

Odbudujmy rangę nauczania fizyki w szkołach

Jerzy W. Mozrzyms

Katedra Fizjologii i Neurobiologii Molekularnej, Uniwersytet Wrocławski
Samodzielna Pracownia Biofizyki Układu Nerwowego Katedry Biofizyki, Uniwersytet Medyczny

Wątek związany z nauczaniem fizyki był jednym z dwóch głównych tematów prezentowanych na moim wykładzie na ostatniej konferencji „Problemy nauczania fizyki” w Czeszowie. Mówiłem również o neuropsychologii percepcji podkreślając jak wiele dzieje się w naszych umysłach poza świadomością i jak wiele „oczywistych” rzeczy, które fizycznie widzimy pozostaje poza naszym świadomym wglądem. Z pewnością, aby efektywnie zastosować do edukacji wiedzę z dziedziny neurobiologii lub neuropsychologii powinniśmy te aspekty poznania zgłębiać w nadziei, że w przyszłości ułatwią one nam stworzenie optymalnych schematów nauczania, zapewne różnych przy różnych przedmiotach. Neurobiologia nawet jeśli teraz, jak to dyskutowałem w mojej recenzji „Neurodydaktyki” dr Marzeny Żylińskiej, nie jest jeszcze w stanie zagwarantować ugruntowanej wiedzy pozwalającej na zaproponowanie konkretnych metod nauczania, to w przyszłości prawdopodobnie inspiracja ta stanie się coraz bardziej konkretna otwierając nowe możliwości w procesie dydaktycznym. Ważne jednak by nie robić tego „na skróty” posługując się wiedzą neurobiologiczną w sposób ułomny, tak jak to w mojej ocenie zostało zaproponowane w „Neurodydaktyce”, gdyż tego rodzaju podejście może w przyszłości zniechęcić pedagogów do podejmowania współpracy z badaczami mózgu. Niniejsze opracowanie chciałbym jednak poświęcić w całości problemom nauczania z fizyki i to z dwóch powodów. Po pierwsze, w zgodnej opinii większości osób zajmujących się tą problematyką, nauczanie fizyki w polskich szkołach, kurtuazyjnie rzecz ujmując, nie znajduje się w fazie rozkwitu. Po drugie, właśnie teraz stoimy przed poważnymi zmianami w edukacji w ogóle a w edukacji z fizyki w szczególności. Zmiany te, dotykając nauczania na wszystkich poziomach edukacji szkolnej, będą głębokie i dlatego myślę, że warto zabrać głos w toczącej się debacie jakie szanse i jakie zagrożenia zmiany te mogą przynieść.

Na początku chciałbym dokładnie zdefiniować pozycję, z której pozwalam sobie wyartykułować moje poglądy w kwestii edukacji z fizyki, co uważam za ważne z tego powodu, że nie jestem ani nauczycielem tego przedmiotu ani też nie nauczam fizyki jako takiej na wyższych uczelniach, na których mam zaszczyt prowadzić zajęcia dydaktyczne. W tym miejscu pozwolę sobie na krótką autorefleksję dotyczącą mojej drogi edukacyjnej i zawodowej by uczynić prezentowane w dalszej części moje stanowisko w sprawach edukacji fizyki możliwie najbardziej zrozumiałym. Mimo braku kontaktu z klasyczną fizyką, nauczanie tego przedmiotu było i pozostaje bliskie mojemu sercu i to z kilku powodów. Po pierwsze jestem absolwentem fizyki na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. Wykształcenie na tym wydziale to była wspaniała przygoda pozwalająca połączyć zaawansowaną teorię z bardzo rozbudowaną stroną praktyczną tych studiów w po-

staci licznych laboratoriów i praktyk. Pracę magisterską pod opieką prof. Andrzeja Pękalskiego, przy współpracy z dr Andrzejem Komodą i dr Januszem Jędrzejewskim napisałem z fizyki teoretycznej. Niech mi będzie wolno również wspomnieć moją edukację w XIV Liceum Ogólnokształcącym im. Polonii Belgijskiej we Wrocławiu, którego profil był i pozostaje matematyczno-fizyczny. Faktem jednak jest, że moją akademicką edukację z fizyki zakończyłem już dawno temu (1986 r) i od końca lat 80-tych zajmuję się naukowo problemami z dziedziny biologii (głównie neurobiologii). Muszę zatem liczyć się z krytyką, że fizykiem zajmującym się problemami stricte fizycznymi przestałem być i to dość dawno temu zaś neurobiologiem jestem z przyuczenia. Choć sytuacja ta może stanowić pewien zacin do swego rodzaju „kryzysu tożsamości” naukowej to jednak chciałbym podkreślić pewne pozytywne strony takiej właśnie proweniencji naukowej, co jest ważne z punktu widzenia problemu, który zdecydowałem się podjąć w niniejszym opracowaniu. Neurobiologia, szczególnie w odniesieniu do badania sygnałów bioelektrycznych (czym się głównie zajmuję) jest tematyką, która jak mało która wymaga interdyscyplinarnego podejścia. W szczególności, praktycznie nie da się go pomyślnie realizować bez solidnych podstaw z fizyki w odniesieniu do elektryczności i elektrochemii elektrolitów. Próbuując dokonać pewnej pozytywnej autorefleksji na temat mojej ewolucji naukowej, uważam, że właśnie fakt uzyskania gruntownego przygotowania z fizyki okazał się dla mnie szczególnie korzystny i bardzo ułatwił mi stawianie kolejnych kroków w mojej karierze naukowej w dziedzinie neurobiologii. Często mówi się, że fizykowi łatwiej nauczyć się określonej tematyki z biologii niż na odwrót. Myślę, że gruntownie wykształceni fizycy wykazują zazwyczaj sporą łatwość w podejmowaniu zadań, które nie muszą być stricte związane z fizyką. Edukacja z fizyki to nie tylko wiedza z tego przedmiotu, ale również pewien wymiar formacyjny w kształtowaniu umysłowości. Drugi aspekt, który sprawia, że obserwacjami postępów w nauczaniu fizyki jestem szczególnie zainteresowany to fakt, że nauczam na różnych wydziałach i uczelniach takie przedmioty jak biofizyka i neurobiologia. Istotną częścią kursu z neurobiologii stanowi neurofizjologia, która z kolei zajmuje się między innymi mechanizmami generowania sygnałów elektrycznych i elektrochemicznych w komórkach nerwowych i innych komórkach pobudliwych. Biofizykę wykładam i prowadziłem ćwiczenia od niemal trzydziestu lat a neurobiologię (w różnych wydaniach) od około lat siedmiu. Nauczam tych przedmiotów albo na różnych wydziałach Uniwersytetu Medycznego (dawniej Akademia Medyczna) albo na Wydziale Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Nauczanie tych przedmiotów przez tak długi okres czasu stawia mnie w dobrej pozycji by móc ocenić stopień przygotowania studentów (niedawnych maturzystów) z fizyki, która stanowi ważny element przygotowania słuchaczy do tych kursów. Muszę w tym momencie zastrzec się, że moje refleksje opieram o doświadczenia współpracy ze studentami, którzy jako profil swojej przyszłej edukacji nie wybrali przedmiotów ścisłych lecz nauki o życiu (medycyna i biologia) i wnioski, które tutaj zaprezentuję dotyczyć będą głównie właśnie tej grupy uczniów i studentów. Tam, gdzie na studia wymagane jest przygotowanie z fizyki, sytuacja jest zapewne inna, choć i tutaj nie brakuje krytycznych ocen poziomu wykształcenia z fizyki, ale w tym

