

BEZDRÁTOVÉ FYZIKÁLNÍ SENZORY SE SOUPRAVOU ISES BLUE

FRANTIŠEK LUSTIG

Univerzita Karlova, Matematicko fyzikální fakulta UK Praha, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, ČR

Příspěvek přináší ukázky s novým bezdrátovým měřicím systémem ISES Blue a s novými bezdrátovými fyzikálními senzory (Geiger-Mullerův čítač, GPS logger a 3 osý bezdrátový akcelerometr). Známé bezdrátové technologie jako je infračervený port, bluetooth, WiFi, ZigBee jsou v počítači zpravidla využívány pro přenos dat (mezi počítači, na tiskárnu aj.). Ale bezdrátového přenosu se dá využít i ke snímání a řízení fyzikálního experimentu(!) Počítač nemusí mít žádnou měřicí ústřednu, stačí mu standardní BlueTooth, či WiFi port. Variantu bezdrátového připojení senzorů jsme odzkoušeli se standardními senzory soupravy ISES-PCI. Souprava ISES Blue komunikuje přes bluetooth i USB. Má možnost funkce dataloggeru. Přenáší data bezdrátově on-line přímo ze senzorů i off-line z dataloggeru. Souprava ISES Blue je chápána jako samostatná měřicí ústředna, ale též jako doplněk ke standardní soupravě ISES.

Uvědomme si, že bluetooth komunikace funguje i pro mobilní telefony. Připravujeme aplikaci pro měření do mobilního telefonu (!).

Bezdrátový způsob měření aktivizuje studenty, umožní měřit studentům a žákům přímo z jejich lavic; učitel moderuje provádění experimentů, prezentuje se na centrálním projektoru. Několik studentských stanic ISES Blue může měřit na jednom počítači (!)

1. Úvod - bezdrátové měřicí systémy

Měřicí systémy s počítačem se postupně rozvíjejí. Měřicí ústředny se zpočátku připojovali přímo na sběrnici počítače přes ADDA kartu, poté přes rozhraní USB a nyní se začínají objevovat bezdrátové propojení přes bluetooth, či WiFi. Bezdrátové „wireless“ senzory jsme našli u firem dodávajících senzory spíše pro průmysl (LabVIEW, Omega), resp. již i u systémů pro výuku např. Phywe.

Některé bezdrátové měřicí systémy mají neuvěřitelné parametry. Komunikují-li na volných pásmech 2,4 GHz a s větším výkonem (50mW), který je povolen v USA, Kanadě aj., dosahuje přenos dat až 60 km (!) ve volném prostoru a 15 km v zástavbě. Nám v laboratoři budou stačit metry s povoleným výkonem 1 mW.

A nyní k soupravám ISES. Na školách je cca 480 souprav ISES, jak v ČR tak i na Slovensku. Soupravy ISES jsou na školách již od roku 1985. Nejdříve to byly soupravy IES (Intelligent Experimental System) pro počítače IQ-151, později soupravy ISES (Intelligent School Experimental System) pro PC počítače s platformou DOS, Win98, WinXP až Win 7. S nástupem Internetu se ISES také zaměřil na využití Internetu ve vzdálených laboratořích a na provázání se systémy LabVIEW a Lego – vznikl systém iSES (internet School Experimental Studio), který má svou podobu až dodnes. Rozvoj systému ISES se nyní ubírá jak cestou lokálních měření se systémem ISES [1], [11] tak rozvojem vzdálených experimentů [2] (viz. <http://www.ises.info>) založených na programátorské stavebnici ISES

WEB Control [3], tak rozvojem bezdrátových měřicích modulů (bezdrátové senzory a bezdrátový systém ISES Blue), které budou popsány níže.

2. Bezdrátový měřicí systémy ISES Blue

Souprava ISES Blue je novinkou roku 2010. Jedná se o převratnou novinku soupravy, která dovede snímat veličiny *bezdrátově*. Počítač nemá žádnou měřicí ústřednu, stačí když je vybaven vstupem bluetooth (!), který má skoro každý moderní počítač. Pokud tento vstup počítač nemá, doplní se bluetooth adaptérem (cca 300,- Kč).

V tomto příspěvku jsou popsány základní vlastnosti ISES Blue bez návaznosti na experimenty. Jsme přesvědčeni, že experimenty si uživatelé sami vytvoří, případně se budou inspirovat na cca 200 experimentech z Fy, Che, Bi, které jsou k lokálním systémům ISES již hotové [4], [5], [6], [7], [8], [9].

