



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
WND-POKL.03.03.04-00-042/10

# Analiza przyczyn problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych

## **Zespół w składzie:**

Mgr Eleonora Żmijowska-Wnęk

Mgr Dorota Wójcik-Hetman

Mgr Bożena Dziurzyńska-Pyrasz

Mgr Zdzisława Tarka

Mgr Stanisława Socha

Mgr Barbara Rogala

Mgr Małgorzata Kocowicz

Mgr Katarzyna Klimas

## **Projekt EKOLOGIA**

– innowacyjny, interdyscyplinarny program nauczania przedmiotów matematyczno-przyrodniczych metodą projektu

**Człowiek – najlepsza inwestycja**

Biuro Projektu:

ul. Jęczmienna 10/1, 53-507 Wrocław  
tel. 71 75 93 777, tel. kom. 728 32 49 43  
info@innowacjnyekolog.pl

[www.innowacjnyekolog.pl](http://www.innowacjnyekolog.pl)

## Spis treści

Wstęp.....	3
1. Kierunki i strategie w europejskiej edukacji .....	4
2. Wyniki PISA .....	5
3. Finlandia – sukces w edukacji.....	14
4. Bez matematyki na studia techniczne – polska rzeczywistość .....	15
5. Głos w dyskusji .....	16
6. Egzaminy po kolejnych etapach edukacyjnych .....	18
7. Psychologiczne aspekty procesu uczenia ze szczególnym uwzględnieniem nauk matematycznych i przyrodniczych .....	39
8. Przyczyny problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych – podsumowanie .....	50
9. Działania naprawcze – stosowanie metody projektu edukacyjnego .....	54
Bibliografia.....	57

## **Wstęp**

Oświata, od wielu lat, rzecz by można od zawsze, poddawana była reformom, z których każda miała na celu uzdrowienie systemu, w szczególności zwiększenie efektywności nauczania. Niestety, wszelkie reformatorskie działania nie odniosły zamierzonych skutków. Nieustannie mówi się o niskim poziomie umiejętności polskich uczniów, o trudnościach w różnych sytuacjach edukacyjnych, o słabych wynikach kształcenia w zakresie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych. Nie ma wątpliwości, że edukacja jest, a przynajmniej powinna być, priorytetem w rozwoju każdego społeczeństwa i wyzwaniem o kapitalnym znaczeniu. Aby sprostać temu wyzwaniu, należy dokonać dogłębnej diagnozy istniejącej sytuacji. Niniejsze opracowanie obejmuje zagadnienia dotyczące problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych w polskich szkołach:

1. Kierunki i strategie w europejskiej edukacji
2. Wyniki PISA
3. Finlandia – sukces w edukacji
4. Bez matematyki na studia – polska rzeczywistość
5. Głos w dyskusji (Prof. Łukasz Turski)
6. Egzaminy po kolejnych etapach edukacyjnych
7. Psychologiczne aspekty procesu uczenia ze szczególnym uwzględnieniem nauk matematycznych i przyrodniczych
8. Przyczyny problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych – podsumowanie
9. Działania naprawcze – stosowanie metody projektu edukacyjnego

## **1. Kierunki i strategie w europejskiej edukacji**

Szeroko rozumiana edukacja jest dzisiaj w Unii Europejskiej sprawą zasadniczej wagi - wszyscy obywatele powinni mieć zapewnione pełne uczestnictwo w życiu społecznym, gospodarczym i politycznym. Zatem należy postawić zadania nie tylko politykom, przedsiębiorcom, ale także szeroko rozumianej edukacji. Według przeprowadzonych i opublikowanych przez Radę Europy w Maastricht w 2004r. badań wynika, że 1/3 pracowników w Europie (stanowi to ok. 80 mln ludzi) posiada niskie umiejętności. Tymczasem tylko do 2010 roku prawie 50% miejsc pracy będzie wymagało wykształcenia wyższego, około 40% średniego i tylko 15% podstawowego. Z tego względu Europejski Pakt na rzecz Młodzieży (szczyt Rady Europy 22-23 marca 2005 r. w Brukseli) podkreślił konieczność:

- opracowania wspólnego zestawu podstawowych umiejętności,
- wyposażenia młodych ludzi w kompetencje kluczowe,
- poprawy poziomu osiągnięć edukacyjnych.

Parlament Europejski i Rada Europy w grudniu 2006 r. w Aneksie I zaleciły państwom członkowskim rozwijanie kompetencji kluczowych dla wszystkich. Jedną z kompetencji kluczowych zdefiniowanych w dokumencie Parlamentu Europejskiego jest kompetencja matematyczna i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne. Kształcenie kompetencji matematycznych i przyrodniczych pozostaje w ścisłym związku z Narodową Strategią Spójności, w ramach której na najbliższe lata zaplanowano istotny wzrost liczby studentów na kierunkach technicznych. W dniu 26 marca 2010 r. Rada Europejska przyjęła wniosek Komisji Europejskiej dotyczący uruchomienia nowej strategii na rzecz zatrudnienia i wzrostu gospodarczego, zatytułowanej „Europa 2020”. Strategia „Europa 2020” opierać się będzie na większej koordynacji polityki gospodarczej ze szczególnym naciskiem na te obszary, które wymagają działań dla pobudzenia europejskiego potencjału w dziedzinie zrównoważonego rozwoju i konkurencyjności. W ramach strategii przedstawiono wytyczne, które obowiązują państwa członkowskie Unii Europejskiej. Jedną z wytycznych zakłada poprawę wydajności systemów kształcenia i szkolenia na wszystkich poziomach oraz zwiększenie liczby osób podejmujących studia wyższe. W ramach strategii Europa 2020 należy przygotować i wdrożyć reformy zmierzające w kierunku rozwoju, którego kołem napędowym są wiedza i innowacje. A zatem poprawa jakości edukacji, zapewnienie dostępu do edukacji dla wszystkich, poprawa wyników działalności badawczej powinny i muszą zachęcać do

przedsiębiorczości i umożliwiać przetranszanie kreatywnych pomysłów w innowacyjne produkty, usługi i procesy. Działaniami należy objąć wszystkie sektory, od wczesnej edukacji i edukacji szkolnej po szkolnictwo wyższe, kształcenie i szkolenie zawodowe, a także szkolenie dorosłych. Zdecydowanie należy zwiększyć znaczenie systemów kształcenia, dostrzegając związek między edukacją a rynkiem pracy. Nie można więc kształcić młodych ludzi w próżni, absolwenci kolejnych etapów kształcenia muszą być wyposażeni w wiedzę i umiejętności niezbędne do samorealizacji. W tym kontekście zasadnicze znaczenie ma też jak najlepsze wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych.

## **2. Wyniki PISA**

Jednym z największych badań porównawczych umiejętności uczniów jest Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów – PISA. Badanie to, obejmujące 15-latków z różnych krajów świata, jest realizowane cyklicznie, co trzy lata. Dotąd zrealizowano cztery badania w roku: 2000, 2003, 2006 i 2009, przy czym wyniki badań przeprowadzonych w 2009 roku zostaną opublikowane w grudniu 2010 r. Podstawowe pytania badawcze PISA dotyczą umiejętności praktycznego kojarzenia i wykorzystywania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin w kontekście wyzwań, przed jakimi staną 15-latkowie w swoim dorosłym życiu. Porównywane są ich umiejętności w trzech dziedzinach: czytania i rozumowania w naukach humanistycznych, umiejętności matematycznych i rozumowania w naukach przyrodniczych. Badanie umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych było przeprowadzane po raz pierwszy w 2006 roku. Opublikowane wyniki dotyczące umiejętności matematycznych pochodzą z 2003 i 2006 roku, natomiast wyniki dotyczące umiejętności czytania ze zrozumieniem z 2000, 2003 i 2006 roku. Badania przeprowadzone w Polsce pokazują, że z roku na rok polscy uczniowie osiągają coraz lepsze efekty. W badaniu przeprowadzonym w 2000 roku polscy 15-latkowie uzyskali wynik znacznie poniżej średniej krajów należących do OECD. W 2003 roku polscy uczniowie uzyskali w porównaniu z 2000 rokiem znacząco lepsze rezultaty, zarówno w zakresie czytania ze zrozumieniem jak i umiejętności kształconych na przedmiotach ścisłych. Jednocześnie zmniejszyła się rozpiętość między uczniami najlepszymi i najsłabszymi. Polska dołączyła tym samym do grupy krajów o wyniku zbliżonym do średniej OECD. W rankingach PISA w 2006 roku polscy uczniowie zajęli 25 miejsce (na 57) w matematyce, 9 miejsce w czytaniu ze zrozumieniem i 23 miejsce w naukach przyrodniczych. Wyniki te porównywalne są do szwedzkich i francuskich, lecz gorsze od brytyjskich, a we wszystkich dziedzinach nieco lepsze od amerykańskich i znacznie lepsze na przykład od rosyjskich, włoskich czy hiszpańskich. Dwudziesta piąta pozycja w

matematyce i dwudziesta trzecia w zakresie nauk przyrodniczych pokazują jednocześnie, że w tym zakresie mamy jeszcze w Polsce wiele do zrobienia, zwłaszcza w ramach kształcenia umiejętności uczniów. W dalszym ciągu w dziedzinach wymagających samodzielnego myślenia, spadamy poniżej średniej OECD. Podobnie jak w poprzednich edycjach badania PISA, wyniki uczniów w 2006 roku przeliczono na punkty. Aby ułatwić porównania, skalę punktową skonstruowano w taki sposób, by wartość 500 oznaczała średni wynik w krajach OECD i by wynik 2/3 uczniów z tych krajów znalazł się w przedziale 400-600 punktów.

Podstawy teoretyczne oraz dobór zadań umożliwiły, po raz pierwszy w historii badania PISA, przedstawienie – obok ogólnego wyniku na skali rozumowania w naukach przyrodniczych – także wyniku pomiaru szczegółowych umiejętności na podskalach. Średnie wyniki uzyskane przez uczniów z 57 krajów uczestniczących w badaniu na ogólnej skali umiejętności przedstawiono w tabeli 1. Zdecydowanie najlepiej wypadli tutaj uczniowie z Finlandii - średnio uzyskali oni wynik 563 punktów - czyli o 63 pkt więcej niż średni wynik uczniów z krajów OECD i 21 pkt więcej niż drugi pod względem wyniku Hongkong (542 pkt). Bardzo dobre wyniki (530-534 pkt) osiągnęli także uczniowie w Kanadzie, Tajwanie, Estonii, Japonii i Nowej Zelandii. Najniższe wyniki osiągnęli uczniowie z Kataru (349 pkt) i Kirgistanu (322 pkt). Wśród krajów OECD różnica pomiędzy krajem najsłabszym (Meksykiem) a najlepszym (Finlandią) wynosi ponad 150 punktów. Jednak większość krajów miała wynik zbliżony do średniej OECD: w 22 z 30 krajów należących do tej organizacji wynik nie różnił się od średniego wyniku o więcej niż 25 punktów.

Średni wynik uzyskany przez polskich uczniów na ogólnej skali umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych był niemal równy średniej OECD i wyniósł 498 punktów. W tej samej grupie, co Polska znalazły się Węgry, Szwecja, Dania i Francja i nie można stwierdzić, że kraje te różnią się pod względem poziomu umiejętności uczniów. Można natomiast stwierdzić, że lepsze wyniki od polskich uzyskali uczniowie m.in. z Niemiec i Czech, natomiast słabsze z Łotwy, Litwy i Słowacji.

Duża rozpiętość między wynikami osiąganymi przez badanych uczniów może się wiązać z poziomem zamożności krajów. Bogatsze kraje mają zazwyczaj lepszy wynik niż kraje biedniejsze. Warto jednak podkreślić, że uczniowie z niektórych krajów, w tym uczniowie z

Tabela 1. Średnie wyniki uczniów z umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych na ogólnej skali umiejętności.

Kraj	Średni wynik
Finlandia	563
Hongkong-Chiny	542
Kanada	534
Tajwan	532
Estonia	531
Japonia	531
Nowa Zelandia	530
Australia	527
Holandia	525
Liechtenstein	522
Korea	522
Słowenia	519
Niemcy	516
Wielka Brytania	515
Czechy	513
Szwajcaria	512
Macao-Chiny	511
Austria	511
Belgia	510
Irlandia	508
Węgry	504
Szwecja	503
<b>Polska</b>	<b>498</b>
Dania	496
Francja	495
Chorwacja	493
Islandia	491
Łotwa	490
USA	489
Słowacja	488
Hiszpania	488
Litwa	488
Norwegia	487
Luksemburg	486
Rosja	479
Włochy	475
Portugalia	474
Grecja	473
Izrael	454
Chile	438
Serbia	436
Bułgaria	434
Urugwaj	428
Turcja	424
Jordania	422
Tajlandia	421
Rumunia	418
Czarnogóra	412
Meksyk	410
Indonezja	393
Argentyna	391
Brazylia	390
Kolumbia	388
Tunezja	386
Azerbejdżan	382
Katar	349
Kirgistan	322

Polski, radzą sobie lepiej z zadaniami testowymi niż sugerowałby to nie najwyższy poziom zamożności kraju, a w niektórych zamożniejszych krajach uczniowie wypadają dużo gorzej, niż można by przypuszczać.

W wielu krajach występują znaczne różnice w osiągnięciach uczniów badanych przy pomocy skal mierzących trzy wyróżnione w założeniach teoretycznych umiejętności. Oznacza to, że uczniowie krajów o podobnym średnim poziomie umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych, mogą różnić się pod względem umiejętności: rozpoznawania zagadnień naukowych, czyli określania, co i jak można badać naukowo, wyjaśniania zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy na podstawie posiadanych wiadomości i znajomości procesów, oraz interpretacji i wykorzystania wyników i dowodów naukowych (określanie założeń, wybór danych, wyciąganie wniosków). Porównując wyniki uzyskane we wszystkich krajach uczestniczących w badaniu (tabela 2), można stwierdzić, że różnice te były największe w przypadku skali umiejętności interpretowania i wykorzystywania wyników i dowodów naukowych (od -38 pkt w Azerbejdżanie do +16 pkt w Korei Południowej i Francji). W 15 krajach wynik uczniów na tej skali różnił się od ogólnego wyniku o więcej niż 10 pkt (w 11 krajach wynik był niższy, w tym m.in. Bułgarii, Rumunii, Czechach i Słowacji, a w 3 wyższy, m.in. w Japonii). W wielu krajach występują znaczne różnice w osiągnięciach uczniów badanych przy pomocy skal mierzących trzy wyróżnione w założeniach teoretycznych umiejętności.

Oznacza to, że uczniowie krajów o podobnym średnim poziomie umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych mogą różnić się pod względem umiejętności: rozpoznawania zagadnień naukowych, czyli określania, co i jak można badać naukowo, wyjaśniania zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy na podstawie posiadanych wiadomości i znajomości procesów, oraz interpretacji i wykorzystania wyników i dowodów naukowych (określanie założeń, wybór danych, wyciąganie wniosków). Porównując wyniki uzyskane we wszystkich krajach uczestniczących w badaniu (tabela 2), można stwierdzić, że różnice te były największe w przypadku skali umiejętności interpretowania i wykorzystywania wyników i dowodów naukowych (od -38 pkt w Azerbejdżanie do +16 pkt w Korei Południowej i Francji). W 15 krajach wynik uczniów na tej skali różnił się od ogólnego wyniku o więcej niż 10 pkt (w 11 krajach wynik był niższy, w tym m.in. Bułgarii, Rumunii, Czechach i Słowacji, a w 3 wyższy, m.in. w Japonii). Od ogólnego wyniku znacznie odbiegały także wyniki na skali mierzącej umiejętność rozpoznawania zagadnień naukowych (od -29 pkt w Azerbejdżanie do +14 pkt w Kolumbii). Wyniki gorsze od ogólnego wyniku o więcej niż 10 pkt osiągnęli uczniowie w 13 krajach, w tym w Polsce i większości krajów naszego regionu, a lepsze uczniowie w 3 krajach (obok wspomnianej Kolumbii – w Portugalii i Meksyku). Najmniej różniła się od ogólnego wyniku umiejętność wyjaśniania zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy (od -14 do +30, odpowiednio, we Francji i Azerbejdżanie). Wynik był gorszy od ogólnego wyniku o więcej niż 10 punktów w 3 krajach, lepszy w 8, w tym w Czechach, na Węgrzech i w Słowacji.



Tabela 2. Średnie wyniki uczniów z umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych na trzech podskalach umiejętności.

Rozpoznawanie zagadnień naukowych		Wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy		Interpretacja i wykorzystywanie wyników i dowodów naukowych	
Kraj	Średni wynik	Kraj	Średni wynik	Kraj	Średni wynik
Finlandia	565	Finlandia	566	Finlandia	567
Nowa Zelandia	536	Hongkong-Chiny	549	Japonia	544
Australia	535	Tajwan	545	Hongkong-Chiny	542
Holandia	533	Estonia	541	Kanada	542
Kanada	532	Kanada	531	Korea	538
Hongkong-Chiny	528	Czechy	527	Nowa Zelandia	537
Liechtenstein	522	Japonia	527	Liechtenstein	535
Japonia	522	Słowenia	523	Tajwan	532
Korea	519	Nowa Zelandia	522	Australia	531
Słowenia	517	Holandia	522	Estonia	531
Irlandia	516	Australia	520	Holandia	526
Estonia	516	Macao-Chiny	520	Szwajcaria	519
Belgia	515	Niemcy	519	Słowenia	516
Szwajcaria	515	Węgry	518	Belgia	516
Wielka Brytania	514	Wielka Brytania	517	Niemcy	515
Niemcy	510	Austria	516	Wielka Brytania	514
Tajwan	509	Liechtenstein	516	Macao-Chiny	512
Austria	505	Korea	512	Francja	511
Czechy	500	Szwecja	510	Irlandia	506
Francja	499	Szwajcaria	508	Austria	505
Szwecja	499	<b>Polska</b>	<b>506</b>	Czechy	501
Islandia	494	Irlandia	505	Węgry	497
Chorwacja	494	Belgia	503	Szwecja	496
Dania	493	Dania	501	<b>Polska</b>	<b>494</b>
USA	492	Słowacja	501	Luksemburg	492
Macao-Chiny	490	Norwegia	495	Islandia	491
Norwegia	489	Litwa	494	Łotwa	491
Hiszpania	489	Chorwacja	492	Chorwacja	490
Łotwa	489	Hiszpania	490	Dania	489
Portugalia	486	Islandia	488	USA	489
<b>Polska</b>	<b>483</b>	Łotwa	486	Litwa	487
Luksemburg	483	USA	486	Hiszpania	485
Węgry	483	Rosja	483	Rosja	481
Litwa	476	Luksemburg	483	Słowacja	478
Słowacja	475	Francja	481	Norwegia	473
Włochy	474	Włochy	480	Portugalia	472
Grecja	469	Grecja	476	Włochy	467
Rosja	463	Portugalia	469	Grecja	465
Izrael	457	Bułgaria	444	Izrael	460
Chile	444	Izrael	443	Chile	440
Serbia	431	Serbia	441	Urugwaj	429
Urugwaj	429	Jordania	438	Serbia	425
Turcja	427	Chile	432	Tajlandia	423
Bułgaria	427	Rumunia	426	Turcja	417
Meksyk	421	Turcja	423	Bułgaria	417
Tajlandia	413	Urugwaj	423	Rumunia	407
Rumunia	409	Tajlandia	420	Czarnogóra	407
Jordania	409	Czarnogóra	417	Jordania	405
Kolumbia	402	Azerbejdżan	412	Meksyk	402
Czarnogóra	401	Meksyk	406	Indonezja	386
Brazylia	398	Indonezja	395	Argentyna	385
Argentyna	395	Brazylia	390	Kolumbia	383
Indonezja	393	Argentyna	386	Tunezja	382
Tunezja	384	Tunezja	383	Brazylia	378
Azerbejdżan	353	Kolumbia	379	Azerbejdżan	344
Katar	352	Katar	356	Katar	324
Kirgistan	321	Kirgistan	334	Kirgistan	288
Średnia OECD	499	Średnia OECD	500	Średnia OECD	499

Źródło: Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2006 w Polsce, MEN 2006.

Różnice w wynikach między skalami zdają się świadczyć o mocnych i słabych stronach nauczania przedmiotów przyrodniczych w danym kraju lub grupie krajów o podobnych tradycjach nauczania. Podział na podskale umiejętności uwidacznia także różnice między krajami, które uzyskały podobny wynik na skali ogólnej oraz podobieństwa między krajami różniącymi się ogólnym wynikiem. W Polsce uczniowie zdecydowanie najlepsze wyniki osiągnęli na skali wyjaśniania zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy. Wynik naszych uczniów jest o 8 punktów wyższy niż wynik na skali ogólnej i statystycznie istotnie lepszy niż średni wynik w OECD. Znacznie trudniejsze okazały się dla polskich uczniów zadania testowe mierzące umiejętność rozpoznawania zagadnień naukowych oraz, w mniejszym stopniu, także zadania wskazujące na umiejętność interpretacji i wykorzystywania wyników i dowodów naukowych. W przypadku tych dwóch umiejętności wynik polskich uczniów był gorszy niż średnia OECD. Różnica między średnim wynikiem polskich uczniów w wyjaśnianiu zjawisk przyrodniczych, a rozpoznawaniem zagadnień naukowych wyniosła aż 23 punkty.

