

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Typová technologie lůžka řezného nástroje v systému Catia V5

Autor: **Jan OLIVERIUS**

Vedoucí práce: **Ing. Jan HNÁTÍK, Ph.D.**

Akademický rok 2012/2013

Zadání BP

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 práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování:

Rád bych poděkoval panu Ing. Vladimírovi Kapinusovi z firmy Hofmeister s.r.o. za cenné rady a informace.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Oliverius	Jméno Jan	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Hnátík, Ph.D	Jméno Jan	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Typová technologie lůžka řezného nástroje v systému Catia V5		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	43	TEXTOVÁ ČÁST	43	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Hlavní cílem této bakalářské práce je vytvoření typové technologie lůžka pro vyměnitelnou břitovou destičku na řezném nástroji v systému Catia V5. Tato bakalářská práce obsahuje popis parametrizace v softwaru CATIA, technologii lůžka na parametrizovaném modelu záhlubníku a technologie lůžka pomocí katalogu.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>typová technologie, lůžko pro vyměnitelnou břitovou destičku, Catia V5, parametrizace</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Oliverius	Name Jan	
FIELD OF STUDY	B2301“ Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Hnátík, Ph.D.	Name Jan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Type technology of a socket at cutting tool in system CATIA V5		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining technology	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	43	TEXT PART	43	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The main aim of this bachelor work is to create a type technology of a socket for indexable cutting inserts at cutting tool in system CATIA. The bachelor work contains description of parameterization in software CATIA, technology on parametric model of countersink and catalog with technology of machining of socket.
KEY WORDS	type of technology, socket for indexable cutting inserts, CATIA V5, parameterization

Obsah

1. Úvod.....	3
1.1. Firma Hofmeister	4
1.2. Současný stav.....	4
2. Parametrizace v programu Catia V5.....	5
2.1. Parametr.....	5
2.2. Práce s parametry	6
2.2.1. Vytvoření uživatelského parametru	7
2.2.2. Přiřazení vzorce.....	10
2.2.3. Design tabel	14
2.3. Katalog s technologií obrábění	17
2.3.1. Definice nástroje	18
2.3.2. Editor vzorců.....	19
2.3.3. Check editor.....	20
2.3.4. Uložení technologie do katalogu.....	20
2.3.5. Aplikace technologie z katalogu	21
3. Typová technologie lůžka	23
3.1. Popis technologie obrábění lůžka.....	23
3.1.1. Zavrtání odlehčení.....	23
3.1.2. Hrubování lůžka	23
3.1.3. Zahloubení pro výjezd vrtáku	24
3.1.4. Navrtání středících důlků.....	25
3.1.5. Předvrtání díry pro závit	25
3.1.6. Závit.....	26
3.1.7. Sražení horní hrany lůžka	26
3.1.8. Frézování lůžka načisto	27
3.1.9. Frézování dosedacích ploch na bocích lůžka.....	27
3.2. Typová technologie obrábění lůžka na parametrizovaném modelu záhlubníku.....	29
3.2.1. Aktivace/deaktivace výměny nástroje.....	29
3.2.2. Počet drah nástroje	32

Katedra technologie obrábění

Jan Oliverius

3.2.3.	Rozměry nástrojů	34
3.2.4.	Odlehčení pro výjezd vrtáku do rovné plochy	35
3.2.5.	Nájezd a odjezd nástroje	37
3.3.	Technologie obrábění lůžka-katalog	38
3.3.1.	Tvorba katalogu	38
3.3.2.	Aplikace technologie z katalogu	40
4.	Hodnocení variant	41
4.1.	Technologie lůžka na parametrizovaném modelu	41
4.2.	Technologie lůžka v katalogu	41
5.	Závěr	42

Použité zkratky:

CAD ... počítačová podpora návrhu (computer aided design)

CAM ... počítačová podpora výroby (computer aided manufacturing)

CNC ... číslicově řízený počítačem (computer numerical control)

NC ... číslicově řízený (numerical control)

VBD ... vyměnitelná břitová destička

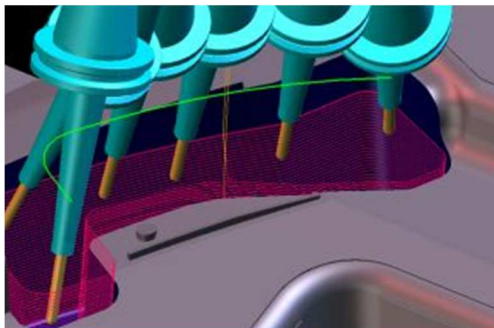
3D ... třídimenzionální

1. Úvod

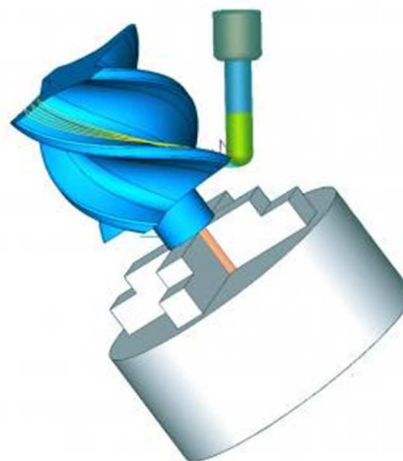
Při jakékoliv výrobě je snahou výrobce to, aby vše proběhlo co nejefektivněji tedy v co nejkratší době a co nejlevněji. Ukazatele času a ceny jsou spolu provázány. Obecně platí, že: „Čím déle to bude trvat, tím více to bude stát“. A v dnešní době cena, někdy bohužel, je důležitější při rozhodování o výběru výrobce či dodavatele než kvalita zpracování.

Jedním ze způsobů jak zkrátit čas přípravy výroby, a tedy i celkový čas výroby, je použití typové technologie. Typová technologie je forma standardizace technologie, jejíž podstatou je typizace technologických postupů, které se vypracovávají pro určitého představitele souboru technologicky příbuzných součástí, popřípadě pro tzv. komplexní součást. Tento jednotný výrobní postup je založen na optimální technologii, využívající optimální druh nástrojů a výrobních strojů. Typové postupy umožňují podstatně zkrátit dobu přípravy výroby a typizaci náradí a přípravků.

Využití CAD/CAM systému při konstrukci a následném zhotovení složitějších součástí je v dnešní době téměř samozřejmostí. Použitím těchto systémů lze zkrátit čas výroby a tím zvýšit efektivitu celé výroby. CAD/CAM systém je počítačem podporovaný systém s integrovanou podporou návrhu a současně i výroby součástky. Zřídka se používá i zkratka CADM (Computer Aided Design and Manufacturing). Postupně s vývojem CAD, CAPP a CAM systémů se začali vyvíjet systémy, které integrovaly řetězec činnosti *návrh součástky-návrh technologie-výroba* do jednoho systému. Systémy CAD/CAM integrují modelování součástky a jeho konstrukční návrh, návrh technologické dokumentace ve formě NC programů a operativní řízení výroby do jednoho počítačového systému. CAD/CAM systémy jsou v současnosti velmi využívány. Výhodou těchto integrovaných systémů je jejich schopnost řešit komplexní a složité úlohy. Bez jejich nasazení je v mnohých případech výroba zejména tvarových ploch velmi složitá a časově náročná. Své uplatnění našly především v oblasti frézování 3D ploch.



Obrázek 2.2.1-1



Obrázek 2.2.1-2

Tato bakalářská práce se zabývá parametrizací technologie a tvorbou typové technologie lůžka pro VBD v systému CATIA V5. Práce je zpracována ve spolupráci s firmou Hofmeister. Obsahuje čtyři kapitoly. V první kapitole je popsán současný stav daného problému. Druhá kapitola se zabývá parametrizací v systému CATIA V5. V této kapitole je popsána práce s parametry, s design tabel a tvorba katalogu obsahující technologii obrábění. V následující třetí kapitole jsou uvedeny dva případy parametrizace technologie obrábění lůžka. Prvním způsob je vytvoření technologie na parametrizovaném modelu záhlubníku a druhý vytvoření katalogu obsahující technologii obrábění lůžka pro VBD. V poslední čtvrté kapitole je zhodnocení a porovnání těchto dvou variant oproti současnému stavu.

1.1. Firma Hofmeister

Firma Hofmeister vznikla v roce 1990 se sídlem v Plzni. Hlavní specializací firmy je výroba nestandartních nástrojů pro obrábění.

Mezi činnosti firmy patří:

- prodej profesionálního nářadí a technické poradenství pro kovoobrábění
- výroba speciálních nástrojů pro vysokorychlostní obrábění
- ostření nástrojů
- výroba forem pro vstřikování plastů
- výroba přípravků
- CNC obrábění
- konstruování ve 3D
- montáž a servis filtračních systémů pro obrábění kovů
- certifikovaná kontrola

Hlavní zákaznické orientace jsou přesné strojírenství, automobilový a elektrotechnický průmysl.



1.2. Současný stav

V současné době je tvorba programu pro obrábění lůžka ve firmě Hofmeister taková, že pro každý typ VBD na nástroji je nutné vždy znova vkládat funkce pro obrábění. U takto nově vložených funkcí je třeba vždy nastavit veškeré parametry. Tudiž pokud bychom programovali technologii obrábění stejných lůžek na rozdílných nástrojích, pokaždé budeme muset programovat, jako kdyby lůžka byly rozdílné. Tento postup programování je v případě, že se lůžka stejných nebo podobných typů opakují, neefektivní.

2. Parametrizace v programu Catia V5

2.1. Parametr

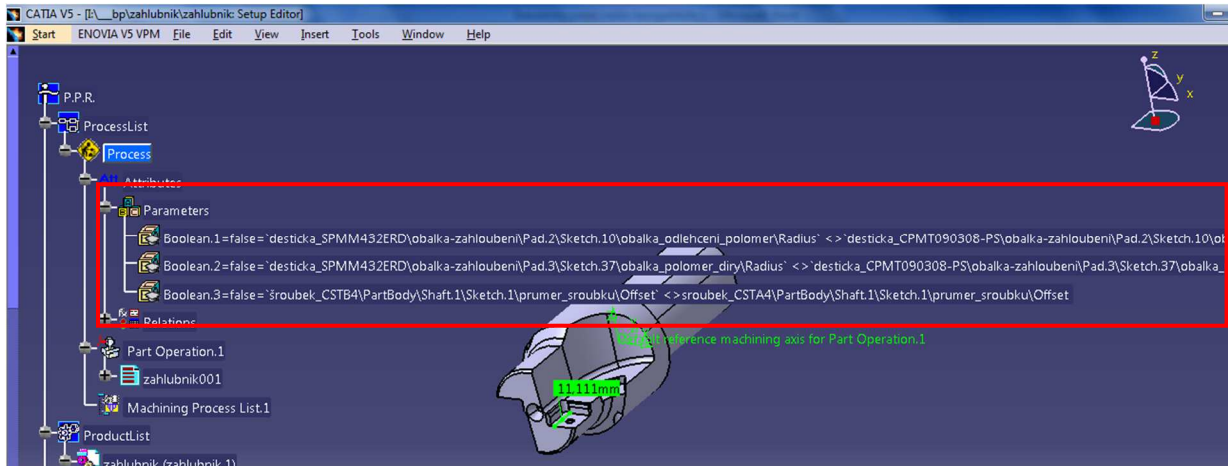
Ať už vytváříme v CAD systému model součásti či v CAM systému programujeme technologii obrábění dané součásti, při obou činnostech vzniká spousta prvků, které mohou mít různé vlastnosti – *parametry*. Každý parametr má svůj název. Název musí být jedinečný a žádný jiný parametr nemůže být pojmenován stejně. Kromě názvu je parametr určen také typem. Typů existuje celá řada. Pro ukázkou je zde uvedeno jen několik nejčastěji užívaných typů:

- Real - reálné číslo (desetinné)
- Integer - celé číslo
- String - řetězec
- Boolean - logická hodnota (true / false, 1 / 0)
- Length - délkový rozměr [mm]
- Angle - úhel ve stupních [deg]
- Time - čas [s]
- Mass - hmotnost [kg]
- Area - obsah [m²]
- Ratio - poměr
- ...

Různé moduly programu Catia V5 nabízí různé parametry. Modul Machining například obsahuje parametry typu:

- Linear/Angular feed rate - lineární/úhlová rychlost posuvu
- Linear/Angular spindle rate - lineární/úhlová rychlost vřetene
- Axis - osa
- Tool axis strategy - strategie osy nástroje (určení polohy osy nástroje)
- Tooth material - materiál zubů (nástroje)
- NC data type - typ NC dat
- ...

Catia V5 nabízí i možnost vytvořit uživatelské parametry – *user parameters*. Uživatelské parametry najdeme v hierarchickém stromu (viz. Obrázek 2.1 1). Těmto parametrů je možné přidat vzorec (formula) nebo jejich rozměr změníme přímo zadáním určité hodnoty, např. 20mm. O přiřazování vzorců jednotlivým parametrů a vytváření uživatelských parametrů je pojednáno v kapitole 2.2 Práce s parametry.



Obrázek 2.2.1-1

Nejvýstižnější definice parametru je asi tato:

„Parametr si představme jako proměnnou, která má svůj název, určený typ, a v závislosti na něm může nabývat různé hodnoty.“

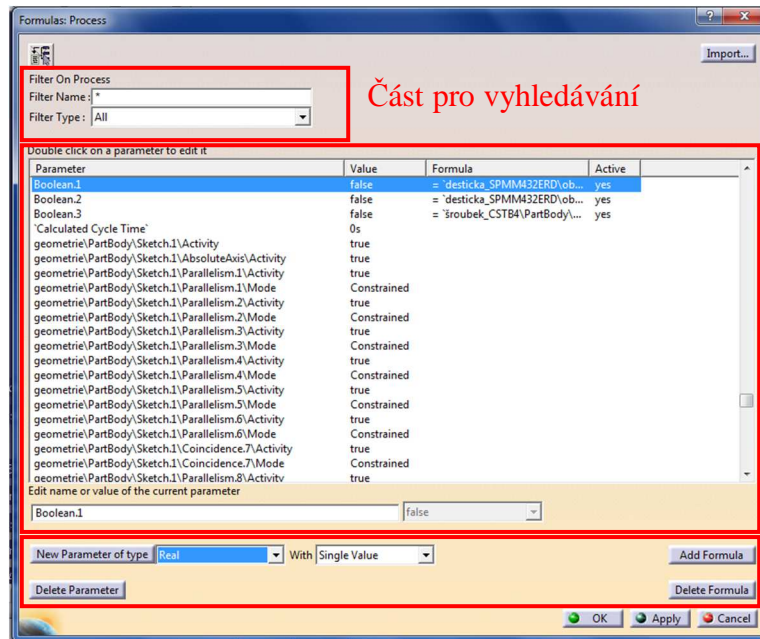
2.2.Práce s parametry



Obrázek 2.2.1-1

Ke správě parametrů slouží editor *Formula*. Editor najdeme v panelu *Knowledge* (viz Obrázek 2.2-1). Po kliknutí na ikonu se otevře okno editoru (viz. Obrázek 2.2-2).

V horní části okna se nacházejí filtry pro vyhledávání již vytvořených či vzniklých parametrů. Vyhledávat lze buďto pomocí názvu parametru či podle typu parametru.



