

OPC Unified Architecture - Dočasný učebný text

História OPC, špecifikácia OPC UA , aplikácia OPC UA a SAP,...

1. Úvod

1.1. História OPC

Od kedy znovu použiteľné softvérové komponenty vstúpili do automatizačnej technológie a nahradili pevne naprogramované softvérové aplikácie, otázka štandardizovaných rozhraní medzi komponentmi nabrala na význame. Ak takéto rozhrania chýbajú, každá integrácia komponentov je nákladná a časovo náročná z dôvodu programovania podpory príslušných rozhraní. Ak sa systém skladá z niekoľkých softvérových komponentov, tak sa takéto úpravy musia vykonať niekoľkokrát.

Vďaka obrovskej distribúcii operačných systémov Windows a ich Win32-API v oblasti PC vzniklo niekoľko rôznych technológií ktoré, umožňujú komunikáciu medzi softvérovými modulmi prostredníctvom štandardizovaných rozhraní. Prvý míľnik bolo *DDE (Dynamic Data Exchange)*, ktoré bolo neskôr doplnené efektívnejšou technológiou *OLE (Object Linking and Embedding)*. Po zavedení prvých *HMI* a programov *SCADA* založených na PC technológii medzi rokmi 1989 a 1991, DDE bolo po prvýkrát použité ako rozhranie pre softvérové ovládače zariadení v prevádzke.

Okrem ovládačov špecifických pre daný produkt, ako pre vizualizáciu, konfiguráciu atď., sa čoskoro vytvorila séria serverov DDE nezávislých od produktu. Zásuvné karty pre PC boli vybavené softvérovými rozhraniami DDE a mohli by byť ovládané z programov s DDE klientským rozhraním.

DDE však malo určité nedostatky, najmä pokiaľ ide o výkonnosť. To donútilo výrobcov HMI programov k vytvoreniu rozšírení DDE ktoré mali zabezpečiť zvýšenie výkonu. Ale *interoperabilita* na úrovni aplikácie bola stále ďaleko.

Čo sú product-specific ovládače?

Product-Specific ovládače sú softvérové komponenty, ktoré boli vyvinuté pre konkrétny produkt. Sú napojené na tento produkt, takže sa nemôžu používať s produktmi iných výrobcov. Tieto ovládače poskytujú dáta vo špecifickej forme definovanej konkrétnym výrobcom.

Čo je DDE?

DDE znamená Dynamic Data Exchange a opisuje mechanizmus na výmenu dát medzi aplikáciami Windows. Ak sa pred zavedením DDE dáta vymieňali iba manuálne "copy & paste", výmena údajov cez DDE je dynamická. Informácie ktoré sa majú preniesť, sú priradené k položke bez špecifikácie dátového typu. Výmena údajov sa uskutočňuje prenosom správ a uskutočňuje sa veľmi pomaly.

Čo je OLE?

OLE je skratka pre prepojenie a vkladanie objektov. Až do polovice deväťdesiatych rokov tento termín opisoval technológiu spoločnosti Microsoft na realizáciu objektovo orientovaných systémov. Vývoj OPC začal práve v tejto dobe. Počas vývoja systému Windows NT, Distributed Component Object Model (DCOM) bol vyvinutý ako pokračovanie technológie OLE. Systém Windows NT bol rýchlo akceptovaný priemyslom a aj rýchlo rozširujúce sa HMI, SCADA systémy a DCSsystémy boli prispôbované tak, aby podporovali NT.

Čo je DCOM?

DCOM je skratkou pre Distributed Component Object Model a opisuje model objektu pre implementáciu distribuovaných aplikácií podľa Klient-Server-Paradigma(Vzor). Klient môže používať viacero serverov súčasne a server môže poskytovať svoju funkcionálnosť viacerým klientom súčasne.

Jadrom DCOM je termín interface – rozhranie. Objekty DCOM poskytujú svoje služby prostredníctvom rozhraní. Rozhranie popisuje skupinu súvisiacich metód (funkcií). Popis rozhraní definuje syntax a sémantika ponúkaných služieb.

Sémantika (t.j. presný význam argumentov, prípustné návratové hodnoty atď.) je zvyčajne definovaná v sprievodnej dokumentácii (napríklad špecifikácie OPC). Definícia syntaxe sa však robí v špeciálnom jazyku nazvanom *IDL (Interface Definition Language)*. Tento jazyk tiež definuje ako by mala vyzeráť binárna prezentácia takéhoto rozhrania. To znamená, že akýkoľvek klient môže volať metódy ľubovoľného objektu DCOM na serveri bez ohľadu na programové prostredie (programovací jazyk, kompilátora, verziu linkera atď.) v ktorom sú obaja vytvorený. Rozhrania sú označené globálnym, jedinečným 128 bitovým identifikátorom (*GUID, Global Unique Identifier*). Po definovaní a zverejnení DCOM rozhrania už ostávajú nemenné. Binárna kompatibilita DCOM objektov, ktorá je takto zaručená, je jedným zo základných princípov DCOM. DCOM objekty existujú na serveroch DCOM (komponenty). Existujú dva hlavné typy serverov: DLL alebo *InProc-Servers* a EXE alebo *OutProc-Servers*, ktoré obsahujú spustiteľný kód objektov. Objekty DCOM sú rozpoznateľné identifikátorom triedy (*CLSID*). Klient používa CLSID na spustenie komponentu DCOM. Pritom využíva funkcie DCOM knižnice. Následne môže klient požadovať rozhrania objektu a môže tieto rozhrania použiť na volanie metód. Umiestnenie objektu je pre klienta transparentné, pretože DCOM knižnica sa o to postará. Informácie potrebné na vykonanie týchto úloh možno nájsť v registri operačného systému.

Životný cyklus objektu DCOM sa riadi hodnotou interného referenčného počítadla. Referenčné počítadlo sa zvýšený o jeden pri každom požadovaní rozhrania a znížené o jeden, pri každom uvoľnení rozhrania klientom. DCOM objekt sa sám vymaže, ak referenčné počítadlo dosiahne hodnotu 0.

DCOM tiež definuje štandardné mechanizmy pre interakcie medzi serverom a klientom. Aby to bolo možné, musí klient realizovať objekt DCOM. Server potom volá metódy rozhrania tohto objektu – *Klient* a *Server* si vymieňajú svoje úlohy. V rámci OPC sa tento mechanizmus nazýva *callback* – spätné volanie.

Vývoj komponentov DCOM vyžaduje náročné know-how. Bezpečnostné mechanizmy DCOM a firewall sa navzájom vylučujú, takže DCOM sa nedá priamo používať cez internet. Z týchto a iných dôvodov spoločnosť Microsoft vyvinula nový koncept s názvom "*NET*".

