

Modernizace systémů řízení výrobních technologií v českém potravinářském průmyslu

Ing. Miroslav Dub, CSc.
SIDAT Praha

Autor čerpá z více než dvacetileté realizační zkušenosti české inženýrské společnosti SIDAT. Firma SIDAT za tuto dobu realizovala dodávky několika stovek automatizačních systémů a systémů výrobní informatiky do mnoha potravinářských podniků v tuzemsku i v zahraničí.

Hovoříme-li o pojmu potravinářská výrobní technologie či o potravinářském průmyslu, je nutno uvést, že jde o výrobní odvětví, které zahrnuje mnoho prakticky velmi odlišných výrobních oborů. Patří sem např. mlékárny, mlýny a pekárny, cukrovary a lihovary, pivovary a sladovny, výroba nealkoholických nápojů, výroba a zpracování masa a drůbeže, výroba trvanlivých a chlazených potravin, výroba olejnin, čokoládovny a výroba cukrovinek, výroba koření, ale i výroba tabákových výrobků a další obory. S přihlédnutím k této mnohotvárnosti není proto snadné najít nějakou technologickou charakteristiku, která by byla pro všechny obory společná. Lze se však pokusit najít jakéhosi „společného jmenovatele“, který by platil pro každý z jednotlivých oborů tohoto výrobního odvětví, a na úrovni tohoto společného jmenovatele potom na problém modernizace nahlížet.

Pomozme si obrázkem, který byl již v poněkud jiném kontextu publikován v listopadovém/prosincovém čísle ročníku 2014 časopisu *Control Engineering Česko*. Je na něm znázorněn zobecněný způsob začlenění potravinářské výrobní technologie do struktury výrobního podniku.

Obrázek vychází ze skutečnosti, že každá výrobní technologie musí být do takovéto struktury funkčně začleněna, tj. musí

být integrální součástí konkrétních forem řízení podniku ERP (Enterprise Resource Planning).

Výrobní technologie má pro každý potravinářský obor specifickou podobu. Jiná je pro výrobu mléka, jogurtů nebo sýra, jiná pro pivovar nebo pro masokombinát či výrobu cukrovinek. V jednotlivých oborech bychom sice na úrovni jednotkových technologických operací mohli najít podobná technologická vybavení (např. míchačky, odstředivky, homogenizéry, pas-tery, dávkovací váhy, nádoby aj.), tato skutečnost nemůže ale celkovou odlišnost oborů zastrít.

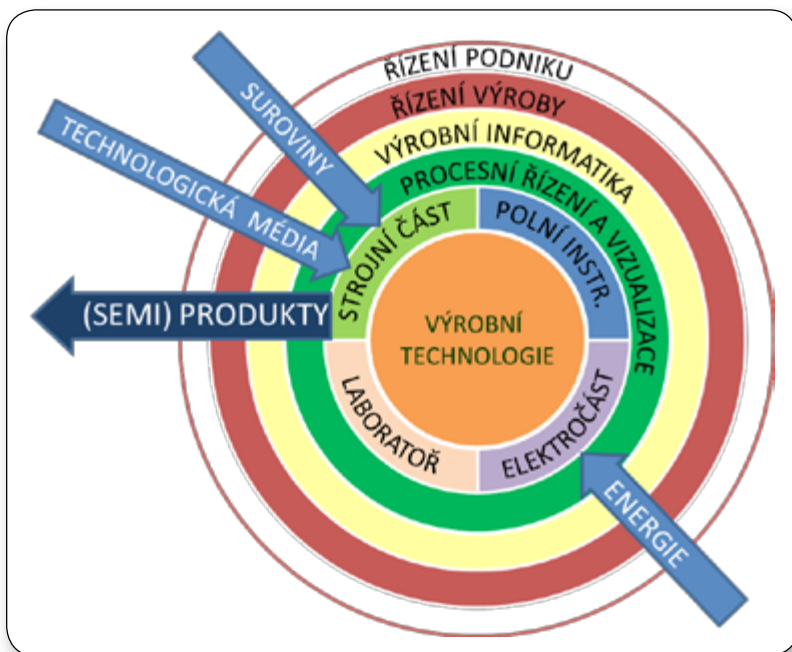
Všechny HW i SW prvky a systémy mezi výrobní technologií a řízením podniku označme jako technologický interface. Ten je tedy ve vertikálním směru od výrobní technologie tvořen zejména:

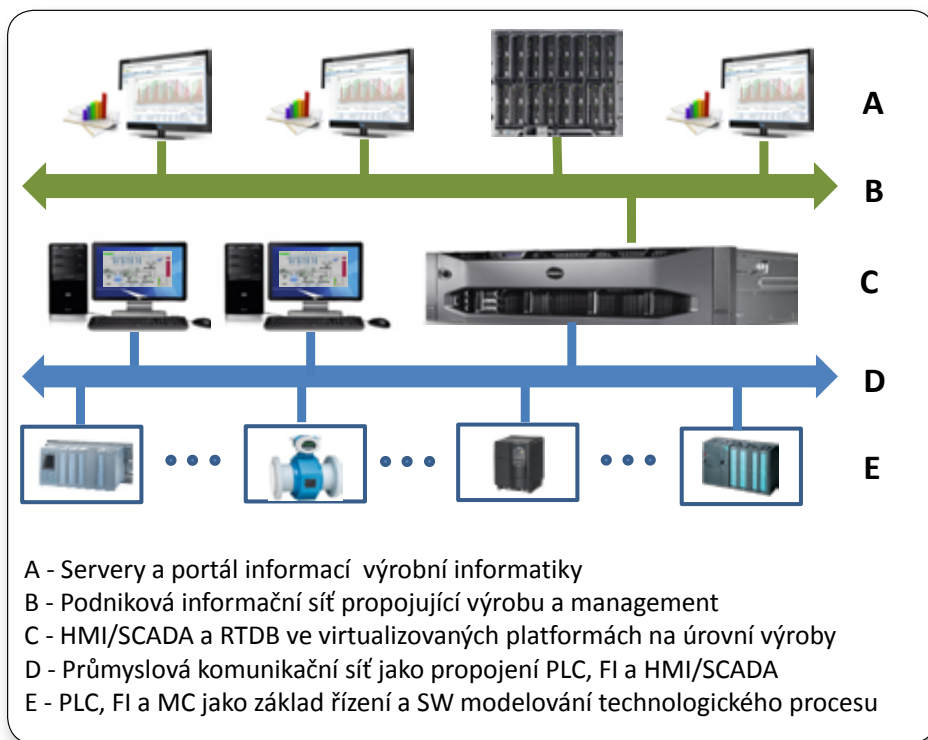
1. elektročásti pro zabezpečení silového napájení technologie (rozdávěče a kabeláž),
2. strojní části ve dvojroli
 - jednak pro zajištění dodávek technologických médií (vody, páry, tepla a chladu, stlačeného vzduchu, olejového hospodářství apod.),
 - jednak pro zajištění materiálových vstupů (surovin a polotovarů) a výstupů, kde prostřednictvím paletizátorů, balíček, plničků apod. opouštějí výrobní technologii hotové produkty,
3. prvky a systémy polní instrumentace,
4. různými laboratořemi, které zabezpečují vstupní kontrolu surovin, in-line sledování procesních parametrů a kontrolu výstupní,
5. procesní řízení a vizualizace,
6. aplikace výrobní informatiky
7. systémy plánování a řízení výroby.

V širším slova smyslu můžeme potom automatizační části prvků a systémů a aplikace výrobní informatiky technologického interface, tedy položky uvedené pod body 3. až 6., které obvykle začleňujeme pod pojem systém řízení, považovat za automatizační nástroje pro modernizaci těchto systémů.

Automatizační nástroje technologického interface pro modernizaci můžeme ale diskutovat i z pohledu horizontálního. Ten se jeví pro další diskuzi očekávaného vývoje tohoto oboru jako bližší. Dostáváme pak následující logické celky:

Obr. 1 Začlenění výrobní technologie do struktury výrobního podniku





Obr. 2 Horizontální struktura automatizačních nástrojů systémů řízení

- PLC
- průmyslové komunikační sítě
- systémy HMI/SCADA a distribuované/centralizované řídicí architektury
- výrobní informatika.

Pokusme se u těchto celků charakterizovat aktuální realizační praxi a z konfrontace této praxe a historických vizí se pokusit naznačit současné perspektivy.

PLC

Požadavky na zefektivnění tvorby aplikačního software vedly k tomu, že se většina výrobců automatizační techniky začala orientovat na metody strukturovaného programování, objektových metod a grafického programování. Tyto požadavky byly ve větší nebo menší míře implementovány do programovacích prostředí těchto systémů, popřípadě při současné integraci s vývojovým prostředím, i pro operátorské panely.

Tento přístup má ovšem několik zásadních nedostatků. Prvním z nich je vysoká náročnost na programovací prostředí, zvláště pak na přenosné počítače, jež by umožňovaly slušný běh takovýchto aplikací. Dalším a nepřehlédnutelným faktorem je značná abstrakce při tvorbě aplikačního kódu. Tento na první pohled snad „nepodstatný“ fakt ale představuje pro mnoho techniků, zvyklých již z 90. let pracovat s klasickými PLC, značnou znalostní komplikaci a nutnost absolvovat nákladné kurzy školení.

