

Warunki konieczne nauczania fizyki w szkołach średnich

Opracował Henryk Szydłowski
Wydział Fizyki UAM

Necessary conditions for teaching physics at secondary schools

The present state of education in physics and mathematics is considered unsatisfactory both in Poland and in western European countries. The effects of this state include the decreasing number of high school graduates that want to study physics or technology and an increase popularity of parascience and paramedicine. In the countries of Western Europe these effects were observed a long time ago and many attempts at tackling with the problem have been taken. Among others it should be mentioned that on the initiative of Prof. J. Raat from the Netherlands more friendly methods of teaching physics have been proposed and a new subject of technology has been introduced at schools.

The lecture highlights the unique character of the subject and presents an improved method of teaching physics at schools based on closer relations with astronomy, wide treatment of informatics technology and inclusion of elements of technology. The conditions needed to enhance the effectiveness of teaching physics and technology at schools, have been discussed. A close relation between physics and informatics has been emphasised together with a wide range of their applications. The principles of education of teachers to prepare them to teach in.

Streszczenie

Zarówno w Polsce, jak i w krajach Europy Zachodniej stan nauczania fizyki i matematyki jest niezadowolający. Skutki objawiają się brakiem kandydatów na studia techniczne i do zawodów technicznych, a w społeczeństwie - rozszerzaniem się paranauki i paramedycyny. W krajach Europy Zachodniej skutki te były widoczne już dawno, stąd podejmowano różne próby zaradzenia złej sytuacji. Z inicjatywy prof. J. Raata z Holandii poszukiwano bardziej przyjaznych metod nauczania fizyki, oraz wprowadzano nowy przedmiot nauczania – technikę.

W pracy podkreślono wyjątkowy, unikalny charakter przedmiotu i przedstawiono propozycję unowocześnienia nauczania fizyki w szkołach ponadpodstawowych przez lepszą unifikację z astronomią, szerokie uwzględnienie technologii informatycznej i włączenie elementów techniki. Przedstawiono również konieczność zwiększenia czasu na tak obszerny i monolityczny przedmiot, oraz stworzenia w programach szkolnych i w szkołach warunków niezbędnych do wdrażania nowoczesnego nauczania współczesnej fizyki. Podkreślono daleko idącą współzależność fizyki i informatyki, oraz bardzo wszechstronne zastosowania fizyki w badaniach naukowych i nauczaniu fizyki. Stąd zaproponowano wstępnie zasady kształcenia nauczycieli dwuprzedmiotowych, którzy mogliby nauczać zarówno fizyki jak i informatyki.

1. Wprowadzenie

Reformy programów szkół ponadpodstawowych, prowadzone nieustannie od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, prowadzą do systematycznego obniżania poziomu

wiedzy przyrodniczej w społeczeństwie. Ograniczono liczbę godzin każdego z przedmiotów przyrodniczych do jednej godziny tygodniowego [1]. W przypadku fizyki jest to czas stanowczo za krótki, by uczeń mógł poznać podstawy tej całkowicie zintegrowanej i monolitycznej dyscypliny stanowiącej podstawę nauk technicznych, obszernych działów innych dyscyplin przyrodniczych, wielu zastosowań medycznych i wreszcie stanowiącą trzon naukowego zrozumienia otaczającego nas świata. Owocuje to bardzo negatywnym wpływem na poziom nauczania, przygotowanie absolwentów do studiów przyrodniczych, technicznych, medycznych, zawodów technicznych, i wreszcie, przyczyniają się do niebywałej ekspansji paranauki oraz paramedycyny. Sytuację nauczania fizyki pogłębia brak wiedzy fizycznej wśród ogółu społeczeństwa. Sytuacja fizyki jako przedmiotu nauczania skutkuje również frustracją nauczycieli fizyki, których wysiłki nie mogą przynieść zadowalających efektów.

2. Znaczenie fizyki dla innych przedmiotów przyrodniczych i techniki

Astronomia: Nasz świat jest częścią kosmosu, stąd od czasów Newtona związek fizyki z astronomią jest bardzo bliski. W wieku dwudziestym związek ten jeszcze się pogłębił, co faktycznie doprowadziło do unifikacji tych działów wiedzy. W nauczaniu szkolnym niegdyś były to dwa oddzielne przedmioty, a wyrazem ich unifikacji była nazwa przedmiotu; „fizyka z astronomią”. Niestety w kolejnych reformach programów zapomniano o drugim przedmiocie, który nadal musi pozostać integralną częścią fizyki szkolnej.

