

# Návrh databáze obráběcích nástrojů pro technologické účely firmy TAJMAC – ZPS.

Bc. Leona Zmeškalová

---

Diplomová práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav aplikované informatiky  
akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Leona ZMEŠKALOVÁ**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Návrh databáze obráběcích nástrojů pro technologické účely firmy TAJMAC – ZPS.**

### Zásady pro vypracování:

1. Analýza požadavků na údaje o obráběcích nástrojích, které je vhodné uložit do databáze nástrojů z hlediska jejich využití pro technologické účely podniku.
2. Analýza databáze systému NAHOS.
3. Analýza požadavků systému EdgeCAM na údaje o obráběcích nástrojích.
4. Návrh struktury databáze a její vazby na systémy NAHOS a EdgeCAM
5. Realizace navržené databáze v systému MS Access.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] Šimůnek, Milan: **SQL Kompletní kapesní průvodce**, Grada, Praha1999, ISBN 80-7169-692-7

[2] Vařecha, Martin: **Diplomová práce Programové vybavení pro evidenci náradí ve strojírenské výrobě - vzdálená správa databáze náradí**, 2003

[3] Verbovský, Jakub: **Diplomová práce Software for tools records an Engineering industry - communication with the user** 2003

[4] Svoboda, Michal: **Diplomová práce Rozšíření programového systému pro správu nástrojového hospodářství ve strojírenské výrobě**, 2004

[5] Katalogy nástrojů (firma SECO, WALTER, ISCAR, MAYKESTAG )

[6] Pathtrace, Nexnet, a.s.: **Technická příručka „První kroky s EdgeCAM 2005**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Lubomír Vašek, CSc.**  
Ústav aplikované informatiky

Datum zadání diplomové práce: **14. února 2006**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2006**

Ve Zlíně dne 14. února 2006

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*pověřený děkan*



  
doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce bylo vytvořit návrh databáze obráběcích nástrojů pro technologické účely firmy TAJMAC - ZPS a.s.

Teoretická část práce zahrnuje profil firmy, využití CAM systémů, analýzu požadavků na technické údaje o obráběcích nástrojích vhodných z hlediska technologického využití v podniku. V úvahu jsou vzaty připomínky technických pracovníků firmy. Analýza vychází z databáze NAHOS, kterou podnik v oblasti informačních technologií aplikuje a SW EdgeCAM a Kovoprog, které jsou využívány k programování CNC strojů. Praktická část je tvořena navrženou strukturou a realizací databáze TECHDAT v systému MS Access.

Klíčová slova: databáze, technologie, nástroje, informační systém, CAM systém, NAHOS, EdgeCAM, Kovoprog, MS Access, SW

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was to draft a database of the machine tools for the technological purposes of TAJMAC-ZPS a.s.

The theoretical part of this thesis includes the profile of the aforementioned company, using of CAM system and analysis of the requirements for the technical data related to machine tools that are suitable for their technological use in the company. The thesis also reflects the recommendations of the employees of the company. The analysis is based on NAHOS database, which is applied by the company in the area of information technology as well as SW EdgeCAM and Kovoprog, which are used for CNC machines programming. The practical part of this thesis consists of the proposed structure and TECHDAT database creation in MS Access system.

Keywords:

Database, technology, tools, information system, CAM system, NAHOS, EdgeCAM, Kovoprog, MS Access, SW (software).

Chtěla bych vyjádřit poděkování vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Lubomíru Vaškovi za cenné rady a připomínky, které mi poskytl a rovněž za odborné vedení při zpracování diplomové práce.

Motto:

*„ Třemi cestami můžeme dojít k moudrosti:*

*První je cesta zkušenosti – to je cesta nejtěžší.*

*Druhá je cesta napodobení – to je cesta nejlehčí.*

*Třetí je cesta přemýšlení – to je cesta nejušlechtlejší. “*

**K**onfucius (vl.jm. Kchung Čchiou, \* asi 551 – † asi 479 př.n.l.)

Ve Zlíně

.....  
Podpis diplomanta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 PROGRAMOVÁNÍ NC STROJŮ VE SPOLEČNOSTI TAJMAC – ZPS</b> .....	<b>11</b>
1.1 VYUŽITÍ CAM SYSTÉMŮ .....	11
1.2 VYUŽITÍ SW EDGECAM V TAJMAC - ZPS .....	12
1.2.1 Charakteristika SW EdgeCAM .....	13
1.2.2 Charakteristika databáze nástrojů EdgeCAM .....	14
1.3 VYUŽITÍ SW KOVOPROG V TAJMAC – ZPS .....	15
1.3.1 Charakteristika SW Kovoprog .....	15
1.3.2 Charakteristika katalogu nástrojů Kovoprog .....	16
1.4 CHARAKTERISTIKA POSTPROCESORU .....	16
<b>2 ANALÝZA POŽADAVKŮ NA ÚDAJE O OBRÁBĚCÍCH NÁSTROJÍCH</b> .....	<b>18</b>
2.1 POŽADAVKY NA IS .....	19
2.2 POŽADAVKY NA TECHNOLOGIL .....	19
2.2.1 Struktura výrobního procesu .....	19
2.2.2 Etapy výroby .....	20
2.2.3 Typy výroby .....	22
2.2.4 Typy technologičnosti výrobního procesu .....	22
2.3 POŽADAVKY NA DOSTUPNOST NÁSTROJE V RÁMCI PODNIKU .....	25
2.4 POŽADAVKY NA ÚDAJE NÁSTROJE .....	25
2.5 CHARAKTERISTIKA A ČLENĚNÍ NÁSTROJŮ V ZÁSOBNÍKU U SW EDGECAM .....	26
2.5.1 Základní popis členění zásobníku nástrojů v EdgeCAMu .....	27
2.6 ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI OBRÁBĚNÍ .....	31
2.6.1 Volba řezných podmínek .....	31
2.6.2 Způsoby navrhování řezných podmínek .....	31
2.6.3 Výpočet řezných podmínek pro frézování .....	34
2.6.4 Výpočet řezných podmínek pro vrtání .....	36
<b>3 ANALÝZA DATABÁZE SYSTÉMU NAHOS</b> .....	<b>38</b>
3.1 POŽADAVKY NA DATABÁZI NAHOS .....	38
3.2 ČLENĚNÍ DATABÁZE NAHOS .....	38
<b>4 ANALÝZA POŽADAVKŮ SYSTÉMU EDGECAM</b> .....	<b>41</b>
4.1 POŽADAVKY NA DATABÁZI EDGECAM .....	41
4.1.1 Popis členění databáze EdgeCAM .....	41
4.1.2 Popis charakteristiky podskupin databáze EdgeCAM .....	42
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>45</b>
<b>5 NAVRH STRUKTURY DATABÁZE TECHDAT</b> .....	<b>46</b>

5.1	NÁVRH STRUKTURY PRO FRÉZOVACÍ NÁSTROJE .....	50
5.1.1	Návrh názvu nástroje a popisu nástroje .....	50
5.1.2	Návrh podskupin pro frézovací nástroje .....	51
5.1.3	Návrh geometrie frézovacích podskupin.....	52
5.2	NÁVRH STRUKTURY PRO VRTACÍ NÁSTROJE .....	55
5.2.1	Návrh názvu nástroje a popisu nástroje .....	55
5.2.2	Návrh podskupin pro vrtací nástroje.....	55
5.2.3	Návrh geometrie vrtacích podskupin .....	56
<b>6</b>	<b>REALIZACE NAVRŽENÉ DATABÁZE TECHDAT .....</b>	<b>59</b>
6.1	POSTUP VYTVOŘENÍ DATABÁZE TECHDAT .....	59
6.1.1	Návrh a vytvoření tabulek .....	60
6.1.2	Určení relací .....	64
6.1.3	Vytvoření formulářů .....	64
6.1.4	Návrh propojení databází .....	66
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>72</b>

## ÚVOD

Rozvoj strojírenské výroby v České republice vyvolal potřebu rychlého zavádění moderních strojírenských technologií. K nim neodmyslitelně patří i automatizace konstrukčního procesu a automatizace technologické přípravy výroby. Tato situace vyvolala potřebu zavádění CAM systémů. Největší využití CAD/CAM systémů lze pozorovat v automobilovém průmyslu, při výrobě forem, zápuštěk a v letecké výrobě. Tento trend se objevuje v poslední době stále více i při výrobě standardních strojírenských součástí obráběcích strojů.<sup>1</sup>

V současné době je využití počítačové techniky v pracovním a rovněž v soukromém životě již samozřejmostí. Jde o nenahraditelného pomocníka zvláště v pracovním procesu, kdy je potřeba zpracovat mnoho informací a dat v krátkých časových úsecích.

Požadavky na úspory, optimalizaci a řešení nástrojového hospodaření vznikl ve Zlínské firmě Tajmac-ZPS, a.s. Hlavní požadavky tohoto výrobního podniku se týkají oblasti definice a technického popisu nástrojů a jejich sestav, problematiky seřizování nástrojů, oblasti programového řešení pro OHN, ale také aktivit souvisejících s implementací a vývojem databázového systému NAHOS.<sup>2</sup>

Na základě těchto požadavků byla vytvořena databáze NAHOS. Ve výše jmenované firmě je ve zkušebním provozu aplikována. V první fázi byla zpracována tak, aby odpovídala potřebám pro řízení nástrojového hospodářství, tedy hlavně zásobování a evidenci nástrojů.

Cílem této práce bylo provést analýzu a vytvořit návrh struktury databáze obráběcích nástrojů v Microsoft Accessu pro technologické účely podniku. Vytvořená databáze bude rozšířením implementované databáze NAHOS. Do databáze NAHOS bude plně integrována jako její nedílná součást rozšíření o technologickou část.

Nová část databáze bude rozšířená o potřebná technologická data, nazvala jsem ji proto TECHDAT. Součástí návrhu bylo určení potřebných dat tak, aby vznikla možnost připojení takto navržené databáze k zásobníku nástrojů, který je dostupný pouze v obráběcím softwa-

---

<sup>1</sup> [7] MM Průmyslové spektrum.html

<sup>2</sup> [4] Rozšíření programového systému pro správu nástrojového hospodářství ve strojírenské výrobě



ru EdgeCAM na každé stanici. Struktura tohoto zásobníku nástrojů je pevně dána výrobcem a nelze její části měnit ani rozšiřovat.

Databáze TECHDAT by měla vytvořit zdroj dat pro zásobník nástrojů.

Databázi mohou v budoucnosti využít technologové, programátoři obráběcích center i seřizovači, případně další technici. V úvahu proto byly vzaty připomínky technických pracovníků firmy. Analýza vychází z databáze NAHOS, kterou podnik v oblasti informačních technologií aplikuje a softwaru EdgeCAM a Kovoprog, které jsou využívány k programování CNC strojů. V praktické části je vytvořena struktura a realizována databáze TECHDAT v systému MS Access. Databázový systém umožní jednodušší a efektivní správu a manipulaci s daty.

# **TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PROGRAMOVÁNÍ NC STROJŮ VE SPOLEČNOSTI TAJMAC – ZPS

Společnost TAJMAC – ZPS, a. s. je vyspělá mezinárodní společnost s dlouholetou tradicí a s vysokou úrovní know-how.

TAJMAC – ZPS, a.s., zaujímá v ČR čelní postavení v oblasti obráběcích center a vícevřetenových automatů. Patří mezi největší české exportéry a zařazuje se do skupiny předních světových výrobců. Export představuje více než 80% z vyrobené roční produkce.

Výrobní program se skládá z výroby vysoce výkonných obráběcích center a ze světového hlediska špičkových vícevřetenových automatů. Stroje se uplatňují v nejnáročnějších průmyslových odvětvích na všech světových trzích a získaly si velmi dobrou pověst pro svoje vysoké technické parametry, přesnost a spolehlivost.<sup>3</sup>

Obráběcí proces je zajišťován obráběcími nástroji a strojním vybavením firmy. Celkový výrobní program zahrnuje mnoho oblastí: přípravu a dělení materiálu, obrážení, protahování, soustružení, vrtání, frézování, broušení, výrobu závitů, výrobu ozubení a další metody. Kromě obrábění je ve firmě zajištěna výroba odlitků i tepelné zpracování (kalení, cementování, zušlechťování atd.).

Programování je zavedeno pouze pro CNC frézky a CNC soustruhy. Jedná se jen o tyto dva typy obrábění – frézování a soustružení. Zároveň u obou typů se programuje vrtání (vyvrtávání, vystružování) a výroba závitů.

## 1.1 Využití CAM systémů

Společnost TAJMAC - ZPS, a.s. je firma zabývající se vývojem a výrobou obráběcích strojů. Disponuje koncentrovanou kapacitou zahrnující všechny etapy od vývoje až po výrobu.

---

<sup>3</sup> [8] TAJMAC – ZPS firma.html

Ve společnosti jsou dobré zkušenosti s využitím CAD i CAM systémů. Využití je soustředěno ve dvou základních oblastech:

- ✓ v oblasti vývoje a výroby součástí pro obráběcí centra a vícevřetenové automaty na CNC strojích ve vlastním výrobním provozu
- ✓ v oblasti zákaznické podpory, tj. zejména pro seřízení obráběcího stroje z produkce společnosti (hlavním sortimentem jsou vertikální obráběcí centra) na zadanou technologii podle požadavků zákazníka

Pro oblast programování výroby "nerotačních" součástí je používán CAM systém EdgeCAM nyní verze 10.00 a 10.50 od anglické firmy Pathrace Engineering Systems.

Pro oblast programování výroby "rotačních" součástí je používán CAM systém Kovoprog verze 3.01 od české firmy Peška & Brtna Software.

## **1.2 Využití SW EdgeCam v Tajmac - ZPS**

CAM systém EdgeCAM byl do společnosti zaveden v letech 2000 a 2001 v návaznosti na starší verzi CAM systému PAMS od stejné firmy, který byl používán od roku 1991. V závěru roku 2004, bylo vypsáno společností Tajmac – ZPS, a.s. výběrové řízení, které mělo za cíl vybrat nejvhodnějšího partnera na dodávku software EdgeCAM. Společnost NEXNET, a.s. splnila nejlépe řešení zadání výběrového řízení. Poskytla nejlepší technickou podporu a nabídku praktických zkušeností svých techniků při tvorbě specifických zákaznických postprocesorů.

Po vyhodnocení výběrového řízení, navrhla firma NEXNET, a.s. pro společnost Tajmac - ZPS, a.s. optimální složení konfigurací pro 10 PC stanic EdgeCAM tak, aby zde EdgeCAM přesně splňoval požadavky jednotlivých pracovišť při programování CNC strojů.

Díky profesionálnímu a serióznímu přístupu byla tato firma vybrána jako dlouholetý partner společnosti Tajmac - ZPS pro dodávku a technickou podporu EdgeCAM. Společnost rozšířila programování o obrábění Solid modelů v návaznosti na CAD software Pro/Engineer.

Může tak využívat nejmodernější CAD/CAM technologie, které jí umožňují obstát v náročném konkurenčním prostředí při výrobě a prodeji CNC strojů.<sup>4</sup>

EdgeCAM je integrovaný CAD/CAM systém s možností použití pro všechny standardní CNC stroje. Má dva moduly **frézování** a **soustružení** s možností programovat v obou modulech také vrtání, vyvrtávání, vystružování a výrobu závitů. V podniku je využit pouze modul frézování. Poskytuje možnost programování obrábění v profesi frézovací - vrtací od řízení dvou os až po pětiosé obrábění s možností rotace stolu. Pro programování soustružení ve firmě neslouží modul soustružení SW EdgeCAM, ale je v této firmě využíván jiný SW Kovoprogram.

