

# Automatizace a kvalita

Autor se v příspěvku snaží pojmenovat oblasti průmyslové výroby, ve kterých je možné se setkat se spojením pojmů automatizace a kvalita. Vymezuje oblasti, ve kterých automatizace přispívá ke kvalitě výrobního procesu, dodržení kvality vyráběných produktů a rovněž i ke kvalitě určení nákladových cen vyráběných produktů. V závěru zdůrazňuje myšlenku, že pouze kvalitní realizace automatizačního systému může zajistit kvalitní výrobu a kvalitní produkty.

K napsání tohoto příspěvku mne inspiroval stejnojmenný podtitul letošní konference *Automatizace, regulace a procesy (ARaP)*. Během své pracovní kariéry v oboru průmyslové automatizace a zavádění řídicích systémů do praxe jsem se častokrát s tímto slovním spojením setkal. Víceméně automaticky se přitom předpokládalo a dále předpokládá, že automatizace vede ke kvalitě. Ale ke kvalitě čeho? A je tato implikace zákonitá? Rozhodne-li se investor (výrobce, producent) pro realizaci automatizačního projektu ve svém výrobním procesu, získá automaticky po realizaci tohoto projektu vyšší kvalitu? Ale samotný pojem kvality ještě investorovi žádné výhody nepřinese. V co lze přetavit vyšší kvalitu? Zkusme se nejdříve podívat na to, v jakých souvislostech lze o zvýšení kvality díky realizovanému automatizačnímu projektu hovořit.

## Kvalita jako zdroj úspěchu

Obecně lze říci, že díky úspěšně realizovaným automatizačním projektům (dám v tomto příspěvku přednost pojmu automatizační projekt, popř. systém, před obecnými pojmy jako automatizace nebo průmyslová automatizace) je v těchto projektech dotčených etapách (fázích) výrobního procesu dosahována vyšší kvalita parametrů těchto procesů (průběžných i konečných). Důsledkem je snížení výrobních nákladů a snížení zmetkovitosti, což výrobci umožní zlepšit konkurenceschopnost na trhu, získat větší tržní segment, posílit firemní značku, a tím vytvořit předpoklady pro trvalý růst své produkce, obratu a zisku.

## Kvalita výrobního procesu

Zde vidím dvě hlavní oblasti, v nichž se vyšší kvalita projevuje nezpochybnitelnými finančními přínosy.

V mnoha současných výrobních procesech je výrobce nucen z různých důvodů (omezených zdrojů surovin, cenových, ekologických apod.) používat vstupní suroviny proměnlivých vlastností, tj. proměnné kvality. Tato skutečnost sama o sobě může mít velký vliv na vlastní výrobní proces (např. účinnost při spalování méně kvalitního paliva), může vyvolávat dodatečné náklady na úpravu vstupních surovin (třídění, sušení, chemické úpravy atd.) a jistě má vliv na výslednou kvalitu

vyráběného produktu či meziprojektu (výroba maltových směsí, příprava směsí pro následné chemické procesy atd.). Měřením vlastností vstupních surovin a zavedením nejrozličnějších způsobů adaptace algoritmů řízení výrobního procesu v závislosti na zjištěných vlastnostech (kvalitě) vstupních surovin lze vliv kolísání kvality vstupních surovin velmi výrazně potlačit a někdy i zcela eliminovat. Výsledkem jsou menší náklady na úpravy vstupních surovin, možnost zajistit v jistém směru optimální průběh výrobního procesu z hlediska spotřeby energií a rovněž stálá kvalita výsledného produktu.

Druhou oblastí, kde se automatizace výrazně uplatní, je vlastní výrobní proces. Prostřednictvím automatizačních projektů, resp. automatizačních systémů realizovaných v jejich rámci, lze zajistit přesnější (kvalitnější) dodržování jednotlivých parametrů výrobního procesu. Jde o parametry, které mají významný vliv jednak na výrobní náklady (spotřebovaná energie při ohřevu při zbytečném překmitu skutečné teploty nad žádanou, regulace hladiny zapínáním a vypínáním motorů čerpadel bez použití regulace otáček těchto motorů apod.) a jednak na vlastnosti (kvalitu) výsledného produktu.

