzie:  $\beta = K_{\max} / K_0$ .

Jest to słynne równanie logistyczne, które opisuje przyrost wiedzy w zależności od czasu. Na początku uczenia się przyrost wiedzy jest dynamiczny, po pewnym czasie jednak tempo przyrostu wiedzy zaczyna się zmniejszać i wiedza zbliża się asymptotycznie do wartości stałej. Podobnie jest także w ekonomii z przyrostem dóbr materialnych. Chcemy, aby dynamika wzrostu była możliwie największa i aby w jak najkrótszym czasie zdobyć możli-

wie maksymalną wiedzę czy osiągnąć możliwie największy dobrobyt. Każdy, kto zajmował się matematycznym modelowaniem rzeczywistości, zdaje sobie sprawę z tego, jak bardzo ogólny i dalece odbiegający od rzeczywistości jest powyższy model. Aby go modyfikować, potrzebne są bardziej szczegółowe dane dotyczące procesów uczenia się i nauczania. Tworzenie bardziej zaawansowanych i szczegółowych modeli w dydaktyce kognitywnej musi być poprzedzone badaniami eksperymentalnymi. Tak było wcześniej w przypadku takich nauk jak fizyka, chemia lub biologia.

W 2011 roku utworzono w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie pracownię badawczą neurodydaktyki, a od 2013 roku na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Technicznym zaczął działać Zespół Badawczy Dydaktyki Kognitywnej. Prowadzimy badania eksperymentalne procesów poznawczych, stosując takie metody badawcze, jak (Błasiak, Godlewska, Rosiek, Wcisło, 2013):

- klikersy (*Classroom Personal System*) (Błasiak, Godlewska, Wcisło, Rosiek, 2012);
- eyetracking z sakadometrią oraz pupilometrią;
- przewodność elektrodermalna;
- elektroencefalografia (EEG);
- elektrokardiografia i fotopletyzmografia (EKG, HRV);
- monitorowanie amplitudy częstotliwości oddechu;
- elektromiografia (EMG).

## 5. Przykładowe wyniki badań

Najwięcej informacji z otoczenia odbieramy za pomocą zmysłu wzroku. Szacuje się, że spośród pięciu zmysłów człowieka oczy odbierają ponad 80% bodźców (Zajac, 2003, s. 43). Dlatego większość naszych ostatnich projektów badawczych skupiała się na badaniu aktywności ruchu oczu badanych osób w trakcie rozwiązywania zadań.

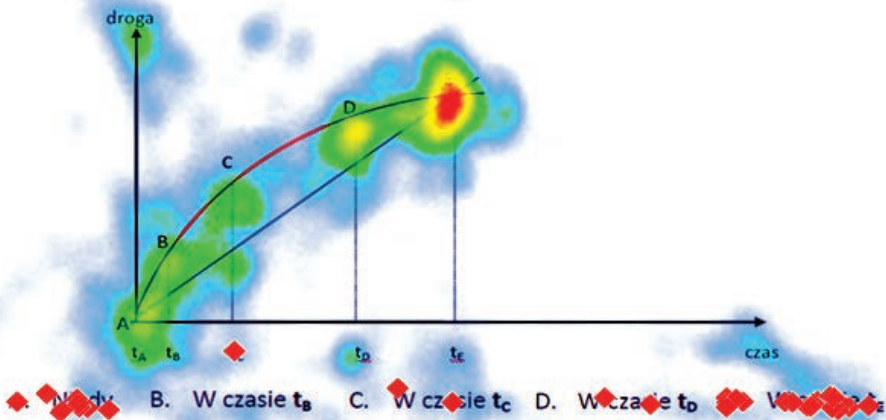
Niżej zaprezentujemy krótko trzy wybrane przykłady z naszych ostatnich eksperymentów związanych z badaniem oczu za pomocą eye-trackera firmy SMI ultra-high speed 1250 Hz. Wszystkie zostały przeprowadzone z użyciem kamery ustawionej na śledzenie ruchu gałki ocznej. Sakadyczny ruch gałki ocznej był rejestrowany z częstotliwością 500 Hz. Przed każdym badaniem przeprowadzano kalibrację urządzenia wraz z walidacją pozwalającą na precyzyjną identyfikację obszarów wyświetlanych na monitorze tekstów zadań. Założona dokładność kalibracji nie przekraczała 0,5 stopnia. Prezentowaną niżej wizualizację zarejestrowanych danych uzyskano dzięki oprogramowaniu BeGaze.

