



Edukacja oparta na dowodach

Przedmioty przyrodnicze kluczem do naukowego myślenia – co wynika z badań

dr E. Barbara Ostrowska, b.ostrowska@ibe.edu.pl

dr Marcin M. Chrzanowski m.chrzanowski@ibe.edu.pl

*entuzjaści
edukacji*

Zakład Dydaktyk Przedmiotów Szkolnych

Instytut Badań Edukacyjnych



Where is the Life we have lost in living?

Where is the wisdom we have lost in knowledge?

Where is the knowledge we have lost in information?

T.S. Eliot, The Rock

Gdzie jest to Życie, które tracimy żyjąc?

Gdzie jest ta mądrość, którą tracimy w wiedzy?

Gdzie jest ta wiedza utracona w informacji?



Szukamy odpowiedzi na pytania:

- Jak badania naukowe można wykorzystać w edukacji?
- Jakie korzyści dla ucznia i nauczyciela może mieć kształtowanie naukowego myślenia?**
- Jak zachować naukowy sceptycyzm w edukacji i wychowaniu?
- Jak współpraca uczelni i ośrodków doskonalenia nauczycieli może wpływać na jakość edukacji?



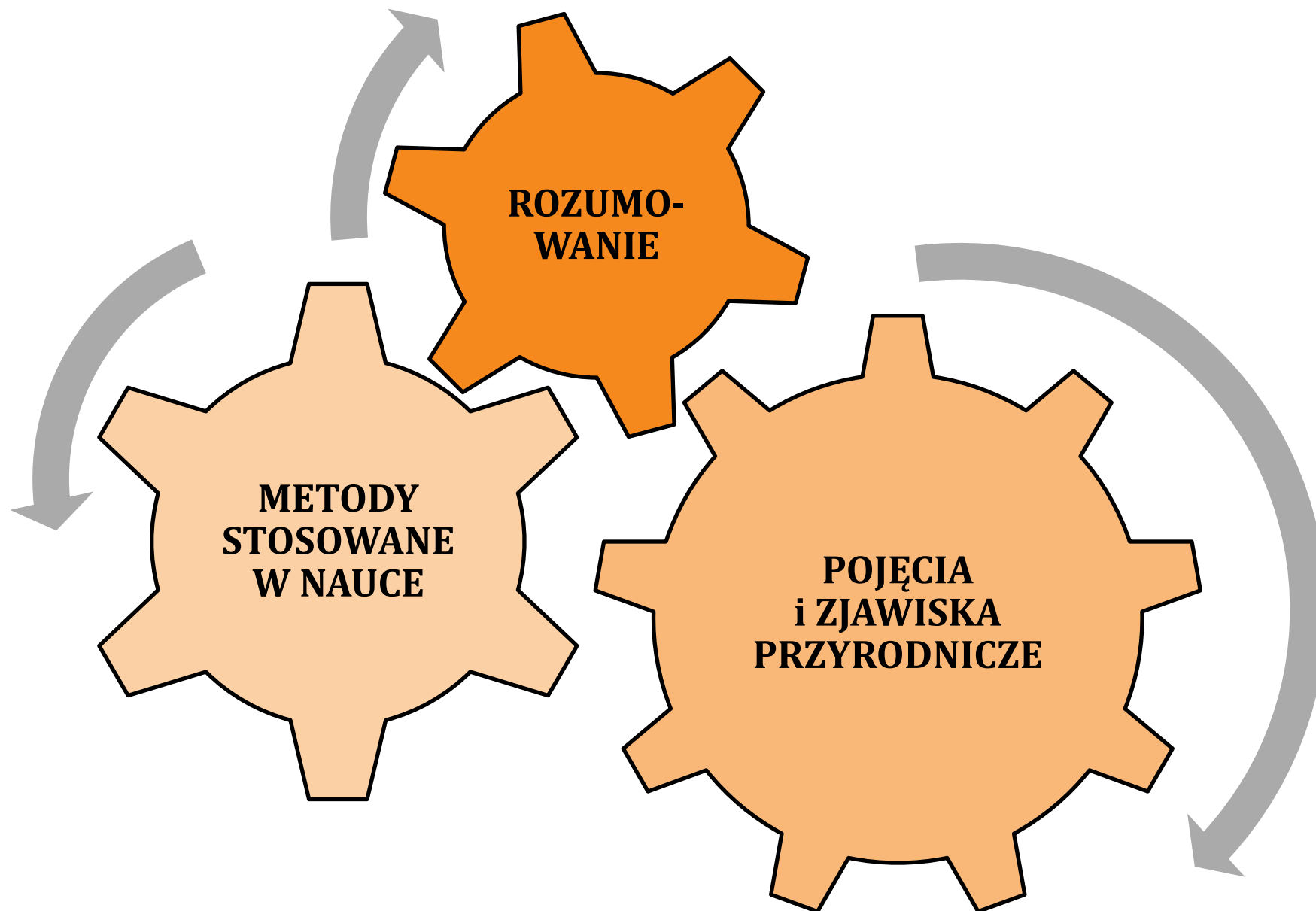
Szukamy odpowiedzi na pytania:

- Jakie korzyści dla ucznia i nauczyciela może mieć kształtowanie naukowego myślenia?**

W jaki sposób diagnozować umiejętność myślenia naukowego i rozumowania u uczniów w sytuacji szkolnej?

ZADANIA

Co nam daje edukacja przyrodnicza?





Jak wiedza przyrodnicza, w szczególności znajomość metody naukowej wpływa na nasze życie?





Edukacja oparta na dowodach - **edukacja przyrodnicza**

Metoda badawcza – naukowe myślenie (coraz częściej decydują o naszym życiu...)

WIEMY

- co można, a czego nie można zbadać,
- co jest faktem, a co opinią,
- czym się różni badanie naukowe od badania opinii,

ROZRÓŻNIAMY

- objawy i przyczyny,
- przyczyny i skutki.



Co można zbadać a czego się nie da (wykorzystując metodę naukową)?

PISA 2006

Pytanie 7.3: WIELKI KANION

Co roku park narodowy Wielki Kanion odwiedza około pięciu milionów turystów. Istnieje obawa, że tak duża liczba odwiedzających powoduje zniszczenia.

Czy badania naukowe mogą dać odpowiedź na poniższe pytania? Otocz kółkiem odpowiedź „Tak” lub „Nie” dla każdego pytania.

Czy badania naukowe mogą dać odpowiedź na to pytanie?	Tak czy Nie?
W jakim stopniu turyści wędrujący szlakami pieszymi przyczyniają się do erozji skał?	Tak / Nie
Czy park jest obecnie równie piękny jak 100 lat temu?	Tak / Nie



Ale czy możemy podać **kategoryczne odpowiedzi nawet w przypadku pytań mających charakter pytań badawczych?**





Nauki przyrodnicze i ich ograniczenia

Dlaczego naukowcy rzadko udzielają kategoriycznych odpowiedzi na pytania?

„TAK, ale...”

„Z pewnym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że NIE ...”

„TAK, jednak w przypadku, gdy...”

„TAK, pod warunkiem ...”

„NIE, biorąc pod uwagę założenia ...”

„NIE, dopóki spełnione są określone warunki ...”

Właśnie ta niepewność i niemożność odpowiedzi na niektóre z zadanych pytań jest źródłem postępu naukowego.



Decyzje trzeba podejmować świadomie. Ale co to znaczy?

