

Grzegorz Karwasz
Anna Kamińska¹

Upowszechnianie pozytywnych praktyk dydaktycznych opartych na skuteczności autorskich przedsięwzięć pedagogicznych

Streszczenie

Interaktywne wystawy z fizyki na stałe zadomowiły się w praktykach dydaktycznych w Polsce. Opisujemy sekwencje strategii leżące u podwalin ich skuteczności oraz sugestie przyszlých działań.

1. Przeszłość: „Fizyka i zabawki”

Pozytywne praktyki dydaktyczne są postrzegane zazwyczaj jako nadzwyczajne, nieoczekiwane pojawienie się nowych, trafnych rozwiązań w praktyce nauczania. Są one często utożsamiane z określonymi osobami i traktowane jako wzory do upowszechniania. Wydaje się, że taki odbiór społeczny znalazła w Polsce m.in. inicjatywa wystaw „Fizyka i zabawki”, przedstawiona po raz pierwszy na II Festiwalu Nauki w Warszawie i w Ratuszu Staromiejskim w Słupsku we wrześniu 1998 roku. Dziś interaktywne wystawy z fizyki są nieodłączną częścią większości festiwali nauki, a także podstawą powstających centrów nauki, jak „Eureka” w Szczecinie, „Hewelianum” w Gdańsku i „Kopernik” w Warszawie.

Pogląd o „spontanizności”, czytaj przypadkowości udanych rozwiązań dydaktycznych jest oczywiście powierzchowny. Parafrazując to tak, jakby pojawianie się grzybów prawdziwków uważać za przypadkowy proces stochastyczny na powierzchni lasu, a nie wieloletni proces mikoryzy, czyli celowej współpracy grzybni oplatającej cały system korzeniowy drzewa z partnerem. W rzeczywistości, pozytywne praktyki dydaktyczne, szczególnie te odnoszące powszechne sukcesy są *wynikiem* szeroko zakrojonej działalności, wielu osób, i przy sprzyjających uwarunkowaniach zewnętrznych.

Anegdotycznie opowiadamy, że pierwsza wystawa „Fizyka zabawek” przyjechała z Uniwersytetu w Trydencie w bagażniku prywatnego forda. W rzeczywistości, zorganizowanie tej wystawy poprzedziły liczne wcześniejsze działania. Po pierwsze, projektodawca zdobył odpowiednie doświadczenie współpracując na Uniwersytecie w Trydencie z zagraniczną grupą, prekursorem tego rodzaju działań we Włoszech, prowadzona przez prof. Vittorio Zanettiego. Prof. Zanetti, wcześniej profesor fizyki w Liceum w Rovereto i autor podręczników szkolnych, na Uniwersytecie w Trydencie prowadził Zakład Dydaktyki Fizyki i we współpracy z Muzeum Nauk Przyrodniczych w Trydencie organizował pierwsze we Włoszech wystawy dydaktyczne otwarte dla szerokiej publiczności. Autor (GK) uczestnicząc w tych wystawach od 1992 roku jako oprowadzający poznał dwa istotne elementy sukcesu: 1) właściwą organizację przestrzeni wystawowej (eksponaty w „gniazdach” tematycznych,

¹ Instytut Fizyki, Akademia Pomorska w Słupsku

pozornie dostępne, w rzeczywistości pokazywane przez obsługujących) oraz 2) konieczność dokładnego przeszkolenia oprowadzających (dla przykładu, nawet doświadczeni fizycy skłonni są uważać, że w młynku Crooksa to ciśnienie światła, a nie obecność rozrzedzonego gazu powoduje obrót wiatraczka).

Drugim istotnym elementem sukcesu jest „podatny grunt”. Autor, zatrudniwszy się w 1996 roku w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Słupsku w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej i oceniając możliwości aparaturowe i kadrowe tej uczelni, zaproponował organizację interaktywnych wystaw dydaktycznych. Pierwsza tego rodzaju wystawa odbyła się w marcu 1997 i dotyczyła informatyki. Autor i jego młodzi współpracownicy dostarczyli dużej ilości oprogramowania dydaktycznego natomiast komputery zostały na czas wystawy wypożyczone z miejscowego sklepu. Od rektora WSP uzyskaliśmy pierwsze fundusze na dalsze działania.