opracowaniu nie będą się tym zajmował. Należy wspomnieć, że jeśli idzie o uniwersytety medyczne przez długi czas był praktykowany albo egzamin wstępny z fizyki a później uwzględniano wyniki egzaminu maturalnego z tego przedmiotu, ale obecnie jest to na różnych uczelniach przedmiot do wyboru (np. z chemią) albo go nie ma i tendencja jest by raczej z wymogów egzaminacyjnych z tego przedmiotu (niestety) odchodzić.

Nauczanie biofizyki, najpierw na Akademii Medycznej a potem na Uniwersytecie Medycznym ma bardzo długie tradycje i program aktualnie wykładany np. na Wydziale Lekarskim uległ zasadniczemu wykrystalizowaniu w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku przechodząc od tego czasu ewolucyjne zmiany w miarę jak zmieniały się zastosowania metod fizycznych w diagnostyce i terapii jak i w badaniach mechanizmów fizjologicznych. W późniejszym okresie (1998 r.) zespół nauczycieli akademickich z Katedry Biofizyki ówczesnej Akademii Medycznej napisał podręcznik pod redakcją prof. Stanisława Miękiszka i dr Andrzeja Hendricha „Wybrane zagadnienia z biofizyki” (rok wydania 1998). Przez dłuższy okres czasu poziom przygotowania wyniesiony ze szkół średnich jak i to jak sobie studenci radzili z tym przedmiotem podczas studiów pozostawał na mniej więcej stałym poziomie. Jak to zwykle bywa, jedne lata zdawały egzamin lepiej inne gorzej, ale były to raczej pewne fluktuacje a nie jakiś zauważalny trend. Powstanie ww. podręcznika było też ważną cezurą gdyż studenci uzyskali źródło wiedzy przygotowane przez ich nauczycieli, co w istotny sposób pomagało im przygotować się do konkretnych zagadnień. Ten stan pewnej stabilności trwał przez wiele lat choć już w pierwszej dekadzie nowego milenium pojawiły się tendencje do słabszego radzenia sobie z tym przedmiotem zarówno na ćwiczeniach jak i później na egzaminach. Trudno jednoznacznie wskazać przyczynę tej nieco słabszej niż w poprzednich latach kondycji nauczania tego przedmiotu jeśli idzie o łatwość w uzyskaniu zaliczenia. Przyczyn może być przynajmniej kilka. W pierwszej dekadzie nowego milenium zaczęły wkraczać do uczelni medycznych pierwsze roczniki, które kończyły przywrócone w 1999 roku gimnazja. Choć wprowadzenie tego systemu miało sporo krytyków to jednak trudno jednoznacznie powiązać zmiany wynikające z reaktywacji gimnazjów z nieco słabszymi wynikami studentów z przedmiotu biofizyka lub innych mocno odwołujących się do przygotowania z fizyki zdobytego w ramach szkół ponadpodstawowych. Innym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę to coraz większa dostępność studiów medycznych dla młodzieży, szczególnie w wyniku pojawienia się studiów płatnych. Dodatkowo, na sytuację ma coraz większy wpływ niż demograficzny rozpoczynający się od początku lat 90-tych. O ile w 1990 r. dzieci i młodzież do 17 roku życia stanowili ok. 29 % społeczeństwa to w roku 2008 już tylko 19.2%. Większa liczba miejsc wraz ze zmniejszającą się liczbą młodzieży spośród której rekrutowali się kandydaci na studia stały się zapewne jedną z przyczyn tego, że studia (nawet medyczne) stały się mniej „elitarnie” w sensie ponadprzeciętnego przygotowania kandydatów z wiodących przedmiotów, do których zaliczała się fizyka. Dotykamy tutaj ważnego i często dyskutowanego zagadnienia tzw. współczynnika skolaryzacji w szkolnictwie wyższym. Tzw. współczynnik skolaryzacji brutto w szkolnictwie wyższym przed rokiem 1990 był poniżej 10 % podczas gdy w