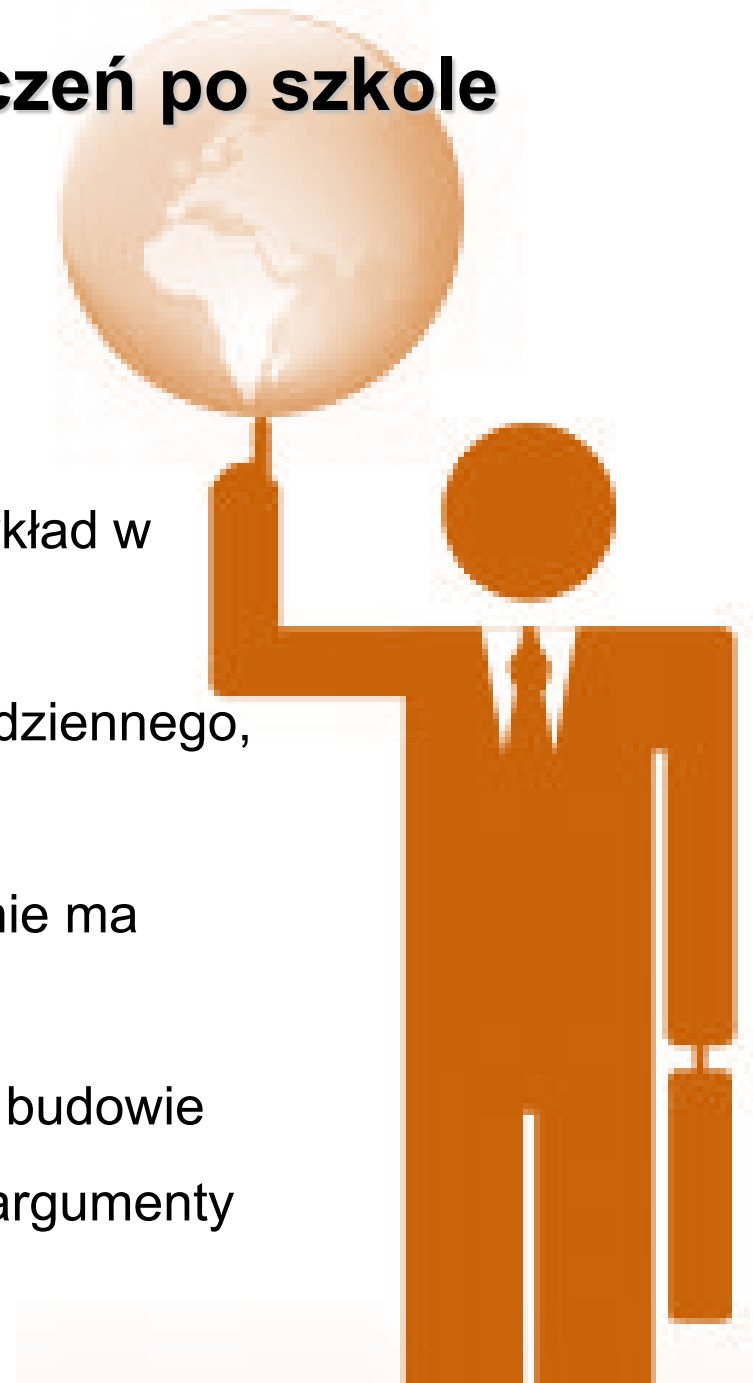




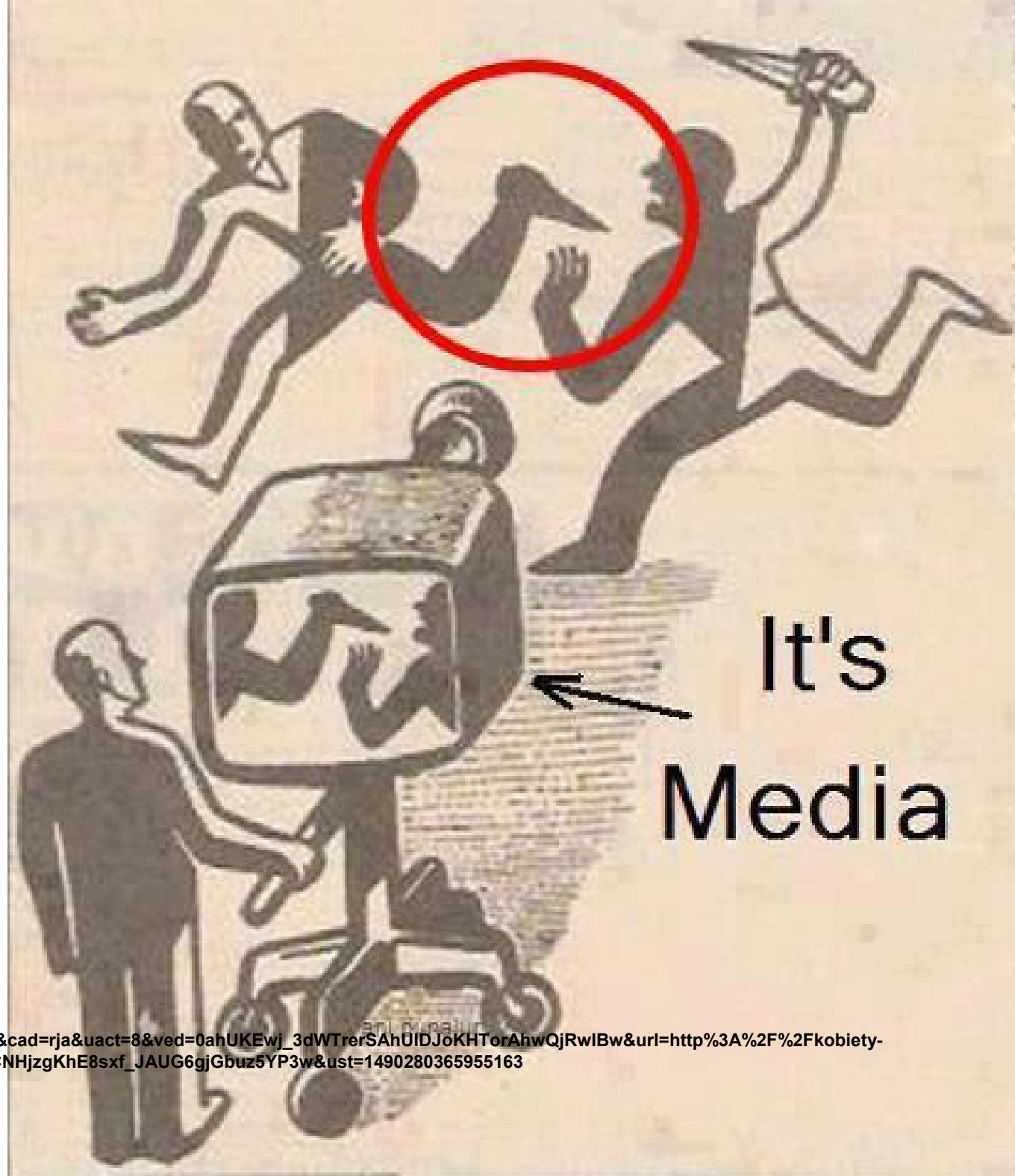
Świadomy obywatel – uczeń po szkole

Świadomy obywatel powinien między innymi:

- umieć odróżnić, co jest opinią, a co faktem - na przykład w odbiorze reklam, przekazie medialnym
- odnieść zdobytą w trakcie nauki wiedzę do życia codziennego,
- wyszukać potrzebne informacje,
- na podstawie ulotki dołączonej do leku ocenić, czy nie ma przeciwwskazań do jego przyjęcia,
- umieć świadomie zdecydować np. w głosowaniu o budowie spalarni śmieci w swojej gminie, biorąc pod uwagę argumenty merytoryczne, a nie emocje.



