

Krzysztof Służewski, Grzegorz Karwasz

Zakład Dydaktyki Fizyki
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
e-mail: ks@fizyka.umk.pl
karwasz@fizyka.umk.pl

MULTIMEDIA ONLINE W DYDAKTYCE FIZYKI

ON-LINE IN MULTIMEDIA IN TEACHING PHYSICS

STRESZCZENIE

Pojawienie się nowych platform internetowych jak „YouTube” i „Facebook” rodzi pytanie o zainteresowanie tradycyjnymi stronami, w tym redagowanymi przez instytucje naukowe jak Zakład Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Podjęte przez ZDF działania, prawie 10 lat temu, w kierunku stworzenia zasobów wiedzy dla młodzieży i nauczycieli zaczynają produkować spodziewane rezultaty: ponad 1000 stron internetowych odwiedzanych codziennie w okresie szkolnym (i o połowę mniej w okresie wakacji). Wśród czynników wpływających na ten wynik opisujemy kognitywistyczne zasady dydaktyczne, dbałość o poprawność merytoryczną, multimedialną formę, stopień trudności dostosowany zarówno dla przed-szkolaków jak i doktorantów. Budowane materiały są zarówno pojedynczymi zbiorami (np. doświadczenia trudne do wykonanie w szkole), kolekcjami obiektów realnych, jak i ich wirtualnych odbić (np. „Fizyka zabawek”), ścieżkami tematycznymi wprowadzającymi określone pojęcia (jak np. zasada zachowania pędu), kompletnymi wykładami multimedialnymi (jak “Kon-

densat Bosego – Einsteina”), operującymi narracją przy tablicy, schematami, modelami, doświadczeniami, opisem zastosowań, życiorysami odkrywców. Krótsze „klipy” filmowe dotyczące wybranych aspektów zagadnień, np. pochłaniania promieniowania jonizującego lub model powstawania prądów morskich i wiatrów podzwrotnikowych, umieszczane są również na platformie „YouTube”.

Słowa kluczowe: nauczanie fizyki, środki multimedialne, Internet, kognitywistyka

ABSTRACT

The advent of new Internet platforms like YouTube i Facebook, creates a question on the interest in traditional pages, including those created by scientific institutions, like Division of Didactics of Physics of Nicolaus Copernicus University in Toruń. The activities undertaken by the Division almost 10 years ago start to bring the expected results: more than 1000 internet pages visited every day during the school year (and half of this during holidays). Among factors leading to this achievements we describe: the cognitive aspects, didactical principles, scientific precision, multimedia form, the difficulty carefully adjusted to the level of reader (from pre-school to PhD students). The multimedia built are single files (like experiments difficult to be repeated in school), collection of real objects and their virtual mirrors (like “Physics and Toys”), thematic paths introducing specific concepts (like the momentum conservation law), complete multimedia lectures (like “Bose-Einstein condensate”) that use the verbal narration by the white-board, schemes, models, experiments, description of applications, history of discoveries etc. Shorter “clips” treat selected aspects, like the absorption of the ionizing radiation or the model of ocean and atmospheric currents, and are recently being placed by us also on YouTube. The interest in internet pages of the Didactics of Physics Division continues to grow.

Keywords: teaching of physics, multimedia resources, Internet, cognitive science

1. POTRZEBA ZMIANY METOD I TREŚCI NAUCZANIA

Na negatywne trendy demograficzne oraz (przewyciężony już w Europie Zachodniej) spadek zainteresowania naukami technicznymi i ścisłymi nałożyły się w Polsce gwałtowne zmiany technologii informacyjnych i dostępu do wiedzy. Dostęp polskiej młodzieży do Internetu ustępuje jedynie Wielkiej Brytanii¹, a jednocześnie liczba chętnych do studiowania fizyki na wielu polskich uczelniach spadła w ostatnich latach praktycznie do zera. Doraźne programy ministerialne (finansowane ze środków UE), dość powierzchownie organizowane i nieoddające założeń „brukselskich” jedynie tymczasowo poprawiają sytuację, nie stymulując kadry do zmiany sposobów nauczania. Wysokie wyniki Polski w porównaniach międzynarodowych (jak np. PISA), według ekspertów OECD, uzyskiwane są dzięki specjalistycznemu przygotowaniu polskich uczniów do rozwiązywania testów, a nie oddają realnej poprawy systemu edukacji (Jakubowski, 2010). Nowa podstawa programowa i nowy system oceniania wyników szkolnych, w tym tzw. nowa matura budzi również krytykę ekspertów krajowych². Nadal za wysoką „śmiertelność” na pierwszych latach studiów ścisłych obarcza się „niski poziom” studentów, a nie przestarzałe i nieadekwatne metody nauczania na poziomie szkoły średniej. Niezbędna jest więc zmiana sposobów nauczania: podniesienie efektywności i atrakcyjności przekazu wiedzy, a także kształtowanie umiejętności doświadczalnych, matematycznych, praktycznych i kompetencji zawodowych (Karwasz G., 2013). Środki multimedialne mogą te funkcje znakomicie spełniać, a wideolekcje są formą zaawansowaną w stosunku np. do popularnej wikipedii: kompletne

