

## Vývoj informačních systémů v úpravách uhlí

Ing. Roman Danel, Ph.D.

Kovo, Informační systémy a. s.

*Přehled řídicích a informačních systémů v úpravách uhlí v OKD a .s. (Ostravsko karvinské doly) byl publikován v časopisu Automatizace v roce 2002 [4]. Článek popisuje další vývoj v informačních systémech úpraven. V roce 2006 byla v úpravě Dolu Darkov uvedena do provozu nová generace řídicího systému úpravny.*

### Historie informačních systémů v úpravách uhlí

V systému řízení podniku můžeme rozlišit tři hierarchické řídicí úrovně – procesní (spjatou s technologickým procesem), dispečerskou (řízení výroby - proces v reálném čase, bilanční výstupy v rozsahu směny nebo dne) a manažerskou (řízení ekonomiky). Informační systémy úpravny jsou systémy řízení v reálném čase na úrovni dispečerského řízení. Až na výjimky se jedná o nepřímé řízení – data prezentovaná v reálném čase, výstrahy o dosažení mimolimitních stavů, vizualizace stavu technologií v SCADA systémech aj. – dávají vedoucím pracovníkům a pracovníkům velinů jednotlivých technologických celků podklady nezbytné pro řízení výrobního procesu [3].

Specifický charakter technologického procesu úpravy uhlí vedl místo nasazení prefabrikovaných MES systémů k informačním a řídicím systémům vytvářeným na míru. První generace informačních systémů byla postavena na koncepci centrálního zpracování, což bylo zčásti dáno i topologií úpraven, kde výstupy ze snímačů jsou centralizovány na jednom místě a s využitím koncentrátorů dat posílány serveru k dalšímu zpracování. Základem systému byly počítače řady PDP 11/83. Tyto systémy byly v OKD nasazeny v úpravách Dukla, ČSM a Doubrava.

Druhá generace informačních systémů zachovala původní koncepci centrálního zpracování, s využitím výkonných serverů Alpha (firma Digital) s operačním systémem VMS. V druhé polovině devadesátých let byly takto vyvinuty a do provozu nasazeny tři systémy v úpravách Lazy (1998), František (1998) a Darkov (1999). Později byl ještě proveden upgrade systému v úpravě ČSM (2001).

### Nová generace informačního systému úpravny uhlí

V polovině tohoto desetiletí došlo k dalšímu vývoji v uhelném hornictví, a tedy i k požadavku na další modernizaci informačních systémů v úpravách. Společnost OKD prošla privatizací (1998) a nyní je vlastněna mezinárodní společností New World Resources. Privátní vlastník klade značný důraz na optimalizaci výroby, redukci nákladů a větší využití technologií. Počet činných úpraven se značně redukoval, v reakci na útlum těžby a uzavření ztrátových provozů. Postupně tak byla ukončena výroba v úpravách František (1998), Doubrava (1999), 9.květen (2002) a Dukla (2006). Ve zbývajících úpravách vyvstala nutnost modernizovat stávající informační systémy.

Vzhledem k vývoji technických prostředků bylo upuštěno od dalšího využití platformy VMS a v roce 2005 začal vývoj nové generace informačního systému úpravny. Oproti stavu

z poloviny devadesátých let je už nyní platforma Intel s operačním systémem Windows nebo Unix (Linux) co se výkonu týče zcela srovnatelná s platformou VMS. Tato platforma se stala díky akvizicím společnosti Digital (Compaq a posléze Hewlett Packard) minoritní; vývoj a výroba procesorů Alpha již byla ukončena. Proto bylo rozhodnuto postavit novou generaci systémů na platformě Intel serverů, a operačním systémem Windows Server 2003. To znamenalo vyvinout celý systém znovu. Z původních systémů zůstala zachována filozofie centrálního zpracování, některé algoritmy zpracování technologických dat a způsob vizualizace dat uživatelům. Vývoj nové generace informačních systémů upraven realizuje firma KOVO, INFORMAČNÍ SYSTÉMY a.s. Pro vizualizaci technologií byl opět použit osvědčený SCADA/HMI systém Promotic firmy Microsys [5] s vizualizací od firmy ATP Soukup s.r.o.