Trzecim elementem są sprzymierzeńcy zewnętrzni. Import „fizyki zabawek” odbywał się w okresie znacznie mniejszej niż dziś w Polsce dostępności zasobów na potrzeby edukacji. Istotne było więc stworzenie odpowiedniej grupy partnerów współpracujących. I tu paradoksalnie, grupa ta nie powstała w oparciu o istniejące już porozumienia (umowę między Uniwersytetem w Trydencie a jedną z uczelni gdańskich) a dzięki prywatnej wizycie prof. Krzysztofa Ernsta na Uniwersytecie w Trydencie. Wystawy we wrześniu 1998 roku zostały zorganizowane wspólnie przez WSP w Słupsku i Uniwersytet Warszawski, a eksponaty zostały wypożyczone nieodpłatnie przez Uniwersytet w Trydencie. Obsługę wystaw prowadzili studenci obu polskich uczelni (w Słupsku m.in. współautorka tego tekstu, ówczesnie przygotowująca pracę licencjacką o przykładach ruchu falowego w zabawkach fizycznych), a autor płyty CD „Toys and Physics” z Uniwersytetu w Trydencie, dott. R. Gobbo był z prywatną wizytą w Słupsku. Na sugestię ówczesnego Dyrektora Instytutu Fizyki WSP, wystąpiono i uzyskano dofinansowanie wystawy z grantu KBN, co częściowo pokryło m.in. koszty transportu. Obsługę medialną wystawy (jak również dofinansowanie) zapewnił wydawca „Wiedzy i Życia”. Koszt sumaryczny pierwszych dwóch edycji „Fizyki zabawek” to 14 tys. zł a zwiedziło ją w ciągu dwóch tygodni 14 tys. osób.

Niezwykle istotną dla sukcesu przedsięwzięcia była również działalność medialna (artykuły prasowe, metodologiczne [1]), udostępnienie opisów eksponatów na internecie (polska wersja płyty R. Gobbo, a następnie materiały własne WSP w Słupsku) jak również kolejne wystawy: we wrześniu 1999 roku w ramach XXXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Fizycznego w Białymstoku na zaproszenie prof. A. Maziewskiego (wykład zaproszony GK [2], eksponaty już częściowo zakupione przez WSP i UwB, organizacja oprócz autorów – mgr T. Wróblewski, mgr M. Brozis i A. Kurowska) i na następnych Zjazdach PTF.

Kolejnymi działaniami była „obudowa” literaturowa wystaw – oprócz dwóch prac licencjackich przygotowanych zostało kilka artykułów dotyczących wybranych zagadnień (optyka, akustyka [3]). Dalsze działania miały na celu przeniesie wystaw do świata „wirtualnego” [4]. W tym celu, pod kierunkiem autorów, przygotowanych zostało 5 prac magisterskich będących przykładami wirtualnych środków dydaktycznych (encyklopedia astronomii, podręcznik mechaniki, testy z fizyki itp.). Prace te były przedstawiane na kongresach krajowych, m.in. w Toruniu [5]. W Pomorskiej Akademii Pedagogicznej zostały przygotowane dwie duże publikacje multimedialne, obejmujące zdjęcia, filmy, schematy itd.

„Fizyka i zabawki” [6] i „Physics and Toys” [7]. Szczególnie innowacyjna i dydaktycznie dopracowana jest ta druga, międzynarodowa edycja (5-cio języczna). Opisy posiadają dwa poziomy, z których pierwszy poziom, autorstwa AK ma na celu tylko zaczeplenie uwagi: 2 zdania opisu zagadnienia, dwa wyjaśnienia (z maksimum 1,5 nowego pojęcia) i dwa „utrwalacza” – żartu, zastosowania zjawiska lub wprowadzenia do nowego, podobnego tematu. Zakończeniem prac dokumentujących jest rozprawa doktorska autorki w przewodzie prowadzonym przez Wydział Pedagogiki UMK.

Okres od 1998 roku to ciąg zarówno rozwoju wystaw jak i ich dywersyfikacji. Wystawy w Warszawie i Słupsku miały jeszcze charakter jak wystawy prof. Zanettiego – ciąg interaktywnych stanowisk, połączonych tematyką fizyczną (mechanika, optyka, akustyka, elektromagnetyzm). Na kolejnym Zjeździe PTF, w 2001 w Toruniu przedstawiono elementy wystawy „Źródła elektryczności” [8], inspirowaną włoską wystawą historyczno-naukową „Volta: i prąd popłynął!”