¹ W 2009 roku 89% dzieci w wieku 6–17 lat w Polsce korzystało z Internetu, wobec 91% w Wielkiej Brytanii, 76% we Francji i 75% w RFN (Niewińska, 2010)

² „Podstawa programowa, wielokrotnie w latach 90. modyfikowana (w sposób jawny, a także przez anonimowych »poprawiaczy« [...] Ostatecznie »podstawa programowa» zmieniła się w swoją parodię, czy, mówiąc oględnie, w swoje przeciwieństwo, to znaczy w sztywny i drobiazgowy wykaz wymagań egzaminacyjnych, w konstrukcji podporządkowanych formule implantowanej z zagranicy, tzw. nowej matury” (Kołodziej, 2011).

lekcje zamieniają pojedyncze hasła encyklopedyczne na ustrukturyzowaną wiedzę. Istotne jest to nie dla testów, ale jak pisze Bronisław Siemieniecki (2009) „dla kształcenia umiejętności intelektualnych”.

W stosunku do tradycyjnego zapisu lekcji³, jej forma multimedialna lub zapis wideo pozwala na wszechstronniejszy przekaz treści, wielokrotny dostęp i usieciowanie wiedzy. Niedoceniana jest też możliwość dotarcia za pomocą środków wizualnych, słownych oraz pokazów prac laboratoryjnych do studentów z różnymi predyspozycjami kognitywnymi, co znajduje odzwierciedlenie w indywidualnych stylach uczenia się (Kozielska, 2012).

Multimedia syntetyzują różne środki przekazu w krótkich zazwyczaj „pakietach”. Jednakże, jak zauważa Kamila Majewska (2009): *korzystanie z nowych mediów: wideo interaktywnego, komputera oraz Internetu wymaga od nauczyciela zastosowania nowej metodyki nauczania*. Stanisław Juszczyk (2007) dodaje, że również młodzież powinna być przygotowana do wypracowania nowych stylów przyswajania wiedzy.

Konieczność zmiany sposobów nauczania zauważają nie tylko nauczyciele matematyki i informatyki jak Kamila Majewska. Dr Mariusz Chołody (2014), badacz literatury romantycznej i polonista w jednym z liceów pisze: *Jeżeli dzisiejsza szkoła nie wyeliminuje rozbratu między światem współczesnym a przestrzenią życia szkoły, straci podwójnie: zarówno szkoła, jak i nauczyciele poloniści staną się anachroniczni, zaczną egzystować w edukacyjnym skansenie, nie wchodząc w interakcje ze światem*.

To, co zauważa humanista, nauczyciel przedmiotów ścisłych powinien stawiać na początku listy dobrego nauczania. Jak zainteresować przeciętnego ucznia przy ciągle rosnącej zawartości programów nauczania i rosnącym wyborze (konieczności?) dodatkowych zajęć pozalekcyjnych (korepetycje, komputery, języki, tańce, sport, wyjazdy zagraniczne itd.)? Trudno dodać nowe elementy do szkolnych lekcji, a zajęcia np. w ramach uniwersytetów dziecięcych (Karwasz G.,

³ Słowo *lektio* oznacza w łacinie „czytam”. I tak na uniwersytetach średniowiecznych wykładowca był obowiązany *czytać* swój wykład, co oznacza, że wykład musiał być wcześniej spisany. Pozwalało to na sukcesywne przekazywanie wiedzy, nawet przez lata po wykładzie.

2011) obejmują ograniczoną liczbę uczniów. Trzeba uszczknąć trochę „wolnego” czasu ucznia i przekazać to, co jest istotne dla konstruowania wiedzy, a przy tym w taki sposób, jaki młodzież lubi, do jakiego jest przyzwyczajona, do którego sama sięgnie. Jeżeli się to uda, uczniowie nawet nie zauważą, kiedy zaczną się uczyć. Wszystko może być ciekawe – kwestią jest tylko, jak zostanie przedstawione.

