



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Roman HURT

DATOVÁ ROZHRANÍ V CIM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1998

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: 23 - 19 - 8 Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

DATOVÁ ROZHRANÍ V CIM

KVS - VS - 88

HURT Roman

Vedoucí práce : Dr. Ing. František Manlig - KVS

Konsultant :

Počet stran : 69

Počet tabulek : 4

Počet obrázků : 26

Počet příloh : 1

Počet diagramů: -

Datum: v Liberci 27. Května 1998

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra : výrobních systémů

Školní rok : 1997/98

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Romana HURTA

obor (23 - 29 - 8) Výrobní systémy

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č.172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Datová rozhraní v CIM

Zásady pro vypracování :

1. Úvod do problematiky CIM (rozbor a vyhodnocení současného stavu, trendy vývoje).
2. Předpoklady a požadavky na komunikaci uvnitř systémů CAX.
3. Příklad komunikace mezi systémy CAX.
4. Zhodnocení, závěr.

Rozsah grafických prací : dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 50 - 60 stran

Seznam odborné literatury :

- 1/ Gregor, M./Košturiak, J.: Podnik v roce 2001. Praha, Grada 1993
- 2/ VDI-Gemeinschaftsausschuß CIM (Hrsg.): Kommunikations- und Datenbanktechnik.
VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1991
- 3/ Tuzemské a zahraniční časopisy

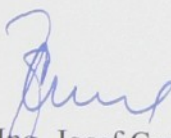
Vedoucí diplomové práce : Dr. Ing. František Manlig

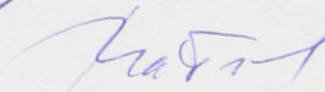
Konsultant :

Zadání diplomové práce: 31.10.1997

Termín odevzdání diplomové práce: 29.5.1998




Doc. Ing. Josef Cerha, CSc.
Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ludvík Prášil, CSc.
Děkan

V Liberci dne 31.10.1997

ANOTACE

Označení DP: 88

Řešitel: HURT Roman

Téma: Datová rozhraní v CIM

Anotace: Práce se zabývá problematikou v oblasti počítačem integrované výroby (CIM) a novými vývojovými trendy na ni navazujícími. Práce je zaměřena zejména na integraci a komunikaci CAx systémů a také obsahuje názorný příklad komunikace a integrace softwarů ABRA Gold a AutoCAD.

Theme: Data interfaces in CIM

Annotation: This diploma thesis focuses on Computer Integrated Manufacturing (CIM) & new development trends connected. Particularly, communication & integration of CAx systems, are analyzed here, and the thesis is concluded by a model example of communication & integration of softwares ABRA Gold & AutoCAD.

Deset. třídění: DT 621.9

Klíčová slova: CIM, CAx systémy, integrace, komunikace

Zpracovatel: TU v Liberci - KVS

Dokončeno: 1998

Archivní označení zprávy:

Počet stran : 69

Počet tabulek : 4

Počet obrázků : 26

Počet příloh : 1

Počet diagramů: -

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci 27. Května 1998


.....

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl velmi poděkovat rodičům za podporu při studiu na vysoké škole. Dále bych rád poděkoval Dr. Ing. Františku Manligovi za vedení diplomové práce a za cenné připomínky k uvedenému řešení.

OBSAH

POUŽITÉ OCHRANNÉ ZNÁMKY.....	7
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	8
1. ÚVOD	10
2. CIM.....	11
2.1. CO JE TO CIM.....	11
2.2. PPS.....	18
2.3. CAD/CAM.....	20
2.3.1. CAD - Computer Aided Design.....	21
2.3.2. CAM - Computer Aided Manufacturing	23
2.3.3. CAPP - Computer Aided Process Planning.....	25
2.3.4. CAQ - Computer Aided Quality.....	28
2.4. NEDOSTATKY PŘI BUDOVÁNÍ CIM	30
2.5. EKONOMICKÉ UKAZATELE PŘI ZAVEDENÍ CIM	32
2.6. JAKÉ METODY A SYSTÉMY NAVAZUJÍ NA CIM.....	33
2.6.1. Agilní podnik.....	33
2.6.2. Fraktálová továrna	34
2.6.3. Integrovaný podnik	34
2.6.4. Lean Production (Štíhlá výroba)	35
3. PŘEDPOKLADY A POŽADAVKY NA KOMUNIKACI UVNITŘ	
SYSTÉMŮ CAx	39
3.1. INTEGRACE V CIM.....	39
3.1.1. Teoretická východiska integrace v CIM	39
3.1.2. Manuální přenos dat.....	41
3.1.3. Formátované soubory.....	42

3.1.4. Konverzní programy	42
3.1.5. Společná databáze	43
3.1.6. Integrované programové řešení.....	43
3.1.7. Distribuovaná databáze	43
3.2. NORMY A STANDARDY VYUŽÍVANÉ V CIM.....	44
3.3. CAD - PPS	47
3.4. CAD - PPS - INTEGRACE	50
3.5. CAD-CAPP-DNC	51
3.6. CAD - CAQ	52
3.7. CAPP-CAQ	53
3.8. PPS - CAQ	54
3.9. CAM - CAQ	55
3.10. PPS - CAPP	55
3.11. PPS - CAM	56
4. PŘÍKLAD KOMUNIKACE MEZI SYSTÉMY CA_x	57
4.1. ABRA GOLD.....	57
4.2. AUTOCAD	58
4.3. VLASTNÍ PŘÍKLAD	58
5. ZÁVĚR	66
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	68
PROHLÁŠENÍ K VYUŽÍVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	69

Použité ochranné známky

AutoCAD	je registrovaná ochranná známka Autodesk, Inc.
Genius	je registrovaná ochranná známka KYE Systems Corporation
IBM, IBM PC	jsou registrované ochranné známky International Business Machines Corporation, England
MS DOS, Windows	jsou registrované ochranné známky Microsoft Corporation, Inc., USA

Názvy ostatních produktů v této práci mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

Seznam použitých zkratk

CIM	Computer Integrated Manufacturing
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Quality Assurance
PPS	Production Planning System
JIT	Just in Time
MRP	Manufacturing Resource Planning
OPT	Optimized Production Technology
MKP	Metoda konečných prvků
TQM	Total Quality Management
RAMP	Rapid Acquisition of Manufactured Parts

1. ÚVOD

Dnešní doba se opět vyznačuje překotným nástupem počítačů do oblasti řízení podniku. Přes různé nové trendy (Lean Production, Fraktálová továrna ...) se problematika CIM ukazuje jako stále aktuální. CIM se dostává do nových dimenzí a odborníci ho nazývají jako CIM 2.generace, a proto je důležité zamyslet se nad jeho dalším vývojem.

Cílem této práce je zamyslet se nad vývojem v oblasti CIM a podrobně rozebrat integraci a vzájemnou komunikaci mezi systémy CAx.

Práce se skládá ze tří hlavních kapitol. Druhá kapitola se zabývá problematikou CIM a novými trendy vývoje (Lean Production, Agilní podnik...). Třetí kapitola pojednává o integraci a komunikaci mezi systémy CAx. Další kapitola se věnuje softwaru ABRA Gold a AutoCAD. Na vlastním příkladu je ukázána komunikace a integrace těchto dvou softwarů. V příkladu je také naznačena integrace a komunikace softwaru ABRA Gold s ostatními CAx systémy.

2. CIM

2.1. Co je to CIM

Pojem CIM použil poprvé Joseph Harrington v roce 1969. V té době však ještě nebyla technika na takové úrovni, aby bylo možné tuto myšlenku realizovat. Na cestě k CIM můžeme sledovat tyto mezníky [1]:

1970 - začátek práce na systému standardů pro komunikaci softwaru a hardwaru - **ISO (International Standards Organisational)**

1970 - Hanratty vyvíjí jednu z prvních aplikací typu CAD/CAM - AD 2000 a aplikuje ji ve své vlastní firmě

1973 - první aplikace programového systému **VCSAP - (Vehicle Structural Analysis Programme)**, jehož pomocí se firma General Motors dostala na špičku vývoje systémů vedoucích k CIM. S podporou tohoto systému byl připraven nový model automobilu s použitím počítačové simulace a s úsporou devíti měsíců.

1974 - projekt počítačem podporované výroby
Air Force Computer-Aided Manufacturing (AFCAM)

1975 - počítačem integrovaná výroba - projekt systému, který iniciovala firma Wright-Patterson Air Force base pod označením **ICAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing)**

1976 - z bývalých pracovníků NASA base, kteří se zúčastnili na projektu přistání člověka na Měsíci, se formuje firma **Intergraph**, která později získává vedoucí postavení v oblasti počítačové grafiky

1976 - konference IFIP ve Francii, kde je poprvé definována metodologie počítačové grafiky pod standardem **GKS**

1978 - ISO publikuje sedmivrstvý model **OSI (The Open Systems Interconnection)**

1980 - **ANSI (American National Standards Institute)** prezentuje první mezinárodní komunikační standard - **IGES (International Graphics Exchange Standards)**

- 1980 - první aplikace CAD/CAM na bázi 32bitových procesorů
- 1980 - automatizovaný závod Fanuc v Japonsku vybudovaný s investicemi 84 mil. dolarů
- 1981 - začíná se projevovat trend využívat malé počítače přímo na pracovištích, především při podpoře inženýrských činností
- 1981 - propojování CAD a přenos údajů do NC programování, aplikace MRP, integrace se začíná stávat realitou
- 1981 - po deseti letech vývoje a 50 mil. dolarů investic se uvádí do provozu pružný výrobní systém firmy Messerschmitt-Bolkow-Blohm, s více prvky připomínajícími CIM
- 1982 - je zkompletována hlavní část systému **ICAM**
- 1982 - je publikována verze **IGES 2.0**
- 1982 - General Motors definuje systém **MAP (Manufacturing Automation Protocol)** jako standard pro komunikaci v podniku a ohlašuje nákup produktů kompatibilních s MAP. Je vytvořena verze **MAP 1.0**
- 1982 - začíná široká aplikace systémů **FMS**
- 1983 - rozšíření používání 32bitové technologie
- 1983 - v aplikacích CAD/CAM se začíná komerčně používat **solid modelování**
- 1984 - na trh se dostává **MAP 1.1**
- 1984 - první veřejné předvádění propojení s podporou MAP v Las Vegas. V předváděcí akci jsou zapojeny firmy **Hewlett-Packard, IBM, DEC Gould a Allen-Bradley**
- 1984 - General Motors instaluje první pilotní projekt aplikace MAP v závodě Hamtrack
- 1985 - na trh se dostávají verze **MAP 2.0 a MAP 2.1**
- 1985 - firmy Boeing a General Motors připravují demonstraci propojení **MAP/TOP (Technical Office Protocol)**
- 1986 - zahájení vývoje **IGES 3.0**
- 1987 - ukončení projektu **ESPRIT I** (Velká Británie - 145 projektů, Francie - 141 projektů, NSR - 122 projektů, Itálie - 83 projektů)
- 1987 - **EEC** ohlašuje programy **TEDIS (Trade Elektronik Data Interchange Systems)** a **EDI (Elektronik Data Interchange)**
- 1987 - je publikován systém **MAP 2.2**

1988 - startuje program ESPRIT II v hodnotě 5 bilionů dolarů s těžištěm v následujících oblastech:

- VLSI (Very Large- Scale Integration)
- vizuální systémy
- distribuovaná inteligence
- robotika
- senzory
- znalostní systémy
- distribuované systémy

1989 - normování propojení v systémech CIM

1989 - první ekonomické bilance systémů CIM a projekty počítačové integrace malých a středních podniků

1990 - publikace programů **AMICE** a **CIM-OSA**

1990 - první aplikace počítačové integrace zdůrazňující strategický význam lidského faktoru - **Human Centred Computer Integrated Manufacturing Systems**

1991 - diskuse o CIM a Lean Production, integrovaný paralelní vývoj výrobků a výrobních procesů, Rapid Prototyping, Concurrent Engineering apod.

1991 - propojení výzkumu Japonska, USA, Evropy, Austrálie a Kanady na projektu "Inteligentního výrobního systému" - **IMS (Intelligent Manufacturing System)**

19921998 - změna postavení člověka ve výrobě, rozvíjení nových trendů vývoje (Lean Production, Agilní podnik ...)

Myšlenkou CIM bylo, aby si podniky udržely svou konkurenceschopnost, aby jednotliví výrobci byli nuceni sledovat situaci na trhu, reagovali na ni a udrželi svoje výrobky v stálém inovačním procesu s možností rychle, komplexně a efektivně vytvářet všechny předpoklady pro vývoj a nabídku nových výrobků.

Dnes neexistuje žádná všeobecně platná definice a celá řada odborníků charakterizuje CIM jako výrobní systém, kde se jedná jak o nasazení počítačové a informační technologie do všech činností výrobní a inženýrské praxe od návrhu,

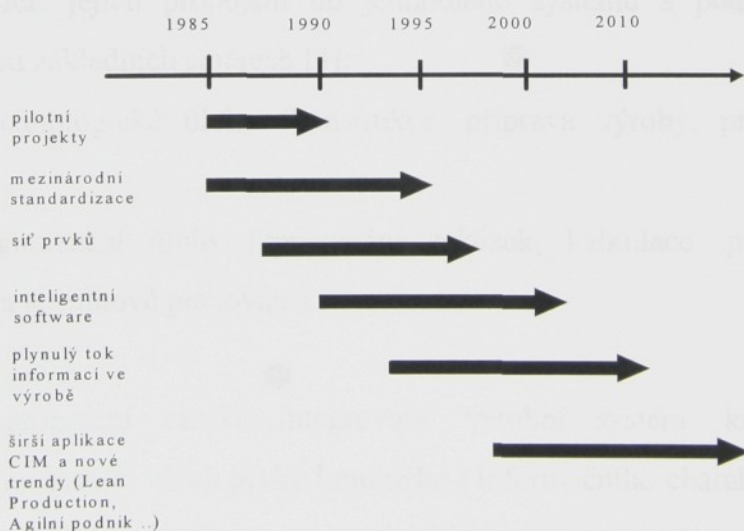
tak o tvorbu výrobku až po jeho expedici, a dále o vedení lidí a řízení strojů, zařízení a hmotných toků k dosažení jejich optimálního využití.

CIM lze charakterizovat jako souhrn metod a prostředků, které prostřednictvím dat umožní [2]:

- sjednotit datové struktury jednotlivých úseků a útvarů
- definovat rozhodovací a procesní činnosti výrobního procesu a systému pomocí dat
- generování, transformaci, přenos a uchovávání dat pomocí počítače
- vzájemné propojení a využití souborů dat v reálném čase mezi jednotlivými podnikovými útvary a vlastním výrobním procesem.

Vzhledem ke stálému vývoji a zdokonalování v oblasti CIM lze na obr.1 vidět časové rozvržení budování CIM s výhledem do 21. století.

Podle obr.1 se zdá, že její širší uplatnění začíná dnes a počátkem příštího století. V prvních letech rozvoje systémů CIM bylo možné pozorovat především technické aspekty. Později se těžiště problému přeneslo k softwaru, jeho integraci a standardizaci propojení. Dnes dominují ekonomické, organizační a lidské faktory při realizaci systémů CIM.



Obr. 1 Časové rozvržení budování CIM [2]

První kroky v aplikacích CIM vykonali velcí výrobci počítačových systémů, jako jsou IBM, DEC, Hewlett - Packard, Siemens, Nixdorf. V dalším období převzali štafetu

velcí výrobci automobilů a obráběcích strojů a dnes se stále více řeší problémy hospodárního nasazování automatizace a integrace v malých a středních podnicích.

Ve skupině podniků, které patří k průkopníkům systémů CIM, je 70% velkých podniků a 30% malých a středních. Nejprve začaly CIM používat podniky, které vyráběly ve velkých sériích, jakož i podniky, jejichž velká část produkce byla určena na export a jsou tedy vystaveny tvrdší konkurenci. V mezinárodním prostředí a musí se prosazovat dynamičtější a agresivnější politikou.

Koncepce CIM se skládá ze tří základních oblastí integrace:

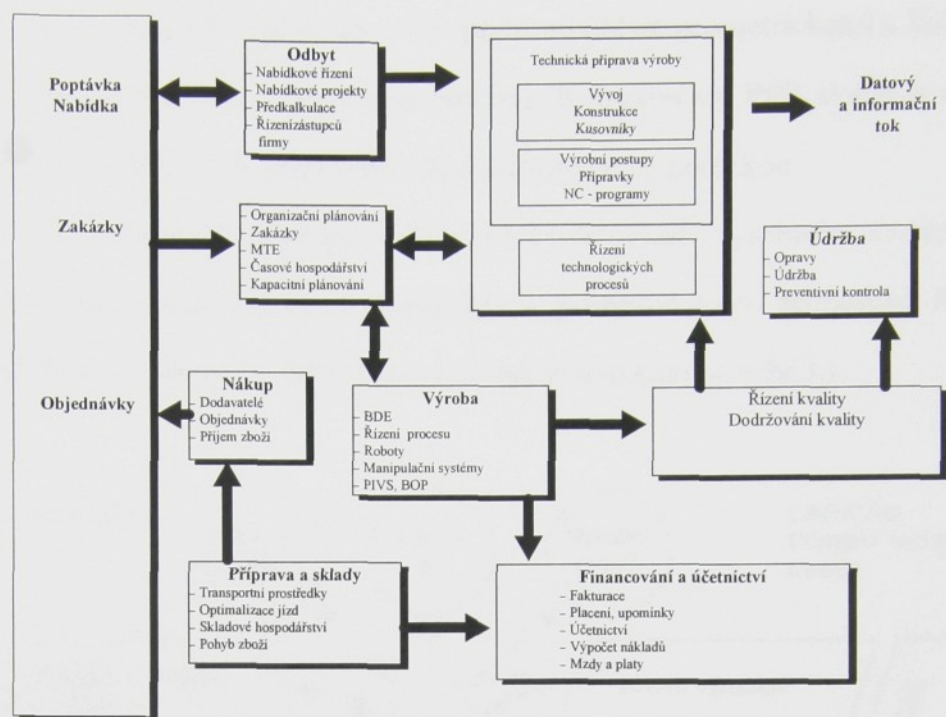
1. integrace automatizovaných informačních toků
2. integrace automatizovaných materiálových toků
3. integrace automatizovaných výrobních procesů

Podstatným znakem integrace je odstranění hranic mezi dnešními pevně definovanými organizačními útvary ve prospěch celkového informačního toku. Nejlepší zadávání dat je v místě, kde vznikají, a jejich okamžité poskytování všem, kteří je potřebují. Tím se odstraní neustálé opisování dat, neproduktivní tvorba dokumentace, ale zamezí se tím i vzniku chyb při přepisování. V CIM se usiluje o spojení podnikových sfér, jejich propojení do jednotného systému s podporou výpočetní techniky ve dvou základních směrech [4]:

- technicko-technologické úlohy (konstrukce, příprava výroby, programování NC strojů)
- provozně-organizační úlohy (zpracování zakázek, kalkulace, plánování potřeb, materiálové a termínové plánování)

Tímto propojení vzniká integrovaný výrobní systém, který je založen na nezbytné provázanosti všech prvků hmotného i informačního charakteru zaměřeného na jeho technické, řídicí, plánovací, ekonomické i administrativní činnosti (obr.2.).

V souvislosti s CIM se obvykle objevuje celá řada zkratk, které jsou nejčastěji anglického původu a jsou uváděny v podobě Cax. Protože tyto zkratky současně charakterizují i základní stavební kameny CIM, budou podrobně rozebrány v dalších kapitolách.



Obr. 2 Provázanost všech prvků hmotného a informačního charakteru v CIM [2]

Dále se lze řídit podle definice, která byla vypracována r. 1985 na hannoverském veletrhu německou AWF (Výbor pro hospodárnou výrobu) a zní: „CIM je informačně technické spolupůsobení mezi CAD/CAM a PPS“ [3].