Na XXXVII Zjeździe PTF w Gdańsku w 2003 roku wypróbowano trzy inne formy wystaw. Pierwsza była typowa wystawa „Fizyka zabawek”, ale przedstawiona w formie instruktażu dla nauczyciela. Krótkie opisy eksponatów, awers, przeznaczone były dla zwiedzających, natomiast rewers wyjaśniający zjawisko – dla nauczycieli. Nauczyciele otrzymywali drobne elementy potrzebne do samodzielnych doświadczeń – pipety, kawałki drutu itd.

Drugą formą na Zjeździe PTF w Gdańsku były szkolne warsztaty laboratoryjne w zakresie elektromagnetyzmu. Obok „zabawek” zgromadzono inne doświadczenia będące na wyposażeniu szkół lub uczelni. Sala laboratoryjna została podzielona na zagadnienia-gniazda, jak: elektrostatyka, indukcja elektromagnetyczna itd. Studenci przedstawiali w poszczególnych gniazdach cały ciąg doświadczeń dla zamówionych grup szkolnych. W zamierzeniu autorów tej wystawy (AK, GK) jest to prototyp scentralizowanych laboratoriów dla szkół [9], podobnie jak to ma obecnie miejsce w Muzeum Nauk Przyrodniczych w Trydencie lub Muzeum Techniki w Mediolanie. Opisy w tej wystawie były życiorysami odkrywców – pozwalało to na umiejscowienie poszczególnych działów elektromagnetyzmu na ścieżce historycznej rozwoju pojęć, odkryć i wynalazków.

Wreszcie trzecią formą wypróbowaną w Gdańsku była pierwsza wystawa dotycząca fizyki współczesnej. Zamierzeniem wystawy (GK, T. Wróblewski) była ilustracja kluczowych pojęć i doświadczeń fizyki współczesnej, gdzie jako definicję przyjęliśmy odkrycie elektronu w 1897 roku przez J.J. Thompsona i wykład Plancka z grudnia 1900 o widmie emisji ciała doskonale czarnego. Ilustracja „pojęć fizyki współczesnej” [10] nie jest bynajmniej zadaniem prostym. Koncepcje wystawy zrodziła się z kilku przesłanek. Pierwszą z nich jest tendencja do mitologizowania współczesnej fizyki. O ile elektrostatyką zabawiano się powszechnie w salonach XVII-wiecznej Europy, to badania cząstek elementarnych opisywane są jako praca tylko dla wtajemniczonych, w wielkich centrach badawczych głęboko pod ziemią, a prowadzić one mogą do powstania czarnej dziury, która następnie wchłonie, o ile nie całą kulę ziemską, to na pewno Rzym.

Drugą przesłanką powstania wystawy fizyki współczesnej była konstatacja, że nawet czynni naukowcy nie znają fizyki współczesnej, poza najbliższą sobie dziedziną. W skojarzeniu z pierwszą przesłanką tworzy się w ten sposób fikcja, że fizyka współczesna jest nauką co

prawda trudną (tajemną), ale pewną. Żaden z fizyków cząstek elementarnych nie przyzna publicznie, że masy najpospolitszych kwarków (tych, z których składa się zwykła materia) znamy z błędem 50%. Celem wystawy jest więc popularyzacja współczesnej nauki i to głównie wśród naukowców. Trzecią wreszcie przesłanką była chęć „ilustracji” – uczynienia fizyki współczesnej podobnie namacalną jak fizyka zabawek. I tak idea Plancka była ilustrowana czarnym pudłem grzanym w środku i odbitkami jego oryginalnych artykułów, laser – prawdziwą rurą laserową, okularami przeciwsłonecznymi z warstwą interferencyjną i lustrem „w nieskończoność”, leptony i kwarki bryłami miedzianymi (a elektron jednocentową monetą grecką, leptonem). Elementy opisu były cztery: zaczepienie tematyki, oryginalne prace, opis zjawiska i współczesne zastosowania. Wystawa fizyki współczesnej została następnie rozwinięta w projekcie UE „Physics is Fun” w panelu „Science and Society” [11].

