

## **Koncepcia využitia prvkov priemyselnej automatizácie v návrhu reálnych vzdialených experimentov**

### **Úvod**

Vo výučbe prírodovedných a technických predmetov práca s reálnymi experimentmi je základnou metódou, ktorá podporuje a vedie žiakov žiakov/študentov k vedeckému poznávaniu a osvojeniu si prírodovedných javov a technických princípov.

Úlohou práce s experimentom vo vzdelávaní je:

- názorným spôsobom ukázať žiakom/študentom podstatu skúmaného javu,
- umožniť žiakom/študentom pochopiť príčinné súvislosti a vzťahy pozorovaných javov,
- v reálnych podmienkach overiť alebo potvrdiť platnosť teoreticky odvodených vzťahov.

Dôležitým prínosom školských laboratórnych experimentov pre samotného žiaka/študenta je ich pozitívny vplyv na rozvoj zručnosti a schopnosti pracovať a zaoberať sa meraciami prístrojmi a meracou technikou. Skúsenosti, ktoré žiak/študent získava prácou v špecializovaných laboratóriách pri riešení úloh školského experimentu, utvrdzujú a rozširujú jeho vedomosti a poznatky nadobudnuté v predošlom štúdiu alebo v praktickom živote.

Na realizáciu školských laboratórnych experimentov je potrebné, aby škola bola vybavená potrebným špecializovaným priestorom a technickým zariadením. Modernizácia školských laboratórií a ich prevádzkovanie je často pre školy príliš vysokou ekonomickou záťažou, ktorú si nemôžu obvykle dovoliť. Iným problémom vo vzdelávaní je neustále narastanie tematického obsahu v učebných osnovách. Snaha učiteľov dodržať obsahovú náplň učebných osnov spôsobuje, že učitelia rozširujú teoretickú časť výučby na úkor praktických cvičení, školských laboratórnych experimentov. Po roku 1990 informačno-komunikačné technológie (IKT) významne začali ovplyvňovať aj oblasť vzdelávania. V súčasnosti učitelia už s obľubou využívajú IKT vo výučbe a čo je pozoruhodné, samotní učiaci s nimi aj radi pracujú a učia sa ich podporou.

Cieľom výučby na základných školách, ale aj gymnáziách a odborných stredných školách nie je výchova počítačových odborníkov a špecialistov, ale predovšetkým počítačových užívateľov, ktorí sú schopní počítače účelne využívať vo svojej práci na získavanie potrebných informácií.

IKT sa stali v ostatných rokoch tým prostriedkom, ktoré vytvorili podmienky dovoľujúce sprostredkovať reálny experiment zostavený a prevádzkovaný vo vzdialenom laboratóriu do ľubovoľného miesta na svete cez Internet. Vďaka Internetu, tieto experimenty je možné využívať odkiaľkoľvek a kedykoľvek.

Tradičné reálne laboratória sú náročné na priestor, majú vysokú ekonomickú náročnosť na nákup potrebných prístrojov, aparatúr, zariadení a ich prevádzkovanie. Ekonomicky náročné je aj vytvorenie nevyhnutnej infraštruktúry a financovanie servisného pracovníka v laboratóriu.

Vytvorenie reálnych experimentov vo vzdialených laboratóriách, s poskytovaním možnosti pracovať s experimentmi na diaľku pre záujemcov zo škôl a vzdelávacích inštitúcií, znižuje opodstatnenosť budovania experimentálnych laboratórií na školách za účelom vykonávania rovnakých školských experimentov, ktoré možno spustiť na internetovej sieti, čo znamená podstatný prínos do ekonomiky školy. Významné je aj zvýšenie dostupnosti experimentov pre početnú skupinu žiakov/študentov z iných škôl. Počet dostupných vzdialených laboratórií a v nich inštalovaných experimentov v sieti Internetu každoročne narastá. Podobná tendencia je aj pri virtuálnych laboratóriách.

Vo všeobecnosti, reálny vzdialený experiment je založený na klient-server aplikáciách. Na strane klienta je zobrazovacia aplikácia bežiacia na počítači študenta. Ten je cez počítačovú sieť pripojený na vzdialený server. Na serveri beží aplikácia, ktorá cez štandardné (sériové, paralelné, USB) alebo špeciálne (rôzne prídavné karty) rozhranie ovláda hardvér vykonávajúci experiment. Systém je doplnený web-kamerou, čo umožňuje študentovi sledovať priebeh experimentu, prípadne ho riadiť.