latach 2009/2010 i 2010/2011 był już wyższy niż 53 % przy nieznaczącej tendencji spadkowej w ostatnich latach. To gigantyczny skok w dostępności wyższego wykształcenia i to osiągnięty przy nakładach zdecydowanie nieproporcjonalnych do aż tak dużego wzrostu tego parametru. Znacząca część środowiska akademickiego (w tym ja) jest jednak zdania, że jednym z kosztów tak ogromnego wzrostu współczynnika skolaryzacji było faktyczne obniżenie jakości wykształcenia, na co miało wpływ wiele czynników: na przykład przeciążenie kadry dydaktycznej, zbyt niskie nakłady by zapewnić uzyskanie praktycznych umiejętności na dobrym poziomie jak również oczywisty fakt, że na studia nie szli już tylko najzdolniejsi i najlepiej przygotowani maturzyści. System edukacji akademickiej napędzany był bardziej w kierunku pozyskiwania coraz to większej liczby studentów, czego nie udało się pogodzić z utrzymaniem wysokiego poziomu nauczania. Warto też podkreślić, że w czasie gdy współczynnik skolaryzacji w Polsce bił kolejne rekordy, niemal zlikwidowane zostało szkolnictwo zawodowe. Część absolwentów gimnazjów zapewne poważnie rozważyłaby opcję zdobycia zawodu w takiej właśnie formule jednakże niemal przestało ono w naszym kraju istnieć za to uczelnie wyższe prześcigały się w ofertach studiów nie zawsze kierując się też rzeczywistymi potrzebami rynku pracy. Przyznaję, że był pewien okres, kiedy to rosnący współczynnik skolaryzacji w naszym kraju był dla mnie powodem do dumy – oto na naszych oczach dokonywał się skok cywilizacyjny. Od czasu kiedy studiowałem (początek lat osiemdziesiątych) kiedy to współczynnik skolaryzacji wynosił ok. 7 %, nagle okazało się, że wyższe wykształcenie staje się dostępne tak bardzo szeroko i to nawet bez jakiegoś proporcjonalnie dużego zwiększenia nakładów. Niestety z czasem mój entuzjazm opadał, na co miał wpływ mój bieżący kontakt z kolejnymi rocznikami studentów jak również coraz mniej optymistyczne oceny trendów w jakości kształcenia. Reasumując te wątki można stwierdzić, że utrzymanie bardzo wysokiego poziomu przygotowania kandydatów na studia, zarówno medyczne jak i wszystkie pozostałe, w warunkach wzrostu współczynnika skolaryzacji niemal o rząd wielkości oraz braku adekwatnego wzrostu finansowania edukacji akademickiej nie było możliwe. Możemy polemizować czy obniżaniu poziomu wykształcenia absolwentów szkół wyższych można było zapobiec w większym stopniu niż się to faktycznie dokonało. Można również zastanowić się dlaczego w tej sytuacji nie powstały elitarne wyższe uczelnie (jak np. we Francji. Wielkiej Brytanii czy w Niemczech), które w warunkach rekordowego umasowienia wyższego wykształcenia zadbałyby o edukację na najwyższym poziomie dla najzdolniejszej młodzieży. Do kwestii rekrutacji na tego typu elitarne uczelnie nawiążę jeszcze poniżej. Przyczyny, dla których dużo się zaczęło zmieniać w edukacji w tych latach jest oczywiście znacznie więcej. Najkrócej mówiąc po 1990 roku szybko zmieniało się niemal wszystko i nie mam tu na myśli tylko sytuacji społeczno-ekonomicznej i politycznej w naszym kraju, ale, z punktu widzenia edukacji, przede wszystkim należy mieć na uwadze raptowne zmiany w metodach komunikacji społecznej. Nie powiem nic odkrywczego stwierdzając, że pojawienie się internetu i telefonii komórkowej stanowi rewolucję w przekazie informacji i, co za tym idzie, zdobywania wiedzy. Informacja stała się bardzo łatwo i szybko dostępna, co musiało mieć wpływ i rzeczywiście miało na techniki pozyskiwania wiedzy rów-

niez na poziomie szkolnym i studiów akademickich. Zmienia się, i to chyba szybciej niż kiedykolwiek przedtem, samo społeczeństwo wraz z jego codziennymi zwyczajami, nowymi tradycjami i również ewoluującymi systemami wartości oraz gorąco dyskutowany problem jak dalece można stawiać uczniom w szkołach wymagania, ... Warto zatem mieć przed oczyma te wszystkie zjawiska próbując uniknąć dokonywania zbyt jednostronnej oceny zmian zachodzących w systemie edukacji w naszym kraju. Nie ma jednej czy nawet kilku przyczyn – jest bardzo wiele czynników, które na zasadzie naczyń połączonych wpływały i dalej wpływają na to jak funkcjonuje edukacja w naszym szkolnictwie i jak to potem przekłada się na postępy studentów w nauce na wyższych uczelniach. Mam tego wszystkiego świadomość i daleki jestem od uproszczonych i jednostronnych ocen edukacji w całej jej złożoności.

Na tle tych wielu zjawisk, które w sposób pośredni lub bezpośredni wpływały na edukację, która stopniowo zmieniała się w kierunku (czy kierunkach) który nie jest łatwo jednoznacznie ocenić, pojawiła się jednak dodatkowo zmiana, która w mojej ocenie miała znaczenie zasadnicze i która w sposób niemal skokowy zmieniła jakościowo wykształcenie licealne w naszym Kraju. Mam tutaj na myśli reformę edukacji z roku 2012, która wdrożyła system wymuszający bardzo silną specjalizację w kształceniu licealnym. W myśl tej reformy, licealni pierwszoklasiści musieli podejmować brzemienne w skutki decyzje odnośnie profilu swojego wykształcenia licealnego, co z kolei rzutowało na wybór przedmiotów zdawanych na maturze. I tak, jeśli ktoś nie zamierzał kontynuować swojej edukacji po liceum na przykład w kierunku fizyki, to przedmiot ten był nauczany w postaci niemal szczątkowej – tylko w pierwszej klasie raz w tygodniu i często kształcenie to miało bardziej charakter popularno-naukowy niż cechy rzetelnego nauczania podstaw tego przedmiotu. To samo dotyczyło innych przedmiotów, które nie mieściły się w wybranym profilu kształcenia - przedmioty te stawały się z założenia mniej ważne a w zasadzie, z punktu widzenia praktycznej strategii, nieważne i często nauczane były na zasadzie bardziej ciekawostek niż materiału zasługującego na rzetelne przyswojenie. W dalszej części tego wątku będę odwoływał się do moich osobistych obserwacji związanych z nauczaniem przede mną przedmiotami i chciałbym w tym miejscu wyartykułować ważne zastrzeżenie. W żadnym wypadku przytoczane przykłady problemów nie są krytyką studentów, których przykłady te dotyczą. Aby uczynić mój wywód bardziej konkretnym i osadzonym w realiach praktyki nauczania, odniesienie się do konkretnego jest konieczne, jednakże jeśli dopatrywać się winnego sytuacji, którą poddaję krytyce, to z całą pewnością nie jest to młodzież, która nie miała wpływu na decyzje, które legły u podstaw rozwiązań wdrożonych w 2012 r. Artykuł ten to przede wszystkim wyraz troski z mojej strony by tego typu złych rozwiązań oszczędzić kolejnym generacjom licealistów i maturzystów a nie ich krytyka. Wracając do głównego wątku, pamiętam mój pierwszy wykład z biofizyki na Wydziale Nauk Biologicznych na Uniwersytecie Wrocławskim dla rocznika, który zdawał maturę wedle reguł reformy z 2012 roku. Przedstawiłem zagadnienia dotyczące bioelektryczności odwołując się do podstaw fizycznych z elektrostatyki i prądu elektrycznego z najbardziej elementarnymi pojęciami z elektrochemii robiąc to analogicznie jak w poprzednich latach akademickich. Po wykładzie podszedł do mnie student i

