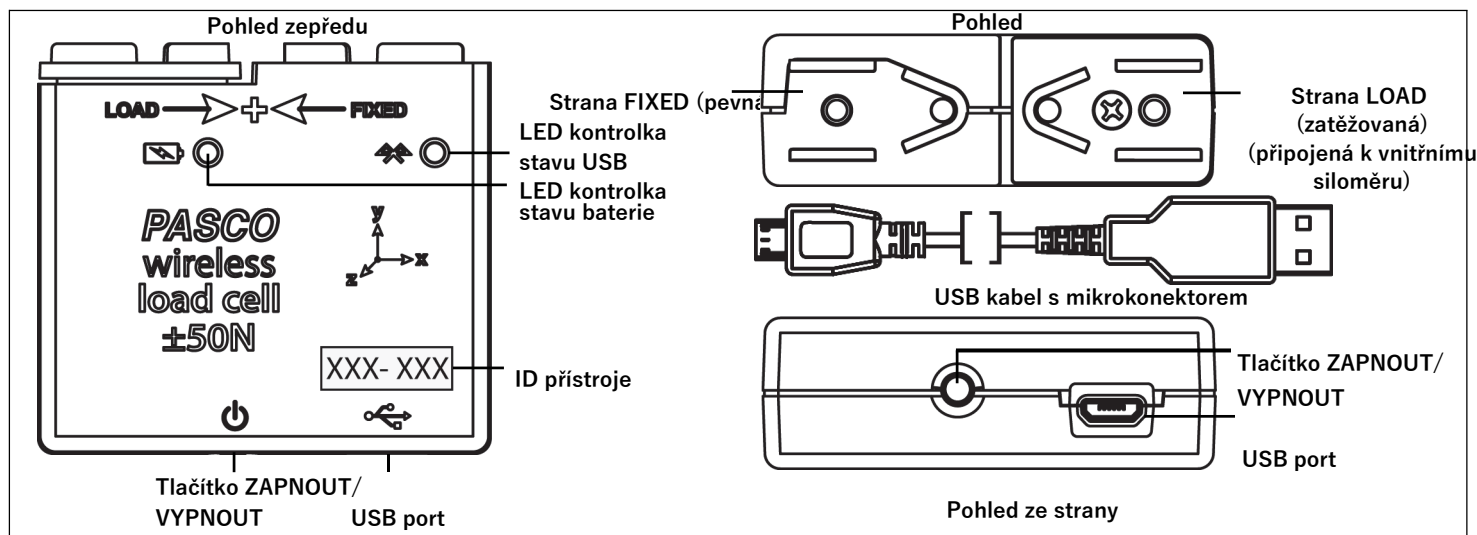


# Bezdrátový siloměr ±50 N

PS-3216

Napájení: dobíjitelná baterie

Připojení:  Bluetooth<sup>®</sup> SMART nebo USB kabel



## Hardware

Součásti balení	Číslo dílu (Ref. č.)
Bezdrátový siloměr ±50 N	PS-3216
USB kabel s mikrokonektorem (1 metr)	

## Úvod

Bezdrátový siloměr ±50N je kombinací bezdrátového a USB senzoru. K počítači nebo tabletu se připojuje přes Bluetooth, k počítači lze siloměr připojit také pomocí dodávaného USB kabelu. Senzor měří sílu do ±50 newtonů (N) a zrychlení do ±16 g (1 g = 9,8 m/s<sup>2</sup>). Senzor měří sílu stlačování a sílu natahování u jakékoli komponenty konstrukčních systémů PASCO při jejich stlačování nebo natahování podél osy X a měří zrychlení ve třech dimenzích (X, Y a Z). Softwarem pro sběr dat PASCO lze zobrazit sílu stlačování nebo sílu natahování, zrychlení ve směrech X, Y a Z a výsledné zrychlení.

Senzor používá zařízení s mikroelektromechanickým systémem (MEMS).

Senzor je konstruován tak, aby optimalizoval dobu využívání baterie. Každý senzor má své vlastní unikátní identifikační číslo (ID); k počítači nebo tabletu je tak možné připojit současně více senzorů.

