

# Barometr

Objednávkový kód BAR-BTA

Barometr je navržen pro studium jemných změn tlaku. Využít ho lze jak při sledování počasí, tak při studiu změn tlaku s výškou (respektive hloubkou v hydrostatice), může tedy sloužit i jako výškoměr či hloubkoměr. Lze jej použít i při hledání/ověřování Bernoulliho rovnice. Několik návrhů na experimenty je uvedeno na konci tohoto manuálu.

**Automatické rozpoznání:** Tento senzor podporuje automatické rozpoznání. Při použití s rozhraními LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link, Sensor DAQ a Easy Link je senzor po připojení automaticky rozpoznán a software použije předdefinované parametry k nastavení experimentu.

**Software:** Senzor může být používán s následujícími programy v závislosti na použitém rozhraní:

<b>Program</b>	<b>Rozhraní</b>
Logger Pro 3	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
Logger Pro 2	ULI, Serial Box
Logger Lite	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
LabQuest App	Součást rozhraní LabQuest
EasyData App	LabPro, Vernier EasyLink
DataMate program	LabPro
Data Pro	LabPro, Palm handheld
LabVIEW	SensorDAQ

**Použití výrobku:** Výrobek je určen pro vzdělávací účely. Nemusí být vhodný pro průmyslové, lékařské, výzkumné nebo komerční použití.

## Technická specifikace

Snímač	SenSym SDX15A4
Rozsah měřeného tlaku (nastavený při dodání)	82,1 kPa – 120,9 kPa
Max. tlak, při němž nedochází k trvalému poškození	206 kPa
Rozlišení 13-bit (Senzor DAQ) 12-bit (LabQuest, LabPro, Go!Link, ULI II, Serial Box)	cca 5 Pa cca 9,52 Pa
Kombinovaná linearita a hystereze (z celého rozsahu)	typicky $\pm 0,1$ % nejvýše $\pm 0,5$ %
Šum	typicky $\pm 50$ Pa
Odezva	100 $\mu$ s

### Princip činnosti barometru

Základním prvkem senzoru je čidlo tlaku SenSym SCX15ANC, vybavené membránou, která se v závislosti na změnách tlaku prohýbá. Tento senzor je konstruován pro měření absolutního tlaku, na jedné straně membrány je vakuum. Senzor vytváří výstupní napětí, které se mění přímo úměrně absolutnímu tlaku, a je vybaven také speciálními obvody, které minimalizují chyby způsobené změnami teploty.

### Jednotky, ve kterých se měří tlak

Tlak můžete měřit v mnoha různých jednotkách, výchozí nastavení je připraveno pro měření v kilopascalech (kPa). Pro srovnání lze uvést ekvivalentní hodnoty pro tzv. normální tlak:

$$1 \text{ atmosféra} = 760 \text{ mm Hg} = 101,325 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$$

Barometr je poměrně odolný, ale je navržen pouze pro práci s nekorozivními plyny (vzduch, helium, dusík... ). Vyvarujte se kontaktu senzoru s vodou! Nevystavujte velkým tlakům – mějte na paměti, že senzor je navržen pro měření tlaků v okolí normálního atmosférického tlaku.

### Místní tlak vs. tlak přepočtený na hladinu moře

Jsou-li údaje naměřené vaším barometrem odlišné od hodnot uváděných lokálními meteorologickými stanicemi (letišť, televizní předpověď), je to pravděpodobně proto, že jde o dva různé údaje:

1. *Místní tlak* – skutečný tlak v místě, kde proběhlo měření. Tento tlak naměříte např. rtuťovým barometrem ve vaší učebně a právě na určení tohoto tlaku je kalibrován barometr Vernier BAR-BTA.

2. *Tlak přepočtený na hladinu moře* – je vypočten z místního tlaku. Zatímco místní tlak je ovlivněn nadmořskou výškou, tlak přepočtený na hladinu moře (tedy 0 m n. m.) již umožňuje přímé srovnání dat, získaných z různě položených měřicích stanic, a proto se obvykle používá např. při předpovědích počasí.

Ke stanovení místního tlaku ze známého tlaku přepočteného na hladinu moře, slouží tzv. barometrická formule, kterou najdete například na webových stránkách: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/kinetic/barfor.html>

### **Je nutná kalibrace?**

Senzor je prodáván zkalibrovaný a není potřeba provádět novou kalibraci.

### **Použití barometru jako meteorologické stanice**

Pokud chcete, aby váš barometr měřil tlak přepočtený na hladinu moře namísto tlaku místního, můžete ho nastavit dvěma způsoby:

1) Můžete změnit nastavení samotného senzoru: Senzor obsahuje kalibrační potenciometr, kterým lze zobrazované hodnoty tlaku zvyšovat či snižovat. Na jedné straně barometru najdete otvor s malým šroubem, kterým lze pomocí hodinářského šroubováku otáčet – nastavování potenciometru lze tedy provádět pozvolna, plynule. Jednoduše sledujte údaje na barometru a nastavte šroub tak, aby vaše údaje odpovídaly hodnotám z lokálních meteorologických stanic.

2) Můžete provést jednobodovou kalibraci pomocí našich programů. Následující text popisuje obecný postup, konkrétnější pokyny naleznete v referenčních materiálech k softwaru. Připojte barometr k rozhraní a spusťte software. Zvolte položky *Senzory - Kalibrovat - Barometr*. V okně, které se otevře, zaškrtněte *Jednobodová kalibrace* a zvolte *Kalibrovat*. Během procesu jednobodové kalibrace budete požádáni o zadání jediné hodnoty – zadejte opravenou (přepočtenou) hodnotu pro váš místní tlak. Ujistěte se, že jednotky vámi zadávané hodnoty odpovídají jednotkám kalibrace.

