

Vernier ve výuce přírodních věd

PAVEL BÖHM¹, JAKUB JERMÁŘ²

¹ Katedra didaktiky fyziky, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha; Tel.: 221 912 430, e-mail: pavel.bohm@mff.cuni.cz;

² Edufor s. r. o., Příborská 518, 199 00 Praha; Tel.: 776 604 849, e-mail: jermar@edufor.cz

V příspěvku představíme měřicí systémy zvané datalogery a jednu jejich konkrétní značku – Vernier. Dále vás seznámíme s pohledem učitele na přínosy a úskalí používání těchto měřicích systémů ve výuce přírodovědných předmětů. Rovněž nabídneme náměty na obohacení výuky fyziky, chemie a biologie zajímavými demonstračními i laboratorními experimenty.

1. Co jsou datalogery

Datalogery jsou přístroje určené k měření a záznamu naměřených dat. Obvykle jde o „krabičku“ vybavenou konektory pro připojení senzorů (například teploměrů, pH čidla, sonaru, siloměru, spektrofotometru a podobně). Ve škole se nejčastěji používají při výuce přírodních věd, především fyziky, chemie a biologie – tomu je obvykle přizpůsobena i nabídka senzorů. Lze je ovšem využít také například v matematice, environmentální výchově nebo programování.

2. Měřicí systémy Vernier^a

Mezi měřicími systémy určenými pro školy patří Vernier ke světové špičce, přičemž cenově je kupodivu mezi nejlevnějšími. V ČR jej až donedávna nebylo možné zakoupit a případní zájemci museli složitě nakupovat z ciziny. Od roku 2009 se o jeho distribuci a propagaci stará společnost Edufor s. r. o.

České zastoupení přináší servis a všestrannou podporu českým učitelům, což zahrnuje mimo jiné vývoj metodických materiálů v češtině, pořádání školení a workshopů a také přeložení softwaru pro počítač i datalogger do češtiny, což je oproti dřívějšímu stavu nesporná výhoda.

Vernier nabízí více než 50 druhů senzorů pro biologii, chemii, fyziku a další přírodovědné obory.

Všechny senzory Vernier lze přímo nebo přes rozhraní připojit k počítači.

Některé senzory lze používat také zcela samostatně (hlukoměr, detektor radiace, infrateploměr, váhy), přičemž ale o možnost připojení k počítači nepřicházíte.

Senzory Go!Motion (sonar) a Go!Temp (teploměr) lze připojit k počítači přímo přes USB, nepotřebujete k jejich provozu už nic dalšího (potřebný software Logger Lite se dodává zdarma s nimi včetně neoficiálního českého překladu).

Většinu senzorů Vernier je však potřeba připojovat k některému z nabízených rozhraní. Nabídka rozhraní je pestrá a pokrývá nejrůznější potřeby a finanční možnosti škol. Od jednoduchého rozhraní Go!Link pro jeden senzor za méně než dva tisíce korun přes vícekonektorová rozhraní LabPro a LabQuest Mini pro náročnější laboratorní či demonstrační experimenty až po špičkové outdoorové rozhraní LabQuest, o kterém se více zmíníme v části 4.



Sledování koncentrace CO₂ a O₂ s Vernier LabQuestem

3. Přínosy a úskalí používání dataloggerů ve výuce

Následující část vychází z osobních zkušeností jednoho z propagátorů Vernieru v ČR, učitele Pavla Böhma, který datalogger Vernier již druhým rokem ve výuce aktivně používá, přičemž předtím měl několikaleté zkušenosti s konkurenčním systémem ISES. Používáním dataloggerů ve výuce se tedy zabývá již mnoho let.

3.1 Lze měřit ve třídách i v terénu

Velkou výhodou je možnost přenášení Vernieru mezi jednotlivými učebnami. Vybavení tak mohou sdílet fyzikáři, chemikáři, biologové i učitelé dalších oborů. To mi u ISESu velmi chybělo, ten je totiž vázaný na jeden konkrétní stolní počítač.

Také v případě, že neučíte například fyziku stále v téže odborné učebně, není problém přenést si vybavení do jiné učebny.