Media



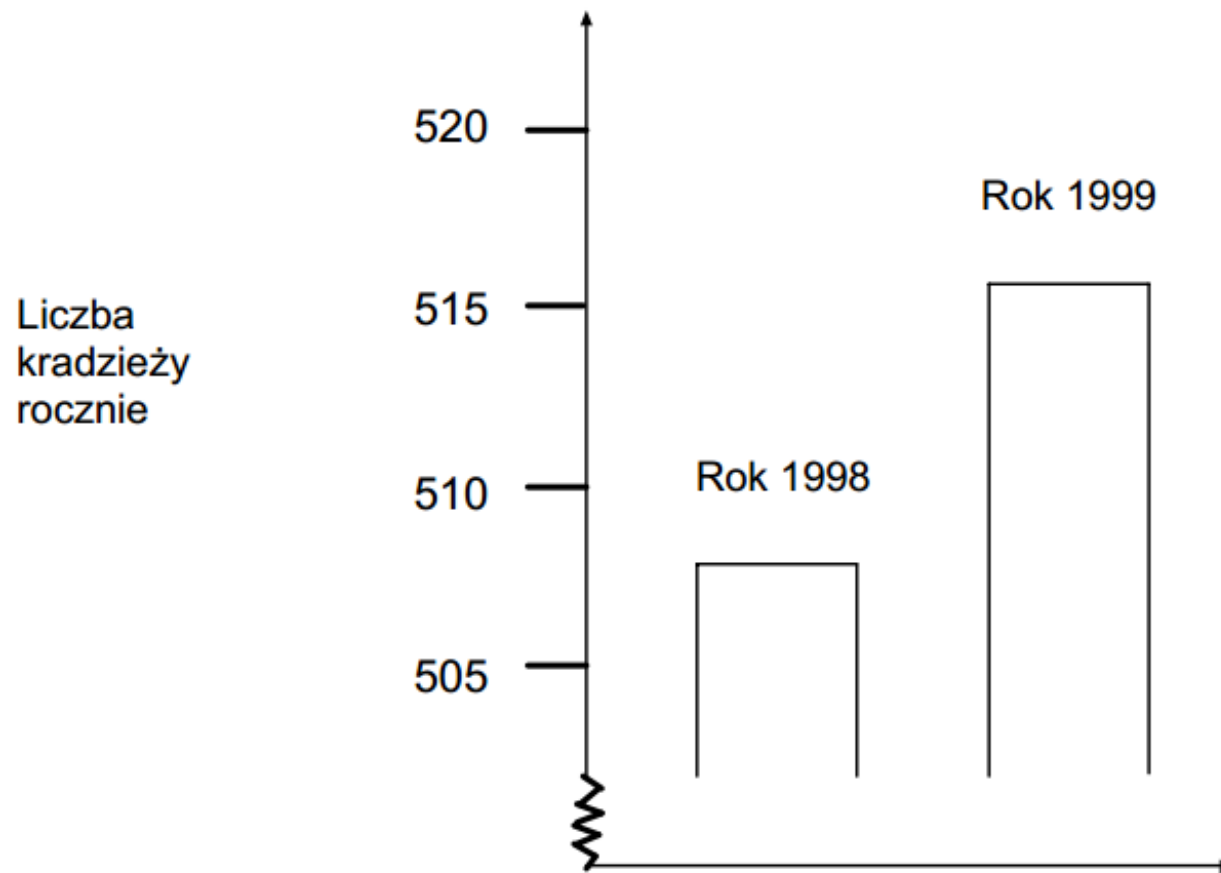


Przykład zadania

PISA

W telewizji dziennikarz pokazał następujący wykres i stwierdził:

„Wykres pokazuje, że między rokiem 1998 a 1999 nastąpił ogromny wzrost liczby kradzieży.”



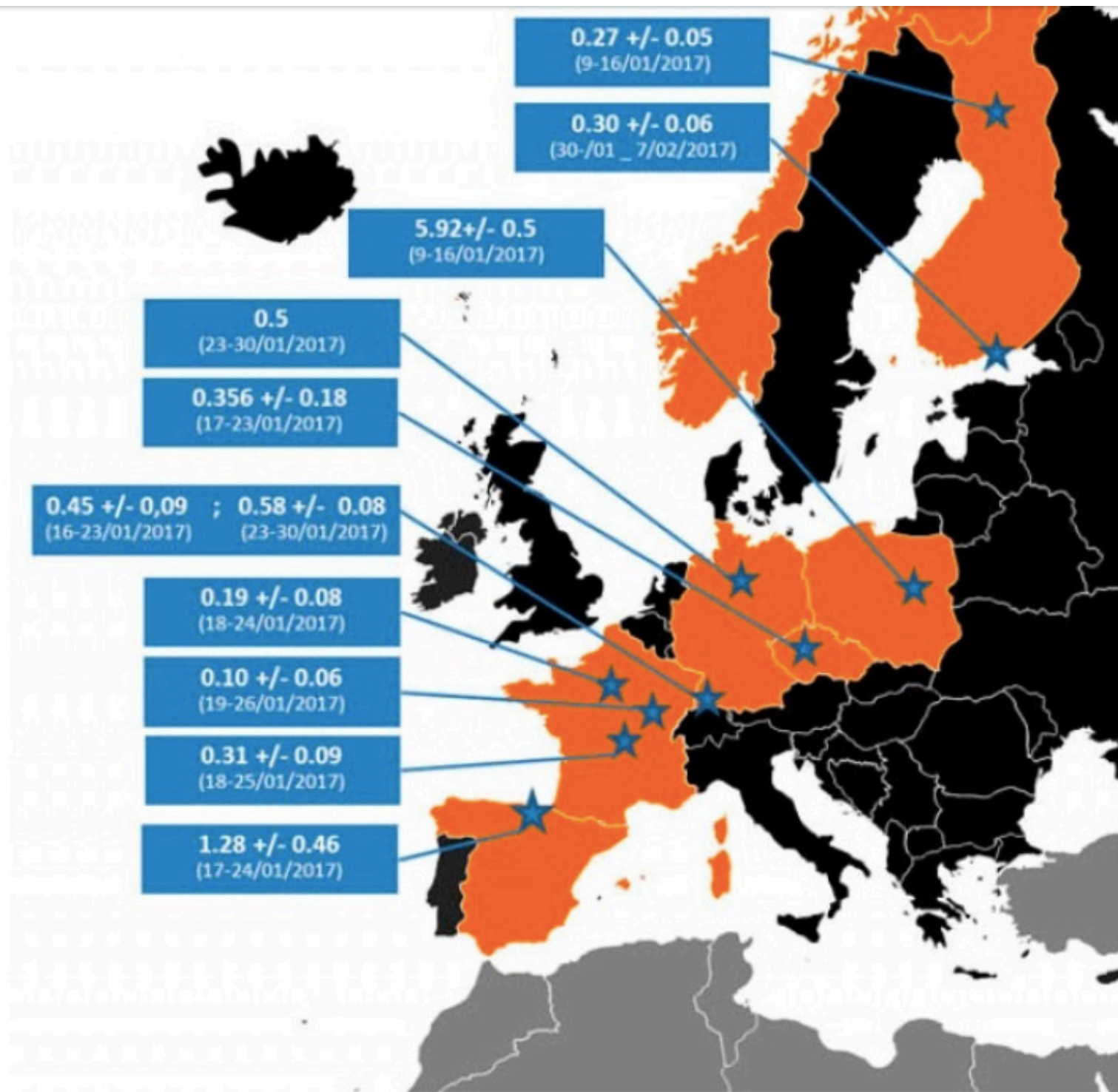
Czy uważasz, że stwierdzenie dziennikarza jest trafną interpretacją tego wykresu? Uzasadnij swoją odpowiedź.

