

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Studijní program: **Strojírenství**

Zaměření: **Řízení strojírenské výroby**

ZASÍŤOVÁNÍ CNC STROJŮ

INTERCONNECTION OF CNC MACHINES

KOM - 939

Jiří DEJMEK

Vedoucí práce: **Ing. Leoš HOLUB, CSc.**

Konzultant: **Jiří VOTAVA, KNORR-BREMSE, s. r. o., Hejnice**

Počet stran: 40

Počet příloh

a tabulek: 8/1

Počet obrázků: 1

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum: 26. května 2000



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Studijní rok: 1999/2000

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení

Jiří D E J M E K

studijní program

Strojírenství

zaměření

řízení strojírenské výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Zasíťování CNC strojů

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Vymezení problematiky.
2. Varianty možných řešení – výběr optimální varianty.
3. Analýza problematiky v rámci vybrané varianty.
4. Návrh schématu sítě – blokový popis.

KOM/ERŠV
39.1. 8.1. přeb.

V 119/2000 Sb

ZASÍŤOVÁNÍ CNC STROJŮ

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na „zasíťování CNC strojů“ ve společnosti KNORR-BREMSE, s. r. o. v Hejnicích. Problematika zasíťování CNC strojů počínaje popisem CNC, konče návrhem počítačových sítí, je popsána jak po stránce teoretické tak po stránce praktické v daném podniku. Dále se bakalářská práce zabývá popisem firmy, seznamuje s produkty výroby a s obchodními partnery

INTERCONNECTION OF CNC MACHINES

ANNOTATION

This diplom work is focused on „interconnection of CNC machines“ in company KNORR-BREMSE, LC in Hejnice. The problem of interconnection of CNC machines, that begins with describe of CNC machines and ends with suggestion of computer network, is described both theoretically and concretely in query company. Further my diplom work deal with description of the company, with the company products and business partners.

Deset. třídění: 681.3:62-52

Klíčová slova: CNC, DNC, CIM, LAN

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2000

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 40

Počet příloh: 8

Počet obrázků: 1

Počet tabulek: 1

Počet diagramů: -

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Liberci 26. května 2000

.....*Jiří Demeš*.....

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	7
1. Firma KNORR-BREMSE	9
1. 1 VÝVOJ ZÁVODU V HEJNICÍCH	9
1. 2 ZASTOUPENÍ VE SVĚTĚ	9
1. 3 NABÍDKA FIRMY	10
2. SITUAČNÍ ANALÝZA	11
3. PRUŽNÁ VÝROBA	12
3. 1 ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ OBRÁBĚCÍ STROJE	12
3. 2 DNC - ŘÍZENÍ NADŘÁZENÝM POČÍTAČEM	13
3. 3 AUTOMATIZACE VÝROBY	15
3. 4 CIM - VÝROBA S POČÍTAČOVOU PODPOROU	17
3. 4. 1 POSTOJE VĚTŠINY DNEŠNÍCH PODNIKŮ K „CIM“	18
3. 4. 2 KOMUNIKACE	25
3. 4. 3 PŘÍNOSY „CIM“	25
3. 4. 4 ARGUMENTY PROTI „CIM“	25
4. OBECNĚ NUTNÉ ZNALOSTI PRO NAVRHOVÁNÍ SÍTÍ	26
4. 1 LAN - Lokální síť	26
4. 1. 1 TOPOLOGIE SÍTĚ	26
4. 1. 2 PŘENOSOVÉ MÉDIUM	26
4. 1. 3 SIGNÁLNÍ TECHNIKA	29

5. PRAKTICKÁ ČÁST	31
5.1 FÁZE Č. 1	31
5.2 FÁZE Č. 2	34
5.3 VÝBĚR NEJLEPŠÍ VARIANTY	34
5.4 TECHNICKÉ DODATKY	35
6. EFEKTIVNOST INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ – IS	36
6.1 SPOLEHLIVOST INFORMAČNÍ TECHNIKY – IT	36
6.2 NÁKLADY	36
6.3 PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ EKONOMICKÉ EFEKTY	37
6.4 KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ PROJEKTŮ IT	37
7. ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ PRÁCE	38
POUŽITÁ LITERATURA	39
SEZNAM PŘÍLOH	40

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

apod.	- a podobně,
atd.	- a tak dále,
BTR	- „Behind Tape Reader“ - Obvody obtoku čtečky,
CAD	- „Computer Aided Design“ - počítačová podpora konstrukce,
CAE	- „Computer Aided Design“ - počítačová podpora při vývoji produktů,
CAM	- „Computer Aided Manufacturing“ - řízení výrobního procesu pružných výrobních systémů,
CAP	- „Computer Aided Process Planning“ - počítačová příprava programů pro obrábění na NC strojích,
CAQ	- „Computer Aided Quality“ - podpora řízení kvality počítačem,
CCITT	- „Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique“, mezinárodní standardizační společnost,
CIM	- „Computer Integrated Manufacture“ - počítačová integrace výroby,
CL data	- „Cutter Location Data“ - data pro pohyby nástrojů,
CLSF	- „Cutter Location Source File“ - pro použití k řízení NC strojů,
cm	- délková míra, centimetr,
CNC	- „Computerized Numerical Control“ - užíváný k označení moderně realizovaných číslicových řídicích systémů, které mají strukturu číslicového počítače,
CPU	- „Central Processor Unit“ - centrální procesorová jednotka,
č.	- číslo,
DM	- „Deutsche Mark“,
DNC	- „Direct Numerical Control“ - přímý přenos programů z centrálního počítače,
EIA	- „Electronic Industries Association“ - Národní standardizační organizace v USA,
IS	- informační systém,
IT	- informační technika,
JUS	- jednoúčelové stroje,
kbit/sec.	- jednotka přenosové rychlosti,

LAN	- „Local Area Network“ - Lokální počítačová síť,
LED	- „Light Emitting Diode“ – elektroluminiscenční dioda,
m.	- délková míra, metr,
MB,kB	- „byte“ - skupina osmi bitů (označení pro dvojkovou číslici),
Mbit/sec.	- přenosová rychlost,
MDE/BDE	- systém pro sběr a vyhodnocování strojních a provozních dat,
MHz	- jednotka frekvence,
min.	- časová jednotka, minuta,
NC	- „Numeric Control“ – číslicové řízení,
Obr.	- obrázek,
PCI	- sběrnice,
Pozn.	- poznámka,
PVS	- pružný výrobní systém,
RAM	- „Random Access Memory“ – paměť s libovolným přístupem,
resp.	- respektive,
s.r.o.	- společnost s ručením omezeným,
Tab.	- tabulka,
tzn.	- to znamená,
tzv.	- takzvaný,
USA	- „The United States of America“,
VGA karta	- grafická karta,
viz.	- odkaz,
WAN	- „Wide Area Network“ – rozlehlá počítačová síť.

1. Firma KNORR-BREMSE

Firma KNORR-BREMSE byla založena roku 1905 Georgem Knorrem. Ve světě je v současné době vedoucím dodavatelem brzdových systémů pro kolejová a užitková vozidla a zaměstnává celkem cca. 7 130 lidí.

1.1 VÝVOJ ZÁVODU V HEJNICÍCH

Rok 1957 představuje počátek strojírenské výroby v Hejnicích, která byla zaměřená na výrobu hydraulických a mechanických zvedáků. Posléze roku 1968 započala výrobu vzduchotlakových brzdových systémů pro nákladní a užitková vozidla. Následovala 70. – 90. léta, která představovala monopolní postavení firmy jako výrobce přístrojů vzduchotlakových brzdových systémů na československém trhu. K nejdůležitějším zákazníkům patřili TATRA, LIAZ, AVIA a KAROSA. Vlivem období politických změn a cenové liberalizace (1990-91) klesla poptávka na 20 %, podnikové vedení ATESA Jablonec uvažovalo o úplné likvidaci hejnického závodu. Datem 1.1.1993 vznikl společný podnik Knorr-Autobrzdy Jablonec s majoritním podílem 67 % Knorr-Bremse Mnichov. 8.5.1998 společnost Knorr-Bremse Mnichov odkoupila zbývající podíl společnosti.

1.2 ZASTOUPENÍ VE SVĚTĚ

V roce 1993 založením sdruženého podniku spolu s Allied Signal Inc., Morristown, v New Jersey (USA), zaujala KNORR-BREMSE v oblasti brzdových systémů pro užitková vozidla novou pozici ve světové soutěži.

Evropské aktivity jsou řízeny KNORR-BREMSE Systeme für Nutzfahrzeuge se sídlem v Mnichově. Evropská organizace se dělí podle činností na jednotku Ovládání brzd a podvozků, Výrobu a úpravu tlakového vzduchu a Výrobu kolových brzd.

KNORR-BREMSE se opírá o své odborné kompetence v oblastech elektroniky, pneumatiky a mechaniky. Proto může komplexně nabídnout řešení systémů se vzduchotlakovými brzdami pro užitková vozidla. Výše nákladů na výzkum a vývoj tvoří základ pro ne-

přetržité inovace, které zaručují jejím zákazníkům technologický pokrok v oblasti brzdové techniky.

1.3 NABÍDKA FIRMY

V oblasti brzd pro užitková vozidla nabízí KNORR-BREMSE kompletní vzduchové, vzduchovo hydraulické a elektronické brzdové systémy.

Výroba firmy KNORR-BREMSE se zaměřuje na:

- **výrobu a úpravu tlakového vzduchu**
(kompresory, vysoušeče vzduchu, čerpadla odolná proti mrazu, ...),
- **řízení pro brzdy a podvozek**
 - pneumatické
(ventily k provozní brzdě a k ruční brzdě, regulátory brzdné síly, ventily pro řízení brzd a brzdění na přívěsu, vzduchové pružiny, pracovní válce ...),
 - elektronické
(ABS/ASR, DSC- kontrola jízdní stability),
- **kolové brzdy a válce**
 - kotoučové brzdy
(pneumatické a hydraulické),
 - brzdové válce
(membránové válce, kombinované válce, pružinové válce, servo válce).

2. SITUAČNÍ ANALÝZA

Snížení nákladů na provoz firmy střední velikosti lze v dnešní době splnit pouze optimálním nasazením pracovníků a efektivním nasazením technického vybavení. Podnik, resp. všechny procesy v něm, mohou optimálně fungovat jedině za optimálního nasazení techniky a lidského faktoru. Technika má sloužit k tomu, aby práce lidí v podniku byla jednodušší a účinnější, a právě proto je zapotřebí řešit softwarové systémy podle praxe a realizovat její potřeby (viz.kapitola 3. 4. 1).

Jak již vyplývá ze zadání práce, jejím úkolem je „Zasíťování CNC strojů“ na CNC-obrobně v podniku KNORR-BREMSE. Propojení se týká celkem 39 strojů, v převážné většině zahraniční výroby. Doposud byly NC programy do stroje nahrávány pomocí notebooku, což vyžadovalo osobní asistenci u jednotlivých strojů. Po té byl program v případě potřeby upraven (řezné podmínky, korekce apod.) do optimálního a vyhovujícího stavu. Na dílně jsou skupiny soustruhů a obráběcích center, kdy na 4 soustruhy či na 3 obráběcí centra připadá jeden seřizovač, tj. jeden z pracovníků. U soustruhů se provádí seřizování po 110 min., a u obráběcích center po 240 min..

