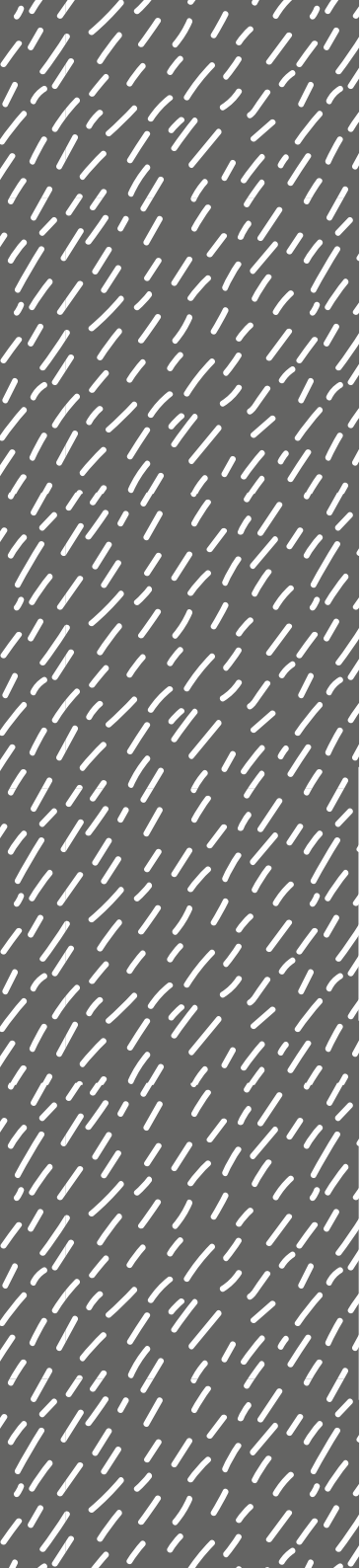




TAJEMNICZY ŻYWIOŁ

ZADANIE

ZAPOZNAJ SIĘ Z UNIKALNYMI
WŁAŚCIWOŚCIAMI POWIETRZA

KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA

1

NOŚNY NOŚNIK

WYZWANIE

ZAPROJEKTUJ BANER
ODPORNY NA WIATR

KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA

2

TAJEMNICZY ŻYWIOŁ

ZADANIE

ZAPOZNAJ SIĘ Z UNIKALNYMI
WŁAŚCIWOŚCIAMI POWIETRZA

KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA

1

TAJEMNICZY ŻYWIOŁ

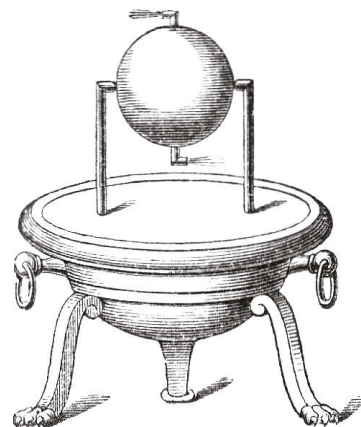
Czym jest powietrze? Na co dzień go nie dostrzegamy, dlatego wydaje nam się, że to „nic”. Ale jak to możliwe, że „nic” zgina drzewa, zrywa dachy, a nawet odchyła od pionu budynki? Wystarczy uświadomić sobie, że na poziomie morza 1 m³ powietrza waży ok. 1,22 kg. Innymi słowy 100-kilometrowa warstwa atmosfery to 5,1 × 10¹⁸ (czyli trylionów) kg.

Przez wieki właściwości powietrza były dla człowieka całkowicie niedostępne. Z Ziemi mógł on co najwyżej z zazdrością obserwować krążące w przestworzach ptaki, zachwycać się ekwilibrystycznymi możliwościami lotu owadów czy podziwiać nietoperze – bez wysiłku nawigujące przy dużych prędkościach nawet w kompletnych ciemnościach. Nie tylko latanie było dla naszych przodków zagadką. Równie trudno było im zrozumieć, jak coś, czego nie widać, czego nie da się dotknąć, może mieć tak niszczącą siłę. Co zrobić, żeby obronić się przed żywiołem? Najbardziej dociekliwi z naszych przodków zadawali sobie jednak inne pytanie: czy tak potężną moc można okiełznać i zaprząć do pracy?

