

# Informační podpora technologických procesů

S rostoucí složitostí technologických procesů velmi prudce narůstá objem informací nezbytných pro jejich řízení. Je zapotřebí čím dál větší množství informací o veličinách ovlivňujících daný proces přímo, ale ještě mnohem větší objem informací o těch veličinách, které proces ovlivňují nepřímo, a o jejich vzájemných netriviálních kombinacích a vazbách. Zvládat a využívat všechny tyto informace „manuálně“ je pro obsluhu stále obtížnější.

Jednou ze stránek tohoto problému, zatím často nepřilíživě řešenou, je následné zpracování dat o technologickém procesu produkovaných jednotlivými snímači (výrobní, popř. technologická data). V současné době se tato data většinou používají pouze pro okamžité rozhodování a řízení, a i to jen v minimální, nezbytně nutné míře. Z výrobních dat lze ale následným zpracováním těžit další užitečné informace. Protože jde o data, na jejichž získání byly zdroje již vynaloženy pro potřeby řízení a sledování výrobního procesu, jsou další informace z nich vyplývající v podstatě jakýmsi bonusem. Výsledkem pak může být znalost netriviálních závislostí např. kvality výsledného produktu, efektivity výroby apod. na hodnotách nebo kolísání hodnot některých vstupních nebo interních veličin procesu. S použitím historických výrobních dat lze popř. modelovat různé předpovědi sledovaných kritérií. Pomocí takto získaných informací je potom možné optimalizovat vlastnosti celého technologického procesu. To může mít významné pozitivní ekonomické a tržně konkurenční důsledky.

K využití naznačených možností je nutná *informační podpora* řízení složitých technologických procesů, neboli podpora následného zpracování výrobních dat pocházejících z technologického procesu. Příspěvek pojednává o dvou typech systémů pro následné zpracování výrobních dat: o primárních technologických informačních systémech (PTIS) a o datových skladech (jako zástupcích nastavbových informačních systémů výrobního podniku), o jejich hlavních vlastnostech, o některých úskalích jejich zavádění a o metodě DRD, která umožňuje efektivně vytvořit systémy obou uvedených typů.

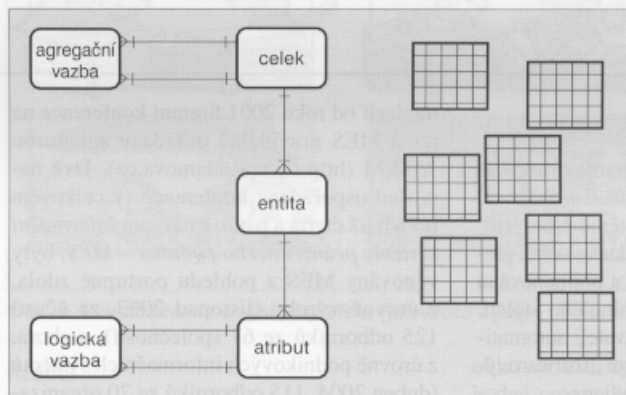
## Primární technologický informační systém

Úkolem primárního technologického informačního systému (PTIS) je podporovat každodenní provoz a základní informační potřeby jeho provozovatele. Obvykle se jedná o provozní, výrobní a podnikové (*Enterprise Resource Planning – ERP*) systémy, jako jsou např. informační podpora personální a mzdové agendy, fakturace, účetnictví, skladového

hospodářství atd. Za PTIS lze považovat i automatizační systém pro řízení technologického procesu (řídící systém).

Odhlédne-li se od čistě ekonomicky nebo administrativně orientovaných primárních informačních systémů, může jako příklad PTIS posloužit program pro podporu správy konfiguračních parametrů a nastavení jednotlivých prvků rozsáhlé technologické sítě. Obdobný charakter mají např. modelování a správa:

- rozsáhlé a složité technologické sítě (např. mobilní nebo jiné telekomunikační sítě),
- distribuovaného řídicího systému,
- distribuční sítě či sítě produktovodů,
- obchodní a logistické sítě,
- závislostí v ekonomických, technologických a jiných procesech (včetně jejich odhalování).



