

Martin Soegaard · Damjan Štrus

C

# Nauka i sport



## WPROWADZENIE

Tematyka lekcji obejmuje technologie informacyjno-komunikacyjne oraz mechanikę klasyczną. Zastosowanie ICT jest możliwe podczas omawiania niemal wszystkich zjawisk z zakresu mechaniki klasycznej. Program Tracker (zob. Aneks) jest bardzo przydatny w analizie położenia i wielkości pochodnych (prędkość, szybkość i przyspieszenie), sił (np. druga zasada dynamiki Newtona) oraz pracy i energii (siła grawitacji, prawo Hooke'a, energia potencjalna i kinetyczna). Prezentowana lekcja jest przeznaczona dla uczniów w wieku od 13 lat. W przypadku starszych uczniów można odpowiednio podnosić poziom złożoności analitycznej w doświadczeniach. ①

Analiza na bazie pliku wideo to doskonałe narzędzie umożliwiające praktyczne nauczanie przez odkrywanie z wykorzystaniem metody naukowej. Metoda naukowa to doskonały sposób, aby zachęcić uczniów do przemyślenia doświadczenia jeszcze przed jego przeprowadzeniem. Uczniowie nie tylko będą dążyć do określenia wyników, lecz również zaangażują się w samo doświadczenie.

## MATERIAŁY

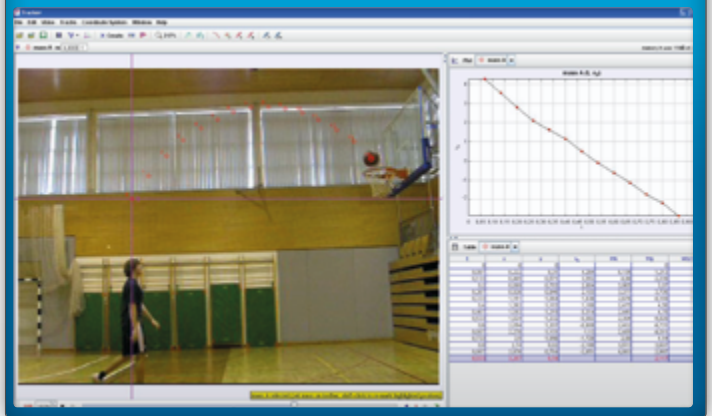
Potrzebny jest komputer z zainstalowanym bezpłatnym programem Tracker do analizy plików wideo i tworzenia modeli analitycznych oraz dowolnego typu kamera cyfrowa lub telefon komórkowy z funkcją nagrywania filmów wideo. Można wykorzystać również inne oprogramowanie do analizy plików wideo, które posiada szkoła. W każdym przypadku w pierwszej kolejności należy zarejestrować za pomocą kamery odpowiedni materiał ukazujący zjawisko fizyczne. Następnie zarejestrowany materiał należy zaimportować do programu służącego do analizy plików wideo, który umożliwi przetwarzanie obrazów i analizowanie zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi.

## ZAKRES PROGRAMOWY

### Dane

W ramach lekcji uczniowie mają za zadanie zarejestrować określony ruch związany z analizowaną dyscypliną sportu, np. cyklistę jeżdżącego na rowerze, biegacza, rzut piłki do kosza itp. Następnie uczniowie mają przeprowadzić analizę zarejestrowanego ruchu w oparciu o prawa fizyki. Na koniec uczniowie mogą zaprezentować zrealizowane projekty kolegom i koleżankom, wykorzystując narzędzia do prezentacji multimedialnych, np. Prezi, PowerPoint, Glogster lub inne odpowiednie programy. Prezentacja może prowadzić do dyskusji na temat uzyskanych wyników.

### ① Analiza ruchu piłki do kosza w programie Tracker



W tej przykładowej lekcji przedstawiono analizę ruchu cyklisty na rowerze. Opisane doświadczenie wykorzystano w szkołach w Słowenii i Danii. Następnie uczniowie z obu krajów porównali uzyskane wyniki.

