

# Prevádzkové riadiace systémy (7) – projektovanie

Tento článok je ukončením témy o projektovaní prevádzkových riadiacich systémov.

## Procesní inžinieri, migrácia systémov a koncept funkčných blokov

V prvej časti posledného dielu seriálu o prevádzkových riadiacich systémoch, ktorá vyšla v júnovom čísle, bol popísaný postup prechodu od schém merania a riadenia k schémam funkčných blokov podľa normy IEC 61804-1. Tá predpokladá existenciu tzv. procesného inžiniera, ktorý pozná riadený technologický proces a je schopný vyšpecifikovať zadanie pre projektanta riadiaceho systému (aplikačného inžiniera) pomocou jazyka (resp. metajazyka) funkčných blokov. Aplikačný inžinier následne rozpracuje zadanie do konkrétnej podoby v závislosti od zvoleného riadiaceho systému.

V našich podmienkach môžu snahy o aplikovanie popísaného postupu stroskotať na základnom predpoklade normy. Na existenciu procesného inžiniera. Keďže problém s dostupnosťou kvalitných podkladov pre aplikačného inžiniera je aj v súčasnosti veľmi častý (možno povedať že opak býva pravidlom), nemožno očakávať zadanie vo forme ako ho definuje zmienaná norma. V súčasnosti je zadanie najčastejšie tvorené schémami merania a riadenia doplnenými o slovný popis detailov jednotlivých funkcií riadiaceho systému (tzv. control narratives).

Použitie prístupu, ktorý bol predstavený v prvej časti, pritom umožňuje prehľadnejšie a najmä jednoznačne definovať hierarchickú štruktúru požadovanej činnosti riadiaceho systému ako aj jeho jednotlivé funkcie. Zvýšené množstvo práce pri špecifikácii zadania sa odrazí napr. znížením doby realizácie zadania vybraným riadiacim systémom, znížením počtu zásahov do riešenia zo strany zákazníka, skrátením doby nábehu systému, zjednodušením dokumentácie aplikačného vybavenia (štruktúra dokumentácie je tvorená de facto už vo fáze tvorby zadania). Na kritérium jednoduchosti migrácie riadiaceho systému sa pri výberových konaniach v súčasnej dobe síce nehladá, avšak predstavené postupy zefektívňujú aj túto fázu životného cyklu riadiaceho systému. S konceptom funkčných blokov je totiž úzko spojená problematika prenositeľnosti aplikačného programového vybavenia.

Problematika generačnej výmeny riadiaceho systému (angl. re-wamp) je vzhľadom na neustále sa zvyšujúce technické ako aj legislatívne požiadavky na riadiaci systém v súčasnosti veľmi aktuálna. Tlak na migráciu je v nepriamej úmere s nedôverou k „novinkám“ v automatizačnej technike akými sú napr. inteligentné prevádzkové prístroje prepojené digitálnymi komunikačnými systémami, správa výrobných prostriedkov podniku (asset management) a pod. Potreba migrácie môže vyplývať aj z analýzy rizík riadeného systému, ak spoľahlivosť existujúceho systému nedosahuje požadovanú úroveň (napr. v oblasti bezpečnostných riadiacich systémov).

V súčasnej dobe existujú iba proprietárne konverzie medzi riadiacimi systémami, t. j. konverzie iba medzi určitými systémami. Medzi systémami jedného výrobcu, ktoré umožňujú jednoduchší prechod na vlastnú novšiu generáciu ARS alebo medzi systémami konkurenčných výrobcov (t. j. výroba systému A uľahčuje zákazníkom, ktorí majú inštalovaný starší systém B od konkurencie, prechod na vlastný systém novej generácie). Nástroje jednotlivých výrobcov riadiacich systémov riešia migráciu systémov od úrovne konektorov I/O kariet, cez softvérové moduly s algoritmami riadenia až po operátorské obrazovky podsystemu HMI. Výsledok konverzie aplikačného vybavenia riadiaceho systému,

na ktoré bol zameraný tento seriál, nemusí byť vždy optimálny. Konverzia si môže vyžadovať aj dodatočné manuálne úpravy (napr. ak chceme využiť nové funkcie nasadzovaného systému). V prípade neexistujúcich migračných nástrojov je nutné celú aplikáciu vytvoriť znovu. Vtedy by pomohla existencia zadania funkcie dosluhujúceho riadiaceho systému vo forme funkčných blokov, ktorá bola vytvorená nezávisle na konkrétnom riadiacom systéme. Táto by priniesla výhody jednak prevádzkovateľovi riadiaceho systému (voľnosť pri výbere dodávateľa jeho ďalšej generácie), ako aj inžinierskej spoločnosti (efektívny návrh a uvedenie riadiaceho systému do prevádzky).

