

# Analiza systemu nauczania na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego<sup>+</sup>

**Ryszard Paweł Kostecki**

rpkost@fuw.edu.pl

www.rysieq.prv.pl

28 grudnia 2004

---

## *Streszczenie*

Celem tej pracy jest zbadanie obciążenia godzinowego przeciętnego studenta studiów magisterskich na Wydziale Fizyki UW w pierwszych pięciu semestrach nauki, oraz, w perspektywie wyników tych badań, przeprowadzenie analizy systemu nauczania na wydziale. Jednym z głównych wniosków otrzymanych w tej pracy jest stwierdzenie, że aktualny system nauczania powoduje, począwszy od drugiego semestru nauki, *systematyczne przeciążenie* studentów liczbą godzin z zajęć obowiązkowych. Autor sugeruje, że ten stan rzeczy generuje wiele negatywnych zjawisk: osłabienie procentu przyswajanej wiedzy, opanowywanych umiejętności oraz w ogóle zrozumienia przerabianego materiału, ściąganie na egzaminach i kolokwiach, fałszowanie danych doświadczalnych i kopiowanie opisów, jak również ogólne osłabienie kondycji psychicznej studentów i – *last but not least* – istotne opóźnienie terminów zaliczeń, tak poszczególnych przedmiotów (częste powtarzanie), jak i całych studiów. Drugim celem tej pracy jest wykazanie, że konieczność głębokiej reformy systemu nauczania na wydziale spowodowana jest czynnikami obiektywnymi, których nie da się uniknąć, zaniedbać ani też zignorować, zatem sama zmiana tegoż systemu jest nieunikniona.

---

<sup>+</sup> Jest to czwarta i ostateczna wersja analizy, mocno poprawiona, lepiej opracowana i przemyślana pod wpływem wielu rozmów i dyskusji zarówno ze studentami, jak i pracownikami naukowymi, posiadającymi częstokroć zdanie w mniejszym lub większym stopniu różne od poglądu autora.

# 1. Wstęp

Z rocznego sprawozdania władz dziekańskich Wydziału Fizyki UW z roku akademickiego 2003/2004 wynikają następujące dane dotyczące sprawności nauczania:

- spośród 292 rozliczonych studentów na pierwszych trzech latach studiów magisterskich ubiegły rok zaliczyło w pełni tylko 30% studentów,
- drugie 30% zostało skreślone z listy studentów,
- 17% będzie powtarzać rok,
- 17% otrzymało zaliczenie warunkowe,
- pozostałe 5% zmieniło kierunek<sup>1</sup>.

Do tego należy dodać, że studentów powtarzających rok lub z zaliczeniem warunkowym było na drugim roku studiów 66% (dwie trzecie!), a na roku trzecim – 62%. Dane te świadczą, eufemistycznie mówiąc, o nie najlepszej efektywności aktualnego systemu nauczania na wydziale.

Praca niniejsza wykazuje, że potężnym czynnikiem odpowiedzialnym za powyższy stan rzeczy<sup>2</sup> (jak i szereg innych, nie mniej ważnych, negatywnych zjawisk omówionych dalej) jest przeciążenie studenta nadmierną ilością zajęć obowiązkowych, co prowadzi do *obniżenia poziomu kształcenia na wydziale*. Analiza owego obciążenia znajduje się w rozdziale drugim i służy w rozdziale trzecim jako punkt wyjściowy do przeprowadzenia analizy całego systemu nauczania na pierwszych trzech latach studiów magisterskich na wydziale fizyki, wraz ze skonfrontowaniem aktualnych i potencjalnych celów tego systemu (czyli kryteriów określających poziom kształcenia) z rzeczywistością.

Przy czym bardzo ważne jest zaakcentowanie, że nawet jeśli wszyscy studenci zaliczaliby kolejne lata w terminie, to nie znaczyłoby jeszcze, że *efektywność* ich kształcenia byłaby właściwa, a co za tym idzie – że umiejętności (a nawet i wiedza) przez nich wyniesione z uczeni odpowiadają ich zdolnościom. Fakt z którego sobie koniecznie trzeba zdać sprawę jest taki: *przeciążenie nauką jest szkodliwe dla efektywności nauczania tak samo, jak i brak nauki* (jeśli nie bardziej). Krzywa zależności efektywności nauczania od ilości nauki nie jest monotonicznie rosnąca (co daje się w sposób oczywisty wykazać *ad absurdum*), lecz ma maksimum, po którym następuje gwałtowny spadek efektywności wraz każdą dodatkową porcją wiedzy. Tezą tej pracy jest, że aktualny system nauczania ma słabą efektywność ze względu na zbyt dużą liczbę materiału koniecznego do przyswojenia. Jakościowy matematyczny dowód tej tezy, poprzez wyprowadzenie z niej typowych statycznych danych opisujących wyniki kolokwium i egzaminów przeprowadzanych na wydziale, przeprowadzony jest na końcu tej pracy.<sup>3</sup>

## 2. Obliczenie realnego obciążenia godzinowego

### *Podstawa rozważań*

Na podstawie wytycznych programowych zamieszczonych w *Informatorze o studiach na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego* (Wydział Fizyki UW, Warszawa 2002), oraz wywiadu środowiskowego, jak również własnego doświadczenia, skonstruowałem typowy modelowy *minimalny* plan nauki studenta na Wydziale Fizyki UW w pierwszych pięciu semestrach (tabela 1). Plan ten nie oddaje jednakże prawdziwego obciążenia studenta, bowiem nie uwzględnia następujących czynników:

1. czasu przeznaczanego na opracowanie opisów z pracowni fizycznych,
2. czasu przeznaczanego na przygotowanie się do doświadczeń na pracowni,
3. czasu przeznaczanego na kolokwia (odbywające się prawie zawsze w soboty),
4. czasu przeznaczanego na naukę do kolokwium (powtórzenie materiału),
5. czasu przeznaczanego na przejazdy pomiędzy położonymi w różnych częściach miasta budynkami w których odbywają się zajęcia.

Wyżej wymienione czynniki muszą być uwzględnione przy obliczaniu czasu jaki statystyczny (a i partykularny również) student *musi* przeznaczyć na studia, w odróżnieniu od pozostałego czasu, który *może*, w zależności od swojej woli, potrzeb i zainteresowań, przeznaczyć na poszerzanie bądź powtarzanie swojej wiedzy – to jest już jednak jego prywatną sprawą i nie może być w żaden sposób obligatoryjnie określone ani przez uczelnię, ani przez tą analizę.

