

MoleGraph – levný školní měřicí systém z Arduina

Tomáš Feltl¹

casopis.e.mole@gmail.com

¹ Gymnázium Polička & Časopis e-Mole, Polička

Klíčová slova

experiment, pokus, přírodní vědy, měření, přírodovědná měření, bádání, badatelská výuka, chemie, biologie, fyzika, zeměpis, Arduino, čidlo, senzor, MoleGraph

Školní měřicí systémy a jejich další rozměr ve výuce

Již řadu let se nám na školách zabydlují různé **školní měřicí systémy**. Především v přírodních vědách hrají důležitou roli. Dlouhodobě se zaměřujeme na práci s těmito systémy, např. od firem NeuLog, PASCO, Vernier a dalších, a to jak ve vlastní výuce žáků na ZŠ a SŠ, tak v rámci DVPP školení učitelů. S nástupem trendu podpory **Průmyslu 4.0**, a tím pádem většího zaměření na **polytechnickou** výchovu, dostává práce se školními měřicími systémy další rozměr. Jde o to, nejen využívat zmiňovaných systémů k nějakému přírodovědnému měření a zkoumání různých jevů a jejich zákonitostí, ale také lépe porozumět tomu, jak takový měřicí systém funguje, co vlastně jednotlivá čidla zaznamenávají a na jakém principu pracují. Právě tyto kompetence vedou ke správnému a smysluplnému využívání měřicích systémů v praxi, ať už ve školním nebo průmyslovém prostředí. Na tento rozměr využití měřicích systémů ve výuce se ale často zapomíná.

Kde je problém?

Myslím si, že právě důraz na pochopení principu fungování různých čidel opomíjí již samotní výrobci a tvůrci výukových materiálů a učitelé pak v tomto trendu často pokračují. Je sice dobře, že je stále více zdůrazňována potřeba „badatelského přístupu“, ale jakmile s žáky vykročíme za hranice předem připravených úloh a problémů (které jsou samozřejmě takříkajíc „odladěné“), je na místě velká obezřetnost. Měli bychom mít na paměti, že ono číslo, které se nám zobrazí na displeji, může znamenat něco úplně jiného, než si myslíme. Proč? Právě proto, že musíme respektovat určitá omezení, vyplývající nejen ze samotného principu měření, ale také z konstrukce čidla a někdy i z nejrůznějších interferujících faktorů. Často tak můžeme narazit na využití určitého čidla zcela chybným způsobem. Vícekrát jsem se například setkal s tím, že žáci měřili pH (kyselost/zásaditost) ve slivovici a hned vedle v čaji. Hodnoty pak přímo porovnávali mezi sebou. Bez znalosti alespoň základů fungování čidla a principu měření je toto srovnání zdánlivě v pořádku, vždyť nám přístroj nějaké to číslo zobrazil. Z principu fungování skleněné pH elektrody je ale jasné, že se dopouštíme zásadní chyby. Další opomíjenou věcí je kalibrace čidel. Odezva některých čidel se totiž v čase či v souvislosti s okolními podmínkami dosti výrazně mění (čidla např. stárnou) a samozřejmě se pak mění i zobrazované hodnoty. Pokud chceme s dětmi skutečně bádát, nesmíme jim tyto skutečnosti tajit, ale naopak na ně upozorňovat. Bohužel, málokdy najdeme nějakou předem připravenou úlohu (třeba již od výrobce), která by žáky na různá úskalí využívání určitého čidla upozornila. Jednoduše řečeno, naměřili bychom záměrně něco, co by bylo zcela chybné, a tuto chybu bychom pak s žáky odhalili právě na straně čidla – tedy ve skutečnosti na naší straně, protože jsme udělali něco, co jsme dělat neměli. Zásadním úskalím komerčních měřicích systémů je zde jejich vysoká cena a současně jejich uzavřenost. Těžko bude běžný učitel s žáky rozebírat čidlo v ceně osm tisíc korun a ukazovat, co je uvnitř nedobytné plastové krabičky a na jakém principu ona krabička vlastně pracuje.

Jak z toho ven?