### 5.1. Eyetrackingowe badania uczniów i studentów przy rozwiązywaniu zadań graficznych. Pułapki Systemu 1

W zadaniach graficznych istnieje niebezpieczeństwo zdominowania aktywności mózgu przez atraktory graficzne prezentowanych obrazów. Do takich należą na przykład linie przecięcia wykresów. Jest wysoce prawdopodobne, że w przypadku osób o słabym przygotowaniu merytorycznym te atraktory będą podświadomie sterowały ich decyzjami (Madsen, Larson, Loschky, Rebello, 2012; Bargh, 2014). Na rysunku 1 pokazano przykład z naszych badań z 2012 roku.

## Zadanie 5.

Poniższe wykresy przedstawiają zależność drogi od czasu dla dwóch samochodów. Kiedy samochody miały tę samą szybkość?



Rysunek 1. Mapy aktywności oczu studentów w trakcie rozwiązywania zadania  
(Figure 1. Map of the students' eyes activity when solving tasks)

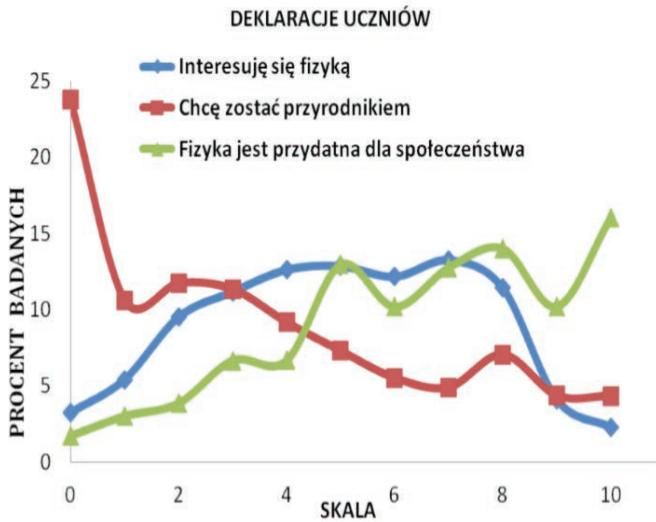
Źródło: opracowanie własne.

Studentom prezentowano zadanie testowe jednokrotnego wyboru z pięcioma dystraktorami. Proszono badanych o wskazanie czasu, w którym szybkości chwilowe (wartości prędkości) dwóch pojazdów były takie same. Poprawna była odpowiedź C. Studenci słabsi najczęściej wybierali odpowiedź E (zdarzenie zasugerowane przecięciem linii). Posługując się terminologią Kahnemana, można powiedzieć, że tu wygrał System 1.

## 5.2. Badanie deklarowanego zainteresowania uczniów szkolnymi przedmiotami

Rozpoznawanie zainteresowań młodych ludzi oraz ich rozwijanie to jedno z najważniejszych zadań nauczycieli. Szczególnie ważne jest ono w przypadku tych obszarów ludzkiej aktywności, które są uważane za bardzo trudne, na przykład takich jak nauki przyrodnicze, a zwłaszcza fizyka. Zainteresowanie uczniów fizyką jest niemal na całym świecie bardzo niskie (Błasiak, 2011; Błasiak, Godlewska, Rosiek, Wcisło, 2012; Sjøberg, Schreiner, 2007).