Zająłem się tylko pierwszymi pięcioma semestrami ze względu na brak wystarczającej standaryzacji planów nauki w późniejszych semestrach, czego skutkiem jest niemożność przeprowadzania jakichkolwiek statystycznie istotnych analiz i wnioskowań.

<sup>1</sup> Procenty sumują się do 99% ze względu na zaokrąglenia.

<sup>2</sup> Oczywiście, jasne jest, że część tego efektu pochodzi ze strategii przyjmowania na pierwszym roku dużych ilości studentów "z łapanki". Jednakże: a) analiza niniejsza dotyczy studiów magisterskich, czyli jednak preselekcjonowanej grupy studentów, b) zjawisko przeciążenia studiów zachodzi przede wszystkim na roku drugim i trzecim (a nie na pierwszym), co jest kolejnym filtrem na osoby, które na fizykę trafiły, bynajmniej nie z powołania, c) liczba osób powtarzających rok lub zaliczających go warunkowo zadziwiająco koreluje z *realną* liczbą godzin zajęć obowiązkowych.

<sup>3</sup> Do którego odsyłam od razu wszystkich niecierpliwych.

# Oszacowanie prawdziwej liczby godzin obowiązkowych

## Czas przeznaczany na pracownię

Czas przeznaczony na opracowywanie opisów z pracowni oszacowałem dokonując wywiadu środowiskowego wśród kilkunastu osób – aktualnych studentów. Otrzymałem średni wynik **ok. 8h** (tj. dwóch dni popołudniowo-wieczornej pracy studenta) przeznaczonych na napisanie opisu doświadczenia przeprowadzanego na Pracowni Wstępnej lub/i na Pracowni Fizycznej I. Opis który trzeba wykonać na zakończenie przedmiotu "Rachunek Błędu Pomiarowego" zajął średnio (wraz z przygotowaniem, wykonaniem, oraz opracowaniem) **ok. 14h** (tj. 3-4 dni po 4h pracy), natomiast całkowity czas przeznaczony na wykonanie minimum (czyli dwóch) obowiązkowych doświadczeń na II Pracowni Fizycznej oszacowałem na  $2 * (2 \text{ tyg. doświadczeń} + 0.5 \text{ tyg. kolokwium wstępne} + 1.5 \text{ tyg. opracowania opisu} + 1.5 \text{ tyg. przygotowania do kolokwium}) = 11$  tygodni pracy. Ponieważ II Pracownia Fizyczna liczona jest w jednym semestrze jako 11h przez 15 tygodni pracy, daje to po przeskalowaniu **8.1h** tygodniowo pracy studenta przez cały semestr. Czas przeznaczony na przygotowanie się do wykonania doświadczeń na pracowniach Wstępnej oraz Pierwszej oszacowałem na **ok. 1h**. Ostatecznie daje to następujące obciążenie godzinowe związane z 'pracownianymi' przedmiotami:

semestr 1: RBP: 2h co tydzień + 14h jednokrotnego doświadczenia = 2.9h co tydzień  
semestr 2: PW: 3h co tydzień + 8h opisu co dwa tygodnie + 1h przygotowania co dwa tygodnie = 7.5h co tydzień  
semestr 3: I PF(a): 3h co tydzień + 8h opisu co tydzień + 1h przygotowania co tydzień = 12h co tydzień  
semestr 4: I PF(b): 3h co tydzień + 8h opisu co tydzień + 1h przygotowania co tydzień = 12h co tydzień  
semestr 5: II PF(2dośw): 8.1h co tydzień

## Czas przeznaczany na kolokwia

Czas przeznaczany na kolokwia oszacowałem przyjmując, iż każde kolokwium trwa trzy godziny (w rzeczywistości dość często trwają one dłużej, zaś krócej – prawie nigdy), oraz że student na *powtórzenie* materiału do kolokwium potrzebuje takiegoż samego czasu, tj. tylko trzech godzin. Przy takich założeniach minimalna ilość czasu użytkowana przez kolokwia w kolejnych semestrach jest następująca:

**Semestr 1:** Analiza 1 B/C: 2 kolokwia, Algebra B/C: 1 kolokwium, Fizyka 1 BC: 2 kolokwia. **Razem:** 5 kolokwiów po  $(3h+3h) = 5*6h = 30h$ .

**Semestr 2:** Analiza 2 B/C: 2 kolokwia, Algebra B/C: 1 kolokwium, Fizyka 2BC: 2 kolokwia, Programowanie 1: 1 kolokwium. **Razem:** 6 kolokwiów po  $(3h+3h) = 6*6h = 36h$ .

**Semestr 3:** Analiza 3 B/C: 2 kolokwia, Fizyka 3 BC: 2 kolokwia, Mechanika Klasyczna: 2 kolokwia. **Razem:** 6 kolokwiów po  $(3h+3h) = 6*6h = 36h$ .

**Semestr 4:** Mechanika Klasyczna: 2 kolokwia, MMF: 2 kolokwia, Fizyka 4 BC: 2 kolokwia, Fizyka 5 BC: 2 kolokwia. **Razem:** 8 kolokwiów po  $(3h+3h) = 8*6h = 48h$ .

**Semestr 5:** Mechanika Kwantowa I: 2 kolokwia, Termodynamika fenomenologiczna: 2 kolokwia. **Razem:** 4 kolokwia po  $(3h+3h) = 4*6h = 24h$ .

Podsumowując, w kolejnych semestrach na kolokwia przeznaczana jest następująca liczba godzin:

- 1 semestr: 30h w semestrze = 2h tygodniowo
- 2 semestr: 36h w semestrze = 2.4h tygodniowo
- 3 semestr: 36h w semestrze = 2.4h tygodniowo

Tabela 1

Typowy **programowy minimalny** plan nauki statystycznego studenta pięcioletnich studiów magisterskich na kierunku fizyka w pierwszych pięciu semestrach nauki.

