

# Kopernik w krótkiej koszulce, czyli jak zakreślić Ziemią?

K. Rochowicz, K. Służewski, G. Karwasz

Zakład Dydaktyki Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń

Streszczenie: Przedstawione zostaną działania związane z popularyzacją astronomii podejmowane w toruńskim Zakładzie Dydaktyki Fizyki UMK. W związku z obchodami Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 realizowaliśmy projekt „Kopernik w krótkiej koszulce”, na który złożyło się kilkanaście wykładów z pokazami o tematyce astronomicznej.

## 1. WPROWADZENIE

Głównym zadaniem, jakie postawiliśmy sobie przy konstruowaniu scenariuszy pokazów było maksymalne włączenie widzów w proces poznawania Wszechświata - stąd bieganie wokół sceny z globusami, księżycami, planetami. Przygotowaliśmy wiele doświadczeń interaktywnych dla pokazania podstawowych zasad astronomii, w tym zawartych w dziele Kopernika, jak ruch obrotowy i obiegowy Ziemi, jej kulistość, fazy Wenus, zaćmienia Słońca itd. Realizowaliśmy te zadania na różnych poziomach, w różnych grupach wiekowych, za pomocą bardzo zróżnicowanych metod: od wykładu z użyciem komputera, przez seans internetowy z obserwatorium w Australii, do wystaw interaktywnych i zabaw dla przedszkolaków. Pokazy odbywały się w największej auli Instytutu Fizyki UMK i przyciągnęły rzesze dzieci i młodzieży, jak i spotkały się z bardzo pozytywnym oddźwiękiem prasy i ekspertów, naukowców fizyków i astronomów. Dla nas – pracowników i wykładowców – były okazją poszerzenia i wzbogacenia tematyki działalności pozalekcyjnej o treści astronomiczne. Ten profil aktywności pozostaje stale obecny w naszej ofercie, zaprezentujemy też dalsze przykłady innych form edukacji (konkursy, wycieczki).

## 2. OPIS PROJEKTU

Toruński Oddział Polskiego Towarzystwa Fizycznego zorganizował w roku 2009 – Międzynarodowym Roku Astronomii – szereg działań popularyzujących astronomię pod wspólnym hasłem „Kopernik w krótkiej koszulce”. Główną ideą przyświecającą pomysłodawcom – pracownikom Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu – jest wypracowanie szeregu narzędzi,

środków i scenariuszy w nowatorski sposób przybliżających dzieciom i młodzieży wybrane aspekty nauki o kosmosie. Robimy to w rodzinnym mieście Mikołaja Kopernika, w którym zapewne już jako młody chłopak zainteresował się on niebem i zastanawiał nad zachodzącymi na nim zjawiskami. Chcielibyśmy w umysłach uczniów zaszczerpać ciekawość świata, umiejętność odważnego stawiania pytań, poddawania wątpliwości powszechnie przyjętych opinii i potrzebę weryfikowania oraz twórczego myślenia. Jednym z podstawowych narzędzi jest uczenie się poprzez działanie, sprawdzanie i aktywność.

Dla najmłodszych, kilkuletnich przedszkolaków oraz dzieci z pierwszych klas szkół podstawowych, proponowaliśmy szereg interaktywnych zabaw pod wspólnym hasłem „Z górki na pazurki”. Jest to sprawdzona już wielokrotnie (m.in. w czasie toruńskich festiwali nauki oraz licznych wizyt zaproszonych grup) ścieżka dydaktyczna, składająca się z kilkudziesięciu zabawek obrazujących spadanie, zsuwanie, staczanie się, schodzenie – a więc wszystkie sposoby na zamianę energii potencjalnej w kinetyczną. Internetową wersję tej interaktywnej wystawy można obejrzeć pod adresem <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html>.