Pod CAD/CAM bylo zahrnuto:

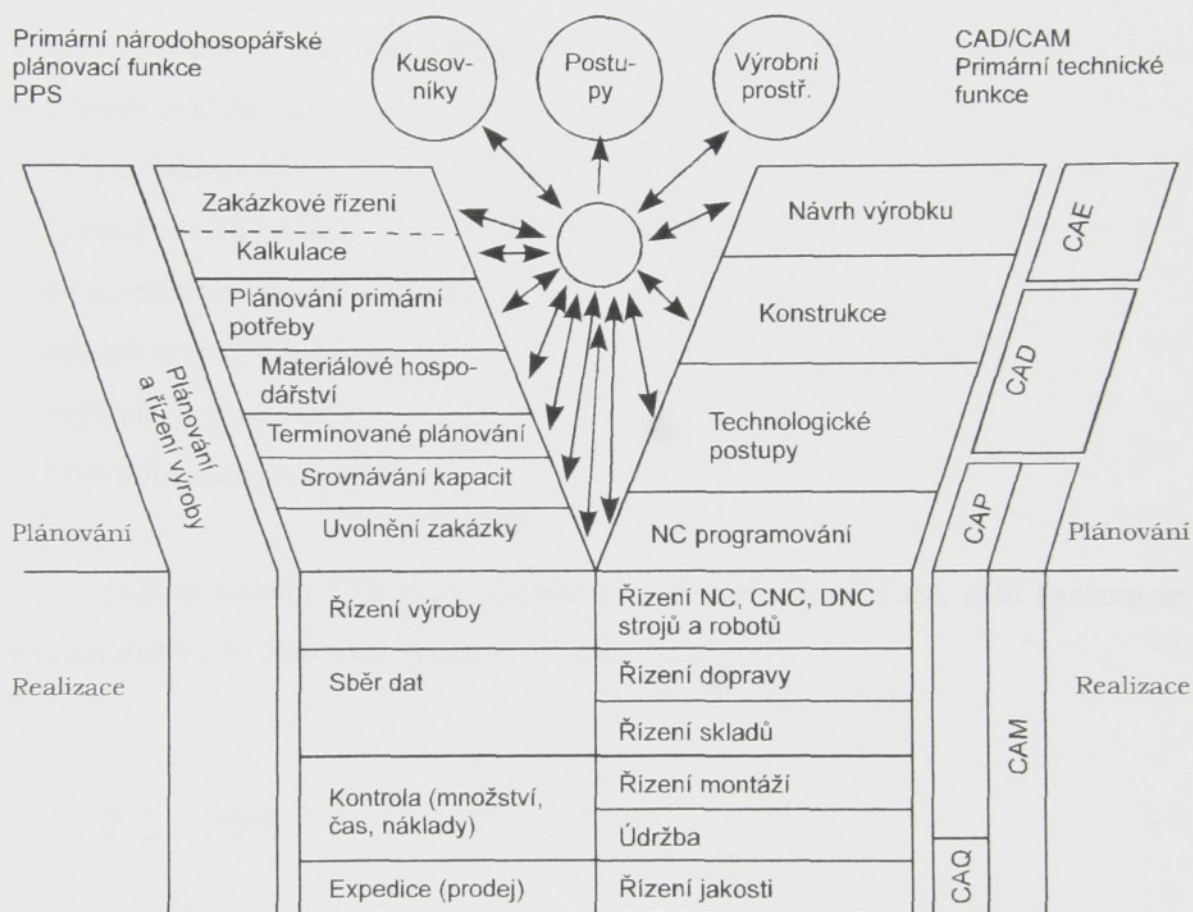
- CAD konstruování pomocí počítače
- CAM NC programování a řízení
- CAPP tvorba výrobních postupů pomocí počítače
- CAQ řízení jakosti

Pod PPS patří:

- tvorba výrobního programu
- materiálně technické zásobování
- termínové a kapacitní plánování
- sledování zakázky

Je patrné, že PPS a komponenty CAx přebírají oblast geometrického a funkčně-technického popisu výrobku a výrobního procesu. Komponenty PPS slouží k určení organizačních a výrobně-ekonomických funkcí svázaných se zakázkou.

Vhodným informačním propojením klasických oblastí výrobního systému se tedy daří podstatně redukovat výrobní náklady a průběžné časy. Jednotlivé funkce a toky zabezpečované v rámci CIM lze zobrazit, jak je uvedeno na (obr.3.).



Obr. 3 Schéma CIM (podle A.W. Scheera) [5]

V pravé větvi lze vidět všechny počítačem podporované činnosti včetně CAQ, která v poslední době získává stále více na důležitosti. Obdobně, jako byly vytvořeny pružné výrobní systémy propojením jednotlivých NC strojů, stejně tak vznikají integrované systémy CAD/CAM informačním propojením CAx systémů do celku se společnou databází (viz kap.2.3.).

Hlavní přínosy plynoucí ze systémů CIM [1]:

- zkrácení časů vývoje a snížení nákladů na vývoj
- zvýšení pružnosti a reakce schopnosti podniku
- snížení průběžných časů
- snížení zásob
- snížení vázaného kapitálu
- snížení nákladů na personál
- zvýšení pružnosti pracovního času
- zvýšení produktivity
- zvýšení jakosti výroby
- zvýšení využití kapacit
- mnohonásobné využití softwaru
- optimální využití hardwaru
- zvýšená integrace úkolů
- lepší informační transparence.

Jelikož systémy PPS tvoří základní propojovací jádro v CIM, měli bychom se více zajímat o tyto plánovací systémy (viz kap. 2.2.).

2.2. PPS

Protože většina systémů PPS vznikla v zahraničí, je třeba si ujasnit názvosloví, které budeme používat. V německé literatuře je oblast počítačově podporovaného plánování a řízení označována zkratkou PPS - Produktionsplanung und steuerung. V anglické a americké literatuře se uvádí nejednotné označení:

- PPS - Production Planning System
- MRP - Manufacturing Resource Planning
- PPC - Production Planning and Control
- PMS - Production Management System

U nás je zatím situace v označení programových systémů nejednotná, což komplikuje vzájemnou domluvu jejich prodejců a uživatelů při vzájemné komunikaci. Naši odborníci se snažili navázat na již používaná názvosloví, např.:

- integrovaný informační systém nebo pouze informační systém
- integrovaný systém řízení
- automatizovaný systém řízení - ASŘ,

nebo je použito zkratk PPS a MRP. Zde bylo zvoleno zkratky PPS, protože již byla uvedena na obr.3 ve schématu CIM (podle A.W.Scheera).

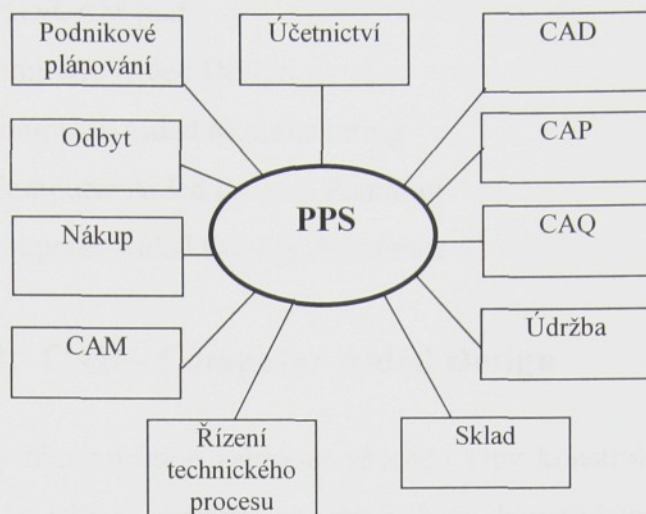
Rozhodujícím cílem každého podniku je zkrácení průběžné doby dodávek zákazníkovi. Tak, jak se výrobní podniky stávají štíhlejšími a agilnějšími a systémy se stávají průběžně jednoduššími, tak se bude CIM systém adaptovat na nové technologie a zlepšovat se jako nástroj. Rostoucí rychlost integrací informačních toků jak vnitřních (mezi jednotlivými útvary podniku), tak i vnějších (mezi výrobním podnikem na jedné straně a jeho dodavateli a odběrateli na druhé straně) si vyžaduje pružnější plánování a řízení výroby.

Plánování je procesem zabezpečení materiálu a dílů a optimalizováním využití výrobních kapacit ve výrobním procesu. Řízení je procesem zabezpečujícím splnění plánu včetně sledování postupu výroby.

Plánování a řízení výroby je tvořeno soustavou navazujících plánovacích činností počíná hrubým rozpadem zakázek na jednotlivé výrobní úkoly a jejich termínováním, pokračuje rozpisem a seskupováním výrobních úkolů do výrobních dávek jejich podrobným termínovým rozpisem na skupiny vzájemně zastupitelných pracovišť a končí dynamickým rozvrhováním výrobních úkolů na jednotlivé stroje.

PPS systémy stály na začátku rozvoje CIM konceptu, a představují tudíž prazákla CIM. Nedůležitější vazby, které by měl obsahovat systém PPS, jsou naznačeny na obr.4. Úlohy plánování výroby byly také jedním z prvních úloh, které se v našich výrobních podnicích řešily s pomocí počítačů již na počátku 70. let, tedy mnohem dříve, než např. účetnictví. Proto také drtivá většina standartně nabízených aplikačních programových balíků pro podporu CIM vychází ze systému PPS. Systémy PPS, které jsou nabízeny na našem trhu, jsou na přílohách č.1-10.

Je třeba stále myslet na to, že dobře vytvořený PPS musí vytvářet jádro CIM s dalšími vazbami na CAPP, CAD, ekonomické systémy a pod.



Obr. 4 Schematické vazby PPS v podniku [3]

Základní typy metod používané v systémech PPS:

- MRP II - Manufacturing Resource Planning
- KANBAN
- OPT - Optimized Production Technology
- BOA - Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
- Teorie omezení (TOC, Drum Buffer Rope)

Vedle systémů PPS to jsou právě systémy CAD/CAM, které hrají významnou úlohu v počítačem integrované výrobě (CIM).

2.3. CAD/CAM

Tyto systémy vytvářejí soustavu pracovních stanic s programovým vybavením a periferním zařízením pro interaktivní režim práce v grafickém modu s programovou podporou pro simulaci, modelování, výpočty atd. Jsou nasazovány ve všech činnostech technické přípravy výroby od konstrukce přes technologii až po odlaďování řídicích programů pro různá výrobní zařízení a jejich převod na ně; a to buď přímo prostřednictvím přenosových kanálů, nebo pomocí paměťových médií. Je to snaha o nejkratší a neúčinnější cestu od tvůrčích myšlenek člověka k jejich realizaci moderním bezobslužným výrobním centrem.

Mezi hlavní části CAD/CAM patří:

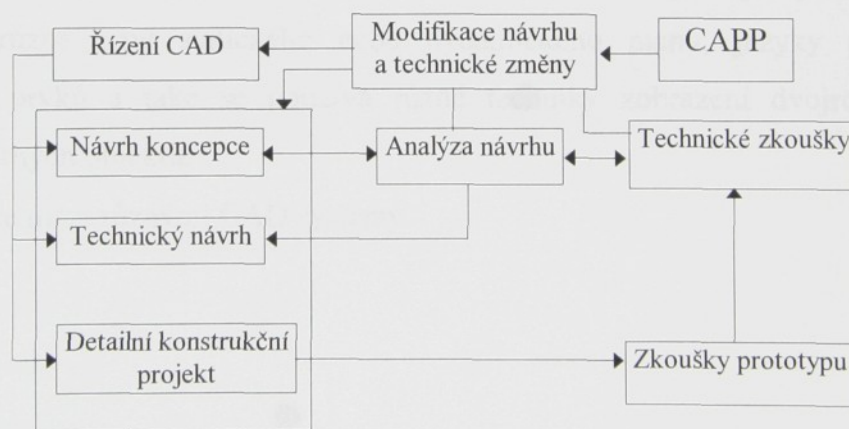
1. CAD - Computer Aided Design
2. CAM - Computer Aided Manufacturing
3. CAPP - Computer Aided Process Planning
4. CAQ - Computer Aided Quality Assurance

2.3.1. CAD - Computer Aided Design

Pod CAD systém můžeme zahrnout všechny typy konstrukčních aktivit, které využívají počítač k vývoji, analýze a modifikaci konstrukčních návrhů. Tento počítačový systém by měl pomáhat konstruktérovi v kreslení, s výpočty a archivací. Tento systém by měl být rychlý a bezchybný. Strukturu CAD systému máme na obr.5.

Vstupy do CAD systému:

- pevné - materiál, normované součástky, vlastnosti materiálů, normy tvarů apod.
- variabilní - tvarové prvky, dílčí výpočty, vznikající a zanikající výkresové položky a pod.



Obr. 5 Hrubá struktura CAD systému [4]

Podle obr.5 se v části „návrh koncepce“ analyzují požadavky, zpracovávají se varianty řešení v předběžném návrhu, a zároveň se řeší základní tvar a technologičnost konstrukce.

V technickém návrhu se zpracovávají sestavy a výrobní výkresy. Řeší se geometrie, materiál, kusovník, sestavují se a vyhodnocují se počítačové modely.

Detailní konstrukční projekt obsahuje vyčerpávající seznam všech součástí a jejich zvláštnosti s ohledem na výrobu a montáž, jakož i podrobnou dokumentaci.

V části „analýza návrhu“ se vykonávají výpočty s použitím matematického modelování, metody konečných prvků, výpočty únavy materiálu, prostupu tepla atd.

Položkou „technické zkoušky“ se rozumí stanovení provozních a spolehlivostních charakteristik na vzorcích.

Modul řízení CAD zabezpečuje ochranu údajů, přístup k jednotlivým položkám, změny, integraci údajů apod. Ostatní databáze se vyznačují na rozdíl od CAD systémů poměrně statickým charakterem, delším časem přístupu, utajováním údajů a rychlostí. Tyto databáze vyžadují možnost rychlého přístupu a dynamických změn bez utajení a obsahují různé záznamy včetně grafických prvků a složitých vztahů mezi nimi.

Při budování CAD systému dochází k několika problémům:

- Správný výběr a propojení technických a programových prostředků.
- Zabezpečení interakce - CAD systémy pracují interaktivně, především v grafické formě, a to jak při definování vstupních parametrů, tak i při výstupu. Přitom se používají různé typy statického nebo dynamického menu, jazyky pro popis grafických prvků a také se používá různé techniky zobrazení dvojrozměrných a trojrozměrných objektů.
- Komunikace mezi různými CAD systémy.

CAD, MKP, CAD/CAM		CAD, MKP, CAD/CAM	
produkt	výrobce	produkt	výrobce
ADAMS	Mechanical Dynamics	HP PE/Solid Designer	Hewlett-Packard
Ansys	Structures & Computers	I-DEAS	SDRC
ANVIL-5000	Mfg. and Conslt. Services	Mechanica	Rasna Corp.
AutoCAD	Autodesk	MicroStation Modeler	Bentley Systems
Bravo	Applicon	MSC/Nastran	MacNeal-Schendler Co
Cadkey	Cadkey	Phoenics	CHAM Ltd.
CATIA	IBM	Prelude Manufacturing	Matra Datavision
DUCT5	Derslam International	PRO/Engineer	Parametric Technology
Euclid 3	Matra Datavision	Surfcam	Surfcam Inc.
FAM	FEGS	Unigraphics	EDS Unigraphics
FEMGV	FEMSYS	Vericut	CGTech

Tab. 1 CAD softwary nabízené na našem trhu

2.3.2. CAM - Computer Aided Manufacturing

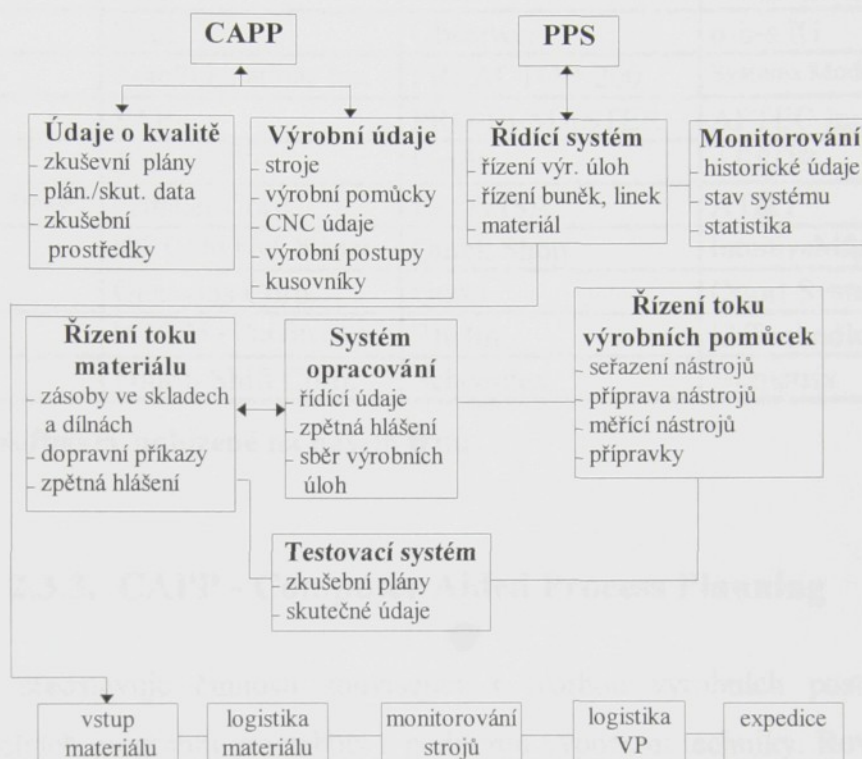
Tato zkratka se nepoužívá jednotně. Pod tento modul lze zahrnout řízení výrobních, skladovacích a dopravních zařízení i funkce operativního řízení výroby, které jsou částečně zahrnuty pod PPS. CAM tedy podporuje aktivity související s procesem mezi vstupem polotovaru do výroby a výstupem opracovaných výrobků.

Hlavní části CAM:

- NC, CNC, DNC měřicí a obráběcí stroje
- automatizovaný dopravní systém
- montážní systém
- měřicí a monitorovací systém
- automatický skladovací systém
- systém odstraňování odpadu
- zařízení na manipulaci se součástkami, nástroji a upínacími prostředky
- řízení přecházejících modulů

Při budování CAM řešíme tyto problémové oblasti:

1. Tok materiálu
2. Informační tok
3. Výrobní prvky



Obr. 6 Struktura systému CAM [4]

Tok materiálu by měl být navržen tak, aby pružně reagoval na možnosti rozšíření výroby, kapacitní výkyvy, přestavování strojů a přizpůsobení na jiný výrobní program. Dále by měl být řešený s návazností na informační tok s možností automatického sledování a řízení dopravních procesů. Mezi nepoužívanější prostředky materiálového toku v CAM patří:

- adresovatelné vozíky
- válečkové tratě
- pásové dopravníky
- automaticky vedené vozíky AGV
- portálové manipulátory
- široké spektrum skladovacích systémů
- systémové palety

CAM		CAM	
produkt	výrobce	produkt	výrobce
ACiT	Human Centred Systems	Job Time Plus	Job Time Systems Inc.
Adaptable Manufacturing	ABS	MS/x On Time	Tyecin systems Inc.
AHP	AHP	MXP	MARCAM Corp.
AMS	DAT	Observer	o-b-s IG
AutoSched	AutoSimulations Inc.	PREACTOR 200	Systems Modeling Corp.
DASS	SAP	PRO-III-MASTER	AFTEC Inc.
E-PAS	3006 AG	Profit	AESOP
Factor Production Manager	Pritsker Corp.	PROVISA	AT&T
FI II	IDS CAM Prof. Scheer	Quick Shop	IntuitiveMfg. Systems
G2	Gensyms Corp.	Quort	Quort System
IKARUS	HC CIM - Uni Bremen	Rhytm	i2 Technologies Inc.
JIT	Fourth Shift Corp.	Schedulex	Numetrix

Tab. 2 CAM softwarý nabízené na našem trhu

2.3.3. CAPP - Computer Aided Process Planning

CAPP představuje činnosti související s tvorbou výrobních postupů, NC programů a řídicích programů pro roboty s podporou výpočetní techniky. Rovněž tvoří důležité propojení mezi CAD a CAM.

