

ZBER A UKLADANIE DÁT PRI RIADENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Rastislav Hošák, Ján Jadlovský, Iveta Zolotová

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky

Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika

Tel.: +421 55 6253574 Fax: +421 55 6253574

e-mail: rastislav.hosak@tuke.sk, jan.jadlovsky@tuke.sk, iveta.zolotova@tuke.sk

Abstrakt: Článok pojednáva o spôsobe zberu a ukladania dát na databázovom serveri pri riadení technologických procesov. Zameriava sa na štandardy komunikačných väzieb využívaných pri riešení danej problematiky. Upozorňuje, na čo je potrebné sa zamerať pri tvorbe databáz slúžiacich na ukladanie dát aj z pohľadu ich ďalšieho využívania vo vyšších úrovniach riadenia podniku. Prezentovaná aplikácia je príkladom realizácie zberu a ukladania dát pre konkrétny laboratórny technologický model predstavujúci linku na triedenie výrobkov.

Keywords: DDE, ODBC, databázový systém, zber dát, transakčná databáza, riadiaci systém

1 ÚVOD

Pre riadenie rôznych technologických procesov sú dôležité väzby medzi jednotlivými úrovňami systému riadenia. Aj vďaka nim sa môže riadiť technologický proces umiestnený na najnižšej úrovni. Tieto prepojenia majú významnú úlohu nielen pri riadení, ale i pri zbere a ukladaní dát z technologického procesu. Ich význam spočíva napríklad v tom, že na základe informácie z nich vyplývajúcej sa dá zistiť, kedy sa výrobný proces zastavil, nepracoval správne, atď. Na základe týchto údajov sa dá dosiahnuť zefektívnenie výrobného procesu napríklad tak, že sa odstránia jednotlivé prestoje vo výrobe, odstránia alebo upraví sa prvky spôsobujúce poruchy alebo chybovosť výrobkov.

2 KOMUNIKAČNÉ VÄZBY

Riadiace systémy pozostávajú z komponentov rôznych výrobcov. Musí byť teda zaručená ich kompatibilita aby tvorili funkčný celok. Táto vlastnosť sa označuje ako otvorenosť systémov. Spomínaná otvorenosť systémov a technické parametre (priechodnosť komunikácie, bezpečnosť, maximálny počet uzlov siete, redundancia, cena, atď.) majú rozhodujúci vplyv na výber spôsobu komunikácie medzi jednotlivými podsystémami na všetkých úrovniach distribuovaného systému riadenia. Najväčší tlak na túto oblasť spôsobujú rozširujúce sa systémy automatického riadenia, pretože je potrebná kompatibilita medzi systémami rôznych dodávateľov s dôrazom na prepojenie všetkých úrovní riadenia.

Existuje viacero komunikačných protokolov, ktoré sa štandardne využívajú. Najčastejšie je to však protokol OPC (OLE for Process Control) vytvorený pre priemyselnú komunikáciu. Využíva sa pri komunikácii vyšších úrovní riadenia s rôznymi zdrojmi dát. Dátové zdroje môžu byť priamo priemyselné zariadenia, ako sú napríklad PLC (Programmable Logic Controller) alebo databázové a riadiace aplikácie ako sú napríklad SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) systémy. Keďže ide o rozšírenie technológie OLE (Object Linking and Embedding), je rovnako založená na COM (Common Object Model) technológii. Implementuje a definuje mechanizmus, na základe ktorého softvérové komponenty môžu vzájomne komunikovať ako objekty.

Starší, ale stále vo veľkej miere využívaný komunikačný protokol je DDE (Dynamic Data Exchange). Ide o komunikáciu klient-server, čo znamená, že aplikácia, ktorá v danej komunikácii predstavuje server, prijíma požiadavky a poskytuje údaje a inštrukcie akejkoľvek inej aplikácii, ktorá tieto dáta požaduje. DDE sa často využíva na zhromažďovanie a distribúciu dát, akými môžu byť napríklad namerané dáta z prebiehajúcej výroby. Aplikácie predstavujúce klientov, môžu používať DDE len na jednorazový prenos dát, ale i na nepretržité získavanie neustále sa meniacich dát.