Reasumując można stwierdzić, że poziom umiejętności rozumowania naukowego polskich uczniów w zakresie przedmiotów przyrodniczych jest bliski średniej OECD. Jednak jeśli ich wyniki rozpatrzemy w kategoriach trzech rodzajów mierzonych umiejętności, to wyraźnie widać, że nie radzą sobie oni z zadaniami, w których mierzone są umiejętności związane z metodami stosowanymi w badaniach naukowych. Słabością polskich uczniów jest też rozpoznawanie zagadnień naukowych, co, jak wielokrotnie podkreślano, jest umiejętnością potrzebną nie tylko w pracach badawczych, ale i w sytuacjach codziennych. Umiejętność określenia brakujących informacji, potrzebnych do podjęcia decyzji, wyszukiwanie wiadomości naukowych i oddzielenie ich od nienaukowych, kojarzenie dziedzin, a także rozstrzygnięcie, na jakie pytania możemy odpowiedzieć, mając pewną pulę informacji – to tylko niektóre cechy umiejętności rozpoznawania zagadnień naukowych potrzebne na co dzień. Polscy uczniowie również niezbyt dobrze radzą sobie z wykorzystywaniem dowodów naukowych, czyli mają kłopot z przełożeniem zjawiska bądź problemu na doświadczenie w laboratorium, jak również przełożeniem wiedzy teoretycznej na praktykę. Stosunkowo dobry wynik polscy uczniowie zawdzięczają sprawnemu poruszaniu się w obszarach związanych z wyjaśnianiem zjawisk przyrodniczych, czyli tych, w których duży nacisk położony jest na wiedzę teoretyczną wyniesioną ze szkoły. Naukowcy często stają przed wyborem dalszego kierunku poszukiwań badawczych. Nierzadko na podstawie tych samych danych można postawić różne hipotezy możliwe do zweryfikowania na wiele sposobów.

Analiza wyników z matematyki, uzyskanych w 2003 i 2006 roku (tabela 3), pozwala na stwierdzenie, że średni wynik z matematyki polskich gimnazjalistów w 2006 roku wzrósł w stosunku do 2003 roku o 5 punktów. Jednocześnie średni wynik krajów OECD obniżył się o 2 punkty. W efekcie, Polska dołączyła do grupy krajów o wyniku zbliżonym do średniego wyniku krajów OECD. Nastąpiło także zmniejszenie odsetek polskich gimnazjalistów na dwóch najniższych poziomach umiejętności.

Tabela 3. Wyniki z matematyki uzyskane w latach 2003 i 2006 przez poszczególne kraje.

Kraj	2003	Kraj	2006	Kraj	2003	Kraj	2006
Hongkong (Chiny)	550	Tajwan	549	Rosja	468	Norwegia	490
Finlandia	544	Finlandia	548	Portugalia	466	Litwa	486
Korea	542	Hongkong (Chiny)	547	Włochy	466	Łotwa	486
Holandia	538	Korea	547	Grecja	445	Hiszpania	480
Liechtenstein	536	Holandia	531	Serbia	437	Azerbejdżan	476
Japonia	534	Szwajcaria	530	Turcja	423	Rosja	476
Kanada	532	Kanada	527	Urugwaj	422	USA	474
Belgia	529	Macao (Chiny)	525	Tajlandia	417	Chorwacja	467
Macao (Chiny)	527	Liechtenstein	525	Meksyk	385	Portugalia	466
Szwajcaria	527	Japonia	523	Indonezja	360	Włochy	462
Australia	524	Nowa Zelandia	522	Tunezja	359	Grecja	459
Nowa Zelandia	523	Belgia	520	Brazylia	356	Izrael	442
Czechy	516	Australia	520			Serbia	435
Islandia	515	Estonia	515			Urugwaj	427
Dania	514	Dania	513			Turcja	424
Francja	511	Czechy	510			Tajlandia	417
Szwecja	509	Islandia	506			Rumunia	415
Austria	506	Austria	505			Bułgaria	413
Irlandia	503	Słowenia	504			Chile	411
Niemcy	503	Niemcy	504			Meksyk	406
Słowacja	498	Szwecja	502			Czarnogóra	399
Norwegia	495	Irlandia	501			Indonezja	391
Luksemburg	493	Francja	496			Jordania	384
<b>Polska</b>	<b>490</b>	Wielka Brytania	495			Argentyna	381
Węgry	490	<b>Polska</b>	<b>495</b>			Kolumbia	370
Hiszpania	485	Słowacja	492			Brazylia	370
Łotwa	483	Węgry	491			Tunezja	365
USA	483	Luksemburg	490			Katar	318
						Kirgistan	311

W roku 2006 w badaniu uczestniczyło 57 krajów, a w roku 2003 znacznie mniej.

Źródło: Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2006 w Polsce, MEN 2006.

Odsetek gimnazjalistów na dwóch najwyższych poziomach umiejętności jest nadal znacznie niższy niż średnia dla krajów OECD. Między rokiem 2003 a 2006 nastąpiła poprawa wyników (już dość wysokich w roku 2003) w zadaniach wymagających użycia znanego uczniom algorytmu. Badanie PISA 2006 potwierdza, że mocną stroną polskich

gimnazjalistów jest stosowanie znanych algorytmów, umiejętność odczytywania danych z wykresów, diagramów i tabel oraz wyobrażenia geometryczna. Polscy gimnazjaliści mają natomiast problem, większy niż uczniowie OECD, gdy muszą wyjść poza znane sobie, rutynowe sposoby postępowania. Większą trudność niż innym uczniom OECD sprawia im samodzielne opanowanie nieznanego wcześniej modelu lub kontekstu, zaprojektowanie strategii postępowania – odpowiedniego ciągu działań prowadzącego do rozwiązania, składającego się z dobrze znanych operacji czy poprowadzenie rozumowania polegającego na analizie działania pewnego systemu i wyciągnięciu wniosków z tej analizy. Wydaje się więc niestety, że polscy gimnazjaliści coraz bardziej specjalizują się w zadaniach odtwórczych, rutynowych i nadal nie potrafią radzić sobie w sytuacjach wymagających samodzielnego, twórczego myślenia i rozumowania.

Niestety na razie większość podręczników szkolnych oraz metod prowadzenia lekcji kładzie nacisk na wyuczenie odpowiedzi, zamiast na uczenie zadawania pytań. Często od ucznia wymaga się pamiętania szczegółów i informacji cząstkowych, zamiast rozumienia ich w szerszym kontekście – bardziej w formie procesu lub układu zależności niż pojedynczych faktów. Oczekuje się powtórzenia przeczytanych lub wyuczonych argumentów zamiast dochodzenia do nich. Aby stworzyć uczniom warunki do rozwijania aktywnych postaw umożliwiających rozpoznawanie zagadnień naukowych, trzeba zapewnić im możliwość przeprowadzania doświadczeń, o których dziś czytają, lub których są, w najlepszym wypadku, biernymi obserwatorami. Polscy uczniowie dwa razy mniej czasu niż ich koledzy z OECD spędzają na doświadczeniach w laboratoriach. Częściej wykonują po prostu polecenia nauczyciela i nie potrafią, w wystarczającym stopniu samodzielnie myśleć. Poziom naukowego rozumowania polskich uczniów jest bliski średniej OECD. Niestety polscy gimnazjaliści specjalizują się w zadaniach odtwórczych, rutynowych i nadal nie potrafią radzić sobie w sytuacjach wymagających samodzielnego, twórczego myślenia i rozumowania. Polscy uczniowie wyraźnie nie radzą sobie także z zadaniami, w których mierzone są umiejętności związane z metodami stosowanymi w badaniach naukowych. Słabością polskich uczniów jest też rozpoznawanie zagadnień naukowych, co jak niejednokrotnie podkreślano, jest umiejętnością potrzebną nie tylko w pracach badawczych, ale i w sytuacjach codziennych. Polscy uczniowie również niezbyt dobrze radzą sobie z wykorzystywaniem dowodów naukowych, czyli mają kłopot z przełożeniem zjawiska bądź problemu na doświadczenie w laboratorium, jak również przełożeniem wiedzy teoretycznej na praktykę. Profesor Ewa Bartnik z Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, należąca do polskiego zespołu PISA, zwróciła uwagę, że na poziom wyników uzyskiwanych w

rozumowaniu, w naukach przyrodniczych, ma wpływ model nauczania przedmiotów przyrodniczych w różnych krajach. Według niej, dobrymi przykładami mogą być tutaj Polska i Francja, które uzyskały podobny wynik na ogólnej skali umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych. Znaczne różnice uwidaczniają się, gdy porównywane są konkretne umiejętności. We Francji najlepiej wypada interpretowanie i wykorzystywanie wyników i dowodów naukowych, a dużo gorzej wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy. Bartnik przytoczyła deklaracje uczniów dotyczące sposobu nauczania przedmiotów przyrodniczych w obu krajach. Wynika z nich, że 62 proc. polskich uczniów deklaruje, że nigdy lub prawie nigdy nie robi w trakcie lekcji doświadczeń w laboratorium. We Francji odsetek ten wynosi 27 proc., a średnio w krajach OECD - 32 proc. Wśród krajów OECD wyższy odsetek takich odpowiedzi niż Polacy deklarują tylko uczniowie na Węgrzech (63 proc.). Podobnie, według 52 proc. polskich uczniów, nigdy lub prawie nigdy nie wymaga się od nich, by zaplanowali w jaki sposób dane zagadnienie można zbadać w laboratorium (we Francji 36 proc., w krajach OECD 37 proc.). I w tym przypadku Polska należy do krajów z jednym z najwyższych odsetków takich odpowiedzi. Za naszym krajem są Włochy, Czechy, Belgia, Japonia i Węgry. Zarówno uczniowie z Czech, z Włoch, jak i Węgier, podobnie jak uczniowie z Polski, uzyskali gorsze wyniki w rozpoznawaniu zagadnień naukowych oraz interpretowaniu i wykorzystywaniu wyników, dużo lepsi byli z kolei wyjaśnianiu zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy. Z analizy powyższych informacji wynika fakt, że dzisiejsza edukacja musi podążać w kierunku zmiany metod i form pracy. W większym stopniu należy położyć nacisk na metody aktywizujące, kształcące u uczniów pożądane we współczesnym świecie umiejętności. Metoda projektów zaspokaja te potrzeby w każdym względzie. Zasadne wydaje się zatem podejmowanie działań mających na celu wdrażanie innowacyjnych programów z wykorzystaniem tej metody. Z pewnością umożliwią one kształtowanie i rozwój u uczniów tych umiejętności, które do tej pory są „piętą achillesową” polskiej edukacji.

### **3. Finlandia – sukces w edukacji**

We wcześniejszym rozdziale niniejszego dokumentu czytamy, że zdecydowanie najlepiej (w badaniach PISA) wypadli uczniowie w Finlandii. Średnio uzyskali oni wynik 563 punktów, o 63 punkty więcej niż średni wynik uczniów z krajów OECD i 21 punkty więcej niż drugi pod względem wyniku Hongkong (542 punktów). Należy dodać: tak jest od wielu lat. Ten kraj, niezasobny w bogactwa naturalne, który po II wojnie światowej przez długie lata spłacał odszkodowania wojenne Związkowi Radzieckiemu, i w którym z tego powodu była bieda i wysokie bezrobocie, osiągnął w oświacie najwyższy poziom. Wielu Europejczyków zadaje sobie pytanie, jak to się stało, że Finom udało się rozwiązać to, z czym boryka się większość krajów, w tym bogatych członków UE?

By sprostać narzuconym obciążeniom i zapobiec dalszemu ubożeniu społeczeństwa, rozwinięto w Finlandii przemysł ciężki – produkcję maszyn i statków, co z kolei spowodowało szybką industrializację i wymusiło rozwój szkolnictwa. Dziś jest to społeczeństwo oparte na wiedzy. Symbolem tego jest przekształcenie fabryki kaloszy NOKIA w producenta światowej sławy elektroniki.

W latach siedemdziesiątych zreformowano strukturę oświaty fińskiej, wcześniej podobną do niemieckiej. Zrezygnowano z dzielenia dzieci już w wieku lat 10 na te, które miały się uczyć w szkole ogólnokształcącej i te mniej zdolne, które miały przygotowywać się do zawodu. Dziś dzieci uczą się od siódmego roku życia w dziewięcioletniej szkole podstawowej, a dopiero po niej wybierają szkoły ogólnokształcące lub zawodowe. Większość wybiera liceum, a na studia idzie 70 proc. młodzieży. To najwięcej w Europie! Finowie uzyskują również znakomite wyniki w międzynarodowych testach, np. przodują w PISA. Na oświatę państwo przeznacza 7 proc. dochodu narodowego.

Jak Finowie realizują ten najbardziej udany eksperyment edukacyjny? Aby dobrze przygotować dzieci do szkoły, już w wieku 5 lat poddaje się je starannej diagnozie. Około 2/3 populacji traktuje się jako dzieci “o specjalnych potrzebach edukacyjnych”. Wylapuje się wszystkie deficyty, jak np. wada wzroku, dysleksja, dysgrafia itp., a następnie intensywnie pracuje nad ich usunięciem lub dostarczeniem niezbędnych urządzeń wspomagających. Dzieci uczą się w systemie łączonym: klasa I z II, III z IV i V z VI, tygodniowo mają 21 - 25 godzin lekcyjnych. Nauczyciel uczy wszystkich przedmiotów w tych dwóch klasach. Odbywają się także zajęcia wyrównawcze, ale nie są one symbolem niepowodzeń, tylko możliwością podniesienia poziomu uczniów, np. asystentki nauczyciela pomagają w klasach I

i II w nauce czytania i liczenia. Wszystkie dzieci od III klasy wzwyż uczą się języka angielskiego.

Młodzież w liceum ma do 30 godz. lekcji w tygodniu. Warto w tym miejscu przypomnieć, że młodzież z Południowej Korei, osiągająca podobne wyniki w teście PISA, ma ich ponad 50. Lekcji nie prowadzi się metodą wykładu (ciekawe, że u nas wciąż uważa się, że taką metodą uczy się najlepiej!), najczęściej stosuje się pracę w grupach. W każdej z grup jeden uczeń jest dobry, dwóch średnich i jeden słabszy, którego inne dzieci "podciągają". Dzięki temu m.in. Finlandia ma najmniejszą różnicę w teście PISA między najlepszymi i najgorszymi, po prostu tam nie ma złych uczniów!

Egzaminów jest mało i nie są one obowiązkowe. Obowiązuje tylko egzamin końcowy w liceum. Jest też egzamin wstępny na studia. Zasadniczą formą oceny bieżącej jest samoocena dzieci. Umiejętność samooceny dzieci ćwiczą od przedszkola. W szkole uczeń też sam się ocenia, a nauczyciel mówi, czy zgadza się z jego oceną.

Do rzadkości należą narkotyki, przemoc, lekceważenie nauczycieli, wagary. Czy to efekt surowego rygoru? Zbytńa dyscyplina działa odstręczająco. W szkole panuje atmosfera swobody i wyrozumiałości, nie ma też dzwonek. Nauczyciele są niezależni, mają swobodę doboru metod i podręczników. Istnieje podstawa programowa, ale jest dość ogólna, poziom nauczania reguluje opis wymagań. Administracja szkolna ufa nauczycielom, którzy nie muszą wypełniać stosów papierów, bo dokumentacja jest ograniczona do niezbędnego minimum. Dwa razy w roku przesyła się raport władzom oświatowym.

#### **4. Bez matematyki na studia techniczne – polska rzeczywistość**

Uczelnie na studia przyjmą każdego. To dobry interes. Po nie zdanej sesji zostaje subwencja. Mechanika i Budowa Maszyn czy Technologia Chemiczna - te kierunki można studiować, na przykład, na Politechnice Wrocławskiej bez matury z matematyki. W tym roku aż na 7 kierunkach na Politechnice Wrocławskiej był zerowy próg rekrutacyjny. W ubiegłym - na 11. To oznacza, że wystarczyło zdać maturę (z dowolnego przedmiotu), by dostać się na uczelnię. Egzamin dojrzałości z matematyki czy fizyki nie był konieczny. Na Politechnikę mogły się dostać nawet osoby, które na maturze zdawały historię czy geografię. Uniwersytet Wrocławski też przyjmuje wszystkich chętnych na ścisłe kierunki, które nie cieszą się popularnością. Na fizykę zostało przyjętych w tym roku tylko 38 osób. Każdy, kto złożył na ten kierunek podanie, dostał się. Co roku uczelnia na same filologie przyjmuje ponad trzy tysiące osób. Na kierunki ścisłe - matematykę i fizykę - 10 razy mniej.

Na filologię klasyczną przyjęto w tym roku więcej osób niż na fizykę techniczną. 25 lat bez obowiązkowej matematyki na maturze zrobiło swoje - jeśli uczniowie mogli się jej nie uczyć, to oczywiście chętnie z tego „przywileju” korzystali - a to oczywiście rzutuje na ogólny poziom znajomości przedmiotu. Uczniowie mają wyraźne deficyty w poprawnej analizie zadań, logicznym wnioskowaniu, rozumieniu pojęć bez opierania się w rozwiązaniu na znanych algorytmach, czy tworzeniu prostych modeli matematycznych do zadań praktycznych.

Prof. Krzysztof Konarzewski, dyrektor Centralnej Komisji Egzaminacyjnej zauważył, że próbna matura (zwiastun matury z obowiązkową matematyką) unaoczniała tylko, że szkoła za mało uczy twórczego podejścia do matematyki, rozumowania, budowania strategii rozwiązań, stawiania hipotez i weryfikowania ich prawdziwości. Zamiast tego skupia się na mechanicznym rozwiązywaniu schematycznych zadań, nie rzadko, bez rozumienia sensu tych rozwiązań. Podobnie jak teraz, również w ubiegłych latach polscy uczniowie nie radzili sobie z matematyką. Raporty OECD również pokazywały, że polscy uczniowie czuli się bezradni wobec najprostszyc problemow matematycznych. Ten stan rzeczy potwierdzały także wyniki kolejnych egzaminow maturalnych z matematyki. Zdajacy zazwyczaj woleli zastosowac dobrze znane algorytmy w typowym kontekście, ale mieli klopoty z tym, co nazywamy myśleniem twórczym, z analizą problemow i interpretacją otrzymanych wynikow. Większość maturzystow nie potrafiła samodzielnie zaplanowac rozwiązania bardziej złożonych matematycznie problemow. Nie umiała formułowac własnych hipotez i ich uzasadniać.

## 5. Głos w dyskusji

Analizując problemy w nauczaniu przedmiotow matematyczno-przyrodniczych w polskich szkołach, nie sposób pominac opinii profesora Łukasza A. Turskiego, wybitnego fizyka, specjalizującego się w fizyce materii skondensowanej i mechanice statystycznej, jednego z pomysłodawcow budowy Centrum Nauki „Kopernik”. Opinia profesora Turskiego jest bowiem reprezentatywna dla środowiska wybitnych specjalistow w dziedzinie nauk ścisłych a najpełniej ukazuje ją wywiad przeprowadzony z profesorem przez Renatę Kim, w maju 2010 roku.

Po co zmuszac tysiące młodych ludzi, by uczyli się matematyki?

– *Po to, żeby nie wpadli w poważne klopoty. Bez racjonalnego myślenia człowiek we współczesnym świecie zginie.*

A czymże grozi temu człowiekowi nieznanomość, powiedzmy, wielomianów?



– Bankructwem. Bo osoba, która nie zna wielomianów, nie zrozumie odczytu licznika energii. I nie wie, co zrobić z książeczką, w której lekarz kazał zapisywać wyniki pomiaru ciśnienia. Chory mierzy posłusznie ciśnienie, zapisuje liczby i tyle. A gdyby znał wielomiany, wiedziałby również, kiedy pędzić do lekarza.

Wystarczy, żeby wiedział, jakie ciśnienie jest normalne i kiedy norma została przekroczona.

– A skąd wiadomo, co to jest ciśnienie w normie? Norma może być różna dla różnych osób. I nie jest ważne, ile wynosi ciśnienie, ale to, jak wygląda jego wykres: w którą stronę się zmienia i jak szybko. Odczytanie takich danych nie wymaga znajomości skomplikowanej matematyki, a jest bardzo potrzebne.

A do czego potrzebna będzie na co dzień umiejętność rozwiązania maturalnego zadania: „Wskaż nierówność, która opisuje sumę przedziałów zaznaczonych na osi liczbowej”?

– Nierówności są ważne. Jeśli ktoś potrafi dobrze się nimi posługiwać, będzie wiedział, w którym banku (dobrym) robią go w bambuko, namawiając do zaciągnięcia kredytu mieszkaniowego, a w którym trochę mniej. Matematyka jest też potrzebna, by wiedzieć, że kłamliwe są reklamy, z których wynika, że płyn XY sprawi, iż puszystość włosów wzrośnie o 91,5 procent. To kompletna brednia. (...) Racjonalne myślenie, możliwość ilościowej i jakościowej analizy zjawiska – to właśnie jest matematyka. Bez niej człowiek wróci na drzewo.

Nie zdawałam matury z matematyki, a sobie radzę.

– Po pierwsze, znacznie więcej pani wie o matematyce, niż się pani wydaje. A po drugie, powtarza pani modną w środowiskach inteligenckich mantrę: nie umiałem matematyki, a wyszedłem na ludzi. Mogła pani oczywiście nie lubić obliczać objętości kuli wpisanej w ostrosłup, który jest wycięty z graniastoslupa. Zapewniam jednak, że takie obliczenia mogą być nie tylko fantastycznym przeżyciem, ale też się przydają. Inżynierowie, którzy ich w szkole i na studiach nie robili, planują teraz fatalne estakady. Takie jak ta u zbiegu ulic Rzymowskiego, Wołoskiej i alei Wilanowskiej w Warszawie, która pod każdym kątem jest zbudowana w złą stronę, startuje w złym miejscu, w złym się kończy. Większość skrzyżowań w Polsce jest zbudowana wbrew prawom geometrii, bo ich budowę nadzorowali inżynierowie, którzy nie znają matematyki. Nie nauczono ich myśleć z wyobraźnią.

