

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojírenství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Typová technologie u vybraného spektra součástí

Autor: **Jiří Halmí**

Vedoucí práce: **Ing. Jan Matějka**

Akademický rok 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2013/2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří HALML  
Osobní číslo: S13B0024P  
Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: Strojírenská technologie-technologie obrábění  
Název tématu: Typová technologie u vybraného spektra součástí  
Zadávací katedra: Katedra technologie obrábění

**Zásady pro vypracování:**

1. Problematika typové technologie
2. Návrh typového technologického postupu pro danou typovou technologii
3. Výpočet normy času pro danou typovou technologii
4. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:

Vigner, Miloslav; Král, Mirko; Zelenka, Antonín, Metodika projektování výrobních procesů, Praha: SNTL 1984  
Cibulka, Václav; Němejc, Jiří, Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů, Plzeň: Západočeská univerzita 2001  
Šimek Josef; Špínka Jiří: Technologické projektování, VUT Brno, 1992, ISBN: 80-214-0434-5  
STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň : ZČU,2005.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Matějka**  
Katedra technologie obrábění  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Matějka**  
Katedra technologie obrábění  
Datum zadání bakalářské práce: **7. října 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



  
Doc. Ing. Jan Rehoř, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 7. listopadu 2013

## **Poděkování**

Děkuji všem, kteří mi pomohli při realizaci této práce, zejména vedoucímu bakalářské práce a konzultantovi Ing. Janu Matějkovi za cenné rady, připomínky.

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Halml	Jméno Jiří	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Matějka	Jméno Jan	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Typová technologie u vybraného spektra součástí		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	63	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	43	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	20
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Bakalářská práce obsahuje postup pro vytvoření parametrického modelu v systému Catia V5 ve dvou různých variantách. Dále tato práce obsahuje typový technologický postup pro dva typy zadaných součástí. V poslední části práce je popsána a následně stanovena norma času obou součástí.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Typová technologie, parametrizace, CatiaV5, technologický postup, norma času, standardizace</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Halml	Name Jiří		
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 “Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“			
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Matějka	Name Jan		
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>	
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Type technology for the selected part of the spectrum			

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Department of Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	---------------------------	-------------------	---------------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	63	<b>TEXT PART</b>	43	<b>GRAPHICAL PART</b>	20
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This Bachelor thesis contains a procedure for creating a parametric 3D model in Catia V5 CAD system. That procedure was made for two different variants. This thesis also contains standard technological procedure for two types of specified components. In the last part of this thesis there is a description and then a definition of the standard time for both components.
<b>KEY WORDS</b>	Standard technique, parameterization, Catia V5, technological procedure, standard time, standardization

## Obsah

1. Úvod .....	10
1.1 Problematika typové technologie .....	10
1.1.1 Současný stav konstrukčně technologické standardizace.....	10
1.1.2 Základní metody standardizace.....	11
1.2 Rozdělení tvorby typového technologického postupu.....	12
1.2.1 Prověření technologičnosti konstrukce.....	12
1.2.2 Volba představitele typového technologického postupu .....	15
1.2.3 Navržení předběžného typového technologického postupu .....	15
1.2.4 Návrh strojů a jejich vybavení .....	16
1.2.5 Ekonomický rozbor navržených variant .....	16
1.2.6 Typová technologická dokumentace.....	18
2. Parametrizace součásti v systému Catia V5 .....	18
2.1 Vytvoření jednotlivých parametrů .....	19
2.1.1 Parametry .....	19
2.1.2 Propojení parametrů s modelem .....	20
2.1.3 Kontrola hodnot parametrů .....	21
2.2 Vytvoření pomocí funkce Design Table .....	23
2.2.1 Tabulka .....	23
2.2.2 Parametry součásti .....	24
2.2.3 Spojení tabulky se systémem a provázání parametrů .....	24
2.2.4 Provázání parametrů s tabulkou .....	25
2.2.5 Parametry ve stromové struktuře .....	25
2.2.6 Změna typu koule .....	26
2.3 Porovnání způsobů parametrizace .....	27
3. Typový technologický postup .....	28
3.1 Výrobní zařízení .....	28
3.2 Typový postup pro součást typu KOULE.....	31
3.3 Typový postup pro součást typu KOULE DĚLENÁ.....	32
4. Norma času.....	33
4.1 Analýza a měření práce .....	33
4.2 Časové studie.....	33
4.2.1 Snímek pracovního dne .....	34
4.2.2 Snímek operace .....	35



4.2.3 Snímek dvoustranného pozorování.....	36
4.3 Stanovení normy času .....	36
4.3.1 ChronData.....	36
4.3.2 Vlastní náměry v systému ChronData .....	36
4.3.3 Součást typu KOULE .....	37
4.3.4 Součást typu KOULE DĚLENÁ.....	39
5. Závěr .....	41
Knižní publikace.....	42
Publikace na internetu .....	42

## Seznam příloh

Příloha č. 1:	Výrobní výkres součásti KOULE
Příloha č. 2:	Výrobní výkres součásti KOULE DĚLENÁ
Příloha č. 3:	Typový technologický postup součásti KOULE
Příloha č. 4:	Typový technologický postup součásti KOULE DĚLENÁ
Příloha č. 5:	Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace: pol. levá strana
Příloha č. 6:	Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace: kulová plocha s přídávkem pro kalení
Příloha č. 7:	Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace: kulová plocha hotově
Příloha č. 8:	Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace: koule hotově

## Použité zkratky

CAM	počítačová podpora výroby
CAD	počítačová podpora návrhu
CNC	číslicově řízený počítačem
NC	číslicově řízený

## 1. Úvod

Snahou ve výrobním procesu by mělo být to, aby výrobek byl zhotoven v pokud možno nejlepší kvalitě a za co nejnižší cenu. Obecně ale platí, že čím déle výroba určité součásti trvá, tím výrobek vychází dražší. Proto je snahou výrobců zkrátit výrobní dobu na minimum. V mnoha případech se pak bohužel stává, že doba výrobního procesu zkrácena na úkor kvality výrobku.

Jednou z možností, jak zkrátit čas výrobního procesu je zařazení jedné z forem standardizace jako je například typová technologie. Podstatou typové technologie je typizace technologických postupů, které jsou vypracovány pro určitého představitele souboru technologicky příbuzných součástí. Tento jednotný výrobní postup je založen na optimální technologii, využívající optimální druh nástrojů a výrobních strojů. Typové postupy umožňují podstatně zkrátit dobu přípravy, výrobu a typizaci náradí a přípravků.

Další možností je využití CAD/CAM systémů při konstrukci a tvorbě výkresové dokumentace. CAD/CAM systém je počítačově podporovaný systém pro návrh a také výrobu součástí. S jeho pomocí je například možno vytvořit parametrický model součásti, což výrazně zkrátí předvýrobní dobu.

V této bakalářské práci se zabývám tvorbou typové technologie, parametrizací a stanovením normy času pro zadané součásti. Práce je rozdělena do čtyř kapitol. První část popisuje problematiku typové technologie. V druhé části se věnuji parametrizaci součástí v systému CatiaV5. Parametrizaci je možno provést dvěma způsoby, proto je druhá kapitola rozdělena na část ve které popisují parametrizaci pomocí jednotlivých parametrů a na část, kde je popsána parametrizace pomocí funkce DesignTable. Na konci druhé kapitoly je pak zhodnocení obou variant. Typový technologický postup obou zadaných součástí je popsán ve třetí kapitole. V poslední kapitole se věnuji způsobu stanovení normy času a poté samotným stanovením.

### 1.1 Problematika typové technologie

#### 1.1.1 Současný stav konstrukčně technologické standardizace

Pojem standardizace je obvykle chápán jako proces vytváření pravidel zaměřených na uspořádání určité činnosti, zaručující ekonomickou efektivnost pro všechny zúčastněné prvky daného řešení s přihlédnutím k funkčním požadavkům a bezpečnosti práce.

Standardizací se odstraňují rozdíly v technologii a napomáhá se, aby se stejné nebo podobné součásti vyráběly podle stejných technologických postupů. Při standardizaci se součásti, pro které lze použít stejných nebo podobných postupů, sjednocují do určitých klasifikačních celků. Při volbě technologického postupu součásti poté stačí jen stanovit, k jakému typu nebo skupině součást patří. Na základě toho lze součást zařadit do příslušného standardního postupu.[1]

Standardizace se uplatňuje ve dvou hlavních formách. První z nich je typová technologie, která se vyznačuje tím, že se pro určitý soubor tvarově a technologicky příbuzných součástí řeší jednotný sled a obsah hlavních operací technologického postupu. Druhou hlavní formou je skupinová technologie a ta je charakterizována tím, že podobné operace u vybrané skupiny součástí se provádějí na určitém pracovišti, které má jedno základní vybavení a seřízení pro všechny součásti skupiny. Součásti mohou pro skupinovou technologii mohou být i značně tvarově odlišné.

Problémy standardizace úzce souvisí s rozvojem a úrovní technické přípravy. Proto standardizaci technologie musíme chápat jako progresivní ovlivňování současných výrobních procesů ve všech jejich fázích s cílem dosáhnout maximální efektivity.

Základní cíle v konstrukčně technologické standardizaci jsou:

- Z hlediska technicko-organizačního vybrat z možných řešení nejvhodnější alternativu
- Odstranit různorodost v konstrukční, technologické, organizační a řídicí činnosti výrobních procesů
- Zvýšit technicko-organizační úroveň výrobního procesu
- Zvýšit časové a výkonové využití výrobních strojů
- Zvýšit kvalitu výrobní dokumentace a snížit její objem
- Snížit pracnost zpracování výrobní dokumentace

### 1.1.2 Základní metody standardizace

**Simplifikace** – jinak také zjednodušení. Tato metoda je založena na redukci možných variant řešení na technicky a ekonomicky přijatelný počet z hlediska budoucího uživatele. Jde tedy o:

- celkové zjednodušení konstrukčně technologické koncepce výrobku
- snížení počtu typů výrobku
- snížení technologických variant výroby a organizace

**Typizace** – zaměřuje se především na výběr hmotných objektů nebo metod práce z hlediska jejich charakteristických (typických) vlastností. Tyto charakteristické vlastnosti splňují technické i ekonomické požadavky dané úlohy. Typizace je užívána k:

- odstranění zbytečné různorodosti v typech a provedeních
- určení optimálního sortimentu výrobků, montážních celků, součástí, které odpovídají funkčním, výrobním a provozním požadavkům
- stanovení nejvýhodnějších metod v technické přípravě výroby, výběr typových řešení, jako jsou – výrobní stroje, zařízení, výrobní systémy, technicko-logické metody atd.

**Unifikace** – sjednocení hmotných objektů za účelem jejich použití v řadě různých nebo podobných výrobků. Především se jedná o tvarové a rozměrové sjednocení. Rovněž lze unifikovat i metody a způsoby práce jako jsou například:

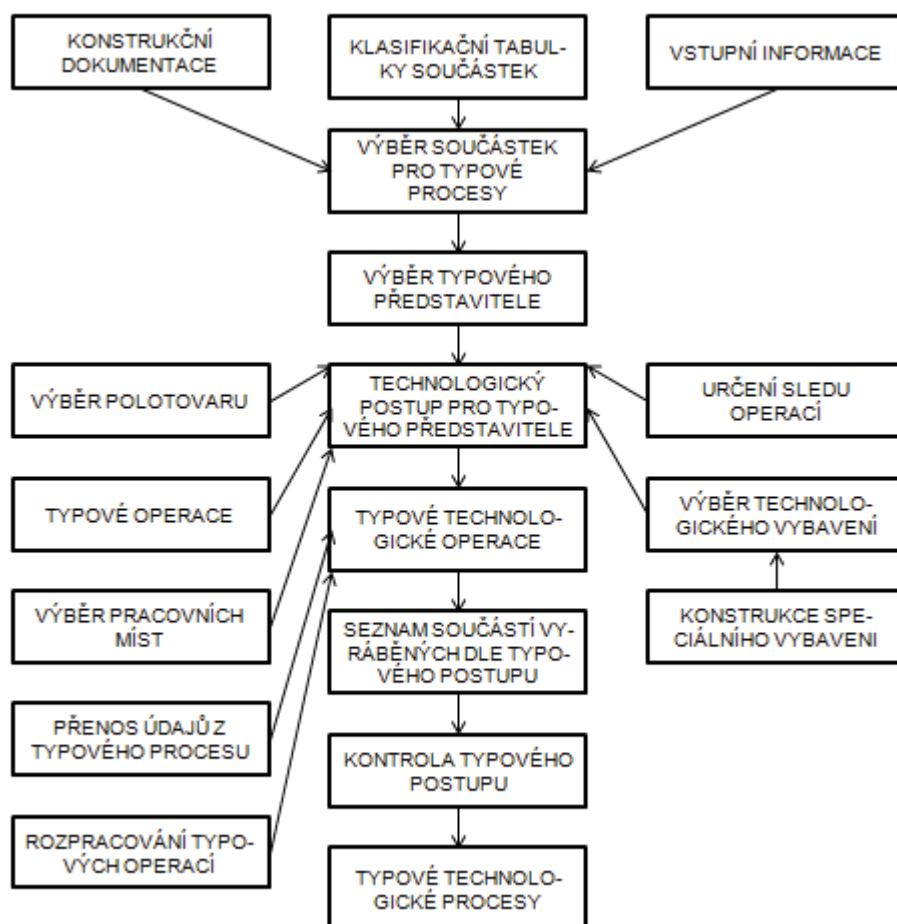
- zkušební metody
- postupy výroby
- montáže součástí

**Normalizace** – zjišťování a stanovení nejmenšího počtu technických řešení opakovaného případu, kde tato řešení jsou optimální za předpokladu všech možných řešení. Například normalizace konstrukčních prvků zabezpečuje vytvoření jejich modifikací na základě ověřených typových řešení. U tvarové skupiny se mohou měnit pouze rozměry nebo výchozí materiál. Tato metoda je nejvyšším stádiem standardizace. [1]

## 1.2 Rozdělení tvorby typového technologického postupu

Vypracování typového technologického postupu je rozdělena do následujících etap:

1. **Prověření technologičnosti konstrukce**
2. **Volba představitele**
3. **Předběžný návrh typové technologie**
4. **Návrh strojů a jejich vybavení**
5. **Ekonomický rozbor variant**
6. **Vypracování typové technologické dokumentace**



Obrázek 1.1. Schéma zpracování typových technologických postupů [4]

### 1.2.1 Prověření technologičnosti konstrukce

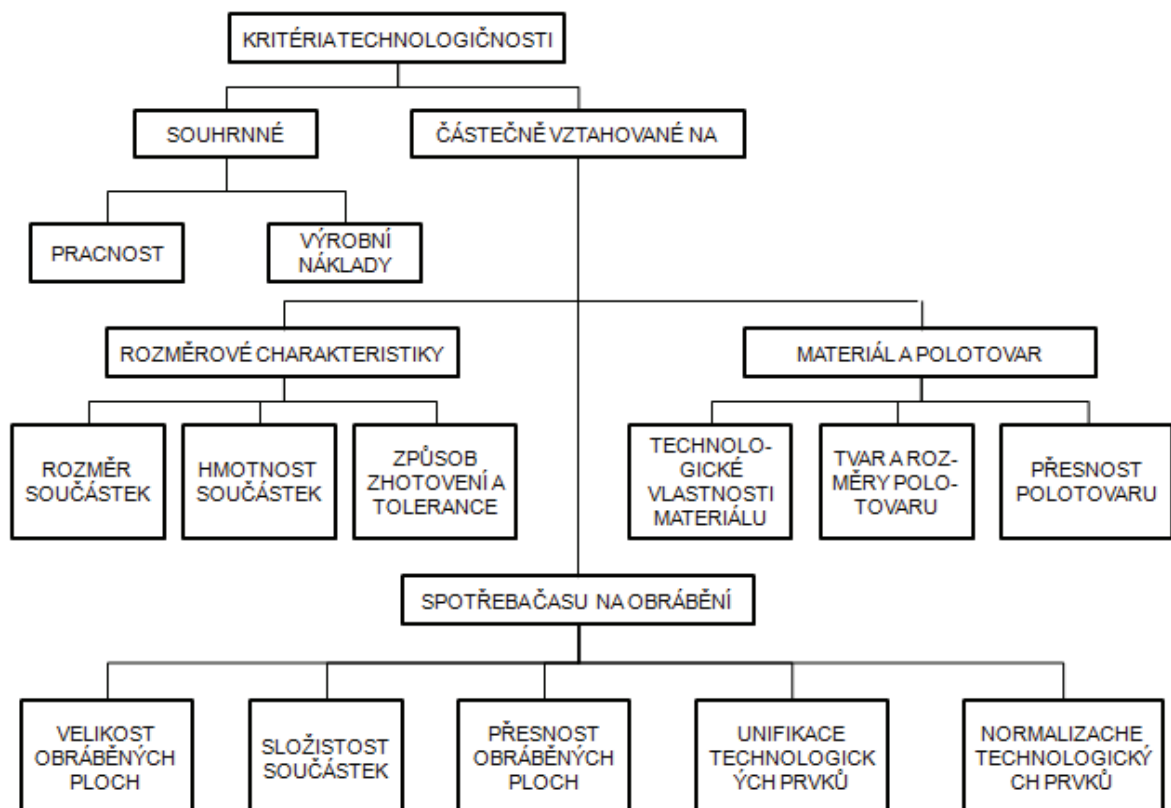
První etapou je prověření technologičnosti konstrukce všech zařazených součástí pod jeden typ. Kde technologičností konstrukce se rozumí vlastnost konstrukce, umožňující dodržet technické a provozní požadavky a také působení technologa na konstruktéra, aby

vhodnou konstrukcí zajistil požadované vlastnosti. Technologičnost konstrukce je však relativní, protože je vždy ovlivněna konkrétními podmínkami.

