VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

AUTOMATIZOVANÉ SLEDOVÁNÍ VÝROBNÍCH STROJŮ

AUTOMATIC MONITORING PRODUCTION MACHINES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE **DAVID ŠÍP**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **doc.Ing. BRANISLAV LACKO, CSc.**
SUPERVISOR

BRNO 2008

Abstrakt

Tato práce pojednává o monitorování výrobních strojů. Zabývá se návrhem a realizací automatizovaného monitorovacího systému ve strojírenské firmě. Popisuje automatický způsob snímání dat ze strojů, zpracování získaných informací a jejich zobrazení v uživatelských aplikacích. Slouží jako návod středně velkým firmám při zavádění automatizavaného monitorovacího systému.

Abstract

This work deals with monitoring of tool machine. It is concerned with design and implementation of automation monitoring system at production company. This diploma work describes the way of automatic scanning of control data,elaboration obtain information and theirs presentation in user aplications. Diploma work serves like as instruction of median firms for implementation of automation monitoring system.

KLÍČOVÁ SLOVA

Monitorovací systém, Monitorování strojů, Automatizace výroby

KEYWORDS

Monitoring system , Machine monitoring, Production automation

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval doc.Ing.Branislavu Lackovi, CSc. vedoucímu diplomové práce, za odborný dohled a vedení celým projektem

Obsah

1. Úvod…….…….….. 11
2. Cíl diplomové práce……..... 13
3. Význam a požadavky na monitorovací systém ……..… 15
   3.1 Způsoby stanovení požadavků na software……..…….. 15
   3.2 Požadavky na monitorovací systém…….…….. 16
4. Analýza současného stavu vybrané firmy v oblasti monitorování strojů…….…….. 19
   4.1 Popis firmy…….…… 19
   4.2 Organizační struktura firmy…….…..…… 19
   4.3 Softwarové vybavení……..…… 20
   4.4 Topologie firemní sítě……..…..… 20
   4.5 Stávající monitorovací systém ve firmě ……..…..… 20
5. Analýza nabídky monitorovacích systémů na trhu ČR……..…… 23
   5.1 Stručný popis monitorovacích systémů ……..… 23
   5.2 Exaktní metody ekonomického rozhodování…….…… 25
   5.3 Porovnání monitorovacích systémů……25
   5.4 Závěr analýzy……..……28
6. Návrh monitorovacího systému……..…… 29
   6.1 Funkční specifikace……..…….…… 32
   6.2 Návrh zpracování vstupů systému ……..……... 33
   6.3 Návrh databáze……..…….…… 38
   6.4 Návrh zpracování výstupů systému……..…….. 45
7. Tvorba vybraných částí systému……51
   7.1 Import dat do databáze……51
   7.2 Datová kostka……. 61
   7.3 Reporty……..…..…… 66
   7.4 .NET výstupy……..……69
   7.5 Korekce dat…… 69
8. Závěr……71
9. Použitá literatura…….…… 73
10. Seznam příloh……. 75

Seznam použitých symbolů a zkratek

BI	Business Intelligence
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CNC	Computer Numerical Control
CSS	Cascading Style Sheets
ČR	Česká Republika
DTS	Data Transfer Services
HTML	HyperText Markup Language
IIS	Internet Information Services
IS	Informační Systém
ISA	Internet Security and Acceleration
ISS	Integration Server Services
IT	Informační Technologie
MS	Microsoft
OLAP	Online Analytical processing
PC	Personal computer
SBS	Small Business Server
SQL	Structured Query Language
VB	Visual Basic
XML	Extensible Markup Language

1. Úvod

Strojírenská výroba má v České republice velkou tradici a prošla dlouholetým vývojem. Proto dnes v každé strojírenské firmě potkáme automatizovanou výrobu a to v podobě jednotlivých CNC strojů, nebo v celých automatizovaných linkách. S rostoucí rychlostí a přesností strojů roste i jejich pořizovací cena. Proto se každá firma snaží tyto stroje využívat na co možná největší výkon, aby se náklady na pořízení co nejrychleji vrátily. Toto je jeden z důvodů, proč chtějí firmy svoje linky monitorovat.

S využitím strojů přímo souvisí plánování výrobních procesů a celý management firmy. Aby vedení firmy mohlo správně plánovat, musí mít z výroby zpětnou vazbu o dění na linkách, například zjištění v jaké fázi ve výrobě jsou jednotlivé zakázky, zda budou dokončeny v daném termínu apod. V jistých případech se chce zákazník přesvědčit, v jaké fázi výroby jeho zakázka je a zda bude dokončena v termínu.

Dalším důvodem jsou výpadky výroby. Pokud se výroba z nějakého důvodu zastaví a nedodrží se termíny dodávky, firma nepřichází pouze o zisky, ale platí i penále za nedodržení předem stanovených smluv. U malých firem může hodinový výpadek linky stát desítky tisíc korun a u velkých firem se sériovou výrobou se ztráta může pohybovat až v miliónech korun. Tento problém se podniky snaží minimalizovat monitorováním strojů v reálném čase, aby důvod zastavení výroby byl co nejrychleji objeven a odstraněn. Sledováním trendů ve výrobních firmách se zabývá literatura [1].

Dnes si výrobci strojů požadavek na sledování linek uvědomují a do svých produktů implementují možnost monitorování a součástí jejich nabídky jsou i softwarové systémy podporující monitorování výrobních linek a vyšší možnosti řízení. Tyto systémy si výrobci vytvářejí pouze pro svoje stroje. Pokud firma vlastní několik starších strojů a různých značek ve většině případů má problém zavést jednotný monitorovací systém. Pokud by ale na sledování trvala, znamenalo by to vyměnit výrobní stroje, s tím souvisí zastavení výroby a vysoké finanční náklady. Tato práce se tímto problémem zabývá a slouží jako návod řešení daného problému ve středních firmách, protože ve velkých podnicích se tímto problémem zabývají specializované firmy.

2. Cíl diplomové práce

Jak bylo zmíněno již v úvodu, tato práce se zabývá zaváděním monitorovacího systému výrobních linek. Popisuje stav firmy, kde firma vlastní několik CNC strojů a chce činnost na strojích nějakým způsobem monitorovat. Rozhoduje se, zda koupí za tímto účelem vytvořený software, nebo si systém vytvoří sama. V této práci si Popisuji, jak a podle jakých kritérii software vybírat. Analyzuji stav firmy a její požadavky na software. Navrhuji vlastní řešení monitorovacího informačního systému. Na závěr ukážu na konkrétním příkladu realizaci navrženého systému pro monitorování strojů.

Obsah práce sleduje několik dílčích cílů:

1. Analyzovat současný stav ručního sledování výrobních strojů
2. Navrhnout propojení řídicích systémů CNC strojů s firemním informačním systémem a umožnit automatizované sledování výrobních strojů
3. Vytvořit vybrané části aplikace

Propojení obráběcích strojů s automatickým CNC řízením s firemním informačním systémem musí být navrženo tak, aby sledování jejich pracovních stavů a režimů mohlo být použito pro plánování a řízení výroby.

3. Význam a požadavky na monitorovací systém

Význam zavadění monitorovacího systému souvisí s konkurenceschopností firmy. Vedení firmy pro efektivní plánování výrobních procesů potřebuje zpětnou vazbu z výrobních linek. Aby tato vazba přinášela patřičný efekt, měla by posílat data s co nejmenším zpožděním, nejlépe v reálném čase. Pomocí takovéhoto monitorovacího systému strojů lze v minimálním čase reagovat na poruchy a zastavení strojů. Sledovat prostoje strojů a s těmito informacemi plánovat výrobu tak, aby se tyto prostoje minimalizovaly z důvodu vysokých finančních ztrát při nečinnosti strojů. Jako nejdůležitější význam monitorování strojů, je sledování průběhu jednotlivých zakázek. Pokud se práce na zakázce prodlouží nad předem stanovený termín, způsobí tento jev nejen snížení zisku ze zakázky, ale může mít za následek penalizaci firmy za pozdní dodání. Pokud by se tento jev více opakoval, může to mít negativní vliv na prestiž firmy. Proto se dnešní firmy snaží mít o svých výrobních linkách informace, aby mohli co nejdříve reagovat na změny ve výrobě. Řízením a plánováním výroby se podrobně zabývá literatura [13],[14].

3.1 Způsoby stanovení požadavků na software

Výrobní firma musí definovat požadavky na informační systém před zadáním zakázky softwarové firmě. Existuje několik způsobů, jak tyto požadavky definovat, tyto způsoby popisuje literatura [2], jsou to:

Specifikování vstupů a výstupů

Popis softwarového produktu pomocí posloupností jeho vstupů a výstupů. Podrobně Popisuje chování software při vstupování dat do systému. Nebo popisuje způsob zpracování dat na výstupech systému v závislosti na tom, zda je systém určen pro zpracování vstupů, nebo výstupů. Pokud systém provádí obsluhu vstupů i výstupů, je potřeba takovéto chování systému podrobně popsat.

Skupinou vybraných reprezentativních příkladů

Tato metoda spočívá ve vytvoření reprezentativních příkladů reakcí systém na změny, nebo reakce výstupů na vstupy.

Vytvořením modelů

Popis pomocí modelů se používá u systémů, které je vhodné takto definovat. Tato metoda je názorná a lze s její pomocí přesně popsat chování systému.
Používají se:

Matematické modely – Popis: systému pomocí matematických vztahů
Funkční modely – modely funkčních závislostí výstupů na vstupech
Časové modely- Popis:ují chování systému pracujících v reálném čase
Grafické modely – využívají různých grafických technik Popis:u

Kategorizace požadavků na systém

Všechny požadavky, které jsou na systém kladeny, nejsou stejně důležité, některé mohou být základní, rozšiřující a volitelné. Kategorizace požadavků pomáhá řešitelům správně rozhodnout o prioritách tvorby aplikací.

3.2 Požadavky na monitorovací systém vybrané výrobní firmy

A. Základní požadavky

Tyto požadavky určila firma jako stěžejní a pro její činnost nejdůležitější

Monitorovat stávající stroje ve firmě

Pro plánování výrobních procesů firma potřebuje informace o výrobních linkách. Monitorování strojů spočívá ve snímání všech teplotních čidel, které se na strojích objevují. Sledování otáček a rychlosti posuvů vřetene. Sledování průtoku chladící kapaliny a poruch chlazení. Dále zahrnuje sledování činnost obsluhy, konkrétně záznamy o docházkách resp. přihlášení na stroj, záznamy operací, na kterých obsluha pracuje, důvody přerušení činnosti na operaci. Tyto záznamy obsluha zapíše při přihlašování a práci na stroji ručně do systému CNC stroje. Sledování zavedených a používaných programů

Vstupy do systému:

- Snímání teplot:
    - Teplota základny stroje
    - Teplota vřetene
    - Teplota chlazení
    - Teplota převodovky
- Snímání jiných hodnot ze stroje
    - Zastavení stroje
    - Natočení potenciometrů zpomalovací posuvy a otáčky
    - Aktuální posuvy a otáček vřetene
    - Číslo použitého nástroje

- Snímání hodnot zadávaných obsluhou
    - Identifikační číslo obsluhy CNC strojů
    - Název zavedeného programu CNC
    - Číslo zadané operace
    - Kód přerušení operace (důvod přerušení činnosti na operaci)

Výstupy ze systému

- Hodnoty zachycené v čase (časové průběhy):
    - Zobrazení teplot
    - Aktivity chlazení
    - Otáček a rychlosti posuvů vřetene
    - Prováděné operace
    - Důvody přerušení činnosti na operaci
    - Časový průběh činnosti stroje (prostoje, čistého obrábění)
- Alarmová hlášení pomocí el. pošty
    - Zastavení stroje
    - Porucha přenosu dat z jednotlivých strojů
    - Aktuální posuvu a otáček vřetene
    - Číslo použitého nástroje

Kompatibilita systému se všemi stroji

Firma zavadí monitorovací systém, pro sledování své výroby. Proto je pro ni důležité, aby

systém podporoval veškeré její strojové vybavení. Pokud by bylo nutné stroje upravit, tak aby náklady s tímto spojené měly být co nejmenší. Strojové vybavení je popsáno dále v kapitole 4.

Kompatibilita se stávajícím softwarovým vybavením

Firma požaduje, aby nový systém spolupracoval s daty ze systému WorkPlan a aby dokázal exportovat data do systému Workplan. Dalším požadavkem je minimální náročnost na obnovu software na lokálních počítačových stanicích. Popis: stávajícího softwarového vybavení je uveden v kapitole 4.

B. Rozšiřující požadavky

Tyto požadavky nejsou tak důležité, jako povinné požadavky, pro firmu by tyto požadavky byly přínosem.

Statistické zpracování informací pro podporu managementu firmy

Pro rozhodování o zakázkách potřebuje firma patřičné informace, jako například informace o dobách trvání výroby jednotlivých zakázek, informace o nákladech spojených s výrobou. Důležité jsou i informace o využití jednotlivých nástrojů.

Výstupy ze systému

- Statistické výstupy pro management:
    - Zobrazení doby činnosti na jednotlivých zakázkách
    - Porovnání jednotlivých zákazníků v oblasti doby výroby a nákladů s tím spojených
    - Porovnání činnosti na jednotlivých operacích
    - Statistický přehled o využití jednotlivých nástrojů
    - Statistický přehled o důvodech přerušení činnosti na stroji

Monitorování výkonu zaměstnanců

Pro spravedlivé odměňování zaměstnanců dle pracovních výkonů, potřebuje vedení firmy přesné a podrobné informace o činnosti zaměstnanců.

Výstupy ze systému

- Statistické výstupy pro vedení:
    - Zobrazení srovnání produktivity na jednotlivých strojích
    - Porovnání výkonů jednotlivých zaměstnanců

Identifikace příčin

Vedení firmy potřebuje podrobné informace k hledání příčin problémů, chyb, poruch při výrobě. K tomuto účelu jsou potřeba formuláře pro objevení problému a hledání podrobnějších informací o tomto problému

Zavádění systému

Zavádění monitorovacího systému by měla minimálně omezovat provoz firmy. Odstavení jednotlivých strojů by mělo být na co nejkratší dobu.

C. Volitelné požadavky

Tyto požadavky nejsou nutné. Ve své podstatě jsou doplňkem daných požadavků.

Dlouhodobé přehledy

Jedná se o statistické přehledy plynoucí z předchozích výstupů, jen s větším časovým rozpětím, jako např. přehledy na výkon strojů, přehledy na výrobní procesy přes všechny zákazníky.

Upozornění pomocí el.pošty

Pokud dojde v systému k nějaké události jako například k zápisu důležitého záznamu, je užitečné na tyto události reagovat elektronickou poštu.

Způsob měření

Měřené hodnoty, nebo údaje snímané na stroji nemusí být snímány v reálném čase. Postačuje, když údaje budou posílány v nastavitelných intervalech např. jednou za deset minut

4. Analýza současného stavu vybrané firmy v oblasti monitorování strojů

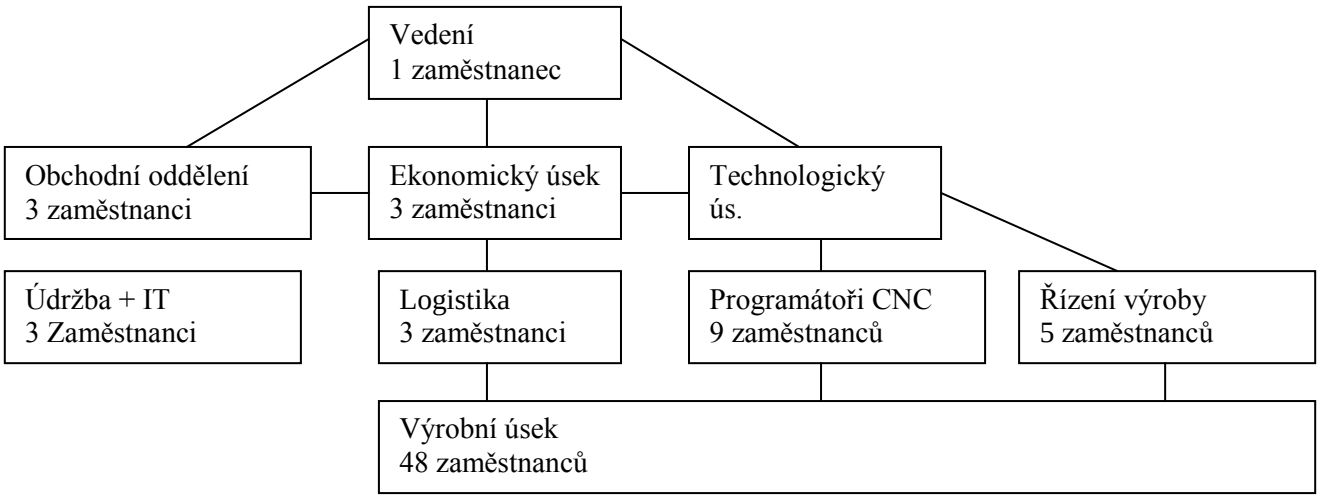
Pro analýzu jsem si vybral výrobní firmu z mého okolí, o které jsem měl možnost získat potřebné informace. Je to strojírenský podnik střední velikosti, která působí na trhu už několik let a její výroba je kusová nebo malosériová. Stručný popis firmy je v tabulce 1aorganizační struktura firmy je na obrázku 1.

4.1 Popis firmy

Název firmy	**Strojírenská firma střední velikosti**
Doba působení na trhu	14 let
Velikost	Střední firma
Počet zaměstnanců:	
Vedení a management	1 zaměstnanec
Ekonomický úsek	3 zaměstnanci
Obchodní oddělení	3 zaměstnanci
Technolog	2 zaměstnanci
IT oddělení	1 zaměstnanec
Programátoři CNC	9 zaměstnanců
Řízení výroby	5 zaměstnanců
Logistika+ sklad	3 zaměstnanci
Výrobní úsek	48 zaměstnanců
Celkem	75 zaměstnanců
Hlavní činnost firmy	Výroba forem na plasty
Popis: výroby	Kusová
Počet strojů pro monitorování	7
Počet PC	29 osobních počítačů + 4 servery
Stávající systémy	WorkPLAN, Ekonomika MS DOS

Tab. 1 Stručný Popis: firmy

4.2 Organizační struktura firmy



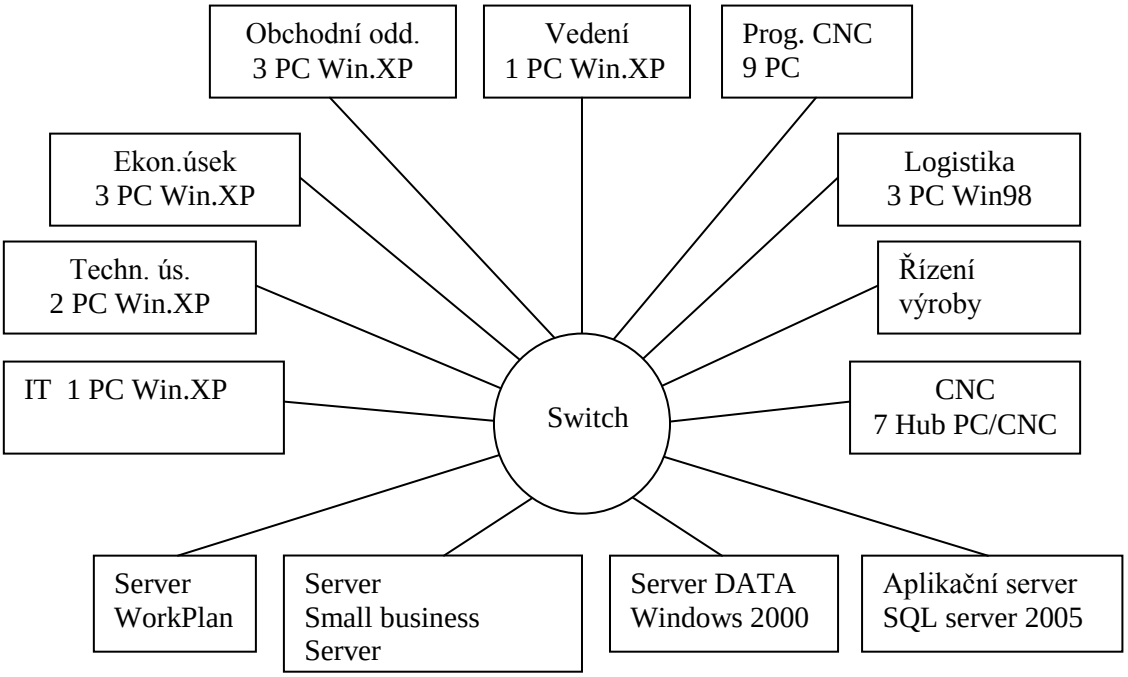
Obr. 1 Organizační struktura firmy.

4. 3 Softwarové vybavení

Softwarové vybavení firmy je založeno na produktech firmy Microsoft. Většina počítačů je vybavena operačním systémem Windows XP. O komunikaci po síti se stará Microsoft Small Business Server. Data jsou uložena na serveru s operačním systémem Windows Server 2000. Jako aplikační server je ve firmě použit MS Windows server 2000 s SQL Serverem 2005. Systém WorkPLAN uložen na vlastním serveru.

4.4 Topologie firemní sítě

Topologie lokálních firem je hvězdicová viz. obr.2



Obr. 2 Schéma firemní sítě.

4.5 Stávající monitorovací systém ve firmě

Ve firmě doposud není zavedeno přímé sledování strojů. Zpětnou vazbu tvoří výkazové listy, do kterých si každý pracovník ručně eviduje svoji činnost na jednotlivých operacích. Ukázka výkazového listu je na obrázku 3. Tyto údaje jsou následně ručně zapisovány pověřenou osobou do systému WorkPlan. Tento software je převážně určen k plánování výroby. Tímto způsobem sledování je možné získat informace o výrobním procesu pouze s určitým časovým zpožděním. Není zde možné získávat podrobné informace o použitých nástrojích, přesnější časový průběh vykonávané operace, informace o činnosti zaměstnanců a strojů. V úvahu je nutné brát dobu zápis informací, která se denně pohybuje v rozsahu několika hodin. Firma disponuje několika stroji, u kterých by chtěla monitorování zavést viz. tabulka 2, které však mají různé řídicí systémy. Firma řeší, zda si monitorovací systém koupit hotový a přizpůsobit svým požadavkům, nebo si má systém vytvořit sama pomocí svých možností.

PRACOVNÍ VÝKAZ F0018 - denní výkaz práce.xls

Pracovník:

Datum:

Směna: I II III Příchod: Odchod:

								spotřeba			mzda
p.č.	zakaz	poz.	střed.	popis operace	stroj	kusy	zmetky	nářadí	hodiny	mzda	+ -
					Celkem:			Celkem:			

Příplatky: odpolední noční sobota svátek péče za vedení měsíční

Schválil Zadal do počítače:

Obr. 3 Příklad výkazového listu.

Strojové vybavení

Výrobce	**Označení**	**Řídící systém**
TAJMAC-ZPS, a.s. Zlín	MCFV 1060 STANDARD	HEIDENHAIN iTNC 530
TAJMAC-ZPS, a.s. Zlín	MCFV 125 EZ	HEIDENHAIN iTNC 530
TAJMAC-ZPS, a.s. Zlín	MCFV 1680 NT	HEIDENHAIN iTNC 530
TAJMAC-ZPS, a.s. Zlín	MCFV 2080 NT	HEIDENHAIN iTNC 530
Kovosvit a.s. Sezimovo Ústí	MCV 750	
TOS Varnsdorf a.s.	WHN 13 CNC	HEIDENHAIN iTNC 530
HURON Graffenstaden Francie	HURON KX 100	

Tab. 2 Seznam strojů.

Firma spolupracuje s firmou TAJMAC-ZPS a.s. Zlín, která je schopna upravit řídící systém stroje tak, aby vytvořil z naměřených hodnot na stroji textový soubor a poslali jej do firemní sítě. Tuto možnost je možno využít pro snímání dat ze stroje a přenos dat do monitorovacího systému.

Popis Stroje Tajmac-ZPS MCFV 1060

Standartní vybavení:

Řídicí systém HEIDENHAIN iTNC 530
Digitální pohony SIEMENS
Lineární optoelektrická pravítka
Zásobník nástrojů s výměnnou rukou
Centrální mazací systém
Automatické ofukování držáku nástroje
Chladicí agregát se systémem chlazení nástroje
Oplachování teleskopických krytů
Elektronická kompenzace
Kazety na třísky

Pracovní rozsah:

osa X (pracovní stůl) 1 016 mm
osa Y (saně) 610 mm
osa Z (vřeteník) 760 mm
Stůl pracovní plocha 1 270 x 590 mm
maximální zatížení 1 350 kg
Rozměry stroje délka x šířka stroje 2 750 x 2 120 mm
Zásobník nástrojů počet míst v zásobníku 30
Vřeteno
maximální otáčky vřetena 10 000 min^{-}

Volitelné Vybavení:

Chlazení nástroje osou vřetena kapalinou
Chlazení nástroje osou vřetena vzduchem
Agregát pro chlazení osou vřetena s filtrační stanicí
Vysokootáčková vřetenová jednotka 50 000 ot/min
Upínací kužel - CAT 40, BT 40
Otočný stůl, 4., (4. a 5.) řízená osa
Sonda pro kontrolu rozměru obrobku
Sonda pro kontrolu rozměru nástroje
Ruční výměník palet, rozměr palety 760 x 460
Dopravník třísek
Oplachování pracovního prostoru horní
Chlazení olejovou mlhou
Řídicí systémy: SINUMERIK 840D
FANUC 18i-MB, (180i-MB)

Popis stroje

Vodicí plochy jsou tvořeny kalenými, přesně broušenými ocelovými lištami. Pracovní stůl, příčné saně i vřeteník jsou uloženy na předepnutých valivých hnízdech. Nové výkonnější pohony posuvů, kuličkové šrouby s vyšším stoupáním a nové kryty vodicích ploch zvýšily rychloposuvy na 40 m/min a zrychlení na 5 m/s2.

