

Jak jsem měřil teplotu v termosce pomocí bezdrátového teploměru

Pavel Böhm (bohbm@edufor.cz)



Bezdrátový teploměr Go Wireless Temp

Při vaření oběda mě zajímalo, jak rychle se mění teplota horké a vychlazené vody v hrnku a v termosce. Kromě zajímavého experimentu jsem se rozhodl ukázat také krok za krokem, jak dělám některé věci v dataloggeru Vernier LabQuest.

Tento jednoduchý experiment poskytuje učitelům a žákům mnoho příležitostí k bádání, objevování a diskutování. Kromě fyziky nabízí i přesahy do matematiky a ICT.

Co jsem potřeboval

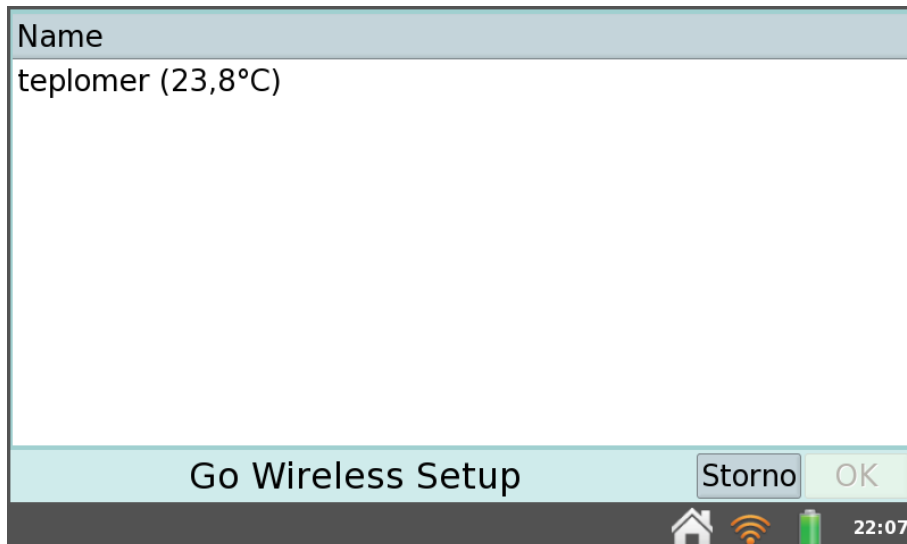
- termosku
- odměrku (abych mohl odměřit malé množství vody, například 100 ml)
- hrnek
- datalogger Vernier [LabQuest 2](#)
- bezdrátový teploměr Vernier [Go Wireless Temp](#) (do termosky)
- dva tyčové teploměry [TMP-BTA](#) (do hrnku a pro měření teploty v místnosti)
- rychlovarnou konvici

Jak jsem postupoval

1. Dal jsem do ledničky vychladit cca 0,5 litru vody.
2. Zapnul jsem bezdrátový teploměr a v LabQuestu vybral **Senzory >> Go Wireless Setup**.



3. Každý bezdrátový teploměr si můžu pojmenovat, abych je od sebe snadno odlišil, kdybych jich používal více. To může být důležité třeba ve třídě, kde si žáci připojují teploměry ke svým chytrým telefonům nebo tabletům. Já svůj teploměr už dříve nazval jednoduše „teplomer“.



4. Teď stačí ťuknout a je připojeno.
5. Senzor sice za běžných podmínek na jedno dvouhodinové nabití dokáže měřit 150 hodin (tedy více než 6 dní v kuse), ale baterie obecně nemají rády extrémní teploty. Proto jsem ťuknutím na displej s okamžitou hodnotou vyvolal menu, ve kterém jsem vybral **Go Wireless >> Sensor Info**, abych se přesvědčil, že baterie je dost nabitá.



6. Připojil jsem k LabQuestu ještě dva teploměry TMP-BTA. Zatímco bezdrátový teploměr bude měřit změny teploty v termosce, další dva teploměry poslouží k sledování teploty vody v hrnku a teploty vzduchu v místnosti.
7. Nalil jsem do hrnku a do termosky po 100 ml horké vody.