Reálne vzdialené a simulované experimenty spolu s elektronickými študijnými textami tvoria integrovaný e-learning, ktorý je autormi [Ožvoldová, Schauer, Lustig 2006; a aj Válková a Schauer 2008] považovaný za jednu z progresívne sa rozvíjajúcich výučbových metód.

## **1. Charakteristika vzdialeného laboratória**

Myšlienka zdieľania laboratórií cez Internet na vzdelávacie ciele sa objavila v deväťdesiatych rokoch v USA. Aburdene, Mastascusa a Massengale [1991] navrhli futuristické zdieľanie laboratórneho zariadenia cez vtedy začínajúci Internet.

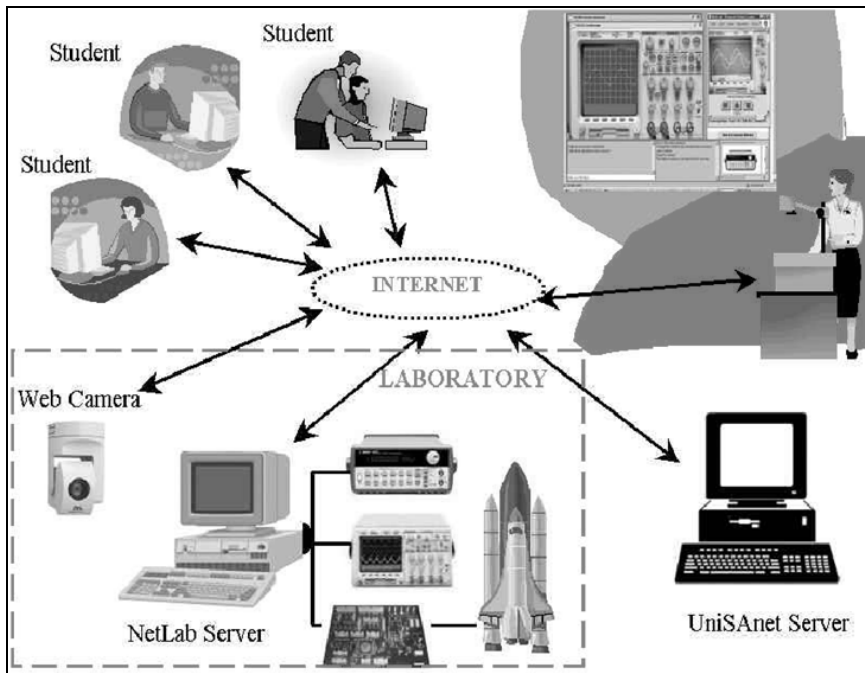
Podľa Maa a Nickersona [2006] sú vzdialené laboratória charakteristické sprostredkovanou realitou. Podobne ako reálne laboratória, aj tie vzdialené potrebujú priestor a laboratórne vybavenie. Odlišujú sa však vzdialenosťou medzi experimentom a experimentátorom.

Aj ďalší autori [Schauer, Kuřitka, Lustig 2006; Alves a kol. 2007; Lustigová, Lustig 2009] opisujú vzdialené laboratória ako prostredie, v ktorom riadenie a pozorovanie reálnych zariadení a objektov je sprostredkované počítačom a potrebný vzdialený prístup je uskutočňovaný cez počítačovú sieť. Vďaka

prepojení počítačových sietí cez Internet, je možné pristupovať k vzdialenému laboratóriu z ktoréhokoľvek počítača v sieti Internet.

Podľa Nediča a kol. [2003] vzdialené laboratórium predstavuje najlepšiu alternatívu k práci v reálnom laboratóriu – Obr. 1. Ak je správne navrhnuté a vytvorené, môže študentom (žiakom) poskytovať:

- teleprítomnosť,
- možnosť vykonávať experimenty na reálnych zariadeniach,
- učiť sa metódou pokus-omyl,
- pracovať s reálnymi údajmi,
- možnosť voľby kedy a kde (z akého počítača) bude vykonávať experimenty.