szczerze mi wyznał, że to co opowiadam, ze względu na ścisły z wiązek z tak pasjonującymi zagadnieniami jak mechanizmy procesów kognitywnych w mózgu musi być bardzo ciekawe, ale on (i jak twierdził zapewne nie był sam) jest bez szans by to zrozumieć gdyż u niego w szkole na (nielicznych) lekcjach z fizyki puszczano filmy z Discovery a zagadnień dotyczących podstaw elektryczności po prostu nie uczono. Oczywiście nie wszędzie tak było, ale był to dla mnie pierwszy sygnał, że przygotowanie studentów z liceum do tego by móc im zaprezentować mechanizmy zjawisk biologicznych odwołując się do praw fizyki uległo zasadniczemu tąpnięciu. Sygnały, które otrzymywałem z ćwiczeń tylko potwierdzały tą sytuację – problemy pojawiały się na poziomie podstawowych pojęć. Przykładowo, nie dla wszystkich oczywiste było odróżnienie prądu elektrycznego od napięcia nie mówiąc już o natężeniu pola elektrycznego. W poprzednich latach analogiczne podstawy z bioelektryczności wykładałem na kursach z neurobiologii i, choć nigdy to nie była dla studentów „łatwizna”, to przynajmniej dla większości studentów ostatecznie tematykę tą udawało się efektywnie zaprezentować nie tylko w postaci podstawowych definicji, ale również pokazać na ćwiczeniach jak można z nich zrobić konkretny użytek zgłębiając zagadnienia dotyczące np. neurofizjologii. Te niepokojące sygnały wskazujące na to, że brak elementarnego przygotowania z fizyki stanowi istotną barierę w przyswojeniu sobie materiału dotyczącego np. zjawisk z bioelektryczności niestety ujawniły też kolejne egzaminy z neurobiologii jak i z samej biofizyki. Na ten temat odbyłem szereg konsultacji ze studentami, którzy jednoznacznie wskazywali, że przyczyną takiego stanu rzeczy jest to, że większości z nich praktycznie nie nauczano fizyki w liceum. Co więcej, część z nich przyjęła fakt drastycznego okrojenia materiału z fizyki za dobrą monetę – no w końcu uwolniono nas w liceum od tego zbędnego balastu w postaci tego trudnego materiału, co musiało być słuszne z założenia skoro celem mojej dalszej edukacji w końcu nie jest fizyka tylko biologia. Część studentów wręcz wyrażała swoje niezadowolenie z tego powodu, że skoro pozwolono im na poziomie edukacji licealnej „odpuścić” sobie fizykę to nie powinno się ich teraz „zadreczać” materiałem, który ewidentnie się do tego przedmiotu odwołuje. Wspólnym mianownikiem tych refleksji wyrażanych przez studentów po egzaminie był brak podstaw z fizyki by móc skutecznie podjąć przyswajanie sobie materiału z neurofizjologii czy z biofizyki tak, jak w poprzednich latach. Obniżanie się poziomu przygotowania studentów, szczególnie po reformie z 2012 r. było również zauważalne na kursach z biofizyki na naszym Uniwersytecie Medycznym. W naszym powszechnym odczuciu wspomniany wyżej podręcznik „Wybrane zagadnienia z biofizyki”, który przez więcej niż dekadę dobrze służył studentom, nagle zaczął okazywać się za trudny gdyż faktycznie prezentowana w nim wiedza bazowała na podstawowej wiedzy z fizyki, którą w okresie poprzedzającą reformę z 2012 roku, studenci zdobywali w liceach, a której w wyniku tejże reformy zaczęło brakować. Reasumując ten wątek, myślę, że mam solidne podstawy obserwacji własnych jak i opinii wyrażanych przez samych studentów by twierdzić, że formuła edukacji licealnej, polegająca na nadmiernej specjalizacji, która pojawiła się w 2012 roku była główną przyczyną jakościowego tąpnięcia w przygotowaniu studentów do

przyswojenia sobie części wykładanego przeze mnie materiału z przedmiotów neurobiologia i biofizyka.

Mam świadomość, że w tym momencie wiele osób może się ze mną nie zgodzić wysuwając prosty argument: po co biologom fizyka czy biofizyka? Czy nie lepiej „uwolnić” biologów raz na zawsze od stosowania fizyki i nauczać ich tej dyscypliny bez kłopotliwego odwoływania się do przedmiotów ścisłych? W pewnym sensie reforma edukacji wdrożona w 2012 r. w sposób może niewypowiedziany *explicite* taką formułę edukacji właśnie zapowiadała i licealiści, darząc autorów tej reformy zaufaniem, taki system nauczania mogli wziąć „za dobrą monetę”. Faktycznie, jeśli obiektem zainteresowania młodych adeptów nauk biologicznych byłaby biologia środowiskowa, ekologia, ornitologia czy biologia lasu to „uszcześliwianie” ich rozważaniami na temat fizycznych mechanizmów procesów fizjologicznych mogłoby wydawać się przesadne. Odnosząc się z pełnym szacunkiem i uznaniem do tych ważnych dziedzin biologii nie należy jednak tracić z pola widzenia niezwykle dynamicznie rozwijającej się biologii eksperymentalnej, która bada mechanizmy procesów życiowych głównie na poziomie komórkowym i molekularnym. To głównie dzięki badaniom bazującym na zaawansowanym instrumentarium doświadczalnym tak szybko dokonuje się postęp w naszym rozumieniu procesów życiowych. W metodologii tych badań od kilku dziesięcioleci dokonuje się prawdziwa rewolucja. Podejmując się rzetelnego naukowego zbadania mechanizmów fizjologicznych musimy przede wszystkim uznać, że rządzą nimi te same prawa fizyki, które możemy poznać badając zjawiska w laboratoriach fizycznych. Nie da się zrozumieć naszej własnej fizjologii odzegnując się od podstaw fizyki, którą w duchu reformy z 2012, w sposób sztuczny lub niemal „ideologiczny” oddzielono od biologii. Podam kilka konkretnych przykładów. W ostatnich dziesięcioleciach zastosowanie technik obrazowania fluorescencyjnego dokonuje rewolucji w biologii komórki. Tak jak kiedyś zwykły mikroskop optyczny był symbolem przełomowych badań w biologii (często Ramona y Cajala czy Camillo Golgiego przedstawiano na tle właśnie mikroskopu) podobnie teraz, mikroskop fluorescencyjny (w wielu różnych aktualnie dostępnych opcjach) jest często „emblematem” współczesnych badań w biologii komórki. Czy biolog badający komórkę przy pomocy takiego właśnie instrumentu może nie wiedzieć czym jest fluorescencja i jakie możliwości i ograniczenia samo to zjawisko nakłada na badania z zastosowaniem tego instrumentu? Współczesne badania z zastosowaniem mikroskopu fluorescencyjnego to nie tylko klasyczne badania immunofluorescencyjne, wskazujące komórkową lokalizację poszczególnych białek. Podam przykład: bardzo ważnym sygnałem biologicznym są zmiany stężenia jonów wapnia w cytoplazmie. Te zmiany jesteśmy aktualnie w stanie badać z rozdzielczością milisekundową stosując odpowiednie sondy fluorescencyjne oraz odpowiednio skonfigurowany mikroskop fluorescencyjny. Zastosowanie tej techniki miało przełomowe znaczenie w biologii komórki gdyż pozwoliło powiązać dynamiczne zmiany w stężeniu jonów wapnia z szeregiem procesów fizjologicznych o podstawowym znaczeniu. W klasycznej mikroskopii optycznej, jak wiemy, nieprzekraczalną barierą rozdzielczości jest długość fali świetlnej, co w praktyce oznacza, że zejście z rozdzielczością poniżej mikrona jest niewykonalne. Jeden mikrometr to jednak w skali