- ▮ Uczniowie powinni zarejestrować kilka filmów wideo. Osoba na rowerze powinna pokonać odległość 10 metrów, poruszając się po poziomej powierzchni (podczas nagrywania kamera musi być nieruchoma). Pierwszy film powinien przedstawiać cyklistę jadącego z maksymalną prędkością na pierwszej przerzutce. Kolejny film powinien przedstawiać ruch podczas jazdy na trzeciej przerzutce itd. Jeżeli rower jest wyposażony w kilka przerutek, proces nagrywania należy podzielić na kilka przedziałów czasowych (np. pięć).
- ▮ Następnie uczniowie powinni zmierzyć długość każdego roweru w celu ustalenia średniej długości na potrzeby analizy zarejestrowanych plików wideo.
- ▮ W programie Tracker uczniowie przygotowują tabelę, która będzie zawierać następujące wartości: czas ( $t$ ), odległość ( $x$ ), prędkość ( $v$ ) i przyspieszenie ( $a$ ) dla każdego pliku wideo.
- ▮ W programie Tracker nie można analizować wykresów dla kilku plików wideo, dlatego wszystkie dane należy prze-



nieść do programu OpenOffice, LibreOffice, Excel lub innego arkusza kalkulacyjnego. Zasadniczo uczniowie mają za zadanie przygotować tylko jeden wykres przedstawiający prędkość w funkcji czasu [wykres  $v(t)$ ] dla poszczególnych plików wideo. Kolejny wykres powinien przedstawiać przyspieszenie w funkcji czasu [wykres  $a(t)$ ].

- Na koniec uczniowie mogą dokonać analizy przygotowanych wykresów oraz opracować wnioski. W przypadku hipotezy postawionej przed przeprowadzeniem doświadczenia uczniowie mogą porównać zakładane i uzyskane rezultaty, wykorzystując metodę naukową.

deo, np. YouTube lub vimeo. Wybrany klip musi zawierać określone dane (dane wymierne, np. długość roweru, masę obserwowanego ciała, przedstawione na rysunkach itp.).

Wszystkie dane należy wprowadzić do sekcji notatek w programie Tracker, która znajduje się po skrajnie prawej stronie głównego paska poleceń. Dane będą się wyświetlać po każdym uruchomieniu programu. Poniżej przedstawiono kilka wskazówek przydatnych podczas analizy plików wideo, zarejestrowanych w ramach doświadczenia z ruchem na rowerze, w programie Tracker:

- Zaimportuj pierwszy plik wideo, który będzie analizowany w programie.
- Wybierz pierwszą i ostatnią ramkę wideo w celu wyizolowania sekcji przeznaczony do analizy (czarne strzałki na pasku wideo).
- Skalibruj obraz wideo, wykorzystując znaną długość, np. roweru, za pomocą funkcji Calibration. Jeżeli długość zostanie podana w centymetrach, prędkość zostanie obliczona w  $\text{cm/s}$ , a przyspieszenie w  $\text{cm/s}^2$ . Jeżeli długość zostanie podana w metrach, prędkość zostanie obliczona w  $\text{m/s}$ , a przyspieszenie w  $\text{m/s}^2$ .
- Wybierz układ współrzędnych wskazujący programowi, która sekcja klipu stanowi jednostkę w kierunku poziomym i pionowym.

Przyciski do obsługi wszystkich powyżej opisanych ustawień znajdują się na pasku poleceń w programie Tracker.

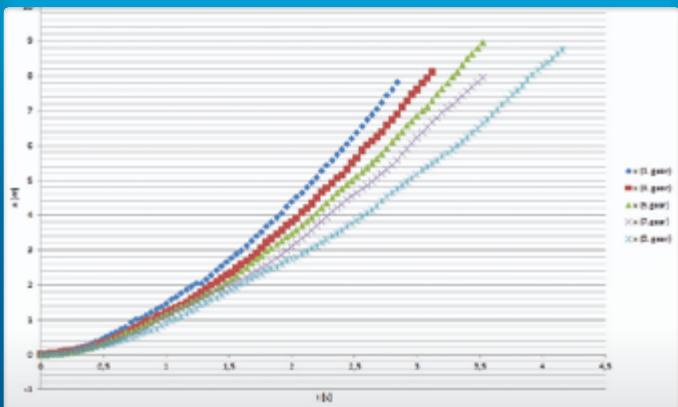
Główna część analizy obrazu wideo polega na określeniu położenia poruszającego się roweru w funkcji czasu – należy oznaczyć położenie roweru dla każdej ramki. W tym celu kliknij na przycisk „Create Point Mass”, a następnie kliknij i przytrzymaj przycisk Ctrl i kliknij poruszający się obiekt na każdej ramce. Pamiętaj, że na każdej ramce należy kliknąć rower w tym samym punkcie. W ten sposób do programu zostanie wprowadzona informacja o położeniu roweru w funkcji czasu.