Základem flexibility je společné konstrukční řešení skeletu s vysokou pevností a tuhostí a vysokou dynamickou a tepelnou stabilitou. Více o strojích Tajmac zobrazených na obrázku 4, je uvedeno v literatuře [12].

Obr. 4 Stroj Tajmac-ZPS MCFV 1060.

5. Analýza nabídky monitorovacích systémů na trhu ČR

V české republice je velké množství firem nabízející informační systémy, ale pouze několik z nich obsahuje podporu monitorování CNC strojů. I samotní výrobci CNC strojů si potřebu monitorování u zákazníků začínají uvědomovat a nabízejí svá řešení ke svým produktům. Ke srovnání byly vybrány tři systémy pro monitorování strojů, v úvahu jsem vzal i možnost vytvoření systému vlastními schopnostmi.

Vybrané systémy:

Monitorovací systém	Výrobce/dodavatel
Cyber Production Center	Mazak
Prům.Aut.Říd.sys. siemens	Siemens IT
Vlastní systém	vlastní tvorba

5.1 Stručný popis systémů

A. Mazak Cyber Production Center

Tento systém od japonské firmy Mazak je hotovým řešením pro výrobní firmy viz.[4]. Je tvořen několika moduly:

Příprava technologie (Camware) - Nástroj na programování mimo stroj s komfortem dialogového programování včetně technologie

Plánování výroby (Scheduler) - Jednoduché plánování i komplikovaného výrobního plánu s možností simulace různých variant a výběru optimální. Velmi rychlý zásah do plánu - urgentní zakázky, zkrácení dodací lhůty. Monitorování průběhu a stavu zakázky.

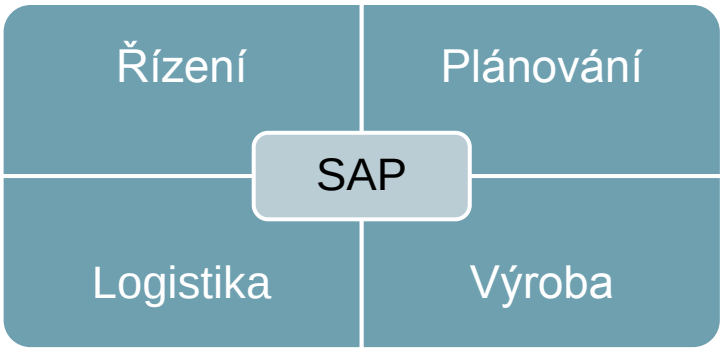
Správa nástrojů (Tool Management) - Praktická správa nástrojových dat pro velké počty nástrojů s minimalizací možných chyb při zadávání dat operátorem. Rychlé vyhledání a příprava potřebných nástrojů pro konkrétní program.

Sledování strojů (Machine Monitoring) - Sledování aktuálního stavu stroje včetně zatížení jednotlivých pohonů. Vyhodnocování využití stroje v různých časových intervalech. Při poruše stroje zobrazení chybového hlášení s možností automatické zaslání informace pomocí SMS.
Tento systém pracuje po síti ethernet se stroji Mazak s řídícím systémem Mazatrol Fusion 640, pro kompatibilitu s jinými stroji se používá specielní HUB, jeho funkce je však omezená oproti stroji Mazak.

B. Průmyslová automatizace a řídicí systémy Siemens

Firma Siemens nabízí komplexní služby na bázi projektů řešení na klíč pro automatizované řízení technologických procesů, viz. [5]. Naše řešení reflektují požadavky zákazníka i s ohledem na růst jeho budoucích požadavků, např. pro optimalizační řešení na bázi systémů MES (Manufacturing). Jejich služby zahrnují programování PLC pro monitoring, komunikace se servery SQL a výstupy z monitoringu ve formě formulářů a grafů.Kromě automatizační techniky Siemens

používáme na přání zákazníků i komponenty jiných výrobců řídicích systémů. Zaměření firmy Siemens v oblast automatizace a řízení je na obrázku 5.



Obr. 5 Průmyslová automatizace a řídicí systémy Siemens.

C. Vytvoření vlastního systému

Systém vytvořený vlastními pracovníky má několik výhod a nevýhod. Spočívá v nákupu jednotlivých softwarových komponent jako je např. MS Windows Server 2008 a SQL Server2005, výstupní software jako např. MS Office a nakonec programovací prostředí Visual Studio 2005. Úpravy strojů pro export dat, si firma musí buď vytvořit sama, využít služeb výrobce stroje, nebo využít služeb externí firmy. Největším problémem tohoto řešení je požadavek na odbornost zaměstnanců resp. tvůrců systému v oblasti programování. S těmito problémy souvisí i výhody a nevýhody řešení.

Výhody

- Vytvoření systému přímo na míru firmě
- Nižší pořizovací cena
- Vytvoření nejdůležitějších částí a možnost snadného rozšiřování

Nevýhody

- Nutnost zaměstnání programátorů a jejich školení
- Nutná úprava řídících systémů strojů

Finanční analýza

Server:	IBM x3500,Xeon Quad-Core E5430	83.000 Kč
Software:	Windows 2003 Server	43.000 Kč
	SQL Server 2005	47.000 Kč
	Visual Studio 2005	8.900 Kč
Ostatní:	Roční náklady na vývoj	12x20.000 Kč
Celkem:		421.900 Kč

Finanční analýza se v každé firmě liší, tato finanční analýza je tvořena pro vybranou firmu.

5.2 Exaktní metody ekonomického rozhodování

K hodnocení a výběru z několika variant možností se uplatňují řady metod, tyto metody popisuje literatura [3]. Tyto metody se od sebe liší složitostí a rozsahem. Používají se pro výběr nejlepšího řešení z portfolia projektů, zakázek apod.

Metoda nominální (binární)

Pro rozhodování o projektu je nejjednodušší metoda nominální. Předem je potřeba definovat porovnávací kritéria. Každé kritérium je slovně definováno. Metoda spočívá v přidělování jednotlivým kritériím hodnotou 1, pokud projekt kritérium splňuje nebo 0 pokud nesplňuje. Po ohodnocení jednotlivých kritérií se počet jedniček sečte a projekt, u kterého je suma co největší, je doporučen k realizaci. Tato metoda má slabinu v tom, že neohodnocuje preferenci jednotlivých kritérií. Tyto nevýhody kompenzuje metoda ordinální.

Metoda ordinální -uspořádávající

Tato metoda je podobná jako binární, jen přiděluje kritériím hodnoty 1-5 ve smyslu známkování ve škole, proto nejlepší hodnocení dostane projekt, jehož suma ohodnocení je co nejmenší. Nedostatkem této metody je, že nerozlišuje mezi důležitostí (vahami) jednotlivých kritérií. Tyto nedostatky odstraňuje další metoda.

Metoda ordinální - bodovací

Bodovací metoda spočívá v obodování kriterií hodnotami od jedné do deseti. Po sečtení a výpočtu průměrné hodnoty ohodnocení je nejperspektivnější projekt, jehož průměrná hodnota je největší. Tato metoda se zdokonalí, pokud kritériím přidělíme určitou váhu. K určování váhy jednotlivým kritériím existují tři metody. Každá tato metoda spočívá v ohodnocení kritérií skupinou odborníků.

Metoda pořadí – Každý odborník seřadí kritéria podle pořadí významnosti

Metoda bodovací – Každému kritériu přidělí odborníci váhu v intervalu jedna až deset.

*Metoda párového srovnání*_- Každý odborník provádí srovnání kritérií po dvojicích, výsledky

pak zapisují do matice. Metoda je složitá vyžaduje více tabulek a počítačové zpracování.

Metoda Saatyho – podobná jako metoda párového srovnání navíc určuje intenzitu preference

5.3 Porovnání monitorovacích systémů

Pro porovnání třech řešení zavedení monitorovacích systémů jsem si vybral metodu ordinální bodovací, protože je vhodná pro více srovnávacích kritérií. Pro přiřazení vah kritériím jsem si vybral metodu bodovací, protože je názorná a vhodná pro více kritérií.

Výběr kritérií

Označení	Název kritéria
K1	Kompatibilita se stroji
K2	Napojení na stávající systém
K3	Monitorování výkonu (čisté obrábění)
K4	Monitorování nástrojů
K5	Informace o programech
K6	Informace o operacích
K7	Informace o zaměstnancích
K8	Informace o důvodech přerušení činnosti
K9	Informace o teplotách
K10	Doba zavedení
K11	Doba odstavení linky
K12	Náročnost na obsluhu a údržbu
K13	Cena

Tab. 3 Srovnávací kritéria.

Váhy kritérii

Jak bylo zmíněno dříve, pro určení váhy kritérií jsem si vybral metodu bodovací. Tato metoda spočívá v tom, že každý člen realizačního týmu tvořeného zainteresovanými odborníky přiřadí jednotlivým kriteriím (tab. 3) body (tab. 4), z těchto bodů se spočítá pomocí průměru váha kritérií (tab.5). Realizační tým tvoří tito zainteresovaní odborníci: technolog, vedoucí výroby, informační technik, plánovací manažer a ekonom

Odborník	Počet přiřazených bodů													∑
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	
Technolog	10	8	9	10	10	8	8	7	9	9	10	1	4	103
Vedoucí výroby	10	7	10	10	8	10	9	9	10	10	10	5	4	112
Informační technik	6	10	3	2	5	2	2	2	2	6	2	10	4	56
Plánovací manažer	6	6	10	5	2	10	8	8	5	8	10	3	7	88
Ekonom	9	7	8	4	2	8	5	5	1	6	8	1	10	74

Tab. 4 Obodování kritérií.

Odborník	Počet přiřazených bodů													∑
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**	**K8**	**K9**	**K10**	**K11**	**K12**	**K13**	
Technolog	0,097	0,078	0,087	0,097	0,097	0,078	0,078	0,068	0,087	0,087	0,097	0,010	0,039	1
Ved. Výr.	0,089	0,063	0,089	0,089	0,071	0,089	0,080	0,080	0,089	0,089	0,089	0,045	0,036	1
Inf. Tech.	0,107	0,179	0,054	0,036	0,089	0,036	0,036	0,036	0,036	0,107	0,036	0,179	0,071	1
Plán. Man.	0,068	0,068	0,114	0,057	0,023	0,114	0,091	0,091	0,057	0,091	0,114	0,034	0,080	1
Ekonom	0,122	0,095	0,108	0,054	0,027	0,108	0,068	0,068	0,014	0,081	0,108	0,014	0,135	1
V.k.=$\sum k_i/3$	0,097	0,096	0,090	0,067	0,062	0,085	0,070	0,069	0,057	0,091	0,089	0,056	0,072	1

Tab. 5 Výpočet váhy kritérií.

Příklad výpočtu kritéria K1 hodnoceném technologem:

$$K1_{technolog} = \frac{K1.hodnocení_{technolog}}{\sum techno\log} = \frac{10}{103} = 0{,}097$$

Z tabulky 5.3 je zřejmé, že odborníci přiřadili největší váhu kritériu K1- Kompatibilita se stroji a K2- Napojení na stávající systém, je to logické, protože pokud by tyto požadavky nebyly splněny, musela by firma s novým monitorovacím systémem koupit i nové stroje nebo nový informační systém a to by bylo velmi složité. S tímto souvisí i další kritéria jako doba zavedení, doba odstavení linky, kterým rovněž byla přidělena větší váha. Hlavním důvodem zavádění monitorovacího systému bylo sledování výkonu pracovníků, proto byla také tomuto kritériu přidělena větší váha.

Srovnávací analýza monitorovacích systémů

Jako metodu agregace hodnotících kritérii jsem zvolil metodu ordinální bodovou, protože je vhodná pro více kritérií než deset. Tato metoda spočívá v udělení ke každému kritériu hodnotu od jedné do deseti, nebo se hodnota kritéria odečte z pomocných tabulek, které jsou uvedeny níže.

Pomocné tabulky:

Dobu zavedení systému a dobu odstavení linek jsem ohodnotil na základě tabulky tab. 6 a tab. 7

Doba zavedení	Max 1 den	1-3 dnů	3-7 dnů	1-2 týdny	2-4 týdny	2-4 týdny	4-více týdnů	1-2 měsíce	2-více měsíců
Body	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Tab. 6 Ohodnocení doby zavedení.

Max. doba jednorázového odstavení linky	2 hodiny	5 hodin	10 hodin	16 hodin	1 den	2 dny	4 dny	5 dnů	6 dnů	7-více dnů
Body	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tab. 7 Ohodnocení doby odstavení linky.

V tabulkách 8, 9 jsou uvedeny způsoby přidělování boudu pro kritéria náročnost na obsluhu a ceny systému.

Náročnost na obsluhu a údržbu	Jednoduchá	Nutné školení	Spec. školení	Nutný odborník	Team Odborníků
Body	10	8	6	4	**2**

Tab. 8 Ohodnocení náročnosti na obsluhu.

Cena systému v tisících Kč	<30	30-50	50-100	100-300	300-500	500-1000	>1000
Body	10	9	8	6	4	2	1

Tab. 9 Ohodnocení ceny systému.

Ostatní kritéria

Pro přidělování bodů zbytku kritérií jsem použil tabulku 10, kde je uvedeno počet bodů, pokud systém kritérium splňuje, nebo ne, resp. zda systém požadavek obsahuje

Jiná kritéria	Nejsou obsažena	Méně obsažena	Středně obsažena	Více obsažena	Přijatelně obsažena	Plně obsažena
Body	1	3	5	6	8	10

Tab. 10 Ohodnocení jiných kritérií.

Srovnání vybraných systémů

Na základě pomocných tabulek jsem přidělil stanoveným kritériím u jednotlivých systémů body. Obodování a výsledek analýzy je zobrazen v tabulce 11

Systém / **Název kritéria**	**Mazak**		**Siemens**		**Vlastní systém**	
Kompatibilita se stroji	6	0,582	5	0,485	6	0,582
Napojení na stávající systém	5	0,48	3	0,288	8	0,768
Monitorování výkonu (čisté obrábění)	6	0,54	5	0,45	8	0,72
Monitorování nástrojů	8	0,536	6	0,402	6	0,402
Informace o programech	8	0,496	8	0,496	10	0,62
Informace o operacích	10	0,85	6	0,51	10	0,85
Informace o zaměstnancích	8	0,56	8	0,56	10	0,7
Informace o důvodech přerušení činnosti	6	0,414	8	0,552	6	0,414
Informace o teplotách	5	0,285	10	0,57	8	0,456
Doba zavedení	7	0,637	7	0,637	2	0,182
Doba odstavení linky	3	0,267	3	0,267	7	0,623
Náročnost na obsluhu a údržbu	6	0,336	8	0,448	4	0,224
Cena	1	0,072	1	0,072	4	0,288
Výsledek		**6,055**		**5,737**		**6,829**

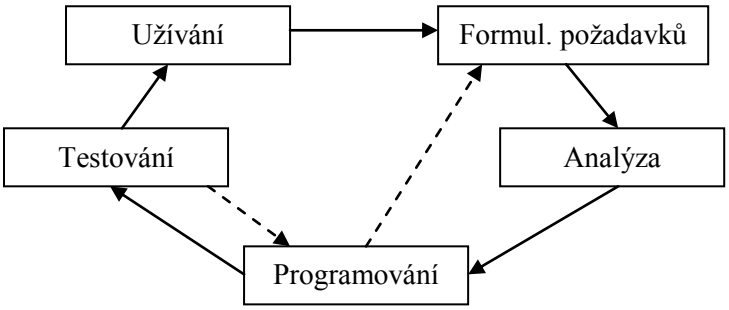
Tab. 11 Srovnávací tabulka monitorovacích systémů.

5.4 Závěr analýzy

Z tabulky 11 je zřejmé, že nejlepší řešení pro firmu je vytvořit si vlastní monitorovací systém. Toto řešení vhodné díky přijatelné ceně a přesnému přizpůsobení firemním potřebám. Nevýhoda tohoto řešení je, že firma musí zaměstnávat programátory, kteří budou systém vyvíjet. Firmám, které tento požadavek nesplňují, bych doporučil nákup systému Mazak, který, díky svému univerzálnímu HUBu, podporuje většinu strojů na trhu. Pokud firma vlastní stroje této značky je pro ni tento systém ideálním řešením. Pokud většina strojního vybavení je od firmy Siemens je vhodné zvážit i zavedení systému od téže značky. Pro vybranou firmu je nejvhodnějším řešením vytvořit si monitorovací systém vlastními schopnostmi a možnostmi.

6. Návrh monitorovacího systému

Vývoj softwaru nebo informačních systémů prochází několika fázemi. Posloupnost těchto fází nazýváme životní cyklus systému, životní cyklus se na nejvyšší úrovni rozlišení skládá z pěti fází: formulace požadavků, analýza, programování, testování, užívání. Rozeznáváme různá sestavení životních fází softwaru, jsou to tzv. konceptuální modely. Tyto modely se liší podle uspořádání jednotlivých fází, dělí se na model Vodopádový, V-Model, Iterační model, Objektově orientovaný model. Pro svou práci jsem si vybral model uvedený na obrázku 6, protože nejvíce vyhovuje vývoji softwaru ve firmě. Informace o vývoji aplikací jsem čerpal z literatury [2],[15].



Obr. 6 Životní cyklus systému, SLC (Software Live Cykle) model.

První fází je formulace požadavků na systém, tato fáze je popsána v kapitole 3.

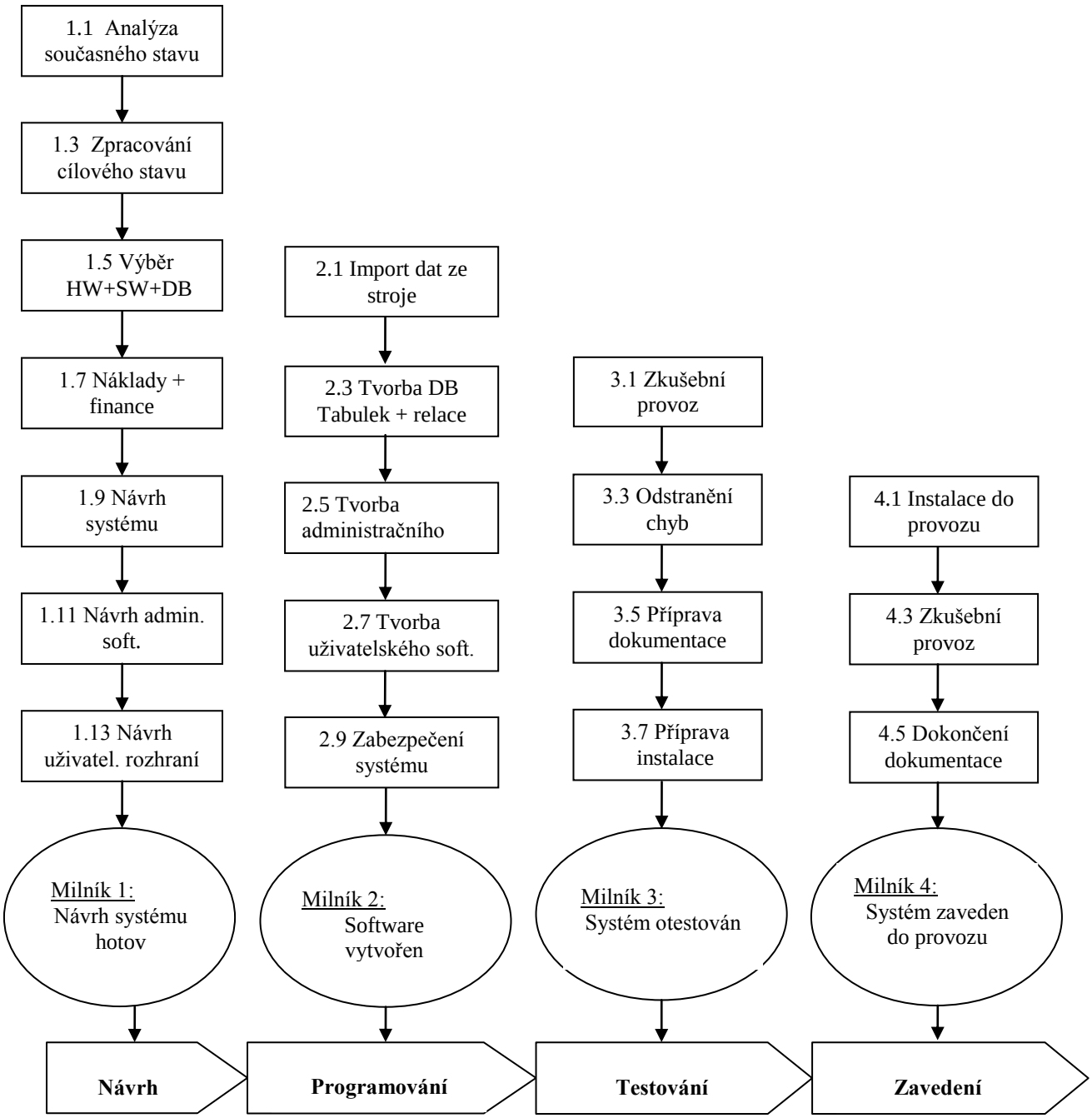
Druhou fází je analýza požadavků, ta se skládá z funkční specifikace a vlastního návrhu systému. Funkční specifikace znamená definování funkcí systému a účelu systému. Tato fáze je popsána v kapitole 6.1. Návrh systému spočívá ve zpracování a návrhu vstupů do systému, návrh způsobu uložení informací, návrh zpracování informací a návrh výstupů ze systému. V návrhu je potřeba také zpracovat způsob zabezpečení systému, organizační strukturu systému, způsob přístupu k informacím a datům. Tato fáze je nejsložitější a její podcenění má vliv na celý životní cyklus softwaru.

Třetí fází je vlastní tvorba softwaru. V této fázi je systém z větší části navržený, postupuje do fáze programování. Pokud dojde k nějakým potížím, kdy je potřeba návrh změnit, problém se analyzuje a pošle zpět k úpravě návrhu. Tento proces upravování návrhu lze procházet i několikrát po sobě.

Předposlední fází je proces testování. Tato fáze je důležitá k odstranění chyb v naprogramovaném systému. Pokud se objeví chyba, vrátí se software k přeprogramování, odtud se může problém dostat až na začátek ke změně návrhu.

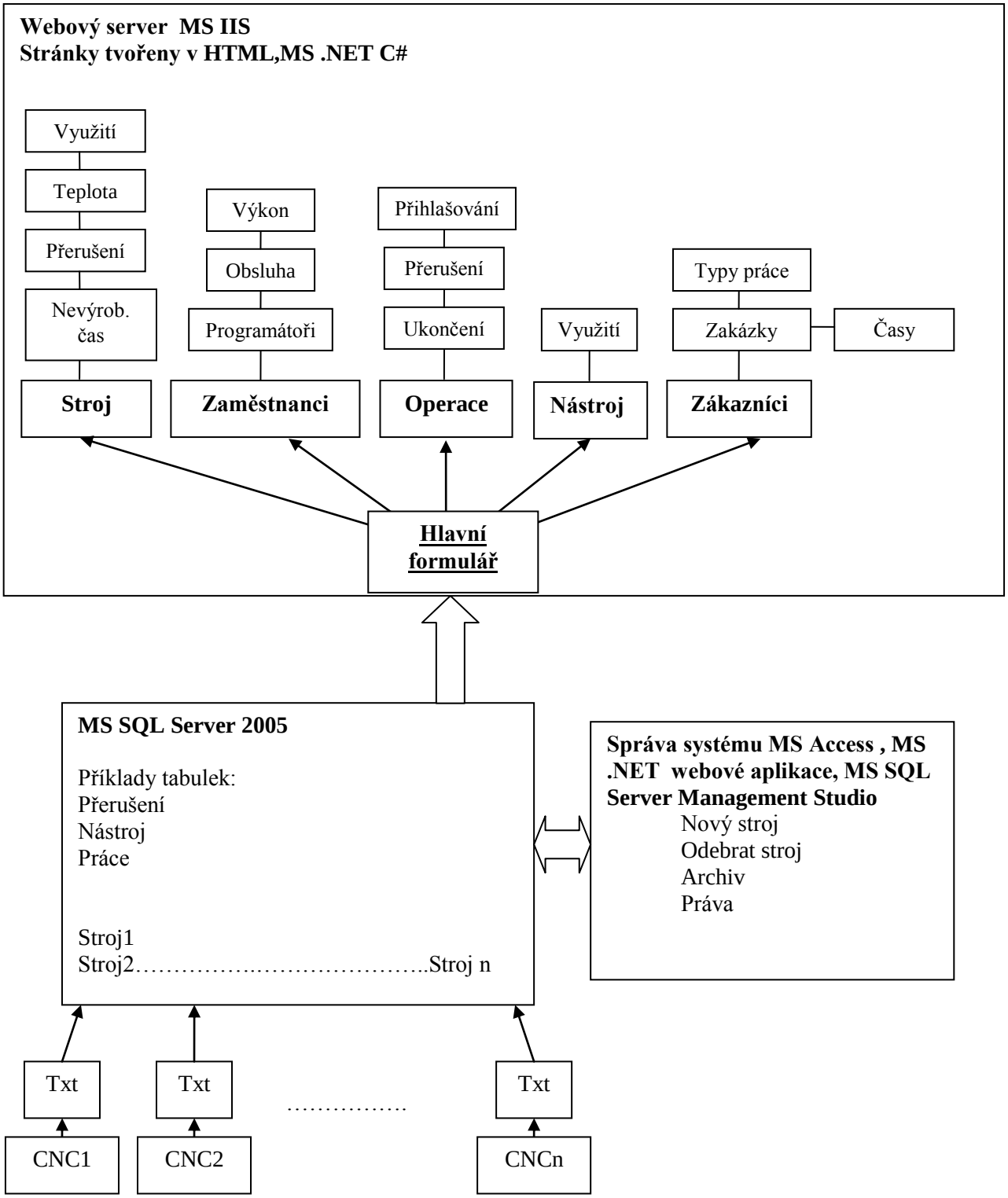
Pokud software projde všemi těmito fázemi, je možné jej zavést do provozu. V této fázi se software, nebo systém zavede do provozu a následně je používán uživateli v tzv. zkušebním provozu. Systém by neměl obsahovat chyby, pokud se chyby objeví, vrací se postup opět ke zpracování návrhu a odstraní se zjištěné chyby.