### 1.2.1 Charakteristika SW EdgeCAM

Nejnovější verze EdgeCAM nabízí jedinečnou bezpečnost programování při použití komplexní vizualizace dráhy nástroje na modelu CNC stroje pro novou generaci frézovacích CNC strojů. Verze EdgeCAM 10 představuje důležitý krok ve vývoji EdgeCAM produktů.

Novinkou ve verzi 10 je schopnost simulace stroje, která dále rozšiřuje komplexní verifikaci a simulaci obrábění pomocí dřívějších verzí EdgeCAM. Kompletní model CNC stroje je zobrazen během celé simulace obrábění s realistickým zobrazením pohybu všech jeho pohyblivých komponent.

Detailní model stroje může být vytvořen ve vhodném CAD systému, jako je SolidWorks, Autodesk Inventor nebo EdgeCAM Part Modelář. Jako alternativu k přesnému modelování stroje je možno využít efektivní, i když méně detailní modely základních strojních součástí, které jsou definovány parametricky v EdgeCAM Konstruktéru postprocesorů. Tyto modely umožní rychlou a snadnou tvorbu definovaných zařízení, jako jsou nástrojové hlavy, včetně a nástroje.

Komplexní NC program může být prověřen před jeho načtením do CNC stroje, díky tomu má operátor u CNC stroje vyšší důvěru k programům a je dosaženo výrazného snížení času

---

<sup>4</sup> [10] <http://www.pathtrace.cz/www/3novinky/zpstajmac.php>

nutného na výrobu dílců. Proces optimalizace obrábění je podporován grafickým časovým přehledem, který zobrazuje obráběcí operace pro jednotlivé nástrojové hlavy a vřetena, které mají být současně synchronizovány pro optimalizaci a minimalizaci strojního času.<sup>5</sup>

EdgeCAM zahrnuje řadu propracovaných nástrojů navržených pro zkrácení doby programování, jako např. programování pomocí strojních cyklů, vytváření podprogramů, databázi nástrojů tzv. zásobník nástrojů, kde lze nadefinovat nástroj včetně možnosti jeho grafického zobrazení. Další vylepšení je programování s operacemi (sloučení série cyklů a příkazů do tzv. operace, což zvyšuje produktivitu práce programátora při tvorbě NC programu a umožňuje i vytváření vlastních operací). Vytvořená geometrická data i postup obrábění je možno v případě potřeby editovat, přičemž systém sám zajistí okamžité přepočtení drah nástroje v závislosti na změně geometrie.

Pro modul frézovací jsou k dispozici všechny druhy vrtacích a závitovacích cyklů, frézování drážek a dále hrubovací a dokončovací frézovací cykly.

EdgeCAM dobře spolupracuje s CAD systémy. Je schopen importovat a číst soubory z širokého spektra CAD systémů - SolidWorks, SolidEdge, Autodesk, Mechanical Desktop, CATIA, AutoCAD a v poslední řadě také Pro/Engineer bez použití filtrů a překladačů jejich původních souborů. Díky tomu je možno využít vlastního vytvořeného modelu příslušného CAD systému pro generování drah nástroje. Právě posledně jmenovaný systém Pro/Engineer je v této společnosti využíván ke konstrukci modelů.

### **1.2.2 Charakteristika databáze nástrojů EdgeCAM**

Po určení a nastavení postupu obrábění součásti lze provést simulaci průběhu výroby. Simulace je spolehlivá kontrola vytvořeného obráběcího procesu. Můžeme zkontrolovat, zda jsme nezapomněli některou část obráběné součásti obrobit. Simulační obráběný model necháme porovnat s modelem výrobku a SW vyhodnotí stav obrobění. Rovněž zobrazí pří-

---

<sup>5</sup> [11] ECAMEdgeCAM - CAD/CAM Software od firmy Pathtrace.htm

padné kolize nástroje s obrobkem. Můžeme tak upravit nastavení obrábění v programu ještě v době jeho přípravy a předejít pozdějším fyzickým nepříjemným kolizím na CNC stroji.

Programování s využitím vizualizace předpokládá, že jsou v prostředí EdgeCAMu nadefinovány rozměry nástroje v databázi nástrojů před simulací obráběcího procesu. K tomuto slouží právě výše zmíněná databáze nástrojů, která umožňuje nadefinovat nástroj i jeho řezné podmínky. Nadefinovaný nástroj je uložen v zásobníku nástrojů a je opětovně kdykoliv využíván nebo v případě potřeby upravován. Při práci se zásobníkem nástrojů, můžeme používat vždy jen jeden konkrétní zásobník, ale lze využívat nástroje z různých databází, protože existuje možnost využívat vzájemně vytvořené zásobníky mezi programátory. Přesto, že máme vytvořeno několik zásobníků existuje možnost pracovat pouze jen s jedním. Zásobník nástrojů slouží kromě simulace obrábění i k urychlení programování (nemusíme opětovně zadávat požadované údaje), zadané rozměrové údaje umožní grafické znázornění nástroje v programu a jsou využity k výpočtům řezných podmínek, zadané technické i technologické údaje se načítají při překladu programu postprocesorem.

### **1.3 Využití SW Kovoprog v Tajmac – ZPS**

Využívaný CAM systém Kovoprog pro programování soustružení vč. vrtacích cyklů je plně český produkt. Tato verze byla do společnosti zavedena v roce 2000 a navázala na starší verzi systému od stejné firmy, který byl používán od roku 1992. Nejlepší zkušenosti ve firmě jsou s verzí 3.01, novější verze 4.0 je prozatím ve zkušební fázi.

#### **1.3.1 Charakteristika SW Kovoprog**

Kovoprog klade důraz na pohodlnost a přehlednost. Je vybaven vlastním grafickým editorem pro kreslení obráběných tvarů. Vytváření postupu obrábění je založeno na přiřazování technologických operací k jednotlivým nástrojům do přehledného postupového listu. Vytvořená geometrická data i postup obrábění je možno kdykoliv editovat, přičemž systém sám zajistí okamžité přepočtení drah nástroje, popř. výsledného NC programu.

K nejdůležitějším vlastnostem systému Kovoprog patří zejména grafický editor pro konstrukci tvaru součástí a polotovaru, import grafických dat ve formátech DXF a IGES, export ve formátu DXF, grafický návrh technologických operací, průběžný výpočet tvaru obrobku, katalog nástrojů, možnost importu dat z předchozích verzí ve formátu PPR, vlastní programovací jazyk a možnost rozšiřování pomocí maker atd.<sup>6</sup>

### **1.3.2 Charakteristika katalogu nástrojů Kovoprog**

K systému byla dodána výrobcem databáze nástrojů. Zde si může programátor nadefinovat používané nástroje po stránce rozměrových a technicko-technologických hodnot. Rozměrové hodnoty tvoří hlavní součást pro simulaci obrábění, nemusíme opětovně potřebné údaje o nástroji zadávat, urychlíme tak přípravu programů. Nástroj lze v katalogu nástrojů nadefinovat i zobrazit graficky. V případě potřeby je možnost editace uloženého nástroje. Tato databáze tak poskytuje příjemnější a rychlejší vytváření NC programů a zvyšuje produktivitu programování.

Dodavatel vytvořil strukturu katalogu nástrojů, kterou je možno editovat. Lze přidávat skupiny nástrojů a lze měnit strukturu potřebných dat dle potřeby programátorů.

## **1.4 Charakteristika postprocesoru**

S programováním obráběcího procesu souvisí konečný krok a to je využívání postprocesoru. Postprocesor převádí obráběcí instrukce z EdgeCAMu / Kovoprogu do CNC programu. Jde tedy o softwarový převodník dat z CAD / CAM systému do datového jazyka konkrétního obráběcího stroje. Při tvorbě postprocesoru se zohledňují jednotlivé parametry obráběcího stroje. Kvalitní postprocesor v sobě obsahuje veškeré informace o vlastnostech daného

---

<sup>6</sup> [12] KOVOPROG\MM Průmyslové spektrum.htm



typu stroje, tak aby bylo optimálně a efektivně využito všech jeho funkcí v souladu s CAD / CAM systémem.

Univerzální postprocesor neexistuje, je potřeba jej naprogramovat pro každý stroj zvlášť. Cesta k dokonalému postprocesoru se stává obtížnější i kvůli faktu, že většinou neexistují dvě identické konfigurace obráběcího CNC stroje. Počet možných kombinací je velmi vysoký. Když toto uvážíme, není překvapující vysoká možnost nezdaru při neodborném programování.

V souvislosti s překladem nastaveného programu postprocesor pracuje i se zadanými údaji nástrojů. Ze zásobníku nástrojů nebo katalogu nástrojů zavede do přeloženého programu potřebné zadané technické i technologické parametry nástrojů. Konečná fáze programování znamená odladění (úpravu) nedokonalostí přeloženého programu při obrábění na konkrétním stroji s konkrétními nástroji uloženými do zásobníku stroje. Tuto činnost provádí programátor ve spolupráci s obsluhou CNC stroje. Mezi přípravou programů a zavedením programu na konkrétní stroj je často časová prodleva. Důvodem úpravy programu může být i potřeba změny vybraného typu nástroje např. z důvodu, že není vybraný určený typ nástroje momentálně z nějakého důvodu (byl např. zaslán k přebroušení) k dispozici.

## 2 ANALÝZA POŽADAVKŮ NA ÚDAJE O OBRÁBĚCÍCH NÁSTROJÍCH

Zlínská firma TAJMAC – ZPS a.s. využívá z hlediska programování tedy dvou SW ve dvou oblastech. V oblasti frézování neboli obrábění „nerotačních“ součástí SW EdgeCAM pro vytváření NC programů pro CNC frézovací centra. Tento SW je využíván ve větší míře. Je ve firmě instalován na 10 pracovních stanicích.

V oblasti programování soustružení neboli obrábění „rotačních“ součástí pro vytvoření NC programů pro CNC soustruhy slouží SW Kovoprog. Charakteristika a využití obou SW v podniku je již výše popsána. SW Kovoprog je využíván jen v menší míře pro programování CNC soustruhů slouží 2 pracovní PC stanice.

Oba SW mají k dispozici databázi nástrojů, kterou vytváří a používá každý programátor samostatně na své PC stanici. Vznikl tak požadavek na jednotnou databázi na obráběcí nástroje hlavně pro rozšířenější SW EdgeCAM.

Důvody proč rozšířit jen údaje pro programování frézování jsou zcela patrné a byly vysloveny při diskuzích s technickými pracovníky o rozšíření databáze NAHOS.

Změny nebo vyhledání nových nástrojů pro programování soustružení nejsou nijak výrazné. Je již zavedena stabilní základna nástrojů a požadavky na nové nástroje se objevují jen sporadicky. Jiná situace je ve výrobě nerotačních součástí, je potřeba řešit vhodné nástroje pro výrobu poměrně často u více programátorů a u technických pracovníků firmy. Důvodem je i to, že převažuje výroba nerotačních součástí. Úspory ekonomické na nákup nástrojů a časové na určení vhodného nástroje lze dosáhnout především v oblasti pro programování nerotačních součástí.

Pro ostatní oblasti obrábění ve firmě není zavedeno programování a nevznikají potřeby zjistit a zadat rozměry nebo technologické parametry nástrojů.

## **2.1 Požadavky na IS**

Dnešní svět je ovládán výpočetní technikou. Tak zvané informační technologie mají stále větší význam. Využití PC pro počítačové konstruování (CAD), počítačem řízenou výrobu (CAM), počítačem řízené obráběcí stroje (CNC – stroje) a počítačovou podporu vývoje (CAE) jsou jednoznačné. S tím souvisí i následné využívání simulačních metod. Počítače tak slouží nejen k ukládání dat, ale mají velký význam pro zpracování rozsáhlých úloh. S náročností zpracování dat a úloh vznikají nové požadavky na optimalizaci systémů. Proto vznikl v podniku TAJMAC – ZPS a.s. požadavek na rozšíření stávající zaváděné databáze o databázi nástrojů určenou pro technologické účely nebo taky o rozšíření zaváděné databáze NAHOS o potřebná data. Implementace rozšiřující databáze do databáze NAHOS bude výhodnější. Nebudou dva informační systémy, ale jen jeden.

## **2.2 Požadavky na technologii**

Obrábění je technologie, která se mění podle vývoje materiálů a je současně ovlivněna vývojem rezných nástrojů. Zlepšování výroby podle nových technologií zvýší možnost konkurenceschopnosti podniku. Výrobce nástrojů tato skutečnost nutí k nabídce lepších rezných materiálů, vývoji lepších geometrií břitů nebo nových metod upínání a tedy k nabídce hospodárnější metody. Efektivnější metody obrábění znamenají nižší náklady a zvýšení produktivity výroby.

### **2.2.1 Struktura výrobního procesu**

Výrobní proces je činnost, při které se výchozí materiál (polotovary) přetváří v hotový výrobek.

### ***Členění výrobního procesu***

Pokud budeme postupovat od větší části činnosti po nejmenší část, lze u výrobního procesu určit.

operace – je nepřetržitě prováděná a ukončená část výrobního procesu. Je charakterizována stejným výrobním cílem, vykonávána na jednom pracovišti na jednom nebo stejných pracovních předmětech zpravidla jedním pracovníkem

úseky – je část operace, v níž se vykonává práce za přibližně stejných technologických podmínek

úkony – ucelená jednoduchá pracovní činnost organizačně neoddělitelná

pohyb – je nejmenší část pracovní činnosti, popisovaná hlavně v hromadné výrobě a u montážních prací. Pohyby mají být co nejjednodušší a jsou to nejmenší měřitelné prvky.

### **2.2.2 Etapy výroby**

Výrobní proces začíná příjmem veškerého materiálu (suroviny, materiál, polotovary) v podniku a končí expedicí hotového výrobku zákazníkovi.

Výrobní procesy tvoří výrobu a u ní můžeme určit její etapy:

předvýrobní – přípravná fáze, období před vlastní výrobou

dělí se na:

*konstrukční přípravu* – zpracování výkresové dokumentace na základě vývoje a výpočtů

*technologickou přípravu* – návrh výrobních postupů, vhodných nástrojů a přípravků

*zásobování* – zajištění výchozích surovin a polotovarů

výrobní – fáze, kdy se z výchozích surovin a materiálů zhotovují strojírenské polotovary vhodné k případnému dalšímu zhotovení nebo tepelnému zpracování

zhotovující – podle výrobního postupu z polotovarů nebo výchozích materiálů se zpracují na výrobky, výrobní postup tvoří množství výrobních pochodů

montážní – jednotlivé výrobky a součástky se spojují do montážních celků, které také nazýváme montážními sestavami, za konečnou montáží následuje funkční zkouška a povrchová úprava hotového výrobku, podíl montážních prací tvoří 30- 50% pracnosti výrobků

odbytová - v této části etapa výroba ukončena a po nezbytné výstupní kontrole dojde k předávání výrobku zákazníkovi a k fakturaci nebo přímé platbě za hotový výrobek. Pokud nebyl dodržen tvar, tolerance, rozměry, jakost nebo kvalita výrobku může zákazník odmítnout výrobek. Takovéto nepříjemnosti může zabránit odpovědně prováděná kontrola v průběhu etap výroby a nezbytná kontrola po ukončení výroby a samozřejmě dodržování jakosti dle zásad ISO.