Je zřejmé, že současný stav neumožňuje jak programátorům, tak ani řídicím pracovníkům mít úplnou kontrolu nad probíhajícím stavem na dílně. To znamená, že zadané (nahrané) a konečné verze NC programů po ukončení dané výroby jsou odlišné. Kde je třeba hledat příčinu toho problému? Pracovníci (dělníci) si sami upravují programy ve svůj prospěch. Mění řezné podmínky a jiné parametry pro rychlejší splnění úkolu, odvedení vyšší dávky a tím dosažení vyššího finančního ohodnocení. Tímto zásahem do NC programu však podstatně trpí nástroje, které nejsou zanedbatelnou položkou výrobního procesu.

Od zasíťování CNC strojů, pro které může být řešením vybudování DNC systému, si vedoucí pracovníci této firmy v první řadě slibují zamezení neoprávněným zásahům do NC programu a eliminaci dosud nezbytné fyzické asistence u jednotlivých strojů. Toto je však pouze zlomek výhod a přínosů, které DNC přináší, a proto se s nimi v následujících kapitolách seznámíme.

3. PRUŽNÁ VÝROBA

DOSAVADNÍ VÝVOJ PRUŽNÉ AUTOMATIZACE

Jednotlivě nasazené NC obráběcí stroje jsou charakteristické pro 50-tá léta. Tyto obráběcí stroje mohly automaticky obrábět různé součástky, přičemž při přechodu od jedné součástky ke druhé stačilo vyměnit děrovanou či magnetickou pásku s novým NC programem. Dalšími výraznými znaky této etapy jsou průmyslové roboty, počítačově řízené CNC a manipulační zařízení s počítačovým řízením. Druhá etapa přináší integraci NC strojů do buněk a systémů pod řízením DNC (viz.kapitola 3. 2). Začátkem 70-tých let započaly práce na systémech CAD, CAM (viz.kapitola 3. 4) a PVS (viz. kapitola 3.3). V současné době začíná třetí etapa, která směřuje k závodu s počítačovou integrací výroby – CIM (viz. kapitola 3. 4).

3. 1 ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ OBRÁBĚCÍ STROJE

KONVENČNÍ versus ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ STROJE

U **konvenčních obráběcích strojů** se pro jejich automatické řízení používá mechanických, elektrických, hydraulických, pneumatických, popřípadě kombinovaných systémů. Program výroby dané součásti, včetně pracovního cyklu nástroje, je uskutečněn uskutečněn seřízením narážek, tvarem vaček apod.. Toto seřízení požadovaného programu se provádí přímo na stroji a je zpravidla velmi časově náročné a v době seřizování stroj nepracuje.

Při číslicově řízeném obrábění je program součástí zadáván obráběcímu stroji ve formě čísel obsažených na nositeli informací (děrná páska, magnetická média,...). Seřízení stroje ve výše zmíněném smyslu odpadá, takže náklady na seřízení jsou „minimální“. Zavedením číslicového řízení se dosáhlo na obráběcích strojích největší pružnosti hlavně oddělením řídicích programů od vlastního obráběcího stroje, které jsou zpravidla zhotovovány mimo dílnu. To umožňuje vyšší využití číslicově řízeného stroje a časté střídání tvarově

i rozměrově rozdílných malých dávek obrobků. Navíc je velkou výhodou možnost opakováního vyvolání řídicího programu, popřípadě jeho drobné úpravy.

RÍDICÍ SYSTÉMY

Podle druhu řízení rozlišujeme systémy **stavení souřadnic, pravouhlého řízení a souvislé řídicí systémy**. Hlavním úkolem NC stroje je zajistit vzájemný pohyb nástroje a součástí. Tyto pojezdy mohou být prováděny různými způsoby. V případě potřeby pohybů pohybu ve směru souřadnicových os (vedení) vystačíme s cenově příznivými řídicími systémy. Pokud však má být nástroj veden po libovolně zakřivené dráze, je nutný již složitější systém číslcového řízení (popřípadě se zabudovaným počítačem – CNC). Řízení číslcové řízených strojů je prováděno řídicím systémem, který přijímá vstupní povely v číslcové podobě, zapisuje je do paměti, zpracovává je a řídí funkce stroje.

Všechny řídicí systémy, je možné bez dalších úprav považovat za schopné komunikace v DNC (otázky podpory přenosových protokolů). **Přehled řídicích systémů a k nim příslušným CNC strojů je uveden v PŘÍLOZE č. 1.**

3. 2 DNC - ŘÍZENÍ NADŘAZENÝM POČÍTAČEM

DNC představuje přímé číslcové řízení řídicím počítačem, v jehož paměti je knihovna NC programů a z něhož jsou programy distribuovány k jednotlivým NC/CNC systémům. Naopak jsou z číslcové řízeného obráběcího stroje v případě potřeby předávána na centrální počítač provozní hlášení (zlomení nástroje, součást hotova, ...). Přenosový kanál poplném rušivých vlivů. Spolehlivost přenosu je možné zajistit řadou způsobů - použitím nadbytečných kódů, umožňujících zjištění nebo opravu chyby, opakovaným vysíláním dat, zpětným přenosem přijatých dat apod. (viz kapitola 5.).

Číslcové systémy pro DNC schopné komunikace s nadřazeným počítačem nebývají konstruovány jako zvláštní typy systémů, ale jsou variantami běžných klasických NC systémů nebo CNC systémů.

MODERNÍ POJETÍ DNC

Při značné vyspělosti CNC řídicích systémů se v současném pojetí pod pojmem DNC komunikace obvykle rozumí funkce distribuce a sběru výrobních dat, a to jak řídicích technologických, tak i organizačních a evidenčních. Při tomto všem je však třeba mít na vědomí to, že každé číslicově řízené výrobní zařízení může, i při vazbě na nadřazený informační systém, pracovat v plnohodnotném autonomním režimu, umožňujícím základní funkce DNC, jako např.:

- a) **Existence komunikace**, tzn. on/off line vazba konkrétního výrobního zařízení na nadřazený prostředek výpočetní techniky.
- b) **Přenos dat do/z řízeného zařízení:**
 - Systémové programové vybavení .
 - Uživatelské programové vybavení
(NC programy, knihovny podprogramů, tabulky korekcí, nástrojové specifikace, seřizovací specifikace atd.).
 - Systémová a uživatelská hlášení
(chybová hlášení HW či SW, hlášení o procesu a jeho průběhu).

Všechny uvedené funkce lze uskutečnit za rozdílných podmínek technických i programovacích prostředků v závislosti na disponibilních prostředcích tvořících výrobní systém. V reálných podmínkách se jen výjimečně jedná o budování celého systému od počátku. Většinou jsou do systému zahrnuty i prostředky starší, tzn. existující (výrobní stroje s různými řídicími systémy, včetně řídicích systémů typu NC-BTR).

Problémem ve stále se integrujících výrobních systémech využívajících DNC režimů je komunikace. Ta díky rozmanitosti a ne zcela propracované vzájemné informační návaznosti neposkytuje dostatečnou kompatibilitu informací. Z tohoto důvodu je nezbytné věnovat více pozornosti plné vzájemné kompatibilitě informací charakterizující všechna zařízení. K tomu mohou velmi výrazně přispět jak mezinárodní, tak i národní normalizační instituty. Základním normalizačním dokumentem této oblasti je ISO/IEC 9506-1: „průmyslové automatizační systémy-Specifikace zpráv pro výrobu“. Skládá se ze čtyř částí: defini-

ce služeb, specifikace protokolu, přidružená norma pro robotiku a přidružená norma pro číslicové řízení..

3.3 AUTOMATIZACE VÝROBY

Rozvoj strojírenství je stále více ovlivňován nástupem automatizace. Průmyslová výroba se nachází na přelomu dvou vývojových etap, kdy pozvolna přechází z výroby na konvenčních strojích na výrobu automatizovanou až automatickou. Počátky zaznamenáváme již v průběhu 70.-80. let (tvrdá automatizace – JUS využitě v sériové a hromadné výrobě).

Aplikace principu číslicového řízení u strojů a zařízení, se staly spolu s rozvojem řídicích počítačů základem automatizace v oblasti, která se nazývá **pružná automatizace**, resp. **pružné výrobní systémy – PVS**.

PVS – Pružný výrobní systém

Tato filozofie, koncepce a technologie PVS se stále více projevuje kromě oblasti obrábění i v mnoha dalších oborech.

Ve světě se vývoj výrobní techniky stále více orientuje na **pružnou automatizaci (PVS)**. Jedná se o systémy, které jsou soustavou pracovních prostředků a činností, zajišťujících výrobu geometricky a technologicky podobných součástí. Ve strojírenském výrobním procesu sehrávají stále významnější úlohu technologická pracoviště, která výrazně snižují účast člověka na jejich obsluze. (Provozy těchto strojů probíhají bez přímé účasti obsluhy, proto pro ně používáme označení „bezobslužná technologická pracoviště“.) Systémové řešení PVS tedy obsahují jak bezobslužná technologická pracoviště, tak manipulační, dopravní a skladové systémy, měřicí stroje, čističky obrobků a další pomocná zařízení.

Charakteristické pro PVS je řízení výrobního procesu počítačem v reálném čase a omezení účasti člověka na činnosti v oblastech: přípravy a kontroly, automatické dopravy hmotných prvků, automatické distribuce všech informací, a nakonec plně automatických technologických pracovišť, která jsou tvořena obráběcím strojem a manipulátorem obrob-

ku a nástrojů, zaručující provedení operací obrábění bez ručních zásahů. Nadřazený počítač poskytuje potřebné NC programy a řídí celý chod.

Jedním z nejpodstatnějších ekonomických důvodů a tlaků urychlujících rozvoj PVS je všemi uznávaná potřeba snížit množství práce a zvýšit využití strojů při malosériové flexibilní výrobě. Zhruba $\frac{3}{4}$ veškeré výroby v oblasti zpracování kovů totiž představují série menší než 50 kusů.

Hlavními důvody pro zavádění PVS jsou přínosy např. v těchto oblastech:

- ◆ rychlé přizpůsobování měnícímu se trhu změnou sortimentu součástí, změnou výrobního objemu a změnou výrobků - tzv. flexibilita,
- ◆ zvýšení zisku,
- ◆ zdokonalení jakosti výrobků,
- ◆ schopnost plnit v termínu požadavky montáže,
- ◆ kratší průběžné doby výroby,
- ◆ minimální objem rozpracované výroby,
- ◆ nižší náklady na nářadí,
- ◆ zjednodušená konstrukce přípravků,
- ◆ snížení pracnosti obráběcích operací,
- ◆ řízení výroby součástí v reálném čase,
- ◆ nové možnosti v plánování,
- ◆ PVS vede přímo k CAD/CAM, tzn. automatizace předvýrobních etap a výroby a cesta k integraci výroby – CIM
- ◆ snížení nákladů na jednoho pracovníka apod..

Hlavním charakteristickým znakem a vlastností PVS je: **pružnost a modularita**.

PVS pro obrábění bývají zpravidla členěny do několika následujících **subsystémů**: stroj včetně vnitřního zásobníku nástroje; prvky vstupu a výstupu výrobních pomůcek včetně manipulátorů nástrojů; prvky výstupu odpadu; řídicí systém pro řídicí počítač technologického procesu; technická kontrola; řízení technologického procesu; doprava, manipulace a skladování; přímé řízení výrobního procesu; technická obsluha výroby a komplexní řízení výrobní soustavy.

Do PVS pro obrábění mohou být prakticky zařazeny druhy technologických pracovišť jako je NC (CNC) obráběcí stroje (jednoprofesní), obráběcí centra, soustružnická centra nebo speciální pružná technologická pracoviště. Mezi nejvýznamnější faktor, který rozhoduje o vhodném výběru druhů a typů technologických pracovišť, se řadí sortiment součástí. Použití pružné technologie přináší nejlepší ekonomické výsledky při opracování součástí velmi složitých a dostatečně přesných.