Při tvorbě monitorovacího systému ve firmě jsem postupoval dle schématu na obrázku 7. Časový sled činností je stejný jako v životním cyklu tvorby softwaru: návrh a analýza, programování, testování, zavedení. Postup tvorby systému obsahuje čtyři milníky. První milník je návrh systému hotov, na konci této fáze je systém zcela navrhnut. Druhý milník je software vytvořen, v této fázi jsou části systému naprogramovány a připraveny k testování. Třetí milník je systém otestován, v této fázi je systém otestovaný a připravený k používání. Poslední milník je systém zaveden do provozu, na konci této fáze je systém kompletní i s dokumentací a připraven k instalaci u uživatelů.



Obr. 7 *Schéma postupu tvorby systému .*

Celková koncepce



Obr. 8 Struktůra celého monitorovacího systému.

6.1 Funkční specifikace

Předtím, než se zaměřím na detaily konkrétních částí monitorovacího systému, popíši systém jako celek a rozeberu jeho funkce. Celkový pohled na monitorovací systém je schematicky naznačen na obrázku 8. Celý systém se dá rozdělit do čtyř částí CNC stroje, databázový server, formuláře pro správu systému, výstupní formuláře na internetovém serveru.

Popis činnosti na CNC pracovišti

Obsluha CNC stroje se přihlásí na stroj, zapíše do řídícího systému na které operaci bude pracovat a nahraje do systému patřičný program pro zapsanou operaci. Každá provedená událost vygeneruje zápis záznamu do textového souboru. Tyto soubory jsou umístěny v řídícím systému stroje a kopírovány do firemní sítě.

Popis činnost databázového serveru

Jako databázový server jsem použil MS SQL Server 2005, který se skládá z několika na sobě částečně nezávislých bloků. Tyto bloky jsou popsány v literatuře [6]. Kromě samotného jádra SQL serveru jsou zde tři oddělené bloky: integrační služby, analytické služby a reportovací služby viz obr. 9. Integrační služby slouží pro získání dat z různých nehomogenních zdrojů a jejich případné transformace, integrace a systémy. Do této služby nově spadá i funkce DTS (Data Transfer Services) balíčků ze starší verze MS SQL server 2000. Analytické služby slouží pro obohacení dat o výsledky analýz, predikce z data miningu, čímž se stávají cenným nástrojem pro podporu rozhodování. Tato služba v sobě zahrnuje práci s datovými kostkami a metodami pro „dolování“ dat viz. [7].

Obr. 9 Platforma Business Inteligence na platformě MS SQL Server 2005.

Na databázovém serveru jsou uložena všechna data, která jsou ze strojů zaznamenávána. Dále jsou zde uložena data o operacích, pracovnících, strojích, programech, nástrojích, typech činností a jejich přerušení. SQL server pomocí integračních služeb zprostředkovává import dat do databázových tabulek ze všech strojů a ze systému Workplan. Pro časované spouštění SQL Server obsahuje rutiny (tzv. Jobs), které po nastaveném čase spouští jednotlivé procedury. Tuto funkci jsem použil pro časování importujících procedur. Na SQL serveru jsou uloženy datové kostky a reporty, ke kterým uživatelé přistupují pomocí specielních programů, nebo internet exploreru.

Funkce softwaru pro správa systému

Do této skupiny patří software spolupracující s databázemi jako je MS Access, jeho funkce popisuje literatura [18], který pomocí Access projekt lze připojit na SQL server. Dalším softwarem pro správu databáze je SQL Server Management Studio, které je součástí SQL server 2005. Pro usnadnění práce s databází pomáhají specielně naprogramované doplňky pro administraci, zálohování a spravování systému. Používají se např. pro připojení nového stroje, vytvoření, nebo úpravu datových kostek, editaci výstupních reportů apod.. S těmito aplikacemi pracuje pouze odborník, pro uživatele jsou zde uživatelské aplikace.

Výstupní formuláře a aplikace

Výstupní webové formuláře tvořené pomocí knihoven objektů .NET, programované v C# jsou uloženy na aplikačním serveru, klienti k nim přistupují pomoci IIS (internetová informační služba) systému MS Windows Server 2003. Pro zobrazení dat z relační databáze lze použít i reportovací služby SQL Serveru 2005, tyto služby jsou rychlejší než webové formuláře programované pomocí .NET. Jako výstupní aplikaci lze použít programy z kancelářského balíčku MS Office. Pro zobrazení dat v datových kostkách je vhodný program ProClarity, tento software je zhotoven pro připojení k MS OLAP SQL Serveru a komplexní analýzu dat, podrobnosti o programu uvádí literatura [9].

Nyní se zaměřím na podrobný návrh všech částí systému od vstupů do systému přes úložiště dat až po výstupy systému.

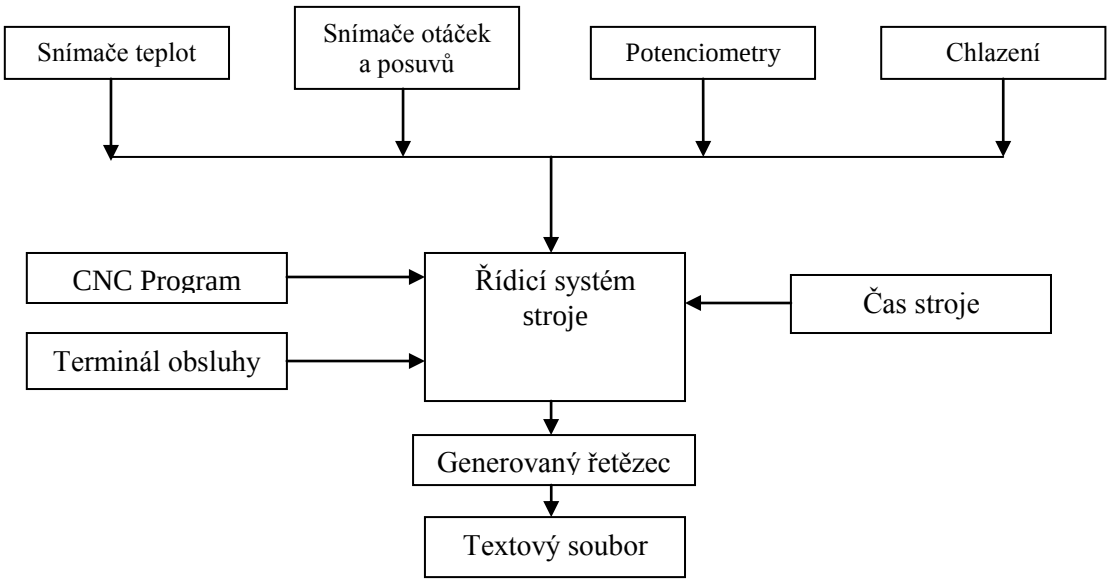
6.2 Návrh zpracování vstupů systému

Vstupy do systému

Na začátku systému je CNC stroj a jeho řídicí systém. Stroj pro svoji činnost potřebuje stejná data, jaké chceme snímat, teploty, natočení potenciometrů pro nastavení rychlosti posuvů, aktuální hodnoty posuvů a otáček, název souboru CNC programů apod. Tato data stroj měří a vyhodnocuje v reálném čase, proto jsem usoudil, že by neměl být pro stroj problém snímaná data zaznamenat a exportovat po síti. Návrh možného způsobu generování dat na stroji je na obrázku 10.

Data jsou do souboru zaznamenávána sekvenčně, pokud na stroji dojde k nějaké události např. zápis nové operace, pootočení nastavovacího potenciometru rychlosti posuvu, nebo otáček o 5% apod. zapíše se do souboru nový záznam s aktuálním časem. Pouze teplota je zaznamenávána každých deset vteřin. K naměřeným datum jsou zaznamenávány informace od obsluhy resp. číslo obsluhy, číslo operace, na které obsluha pracuje, důvod přerušení činnosti na operaci. Princip generování dat na stroji je na obr. 10, význam jednotlivých položek je v tabulce 12 a příklad generovaného souboru v příloze1.

Firma spolupracuje s firmou Tajmac-ZPS, která vyrábí CNC stroje a celý tento proces naprogramovala a na několika strojích ve firmě uvedla do provozu.



Obr. 10 návrh generování dat na stroji.

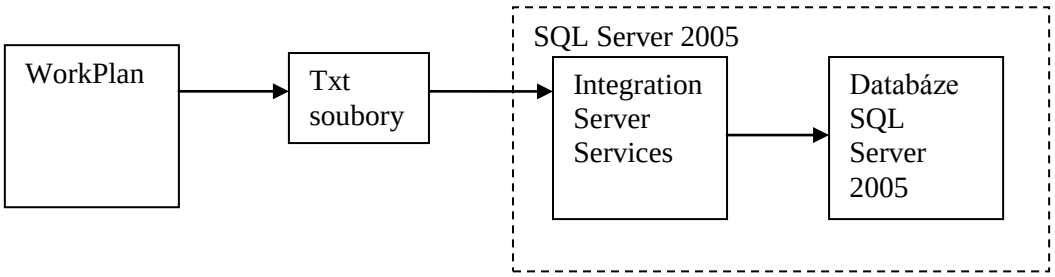
Položky generovaného souboru

Položka	**Popis:**
NR	Identifikační znak pro záznam v hodnotách 0-10000
Cas	Informace o času zapsání záznamu, bere se z hodin stroje
Program	Název zavedeného programu i s cestou
Hvezd	Nabývá hodnot 0,1,2
PGM_Start	Spouštění programu
NC_Radek	Aktuální řádek v NC programu
T_Lista	Aktuální teplota lišty
T_Stroj	Aktuální teplota konstrukce stroje
T_Vret	Aktuální teplota vřetena
Tepl1	Aktuální teplota1 volitelné části stroje, dle typu stroje nemusí být vyplňována
Tepl2	Aktuální teplota2 volitelné části stroje, dle typu stroje nemusí být vyplňována
Tepl3	Aktuální teplota3 volitelné části stroje, dle typu stroje nemusí být vyplňována
M_Chlaz	Informace o zapnutí chlazení - obsahuje hodnoty ANO/NE
%S	Nastavení hodnoty potenciometru pro rychlost posuvů hodnoty 0-1
%F	Nastavení hodnoty potenciometru pro rychlost otáček hodnoty 0-1
S_Prog	Aktuální programovaná hodnota rychlosti posuvu
S_Akt	Aktuální hodnota rychlosti posuvu
F_Prog	Aktuální programovaná hodnota rychlosti otáček
F_Akt	Aktuální hodnota rychlosti otáček
P_Vret	Výkon vřetene
Nastroj	Informace o aktuálně používaném nástroji
Code	Specielní hodnota pro záznam činnosti obsluhy bližší Popis: níže.

Tab. 12 Význam získaných informací ze stroje.

Plánovací systém WorkPLAN

Tento software je na trhu několik let viz. [8], WorkPLAN je produktem firmy SEMACO. Obsahuje moduly pro nabídky, zakázky, plánování, sledování plánovacích časů, moduly pro podporu výroby, moduly podporující celou logistiku skladování a nákup, moduly pro kontrolu jakosti výroby apod.. Firma jej používá pro plánování výrobních procesů, evidenci zaměstnanců, infromace o zákaznicích, provedených a plánovaných operacích apod. Proto jsem tento systém použil jako zdroj potřebných infromací. Systém dokáže obsažené tabulky pravidelně exportovat do textových souborů. Této funkce jsem využil pro přenos dat z nekompatibilního prostředí WorkPlanu do systému SQL server 2005. Z tabulek uvedených v tabulce 13 získávám informace pro tvorbu tabulek s informacemi o pracovnících a operacích, jejichž struktůra je v tabulkach 14 a 15. Způsob importu dat do databáze je na obrázku 11.



Obr. 11 Import tabulek z WorkPlan.

Tabulka	Obsah
tSC006	Informce o operacích
tSF030	Informace o zákaznicích
tMA008	Informce o liniích
tMA091	Informace o pozicích
tMA106	Informace o zakázkách
tMA020	Infromace o zaměstnancích
tMA095	Adresy zaměstnanců
tMA096	Adresy zákazníků
tSC001	Informace idexech operací
tMA094	Informace o plánovaných časech

Tab. 13 Použité tabulky z WorkPlan.

Vytvořené tabulky

ZamID	int
PrijmeniJmeno	char(45)
Funkce	varchar(5)
Trida	varchar(2)
Stupen	varchar(1)
UserName	nchar(40)

Tab. 14 Tabulka PRACOVNICI.

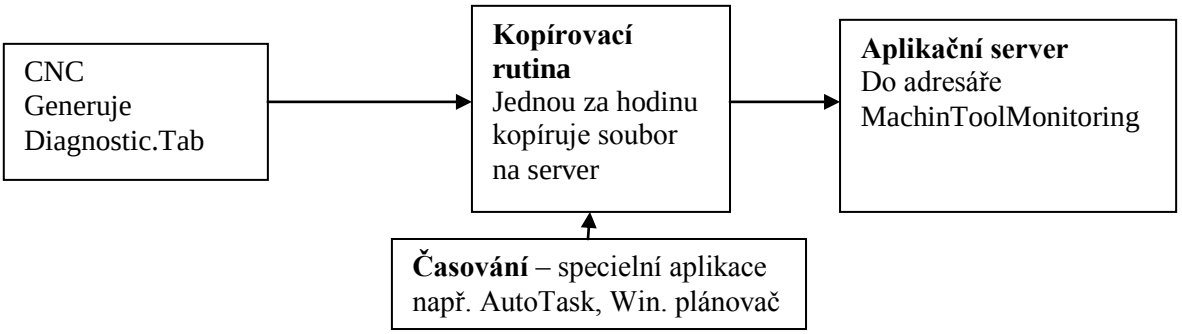
OperaceID	int
Zakazka	char(20)
OperIndex	char(20)
Linie	char(20)
Pozice1	char(20)
Pozice2	char(20)
Pozice3	char(20)
Pozice4	char(15)
Pozice5	char(15)
Pozice6	char(15)
Pozice7	char(15)
Vykon	char(4)
CisloOperaceVykonu	char(3)
Popis:OperaceVykonu	char(40)
Ukonceni	datetime
KodZakaznika	char(10)
NazevZakaznika	char(60)
ZemeZakaznika	varchar(2)
KodTechnickyVedouciLinie	char(4)
TechnicPrac	varchar(46)
KodObchodniVedouciLinie	char(4)
ObchodniPrac	varchar(46)
KodTypuDiluLinie	char(10)
Popis:TypuDiluiLinie	char(35)
KodTypuVyrobniLinie	char(10)
Popis:TypuVyrobniLinie	char(40)
PomocnePole1	char(10)
PomocnePole2	char(10)
PomocnePole3	char(10)
TridaZakazky	char(40)
Popis:TridaZakazky	char(100)

Tab. 15 Tabulka OPERACE.

Import dat ze stroje

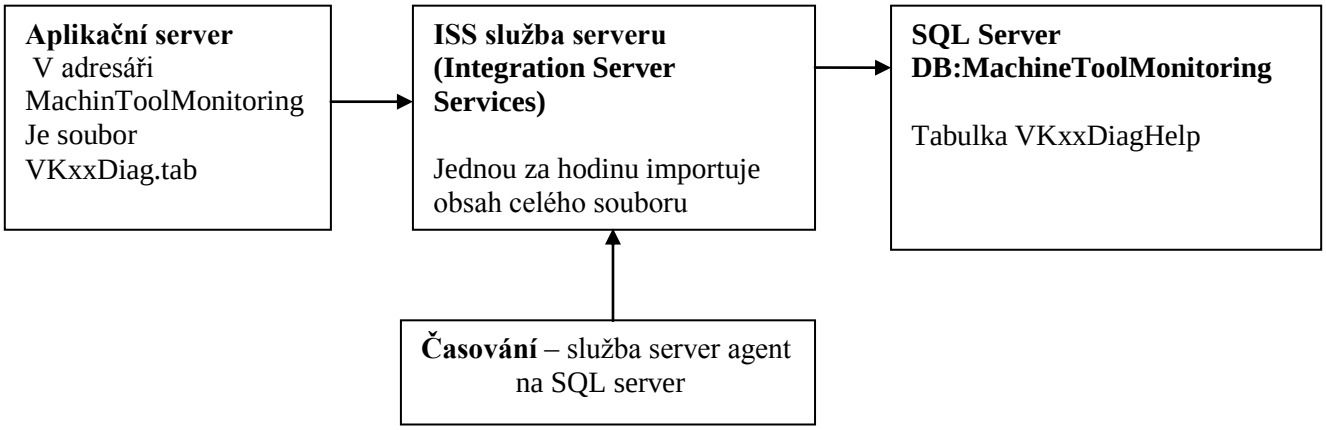
Import dat ze stroje se skládá ze dvou částí. První částí je kopírování soubor Diagnostic.Tab zesystému stroje do firemní sítě obr. 12, druhou částí je import dat z kopírovaného souboru do tabulky na SQL serveru obr. 13.

1. Posílání souboru na server.



Obr. 12 Kopírování souboru ze stroje.

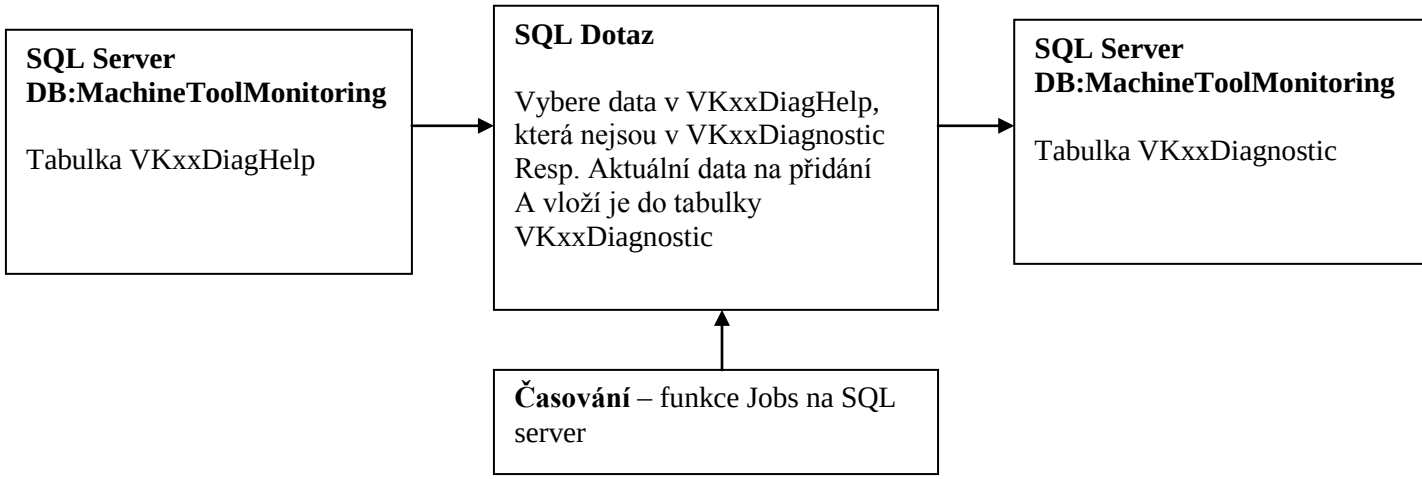
Kopírování souboru Diag.Tab z řídícího systému CNC stroje na aplikační server do adresáře MachineToolMonitoring obstarává kopírovací rutina, kterou časově spouští specielní aplikace k tomuto účelu tvořená jako je například plánovací služba MS Windows, nebo program Autotask. Soubor se přenese a přejmenuje podle názvu stroje např. Vk13Diag.Tab podle stroje VK13



Obr. 13 Import textového souboru do SQL tabulky.

Pokud je soubor zkopírován na aplikační server, služba ISS (Integration Server Services) ho zpracuje a importuje data z něj do tabulky VKxxDiagHelp v databázi MachineTool monitoring. Tuto celou proceduru každou hodinu spouští funkce Job, která je součástí služby Server Agent, Nastavení tohoto časového intervalu se ovlivňuje čas pro import dat ze strojů .

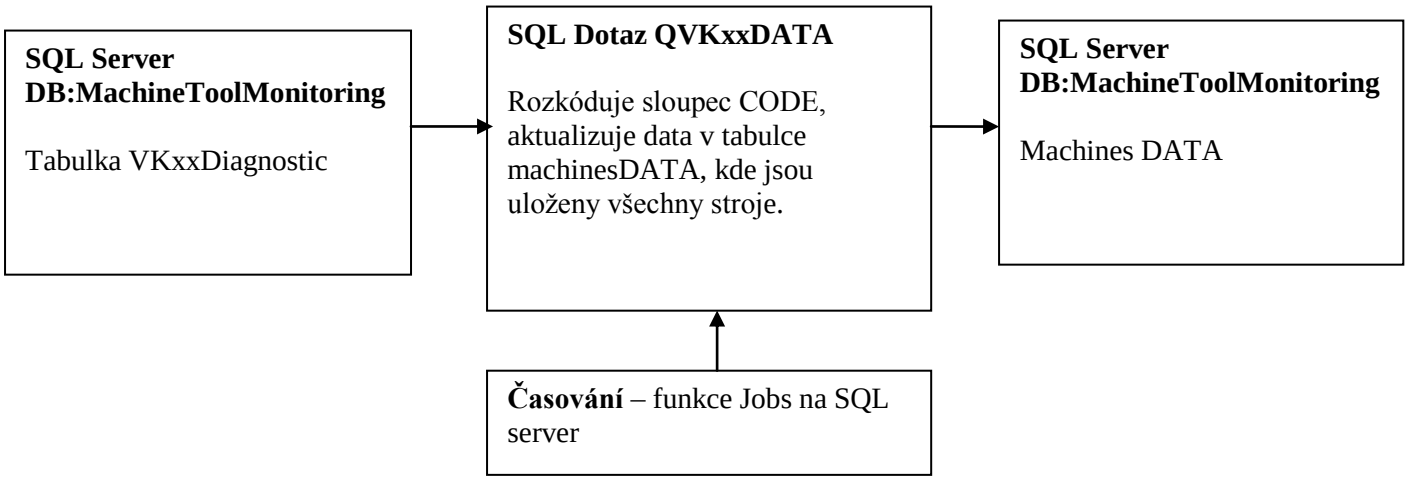
Import aktuálních dat z tabulky VKxxDiagHelp do tabulky VkxxDiagnostic, se provádí pomocí dotazu, který vybere z první tabulky VkxxDiagHelp pouze ta data, která neexistují v druhé tabulce VKxxDiagnostic viz. obrázek 14.



Obr. 14 Aktualizace dat v tabulce VKxxDiagnostic.

Tabulky VKxxDiagnostic fungují jako zálohy dat snímaných ze strojů. Z těchto tabulek se data rozkodují pomocí dotazu QVKxxDATA a uloží do datového skladu MachineDATA, způsob rozkodování a struktury tabulek jsou popsány dále. V datovém skladu MachinesDATA jsou

uložena všechna data ze všech strojů a jsou na něj relačně napojeny další související tabulky. Způsob přesunu dat je na obrázku 15.



Obr. 15 Aktualizace dat do tabulky MachinesDATA.

6.3 Návrh databáze

Data celého monitorovací systém jsou uloženy v jedné databázi s názvem MachineToolMonitoring, která se skládá z těchto tabulek Operace, Pracovnici, Nastroje, Stroje, Prace, KodyPreruseni, Programy, PlneniVykon, tabulky strojů VKxxDiagnostic (xx znamená číslo 02,05,07,10,13… dle označení stroje). Další částí databáze je datový sklad MachinesDATA, kde jsou uloženy všechny data ze všech strojů, tento datový sklad je tvořen z upravených dat z tabulek jednotlivých strojů, úprava dat je popsána dále.

Sloupec	Datový typ
CisloNastroje	int
NastrojTyp1	nchar(10)
NastrojTyp2	nchar(10)
NastrojTyp3	nchar(10)
NastrojTyp4	nchar(10)
DelkaNastroje	numeric(18,2)
PrumerNastroje	numeric(18,2)

Tab. 16 Tabulka NASTROJE.

Tabulka nástrojů, jejíž struktura je uvedena v tabulce 16, je prozatímní náhradou tabulky obsahující informace o nástrojích ze systému Tool Data Management, který firma v nejbližší budoucnosti zavede. Proto tabulka nesplňuje normy a nejsou na ni navázány žádné relační tabulky.

Sloupec	Datový typ
ZamID	int
PrijmeniJmeno	char(45)
Funkce	int
Trida	int
Stupen	int
UserName	nchar(40)

Tab. 17 Tabulka PRACOVNICI.

Tabulka zaměstnanců tab.17 jsou uloženy informace o zaměstnancích, jako je příjmení, jméno, funkce apod. pro zjištění jména účtu je zde sloupec UserName, tento sloupec lze použít i pro zjištění mailové adresy zaměstnance přidáním řetězce *@Firma.cz.* Na tabulku zaměstnanců jsou relačně připojeny tabulky funkce, třída, stupeň, jejichž struktura je uvedena v tabulkách 18 až 20

Sloupec	**Datový typ**
IDFunkce	int
Funkce	char(20)
Popis	Char(60)

Tab. 18 Tabulka FUNKCE.