Może więc i ta obowiązkowa matura z matematyki dla wszystkich nie była potrzebna?

– Nie! Ona jest bardzo potrzebna, bo konieczny jest test ze znajomości matematyki. Z dwóch powodów: po pierwsze, żeby dzieci uczyły się tego przedmiotu, a po drugie, żeby sprawdzić, czy wszyscy uczniowie opanowali elementarny poziom wiedzy matematycznej. A na razie nie ma lepszego sposobu sprawdzenia niż obowiązkowa matura. Problem polega na tym, że mamy tandetny poziom nauczania matematyki i dlatego kandydaci na studia mają niewystarczającą wiedzę w tej dziedzinie. Problemem są dla nich nawet ułamki. I to nie dlatego, że głupia jest młodzież, tylko dlatego, że jest głupio uczona. Nic dziwnego, skoro właśnie obchodzimy 25. rocznicę zakazu nauki matematyki. (...). Kiedy zniesiono obowiązkową maturę z matematyki, szkoła przestała uczyć tego przedmiotu. Jakies 20 lat temu kupiłem w antykwariacie wszystkie stare podręczniki matematyki, jakie mieli. Potem dawałem je w prezencie profesorowi Balcerowiczowi, premierowi Bieleckiemu i wielu innym ludziom. Ostatni, napisany na przełomie XIX i XX wieku przez profesora Placyda Dziwińskiego z Politechniki Lwowskiej, zachowałem dla siebie i pokazuję jako wzór. Wystarczyłoby go napisać językiem bardziej zrozumiałym dla współczesnej młodzieży, a także zmienić

*jednostki monetarne z halery na dzisiejsze złote, i mielibyśmy rewolucyjny podręcznik matematyki. (...). Zawiera znacznie więcej poważnej matematyki niż wszystkie pisane w tej chwili podręczniki razem wzięte. A jednocześnie w programie nauczania są bardzo praktyczne kwestie: jak założyć spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością, czym się ona różni od komandytowej, co to jest renta i jak wziąć kredyt na założenie pasieki. Autor wiedział, że matematyka ingeruje w każdy element życia. Z zazdrością patrzę na Stany Zjednoczone. W zeszłym roku prezydent Barack Obama stwierdził, że zajmowanie przez amerykańskie dzieci słabych miejsc, czyli poza pierwszą piątką, w międzynarodowych olimpiadach matematycznych i fizycznych stanowi takie samo zagrożenie dla bezpieczeństwa USA jak Al-Kaida. A kilka tygodni temu zadeklarował kolejne pięć miliardów dolarów na poprawę jakości nauczania matematyki. W tym czasie polskie MEN podejmuje absurdalne decyzje, które stanowią próbę demontażu istniejących od 40 lat olimpiad z matematyki i fizyki. Czy wszyscy na świecie są totalnie ogłupiali, a tylko my dzierzymy wysoko sztandar nieuctwa i idziemy w dobrym kierunku? Czy jednak to świat lepiej rozumie, jak ważna jest matematyka?*

(Kim, R.2010)

## **6. Egzaminy po kolejnych etapach edukacyjnych**

### Sprawdzian szóstoklasisty

Sprawdzian jest egzaminem przeprowadzanym w szóstej klasie szkoły podstawowej. Jest on powszechny i obowiązkowy, co oznacza, że muszą do niego przystąpić wszyscy uczniowie - zarówno uczniowie szkół podstawowych dla dzieci i młodzieży, jak i słuchacze szkół podstawowych dla dorosłych. Przystąpienie do sprawdzianu jest jednym z warunków ukończenia szkoły. Na sprawdzianie badany i oceniany jest poziom osiągnięć uczniów w zakresie pięciu obszarów umiejętności:

- czytania,
- pisania,
- rozumowania,
- korzystania z informacji,
- wykorzystywania wiedzy w praktyce.

Sprawdzianu nie można nie zdać. Wynik ma znaczenie tylko informacyjne i nie powinien być podstawą do prowadzenia jakiegokolwiek selekcji. Każdy uczeń, który ukończył szkołę podstawową, niezależnie od wyników sprawdzianu musi być przyjęty do gimnazjum w swoim rejonie, jeśli nie ukończył 16 roku życia. Uczniowie, którzy do sprawdzianu nie przystąpią w danym roku, muszą powtórzyć ostatnią klasę szkoły podstawowej i przystąpić do sprawdzianu w roku następnym. Pierwszy sprawdzian odbył się 10 kwietnia 2002 roku.

W 2008 roku około 25% uczniów osiągnęło wyniki w obszarze wyników wysokich (co najmniej 80% możliwych punktów), ale także niemal co czwarty uczeń osiągnął wynik niski.

W czytaniu uczniowie uzyskali 75% punktów, w pisaniu - 57% punktów, w rozumowaniu - 69% punktów, w korzystaniu z informacji - 61% punktów, natomiast w wykorzystywaniu wiedzy w praktyce uczniowie uzyskali 57% punktów.

W roku 2009 odsetek uczniów, którzy nie poradzili sobie z zadaniami sprawdzającymi umiejętności w kategoriach rozumowania i wykorzystania wiedzy w praktyce, był szczególnie wysoki, co obrazuje tabela nr 4.

Tabela 4. Wyniki uczniów na sprawdzianie po szóstej klasie w 2009r.

Zakres	Minimum	Maksimum	Mediana	Średnia	Odchylenie standardowe
Cały test	0	40	23	22,64	7,63
Czytanie	0	10	8	7,62	2,02
Pisanie	0	10	5	4,99	2,63
Rozumowanie	0	8	5	3,79	2,12
Korzystanie z informacji	0	4	2	2,44	1,09
Wykorzystywanie wiedzy w praktyce	0	8	4	3,81	1,94

Zródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2009

Nieco wyższe wyniki w kategoriach rozumowania i wykorzystania wiedzy w praktyce osiągnęli uczniowie w roku 2010, jednak w dalszym ciągu te umiejętności są na niezadowalającym poziomie.

Tabela 5. Wyniki uczniów na sprawdzianie po szóstej klasie w 2009r.

Zakres	Minimum	Maksimum	Mediana	Średnia	Odchylenie standardowe
Cały test	0	40	25	24,56	8,03
Czytanie	0	10	8	7,36	1,72
Pisanie	0	10	5	5,32	2,62
Rozumowanie	0	8	6	5,23	2,36
Korzystanie z informacji	0	4	2	2,37	1,17
Wykorzystywanie wiedzy w praktyce	0	8	4	4,27	2,34

Zródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010

W pierwszych latach przeprowadzania sprawdzianu poziom umiejętności niezbędnych do rozwiązywania zadań był dość niski w każdym obszarze. W kolejnych latach poziom umiejętności w obszarze czytanie, pisanie, korzystanie z informacji raczej wzrastał. Jednak w obszarze rozumowanie oraz wykorzystanie wiedzy w praktyce uczniowie osiągnęli słabe, a nawet bardzo słabe wyniki. Należy stwierdzić, że już na początku swej edukacyjnej drogi uczniowie mają poważne trudności w zakresie kompetencji kluczowych.

### Egzamin po gimnazjum

Egzaminy pogimnazjalne sprawdzają umiejętności uczniów w określonych standardach. Standardy wymagań z zakresu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych ujęte są w czterech obszarach:

- umiejętnego stosowania terminów, pojęć i procedur z zakresu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych niezbędnych w praktyce życiowej i dalszym kształceniu,
- wyszukiwania i stosowania informacji,
- wskazywania i opisywania faktów, związków i zależności, w szczególności przyczynowo-skutkowych, funkcjonalnych, przestrzennych i czasowych,
- stosowania zintegrowanej wiedzy i umiejętności do rozwiązywania problemów.

Po każdym egzaminie można sformułować podobne wnioski: absolwenci gimnazjum mają duże trudności w rozwiązywaniu zadań sprawdzających stosowanie wiedzy do rozwiązywania problemów, umiejętnego stosowania terminów i pojęć matematyczno-przyrodniczych, opisywania związków przyczynowo-skutkowych, a więc nie posiadają (w dużej części) umiejętności kluczowych, niezbędnych do skutecznego funkcjonowania w nowoczesnym społeczeństwie. Przykład wyników (porównywalnych z wynikami z różnych lat) osiągniętych przez gimnazjalistów na egzaminie obrazuje poniższa tabela.

Tabela 6. Test matematyczno-przyrodniczy po gimnazjum.

obszar umiejętności	maksymalna liczba punktów	średnia krajowa	średnia OKE Wrocław
umiejętne stosowanie terminów, pojęć i procedur z zakresu przedmiotów matematyczno przyrodniczych niezbędnych w praktyce życiowej i dalszym kształceniu	15	7,41	7,13
wyszukiwanie i stosowanie informacji	12	8,52	8,41
wskazywanie i opisywanie faktów, związków i zależności, w szczególności przyczynowo-skutkowych, funkcjonalnych, przestrzennych i czasowych	15	8,17	7,95
stosowanie zintegrowanej wiedzy i umiejętności do rozwiązywania problemów	8	2,97	2,81

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2009

Wyniki zestawione w tabeli pokazują, że umiejętności kształcone w gimnazjum są na niezadowalającym poziomie. Jedynie w obszarze wyszukiwania informacji wyniki są satysfakcjonujące. Od lat najwięcej problemów uczniowie mają ze stosowaniem zintegrowanej wiedzy i umiejętności do rozwiązywania problemów.

Analiza rozwiązań uczniowskich potwierdza przywiązanie uczniów do korzystania z zapamiętanych wzorów (często bez ich rozumienia). Zamiast logicznie uporządkowanego ciągu obliczeń lub przekształceń pojawiają się rozrzucone zapisy fragmentów rozumowań.

Można zauważyć brak krytycznego oceniania wyniku - uczniowie nie oceniają sensowności wyniku pozbawiając się szansy poprawy popełnionego błędu. Należy również zauważyć, że

uczniowie, którzy operują umiejętnościami wystarczającymi do rozwiązania dość trudnych, ale typowych zadań, nie rozwiązują zadań o podobnym stopniu trudności, jednak wymagających twórczego podejścia. Materiał szkolny jest więc ćwiczony i wyćwiczony. Jednak wobec nietypowych zadań uczniowie tracą rezon i nie wykorzystują swoich możliwości.

### Egzamin maturalny

Niestety wyniki egzaminów maturalnych z przedmiotów matematyczno-przyrodniczych również nie są zadowalające, co wydaje się być konsekwencją małych osiągnięć uczniów na wszystkich etapach kształcenia. Wyniki egzaminów maturalnych z poszczególnych przedmiotów, z grupy matematyczno-przyrodniczych, prezentowane w poniższej tabeli, potwierdzają tą tezę.

Tabela 7. Wyniki egzaminów maturalnych z przedmiotów matematyczno-przyrodniczych

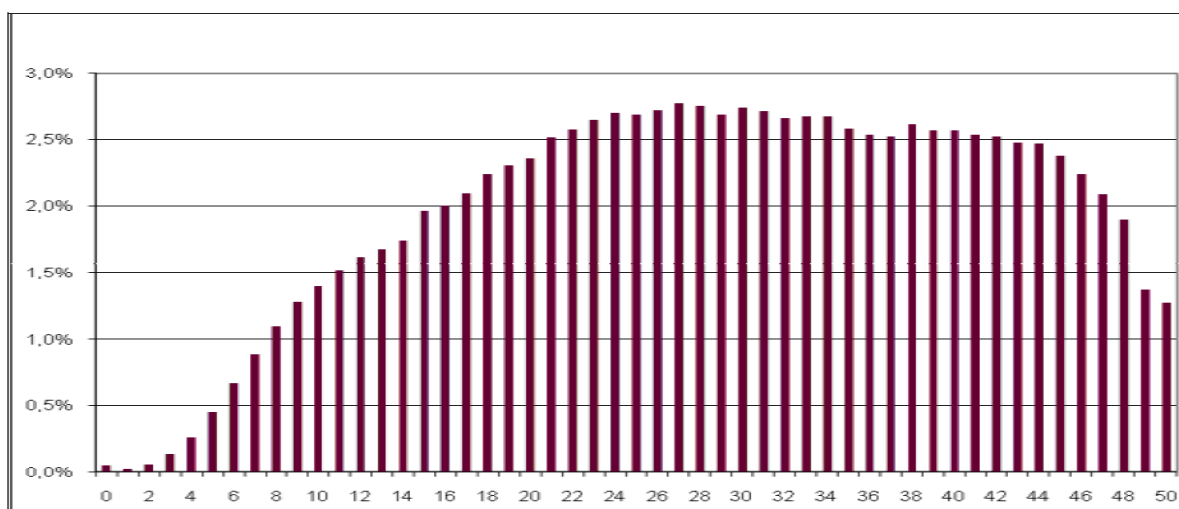
Przedmiot	Wrocław (%)	województwo dolnośląskie (%)	kraj (%)
2009/2010 poziom podstawowy			
matematyka	65,4	46,2	58,5
fizyka	53,8	42,9	43,4
chemia	44,1	46,8	48,3
biologia	48,4	46,5	45,5
geografia	44,7	44,8	45,8
2008/2009 poziom podstawowy			
matematyka	47,0	46,7	49,0
fizyka	36,5	36,0	61,1
chemia	59,1	58,4	60,3
biologia	43,4	42,5	44,2
geografia	50,35	49,6	50,4
2009/2010 poziom rozszerzony			
matematyka	49,5	57,8	49,3
fizyka	55,3	52,9	58,8
chemia	62,5	59,5	61,5
biologia	53,5	52,8	54,6
geografia	45,7	45,512	49,1
2008/2009 poziom rozszerzony			
matematyka	55,3	55,2	58,5
fizyka	57,0	57,0	61,1
chemia	56,7	56,1	60,3
biologia	55,0	54,7	58,5

geografia	47,6	47,5	53,7
2007/2008 poziom podstawowy			
matematyka	51,1	50,8	53,0
fizyka	50,1	48,7	57,0
chemia	50,1	49,7	51,0
biologia	41,6	41,3	41,0
geografia	45,3	48,9	46,0
2007/2008 poziom rozszerzony			
matematyka	52,2	52,6	54,0
fizyka	50,0	50,3	54,0
chemia	53,1	49,7	57,0
biologia	48,0	48,3	51,0
geografia	45,1	48,7	55,0

Źródło: CKE-wyniki egzaminów maturalnych; OKE Wrocław

Powyższa tabela pokazuje, że osiągnięte wyniki z egzaminu maturalnego z przedmiotów matematyczno-przyrodniczych, tak na poziomie podstawowym jak i rozszerzonym nie są zadowalające. Warto więc prześledzić dokładniej sytuację edukacyjną uczniów na podstawie wyników matury w wybranym roku, np. 2010.

#### Analiza wyników maturalnych z 2010 r. z matematyki - poziom podstawowy



Wykres 1. Rozkład wyników na poziomie podstawowym.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010

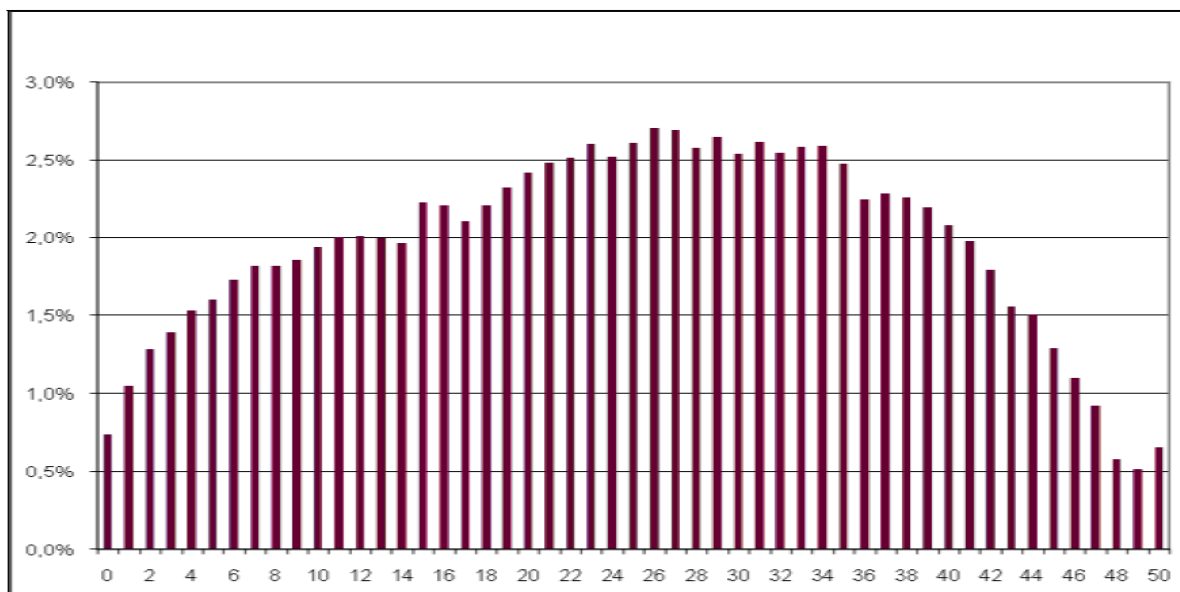
Zadania sprawdzały umiejętności opisane we wszystkich pięciu obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych, czyli:

- wykorzystanie i tworzenie informacji,
- wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji,
- modelowanie matematyczne,

- użycie i tworzenie strategii,
- rozumowanie i argumentacja.

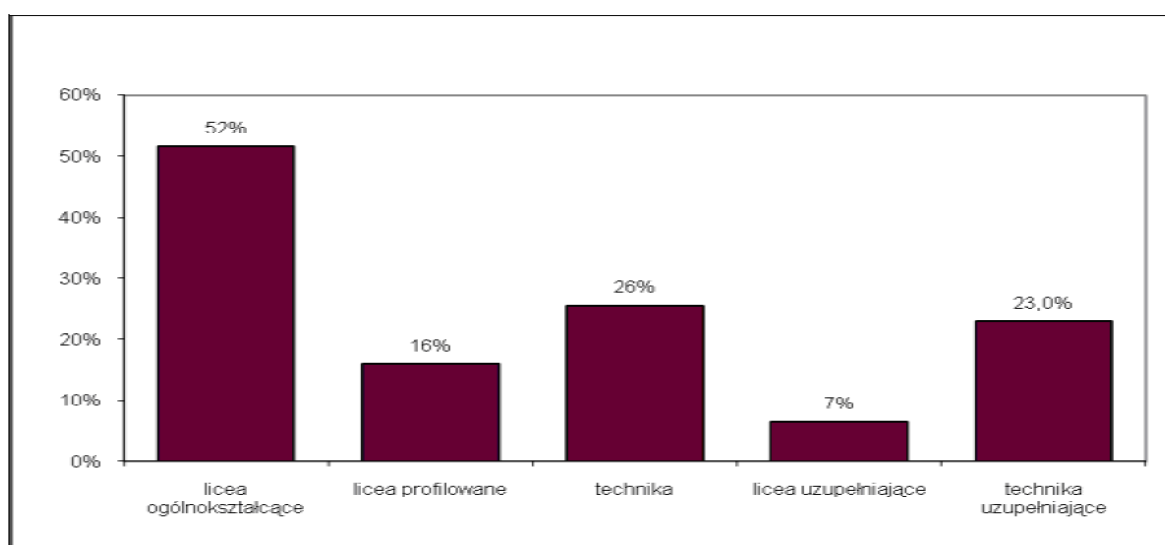
Średni wynik egzaminu był najwyższy wśród absolwentów liceów ogólnokształcących. Dla absolwentów pozostałych typów szkół arkusz dla poziomu podstawowego okazał się trudny. Wskaźnik łatwości zadań mieścił się w przedziale 0,08–0,94. Najtrudniejszymi okazały się zadania, w których zdający mieli się wykazać umiejętnością przeprowadzenia rozumowania składającego się z niewielkiej liczby kroków.

#### Analiza wyników maturalnych z 2010 r. z matematyki - poziom rozszerzony



Wykres 2. Rozkład wyników na poziomie rozszerzonym.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.



Wykres 3. Średnie wyniki w różnych typach szkół.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

Najwyższy średni wynik na poziomie rozszerzonym uzyskali absolwenci liceów ogólnokształcących. Wskaźnik łatwości zadań mieścił się w przedziale 0,23–0,79. Najtrudniejsze okazały się zadania, do rozwiązania których zdający musiał wykazać się umiejętnością tworzenia i użycia strategii rozwiązania problemu oraz umiejętnością rozumowania, w trakcie którego tworzył łańcuch argumentów i uzasadniał jego poprawność. Zdający, których wyniki znalazły się w klasie średniej, uzyskali w tym roku 45–56% punktów. Aby znaleźć się w klasie najwyższych wyników zdający musiał uzyskać co najmniej 91% punktów. W tym stanie znalazło się 2051 osób. Nie budzi wątpliwości fakt, że wszystkie zadania na poziomie podstawowym były standardowe, o niskim poziomie skomplikowania. Badały absolutnie podstawowe umiejętności matematyczne ucznia. Należy stwierdzić, że kompetencje matematyczne uczniów są na niskim poziomie.

