

## Pokusná sada Větrný generátor

Kat. číslo 114.2023



### Varování

Pro zamezení věcných škod, vážných zranění nebo smrtelných úrazů:

Tuto stavebnici by měly používat jen osoby od věku 12 let a jen pod dozorem dospělých osob, které se seznámily s bezpečnostními opatřeními, popsány v této příručce.

Udržujte mimo dosah malých dětí a zvířat, protože stavebnice obsahuje drobné díly, které by mohly spolknout.

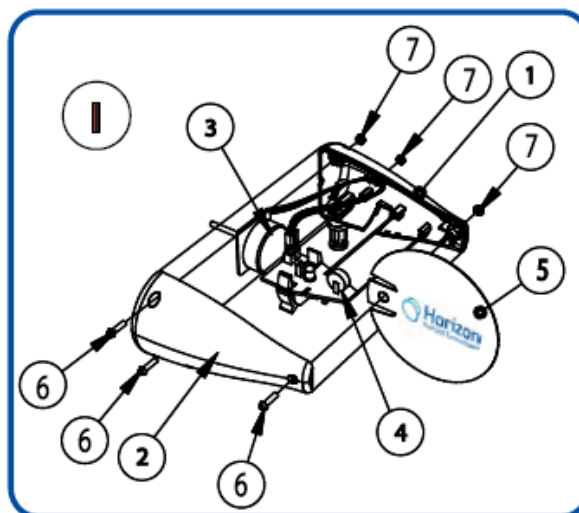
### Vzdělávací sada větrná energie

### montážní příručka

## I. Složení hlavní části

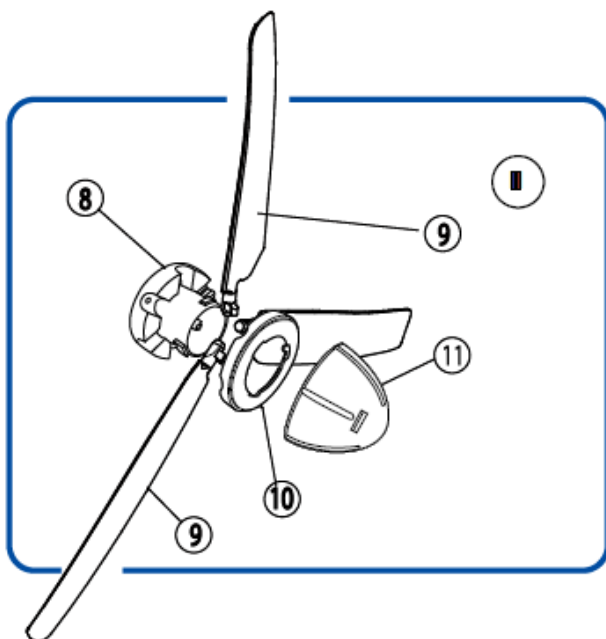
### Seznam dílů

1. Levé převodové ústrojí
2. Pravé převodové ústrojí
3. Generátor
4. Zabudovaná deska s plošnými spoji
5. Polypropylenový usměrňovací plech
6. Šroub, M2,5 x 8 mm
7. Šestihranná matice Hes, M2,5
8. Základ rotoru
9. Litá profilovaná lopatka
10. Profilový držák rotoru
11. Montážní klíč na list rotoru
12. Polypropylenový list rotoru
13. Hliníkový sloupek
14. Šroub, M3 x 2 mm
15. Výstupní kabel
16. Podstavec
17. Výstupní zdička
18. Bezpečnostní spínač sloupku