Některá úskalí se přitom dají relativně snadno vyřešit. Tím řešením je jít o úroveň níže a nepoužívat měřicí systémy jako typické „black boxy“ (černé skříňky), které vždy zobrazují pravdivé údaje. Jde to samozřejmě i s komerčními systémy, ale některé velice efektivní přístupy a postupy u nich asi nevyužijeme. Co tím mám na mysli? Pokud máte čidlo za 25 Kč, je pro žáky výbornou zkušeností, když někdo z nich svojí chybou čidlo prostě zničí. Co třeba postavit situaci tak, že měříme tlak a nesmíme překročit povolené maximum? Někomu se to jistě povede. Někdy stačí „jenom“ něco špatně zapojit a ejhle, ono to najednou nefunguje. To jsou neocenitelné zkušenosti. Kde ale taková levná čidla získat? Jedna z možností je využít **Arduino**[1] a jeho potenciál v souvislosti s obrovským množstvím nejrůznějších čidel. Arduino je open-hardware platforma založená na mikrokontrolérech ATmega a textovém či grafickém vývojovém prostředí. Existuje celá řada klonů Arduina a nepřeberné množství různých kompatibilních

prvků (čidel, motorů, rozšiřujících „shieldů“, displejů, ...). S Arduinem máme tedy podstatně více možností než s klasickými měřicími systémy. Takový měřicí systém pak můžeme využít i mimo „klasické“ oblasti, se kterými máme tyto systémy nejčastěji spjaté. Může to být např. měření rozměrů historických staveb v rámci dějepisné exkurze, zjišťování velikosti soch v exteriérech při exkurzi z výtvarné výchovy nebo odhadování a následné měření výšky tónu v hudební výchově či bezkontaktní měření teploty různých ploch v souvislosti s požární ochranou a bezpečností práce. Budeme-li chtít, můžeme také stavět roboty, stavět chytrou domácnost na bázi IoT (internet věcí), regulovat teplotu ve skleníku, udělat si chytré směrovky na své kolo, vybudovat školní meteostanici, nebo třeba postavit 3D tiskárnu – to všechno a mnohé další s Arduinem zvládneme. Výrazným plusem je u Arduina právě cena a velká uživatelská komunita se spoustou nápadů a ukázek z nejrůznějších projektů. Cena je přitom skutečně lidová a pohybuje se v rádech desítek až stovek korun (v případě některých čidel je to samozřejmě i více).



Arduino Uno



Arduino Micro



Arduino Mega 2560

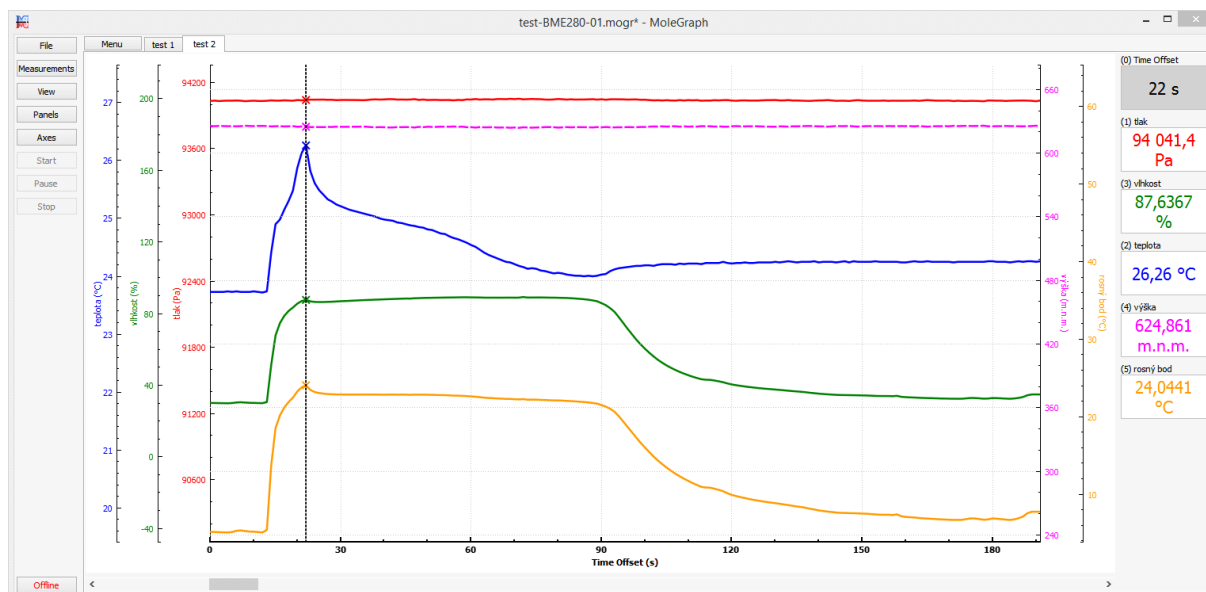
Obr. 1: Oblíbená a cenově dostupná Arduina

Co je to MoleGraph?