Je samozřejmě otázkou, jakým směrem se vývoj PLC technologií, tj. konfigurace těchto systémů a jejich programování, vydá. Dá se ale určitě očekávat, že motorem vývoje bude i nadále snaha výrobců o trvalé zvyšování rychlosti a paměťových prostorů, počtu vstupů a výstupů při současném

snížování jednotkové ceny HW. Druhým směrem patrně bude zjednodušování programovacích technik, a to dalším odklonem od tradičního pojetí programování jazykem blízkým strojovému kódu k formám grafickým.

Průmyslové komunikační sítě

Po mnoha letech hledání optimálních konfiguračních prostředí a souběžných standardizačních pokusů se nakonec ukázalo, že požadavek nasazení objektových metod přenosu nebyl tak důležitý, a že většinou výrobci na úrovni PLC a HMI/SCADA pro přenos dat preferovali používání vlastních proprietárních předkonfigurovaných protokolů. Umožňovalo jim to zachovat rychlou a spolehlivou komunikaci. Dále se prokázalo, že hlavním trhem pro komunikaci není komunikace mezi systémy PLC a HMI, ale především zajištění přenosu dat z/do vzdálených periférií, případně jiných zařízení. Opravdového rozmachu tedy nako-

nec zaznamenaly sítě spojené s přenosem vstupů a výstupů, popřípadě pro přenos dat pro jednoduchá inteligentní zařízení (frekvenční měniče, měřicí zařízení, ventilové ostrovy apod.), nebo v poslední době sítě zajišťující bezpečný přenos dat mezi komponenty určenými pro zvýšení bezpečnosti provozu zařízení.

Požadavky na společný obecný protokol pro spojení mezi systémy různých výrobců nakonec paradoxně sjednotil protokol, který byl primárně určen pro informační technologie. Zvýšení přenosové rychlosti a hlavně zlevnění veškerých komponent sítě Ethernet zásadně změnilo situaci v hardwarovém vybavení současných prostředků. Po síti Ethernet a různých modifikacích protokolu TCP/IP dnes komunikují stovky zařízení od systémů PLC a HMI/SCADA systémy až po jednoduchá zařízení. Úloha propojení zařízení různých výrobců, která byla předmětem hledání v devadesátých letech, se nyní řeší využitím nikoliv speciálního automatizačního protokolu, ale naopak použitím nejobecnějšího protokolu TCP implementovaného nyní již asi ve všech významnějších automatizačních zařízeních.

Tato oblast bude patrně nejvíc ovlivněna závěry teoreticko-filosofických úvah a aplikovaného výzkumu v rámci rozsáhlých projektů pod názvem Průmysl 4.0.

Ponechme teď stranou kdy, v kterých výrobcích a jak se prakticky uplatnitelné výsledky těchto projektů začnou v českém průmyslu větší měrou uplatňovat, a zmiňme několik vlastností, jimiž se budoucí automatizované systémy budou určitě muset z pohledu komunikačních sítí vyznačovat.

Jednou z očekávaných vlastností bude interoperabilita, tj. schopnost všech komponent a systémů (včetně lidí) v rámci průmyslového výrobního podniku spolu komunikovat.

Snadno se to řekne, ale hůře provede. Každý prvek takové architektury bude muset být schopen o sobě podávat potřebná fyzikální, stavová a provozní data. Sběr, archivace, aktualizace a vyhodnocování dat z prostředí inteligentních snímačů, jednoduchých manipulačních či dopravních soustav nebo technologických procesů nebude asi představovat větší problém, úskalí lze patrně spatřovat v komunikaci se SW modely složitých fyzikálních, technologických a výrobních procesů (jejichž věrohodné a pro řízení výroby použitelné modely ostatně dodnes existují jen výjimečně) a ve využití takovýchto informačních zdrojů pro prediktivní rozhodování a obecně pro řešení nestandardních či havarijních situací.

Systémy HMI/SCADA a distribuované/centralizované řídicí architektury

Cyklus obnovy stanic PLC je podstatně delší než cyklus příchodu nových a novějších verzí operačních systémů a k nim upgradovaných verzí systémů HMI/SCADA. Praxe v této oblasti je ovšem motivována především snahou instalovat a provozovat řídicí systémy s minimálními náklady.

Naprostou novou vítr do této problematiky přinesla možnost virtualizace počítačů. Obecně to znamená, že nad vrstvou fyzického hardware je spuštěna další aplikace, která emuluje běh jiného počítače na vlastním operačním systému. Je tedy možné na nové hardware v prostředí virtualizace instalovat starší verze operačních systémů.