Vstupy do CAPP:

- údaje o konstrukci - výkresy, kusovníky identifikační údaje, materiál, rozměry, polotovary, tepelné zpracování, hmotnost, povrchová ochrana, tvar, jakost, tolerance, odchylky apod.
- výrobní údaje - termíny výroby, velikost výrobních dávek, počet výrobních dávek za jednotku času, strojový park, přípravky, nástroje, vyrobené množství apod.
- normované údaje - přídatky na opracování, podklady pro stanovení norem času, řezné parametry

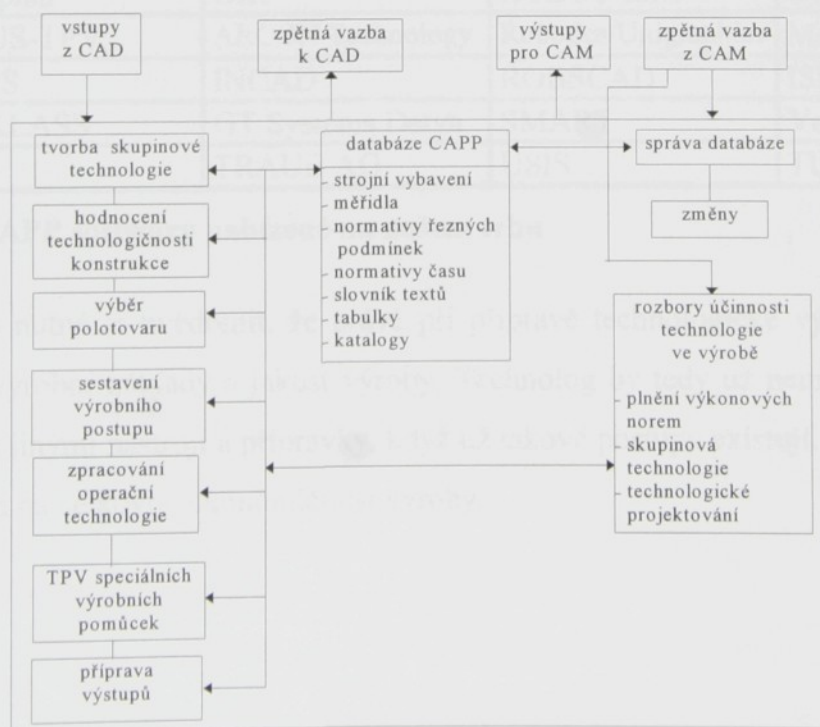
Výstupy z CAPP:

- identifikační údaje - název součástky, číslo postupu apod.
- výrobní údaje - číslo výrobní zakázky, číslo skladu a meziskladu, středisko apod.
- údaje o materiálu - spotřeba materiálu, jakost materiálu
- operační údaje - číslo operace, popis operace, pracoviště, středisko, jednotkový čas, tarifní třída, dávkový čas, cena operace apod.

Struktura CAPP je znázorněna na obr.7.

Mezi hlavní činnosti CAPP patří:

- automatizace přípravy technologických procesů
- automatické zpracování, zálohování a změny informací z oblasti technologie
- automatické sestavování technologických postupů s využitím standardizace
- automatické zpracování požadavků na operační nářadí a přípravky na jejich návrh
- automatizované zpracování operační technologie s návrhem kontrolních a měřících operací
- generování výstupních informací



Obr. 7 Struktura systému CAPP [4]

Při sestavování výrobních postupů se využívají dva základní přístupy:

1. *Generování výrobních postupů* - součástka se rozloží na elementárně konstrukčně-technologické prvky, které se kódují a programový systém jim v integraci s technologem přiřazuje jednotlivé parametry výrobního postupu
2. *Variantní výrobní postupy* - záleží na zásobníku technologických postupů v daném podniku a na poznatku, že technologicky podobné součástky by měly mít i podobný technologický postup. Smysl tohoto výrobního postupu vychází z toho, co už bylo v daném podniku vyrobeno, a navíc podporuje princip skupinové technologie s výraznými úsporami.

CAPP		CAPP - programování robotů	
produkt	výrobce	produkt	výrobce
ASEPO	ASEPO s.r.o. Praha	CimStation	Silma
AUTAP	RWTH Aachen	GRASP	BYG
AVOPLAN	IFW Uni Hannover	IGRIP	Deneb Robotics
CAPP-CAM-1	CAM-I	MARIS	Ecosystems Automation
CAPSY	TU Berlin	ROBCAD	Technomatics
EXAPT	Exapt	ROBEX	RWTH Aachen
Multiplan	OIR	ROBOT-SIM	General Electric
SIRIUS-TPV	ARCON Technology	Robotics/Unigraphics	McDonell Douglas
STEPS	INCAD	ROBSCAD	ISRA
SYSKLASS	GT Systems Detva	SMART	Voest Alpine
WOP	TRAUB AG	USIS	TU München

Tab. 3 CAPP softwary nabízené na našem trhu

Je nutné si uvědomit, že právě při přípravě technologické výroby lze výrazně ovlivnit výrobní náklady a jakost výroby. Technolog by tedy už neměl vymýšlet nové postupy s jinými nástroji a přípravky, když už takové postupy existují. Tento přístup má pak dosah na celkovou ekonomičnost výroby.

2.3.4. CAQ - Computer Aided Quality

Pod CAQ spadá veškerá počítačem podporovaná činnost pro dosažení požadované jakosti výrobků, přes jejich vývoj, přípravu, výrobní proces až k odbytu. V systému CAQ je dodržována zásada, že jakost nelze zkoušet ani vysledovat, ale je výsledkem pečlivé přípravy a realizace výroby. Konečnou jakost výrobku nehodnotí nějaký útvar v podniku, ale sám trh. Základem organizační integrace v zabezpečení jakosti jsou normy řady ISO 9000.

Mezi hlavní části počítačem podporovaného systému CAQ patří:

- *Plánování jakosti* - vychází z výběru, klasifikace a důležitosti jednotlivých parametrů jakosti, účelu výrobku a požadavků zákazníka. Ve výrobě je nutné sledovat dvě hlavní oblasti: na jedné straně zákazníky a jejich požadavky, a na druhé straně podnik, zařízení, materiály, metody a další prvky ovlivňující jakost. V plánování jakosti jsou vybírány zkušební a kontrolní metody a sestavovány zkušební postupy, kde se mohou uplatnit poznatky konstruktérů.
- *Řízení jakosti* - navazuje na procesy plánování jakosti a přímo zasahuje do průběhu procesu nebo následné korekce a do opatření, která se mohou týkat výrobku nebo výrobního procesu. V této oblasti existuje množství automaticky měřících, monitorovacích či diagnostických zařízení, které jsou často součástí výrobního stroje.

Kontrola v CAQ se dělí do těchto tří oblastí:

1. *Vstupní kontrola nakupovaných materiálů a součástek* - Jako příklad k této oblasti lze uvést automobilový průmysl, kde 55% ze všech součástek je dováženo a kontrola se snaží najít zmetky při vstupu polotovarů do podniku.
2. *Kontrola a zkoušení v průběhu výroby* - tyto kontroly se stále více integrují do výrobního procesu, obzvláště tam, kde se dosahuje vysokého stupně automatizace s možností statistické kontroly.
3. *Výstupní kontrola a zkoušky* - zde dochází ke kontrole přístrojové techniky, měřidel a přípravků. Hlavní úloha počítačové techniky je ve spolehlivostních testech, funkčních zkouškách, diagnostice chyb a jejich vyhodnocení. Nejlepší analýza chyb je na hotovém výrobku, což má strategický význam pro plánování jakosti v podniku.

Doporučení pro budování CAQ:

- CAQ musí účelně využívat zkušenosti a poznatky lidí a podporovat jejich tvořivé schopnosti
- CAQ musí zabezpečit rychlou a spolehlivou výměnu údajů s ostatními podnikovými okruhy v rámci CIM
- CAQ musí být pružný s ohledem na další změny v podniku
- CAQ představuje technologický skok a vyžaduje intenzivní přípravu pracovníků
- CAQ systém není možné současně zavádět v celém podniku najednou, ale po částech a v kritických místech podniku

CAQ	
produkt	výrobce
AQUA	Robert Bosch
CAQ-QMDS	Stochos
ISO ASSESSOR	Motion Knowledge
ISO-Pro, ISO 9000	Business Challenge Ltd.
QA/S	Hertzer Systems Inc.
QC-PRO	Pister Group Inc.
QDES-E	WZL RWTH Aachen
SQCpack	PQ Systems
SQMAT	NEC

Tab. 4 Nejčastěji používané CAQ softwary u nás

Na závěr lze říci, že cílem CAQ je 100%ní kvalita; přitom však nejde jenom o jakost a funkčnost výrobku, ale i o minimalizaci nákladů s tím spojených.

Systémy CAD/CAM doznaly za poslední dva roky velkých změn. Většina CAD/CAM produktů se stále více otevírá ostatním systémům z kategorie CIM. Jsou to společné 2D/3D databáze, které umožňují týmovou práci nebo nabízená rozhraní k systémům PPS a DNC. CAD/CAM systémy se brzy prováží s PDM systémy, které uchovávají úplné informace o výrobku, takže na základě přiřazeného čísla bude možno vyvolat veškerá data o něm (model, výkres, skica, protokoly o zkouškách, změny, informace z dílny atd.).

V CAD systémech dochází k změnám jako jsou např. znalostní databáze, kde se definuje datová struktura o výrobku. Data o výrobku se rozdělí do skupin podle funkčních, geometrických a logických hledisek. Při modelování výrobku je umožněno

vzájemně modelovat jak plošně, tak objemově, a vzájemně propojit parametrické modely s neparametrickými z jiných CAD systémů. Hlavní důraz je kladen na týmově orientované konstruování.

V oblasti CAM se při obrábění součástí zadává postup při obrábění, tolerance, přídavky apod. Nástroj při obrábění současně propočítává dráhu řezného nástroje. Systém obsahuje tzv. vnitřní logiku, a proto jsou chyby vzniklé při zadávání parametrů uživatelem vyloučeny. CAM moduly poskytují automatické NC programovací funkce, jako je dokumentace, základní výpočty apod. Při obrábění probíhá optimalizace, aby na jedno upnutí byl proveden co největší počet operací.

Velký důraz se dnes dává CAPP systémům, které vybírají nejlepší metody při obrábění a záleží na nich zvyšování produktivity a snižování obráběcích časů. V CAPP modulu probíhá i automatická tvorba technologických postupů, a to na základě podnikových nástrojů, strojů a metod, které jsou uloženy ve společné databázi. Hlavním úkolem CAPP je vytvořit NC program, výrobní postup, seznam nástrojů a odhad nákladů potřebného času. Úkolem dnešních CAPP systémů je co nejvíce ulehčit práci uživateli.

Současné CAQ systémy shromažďují data na řídicím stanovišti. Tato data je možno vyhodnocovat (včetně grafických výstupů pro vedení), a na jejich základě připravovat a provádět nápravná opatření.

Všechny tyto PPS a CAx systémy slouží k lepšímu řízení výroby. Také vývojové trendy, které navazují na CIM, používají tyto systémy a mají problémy s jejich integrací. Vývojové trendy (Lean Production, Agilní podnik...) používají nové metody, jako je JIT, KAIZEN, Simultánní inženýrství atd., a pomocí těchto metod se snaží navázat a překonat CIM. Je možné si zde položit otázku, zda je CIM překonán už dnes. V dalších kapitolách bude pojednáno o těchto nových vývojových trendech (viz kap.2.6.).

2.4. Nedostatky při budování CIM

Vzhledem k tomu, že CIM začínal v 80. letech, můžeme dnes hovořit o tom, jakých úspěchů či neúspěchů dosáhl. Dále, jak s jeho zavedením byly spokojeny některé podniky a jaké problémy měly při jeho zavádění.

Přes všechno, co o něm bylo dosud napsáno, je nutné uvést i méně optimistické skutečnosti [1]:

- mnoho podniků dosáhlo velmi nízkých přínosů, případně z aplikací informačních technologií žádných nedosáhlo
- téměř polovině zkoumaných podniků nepřinesly systémy CAD a CAM žádné výrazné zisky
- 2/3 podniků uvádějí nízké, případně negativní přínosy pružných výrobních systémů

Tyto neúspěchy v aplikacích se však nepublikují tak často jako úspěšné projekty. Příčiny uvedených negativních zkušeností můžeme shrnout do několika bodů:

1. *Megalománie* - ve většině případů docházelo k nakupování mohutných a drahých systémů, z nichž podnik nevyužil ani 1/3. Potom se stalo, že se tak drahé řešení nedotáhlo do úspěšného konce.
2. *Nekompatibilita* - často se řešily jen dílčí problémy, které vycházely z jednotlivých oddělení a neřešily se ve všech odděleních najednou. Tím docházelo k tomu, že každé oddělení pracovalo na jiných počítačových platformách a používali různé způsoby zpracování údajů (kusovníky, výkresy), které pak nešly vzájemně mezi sebou propojit.
3. *Nedostatečná příprava projektu* - zanedbávaly se organizační změny, nebyli dostatečně připraveni lidé ani údaje pro aktualizaci databází, dále nebyly přesně definovány jednotlivé etapy projektu a jejich návaznost.
4. *Nedostatky v podniku se nepřizpůsobovaly danému systému, ale naopak* - tím byla do systému přenesena celá řada problémů, místo toho, aby byly odstraněny.
5. *Špatná informovanost o systémech na trhu* - k výběru systému docházelo bez hlubších znalostí o systému, nenahlíželo se na výrobní strukturu a materiální základnu vlastního podniku.
6. *Personální zázemí* - často chyběli skuteční odborníci na daný systém, aby ho uvedli do chodu, nebo byli špatně vyškoleni.
7. *Nadhodnocení systému* - očekávalo se od systému, že automaticky vyřeší některé problémy v podniku, pro které systém nebyl určen (nespolehlivost dodavatelů, nekvalitní výrobu, pracovní disciplínu atd.).
8. *Nedostatečná integrace* - docházelo ke špatné integraci mezi systémy CAD/CAM, PPS a CAx.

2.5. Ekonomické ukazatele při zavedení CIM

Ekonomické účinky realizace systémů CIM a způsob jejich hodnocení jsou dnes velmi aktuální. Problémem je, že část přínosů, které souvisí se zavedením CIM, je těžko kvantifikovatelná (snížení průběžných časů, zvýšení jakosti, zvýšení pružnosti, zrychlení a zkvalitnění informačního toku atd.). Na druhé straně však častokrát dochází k nesprávnému ohodnocení některých nákladových položek, což se komplikuje i tím, že systém CIM se obvykle realizuje v dlouhodobém měřítku.

Ekonomická bilance systémů CAD [4]:

- zvýšení produktivity o 30%
- vyšší pružnost při plnění požadavků zákazníka
- zkrácení vývoje výrobku o 40-70%
- redukce času při zpracování výkresové dokumentace o 40-80%
- redukce průběžného času zpracování zakázky o 30-70%

Dalšími přínosy CAD systémů jsou kvalitní údaje pro konstrukci, možnost využití standardizace a opakovatelnosti, snížení chyb a automatický přenos údajů do systému programování NC strojů.

V oblasti CAM jsou nejvíce vyzvednuty úspory personálních nákladů asi o 50%. Dalšími ekonomickými aspekty jsou:

- zkrácení průběžných časů o 60-90%
- snížení nákladů na nástroje o 10-50%
- zvýšení produktivity o 40-70%
- zvýšení jakosti a pružnosti výroby.

U systémů CAQ lze zdůraznit snížení nákladů na zkoušky a měření o 20-60% a snížení počtu zmetků ve výrobě.

Systémy PPS vynikají ve:

- zkrácení průběžných časů o 20-25%
- snížení nákladů spojených s nákupem
- snížení vázaného kapitálu
- zlepšení plnění termínů.

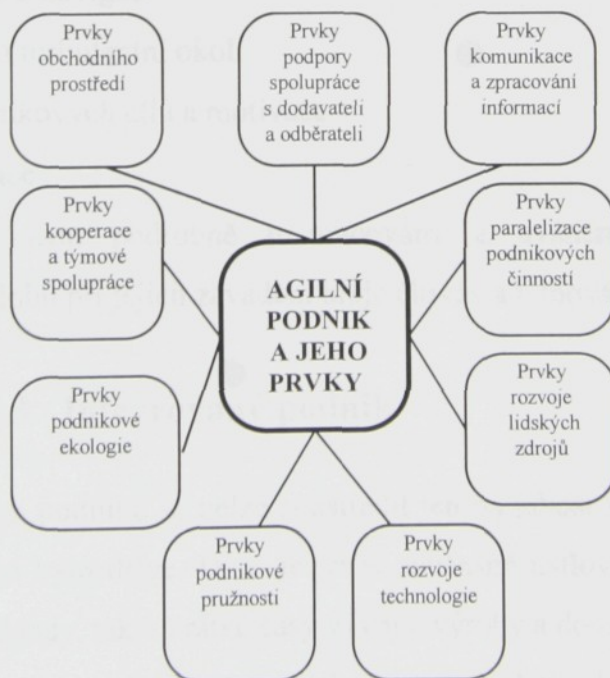
2.6. Jaké metody a systémy navazují na CIM

2.6.1. Agilní podnik

Většina amerických expertů z Iacocca Institute propaguje tzv. „Agilní podniky“. Mezi vlastnosti, které ovlivňují agilní podniky, patří [7]:

- neustálá změna
- rychlá reakceschopnost
- rozšíření pojmu jakost
- dynamika
- soustředit se na lidi, jejich schopnosti a týmovou spolupráci

Agilita podniku vzniká z třech zdrojů - technologie, managementu a pracovní síly koordinovaného nezávislého systému. Integrací je chápána integrace technických prostředků, stejně jako na počátku u systémů koncepce CIM. Hlavní důraz je kladen na spojení pružné výrobní a informační techniky s lidmi. Agilita také znamená zvládat neočekávané a nepravidelné podněty z okolí s pomocí iniciativy lidí. Základy Agilního podniku jsou znázorněny na (obr.8).



Obr. 8 Hlavní prvky Agilního podniku [7]

2.6.2. Fraktálová továrna

Dalším vývojovým trendem v řešení problémů statických, těžkopádných organizačních podnikových struktur je koncepce fraktálového podniku. Tento podnik poprvé představil v roce 1992 prof. Warnecke, ředitel Fraunhoferovy společnosti IPA ve Stuttgartu [1].

Fraktál je systém, který umožňuje matematicky popsat přirozené struktury živých organismů a hmoty v přírodě a překonává tradiční deterministický pohled na svět. Fraktály se vyznačují podobností struktury a vztahů v systému. Fraktály mají podobné, nikdy však ne úplně stejné struktury. Každý fraktál v podniku je zodpovědný za určitý proces s definovaným vstupem a výstupem, přičemž pro jeho činnost platí:

- interdisciplinární spolupráce
- stálý proces učení se
- rychlá a dokonalá spolupráce
- dokonalé ovládání přiřazených procesů
- výkon fraktálu je neustále měřen a vyhodnocován
- stálé sledování celopodnikových cílů
- dynamika a vitalita
- samoorganizace a navigace
- rychlá reakce na turbulentní okolí
- pochopení podnikových cílů a motivace
- samooptimalizace

Tyto teze jsou podrobně rozpracovány a uváděny do praxe, přičemž nejdůležitější úlohu při jejich zavádění hraje člověk a týmová spolupráce.

2.6.3. Integrovaný podnik

V moderním podniku se nelze soustředit jen na jakost výrobku a nízké výrobní náklady, jako tomu bylo dříve. Dnes je třeba současně usilovat jak o vysokou jakost a nízké výrobní náklady, tak o krátké časy vývoje, výroby a dodávek.

Maximální reakceschopnost je možná jen s využitím kooperace jak uvnitř, tak mimo podnik. Při systému CIM bylo snahou integrovat podnik, ale dnes se usiluje o globální propojení mezi celosvětovými počítačovými sítěmi, přes které lze dostat

informace (výrobní dokumentaci, modely výrobků, cenové kalkulace apod.) za několik minut.

Ačkoli dříve by taková představa byla nemožná, dnes už ano - např. TELNET. Při rostoucí konkurenci a rozdílech ve výrobních nákladech v jednotlivých částech světa je taková kooperace nutností. Jednotlivé národní ekonomiky už nejsou schopny podporovat vysoké náklady na výzkum nových poznatků a technologií.

Integrovaný podnik je jakýmsi rozšířením pojmu CIM. Zdůrazňují to subsystémy [8]:

- Automatizovaný informačně-technický systém - slouží k vývoji a konstrukci výrobků, výroby a logistiku (CALS - Computer aided Acquisition and logistics support)
- Paralelní vývoj (Simultánní inženýrství a vývoj výrobních procesů)
- Specifikace a standardizace výrobních údajů
- Totální řízení jakosti (TQM - Total Quality Management)
- Redukování výrobních nákladů - snižování zásob a zkracování průběžných časů výroby (RAMP - Rapid Acquisition of Manufactured Parts)
- Počítačem integrovaná výroba

Přesto podstatným rozdílem mezi CIM a Integrovaným podnikem je úloha lidí, protože u Integrovaného podniku jsou lidé hlavním interakčním faktorem.

2.6.4. Lean Production (Štíhlá výroba)

„Lean Production“ je v dnešní době nediskutovanější formou komplexní a systémové analýzy výrobních procesů. Koncepce Lean Production má původ v USA, kde byl v letech 1985-1990 vyvinut institutem MTI (Massachusetts Institute of Technology), a později rozpracován Japonci jako celopodnikový a organizační systém firmy TOYOTA [1].

