

SIMULÁTOR REGULAČNÝCH DIAGRAMOV PRE VÝUČBU ŠTATISTICKÉHO RIADENIA PROCESOV

Peter Bober

Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach

Abstrakt: Často krát sa môžeme stretnúť a názorom, že „teória je pekná, ale v praxi to funguje inak“. Príčiny tohto rozporu pochádzajú najčastejšie z nesprávneho použitia teoretických metód, ktoré spočíva buď v neznalosti metódy, nedôslednom uplatnení alebo v zanedbaní predpokladov nutných pre správnu aplikáciu metódy. Nie inak je to aj v prípade disciplíny Štatistické riadenie procesov, ktorá stavia na Teórii pravdepodobnosti a Matematickej štatistike. Jedno z riešení je využitie pri výučbe simulácie, teda vlastnej priamej skúsenosti pri práci so simulátorom. V článku je predstavený simulátor regulačných diagramov SPCSim, ktorý spája teóriu, praktickú ukážku a vlastnú aktívnu prácu. Výsledkom sú hlbšie fixované schopnosti praktického využitia teoretických metód.

Kľúčové slová: štatistické riadenie procesov, regulačný diagram, simulácia, vzdelávanie, praktické vzdelávanie

Úvod

Štatistické riadenie procesov (Statistical Process Control) je preventívny nástroj štatistického riadenia kvality. Využíva sa v mnohých oblastiach výroby a služieb a vyučuje sa na školách v rôznych študijných programoch. Pri štatistickom riadení procesov sa neriadi konkrétna hodnota parametra procesu, ale na namerané veličiny sa hľadí ako na náhodné premenné a sledujú sa štatistické vlastnosti týchto premenných. Zvyčajne sú to stredná hodnota a smerodajná odchýlka alebo rozptyl. Dôležité je rozlíšiť, či výkyvy meranej veličiny sú len prirodzene náhodné a štatistické vlastnosti (stredná hodnota, rozptyl) zostali zachované, alebo sa v procese vyskytli príčiny, ktoré zmenili rozdelenie pravdepodobnosti sledovanej veličiny. V tomto prípade je potrebné tieto príčiny vymedziť a odstrániť, aby sa proces vrátil do tzv. štatisticky stabilného stavu. Na sledovanie narušenia stability sa používajú regulačné diagramy [1, s. 165], [2, s. 21-22].

Formulácia problému

V Štatistickom riadení procesov sa využíva Teória pravdepodobnosti a Matematická štatistika. Na základe skúseností autora s výučbou na škole a pri praktickom využívaní vo firmách je možné formulovať nasledovné problémy:

- vzdelávanie - nedostatočná úroveň porozumenia teórii a malé alebo žiadne skúsenosti z praxe vedú k tomu, že základné teoretické pojmy a princípy nie sú dostatočne fixované.
- prax – nedostatočné teoretické poznatky vedú k nesprávnemu spôsobu aplikovania metód, často bez overenia podmienok ich platnosti.

V dôsledku spomenutých skutočností majú niektoré metódy nízky prínos pre prax a tá ich odmietne alebo ich vykonáva len formálne, ak to určité predpisy alebo zákazníci vyžadujú.

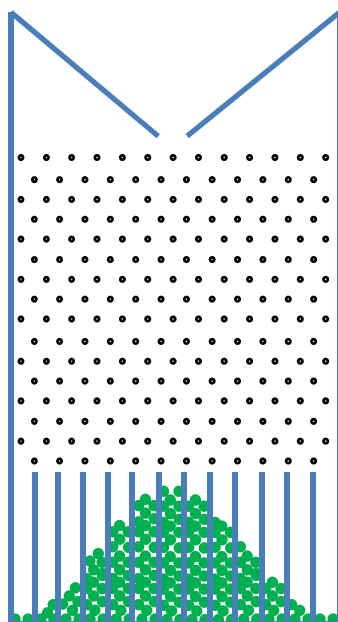
Simulácia a simulátory vo výučbe

Riešením spomenutých problémov môže byť zaradenie simulácie do výučby. Simulácia je predstieranie skutočnej činnosti. V technickej praxi to znamená účelné experimentovanie s modelom, ktorý predstavuje napodobeninu alebo schému reálneho objektu. Experimentátor (študent) získa pri práci so simulátorom autentickú priamu skúsenosť tým, že vlastnou aktívnou činnosťou spája teóriu a prax. Dôsledkom je hlbšia fixácia poznatkov.