Inną, również udaną formą „Fizyki zabawek” dla szerokiej publiczności była „ludoteka” w Biurze Wystaw Artystycznych przy moło w Sopocie w sierpniu 2004 [12]. Jej mottem było „W czasie deszczu dzieci się nudzą”. Wystawa miała wybitnie charakter „zabawowni” dla dzieci. Opisy zostały zredukowane do minimum, a eksponaty ustawione tak, aby były dostępne dla dzieci i nie wymagały wyjaśnień. Wystawę zwiedziło kilka tysięcy osób, a jej efektem jest nawiązana współpraca z Wydziałem Nauk Pedagogicznych Uniwersytetu Gdańskiego (analiza metodologiczna wystaw interaktywnych jest jednym z elementów powstałej tam rozprawy habilitacyjnej) i Centrum Nauki „Hewelium” w Gdańsku (wystawa „Energia” i „Wszechświat” otwarta w grudniu ub. r.).

2. Terazniejszość: „Z górki na pazurki” i „Inne światy”

W Zakładzie Dydaktyki Fizyki UMK zostały wypracowane dwie inne formy dydaktyczne, odpowiednio dla gimnazjalistów i dzieci młodszych – konkursy teatralne i „tunele” dydaktyczne. Konkursy teatralne mają na celu pozytywną aktywizację energii twórczej i innowacyjności młodzieży gimnazjalnej i starszych klas szkoły podstawowej. W formie konkursu podawane jest zadanie do realizacji w zespole autorskim. W edycji 2007 było to „puszczanie balona” – konstrukcja balonu aerostaticznego i zawody czasu jego utrzymywania się w powietrzu, a nagrodą był lot balonem. Dla wzbogacenia twórczości dzieci i nadania konkursowi charakteru interdyscyplinarnego, obejmował on też pracę plastyczną – plakat o balonach. W 2008 roku zadanie dydaktyczne polegało na nauczaniu pojęć analizy harmonicznej dźwięku. Młodzież miała za zadanie przygotowanie występu artystycznego polegającego na zagranie dowolnego utworu, w grupach 4-sobowych, na jakimkolwiek obiekcie za wyjątkiem instrumentów muzycznych. Jedna z grup grała na zamkach błyskawicznych kurtek. Edycja 2009 nosiła tytuł „Inne światy” i miała na celu inscenizację „Bajek robotów” Stanisława Lema: „jak wyobrażacie sobie życie na innych planetach, z wyłączeniem Marsa (bo za prosty)” [13]. Interdyscyplinarność projektu polegała na włączeniu elementów prozy, przedstawienia teatralnego, muzyki, scenografii itd. Dwie zwycięskie ekipy przedstawią swoje „Bajki robotów” na Pikniku Naukowym w Warszawie 30 maja br.

Tunel dydaktyczny, podobnie jak i inne formy, w dużej mierze wynika z uwarunkowań topologicznych. Długi korytarz Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK stwarza okazję do wystaw „sekwencyjnych”, w których wiedza budowana jest w sposób systematyczny, aczkolwiek

całkowicie spontaniczny (i interaktywny). Wystawa „Z górki na pazurki” nosiła podtytuł „O równi pochyłej Galileusza, czyli jak energia potencjalna zamienia się w energię kinetyczną, i jak przy tym można się dobrze bawić” [14]. Przesłanką stworzenia tego tunelu była konstatacja, że przeciętnie zdolny i pracowity licealista a także student fizyki wie, że na równi pochyłej jest gdzieś sinus, a gdzieś cosinus, ale do czego one służą, to już nie wiadomo. Co więcej, sama definicja „ruchu przyspieszonego” zawiera pojęcie przyspieszenia, czyli drugiej pochodnej położenia po czasie a definicja jak odcinków dróg przebytych mających się do siebie jak kolejne liczby nieparzyste pochodzi jeszcze z 1610 roku!

Redukcja opisów w tej wystawie doszła do granicy, opisy są 3- wyrazowe, np. „Z górki na pazurki, ale z obrotami”, „Z górki na pazurki, a czasem pod górkę”. Wystawa zostawia w ten sposób ogromne możliwości wynalazcze dzieciom. 2,5-letni syn współpracownika, puszczając kulki pod górę równi, samodzielnie odkrył prawo zachowania energii, a profesor zwyczajny (teoretyk) kilkakrotnie wracał do równi z „naciągiem” magnetycznym. W lipcu br. wystawa „Z górki na pazurki” zostanie po raz drugi omówiona na europejskim kongresie dydaktyki fizyki GIREP, w Anglii.

