

Fizyczne Ścieżki 2015

„Sejsmologia dla zielonych”

Szkoła:
V Liceum Ogólnokształcące w Bielsku-Białej
ul. Józefa Lompy 10
43-300 Bielsko-Biała
tel. (33) 822-18-09

Autor: Natalia Stalmach
Opiekun: Janina Kula

Słowo wstępu



Obrazek pochodzi ze strony
www.goczalkowicezdroj.pl

Tematyka doświadczenia wynika z mojej ciekawości dotyczącej sposobu odczytywania „siły” trzęsienia ziemi. Pochodzę z miejscowości mającej statut uzdrowiska jednak od kilku lat zagrożonego szkodliwym oddziaływaniem na środowisko z uwagi na eksploatację węgla kamiennego. Do budowy sejsmografu zainspirował mnie były nauczyciel fizyki, a sam projekt został zaczerpnięty ze strony www.scienceinschool.org, gdzie autor zamieścił jej instrukcję, porady dotyczące odczytywania danych i przykładowe doświadczenia.

Cel doświadczenia

Celem doświadczenia jest przybliżenie tematyki trzęsień ziemi i działania sejsmografów.

Kilka słów o trzęsieniach ziemi

Trzęsienie ziemi to „*naturalny wstrząs gruntu*”¹ powstający w wyniku ruchu płyt litosfery, wybuchu wulkanu, zapadnięcia stropu jaskiń krasowych czy działalności człowieka (poprzez wywoływanie wstrząsów w kopalniach i kamieniołomach w celu wydobycia surowca). Najbardziej istotne jest przemieszczanie się płyt tektonicznych wiążące się głównie z „*rozładowaniem naprężeń w skorupie ziemskiej i górnym płaszczu w strefach uskokowych*”², dlatego też trzęsienia są najpowszechniejsze na ich granicach. Polska leży na środkowym zachodzie płyty euroazjatyckiej w obszarze asejsmicznym.

Wstrząsy występują stosunkowo często, w zależności od ich siły. Sejsmografy na całym świecie odczytują rocznie ok. 800 tys. słabszych wstrząsów (na ogół nieodczuwalnych dla człowieka). Tych poważniejszych jest na szczęście dużo mniej – około stu rocznie powoduje znaczne uszkodzenia, a kilka-kilkanaście bardzo poważne zniszczenia.

Mówiąc o trzęsieniach ziemi trudno nie wspomnieć o takich pojęciach jak hipocentrum i epicentrum. Pierwsze, zwane również ogniskiem trzęsienia ziemi, to miejsce powstawania fal sejsmicznych. W zależności od głębokości hipocentrum wstrząsy mogą powodować różne szkody (im głębiej tym mniejsze zniszczenia). Epicentrum znajduje się na powierzchni ziemi, dokładnie nad ogniskiem trzęsienia. Tam fale sejsmiczne są najbardziej odczuwalne i wywołują największe zniszczenia.

Do rejestrowania trzęsień ziemi służą sejsmografy. Wielkość wstrząsów określa się w skali Richtera (wartości od 0 do 8,9), a skutki trzęsienia za pomocą skali Mercallego. Ma ona 12 stopni, a każdy z nich charakteryzuje się różnymi zdarzeniami (np. wylewaniem się cieczy z naczynia albo trudnościami w poruszaniu się).

¹ Trzęsienie ziemi. [W:] *Encyklopedyczny słownik szkolny. Geografia*, wyd. EUROPA, Kraków 2002.

² *Encyklopedia geograficzna świata, cz. IX Ziemia*, red. Jelonek A., Kraków, 1997, s. 49-50.

Budowa wykonanego sejsmografu

W wyniku braku dostępu do niektórych materiałów nie obyło się bez wprowadzenia kilku modyfikacji do zaczerpniętego projektu.

Użyte materiały:

- Głośnik niskotonowy
- Statyw do aparatu
- Sprężyna
- Metalowa rurka
- Miska magnetyczna
- Uchwyt do rur PP
- Młotek
- Śruby
- Przewody rozruchowe (krokodylki)
- Deska kuchenna
- Kabel do głośnika komputerowego
- Drut
- Plastikowa nakrętka
- Dwie ekierki



Poza tym potrzebne były:

- Taśma izolacyjna
- Nożyk introligatorski
- Wiertarka i lutownica
- Klej butapren
- Śrubokręt i kombinerki



Wykonanie sejsmografu:

- Usunięcie membrany głośnika, przyklejenie plastikowej nakrętki do pajęczka, by przykrywała cewkę.