Ve společnosti Tajmac- ZPS a.s. je kvalita zajišťována dodržováním zásad dle systému řízení jakosti a dle požadavků normy ČSN EN ISO 9001. Společnost má v souladu s požadavky těchto norem vytvořenu „Příručku jakosti“. Příručka jakosti je určena pro vnitřní potřeby společnosti, pro potřeby auditů externích organizací a pro prezentaci systému řízení jakosti společnosti obchodním partnerům. Organizace uplatňuje a udržuje zásady jakosti a díky tomu neustále zlepšuje efektivnost. Důslednost dodržování těchto zásad se projeví zpětně například na stabilnějším postavení společnosti na trhu, zvýšením obratu, menším počtem reklamací a tím dochází ke snižování nákladů na jejich řešení.

servisní služba - u mnohých podniků i u tohoto podniku pokračuje etapa výroby servisní a poradenskou službou

### 2.2.3 Typy výroby

Podle počtu vyráběných kusů lze dělit typy výroby:

1. kusová – zavedena při výrobě malého množství součástí. Její průběh se opakuje nepravidelně a v některých případech vůbec (prototypy)
2. sériová – vyrobí se určité množství výrobků stejného druhu (série). Výroba se opakuje pravidelně nebo nepravidelně – malo, středně, velkosériová.
3. hromadná – vyznačuje se velkou opakovatelností a dlouhou stálostí těch samých výrobků, je zavedena při výrobě většího množství

plynulá – zdokonalení výroby hromadné, doprava výrobků a polotovarů je zmechanizovaná

V podniku Tajmac – ZPS a.s. převažuje malosériová a kusová výroba, která klade větší požadavky na přípravu výroby a zajištění vhodné technologie výroby a vhodného nástroje.

### 2.2.4 Typy technologičnosti výrobního procesu

*Technologický proces* je část výrobního procesu, jehož náplní je získání konečného výrobku v požadovaném tvaru, jakosti a provozních vlastnostech za pomoci strojů, strojních systémů a zařízení. Nezbytnou úlohu zde hraje lidský faktor a zvolená technologie.

*Technologie* je výrobní postup vyplývající z určité kombinace výrobních faktorů. Vhodně zvolená technologie následně zvyšuje produktivitu práce a významně ovlivní i ekonomický růst.

Uplatní se zde dvě hlediska:

1. technologické hledisko konstrukce
2. technologičnost obrábění

**Technologické hledisko konstrukce** je takové konstrukční provedení součásti nebo výrobku, které zaručí co nejehospodárnější výrobu při splnění všech funkcí, životnosti a spolehlivosti výrobku. Toto hledisko je vázáno na výrobní podmínky podniku (strojní vybavení, automatizaci) rovněž je ovlivněno sériovostí výroby (typ výroby – kusová, malosériová, hromadná).

**Technologičnost obrábění** může ovlivnit mnoho požadavků a faktorů:

- § součást obrobit s co nejmenším počtem upnutí (minimalizujeme počet operací)
- § zajistit tuhost upnutí (vyhneme se chvění a tím zvýšenému opotřebení nástroje, zhoršení kvality obrobené plochy)
- § volit minimální přídavky pro obrábění (spotřeba materiálu pro výrobu, zkrácení technologie obrábění následná úspora obráběcích časů)
- § volit optimální polotovary (toto hledisko závisí na kusovosti materiálu a určeném druhu materiálu součásti)
- § materiál zvolit s dobrou obrobiteľností (snadno obrobiteľné materiály znamenají zrychlení obrábění)
- § snížit pracnost výroby součásti a celého výrobku na minimum (obrábět jen nezbytně nutné plochy, obrábět více ploch najednou, důležitá je i dobrá přístupnost k obráběným plochám)
- § na obráběcích centrech můžeme zároveň provádět různé operace (soustružení, frézování, vrtání apod.)
- § konstrukčně navržený tvar by měl být vyrobiteľný pomocí univerzálního nástroje nebo náradí (běžné nástroje zakoupíme, speciální budou dražší nebo si je musíme nechat vyrobiť)
- § složité tvary nahradit jednoduššími tvary (optimalizované tvary pokud to dovolí funkce výrobku; nejlevnější a nejjednodušší tvar na obrábění je rotační tvar, složitější kuželový a rotační tvarovou plochu zvládneme soustružením, hranaté součásti jsou vhodné pro frézování)

- § zvolená drsnost a přesnost jen nezbytně nutná pro funkci a montáž (čím přesnější rozměry tím nákladnější výroba, zvýšení počtu operací, oproti konvenčnímu obrábění na NC centrech dosahujeme poměrně vysokou přesnost apod. Doporučení nikdy nevyrábět součást přesněji než je požadavek na výkrese.)
- § vytvořit vhodné podmínky pro plynulé najíždění a vyjíždění nástroje (snadná kontrola pohybu nástroje vůči obrobku)
- § využít vysokých řezných rychlostí (teplo jde více do třísky a méně do obrobku, jde o vysokorychlostní obrábění)
- § menší hloubka třísky zase znamená méně se zahřívající nástroj

Pro *technologii výroby* je také podstatný *technologický postup*. Jedná se o technický a ekonomicky nejvhodnější a pro výrobce závazný postup výroby. Ten je zaměřen na časovou posloupnost činnosti strojů a dalších výrobních zařízení potřebných ke zhotovení výrobku.

Člení se obvykle na *operace a operační úseky*.

Firma dodržuje a ve výrobě prověřuje technologické postupy výroby, je tak zajištěna také kvalitní výroba při opakované výrobě. Při přípravě programů podle dodaných dat z konstrukčního oddělení probíhá rovněž úzká spolupráce s konstrukčním oddělením. Aby uspěla v konkurenci, musí firma obě hlediska jak konstrukční tak technologičnost obrábění uplatňovat a to také provádí. To vše přispívá ke kvalitě a ekonomičnosti výroby.

V době přípravy výroby a navrhování technologického postupu je kromě jiných požadavků podstatné **zjištění vhodných výrobních nástrojů** a jejich zajištění pro výrobu. Vzniká zde **požadavek na údaje o obráběcích nástrojích**. Aby případný chybějící nástroj nemohl v budoucnu zkomplikovat plynulost výroby je nezbytně nutné v této fázi přípravy ověřit, zda bude k dispozici vhodný nástroj. Pokud není zjištěn je dalším krokem objednání nebo případné zhotovení potřebného speciálního nástroje.

Požadavek na **zjištění vhodného nástroje může zajistit dostupnost potřebných údajů o nástroji**. Potřebná data v databázi jako je např. filtrování nástrojů podle průměru nebo vy-



hledání podle délky řezné části v navržené a prozatím realizované databázi NAHOS nemůžeme nalézt. Je zde prostor pro rozšíření o tuto technologicky potřebnou část databáze.

### **2.3 Požadavky na dostupnost nástroje v rámci podniku**

Tlak trhu nutí produkovat výrobky kvalitněji, levněji, rychleji a efektivněji. V době přípravy výroby musí být potvrzeno, že máme k dispozici všechny potřebné nástroje. Lepší příprava zmenší náklady a bude minimalizovat prodlevy. Přehled o údajích a dostupnosti nástroje má tak v podniku nejen význam pro přehlednost skladování nebo sortimentu nástrojů, ale také velký význam ekonomický. Včasné a rychlé zjištění dostupnosti nástroje se projeví i v hospodárnosti a ve zlevnění výroby.

Pokud nemá technický pracovník dostupnou informaci o tom, zda je pro výrobu požadovaný nástroj ve firmě dostupný objedná například nástroj znovu. Databáze NAHOS by měla být o tuto část rozšířena tak, aby bylo možno nástroj sledovat i pokud se bude nacházet u konkrétního stroje nebo pracovníka. Požadavek na dostupnost nástroje je potřeba vyřešit v době přípravy výroby a tento údaj by měla databáze o nástrojích obsahovat. Technický pracovník pak může rozhodnout, zda je nebo není potřeba nástroj objednat. Tím vznikne podniku úspora finančních nákladů na nákup nástrojů, bude lépe hospodařit s nástroji.

### **2.4 Požadavky na údaje nástroje**

Dostupnost údajů o nástroji má své opodstatnění. Uložení údajů o nástroji v databázi pomůže rovněž zrychlení přípravy výroby. Pokud nemáme nástroj v databázi popsán pak vhodnost nástroje můžeme většinou zjistit z katalogu příslušné firmy (pokud jej máme od firmy k dispozici) nebo musíme nástroj fyzicky v podniku vyhledat a prověřit. To samozřejmě zdržuje přípravu výroby, a pokud takovou činnost vykonává programátor jde také o zdržení přípravy programu.

Požadavek na údaje nástroje budou z technologického pohledu závislé na výsledném výrobku. Na jeho požadovaných vlastnostech, rozměrech – jeho přesnosti výroby, požadované kvalitě apod. Rovněž se odvíjí od typu nebo druhu nástroje, který bude pro potřeby obrábění využit (frézování – frézy, soustružení – soustružnické nože, vrtání – vrtáky, řezání závitů – závitníky atd.). Bude tento údaj ovlivněn i tím, pro jaký stroj bude použit. Zda jde o obrábění klasickými metodami nebo bude potřebný nástroj zjišťován pro programování na CNC centrech. Pokud potřebujeme využít schopnosti simulace při programování je nezbytné uvést údaje popisující nástroj. Čím přesněji nástroj rozměrově popíšeme, tím přesnější a fyzické výrobě odpovídající simulaci v programu provedeme.

Podnik Tajmac – ZPS a.s. provádí programování pro CNC centra pomocí SW a rozměrové údaje o nástrojích jsou pro programátory nezbytné. Požadavky na údaje o nástrojích tak vyplývají z rozšířenějšího SW EdgeCAM. Podrobnější návrh struktury údajů řeším v části bod 5 [Návrh struktury databáze.](#)

## **2.5 Charakteristika a členění nástrojů v zásobníku u SW EdgeCAM**

První členění nástrojů by se podle požadavku na propojení stávající vytvořené databáze NAHOS a zásobníku nástrojů EdgeCAM mělo vytvořit tak, že zachováme skupiny a podskupiny nástrojů, tak jak jsou zadány v zásobníku EdgeCAMu. Důvodem k tomu je, že tyto skupiny jsou v zásobníku pevně zadány a neměnné. Struktura rozměrů je také pevně zadána a není možnost ji měnit. Výrobce tohoto SW má prozatím zásobník nástrojů uzpůsoben pro tisk na tiskárnu nebo tisk do souboru k uložení některých dat ze zásobníku ve formátu textového \*.csv, \*.txt souboru. Opačný postup načtení dat do zásobníku nástrojů prozatím realizován nemá.

Jakékoliv údaje a řezné podmínky nástroje jsou zadávány do zásobníku pouze programátory v prostředí EdgeCAMu. Kromě těchto technických pracovníků nemá nikdo jiný možnost přístupu. Je zde pouze možnost sdílet vzájemně zásobníky mezi programátory nebo mít jeden sdílený. Protože v podniku je výrobní program rozmanitý i stroje specifické a rozmanité není zde prostor pro sdílený zásobník. Každý programátor si tak tvoří vlastní databázi

dle svých schopností a zkušeností. Rozmanitost zadaných údajů a nedostupnost dat pro ostatní technické pracovníky, kteří by data využili, vedlo k požadavku na rozšíření o technologickou část vytvářené databáze NAHOS.

### 2.5.1 Základní popis členění zásobníku nástrojů v EdgeCAMu.

V zásobníku nástrojů jsou pevně zadané dvě skupiny **Frézovací nástroje** a **vrtací nástroje** a ty mají několik dalších neměnných podskupin, které se liší tvarově nebo použitím.

Nástroj musí být ve skupině před zadáváním dalších parametrů vybrán do příslušné podskupiny, musíme určit, kam bude zařazen. Podle zvolené podskupiny je pak dostupnost příslušného geometrického a technologického popisu nástroje. Tyto podskupiny nástrojů jsou graficky charakterizovány příslušnou ikonou.

#### 1. skupinu tvoří nástroje: Frézovací

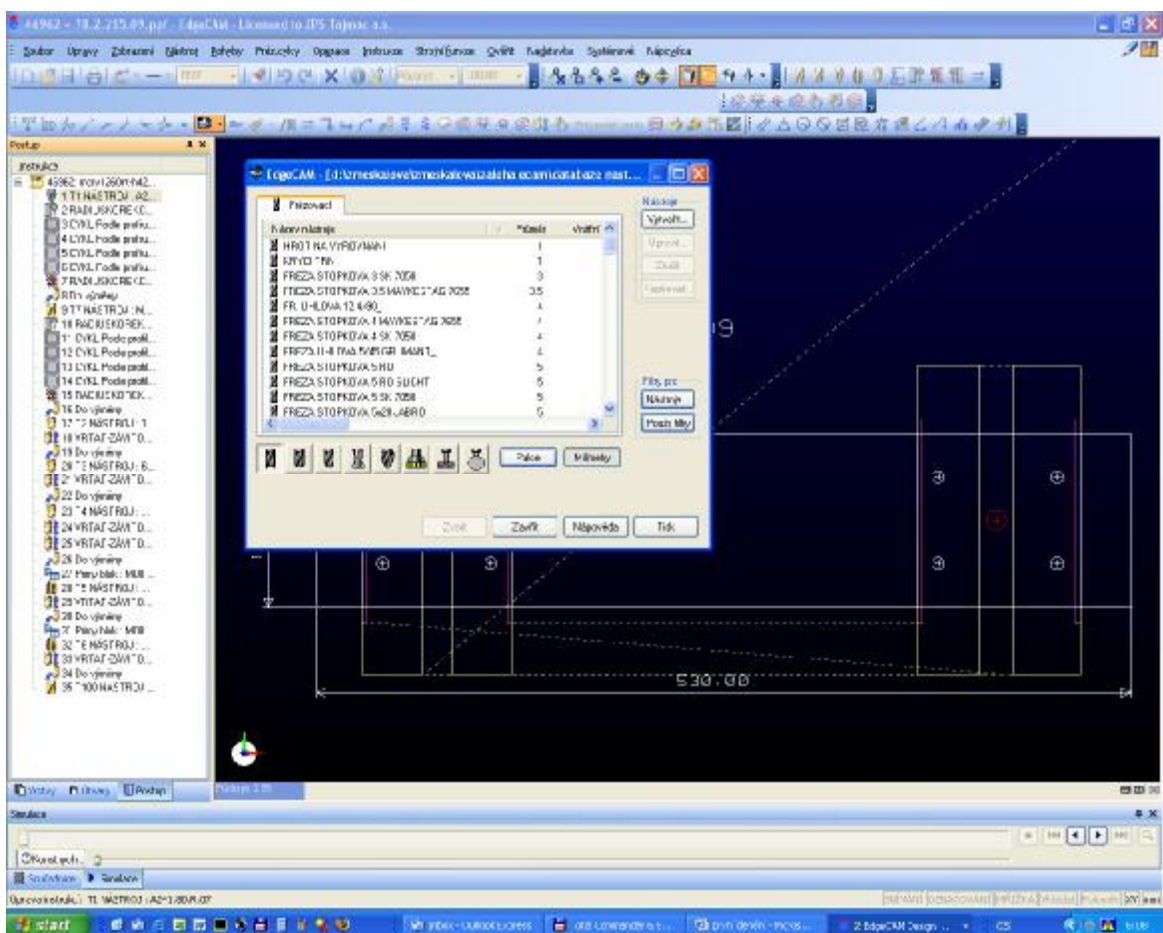
Tabulka I. Frézovací podskupiny popis

Číslo	Název	Charakteristika podskupiny
1	Válcová fréza	fréza s ostrými rohy
2	Válcová zaoblená fréza	fréza s rohem, který je zadán rádiusem
3	Kulová fréza	fréza, která má spodní řeznou část půlkulovou
4	Drážkovací fréza	fréza, určena k vrtání a frézování drážek
5	Kuželová fréza- záhlubník	fréza, která má spodní část řezné části ukončenou pod úhlem
6	Čelní fréza	fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami
7	Fréza na T-drážky	fréza tvaru T a kotoučové frézy