8. Následující 2 hodiny LabQuest zaznamenával každou sekundu teploty všech tří teploměrů.

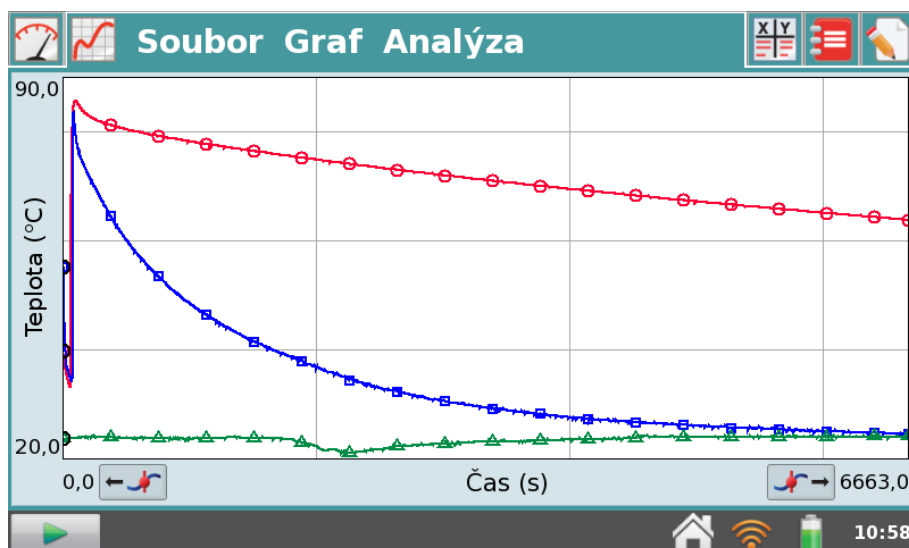


9. Poté jsem totéž provedl s vodou vychlazenou v ledničce.

Výsledky a analýza měření

Graf vývoje teplot pro horkou vodu

V grafu na obrázku je **červeně** teplota v termosce, **modře** teplota v hrnku a **zeleně** teplota v místnosti.



Pokles teploty v místnosti kvůli otevření okna

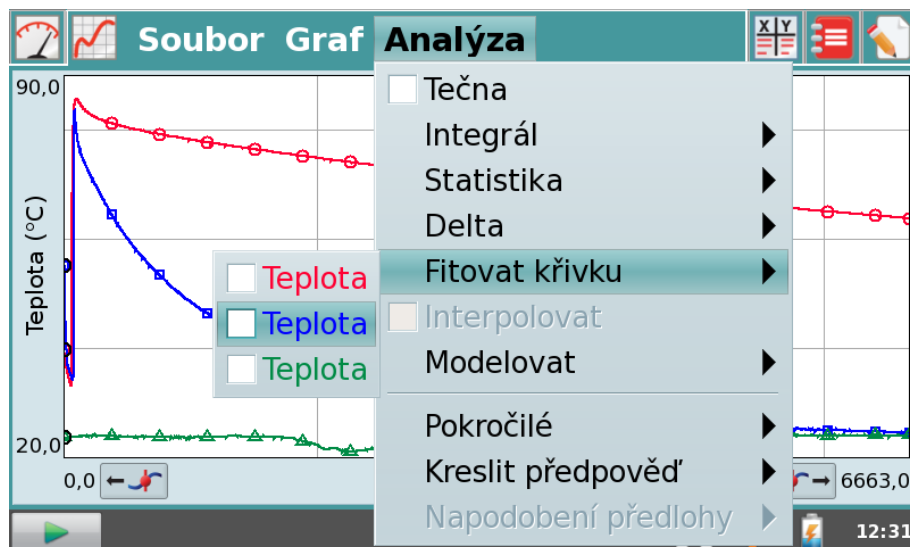
Ve třetině času je vidět pokles teploty v místnosti – měření jsem totiž prováděl při vaření oběda a bylo potřeba snížit vlhkost v kuchyni, tak jsem na chvíli otevřel okno.

Asymptotický průběh teploty

Je hezky vidět, jak se teplota vody v hrnku asymptoticky přibližuje k teplotě v místnosti.