Dobře předem promyšlené a následně realizované automatizační projekty řeší též úlohy jisté formy vnitřní diagnostiky a dále velmi pomáhají při diagnostice případných poruch v souboru elektrických zařízení a jejich odstraňování (metody přístupu na dálku se současnou součinností místních pracovníků údržby). Tím jsou minimalizovány nepříjemné odstávky výrobního zařízení při nezpochybnitelných výsledných finančních efektech pro výrobce – uživatele automatizačního systému.

## Kvalita výsledného produktu, popř. meziprojektu

Ačkoliv je to nepříjemné, nelze asi v současné době ještě zcela odstranit jevy jako zmetek nebo výrobek nižší kvality. Co tedy za této situace potřebuje výrobce? Odhalit skutečnost (závadu, špatně nastavený proces), která je příčinou nižší kvality vyráběného produktu, a to co nejdříve, pokud možno v situaci, kdy lze meziprojektů stále ještě vrátit zpět do výroby (někdy to již, bohužel, není možné) a kdy je v rámci výrobního procesu „spotřebováno“ co nejméně výrobních

nákladů. K tomu se využívají automatizované kontrolní úlohy (různá měření, ověřování parametrů meziprojektu apod.), které automaticky reagují na nekvalitní meziprojektů a adekvátně reagují na vzniklou situaci (vyřazení výrobku z dalších etap zpracování, zastavení příslušné výrobní etapy s informováním obsluhy o vzniklé situaci apod.). Tyto kontrolní úlohy (automatizované mezikontroly) mohou být uskutečňovány jako samostatné automatizační projekty nebo (což je velmi časté) jako součást nadřazené úlohy řízení výrobního procesu.

A co když nekvalitní produkt přece jenom vznikne? I zde může alespoň částečně realizovaný automatizační projekt zachránit situaci. S použitím by i velmi náročných automaticky pracujících systémů výstupní kontroly lze v každém případě zabránit tomu, aby se zmetek dostal na trh, popř. zajistit rozdělení vyrobených produktů do různých skupin podle výsledné kvality (postup obvyklý při výrobě např. obkládaček, dlaždic, podlahových krytin apod.). Vynaloženým výrobním nákladům se sice již nelze vyhnout, je však možné podstatnou měrou zabránit negativní reakci trhu v případě výskytu nekvalitních výrobků, a tím přispět k udržení dobrého renomé značky na trhu. A to je podle mého názoru někdy daleko důležitější než úspora investičních nákladů.

## Možnost jednoznačně přiřazovat výrobních náklady

V této kapitole opustíme oblast techniky, oblast vlastního výrobního procesu a přeneseme se do sféry obchodní a finanční, do sféry tvorby cen. Necitím se být v žádném případě kompetentní k tomu, abych se zde zabýval obecně metodami tvorby cen. Jediné, co již asi i technická veřejnost zaznamenala, je základní skutečnost, že do tzv. *nákladové ceny* výrobku se promítají jak tzv. *přímé náklady* (vyvolané výrobkem), tak i tzv. *nepřímé náklady* (společně několika druhů výrobků, související se zajištěním činnosti útvarů či podniku jako celku). Přímé náklady umíme díky různým metodám měření, sledování, archivace a následného vyhodnocení jednoznačně přiřadit ke konkrétnímu výrobku, šarži, várce apod. Nepřímé náklady nelze ke konkrétnímu výrobku přiřadit jednoznačně.

Abychom do kalkulace nákladových cen výrobku dokázali promítnout i nepřímé náklady, je nutné zvolit určité kritérium, určitou metodu přiřazení nákladů, určitý model rozdělení nepřímých nákladů na jednotlivé vyráběné produkty. Problémem tedy není specifikovat, které náklady patří do přímých a které do nepřímých, ale jak nepřímé náklady při-

řadit konkrétnímu výrobnímu procesu, konkrétnímu výrobku tak, abychom ve výsledku obdrželi co nejkvalitnější (nejhodnověrnější) informaci o nákladech na jednotlivý výrobek.