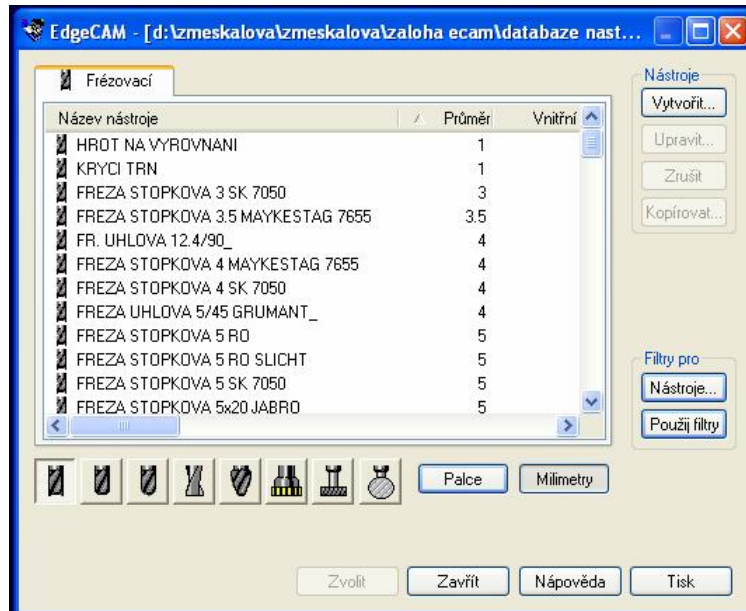
8	Celokulová fréza	fréza, která má spodní řeznou část kulovou
---	------------------	--



Obr. 1. Nástroje grafické znázornění frézovací podskupiny ikony



Obr. 2. Otevření zásobníku „Frézovací“ nástroje v EdgeCAMU



Obr. 3. Pohled na zásobník „Frézovací“ nástroje

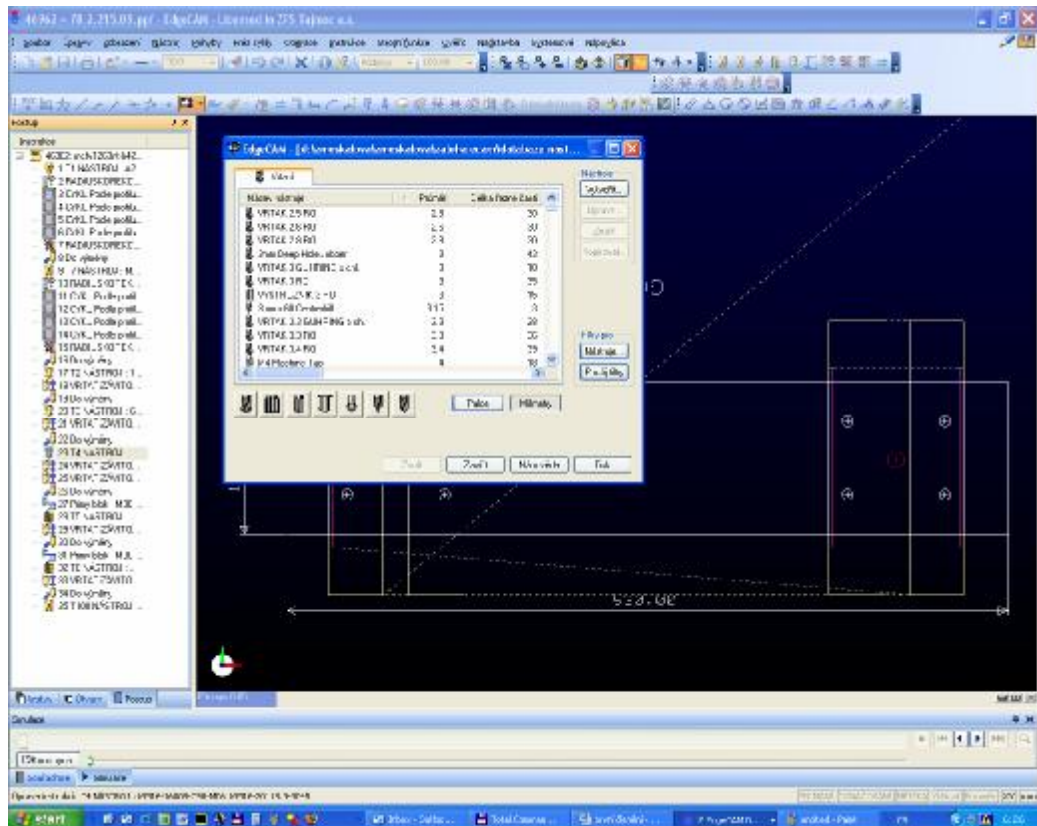
## 2. skupinu tvoří nástroje: Vrtací

Tabulka II. Nástroje vrtací podskupiny popis

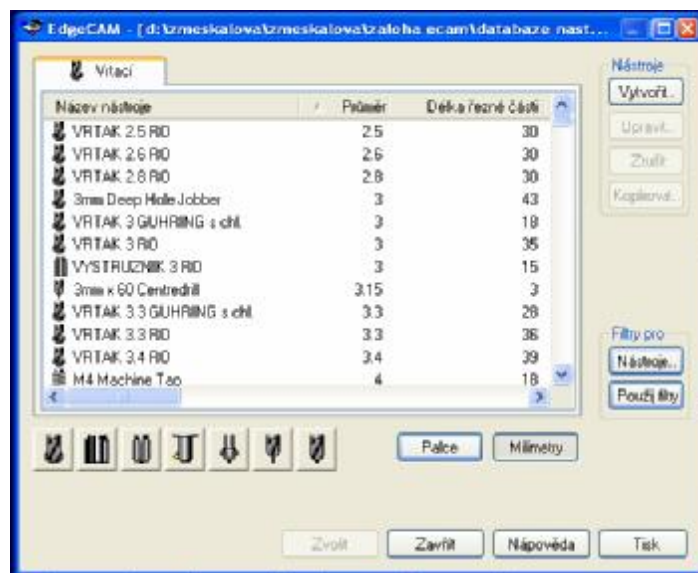
Číslo	Název	Charakteristika podskupiny
1	Vrták	vrták celistvý nebo složený vrták z vyměnitelné destičky a držáku
2	Výstružník	výstružník a výhrubník
3	Závitník	závitník celistvý nebo složený z vyměnitelné destičky a držáku
4	Vyvrátávací tyč	nastavitelné vyvrátávací tyče pro otvory
5	Záhlubník	řezná část záhlubníku je ukončena pod nějakým úhlem
6	Středící vrták	vrták obsahuje středící část
7	Navrtávák	řezná část je ukončena úhlem 90° typ celistvý nebo složený



Obr. 4. Nástroje vrtací podskupiny ikony



Obr. 5. Otevření zásobníku nástrojů „Vrtací“ nástroje



Obr. 6. Pohled na zásobník „Vrtací“ nástroje

## **2.6 Řezné podmínky při obrábění**

Velmi důležitou podmínku pro technologické hledisko tvoří volba řezných podmínek. Volbu řezných podmínek ovlivní stroj, nástroj, obrobek i použití přípravku. Pro ekonomicky hospodárné obrábění je potřeba minimalizovat náklady a optimalizovat výrobní proces, což znamená, že se snažíme snížit čas výroby výrobku. K tomu přispívá i volba vhodných podmínek obrábění.

### **2.6.1 Volba řezných podmínek**

Volba vhodných řezných podmínek je závislá na metodě obrábění (soustružení, frézování, broušení apod.), na typu stroje, na vlastnostech a druhu zvoleného nástroje, na vlastnostech a druhu zvoleného materiálu obrobku (ocel, litina nebo nerezová ocel apod.), na obrobku (požadavcích na jeho kvalitu, přesnost, na hodnotě obráběného povrchu apod.). Vliv má i typ chlazení nástroje a druh používané chladící kapaliny.

Při navrhování řezných podmínek musíme vzít tyto vlivy v úvahu a je vhodné se řídit doporučením výrobců strojů a výrobců nástrojů.

### **2.6.2 Způsoby navrhování řezných podmínek**

Navrhovat řezné podmínky lze 3 způsoby.

#### 1) Navrhování řezných podmínek s pomocí PC

K tomuto účelu lze využít různých vytvořených SW aplikací, může jít o aplikace free (zdarma poskytované) nebo shareware (SW si před zakoupením vyzkoušíme obvykle bez manuálu) a poslední jsou programy navržené a zakoupené k tomuto účelu.

## Výpočty řezných rychlostí, posuvů a strojních časů



průměr nástroje  
 $d_1 = 10$  mm

řezná rychlost  $v_c = 63$  m/min

otáčky  $n = 2000$  1/min

### Posuvy

$$f_z (\text{mm}) = m_f \times F$$

0.016 = 0.02 x 0.8

$$v_f (\text{mm/min}) = f_z \times z \times n$$

96 = 0.016 x 3 x 2000

$f_z$  = posuv na zub  
 $m_f$  = střední posuv na zub (viz tabulka)  
 $F$  = faktor (podle délky frézy a typu operace)  
 $v_f$  = rychlost posuvu (mm/min)  
 $z$  = počet zubů  
 $n$  = otáčky (1/min)

### Strojní čas

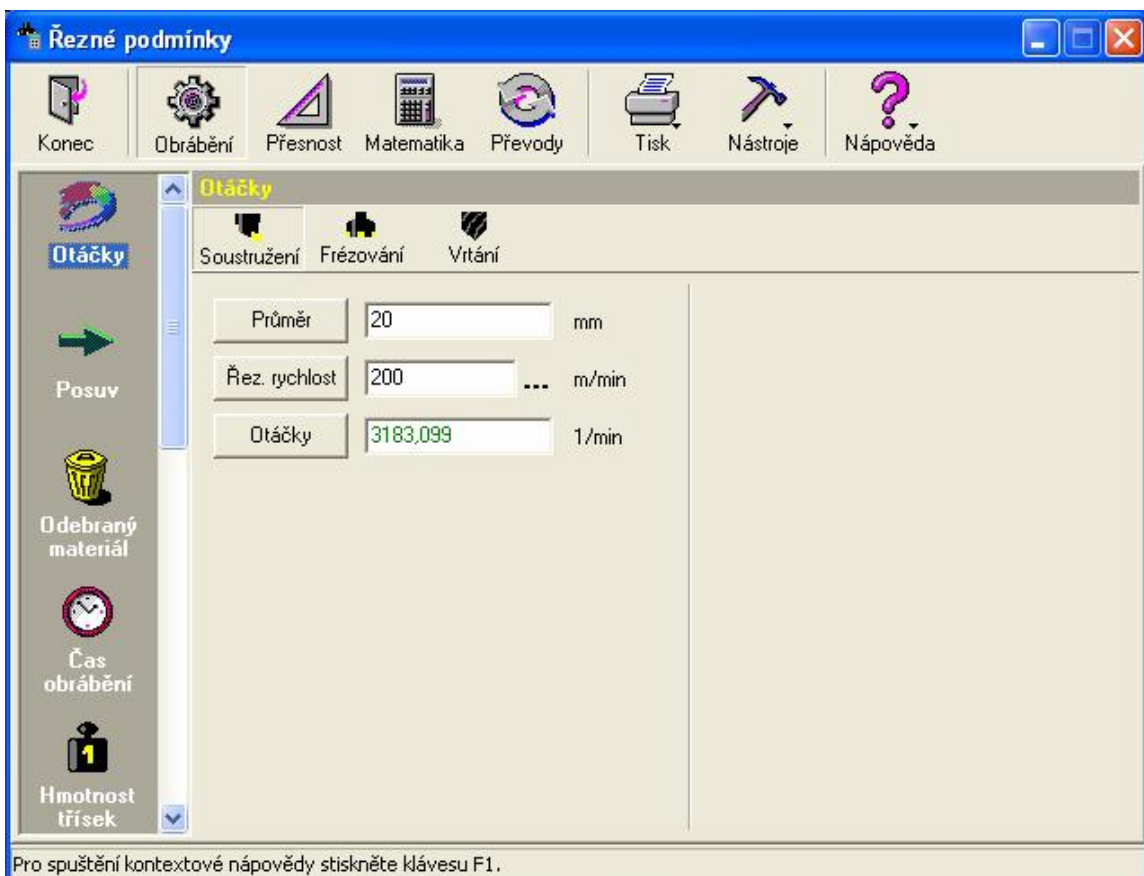
$$T_m (\text{min}) = \frac{L}{v_f}$$

2.08 =  $\frac{200}{96}$

$$T_s (\text{s}) = \frac{60 \times L}{v_f}$$

125 =  $\frac{60 \times 200}{96}$

$T_m$  = strojní čas (min)  
 $T_s$  = strojní čas (s)  
 $L$  = hloubka vrtání nebo celková dráha frézy (mm)  
 $v_f$  = rychlost posuvu (mm/min)



Obr. 7. Ukázky SW pro navrhování řezných podmínek s pomocí PC



## 2) Určení z normativů

Jde o způsob doporučených řezných podmínek ve vydaných normativních výrobců.

### Skupiny materiálů - doporučené řezné rychlosti

Skupina	Materiál	Pevnost	V (m/min)		
			HSS	HSS Co5	HSS Co8
1	Automatové a konstrukční oceli	do 600 MPa DIN 1.0050 11 107 11 500	30	37,5	45
2	Konstrukční a lité oceli	do 850 MPa DIN 1.0503 12 050 422650	26	32,5	39
3	Zápustkové a legované oceli	do 1100 MPa DIN 1.2711 19 622 422865		18	24
4	Zušlechtnuté oceli	do 900 MPa DIN 1.8159 15 141 19 312	20	25	30
5	Rychlořezné oceli	do 1100 MPa DIN 1.3343 15 260 19 436		19	25
6	Zápustkové oceli	do 1100 MPa DIN 1.2343 19 552 19 733		17	22
7	Litina	do 240 HB DIN 1.6025 422410 422425	25	30	35
8	Litina	nad 240 HB DIN 1.6040 422430	17	22	25
9	Nerezavějící oceli	do 850 MPa DIN 1.4301 17 242 17 041		13	20
10	Slitiny Cr-Ni	do DIN		8	13

		800 MPa	2.4360 Nimonic Hastelloy B			
11	Slitiny Cu-Zn, Cu-Sn	do 800 MPa	DIN 2.0402 423035 423018	50 - 90	60 - 100	80 - 120
12	Hliník, Al-Si slitiny	do 500 MPa	DIN 3.3211 424254 424203	140 - 240	160 - 250	160 - 300

### Základní vztahy

Řezné podmínky jsou stanoveny pro frézování nesousledné s chlazením.

$$\text{Řezná rychlost } v \text{ (m/min)} = \frac{D \cdot n}{1000}$$

$$\text{Posuv } (m/min) = \frac{s}{n} \cdot z$$

D = průměr nástroje (v mm)  
n = počet otáček (za min.)  
fx = posuv na jeden zub  
z = počet zubů frézy

Obr. 8. Ukázka SW pro navrhování řezných podmínek z normativů

## 3) Výpočet ze vzorce

Výpočtem se stanoví vhodné řezné podmínky nástroje. Je vhodné se při tomto způsobu řídit doporučením výrobce nástrojů, ten uvádí tyto údaje v katalogu nebo dodává příručky (forma může být tištěný text nebo počítačově zpracované texty např. soubor \*.pdf).

Výpočtem se stanoví zejména řezná rychlost, posuv, otáčky, hloubka řezu apod.

Při programování v podniku se využívá nejvíce třetí způsob – výpočtem. Stanovení řezných podmínek vychází z doporučení výrobce nástroje (viz výše např. normativy). Výsledky výpočtů se přepočítávají na typ konkrétního stroje, protože ten má většinou omezující podmínku, kterou je maximální počet otáček nebo max. posuv (např. podle doporučení výrobce vychází pro nástroj po výpočtu 6000 ot/min., ale stroj může zvládnout maximální otáčky 3000 ot/min a je nutné řezné podmínky upravit).