makromolekuł (ok. 10 nm) bardzo dużo. Co więcej, wiele bardzo ciekawych struktur subkomórkowych takich jak np. synapsy w neuronach, mają rozmiary submikronowe, co czyni ich elementy strukturalne niemal niewidocznymi w klasycznej mikroskopii optycznej (widzimy np. jedynie zarys tzw. kolców dendrytycznych). Stosując jednak np. technikę FRET, dzięki sprytnie wykorzystanym sygnałom fluorescencyjnym, można wyciągać wnioski odnośnie procesów zachodzących nawet wewnątrz makromolekuł. Dzięki wdrożeniu mikroskopii o wysokiej rozdzielczości (super-resolution microscopy) w różnych wydaniach (np. STED, STORM, PALM, ...), które w sposób niezwykle zmyślny wykorzystują emitowane sygnały fluorescencyjne, udało się z powodzeniem złamać nieprzekraczalną do niedawna barierę mikronowej rozdzielczości, dochodząc nawet do wartości poniżej 100 nm, czyli o rząd wielkości. Ponownie zadam retoryczne pytanie czy biolog czerpiący z dobrodziejstwa zastosowania tych technik ma prawo nie mieć pojęcia o istocie ich działania? Przykładów zastosowań metod „fizycznych” do biologii, bez których badania tej ostatniej byłyby niezwykle zubożone jest oczywiście dużo więcej. Trudno sobie na przykład wyobrazić badania substancji pochodzenia roślinnego (co aktualnie jest bardzo intensywnie badane) bez zastosowania spektroskopii NMR do określania ich struktury. Bioinformatyka badająca strukturę białek to kolejny obszar, w którym biologia czerpie nie tylko z informatyki, ale też z fizyki i chemii – ostatecznie zoptymalizowane algorytmy i szybko liczące superkomputery nie robią nic innego niż zastosowanie na masową skalę praw fizyki do modelowanych układów cząsteczek ... Nie dziwi zatem, że współczesnemu rozwojowi nauki towarzyszy coraz większa świadomość potrzeby interdyscyplinarnego podejścia do poznawania rzeczywistości. Zaczyna przeważać pogląd, że raczej powinniśmy łączyć ze sobą potencjały wynikające z osiągnięć różnych dziedzin nauki a nie sztucznie mnożyć bariery między nimi i tworzyć coraz to nowe specjalizacje, które mają być bytami samymi w sobie. Warto wspomnieć, że ta idea interdyscyplinarności znajduje swój wyraz na Uniwersytecie Wrocławskim w postaci Interdyscyplinarnego Studium Generale Universitatis Wratislaviensis i to już od ponad 25 lat. Trudno oprzeć się wrażeniu, że reforma edukacji licealnej z 2012 r. poszła w kierunku przeciwnym, wymuszając na uczniach wybór bardzo mocno określonej specjalizacji i to na wczesnym etapie ich edukacji. W moim odczuciu, reforma ta w jakiejś mierze odebrała uczniom możliwość takiego interdyscyplinarnego spojrzenia na rzeczywistość i poznawanie Świata. Należy dodać, że konieczność opowiedzenia się za taką głęboką specjalizacją dotyczyła licealnych pierwszoklasistów, którzy bardzo często nie byli gotowi by takie brzemienne w skutki decyzje dotyczące profilu swej edukacji podejmować. O ile dobrze jest oczywiście zaoferować licealistom już na początku możliwość rozwoju w tym kierunku, w którym wykazują zainteresowanie to jednak reforma z 2012 roku poszła, w moim przekonaniu, zdecydowanie za daleko. Czym innym jest zaoferowanie uczniowi pogłębianie określonych zainteresowań przy zachowaniu integralności w wykształceniu ogólnym a czym innym jest przedwczesna deklaracja dotycząca ściśle określonej specjalizacji, w praktyce najczęściej wykluczająca zmianę tej decyzji w miarę jak uczeń zdobywa coraz szersze wykształcenie, które przecież może i w zasadzie powinno mieć wpływ na jego decyzje dotyczące dalszego