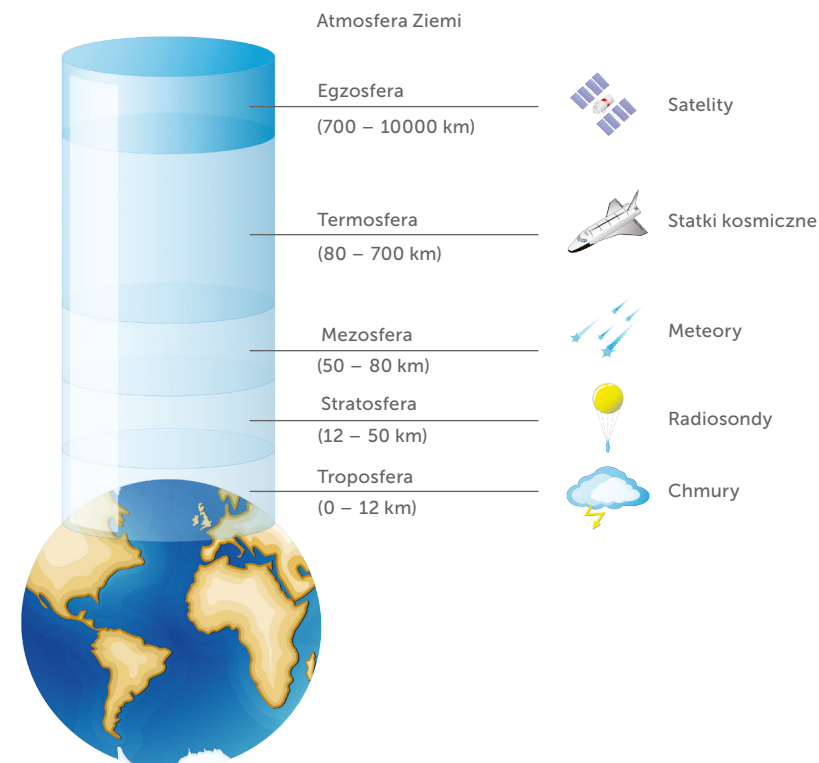
Konstrukcje do pracy i do zabawy

Już w starożytnej Persji (ok. 7000 lat p.n.e.) używano wiatru do napędzania prymitywnych wiatraków, a w antycznej Grecji konstruowano maszyny działające dzięki powietrzu i innym gazom. W tamtych czasach

nie chodziło tylko o praktyczne wykorzystanie powietrza, ale również o zabawę. Wielki grecki wynalazca Heron z Aleksandrii konstruował maszyny wykorzystujące gorące powietrze i parę wodną do celów czysto rozrywkowych. Wśród jego wynalazków była m.in. zabawka, która utrzymywała przedmioty w powietrzu dzięki strumieniowi pary wodnej.



Rycina przedstawiająca banię Herona w działaniu, pierwowzór turbiny parowej.



CZY WIESZ, ŻE...

Bez ochronnej warstwy atmosfery życie, jakie znamy, nie mogłoby istnieć. Nie tylko zapewnia tlen zwierzętom i dwutlenek węgla roślinom, ale chroni też żywe organizmy przed niszczącym wpływem promieniowania UV. Wiadomo, że gorące powietrze unosi się, bo jest „lżejsze” (ściśle biorąc – w metrze sześciennym gorącego powietrza znajduje się mniej cząsteczek niż w tej samej objętości zimnego). Identyczna zasada obowiązuje w przypadku powietrza wilgotnego w porównaniu z suchym (o tej samej temperaturze!). To dlatego, że woda (a w zasadzie para wodna) ma mniejszą masę cząsteczkową niż azot czy tlen. Im zatem więcej w powietrzu wody, tym jest ono lżejsze.



Prawie jak lewitacja

Tajemnicą działania zabawki Herona jest utrzymanie przedmiotu w wystarczająco silnym strumieniu powietrza „dmuchającym” od dołu. Taki sam efekt można osiągnąć, „dmuchając” na przedmiot z góry, tyle że pod kątem. Jeśli powierzchnia obiektu jest zakrzywiona, opływający go strumień gazu „zawraca”, tworząc coś w rodzaju poduszki powietrznej, a sam przedmiot „przykleja się” do dolnych warstw pędzącego gazu i to utrzymuje go w powietrzu. A co, gdy przedmiot jest zbyt ciężki, by powietrze mogło go unieść albo jest przytwierdzony do podłoża? Wtedy to strumień powietrza zostaje odchylony, jakby przyciągała go pobliska powierzchnia.