Dla dzieci ze starszych klas szkół podstawowych oraz uczniów gimnazjów przygotowaliśmy cykl wykładów z pokazami, obejmujący trzy zakresy tematyczne, pod umownymi tytułami „Kosmiczny pojazd: Ziemia”, „Słońce – Gwiazda czy Kopciuszek?” oraz „Na tropie czarnych dziur i galaktyk”. Pierwszy temat łączy zagadnienia z pogranicza astronomii, fizyki i geografii. Chcemy pokazać, co skłoniło badaczy i podróżników do zmian w sposobie myślenia o Ziemi jako planecie. Dłaczego w wielu przypadkach niemalże wbrew naturalnym obserwacjom intuicja podpowiadała już nawet starożytnym myślicielom możliwość wyjaśnienia w sposób dziś już powszechnie akceptowany, ale wówczas rewolucyjny, takich zjawisk jak pozorny ruch dzienny sfery niebieskiej

czy też ruch roczny Słońca za pomocą ruchu samej Ziemi. Staraliśmy się w bezpośredniej zabawie, z udziałem wybieranych losowo z widowni uczestników, pokazać trudne zagadnienia np. pętli zakreślanych na niebie przez planety. Hasłami przyświecającymi naszym pomysłom są wyjściowe idee, np. „W Toruniu można poruszać planetami”. Rozpoczynaliśmy w zasadzie od zera, próbując wypracować nowatorskie rozwiązania. Początkową myślą była m.in. próba odwrócenia powszechnie stosowanych, np. w planetariach, metod ilustrowania zagadnień ruchu Ziemi przy pomocy poruszającego się projektora, gdzie widz i tak odnosi wrażenie, że to niebo jest w ruchu, a on sam spoczywa w komfortowym fotelu. Idealnym rozwiązaniem byłaby np. ruchoma okrągła scena, jednak z braku możliwości, a przede wszystkim miejsca w sali wykładowej Instytutu Fizyki UMK zdani byliśmy na inne sposoby. Rozpoczynaliśmy nasz pokaz już przy wejściu od demonstracji pozornego ruchu sfery niebieskiej z rzutnika na ekranie sali wykładowej. Prezentacja nocnego nieba przy użyciu darmowego programu Stellarium stanowiła punkt wyjścia do krótkiego, wprowadzającego mini-wykładu o Ziemi jako planecie – jej kształcie, rozmiarach i wykonywanych przez nią ruchach. Zwracaliśmy uwagę na przełomowe eksperymenty i obserwacje, które rewolucjonizowały naszą wiedzę o miejscu Ziemi w kosmosie – począwszy od pomiaru rozmiarów naszej planety przez Eratostenesa, poprzez obserwacje Galileusza i inne dowody ruchów Ziemi (wahadło Foucaulta, zjawiska aberracji światła i paralaksy rocznej oraz precesji), aż po krótkie zestawienie jednych z najbardziej widowiskowych zjawisk w układzie Słońce – Ziemia – Księżyc, tj. zaćmień. Zachęcaliśmy do samodzielnych obserwacji Marsa na nocnym niebie i udokumentowania zakreślonej przez tę planetę na tle gwiazd pętli. Pełna prezentacja dostępna jest na stronie internetowej Zakładu Dydaktyki Fizyki ([dydaktyka.fizyka.umk.pl](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl)) w dziale Astronomia materiały.

Zasadnicza część naszego pokazu miała charakter interaktywny. Podzieliliśmy ją na cztery etapy, których celem było zademonstrowanie i zrozumienie obserwowanych skutków ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi, ruchu Księżycy dookoła Ziemi oraz warunków panujących na planetach i w kosmosie. Aby pokazać efekt ruchu obrotowego Ziemi, zamontowaliśmy na dużym globusie kamerkę internetową oraz użyliśmy nieruchomej lampy jako Słońca i tła z gwiazd (fluorescencyjne naklejki na czarnym tle, dodatkowo podświetlone lampą UV). Naszym celem było pokazanie, że dobowy ruch pozorny Słońca i gwiazd obserwowany z obracającego się globusa wygląda dokładnie tak, jak uczy nas codzienne doświadczenie. Dodatkowo odwoływaliśmy się do codziennych doświadczeń potwierdzających względność ruchu (jazda

autobusem lub pociągiem), a w celu dodania atrakcyjności tej tezie, proponowaliśmy wybranemu uczniowi przejażdżkę na modelu poduszkowca z zawiązanymi oczami i wskazanie po pewnym czasie wybranego kierunku. Poduszkowiec cieszył się zresztą ogromną popularnością również po pokazach.