Technika: Dla nikogo nie są tajemnicą bardzo silne związki fizyki z techniką. Wielokrotnie nowe odkrycia dawały początek całym gałęziom techniki. Tak powstały: elektrotechnika, elektronika, krioscopia, technika laserowa itp. Jeszcze w połowie XX wieku wyrazem związku fizyki z techniką był zwyczaj ilustrowania lekcji fizyki zastosowaniami technicznymi. Wystarczy przypomnieć istniejące do dziś modele silników spalinowych, prądnic itp. Niestety w miarę rozwoju fizyki już w drugiej połowie XX wieku zapomniano o zastosowaniach, a szczególną uwagę poświęcono rozwiązywaniu zadań, co po części wymuszały egzaminy wstępne na uczelnie wyższe. Fizyka szkolna stała się nudna, męcząca, trudniejsza od matematyki i oderwana od życia codziennego. W końcu XX wieku inżynierowie niektórych krajów (Holandii, USA) dostrzegli wyraźny brak podstaw techniki w nauczaniu i zaczęli wprowadzać nowy przedmiot – **technikę** (technology) [2]. Tę tendencję odwrócić można włączając elementy zastosowań do nauczania fizyki.

Informatyka. Współczesna informatyka jest dzieckiem rozwoju techniki komputerowej. Jako początek epoki komputerów przyjmuje się połowę XX wieku, kiedy zbudowano największy w historii kalkulator elektromechaniczny; **Mark I** i pierwszy komputer lampowym **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator And Computer* 1943-1945) [3]. Warto przypomnieć, że komputery te były zbudowane przez fizyków i inżynierów w celu zautomatyzowania żmudnych obliczeń (fizyki jądrowej, balistycznych). Dalszy rozwój techniki obliczeniowej był ściśle związany z rozwojem elektroniki i fizyki półprzewodników: hybrydyzacją obwodów, rozwojem elektroniki półprzewodników, postępami w budowie obwodów scalonych i niebywałym wzrostem niezawodności układów elektronicznych. W miarę rozwoju elektroniki komputery zmniejszały swoje rozmiary, zwiększały moc obliczeniową i niezawodność. Rozwój techniki komputerowej dał impuls bardzo szybkiego rozwoju informatyki jako dyscypliny naukowej.

Z drugiej strony w chwili obecnej nie ma fizyki bez komputerów. W fizyce teoretycznej komputery stosowane są do obliczeń numerycznych (zazwyczaj bardzo czasochłonnnych i złożonych) a w eksperymencie fizycznym są stosowane do tak zwanego wspomaganie eksperymentu i to na skalę nie spotykaną w żadnej innej dziedzinie wiedzy i techniki. Przy uruchomianiu nowych wielkich narzędzi fizyki cząstek elementarnych,

powstają nowe narzędzia techniczne. Na przykład przy budowie SLAC [4] powstała idea kamer cyfrowych, w CERNie przy budowie LEP powstały tak popularne dziś strony www, a obecnie przy konstrukcji LHC [5] na szeroka skalę rozwija się system GRID. Skalę wykorzystania komputerowo wspomaganey techniki pomiarowej możemy zilustrować detektorem ATLAS jednym z pięciu detektorów stosowanych w LHC, w którym równocześnie wykonuje się dziesiątki milionów pomiarów, a liczba danych rejestrowanych w jednej sekundzie pracy wynosi petabit = 10^{15} bitów.

3. Czego nauczać w przedmiocie szkolnym „fizyka”

Zasadnicza treść powinna zawierać zunifikowane nauczanie **fizyki i astronomii**, które w tej chwili tworzą jedną całość. Można wyróżnić pewne działy, ale ich powiązania są tak silne, że nie można nauczyć się jednego z nich nie znając innych. Na przykład nie można nauczyć się elektryczności nie znając mechaniki, dynamiki kosmosu bez znajomości dynamiki Newtona ani też kosmologii bez znajomości cząstek elementarnych. Stąd wniosek, że skoro przedmiot tworzy monolit, to należy go nauczać jako jednej całości.

Do nauczania fizyki należy wyłączać jej **zastosowania techniczne**. Na przykład przy omawianiu zjawiska indukcji elektromagnetycznej należy przedstawić sposób wytwarzania prądu przemiennego i zilustrować materiał rozwiązaniami technicznymi stosowanymi w elektrowniach, można to nawet połączyć z zwiedzaniem elektrowni.