Snadná přenositelnost veškerého vybavení umožňuje rovněž měření v terénu (školní výlety, exkurze, školy v přírodě a podobně).

3.2 Děje trvající od milisekund po celé dny

Oproti klasickým měřidlům (teploměr, voltmetr, vlhkoměr a podobně) dokážou senzory Vernier zaznamenávat jak velmi rychlé děje trvající jen několik milisekund, tak naopak pomalé a dlouhotrvající děje (měření můžete nechat spuštěné celé dny).

Vše se zaznamenává do paměti a může být uloženo a zpracováno ve formě tabulek, grafů, případně sofistikovanějšími způsoby (prokládání křivek, Fourierova analýza, výpočty ploch pod grafy, numerické derivace a podobně).

3.3 Měří obtížně měřitelné veličiny

Vernier nabízí více než 50 různých senzorů pro biologii, chemii, fyziku, environmentální výchovu, fyziologii člověka či měření kvality vody. Dá se využít jako zajímavý „zdroj úloh“ také ve výuce matematiky nebo ICT.

Mnohé veličiny měřené s těmito senzory jsou jinak velmi obtížně měřitelné. Jedná se například o zrychlení, koncentraci oxidu uhličitého, zakalenost kapaliny, intenzitu jednotlivých částí elektromagnetického spektra měřenou spektrofotometrem a podobně.

Ale i veličiny, které jsou ve škole běžně měřeny, může být výhodné zaznamenávat do počítače s vyšší přesností a citlivostí, případně velmi rychle nebo naopak velmi dlouho – a bez nutnosti neustále hodnoty aktivně odečítat. Může se jednat třeba o měření teploty, pH, síly, frekvence srdečního tepu a mnoha dalších veličin.

3.4 Jednotné ovládání v češtině (méně stresu, více času)

K mnohým nabízeným senzorům můžete najít na trhu alternativy. Místo voltmetru a ampérmetru Vernier můžete zakoupit klasický multimetr. Místo luxmetru Vernier se můžete poohlédnout po jiných luxmetrech. Sonar se dá také zakoupit jako specializované zařízení a tak dále a tak podobně. Pokud ale všechny tyto věci pořídíte od jedné značky, získáte kromě všech výhod spojených s možností připojení k počítači také jednu další: jednotnost ovládání.

Výhody jednotného intuitivního ovládání v češtině brzy oceníte nejen vy, ale hlavně vaši žáci.

Odpadá nutnost neustálého připomínání sobě a vysvětlování žákům, jak pracovat s nepřeberným množstvím různých zařízení od různých firem. Stačí se naučit ovládat jedině rozhraní, do kterého se připojují všechny senzory.

3.5 Automatizované měření, více senzorů současně (tlak + teplota + ...)

Dlouhodobé „ruční“ měření jedné veličiny může být pro studenty značně nezábavné. Právem to mohou považovat za zbytečné, když se přece dnes běžně v profesionálních laboratořích používají ke sběru dat počítače. Mohou to cítit podobně, jako kdybychom je nutili počítat s logaritmickým pravítkem.

Spolu s nudou přinášejí dlouhá monotonní měření také chybovost a ztrátu času, sil i chuti věnovat se potom ještě rozboru výsledků. Někdy proto laboratorní práce v podstatě končí jen naměřením hodnot a na nic dalšího už nezbývají síly ani čas.

Pravým oříškem potom může být měření více veličin současně (například tlaku a teploty nebo proudu a napětí).

S dataloggerem můžete měřit synchronizovaně několik veličin současně bez jakéhokoliv zvýšeného úsilí. Prostě jenom připojíte patřičný počet senzorů.

Mám zkušenost, že úlohy, které klasickými metodami zaberou značnou část hodiny, zvládnou s dataloggerem za zlomek času.

Jednoduché ovládání pak dovolí během okamžiku například zobrazit pomocí grafu vzájemné vztahy mezi změřenými veličinami. Objevení stavové rovnice plynu nebo voltampérové charakteristiky diody je tak otázkou několik málo minut.

