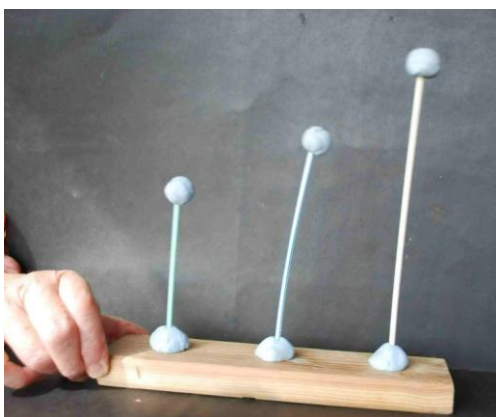


Wstrząśnięty, ale nie zmieszany? Jak trzęsienia ziemi wpływają na budynki

Przygotuj model według jednego z dwóch wzorów zaprezentowanych na poniższych zdjęciach, w zależności od dostępnych materiałów.



Fot. 1. Modele „budynków” o różnej wysokości, wykonane z balonów napęcznionych helmem. (Fot.: Peter Kennett)



Fot. 2. „Budynki” obciążone i przytwierdzone do drewnianej podstawki za pomocą masy plastycznej. Środkowy „budynek” pochyla się podczas przesuwania podstawki w przód oraz w tył na stole. (Fot.: Peter Kennett)

Pokaż model uczniom i zapytaj, która z trzech struktur będzie najmocniej reagowała na poruszanie podstawki. Większość osób odpowie, że najwyższy z „budynków”, ale nie zawsze tak jest. Wielkość drgań wierzchołka każdej z kolumn zależy od częstotliwości, z którą przesuwana jest podstawa – wysokie częstotliwości spowodują najmocniejsze drgania najniższej z kolumn, podczas gdy wolniejsze ruchy najbardziej rozkołyszą najwyższy z „budynków”. Odrobina ćwiczeń pozwoli na znalezienie częstotliwości ruchów podstawki potrzebnej do rozbijania

każdej z kolumn, aby pokazać uczniom, że ich przypuszczenia nie są zgodne z rzeczywistością.

Zapytaj uczniów, jakie znaczenie ma to doświadczenie w codziennym życiu. Większość z nich powinna wskazać na związek eksperymentu z trzęsieniami ziemi i ich wpływem na budynki. Odwołują się przy tym do obrazów widzianych w telewizji, pokazujących skutki niedawnych trzęsień.



Fot. 3. Zniszczone budynki w Bel-Air, dzielnicy slumsów w Port-au-Prince (Haiti), po trzęsieniu ziemi w 2010 roku. Wysoki budynek stoi samotnie w morzu ruin mniejszych budynków, zbudowanych mniej solidnie.

Fot. Marcello Casal Jr/AB, na licencji Creative Commons Attribution 2.5 Brazil.

Pokaż uczniom animację (link znajduje się poniżej), aby ułatwić im skojarzenie modelu z rzeczywistymi budynkami. Zapytaj, co w tej animacji może nie być prawdą. (Wysokie budynki niekoniecznie muszą ulec zniszczeniu podczas trzęsienia ziemi, jeśli są dobrze zbudowane.)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Bldg_1sss.gif

Informacje pomocnicze

Tytuł: Wstrząśnięty, ale nie zmieszany?

Podtytuł: Jak trzęsienia ziemi wpływają na budynki

Temat: Eksperyment przeprowadzony przez nauczyciela, pokazujący związek pomiędzy częstotliwością drgania „gruntu” a poruszaniem się modeli „budynków” o różnej wysokości.

Wiek uczniów: 14 – 18 lat

Czas potrzebny na wykonanie doświadczenia: 10 minut

Korzyści dla uczniów: Uczniowie mogą:

- zaobserwować ruch struktur w efekcie poruszania się ich podstawy,

Earth Learning Idea

- odkryć związek pomiędzy wysokością modelu a częstotliwością wymaganą do jego poruszenia,
- powiązać swoje obserwacje ze zniszczeniami spowodowanymi przez trzęsienia ziemi w obszarach zabudowanych.

Kontekst: Doświadczenie może ułatwić uczniom przewidzieć efekty trzęsień ziemi w silnie zurbanizowanych obszarach oraz skorygować błędne przypuszczenia dotyczące związku wysokości budynków w obszarach sejsmicznych z ich bezpieczeństwem.

Dodatkowe ćwiczenia: Uczniowie mogą:

- zbadać dokładniej związek częstotliwości drgań z ruchem modelu, mierząc częstotliwość oraz wysokości „budynków”. *(Przykładowo, w przypadku modelu z Fot. 2 struktura o wysokości 21 cm poruszała się, gdy podstawa była przesuwana z częstotliwością 1,7 razy na sekundę; „budynek” o wysokości 17 cm drgał najsilniej przy częstotliwości 3,1; struktura o wysokości 13 cm przy częstotliwości 4,0 razy na sekundę),*
- ocenić wpływ materiału, z którego zbudowane są struktury imitujące budynki, używając prętów o różnej sztywności, w zróżnicowany sposób obciążonych na wierzchołku,
- poszukać w internecie zdjęć budynków, które przetrwały trzęsienie ziemi lub zostały zniszczone w wyniku drgań, oraz spróbować ustalić przyczynę takiego zachowania się budowli,
- poszukać w internecie zdjęć i schematów różnych rozwiązań inżynierskich mających zwiększać bezpieczeństwo budynków w obszarach sejsmicznych.