Obř. 1. Struktura databáze při použití metody DRD

Na rozdíl od různých administrativních a ekonomických primárních informačních systémů, které jsou v současné době celkem dobře zvládnuty, představují PTIS mnohem větší výzvu. Nejen proto, že doposud byla následnému zpracování výrobních údajů věnována mnohem menší pozornost, ale také proto, že je mnohem náročnější je zavést. Standardní postupy známé z budování ekonomických informačních systémů zde často selhávají. Pro detailní rozbor problematiky a odlišnosti PTIS od ekonomických systémů není v tomto článku dostatek prostoru; podrobnosti lze nalézt v [1]. Zjednodušeně řečeno, většina problémů pramení z toho, že data spravovaná v PTIS mají mnohem složitější vnitřní strukturu a vazby a tato struktura se navíc může dynamicky měnit. To je koncept, se kterým klasické návrhové metody nepočítají.

## Datový sklad

Současným typickým příkladem nastavbového informačního systému pro analýzu hrubých dat je datový sklad (DS). V ekono-

mické sféře se DS již delší dobu používají a své uplatnění nyní nacházejí i při zpracování dat z technologických procesů.

Hlavním úkolem DS je uchovávat velké objemy dat a s jejich pomocí efektivně nalézat odpovědi i na velmi složité analytické dotazy. Například data z různých snímačů, která dosud běžně sloužila pouze k okamžitému použití, se společně s dalšími relevantními daty průběžně ukládají do DS a vytvářejí tak historickou bázi, ze které je možné získávat další užitečné informace. Lze např. potvrdit dosud jen tušené či zjistit zcela nečekané závislosti např. kvality výrobků nebo efektivity výrobního procesu na souhrně některých provozních veličin a na základě toho provést patřičnou nápravu. Rovněž je např. možné podle historických dat vytvářet různé modely a předpovědi. To také může poskytnout neocenitelnou pomoc.

Významnou součástí naplňování DS je tzv. *čištění dat*. Jedná se o jejich kontrolu a odstraňování zjištěných nekonzistencí. V případě technologických dat může být nejčastější nekonzistencí vybočení hodnot některých veličin z obvyklých mezí, což může být signálem poruchy. Zpětná vazba procesu čištění dat na technologický proces je dalším, tentokrát nepřímým pozitivním důsledkem použití DS.

Kromě analytického zpracování on-line (*On Line Analytical Processing – OLAP*), což v praxi znamená kladení složitých dotazů a zkoumání dat podle předem zvolených kritérií a pohledů, nabízejí DS ještě mnohé další analytické nástroje, jako např. shlukovou analýzu, korelační analýzu atd., až po zpracování různých časových řad a předpovědi budoucího vývoje. O účelu a využití jednotlivých zmíněných funkcí v praxi se lze poučit v četné knižní literatuře.

## Zavádění informačních systémů

Při vývoji, zavádění a provozu jakéhokoliv systému, ať už je to chladnička, auto, výrobní linka nebo program pro počítač (např. informační systém – IS), je možné a potřebné posuzovat daný systém z mnoha hledisek. Důležitými aspekty systému jsou zejména:

- prvotní náklady na pořízení,
- náklady na běžný provoz, údržbu a možný rozvoj,
- provozní vlastnosti, tj. kvalita výstupu, spolehlivost, efektivita, rychlost atd.

Uvedené tři aspekty mají zásadní vliv na úspěch zaváděného systému. První dva reprezentují přímé ekonomické účinky, třetí použitelnost uvažovaného systému v praxi.

Problém uložení a správy dat v rozsáhlých IS lze řešit mnoha různými způsoby. Většina známých způsobů se však soustřeďuje na co nejlepší vyřešení jednoho dílčího aspektu, např. na minimalizaci pořizovacích nákladů nebo na co největší univerzalitu a flexibilitu a tím na minimalizaci nákladů na provoz, údržbu a rozvoj, popř. je hlavní pozornost věnována provozním vlastnostem, tj. rychlosti a efektivitě. Při velkých objemech ukládaných dat s obrovskou vnitřní složitostí a s měnící se strukturou je v praxi obvykle velmi obtížné optimalizovat současně všechny tři zmíněné aspekty.