Pokud chcete používat Arduino ve výuce jako měřicí systém, potřebujete nějakou aplikaci pro zobrazování a záznam dat. Právě k tomuto účelu byla vytvořena open source multiplatformní aplikace **MoleGraph**[2].

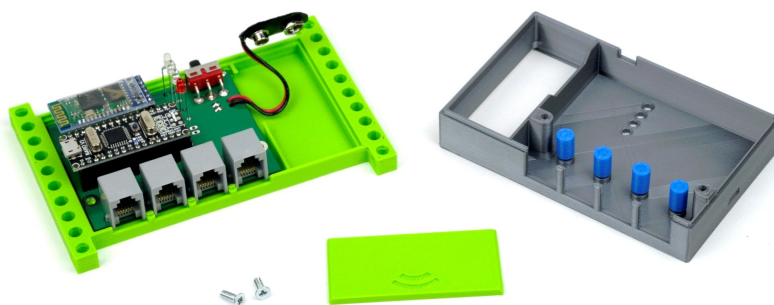
Základní vlastnosti systému **MoleGraph**:

- multiplatformní open source aplikace pro MS Windows, macOS, Linux, Android;
- možnost připojení přes USB, nebo Bluetooth (měření z tabletu/chytrého telefonu/počítače);
- maximálně 8 měřících kanálů;
- virtuální kanály pro porovnávání různých měření;
- záznam časového průběhu měřených hodnot;
- libovolný počet měření (možnost klonování nastavení již existujícího měření);
- měření kontinuální (vzorkovací frekvence závisí na použitém čidlu a Arduinu), nebo vzorkování na vyžádání (stisk tlačítka);
- zobrazování hodnot formou grafu (libovolný počet nezávislých os y; osa x jako vzorkovací/časová osa, nebo zobrazení dat z vybraného kanálu – např. závislost napětí a proudu);
- odečet hodnot z grafu (základní statistika – minimum, maximum, průměr, medián, ...);
- snadné celkové zoomování v grafu, nezávislé zoomování a posun os;
- zobrazování hodnot v číslkové podobě;
- nezávislé ukládání a načítání naměřených dat a parametrů nastavení měření do/ze souboru (možnost tvorby žákovských „šablon“ úloh);
- export grafu jako obrázku;
- export naměřených dat v tabulkovém formátu CSV (aktuální měření, všechna měření).

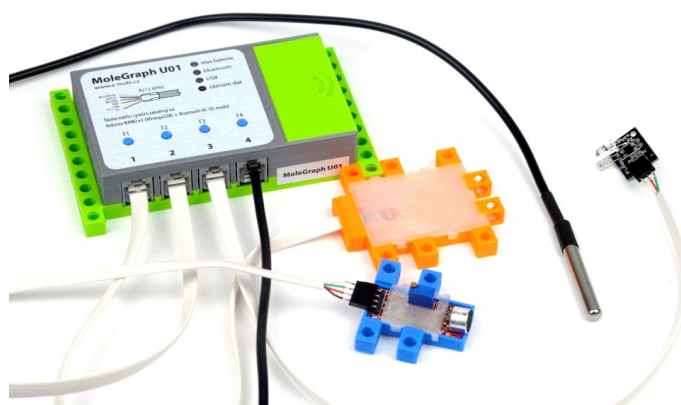


Obr. 2: Multiplatformní aplikace MoleGraph

Další výraznou pomůckou při používání MoleGraphu je **MoleGraph Shield**[3]. Umožňuje připojovat čidla pomocí standardního konektoru RJ12. Díky RJ konektoru odpadá pro někoho složité propojování Arduina s čidly jednotlivými „drátky“. Díky univerzálnímu firmwaru se pak obejdete jak bez znalosti programování, tak bez neustálého přehrávání programu v Arduinu podle zrovna použitého čidla. Základ pro záznam a zobrazování měřených dat je přitom stále stejný – naše multiplatformní aplikace MoleGraph. Pokud chcete, můžete používat MoleGraph s libovolným čidlem, které si ke svému Arduinu připojíte, a MoleGraph Shield nemusíte používat vůbec. Vše má otevřený zdrojový kód (open source) a vše je volně k dispozici v našich repozitářích na **GitHub**[4].