**Obr. 1. Všeobecná štruktúra vzdialeného laboratória [Nedič a kol. 2003]**

Vzdialené laboratóriá sa objavili ako tretia voľba medzi reálnymi laboratóriami a simuláciou. Kritici reálnych experimentov argumentujú, že fyzické laboratóriá sú nákladné a potrebujú priestor a čas. Kritici virtualizácie pri experimentoch zase namietajú, že študenti technických zameraní by mali byť vystavení pôsobeniu reálneho prostredia. Vzdialené laboratóriá sú podobné simulačným technikám, keďže sú ovládané cez počítačové rozhranie. Experiment môže bežať vzdialene s ovládaním cez počítačovú sieť. Avšak, na rozdiel od simulácie, v tomto prípade experimentátor pracuje s reálnymi zariadeniami a dostáva reálne údaje.

Maa a Nickerson [2006] po analýze početných publikácií a informačných prameňov, ktoré opisovali rôzne typy laboratórií prehlásili, že nie je prekvapujúca

neexistencia žiadnej dohody, či konvencie pri hodnotení laboratórií a efektívnosti laboratórnej práce. Prvým zdrojom nejednotnosti je nekonzistentnosť v definícii reálnych, simulovaných a vzdialených laboratórií. Napríklad v rôznych štúdiách sa vzdialené laboratóriá označujú ako webovské laboratóriá, e-laboratóriá alebo laboratóriá distribuovaného učenia. Druhým zdrojom nejednotnosti je neprítomnosť dohody o meraniach a ohodnotení učenia žiaka (študenta) a nedostatočný počet príkladov na uskutočnenie kvalitatívnej výpovednej štúdie. Ďalšími zdrojmi nejednotnosti sú nejasné ciele na vyhodnotenie laboratórnych výstupov a nejasnosti v definovaní cieľov laboratórií.

Vzdialené laboratóriá môžeme podľa použitej technológie rozdeliť do dvoch skupín. Prvá skupina je založená na špecializovaných klient-server aplikáciách. Touto cestou idú aj priemyselné aplikácie, kde je potrebná identifikácia vzdialeného používateľa a zaznamenávanie jeho aktivity. Významnou nevýhodou tohto usporiadania je nutnosť inštalovať na strane klienta – študenta špecializovanú aplikáciu. Toto môže byť zvlášť na pomalších sieťach veľmi zdĺhavé a veľa používateľov to môže odradiť od ich využitia hneď na začiatku. Používatelia majú často obavy sťahovať a inštalovať si aplikácie do svojich počítačov. A niektoré inštitúcie to ani nedovoľujú [Lustig 2009]. Jedným z najpoužívanejších systémov z tejto skupiny je v Slovenskej a Českej republike LabVIEW. LabVIEW vyžaduje, aby bol na klientskom počítači nainštalovaný špeciálny softvér LV RunTimeEngine. Ten je bohužiaľ len pre platformu MS Windows.

Do tejto skupiny môžeme zaradiť aj jedinečné hardvérové a softvérové riešenia. Prevádzkujú ich zväčša akademické pracoviská, ktoré sa rozhodli ísť vlastnou cestou. Ich kvalita je rôzna a bohužiaľ sú dostupné na Internete relatívne krátko.

Druhá skupina laboratórií je postavená na bežných Internetových technológiách. Výhodou je, že na strane klienta – študenta sa vyžaduje bežný prehliadač s Javou. Na strane servera je webserver, ktorý zabezpečuje komunikáciu s hardvérom experimentu.

## **2. Technická podpora realizácie vzdialených experimentov**

Navrhovatelia a tvorcovia vzdialených experimentov majú v súčasnosti k dispozícii viacero konštrukčných systémov, ktorých spoločným znakom je podpora ovládania a riadenia vzdialených experimentov. Pod pojmom konštrukčný systém resp. konštrukčný rámec, rozumieme súbor hardvérových komponentov a softvéru, prostredníctvom ktorých je realizovaný vzdialený experiment.

Opierajúc sa o vlastné poznatky a skúsenosti s prípravou a tvorbou vzdialených reálnych experimentov sme dospeli k definovaniu súčasných základných otázok, ktoré musí navrhovateľ a zostavovateľ vzdialeného experimentu pri tvorbe nových alebo inovovaní už existujúcich vzdialených reálnych experimentov zohľadňovať. Sú to predovšetkým tieto:

- a) Existencia pôvodných konštrukčných prístupov (riešení) z obdobia počiatkov uplatňovania IKT vo vzdelávaní.