Komunikácia DDE sa tiež využíva i na odosielanie riadiacich inštrukcií pre automaty, ktoré sú súčasťou procesu. Klientska aplikácia vytvára komunikačný kanál k serveru tak, že špecifikuje dva parametre:

- meno aplikácie na serveri („application name“),
- predmet záujmu („topic name“).

Následne je potrebné zadať položky, o ktoré sa klient zaujíma („item name“). Takáto komunikačná väzba ostáva aktívna po celý čas od vytvorenia. Daný komunikačný protokol ponúka aj napr. nasledujúce spôsoby komunikácie:

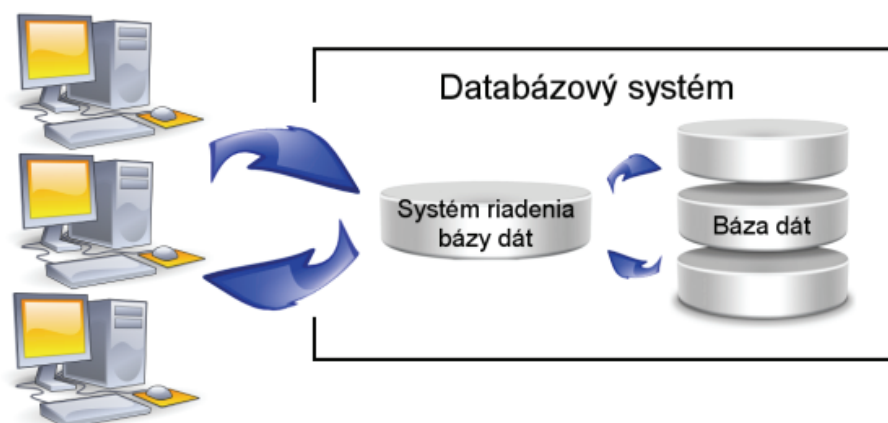
- „hot link“ – horúce spojenie – zmena dát na serveri vyvolá automatický prenos dát do klientskej aplikácie,
- „warm link“ – teplé spojenie – ak dôjde k zmene dát na serveri, pošle sa klientskej aplikácii správa o zmene. Klient sa má následne rozhodnúť, či zmenené dáta prijme. V prípade, že dáta chce prijať, musí si ich vyžiadať od servera.
- „cold link“ - studené spojenie – klientska aplikácia je plne zodpovedná za aktualizáciu svojich dát. To znamená, že nie je informovaná o zmene dát na serveri a sama generuje žiadosť pre prenos dát.

Rozhranie ODBC (Open Database Connectivity) umožňuje prístup k dátam na rôznych SQL (Structured Query Language) serveroch (Oracle, Microsoft SQL Server, Microsoft Access a iné). Zaručuje použitie jednej syntaxe SQL a jednej funkčnej sady pre komunikáciu. Je postavené na rozhraní API (Application Programming Interface) pre prístup k databázovým systémom. ODBC zaručuje nezávislý prístup na databázovom systéme, operačnom systéme a programovacím jazyku.

3 DATABÁZOVÝ SYSTÉM

Pri riadení procesov sa využívajú dáta, ktoré predstavujú užitočné informácie pre efektívne riadenie celkového systému. Tieto dáta si jednotlivé časti systému prenášajú vďaka rozhraniám. Určité dáta sa spracúvajú na nižších úrovniach. Ide o informácie, na ktoré je potrebné reagovať okamžite, aby nenastal určitý nežiaduci stav. Z pohľadu vyšších úrovní riadenia sa využíva väčšie množstvo dát, ktoré je vo väčšine prípadov viazané na čas. Je teda potrebné dáta uložiť a zabezpečiť, aby sa s nimi dalo pracovať.

Na túto významnú úlohu sa využívajú databázové systémy. Hlavnými časťami DBS (Databázového systému) sú BD (Báza dát) a SRBD (Systém riadenia bázy dát). BD predstavuje štruktúrovanú množinu dát a SRBD predstavuje systém zabezpečujúci manipuláciu s nimi.



Obrázok 1: Štruktúra Databázového systému

Pri práci s údajmi (manipulácia s dátami, definovanie dát) v databáze sa využíva jazyk SQL. Databázy SQL sú relačné databázy, to znamená, že údaje sú uložené v množine relácií. Databáza môže pozostávať z jednej alebo viacerých tabuliek, pričom platí, že každá tabuľka pozostáva z riadkov a stĺpcov. Jazyk SQL pozostáva z dvoch častí. DDL (Data Definition Language) je časť ktorá slúži na vytváranie a zmenu databáz a časť DML (Data Manipulation Language) sa využíva pri aktualizácii, selekcii a mazaní údajov.