<b>semestr 1</b>	
Analiza 1 B/C	8h
Algebra B/C	4h
Fizyka 1 BC	8h
RBP (Rachunek błędu pomiarowego)	2h
<b>semestr 2</b>	
Analiza 2 B/C	8h
Algebra B/C	4h
Fizyka 2 BC	7h
Programowanie 1	4h
PW (Pracownia wstępna)	3h
<b>semestr 3</b>	
Analiza 3 B/C	8h
Fizyka 3 BC	8h
I Pracownia fizyczna (a)	3h
Mechanika klasyczna	4h
WF	2h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
Lektorat z języka angielskiego	4h
<b>semestr 4</b>	
Mechanika klasyczna	4h
MMF	6h
Fizyka 4 BC	4h
Fizyka 5 BC	4h
I Pracownia fizyczna (b)	3h
WF	2h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
Lektorat z języka angielskiego	4h
<b>semestr 5</b>	
Mechanika kwantowa I	8h
Pracownia fizyczna II (2 dośw.)	1 h
Seminarium fizyki*	2h
Przedmiot obowiązkowy**	4h
Metody numeryczne I	5h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
WF	2h

\* - Seminarium fizyki teoretycznej **lub** Seminarium fizyki doświadczalnej

\*\* - Obowiązkowy do specjalizacji (i rocznej liczby godzin zaliczonych) przedmiot typu Termodynamika fenomenologiczna lub Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (przedmioty te charakteryzują się 60h w semestrze oraz 2 kolokwiami i egzaminem)

4 semestr: 48h w semestrze = 3.2h tygodniowo  
 5 semestr: 24h w semestrze = 1.6h tygodniowo

### Czas przeznaczany na przejazdy

Czas przeznaczany na przejazdy pomiędzy różnymi miejscami w których odbywają się zajęcia dydaktyczne oszacowałem na podstawie analizy kilkunastu planów zajęć różnych grup z różnych lat, opierając się na planach zamieszczonych na wydzielonej stronie WWW (z dnia 27 sierpnia 2003), oraz na kilku planach z lat ubiegłych, zachowanych w moim domowym archiwum. Otrzymałem średni wynik ok. 5h tygodniowo przeznaczanych na przejazdy, przy czym nie uwzględniłem w tym obliczeniu przejazdów na zajęcia pozakierunkowe oraz na WF (w planach generowanych na wydziale tych zajęć się nie uwzględnia), więc wynik ten trzeba zwiększyć co najmniej o ok. 1h. Razem daje to rezultat **ok. 6h** tygodniowo przeznaczanych na przejazdy pomiędzy zajęciami.

Podsumowując wszystkie powyżej określone i obliczone czynniki zwiększające obligatoryjne cotygodniowe obciążenie studenta można skonstruować tabelę 2.

### Wyniki

Obciążenie godzinowe studenta studiów magisterskich otrzymane z powyższej analizy wynosi (w zaokrągleniu do pełnej godziny):

semestr 1: **31h**  
 semestr 2: **39h**  
 semestr 3: **48h**  
 semestr 4: **47h**  
 semestr 5: **39h**

Tyle czasu tygodniowo student spędza na zajęciach, przejeżdżając pomiędzy budynkami w których odbywają się zajęcia oraz pisząc opisy. Powyższe wyniki otrzymane zostały **dla planu zajęć stanowiącego absolutne minimum wymagane do dalszej nauki i zaliczania roku**, to znaczy, że nie uwzględniono żadnych przedmiotów na które, ze względu na zainteresowania lub ich przydatność, student mógłby uczęszczać. Wyniki te otrzymano przy następujących założeniach:

1. Student nie potrzebuje przeznaczać czasu na systematyczną naukę, cały materiał opanowuje na bieżąco w trakcie zajęć, zaś do utrwalenia wiedzy wystarcza mu 3h powtórzenia przed kolokwium.
2. Z przedmiotów pozakierunkowych oraz z lektoratów student nie pisze żadnych kolokwiów.
3. Z żadnego przedmiotu nie są zadawane żadne obowiązkowe prace domowe.
4. Studentowi wystarczy tylko rok lektoratu z języka angielskiego, by zdać obowiązkowy egzamin w szkole języków obcych po trzecim roku.
5. W trakcie semestru student nie przeznacza czasu na naukę do egzaminów, które to wszystkie, jak i nauka do nich, odbywają się w trakcie sesji.
6. Student nie uczęszcza na żadne inne przedmioty na wydziale i poza nim, niż to przewiduje program minimum.
7. Student zalicza wszystkie kolokwia i przedmioty w terminie i nie powtarza żadnych kolokwiów i/lub przedmiotów.
8. Wszystkie opisy studenta są od razu zaliczane i żaden opis nie jest przez niego poprawiany.

Jak widać, prawie każde z powyższych założeń jest *nierealne*, a przecież każde z nich spowodowało obniżenie tygodniowego obciążenia godzinowego. Zatem **powyższa liczba godzin zajęć obowiązkowych jest ewidentnie zaniżona względem rzeczywistości.**

**Tabela 2**

Typowy *rzeczywisty minimalny* plan nauki statystycznego studenta pięcioletnich studiów magisterskich na kierunku fizyka w pierwszych pięciu semestrach nauki.

<b>semestr 1</b>	
Analiza 1 B/C	8h
Algebra B/C	4h
Fizyka 1 BC	8h
RBP (Rachunek błędu pomiarowego)	2.9h
Kolokwia	2h
Przejazdy	6h
<b>razem: 30.9h</b>	
<b>semestr 2</b>	
Analiza 2 B/C	8h
Algebra B/C	4h
Fizyka 2 BC	7h
Programowanie 1	4h
PW (Pracownia wstępna)	7.5h
Kolokwia	2.4h
Przejazdy	6h
<b>razem: 38.9h</b>	
<b>semestr 3</b>	
Analiza 3 B/C	8h
Fizyka 3 BC	8h
I Pracownia fizyczna (a)	12h
Mechanika klasyczna	4h
WF	2h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
Lektorat z języka angielskiego	4h
Kolokwia	2.4h
Przejazdy	6h
<b>razem: 48.4h</b>	
<b>semestr 4</b>	
Mechanika klasyczna	4h
MMF	6h
Fizyka 4 BC	4h
Fizyka 5 BC	4h
I Pracownia fizyczna (b)	12h
WF	2h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
Lektorat z języka angielskiego	4h
Kolokwia	3.2h
Przejazdy	6h
<b>razem: 47.2h</b>	
<b>semestr 5</b>	
Mechanika kwantowa I	8h
Pracownia fizyczna II (2 dośw.)	8.1h
Seminarium fizyki	2h
Przedmiot obowiązkowy	4h
Metody numeryczne I	5h
Przedmiot pozakierunkowy	2h
WF	2h
Kolokwia	1.6h
Przejazdy	6h
<b>razem: 38.7h</b>	