Bezdrátový měřicí systém ISES Blue přináší do experimentování nový fenomén - *možnost on-line volného experimentování*, bez propojení s počítačem a *možnost současného měření z několika stanic ISES Blue do jednoho počítače*. Současné on-line experimentování bylo vázané na počítač např. prostřednictvím kabelu USB. Nyní máme možnost volného experimentování na vzdálenost až 10 metrů od počítače. To je jedna výhoda. Ale další dosud nepublikovaná výhoda umožňuje připojit na jeden měřicí počítač několik měřicích stanic ISES Blue. Představme si třídu, kde frontálně experimentuje několik studentů, či dvojic a všichni mohou své výsledky prezentovat na jednom např. učitelském počítači (!). Tak jako jsme měli v klasickém systému ISES, resp. i u jiných systémů, možnost prezentovat několik měřicích kanálů z *jedné* stanice, tak zde máme možnost zobrazení z *několika* měřicích stanic ISES Blue, každou se dvěma kanály.

Souprava ISES Blue je technicky velice jednoduchá. Disponuje 2 analogovými vstupy, vzorkovací frekvence při bezdrátovém přenosu je 1kHz. Má bateriové napájení, dobíjení přes USB konektor. Disponuje bluetooth kanálem. Má malou anténu, jednak protože je kovová a jednak pro zvětšení dosahu.

Souprava ISES Blue, ale může fungovat i jako USB měřicí stanice, potom má daleko větší vzorkovací frekvenci (100 kHz).

Souprava ISES Blue pracuje i jako datalogger. Vzorkovací frekvence v režimu datalogger je 100 kHz. Data se zaznamenávají na SD kartu o velikosti 4 GB. Data se potom přenášejí do počítače off-line přes USB či bluetooth.

Soupravu ISES Blue lze chápat jako samostatný měřicí systém, ale doporučujeme ji též jako doplněk ke stolním soupravám ISES Professional a ISES PCI. Všechny stávající moduly pro Fy, Che i Bi jsou použitelné i pro nový ISES Blue.



Obr. 1. Bezdrátový měřicí systém ISES Blue se standardními moduly V-metr a A-metr.

Soupravu ISES Blue tvoří:

1. Měřicí panel ISES Blue. Disponuje 2 vstupními kanály pro moduly ISES, resp. 2 svorkovými vstupy 0-5V. Má bateriové napájení, dobíjení prostřednictvím USB konektoru. S počítačem komunikuje prostřednictvím bluetooth a USB.

2. Program ISESWIN32blue je jednoduchá varianta programu pouze pro soupravu ISES Blue. Resp. lze pracovat s univerzálním programem ISESWIN32i verze 5.0 (umí všechny varianty ISES včetně ISES Blue). Oba programy jsou pro platformu Windows: Win 2000, XP, Vista i Win7.

3. Modulární, volitelný systém standardních *modulů ISES* pro *Fy*, *Che* a *Bi*, resp. *modulů firmy Vernier* s pomocí redukčního konektoru „*ISES to Vernier*“.

Dovolujeme si uvést do příspěvku i ceny, neboť se jedná o progresivní novinku a jedno z nejlepších technických řešení s nejnižší cenou. Cena soupravy ISES Blue je 9.500,- Kč bez DPH. Cena upgrade programu ISESWIN32i na ISESWIN32blue je 3.000,- Kč bez DPH. Cena nové instalace programu ISESWIN32blue je 5.000,- Kč bez DPH.

3. Speciální bezdrátové, resp. USB moduly vhodné pro fyziku

V závěru příspěvku bychom ještě popsali některé zajímavé moduly, které vznikly při vývoji systému ISES Blue. Jedná se o samostatné moduly, které jsou připojitelné k počítači bez jakékoliv soupravy – bez ISES, bez LabVIEW, bez Phywe, aj. (!). Následující moduly sice pracují i s ISES, resp. ISES Blue, ale mohou komunikovat s počítačem např. pouze přes EXCEL (!). Rovněž připojení níže popsaných modulů k počítači může být jak přes ISES systém, případně přes USB, případně přes bluetooth. V současné „jednočipové revoluci“ je vše téměř shodné.

Geiger Müllerův čítač pro měření radioaktivity

Geiger Müllerův čítač pro měření alfa, beta a gama radioaktivity je v několika provedeních. Jednak v provedení speciálně pro ISES, resp. v provedení USB, resp. v provedení bluetooth, resp. v libovolné kombinaci těchto počítačových vstupů.