Wydaje się, śledząc rozwój środków multimedialnych i platform dostępu do nich („YouTube”, „Facebook” etc.), że młodzież znacznie chętniej korzysta z nowych form przekazu wiedzy, niż profesjonalni wykładowcy są skłonni przekazywać swoje zasoby do szerokiego wykorzystania. Znamienne jest przy tym, że w ramach działań statutowych wiele uczelni wytwarza ogromne ilości materiałów multimedialnych, ale udostępnia je jedynie swoim internetowym studentom, czyli osobom opłacającym czesne. Przykładowo, największa instytucja e-learningu w Wielkiej Brytanii, liczący ponad 200 tys. studentów Open University w Milton Keynes, udostępnia swym użytkownikom 2 miliony oddzielnych zbiorów (i.e. *files*) internetowych, w tym kompletne wykłady i programy telewizyjne zob. (Karwasz G., 2014), ale jedynie znikoma część z tych zasobów jest ogólnodostępna. Nieliczne uniwersytety, i to głównie te w USA, udostępniają swe zasoby (i to w wielu językach) szerokiej publiczności, bez konieczności rejestrowania się użytkowników. Przykłady modelowania online (tj. zadawania warunków obliczeniowych) dla procesów rozpraszania kwantowego, opracowane na Uniwersytecie w Colorado przedstawia ryc. 1. Właściwie przygotowany model pozwala na odtworzenie rozpraszania w funkcji czasu, co jest zazwyczaj pomijane w rozwiązaniach „na tablicy”. Model pozwala też poszukiwać interaktywnie różnych warunków dla odbicia się i transmisji padającej paczki falowej – co oddają rozwiązania analityczne, ale nie są one dla studenta dostatecznie intuicyjne. Nieliczne są w mechanice kwantowej „prawdziwe” eksperymenty – znacznie więcej można ich przedstawić w fizyce klasycznej, szkolnej.



Ryc. 1. Przykłady modelowania fizycznego *on-line* w zakresie mechaniki kwantowej: (a) rozpraszanie paczki falowej na barierze potencjału na Uniwersytecie w Colorado [1] – można dobierać wysokość i szerokość bariery, energię cząstki, szerokość paczki falowej. (b) dualizm falowo-korpuskularny na Ecole Polytechnique w Paryżu [2] – można dobierać ilość szczelin i natężenie wiązki elektronów w „eksperymentach” interferencyjnym; (c) Zapis wideo rzeczywistego obrazu interferencyjnego z mikroskopu elektronowego, Hitachi [3] jest znacznie bardziej efektowny niż sztuczne „elektrony” w modelu z Ecole Polytechnique

2. PRZYKŁADY ŚRODKÓW MULTIMEDIALNYCH W DYDAKTYCE FIZYKI

Wśród środków multimedialnych szczególnie przydatnych w dydaktyce fizyki wymienić należy (Kirstein & Nordmeier, 2007):

- 1) eksperymenty online,
- 2) modelowanie fizyczne online,
- 3) zapisy wideo lekcji i wykładów,
- 4) eksperymenty w zapisie wideo,
- 5) wykłady przygotowane w formie multimedialnej.

Poziom efektywności dydaktycznej poszczególnych środków multimedialnych nie zawsze jest proporcjonalny do stopnia trudności w ich przygotowaniu, jak to omawiamy poniżej.

- 1) Eksperymenty online są formą najtrudniejszą – wymagają utrzymywania „w ruchu” aparatury pomiarowej w konkretnym laboratorium. W Europie praktycznie jedynie Bundeswehr Universität w Monachium zapewnia utrzymanie kilkunastu działających doświadczeń. Ryc. 2. przedstawia sekwencję koncepcyjną przejścia od doświadczenia rzeczywistego, przez jego zapis wideo do eksperymentu online na

przykładzie pomiaru ładunku elektronu na mikroskopijnych kropelkach oleju (doświadczenia Millikana, Nagroda Nobla 1923). Doświadczenie online, mimo swej skomplikowanej architektury, nie zapewnia lepszej efektywności niż zapis wideo: w doświadczeniu Millikana trudno zidentyfikować nieliczne kropelki oleju elektrycznie naładowane (i dryfujące w polu elektrycznym w przeciwnym kierunku niż kropelki nienaładowane) – zapis wideo, w którym *ex-ante* wskazujemy właściwa kropelkę, jak na ryc. 2b, znacznie to ułatwia.



Ryc. 2. Pomiar ładunku elementarnego za pomocą dryfu mikrokropelek oleju w polu elektrycznym: od doświadczenia rzeczywistego (a), poprzez jego zapis wideo (b) do doświadczenia online (c), Bundeswehr Universität München [4]. Foto i doświadczenia 2a i 2b – GK, Uniwersytet w Udine

- 2) Modelowanie jest szczególnie przydatne w zjawiskach, których opis matematyczny jest skomplikowany, a obliczenia wymagają użycia komputera – jak w opisanym na ryc. 1a rozpraszaniu kwantowym. Amplituda fali odbitej i przechodzącej zmienia się w czasie, w sposób skomplikowany, a przez to wizualnie fascynujący. Ale w przykładzie z ryc. 1b sumujące się na ekranie pojedyncze kropki (piksele ekranu) nie są edukacyjnie ciekawe; znacznie bardziej fascynujący jest zapis wideo z ryc. 1c, w którym piksele są zapalane na ekranie mikroskopu przez rzeczywiste elektrony, z ich statystyką i rozmyciem w przestrzeni.
- 3) Zapisy lekcji wideo, szczególnie przygotowanych specjalnie w tym celu, mają cechę autentyczności wykładu uniwersyteckiego, z pogłosem w auli i zmienną intonacją głosu wykładowcy. Obok wielkiej wartości poznawczej mają również cechę hi-

storyczną – zapisu określonego momentu i miejsca. Na ryc. 3 przedstawiamy trzy przykłady takich lekcji przygotowanych w Zakładzie Dydaktyki Fizyki w ramach projektu fizyki współczesnej. Różny jest stopień trudności lekcji i indywidualny styl narracji wykładowcy, ale wszystkie wpisują się w nową podstawę programową MEN w szkole ponadgimnazjalnej.