## Software pro sběr dat

### PASCO Capstone



- Mac OS X
- Windows

### SPARKvue



- Mac OS X
- Windows
- iOS
- Android
- Chromebook

Informace, které vám pomohou zvolit vhodný software a ověřit poslední verze softwaru, naleznete na webových stránkách PASCO na adrese

[www.pasco.com/software](http://www.pasco.com/software)

## Funkce nápovědy v programu

Oba programy, SPARKvue i PASCO Capstone, jsou vybaveny funkcí nápovědy (Help), jejímž využitím můžete získat informace o sběru, zobrazování a analýze dat.

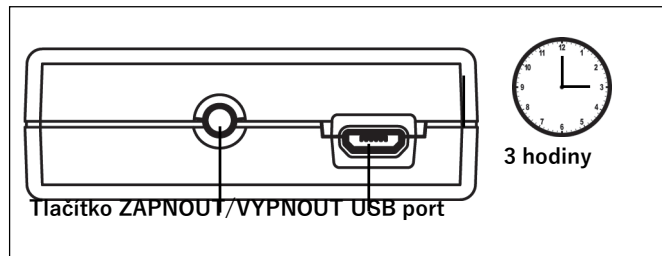
- V programu SPARKvue zvolte na kterékoli obrazovce, včetně výchozí obrazovky, tlačítko HELP ( ? ).
- V programu PASCO Capstone zvolte možnost **PASCO Capstone Help** v nabídce **Help** (Nápověda), nebo stiskněte klávesu **F1**.

## Bluetooth<sup>®</sup> Kompatibilita

Nejnovější informace o kompatibilitě Bluetooth SMART naleznete na webových stránkách PASCO na adrese

[www.pasco.com/compatibility](http://www.pasco.com/compatibility)

## První krok: Nabijte baterii



- **Zapojte kabel:** Zapojte USB kabel s mikrokonektorem do mikro USB portu na senzoru a do USB portu nebo do USB nabíječky, např. do USB nabíjecí stanice PASCO PS-3501. Nabíjení je zahájeno automaticky. Jakmile je senzor úplně nabitý, obvod nabíjení instalovaný uvnitř senzoru se automaticky vypne. Během nabíjení baterie svítí LED kontrolka stavu baterie žlutě, když je baterie nabita, svítí tato kontrolka zeleně. Baterie byla částečně nabita již v továrně. První nabíjení může trvat tři hodiny i déle, v závislosti na napájecím zdroji a stavu baterie.

## Zapnutí a vypnutí senzoru

Senzor zapnete stisknutím tlačítka ZAPNOUT/VYPNOUT. Vypnete ho tak, že stisknete a chvíli podržíte tlačítko ZAPNOUT/VYPNOUT, dokud se LED kontrolka baterie nerozsvítí červeně.

Bezdrátový siloměr přechází sám po určité době nečinnosti do stavu spánku. Je-li připojen, přejde do stavu spánku po přibližně jedné hodině nečinnosti, není-li připojen, pak do stavu spánku přejde po několika minutách nečinnosti.

## LED kontrolky

Světelné LED kontrolky stavu Bluetooth a stavu baterie fungují, v závislosti na typu připojení, takto:

### Při bezdrátovém připojení Bluetooth:

LED kontrolka Bluetooth	Stav
Bliká červeně	Připraveno k párování
Bliká zeleně	Připojeno
Bliká žlutě	Logging*

LED kontrolka baterie	Stav
Bliká červeně	Baterie je málo nabitá

### Při zapojení USB kabelu s mikrokonektorem do USB portu:

LED kontrolka Bluetooth	Stav
VYPNUTO	--
VYPNUTO	--
Bliká žlutě	Logging*

LED kontrolka baterie	Stav
SVÍTÍ žlutě	Nabíjení
SVÍTÍ zeleně	Nabita

### Při zapojení USB kabelu s mikrokonektorem do USB nabíječky:

LED kontrolka Bluetooth	Stav
Bliká červeně	Připraveno k párování
Bliká zeleně	Připojeno
Bliká žlutě	Logging*