V ušetřeném čase a s ušetřenými silami svými i svých studentů se pak můžete věnovat například principu činnosti použitých senzorů a rozboru výsledků měření.

3.6 Obrovský demonstrační měřicí přístroj

Po připojení senzorů k počítači (přímo nebo přes některé rozhraní) získáte obrovský demonstrační měřák, který můžete dataprojektorem promítat celé třídě. Obvykle bývá vidět ještě lépe než velké demonstrační měřáky klasického provedení.

Veškerá data lze ukládat ve formě tabulek a grafů, komentovat, předávat studentům k dalšímu zpracování a podobně.

3.7 Možnost exportu do Excelu a jiných programů na zpracování dat

Komu by nevyhovovaly nebo nestačily poměrně široké možnosti zpracování dat v prostředí Vernier (fitování křivek, statistická analýza, výpočet plochy pod křivkou a podobně), může svá data exportovat do jiných programů.

Tabulky s naměřenými hodnotami lze snadno exportovat například do Excelu, čehož můžete využít i v rámci interdisciplinárních vztahů při výuce ICT.

K přenosnému rozhraní LabQuest lze připojit flash disk i paměťovou kartu, data můžete přenášet do počítače také pomocí USB kabelu.

3.8 Podpora výroby vlastních laborek

Software pro práci se senzory umožňuje vytváření vašich vlastních podkladů pro laboratorní práce. Můžete připravit instrukce pro studenty (včetně obrázků a videí) nebo přednastavit parametry měření pro jednotlivé použité senzory.

Rovněž při samotném měření oceníte vy i žáci možnost dělat si poznámky, například označovat jednotlivé křivky v grafu vlastními popisky.

3.9 Studenty i učitele práce s Vernierem baví

Neméně důležitou výhodou je, že práce s Vernierem obvykle studenty i učitele velmi baví.

I kdyby aktivizace studentů byla způsobena pouze novostí a neokoukaností, je dobře, že máte k dispozici další alternativu ke svým výukovým pomůckám a metodám, které tak můžete ještě lépe střídat a vybírat si podle potřeby ty nejlhodnější.

3.10 Možnost zvolit různou hloubku „zavrtání se“

Zjistil jsem, že v mnohých případech se jedna a tatáž úloha dá dělat jak velmi rychle a jednoduše na základní škole (povrchně a pouze kvalitativně – tj. všimnout si třeba jenom tvaru grafů), tak do mnohem větší hloubky a šíře se středoškoláky nebo vysokoškoláky (můžeme přidat konkrétní výpočty a podrobnější analýzy, diskutovat nejrůznější souvislosti a podobně).

Jednoduché experimenty studenty silně podněcují k vlastní aktivitě, přemýšlení a zvědavým dotazům. Současně mohou být získaná data využita nejen k budování znalostí a dovedností ve vyučovaném předmětu, například chemii, ale také k budování mezipředmětových vztahů (matematika, ICT).

3.11 Úskalí první – peníze

Přestože systémy Vernier patří v ČR k těm dostupnějším, pořád stojí nemálo peněz.

Nicméně nemalé finanční náklady jsou spojené s libovolným vybavením školy – je to otázka priorit.

Kromě běžných zdrojů můžete zkusit získat prostředky také z grantů nebo oslovit sponzory. Vernier se dobře vyjímá na dnech otevřených dveří a leckterý sponzor jistě bude hrdý, když jeho jméno bude při této příležitosti zmíněno.

3.12 Úskalí druhé – nadužívání

Staré dobré a lety prověřené metody jistě nepatří do šrotu. Křída, špejle, PET láhev nebo třeba obyčejné zeli mohou také být vhodnými učebními pomůckami. Přestat je používat a omezit se na datalogery by bylo jistě chybou, podobně jako kdybychom se ve vyučování spoléhali výhradně na applety nebo na učebnice.

3.13 Úskalí třetí - přehnaná očekávání

Vernier v žádném případě neplní funkci kouzelné hůlky. Práci i nadále musí vykonat především student. Na to je dobré nezapomínat.