Pôvodným zámerom pri návrhu ovládacích a riadiacich prvkov systémov pre laboratórne experimenty, nebola ich funkcia ovládania a riadenia experimentu na diaľku. Ich cieľom bolo predovšetkým riadiť, merať a zaznamenávať výsledky na reálnom experimente s podporou počítača. Je preto samozrejme, že takto navrhnutý regulačný a riadiaci systém (operačný) nebol ideálnym riešením a nemohol v plnom rozsahu zohľadňovať požiadavky vyplývajúce z aplikácii vo vzdialených reálnych experimentoch tak, ako sa tieto začali objavovať s vývojom informačných technológií. V konečnom dôsledku, zohľadnenie vývojových trendov v informačno-komunikačných technológiách, samotného Internetu a vzdialených reálnych experimentov znamená nevyhnutnosť navrhovať úplne nové riadiace systémy pre vzdialené reálne experimenty.

b) Technická „uzatvorenosť“ jednotlivých systémov.

Jedným z najzávažnejších technických problémov súvisiacim s využívaním súčasných konštrukčných riešení vzdialených experimentov je ich technická „uzavretosť“. V praxi to znamená, že konštruktér nemá možnosť pri tvorbe vzdialeného experimentu kombinovať jednotlivé komponenty či softvérové prostriedky z rôznych konštrukčných systémov. Táto „uzavretosť“ systému je logický odôvodniteľná vysokou cenou návrhu a vývoja samotných komponentov.

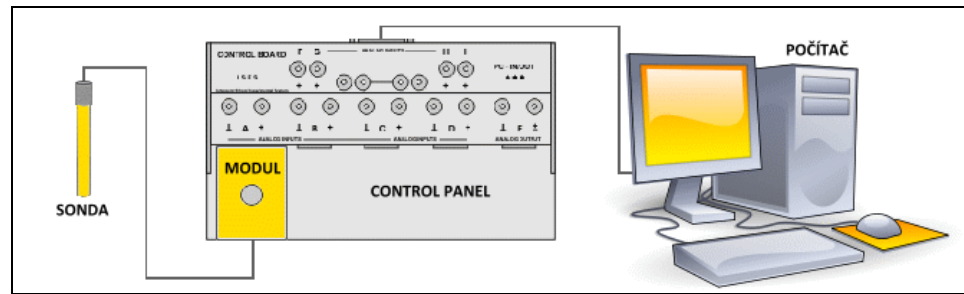
c) Nekompatibilita riadiacich a regulačných systémov s prvkami priemyselnej automatizácie.

Predchádzajúci problém technickej uzavretosti systémov by bolo možné elegantne vyriešiť v prípade, ak by bol konštrukčný rámec kompatibilný s prvkami priemyselnej automatizácie. Systémy automatického riadenia v priemyselných aplikáciách disponujú širokou škálou snímačov fyzikálnych veličín, veľkým výberom riadiacich komponentov a komunikačných protokolov. Tvorcovia konštrukčných systémov určených pre tvorbu vzdialených experimentov dlhodobo ignorujú medzinárodné technické štandardy určené pre kompatibilitu prvkov priemyselnej automatizácie. Navrhovateľ, konštruktér nemá preto možnosť využívať pri svojich riešeniach kombinácie komponentov od rôznych výrobcov. Napríklad je absolútne prirodzené, že riadiaci automatizačný systém od firmy SIEMENS riadi pomocou frekvenčného meniča od firmy OMRON trojfázový elektromotor firmy WEG. V súčasnosti výrobcovia automatizačných komponentov sú nútení dodržiavať medzinárodné technické štandardy kompatibility. To v konečnom dôsledku zvyšuje konkurenciu, ale zároveň aj rozširuje technické možnosti pre konštruktérov, ktorí vo svojich aplikáciách využívajú tieto komponenty. Otvorenie riadiacich a regulačných systémov pri navrhovaní a konštrukcii vzdialených experimentov pre prvky priemyselnej automatizácie prostredníctvom dodržania základných komunikačných priemyselných štandardov prispieva k zvýšeniu ich využiteľnosti v aplikáciách vedeckých experimentov, teda aj vzdialených reálnych experimentov.

d) Vysoké nároky na IT prostriedky.

Vysoké nároky na IT prostriedky súvisia s pripojením vzdialeného experimentu k sieti Internet. V tomto prípade sa v hlavných črtách blokový konštrukčný model

riešenia opakuje vo všetkých systémoch. Ako príklad uvádzame blokovú schému systému iSES – Obr. 2.