Čo je .NET?

Spoločnosť Microsoft svojim .NET-om poskytuje nový vzor pre vývoj softvéru na platformách Windows.

Na základe moderných koncepcií, .NET framework poskytuje voliteľnú platformu pre vývoj internetových aplikácií, webových služieb a desktopových aplikácií. Ponúka značné výhody pre vývojárov, používateľov a systémových integrátorov.

Jadrom rozhrania .NET je *Common Language Infrastructure(CLI)*. CLI je štandardizované runtime prostredie pre ľubovoľný jazyk. Táto špecifikácia obsahuje spoločnú normu pre programové (objektovo orientované) jazyky – *Common Language Specification (CLS)* a ich *Common Type System (CTS)*.

Princíp je podobný *Java*: kompilátoru, kompilátor CLI jazyka nevytvára kód špecifický pre procesor, ale akýsi medzikód, ktorý sa nazýva *MSIL (Microsoft Intermediate Language)*. Tento kód je načítaný z prostredia runtime (*Common Language Runtime alebo CLR*) a následne prenesený do kompilátora Just in Time (JIT), ktorý vytvorí kód špecifický pre procesor počas behu.

Predtým než sa vytvorí kód špecifický pre procesor, kód MSIL sa skontroluje pomocou protokolu CLR: pri načítaní triedy sa kód overí. CLR tiež riadi prístup k externým zdrojom, ako sú súbory a sieťové prepojenia, a uvoľňuje prostriedky, ktoré už nie sú v prevádzke (Garbage Collection).

Tento koncept umožňuje spoluprácu komponentov bez ohľadu na jazyk, v ktorom boli vyvinuté: napríklad trieda môže byť definovaná v C # a odvodená vo VB.

Rámec .NET poskytuje veľmi výkonnú knižnicu tried a výrazne podporuje vývoj softvéru.

Čo sú Web services?

Celosvetová sieť sa čoraz viac využíva na komunikáciu medzi aplikáciami.

Dostupné programové rozhrania aplikácií sa nazývajú webové služby.

Vzhľadom na veľkú rozmanitosť hardvérových platforiem a rôznych operačných systémov, na ktorých tieto aplikácie bežia a kvôli rôznym programovacím jazykom, v ktorých sú tieto aplikácie vytvorené, nie je možné urobiť nejaké všeobecné predpoklady o aktivácii a deaktivácii aplikácií a implementovaných modelov objektov.

Aby bol možný vývoj aplikácií takýmto spôsobom, že sú interoperabilné a navzájom nezávislé, bolo treba špecifikovať dva aspekty:

- Aplikácie komunikujú prostredníctvom protokolu XML (SOAP) a
- Programovacie rozhrania sú popísané pomocou jazyka WSDL (Web Service Description Language).

OPC využíva aspekty nezávislej platformy a potenciálu internetu na splnenie požiadaviek rozšírenia implementačnej a aplikačnej základne pre produkty OPC.

S rastúcou distribúciou svojich produktov a rastúcim počtom komunikačných protokolov a systémov zberníc, výrobcovia softvéru čelili čoraz väčšiemu tlaku na vývoj a udržanie stoviek ovládačov. Veľká časť zdrojov týchto podnikov bola vyčlenená na rozvoj a údržbu komunikačných ovládačov.

V roku 1995 sa spoločnosti Fisher-Rosemount, Intellution, Intuitive Technology, Opto22, Rockwell a Siemens AG rozhodli riešiť tento rastúci problém a vytvorili pracovnú skupinu OPC. Členovia zamestnancov spoločnosti Microsoft sa tiež zúčastnili a poskytli technickú pomoc.

OPC Task Force (pracovná skupina) dostala za úlohu vypracovať štandard pre prístup k údajom v reálnom čase v operačnom systéme Windows na báze údajov (OLE) DCOM technológie OLE for Process Control¹ alebo OPC. Členovia pracovnej skupiny OPC pracovali intenzívne, takže už v auguste 1996 bola k dispozícii OPC Specification Version 1.0. V septembri 1996, počas výstavy ISA v Chicagu, vznikla nadácia OPC Foundation – ktorá odvtedy koordinuje všetky špecifikácie a marketingové práce.

Dôležitou úlohou OPC Foundation je reagovať na požiadavky priemyslu a zväžiť či ich možno brať za funkčné rozšírenie existujúcich špecifikácií, alebo či ich považovať ako novovytvorenú špecifikáciu OPC.

¹ Dokument OPC Overview pôvodný názov "OLE for Process Control" bol nahradený "Openness, Productivity & Collaboration", čo odráža skutočnosť, že OPC už nie je založená na technológii Microsoft OLE, ale na DCOM a webových službách.

Cieľom stratégie je rozšírenie existujúcich špecifikácií, definovanie základov nových špecifikácií a vykonávanie úprav s cieľom maximálnej novej kompatibility s existujúcimi verziami. V septembri 1997 bola zverejnená prvá aktualizácia špecifikácie OPC vo verzii 1.0A. Táto špecifikácia už nebola označená ako "OPC Specification", ale ako Data Access Specification. Definovala základné mechanizmy a spôsoby čítania a zápisu procesných dát. Táto verzia tiež slúžila ako základ pre prvé OPC produkty, ktoré boli vystavené na ISA Show 1997. Zváženie ďalšieho vývoja DCOM v spoločnosti Microsoft a priemyselných požiadaviek, vyvrcholilo v októbri 1998 vytvorením Data Access Specification Version 2.0.

Nie dlho po vydaní verzie 1.0A bolo možné vidieť potrebu špecifikácie rozhrania na monitorovanie a spracovanie udalostí a alarmov. Pracovná skupina vytvorená na vyriešenie tohto problému vypracovala špecifikáciu Alarms and Events Specification, ktorá bola uverejnená v januári 1999 ako verzia 1.01. Špecifikácia alarmov a udalostí definuje šírenie alarmov a udalostí zo strany servera na stranu klienta, ktoré (alarmy a udalosti) sú výsledkom spontánnych udalostí v rámci procesu.

Okrem získania údajov v reálnom čase a monitorovania udalostí je využívanie historických údajov ďalšou veľkou oblasťou v automatizácii. Už v roku 1997 začala práca na špecifikácii prístupu k historickým údajom Historical Data Access a bola dokončená v septembri 2000.

Definovanie a implementácia bezpečnostných stratégií pre použitie s komponentmi OPC má tiež veľký význam. Zodpovedajúca špecifikácia bola k dispozícii od septembra 2000 a má názov OPC Security Specification. Obzvlášť v oblasti priemyslu s dávkovým spracovaním (batch processing) boli predložené nadácii OPC dodatočné požiadavky, ktoré viedli k špecifikácii OPC Batch Specification.