Koncepce virtualizace přinesla navíc do oblasti architektury velinů a operátorských stanic ještě další nový aspekt. Na jednom fyzickém stroji je totiž možné spustit současně více paralelně běžících počítačů a to jak serverů, tak i klientů.

I když tato koncepce je vlastně odklonem od distribuované architektury, propagované v řešení většiny renomovaných firem, přináší toto řešení do realizačního světa značná pozitiva. Je možné používat levné terminálové stanice v ceně několika tisíc korun, je možné každou takovou stanici přepínat mezi jednotlivými virtuálními počítači a je snadné použít různé prostředky od panelů přes počítače až po velkoplošná zobrazení. Ačkoliv se tedy v 90. letech považovala koncepce centrálních počítačů za přežitou a nepoužitelnou, současný trend virtualizací více méně ukazuje spíše opak.

Praxe bude nadále a možná i intenzivněji vyžadovat řešení, která povedou ke snižování modernizačních nákladů, ke snižování nákladů na zabezpečování provozuschopnosti

automatizovaných výrobních systémů a ke snižování nákladů na jednotku produkce.

Virtualizace se tak kromě jiného stává perspektivní cestou nejen pro zvýšení spolehlivosti a pro zásadní snížení času na obnovu systému, ale i cestou ke zvýšení robustnosti systému vůči zastarávání HW platform. Výzvou ale zůstává otázka modularity vizualizovaných systémů a jejich optimální rekonfigurace.

Výrobní informatika

S nástupem velkých informačních systémů pro zpracování ekonomických, kvalitativních a laboratorních dat se objevily i další požadavky na přenášení dat o výrobě, o pohybu materiálů, požadavky na plánované spuštění výroby podle nastaveného plánu atd. Tyto požadavky se nakonec v obecném pojetí skryly pod kouzelné slůvko MES, ke kterému byla vytvořena obecná teorie, která se stala předmětem mnoha publikací a konferencí.

Realita se však ukázala úplně jiná. Prakticky každý projekt „MES“ končil v „červených“ číslech, přičemž požadované funkčnosti nebylo v rámci stanovených rozpočtů až na výjimky prakticky dosaženo. Důvodů bylo a stále je několik.

Zásadním úskalím je „nejasnost toho, jak by MES systém měl vypadat a fungovat“. Na rozdíl od automatizačních projektů, kde je vcelku zřejmé, jak má ve výsledku daná technologie pracovat, u systémů kategorie MES tomu

tak není. Požadavky, které jsou v souvislosti s MES úlohami formulovány, jsou většinou velmi vágní.

Dalším důvodem je problematika integrace systému MES do existujícího prostředí automatizace. Protože se prakticky již nevyskytují stavby na „zelené louce“, musí se většina systémů integrovat do stávajícího prostředí automatizačních prostředků.

Obvykle je tak nutné modifikovat stávající řídicí systémy jak po stránce hardwarové, tak i softwarové. Tyto systémy jsou mnohdy ještě pod záruční lhůtou, podléhají autorské ochraně, nebo naopak k nim neexistuje tzv. as-built dokumentace. V případě pouhého čtení je úloha jednodušší, pokud se však vyskytnou požadavky i na případné řídicí zásahy ze systému MES, úloha nabývá vzhledem k nutnosti řešit priority ovládní nečekaných rozměrů.

Ukazuje se tak, že v oblasti výrobních informačních systémů dochází k redukci obecných požadavků na tyto systémy. Od původně rozsáhlých záměrů na realizaci všeobjímajících



Obr. 3 Příklad strojní části technologického interface v mlékárenském provozu.

systémů kategorie MES se spíše implementují menší řešení, která vyřeší sice jen lokální úlohu, ale díky možnosti rozsah takového úkolu nějak uchopit, jsou finančně méně náročná, vyznačují se kratší dobou realizace a mají tak podstatně větší šanci na úspěch.

Mezi takováto ostrovní řešení patří např. implementace samostatných systémů sledování kvality, údržby, systémů pro monitorování energetiky (EMNG) nebo systémů pro měření a vyhodnocování efektivity výroby (OEE). Tato řešení přinášejí také poměrně rychle hmatatelné výsledky s vysokou návratností vložených prostředků.

Prostor pro další vývoj skýtá využití takovýchto aplikací pro plnohodnotné řízení sledovaných procesů, tedy zvládnutí jejich zpětnovazební integrace do výrobního prostředí, která by na bázi multikriteriálního rozhodování s prvky prediktivního charakteru umožňovala realizovat řídicí zásahy do výroby přímo. Touto cestou se také nejspíše budou projekční řešení inženýrských systémů pro průmyslovou výrobu v nejbližších letech ubírat.