Mechanizmy rządzące eksperymentem:

- Drgania każdego budynku zależą od częstotliwości, z jaką drga podłoże podczas przejścia fali sejsmicznej wywołanej trzęsieniem ziemi.
- Gdy częstotliwości drgań wywołanych falą sejsmiczną są takie same, jak częstotliwość drgań, na które podatny jest budynek, dochodzi do rezonansu i silnego drżenia budynku – a w tej sytuacji może on ulec zniszczeniu.
- Wysokie budynki niekoniecznie muszą być najbardziej narażone na zniszczenie w wyniku trzęsień ziemi.
- Rozwiązania inżynierskie ograniczające skutki trzęsień ziemi sprowadzają się do tworzenia takich konstrukcji, których częstotliwości drgań są inne niż częstotliwości typowych fal sejsmicznych.

- Budynki podatne na trzęsienia ziemi mogą zostać przebudowane, by zminimalizować ryzyko katastrofy.

Zdobyte umiejętności:

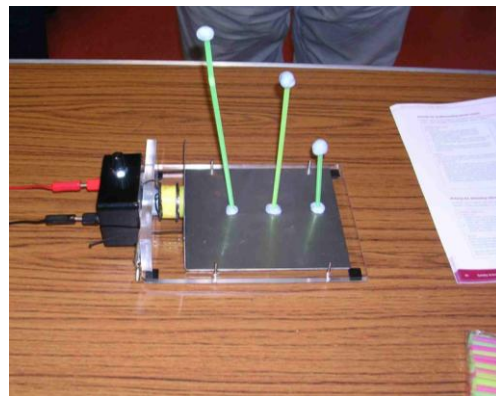
Podczas przeprowadzania doświadczenia uczniowie doświadczają konfliktu pomiędzy ich oczekiwaniami, a rzeczywistym zachowaniem się modelu. Eksperyment pozwala na sprostowanie błędów, przy jednoczesnym powiązaniu modelu ze skutkami rzeczywistych trzęsień ziemi.

Potrzebne materiały:

- model trzech „budynków”, wykonany przed lekcją. Fot. 1 prezentuje model zbudowany z trzech wypełnionych helem balonów, przytwierdzonych do dziur w drewnianej podstawce za pomocą plastikowych patyków o różnej długości. Na Fot. 2 widoczne są trzy słomki do picia obciążone masą plastyczną, która posłużyła też do przytwierdzenia ich do drewnianej podstawki.

Przydatne linki: Zobacz poniżej. Zobacz też inne eksperymenty Earth Learning Idea związane z trzęsieniami ziemi.

Źródło: Eksperyment oparty na pomysśle Petera Loadera, opublikowanym w 'Teaching Earth Sciences', Vol. 36 No. 1 2011. Bardziej zaawansowany model, wykorzystujący podstawkę napędzaną silnikiem elektrycznym, został opisany w 'Innovations in Practical Work: Seismology', 2007, Gatsby Science Enhancement Programme, ISBN: 978-1-901351-72-9.



Fot. 4. Model wykorzystujący stolik napędzany silnikiem elektrycznym, z zestawu Science Enhancement Programme. (Fot.: Peter Kennett)

Informacje o publikacjach oraz sprzęcie do przeprowadzania takich doświadczeń, w tym sejsmometru pozwalającego na rejestrowanie prawdziwych trzęsień ziemi, można znaleźć na stronie internetowej <http://www.sep.org.uk>

Earth Learning Idea

© **Earthlearningidea team.** The Earthlearningidea team seeks to produce a teaching idea every week, at minimal cost, with minimal resources, for teacher educators and teachers of Earth science through school-level geography or science, with an online discussion around every idea in order to develop a global support network. 'Earthlearningidea' has little funding and is produced largely by voluntary effort.

Copyright is waived for original material contained in this activity if it is required for use within the laboratory or classroom. Copyright material contained herein from other publishers rests with them. Any organisation wishing to use this material should contact the Earthlearningidea team.

Every effort has been made to locate and contact copyright holders of materials included in this activity in order to obtain their permission. Please contact us if, however, you believe your copyright is being infringed: we welcome any information that will help us to update our records.

If you have any difficulty with the readability of these documents, please contact the Earthlearningidea team for further help.

Contact the Earthlearningidea team at: info@earthlearningidea.com.

Polskojęzyczne tłumaczenie zostało wykonane przez Pawła Wolniewicza, <http://zywaplaneta.pl/eli> i jest dostępne na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).