NAD EUROPĄ WYKRYTO WZROST PROMIENIOWANIA IZOTOPU JODU-131

Środa, 22 lutego (09:19)



Od kilku dni pojawiają się doniesienia o tym, że coś niedobrego pod względem radiologicznym dzieje się nad Europą. Odczyty wielu stacji monitorujących wykazały podniesione poziomy promieniowania izotopu jodu-131. Jego źródło znajduje się podobno gdzieś w Europie Wschodniej.



Podwyższony poziom promieniotwórczego jodu-131 odkryto w siedmiu europejskich krajach

Poziom radioaktywnego jodu w Polsce najwyższy w Europie

Opublikowano Luty 19, 2017 — w Biznes

 Lubię to!  Udostępnij Liczba osób, które to lubią: 129.

Poziom radioaktywnego jodu-131 wywołującego raka tarczycy jest u nas 10 razy większy niż w Niemczech i w Czechach i bierze się z olbrzymich ilości cząsteczek PM2.5 i PM10 z węgla. IRSN- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – państwowy francuski Instytut Radioprotekcji i Bezpieczeństwa Nuklearnego opublikował wyniki zawartości radioaktywnego izotopu jodu-131 i wyniki są dla nas **bardzo niedobre**.

Jod-131 jest radioaktywnym izotopem o połowicznym okresie rozpadu równym 8 dni. Jod-131 jest głównym **sprawcą raka tarczycy i innych chorób tego narządu**, takich jak nadczynność tarczycy (choroba Graves'a-Basedowa) i wole czyli guzy tarczycy. Ostatecznie choroba **może prowadzić do śmierci**. Dzieci wystawione na działanie tego promieniotwórczego izotopu również rozwijają się wolniej i może dojść do ich **upośledzenia**.

□ ~K- 02.03 (11:13)

□ Czy ktoś z dziennikarzy zajmujących się na portalu tym tematem nie mógłby się pofatygować i napisać nieco szerzej zamiast podniecać sensacje i siać zaniepokojenie? Stężenie wykryte obecnie na Polskę ma wartość ok **5 mikrobekereleli/m³** powietrza. Czy to dużo? Bekerel to jeden rozpad promieniotwórczy na sekundę. Mikro - to jedna milionowa. zatem **5 mikrobekereleli to mniej więcej jeden rozpad na 200 000 sekund**, czyli jakieś **trzy dni!** Proszę porównać z tym co niżej.... a) Po niedawnej awarii w Japonii stacje pomiarowe w Polsce odnotowały poziom 5000 - 8000 mikrobekereleli/m³, co oznacza poziom 1000 razy wyższy niż obecnie, ale nadal znikomy (jeden rozpad na pół godziny) b) **każdy człowiek ma we własnym organizmie radioaktywne izotopy pochodzenia naturalnego**, głównie C-14 i K-40 (i miał je 1000 lat temu, gdy nie było przemysłu) o aktywności rzędu 4 000 - 7000 bekereli. Oznacza to że **w naszym ciele zachodzi od 4 do 7 tysięcy (!!!) takich rozpadów na sekundę! I jakoś żyjemy!** Co więc oznaczają tak naprawdę te pomiary? 1) człowiek nauczył się mierzyć niezwykle śladowe stężenia różnych substancji 2) pomiary śladowego stężenia j-131 mają charakter detektywistyczny, gdyż iż źródłem może być wyłącznie spowodowana przez człowieka reakcja jądrowa (w reaktorze bądź bombie)... Jeżeli przysłano z USA samolot do pomiarów to nie dlatego że obecne stężenie czymkolwiek grozi, tylko właśnie z powodów detektywistycznych...



**W Internecie można znaleźć wszystko...
Ale czy uczniowie potrafią zrobić
właściwy użytek ze znalezionych
informacji?**



Przykład zadania

Albinizm to choroba genetyczna uwarunkowana allelem recesywnym. Nie jest sprzężona z płcią. Polega na zaburzeniach syntezy barwników – melanin. Objawy choroby to m.in. bardzo jasna skóra, włosy i rzęsy. Elżbieta spodziewa się dziecka, którego ojcem jest mężczyzna chory na albinizm. Sama jest zdrowa, ale obawia się o zdrowie dziecka. Postanowiła poszukać porady na forum internetowym.

Czy poniższe stwierdzenia z forum, które przeczytała Elżbieta, są prawdziwe?

	Stwierdzenie zamieszczone na forum	Czy jest to prawda?
1	Jeśli u Ciebie w rodzinie nie było przypadków albinizmu, to najprawdopodobniej Twoje dziecko będzie zdrowe.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2	Wypijaj codziennie szklankę soku z marchwi, to uzupełni niedobór barwników u dziecka.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3	Jak ojciec dziecka jest chory, to ono też na pewno będzie chore.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4	Zjadaj dużo owoców zawierających witaminę C, co uodporni dziecko na geny albinizmu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

1 – TAK, 2 – NIE, 3 – NIE, 4 – NIE.

