

Digitální továrna – mocný nástroj pro průmyslovou výrobu

Edvard Leeder

Koncepce digitální továrny byla zmíněna v časopise *Automa* č. 4/2008 na str. 10 v souvislosti s automatizací v automobilovém průmyslu. Tento příspěvek ukazuje současnou úroveň zavádění nástrojů digitální továrny do výrobních provozů především v automobilovém průmyslu.

Postup digitalizace

Digitalizace umožňuje zkvalitnit a zároveň zrychlit veškeré práce spojené s přípravou výroby, vlastní výrobou i následné služby v celém životním cyklu výrobku. Poté, co se digitalizace uplatnila v systémech konstrukčně-technologických (CAD/CAM) a při následné integraci informací v podnikových plánovacích a řídicích systémech (PPS, MRP, ERP), proniká nyní do projektování výrobní základny (*obr. 1*), která je ve své podstatě mostem mezi již digitalizovanými oblastmi přípravy výroby a informačními systémy podniku. Jde o oblast nesmírně složitou, protože ve výrobě se sbíhá nesmírné množství nejrozličnějších informací – údaje z řízení zakázky, nákupu subdodávek a logistických procesů s informacemi technické přípravy výroby.

V souvislosti s digitalizací v této oblasti se hovoří o koncepci nazývané digitální továrna (*Digital Factory, Digitalefabrik, e-Plant, e-Factory* apod.). Cílem této koncepce je digitálně propojit všechny tři oblasti (PDM – *Production Data Management*) pro celý životní cyklus výrobku (PLM – *Produkt Lifecycle Management*).

Co je to digitální továrna?

Pojem digitální továrna je stále ještě definován. Mnoho autorů tento pojem chápe pouze ve vztahu k výrobě, jiní vidí digitální továrnu jako širší pojem, jak naznačuje *obr. 2*.

Spolkem německých inženýrů (VDI) je digitální továrna definována takto:

- digitální továrna je zastřešující pojem pro rozsáhlou síť digitálních metod, modelů a nástrojů (včetně simulace a trojrozměrné vizualizace), které jsou integrovány v rámci průběžného řízení dat,
- cílem je komplexní a systémové plánování, projektování, ověřování a průběžné zlepšování všech důležitých struktur, procesů a zdrojů reálné továrny v souvislosti s jejími výrobky.

Digitální továrna se stává realitou

Digitální továrna přestala být vizionářským pojmem – v automobilovém a leteckém průmyslu se už dlouho neřeší otázka,

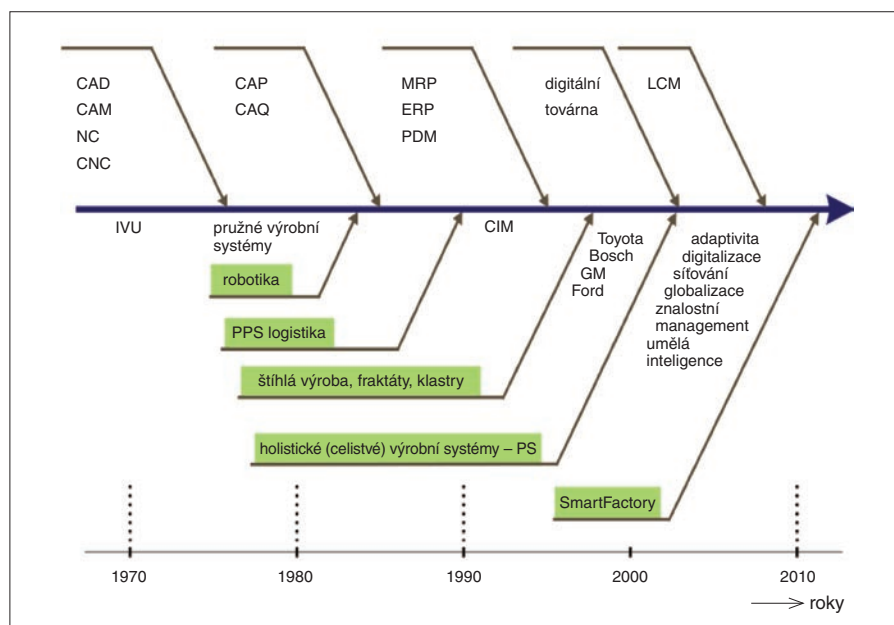
zda ji zavádět, nebo ne, ale stává se zde realitou. Je jen otázka času, kdy budou následovat i subdodavatelé.