## Wnioski

Zgodnie z Kodeksem Pracy (art. 129 ust. z dn. 26 czerwca 1974 i późniejsze nowelizacje – Dz.U. 2000 nr 120 poz. 1268) *czas pracy nie może przekraczać 8 godzin na dobę i przeciętnie 42 godzin na tydzień*. Dotyczyć to powinno również studentów. Aby w ogóle zdawać na następne lata student musi przez rok (na trzecim i czwartym semestrze) pracować ponad prawnie dopuszczalną normę, **ponad sześć roboczych dni w tygodniu**. Praktycznie jednak stan taki trwa dwa lata (cztery semestry), bowiem przedstawione wyżej wyniki były otrzymane przy wielu założeniach *jednoznacznie i silnie obniżających* otrzymane wyniki godzinowego obciążenia studenta. Efekty tego są liczne – przede wszystkim większość studentów w którymś momencie studiów nie daje rady temu morderczemu tempu i nie zalicza w terminie jakiegoś przedmiotu, nie ze względu na braki intelektualne, lecz ze względu na brak czasu. To zjawisko jest na wydziale normą (patrz: dane przytoczone na wstępie tej pracy). Wielu dobrze zapowiadających się i inteligentnych młodych ludzi po prostu rezygnuje z tak przeciążonych studiów. Drugim efektem jest oczywiście częste zjawisko ściągania na kolokwiah i egzaminach – nie wynika ono częstokroć ze złej, "spremedytowanej" woli studentów, lecz po prostu z chłodnego liczenia się z realiami – tylko najlepsi są w stanie w takim zabójczym obciążeniu o własnych siłach przejść po wodzie nie zamoczywszy stóp. Trzeci efekt to degradacja życia prywatnego studentów – muszą oni poświęcać swój wolny czas na pisanie opisów czy też na sobotnie kolokwia. (Zresztą dzięki tym kolokwiom nie mogą wyjeżdżać na weekend z Warszawy, co dla studentów pochodzących spoza stolicy jest dużym utrudnieniem życia.) Czwartym efektem jest zniechęcanie się studentów do fizyki, co jest naturalnym efektem tucznej gęsi, której przez gardło na siłę łąduje się pokarm. Piątym efektem jest **gorsze** przyswajanie prezentowanego materiału przez studentów, zwłaszcza, że nie widząc na pierwszych dwóch latach wielu sensownych zastosowań przyjmowanej teoretycznej wiedzy, zniechęcają się jeszcze bardziej. Szóstym zaś, spośród najbardziej rzucających się w oczy efektów, jest, tak częste że niemal powszechne, naginanie (czyli, mówiąc uczciwie, fałszowanie) wyników otrzymanych doświadczeń (jak również – co istotne – błędów pomiarowych), bądź – po prostu – kopiowanie opisów. Motywacją do takich działań jest brak czasu na poprawianie opisów i ponowne przeprowadzanie doświadczeń. Mówiąc krótko, system nauczania na wydziale jest patologicznie i patogenicznie przeciążony.

W związku z tym konieczne jest drastyczne przebudowanie planu nauczania, przede wszystkim w drugim, trzecim, czwartym i piątym semestrze, obniżające liczbę **realnych** godzin pracy studenta. Należałoby również poważnie rozpatrzyć likwidację zwyczaju sobotnich kolokwiów na rzecz kolokwiów przeprowadzanych w trakcie zajęć. Takie posunięcie może od razu pomóc rozwiązać dwa problemy: nadmiar ilościowy materiału oraz obciążenie godzinowe, chociaż oczywiście samo w sobie rozwiązaniem wystarczającym być nie może.

## 3. Analiza systemu nauczania

### *Potencjalne cele systemu nauczania fizyki*

Wszelkie działania optymalizujące podejmować można tylko przy określeniu precyzyjnego celu (tj. wyznaczeniu kierunku w którym gradient optymalizacji ma być największy). Trzeba zatem zastanowić się, jakie są cele nauczania studentów na wydziale fizyki, ponieważ aby mówić o tym czy coś obniża poziom kształcenia czy też zawiąza, musimy jasno sprecyzować *względem czego ten poziom mierzymy*, a zatem określić cel nauczania (jako punkt odniesienia). Na tak postawione pytanie nasuwają się między innymi następujące odpowiedzi:

1. wykształcenie studentów umiejących rozwiązać jak najlepiej jak największą liczbę jak najrozmaitszych zadań dotyczących fizyki,
2. wykształcenie studentów posiadających jak najrozleglejszą wiedzę na temat fenomenów fizycznych,
3. wykształcenie studentów posiadających jak najrozleglejsze zrozumienie fenomenów fizycznych,
4. wykształcenie studentów umiejących jak najlepiej modelować rozmaite (dowolne) zjawiska (procesy).

W praktyce wydaje się, że całą plejadę nasuwających się potencjalnych celów nauczania (fizyki) można zredukować do dwóch alternatyw:

- A. celem nauczania jest maksymalizacja ilości wiedzy (w przypadku fizyki: wiedzy fizyczno-matematycznej),
- B. celem nauczania jest maksymalizacja umiejętności (w przypadku fizyki: modelowania dowolnych procesów).

Przy czym jasne jest, że cele te są jednocześnie nierealizowalne: im więcej wiedzy (w ustalonym czasie) student ma opanować to (powyżej pewnej jej ilości) tym mniej z niej zrozumie. (Właśnie to zjawisko ma miejsce współcześnie na wydziale fizyki: **przeciążenie materiałem**.) Oczywiście zachodzą również współzależności pozytywne: student musząc zmagać się z różnymi typami zadań fizycznych nieuchronnie styka się z różnymi typami fizycznych zjawisk, zaś posiadanie zrozumienia tych zjawisk implikuje konieczność posiadania o nich wiedzy, etc. Jednakowoż współzależność pozytywna zachodzi jedynie do pewnego stopnia nacisku na realizację programu i materiału, czyli po prostu nadmiar wiedzy, jak już widzieliśmy, przytłacza.