Ryc. 3. Zapis wykładu według indywidualnej koncepcji wykładowcy – fizyka współczesna (a) prof. J. Karwowski „Mechanika kwantowa” – 45 minut [5], (b) dr hab. S. Maćkowski „Nanotechnologie” – 17 minut [6], (c) dr K. Rochowicz „Astronomia” – 20 minut [7]; projekt ZDF UMK (2013)

3. PRZYKŁADY REALIZACJI

W Zakładzie Dydaktyki Fizyki UMK od lat tworzone są filmy i krótkie „klipy” w szeroko pojętej tematyce dydaktyki nauk przyrodniczych; początkowo stanowiły one elementy multimedialnej kolekcji „Fizyka zabawek” (Karwasz G. i in. 2005). W ostatnich latach treści i formy zostały istotnie rozwinięte. Już w trakcie planowania i opracowywania scenariuszy niezbędna jest kategoryzacja tych materiałów w celu ich optymalnego wykorzystania. Kategoryzacja ta uwzględnia: i) treści, ii) realizowane funkcje poznawcze, iii) formy, iv) odbiorców docelowych,

- 1) Statystyki dostępu do stron internetowych ZDF wskazują, że najczęściej poszukiwanym słowem kluczowym jest „doświadczenie, doświadczenie, doświadczenia” (47, 21, 13), „fizyczne, fizyka, fizyki” (57, 28, 21 „wejść” w lutym 2015). Wynika to z jednej strony z dużej ilości zasobów tego typu na stronach ZDF, z drugiej zaś z zainteresowania czytelników (jak przy-

puszczamy, głównie uczniów, zob. dalej): obowiązek przeprowadzania doświadczeń w gimnazjum został wprowadzony przez ostatnią reformę podstawy programowej MEN, niestety, ani szkoły, ani nauczyciele nie dysponują odpowiednią ku temu bazą sprzętową. Materiały wideo ZDF wypełniają niejako ten deficyt, realizując jednocześnie zasadę dydaktyczną „neo-realizmu” (Karwasz G., 2011).

- 2) Materiały wideo realizują różne cele dydaktyczne w ramach triady „funkcji poznawczych” G. Karwasza (2012): 1) zaciekawienie i zabawa, 2) poznanie i wyjaśnienie, 3) poszukiwanie i samodzielne rozumowanie. I tak niektóre materiały jak „Piłeczko, podskocz!” – klip o spadającej piłce, ale odtwarzany wstecz, umieszczony w kategorii „Fizyka dla krasnoludków” ma na celu jedynie pobudzenie ciekawości, ryc. 4a. Klip o sile odśrodkowej, dla licealistów jest zapisem realnego doświadczenia przeprowadzonego za pomocą komputerowego układu pomiarowego, automatycznie wykreślającego zależność siły od czasu i ma na celu *wyjaśnienie* („didasco”), zob. ryc. 4b.



Ryc. 4. Krótkie „klipy” filmowe z doświadczeń fizycznych: (a) „Piłeczko, podskocz!” – film oglądany wstecz [10]; (b) „Ruch po okręgu” – zapis doświadczenia z wykorzystaniem komputerowego systemu pomiarowego [9]; (c) „Tornado ogniowe” – niebezpieczny eksperyment, niemożliwy do powtórzenia w szkole, stanowiący część pokazów z termodynamiki dla gimnazjalistów i licealistów [8]

- 3) Z uwagi na *formę* i stopień złożoności narracji w ramach materiałów przygotowywanych na strony internetowe ZDF realizujemy cztery typy:
- krótkie klipy, filmy często bez komentarza, lub z ograniczonym, ukazujące pojedyncze zjawisko, mające na celu zacie-

kawienie użytkownika, który będzie chciał szukać dalszych informacji na dany temat. Przykładem mogą być filmy z ryc. 4 – od kilku sekund (spadanie piłeczki) do 2 minut jak pomiar zależności siły od prędkości kątownej;

- kolekcje tematyczne – zbiór kilku filmów ilustrujących możliwie jak najobszerniej dany dział lub prawo naukowe. Jako przykład może posłużyć portal „Fizyka Zabawek”, na którym skomplikowane czasami prawa fizyczne wyjaśniane są za pomocą prostych eksponatów dydaktycznych, popularnie zwanych – zabawkami (Karwasz G. i in. 2005);