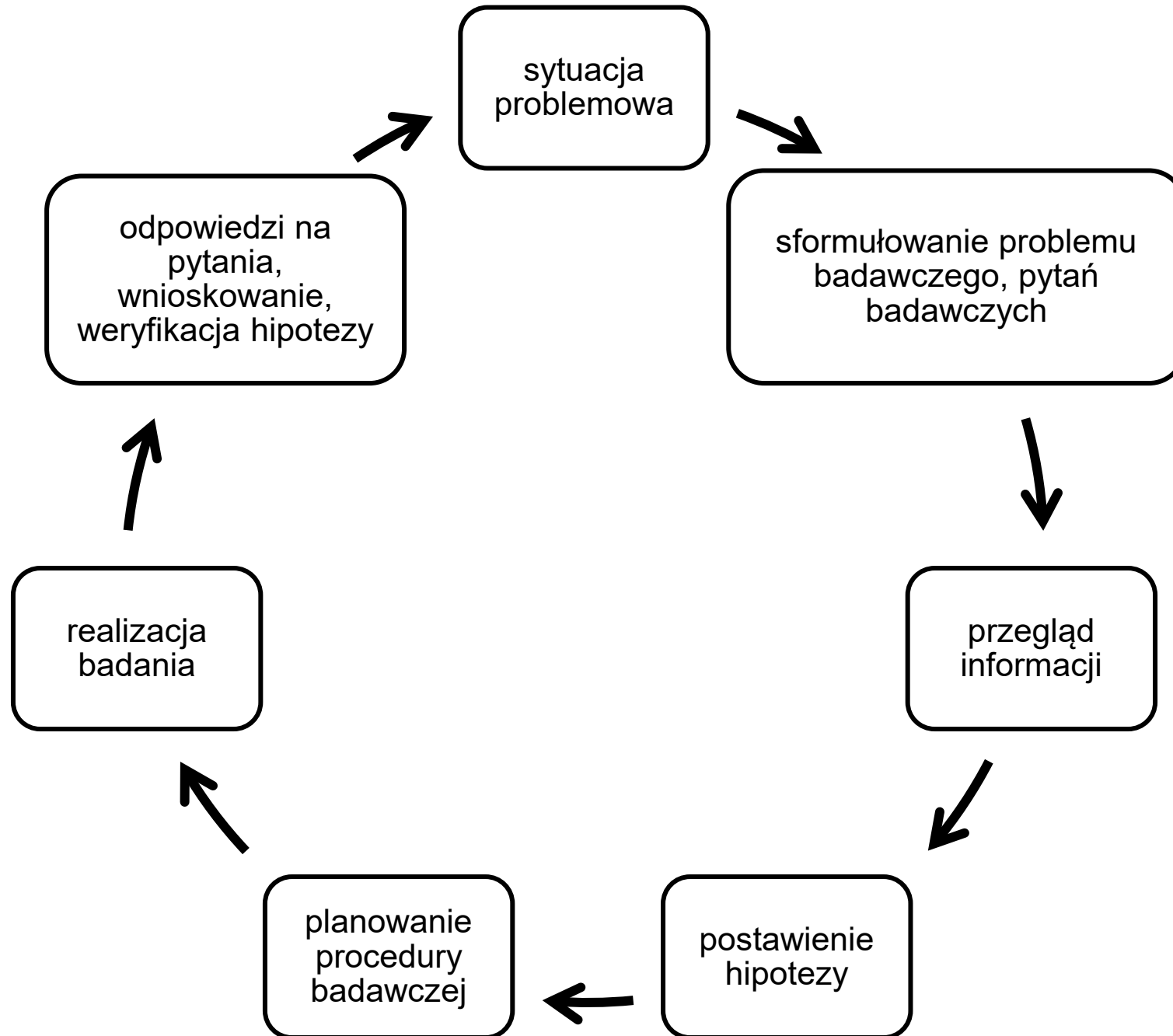


W Internecie można znaleźć wszystko...

Rada?



Na czym polega metoda badawcza ?



Every baby knows the scientific method!

Dociekanie i rozumowanie Na różnych poziomach....





Dociekanie i rozumowanie – używamy od dziecka, uczymy od najmłodszych lat

Biega, krzyczy pan Hilary: "Gdzie są moje okulary!"

Szuka w spodniach i w surducie, w prawym bucie, w lewym bucie. Wszystko w szafach przewracał, maca szlafrok, palto maca "Skandal, nie do wiary! Ktoś mi ukradł okulary!"

Pod kanapą, na kanapie - wszędzie szuka: parska, sapie. Szpera w piecu i w kominie, w mysiej dziurze i w pianinie. Już podłogę chce odrywać, już milicje zaczął wzywać! Nagle... zerknął do lusterka: nie chce wierzyć, znowu zerka, Znalazł! Są! Okazało się, że je miał na własnym nosie



Dociekanie i rozumowanie – używamy od dziecka, uczymy od najmłodszych lat

Biega, krzyczy pan Hilary: "Gdzie są moje okulary!"

Szuka w spodniach i w surducie, w prawym bucie, w lewym bucie. Wszystko w szafach przewracał, maca szlafrok, palto maca "Skandal, nie do wiary! Ktoś mi ukradł okulary!"

...

Uczymy na przykładach (zrozumiałych dla ucznia) – nie zaczynamy od definicji poszczególnych wielkości, ale od ich wskazania w konkretnej sytuacji.

WIEDZA POTOCZNA VS. WIEDZA NAUKOWA

**ogólnikowa,
nieprecyzyjna,
oparta na pojedynczych
przypadkowych zdarzeniach,
trudno ją weryfikować,
subiektywna...**

**szczegółowa,
precyzyjna,
oparta na wielu
powtarzalnych zdarzeniach,
weryfikowalna,
obiektywna...**

Próba kontrolna

Pies pana Pawłowskiego co wieczór o godzinie 20 rozpoczyna głośne wycie. Pan Pawłowski twierdzi, że psa drażni muzyka, puszczana codziennie, również od godziny 20, przez mieszkającą za ścianą panią Gawlińską. Pani Gawlińska uważa z kolei, że wycie psa nie zależy od tego, czy gra muzyka.

Czy za pomocą doświadczeń wymienionych w tabeli można ustalić, która strona sporu ma rację?

Lp.	Doświadczenie	Czy wyjaśni, kto ma rację?
1.	Pani Gawlińska powinna przez tydzień nie puszczać muzyki, aby przekonać się, czy pies mimo to będzie wył wieczorami.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Pani Gawlińska powinna przez tydzień puszczać muzykę od godziny 19.30, aby sprawdzić, czy pies będzie wyć wcześniej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Pan Pawłowski powinien sprowadzić na tydzień drugiego psa, aby przekonać się, czy on także będzie wył wieczorami.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Pan Pawłowski powinien zabrać swojego psa na tydzień na działkę, aby zobaczyć, czy tam także pies będzie wył wieczorami.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

1 – TAK, 2 – TAK, 3 – NIE, 4 – NIE.

Na co jeszcze warto uważać?

EFEKT CIEPLARNIANY

Przeczytaj tekst i odpowiedz na zamieszczone pod nim pytania.

EFEKT CIEPLARNIANY: PRAWDA CZY FIKCJA?

Żywe organizmy, aby przeżyć, potrzebują energii. Energia podtrzymująca życie na Ziemi pochodzi ze Słońca. Jest ono tak gorące, że emituje energię w przestrzeń. Niewielka część tej energii dociera do Ziemi.

Atmosfera ziemską działa jak rodzaj ochronnej osłony nad powierzchnią naszej planety, zapobiega bowiem zmianom temperatury, które występowałyby w świecie bez powietrza.

Większość energii promieniowania słonecznego przechodzi przez atmosferę ziemską. Ziemia pochłania część tej energii, część zaś odbija się od powierzchni Ziemi. Odbita energia w pewnym zakresie jest wchłaniana przez atmosferę.

W rezultacie średnia temperatura nad powierzchnią Ziemi jest wyższa, niż byłaby, gdyby nie działanie atmosfery. Atmosfera ziemską działa na podobnej zasadzie jak szklarnia – stąd nazwa *efekt cieplarniany*.

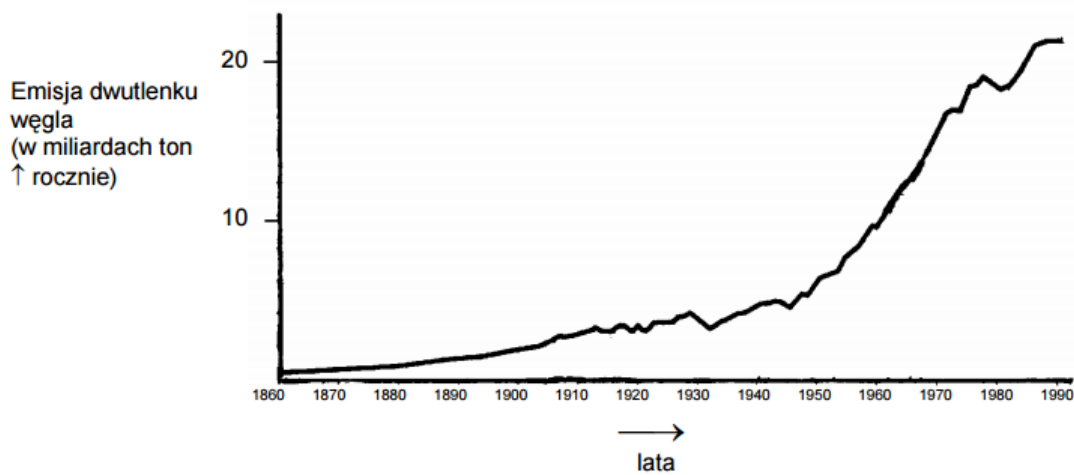
Uważa się, że efekt cieplarniany wyraźnie nasilił się w dwudziestym wieku.