Simulátory vo výučbe dopĺňajú praktické stáže a tréningy (Learning by Doing - zdelávanie na báze skúseností [3]). „Learning by doing“ môže byť nákladné hlavne ak sa jedná o zložitejšie a drahšie systémy. Preto sa simulácia využíva na zníženie nákladov na školenie [4]. Súčasný stav informačných technológií umožňuje, aby simulácia túto úlohu splnila.

Príklad využitia simulácie v štatistike

Každá oblasť má špecifické požiadavky na simuláciu. V matematickej štatistike sa za priekopníka medzi simulátormi považuje Quincunx model (obr. 1) Francisa Galtona (1822 – 1911), v ktorom guľky prepadávajú cez sústavu kolíkov a zhromažďujú sa v zvislých zásobníkoch. Na každom kolíku sa guľka odrazí vpravo alebo vľavo a cesta do zásobníka je reťaz binárnych náhodných javov. Úroveň guľiek v zásobníkoch nakoniec vytvorí Gausovu krivku. Takto sa experimentálne dokázalo, že Binomické rozdelenie pravdepodobnosti sa pri väčšom počte premenných približuje Normálnemu rozdeleniu. V súčasnosti je tento mechanický nástroj nahradený tréningovým softvérom SPC Training Simulator od Symphony Technologies [5] a podobnými softvérmi od Statistical Solutions [6], softvérom SPC Simulator [7] a inými, ktoré okrem vysvetlenia základných princípov zahŕňajú v sebe problematiku Štatistického riadenia procesov.



Obr. 1 Quincunx mechanický simulátor

Koncepcia simulátora SPCSim

Cieľom tohto článku je predstaviť novú technológiu výučby Štatistického riadenia procesov pomocou interaktívneho simulátora SPCSim. Simulátor znázorňuje niektoré stránky skutočnej situácie, s ktorými budú študenti konfrontovaní v praxi. Jedná sa najmä o:

- spracovanie nameraných parametrov z výrobného procesu, výpočet základných štatistických charakteristík a zostavenie histogramu,
- zostavenie regulačných diagramov,
- sledovanie procesu pomocou diagramov a určenie, či proces zostal stabilný alebo došlo k zmene.

Zo spomínaných situácií vyplývajú učebné ciele, ktoré má práca so SPCSim dosiahnuť:

1. Pochopiť skutočnosť, že pozorované parametre výrobného procesu sú náhodné premenné, ktorých vlastnosti sa dajú sledovať pomocou štatistických charakteristík a histogramu.
2. Pochopiť, ako funguje regulačný diagram, a že prekročenie regulačných hraníc neznamena nutne nestabilitu procesu ale môže sa jednať o zbytočný signál. Na druhej strane nestabilný proces nie vždy spôsobí prekročenie regulačných hraníc v diagrame a teda chýba signál o narušení stability.
3. Vedieť určiť hranice regulačných diagramov tak, aby sa dosiahli požadované vlastnosti týchto diagramov (definované pravdepodobnosti zbytočných a chýbajúcich signálov).

Funkcie simulátora a s nimi spojené používateľské rozhranie boli navrhnuté tak, aby umožnili interaktívnou prácou v simulátore splniť stanovené učebné ciele. Nasleduje prehľad úloh a s nimi spojených inštrukcií, ktoré riadia prácu študenta:

Učebný cieľ: **Pochopiť skutočnosť, že sledované parametre procesu sú náhodné premenné**

Úloha: Sledovanie výrobného procesu.

- Inštrukcie:
1. Spustíte proces s prednastavenými parametrami.
 2. Sledujte charakteristiky procesu (strednú hodnotu, smerodajnú odchýlku, počet nezhodných produktov a histogram).
 3. Zmeňte parametre procesu a sledujte zmenené charakteristiky.

Učebný cieľ: **Pochopiť, ako funguje regulačný diagram**

Úloha: Sledovanie činnosti regulačných diagramov

- Inštrukcie:
1. Sledujte činnosť regulačných diagramov (počet signálov), keď je proces štatisticky stabilný.
 2. Zmeňte parametre procesu a sledujte činnosť regulačných diagramov, keď je proces nestabilný.
 3. Pre každý prípad určte pravdepodobnosti zbytočných a chýbajúcich signálov.