Asi nejlépe lze tuto problematiku ilustrovat na výrobním závodě, který má  $n$  výrobních linek, vyrábí  $m$  produktů (přičemž  $m > n$ ) a spotřebu elektrické energie měří pouze na vstupu do závodu. Není tudíž vůbec jasné, kolik elektrické energie spotřebuje administrativní pomocné provozy, kolik jednotlivé výrobní linky. O spotřebě elektrické energie na jednotlivý výrobek nelze vůbec hovořit i přesto, že tento údaj je pro kalkulaci ceny velmi důležitý. Podnikový ekonom v tomto případě zvolí určitou metodu (model) přiřazení nákladů na elektrickou energii na jednotlivé provozy a následně přes počet výrobků dojde k velmi přibližnému údaji o výši tohoto nepřímého nákladu, v daném případě nákladů na elektrickou energii na jeden výrobek. Jestliže se do nákladové ceny výrobku promítají ve velké míře (např. asi 50 %) souhrnné náklady nepřímé (náklady nevýrobních oddělení, mzdové náklady obsluhy výrobních kapacit, náklady na servis, náhradní díly atd.), výrobce se tím dobrovolně připravuje o velmi cennou informaci, tj. o informaci, kolik ho doopravdy stojí vyrobit jeden konkrétní výrobek. V případě problémů s prodejem výrobku pak výrobce neví, kde leží jeho skutečná nákladová cena a jaká úroveň tržní ceny je pro něj z pohledu konkrétního výrobku a jeho výroby vzhledem k plánovanému zisku ještě rentabilní.

Dobře realizované automatizační projekty mohou výrazně zvýšit kvalitu tvorby cen. Pomáhají totiž přesunout velkou část nepřímých nákladů do kategorie nákladů přímých. Při měření spotřeby energií různých vytípaných výrobních zařízení a následném zpracování a vyhodnocení naměřených hodnot lze uvedený problém minimalizovat či úplně odstranit. Systémy pro řízení a plánování údržby (tzv. CMMS – *Computerised Maintenance Management Systems*) umožňují následně přiřadit každou servisní akci i každý použitý náhradní díl ke konkrétnímu stroji, konkrétní výrobní lince. Systémy pro sledování výroby umožňují přiřadit ke konkrétním výrobkům konkrétní pracovníky a konkrétní stroje v prostředí pružných výrobních systémů. Že tyto systémy následně poskytnou nejen informace pro oblast finanční a obchodní (cenovou), ale i informace o energetické náročnosti jednotlivých strojů, linek a technologických uzlů, je zřejmé. Že tyto informace, jsou-li kvalitní, mohou být i vodítkem při plánování investic na obměny výrobního parku, je nesporné.

### Kvalita automatizačních projektů

Asi u čtenářů nenarazím, vyslovím-li odvážnou tezi: aby všeho toho, co již bylo uvedeno, bylo prostřednictvím automatizačních projektů dosaženo, tedy oné kvality, musí

být kvalitní i samotné automatizační projekty. V opačném případě, při nekvalitních automatizačních projektech či jejich nekvalitní realizaci se nejen nedosahuje požadovaných cílů, ale navíc přibývá riziko odstávek výrobních zařízení v důsledku poruch v automatizačních systémech (lépe řečeno v celém souboru elektrických zařízení), vyvolané náklady na servisní zásahy a spotřebou náhradních dílů. Brání tedy něco tomu, aby automatizační systémy byly realizovány kvalitně?

Při pohledu na postup při dodávce automatizačního systému nalezneme obecně vždy tyto části:

- návrh, vypracování projektu,
- pořízení hardwarových komponent, výroba dílčích celků a jejich ověření u výrobce (FAT),
- pořízení programovacích prostředí, vytvoření uživatelského softwaru a opět FAT,
- montáž, ověření signálů, uvedení do provozu, komplexní zkoušky, zaškolení pracovníků investora/konečného uživatele,
- záruční servis.