V praxi je databázový systém reprezentovaný databázovým serverom. Existuje viacero platforiem od rôznych výrobcov. K najpoužívanejším patrí databázový systém Oracle (ORACLE, 2006). Štruktúrálné sa dá databázový systém Oracle rozčleniť nasledovne:

- fyzická časť – predstavuje súbory tvoriace databázu. Každá databáza pozostáva z troch typov súborov: dátové, riadiace súbory a súbory so záznamami pre obnovu.
- logická časť – je určená tabuľkovými priestormi a schémou objektov.

V každej databáze je uložený riadiaci súbor obsahujúci informácie, ktoré špecifikujú fyzickú štruktúru databázy. Z týchto informácií sú najdôležitejšie:

- názov databázy
- názvy a lokality uloženia súborov databázy
- čas vytvorenia databázy

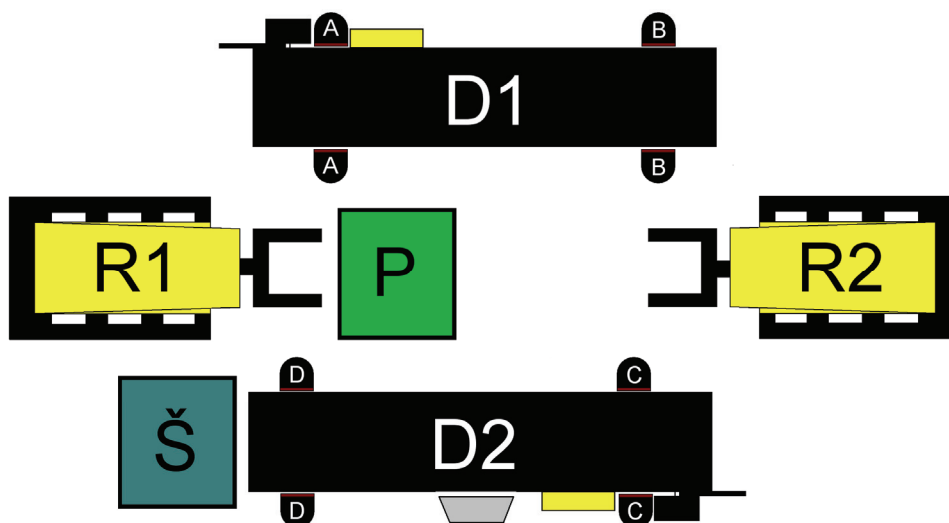
Každá databáza obsahuje viacero obnovovacích súborov. Ich účelom je zachytávať zmeny nastávajúce v dátach. Ako prevencia pred zápisom modifikovaných dát do databázy môžu byť zmeny vyvolané z obnovovacích súborov. Tým sa zabezpečí obnova pôvodných dát.

4 UKLADANIE DÁT Z TECHNOLOGICKEJ ÚROVNE RIADENIA

Zber dát je charakterizovaný tokom údajov zo samotného technologického procesu cez jednotlivé kroky spracovania až po poskytnutie spracovaných dát koncovému používateľovi. Prístup je užívateľovi zvyčajne umožnený cez klientsku web aplikáciu, resp. ako používateľovi lokálnej siete prostredníctvom klientskeho softvérového produktu. Dáta sú v takomto prípade ukladané do transakčných databáz a ďalej sa upravujú. V nespracovanej podobe nemajú dáta veľkú vypovedaciu hodnotu, pretože pohľad na nich je zvyčajne pre užívateľa zložitý. Z tohto dôvodu sa dáta transformujú a ukladajú do dátových skladov, nad ktorými sa vytvárajú multidimenzionálne databázy. Takto upravené dáta je možné rôznymi spôsobmi analyzovať, napríklad pomocou OLAP (Online Analytical Processing) nástrojov. Analýzy sa využívajú vo vyšších úrovniach riadenia celého systému.