### **Záruka**

Společnost Vernier zaručuje, že tento výrobek zůstane bez vady na materiálu a provedení po dobu pěti let od doručení zákazníkovi. Tato záruka se nevztahuje na poškození výrobku způsobená hrubým zacházením a nevhodným použitím.

### **Návrhy experimentů**

- **Studium počasí**

Tento barometr byl navržen jako přesná a spolehlivá součást meteorologické stanice. Díky kompenzaci teplotních změn nejsou měřená data ovlivňována teplotními výkyvy v místnosti apod. Regulátor napětí zase zajišťuje, že data nebudou ovlivněna změnami napájecího napětí počítače.

Velmi zajímavé je pozorovat průběh tlaku např. před blížící se bouřkou; pokud disponujete nevyužitým počítačem, můžete sledovat změny tlaku v průběhu několika dní. A pokud k těmto počítači připojíte např. ještě senzory teploty, relativní vlhkosti a osvětlení, může se z Vašeho PC stát sofistikovaná meteostanice.

- **Výškoměr**

Každý metr výšky znamená změnu tlaku vzduchu asi o 10 Pa. Citlivost barometru je dostatečná k demonstraci této změny tlaku i v místnosti - stačí nechat

barometr na zemi a poté ho zdvihnout nad hlavu.

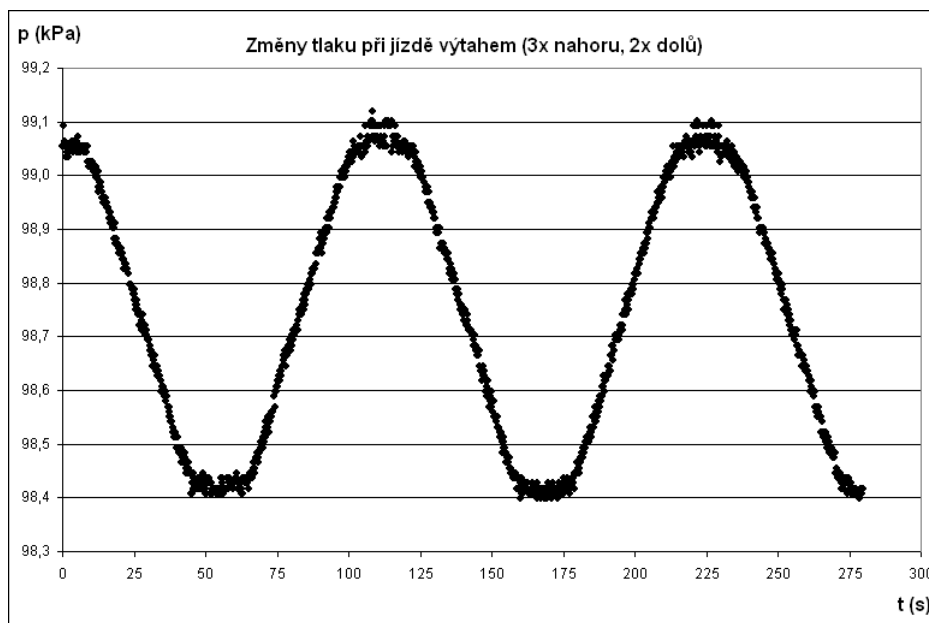
Máte-li přenosné rozhraní, můžete s tímto senzorem provést zajímavá měření například při průjezdu hornatou oblastí – jednoduše položíte barometr do vašeho auta a necháte ho sbírat data. Údaje o změnách tlaku vám dají představu o změnách nadmořské výšky. Pozor ovšem na to, že do změny tlaku se promítají také změny způsobené počasím!

**Varování:** Barometr může sledovat pouze tlak větší než 81,1 kPa – v nadmořské výšce vyšší než přibližně 1800 m už se tlak začíná pohybovat mimo rozsah barometru - v takovém případě je nutno použít tlakové čidlo GPS-BTA.

Stejný pokus můžete provést ve výtahu vysoké budovy, na školním výletě při výstupu na rozhlednu, při jízdě lanovkou nebo velice jednoduše na schodišti několikapatrové školní budovy.

Obrázek 1 zachycuje průběh tlaku při opakované jízdě výtahem z přízemí do 20. patra a zpět (tříkrát nahoru, dvakrát dolů). Závislost byla naměřena v objektu kolejí 17. listopadu – výškový rozdíl cca 65 m.

Seznam nejvyšších budov v Česku můžete najít na Wikipedii po zadání hesla „Seznam nejvyšších budov v Česku“.



Obrázek 1: Změny tlaku při jízdě výtahem, doba měření 300 s, vzorkovací frekvence 5 Hz

- **Tlak v kapalinách**

Tlak v kapalině lze zjišťovat následujícím postupem: Jeden konec ohebné hadičky (je součástí doplňkové sady k tlakovému senzoru PS-ACC) připojíte ke vstupnímu portu barometru a druhý ponoříte pod vodu. **Nejprve připojujete hadičku k senzoru a dbejte na to, aby senzor byl vždy výše než vodní hladina - dovnitř se nesmí dostat voda!** Získané hodnoty tlaku jsou pak funkcí hloubky, do níž je ústí hadičky ponořeno. S každým centimetrem hloubky ve vodě by měl tlak vzrůst přibližně o 100 Pa.