Obr. 2. Geiger Müllerův čítač pro měření radioaktivity (pro ISES, USB, či bluetooth)

Indikuje hlavně beta a gama záření (pozn. ale může indikovat i alfa částice, má speciální okénko pro alfa částice). Impulzy se za danou časovou jednotku (10s, 1min) opakovaně přenáší např. do EXCEL souboru, který je možno dále vyhodnocovat. V případě zapojení do soupravy ISES se standardně prezentují v software ISESWIN. Geiger Mullerův čítač se vždy dodává i se softwarovou podporou vzdáleného měření radioaktivního pozadí (zdarma). Každá škola může mít na svých WWW stránkách on-line měření radioaktivního pozadí s dlouhodobým non stop záznamem. Vyberete si časový úsek záznamu a data ze vzdáleného měření můžete přes Clipboard přenést do Vašeho počítače např. do EXCELu (tak, jak je to standardní u vzdálených experimentů s ISES systémy). A potom můžeme studovat radioaktivní záznamy, dále např. zda četnosti impulsů splňují Poissonovo rozdělení, studovat četnosti dat jako náhodná čísla, aj. Nechejte se inspirovat např. monitoringem životního prostředí na MFF – <http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz>, kde sledujeme teplotu, tlak, svit slunce i přirozenou radioaktivitu. Takový monitoring radioaktivního pozadí můžete mít i Vy s Geiger-Müllerovým čítačem.



Obr. 4. Vzdálený experiment, pozorovatelný přes Internet.

Non stop záznam přirozené radioaktivity za zvolený časový interval, data je možno exportovat např. do Excelu.

POZOR (!) Informujte se u autora tohoto příspěvku – spouští projekt „Monitorování radioaktivního pozadí“ na různých místech ČR. Data ze všech měřených míst (samozřejmě i z Vaší školy) jsou automaticky vzdáleně přenášena do jedné WWW stránky, na ní lze sledovat a porovnávat radioaktivitu všech zapojených měřících míst. Provádíte si vzdálené měření na Vaší škole a zároveň máte porovnání s dalšími školami. (!).

Protože se jedná o unikátní a nejlacinější měření radioaktivního pozadí bez nutnosti vlastnit jakýkoliv universální měřicí systém, uvádíme i cenu. Cena modulu Geiger-Müllerův čítač je 8.000,- Kč bez DPH včetně software pro vzdálené měření.

Bezdrátový GPS datalogger

Modul bezdrátový GPS datalogger (pozn.: GPS - Global Positioning System - sledování polohy prostřednictvím družic) je samostatný modul s USB a s bluetooth komunikací do počítače. Pro komunikaci s počítačem nepotřebuje žádný univerzální měřicí systém, stačí pouze USB, či bluetooth vstup do počítače. Zaznamenává cca po dobu 4 hodin (je bateriově napájený) pohyb tohoto modulu. Data jsou ukládána na SD kartu v modulu ve standardním NMEA formátu (formát, kde jsou zaznamenány údaje jako např. zeměpisná šířka, zeměpisná délka, přesný čas, počet družic, nadmořská výška aj.). Data jsou v txt. formátu a lze je libovolně zpracovávat např. v EXCELU. Z takové tabulky lze vybírat různé i složité závislosti, např. sestavit graf vzdálenosti, či rychlosti na čase, graf nadmořské výšky na čase, či na poloze, aj. Bezdrátový GPS datalogger lze atraktivně zařadit do fyziky při výuce kinematiky (dráha, rychlost, průměrná rychlost, okamžitá rychlost, zrychlení aj. K vyhodnocení dat NMEA formátu jsou k dispozici hotové rutiny, které nám vyhotoví elegantní závislosti. NMEA data lze různými programy „filtrvat“ a „obarvovat“, takže lze např. naměřená data z modulu Bezdrátový GPS datalogger“ přenést do volně dostupného programu Google Earth (celosvětová mapa) a sledovat mapový pohyb dataloggeru včetně jeho rychlosti, která má dokonce barevnou škálu. Modul bezdrátový GPS datalogger je včetně podrobného manuálu zpracování a zobrazení dat – manuál je nezbytnou součástí – bez metodického postupného výkladu byste se dost natrápili!

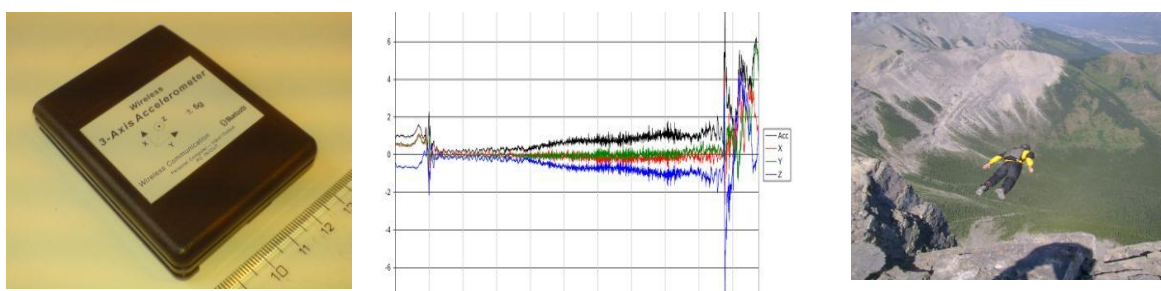


Obr. 5. Modul bezdrátový GPS datalogger (USB a bluetooth)

Modul bezdrátový 3 osý akcelerometr.

