



# Hydrostatický tlak – závislost na hloubce v kapalině

## Pomůcky

Tlakové čidlo Vernier GDX-GP, hadička dodávaná spolu s čidlem, odměrný válec nebo jiná vysoká průhledná nádoba, pravítko.

## Teorie

Hydrostatický tlak v kapalině, označovaný  $p$ , závisí na hloubce  $h$ , hustotě kapaliny  $\rho$  a tíhovém zrychlení  $g$  podle vztahu  $p = h \cdot \rho \cdot g$ .

V praxi to znamená, že s každým centimetrem hloubky ve vodě se tlak zvyšuje přibližně o 100 Pa.

Podobně se mění i atmosférický tlak ve vzduchu. Hustota vzduchu je ale proti vodě mnohem nižší, proto se tlak vzduchu zvyšuje jen o asi 0,1 Pa na centimetr (při běžné hustotě vzduchu).



## Princip měření a bezpečné zacházení s čidlem

**Do vnitřku tlakového čidla (do krabičky) se nesmí dostat voda!** Při měření proto držte čidlo vždy nad vodní hladinou a zanořujte pouze volný konec hadičky.

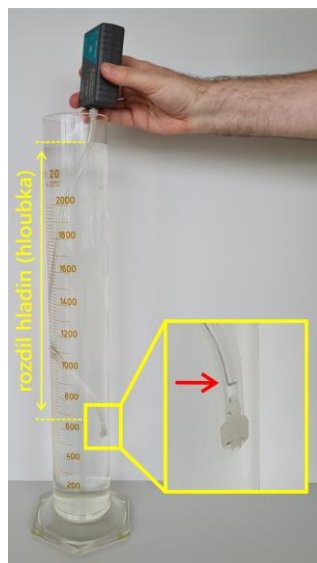
Čidlo je připojeno k hadičce, jejíž volný konec je ponořen do vody. Mohlo by se zdát, že čidlo měří tlak u volného konce hadičky, ale ve skutečnosti měří tlak právě za bodem připojení hadičky k čidlu.

U vzduchu na tomto rozdílu příliš nezáleží, protože tlak vzduchu se v běžných podmínkách mění jen asi o 0,1 Pa/cm, takže rozdíl tlaků nahoře a dole v hadičce je pod rozlišovací schopností čidla.

Po ponoření začne voda vlivem zvýšeného tlaku pronikat do hadičky – tím více, v čím větší hloubce je hadička ponořena. Svislá vzdálenost mezi hladinou vody v odměrném válci a rozhraním voda-vzduch v hadičce (obrázek vpravo) určuje hloubku  $h$ .

Hadička má nenulový objem, což způsobuje, že při zanoření do odměrného válce se hladina vody zvyšuje – mírně u velkých odměrných válců a výrazně u malých.

**Je proto potřeba při každém měření zkontrolovat polohu horní i dolní hladiny.**



## Příprava čidla

1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte tlakové čidlo ([návod](#)).
2. Přišroubujete hadičku k čidlu.

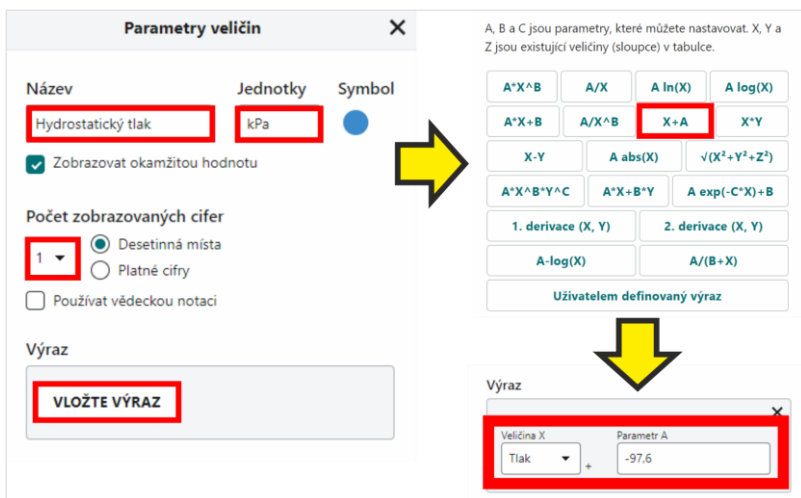
## Nastavení veličiny *Hydrostatický tlak = měřený tlak – atmosférický tlak*