Při rozboru technologičnosti konstrukce jednotlivých součástí je nutno vycházet z následujících zásad:

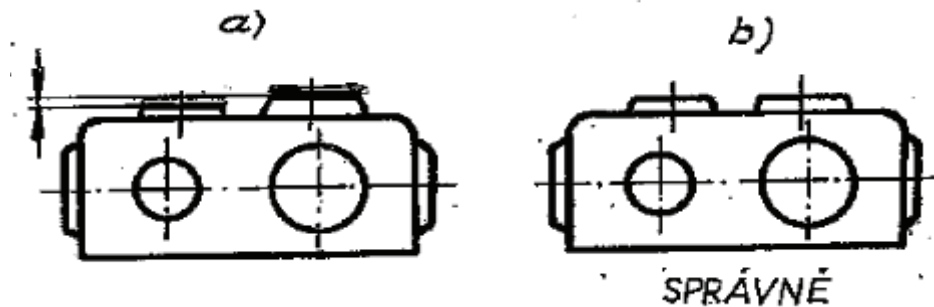
1. Tvar součástí vedle funkčního a pevnostního hlediska, musí být řešen s ohledem na jednotlivé etapy, jak předvýrobní (volba polotovaru), tak zhotovující (vlastní obrábění).
2. Určení vhodného materiálu musí vycházet z maximální životnosti součásti a také z minimálního počtu různých druhů použitých materiálů.
3. Součást má mít co nejméně a také co nejmenší obrobeneé plochy.
4. Obráběné plochy musí být přístupné pro řezné nástroje (minimalizovat použití speciálních nástrojů).
5. Konstrukce má být volena s ohledem na technologické základny (snadné upínání a ustavení).
6. Součást i jednotlivé konstrukční prvky mají být řešeny se zřetelem k typizaci a normalizaci.
7. Volba přesnosti a drsnosti povrchu nemá být větší, než je nezbytně nutná.
8. Montáž musí být jednoduchá, zejména se zvyšováním sériovosti výroby. [1]

Tyto uvedené požadavky však nevyčerpávají všechny aspekty technologičnosti konstrukce. Pro hodnocení stupně technologičnosti konstrukce součástí neexistují obecně platná kritéria, to je dáno mnohostranností konstrukčního provedení strojírenských součástí a celých výrobků, vlivu výrobního zařízení, sériovostí výroby atd.

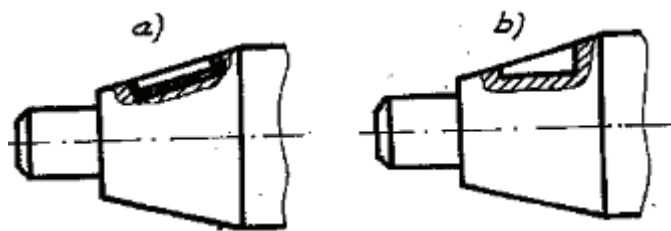


Obrázek 1.2. Schéma posuzování ukazatelů technologičnosti [4]

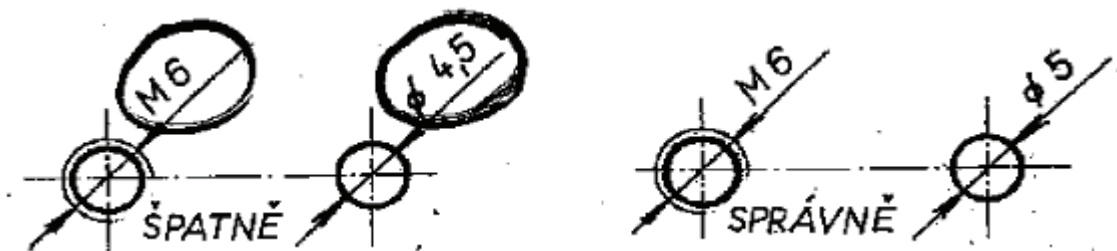
Příklady technologičnosti konstrukce jednotlivých prvků:



Obrázek. 1.3. Různá výška čel sousedních prvků vyžaduje vícenásobné nástroje.[9]



Obrázek 1.4. Lépe se vyrábí konstantní hloubka drážky pro pero.[9]



Obrázek.1.5. Úspora času při výměně vrtáku, pro závit M6 se vrtá díra Ø5. [9]

Technologičnost konstrukce je také hodnocena ukazateli technologičnosti, ale určujeme-li některé ukazatele, nemají absolutní hodnotu, slouží pouze k porovnání dvou nebo více strojních výrobků stejného druhu, zejména pro staré a nové konstrukce výrobku. Ukazatele technologičnosti můžeme rozdělit do těchto skupin:

- Ukazatel pracnosti, technické přípravy i výroby samotné
- Ukazatel spotřeby materiálu
- Ukazatel vlastních nákladů výroby

Ukazatel pracnosti zhotovení výrobku T:

$T_i$  – pracnost zhotovení i-té součástky výrobku

n – počet součástí výrobku

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

Ukazatel spotřeby materiálu  $U_m$ :

$m$  – hmotnost nového výrobku

$m'$  – hmotnost současného výrobku

$$U_m = \frac{m}{m'}$$

Ukazatel využití materiálu  $U_k$ :

$m_s$  – hmotnost hotové součásti

$N_s$  – norma spotřeby materiálu

$$U_k = \frac{m_s}{N_s}$$

Ukazatel počtu druhů použitých materiálů  $U_{dm}$ :

$Q$  – počet součástí výrobku

$n$  – počet materiálů

$$U_{dm} = \frac{Q}{n}$$

Ukazatel unifikace  $U_u$ :

$Q_u$  – počet druhů unifikovaných součástí

$Q_c$  – celkový počet součástí

$$U_u = \frac{Q_u}{Q_c}$$

Ukazatel normalizace  $U_n$ :

$Q_n$  – počet druhů normalizovaných součástí

$Q_c$  – celkový počet součástí

$$U_n = \frac{Q_n}{Q_c}$$

Ukazatel dědičnosti  $U_d$ :

$Q_{př}$  – počet převzatých součástí

$Q_n$  – počet součástí u nové konstrukce

$$U_d = \frac{Q_{př}}{Q_n} \quad [1]$$

### 1.2.2 Volba představitel typového technologického postupu

Typový technologický postup se vypracovává pro představitel určitého souboru součástí. Představitel je ta součást, která co nejvíce a nejúplněji vystihuje základní znaky pro daný soubor součástí. Z technologického hlediska to znamená stejný sled operací, způsob upínání, stroje a nářadí.

### 1.2.3 Navržení předběžného typového technologického postupu

Navržení typového technologického postupu je stejné jako u běžného technologického postupu, jen je kladen větší důraz na propracování, volby polotovarů a jejich rozměrů, základěn, přídavek na obrábění, speciálního nářadí, druhu a počtu operací atd. Při tvorbě je důležité navrhnout několik variant typového technologického postupu a ekonomicky posoudit která je nevhodnější.

## 1.2.4 Návrh strojů a jejich vybavení

### Návrh strojů:

Vhodnost typu a velikosti obráběcího stroje použitého pro výrobu určité součásti nebo souboru součástí vychází především:

- **Z technologických požadavků a ty jsou určovány:** druhem obrábění, způsobem obrábění, rozsahem rozměrové řady výrobního programu, tvarovou složitostí, požadavky na jakost výroby, požadavky na údržbu a spolehlivost provozu výrobního zařízení a sériovostí výroby
- **Z požadavků ekonomické efektivity, které jsou stanoveny :** růstem produktivity obrábění a hospodárností výroby

### Nástrojové vybavení strojů:

Optimální výběr nástrojového vybavení má velký vliv na produktivitu práce a nástroje představují 15 až 18% celkové hodnoty výrobních nákladů. Nářadí můžeme z hlediska použitelnosti rozdělit do dvou skupin:

- **Normální nářadí** – toto nářadí je ve výrobním postupu označováno normou a je získáváno především nákupem podle normy.
- **Speciální nářadí** – je konstruováno a vyráběno jen pro určité operace. Pro navržení speciálního nářadí platí zásada rentabilnosti R:

$$R = \frac{U}{N_{nár} (1,1 - 1,4)} \geq 1$$

U – celkové úspory vlastních nákladů při zavedení

$N_{nár}$  – náklady na konstrukci, zhotovení a údržbu [1]

## 1.2.5 Ekonomický rozbor navržených variant

Volba výhodnější varianty závisí na znalosti fixních nákladů, variabilních nákladů a také na vyráběném množství. Z těchto tří hodnot se poté vypočítají celkové náklady navrhované varianty. V případě, že fixní i variabilní náklady první z variant jsou nižší než u druhé, je první varianta výhodnější. Často však dochází k tomu, že fixní náklady první varianty jsou nižší, ale variabilní náklady jsou vyšší než u druhé varianty. V takovémto případě musíme spočítat nákladový bod zvratu  $q_k$ . Nákladový bod zvratu odpovídá takovému objemu produkce, při němž se celkové náklady obou variant rovnají.

Výpočet nákladového bodu zvratu:

q – počet kusů

CN – celkové náklady

FN – fixní náklady

PVN – průměrné variabilní náklady

Celkové náklady první varianty :

$$CN_1 = FN_1 + PVN_1 \cdot q \quad [7]$$

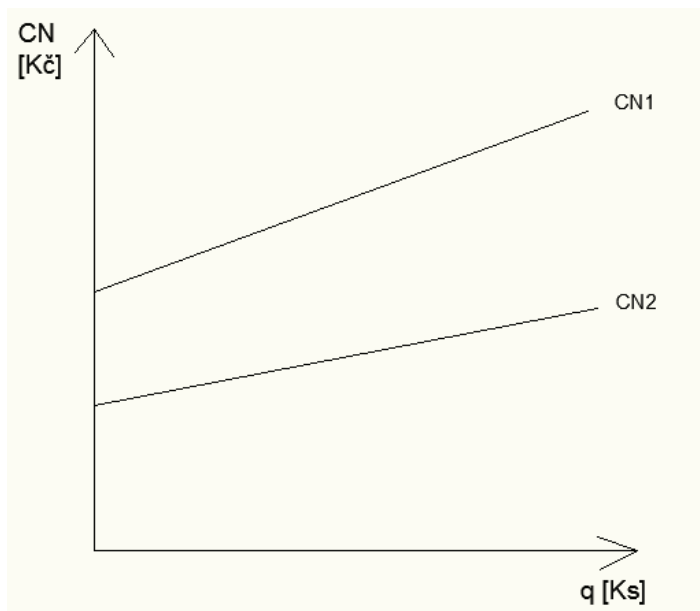


Celkové náklady druhé varianty:

$$CN_2 = FN_2 + PVN_2 \cdot q$$

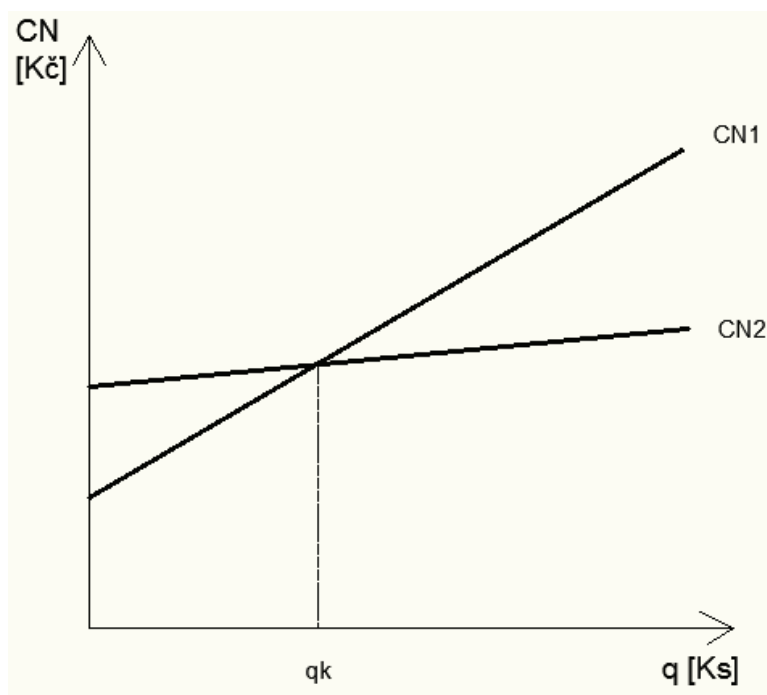
Musí platit rovnost:

$$CN_1 = CN_2 \Rightarrow q = \frac{FN_2 - FN_1}{PVN_1 - PVN_2} = q_k \quad [7]$$



Obrázek 1.6. Průběh nákladů.

V grafu na obrázku 1.6. je výhodnější varianta 2, jejíž celkové náklady jsou nižší.



Obrázek 1.7. Průběh nákladů s bodem zvratu.

V tomto případě je varianta 1 výhodnější v rozsahu 0 –  $q_k$  vyráběných kusů, od  $q_k$  je výhodnější druhá varianta.

### 1.2.6 Typová technologická dokumentace

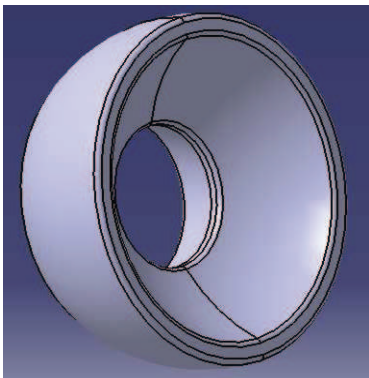
U typové dokumentace rozlišujeme dvě základní formy typové dokumentace, a to souhrnný typový technologický postup a typové technologické operační karty.

- Souhrnný typový technologický postup – v této formě typové dokumentace se jednotlivé operace popisují dle sledu operací při výrobě. Popis operací se píše různými způsoby a to závisí na tom, zda se jedná o tzv. „slepý postup“, v němž potřebné výrobní údaje bude doplňovat technolog pro každý výkres nebo zda se počítá s tím, že si obsluha výrobního stroje určí sama výrobní údaje pomocí výrobního výkresu. Souhrnné typové technologické postupy se užívají hlavně v ustáleném provozu.
- Typové operační karty (kreslené návodky) – téměř vždy se vypracovávají pro každou operaci na samostatném listě. Mezi tři obvyklé druhy návodek patří slepé, vzorové a skupinové návodky. Vzorové návodky se používají pro velmi složité součásti. Obrázek a text jsou u tohoto druhu návodek provedeny pro určitou rozměrovou skupinu součástí, a proto se při výrobě musí současně použít výrobní výkres. Dalším druhem jsou slepé návodky, u kterých technolog při tvorbě vynechá v textu i obrázku hodnoty, které jsou u jednotlivých součástí rozdílné. Hodnoty se do návodky doplní z výkresu součásti a při samotném provedení operace již není zapotřebí výrobního výkresu, pouze návodky. Skupinové návodky slouží pro výrobu několika součástí. Obráběné plochy a kóty jsou v obrázku doplněny odkazovými písmeny. V tabulkové části se najdou dle čísla výkresu a od odkazových písmen potřebné rozměry a v textové části popis jednotlivých úseků operace. V návodce jsou vyplněny řezné podmínky, norma času a speciální nářadí. Tento druh návodky je vhodný pro normalizované součásti.[3]

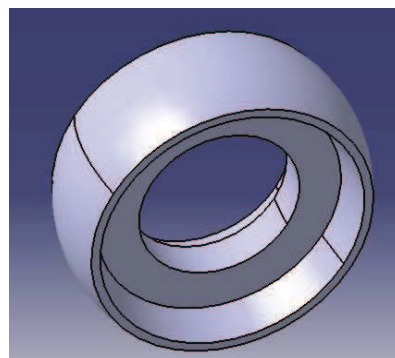
## 2. Parametrizace součásti v systému Catia V5

Součásti pro které je vytvořen parametrický model a následně typový technologický postup jsou dvě. Jedná se o dva typy koulí, které jsou vyráběny v halových laboratořích ZČU v Plzni. Materiál vyráběných koulí je nástrojová ocel 19 573. V halových laboratořích se vyrábí větší množství druhů těchto koulí, ale všechny druhy jsou si tvarově podobné. U jednotlivých druhů se mění pouze rozměry, proto se může na součásti aplikovat typová technologie. Vyrobené koule se používají při ohýbání trubek, kde se jejich použitím při ohýbání zabraňuje zvlnění trubky v místě ohybu.