Stwierdzono, że średnia temperatura atmosfery ziemskiej wzrosła. W prasie często podaje się, że główną przyczyną wzrostu temperatury w dwudziestym wieku jest zwiększona emisja dwutlenku węgla.

Pewien uczeń, Andrzej, zainteresował się badaniem zależności pomiędzy średnią temperaturą atmosfery ziemskiej a emisją dwutlenku węgla na Ziemi.

W bibliotece znalazł on następujące dwa wykresy.

Na co jeszcze warto uważać?



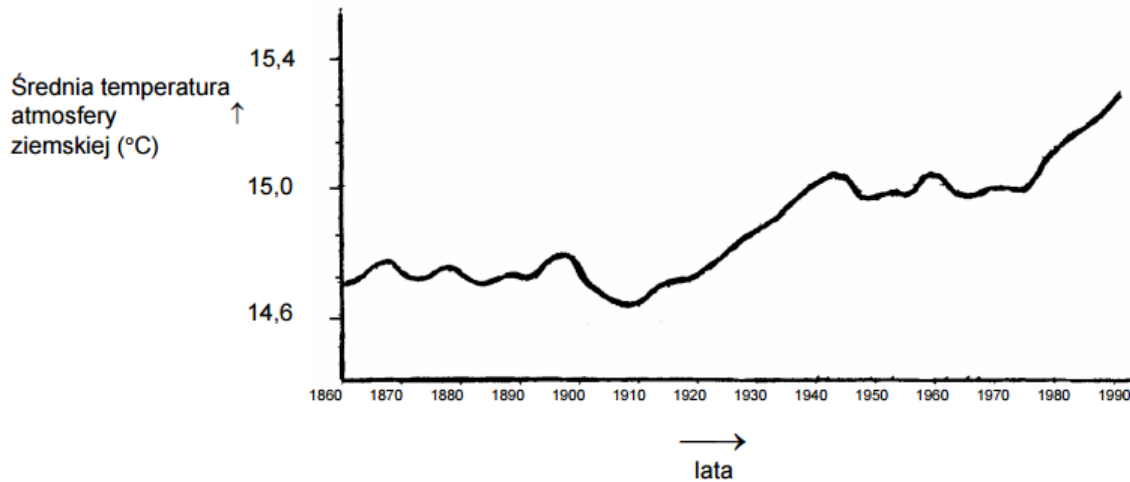
Z wykresów tych Andrzej wnioskuje, że wzrost średniej temperatury atmosfery ziemskiej z pewnością spowodowany jest zwiększoną emisją dwutlenku węgla.

Pytanie 5.1: EFEKT CIEPLARNIANY

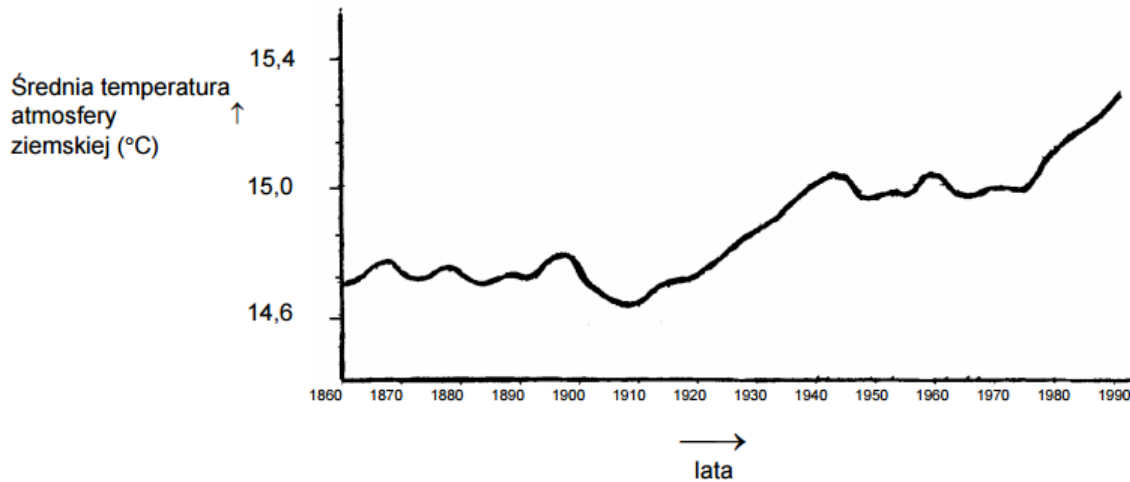
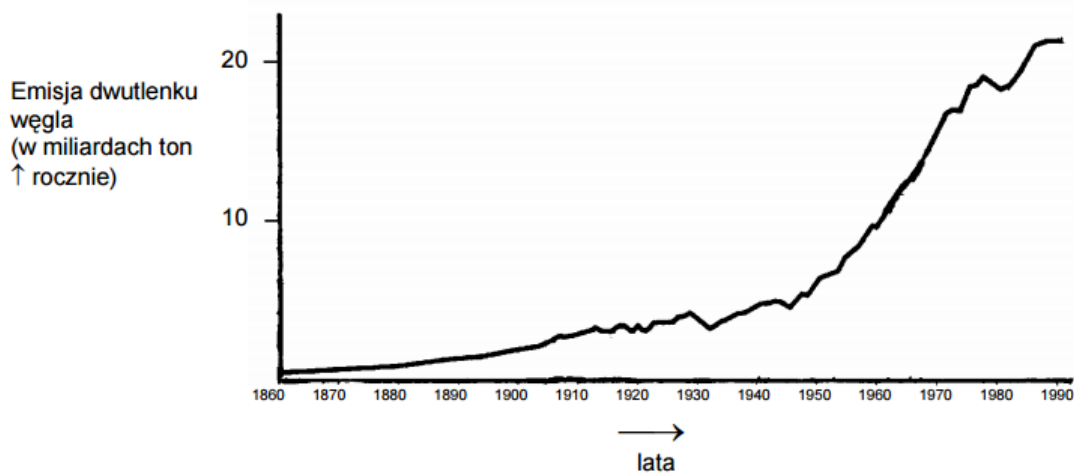
Co w wykresach potwierdza wnioski Andrzeja?

.....

.....



Na co jeszcze warto uważać?



Pytanie 5.2: EFEKT CIEPLARNIANY

Inna uczennica, Joanna, nie zgadza się z opinią Andrzeja. Porównała ona dwa wykresy i uważa, że niektóre części wykresu nie potwierdzają wniosków Andrzeja.

Podaj przykład takiego fragmentu wykresu, który nie potwierdza wniosków Andrzeja. Uzasadnij swoją odpowiedź.

.....

.....

.....

Inne aspekty - nadinterpretacja

Na opakowaniu pewnego preparatu umieszczono następującą informację:

Wskazania do stosowania: leczenie objawów (ból, zaczerwienienie, obrzęk) stanów zapalnych błony śluzowej jamy ustnej i gardła spowodowanych infekcjami bakteryjnymi lub wirusowymi, usunięciem zębów, chemio- i radioterapią.

Określ na podstawie informacji z ulotki, czy preparat ma wymienione w tabeli właściwości.

	Właściwości	Czy preparat ma takie działanie?
1.	Preparat wykazuje działanie przeciwbólowe.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Preparat ma właściwości bakteriobójcze.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Preparat przeciwdziała próchnicy zębów.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Preparat łagodzi objawy stanu zapalnego.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

1 – TAK, 2 – NIE, 3 – NIE, 4 – TAK.

Klasyfikacja funkcjonalna błędnych przekonań





Której metodzie zdobywania wiedzy uczniowie najbardziej ufają?

