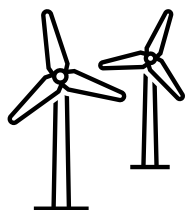


Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej

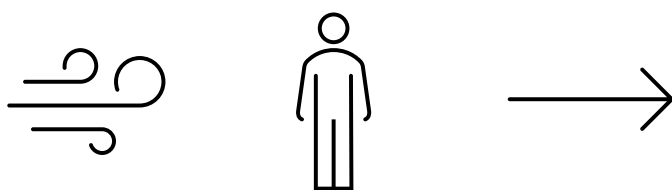


Imię i nazwisko:

Data:

Jaką siłę ma wiatr?

Siła F [N] to ciśnienie p [N/m²] razy powierzchnia A [m²]. Jeśli idziesz przy silnym wietrze, czujesz, jak wiatr cię odpycha. Ta moc może być wykorzystana technicznie!



$$F_{\text{wiatru}} = p_{\text{wiatru}} * A = \frac{\rho_{\text{powietrza}}}{2} * v_{\text{wiatru}}^2 * c_w * A$$

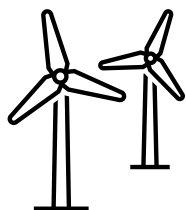
Przy gęstości powietrza $\rho_{\text{powietrza}} = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (dla 0°C), współczynnika oporu $c_w = 1$ i powierzchni $A = 1\text{m}^2$ możesz teraz określić siłę wiatru w zależności od prędkości wiatru.

Siła wiatru w skali Beauforta	Prędkość wiatru		Siła wiatru N
	m/s	km/h	
0	0,2	0,7	0,03
do 1	1,5	5,4	1,5
do 2	3,3	11,9	7
do 3	5,4	19,4	19
do 4	7,9	28,4	40
do 5	10,7	38,5	74
do 6	13,8	49,7	123
do 7	17,1	61,6	189
do 8	20,7	74,5	277
do 9	24,7	88,9	394

Siła wiatru na powierzchni 1m² przy 0°C na poziomie morza prostopadle do wiatru

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:

Ile wynosi jeden niuton?

Newton (N) ma jednostkę $[(\text{kg} \cdot \text{m})/\text{s}^2]$. Zatem jest to masa m [kg] razy przyspieszenie a $[\text{m}/\text{s}^2]$.

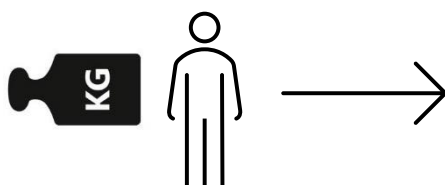
Zatem 1N to siła, która 1kg może nadać przyspieszenie $1\text{m}/\text{s}^2$.

Jeden kilogram jest łatwy do oszacowania. Odpowiada na przykład pełnej torbie cukru lub mąki.

Ale ile wynosi przyspieszenie $1\text{m}/\text{s}^2$?

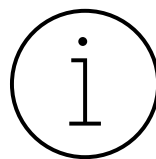
Dla porównania, nasza Ziemia ma przyspieszenie (lub grawitację) $9,81\text{m}/\text{s}^2$.

Czyli $1\text{m}/\text{s}^2$ to około jedna dziesiąta przyspieszenia ziemskiego. Jeśli teraz weźmiesz wartość siły wiatru z tabeli powyżej i podzielisz ją przez 10, otrzymasz ciężar, która działa na Ciebie przy wybranej prędkości wiatru. **Przy 50km/h to prawie 12,5kg!**



Tak przy okazji, możesz łatwo przeliczyć prędkość wiatru z km/h na m/s używając współczynnika 3,6. Na przykład:

- 30km/h podzielone przez 3,6 daje 8,3m/s
- 14m/s pomnożone przez 3,6 daje 50,4km/h



Moc wiatru

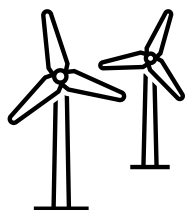
Moc wiatru można obliczyć według wzoru:

$$P_{\text{wiatru}} = F_{\text{wiatru}} * v_{\text{wiatru}} = \frac{\rho_{\text{powietrza}}}{2} * v_{\text{wiatru}}^3 * c_w * A$$

Moc wiatru wynika więc z pomnożenia siły wiatru przez prędkość wiatru. Oznacza to, że prędkość wiatru występuje w obliczeniach w trzeciej potęgze!