Postup pro vytvoření parametrického modelu je pro oba typy koulí stejný, liší se pouze názvy parametrů a zadání podmínek pro kontrolu. Proto je v práci popsána tvorba parametrického modelu pouze pro jeden typ koule, jen podmínky kontroly v oddílu 2.1.3 jsou popsány pro oba typy koulí .



Obrázek 2.1a – KOULE DĚLENÁ



Obrázek 2.1b – KOULE

System Catia V5 nabízí dva způsoby, jak vytvořit parametrický model součást:


- Vytvoření jednotlivých parametrů součásti – tímto způsobem jsou vytvořeny jednotlivé parametry součásti a zadávají se přímo v systému.
- Pomocí funkce Design Table – U tohoto způsobu, je vytvořena tabulka s jednotlivými parametry pomocí Microsoft Excel a poté je propojena se systémem CatiaV5.

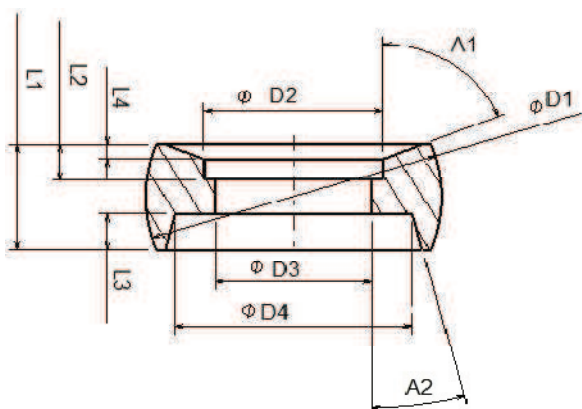
## 2.1 Vytvoření jednotlivých parametrů

Jako první věc před samotnou tvorbou parametrů je zapotřebí změnit v nastavení systému zobrazování parametrů, protože v základním nastavení systému CatiaV5 není zapnuté zobrazování parametrů a jejich vlastností ve stromové struktuře. Nastavení se provede v horní části obrazovky, kde se klikne na záložku *Tools* a v roletovém menu dále na *Option*. V zobrazeném okně najdeme zobrazení parametrů v *Part Infrastructure* a záložce *Display*. Zaškrtnutím všech možností v části *Display In Specification Tree* zapneme zobrazování parametrů a jejich vlastností ve stromové struktuře systému.

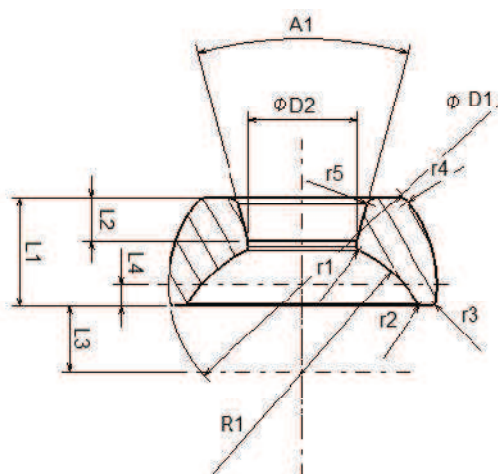
### 2.1.1 Parametry

Před vytvářením parametrů v systému CatiaV5 jsem musel vytvořit schéma s označením jednotlivých parametrů součásti. Na obrázku 2.1.1 je zobrazeno schéma pro typ součásti KOULE. Písmenem D(D1,D2,...) jsem označil parametry průměrů součásti. Délkové parametry jsou označeny písmenem L(L1,L2,...). Posledními parametry u tohoto typu součásti jsou úhly, které jsou ve schématu označeny písmeny A(A1, A2). Schéma pro druhý typ součásti KOULE DĚLENÁ je na obrázku 2.1.2. Označení parametrů je zde stejné jako u předchozího typu součásti, až na parametry rádiusu. Tyto parametry jsou na schématu označeny malým písmenem r(r1, r2,...).

V systému CatiaV5 jsou parametry tvořeny pomocí funkce *formula* , která se nalézá v panelu *Knowledge*. Po spuštění funkce se otevře okno, ve kterém se vytvářejí nebo editují parametry součásti. Jednotlivé parametry jsou pojmenovány dle vytvořeného schématu součásti.

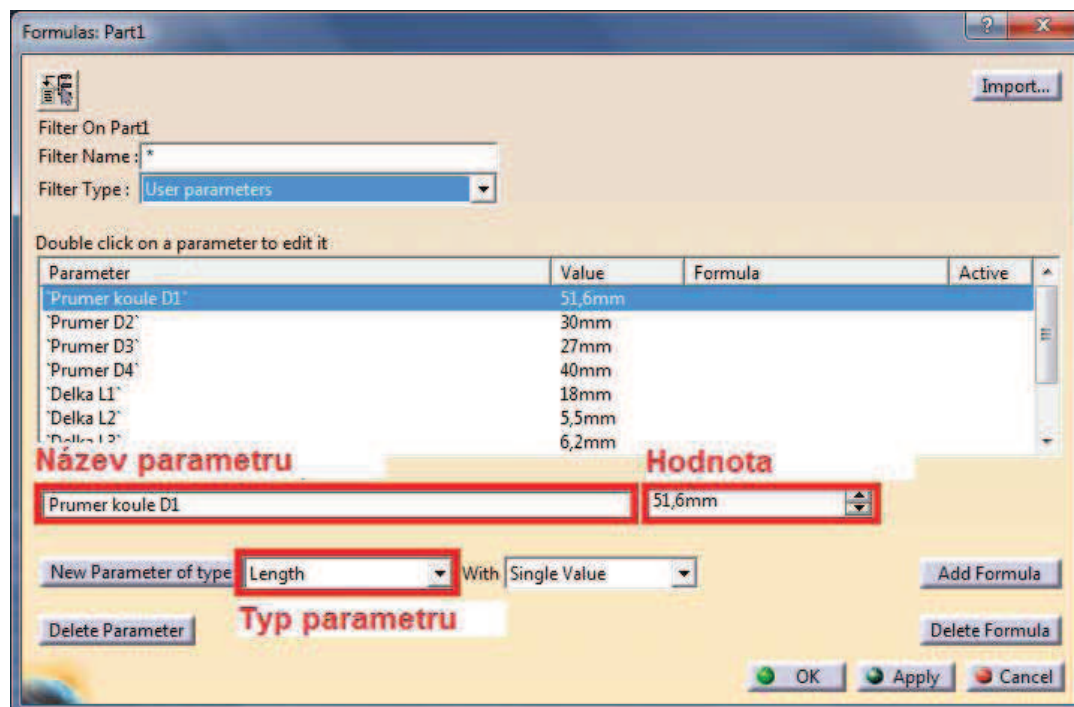


Obrázek 2.1.1




Obrázek 2.1.2

Vytvářený parametr je dále určen jeho typem. Pro délkové parametry se jedná o typ *length* [mm] a u parametrů označujících úhel jde o typ *angle* [deg]. Následně se k jednotlivým parametrům přiřadí rozměr a potvrdí tlačítkem *OK*. Vše je vidět na následujícím obrázku 2.1.3.

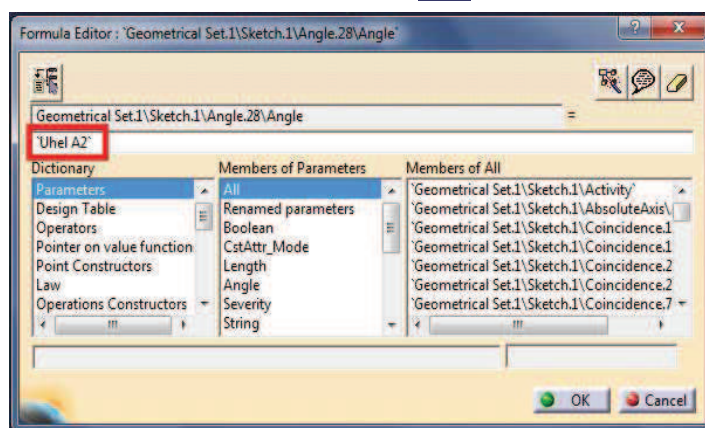


Obrázek 2.1.3

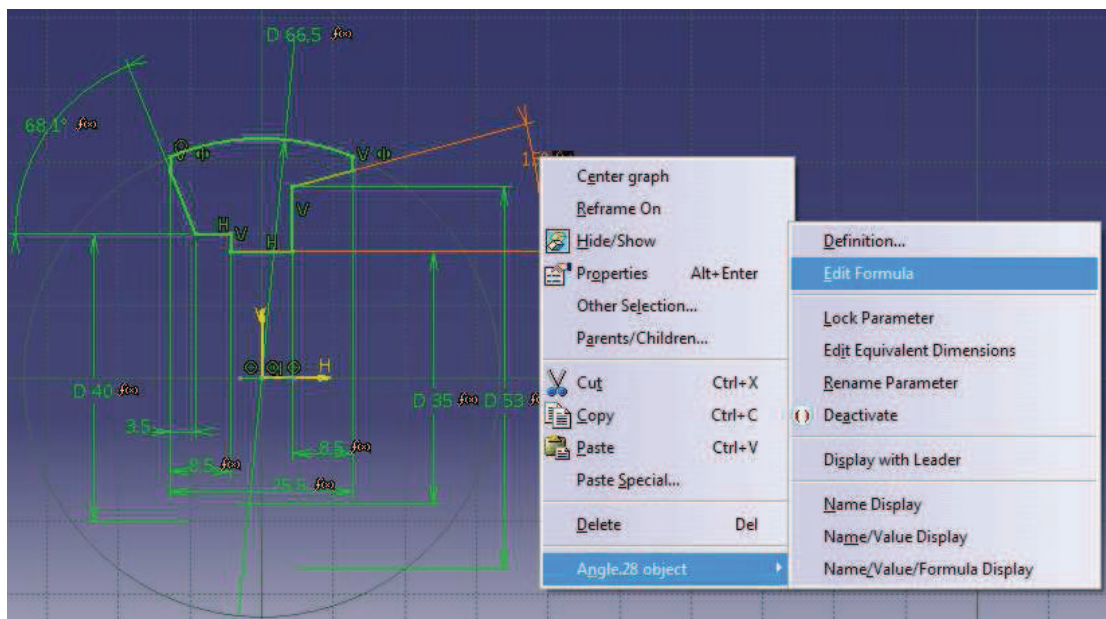
## 2.1.2 Propojení parametrů s modelem

Další částí pro vytvoření parametrického modelu je propojení jednotlivých parametrů s kótami součástí, to je provedeno ve skice součásti. Po otevření skici součásti se klikne pravým tlačítkem myši na kótu, ke které chceme přiřadit parametr a z nabídky se vybere *object* kóty a dále *edit formula*. Následně se spustí *Formula editor*(obrázek 2.1.4a), ve kterém se kóte přiřadí parametr, tím způsobem, že se ve stromové struktuře vybere název parametru, který má být ke kóte přiřazen. Stejným způsobem se propojí všechny ostatní parametry. Jestliže jsou všechny kóty propojené s parametry je za kótu značka funkce 

Název přiřazeného parametru




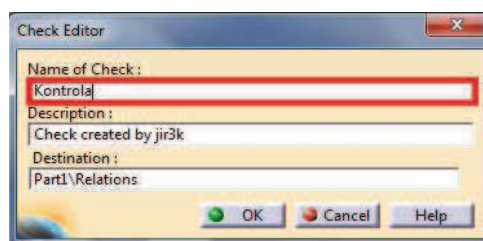
Obrázek 2.1.4b



Obrázek 2.1.4b

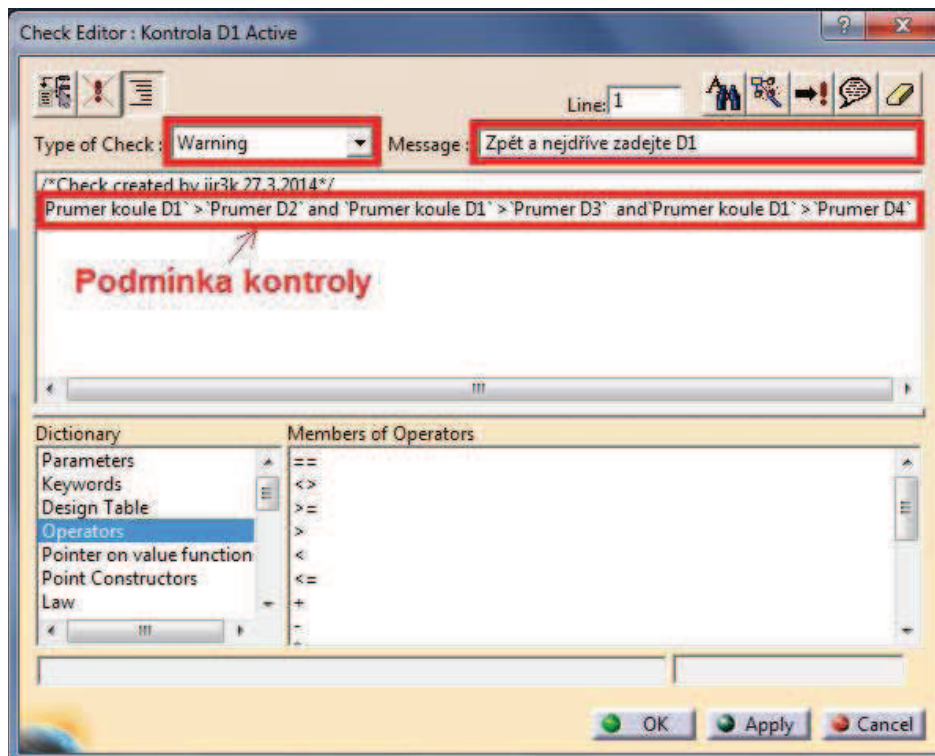
### 2.1.3 Kontrola hodnot parametrů

Parametry se při změně velikosti součásti musejí zadávat jednotlivě. A to v přesném sledu, jinak by systém hlásil, že součást nelze vytvořit. Aby nebyly problémy s vytvořením součásti v systému, zadávají se hodnoty parametrů od největšího průměru po nejmenší a stejně tak i délky. Zadávání hodnot je ošetřeno pomocí modulu v systému CatiaV5, který se nazývá *Knowledgewere* → *Knowledge Advisor*, kde v tomto modulu je vytvořena kontrola hodnot parametrů pomocí funkce *Check*  (kontrola). Po kliknutí na funkci se otevře okno, kde se vyplní jen název kontroly.



Obrázek 2.1.5

Po potvrzení okna se dostaneme do *CheckEditoru*. V horní části editoru je zapotřebí v roletovém menu vybrat typ kontroly, kde se v mém případě jedná o typ *Warning*. Vedle typu kontroly, je potřeba vyplnit zprávu, která se uživateli zobrazí v zadání nesmyslných hodnot. Poslední věcí kterou musíme v editoru vyplnit je podmínka pro kterou tato kontrola platí. Podmínky kontroly jsou pro každý typ koulí rozdílné.