3. 4 CIM - VÝROBA S POČÍTAČOVOU PODPOROU

Jedná se o problematiku, která by měla v budoucích letech výrazně ovlivnit vývoj podniků. Jde především o přeměny v technice, organizaci, lidech, podnikové ekonomice a ekologii.

Okolo CIM zpočátku vzniklo mnoho nadšení a hesel druhu: „CIM aneb zázračné přeměny v podnicích“. Později se však ukázalo, že tato představa byla příliš odvážná. Mnozí z jeho bývalých zastánců přestali zastávat stanoviska a názory jako dříve. Pozornost se soustředila na technické aspekty a později se přesunula do oblasti software a jeho integrace a standardizace propojení. Lze očekávat, že i v budoucnosti bude mít kvalifikovaný pracovník na základě své zkušenosti v podniku své místo, protože pouze on může zajistit bezporuchovost výroby.

Pod CIM se tedy rozumí nadřazený systém s hlavním počítačem pro výrobu a organizaci podniku. V zásadě jde o integraci konstrukce, technické přípravy výroby, řídicích plánovacích činností a podpůrných administrativních prací a může zajišťovat funkce:

- **Konstrukce součástí pomocí CAD.**
- **Automatická tvorba NC programů.**
- **Přenos NC programů k obráběcím strojům.**
- **Řízení skladového hospodářství.**
- **Řízení transportních zařízení.**

3. 4. 1 POSTOJE VĚTŠINY DNEŠNÍCH PODNIKŮ K „CIM“

V dnešních podnicích většinou existují samostatná oddělení na velmi vysokých úrovních automatizace:

- **CAD** -Počítačová podpora konstrukce.
- **CAP** -Počítačová příprava programů pro obrábění na NC strojích .
- **CAM** -Řízení výrobního procesu pružných výrobních systémů.

(Mezi další moduly náležející k filozofii CIM patří i CAE a CAQ.)

CAD - KONSTRUOVÁNÍ S POČÍTAČOVOU PODPOROU

Geometrická data vytvořená systémem CAD jsou předávána podle potřeby k dalšímu použití, zejména systémům CAP.

CAP - TVORBA NC PROGRAMŮ S POČÍTAČOVOU PODPOROU

Sem spadají všechny aktivity podporované počítačem, které jsou založeny na výsledcích konstrukční přípravy výroby, tzn. technologická příprava výroby. Součástí je tvorba dat pro podporu programování číslicově řízených strojů.

CAP tedy umožňuje automatické vytváření NC programů a jejich přenos do řízení strojů. Obvykle se systémy CAP skládají z části procesorové a postprocesorové. Procesorová část generuje data pro pohyby nástrojů, tzv. CL Data, ve standardním předepsaném formátu, nezávislém na konkrétním obráběcím stroji. Postprocesorová část CL Data doplňuje o pomocné technologické funkce a upravuje je do podoby odpovídající vstupnímu formátu pro konkrétní NC (CNC) stroj. Na tyto dvě části obvykle navazuje grafická simulace obrábění, která kontroluje správnost vytvořeného NC programu pro obrábění.

NC DATA

NC data vyjadřují v číslicové formě informace pro obrobění součástí. Souřadnicové informace určují polohu nástroje vůči obrobku podle vlastností číslicově řízeného systému. Technologické informace předepisují řezné podmínky a nástroje. Běžně se NC data nazývají zkráceně „program“, „program součástí“, „řídící program“, případně „NC program“.

KOMPILÁTORY A POSTUP ZPRACOVÁVÁNÍ PROGRAMU

Se zvyšující se úrovní automatizace rostou nároky na kompilátory (překladače programů), jejichž prostřednictvím počítač překládá symbolický program do strojového kódu a zpracovává ho do jednotlivých bloků. Automatické zpracování programu pro číslicově řízené stroje počítačem se děje v několika krocích. Nejdříve programátor zpracuje zdrojový program popisující geometrický tvar obrobku. Dále počítač vytvoří pomocí vnitřního programu, zvaného procesor (geometrický a technologický), ze zdrojového programu zmiňovaná CL data, která popisují dráhu středu nástroje jako výsledek základního výpočtu. (Forma záznamu je normalizována.) Následně jsou z CL dat pomocí postprocesoru vytvořena NC data.

CAM - ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO PROCESU PRUŽNÝCH VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ

Pod CAM se zahrnují všechny počítačem podporované aktivity pro technické řízení a sledování výrobních zařízení v rámci výrobního procesu. Jedná se především o činnosti týkajících se řízení strojů, provozních prostředků a dopravních, resp. manipulačních systémů.

CAM realizuje přímé řízení výrobních celků, v našem případě složených z CNC strojů, připraven materiálu a připraven nástrojů. Systém CAM rozeznává čtyři typy dat:

- základní provozní parametry buňky,
- technologické a řídící údaje,
- stavová data,
- specifická hlášení o provozu buňky a hodnocení jejího provozu.

SOUČASNÁ NABÍDKA SYSTÉMŮ NA TRHU

Protože automatizace strojírenské výroby zaznamenává v poslední době nebývalý rozmach, dochází i v mnoha podnicích k zavádění nových automatizačních systémů a nových technologií. Změny nastaly i v oblasti programování NC/CNC strojů, programy vznikají v podobě dat na CAD/CAM systémech, které jsou vysoce produktivní. Ve výrobě, přestože jsou nasazovány nové stroje s vysoce výkonnými řídicími systémy, nadále zůstávají i staré stroje. Ty se buď repasují nebo pouze dožívají. Problémem je jak tyto stroje zintegrovat do jednotné sítě a zabezpečit přenos NC dat od programovacího pracoviště do řídicích systémů. (Řešení této otázky vyplýne z této práce.)

Na trhu existuje řada CAD/CAM systémů (EdgeCAM, Unigraphics, Virtual Gibbs-CAM, AlphaCAM) a DNC systémů (ncServer, WINDNC (společnost Dr.Zwicker & Partner)).

EdgeCAM

EdgeCAM pro Mechanical Desktop je určený pro obrábění solid modelů, z kterého se získají všechny potřebné informace pro obrábění. Tím se automatizuje proces obrábění a eliminují se chyby vzniklé ručním vkládáním dat. Mezi jeho výhody patří práce v prostředí Windows 95 či Windows NT, podpora přenosu dat z jiných CAD systémů atd.. Dále tento produkt obsahuje:

- **Záruku integrity dat**

Integrita dat je zaručena, jelikož vstupní data pro obrábění, tzn. solid model je vytvořen přímo v prostředí Mechanical desktop bez použití importních filtrů a představuje automatické přizpůsobení drah nástroje změnám na solid modelu.

- **Generování NC kódu**

Pomocí Průvodce kódem je možné jednoduchým vyplněním zadávacích tabulek přizpůsobit standardní postprocesor našim speciálním požadavkům.

- **Verifikaci dráhy nástroje**

- **Využití knihoven**

Mezi další **moduly a nadstavby** patří např.: 2D/3D Design (grafika a modelování), 2,5D a 3D Obrábění (frézování – vrtání), 5-ti osé obrábění, soustružení 2-osé, 4-osé s C/Y osou, programování měřících strojů, výrobní databáze, grafické ověřování obrábění, textový editor a organizátor komunikací, který slouží pro nastavení přenosů pro NC program na externí zařízení (řídící systém stroje, apod.).

Unigraphics

Systém Unigraphics je interaktivní CAD/CAM systém, navržený k efektivnímu a flexibilnímu použití automatického navrhování, kreslení a obrábění. CAD systémy automatizují běžné návrhářské a kresličské způsoby práce, které se v dnešních průmyslových podnicích provádějí. CAM systémy poskytují prostředky pro NC programování moderních strojů, které využívají model navržený v systému Unigraphics. Tento systém je plně třídimenzionální a umožňuje přesný popis téměř každého geometrického tvaru, jejichž spojováním můžeme svůj výrobek navrhovat, analyzovat a vytvářet jeho výkresovou dokumentaci. Je-li návrh hotov, může se v modulu Manufacturing vybrat geometrii popisující part, zadat informace potřebné k obrábění (jako je průměr řezu) a automaticky vygenerovat soubor CLSF, který lze použít k řízení většiny NC strojů.

Virtual Gibbs CAM

Tento produkt je jako většina dostupný v provedení pro operační systémy Windows 95, Windows 98, Windows NT.

Slučováním operací, které se vyskytující několikrát (hrubování, dokončování, vrtání do jednotlivých procesů obrábění) ose dstraní nadbytečné přejezdy nad materiálem, výměny nástrojů, a tím finálně ušetří manipulační časy (proces bude optimalizován). Geometrie součásti se může importovat z jiných CAD systémů a během načítání systém provádí kontrolu a opravu přenášených dat. Post Procesor pro dané obráběcí centrum je možno volit z knihovny čítající přes 1 300 v praxi ověřených postprocesorů. Samozřejmostí je připravit postprocesor podle zákaznickovy specifikace se zárukou tvorby bezchybných NC programů.

AlphaCAM

Každá instalace tohoto systému obsahuje mimo jiné základní složky **CAD, CAM** a **AlphaCAM NC EDITOR**, který slouží pro zpracovávání databanky materiálů, editaci NC kódu, editaci postprocesorů apod.. CAM zase umožňuje provádět:

- provádět editaci NC kódu,
- nastavení a následnou komunikaci mezi počítačem a řídicím systémem stroje,
- editaci postprocesorů,
- editaci a údržbu databanky materiálů.

SPOLEČNOST Dr. Zwicker & Partner

Systémy od této společnosti (MDE, WINDNC, ...) si snaží při nízkých nákladech udržet široké funkční možnosti, a lze je bez problémů zintegrovat do vyšších informačních systémů. Řeší otázku integrace stroje do jednotné sítě, zabezpečení přenosu NC dat a získávání aktuálních informací. Na rozdíl od předchozích systémů se tedy jedná (jako v případě ncServer) o DNC systém, který bude použit při řešení dané problematiky zasíťování.

MDE/BDE

MDE/BDE je systém pro sběr a vyhodnocování strojních a provozních dat. Tento systém pomáhá sledovat vytiženost strojů, monitorovat jejich aktuální činnost a zároveň vyhodnocovat jejich stav v libovolných časových intervalech. Tento software je plně parametrizovatelný, tzn. vyhodnocuje pouze potřebné informace a **umožňuje**:

- Možnost sběru 12 různých signálů, u všech strojů současně.
- Až 31 NC/CNC strojů na jednom PC.
- Sledování zakázek v souvislosti s pracovním časem stroje a servisu strojů a nástrojů
- Evidence a vyhodnocování pracovní docházky, (pro mzdového účetnictví).

K tomuto systému proto náleží:

- Automatizovaný sběr a vyhodnocování výrobních údajů, kdekoli je to možné.
- Mobilní registrační přístroje pro mobilní pracovníky.
- Výrazné snížení množství hardware pro registraci, kdekoli je to možné.

Stanice pro sběr dat hlásí všechny události na server WINSERV s databází. Ten diagnostikuje všechny připojené stanice a terminály, sleduje zahájení a ukončení zakázek, automaticky archivuje strojní a provozní údaje apod. Tímto vzniká přehledné hodnocení úkolu nebo pracoviště za určité období. Pro pozdější přesnou kontrolu a rozbor lze všechny stavy zaznamenat podle zakázky nebo pracoviště.

Součástí tohoto systému je ONLINE-monitor (WINMON), který graficky zobrazuje aktuální stavy pracovišť:

- přehledy hal s barevným vyznačením stavů jednotlivých strojů,
- přehled zakázek, které jsou na pracovištích právě přihlášeny,
- zapisovač stavů jednotlivých strojů (s časovým omezením),
- procentuální přehledy o celkovém stavu všech strojů.