Sloupec	**Datový typ**
IDTrida	int
Trida	char(20)
Popis	Char(60)

Tab. 19 Tabulka TRIDY.

Sloupec	**Datový typ**
IDStrupen	Int
Stupen	char(20)
Popis	Char(60)

Tab. 20 Tabulka STUPNE.

Sloupec	**Datový typ**
NCFileName	nchar(30)
CAMSystem	nchar(50)
Programmer	Bigint
WorkpiceMaterial	nchar(30)
ToolNumber	Int
ToolSpindleRpm	numeric(18,2)
ToolFeedrate	numeric(18,2)
ToolRapidFeedrate	numeric(18,2)
ToolApproachFeedrate	numeric(18,2)
ToolToolpathTimeComplete	numeric(18,2)
ToolToolpathTimeCut	numeric(18,2)
ToolToolpathTimeRapid	numeric(18,2)
ToolToolpathTimeApproach	numeric(18,2)
ToolToolpathLengthComplete	numeric(18,2)
ToolToolpathLengthCutting	numeric(18,2)
ToolToolpathLengthRapid	numeric(18,2)
ToolToolpathLenghtApproach	numeric(18,2)
ToolToolpathLengthWorking	numeric(18,2)
ToolSpindleRpm_Max	numeric(18,2)
ToolSpindleRpm_Min	numeric(18,2)
ToolFeedrate_Max	numeric(18,2)
ToolFeedrate_Min	numeric(18,2)

Tab. 21 Tabulka PROGRAMY.

Tabulka CNC programů je opět provizorní tabulka, která nahrazuje data ze systému podporující činnost CNC programátorů, jehož struktura je teprve v návrhu, pro účely monitorování

je zde významný pouze sloupec NCFileName, který obsahuje jméno použitého programu. Struktura tabulky je uvedena v tabulce 21.

Sloupec	**Datový typ**
OperaceID	Int
Zakazka	char(20)
OperIndex	char(20)
Linie	char(20)
Pozice1	char(20)
Pozice2	char(20)
Pozice3	char(20)
Pozice4	char(15)
Pozice5	char(15)
Pozice6	char(15)
Pozice7	char(15)
Vykon	char(4)
CisloOperaceVykonu	char(3)
PopisOperaceVykonu	char(40)
Ukonceni	Datetime
KodZakaznika	char(10)
NazevZakaznika	char(60)
ZemeZakaznika	varchar(2)
KodTechnickyVedouciLinie	char(4)
TechnicPrac	varchar(46)
KodObchodniVedouciLinie	char(4)
ObchodniPrac	varchar(46)
KodTypuDiluLinie	char(10)
PopisTypuDiluiLinie	char(35)
KodTypuVyrobniLinie	char(10)
PopisTypuVyrobniLinie	char(40)
PomocnePole1	char(10)
PomocnePole2	char(10)
PomocnePole3	char(10)
TridaZakazky	char(40)
PopisTridaZakazky	char(100)

Tab. 22 Tabulka OPERACE.

Tabulka operací obsahuje data importovaná ze systému WorkPLAN. Pro účely monitorování jsou zde duležité sloupce, viz. tab.22, OperaceID, kde je informace o čísle operace, dále sloupec Zakazka, kde je informace o zakázce, sloupce operIndex,Linie,Pozice1, kde jsou uloženy informace o operaci pro CNC programátory, posledním významným sloupcem je KodZakaznika a NazevZakaznika, tyto infromace o zákaznících jsou použity pro pohledy v datových kostkách. Tato tabulka nesplňuje podmínky normalizace databází [7], je to z důvodu importu ze systému WorkPLAN, ten tuto tabulku exportuje jako celek a rozdělení sloupců tak, aby normalizaci databází splňovaly, by byl náročné na výkon serveru při importu, proto je výhodnější tuto tabulku ponechat v původním stavu.

Sloupec	**Datový typ**
Kod	Int
Popis	char(40)

Tab. 23 Tabulka PRÁCE.

Tabulka činnosti CNC obsluhy tab.23 slouží pro rozdělění činnosti na čisté obrábění a ostatní činnosti obsluhy jako je měření, zastavení posuvů apod.. Tato tabulka je důležitá pro pohled na výkon zaměstnanců. Význam jednotlivých položek je uveden dále.

Sloupec	**Datový typ**
IDStroje	Int
OznaceniStroje	char(15)
SubtypStroje	Int
PopisStroje	Ntext

Tab. 24 Tabulka STROJE.

Tabulka strojů obsahuje informace o strojích, na kterých se monitorování provádí. Na tuto tabulku jsou relačně napojeny tabulky Subtypů a typů strojů, jejich struktura je uvedena v tabulkách 25 a 26

Sloupec	**Datový typ**
IDSubTyp	Int
SubtypStroje	char(20)
TypStroje	Int
PopisSubTyp	Ntext

Tab. 25 Tabulka SUBTYP.

Sloupec	**Datový typ**
IDTyp	Int
TypStroje	char(20)
PopisTypu	Ntext

Tab. 26 Tabulka TYPCNC.

Sloupec	**Datový typ**	**Popis**
ID	bigint	Jedinečné hodnota záznamu
NR	int	Pochází z importu, slouží pouze pro kontrolu
CAS	datetime	Čas zápisu jednotlivých záznamů
PROGRAM	char(67)	Název CNC programu i s cestou
HVEZD	int	
PGM_START	char(10)	Ano/Ne zavedení programu
NC_RADEK	int	Aktuální řádek v CNC programu
Tepl1	decimal(4,1)	Aktuální teplota lišty
Tepl2	decimal(4,1)	Aktuální teplota konstrukce stroje
Tepl3	decimal(4,1)	Aktuální teplota vřetena
TEPL4	decimal(4,1)	Aktuální teplota1 volitelné části stroje
TEPL5	decimal(4,1)	Aktuální teplota2 volitelné části stroje
TEPL6	decimal(4,1)	Aktuální teplota3 volitelné části stroje
M_CHLAZ	char(10)	Informace o zapnutí chlazení - obsahuje hodnoty ANO/NE
%S	int	Nastavení hodnoty potenciometru pro rychlost posuvů hodnoty 0-1
%F	int	Nastavení hodnoty potenciometru pro rychlost otáček hodnoty 0-1
S_PROG	int	Aktuální programovaná hodnota rychlosti posuvu
S_AKT	int	Aktuální hodnota rychlosti posuvu
F_PROG	int	Aktuální programovaná hodnota rychlosti otáček
F_AKT	int	Aktuální hodnota rychlosti otáček
P_VRET	int	Výkon vřetene
NASTROJ	int	Informace o aktuálně používaném nástroji
CODE	int	Specielní hodnota pro záznam činnosti obsluhy bližší Popis: níže.

Tab. 27 Tabulka VKxxDIAGNOSTIC.

Tabulky VKxxDiagnostic slouží pro záznam dat ze strojů, proto mají stejnou strukturu tab.27 jako strojem generovaný soubor tab. 12, pouze je zde sloupec ID s identifikační hodnotou pro každý záznam. Do těchto tabulek se importují data z jednotlivých strojů. Význam jednotlivých položek je popsán v tabulce 12. Do pole CODE se zaznamenávají hodnoty, které zapisuje obsluha CNC stroje. Jsou to jednotlivé číselné kódy, které mají různé významy viz. tabulka 27. Toto pole je rozkodováno a uloženo do tabulky MachinesDATA.

Hodnota pole CODE	Význam
0-999	Důvod přerušení činnosti na stroji (př. 1= přestávka,10 = chyba v programu)
1000	Na stroji není přihlášen pracovník-sobota,neděle,mezi směnami
1001-2000	Číslo přihlášeného pracovníka (pracovník číslo 133 zapíše 1133)
2001-899999	Číslo operace na které pracovník pracuje
9910001-99899999	Přerušení operace (při přerušení operace č. 66766 pracovník zapíše 9966766)
99910001-999899999	Ukončení operace (při ukončení operace č. 66766 pracovník zapíše 99966766)

Tab. 28 Význam položky CODE.

Stroj	Int
ID	Bigint
NR	Int
CAS	Datetime
DOBA	Int
PGM_START	char(10)
NC_RADEK	Int
NAZEV_PROG	varchar(20)
CIS_PROG	char(20)
HVEZD	Int
Tepl1	decimal(4,1)
Tepl2	decimal(4,1)
Tepl3	decimal(4,1)
Tepl4	decimal(4,1)
Tepl5	decimal(4,1)
Tepl6	decimal(4,1)
M_CHLAZ	char(10)
%S	Int
%F	Int
S_PROG	Int
S_AKT	Int
F_PROG	Int
F_AKT	Int
P_VRET	Int
NASTROJ	Int
CODE	Int
PRACOVNIK	Int
OPERACE	Int
UKONCENI	Int
PRERUSENI	Bigint
PRACE	Int

Tab. 29 Tabulka MACHINESDATA.

Tabulka MachinesDATA je ve své podstatě datovým skladem, po aktualizaci se v ní data nemění pouze pokud je v datech chyba. Tabulka obsahuje data ze všech tabulek VKxxDiagnostic (

resp. VK02Diagnostic,VK05Diagnostic,VK13Diagnostic apod.) navíc obsahuje pole Stroj, pro určení, ke kterému stroji data patří. Dále pole DOBA, kde je vypočten časový rozdíl mezi dvěma po sobě jdoucími záznamy, toto pole je důležité pro výpočet celkové doby trvání událostí a pro výpočet výkonů pracovníků, strojů apod.. Dalším novým polem jsou pole PRACOVNÍK, OPERACE, PRERUSENI a UKONCENI, v těchto polích je uloženo rozkodované pole CODE dle tabulky 28. Po objevení se v poli Code číslo odpovídající hodnotě pracovníka se v poli PRACOVNÍK objeví číslo CODE-1000, pro Operaci platí to samé pouze se odečte číslo 9900000, nebo 9900000, pokud je hodnota CODE menší než 1000 zapíše se do pole PRERUSENI. Pole UKONCENI se vyplní pouze pokud pokud v CODE je vetší číslo než 99910001.

Do pole PRÁCE se vkládají hodnoty od 1 až 9, pravidla vkládání hodnot jsou v tabulce 30, hodnoty práce jsou závislé na polích HVEZD, %F, NASTROJ, PROGRAM.

HVEZD	%F	%S	NASTROJ	PROGRAM	PRACE	POPIS
0	-	-	-	-	1	Program nezaveden
1	-	-	-	-	2	Program přerušen
2	= 0	=0	-	-	5	Nulové posuvy a otáčky
2	<>0	<>0	999	-	6	Měřící sonda ve vřeteni
2	<>0	<>0	0	-	7	Žádný nastroj ve vřeteni
2	<>0	<>0	> 0 and < 999	TNC:\$MDI.H'	8	Ruční režim
2	<>0	<>0	> 0 and < 999	<> TNC:\$MDI.H	9	„Čisté“ obrábění

Tab. 30 Význam pole PRÁCE.

Tabulka PlneniVykon

Tato tabulka je vytvořena z dat, která se získávají ze systému WorkPLAN a Monitorování strojů, slouží pro výpočet výkonů a plnění osob na jednotlivých operacích. Tabulka je použita v datové kostce jako druhá tabulka faktů, jsou v ní uložena agregovaná data z tabulky Operace a MachinesDATA,. Tento způsob ukládání duplicitních dat porušuje databázové normy, je to nutné z důvodu přehlednosti a zjednodušení datové kostky a zrychlení práce s kostkou. Význam jednotlivých položek jsou popsány v tabulce 31.

Sloupec	Datový typ	Popis
WPOperace	int	Číslo operace ze systému WorkPLAN
WPZamestnanec	int	Identifikační číslo pracovníka
Ukonceni	DateTime	Datum ukončení operace
WPVykazanyCas	float	Pracovníkem vykázaný čas na operaci
WPNaklady	float	Finanční náklady na operaci
WPPlanovano	float	Plánovaná doba na operaci
Obrabeni	float	Součet časů, kdy se na operaci pouze obrábí
CelkDoba	float	Celková doba kdy byla na stroji zapsána daná operace
ObrabeniSkalarF	float	Součet časů čistého obrábění násobená hodnotou potenciometrů otáček
ObrabeniSkalarS	float	Součet časů čistého obrábění násobená hodnotou potenciometrů posuvů
ObrabeniSkalarVret	float	Součet časů čistého obrábění násobená hodnotou Výkonem vřetene

Tab. 31 Tabulka WPPlneniVykon.

Tabulka přerušeni

Tabulka přerušení obsahuje informace o důvodu přerušení činnosti na operaci. Důvodů proč obsluha přerušila činnost na operaci může být několik, jsou očíslovány hodnotami od 1-999, kde od čísla 1 do čísla 799 jsou uvedeny důvody týkající se výroby. V rozmezí 800 – 999 jsou uloženy hodnoty pro detekci chybného zápisu obsluhou viz. odstavec Korekce dat. Jako příklady

důvodů přerušení činnosti lze uvést: 2-upínání obrobku, 4-sundávání obrobku, 20-údržba a úklid, 202-čekání na jeřáb, apod. Jako příklad chybného zápisu lze uvést 801-chyba při zápisu příchodu-pracovník neexistuje ve WorkPLAN, 803-kontrola zápisu operace apod. Pole v tabulce KodyPreruseni jsou popsána v tabulce 3.

Sloupec	Datový typ
Kod	int
Popis	char(40)
Poznamka	char(40)

Tab. 32 Tabulka KodyPreruseni.

Důležité dotazy v databázi

CasTab

Dotaz CasTab je tvořen z pole Cas v tabulce MachinesDATA. Tento dotaz je potřeba pro časovou dimenzi v datové kostce, tato dimenze je použita pro pohledy na data přes časové oblasti. Více o datových kostkách je popsáno níže. Dotaz CasTab spočívá v rozdělení hodnoty času v MAchinesDATA na pole Cas, Hodina, Den, DenNazev, Typ, Tyden, Mesic, Ctvrtleti, Rok.

Dotaz VKxxDATA

Pro každý stroj existuje jeden dotaz VKxxDATA, např. VK13DATA pro stroj VK13. Dotazy VKxxDATA mají stejné sloupce jako tabulka MachinesDATA, slouží totiž pro přenos dat z tabulek VKxxDiagnostic do tabulky MachinesDATA, viz. obrázek 14. Dotaz rozkodovává pole CODE v tabulkách VKxxDiagnostic na pole Pracovník, Operace, Ukonceni, Preruseni viz tabulka 28, dále přidává pole Práce viz. tabulka 30 a pole Doba. Dotaz VKxxDATA je zobrazen v příloze 2

Relační propojení tabulek

Hlavní tabulkou je tabulka MachinesDATA, ve které jsou uložena všechna data ze strojů, k této tabulce jsou připojeny další tabulky svými identifikačními poli, jak je zobrazeno v E-R diagramu v příloze 3. Propojení je popsáno v tabulce 33, kde je znázorněno, které tabulky jsou spolu propojeny a jakou vazbou. Pro návrh databází jsem použil literaturu [16],[21], [22].

Tabulka1	Tabulka2	Propojovací pole	Vazba
MachinesDATA	Operace	Operace - OperaceID	1 : N
MachinesDATA	Nastroje	Nastroj - CisloNastroje	1 : N
MachinesDATA	Program	Nazev_Prog - NCFilename	1 : N
MachinesDATA	KodyPreruseni	Preruseni - Kod	1 : N
MachinesDATA	Prace	Prace-Kod	1 : N
MachinesDATA	Pracovnici	Pracovník – ZamID	1 : N
MachinesDATA	Stroje	Stroj - IDStroje	1 : N
Stroje	SubTyp	SubTypStroje-IDSubtyp	1 : N
SubTyp	TypCNC	TypStroje-IDTyp	1 : N
Pracovnici	Funkce	Funkce – IDFunkce	1 : N
Pracovnici	Trida	Trida – IDTrida	1 : N
Pracovnici	Stupeň	Stupeň - IDStupen	1 : N

Tab. 33 Propojení relací.

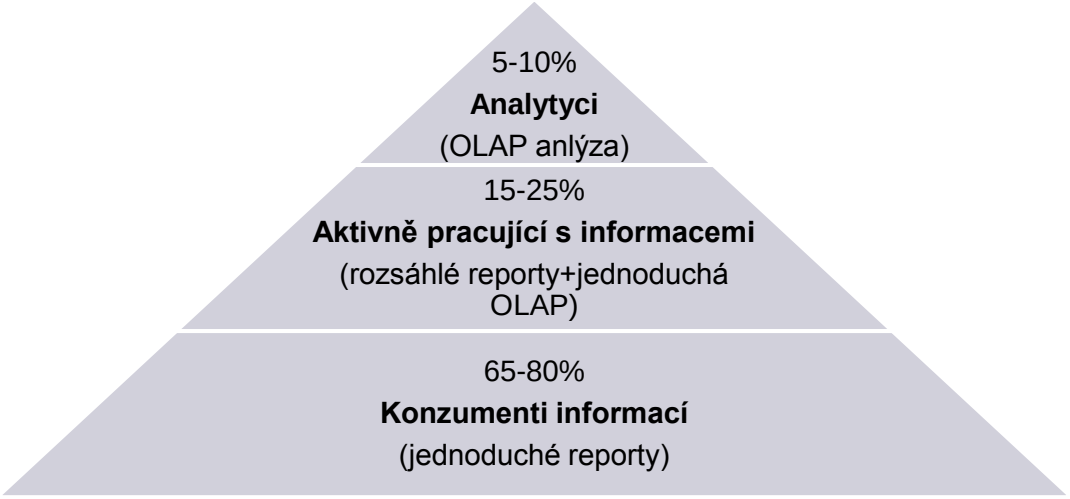
6.4 Návrh výstupů systému

OLAP analýza

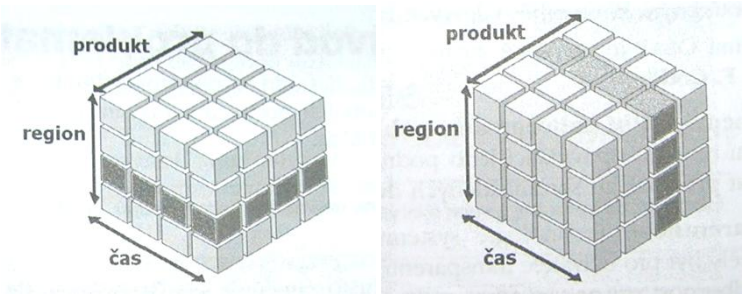
OnLine Analytic Processing (OLAP) je součástí Business inteligence (BI). BI je produkt firmy Microsoft, který slouží pro proces přeměny dat na informace a poznatky. Je to jedno nejdynamičtěji rostoucích odvětví informačních technologií.V informačních systémech se používá pro získání informací z velkého množství dat formou jednoduchých tabulek a grafů. K těmto účelům používá multidimenzionáních databází. Proto moderní databáze lze rozdělit na relační a multidimenzionální databáze [7]. Relační databáze je vhodné použít pro takové systémy, kde se neustále data mění a aktualizují. Oproti tomu multidimenzinální databáze se používají pro získávání dat z velkých datových skladů. Datové sklady jsou tabulky, ve kterých se data nemění, jen se do nich v časových intervalech vkládají nová data. Na obrázku 16 je procentuelně znázorněna práce s daty ve firmách, v závorkách jsou uvedeny služby MS business inteligence.

Základním prvkem relačních databází jsou tabulky, které jsou spojeny vazbami tzv. relacemi. U multidimenzionálních databází jsou základním prvkem tak zvané datové kostky, které se skládají z několika tabulek, příklad datové kostky je na obrázku 17. Na rozdíl od geometrických kostek, tyto kostky mohou být více rozměrové. Tabulky dat, na které se chceme pomocí OLAP analýzy dívat se nazývají tabulky faktů. Tabulky dat, přes které se chceme na tabulky faktů dívat, se nazývají dimenze. V našem případě se chceme dívat na výkony zaměstnanců po časových úsecích. V tomto případě je tabulka faktů tabulka s výkony a tabulky dimenzí jsou tabulka časů a tabulka zaměstnanců.

Pro výstup z datových kostek se používají kontingenční tabulky nebo grafy.

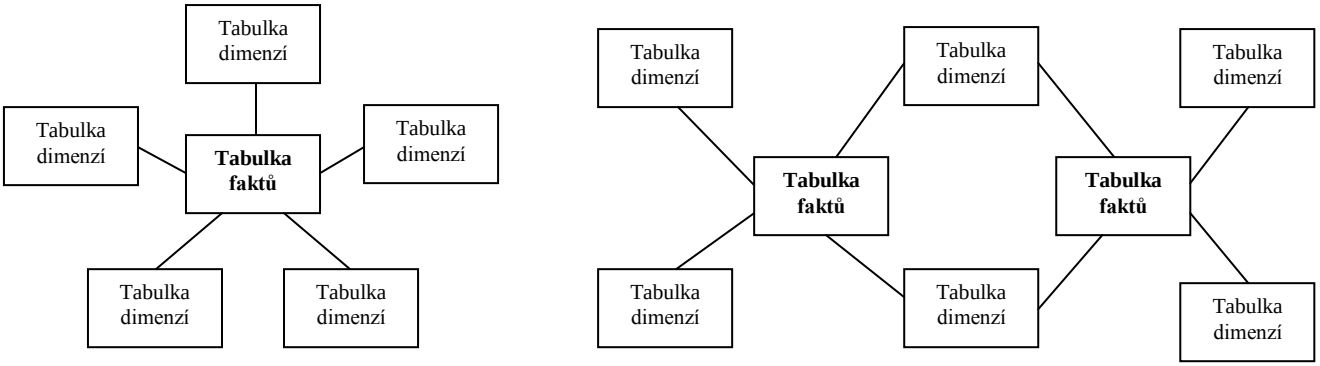


Obr. 16 Procentuelní využití funkcí business inteligence v podnicích.



Obr. 17 Příklad jednoduché datové kostky.

Datové kostky jsou dvou typů: hvězda, sněhová vločka. Typ hvězda je jednoduchá kostka s jednou tabulkou faktů a několika tabulkami dimenzí. Typ sněhová vločka vznikne spojením minimálně dvou typů hvězda do sebe, viz. obrázek 18. Takovýmto spojením vznikne jedna obrovská datová kostka, ze které lze pomocí kontingenčních tabulek a vnořování získat obrovské množství přehledů a reportů.



Obr. 18 Struktury datových kostek vlevo hvězda vpravo sněhová vločka.

Pro účely monitorování jsem zvolil typ sněhové vločky jelikož v databázi jsou dvě tabulky faktů tabulku MachinesDATA a tabulku PlneniVykon. Struktura datové kostky je zobrazena v příloze 5. V tabulce MachinesDATA je pro kosku nejdůležitější pole Doba, kde je uložena časová hodnota mezi dvěma po sobě jdoucími záznamy. Po sečtení těchto hodnot dostaneme z datové kostky celkovou dobu trvání vybrané události, například, pokud chceme vědět jakou dobu strávili jednotliví zaměstnanci na vykázaných operacích vybereme za MachinesDATA pole Doba, z dimenze Pracovníci PrijmeniJmeno a z dimenze operace číslo operace. Takových kombinací muže být spousty podle počtu sloupců v jednotlivých dimenzích a tabulkách faktů. Stejných efektů lze dosáhnout i s druhou tabulkou faktu WPPlneniVykon, kde stěžejní hodnoty jsou vykázaný čas a plánovaný čas. Pomocí obou tabulek faktu lze potom sledovat plnění pracovníků dle plánu a skutečné výkony na strojích.

Korekce dat

V oblasti informačních systémů platí nepsané rčení, je lepší nevlastnit žádná data, než chybná data. Proto je potřeba vyhnout se nekorektním datům. Nekorektní data se do systému mohou dostat několika způsoby, převážně to bývá chybou lidského faktoru, který do systému data zapisuje. Proto je nejvhodnější se lidskému faktoru při získávání dat a informací co nejvíce vyhnout. Informace o kvalitě dat jsem čerpal z literatury [17],[20]. Při monitorování strojů je generování dat plně automatizováno, kromě pole CODE do kterého zadává informace obsluha stroje ručně. Pole CODE je rozkódováno pomocí dotazu VK13DATA, tento dotaz při rozkodování detekuje chyby, popis chyb je v tabulce 32. Dotaz na chyby upozorňuje zapsáním do pole Preruseni hodnotu 800-999 na řádku, kde se chyba v poli CODE vyskytla. Některé chyby není nutné opravovat, protože nejsou natolik závažné, aby ovlivnily kvalitu informací v systému.

Kód přerušení	Opra-vovat	Popis	Detail
800	Ano	pracovník odpracoval delší dobu než je uvedeno v parametrech	Upozornit pomocí e-mailu; člověk odhlásí a znovu přihlásí zaměstnance tak, aby pracovní doba byla v limitu. Doba mezi přihlášením a odhlášením musí být co nejkratší
801	Ne	chyba při zápisu příchodu	tj. pracovník po zápisu příchodu nezapíše další kód přerušení popisující činnost pracovníka
802	Ne	chyba při zápisu operace	tj. pracovník po přihlášení se na operaci nezapíše ihned další kód přerušení popisující činnost pracovníka
803	Ano	kontrola zda přihlášení operace je korektní	tj. před přihlášením na operaci musí být předchozí operace přerušena nebo dokončena!
804	Ne	chyba při zápisu přerušení nebo dokončení operace	tj. pracovník po přerušení operace nezapíše ihned další kód přerušení
805	Ano	kontrola zda přerušení operace je korektní	tj. může se přerušit pouze operace, na které se pracuje
806	Ano	kontrola zda ukončení operace je korektní	tj. může se ukončit pouze operace, na které se pracuje
807	Ne	výskyt nepovolených kódů přerušení po přerušení nebo ukončení operace	kódy 2,3,4,5,6,7,8,9,51,55,56,200,202
808	Ne	výskyt jiných než povolených kódů po přerušení nebo dokončení operace	kódy 1,20,52,201,přihlášení pracovník, nová operace
809	Ano	Výskyt nedefinovaného kódu	Kódy, které nejsou v tabulce KodyPreruseni
810	Ano	Operace není v tabulce operací	Operace není zaevidována ve WorkPLAN
811	Ano	Přihlášen neexistující pracovník	Pracovník s tímto číslem není zaevidován ve WorkPLAN
812	Ne	Program neodpovídá operaci	V programu je jiný název než který odpovídá operaci nebo neobsahuje W,G,UNC,UNF,NPT,M
999	Ne	Nedefinovaná chyba	

Tab. 34 Definované chyby při zápisu informací do stroje.