Řešení řezných podmínek v databázi může být provedeno vytvořením tabulky, která by obsahovala dva údaje:

- **kategorie strojů**, do které budou příslušné stroje přiřazeny podle max. možných otáček
- dva nejběžnější **druhy obráběného materiálu**

K nástrojům obsaženým v databázi NAHOS by se zapsaly na konkrétním stroji odzkoušené řezné podmínky podle druhu obráběného materiálu (litina, ocel – nejběžněji obráběné materiály v podniku).

Při jednáních s technickými zástupci firmy bylo vysloveno, že firma zatím tuto část databáze nepožaduje.

### **2.6.3 Výpočet řezných podmínek pro frézování**

Řezné podmínky pro frézování můžeme zjistit kromě výše uvedených dvou metod třetí metodou pomocí vzorců pro výpočet. Pro výpočet potřebujeme znát doporučené hodnoty. Většinou výrobce uvádí doporučenou řeznou rychlost nebo doporučené maximální otáčky a doporučené velikosti posuvu. Dále k výpočtu potřebujeme znát průměr a počet zubů nástroje, proto tyto údaje jsou navrženy v databázi. Pro programování se obvykle výpočtem stanoví následující řezné podmínky.

## Vzorce

**Otáčky:** 
$$n = \frac{v * 1000}{\pi * D} [\text{ot} / \text{min}] \quad (1)$$

**Řezná rychlost:** 
$$v = \frac{n * \pi * D}{1000} [\text{m} / \text{min}] \quad (2)$$

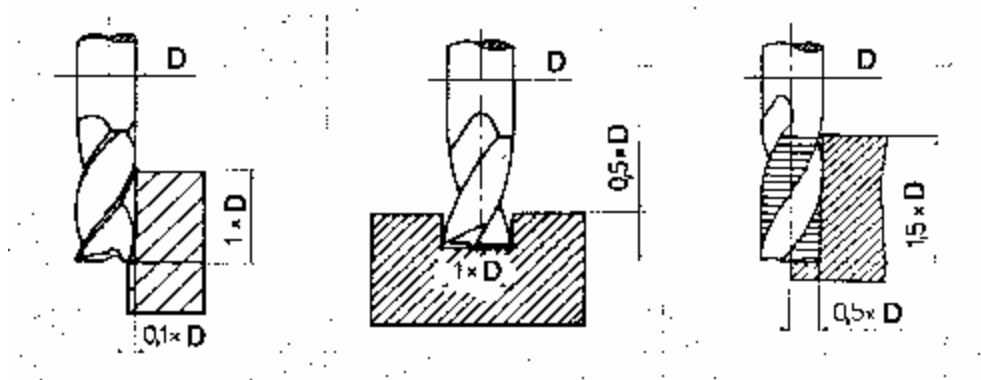
**Velikost posuvu:** 
$$F = n * z_c * f_z [\text{mm} / \text{min}] \quad (3)$$

$n$  – otáčky [ot/min],  $v$  – řezná rychlost [m/min],  $D$  – průměr frézy [mm],  $F$  – velikost posuvu [mm/min],  $z_c$  – efektivní počet zubů,  $f_z$  – posuv na zub [mm/zub]

$z_c$  – efektivní počet zubů se používá pro výpočet posuvu. Jedná se o počet činných zubů na průměru nástroje. U některých fréz je menší než celkový počet zubů. (např. frézy se zuby ve šroubovici tzv. „ježek“ má činný počet zubů 4 a celkový je např. 16)

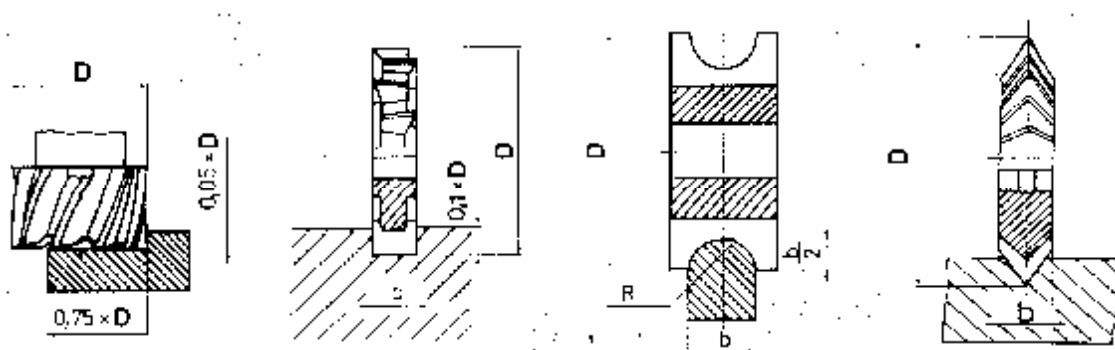
**Hloubka řezu** je doporučena dle šířky záběru frézy a průměru nástroje (viz. obrázky).

**pro menší průměr nástroje (od 2 do 60 mm):**



Obr. 9. Doporučené hodnoty hloubky záběru pro menší průměr frézy

pro větší průměr nástroje a pro tvarové frézy (od 40 do 200 mm):



Obr. 10. Doporučené hodnoty hloubky záběru pro větší průměr frézy

#### 2.6.4 Výpočet řezných podmínek pro vrtání

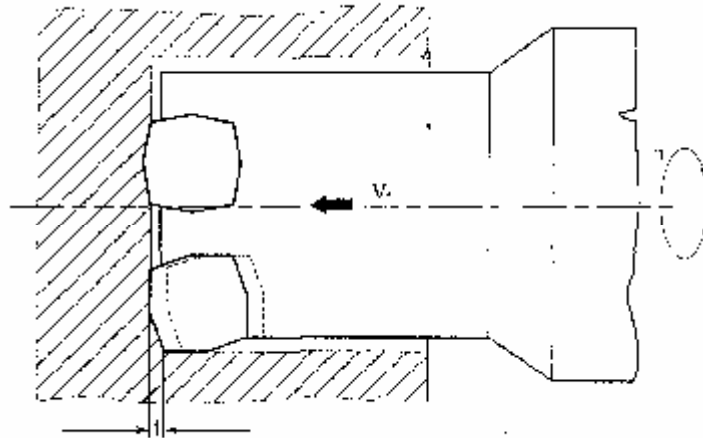
Řezné podmínky pro vrtání jsou obdobné jako pro frézování a mají obdobné vzorce pro výpočty. Pro výpočet potřebujeme znát rovněž doporučené hodnoty doporučenou řeznou rychlost nebo doporučené maximální otáčky a doporučené velikosti posuvu. Dále k výpočtu potřebujeme znát také průměr a počet zubů/břitů nástroje.

**Vzorce**

**Otáčky:** 
$$n = \frac{v * 1000}{\pi * D} [\text{ot} / \text{min}] \quad (4)$$

**Řezná rychlost:** 
$$v = \frac{n * \pi * D}{1000} [m / \text{min}] \quad (5)$$

**Rychlost posuvu:** 
$$v_f = f * n [mm / \text{min}] \quad (6)$$



Obr. 11. Rychlost posuvu pro vrtání

$n$  – otáčky [ot/min],  $v$  – řezná rychlost [m/min],  $D$  – průměr frézy [mm],  $v_f$  – rychlost posuvu [mm/min],  $z$  – počet zubů,  $f$  – posuv [mm]

### **3 ANALÝZA DATABÁZE SYSTÉMU NAHOS**

Požadavek na zavádění informačních systémů pro operativní řízení výroby vznikl i ve výrobním podniku Tajmac ZPS a.s., který se rozhodl využít informační systém pro nástrojové hospodářství. Na základě požadavků byl vytvářen databázový systém. V rámci spolupráce UTB Zlín a Tajmac-ZPS, a.s. byla vytvořena databáze nazvána NAHOS pro oblast řízení nástrojového hospodářství. V databázi je řešeno hlavně skladové hospodářství nástrojů. Nástroj je sledován z pohledu objednávání, nákupu, zavedení do oběhu v podniku. Ke snadnějšímu sledování slouží i možnost označení u nástroje, kde je nástroj v podniku skladován. Prozatím není řešeno sledování vydaného nástroje na konkrétní stroj nebo konkrétnímu pracovníkovi a bylo by vhodné tuto část doplnit. Zdůvodnění tohoto požadavku je již uvedeno v bodu [2.3 Požadavky na dostupnost nástroje v rámci podniku](#).

V databázi je u nástroje uvedeno množství informací sloužící k výše uvedeným účelům jako např. výrobní číslo, skladovací číslo, výrobce a dodavatel, uložení poznámky v textovém formátu. Nástroj není zatím charakterizován po stránce rozměrové a technologické.

#### **3.1 Požadavky na databázi NAHOS**

Hlavní požadavky na zaváděný systém NAHOS, který je zatím určen hlavně pro řízení nástrojového hospodářství zadal v minulosti Ing. Jaromír Janát a pracovníci oddělení hospodaření s nástroji. Požadavky se týkaly oblasti definice a technického popisu nástrojů a jejich sestav, problematiky seřizování nástrojů, oblasti programového řešení pro OHN, ale také aktivit souvisejících s implementací vyvíjeného systému.

#### **3.2 Členění databáze NAHOS**

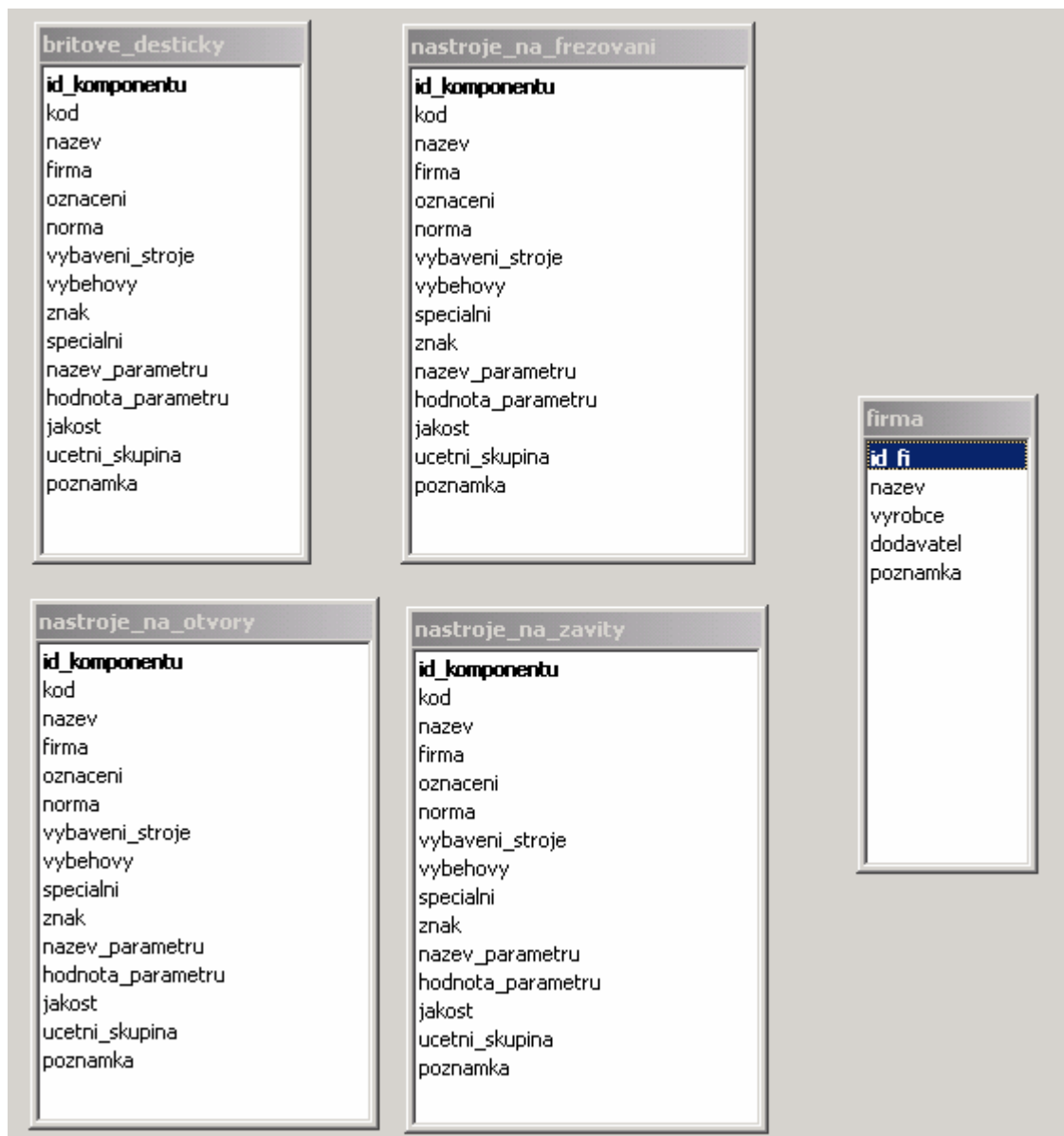
Databáze obsahuje tisíce položek nástrojů, proto bylo shledáno jako přehlednější řešení členění nástrojů do skupin.

Jsou zde skupiny nástrojů nebo jejich součástí:

- Ø břitové destičky
- Ø měřidla
- Ø nářadí ruční nástroje
- Ø nástroje na frézování
- Ø nástroje na otvory
- Ø nástroje na ozubení
- Ø nástroje na závity
- Ø nástroje soustružnické
- Ø operační nástroje
- Ø sada destiček

Skupiny, které mohou využívat programátoři k programování ve firmě jsou ve skupině:

- břitové destičky – vyměnitelná součást k nástroji
- nástroje na frézování – frézy
- nástroje na otvory – zde mohou být vrtáky, výstružníky, výhrubníky apod.
- nástroje na závity – závitníky, závitovací hřebínky apod.
- firmy



Obr. 12. Náhled na tabulky databáze NAHOS



## 4 ANALÝZA POŽADAVKŮ SYSTÉMU EDGECAM

Členění nástrojů je ovlivněno požadavkem na propojení stávající vytvořené databáze NAHOS a zásobníku nástrojů EdgeCAM. Propojení obou databází by se mělo vytvořit tak, že zachováme skupiny a podskupiny nástrojů, tak jak jsou zadány v zásobníku EdgeCAMu. Charakteristika je již uvedena viz bod [2.5 Charakteristika a členění nástrojů v zásobníku](#)

### 4.1 Požadavky na databázi EdgeCAM

Zásobník nástrojů je přístupný pouze z prostředí EdgeCAMu. Tento SW mají instalovaný pouze programátoři. Každý programátor má na své PC stanici samostatnou databázi – zásobník nástrojů, kterou si vede sám dle svých možností a zkušeností. Vzhledem k rozmanitosti strojů a programování se musí zachovat pro každého programátora samostatný zásobník nástrojů. V opačném případě by docházelo k vzájemnému přepisování údajů. Při propojování databáze NAHOS a zásobníků nástrojů se musí postupovat tak, aby data již zadaná programátory do stávajících zásobníků nebyla ztracena. O výběru nástroje z databáze do zásobníku nástrojů bude rozhodovat sám programátor. Vybrané nástroje a jejich data se budou moci do zásobníku pouze načíst a rozšiřující databáze tak bude společným zdrojem dat. Zachováním členění stávající databáze EdgeCAM bude zachována možnost snadnějšího propojení obou databází.

#### 4.1.1 Popis členění databáze EdgeCAM

V zásobníku nástrojů jsou dvě pevně zadané neměnné skupiny nástrojů.