Počas práce na verzii 2.0 špecifikácie prístupu k údajom (Data Access Specification) a ďalších špecifikácií sa ukázalo, že existujú prvky spoločné pre všetky špecifikácie. Tieto prvky boli kombinované do dvoch špecifikácií.

Dokument OPC Overview obsahuje vysvetľujúce stránky, zatiaľ čo OPC Common Definitions and Interfaces Specification obsahuje normatívne definície.

Zatiaľ čo jednoduché uvedenie do prevádzky a jednoduché nastavenie komunikácie medzi komponentmi OPC na lokálnom počítači podporili popularitu a rozšírené používanie technológie OPC, implementácia komunikácie OPC medzi vzdialenými počítačmi bola často komplikovaná a nedostatočná. Dôvodom boli vlastnosti DCOM a nastavenia zabezpečenia DCOM. Na jednej strane "skoro všade prítomný" DCOM na platformách spoločnosti Microsoft bol veľkým úspechom pre OPC, na druhej strane sa DCOM v mnohých prípadoch pre OPC tiež ukázal ako showstopper (prekážka brániaca v ďalšom pokračovaní). Funkcie a služby volané na vzdialených počítačoch alebo prístup k vzdialeným komponentom, ako napríklad Data Access alebo Alarm and Events serverom, je povolené alebo zablokovanie zabezpečením DCOM. Nastavenia zabezpečenia DCOM sú konfigurované pomocou nástroja Windows DCOMCNFG.EXE. Nastavenie zabezpečenia DCOM tak, aby fungovalo naozaj tak ako má, je veľmi komplikované a vyžaduje veľa odborných znalostí. Prístupové práva udelené používateľovi pri prihlasovaní do systému Windows musia byť upravené tak, aby zodpovedali nastaveniam zabezpečenia služby DCOM. Výsledkom toho bolo že aplikační inžinieri a systémoví integritóri sa väčšinou rozhodli zrýchliť proces udeľovaním veľmi širokých prístupových práv a tým väčšinou zakázali ochranu pred neoprávneným vzdialeným prístupom (priradením užívateľov do skupiny administrators – *poznámka autora*). Táto skratka je v rozpore s bezpečnostnými zásadami IT a predstavuje riziko vzniku škôd spôsobených nedbanlivosťou alebo sabotážou. Ďalšou nevýhodou je, že komunikácia komponentov Data Access a Alarms and Events, založená na DCOM, nie je možná cez firewally pomocou dynamického prekladu sieťových adres (NAT).

Od štandardizácie XML v roku 1998 boli vyvinuté nové technológie Web Service, vrátane protokolov XML SOAP (Simple Object Access Protocol), UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) a WSDL (Web Service Description Language). V roku 2002 spoločnosť Microsoft spustila nový .NET framework, ktorý je založený na XML, SOAP a Web Services. Nadácia OPC Foundation čoskoro rozpoznala význam XML a Web Services a vytvorila ďalšie pracovné skupiny: OPC XML-DA Specification definuje mapovanie Data Access Specification do Web Services pomocou XML a SOAP. To umožňuje používanie komponentov OPC cez Internet aj na platformách operačného systému bez podpory DCOM. Pracovná skupina Data Access 3.0 pridala nové funkcie do existujúcej špecifikácie Data Access Specification.

Špecifikácia OPC DX Specification definuje spôsob implementácie horizontálnej komunikácie medzi servermi priamo bez zahrnutia klienta. Zatiaľ čo OPC DX Specification bola implementovaná iba v niekoľkých produktoch OPC, ďalšia implementácia rozhrania XML-DA ako webovej služby na existujúcich serveroch Data Access ponúka zaujímavú možnosť v tom, že umožňovala komunikáciu naprieč sieťou počítačov. Komponenty XML-DA komunikujú prostredníctvom protokolu XML, t.j. výmenou XML blokov cez protokol HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). To robí použitie takejto komunikácie, na rozdiel od DCOM, veľmi ľahko nakonfigurovateľnú. Okrem toho môže bez problémov komunikovať aj cez firewally. Ďalším veľkým úspechom technológie OPC využívajúcej webové služby je jej prenosnosť do iných operačných systémov než Windows.

Úvahy o konverzii Alarms and Events Specification a Historical Data Access na webové služby viedli ku koncu roka 2003 k vytvoreniu pracovnej skupiny OPC Unified Architecture. Cieľom pracovnej skupiny bolo prehodnotiť špecifikácie, ktoré definujú prístup k procesným údajom, alarmov a udalostí a historických dát a ich premenu na webové služby tak, aby bol prístup k týmto údajom štandardizovaný. Tak sa zrodila zjednotená architektúra v krátkosti, OPC UA. Špecifikácia OPC UA obsahuje 13 častí a definuje nezávislý platformový framework interoperability, ktorý umožňuje riadiť procesné dáta, alarmy a historické dáta v jednom jednotnom adresnom priestore. Časť 1 až 5 bola uvoľnená už v roku 2006, po nej nasledovali ďalšie tri časti v polovici roka 2008. Kompletná verzia 1.01 špecifikácie OPC UA je k dispozícii od roku 2009.

V mnohých aplikáciách je vykonanie príkazov rovnako dôležité ako čítanie a písanie hodnôt. Na splnenie týchto požiadaviek bola vymedzená špecifikácia OPC Command Specification a v roku 2004 bola uverejnený koncept jej verzia. Špecifikácia sa však ďalej nevyvíjala, keďže práce na OPC UA už boli v plnom prúde. Podpora programových volaní a monitorovanie dlhodobých procesov boli definované ako požiadavky na OPC UA a boli popísané v časti 10 Programs špecifikácie OPC UA.

Keď OPC Unified Architecture predstavila novú generáciu technológií, vytvoril sa termín "Classic OPC" na rozlíšenie "starých" OPC špecifikácií založených na DCOM a novej OPC UA špecifikácie. Jednoduché používanie výrazov "starý" a "nový" na rozlíšenie mohlo viesť k mylnej predstave, že nová technológia OPC nahradila predchádzajúcu technológiu OPC. V skutočnosti je kľúčovým cieľom nadácie OPC Foundation chrániť investície v tisícoch OPC produktov založených na DCOM. Pozorne definovaná migračná stratégia zabezpečuje, že klasické produkty OPC a produkty OPC UA môžu bez problémov koexistovať a že sa dajú kombinovať a používať v tých istých projektoch.