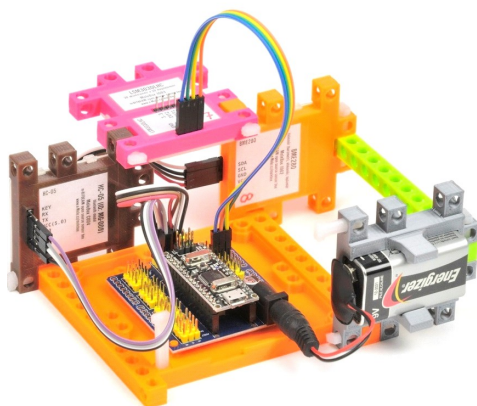


Obr. 3: MoleGraph Shield a 3D tištěná krabička (osazený BT modul a Arduino NANO)



Obr. 4: MoleGraph – varianta se snadným připojením čidel a univerzálním firmwarem

Třetí částí rodiny měřicího systému MoleGraph je **MoleBox**[5] – systém 3D tištěných krabiček kompatibilní se stavebnicí BITBEAM. Hlavním účelem tohoto systému je zakrytování určitého čidla či celého modulu a současně umožnění variabilního uchycení čidel/modulů. MoleBoxy jsou vhodné nejen k měření s Arduinem (MoleGraph) ale také třeba jako součást nějaké robotické konstrukce (**m-BITBEAM**). Na našich stránkách najdete přehled připravených boxů, odkazů k zakoupení příslušných čidel, ukázkové kódy a předpřipravené šablony pro měření s MoleGraphem. Na MoleBoxy si můžete také stáhnout a vytisknout polepky, které obsahují popis čidla i jednotlivých vývodů (k dispozici je česká i anglická varianta).



Obr. 5: Čidla a moduly MoleBox v rámci systému MoleGraph (tentokrát v „programátorské“ variantě)

Jak s MoleGraphem začít?

Můžete vycházet z naší publikované dokumentace na stránkách časopisu e-Mole. Pokud byste se s MoleGraphem seznámili raději v nějakém kurzu, je zde i tato možnost. Pro informatiky, programátory a „bastlíře“ bez zkušeností s Arduinem je vhodné absolvovat školení **Arduino – programování, robotika a měřicí systémy trochu jinak**[6], které je akreditované v rámci systému DVPP a na kterém se seznámíte s Arduinem, včetně „programátorského“ využití MoleGraphu.

Další praktický seminář, **Arduino – školní měřicí systém svépomocí a levně**[7], je zaměřený především na všechny přírodovědce a nadšence, kteří se nechtějí věnovat programování, ale chtějí používat MoleGraph s MoleGraph Shieldem. Na tomto akreditovaném semináři si totiž s pomocí Arduina a několika čidel vytvoříme funkční školní měřicí systém. Čidla budeme připojovat standardním konektorem RJ12 a nebudeme muset každé čidlo zvlášť programovat. V průběhu semináře si společně osadíme jednoduchou desku plošného spoje (pcb) a postupně si představíme jednotlivá čidla. Seznámíme se s principem jejich fungování a s jejich omezeními a na několika příkladech si vše prakticky vyzkoušíme. Nakonec si komponenty svého nového DIY (Do-It-Yourself) měřicího systému uzavřeme do 3D vytištěných krabiček (samozřejmě se snímatelnými víčky – modul čidla je tak možné žákům kdykoli ukázat a popsat). Protože je celý systém, včetně multiplatformní měřicí aplikace MoleGraph, open source, můžete si do budoucna „svůj“ měřicí systém libovolně rozšiřovat a sdílet zkušenosti s dalšími učiteli a jejich žáky.

Tento článek původně vyšel v časopisu e-Mole (www.e-mole.cz).

Odkazy

- [1] <https://www.arduino.cc>
- [2] <https://www.e-mole.cz/diy/molegraph>
- [3] <https://www.e-mole.cz/diy/molegraph-shield>
- [4] <https://github.com/e-Mole/MoleGraph>
- [5] <https://www.e-mole.cz/diy/molebox>
- [6] <https://www.interactivelearning.cz/vzdelavani/arduino-programovani-robotika-merici-systemy-trochu-jinak>
- [7] <https://www.interactivelearning.cz/vzdelavani/arduino-skolni-merici-system-svepomoci-levne>