- I. skupina – Frézovací
- II. skupina – Vrtací

## **I. Frézovací skupina se dělí na další podskupiny:**

1. Válcová fréza
2. Válcová zaoblená fréza
3. Kulová fréza
4. Drážkovací fréza
5. Kuželová fréza-záhlubník
6. Čelní fréza
7. Fréza na T-drážky
8. Celokulová fréza

Stejně je charakterizována vrtací skupina nástrojů. Jedná se o samostatnou skupinu, která má rovněž podskupiny.

## **II. Vrtací skupina se dělí na další podskupiny:**

1. Vrták
2. Výstružník
3. Závitník
4. Vyvrtávací tyč
5. Záhlubník
6. Středící vrták
7. Navrtávák

### **4.1.2 Popis charakteristiky podskupin databáze EdgeCAM**

Tyto podskupiny nástroje jsou graficky charakterizovány příslušnou ikonou. Nástroj musí být při zadávání dalších parametrů vybrán do příslušné podskupiny, musíme určit, kam bude

zařazen. Podle zvolené jediné podskupiny je pak dostupnost příslušného dalšího popisu nástroje. Popis záložek a jejich částí neuvádím celý jen vybrané části, které jsou podstatné pro další programování a simulaci. Požadavek na propojení splňují tři záložky: **Základní, Geometrie a Technologie**.

Obě skupiny frézovací i vrtací mají shodné charakteristiky podskupin. Každá podskupina nástroje má následující záložky.

### **Základní**

- a) Název nástroje – uveden indexovaný název nástroje, který je zobrazen v zásobníku
- b) Popis Nástroje – uveden název, který se zobrazuje při programování
- c) Typ nástroje – graficky znázorněna podskupina, kterou je potřeba zvolit

### **Geometrie**

Zde je nástroj charakterizován rozměrově (např. průměr, délka řezné části, stopka nástroje, vnitřní chlazení apod.). Každá podskupina má svou příslušnou charakteristiku. Charakteristiky zde nejsou uvedeny, protože jsou řešeny v praktické části v [návrhu struktury databáze](#).

### **Technologie**

Tady jsou uváděny řezné podmínky nástroje. U vrtacích nástrojů není posuv přístupný.

- a) Posuv
- b) Přísuv
- c) Rychlost
- d) Hloubka

Každý programátor musí určit řezné podmínky podle konkrétního obráběného materiálu, v závislosti na použitém nástroji a zároveň je musí upravit na konkrétní stroj. Vychází z doporučení výrobce nástrojů pro daný typ obráběného materiálu. Toto stanovení je individuální jak pro typ obrábění tak pro použitý typ stroje a nelze je úplně zobecnit pro všechny technické pracovníky. Nelze stanovit ani optimální řezné podmínky, protože výrobní program firmy je rozmanitý v oblasti typů výrobků i v oblasti obráběných materiálů a strojů. Mohla by se realizovat jen databáze v praxi prověřených řezných podmínek, tak jak ji navrhuji u bodu 2.6.2 stanovení řezných podmínek.

Tato část se zatím nebude z výše uvedených důvodů realizovat v databázi. Tuto část si doplní každý programátor sám v prostředí EdgeCAMu do zásobníku vhodnými údaji pro svoji práci.

Ostatní záložky nejsou nezbytně nutné pro programování a simulaci, nebudeme je z těchto důvodů v databázích propojovat.

### **Seřizovací**

Vyplňují se údaje pro seřizování.

### **Použití**

Možno uvést, kde je nástroj použitý a jaká je dispozice nástroje např. že je v zásobníku nebo přiřazen stroji.

### **Poznámka**

Možno zadat libovolný text.

### **Uživatel**

Lze definovat 2 uživatele a zadat libovolné texty.

Pro programování a následnou simulaci je potřeba zadat v záložce **Základní** název nástroje, popis nástroje, dále v záložce **Geometrie** nezbytný geometrický popis nástroje (tzv. rozměry nástroje) a v záložce **Technologie** řezné podmínky nástroje. I pro tuto oblast vyhovují požadavkům na propojení první dvě záložky.

# **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 NAVRH STRUKTURY DATABÁZE TECHDAT

Databáze bude rozšířená o potřebná technologická data, nazvala jsem ji proto TECHDAT.

Prvním krokem bude zachování členění databáze EdgeCAM. Vytvoření dvou skupin, které má zásobník nástrojů v modulu frézování.

I. skupina – **Frézovací**

II. skupina – **Vrtací**

Databáze NAHOS má tyto skupiny nástrojů, z kterých využijeme data viz obr. 12

- břitové destičky – vyměnitelná součást k nástroji
- nástroje na frézování – frézy
- nástroje na otvory – zde mohou být vrtáky, výstružníky, výhrubníky apod.
- nástroje na závity – závitníky, závitovací hřebínky apod.

Nástroje na otvory a nástroje na závity jsou rozděleny. Skupina „Vrtací“ proto nebude moci být propojena do databáze zásobníku nástrojů jako jedna skupina, ale budou připojeny jednotlivé podskupiny databáze NAHOS. Samostatně bude podskupina závitník ze zásobníku nástrojů spojena se skupinou nástroje na závity databáze NAHOS.

Podle analýzy a jednání ve firmě Tajmac – ZPS a.s. požadavek na propojení databáze NAHOS a zásobníku nástrojů EdgeCAM splňují dvě záložky: **Základní a Geometrie**

Obě skupiny frézovací i vrtací mají následující charakteristiky shodné pro všechny podskupiny. Tato část bude společná pro všechny podskupiny.

Každá podskupina nástrojů má v zásobníku nástrojů následující záložky.

### **Základní**

obsahuje:

#### a) Název nástroje

- uveden indexovaný jedinečný název nástroje (nelze zadat 2 stejné názvy). Je zobrazen v zásobníku (dodavatel byl požádán o prověření u výrobce o možnosti vypnutí indexace). Vzhledem k tomuto omezení bude indexace respektována a pole *název nástroje* bude složen ze 3 položek čerpaných z databáze NAHOS a TECHDAT:

#### **název nástroje + průměr nástroje + dodavatel nástroje**

Tabulka III. Návrh názvu pro **Název nástroje** pro databázi EdgeCAM

<b>název nástroje</b>	<b>průměr nástroje</b>	<b>dodavatel nástroje</b>
databáze NAHOS	databáze TECHDAT	databáze NAHOS
tabulka <i>nastroje_na_frezovani</i>	tabulka <i>frézovací, vrtací</i>	tabulka <i>firma</i>
sloupec <i>nazev</i>	sloupec <i>prumer</i>	sloupec <i>nazev</i>

**název nástroje** a **dodavatel** bude čerpán a propojen ze stávající databáze NAHOS

*název nástroje* = *nazev* (databáze NAHOS např. tabulka *nastroje\_na\_frezovani*)

*dodavatel* = tabulka *firma* sloupec *nazev* (databáze NAHOS)

**průměr nástroje** = *prumer* bude součástí rozšířené struktury navrhované databáze TECHDAT

b) Popis nástroje

- uveden název, který se zobrazuje při programování
- toto textové pole bude složeno také ze 3 položek:

**dodavatel nástroje + průměr nástroje + výrobní označení nástroje (+ výrobní označení břitové destičky)**

Tabulka IV. Návrh názvu pro **Popis nástroje** pro databázi EdgeCAM

<b>dodavatel nástroje</b>	<b>průměr nástroje</b>	<b>výrobní označení nástroje</b>
databáze NAHOS	databáze TECHDAT	databáze NAHOS
tabulka <i>firma</i> sloupec <i>nazev</i>	tabulka <i>frezovaci, vrtaci</i> sloupec <i>prumer</i>	tabulka <i>nastroje_na_frezovani</i> sloupec <i>oznaceni</i>

**dodavatel nástroje a výrobní označení** tzv. artikl bude propojeno do zásobníku nástrojů se stávající databází NAHOS

*dodavatel* = tabulka *firma* sloupec *nazev* (databáze NAHOS)

*výrobní označení* = *oznaceni* (databáze NAHOS např. tabulka *nastroje\_na\_frezovani*)

**průměr nástroje**= *prumer* bude součástí rozšířené struktury navrhované databáze TECHDAT

- do popisu nástroje by mělo být přidáno za navrhované 3 položky ještě výrobní označení břitových destiček, pokud bude u nástroje destička použita

**břitová destička** = tabulka *britove\_desticky* sloupec *hodnota\_parametru* (databáze NAHOS)



### c) Typ nástroje

- mělo by se jednat o graficky znázorněnou podskupinu v zásobníku nástrojů EdgeCAM, kterou je potřeba zvolit v databázi NAHOS zvolit
- povinně volitelná je jedna podskupina z 8 u zásobníků nástrojů

### d) Zobraz v seznamu

- jedná se o zaškrťovací pole zásobníku nástrojů EdgeCAM (pole ano/ne)
- musí být u všech označeno ano, aby se nástroj zobrazil v seznamu zásobníku

The screenshot shows the 'Základní' (Basic) tab of the EdgeCAM tool setup dialog. The dialog is organized into several sections:

- Navigation:** Tabs for 'Poznámka', 'Technologie', and 'Uživatel'. Sub-tabs under 'Technologie' are 'Základní', 'Geometrie', 'Seřizovací', and 'Použití'.
- Tool Identification:** 'Název nástroje' (EZA STOPKOVA 5 SK 7050) and 'Popis nástroje' (MAYKESTAG \*5x64 705005).
- Units:** 'Jednotky' section with radio buttons for 'Palce' and 'Milimetry' (selected).
- Tool Type Selection:** 'Typ nástroje' section with eight icons representing different tool geometries.
- Attachments:** 'Dokument přílohy' field with a browse button.
- Positioning:** 'Pozice nástroje', 'Korekce délková', and 'Korekce' fields.
- Priority:** 'Priorita řazení' field.
- Tool Characteristics:** Checkboxes for 'Hrubovací nástroj', 'Dokončovací nástroj', and 'Zobraz v seznamu' (checked).
- Spindle Meaning:** 'Smysl vřetena' section with two icons for spindle rotation directions.
- Order List:** 'Zakázky' section with a list box containing '<All Kit>'.
- Buttons:** 'OK', 'Storno', and 'Nápověda' at the bottom.

Obr. 13. Náhled na část záložky *Základní* u zásobníků nástrojů

## Geometrie

- zde je nástroj charakterizován rozměrově (např. průměr, délka řezné části, stopka nástroje, vnitřní chlazení apod.). Každá podskupina má svou příslušnou charakteristiku. Rozšíření databáze by mělo být dle výběru typu nástroje přes *id\_tn* databáze NAHOS. Dále jednotlivě navržena geometrie pro podskupiny je uvedena níže v textu.

### 5.1 Návrh struktury pro frézovací nástroje

I. skupina frézovací zůstane propojena se skupinou nástroje na frézování a přidá se k ní skupina břitové destičky databáze NAHOS. Pro propojení na technologickou část navrhuji přes určení v databázi NAHOS dle typu zařazení do podskupiny frézy. Po výběru typu frézy by se dostala fréza do podskupiny, tak jak je tomu u zásobníku nástrojů. Dané podskupině budou přiřazeny specifické parametry.

První skupina Frézovací bude tvořena osmi podskupinami, každá podskupina bude mít název nástroje, popis nástroje a geometrii. Viz bod [4.1.2 Popis charakteristiky podskupin](#) u analýzy EdgeCAMu.

#### 5.1.1 Návrh názvu nástroje a popisu nástroje

Záložku **Základní** pro zásobník nástrojů bude tvořit výše jmenovaný **Název nástroje**, **Popis nástroje**, které budou čerpány z obou databází a pole **Zobraz v seznamu**.

##### *Název nástroje*

- tento údaj je v textovém poli v EdgeCAMu je jedinečný (indexovaný)
- nelze zadat 2 stejné názvy
- zobrazuje se v seznamu zásobníku a je výše uvedena charakteristika propojení

### ***Popis nástroje***

- bude se jednat o textové pole, které je v některých případech načítáno do struktury postprocesoru
- za navrhované 3 položky údajů o nástroji by měla být načtena položka výrobní označení destiček nebo vyměnitelné části nástroje (jak tomu může být u vyměnitelných vrtacích koncovek)
- toto textové pole slouží programátorovi k poznámce o obrábění nebo k poznámce o nástroji
- další úprava bude ponechána na potřebách použití jednotlivých programátorů
- tyto údaje jsou zobrazovány při programování v části přípravy programu CAM SW
- jsou jednotné pro všechny podskupiny
- popisy propojení nástroje jsou charakterizovány výše v bodě 5

### ***Zobraz v seznamu***

- musí být uvedeno jako zaškrtačací pole (pole ano/ne)
- musí být u všech označeno ano, aby se nástroj zobrazil v seznamu zásobníku

### **5.1.2 Návrh podskupin pro frézovací nástroje**

Budou zachovány stejné podskupiny, které má nadefinované zásobník SW EdgeCAM. Nemáme k dispozici přesnou vnitřní strukturu databáze EdgeCAMu, proto návrh bude respektovat zobrazované názvy skupin a podskupin i dalších parametrů. O popis struktury databáze a vyjádření k možnosti propojení databází byl požádán dodavatel SW firma NEXNET, a.s. Podle jednání, které s odpovědným pracovníkem firmy proběhlo tyto informace

k dispozici nemá a požádá o ně dodavatele anglickou firmu Pathrace Engineering Systems. Prozatím informace o struktuře databáze poskytnuty nebyly.

### **Frézovací skupinu bude tvořit 8 podskupin:**

- 1) **Válcová fréza** – fréza s ostrými rohy
- 2) **Válcová zaoblená fréza** – fréza s rohem, který je zadán rádiusem
- 3) **Kulová fréza** – fréza, která má spodní řeznou část půlkulovou
- 4) **Drážkovací fréza** – fréza, určena k vrtání a frézování drážek
- 5) **Kuželová fréza-záhlubník** – fréza, která má spodní část řezné části ukončenou pod úhlem
- 6) **Čelní fréza** – fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami
- 7) **Fréza na T-drážky** – fréza tvaru T a kotoučové frézy
- 8) **Celokulová fréza** – typ frézy, která má spodní řeznou část kulovou

Vzhledem k tomu, že nástroj může zadávat do databáze technický pracovník, který podle názvu skupiny nemusí rozpoznat určení nástroje bylo by vhodné do databáze NAHOS při výběru zařazení umístit u vybrané podskupiny zobrazení popisu podskupiny jako návodu.

### **5.1.3 Návrh geometrie frézovacích podskupin**

Návrh geometrie je návrh rozměrových a technologických parametrů u fréz. Některé údaje jsou zobrazovány, ale nejsou pro daný typ nástroje dostupné. Mohla by být řešena jednou tabulkou v databázi v jedné skupině a podskupina by měla při zadávání údajů ve formuláři propojeny jen ty části, které by ji charakterizovaly. Společné rozměrové části by byly pro všechny podskupiny jednotné a stejně dostupné.

