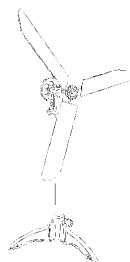


Pokročilá veterná experimentálna súprava

(kód: KW-AWX, KW-AWXC)

Tento návod vám pomôže zostaviť pokročilú veternú experimentálnu súpravu. Niektoré časti sú dodávané čiastočne zložené, iné budete musieť zostaviť sami. Turbína vám umožní maximálnu variabilitu a experimentovanie, pričom jej výstupný výkon podstatne zvyšuje použitie prevodovky.



Obsah balenia

Pokročilá veterná experimentálna súprava

- Zostava ozubených kolies s cievkou (1)
- Generátor veternej turbíny s vodičmi (1)
- Generátor veternej turbíny s vysokým otáčavým momentom s vodičmi (1)
- Montážna zostava motora (2)
- Hlavica veternej turbíny (1)
- Doska energetického výstupu (1)
- Polovica tela (2)
- Noha základne stožiar (3)
- Uzatvárací krúžok základne stožiar (1)
- Hlavica základne stožiar (1)
- Plastové zdvíhacie vedierko (1)
- 250 ml odmerný valec (1)
- Uhlomer uhla listu vrtule (1)
- 20" drevený stožiar (1)
- 1/2" podložka (25)
- Malá vodná pumpa (1)
- 12" x 1/4" priesvitná hadička (1)
- 8" Šesťhranná os s hlavickou rýchlospojky (1)
- 1/4" x 5" kolíky* (25)
- Doska energetického výstupu * (1)
- 3" x 12" x 3/32" drevené balzové listy* (5)
- 3" x 12" drevotrieskové listy vrtule* (10)
- 4' lanko* (1)

Triedna zostava

- Zostava ozubených kolies s cievkou (3)
- Generátor veternej turbíny s vodičmi (3)
- Generátor veternej turbíny s vysokým otáčavým momentom s vodičmi (3)
- Montážna zostava motora (4)
- Hlavica veternej turbíny (8)
- Doska energetického výstupu (1)
- Polovica tela (6)
- Noha základne stožiar (9)
- Uzatvárací krúžok základne stožiar (3)
- Hlavica základne stožiar (3)
- Plastové zdvíhacie vedierko (3)
- 250 ml odmerný valec (1)
- Uhlomer uhla listu vrtule (3)
- 20" drevený stožiar (3)
- 1/2" podložka (75)
- Malá vodná pumpa (1)
- 12" x 1/4" priesvitná hadička (1)
- 8" Šesťhranná os s hlavickou rýchlospojky (3)
- 1/4" x 5" kolíky* (150)
- Zostava energetického výstupu * (3)
- 3" x 12" x 3/32" drevené balzové listy* (25)
- 3" x 12" drevotrieskové listy vrtule* (50)
- 4' lanko* (3)
- 18 1/2" x 11" drevotrieskové listy* (25)

POZNÁMKY: Výrobky Vernier sú určené len pre účely výuky. Naše výrobky neodporúčame pre žiadne priemyselné, lekárske alebo komerčné procesy, ako je záchrana života, diagnostika pacientov, riadenie výrobných procesov alebo priemyselné testovanie akejkoľvek povahy.

*Táto súčasť je spotrebný materiál a nespadá pod záruku.

Konštrukcia

Zostava stožiaru KidWind

Stožiar turbíny pozostáva zo šiestich častí:

- 1 drevený stožiar
- 1 stredová hlavica
- 1 upevňovací disk
- 3 nohy

1. Upevnite jednu nohu do stredovej hlavice.
2. Ostatné dve nohy upevnite rovnakým spôsobom.
3. Nasuňte upevňovací disk na stožiar, asi 6" (asi 15 cm od spodného konca). **Poznámka:** Ak ide ťažko, mierne očistite stožiar brúsny papierom.
4. V polohe, keď zuby upevňovacieho disku smerujú dole, vložte stožiar do stredovej hlavice.
5. Posuňte upevňovací disk dole stožiarom do hlavice a uzamknite stožiar na svojom mieste.

Ak chcete nohy rozobrať, použite jeden z 1/4" kolíkov ako páku. Vložte ho do medzery na nohe pod hlavicu a vytlačte ju. Noha vypadne.