Obrázek 2.1.6

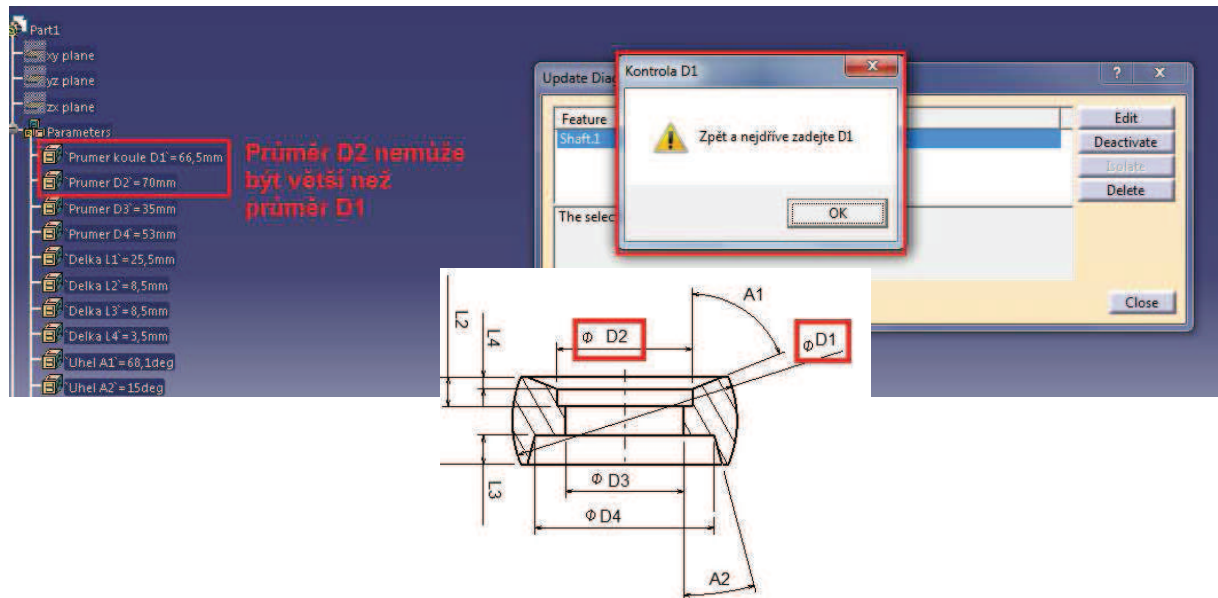
Podmínky kontroly pro typ **KOULE**:

- Průměr D1 musí být největší ze všech průměrů:  
`Prumer koule D1` > `Prumer D2` and `Prumer koule D1` > `Prumer D3` and `Prumer koule D1` > `Prumer D4`
- Průměr D4 musí být menší než průměry D3 a D2:  
`Prumer D4` > `Prumer D3` and `Prumer D4` > `Prumer D2`
- Průměr D2 musí být větší než průměr D3:  
`Prumer D2` > `Prumer D3`
- Délka L1 musí být největší ze všech délek:  
`Delka L1` > `Delka L2` and `Delka L1` > `Delka L3` and `Delka L1` > `Delka L4`
- Délka L4 musí být menší než délky L3 a L2:  
`Delka L4` < `Delka L3` and `Delka L4` < `Delka L2`

Podmínky kontroly pro typ **KOULE DĚLENÁ**:

- Průměr D1 musí být větší než průměr D2:  
`Prumer koule D1` > `Prumer D2`
- Délka L1 musí být největší ze všech délek a vzdáleností:  
`Delka L1` > `Delka L2` and `Delka L1` > `Vzdalenost L3` and `Delka L1` > `Vzdalenost L4`
- Vzdálenost L3 musí být větší než vzdálenost L4:  
`Vzdalenost L3` > `Vzdalenost L4`

Při nesprávném zadání hodnoty parametru se uživateli zobrazí varovné okno, kterým by se měl řídit pro správné fungování modelu. Na Obrázku 2.1.7 je vidět schválně zadaná chybná hodnota parametru D2. Ze schématu KOULE je patrné, že průměr D2 nemůže být větší než průměr D1.



Obrázek 2.1.7

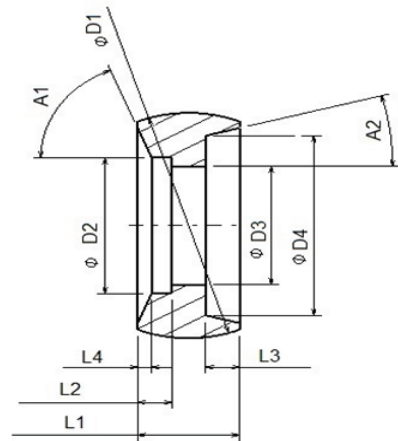
## 2.2 Vytvoření pomocí funkce Design Table

Druhou možností jak vytvořit parametrický model je použít funkci Design Table, pomocí které je propojena již vytvořená tabulka v Microsoft Excel se systémem CatiaV5. Nesmyslné hodnoty jsou omezeny již přímo v tabulce a proto odpadá tvorba omezujících podmínek přímo v systému CatiaV5, jak bylo zapotřebí v předcházejícím případě. Pro model vytvořeným tímto způsobem, také není zapotřebí mít při zadávání hodnot jednotlivých parametrů vytištěné nebo zobrazené typové schéma, protože schéma je zobrazené rovnou u tabulky s hodnotami.

### 2.2.1 Tabulka

Tabulka je vytvořena ve svislé orientaci. V horní část jsou názvy jednotlivých parametrů a za každým názvem parametru musí být v závorce napsána jednotka, která náleží hodnotě parametru v systému CatiaV5.

Typ	ØD1 (mm)	ØD2 (mm)	ØD3 (mm)	ØD4 (mm)	Délka L1 (mm)	Délka L2 (mm)	Délka L3 (mm)	Délka L4 (mm)	Úhel A1 (deg)	Úhel A2 (deg)
1	66,5	40	35	53	25,5	8,5	8,5	3,5	68,1	15
2	51,6	30	27	40	18	4,5	6,2	1,5	70	30
3	35	40	35	53	25,5	8,5	8,5	3,5	68,1	15




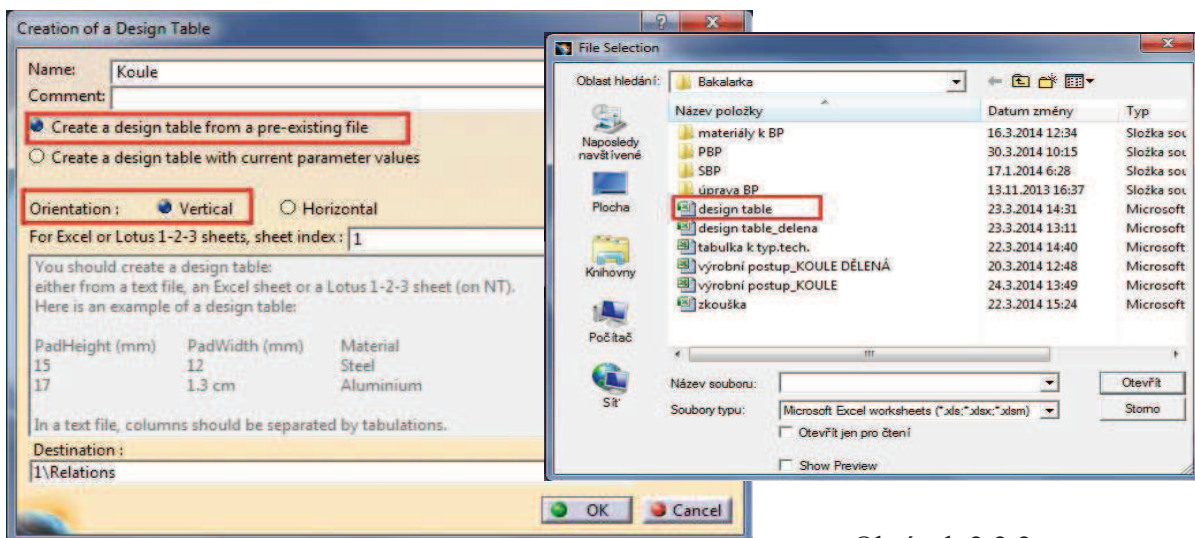
Obrázek 2.2.1

### 2.2.2 Parametry součásti

Při tvorbě parametrického modelu pomocí funkce Design Table je zapotřebí vytvořit jednotlivé parametry součásti. Tyto parametry jsou vytvořeny způsobem, který je již popsán v kapitole 2.1.1. K vytvořeným parametrům dle zmíněné kapitoly je potřeba vytvořit ještě jeden parametr, který je určen typem *String* a má název "Typ". Tento parametr slouží k číselnému označení jednotlivých typů koulí. Po provázání tohoto parametru s tabulkou, svítí v systému na prvním řádku stromové struktury číslo aktivního typu koule.

### 2.2.3 Spojení tabulky se systémem a provázání parametrů

Spojení tabulky se systémem je provedeno pomocí funkce *Design Table* . Po spuštění funkce se zobrazí okno, ve kterém vyplníme název a dále zaškrtnout možnost, že chceme vytvořit Design Table z již předem připravené tabulky – *Create a design table from a pre-existing file*. Poslední věcí, kterou provedeme v tomto okně výběr orientace tabulky. V mém případě se jedná o tabulku orientovanou vertikálně. Po následném potvrzení okna, už jen vybereme název souboru vytvořené tabulky, kterou chceme se systémem propojit.



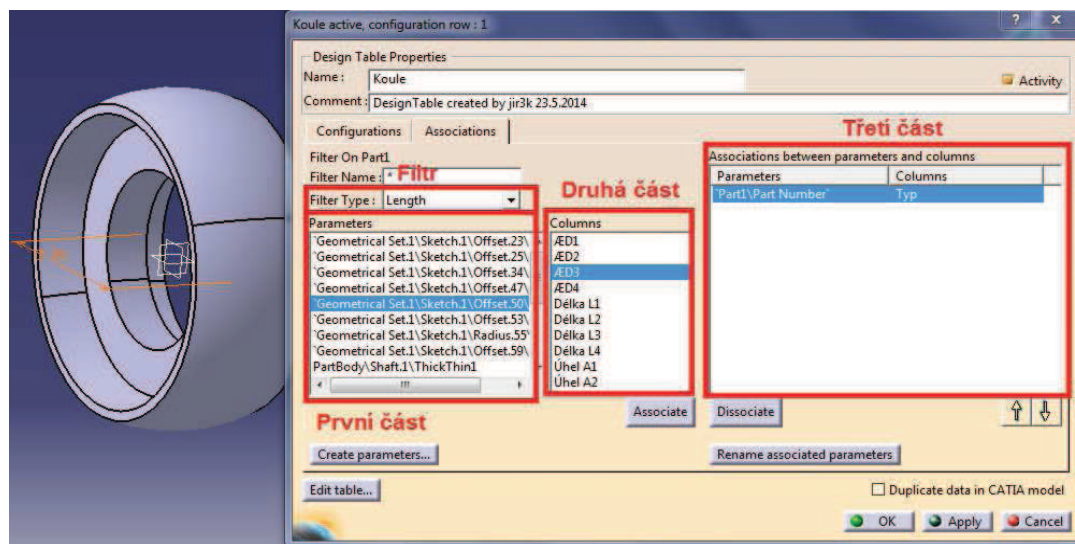
Obrázek 2.2.2



## 2.2.4 Provázání parametrů s tabulkou

Dalším krokem je provázání parametrů součásti se sloupci v tabulce. Tento krok se provádí v editoru v záložce *Associations*, do kterého se dostaneme po výběru souboru vytvořené tabulky. Editor je rozdělen do tří částí. První část je nazvána *Parameters*, tato část zobrazuje jednotlivé parametry součásti a pro ulehčení hledání parametrů je zde filtr pomocí kterého se zobrazují jen určité typy parametrů. Po označení parametru se zobrazí kóta tohoto parametru na modelu součásti. Druhá část se nazvá *Columns* a zobrazuje názvy sloupců z tabulky vytvořené v Microsoft Excel. Poslední část se nazvá *Associations between parameters and columns* a v této části se zobrazují vytvořené vazby mezi parametry a sloupci z tabulky.

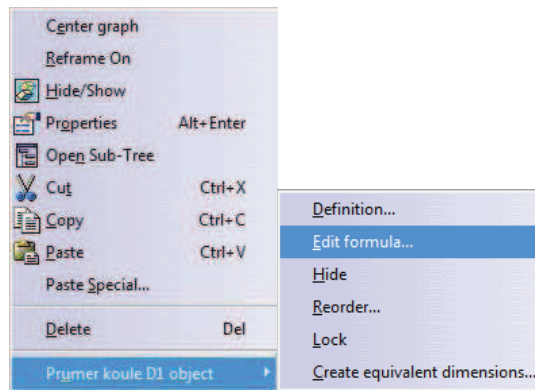
Vlastní provázání je jednoduché. V roletovém menu filtru vybereme o jaký typ parametru se jedná, poté se v první části vybere parametr který chceme propojit s názvem sloupce tabulky a klikneme se na tlačítko *Associate*. Následně se vytvořená vazba objeví ve třetí části editoru. Například při propojení sloupce "Typ" se vybere ve filtru typ parametru *String* a v první části editoru "Part1\Part Number" a propojí se pomocí tlačítka *Associate*. Stejným způsobem se propojí ostatní sloupce tabulky.



Obrázek 2.2.3

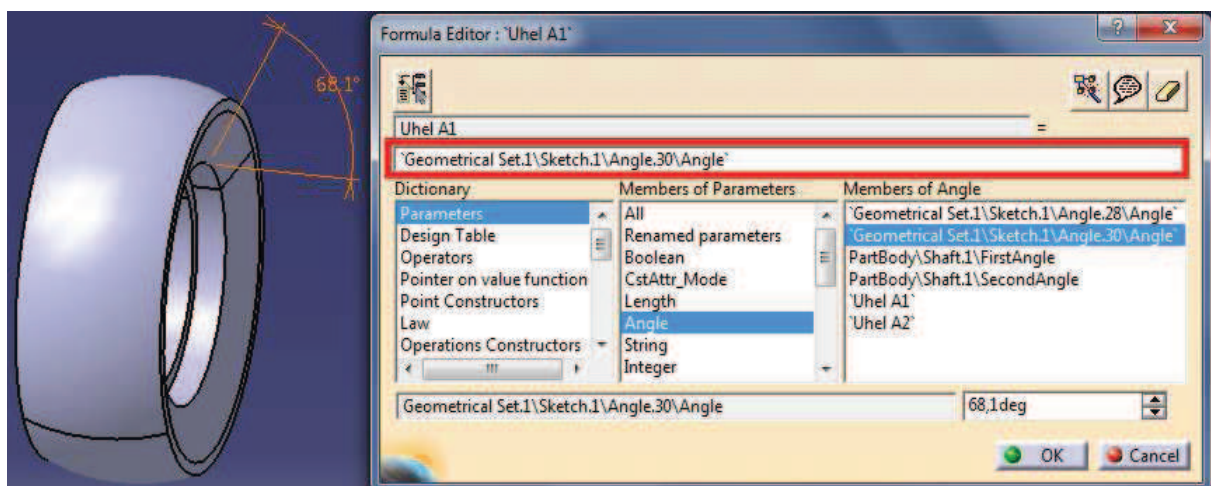
## 2.2.5 Parametry ve stromové struktuře

Posledním krokem je provázání vytvořených parametrů ze stromové struktury s kótami součásti. Provázání se provede v *Formula Editor*, do kterého se dostaneme pravým kliknutím myši na parametr, který chceme editovat. Poté přemístíme myš na název parametru v roletovém menu a klikneme na *Edit formula...*



Obrázek 2.2.4

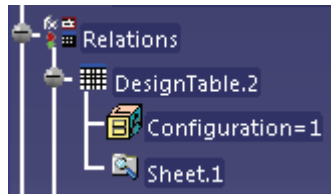
Poté je zapotřebí přiřadit k parametru správnou kótu součásti. Podle toho o jaký typ parametru se jedná, vybereme v prostředním sloupci *Members of parameters* buď lenght, angle, atd. Ve třetím sloupci se zobrazí všechny kóty vybraného typu, ze které vybereme tu, která náleží editovanému parametru. Příslušnou kótu vybereme dvojklikem myši. Vybraný název kóty se zobrazí pod názvem parametru.



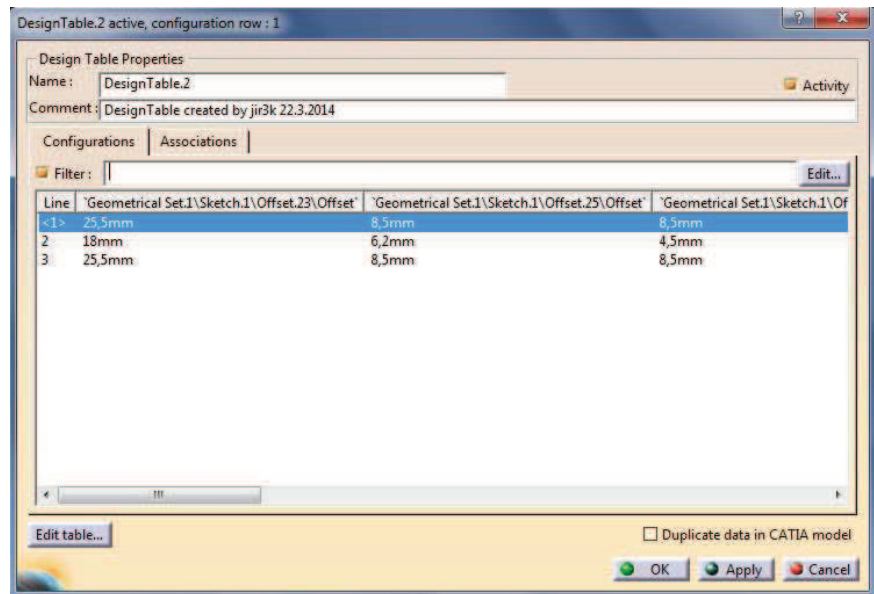
Obrázek2.2.5

## 2.2.6 Změna typu koule

Vytvořený DesignTable se nachází ve stromové struktuře v záložce *Relations*. Změna typu koule se provádí dvojklikem na DesignTable, tím se dostáváme do systémového modulu *Knowledge Advisor*. Abychom mohli změnit model na jiný typ koule musíme znovu dvojklikem otevřít DesignTable v stromové struktuře, následně se dostaneme do okna s konfigurací design tablu. Označením vybraného typu koule a následným potvrzením tlačítkem *OK* je změna typu dokončena.