LED kontrolka baterie	Stav
SVÍTÍ žlutě	Nabíjení
SVÍTÍ zeleně	Nabita

**\*Logging (zaznamenávání dat):** Bezdrátový senzor PASCO může buď vysílat živě datový proud do kompatibilního zařízení, nebo nezávisle vytvářet protokol (log) dat (ukládat data do vlastní paměti senzoru). Data uložená do paměti senzoru lze následně nahrát do zařízení, ve kterém mohou být zobrazena a analyzována později. Schopnost zaznamenávat data umožňuje dlouhodobý nebo vzdálený sběr dat bez nutnosti připojení k výpočetnímu zařízení. Poznámka: Logging podporují oba programy, jak SPARKvue, tak PASCO Capstone. Nejnovější verze programů naleznete na webových stránkách PASCO na adrese:


[www.pasco.com/software](http://www.pasco.com/software)

Podrobné informace o zaznamenávání dat naleznete v online nápovědě programu (Uživatelská příručka).

# Nastavení softwaru

## Nastavení programu SPARKvue

### Připojení bezdrátového siloměru k tabletu nebo počítači přes Bluetooth


- V programu SPARKvue zvolte ikonu Bluetooth () , tím otevřete seznam **bezdrátových zařízení**. V seznamu **bezdrátových zařízení** jsou senzory řazeny podle blízkosti k zařízení. Zvolte adresu, která se shoduje s číslem XXX-XXX, které se nachází na senzoru. Zvolte **Done** (Hotovo). Na **výchozí obrazovce** se pod senzorem zobrazí seznam měření.

### Připojení bezdrátového siloměru k počítači pomocí USB kabelu s mikrokonektorem

- Zapojte mikrokonektor dodaného USB kabelu do konektoru USB portu na senzoru. Druhý konec USB kabelu zapojte do USB portu na počítači nebo do napájeného USB rozbočovače připojeného k počítači.

### Nulování (tárování) bezdrátového siloměru

Na začátku experimentu se hodnota změřená senzorem při skutečném nulovém namáhání (síle) nemusí rovnat nule. To je normální projev, který se vyřeší nulováním (neboli tárováním) senzoru pomocí programu pro sběr dat PASCO.

Program SPARKvue je vybaven možnostmi pro nastavení bezdrátového siloměru na nulu. Oba způsoby se zahajují na výchozí obrazovce (Home) () .

### Postup pro vynulování všech měření

- Chcete-li vynulovat všechna měření bezdrátového siloměru, zvolte na výchozí obrazovce kterákoli měření, tím otevřete zobrazení grafu.
- Stiskněte tlačítko „Zero Sensors“ (Vynulovat senzory), které se nachází ve spodní části zobrazení grafu.



Tlačítko „Vynulovat senzory“

- Všechna měření síly a zrychlení budou nastavena na hodnotu nula.



### Postup pro vynulování síly nebo zrychlení

Další možností je nastavit buď měření síly, nebo měření zrychlení na nulu. Začněte na výchozí obrazovce.

- Při nulování senzoru síly začněte tak, že na výchozí obrazovce zvolíte **Force** (Síla), tím otevřete zobrazení grafu síly v závislosti na čase.
- V zobrazení grafu zvolte ikonu **Experiment Tools** () (Nástroje pro experiment), tím otevřete okno **Experiment Tools** (Nástroje pro experiment).
- V nabídce okna **Experiment Tools** (Nástroje pro experiment) zvolte **Configure Sensor** (Konfigurovat senzor), tím otevřete okno **Sensor Configuration** (Konfigurace senzoru).
- V okně **Sensor Configuration** (Konfigurace senzoru) zvolte tlačítko **Edit Sensor Properties** (Upravit vlastnosti senzoru), tím otevřete nabídku **Edit Sensor Properties** (Úprava vlastností senzoru).
- Nabídka **Edit Sensor Properties** (Úprava vlastností senzoru) obsahuje dvě volby:
  - Wireless Force Sensor** (Bezdrátový senzor síly)
  - Wireless Acceleration Sensor** (Bezdrátový senzor zrychlení).
- V nabídce zvolte možnost **Wireless Force Sensor** (Bezdrátový senzor síly), tím otevřete okno **Edit Sensor Properties** (Úprava vlastností senzoru).
- Okno **Edit Sensor Properties** (Úprava vlastností senzoru) nabízí pod položkou **Tare Sensor** (Tárování senzoru) dvě možnosti:
  - Zero Sensor Automatically On Start** (Automaticky nulovat senzor při spuštění)
  - Zero Sensor Now** (Vynulovat senzor nyní)
- Chcete-li, aby byl senzor nastaven na nulu při každém zahájení sběru dat, zvolte v okně **Edit Sensor Properties** (Úprava vlastností senzoru) možnost **Zero Sensor Automatically On Start** (Automaticky nulovat senzor při spuštění). Chcete-li nastavit senzor na nulu manuálně, zvolte možnost **Select Zero Sensor Now** (Vynulovat senzor nyní).
- Zvolte tlačítko **OK** ve spodní části okna, tím se vrátíte na zobrazení grafu.
- Stejný postup použijte pro nulování měření zrychlení.