Podle situace se mohou použít 3 typy **terminálů**:

- 1) Mobilní terminál s dotykovou plochou (infračervená či radiová síť pro mobilní pracovníky (seřizovači, mistři, manažeři).
- 2) Stacionární terminál s infračervenou nebo radiovou sítí (pro registraci pracovní doby personálu, ...).
- 3) Normální průmyslová pracovní stanice (volně parametrizovatelná pro sběr dat).

Mobilní terminál otevírá zcela nové způsoby registrace provozních údajů. Mobilní osoby a mobilní pracoviště získávají prostředek úměrný jejich práci a pracovišti (mistři, seřizovači, apod.). Místo hledání stacionárních terminálů se použije mobilní terminál, který takto umožní obsluhu několika strojů jedním pracovníkem a práci na několika pracovištích. Ve spojení s transpondery se otevírá nová cesta mobilního zpracování údajů. Mezi možnosti použití transponderů patří: záznamová karta s pamětí pro personál, záznamová karta výrobních zakázek (jméno zakázky apod.) a identifikační čip pro nářadí, modely, palety.

WINDNC

Samotný program může být ovládán prostřednictvím menu s povely. Pro důležité funkce je ovládání možné též přes ikony. Každý DNC-kanál stále hlásí svůj aktuální stav (právě přenášený program) a lze ho nastavit zcela nezávisle. Systém DNC (Dr.Zwicker & Partner) představuje:

- Úplné začlenění NC/CNC řízení do sítě firmy.
- Využití řízení pro zadávání a komunikaci s DNC.
- Podporu všech přenosů nejvyššími přenosovými rychlostmi.
- Připojení všech NC/CNC strojů, i starých nebo se speciálními rozhraními.

WINDNC má libovolně nastavitelný třístupňový systém přístupových práv – hesel a o všech činnostech systému je veden deník. Na úrovni NC-programů lze pro každý DNC kanál libovolným počtem znaků definovat schválený a optimalizovaný program, čímž je zaručeno, že optimalizované verze nepřepíše originály ve společném adresáři.

Shrňme-li zmíněné CAD/CAM systémy, zjistíme, že se od sebe v samotné podstatě „neliší“. Rozdíl je v grafickém provedení a možnostech a nabídce jednotlivých modulů. Jak je vidět, otázky postprocesoru jsou již v těchto systémech vyřešeny. Jmenování a analýza CAD/CAM a DNC systémů má svoje opodstatnění, jelikož zadavatel práce uvažuje o jejich zakoupení.

Existuje řada dalších CAD/CAM či DNC systémů dostupných na trhu, ale existují i společnosti zabývající se programováním na zakázku. Ty nabízejí vývoj aplikací určených pro operační systémy Microsoft Windows 95, 98 a NT v jazycích Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Basic, a pro MS-DOS v jazyce Turbo C++ apod.. Programováním se, zabývá i Katedra výrobních systémů (KVS) TU Liberec. **Všechny potřebné kontakty ohledně zmíněných systémů či firem nabízejících vybudování DNC sítí apod. lze sehnat pomocí dnes rozšířeného elektronického média – INTERNET.**

3. 4. 2 KOMUNIKACE

To, co dosud chybělo byl standardizovaný způsob komunikace, který by umožňoval propojení počítačů různých výrobců s různými řízenými objekty. CAD, CAP, CAM byly až doposud pojaty a chápány jako samostatné moduly, ale CIM je realizován až jejich propojením prostřednictvím komunikační sítě (např. LAN - viz. kapitola 4.1). Na cestě k CIM zaznamenaly intenzivní vývoj komunikační systémy, které umožnily propojit různorodé oddělení automatizace v podniku.

3. 4. 3 PŘÍNOSY „CIM“

Mezi hlavní přínosy plynoucí ze systému CIM patří: zkrácení časů vývoje, snížení nákladů na vývoj, zvýšení pružnosti a reakceschopnosti podniku, snížení průběžných časů, zásob a nákladů na personál, zvýšení produktivity a jakosti výroby, lepší využití výrobních kapacit a software atd..

V praxi uvádí různé podniky různé přínosy, ale jedná se hlavně o lepší přizpůsobení požadavkům trhu, lepší reakceschopnost, redukci průběžných časů v podniku, zkrácení dodacích termínů nakupovaných částí a snížení kapitálu vázaného v zásobách.

3. 4. 4 ARGUMENTY PROTI „CIM“

Příčinou těchto argumentů je nesprávná aplikace počítačové techniky. Základní problém však spočívá v nevyhovující organizaci podniku, nedostatečné znalosti vedoucích pracovníků z oblasti informatiky, podcenění člověka atd. Realizace CIM vyžaduje individuální přístup. Jeho úspěch je podmíněn i týmovou spoluprací a překročení hranic svého oboru jednotlivců. Jak z tohoto vyplývá, představa o „továrně bez lidí“ je chybná.

4. OBECNĚ NUTNÉ ZNALOSTI PRO NÁVRHOVÁNÍ SÍTÍ

4.1 LAN - LOKÁLNÍ SÍŤ

LAN představuje komunikační síť užívanou jedinou organizací na omezenou vzdálenost (od 100 m do několika kilometrů). Zaručuje nám sdílet informace a technické prostředky. Přenos probíhá (oproti WAN) s vyšší rychlostí a nižší chybovostí hlavně díky využití vlastních přenosových médií.

V LAN je může být začleněn file server a pracovní servery. Síť může obsahovat kromě jednoho centralizovaného file serveru i několik distribuovaných file serverů. Distribuované file servery umístěné přímo na pracovišti mohou zkrátit přístupovou dobu a snížit zatížení ve zbytku sítě. Jejich výhoda spočívá také v jejich dočasné náhradě (za daným podmínek).

Existuje několik základních charakteristik různých způsobů řešení LAN. Mezi ně patří i:

- **topologie sítě,**
- **přenosové médium,**
- **užitá signální technika,**

4.1.1 TOPOLOGIE SÍTĚ

Existuje řada forem, kterých může síť nabývat. Tyto různé tvary se nazývají „síťová architektura“ či „**topologie**“. Tvar sítě neurčuje zcela typ přenosového média, protože ta jsou použitelná pro řadu různých topologií. Existují tři základní typy topologií: hvězda, sběrnice a kruh. Ostatní topologie vzniknou jejich propojením (propojené kruhy, strom, úplné propojení atd.).

4.1.2 PŘENOSOVÉ MÉDIUM

Přenosovým médiem jsou myšleny spojovací kabely. Je závislé též na topologii sítě, její rozlehlosti a prostředí. Jako přenosové médium můžeme v LAN použít koaxiální kabel, kroucenou dvoulinku či optický kabel.

Možnosti využití jednotlivých druhů kabelů jsou určeny především jejich **kvantitativními parametry**, kde k nejdůležitějším patří:

- 1) přenosová rychlost, kterou lze na daném kabelu dosáhnout,
- 2) útlum, popisující velikost ztráty síly signálu v důsledku průchodu signálu vodičem

Je způsoben odporem, který kabel klade přenášenému signálu - bývá větší pro vyšší frekvence přenášeného signálu a roste také se zmenšováním průměru kabelu. Celková hodnota útlumu je přímo úměrná délce kabelu, je jedním z rozhodujících faktorů, které určují max. použitelnou délku souvislého úseku (segmentu) kabelu.

- 3) odolnost vůči rušení

V okolí kabelu může docházet k různým jevům, které mají nepříznivý vliv na přenášený signál - jde např. o provoz různých elektrických spotřebičů apod. Každý druh kabelu vykazuje obecně jinou odolnost vůči rušení. Jednou ze specifických forem rušení je přeslech. Signál, přenášený jedním kabelem, ovlivňuje průběh signálu v jiném kabelu. Nejčastěji se projevuje u souběžně vedených vodičů.

V důsledku útlumu a rušení dále dochází ke zkreslení přenášeného signálu, které se u datových přenosů v konečné podobě projevuje příjmem jiných dat, než jaké byly skutečně vyslány.

KOAXIÁLNÍ KABEL

Koaxiální kabel tvoří měděný či postříbřený vnitřní vodič, kolem kterého je nanесena izolující vrstva dielektrika. Na té je pak nanесeno vodivé opletení, které je překryto další izolující vrstvou (vnějším pláštěm). Hlavní efekt vodivého opletení spočívá především v odstínění vnitřního vodiče, proto jsou koaxiální kabely vůči rušení poměrně dosti odolné. Vyrábí se v různých provedeních, které se liší rozměry, mechanickým provedením i hodnotou impedance, která vyjadřuje odpor kladený střídavému signálu.

Tyto kabely se používají např. v lokálních sítích Ethernet, kde je použit kabel o vnějším průměru 10 mm se čtyřnásobným opletením a impedancí 50 Ohmů. Souvislý úsek tohoto kabelu může mít délku až 500 metrů. Na větší vzdálenosti je nutné použít opakovačů.

Formální označení tohoto kabelu je **RG-11**, ale v praxi je označován jako tlustý Ethernet (Thick Ethernet). Jeho výhodou je především značný dosah a velká odolnost proti rušení. Nevýhodou vysoká cena a malá ohebnost. V mnoha konkrétních aplikacích nejsou kvality tlustého Ethernetu dostatečně využity, a tak se zde používá tzv. tenký Ethernet – **RG-58** (Thin Ethernet) o stejné impedanci, polovičním průměru (4,9 mm) a jen se dvojitým opletením (je asi 5x levnější). Nebo se používá Cheapernet, který má jen jednoduché opletení. Vyšší útlum těchto kabelů a jejich menší odolnost vůči rušení dovolují vytvářet souvislé segmenty do 185 metrů. Velkou roli hraje často výrazně větší ohebnost "tenkého" Ethernetu. Všechny tři dosud uvedené druhy koaxiálních kabelů se v sítích Ethernet standardně používají pro přenosové rychlosti 10 Mbit/sec..

V sítích Arcnet se používá jiný druh koaxiálního kabelu, o impedanci 93 Ohmů, označovaný jako **RG-62**.

KROUCENÁ DVOULINKA

Vedle koaxiálních kabelů připadají v úvahu pro propojování také dvojice běžných jednožilových vodičů. Aby se co možná nejvíce minimalizoval vliv rušení, používá se pro tyto vodiče diferenciální buzení (přenášenou informaci vyjadřuje rozdíl signálů na obou vodičích). Dojde-li pak vlivem vnějšího rušení ke stejné změně signálu na obou vodičích, na rozdíl obou signálů se to neprojeví. Dva paralelně vedoucí vodiče však vždy fungují jako jednoduchá anténa, a tak může při souběžném vedení více dvojic může docházet k nežádoucímu přeslechu, vzájemnému ovlivňování přenášených signálů. Lze jej výrazně omezit zkroucením jednotlivých dvojic vodičů, což minimalizuje jejich chování jako antény a vzniká tak kroucená dvoulinka. Ještě větší odolnosti proti rušení lze dosáhnout stíněním dvojice vodičů a pak jde o stíněnou kroucenou dvoulinku, která je pak ovšem dražší než původní nestíněná kroucená dvoulinka.

V současné době lze již stíněnou dvoulinku používat v různých typech lokálních sítí. Pro síť Ethernet byl v přijat standard, definující způsob použití kroucené dvoulinky telefonního typu pro přenosy rychlostí 10 Mbit/sec., tedy stejně rychle jako po koaxiálním kabelu. Rozpracován je také standard pro přenos po kroucené dvoulince rychlostí 100 Mbit/sec.. Jeho hlavní předností je nízká cena a snadnost instalace. Je používán především pro hvězdicové sítě.