Projektovanie aplikačného vybavenia nezávisle od konkrétneho riadiaceho systému a jeho prenositeľnosť medzi systémami sú základné znaky nasledujúcej generácie riadiacich systémov, tzv. otvorených (OCS – Open Control Systems), ktorých príchod možno v budúcnosti očakávať.

V ďalšej časti budú uvedené poznámky k tvorbe dokumentácie funkcií riadiaceho systému a niektorým špecifikám prevádzkových riadiacich systémov.

## Projektová dokumentácia

Aplikácia prevádzkových riadiacich systémov prináša zmeny aj do spôsobu tvorby projektovej dokumentácie. Použitie inteligentných prevádzkových prístrojov a digitálnych komunikačných systémov má za následok potrebu upraviť a rozšíriť doteraz zaužívané postupy. Keďže prevádzkové riadiace systémy možno v súčasnosti vytvoriť iba na báze komunikačného systému Foundation Fieldbus, užitočným zdrojom informácií o spôsobe tvorby projektovej dokumentácie je aplikačná príručka [8], ktorú vydalo združenie užívateľov tohto systému na základe praktických skúseností svojich členov.

Z hľadiska zamerania tohto seriálu sú zaujímavé najmä poznámky k schémam merania a riadenia, schémam komunikačného systému a jeho segmentov, výkresom umiestnenia prístrojov v rámci riadeného systému a technickým listom prevádzkových prístrojov.

Problematika štandardizácie kreslenia schém MaR už v tomto seriáli spomenutá bola. Na Slovensku je stále platná norma STN ISO 3511, ktorá je založená na medzinárodnej norme ISO z osemdesiatych rokov minulého storočia. V rámci ISO bola v roku 2002 prijatá nová norma ISO 14617, ktorej šiesta časť nahrádza doteraz nezrušený štandard ISO 3511. Paralelne s ISO 14617, dokončila IEC práce na elektronickej databáze značiek pre schémy IEC 60617, ktorá by sa zásadne nemala odlišovať od štandardu ISO 14617 [9]. V tab. 1 je uvedený výber z medzinárodných štandardov súvisiacich s kreslením schém MaR a stav ich prevzatia do sústavy slovenských technických noriem. Pre informáciu je na konci tabuľky uvedený aj štandard ISA (v súčasnosti je v štádiu revízie).

Schémy MaR slúžia k zobrazeniu funkcie riadiaceho systému nezávisle od spôsobu jeho realizácie, t. j. nezávisle od typu použitých zariadení a štruktúry riadiaceho systému. Keďže realizácia funkcií spracovania informácií pre účely automatického riadenia priamo v prevádzkových prístrojoch a ich komunikačné prepojenie ovplyvňuje spôsob prevádzky takýchto riadiacich systémov, je potrebné tieto funkcie v schémach MaR zakresliť. Problémy so za-

staranosťou štandardu ISO 3511-4 [10] z roku 1985 a jedna z možností označenia vlastností moderných prevádzkových prístrojov boli uvedené v prvom dieli seriálu.

Súčastou dokumentácie sú aj schémy komunikačného systému (KS). Tieto zahŕňajú jednak celkové náhľady na KS so zobrazením prepojenia riadiacich jednotiek na úrovni riadenia technologického procesu, operátorských staníc a pod. ako aj schémy jednotlivých segmentov KS s pripojenými prevádzkovými prístrojmi, označením prístrojov s primárnou a záložnou funkciou riadenia KS (LAS -Link Active Scheduler, Backup LAS), lokalizáciu ukončovacích odporov, hodnotami napájacieho napätia v definovaných miestach zbernice komunikačného systému nameraných pri uvádzaní systému do prevádzky a pod. V týchto schémach nie sú zobrazené funkčné bloky realizované v jednotlivých prístrojoch. Konfigurácia funkčných blokov, ktoré realizujú funkciu riadiaceho systému sa dokumentuje samostatne. Z toho vyplýva, že pri zmene stratégie riadenia nie je potrebné revidovať vyššie uvedené dokumenty.

V rámci projektovej dokumentácie sa vytvárajú technické listy pre každý prevádzkový prístroj. Ich súčasťou sú okrem štandardných položiek najmä informácie o firmvéri zariadenia, minimálnom napájanom napätí, zaťažení zbernice prístrojom v kludovom stave, schopnosti prístroja riadiť KS, revíziu prístroja a elektronického popisu prístroja resp. popisu funkcií a vlastností prevádzkového prístroja v elektronickej forme (EDD – Electronic Device Description) a informácie o počte a typoch funkčných blokov, ktoré je možné realizovať v prevádzkovom prístroji.