Vedle smluvního postupu při dodávce automatizačního systému stojí velmi často smlouvy o servisní činnosti a dodávkách náhradních dílů po uplynutí záruční doby.

V jakých fázích a na jakých místech může dodavatel automatizačního systému nejvíce ovlivnit kvalitu vlastní realizace? V současnosti lze konstatovat, že všechny firmy vyrábějící komponenty pro měření a řízení a soubory elektrických zařízení kladou velký důraz na kvalitu svých produktů. Pokud se tedy realizátor automatizačního systému neuchýlí k pořízení hardwarových a softwarových komponent od neznámých a neproověřených firem (v čemž mu poučený a fundovaný investor zpravidla zabrání tím, že má svůj interní seznam vybraných dodavatelů – tzv. *vendor list*), lze tvrdit, že volba komponent té či oné značky kvalitu výsledného řešení neohroží. O všem tedy rozhodne kvalita provedených prací – činností, zpracování projektu, vytvoření uživatelských programů a provedení montáže, úplnost následných testů atd. A zde, podle mého názoru, leží kámen úrazu.

Investor si nechá odbornou firmou vypracovat zadávací dokumentaci pro výběrové řízení natolik podrobně (někdy vlastně až na úrovni prováděcí dokumentace), že má pocit, že dodrží-li nabízející podmínky zadání, může jako jediné kritérium pro výběr dodavatele zvolit minimální cenu. Na začátku 90. let minulého století, kdy ceny hardwarových a softwarových komponent mohly tvořit až 70 % (někdy dokonce i 80 %) celkové ceny zakázky, to snad ještě mohlo být obhajitelné. O výsledné nabídkové ceně mnohdy rozhodla cena, za kterou realizátor automatizačního projektu dokázal získat potřebné hardwarové a softwarové komponenty. Cena vlastních výkonů nebyla tak podstatná, a tudíž nebylo tak nutné „šetřit“ při stanovení celkové nabídkové ceny na vlastních výkonech.

Za uplynulých dvacet let se však situace zásadně změnila. Na výsledné ceně se nyní nejméně 50 % podílejí vlastní výkony (cena práce v naší zemi od roku 1990 výrazně vzrostla), a tudíž úvaha o jejich čerpání či nečerpání hraje při stanovování celkové nabídkové ceny zásadní roli. A tak problém není v tom, že by realizátoři automatizačních systémů neuměli kvalitně projektovat, kvalitně programovat, kvalitně montovat a následně testovat. Pro všechny uvedené činnosti dokonce existují velmi dokonale propracované a praxí prověřené způsoby, jak při těchto činnostech postupovat a jak výsledky těchto činností po jednotlivých krocích ověřovat, takže případné chyby lze odstranit ještě před vlastním uváděním automatizačního systému do provozu. *Je zde pouze jeden problém, a to, že použití těchto metod a postupů je v příkrem rozporu s požadavkem investora na minimální cenu.*

To vše by ještě investora nemuselo zneklidňovat. Jeho pozice je jasná: zaplatím pouze za kvalitní návrh a za kvalitní provedení díla. Je ale investor schopen tuto kvalitu sám ověřit? Vždyť veškeré zkoušky provádějí pracovníci realizátora automatizačního projektu. Pracovníci investora/konečného uživatele mohou sledovat, zda realizovaný systém plní funkčně to, co bylo v zadání. Nakolik je dokumentace v souladu se skutečným stavem (tedy nakolik je kvalitní), zjistí ale teprve tehdy, kdy se poprvé pokusí o vlastní změnu či úpravu dodaného systému, což mnohdy bývá až po uplynutí záruční doby. Zda byla montáž provedena kvalitně, se často projeví teprve až za určitou dobu a tzv. neošetřené stavy v uživatelském softwaru se projeví naprosto náhodně a odhalit je při testech je téměř nemožné i pro samotného autora složitějšího programu, natož pro pracovníka investora/konečného uživatele.