rozwoju. Choć mam świadomość, że miałem okazję obserwować tylko niewielki wycinek rzeczywistości edukacyjnej ukształtowanej przez reformę z 2012 roku, to myślę, że obserwowane przeze mnie konsekwencje wdrażania tej reformy dają mi dość solidną podstawę do wyciągnięcia krytycznych wniosków, choć oczywiście zachowuję otwartość na argumenty osób, które się ze mną nie zgadzają i które mogą znać realia edukacji licealnej lepiej niż ja. Uważam, że reforma z 2012 ze swoim głównym postulatem, moim zdaniem, nadmiernej i przedwczesnej specjalizacji edukacji licealnej była błędna i wyrządziła wiele szkody. Jak to przedstawiałem wyżej na przykładach, nadmierne oddzielanie np. niektórych nauk ścisłych od biologii jest błędem, który nie tylko zawęży horyzonty edukacyjne uczniów na przekór aktualnym interdyscyplinarnym tendencjom, ale wprost ogranicza ich przygotowanie do wykorzystywania współczesnych zdobyczy techniki ubogacających instrumentarium biologii eksperymentalnej. Jest jeszcze jeden aspekt, który uważam, że warto poruszyć. Mam nadzieję, że nie zostanę posądzony o swego rodzaju „szowinizm fizyczny” i z pełnym przekonaniem jeszcze do powyższych argumentów dodam to, że wykształcenie z fizyki ma również istotny wymiar formacyjny. Jako absolwent prestiżowego XIV Liceum Ogólnokształcącego o profilu matematyczno-fizycznym wiem, że absolwenci tegoż liceum z powodzeniem dostawali się, studiowali a następnie często robili dynamiczne kariery nie tylko w zakresie fizyki czy matematyki, ale również medycyny, biologii, informatyki, ... – po prostu niemal wszędzie. Podobnie absolwenci fizyki na Uniwersytecie Wrocławskim czy Wydziału Podstawowych Problemów Techniki na Politechnice Wrocławskiej dobrze radzili sobie w bardzo różnych dziedzinach: oczywiście w naukach fizycznych ale też w informatyce, bankowości, ekonomii, biologii itd. Wykształcenie z fizyki, choćby na poziomie podstawowym, jest źródłem nie tylko konkretnej wiedzy na temat zjawisk, ale również wyzwala predyspozycje umysłu do analitycznego spojrzenia na rzeczywistość. Odwołując się ponownie do profilu (matematyczno-fizycznego) mojego liceum chcę podkreślić, że mam świadomość, że w samej idei uprofilowania szkoły średniej nie ma nic złego. Najzdolniejsi uczniowie z gimnazjów (dawniej ze szkół podstawowych) zazwyczaj wykazywali i wykazują preferencje w kierunku określonych przedmiotów i bardzo dobrze jest pomóc im dalej te zainteresowania rozwijać. Problem w tym by nie odbyło się to kosztem stracenia z pola widzenia lub zaniedbania całej reszty w stopniu uniemożliwiającym uczniowi ewolucję jego zainteresowań i dokonania racjonalnego wyboru dalszych etapów kształcenia. Zmuszanie uczniów do dokonywania tak brzemiennej w skutkach wyborów na bazie wykształcenia gimnazjalnego i bardzo pobieżnej nauki w pierwszej klasie liceum to moim zdaniem największy błąd reformy z 2012 roku. Czasami pojawia się argument, że niektóre uczelnie, dostrzegając te konsekwencje reformy, uzupełniały programy akademickie o kursy, których zabrakło w wykształceniu licealnym (w zależności od kierunku np. z fizyki, chemii lub biologii). To nie jest moim zdaniem dobry argument. Można, wręcz trzeba, naprawiać konsekwencje błędnych decyzji, ale jeszcze lepiej tych błędów nie popełniać. Sama nazwa „Liceum Ogólnokształcące” już do czegoś zobowiązuje. Liceum „ogólnokształcące”, nawet jeśli uprofilowane, powinno zapewnić właśnie pewne kompendium wykształcenia z najważniejszych przedmiotów na

poziomie przynajmniej podstawowym, przez co właśnie absolwent dysponuje ogólnym wykształceniem a nie wykształceniem przedwcześnie ukierunkowanym specjalizacyjnie. Licea powinny pozostać ogólnokształcące a nie (przedwcześnie) „specjalizacyjne” nawet jeśli z konsekwencjami tej nadmiernej specjalizacji można próbować sobie z różnym szczęściem radzić poprzez wykładanie na uniwersytetach tego, co uczniowie powinni znać z liceów. Warto w tym miejscu nawiązać jeszcze do poruszonej powyżej kwestii elitarnych uczelni wyższych, które są w np., Niemczech, Francji czy Wielkiej Brytanii, a których w zasadzie brakuje u nas w Polsce. Prawdą jest, że do takich elitarnych uczelni spora część rekrutowanych studentów to absolwenci z najlepszych liceów, w których stopień uprofilowania jest zwykle bardzo wysoki. Może zatem próbować bronić reformy z 2012 roku właśnie tym, że skoro np. Cambridge University rekrutuje swoich studentów z wysoko uprofilowanych liceów, to taki system silnie ukierunkowanej i wyspecjalizowanej edukacji licealnej jest dobry. W mojej ocenie taka argumentacja jest błędna. Nie ulega wątpliwości, że szanse na rekrutację w elitarnych uczelniach mają uczniowie najzdolniejsi i którzy wykazując ponadprzeciętne zdolności już na wczesnym etapie edukacji licealnej zazwyczaj stają się na tyle dojrzały, że świadomie mogą podjąć odpowiedzialną decyzję o edukacji o wysokim stopniu uprofilowania. Pamiętajmy jednak, że zdecydowana większość naszej młodzieży nie będzie się kształcić w elitarnych uczelniach takich jak Oxford czy Cambridge. Przenoszenie rozwiązań, które sprawdziły się dla bardzo wąskiej liczby najzdolniejszej młodzieży na całą resztę studentów w nadziei, że będzie im tak samo dobrze szło jak tym najzdolniejszym to naiwność. Podejście do wybitnie uzdolnionych uczniów też nie jest na elitarnych uczelniach czy liceach wcale takie schematyczne, jak to miało miejsce w przypadku reformy z 2012. Choć, jak wspominałem, najzdolniejsi studenci bywają często rekrutowani z silnie uprofilowanych liceów, to należy również pamiętać, że za tym uprofilowaniem w elitarnych szkołach i liceach stoi zazwyczaj bardzo indywidualne podejście do wybitnie uzdolnionych jednostek więc jest to inny rodzaj uprofilowania niż w krytykowanej przeze mnie reformie z 2012 r.