Hlavní myšlenkou Lean Production je „zeštíhlování“ výroby všude tam, kde je to možné, tj. redukuje se složitosti výrobků a výroby přenášením části vývojových a výrobních činností na dodavatele, zmenšují a odstraňují se zásobníky a sklady,

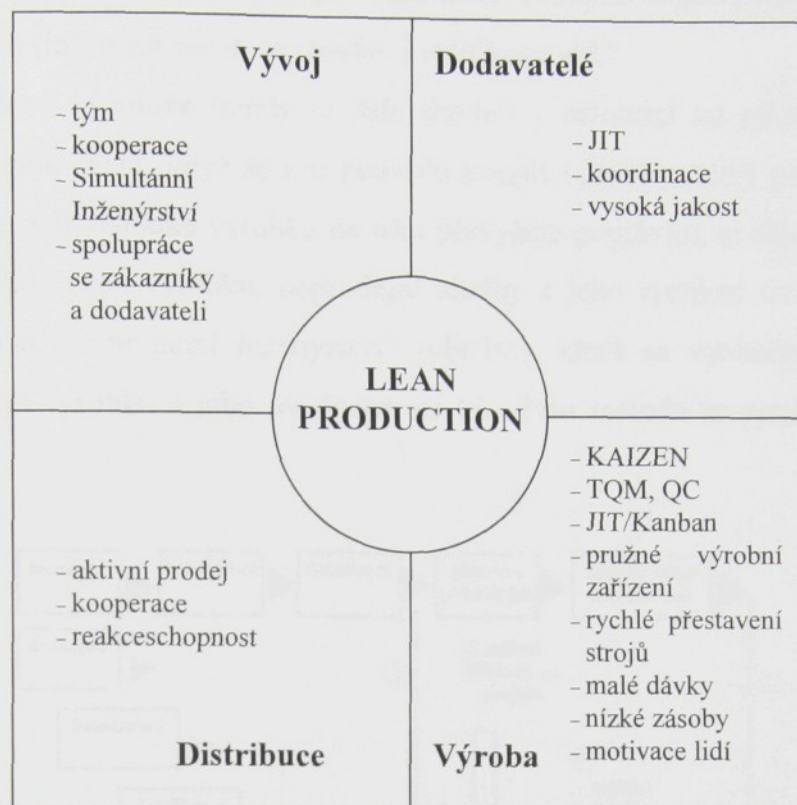
zjednodušují výrobní procesy, materiálové a informační toky. Hlavní prvky Lean Production lze vidět na obr.9.

Zkušenosti z realizace Lean Production lze shrnout do následujících požadavků:

1. Neustále usilovat o zkvalitnění všech činností, které mohou jak v přípravě výroby, tak i ve vlastní výrobě ovlivnit funkčnost a jakost snížení nákladů, zkrátit průběžnou dobu výroby, zlepšit pracovní prostředí. Vše je namířeno jen na spokojenost zákazníka a konkurenceschopnost firmy a zároveň je založeno na motivaci pracovníka. Toto pojetí vychází z koncepce KAIZEN (KAI-změna, ZEN-zlepšení). Z dosavadních zkušeností vyplývá, že je možné zvýšit např. produktivitu práce bez velkých investic o 30 až 50%, a tak rychleji a pružněji reagovat na požadavky trhu.
2. Koncentrovat pozornost na místa, která vytvářejí rozhodující hodnoty z hlediska kvality, atraktivnosti a konkurenceschopnosti. Tato strategie se často nazývá GEMBA, kde se také uplatňuje KAIZEN. GEMBA však analyzuje vždy prvky a funkce jednoho místa (pracoviště, dílny apod.), které může negativně ovlivnit výrobní proces jako celek (např. kvalitu, velikost zásob atd.).
3. Optimalizovat systém materiálového a informačního toku - zabránit ztrátám z důvodu přetíženosti a nerovnoměrnosti. Vychází ze strategie 3 MU (viz japonská slova MURA, MUDA, MURI), kde:
 - MURA - se zaměřuje na problém nevyrovnanosti, nerovnoměrnosti a nepravidelnosti materiálových toků, kapacitních nároků apod.
 - MUDA - analyzuje příčiny vzniku ztrát, např. nadměrné skladovací zásoby, nevhodné uspořádání nástrojů, zvýšení zmetků, předimenzování výroby atd.
 - MURI - orientuje se na psychické přetížení člověka nebo řeší časovou návaznost jednotlivých operací (díly nebo montážní celky čekají na obsluhu ve frontě).

Mezi hlavní otázky které jsou pokládány v Lean Production jsou:

- Co vyrábět?
- Jak vyrábět?
- Kdo bude vyrábět?
- Kdy a za jak dlouho?
- Kdo vyrábět?



Obr. 9 Principy Lean Production [7]

Nyní je na místě položit si otázku, zda je CIM stále aktuální, když někteří z odborníků, kteří stáli v začátcích CIM, nyní hlásají, že „CIM is out - Lean Production is in“ [1]. Kromě je zde řada nových vývojových trendů (viz kap.2.6.). Přesto lze odpovédět: ano, CIM je stále aktuální.

Je však nutno říci, že CIM se vývojově změnil - již to není CIM 80. let, který tvrdil „automatizovat za každou cenu“, ale jde o CIM 2. generace 90. let, který má mnoho shodných znaků s novými vývojovými trendy.

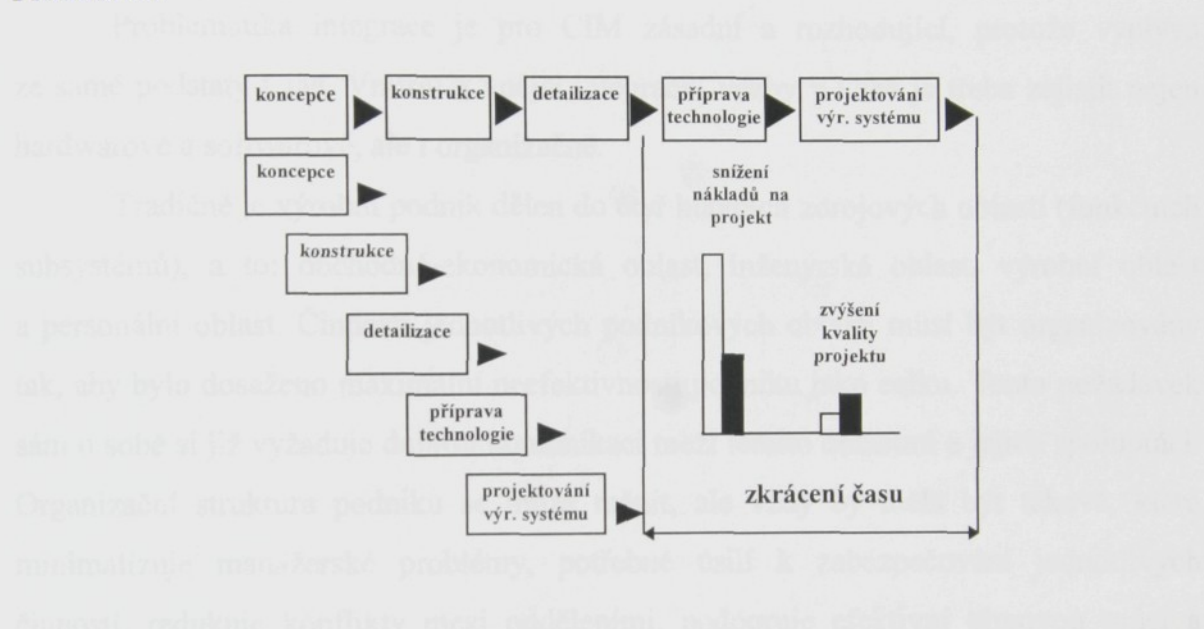
Tyto nové trendy nevznikly najednou, ale také se vyvíjejí. Vždyť první zmínky o nových trendech se datují již z roku 1992 [1].

Většina těchto trendů používá souhrn metod (KAIZEN, JIT...), které je možno začlenit i do nové koncepce CIM.

Jedním ze znaků, který spojuje nové trendy a CIM 2. generace, je orientace na člověka ve výrobě. Novou myšlenkou při integraci v podniku je právě lidmi prováděná integrace počítačů s celým podnikovým procesem. Už není smyslem plně automatizovat, ale nechat člověka najít úzká místa při výrobě, zapojit jeho myšlení,

zhodnotit celou výrobu, a teprve pak automatizovat. Proto se setkáváme se stále větší péčí o pracovníka (informovanost, zvyšování kvalifikace atd.).

CIM a nové vývojové trendy se dále shodují v orientaci na zákazníka. V 80. letech měl zákazník štěstí, když se mu podařilo koupit výrobek, který potřeboval, ale v současné době, kdy nabídka výrobku na trhu převyšuje poptávku, si zákazník vybírá. Důležitá je kvalita, cena výrobku, poprodejní služby a jeho rychlost uvedení na trh. Například metoda „Simultánní inženýrství“ (obr.10.), která se vyznačuje výrazným zkrácením vývoje výrobku a jeho uvedením na trh. Tato metoda se používá v Lean Production.



Obr. 10 Vývoj výrobku metodou Simultánní inženýrství [8]

Dalším společným rysem, který vychází z nutnosti podniku, rychlého reagování na potřeby trhu je intenzivní kooperace, jak vně, tak uvnitř podniku. Jejich společným znakem při integraci podniku je důležitá integrace CAx systémů. Vždyť i Integrovaný podnik (viz kap.2.6.3.) má ve svých subsystémech uvedenu integraci CAx systémů. Tato integrace a komunikace (mezi systémy CAx), se stále vyvíjí, vzniká stále lepší software i hardware, ale stále je problém s jejich propojením. Proto se další kapitola bude věnovat problémům a potřebám při komunikaci v CIM, a speciálně integraci dat mezi CAx systémy.

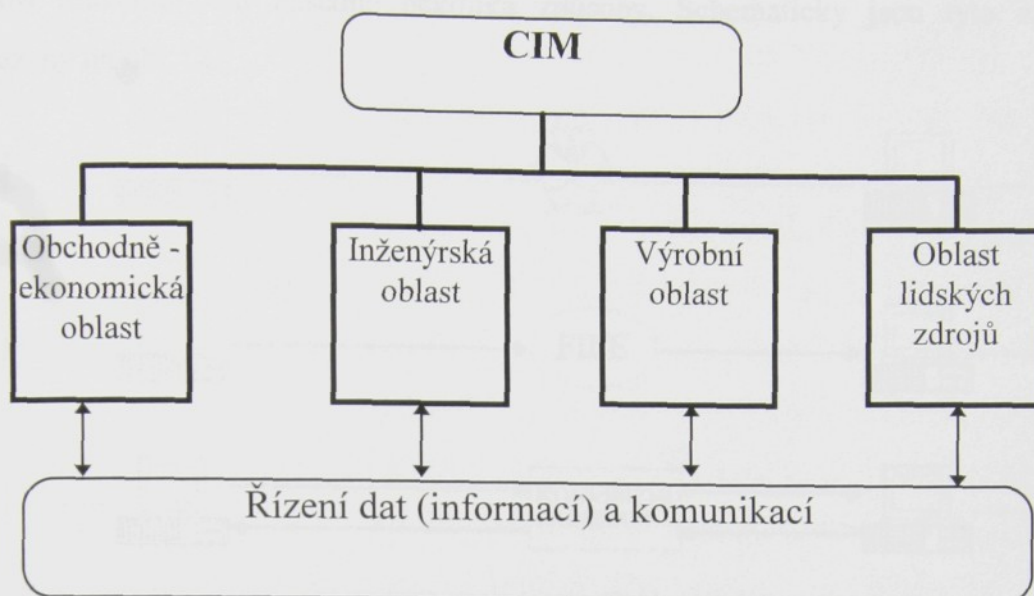
3. PŘEDPOKLADY A POŽADAVKY NA KOMUNIKACI UVNITŘ SYSTÉMŮ CA_x

3.1. Integrace v CIM

3.1.1. Teoretická východiska integrace v CIM

Problematika integrace je pro CIM zásadní a rozhodující, protože vyplývá ze samé podstaty CIM. Vnitřní a vnější integrační vazby v CIM je třeba zajistit nejen hardwarově a softwarově, ale i organizačně.

Tradičně je výrobní podnik dělen do čtyř hlavních zdrojových oblastí (funkčních subsystémů), a to: obchodně-ekonomická oblast, inženýrská oblast, výrobní oblast a personální oblast. Činnosti jednotlivých podnikových oblastí musí být organizovány tak, aby bylo dosaženo maximální neefektivnosti podniku jako celku. Tento požadavek sám o sobě si již vyžaduje dobrou komunikaci mezi těmito oblastmi a jejich spoluprací. Organizační struktura podniku se může měnit, ale vždy by měla být taková, která minimalizuje manažerské problémy, potřebné úsilí k zabezpečování jednotlivých činností, redukuje konflikty mezi odděleními, podporuje efektivní týmovou práci a udržuje provozní náklady na minimu. Proto může být CIM také chápán jako integrace výrobního procesu pomocí informační technologie a jednotného systému řízení i všech zdrojů podílejících se na něm (viz obr.11). Je to netradiční uzavřená smyčka, ve které jsou sdílena data pomocí přímého přenosu mezi obchodně-ekonomickými, inženýrskými, výrobními a personálními zdroji.



Obr. 11 Řízení dat a komunikací - základna CIM

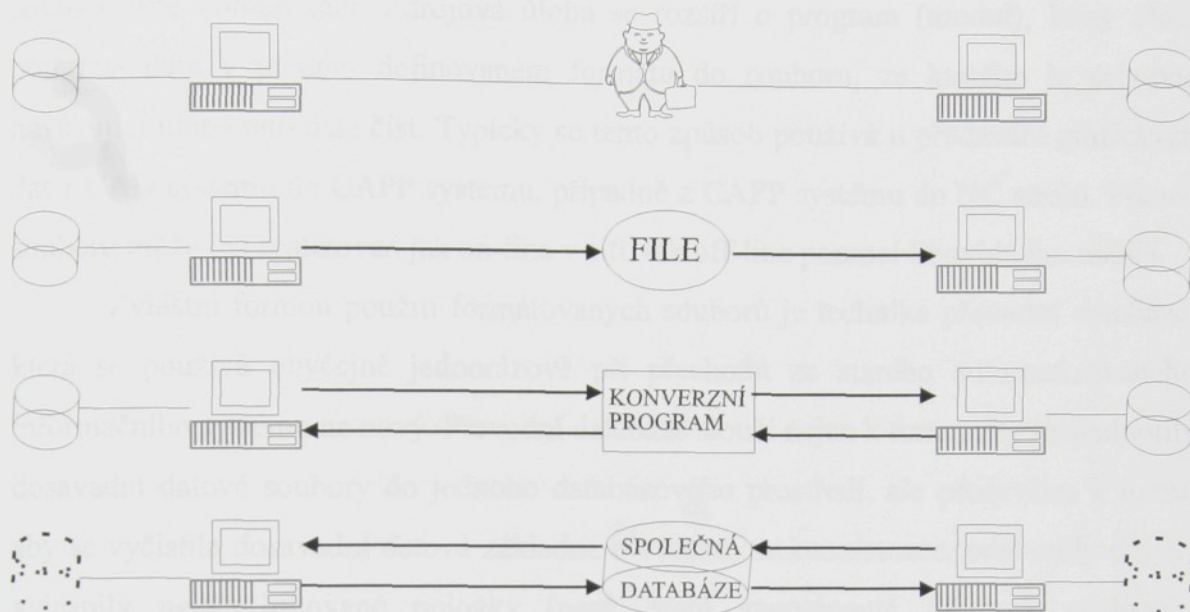
Po technologické stránce je integrace v CIM zajišťována zejména databázovými prostředky, které sjednocují data podniku a samozřejmě prostředky komunikačních technologií, jež umožňují komunikaci mezi jednotlivými částmi podniku. Problém integrace komponentů CIM spočívá v tom, že jednotlivé úlohy (aplikace), které dohromady vytvářejí CIM, se mohou lišit tím, že

- ukládají data v rozdílných formátech
- používají rozdílné algoritmy zpracování dat
- provozují se na rozdílných hardwarových platformách.

Komunikační vazby (interface) v CIM je možno kategorizovat na vazby

- mezi komponentami stejného druhu (např. CAD/CAD)
- mezi komponentami různého druhu (např. CAD/CAPP)
- mezi stávajícími a nově zaváděnými komponenty
- mezi systémem CIM a strategicko-taktickou úrovní řízení
- mezi dodavateli a odběrateli (externí vazba)
- mezi člověkem a počítačovým systémem.

Řešení problému vzájemné komunikace mezi různými úlohami (aplikacemi) v CIM můžeme řešit zásadně několika způsoby. Schematicky jsou tyto způsoby zobrazeny na obr.12.



Obr. 12 Čtyři typické formy integrace aplikací v CIM.

3.1.2. Manuální přenos dat

I když tento způsob nepředstavuje automatizovaný způsob spojení dvou úloh, je v praxi stále ještě velmi častý. Používá se zejména v počátcích výstavby CIM. Výstup dat z jednoho systému a vstup do druhého systému může probíhat v rozdílných místech, v rozdílném čase a na různých, nezávislých počítačích, ale může probíhat i na jednom počítači, kde jsou spuštěny simultánně obě úlohy a dialog může být realizován např. s pomocí techniky Windows. Lidská úloha může spočívat nejen ve vlastním přenosu dat z jednoho systému do druhého, ale zejména v tvůrčí selekci a interpretaci dat. Typicky je tento způsob organizačního spojení využíván pro přenos dat z CIM aplikací do takticko-strategického manažerského informačního systému organizace, při předávání dat z/do externích systémů (dodavatel, odběratel), při vstupu dat z dílenského systému řízení do PPS systému, případně při styku CAD, CAPP se systémem PPS (kusovníky, rozpisky, technologie).

3.1.3. Formátované soubory

V principu se jedná o jednoduchou techniku, která se používá většinou při jednosměrné komunikaci. Zdrojová úloha se rozšíří o program (modul), který uloží potřebná data v předem definovaném formátu do souboru, ze kterého je schopna navazující úloha tato data číst. Typicky se tento způsob používá u předávání grafických dat z CAD systému do CAPP systému, případně z CAPP systému do NC strojů. Přenos souboru může být realizován jak on-line v síti, tak off-line pomocí libovolného média.

Zvláštní formou použití formátovaných souborů je technika převodní databáze, která se používá obvykle jednorázově při přechodu ze starého automatizovaného informačního systému na nový. Převodní databáze slouží nejen k tomu, aby se sjednotily dosavadní datové soubory do jednoho databázového prostředí, ale především k tomu, aby se vyčistila dosavadní datová základna o všechny nekonzistence, odstranily chyby, vyjasnily neidentifikované položky (např. staré zapomenuté faktury), sjednotily číselníky apod. Obvykle se k této činnosti využívá běžných prostředků, kterými disponují všechny profesionálnější databázové systémy.

3.1.4. Konverzní programy

Jde v podstatě o rozšíření předchozího způsobu předávání dat na oboustrannou komunikaci, případně na možnost převést data z libovolných formátů na formát potřebný danou úlohou. Tato technika je bohatě využívána prakticky všemi dodavateli aplikačního softwaru pro zabezpečení kompatibility daného systému s ostatními prodávanými systémy. Tak např. firma IBM nabízí program CATIA Interface pro přenos dat mezi CAD systémem CATIA a jinými grafickými systémy, program CADMIP pro přenos dat mezi systémem CATIA a PPS systémem COPICS, resp. CIMAPPS, program GRAPH pro převod grafických dat z libovolného CAD systému do CAM systému NC-TOP V4. Firma Parametric Technology nabízí program Pro/INTERFACE pro výměnu grafických dat mezi CAD systémem Pro/ENGINEER a všemi ostatními CAD systémy, program Pro/CAT pro výměnu dat se systémem CATIA, program Pro/CDT pro výměnu dat se systémem CADAM Professional atd. Některé konverzní programy jsou řešeny jako uzavřené hotové programové moduly, jiné jako otevřené s možností parametrického dotvoření podle potřeb uživatele (např. modul

CATIA GLL). Technika konverzních programů je v současné době nerozšířenější technikou integrace v CIM.

