

a výrobních systémů (ERP, MES). Především nástroje Business Intelligence (BI), které jsou skládány poslední dobou ve všech pádech, jsou na datové integraci přímo závislé. Přes všechny možné obtíže věříme, že datová integrace bude pro společnosti stále nabývat na významu. Mimo jiné i proto, že alternativní možnosti jsou o poznání horší. Například projekty migrace dat (např. přesun dat ze staršího systému do nového) jsou podle některých zdrojů až z 80 % neúspěšné, nesplnily očekávání nebo překročily rozpočet [1]. Možná právě proto bychom se spíše měli soustředit na požadovaný výsledek, a nikoliv na prostředek. Je totiž dobré si uvědomit, že datová integrace není konkrétní technologie. Je to spíše cíl, jehož by se měl management firmy snažit dosáhnout [2]. A jaké jsou to cíle? Například:

- konzistentní firemní informace bez ohledu na to, z kolika systémů jsou přebírány;
- přístup k těmto informacím bez ohledu na používané technologie a místo uložení;
- dodání klíčových informací o kritických událostech a částech procesu včas a na správné místo.

A ještě jedna poznámka na úplný závěr. Ať už se rozhodneme jít jakoukoliv cestou a na základě analýzy vybereme kterékoliv řešení, vždy bude do značné míry úspěch záviset na realizačním týmu. Při rozhodování se tedy doporučuje posoudit nejen technickou stránku věci, ale i tu lidskou.

Petr Plaček  
Merz, s. r. o

## Systemová integrace zlepšuje řízení výroby

*Článek seznamuje s programovým systémem Elektronické řízení výroby z produkce firmy COMPAS automatizace. Seznamuje s jeho možnostmi, přínosy a účelným využitím ve prospěch zvýšení efektivnosti výroby. Uvádí příklady typických aplikací. Stručně popisuje postup implementace a příklad zpracování výrobní zakázky. Uvádí příklady záznamů a protokoly o výrobě.*

### Úvod

Mnoho podniků již instalovalo moderní technologie vybavené vysokým stupněm automatizace, více či méně efektivní IT systémy a optimalizovalo své logistické i řídicí procesy. Existuje ještě něco, čím by mohly podniky zlepšit efektivitu své výroby?

Analýzy a studie výrobních procesů konkrétních podniků a jejich optimalizace ukazují, že ano. Většina podniků může dále zdokonalit operativní řízení výroby efektivním provázáním jednotlivých řídicích úrovní, ať už organizačních či instalovaných systémů. Dokonce současné období ekonomického útlumu k tomu přímo vybízí – moudré podniky zlepšují v tomto období svou infrastrukturu pro úspory nákladů či „zbrojí“ na další konjunkturu.

Jak je možné dále významně zefektivnit výrobní procesy? Odpověď zní:

*„Využít řešení systémové integrace a nejmodernějších IT technologií, které umožňují dříve obtížně dosažitelné efekty: rychle, snadno a za minimálních nákladů instalovat účinné nástroje tak, aby bylo dosaženo dalšího snížení nákladů a ztrát, zvýšení produktivity a udržení rovnoměrné a vysoké jakosti výroby.“*

### Elektronické řízení výroby

Čím je možné takových efektů dosáhnout? V praxi ověřeným konceptem je Elektronické řízení výroby, moderní řešení pro podporu operativního řízení výroby. Kritérii optimality řízení jsou pro podniky obvykle vysoká a rovnoměrná jakost výroby, její produktivita a minimalizace výrobních nákladů. Elektronické řízení výroby je tak řešením umožňující výrobnímu týmu dosahovat nejlepších výsledků.

Z technického pohledu je koncepce založena na vertikální integraci tří standardních vrstev systémů, které odpovídají funkcím řízení výroby podniku. Celopodnikový informační systém (ERP), řeší dlouhodobější plá-

nování a řízení včetně zajišťování zdrojů a materiálů, výrobního informačního systému COMES® (MES) pro operativní řízení výroby a vrstvy automatizace, nejlépe na platformě komponent totálně integrované automatizace Siemens, přímo řídicí technologii. K libovolnému systému ERP zákazník lze připojit systém COMES®.