W tym roku po raz pierwszy cały rocznik maturzystów został poddany sprawdzianowi z praktycznie wszystkich najbardziej podstawowych pojęć i faktów nauczanych w szkole ponadgimnazjalnej. Warto zauważyć, że w arkuszu dla poziomu podstawowego wystąpiły nie tylko zadania „rutynowe” – były tam także zadania, do rozwiązania których niezbędne było przeprowadzenie rozumowania matematycznego. Jest to zgodne z obowiązującymi standardami wymagań egzaminacyjnych (oraz nową podstawą programową). Ponieważ kształcenie umiejętności rozumowania i argumentacji stanowi kwintesencję matematyki, należy oczekiwać, że zadania tego typu będą w przyszłości stałym i coraz mocniej obecnym elementem arkuszy maturalnych.

Błędy zdających:

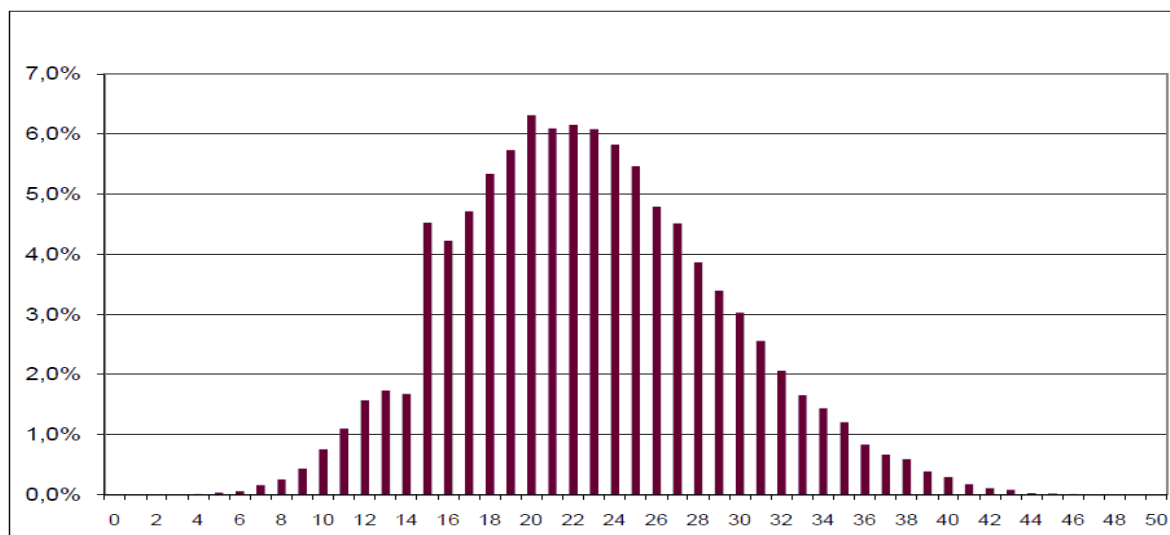
- brak umiejętności zapisania związków przyczynowo-skutkowych,
- brak umiejętności modelowania matematycznego,
- błędna interpretacja informacji,
- błędy nieuwagi i błędy rachunkowe przy pokonywaniu zasadniczych trudności,
- błędy merytoryczne i rzeczowe,
- podejmowanie prób odgadnięcia wyniku – często bez związku z warunkami zadania,
- brak konfrontacji błędnych wyników z treścią zadania lub z jego założeniami.

Przedstawione wyniki statystyczne wskazują, że uczniowie mają trudności z każdym typem zadań otwartych. Brak umiejętności niezbędnych do prawidłowego rozwiązywania tego typu zadań matematycznych może wynikać z niestosowania w szkole metody projektu, która kształci wszechstronne umiejętności ucznia, zwłaszcza te, których brak jest przyczyną błędów zdających.

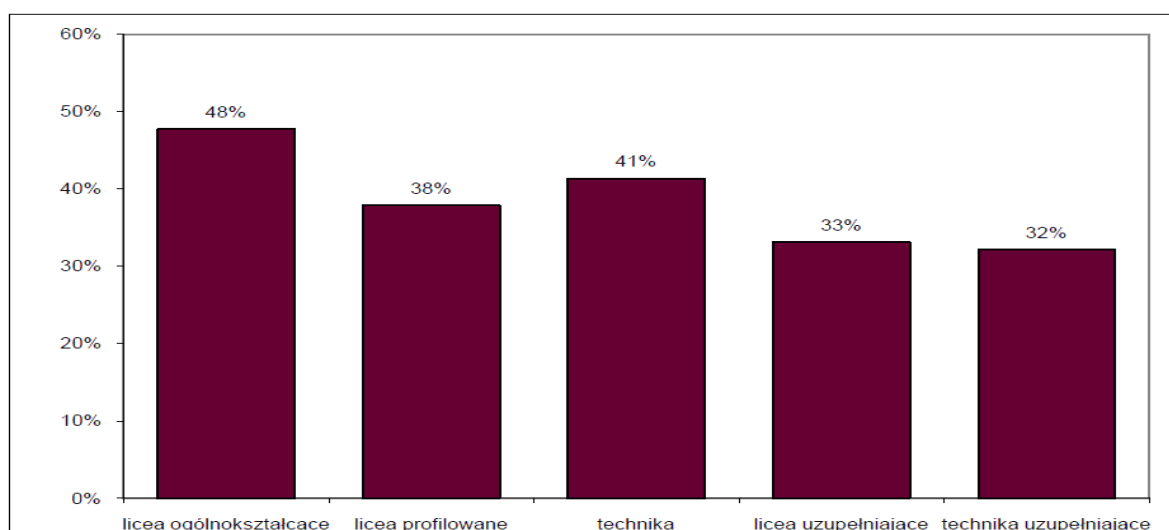


By wpłynąć na poprawę uzyskiwanych przez uczniów wyników niezbędne jest wdrożenie nowych metod pracy, w tym metody projektu, która wykształci u uczniów niezbędne umiejętności.

#### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z biologii - poziom podstawowy



Wykres 4. Rozkład wyników na poziomie podstawowym.  
Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.



Wykres 5. Średnie wyniki w różnych typach szkół.  
Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

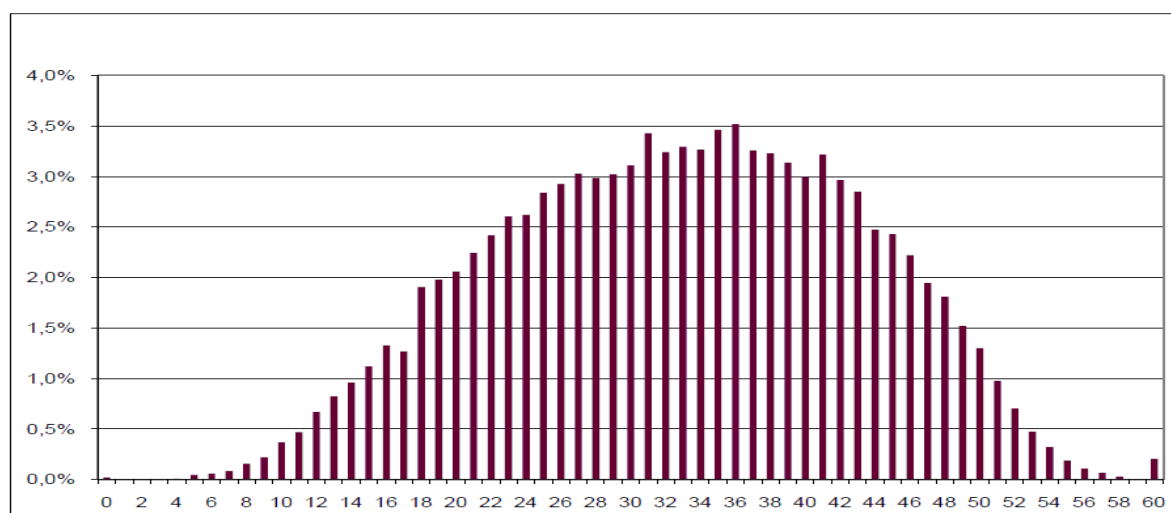
Średni wynik egzaminu był najwyższy wśród absolwentów liceów ogólnokształcących aczkolwiek niezadowalający. Dla absolwentów pozostałych typów szkół arkusz dla poziomu podstawowego okazał się trudny. Wskaźnik łatwości zadań mieścił się w przedziale 0,05–0,95. Dla zdających najtrudniejsze okazały się zadania, do rozwiązania których niezbędna była znajomość podstawowych wiadomości biologicznych, np.: roli elementów budujących organizm człowieka, skutków niewłaściwego odżywiania się, albo znajomość terminologii i

pojęć z zakresu genetyki. Zdający mieli również trudności z zadaniami sprawdzającymi rozumienie procesów biologicznych oraz z zadaniami, które sprawdzały umiejętność wykorzystania materiałów źródłowych do uzasadnienia odpowiedzi.

Najwyższą moc różnicującą miały zadania, które wymagały rozwiązywania zadań genetycznych z zakresu dziedziczenia cech u człowieka oraz zadanie sprawdzające umiejętność określania zależności przyczynowo-skutkowych.

Wniosek ponownie nasuwa się jednoznaczny: uczniowie nie nabywają kompleksowych umiejętności do rozwiązywania problemu ponieważ nie wykorzystują w stopniu odpowiednim metody projektu wyposażająca uczniów w różnorakie umiejętności.

### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z biologii - poziom rozszerzony



Wykres 6. Rozkład wyników na poziomie rozszerzonym.

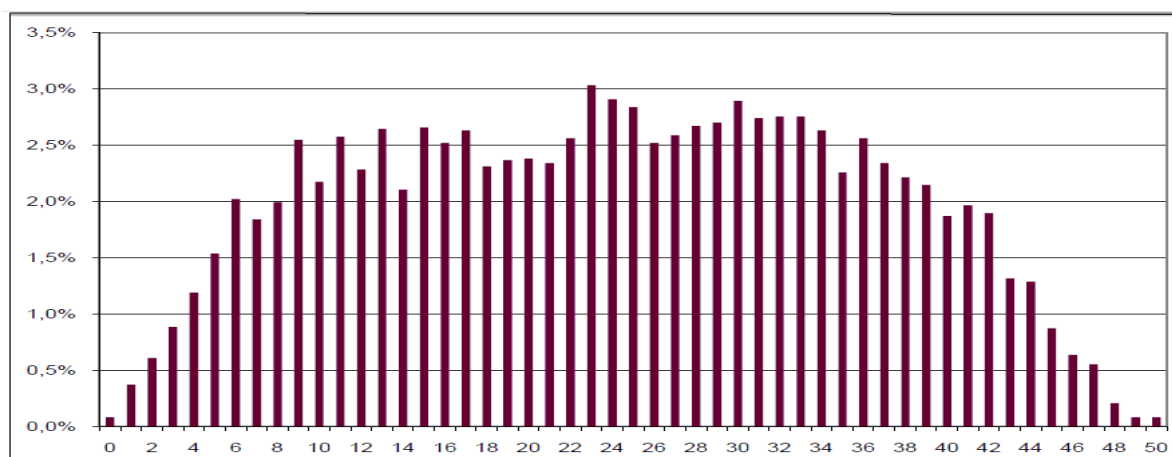
Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

Najlepsze, choć niezadowalające wyniki na poziomie rozszerzonym osiągnęli absolwenci liceów ogólnokształcących. Dla absolwentów innych typów szkół, podobnie jak w roku poprzednim, egzamin był trudny. Wskaźnik łatwości zadań mieścił się w przedziale 0,05–0,95. Dla zdających najtrudniejsze okazały się zadania, do rozwiązania których niezbędna była znajomość podstawowych wiadomości biologicznych, np.: roli elementów budujących organizm, skutków niewłaściwego odżywiania się albo znajomość terminologii i pojęć z zakresu genetyki. Zdający mieli również trudności z zadaniami sprawdzającymi rozumienie procesów biologicznych, a także z zadaniami, które sprawdzały umiejętność wykorzystania materiałów źródłowych do uzasadnienia odpowiedzi. Najwyższą moc różnicującą miały zadania, które wymagały rozwiązywania zadań genetycznych z zakresu dziedziczenia cech u człowieka oraz zadanie sprawdzające umiejętność określania zależności przyczynowo-skutkowych i dotyczące transplantacji narządu.

Analiza tegorocznych wyników pozwala stwierdzić, że podobnie jak w latach poprzednich, łatwość zadania nie zależała ani od zakresu treści, której ono dotyczyło, ani od umiejętności, którą sprawdzało. O sukcesie na egzaminie decydowała przede wszystkim rzetelna i dogłębna wiedza biologiczna zdającego oraz umiejętność jej wykorzystania do rozwiązywania problemów. Nie bez znaczenia dla poprawności odpowiedzi była też umiejętność czytania poleceń ze zrozumieniem i sprawność językowa maturzysty. Najwięcej problemów uczniom sprawiało określanie funkcji oraz przedstawianie związków między strukturą i funkcją w organizmie człowieka. Zwraca uwagę fakt braku umiejętności korzystania z informacji, wyjaśnianie zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy prezentowanymi faktami, wnioskowania i uzasadniania. Niektórzy maturzyści nie rozumieją poleceń do zadań najczęściej dlatego, że nie zwracają uwagi na zawarte w nich czasowniki operacyjne i nie wiedzą, jakie czynności powinni wykonać.

Problemy związane z holistycznym, analitycznym i logicznym myśleniem wynikają z niewłaściwych metod pracy stosowanych na lekcjach. Należy zastosować metody wykorzystujące wieloaspektowość myślenia, tworzące problemy do badania i dyskusowania, obserwacji procesów. Najbardziej wskazaną jest metoda projektów.

#### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z chemii – poziom podstawowy



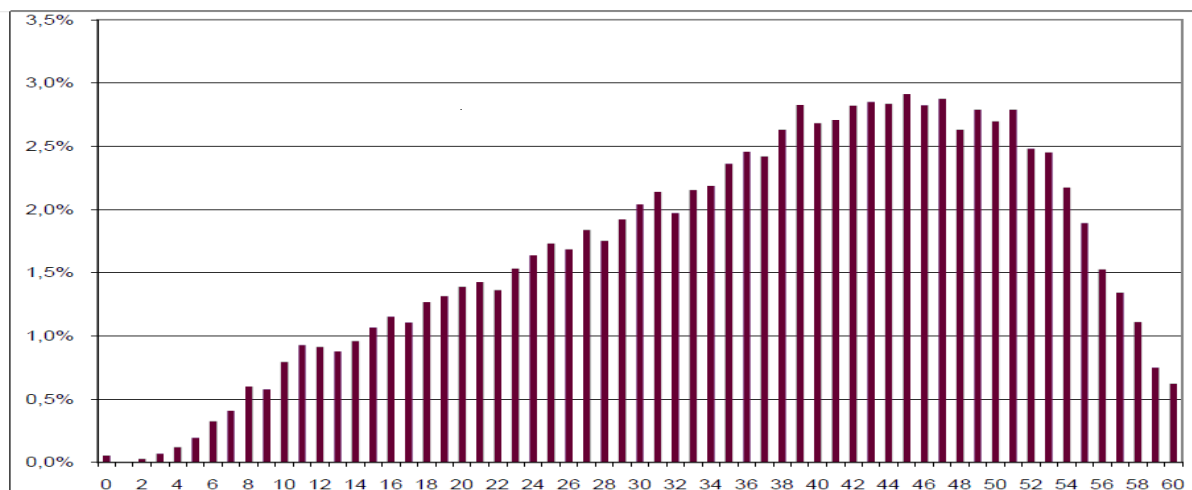
Wykres 7. Rozkład wyników na poziomie podstawowym.  
Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

Arkusz dla poziomu podstawowego zastosowany na tegorocznym egzaminie okazał się trudny dla ogółu zdających. Najwyższy średni wynik uzyskali absolwenci liceów ogólnokształcących (51%) i dla tych zdających egzamin był umiarkowanie trudny.

Wskaźniki łatwości zadań mieściły się w przedziale 0,14–0,80, a największą liczbę zadań stanowiły zadania trudne. Dla zdających najtrudniejsze okazało się zadanie sprawdzające

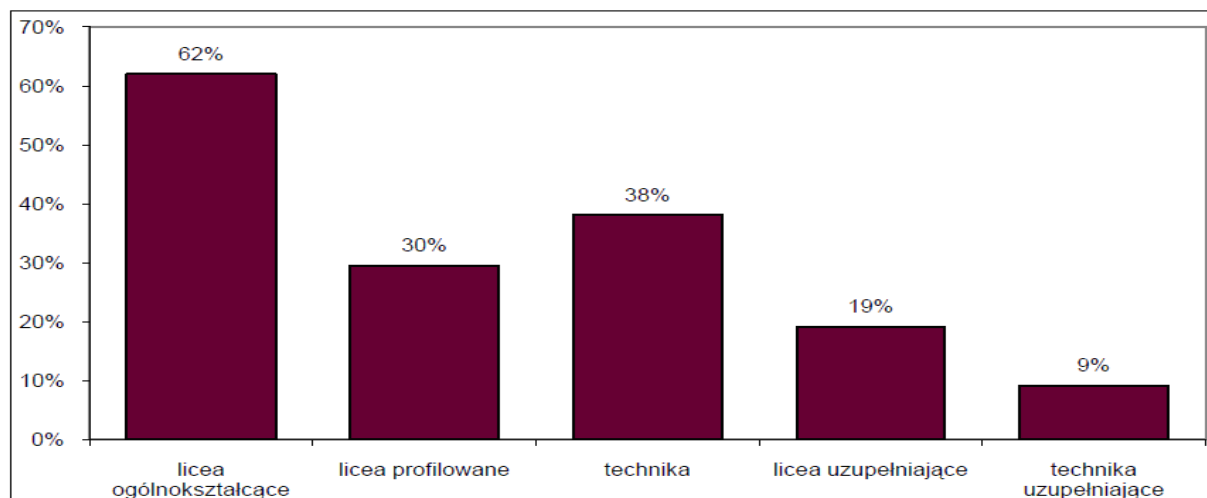
umiejętność zaprojektowania sposobu otrzymania roztworu o określonym stężeniu. Arkusz nie zawierał zadań bardzo łatwych. Najwyższą moc różnicującą miało zadanie sprawdzające wiadomości o reakcjach, jakim ulegają pochodne węglowodorów, i umiejętność przedstawienia tych procesów w postaci równań reakcji.

#### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z chemii – poziom rozszerzony



Wykres 8. Rozkład wyników na poziomie rozszerzonym.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.



Wykres 9. Średnie wyniki w różnych typach szkół.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

Arkusz dla poziomu rozszerzonego zastosowany na tegorocznym egzaminie okazał się umiarkowanie trudny dla ogółu zdających. Najwyższy średni wynik uzyskali absolwenci liceów ogólnokształcących. Dla absolwentów technik i liceów profilowanych egzamin okazał się trudny. Najniższe średnie wyniki uzyskali absolwenci liceów uzupełniających oraz techników uzupełniających. Wskaźniki łatwości większości zadań były wyższe niż zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego i mieściły się w przedziale 0,13–0,86. Arkusz nie

zawierał zadań bardzo łatwych, a największą liczbę zadań stanowiły zadania umiarkowanie trudne. Dla zdających najtrudniejsze okazało się zadanie sprawdzające umiejętność obliczenia stężeń początkowych na podstawie informacji o równowagowych stężeniach reagentów. Najwyższe wartości wskaźnika mocy różnicującej miały zadania, w których zdający musieli wykazać się umiejętnością analizy, selekcji, interpretacji oraz uzupełnienia informacji o przebiegu procesów chemicznych przedstawionych w formie tekstu lub schematu. Wysokie wartości wskaźnika mocy różnicującej świadczą o tym, że zadania dobrze różnicowały zdających ale jednocześnie wykazały niski poziom wiadomości i umiejętności uczniów.

Zadania składające się na arkusze egzaminacyjne z chemii dla obu poziomów sprawdzały wiadomości i umiejętności niezbędne do dalszego kształcenia, szczególnie na kierunkach przyrodniczych. Stopień przygotowania do egzaminu części uczniów był niższy niż w latach ubiegłych.

Na egzaminie maturalnym z chemii najlepiej radziły sobie osoby dobrze przygotowane z przedmiotów matematyczno-przyrodniczych, nie tylko z chemii, ale także z fizyki i matematyki. Nie bez wpływu na wynik egzaminu była też biegłość posługiwania się językiem ojczystym. Bardzo dobry wynik na egzaminie maturalnym z chemii osiągnęli maturzyści, którzy rozumieli teksty czytanych poleceń oraz informacji do zadań, umieli dokonać analizy ich treści i potrafili logicznie, jednoznacznie i poprawnie merytorycznie formułować odpowiedzi na postawione pytania i problemy, a także rozwiązywać zadania rachunkowe. Umiejętność sprawnego posługiwania się językiem pojęć, symboli i równań chemicznych oraz językiem wyrażeń matematycznych okazała się również niezbędna do osiągnięcia sukcesu egzaminacyjnego. Niestety umiejętności te posiadają tylko nieliczni uczniowie, 4% wszystkich zadających. Należy zatem rozważyć wprowadzenie metod pracy, dzięki którym będzie można wyposażyć ucznia w różnorodne kompetencje. Metodą sprawdzającą się w praktyce jest metoda projektów.