3.1.5. Společná databáze

Technika konverzních programů má tu nevýhodu, že podporuje zachování interface mezi jednotlivými komponenty CIM, a tím i určitý stupeň složitosti systému, která je definována jako počet vazeb k počtu prvků. Výrazného snížení složitosti systému se dosáhne technikou společné databáze. Společnou databází se odstraní všechny mezisoubory a převodní programy. Při tom si mohou jednotlivé aplikace zachovat své vlastní lokální databáze, které budou obsahovat jen ta data, která nejsou nijak významná pro některý jiný systém. Tím se samozřejmě zjednoduší společná databáze. Společná databáze může být teoreticky řešena jako centrální nebo distribuovaná. V praxi však neexistuje žádné řešení CIM, které by bylo založeno kompletně na jediné centrální databázi pro všechny aplikace. Jako jediný perspektivní přístup se tedy ukazuje distribuovaná databáze. V systémech CIM se využívají prakticky všechny standardní relační databázové systémy, zejména DB/2, INFORMIX, PROGRESS, INGRESS, ORACLE, SYBASE apod.

3.1.6. Integrované programové řešení

Nejvyšším stupněm integrace CIM je řešení formou jednotného programového řešení pokrývajícího celý životní cyklus výrobku, nebo aspoň jeho podstatnou část. Je to směr, kterým se ubírá uplatňování expertních systémů pro řízení výrobních systémů. Báze znalostí o výrobním procesu musí být zpracovávána expertním systémem komplexně. V tzv. inženýrské databázi ukládáme nejen veškerá data o objektech, ale i vztahy mezi těmito objekty a pravidla a zásady pro žádoucí manipulaci s těmito objekty, tj. podmínky jejich cílového řízení.

3.1.7. Distribuovaná databáze

Většina dodávaných programových systémů pro podporu CIM využívá služeb nějakého standardního databázového systému (viz příloha A). V současné době převažují centrální databáze (ať jež v systému počítačových terminálů, nebo v systému

lokálních počítačových sítí s fileserverem). Je zřejmé, že vývojové tendence v CIM jdou směrem k distribuovaným databázím (DDB), které umožňují práci uživatelů v systému klient/server.

3.2. Normy a standardy využívané v CIM

Samozřejmě, že všeobecná cesta k integraci vede přes standardy a principy budování otevřených systémů. Bohužel i přes značné snahy o standardizační úsilí většiny výrobců systémů v rámci „boje“ za otevřené systémy zůstává tato oblast stále dosti nepřehledná a málo uspokojivá. Zde je přehled několika dosud vytvořených standardů používaných a použitelných v CIM.

Pro grafická uživatelská rozhraní (GUI) jsou používány standardy

- Open Look, což je sada podpůrných nástrojů pro práci v oknech podporovaná mezinárodními organizacemi AT&T a Unix International
- Motif, což je prostředí grafického uživatelského rozhraní společnosti Open Software Foundation
- MS Windows, Windows NT což jsou známé standardy PC.

Pro přenos grafické informace, výkresů a geometrie výrobků, výrobní modely a NC programy byly vytvořeny normy

GKS-3-D	Graphics Kernel System (ISO)
CGI	Computer Graphics Interface (ISO)
CGM	Computer Graphics Metafile (ISO)
PHIGS	Programmers Hierarchical Graphic System (ISO)
IGES	Initial Graphic Exchange Specification (ANSI)
SET	Standard Exchange Specification (ANSI)
VDAFS	VDA-Flachenschnittstelle (DIN)
PDES	Product Data Exchange Specification (NBS)
STEP	Standard for Exchange of Product Model Data (ISO)
CAD-NT	CAD-Normteile

IRDATA	Industrial Robot Data
APT	Automatically Programmed Tools (ISO)
CLDATA	Cutter Location Data (ISO)

Pro přenos technických a administrativních dat v sítích, výměnu a zpracování dokumentů byly vytvořeny tyto protokoly a standardy

MAP	Manufacturing Automation Protocol (ISO)
TOP	Technical Office Protocol
ODA	Office Document Architecture
ODIF	Office Document Interchange Format
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	Electronic Data Interchange Administration, Commerce and Transport

Z hlediska perspektivnosti a významnosti pro CIM stojí za zmínku následující standardy:

IGES (Initial Graphic Exchange Specification)

IGES je postup určený pro číslcovou výměnu databázových informací mezi počítačem a podporovanými systémy. Definuje datový formát pro popis návrhu produktu a výrobní údaje, které byly vytvořeny a uloženy ve tvaru akceptovatelném počítačem. O datech IGES, včetně výkresů a trojrozměrných čárových modelů výrobků, se předpokládá, že je bude interpretovat člověk. IGES normalizuje uchování těchto informací v paměti, jejich přenos a způsob zobrazení geometrických, topologických a dalších údajů grafického návrhu. Formát IGES je nezávislý na používaných systémech. Postupně má být IGES nahrazen PDES.

PDES/STEP (Product Data Exchange Specification/Standard for Exchange of Product Model Data)

Výměna dat PDES používající normu pro výměnu dat STEP představuje normalizační proces, jehož cílem je poskytnout metodu pro přenos výrobních dat v rámci vládních, průmyslových a dodavatelských organizací. Přenos organizacemi navzájem. PDES představuje souhrnnou normalizační činnost, která odkazuje na řadu

norem a vynucuje si vytvoření dalších norem v oblasti komunikací, grafiky, jazyků pro modelování databází atd.

Programové aplikace a podpůrné programové nástroje pro PDES/STEP budou implementovány s použitím normy SDAIS (STEP Data Acces Interface Specification). Specifikace SDAIS jsou nezávislé na metodě řízení a správy dat, která je použita pro výrobní data v rámci STEP. Jako prostředek pro modelování výpočetního prostředí s cílem zajistit jeho řízení se používá IRDS.

IRDS (Information Resource Dictionary System)

IRDS je název, jímž jsou označeny normy a návrhy norem, které jsou zaměřeny na využití datových slovníků a systémů řízení a správy databází při vývoji programového vybavení. Navržené normy podporují integraci interaktivních pomocných prostředků používaných ve vývoji programového vybavení zavedením společného datového katalogu (data repository) včetně prostředků umožňujících jeho rozšiřování. Tyto prostředky umožní provádět srovnávací analýzu nabízených datových slovníků, zavést konvence pro pojmenování entit, definovat životní cyklus a jeho modifikace, zajistit vícenásobné uživatelské pohledy, vytvořit model ochrany dat, definovat ovládání pomocí příkazů nebo pomocí grafických funkcí, provádět export/import a vytvářet aplikační program a rozhraní pro služby. Rozhraní pro služby by mělo minimálně zahrnovat služby pro řízení a správu verzí a obsahu slovníku, pro řízení konfigurace, pro řízení toku činností a pro kontextové řízení. Využitelnost této normy se předpokládá zejména při řešení tzv. programové integrace CIM.

MAP/TOP (Manufacturing Automation Protocol/ Technical Office Protocol)

Společnost General Motors chtěla vytvořit síť, která by pokrývala všechny její úřady, továrny prodejní organizace i dodavatele, aby mohla konkurovat japonským automobilkám. Základní myšlenka byla následující: kdyby si zákazník objednal kdekoli na světě auto, počítač prodejní organizace by zaslal okamžitě objednávku na GM, která by potom zaslala svým dodavatelům objednávky specifikující potřebné subdodávky.

MAP/TOP protokoly byly vytvořeny pro heterogenní lokální počítačové sítě. Základním konceptem MAP je páteří systém s připojenými izolovanými ostrůvky

automatizace - buňkami. Buňka je obvykle jednoduchá lokální síť s architekturou, která nemusí nutně používat protokol MAP. MAP rovněž umožňuje připojení těchto dílčích automatizovaných systémů na vyšší hierarchický systém. MAP páteří systém je speciálně vhodný pro spojení řídicích počítačů na dílně. Rozšířením konceptu MAP je protokol TOP, který pokrývá vyšší hierarchickou úroveň řízení tj. úroveň provozu a závodu. Další vývoj protokolů MAP/TOP je řízen společně tak, aby bylo dosaženo co možná nejvyššího stupně identity s ISO/OSI referenčním modelem.

ODA/ODIF (Office Document Architecture/Office Document Interchange Format)

ODA/ODIF je souhrnný název několikadílné normy ISO, která se zabývá strukturou dokumentů (ODA), formátem pro jejich výměnu (ODIF) a architekturou jednotlivých datových prvků. Dokumenty jsou tvořené textem, tabulkami, obrázky tj. skládají se z tzv. obsahových prvků, které zahrnují textové znaky a prvky vektorové a rastrové grafiky (CCA - Character Architectures, RGCA - Raster Graphics Content Architectures, GGCA - Geometric Graphics Content Architectures). Norma ODA/ODIF je významná zejména z hlediska vnitropodnikové integrace dat.

EDI/EDIFACT (Elektronic Data Interchange / Electronic Data Interchange Administration, Commerce and Transport)

EDI/EDIFACT představuje normy pro elektronickou výměnu obchodních dat, jako jsou údaje pro účetnictví, faktury, platební příkazy, objednávky, dodací listy apod. EDIFACT se stává světově rozšířenou normou zejména pro celní orgány.

Jeden ze stěžejních úkolů CIM-integrace je datové spojení mezi CAD-PPS systémy. Toto propojení má velký vliv na průchod dat při vývoji výrobku.

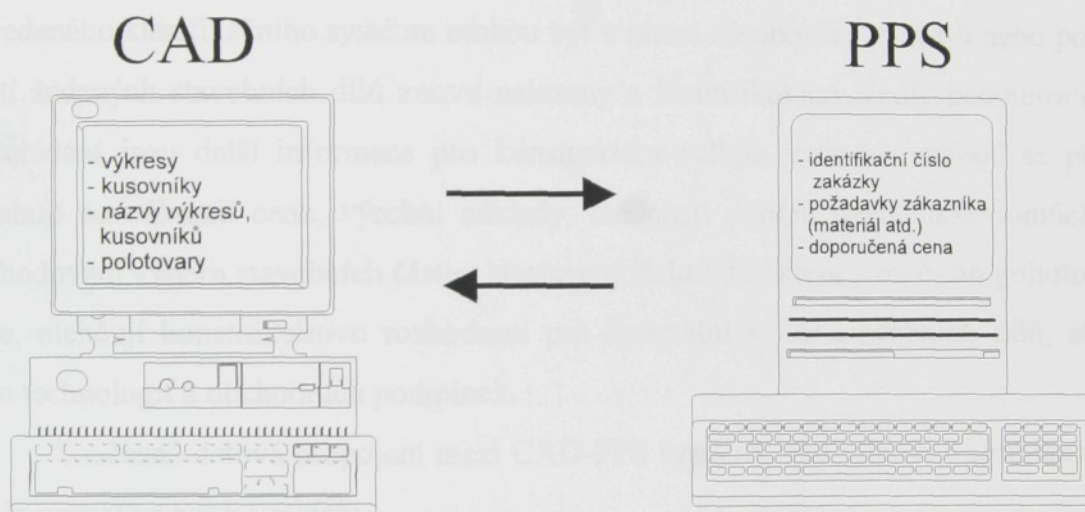
3.3. CAD - PPS

Většina PPS a CAD systémů je zavedena v mnoha podnicích v různých časových meznících a na různých počítačích. Integrační tok dat je ovlivněn tím, zda jedno periferní zařízení nelze propojit s druhým. Mezi důležitá data, která se vyměňují

mezi CAD-PPS systémy, patří konstrukční data a kmenová data o zakázce s přiřazenými identifikačními čísly.

PPS systém obsahuje veškerá data o zakázce. Tato data jsou do PPS systému postupně zadávána a jsou podkladem pro konstrukční data v CAD systému. Konstrukční data pro CAD systém obsahují část z kmenových dat jako data o zákazníkovi, čas zakázky, projekční číslo atd.

Tato data jsou podkladem pro konstruování a jsou uvedena na hotových výkresech. Konstrukční data si mezi sebou předávají i různé CAD systémy v podniku. Jsou to tzv. hybridní systémy, které umožňují propojení parametrických modulů s neparametrickými z různých CAD systémů. Tato data jsou předána PPS systému a jedná se zde o informační to dat z CAD-PPS systému (viz obr.13.).



Obr. 13 Vzájemná komunikace CAD - PPS systémů

S pomocí CAD systému vzniká návrh stavebních dílů a všech pracovních prostředků, které vedou k identifikaci následných plánovacích procesů. Takže jednoduché části ze stavebních dílů jsou stejně jako konstrukční díly uspořádány do seznamu podle čísel. Tyto soubory jsou s identifikací přenášeny buď jako databázové, nebo jako textové soubory a slouží k popisu stavebních dílů nebo k popisu kvantitativních nákladů pro konečné dodávkové vztahy. Seznamy konstruktivních částí jsou přečteny třídícím způsobem a vedeny v PPS systému.

Datové přenosy mezi CAD-PPS systémy probíhají pomocí kompatibilních formátů nebo jsou seznamy konstrukčních částí formálně převedeny. Seznamy

konstrukčních částí z CAD systému pomocí tohoto přenosu umožní bezchybné předání dat z CAD-PPS a ušetří manuální zadávání.

Při přenosu identifikačních čísel vztahujících se ke konstrukčním částem je nezbytné, aby byla brána v úvahu jednotná identifikace a odpovědnost pro přesné stanovení identifikačních čísel. Neboť pokud jsou částečně kmenová data se svými identifikačními čísly vedena v PSS systému bez konkrétního využití, v CAD systému by naopak mohla být využita, tj. spojena s náležitými výkresy stavebních elementů. Tím přebírá PPS systém odpovědnost za částečnou identifikaci během konstrukce a mohou tak být k datumu nastaveny vhodné výkresy a tabulky.

Další organizační propojení mezi CAD a PPS systémy leží v znovuobnovování již známých komponentů a jejich řešení. Tyto komponenty jsou často neidentifikovatelné, jsou tedy volány k použití jen přes klasifikační kód. Pomocí zavedeného klasifikačního systému mohou být v rámci zásobování výkresů nebo popisu částí žádaných stavebních dílů znovu nalezeny a identifikovány. Vedle geometrického uspořádání jsou další informace pro konstruktéra velkou výhodou, neboť se přímo vztahují na nákupní cenu, výrobní náklady, možnosti odběru nebo další pomůcky k rozhodování výběru stavebních částic. Nastavení těchto dat, která jsou často pohotově k ruce, ulehčují konstruktérovo rozhodnutí pro optimální výběr stavebních dílů, stejně jako technologií a obchodních podmínek.

Současná datová propojení mezi CAD-PPS systémy jsou relativně jednoduchá a lze je popsat ve třech krocích:

1. Jde o organizační integraci bez přímé výměny dat. Konstruktér má na pracovišti dvě oddělené obrazovky, z nichž na první je software PPS a na druhé výkresová data z CAD systému. Konstruktér pomocí částečných kmenových dat, příkazových dat a identifikačních čísel přemístí informace na první obrazovku. Pokud je třeba, aby tato data byla částečně do jeho CAD systému přenesena, je nutno tyto úředně nekódované efekty obnovit a vložit je do svého obnoveného CAD-počítače. Přesto se zde dosáhne daného jmenovaného informačního spojení, které je relativně rychlé v instalaci, protože není třeba datově-technických adaptací.
2. Pokud by měly CAD a PPS systémy mít rozdílný hardware a software, umožňují dnes již některé počítače s pomocí tzv. mezimodulů datově-technicky se mezi sebou propojit. Tyto počítače by musely být propojeny s CAD-systémem, stejně jako s PPS

modulem. V časově rozdílných obdobích se data jednoho nebo druhého systému obnovují. Díky jednoduchým kopírovacím funkcím se nechají data, např. z PPS-„windows“ do náležitého CAD-„windows“ přenést a také převést na náležitém CAD modulu. Toto rovněž relativně jednoduché datově-technicky realizovatelné řešení je sice cenově výhodnější, ale vede k zdlouhavému odpojení CAD a PPS systému.

3. Další vysoký stupeň datového propojení je přenos souborů mezi CAD a PPS systémy. Tento přesun souborů může být jen přes simulaci dat, která mohou přejít na jiný počítač, protože je dnes nabízen od mnoha počítačových uživatelů jako standartní řešení s vhodným přenosem. Jako příklad může posloužit přenos dat z CAD systému na PPS-počítač. Většinou zde jsou data uložena v odděleném souboru, a pomocí převáděcího programu jsou i převedena v náležitých PPS-datech. Zpětná cesta příslušných příkazových a částečně kmenových dat je podobná v organizaci. I v tomto případě je rozhodující, aby odpovědnost dat na jednom nebo druhém místě byla taková, že v rámci změněné služby na obou stranách bude předložena podobná aktualizace dat. Také je zde přiinstalována složka "elektronická pošta" jako další forma datové komunikace mezi rozdílnými počítači.

Nyní zde byly popsány možnosti datového propojení CAD-PPS a jestliže je v systému umožněno elektronické zpracování dat, pak se lze zajímat o další kroky integrace mezi CAD-PPS systémy, jak uvádí další kapitola.

3.4. CAD - PPS - integrace

Jestliže CAD a PPS systémy jsou vzájemně spojeny přes lokální síť a je umožněno elektronické zpracování dat, pak je zde řeč o další jednoduché formě integrace CAD-PPS. Tato forma integrace pracuje s tím, že konstruktér má možnost použít PPS terminál ve svém CAD systému. Je to umožněno prostřednictvím paralelního připojení CAD a PPS systému. Konstruktér přes jednoduché kopírovací příkazy překopíruje plánovací data do svého výkresu, popř. naopak. Tato forma funguje na bázi windows-techniky a je efektivní v tom, že se vyvaruje smíšení dat CAD a PPS systému, jak bylo uvedeno v předešlých příkladech.

Nejužší forma integrace uvnitř CAD a PPS se skládá ze společné databáze na stejném hardwaru. To je podmíněno jednotnému datovému modelu mezi CAD a PPS, kde jsou jednotně spuštěny všechna konstrukční a výkresově orientovaná data.

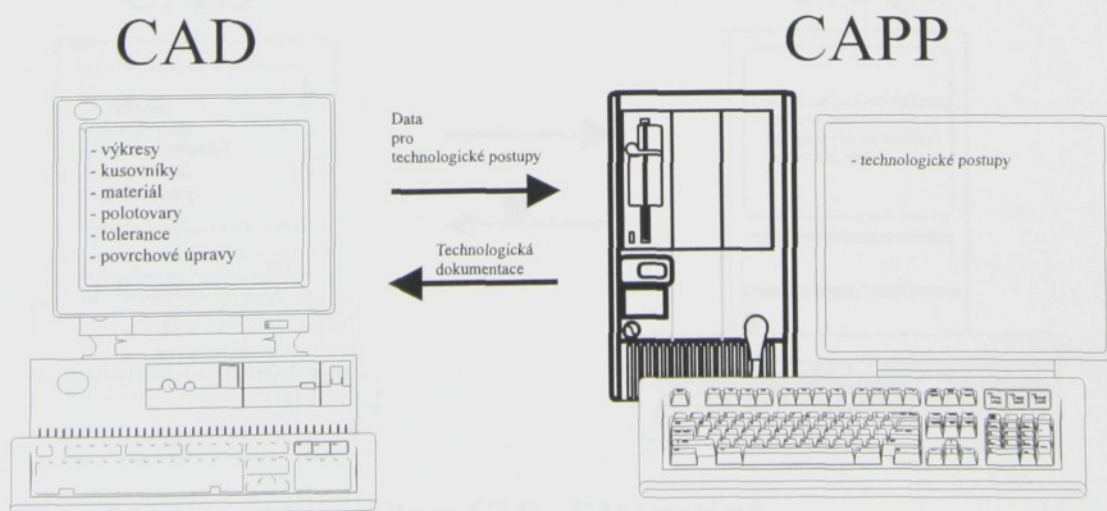
Předpokládá se ale, že CAD a PPS-data jsou stejného formátu a struktury a jsou pohotově na stejných počítačích. Tato forma by měla být v budoucnosti nejčastěji realizována.

Další důležitá forma integrace existuje mezi systémy CAD-CAPP. CAPP se zabývá technologickým plánováním a přípravou výroby, které tvoří velmi komplexní, časově náročnou a nákladnou úlohu. Navíc je jeho integrace s CAD systémem, z kterého čerpá materiálová a výkresová data, je velmi důležitá.

3.5. CAD-CAPP-DNC

CAD-CAPP-DNC systémy a jejich integrace je hlavně závislá na tom, aby v daném podniku byl DNC systém zaveden. Moderní DNC systémy jsou přímo propojeny s obráběcím strojem a podnikovou sítí, a tím i se vstupem do celopodnikové databáze k ostatním CIM komponentům. Pomocí daného DNC systému jsou pracovní plány a NC programy z CAPP systému automaticky vedeny k náležitému dokončovacímu procesu. Jedná se vlastně o tzv. organizaci dat.