OPTICKÉ KABELY

Optické kabely jsou složeny z tenkých, pružných skleněných nebo plastických trubiček, jimiž může být přenášeno světlo odrazem od jejich vnitřních stěn. **Jsou odolné proti rušení elektromagnetickým polem** (přenos prostřednictvím fotonů a ne elektronů). Jsou rychlejší a samozřejmě nejdražší. Přenosová rychlost dosahuje až 100 Mbit/sec.. Úkolem tohoto přenosového média je tedy dopřavit světelný paprsek od jeho zdroje k detektoru s co možná nejmenšími ztrátami.

Pro praktickou realizaci však potřebujeme ovšem celý **optický přenosový systém**, složený ze zdroje, přenosového média a přijímače. Vlastním zdrojem světla může být obyčejná elektroluminiscenční dioda nebo laserová dioda. Detektorem pak bývá fotodioda, která naopak převádí dopadající světelné impulsy na elektrické signály.

Chceme-li tedy dosáhnout velkých přenosových rychlostí, musíme volit způsoby přenosu, které mají šířku přenášeného pásma co možná největší. Z toho je zřejmé, že velké šířky přenášeného pásma lze dosáhnout nejnázem tam, kde jsou frekvence přenášených signálů velmi vysoké a je proto praktické používat pro přenos dat např. viditelné světlo. Přenášená číselnicová data můžeme reprezentovat pomocí světelných impulsů.

Pro vedení kabelem beze ztrát je velmi důležitý úhel dopadu světelného paprsku na rozhraní dvou prostředí. Je-li tento úhel dopadu větší než určitý mezní úhel, dochází k úplnému odrazu paprsku zpět do původního prostředí. Rozmezí úhlů, pod kterými může světelný paprsek dopadat na optické vlákno tak, aby byl veden, definuje numerickou aper-
turu.

4. 1. 3 SIGNÁLNÍ TECHNIKA

Z hlediska užití **signální techniky** a s tím souvisejícího způsobu řízení sítě rozlišujeme dnes tři základní architektury LAN, a to:

- Arcnet,
- Ethernet,
- Token Ring.

ARCnet

ARCnet je spolehlivá a levná síť, která nabízí nenákladný a spolehlivý síťový hardware a podporuje široké spektrum síťových operačních systémů. V původní síti ARCnet je rychlost přenosu 2,5 Mbit/sec., novější verze přenáší data rychlostí 20 Mbit/sec..

Topologií této sítě je sběrnice, hvězda nebo distribuovaná hvězda. Pro propojení se používají zmíněná přenosová média, tzn. že je tato síť velmi flexibilní a dovoluje promísení všech uvedených topologií a kabelů. Nejobvyklejší topologií sítě ARCnet je hvězda. Obsahuje aktivní a pasivní rozdělovače (koncentrátory), které umožňují různé kombinace propojení. Různé kombinace konektorů dále umožňují propojit segmenty sítě, s výše zmíněnými přenosovými médii, do jediné sítě ARCnet. Poruchy jsou snadno detekovatelné díky spojení koncentrátoru a stanicí (vizuálním prostředníkem je LED).

Ethernet

Tato topologie je obtížná na udržení bezpečnosti sítě. Sběrnici sdílejí všechny stanice a zprávy procházejí kolem všech připojených stanic. Každá stanice přitom zjišťuje, zda se adresa zprávy kryje s její vlastní adresou. Na rozdíl od předchozí topologie, je tato prostorová kabeláž velmi jednoduchá a tím i levná. Nevýhodou je, že mezi odbočkami pro stanice musí být určitá minimální vzdálenost, není jednoduché diagnostikovat celou síť a konečně může být bezpečnost sítě snadno narušena neoprávněným uživatelem.

Kruh

Kruhová topologie kombinuje výhody hvězdy a sběrnice. Porucha jedné stanice nezpůsobí výpadek celé sítě.

Problematika přenosových médií a zmíněných tří základních architektur LAN je samozřejmě rozsáhlejší. Tvoří samostatné oblasti a jako i jiné části této práce je zdrojem témat na zpracování dalších projektů. Podrobněji jsem se zabýval pouze sítí ARCnet pro její zmíněné výhody.

5. PRAKTICKÁ ČÁST

V počítačových sítích (LAN i WAN) je nejvíce používán sériový přenos dat. Sériový přenos dat a taktéž i jeho realizace je jednodušší a tím i méně nákladnější oproti přenosu paralelnímu. Data jsou přenášena jen po jedné lince, proto se v případě většího množství dat musí přenášet postupně. Abychom rozeznali a případně opravili chyby přenosu (zkomolení apod.), posílají se zpravidla mimo vlastní data ještě pomocné informace. Takovými typickými zabezpečujícími kódy jsou např. „parita“ a „kontrolní součty“.

Oblast analýzy a variant možných řešení zasítování nyní rozdělíme do **2 fází**. V prvé fázi provedeme propojení CNC strojů s počítačem na obrobě. Druhá fáze se bude týkat variant řešení podle propojení počítačových stanic. Výsledkem těchto dvou fází bude výběr optimální varianty a její analýza. Každá varianta je schematicky zpracována – viz. Seznam příloh.

5.1 FÁZE č. 1

Jedna z nejznámějších standardizačních organizací je EIA, v které kde vzniklo několik standardů rozhraní pro dvoubodové sériové spojení. Nejvíce se rozšířil **standard RS232** (viz. Obr. č. 1), jímž jsou vybaveny všechny stroje na CNC obrobě, a který bude použit pro zmíněné zasítování. Ostatní standardy (RS422, ...) jsou jen jeho obdobou. RS232 byl převzat i evropskou normalizační komisí CCITT a s malými úpravami vydán jako doporučení **V.24**. Součástí standardu je definice konektoru, pancéřovaný konektor DB-25, kterým musí být opatřeno každé zařízení s rozhraním V24.

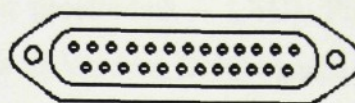
Nevýhodou těchto standardů je maximální dosah cca. 15 metrů, a maximální přenosová rychlost do 20 kbit/sec.. Většího dosahu a vyšších přenosových rychlostí lze obecně dosáhnout jen elektrickými signály jiných parametrů. Hodnoty těchto parametrů se však mohou ovlivnit. Problémem je jejich závislost, protože pozitivní změna jednoho parametru ovlivní negativně parametr druhý (viz. Tab. č. 1).

Pro oblast lokálních počítačových sítí je nejvýznamnější především skupina standardů IEEE 802, převzatá i organizací ISO jako norma ISO 8802.

Tab. č. 1 – Přenosová rychlost x vzdálenost

Přenosová rychlost [bit/sec.]	Vzdálenost [m]
2 400	60
4 800	30
9 600	15
19 200	15
38 400	15
64 000	7,6

Obr. č. 1



Sériové rozhraní RS232

Na základě této tabulky (Tab. č. 1) a vstupních údajů (velikost programu) lze odvodit z potřebné přenosové rychlosti metrové omezení – (15 až 30) m.

Potencionální použitelná technika:

1. Rozbočovače sériového rozhraní.

Až pro 4 DNC-kanály lze použít karty pro pasivní rozhraní (COM). Více než 4 stroje se připojují přes přídavné inteligentní karty vestavěné do PC, které umožní připojení až 64 NC/CNC-strojů na 1 pracovní stanici.

2. DNC převodníky,

které mají 1 nebo 2 sériové rozhraní na jedné straně a rozhraní pro připojení na LAN (konektory pro všechny zmíněné typy kabelů) na straně druhé. Příkladem takového převodníku je EtherQuinx 502. Jejich nevýhoda je ve vysokých investicích a požadavcích na systém, které jsou však v dnešní době „standardním“ vybavením.

3. Inteligentní komunikační zařízení.

Příkladem těchto zařízení je např. inteligentní komunikační zařízení (server) Bosch-terminal LS 7350. Jeho výhodou je schopnost připojení na 6 sériových rozhraní strojů a s výstupem na LAN.

NÁVRH Č. 1 - viz. Příloha č. 2

Přenosovým médiem je kroucená dvoulinka - 8-mi žilový stíněný kabel, kterým je spojen celý segment od počítače na dílně až k jednotlivým zásuvkám u strojů. Pro rozsáhlé pokrytí je použita hvězdicová topologie s rozdělovačem (HUB) se 24 pozicemi. Použitím tohoto prvku jsou poruchy snadno detekovatelné (vizuální prostředník – LED). Protože jsou ale stroje vybaveny zásuvkami RS232, je nutné použít na každém DNC kanálu DNC převodník, který umožňuje převod signálu a prostřednictvím vlastní adresy zajišťuje příjem správného NC programu (řeší otázku všesměrového šíření z koncentrátoru -HUB). Výhodou je tedy snadná detekovatelnost poruch, velké pokrytí a přenosové rychlosti (omezení sériovým rozhraním ze 100Mbit/sec. na 64 kbit/sec.). Nevýhodou jsou vysoké náklady.

Hardware : 39 x DNC převodník, 2 x HUB, pouze kroucená dvoulinka, 2x server ...

NÁVRH Č. 2 - viz. Příloha č. 3

V tomto návrhu jsou použity přídavné inteligentní karty, pro hvězdicové spojení PC a strojů v okruhu do 30 m. Pro stroje mimo tuto oblast slouží Bosch-terminal LS 7350, z kterého jsou vedeny jednotlivé DNC kanály ke strojům (topologie hvězda). Nevýhodou tohoto návrhu bude menší přenosová rychlost (sériové rozhraní RS232 - větší vzdálenost než u Návrhu č. 1), „horší“ monitorizace. Výhodou bude eliminace velkého počtu DNC převodníků.

Hardware: 2 x Bosch-terminal LS 7350, 2 x přídavná inteligentní karta, pouze kroucená dvoulinka, 2 x server.

NÁVRH Č. 3 - viz. Příloha č. 4

Třetí návrh spočívá v použití třetího počítače pro pokrytí celé dílny s cílem minimalizovat používaný hardware v předchozích variantách. Takto vznikly tři „hvězdy“. Pro 4 stroje, které jsou mimo vytčenou oblast (30 m) se musí použít DNC převodníků. Výhodou je jednoduchost a nižší náklady. Nevýhody jsou obdobné jako u Návrhu č. 2.

Hardware: 3 x server, 3 x přídavné inteligentní karty, 4 x DNC převodník, pouze kroucená dvoulinka.

5.2 FÁZE č. 2

Zde se bude jednat o použití různých přenosových médií a různého hardwaru (SWITCH, HUB, jednotky síťového rozhraní – network card, koaxiální kabel, kroucená dvoulinka ...). Úkolem je propojit stanoviště údržby, stanoviště na obrobne a ve výdejně nástrojů se stanovištěm útvaru TPV.

NÁVRH Č. 1. -viz. Příloha č. 5

V této variantě je použit **směrový prvek** (SWITCH) s 8 pozicemi, který má obdobnou funkci jako HUB. Umožňuje propojení znázorněných stanovišť do jednotné sítě, ale nezařazuje přitom ostatní segmenty (větve) sítě. Přenosovým médiem je kroucená dvoulinka. Výhodou této varianty je vysoká přenosová rychlost (100 Mbit/sec.), nevytváření front a dobrá monitorizace a detekce poruch.

NÁVRH Č. 2. + NÁVRH Č. 3. -viz. Příloha č. 6 + 7

Tyto dva návrhy se liší pouze způsobem natažení koaxiálního kabelu (tenký Ethernet - RG-58) a použitím aktivního prvku (REPEATER). Repeater plní obdobnou funkci jako HUB, umožňuje prodloužení či připojení dalšího segmentu sítě (o 185 m). Výhodou těchto návrhů je nízká pořizovací cena. Nevýhodou naopak horší monitorizace a detekce poruch, koliznost, vyšší rušení elektromagnetickým polem a v neposlední řadě i nižší přenosová rychlost (10M bit/sec.).