Pro opravování chyb slouží specielní formulář, kde pověření pracovník ručně opraví detekované chyby na základě svých zkušeností s výrobou, nebo na základě informací od obsluhy stroje. Tyto opravy je potřeba provést co nejdříve, aby nebylo možné s nekorektními daty pracovat a aby oprava byla co nejpřesnější. Proto při detekci chyby systém automaticky upozorní pověřenou osobu na výskyt chyby elektronickou poštou.

Formulář pro opravování obsahuje výběr čísla chyby, automatické nalezení řádku s vybranou chybou, dále pole pro zapsání hodnoty, kterou se chyba opraví a tlačítko, které na jedno kliknutí opraví chybu ve všech tabulkách a záznamech, kde se vybraná chyba vyskytuje. Tento formulář je univerzální pro všechny chyby v tabulce 32, které se musí opravovat.

Výstupy

Výstupy ze systému jsou realizovány webovými stránkami programované v jazyce C# s použitím knihoven Microsoft .NET, nebo využívají funkce Report SQL serveru 2005. Celý systém tvoří hlavní formulář s kterého se pomocí menu uživatel dostane na ostatní výstupy. Tento hlavní formulář a menu se bude s rozrůstáním systému rozšiřovat.

Denní reporty činností

Tento formulář je rozdělen na dvě poloviny. Obě poloviny zobrazují data stejně, pouze v první polovině je pohled na data za poslední den a v druhé polovině od prvního dne v měsíci až po dnešek. Formulář zobrazuje kontingenční tabulku, kde řádky tvoří jména zaměstnanců a označení strojů. Sloupce tvoří hodnoty z tabulky Práce a kódy přerušení. Polích zobrazovaných dat jsou doby trvání jednotlivých činností pro jednotlivé zaměstnance nebo stroje.

Formulář zobrazuje informace o činnosti jednotlivých zaměstnanců, nebo strojů a doby výskytu jednotlivých přerušení na strojích, nebo u zaměstnanců.

Operace vs. Program

Obsluhy při práci na operaci musí použít programy, jejichž název začíná číslem operace. Tento formulář zobrazí všechny programy, jejichž název neodpovídá číslu operace. Zobrazí četnost výskytu odlišných programu pro jednotlivé operace a detaily o výskytech.

Pohled na zákazníky

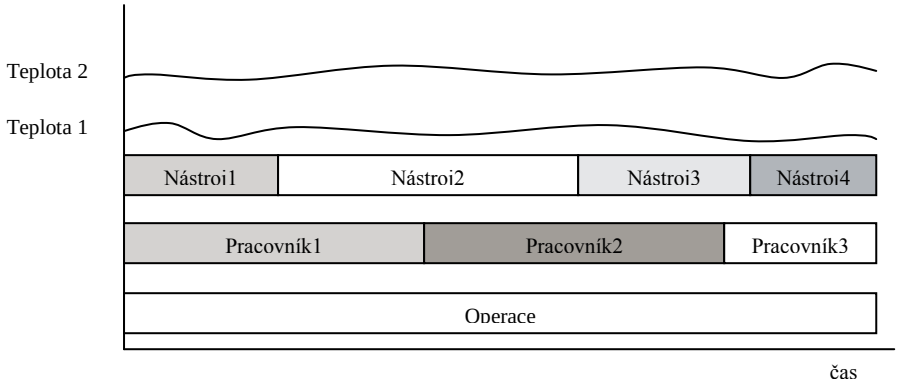
Tento pohled spočívá ve vybrání zákazníka ze seznamu zákazníků a postupním vnořováním přes zakázky, index, linie, pozice, operace se zobrazí data o výkonech a plnění zaměstnanců a strojů na operacích. Tímto způsobem lze zobrazit informace o více zákaznících a porovnat je mezi sebou.

Teploty

Zobrazení průběhů teplot na vybraných strojích ve vybraném časovém intervalu, nebo na vybraných operacích.

Časové průběhy

Zobrazení sekvenčních časových průběhů vybraných komponent: stroj, operace, pracovník, nástroj, teploty, chlazení, otáčky, posuvy. Příklad použitého diagramu je na obrázku 19.

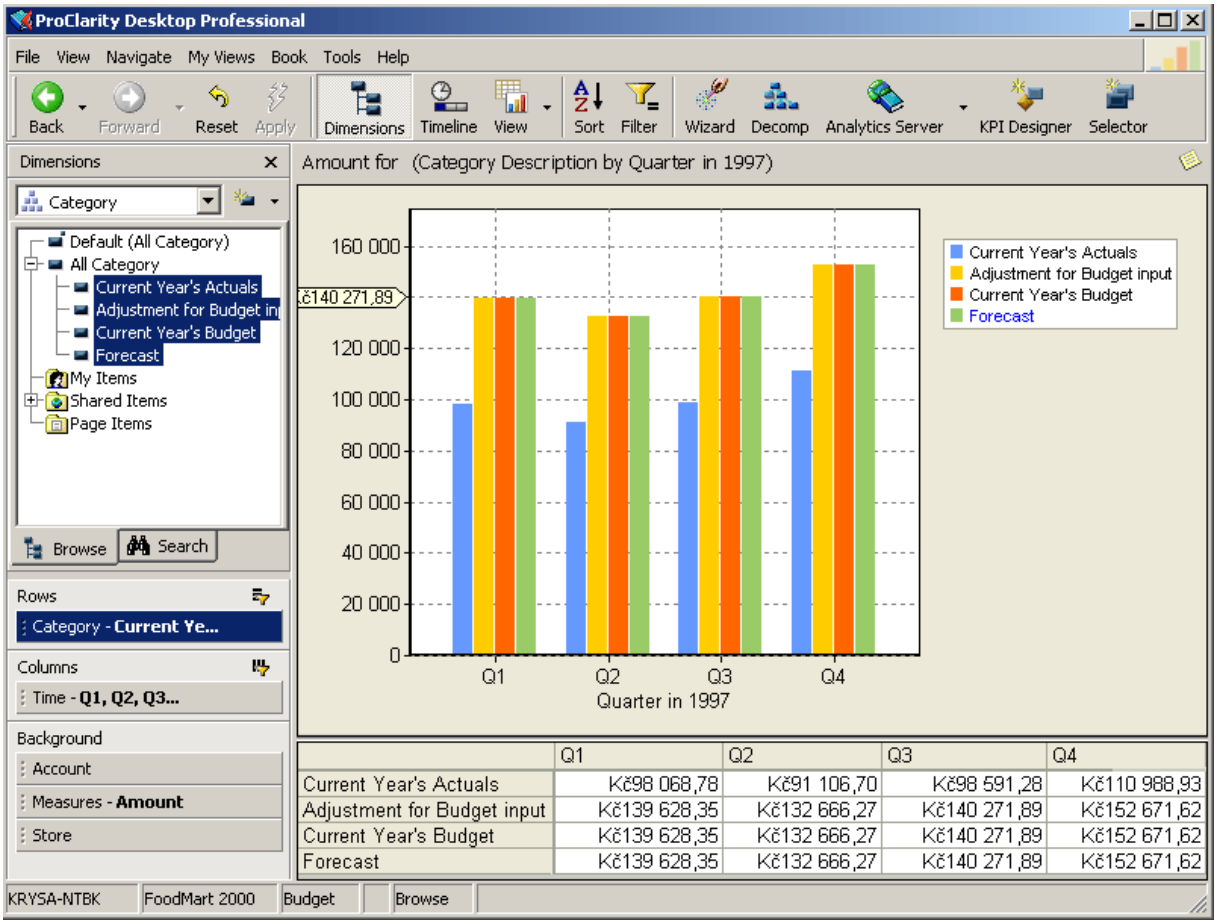


Obr. 19 Diagram časových průběhů.

Výstupy z kostky

Výstupy z datové kostky jsou realizovány pomocí balíčku Microsoft Office, kde se programy MS Excel 2003 a MS Access 2003 dokáží připojit na datovou kostku a pomocí kontingenční tabulky zobrazí požadovaná data. Výhoda tohoto řešení je, že balíček MS Office je standardním vybavením firem a zaměstnanci tyto programy dobře znají a umí je obsluhovat.

Dalším produktem, který je vhodný pro práci s datovou kostkou je software ProClarity od firmy Ambica, který je vhodný pro tvorbu tabulek, grafů, stromů pro vnořování do informací. Prostředí ProClarity je na obrázku 20



Obr. 20 Prostředí software ProClarity.

Správa a zabezpečení systému

Správu celého systému lze rozdělit do několika částí: správa databáze a SQL serveru, správa dat a zabezpečení systému.

Pro spravování databáze, přidávání nových tabulek relačního propojování, nastavování časově spouštěných procedur a zabezpečení databáze je vhodný nástroj Microsoft SQL Server Management Studio, který je součástí produktu MS SQL Server 2005. Pro správu datových kostek a aportovacích procedur doporučuji MS Visual Studio 2005, které se nainstaluje společně s MS SQL serverem 2005.

Pro práci s daty doporučuji program MS Access 2003 v režimu Access projekt, který lze napojit na databázi na SQL serveru. Prostředí Access je vhodné pro ruční přidávání dat do tabulek, vkládání jednoduchých tabulek. Pomocí jednoduchých formulářů lze zjednodušit obsluhu na stisknutí jednoho tlačítka. Tento způsob je použit pro vytvoření nového stroje, kde po zadání názvu stroje se vytvoří potřebné tabulky a vyplní se patřičné údaje do tabulek.

Zabezpečení systému souvisí se zabezpečením firemní sítě. O zabezpečení sítě se stará MS Small Business server 2000 viz. [19], který je nainstalován na systému MS Windows Server 2000. Tento systém zprostředkovává vkládání uživatelů do domén a zabezpečuje přístup k síti. Zabezpečení dat je provedeno v SQL serveru přidělením vhodných přístupových práv jednotlivým uživatelům v doméně.

Pro dokonalejší spravování systému je vhodné upozornit správce na chyby v systému co nejrychleji, aby mohl reagovat co nejdříve. Proto je v systému použito upozorňování na fatální chyby pomocí upozornění na mail správce. Systém automaticky upozorní na chyby při importu dat ze strojů, při chybě při importu ze systému WorkPLAN a při chybných zápisech dat obsluhou CNC stroje. Zabezpečení systémů s SQL serverem je podrobně popsáno v literatuře [23].

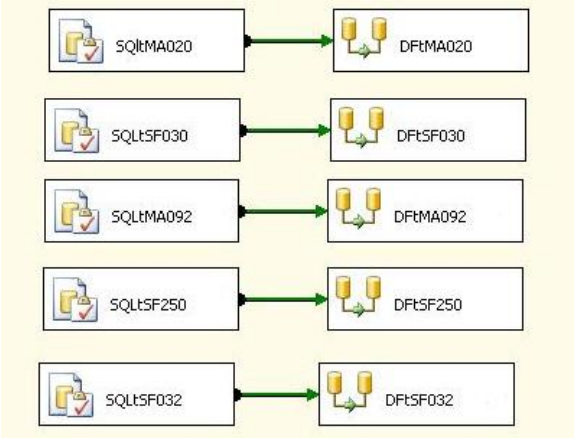
7. Tvorba vybraných částí systému

Nejdůležitější částí systému je datová základna, kterou tvoří tabulky, které jsou uvedeny v kapitole 6 Návrh monitorovacího systému. Relační propojení tabulek je uveden v příloze3.Ostatní části jsou programovány pomocí služeb MS SQL serveru, knihoven .NET a programovacího jazyku C#, při práci s těmito aplikace jsem použil literaturu [10],[11],[24].

7.1 Import dat na server

Import dat ze stroje

Import dat na server jsem provedl pomocí služby Microsoft ISS Integration Server Services. Pro programování těchto služeb jsem použil Visual Studio 2005, ve kterém se pracuje v grafickém rozhraní pomocí předdefinovaných bloků př. Obr.21, které obsahují vestavěné vlastnosti a funkce.



Obr. 21 Příklad bloků služby ISS.

Programování v ISS spočívá v sestavování programových vláken (pipelines) pomocí propojování jednotlivých bloků. Směr šipky ukazuje průchod programu vláknem, pokud se po spuštění programu všechny bloky postupně rozsvítí zeleně znamená to, že program pracuje správně, pokud se ovšem nějaký blok rozsvítí červeně znamená to programovou chybu v bloku.

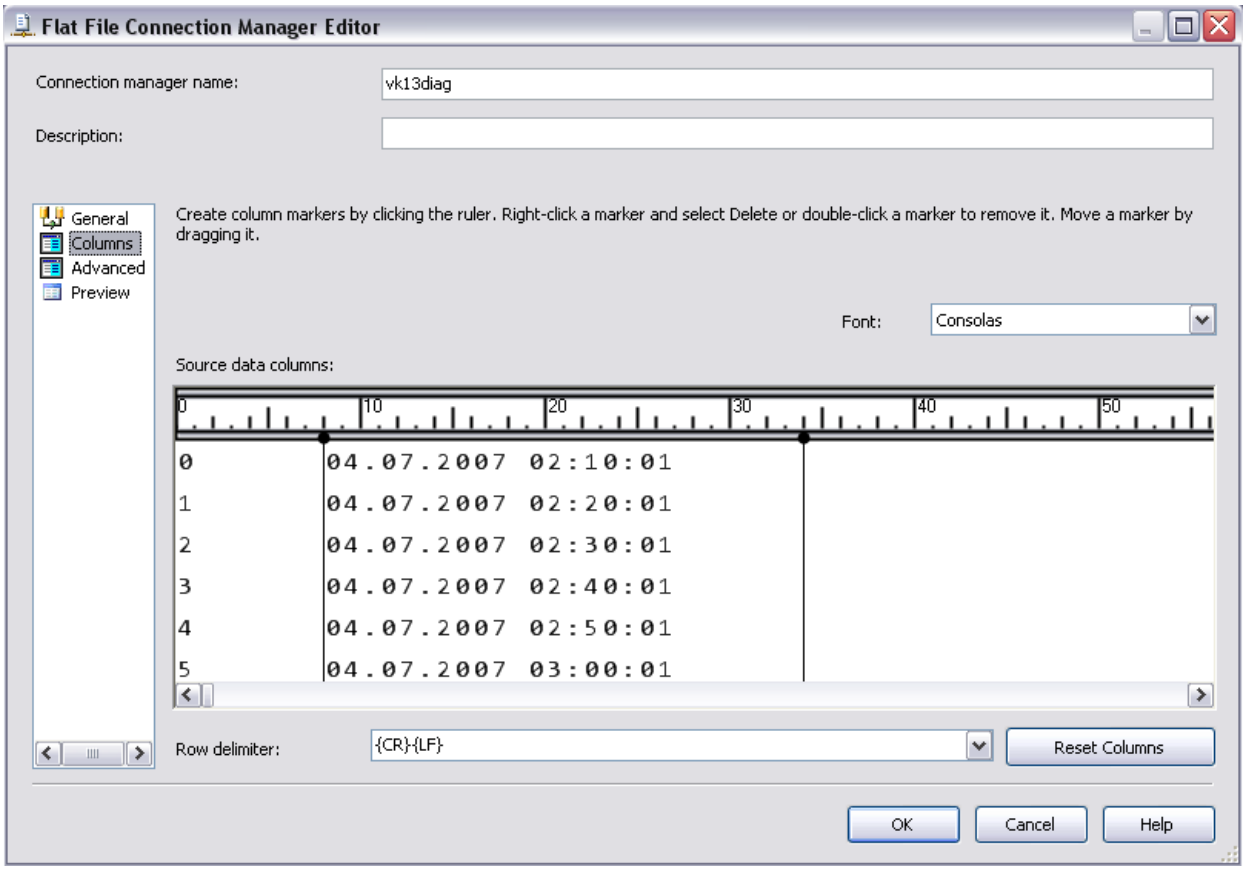
Ve službě ISS existují specielní bloky pro import dat z textového souboru. Těchto bloků jsem využil pro import dat ze strojů do databáze.

Jsou to bloky:

- Flat File Connection (neviditelný ve vláknu)
- Flat File Source
- OLE DB Destination
- OLE DB Connection (neviditelný ve vláknu)
- Flat File Destination

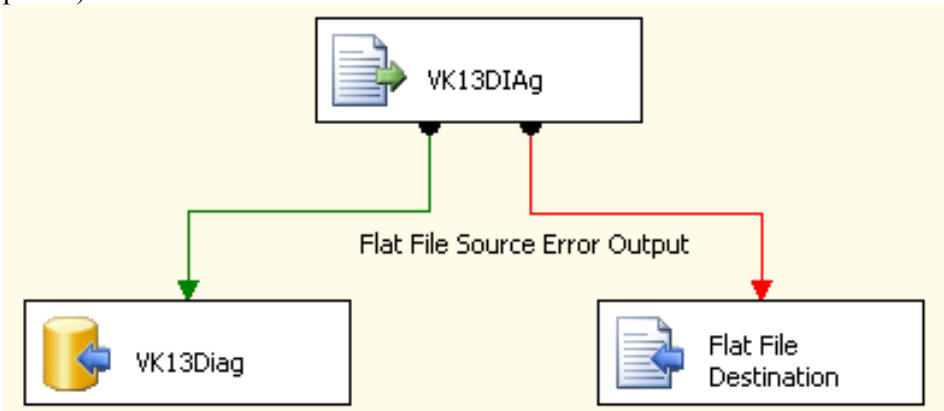
Flat File Connection slouží pro připojení textového souboru a rozdělení souborů na jednotlivé prvky. Rozděluje text v souboru na jednotlivé prvky tabulek, používá několik způsobů rozdělování pomocí rozdělovačů (např. středník, čárka, mezera apod.), pomocí konstantní délky sloupců, pomocí oddělovače tabulátor. Dále prvek Flat File Connection přiděluje jednotlivým prvkům jejich datový typ. Tuto funkci jsem využil pro import dat ze strojů, protože řídící systém CNC stroje posílá textové soubory ve stejném datovém typu, pro import dat ze systému WorkPLAN tuto funkci použít nelze, protože prvek Flat File Connection havaruje na prázdných řetězcích u nichž nedokáže datový typ převést řešení tohoto problému jsem popsal v části import dat z WorkPLAN.

Funkce a vlastnosti prvku Flat File Connection jsou na obrázku 22.



Obr. 22 Detaily bloku Flat File Connection.

Po připojení textového souboru pomocí Flat File Connection, je tento blok propojen s blokem Flat File Source, který slouží pouze k navázaní bloku Flat File Connection do programového vlákna (piperine) viz. obr. 23.

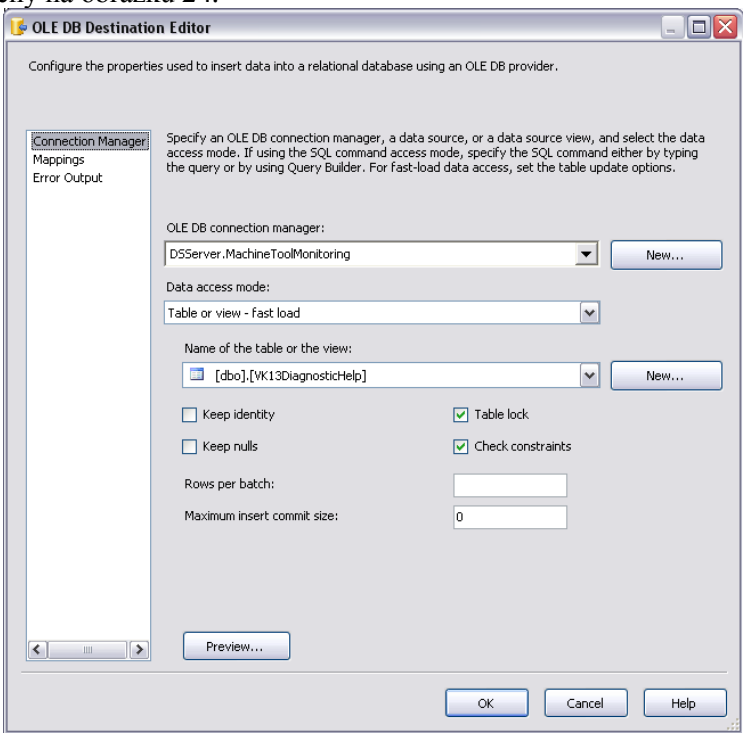


Obr. 23 Programové vlákno pro import stroje.

Blok Flat File Source obsahuje dva výstupy pro navázaní dalších bloků ve vláknu, jeden výstup posílá zpracována data ve kterých se nevyskytla chyba a druhý posílá data, které se nepodařilo importovat z textového souboru. Této funkce jsem využil pro vkládání, která systém nedokázal importovat do specielního textového souboru chyb, kam se data ukládají. Správce systému zde

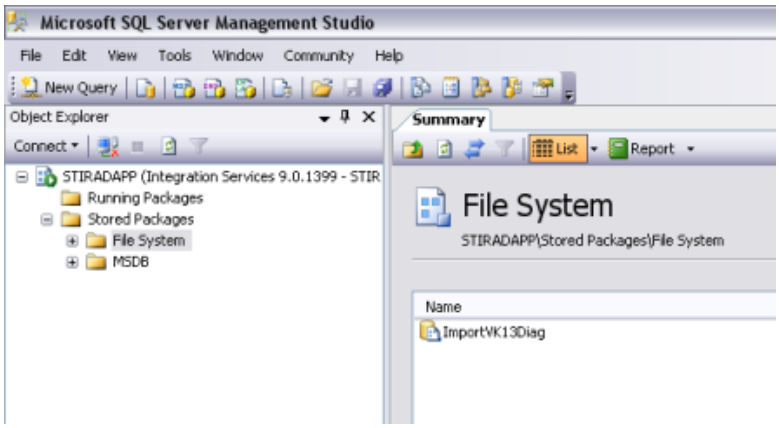
nalezne řádky, které se nepodařilo importovat a po úpravě je může do systému vložit. Pro export dat do textového souboru jsem použil blok Flat File Destination, který je stejný jako Flat File Source, pouze slouží pro export do textového souboru.

Pro vložení dat do tabulky na SQL serveru jsem použil blok OLE DB Connection, který je svázán s programovým vláknem propojen pomocí OLE DB Destination, který má pouze jeden vstup pro data, na který je napojený výstup z Flat File Source viz.obr.24 vlevo dole. Prvek OLE DB Connection zprostředkovává připojení k databázové tabulce do které se data importují, detaily prvku jsou zobrazeny na obrázku 24.



Obr. 24 Detail prvku OLE DB Connection.

Po dokončení programového vlákna v prostředí Visual Studio 2005 se vlákno uloží do souboru, který se nahraje na SQLServer do oblasti ISS služeb viz obrázek 26.5

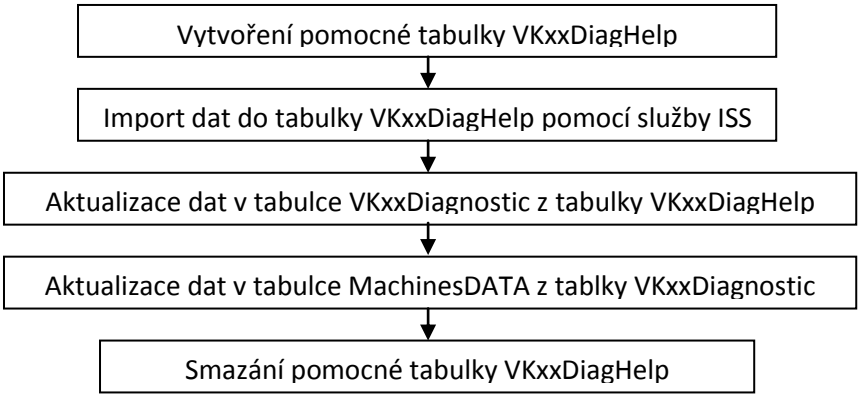


Obr. 25 ISS služba v prostředí Management Studio.

Tímto však import dat ze stroje do systému nekončí. Pomocí služby ISS jsem pouze přeměnil data z podoby textového souboru na data v tabulce na serveru. Nyní zde popíši, co se s daty děje na samotném serveru.

Na SQL serveru celý proces importu řídí služba SQL Server Agent, která pomocí prvků Jobs

dokáže spouštět sadu rutin (kroků) v časových intervalech. Této funkce jsem využil pro časování importu dat ze stroje do systému. Celý import dat z jednoho stroje se skládá z pěti kroků, které jsu zobrazeny v sekvenčním diagramu na obrázku 26.