Dále však výkonný CAD systém bezpodmínečně vyžaduje odpovídající podporu v oblasti technologické přípravy CAPP, která musí být schopná rychle vytvářet materiálové normy, normy výkonu, výrobní postupy a operační technologii. Grafické a numerické propojení CAD a CAPP obsahuje grafické modely, kusovníky, základnu normativů, změnové řízení (viz obr.14).

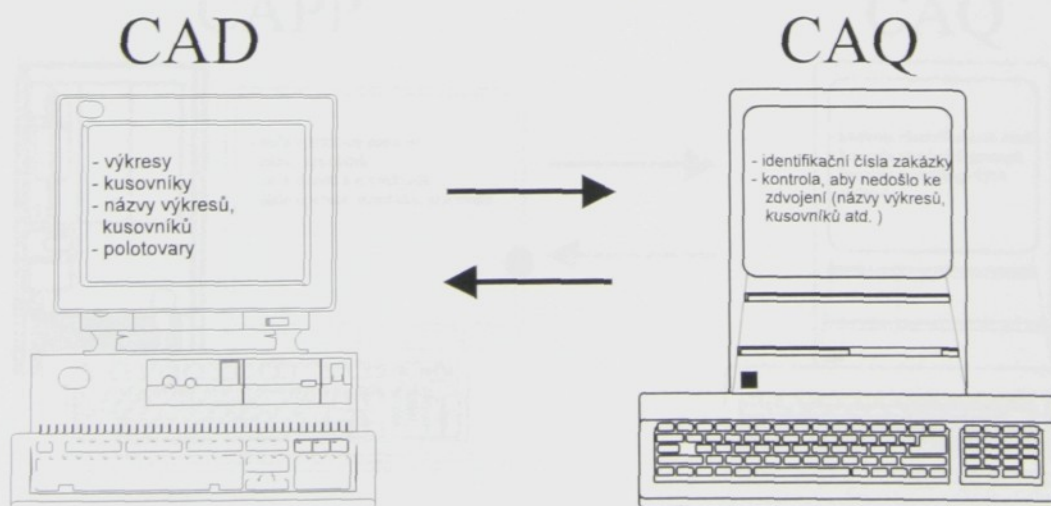


Obr. 14 Vzájemná komunikace CAD - CAPP systémů

Důležitou roli v moderním podniku hraje kontrola jakosti. V počítači integrované výrobě ji představují CAQ systémy. V CAQ systémech by měly být jasně stanoveny koncepty pojištění kvality jisté fáze provádění příkazů a dokončení informační integrace, které by měly doprovázet průřezový element, neboť jak známo, kvalita musí přesahovat všechny fáze provádění příkazů, a působí tak i oproti svým dodatečným vlivem na CIM. Existuje celé široké spektrum technických a programových prostředků, které mohou účinně podporovat a integrovat řadu činností v systému péče o jakost (vyhodnocovací a monitorovací prostředky [1], kontrolní a snímací zařízení atd.). CAQ systémy jsou součástí celopodnikové strategie péče o jakost, a proto je důležitá jejich integrace a komunikace se systémy CAx.

3.6. CAD - CAQ

Pro spojení CAD k CAQ se zde objevuje možnost nejenom kvalitativního zachycení konstrukčního úkolu a provádění příkazů, nýbrž také sestavení spojení s CAD-konstrukčními výkresy (viz obr.15), které tak budou na jednotlivých výrobních výkresech zpracovány vedle odpovídajících DIN (normované tolerance a povrchové zpracování v normovaných zobrazení) s pomocí CAD modulů. Tím se zobrazí všechna konstrukční data, jako materiál, tolerance a další znaky. Grafické zkušební plány, odvozené z CAD-konstrukce, jsou dalším integračním krokem uvnitř CIM.



Obr. 15 Vzájemná komunikace CAD - CAQ systémů

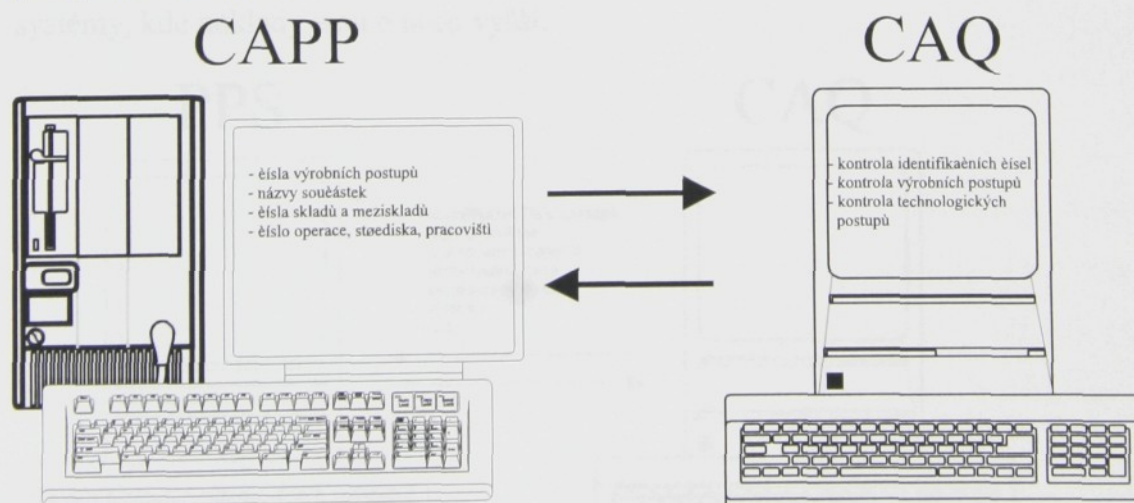
Tyto zkušební plány jsou obsaženy v CAD systému, odkud se zobrazují ve zkušebnách, kde kvalitativní inženýři hodnotí všechny charakteristické znaky, jako zkušební prostředky, zkušební cykly, zkušební frekvence atd.

Proto zde jsou uvedena všechna zkušební data pro identifikaci náležitých protokolů, jako jsou čísla částí, čísla kreseb, popisy částí a ostatní charakteristické identifikační znaky pro připojené zkušební plány. Tak jsou tato data připravena k použití na počítači.

Vedle těchto dat jsou ve zkušebních datech zahrnuta i data o optimálním postupu obrábění, bezkolizním automatickém vygenerování dráhy nástroje atd., která vznikají při integraci CAPP-CAQ.

3.7. CAPP-CAQ

Zde je zavedení zkušebních dat přímo na CNC zařízení, především náradí, polotovary a další NC stroje (viz obr.16). Tato data jsou pak spojena a datově technicky integrována přímo s NC programy popř. DNC-systémy. Volné opracování stejně jako přezkoušení dokončovacího procesu a zaprotokolování kvalitativního pojištění se musí přenést přímo na DNC nebo na počítač, takže přímé propojení dat, co se kvality týče, je poskytnuto během NC obrábění.



Obr. 16 Vzájemná komunikace CAPP - CAQ systémů

Integrace zjednodušuje přenos dat a uspořídá obnovené zadání příkazové identifikace, částečného popisu atd. Současně se předkládají pro zkoušky celkové pracovní kroky, které podléhají kvalitativní zkoušce.

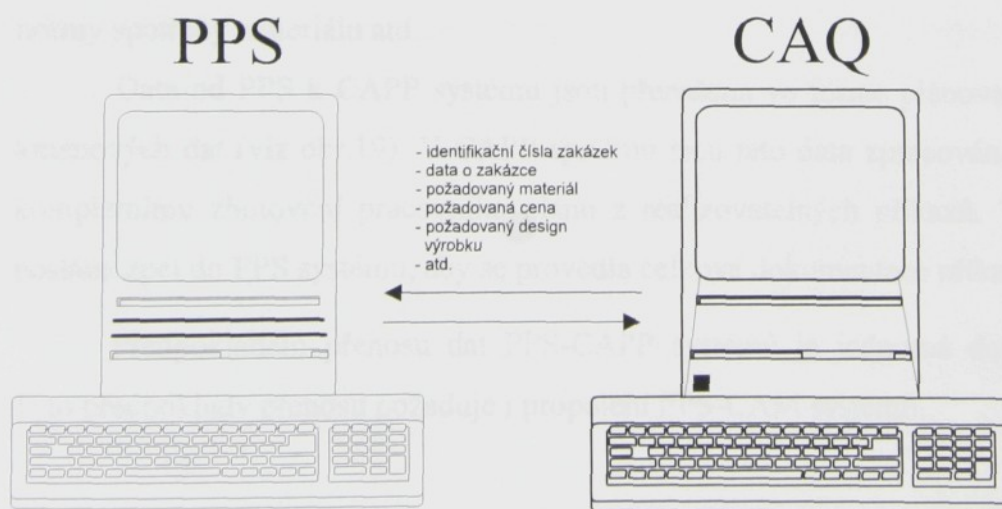
Z toho vzniká pracovní rozplánování pro jednotlivé pracovní kroky. Je vidět, že dnes se o kvalitu v podnicích usiluje na předním místě a CAQ systémy jsou integrovány se všemi dalšími systémy PPS a CAM.

3.8. PPS - CAQ

Propojení a integrace PPS-CAQ systémů je snadno realizovatelné, protože dochází k přenosu dat kvalitativního a zkušebního plánování (viz obr.17). Jelikož zkušební část plánování a s tím i spojené náklady jsou přímo v systému PPS, existují pro jednotlivé programy jasně definované úkoly a úlohy. Zde dochází k přímému provázání na CAQ systém [9].

CAQ systém překontroluje kmenová data a jednotlivé příkazy, zkušební procedury a bez jakéhokoli manuálního zásahu vrací data zpět do PPS systému.

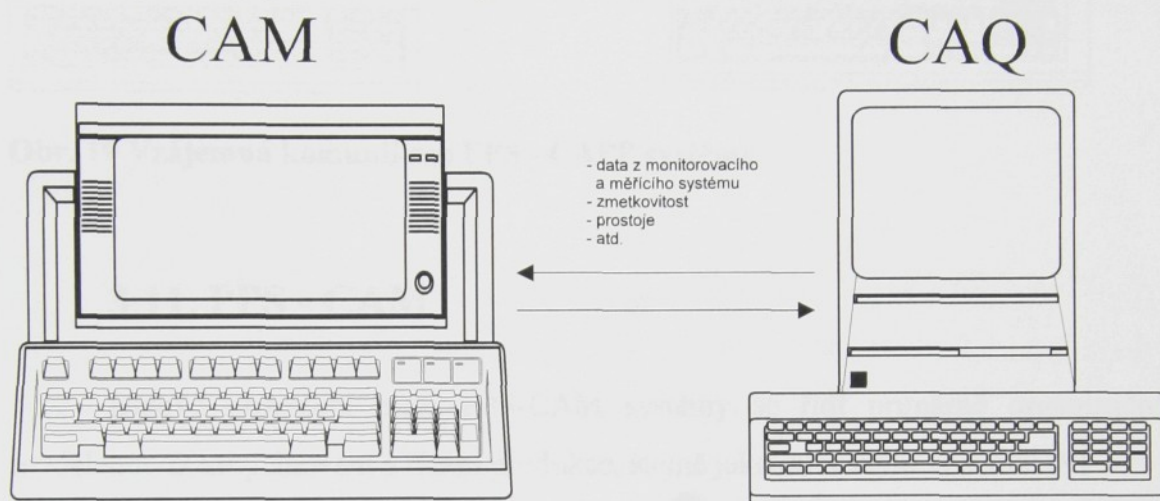
Realizace této integrace závisí především od možnosti přenosu PPS dat na CAQ systémy. Jsou zde přenášena plánovací a kmenová data. Propojení mezi PPS-CAQ systémy je realizovatelné s relativně malými náklady, oproti přenosu dat CAM-CAQ systémy, kde náklady jsou o něco vyšší.



Obr. 17 Vzájemná komunikace PPS - CAQ systémů

3.9. CAM - CAQ

Jelikož CAM systém poskytuje (NC programovací funkce, přesný sled operací, dokumentaci atd.), jsou tato data přenášena a kontrolována v CAQ systému. Dochází zde k přenosu strojových dat a CAQ systém kontroluje odchylky obráběného materiálu se skutečným výrobkem, souřadnice měřících snímačů atd. Zde jsou data vyhodnocena a poslána zpět. Propojení CAM-CAQ lze vidět na obr.18.



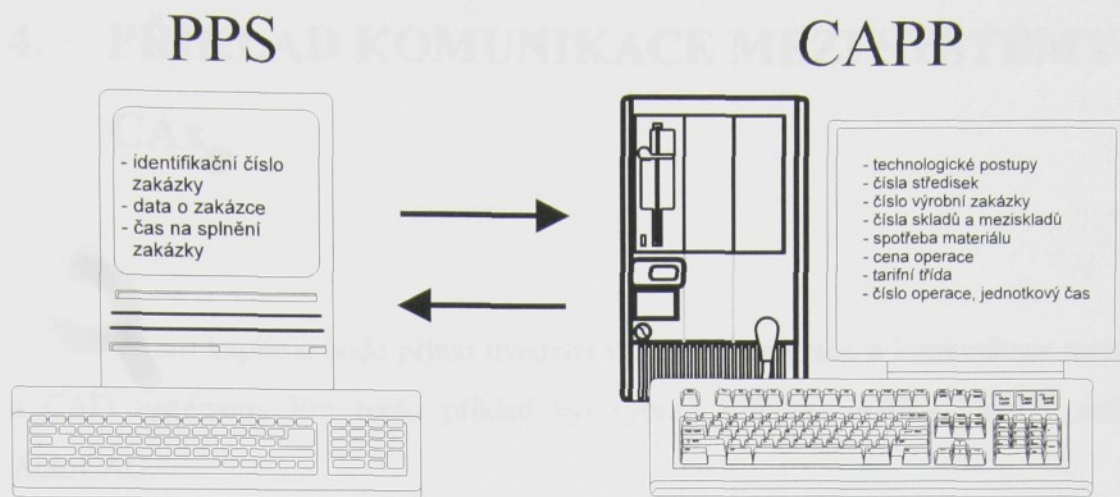
Obr. 18 Vzájemná komunikace CAM - CAQ systémů

3.10. PPS - CAPP

Mezi systémy PPS-CAPP probíhá výměna dat typu kusovníky, výrobní postupy, normy spotřeby materiálu atd.

Data od PPS k CAPP systému jsou přenášena ve formě plánovacích příkazů a kmenových dat (viz obr.19). V CAPP systému jsou tato data zpracována a dochází ke kompletnímu zhotovení pracovního plánu z realizovatelných příkazů. Tato data jsou poslána zpět do PPS systému, aby se provedla celková dokumentace příkazů.

Předpokladem přenosu dat PPS-CAPP systémů je jednotná datová struktura. Tyto předpoklady přenosu požaduje i propojení PPS-CAM systémů.



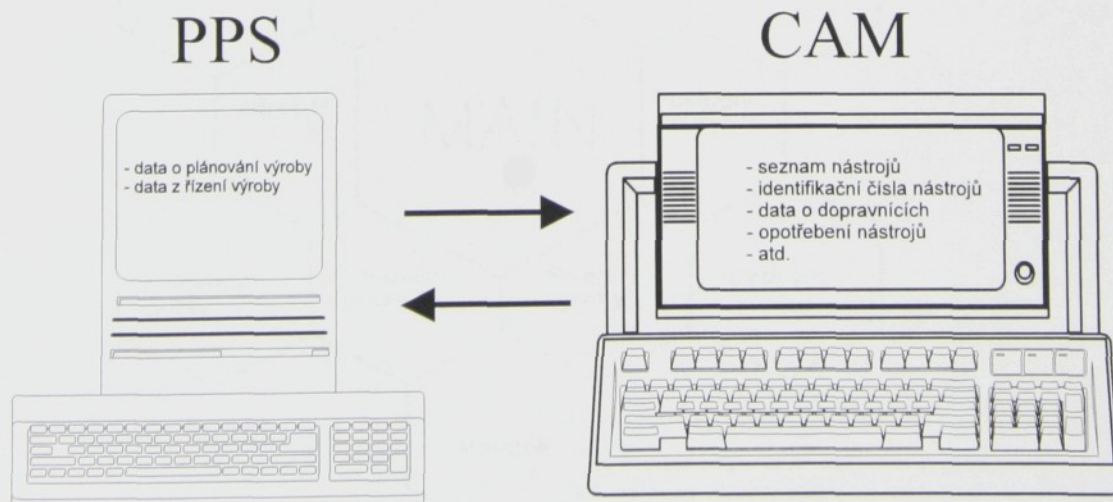
Obr. 19 Vzájemná komunikace PPS - CAPP systémů

3.11. PPS - CAM

Datové propojení mezi PPS-CAM systémy se řídí primárně organizačním rozdělením mezi plánování a řízení produkce, stejně jako dílenským vedením [9].

PPS prvních generací si vzaly za úkol řízení příkazů až k dokončování a dokladovosti pracovních plánů v závodě. Pak byly tyto kompletní plány předány na NC stroj.

Dnes PPS systémy rozdělí data na hrubé plánování a dílenské plánování. Plánování probíhá přes časový úsek o dnů k týdnům. Tato příkazově plánovací data jsou dále přenášena na konečné dílenské vedení a NC stroj, kde jsou upřesněna. Jedná se hlavně o časově vymezenou výměnu dat mezi PPS a CAM systémem (viz obr.20).



Obr. 20 Vzájemná komunikace PPS - CAM systém

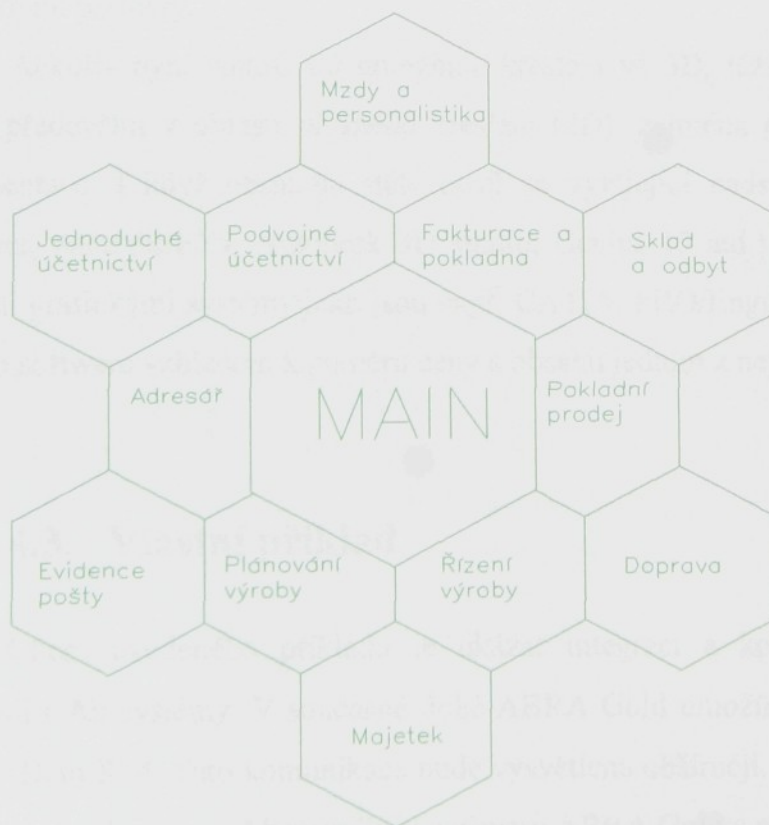
4. PŘÍKLAD KOMUNIKACE MEZI SYSTÉMY

CAX

V této kapitole bude přímo uvedena vzájemná integrace a komunikace mezi PPS a CAD systémem. Pro tento příklad byl vybrán software ABRA Gold a software AutoCAD.

4.1. ABRA Gold

Software ABRA Gold je produktem firmy AKTIS, a.s. Počátky této firmy se datují do roku 1991. Software ABRA Gold začal vznikat kolem roku 1993 a uveden na trh byl 1994. Tento software je určen na řízení a plánování výroby a je zařazen do PPS systémů. Firma AKTIS a.s. ovšem směřovala tento produkt k menším a středně velkým podnikům. ABRA Gold je modulový program, jak je vidět na obr. 21.



Obr. 21 Modulový software ABRA Gold

Všechny tyto moduly jsou vzájemně propojeny a pracují se společnou databází MAIN. Tento program byl vybrán proto, protože jeho verze je nainstalována i na Katedře výrobních systémů při TU Liberec.