Rýchly nárast počtu produktov OPC na niekoľko tisíc už v priebehu niekoľkých rokov od prvej špecifikácie ukazuje obrovské akceptovanie a úspech tejto technológie. OPC sa podarilo nielen vyvíjať sa z konceptu na priemyselnú úroveň už len v priebehu troch rokov, ale aj usadiť sa v prakticky všetkých oblastiach a segmentoch priemyselnej automatizácie v priebehu viac ako dvanásť rokov svojej existencie. Vďaka zavedeniu novej platformy nezávislej architektúry OPC Unified Architecture začala

technológia OPC dobýjať úplne nové oblasti, ako sú napríklad vstavané systémy a IT, a bola zavedená v aplikáciách, ako sú parametrizácie prístrojov, kde sa pred tým OPC len z ťažka presadzovala.

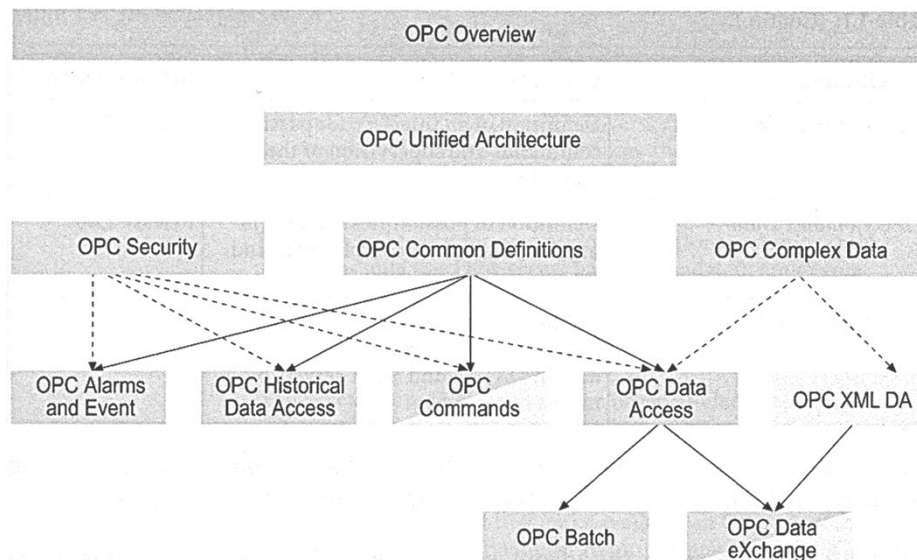
1.2. OPC prehľad

OPC je technologickou základňou pre jednoduché a efektívne prepojenie automatizačných komponentov s riadiacim hardvérom a zariadeniami v poli. Okrem toho poskytuje podmienky pre integráciu produktov a informačných systémov na úrovni spoločnosti, ako sú napr. Plánovanie Podnikových Zdrojov (Enterprise Resource Planing ERP) a Výrobné Informačné Systémy (Manufacturing Execution System MES). Procesné dáta na úrovni pol'a môžu byť uložené v Excely. OPC môže byť použité na archiváciu údajov o stavoch a produkčné údaje na úrovni riadenia v databáze alebo tieto dáta môžu byť ďalej spracované v systéme plánovania výroby. Komponenty OPC UA môžu byť zabudované do programovateľných logických automatov (PLC), distribuovaných riadiacich systémov (DCS), inteligentných brán (gateway), vzdialených vstupno-výstupných a iných zariadení a sprístupnené cez intranet alebo internet.

Momentálne väčšina inštalovaných OPC produktov, je stále založená predovšetkým na Distributed Component Object Model spoločnosti Microsoft (DCOM). Produkty vyvinuté podľa špecifikácie XML DA sú založené na webových službách. Prvé produkty OPC UA sa dodržiavajú prístupy objektovo orientovaného programovania.

Použitie týchto technológií znamená, že výrobcovia OPC serverov a klientov nie sú obmedzení z hľadiska zložitosti, funkčnosti a implementácie ich komponentov OPC. Najrozličnejšie komponenty od rôznych výrobcov OPC môžu spolupracovať, bez potreby ďalšej implementácie alebo adaptácie komunikačného rozhrania. Zložité vzájomné vzťahy, napr. závislosť softvéru od hardvéru, sú skryté vďaka abstraktnému rozhraniu. Kompletne komponenty (hardvér a softvér) je možné vymeniť za predpokladu, že je podporované rozhranie popísané v špecifikáciách. Výmena dát medzi komponentmi OPC na vzdialených počítačoch je pre používateľa transparentná. Znamená to, že výmena údajov je užívateľovi poskytovaná rovnakým spôsobom ako pre komponenty OPC v lokálnom počítači. Pokiaľ ide o bezpečnostné nastavenia, ktoré upravujú prístup ku komponentom OPC na vzdialených počítačoch, tu je rozdiel medzi implementáciami založenými na DCOM a webových službách.

Pre členov OPC Foundation sú technické špecifikácie OPC štandardov voľne dostupné a definujú súbory štandardných rozhraní pre rôzne oblasti použitia v automatizačnej technike. Tieto rozhrania umožňujú vysoko efektívnu výmenu dát medzi softvérovými komponentmi rôznych výrobcov.



Obrázok 1 - Dostupné špecifikácie OPC

2. OPC Unified Architecture

2.1. Úvod

OPC je nepochybne jednou z najúspešnejších noriem de facto od vynájdenia počítača. V súčasnosti si zákazník alebo používateľ môže vybrať z viac ako 20 000 produktov ktoré sú ponúkané viac ako 3 500 dodávateľmi. Milióny inštalovaných produktov na báze OPC sa používajú vo výrobných procesoch, automatizácii budov a mnohých ďalších odvetviach po celom svete. To robí z OPC technológie normu pre interoperabilnú výmenu dát medzi softvérovými aplikáciami od rôznych dodávateľov. OPC umožňuje automatický prenos dát v široko distribuovaných inštaláciach. OPC rozhrania poskytujú ľahko použiteľné, vysoko výkonné pripojenie medzi automatizačnými komponentmi, kontrolným hardvérom a zariadeniami v poli, čím premostuje hranice medzi heterogénnym svetom automatizácie. Technológia OPC sa dnes používa prakticky na všetky typy získavania údajov, vertikálnu a horizontálnu integráciu dát a správu dát. OPC je základným prepojením systémov HMI / SCADA na vizualizáciu procesov, DCS a PLC systémov, MES a ERP systémov. V prvých dňoch technológie Zo začiatku boli cez OPC rozhranie prenesené iba procesné dáta alebo jednotlivé parametre. Dnes sa OPC používa na prepravu celých ERP dokumentov, súborov parametrov, riadiacich sekvencií alebo ako jadro aplikácií určených na riadenie procesov.