Powyższe informacje należy przekazać uczniom zanim przystąpią do analizy ruchu w programie Tracker. Aby uzyskać dodatkowe informacje, można skorzystać z sekcji pomocy w programie Tracker. ☺

### Analiza

Na podstawie wprowadzonych danych program umożliwia przedstawienie, w jaki sposób różne wielkości zmieniają się wraz z upływem czasu (położenie i prędkość w kierunku poziomym i pionowym, rzeczywista prędkość, przyspieszenie i energia kinetyczna).

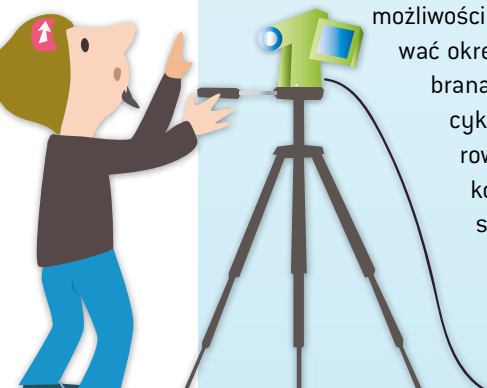
## 2 Porównanie prędkości roweru z różnych obrazów wideo



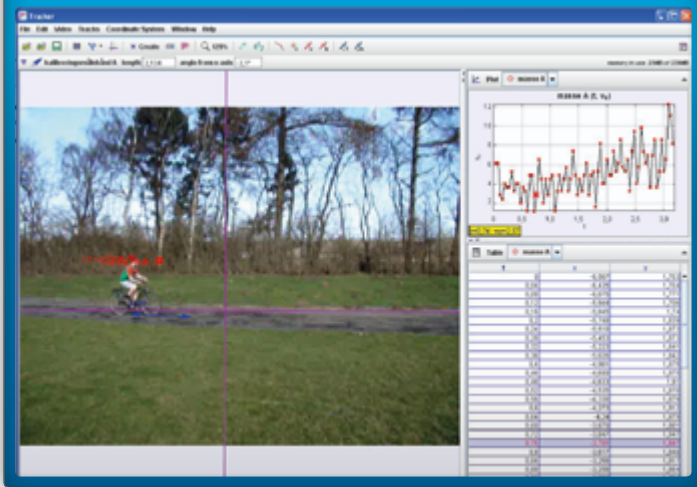
W ten sposób uczniowie mogą sprawdzić, czy hipoteza była prawdziwa, częściowo prawdziwa lub całkowicie nieprawidłowa. Zachęcenia uczniów do ponownego przemyślenia wyników eksperymentu sprawi, że będą pamiętać o nim jeszcze długo po jego zakończeniu.

Przykład z ruchem na rowerze oraz inne wskazane powyżej przykłady można z powodzeniem wykorzystać jako samodzielne zadania domowe, poprzedzone wprowadzeniem podczas zajęć w klasie. Powyższe przykłady mogą również służyć jako podstawa doświadczeń przeprowadzanych na zajęciach, zwłaszcza jeżeli nauczyciel chciałby skorzystać z technologii informacyjno-komunikacyjnych. Występują co najmniej dwie

możliwości: uczniowie mogą zarejestrować określony ruch związany z wybraną dyscypliną sportową, np. cyklistę poruszającego się na rowerze, biegacza, rzut piłki do kosza itp., lub mogą wykorzystać gotowe klipy sportowe, które można znaleźć na internetowych portalach wi-



### 3 Analiza prędkości roweru w programie Tracker



W doświadczeniu z ruchem na rowerze można opracować dwa wykresy:  $x(t)$  oraz  $v(t)$ . Na rysunku przedstawiono wykres  $x(t)$ . Ⓞ

Z obu wykresów uczniowie mogą odczytać prędkość i przyspieszenie roweru oraz porównać przyspieszenie podczas jazdy na różnych przerzutkach.