Ryc. 5. „Physics and Toys” – przykład *kolekcji* tematyczne. Temat – „Piesek-kiwaczek”; od „pieska-kiwaczka” (a), poprzez mniejsze podobne „zabawki” (b), po kiwającą się wieżę przed budynkiem Wydziału Chemii Freie Universitaet w Berlinie. Koncepcja GK, realizacja GK i Maria Karwasz [14]

- para-laboratoria, zbiór krótkich „klipów” ułożonych w ścieżkę tematyczną, którą użytkownik podąża do ściśle wyznaczonego mu przez autora celu; celem może być poznanie jakiegoś prawa lub zjawiska. Przykładem może być ścieżka dydaktyczna „Zderzenia wózków”, na której użytkownik poznaje prawa mechaniki na przykładzie zderzenia wózków na torze a wprowadzanym słowem kluczowym (i omawianym w niej w sposób prawem) jest zasada zachowania pędu [11];



Ryc. 6. Sekwencja stopniowania trudności w ścieżce dydaktycznej: zderzenia wózków na torze Pasco: (a) poruszający się wózek uderza w wózek nieruchomy (ukryty przekaz dydaktyczny – przekaz pędu), (b) dwa wózki poruszające się z różnymi prędkościami zderzają się (wymiana pędu), (c) zderzenia wózków o różnych masach (przekaz dydaktyczny: pęd jest iloczynem prędkości i masy). Każda sekwencja trwa 3–4 sekundy i wprowadza nowe aspekty tego samego prawa (zachowania pędu) Koncepcja GK, realizacja KS i dr A. Karbowski [11]

- kompletne lekcje, filmy, z narracją, schematami, objaśnieniami, ukazującymi dane zjawisko możliwie całościowo. Przykładem może być film o kondensacie Bosego-Einsteina [11], w którym wykorzystujemy całą gamę środków multimedialnych: wykład przy tablicy, pojawiające się w wersji internetowej zdjęcia i schematy, modele matematyczne, zapis wideo eksperymentów ilustrujących omawiane zjawiska. Tego rodzaju lekcja obliczona jest na pełne 45 minut, ale składa się z mniejszych fragmentów – rozdziałów. W odróżnieniu od tradycyjnych lekcji video może być dowolnie dzielona na fragmenty omawiające różne aspekty: doświadczenia – teoria, proste – skomplikowane, fizyczne – historyczne itd.;



Ryc. 7. Wykład multimedialny kompletny, tzn. wyczerpujący najważniejsze aspekty danego zjawiska: „Kondensat Bosego – Einsteina, nowy stan materii” – GK, KS, 2013 [12]. (a) Wprowadzenie przy tablicy (3 minuty), (b) animacja zderzenia fotonu z atomem sodu – zasada chłodzenia (dr Piotr P. Karwasz), (c) ilustracja doświadczenia chłodzenia atomów za pomocą fotonów (dość „luźna” analogia zjawiska) – zderzenia lekkich plastikowych kulek z cięższą kulką rubinową (konceptcja i realizacja GK)

Zaletą dużych wykładów multimedialnych jest możliwość w miarę kompletnego wyjaśnienia danego zjawiska. Wykłady takie mają jednak swoje wady – z punktu widzenia internetowego i kognitywistycznego (wielkość zbioru, czas trwania). Warto więc dzielić zjawisko na jego poszczególne aspekty. Przykład z fizyki współczesnej jest przedstawiony na ryc. 8 – przenikalność „promieniowania” alfa, beta, gamma, z doświadczeniami z różnymi źródłami promieniotwórczymi, profesjonalnym miernikiem i różnego rodzaju absorbentami (Al, Pb).



Ryc. 8. Wykład multimedialny z pokazem doświadczalnym wybranego aspektu zjawiska: przenikalność promieniowania jądrowego (14 minut). Od tytułu, poprzez doświadczenie do schematu wyjaśniającego zagadnienia bezpieczeństwa. Doświadczanie korzystają z profesjonalnych źródeł promieniotwórczych, według przepisów EU, niedostępnych dla szkół – stąd unikalna użyteczność dydaktyczna tych materiałów. Konceptcja, wykonanie, multimedia, narracja – KS [15]