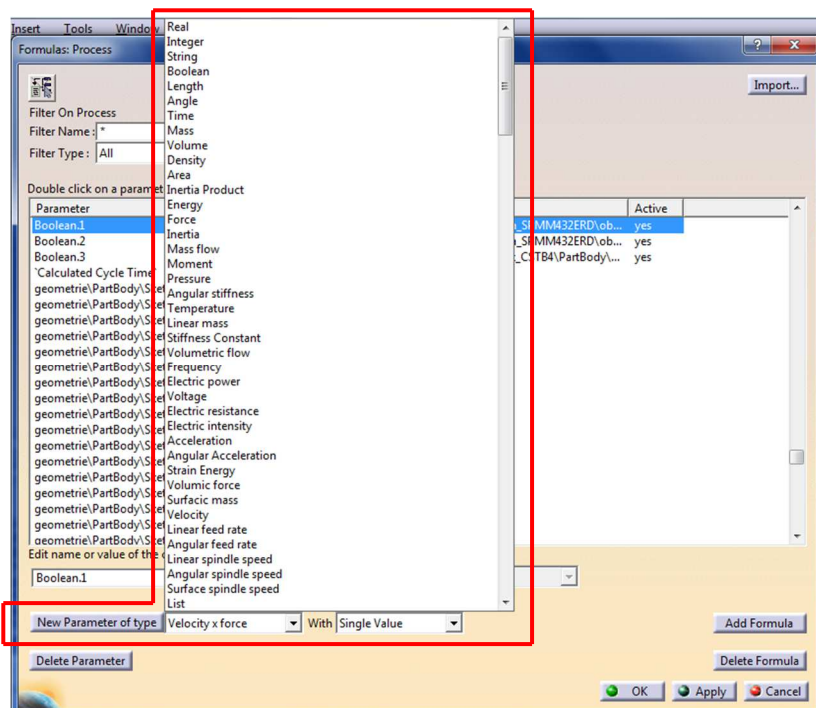
Obrázek 2.2.1-2

Uprostřed okna je hlavní část, ve které je přehled parametrů. Sloupec *Value*, v závislosti na typu parametru, udává hodnotu příslušného parametru. Pokud parametr obsahuje vzorec, zobrazí se tento vztah v sousedním sloupečku *Formula*. O vytváření vzorců je pojednáno v následující podkapitole 2.2.2 Přiřazení vzorce. V posledním sloupci *Active* je uvedeno, jestli u daného parametru je vzorec (formule) aktivní či nikoliv. Jeden parametr může obsahovat více vzorců, avšak aktivní může být pouze jeden vzorec.

V poslední dolní části okna se nacházejí ikony pro vytvoření nového uživatelského parametru (*New Parameter of type*) a smazání uživatelského parametru (*Delete Parameter*). Parametry vytvořené automaticky programem, nelze mazat ani jakkoliv upravovat, kromě jejich hodnoty. Dále pak v dolní části okna editoru parametrů jsou ikony pro přidání vzorce (*Add Formula*) a odstranění vzorce (*Delete Formula*).

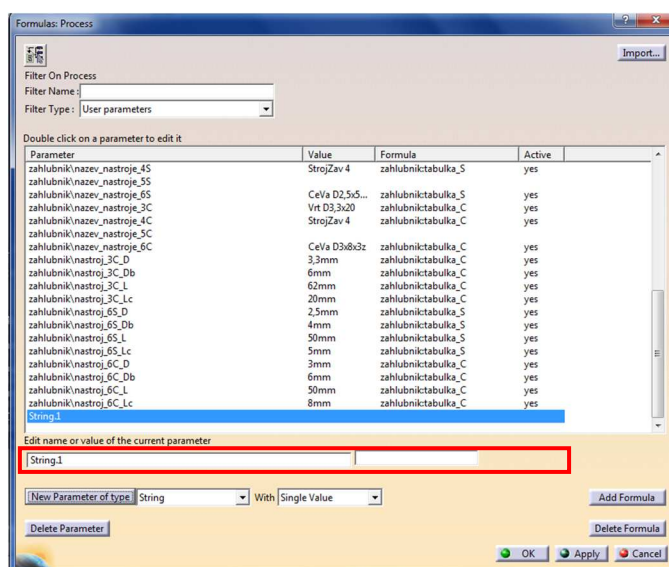
2.2.1. Vytvoření uživatelského parametru

Vytvoření nového uživatelského parametru se provádí v editoru parametrů-*Formula*. V roletovém menu vedle ikony *New Parameter of type* si vybereme, jakého typu bude nově vytvořený parametr a klikneme na ikonu *New Parameter of type* (viz. Obrázek 2.2.1-1).

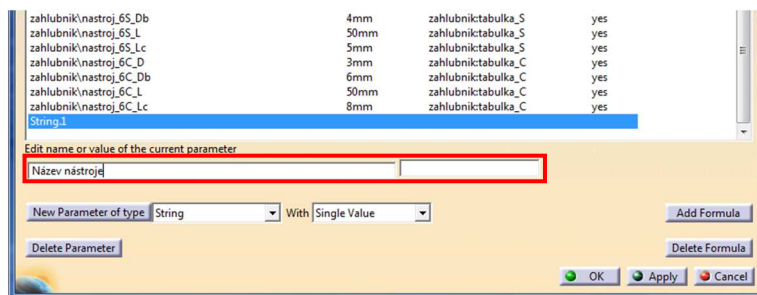


Obrázek 2.2.1-1

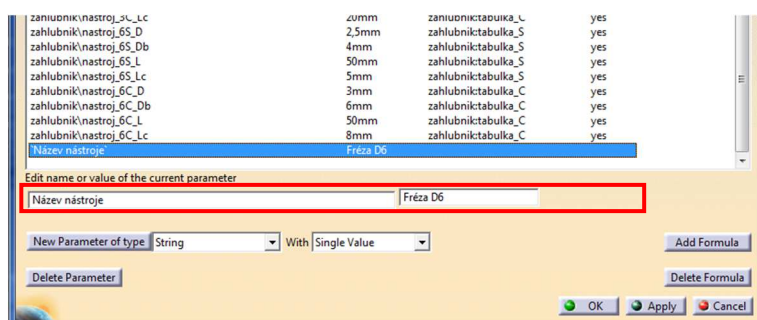
Pro ukázkou byl vybrán typ parametru String. Po kliknutí na ikonu *New Parameter of type* se zobrazí nově vytvořený parametr v přehledu mezi ostatními (viz. Obrázek 2.2.1-2). Název parametru je odvozen od typu parametru. Změnit ho lze při najetí na parametr v řádku *Edit name or value of the current parameter* (viz. Obrázek 2.2.1-3). V tom samém řádku lze přidat parametru hodnotu např. Fréza D6. Výsledek je pak vidět na obrázku 2.2.1-4.



Obrázek 2.2.1-2

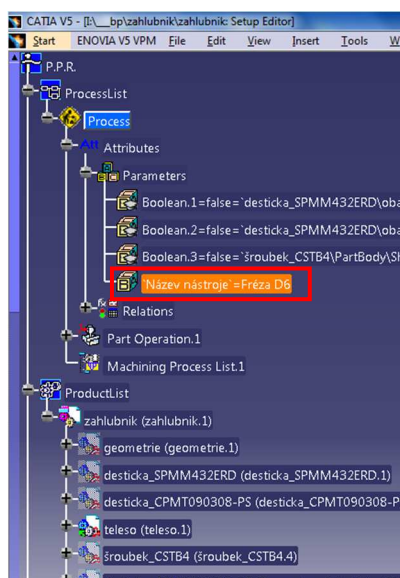


Obrázek 2.2.1-3

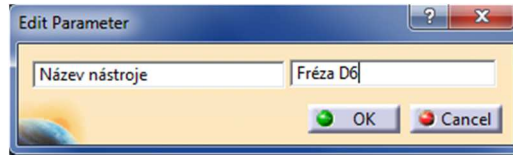


Obrázek 2.2.1-4

Nově vytvořený parametr je také možné najít v hierarchickém stromu v záložce *Parameters* (Obrázek 2.2.1-5). Dvojklikem myši na tento parametr vyskočí nové okno, jehož prostřednictvím lze poměrně rychle měnit hodnotu parametru (Obrázek 2.2.1-6). Nikoliv však název.



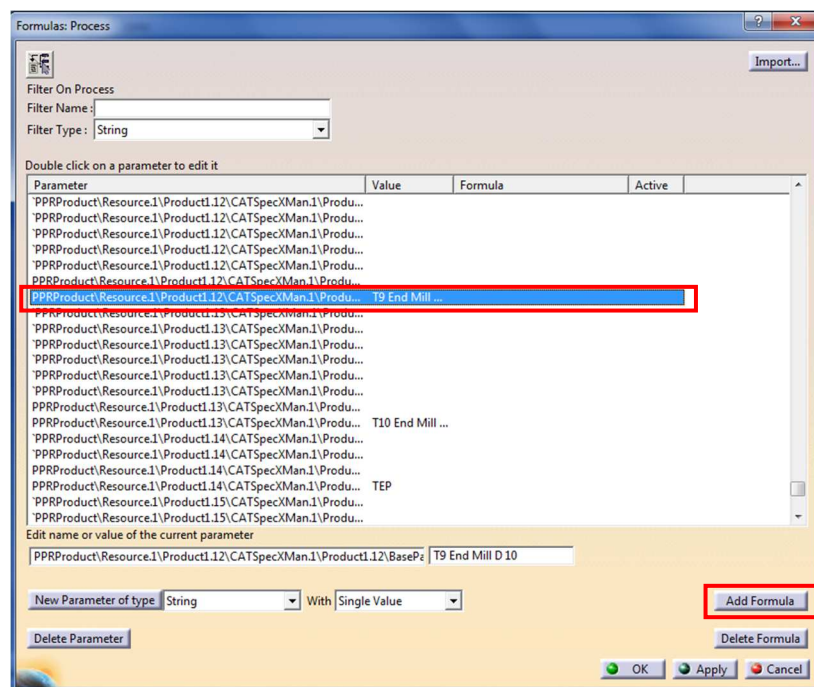
Obrázek 2.2.1-5



Obrázek 2.2.1-6

2.2.2. Přiřazení vzorce

Přiřazení vzorce parametru se provede pomocí editoru parametrů - *Formula* (viz Obrázek 2.2.2-1). V přehledu parametrů označíme ten, kterému chceme přidat vzorec. Kliknutím na ikonu *Add Formula* vyskočí nové okno. (Toto okno lze aktivovat i dvojklikem na vybraný parametr v přehledu parametrů.)



Obrázek 2.2.2-1

(Pro názornou ukázkou je zde přidán vzorec, který propojuje uživatelský parametr *Název nástroje* s parametrem názvu nástroje *PPRProduct\Resource.1\Product1.12\CATSpecXMan.1\...BaseParameters.1Name*.)

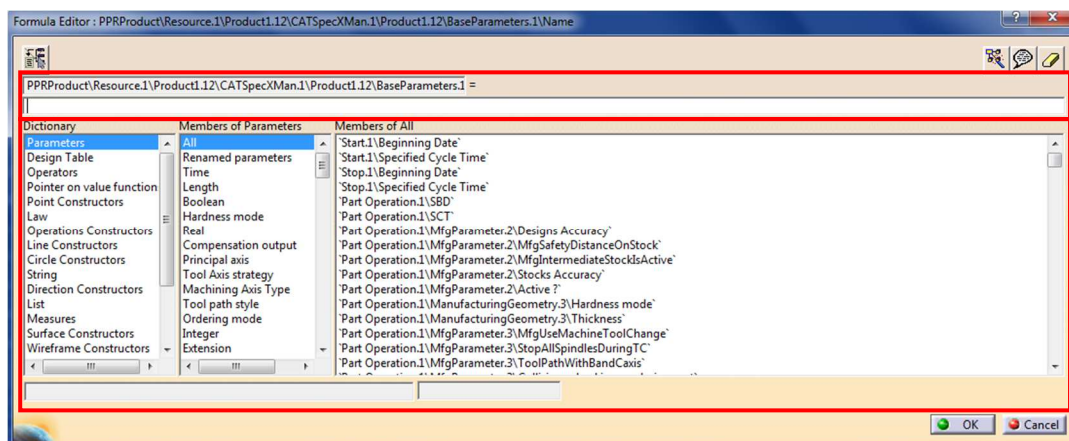
Po kliknutí na ikonu *Add Formula* (nebo dvojkliku na parametr) vyskočí nové okno *Formula Editor* (viz. Obrázek 2.2.2-2). Toto okno lze rozdělit na dvě části. V první horní části je za názvem parametru a znaménkem rovná se políčko pro výraz, jehož výslednou hodnotu bude parametr nabývat. Jednotky výsledného výrazu musejí být shodné s jednotkami parametru. Jednotky parametru se odvíjejí od typu parametru. Pokud bychom chtěli například přidat výraz, jehož jednotky by byly mm (typ *Lenght*) k parametru jehož typ by byl *Real* (reálné číslo), museli bychom výraz vydělit jednotkami mm. Výsledná rovnice by vypadala takto $Real=Lenght/mm$.

V dolní části okna je knihovna parametrů, funkcí a příkazů, které lze použít při vytváření výrazu. Knihovna obsahuje například:

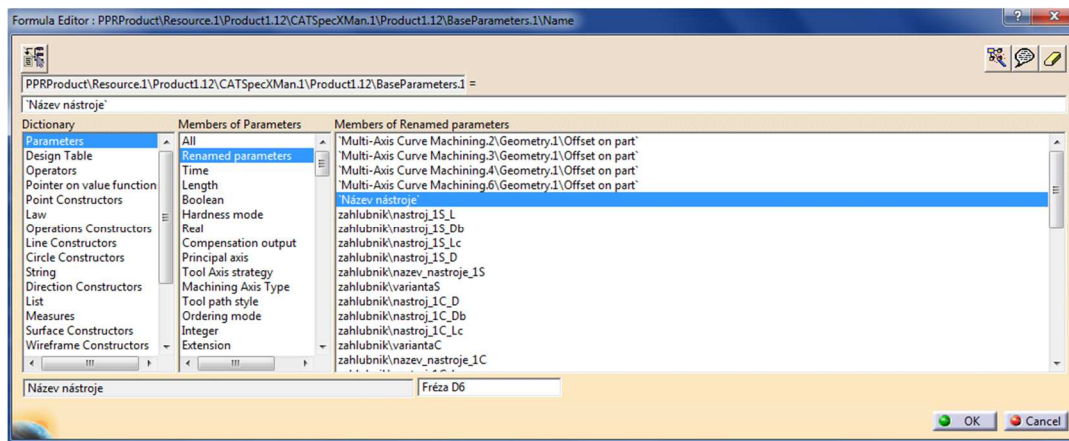
- Parametry
- Operátory (=, +, -, <>, ...)
- Jednotky
- Matematické funkce
- Příkazy pro práci s řetězcem
- ...

Při vkládání parametru jako výrazu z knihovny lze parametry filtrovat dle typu. Filtr je možné vybrat ve sloupci *Members of Parameters*.

Pro ukázkový případ je zvolen typ *Renamed Parameters*. V posledním sloupci *Members of Renamed Parameters* je následně zvolen parametr *Název nástroje*. Dvojklikem levého tlačítka myši se parametr *Název nástroje* vloží do políčka výrazu (viz Obrázek 2.2.2-3)

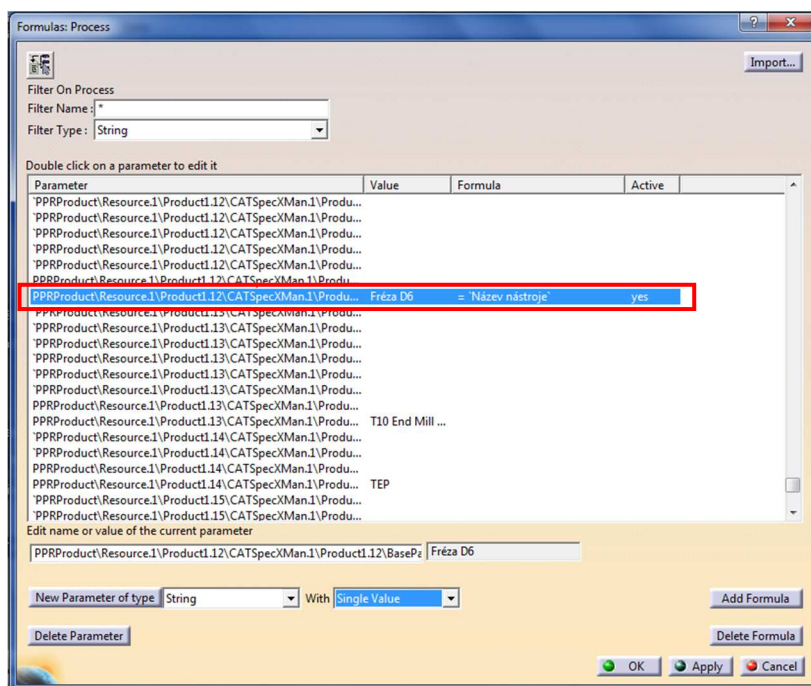


Obrázek 2.2.2-2

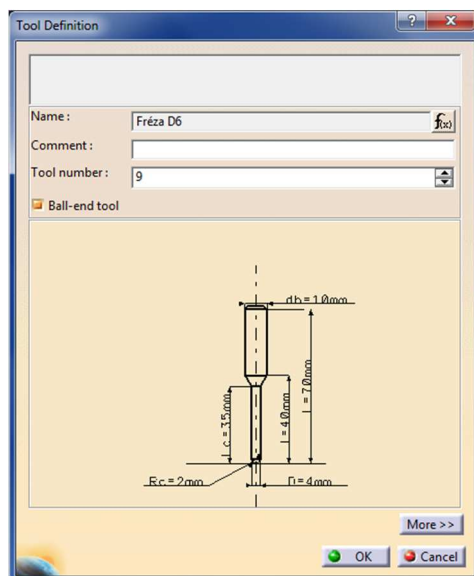


Obrázek 2.2.2-3

Po přiřazení výrazu k parametru se přes ikonu OK vrátíme zpět do editoru parametrů (Obrázek 2.2.2-4). Ve sloupci *Formula* je vidět vložený výraz a ve sloupci *Active* jeho aktivita či neaktivita.