Učebný cieľ: **Vedieť určiť hranice regulačných diagramov**

Úloha: Výpočet parametrov regulačných diagramov

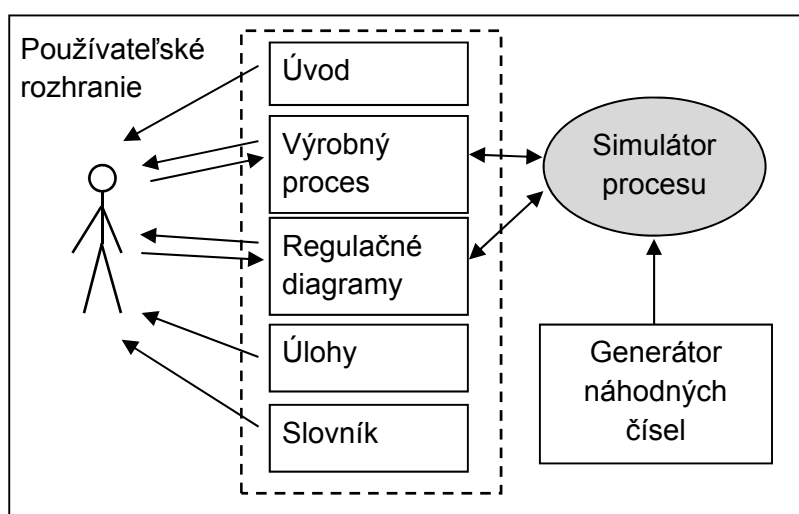
- Inštrukcie:
1. Zvoľte neznáme parametre procesu a spustite výrobný proces.
 2. Na základe nameraných údajov vypočítajte parametre regulačných diagramov.

3. Sledujte činnosť diagramov a určte pravdepodobnosti zbytočných a chýbajúcich signálov v prípade stabilného a nestabilného procesu.

Súčasťou procesu výučby je spätná väzba vo forme otázok, ktoré musí študent zodpovedať po skončení každej úlohy. Prostredníctvom pripravených odpovedí sa dozvie, či postupoval správne. Súčasťou simulátora je aj výkladový slovník a učebný text, ktorý obsahuje nevyhnutné teoretické poznatky potrebné k zvládnutiu úloh.

Štruktúra simulátora

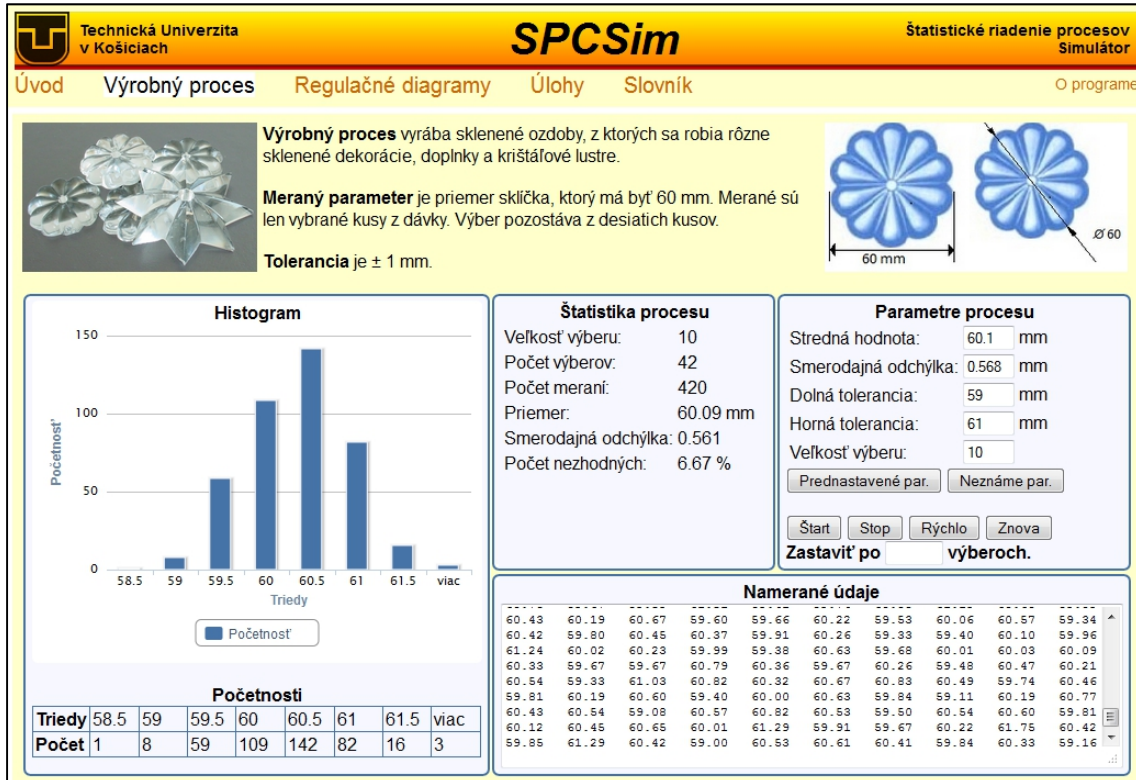
Pre splnenie učebných cieľov bola navrhnutá štruktúra simulátora SPCSim znázornená na obr. 2. Používateľ cez jednotlivé obrazovky používateľského rozhrania ovláda jadro simulátora, ktoré využíva generátor náhodných čísel.