**Geometrie bude u všech podskupin obsahovat společné údaje:**

*Průměr* – údaj potřebný pro programování a výpočty řezných podmínek

*Délka řezné části* – údaj potřebný pro programování

*Počet zubů – břitů* - údaj nezbytný pro výpočet řezných podmínek

*Vnitřní chlazení* – zaškrtačací pole s možností zaškrtnuto nebo prázdné, údaj potřebný pro programování

**Pro všechny podskupiny je jednotný popis stopky.**

Stopka: charakterizována dvěma údaji

*Délka* – údaj potřebný pro programování a simulaci

*Průměr* – údaj potřebný pro programování a simulaci

- číselné hodnoty, které mají desetinné místo musí být zadány s tečkou

1) podskupina: **Válcová fréza** – fréza s ostrými rohy

obsahuje výše uvedené společné údaje

2) podskupina: **Válcová zaoblená fréza** – fréza s rohem, který je zadán rádiusem

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Rádus rohu*

3) podskupina: **Kulová fréza** – fréza, která má spodní řeznou část půlkulovou

obsahuje výše uvedené společné údaje

4) podskupina: **Drážkovací fréza** – fréza, určena k vrtání a frézování drážek

obsahuje výše uvedené společné údaje

5) podskupina: **Kuželová fréza-záhlubník** – fréza, která má spodní část řezné části ukončenou pod úhlem

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

*Rádus rohu*

*Malý průměr*

zvolena hodnota může být jen jedna ze čtyř (*Průměr, Délka řezné části, Vrcholový úhel, Malý průměr*), čtvrtá je vždy dopočítána

6) podskupina: **Čelní fréza** – fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

*Malý průměr*

7) podskupina: **Fréza na T-drážky** – fréza tvaru T a kotoučové frézy

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Rádus rohu*

8) podskupina: **Celokulová fréza** – typ frézy, která má spodní řeznou část kulovou

obsahuje výše uvedené společné údaje

## 5.2 Návrh struktury pro vrtací nástroje

Nástroje na otvory a nástroje na závity jsou v databázi NAHOS rozděleny. Skupina „Vrtací“ proto nebude moci být propojena jako jedna skupina, ale budou připojeny jednotlivé podskupiny. Samostatně bude podskupina závitník ze zásobníku nástrojů spojena se skupinou nástroje na závity databáze NAHOS.

Platí stejné zásady jako u frézovacích nástrojů.

A) Požadavek na propojení splňují dvě záložky: **Základní a Geometrie**

Obě skupiny frézovací i vrtací mají tyto charakteristiky shodné pro všechny podskupiny.

Tato část bude společná pro všechny propojované podskupiny.

B) Platit by mělo i zařazení do podskupiny, po výběru typu vrtacího nástroje by se dostal nástroj do podskupiny, které budou přiřazeny příslušné specifické parametry.

### 5.2.1 Návrh názvu nástroje a popisu nástroje

Záložku **Základní** bude tvořit stejně jako u frézovacích nástrojů výše jmenovaný **Název nástroje, Popis nástroje**, které budou čerpány z obou databází a pole **Zobraz v seznamu**. Viz výše v textu.

### 5.2.2 Návrh podskupin pro vrtací nástroje

Druhá skupina Vrtací bude tvořena sedmi podskupinami, každá podskupina bude mít další členění: **Základní a Geometrie**.

### **Vrtací skupinu budou tvořit podskupiny:**

- 1) **Vrták** – celistvý nebo složený vrták z vyměnitelné destičky a držáku
- 2) **Výstružník** – výhrubník nebo výstružník
- 3) **Závitník** – celistvý nebo složený z vyměnitelné destičky a držáku
- 4) **Vyvrtávací tyč** – nastavitelné vyvrtávací tyče pro otvory
- 5) **Záhlubník** – řezná část záhlubníku je ukončena pod nějakým úhlem
- 6) **Středící vrták** – typ kdy vrták obsahuje středící část
- 7) **Navrtávák** – řezná část je ukončena úhlem 90° typ celistvý nebo složený

Nástroje na otvory a nástroje na závity budou připojeny samostatně k podskupinám. Jen třetí podskupina závitník ze zásobníku nástrojů bude spojen se skupinou nástroje na závity databáze NAHOS.

### **5.2.3 Návrh geometrie vrtacích podskupin**

Návrh geometrie je opět jako u frézovacích nástrojů návrh rozměrových a technologických parametrů. Některé údaje jsou zobrazovány, ale nejsou pro daný typ nástroje dostupné. Mohla by být řešena obdobně jako u frézovacích jednou tabulkou v databázi k celé skupině nástrojů a podskupina by měla při zadávání údajů do formuláře tak jako tomu je u zásobníku propojené jen ty části, které by ji charakterizovaly. Společné rozměrové části by byly pro všechny podskupiny jednotné a stejně dostupné.

#### **Geometrie bude u všech podskupin obsahovat společná data:**

*Průměr* – údaj potřebný pro programování a výpočty řezných podmínek

*Délka řezné části* – údaj potřebný pro programování

*Počet zubů – břitů* - údaj nezbytný pro výpočet řezných podmínek



*Vnitřní chlazení* – zaškrtačací pole s možností zaškrtnuto nebo prázdné, údaj potřebný pro programování

**Pro všechny podskupiny je jednotný popis stopky.**

Stopka: charakterizována dvěma údaji

*Délka* – údaj potřebný pro programování a simulaci

*Průměr* – údaj potřebný pro programování a simulaci

- číselné hodnoty, které mají desetinné místo musí být zadány s tečkou

1) podskupina: **Vrták** – celistvý nebo složený vrták z vyměnitelné destičky a držáku

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

2) podskupina: **Výstružník** – výhrubník nebo výstružník

obsahuje výše uvedené společné údaje

3) podskupina: **Závitník** – celistvý nebo složený z vyměnitelné destičky a držáku

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

*Stoupání*

Propojuje se z databáze NAHOS do databáze zásobníku nástrojů EdgeCAM samostatně.

4) podskupina: **Vyvrťávací tyč** – nastavitelné vyvrťávací tyče pro otvory

obsahuje výše uvedené společné údaje

měla by obsahovat pro průměr 2 pole : *průměr od – do*

5) podskupina: **Záhlubník** – řezná část záhlubníku je ukončena pod nějakým úhlem

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

6) podskupina: **Středící vrták** – typ kdy vrták obsahuje středící část

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

7) podskupina: **Navrtávák** – řezná část je ukončena úhlem 90° typ celistvý nebo složený

obsahuje výše uvedené společné údaje a dále bude obsahovat

*Vrcholový úhel*

Vzhledem k podobnosti zadávaných geometrických rozměrů by mohla být v databázi NAHOS řešena jedna tabulka společná pro frézovací i vrtací nástroje.

Rozšíření databáze by mělo být dle výběru typu nástroje přes *id\_komponent* databáze NAHOS. V rozšíření bude jednotlivě navržená geometrie pro podskupiny.

Pro přehlednější zobrazení jsem zpracovala údaje do tabulky viz soubor:

**Návrh rozměrů nástrojů.xls**

V diplomové práci je vložen jako Příloha I.

## 6 REALIZACE NAVRŽENÉ DATABÁZE TECHDAT

Databázi TECHDAT jsem vytvořila tak, aby byla účelná a plnila požadované určené funkce. Zhodnotila a zdůvodnila jsem v analýze viz bod 1 až 4 funkce, které má databáze splňovat a v návrhu struktury (viz bod 5 [Návrh struktury databáze.](#)) druh informací, které budou v databázi uloženy.

Vzala jsem v úvahu i požadavky budoucích uživatelů a nároky na uživatelské prostředí, které mi při jednání zástupci firmy sdělili – ing. J. Janát, ing. F. Srovnal, ing. I. Čelůstka, J. Koutný, R.Petrášek, J.Chytil a další THP pracovníci. S budoucími uživateli proběhly diskuze o tom, co by měla budoucí rozšířená databáze obsahovat. Zkušenosti moje i ostatních programátorů s programováním a správou dat ze zásobníku nástrojů byly prospěšné pro řešení. Formuláře pro správu dat jsem navrhla tak, aby alespoň částečně korespondovaly s používaným zásobníkem nástrojů. Vzala jsem jej jako předlohu, na kterou jsou uživatelé zvyklí.

### 6.1 Postup vytvoření databáze TECHDAT

Na základě analýz viz výše bod 1 až 4 jsem zvolila následující postup:

- Návrh struktury databáze – zpracován výše viz bod 5
- Vytvoření Tabulek vč. definicí polí
- Určení relací mezi tabulkami a návaznost na databázi NAHOS a zásobník EdgeCAM
- Vytvoření formulářů pro zápis dat

### 6.1.1 Návrh a vytvoření tabulek

Základem každé databáze je návrh tabulek. Ty jsou pro návrh databáze nejdůležitější. Tabulky vytvoří základ a strukturu celé databáze. Při tvorbě musí být určen počet sloupců (polí) a ten vychází z požadovaného charakteru dat, které je potřeba v nich uložit. Po vytvoření Tabulek se definují datové typy jednotlivých polí. Menší význam má právě toto určení datového typu. Změna datového typu pole je snadněji proveditelná i v naplněné databázi než radikální změna struktury databáze. Toto právě komplikuje zavádění databáze NAHOS. Po jejím vytvoření byla situace v podniku znovu přehodnocena na požadovaná data a bylo potřeba změnit strukturu již vytvořené fungující databáze. Snažila jsem se najít řešení, které by minimalizovalo nový radikální zásah do stávající upravené databáze NAHOS.

**Při návrhu tabulek jsem respektovala a zachovala několik základních pravidel:**

- § každá informace by měla být v databázi jen jednou
- § zabránit existenci duplicitních informací jak v rámci databáze, tak uvnitř tabulky (plyne z toho nebezpečí, že duplicitní položky nabudou různých hodnot)
- § tabulka by měla mít charakter informační jednoznačnosti (např. tbl\_dodavatelé, tbl\_odběratelé, tbl\_zákazníci)
- § doporučením je nevytvářet tabulky s počtem záznamů více než 10 000, (obecně platí, že pokud má tabulka méně než 1000 záznamů je analýza dat pomocí dotazů a filtrů velice rychlá)
- § datový typ polí má odpovídat charakteru dat (např. u názvu zvolit datový typ TEXT o max. velikosti 50 znaků, větší počet znaků znamená zabírání více místa na disku a zmenšování výkonu databáze)
- § ukládat informace do nejmenších logických celků (např. jméno jedno pole a příjmení druhé pole)
- § definovat primární klíče (slouží k omezení duplicitních informací)

Z databáze NAHOS jsem ponechala 5 tabulek pro zobrazení relací, jako návrhu na rozšíření a propojení databáze viz obr.12. Rozšířila jsem tyto tabulky databáze NAHOS o výběr typu nástroje: *id\_tn*.

tabulky databáze NAHOS

- § britové\_desticky
- § firma
- § nástroje\_na\_frezovani
- § nástroje\_na\_otvory
- § nástroje\_na\_zavity

Vytvořila jsem několik typů tabulek:

a) tabulky pro výběr typu nástroje:

- § typ\_frezovaci
- § typ\_vrtaci

Zde jsou určeny skupiny typu nástrojů frézovacích a vrtacích. Přes typ nástroje bude databáze rozšířena o technologickou část.

**Tabulka *typ\_frezovaci* obsahuje:**

*id\_tn* – identifikační typ nástroje, jde o počet nástrojů ve skupině

*název\_podskupiny*

charakteristiku podskupiny

*zkratka* – vytvořena z počátečních písmen názvu nástroje, počáteční písmeno zvoleno

= fréza

F

id_tn	nazev_podskupiny	charakteristika	zkratka
1	Válcová fréza	fréza s ostrými rohy	FVAL
2	Válcová zaoblená fréza	fréza s rohem, který je zadán rádiusem	FZAO
3	Kulová fréza	fréza, která má spodní řeznou část půlkulovou	FKUL
4	Drážkovací fréza	fréza, určena k vrtání a frézování drážek	FDRA
5	Kuželová fréza-záhlubník	fréza, která má spodní část řezné části ukončenou pod úhlem	FKUZ
6	Čelní fréza	fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami	FCEL
7	Fréza na T-drážky	fréza tvaru T a kotoučové frézy	FTD
8	Celokulová fréza	fréza, která má spodní řeznou část kulovou	FCK
* omatické číslo)			

Obr. 14. Náhled na tabulku pro výběr typu nástroje *typ\_frezovaci*

**Tabulka *typ\_vrtaci* obsahuje:**

id\_tn – identifikační typ nástroje, jde o počet nástrojů ve skupině

nazev\_podskupiny

charakteristiku podskupiny

zkratka – vytvořena z počátečních písmen názvu nástroje

id_tn	nazev_podskupiny	charakteristika	zkratka
1	Vrták	vrták celistvý nebo složený z destičky a držáku	VRT
2	Výstružník	výstružník a výhrubník	VYS
3	Závitník	závitník celistvý nebo složený z vyměnitelné destičky a držáku	ZAV
4	Vyvrátávací tyč	nastavitelné vyvrátávací tyče pro otvory	VYT
5	Záhlubník	řezná část záhlubníku je ukončena pod nějakým úhlem	ZAH
6	Středící vrták	vrták obsahuje středící část	STV
7	Navrtávák	řezná část je ukončena úhlem 90° typ celistvý nebo složený	NAV
* omatické číslo)			

Obr. 15. Náhled na tabulku pro výběr typu nástroje *typ\_vrtaci*

b) tabulky pro název a geometrický popis nástroje:

§ Frézovací

§ Vrtací

V těchto dvou tabulkách jsou uloženy údaje pro název a popis nástroje pro všechny typy nástrojů frézovacích a vrtacích.

id	tn
kod	
Název nástroje	
Popis nástroje	
Zobraz v seznamu	
Průměr	
Délka řezné části	
Počet zubů-břitů	
Vnitřní chlazení	
Stopka Délka	
Stopka Průměr	
Rádus rohu	
Vrcholový úhel	
Malý průměr	

Obr. 16. Náhled na tabulku frézovací

id	tn
kod	
Název nástroje	
Popis nástroje	
Zobraz v seznamu	
Průměr	
Délka řezné části	
Počet zubů-břitů	
Vnitřní chlazení	
Stopka Délka	
Stopka Průměr	
Vrcholový úhel	
Stoupání	
Průměr nastavitelný od	
Průměr nastavitelný do	

Obr. 17. Náhled na tabulku vrtací

### 6.1.2 Určení relací

Po vytvoření Tabulek a definování jejich datového typu jsem určila relace mezi tabulkami nebo mezi jednotlivými poli tabulek a určila návaznost na databázi NAHOS.

- přes *kod* je propojena skupina frezovací s tabulkami NAHOS

*nastroje\_na\_frezovani*

*britove\_desticky*

- přes *kod* je propojena skupina vrtací s tabulkami NAHOS

*nastroje\_na\_zavity*

*nastroje\_na\_otvory*

*britove\_desticky*

- přes *id\_tn* je propojena skupina vrtací s tabulkou *typ\_vrtaci*

- přes *id\_komponent* jsou propojeny všechny skupiny nástrojů v databázi NAHOS

### 6.1.3 Vytvoření formulářů

Formuláře slouží uživateli pro přístup k datům databáze a pro třídění a zápis dat.

Při tvorbě formuláře se nadefinují potřebné údaje pro zápis. Pro každou podskupinu budou přístupná společná data a rozměrová charakterizující tuto podskupinu. Návrh dat je proveden v bodu 5.

Můžeme vytvořit několik formulářů nebo řešit tuto část pomocí rozbalovacích seznamů.



Vzhled formuláře by měl být jednoduchý šedý podklad a bílé textové pole, obdobný vzhled má i zásobník nástrojů .

id_tn	kod	Název nástroje	Popis nástroje
	FR17000001		
<input checked="" type="checkbox"/>	Průměr	Délka řezné části	Počet zubů-břitů
	10	5	4
Stopka Délka	Stopka Průměr		
20	5		
Vnitřní chlazení <input checked="" type="checkbox"/>			

Záznam: 1 z 1

Obr. 18. Ukázka vytvořeného jednoduchého formuláře pro první podskupinu – Válcová fréza

Poznámka | Technologie | Uživatel

Základní | Geometrie | Seřizovací | Použití

Průměr: 2  Možný zářez v ose

Rádus rohu:  Vnitřní chlazení

Délka řezné části: 9 Max.pracovní hloubka:

Počet zubů-břitů: 2 Úhel zařezávání:

Smysl nástroje: Radiální zářez ke stopce:

Stopka

Délka: 31

Průměr: 2

Grafika nástroje:  ...