První systém nové generace byl vyvinut v roce 2006 a nasazen v OKD v úpravně Dolu Darkov. Uvedení systému do provozu bylo technicky značně náročné, protože úpravna Darkov měla v době realizace nepřetržitý 24 hodinový provoz, včetně víkendů. Z technických důvodů nebylo možné spustit paralelní chod nového systému s původním a tím ověřit funkce nového systému. Po provedení provozních zkoušek na simulovaných datech byl v listopadu 2006 systém nasazen za plného provozu úpravny. Tento úkol, mimořádně náročný na vedení projektu implementace, byl úspěšně zvládnut a od konce roku 2006 je systém v plném provozu.

## **Technické řešení informačního systému úpravny uhlí**

Podobně jako u předchozích systémů je základem server, na kterém běží zpracování technologických dat a jejich následná prezentace. Informační systém úpravny je modulární a skládá se z několika vrstev. Základní vrstva je „sběr dat“ – zajišťuje komunikaci s datovými zdroji (koncentrátory dat nebo řídicími stanicemi) a zpracování získaných údajů – přepočty a verifikace s využitím znalostní databáze. Na sběr dat navazuje vrstva technologických modulů, které slouží pro vzorkování dat a technologické výpočty pro následnou prezentaci. Nedílnou součástí je vrstva vyhledávání výstrah (mimolimitních stavů). Nad těmito vrstvami pak pracuje prezentační vrstva, která se skládá z prezentačních úloh v reálném čase pro velíny a dispečinky, vizualizace technologií v SCADA systému Promotic, a úloh kontrolního, řídicího a bilančního charakteru pro vedení úpravny.

Jako zdroj dat jsou v případě úpravny Darkov použity koncentrátory dat (PC v průmyslovém provedení s kartami pro připojení snímačů, zpracovávají data z asi 1500 snímačů) nebo řídicí stanice (zde HMI/SCADA systém Promotic), jenž slouží pro přímé řízení technologií, jako je např. homogenizace energetického prachu nebo řízení odstředivky. Vstupem mohou být také data z lokálních řídicích systémů na pracujících na procesní řídicí úrovni (např. řízení plovoucích bagrů pro těžbu kalů z kalových rybníků nebo lokální řízení technologií rozduřování uhlí a hlušiny pomocí flotace).

Slabou stránkou předchozích informačních systémů bylo technické řešení připojení datových zdrojů pomocí proudových smyček. Proudové smyčky s postupem času vykazovaly stárnutí jednotlivých komponent a stávaly se zdrojem poruch. Některé datové zdroje ale stále pracují na počítačích s operačním systémem MS DOS nebo jsou od výrobce vybaveny komunikačním rozhraním po sériové lince (železniční váhy, rychloanalyzátoři obsahu popele). Připojení těchto systémů je nyní řešeno tak, že veškerá komunikace probíhá po standardní síti a u datového zdroje je umístěn převodník na RS232 (EtherLink firmy Digi). Na

serveru je spuštěn driver, který úloze komunikující s datovým zdrojem zdroj zpřístupní pomocí virtuálního COM portu. Úloha pak komunikuje standardní komunikací přes RS232. Tím se zvýšila spolehlivost a odolnost systému proti případným poruchám vzniklým při přenosu dat.

Software informačního systému je realizován prostřednictvím služeb systému Windows. Jádrem je trvale spuštěná služba pro „sběr dat“, která přístrojová data ze snímačů převádí do jejich fyzikální interpretace, zároveň provádí technologické výpočty a kontroly, verifikaci údajů v kontextu výrobní linky a vyhodnocuje limitní stavy a případně zajišťuje vyhlášení výstrah.