**POZNÁMKA:** Pokud se na výchozí obrazovku vrátíte po nastavení měření na nulu, bude „tárování“ ztraceno.

### Sběr dat

- V programu SPARKvue zahajte sběr dat stisknutím tlačítka **Start** () . Tlačítko Start se změní na tlačítko „Stop“ () .

- Sběr dat ukončíte zvolením tlačítka **Stop**.

## Nastavení v programu PASCO Capstone

### Připojení bezdrátového siloměru k tabletu nebo počítači přes Bluetooth

- V programu PASCO Capstone zvolte v paletě nástrojů možnost **Hardware setup** (Nastavení hardwaru). V seznamu jsou senzory seřazeny podle blízkosti k bezdrátovému zařízení. Zvolte bezdrátový siloměr, jeho adresa se shoduje s identifikačním číslem (ID) XXX-XXX na senzoru.

### Připojení bezdrátového siloměru k počítači prostřednictvím USB kabelu s mikrokonektorem

- Zapojte mikrokonektor dodaného USB kabelu do konektoru USB portu na senzoru. Druhý konec USB kabelu zapojte do USB portu na počítači nebo do napájeného USB rozbočovače připojeného k počítači.

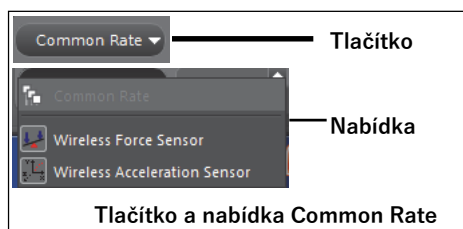
### Nulování (tárování) bezdrátového siloměru

Na začátku experimentu se hodnota změřená senzorem při skutečném nulovém namáhání (síle) nemusí rovnat nule. To je normální projev, který se vyřeší nulováním (neboli tárováním) senzoru pomocí programu pro sběr dat PASCO.

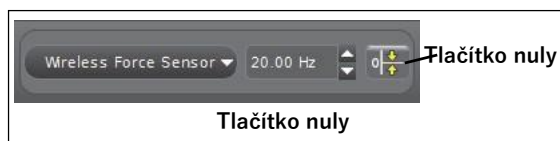
Program PASCO Capstone je vybaven možnostmi pro nastavení bezdrátového siloměru na nulu.

Jednou možností je použít tlačítko **Common Rate** (Společná míra):

- Na paletě ovládacích prvků pod pracovním sešitem klikněte na tlačítko **Common Rate** (Společná míra), tím otevřete nabídku **Common Rate** (Společná míra).



- V nabídce zvolte **Wireless Force Sensor** (Bezdrátový senzor síly) a klikněte na tlačítko nuly. Tím nastavíte odečet senzoru na nulu.



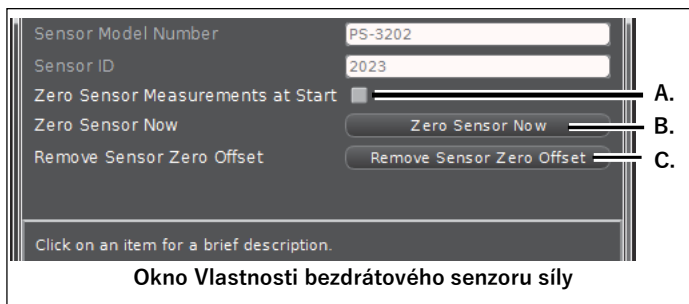
- Je-li potřeba, opakujte tento postup pro vynulování **bezdrátového senzoru zrychlení**.