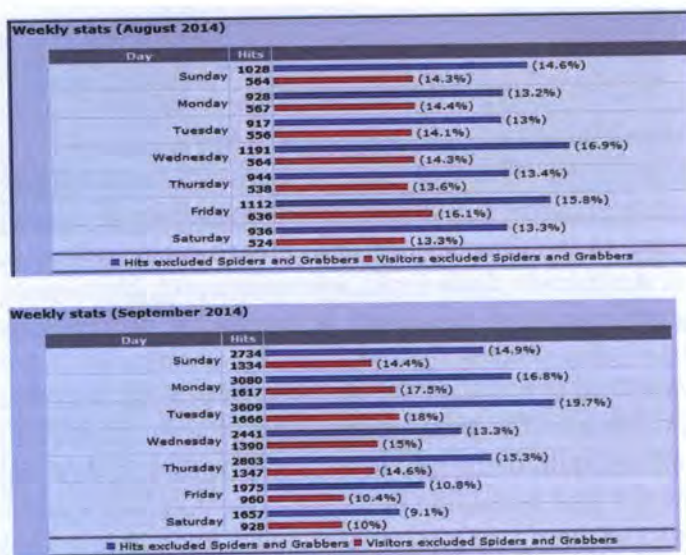
4. ASPEKTY KOGNITYWISTYCZNE

Aspekty kognitywistyczne są w multimediami nie mniej ważne niż treść przedmiotowa. Jak pisze prof. Bronisław Siemieniecki w *Pedagogice kognitywistycznej* (2013) w temacie efektywnego przekazu informacji musi ta informacja mieć następujące cechy: *adresowalność, aktualność, dostępność, dokładność, jednoznaczność, klarowność, kompletność, przetwarzalność, rzetelność, szczegółowość, terminowość i szereg innych*.

Właściwe zatem naukowo i dydaktycznie przedstawienie zagadnień fizycznych to tylko jedna z trudności w konstruowaniu multimedii online. Multimedia muszą być skonstruowane w odpowiedni sposób również pod względem percepcji czytelnika. Nie mogą być na nich przedstawione np. *wszystkie* informacje, jakie chcemy pokazać. Wędrówka użytkownika powinna zaczynać się na możliwie jak najprostszej stronie. Krótki, maksymalnie pięciozdaniowy opis, 1–2 zdjęcia, niezbyt obszerny film. Ta strona ma zaintrygować ucznia. Ci, którzy będą chcieli dowiedzieć się czegoś więcej, klikną „więcej” i zostaną przeniesieni na kolejną, bardziej rozbudowaną (i zaawansowaną matematycznie i pojęciowo) stronę. Przykładem tak skonstruowanej strony może być wspomniany portal „Toys and Physics” [14].

Strona ZDF w obecnej formie ma już prawie 10 lat. Program liczący statystyki stron został zainstalowany na niej w 2009 roku. W tym czasie strona była odwiedzana około 50 razy dziennie. Z biegiem czasu w miarę uzupełniania o nowe treści: m.in. Fizyka współczesna, Fizyka zabawek, Fizyka dla ... od krasnoludków (dzieci przed pójściem do przedszkola) do „obywateli” liczba użytkowników rośnie. Wzrost ten jest szczególnie skokowy po wprowadzeniu nowych rubryk, jak fizyka współczesna, wiefizyka, doświadczenia fizyczne.

Analizując statystyki, domyślamy się, że w grupie osób, które odwiedzają nasze strony, największy odsetek stanowią gimnazjaliści. Sięgają oni do materiałów dla nich przeznaczonych w wielu przypadkach najpewniej wtedy, kiedy pracują nad pracą domową (niedziela, poniedziałek, wtorek), zob. porównanie sierpnia i września 2014 na ryc. 9.



Ryc. 9. Analiza użytkowników stron ZDF poprzez statystykę dni dostępu. W miesiącach wakacyjnych (jak sierpień 2014) liczba użytkowników pozostaje mniej więcej stała przez cały tydzień. Natomiast w miesiącach „szkolnych” liczba użytkowników zwiększa się 2–3-krotnie i wykazuje stałą tendencję: w piątek i sobotę jest najmniej użytkowników – dzieci nie odrabiają lekcji

Duży odsetek naszych użytkowników trafia do nas skierowany przez wyszukiwarki internetowe („Google”, „Yahoo”). Jak wspomniano, użytkownicy trafiają poprzez słowa kluczowe jak „doświadczenie”, „częstki elementarne”, co odzwierciedla wymogi nowej podstawy programowej. Pozostaje jednak około 40% użytkowników przeglądających strony ZDF w miesiącach wakacyjnych, w soboty wieczorem itp. Śledząc wywoływane strony, dokonujemy odpowiedniego ich pozycjonowania – najczęściej wywoływane witryny uzyskują dodatkowe słowa kluczowe, linki wewnętrzne, a także „skorowidze” wywoławcze, zob. ryc. 10. Skorowidze takie to: linijka ikon z kategoriami taksonomicznie nierozłącznymi (forma ↔ dział fizyki ↔ sposób narracji ↔ odbiorca ↔ znaczenie dydaktyczne). Obok po lewej stronie (niewidoczne na ryc. 10) – fizyka dla krasnoludków, uczniów, gimnazjalistów, licealistów itd. Powyżej po prawej – najważniejsze działy i najnowsze wpisy; po prawej (niewidoczne) – kon-

ferencje i artykuły, wystawy dydaktyczne, kalendarz astronomiczny, cytaty z dzieła Kopernika itd. Poszczególne zadania są podzielone między wszystkich pracowników ZDF.