Další změnou oproti předchozím verzím systému je rozšíření systému o využití databáze typu SQL pro uložení konfiguračních dat, uložení archivních dat a pro bilanční výstupy. Jako databáze byla použita Microsoft SQL Server 2005. Hlavním přínosem bylo vytvoření databáze snímačů se všemi konfiguračními daty (zpracování každého snímače je konfigurovatelné asi šedesáti položkami). Dřívější systém mnoha konfiguračních souborů tak byl podstatně zjednodušen a dodáním nástroje pro editaci databáze snímačů může chování systému a způsob zpracování technologických údajů modifikovat technolog bez znalostí vnitřní struktury systému.

Oproti předchozím systémům je nyní k dispozici neomezený archiv výstrah, možnost vzorkovat v zvolené periodě technologická data do databáze a rovněž bilanční výstupy nejsou časově nijak omezeny. To posouvá systém do vyšší řídicí úrovně, manažerské. Výstupy systému slouží jako podklad pro ekonomickou analýzu výroby.

Schéma řídicího systému úpravny je na obr. 1.

Systém disponuje sofistikovaným řešením vyhledávání výstrah. Jedná se o upozornění pracovníkům velínů nebo dispečerům na dosažení nastavené limitní hodnoty v technologickém procesu. Vyhlášení výstrahy je možné nastavit pro každý snímač nebo pro kombinaci snímačů, a toto nastavení je prováděno samotnými uživateli na velínech. Ti si mohou vybrat, které výstrahy chtějí sledovat a od jakých mezí budou vyhledávány. Kromě toho jsou ale uživatelé systému rozdělení do dvou skupin podle privilegií, privilegovaný uživatel (obvykle technolog nebo vedení úpravy) má možnost nastavovat nebo změnit vyhledávání výstrah ostatním uživatelům (velínům). Technolog tak dostává pod kontrolu jaké stavy budou vyhledávány, má informace jak na ně obsluha velínu reagovala a dostává tím řízení jednotlivých technologických celků pod větší kontrolu.

Systém vyhodnocuje míru závažnosti informací – jestliže technologický proces probíhá v předem definovaných mezích, uživatelé dostávají pouze ty informace, které si vyžádají. Pokud jsou stanovené meze překročeny nebo analýza trendu vypovídá o možném překročení, je uživatel o tomto ohrožení informován s předstihem. Samozřejmostí je nutnost potvrzování překročení mezních stavů a jejich následná archivace. Součástí systému je volitelné protokolování průběhu procesu pro vyhodnocení kvality práce obsluh velínů.

Modularita systému spočívá v rozdělení systému na tzv. „terminálové skupiny“. Terminálová skupina je sada prostředků, kterými je vybaveno určité konkrétní pracoviště – v případě úpravny uhlí to jsou: velín technologického uzlu, dispečink úpravny nebo pracoviště vedení úpravny. Terminálová skupina se v minimální konfiguraci skládá z terminálu pro komunikaci s uživatelem, který obsahuje nabídku aplikací umožňujících prezentaci procesu v reálném čase formou operativních nebo směnových sestav nebo i přímé řídicí zásahy (například

zadáním změny konstant regulačních smyček). V úpravně Darkov jsou jako „terminály“ používány standardní PC s operačním systémem Linux Fedora, s aplikačním vybavením. Důležitou součástí terminálové skupiny je vizualizace stavu technologií (SCADA systém Promotic) a volitelně může být terminál pro výpis výstrah nebo PC pro přímé řízení technologických procesů (obvykle opět se systémem SCADA). Modulární charakter řídicího systému umožňuje snadné přidávání dalších pracovišť bez nutnosti zásahu do software systému.

Pro zvýšení rychlosti zpracování bylo využito unikátní hardwarové řešení pomocí disku iRam. Jedná se v podstatě o RAM paměť, která je v systému přístupná formou další diskové jednotky s velmi rychlým přístupem. Kritická data – zejména zpracování binárních hodnot (např. rozjezd a zastavení jednotlivých strojů, uzavření klap, dosažení hladiny apod.) – jsou umístěna na této jednotce a odtud jsou načítána např. pro vizualizaci v SCADA systému.