4. LabQuest – experimentování v terénu

LabQuest je vlajkovou lodí společnosti Vernier. V oblasti školních dataloggerů patří k absolutní světové špičce.

Mezi jeho mnohými přednostmi jmenujme intuitivní ovládání v češtině pomocí barevného dotykového displeje, dlouhou výdrž baterie či odolnost vůči nepříznivým vnějším podmínkám (pád, teplotní výkyvy, pocákání vodou).

Samozřejmostí je možnost připojení několika senzorů současně.

Při používání oceníte rovněž mnoho drobných detailů, jako je nízká hmotnost a malé rozměry, pogumované okraje usnadňující držení, možnost připojit paměťovou kartu nebo flash disk, případně LabQuest připojit k počítači a dataprojektoru.

Chemikové možná ocení zabudovanou periodickou soustavu prvků, fyzikové zase generátor tónů či kalkulačku, případně stopky. LabQuest toho zkrátka nabízí spoustu.

Pokud chcete experimentovat nejen ve škole, ale také v terénu, je LabQuest i díky svojí nízké ceně jednoznačnou volbou.

5. Experimentování v laboratoři

Pokud naprosto určitě víte, že měření v terénu nikdy nevyužijete a datalogery budou vždycky připojené k počítači ve školní laboratoři, může pro snížení nákladů pořídit některé ještě levnější rozhraní – baterii nebo dotykový displej totiž nebudete potřebovat.

Ke všem rozhraním je zdarma dodáván software Logger Lite včetně neoficiálního českého překladu.

Nejlevněji vyjde rozhraní Go!Link (1960 Kč^d). Lze do něj sice připojit pouze jeden senzor (navíc několik senzorů Vernier s ním není kompatibilních), na druhou stranu v případě potřeby měřit více senzory zároveň není problém zapojit do počítače najednou více Go!Linků.

Pro náročnější demonstrační či žákovské laboratorní úlohy jsou ale vhodnější rozhraní LabQuest Mini či LabPro, která jsou obdobou LabQuestu, ale bez dotykového displeje.



Vernier Go!Link a Vernier LabQuest

6. Náměty na experimenty

Na stránkách www.vernier.cz postupně uveřejňujeme náměty na využití senzorů ve výuce. Zde několik z nich uvedeme jako příklad. Další náměty lze najít také například na FyzWebu^{b, c}.

6.1 Závod v ochlazování teploměrů

V rychlovarné konvici připravte vodu o teplotě blízké 100 °C. Ta bude sloužit pro ohřívání teploměru před jeho ochlazováním. Ochlazování vždy po dobu 20 s provedete čtyřmi různými způsoby:

- suchý teploměr v klidu (vytáhnout z konvice, otřít a jen se dívat)
- mokrý teploměr v klidu (vytáhnout z konvice a jen se dívat)
- suchý teploměr s máváním (vytáhnout z konvice, otřít a mávat s teploměrem)
- mokrý teploměr s máváním (vytáhnout z konvice a mávat s teploměrem)

Do jednoho grafu zaznamenáte všechny čtyři poklesy teplot. Nechte žáky vytvořit hypotézu o tom, jak budou jednotlivé teploměry seřazené (který se ochladí více, který méně).



