

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Možnosti parametrizace a její praktické aplikace při tvorbě programu pro
obrábění klíčové součásti kluzného ložiska**

Autor: **Bc. Petr Bulín**
Vedoucí práce: **Ing. Aneta Milsimerová Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Petr BULÍN
Osobní číslo:	S18N0035P
Studijní program:	N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie – technologie obrábění
Téma práce:	Možnosti parametrizace a její praktické aplikace při tvorbě programu pro obrábění klíčové součásti kluzného ložiska
Zadávající katedra:	Katedra technologie obrábění

Zásady pro vypracování

1. Úvod
2. Analýza současného stavu řešené problematiky
3. Možnosti parametrizace typového představitele a návrh technologie výroby
4. Technicko-ekonomické zhodnocení
5. Závěr

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň : ZČU, 2005.
- ŽÁRA, J., BENEŠ, B., SOCHOR, J., FELKEL, P.: Moderní počítačová grafika. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.
- JEŽEK, F.: Geometrické a počítačové zpracování. Plzeň : ZČU, 1996.
- JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000. ISBN 80-7082-692-4.
- J. Cotrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric analysis: Toward integration of CAD and FEA. John Wiley & Sons, 2009.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Aneta Milsimerová, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Konzultanti diplomové práce: **Ing. Marek Urban**
GTW Bearings s.r.o.
Ing. František Sedláček
Regionální technologický institut

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků, nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí své diplomové práce Ing. Anetě Milsimerové Ph.D. za odborné rady, které mi ochotně poskytla při vypracování diplomové práce a za trpělivost a vedení diplomové práce. Děkuji také konzultantovi Ing. Františku Sedláčkovi a konzultantům z praxe panu Ing. Marku Urbanovi a panu Miloši Svobodovi za cenné rady a za umožnění vypracovávat diplomovou práci ve společnosti GTW Bearings s.r.o.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bulín	Jméno Petr		
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Strojírenská technologie-technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Milsimerová Ph.D	Jméno Aneta		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Možnosti parametrizace a její praktické aplikace při tvorbě programu pro obrábění klíčové součásti kluzného ložiska			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	93	TEXTOVÁ ČÁST	88	GRAFICKÁ ČÁST	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce se zabývá možnostmi parametrizace segmentu kluzného ložiska v softwaru SolidWorks a použitím takto parametrizovaného dílu při tvorbě obráběcího programu v softwaru HSM Works. Přínosem práce je zefektivnění práce CNC programátora. Cílem je vytvořit parametrizovaný model tento model použít při tvorbě obráběcího programu.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>parametrizace, SolidWorks, HSM Works, technologie, kluzné ložisko, segment, gtw bearings, konfigurace</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Petr	Name Bulín	
FIELD OF STUDY	B2301 „Department of Machining Technology“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Milsimerová Ph.D	Name Aneta	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Parametrization options and its practical application while creating a machining program for a key part of a plain bearing		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	93	TEXT PART	88	GRAPHICAL PART	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Diploma thesis is about parametrization options in software SolidWorks. The subject of parametrization is the axial tilting pad which is part of a plain bearing. And this thesis is about using this parametrization while creating a machining program in software HSM Works. This thesis should improve efficiency of CNC programmer because the output of this work is parametrized CAD model which is used while creating a machining program.
KEY WORDS	parametrization, SolidWorks, HSM Works, technology, machining, plain bearing, axial tilting pad, gtw bearings, configuration