Poslední významnou inovací na novém řešení je krok směrem k „fault – tolerant“ nebo „disaster – tolerant“ řešení. Toho bylo docíleno dodávkou dvou identických serverů, s kopií informačního systému. Jeden server je ve funkci produkčního, druhý server má roli záložní. Na záložním serveru je aktivní software, který vyhodnocuje stav produkčního serveru a v případě splnění určitých podmínek (výpadek některé kritické komponenty systému) a uplynutí nastavené prodlevy je aktivní instance systému přepnuta na záložní server. To mimo jiné znamenalo vyřešit požadavek na kontinuitu výrobních a bilančních dat, ukládaných do databáze SQL server. I tento obtížný úkol byl v lednu 2007 zvládnut a systém je za chodu přepnutelný bez jakékoli ztráty dat (včetně automatického přesměrování aplikací vizualizační vrstvy). Pro zajištění kontinuity dat v SQL serveru byla využita technologie databázového mirroru firmy Microsoft.

## **Závěr**

Přínosy z nasazení automatizovaných řídicích systémů v úpravnách uhlí jsou následující:

- zvýšení informovanosti řídicích pracovníků o průběhu výrobního procesu
- zvýšení technologické kázně ve výrobním procesu
- zvýšení výnosů (optimální využití suroviny)
- zajištění dodržení požadované kvality
- energetické úspory (např. díky registraci chodu strojů „naprázdno“)
- informace poskytované systémem umožňují za chodu výroby reagovat na výkyvy v jakosti nakládaných produktů a zabránit tak nedodržení jakostních parametrů daných smlouvami s odběrateli a tedy vzniku případné penalizace nebo dokonce ztrátě kontraktu
- sledování jakosti vyráběných produktů v reálném čase, což dává předpoklady pro řízení jakosti podle norem ISO 9000

Nová generace informačních systémů úpraven navíc přináší:

- důraz na bezporuchový chod systému (zdvojení serverů, zajištění přepínání systému z produkčního na záložní v případě poruchy, odstranění využití proudových smyček pro přenosy dat na velkou vzdálenost)
- díky použitím databáze neomezené možnosti archivace technologických dat
- sofistikovaná správa databáze snímačů a technologických znalostí
- využití standardních HW a SW komponent přináší snazší údržbu a delší životnost systému

- nižší cena při vyšším výkonu bez omezení, díky modulární koncepci systému lze bezproblémově připojovat další snímače, datové zdroje, pracoviště pro vizualizaci, SCADA systémy nebo výstup do systému nadřazené řídicí úrovně.

## **Literatura**

1. Danel, R. – Skotnica, J.: Informační a řídicí systém úpravny Dolu ČSM. International Conference, New Trends In Mineral Processing II, VŠB TU, Ostrava 1997, s. 218-224.
2. Danel, R. – Skotnica, J.: Information and Control System of ČSM Coal Mine Preparation Plant, Planning and Equipment Selection MPES '97. VŠB - TU Ostrava, ČR, 1997, s. 608-613.
3. Danel, R.: Automation and control systems on OKD's coal mine preparation plants. The 14<sup>th</sup> International Conference on Automation in Mining, ICAMC 2001, Tampere, Finsko 2001, s. 233-240.
4. Danel, R.: Řídicí a informační systémy v úpravnách OKD a ČMD. Automatizace, časopis, Nr. 2, 2002, s. 102-103.
5. Danel, R.: Řízení a vizualizace technologických procesů v úpravnách uhlí. Automatizace, časopis, Nr. 10, 2002, s. 620-622.