### Závěr

Je-li uvedená analýza alespoň částečně pravdivá, vynořují se zákonitě následující otázky.

Lze vyhotovit (nebo si nechat vyhotovit) zadávací dokumentaci pro výběrové řízení tak, aby tato zadávací dokumentace jednoznačně determinovala pouze kvalitní projekt a provedení automatizačního systému nezávisle na nabídkové ceně? Tedy je možné výběrem podle kritéria minimální ceny zajistit kvalitní automatizační systém? Podle mých zkušeností tomu tak není.

Je tedy výběr zhotovitele podle kritéria minimální ceny cestou k získání kvalitních automatizačních systémů, které následně poskytnou veškeré již uvedené kvalitativní ukazatele a povedou ke snížení výrobních nákladů a snížení zmetkovitosti, což zvýší konkurenceschopnost výrobce a umožní mu získat na trhu větší podíl, posílit firemní značku, a tím vytvořit předpoklady pro trvalou prosperitu firmy? Podle mých zkušeností ne.

Je z této situace východisko, které by uspokojilo obě strany? Řešení, které by zbytečně nezvyšovalo cenu automatizačních systémů pro investory a zároveň by netlačilo řešitele do nekvalitních realizací z důvodu vyvolané nutnosti šetřit realizačními kapacitami – v konečném výsledku neefektivně? Obávám se, že nalézt obecný postup bude velmi obtížné.

Jednou z cest by snad mohlo být zahrnutí předpokládaných, závazně stanovených nákladů na servis a náhradní díly po reálnou dobu provozního života automatizačního systému projektu do celkové nabídkové ceny. Tedy uzavřením společně se smlouvou na realizaci i servisní smlouvy na dobu de-

seti až patnácti let s pevně stanovenou měsíční (roční) cenou přinejmenším za provedené výkony. Tedy nikoliv hodinové sazby pracovníků servisu, které realizátora nijak nemotivují k tomu, aby se při realizaci vynasnažil kvalitní práci minimalizovat potřebu servisních zásahů po dobu provozního života realizovaného automatizačního systému. Toto by nutilo nabízejícího (dodavatele) velmi pečlivě uvažovat o kvalitě provedení díla, neboť každá nekvalita by se mu v příštích letech vymstila v podobě nárůstu nákladů na servisní aktivity nad původně uvažovaný rámec. Investor by pak měl objektivnější kritérium pro výběr, tedy ne minimální cenu realizace, ale minimální cenu

realizace včetně ceny následného provozu po dobu předpokládané životnosti automatizačního systému.

Shrnuto: nestálo by za zkoušku přestat o známém ukazateli TCO (*Total Cost of Ownership*, tj. celkové náklady na funkci) jen mluvit, ale začít ho i skutečně používat?

Ing. Jan Fibr, CSc.,  
Siemens, s. r. o., Praha  
(jan.fibr@siemens.com)

Článek vznikl na základě autorova vyzvaného vystoupení na konferenci *Automatizace, regulace a procesy* – ARaP 2010, Praha, listopad 2010 (www.arap.cz).

## Rádiové signály přímo ze srdce

Srdce je dutý svalový orgán zajišťující pravidelnými tahy trvalý oběh krve v těle. Pravá polovina srdce udržuje v chodu plicní oběh a levá pumpuje krev obohacenou kyslíkem do těla. Jestliže tlak v levé srdeční komoře roste, je to varovné znamení, které může znamenat srdeční insuficienci neboli slabost srdečního svalu. Doposud se tlak v srdci měří během koronární angiografie. Při tomto náročném vyšetření lékař pacientovi napíchne tepnu v oblasti třísla a zavede do ní katetr. Vstříknutý kontrastní prostředek umožňuje lékařům sledovat na rentgenovém štítu cestu katetru k srdci a přitom sledovat srdeční činnost. Při vyšetření musí pacient ležet bez pohybu na lůžku. Tlak v srdeční komoře lze měřit jenom po dobu angiografického vyšetřování.