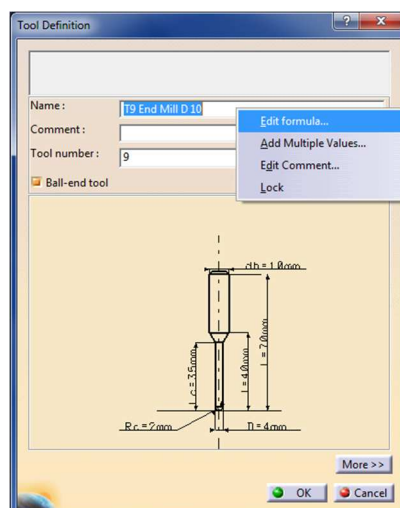


Obrázek 2.2.2-4



Obrázek 2.2.2-5

Nyní bylo ukázáno jedním způsobem, jak přidat k parametru nástroje výraz. Druhou variantou jak tohoto docílit, respektive jak se dostat do *Formula editoru*, je přímo z definice nástroje (Obrázek 2.2.2-6). Kliknutím pravým tlačítkem myši v políčku název nástroje (*Name*) a následně na příkaz *Edit formula* vyskočí okno *Formula editoru*. Tento způsob zadávání výrazů k parametrům je z mého pohledu rychlejší a přesnější, než pomocí výběru parametru z nabídky v okně editoru parametrů - *Formula*, jelikož parametry mají poměrně dlouhý název a orientace mezi nimi není příliš dobrá.

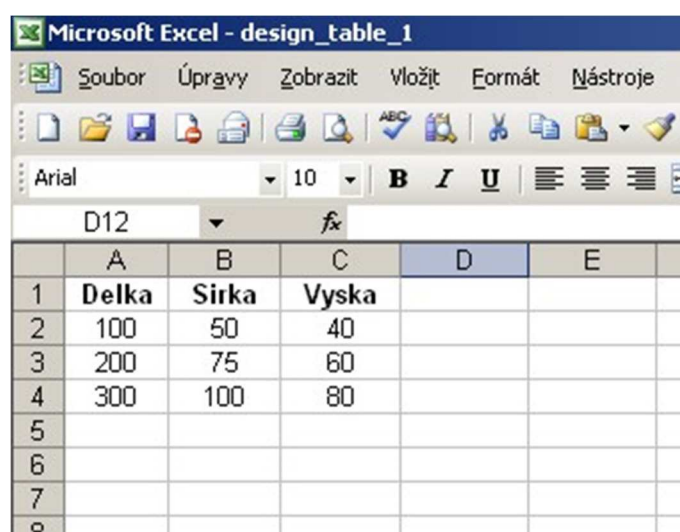


Obrázek 2.2.2-6

V této kapitole bylo na příkladu ukázáno, jak přiřadit výraz k parametru. V tomto konkrétním případě byl přiřazený výraz opět parametr. Toto však není podmínkou. Přidat lze jakýkoliv výraz či hodnotu, který nebudou v rozporu s typem parametru, kterému jsou přiřazovány.

2.2.3. Design tabel

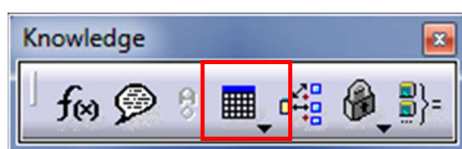
Pokud při parametrizaci nastane situace, kdy je třeba měnit hodnoty u více parametrů současně, například u parametrického modelu součásti, bylo by velmi neefektivní měnit hodnoty parametrů ručně jeden po druhém. Zprv by se mohlo stát, že některý parametr by byl přeskočen, byť neúmyslně, a tím bychom nedostali model požadovaných rozměrů. Zadruhé, přepsání hodnoty parametrů se předchozí hodnota ztrácí, a jestliže bychom chtěli zpátky model s předchozími rozměry, nezbývalo by nic jiného než hodnoty parametrů opět zadat znova. Tyto problémy lze snadno vyřešit pomocí Design tabelu. Princip Design tabelu je jednoduchý. Jedná se o provázání tabulky vytvořené v MS Excel a parametrů modelu součásti.



	A	B	C	D	E
1	Delka	Sirka	Vyska		
2	100	50	40		
3	200	75	60		
4	300	100	80		
5					
6					
7					
8					

Obrázek 2.2.3-1

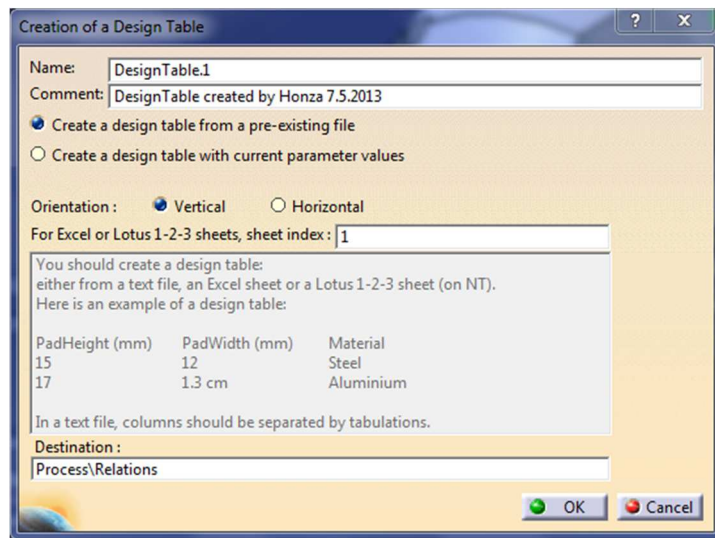
Tento typ parametrizace má uplatnění při vytváření parametrických modelů a při typové technologii. Ikona Design tabelu nalezneme v panelu Knowledge (viz Obrázek 2.2.3-2).



Obrázek 2.2.3-2

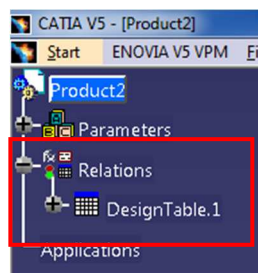
Při vytváření tabulky v MS Excel máme dvě možnosti, jak ji vytvořit. Buďto si ji vytvoříme sami, jako nový soubor (*Create a design tabel from a pre-existing file*), nebo z již existujících parametrů se vytvoří automaticky (*Create a design table with current parameter value*). Tabulka může být uspořádaná do sloupců nebo řádek. Pokud je uspořádaná do sloupců, jako

na Obrázku 2.2.3-1, tak první řádka v každém sloupci udává název parametru. Ostatní řádky jsou hodnoty parametru v daném sloupci.



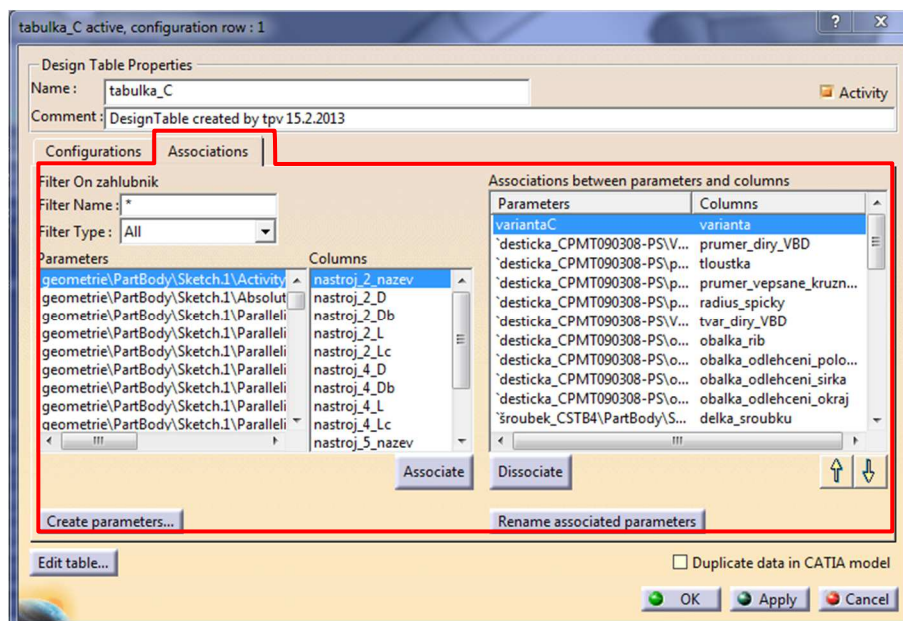
Obrázek 2.2.3-3

Design tabel se nachází v hierarchické stromové struktuře v záložce *Relations* (Obrázek 2.2.3-4).



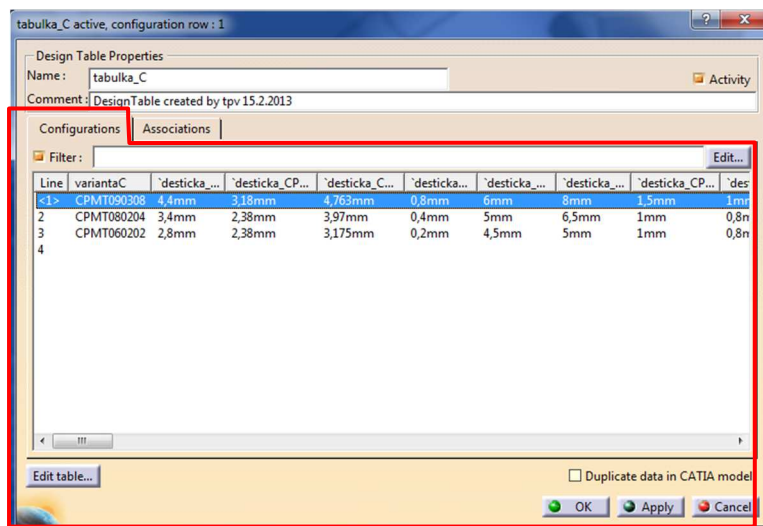
Obrázek 2.2.3-4

Po vytvoření tabulky v MS Excel a doplnění hodnot jednotlivých parametrů je zapotřebí parametry v tabulce provázat s parametry v programu Catia. Přiřazení se provede v okně Design Tabelu v záložce *Associations* (Obrázek 2.2.3-5). Ve sloupci *Parameters* vybereme parametr, který se má propojit s parametrem v tabulce, ten vybereme v sloupci *Columns*. Provázání se dokončí kliknutím na ikonu *Associate*. Po kliknutí na tuto ikonu se provázaný parametry přesunou do tabulky *Associations between parameters and columns*.

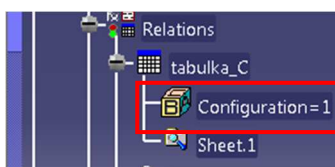


Obrázek 2.2.3-5

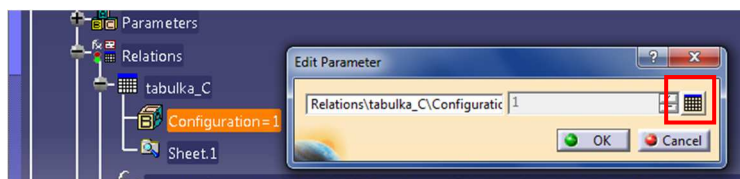
V záložce Configuration (Obrázek 2.2.3-6) jsou vidět jednotlivé řady hodnot jednotlivých parametrů. Modře podsvícená řada je ta, která je právě aktivní. Změnu řady lze provést přímo v tomto okně kliknutím na vybranou řadu nebo z hierarchické stromové struktury (Obrázek 2.2.3-7 až Obrázek 2.2.3-9).



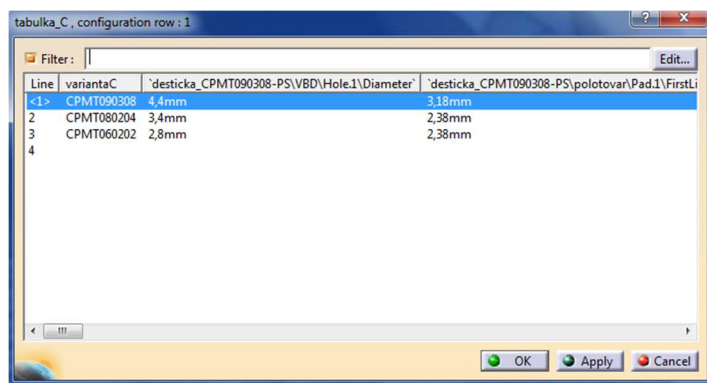
Obrázek 2.2.3-6



Obrázek 2.2.3-7



Obrázek 2.2.3-8

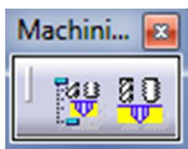


Obrázek 2.2.3-9

2.3.Katalog s technologií obrábění

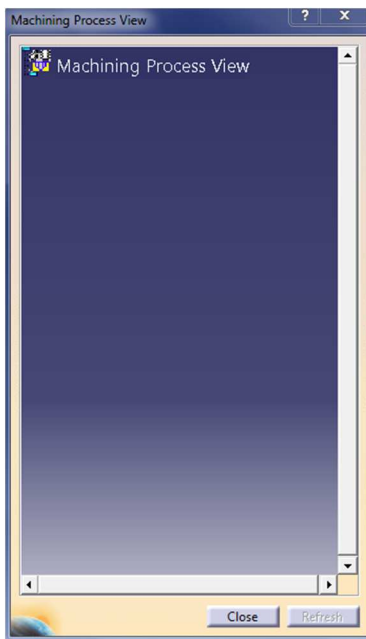
V systému Catia je možné vytvářet katalog pro určitou technologii obrábění. Toho lze využít v případech, kde se vyskytnou opakující se prvky v technologii. Jedná se tak o vytváření typové technologie pro danou součást.

Katalog se vytváří v modulu Advanced machining nebo libovolném modulu určeného pro obrábění. Pomocí levé ikony v panelu Machining process (Obrázek 2.3-1) se otevře okno procesu obrábění (Obrázek 2.3-2). Kliknutí na pravou ikonu v panelu Machining process se vloží do okna procesu obrábění nový proces (Obrázek 2.3-3). Nyní je možné si do tohoto procesu vkládat funkce pro obrábění. Vždy je nutné mít označený proces, do kterého chceme funkci vkládat. Funkce vkládáme kliknutím na vybranou funkci v panelu Machining operations nebo přes roletové menu v horní části obrazovky.



Obrázek 2.2.3-1

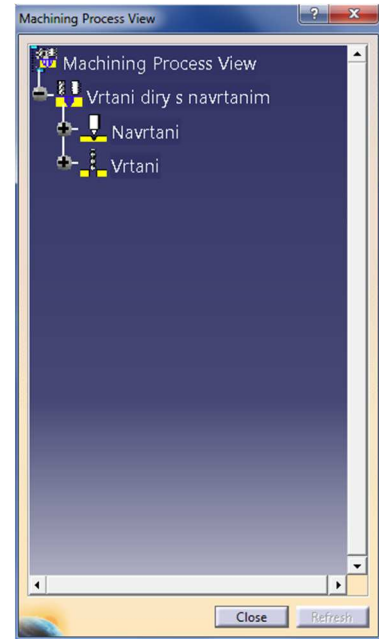
Pro ukázkou je zde vytvořena typová technologie pro vrtání díry s navrtáním středícího důlku. Vložené funkce pro tento případ jsou vidět na Obrázku 2.3-4.