5.3 VÝBĚR NEJLEPŠÍ VARIANTY

Nejlepším řešením se stává kombinace druhého návrhu první fáze a prvního návrhu druhé fáze. Výhody a nevýhody této varianty jsou v jejich vzájemné kombinaci.

5.4 TECHNICKÉ DODATKY

Při návrhu zasítování CNC strojů je třeba přihlížet k vývoji cen jednotlivých komponentů a fyzické instalaci sítě. Rozvody jsou navrhovány pro snadnou instalaci, spolehlivost i údržbu (topologie hvězda). Pro zvýšení flexibility budou použity zásuvky rozhraní, přičemž každý DNC kanál je nutné zabezpečit přepětovou ochranou. Servery (pracovní stanice) na obrobě budou z provozních důvodů umístěny v rozvaděčích, tzn. větraných skříních s prosklenými dveřmi, políčkami a přepětovou ochranou. Aby tyto počítače nebrzdily výrobu, měly by mít vybavení podle doporučené konfigurace: procesor Pentium 200 MHz, 32 MB RAM, 512 kB Cache, 3,5 " disketová jednotka (1,44 MB), VGA karta PCI (4 MB), barevný digitální monitor 14", myš + podložka, klávesnice, ... a hardware, který vyžadují jednotlivé návrhy. Ze softwarového hlediska by měl být vybaven MS-Windows 95/98/NT a např. popisovaným WINDNC nebo ncServer.

Přenosová média budou uloženy v samostatných žlabech (koryta s víkem). Tyto žlaby budou umístěny na držácích nad jednotlivými řadami strojů a v případě nutnosti vyvedeny ke strojům (rohy hal). Svody ke strojům budou provedeny instalací trubek a chrániček. Bezpodmínečně nutné je při instalaci dodržet minimálně 30 cm vzdálenost mezi silovým vedením a rozvodem DNC sítě. V místech případného souběhu se silovým vedením je nutné uložení do kovových žlabů. (Při instalaci nebude tato minimální vzdálenost překročena.)

6. EFEKTIVNOST INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ - IS

Obecně je efektivnost vyjádřitelná podílem přínosů a nákladů. Potíž je v nedostatečně přesném a objektivním měření přínosů IS, které se projevují nepřímo v systému řízení podniku. Jejich přínosy se skládají s celou řadou dalších faktorů působících na systém řízení a rozhodnutí o IS podniku se projeví až v delším časovém horizontu.

6.1 SPOLEHLIVOST INFORMAČNÍ TECHNIKY - IT

Spolehlivost IT je rozhodující pro spolehlivost celého IS. Spolehlivost IT je souhrn faktorů, počínaje technickou spolehlivostí jednotlivých částí, přes jejich stavební uspořádání až po operační systémy umožňující detekovat a eliminovat chyby hardwaru. Pod pojmem spolehlivost IT je tedy zahrnuto nejen nebezpečí vzniku poruchy, ale i náročnost odstraňování poruch a náročnost údržby IT pro její udržení v provozuschopném stavu.

6.2 NÁKLADY

Při odhadu nákladů na zavedení výpočetní techniky musíme počítat s náklady na technické prostředky a ostatní investice, náklady na řešení projektu, náklady u uživatele a náklady na provoz a údržbu.

Většinu těchto nákladů je možno určit dostatečně přesně výpočtem z ceníků (nakupované položky), nebo odhadem (vlastní práce). Co se týká IT, musí nás zajímat i tzv. skryté náklady. Ty představují zejména náklady na osobní počítače a jejich software, školení a služby placené z rozpočtů uživatelských útvarů a vstupy dat a obsluhy terminálů. Je bezpodmínečně nutné sem počítat i ztráty vzniklé při výpadcích počítačů, či při selhání softwaru.

Problém nákladů na IT se dnes soustřeďuje především do oblasti softwaru, který představuje čím dál větší část nákladů na IT (srovnání s hardwarem).

6.3 PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ EKONOMICKÉ EFEKTY

U výpočtů ekonomické efektivity zavádění výpočetní techniky se obvykle spokojíme jen s vyčíslením přímých ekonomických efektů, které hledáme v:

1. úspoře pracovních sil, resp. pracnosti náhradou lidské práce počítačem,
2. zkrácení průběžných dob výroby v důsledku rychlejšího a přesnějšího plánování a přímého řízení výroby,
3. zvýšení výroby v důsledku rychlejšího, pružnějšího a přesnějšího plánování a řízení výrobních zdrojů,
4. úspora finančních nákladů v důsledku přesnějšího, rychlejšího a komplexnějšího sledování úvěrů, plateb apod..

Na základě vypočtených, či odhadnutých ekonomických přínosů můžeme počítat klasické ukazatele ekonomické efektivity investic, především dobu návratnosti, vnitřní výnosové procento apod.. Hlavní přínos, který se očekává od zavedení projektu, je výrazné rozšíření klientely, a tím i zisku v důsledku operativnosti jednání se zákazníkem.

K nepřímým efektům IT řadíme především zvýšení podpory dosažení podnikových cílů, zvýšení konkurenceschopnosti podniku, zvýšení informovanosti apod.

6.4 KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ PROJEKTŮ IT

Velmi ucelený pohled a systém na hodnocení projektů IT z hlediska potřeb a jejich významnosti pro finální rozhodnutí o jejich budování předložili **Parker** a **Benson**. Dle nich se hodnota projektu skládá z jeho hodnocení ve třech oblastech (Oblast návratnosti investic, Oblast ostatních přínosů a rizik pro podnik a oblast hodnoty aplikace z hlediska použité IT). Pro jednotlivé oblasti navrhuje systém bodového hodnocení pětibodovou stupnicí (0-5). Výsledná hodnota projektu je pak dána součtem těchto bodů, všechny projekty se seřadí, čímž je finálně dán jejich význam.

7. ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ PRÁCE

Trend vývoje směřuje plně k automatizovanému bezobslužnému výrobnímu systému. Je známo, že v našich výrobních systémech se ještě provádí příliš mnoho ručních manipulací. To samozřejmě nejen prodražuje provoz, ale každý lidský zásah je počátkem možných chyb. Na tuto problematiku odpovídá tato bakalářská práce řešením a návrhem LAN, která integruje stávající stroje na dílně do jednotné sítě. Během zpracovávání projektu jsem se musel dotknout mnoha rozsáhlých oblastí, číslicově řízenými stroji a řídicími systémy počínaje, návrhem sítě konče. Proto se v některých bodech nezabývám podrobnostmi, které ovšem nemají vliv na tuto práci.

Rozhodnutí firmy KNORR-BREMSE o zasíťování CNC strojů je bezpochyby krok správným směrem. Pružnost (flexibilita) výroby je v dnešní době nezbytná. Jsou kladeny stále větší požadavky na rychlé přizpůsobování měnícímu se trhu, na zajištění požadované jakosti, na snižování nákladů, na kratší průběžné doby výroby, na přehled o výrobě v reálném čase atd.. Ke splnění těchto a dalších požadavků je proto třeba plně využívat i výpočetní techniku. Nadřazený počítač je při jeho správné aplikaci schopen řídit i celou výrobu.

Automatizací předvýrobní etapy jsem se zabýval pro záměr této společnosti o zakoupení některého z CAD/CAM systémů (v této době již může být firmou zakoupen).

Vybudováním DNC systémů bude mít bezpochyby velký přínos, který se projeví v oblastech kapacitního plánování, průběžné doby výroby apod.. Toto řešení bude mít velký vliv na konkurenceschopnost výroby a zvýšení zisku společnosti.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Líbal, V. a kol.: Organizace a řízení výroby, SNTL, 1980, 5. vydání.
- [2] Ing. Motyčková, L a kol.: Počítačové sítě, 1990, vydal obchodní podnik Kancelářské stroje.
- [3] Schatt, S.: Počítačové sítě LAN od A do Z, Grada, 1992.
- [4] Molnár, Z.: Moderní metody řízení informačních systémů, Grada, 1992.
- [5] Ing. Vytlačil, M. a kol.: Výrobní systémy I. (Pružné výrobní systémy), VŠST Liberec, 1990.
- [6] Ing. Vytlačil, M. a kol.: Výrobní systémy II. (Projektování pružných výrobních systémů), VŠST Liberec, 1990.
- [7] Ing. Vytlačil, M. a kol.: Technologie automatizovaných výrob, VŠST Liberec, 1990.
- [8] Prof. Dr. Wagner, F. a kol.: Technika a programování NC strojů, Wahlberg Praha, 1994.
- [9] Follprecht, J. a kol.: Řízení obráběcích strojů, SNTL/ALFA, 1982.
- [10] Česenek, P.: BBS, modemy a počítačová komunikace, Grada, 1993.
- [11] Doc. Ing. Hromková, L. CSc.: Automatizované systémy řízení strojírenských podniků, SNTL/ALFA, 1988.
- [12] Prof. Ing. Vlach, B. DrSc., a kol.: Technologie obrábění a montáží, SNTL, 1990.
- [13] Prof. Ing. Němeček, P. DrSc. a kol.: Vedoucí podniku (podnik v kostce), Verlag Das-höfer - SNTL, 1997/98.
- [14] Prospekty z výstav a veletrhů.