Praktyczne zastosowania pokrętniej teorii

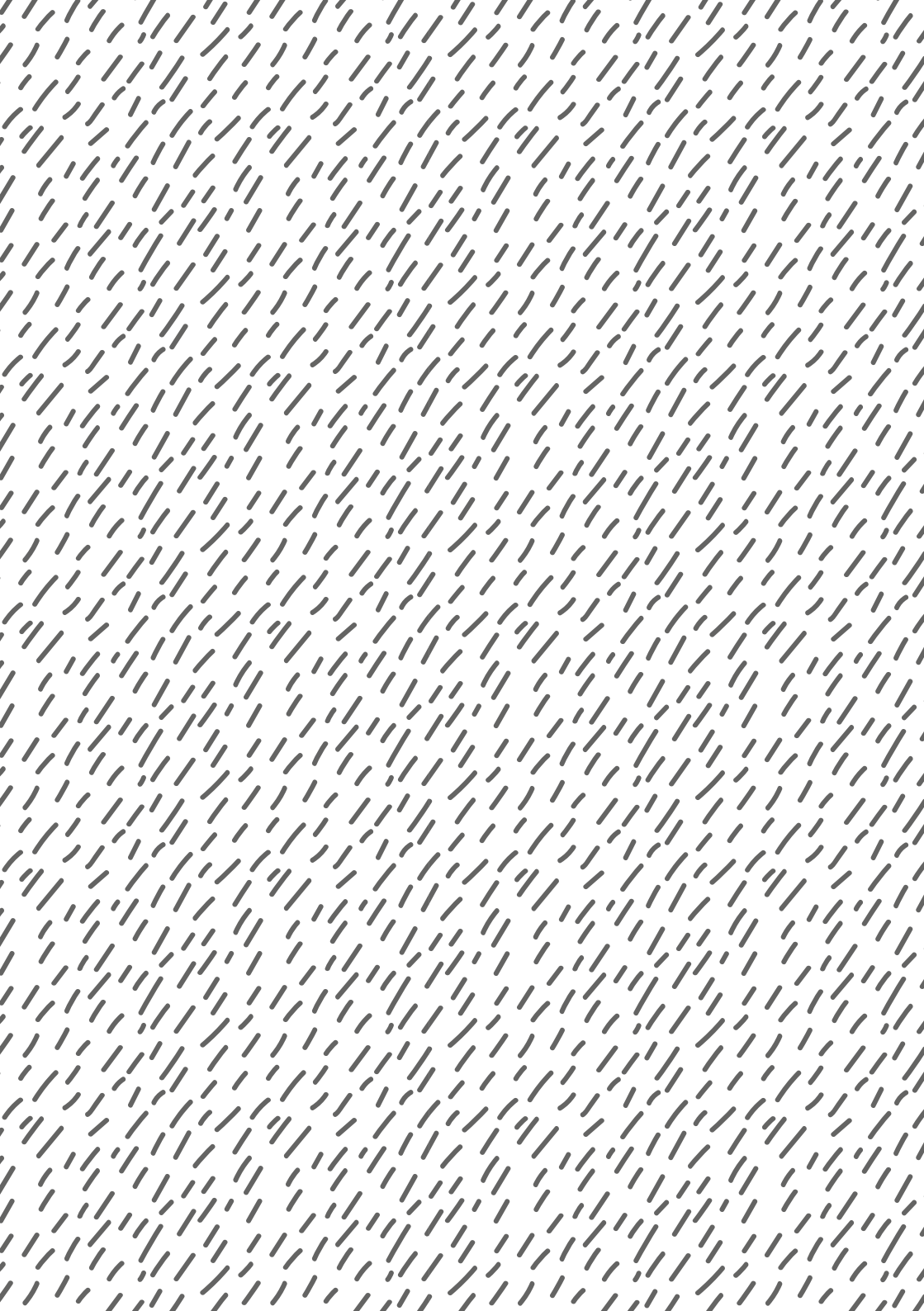
Pierwsze praktyczne zastosowanie dla tego zjawiska znalazł rumuński inżynier Henri Coanda i to od jego nazwiska nazywamy je dziś efektem Coandy. Wiedząc o jego istnieniu, można zdmuchnąć świeczkę, która stoi za puszką, oczyścić wodę napędzającą turbiny elektrowni wodnej albo... zbudować latający spodek. Od 2012 roku wiemy, że efekt Coandy wykorzystywały eksperymentalne amerykańskie statki powietrzne w kształcie dysku, które mogły dzięki

niemu utrzymywać się w powietrzu nawet przy niewielkich prędkościach. Mogły również startować i lądować pionowo, co uniezależniało je od lotnisk. Choć nie doczekaliśmy się ich komercyjnego zastosowania, ten sam efekt wykorzystują dziś niektóre typy samolotów (Boeing C-17, Antonow An-72) i śmigłowców (NOTAR). Przez kilka sezonów był on też stosowany w samochodach Formuły 1, by zwiększyć siłę docisku tyłu maszyny do podłoża. „Przyleganie” strumienia powietrza do pobliskich powierzchni pozwala również usprawnić działanie wielu sprzętów codziennego użytku, takich jak klimatyzatory (dzięki temu pracują ciszej bez spadku wydajności chłodzenia) czy spryskiwacze do wycieraczek samochodowych. Chcesz sprawdzić, czy efekt Coandy naprawdę istnieje? Nic prostszego. Zajrzyj na kolejne strony.

W TRAKCIE DOŚWIADCZENIA ZWRÓĆCIE UWAGĘ NA:

1. Jeżeli ustawimy suszarkę pionowo do góry, a w strumień powietrza włożymy styropianowy sześcián, będą działały na niego siły ciężenia oraz siła aerodynamiczna, czyli siła wywołana przepływającym powietrzem.
2. Jaki efekt otrzymaliście?
3. Jaki z tego wniosek? Styropianowy sześcián jako wyjściowa bryła ma dość duży współczynnik oporu. Przez to siła aerodynamiczna, czyli siła oporu, działa w kierunku zgodnym z kierunkiem przepływu powietrza. Stąd nasz sześcián wyleci w górę, uciekając ze strumienia.
4. Co możemy zrobić, by styropianowa bryła dłużej utrzymywała się w strudze powietrza?
5. Po odpowiednim ścięciu krawędzi sześcián będzie bardziej obły, a tym samym będzie miał mniejszy współczynnik oporu. Bez problemu można osiągnąć stan równowagi, w której siła aerodynamiczna oporu będzie równa sile ciężenia i nasza zmodyfikowana bryła pozostanie w strumieniu powietrza.
6. Jakie rozwiązania zastosowaliście? Jak zachowuje się styropianowa bryła w zależności od kształtu?
7. Dla usystematyzowania zapiszcie w dzienniczku następujące pozycje:
 - ciężar bryły
 - kształt bryły
 - wysokość, na jakiej utrzymuje się bryła w strumieniu powietrza





