

# Nerezový teplomer

## TMP-BTA

Nerezový teplomer je odolný laboratórny senzor teploty pre všeobecné použitie.

Je vhodný ako teplomer pre experimenty vo fyzike, chémii, biológii, náuke o zemi a v náuke o životnom prostredí.



**Poznámka:** Neponárajte teplomer úplne do tekutín. Jeho držiak nie je vodotesný. senzor je rovnaký, ako je dodávaný s CBL2. Oblasti jeho typického použitia sú:

- experimenty prenosu tepla
- monitorovanie endotermických a exotermických reakcií
- sledovanie počasia
- rôzne tepelné experimenty
- štúdium izolácií

### Zber dát nerezovým teplomerom

Senzor sa dá použiť s nasledujúcimi interfejsmi:

- LabQuest - samostatne alebo s počítačom
- LabPro - s počítačom, graf. kalkulačkou TI alebo s počítačom typu Palm
- Go!Link
- EasyLink
- Sensor DAQ
- CBL 2

### Postup použitia senzora s interfejsom

1. Pripojte senzor k interfejsu.
2. Spustite softvér zberu dát
3. Softvér identifikuje nerezový teplomer a zavedie štandardné nastavenie pre zber dát. Môžete začať zber dát.

### Softvér zberu dát

Senzor je možné použiť spolu s interfejsmi a s nasledujúcim softvérom zberu dát:

- **Logger Pro 3** spolu s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link.
- **Logger Lite** spolu s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link.
- **LabQuest App** - tento program sa používa, keď pracuje LabQuest ako samostatné zariadenie.
- **Easy Data App**, čo je aplikácia pre kalkulačky TI-83 Plus a TI-84 Plus a je možné ju použiť s CBL 2, LabPro a Vernier EasyLink. Odporúčame verziu 2.0 alebo novšiu, ktorá sa dá stiahnuť z web stránky Vernier [www.vernier.com/easy/easydata.html](http://www.vernier.com/easy/easydata.html) a preniesť do kalkulačky. Ďalšie informácie

o aplikácii a príručku na prenos programu nájdete na [www.vernier.com/calc/software/index.html](http://www.vernier.com/calc/software/index.html).

- **Program DataMate** spolu s LabPro alebo CBL 2 a s kalkulačkami TI173, TI183, TI184, TI186, TI189 alebo Voyage 2000. Inštrukcie pre prenos Data Mate do kalkulačky nájdete v návodoch k LabPro a CBL2.
- **Data Pro** s prenosnými počítačmi typu Palm.
- **LabView** - softvér National Instruments LabView je grafický programovací jazyk predávaný svojim výrobcom. Používa sa so Sensor DAQ a je možné ho použiť aj s inými Vernier interfejsmi. Ďalšie informácie sú na [www.vernier.com/labview](http://www.vernier.com/labview).

**Poznámka:** Senzor je určený len pre výukové účely. Nie je vhodný pre priemyselné, lekárske, výskumné alebo komerčné aplikácie.

### Technické údaje

- Teplotný rozsah: -40 až 135°C (-40 až 275°F)
- Max. teplota, ktorú vydrží senzor bez poškodenia: 150°C
- 13-bit rozlíšenie (LabQuest):
  - 0,09°C (-40 až 0°C)
  - 0,02°C (0 až 40°C)
  - 0,05°C (40 až 100°C)
  - 0,13°C (100 až 135°C)
- 12-bit rozlíšenie (LabQuest, LabPro):
  - 0,17°C (-40 až 0°C)
  - 0,03°C (0 až 40°C)
  - 0,1°C (40 až 100°C)
  - 0,25°C (100 až 135°C)
- 10-bit rozlíšenie (CBL 2):
  - 0,68°C (-40 až 0°C)
  - 0,12°C (0 až 40°C)
  - 0,4°C (40 až 100°C)
  - 1,0°C (100 až 135°C)
- Teplotný senzor: 20 kΩ NTC termistor
- Presnosť: ±0,2°C pri 0°C, ±0,5°C pri 100°C
- Čas odozvy (čas do 90% zmeny indikácie): 10 s (vo vode s miešaním)  
400 s (v stojacom vzduchu)  
90 s (v pohybujúcom sa vzduchu)
- Rozmery senzora: Dĺžka (držiak + senzor): 15,5 cm  
Nerezová časť: dĺžka 10,5 cm, priemer 4,0 mm  
Držiak: dĺžka 5,0 cm, priemer 1,25 cm

Senzor je vybavený obvody podpory automatickej identifikácie (auto-ID). Pri použití s interfejsmi LabQuest, LabPro, Go!Link, CBL2 a EasyLink, softvér zberu dát automaticky rozpozná senzor a použije na konfiguráciu experimentu preddefinované parametre vhodné pre daný senzor.