- Przygotowanie „stojaka” – usunięcie gumowej osłony z magnesu miseczki, wywiercenie dziur, przykręcenie uchwyty do rur oraz śruby.



- Przygotowanie kabla – odcięcie końcówki kabla głośnikowego, usunięcie fragmentu izolacji, przylutowanie kabelków z głośnika do krokodylków, owinięcie miejsca „rozwidlenia” kabli taśmą.



- Przygotowanie ciężarka – wywiercenie dziury w młotku i wkręcenie śruby, a następnie wygięcie jej tak, by ciężarek można było zawiesić prosto na sprężynie. Następnie „usunięcie” trzonka i skrócenie śruby.

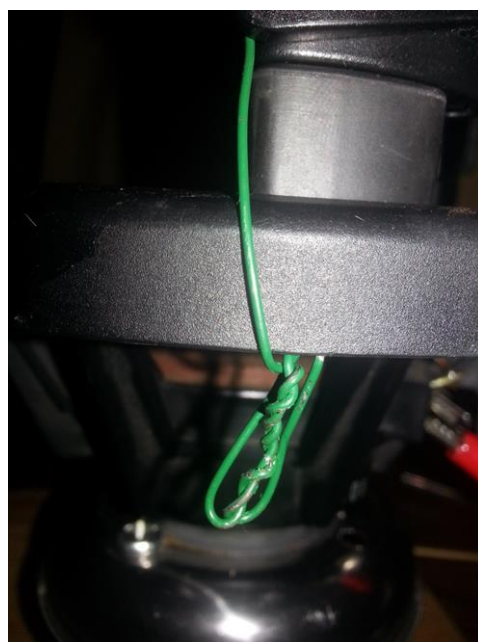


- Przygotowanie statywu – przykręcenie rurki do stojaka, wygięcie ostatniego zwoju sprężyny, w celu utworzenia „uchwyty” na młotek, włożenie sprężyny do rurki i przymocowanie jej u góry trójnogu, powieszenie ciężarka na haczyku.



- Połączenie wszystkich części – wywiercenie dziury w desce kuchennej, wkręcenie „stojaka”, położenie głośnika (będzie się trzymał ze względu na magnesy), przyczepienie statywu do głośnika

drucikami. W tym momencie trzeba bardzo uważać na ciężarek, by nie zepsuć głośnika, a następnie dopasować długość sprężyny przy pomocy dwóch ekierek (stabilne, a zarazem dają możliwość bezproblemowego dopasowania długości sprężyny), by lekko dotykał plastikowej nakrętki. Kolejnym krokiem było przyklejenie ciężarka do nakrętki.