Prečo sa teda chytať niečoho čo úspešne funguje niekoľko rokov po celom svete? Ako už bolo spomenuté v predošlej kapitole, OPC má svoje obmedzenia, ktoré vychádzajú aj z podstaty jeho implementácie založenej na DCOM. Sú to najmä:

- Prerušenie podpory COM/DCOM a nahradenie .NET
- Limitácie DCOM
- Komunikácia cez firewall
- Použitie OPC na iných platformách ako Windows
- Vysoko-výkonná komunikácia cez webové servisy
- Jednotný dátový model
- Podpora zložitých dátových štruktúr

- Komunikácia bez straty dát
- Zvýšené bezpečnosť voči neautorizovanému prístupu k dátam
- Podpora volania metód

2.2. Prehľad OPC UA špecifikácií

OPC Unified Architecture (UA) je sada špecifikácií rozdelených do viacerých častí - vrstiev. Je zámerne opísaná v abstraktných pojmoch a iba jedna časť opisuje ako použiť existujúcu technológiu na vývoj softvéru. Toto vrstvenie je zámerne a pomáha separovať zmeny v OPC UA od zmien v technológiách použitých na implementáciu.

Špecifikácie OPC UA sú organizované do viacdielného dokumentu, kde jednotlivé časti sú rozdelené do nasledujúcich skupín:

- Core Specification
- Access Type Specification
- Utility Specification

Prvá sada špecifikuje základné možnosti OPC UA. Tieto základné funkcie definujú koncept a štruktúru *AddressSpace* (adresného priestoru) a služieb ktoré ho spravujú. Sada *AccessType* zahŕňa základné funkcie špecifických typov prístupov k dátam, ktoré boli predtým riešené osobitnými špecifikáciami OPC Classic, ako napríklad *Data Access* (DA), *Alarms & Conditions* (A&C) a *Historical/Access* (HA). Špecifikácia *Utility Specification* definuje ďalšie koncepty UA, ako je proces *zistovania* (*discovery*) *UA serverov* *discovery* alebo všeobecné zoskupenia. Proces zisťovania nemá priamy vplyv na výmenu údajov, ale zohráva veľmi dôležitú úlohu v interoperabilite procesu.

OPC UA Špecifikácia	
Core Specification	Access Type Specification
Part 1 - Overview & Concept	Part 8 - Data Access
Part 2 - Security Model	Part 9 - Alarms & Conditions
Part 3 - Address Space Model	Part 10 - Programs
Part 4 - Services	Part 11 - HistoricalAccess
Part 5 - Information Model	
Part 6 - Service Mappings	Utility Specification
Part 7 - Profiles	Part 12 - Discovery
	Part 13 - Aggregates

Obrázok 2 - 13 častí OPC UA Špecifikácie

Popis jednotlivých častí špecifikácie:

- *Part 1 – Overview and Concepts*: predstavuje koncepty a prehľad OPC UA.
- *Part 2 – Security Model*: popisuje model zabezpečenia OPC UA a zabezpečenie interakcie servera a klienta.
- *Part 3 – AddressSpace Model*: popisuje obsah a štruktúru adresného priestoru OPC UA servera.
- *Part 4 – Services*: špecifikuje servisy OPC UA servera
- *Part 5 – Information model*: špecifikuje štandardizované informačné typy ktoré OPC UA používa na sprístupnenie vnútorných procesov v reálnom čase.
- *Part 6 – Mapping*: špecifikuje mapovanie a kódovanie dát v OPC UA.

- *Part 7 – Profiles*: predstavuje koncept profilov a definuje dostupné profily ktoré združujú servisy alebo funkcie.
- *Part 8 – Data Access*: špecifikuje ako použiť OPC UA na prístup k dátam.
- *Part 9 – Alarms and Conditions*: špecifikuje ako OPC UA podporuje Alarms and Conditions.
- *Part 10 – Programs*: špecifikuje ako OPC UA podporuje prístup k programom.
- *Part 11 – Historical Access*: špecifikuje ako OPC UA podporuje archivované dáta a udalosti.
- *Part 12 – Discovery* vysvetľuje koncept *Discovery Server* a popisuje ako má OPC UA klient a server vzájomne spolupracovať aby rozpoznali vzájomné spojenie OPC UA.
- *Part 13 – Aggregates*: popisuje spôsoby združovania dát.

Prehľad a Koncept (Part 1 - Overview and Concept)

Táto časť opisuje ciele OPC UA a vysvetľuje ako ich dosiahnuť:

- *AddressSpace* a *Information Model* popisuje štruktúru, správanie sa, sémantiku a infraštruktúru vnútorných systémov OPC UA.
- Model správ vzájomnej komunikácie medzi aplikáciami.
- Komunikačný model prenosu správ cez sieť.
- Model prispôsobenia (conformance) zabezpečuje interoperabilitu medzi systémami.
- Model zabezpečenia zaručuje bezpečnosť a autorizovaný prístup servera, klienta, integritu dát a kódovanie.

Model zabezpečenia (Part 2 - Security Model)

Táto časť opisuje bezpečnostný model OPC UA. OPC UA poskytuje protiopatrenia, ktoré odolávajú hrozbám, ktoré môžu vzniknúť v prostredí, v ktorom bude nasadené. Navrhovaná architektúra je štruktúrovaná v aplikačnej vrstve *Application Layer* a v komunikačnej vrstve *Communication Layer*. Bezpečnostná politika *Security Policy* je súčasťou popisu tzv. *End Point – koncového bodu*. Server môže mať niekoľko koncových bodov s rôznymi (alebo rovnakými) bezpečnostnými pravidlami. Aby klient vytvoril spojenie so serverom, musí vybrať End Point servera. Koncové body servera vie klient nájsť prostredníctvom *discovery* (vyhľadávania). Zabezpečenie zahŕňa aj bezpečnosť na úrovni klienta.

Adresný priestor (Part 3 - AddressSpace)

Nie je pochyb o tom, že informačné technológie a riadenie procesov musia byť integrované, aby mohli profitovať z makro optimalizácie a synergie, ale na ich vzájomnú integráciu musia tieto systémy spolupracovať. Interoperabilita je výmena informácií, ale na výmenu informácií, je treba tieto informácie reprezentovať ako dátový prenos z počítača. Kľúčová vlastnosť konceptu *AddressSpace* je prezentovanie procesného prostredia, dáta v reálnom čase a správania sa procesov v reálnom čase spôsobom, ktorý je zrozumiteľný rôznym systémom.

Servisy (Part 4 - Services)

Služby OPC UA popísané v tejto časti sú kolekciou abstraktných vzdialených volaní procedúr, ktoré majú byť implementované servermi a volané klientmi. Služby sú považované za abstraktné, pretože v tejto časti nie je definovaná ich konkrétna implementácia. Časť *Mappings* opisuje konkrétne mapovanie konkrétnym implementáciami. Rozdelenie definície a implementácie služieb umožňuje jednoduché prijímanie novovznikajúcich technológií pridaním nových mapovaní.