5 APLIKÁCIA

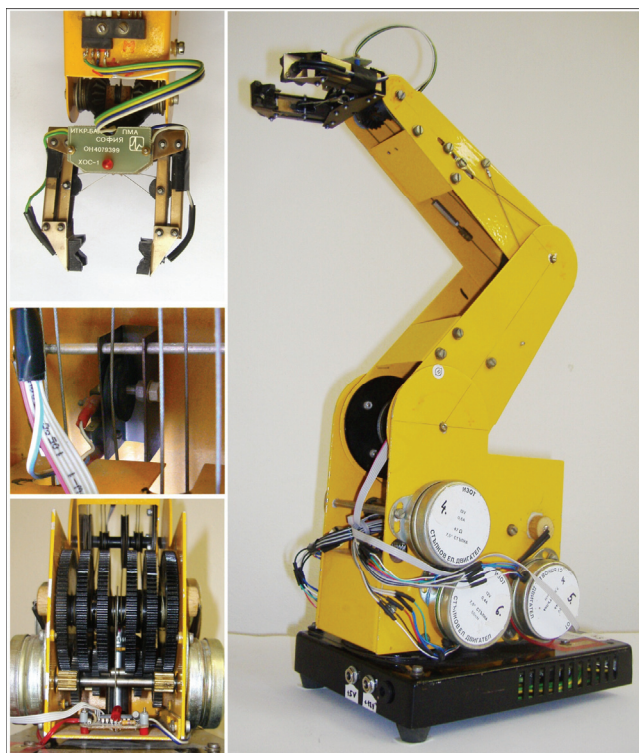
Praktické využitie (HOŠÁK, R., 2009) komunikačných protokolov, databázového systému a zberu dát bolo realizované na modeli sústavy manipulátorov predstavujúcich reálnu linku - triedička (Obr. 2). Funkcionalita linky bola pritom nasledovná. Dopravník D1 predstavoval zásobovanie zo skladu a prichádzali ním rôzne typy výrobkov do technologického procesu triedenia. Manipulátor R2 tieto výrobky prenášal na dopravník D2, kde bola pomocou skenera čiarových kódov realizovaná ich identifikácia. Na základe toho, či výrobok vyhovoval (podľa plánu výroby) alebo nie, bol premiestnený na určité miesto, ktoré tomu zodpovedalo (P – vyhovujúce, Š - nevyhovujúce).



Obrázok 2: Model sústavy manipulátorov

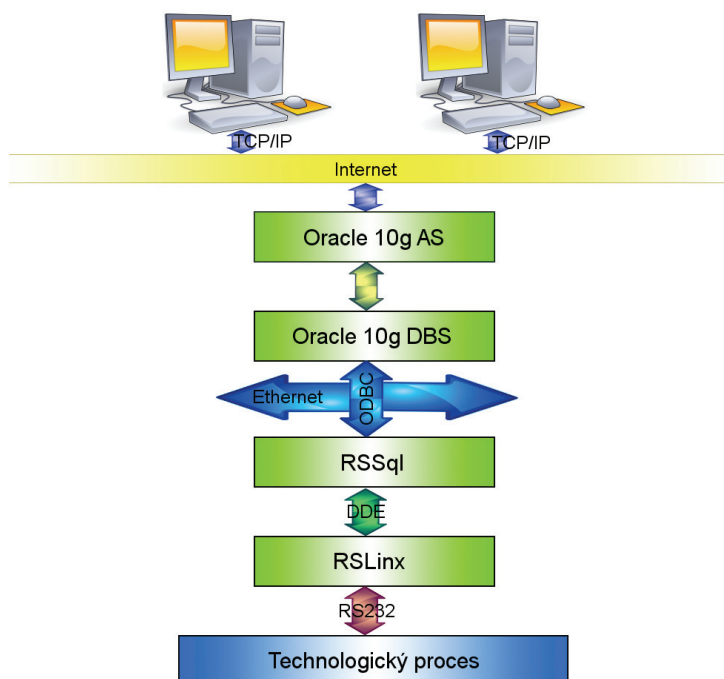
(D1, D2 – Posuvné dopravníky; R1, R2 – Manipulátory; Š – miesto na ukladanie nevyhovujúcich výrobkov; P – miesto na ukladanie vyhovujúcich výrobkov; A,B,C,D – optické brány)