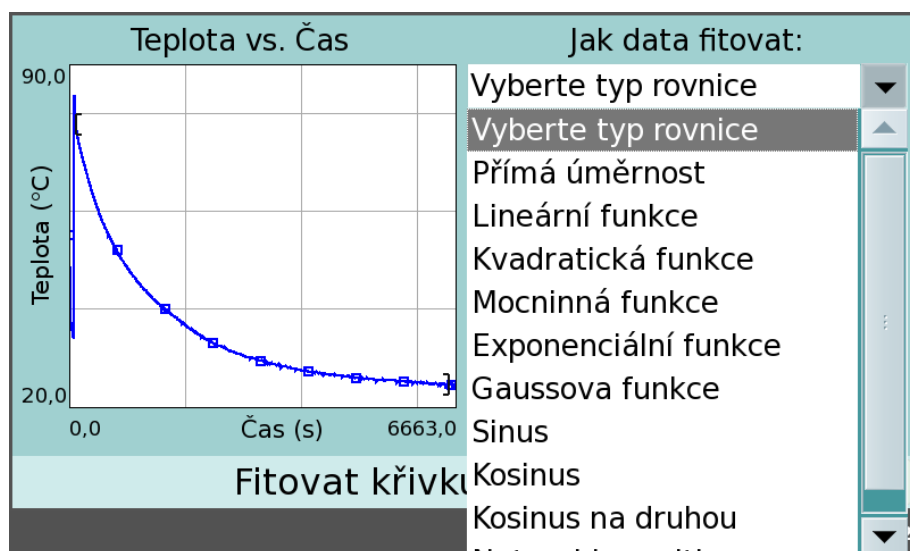
Proložení naměřených hodnot exponenciálou

V menu jsem vybral **Analýza >> Fitovat křivku** a zaškrtnul modrou teplotu (voda v hrnku).

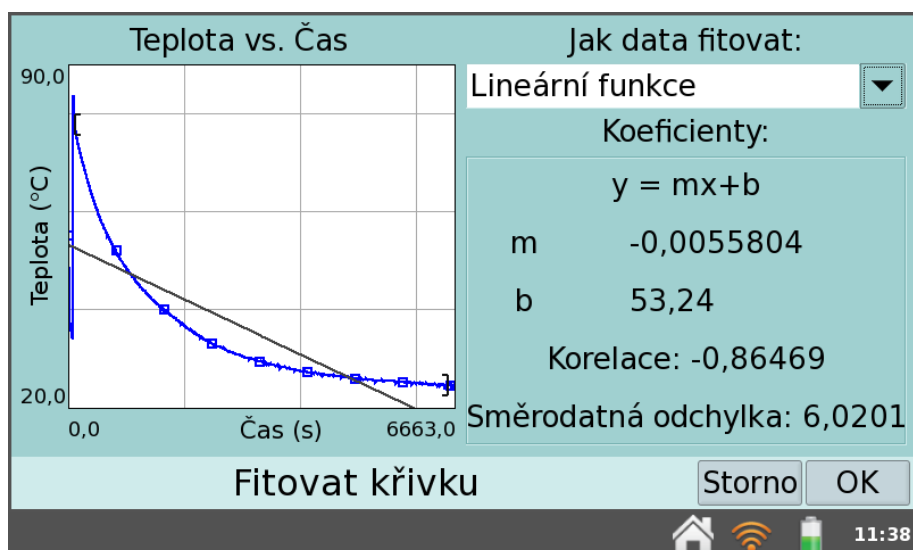


Věděl jsem, že z teoretického modelu ochlazování vody vyplývá, že závislost je exponenciální, nicméně také ze zkušenosti vím, že v mnohých případech lze stejná data rozumně aproximovat různými křivkami. Například na dostatečně malém kousku skoro vždy funguje lineární aproximace.