## ***Kryteria wyboru celów nauczania***

Skoro – jak wykazałem wyżej – poszczególne cele nauczania stoją (przynajmniej w częściowym) konflikcie między sobą, to naturalnym wydaje się postawienie pytania: czy istnieją zatem jakieś kryteria wyboru celu nauczania? Twierdząc, że takowe kryteria istnieją, i że są wręcz obiektywne. Pominę rozważania dotyczące roli wydziału fizyki w społeczeństwie (jako potencjalnie arbitralne) i przejdę do argumentacji *stricte* pragmatycznej.

Dlaczego należałoby maksymalizować wiedzę studenta, nie zaś jego umiejętności? – Szczerze powiedziawszy: nie wiem. Skoro tak czy siak wyuczoną wiedzę zapomina się w kolosalnych ilościach, zaś osoba umiejąca zawsze może się potrzebnych rzeczy w swoim czasie nauczyć, to trudno jest jakkolwiek sensownie uzasadnić owe często praktykowane scholastyczne metody zasypywania studentów wiedzą. Jedyne argumenty jakie potencjalnie dałoby się obronić mówi, że studenci kończący studia magisterskie będą potrzebować tej (zmaksymalizowanej) wiedzy zamiast umiejętności. Praktyka życiowa i poczucie realizmu każe jednak uznać, że takie przekonanie jest (szkodliwym) mitem. Można by jeszcze zastanowić się, czy przypadkiem studentom przyjętym na studia doktoranckie ów przerost wiedzy nie przydałby się. Tu jednak praktyka pokazuje, że nie: dla doktoranta, jak i w ogóle pracownika naukowego, rzeczą fundamentalną jest umiejętność aktywnej działalności twórczej w przestrzeni naukowej, zaś wiedza jest tylko (niezbędnym) narzędziem z którego się korzysta.

Student na studiach przypomina ucznia terminującego u mistrza. Mistrz ów – dajmy na to cieśla – może uczniowi dać dużo narzędzi, opowiedzieć abstrakcyjną ogólną teorię rzemiosła, powiedzieć "pracuj" i zostawić ucznia samego z narzędziami. A może też przez chwilę popracować z nim każdym narzędziem – pokazując mu jak je stosować. Wiedza jest narzędziem, ale od trzymania w kieszeniach stosów narzędzi (co zresztą jest niewykonalne) ważniejsza jest umiejętność ich stosowania. Tej oczywiście uczy się w praktyce, lecz przecież nie trzyma się naraz w ręku (w głowie) wszystkich narzędzi!

Zresztą i tak na studia doktoranckie przyjmuje się tylko około jednej trzeciej studentów kończących studia magisterskie<sup>4</sup>, zaś reszta absolwentów na pewno nie będzie potrzebować całej tej szczegółowej wiedzy, którą z wielkim i wyczerpującym wysiłkiem musiała zapamiętać, zdać i zapomnieć. Przykro mi: w życiu są ważne umiejętności, a potrzebnej szczegółowej wiedzy i tak zawsze się trzeba douczać. Tak jest też i w nauce.

Podczas dyskusji związanych z wcześniejszymi wersjami niniejszej analizy spotkałem się z opiniami w typie "przeszedłem przez te ciężkie studia i choć były rzeczywiście męczące, to dużo mi dały", mającymi stanowić argument za tym, iż duża ilość wtlaczanej wiedzy okazuje się w praktyce być pożyteczną. Trzeba sobie jednak wyraźnie uświadomić, że przecież nie w **przeciążeniu** materiałem kryje się źródło wartościowych umiejętności wynoszonych przez studenta z wydziału fizyki! Ogromnie cenną rzeczą jaką daje fizyka jest zdolność myślenia zarówno abstrakcyjnego, jak i konkretnego, umiejętność tworzenia modeli rozmaitych zjawisk, jak i praktycznego posługiwania się aparatem matematycznym. To właśnie jest powodem generalnego powodzenia fizyków jako kandydatów do pracy w nie-fizycznych zawodach: począwszy od wszelakich "badań podstawowych", poprzez biologię, informatykę, komputerowe modelowanie czegokolwiek, ekonomię, firmy konsultingowe, towarzystwa ubezpieczeniowe... Źródłem tego są **umiejętności** nabywane przez studentów fizyki, nie zaś *przeciążenie szczegółową wiedzą!* To ostatnie jedynie przeszkadza w efektywności kształcenia, tj. nabywania umiejętności *oraz* wiedzy (patrz dalej: krzywe efektywności nauczania). Gdy na konia lub osła nałoży się zbyt wiele towaru, to on po prostu nie pociągnie, i nie ma się co oszukiwać że będzie inaczej.

## ***Współczesny stan rzeczy***

Niewydolność aktualnego systemu nauczania i jego negatywne konsekwencje widoczne są w czynniku terminowego ukończenia studiów (rzędu 1%<sup>5</sup>), kondycji wiedzy i umiejętności studentów, oraz kondycji psychicznej studentów (co powinny potwierdzić, niewykonane dotąd na wydziale, ankiety).

W praktyce rzecz polega na tym, iż studenci przeciążeni liczbą zajęć, prac domowych, kolokwii (w soboty!) i opisów nie mają czasu na to, by zastanowić się nad przyswajanym materiałem, zatem często przyswajają ogromne ilości wiedzy tylko po to, by niebawem ją utracić (wymownym przykładem jest tutaj wykład z mechaniki kwantowej, na którym najlepsi studenci nie pamiętają prostych faktów z algebry operatorów, "opanowanych" przecież na algebrze na pierwszym roku!). W tej sytuacji trudno mówić też o głębszym zrozumieniu fenomenów fizycznych – zrozumienie jest zastępowane przez zapamiętanie, a to przechodzi niezauważalnie w zapomnienie.

Niezwykle istotnym, a być może i kluczowym, zjawiskiem jest również *poczucie braku sensu* wykonywania takiego wysiłku – a w konsekwencji i studiów samych – towarzyszące wielu studentom. Wir sformalizowanej realizacji kolokwii, egzaminów, prac domowych i pracowni zdaje się nie mieć jakiegokolwiek sensu, gdyż nie widać jakichkolwiek zastosowań wiedzy i umiejętności nabytych na poszczególnych przedmiotach. Studenci pierwszych trzech lat nie mają praktycznie żadnego kontaktu z pracą naukową, zaś nauka zbyt często przedstawia się im jako niekończący się ciąg wzorów, nie zaś jako działalność poznawcza, o twórczej już nie mówiąc.