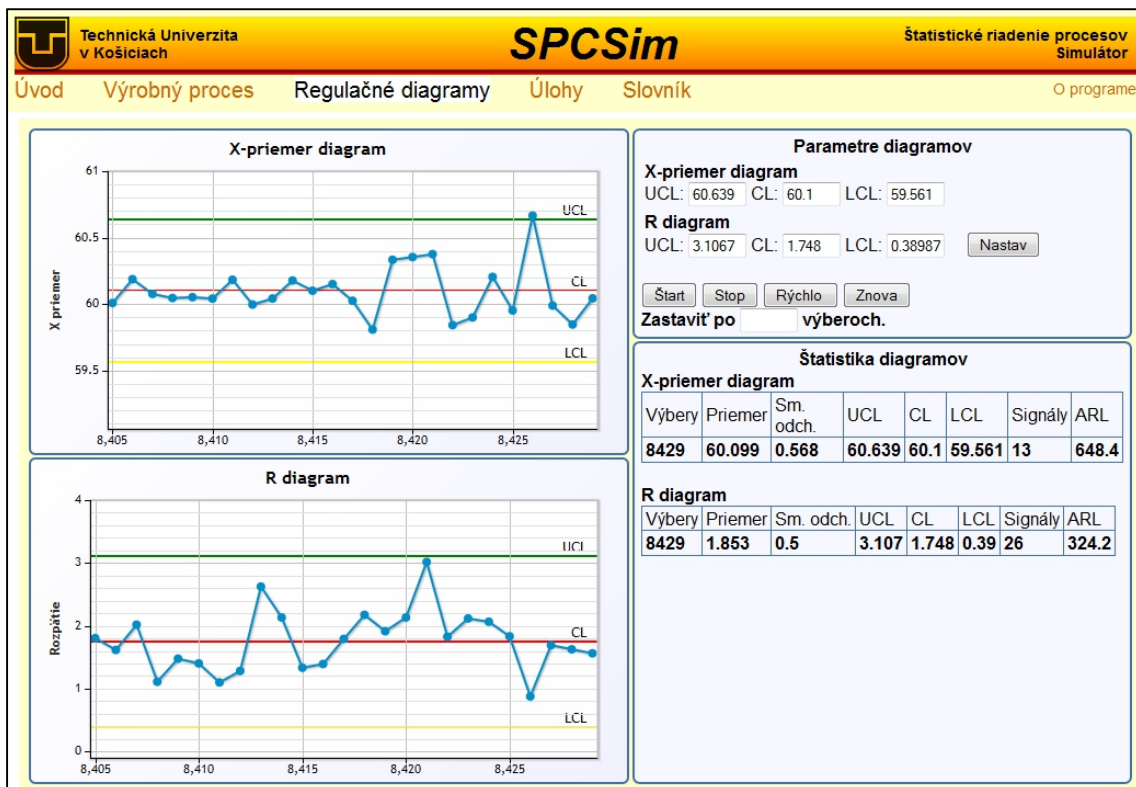
Obr. 2 Štruktúra simulátora SPCSim

Obrazovka *Úvod* obsahuje základné informácie o účele simulátora, obrazovka *Výrobný proces* znázorňuje údaje z výrobného procesu, ktorého parametre je možné meniť. Na obrazovke *Regulačné diagramy* sú znázornené *X-priemer* a *R* regulačný diagram. Umožňuje sledovať bežiacie regulačné diagramy, priemernú dĺžku priebehu medzi dvoma signálmi a dovoľuje nastavenie regulačných hraníc. Obrazovka *Úlohy* obsahuje podrobné inštrukcie vrátane kontrolných otázok a skrytých odpovedí. Na obrazovke *Slovník* je výkladový slovník odborných výrazov. Na obr. 3 a 4 sú ukážky obrazoviek *Výrobný proces* a *Regulačné diagramy*.