W fizyce absolutnie konieczne jest korzystanie z **technologii informatycznej** na skalę niespotykaną w innych przedmiotach szkolnych, może nawet z informatyce szkolnej. Poza Internetem, prezentacjami multimedialnymi, programami typu Office, Exel, Math-cad itp. trzeba wykorzystywać komputer do wykonywania pomiarów, stosować odpowiednie programy na przykład COACH, opanować umiejętności wykorzystania karty dźwiękowej itp.

Na nowocześnie prowadzonych lekcjach współczesnej fizyki trzeba stosować wszystkie dostępne środki. Wymienimy je w kolejności od najprostszych do najbardziej złożonych lecz koniecznych:

- Potrzebna jest klasyczna tablica, na której nauczyciel może wyprowadzać wzory, a uczniowie – rozwiązywać zadania rachunkowe.
- Niezbędne są niektóre proste przyrządy potrzebne do pokazania zjawisk obserwowanych w życiu i doświadczeń, których wykonanie nie wymaga dużo czasu i skomplikowanej aparatury.
- Lekcje trzeba ilustrować materiałami multimedialnymi, stąd potrzebny jest komputer, rzutnik multimedialny i dostęp do Internetu.
- Wreszcie musi istnieć możliwość wykonywania doświadczeń wspomaganych komputerowo.

Oczywiście w celu wykonania tych zadań trzeba fizyk musi dysponować odpowiednią **bazą**:

- **Salą lekcyjną** wyposażoną w środki multimedialne z dostępem do Internetu.
- Odpowiednim zapleczem, które nazywano **gabinetem fizycznym**.
- **Komputerowym Laboratorium Przyrodniczym** [6], w którym stanowiska komputerowe będą wyposażonym w interfejsy pomiarowe i sprzęt niezbędny do wykonywania doświadczeń wspomaganych komputerowo.

Klasyczny gabinet fizyczny powinien być wyposażony głównie przyrządy potrzebne do ilustracji lekcji i prostych pokazów z fizyki i techniki. Powinien być zlokalizowany na zapleczu sali lekcyjnej i wyposażony w sprzęt klasyczny oraz modele niektórych urządzeń technicznych.. **Komputerowe Laboratorium Przyrodnicze** powinno istnieć niezależnie od

zwykłego laboratorium komputerowego w oddzielnym pomieszczeniu. W zwykłym laboratorium komputerowym przeznaczonym do nauczania informatyki wystarczą tylko stanowiska komputerowe. Natomiast Komputerowe Laboratorium Przyrodnicze poza stanowiskami komputerowymi musi być wyposażone w interfejsy i czujniki pomiarowe oraz sprzęt niezbędny do wykonywania eksperymentów. W aneksie podano przykładowy wykaz tematów doświadczeń.

4. Kształcenie nauczycieli

Zgodnie z obecnymi tendencjami powinno się kształcić nauczycieli z kwalifikacjami do nauczania dwóch przedmiotów. Najbardziej logiczne jest zestawienie fizyki z informatyką. Żadne z obecnie istniejących studiów nauczycielskich nie odpowiadają potrzebom nowego zintegrowanego przedmiotu. Z tego powodu trzeba zaplanować doksztalcanie już pracujących nauczycieli oraz organizację zupełnie nowych studiów nauczycielskich. Rozpocznijmy od założeń dotyczących studiów stacjonarnych dla nauczycieli fizyki i informatyki (proszę traktować propozycję jako materiał do dyskusji) :

Na całość muszą się składać:

Przedmioty kierunkowe	75% czasu
Przedmioty humanistyczno-filozoficzne w tym dydaktyka	20% czasu
język obcy, sport i turystyka	5% czasu

Wyszkolenie kierunkowe powinno bazować na studiach:

fizyki	50% czasu
matematyki	20% czasu
astronomii	10% czasu
informatyki	15% czasu
techniki	5% czasu

Do tego należy doliczyć praktyki pedagogiczne w gimnazjach i liceach, laboratoriach uczniowskich, a ponadto praktyki wychowawcze na koloniach i wycieczkach.

Na studiach, w ramach przedmiotów kierunkowych powinny odbywać się zajęcia laboratoryjne w nowoczesnych laboratoriach studenckich, w których stosuje się wspomaganie komputerowe wszystkich doświadczeń, w których jest to konieczne i celowe. Doświadczenia klasyczne powinny należeć do wyjątków. Program studiów powinien obejmować również obserwacje astronomiczne.

W ramach przedmiotu „dydaktyka” powinno się uczyć wszechstronnego wykorzystywania techniki informatycznej w nauczaniu przedmiotu i stosowania komputerowo wspomaganą techniki pomiarowej. W związku z tym powinno istnieć laboratorium nauczania fizyki wyposażone w komputerowo wspomaganą stanowiska pomiarowe przystosowane do wykonywania szkolnych doświadczeń. Powinno się uczyć przygotowania materiałów dydaktycznych niezbędnych do prowadzenia lekcji.