<sup>4</sup> W roku 2004 na wydziale fizyki UW obroniono 73 prac magisterskich, zaś na I rok studiów doktoranckich przyjęto 25 osób.

<sup>5</sup> Informacja ustna od p. Teresy Rzącej-Urban.

Gdy jednak odziera się naukę z jej istoty – tzn. twórczych procesów poznawczych – to rzecz która pozostaje jest właściwie równie, bądź nawet mniej, interesująca co studiowanie książki kucharskiej. Studia przeradzają się w maszynę do zabijania spontaniczności (na którą po prostu nie starcza ani sił, ani czasu – przy ponad 50h obowiązkowych zajęć...). Efekty tego zresztą akurat bardzo dobrze widać w zachowaniach studentów na wydziale (charakterystyczne zjawisko "przytłumienia" – zarówno w trakcie zajęć, jak i na przerwach<sup>6</sup>).

Przekraczająca możliwości studentów (poza bardzo zdolnymi, ale na wydziale przede wszystkim – tak jak wszędzie – są studenci średni) ilość materiału do przerobienia powoduje *powszechne* zjawisko ściągania. Naprawdę wiele spośród zdolnych i inteligentnych studentów otrzymujących stypendium naukowe ściga/-ło, i to nie z powodu jakiejś szczególnej premedytacji czy nieuczciwości, tylko z powodu niemożliwości sprostania bardzo dużym wymaganiom. Niestety odnoszę wrażenie, iż na wydziale daje się już miejscami zaobserwować charakterystyczny dla dzisiejszych czasów szczyrzy pęd. Bierze się on z przeciążenia studentów – wówczas ważne jest tylko zaliczenie tego i tamtego, nie zaś zrozumienie prezentowanego na tych zajęciach materiału. Czas w którym można by było podjąć próbę zastanowienia się, musi zostać przeznaczony na przykład na pisanie opisu.

Bardzo sensownym jest pomysł p. Juliana Srebrnego obniżenia ilości godzin z zadań rachunkowych na rzecz indywidualnej pracy studentów z pracownikami naukowymi. Taka indywidualna praca ma *kolosalne* znaczenie, bowiem przeciwdziała utracie poczucia sensowności studiów. Czynnikiem indywidualnego zaangażowania, znaczenia własnej pracy, poczucia sensu wkładanego w naukę wysiłku *musi* być jakoś zapewniony.

## Podsumowanie

System nauczania funkcjonujący na Wydziale Fizyki UW powoduje, począwszy od drugiego semestru nauki, *systematyczne przeciążenie* studentów liczbą godzin z zajęć obowiązkowych. Ten stan rzeczy generuje wiele negatywnych zjawisk: osłabienie procentu przyswajanej wiedzy, opanowywanych umiejętności oraz w ogóle zrozumienia przerabianego materiału, ściąganie na egzaminach i kolokwiach, fałszowanie danych doświadczalnych i kopiowanie opisów, jak również ogólne osłabienie kondycji psychicznej studentów i – *last but not least* – istotne opóźnienie terminów zaliczeń, tak poszczególnych przedmiotów (częste powtarzanie), jak i całych studiów.

To, co kiedyś, w innych warunkach społecznych (!), było choć niezdrowe i bardzo męczące, to jednak do wytrzymania przez kilkudziesięciu studentów wybranych z jednego z brzegów krzywej opisującej rozkład umiejętności w społeczeństwie, nie jest dobre, a wręcz jest szkodliwe dla kilkuset studentów siłą rzeczy rozłożonych dalece równomierniej wokół gaussowskiej średniej. Ponieważ ponowna elitaryzacja studiów w obecnym systemie finansowania nauki i przy obecnej liczebności kadry naukowej nie jest możliwa, wydział musi zapewnić godziwe, ciekawe i rozsądne warunki nauki dla przeciętnego studenta, o ile nie chce stać się miejscem katorgi lub powszechnej gry pozorów. Może to być osiągnięte jedynie poprzez porzucenie w pierwszych latach nauki typowej scholastycznej manieri przeciążenia studenta ilością wiedzy, którą ten musi zapamiętać, zdać i zapomnieć, na rzecz rozpatrywania fizyki jako sposobu patrzenia na świat i ujmowania go w modele, a także na rzecz bliższego kontaktu studentów z realnymi badaniami naukowymi, co powinno odbyć się koniecznie kosztem zmniejszenia liczby godzin zajęć obowiązkowych, bowiem aktualna liczba tych zajęć prowadzi do *patologicznych efektów* oraz drastycznego zmniejszenia efektywności nauczania.

Nadto, dalece wątpliwym jest, że przeciążenie taką ilością zajęć nawet tylko studentów dobrych i wybitnych sprzyja i kiedykolwiek sprzyjało ich rozwojowi, zarówno jako ludzi (a zatem jako jednostek mogących posiadać inne zainteresowania niż realizacja planu zajęć na wydziale, jako jednostek o niezerowym kontakcie z dorobkiem kulturowym cywilizacji, czy chociażby jako jednostek posiadających niezerowy kontakt z innymi ludźmi), jak i nawet tylko jako fizyków. Wątpliwym jest bowiem, że w sytuacji w której minimalne obciążenie studenta samymi obowiązkowymi zajęciami wynosi przeszło 50 godzin tygodniowo, student znajdzie czas i siły na wystarczające pozaprogramowe zgłębianie arkanów fizyki, albo czegokolwiek. Bardzo dużo utalentowanych ludzi po prostu rezygnuje z tych studiów, bo są – prócz tego, że utalentowani – zdrowi psychicznie i takimi chcą pozostać. To nie żart. To rzeczywistość.

Oczywiście w każdej sytuacji znajdują się jednostki radzące sobie lepiej lub gorzej. Jestem jednak przekonany (a w tej pracy dowodzę tego), że aktualny rozkład statystyczny wyników osiąganych przez studentów na kolokwiach i egzaminach jest istotnie przesunięty w stronę zera względem możliwości jakie studenci przynoszą w sobie i przy bardziej racjonalnym nauczaniu mogliby zrealizować. Możliwości te, poprzez przeciążenie aktualnym chorym systemem, są w istotnym stopniu marnowane. Jest to sytuacja patologiczna.