Lepší a objektivnější poznatky by mohlo poskytnout dlouhodobé měření tlaku v komoře při různých zátěžových situacích. V blízké budoucnosti by to mohl umožnit nový systém pro měření tlaku v srdci vyvinutý ve Fraunhoferově ústavu pro mikroelektronické obvody a systémy IMS (*Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme*) v Duisburgu. Jeho základem je miniaturní snímač tlaku implantovaný přímo do srdce pacienta, který vysílá měřené hodnoty tlaku vždy, když je ošetřující lékař potřebuje.

Miniaturní snímač tlaku tyčinkového tvaru o průměru 2 mm a délce 10 mm se s použitím katetru zavede do srdce a upevní na vnitřní stěnu srdeční komory. Katetr se vytáh-

ne a snímač zůstane v srdci připravený předávat na vyžádání během několika měsíců údaje o tlakových poměrech v srdci. Snímač se chová podobně jako pasivní štítek RFID a pracuje pouze tehdy, když mu příslušný čte-



Obr. 1. Snímač tlaku vysílá hodnoty tlaku krve bezdrátově přímo ze srdce (foto: Fraunhofer IMS)

cí přístroj dodá zvnějšku indukčně, přes anténu, energii. Snímač pro svůj provoz tedy nepotřebuje žádný akumulátor ani baterii. Příkon 90  $\mu\text{W}$  stačí k tomu, aby snímač měřil tlak a naměřené hodnoty bezdrátově vysílal kadencí 200 údajů za sekundu do vzdálenosti až 40 cm od pacienta. Ošetřující lékař si je pak může snadno přečíst na displeji ručního čtečského přístroje (obr. 1). Protože srdce zdravého dospělého člověka tepe při extrémním zatížení tři- až čtyřikrát za sekundu, lze při vzorkovací frekvenci 200 Hz při vyšetření ob-

jevit i nejmenší chyby v činnosti srdce, které se zejména na počátku onemocnění vyskytují jen sporadicky.

K minimalizaci útlumu vysílaného signálu při jeho průchodu kostmi, tělesnými tkáněmi a tekutinami vysílá systém v pásmu 10 MHz. Odborníci z Duisburgu současně vyvinuli novou metodu rádiového přenosu dat, který funguje téměř beze ztrát. Zatímco modulace odražené vlny (*backscatter signaling*) běžně používaná u pasivních štítků RFID cíleně využívá část dodávané energie k zakódování vysílané informace, zde se celá disponibilní energie využívá k vysílání, čímž vzroste dosah vysílače.

Miniaturní snímač tlaku krve v srdci je spolu s anténou a rádiovým vysílačem umístěn na čipu zapouzdřeném v polymeru kompatibilním s biologickými materiály, který na rozdíl od kovu nebrání průchodu rádiových vln. Aby nový snímač byl ještě účinnější, chtějí odborníci z IMS v dalším vývojovém kroku konstruovat čipu dále optimalizovat. Nový systém pro bezdrátové měření tlaku krve v srdci představil Fraunhoferův ústav IMS odborné veřejnosti na veletrhu *Electronica* v Mnichově v listopadu 2010.

[Funksignale aus dem Herzen. Mediendienst FhG, Nr. 10-2010, Thema 1.]

Kab.



### Seriál odborných konferencí Energie pro budoucnost

**31. 3. 2011, Brno, Výstaviště** (součást doprovodného programu veletrhu Amper)  
*Fotovoltaické zdroje elektřiny: zkušenosti z provozu, současný stav a perspektivy vývoje*

**13. 4. 2011, Brno, Výstaviště** (součást doprovodného programu Stavebních veletrhů)  
*Distibuoované obnovitelné zdroje energie pro budovy a komplexy budov; systémy pro měření a regulaci spotřeby energie v budovách*

bližší informace:  
[www.fccpublic.cz/](http://www.fccpublic.cz/)  
konference