Rozwijane obecnie w ZDF formy dydaktyczne to również zdecentralizowane, powiatowe, festiwale nauki, Typowy scenariusz takiego 1-2 dniowego festiwalu to wykład popularnonaukowy, „Pilna uczennica” – o Marii Skłodowskiej- Curie, pokazy interaktywne, np. „Oko i ucho” oraz wystawy interaktywne. Te inicjatywy, razem z wypożyczalniami zabawek dla potrzeb wystaw szkolnych, stymulują lokalne zaangażowanie uczniów i nauczycieli.

3. Przyszłość: „Fiat Lux” i „Laboratorium Przyroda”

Propagacja klasycznych wystaw interaktywnych oraz powstawanie centrów permanentnych rodzą konieczność podnoszenia poziomu dydaktycznego i naukowego kolejnych inicjatyw. W coraz większym stopniu eksponat musi służyć nie doświadczeniu samemu w sobie, ale ilustracji zjawiska lub modelowaniu urządzenia. W coraz większym stopniu wystawy muszą zawierać zarówno eksponaty jak i opisy w formie plakatów. W coraz większym stopniu wystawy powinny być interdyscyplinarne. Takim przykładem jest wystawa fizyczno-historyczna „Fiat Lux! Od Witelona do tomografu optycznego” z podtytułem „Zabawy ze światłem” zorganizowana w 2008 roku w Ratuszu Staromiejskim w Toruniu staraniem Instytutu Fizyki UMK i Muzeum Okręgowego w Toruniu [15].

Tytuł wystawy zapowiada ścieżkę historyczną odkryć w zakresie optyki – od średniowiecznego polskiego uczonego Witelona do wynalazku toruńskich fizyków sprzed kilku lat – tomografu optycznego do badania struktury oka. Taka ścieżka nie przyciągnęłaby jednak szerokich rzesz zwiedzających, w tym młodzieży, którzy w zeszycie wystawy pisali:

„- Mieszkam w Irlandii tutaj jest Super! Oliwia”.

„-Super sprawa, nasza Anusia bawiła się godzinami, poznając spektrum zastosowania naiwności ludzkiej poprzez odbiór sercem. Dało to nam dowód, iż świat należy odbierać sercem.”

„- Supcio wystawa!!! Tyle jest ciekawych rzeczy, o których dotychczas nie miałam pojęcia. COOL! Aśka 12 lat”

Wystawa, rzeczywiście, poprzez skojarzenia różnych dziedzin – fizyki, historii nauki, sztuki, miała na celu przyprawienie widza o twórczy zawrót głowy. O kolorach mówimy językiem fizyka, ale i językiem malarza. Pisząc o lunecie, cytujemy „mędrca szkiełko i oko” itd.

Z kolei, forma laboratorium, w którym każdy uczeń może samodzielnie przeprowadzić doświadczenie musi wrócić do szkół, a raczej przybrać formę scentralizowanych, wzorcowych w regionie laboratoriów dydaktycznych, gdzie nauczyciele znajdują gotowe scenariusze lekcji i fachową obsługę techniczną nowoczesnych urządzeń. Docelowo, w Trydencie, mieście rozmiarów Torunia, z lekcji w Muzeum korzysta 60 tys. uczniów rocznie. Nazywamy tę działalność hasłem „Laboratorium przyroda”, bo o ile przenośne wystawy interaktywne mogą być paliatywem w fizyce, to np. w chemii normy bezpieczeństwa wymagają powstania laboratoriów profesjonalnych. Oczywiście i nakłady finansowe są znacznie większe i zakres docelowego oddziaływania na wybrane, zainteresowane grupy uczniów większe niż w przypadku poprzednio opisanych działań.

I wreszcie, regionalnie, dla Torunia proponuje się wykorzystanie naturalnego symbolu miasta dzieciństwa Uczzonego: „Kopernik w Krótkiej Koszuli” (KKK) – stworzenie wzorcowego miejsca na edukacyjną zabawę dla dzieci. Nie miałyby to być bynajmniej nowa wystawa z fizyki, ale raczej miejsce na zabawę w dorosłych – edukację społeczną przez podział ról, jak to ma miejsce np. w paryskim „La Villette i „Questacomie” w Canberrze [16].