Informačný model (Part 5 - Information Model)

Aby AddressSpace dokázal zrozumiteľne sprostredkovať dáta rozličným systémom, časť *Informačný model* štandardizuje zobrazovanie informácií ako dáta určené pre počítač. Na podporu interoperability, Informačný model definuje obsah adresového priestoru OPC UA servera. Tento obsah môže byť chápaný ako východzí prehľadávač, ktorý sa dá použiť na vyhľadanie všetkých informácií relevantných pre každého klienta. Definície uvedené v tejto časti sú považované za abstraktné, pretože nedefinujú žiadne konkrétne zobrazenie. Aby bolo riešenie otvorené novým technológiám, mapovanie reprezentácií je posunuté do časti mapovania *Mappings part*. Aj vďaka tomu sú riešenie navrhnuté v tomto modeli rozšíriteľné.

Mapovanie (Part 6 - Mappings)

Táto časť definuje Mapovanie medzi abstraktnými definíciami obsiahnutými v špecifikácii (napr. v častiach: Informačný model, Služby, Bezpečnostný model) a technológiami, ktoré sa dajú použiť na ich implementáciu. Mapovania sú rozdelené do troch skupín: kódovanie dát, bezpečnostné protokoly a transportné protokoly. Rôzne mapovania sa navzájom kombinujú, aby sa vytvorili *Stack Profiles*.

Profily (Part 7 - Profiles)

Táto časť opisuje profily OPC UA ako skupiny služieb alebo funkcií. Jednotlivé funkcie sú zadelené do skupín, ktoré sú ďalej zoskupené do Profilov. Všetky OPC UA aplikácie musia mať implementovaný aspoň jeden Stack Profil a môžu komunikovať len takými OPC UA aplikáciami, ktoré majú implementovaný rovnaký Stack profil. Na certifikáciu a testovanie klientov a serverov sa používajú ich profily. Profily používajú aj servery a klienti na popis funkcií, ktoré podporujú.

Dátový prístup (Part 8 - Data Access)

Táto časť opisuje *Informačný model* spojený s modelom *Dátového prístupu* (DA). Hlavne obsahuje dodatočnú definíciu premenných a typov a dopĺňa opis objektov AddressSpace. Táto časť obsahuje aj ďalšie opisy *Node Class* a *Atribútov* potrebných pre DA, ako aj špecifické využitie služieb služby DA na prístup k procesným údajom.

Alarmy a Podmienky (Part 9 - Alarms and Conditions)

Táto časť popisuje zobrazenie konfigurovateľných stavov v OPC UA AddressSpace a zavádza koncepcie *Podmienky*, *Dialog*, *Potvrdiviteľné podmienky*, a *Alarmy*. Na sprostredkovanie vyššie uvedených informácií je potrebné rozšíriť *Informačný model*.

Programy (Part 9 - Programs)

Táto časť rozširuje pojem *Metódy* a zavádza koncept *Programov* ako komplexného stavového automatu na serveri alebo základného systému, ktorý môže byť vyvolaný a spravovaný OPC UA klientom. Tieto definície popisujú štandardné zobrazenie *Programov* v adresnom priestore *AddressSpace* servera a metódy, ktoré možno použiť na správu programov.

Prístup k archivovaným dátam (Part 9 - Historical Access)

Táto časť opisuje rozšírenie *Informačného modelu* spojeného s *Historical Access* (HA). Obsahuje hlavne ďalšie a dopĺňujúce definície reprezentácie archivovaných údajov a udalostí. Okrem toho táto časť pokrýva HA špecifické *Služieb*, ktoré sprístupňujú archivované údaje a .udalosti.

Objavovanie (Part 10 - Discovery)

Hlavným cieľom tejto časti je popísať proces *Objavovania*, ktorý umožňuje klientom nájsť servery v sieti a zistiť ako sa k nim pripojiť. Táto časť popisuje interakciu UA klientov a serverov, ktorá slúži na

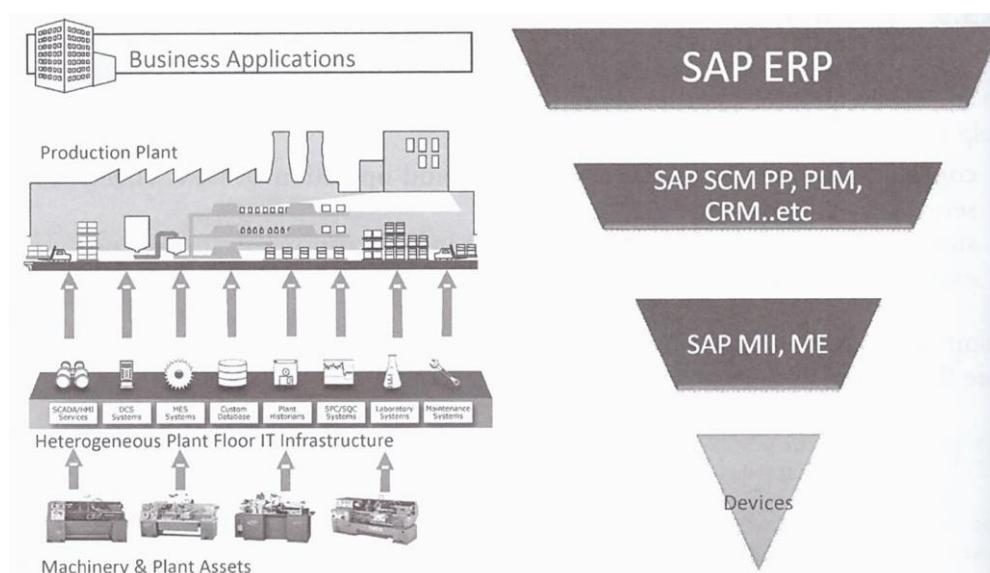
výmenu informácií o prostriedkoch dostupných v sieti v rôznych scenároch. Na dosiahnutie tohto cieľa je zavedená koncepcia *Discovery Servera*, ktorý je zástupcom globálnych informácií. Jeho hlavnou úlohou je spravovať informácie dôležité pre lokálne zdroje. Časť *Discovery* popisuje ako objavovať aplikácie UA pri používaní bežných adresárových protokolov ako sú UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*) a protokol LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*).

Agregácie (Part 10 - Aggregates)

Táto časť špecifikuje *Informačný model* spojený s *Agregačnými funkciami* a opisuje spôsob výpočtu ako minimálny, maximálny, priemerný atď. Agregáčné funkcie sa môžu použiť so základnými (živými) údajmi, ako aj s historickými údajmi (HA).