Rameno manipulátora je skonštruované tak, že má päť stupňov voľnosti. Z týchto stupňov sú tri, ktoré slúžia na dosiahnutie požadovanej polohy koncového bodu manipulátora, a ďalšie dva slúžia na orientáciu chápadla v priestore. Ovládanie týchto ramien je realizované pomocou krokových motorov. Každé rameno má šesť krokových motorov a tri snímače. Jeden zo snímačov je realizovaný ako tlačidlo, resp. ako tlakový snímač. Signalizuje, že je v chápadle dostatočné zovreté bremeno. Ďalšie dva snímače sú realizované ako optické brány. Jeden z nich signalizuje nulovú polohu ramena robota a druhý je umiestnený na čeľusti robota a signalizuje prítomnosť bremena v nej.



Obrázok 3: Manipulátor a detaily snímačov na ňom umiestnených

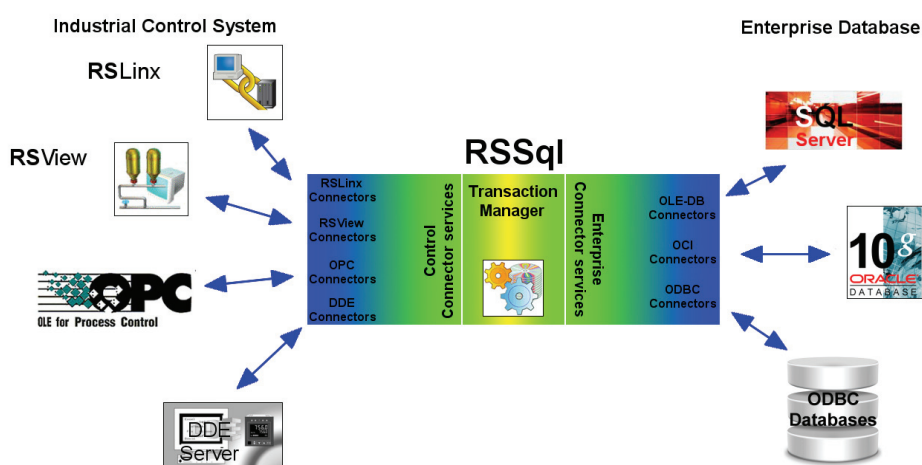
Posuvné dopravníky sú riadené rovnako ako manipulátory krokovým motorom. Každý má však iba jeden krokový motor. Tieto dopravníky boli na svojich koncoch rozšírené o optické brány založené na infračervenom žiarení. Riadenie linky na technologickej úrovni zabezpečoval programovateľný logický automat SLC500 od spoločnosti Rockwell Automation (ROCKWELL AUTOMATION, 2003). Zber dát z tejto úrovne prebiehal podľa Obr. 3.



Obrázok 3: Zber dát z technologickej úrovne riadenia

Z technologickej úrovne riadenia boli procesné dáta získavané pomocou programu RSLinx. Počítač, na ktorom sa táto aplikácia spolu s aplikáciou RSSql nachádzala, bol prepojený s programovateľným logickým automatom SLC500. Program RSSql slúžil na prepojenie komunikačných protokolov, ten procesné dáta sprostredkúval vyšším úrovniám riadenia. Pomocou protokolu DDE bola realizovaná komunikácia smerom k technologickej úrovni riadenia a pomocou protokolu ODBC bola realizovaná komunikácia smerom k databáze vytvorenej na platforme Oracle 10g. RSSql vytvoril väzby medzi dátovými bunkami v PLC automate a stĺpcami v tabuľke databázového servera. Pomocou RSSql sa tiež spúšťalo, resp. zastavovalo plnenie databázy procesnými dátami.

RSSql je transakčný systém, ktorý umožňuje vytvoriť obojsmerné spojenie medzi riadiacim technologickým systémom a databázovými systémami vyšších vrstiev. Na strane riadenia je možné pripojiť k RSSql rôzne prostriedky, ako napríklad RSLinx, RSView, DDE server alebo OPC server. Na druhej strane umožňuje pripojiť sa k databázovému serverom pomocou protokolu ODBC alebo OCI.



Obrázok 4: Architektúra RSSql

V tomto prípade sa ukladané dáta týkali času a dátumu, informácie z optických brán umiestnených na dopravníkoch, informácie o aktivite posuvných dopravníkov, aktuálne polohy ramien manipulátorov a chápadiel manipulátorov v priestore a režimu v ktorom celý systém pracoval. Väzby medzi dátami uloženými v databáze a riadiacim automatom popisuje Tab. 1.