W jednym z naszych eksperymentów w 2013 roku badaliśmy w skali od 0 do 10 poziom zainteresowania fizyką u uczniów, ich chęć do wyboru zawodu przyrodnika oraz ich ocenę przydatności fizyki dla społeczeństwa. Rysunek 2 przedstawia rozkład odpowiedzi ponad 700 uczniów.



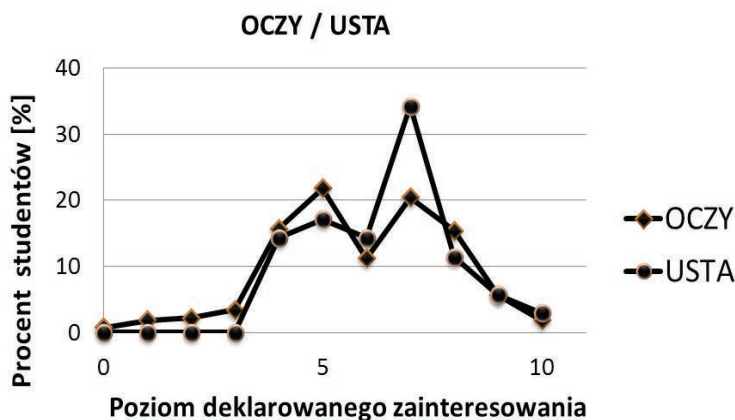
Rysunek 2. Rozkład deklaracji uczniów  
(Figure 2. Distribution of the students' declaration)

Źródło: opracowanie własne.

Okazuje się, że młodzi ludzie w Polsce doceniają znaczenie fizyki dla społeczeństwa, ale nie mają ochoty zostać w przyszłości przyrodnikami. Wśród pedagogów panuje powszechne przekonanie, że oceny uczniów zależą istotnie od ich zainteresowań. Okazało się, że w tym przypadku eksperyment nie potwierdził tego stereotypu. Nie odnotowaliśmy istotnego związku ocen uczniów z ich deklaracjami na temat zainteresowania tym przedmiotem. Współczynnik korelacji pomiędzy deklarowanym zainteresowaniem a ocenami uczniów był bliski zera.

Aby wyjaśnić ten edukacyjny paradoks, skorzystaliśmy z rad Daniela Kahnemana na temat rzetelności oceny dobrostanu, a w szczególności odnieśliśmy jego uwagi do wiarygodności deklaracji osób na temat ich zainteresowań. Na rysunku 3 przedstawiono wynik eyetrackingowych badań grupy 35 uczniów pierwszej i drugiej klasy liceum ogólnokształcącego w Krakowie. Ocenę swojego zainteresowania badany uczeń zaznaczał kliknięciem w odpowiednie pole z liczbami od 0 do 10. Równocześnie rejestrowaliśmy aktywność jego oczu w trakcie udzielania odpowiedzi. Za miarę aktywności oczu przyjmowaliśmy całkowity czas patrzenia ucznia na dany dystraktor (skala od 0 do 10). Na rysunku 3 zobrazowano aktywność oczu badanych mierzoną czasem patrzenia na rozkład możliwych dystraktorów w zapisie eyetrackingowym oraz ostateczne wybory odpowiedzi na zadane pytania. Aktywność oczu obliczano, dzieląc całkowity czas fiksacji oka na danym dystraktorze przez czas fiksacji na wszystkich dystraktorach.





Rysunek 3. Rozkład odpowiedzi oraz aktywności oczu badanych osób  
(Figure 3. Distribution of responses and the activity of the tested students' eyes)

Źródło: opracowanie własne.

Okazało się, że istnieje rozbieżność między tym, co mówią uczniowie, a tym, na co wskazują reakcje ich oczu. Usta „wypowiadały” wyższe oceny niż oczy. Uwagi Kahnemana na temat trudności z pomiarem oraz interpretacją badań złożonych pojęć, takich jak szczęście, zadowolenie z życia, zainteresowanie, okazały się bardzo trafne także w badaniach dydaktycznych.