► Ďalšiu pomoc nájdete v online videách!

Pomoc s montážou a rozoberaním stožiaru a základne nájdete v krátkom videu na www.KidWind.org/videos

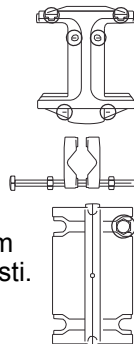
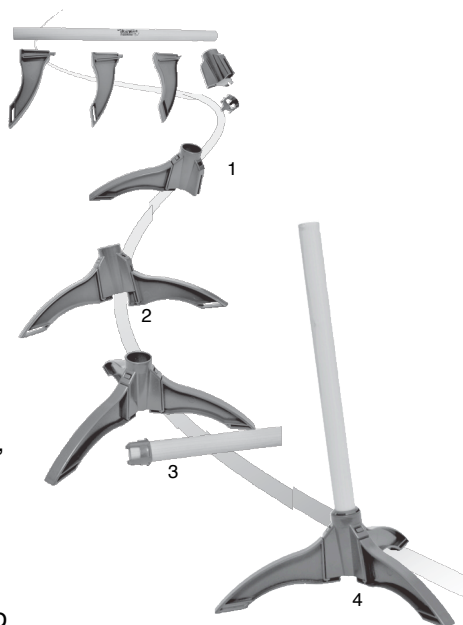
Urobte si sami PVC stožiar

Stožiar a základňu je možné zhotoviť z polyvinylchloridovej rúrky (PVC).

Návod nájdete na: www.vernier.com/til/3198

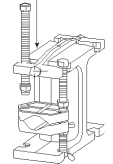
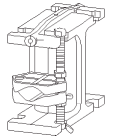
Stavba gondoly

1. Priložte k sebe dva rovnaké výlisky polovic gondoly. Na každej strane sú tri malé otvory. Zmontujte ich zaskrutkovaním šiestich malých skrutiek do týchto otvorov.
2. Naskrutkujte šesťhrannú maticu asi do 2/3 dĺžky 4" skrutky. Teraz nasuňte dve montážne časti motora na túto skrutku tak, aby konkávne časti smerovali navzájom k sebe (pozrite obrázok). Potom naskrutkujte druhú šesťhrannú maticu na skrutku pod montážne časti.
3. Všimnite si, že vrch gondoly má vybrania vytvarované na hlavy skrutiek.
4. Vsuňte skrutku (s maticami a montážnymi časťami) do vybrania. Na

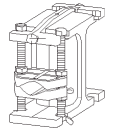


spodnú časť skrutky potom dajte šesťhrannú maticu tak, aby sedela v gondole.

5. Naskrutkuje krídlovú maticu asi do 1/3 dĺžky druhej 4" skrutky. Vsuňte túto skrutku do horného vybrania, cez montážne časti motora. Naskrutkujte šesťhrannú maticu na skrutku pod montážne časti. Naskrutkujte krídlovú maticu na skrutku tak, že budete môcť vsunúť dole do spodného vybrania. Teraz zaistíte druhú skrutku druhou krídlovou maticou tak, ako ste to urobili s prvou skrutkou.
6. Utiahnite všetky matice a skrutky tak, aby bola gondola bezpečne zmontovaná. Dajte pozor, aby ste nepritiahli krídlové matice na spodku gondoly príliš silno, lebo by ste mohli gondolu deformovať. Príliš silné utiahnutie nemusí čokoľvek poškodiť, ale môže spôsobiť menšiu účinnosť turbíny.



Krídlové matice a šesťhranné matice sú pri stavbe gondoly zámenné. Krídlové matice sa ľahšie skrutkujú, menšie rozmery šesťhranných matíc umožňuje variabilnejšie konfigurácie.

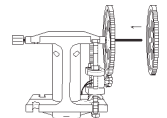
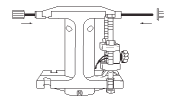
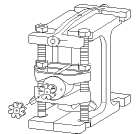
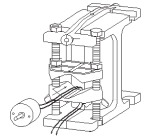


► Ďalšiu pomoc nájdete v online videách!