Każdego roku, analizując rozwiązania zadań egzaminacyjnych oraz wyniki matur, egzaminatorzy, pracownicy i współpracownicy komisji egzaminacyjnych podejmują próbę sformułowania wniosków na temat mocnych i słabych stron wykształcenia chemicznego maturzystów. Od wielu lat obok prac dobrych, bardzo dobrych i wybitnych, w których odpowiedzi są przemyślane, precyzyjne i spójne logicznie, znajdują się prace słabe i bardzo słabe. Taka sytuacja miała miejsce także i w tym roku. Szczególnie w przypadku egzaminu maturalnego z chemii na poziomie podstawowym można zauważyć, że liczna grupa zdających nie opanowała w wystarczającym stopniu koniecznych wiadomości i umiejętności. Analiza współczynników łatwości zadań z arkuszy egzaminacyjnych z chemii dla obu

poziomów pozwala stwierdzić, że, podobnie jak w roku ubiegłym, przynależność sprawdzanych umiejętności do obszarów standardów wymagań egzaminacyjnych nie miała wpływu na łatwość zadań. Zarówno zadania, które okazały się łatwe, jak i te, które były trudne, badały stopień opanowania umiejętności należących do wszystkich obszarów standardów. Podobnie rodzaj zadania miał niewielki wpływ na to, czy było ono łatwe, czy trudne. Jednak na tegorocznej maturze z chemii do zadań trudnych i bardzo trudnych, czyli takich, których nie rozwiązała poprawnie ponad połowa zdających, należała dość liczna grupa zadań. Analiza błędnych rozwiązań i odpowiedzi do tych zadań pozwala przypuszczać, że do najważniejszych przyczyn niepowodzeń można zaliczyć problemy:

- związane ze stopniem trudności merytorycznej zadania, to znaczy zakresem sprawdzanych treści nauczania, wieloetapowością i stopniem złożoności zadania, związane z problematyką obliczeniową i doświadczalną, szczególnie wymagającą odwołania się do praktyki laboratoryjnej,
- wynikające z faktu, że zadanie jest nietypowe, to znaczy stawia problem lub pytanie w nietypowy sposób albo wymaga przetworzenia informacji podanych w nietypowej formie lub na temat nie omawianych w szkole substancji czy procesów (ale opisanych w zadaniu lub informacji wprowadzającej) albo wymaga nietypowej formy odpowiedzi,
- związane z nieuważnym czytaniem i brakiem wnikliwej analizy treści informacji wprowadzającej do zadania i jego polecenia,
- wynikające z niewystarczającej umiejętności posługiwania się językiem pojęć i wzorów (chemicznych, fizycznych i matematycznych), symboli, równań chemicznych oraz formułowania krótkich, trafnych, jednoznacznych, logicznych i kompletnych wypowiedzi.

Podstawową przyczyną problemów z rozwiązaniem zadań są trudności merytoryczne. Tak jak w latach ubiegłych, połowę zadań najtrudniejszych stanowią zadania z zakresu chemii organicznej, szczególnie jedno- i wielofunkcyjnych pochodnych węglowodorów. Egzamin maturalny pokazuje, że w wielu szkołach brakuje czasu na gruntowne powtórzenie tych zagadnień: są one omawiane najczęściej na zakończenie kursu chemii – w odróżnieniu od treści z chemii ogólnej i nieorganicznej, które realizowane są na początku procesu edukacyjnego i często się do nich wraca, co daje możliwość dobrego ich utrwalenia i uzupełnienia braków. Analiza rozwiązań zadań pozwala stwierdzić również, że trudność merytoryczną sprawia nie tylko zakres treści, których zadanie dotyczy, ale także jego

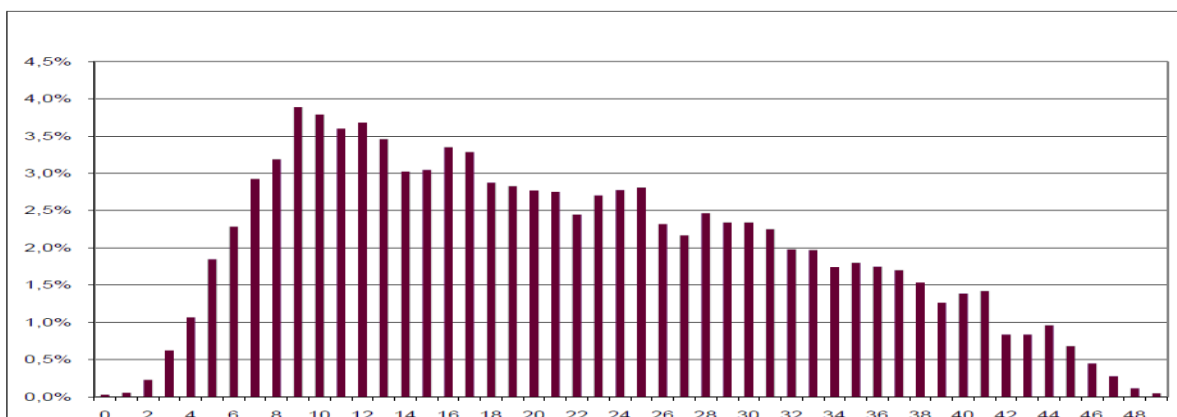
wieloetapowość, duży stopień złożoności, wymagający dogłębnego zrozumienia procesów, zjawisk i zależności. Zadania, do których rozwiązania potrzeba umiejętności kojarzenia wielu faktów, wykorzystania kilku informacji lub uwzględnienia różnych czynników, często osiągają duży współczynnik trudności. Zwraca także uwagę fakt, że wielu zdających automatycznie wykonuje czynności określone wyuczonym algorytmem i nie zwraca uwagi na sens czy wiarygodność wyniku końcowego, ponieważ nie ma wyrobionego nawyku krytycznej oceny obliczonych wartości wielkości fizycznych i konfrontowania ich z rzeczywistością. Problemy tegorocznym maturzystom rozwiązującym arkusz dla poziomu podstawowego sprawiły także zadania dotyczące projektowania doświadczeń.

Czytanie ze zrozumieniem informacji wprowadzających i poleceń do zadań oraz dokonywanie analizy ich treści to bardzo ważne umiejętności, niezbędne przy rozwiązywaniu zadań zawartych w arkuszach egzaminacyjnych. Bardzo ważną umiejętnością jest sprawne posługiwanie się językiem pojęć, symboli i równań chemicznych oraz językiem pojęć i wyrażeń matematycznych. Liczna grupa zdających nie potrafiła porównać wartości dwóch liczb ujemnych i dlatego nie mogła zapisać prawidłowego rozwiązania problemu i odpowiedniego uzasadnienia.

W arkuszach zastosowanych na tegorocznej maturze część zadań wymagała zastosowania wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych. Aby znaleźć rozwiązanie, zdający musieli wykonać złożone czynności intelektualne, często powiązać i wykorzystać wiadomości z zakresu różnych działów chemii lub pokrewnych nauk przyrodniczych. Wielu z nich nie opanowało tych umiejętności w wystarczającym stopniu.

Wydaje się, że w osiągnięciu satysfakcjonującego wyniku egzaminu maturalnego z chemii niezwykle pomocne byłoby przede wszystkim kształcenie nawyku uczenia się ze zrozumieniem. Samo zapamiętywanie wzorów, nazw, równań czy opisów zjawisk i procesów nie wystarcza do rozwiązania wszystkich problemów wymaganych na egzaminie. Równie ważne jest kształcenie nawyku dogłębnej analizy treści informacyjnych i poleceń zadań, a także precyzji i dyscypliny – tak merytorycznej, jak formalnej – w formułowaniu odpowiedzi. Pożądaną i skuteczną metodą pracy pozwalającą poprawić sprawność uczniów jest metoda projektów.

### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z fizyki i astronomii – poziom podstawowy



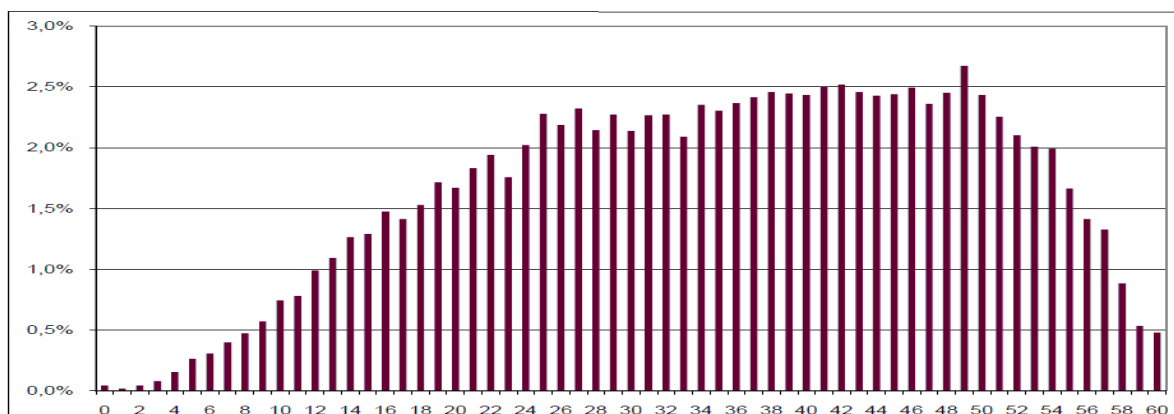
Wykres 10. Rozkład wyników na poziomie podstawowym.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

Arkusze dla poziomu podstawowego, zastosowane na tegorocznym egzaminie, okazały się trudne dla ogółu zdających. Najwyższy średni wynik uzyskali absolwenci liceów ogólnokształcących (49%), co także nie jest satysfakcjonującym wynikiem.

Wyniki egzaminu w 2010 r. są nieco niższe niż wyniki zeszłoroczne, dlatego niższe są również wartości graniczne przedziałów dla poszczególnych klas wyników. Zdający, których wyniki znalazły się w klasie średniej (stanin 5), uzyskali w tym roku 35–47% punktów.

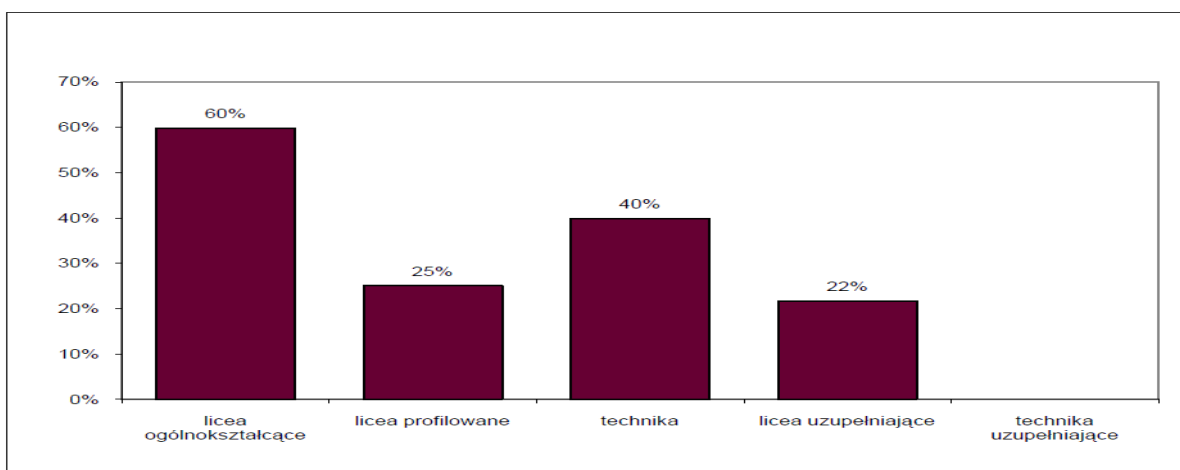
### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z fizyki i astronomii – poziom rozszerzony



Wykres 11. Rozkład wyników na poziomie rozszerzonym.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.



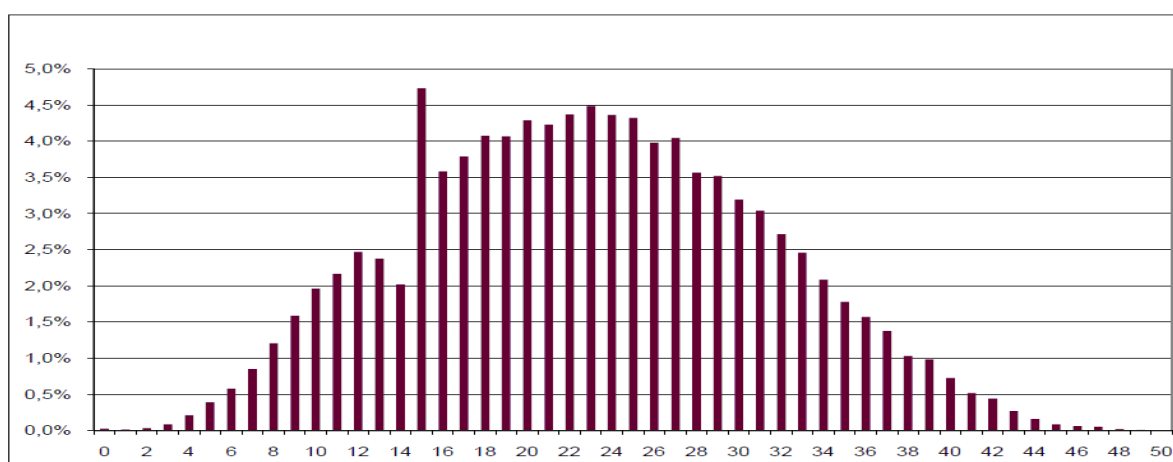


Wykres 12. Średnie wyniki w różnych typach szkół.

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010.

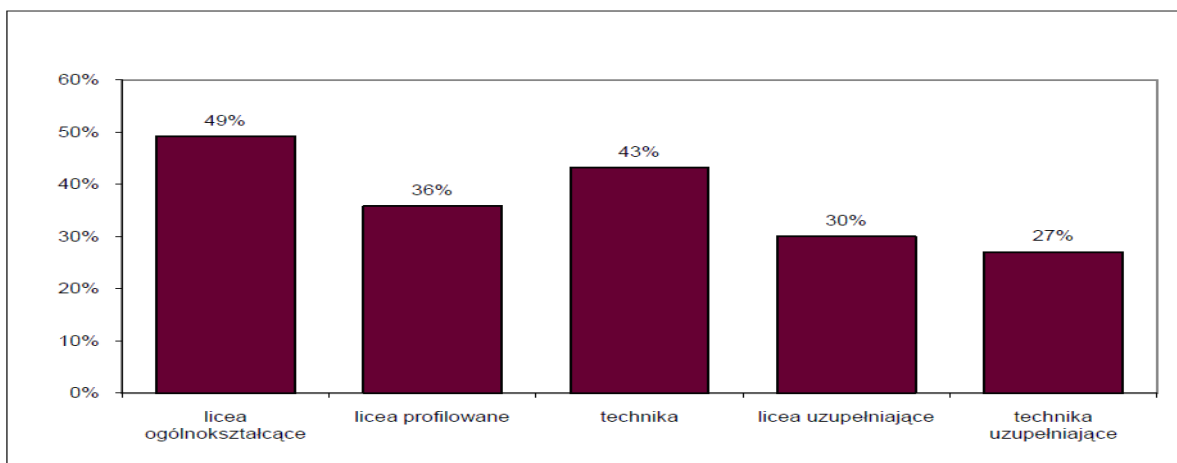
Arkusz dla poziomu rozszerzonego zastosowany na tegorocznym egzaminie okazał się umiarkowanie trudny dla ogółu zdających. Najwyższy średni wynik uzyskali absolwenci liceów ogólnokształcących (60%). Wskaźniki łatwości większości zadań są wyższe niż dla zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego i mieszczą się w przedziale 0,15–0,88. Arkusz nie zawierał zadań bardzo łatwych. Jedno zadanie okazało się bardzo trudne. Wyniki egzaminu w 2010 r. były zbliżone do wyników zeszłorocznych. Jak wskazuje przeprowadzona analiza wyniki uczniów nie są wysokie. Ponownie należy zastanowić się, co jest tego przyczyną. Zwraca uwagę fakt, że nawet uczniowie liceów ogólnokształcących nie osiągają wysokich wyników egzaminacyjnych. Tylko 21% zdających wynik satysfakcjonujący.

#### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z geografii – poziom podstawowy



Wykres 13. Rozkład wyników na poziomie podstawowym

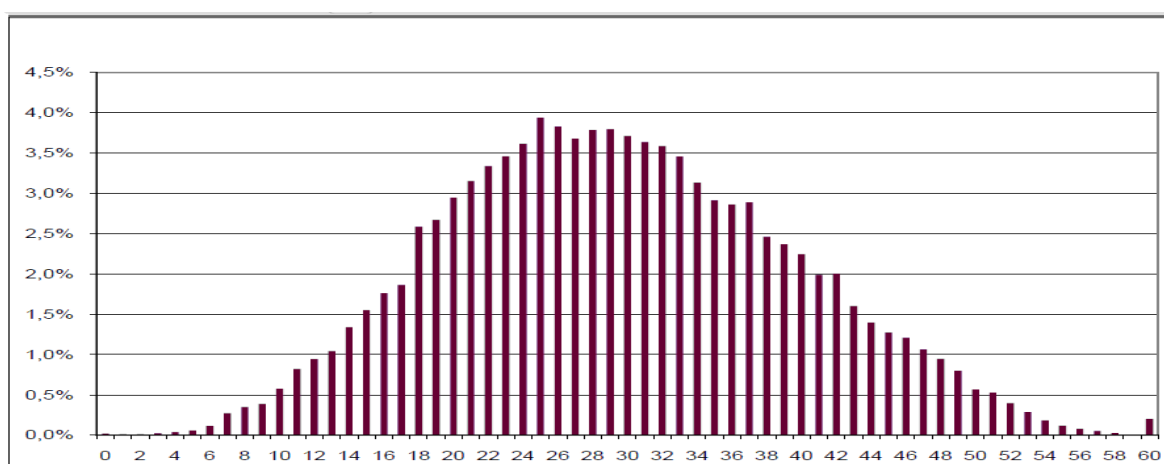
Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010



Wykres 14. Średnie wyniki w różnych typach szkół  
 Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010

Średni wynik egzaminu był najwyższy wśród absolwentów liceów ogólnokształcących, aczkolwiek niesatysfakcjonujący. Dla absolwentów pozostałych typów szkół arkusz dla poziomu podstawowego okazał się trudny. Wskaźnik łatwości zadań mieścił się w przedziale 0,08 – 0,81. Dla zdających najtrudniejsze okazały się zadania, do rozwiązania których była niezbędna znajomość terminologii geograficznej, umiejętność odczytania informacji z mapy poziomicowej, znajomość podziału administracyjnego Polski, znajomość rozmieszczenia na mapie świata stref zurbanizowanych typu megalopolis oraz umiejętność wykonania obliczeń matematyczno-geograficznych. Trudność zdającym sprawiło również zadanie odnoszące się do restrukturyzacji – współcześnie zachodzącego procesu w surowcowych okręgach przemysłowych.

#### Analiza wyników maturalnych 2010 r. z geografii – poziom rozszerzony



Wykres 15. Rozkład wyników na poziomie rozszerzonym

Źródło: wyniki egzaminów zewnętrznych CKE, 2010

Na tym poziomie najlepsze wyniki osiągnęli absolwenci liceów ogólnokształcących. Stanowią one tylko wskaźnik 50%. Dla absolwentów innych typów szkół egzamin był trudny.

Dla zdających najtrudniejsze okazały się zadania, do rozwiązania których była niezbędna znajomość rozmieszczenia obiektów na mapie Polski i świata, znajomość geografii przemysłu Polski i umiejętność wykonania obliczeń matematyczno-geograficznych z zakresu geografii społeczno-ekonomicznej. Trudność maturzystom sprawiły również zadania z zakresu geografii fizycznej sprawdzające umiejętność wyjaśnienia zjawisk zachodzących w środowisku przyrodniczym. Najwyższą moc różnicującą miały zadania dotyczące czynników i procesów rzeźbotwórczych, wymagające wykazania się znajomością parków narodowych Polski.