Badania zainteresowań są niełatwe, również ze względu na ich zmianę w czasie. W badaniach dystansowych po upływie sześciu miesięcy od czasu przeprowadzenia eksperymentu średnia wartość deklarowanych zainteresowań była na tym samym poziomie, jednakże dyspersja tych deklaracji okazała się znacznie większa, szczególnie dla uczniów deklarujących mniejsze poziomy zainteresowania.

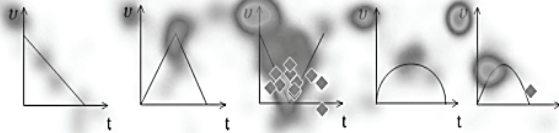
### 5.3. Okulograficzne badania różnic w rozwiązywaniu zadań przez nowicjuszy i studentów

Porównanie charakterystycznych sposobów pracy ekspertów z pracą nowicjuszy jest obiecującą metodą doskonalenia metod nauczania w tych dziedzinach, które powszechnie są uważane za trudne (Madsen, Larson, Loschky, Rebello, 2012). Niżej przedstawiono różnice w sposobie patrzenia na tekst zadania (test wyboru) przez grupę 62 studentów (55 studentów informatyki i 7 studentów matematyki) oraz 13 ekspertów (9 doktorantów fizyki, 3 osoby ze stopniem doktora i jednego doktora habilitowanego).

Zadaniem badanych było wskazanie wykresu, który poprawnie opisuje zależność wartości prędkości dla rzuconego w górę kamienia od czasu. W górnej części ekranu znajdowała się treść zadania, a w dolnej pięć możliwych odpowiedzi, z których tylko jedna była prawidłowa. Poprawny wykres był zlokalizowany w pozycji środkowej na dole. Czarne plamy obrazują te obszary, które mózg badanych uznał za najbardziej istotne dla systemu wzrokowego podczas rozwiązywania problemu.

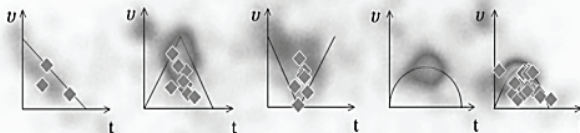
## Eksperci

Kamień został rzucony pionowo do góry. Zależność wartości prędkości od czasu dla ruchu tego kamienia, z pominięciem oporu powietrza, przedstawia wykres na rysunku:



## Studenci

Kamień został rzucony pionowo do góry. Zależność wartości prędkości od czasu dla ruchu tego kamienia, z pominięciem oporu powietrza, przedstawia wykres na rysunku:



Rysunek 4. Aktywność oczu ekspertów oraz nowicjuszy w trakcie rozwiązywania zadania z kinematyki (Figure 4. Experts' and novices' eyes activity when solving kinematics assignment)

Źródło: opracowanie własne.

Ponad 92% ekspertów udzieliło poprawnej odpowiedzi. Odpowiedzi studentów (w większości informatyki) były prawie idealnie losowe (22% odpowiedzi poprawnych). Świadczy

to o całkowitej anihilacji wiedzy zdobytej w szkole średniej. Wyraźnie widać także, że brak u nich elementarnej umiejętności odczytywania zależności graficznych. W przeciwieństwie do ekspertów nie zadali sobie nawet trudu uważnego odczytywania opisu osi na prezentowanych wykresach (zob. rysunek 4). Najprawdopodobniej zgubił ich nadmierny pośpiech w podejmowaniu decyzji. Można przypuszczać, że jest to dowód na dominację Systemu 1 nad Systemem 2. W świecie, który coraz intensywniej posługuje się komunikacją graficzną (mapy, plany, wykresy giełdowe itp.), jest to sygnał świadczący o bardzo poważnych mankamentach edukacyjnych naszego systemu nauczania.