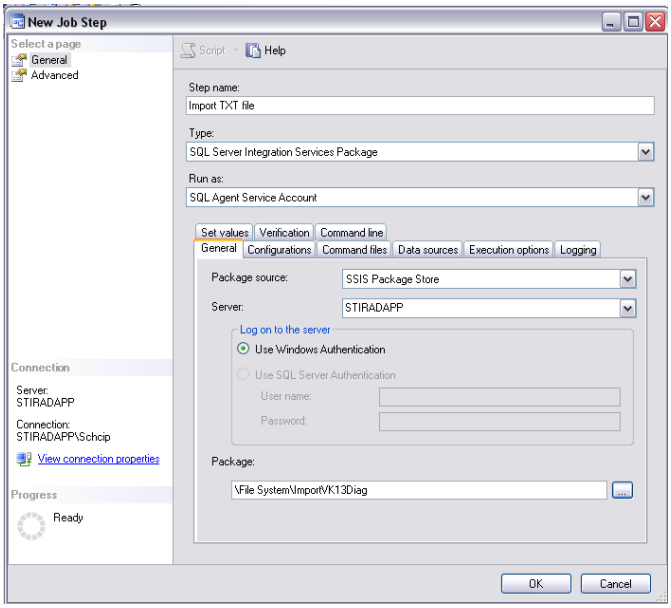
Obr. 26 Proces importu dat ze stroje.

1. Do pomocné tabulky VKxxDiagHelp se kopíruje obsah celého textového souboru ze stroje tedy 10 000 záznamů při každém importu. Zjistil jsem, že je rychlejší smazat celou tabulku (Drop Table), než smazat pouze data v tabulce (delete table), proto pomocnou tabulku při importu VKxxDiagHelp znovu vytvořím a mažu. Tedy krok jedna je vytvoření tabulky VK13DiagHelp. Tabulka VKxxDiagHelp má stejnou strukturu jako tabulka VKxxDiagnostic.

Zde je příklad příkazu pro vytvoření tabulky VK13DiagHelp pro stroj VK13

```
If not Exists(select * from VK13DiagHelp)
CREATE TABLE [dbo].[VK13DiagHelp](
    [NR] [int] NULL,
    [CAS] [datetime] NULL,
    [PROGRAM] [nchar](67) COLLATE Czech_CI_AS NULL,
    [HVEZD] [int] NULL,
    [PGM_START] [nchar](10) COLLATE Czech_CI_AS NULL,
    [NC_RADEK] [int] NULL,
    [TEPL1] [decimal](18, 1) NULL,
    [TEPL2] [decimal](18, 1) NULL,
    [TEPL3] [decimal](18, 1) NULL,
    [TEPL4] [decimal](18, 1) NULL,
    [TEPL5] [decimal](18, 1) NULL,
    [TEPL6] [decimal](18, 1) NULL,
    [M_CHLAZ] [nchar](10) COLLATE Czech_CI_AS NULL,
    [%S] [int] NULL,
    [%F] [int] NULL,
    [S_PROG] [int] NULL,
    [S_AKT] [int] NULL,
    [F_PROG] [int] NULL,
    [F_AKT] [int] NULL,
    [P_VRET] [int] NULL,
    [NASTROJ] [int] NULL,
    [CODE] [int] NULL
) ON [PRIMARY]
```

2. Druhý krok je import dat z textového souboru, princip importu textového soubor jsem popsal v předchozím odstavci. V prvku Job ve druhém kroku spouštím importovací vlákno uložené ve službě ISS na serveru. Způsob spouštění je uveden na obrázku 27.



Obr. 27 Spouštění služby ISS v kroku prvku Job.

3. V třetím kroku se aktualizují data v tabulce VkxxDiagnostic, ve které jsou uložena všechna data snímaná ze strojů za celé období. Do této tabulky se přesunou všechna data z tabulky VKxxDiagHelp, která v tabulce VKxxDiagnostic nejsou tzn. data, která jsou novější, než data aktuální data v tabulce VKxxDiagnostic. Výběr dat pro aktualizaci provádím pomocí SQL dotazu.

```
IF not exists (select top 1 ID from dbo.VK13Diagnostic where ID>0)
  INSERT INTO dbo.VK13Diagnostic
        (NR,CAS,PROGRAM,HVEZD,PGM_START,NC_RADEK,Tepl1,Tepl2,Tepl3,Tepl4,Tepl5,Tepl6
,M_     CHLAZ,[%S],[%F],S_PROG,S_AKT,F_PROG,F_AKT,P_VRET,NASTROJ,CODE)
  SELECT
        NR,CAS,PROGRAM,HVEZD,PGM_START,NC_RADEK,Tepl1,Tepl2,Tepl3,Tepl4,Tepl5,Tepl6,
M_C     HLAZ,[%S],[%F],S_PROG,S_AKT,F_PROG,F_AKT,P_VRET,NASTROJ,CODE
  FROM VK13DiagnosticHelp
  where NR>=0
  ORDER BY nr,cas
ELSE
  INSERT INTO dbo.VK13Diagnostic
        (NR,CAS,PROGRAM,HVEZD,PGM_START,NC_RADEK,Tepl1,Tepl2,Tepl3,Tepl4,Tepl5,Tepl6
,M_     CHLAZ,[%S],[%F],S_PROG,S_AKT,F_PROG,F_AKT,P_VRET,NASTROJ,CODE)
  SELECT
        NR,CAS,PROGRAM,HVEZD,PGM_START,NC_RADEK,Tepl1,Tepl2,Tepl3,Tepl4,Tepl5,Tepl6,
M_C     HLAZ,[%S],[%F],S_PROG,S_AKT,F_PROG,F_AKT,P_VRET,NASTROJ,CODE
  FROM (SELECT distinct dbo.VK13DiagHelp.*
        FROM dbo.VK13DiagHelp
         INNER JOIN
         dbo.VK13Diagnostic
         ON dbo.VK13DiagHelp.CAS >(SELECT MAX(cas) AS maxcas FROM VK13Diagnostic)
  ORDER BY dbo.VK13DiagHelp.CAS)as M013Mod  order by cas,nr
```

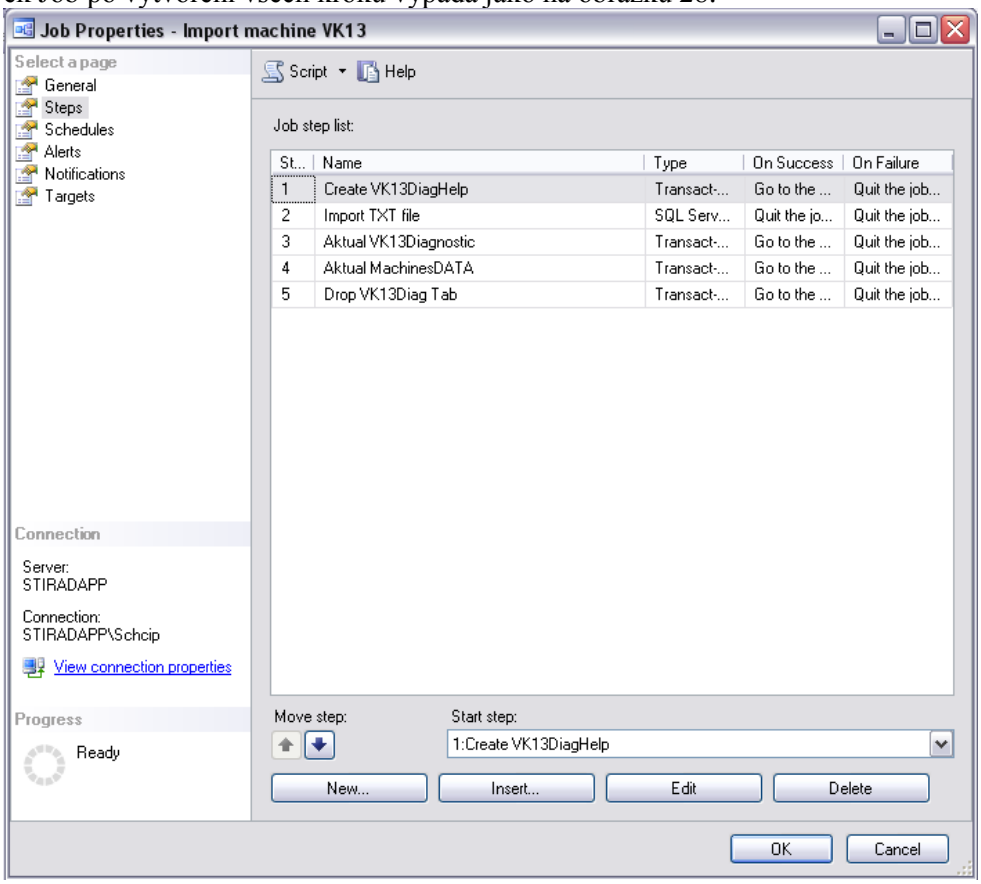
4. Předposledním krokem je import dat z tabulky VKxxDiagnostic do tabulky MachinesDATA. Tento krok trvá ze všech kroků nejdelší dobu, je to z důvodu rozkódování pole CODE v tabulce VKxxDiagnostic na pole Pracovník, Operace, Ukonceni, Preruseni dále naplňuje pole Doba a pole Práce. Principy rozkódování a naplnění polí Doba a Práce je uvedeno v části Návrh monitorovacího systému. Dotaz, který

toto rozkódování realizuje je uveden v příloze 2. Tento dotaz je postaven na tabulku VKxxDiagnostic a vytvoří všechna pole v tabulce MachinesDATA, proto dotaz ve čtvrtém kroku funguje takto:

```
insert into machinesDATA
       ([stroj],[ID],[NR],[CAS],[DOBA],[PGM_START],[NC_RADEK],
       [NAZEV_PROG],[CIS_PROG],[HVEZD],[Tepl1],[Tepl2],[Tepl3],[Tepl4,
       [Tepl5],[Tepl6],[M_CHLAZ],[%S],[%F],[S_PROG],[S_AKT],[F_PROG],[F_AKT]
       ,[P_VRET],[NASTROJ],[CODE],[PRACOVNIK],[OPERACE],[UKONCENI],
       [PRERUSENI]   ,[PRACE])
select
       'VK13',[ID],[NR],[CAS],[DOBA],[PGM_START],[NC_RADEK],[NAZEV_PROG],
       [CISL_PROG],[HVEZD],[Tepl1],[Tepl2],[Tepl3],[Tepl4],[Tepl5],[Tepl6],
       [M_CHLAZ],[%S],[%F],[S_PROG],[S_AKT],[F_PROG],[F_AKT],[P_VRET],
       [NASTROJ],[CODE],[PRACOVNÍK],[OPERACE],[UKONCENI],[PRERUSENI],PRACE
FROM qVK13data
where qvk13DATA.cas>(select isnull(max(cas),0) from machinesData where
                    stroj='vk13')
order by id
```

5. Po aktualizaci všech tabulek je potřeba pomocnou tabulku VKxxDiagHelp smazat. Příkazem *Drop Table VKxxDiagHelp*

Celý prvek Job po vytvoření všech kroku vypadá jako na obrázku 28.



Obr. 28 Job pro import dat ze stroje VK13.

U prvku job je položka Schedules viz. obr.28, zde lze nastavit časový interval, ve kterém se budou všechny kroky Job spouštět. Protože celý tento řetězec kroků trvá 52 vteřin a protože každý

stroj používá svůj vlastní Job, rozhodl jsem se importovat data ze strojů každou hodinu. Pokud bude potřeba lze prvky Job spouštět pro všechny stroje najednou například po pěti minutách.

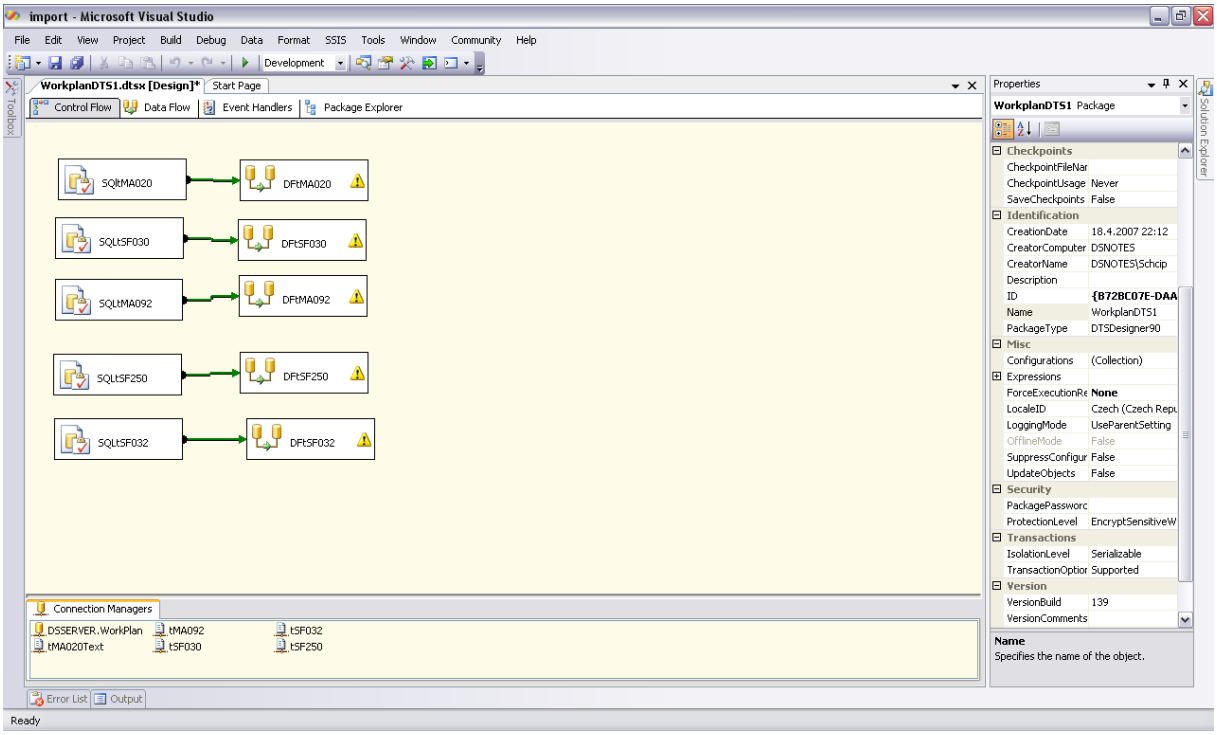
Pro ostatní stroje import dat vypadá naprosto stejně, pouze se liší v názvech tanulek.

Import dat z WorkPLAN

Import dat ze systému WorkPLAN je poněkud jednodužší než import dat ze strojů. Systém WorkPlan exportuje potřebné tabulky každou hodinu do textových souborů. Tyto soubory importuji do specielní databáze WorkPlan pomocí služeb IIS každou hodinu. Importy jsou rozděleny do dvou skupin, první skupinu tvoří tabulky, které je nutno importovat do systému každou hodinu, druhou skupinu tvoří tabulky, které se importují pouze jednou denně.

Z databáze WorkPLAN, která je určena k jiným účelům než pro monitorování strojů, jsou pomocí dotazů zkopírována data o operacích a zaměstnancích.

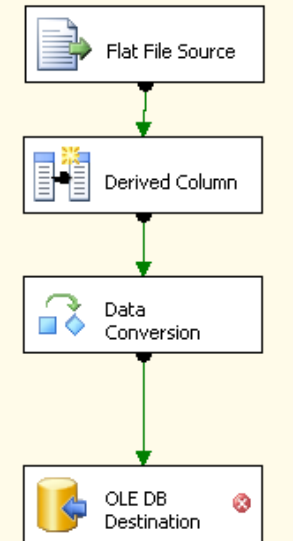
První fází importu dat je import dat z textových souborů, tento import je realizován pomocí dvou projektů služby ISS. První projekt importuje data jednou za hodinu a druhý projekt importuje data jednou za den. Projekty se skládají z několika vláken. Každé vlákno pro jednu tabulku. Vlákna ve všech projektech jsou naprosto stejná, jen se liší v názvech souborů, polí a tabulek. Proto zde popíši pouze jedno vlákno z jednoho projektu. Pro příklad jsem vybral denní import dat Import WP Day viz. obrázek 30.



Obr. 29 Projekt Visual Studio Import WP Day.

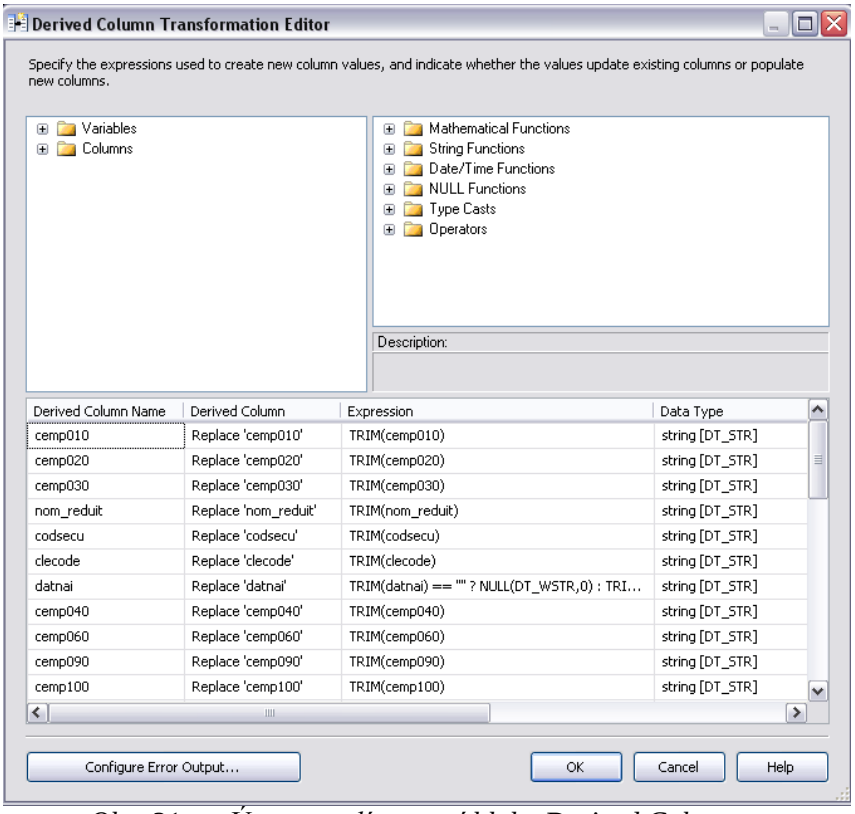
Tento import se skládá z pěti vláken. Každé vlákno se skládá z bloku Execute SQL Task a kontejneru Data Flow Task viz. obrázek 29. Blok Execute SQL Task slouží pro spouštění SQL dotazu. V tomto případě tento blok smaže všechna data v tabulce, smazání dat a znovu importování všech dat má svůj důvod. Tímto důvodem je obtížnost zaznamenávání četných změn v datech v systému WorkPlan. Dalším blokem je kontejner Data Flow Task. Kontejner je prvek, který obsahuje další programová vlákna. V tomto případě obsahuje kontejner pouze jedno vlákno, které se skládá z bloků Flat File Connect, Flat File Source, Derived Culomn, Data Conversion, OLE DB Destination, OLE DB Conection viz. obrázek 30. Význam bloků Flat File Connect a Flat File Source je stejný jako při importu dat ze stroje. Tyto bloky slouží pro otevření textového souboru a

rozdělení řetězců na prvky. Jak jsem již dříve zmiňoval při importu dat ze systému WorkPlan nastaly komplikace s datovými jednotlivých polí, proto na výstupu z bloku Flat File Source jsou všechny prvky datového typu string.



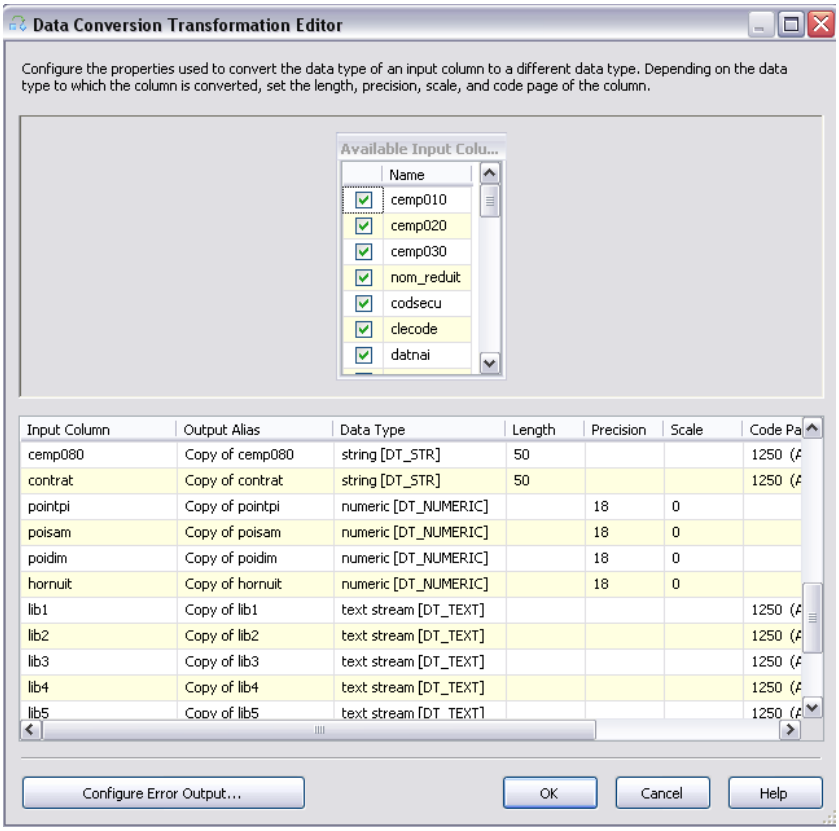
Obr. 30 Programové vlákno bloku Data Flow Task.

Pro úpravu polí a převod na odpovídající datové typy slouží bloky Derived Culomn a Data Conversion. Blok Derived Culomn odstraní prvkům počáteční a koncové mezery pomocí příkazu TRIM a nahradí prázdné řetězce na hodnotu nula. Způsob úpravy polí pomocí Derived Culomn je na obrázku 31.



Obr. 31 Úprava polí pomocí bloku Derived Culomn.

Blok Data Conversion převádí datové typy jednotlivých polí ze string na datové typy polí v databázových tabulkách . Princip převodu pomocí bloku Data Conversion je na obrázku 33.



Obr. 32 Blok Data Conversion pro konverzi datových typů.

Bloky OLE DB Destination, OLE DB Conection stejně jako u importu ze strojů slouží pro propojení polí z bloku Data Conversion poli z databázové tabulky.

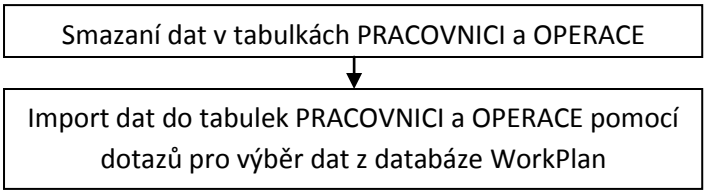
Tato část systému není pro tvorbu monitorovacího systému důležitá, uvedl jsem ji zde pouze pro příklad použití možností služby ISS. Firma používala starší SQL Server 2000, na kterém měla importovaná data ze systému WorkPLAN pro vlastní analýzu pomocí projektu MS Access. Firma chce nahradit starší server SQL novým MS SQL server 2005, proto jsem databázi WorkPlan musel přenést na nový server a stávající balíčky DTS z verze 2000 nahradit řešením pomocí služeb ISS.

Import z databáze WorkPlan do MachnesToolMonitoring

Pro monitorování strojů je potřeba získat informace o operacích a zaměstnancích. Tyto informace lze získat ze systému WorkPLAN. Data z WorkPLAN jsou importována každý den do databáze WorkPlan na MS SQL Serveru 2005. Tato data slouží pro různé statistické pohledy, které vedení ve firmě dříve používalo. Těchto dat jsem tedy využil pro informace o zaměstnancích a operacích. Vlastní import dat je proveden opět pomocí funkce SQL Server Agent, ve které jednoduchý prvek job smaže původní data v tabulkách PRACOVNICI a OPERACE, poté do těchto tabulek nakopíruje data z databáze WorkPlan pomocí dotazů. Dotaz, který vybere data pro tabulku PRACOVNICI je uveden níže

```
SELECT  CONVERT(int, LTRIM(dbo.tMA020.cemp010)) AS ZamID,
            dbo.tMA020.cemp020 + dbo.tMA020.cemp030 AS PrijmeniJmeno,
            LEFT(dbo.tMA020.cemp040,5) AS Funkce,
            SUBSTRING(dbo.tMA020.cemp040, 7, 2) AS Trida,
            SUBSTRING(dbo.tMA020.cemp040, 9, 1) AS Stupen
FROM    dbo.tMA020 LEFT OUTER JOIN
        dbo.tMA092 ON dbo.tMA020.cemp010 = dbo.tMA092.mat
```

Proces importu dat ze systému WorkPLAN je zobrazen na obrázku 33.



Obr. 33 Proces importu dat z databáze WorkPlan do tabulek PRACOVNICI a OPERACE.

Poslední tabulkou, kterou je potřeba naplnit daty je tabulka WPPlneniVykon. Tato tabulka je tvořena daty ze systému WorkPLAN a to hlavně o informacích o pánovaných a vykázaných časech na jednotlivých operacích, k nim jsou přidána data z tabulky MachinesDATA o skutečných časech kdy byla operace na stroje a časech, kdy se na operaci pouze obrábělo. Tato tabulka slouží pro výpočet výkonu a plnění jednotlivých zaměstnanců na jednotlivých operacích. Pro import dat do tabulky WPPlneniVykon slouží dotaz, pomocí kterého se tabulka jednou za hodinu aktualizuje. Proces je podobný jako pro import dat do tabulky OPERACE viz. obrázek 34.