Wyniki egzaminu w 2010 r. były nieco niższe niż zeszłoroczne. Od osób przystępujących do egzaminu maturalnego z geografii wymaga się rozumienia i stosowania terminologii geograficznej. Zdający, którzy jej nie znają, często nie rozumieją poleceń i nie potrafią skonstruować poprawnej odpowiedzi. Na egzaminie maturalnym niezbędna jest znajomość pojęć geograficznych, między innymi w zadaniach wymagających obliczeń oraz wyjaśnienia zjawisk i procesów. Dlatego też na lekcjach geografii powinno się zwracać szczególną uwagę na sprawdzanie opanowania terminologii geograficznej poprzez jej stosowanie, np. do wyjaśnienia genezy form terenu, zachodzących zjawisk i procesów przyrodniczych, demograficznych oraz gospodarczych czy wykonanie obliczeń. Sprawdzanie wiedzy uczniów na lekcji poleceniami typu: *podaj definicję (...)* nie gwarantuje sukcesu egzaminacyjnego. Na tegorocznym egzaminie na obu poziomach sprawdzano umiejętność zastosowania wiadomości do wyjaśnienia różnic. Wiadomo także, że geografia fizyczna jest dla uczniów trudniejsza do nauczenia się od społeczno-ekonomicznej. Powyższe spostrzeżenia należy wziąć pod uwagę, tworząc harmonogram przygotowań do matury z podziałem na powtarzane bloki materiału. Musi znaleźć się w nim odpowiednia ilość czasu na treści z zakresu geografii fizycznej Polski i świata oraz należy zastosować odpowiednie metody nauczania pozwalające uczniom na samodzielne zdobywanie wiedzy, jej weryfikację i badanie procesów zachodzących w przyrodzie. W każdym arkuszu egzaminacyjnym są zadania sprawdzające wiedzę o rozmieszczeniu na świecie ważnych obiektów, zjawisk i procesów. Większość piszących nie potrafiła przyporządkować właściwych krain geograficznych do podanych kontynentów. Słaba jest też orientacja zdających egzamin na poziomie podstawowym w rozmieszczeniu krain geograficznych Polski. Słaba znajomość obiektów stanowiących główne atrakcje turystyczne naszego kraju powodowała, że w tym zadaniu większość odpowiedzi była kwestią przypadku. Zadanie poprawnie wykonało tylko 30% zdających. Od maturzystów wymaga się znajomości bieżących wydarzeń oraz procesów społecznych, politycznych i gospodarczych. Przykładem problemu, którego dotyczyły zadania, była sytuacja w Tybecie,

regionie niestabilizowanym pod względem społeczno-politycznym i dlatego często obecnym w środkach masowego przekazu. Z wielu odpowiedzi wynika, że znajomość sytuacji w tym regionie jest pobieżna. Zdającym egzamin na poziomie rozszerzonym dużą trudność sprawiało przyporządkowanie konfliktów zbrojnych na Zakaukaziu (Osetia Pd.) i Cejlonie (konflikt między Syngalezami i Tamilami) do wskazanych na mapie obszarów. Zadania sprawdzające orientację abiturientów w wydarzeniach najważniejszych dla współczesnego świata corocznie występują na egzaminie. Charakter geografii jako nauki opisującej Ziemię nakazuje, aby w trakcie lekcji odwoływać się do aktualnych wydarzeń na świecie (np. wybuchy wulkanów, powodzie, wydarzenia gospodarcze, polityczne i społeczne). Warto zachęcać uczniów do samokształcenia i otwartości na współczesne problemy. Dla zdających ważnym źródłem informacji, zwłaszcza z geografii społeczno-ekonomicznej, są codzienna prasa i telewizja. Wymagania egzaminacyjne i dotychczasowe doświadczenia maturalne wskazują, że konieczne jest śledzenie współczesnych wydarzeń w kraju i za granicą nie tylko w okresie przygotowywania się do matury. W zadaniach z takimi materiałami źródłowymi jak tabele statystyczne, wykresy, rysunki, zdającym największą trudność sprawiało nie odczytanie danych, lecz integrowanie własnej wiedzy z informacjami odczytanymi z tych źródeł oraz umiejętność abstrahowania, czyli wybrania z danych źródłowych najistotniejszych informacji dla danego zagadnienia. Zadania sprawdzające rozumowanie przyczynowo-skutkowe także sprawiły zdającym trudność, choć dotyczyły typowych współzależności w systemie człowiek – środowisko przyrodnicze, takich jak zmiany w środowisku wynikające ze wzrostu liczby ludności, czy powstawanie czynnych osuwisk, spowodowanych nieprzemyślaną działalnością gospodarczą człowieka. Zadania odnoszące się do umiejętności tworzenia informacji wymagają pogłębionej analizy problemów, które zdający musi najczęściej sam dostrzec. Odpowiedzi zbyt ogólne, lapidarne, nie dokumentują rozumowania zdających. Większość podchodzi do tych zadań zbyt powierzchownie, traktując je jako łatwe. Zadania te wymagają jednak dłuższego zastanowienia, a odpowiedzi nie mogą odnosić się jedynie do najprostszych skojarzeń. Celem tych zadań jest, poza badaniem rozumowania, sprawdzenie świadomości istnienia powiązań w środowisku geograficznym.

Specyfika geografii wymaga odwoływania się do podstaw wiedzy oraz metod badań nauk matematyczno-przyrodniczych, humanistycznych i społecznych. Przykładem tego są opisane trudności z obliczeniami matematycznymi. Dla wielu osób barierą w rozwiązywaniu zadań jest również słaba znajomość najważniejszych wydarzeń z zakresu historii, np. odkryć i podbojów geograficznych, rewolucji przemysłowej, przemian politycznych i gospodarczych na świecie w XX i XXI w. Do tych umiejętności odwoływano się w zadaniach odnoszących

się do języków urzędowych jako skutku kolonializmu, struktury gałęziowej okręgów przemysłowych, procesów restrukturyzacji związanych z transformacją polskiej gospodarki oraz w zadaniach z geografii politycznej przywołujących procesy integracji i dezintegracji na świecie, ze szczególnym uwzględnieniem Europy. Problemy zdających z wyjaśnieniem różnic między klimatem podanych obszarów wynikają ze słabego rozumienia zjawisk fizycznych, takich jak np. sprężanie i rozprężanie powietrza podczas ruchów pionowych w atmosferze oraz z nieznajomości zależności maksymalnej zawartości pary wodnej w powietrzu od jego temperatury. Ruchy masowe, w zadaniu dotyczącym osuwisk, wiążą się z rozumieniem podstaw statyki, o prawach której przyroda i tak zdaje się nam ciągle sama przypominać. Przed egzaminem warto uczniom uświadomić, że środowiskiem geograficznym rządzą prawa, w poznaniu których pomocne są różne dziedziny nauki. Interdyscyplinarny charakter geografii wymaga ich rozumienia i stosowania. Uczniowie nie pracują wcale lub bardzo rzadko metodą projektu. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że samodzielna próba poznawania procesów, zmian spowodowałaby wzrost zainteresowania uczniów problemem i wpłynęłaby korzystnie na podniesienie poziomu ich wiedzy i umiejętności, a także umożliwiłaby holistyczne nauczanie tego przedmiotu, co jest warunkiem niezbędnym znajomości przez uczniów społeczno-polityczno-gospodarczego.

Centralna Komisja Egzaminacyjna, publikując wyniki egzaminów z przedmiotów przyrodniczych, zwraca uwagę na ich niski poziom i tym samym niską skuteczność nauczania przedmiotów przyrodniczych. Fakt, że przez lata matematyka była nieobecna na egzaminie spowodował istotne braki w kształceniu umiejętności analityczno-syntetycznej, co znalazło odzwierciedlenie w wynikach uzyskiwanych z przedmiotów przyrodniczych.

Podsumowując, badania, diagnozy i sprawdziany osiągnięć uczniów na różnych etapach edukacyjnych wskazują na niski poziom kluczowych umiejętności uczniów:

- rozumienie tekstu i pojęć,
- wypowiedzanie się i uzasadnianie własnych stwierdzeń,
- stawianie hipotez i sprawdzanie ich prawdziwości,
- tworzenie strategii rozwiązania problemu,
- stosowanie zintegrowanej wiedzy,
- określanie zależności przyczynowo-skutkowych,
- planowanie eksperymentów i doświadczeń,
- prezentowanie efektów własnej pracy.

Już w latach osiemdziesiątych (prace prowadzone pod kierunkiem W. Szewczuka na temat trudności myślenia uczniów) udowodniono, że trudności myślenia zdeterminowane są:

- brakami w podstawowych operacjach myślowych (analiza, porównanie, synteza) oraz ich kombinacjach operacyjnych (abstrahowanie, uogólnianie),
- specyfiką materiału, na jakim są dokonywane operacje myślowe.

Tymczasem publikacje z zakresu dydaktyki (pod kątem poszukiwania dydaktycznych uwarunkowań w trudnościach w uczeniu się matematyki i przedmiotów przyrodniczych, w tym obserwacja stosowanych praktyk) formułują zarzuty głównie pod kątem sposobu ich nauczania:

- pobieżne planowanie nauczania,
- niewłaściwe wprowadzanie nowych pojęć,
- zbyt wczesne wprowadzanie operacji na symbolach,
- mało przemyślany dobór zadań,
- zaniedbywanie możliwości korzystania z tekstu,
- zaniedbywanie krytycznej analizy własnych rozwiązań i rozwiązań uczniów,
- zaniedbywanie rozwijania zainteresowań uczniów,
- niewłaściwy dobór metod i technik nauczania,
- brak jasno określonych wymagań,
- nieprzestrzeganie zasady stopniowania trudności,
- pozostawienie uczniów z trudnościami samym sobie,
- brak współpracy między nauczycielami pracującymi w tym samym zespole.

Uchybienia te występują na wszystkich etapach kształcenia i mają niekorzystny wpływ na efekty uczenia się. Im wyższy etap kształcenia, tym trudniej zminimalizować efekty zaniedbań i błędów dydaktycznych.

Skuteczne nauczanie zależy od sposobów kierowania uczniem się (metody) i form pracy z uczniem. Każda ze stosowanych metod może być skuteczna, jeżeli odpowiada specyficznym potrzebom ucznia. Jedną z tych metod jest „Projekt edukacyjny” pozwalający na wykorzystanie zdobytej wiedzy do rozwiązywania rzeczywistych problemów praktycznych przez grupę uczniów o różnym poziomie osiągnięć edukacyjnych z wykorzystaniem talentów i uzdolnień poszczególnych członków grupy. Metoda ta podnosi samoocenę i buduje poczucie własnej wartości.

Szkoły mają bardzo duże trudności z przełamaniem uprzedzeń i stereotypów związanych z nauką głównie matematyki, chemii i fizyki. Przyczyny są różne. Najczęściej wskazuje się

niewystarczającą liczbę godzin, brak uzdolnień młodzieży i ich brak motywacji. Bardzo rzadko jako przyczynę wymienia się skostniałe metody nauczania, brak działań podnoszących zainteresowanie naukami przyrodniczymi, brak pomocy systemowej w uczeniu uczenia się. Zatem poprzez uczestnictwo w nieco inaczej zaplanowanych i poprowadzonych lekcjach uczniowie udoskonaliły umiejętności intelektualne.

## **7. Psychologiczne aspekty procesu uczenia ze szczególnym uwzględnieniem nauk matematycznych i przyrodniczych**

### Co to jest proces uczenia się?

Co to jest uczenie się? Termin ten doczekał się ponad tysiąca definicji, z czego około dwudziestu jest aktualnych i obowiązujących. Można określić punkty wspólne tych definicji – wszystkie podkreślają fakt nabycia nowej wiedzy lub umiejętności poprzez aktywne poznanie/doświadczenie, czyli wymieniają trzy cechy właściwe procesowi uczenia: jest on aktywny, trwały i związany z procesami poznawczymi.

Z punktu widzenia psychologii definicja ta sprowadza się do przenoszenia wiadomości pamięci krótkotrwałej do pamięci długotrwałej, tak by możliwe było późniejsze korzystanie z nich, czyli do procesu utrwalenia śladu pamięciowego. Na pierwszy rzut oka wydaje się to bardzo proste i sprowadza się do banalnego „uczmy się tak długo, aż się nauczymy”, jednak w rzeczywistości pamięć to bardzo skomplikowana maszyna, składająca się z wielu elementów. Przede wszystkim, nie ma nic takiego jak jedna pamięć – jeden proces przypisany pojedynczemu miejscu w mózgu, który jak dźwignia po pewnej ilości powtórzeń zmienia status informacji z „nie pamiętam” na „pamiętam”. Jest kilka, a nawet kilkanaście mechanizmów pamięci (każdy związany z innym miejscem w mózgu), które mogą działać niezależnie od siebie. By zobrazować tę złożoność należy wymienić kilka z nich: inaczej pamiętamy czynności, inaczej pojedyncze fakty, mamy dwa rodzaje pamięci liczb, inne mechanizmy „odpalają” się w mózgu zależnie od tego, w jakim jesteśmy nastroju i jaki aktualnie jest poziom naszych hormonów, mamy nawet specjalne miejsce, które zajmuje się wyłącznie zapamiętywaniem twarzy.

### Fazy pamięci

Najczęściej wymieniany podział procesów pamięciowych zakłada, że zapamiętywanie dzieli się na trzy fazy pamięci – natychmiastową, krótkotrwałą i długotrwałą. Każda informacja, by stać się trwałym śladem pamięciowym, musi przejść przez wszystkie trzy fazy. Trudność polega na tym, że każda z tych faz wymaga innych warunków, aby procesy zapamiętywania mogły odbywać się optymalnie.

Tabela 8. Fazy procesu pamięci

Faza pamięci	Opis	Wymagania
<b>pamięć natychmiastowa</b> (sensoryczna, bezpośrednia)	Trwa milisekundy do kilku sekund, a nawet minut. Nie jesteśmy świadomi jej działania, ponieważ znajduje się w niej wszystko, co rejestrują zmysły, a więc jej zawartość zmienia się wielokrotnie w ciągu sekundy. Ślady pamięciowe są wyjątkowo ulotne.	Aktywne zmysły – to poprzez zmysły świat zewnętrzny dociera do mózgu, dlatego ważny jest aktualny stan naszych receptorów zmysłowych. Mówiąc prościej, jeśli nie słuchamy (tylko np. błądzimy myślami wokół swojego hobby) to nie jesteśmy w stanie utworzyć słuchowego śladu pamięciowego.
<b>pamięć krótkotrwała</b> (robocza, operacyjna)	Trwa do kilku minut, czasem godzin. Jej działanie zaczyna się, kiedy coś, co zarejestrowała pamięć natychmiastowa, zostanie przez nas świadomie zauważone. Pamięć robocza jest w pewnym sensie podstawą naszych procesów psychicznych. Tu następuje wstępne składowanie informacji, co prawda na krótki czas, ale tylko stąd informacja może trafić do pamięci długotrwałej. Pojemność pamięci krótkotrwałej jest ograniczona.	Wysoki poziom czujności (uwaga) – jest potrzebna, ponieważ jeżeli uważamy, nie przegapimy śladu w pamięci krótkotrwałej, a jeżeli jesteśmy senni, zmęczeni lub rozproszeni - mamy kłopoty z zapamiętywaniem.
<b>pamięć długotrwała</b>	Trwa nawet dziesiątki lat. Ślady wytworzone w pamięci krótkotrwałej aby dostać się do pamięci długotrwałej muszą ulec przekształceniu w procesie zwanym konsolidacją. W trakcie konsolidacji powstają ślady trwałe, mogące utrzymywać się wiele dziesiątek lat. Nie przypominają się jednak natychmiastowo, w razie potrzeby! Aby z nich skorzystać, należy włożyć wysiłek umysłowy w odnalezienie i „wciągnięcie” śladu do pamięci roboczej. Pojemność pamięci długotrwałej jest nieograniczona.	Czas i relaks – aby zaszedł proces konsolidacji śladu pamięciowego wymagany jest czas – nie uda nam się włożyć dużej partii materiału w jeden dzień do pamięci długotrwałej. To niemożliwe, ponieważ konsolidacja to tworzenie nowych połączeń w mózgu (co wymaga czasu by zreorganizować już istniejące połączenia). Sen jest niezbędny temu procesowi, a stres jest jego największym wrogiem.

Zródło: opracowanie własne

### Wspomaganie (blokowanie) pamięci długotrwałej

Pamięć długotrwała nie lubi pośpiechu. Gdy uczymy się dzień lub, co gorsza noc przed egzaminem, w ogóle jej nie „włączamy” korzystamy głównie z ograniczonych zasobów pamięci krótkotrwałej, by potem większość informacji zapomnieć zgodnie ze znaną regułą trzech zet – zakuć – zdać – zapomnieć.

Pamięć długotrwała potrzebuje snu. W trakcie snu procesy reorganizacji połączeń nerwowych zachodzą wyjątkowo intensywnie. Paradoksalnie to, co „unicestwia” treści zawarte w pamięci krótkotrwałej, jest niezbędne dla funkcjonowania pamięci długotrwałej. Ubocznym efektem



reorganizacji struktur mózgowych jest zjawisko lekkiego pogorszenia się zapamiętywania tuż po zakończeniu procesu uczenia się – jest to tzw. efekt Kamina. Wielu studentów doświadczyło przerażenia po tygodniowej nauce, wieczór przed egzaminem, kiedy pojawiało się wrażenie „nic nie pamiętam” (które rano okazywało się bezpodstawną obawą). Badania na ludziach i na zwierzętach wykazały, że to przejściowe wrażenie pogorszenia się zapamiętywania występuje wówczas, kiedy zawartość pamięci krótkotrwałej zaczyna ulegać obniżaniu, a jeszcze nie wytworzyła się w pełni pamięć długotrwała. Dlatego warto przespać się tuż po nabyciu nowych wiadomości (by ślady pamięciowe mogły ulec konsolidacji), jak również warto unikać uczenia się do ostatniej chwili – żeby egzamin nie wypadł dokładnie w „dołku pamięciowym” spowodowanym efektem Kamina. Pamięć długotrwała działa optymalnie gdy przeżywamy pozytywne emocje i nie lubi zarówno przewlekłego stresu, jak i poczucia zagrożenia. Nadaktywność hormonów stresu: adrenaliny i kortyzolu spowalnia pracę mózgu oraz sprawia że przetwarzana informacja nie trafia do kory mózgowej, a nawet prowadzi do obumierania neuronów. (por. R.2.).

Na podstawie powyższych informacji możemy następująco przededefiniować proces uczenia: uczenie się to tworzenie nowych śladów pamięciowych w wyniku jakiegoś doświadczenia, czyli tworzenie nowych połączeń nerwowych lub przekształcanie już istniejących połączeń nerwowych.

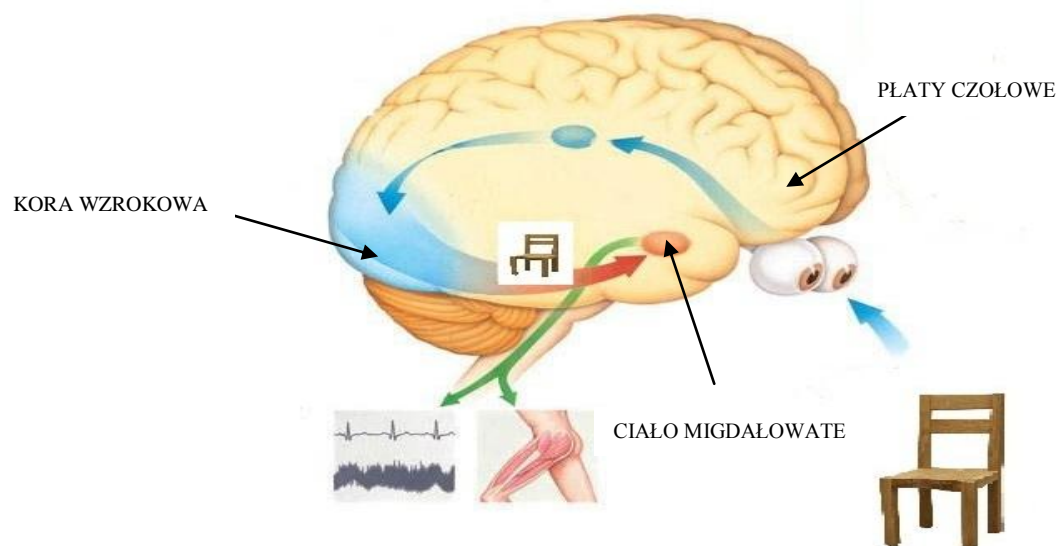
### Wpływ emocji na zapamiętywanie

Emocje są rodzajem drogowskazu dla naszego organizmu i mają zasadniczy wpływ na zapamiętywanie. Zdarzenie lub informacja zostaną zapamiętane wyłącznie wtedy, kiedy zostanie połączone z emocją. Nasza pamięć uruchamia różne mechanizmy w zależności od tego, czy przeżywamy emocje pozytywne, negatywne czy znajdujemy się w neutralnym nastroju. Zapamiętywanie, któremu towarzyszą pozytywne emocje powoduje aktywność innych obszarów mózgu niż zapamiętywanie, któremu towarzyszą emocje negatywne.

### Stan neutralny

Potencjalna informacja do zapamiętania może dotrzeć do mózgu poprzez różne narządy zmysłów. Można tą sytuację prześledzić na przykładzie zmysłu wzroku. Co się dzieje, gdy chcemy usiąść na krześle? Obraz krzesła zostaje zarejestrowany na siatkówce oka skąd odbywa długą drogę nerwem wzrokowym do tyłu głowy, gdzie znajdują się kora wzrokowa. Trzeba zaznaczyć, że to, co widzimy oczami jest bardzo prymitywne w porównaniu do tego, co „widzimy mózgiem”. Od momentu rejestracji obrazu mózg wykonuje olbrzymią pracę. Mózg dokonuje rotacji obrazu, który oczy widzą do góry nogami, sxala obrazy z oka prawego

i lewego w jeden, a także, bazując na trzech podstawowych kolorach widzianych okiem, tworzy całą gamę postrzeganych przez człowieka barw. Gdy ta skomplikowana operacja się skończy (a trwa to krócej niż mrugnięcie okiem) obraz wędruje z powrotem w okolice czołowe, jest oceniany i mózg wydaje polecenie – „Usiądź.”. Jako neutralny przekaz, zaraz po wykonaniu czynności, zostaje on automatycznie zapomniany (nie pamiętamy dokładnie ile razy siadaliśmy tydzień temu w poniedziałek), a właściwie bardziej odpowiednim słowem byłoby: pominięty. Dzieje się tak dlatego, że w ciągu dnia docierają do nas drogą wzrokową miliony informacji, a nasz mózg ma zadanie skupić naszą uwagę na najistotniejszych z nich – ważnych dla nas lub nowych – czyli krótko mówiąc wywołujących emocje. Gdy płaty czołowe ocenią obraz jako ciekawy lub ważny wtedy włącza się program „zapamiętywanie” połączony z pozytywnymi emocjami.