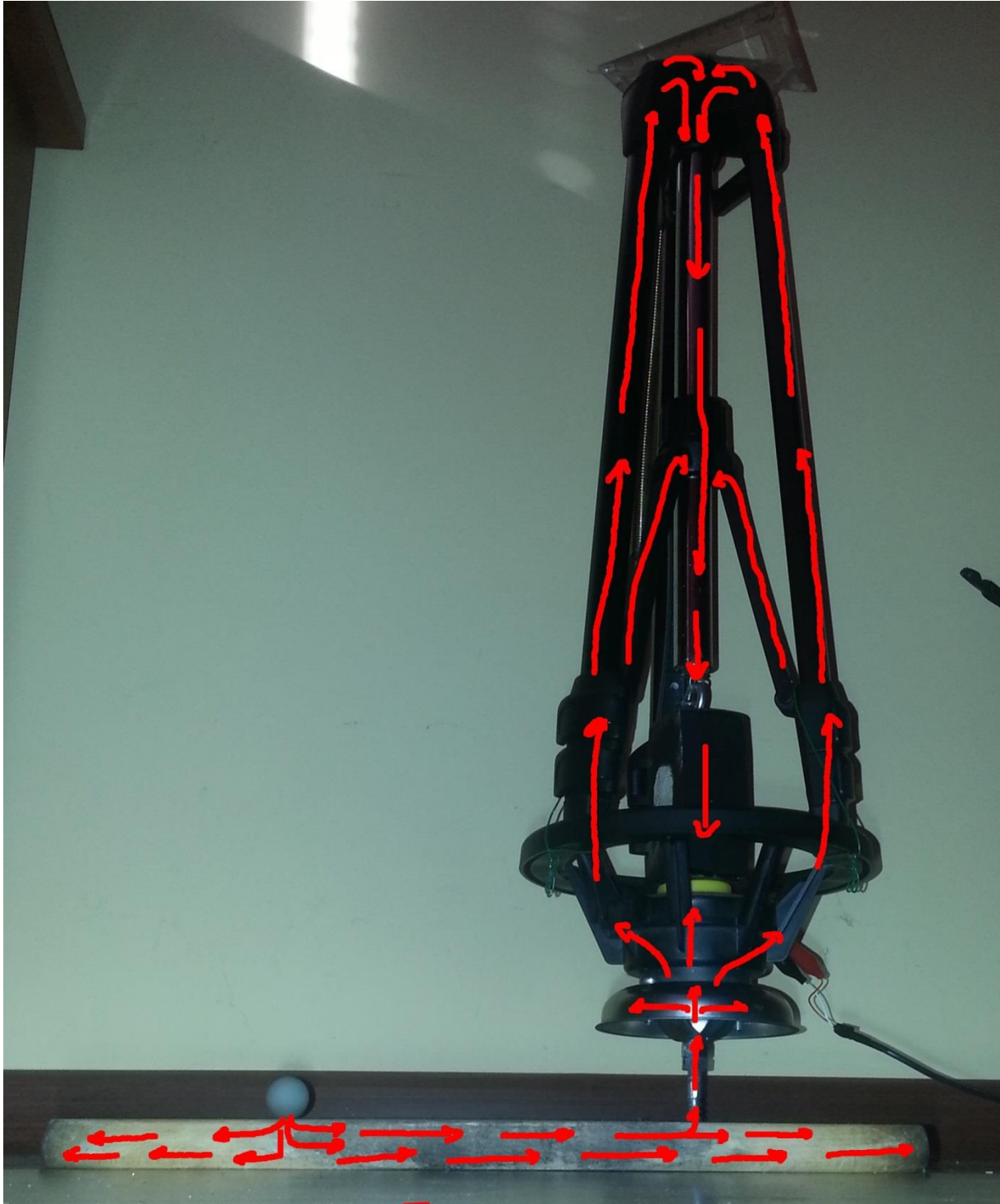


Bezpieczeństwo i higiena pracy

Przy budowie należy zachować szczególną ostrożność wierząc dziury w desce kuchennej, młotku oraz w metalowej miseczce. Wszelkie czynności stwarzające zagrożenie zdrowia (wspomniane wiercenia, wyginanie sprężyny) powinno się wykonywać pod nadzorem osoby dorosłej. Wykonany sejsmograf jest całkowicie bezpieczny.

Działanie zbudowanego sejsmografu

Uderzenie w deskę wytwarza wibracje, które są przenoszone do „stojaka”, a następnie do głośnika, który przekształca drgania na sygnał elektryczny, który kablem przesyłany jest do komputera. Dzięki ciężarkowi zawieszonemu na sprężynie odczytywane sygnały będą wyraźniejsze (drgania powodują ruch ciężarka zawieszonego na sprężynie, który następnie wprawia w ruch cewkę), co daje możliwość uzyskania dokładniejszych danych i odczytania słabszych trzęsień.



Przygotowanie do przeprowadzenia doświadczenia

Do przeprowadzenia doświadczenia opisanego poniżej będą dodatkowo potrzebne: szklana kulka, miarka wysokości z której będziemy spuszczać kulkę (zrobiona z ok. 60cm listwy) oraz miara odległości kilku punktów na desce od sejsmografu (narysowana na desce) konieczna, by spuszczać kulkę zawsze w to samo miejsce. Siłę wstrząsu odczytywano w programie Audacity³. W celu prawidłowego odczytu wskazań sejsmografu należy odpowiednio obrobić dane.