## ***Autor***

**Ing. Roman Danel, Ph.D.**

0603 / 473 219

roman.danel@volny.cz

danel@kovo.cz

**Kovo, informační systémy a. s.**

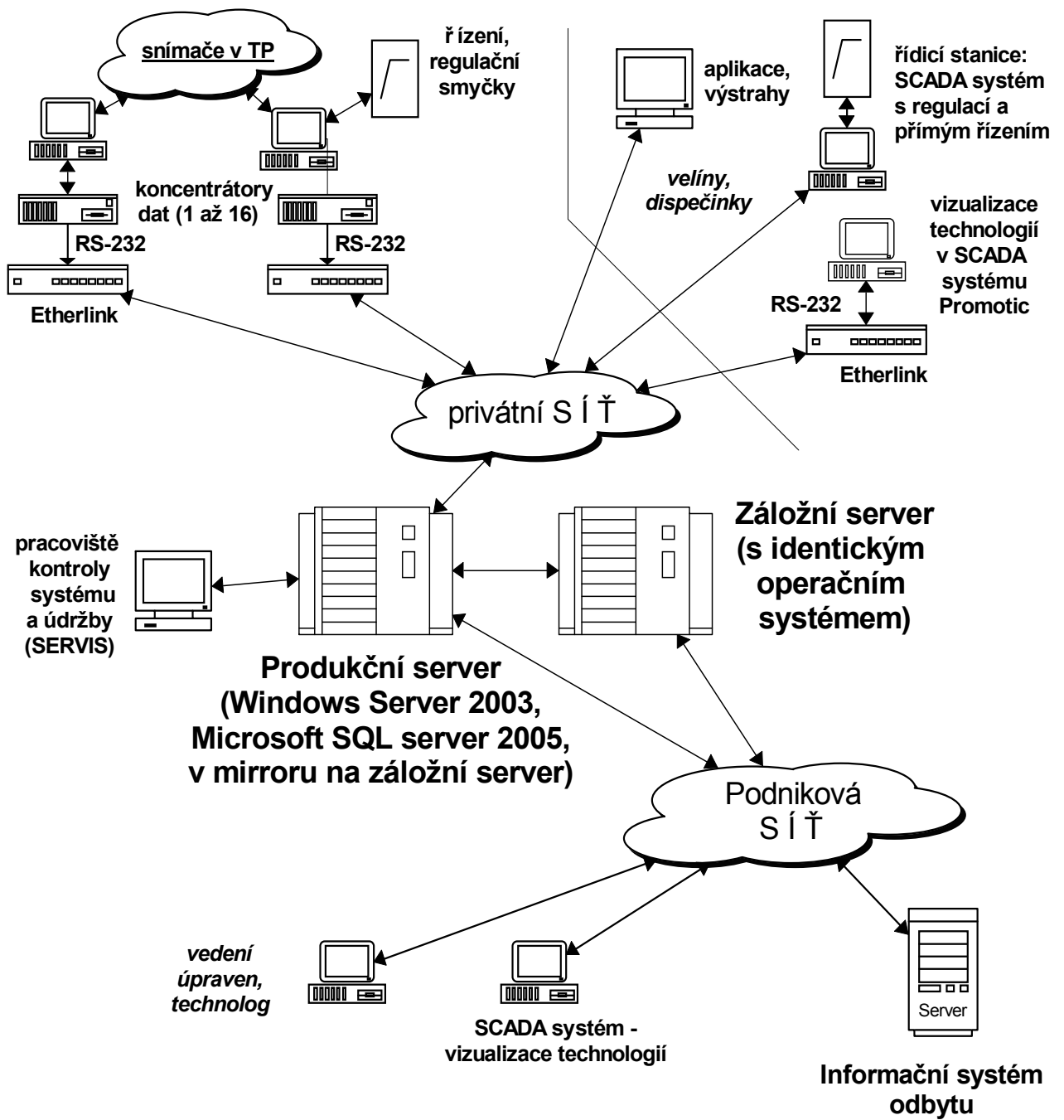
Komunardů 1091/36

170 00 Praha 7, Holešovice

Pobočka Ostrava:

Mlýnská 12/2353

702 00 Ostrava



Obr. 1. Schéma řídicího systému úpravny třetí generace