Jak už bylo řečeno, náplní této kapitoly je jeho integrace a komunikace se softwarem AutoCAD.

4.2. AutoCAD

AutoCAD je po dlouhá léta synonymem CADu na počítačích třídy PC. Tento software se vyvíjí už řadu let od verze AutoCAD release 10 až do dnešní podoby AutoCAD R 14. Výrobce tohoto softwaru je firma Autodesk

AutoCAD představuje nástroj, který umožňuje od jednoduchého 2D konstruování přes plné 3D modelování, objemové parametrické modelování a fotorealistickou vizualizaci až po realizaci komplexních aplikací při práci s databázemi. Dále tento software umožňuje bezproblémovou komunikaci se zákazníky i se spolupracovníky. Dále zajišťuje plnou síťovou kompatibilitu (i mezi jednotlivými verzemi), kde je možno pracovat ve skupině na společném projektu, ale i mezi vzdálenými partnery.

Ačkoliv nyní AutoCAD umožňuje kreslení ve 3D, těžiště jeho působnosti lze nalézt především v oblasti plošného kreslení (2D), zejména pak v tvorbě výkresové dokumentace. I když obsahuje stále nově se vyvíjející nadstavby (např. AutoCAD Designer, AutoVISION, Autodesk 3D studio, Genius 13 atd.) nemůže se srovnávat s velkými grafickými systémy jako jsou např. CATIA, PRO/Engineer atd. Na našem trhu je tento software vzhledem k poměru ceny a obsahu jedním z nejpoužívanějších.

4.3. Vlastní příklad

Cílem uvedeného příkladu je ukázat integraci a komunikaci mezi PPS a ostatními CAx systémy. V současné době ABRA Gold umožňuje komunikaci pouze s AutoCADem R14. Tato komunikace bude vysvětlena obšírněji. Další části této kapitoly slouží k zamyšlení se nad komunikací softwaru ABRA Gold s ostatními systémy. Je zde popsáno, jaká další data je účelné předávat. Úkolem je zpracování zakázky na

převodovku pomocí softwaru ABRA Gold. Dále zde bude naznačena podoba integrace a komunikace s tímto softwarem, a porovnána s možnostmi, jaké nabízí tento program dnes.

Při převzetí zakázky na převodovku jsou do softwaru ABRA Gold, modul ADRESÁŘ zapsána data:

- požadavky (jakost, design, výsledný převod, materiál atd.)
- data o zadavateli zakázky (firma, majitel, IČO atd.)
- požadovaná cena od zadavatele
- platební podmínky
- atd.

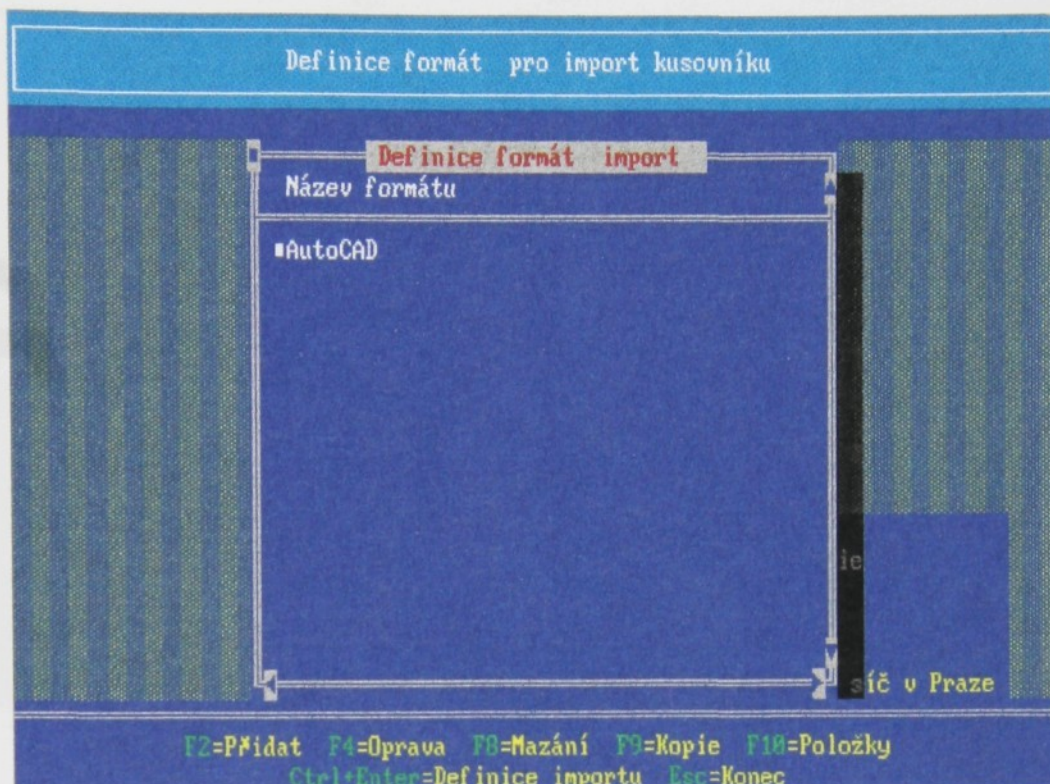
Všechna tato data jsou uložena ve společné databázi MAIN (dále jen MAIN).

CAD systém AutoCAD R14 by měl převzít z MAIN data:

- identifikační číslo zakázky
- požadovaný převod
- požadovaný materiál atd.

Současná verze softwaru ABRA Gold neumožňuje exportovat tato data z MAIN do AutoCADu R14. Tato data musí být softwaru AutoCAD R14 předána pomocí datových médií (disket, síť apod.). Konstruktor vyhodnotí data a navrhne výkres převodovky. AutoCAD R14 umožňuje spolupracovat více konstruktérům na stejném projektu a výkresu. S pomocí tohoto softwaru také probíhají veškeré výpočty (soukolí, ložiska, řemenové převody, pevnostní kontroly, momenty atd.).

Mezi důležitá data, která jsou předána programu ABRA Gold, patří výkresy, kusovníky. Firma AKTIS, a.s. výrobce ABRA Gold se k tomuto problému postavila tak, že záleží na podmínkách kupujícího jaký vlastní CAD systém v podniku. Na základě požadavků daného CAD systému firma AKTIS, a.s. vyrobí na zakázku interface pro daný software v našem případě AutoCAD R14 (viz obr.22.).



Obr. 22 Software AutoCAD definován v softwaru ABRA Gold

Nyní se zaměříme na tvorbu kusovníku v prostředí AutoCAD R14 a jeho exportu do softwaru ABRA Gold. Plná verze programu AutoCAD R14 umožňuje s nadstavbou Genius 13 tvořit kusovníky. Z výkresu, který byl nakreslen konstruktérem v prostředí AutoCAD R14, vytvoříme kusovník. Jednotlivé normované součásti (pera, kolíky, ložiska, gufera atd.) na výkresu jsou označeny infobody, pomocí kterých je automaticky vytvořen kusovník. Dále je kusovník doplněn o součásti, které se musí vyrábět (hřídele, ozubená kola atd.). Jelikož je formát kusovníku z AutoCADu R14 přesně definován v modulu PLÁNOVÁNÍ VÝROBY (viz obr.23), dojde k jeho exportu do softwaru ABRA Gold. Protože oba softwary pracují v prostředí Windows, je kusovník ze softwaru AutoCAD R14 exportován (typ souboru *.wmf*) a v softwaru ABRA Gold je přeložen do tabulkového procesoru (typ souboru *.xls*).

Definice formát pro import kusovníku				
Struktura souboru				
Název	Jméno	Typ	Délka	Des.
■AutoC	POZICE	N	20	0
	NAZEV_ROZM	C	20	0
	POLOTOVAR	C	20	0
	POCET_KS	N	20	0
	MATERIAL_K	C	10	0
	MJ	C	10	0
	C_VAHA	N	10	2
	CISLO_VYKR	C	10	0
	MATERIAL_U	C	10	0
	POC_MJ	N	10	2

Esc=konec

Obr. 23 Formát kusovníku, který je exportován z AutoCADu do ABRA Gold

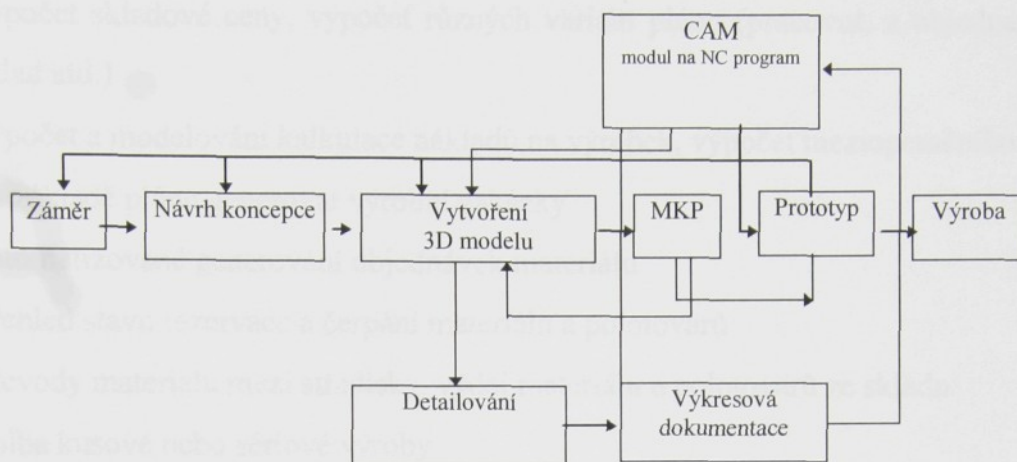
Tento kusovník lze dále použít v dalších modulech softwaru ABRA Gold. Software ABRA Gold umožňuje číst i výkresy (typ souboru *.dwg*) z AutoCADu R14.

Dále AutoCAD R14 exportuje data:

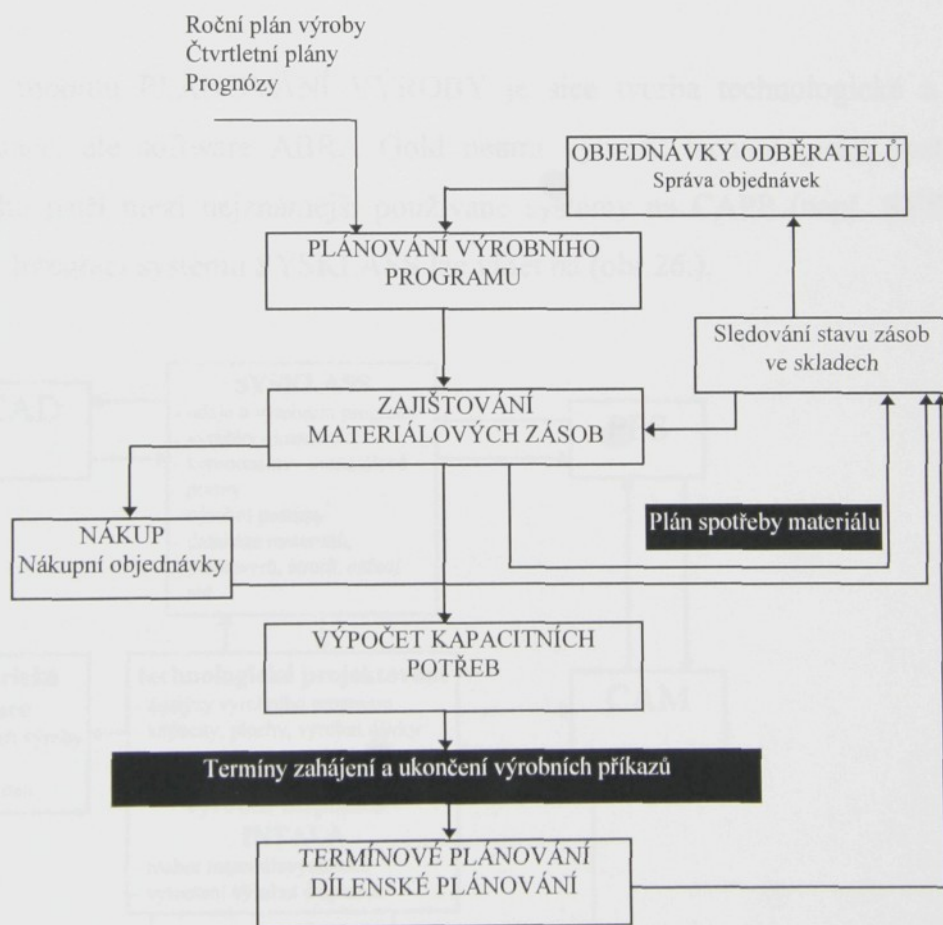
- polotovar
- tolerance
- opracované plochy
- materiál atd.,

která jsou předána CAM modulu, jako podklady pro NC program. Jako příklad lze uvést program CIMATRONIT, který velmi dobře komunikuje s AutoCADem R14. Z AutoCADu R14, jsou data exportována do programu CIMATRONIT (formátu IGES). Zjednodušený model CAD a CAM komunikace lze vidět na obr.24.

Na základě přenesených dat (výkresů, kusovníků, použitého materiálu atd.) by mělo dojít v modulu PLÁNOVÁNÍ VÝROBY k rozplánování materiálových a kapacitních potřeb, výrobního programu atd. (viz obr.25).



Obr. 24 Zjednodušený průběh projektu od počáteční myšlenky k výrobě

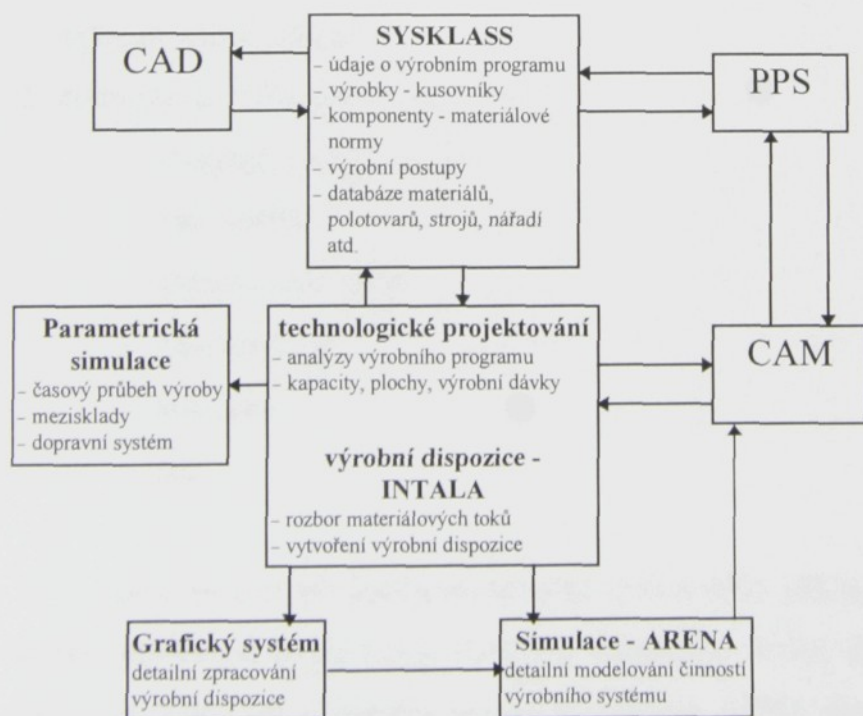


Obr. 25 Modul PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

ABRA Gold umožňuje v modulu PLÁNOVÁNÍ VÝROBY:

- výpočet skladové ceny, výpočet různých variant plánu (pracovní, z objednávek, na sklad atd.)
- výpočet a modelování kalkulace nákladů na výrobek, výpočet mezioperačního ceníku
- na základě plánu generovat výrobní zakázky
- automatizované generování objednávek materiálu
- přehled stavu rezervace a čerpání materiálu a polotovarů
- převody materiálu mezi středisky, výdej materiálu a polotovarů ze skladu
- volba kusové nebo sériové výroby
- výpočty plánu se zohledněním průběžné doby výroby dílců a objednacích lhůt materiálu
- zohlednění ekonomických a výrobních dávek, možnost nastavení plánovací periody

V modulu PLÁNOVÁNÍ VÝROBY je sice tvorba technologické a výrobní dokumentace, ale software ABRA Gold neumí vytvořit technologické postupy. Na našem trhu patří mezi nejznámější používané systémy na CAPP (např. SYSKLASS, ASEPO). Integraci systému SYSKLASS lze vidět na (obr.26.).



Obr. 26 Možnost propojení systému SYSKLASS s jinými moduly v podniku [6]

Další modul, který se podílí na plnění zakázky, je modul ŘÍZENÍ VÝROBY. Je nadstavbou nad modulem PLÁNOVÁNÍ VÝROBY a současná verze softwaru ABRA Gold zabezpečuje v tomto modulu:

- evidenci pracovních lístků, zmetková hlášení
- na základě zmetků doplánovat výrobu vadného množství
- sledování viníků zmetků
- nedokončenou výrobu a její ocenění, zaúčtování a inventarizaci
- sledování plnění plánu - plnění zakázek po operacích, čerpání materiálu a polotovarů, čerpání strojních hodin a čerpání normohodin
- sledování plnění výkonných norem
- operativní plán využití kapacit i s ohledem na jednotlivé profese nebo na skupiny strojů
- evidence nástrojů, sledování životnosti a opotřebení
- podporu norem řady ISO 9000.

Protože ještě nebyl vyroben software na celkové řízení jakosti v podniku, je třeba rozdělit řízení jakosti na tyto části:

1. *kontrola dat v PPS systému*, kde by se kontrolovaly identifikační čísla zakázek, výkresů, kusovníků atd.
2. *kontrola dat z hlediska Řízení výroby*:
 - Prostoje, příčiny poruch
 - stav měřidel
 - aktuální stav stroje
 - zmetkovitost
 - tolerance
 - atd.

Dále by měl být použit informační systém dílny (ISD). Tento ISD by obsahoval systém pro přímé řízení stroje (DNC) a informační systém, který by obsahoval data o správě zakázky. Při plánování výroby v softwaru ABRA Gold je důležitá znalost i o ostatních výrobních strojích (čísla zakázek, NC programů, nástroje, přípravků atd.) a na tyto informace by se tento software dotákal ISD.

Na základě předešlého příkladu lze zhodnotit software ABRA Gold, co se týče jeho integrace a komunikace s ostatními softwary. Program ABRA Gold pracuje na platformě (PC/MS DOS, PC/WINDOWS), stejně jako program AutoCAD R14. Integrace mezi těmito softwary je uspokojivá.

Jestliže bude ABRA Gold hodnocena jako software na PPS systém, pak je na tomto programu vidět, že je směřován spíše na malé firmy a drobné podnikatele. Většina firem tento software používá na účtování, evidenci zásob a fakturaci ve firmě.

Hlavní nedostatkem je, že není umožněna tvorba technologických postupů. Tyto postupy se musí ručně zapsat do modulu PLÁNOVÁNÍ VÝROBY.

Modul ŘÍZENÍ VÝROBY v tomto softwaru pracuje pouze s daty, která mu jsou manuálně zadána. Tento modul nesleduje aktuální stav na dílně. Na základě tohoto zjištění by do tohoto modulu mělo být zařazeno sledování stavu na dílně prostřednictvím dílenského řízení.

Z hlediska řízení jakosti ABRA Gold pracuje pouze se zmetky a na základě zmetků statisticky vyhodnocuje zmetkovitost.

Jednou z důležitých součástí při plánování výroby je oblast simulace (viz obr.26). Současná verze softwaru ABRA Gold neumožňuje integraci s žádným simulačním programem (ARENA, WITNESS atd.) a to by mělo vést výrobce tohoto softwaru k zamyšlení.

5. ZÁVĚR

Úkolem této práce bylo seznámení se s problematikou v oblasti počítačem integrované výroby (CIM) a odpověď na otázku, zda je CIM stále aktuální. V práci byly uvedeny i nové trendy vývoje (Lean Production, Integrovaný podnik atd.), které navazují na CIM. Na základě těchto trendů vývoje bylo poukázáno na možný vývoj systému CIM 2. generace.

Dále byly v této práci obecně rozebrány standardy a formáty používané v koncepci CIM a vzájemná integrace a komunikace mezi systémy CAx.

Ve čtvrté kapitole byla konkrétně uvedena integrace a komunikace mezi softwarem ABRA Gold a AutoCAD R14. Byly zde rozebrány formáty dat, které se přenáší při komunikaci těchto dvou softwarů (výkresy, kusovníky atd.). Dále zde byl zhodnocen software ABRA Gold na základě uvedeného příkladu, a také z hlediska komunikace s ostatními moduly CAx.