**Obr. 2. Bloková schéma systému iSES**

[<http://www.fpv.umb.sk/kat/kch/virtlab/ises/docs/ises.html>]

Sonda fyzikálnej veličiny nasníma údaj a v podobe elektrického signálu ho odovzdá komunikačnému modulu. Ten má za úlohu spracovať elektrickú veličinu a posunúť riadiacemu panelu. Riadiaci panel načítava informácie so všetkých modulov a presúva ich do riadiaceho PC. Ten komunikuje s riadiacim panelom prostredníctvom internej vstupno-výstupnej karty. Softvér v počítači spracuje prijaté údaje, ktoré sa zároveň posunú k webovej aplikácii. Na pochopenie funkčnosti daného systému a následných technických problémov súvisiacich z daným riešením je potrebné zdôrazniť a uviesť, že:

- Riadiaci panel nemá žiadnu riadiacu funkciu. Je len interfejsom (komunikačnou bránou) medzi modulmi sond a riadiacim PC.
- Riadiacim členom je v takomto prípade samotný PC, ktorý komunikuje s „riadiacim“ panelom prostredníctvom internej I/O karty.
- Komunikáciu medzi internou I/O kartou počítača a webovou aplikáciou zabezpečujeme prostredníctvom javascriptu.

Všetky spomenuté body majú spoločne za následok, že nie je možné oddeliť webovú aplikáciu od samotného riadiaceho PC. Nie je tak možné, aby webová aplikácia bežala na ľubovoľnom webovom serveri a komunikovala s riadiacim PC. Samotný riadiaci PC musí byť zároveň webovým serverom, picture serverom pre prenos obrazu a samozrejme aj riadiacim PC pre samotný experiment. Táto skutočnosť sa odráža na potrebe rezervovania pevnej IP adresy pre daný PC, ktorý zároveň vykonáva funkciu webového servera s príslušnou web aplikáciou. To znamená, že v prípade zriadenia vzdialeného laboratória, každý jeden experiment je potrebné pripojiť do siete internet cez samostatnú IP adresu. Vzdialené laboratórium sa tak vo svojej technickej podstate stáva súborom samostatných vzdialených experimentov, ktoré spája len ich fyzická prítomnosť v jednej miestnosti.

- e) Vysoká cena jednoučelových hardvérových komponentov a ich slabá technická podpora.

Vývoj nových riadiacich a regulačných systémov je vždy spojený s finančnou náročnosťou. Je potrebné si uvedomiť, že na výslednú cenu vývoja a výroby týchto systémov vplyvajú nielen výrobné náklady, ale aj náklady spojené s ich návrhom, testovaním a konštrukciou prototypov. Nie je potrebné osobitne zdôrazňovať, že tieto procesy bývajú časovo aj materiálne veľmi náročné. Keď v konečných nákladoch na vývoj a výrobu jednocelových riadiacich a regulačných systémov bude zohľadnená aj nízka sériovosť výroby týchto systémov, potom neprekvapuje vysoká cena výsledného produktu. Z uvedeného vyplýva, že výrobcovia týchto jednocelových komponentov nemôžu poskytnúť technickú podporu pre svoj produkt v rozsahu aspoň porovnateľnom napríklad s komponentmi priemyselnej automatizácie. Tvorca, konštruktér vzdialeného reálneho experimentu, ktorý sa rozhodne pri jeho návrhu použiť jednocelové riadiace a regulačné systémy musí riešiť nie vždy jednoduché technické problémy. Je preto pochopiteľné, že konštrukcia vzdialených laboratórií, tak býva vo vedeckej a výskumnej komunite považovaná za vedomostne a časovo náročný, ale aj finančne „drahý koníček“.

### **3. Konštrukcia vzdialených laboratórií použitím prvkov priemyselnej automatizácie**

Myšlienka využitia v návrhu vzdialených reálnych experimentov riadiace a regulačné systémy s prvkami priemyselnej automatizácie vychádza z predpokladu, že vzdialene riadený experiment je automatizačným systémom. V takomto prípade je možné využiť pri konštrukcii technické postupy a komponenty primárne určené k riešeniu problémov priemyselnej automatizácie. Ich otvorenosť a vzájomná kompatibilita je veľkou výhodou pri tvorbe reálnych vzdialených experimentov.