Oddzielnym trudnym problemem jest przekwalifikowanie już pracujących nauczycieli. Są nieliczni nauczyciele fizyki, którzy mają kwalifikacje do nauczania informatyki. Ta grupa musiałaby uzupełnić swoje kwalifikacje z zakresu komputerowo wspomaganą techniki pomiarowej. Drugą grupę stanowią nauczyciele fizyki, Niezbędne jest dla nich zdobycie kwalifikacji do nauczania informatyki i prowadzenie zajęć w komputerowym laboratorium przyrodniczym oraz z techniki. Nauczyciele Informatyki musieliby uzyskać kwalifikacje do nauczania fizyki z astronomią i techniki.

5. Marzenia a realność nauczania fizyki

Najważniejszy warunek, to liczba godzin przeznaczonych na nauczanie fizyki. Powinny to być 2 godziny tygodniowo, we wszystkich klasach gimnazjum i liceum ukierunkowanego na przedmioty ścisłe i przyrodnicze oraz godziny przeznaczone na zajęcia laboratoryjne w minimalnym wymiarze 1 godzina przez 1 rok. Programy innych przedmiotów, a szczególnie matematyki i informatyki powinny być dostosowane i zsynchronizowane z potrzebami i możliwościami nauczania fizyki i eksperymentu fizycznego. Program matematyki powinien być rozszerzony o zagadnienia niezbędne w fizyce np. funkcje trygonometryczne, równanie kwadratowe itp.

Nauczanie tak rozszerzonego przedmiotu stanowiło by dobre przygotowanie do studiów: przyrodniczych, technicznych, medycznych i farmaceutycznych, informatycznych, rolniczo-technicznych, do pracy w zawodach technicznych i przyczyniałoby się do poszerzenia wiedzy fizycznej wśród ogółu społeczeństwa.

Musi się zmienić społeczny status przedmiotu. Obecnie znajomość fizyki w społeczeństwie jest bardzo niezadowalająca, czego wyrazem może być fakt, że nie do rzadkości należą politycy lub humaniści, którzy publicznie chlubią się niezajomością fizyki. Status ten może zmienić tylko systematycznie lepsze kształcenie młodzieży. Również poważny wpływ mogłyby mieć środki przekazu a szczególnie telewizja, gdyby miały ambicję pełnienia misji społecznej.

Niestety „nowe” programy wykluczają możliwość systematycznego i skutecznego nauczania fizyki. Ograniczają się do zasadniczych stwierdzeń pozostawiając szczegóły osobom do tego powołanym i nauczycielom. Wymiar 120 godzin w gimnazjum i liceum [1] oznacza jedną godzinę lekcyjną w tygodniu. Uczeń nie potraktuje poważnie przedmiotu nauczanego w tak małym wymiarze godzin, a nauczyciel nie jest w stanie przekazać ogromu wiedzy i umiejętności zawartych w programie, ani wyegzekwować opanowania tak poważnej i spójnej wiedzy. Dodajmy, że realia szkoły powodują częste „wypadanie” lekcji. Program nauczania „doświadczalny” przewiduje wykonywanie wielu doświadczeń i pokazów „klasycznych”, ale niestety nie uwzględnia nowoczesnego wspomaganie komputerowego eksperymentu.

Od wielu już lat w zakresie edukacji, czerpiemy „pełnymi garściami” wszelkie złe wzorce z Krajów Zachodnich. Szkoła ma przygotować młodzież do życia, a życie w społeczeństwie liberalistycznym jest szczególnie brutalne i drapieżne. Tymczasem przed uczniami usuwamy wszelkie wymagania, przeszkody i trudności wzmacniając tendencje do lenistwa i szukania przyjemności. Może jednak nasze władze w końcu przejrzą i uznają słuszność prawdy zawartej zarówno w prastarych księgach jak i w poezji, nie przyrodnika a humanisty, naszego wieszczka Adama Mickiewicza [7]:

„Na co będą potrzebne, pytało pachole,

Trójkąty, czworoboki, koła, parabole?”

„Że potrzebne, rzekł mędrzec, musisz teraz wierzyć;

Na co potrzebne, zgadniesz, gdy zaczniesz świat mierzyć”.