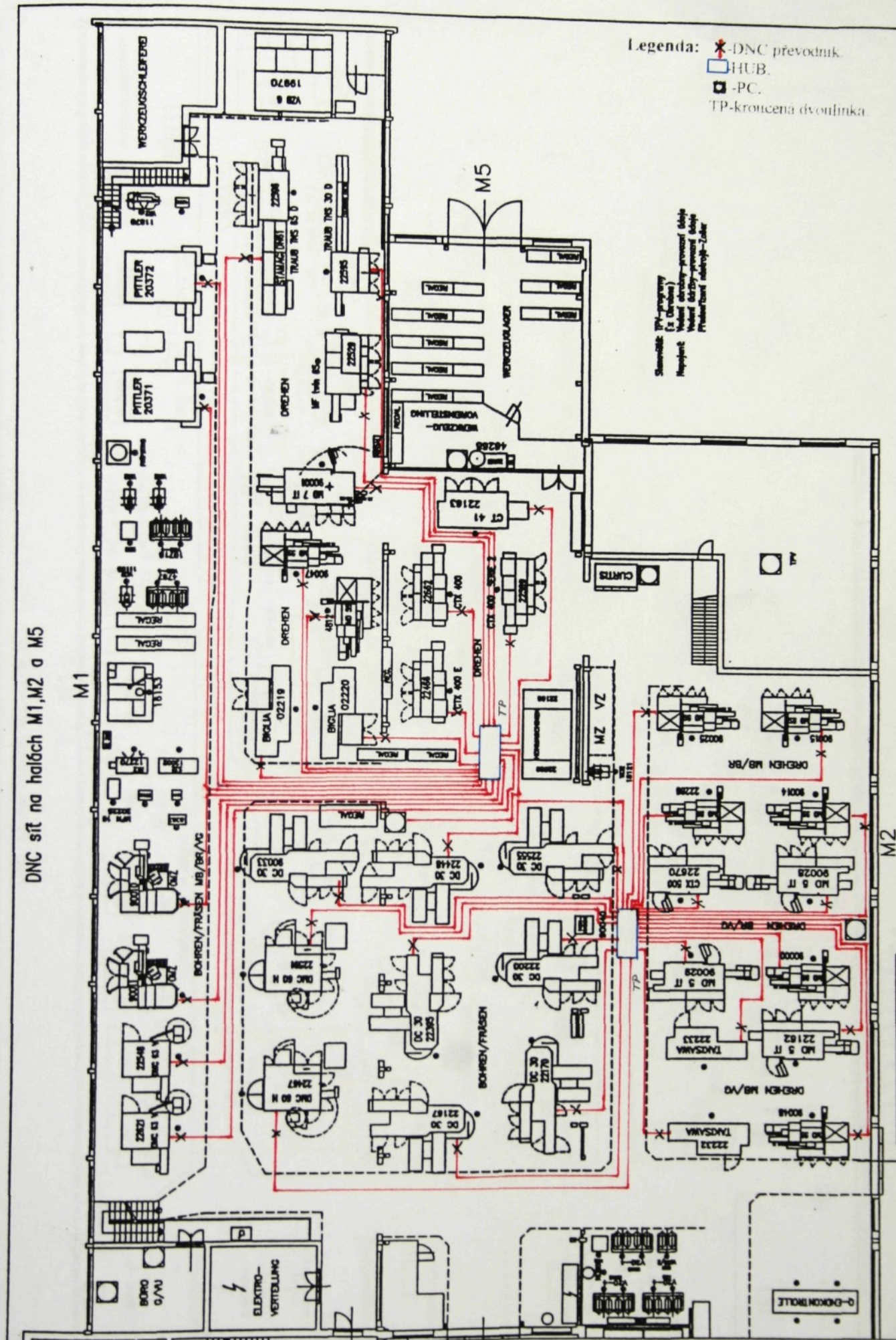
SEZNAM PŘÍLOH

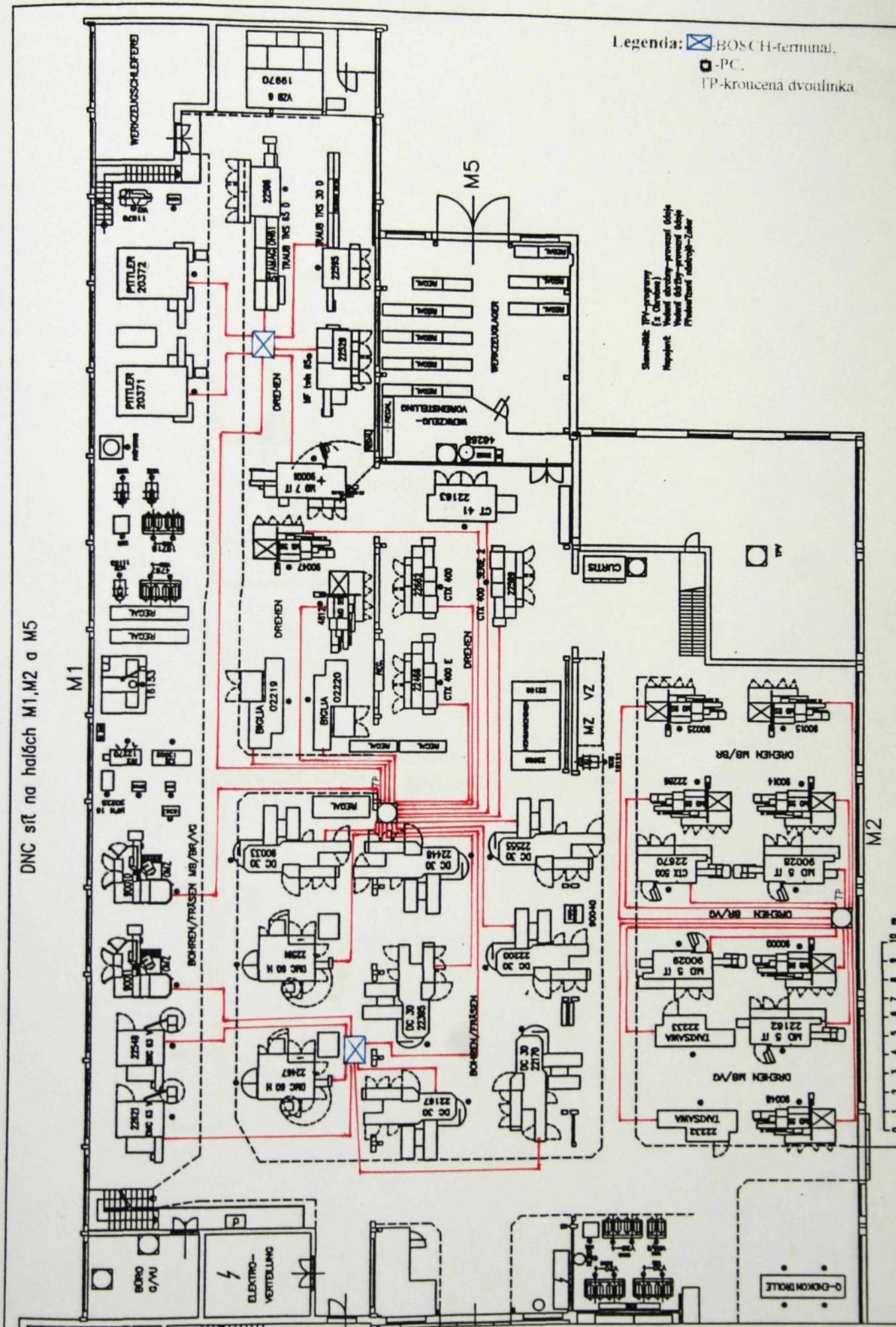
PŘÍLOHA Č. 1	-CNC stroje a příslušné řídicí systémy
PŘÍLOHA Č. 2	-Návrh č. 1 (fáze č. 1)
PŘÍLOHA Č. 3	-Návrh č. 2 (fáze č. 1)
PŘÍLOHA Č. 4	-Návrh č. 3 (fáze č. 1)
PŘÍLOHA Č. 5	-Návrh č. 4 (fáze č. 2)
PŘÍLOHA Č. 6	-Návrh č. 5 (fáze č. 2)
PŘÍLOHA Č. 7	-Návrh č. 6 (fáze č. 2)

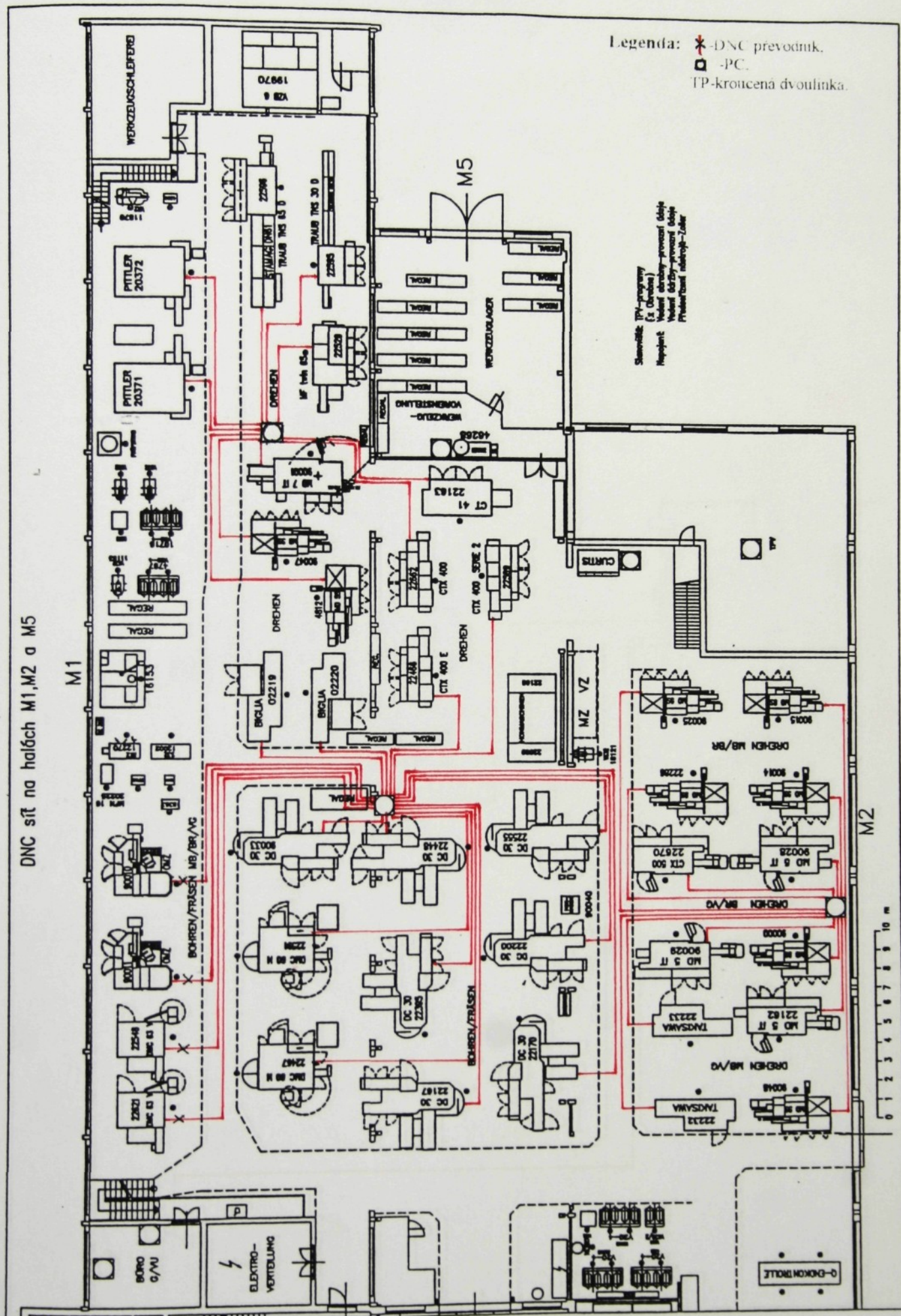
CNC STROJE A PŘÍSLUŠNÉ ŘÍDÍCÍ SYSTÉMY
použité na CNC obrobě v závodě KNORR-BREMSE ČR, s.r.o. Hejnice

CNC OBRÁBĚCÍ CENTRA	
DECKEL DC-30	-Siemens Sinumerik M8 nebo M3
DECKEL MAHO DMC 60H nebo DMC 63V	-Siemens Sinumerik 840D
DECKEL OMZ 300	-Siemens Sinumerik 810