#### **Riadenie experimentu s použitím PLC automatu.**

Samotné riadenie procesov v automatizácii v prevažnej miere zabezpečujú PLC automaty. Už z názvu skratky PLC – Programm able logic controller (Programovateľný logický kontrolér) je zrejmé, že PLC automat je vo svojom princípe riadiacim počítačom. Hardvérové a softvérové prostriedky PLC automatov sú vytvorené na rovnakých princípoch akými disponujú klasické počítače typu PC. Z dôvodu špeciálnych požiadaviek priemyselnej automatizácie sa však v mnohých konštrukčných úpravách výrazne odlišujú od klasických počítačov. Príkladom toho sú aj náročné požiadavky na parametre ich pracovného prostredia, ako je prašnosť či vlhkosť. Dôležitá je aj požiadavka na kompatibilitu, ktorá požaduje ich schopnosť komunikovať z rôznorodou skupinou periférnych snímačov, meracích systémov či akčných členov. Tieto, ako i ďalšie špeciálne požiadavky kladené na PLC automaty majú vplyv na ich technické riešenie natoľko, že sa už na prvý pohľad výrazne líšia od klasických počítačov (Obr. 3).



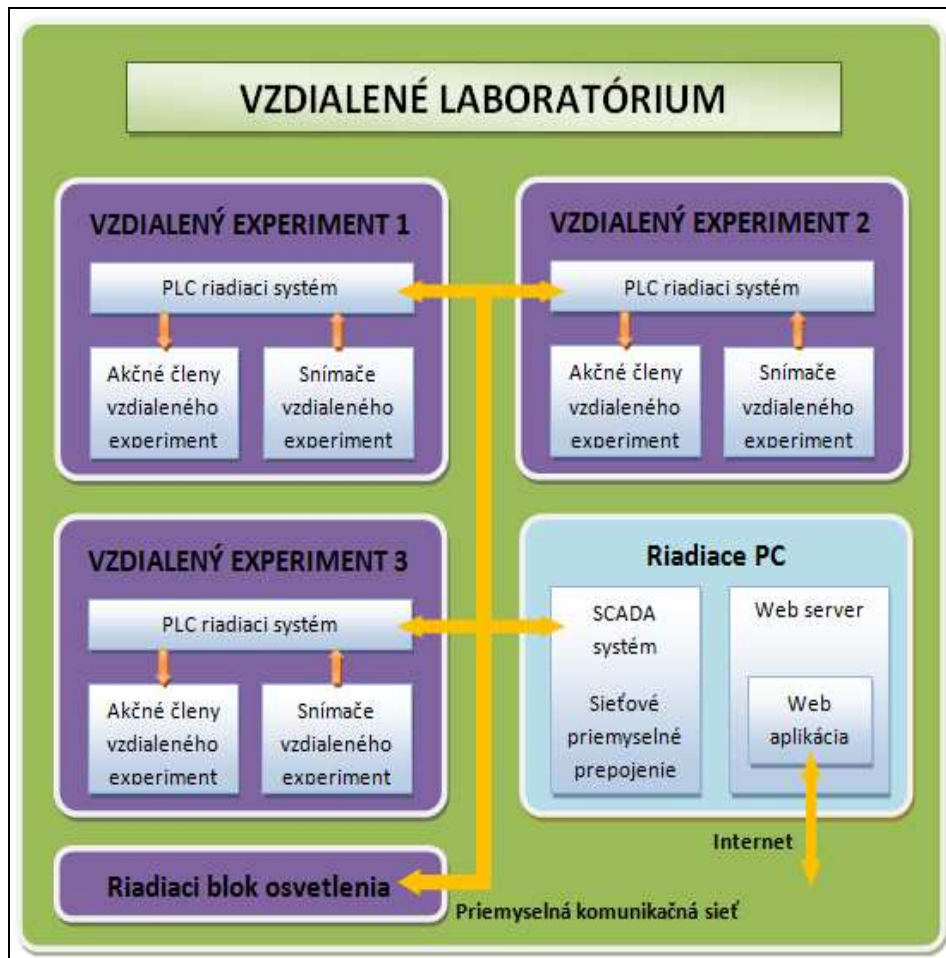
**Obr. 3. Ukážka PLC systému** [<http://www.kollewin.com/blog/automation-plc>]