Obrázek 2.2.3-2



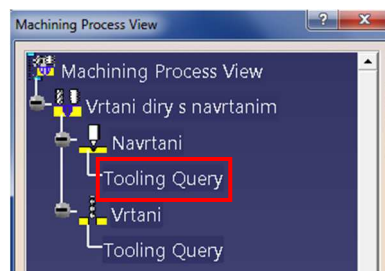
Obrázek 2.2.3-3



Obrázek 2.2.3-4

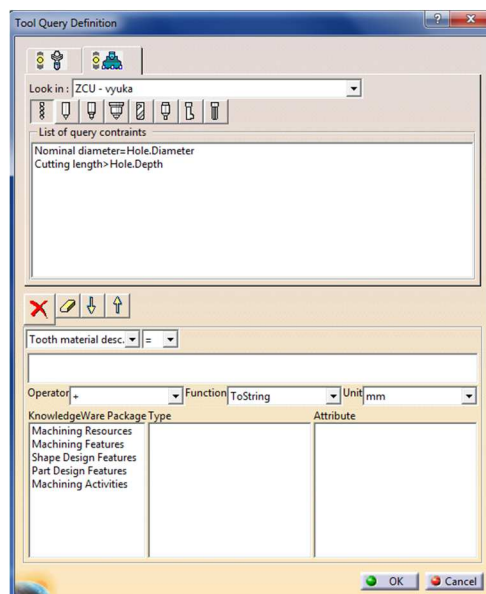
2.3.1. Definice nástroje

Kliknutím na „Tooling Query“ (Obrázek 2.3.1-1) ve stromové struktuře funkce se nám otevře okno pro definování dotazů pro nástroj patřící dané funkci (Obrázek 2.3-2).



Obrázek 2.3.1-1

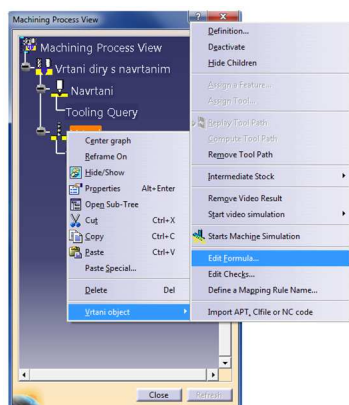
V horní části nově otevřeného okna se můžeme přepínat mezi definicí nástroje a držáku nástroje. Pod těmito ikonami je nabídka pro výběr místa, odkud se nástroj vybere. Na výběr jsou dvě možnosti. Nástroj může být vybrán z dokumentu, do kterého je technologie vkládána, nebo z předem vytvořených katalogů nástrojů. Výběr typu nástroje se provede výběrem jedné z nabízených ikon v horní části okna. Zbýlá část okna slouží k definování dotazů pro nástroj. Parametr nástroje, kterému má být přidán dotaz, nalezneme v roletovém menu v prostřední části okna. V dolní části okna je knihovna s parametry, rozdělenými dle modulů v Catii. Vložená dotazu do listu s dotazy (list of query constraints) se provede pomocí šipky nahoru. Pokud je nutné již vložený dotaz změnit, šipkou dolů se přesune do spodního okna pro editaci. Guma slouží pro smazání vybraného dotazu. Červený kříž pro smazání všech dotazů.



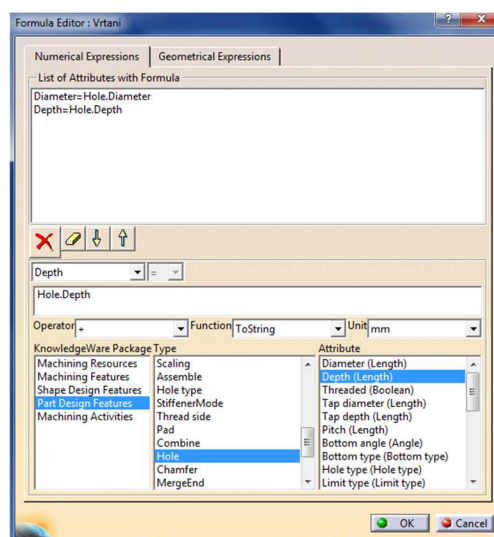
Obrázek 2.3.1-2

2.3.2. Editor vzorců

V editoru vzorců upravujeme parametry náležící dané funkci, která je použita k obrábění, nikoliv nástroje. Do editoru se dostaneme přes pravé tlačítko myši a kliknutím na Edit Formula, jak je vidět na Obrázku 2.3.2-1. Přirazování vzorců funguje stejně jako u definice nástroje v předchozím oddíle. Ve spodní části okna je opět knihovna s parametry funkcí rozdělená dle modulů. Nad ní je okno pro vkládání vzorců (parametrů). A nechybí ani čtyři již představené ikony sloužící pro vkládání a mazání vzorců. Pro vzorový příklad jsou vloženy vzorce pro hloubku vrtání a průměr vrtání (Obrázek 2.3.2-2).



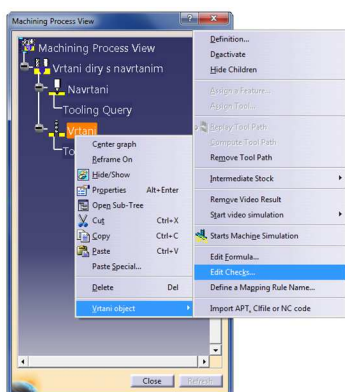
Obrázek 2.3.2-1



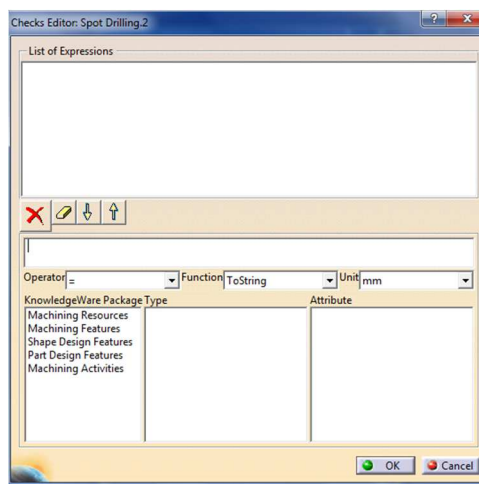
Obrázek 2.3.2-2

2.3.3. Check editor

Check editor slouží pro zadávání podmínek za, kterých daná funkce má být aktivní. Například pro vrtání máme několik funkcí. Pro krátké díry Drilling a pro dlouhé díry Deep Drilling. Přidáním podmínek k těmto funkcím docílíme toho, že aktivní bude vždy jedna funkce, podle toho o jak hlubokou díru se bude jednat. Check editor otevřeme pomocí pravého tlačítka myši a kliknutím na Edit Check (Obrázek 2.3.3-1). Následně s otevře okno editoru (Obrázek 2.3.3-2). Zde se pracuje obdobně jako v přechozím oddíle, který se zabýval výrazy.



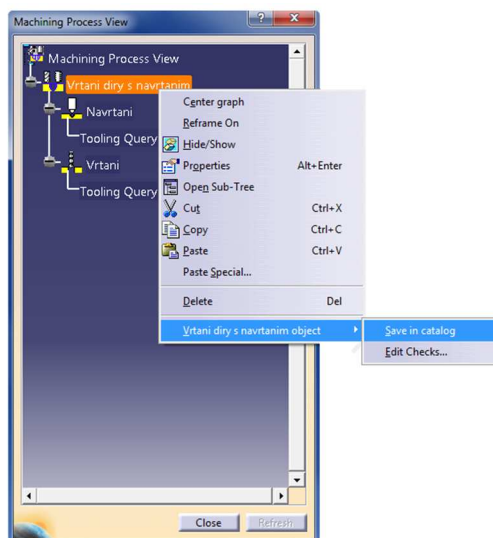
Obrázek 2.3.3-1



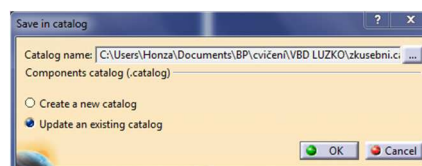
Obrázek 2.3.3-2

2.3.4. Uložení technologie do katalogu

Do předem vytvořeného katalogu (File -> New -> CatalogDocument) se technologický proces uloží tak, že označíme vybraný proces, pravé tlačítko myši a dole kliknutí na save in catalog. Následně vyskočí nové okno. Zde se vybere katalog, do kterého se má technologický proces uložit.



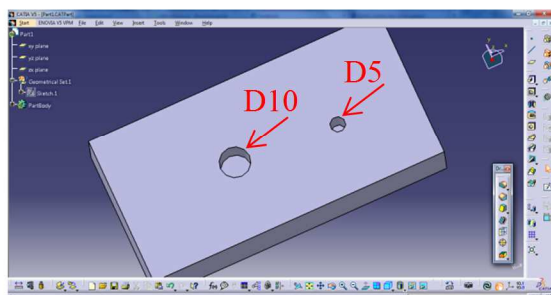
Obrázek 2.3.4-1



Obrázek 2.3.4-2

2.3.5. Aplikace technologie z katalogu

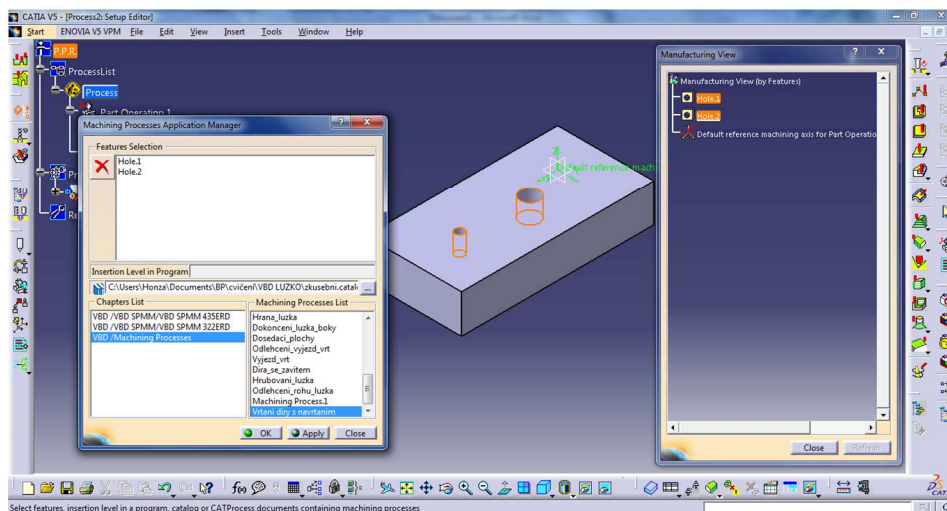
Aplikace bude ukázána na příkladu technologie vrtání díry s navrtáním středícího důlku. Na obrobku jsou dvě díry průměru deset milimetrů a pět milimetrů (Obrázek 2.3.5-1). Po přepnutí do modulu obrábění otevřeme, z panelu Standard Machining processes, Machining Process Application (Obrázek 2.3.5-2) a Manufacturing view. Označíme v Machining Process Application obě díry z Manufacturing view (Obrázek 2.3.5-3). Dál vybereme z katalogu technologii pro vrtání děr s předvrtáním a potvrdíme.



Obrázek 2.3.5-1

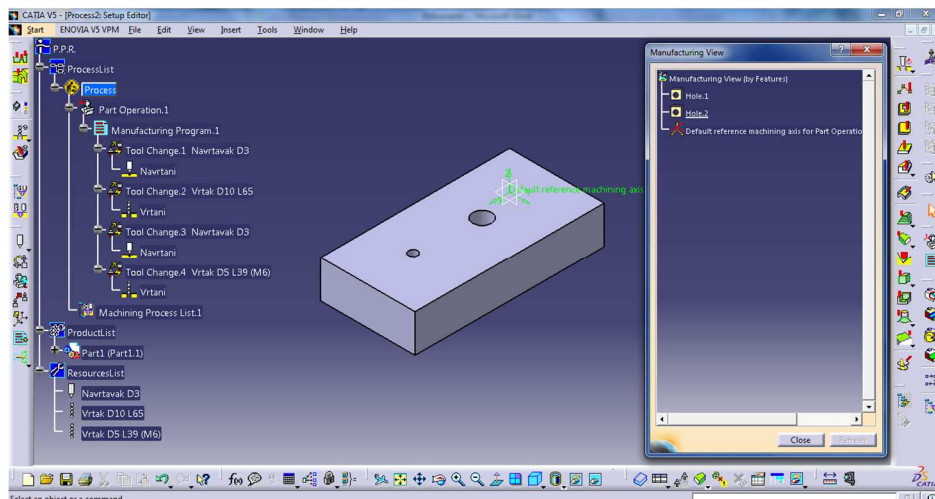


Obrázek 2.3.5-2

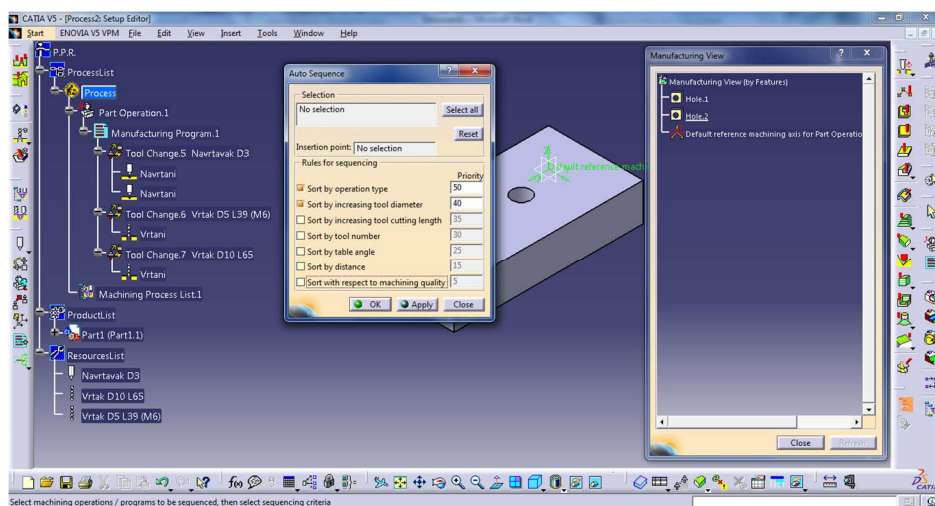


Obrázek 2.3.5-3

Výsledek je vidět na Obrázku 2.3.5-4. Nástroje se vyberou z katalogu podle průměru díry. To je zajištěno pomocí výrazů. Posledním krokem je uspořádání výměn nástrojů a sjednocení stejných nástrojů do jedné výměny, pokud jsou nástroje shodné (Obrázek 2.3.5-5).



Obrázek 2.3.5-4



Obrázek 2.3.5-5

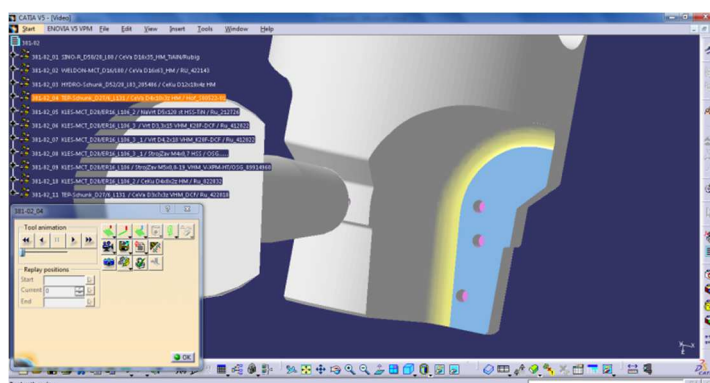
3. Typová technologie lůžka

3.1. Popis technologie obrábění lůžka

3.1.1. Zavrtání odlehčení

Odlehčení v rohu lůžka je nezbytné pro správné uložení vyměnitelné břitové destičky v lůžku. Kdyby zde odlehčení nebylo, nedošlo by k ustavení VBD v dosedacích plochách, ale s největší v rohu lůžka, kde by vznikl po předchozím obrábění rádius.