Naturalnym i logicznym krokiem było teraz udowodnienie ruchu obrotowego. Korzystaliśmy tu z wahadła Foucaulta w dwóch postaciach – dużego, 16-metrowego umieszczonego w holu wejściowym instytutu oraz małego modelu, na przykładzie którego omawialiśmy zasadę jego działania oraz obserwowane skutki.

Kolejne doświadczenie miało za zadanie zademonstrować efekt spłaszczenia Ziemi. Dodatkowo omawialiśmy jeszcze zjawisko precesji na przykładzie wirującego bąka i żyroskopu, przypominając o astronomicznych przyczynach (wzajemne oddziaływanie sił grawitacyjnych Księżycy i Słońca) oraz skutkach (ruch bieguna na tle sfery niebieskiej, przesuwanie się punktu Barana).

Kolejna część dotyczyła ruchu obiegowego Ziemi oraz innych planet. Rozpoczynaliśmy ponownie od demonstracji względności ruchu z kamery, pokazując nasze Słońce (lampę) przesuwające się na tle gwiazd zodiaku. Rozrywkowym, choć niezwykle ważnym dydaktycznie elementem była z kolei zabawa z kompasem w odnajdywanie Ziemi jako szpilki z kolorowym łepkiem na orbicie wokół Słońca. Chodziło o zachowanie w miarę wiernej skali rozmiarów i odległości obu ciał. Warunki sali pozwoliły na umieszczenie naszej Ziemi (szpilki) w położeniu odpowiadającym dacie pokazu względem kierunku północ – południe jako osi peryhelium – aphelium (przy okazji informowaliśmy uczestników, że Ziemia znajduje się najbliżej Słońca około 3 stycznia).

Następnie demonstrowaliśmy różnice w prędkości kątowej planet przy użyciu dwóch ciężarków, na krótkim i długim sznurku, oraz - jako zwieńczenie tej części pokazu – względny ruch planet z uwzględnieniem pętli kreślonych na tle gwiazd (mały świetlik niesiony przez ucznia oraz kamera na wyprzedzającej go „ziemi”, czyli w rękach prowadzącego pokaz).

W trzecim etapie zajmowaliśmy się wybranymi aspektami ruchu Księżycy dookoła Ziemi. Oczywiście nie obyło się bez demonstracji faz Księżycy i porównaniu warunków jego obserwacji. Nasz model Księżycy posiadał charakterystyczną powierzchniową fakturę (wyklejony pognieciony papier), co umożliwiło w doskonały sposób zademonstrowanie, jak wygląda ona w zależności od kierunku oświetlenia i dlatego wbrew pozorom to nie czas pełni jest okresem najdogodniejszym do oglądania struktury powierzchni naszego naturalnego satelity. Podsumowaniem tej części

pokazów była demonstracja ruchomego modelu układu Słońce – Ziemia – Księżyc (czyli tellurium), który dodatkowo wykorzystywaliśmy do przypomnienia mechanizmu powstawania zaćmień.

Na zakończenie przygotowaliśmy szereg eksperymentów natury fizycznej, których celem było zademonstrowanie warunków panujących w kosmosie i na różnych planetach. Aby wyjaśnić błękit naszego ziemskiego nieba, posłużyliśmy się rzutnikiem slajdów, rozświetlającym akwarium z wodą i rozpuszczoną w niej śmietanką do kawy. Podobny zestaw, ale z rozkruszoną w wodzie czerwoną kredą posłużył już do zademonstrowania koloru nieba marsjańskiego. O tym, że nie w każdych kosmicznych warunkach możemy liczyć na odnalezienie wody w stanie ciekłym przekonuje kolejne doświadczenie – wrzenie wody pod zmniejszonym ciśnieniem (pod kloszem pompy próżniowej). Przy okazji demonstrujemy nie rozchodzenie się dźwięku w próżni (dzwonek pod kloszem pompy) oraz spadanie w warunkach próżni (rura Newtona). Za pomocą podłączonego do laptopa układu pomiarowego (czujniki temperatury na białej i czarnej kartce) przekonujemy, jak duża jest różnica w pochłanianiu światła słonecznego przez powierzchnie o różnej barwie. Całość kończymy efektownym pokazem wyładowań w powietrzu pod zmniejszonym ciśnieniem – pierwowzoru mechanizmu tworzenia zorzy polarnej.