## 6. Podsumowanie

Idee Daniela Kahnemana związane z teorią procesów decyzyjnych wykraczają daleko poza obszar nauk ekonomicznych. Okazują się także przydatne w badaniach z zakresu dydaktyki przedmiotów matematyczno-przyrodniczych oraz informatycznych. Stosując okulo-graficzną, eyetrackingową technikę badań, weryfikowaliśmy podstawową ideę Kahnemana o dwóch systemach myślenia w trakcie rozwiązywania zadań graficznych. Badania różnic w sposobie podejmowania decyzji przez nowicjuszy oraz ekspertów potwierdzają dominację szybkiego systemu myślenia (System 1) nad systemem wolnym (Systemem 2). Żywimy nadzieję, że dalsze ilościowe, nieinwazyjne badania w obrębie interdyscyplinarnej dydaktyki kognitywnej przyczynią się do rozwoju teorii nauczania.

## Bibliografia

- Bargh, J.A. (2014). Próbując zrozumieć, jak działa nasz umysł. *Świat Nauki*, 2(270).
- Błasiak, W., Godlewska, M., Rosiek, R., Wcisło, D. (2012). Spectrum of physics comprehension. *European Journal of Physics*, 33, 565–571.
- Błasiak, W. (1996). *Marzenia o teorii nauczania*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls. ISBN 83-85543-98-8.
- Błasiak, W. (2011). *Rozważania o nauczaniu przyrody*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego. ISBN 978-83-72-71-756-9.
- Błasiak, W., Godlewska, M., Rosiek, R., Wcisło, D. (2013). Nowe technologie w badaniach edukacyjnych. W: J. Morbitzer (red.). *Człowiek, media, edukacja*. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny. ISBN 978-83-7271-832-7.
- Feynman, R., Leighton, R., Sands, M. (1971). *Feynmana wykłady z fizyki*. T. 1, cz. 1. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Kahneman, D. (2012). *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*. Poznań: Media Rodzina. ISBN 978-83-7278-677-7.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 47, 313–327.
- Madsen, A., Larson, A., Loschky, L., Rebello, S. (2012). Differences in visual attention between those who correctly and incorrectly answer physics problems. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 8, 1–13.
- Sjøberg, S., Schreiner, C. (2007). Young learners' attitudes and interest: Results and perspectives from the project ROSE (The Relevance of Science Education). *International Newsletter on Physics Education*, October, 3–5.
- Sosnowski, T. (2002). *Zadania umysłowe a aktywność sercowo-naczyniowa*. Warszawa: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne. ISBN 83-89120-01-1.
- Zajac, M. (2003). *Optyka okularowa*. Wrocław: Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. ISBN 8371251025.
- Żylińska, M. (2013). *Neurodydaktyka*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Mikołaja Kopernika. ISBN 978-83-231-3092-5.

## From Daniel Kahneman to cognitive education

---

**Abstract:** The first part of the paper briefly discusses the selected scientific achievements of Daniel Kahneman. Cognitive errors discovered by the laureate of 2002 Nobel Memorial Prize in Economic Sciences are analysed, as well as their importance that goes far beyond the domain of economy. Special attention is attached to possible applications of Kahneman's ideas in modern cognitive didactics. The second part presents the specific research methods and results obtained by the group of researchers at the Pedagogical University of Cracow. In particular, the authors focus on the research, with the use

of eye-tracker SMI 1250 HZ, on students' eyes activity during solving problems. The article describes the results of studies on the high school students declaring interest in studying subjects and their intention to become scientists. It shows significant differences between the reaction of the eyes of examined students, measured by the time of looking at the distribution of possible distractors in the eye tracking record, and their final answers. The differences in strategies of problem solving undertaken by the groups of beginners (first year students) and experts (PhD students) are also discussed.

**Key words:** Daniel Kahneman, cognitive education, neurodidactics, eye tracking research

---