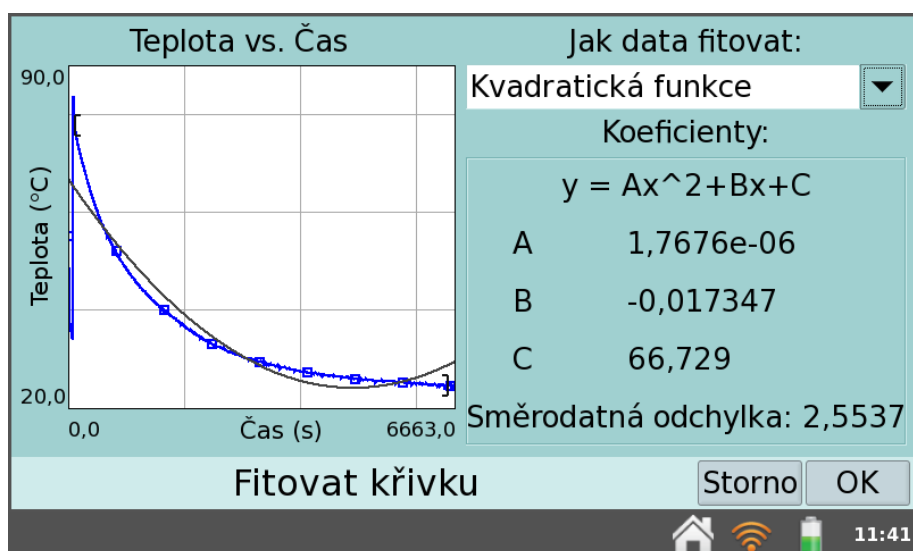
Zkoušel jsem tedy na naměřená data naitovat různé funkce.



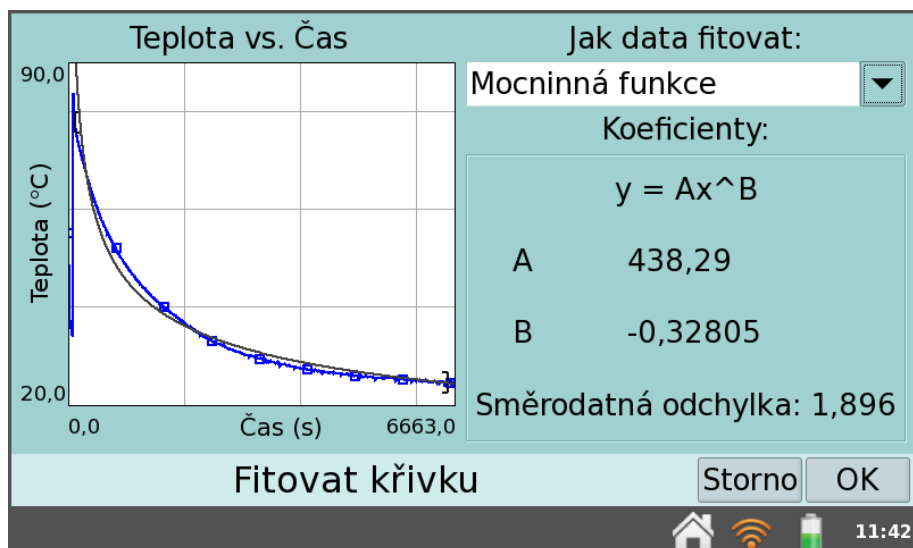
a) Lineární funkce skutečnou teplotní závislost dobře nepopisuje, jak ostatně lze odhadnout i okem.



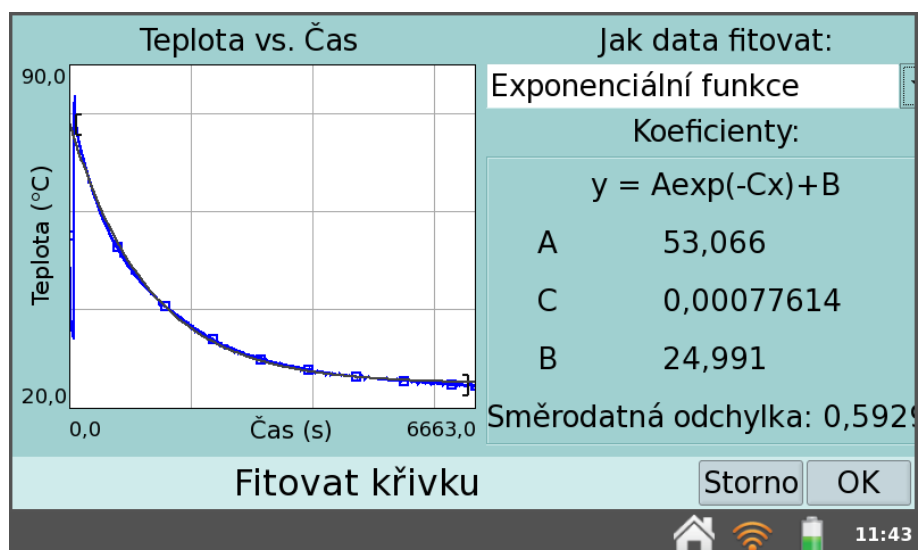
b) Kvadratická funkce už je o mnoho lepší.