- Zniwelowanie wpływu prądu stałego na odczyty – ten zabieg nie jest konieczny, mino to „*dobrze jest mieć przebieg umieszczony pionowo w środku okna, tak, że w momencie braku trzęsień ziemi (lub innych wibracji), sygnał podawany będzie jako zero*”⁴.
- Wzmocnienie niskich częstotliwości – „*fale sejsmiczne są wibracjami o niskiej częstotliwości*”⁵ (dlatego wykorzystywaliśmy głośnik niskotonowy), więc by lepiej odczytać dokumentację, zwiększamy niskie częstotliwości w programie Audacity.
- Usunięcie szumów – niestety głośnik nie tylko „odczyta” drgania podłoża, ale pojawiają się różnego rodzaju zakłócenia (w zależności od tego, gdzie będziemy badać wstrząsy mogą to być np. kroki czy dźwięki), dlatego trzeba zminimalizować ich ilość.



³ <http://audacity.pl/>

⁴ <http://www.scienceinschool.org/>

⁵ <http://www.scienceinschool.org/>

Doświadczenie – Badanie siły wstrząsu w zależności od wysokości spuszczenia kulki na deskę

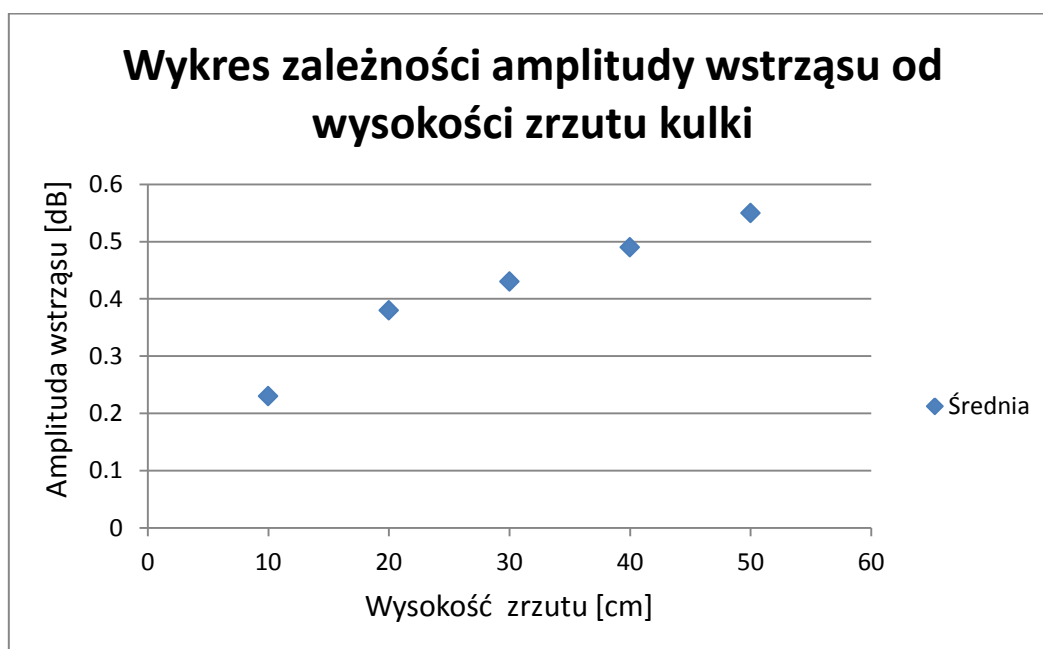
Opis doświadczenia – spuszczaamy kulkę z różnych wysokości i badamy „siłę” wstrząsów, jaki ona wywoła.

Przewidywane wyniki – amplituda wstrząsów będzie rosnać. Z im większej wysokości spuścimy kulkę, tym większą energię potencjalną jej nadamy ($E=mgh$, $m=\text{const}$, $g=\text{const} \Rightarrow E \sim h$), dzięki czemu uderzając w deskę wywoła ona silniejsze wibracje podłoża.

Pobieranie danych i liczenie średniej by zminimalizować błędy pomiarów:

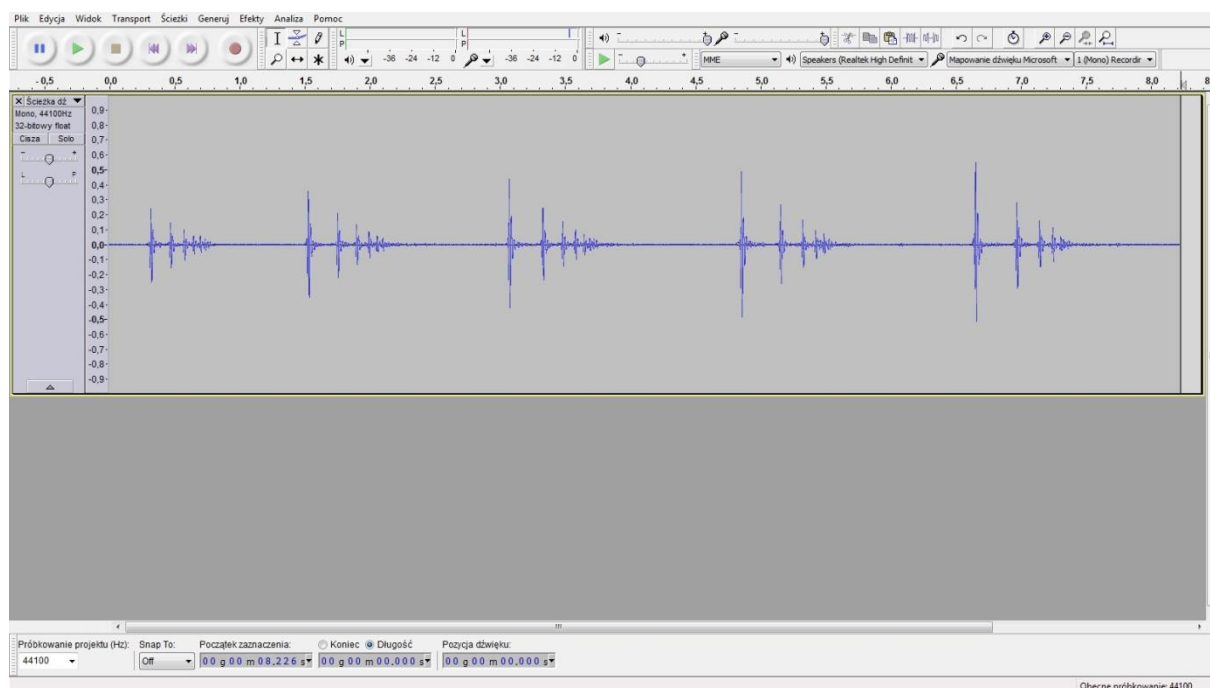
Wysokość [cm]	10	20	30	40	50
Amplituda wstrząsu - pomiar 1 [dB]	0,24	0,36	0,43	0,49	0,55
Amplituda wstrząsu – pomiar 2 [dB]	0,22	0,38	0,44	0,5	0,56
Amplituda wstrząsu - pomiar 3 [dB]	0,24	0,41	0,42	0,48	0,53
Amplituda wstrząsu - średnia [dB]	0,23	0,38	0,43	0,49	0,55

Wykres uwzględniający średnią z pomiarów oraz wysokość spuszczenia kulki:



Nasze przewidywania się potwierdziły – siła wstrząsu rośnie w zależności od wysokości zrzutu.

Zdjęcie odczytów z pierwszej serii (widoczny wyraźny wzrost amplitudy):



Scenariusz pokazu

Prezentacja się, wprowadzenie do tematyki prezentacji i jej cel – ok. 1min.

Przeprowadzenie doświadczenia opisanego powyżej oraz omówienie wyników – ok. 6min.

Prezentacja wyników przeprowadzonego wcześniej doświadczenia „Badanie siły wstrząsu w zależności od odległości upadku kulki od sejsmografu” –ok. 3min.

Bibliografia

Encyklopedia geograficzna świata, cz. IX Ziemia, red. Jelonek A., Kraków, 1997, s. 48-52. – informacje dot. trzęsienia ziemi (obszary występowania, ilość i źródła trzęsień).

Encyklopedyczny słownik szkolny. Geografia, wyd. EUROPA, Kraków 2002. – hasła „trzęsienie ziemi”, „epicentrum”, „hipocentrum”, „sejsmologia”.

Kompendium geografii, red. Kaiser W., Warszawa: WSiP, 1998, s. 72-73. – informacje dot. trzęsienia ziemi (epicentrum, hipocentrum, obszary występowania i rejestrowanie trzęsień).

Bazanós P.: *Building a seismograph from scrap* [online], [dostęp: 14 stycznia 2015]. Dostępny w Internecie: <http://www.scienceinschool.org/2012/issue23/earthquakes>. – budowa sejsmografu, odczytywanie danych, propozycje doświadczeń (artykuł dostępny także w polskiej wersji językowej).