Ryc. 10. Różnorodne sposoby skierowania uwagi czytelnika na istotne dydaktycznie strony „Fizyka dla każdego”: 1) górna „linijka” z ikonami jest podzielona taksonomią niewyłączną: „Przegląd prasy” obejmuje polecane przez nas materiały drukowane, „Tweeter” – krótkie opisy, „Dla młodzieży” – najczęściej poszukiwane pomoce w zadaniach domowych ucznia, „Przyroda” wprowadza nowy wątek interdyscyplinarny dla klas II i III liceów, „Video-fizyka” zawiera materiały o podanej formie, ale różnych treściach. Układ i treści: GK, KS, dr A. Karbowski, dr K. Rochowicz, dr K. Fedus

Szczególnie istotne jest „spuławkowanie” czytelnika – taki układ treści i odnośników, aby odbiorca, który trafił na strony ZDF zapoznał się nie tylko z materiałami, które poszukuje, ale również z innymi, polecanymi dydaktycznie. Z drugiej strony oznacza to, że czytelnik musi znaleźć to, czego szukał, wpisując słowa kluczowe. Stąd prace ZDF nad rozwiązanymi zadaniami rachunkowymi dla gimnazjalistów, nowymi doświadczeniami, wyjaśnieniami dla nauczycieli, ciekawostkami naukowymi itd. Wszystkie działania mają na celu wspomaganie dydaktyki szkolnej metodami multimedialnymi, w czasie wolnym ucznia.

Kolejnym działaniem w rozwijaniu dydaktyki fizyki online jest wyjście na portale zewnętrzne jak YouTube. Ilość materiałów filmowych na tym portalu dotyczących fizyki jest ogromna, są one

w większości poprawne naukowo, ale większość z nich nie respektuje podstawowych zasad dydaktycznych: operują pojęciami niezrozumiałymi, dokonują skrótów rozumowania, nie oddają odnośników do rzeczywistości, pozorują ekspertów. Poprawny dydaktycznie materiał powinien jasno wyjaśniać podstawowe zagadnienia i jasno określać, czego nie obejmuje. Przykład interdyscyplinarnego wyjaśnienia powstawania prądów morskich, w tym Prądu Zatokowego (Golfstromu) i wiatrów podzwrotnikowych (pasatów), autorstwa KS [13] pokazujemy na ryc. 11. W 4-minutowym pakiecie został postawiony problem (wiatry, które zaniósł Kolumba do Ameryki), pokazane doświadczenie modelujące zjawisko konwekcji w atmosferze i wyjaśnione powstawanie pasatów na schemacie graficznym. Materiał jest dostępny na stronach ZDF i na YouTube.



Ryc. 11. Interdyscyplinarne, neo-realistyczne wyjaśnienie prądów morskich i sezonowych wiatrów podzwrotnikowych; (a) zjawisko atmosferyczne, (b) model konwekcji – doświadczenie z ciepłą wodą i kawałkami lodu (w górnym prawym rogu), (c) wyjaśnienie za pomocą modelu graficznego. Koncepcja, narracja, multimedia KS (2014) [13]; koncepcja doświadczenia GK

Reasumując, statystyki dostępu do stron internetowych ZDF wskazują, że kolejne dydaktyczne materiały multimedialne powodują skokowy wzrost liczby odwiedzających (między lutym 2014 a lutym 2015 wzrost prawie 10-krotny). Mimo dostępności różnorodnych materiałów w Internecie zainteresowanie multimediami budowanymi w oparciu o zasady dydaktyki kognitywistycznej stale rośnie. W chwili obecnej, strona „Fizyka dla każdego” <http://dydaktyka.fizyka.umk> jest odwiedzana z frekwencją 500 czytelników dziennie.

W przyszłości, kolejnym krokiem w dydaktyce multimedialnej online mogą być symulacje i wirtualna rzeczywistość (trójwymiarowy świat, po którym można chodzić jak po rzeczywistym, genero-

wany w czasie rzeczywistym przez komputer). Dla większości osób wirtualna rzeczywistość kojarzy się wyłącznie z fantastyką naukową. Już jakiś czas temu technologia ta była stosowana w takich dziedzinach jak lotnictwo i obrazowanie medyczne czy wszelkiego rodzaju symulatorach. Jak piszą dydaktycy w USA, w przyszłości technologia ta wejdzie do szkół, odkrywając przed uczniami nowe możliwości (Strangman N., Hall T., 2010).