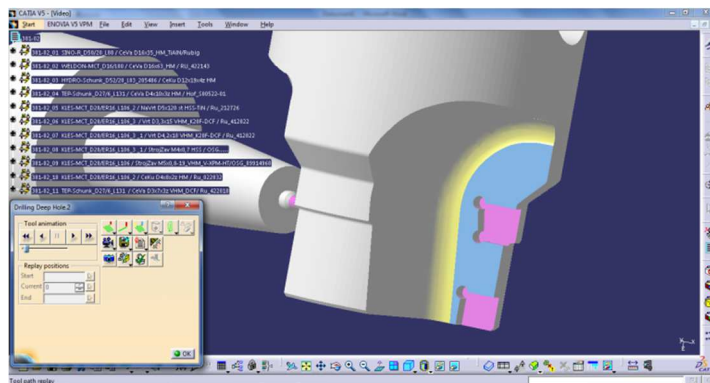
Odlehčení v rohu lůžka se provádí v programu Catia pomocí funkce *Drilling Deep Hole*. Jako nástroj je zvolena fréza čelní válcová třízubá ze slinutého karbidu. Průměr frézy je dán průměrem odlehčení. Odlehčení je vyrobeno postupným zapichováním frézy do materiálu. Řezná rychlost a posuv frézy je dán dle průměru nástroje výrobce.



Obrázek 3.1.1-1

3.1.2. Hrubování lůžka

Hrubování lůžka je provedeno pomocí funkce *Profile Contouring*. Nástroje je shodný se zavrtáváním odlehčení, tedy fréza čelní válcová třízubá. Hrubování horního lůžka se liší od spodního tím, že je potřeba nejprve vytvořit drážku v polovině šířky lůžka a následně je možné hrubovat lůžko.

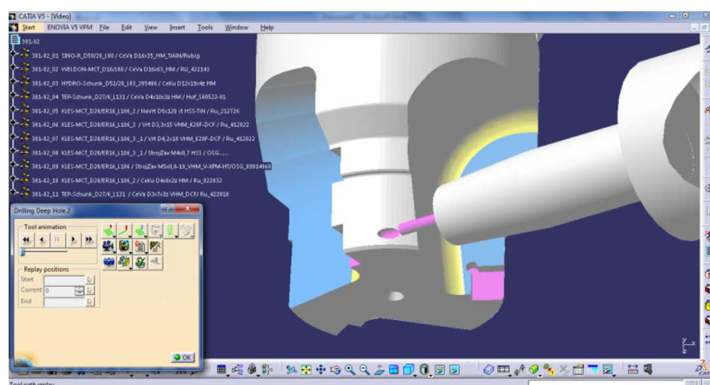


Obrázek 3.1.2-1

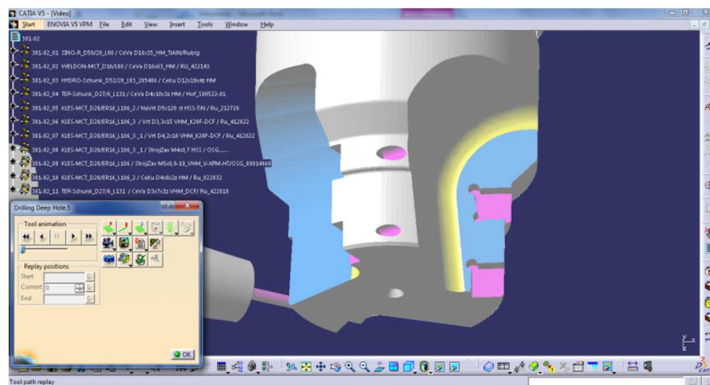
3.1.3. Zhloubení pro výjezd vrtáku

Při vrtání díry v lůžku pro závit by došlo k tomu, že by vrták vyjížděl do válcové plochy. Což je nežádoucí a v důsledku toho by mohlo dojít k poškození nástroje. Zabránit lze tomu vytvořením válcového zhloubení většího průměru než je průměr následně vrtané díry respektive větší než velký průměr závitu. Tím vznikne rovná plocha, která zaručí vyjetí vrtáku do rovné plochy.

Použitá funkce pro obrobení zhloubení je *Drilling Deep Hole*. Nástrojem je opět fréza čelní válcová.



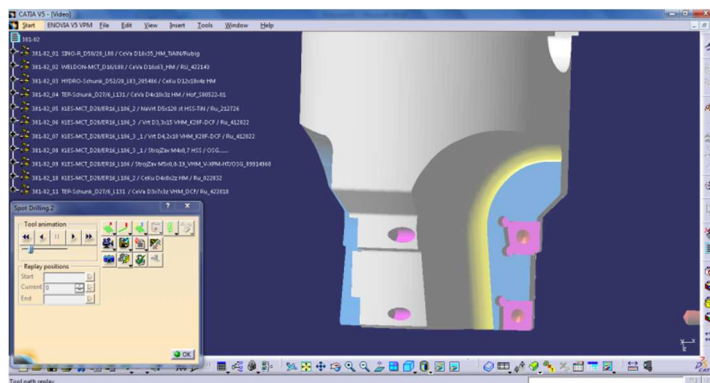
Obrázek 3.1.3-1



Obrázek 3.1.3-2

3.1.4. Navrtání středících důlků

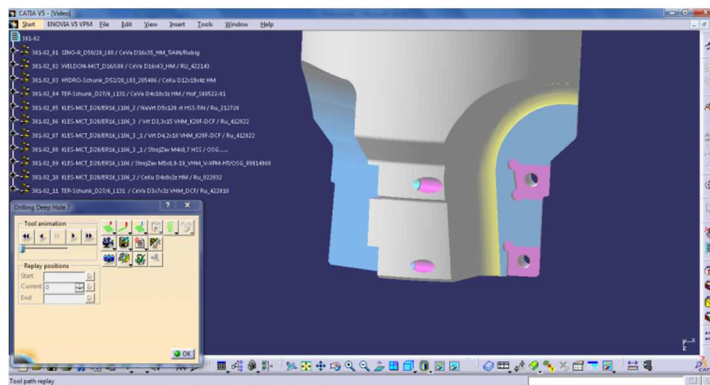
Navrtání středících důlků je dosaženo pomocí funkce Spot drilling. Použitým nástrojem je zde povlakovaný navrtávák z rychlořezné oceli D5x120 st HSS-TiN.



Obrázek 3.1.4-1

3.1.5. Předvrtání díry pro závit

Pro vrtání díry pro závit je zde použita funkce *Drilling Deep Hole*. Nástrojem je zde vrták ze slinutého karbidu s vnitřním chlazením.



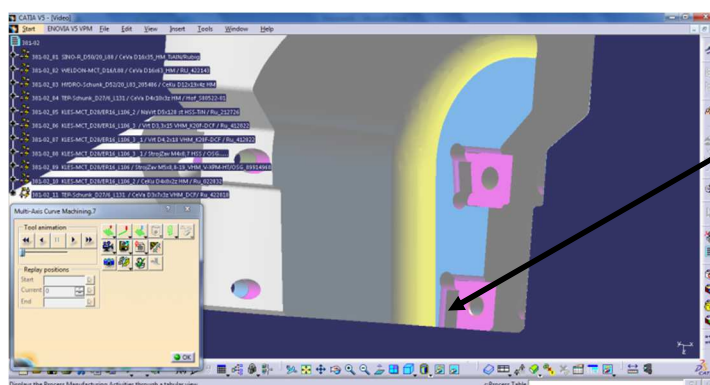
Obrázek 3.1.5-1

3.1.6. Závít

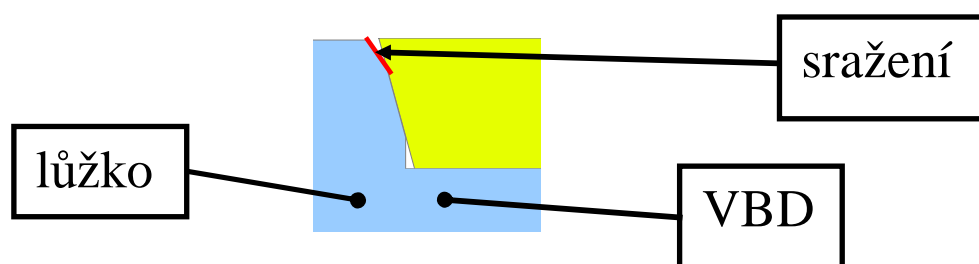
Pro výrobu vnitřního závitu je použita funkce *Tapping*. Jako nástroje je použit závitník z rychlořezné oceli.

3.1.7. Sražení horní hrany lůžka

Sražení horní hrany lůžka zaručí to, že nedojde k poškození břitu vyměnitelné břitové destičky. Sražení je realizováno, za pomoci funkce *Multi-Axis Curve Machining*, kulovou frézou dvouzubou ze slinutého karbidu. Sražení by bylo možné vyrobit i čelní válčovou frézou. To jestli bude sražení zhotoveno kulovou či čelní válčovou frézou rozhoduje konstrukce lůžka.



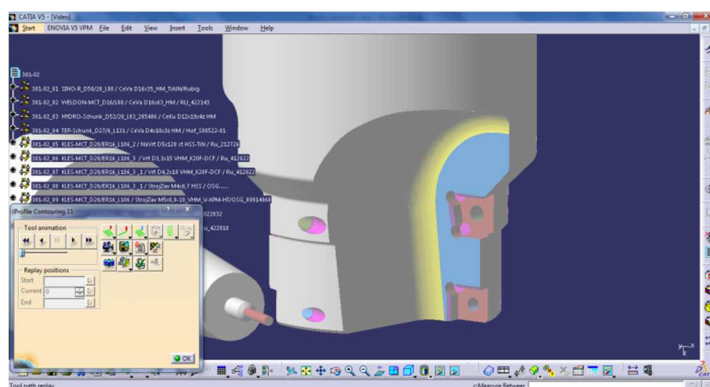
Obrázek 3.1.7-1



Obrázek 3.1.7-2

3.1.8. Frézování lůžka načisto

Na vyhrubovaném lůžku je nejdříve obrobena dno načisto a poté boky lůžka. Pro frézování lůžka načisto je použita stejná funkce (*Profile contouring*) jako pro hrubování lůžka. Následně se obrobí boky lůžka. Použitý nástroj je čelní válcová fréza třízubá



Obrázek 3.1.8-1

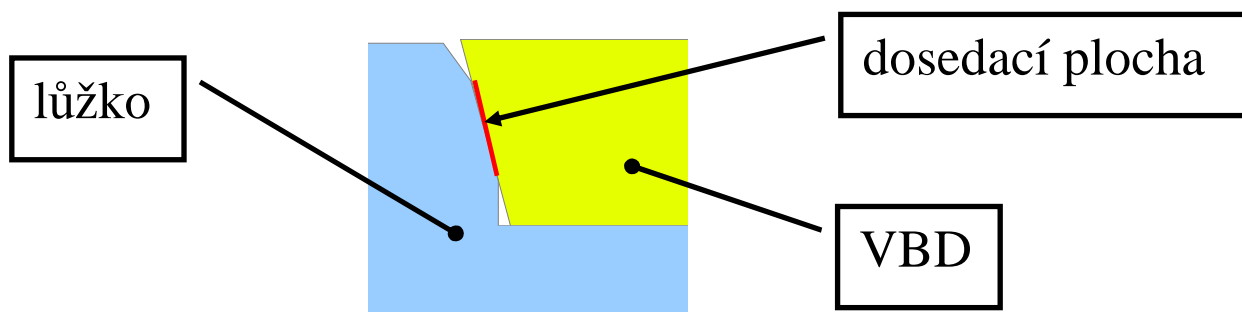
3.1.9. Frézování dosedacích ploch na bocích lůžka

Dosedací plochy jsou důležité pro správné ustavení břitové destičky. Z toho plyne důraz na vysokou kvalitu a přesnost obrobění. Existují dvě možnosti frézování dosedacích ploch. Frézování čelem frézy (Obrázek 3.1.9-2) nebo válcem frézy (Obrázek 3.1.9-4).

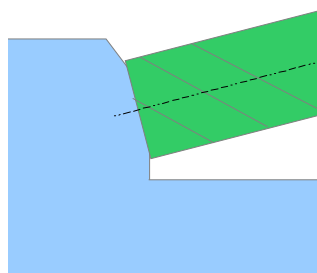
Při frézování čelem dostaneme v porovnání s frézováním válcem frézy větší tuhost nástroje při obrábění a tudíž i přesnější rozměr a kvalitnější povrch. Avšak tento způsob má i své zápory. Pokud bychom frézovali dosedací plochu s opotřebovaným nástrojem, například s nástrojem, který je vyštípnutý na čele, nedosahovali bychom požadované kvality. Tomuto se lze vyhnout výměnou nástroje po předchozí operaci. Další nevýhodou může být omezenost konstrukcí lůžka, jak je vidět v případě frézování horního lůžka (Obrázek 3.1.9-5).

Pokud se dosedací plocha frézuje válcovou částí frézy, nebude vadit opotřebení nástroje na čele, ale nedosáhneme takové tuhosti jako v předchozím případě frézováním čelem. Frézovat

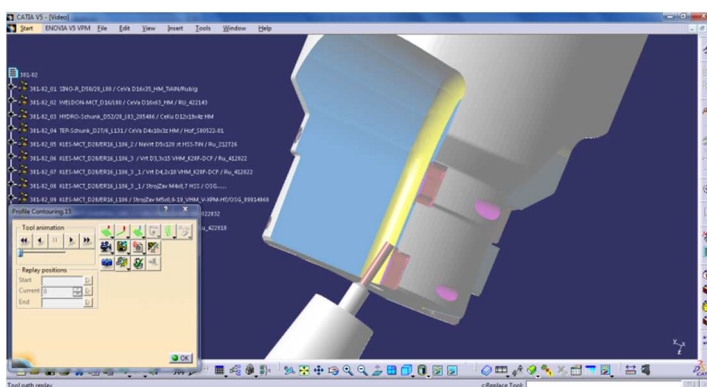
válcem je nutné například pokud konstrukce lůžka respektive těla záhlubníku neumožní použít frézování čelem (Obrázek 3.1.9-5).