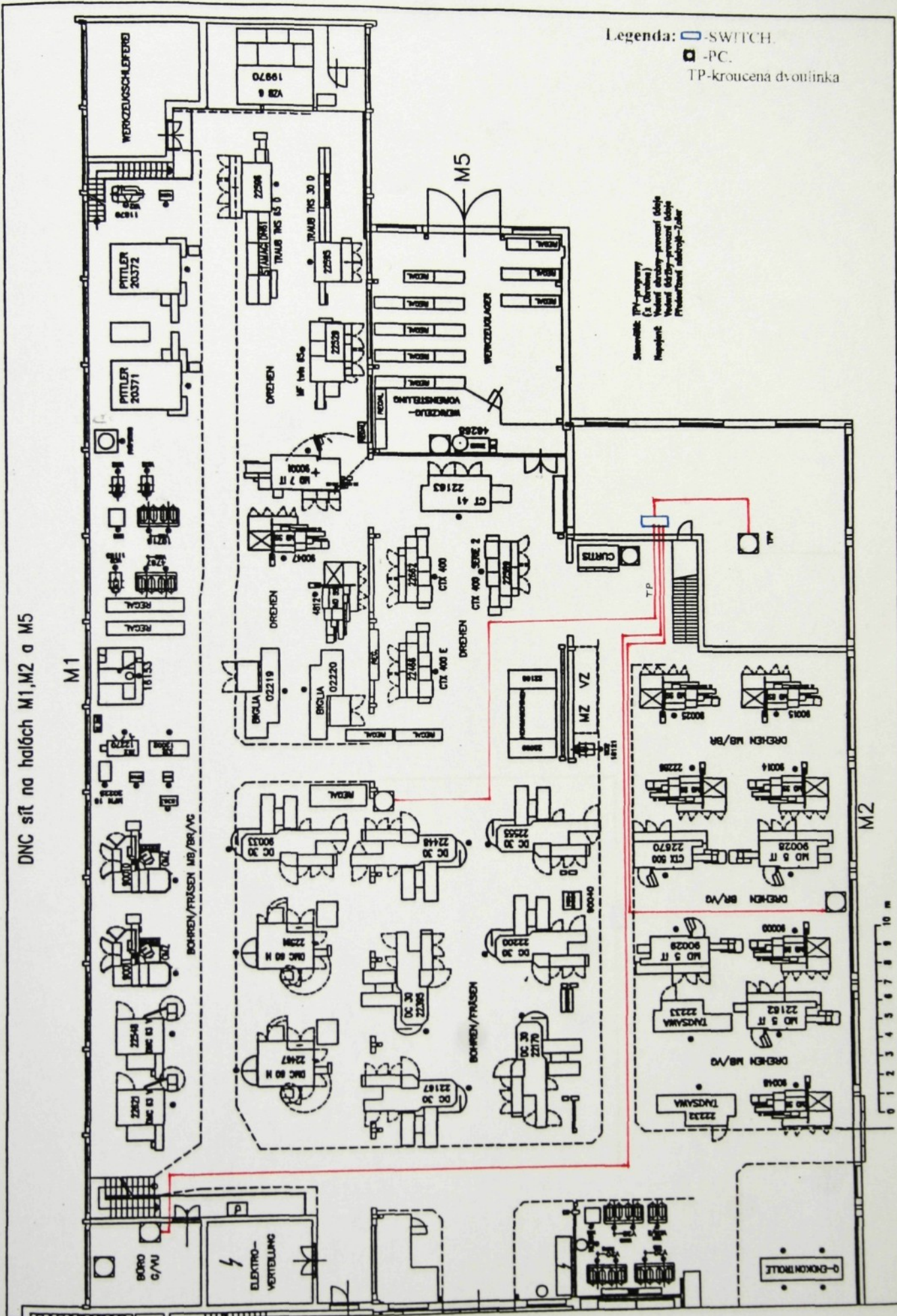
SOUSTRUHY	
PITTLER PETRA	-Siemens Sinumerik 3T
GILDEMEISTER MF TWIN 65	-Siemens Sinumerik 840C
GILDEMEISTER CTX 400	-Heidenhain Eltropilot V4,5
GILDEMEISTER CT40 nebo CT41	-Eltropilot EPL2
CHURCHILL	-FANUC 10TF
TAKISAWA TS25	-FANUC-serie 0-TC
GILDEMEISTER MD5 iT	-Eltropilot 10 (E810/B81)
GILDEMEISTER MD5 S	-Eltropilot M
GILDEMEISTER MD7 iT	-EltropilotL
BIGLIA	-Osai 8600
TRAUB TNS 65D nebo TNS 30D	-Traub systém TX-8-D

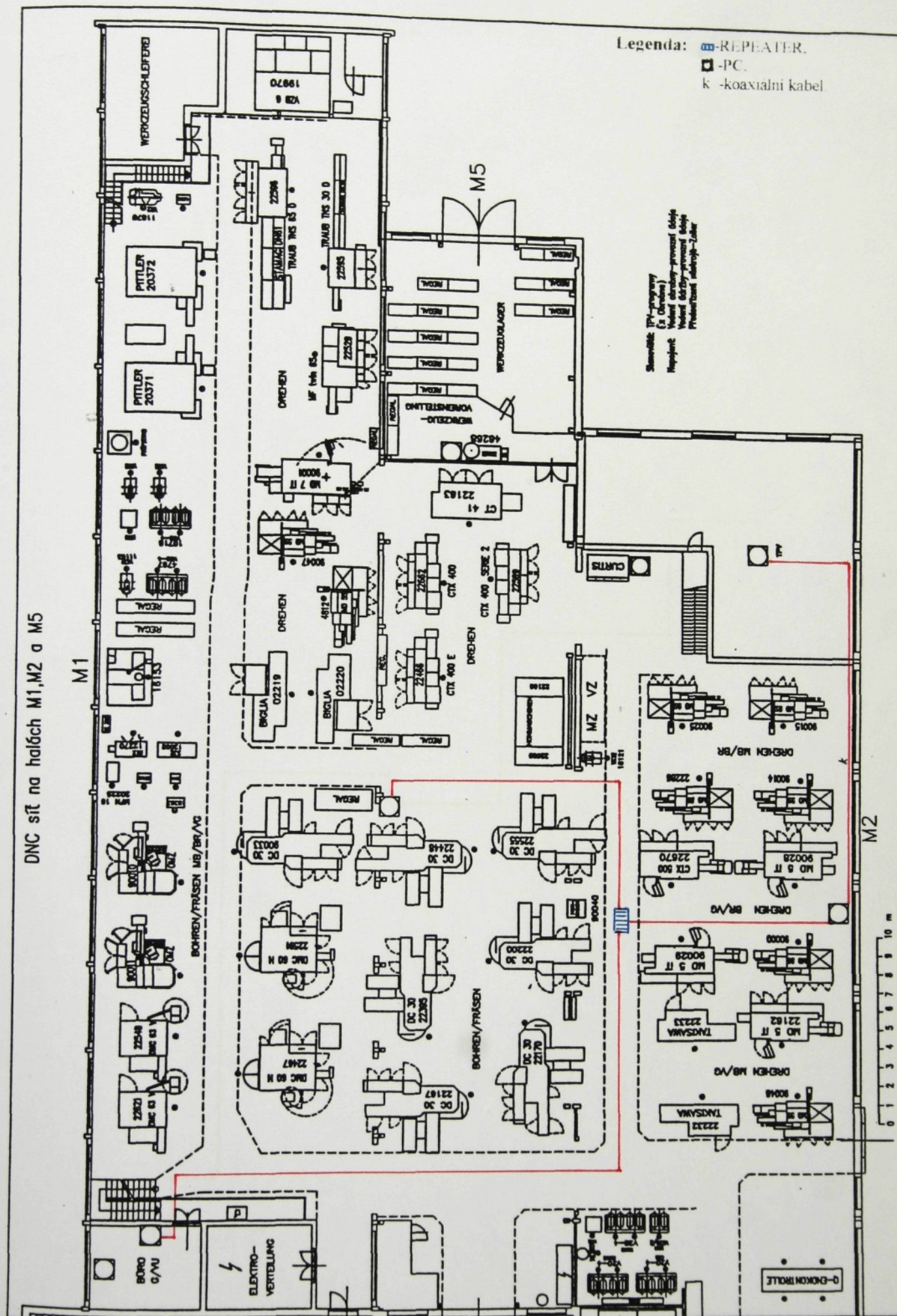


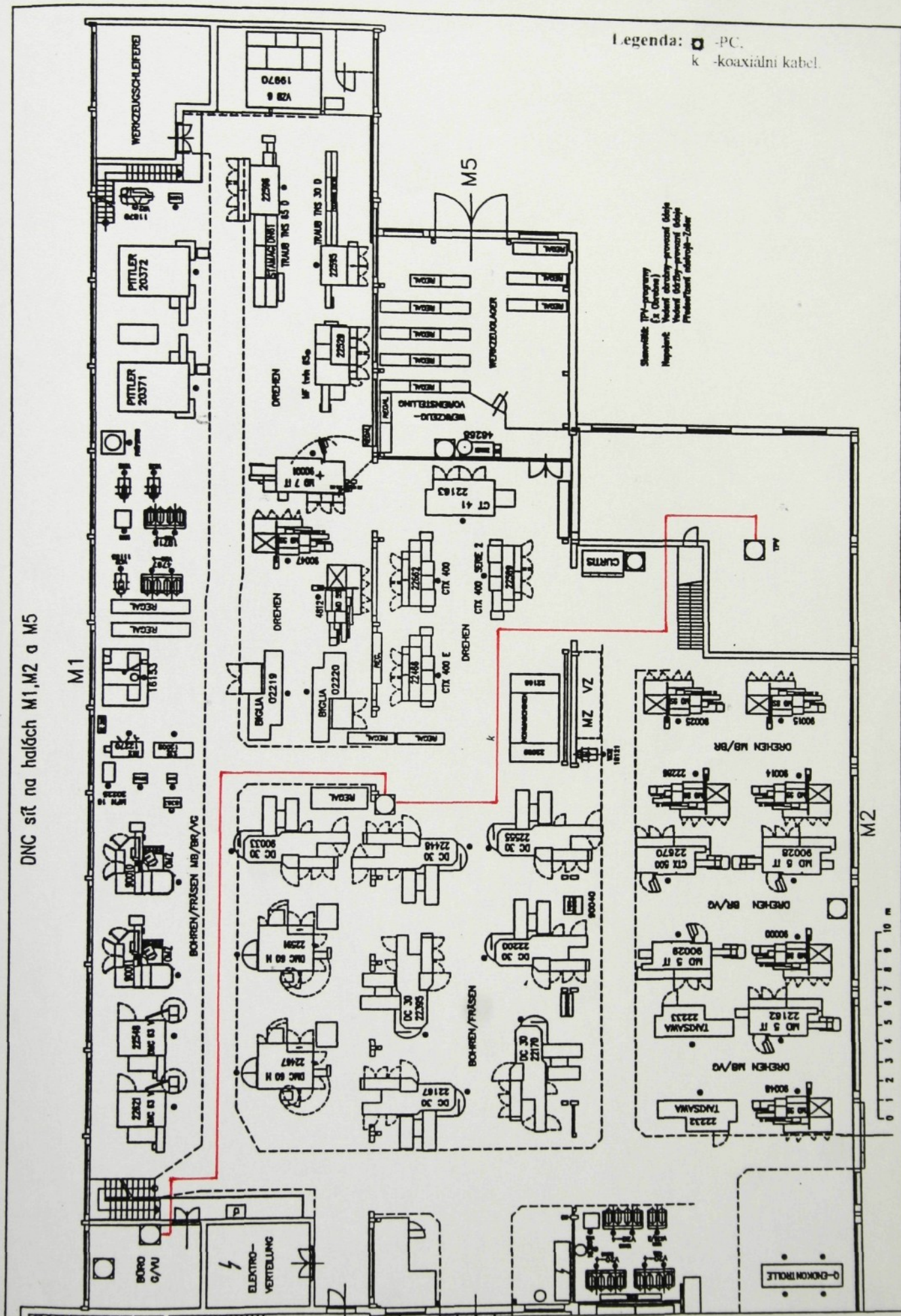




DNC sít' na halách M1, M2 a M5







PODĚKOVÁNÍ

Ing. L. Holubovi, CSc. za ochotu a pomoc, bez níž by tato práce nevznikla,

Dr. Ing. F. Manligovi za rady a připomínky a

p. J. Votavovi z podniku Knorr-Bremse, za odborné konzultace.

Prohlášení k využívání výsledků BP:

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

Beru na vědomí, že po 5-ti letech si mohu bakalářskou práci vyžádat v Univerzitní knihovně TU v Liberci, kde je uložena.

méno a příjmení (rodné příjmení): JIŘÍ DEJMEK

dresa : JARNÍ 404/36, LIBEDEC 12 460 01

dpis: Dejmech Jiří