### Ako funguje nerezový teplomer

Senzor používa 20 k $\Omega$  NTC termistor. Termistor je rezistor, ktorého odpor s rastúcou teplotou nelineárne klesá. Najlepšou aproximáciou jeho nelineárnej charakteristiky je Steinhartova-Hartova rovnica. Pri 25°C je zmena odporu približne 4,3% na °C. Interfejsy LabPro a CBL2 merajú odpor senzora pri danej teplote a prevádzajú ho na teplotu pomocou Steinhartovej-Hartovej rovnice:

$$T = [K_0 + K_1(\ln 1000R) + K_2(\ln 1000R)^3]^{-1} - 273,15$$

kde T je teplota (°C), R je nameraný odpor v k $\Omega$ ,  $K_0 = 1,02119 \times 10^{-3}$ ,  $K_1 = 2,22468 \times 10^{-4}$ , a  $K_2 = 1,33342 \times 10^{-7}$ . Príslušné výpočty robí program, ktorý umožňuje odčítavať teplotu priamo v °C (alebo v iných jednotkách).

### Chemická odolnosť senzora

Telo senzora je zhotovené z nerezovej ocele triedy 316<sup>1</sup>. Táto vysoko kvalitná nerezová oceľ má vysokú odolnosť voči chemickej korózii. Pri práci dodržujte tieto všeobecné pravidlá:

- Rukoväť je odliatok z plastického Santoprénu<sup>®</sup>. Aj keď je to chemicky veľmi odolný materiál, odporúčame, aby ste senzor neponárali do tekutín hlbšie, ako je jeho nerezová časť.
- Po použití senzor vždy dobre opláchnite.
- Senzor môže byť trvalo ponorený vo vode v rozsahu teplôt -40°C až 150°C. Trvalé používanie v slanej vode spôsobí drobné farebné zmeny, ktoré nemajú vplyv na jeho vlastnosti.
- Senzor môžete trvalo ponechať vo väčšine organických zlúčenín ako je napríklad metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, n-hexán, kyselina laurová, paradichlórbenzén, fenyľ salicylát a kyselina benzoová. Senzor by nemal byť ponechaný v n-pentáne dlhšie ako 1 hodinu.
- Senzor je možné ponechať v silných zásaditých roztokoch, napríklad v NaOH, do 48 hodín. Dôjde len k miernej zmene farby. Odporúčame používať zásadité roztoky do koncentrácie 3M.
- V tabuľke sú maximálne odporúčané časy expozície senzora v niektorých bežných kyselinách. Ak senzor ponecháte v kyselinách dlhšie ako uvádza tabuľka, môže dôjsť k bublinkovaniu a k zmene jeho farby. Bude však stále funkčný. Neodporúčame ponechať senzor ponorený v kyselinách dlhšie ako 48 hodín.

Maximálne časy expozície v kyselinách	
1 M HCl	20 min.
2 M HCl	10 min.
3 M HCl	5 min.
1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48 hodín
2 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20 min.
3 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10 min.
1 M HNO <sub>3</sub>	48 hodín
2 M HNO <sub>3</sub>	48 hodín
3 M HNO <sub>3</sub>	48 hodín
1 M CH <sub>3</sub> COOH	48 hodín
2 M CH <sub>3</sub> COOH	48 hodín
3 M CH <sub>3</sub> COOH	48 hodín
1 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	48 hodín
2 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	48 hodín
3 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	48 hodín

<sup>1</sup> Poznámka: Nerezová oceľ triedy 316 má nasledujúce zloženie: 0,08% uhlík, 2,0% mangán, 0,75% kremík, 0,04% fosfor, 0,03% sira, 16-18% chróm, 10-14% nikel, 2-3% molybdén, a 0,1% dusík.

### Je potrebné senzor kalibrovat'? Pravdepodobne nie.

Vo väčšine prípadov nebudete nikdy nerezový teplomer kalibrovat'. Pri výrobe bol veľmi presne nakalibrovaný. V prípade potreby ho však môžete kalibrovat' pomocou Logger Pro 3.3 alebo novšieho. **Poznámka:** je to možné urobiť len cez počítač, nie cez programy DataMate alebo EysyData (kalkulačky) ani cez DataPro (Palm OS).

Proces kalibrácie nerezového teplomera pomocou LabPro a Logger Pro sa líši od kalibrácie iných senzorov. Jedným z dôvodov je to, že je použitý termistor s nelineárnym priebehom a kalibrovat' je potrebné pri troch rôznych teplotách.

Prípravte si teplomer a nádoby s vodou s tromi rôznymi teplotami. Zvoľte Experiment/Calibrate a vyberte Stainless Steel Temperature Probe. Ďalej vyberte Calibrate Now. Postupne umiestňujte teplomer do jednotlivých nádob s vodou, počkajte na stabilizovanie teploty a kliknite na  a zadajte teplotu odmeranú iným teplomerom. Po treťom meraní kliknite na .

Ak chcete vlastnú kalibráciu uložiť a neskôr ju použiť, musíte urobiť dve veci:

- Prejdite do dialógového okna kalibrácie a z rozvinovacieho menu vyberte Calibration Storage (uloženie kalibrácie). Nastavte Calibration Retrieval Preference (spôsob načítavania kalibrácie) na experimentálny súbor.
- Uložte experimentálny súbor.

Po tomto, keď otvoríte daný experimentálny súbor, použije sa namiesto normálnej kalibrácie, vaša kalibrácia.



**Vernier Software & Technology**  
13979 SW Millikan Way  
Beaverton, OR 97005-2886  
[www.vernier.com](http://www.vernier.com)

**Slovensko: PMS Delta s.r.o.**  
Fándlyho 1  
07101 Michalovce  
[www.pmsdelta.sk](http://www.pmsdelta.sk)



Preklad: Peter Spišák, 2008