3. Prípadové použitie OPC UA v spolupráci s SAP

SAP rozvíja perfektnú víziu továrne. Dokonalá továreň optimalizuje využitie výrobných prostriedkov a zvyšuje výkonnosť výroby v súlade s podnikovými plánmi a cieľmi. Poskytuje schopnosť reagovať v reálnom čase, tak aby sa dosiahli zvýšené výnosy, využili aktíva na plnenie cieľov objednávok². Dnešné globálne distribuované výrobné prostredie vyžaduje integráciu údajov v reálnom čase z existujúcich rozdielnych podnikových systémov spolu s podnikovými aplikáciami, ako je plánovanie podnikových zdrojov (*Enterprise Resource Planing*), riadenie dodávateľského reťazca (*Supply Chain Management*) a riadenie životného cyklu produktu (*Product Life-Cycle Management*). Okrem koordinácie výroby v celom výrobnom podniku, spoločnosti musia zabezpečiť najvyššiu úroveň spokojnosti zákazníkov, dosiahnuť celkový súlad s normami i predpismi a splniť ciele kvality. Zvyšovanie nákladov na energiu núti spoločnosti aby prehodnotili dlhodobé stratégie v sieti dodávateľského reťazca. „Z prieskumu vyplynulo, že 98% opýtaných výrobcov uviedlo, že ceny energií už mali vplyv na ich podnikanie a 81% tvrdí, že ich vedúci pracovníci sú v súčasnosti viac zameraní na prevádzku spotrebu energií v dodávateľskom reťazci.“³ Výrobné závody sa pokúšajú riešiť tieto problémy tým, jednotlivé časti ich systémov budú lepšie spolupracovať. A to tým, že si vymieňajú údaje v reálnom čase, ktoré pomáhajú pochopiť aktuálny stav procesov v továrni.



Obrázok 3 - Prierez vrstvami fabriky používajúcej SAP ERP

SAP je kľúčovým hráčom vo výrobných riešeniach. Pomocou SAP Manufacturing Execution aplikácie spoločnosti Visiprise je možné kontrolovať a realizovať výrobu v dielňach alebo halách a spájať výrobné operácie naprieč podnikom. Aplikácia v sebe integruje plánovanie podnikových zdrojov, umožňuje spätný tok informácií medzi výrobnou plochou a zvyškom podniku - riadenie, financie a účtovníctvo, HR. Aplikácia uľahčuje procesy vrátane realizácie vo výrobe, sledovateľnosti, sledovania práce, prenosu výroby, testovania a opravy. Zachytáva, zdieľa a ukladá údaje, ktoré určujú, ako sa výrobok vyrába, a potom generuje reporty, čo umožňuje rýchle rozpoznanie a reakciu na konfiguráciu alebo zmeny kvality. Výsledkom je vyššia kvalita a nižšie náklady.

² z Pursuit of the Perfect Plant, SAP White Paper (www.sap.com/manufacturing)

³ Industry Directions: Small Companies Use Supply Chain Strategy to Onset Rising Energy Costs. Executive Brief. 2005.

3.1. SAP v podnikovej výrobe (Shop-Floor)

SAP ERP systém je často aplikáciou, ktorá riadi celý biznis proces v podniku, kde je SAP SCM (Supply Chain Management). V SAP riešeniach pre výrobu zohráva modelovanie podnikových štruktúr pomocou SOA (architektúra orientovaná na služby) kľúčovú úlohu v získaní flexibility a zvýšení výkonu. V podnikovom SOA sú základnými stavebnými kameňmi serisy ktoré vytvárajú rámec, na ktorom je aplikácia vytvorená. Použitie operačnej paradigmy založenej na princípoch SOA v riadení dodávateľského reťazca sa procesný tok medzi operáciami (napr. ako je vytváranie objednávok, spracovanie a inventarizácia, obstarávanie, výroba a distribúcia) stáva interaktívnejším, automatizovanejším a zefektívňuje proces dodávateľského reťazca.

Schopnosť zhromažďovať informácie z viacerých zdrojov umožňuje koordináciu výrobných funkcií s dátovými systémami na vytvorenie jedného komplexného výrobného záznamu. Prostredníctvom rozhraní založených na rolách môžu používatelia od výrobnéj haly až po zasadiacu miestnosť pristupovať k informáciám v reálnom čase, čo im pomáha pracovať efektívnejšie. S využitím aktuálnych údajov o všetkých operáciách môže podnik zefektívniť a posilniť rozhodovacie procesy a dokonca odstrániť časovo náročné výrobné stretnutia. Na dosiahnutie tohto cieľa je potrebná bezproblémová integrácia zariadení s podnikovými systémami. Produkty spoločnosti SAP, ktoré sú vybavené najnovšími technológiami, ako napríklad OPC-UA, dokážu ľahko zvládnuť a efektívne spájať podnikovú vrstvu s výrobou na pracovisku.