Jak je možné dosáhnout výše zmíněných přínosů? Cílem je distribuovat informace ve výrobním týmu a do technologických zařízení (řídicích systémů) tak, aby bylo dosaženo optimálního průběhu výrobních procesů. Tím je dosaženo jednak toho, že je výroba optimálně řízena a jednak toho, že je dosaženo vysoké pružnosti a realizace změn ve výrobě či výrobním programu. Současně management výrobního týmu dostává operativní informace o průběhu výroby, takže místo shánění informací o výrobě např. ve formě papírových výkazů a řešení situací ex post jsou manažeři průběžně informováni ve formě sestav zpracovaných z elektronických dat. Vedoucí výroby, mistři i operátoři tak mohou držet výrobu v optimálních mezích a operativně zasahovat do výrobního procesu při prvních náznacích zhoršování jakéhokoli ukazatele jak produktivity, nákladovosti nebo jakosti.

Elektronické řízení výroby je připravený koncept, který lze velmi rychle aplikovat ve výrobním podniku, s obzvláště vysokými přínosy, pokud se jedná o šaržové či sériové výrobní procesy.

### Standardní soubor funkcí vrstvy MES

Co pokrývá Elektronické řízení výroby? Především komplexní integraci standardních funkcí, pokrývajících následující oblasti operativního řízení výroby:

- krátkodobé kapacitní plánování (týdenní, denní a směnové);
- materiálový management, označování materiálů a traceabilita;
- výrobní postupy (předpisy) a receptury (parametry);
- řízení a supervize výroby včetně přímé komunikace s automatizací technologií;
- hlídání a optimalizace jakosti;
- elektronické výrobní protokoly;
- sběr, analýza a archivace technologických veličin a varovných hlášení;
- sběr a ukládání výrobních dat;
- operativní výpočty výrobních ukazatelů a statistik (výkonnosti, KPI, OEE);

### LITERATURA

- [1] WADDINGTON, D., *Ten Tips for Selecting a Data Integration Tool*. Tyson Consulting, 2008. 16 s.
- [2] HALEY, A. Y., ASHISH, N., BITTON, D., CAREY, M., DRAPER, D., POLLOCK, J., ROSENTHAL, A., SIKKA, V., *Enterprise Information Integration: Successes, Challenges and Controversities*. Baltimore, 2005. 10 s.
- [3] MECKLER, M., NGUYEN, D., ON, P., *Data Integration: Creating a Trustworthy Data Foundation for Business Intelligence, MAS Strategies*. Whitepaper, 2009. 28 s.
- [4] ZIEGLER, P., DITTRICH, K. R., *Three Decades of Data Integration – All Problems Solved?* Zurich : University of Zurich, 2004. 10 s.
- [5] DŽMURÁŇ, M., *Integrace trochu jinak*. Brno : Datakon, 2004.
- [6] KYJONKA, V., *Master data Management v praxi*. SAS. Brno : Datakon, 2008.
- [7] PLAČEK, P., Úvod do automatizovaného sběru dat ve výrobě. *IT System*, 2009, č. 7–8.

- podpora údržby (plánování, diagnostika poruch, evidence zásahů aj.).

Výše uvedené funkce jsou známé, avšak teprve jejich provázaná implementace v Elektronickém řízení výroby přináší popisované efekty skutečně optimálního řízení výroby. Následující příklady z praxe ukazují problémy vyplývající z chybějící systémové integrace.