Obrázek 2.2.6



Obrázek 2.2.7

## 2.3 Porovnání způsobů parametrizace

- **1. Způsob: Vytvořením jednotlivých parametrů** – u tohoto způsobu parametrizace je výhodou, že se jednotlivé parametry mohou zadávat přímo v systému CatiaV5, ale při zadávání hodnot musí mít uživatel buď vytištěné schéma, nebo otevřené schéma součásti přímo v počítači. To je zapotřebí z důvodu dobré orientaci mezi označením jednotlivých parametrů. Při změně a potvrzení hodnoty jakéhokoli parametru se model v systému automaticky aktualizuje. Tato aktualizace je poněkud nevýhodná a nelze pozastavit a znovu zapnout až po zadání všech parametrů. Z tohoto důvodu se musejí parametry zadávat v přesném sledu a to od největšího průměru součásti po průměr nejmenší. Délkové rozměry parametrů součásti se do modelu musejí také zadávat od největších po nejmenší. Jestliže uživatel zadá parametr v jiném pořadí systém CatiaV5 okamžitě hlásí chybu. Proto jsem musel vytvořit omezující podmínky, které při špatném zadání parametru vedou uživatele v jakém sledu má parametry zadávat. Propojení vytvořených parametrů s modelem součásti je u tohoto způsob parametrizace jednodušší než u druhého způsobu, protože se zde vytvořené parametry propojí pouze s kótami modelu. Bohužel nevýhodou je zde nutnost zadávání parametrů v přeném sledu.
- **2. Způsob: Vytvořením pomocí Design Table** – vytvoření parametrického modelu pomocí funkce Design Table je poněkud složitější než první způsob, ale pro uživatele který zadává parametry je určitě pohodlnější. Velkým rozdílem je zde vytvoření tabulky s parametry v Microsoft Excel, kde přímo vedle vytvořené tabulky je vložené schéma s popisem parametrů součásti. Po vyplnění jednotlivých parametrů do tabulky dle schématu a následném uložení dokumentu systém CatiaV5 automaticky aktualizuje propojení s tabulkou v excelu. Protože se u tohoto způsobu parametry zadávají do externí tabulky a v systému se mění pouze jednotlivé typy součásti, odpadá zde vytvoření omezujících podmínek.

### 3. Typový technologický postup

Typový postup je možno použít jen u tvarově podobných součástí, což je v tomto případě splněno, protože jak u součástí typu KOULE, tak i u typu KOULE DĚLENÁ se mění pouze rozměry a tvar zůstává zachován. Další zásadou pro typový technologický postup je, aby byl vytvořen pro představitele, který je z vybraného spektra součástí tvarově nejsložitější. Jelikož se u zadaných součástí mění pouze rozměry a ne tvar, tuto podmínku nemusím brát v úvahu.

V hlavičce vytvořeného typového postupu je uveden název součásti, schéma s popisem parametrů, materiál ze kterého je součást vyráběna a také polotovar součásti. Polotovar je uveden pomocí parametru průměru D1 + přídavek, ale je zde třeba brát ohled na rozměrovou řadu polotovaru kruhových tyčí.

#### 3.1 Výrobní zařízení

MASTURN 50 CNC je určen pro přesné soustružnické práce, zejména v kusové a malosériové výrobě. Hlavními operacemi, které se na stroji provádí je soustružení tvarově náročnějších, povrchových, čelních i vnitřních ploch, řezání vnitřních i vnějších závitů válcových i kuželových.



Obrázek 3.1.1 Masturn 50 CNC [18]

#### Hlavní technické parametry:

Oběžný průměr nad ložem:	500 mm
Vzdálenost mezi hroty:	1500 mm
Vrtání vřetena:	82 mm
Rozsah otáček vřetena:	0-3000 ot/min
Rozsah pracovního posuvu:	0-2000 mm/min
Rychloposuv:	7500 mm/min
Maximální hmotnost obrobku:	600 kg
Příkon stroje:	30 kW
Rozměry stroje (d x š x v):	3130 x 1560 x 1845 mm
Hmotnost stroje:	2600 kg

Soustružnický poloautomat SPT 16 NC je určen pro obrábění složitých hřídelových součástí upnutých mezi hroty, přírubových obrobků upnutých ve sklíčidle a pro výrobu součástí z tyčového materiálu. Stroj je vhodný pro soustružení vnějších a vnitřních válcových ploch, čelních ploch, kuželových a kulových ploch, vrtání a vystružování otvorů a řezání vnitřních a vnějších závitů.



Obrázek 3.1.2. Soustružnický poloautomat SPT 16 NC [17]

Hlavní technické parametry:

Maximální oběžný průměr:	340 mm
Maximální obráběná délka:	hřídel – 500 mm příruba – 120 mm
Maximální délka tyčového materiálu:	1500 mm
Maximální průměr tyčového materiálu:	40 mm
Rozsah otáček vřetena:	40 – 4000 ot/min
Rozsah posuvů:	5 – 2000 mm/min
Rychloposuv:	6000 mm/min
Maximální hmotnost obrobku:	50kg
Příkon stroje:	45 kW
Výkon hlavního elektromotoru:	50 kW
Rozměry stroje (d x š x v):	3390 x 1730 x 2310 mm
Hmotnost stroje:	4800 kg

Hrotový soustruh SUI 32 je určen pro jednoduché obrábění rotačních součástí. Tento stroj je použit pouze při výrobě součásti typu KOULE DĚLENÁ a obrábí se zde jen tvarová plocha, konkrétně vnitřní rádius r5.



Obrázek 3.1.3. Hrotový soustruh SUI 32 [19]

Hlavní parametry:

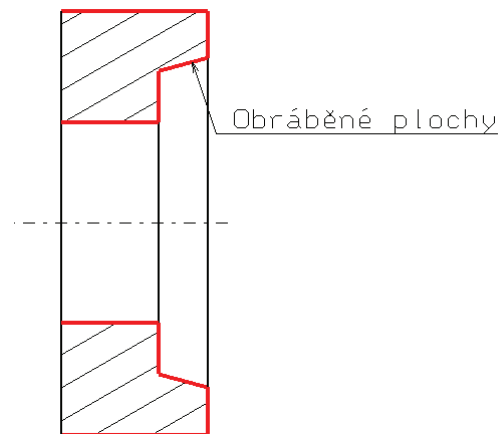
Oběžný průměr nad ložem:	320 mm
Délka soustružení:	1000 mm
Rozsah otáček vřetena:	20-3150 ot/min
Rozsah podélných posuvů:	0,01 – 3,24 mm/ot
Rozsah příčných posuvů:	0,005 – 1,62 mm/ot
Výkon hlavního motoru:	4 kW
Rozměry stroje (d x š x v):	2230 x 1035 x 1486 mm
Hmotnost stroje:	1610kg

### 3.2 Typový postup pro součást typu KOULE

Technologický postup pro tento typ součásti je rozdělen do sedmi operací, které se provádějí na čtyřech strojích. Vnitřní plochy součásti se musejí obrábět na dvě upnutí a vnější kulový tvar se obrábí pomocí upnutí na trn. Kalení a deponování TiN vrstvou je prováděno kooperací.

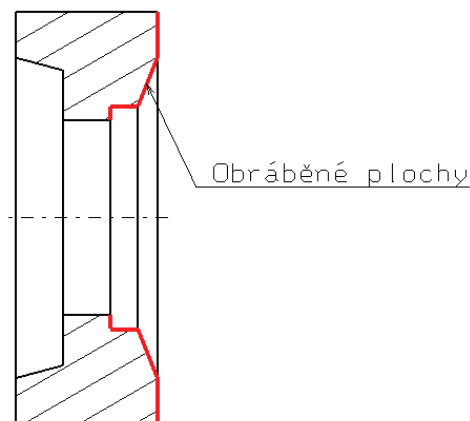
První operace probíhá na pásové pile, kde se polotovar řeže na násobky požadovaného rozměru s přírůstkem 4 milimetry. Maximální řezaná délka je 400 mm.

Hrubování vnějších ploch a hotové soustružení vnitřních ploch součásti se provádí na stroji Masturn 50 CNC, kde je obrobek upnut za průměr polotovaru do tvrdých čelistí. Nejdříve je zarovnáno čelo a průměr D1 s přírůstkem pro hotové soustružení. Poté následuje vrtání díry průměru D3 – přírůstek. Po vyvrtání díry se hotově soustruží vnitřní plochy, kde se po obrobení musí mikrometrem změřit vnitřní průměr D3, zda odpovídá požadované přesnosti. Pokud rozměr nevyhovuje musí se vnitřní plochy přesoustružit ještě jednou a následně upíchnout na délku L1 + přírůstek. Průměr D3 je nutno obrobit v toleranci max.  $\pm 0,02\text{mm}$  z důvodu dodržení tolerancí po kalení. Tento průměr se po kalení již neobrobí. Na obrázku 3.2.1 jsou červenou barvou označeny obráběné plochy.



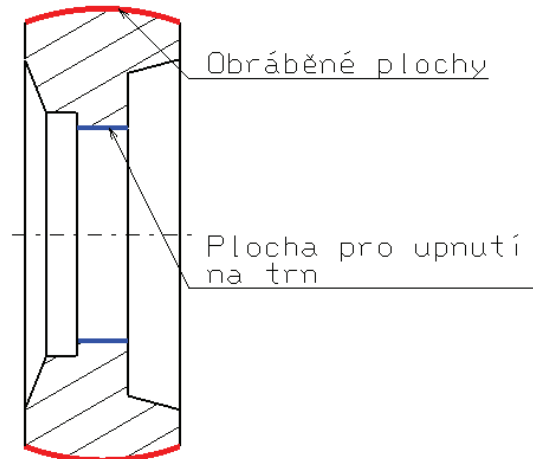
Obrázek 3.2.1. Obrábění na stroji Masturn 50 CNC

Soustružení druhé strany dle obrázku 3.2.2 se provádí na stroji SPT 16 NC, kde se součást upne do měkkých čelistí. Po upnutí se na tomto stroji obrábí druhá strana vnitřních ploch a následně se zarovná čelo. Obrábění na tomto stroji probíhá současně s obráběním na stroji Masturn 50 CNC.



Obrázek 3.2.2. Obrábění na stroji SPT 16 NC

Pro obrábění kulové plochy se součást musí upnout na rozpínací trn, který má rozměr dle průměru D3. Kulová plocha se obrábí s přídkem 0,5 mm pro tepelné zpracování. Tato plocha musí být obrobena z důvodu správné adheze tenké vrstvy na povrchu. Kalení je prováděno kooperací, kde je součást kalena na  $58 \pm 2$  HRC. Po kalení je součást znovu upnuta na trn a hotově soustružena kulová plocha. Poté následuje poslední operace a to deponování TiN vrstvou, které je prováděno stejně jako kalení kooperací.



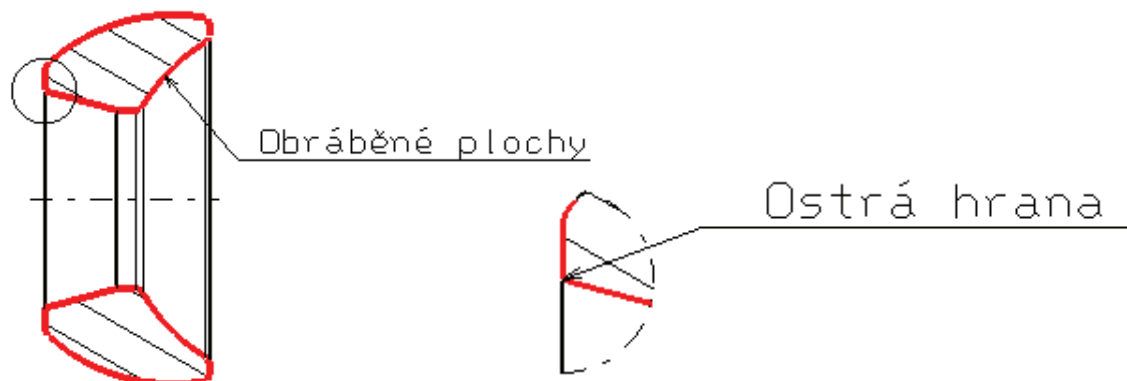
Obrázek 3.2.3. Soustružení kulové plochy

### 3.3 Typový postup pro součást typu KOULE DĚLENÁ

Pro součást typu KOULE DĚLENÁ je typový technologický postup rozdělen do čtyř operací. U této součásti se vnitřní i vnější plochy součásti obrábějí na jedno upnutí. Jediná plocha, která se musí obrábět na druhé upnutí je vnitřní rádius r5.

První operace je stejná jako u předchozího typu koule, tedy uříznutí polotovaru pomocí pásové pily na násobek délky L1 + přídkem 4 mm v maximální délce 400mm.

Následující operace se provádí na stroji Masturn CNC. Součást je zde upnuta do tvrdých čelistí, za průměr polotovaru a po upnutí se hrubováním zarovná čelo a průměr D1 + přídkem. V dalším úseku operace se provádí hotově soustružení kulové plochy průměru D1, včetně vnitřního rádiu r3. Průměr D1 musí být po tomto úseku změřen pomocí třmenového mikrometru, zda vyhovuje rozměru dle výkresu. Pokud je kontrolovaný rozměr souhlasí s výkresem je vyměněn nástroj a vyvrtána díra o průměru D2 – 1mm. PO vyvrtání díry se hotově soustruží vnitřní plochy součásti dle výkresu kromě rádiu r5. Posledním úsekem této operace je upíchnutí součásti na délku L1 včetně rádiu r4.



Obrázek 3.3.1. Obrábění na stroji Masturn 50 CNC



Při třetí operaci je součást upnuta do měkkých čelistí na stroji SUI 32. Na tomto stroji se obrábí pouze rádius r5. Rádius je obráběn tvarovým nožem rozměru dle výkresu.

Poslední operace se provádí kooperací, kde je součást kalena na  $58 \pm 2$  HRC.

Typové technologické postupy včetně použitých nástrojů a náradí pro oba typy součástí jsou přiloženy v příloze číslo 3 a 4.

## 4. Norma času

### 4.1 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce zahrnuje soubor nástrojů a metod, jejichž cílem je zanalyzovat a změřit vykonávanou práci. Je to jedna ze základních znalostí průmyslového inženýra. Cílem měření práce je určení spotřeby času specifikované práce. Spotřeba času může být stanovena na základě přímého (snímek pracovního dne, chronometrů...) či nepřímého měření (MTM, MOST...). Výstupem analýzy a měření práce je podklad pro normu spotřeby času. [15]

#### Hlavní přínosy při využití analýzy a měření práce:

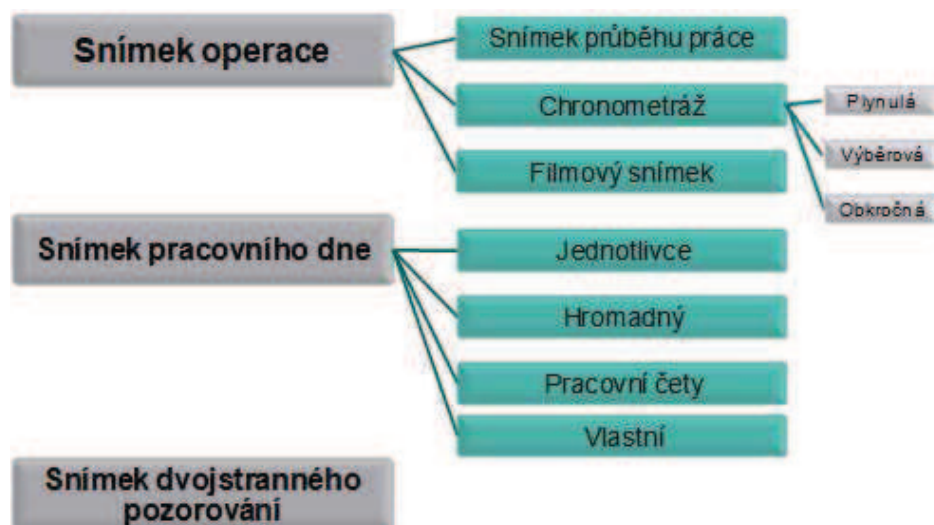
- Zvýšení produktivity při malých investicích
- Určení normy času
- Zvýšení bezpečnosti na pracovišti
- Vzniklé úspory času z použitých metod jsou viditelné ihned
- Metody měření odstraňují neefektivnost

### 4.2 Časové studie

Účelem časových studií je skutečné zjištění spotřeby času k prováděným činnostem a jsou nástrojem metod průmyslového inženýrství. Časové studie slouží k stanovení normy času, také ale pro zlepšování pracovních procesů. Spotřeba času se skládá z časů ztrátových a nutných, což je čas potřebný pro vykonání práce při plném využití stroje s dobrou organizací práce a čas na nutné přestávky. Ztrátové časy jsou veškeré, které neodpovídají výše uvedeným a na rozdíl od nutných časů nejsou normovatelné.