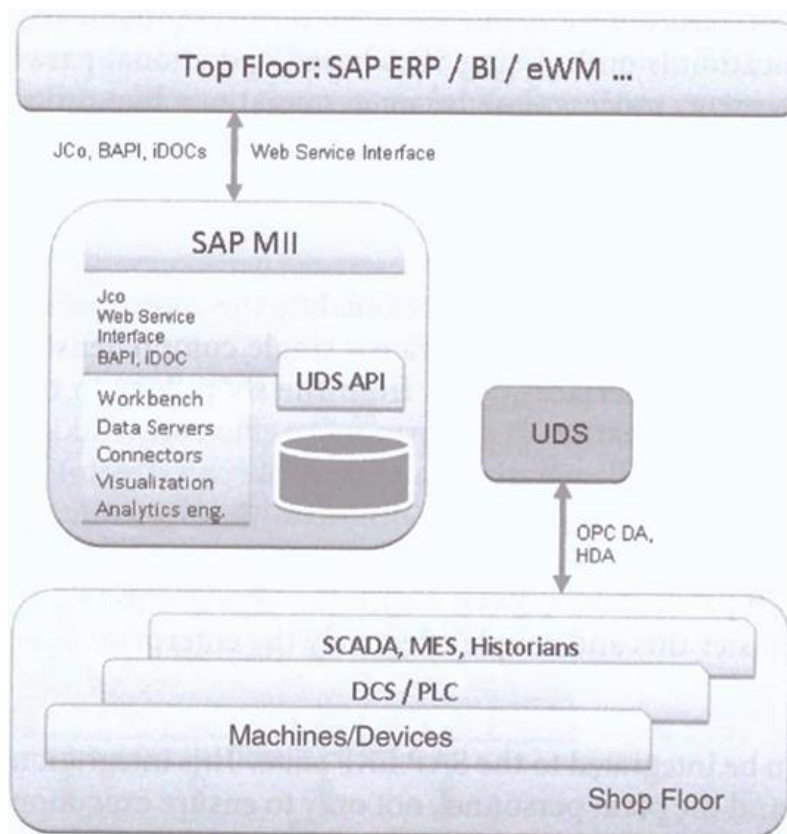
Naviac produkčné systémy výroby vo fabrikách môžu byť integrované do systému *SAP ERP suite*. Táto integrácia je nevyhnutná pre podnik a personál závodu, a to nielen na zabezpečenie realizácie plánovanej výroby, ale tiež aby výroba dokázala rýchlo reagovať na dynamické udalosti vznikajúce ktoré odrážajú požiadavky zákazníkov. Údaje o produktivite sú napríklad kľúčovým prvkom pri analýze *bottleneck* (časovo najnáročnejšie miesto vo výrobnom procese) a zlepšovaní efektivity strojov. *SAP Manufacturing Integration and Intelligence* (SAP MII) je modulárna aplikácia, ktorá pomáha výrobným závodom riešiť spomenuté problémy. SAP MII poskytuje podnikovej výrobe špecifické funkcie ako napríklad riadenie zdrojov, riadenie kvality, štatistické postupy a podporu a vykonávanie biznis pravidiel na hladkú integráciu do SAP ERP. Softvér SAP MII umožňuje podnikom zhromažďovať a kombinovať údaje z procesu výroby a SAP ERP systému. Pomocou grafického rozhrania SAP MII Workbench z týchto dát vytvára modulárne aplikácie. Takéto aplikácie poskytujú úplnú transparentnosť výrobných procesov. Okrem toho SAP MII tiež zlepšuje interpretáciu údajov tým, že poskytuje súbor štatistických nástrojov na generovanie správ o historických údajoch. Môžu byť tiež efektívne použité na generovanie údajov KPI v reálnom čase.

3.2. Integrácia SAP MII v podnikovej výrobe (Shop-Floor)

Integrácia so SAP MII môže byť uskutočnená viacerými spôsobmi. Najčastejšie sa na to používa prepojenie s databázou alebo klientom OPC. Až do vydania verzie 12.0, SAP MII poskytovala OPC DA, HDA a príslušné rozhrania cez univerzálneho zdroja dát *Universal Data Source* (UDS). SAP MII UDS verzia 4.0 podporuje špecifikácie OPC DA 2.05A a 3.0⁴. Treba však poznamenať, že špecifikácia 1.0 OPC nie je podporovaná xMII UDS. OPC HDA alebo OPC Historical Data Access, je ďalším rozhraním, ktoré možno použiť na sprístupnenie historických procesných dát systému. V súčasnosti SAP MII UDS podporuje len revíziu rozhrania 1.20A⁵.

⁴ SAP MII . <http://www.beckhoff.com/english.asp?press/news0408.htm>, Last accessed January 2009

⁵ V dobe vydania knihy OPC Unified Architecture 4th rev.Ed. – júl 2010



Obrázok 4 - OPC pripojenia s použitím UDS v SAP MII v12.0

Špecifikácia OPC HDA podporuje dotazovanie aktuálnych a historické dát, interpolované historické grafy a štatistické informácie. Všetky spomenuté funkcie sú prístupné cez SAP MII OPC HDA UDS. SAP MII UDS je základným komponentom konektivity zariadení v poli s ERP v systéme SAP MII 12.0. SAP MII UDS jednoduchým spôsobom integruje svet SAP ERP so systémami v *shop-floor* komponentov a štandardov UDS, ako sú OPC DA a HDA. Avšak komponenty UDS komunikujú pomocou mechanizmov dotazu / odpovede. Pokročilý komunikačný mechanizmus, ktorý využíva oznamovanie udalostí *event notification* a *subscription*⁶, je predstavený v ďalšej generácii softvéru pre integráciu s podnikovou výrobou s názvom SAP Plant Connectivity (SAP PCo).

3.3. Súčasný trendy

Bežná veľkosť stredne veľkého výrobcu má 4 až 8 lokácií, kde sa uskutočňuje výroba. Vo veľkom podniku by takéto výrobné miesta pokrývali celú zemeguli, čo do počtu by to mohlo byť viac ako 20 fabrík, ktoré potrebujú vzájomnú interakciu, monitorovanie údajov a procesov v reálnom čase. Obecne fabriky používajú stroje a zariadenia rôznych výrobcov, dokonca veľké podniky môžu byť závislé na technológii lokálnych dodávateľov. Takže produkčné dáta z takýchto fabrík sú rôznorodé vzhľadom na to že pochádzajú z hardvéru rôznych dodávateľov a na komunikáciu sa používajú rôzne protokoly. V takýchto situáciách služby založené na paradigmách zohráva dôležitú úlohu pri integrácii systémov, zhromažďovaní a vyhodnocovaní údajov.

Takmer 80% výrobných systémov je založených na Microsoft technológiách ako DCOM. Avšak s OPC, ako aj ďalšími technológiami zameranými na webové služby ako prostriedok integrácie heterogénnych

⁶ *odber* - odosielateľ správy neinformuje prijímateľa o doručení. Prijímateľ správy ju spracuje, až keď ju potrebuje.

systémov, sa veci menia. Spoločnosť Microsoft s ďalšími spoločnosťami tiež zaviedla štandard pre hostovanie webových služieb na zariadeniach nazývaných Device Profile for Web Service (DPWS [8]).

Implementácia tohto balíka existuje v operačnom systéme Microsoft Vista a Windows CE v6. Zariadenia DPWS, ktoré spúšťajú systém Windows CE 6, môžu hostiť webové služby priamo na nich a poskytovať ich funkčnosť ako zistiteľnú službu. Môžu poskytovať služby, ktoré môžu získať informácie o metadátach, kontexte a dodávateľovi, dokonca poskytnúť mechanizmy na dynamické nasadenie konfigurácie. Takéto zariadenia sú v budúcnosti predvídateľné [2-4]. Aplikácia SAP MII poskytuje podporu webových služieb, ktorá priamo využíva koncové body služby. Ak chcete zistiť tieto koncové body, zásobník DPWS implementuje aj mechanizmus WS-Discovery. To by mohlo pomôcť identifikovať koncové body služby dynamicky. Spoločnosť SAP Research pracuje v rámci projektu SOCRADES spolu so spoločnosťami SIEMENS, ABB a Schneider Electric na týchto konceptoch a prototypuje architektúru, ktorá dokáže lepiť ako DPWS, OPC-UA, tak aj niekoľko ďalších špecifických protokolov pre integráciu zariadení, aby sa zjednodušilo pripojenie k zariadeniu [9] [11].