## II. Sestavení jednotky listu rotoru

### Boční pohled na list rotoru:



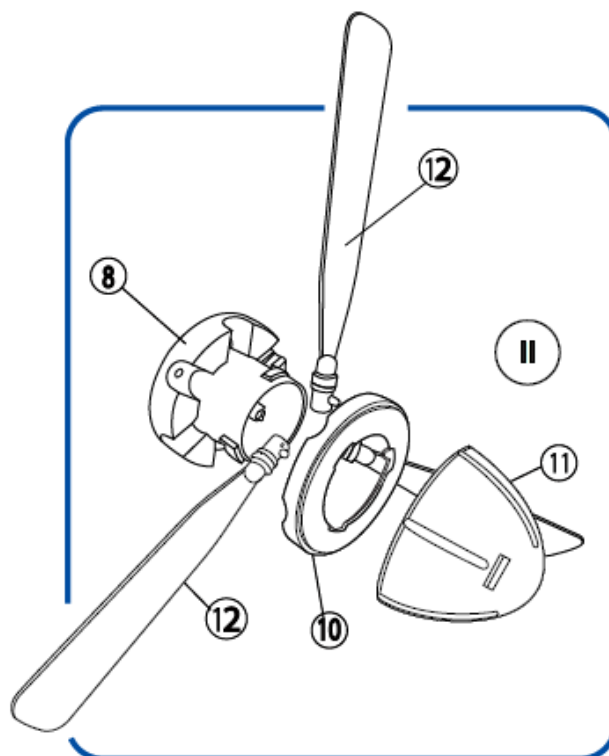
Umístěte rotor (8) na rovný povrch stolu. Instalujte 3 části stejného druhu profilovaných listů (označených jako B nebo C) rovnoměrně na rotor. Dbejte na to, aby byl spoj vtlačení do rotoru. Umístěte držák listů rotoru (10) nahoru na instalované listy. Dejte pozor na směr držáku listů rotoru. Našroubujte uzávěr jednotky lopatek (11) nahoru na jednotku lopatek.

**\*Neutahujte uzávěr jednotky lopatek příliš pevně, jak by mohlo být těžké jednotku lopatek opět uvolnit.**

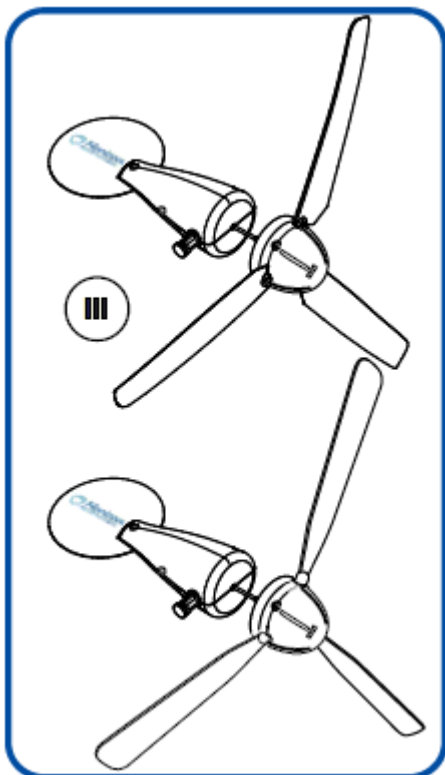
### List rotoru

Umístěte rotor (8) na rovný povrch stolu. Instalujte 3 díly stejného druhu plechových listů (12) (označeno jako A) rovnoměrně na rotor. Dbejte na to, aby byl spoj vtlačení do rotoru. Umístěte držák listů rotoru (10) nahoru na instalované listy. Dejte pozor na směr držáku listů rotoru. Našroubujte uzávěr jednotky lopatek (11) nahoru na jednotku lopatek.

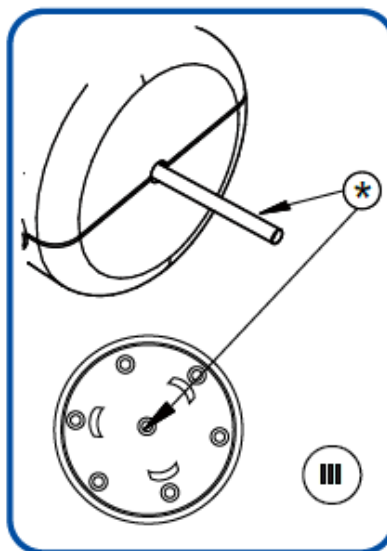
**\*Neutahujte uzávěr jednotky lopatek příliš pevně, jak by mohlo být těžké jednotku lopatek opět uvolnit.**