Pokud chcete, aby měření bylo názornější a v grafu byl vidět přímo hydrostatický tlak a ne celkový měřený tlak (= atmosférický + hydrostatický), postupujte následovně:

1. V pravém dolním rohu aplikace si přičtete aktuální tlak – jeho hodnota závisí na nadmořské výšce a na stavu počasí.
2. Klepněte na název svislé osy (*Tlak*), dále na *tři tečky* a poté zvolte *Přidat dopočítávanou veličinu*.



3. Do pole *Název* napište „Hydrostatický tlak“, do pole *Jednotky* vyplňte „kPa“, *počet zobrazovaných cifer* změňte na 1 a poté klepněte na tlačítko *VLOŽTE VÝRAZ*.
4. Z nabídky výrazů vyberte „ $X + A$ “, za *Veličinu X* zvolte *Tlak* a jako *parametr A* запиšte hodnotu aktuálního tlaku zjištěnou v kroku 1, ovšem **se znaménkem mínus**.




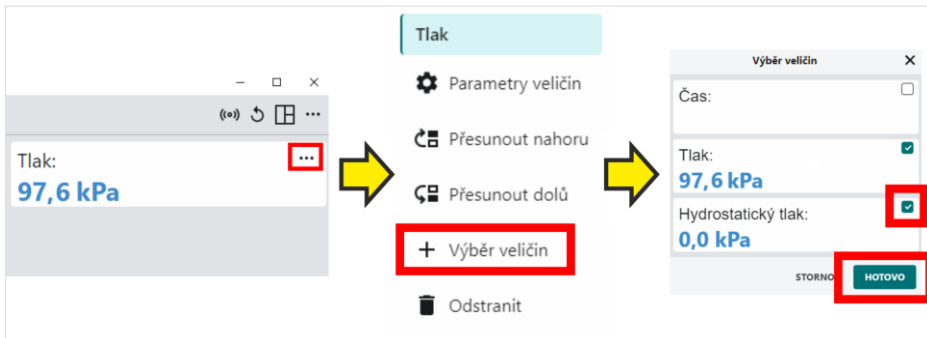
5. Potvrďte vytvoření nové veličiny tlačítkem *POUŽÍT*.

## Zobrazení hydrostatického tlaku na číselném displeji (pouze Graphical Analysis Pro)

Pokud jste zakoupili *Graphical Analysis Pro* (více na [www.vernier.cz/GAPRO](http://www.vernier.cz/GAPRO)), můžete na číselném displeji zobrazit nejen měřené, ale i nově vytvořené (dopočítávané) veličiny.

Jak přidat číselný displej s novou veličinou *Hydrostatický tlak*:

1. Vpravo nahoře klikněte na ikonu  pro nastavení zobrazení a zaškrtněte *Hodnota*.
2. Na displeji *Tlak* klepněte na *tři tečky* a v menu následně vyberte *Výběr veličin*.
3. Zaškrtněte *Hydrostatický tlak* a klepněte na *HOTOVO*.



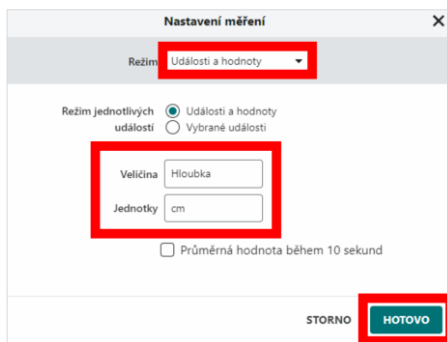
## Nastavení měření

Klikněte v levém dolním rohu na pole *Režim, Frekvence*, vyberte režim *Události a hodnoty* a vyplňte *Veličina: Hloubka* a *Jednotky: cm*.