W niniejszym opracowaniu skupiłem się na kwestii fizyki i to w odniesieniu do sytuacji, gdy licealista w pierwszej klasie liceum wybiera inny kierunek dalszego kształcenia (policealnego) niż właśnie fizyka. Do skupienia się na fizyce zobowiązuje mnie sam temat naszej konferencji („Problemy dydaktyki fizyki”), ale oczywiście problemy wynikające z wadliwych (moim zdaniem) rozwiązań reformy z 2012 r. nie ograniczają się do samej fizyki. W dość powszechnej ocenie, mocno zaniedbano również inny przedmiot o ogromnej roli formacyjnej – historię. Możemy się bardzo różnić w ocenie historii i na bazie tego również bardzo różnie oceniać współczesność, ale historię, w tym historię współczesną, powinniśmy znać. Często słyszy się, że potraktowanie nauczania historii w nauczaniu licealnym, w szczególności po reformie z 2012 r., to dramat. Ja osobiście przychylam się do takiej właśnie oceny. Oprócz tego, że dla uczniów wybierających profil wykształcenia nieobejmujący historii, kurs z tego przedmiotu zakończy się w pierwszej klasie to, jak często słyszymy, nawet w rozszerzonej wersji rzadko kiedy kurs historii dociera do omówienia historii najnowszej z XX i XXI wieku. Czyli okres najbardziej brzemienisty w

skutki, jeśli idzie o kształtowanie współczesnych społeczeństw, dla zdecydowanej większości absolwentów liceów, z punktu widzenia edukacji historycznej, to „terra incognita”. To doprawdy zdumiewający absurd.

Mam świadomość, że niniejsze opracowanie piszę w momencie, gdy zapadły decyzje zmieniające system edukacji i to bardzo głęboko, co budzi duże emocje i obawy i czemu towarzyszy ożywiona debata. Choć nie czuję się na tyle zaznajomiony z realiami edukacji licealnej, a w szczególności nie mam wystarczającej wiedzy na temat skali trudności wprowadzania tej kolejnej gruntownej reformy oświaty by wypowiadać się z pozycji eksperta, to jednak na zakończenie tego artykułu pozwolę sobie na kilka refleksji natury ogólnej dotyczących głównych założeń tejże reformy. Przede wszystkim argumenty, które prezentuję w niniejszym artykule, motywują mnie do tego by z naciskiem stwierdzić, że aktualna sytuacja w edukacji licealnej po 2012 roku jest na tyle zła, że jej zmiana jest palącą koniecznością. Nadmierna i przedwczesna specjalizacja była w mojej ocenie błędem wypaczającym istotę wykształcenia ogólnokształcącego, naruszając pewną subtelną równowagę w nauczaniu różnych przedmiotów. W efekcie, ograniczono uczniowi szansę na szersze spojrzenie na otaczającą go rzeczywistość oraz na dojrzały wybór dotyczący dalszych etapów kształcenia. Zapoznając się z ogólnymi założeniami aktualnej reformy edukacji dostrzegam z jednej strony możliwość naprawienia tego zasadniczego błędu z 2012, ale z drugiej strony widać ogromne wyzwanie organizacyjne by faktycznie nowe założenia pomyślnie choćby w części zrealizować. Przede wszystkim należy podkreślić, że fizyka powróci do wykształcenia podstawowego (ośmioletniego) i to oceniam jako duży pozytywny skutek tej reformy. Jak już powyżej wielokrotnie podkreślałem, fizyka powinna być przedmiotem nauczonym powszechnie choćby ze względu na jej formacyjną rolę. Przyznaję, że nie mniej cieszy mnie fakt, iż fizyka wróci również do czteroletnich liceów jako przedmiot nauczany przez trzy klasy dla wszystkich. To zasadniczy odwrót od nieszczęsnej idei superspecjalizacji na poziomie liceów i szansa na to, by młodzież licealna, nie tracąc możliwości rozwijania się w wybranym przez siebie kierunku, miała szansę jednak zdobyć na tyle szerokie kompendium wiedzy by dojrzałej wybrać kierunek studiów a przede wszystkim przedwcześnie nie tracić szansy wyboru. Sam, jako licealista, wahałem się odnośnie kierunku studiów niemal do ostatniej chwili i nie była to bynajmniej sytuacja wyjątkowa. Znam również wielu takich, którzy zafascynowali się fizyką i matematyką i wybrali liceum o profilu matematyczno-fizycznym, ale ostatecznie po skończeniu liceum wybrali inne drogi – np. medycynę lub biologię i bardzo dobrze, że ówczesny system dawał im takie możliwości zamiast ich przedwcześnie specjalizować i przez to poniekąd „szufladkować”. Przyznaję, że może po części dlatego, że czuję sentyment do ośmioklasowej podstawówki, przyjąłem informację o takim właśnie kierunku zmian z zadowoleniem, ale moje stanowisko w tej sprawie nie wynika z przyczyn jedynie sentymentalnych. Uważam, że to bardzo dobrze, że szkoła podstawowa pozwoli uczniom „posmakować” wiedzy ze wszystkich najważniejszych przedmiotów tak, by uczeń w wieku 15 lat mógł zdecydować czy chce się dalej uczyć czy może zechce pomyśleć o zdobyciu wiedzy praktycznej przysposabiając się do wykonywania zawodu. Tu problemem może okazać się stan niemal likwidacji