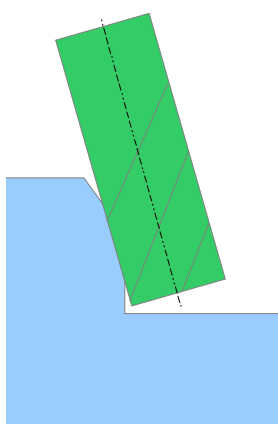
Obrázek 3.1.9-1



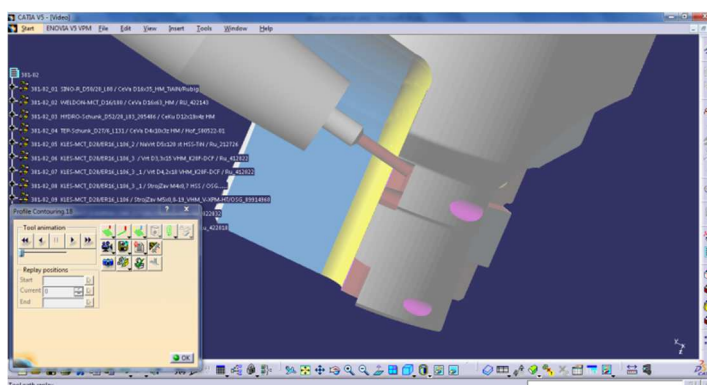
Obrázek 3.1.9-2



Obrázek 3.1.9-3



Obrázek 3.1.9-4

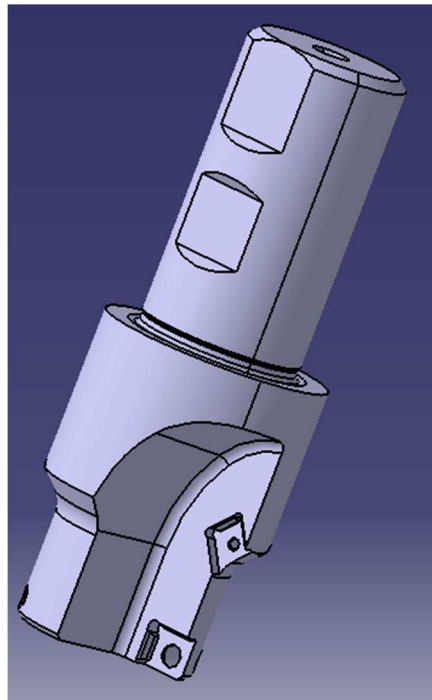


Obrázek 3.1.9-5

3.2. Typová technologie obrábění lůžka na parametrizovaném modelu záhlubníku

Typová technologie obrábění lůžka je vypracována na modelu záhlubníku. Záhlubník má celkem čtyři břitové destičky. Spodní dvě destičky jsou typu S a horní dvě typu C. Jak je patrné z Obrázku 3.2-1, horní lůžko je otevřené z jedné strany, kdežto spodní lůžko ze dvou stran. To však nepřináší téměř žádné odlišnosti v technologii obrábění spodního a horního lůžka. Jediný rozdíl je při hrubování horního lůžka. Zde je potřeba nejdříve vyfrézovat drážku v polovině šířky lůžka a následně lůžko hrubovat. Je to z důvodu lepších řezných podmínek. Při parametrizaci technologie je využito excelovské tabulky, která byla vytvořena při parametrizaci lůžek na nástroji. V tabulce jsou k rozměrům lůžka přidány rozměry nástrojů. Změnou velikosti destičky v modulu Assembly Design pomocí Design Tabelu dojde k přenastavení hodnot u jednotlivých nástrojů.

V této podkapitole jsou uvedeny případy použití parametrů při vytváření technologie obrábění lůžka na parametrizovaném modelu.



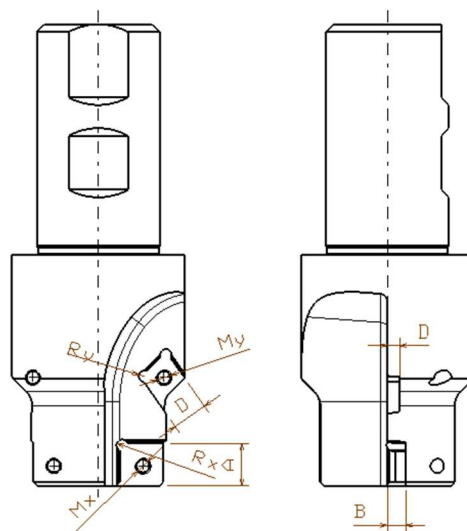
Obrázek 3.1.92-1

3.2.1. Aktivace/deaktivace výměny nástroje

Při obrábění lůžek může nastat situace, kdy určité úkony na obou lůžkách lze obrábět stejným nástrojem. To se týká odlehčení v rohu lůžka, předvrtání díry pro závit a výroby vnitřního závitu. Pokud je možné obrábět obě lůžka stejným nástrojem, je zbytečné mít v programu za sebou dvě výměny stejného nástroje, jelikož nástroj není opotřebovaný a tudíž není třeba ho měnit. Na druhou stranu, v případě, že například odlehčení mají odlišný průměr, výměna nástroje je nutná.

Aktivace a deaktivace prvku je v programu Catia možná více způsoby. V této práci je zvolen způsob pomocí parametru typu boolean. Tento parametr obsahuje vzorec, ve kterém se porovnávají například poloměry odlehčení, a nabývá hodnoty true nebo false. Samotná aktivace nebo deaktivace určitého prvku se provede vložením zmíněného parametru typu boolean jako výrazu k parametru daného prvku pojmenovaného Active. tento parametru je také typu boolean. Podle jeho hodnoty, buď true nebo false, je pak prvek aktivní nebo neaktivní.

V následující části je uveden příklad aktivace a deaktivace prvků při hrubování lůžka. Vytvořený parametr typu boolean má název Boolean.1. Obsahuje výraz, ve kterém je porovnáván poloměr zaoblení odlehčení rohu u horního (R_y) a dolního (R_x) lůžka (Obrázek 3.2.1-1).



Obrázek 3.2.1-1

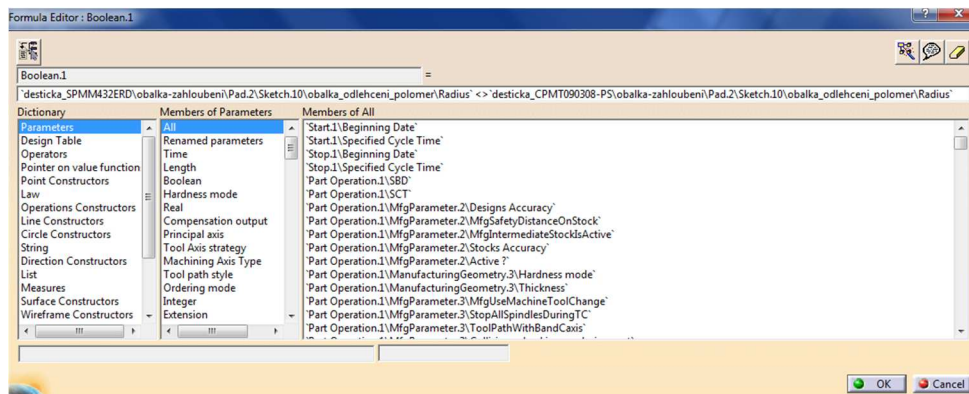
Parametr Boolean.1 nabývá své hodnoty:

- Pokud $R_x \neq R_y$, pak $Boolean.1 = true$
- Pokud $R_x = R_y$, pak $Boolean.1 = false$

Výraz obsahující parametr Boolean.1:

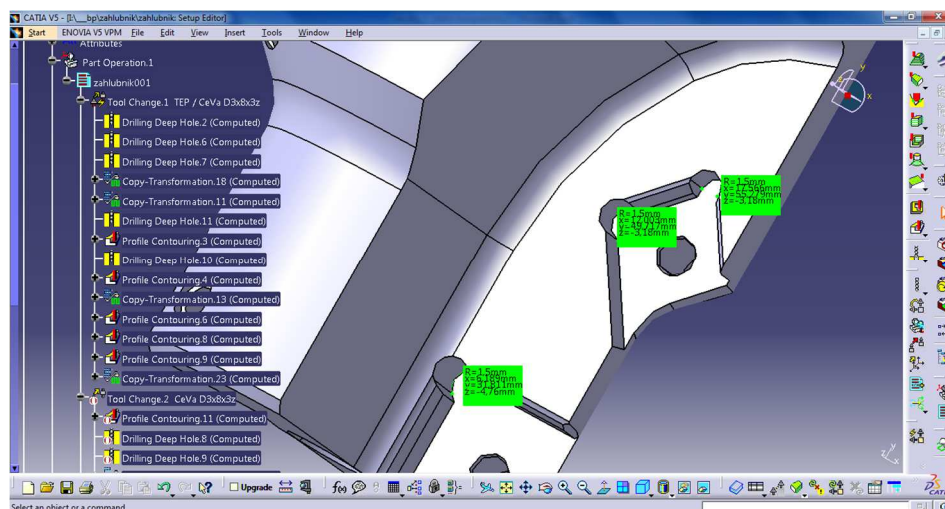
```
Boolean.1 = `desticka_SPM432ERD\obalka-zahloubeni\Pad.2\Sketch.10\obalka_odlehzeni_polomer\Radius` < > `desticka_CPMT090308-PS\obalka-zahloubeni\Pad.2\Sketch.10\obalka_odlehzeni_polomer\Radius`
```

Jak je patrné z Obrázku 3.2.1-3, první výměna nástroje obsahuje jednotlivé úkony pro obrábění obou lůžek. Prvky této výměny nástroje, které mají být aktivní, pokud se obrábí obě lůžka stejným nástrojem, mají v parametru *active* výraz $not(Boolean.1)$. Tento výraz v případě rovnosti R_x a R_y nabývá hodnoty true. V druhé výměně nástroje jsou pak úkony jen pro horní lůžko. Prvky v této výměně mají ve svém vzorci výraz Boolean.1.



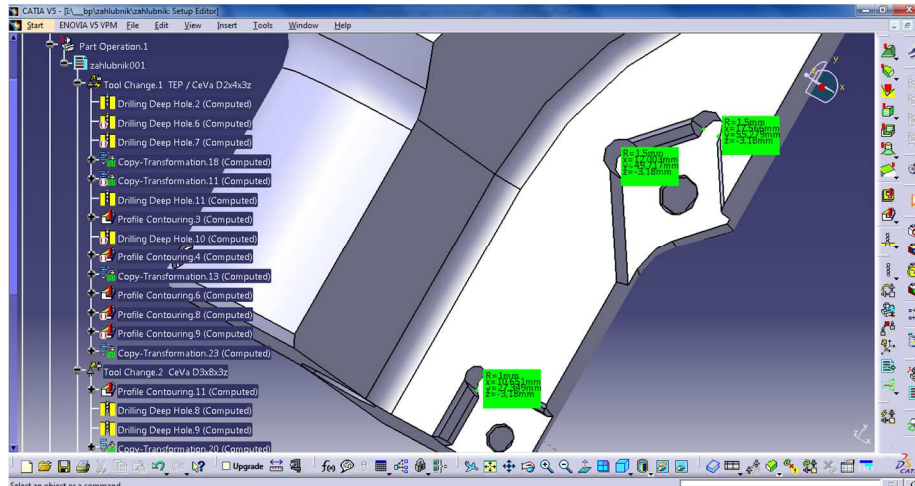
Obrázek 3.2.1-2

Pokud jsou oba poloměry zaoblení rohu lůžka shodné, pak je aktivní pouze první výměna nástroje (Obrázek 3.2.1-3).



Obrázek 3.2.1-3

Pokud jsou oba poloměry zaoblení rohu lůžka rozdílné, pak je aktivní i druhá výměna nástroje (Obrázek 3.2.1-4).



Obrázek 3.2.1-4

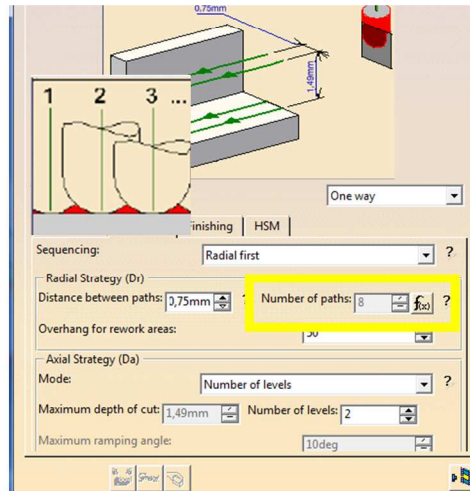
Stejný princip aktivace/deaktivace výměny nástroje a daných funkcí je použit i pro zhotovení díry se závitem. Zde je vytvořen uživatelský parametr Boolean.2. V tomto parametru je porovnáván poloměr díry pro závit.

Výraz obsahující parametr Boolean.2:

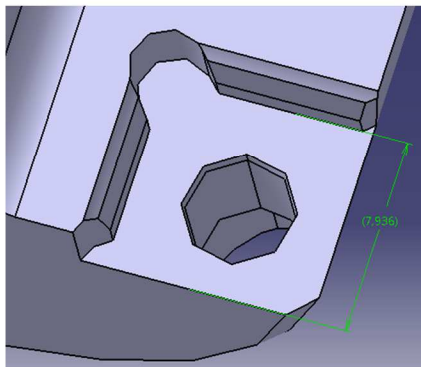
```
Boolean.2=`desticka_SPMM432ERD\obalka-  
zahloubeni\Pad.3\Sketch.37\obalka_polomer_diry\Radius`<>`desticka_CPMT090308-PS\obalka-  
zahloubeni\Pad.3\Sketch.37\obalka_prumer_diry\Radius`
```

3.2.2. Počet drah nástroje

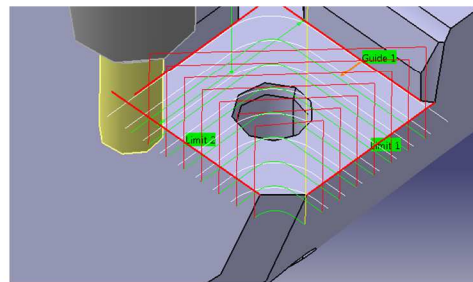
Při hrubování a obrábění dna lůžka pomocí funkce profile contouring je potřeba určit počet drah nástroje (Obrázek 3.2.2-1). Proto, aby bylo možné určit tento počet, je třeba získat rozměr lůžka (Obrázek 3.2.2-2). Požadovaný rozměr lůžka by bylo možné určit například pomocí funkce measure (měření) nebo by bylo možné rozměr převzít z rozměru VBD, což by nebylo úplně správné, ale použít by to šlo. V tomto případě je však zvolen způsob pomocí funkce Offset, kde již v modelu tělesa nástroje je tento rozměr odměřen. Dalším rozměrem nezbytným k určení počtu drah nástroje je průměr (poloměr) nástroje. Rozměr nástroje je dán pomocí design tabel (tabulka s hodnotami parametrů). Posledním parametrem je vzdálenost mezi jednotlivými stopami nástroje (distance between paths). Jedná se o radiální přísuv nástroje. Ten jako jediný není předem dán. Je možné ho kdykoliv změnit a tím dojde i k okamžitému přepočítání počtu drah nástroje.



Obrázek 3.2.2-1



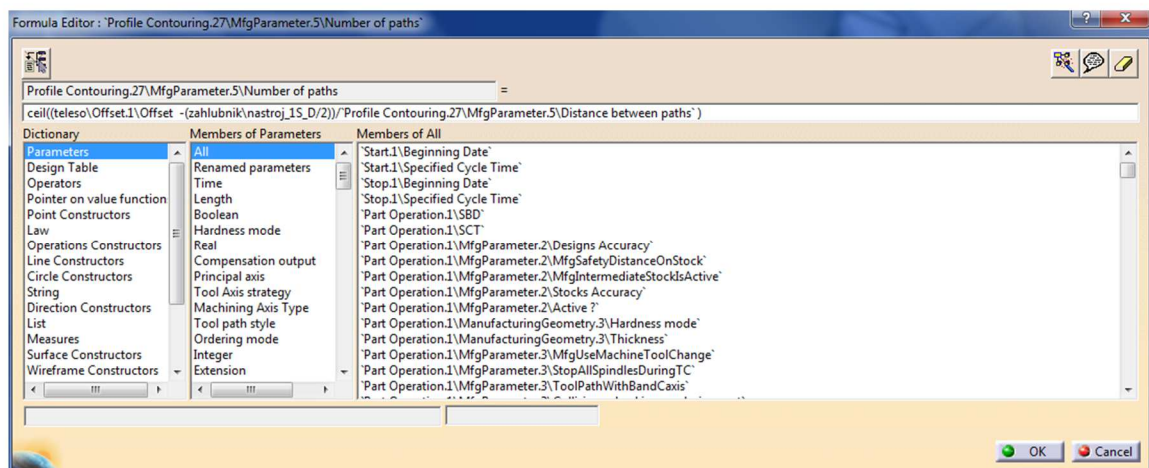
Obrázek 3.2.2-2



Obrázek 3.2.2-3

Vzorec pro výpočet počtu drah nástroje při hrubování lůžka:

Profile Contouring.6\MfgParameter.5\Number of paths = ceil((teleso\Offset.1\Offset - (zahlubnik\nastroj_1S_D/2))/Profile Contouring.27\MfgParameter.5\Distance between paths)



Obrázek 3.2.2-4

Jak již bylo uvedeno výše, vzorec pro výpočet počtu drah je použit jak pro hrubování lůžka tak i pro obrábění dna načisto s tím rozdílem, že u hrubování lůžka je použit jiný nástroj než u obrábění dna načisto.