Krátkodobé plánování je často implementováno v úrovni ERP, což může fungovat pouze pro řízení v otevřené smyčce. Elektronické řízení výroby kromě výpočtu optimálního rozvržení výroby a naplánování patřičných zdrojů (suroviny, pracovníci výroby a podpory aj.) navíc dokáže v reálném čase sbírat data o vyrobených výrobcích. Tedy ukazovat operátorovi ve výrobě, mistrovi a vedoucímu výroby skutečné plnění ve vztahu k plánu – a to aktuálně v daném okamžiku. Dokáže reagovat na poruchu jedné z výrobních linek a umožnit operativní reakci vedoucímu výroby, např. okamžitým přesunem výroby na jiné linky. Tím je umožněna rychlá reakce celého výrobního týmu pro dosažení stanovených cílů.

Jiným příkladem je dávkování surovin pro šaržové procesy. Lze si sice představit, že systém ERP může zaslat informaci operátorům, aby ručně přidali maloobjemové suroviny do technologie, ale již stěží může řídit automatizované dávkování velkoobjemových surovin bez vazby na řídicí systémy.

Traceability materiálů výroby lze sice v určitých případech řešit pomocí ručních záznamů nebo snímání čárových kódů materiálů do ERP systému, ale většinou výsledky neodpovídají potřebám. Ruční záznamy o cestě materiálových dávek výrobou mohou být věrohodné pouze v malých výrobcích, protože např. již ve středně velké výrobě (např. potravinářské, automotive) dochází k materiálovému přesunu v průměru

řešit mnoho výrobních úkolů, avšak nemají ani informace ani funkčnost na vytváření komplexních výrobních protokolů, které jsou dnes podmínkou prodejnosti mnoha výrobků. Mnohé příklady z praxe ukazují, že také vhodnou motivací svých zaměstnanců na základě získávaných informací (pro všechny pracovníky objektivně a věrohodně) mohou podniky dosahovat mimořádné výsledky díky optimálnímu rozvržení výroby, v produktivitě a intenzitě využití pracovní doby, kratším seřizování linek mezi jednotlivými produkty, zkrácení oprav či snížení výrobních ztrát. Elektronické řízení výroby umožňuje maximálně harmonizovat složité vazby ve výrobních procesech, usnadňovat správné jednání pracovníků distribucí potřebných informací (*just in time*).

### Postup implementace Elektronického řízení výroby

Základem nasazení jakéhokoliv úspěšného řešení je to, že dané řešení musí přesně vyhovovat potřebám podniku, řízení a organizace výroby a instalovaným technologiím. Proto nasazení Elektronického řízení výroby předchází přesná analýza výrobních procesů nebo jejich části navržené pro implementaci a návrh řešení s potřebnými funkčnostmi v dokumentované podobě. Tento návrh je projednán se zákazníkem a je dohodnut postup a etapy implementace. V praxi se podařilo dobrou spoluprací implementačního týmu složeného z pracovníků výroby a dodavatele realizovat i velmi krátké doby implementace a rychlé využití přínosů i vzhledem k tomu, že funkce jsou standardní a snadno přizpůsobitelné konfigurací na konkrétní implementaci. Včetně vlastní analýzy je možné dosahovat i dob implementace do 6 měsíců a to i pro poměrně komplexní druhy výrob, jakými jsou sériové či šaržové výrobní procesy.

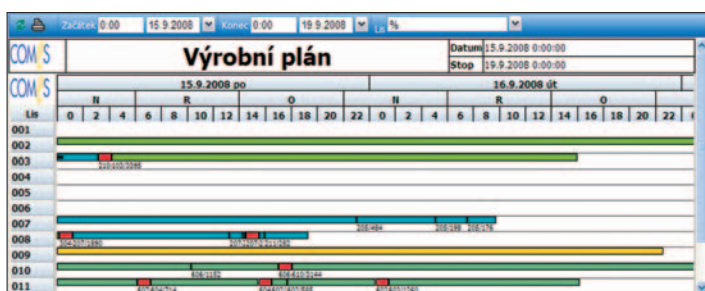
- příprava výroby, navažování a dávkování surovin;
- výroba polotovárů nebo meziproductů;
- plnění nebo finální montáž;
- balení, skupinová balení a paletizace;
- skladování vyrobených výrobků.