Jaký dopad na modernizaci systémů řízení výrobních technologií v českém potravinářském průmyslu mohou tedy naznačené trendy vývoje automatizačních nástrojů technologického interface mít?

Je třeba si uvědomit, že dominantním rysem dodávek výrobních technologií pro potravinářství je obrovská konkurence zavedených nadnárodních firem. Ty mají, objektivně vzato, ve většině případů velký technologický náskok a jejich dodávky jsou výrobci potravin také preferovány. Příčin tohoto stavu je jistě mnoho, jako hlavní je možno označit převládající nedostatečnou existenci konkurenceschopných potravinářských strojů a zařízení domácí provenience. Existují sice nesporně a často i významné úspěchy řady českých firem jak v tuzemsku, tak dnes už i na mezinárodním poli (ponejvíce s dílčími technologickými celky), takováto skutečnost ale na obrazu současného stavu moc nemění. Znamená to tedy, že dodávky výrobních technologií do českého potravinářského průmyslu zůstanou nejspíše i nadále doménou zahraničních firem a budou provázeny také jejich silným vlivem na charakter modernizačních kroků.

Na rozdíl od dodávek výrobních technologií je situace poněkud příznivější v oblasti dodávek technologického interface. Dnes již v ČR existuje řada úspěšných domácích výrobních i inženýrských firem, schopných doplňovat tuzemské i zahraniční technologie vlastními dodávkami a kompletačními službami. I tady se ale ukazuje nepříznivý vliv absence významných tuzemských výrobců a dodavatelů potravinářských technologií. Jde vlastně o začarovaný kruh: výrobní podniky preferují technologie zahraniční

provenience mj. i proto, že k nim existují kvalitní a cenově přijatelné kompletační dodávky a služby domácího původu. Know-how a realizační zkušenosti domácích kompletačních firem spojené s implementací zahraničních technologií tím nasazování těchto technologií významně podporují. To zpětně opět nepřispívá k rozvoji tuzemské výrobní, projektantské a dodavatelské scény.

Pořád musíme mít totiž na paměti, že automatizace není cíl. Je to jen prostředek k tomu, abychom vyráběli levněji, kvalitněji, abychom byli schopni pružněji reagovat na poptávku trhu apod.

Jak ukazuje vývoj nedávných 25 let, produktivita a účinnost tohoto prostředku se ale vysoce zvýšila. Tento trend bude nepochybně, a nejspíš daleko rychleji než tomu bylo v minulosti, pokračovat.

Ať už bude výrobní technologie domácí či zahraniční provenience, bude ji třeba integrovat do existující výrobní infrastruktury podniku a zajistit její optimalizované provozování.

Právě trendy, zejména pak ty, které autor zmiňuje v souvislosti s dalším vývojem průmyslových komunikačních sítí, s nástupem moderních řídicích architektur, s pokračujícím uplatňováním výrobní informatiky a s tvorbou exaktnějších modelů i pro složité technologické a výrobní procesy v potra-

vinářství, mohou tvořit platformu pro úspěšnou modernizaci systémů řízení výrobních technologií v tuzemském potravinářském průmyslu. Právě v této oblasti lze spatřovat velký potenciál pro uplatnění tuzemského know-how a české kreativity.

Možná je jen diskutabilní, zda se z ryze technického hlediska dá v potravinářství (z titulu jeho převažujících hybridních výrobně technologických procesů) mluvit o další průmyslové revoluci. Stejně jako tomu bylo i v nedávné minulosti, další vývojové kroky budou zatím spíše mít charakter pokračujícího praktického uplatňování postulátů technické kybernetiky, tak jak jsou známy již z konce 40. let minulého století.

O revoluci se na druhé straně nepochybně dá mluvit zejména ve vztahu k technickému vzdělávání a přípravě kvalifikovaných odborníků pro přípravu, realizaci a provozování moderních automatizovaných výrobních systémů pro potravinářství. Doba bude přinášet čím dál tím přísnější požadavky na znalosti a dovednosti řady nových technických disciplín. Držet s nimi krok bude zcela jistě stále náročnější.

Není tedy podstatné, zda se zmiňované další perspektivy budou skrývat pod pojmem jako Průmysl 4.0 nebo pod jiným, možná evolučnějším názvem. Je ale nezbytné být u toho. Jde o konkurenceschopnost nejen českého průmyslu, ale i Evropy jako takové.



Obr. 4 Příklad strojní části technologického interface v pivovaru.