Většina známých metod a postupů tedy vede k velmi dobrým nebo vynikajícím vlastnostem v některém z aspektů, ale zároveň k výrazně horším vlastnostem v jiném aspektu IS. Kvalita řešení se však projevuje právě v součtu nákladů na vývoj a údržbu IS a v neposlední řadě na jeho provozních vlastnostech. Podrobnosti způsobů implementace, které jednotliví výrobci používají, jsou jejich výrobním tajemstvím, tudíž je velmi obtížné, z důvodu neznalosti použité obecné metody, dopředu odhadnout, jak se bude budoucí IS chovat ve standardních a především nestandardních situacích.

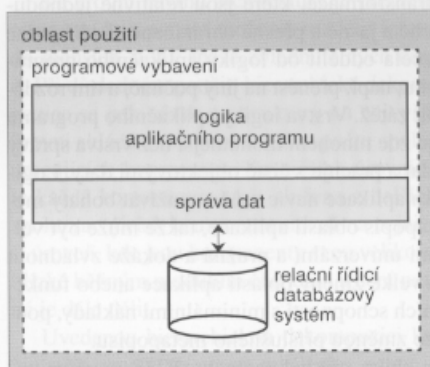
Pro zavádění DS i PTIS platí, že jde, stejně jako při zavádění jakéhokoliv IS, o složitý proces, který se v žádném případě nesmí podcenit. Dobrý návrh DS vychází z pečlivé analýzy vstupních dat a uživatelských požadavků. Jen poměrně malý úsek procesu zavádění tvoří výběr a nákup vhodného softwaru. Naprostou většinu času a úsilí zabere analytická a přípravná fáze. Při dodržení správného postupu zavádění bude nový systém poskytovat nové druhy informací, které nejsou jinými prostředky dostupné. Při nevhodném použití nebo nedodržení správného postupu při zavádění se naopak může stát velmi drahou nepoužitelnou hračkou, či dokonce brzdou rozvoje podniku.

Na trhu je v současné době k dispozici mnoho softwarových produktů pro tvorbu a správu DS a téměř žádné produkty pro tvorbu PTIS. Jednotlivá nabízená řešení DS se odlišují cenou, robustností a funkčními schopnostmi. Společná je jim orientace na hlavní tržní segment, tj. na finanční, marketingové a logistické údaje. Volba vhodného softwarového produktu (řešení) pro zpracování technologických dat je obtížnější, protože tento směr využití DS není dosud tolik rozšířen. V každém případě je však výběr vhodného produktu náročným úkolem, při jehož řešení hraje roli mnoho různých aspektů, včetně ceny, která je u tohoto typu softwaru tradičně poměrně vysoká. Rozhodujícím kritériem pro použití DS v prostředí technologických dat by měla být především schopnost dodavatele dobře zpracovat prvotní návrh řešení

a podle něj teprve vybrat softwarový produkt s takovými vlastnostmi a výkonem, které splní celkový záměr.

Pro efektivní ukládání a správu rozsáhlých souborů dat se složitou vnitřní strukturou existuje publikovaná metoda DRD (*Dynamické Relační uložení Dat*), která byla od počátku vyvíjena s cílem optimalizovat výsledek IS ze všech tří již uvedených hledisek, tj.:

- minimalizovat náklady na prvotní zavedení systému,
- minimalizovat náklady na jeho údržbu a rozvoj,
- maximalizovat provozní efektivitu, tj. minimalizovat dobu odezvy programu a minimalizovat objemy archivovaných dat.



Obr. 2. Typická struktura programu využívajícího pro správu dat metodu DRD

Minimalizace nákladů na prvotní zavedení a zejména nákladů na údržbu a rozvoj vytvořených programů se dosahuje díky velké flexibilitě metody založené na metapopisu spravované oblasti. Proto je možné relativně velmi snadno a rychle implementovat i poměrně rozsáhlé změny struktury nebo funkcí spravovaného systému (technologického procesu).