OPIS TECHNICZNY

TAJEMNICZY ŻYWIÓŁ

MATERIAŁY Z ZESTAWU

- kostka styropianowa o krawędzi ok. 10 cm
- suszarka do włosów (o mocy co najmniej 1200 W z opcją zimnego nadmuchu i ewentualnie stopniowaną siłą nadmuchu; może się przydać dyfuzor i inne końcówki)
- anemometr do pomiaru szybkości strumienia powietrza
- waga

POTRZEBNE BĘDĄ TAKŻE

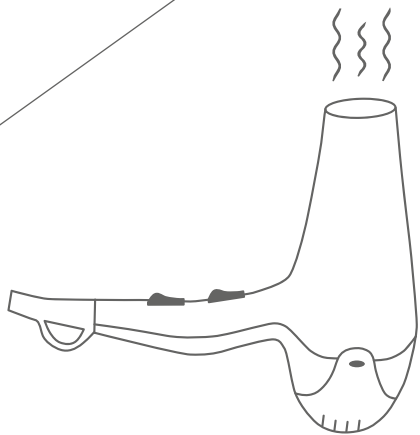
- miarka składana drewniana lub metalowa taśma rozsuwana
- plastikowy nożyk z ząbkami, szczerpek lub nóż

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

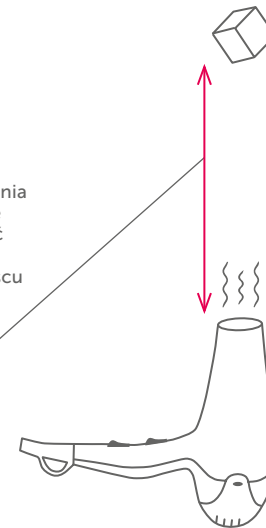
Suszarkę bez założonego dyfuzora skieruj wylotem ku górze i włącz. Styropianową kostkę przytrzymaj nad wylotem suszarki i puść, starając się, by nad nią zawisała w powietrzu. W przypadku niepowodzenia – jeśli kostka ucieka ze strumienia – eksperymentuj, zmieniając kształt styropianu. Jeśli operacja unieruchomienia przedmiotu w strumieniu się powiedzie, zmierz

odległość między nim a suszarką, prędkość strumienia w miejscu utrzymywania przedmiotu, ciężar przedmiotu. Jak można zmodyfikować kształt kostki, by w strumieniu powietrza zachowywała się stabilnie? Które parametry pozwalają na minimalizację odległości między suszarką a styropianem? Wykorzystaj dodatkowe wyposażenie suszarki do rozszerzenia doświadczenia.

Jak można zmodyfikować kształt styropianu, by w strumieniu powietrza zachowywał się stabilnie?



Jeśli operacja unieruchomienia przedmiotu w strumieniu się powiedzie, zmierz odległość między nim a suszarką, prędkość strumienia w miejscu utrzymywania przedmiotu, ciężar przedmiotu.