Zadanie wykorzystane w badaniu *Laboratorium myślenia*. Nie możemy go pokazać, bo nie zostało odtajnione, ale można je streścić tak:

Jaką metodą najlepiej przekonać się o skuteczności danego środka?

- przeprowadzić ankietę wśród ludzi **9,4%***
- przeprowadzić serię doświadczeń naukowych **32,3%***
- wypróbować na sobie **45,7%***
- oprzeć się na informacjach producenta **11,1%***

* Odsetek uczniów, którzy wybrali daną odpowiedź.



Czy to w ogóle jest problem?

- PISA 15-16 lat
- Laboratorium myślenia 16-17 lat
- Olimpiada Biologiczna 17-18 lat
- II etap i III etap studiów



Czy to w ogóle jest problem?

PISA 15-16 lat



Rozumowanie w naukach przyrodniczych – wnioski, n=4500



1. Polska należy do krajów o **dodatniej tendencji** zmian.
2. W 2015 roku uczniowie uzyskali wynik **istotnie wyższy od średniej krajów OECD** .
3. **W 2015 roku uczniowie równomiernie opanowali mierzone umiejętności.** W zakresie umiejętności wnioskowania i planowania doświadczeń uczniowie polscy uzyskali w 2015 roku lepsze wyniki niż w roku 2006.
4. Uczniowie **lubią uczyć się przedmiotów przyrodniczych** , choć odnotowano spadek zainteresowania karierą zawodową w tym kierunku.



Pomiar umiejętności i wiadomości w 2006 i 2015

	OECD		Polska	
	2006	2015	2006	2015
Umiejętności				
Wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy	500	493	506	501
Planowanie i ocena poprawności procedur badawczych	499	493	483	502
Interpretacja danych i dowodów naukowych	499	493	494	501
Świat fizyczny		493	497	503
Świat organizmów żywych		492	501	501
Ziemia i kosmos		494	509	501

Wyniki polskich 15-latków są zbliżone na wszystkich skalach umiejętności oraz wiadomości w 2015 r., natomiast w 2006 r. nie były tak zrównoważone, a wiedza faktograficzna górowała nad umiejętnościami



Czy to w ogóle jest problem?

Laboratorium Myślenia 16-17 lat



Pomiar umiejętności w kontekście krajowym

Badanie prowadzone przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych IBE.

Diagnoza umiejętności i wiadomości uczniów z przedmiotów przyrodniczych po pełnym kursie gimnazjum.



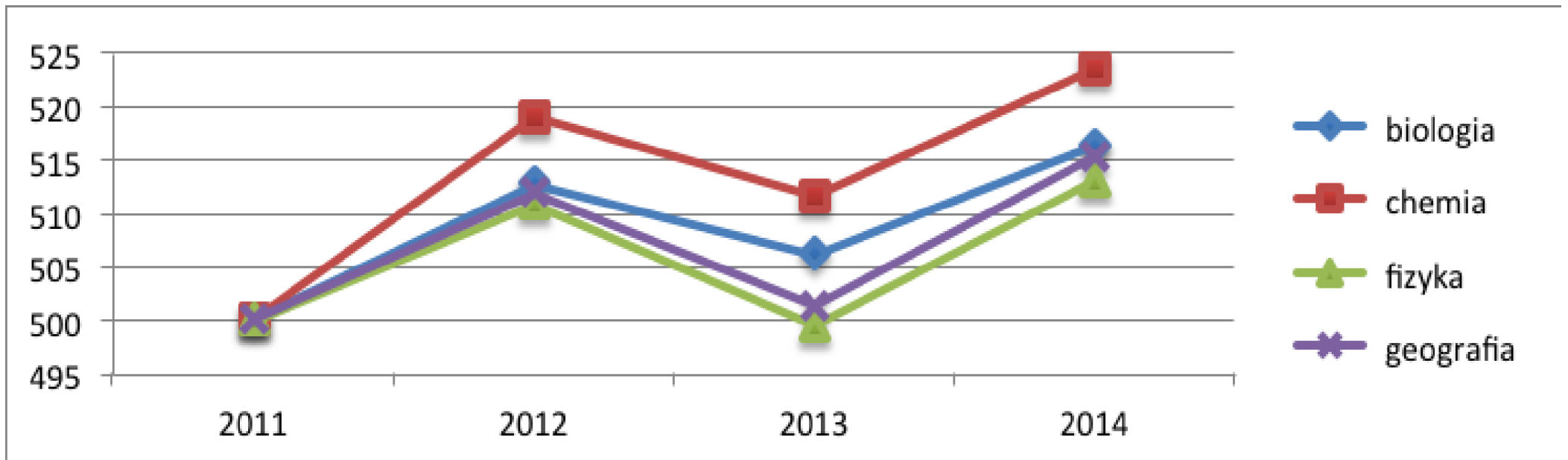
Badanie *Laboratorium myślenia*

- Jego celem było przede wszystkim sprawdzenie skuteczności podstawy programowej – w aspekcie metody badawczej
- Mierzono umiejętności absolwentów gimnazjum w zakresie przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii
- Badanie objęło lata 2011-2014: ostatni rocznik uczniów kształconych wg starej podstawy (2011) i trzy roczniki – wg nowej (2012-2014)
- W badaniu wzięło udział łącznie ok. 35 tys. uczniów



Uczniowie mają coraz wyższe umiejętności w biologii, chemii, fizyce i geografii

- W roku pierwszego nowego egzaminu gimnazjalnego (2012) wyniki uczniów istotnie podskoczyły w stosunku do ostatniego rocznika kształconego wg starej podstawy (2011), potem nieco spadły (2013), by ponownie wzrosnąć w 2014 r.





Wzrasta odsetek uczniów na najwyższych poziomach umiejętności

- W zależności od wyników uczniów wyróżniono sześć poziomów kompetencji.
- Podczas badania odsetek uczniów o najwyższych poziomach umiejętności (V i VI) istotnie wzrósł dla wszystkich przedmiotów, natomiast tych na najniższych poziomach kompetencji nie uległ zasadniczej zmianie.

Przedmiot	% uczniów poniżej II poziomu				% uczniów na poziomach V i VI		
	Rok	2011	2014	zmiana	2011	2014	zmiana
biologia		21,5%	20,3%	-1,2%	15,9	23,4	7,5%
chemia		21,7%	18,0%	-3,7%	16,3	24,6	8,3%
fizyka		21,9%	20,4%	-1,5%	16,2	21,4	5,2%
geografia		21,5%	20,0%	-1,5%	16,2	22,0	5,8%

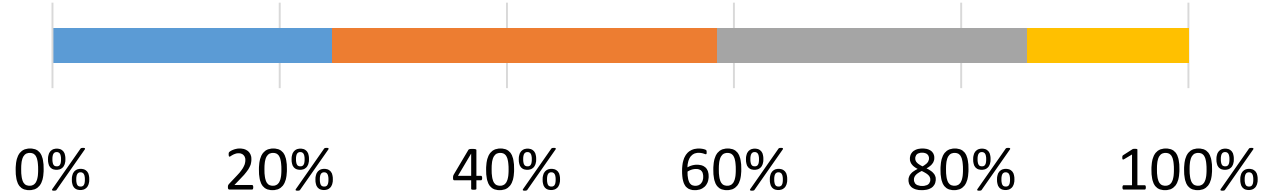


Czy to w ogóle jest problem?