Tabuľka 1: Tabuľka popisujúca väzby medzi entitami transakčnej databázy a pamäťovými bunkami riadiaceho automatu SLC500 pre zber procesných dát

Pamäťová bunka v SLC	Položka	Popis
-	DATUM	dátum a čas
I:5/11	BRANA_A	prítomnosť bremena na koncoch dopravníka D1
I:5/9	BRANA_B	
I:5/7	BRANA_C	prítomnosť bremena na koncoch dopravníka D2
I:5/13	BRANA_D	
B3:0/11	DOPRAVNIK_1	aktivita dopravníka (1 a 2 – posuvné dopravníky, 3 – otočný dopravník)
B3:0/3	DOPRAVNIK_2	
B3:0/15	DOPRAVNIK_3	
R6:33.POS	AKTUALNA_POLOHA_R1	poloha a orientácia chápadla v priestore robota R1, podľa polohy z procesu učenia
I:5/2	CHAPADLO_R1	prítomnosť bremena v chápadle robota R1
R6:35.POS	AKTUALNA_POLOHA_R2	poloha a orientácia chápadla v priestore robota R2, podľa polohy z procesu učenia
I:5/6	CHAPADLO_R2	prítomnosť bremena v chápadle robota R2
N15:12	REZIM	režim riadenia sústavy manipulátorov

Položka DATUM sa plní automaticky pri zápise do databázy, pretože bol pre ňu vytvorený tzv. Trigger. Jeho použitie bolo zvolené z toho dôvodu, že komunikácia aplikácie RSLinx a SLC500 bola realizovaná cez sériové rozhranie RS232 s prenosovou rýchlosťou len 19200 baud. Táto komunikačná linka bola veľmi zahltená, pretože prebiehalo neustále čítanie dát z PLC a navyše po nej prebiehalo i riadenie a komunikácia s ďalšími aplikáciami. Dáta sa teda pri väčšom počte položiek naviazaných na SLC500 strácali. Tento problém by vyriešila komunikácia pomocou siete Ethernet, ale použitý procesor SLC 5/03 CPU však tento spôsob komunikácie nepodporuje.

Sledované dáta mali významnú úlohu pri riadení celkového systému. Na základe týchto informácií riadiace algoritmy rozhodovali o tom, čo bude následne technologický proces vykonávať a generovali akčné zásahy.

Ďalšou dôležitou časťou zberu dát je samotná databáza, v tomto prípade Oracle 10g (ORACLE, 2006), slúžiaca na ukladanie dát z procesu. Tok dát na informačnú úroveň riadenia je realizovaný použitím Aplikačného Servera Oracle 10g. Tento server poskytuje integrovanú platformu na budovanie, nasadenie a riadenie internetových aplikácií s použitím štandardných vývojových nástrojov a jazykov s využitím úzkej integrácie na databázu Oracle. Umožňuje

poskytnúť webové služby pomocou Apache servera, hostovanie web aplikácií a na prístup k dátam z rôznych druhov mobilných zariadení, napr. mobilný telefón či prenosný počítač.

Name	Data Type	Size
DATUM	DATE	
BRANA_A	NUMBER	1
BRANA_B	NUMBER	1
BRANA_C	NUMBER	1
BRANA_D	NUMBER	1
DOPRAVNIK_1	NUMBER	1
DOPRAVNIK_2	NUMBER	1
DOPRAVNIK_3	NUMBER	1
AKTUALNA_POLOHA_R1	NUMBER	2
CHAPADLO_R1	NUMBER	1
AKTUALNA_POLOHA_R2	NUMBER	2
CHAPADLO_R2	NUMBER	1
REZIM	NUMBER	2

Obrázok 4: Zoznam tagov vytvorený v databáze – pohľad cez Oracle Enterprise Manager 10g

Pri zbere dát je dôležité zachovať dátové typy a veľkosť údajov, ktoré sa budú do databázy ukladať, aby nedošlo k prípadným kolíziám. Pri zbere dát je potrebné zamerať sa na to, aby mali údaje zmysluplný charakter. V opačnom prípade sa budú len veľmi ťažko analyzovať a ich význam bude tým pádom sporný.