Simulátor je postavený na multiplatformových web technológiách HTML, JavaScript a CSS, ktoré boli zvolené kvôli budúcim rozšíreniam. Spúšťa sa v internetovom prehliadači buď z Internetu alebo z lokálneho disku počítača. Nemá zvláštne nároky na hardvér.



Obr. 3 Obrazovka Výrobný proces simulátora SPCSim



Obr. 4 Obrazovka Regulačné diagramy simulátora SPCSim

Skúsenosti s využitím simulátora vo výučbe.

Navrhnutý simulátor regulačných diagramov vnáša do výkladu učebnej látky nový rozmer. Klasická učebnica alebo prednášky neobsahujú dynamiku – správanie sa diagramov v čase. Simulátor však ukazuje pohyblivé dáta a ako sa zmeny štatistických vlastností sledovanej náhodnej premennej prejavujú v diagramoch. To umožní na základe vlastnej skúsenosti a „zážitku“ priame spoznávanie princípov a vlastností regulačných diagramov.

Simulátor SPCSim bol vyskúšaný vo výučbe predmetu *Štatistické riadenie procesov* na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach. Odozva získaná anonymným dotazníkom bola pozitívna. Študenti ocenili hlavne názornosť a jednoduchosť simulátora.

Pri práci so simulátorom sa ukázali aj ďalšie možnosti jeho využitia, konkrétne pri zostavení operatívnej charakteristiky regulačného diagramu, ktorá vyjadruje vzťah medzi pravdepodobnosťou označenia procesu ako stabilného v závislosti od posunu sledovaného parametra.

Záver

SPCSim umožňuje sledovať spôsob, akým regulačné diagramy identifikujú štatistickú stabilitu výrobného procesu. Prostredníctvom inštrukciami vedeného experimentovania študent získava priamu skúsenosť. Údaje sú simulátorom generované priebežne tak, ako to býva v skutočných procesoch. Zrýchlená simulácia umožňuje získať predstavu o dlhodobých tendenciách v krátkom čase. Pri experimentoch sa dá zistiť, ako regulačný diagram reaguje na posun strednej hodnoty a smerodajnej odchýlky. Je možné nastaviť neznáme parametre výrobného procesu a overiť si schopnosť vypočítať regulačné hranice z nameraných údajov. Vedomosti sa pri práci so simulátorom získavajú pútavou a nenásilnou formou. Nadviazanie teórie na prax je prirodzené, čo vytvára predpoklad úspešnej aplikácie teoretických konceptov v budúcej praxi študenta.

Simulátor sa dá použiť ako pri samoštúdiu/dištančnom štúdiu využívajúcom web (Web based learning), tak aj pri kombinovanej výučbe (blended learning) a pri práci v skupinách (cooperative learning). Je určený predovšetkým pedagógom a študentom, ale dobre poslúži aj profesionálom pôsobiacim v oblasti manažérstva kvality v akýchkoľvek organizáciách.

PodĎakovanie



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ. Tento článok bol vypracovaný v rámci projektu "Centrum excelentnosti integrovaného výskumu a využitia progresívnych materiálov a technológií v oblasti automobilovej elektroniky", ITMS 26220120055.

Literatúra

1. Tošenovský, Josef - Noskievičová, Darja: Statistické metody pro zlepšování jakosti. Ostrava: MONTANEX a.s., 2000, ISBN80-7225-040-X
2. Terek, Milan - Ľubica Hrnčiarová: Štatistické riadenie kvality. Bratislava: Iura Edition, 2004, ISBN 80-89047-97-1

3. Sabadka, Dušan: Vzdelávanie na báze skúseností – Learning by Doing. Transfer inovácií 8/2005, s. 87-89.
4. Zgodavová, Kristína - Košč, Peter - Kekäle, Tauno: Learning before doing: utilising a co-operative role play for quality management in a virtual organisation, Journal of Workplace Learning, 2001, Vol. 13 Iss: 3, s. 113 – 119.
5. SPC Training Simulator, Symphony Technologies, 11.6.2013, <http://www.symphonytech.com/quincunx.htm>
6. Statistical Solution, 11.6.2013, <http://www.statisticalsolutions.net/spc.php>
7. SPC Simulator, 11.6.2013, <http://kptware.com/spcsim.htm>

O autorovi:

Ing. Peter Bober, PhD, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach,
e-mail: peter.bober@tuke.sk

Lektoroval:
Ing. Pavel Klaput