Druhou možností je volba možnosti v paletě vlastností senzoru:

- V paletě **Tools** (Paleta nástrojů) zvolte **Hardware setup** (Nastavení hardwaru), tím otevřete okno **Hardware Setup** (Nastavení hardwaru).



- V okně **Hardware Setup** (Nastavení hardwaru) klikněte na ikonu **Wireless Force Sensor** (Bezdrátový senzor síly), tím otevřete okno **Properties** (Vlastnosti).
- V okně **Properties** (Vlastnosti) zvolte jednu ze tří možností a poté klikněte na tlačítko **OK** ve spodní části okna.



- Možnost A: **Zero Sensor Measurements at Start** (Nulovat měření senzoru při spuštění) - Nuluje bezdrátový senzor síly při zahájení sběru dat.
- Možnost B: **Zero Sensor Now** (Vynulovat senzor nyní) - Funguje stejně jako tlačítko Zero (Nulování).
- Možnost C: **Remove Sensor Zero Offset** (Odstranit odsazení nuly senzoru) - Vrátit zpět. Vráti bezdrátový senzor síly do předchozího stavu.

Je-li potřeba, opakujte tento postup pro bezdrátový senzor zrychlení.

### Sběr dat

- V programu PASCO Capstone zvolte v hlavním okně nebo z palety **Display** (Zobrazení) požadované zobrazení. Ve zvoleném zobrazení

použijte k výběru požadovaného měření nabídku **<Select Measurement>** (Zvolit měření).

- Zaznamenávání dat spustíte zvolením možnosti **Record** (Záznam).

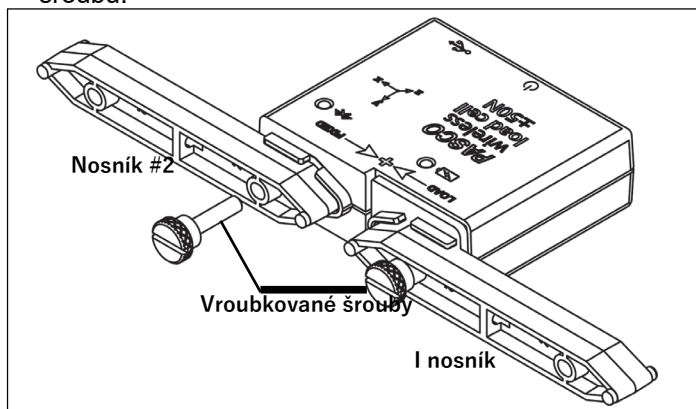
## Řešení problémů s bezdrátovým siloměrem

- Jestliže bezdrátový siloměr ztratí spojení přes Bluetooth a připojení se neobnoví, zkuste opakovaně použít tlačítko ZAPNOUT. Tlačítko stiskněte a krátce **podržte**, dokud LED kontrolky nezačnou postupně blikat, poté tlačítko uvolněte. Senzor zapněte obvyklým způsobem.
- Jestliže senzor přestane komunikovat s programem v počítači nebo aplikací v tabletu, zkuste program nebo aplikaci restartovat. Jestliže problém přetrvává, stiskněte a 10 sekund podržte tlačítko ZAPNOUT, poté ho uvolněte. Senzor zapněte obvyklým způsobem.
- Vypněte a pak znovu zapněte Bluetooth. Zkuste znovu.