Pomoc so stavbou gondoly pokročilej experimentálnej zostavy nájdete k krátkom videu na www.KidWind.org/videos

Prevody a motory pokročilej experimentálnej zostavy

1. Uvoľnite držiaky motora na generátore veternej turbíny alebo na generátore s vysokým otáčavým momentom. Potom upevnite matice dole, na držiaku motora, aby bol generátor bezpečne upevnený na svojom mieste. **Iná možnosť:** Ak používate stožiar z PVC, môžete viesť vodiče od motora cez vybranie v gondole za držiakom motora. Vodiče môžu potom ísť dole v PVC rúrke. Na drevenom stožiarovi môžu vodiče ísť bokom gondoly. Vodiče môžete upevniť na drevený stožiar elektrickými sťahovacími páskami alebo lepiacou páskou.
2. Namontujte najmenšie ozubené koleso (pastorok) na pohonnú os generátora. Malý otvor v kolese by mal tesne pasovať na pohonnú os generátora.
3. Vsuňte šesťhrannú os s namontovanou hlavicou s rýchlospojku do otvoru hore na gondole. Pri vsúvaní možno bude potrebné osou kývať alebo otáčať. Nasuňte šesťhrannú záražku na šesťhrannú os tak, aby jej prsteň smeroval ku gondole.
4. Namontujte na šesťhrannú os 16, 32 alebo 64 zubové koleso. Koleso môžete namontovať na ktorúkoľvek stranu gondoly, odporúčame však montovať kolesá na opačnú stranu gondoly. Môžete ich potom ľahšie vymieňať a manipulovať s uhlom lopatiek. Nakoniec posuňte generátor hore alebo dole tak, aby jeho pastorok zapadol do ozubeného kolesa na šesťhrannej osi.



5. Celok gondoly nasuňte na stožiar. Upevnite gondolu na jej mieste zaskrutkovaním jednej alebo viacerých malých skrutiek do otvorov dole na gondole.

Použitie 64 zubového kolesa (najväčší prevodový pomer)

Ak použijete najväčšie ozubené koleso, zistíte, že sa dá namontovať, len pri použití šesťhranných matíc pod držiakmi motora, pretože krídlové matice sú príliš vysoké. Ak použijete najmenšie ozubené koleso, musíte použiť nad držiakmi motora šesťhranné matice. Otáčajte hlavicom, aby ste sa ubezpečili, že ozubené koleso a malé pastorkové koleso na motore sa dobre otáčajú.

Použitie 16 zubového kolesa (najmenší prevodový pomer)

Keďže 16 zubové koleso je veľmi malé, je náročné dostať generátor dostatočne vysoko na hlavnom telese, aby ozubenia zapadli do seba. Keď chcete použiť malý prevodový pomer, musíte použiť generátor s veľkým otáčavým momentom. Odmontujte hornú polovicu držiaka motora a vsuňte malý kus kartónu alebo zloženého papiera medzi generátor a hlavné teleso uloženia. Aby ozubené kolesá perfektne zapadli do seba, budete musieť upraviť šírku tejto vložky. Upevnite matice dole na držiaku motora, aby bol generátor bezpečne upevnený na svojom mieste. Ak ozubené kolesá nezapadajú dobre do seba, upravte papierovú vložku.

Šesťhranná zarážka a hlavica s rýchlospojkou

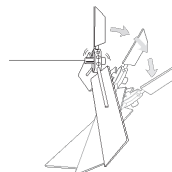
1. Pohonná os so šesťuholníkovým prierezom umožňuje na seba namontovať šesťhrannú zarážku. Ak namontujete ozubené kolesá alebo cievku výťahu na zadnú stranu gondoly, šesťhranná zarážka sa nebude dať nasunúť na pohonnú os.
2. Hlavica s rýchlospojkou (HQC) umožňuje jednoduché odmontovanie a namontovanie hlavice. Umožňuje to používateľom, pri intenzívnej práci v triede, rýchlo a jednoducho meniť konfiguráciu lopatiek.



Silný vietor, veľké alebo nevyvážené lopatky turbíny a opotrebenie môže uvoľniť HQC.

HQC sa dodáva s malou skrutkou, ktorá drží hlavicu namieste. Ak sa hlavica stále šmýka, nastavte lopatky tak, aby ich hmotnosti, uhly, veľkosť a tvar boli rovnaké, teda aby bol rotor dobre vyvážený. Zatláčajte hlavicu čo najďalej, ako sa dá. Prilepte hlavicu na HQC.