Koncept lze aplikovat na jednotlivý závod nebo skupinu závodů i v různých zemích díky snadné možnosti lokalizovat řešení do různých jazyků. Funkce, které jsou kryty již instalovanými systémy, mohou být ponechány beze změny nebo je provedena jejich vazba na koncept Elektronického řízení výroby. Cílem je dosažení celkové integrační funkčnosti operativního řízení výroby.

### Příklad zpracování výrobní zakázky

V následujících krocích je ukázán příklad z praxe (řízení sériové výroby či šaržové výroby) a posloupnost procesů při zpracování výrobní zakázky a synchronizace jednotlivých výrobních činností:

- import aktuálního plánu výroby z ERP do řešení Elektronického řízení výroby;
- rozplánování výrobních sérií či šarží podle plánu výroby (*obr. 1*);
- odeslání požadavku operátorům na navažování surovin pro zaplánované výrobní dávky;
- odeslání požadovaných materiálů operátory ze skladu do přípravný či navažovny surovin;
- příprava či navážení požadovaného množství materiálů, jejich označení kódem;
- odeslání materiálů, příslušejících jedné výrobní dávce, společně do lisovny či varny meziproductů nebo polotovárů;
- řízení a dokumentování výroby podle výrobního předpisu (*obr. 2*);
- umístění meziproductů či polotovárů do obalů a jejich označení etiketou s kódem;



Obr. 1 Výňatek detailního výrobního plánu na týden pro 20 výrobních linek v automotive

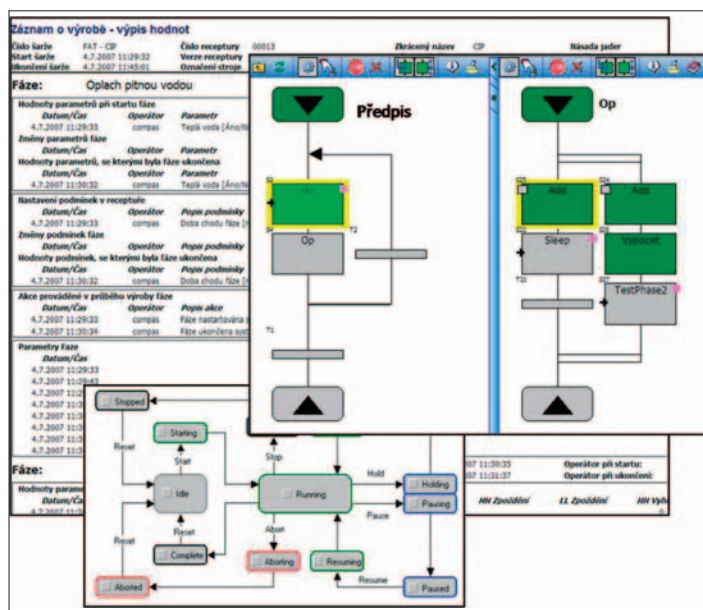
každých několik sekund. Automatizovaná evidence těchto materiálových operací do systému ERP může časem vést k zpomalení či zhroutilí jeho základní funkčnosti (známo z praxe). Automatizované sledování výroby v systému COMES® je efektivním řešením, které je integrováno v konceptu elektronického řízení výroby.

Vertikálně neprovázané řídicí systémy technologie a jejich ovládací stanice mohou