## Sestavení hardwaru

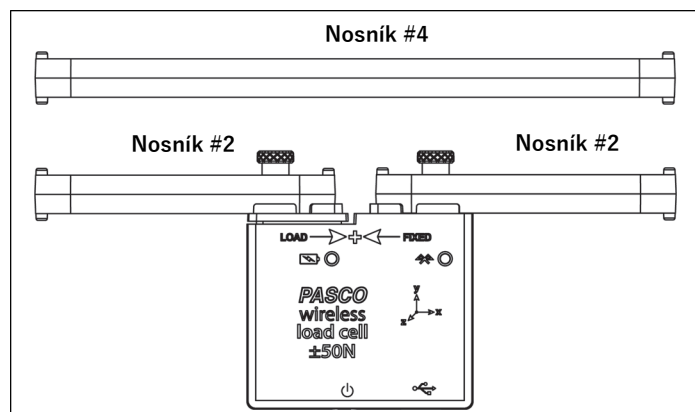
### Připojení konstrukčních členů

Bezdrátový siloměr je konstruován tak, aby ho bylo možné používat s konstrukčními systémy PASCO, jako je například souprava ME-3581 Stavíme lepší mosty. Senzor měří síly stlačování a natahování kteréhokoli členu konstrukčních systémů PASCO. I nosník nebo jiný prvek z konstrukčních systémů namontujte k bezdrátovému siloměru pomocí vroubkovaných šroubů.



### Přidání siloměru

Pro měření sil stlačování a natahování u jednotlivých členů konstrukční soupravy PASCO vyměňte nosník za dva kratší nosníky a bezdrátový siloměr.



Bezdrátový siloměr zkombinovaný se dvěma nosníky #2 má stejnou délku jako nosník #4.

Nosník #5 = siloměr + dva nosníky #3

Nosník #4 = siloměr + dva nosníky #2

Nosník #3 = siloměr + dva nosníky #1

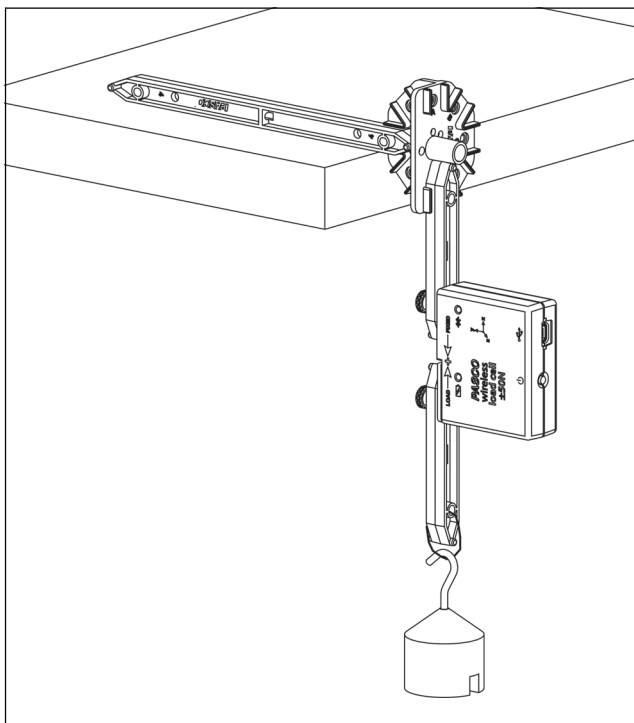
### Kalibrace bezdrátového siloměru

Bezdrátové siloměry jsou kalibrovány v továrně; nicméně můžete je sami zkalibrovat pomocí softwaru. Pokyny naleznete v dokumentaci ke svému programu.

Při kalibrování bezdrátového siloměru je důležité, aby bylo použito známé zatížení. Sestavte úchyt zobrazený na obrázku níže, pomocí kterého bezdrátový siloměr uchytíte.



Podržte nebo upněte úchyt na hraně stolu a na senzor zavěste závaží, jak je znázorněno na obrázku.



Mějte na paměti, že zavěšené závaží působí tahem na stranu LOAD bezdrátového siloměru; tudíž známá síla, kterou zadáte do programu, by měla mít zápornou hodnotu. Například, jestliže hmotnost závaží je 0,5 kg, je působící síla -4,9 N.