Obr. 19. Ukázka formuláře pro první podskupinu – Válcová fréza v zásobníku nástrojů

#### 6.1.4 Návrh propojení databází

Microsoft Access umožňuje použití jako samostatný databázový produkt nebo jej lze propojit a pracovat s mnoha druhy dat obsažených v jiných databázích tabulkových nebo textových souborech. Data z tabulek Access můžeme exportovat (zkopírovat) do databází jiných tabulkových nebo textových aplikací. Můžeme také importovat (kopírovat) nebo připojit (napojit) se na data jiných databází Accessu nebo na databáze dBASE, Paradox, Microsoft FoxPro a dalších všech SQL (Structured Query Language) databázích. Podmínkou je, že databáze podporují softwarový standart Open Database Connectivity (ODBC). Druhou podmínkou je, že budeme mít nainstalovaný v počítači příslušný ovladač ODBC.

Pro SQL produkty existují standarty, ale některé databáze vznikaly před vznikem těchto standardů. Společnosti tak vytvořily vlastní syntaxi (výrazy) SQL. Microsoft spolupracoval s výrobcí databází na vývoji ovladačů pro jiné databáze. Vytvořil ODBC (Open Database Connectivity) jako standard pro připojení k dalším systémům pro správu relačních databází. Ve verzi MS Access 2003 je pro import a export a pro propojení vytvořena služba Microsoft Windows Share Point.

Databáze NAHOS je vytvořená v MS Access a ve stejné databázi je vytvořena databáze TECHDAT o rozšiřující technologická data. Připojení k databázi NAHOS můžeme vytvořit importem nebo připojením dat. V tomto případě, ale bude vytvořená databáze TECHDAT rozšířením implementované databáze NAHOS. Do databáze NAHOS bude plně integrována jako její nedílná součást rozšíření.

Dle vyjádření výrobce SW EdgeCAM existuje možnost databázi zásobník nástrojů připojit pomocí naprogramování. Bližší informace k této možnosti sděleny výrobcem prozatím nebyly. Byla nabídnuta pomoc ze strany dodavatele firmy NEXNET a.s. s propojením k vytvořené databázi NAHOS. Předpokládám, že jde o plně profesionální databázi vytvořenou výrobcem a ta bude patrně obsahovat programový kód jazyka Visual Basic. Z konkurenčních důvodů je pravděpodobně databáze chráněna a její struktura skrytá a není přístupná.

## ZÁVĚR

V projektování a řízení výroby se zavádějí počítačově podporované systémy. Dochází k hodnocení kvality a efektivnosti prostředků automatizační techniky (HW, SW). V závislosti na využívání informačních technologií vznikají nové požadavky firmy na optimalizaci a lepší využití systémů. Stejný požadavek vznikl ve firmě TAJMAC - ZPS a.s.

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit na základě konzultací s technickými pracovníky firmy pro tuto firmu návrh databáze obráběcích nástrojů pro technologické účely. Teoretická část práce zahrnuje profil firmy, využití CAM systémů a analýzu požadavků. V úvahu byly vzaty připomínky technických pracovníků firmy. Navržená databáze TECHDAT by měla rozšířit stávající databázi NAHOS o potřebná data pro technické pracovníky a programátory.

Databáze NAHOS byla vytvořena v MS Access a bylo logickým řešením rozšíření vytvořit ve stejném SW programu. Využila jsem MS Access 2003. Rozšíření jsem navrhla tak, aby bylo možno tyto data využít do databáze programu EdgeCAM, což byl jeden z hlavních požadavků a tento jsem svým navrženým řešením splnila. Návrh potřebných dat jsem ve své práci zdůvodnila.

Zavádění databáze NAHOS komplikuje dříve provedená radikální změna struktury databáze. Po jejím vytvoření byla situace v podniku znovu přehodnocena na požadovaná data a bylo potřeba změnit strukturu již vytvořené fungující databáze. Snažila jsem se najít řešení, které by minimalizovalo nový radikální zásah do stávající upravené databáze NAHOS. Naplnění databáze údaji je proces zdlouhavý a náročný. Je patrné, že nelze pro tisíce položek nástrojů vyhledat a doplnit tyto údaje jednorázově, ale postup doplnění bude průběžný a bude pravděpodobně trvat několik měsíců.

Na závěr lze říci, že návrh rozšíření bude plně integrován do již implementované databáze NAHOS. Tato část integrace návrhu rozšiřující databáze je již řešena jiným diplomantem a je obsahem jiné diplomové práce. Rozšíření umožní a urychlí vyhledání potřebného nástroje v databázi podle zadaných požadovaných rozměrových parametrů, které doposud nebylo možné. Integrace rozšiřující databáze bude výhodnější. Nebudou současně dvě databáze, ale jen jedna. Rozšíření databáze o tuto část bude užitečným a prospěšným zdrojem dat.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]Šimůnek, Milan: SQL Kompletní kapesní průvodce, Grada, Praha1999, ISBN 80-7169-692-7
- [2]Vařecha, Martin: Diplomová práce „Programové vybavení pro evidenci nářadí ve strojírenské výrobě – vzdálená správa databáze nářadí“, 2003
- [3]Verbovský, Jakub: Diplomová práce „Software for tools records an Engineering industry – communication with the user“ 2003
- [4]Svoboda, Michal: Diplomová práce „Rozšíření programového systému pro správu nástrojového hospodářství ve strojírenské výrobě“, 2004
- [5]Katalogy nástrojů (firma SECO, WALTER, ISCAR, MAYKESTAG )
- [6]Pathtrace, Nexnet, a.s.: Technická příručka „První kroky s EdgeCAM“ 2005
- [7]MM Průmyslové spektrum.html  
<http://www.mmspektrum.cz/index.php?m=11&sub=5&rel=0204&idcl=020439&search=Tajmac>
- [8]TAJMAC-ZPS - firma.htm ( <http://www.zps.cz/profilc.html> )
- [9]<http://www.pathtrace.cz/>
- [10]<http://www.pathtrace.cz/www/3novinky/zpstajmac.php>
- [11]ECAM/EdgeCAM - CAD/CAM Software od firmy Pathtrace.htm  
<http://www.pathtrace.cz/>
- [12]KOVOPROG\MM Průmyslové spektrum.htm  
<http://www.mmspektrum.com/index.php?m=2&sub=5&rel=0401&idcl=040102>
- [13]Peška&Brtna: Kovoprog III Uživatelská příručka
- [14]Peška&Brtna: Kovoprog III Seznámení s Kovoprogramem na příkladu
- [15]D. Morkes: Microsoft Access 2003 podrobná uživatelská příručka, Computer Press, a.s., Brno 2004, ISBN 80-251-0179-7
- [16]ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.: FRÉZY - Katalog frézovacích nástrojů 2004

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ZPS	Závody přesného strojírenství	původní název firmy
NAHOS		informační systém firmy
CNC	Computerized Numerical Control	počítačové číslicové řízení
NC	Numerical Control	číslíkové řízení
MS	Microsoft	název počítačové firmy
OHN	Odbor hospodaření s nástroji	část struktury v podniku
ČR	Česká republika	
PC	Personal Computer	osobní počítač
SW	software	programové vybavení
CAD	Computer Aided Design	konstruování s podporou PC
CAM	Computer Aided Manufacturing	výroba s podporou PC
CAE	Computer Aided Engineering	vývoj s podporou PC
CIM	Computer Integrated Manufacturing	produkce řízená PC
ISO	International Organization for Standardization	Mezinárodní organizace pro normalizaci, soustava technických norem
ČSN EN ISO	České státní normy Evropské normy	soustava technických norem
PAMS, NEXNET		názvy dodavatelů software
CATIA		SW pro výrobu s podporou PC
*.pdf, *.csv, *.txt, *.mdb		zkratky počítačových souborů
UTB	Univerzita Tomáše Bati	
THP	Technicko hospodářský pracovník	

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Nástroje grafické znázornění frézovací podskupiny ikony.....	28
Obr. 2. Otevření zásobníku „Frézovací“ nástroje v EdgeCAMU .....	28
Obr. 3. Pohled na zásobník „ Frézovací“ nástroje.....	29
Obr. 4. Nástroje vrtací podskupiny ikony.....	30
Obr. 5. Otevření zásobníku nástrojů „Vrtací“ nástroje.....	30
Obr. 6. Pohled na zásobník „ Vrtací“ nástroje.....	30
Obr. 7. Ukázky SW pro navrhování řezných podmínek s pomocí PC.....	32
Obr. 8. Ukázka SW pro navrhování řezných podmínek z normativů .....	33
Obr. 9. Doporučené hodnoty hloubky záběru pro menší průměr frézy .....	35
Obr. 10. Doporučené hodnoty hloubky záběru pro větší průměr frézy .....	36
Obr. 11. Rychlost posuvu pro vrtání .....	37
Obr. 12. Náhled na tabulky databáze NAHOS.....	40
Obr. 13. Náhled na část záložky <i>Základní</i> u zásobníků nástrojů .....	49
Obr. 14. Náhled na tabulku pro výběr typu nástroje <i>typ_frezovaci</i> .....	62
Obr. 15. Náhled na tabulku pro výběr typu nástroje <i>typ_vrtaci</i> .....	62
Obr. 16. Náhled na tabulku frézovací.....	63
Obr. 17. Náhled na tabulku vrtací .....	64
Obr. 18. Ukázka vytvořeného jednoduchého formuláře pro první podskupinu – Válcová fréza .....	65
Obr. 19. Ukázka formuláře pro první podskupinu – Válcová fréza v zásobníku nástrojů .....	65

## SEZNAM TABULEK

Tabulka I. Frézovací podskupiny popis .....	27
Tabulka II. Nástroje vrtací podskupiny popis .....	29
Tabulka III. Návrh názvu pro <b>Název nástroje</b> pro databázi EdgeCAM.....	47
Tabulka IV. Návrh názvu pro <b>Popis nástroje</b> pro databázi EdgeCAM.....	48

## **SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA P I: viz. soubor - Návrh rozměrů nástrojů.xls

PŘÍLOHA P II: Frézování výpočtové vzorce

PŘÍLOHA P III: Vrtání výpočtové vzorce



## PŘÍLOHA P II: Frézování výpočtové vzorce

### Výpočet řezných podmínek



#### Označení a vzorce

Otáčky

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c} \quad (\text{rev/min})$$

Řezná rychlost

$$v_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D_c}{1000} \quad (\text{m/min})$$

Velikost posuvu

$$v_f = n \cdot z_n \cdot f_z \quad (\text{mm/min})$$

$$v_f = n \cdot z_c \cdot f_z \quad (\text{mm/min})$$

Posuv na otáčku

$$f = z_n \cdot f_z \quad (\text{mm/ot})$$

$$f = z_c \cdot f_z \quad (\text{mm/ot})$$

Objem odebíraného

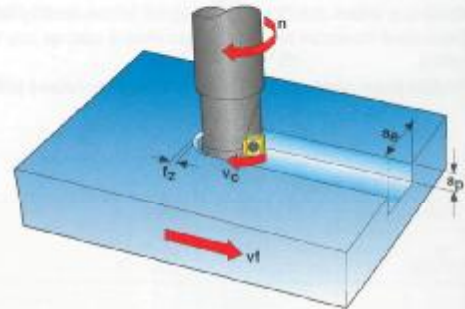
$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \quad (\text{cm}^3/\text{min})$$

Řezná rychlost a otáčky pro kopírovací frézování

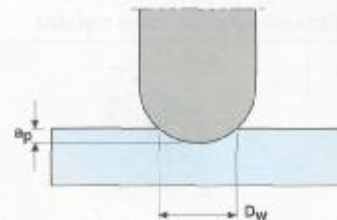
$$v_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D_w}{1000} \quad (\text{m/min})$$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_w} \quad (\text{ot/min})$$

$$D_w = 2 \cdot \sqrt{a_p (D_c - a_p)} \quad (\text{mm})$$



- $a_p$  = Šířka řezu mm, radiální hloubka řezu (mm)
- $a_e$  = Hloubka řezu, axiální hloubka řezu (mm)
- $D_c$  = Průměr frézy (mm)
- $f$  = Posuv na otáčku (mm/ot)
- $f_z$  = Posuv na zub (mm/zub)
- $z_c$  = Efektivní počet zubů pro výpočty velikosti posuvu (viz níže)
- $n$  = Otáčky (ot/min)
- $Q$  = Objem odebíraného materiálu (cm<sup>3</sup>/min)
- $v_c$  = Řezná rychlost (m/min)
- $v_f$  = Velikost posuvu (mm/min)
- $z_n$  = Počet zubů



#### Efektivní počet zubů ( $z_c$ )

Efektivní počet zubů ( $z_c$ ) se používá pro výpočet rychlosti posuvu ( $v_f$ ) a posuvu na otáčku ( $f$ ). U většiny fréz se činný počet zubů ( $z_c$ ) rovná počtu zubů frézy ( $z_n$ ), ale u některých fréz je  $z_c$  menší než  $z_n$ .



Příklad: kotoučová fréza 335.19

Celkový počet zubů ( $z_n$ ) = 12      Efektivní počet zubů ( $z_c$ ) = 6  
 Vysvětlení: 6 břitových destiček na jedné straně frézy a 6 břitových destiček na druhé straně, aby se docílilo plné šířky záběru ( $a_p$ ), což znamená  $z_c = 6$ .

## PŘÍLOHA P III: Vrtání výpočtové vzorce

### Vrtání - Vzorce



#### Značení a vzorce

**Otáčky**

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (\text{rev/min})$$

**Řezná rychlost**

$$v_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} \quad (\text{m/min})$$

**Posuv**

$$v_f = f \cdot n \quad (\text{mm/min})$$

**Plocha průřezu díry**

$$A_T = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{mm}^2)$$

**Objem odebraného materiálu**

$$Q = \frac{v_f \cdot A_T}{1000} \quad (\text{cm}^3/\text{min})$$

**Příkon**

$$P_C = \frac{Q}{60 \cdot 000 \cdot \eta} \cdot k_C \cdot \sin \kappa \quad (\text{kW})$$

**Krouticí moment**

$$M_C = \frac{f \cdot k_C}{1000} \cdot \frac{D^2}{8} \cdot \sin \kappa \quad (\text{Nm})$$

**Axiální síla (přibližně)**

$$F_f = 0,63 \cdot \frac{D}{2} \cdot f \cdot k_C \cdot \sin \kappa \quad (\text{N})$$

**Čas vrtání**

$$T_C = \frac{L + h}{v_f} \quad (\text{min/kus})$$

$f$  = Posuv na otáčku (mm/ot)  
 $h$  = Bezpečná vzdálenost hrotu vrtáku k obrobku před vrtáním (mm)  
 $k_C$  = Měrná řezná síla (N/mm<sup>2</sup>)  
 $L$  = Hloubka díry (mm)  
 $\eta$  = Účinnost stroje (%)

$\kappa = 90^\circ$   
 $\sin \kappa = 1$  } pro vrtáky s břitovými destičkami

$\kappa = 70^\circ$   
 $\sin \kappa = 0,94$  } pro vrtáky monolitní, CrownLoc a s připejnenými břitovými destičkami

#### Průměrná hodnota $k_C$ při vrtání

Materiálová skupina Seco	Hodnota $k_C$
1	1800
2	1950
3	2100
4	2300
5	2600
6	2800
7	4000
8	2600
9	2800
10	2850
11	3100
12	1400
13	1600
14	1900
15	2400
16	890
17	930
20	3235
21	4110
22	1770