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:

Dla zrozumienia krótka kalkulacja:

Przyjmijmy ($\rho_{\text{powietrza}} = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $c_w = 1$; $A = 1\text{m}^2$) i to, że jedziemy na rowerze przy braku wiatru z prędkością 10km/h. Wytwarza się wtedy wiatr własny wynoszący.....m/s.

Na Twoje ciało działa wtedy siła wiatru F_{Wind} wynoszącaN.

Aby móc utrzymać prędkość trzeba pedałowac z mocą wynoszącą.....W.

Teraz podwajasz prędkość do 20km/h.

Odpowiada to prędkości wiatru wynoszącejm/s.

Przy tym się mocno spocisz bo teraz musisz pedałowac z mocą wynoszącąW.

Widać, że przy dwukrotnie większej prędkości zużywa się 8x więcej mocy!

Być może przypomnisz o tym rodzicom, jeśli rachunek za paliwo będzie wyższy niż oczekiwano 😊



110,85W

5,56m/s

13,86W

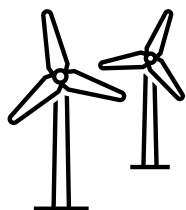
4,99N

2,78m/s

Wynik:

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:

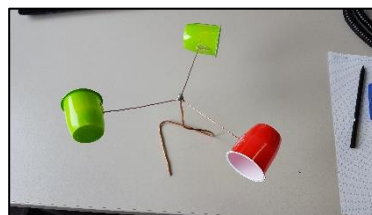
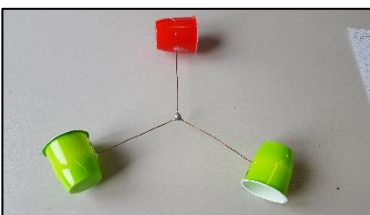
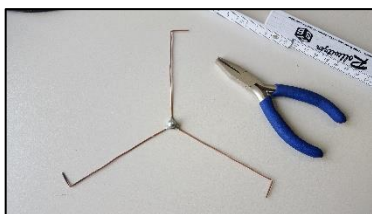
Potrzebne materiały:

- 3 kubki po jogurcie, foremki na babeczki, lub papierowe kubeczki,
- nakrętka, plastikowy korek do butelki,
- drut (3x0,75 & 1x2,5) lub patyczki drewniane
- pistolet do klejenia na gorąco, klej
- nożyczki, obcęgi, miarka, długopis
- wentylator 120 W



Budowa wiatromierza (anemometru)

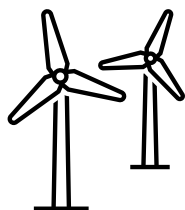
1. Przyciąć przewody (3x0,75mm) na taką samą długość, przykleić je do nakrętki i zagiąć
2. Odetnij brzegi kubeczków i wykonaj oznaczenie w połowie ich wysokości
3. Użyj pistoletu do klejenia na gorąco, aby przykleić kubki w zaznaczonym miejscu
4. Zagnij drut (2,5mm) w 3-punktowy stojak i załóż wirnik



Niniejsza instrukcja montażu stanowi jedynie pomoc. Możesz od niej odstąpić i być kreatywnym

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:



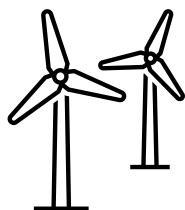
Pomiar prędkości wiatru

Do pomiaru wykorzystaj wykonany przez siebie anemometr i przy każdym pomiarze trzymaj go w tej samej pozycji na wolnym wietrze lub wykorzystaj do wytworzenia wiatru wentylator. Użyj stopera (lub aplikacji na telefon komórkowy) i policz obroty w ciągu 30 sekund. Rzeczywistą prędkość wiatru dla Twojej lokalizacji odczytaj korzystając z informacji o pogodzie dostępnej w Internecie i wpisz ją w kolumnie obok.