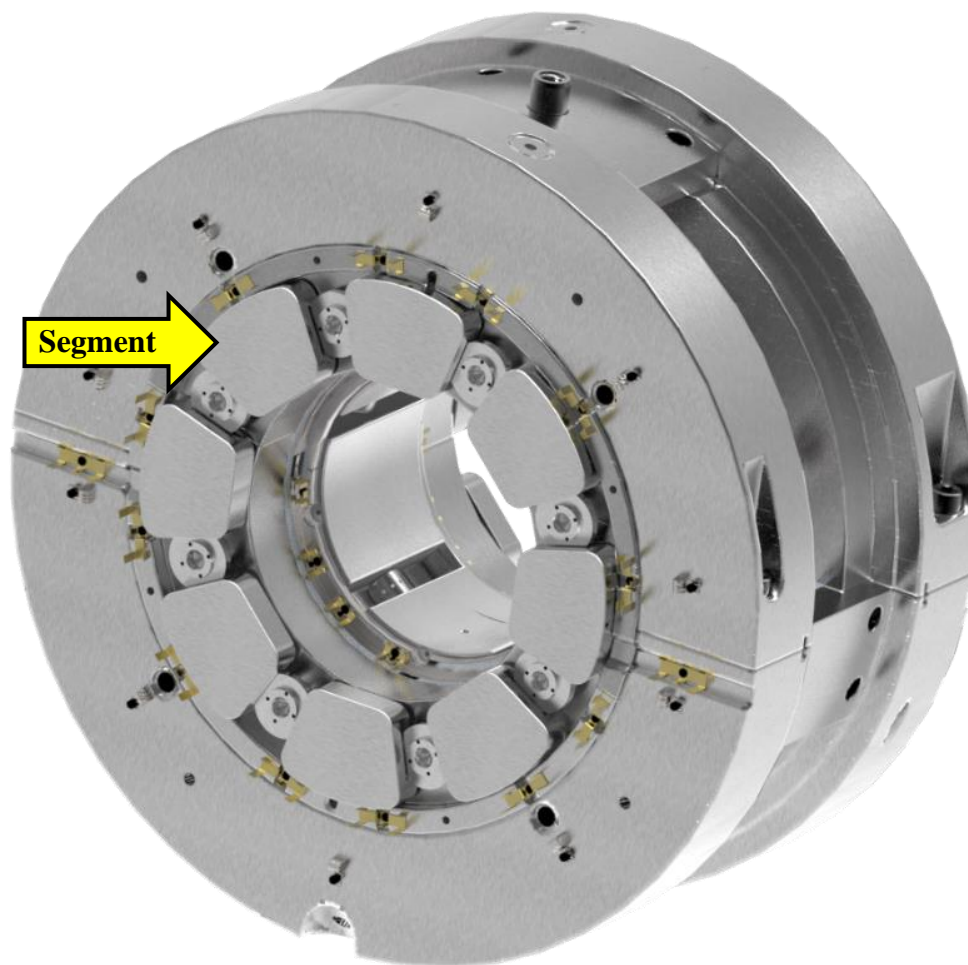
1	Úvod	1
2	Analýza současného stavu řešené problematiky	3
2.1	Současný stav	3
2.2	Kluzná Ložiska [2]	4
2.2.1	Dělení kluzných ložisek	4
2.2.2	Hydrodynamická ložiska.....	6
2.3	Typový představitel – Segment kluzného ložiska	9
2.4	Popis konstrukčních prvků a jejich variant.....	11
2.4.1	Tělo segmentu	11
2.4.2	Osa a Středový bod	12
2.4.3	Kruhové vybrání a díry v kruhovém vybrání	13
2.4.4	Hydrostatická vanička, Přívod oleje a prvek Obdelník.....	14
2.4.5	Manipulační závity	16
2.4.6	Teploměr	17
2.4.7	Náběhová hrana pro olej	17
2.5	Současná technologie výroby segmentů v GTW Bearings s.r.o.[16].....	18
2.5.1	Prostředí softwaru HSM Works	18
2.5.2	Technologie výroby.....	19
	Upnutí	21
3	Možnosti parametrizace typového představitele a návrh technologie výroby	40
3.1	Zvolený CAD software SolidWorks [14], [15]	40
3.1.1	Prostředí softwaru SolidWorks	41
3.1.2	Práce v softwaru SolidWorks	41
3.1.3	Možnosti parametrizace - Ruční konfigurace	42
3.1.4	Možnosti parametrizace – Konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu.....	45
3.1.5	Možnosti parametrizace - Konfigurace konfiguračních tabulek	48
3.1.6	Možnosti parametrizace - Rovnice a globální proměnné.....	55
3.2	Konstrukční řešení	58
3.2.1	Práce s tabulkou softwaru Excel	59
3.2.2	Postup.....	60
3.2.3	Přehled tabulek souboru Excel.....	61
3.2.4	Problémy při modelování	68
3.3	Technologické řešení	71

3.3.1	Tvorba obráběcího programu v HSM Works.....	71
4	Technicko-ekonomické zhodnocení.....	75
5	Závěr.....	76

1 Úvod

V dnešní době je ve výrobních podnicích kladen velký důraz na zvyšování produktivity a současně na snižování výrobních nákladů. To vede strojírenské podniky k neustálému zlepšování procesů a k využívání nejmodernějších technologií. Mezi tyto technologie patří používání 3D CAD/CAM softwarů. Tyto nástroje napomáhají ke snazšímu návrhu výrobku, k rychlejší a jednodušší tvorbě obráběcího programu, případně k jeho optimalizaci.