### Nástrahy prevádzkových riadiacich systémov

Aplikácia prevádzkových riadiacich systémov si vyžaduje znalosť veľkého množstva podrobných informácií už v úvodnej fáze projektu. Napr. vzhľadom na obmedzenú dĺžku segmentov komunikačného systému a počtu pripojených zariadení sú pre návrh jeho topológie potrebné trojrozmerné zobrazenie riadeného systému, s presne zakresleným umiestnením prevádzkových prístrojov.

Na rozdelenie prístrojov do jednotlivých segmentov komunikačného systému má vplyv aj ich príslušnosť k regulačným slučkám. Zaužívaným pravidlom je priradenie prístrojov patriacich do jednej regulačnej slučky jednému segmentu KS z dôvodu optimalizovania prenosu informácií medzi segmentmi. Medzi ďalšie faktory, ktoré musí projektant brať do úvahy pri tvorbe segmentov KS patrí doba realizovania každého funkčného bloku, požiadavka na odozvu riadiaceho systému, t. j. doba realizácie riadiaceho algoritmu a počet komunikačných spojov medzi funkčnými blokmi v jednom segmente KS. Z dôvodu obmedzenej prenosovej kapacity je dôležitý pomer medzi cyklicky a acyklicky prenášanými dátami v jednom segmente komunikačného systému. Rozhodnu-

tie o použití CIF (Control In Field), t. j. o realizovaní funkčných blokov v prevádzkových prístrojoch, musí byť preto urobené už v úvodnej fáze projektu. Okrem technických problémov musia projektanti často čeliť obmedzeniam, ktoré vyplývajú z podnikových štandardov odberateľa. Častým obmedzením býva napr. požiadavka na iba jednu regulačnú slučku na segment KS resp. jeden akčný člen dôležitej regulačnej slučky na segment. Požiadavka tohto typu však vyplýva iba zo subjektívnych názorov užívateľov t. j. nepredstavuje technické obmedzenie systému Foundation Fieldbus.

Problematika použitia prístupu CIF presahuje rozsah tohto článku. Výhody prevádzkových riadiacich systémov, mýty ktoré sú s nimi spojené a argumenty ktoré tieto mýty vyvracajú sú výborne spracované v [11]. Niekoľko postrehov z valného zhromaždenia združenia Fieldbus Foundation v roku 2005, ktoré odzrkadľujú súčasné problémy projektantov riadiacich systémov na báze Foundation Fieldbus bolo zhrnutých v [12].

### Záver

Cieľom autorov tohto seriálu bolo informovať čitateľov o základnom koncepte najnovšej generácii riadiacich systémov spojených technologických procesov. Snahou bolo predstaviť v stručnej a zrozumiteľnej forme prevádzkové riadiace systémy najmä z hľadiska možností ich aplikácie. Podrobnejšie sme sa venovali iba konceptu funkčných blokov podľa normy IEC 61499 a ich aplikácie podľa IEC 61804 keďže tieto tvoria základ celej myšlienky.

Avšak príchod prevádzkových riadiacich systémov výrazne zasiahol do všetkých činností v rámci životného cyklu riadiaceho systému. Pozornejším čitateľom určite neuniklo, že okrem prezentovanej problematiky funkčných blokov súvisí s danou témou aj riešenie úloh iskrovej a funkčnej bezpečnosti, použitie Ethernetu v automatizácii, spojenie logického riadenia a riadenia regulačného typu na prevádzkovej úrovni a z hľadiska teórie automatického riadenia napr. aj adaptívne riadenie komunikačného systému. Horúcou témou súčasnosti je napr. problematika štandardizovania aplikačných profilov prevádzkových prístrojov, ktorá rieši problém ich vzájomnej spolupráce ako aj zameniteľnosti. Dôkazom toho je aj pripravovaná reorganizácia technickej komisie IEC TC65. S aplikačným profilom súvisí aj boj medzi dvomi prístupmi k popisu vlastností a funkcií prevádzkových prístrojov. Medzi EDDL (Electronic Device Description Language) čiže jazykom na vytvorenie popisu prístroja v elektronickej forme (EDD) a relatívne novým prístupom FDT/DTM (FDT – Field Device Tool), ktorý definuje rozhrania medzi softvérovými aplikáciami. Napr. medzi softvérom na parametrizáciu prístroja (tzv. Frame Application) a softvérom t. j. DTM (Device Type Manager) ktorý komunikuje so samotným zariadením a voči ostatným aplikáciám reprezentuje jeho vlastnosti.