V *tab. 1* je uvedena krátká historie digitální továrny s výhledem do budoucnosti. V České republice je zatím maximálním cílem koncepce digitální továrny využívání nástrojů virtuální reality. Avšak vývoj ve světě jde dál a koncepce zahrnuje celý cyk-

lus PLM, takže mnoho autorů už dnes hovoří o *digitálním podniku*, protože digitalizace již integruje činnosti v celé šíři – od návrhu až po recyklaci.

Vlivem digitalizace se výrobní proces stává mnohem provázanějším. Základním prvkem do 80. let minulého století byl člověk. V současné době jsou to především hardwarové, softwarové, informační, řídicí a komunikační systémy. Spojujícím prvkem se stala digitalizace, a to již ve všech úrovních výrobního procesu.

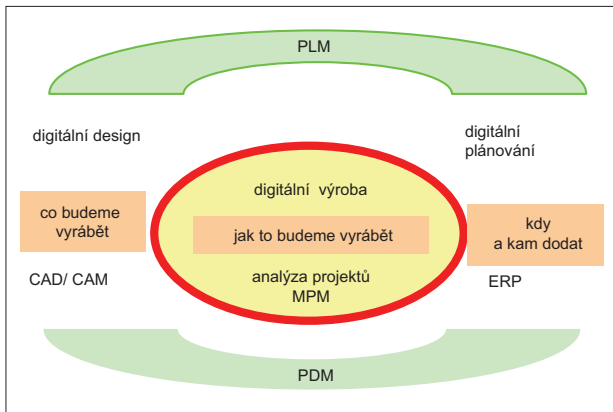
V rámci digitální továrny je tedy nutné skloubit velmi mnoho různorodých informa-



Obr. 1. Postupné pronikání digitalizace do všech oblastí projektování a výroby

Tab. 1. Vývoj koncepce digitální továrny a její výhled do budoucnosti

| Období | Vývoj digitální továrny |
|--------------|--|
| 1998 až 2000 | <ul style="list-style-type: none"> • navázání na teorie CIM v podmínkách vyspělé výpočetní techniky a nových možností systémů CAD/CAM a ERP • formulování problémů digitalizace výroby a hledání cest, expertní pokusy |
| 2001 až 2003 | <ul style="list-style-type: none"> • studie proveditelnosti, prokazování výhodnosti, pilotní projekty nejsilnějších firem automobilového a leteckého průmyslu, formování ucelenějších balíků programů |
| 2004 až 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • metody digitální továrny se s postupující globalizací a počítačovou provázaností rychle šíří – v automobilovém průmyslu jde o realitu • v jednotlivých podnicích již využívají možnost paralelně řešit inženýrské problémy stovky pracovníků v mnoha dalších průmyslových odvětvích (lodní průmysl, těžební průmysl, velké investiční celky atp.) |
| 2008 až 2011 | <ul style="list-style-type: none"> • průnik do dalších průmyslových oblastí, především strojírenství, energetiky • zájem projeví i větší dodavatelé automobilového a leteckého průmyslu • s růstem počtu instalací bude klesat cena softwaru a stane se přístupnější i pro střední podniky • vznikne mnoho poskytovatelů dílčích služeb z jednotlivých oblastí digitální továrny, protože odběratelé budou vyžadovat propojitelnost se svými systémy • systémy digitální továrny získají stabilizovanou podobu • standardizace formátů, postupů a metod se stane samozřejmostí |



Obr. 2. Digitální továrna jako široký pojem zahrnující návrh produktu, plánování výroby, výrobu a dodavatelské vztahy

cí, znalostí, metod, prací, zařízení a logistických konceptů:

- simulace procesů a průběhů,
- montážní postupy,
- robotika a simulace
- analýza výrobních dob MTM – *Method of Time Management*,
- ergonomická studie,
- výrobní plány,
- rozvržení pracovišť,
- výrobní pomůcky a postupy,
- řízení projektů,
- dokumentace a informace o výrobku,
- logistika.