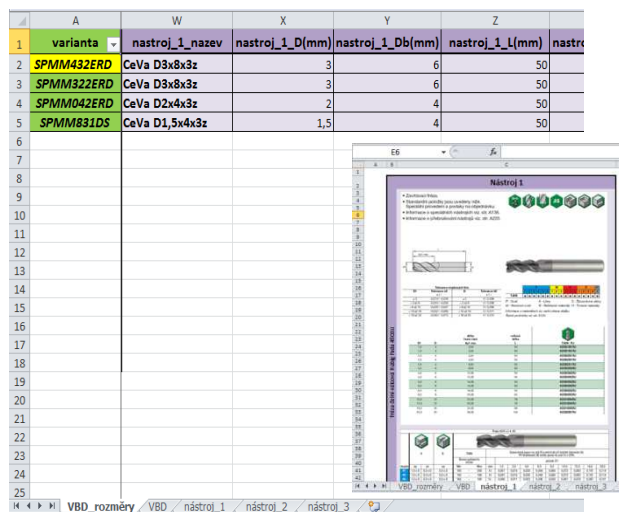
Vzorec pro výpočet počtu drah nástroje při obrábění dna lůžka načisto:

Profile Contouring.14\MfgParameter.5\Number of paths=ceil((teleso\Offset.1\Offset-(zahlubnik\nastroj_6S_D/2))/Profile Contouring.14\MfgParameter.5\Distance between paths`)

3.2.3. Rozměry nástrojů

Rozměry nástrojů jsou určeny podle velikosti lůžka respektive podle typu a velikosti VBD. Z toho důvodu obsahuje tabulka hodnot, vytvořenou v excelu, pro parametry lůžka také hodnoty pro nástroje, kterými se lůžko pro daný typ VBD bude obrábět. Všechny hodnoty, jak pro parametrizaci lůžka tak rozměry nástrojů jsou v jedné tabulce z toho důvodu, jelikož tím získáme jednoduchou vazbu mezi typem VDB a nástroji. V tabulce v Excelu je každému nástroji přiřazena záložka, ve které se nachází výběr z katalogu výrobce nástrojů, kde lze snadno dohledat rozměry nástroje při případném doplňování hodnot pro nové typy VBD (Obrázek 3.2.3-1). Pro lepší přehlednost jsou v tabulce jednotlivé nástroje barevně odlišeny.

	A	W	X	Y	Z
1	varianta	nastroj_1_nazev	nastroj_1_D(mm)	nastroj_1_Db(mm)	nastroj_1_L(mm)
2	SPMM432ERD	CeVa D3x8x3z	3	6	50
3	SPMM322ERD	CeVa D3x8x3z	3	6	50
4	SPMM042ERD	CeVa D2x4x3z	2	4	50
5	SPMM831DS	CeVa D1,5x4x3z	1,5	4	50
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

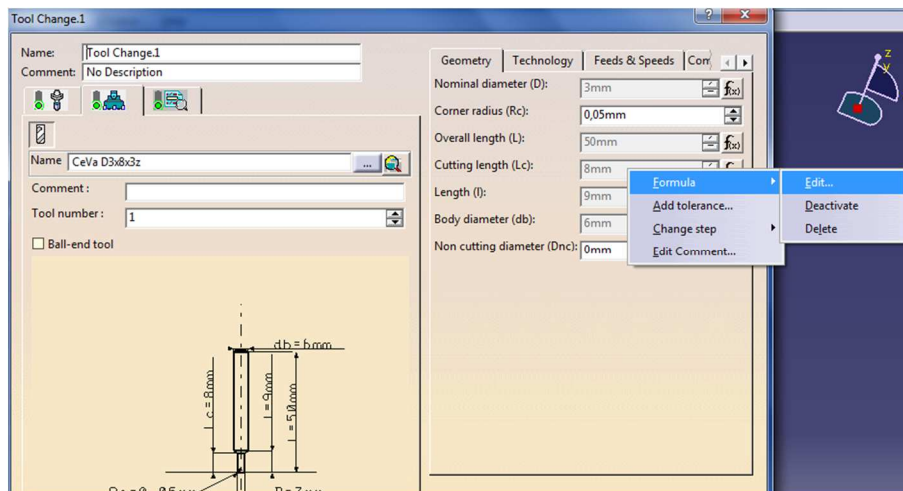


The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet with a table of tool parameters. The table has columns for variant, tool name, diameter (D), diameter at cutting edge (Db), and length (L). Five tools are listed with different colors: SPMM432ERD (yellow), SPMM322ERD (green), SPMM042ERD (purple), and SPMM831DS (orange). A pop-up window titled 'Nástroj 1' is overlaid on the spreadsheet, showing a detailed view of a tool with technical drawings and a list of parameters.

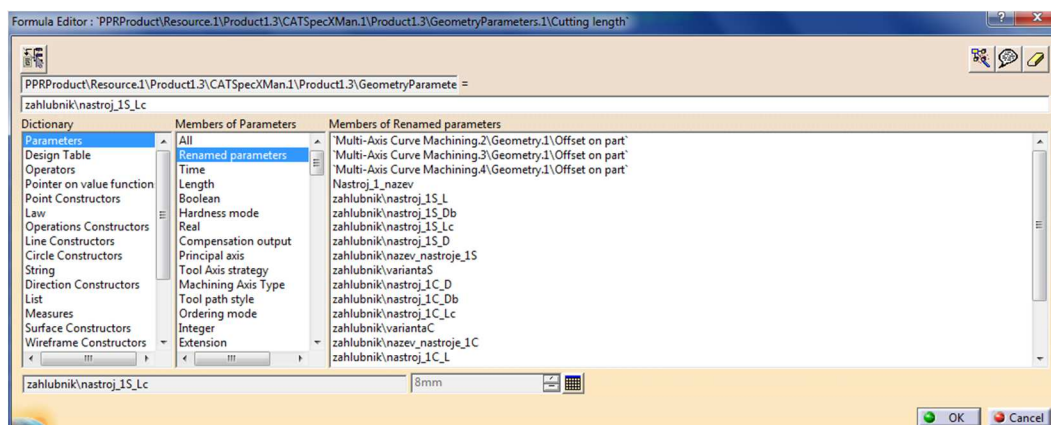
Obrázek 3.2.3-1

Propojení hodnot z tabulky v Excelu je pomocí Design tabel. V sestavě záhlubníku, který je přístupný i z modulu programování, jsou vytvořeny pomocné uživatelské parametry. Tyto parametry pro přehlednost mají stejný název jako sloupce v tabulce a pro rozlišení mezi druhy VBD obsahují navíc písmeno označující tvar VBD (např. pro délku řezné části nástroje obrábějící lůžko typu S: nastroj_1S_Lc). Pomocí funkce design tabel se tyto uživatelské parametry prováží s tabulkou (viz kapitola 2.2.3 Design Tabel). Provázané uživatelské parametry se přiřadí jako vzorec ke skutečným parametrům rozměrů nástrojů (Obrázek 3.2.3-

2 a Obrázek 3.2.3-3). Vše je provedeno dle instrukcí, které jsou v oddíle 2.2.2 Přirazení vzorce.



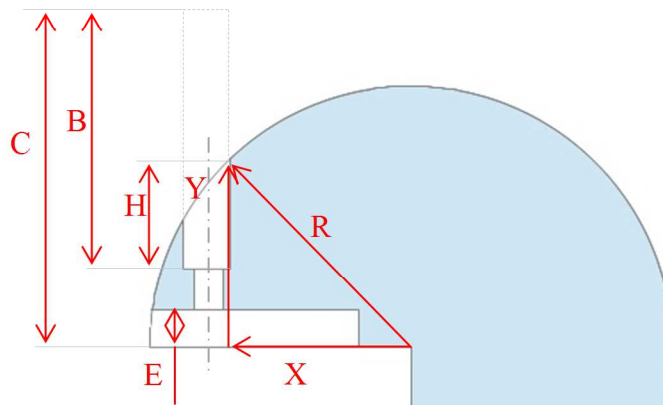
Obrázek 3.2.3-2



Obrázek 3.2.3-3

3.2.4. Odlehčení pro výjezd vrtáku do rovné plochy

Důležitým rozměrem pro odlehčení je hloubka. V parametrickém modelu není nikde tento rozměr přímo zakótován. Je nutné ho pomocí parametrů spočítat. Dalším rozměrem potřebným pro funkci Deep Drilling, kterou se nejdříve frézou vypíchá díra, která je dále rozšířena, je hodnota odsazení počátku díry. Při výpočtu těchto dvou hodnot se pracuje s poloměrem těla nástroje (na kterém je lůžko tvořeno) v místě odlehčení „R“, se vzdáleností osy odlehčení od osy těla nástroje zmenšené o poloměr odlehčení „X“ a parametry obálky lůžka „B“, „C“ a „E“ (Obrázek 3.2.4-1).



Obrázek 3.2.4-1

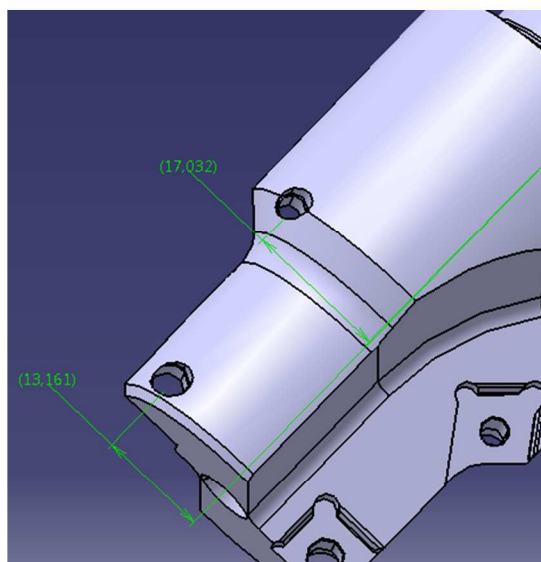
Odsazení počátku odlehčení je vypočteno podle vzorce:

$$\text{Odsazení} = \sqrt{R^2 - X^2} - E$$

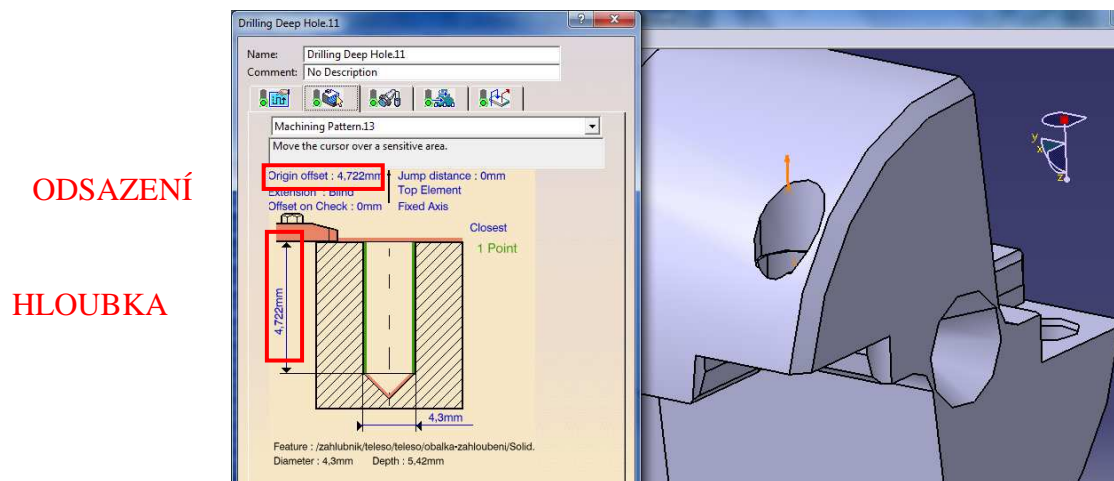
Hloubka odlehčení je vypočtena podle vzorce:

$$\text{Hloubka} = \sqrt{R^2 - X^2} - (C - B)$$

Vzdálenost osy odlehčení je změřena v sestavě záhlubníku funkcí Offset (Obrázek 3.2.4-2). Další možností, jak tento rozměr změřit, je pomocí funkce Measure Between, ale při užití této funkce je nutné vždy po změně typu VBD aktualizovat naměřenou hodnotu. V případě Offsetu se aktualizace provede automaticky.



Obrázek 3.2.4-2



ODSAZENÍ

HLOUBKA

Obrázek 3.2.4-3

Vzorec pro výpočet hloubky zahloubení (depth) a výpočet odsazení (origin offset) pro VBD typu S:

Manufacturing View\Hole.11\Geometry.1\Depth

$$= (\sqrt{((teleso\ polotovar\ Shaft.1\ Sketch.1\ Offset.217\ Radius * teleso\ polotovar\ Shaft.1\ Sketch.1\ Offset.217\ Radius) - ((teleso\ Offset.2\ Offset - `desticka_SPMM432ERD\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ Sketch.38\ obalka_polomer_vybeh\ Radius`) * (teleso\ Offset.2\ Offset - `desticka_SPMM432ERD\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ Sketch.38\ obalka_polomer_vybeh\ Radius`)))) - 50mm + `desticka_SPMM432ERD\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ FirstLimit\ Length`$$

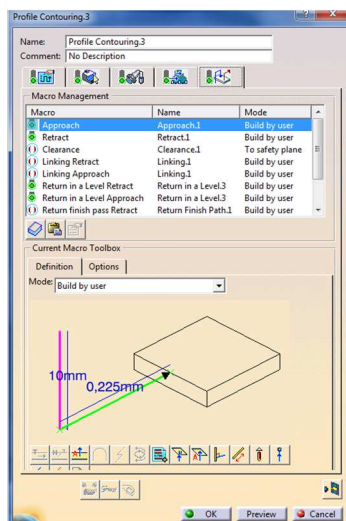
Vzorec pro výpočet hloubky zahloubení (depth) a výpočet odsazení (origin offset) pro VBD typu C:

Manufacturing View\Hole.10\Geometry.1\Depth

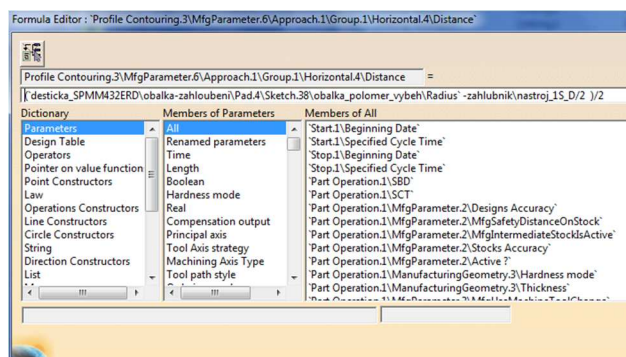
$$= (\sqrt{((teleso\ polotovar\ Shaft.1\ Sketch.1\ Offset.177\ Radius * teleso\ polotovar\ Shaft.1\ Sketch.1\ Offset.177\ Radius) - ((teleso\ Offset.3\ Offset - `desticka_CPMT090308-PS\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ Sketch.38\ obalka_prumer_vybeh\ Radius`) * (teleso\ Offset.3\ Offset - `desticka_CPMT090308-PS\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ Sketch.38\ obalka_prumer_vybeh\ Radius`)))) - 50mm + `desticka_CPMT090308-PS\ obalka-zahloubeni\ Pad.4\ FirstLimit\ Length`$$

3.2.5. Nájezd a odjezd nástroje

Většina nájezd a odjezdu je zadána přímo číselně. Ale pro obrábění zahloubení pro výjezd vrtáku je nutné nájezd a odjezd parametrizovat. Jedná se o obrábění pomocí funkce profile contouring, kdy nástroj rozjíždí předvrtaný otvor. Nájezd nástroje musí být ze středu předvrtané díry a odjezd opět do středu. Délka nájezdu po normále ke kontuře se spočítá podle vzorce : $délka\ nájezdu = (poloměr\ zahloubení - poloměr\ nástroje) / 4$.