PLC automaty sa v minulosti a aj dnes využívajú pri riešení automatizačných úloh s rôznou technickou zložitou. Prejavom tejto skutočnosti, spolu so silnou komercializáciou ich výroby, je vývoj širokej škály typov PLC automatov a vznik veľkej skupiny ich výrobcov. PLC automaty svojimi technickými parametrami dnes ďaleko presahujú požiadavky kladené na riadenie vzdialeného experimentu. V súčasnosti sa už dokonca vyrábajú aj PLC systémy s integrovanými modulmi vzdialeného riadenia prostredníctvom siete internet. Táto skutočnosť je veľmi zaujímavá najmä pre konštruktérov vzdialených experimentov. Nemenej zaujímavá je aj možnosť vzájomného prepájania PLC automatov prostredníctvom priemyselných počítačových sietí. Takýmto spôsobom by bolo možné vytvoriť vzdialené laboratórium zložené z viacerých vzdialených experimentov tak, že každý experiment by bol síce samostatnou jednotkou a riadený svojim PLC automatom, ale experimenty by boli vzájomne prepojené práve využitím možností vzájomnej komunikácie PLC automatov prostredníctvom priemyselných komunikačných sietí. Blokovú schému takéhoto riešenia je možné vidieť na obrázku číslo 4.

Uvedené technické prevedenie by umožnilo sledovať stav celého vzdialeného laboratória ako celku. Napríklad by sme vedeli elegantne vyhodnotiť „vzdialenú“ prítomnosť experimentátora na niektorom z experimentov. V prípade, že v laboratóriu nebude nikto vzdialene prihlásený, bude môcť riadiaci PC vyhodnotiť túto situáciu a následne reagovať, napríklad vypnutím osvetlenia. Vzhľadom na logiku takéhoto systému a technických možností PLC automatov by bolo zároveň možné uvádzať nepoužívané experimenty do stavu hybernácie. Ak sa experimentátor prihlási k používaniu experimentu, riadiaci PC zapne osvetlenie v laboratóriu a prebudí z hybernácie príslušný vzdialený experiment. Nad jeho kontrolou následne preberie zodpovednosť jeho riadiaci PLC systém, ktorý bude komunikovať s web aplikáciou umiestnenou na web serveri príslušného riadiaceho



PC. Ďalšia z výhod daného riešenia je potreba len jedinej pevnej IP adresy a jediného riadiaceho PC s umiestneným web serverom a príslušnými web aplikáciami.



Obr. 4. Bloková schéma vzdialeného laboratória

### Záver

Súčasná technická úroveň automatizačných prvkov a ich rôznorodosť v ponukách výrobcov na trhu, dovoľuje navrhovať ovládanie a riadenie vzdialených reálnych experimentov s použitím týchto komerčných výrobkov. Navrhnutý koncept riešenia dáva navrhovateľom vzdialených reálnych experimentov nielen ďalšiu konštrukčnú alternatívu, ale aj možnosť rozšírenia technických riešení o nové doteraz nerealizované prístupy.

## Literatúra

- Aburdene M., Mastascusa E., Massengale R. (1991), *A proposal for a remotely shared control systems laboratory* [in:] *Frontiers in Education Conference. Twenty-First Annual Conference – Engineering Education in a New World Order Proceeding*, West Lafayette, IN, USA, s. 589–592.
- Alves G.R. et al. (2007), *Large and small scale networks of remote labs. a survey* [in:] *Advances on remote Laboratories and E-learning Experiences*, University of Deusto. ISBN 978-84-9830-662-0, s. 15–34.
- Bloková schéma systému ISES* – dostupné na internete:  
<http://www.fpv.umb.sk/kat/kch/virtlab/ises/docs/ises.html>
- Lustig F., (2009), *Jak si jednoduše postaviť vzdialenou laboratóriu na internete* [online] [cit. 2011-09-02] dostupné na internete: [http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh\\_09/09\\_Lustig.html](http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_09/09_Lustig.html)
- Lustigová Z., Lustig F. (2009), *A New Virtual and Remote Experimental Environment for Teaching and Learning Science* [in:] *A New Virtual and Remote Experimental Environment for Teaching and Learning Science*. ISBN 978-3642-03114-475-82, s. 75–82.
- Maa J., Nickerson J.V. (2006), *Hands – On, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review* [in:] *ACM Computer surveys*. Roč. 38, č. 3, 2006. ISSN 0360-0300, s. 1–24.
- Nedič Z., Machotka J., Nafalski A. (2003), *Remote laboratories versus virtual and real laboratories* [in:] *Proceedings of the 33rd Annual Frontiers in Educational Conference*, Boulder. s. T3E.1-T3E.6. ISBN 0-7803-7961-6.
- Ožvoldová M., Schauer F., Lustig F. (2006), *Integrovaný e-learning – nová metóda výučby demonštrovaná na príklade kmitov* [in:] *Vzdelávanie v zrkadle doby*. Nitra: UKF. ISBN 80-8050-995-6, s. 228–234.
- Schauer F., Kuřitka I., Lustig F. (2006), *Creative Laboratory Experiments for basic Physics Using Computer Data Collection and Evaluation Exemplified on the Intelligent School Experimental System (ISES)* [in:] *Inovations 2006 (USA), World Innovations in Engineering Education and Research iNEER Special Volume 2006, Chapter 26*, ISBN 0-9741252-5-3, pp. 305–312.
- Ukážka PLC systému* – dostupné na internete: <http://www.kollewin.com/blog/automation-plc>