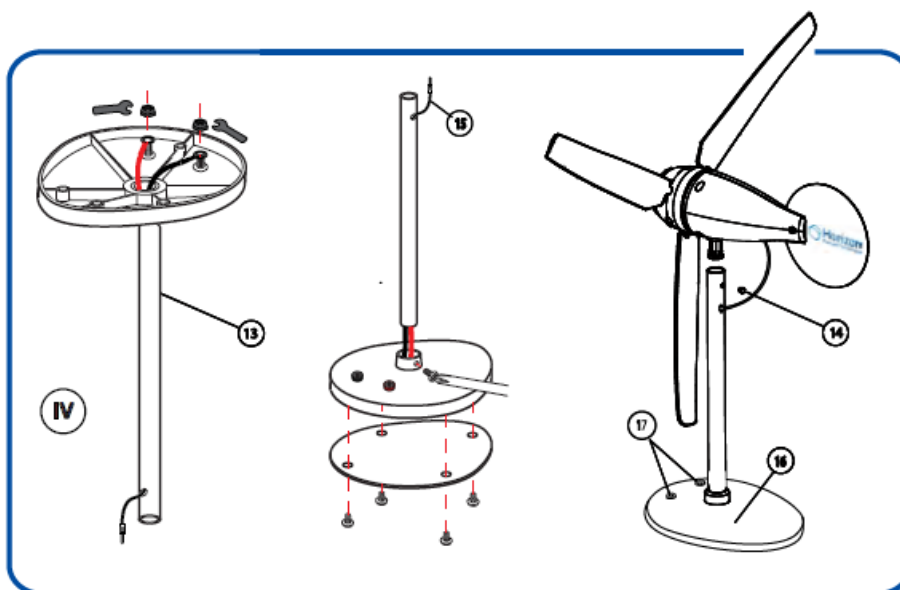
### III. Montáž jednotky listu rotoru



Zatlačte hřídel rotoru do rotoru, abyste zajistili, že jsou hlavní část a hlava rotoru správně spojené. Zajistěte, aby byla jednotka listu rotoru kompletně smontovaná až k hřídeli. Zkontrolujte, že je jednotka listu rotoru bezpečně připojena k hřídeli turbíny. Rotor by nemohl účinně otáčet hřídel rotoru a nevyráběl by elektrický proud.



### IV. Montáž sloupku a nosné konstrukce



### Umožnění otáčení:

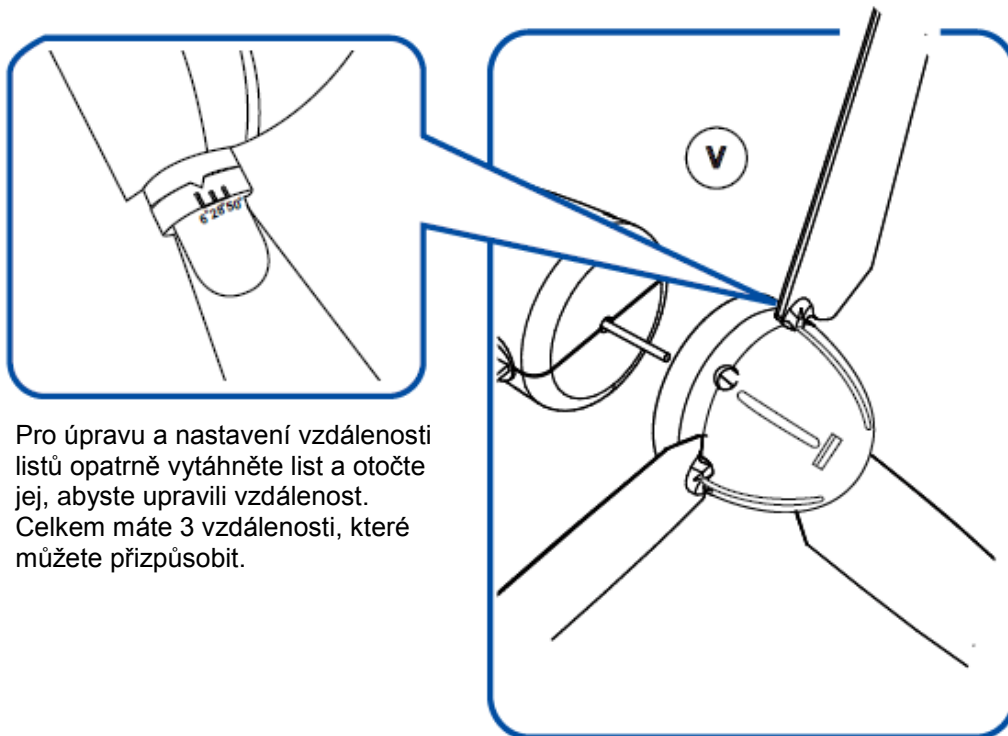
Otáčení okolo svislé osy.