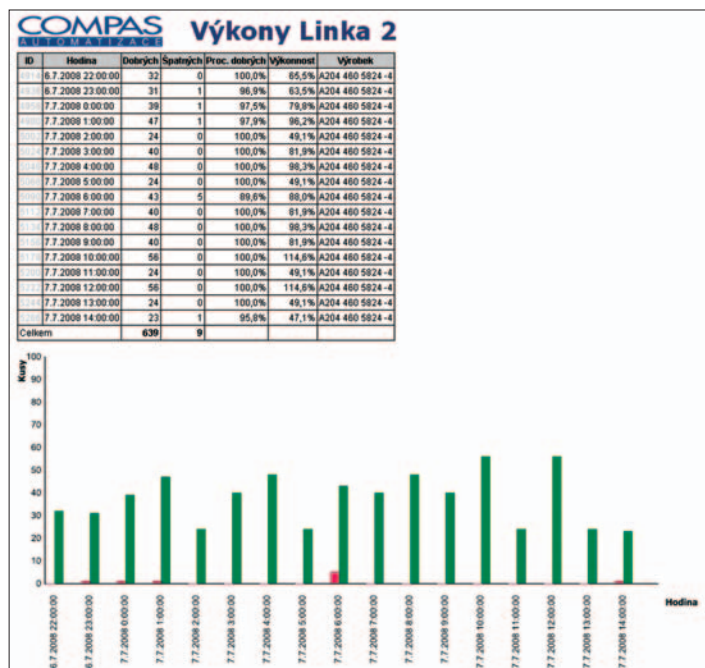
### Pokrytí podnikových aplikací

Aplikace mohou pokrývat celou šíři výrobních aktivit podniku např. v těchto celcích:

- příjem a sklady surovin;



Obr. 2 Příklad řízení šaržové výroby pomocí elektronického předpisu a výrobního protokolu



Obr. 3 Příklad protokolu o výrobě v automotive – výkony linky

- odeslání informací o vyrobených mezi-produktech či polotovarech do ERP systému;
- přesun meziproduktů či polotovarů do montážních nebo adjustačních linek podle plánu;
- řízení procesu balení produktů;
- označení hotových výrobků a jejich umístění do skladu hotových výrobků;
- průběžné vytváření výrobních protokolů a odeslání informací o výrobě do ERP systému (příklady na obr. 3 a 4).

**Záznamy a protokoly o výrobě**

Elektronické řízení výroby umožňuje automatizovaně zaznamenávat průběh výroby, technologické i výrobní parametry a všechny důležité události – a to i za předpokladu, že jsou použity odlišné výrobní postupy. Z těchto informací jsou vytvářeny dílčí, komplexní nebo souhrnné protokoly:

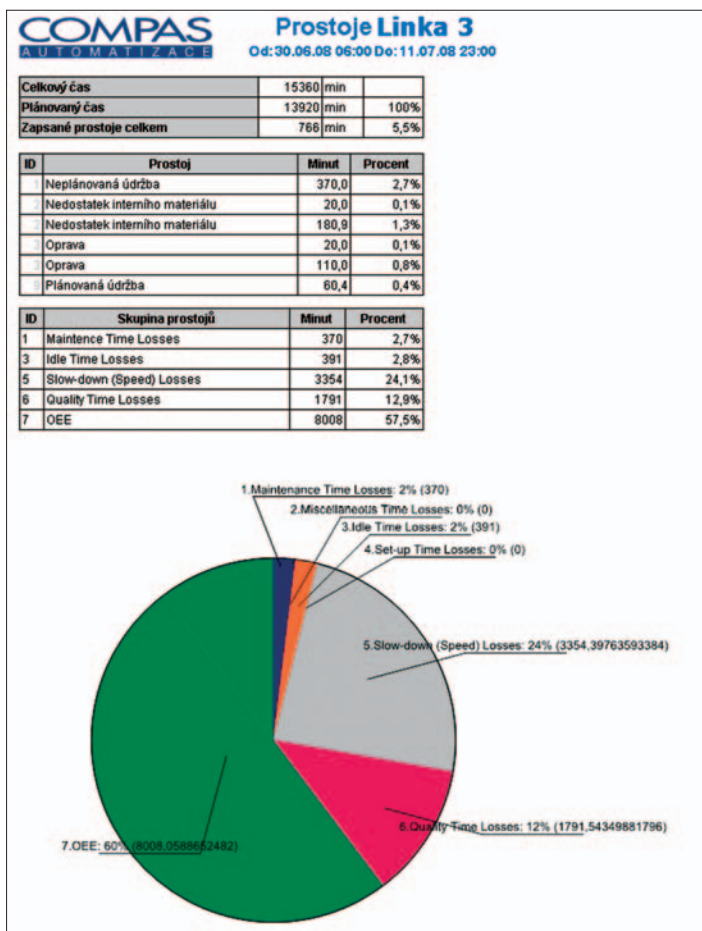
- Elektronický záznam o výrobě EBR (*Electronic Batch Record*) – V průběhu výroby může být vytvářen standardizovaný elektronický záznam o výrobě. Tento záznam obsahuje detailní informace o výrobním procesu. Struktura záznamu EBR vychází ze standardní struktury, kde se výrobní předpis rozpadá na jednotlivé výrobní operace, které se dále rozpadají na jednotlivé výrobní kroky. Součástí tohoto záznamu jsou i grafy trendů důležitých veličin a hlášení vzniklá během výroby, která jsou přebírána z úrovně MCS.
- Příklad dílčího výrobního protokolu – navažování surovin – Pro každou výrobní šarži je vytvořen protokol, shrnující průběh navažování surovin určených do této dávky. V protokolu jsou zaznamenány všechny důležité informace uvedené rov-