Ryc.1. Droga, jaką przebywa w mózgu obraz w sytuacji neutralnej. Tzw. droga górna.  
Źródło: zmodyfikowano z: LeDoux, 1994, s.38

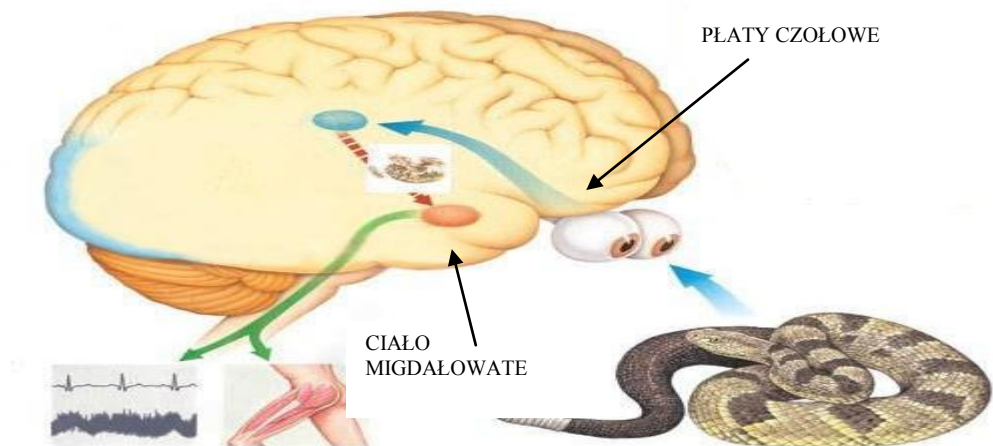
### Emocje pozytywne – rola hipokampa

Ciekawość jest naturalnym stymulatorem pozytywnych emocji i zależność ta działa na zasadzie sprzężenia zwrotnego – pozytywne emocje pobudzają ciekawość. Emocje pozytywne pobudzają w mózgu obszary hipokampa zwanego „detektorem nowości”. Gdy hipokamp „wykryje” treść uznaną za nową, natychmiast przystępuje do jej magazynowania, dlatego mówi się, że jest to struktura odpowiedzialna za pamięć długoterminową. Konkretnie hipokamp odpowiada za przenoszenie wspomnień z pamięci krótkotrwałej do pamięci długotrwałej, czyli za najważniejszy moment w procesie nauczania. Funkcję tę obrazuje jeden z najslawniejszych i najbardziej tragicznych przypadków w historii medycyny - przypadek pacjenta, Henrego Maison’a, któremu usunięto hipokamp w całości. Ten przypadek

uzmysłowili specjalistom, że bez hipokampa nie jesteśmy w stanie zapamiętać nowej informacji dłużej niż kilkadziesiąt sekund. Psychologowie (Erik et. al, 2003) przeprowadzili eksperyment pokazujący, że gdy przeżywamy emocje pozytywne w trakcie procesu przyswajania wiadomości hipokamp jest wyjątkowo aktywny. Czy oznacza to, że nauczyciele powinni każdy fakt ujmować w nowy sposób i prezentować na lekcjach serię nowości, jedną po drugiej, by uaktywnić uczniowskie hipokampy? I tak, i nie. Aktywność hipokampa jest ważna i niezbędna (dlatego warto stworzyć mu „sprzyjające warunki”), jednak nie najważniejsza. W procesie uczenia to nie zapamiętywanie pojedynczych, nowych ciekawostek ma znaczenie, ale umiejętność połączenia ich w szerszą całość.

### Emocje negatywne – zestresowana pamięć

Przez miliony lat strach pełnił bardzo ważną i wyspecjalizowaną funkcję – miał za zadanie wyłączyć mózg i maksymalnie zmobilizować organizm do podjęcia działania – walki lub ucieczki. Od umiejętności organizmu do reagowania silnym lękiem zależało przeżycie: gdy człowiek napotykał na swojej drodze lwa jedynie szybka, pozbawiona namysłu reakcja gwarantowała przeżycie. Mózg wykształcił w tym celu specjalną „drogę na skróty”. Zamiast mozolnie „składać i kolorować obraz” (jak w sytuacji neutralnej) mózg wysyła niewyraźną czarno-białą wersję tego, co widzimy do ciała migdałowatego. Ciało migdałowate to tzw. ośrodek emocji negatywnych, który przygotowuje organizm do natychmiastowej reakcji poprzez układ współczulny: przyśpieszone tętno, podwyższone ciśnienie krwi i zwiększone napięcie mięśniowe pozwalają na szybką mobilizację zasobów energetycznych. Jednocześnie wszystkie wyższe procesy poznawcze zostają zahamowane – nie jesteśmy w stanie wymyślić nic twórczego, wyszukiwać kreatywnych rozwiązań, analizować, itp. Możemy jedynie działać szybko, w oparciu o już znane schematy. Jest to tzw. reakcja ostrego stresu.



Ryc. 2. Droga, jaką przebywa w mózgu obraz zinterpretowany jako zagrożenie. Tzw. droga dolna, gdy przy analizie pominięta jest kora mózgowa – niewyraźny czarno-biały obraz dociera bezpośrednio do ciała migdałowatego (centrum emocji negatywnych), które „zarządza” natychmiastowe podjęcie akcji.

Ostry stres jest funkcjonalny jedynie gdy jego działanie jest krótkotrwałe – kiedy musimy się zmobilizować. Dotyczy to zarówno sytuacji codziennych, jak przygotowanie się do rozmowy o pracę, czy rozpoczęcie nauki do zbliżającego się egzaminu, jak i sytuacji ekstremalnych, kiedy na przykład zostaniemy napadnięci wracając do domu po wieczornym sensie w kinie. Oznacza to, że jego działanie dłuższe niż godzina jest niepożądane. Po tym czasie stres ostry zamienia się w tzw. stres przewlekły.

Tabela 9. Ostre i przewlekłe skutki reakcji stresowej

Sensowne reakcje w ostrym stresie	Patologiczne reakcje w stresie przewlekłym
Mobilizacja energii.	Miopatia, zmęczenie, cukrzyca.
Podwyższone ciśnienie sercowo – naczyniowe.	Wywołane stresem nadciśnienie.
Podwyższony poziom możliwości poznawczych – wydzielanie adrenaliny, kortyzolu.	Obumieranie neuronów w hipokampie.
Zahamowane trawienie.	Wrzody układu pokarmowego.
Zahamowany wzrost.	Psychogenna karłowatość, osteoporoza.
Zahamowane procesy reprodukcyjne.	Zanik miesiączki, utrata popędu płciowego.
Zahamowany układ opornościowy.	Choroby immunosupresyjne

Źródło: Spitzer, 2007.

Powyzsza tabela dość jasno obrazuje jak bardzo destrukcyjne jest działanie stresu przewlekłego. W świetle tego zestawienia wydaje się oczywiste, że trwający kilka lat obowiązek szkolny nie może być związany z przewlekłym stresem, który jest prekursorem wielu chorób cywilizacyjnych – zarówno fizycznych jak wrzody żołądka i nadciśnienie, jak i psychicznych m.in. depresji i zaburzeń osobowości. Kilka słów należy również poświęcić długotrwałemu działaniu hormonów stresu. Zmniejszają wchłanianie przez mózg glukozy i redukują w ten sposób dostępną mu energię. Po drugie, nie prowadzą wprawdzie bezpośrednio do śmierci komórek neuronalnych, ale zwiększają toksyczność jednego z neuroprzekaźników (glutaminianu), na który bardzo wrażliwy jest hipokamp, przyczyniając się w ten sposób do zwiększonego obumierania jego neuronów.

Reasumując, zapewnienie osobom uczącym się pozytywnej atmosfery jest warunkiem koniecznym, aby mógł zająć trwały proces uczenia się, związany z przenoszeniem informacji z pamięci krótko- do długotrwałej. Tak samo ważne jest by monitorować objawy przewlekłego stresu u osób uczących się i starać się im przeciwdziałać.

#### Nauczanie arytmetyki i nauk przyrodniczych.

Poza najważniejszym podziałem pamięci na fazy mamy jeszcze kilka jej rodzajów. Najważniejszy z nich to podział na pamięć faktów (deklaratywna) – której jesteśmy świadomi i umiemy opisać, co zapamiętaliśmy oraz pamięć czynności – której nie jesteśmy świadomi, a

gdy mamy opisać czego się nauczyliśmy, nic nam nie przychodzi do głowy (ponieważ czynność została już zautomatyzowana i nie analizujemy jej więcej świadomie).

Tabela 10. Uczenie się bez hipokampa (niezniszczalna pamięć czynności).

Rodzaj pamięci	Opis	Właściwości
pamięć deklaratywna (opisowa, jawna, świadoma)	Odpowiada za nabywanie wiedzy, konkretnie dotyczy zjawisk, które można opisać, czyli słów, faktów, zasad, zdarzeń.	Ośrodkiem pamięci deklaratywnej jest hipokamp – delikatna, podatna na uszkodzenia struktura. Często ulega ona procesom amnezji lub zapomnienia, co może być wynikiem procesów naturalnych lub nastąpić pod wpływem leków, alkoholu, narkozy, kontuzji, obrażeń głowy itp.
pamięć proceduralna (czynności, niejawna, nieświadoma)	Odpowiada za naukę czynności – czyli umiejętności, które możemy nabyć drogą prób i błędów lub przez naśladowanie, ale z reguły nie umiemy opisać, na czym polegają, gdy już się ich nauczymy. Na przykład: jazda na rowerze, na nartach, szybkie pisanie na klawiaturze bez patrzenia na nią itp. Dzieje się tak, ponieważ nauczone czynności automatyzują się i możemy je wykonywać bez angażowania zasobów uwagi.	Ośrodkiem pamięci proceduralnej są jądra soczewkowate umieszczone nad hipokampem, większe i mniej podatne na uszkodzenia.  Najistotniejszą różnicą między tymi dwoma rodzajami pamięci jest to, że pamięć proceduralna jest bardzo trwała; raz nauczonej umiejętności nie zapominamy do późnej starości.

Źródło: opracowanie własne

Rozwijanie pamięci deklaratywnej jest bardzo istotne – nawet pacjenci z masywnymi uszkodzeniami hipokampa (lub jego brakiem) nie tylko nadal potrafią wykonywać czynności, których nauczyli się przed „kontuzją” hipokampa, ale również są w stanie uczyć się nowych umiejętności! W literaturze idealnym opisem rozszczepienia tych rodzajów pamięci był bohater powieści „Znachor” Dołęgi-Mostowicza. Wybitny lekarz, chirurg, w trakcie napadu rabunkowego zostaje uderzony w głowę, co powoduje amnezję – całkowicie zapomina kim jest, jednak zachowuje całą swoją kunsztowną umiejętność przeprowadzania zabiegów chirurgicznych. Dodatkowym argumentem by ją rozwijać jest to, że pamięć deklaratywna w niewielkim stopniu jest podatna na starzenie, dlatego rozwijając ją, w pewnym sensie dbamy o swoją przyszłość.

### Dwa rodzaje pamięci liczb

Zapamiętywanie liczb to, zależnie od tego jak liczymy, dwa różne procesy. Kiedy mnożymy, dzielimy, dodajemy, wykonujemy działania na ułamkach, czyli kiedy liczymy dokładnie uruchamiamy pamięć werbalną. Jest to pamięć liczb zakodowanych identycznie jak litery alfabetu. Jednym z dowodów potwierdzających, że kodowanie dokładnych obliczeń zachodzi w formie językowej jest fakt, że do końca życia wykonujemy je w języku, w którym się ich nauczyliśmy (wynik stabilny nawet dla osób dwujęzycznych), a gdy używamy wyuczonego, obcego języka do dokładnych obliczeń, zajmuje to znacznie więcej czasu. Ponadto

dysponujemy wynikami rezonansu magnetycznego, które pokazują, że dokładne liczenie aktywuje obszar lewego dolnego płata czołowego, odpowiedzialny za wykonywanie zadań językowych.

Oprócz werbalnej pamięci liczb dysponujemy jeszcze jednym sposobem na obliczanie wyniku – „widzimy” czy wynik jest prawdopodobny, zanim jeszcze zaczniemy dokładne obliczenia. Szacunkowe rozwiązywanie zadań matematycznych to umiejętność poruszania się na wyimaginowanej osi w tył i w przód. Jest to metoda szybsza i niezależna od języka tzn. szacujemy tak samo dobrze w ojczystym jak i obcym języku. Jej rozwijanie ma również wartość użytkową w życiu codziennym – robiąc zakupy raczej szacujemy niż liczymy dokładne, szacujemy czas, gdy planujemy dojazd do jakiegoś miejsca dwoma środkami komunikacji miejskiej itp. Szacowanie pobudza zupełnie inny obszar mózgu niż liczenie dokładne. Prowadzi do obustronnej aktywacji płatów ciemieniowych, odpowiedzialnych za wykonanie zadań przestrzennych. Sprawne posługiwanie się umiejętnością szacowania liczb przekłada się m.in. na późniejszą umiejętność zarządzania swoimi finansami oraz planowania rozkładu swoich zajęć w czasie; jest to umiejętność, którą można ćwiczyć tak samo jak liczenie dokładne, a jest dużo bardziej praktyczna.

#### Synchronizacja półkulowa i uczenie się w stanie relaksu

Nasze półkule mózgowe współpracują ze sobą, ponieważ są połączone wiązką neuronów nazwaną ciałem modzelowatym. Jednak przeważnie jest to nierówna współpraca – jedna półkula dominuje. Poniższa tabela prezentuje, w jaki sposób podzielony jest nasz mózg: pola zaznaczone kolorem to funkcje każdej z półkul, pola przezroczyste opisują cechy osób charakteryzujących dominacją danej półkuli. Należy zaznaczyć, że zróżnicowanie półkul dotyczy wyłącznie wyższych funkcji poznawczych. Optymalny proces nauczania nie faworyzuje zdolności mocniejszej z półkul, ale usiłuje aktywizować słabszą z nich, a najlepiej, gdy aktywizuje synchronicznie obie półkule równocześnie – wtedy napędzają się wzajemnie i efektywność uczenia się wzrasta. Porównując ten proces do matematycznego działania, gdzie zgodnie z zasadą synergii suma  $1 + 1$  nie równa się 2, ale  $1 + 1$  jest większe od 2!!! Korzyść ze stymulowania mózgu w ten sposób jest oczywista, jest to jednak trudny proces - dla zobrazowania tej trudności wystarczy spróbować jedną ręką klepać się po głowie, a drugą zataczać koła na brzuchu – brzmi banalnie, ale wcale nie jest proste!

Tabela 11. Odpowiedzialność półkul mózgu.

<u>funkcje, za które jest odpowiedzialna lewa półkula mózgowa</u>	<u>funkcje, za które jest odpowiedzialna prawa półkula mózgowa</u>
logika, myślenie analityczne, myślenie linearne, staranność, detale, krok po kroku, porządek, kolejność, systematyzowanie	kreatywność, wyobraźnia, intuicja, zdolności twórcze, artystyczne, kojarzenie, ogląd ogółu, muzyka, rytm, taniec, widzenie przestrzenne
czas, planowanie	łatwość nawiązywania kontaktu emocjonalnego, lepsze zrozumienie sytuacji i zdarzeń,
lepsza komunikacja werbalna: płynność w mówieniu, czytaniu, pisaniu, dosłowność	komunikacja niewerbalna, metaforyzowanie, bogaty zasób środków językowych
skłonność do przejawiania modalności wzrokowej	skłonność do przejawiania modalności słuchowej i ruchowej
<u>osoby o dominacji lewej półkuli</u>	<u>osoby o dominacji prawej półkuli</u>
odwołują się do intelektu (preferują rozumowy sposób rozwiązywania problemów)	opierają się na intuicji (preferują intuicyjny sposób rozwiązywania problemów)
łatwo zapamiętują imiona	łatwo zapamiętują twarze
reagują na polecenia werbalne	reagują na polecenia demonstrowane
wydają obiektywne sądy	wydają subiektywne sądy
są zorganizowane, lubią porządek	są spontaniczne
chętnie mówią i piszą	chętnie rysują, mają zdolności manualne
kontrolują swoje emocje	pokazują swoje emocje
nie potrafią odczytywać mowy ciała	potrafią odczytywać mowę ciała
rzadko posługują się metaforami	często posługują się metaforą, opisem

Źródło: opracowanie własne

### Pamięć autobiograficzna

Warto wspomnieć na koniec o jednej z najprostszych dróg do naszej pamięci. Jest pewien rodzaj wiedzy, który zapamiętujemy błyskawicznie, zapominamy zaś wyjątkowo powoli, między innymi dlatego, że wywołuje w nas żywe emocje. Bo nic nie wywołuje więcej emocji w człowieku niż... on sam. Można powiedzieć, że jesteśmy urodzonym egoistami, ponieważ nasz mózg jest przystosowany do tego, by najlepiej zapamiętywać i przetwarzać informacje związane z tzw. „strukturą ja” .

Dotyczy to absolutnie wszystkich dziedzin życia – zawsze zapamiętamy i zrozumiemy lepiej sytuację, którą sami przeżyliśmy niż zdarzenie opowiedane nam przez kogoś. Pamięć autobiograficzna działa jak oddychanie: nieustannie i niemal bez wysiłku z naszej strony selekcjonuje informacje, które są związane z naszą strukturą ja i nadaje priorytet ich przetwarzaniu. Dlatego najłatwiejszą ścieżką do umysłu są, nie fakty i informacje, ale metody zmuszenia danej osoby do zaangażowania się osobiście w na przykład: rozwiązywanie jakiego problemu albo usiłowanie odnalezienia zastosowania omawianej reguły w swoim

życiu itp. Gdy jakąś nową treść, nawet o bardzo wysokim poziomie abstrakcyjności odniesiemy do swojego życia, zapamiętujemy ją bez większego wysiłku.

Gdy jesteśmy w coś zaangażowani wszystkie fazy pamięci mają idealne warunki do działania. Narządy zmysłów są wyostrzone – naukowcy udowodnili to między innymi na przykładzie „efektu cocktail party”. Nawet gdy wokoło panuje szum, a dana osoba jest zajęta interesującą rozmową, to jeżeli ktoś w pobliżu wypowie jej imię, zareaguje ona natychmiast – dzieje się tak dlatego, że imię ma dla nas wyjątkowo silne, emocjonalne znaczenie (jest mocno związane ze „strukturą ja”). Wyostrzone zmysły usprawniają działanie pamięci natychmiastowej. Nasza czujność i uwaga są wzmożone – co z kolei sprawia, że pamięć krótkotrwała funkcjonuje na wysokich obrotach. Treści które w ten sposób „zatrzymaliśmy” w pamięci krótkotrwałej mają priorytet w przedostawaniu się do pamięci długotrwałej, czyli w tworzeniu nowych połączeń nerwowych. To wszystko składa się na pewność, że treści które przyswoiliśmy zostaną przetworzone na pierwszym miejscu w procesie konsolidacji śladu pamięciowego. To jednak jeszcze nie wszystkie profity z używania pamięci autobiograficznej – zaangażowanie w daną czynność daje sporą satysfakcję i obniża poziom stresu, co jak wiemy jest niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania centrum pamięci długotrwałej, czyli hipokampa.

### Jak działa mózg

„Mózgi są maszynami wyłapującymi reguły. Nie potrafią inaczej.” (cyt. za: Spitzer, 2008) Dzieje się tak z bardzo prostego powodu. Wyobraźmy sobie wszystkie zjedzone w życiu pomidory, każdego z osobna – jak wyglądał, jaki miał odcień czerwieni, ile centymetrów średnicy, który był z kolei. Niemożliwe? I bardzo dobrze, bo po pierwsze nikomu nie jest potrzebny mózg pełen pomidorów, a po drugie wiedza tego typu jest niepraktyczna – dokładna pamięć o cechach miliona zjedzonych pomidorów jest tylko rodzajem kolekcji – zupełnie nic nie mówi o tym, jaki będzie milion-pierwszy pomidor. Do tego potrzebna jest reguła, czyli wiedza „o pomidorach w ogóle”: o ich strukturze i ogólnych właściwościach i tym właśnie zajmuje się mózg. Najpierw wyszukuje charakterystyczne cechy danego zjawiska, a następnie tworzy ich wewnętrzną kopię, czyli reprezentację, z której możemy skorzystać, gdy spotkamy to zjawisko po raz kolejny.

Z matematyką jest podobnie jak z mózgiem – uczy dostrzegania pewnych ogólnych zależności, które mają szerokie zastosowanie w rzeczywistości. Można powiedzieć, że jest nauką o strukturach tak ogólnych, że można zastosować je wszędzie, dlatego nauczanie tego przedmiotu nie może polegać na omawianiu pojedynczych sposobów rozwiązywania zadań w



określony z góry sposób, bez łączenia ich ze sobą i miejsca na kreatywność. Taka wiedza sprawdza się wyłącznie na teście z matematyki, ale nie ma dla dziecka żadnego przełożenia w rzeczywistości. Przede wszystkim lekcja powinna dotyczyć tego, co każde dziecko jest w stanie sobie wyobrazić, bo jest już dobrze znane – gdy mówimy o ułamkach najlepiej zająć się pizzą lub ciastem. To przyzwyczajają do „matematycznego podejścia”. Dziecko, nie tylko uniknie powszechnego błędu dodawania do siebie zarówno liczników, jak i mianowników, ale zyska uniwersalne narzędzie odniesienia – dostrzeże ułamki w tabliczce czekolady, domku zbudowanym z klocków Lego itp. Gdy podamy dostatecznie wiele przykładów mózg sam dostrzeże regułę i to właśnie ta naturalna umiejętność powinna być rozwijana. Wiedza jest dla nas użyteczna i ciekawa tylko, jeśli potrafimy ją zastosować w praktyce. W połączeniu z zaangażowaniem ucznia w zrozumienie tematu poprzez własne doświadczenia może skutkować spektakularnymi efektami. Dla przykładu prosta sugestia nauczyciela, by dziecko w ramach zadania domowego przyniosło na następną lekcję własną wersję ułamków. Nawet, jeżeli dziecko pójdzie po najmniejszej linii oporu i przyniesie pizzę, zapamięta regułę (bo jak często można bawić się pizzą na lekcjach?), a przecież o to chodzi. Własne zaangażowanie i odniesienie tematu do znanych realiów powoduje, że reguła zostaje odkryta przez mózg naturalnie, a jej treść zostanie zapamiętana ekspresowo bez mozolnych i nudnych powtórzeń. Biorąc pod uwagę jak bardzo ważna jest synteza treści w jedną całość trudno zgodzić się z wąskim podziałem nauk przyrodniczych i matematycznych. Na przykład erupcja wulkanu jest zagadnieniem geograficznym (geologia), chemicznym (reakcje zachodzące podczas wybuchu) czy fizycznym (ciśnienie)? Albo pieczenie bułeczek drożdżowych to biologia (drożdże), chemia (reakcja „rośnięcia” drożdży, pieczenia), matematyka (proporcje ilości produktów)? Poza tym jak sobie poradzić z reakcjami chemicznymi bez matematyki? Przyzwyczajając młodych ludzi do traktowania oddzielnie tych „przedmiotów” pozbawia ich na długie lata możliwości patrzenia na to samo zjawisko z wielu perspektyw jednocześnie, a tym samym rozumienia tego zjawiska.