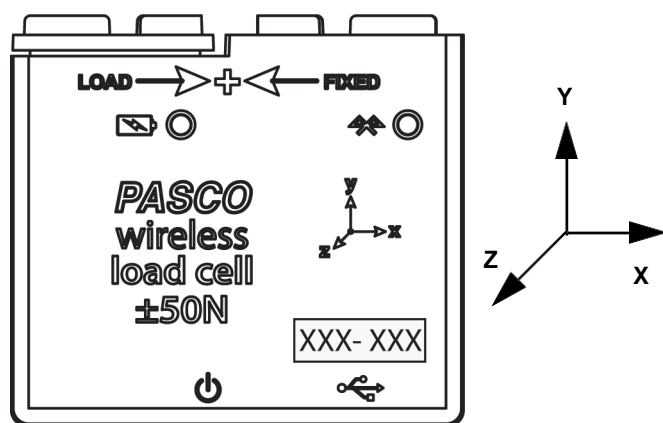
### Citlivost směru zrychlení

Jednotky snímání zrychlení uvnitř senzoru jsou orientovány tak, že linie nejvyšší citlivosti sledují tři šipky X-Y-Z indikující směr zrychlení. Mějte na paměti, že software vypočítává velikost výsledného zrychlení na základě hodnot X-Y-Z.

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

### Orientace X-Y-Z

Šipky označují směr zrychlení

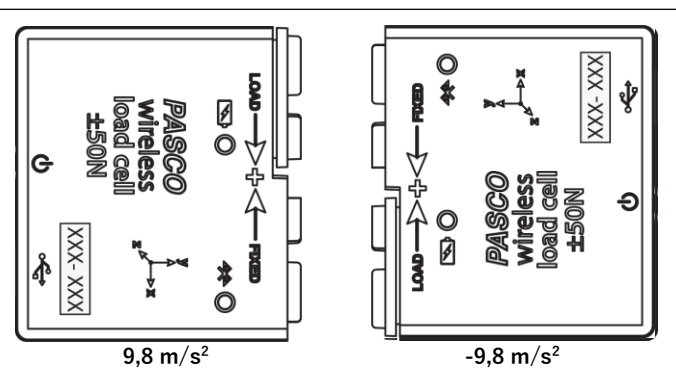


Při této orientaci senzoru je směr osy X „horizontální“, směr osy Y „vertikální“ a směr osy Z je kolmý na štítek na přední straně senzoru.

Mějte na paměti, že pokud jde o směr, je síla stlačování (strana LOAD je tlačena k sadě FIXED) pokládána za kladnou a síla natahování (strana LOAD je tažena od strany FIXED) je pokládána za zápornou.

### Zkouška výstupu senzoru využitím zemské přitažlivosti

Spusťte software pro sběr dat PASCO. Jestliže je bezdrátový siloměr uspořádán tak, že osa X na horní straně senzoru je vertikální a strana LOAD siloměru je nahoře, je odečet zrychlení ve směru osy X 9,8 m/s<sup>2</sup>. Jestliže je senzor otočen tak, že osa X je vertikálně, ale strana LOAD je dole, je odečet zrychlení ve směru osy X -9,8 m/s<sup>2</sup>.

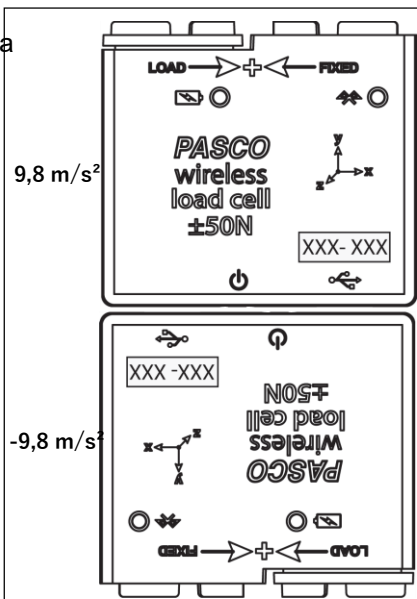
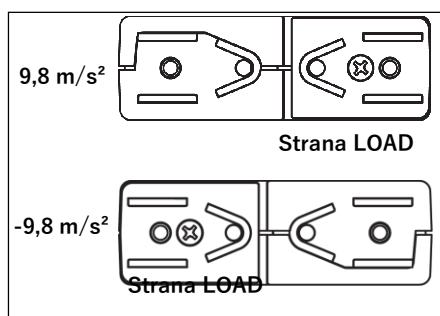


Jestliže se siloměr otočí tak, že osa Y na přední straně senzoru je vertikální a šipka směřuje nahoru, je odečet zrychlení ve směru osy Y  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Jestliže je senzor otočen tak, že šipka osy Y směřuje dolů, je odečet zrychlení ve směru osy Y  $-9,8 \text{ m/s}^2$ .