Modul v režimu on-line bezdrátově přenáší tři složky zrychlení a_x , a_y , a_z přes bluetooth signál do počítače. Opět je vybaven volitelnou komunikací do počítače (jako standardní modul ISES, jako USB modul i jako bluetooth modul). S komunikací bluetooth, či USB nepotřebujeme žádný měřicí systém, stačí pouze EXCEL. Měřená zrychlení se bezdrátově přenáší do počítače, případně do mobilního telefonu. Má bateriové napájení, který vydrží 4 hod provozu, dobíjení je přes USB.

Modul bezdrátový 3 osý akcelerometr je též v provedení s dataloggerem. Tento modul je funkčně shodný jako Modul bezdrátový 3 osý akcelerometr, ale má možnost ukládání dat na SD kartu (4 GB), která se off-line přečte v počítači přes bluetooth, či USB.



Obr. 5. Modul bezdrátový 3-osý akcelerometr (USB a bluetooth). Záznam zrychlení při volném skoku s padákem

4. Závěr

V příspěvku jsme představili moderní bezdrátové technologie měření a řízení na školním měřicím systému ISES Blue a na školních bezdrátových modulech. V příspěvku jsou naznačené některé pokusy, které bude možné absolvovat díky bezdrátovým technologiím bluetooth a Wi-Fi.

Autor se dále zabývá vzdálenými laboratořemi, na které v tomto příspěvku nezbylo místo. Ve vzdálených laboratořích je také plno novinek. Prosím podívejte se na <http://www.ises.info> oddíl vzdálené laboratoře, případně na [2], [10]. Ve [12] naleznete jakým směrem se ubírá integrovaný e-learning se vzdálenými a virtuálními laboratořemi.

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu „E-laboratoř distančních interaktivních fyzikálních experimentů“ - Rozvojový projekt MŠMT 2010.

Literatura

- [1] Lustig, F.: Computer based system ISES : <http://www.ises.info>, (cit. 10.9. 2010).
- [2] Schauer, F., Lustig, F., Dvořák, J., Ožvoldová, M.: Easy to build remote laboratory with data transfer using ISES – Internet School Experimental System ISES, Eur. J. Phys. 29, 753-765, 2008.

- [3] Lustig, F., Dvořák, J.: ISES WEB Control, software kit for simple creation of remote experiments for ISES. Teaching tools co. PC-IN/OUT, addr. U Druhé Baterie 29, 162 00, Prague 6, Czech Rep., 2003.
- [4] Lustig, F., Lustigová, Z., Vlášek, P.: ISES - příručka k soupravě Školní experimentální systém, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha,1992, 107 s. (52 Fy experimentů)
- [5] Lustig, F., Lustigová, Z.: Fyzikální experimenty se systémem ISES, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha,1996, 106 s. (49 Fy experimentů)
- [6] Vícha, V.: Elektřina a magnetismus“ měřené se soupravou ISES, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha, 2001, 141 s. (13 Fy laboratorních prací)
- [7] Vícha, V.: Laboratorní práce měřené soupravou ISES, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha, 2003, 43 s. (8 Fy laboratorních prací)
- [8] Bílek, M.: Chemické experimenty se systémem ISES, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha,1996, 106 s. (50 Che experimentů)
- [9] Balek, B.: Biologické experimenty se systémem ISES, Učební pomůcky PC-IN/OUT, Praha, 2010, 30 s, v tisku. (8 experimentů z biologie)
- [10] Schauer, F., Ožvoldová, M., Lustig, F.: Real remote physics experiments across Internet - inherent part of Integrated e-Learning, iJOE –4, Issue 1, February (2008) 53, 2008
- [11] Schauer, F., Lustig, F., Ožvoldová, M.: ISES - Internet School Experimental System for Computer-Based Laboratories in Physics, kapitola v knize: INNOVATIONS 2009:World Innovations in Engineering Education and Research, 1. vyd., vydavatel: iNEER, P.O. Box 5229, Preston King Station, Arlington, VA 22205, USA, ISBN 978-0-9741252-9-9, 109-118, 2009.
- [12] Schauer, F., Lustig, F., Ožvoldová, M.: Integrated e-Learning – New Strategy of Cognition of Real Word in Teaching Physics, kapitola v knize: INNOVATIONS 2009:World Innovations in Engineering Education and Research, 1. vyd., vydavatel: iNEER, P.O. Box 5229, Preston King Station, Arlington, VA 22205, USA, ISBN 978-0-9741252-9-9, 119-135, 2009.