Otvor kabelové přípojky by se měl nacházet na stejné straně trubičky (13), se dvěma vertikálně vyrovnanými otvory. Zasuňte hliníkovou trubičku do podstavce. Instalujte hlavní díl nahoře na hliníkovou trubičku a zajistěte jej šroubem (14). Šroub by měl ze zadní strany tělesa větrné elektrárny zasahovat do drážky plastového čepu, aby bylo umožněno otáčení a pohyb tělesa větrné elektrárny.

### Zamezení otáčení (není vyobrazeno):

Otvor kabelové přípojky by se měl nacházet na protilehlé straně trubičky (13) se dvěma vertikálně vyrovnanými otvory. Zasuňte hliníkovou trubičku do podstavce. Instalujte hlavní díl nahoře na hliníkovou trubičku a zajistěte jej šroubem (14). Šroub by měl z přední strany tělesa větrné elektrárny zasahovat skrz otvor na hliníkové trubičce do stabilního plastového čepu, aby bylo zamezeno otáčení a pohyb tělesa větrné elektrárny.

### V. Nastavení úhlu náběhu listů rotoru



Pro úpravu a nastavení vzdálenosti listů opatrně vytáhněte list a otočte jej, abyste upravili vzdálenost. Celkem máte 3 vzdálenosti, které můžete přizpůsobit.

### Úhel náběhu $\alpha$

Listy rotoru mají v různých úsecích odlišný úhel pro optimalizaci výkonu. Toto nastavení má kompenzovat různé rotační pohyby listů rotoru u různých poloměrů (úseků) tak, aby listy rotoru v určitém úseku nezůstaly stát. Pro lepší pochopení byste se měli dozvědět více o parametru, který se nazývá koeficient vysoké rychlosti. Tento koeficient definuje, jak rychle se turbína otáčí při určité rychlosti větru. Při změně úhlu náběhu listů rotoru se změní také tento koeficient. Tím se změní výstupní výkon turbíny. Indikace úhlu náběhu rotoru se vztahuje na úhel náběhu na horním konci listů rotoru. Každá značka znamená změnu o 22 stupňů. Proto lze úhel náběhu nastavit na 6 až 50 stupňů.

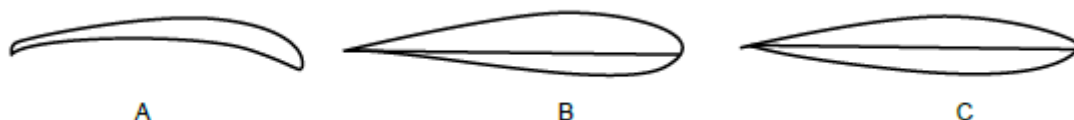
Při malém nastavení úhlu náběhu musí být počáteční rychlost větru velmi vysoká. Maximální výstupní výkon získáme při úhlu náběhu 28 stupňů. Počáteční rychlost větru je vyšší při nízkém úhlu náběhu. Je-li rychlost větru příliš malá, měli byste zvýšit úhel náběhu, abyste získali vyšší výkon.

### Specifikace větrné turbíny:

Typ listu rotoru	Počet listů rotoru	Rychlost větru (mph)	Zatížení (Ohm)	Výstupní napětí (V)	Výstupní intenzita proudu (mA)	Výstupní výkon (W)	Rychlost rotoru (RPM)
A	3	10	50	1,15	28	0,03	400
B	3	10	50	1,35	30	0,04	490
C	3	10	50	2,50	50	0,125	705

### Různé druhy listů rotoru

Vzdělávací sada Řídicí jednotka větrné turbíny obsahuje tři profilované typy listů rotoru. Po dosažení maximálního výkonu s jedním typem můžete listy rotoru nahradit jiným typem a porovnat dosažený výkon.