Obrázek 4.2.1. Spotřeba času [9]



Obrázek 4.2.2. Rozdělení časových studií [15]

#### 4.2.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne zaznamenává veškerou spotřebu času během směny. Zaznamenáním se získá přehled o spotřebě času, plýtvání a poměr činností nepřidávajících hodnotu. Tato časová analýza je ale poněkud časově náročná. Během pozorování by měl pracovník vykonávat jednotlivé úkony jako při průběhu směny, bez ohledu na to že je někým pozorován. Pro tento typ analýzy je možno použít různé druhy snímků: [8]

- **Snímek pracovního dne jednotlivce** – měří se zde spotřeba času pracovníka, který pracuje samostatně a snímek zachycuje veškerou spotřebu času od začátku do konce směny. Tento druh snímku má nejpodrobnější záznam pracovní činnosti a zaznamenává se do pozorovacího listu.
- **Snímek pracovního dne hromadný** - předmětem pozorování je veškerá činnost a měření spotřeby času pracovníků pracujících v samostatných pracovních úkolech. Nezapisuje se zde čas, ale pouze sledovaná činnost, která se zaznamenává pomocí symbolů povahy času.
- **Snímek pracovního dne čety** – veškerá spotřeba času je měřena u pracovníků čety, kteří pracují v rámci společného pracovního příkazu. Jedná se o jednoúčelové pozorování, spotřeba času se zaznamenává ve formě jednotkového i postupového času a pomocí symbolů
- **Vlastní snímek pracovního dne** – u tohoto druhu snímku se spotřeba času ztratové činnosti zaznamenává samotným vykonavatelem práce

Postup analýzy snímku pracovního dne s provádí v následujících etapách:

- Výběr pracovníka
- Seznámení s pracovištěm
- Vymezení sledovaných činností
- Pozorování práce a zaznamenání pracovní činnosti
- Rozbor a vyhodnocení snímku

- Navržení změn pracovního procesu nebo stanovení norem a normativů

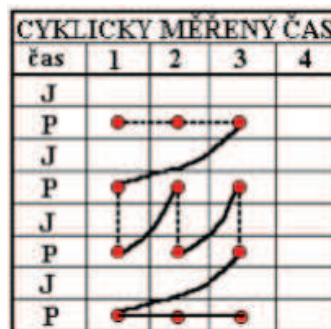
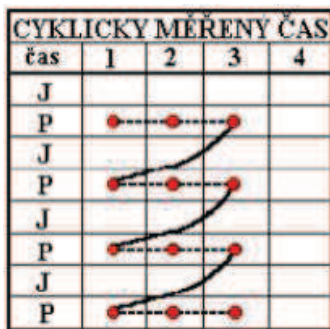
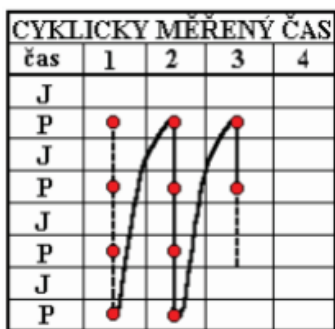
#### 4.2.2 Snímek operace

Analýza pomocí tohoto typu časové studie se zabývá pozorováním průběhu práce a měřením spotřeby pracovního času u určité práce, která se cyklicky opakuje. Účel snímku operace je získat podklady pro stanovení normativů, normy času, a také na základě rozboru operace zlepšit technicko-organizační úroveň. Snímek operace se rozděluje na následující typy analýz:[8]

- **Snímek průběhu práce** – používá se hlavně pro operace, u kterých práce probíhá v delších časových proporcích a pořadí úkonů operace je nepravidelné
- **Chronometrůž** – se provádí u cyklicky se opakujících operací, jejichž úkony se pravidelně opakují. Zaznamenává se zde spotřeba času u jednotlivých úkonů. Samotná chronometrůž se ještě rozděluje:
  - a) Základní chronometrůž – měří se čas všech úkonů operace
  - b) Výběrová chronometrůž – měří se jen předem vybrané úkony operace
  - c) Obkročná chronometrůž – měří se čas skupiny několika úkonů, protože jednotlivé úkony mají příliš krátké časy

Typy záznamu pro chronometrůž :

- a) Průběžný – používá se pro opakující se operace.
- b) Řádkový – použití pro několik kusů, které se obrábějí společně.
- c) Kombinovaný – kombinace obou výše uvedených typů záznamu.



Obrázek 4.1. Průběžný [8] Obrázek 4.2. Řádkový [8] Obrázek 4.1. Kombinovaný [8]

- **Filmový snímek** – touto metodou se získává trvalý záznam spotřeby času i pohybu pracovníků

Postup provádění snímku operace:

- Příprava studie
- Pozorování, měření a zaznamenávání
- Vyhodnocení výsledků a úprava pro další využití
- Navržení změn

### 4.2.3 Snímek dvoustranného pozorování

Při tomto druhu snímkování se pozoruje jak pracovní proces, tak i proces technologický s vlivem pracovníka na technologii. Používá se v případech, kde je poměr mezi časem práce a časem technologickým ve prospěch času technologického (kontrola, regulace, registrace, odběr vzorků, zkoušky, přecházení po pracovišti). Sledují se zde charakteristické znaky technologie.[8]

## 4.3 Stanovení normy času

Stanovení normy času zadaných součástí bylo provedeno chronometráží. Tento druh snímkování operace byl vybrán z toho důvodu, že operace u součásti se cyklicky opakují a jednotlivé úkony taktéž. Nebyly zde měřeny časy jednotlivých úkonů, ale časy určitých skupin úkonů. Pro měření a následné stanovení normy času byl použit program ChronData.

### 4.3.1 ChronData

Jedná se o relační databázový systém podporující převážně získávání statistických údajů a jejich vyhodnocování pro sestavení norem. Forma měření vychází z snímkování operace a metody chronometráže. Systém ChronData získaná data nemusí využít pouze pro sestavení nových normativů spotřeby času, ale také jako nástroj k určení produktivity práce.

Postup samotného měření, není nijak rozdílný od běžné chronometráže. Před měřením je potřeba důkladná příprava, ve které je nutné operaci rozdělit na jednotlivé úkony, popřípadě skupinu úkonů a stanovit mezní body měření. Mezní bod je vždy na začátku a na konci měřeného úseku.

Při vlastním provádění měření systém simuluje jednak stopky a jednak zapisovací zařízení, které záznam provádí. Díky tomu je možné ihned po jeho provedení získaná data statisticky vyhodnotit.[16]

### 4.3.2 Vlastní náměry v systému ChronData

Pro měření hodnoty normy času byl vybrán u každého typu koule typový představitel. Tento typový představitel byl volen ze dvou hledisek:

- Hodnoty rozměrů
- Dosavadní opakovanost výroby

Jelikož rozměry ostatních vyráběných typů nejsou extrémně rozdílné (např. průměr koule se nejčastěji pohybuje v rozmezí 49 až 61mm, naměřené hodnoty se dají použít na všechny typy těchto vyráběných součástí. U jiných rozměrů, než u typového představitele byl použit pouze kontrolní odpich času na větším počtu vyráběných kusů (dle aktuální výroby) a součty naměřených hodnot oproti hodnotám u typového představitele se lišily max. do 30 s na kus.

Pro vlastní měření u typového představitele byla zvolena přípustná chyba měření 5%. Měření bylo provedeno 4 x za sebou a všechna měření tuto chybu splnila viz. výsledky jednotlivých náměru popsané dále.

Pro vlastní výpočet normy času byly zvoleny následující koeficienty:

Koeficient nepravidelných prací byl zvolen 12 % a to z důvodu častého přeseřizování NC stroje a případného opakovaného obrábění přesných rozměrů.

Koeficient směnových časů byl volen standardně 15%.

Časy podmíněčně nutných přestávek byly voleny nulové, jelikož se žádné nevyskytují.

### 4.3.3 Součást typu KOULE

Měření bylo provedeno na součásti, která má rozměrové parametry:  $\varnothing D1=51,6\text{mm}$ ,  $\varnothing D3=27\text{mm}$  a šířka  $L1=18\text{mm}$ . Jako první se měřila operace, která se provádí na stroji Masturn 50 CNC a v systému ChronData je popsána jako: **pol. levá strana**. Operace je rozdělena na úkony dle následujícího obrázku 4.3.1.

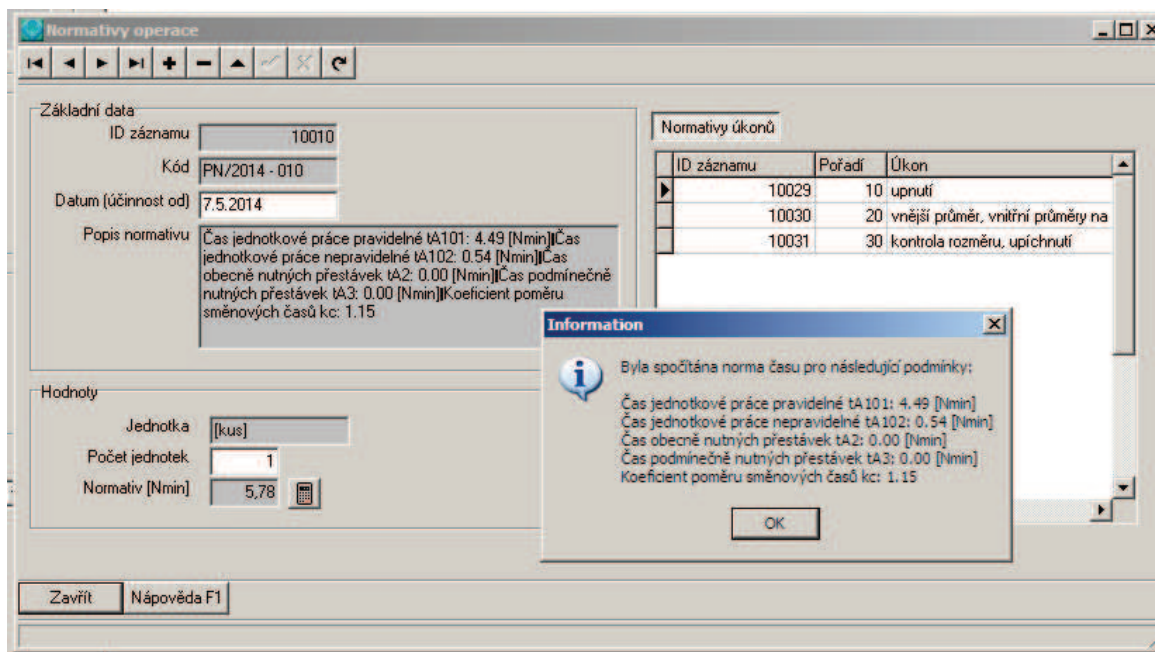
Pořadí	Popis úkonu	Typ spotřeby času	Typ času	Zdroj	Název
10	upnutí	Práce	Ta - jednotkový čas	10001	ruční práce
20	vnější průměr, vnitřní průměry na čisPráce	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce
30	kontrola rozměru, upíchnutí	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce

Skladba úkonů operace - popis		
Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
10	upnutí tyčového polotovaru, vysunutí ze sklíčidla na hloubkoměr	uchopení klíčky
20	zarovnat čelo, vnější průměr s přídavkem 1 mm na plochu, vnitřní plocha včetně průměru 27 na čisto	start programu
30	kontrola rozměru 27, upíchnutí hotového kusu na průměr 27,4, paličkou kus urazit	uchopení kalibru odložení hotového kusu

Obrázek 4.3.1.

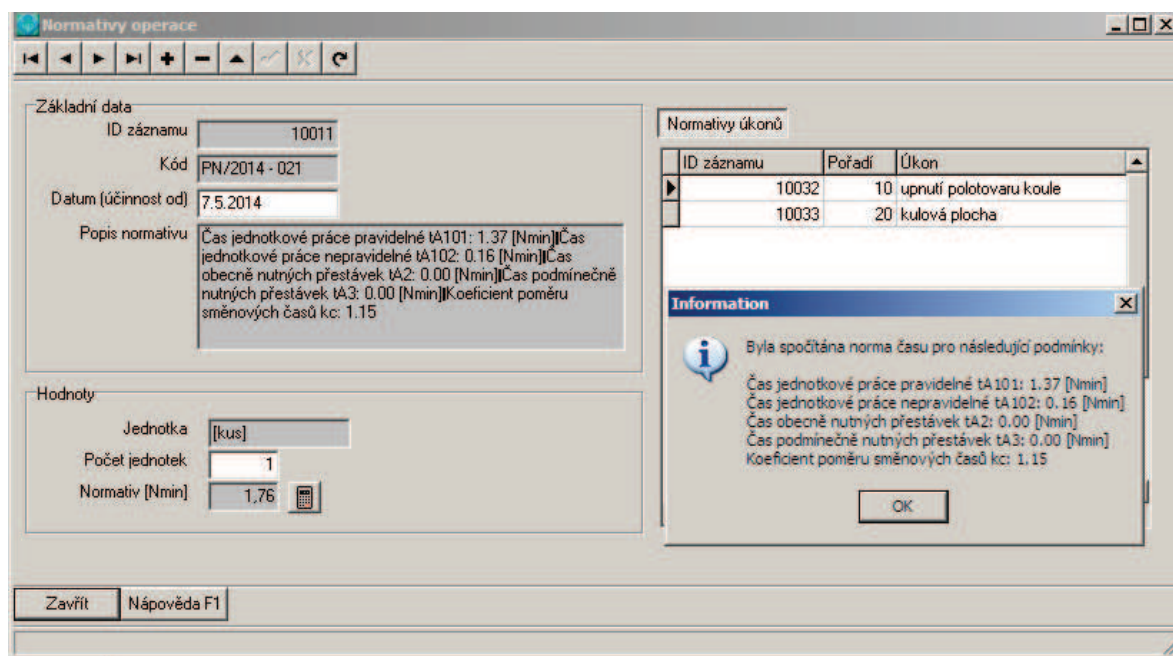
Podle normativu, který je na obrázku 4.3.2 program ChronData vypočítá normu času této operace, která byla měřena čtyřikrát po sobě. Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření je přiloženo v příloze číslo 5.



Obrázek 4.3.2.

Výpočet normativu této operace je tedy 5,78 min/kus. Pro hodnocení normy času jsem zaokrouhlil na 6 min/kus.

Následující měřená operace se také provádí na stroji Masturn 50 CNC a v systému ChronData se nazývá: **kulová plocha s přídavkem pro kalení**. Operace je rozdělena na dva úkony, které jsou vidět na obrázku 4.3.4. Na následujícím obrázku, označeném 4.3.3 je vidět normativ, dle kterého se v ChronData počítá norma času. Naměřené hodnoty a vyhodnocení normy času této operace je přiloženo v příloze číslo 6.



Obrázek 4.3.3

Výpočet normativu této operace je tedy 1,76 min/kus. Pro hodnocení normy času jsem zaokrouhlil na 2 min/kus.