Potvrďte kliknutím na tlačítko *HOTOVO*.

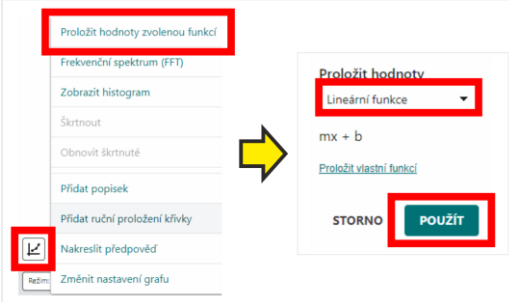
## Provedení experimentu

1. Pracujte ve dvojici.
2. Klepněte na tlačítko *ZAHÁJIT MĚŘENÍ*.
3. Umístěte hadičku do požadované hloubky.
4. Změřte vzdálenost od horní hladiny v odměrném válci ke spodní hladině v hadičce. *Vnikání vody do hadičky stejně jako zvednutí hladiny v odměrném válci jsou patrné až při ponoření hadičky do větších hloubek.*
5. Klepněte na tlačítko *ZACHOVAT* a запиšte aktuální hodnotu hloubky.
6. Potvrďte kliknutím na tlačítko *ZACHOVAT HODNOTU*.
7. Opakujte kroky 3 až 6 pro různé hloubky (my jsme měřili po 5 cm od 0 do 40 cm).
8. Zastavte měření tlačítkem *ZASTAVIT*.



## Proložení naměřených bodů přímkou

Klikněte na tlačítko  vlevo dole, vyberte *Proložit hodnoty zvolenou funkcí*, v nabídce zvolte *Lineární funkce* a poté potvrďte tlačítkem **POUŽÍT**.



Proložit hodnoty zvolenou funkcí

Frekvenční spektrum (FFT)


Zobrazit histogram

Škrtnout

Obnovit škrtnuté

Přidat popis

Přidat ruční proložení křivky

 Nakreslit předpověď

Redim Změnit nastavení grafu

Proložit hodnoty

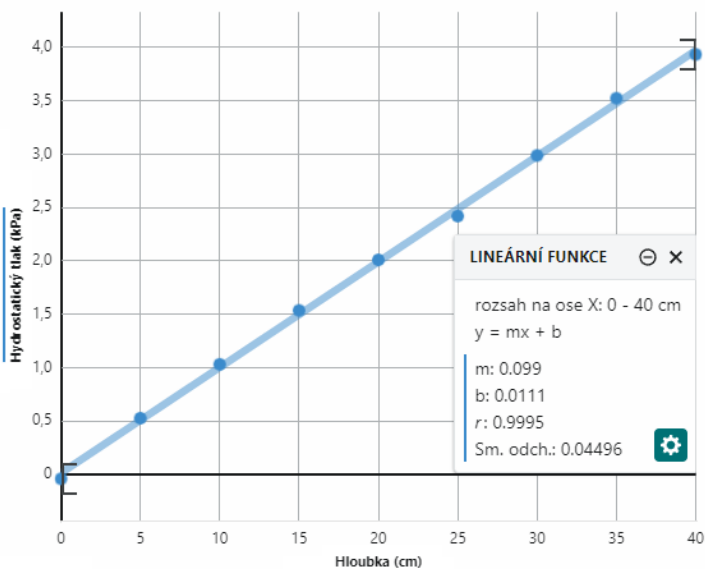
Lineární funkce

$mx + b$

[Proložit vlastní funkcí](#)

STORNO **POUŽÍT**

## Ukázka naměřených dat



## Závěr

Z měření vyplývá, že hydrostatický tlak je přímo úměrný hloubce. S každým centimetrem hloubky vzrostl hydrostatický tlak přibližně o 0,1 kPa, tedy zhruba 100 Pa.

## Poznámka

Dbejte na to, aby se voda nedostala do vnitřku tlakového čidla (do krabičky).