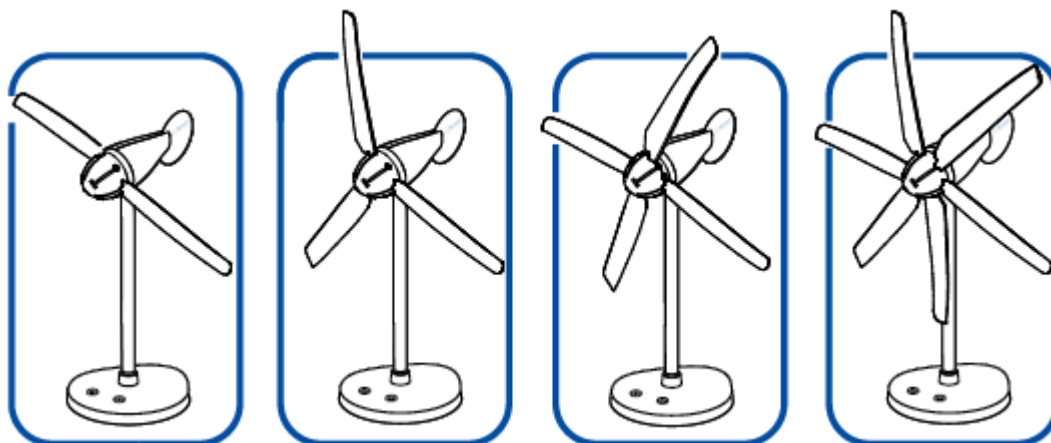


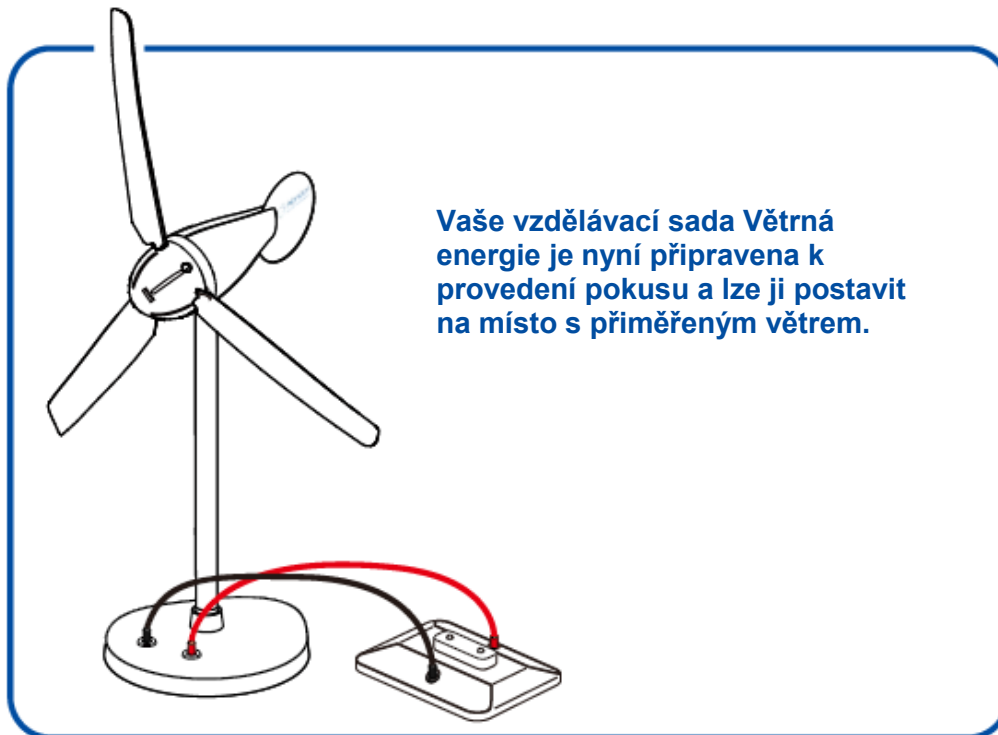
Nemáte-li k dispozici dostatečný vítr, zkuste počet listů snížit na 2 ks, protože docílíte trochu vyššího výkonu než se 3 listy. Instalace více listů rotoru umožňuje, aby se turbína při menším větru otáčela rychleji.