### 3. DALSZE DZIAŁANIA

Celem pokazów i wykładów było przygotowanie nowych sposobów nauczania astronomii, szczególnie na poziomie młodzieży młodszej (szkoły podstawowe i gimnazja). Sposób ten streszcza się w motto: „W Toruniu nie niebo się kręci, a Ziemia”. Zostało przygotowane wiele doświadczeń interaktywnych, wcześniej nie pokazywanych lub nie kojarzonych z astronomią, dla pokazania podstawowych zasad astronomii, w tym zawartych lub przewidzianych w dziele Kopernika, jak ruch obrotowy Ziemi, jej kulistość, fazy Wenus, zaćmienia Słońca itd. Pokazy odbywały się w największej auli Instytutu Fizyki UMK i przyciągnęły spore rzesze młodzieży, jak i spotkały się z bardzo pozytywnym oddźwiękiem prasy i ekspertów, naukowców fizyków i astronomów.

Sumarycznie, we wszystkich formach pokazów w roku 2009 (plus dodatkowe pokazy na zamówienie dla klas szkolnych w styczniu 2010) wzięło udział około 4 tysięcy dzieci i młodzieży w najróżniejszym przedziale wiekowym, od przedszkola do studentów wydziałów matematyczno-przyrodniczych UMK. Wiele toruńskich szkół uczestniczyło w całym cyklu, wszystkich tematów pokazów.

Kolejną inicjatywą, która miała w zasadzie charakter teatralny, był ogłoszony w 2009 r. konkurs

„Inne światy”. Wiązał się z Międzynarodowym Rokiem Astronomii, nawiązywał do odkryć planet poza Układem Słonecznym oraz proponował lekturę arcydzieła polskiej literatury XX wieku, jaką są „Bajki robotów” Stanisława Lema. Konkurs polegał na przygotowaniu i zaprezentowaniu przez kilkusobową grupę uczniów klas V-VI szkół podstawowych lub gimnazjów krótkiego, maksymalnie 10-minutowego przedstawienia teatralnego, będącego ilustracją lub zainspirowanego jedną z „Bajek robotów” Stanisława Lema. Toruń – miasto, które wychowało znanych astronomów – odkrywców: Mikołaja Kopernika i Aleksandra Wolszczana – stał się w ten sposób miejscem pierwszych scenicznych prezentacji, opartych na genialnych pomysłach jednego z najlepiej na świecie znanych polskich pisarzy. Zależało nam na jak największej kreatywności uczniów i na pobudzeniu ich wyobraźni i rzeczywiście efekty przerosły nasze oczekiwania.

W ostatnim czasie odwiedziła nas młodzież z Liceum im. Rosminiego z Trento (Włochy), realizując program z nauk ścisłych i humanistycznych. Jednym z punktów programu było zapoznanie się ze współczesnymi metodami i narzędziami astrofizyki podczas wizyty w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach pod Toruniem. Miejsce to sprzyja nowoczesnej edukacji astronomicznej – z jednej strony dzięki niezwyklej historii związanej z astrografem Drapera, z drugiej będącym na wyposażeniu ośrodka współczesnym instrumentom optycznym i radiowym.

### 4. PODSUMOWANIE

Przedstawione tu wybrane przykłady popularyzacji astronomii to zaledwie wycinek działalności Zakładu Dydaktyki Fizyki w Toruniu. Od roku 2010 przygotowujemy interaktywne wykłady z doświadczeniami dla najmłodszych w ramach Uniwersytetu Dziecięcego działającego przy UMK. Opracowanie i prowadzenie dwugodzinnych zajęć tak, by dla 20-osobowej grupy kilkulatków były one atrakcyjne, zrozumiałe i kształcące, jest prawdziwym wyzwaniem i również wymaga zastosowania środków i form teatralnych, dzięki którym skupiamy uwagę młodych słuchaczy oraz skłaniamy ich do refleksji (patrz artykuł A. Karbowskiego w tych materiałach).

### BIBLIOGRAFIA

Karwasz, G. 2011: *Działalność Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu*, Problemy Dydaktyki Fizyki, Krośnice – Wrocław

Karwasz, G. Sadowska, M. Rochowicz, K. 2010: *Toruński poręcznik do fizyki - Mechanika - Gimnazjum I klasa*, Wydawnictwo Naukowe UMK