Experimentování podněcuje zvědavost dětí

1. Připojte k počítači USB teploměr Go!Temp a spusťte program Logger Lite.
2. V programu Logger Lite nastavte délku měření na 20 sekund a frekvenci měření jednou za sekundu (Experiment → Sběr dat).
3. Ohřejte teploměr (můžete si konvici podle potřeby opakovaně zapínat).
4. Spusťte měření zeleným tlačítkem *Sběr dat* a současně vytáhněte teploměr z konvice a umístěte mimo ni (aby nebyla v proudu teplého vzduchu a páry).
5. Podle toho, ve které ze čtyř fází jste, teploměr osušte (jedním rychlým setřením) nebo neosušte utěrkou a během 20 sekund měření s ním mávejte nebo nemávejte.
6. Až měření po 20 sekundách skončí, zvolte Experiment → Uchovat poslední měření (všimněte si, že klávesová zkratka je CTRL+L). Pokud se něco zvirtlo, můžete měření předčasně zastavit červeným tlačítkem stop a smazat Experiment → Vymazat poslední měření.
7. Protože v grafu nakonec budou čtyři čáry, je potřeba držet si přehled, která je která. V menu vyberte Vložit → Textová poznámka. Vyplňte krátký popis (mokrý s máváním, mokrý bez mávání, suchý s máváním nebo suchý bez mávání). Poté klepněte mimo textovou poznámku a hned se zase myší vraťte na kraj obdélníčku, až se objeví pacička. Nyní můžete obdélníček podle potřeby přesunout na vhodné místo. Stejně tak můžete přesunout konec černé čáry, aby ukazovala na příslušný průběh teploty (na správnou barevnou čáru v grafu). Můžete také změnit barvu čáry: klikněte pravým myšítkem do grafu, vyberte *Nastavení sloupce* a příslušné měření. Přepněte na *Options* a nastavte barvu.
8. Pokud už proběhla všechna čtyři měření poklesu teploty, seřaďte ještě textové poznámky podle toho, kdy se to ochlazovalo nejrychleji a kdy nejpomaleji (ať to pro studenty, kterým to promítáte na dataprojektoru, je přehledné).
9. Nyní můžete se svými studenty diskutovat jejich hypotézy, v čem byly správné a v čem ne.

6.2 „Obkreslování“ grafů sonarem

Tato aktivita může pomoci studentům s propojováním grafů pohybů s reálnými situacemi. Obvykle je potřeba ji s každým studentem vícekrát opakovat. Někdy je obtížné studenty od této činnosti odtrhnout, protože je velmi baví.

1. Připojte sonar Go!Motion k USB portu notebooku a spusťte program Logger Lite (je dodáván spolu se senzorem).
2. Klikněte na zelené tlačítko *Sběr dat* vpravo nahoře a vyzkoušejte, s jakou přesností sonar ukazuje polohu.
3. Nyní změňte dobu měření (výchozí je 5 sekund) na 15 sekund. Experiment → Sběr dat (vidíte, že klávesová zkratka je CTRL + D).
4. Kliknutím na tlačítko *Náh.* vlevo od zeleného *Sběr dat* vygenerujete náhodný průběh polohy v průběhu času.
5. Spusťte měření a pohybujte senzorem nebo nějakým předmětem (sešitem) před senzorem tak, abyste graf co nejpřesněji obkreslili.
6. Opakujte kroky 5 a 6 dle uznání.
7. Vymažte data (Experiment → Vymazat poslední měření) a změňte měřítko na svislé ose od nuly do 1,8 m (pravé myšičko → Nastavení grafu). Přepněte na záložku *Axes Options* a nastavte hodnotu *Top* na 1,8.
8. Místo náhodného generování grafu si vzájemně nakreslete svoje vlastní předlohy (ikonka tužky – *Kreslit*) a opět zkuste graf obkreslovat.
9. Můžete zkusit přepnout osu Y na rychlost místo polohy, případně dokonce na zrychlení – a opět obkreslovat. To je už ale mnohem náročnější než obkreslování grafu závislosti polohy na čase.

7. Závěr

Aktuální ceník, novinky, software a aktualizace ke stažení, stejně tak jako náměty na experimenty nebo české lokalizace programů najdete na www.vernier.cz.

S libovolnými náměty nebo dotazy se můžete obrátit na info@vernier.cz.



Jednoduché ovládání v češtině umožňuje používat Vernier i na základních školách

^a Edufor s. r. o.: Vernier CZ. 2010. URL: <<http://www.vernier.cz>>

^b KDF MFF UK: FyzWeb – Zkoumání teploty v chladničce. 2010. URL: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=137>>

^c KDF MFF UK: FyzWeb – Měření účinnosti rychlovarné konvice. 2010. URL: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=132>>

^d Edufor s. r. o.: Vernier CZ – seznam produktů. 2010. URL: <<http://www.vernier.cz/katalog/seznam>>