Ostatní tabulky, jejichž plnění daty jsem dosud neuvedl se plní daty ručně, jsou to tabulky FUNKCE, TRIDA, TYPCNC,SUBTYP, PRACE a KODYPRERUSENI. Všechna data uložená v tabulce PRÁCE jsou zobrazena v tabulce 35 a příklad obsahu dat tabulky KODYPRERUSENI je uveden v tabulce 36.

Kód činnosti na stroji (Práce)	**Popis**
1	Program nezaveden
2	Program přerušen
5	Nulové posuvy a otáčky
6	Měřící sonda ve vřeteni
7	Žádný nastroj ve vřeteni
8	Ruční režim
9	„Čisté“ obrábění

Tab. 35 Obsah tabulky PRÁCE.

Kódy přerušení činnosti	**Popis**
1	Přestávka operátora
2	Upínání obrobku
3	Orientace obrobku
4	Sundávání obrobku
5	Sestavování nástroje
20	Údržba úklid
52	Porucha stroje
53	Chyba CNC programu
54	Špatná technologie CNC programu
57	Nejasnost ve výkrese
201	Prostoj není práce
202	Prostoj není k dispozici jeřáb
800	Pracovník odpracoval delší dobu než 12 hodin
801	Chyba při zápisu příchodu
802	Chyba při zápisu operace

Tab. 36 Příklad obsahu tabulky KODYPRERUSENI.

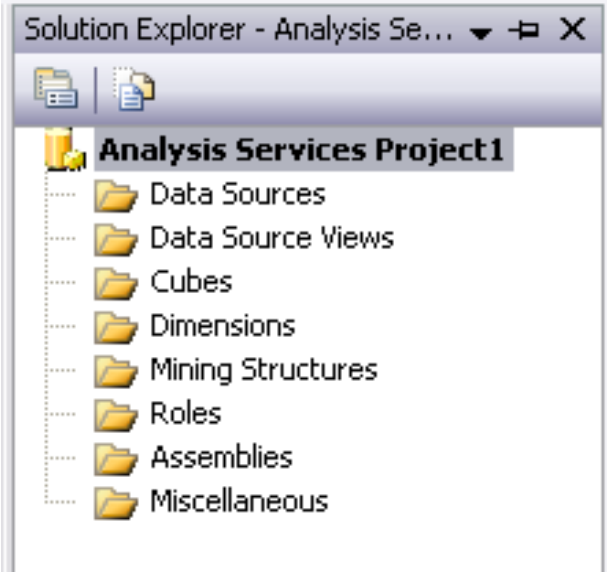
Důležitou roli pro zpracování informací pomocí datové kostky je dotaz CasTab, který tvoří časovou dimenzi v datové kostce, tento dotaz jsem použil pro pohledy na monitorovaná data přes časové oblasti rok, čtvrtletí, měsíc, den, hodina apod. SQL dotaz CasTab je uveden v příloze 4.

V této fázi jsou všechna data připravena pro zpracování zobrazení ve webovských

formulářích, reportech a analýze OLAP. Ještě předtím než zde popíši možnosti webovských formulářů a reportů vytvořím datovou kostku.

7.2 Datová kostka

Datová kostka je uložena na SQL serveru v OLAP službách. V aplikaci MS SQL server management studio se po výběru server type – Analysis services otevře konzole, ve které se lze pohybovat ve strukturách kostek, prohlížet dimenze a tabulky faktů. V tomto prostředí lze kostky kopírovat, nebo mazat, pro tvorbu datové kostky je ovšem vhodnější Visual Studio 2005, protože obsahuje průvodce tvorby kostkou a s kostkou se zde pracuje v příjemném grafickém prostředí. Při tvorbě datové kostky ve Visual Studiu jsem, využil tři průvodce. Po vytvoření nového Analysis Services Project v Business inteligence Project se ve Visual studiu otevře prostředí, ve kterém se lze pohybovat pomocí Solution Exploreru, při tvorbě datové kostky je potřeba projít všechny položky v Solution Exploreru viz. obrázek 34. Prvních třech krocích jsem využil průvodců, které se spustí po kliknutí na patřičnou složku v Solution Exploreru. První krok Data Source vytvoří spojení datové kostky se server a databází, ve které se vyskytují tabulky s daty ze strojů.



Obr. 34 Solution Explorer ve Visual Studiu.

Druhým krokem Data Source Views, ve kterém jsem opět využil průvodce. V tomto kroku jsem vybral tabulky z databáze MachineToolMonitoring, seznam tabulek je uveden v tabulce 37. Po vybrání tabulek je potřeba všechny tabulky propojit mezi sebou, způsob propojení jsem provedl dle schématu, které se nachází v kapitole 6.2, schéma datové kostky je v příloze 5. Na konci tohoto kroku jsou tabulky provázány, je tedy možné kostku sestavit, pro tento účel slouží třetí krok Cubes v Solution Exploreru.

Třetí krok pro sestavení celé kostky jsem spustil dvojím kliknutím na ikonu Cubes,čímž se spustí průvodce. Pomocí tohoto průvodce jsem určil, které tabulky, jsou tabulky faktů a které dimenze. V tomto kroku je také vhodné určit časovou dimenzi, průvodce pak po přiřazení položek z tabulky CasTab k prvkům year, month, day apod. vytvoří časovou kaskádu rok, čtvrtletí, měsíc, týden, den, hodina atd. Na konci tohoto kroku se sestaví datová kostka a vytvoří se dimenzionální tabulky v položce Dimensions v Solution Exploreru.

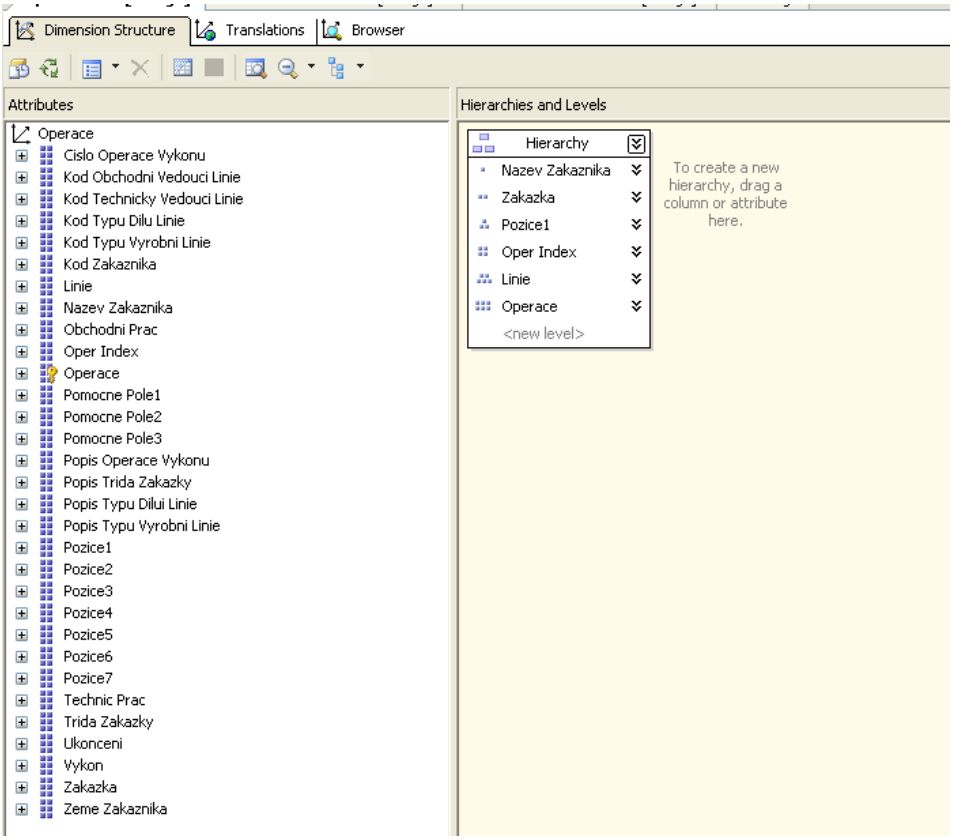
Tabulka	Popis

MachinesDATA	Tabulka faktů obsahuje informace snímané ze stroje
WPPlneniVykon	Tabulka faktů obsahuje data ze systému WorkPLAN je plnění zaměstnaců a plánovaný čas na operaci.
Pracovnici	Dimenzionální tabulka zprostředkovává pohled na pracovníky
Stroje	Dimenzionální tabulka zprostředkovává pohled na stroje
Nastroje	Dimenzionální tabulka zprostředkovává pohled na jednotlivé nástroje
CasTab	Časová dimenze s kaskádou rok,čtvrtletí,měsíc,týden,den, hodina
Operace	Dimenzionální tabulka umožňuje pohled přes zákazníky, zakázky, operace
Prace	Dimenzionální tabulka zprostředkovává pohled na jednotlivé kódy práce
KodyPreruseni	Dimenzionální tabulka zprostředkovává pohled na jednotlivé kódy přerušní
Programy	Dimenzionální tabulka pro pohled přes programy

Tab. 37 Tabulky v datové kostce.

Před posledním krokem je potřeba sestavit kaskád v dalších tabulkách dimenzí. Úprava dimenzí se provádí otevřením jednotlivých dimenzí v Solution Exploreru. Díky grafickému prostředí je sestavení kaskády jednoduché. Jednoduchým přetahováním polí z tabulky Operace do pole hierarchy obr. 35 vznikla hierarchie: Zakazník-Zakázka-index-linie-pozice-operace. Další hierarchie, které jsem vytvořil, jsou :

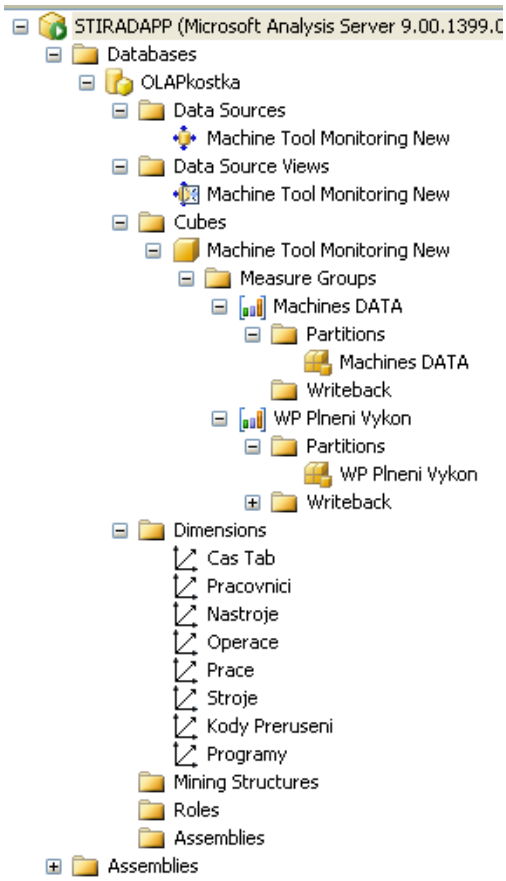
Subtyp-TypStroje-Stroj
Třída- Pracovníci
Stupeň-Pracovníci
Funkce-Pracovníci



Obr. 35 Vytvoření hierarchie v dimenzionální tabulce OPERACE.

Posledním krokem je kompilování kostky a uložení na SQL Serveru 2005. Visual Studio obě tyto operace udělá samo, tedy zkompiluje a pokud kostka neobsahuje chyby, vytvoří kostku na serveru. V tomto okamžiku se lze na kostku podívat pomocí aplikace MS SQL server management

studio, které je zobrazena na obrázku 36.



Obr. 36 Datová kostka uložená na SQL Serveru 2005.

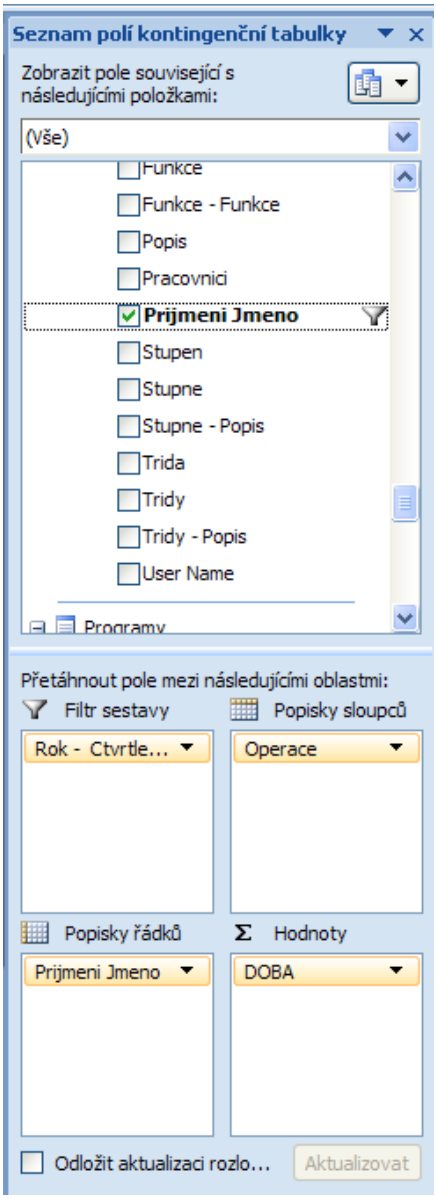
Uložení na server proběhne, pouze za předpokladu, že tabulky dimenzí obsahují všechna navazující data na data v tabulkách faktů. Například uložení neproběhne, pokud stroj uloží do tabulky faktů MachineDATA nástroj číslo 270 a v tabulce dimenze NASTROJE nebude hodnota 270 uložena. Tento problém jsem vyřešil tak, že prvně aktualizuji tabulky dimenzí a naposled tabulky faktů. Nevýhodou multidimenzionálních databází je nutnost rekompilace a znovu uložení (tzv.reprocess) datových kostek, pokud se použitých tabulek uloží nová data. To znamená, že je potřeba provést znovu uložení datové kostky po importování dat ze stroje. Pokud je OLAP analýza použita v ekonomické oblasti, reprocess se provádí večer jednou denně. V mém případě provádím reprocess každou hodinu těsně po importu dat ze strojů. Pro tento účel slouží další Job ve službě SQL Server Agent, který obsahuje pouze jeden krok (Step) s příkazem:

```
<Process>
    <Object>
            <DatabaseID> KostkaMachineToolMonitoring</ DatabaseID >
    </Object>
    <Type>Procesfull</Type>
<WriteBackTableCreation>UseExisting</ WriteBackTableCreation>
</Process>
```

Pokud je datová kostka umístěna na server, je možné se na ni připojit jakoukoliv klientskou aplikací spolupracující se službou MS OLAP. Já jsem pro tento účel použil aplikaci MS Exel 2007 a program ProCalrity od firmy Ambica.

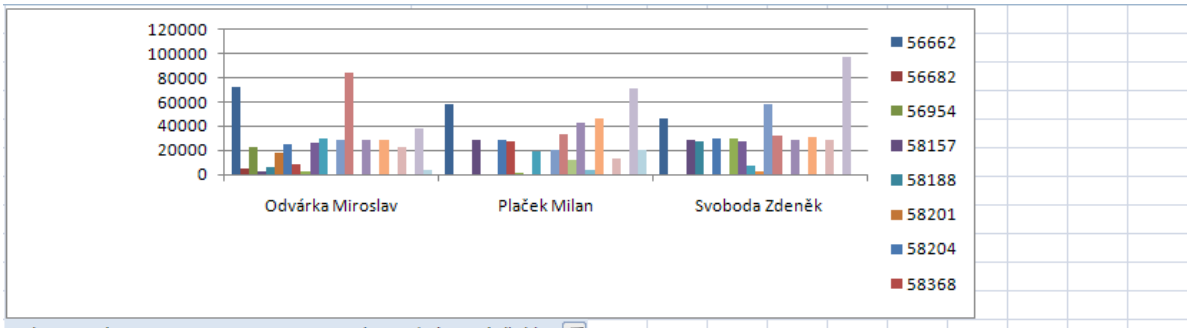
Výstupy z kostky

Práce s datovou kostkou v MS Exel 2007 je snadná, nejprve je potřeba se připojit na datovou kostku na SQL server v menu Data tlačítko Z jiných zdrojů. Po připojení jsem v menu vybral, zda chci vytvořit kontingenční tabulku, graf, nebo oboje. Poté se zobrazí v pravé části obrazovky okno, kde je možnost vybrat všechny položky datové kostky obr.37. Jednoduchý přetažením prvků do pozic sloupců, řádku, dat a filtrů v kontingenční tabulce lze docílit jakýchkoli pohledů na data v kostce.



Obr. 37 Popis doba pracovníku na operaci v aplikaci Exel.

Vytvořený graf nebo tabulku lze snadno upravovat, data je možno filtrovat jednoduchým stisknutím tlačítka, po kterém se zobrazí možnost výběrů dat. Příklad výstupu je na obrázku 38.



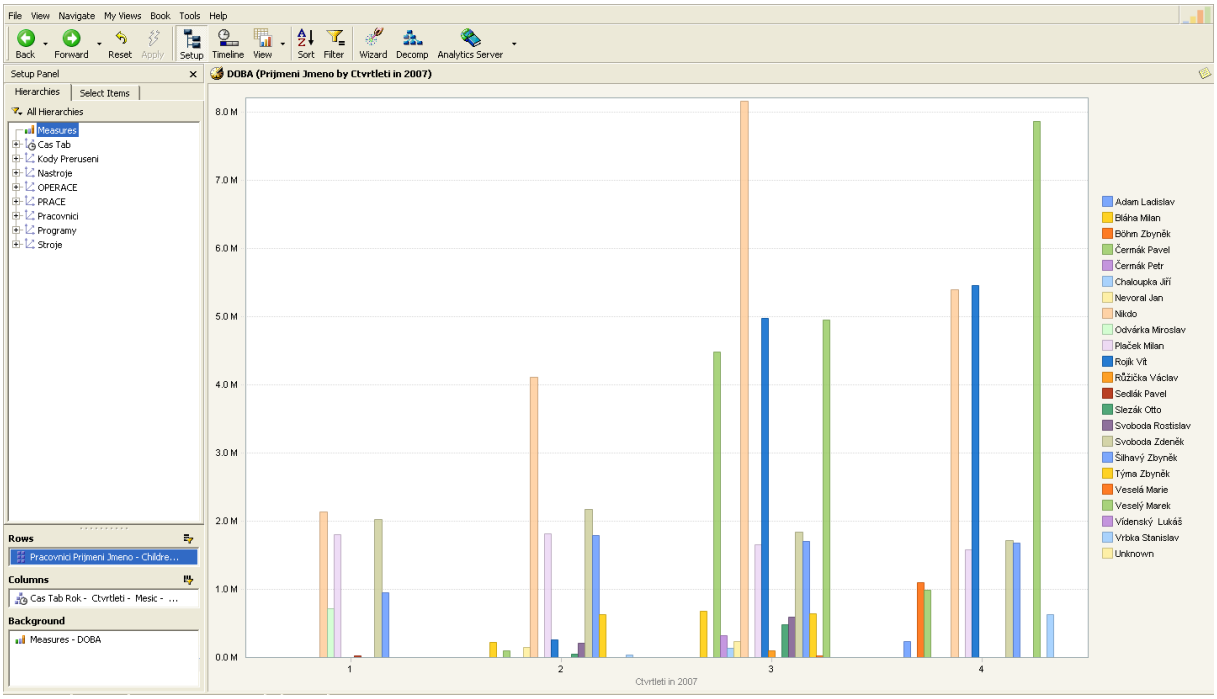
Rok - Ctvrtleti - Mesic - Den - Cas - Hodina (Více položek)

DOBA	Popisky sloupců										
Popisky řádků	56662	56682	56954	58157	58188	58201	58204	58368	58408	58478	58634
Odvárka Miroslav	72347	4723	22495	2361	6382	17877	24708	8142	2224	26005	29128
Plaček Milan	58354			28851			28873	27501	980		18630
Svoboda Zdeněk	46289			28963	27599		29134		29160	26852	7358
Celkový součet	**176990**	**4723**	**22495**	**60175**	**33981**	**17877**	**82715**	**35643**	**32364**	**52857**	**55116**

Obr. 38 Kontingenční tabulka v MS Exel s OLAP daty.

Další vhodnou aplikací pro napojení na OLAP analýzu je Proclarity od firmy Ambica. Tento software je určen pouze pro zobrazení dat z datových kostek. Vytvořená zobrazení lze ukládat jako formuláře do knihoven, znovu otevřít jdou pouze aplikací Ploclarity. Uživatel pomocí aplikace Proclarity dokáže sestrojit kontingenční tabulky a grafy

Na rozdíl od aplikace MS Exel 2007 aplikace Proclarity obsahuje větší množství způsobů zobrazení informací. Mimo sloupcové, spojnicové, pruhové, výsečové grafy, kontingenční tabulky apod. Proclarity umí zobrazit rozkládací stromy (decomposition Tree), které je vhodné použít pro názorné vnořování do informací a výkonové mapy (Performance map), které se hodí pro globální pohledy na informace. Další výhoda oproti MS Exel 2007 je snadná ovladatelnost a přehlednost příklad použití aplikace Proclarity je zobrazena na obrázku 39.



Obr. 39 Příklad použití aplikace Proclarity.

OLAP analýza je na trhu již od v MS SQL Server 2000, ve verzi 2005 byla vylepšena, avšak její využívání není ještě tak rozšířené jak by si tato technologie zasloužila, proto jsem se této oblasti věnoval podrobněji než ostatním oblastem.

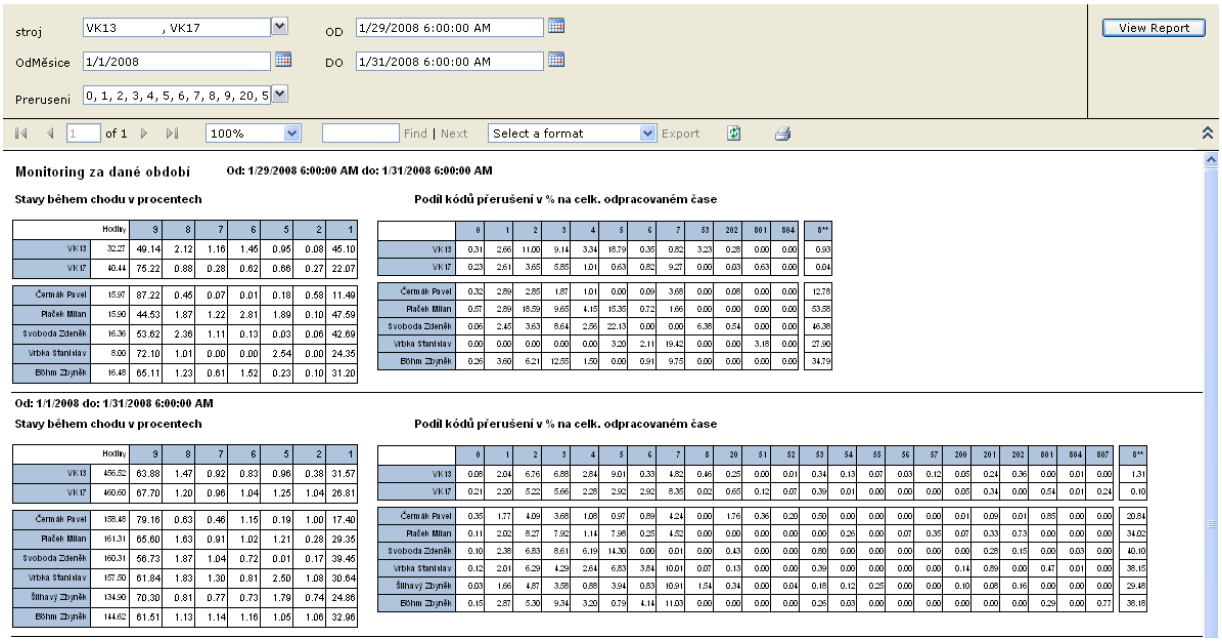
7.3 Reporty

Jako další způsob zobrazení dat z monitorovacího systému jsem použil reportovací služby. Reporty jsou v podstatě formuláře zobrazující pohledy na data v tabulkách pomocí SQL dotazů. Reporty se skládají z SQL dotazu a zobrazovacího formuláře programovaného v jazyce xml. Jsou uložené na SQL serveru v oblasti Report Services a zobrazují se pomocí internet exploreru.

Reporty jsem použil pro jednoduchá zobrazení dat, pro která není nutné použít datovou kostku, nebo která používají zaměstnanci, kteří nemají nainstalovaný MS Exel nebo Proclarity.
Pro příklad použití reportů jsem vybral denní reporty činnost zaměstnanců, report produktivity firmy na jednotlivých zakázkách, nalezení programů, kde se číslo operace neodpovídá číslu v programu a nakonec srovnání plnění a výkonu na jednotlivých operacích.

Denní report činnosti zaměstnanců

Denní report je formulář, který se tiskne denně zaměstnancům. Zobrazuje informace o časech, které jednotliví zaměstnanci a stroje strávily na jednotlivých druzích práce. Nejpodstatnější je hodnota práce 9 tedy „čisté obrábění“, další informace ukazují, čím se zaměstnanci zabývali, pokud neobráběli resp. druhy přerušení činnosti. Před zobrazením reportu obsluha vybere stroje ze seznamu a zadá datum, od kterého chce data zobrazit a data, do kterých chce data zobrazit. Oblasti dat jsou dvě tedy je možno zobrazit dvě počáteční hodnoty času, aby obsluha mohla zobrazit data za poslední den a poslední měsíc. Ukázka reportu je na obrázku 40.