## Abstrakt

Aktívne využívanie Internetu vo vzdelávaní podnietilo a ovplyvnilo aj zriaďovanie vzdialených laboratórií s nainštalovanými reálnymi experimentmi, z ktorých po pripojení na sieť Internet a ich spustení sa stávajú vzdialené reálne experimenty. Návrh a realizácia vzdialených experimentov vo svojom vývoji bola ovplyvnená daným stupňom rozvoja informačno-komunikačných technológií a použitými systémami ovládania a riadenia sledovaného fyzikálneho javu alebo technického princípu. V príspevku je venovaná pozornosť problematike

konštrukčného riešenia vzdialených experimentov z pohľadu zaužívaných prístupov a problémom, ktoré z toho vyplývajú pri ovládaní a riadení vlastného vzdialeného experimentu. Autori uvádzajú nové, doposiaľ nepoužité technické riešenie ovládania a riadenia vzdialených experimentov s použitím prvkov priemyselnej automatizácie. Porovnávajú výhody danej koncepcie riešenia oproti „starším“ systémom. Možnosti novej koncepcie riešenia a výhody jej použitia, prinášajú konštruktérom vzdialených experimentov nielen ďalšiu konštrukčnú alternatívu, ale aj možnosť obohatenia technických riešení o nové, doteraz nerealizovateľné prvky.

**Kľúčové slová:** experiment, reálny experiment, vzdialené laboratórium, vzdialený reálny experiment, Internet.

## **Concept of Deployment of the Elements of Industrial Automation in the Design of Real Remote Experiments**

### **Abstract**

Active use of the Internet in education has stimulated and influenced the process of establishment of remote laboratories with installed real experiments that become real remote experiments after connection to the Internet and their subsequent launching. Design and operation of remote experiments has been influenced by particular level of development in the area of information-communication technologies and by the systems for control and administration of the observed physical phenomenon or technical principle. In this contribution we deal with the issue of construction solution for remote experiments from the point of view of possible approaches and also with the related issues that appear when controlling and administrating one's own remote experiment. Authors introduce new, so far unapplied technical solution for control and administration of experiments with the elements of industrial automation. They compare advantages of the abovementioned concept with so called older systems. Possibilities that are being brought by the new concept hand in hand with the advantages resulting from its deployment offer not only another construction alternative for constructors of remote experiments, but also enrichment of technical solutions with new, so far unrealizable elements.

**Key words:** experiment, real experiment, remote laboratory, real remote experiment, the Internet.

## **Koncepcja wykorzystania komponentów automatyki przemysłowej w projektowaniu zdalnych eksperymentów rzeczywistych**

### **Streszczenie**

Aktywne wykorzystanie Internetu w edukacji było impulsem do utworzenia zdalnych laboratoriów, w których możliwe jest wykonywanie rzeczywistych eksperymentów. Projektowanie i wdrażanie zdalnych eksperymentów znajduje się pod bezpośrednim wpływem rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz systemów kontroli i zarządzania obserwowanych zjawisk fizycznych. W projektowaniu zdalnych eksperymentów duże trudności następuje wybór praktycznego rozwiązania ich realizacji, a także sposobu kontroli i administrowania eksperymentem. Autorzy wprowadzają nowe, dotychczas niestosowane rozwiązanie techniczne służące kontroli i administrowaniu eksperymentów w zakresie automatyki przemysłowej. Porównują możliwości nowej koncepcji z systemami wykorzystywanymi dotychczas.

**Słowa kluczowe:** eksperyment, eksperyment rzeczywisty, eksperyment zdalny, Internet.