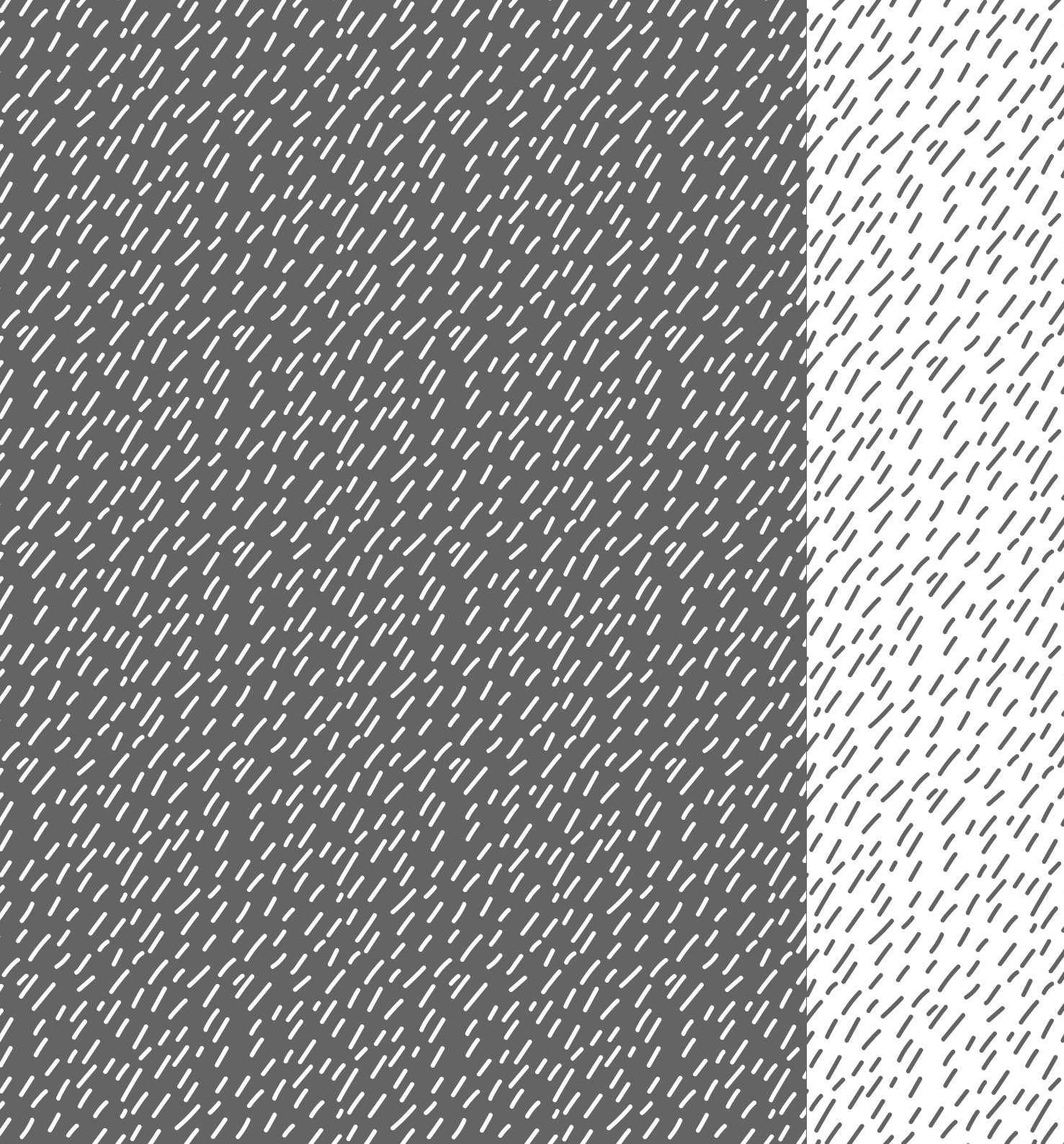
DOKUMENTACJA

Zanotuj wyniki pomiarów i spis spostrzeżenia.

1. Jakie czynniki i parametry wpływają na zachowanie przedmiotów w strumieniu powietrza?
2. Jak wpływają na stabilność styropianowej kostki?
3. Jak można wykorzystać zaobserwowany efekt?

Pamiętaj o bezpieczeństwie podczas obsługi suszarki, zachowaj ostrożność przy docinaniu styropianu.





NOŚNY NOŚNIK		
WYZWANIE	ZAPROJEKTUJ BANER ODPORNY NA WIATR	
KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA		2

NOŚNY NOŚNIK

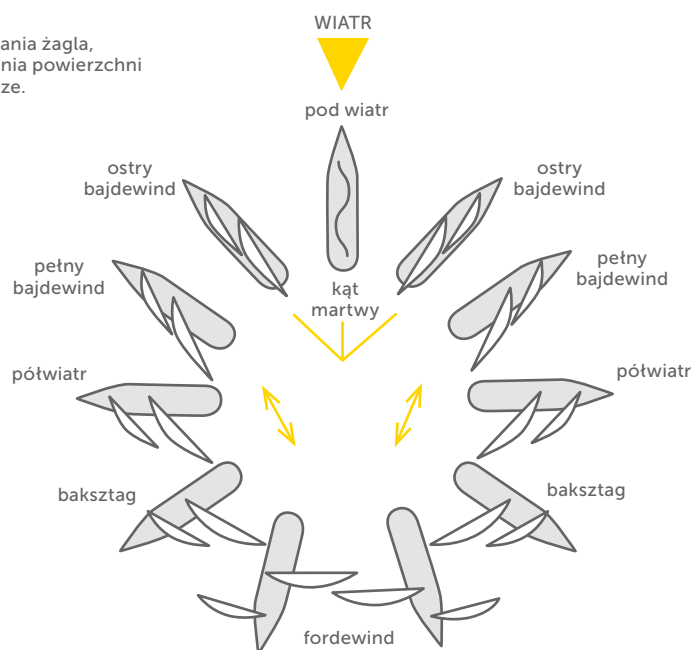
Specjaliści od reklamy stosują coraz bardziej kreatywne rozwiązania, by przyciągnąć uwagę potencjalnego odbiorcy. W dalszym ciągu ogromne banery reklamowe usytuowane przy drodze lub umieszczone na budynku postrzegane są jako skuteczny środek dotarcia do klienta. Wraz ze wzrostem rozmiaru powstaje problem: co zrobić, by tak wielkie konstrukcje oparte się niszczącej sile wiatru?