Zavedení principů a systémů digitální továrny se přímo projevuje na ekonomických a výrobních ukazatelích firmy, protože každá drobná úspora realizovaná v etapě plánování se po zahájení sériové výroby mnohokrát znásobí. Díky tomu je doba návratnosti investic do systému digitální továrny především u velkých podniků poměrně krátká.

Provázanost

Velkou roli v systémech digitální továrny sehraje zvládnutí toku dat, protože v každé fázi zpracování je nutné mít přístup ke konstrukčním, technologickým, výrobním, plánovacím a dalším datům. Tyto systémy řeší i otázky skladování a archivace dat, jejich rychlého vyhledávání apod.

Vzájemné vazby mezi odděleními uvnitř firmy, resp. mezi odběratelem a dodavatelem, jsou z pohledu dat CAx stále těsnější a jejich kvalita je stále důležitější. Nekvalitní data znamenají v procesu vzniku výrobku značný problém, vedou k vyšším nákladům a časovým ztrátám. Počet komponent většiny současných výrobků i jejich tvarová složitost neustále rostou. Výjimkou nejsou výrobky, kde se počet komponent pohybuje v řádech desítek tisíc, ale i statisíců či milionů (automobilní, lodní, letecký či kosmický průmysl).

Cesta k bezvýkresové výrobě

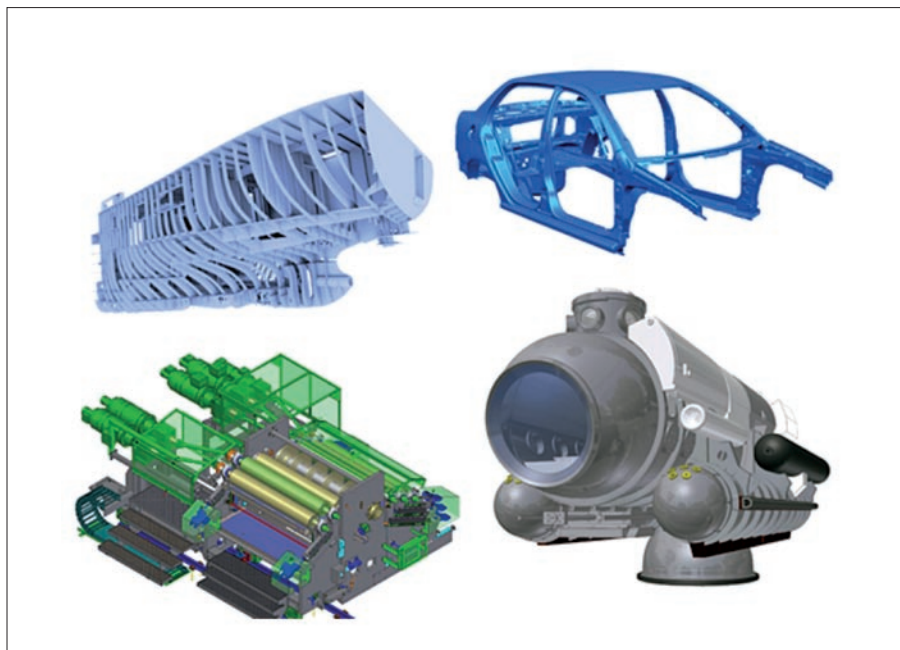
Práce v trojrozměrném prostoru a barvách vede k lepší představitelnosti a umožňuje programově předcházet kolizním si-

tuacím. Přibývá knihoven různých maker a modulů, při automatizovaném návrhu se pomalu začínají využívat skeletony (obr. 3). Jsou využívány morfologické metody, generické modelování, složité systémy vyhledávání, samozřejmostí se stává tzv. management znalostí.

Je snaha vytvořit parametrické moduly, snadno přístupné stovkám subdodavatelů a dodavatelů, dále zefektivnit všechny

le a všichni pracují s aktuální verzí návrhu. Výhodou je dobře přístupná scéna a vhodné prostředí pro interaktivní komunikaci. Výsledek tým lépe akceptuje, protože v průběhu jeho tvorby bylo možné uplatnit názor jednotlivce. Všichni vědí, proč se postupuje zvoleným způsobem, co bylo předmětem diskuse atd.