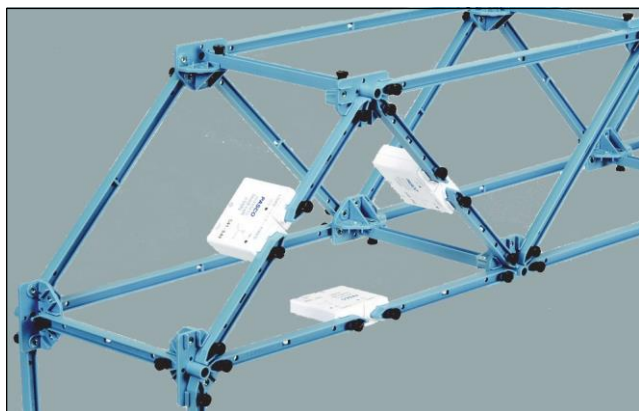
Jestliže je siloměr umístěn zadní stranou na vodorovnou

plochu se štítkem směřujícím nahoru, je odečet zrychlení ve směru osy Z  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Jestliže je senzor umístěn stranou se štítkem dolů tak, že zadní strana směřuje nahoru, je odečet zrychlení ve směru osy  $-9,8 \text{ m/s}^2$ .



## Montáž bezdrátového siloměru

Při použití bezdrátového siloměru sestavujte konstrukci tak, že šrouby ponecháte lehce povolené. To zjednoduší analýzu dat tím, že bude zajištěno, že členy jsou vystaveny pouze natahování a stlačování bez momentů.



## O baterii

Baterie bezdrátového siloměru je částečně nabitá již z továrny. Pokud LED kontrolka stavu baterie bliká červeně, připojte senzor pomocí USB kabelu s mikrokonektorem do USB portu nebo USB nabíječky.

### Používání baterie

Velmi důležitým faktorem z hlediska snadného používání senzoru a možnosti jeho okamžitého použití, je výdrž baterie. Proto jsou všechny bezdrátové výrobky společnosti PASCO konstruovány tak, aby podporovaly dlouhou výdrž baterie. Například, senzor se po několika minutách nečinnosti sám vypne, aby zachovával kapacitu baterie.

Výdrž baterie mezi jednotlivými nabíjenými senzory se mění v závislosti na vzorkovací frekvenci. Pohybuje se od jedenácti hodin při vysoké vzorkovací frekvenci až po 70 hodin při nízké vzorkovací frekvenci.

Při použití senzoru ve třídách nebo laboratořích to odpovídá výdrži v rozmezí od jednoho do čtyř či více týdnů (s ohledem na to, že soustavné celodenní měření není v těchto případech obvyklé). I v těch nejnáročnějších případech s vysokou vzorkovací frekvencí je možné celodenní používání bezdrátového siloměru bez nutnosti nabíjení baterie.

### Maximalizace výdrže baterie

Jedním z faktorů, které ovlivňují výdrž baterie, je teplota při skladování. Z tohoto důvodu senzor neskladujte ve velmi chladném ani ve velmi horkém prostředí.

## Doporučené experimenty

S pomocí bezdrátového siloměru PS-3216 lze provádět v podstatě jakýkoli experiment, který zahrnuje měření síly nebo zrychlení. Více informací o experimentech naleznete na webových stránkách společnosti PASCO na adrese

[www.pasco.com/products/lab-manuals](http://www.pasco.com/products/lab-manuals)

## Technické údaje

Položka	Hodnota
Rozsah síly	$\pm 50$ newtonů (N)
Rozsah zrychlení	do $\pm 16$ g ( $1 \text{ g} = 9,8 \text{ m/s}^2$ )
Rozlišení síly	0,03 N
Přesnost	0,1 N
Logging	Ano

### Příslušenství (viz [www.pasco.com/product/equipment/structures](http://www.pasco.com/product/equipment/structures))

- ME-3581 Souprava Stavíme lepší mosty
- ME-6991 Souprava pro stavbu mostu
- ME-6992B Souprava pro stavbu pokročilých konstrukcí
- ME-7001 Souprava pro stavbu modelů lidské paže, nohy a zad
- ME-7003 Souprava pro stavbu velkých konstrukcí



Li-Poly