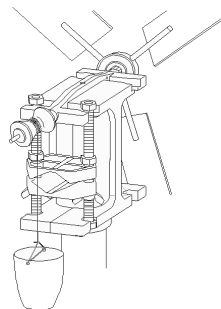
Poznámka: Hlavica je vyrobená tak, aby veľmi tesne sedela na rýchlospojke, ak sú však lopatky nevyvážené, alebo turbína nesmeruje priamo proti vetru, môže sa uvoľniť. Dávajte pozor na lopatky, ktoré nie sú vyvážené.



Konfigurovanie pokročilej veternej experimentálnej zostavy

Výt'ah z pokročilej veternej experimentálnej zostavy

Zdvíhanie bremien pomocou veternej turbíny je ďalším výborným spôsobom využitia veternej energie. Premeňte pokročilú veternú experimentálnu zostavu na zdvíhaciu turbínu. Odmontujte generátor a jeho držiak. Nechajte hlavicu a pohonnú os namontované v gondole a nasuňte na pohonnú os jednu šesťhrannú zarážku. Zatláčajte drevenú cievku tak, aby zapadla do šesťhrannej zarážky, a za cievku nasuňte druhú šesťhrannú zarážku. Príruba šesťhrannej zarážky zapadne do vnútra otvoru vyvrtaného v cievke. Privažte a prilepte páskou lanko o cievku. Druhý koniec lanka dobre upevnite na nádobu. Nádobu bude niesť závažia, na tento účel je v súprave sada podložík.



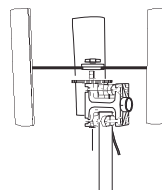
Pokročilú veternú experimentálnu zostavu je možné zostaviť aj ako výt'ah.

Porovnajtie si mechanickú a elektrickú energiu vetra.

Vertikálna os (VAWT)

Premeňte pokročilú veternú experimentálnu súpravu na veternú turbínu s vertikálnou osou (VAWT). Budete potrebovať dva držiaky motora, jeden na každú stranu gondoly. Dajte stožiar do zadného motorového držiaka, a namontujte ozubené kolesá a generátor na tú istú stranu, ako je hlavica.

Pre vertikálnu zostavu VAWT budete musieť zostrojiť iné lopatky, typu H-rotor, podľa obrázku.

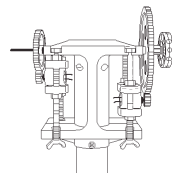


Pokročilá veterná experimentálna súprava konvertovaná na turbínu s vertikálnou osou

Dvojgenerátorový systém s pokročilou veternou experimentálnou súpravou

Pokročilú veternú experimentálnu súpravu je možné zostaviť ako systém s dvoma generátormi. Ak si zakúpite ďalšiu sadu motorových držiakov, matíc a skrutiek (obj. kód KW-MTRMNT), môžete namontovať jednosmerný motor na prednú aj zadnú časť gondoly.

Dva generátory môžete zapojiť do série alebo paralelne. Ak sú zapojené do série, napätie sa zvýši. Ak sú zapojené paralelne, zvýši sa prúd. Pred zapojením generátorov skontrolujte ich polaritu.



Pokročilú veternú experimentálnu súpravu je možné zostaviť s dvoma generátormi

① Stanovenie polarity

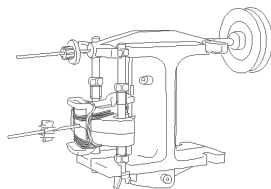
Keď chcete stanoviť správnu polaritu turbíny, pripojte ju na senzor napätia alebo na multimeter. Ak je indikované napätie kladné, vodič pripojený k červenej svorke senzora napätia alebo multimetra vedie od kladného výstupu. Ak je indikované napätie záporné, vodič pripojený k červenej svorke senzora napätia alebo multimetra vedie od záporného výstupu. Je vhodné, aby ste si označili vodiče lepiacou páskou, aby ste vedeli, ktorý je kladný a ktorý záporný.

Pridavný GENPack k pokročilej veternej experimentálnej súprave

S prídavnou GENPack súpravou (obj. kód KW-GP) môžete namiesto existujúcich generátorov zostaviť svoj vlastný generátor. Skúmaním Faradayovho zákona, generovania striedavého prúdu a elektromagnetizmu môžete študovať, ako sa vyrába elektrina.