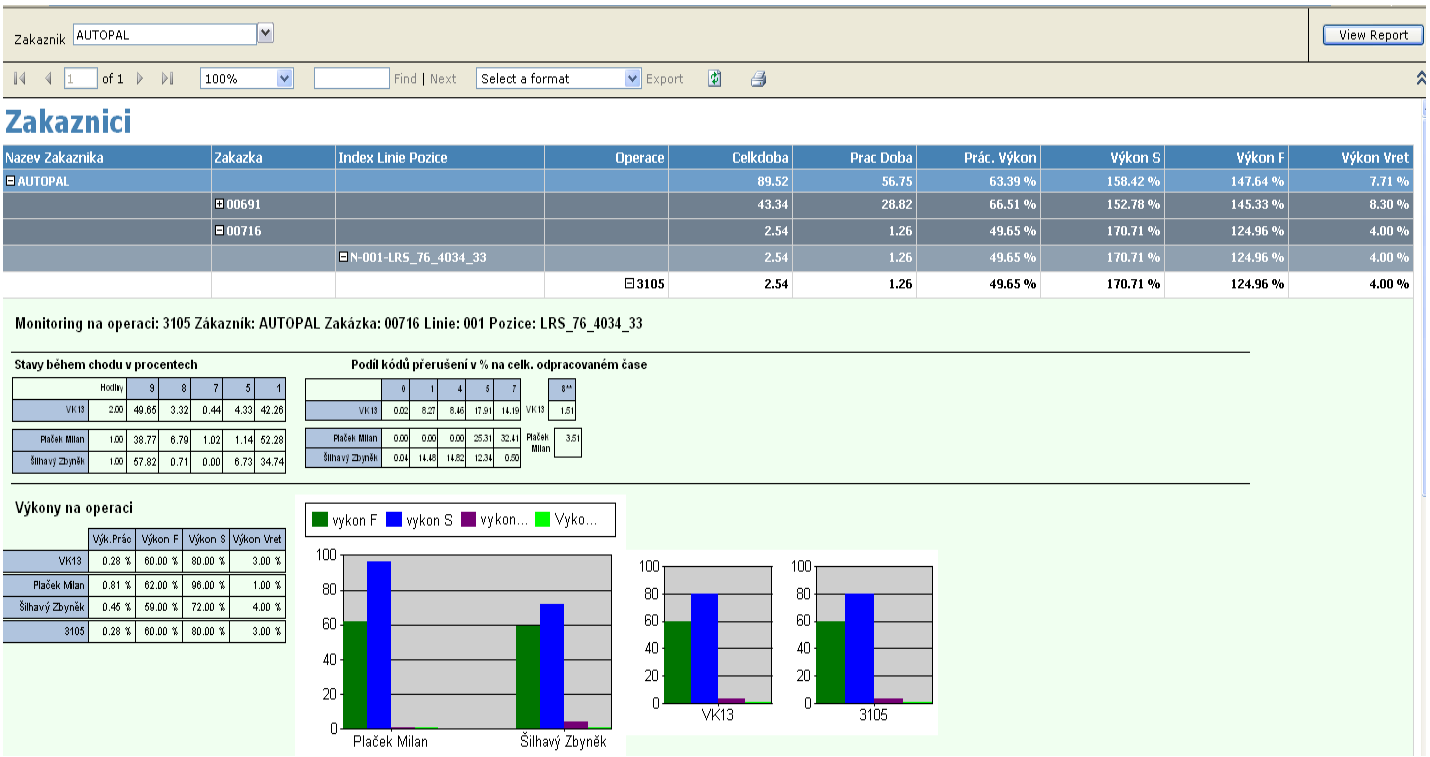


Obr. 40 Denní report – informace o činnosti zaměstnanců ve vybraném období.

Report produktivity firmy na jednotlivých zákaznicích

Tento report zobrazuje informace o zákaznících. Obsluha vybere jednotlivé zákazníky ze seznamu a report zobrazí všechny zakázky od vybraných zákazníků, celkovou dobu činnosti strojů pro jednotlivé zákazníky. Dále zobrazí dobu, kdy stroj obráběl a vypočítá výkon pro jednotlivé zákazníky podílem doby obrábění ku celkové době strávené na strojích. Pomocí rozbalovacích tlačítek se obsluha může vnořit hlouběji do informací po jednotlivých zakázkách až po jednotlivé

operace prováděných na zakázce, kde se opět počítají časy a výkony. Po rozbalení nejnižší úrovně vnořování tedy operace se zobrazí tabulka podrobností o operaci, jak je zobrazeno na obrázku 41, tedy informace o strojích a zaměstnancích, kteří na operaci pracovali, časy jednotlivých činností a grafické srovnání výkonů zaměstnanců. Tohoto způsobu zobrazení jsem docílil pomocí dvou reportu, kde první report obsahuje pouze tabulku s informacemi o zákaznicích, zakázkách až operacích a tlačítka pro kaskádové vnořování. Do posledního řádku jsem vložil pole pro subreport, kam jsem umístil druhý report s podrobnostmi o operacích, který měl jeden vstupní parametr vybranou operace.



Obr. 41 Report produktivity firmy na jednotlivých zákaznicích.

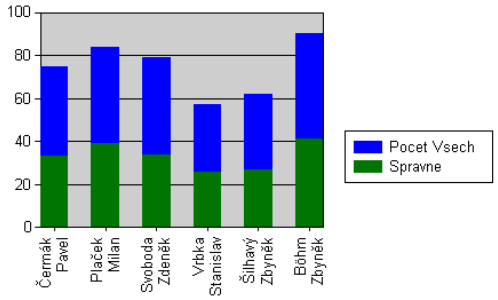
Report Operace vs. Programy

Tento report obr. 42 si firma vyžádala pro zobrazení programů, které jsou zavedeny v CNC stroji a jejich název nezačíná odpovídajícím číslem operace, na které je program použit. V tomto reportu uživatel vybere časové období, za které chce vidět počty nesprávně použitých CNC programu pro operace u jednotlivých zaměstnanců, kteří v tomto období pracovali na stroji.

Program vs. Operace

Od:1/1/2008 Do:1/30/2008 1:06:29 PM

Pracovník	Správně	Počet	Úspešnost
Čermák Pavel	33	42	82.85 %
Plaček Milan	39	45	94.07 %
Svoboda Zdeněk	34	45	86.74 %
Vrbka Stanislav	26	31	89.40 %
Šilhavý Zbyněk	27	35	91.96 %
Böhm Zbyněk	41	49	87.08 %



Obr. 42 Report Operace vs. Programy.

Report Operace plnění vs. Výkon

Tento report slouží k odhalení operací, jejichž výkon byl vysoký, ale plnění malé ve vybraném časovém úseku. To znamená, že poměr čistého obrábění a celkové doby operace na stroji byl vysoký, avšak poměr vykázaného času pracovníky a plánovaného času byl nízký, z toho plyne, že zisky z operace pro firmu nejsou tak veliké jak by vedení požadovalo. Způsob zobrazení těchto údajů je na obrázku 43.

Operace	Začátek operace	Konec operace	Výkon	Plnění	Výkon CAMPrace	
74458	28.2.2008	28.2.2008	52 %	43 %	10,521 %	0.00 %
74434	27.2.2008	28.2.2008	61 %	55 %	5,536 %	0.00 %
73426	27.2.2008	27.2.2008	64 %	67 %	11,354 %	0.00 %
74430	26.2.2008	26.2.2008	78 %	89 %	7,993 %	100.00 % 0.00 %
73655	18.2.2008	27.2.2008	53 %	64 %	4,780 %	0.00 %
74410	27.2.2008	27.2.2008	71 %	83 %	6,457 %	100.00 % 0.00 %
73890	28.2.2008	28.2.2008	79 %	94 %	7,672 %	100.00 % 0.00 %
73892	26.2.2008	26.2.2008	72 %	88 %	5,713 %	100.00 % 0.00 %
73936	27.2.2008	28.2.2008	75 %	94 %	6,119 %	100.00 % 0.00 %
73435	26.2.2008	26.2.2008	70 %	89 %	4,212 %	100.00 % 0.00 %
73447	28.2.2008	28.2.2008	68 %	94 %	9,258 %	100.00 % 0.00 %
73454	27.2.2008	27.2.2008	73 %	100 %	6,709 %	100.00 % 0.00 %
74491	26.2.2008	27.2.2008	53 %	80 %	8,204 %	100.00 % 0.00 %
74420	27.2.2008	27.2.2008	57 %	89 %	10,200 %	100.00 % 0.00 %
73637	27.2.2008	27.2.2008	54 %	95 %	24,979 %	100.00 % 0.00 %
74469	26.2.2008	26.2.2008	45 %	89 %	11,149 %	100.00 %

Obr. 43 Report Operace plnění vs. Výkon.

Další příklady reportů jsou zobrazeny v příloze 6.

7.4 .NET výstupy

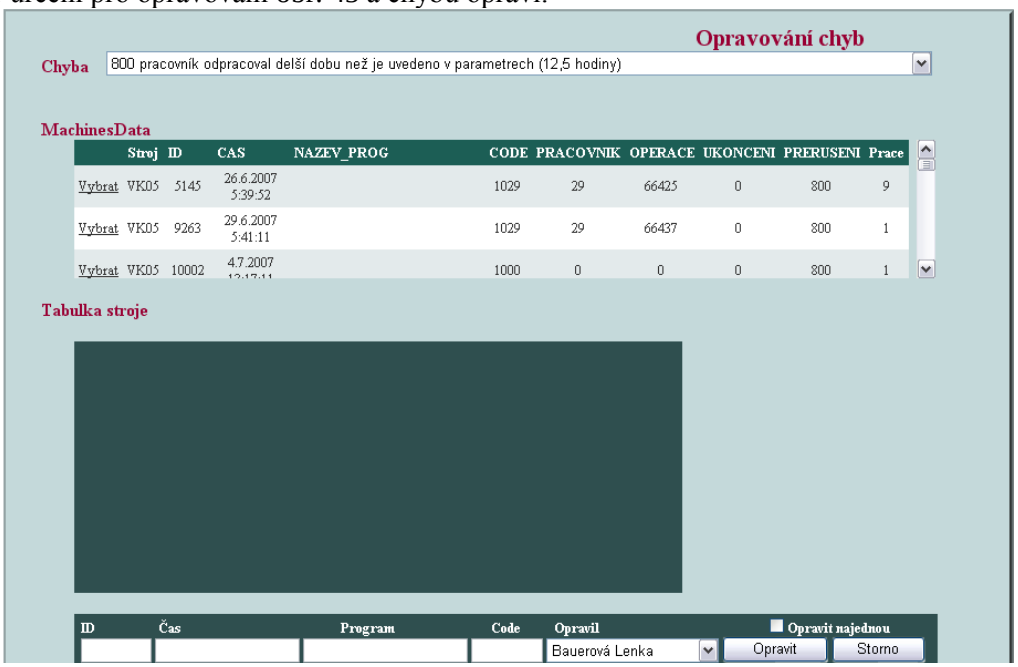
Knihoven .NET jsem využil pouze pro sjednocení reportů do jedné webové aplikace. Každý report jsem umístil na vlastní stránku do objektu s názvem ReportViewer, na který jsem navázal reporty ze serveru. Takovéto webové formuláře jsem připojil k hlavnímu formuláři s aplikačním menu obr.44, ve kterém se uživatelé pohybují mezi výstupy monitorovacího systému.

Obr. 44 Aplikační menu monitorovacího systému.

Systém je tvořen dvěma webovými aplikacemi, první je pouze pro čtení, slouží pro zobrazení dat a přístup k ní mají všichni ve firemní síti, druhá aplikace slouží pro správu systém, přístup k ní mají pouze pověřené osoby.

7.5 Korekce dat

Všechny tyto druhy výstupů by byly nepoužitelné, pokud by pracovaly s nekorektními daty. V datech monitorovacího systému může vzniknout chyba pouze při zápisu hodnot obsluhou CNC stanice do pole CODE v tabulce VKxxDiagnostic viz. kapitola 6 Návrh systému,tabulka 28. Tyto chyby je systém schopen detekovat, ale nedokáže je sám opravit. Pokud se v systému vyskytne chyba při zápisu obsluhou, do pole Preruseni v tabulce MachinesDATA se zapíše hodnota větší než 800. Na tyto chyby je potřeba reagovat a opravit je. Pokud tedy tabulka MachinesDATA obsahuje chybu, systém upozorní pověřeného pracovníka elektronickou poštou. Pracovník otevře formulář určení pro opravování obr. 45 a chybu opraví.

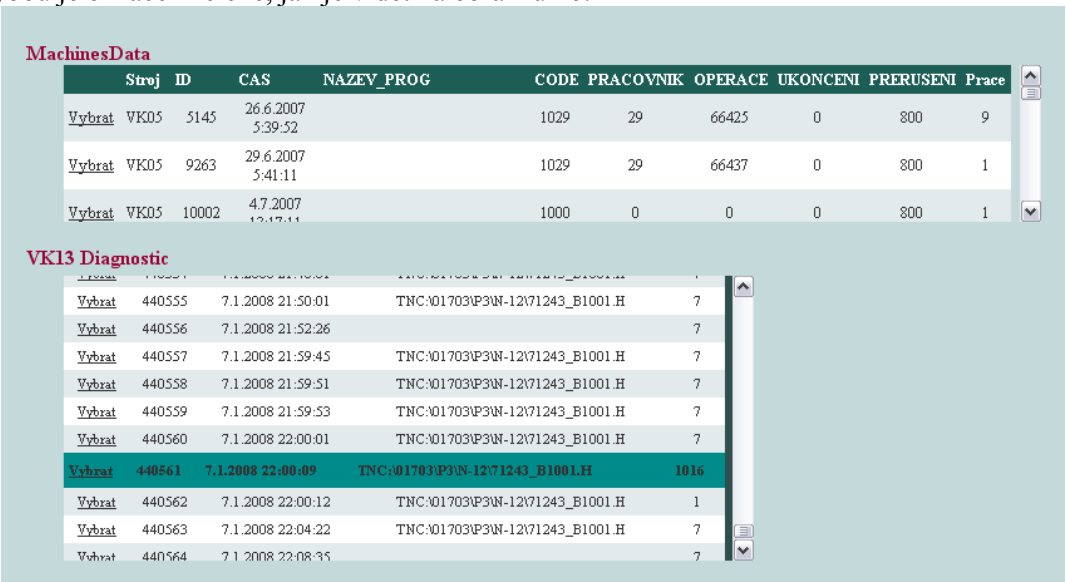


Obr. 45 Formulář pro opravu dat.

Opravování chyb je složitější operací, která vyžaduje zkušenosti pracovníka provádějícího operaci a malou znalost monitorovacího systému. Opravovací proces se skládá z několika kroků.

V prvním kroku obsluha vybere druh chyby seznamu, rolovací seznam je na obrázku 46 nahoře. Po té se v tabulce pod rolovacím seznamem zobrazí všechny chyby, které jsou v tabulce MachinesDATA a odpovídají vybrané chybě značením.

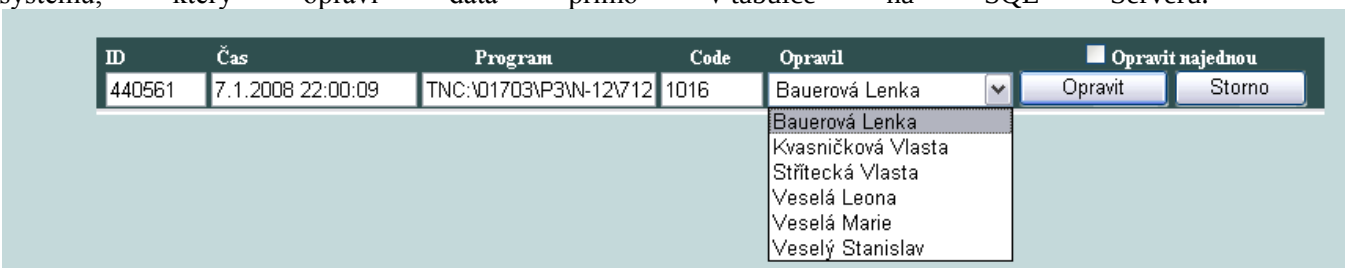
V druhém kroku obsluha vybere chybu z tabulky MachinesDATA stisknutím tlačítka Vybrat. Poté se zobrazí tabulka stroje, která chybu obsahuje např. Vk13Diagnostic. Řádek s chybou je označen zeleně, jak je vidět na obrázku 46.



Obr. 46 Detail nalezené chyby.

V tomto kroku uživatel vyhodnotí novou hodnotu pro opravu, proto jsou v tabulce VK13Diagnostic zobrazena data před i po chybném řádku. Pokud uživatel vyhodnotil novou hodnotu pro opravu, stiskne v tabulce VK13Diagnostic tlačítko Vybrat. Do editačních polí pod tabulkou VK13 se vloží data z vybraného chybného řádku. Do těchto polí obsluha zapíše nové opravné hodnoty, vybere své jméno v rolovacím seznamu a stiskne tlačítko opravit. Procedura, která tlačítko obsluhuje, opraví záznam v tabulce VK13Diagnostic, opraví data v tabulce MachinesDATA a zapíše řádek s informacemi o opravě do tabulky opravovaných chyb. Poslední krok opravování je zobrazen na obrázku 47.

Pokud by obsluha nedokázala opravit chybu pomocí tohoto formuláře, musí kontaktovat správce systému, který opraví data přímo v tabulce na SQL Serveru.



Obr. 47 Oprava chyby.

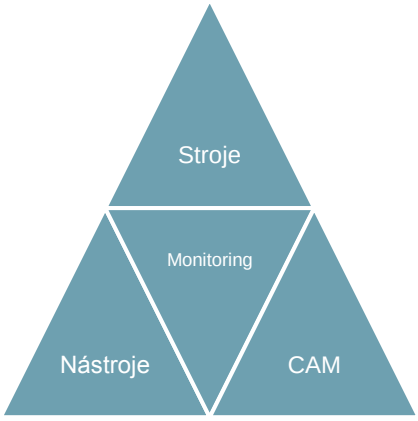
8. Závěr

Diplomová práce se zabývá problematikou monitorovacích systémů pro sledování CNC strojů. Tímto problémem se zabývá čím dál více výrobních firem, protože požadavky na produktivitu výroby jsou den ze dne vyšší. Aby výrobní firma byla schopná konkurovat na trhu, musí její výroba být co nejrychlejší, nejpružnější a hlavně nejefektivnější, proto firmy vítají možnost své stroje nebo linky sledovat. Tato diplomová práce slouží jako návod pro střední strojírenské podniky, které se zajímají o monitorování svých strojů. Jako vzor jsem si vybral střední strojírenskou firmu, která se zabývá třískovým obráběním, vlastní několik CNC strojů a jako úložiště dat používá SQL Server 2005.

Jak je patrné z analýzy trhu s informačními systémy pro monitorování CNC strojů, je tato oblast informačních technologií málo podporována softwarovými firmami, které se pouze zaměřují na veliké firmy. Pro středně veliké a malé podniky jsou řešení na trhu velmi drahá a zbytečně rozsáhlá, z tohoto důvodu se vybraná firma rozhodla vytvořit si vlastní monitorovací systém.

Tato práce se zabývá návrhem a tvorbou monitorovacího systému založeném na produktech firmy Microsoft. V práci využívám služeb produktu MS SQL Server 2005, mimo vlastního SQL jádra používám služby Integration Server Services (ISS) pro import dat do tabulek, Reporting Services pro zobrazení dat pomocí formulářů a hlavně OLAP Services. Služba OLAP je na trhu několik let, používají ji databáze Oracle, IBM. Microsoft ji poprvé implementoval do SQL serveru verze 2000. Nová verze 2005 ovšem dosáhla v této oblasti značného pokroku. Dle tvrzení tvůrců knihy Mistrství v programování MS SQL Server 2005, není používání OLAP služby tak rozšířené, jak by tato služba zasluhovala. Tato práce ukazuje příklad snadného použití služeb OLAP a jejího přínosu pro vedení firmy.

Práci jsem strukturoval podle zadání diplomové práce, tak abych naplnil všechny body zadání a splnil všechny cíle. Prvním cílem je analyzovat současný stav ručního sledování výrobních strojů, tímto problémem se zabývám v kapitole 4 Analýza současného stavu vybrané firmy v oblasti monitorování strojů a v kapitole 5 Analýza nabídky monitorovacích systémů na trhu ČR. Dalším cílem práce je navrhnout propojení řídicích systémů CNC strojů s firemním informačním systémem a umožnit automatizované sledování výrobních strojů. Tento cíl je popsán v kapitole 6 Návrh monitorovacího systému, kde se věnuji návrhu importu dat ze stroje, způsob uložení a zpracování dat, návrhu databáze a datové kostky, návrhu výstupních formulářů a reportů. Posledním cílem bylo vytvořit vybrané části aplikace, příklady vytvořených aplikací jsou uvedeny v kapitole 7 Tvorba vybraných částí. V této kapitole popisuji příklad aplikace pro import dat ze stroje, tvorbu datové kostky, příklady několika výstupních formulářů a nakonec aplikaci pro opravování dat v databázi.



Obr. 48 Informační systém.

Monitorovací systém, který je popsán v této práci, je součástí informačního systému, který

vybraná firma plánuje zavést. Další částí informačního systému je systém pro evidenci nástrojů a systém pro zpracování informací z CAM systému, jak je vidět na obrázku 48. Na systému pro evidování nástrojů pracuje jiný student, který má tento problém v zadání své diplomové práce. Systém pro zpracování informací z CAM systému vytváří zaměstnanec vybrané firmy. Testovací verze celého systému je již šestý měsíc v provozu ve vybrané firmě, kde monitoruje dva obráběcí stroje. Za tuto dobu stoupla díky efektivnějšímu plánování produktivita monitorovaných strojů o 20%, pokud se začnou monitorovat všechny stroje ve firmě a produktivita strojů by vzrostla stejným způsobem, zvýšil by se zisk firmy o 15% a výdělky zaměstnanců o 6%. Náklady firmy by díky odstranění ručního systému monitorování klesly o 3%.

9. Seznam literatury a použitých zdrojů materiálů:

[1] KOŠTURIAK, Jan; Gregor, Milan. Podnik v roce 2001. Praha: GRADA, 1993. 311s. ISBN 80-7169-003-1.

[2] LACKO, Branislav. Navrhování systémů řízení. Brno: srpen 2006. cit.26.února 2008 Dostupné z: http://autnt.fme.vutbr.cz/Lab/A4-603/opory/VNS.pdf

[3] FOTR, M. ; Píšek, J.. Exaktní metody ekonomického rozhodování. Praha: Academia, 1986. 168s.

[4] Mazak. CPC Monitorovací systém. Cit. 6.ledna 2008 Dostupné z: http://www.misan.cz/mazak/sortiment/mazak_cpc_monitor/monitor_stroju.htm

[5] Siemens. IT Solutions and Services. Cit 6.ledna 2008 Dostupné z: http://www.itsolutions.siemens.cz/web/

[6] LACKO, Luboslav. Business Inteligence v SQL Serveru 2005. Brno: Computer Press, 2006. 391s. ISBN 80-251-1110-5.

[7] BRUST, Andrew J.; Forte, Stephen: Mistrovství v programování SQL server 2005. Brno: Computer Press, 2007.847s. ISBN 987-80-251-1607-4.

[8] Semaco.Software WorkPLAN. cit. 15.ledna 2008, Dostupné z http://www.semaco.cz

[9] Ambica.Software ProClarity. cit 20.ledna 2008, Dostupné z: http://www.ambica.cz

[10] LACKO, Luboslav; ASP.NET a ADO.NET Hotová řešení. Brno: Computer Press, 2006. 384s. ISBN 80-251-1028-1.

[11] BAYER, Jurgen; C# Velká kniha řešení. Brno: Computer Press, 2006. 812s. ISBN 978-80-251-1620-3

[12] Tajmac. Nabídka CNC strojů Tajmac, cit. 15.ledna 2008 dostupné z: http://www.tajmac-zps.cz

[13] TOMEK, Gustav; Vávrová, Věra. Řízení výroby 2. vyd. Praha: Gardua, 2000. ISBN 80-7169-955-1

[14] VOLLMANN, Thomas E.; Berry, William L.; Whymark, D. Clay. Manufacturing and control systems, Illinois: IRWIN Homewood, 1992. ISBN 0-256-08808-X.

[15] ARLOW,J; Neustad, I.. UML a unifikovaný vývoj aplikací. Brno: Computer Press, 2003. ISBN: 978-80-251-1503-9.

[16] STANEK,R.W.. Microsoft SQL Server 2000. Praha:Grada Publishing, 2004. 431 s . ISBN: 80-7226-880-5.

[17] RADA, Jaroslav. Řízení kvality dat v Českém Telecomu. IT systém,2004, roč.40, č.6, s.12

[18] VIESCAS,John L. . Mistrovství v Microsoft Officce Access 2003. Brno: CP Books a.s., 2005. 960s. ISBN 80-251-0539-7.

[19] BRELSFORD,Harry. Microsoft Small Business Server 2000. Brno:Computer Press, 2003. 724s. ISBN 80-7226-820-1.

[20] BROKL, Zdeněk. Informační systémy a data. Automatozace, 2005, r.48, č.10, s.606

[21] LACKO, Luboslav. SQL Hotová řešení. Brno: Computer Press, 2003.297s. ISBN 80-7226-975-5

[22] KNIGHT, Brian. Microsoft SQL Server 2000 Pokročilé techniky. Brno: Computer Press Brno, 2004. 476s. ISBN 80-251-0111-8.

[23] STANEK, William R.. SQL Server 2005 Kapesní rádce administrátora. Brno: Computer Press, 2006. 542s. ISBN 80-251-1211-X.

[24] SHARP,John. Microsoft Visual C# Krok za krokem. Brno:Computer Press,2006. 528s. ISBN 80-251-1156-3

10. Seznam příloh

1. Příklad textového souboru Diag.tab
2. SQL Dotaz VK13DATA
3. Relační vazby
4. SQL dotaz pro CAsTAb
5. OLAP - datová kostka
6. Příklady reportů