Skąd się bierze siła wiatru?

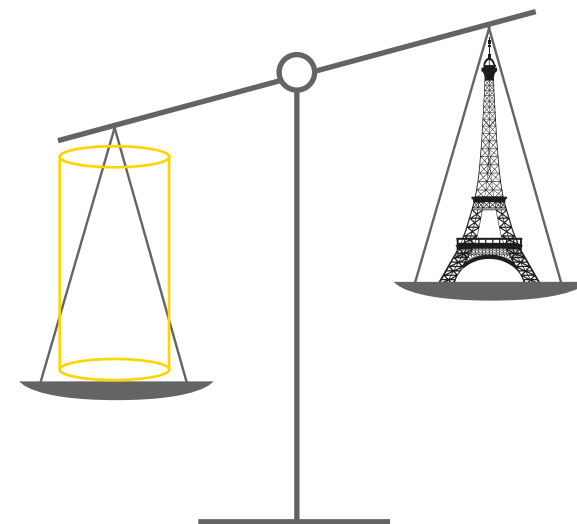
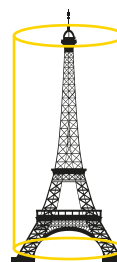
Przez stulecia zastanawiano się, jak wykorzystać wiatr. Równie ważne było jednak pytanie: jak ustrzec się przed jego niszczącą siłą. Żeglarze wiedzieli, że ten sam podmuch, który napina żagle i pozwala im płynąć, może też wywrócić łódź. Zakładano,

że powietrze, choć go nie widać, może oddziaływać na rozmaite przedmioty z siłą tym większą, im większa jest jego prędkość. Za ten sposób oddziaływania odpowiedzialne są cząsteczki głównych składników powietrza: azotu, tlenu, pary wodnej. Łatwo

Schamat refowania żagla, czyli zmniejszania powierzchni na silnym wietrze.



Wieża Eiffla waży mniej niż niewidzialny powietrzny cylinder, który ją wypełnia i otacza.



można doświadczyć tego na sobie: gdy idziemy spokojnie, nie dostrzegamy żadnego oporu, ale gdy jedziemy szybko na rowerze, czujemy wiatr we włosach nawet przy zupełnie bezwietrznej pogodzie.

Jak wyprowadzić wiatr w pole?

Zastanawialiście się kiedyś, dlaczego burty dużych statków nie są proste,

lecz łagodnie zakrzywione w pionie? Dlaczego w wietrznych regionach nie buduje się dachów płaskich lecz czterospadowe? Czy wiedzieliście, że wieża Eiffla waży mniej niż niewidzialny powietrzny cylinder, który ją wypełnia i otacza? Nie przewraca się i nie odlatuje głównie dzięki swojej ażurowej konstrukcji, która przeciwstawia się nawet najsilniejszym paryskim wiatrom.

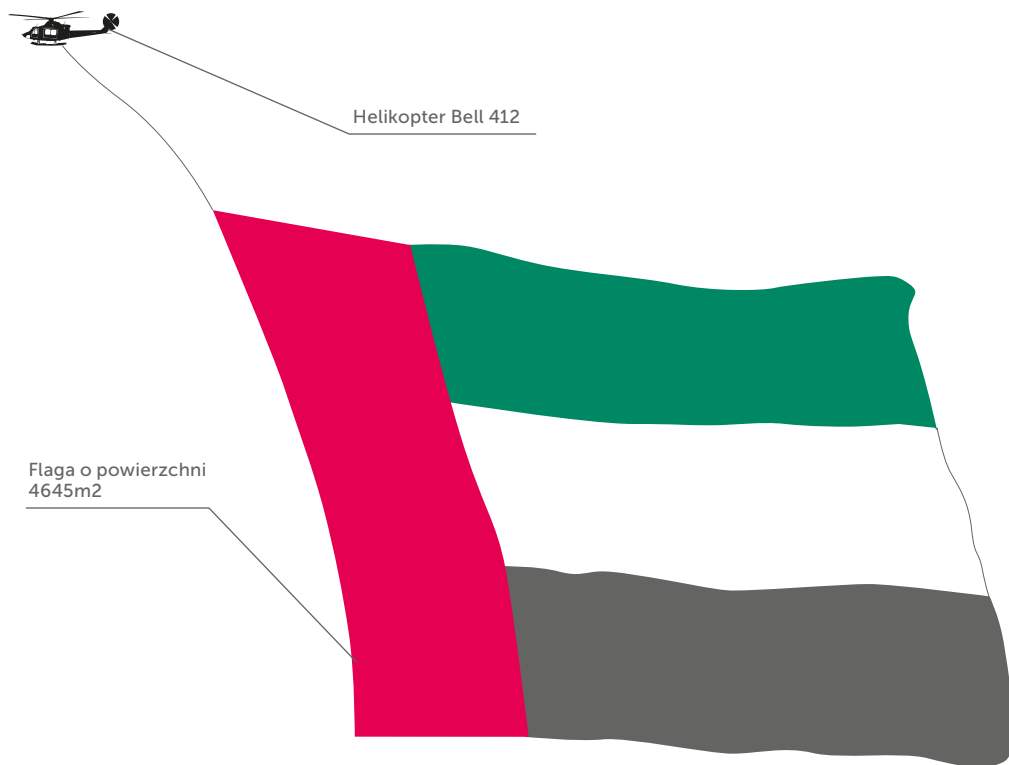
CZY WIESZ, ŻE...