Medzinárodná norma	Prevzatie do sústavy STN	Poznámka
ISO 3511: 1 až 4	STN ISO 3511: 1, 2, 4 Funkčné značenie merania a riadenia v priemyselných procesoch. Označovanie.	–
IEC 61082: 1 až 4	STN EN 61082: Príprava dokumentácie používanej v elektrotechnike, časti 1 až 4	Časť 2.: Schémy vyjadrujúce funkciu, kap. 3.3: Prehľadové schémy riadiacich systémov neelektrických procesov. Odvoláva sa na ISO 3511: 1, 2 a 4.
IEC 60617	STN EN 60617: 2 až 13 Grafické značky pre schémy	Na serveri IEC ako on-line databáza častí 2 až 13.
ISO 14617: 1 až 15	Nie je prevzatá do sústavy STN	Časť 6.: Meracie a riadiace funkcie Nahrádza (stále platnú) ISO 3511: 1, 2 a 4.
ISO 10628	STN EN 10628 Schémy technologických postupov pre výrobné prevádzky. Všeobecné predpisy.	–
ISA 5.1-1984 (R1992)	–	Instrumentation Symbols and Identification; norma USA, staré označenie ANSI/ISA S5.1-1984 (R1992)

Tab.1 Prehľad noriem súvisiacich s kreslením schém merania a regulácie

Tento seriál si nekládol za cieľ propagovať jeden komunikačný systém ale poukázať na zmeny, ktoré sa vo svete v oblasti moderných riadiacich systémov udiali, avšak u nás sa zatiaľ nepresadili. Výhody ktoré priniesli sú preukázateľné nielen prijatím týchto systémov v praxi, ale aj rušnou štandardizačnou aktivitou v tejto oblasti na medzinárodnej úrovni. Medzi najvýznamnejšie výhody, ktoré prevádzkové riadiace systémy umožňujú dosiahnuť patrí redukcia nákladov na inžiniersku činnosť pri konfigurovaní a uvádzaní riadiaceho systému do prevádzky a znižovanie nákladov na prevádzku automatizačných prostriedkov (proaktívna údržba). Z hľadiska funkčnej bezpečnosti prinášajú zvýšenie štrukturálnej spoľahlivosti riadiaceho systému (menší počet samostatne pracujúcich prevádzkových prístrojov) a zvýšenie spoľahlivosti programového vybavenia (použitím praxou overených štandardizovaných funkčných blokov).

V tomto období dochádza k výmene 1. generácie decentralizovaných riadiacich systémov. Uvedené výhody prevádzkových riadiacich systémov sú hlavným dôvodom beznázovej migrácie k tejto novej generácii automatizačných prostriedkov. Súčasne nie sú ohrozené už vynaložené investície. Avšak ich použitie je zmysluplné iba vtedy, ak prináša užívateľovi technický a ekonomický úžitok. Pričom tak ako sa to udialo veľakrát v minulosti, jedna nevhodná aplikácia spôsobí väčšiu škodu z hľadiska presadenia sa týchto systémov v súčasnom náročnom trhovom prostredí ako žiadna.

### Použité skratky

CIF	Control In Field (riadenie v prevádzke)
EDD	Electronic Device Description (elektronický popis prístroja)
EDDL	Electronic Device Description Language (jazyk na vytvorenie elektronického popisu prístroja)
FDT/DTM	Field Device Tool/Device Type Manager (definícia rozhrania medzi softvérovými nástrojmi a prevádzkovými prístrojmi)

FF	Foundation Fieldbus (štandard prevádzkového komunikačného systému)
KS	komunikačný systém
LAS	Link Active Scheduler (označenie zariadenia so schopnosťou riadiť komunikáciu v segmente systému FF)
MaR	schémy merania a riadenia

### Literatúra

- [8] FF: Foundation Fieldbus System Engineering Guidelines (AG 181, rev. 2.0). Dostupné na [www.fieldbus.org](http://www.fieldbus.org).
- [9] VELANDER, S.: Graphical symbols for diagrams. ISO Bulletin, 2003, marec, str. 12.
- [10] ISO 3511-4: Industrial process measurement control functions and instrumentation – Symbolic representation – Part 4: Basic symbols for process computer, interface, and shared display/control functions. ISO, Geneva, 1985, 9 s.
- [11] NETO, E., BERRIE, P.: Who's Afraid of Control In the Field? (Kto sa bojí riadiť v prevádzke?). Preklad do češtiny p. Suchý. Automa, 2005, č. 2., str. 10.
- [12] GEORGIEV, B.: Valné zhromaždenie združenia Fieldbus Foundation 2005. AT&P journal, 2005, č. 4, str. 56.

### Ing. Boris Georgiev

Axess spol. s r.o., Bratislava  
e-mail: [boris.georgiev@axess.sk](mailto:boris.georgiev@axess.sk)

### prof. Ing. Ladislav Jurišica, PhD.

Slovenská technická univerzita  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Ústav riadenia a priemyselnej informatiky  
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava  
e-mail: [ladislav.jurisica@stuba.sk](mailto:ladislav.jurisica@stuba.sk)