c) Mocnná funkce vykazuje ještě lepší shodu s naměřenými daty.



d) Nicméně exponenciální funkce sedne na naměřená data téměř dokonale.



Graf rozdílu teplot v termosce a v hrnku

LabQuest umožňuje také vytvoření nových veličin, které se dopočítávají na základě měřených hodnot. Přešel jsem ze záložky s grafy do záložky s tabulkou naměřených hodnot a v menu jsem vybral **Tabulka >> Nový dopočítávaný sloupec**.

Soubor Tabulka

Čas (s)	Tepl (°C)
0	23,3
1	23,3
2	23,3
3	23,3
4	23,3
5	23,3
6	23,2
7	23,2

Nový zadávaný sloupec
Nový dopočítávaný sloupec
Parametry datového sloupce
Smazat datový sloupec
Smazat Měření
Smazat všechna data
Škrtnout naměřené hodnoty
Obnovit hodnoty
Poznámka k měření
Editovat

Jednoduše jsem nadefinoval veličinu **rozdíl** jako rozdíl teploty bezdrátového teploměru a teploměru ponořeného do hrnku s vodou.

Název: rozdíl

Jednotky:

Přesnost zobrazení čísel: 1

Tvar výrazu: X-Y

☒ Desetinná místa
☐ Platné cifry
☐ Zápis pomocí exponentu

Sloupec pro X: Teplota

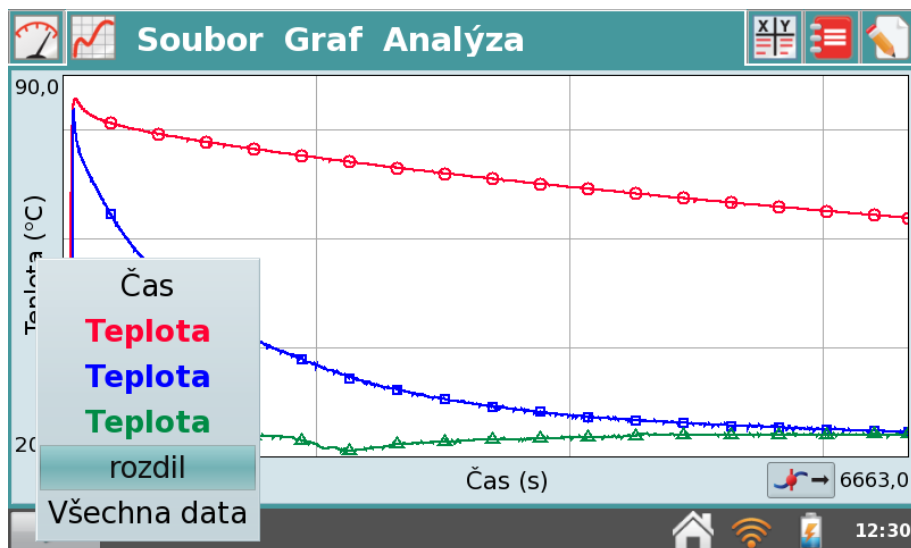
Sloupec pro Y: Teplota

Parametry sloupců

Storno OK

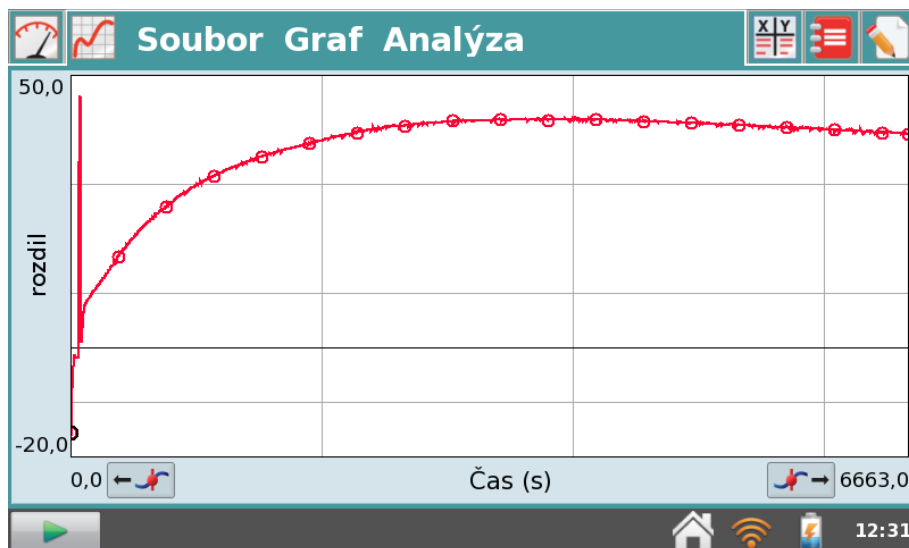
11:49