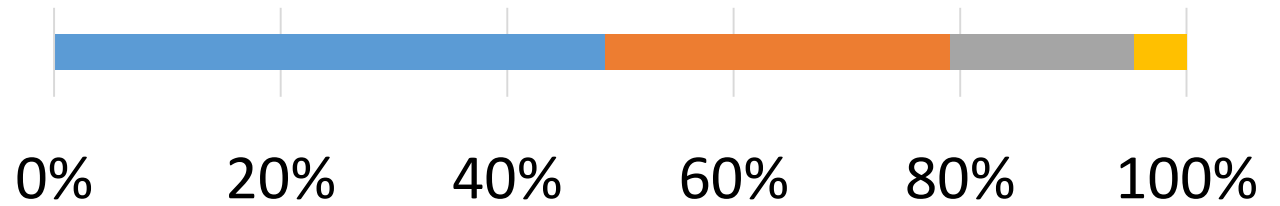
- Olimpiada Biologiczna 17-18 lat

Jak często na lekcjach biologii w Twojej klasie uczniowie (n=1500)

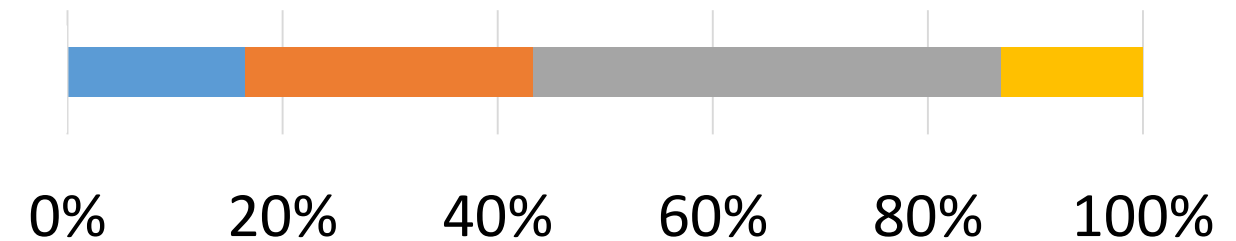
określają, czy dany problem można rozwiązać doświadczalnie?



samodzielnie formułują problem badawczy, stawiają hipotezy?



samodzielnie wykonują doświadczenia i obserwacje?



 -częściej niż raz w miesiącu

 - nigdy

Ankieta Olimpijczyka – OB. (n=1500)

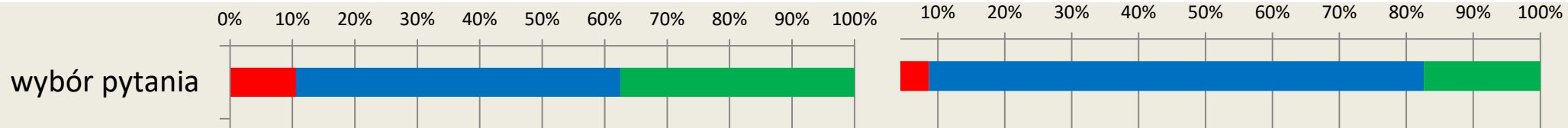
stwierdzenie	Zdecydowanie zgadzam się	Zdecydowanie (+ raczej) zgadzam się
Wyniki badań naukowych powinny być dostępne publicznie.	1024	1432
Wyniki badań i wiedza naukowa wpływają na moje decyzje w życiu codziennym.	543	1285
Istotne jest aby w szkole uczono o działalności naukowców i zasadach ich pracy.	548	1268
Fakty i dane naukowe powinny służyć podejmowaniu decyzji politycznych i społecznych.	701	1315

Elementy metody naukowej na przedmiotach w szkole wyższej

Jak często na ćwiczeniach laboratoryjnych z różnych przedmiotów wymagano od Pana/Pani, aby zaprojektować układ badawczy?

Studenci

Doktoranci



Nigdy

Rzadko

Często

n = 23 doktorantów; 28 studentów

Cele ankiety: • Na jakim etapie edukacji była możliwość nauczyć się projektować i prowadzić doświadczenia? Kiedy uczy się o metodzie naukowej?



www.eduentuzjasci.edu.pl/pl/publikacje-ee-lista/152-inne-publikacje/952-uczmy-myslenia-zadania-na-lekcje-predmiotow-przyrodniczych-najnowsza-ksiazka-pracowni-predmiotow-przyrodniczych.html

Książka w wersji epub (2,2 MB)



Książka w wersji mobi (2 MB)



Uczmy myślenia. Zadania na lekcje z przedmiotów przyrodniczych.



IBE  entuzjaści
edukacji





Wykorzystanie narzędzi, metod, form pracy wypracowanych w ramach projektów zrealizowanych w latach 2007-2013 w ramach PO KL

Baza Dobrych Praktyk w tym Baza Narzędzi Dydaktycznych



www.bdp.ibe.edu.pl





Raporty z badania PISA 2006 - 2015

Raport z badania Laboratorium myślenia

Dobre praktyki w przyrodniczej edukacji pozaformalnej

Dociekanie naukowe w zadaniach testowych

Przykład powinien być tylko przykładem, czyli jakie zadania naprawdę sprawdzają umiejętności

Dlaczego warto zamykać zadania?



Zapraszamy do czytania i pisania

Edukacja Biologiczna i Środowiskowa

<http://ebis.ibe.edu.pl>



2014/s1



2015/1



2014/1



2014/2



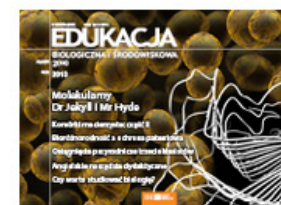
2014/3



2014/4



2013/1



2013/2



2013/3



2013/4

Zgodnie z wykazem czasopism MNiSW opublikowanym w grudniu 2016 r. artykuły naukowe publikowane w **Edukacji Biologicznej i Środowiskowej** otrzymują po 8 punktów.



W latach 60. grupa amerykańskich mikrobiologów przeprowadziła doświadczenie, które po latach wyróżniono nagrodą Ig Nobla, zwaną też Anty-Noblem, przyznawaną najbardziej nietypowym i absurdalnym badaniom. W eksperymencie wzięli udział ochotnicy – zdrowi, brodaci mężczyźni. Na brody naniesiono im starannie odmierzoną ilość płynu zawierającego bakterie. Po 30 minutach pobrano z każdej brody próbkę, znaleziono w nich żywe bakterie i ustalono ich liczbę. Następnie mężczyźni bardzo dokładnie umyli swoje brody, po czym ponownie pobrano próbki. Okazało się, że w umytych brodach również znajdowały się bakterie, jednak było ich kilkadziesiąt razy mniej niż w brodach nieumytych.

[Źródło: M.S. Barbeito, Ch.T. Mathews, L.A. Taylor (1967) Microbiological Laboratory Hazard of Bearded Men, *Applied Microbiology*, s. 899-906]

Dla każdego przedstawionego w tabeli stwierdzenia określ, czy jest ono poprawnym wnioskiem z opisanego eksperymentu (wpisz w trzecią kolumnę tabeli *TAK* lub *NIE*).

	Stwierdzenie	Czy jest poprawnym wnioskiem z doświadczenia?
1	Bakterie przeżywają w nieumytej brodzie co najmniej 30 minut.	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie
2	Na twarzach brodatych mężczyzn znajduje się więcej bakterii niż na twarzach mężczyzn, którzy się golą.	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie
3	Ryzyko przenoszenia bakterii można całkowicie wyeliminować myjąc brodę.	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie



entuzjaści edukacji

Kontakt:

Marcin Chrzanowski - m.chrzanowski@ibe.edu.pl

E. Barbara Ostrowska- b.ostrowska@ibe.edu.pl

„Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego”

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Instytut Badań Edukacyjnych

ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

tel.: (22) 241 71 00, e-mail: ibe@ibe.edu.pl