Pořadí	Popis úkonu	Typ spotřeby času	Typ času	Zdroj	Název
10	upnutí polotovaru koule	Práce	Ta - jednotkový čas	10001	ruční práce
20	kulová plocha	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce

Skladba úkonů operace - popis		
Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
10	upnutí na rozpínací trn za průměr 27	uchopení polotovaru
20	obrobení kulové plochy s přídavkem 0,5 pro tepelné zpracování kontrola rozměru, odepnutí	start NC programu konec měření odložení hotové součásti

Obrázek 4.3.4

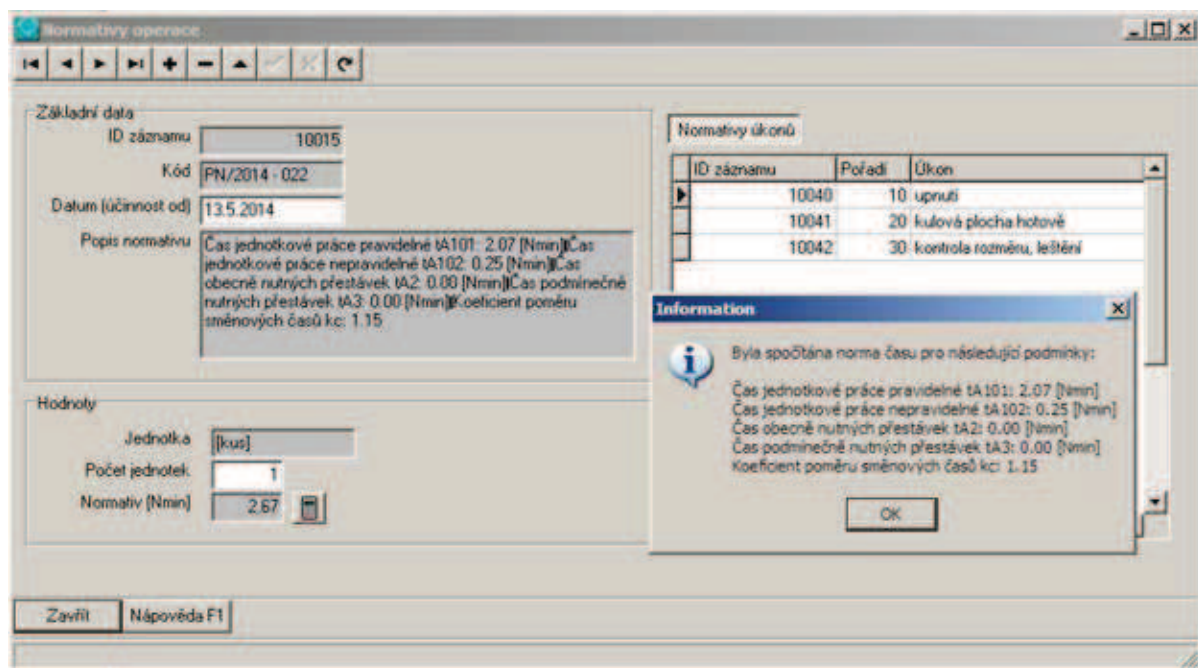
Poslední měřená operace této součásti je hotové soustružení kulové plochy, opět na stroji Masturn 50 CNC. Název přiřazený této operace v systému ChronData: **kulová plocha hotově**. Operace je rozdělena na úkony dle obrázku 4.3.5 a následná norma času je stanovena normativem, který je na obrázku 4.3.6. Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření je v příloze číslo 7.

Pořadí	Popis úkonu	Typ spotřeby času	Typ času	Zdroj	Název
10	upnutí	Práce	Ta - jednotkový čas	10001	ruční práce
20	kulová plocha hotově	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce
30	kontrola rozměru, leštění	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce

### Skladba úkonů operace - popis

Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
10	upnutí na rozpínací trn za rozměr 27	uchopení součásti
20	obrobení kulové plochy	start NC programu
30	kontrola rozměru koule, přešetření kulové plochy smirkovým papírem označení 800, odepnutí	uchopení kalibru, konec měření odložení hotové koule

Obrázek 4.3.5



Obrázek 4.3.6

Výpočet normativu této operace je tedy 2,67 min/kus. Pro hodnocení normy času jsem zaokrouhlil na 3 min/kus.

#### 4.3.4 Součást typu KOULE DĚLENÁ

Součást na které byly provedeny náměry úseků operace má rozměrové parametry:  $\varnothing D1=61,5\text{mm}$ ;  $\varnothing D2=25\text{mm}$  a délka  $L1=25\text{mm}$ . V systému ChronData se měřila operace s názvem: **koule hotově**. Rozdělení do třech úkonů této operace je na obrázku 4.3.7.

Pořadí	Popis úkonu	Typ spotřeby času	Typ času	Zdroj	Název
10	upnutí polotovaru	Práce	Ta - jednotkový čas	10001	ruční práce
20	vnější kulová plocha	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce
30	vnitřní tvarová plocha	Práce	Ta - jednotkový čas	10002	strojní práce

Skladba úkonů operace - popis		
Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
10	upnutí tyčového polotovaru, vysunutí ze sklíčidla na hloubkoměr	začátek měření, uchopení klíčky
20	zarovnat čelo, vnější průměr s přídavkem 1 mm na plochu hrubovat, vnější kulová plocha hotově, kontrola rozměru	start NC programu
30	vrtat díru, vnitřní tvarová plocha hotově, kontrola rozměru, upíchnutí společně s rádlusem, urazit kus paličkou	výměna vrtáku konec měření - odložení hotového výrobku

Obrázek 4.3.7

Norma času se vypočetla dle normativu, který je na následujícím obrázku 4.3.8. Hodnoty měření této operace a vyhodnocení normy času jsou v příloze číslo 8.

The screenshot shows the 'Normativy operace' application. On the left, 'Základní data' includes ID záznamu: 10014, Kód: PN/2014 - 011, Datum (účinnost od): 13.5.2014, and Popis normativu: Čas jednotkové práce pravidelné tA101: 6.62 [Nmin] | Čas jednotkové práce nepravidelné tA102: 0.79 [Nmin] | Čas obecně nutných přestávek tA2: 0.00 [Nmin] | Čas podměnečně nutných přestávek tA3: 0.00 [Nmin] | Koeficient poměru směnových časů kc: 1.15. Below this, 'Hodnoty' shows Jednotka: [kus], Počet jednotek: 1, and Normativ [Nmin]: 8,53. On the right, 'Normativy úkonů' lists three items: 10037 (upnutí polotovaru), 10038 (vnější kulová plocha), and 10039 (vnitřní tvarová plocha). An 'Information' dialog box is open, repeating the calculation parameters and results.

Obrázek 4.3.8

Výpočet normativu této operace je tedy 8,53 min/kus. Pro hodnocení normy času jsem zaokrouhlil na 9 min/kus.



## 5. Závěr

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo vytvoření typové technologie, typového technologického postupu a stanovení normy času pro zadané součásti. V první části práce je popsána problematika typové technologie, vysvětlení jednotlivých metod standardizace a teoretický popis etap při tvorbě typového technologického postupu.

Další částí práce je věnována tvorbě parametrického modelu zadané součásti. Jsou zde popsány dvě možnosti parametrizace. První z nich je pomocí tvorby jednotlivých parametrů a následné propojení těchto parametrů s kótami ve skice součásti. Druhou možností parametrizace modelu je pomocí funkce DesignTable, která umožňuje propojení externí tabulky se systémem CatiaV5. V závěru této části práce je porovnání obou způsobů parametrizace, ze kterého vyplývá, že parametrizace pomocí funkce DesignTable je poněkud náročnější, ale pro následné užívání parametrického modelu je jednodušší než první způsob. S využíváním parametrického modelu se předvýrobní čas zkrátí na minimum. Hlavně čas tvorby výkresové dokumentace a to z důvodu toho, že výrobní výkres se v systému CatiaV5 automaticky aktualizuje při jakékoli změně hodnot parametrů.

Typový technologický postup je popsán v třetí části práce, kde na začátku kapitoly jsou popsány a zobrazeny výrobní zařízení, které se používají při obrábění zadaných součástí. Dále jsou zde popsány jednotlivé operace součástí typu KOULE a KOULE DĚLENÁ. U náročnějších operací jsou obrázky v řezu součástí, na kterých jsou zobrazeny obráběné plochy popřípadě plocha pro upnutí na trn. Typový technologický postup byl vytvořen na základě odzkoušené výroby součástí a může být použit jako vodítko pro další typy koulí, které by se mohly v budoucnu vyrábět.

Poslední část práce je věnována stanovení normy času vybraných operací. Norma je stanovena pomocí programu ChronData, který je popsán na začátku této části. Dále je zde popsáno rozdělení operací na měřené úseky a zobrazeny normativy operací.

Přínosem této bakalářské práce je zkrácení předvýrobního času u zadaných součástí vyráběných v halových laboratořích ZČU. Výpočet normy času u typového představitele, bude sloužit pro jednodušší plánování výroby

## Knižní publikace

- [1] VIGNER, J., KRÁL, M., ZELENKA, A. *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL, 1984
- [2] CIBULKA, V., NĚMEJC, J. *Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů*. Plzeň: ZČU 2001
- [3] LIPERT, Z., KREJNÝ, V. *Typová a skupinová technologie ve strojírenství*. Praha: SNTL 1964
- [4] BUDA, J. *Metodika projektovania výrobných procesov v strojojárstve*. Bratislava: Alfa 1990, ISBN 80-05-00234-3
- [5] ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů a montáží*. Praha: ČVUT 1999, ISBN 80-01-02013-4,190
- [6] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Úvaly: Albra 2005, ISBN 80-7361-011-6
- [7] KLEJNOVÁ, J. *Přednášky z předmětu Inženýrská ekonomika*. ZČU: 2013
- [8] MATĚJKA, J. *Přednášky z předmětu Racionalizace práce*. ZČU: 2013
- [9] VYŠATA, J. *Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů* ZČU: 2013

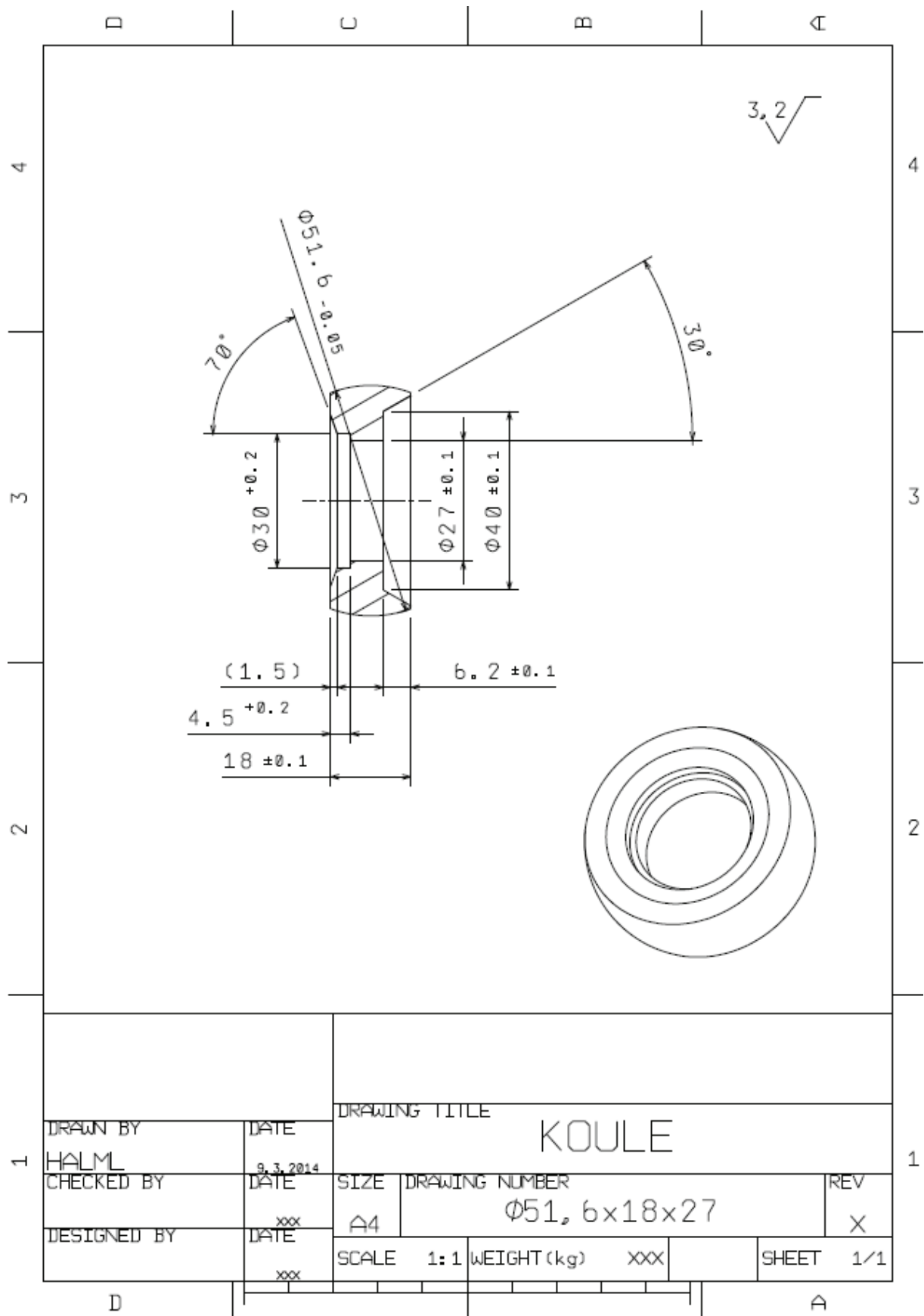
## Publikace na internetu

- [10] CATIA FÓRUM. *Pracujeme s parametry I*. [online]. 2011 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: [http://www.catia-forum.cz/articles/?article\\_id=32](http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=32)
- [11] CATIA FÓRUM. *Pracujeme s parametry II*. [online]. 2011 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: [http://www.catia-forum.cz/articles/?article\\_id=33](http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=33)
- [12] CATIA FÓRUM. *Pracujeme s design tablem*. [online]. 2011 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: [http://www.catia-forum.cz/articles/?article\\_id=39](http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=39)
- [13] YOUTUBE.COM. *CATIA V5 Tutorial Parametrs and Design Table*. [online]. 2013 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=waSRB-LDMho>
- [14] PAVELKA, M. *Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství*. [online]. 2009 [cit. 2014-05-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>
- [15] E-API.CZ. *Analýza a měření práce*. [online]. [cit. 2014-05-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>
- [16] HLAVA, J. *Databázová podpora normování manuálních činností ve strojírenské výrobě*. [online]. 2008 [cit.2014-06-05]. Dostupné z: <http://www.jaroslavhalva.cz/PDFDocuments/ChronDataPrispevek.pdf>
- [17] DIFAK.CZ. [online]. [cit.2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.difak.cz/index.php?pid=68>
- [18] KTO.ZCU.CZ. [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: [http://www.kto.zcu.cz/o-katedre/Vybaveni\\_katedry/strojni\\_vybaveni\\_KTO.html](http://www.kto.zcu.cz/o-katedre/Vybaveni_katedry/strojni_vybaveni_KTO.html)

[19] AKKSTROJE.CZ [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z:  
<http://www.akkstroje.cz/pdf/detail.php?id=100351>