#### Zastąpić błędne koło mistrzowskim

Począwszy od Iwana Pawłowa i jego sławnych psów behawioryści przez wiele lat prowadzili badania nad uczeniem się przez warunkowanie, czyli procesem uczenia zachodzącym nieświadomie, który jest sterowany przez nagrody i kary. Proces ten zachodzi nieświadomie, ponieważ wiąże się z emocjami, w dużej mierze bierze w nim udział ciało migdałowate i dolna droga przetwarzania informacji. Lata badań nie pozostawiły wątpliwości – długotrwałe przyjmowanie kary (dosłownie, ale też na przykład poprzez brak rezultatu przy

systematycznie wkładanym wysiłku) skutkuje przewlekłym stresem prowadzącym do wyuczonej bezradności i depresji. Jest to tak zwane błędne koło frustracji: lęku, unikania, nie uczenia się, braku kompetencji, złych wyników, kary i ponownej frustracji. Jedyną skuteczną metodą by wykształcić chęć robienia konkretnej rzeczy jest zauważanie i nagradzanie postępów – często, a nawet przeważnie. Ważne jest też, by wzmacniać tylko zajmowanie się matematyką i nie wpaść przypadkiem w pułapkę nagradzania wyłącznie „dużych” sukcesów, co z kolei prowadzi do chwalenia tylko najlepszych uczniów (a ci mniej zdolni potrzebują pochwały tak samo). Optymalnie jest chwalić na przemian za małe i duże osiągnięcia. Można w ten sposób zastąpić koło błędne kołem mistrzowskim – nagroda, radość związana z matematyką, chęć uczenia się matematyki, uzyskanie kompetencji, dobre wyniki, nagroda. Najważniejsze jest byśmy w trakcie zajęć nie odzwyczaili dzieci od odczuwania przyjemności z zajmowania się matematyką, fizyką czy chemią oraz z samodzielnego odnajdywania rządzących nimi zasad.

## **8. Przyczyny problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych – podsumowanie**

Przyczyny problemów w nauczaniu przedmiotów matematyczno – przyrodniczych można podzielić na trzy grupy:

- systemowe - najbardziej ogólne, których źródła tkwią w przepisach prawnych i organizacji całego systemu oświaty,
- środowiskowe - zależne od szeroko rozumianego środowiska, w którym znajduje się szkoła, z którego wywodzi się rodzina ucznia, wreszcie w którym obraca się sam uczeń
- wewnątrzszkolne - te, na które wpływ ma organizacja pracy w pojedynczej placówce

### Czynniki systemowe

Na pierwszym miejscu wymieniamy te, które uznać należy za obiektywne i wspólne dla wszystkich placówek w Polsce, gdyż uwarunkowane organizacją systemu szkolnego w kraju. Przede wszystkim trzeba zwrócić uwagę na brak dobrej szkoły dydaktyki – uczelnie traktują metodykę nauczania poszczególnych przedmiotów po macoszemu, często ograniczając się tylko do pedagogiki ogólnej, a praca badawcza w zakresie dydaktyki i metodyki nie jest traktowana jako pełnoprawna praca naukowa. W efekcie takiej praktyki do szkół trafiają młodzi nauczyciele z wysokimi kompetencjami specjalistycznymi, i zdecydowanie niewystarczającymi kompetencjami pedagogicznymi i psychologicznymi, a zwłaszcza te

ostatnie są niezbędne (zasadnicze), aby móc skutecznie wypełniać zadania nauczyciela. Jak pokazuje analiza psychologicznych aspektów procesu nauczania i uczenia się, kapitalne znaczenie ma wiedza na temat pracy mózgu, mechanizmów determinujących pamięć i wielu innych uwarunkowań rozwoju ucznia. Bardziej doświadczeni nauczyciele z kolei borykają się z brakiem dostatecznego wsparcia metodycznego (obecna rola doradcy, wynikająca z przepisów prawa, nie do końca wychodzi naprzeciw potrzebom środowiska nauczycielskiego, w szczególności wspieraniu nauczycieli w doskonaleniu czy zdobywaniu kompetencji psychologicznych).

Jako wyjątkowo niesprzyjające są także częste zmiany w prawie szkolnym, szczególnie te które dotyczą zmiany rozporządzenia o ocenianiu i klasyfikowaniu, jak również o przeprowadzaniu sprawdzianów i egzaminów zewnętrznych, w tym egzaminu maturalnego. Zmiana formuły szczególnie tych ostatnich powoduje duży chaos, utrudnia właściwe planowanie pracy, a jeśli weźmie się pod uwagę brak właściwej pomocy metodycznej, to prawidłowe przygotowanie uczniów staje się zadaniem niezwykle trudnym. Ze zmianami w prawie ściśle łączy się wdrażanie nowej podstawy programowej (nowej – z dużą częstotliwością słowa „nowej”), która każdorazowo prezentuje odmienną filozofię układu treści, wymagań i pożądanych umiejętności. W ślad za zmianą podstawy programowej idą zmiany podręczników, których różnorodność i tak przytłacza przeciętnego nauczyciela. Nie sposób też dokonać dobrego wyboru podręcznika, jeśli wyboru tego dokonać należy najpóźniej w czerwcu, przed zapoznaniem się ze specyfiką zespołu klasowego (wybrany podręcznik można zmienić dopiero po zakończeniu całego etapu edukacyjnego). Należy zwrócić uwagę także na małą kontrolę merytoryczną podręczników i niewłaściwą dla nich oraz mało przydatną obudowę metodyczną. Ponadto tradycyjny system klasowo – lekcyjny, jak cała organizacja pracy w szkole (ramowe plany nauczania, tygodniowe rozkłady godzin) stoją w sprzeczności z wymogami nowej podstawy programowej uwzględniającej (i słusznie) sporą liczbę wyjść i wycieczek dydaktycznych, a jednocześnie konieczność ścisłego rozliczania odbytych jednostek lekcyjnych z każdego przedmiotu. Należy dostrzec także fakt przemęczenia uczniów rozlicznymi zajęciami obowiązkowymi, tak lekcyjnymi, jak i dodatkowymi.

Wszystkie wymienione przyczyny oraz niewłaściwe kryteria awansu zawodowego premiujące dość przypadkowy zestaw cech i brak motywacji ekonomicznej za ciągle wzrastające obowiązki nauczycieli (godziny z art.42 KN, biurokracja, obowiązki wychowawcy klasy, zapewnianie uczniom wsparcia pedagogicznego, konieczność samodzielnego przygotowywania się do pracy od strony metodycznej) zniechęcają pedagogów do

poszukiwania nowych efektywnych metod pracy, a podkreślić należy, że właśnie przedmioty matematyczno – przyrodnicze takich metod szczególnie wymagają.

Podsumowując: do przyczyn systemowych trudności w nauczaniu przedmiotów matematyczno – przyrodniczych zaliczono przede wszystkim częste zmiany prawa, nadmierne obciążanie nauczycieli różnymi obowiązkami, a z drugiej strony pozostawienie ich samym sobie bez odpowiedniego przygotowania i wsparcia metodycznego czy wsparcia w postaci obudowy metodyczno – podręcznikowo – programowej.

### Czynniki środowiskowe

Jako drugą grupę przyczyn należy wskazać przyczyny szeroko rozumianego środowiska dydaktycznego. Nie są one jednakowe dla wszystkich szkół, gdyż zależą między innymi od odległości od centrów akademickich i kulturalnych, struktury wykształcenia i statusu ekonomicznego najbliższego otoczenia uczniów. Dostrzeżono jednak pewne wspólne problemy, jak np. małe zainteresowanie instytucji publicznych przygotowaniem oferty dla szkół w zakresie przedmiotów matematyczno – przyrodniczych, deprecjonowanie przez media lub osoby publiczne wagi uczenia się tych przedmiotów czy w ogóle znaczący wpływ subkultur prezentujących „modę na nieuczenie się”.

Niezwykle trafne wobec powyższego wydaje się stwierdzenie ministra Zbigniewa Marciniaka: „mamy jeszcze jeden stereotyp: humanista, inteligent z zasady nie rozumie matematyki. Wciąż jeszcze w dobrym tonie jest się od niej głośno zdystansować. Celebryci w mediach odzęgują się od matematyki, choć nie przyszłoby im do głowy chwalić się, że nie rozumieją czytanych książek. Na świecie takie wyznanie wzbudza zdziwienie: to tak, jakby ktoś chwalił się niskim IQ albo niechęcią do logicznego myślenia. A u nas zakłada się, że niemożność nauczenia się matematyki wynika jedynie z braku jakichś szczególnych talentów. Na co nic poradzić nie można, bo jest to dziedziczne. Co jest myśleniem wygodnym, bo zwalnia od odpowiedzialności wszystkich nie zainteresowanych.

Tymczasem z wszelkich światowych badań, także polskich, wynika, że do opanowania materiału szkolnego z matematyki na dobrym poziomie w zupełności wystarczy przeciętna inteligencja i zdolności. Pod tym akurat względem na tle świata nawet trochę wyrastamy w górę. Obyśmy więc kiedyś mogli sobie pogratulować również cnót matematycznych – konsekwencji i logiki.”

Warto zwrócić uwagę na zróżnicowanie przyczyn środowiskowych właśnie w zależności od tego, jakie to środowisko jest. I tak, z jednej strony, pokutuje stereotyp myślowy, że matematyka jest trudna i nie dla każdego oraz brak w domu atmosfery nauki i wsparcia ze

strony rodziny, zwłaszcza jeśli chodzi o przedmioty matematyczno – przyrodnicze, a z drugiej - nadmierne obciążenie uczniów zajęciami dodatkowymi z różnych dziedzin, a także przekładanie ambicji rodziców na dzieci (moda na bycie uzdolnionym z przedmiotów ścisłych) – szczególnie w środowiskach rodzin lepiej wykształconych i o wyższym statusie materialnym.

### Czynniki wewnątrzszkolne

Grupa przyczyn trudności leżących po stronie każdej szkoły ma największe znaczenie, gdyż to szkoła bezpośrednio oddziałuje na ucznia. Sami nauczyciele mają wpływ na problemy wewnątrzszkolne i własnym działaniem mogą je w pewnym stopniu niwelować. Tej grupie przyczyn należałoby poświęcić największą uwagę i tu upatrywać możliwości zmiany w myśleniu i działaniu.

Wśród przyczyn wewnątrzszkolnych trudności w nauczaniu przedmiotów matematyczno – przyrodniczych należy podkreślić słabą bazę szkoły, brak urządzeń do przeprowadzania doświadczeń, mało sprzętu komputerowego w przeliczeniu na ucznia, mało odpowiednich programów edukacyjnych dla multimediiów. Tu również wymienić trzeba i słabe obudowy metodyczne, ale także brak przykładów profesjonalnych opracowań realizacji wybranych zagadnień metodami aktywizującymi.

Warto podkreślić, że nauczyciele dostrzegają także przyczyny leżące po ich stronie, np. widzą własną obawę przed zmianami, niechęć do posługiwania się metodami aktywizującymi przy jednoczesnym docenieniu ich zalet. Niechęć ta wynika przede wszystkim z czasochłonności w ich stosowaniu (a tu trudność wynika dodatkowo z przyczyn systemowych – ramowe plany nauczania, system klasowo – lekcyjny itp.), z braku przekonania o ich skuteczności i efektywności, lecz także z braku dostatecznej ich znajomości lub kłopotów w ich poznaniu ( brak scenariuszy lekcji realizowanych tymi metodami). Obok wysokiej klasy nauczycieli – profesjonalistów jest niemała grupa nauczycieli, którą cechują brak wiedzy i kompetencji w zakresie psychologicznych aspektów procesu uczenia się, brak wiedzy na temat mechanizmów zachodzących w mózgu, a mających wpływ na ten proces, brak znajomości podstaw programowych z niższych etapów kształcenia oraz wiedzy międzyprzedmiotowej. Niewątpliwie, wiele z tych cech można by zniwelować poprzez odpowiednio zaplanowaną i organizowaną pracę zespołową w grupach międzyprzedmiotowych, ale wśród nauczycieli panuje obawa przed taką pracą. Trudno jest ją również zaplanować w szkole, w której często nie ma miejsca na spotkania problemowe nauczycieli i trudno znaleźć wspólny termin nie kolidujący z licznymi obowiązkami. W efekcie nauczyciele pracują w systemie satelitarnym,

ujmując rzecz kolokwialnie „każdy sobie rzepkę skrobie”. Wśród przyczyn wewnątrzszkolnych nie sposób nie zauważyć również wszechobecnej biurokracji, zamiast planowania i wdrażania działań z uczniem (której źródło niewątpliwie tkwi w sferze systemu edukacji), przerzucania odpowiedzialności za wyniki nauczania na ucznia i jego rodzinę (wynika to chyba z braku narzędzi oceny pracy nauczyciela ze względu na efekty – trudne w zmierzeniu bez możliwości ustalenia stanu wyjściowego i elementów niezależnych od nauczyciela, a mających wpływ na wyniki kształcenia.), a w innych przypadkach całkowite zwalnianie dziecka z odpowiedzialności za efekty jego pracy.

Reasumując, przyczyn trudności w nauczaniu przedmiotów matematyczno - przyrodniczych upatrywać należy w systemie edukacji, warunkach środowiskowych, w jakich szkoła pracuje, ale przede wszystkim wewnątrz każdej szkoły i pośród nauczycieli, którzy tych przedmiotów uczą.

## **9. Działania naprawcze – stosowanie metody projektu edukacyjnego**

Jakość kształcenia przedmiotów ścisłych można i trzeba zmienić. Ta zmiana, niewątpliwie, w ogromnej mierze zależy od samych nauczycieli, od zmiany ich postaw i przekonań, od przejścia:

- z poszukiwania winnych za skutki kształcenia na wzięcie pełnej odpowiedzialności za swoją pracę,
- z przekonania o niechęci uczniów do podejmowania jakichkolwiek wysiłków na zmianę metod kształcenia (z podających na aktywizujące),
- zmianę sposobu organizacji pracy z indywidualnej na zespołową.

Tak radykalna zmiana postaw nauczycieli wymaga dobrze zaplanowanych działań w obrębie szkoły, ale i w obrębie organów oświatowych. Zważywszy jednak, jakie kapitalne znaczenie dla edukacyjnej sytuacji uczniów mogą mieć te zmiany, warto na nie położyć nacisk. I doświadczenia w innych krajach, i opinie dydaktyków, ale także doświadczenia w niektórych polskich szkołach zdecydowanie wskazują, że nie podstawa programowa jest najważniejsza w kształceniu młodych (i nie tylko) ludzi, najważniejsze są metody kształcenia – przede wszystkim stosowanie metod aktywizujących, odejście od pogadanek, wykładów, wszelkich metod podawczych, odejście od nieustannego zadawania pytań przez nauczyciela, ciągłego odpytywania uczniów. To uczniowie są od zadawania pytań, od szukania drogi, od popełniania i weryfikowania błędów, nauczyciel jest przewodnikiem, konsultantem, doradcą. Niewątpliwie doskonałą metodą pracy uwzględniającą te oczekiwania jest metoda projektu edukacyjnego, która gwarantuje samodzielność, aktywność, odpowiedzialność

i w końcu sukces ucznia w procesie kształcenia. Projekt edukacyjny umożliwia kształtowanie kompetencji kluczowych u uczniów.

Właściwa organizacja procesu nauczania i uczenia się skutkująca sukcesem uczestników tego procesu wymaga bezwzględnego stosowania fundamentalnych zasad nauczania:

- Zasada świadomej aktywności,
- Zasada pogładowości,
- Zasada związku teorii z praktyką,
- zasada przystępności, stopniowania trudności,
- zasada systematyczności,
- zasada indywidualizacji i zespołowości,
- zasada trwałości zdobywanej wiedzy.

Metoda projektu wypełnia zasadę świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesie nauczania-uczenia się (zasada świadomej aktywności). Zasada ta wywiera decydujący wpływ na wynik kształcenia i ma odniesienie do wszystkich ogniw procesu dydaktycznego. Aby wyzwolić aktywność ucznia, należy przedstawić mu cel, jakiemu służyć mają nabywane wiadomości i umiejętności. Metoda projektu także wpisuje się w zasadę pogładowości, która mówi, że nauczanie powinno być realizowane w oparciu o kontakt ucznia z poznawaną rzeczywistością z jednoczesnym oddziaływaniem na nią. Zasada związku teorii z praktyką zakłada, że wiedza teoretyczna musi być sprzężona z praktycznym działaniem i z dostrzeganiem tego związku. Przygotowanie ucznia do samodzielnego posługiwania się wiedzą teoretyczną w sytuacjach praktycznych oraz wiązania procesu nabywania wiedzy z jej stosowaniem, z zaspokajaniem potrzeb edukacyjnych, z doznawaniem pozytywnych emocji, czy w końcu z samorealizacją, a także tworzenie sytuacji sprzyjających samodzielnemu definiowaniu i rozwiązywaniu problemów można osiągnąć wprowadzając metodę projektu.

Pozostałe zasady (systematyczności, indywidualizacji i zespołowości, trwałości zdobywanej wiedzy) także znajdują swoje odzwierciedlenie w zastosowanej metodzie projektu, wynikają wprost z istoty tej metody. Uogólniając, projekt edukacyjny umożliwia skuteczne kształtowanie kompetencji kluczowych u uczniów.

Analiza stanu edukacji matematyczno-przyrodniczej w polskiej szkole wykazała zdecydowanie duże i znaczące, z punktu widzenia rozwoju osoby i społeczeństwa, trudności wynikające z nieskutecznego kształcenia umiejętności analitycznego i syntetycznego myślenia, opisywania procesów i zjawisk, tworzenia i realizowania strategii rozwiązań problemów, stosowania zintegrowanej wiedzy w różnorodnych dziedzinach życia, tak

o wymiarze naukowym, jak i praktycznym. Szybka, bo nie wymaga zmian systemowych i na pewno skuteczna, bo sprawdzona w różnorodnych systemach oświatowych (również w wybranych polskich placówkach), drogą umożliwiającą skorygowanie tych trudności i braków jest praca metodą projektu i wspierającymi projekt metodami aktywizującymi.



## Bibliografia

- Le Doux, J. (2000). *Mózg emocjonalny*. Poznań: Media Rodzina.
- Le Doux, J. (1994). *Emotion, memory and the brain. Scientific American*. Poznań: Media Rodzina.
- Kim, R. (2010). Bez matematyki wracasz na drzewo. [Online]. Czasopismo „Przekrój” (red). Protokół dostępu: [http://www.przekroj.pl/wydarzenia\\_kraj\\_artykul,6840.html](http://www.przekroj.pl/wydarzenia_kraj_artykul,6840.html) [2010, 26 października].
- Kołodziejczyk, W. (2009). *Edukacja i dialog – czasopismo liderów edukacji*, Warszawa: Zarząd Główny społecznego towarzystwa oświatowego.
- Kulisiewicz, Cz. (2006). *Projekty reform edukacyjnych w Polsce. Główne tezy i wpływ na funkcjonowanie szkolnictwa*. Warszawa: PWN.
- Kulisiewicz, Cz. (2006). *Szkoła w XX wieku*. Warszawa: PWN.
- Kulisiewicz, Cz. (1978). *Podstawy dydaktyki ogólnej*. Warszawa: PWN.
- Nalaskowski, S. (2002). *Metody nauczania*. Toruń: A. Marszałek.
- Nęcka, E., Orzechowski, J. i Szymura, B. (2006). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: PWN.
- Niemierko, B. (2007). *Kształcenie szkolne. Podręcznik skutecznej dydaktyki*. Warszawa: WSiP.
- Petlak, E. (2008). *Rola nauczyciela we współczesnej szkole*. Warszawa: Żak.
- Przyborowska, B. (2003). *Struktury innowacyjne w edukacji. Teoria – Praktyka - Rozwój*. Toruń: WUMK.
- Sokołowski, M. (2006). System oświatowy w Finlandii. *Gazeta Szkolna*, 38/39
- Spitzer, M. (2007). *Jak uczy się mózg*. Warszawa: PWN.
- Strelau, J. (red.) (2000). *Psychologia. Podręcznik akademicki. Tom II*. Gdańsk: PWN.
- Tanaś, M. (2005). *Szkoła, dydaktyka, zadania*. Warszawa; Mikom.
- Vetulani, J. (1998). *Jak usprawnić pamięć*. Kraków: Platan.
- Centralna Komisja Egzaminacyjna (2010). *Wyniki egzaminów zewnętrznych*. Warszawa.
- MEN (2006). *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania w Polsce*.
- Starzyńska, D. (2009). *Edukacja w Polsce – informator, szkoły, uczelnie, stypendia. PISA: badania uczniów*. Warszawa: PAP.