GENPack pasuje do gondoly pokročilej veternej experimentálnej súpravy. Obsahuje silný neodymový magnet, medený drôt magnetu a krabičku na zostavenie vlastného generátora.

Dobre skonštruovaný GENPack generátor môže podstatne predčiť existujúce generátory zo súpravy!



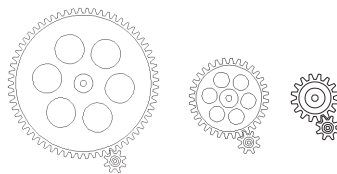
Pridanie GENPack súpravy zvýši experimentálnu hodnotu pokročilej veternej experimentálnej súpravy

Generátory

Jednosmerný generátor vo veternej turbíne je jednosmerný motor, ktorý sa otáča energiou vetra. Magnety a vodiče v generátore transformuje energiu vetra na elektrinu. Manipuláciou so silami magnetov a s cievkami vodičov vnútri generátora môžeme vplývať na energetický výstup. V súprave sú dva generátory rozličnej technickej kvality.

Pomery prevodov

Pre generovanie druhu elektriny, ktorú bežne používame, sa musí generátor otáčať veľmi rýchlo. Stručne povedané, čím rýchlejšie sa budú cievky v blízkosti magnetu otáčať, tým viac elektrónov bude tlačенých cez vodič. Keď ste pozorovali funkčnú veternú turbínu, určite ste si všimli, že jej lopatky sa otáčali veľmi pomaly. Na dostatočne rýchle otáčanie generátorov turbíny používajú prevody. Prevody veternej turbíny rozširujú jej mechanické možnosti a znásobujú mechanickú silu otáčajúcich sa lopatiek. Robí sa to ozubenými kolesami s rozličným počtom zubov. Keď sa väčšie ozubené koleso otočí o jednu otáčku, menšie koleso, aby ho mohlo sledovať, sa musí otáčať rýchlejšie.



8:1

4:1

2:1

Pokročilá veterná experimentálna súprava obsahuje tri rôzne pomery ozubených kolies. Najmenšie koleso sa montuje na pohonnú os generátora a nazýva sa pastorok. Pastorok má 8 zubov. Iné tri kolesá, ktoré sa montujú na hlavnú šesťhrannú os, majú 16, 32 a 64 zubov.

„Prevodový pomer“ je vzťah medzi počtom zubov dvoch alebo viacerých ozubených kolies, ktoré sú navzájom v zábere. Napríklad, keď idete na bicykli, predné reťazové koleso má napríklad 48 zubov a zadné koleso má 16 zubov. To znamená, že vždy keď pedálmi otočíte o jednu otáčku, zadné koleso sa otočí o tri otáčky ($48 \div 16 = 3$). Prevodový pomer je 3 ku 1 (3:1). Veterné turbíny fungujú rovnakým spôsobom, s tým rozdielom, že majú prevodový pomer 100:1, alebo viac. Vždy, keď urobia lopatky jednu otáčku, generátor sa otočí 100 krát.

① Ďalšiu pomoc nájdete v online videách!

Pomoc k zostaveniu prevodov pokročilej veternej súpravy nájdete v krátkom videu k danému predmetu na www.KidWind.org/videos

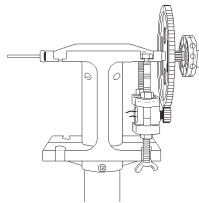
Riešenie problémov

Prečo sa rotor neotáča, keď dám turbínu pred ventilátor?

Skontrolujte orientáciu lopatiek. Sú orientované rovnakým smerom? Sú plocho orientované? Narážajú do stožiaru? Prezrite si nejaké obrázky veterných mlynov, aby ste dostali nejaké myšlienky ako orientovať lopatky.

Prečo sa prevodovka otáča pomaly a zdá sa tuhá?

Prevodovka vnáša do systému určité trenie. Preto sa musíte ubezpečiť, že lopatky generujú dostatočný otáčavý moment (moment sily), aby prekonal toto trenie. Môžete skúsiť posunúť generátor (hore alebo dole), aby ozubené kolesá do seba dobre zapadali. Dbajte, aby ozubená neboli tesné ani voľné.