Maximalizace provozní rychlosti při minimalizování objemů uložených dat se dosahuje tím, že metoda ukládá a zpracovává spravovaná data v relační podobě přirozeným způsobem, takže je možné plně využít osvědčené vlastnosti výkonných relačních databázových systémů.

V souhrnu umožňuje metoda DRD při malých pořizovacích a provozních nákladech vytvořit řešení vyznačující se minimálními náklady na následné zpracování dat, mezi nimi i výrobních. V dalším textu bude uveden stručný popis principu DRD, jeho uplatnění a přínos pro IS. Podrobný popis metody DRD lze nalézt v [1].

### Uplatnění metody DRD pro IS

Z technického hlediska se uložení a správa dat v DS skladu částečně podobají uložení a správě dat v PTIS. V datovém skladu je třeba efektivně zpracovat velké objemy dat (zpravidla větší než v případě PTIS); vnitřní složitost dat je však většinou menší. V obou

případech ale není struktura dat pevná, může se za provozu měnit. Na rozdíl od PTIS je problematika datových skladů a hlavně systémů OLAP technicky mnohem více propracovaná. Většina významných systémů OLAP je založena na relačním principu a významní výrobci relačních databází nabízejí ke svým databázovým serverům i rozšíření typu OLAP. Lze ale použít i řešení třetí strany, a nevázat se tak na jedinou databázovou základnu a jediného dodavatele. K vytvoření datového skladu je možné např. s výhodou použít metodu DRD. Podrobnější popis použití metody DRD pro datový sklad a pro PIS a další informace ohledně konstrukce a vnitřní struktury datového skladu lze kromě v [1] nalézt také ve [2], [3].

Při použití metody DRD pro PTIS i pro DS je možné ještě využít další vlastnosti této metody – její integrační schopnosti. Lze např. výstupy z PTIS či DS a nalezené závislosti přímo zapojit do provozního systému, takže tento systém může automaticky rozpoznávat neobvyklé stavy a signály přicházející z čidel a při jejich výskytu upozornit obsluhu. Může tak vzniknout v podstatě expertní systém, který je schopen do značné míry autonomně dohlížet na technologický proces na mnohem vyšší úrovni než většina základních automatizačních systémů.

Ekonomické dopady takového řešení jsou takové:

- odstranění rutinního dozoru nebo omezení jeho rozsahu,
- zmenšení požadavků na zaškolení dohlížejícího personálu (pracovníci nemusejí uchovávat v paměti všechna specifika daného provozu),
- zmenšení závislosti na specializovaných pracovnících,
- zmenšení rizika selhání lidského faktoru (zvláště u rutinních činností),
- zvýšení spolehlivosti provozu,
- zvýšení efektivity provozu.

### Metoda DRD

Hlavní princip metody DRD je zachycen v tomto scénáři:

1. Oblast aplikace, tj. všechny objekty a jejich vazby, se obecně popíše a tento popis se v podobě metadat uloží do zvláštní části databáze.
2. Na základě metapopisu se v databázi dynamicky vygenerují příslušné datové struktury specifické pro danou oblast aplikace, do nichž se budou ukládat spravovaná data.
3. Požadavky na operace s daty (vlození, výběr, modifikace) se realizují takto:
  - a) vstupní data se podle metapopisu transformují z objektové do relační podoby,
  - b) na základě požadavku a metapopisu oblasti aplikace se dynamicky vygeneruje specifický SQL dotaz do databáze, který vykoná požadovanou operaci s daty v dynamicky vygenerované struktuře,

příčemž může plně využít všechny výhodné vlastnosti výkonné relační databáze (to se projeví zejména při hromadných operacích s daty),

- c) vygenerovaný SQL dotaz se spustí a výsledky se po zpětné transformaci do objektové podoby vracejí žadateli.

Popsaný postup se může na první pohled jevit jako zbytečně složitý, ale ve skutečnosti je režie vstupně-výstupní transformace a sestavování dynamických SQL příkazů velmi malá a je bohatě vyvážena efektivitou realizace vytvořených dotazů.

Na obr. 1 je ukázána struktura databáze při použití metody DRD. V jeho levé části je naznačena pevná struktura tabulek obsahujících metapopis a v pravé dynamická struktura tabulek vygenerovaných podle metapopisu.