4. Podsumowanie

Uwarunkowaniami skuteczności pozytywnych praktyk dydaktycznych są więc, podobnie jak w innych działaniach, w kolejności:

- właściwa identyfikacja potrzeb odbiorców
- właściwe określenie możliwości wytwórczych organizacji proponującej
- doświadczenie projektodawcy
- zorganizowanie grupy *żywo*tnie zainteresowanej powodzeniem przedsięwzięcia
- właściwy podział funkcji w grupie
- zapewnienie zróżnicowanych źródeł pokrycia finansowego
- szeroka oprawa materiału dydaktycznego, w formie popularnej, ogólnie dostępnej, ale i w formie naukowej – artykułów, prac dyplomowych i rozpraw doktorskich i habilitacyjnych.

Oczywiście, najistotniejszym warunkiem sukcesu całości przedsięwzięcia, nie tylko jako pokazu dla młodzieży, ale jako kształcenie kadr i tworzenie trwałych struktur dydaktycznych, jest lokalny, przychylny klimat.

Bibliografia:

- [1] Wystawa zabawek, T. Wróblewski, G. Karwasz,
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/owyst/art01.html>
- [2] Czy świat kręci się w prawo? Fizyka i zabawki, G. Karwasz, XXXV Zjazd Fizyków Polskich
20.09.1999 Białystok
<http://postepy.fuw.edu.pl/zjazdy/Bialystok1999/B2-spis.pdf>
- [3] Proste doświadczenia ze źródłami światła, D. Pliszka, T. Wróblewski, M. Brozis i G. Karwasz,
Fizyka w Szkole, No. 5/2000, 239
- [4] Środki multimedialne w nauczaniu fizyki, A. Okoniewska, Z. Meger, Fizyka w Szkole, nr 1/2002,
str. 30- 36, www.wsip.com.pl/serwisy/czasfiz/strony/meger.htm
- [5] Fizyka i zabawki, praca zbiorowa pod kierunkiem G. Karwasza, PAP Słupsk, 2005,
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/>
- [6] Physics and Toys, praca zbiorowa pod kierunkiem G. Karwasza, Projekt
„Physics is Fun”, PAP Słupsk. 2006
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/>
- [7] G.Karwasz, A. Okoniewska „Narzędzia multimedialne w dydaktyce, Międzynarodowa
Konferencja SciMath “Edukacja matematyczno-przyrodnicza w dobie rozwoju technologii
informatycznych” pod red. J.Turło, Tempus JEP-12267, Materiały Konferencyjne, Toruń 2001, str. 261
- [8] A. Okoniewska, G. Karwasz „Wystawa Ogniwo Volta’y”, XXXVII Zjazd PTF, Gdańsk, 15-
19.09.2003, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/zrodla/ogniwa.htm>
- [9] G. Karwasz, A. Okoniewska „Wystawy i laboratoria”, XXXVII Zjazd PTF, Gdańsk, 15-
19.09.2003, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/owyst/art02.html>
- [10] G. Karwasz, T. Wróblewski, „Droga do fizyki współczesnej – wystawa idei fizycznych” XXXVII
Zjazd PTF, Gdańsk, 15-19.09.2003, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/ze_Slupska/
- [11] G. Karwasz i współpracownicy „Physics is Fun” Science and Society Project No. 020772
PhysFun, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/
- [12] G. Karwasz „W czasie deszczu dzieci się nudzą, Fizyka zabawek” Państwowa Galeria Sztuki,
Sopot, 2-31.08. 2004, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/archiv/Sopot-PGS/index.html>
- [13] G. Karwasz, K. Rochowicz, K. Przegięta, „Inne światy. Konkurs na inscenizację Bajek
Robotów”, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/86
- [14] G. Karwasz, G. Osiński, A. Karbowski „Z górki na pazurki, czyli wszystko o równi pochyłej
Galileusza”, opracowanie wersji internetowej K. Służewski,
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html>
- [15] G. Karwasz, P. Miszta, G. Drażkowska, M. Gęsicki, „Fiat lux! Od Witelona do tomografu
optycznego” Wystawa w Muzeum Okręgowym w Toruniu, 29.04-15.09.2008, kuratorzy G. Karwasz i
M. Kłosiński, wersja html K. Służewski, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/FIAT_LUX/html/
- [16] J. Kruk, G. Karwasz, „Strategie edukacyjne w europejskich centrach nauki”, Seminarium
Dydaktyki Fizyki UMK, 7.01.2008,
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/wyklady/CentraNaukic1.pps