szkolnictwa zawodowego, którego odrodzenie, w mojej opinii bardzo by się przydało jako alternatywa do sztucznego „pompowania” współczynnika skolaryzacji na siłę „ozdabiając” praktyczne wykształcenie dyplomami szkół wyższych. Taki piętnastoletni licealista podejmując decyzję o dalszej nauce zapewne wybrałby już jakiś profil liceum (biol-chem., mat-fiz. czy humanistyczne), ale jak wspominałem ważne jest by uprofilowanie to ostatecznie i przedwcześnie nie determinowało kierunku jego dalszego wykształcenia. Dysponując rozsądnie dobranym kapitałem wykształcenia ogólnego, uczeń ciągle miałby możliwość ewoluowania swoich zainteresowań bez poczucia, że „klamka zapadła” jak to miało miejsce po 2012 r. Ta reforma to niewątpliwie szansa dla mocno spauperyzowanego nauczania z fizyki w naszym Kraju. W rozmowach ze studentami odnosiłem niejednokrotnie wrażenie, że w opinii młodzieży fizyka to przedmiot, którego nauczanie, mówiąc kolokwialnie, systematycznie „zwija się”. Coraz mniej się go naucza w szkołach i w związku z tym, oczekuje się, że na wyższych uczelniach na kierunkach „niefizycznych” takich jak omawiana wyżej biologia, również konsekwentnie odstąpi się od jego nauczania. Wiemy dobrze jak zmieniła się kondycja nauczania nauczycielskiego z fizyki. Skoro de facto odstępowało się od nauczania z fizyki w szkołach, to trudno było spodziewać się wielkiego zainteresowania studiami z fizyki dla nauczycieli. Po co uczyć się tego trudnego przedmiotu skoro perspektywy wykonywania zawodu nauczyciela z tego przedmiotu są, mówiąc delikatnie, niezbyt optymistyczne? Niewątpliwie wchodząca reforma to szansa na zmianę tego trendu. Jeśli fizyka wróci na należne jej miejsce w szkołach i jeśli wróci do powszechnej świadomości ranga tego przedmiotu, to należy oczekiwać również odwrócenia trendu w edukacji nauczycieli fizyki na naszych wydziałach. Problem w tym, że zaczynamy od stanu, który przez wielu jest postrzegany jako krytyczny. Wystarczającej liczby nauczycieli, którzy sprostałiby tak dużemu wzrostowi zapotrzebowania na nauczanie fizyki aktualnie nie ma i z oczywistych powodów sytuacja ta nie zmieni się z roku na rok. Niestety płacimy dużą cenę za zaniedbania w nauczaniu tego przedmiotu i to nie tylko w formie deficytów w wykształceniu absolwentów liceów, ale również przez redukcję kadry nauczycielskiej z tego przedmiotu w ostatnich dwóch dekadach. Oczywiście nie da się tego nadrobić w krótkim terminie, ale uważam, że mimo to trzeba zrobić wszystko by poszerzone nauczanie fizyki wdrożyć najefektywniej jak to się tylko da. Palącym problemem jest jak pozyskać brakujących dobrze przygotowanych nauczycieli z fizyki. Oczywiście nawet jeśli szybko zmobilizujemy młodzież do kształcenia się w kierunku zawodu nauczyciela fizyki to ich wykształcenie musi trwać i tego nie uda się obejść. Warto jednak pomyśleć o tym by spróbować pozyskiwać nauczycieli na przykład z wyższych uczelni. Co kilka lat dokonuje się oceny pracowników naukowo-dydaktycznych. Nierzadko zdarza się, że z różnych przyczyn pracownikowi nie udało się sprostać wymogom publikowania prac na wysokim poziomie podczas gdy jest cenionym dydaktykiem. W komisjach zajmującą się oceną kadry naukowo-dydaktycznej, w których często zasiadam, pojawia się wtedy dylemat jak takiego pracownika potraktować. Co się z nim stanie, gdy w wieku np. 50 lat straci pracę na Uczelni? Z wielu względów Uczelnie starają się unikać etatów czysto dydaktycznych, więc możliwość przeniesienia takich pracowników na takie etaty (np. starszy

wykładowca) jest ograniczona. Może warto namówić decydentów z Ministerstwa Edukacji Narodowej jak również rektorów ze Szkół Wyższych, żeby udrożnić transfer wartościowych dydaktyków, których praca naukowa na uczelniach z różnych powodów znalazła się w impasie, do szkół. Dajmy szansę tej reformie, gdyż jest to bodaj pierwsza od dawna okazja by podnieść status nauczania fizyki w naszych szkołach przełamując trend stopniowej i systematycznej erozji tego przedmiotu w ostatnich dwóch dziesięcioleciach. Uważam, że już samo to, że nieszczęsna reforma z 2012 r. zakończy swoje szkodliwe oddziaływanie na edukację odbieram osobiście jako ważny sygnał, że może uda się to zsuwanie po równie pochyłej zatrzymać. Jak pisałem powyżej, uważam, że reforma z 2012 r. w najkrótszym możliwym czasie doprowadziła do zapaści w wykształceniu z ważnych z punktu widzenia ogólnego wykształcenia przedmiotów, które nie „załapywały się” na ciasno rozumiana specjalizację. Gdyby ten stan utrzymał się na przykład przez kolejne dziesięć lat lub więcej to efektem byłoby, w mojej ocenie, brzemienne w skutki dla całego systemu oświaty zubożenie wykształceniu naszej młodzieży. Choć to truizm, to warto może w tym momencie podkreślić, że dobry system edukacji buduje się przez dziesięciolecia, ale zepsuć go można bardzo szybko, czego doświadczyliśmy w ostatnich latach. Zresztą nie tylko my. Osoby, które jeżdżą po świecie znają też inne przykłady. Znanym exemplum tego jak można uczynić nieefektywnym system nauczania szkolnego przy niemal nieograniczonych środkach jest poziom edukacji przeduniwersyteckiej w Stanach Zjednoczonych (oczywiście nie całej, ale sporej jego części). Choć kraj ten nam słusznie imponuje swoimi osiągnięciami zarówno w ekonomii, technice i nauce to jednak poziom erudycji wyniesiony z chyba większości tamtejszych szkół raczej nie zachwyca, co potwierdzają niemal wszyscy którzy emigrując do USA z Europy posyła tam dzieci do szkół. Mój rocznik, jest właśnie rocznikiem mocno „emigracyjnym” i część moich kolegów i koleżanek, które w polskiej szkole nie byli uczniami wybitnymi, po emigracji do USA, bardzo często stawali się prymusami i to pomimo barier wynikających z procesu imigracji i integracji w nowym społeczeństwie. Może, podobnie jak u nas, kierując się mgliście pojętym postępem za bardzo tam „majstrowano” w systemach nauczania, a jeśli dodać trend w kierunku redukcji a teraz niekiedy wręcz braku stawianych uczniom wymogów, to efekty takie nie dziwią. Trudno ocenić jakie mamy szanse odwrócić trwający do teraz trend pogłębiającej się zapaści w nauczaniu fizyki. Problemy są nie tylko z niewystarczającymi kadrami. Barię często jest to, że codzienne trudności w organizacji edukacji tak nas przytłaczają, że samo podjęcie się wyzwania tak trudnej naprawy tej sytuacji startując z tak dramatycznego położenia może być niezwykle trudne. Chciałbym zakończyć to opracowanie wyrażeniem przeze mnie życzenia i apelu byśmy mimo tych wszystkich problemów i wątpliwości spróbowali zmobilizować się by wykorzystać wdrażaną reformę szkolnictwa do naprawy tych szkół, które wyrządono nauczaniu fizyki w ostatnich dziesięcioleciach. Przy wszystkich jej niedoskonałościach tej reformy, które nauczyciele widzą zapewne ostrzej niż ja, jak również niedoskonałościach tych, którzy tą reformę wdrażają na szczeblach decyzyjnych, weźmy pod uwagę to, że być może jest ona mimo wszystko jedną z ostatnich szans na

przywrócenie należnej rangi nauczaniu fizyki zanim uległoby ono jeszcze głębszej zapaści niż ma to miejsce obecnie.

Serdecznie dziękuję mgr Dobromile Szczepaniak i mgr Bożenie Olkiewicz za bardzo pouczające dyskusje na temat aktualnej sytuacji w edukacji w Polsce.