Aplikační program založený na metodě DRD je obecný a jeho chování se řídí metapopisem, takže při malé nebo i poměrně velké změně oblasti aplikace nebo požadovaných funkčních schopností většinou stačí změnit pouze příslušnou část metapopisu, aniž by bylo nutné upravovat nebo přeprogramovat programy. Pozdější změny datové struktury nebo funkcí vyvinutého aplikačního programu, včetně jeho použití v jiné aplikační oblasti, jsou tedy velmi snadné a levné. To je velká výhoda v porovnání s aplikačními programy vytvořenými klasickým způsobem budování ekonomických IS. Flexibilita metody DRD je podobná jako flexibilita obecného objektového řešení.

Druhou vlastností, kterou se metoda DRD vyznačuje, je mimořádně velká efektivita provozu. Té je dosaženo díky tomu, že data jsou uložena v přirozeně relační podobě a stejným

způsobem jsou i dotazována a zpracovávána, takže je možné plně využít síly relačních operací. V tom se metoda DRD výrazně odlišuje od obecného objektového řešení a naopak má charakter vlastní klasickému přístupu.

## Oblasti použití metody DRD

Metoda DRD může pro svou univerzalitu sloužit v mnoha různých typech aplikačních programů. Například ji lze využít jako základ PTIS či jako základ DS, tj. nadstavbového systému. Na obr. 2 je naznačena typická struktura programu využívajícího pro správu dat metodu DRD. Algoritmy DRD tvoří spodní vrstvu aplikačního programu těsně nad databází, přičemž zajišťují objektově-relační transformace, které jsou relativně jednoduché a jasné a přesně ohraničené. Tudíž je lze zcela oddělit od logiky aplikačního programu, např. přenést na jiný počítač, a tím rozdělit zátěž. Vrstva logiky aplikačního programu je zde mnohem mohutnější než vrstva správy dat a pracuje s čistě objektovými daty. Logika aplikace navíc může využívat bohatý metapopis oblasti aplikace, takže může být velmi univerzální a pružná a dokáže zvládnout i velké změny oblasti aplikace anebo funkčních schopností s minimálními náklady, pouze změnou příslušného metapopisu.

Jako příklad reálného PTIS využívajícího metodu DRD lze uvést aplikační program s názvem SDMT (*System Database Management Tool*) pro podporu správy mobilní telefonní sítě mobilního operátora Eurotel. Systém SDMT významným dílem přispěl k zefektivnění správy sítě, jejimu lepšímu využití a v neposlední řadě k její větší spolehlivosti.

To má jednoznačně kladné ekonomické důsledky.

## Závěr

Informační podpora technologického procesu může poskytnout mnohé výhody a nové informace, které lze využít např. k výraznému zlepšení a zefektivnění výrobního procesu a tím získat významné ekonomické nebo tržně konkurenční výhody. To samo o sobě je neocenitelnou službou. Navíc, tyto důležité informace jsou jakýmsi bonusem, vytěženým s vydáním jen malých nákladů z dat, na jejichž získání již byly prostředky vynaloženy a která v současné době představují pouze nepotřebný odpad. Výhodnější situace snad ani nemůže nastat, a nevyužít ji by byla velká škoda. Je to jako dávný sen alchymistů, udělat z bezcenného kovu zlato. Článek ukazuje možné cesty, jak lze pomocí metody DRD tyto výhody efektivním způsobem získat.

## Literatura:

- [1] VRÁNA, J.: *Dynamic relational data storing method for management of large data systems*. [Doktorská disertační práce.], ČVUT v Praze, 2003.
- [2] VRÁNA, J: *Datové sklady a jejich optimalizace I*. IT System, 2001, roč. 3, č. 5, s. 34–36, ISSN 1212-4567.
- [3] VRÁNA, J: *Datové sklady a jejich optimalizace II*. IT System, 2001, roč. 3, č. 6, s. 26-28, ISSN 1212-4567.

Ing. Jan Vrána, Ph.D.,  
Komix s. r. o.  
(vrana@komix.cz)