Ak montujete prevody do prednej časti gondoly, posuňte šesťhrannú zarážku a jej ozubené koleso po osi tesne za hlavicu tak, ako je to na obrázku. Dbajte pritom, aby bolo v tej istej rovine hlavné pohonné koleso s pastorkom namontovaným na generátore.

Prečo turbína spomalí, keď pripojím záťaž (odpor, pumpu, žiarovku, motor)?

Elektrické záťaže vždy majú nejaký elektrický odpor. Odpor „odporuje“ toku prúdu. To sťažuje pretlačanie elektrónov cez obvod. Čím viac záťaže pridáte, tým ťažšie sa bude generátor otáčať a lopatky budú musieť generovať väčší otáčavý moment. Najlepším spôsobom na to je zväčšiť uhol lopatiek, urobiť väčšie lopatky alebo nájsť silnejší vietor.

Prečo sa indikované hodnoty napätia rôzne menia?

Hodnoty môžu fluktuovať, pretože fluktuuje vietor vytváraný ventilátorom. Môže to byť spôsobené tiež nepravidelným otáčaním sa lopatiek, alebo zmenou ich tvaru počas otáčania. Okrem toho, nepravidelné hodnoty môžu spôsobovať nevyvážené lopatky, nerovnomerne umiestnené lopatky, alebo lopatky, ktoré poskytujú nerovnaký ťah.

Je ventilátor dobrým zdrojom vetra na účely testovania?

Ventilátor roztočí turbínu, ale nie je to to isté ako vietor vonku. Vietor vytváraný ventilátorom pozostáva z veľkej časti z rotácie a turbulencie vzduchu. Nie je preto veľmi plynulý. Keď chcete vidieť túto turbulenciu, podržte malý kúsok nite pred ventilátorom a pohnite ním od stredu smerom vonku. Mal by smerovať stále rovno. Smeruje takto?

Môžem zobrať turbínu vonku? Môžem ju tam ponechať?

Veternú turbínu môžete zobrať, používať a testovať aj vonku. Keď však nemáte otáčajúcu sa vežu, nebude sledovať smer vetra a nebude sa preto chovať optimálne. Aby dobre fungovala, budete ju musieť stále otáčať v smere k vetru. Nie je dobré, aby ste ju ponechávali vonku dlhší čas. Je určená pre základné laboratórne testovanie, nie na odolávanie podmienkam vonku.

Na základe výkonu v rovnici vetra sa zdá, že dlhšie listy budú dávať vyšší výkon. Prečo to neplatí pre moju turbínu?

Lopatky vašej turbíny môžu byť väčšie ako je priemer ventilátora. V tomto prípade bude prebytočná dĺžka iba prispievať iba k odporovej sile a bude lopatky spomaľovať. Navyac, zle skonštruované dlhé lopatky budú vyvolávať v blízkosti svojich koncov veľký odpor a vyvolávať spomaľovanie. Tým sa bude negovať pozitívny vplyv pridanej dĺžky. Krátke lopatky sa budú otáčať rýchlejšie ako dlhé, teda ak budete merať len napätie, budú sa chovať lepšie. Skúste kratšie lopatky so záťažou v sérií a zistíte, či dávajú dostatočný moment sily na otáčanie. Vo veľa prípadoch to tak nebude.

Stožiar sa kýve alebo padá. Ako ho môžem stabilizovať?

Ak je rotor veľmi veľký, silný vietor môže kývať stožiarom alebo spôsobiť jeho pád. Skúste upevniť základňu na podlahu alebo na stôl lepiacou páskou. Často pomôže aj zaťaženie vreckami naplnenými pieskom alebo inými ťažkými predmetmi.

Ďalšie zdroje

Ďalšie informácie o veternej energii nájdete v dokumente KidWind, Learn Wind, nájdete ho na http://learn.kidwind.org/sites/default/files/learn_wind.pdf

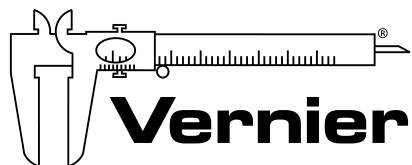
Záruka

Záručné podmienky platné na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod zárukou nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje.



Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s.r.o,
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk



Measure. Analyze. Learn.™

Preklad: Peter Spišák, 2015