Sytuację tą trzeba zmienić.

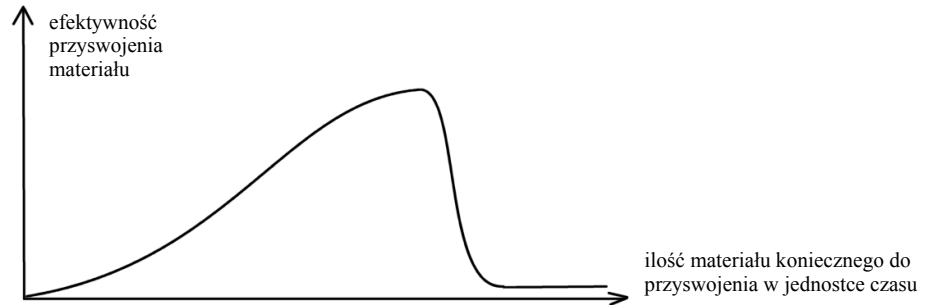
---

<sup>6</sup> Te rzeczy, choć *niesamowicie istotne* nadmieniam jedynie, bowiem zdaję sobie sprawę z tego, iż dopiero szczegółowa analiza tej kwestii, sformalizowana i dokonana w psychologicznym lub socjologicznym narzeczu oraz – oczywiście – przez rasowego psychologa, mogłaby tutaj stanowić jakikolwiek traktowalny formalnie, a więc niezaniedbywalnie, argument.

## Dodatek A

### **Jakościowy dowód tezy o obniżeniu efektywności nauczania w wyniku nadmiernego przeciążenia nauką.**

Istnieje krzywa osobniczej zależności efektywności kształcenia w zależności od materiału koniecznego do przyswojenia (w ustalonym odcinku czasu, np. tygodniu pracy). Krzywa ta ma następujący przebieg:

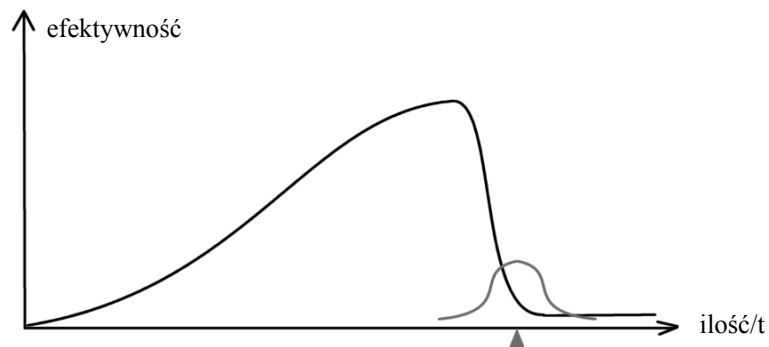


Na osi pionowej znajduje się **efektywność przyswojenia materiału**, zaś na osi poziomej **ilość materiału koniecznego do przyswojenia w ustalonej jednostce czasu**. Wartości na osi pionowej mogą być znormalizowane, przyjmując wartość 1 równą wartości maksimum efektywności. Przebieg tej krzywej można uzasadnić dość prosto: wraz ze wzrostem ilości przyswajanej wiedzy rośnie efektywność nauczania, aż do momentu w którym dochodzi się do momentu w którym człowiek ma do przyswojenia tyle wiedzy ile jest w stanie. Gdy zaś tej wiedzy jest więcej, to następuje gwałtowny spadek efektywności (bo gdy nie można zrozumieć wszystkiego, to można się starać uchwycić jeszcze jakieś fragmenty), aż do poziomu szumu, kiedy człowiek uczy się tylko jakichś strzępów wiedzy.

Aby otrzymać krzywą opisującą efektywność kształcenia grupy ludzi, trzeba powyższą krzywą osobniczą wycalkować z rozkładem opisującym rozkład cech osobniczych w grupie. Jest to – jak zwykle w takich sytuacjach – krzywa gaussowska, przy czym należy ustalić punkt wokół którego się całkuje, a zatem ilość materiału koniecznego do przyswojenia w danej jednostce czasu.

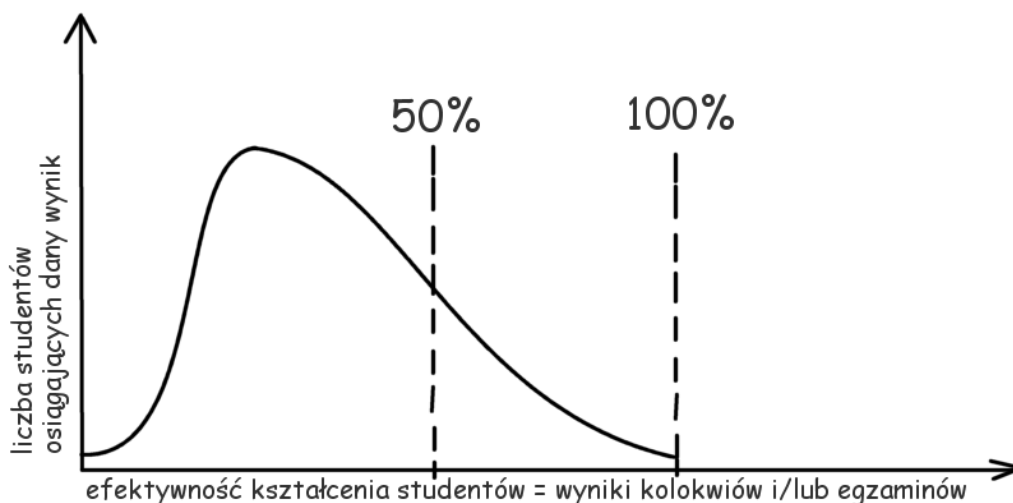
Teza: *Ilość materiału koniecznego do przyswojenia jest dla statystycznego studenta zbyt duża względem jego możliwości efektywnego przyswojenia materiału.*

Graficznie teza ta się wyraża prosto: średnia wartość gaussowskiego rozkładu zdolności w populacji znajduje się gdzieś poza maksimum krzywej efektywności – gdzieś na jej spadku, lub może jeszcze dalej. Całkując teraz tę osobniczą krzywą z gaussowskim rozkładem zmienności (co odpowiada frazie "dla statystycznego studenta") w populacji:



otrzymujemy ostatecznie typowy wykres efektywności kształcenia studentów, bardzo dobrze pokrywający się z typowymi otrzymywanymi na wydziale rozkładami wyników kolokwium i egzaminów:





(na osi pionowej: liczba studentów osiągających daną efektywność opanowania materiału – mierzoną w sposób miarodajny<sup>7</sup> przez kolokwia i egzaminy). Zgodność teoretycznie wyprowadzonego wykresu z doświadczalnie, niestety, wciąż otrzymywanymi danymi dowodzi poprawności postawionej tezy. To kończy dowód.