Obrázek 3.2.5-1



Obrázek 3.2.5-2

Vzorec pro nájezd pro VBD typ S:

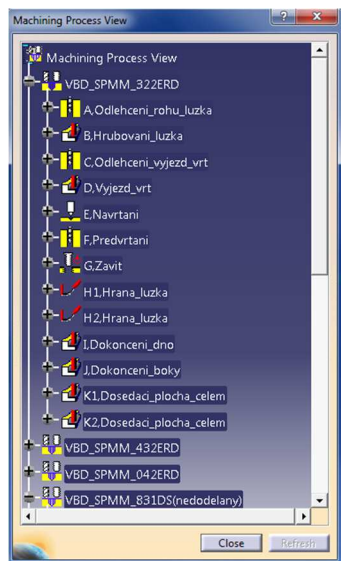
Profile Contouring.3\MfgParameter.6\Approach.1\Group.1\Horizontal.4\Distance
 = `desticka_SPM432ERD\obalka-zahloubeni\Pad.4\Sketch.38\obalka_polomer_vybeh\Radius` -
 zahlubnik\nastroj_1S_D/2)/2

3.3. Technologie obrábění lůžka-katalog

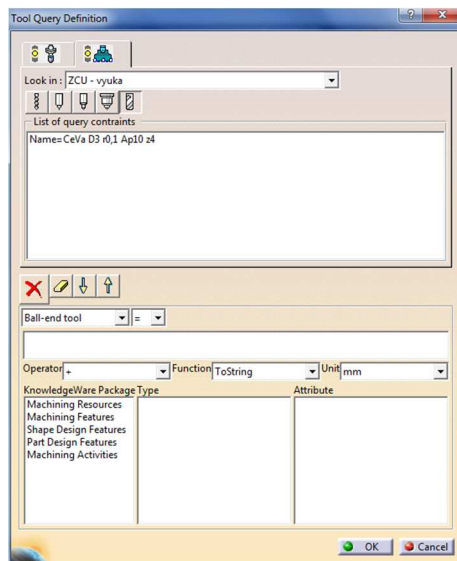
V této kapitole je na příkladu ukázána tvorba katalogu obsahující technologii obrábění pro jednotlivé typy VBD a následné použití na modelu záhlubníku. Na rozdíl od technologie lůžka vytvořené na parametrizovaném modelu záhlubníku neobsahují funkce parametrizované rozměry. Jednotlivé parametry pro daný typ VBD obsahují již přímo číselné hodnoty, které odpovídají danému lůžku. Některé hodnoty mohou záviset na rozměrech těla nástroje, na kterém bude lůžko vyrobeno. Pro tento případ bude nutné hodnoty dodatečně upravit. I přesto, že bude eventuálně nutné nějaké hodnoty parametrů přepsat, je použití katalogů s technologií mnohem rychlejší způsob vytváření NC programu, než kdybychom zadávali vždy pro každé lůžko veškeré funkce potřebné k obrobení znova a znova.

3.3.1. Tvorba katalogu

Do okna procesu obrábění (Machining process view) je vložen proces obrábění (Machining process). Defaultní název je přejmenován dle typu VBD. Například VBD_SPM432ERD. Poté se do této složky přidají všechny funkce, které jsou nutné pro obrobení jednoho lůžka (Obrázek 3.3.1-1). Následně se definuje nástroje u jednotlivých funkcí pomocí Tooling Query. Jak nástroj definovat je podrobněji popsáno v kapitole 2.3.1 Definice nástroje. V tomto konkrétním případě, jsou nástroje vybírány z katalogu nástrojů, který je uložen na disku. Na Obrázku 3.3.1-2 je ukázka definice nástroje pro první čtyři úkony.



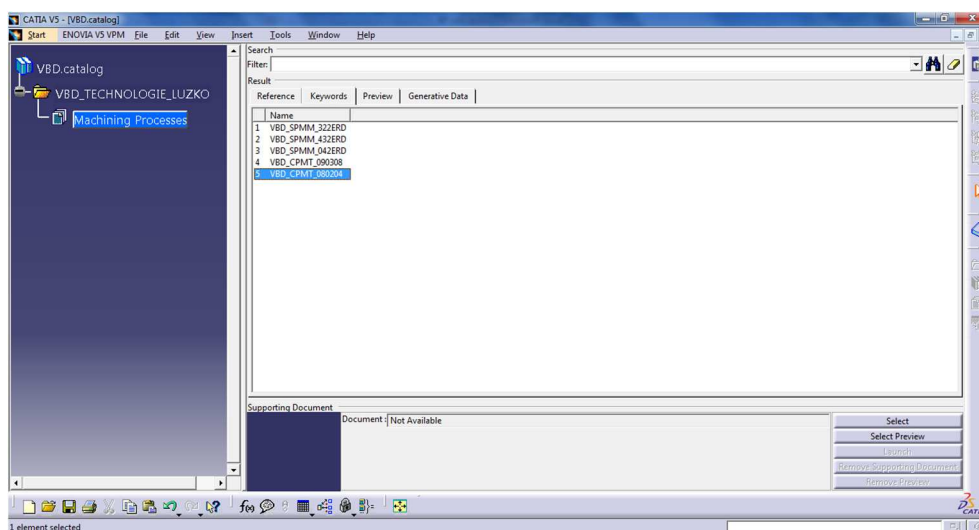
Obrázek 3.3.1-1



Obrázek 3.3.1-2

Dalším krokem je zadání hodnot a definování jednotlivých funkcí. Jde například o určení počtu drah nástroje při hrubování lůžka, hloubku zahlubování výjezdu vrtáku, definice nájezdů a odjezdů, atd. Práce s vloženými funkcemi je naprosto stejná, jako při běžném vložení funkce při programování. Jediné co se zde neurčuje, je výběr plochy či kontury, která má být obráběna. To je provedeno až po vložení technologie z katalogu přímo do okna, kde je vytvářen program.

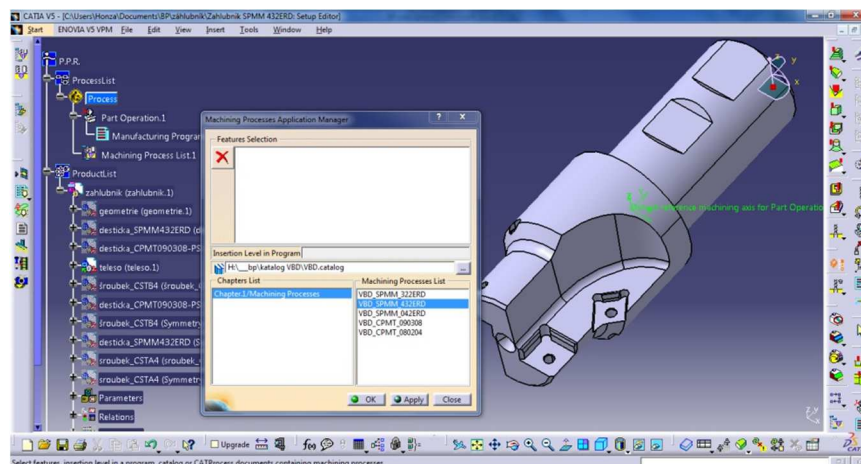
Pokud je vše definováno, je možné technologii uložit. Jak uložit technologii je popsáno v kapitole 2.3.4 Uložení technologie do katalogu. Na obrázku 3.3.1-3 je vidět vytvořený katalog. Práce s katalogem není v této bakalářské práci popsána. Dovoluji si odkázat na nápovědu systému Catia.



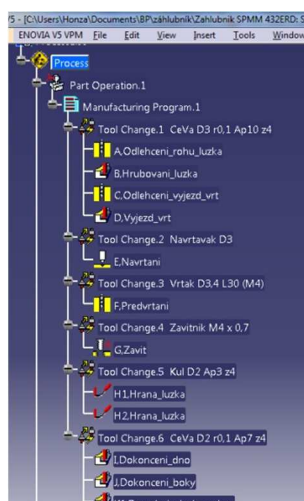
Obrázek 3.3.1-3

3.3.2. Aplikace technologie z katalogu

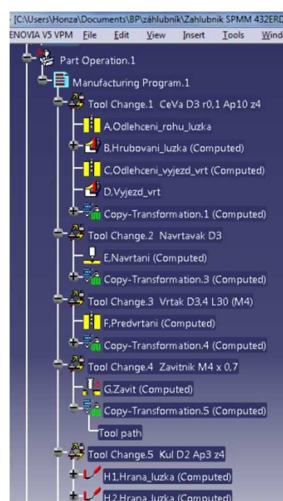
Technologie z katalogu je vkládána přímo do modulu obrábění. Ve správci aplikace obráběcího procesu (Machining Process Application Manager) vybereme katalog, ze kterého se má technologie vložit (Obrázek 3.3.2-1). Následně vybereme dle typu VBD příslušnou technologii. Klikem na OK se technologie vloží do programu (Obrázek 3.3.2-2).



Obrázek 3.3.2-1



Obrázek 3.3.2-2



Obrázek 3.3.2-3

Nyní zbývá jen určit u jednotlivých funkcí prvky (plochy, kontury,...), které se mají obrobit. U funkcí navrtání středícího důlku, vrtání a výroby závitu lze s výhodou užít vždy stejného počátečního bodu. Podle počtu a umístění lůžek na nástroji se pomocí funkce Copy-Transformation zkopíruje technologie pro ostatní stejná lůžka (Obrázek 3.3.2-2).

Stejný postup je aplikován na druhé lůžko. Zde se z katalogu vybere technologie pro VBD typ C. Nakonec se funkcí Auto sequence seskupí stejné nástroje do jedné výměny nástroje a funkce pro obrábění se seřadí podle názvu.

4. Hodnocení variant

4.1. Technologie lůžka na parametrizovaném modelu

Parametrizace technologie obrábění lůžka je časově náročnější. Je nutné parametricky definovat počty drah nástrojů při hrubování a dokončování lůžka, hloubky zahloubení, příjezdy a odjezdy nástrojů. Dál je třeba logickými výrazy definovat aktivitu nástrojů a jejich výměny. V neposlední řadě se provádí externí tabulka hodnot pro parametrizaci s parametry v programu. Z důvodu časové náročnosti parametrizování technologie je výhodné tento způsob vytváření typové technologie použít pro typově shodné nástroje, tedy v případě parametrizovaného těla nástroje a parametrizovaných lůžek. Časová náročnost přípravy je vyvážena okamžitou změnou všech parametrů technologie při změně rozměrů těla nástroje nebo jen rozměrů lůžek na nástroji. Z ekonomického hlediska je toto řešení výhodné pro větší počet možných variant nástroje, resp. možných variant lůžek na nástroji. Je zřejmé, že čím více bude výsledných variant nástroje, tím kratší bude čas pro přípravu jednotlivého řešení a tím dojde od určitého počtu variant i ke snížení nákladů na přípravu výroby v porovnání se současným postupem tvorby technologie (bez parametrizace). Počet, při kterém je výhodnější varianta s parametrizovanou technologií, plyne z porovnání časů pro vytvoření technologie s parametrizací a bez parametrizace přepočtených pro jedno lůžko. Parametrizovaná technologie je výhodnější pokud, je čas pro jedno lůžko nižší než pro technologii neparametrizovanou.

4.2. Technologie lůžka v katalogu

V katalogu jsou uloženy technologie obrábění pro jednotlivá lůžka. Vytvořit katalog pro jeden typ lůžka není tak časově náročné jako v předchozí variantě, parametrizování technologie, ale na druhou stranu je potřeba při vložení technologie vybrat plochy a kontury, které mají být obrobena. V porovnání se současným postupem tvorby technologie je tato varianta, technologie lůžka v katalogu, efektivnějším řešením, zejména pro případy, kdy je potřeba vytvořit program pro jeden kus řezného nástroje. Je to z toho důvodu, že technologie v katalogu obsahuje již předem definované parametry, například počet drah nástroje pro hrubování lůžka, je zde definován nástroj, řezné podmínky, atd. Avšak ne všechny předem určené hodnoty musejí vyhovovat pro daný typ obráběného nástroje, pak je třeba hodnoty těchto parametrů upravit podle potřeb obráběného nástroje, což však nezpůsobí zásadní časovou ztrátu. Z ekonomického hlediska je tato varianta výhodnější pro tvorbu NC programu u kusových zakázek typově rozdílných nástrojů se shodnými VBD na rozdíl od parametrizované technologie, která je výhodnější pro typově shodné řezné nástroje.

5. Závěr

V první části této bakalářské práce je popsána parametrizace v systému Catia. Je zde definován pojem parametr. Parametr je proměnná, která může být různého typu, například reálné číslo, vzdálenost, řetězec, atd. Podle typu nabývá své hodnoty. V této práci je popsána práce s parametry. Zejména se jedná o vytváření vlastní uživatelských parametrů, přiřazení vzorce k parametru. Dále je ukázána práce s Design Tabel. Jedná se o propojení parametrů v systému Catia a externí tabulky vytvořené v Excelu. Práci není opomenuto ani na tvorbu katalogu s technologií obrábění. Na jednoduchém příkladu je ukázáno, jak tento katalog vytvořit.

V další části bakalářské práce jsou popsány dva příklady tvorby typové technologie obrábění lůžka pro VBD. Prvním příkladem je parametrizace technologie na parametrickém modelu záhlubníku. Parametrizace byla provedena pomocí Design Tabel. Tabulka v Excelu obsahuje hodnoty rozměrů nástrojů i hodnoty pro parametry obálky lůžka pro VBD. Také bylo třeba pomocí parametrů určit hodnoty pro funkce obrábění. Jedná se například o hloubku zahloubení pro výjezd vrtáku, počet drah nástroje při hrubování lůžka, atd. Pro aktivaci/deaktivaci výměny nástroje nebo funkcí byl vytvořen uživatelský parametr typu boolean. Tento parametr obsahuje logický vzorec a je přiřazen k parametru daného prvku, kterým lze aktivovat nebo deaktivovat tento prvek. Hlavní výhodou parametrizace technologie je okamžité přenastavení parametrů u funkcí pro obrábění při změně rozměru lůžka nebo těla nástroje. Nevýhodou je časová náročnost parametrizace této technologie. Druhým příkladem je katalog s technologií obrábění lůžka. V katalogu jsou uloženy technologie pro vybrané druhy VBD. Pro každý typ VBD jsou předdefinovány nástroje, kterými se bude lůžko obrábět. Pro hrubování lůžka je dán počet drah nástroje. Dále jsou přednastaveny hodnoty pro odsazení od kontury a dna obráběné plochy u funkcí. V neposlední řadě jsou předdefinovány nájezdy a odjezdy nástrojů. Tato varianta vkládání technologie lůžka z katalogu je vhodná především pro typově odlišné nástroje se stejnými VBD.

V poslední části bakalářské práce jsou zhodnoceny obě varianty technologie lůžka. Z hodnocení vyplývá, že parametrizace technologie je vhodnější pro parametrické modely a technologie obrábění lůžka z katalogu je vhodnější pro různé typy nástrojů, na které je technologie z katalogu použita. Hlavním hodnotícím kritériem byl čas. Parametrizace technologie je časově náročnější než tvorba katalogu s technologií lůžka, ale na druhou stranu při aplikaci technologie z katalogu je třeba vybrat oblasti pro obrábění na lůžku, což u parametrizace technologie je provedeno pouze jednou a pro další varianty lůžek toto odpadá.

Seznam použité literatury

[1] PETERKA, J., JANÁČ, A. CAD/CAM systémy. Bratislava: STU, 2002. ISBN 80-227-1685-5

[2] Návodůda systému CATIA V5

Webové stránky

[1] O firmě. Hofmeister [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: www.hofmeister.cz

[2] Pracujeme s design tablem. CATIA fórum [online]. 2011 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=39

[3] Pracujeme s parametry I. CATIA fórum [online]. 2011 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=32

[4] Pracujeme s parametry II. CATIA fórum [online]. 2011 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=33

[5] Typová technologie. Vševed [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: <http://encyklopedie.vseved.cz/typov%C3%A1+technologie>

Obrázky

[1] Hofmeister. [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: www.hofmeister.cz

[2] Pracujeme s design tablem. CATIA fórum [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: http://www.catia-forum.cz/articles/?article_id=39

[3] Tebis a DMU65: dokonalé spojení pro pětiosé obrábění. *MCAE system* [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: <http://www.mcae.cz/tebis-a-dmu-65-dokonale-spojzeni-pro-petiose-obrabeni>