Vytvořená prostorová dispozice pracoviště, střediska, dílny je velmi názorná, dovoluje rychlé změny a úpravy. Dalším krokem je vytvoření videozáznamu znázorňujícího různé pohledy a pohyby v trojrozměrné scéně a následné ověření funkčních a materiálových toků následnou simulací.



Obr. 3. Skeletony využívané v automatizovaném návrhu výrobků

Tab. 2. Přínosy digitální továrny automobilovému a leteckému průmyslu (zdroj: CIMdata, Inc.)

| Přínosy | Rozsah (%) |
|--|------------|
| rychlejší náběh výroby | až o 15 |
| celková vyšší produktivita | až o 10 |
| zvýšení produktivity současných výrobních zařízení | 15 až 20 |
| snížení počtu výrobních zařízení, nástrojů, periférií, pomocného materiálu | až o 40 |
| snížení investičních nákladů na nová výrobní zařízení | až o 20 |
| zlepšení kvality výroby | až o 15 |
| zlepšení zralosti produktů | 5 až 10 |
| zkrácení projektových dob | až o 20 |
| snížení počtu řízení změn | až o 20 |
| zvýšení účinnosti komunikace a spolupráce | až o 35 |

procesy, zavést bezvýkresovou výrobu atd. Již nyní lze pozorovat, že výkresová dokumentace v papírové podobě ztrácí charakter závazné informace.

Uspořádání výroby

Výrobní základnu navrhuje tým pracovníků a nad společným dílem se vedou četné diskuse. Digitalizace umožňuje provádět změny v návrhu bezprostředně a rych-

Testování pomocí simulace

Rozvoj výpočetní techniky umožnil testovat s využitím simulace funkci navrhované konstrukce, zařízení nebo programu, ale i pracoviště, střediska dílny či logistiku materiálových toků. Mezi hlavní přínosy simulace patří:

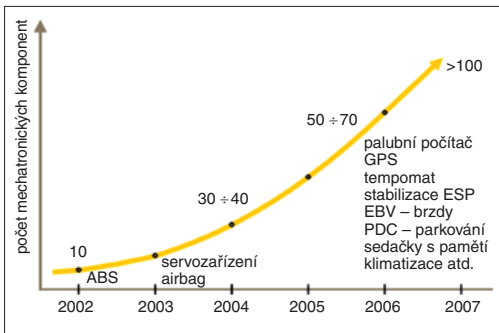
- možnost vytvářet a testovat hypotézy o tom, jak systémy fungují,
- lépe navrhovat a prověřovat nové systémy,



Obr. 4. Zařízení pro virtuální realitu CAVE

- ve virtuální realitě si „nanečisto“ vyzkoušet dopady různých variant a zásahů,
- předvídat budoucí chování a vývoj systémů.

Simulace nutí odborníky zabývat se mnoha faktory působícími na daný systém nebo objekt, formulovat vztahy mezi částmi systému, přemýšlet o tom, co všechno je třeba do simulace zahrnout, a tak si uvědomit souvislosti, možnosti a varianty, na které by jinak nepřišli.



Obr. 5. Růst počtu mechatronických komponent v osobních automobilech střední a vyšší třídy

Završení procesu digitalizace ve vybraných důležitých případech představuje využití zařízení pro virtuální realitu CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) (obr. 4).

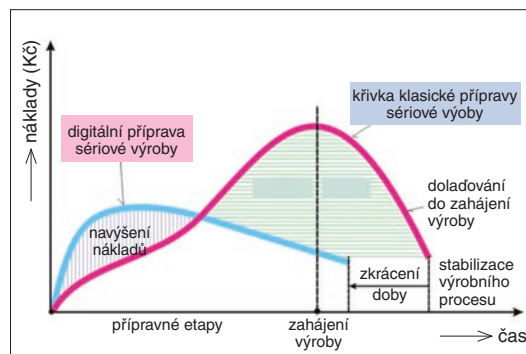
Proměny v automobilovém průmyslu příkladem pro ostatní obory

V automobilovém průmyslu je s digitalizací spojena i další podstatná změna – velmi rychlá náhrada dříve čistě mechanických komponent mechatronickými a rostoucí počet mechatronických řídicích a kontrolních systémů (obr. 5). Mnoho zařízení a systémů, které byly dříve součástí pouze luxusních vozů, se v současné době stěhuje do malých aut.