Q.E.D.

## **Dodatek B**

### ***Kilka cytatów związanych w sposób istotny z zagadnieniami poruszonymi w tej pracy***

"(...) za dużo było konkretnych układów fizycznych, które były analizowane. Chodzi mi o mieszanie spraw fundamentalnych z technicznymi. W efekcie można na przykład odnieść wrażenie, że mechanika kwantowa sprowadza się do rozwiązywania różnych przypadków szczególnego równania różniczkowego, tak jak to jest zaprezentowane w nienajlepszym podręczniku Schiffa."

Jacek Szaniawski (cyt z.: pl.sci.fizyka)

"(...)

1. Likwidacja kolokwium w soboty.

Jestem absolutnie za. Cała ta sprawa to jawny skandal i chyba nie potrzeba powtarzać argumentów. Sprawa jest oczywista. (...)

3. Modyfikacja struktury pracowni.

Przed wszystkim - niech to się odbywa nieco spokojniej i niech nie zabiera studentom tak dużo czasu i nie wymaga robienia wszystkiego tak na szybko - bo prowadzi to do robienia opisów na odczep się, fałszowania wyników doświadczalnych (co jest sprzeczne przecież z jakąkolwiek etyką naukowca!) nie zwracania uwagi na błędy rachunkowe (bo musiałabym przerabiać cały opis, a już nie mam na to czasu, może asystent nie zauważy). A przecież są to prezentacje wyników doświadczalnych i z założenia powinny być robione UCZCIWIE, bo inaczej nie ma sensu jakakolwiek praca naukowa. Powtarzanie eksperymentu jest bardzo pouczające i daje pojęcie o tym, jak wyglądać to powinno. Możliwość napisania pracy teoretycznej moim zdaniem to fajny pomysł - student ma szansę się przekonać co mu bardziej odpowiada (bo niby skąd ma to wszystko wiedzieć?). W ogóle moim zdaniem powinien być umożliwiony kontakt z pracownikami naukowymi różnych specjalności - bo to pozwoli na lepsze zorientowanie się co się tak naprawdę chce robić na tej fizyce."

A.T. (studentka F UW, cyt. z prywatnego listu do autora)

Nadto w piśmie "Perspektywy" (gdzieś z wiosny 2000 roku) był artykuł prof. Iwa Białynickiego-Biruli o tym, że fizyk to przede wszystkim ten, który umie modelować. Artykuł ów polecam gorąco wszystkim zainteresowanym. Warto byłoby nawet zamieścić tutaj z niego jakiś cytat, lecz niestety zgubił mi się on gdzieś w tak zwanym międzyczasie.

<sup>7</sup> Świadczy o tym zgodność przebiegu obydwu krzywych.

"Jest jakąś chorobą – i to wcale nie tylko w nauczaniu w szkołach, bo także w kształceniu uniwersyteckim – zadawanie na egzaminie czy kolokwium pytań i zadań, w których żąda się recytowania. Możliwie dokładnego recytowania podręcznika, wyuczonej wiedzy. Nie sprawdza się w ogóle jak głęboko student czy uczeń to rozumie."

Jadwiga Salach (cyt z: "Fizyka w Szkole", nr 1/2004 (271))

i na koniec:

"(...) Otóż wyobraźmy sobie, że nagle robimy naszym uczniom niezapowiedziany sprawdzian z jakiegoś działu, który skończyliśmy realizować – powiedzmy – rok temu. Jakie będą wyniki? Cóż, przyznaję, że nawet nie próbowałem tego eksperymentu wykonać naprawdę, ale wiem doskonale, jakie będą stopnie: jedynki od góry do dołu. Rozmowy z koleżankami i kolegami potwierdzają, że to nie imaginacja chorego fizyka lecz szczerą prawdą. Co naprawdę znaczy wynik tego prościutkiego doświadczenia myślowego? Ano to, że uczniowie (prawie) nic nie wiedzą z tego, czego ich nauczyliśmy.

Można odnieść wrażenie, że cały system edukacji oparty jest na założeniu **"co przerobione, to uczeń wie"**. Jednak zdecydowanie prawdziwsze jest twierdzenie: **"tego, co przerobione, uczeń nie wie"**. Edukacja nie znosi fikcji. Najważniejsze, by nie żyć w świecie ułudy, a my, niestety, niestety, tak właśnie żyjemy. Jakże często udajemy, i to sami przed sobą, że gdy zapiszemy temat w dzienniku, to on znajdzie się równocześnie w głowach uczniów. Gdy pytamy klasę o coś sprzed miesiąca i nikt nie wie, to najczęściej pięknie się dziwimy: jak to, tego nie wiecie, przecież to było! No właśnie dlatego nie wiedzą, że to już **było**.

Myślę, iż nie sposób być dobrym nauczycielem bez przyswojenia sobie tego smutnego skądinąd faktu. To, że uczniowie nie wiedzą tego, co powinni, jest prawdą, a przecież tylko prawda nas wyzwoli z zasłony ułudy. Tę prawdę trzeba pokornie wpuścić do swojej świadomości, pozwolić jej tam pomyszkować, niech sobie znajdzie swój kącik i w nim zamieszka. Dopiero wtedy można naprawdę wyciągnąć wnioski. A wnioski są takie, że choćbyśmy nie wiem jak się na lekcjach starali, to uczniom zostanie po nich w głowie tylko jakiś osad na dnie świadomości. **"Wykształcenie jest tym, co zostaje człowiekowi, który zapomniał już wszystkiego, czego się nauczył w szkole"** – tą wypowiedzią Albert Einstein jak zwykle trafia w samo sedno. Dopiero gdy to dogłębnie zrozumiemy i przyswoimy sobie na stałe, możemy przemyśleć jak i czego uczyć"

Ludwik Lehman (cyt z: "Fizyka w Szkole", nr 1/2004 (271))