Jakże można godzić się z tezą, że „pachole” potrafi samo wybrać najlepiej wiedzę oraz, że zechce ją przyswoić? Już w latach 90-tych ubiegłego wieku w krajach zachodnich obserwowano skutki błędnej polityki oświatowej w postaci braku kandydatów na studia przyrodnicze, techniczne i do zawodów technicznych. Zauważono wtedy, że dziewczęta unikają studiów i zawodów technicznych oraz ścisłych, co było spowodowane rezygnacją z uczenia się matematyki i przedmiotów ścisłych. Dwie próby zaradzenia tej sytuacji podejmował profesor J. Raat z Holandii. Pierwszą było organizowanie konferencji naukowych GASAT (Girls and Science and Technology, w *latach późniejszych zamieniono Girls na Gender*) [8], których pierwszym celem było poszukiwanie metod nauczania przedmiotów ścisłych przyjaznych dla ucznia, a tym samym dla dziewcząt. Niestety szybko

dominację w tym ruchu przejęły feministki wysuwając na czoło swoje cele. Druga próba niwelacji skutków zaniedbań nauczania fizyki było lansowanie nauczania techniki w szkole. Ruch ten rozszerzył się na inne kraje przez organizowanie konferencji PATT (Pupils Attitude Towards Technology [9]). Ruch ten miał na celu, między innymi, uzupełnić fragmenty wiedzy fizycznej niezbędne do uczenia się zagadnień technicznych. Czy nie lepiej, by zrobili to fizycy w ramach nauczania fizyki.?

Dodajmy jeszcze, że znaczenie fizyki zostało w pełni docenione przez ogłoszenie przez UNESCO roku 2005 Międzynarodowym Rokiem Fizyki, a roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Niestety nie przekłada się to w żaden sposób na nauczanie tych przedmiotów.

Wreszcie trzeba odrzucić utopię równoważności przedmiotów przyrodniczych. Zrównanie liczby godzin tych przedmiotów stanowi niebywałą nobilitację np. geografii, czy chemii, przy równoczesnej deprecjacji fizyki i matematyki.

Literatura

1. http://bip.men.gov.pl/akty_projekty/projekt_rozporzadzenia_20081223_zal_4.pdf
http://bip.men.gov.pl/akty_projekty/projekt_rozporzadzenia_20081223_uzasadnienie.pdf
2. de Vries, M. J. (1987). *What is technology? The concept 'technology' in secondary education*. Unpublished manuscript. Department of Physics and Technology (N&T 87-01). Eindhoven, The Netherlands: University of Technology.
<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v13n2/becker.html>
3. Encyclopedia of Computer Science, Van Nostrand Reinhold Company, New York, London, Toronto, Melbourne 1976.
4. <http://www2.slac.stanford.edu/vvc/experiments/sld.html>
5. http://www.boston.com/bigpicture/2008/08/the_large_hadron Collider.html
6. Henryk Szydłowski: „Minilaboratoria”, **Foton** 84, str. 44-48, 2004;
<http://archiwum.gazeta-it.pl/edukacja/git21/konkurs.html>
7. A. Mickiewicz, *Dzieła*, tom I, Wiersze, Wydanie Narodowe, Czytelnik, Kraków 1959
8. http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED262997&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED262997
9. Raat J.H., de Klerk Wolters & de Vries M. (Eds.), Report PATT Conference, 1987, vol 1 proceedings. Eindhoven, The Netherlands, Eindhoven University of Technology.
<http://iopscience.iop.org/0031-9120/21/6/302/pdf?ejredirect=.iopscience>

Aneks

Propozycja tematów doświadczeń w komputerowym laboratorium przyrodniczym

I. Kinematyka i dynamika

1. Badanie ruchu za pomocą zestawu wspomaganego komputerowo
2. Badanie ruchu w oparciu o filmowe nagranie ruchu
3. Badanie zderzeń z wykorzystaniem czujników siły
4. Badanie spadku swobodnego

II. Drgania i fale mechaniczne

1. Pokazy drgań podłużnych i poprzecznych za pomocą linek i sprężyn
2. Pomiary drgań wahadła prostego
3. Badanie fali akustycznej
4. Badanie akustycznej fali stojącej

III. Obwody elektryczne i prąd zmienny

1. Sprawdzanie praw Kirchhoffa w obwodzie elektrycznym
2. Badanie prawa Ohma
3. Badanie prądu przemiennego
4. Badanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej Faraday'a

IV. Optyka i promieniotwórczość

1. Badanie soczewek
2. Badanie rozszczepienia światła
3. Badanie praw optyki geometrycznej
4. Badanie rozpadu promieniotwórczego