Je zřejmé, že další obory budou tyto trendy následovat. Již dnes to je další obchodně velmi silná oblast domácích spotřebičů. Přínosy digitální továrny pro automobilový a letecký průmysl podle informací konzultační firmy CIMdata uvádí tab. 2.

Návrat nákladů rychlým náběhem výroby

Komplexní digitalizace dokáže pozitivně ovlivnit celou oblast technické přípravy výrobku a výroby. Přípravné procesy jsou urychleny, ale také zdokonaleny, takže se zvýší kvalita vlastního výrobku i připravenosti výrobní základny. Zvýšené náklady ve fázi přípravy (obr. 6) se bohatě vrátí tím,



Obr. 6. Přemístění nákladů při využití digitalizace

že je výrobek rychleji uveden na trh a výroba rychle roste, neboť chyby, které se mnohdy objevují při náběhu výroby, byly eliminovány pečlivou přípravou výroby s množstvím zkoušek a simulací. Většina problémů se vyřeší použitím nástrojů virtuální reality.

Literatura:

- [1] LEEDER, E.: *Evropská síť center mechatroniky*. ZČU, Plzeň, 11/05.
- [2] 3. Fachkongress Digital Fabrik – 5/2006, Ludwigsbürg.
- [3] Odborné konference Delmia 10/2005, 10/2006, Feldbach.
- [4] Konference Delmia 9/2007, Stuttgart.
- [5] Evropská konference produktivity 10/2007, Žilina.
- [6] www.ugs.com
- [7] www.3ds.com
- [8] www.gedas.cz

Edvard Leeder,
Západočeská univerzita Plzeň

Projekt digitální továrny ve Škoda Auto

Projekt digitální továrny (Digital Factory – dále DF) byl ve společnosti Škoda Auto a. s. zahájen v roce 2004. Pilotně byl zaveden pouze na vybraných částech montáže, přičemž již v roce 2006 byly poprvé sériově využity nástroje DF při montáži automobilu Fabia. Do roku 2013 plánuje Škoda Auto a. s. investovat do DF více než 13 milionů eur. Koncepte, metody a nástroje DF jsou popsány v příspěvku na str. 56 a také v [1]. Tento článek se zaměřuje na vlastní použití v průmyslové praxi – stručně popisuje současné probíhající projekty DF a naznačuje další postupy a cíle Škoda Auto v této oblasti.

Cíl: minimalizace nákladů a vyloučení chyb

S rychlým pokrokem výpočetní techniky, informatiky, automatizace, metod digitalizace apod. se DF ve společnosti Škoda Auto a. s. postupně rozšiřuje. I přes poměrně vysoké vstupní náklady se očekává nejen krátkodobá návratnost vložených investic, ale především výrazné celkové zefektivnění současných procesů, možnost flexibilně a ergonomicky navrhovat nové

výrobní technologie a procesy, dále růst konstrukční variability, modularity atd. Zefektivněním procesů se hlavně rozumí snaha v nejvyšší možné míře vyloučit chyby a kolize, a minimalizovat tak počet před sériových vozů.

Projekty DF ve Škoda Auto

Společnost Škoda Auto usiluje o to, v maximální možné míře využívat možnos-

ti a funkce dostupných kvalitních systémů 3D CAx (např. Delmia Process Engineer, CATIA V5 aj.) k naplňování svých cílů. V současnosti zejména jde o pokročilé zkvalitňování procesů plánování, zkrácení procesů, které předcházejí výrobě produktu a rozšiřování sortimentu, komplexnosti a objemů výroby (obr. 1). Postupnou implementací nástrojů a prostředků DF zajišťuje Škoda Auto samozřejmě také vysokou úroveň kvality výroby a konkurenceschopnost i v budoucnosti.

Vzhledem ke složitosti výrobních procesů a specifickým požadavkům na DF bylo nezbytné rozdělit zavádění tohoto konceptu v závodě do dílčích etap, tedy do projektů, které jsou zmíněny v dalším textu. Každý projekt je řízen příslušným projektovým týmem, jehož vedením je pověřen vždy jeden pracovník přísluš-