BIBLIOGRAFIA

- Chołody M.: *W praktyce szkolnej: diagnoza – propozycje odczytań – postulaty*. „Polonistyka”, 6/2014, 24.
- Jakubowski M., Patrinos H. A., Porta E. E., Wisniewski J.: *The Impact of the 1999 Education Reform in Poland*. “OECD Education Working Paper” No. 40, 26/07/2010, DU/WKP(2010)12, OECD.
- Juszczyk S.: *Technologia informacyjna w procesie kształcenia, doskonalenia i samodoskonalenia*. [w:] *Pedagogika medialna 2*. B. Siemieniecki (red.). PWN. Warszawa 2007.
- Karwasz G. i in.: *Fizyka zabawek*, CD-ROM, Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk, 2005, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki> [dostęp: 5.03.2015].
- Karwasz G.: *Między neo-realizmem a hyper-konstruktywizmem – strategię edukacyjne dla XXI wieku*. „Problemy Wczesnej Edukacji”, nr 3 (2011) 8–30.
- Karwasz G., Kruk J.: *Idee i realizacje dydaktyki interaktywnej*. Wyd. Nauk. UMK. Toruń 2012, s. 26.
- Karwasz G.: *O umiejętnościach, wiedzy i kompetencjach w nauczaniu fizyki*. „Fizyka w Szkole”, 1/2013, 27–34, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2012/GKarwasz_fwsz_01_2013.pdf.
- Karwasz G.: *Open University – kształcenie nauczycieli przyrody*, „Głos Uczelni”, nr 1 (335), Styczeń 2014, 22–23, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2014/GU_2013.pdf.
- Kirstein J., Nordmeier V.: *Multimedia representation of experiments in physics*, “Eur. J. Phys.” 28 (2007) 115.
- Kołodziej P.: *Przedwojenna „podstawa programowa”*, „Polonistyka”, nr 10/2011, s. 21.
- Kozielska M.: *Edukacja techniczna w kontekście współczesnych koncepcji uczenia się i technologii informacyjnych*. Studia. Badania. Syntezy. Wyd. Adam Marszałek. Toruń 2011.

- Majewska K.: *Edukacja medialna – lekarstwo na brak samodzielności, zrozumienia oraz strategicznego myślenia w matematyce*. [w:] *Kształcenie na odległość w praktyce edukacyjnej*. T. Lewowicki i B. Siemieniecki (red.). Wyd. Adam Marszałek. Toruń 2009, s. 158.
- Niewińska A.: *Polska sieć groźna dla dzieci*. „Rzeczpospolita” 8.02.2010.
- Siemieniecki B.: *Współczesne odniesienia koncepcji strukturalizmu w kształceniu*. [w:] *Współczesne odniesienia edukacyjne do pedagogiki Kazimierza Sośnickiego*. Wyd. Adam Marszałek. Toruń 2009, s. 65.
- Siemieniecki B.: *Pedagogika kognitywistyczna. Studium teoretyczne*. Wyd. Impuls, Kraków 2013.
- Strangman N., Hall T.: *Virtual Reality/Computer Simulations*, National Center on Accessing the General Curriculum, US Office of Special Educational Programs, 2010.

BIBLIOGRAFIA INTERNETOWA

- [1] *Rozpraszanie kwantowe*, Physics Applets, Colorado University, http://phet.colorado.edu/sims/quantum-tunneling/quantum-tunneling_pl.jnl [dostęp: 30.11.2014].
- [2] *Wave/particle duality in quantum mechanics*, Ecole Polytechnique, Paris, <http://www.quantum-physics.polytechnique.fr/> [dostęp: 30.11.2014].
- [3] *Electron diffraction*, Hitachi Ltd. <https://www.youtube.com/watch?v=4lcYC2tsDDE> [dostęp: 14.10.2014].
- [4] *Remotely controlled experiments*, Bundeswehr Universität, München, <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/> [dostęp: 6.03.2015].
- [5] Karwowski J.: *Jak fizyka kwantowa zmieniła nasze rozumienie świata*, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/360 [dostęp: 5.03.2015].
- [6] Maćkowski S.: *Nanostruktury hybrydowe*, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/408 [dostęp: 5.03.2015].
- [7] Rochowicz K.: *Układ Ziemia-Księżyc*, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/413 [dostęp: 5.03.2015].
- [8] Służewski K.: *Tornado ogniowe*, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Ziemia/atmosfera.html> [dostęp: 5.03.2015].
- [9] Służewski K., Karbowski A.: *Siła odśrodkowa*, materiały internetowe ZDF UMK, 2013, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/298 [dostęp: 5.03.2015].
- [10] Karwasz G.: *Pileczko, podskocz!*, Fizyka dla krasnoludków,

- [11] Karbowski A.: *Zderzenia wózków na torze Pasco* http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/274 [dostęp: 5.03.2015].
- [12] Karwasz G., Służewski K.: *Kondensat Bosego-Einsteina (BEC)*, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/358 [dostęp: 5.03.2015].
- [13] Służewski K.: *Pasaty* <https://www.youtube.com/watch?v=8eZDX4DO-LxM>, oraz http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/409 [dostęp: 5.03.2015].
- [14] Karwasz G. i in.: *Physics and Toys*, 2005 <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/> [dostęp: 5.03.2015].
- [15] Służewski K.: *Promieniowanie jonizujące i jego przenikliwość*, ZDF UMK, 2015 (05.03.2015), <https://www.youtube.com/watch?v=TQDIKL-8jOTs&t=12> i http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/412.