Największy wiszący baner miał wymiary 43 x 64 m. Zawisł na wysokości 2000 m na tamie na Lac de Cleuson w Szwajcarii i witał sportowców, którzy przyjechali na zimowe igrzyska olimpijskie w 2010 roku.



CZY WIESZ, ŻE...

Największy jak dotąd holowany baner z flagą Zjednoczonych Emiratów Arabskich miał ponad 4645 m² powierzchni (to sporo więcej niż połowa boiska piłkarskiego), a ciągnął go specjalny helikopter Bell 412. Flagę było widać z odległości 20 km.



Skala wielkości helikoptera i baneru jest zaskakująca!



Co zrobić, by nie odleciały?

Wiele konstrukcji musi uwzględniać opór powietrza. Obecnie pojawiła się ich nowa kategoria – tablice i banery reklamowe. Teoretycznie mogłyby być bardzo duże, bo współczesna technika pozwala na uzyskiwanie ogromnych zadrukowanych płacht. Na przeszkodzie stoi jednak wiatr. W zależności od usytuowania baneru montażyści napotykają zróżnicowane problemy zarówno w trakcie montażu, jak również jego późniejszej konserwacji. Czy można zrobić coś, żeby wielkoformatowy plakat nie zachowywał się jak żagiel i nie próbował „odlatywać” przy silniejszym wietrze? Pytanie to jest o tyle ciekawe, że po krótkiej analizie można dojść do wniosku, że rozwiązań jest kilka. Choć współczesna technika dostarcza

nam coraz więcej nowoczesnych materiałów (np. stwarzających mniejszy opór), to w dalszym ciągu inżynierowie muszą dokładnie testować różne rozwiązania w poszukiwaniu złotego środka. Takie działania wymagają prowadzenia kosztownych badań i coraz częściej wymuszane są przez rygorystyczne procedury bezpieczeństwa. Na kolejnych stronach dowiecie się, co zrobić, by uzyskać najlepszy efekt, czyli pogodzić odporność na wichury z czytelnością komunikatu.

Być może wasz pomysł wskaże kolejny kierunek, w którym powinniśmy podążać. Z pewnością warto zewrzeć siły z pozostałymi konstruktorami, co dwie głowy to nie jedna.





OPIS TECHNICZNY

NOŚNY NOŚNIK

MATERIAŁY Z ZESTAWU

- tkanina banerowa siatkowa z nadrukiem
- suszarka do włosów
- folia z narysowanymi kątami
- ramka drewniana
- pokrywa pudełka „Konstruktorzy” z wywierconymi otworami lub inna płyta (drewniana, plastikowa)
- zestaw kształtek z rurek kanalizacyjnych PVC jako element pionowych podpórek do ramki, listewka pozioma
- anemometr

POTRZEBNE BĘDĄ TAKŻE

- kawałki innych tkanin
- taśma dwustronnie klejąca z rzepem (wąska, jak do mocowania siatki okiennej)
- ostry nóż monTERSki lub nożyczki
- miarka składana drewniana lub metalowa taśma rozsuwana
- śrubki, np. M3x10 mm

Będziecie badać opór, jaki stawia materiał strumieniowi powietrza. Sprawdźcie, co wpływa na odchylenie banera i spróbujecie zaprojektować odpowiednie otwory, by odchylenie było jak najmniejsze, a baner czytelny.