6 ZHODNOTENIE

Realizácia väzieb bola založená na použití štandardných protokolov, ktoré sa bežne využívajú v praxi. Použitý programovateľný logický automat bol staršieho typu, podporoval len prepojenie cez sériové rozhranie RS232 s prenosovou rýchlosťou len 19200 baud, čo viedlo k tomu, že pri väčšom objeme dát sa údaje strácali. Prepojenie na databázový server fungovalo bezchybne, je však dôležité, aby dáta v databáze boli správne zadefinované z pohľadu atribútov (názov, typ, veľkosť, atď.). Databázový systém vytvorený spoločnosťou Oracle ponúka široké možnosti využitia. Patrí medzi najpoužívanejšie i napriek tomu, že ide o komerčný produkt. Voľba databázového servera mohla padnúť i na riešenie MicrosoftSQL alebo na nekomerčné databázové systémy ako sú napríklad MySQL či Firebird, ktoré ponúkajú rovnako široké možnosti a zabezpečenie voči zneužitiu dát na vysokej úrovni. Dáta sú vo všeobecnosti veľmi cenné a pri ich strate, resp. zneužití by sa podnik mohol dostať do nevýhody v rámci konkurencieschopnosti na trhu.

Spoločnosť Wonderware ponúka otvorené riešenie na zber dát v reálnom čase - Wonderware Historian. Táto aplikácia zabezpečuje zber i ukladanie dát, do databázy vytvorenej na platforme MicrosoftSQL Servera. Svojou otvorenosťou predstavuje ideálne riešenie, pretože umožňuje pracovať s dátami viacerým aplikáciám od rôznych výrobcov. Obdobou tohto systému je i Rockwell Software Historian od spoločnosti Rockwell Automation. Pomocou rozhrania ODBC najčastejšie pracuje s databázou MicrosoftSQL alebo Oracle.

7 ZÁVER

V dnešnej dobe predstavuje zber dát z technológie veľmi dôležitú úlohu pre každý podnik. Vďaka týmto informáciám môže manažment daného systému prijímať dôležité rozhodnutia, ktoré zefektívnia systémom vykonávaný proces.

8 POĎAKOVANIE

Prezentovaná práca bola zrealizovaná za podpory slovenského grantu VEGA - 1/0617/08.

LITERATÚRA

- HOŠÁK, R. (2009): Informačná úroveň riadenia modelu sústavy manipulátorov, *Diplomová práca*, KKUI FEI TUKE, Košice, Slovenská republika.
- BABIUCH, M., LANDRYOVÁ, L. (2008): Data Model in Industrial Automation Using New Technologies. *VŠB-Technical University of Ostrava. Mechanical Series*. Vol. LIV, 2008, No. 2., č. 1612, p. 1-6. ISSN 1210-0471.
- SARNOVSKÝ, J., HLADKÝ, V., KICA, P. (2007): Design of hybrid control systems. *In: Proceedings of the 16th International Conference: 4-6 September 2007, Wroclaw, Poland*. Wroclaw : OWPW, 2007. p. 510-518. ISBN 978-83-7493-339-1.
- FRANEKOVÁ, M., RÁSTOČNÝ, K. (2007): Modelling of disturbing effects within communication channel in area of safety related communication systems. *In: Advances in Electrical Engineering*. 6/2007, p. 63-68, ISSN 1336-1376.
- POPESCU, D., MANTA, F., MORARET, A., VAVA, S., POPESCU, L. (2007): Telematics application for a flexible manufacturing system, *SINTES 13*, p. 348-353, 18-20 October 2007, Craiova, Romania, ISBN 978-973-742-839-4.
- BOŽEK, P. (2005): Complex Control and Metrology Security of Automatized Trial System. *Manufacturing Engineering*, číslo 2, ročník IV, p. 31-35, Prešov, ISSN 1335-7972
- ORACLE (2006): Oracle Database 10g Express Edition Tutorial [online], [cit. 2009-12-2], dostupné na: <URL: <http://st-curriculum.oracle.com/tutorial/DBXETutorial/index.htm>>
- ROCKWELL AUTOMATION (2003): *RSSql User's Manual*. USA: Rockwell Automation Inc., 2003. Doc ID RSSQLUM001C-EN-E.