### Změna počtu listů rotoru

Pro listy rotoru je k dispozici 6 pozic a lze instalovat až 6 listů rotoru. Pokud instalujete 6 listů rotoru, je nastavení úhlu náběhu omezené. Doporučujeme provádět pokus s 2,3,4 a 6 instalovanými listy při různých rychlostech větru a úhlech náběhu.

Nemáte-li k dispozici dostatečný vítr, zkuste počet listů snížit na 2 ks, protože docílíte trochu vyššího výkonu než se 3 listy. Instalace více listů rotoru umožňuje, aby se turbína při menším větru otáčela rychleji.





Většinou je zdrojem větru pro pokusy s větrnou sadou podlahový nebo stolní ventilátor. Větší ventilátor umožňuje testovat výkon větrné turbíny při vyšší rychlosti. Můžete ventilátor nastavit níže nebo zvětšit vzdálenost mezi turbínou a ventilátorem, chcete-li zajistit nižší rychlost větru. Je obtížné dosáhnout vysoké rychlosti větru s malým ventilátorem. Ventilátor o průměru 16" je vhodný pro provedení většiny pokusů. Pro optimalizaci výkonu upravte střed ventilátoru na střed strojovny. Proto je výhodou, když lze výšku ventilátoru nastavit.

Přírodní vítr nikdy nevane rovnoměrně. Proto se také mění výstupní výkon turbíny. To vede k nejistotě při odečítání a měření během pokusů. Pro snížení měnící se rychlosti větru z důvodu turbulencí provádějte nastavení uprostřed haly nebo použijte větrný tunel. Rychlost větru se za těchto okolností bude měnit méně intenzivně.

S integrovaným LED modulem můžete demonstrovat výstupní výkon, který větrná sada produkuje a využít tento výkon ke svícení LED světél na modulu. Můžete použít monitor energie FCJJ-24 od firmy Horizon (není součástí dodávky) k měření LED.

LED modul jednoduše připojte pomocí červeného a černého kabelu z modulu do červené a černé vstupní zdířky na podstavci. Naléhavě doporučujeme, abyste modul připojili tehdy, když není větrná elektrárna v pohybu a nenachází se ještě u zdroje větru. Uspořádejte kabely tak, aby se nemohly zamotat do rotujících listů. Použijte REM a změřte, kolik napětí je vyprodukováno ve vašich podmínkách pokusu.

Tento LED modul je konstruován jako základní přístroj pro názornou ukázkou. K provedení více podrobných pokusů a využití kompletní didaktické hodnoty vaší větrné sady doporučujeme zakoupení monitoru ze sady Obnovitelná energie od firmy Horizon. S přístrojem a ve spojení s elektrolyzérem PEM od firmy Horizon můžete provádět celou řadu pokusů, včetně:

## **Pokročilé experimenty provádějte se vzdělávací sadou Větrná energie!**

Níže je uveden výčet dalších větrných pokusů, které můžete provádět s větrnou turbínou Windpitch a multimetrem nebo s laboratoří s monitorem ze sady Obnovitelná energie od firmy Horizon a s počítačem.