Potom jsem se vrátil do grafu s hodnotami, kliknul na název svislé osy a v menu vybral nově vytvořenou veličinu **rozdíl**.



V grafu níže je červeně zachyceno, jak se v čase vyvíjel rozdíl teploty vody v termosce a v hrnku. Prvních několik sekund, kdy jsou čísla „rozházená“, odpovídá manipulaci s vodou na začátku experimentu. Poté je pěkně vidět, že rozdíl teplot se postupně od nuly vyšplhal přes 40 °C (to nastalo zhruba v polovině času).

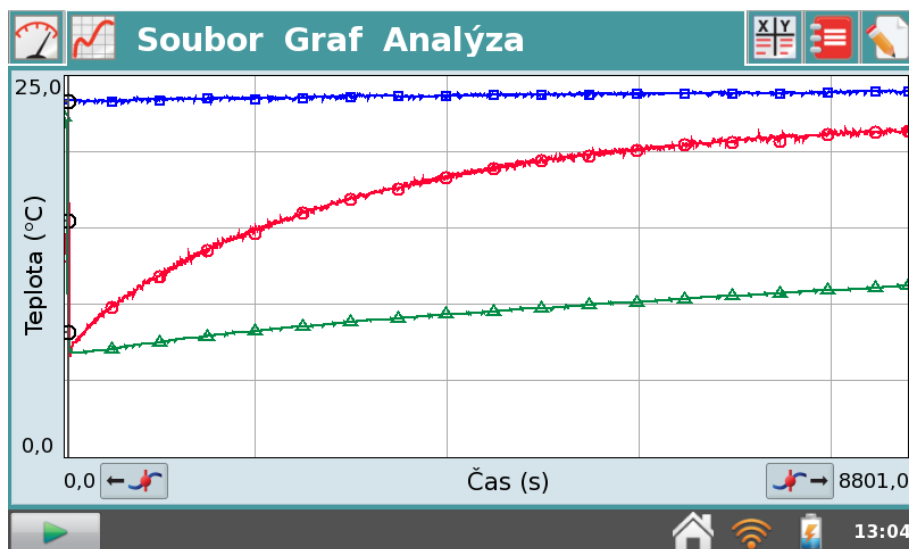
Pak postupně rozdíl zase klesá, protože teplota v hrnku už je prakticky pokojová, zatímco voda v termosce pomalu k pokojové teplotě vychládá.



Stejným způsobem lze používat dopočítávané veličiny také v programu [Vernier Logger Pro](#).

Graf vývoje teplot pro studenou vodu

V grafu na obrázku je zeleně teplota v termosce, červeně teplota v hrnku, modře teplota v místnosti.



Počáteční teplota studené vody je cca 7 °C. Opět je pěkně vidět asymptotické sblížování teplot vody v hrnku/termosce s teplotou v místnosti.

Ukázalo se, že termoska je skvělá nejen na uchovávání teplých věcí, ale také na uchovávání studených. Podobně můžeme místo termosky použít na uchovávání teplých, ale i studených věcí třeba zimní šálu, čepici, peřinu atd.