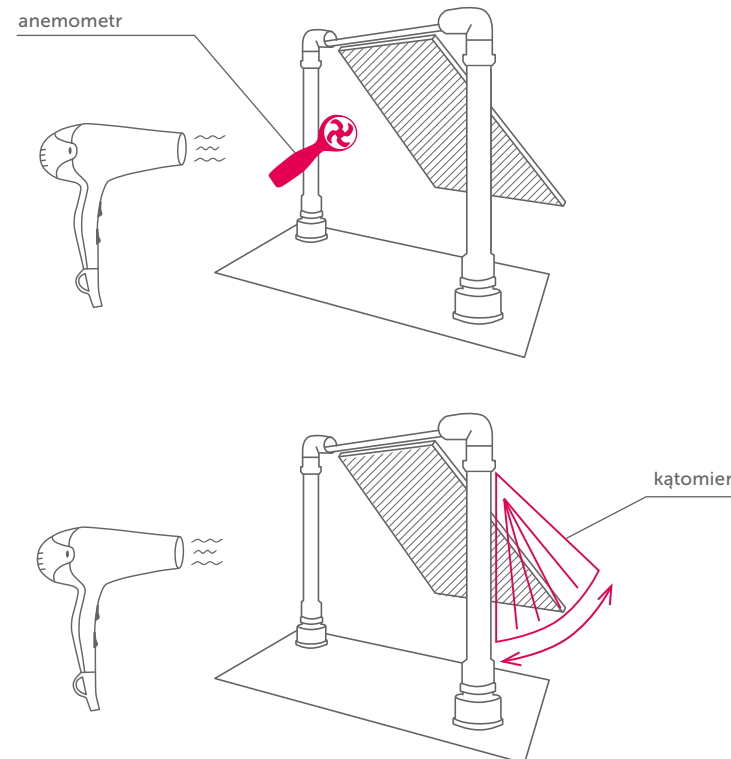
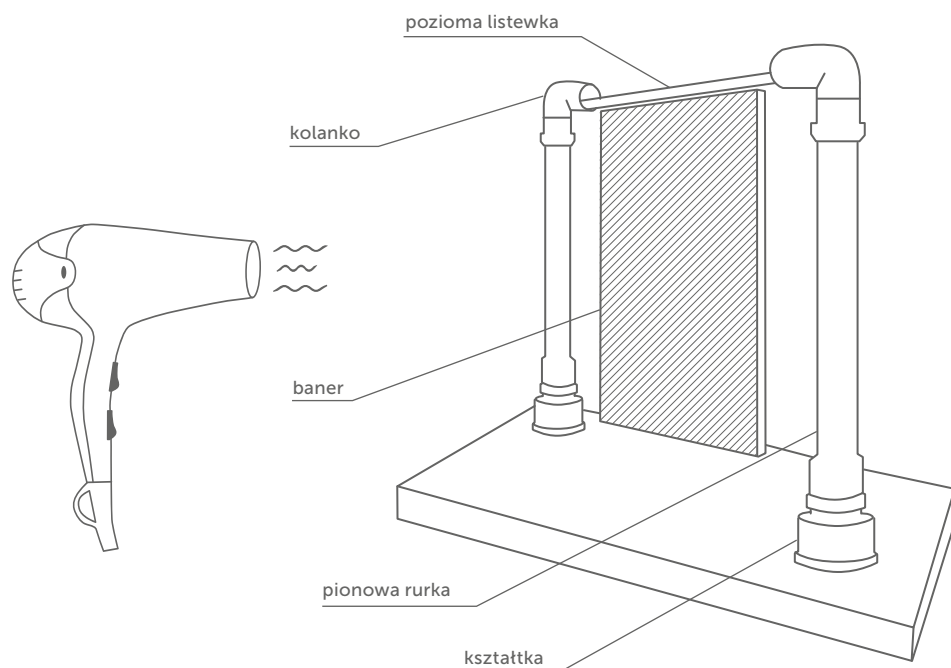


PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Przykręć śrubkami kształtki podstawy do pokrywy pudełka. Wsuń w podstawy rurki, a na końcach rurek umieść kolanka, kierując ich wyloty do wewnątrz. Do jednej z pionowych rurek przyklej folię z narysowanymi kątami (osią jest listewka obrotu banera). Za pomocą taśmy z rzepem przymocuj tkaninę banerową do drewnianej ramki.

Wykorzystując poziomą listewkę z taśmą rzepową, zawieś ramkę w pozycji pionowej między kolankami z rurek.

Sprawdź, czy ramka może swobodnie wahać się między kolankami. Umieść suszarkę w wybranej pozycji i zmierz odległość dzielącą ją od ramki z banerem. Korzystając z „foliowego kątomierza”, zmierz, o jaki kąt odchyła się baner od pionu owiewany powietrzem z suszarki. Sprawdź, jak w strumieniu powietrza zachowują się inne materiały. Wykonaj nacięcia na tkaninie i sprawdź, jak te częściowo uchylne otwory wpłyną na odchylenie ramki. Jaki jest wpływ ich wielkości i kształtu na czytelność banera?



DOKUMENTACJA

Pamiętaj o notowaniu wyników pomiarów w dzienniczku konstruktora.

1. Spisz swoje spostrzeżenia i wnioski.
2. Jakie wytyczne zaproponujesz użytkownikom banerów?

Zwróć uwagę na bezpieczną obsługę suszarki, zachowaj ostrożność przy wycinaniu otworów w banerze.



NOTATKI

Redakcja Korekta	Małgorzata Zatoğa, Adam Zahler, Maciej Stanecki Milena Ryćkowska	
Projekt graficzny, rysunki, skład	Joanna Franczykowska	
Zdjęcia	Wikipedia (4, 14,15), Thinkstock (5)	

CENTRUM NAUKI KOPERNIK
UL. WYBRZEŻE KOŚCIUSZKOWSKIE 20
00-390 WARSZAWA

www.kopernik.org.pl
www.kmo.org.pl



KLUB MŁODEGO
ODKRYWCY



CENTRUM NAUKI
KOPERNIK



POLSKO-AMERYKAŃSKA
FUNDACJA WOLNOŚCI



POLISH-AMERICAN
FREEDOM FOUNDATION