- **Využití různých tvarů listů k výrobě energie**  
Tento pokus ukazuje, jak listy s rozdílným zakřivením vyrábějí různě velkou výstupní energii. Listy větrné turbíny jsou tvarované jako křídla letadla a jedna velikost nespĺňuje všechny požadavky. Budete provádět měření a naučíte se, jak lze se správným tvarem listů dosáhnout optimálního výkonu při různých intenzitách větru.
- **Kolik listů je optimální? 1,2,3,4...**  
Použití správného počtu listů rotoru pro určitou intenzitu větru je důležité pro získání maximální elektrické energie z větrné turbíny. Budete provádět měření a pochopíte, kolik listů potřebujete, abyste dosáhli nejlepších výsledků.
- **Nastavení úhlu náběhu listů pro nejlepší výkon**  
Nastavení úhlu listů před větrem a za větrem je důležitý prvek pro dosažení maximálního výkonu nebo snížení rychlosti otáček. Tento pokus ukazuje techniky zpoždění a sklapnutí a nastavení úhlu náběhu listů pro dosažení maximální energie z větrné síly.
- **Kolik energie lze získat z větrné síly**  
I když je větrná energie volně dostupná, dokud vane vítr, přesto podléhá určitým fyzikálním zákonům. Tento pokus ukazuje, jak se měří rychlost větru versus extrahovaná větrná síla.
- **Využití větrné síly pro generování vodíku**  
Důležitým využitím větrné síly je výroba vodíku čistým a ekologickým způsobem. Tento pokus přesně ukazuje, jak to funguje.
- **Měření výkonu větrné turbíny pomocí RPM**  
Pomocí našeho elektronického měřicího přístroje můžete měřit napětí, elektrický proud, energii a rotační rychlost RPM (otáčky za minutu) turbíny a odečítat je na měřicím přístroji a na počítači. Sledujte RPM, protože se mění v závislosti na rychlosti větru a odporové zátěži a vyzkoušejte si, jak lze zpomalit a zastavit otáčení větrné turbíny, aniž byste se jí jen dotknuli, pouhým přidáním určitých kombinací odporu. Proveďte měření větrné síly a účinnosti turbíny, abyste skutečně porozuměli tomu, jak pozoruhodně přístroje fungují.
- **Sestavení větrné farmy**  
Uspořádejte několik větrných turbín do sériové a paralelní konfigurace, abyste mohli prověřit vygenerované napětí, elektrický proud a intenzitu. Navrhněte simulaci komerčního větrného parku v modelové velikosti a seznamte se s potenciálem větrné síly jako zdrojem hromadné energie.  
Pořídte si další vzdělávací stavebnice z řady Větrná sada, moduly propojovacích panelů a červené/černé spínací dráty ke spojení více turbín v sériovém a paralelním zapojení:  
<http://www.horizonfuelcell.com>



## Bezpečnost

Než začnete provádět s větrnou turbínou experimenty, pamatujte, prosím, že rotor může rotovat několika tisíci RPM (otáčky za minutu) zejména, když není připojen žádný náboj. Jestliže je rychlost větru vysoká a turbína je nastavená na maximální výstupní energii, může být rychlost otáčení rotoru velmi vysoká. Můžete se zranit, když dojde k vašemu kontaktu s listy rotoru. Doporučujeme nosit ochranné brýle, pokud se vaše hlava nachází v blízkosti rotujících listů rotoru. Měli byste turbínu řádně instalovat, aby se nemohla „posunovat“ nebo kymáčet a spadnout. Hmotnost podstavce je oproti dřívějším verzím těžší, aby se zamezilo „pohybům“ turbíny. Umístěním gumové podložky z pěnové hmoty nebo tenké knihy pod základ rotoru pomůžete turbínu stabilizovat, jestliže je povrch stolu příliš tvrdý. Na prodloužený podstavec můžete umístit lepicí pásku, abyste turbínu připevnili k pevnému povrchu. Pokud turbína při vysoké rotační rychlosti spadne, nepokoušejte se ji chytit, aby nedošlo ke zranění. Rozšíření o „prodloužený podstavec“ zvyšuje průměr podstavce a snižuje pravděpodobnost pádu turbíny. Pamatujte, prosím, na to, že prodloužený podstavec musí být umístěn ve směru listů rotoru, aby se zamezilo pádu turbíny. Protážení kabelů z turbíny k hliníkové trubce skrz otvory na sloupku a na podstavci k dalším přístrojům brání tomu, aby se kabely namotaly do listů rotoru. Výše uvedená opatření předcházejí úrazům při uvádění turbíny do chodu. Přesto musíte zajistit, aby experimenty byly prováděny v bezpečném prostředí. Dozor dospělé osoby je nezbytně nutný. Větrná turbína není vhodná pro děti do 12 let.