ně i na obalech, do kterých byly suroviny rozváženy. Mezi tyto informace patří například: identifikace suroviny, množství suroviny v obalu, pořadové číslo obalu a celkový počet obalů, do kterých byla surovina rozvážena, identifikace obsluhy, která navážení provedla, čas strávený navažováním tohoto obalu atd.

- Příklad souhrnného protokolu výroby u šaržových výrob BP (*Batch Protocol*) – Z elektronického záznamu šarže či série je vytvářen komplexní protokol. Výrobní manažeři mohou využít buď standardní komplexní protokol (obr. 2), který obsahuje všechny informace o výrobě šarže či série. Další možností je vytváření dílčích protokolů nebo souhrnného protokolu, který shrnuje všechna důležitá data, např. pro propouštění dané šarže či série na trh nebo k dalšímu zpracování.
- Příklad souhrnného protokolu výroby – směnový protokol – Elektronickým způsobem je generován souhrnný protokol výsledku práce dané směny na daném výrobním úseku nebo lince. Součástí protokolu jsou obsazení směny a zařízení pracovníky, vyráběná množství výrobků, kvalita výrobků, neshodné výrobky a příčiny jejich neshod, prostoje, KPI (např. OEE) a další údaje na přání zákazníka.

**Závěr**

Elektronické řízení výroby je účinným nástrojem, který je vyvinut pro dosažení optimálního řízení výroby včetně složitých



Obr. 4 Příklad protokolu o výrobě v automotive – evidence prostojů

šaržových nebo sériových výrob. Umožňuje podnikům efektivně řídit a optimalizovat jakost, produktivitu a náklady výroby jak poskytováním informací manažerům a výrobním týmům v reálném čase, tak efektivním rozdělováním úkolů včetně přímého řízení a vyhodnocování technologických procesů. Elektronické řízení výroby jako současný špičkový koncept pro operativní řízení výroby však není implementovatelné pro každý podnik. Úspěšné může být především tam, kde manažeři mají skutečný zájem na zlepšení věcí a kde chtějí dosahovat vysoké konkurenceschopnosti. Pak jim popisované řešení nabízí mimořádný přínos pro jimi řízený podnik i možnost vlastní seberealizace jako úspěšného manažera. A to jak pro vysoce automatizované výroby, tak i ty s vysokým podílem ruční práce a manipulace. V jakékoliv tržní situaci, jak ekonomické deprese s obvyklým cílem minimalizace nákladů, tak v období konjunktury pro maximální využití podnikových kapacit. Elektronické řízení výroby je nástroj umožňující využít kapitál investorů a instalované technologické a výrobní prostředky tak, aby podnik dosahoval maximální míry konkurenceschopnosti.

Ing. Vlastimil Braun  
COMPAS automatizace, spol. s r. o.