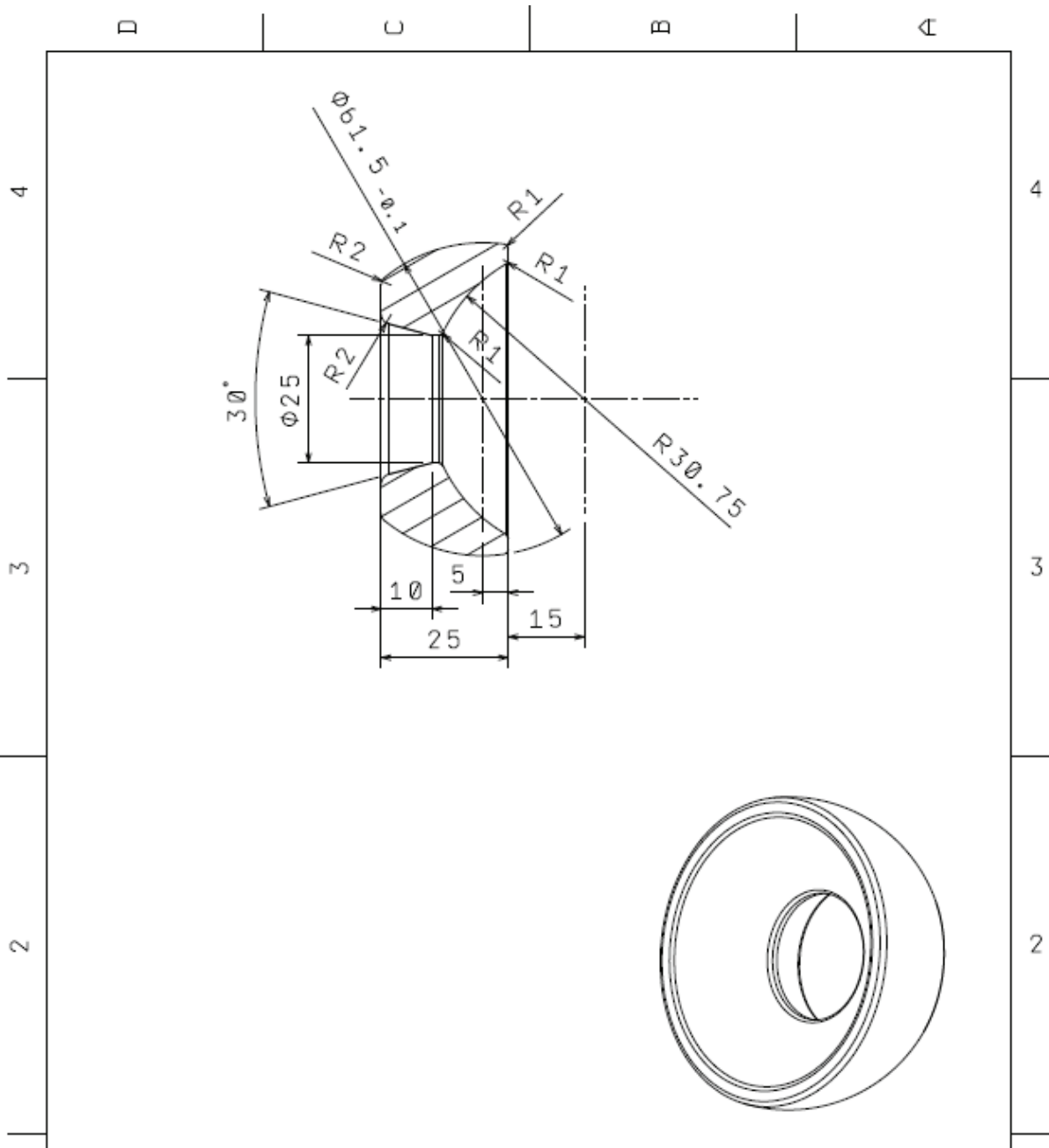
## **Příloha č. 1**

### **Výrobní výkres součásti KOULE**



## **Příloha č. 2**

### **Výrobní výkres součásti KOULE DĚLENÁ**


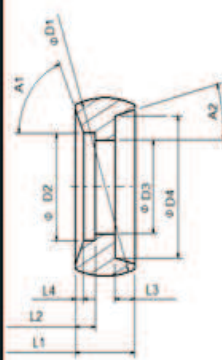


DRAWN BY		DATE		DRAWING TITLE			
HALML		18.3.2014		KOULE DELENÁ			
CHECKED BY		DATE		SIZE	DRAWING NUMBER		REV
XXX		xxx		A4	$\Phi 61,5 \times 25 \times 25$		X
DESIGNED BY		DATE		SCALE	WEIGHT (kg)	SHEET	
XXX		xxx		1:1	xxx	1/1	

## **Příloha č. 3**


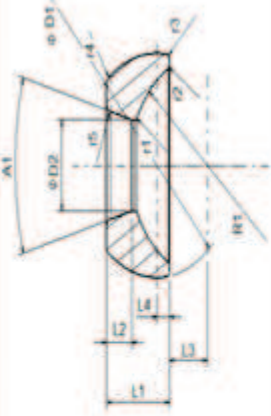
### **Typový technologický postup součásti KOULE**



		FAKULTA STROJNÍ		TYPOVÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP		
		Katedra technologie obrábění		Název součásti:	Materiál: 19.573	
Čís. oper.	Úsek	Typ stroje	Popis operace			Nářadí, nástroje, přípravky
1		Pila	Přířezy na násobek L1+4, max délka 400 mm			
			Upnout do sklíčidla			tvrdé čelisti
			Zarovnat čelo a Ø D1 + 1mm hrubovat			MWLN R 2525M-08W--VNMG 080408-WG IC907
2		MASTURN 50 CNC	Vrtat díru Ø D3 - 2mm			dle průměru díry BS.020.007 -- HLT060204N PH IN200
			Hotové vnitřní plochy Ø D3, Ø D4, A2, L3. Průměr D3 v toleranci maximálně ± 0,02			TDX 250L050W25 XPMT07H308R -- DJ AH740
			Kontrola průměru D3			dle průměru díry S16Q STLCR11 -- TCMT 110204-SM S20R STLCR11 -- TCMT 16T304-SM
			Upíchnout na délku L1 + 0,5mm			trídotkový dutinoměr dle průměru
			Upnout za Ø D1 + 1mm			DCTR 2525 - 3 -- DGN3002Z IC808
3		SPT16 NC víceobsluha	Hotové vnitřní plochy A1, Ø D2, L4, L2			měkké čelisti
			Zarovnat čelo na délku L1			dle průměru díry S16Q STLCR11 -- TCMT 110204-SM S20R STLCR11 -- TCMT 16T304-SM
4		MASTURN 50 CNC	Upnout za Ø D3 na rozpinací tm			upínací tm dle průměru D3
5		kooperace	Kulovou plochu s přídávkem 0,5 pro tepelné zpracování Ø D1 ± 0,05			MVJNR 2525M-16--VNMG 160404-NF IC807
			Kalit na 58 ± 2 HRC			
6		MASTURN 50 CNC	Upnout za Ø D3 na rozpinací tm.			upínací tm dle průměru D3
			Hotové kulovou plochu Ø D1			MVJNR 2525M-16--VNMG 160404-NF IC807
			Kontrola průměru D1			třímenový mikrometr dle rozměru
7		kooperace	Deponovat TiN vrstvou			
Pokračování na listě:						List:

## **Příloha č. 4**

### **Typový technologický postup součásti KOULE DĚLENÁ**

		<b>FAKULTA STROJNÍ</b> Katedra technologie obrábění		<b>TYPOVÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b>		
				Název součásti:	Material: 19 573	
		<b>KOULE DĚLENÁ</b> Polotovar: KR ØD1+2mm ČSN EN 10060		Popis operace		Nářadí, nástroje, přípravky
1	Úsek	Typ stroje	Přířezy na násobek L1+4, max délka 400 mm			
2	Čís. oper.	MASTURN 50 CNC	Upnout do sklíčidla			tvrdé čelisti
			Zarovnat čelo a Ø D1 + 1mm hrubovat			MWLN R 2525M-08W--WNMG 080408-WG IC907
3	Úsek	SUI 32	Soustružit hotově kulovou plochu Ø D1, včetně rádiu r3			MVJN R 2525M-16--VNMG 160404-NF IC807
			Kontrola průměru D1			třmenový mikrometr dle rozměru
			Vřtat díru Ø D2 - 1mm			TDX 240W25-2 -- XPMT07H308R -- DJ AH740
			Soustružit hotově vnitřní konturu Ø D2, R1, A1, L2, L3, r1, r2			A16Q SVQCR11 - D215 -- VCMT 110304 - PSF AH725
4	Čís. oper.	kooperace	Upíchnout na délku L1, včetně rádiu r4			DCTR 2525 - 3 -- DGN3002Z IC808
			Upnout do sklíčidla			měkké čelisti
			Rádus r5 hotově			tvárový nůž dle rádiu
			Kalit na 58 ± 2 HRC			
Pokračování na listě:						

## **Příloha č. 5**

**Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace:  
pol. levá strana**

### ID 10001: (010) pol. levá strana

ID 10001		Produkt (představitel)		Parametrizace			
Popis součásti: koule 51,6x18x27				A Hlavní rozměr A	51,6		
				B Hlavní rozměr B	27		
				C Hlavní rozměr C	18		
				D ---			
				E ---			
Specifikace jednotky							
Jednotka: [kus]							
10	upnutí	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		7.5.2014 8:06:30	54,86	0,00	54,86	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:16:49	58,44	0,00	58,44	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:27:14	59,75	0,00	59,75	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:32:50	54,61	0,00	54,61	normovac	obsluha
20	vnější průměr, vnitřní průměry na čisto	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		7.5.2014 8:07:24	148,31	0,00	148,31	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:17:47	145,64	0,00	145,64	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:28:13	143,48	0,00	143,48	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:33:44	148,98	0,00	148,98	normovac	obsluha
30	kontrola rozměru, upichnutí	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		7.5.2014 8:09:52	60,56	0,00	60,56	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:20:12	62,69	0,00	62,69	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:30:36	70,89	0,00	70,89	normovac	obsluha
		7.5.2014 8:36:12	68,75	0,00	68,75	normovac	obsluha
Konec dokumentu							

## ID 10001: (010) pol. levá strana

ID 10001		Produkt (představitel)		Parametrizace	
Popis součásti: koule 51,6x18x27				A Hlavní rozměr A	51,6
				B Hlavní rozměr B	27
				C Hlavní rozměr C	18
				D ---	
				E ---	
Specifikace jednotky					
Jednotka: [kus]					

Pořadí	Popis úkonu	MAX	MIN	AVG	SUM	DIFF	KR	VK	VCH
10	upnutí	59,75	54,61	56,91	4	2,58	1,09	4,53	1,51
20	vnější průměr, vnitřní průměry na	148,98	143,48	146,60	4	2,53	1,04	1,73	0,58
30	kontrola rozměru, upíchnutí	70,89	60,56	65,72	4	4,89	1,17	7,44	2,48

Měření vyhovuje zadání přípustných chyb.

### LEGENDA

MAX: Maximální hodnota časové řady [s]  
 MIN: Minimální hodnota časové řady [s]  
 AVG: Průměrná hodnota časové řady [s]  
 SUM: Počet měření  
 DIFF: Směrodatná odchylka [s]  
 KR: Koefficient rozpětí časové řady  
 VK: Variační koeficient [%]  
 VCH: Výběrová chyba průměru [%]

Konec dokumentu

## **Příloha č. 6**

**Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace:  
kulová plocha s přídatkem pro kalení**

### ID 10006: (021) kulová plocha s přídavkem pro kalení

ID 10001 Produkt (představitel)		Parametrizace					
Popis součásti: koule 51,6x18x27		A ---					
		B ---					
		C ---					
Specifikace jednotky		D ---					
Jednotka: [kus]		E ---					
10	upnutí polotovaru koule	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		7.5.2014 9:50:36	39,78	0,00	39,78	normovec	obsluha
		7.5.2014 9:53:31	33,33	0,00	33,33	normovec	obsluha
		7.5.2014 10:18:27	35,87	0,00	35,87	normovec	obsluha
		7.5.2014 10:26:31	38,42	0,00	38,42	normovec	obsluha
20	kulová plocha	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		7.5.2014 9:51:15	47,47	0,00	47,47	normovec	obsluha
		7.5.2014 9:54:04	43,97	0,00	43,97	normovec	obsluha
		7.5.2014 10:19:02	44,36	0,00	44,36	normovec	obsluha
		7.5.2014 10:27:09	47,55	0,00	47,55	normovec	obsluha
<b>Konec dokumentu</b>							



## ID 10006: (021) kulová plocha s přídavkem pro kalení

<p>ID 10001 — Produkt (představitel)</p> <p>Popis součásti: koule 51,6x18x27</p>	<p>Parametrizace</p> <p>A —</p> <p>B —</p> <p>C —</p> <p>D —</p> <p>E —</p>
<p>Specifikace jednotky</p> <p>Jednotka: [kus]</p>	

Pořadí	Popis úkonu	MAX	MIN	AVG	SUM	DIFF	KR	VK	VCH
10	upnutí pokřovaru koule	39,78	33,33	36,85	4	2,85	1,19	7,74	2,58
20	kulová plocha	47,55	43,97	45,83	4	1,94	1,08	4,23	1,41

Měření vyhovuje zadání přípustných chyb.

### LEGENDA

MAX: Maximální hodnota časové řady [s]  
 MIN: Minimální hodnota časové řady [s]  
 AVG: Průměrná hodnota časové řady [s]  
 SUM: Počet měření  
 DIFF: Směrodatná odchylka [s]  
 KR: Koefficient rozpětí časové řady  
 VK: Variační koeficient [%]  
 VCH: Výtěrová chyba průměru [%]

Konec dokumentu

## **Příloha č. 7**

**Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace:  
kulová plocha hotově**

## ID 10010: (022) kulová plocha hotově

ID 10001		Produkt (představitel)		Parametrizace			
Popis součásti: koule 51,6x18x27				A Hlavní rozměr A	51,6		
				B Hlavní rozměr B	27		
				C Hlavní rozměr C	18		
				D ---			
				E ---			
Specifikace jednotky							
Jednotka: [kus]							
10	upnutí	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 10:02:30	41,62	0,00	41,62	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:05:17	41,44	0,00	41,44	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:09:58	40,30	0,00	40,30	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:12:22	41,67	0,00	41,67	normovac	obsluha
20	kulová plocha hotově	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 10:03:11	39,42	0,00	39,42	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:05:58	40,34	0,00	40,34	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:10:38	40,81	0,00	40,81	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:13:03	39,98	0,00	39,98	normovac	obsluha
30	kontrola rozměru, leštění	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 10:03:49	42,58	0,00	42,58	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:06:38	39,55	0,00	39,55	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:11:18	43,50	0,00	43,50	normovac	obsluha
		13.5.2014 10:13:42	44,12	0,00	44,12	normovac	obsluha
Konec dokumentu							

## ID 10010: (022) kulová plocha hotově

ID 10001 Produkt (představitel)		Parametrizace	
Popis součásti: koule 51,6x18x27		A Hlavní rozměr A	51,6
		B Hlavní rozměr B	27
		C Hlavní rozměr C	18
Specifikace jednotky		D ---	
Jednotka: [kus]		E ---	

Pořadí	Popis úkonu	MAX	MIN	AVG	SUM	DIFF	KR	VK	VCH
10	upnutí	41,67	40,30	41,25	4	0,65	1,03	1,57	0,52
20	kulová plocha hotově	40,81	39,42	40,13	4	0,59	1,04	1,46	0,49
30	kontrola rozměru, leštění	44,12	39,55	42,43	4	2,03	1,12	4,78	1,59

Měření vyhovuje zadání přípustných chyb.

### LEGENDA

MAX: Maximální hodnota časové řady [s]  
 MIN: Minimální hodnota časové řady [s]  
 AVG: Průměrná hodnota časové řady [s]  
 SUM: Počet měření  
 DIFF: Směrodatná odchylka [s]  
 KR: Koefficient rozptí časové řady  
 VK: Variační koeficient [%]  
 VCH: Výběrová chyba průměru [%]

Konec dokumentu

## **Příloha č. 8**

**Naměřené hodnoty a vyhodnocení měření normy operace:  
koule hotově**

## ID 10004: (011) koule hotově

ID 10002		Produkt (představitel)		Parametrizace		
Popis součásti: koule 61,5x25x25		A Hlavní rozměr A		61,5		
		B Hlavní rozměr B		25		
		C Hlavní rozměr C		25		
		D ---				
		E ---				
Specifikace jednotky						
Jednotka: [kus]						

10	upnutí polotovaru	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 8:32:37	47,78	0,00	47,78	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:39:38	49,52	0,00	49,52	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:46:54	50,14	0,00	50,14	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:54:02	52,86	0,00	52,86	normovac	obsluha

20	vnější kulová plocha	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 8:33:25	150,25	0,00	150,25	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:40:28	152,03	0,00	152,03	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:47:44	151,75	0,00	151,75	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:54:55	154,66	0,00	154,66	normovac	obsluha

30	vnitřní tvarová plocha	T-post.	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		13.5.2014 8:35:55	195,11	0,00	195,11	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:43:00	196,09	0,00	196,09	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:50:16	194,72	0,00	194,72	normovac	obsluha
		13.5.2014 8:57:30	193,08	0,00	193,08	normovac	obsluha

<b>Konec dokumentu</b>							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--

## ID 10004: (011) koule hotově

ID 10002		Produkt (představitel)		Parametrizace					
Popis součásti: koule 61,5x25x25				A Hlavní rozměr A	61,5				
				B Hlavní rozměr B	25				
				C Hlavní rozměr C	25				
				D ---					
				E ---					
Specifikace jednotky		Jednotka: [kus]							
Pořadí	Popis úkonu	MAX	MIN	AVG	SUM	DIFF	KR	VK	VCH
10:	upnutí polotovaru	52,86	47,78	50,07	4	2,11	1,11	4,21	1,40
20:	vnější kulová plocha	154,66	150,25	152,17	4	1,83	1,03	1,20	0,40
30:	vnitřní tvarová plocha	196,09	193,08	194,75	4	1,25	1,02	0,64	0,21
<b>Měření vyhovuje zadání přípustných chyb.</b>				<b>LEGENDA</b>					
				MAX: Maximální hodnota časové řady [s]					
				MIN: Minimální hodnota časové řady [s]					
				AVG: Průměrná hodnota časové řady [s]					
				SUM: Počet měření					
				DIFF: Směrodatná odchylka [s]					
				KR: Koefficient rozpětí časové řady					
				VK: Variační koeficient [%]					
				VCH: Výběrová chyba průměru [%]					
<b>Konec dokumentu</b>									