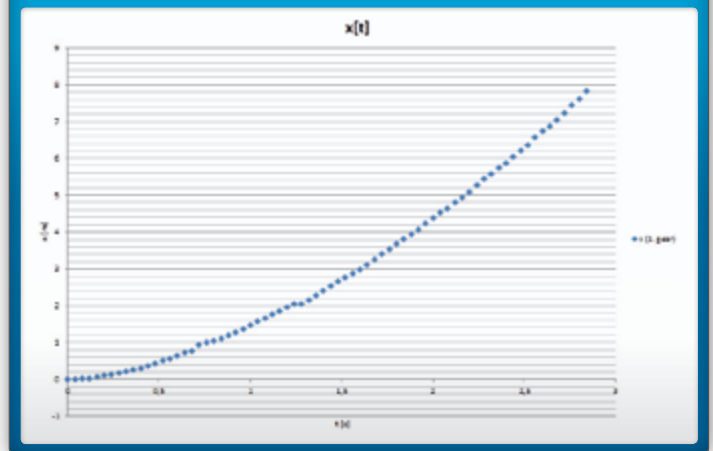
Podczas analizy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi warto powiększyć okna z wykresami (kliknij strzałkę po prawej stronie głównego paska w oknie wykresu). Uczniowie mogą zmieniać wybrane wartości fizyczne, klikając nazwę wielkości na osi. W programie zostaje wyświetlone okno, w którym można wybierać inne wielkości fizyczne. Aby przywrócić poprzedni widok, należy kliknąć tę samą strzałkę po prawej stronie, która teraz jest skierowana w dół.

W przypadku uczniów w wieku od 16 do 19 lat konieczna jest dokładniejsze omówienie wykresów. W tym celu uczniowie muszą kliknąć prawym przyciskiem myszy wykres, który ma być analizowany. W oknie, które pojawi się na ekranie, należy wybrać opcję „Analyse”. W programie Tracker wyświetli się nowe okno z wykresem. W przypadku doświadczenia z ruchem na rowerze zalecamy, aby uczniowie dopasowali krzywą do wykresu  $x(t)$  oraz obliczyli przyspieszenie, wykorzystując równanie takiej krzywej. Następnie uczniowie powinni wykonać takie same operacje dla wykresu  $v(t)$  oraz odczytać przyspieszenie z nachylenia krzywej i porównać uzyskane wyniki.

#### Rezultaty

Uczniowie mogą się wiele nauczyć obserwując, w jaki sposób zmieniają się następujące wielkości w funkcji czasu:  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  i  $E_{kin}(t)$ . Najpierw uczniowie powinni sobie wyobrazić, jak będzie wyglądać dany wykres. Następnie rysują wykres i porównują wyniki z kolegami i

### 4 Analiza graficzna prędkości



koleżankami z klasy, a na koniec wspólnie sprawdzają wszystkie rozwiązania w programie Tracker.

Na podstawie wykresu  $v(t)$  uczniowie mogą stwierdzić przyspieszenie średnie roweru, korzystając z funkcji dopasowania krzywej w sekcji Data Tool.

#### WNIOSKI

Uczniowie mogą opracować hipotezy dla rozwiązywanego problemu oraz odmiennych sposobów, w jaki różne obiekty lub osoby będą reagować, kiedy staną się częścią doświadczenia. Program do analizy obrazów wideo, np. program Tracker, może okazać się bardzo pomocny podczas tłumaczenia wielu praw fizyki. Jest to doskonałe narzędzie umożliwiające wizualizację wykonywanego przez uczniów doświadczenia. Podczas lekcji fizyki uczniowie zapoznając się z teorią, np. dowiadują się, że wszystkie ciała (jeżeli oddziałuje na nie tylko siła grawitacji) spadają na ziemię z takim samym przyspieszeniem, niezależnie od ich masy. Uczą się zapisywać i wykorzystywać równania drogi, szybkości i przyspieszenia, opisujące ruch ze stałym przyspieszeniem. Ponadto uczą się, jak wyglądają wykresy drogi, szybkości i przyspieszenia w funkcji czasu. Dodatkowo lekcja ta nawiązuje do zależności matematycznych, dzięki czemu uczniowie mogą poznać związek pomiędzy równaniami  $y = kx + n$  oraz  $v = v_0 + at$  itp. Program Tracker umożliwia duży poziom aktywności uczniów: opracowanie i przeprowadzenie własnych doświadczeń, obserwowanie zależności występujących pomiędzy poszczególnymi wielkościami oraz szczegółowe analizowanie doświadczeń. Na koniec uczniowie porównują teorię z rezultatami przeprowadzanych doświadczeń i skutecznie „uczą się poprzez działanie”.