Jak je z výsledku práce vidět, je stále kladen větší důraz na integraci systémů CAx. Výrobci se zaměřují nejen na stále zlepšování softwarů, ale kladou důraz i na jejich kompatibilitu s ostatními softwary. Je snaha o vytvoření jednotných standardů formátů a operačních systémů, se kterými by pracovala většina CAx systémů.

Seznam použité literatury

- [1] Košturiak, J., Gregor, M.: Podnik v roce 2001. Grada Praha 1993
- [2] Zelenka, A., Leeder, E., Basl, J., Saak, V.: Počítačově integrovaná výroba jako přirozená vývojová etapa integrace strojírenských výrobních procesů. Strojírenská výroba 3-4/93, strana 14-18
- [3] Zelenka, A., Leeder, E., Basl, J., Saak, V.: Produkčně plánovací systémy (PPS) -1. Strojírenská výroba 7-8/93, strana 4-9
- [4] Rebeňák, J., Gregor, M., Strýček, P., Slámková, E., Košturiak, J.: Automatizácia TPV. SAPECON Žilina, 1992
- [5] Schulte, Ch.: Logistika. Victoria Publishing a.s., 1994
- [6] Zelenka, A., Leeder, E., Basl, J., Saak, V.: Produkčně plánovací systémy (PPS) -2. Strojírenská výroba 9-10/93, strana 4-7
- [7] Košturiak, J., Gregor, M.: Č príde po CIM?. Strojírenská výroba 11-12/94, strana 16-23
- [8] Košturiak, J., Gregor, M.: Medzníky na ceste k prosperite. Megabyte 3-4/94, strana 35-40
- [9] Abeln, O.: Die CA., Techniken in der industriellen Praxis Handbuch der computergestützten Ingenieur- Methoden. Carl Hanser Verlag München, Wien 1990.
- [10] Zelenka, A.: Vliv strategie „Štíhlé výroby“ na rozvoj výroby. Technik, 7/96, strana 17-18
- [11] Saak, V.: Podklady k přednáškám z řízení výroby a CIM. FH Rosenheim, 1992
- [12] Scheer, A.: CIM - Der computergesteuerte Industriebetrieb, Springer Verlag, Berlin, 1988

Seznam příloh

Příloha A: Charakteristika vybraných PPS systémů v ČR

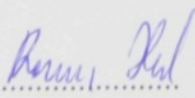
CIMAPPS.....	A - 1
MAPICS.....	A - 2
BUSINESS/400.....	A - 2
OR.....	A - 3
MAX.....	A - 4
Chameleon 2000.....	A - 4
Manufacturing Management II.....	A - 5
CIM/Financials.....	A - 5
System R/3.....	A - 6
AMAPS/400.....	A - 6
ProFis.....	A - 7
IMIS.....	A - 7
qad MFG/PRO.....	A - 8
BPCS.....	A - 8
PIUSS-O.....	A - 9
FACTORY.....	A - 9
PROGRES/400.....	A - 10
DIAMAC.....	A - 10

Prohlášení k využívání výsledků diplomové práce

Jsem si vědom toho, že diplomová práce je majetkem školy, že s ní nemohu sám bez svolení školy disponovat, a že diplomová práce může být zapůjčena, či objednána (kopie) za účelem využití jejího obsahu.

Beru na vědomí, že po pěti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v Univerzitní knihovně TU v Liberci, kde je uložena.

Jméno: Roman HURT
Adresa: Okrajová 1156
674 01 Třebíč

Podpis: 

PŘÍLOHA A Charakteristika vybraných PPS softwarů v ČR

V příložených přílohách lze vidět standardně dodávané programové systémy na podporu řízení výroby do České republiky. Základem (jádreem) všech systémů je počítačová podpora plánování a řízení výroby (PPS) a drtivá většina těchto systémů vznikla lokalizací zahraničních produktů. Tyto systémy pokrývají svými funkcemi základní logistiku výroby počínaje vstupem zakázky a konče její expedicí. Řada systémů obsahuje také podporu ekonomických funkcí podniku, případně k nim je dodáván ekonomický systém přímo spolupracující. Neobsahují počítačovou podporu konstrukčních prací a automatizované výroby CAD/CAM i když některé z nich dovedou přebírat příslušnou grafickou informaci z těchto systémů.

Popis systémů je velice stručný a obsahuje jenom výrobce resp. dodavatele v České republice, HW platformu případně operační či databázový systém ve kterém tyto systémy pracují, hlavní referenční aplikaci ve strojírenském podniku v České republice a stručný soupis funkčních charakteristik daný výčtem programových modulů.

CIMAPPS - Computer Integrated Manufacturing Advanced Production Planning System.

Výrobce: IBM

Dodavatel: ZPS Zlín a.s.

Platforma: IBM ES 9000 resp. IBM 390 (MVS, VSE), IBM RS 6000 (UNIX), DB2, COBOL

Referenční instalace: ZPS Zlín a.s., Česká zbrojovka U. Brod

Moduly:

- Správa kusovníků (PDM - Product Definition Manager)
- Správa výrobních zařízení (FAM - Facilities Manager)
- Správa technologických postupů (ROM - Routings Manager)
- Správa skladového hospodářství (ISM - Inventory Status Manager)
- Správa materiálových požadavků (MRM - Material Requirements Manager)
- Správa dílenských zakázek (POM - Product Order Manager)
- Správa nákupů (PUM - Purchasing Manager)
- Správa dodávek (REM - Receivivng Manager)
- Správa zákaznických objednávek (COM - Customer Order Manager)
- Správa expedice (SHM - Shipping Manager)
- Kapacitní bilancování (FCM/2 - Finite Capacity Manager)

K systému CIMAPPS se dodává ekonomický systém SIGAGIP pro podporu ekonomického a personálního řízení podniku.

MAPICS - Manufacturing, Accounting and Production Information Control System.

Výrobce: IBM & Marcam Internationalk Alliance

Dodavatel: IBM Česká republika a.s.

Platforma: IBM AS/400

Referenční instalace: Moravan Otrokovice a.s.

Moduly:

Řízení zákaznických objednávek (ICOM - Customer Order Management)

Analýza prodejů (SA - Sales Analysis)

Prognóznování (FCST - Forecasting)

Správa inženýrské CAD/CAM databáze (EDMI - Enfineering Data Management Interface)

Zpracování kusovníků (PDM - Product Data Management)

Kalkulace nákladů (EQM - Estimating and Quote Management)

Plánování výroby (MPSP - Master Production Schedule Planning)

Plánování potřeby materiálů (MRP - Material Requirment Planning)

Kapacitní plánování (CRP - Capacity Requirment Planning)

Jemné lhůtové plánování (FCPS - Finite Capacity Planning & Scheduling)

Řízení zásob (IM - Inventory Management)

Dílenské řízení a sledování výroby (PM&C / ProDUCTION Monitoring & Control)

Řízení prodejů (PUR - Purchasing)

Řízení opakované (hromadné) výroby (REP - Repetitive Production Management)

Finanční analýza (FA - Financial Analysis)

Mzdy (PR - Payroll)

Statistická analýza produktivity (MPA - Manufacturing Performance Analysis)

Zakázkové kalkulace (CA - Contract Accounting)

Sledování režijních nákladů (MM - Maintenance Management)

Podpora vrcholového řízení (EIS - Executive Information System)

BUSINESS 400

Výrobce: The JBA International Group

Dodavatel: JBA Česká republika s. s r. o.

Platforma: IBM AS/400

Referenční instalace: ŠKODA Diesel Praha, Brandýské strojírny

Moduly:

Odběratelé (saldokonto odběratelů)

Dodavatelé (saldokonto dodavatelů)

Účetnictví a finanční analýza

Řízení finančních toků

Evidence základních prostředků

Prodej po telefonu a elektronická výměna dat

Plánování zakázek

Analýza prodejů

Prognóznování

Plánování požadavků na distribuci

Technická příprava výroby
Hrubé plánování výroby
Řízení výroby a sledování nákladů
Kapacitní plánování
Dílenský sběr dat
Řízení skladového hospodářství
Plánování materiálových požadavků
Řízení nákupů
Přímé řízení skladů
Finanční analýzy a finanční modelování
Zakázkování a fakturace
Řízení oprav

OR - SYSTEM INTEGROVANÝ ŘÍDÍCÍ A INFORMAČNÍ SYSTÉM PODNIKU

Výrobce: OR Computer System International
Dodavatel: OR Computer System International Česká republika
Platforma: HP 9000, UNIX, INFORMIX
Referenční instalace: Kabelovna Děčín a.s., Janka Radotín
Moduly:

Manažerský informační systém
Marketing
Odbyt
Technická příprava výroby
Termínování zakázek
Kalkulace
Propočet materiálových potřeb
Objednávání materiálů
Skladové hospodářství
Kapacitní propočty
Tvorba výrobních podkladů
Operativní evidence výroby
Fakturace
Účetnictví
Mzdy a personalistika
Podniková banka
Statistiky
Řízení jakosti
Správa datové základny

MAX - International Computer Ltd (ICL)

Výrobce: Manufacturing Control Systems Ltd.

Dodavatel: ICL - MIC (Středisko průmyslových aplikací) a.s.

Platforma: databázový systém INFORMIX, UNIX, ICL DRS

Referenční instalace: Kovosvit Sez. Ústí, Škoda Plzeň

Moduly:

Simulace výrobních, finančních a investičních plánů

Plánování výroby

Technická příprava výroby

Předpovědi potřeby materiálu

Analýza zásob

Řízení výroby

Sledování obchodních případů (zakázek)

Řízení prodeje

Řízení nákupů

Kalkulace nákladů

Účetnictví včetně bankovního styku

Automatizace kancelářských prací (OFFICEPOWER)

Chameleon 2000

Výrobce: Tetra Ltd.

Dodavatel: BAC a.s. Praha

Platforma: databázový systém INFORMIX, ICL DRS

Referenční instalace: Zbrojovka Brno

Moduly:

Účetnictví včetně konsolidace

Evidence pohledávek a závazků

Bankovní styk

Mzdy

Kalkulace nákladů na zakázku

Investiční majetek (HIM)

Zpracování prodejních objednávek

Zpracování nákupních objednávek

Řízení skladového hospodářství

Fakturace a prodejní analýzy

Kusovníky

Technologické postupy

Hrubé plánování výrobních kapacit

Tvorba výrobních zakázek a výrobní dokumentace

Plánování potřeby materiálu

Sledování rozpracované výroby

Kapacitní bilancování

Manufacturing Management II (MM II)

Výrobce: Hewlett Packard

Dodavatel: SOFT Pro s. s. r. o.

Platforma: HP 3000, databázový systém TurboIMAGE, COBOL

Referenční instalace: Uničovské strojírny, Sigma Lutín, TOS Rakovník, TOS

Čelákovice

Moduly:

Prodej a marketing

Nákup a řízení zásob

Plán finální výroby

Plán materiálových potřeb

Kalkulace a rozpočty

Technologické postupy a kusovníky

Řízení a plánování výroby

Evidence provozních dat

Vnitropodnikové účetnictví

Finanční účetnictví

Mzdy a personalistika

Řízení údržby

Integrace CAD systémů

Investiční majetek

CIM/Financials

Výrobce: AVALON

Dodavatel: APP Systems

Platforma: databázový systém ORACLE, UNIX, IBM RS/6000, IBM PS/2, VAX

Referenční instalace: Autokola Nován Hut', ZVÚ Hradec Králové

Moduly:

Prodej

Nákup

Řízení skladů

Technická příprava výroby (konfigurátor výrobku)

Hrubý plán výroby

Kapacitní plánování

Řízení výroby

Plánování materiálních požadavků

Účetnictví

Pohledávky

Závazky

Majetek

Personalistika a mzdy

Systém R/3

Výrobce: SAP AG

Dodavatel: PC-DIR

Platforma: Databázové systémy ORACLE, INFORMIX, UNIX, VMS, WINDOWS NT, HP/9000, IBM RS/6000, SUN CONPAQ.

Referenční aplikace: ČZ Strakonice, Škoda Mladá Boleslav

Moduly:

Finanční účetnictví (FI- Financial Accounting)

Správa investičního majetku (AM- Assets Management)

Nákladové účetnictví (CO- Controlling)

Odbyt (SD- Sales and Distribution)

Materiálové hospodářství (MM- Material Management)

Plánování a řízení výroby (PP- Production Planning)

Řízení kvality (QM- Quality Management)

Údržba (PM- Plant Maintenance)

Personalistika a mzdy (HR- Human Resources)

Řízení projektů (PS- Project System)

Automatizovaná kancelář (WF- Workflow)

AMAPS/400

Výrobce: Dun & Bradstreet

Dodavatel: ÚVOT Praha

Platforma: IBM AS/400

Referenční instalace: TOS Hostivař

Moduly:

TPV a datová základna (BMS- Bill of Material System)

Řízení zásob a zakázek (MCS- Material Control System)

Rozpad a termínování (MRP- Material Requirement Planning)

Nákup a dodavatelé (PCS- Purchasing Control System)

Technologické postupy a capacity (PRS- Process and Routing System)

Řízení dílny (SFC- Shop Floor Control)

Kapacitní plánování (CRP- Capacity Requirement Planning)

Vrcholové plánování (MPS- Master Production Scheduling)

Plánování nákladů (SCS- Standard Costing System)

Výrobní náklady (CMS- Cost Management System)

Protokolování a vyhodnocování aktivit (LTS- Lot Traceability System)

Rozvrhování opakované výroby (SMP- Schedule-Managed Production)

Pro počítačovou podporu účetnictví, bankovních operací a finančních analýz se dodává k systému AMAPS/400 systém SPECTRA/400.

ProFiS

Výrobce: PragoData a.s.

Dodavatel: PragoData a.s., Digitis a.s.

Platforma: databázový systém PROGRESS, UNIX, VMS, MS-DOS, NOVELL, HP, DEC, ICL, IBM RISC, PC's

Referenční instalace: ČKD Hradec Králové, ŽĎAS a.s.

Moduly:

Technická příprava výroby (TP)

Plánování výroby (PV)

Dílenské řízení výroby (DR)

Prodej (PR)

Skladová evidence (SE)

Nákup (NA)

Základní a provozní účetnictví (UC)

Finanční účetnictví (FU)

Majetek (MA)

Mzdy a personalistika (MZ)

Správa systému (SP)

IMIS - INTEGROVANÝ MANAŽERSKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO VÝROBU A OBCHOD

Výrobce: CCA s.s r.o. (Computer Consultancy & Application)

Dodavatel: CCA s.s r.o.

Platforma: databázový systém ORACLE, VMS, DEC

Referenční instalace:

Moduly:

Odbyt

Nakupování

Skladové hospodářství

Finanční řízení, kalkulace, rozpočty

Účetnictví

Fakturace odběratelská

Fakturace dodavatelská

Data o výrobcích a materiálech

Plán potřeby dílů

Kapacity

Technologické postupy

Sledování obchodního případu

Výrobní náplň

Výroba

Simulace

Marketing

Správa systému

qad MFG/PRO

Výrobce: qad.inc

Dodavatel: Digits a.s.

Platforma: databázový systém PROGRESS, UNIX, VMS, ULTRIX, MS-DOS, DEC, VAX, PC's

Referenční instalace: LIAZ Mnichovo Hradiště, TATRA Kopřivnice - Příbor

Moduly:

Řízení dodavatelského řetězce: plánování distribučních požadavků, centralizace objednávek (zakázek), distribuovaný nákup, zákaznické rozvrhy a dodavatelské rozvrhy, elektronická výměna dat.

Plánovací moduly: plánování řady výrobků, plánování zdrojů, prognózy, plánování hlavního rozpisu, plánování potřeby materiálu.

Výrobní moduly: kusovníky, technologické postupy, výrobní střediska, výrobní příkazy, řízení dílny, opakovaná výroba, řízení jakosti.

Distribuční moduly: řízení zásob, zásoby, nákup, nabídky, objednávky (zakázky)m, zákaznická konfigurace výrobků, fakturování, analýza prodeje.

Finanční moduly: účetnictví, saldokonto pohledávek a závazků, mzdy, řízení nákladů, řízení pokladen, devizové hospodaření.

Řízení servisu: servisní kontrakty, sledování telefonických objednávek, vracení o opravy.

Bázový modul: databáze produktů a výrobních míst, adresáře, komentáře (texty), rozhraní k CAD/CAM.

BPCS - Buisness Planning and Control System

Výrobce: SSA - Systém Software Associates

Dodavatel: BSA - Business Systém Applications

Platforma: IBM AS/400

Referenční instalace:

Moduly:

Řízení finančních vztahů: hlavní účetní kniha, pohledávky, závazky, finanční převody, měnové převody, základní prostředky, hotovostní operace, mzdy a personalistika, finanční analýza, rozpočty a modelování.

Řízení distribuce a logistiky: obchodní zakázky, skladové hospodářství, plánování zásob, fakturace prodejní analýza, nákup, podpora marketingu.

Řízení a plánování výroby: hrubý plán, hlavní plán, kontrola výkonnosti, výběry z databáze (nestandardní dotazy), řízení dílen, výrobní náklady a provozní účetnictví, strava výrobních dat, automatický sběr dat, kapacitní plánování, opakovaná (plynulá) výroba, sledování jakosti.

Obecné moduly: podpora komunikaci, podpora marketingu, Office Vision/400

PIUSS-O

Výrobce: PSI Berlin

Dodavatel: Institut průmyslového managementu ZČU Plzeň

Platforma: DEC ALFA, VMS

Referenční instalace: ŠKODA Machine Tools a.s. Plzeň

Moduly:

Základní systém (správa databáze a vyhledávací systém)

Systém odbytu

Vytvoření zakázky

Uvolnění zakázky

Kapacitní hospodářství

Rozvrhování materiálu

Sledování zásob

Operativní evidence výroby

Kalkulace

Systém nákupu

Archiv zakázek

Síťové plánování

Správa skladu

Realizace dílenského řízení

Sběr dat z provozů, evidence pracovní doby a kontrola přístupů

Pro podporu ekonomických úloh spolupracuje systém PIUSS se systémem EXACT dodávaným firmou ECOS.

FACTORY

Výrobce: KYBERNON

Dodavatel: LOGIS Frenštát

Platforma: databázový systém ORACLE

Referenční instalace: Královopolská a.s. Brno, MEZ Frenštát a.s.

Moduly:

Nákup

Odbyt

Strategické plánování

Kalkulace

Řízení výroby

Technická příprava výroby

Materiálové hospodářství

Servisní funkce a kmenová data

Na PPS systém FACTORY navazují další moduly přes zákaznická rozhraní. Jde zejména o produkty na podporu CAD/CAM, finanční řízení, mzdy a personalistiku, řízení kvality a pod.

PROGRES/400

Výrobce: BSD n.v.

Dodavatel: Chepos a.s.

Platforma: IBM AS/400

Referenční instalace:

Moduly:

Skladové hospodářství

Kusovníky

Technologické postupy

Správa výrobních zakázek

Řízení výroby

Kapacitní plánování

Strategie objednávání

Řízení odbytu

Řízení a plánování nákupu

Kalkulace nákladů

DIAMAC (první software oceněný značkou kvality CZECH MADE)

Výrobce: DIATRYMA s. s r.o.

Dodavatel: DIATRYMA s. s r.o.

Platforma: databázový systém INFORMIX, UNIX, DEC ALPHA

Referenční instalace: ČKD Kompresory a.s., Letecké opravny Kbely s.p.,

OASA Čáslav a.s.

Moduly:

TPV: konstrukční a technologická příprava výroby s evidencí materiálových položek a zdrojů.

SKL: řízení zásob a skladová evidence

PPM: sestavení operativního plánu výroby, nárokování materiálových požadavků

PRV: sledování rozpracovanosti a operativní řízení výroby

NAK: objednávání a nákup materiálu, evidence, statistik, a a vyhodnocování dodavatelů

ODB: řízení odbytu, evidence a vyhodnocování odběratelů, uzavírání a sledování plnění smluv, expedice a fakturace

KPL: plánování kapacitních požadavků a sledování kapacitního vytížení výrobních prostředků

KNC: Kalkulace výrobních nákladů v nákladových položkách

SPV: plánování výroby v delších časových horizontech, modelování a optimalizace využití zdrojů

NLI: integrace ekonomických informací z ostatních modulů do modulu EKO, generování účetních vazeb

EKO: ekonomika a hospodaření organizace, účetnictví, saldokonto, platební styk výkaznictví a rozpočty

PAM: pracovníci a mzdy, personalistika

ZEV: evidence investičního a drobného majetku