<https://pogoda.onet.pl/prognoza-pogody/szczecin-351892>

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:

Tabela: Wyniki pomiarów z anemometrów i odczyty prędkości wiatru z Internetu

Dzień	Pomiar 1 (09:00)		Pomiar 2 (18:00)	
	Anemometr 1 [obroty/30s]	Wiatr 1 [km/h]	Anemometr 2 [obroty/30s]	Wiatr 2 [km/h]
Dzień 1 Data:				
Dzień 2 Data:				
Dzień 3 Data:				
Dzień 4 Data:				
Dzień 5 Data:				
Dzień 6 Data:				
Dzień 7 Data:				

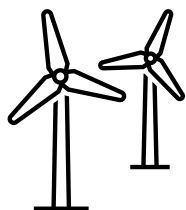
Ocena eksperymentu

Każdy wykonany przez Ciebie anemometr będzie reagował nieco inaczej na wiatr.

Instrukcja montażu przedstawia tylko jedną opcję wykonania. Przy pomocy innych wersji można również osiągnąć bardzo dobre wyniki pomiarów.

Energia wiatrowa

Protokół dla mini turbiny wiatrowej



Imię i nazwisko:

Data:

Jeśli dokonałeś prawidłowego montażu, anemometr powinien zacząć się obracać na wietrze. Wartości obrotów na 30s pokazują, jak silny jest wiatr.

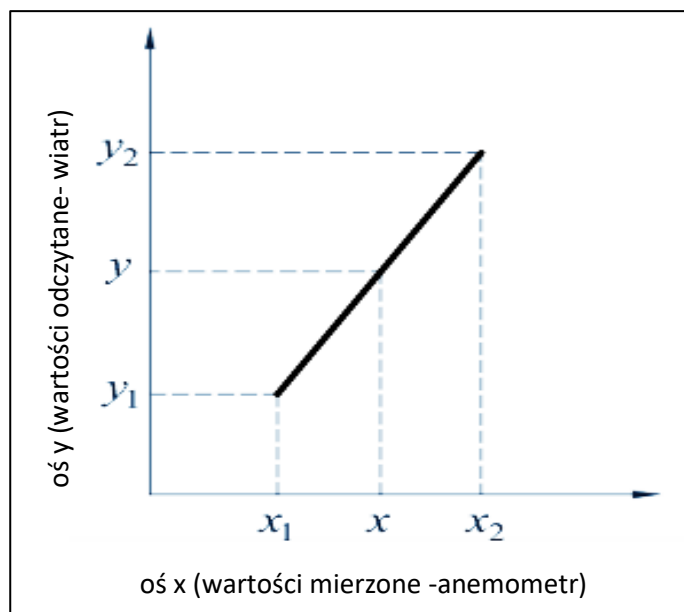
Za pomocą zmierzonych wartości ustawieś anemometr i w ten sposób możesz teraz sam określić, jak silny wieje wiatr.

Wykorzystaj do tego formułę na interpolację liniową.

Pierwsza kolumna (Anemometr) to wartości x a druga kolumna (Wiatr) to wartości y .

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} * (x - x_1)$$

Jeżeli Twoja wartość zmierzona leży pomiędzy dwiema wartościami z tabeli pomiarowej, możesz wykorzystać powyższą formułę.



Porównajcie między sobą wyniki pomiarów i obroty.

Anemometr z największą liczbą obrotów na 30s ma najlepsze warunki do uzyskania dokładnych wyników pomiarów.

Wymień się doświadczeniami i poszukaj sposobów na dokonanie ulepszeń.