Společnost GTW Bearings s.r.o., pro kterou byla diplomová práce vypracována, se zabývá vývojem, konstrukcí, výrobou a servisem kluzných kompozitových ložisek. Na Obr. 1 je představen ložisko s axiálními naklápěcími segmenty. Tato ložiska slouží k přenesení axiální síly. Jednotlivé segmenty jsou volně kyvné a zajišťují hydrodynamický film. Ložiska mohou být různě velká a záleží na zákazníkovi, kterou velikost zvolí. Od toho se také odvíjí velikost segmentů. Z toho důvodu je segment ideální pro parametrizaci, která je vhodná pro součásti, mající podobné konstrukční prvky, a které se od sebe liší polohou jednotlivých prvků či velikostí jednotlivých rozměrů. Parametrizace je často velice náročná z hlediska přehlednosti, neboť segment obsahuje velké množství konstrukčních prvků a při parametrizaci tak mohou vznikat chyby. Proto je parametrizace mnohdy velmi časově náročná záležitost.



Obr. 1 Ložisko s axiálními naklápěcími segmenty

Tato diplomová práce se zabývá parametrizací segmentu kluzného ložiska (Obr. 2) v CAD softwaru SolidWorks a použitím takto parametrizovaného modelu při tvorbě programu pro obrábění v CAM softwaru HSM Works. S oběma softwary programátor CNC ve zmíněné společnosti pracuje, a proto byly softwary SolidWorks a HSM Works zvoleny v této diplomovou práci.



Obr. 2 Segment kluzného ložiska

Cílem práce bylo vytvořit parametrický model v softwaru SolidWorks, který je uživatelem ovládán pomocí tabulek softwaru Excel a pro takto získaný model bylo cílem vytvořit obráběcí program v softwaru HSM Works.

Požadovaný výstup:

- Soubor typu SOLIDWORKS Part Document (.SLDPRT).
 - a) Parametrický model.
 - b) List Microsoft Excelu (.xlsx), obsahující uživatelské rozhraní pro parametrizaci modelu.
 - c) Vytvořenou technologii výroby v integrovaném CAM softwaru HSM Works.

Výstup této práce by měl značně snížit čas, který CNC programátor stráví konstruováním segmentu v CAD softwaru a čas, který stráví tvorbou obráběcího programu v CAM softwaru. V současné době tvorba modelu a obráběcí strategie zabere programátorovi CNC až **3 hodiny** času, a to je velmi neefektivní.

Výstup práce by měl napomoci ke snížení těchto časů.

2 Analýza současného stavu řešené problematiky

2.1 Současný stav

Výstup z této diplomové práce by měl nejvíce usnadnit práci programátorovi CNC strojů ve společnosti GTW Bearings s.r.o. V současné době totiž programátor získává CAD modely axiálních naklápěcích segmentů hydrodynamického ložiska, pomocí kterých tvoří obráběcí program, 3 neefektivními způsoby:

1) Od konstruktéra

- V tomto případě dochází k převodu modelu z formátu Parasolid (.x_t; .x_b) do formátu SolidWorks (.sldprt). Při tomto převodu často dochází ke ztrátám některých prvků, například ke ztrátám děr. Programátor CNC znovu musí takto ztracené prvky domodelovávat, čímž dochází k časovým ztrátám.

2) Najde podobný

- Programátor musí najít podobný model, který již dříve modeloval, a následně jej musí modifikovat. Takto dochází ke ztrátám času při hledání a také při modelování úprav.

3) Modeluje sám

- Pokud model nezíská od konstruktéra nebo nenajde podobný model, který by upravil, musí celý segment modelovat od začátku, což mu zabere až 3 hodiny práce.

Všechny tyto způsoby získávání CAD modelu jsou ztrátové, proto bylo cílem této práce vytvořit parametrický model, který by obsahoval veškeré konstrukční varianty segmentu kluzného ložiska, a následně by programátor volil mezi těmito variantami, případně upravoval pouze rozměry. Na konstrukční část by poté navazovala část technologická, ve které by byla vytvořena obráběcí strategie pro jednotlivé konstrukční varianty.

Pokud programátor při tvorbě obráběcího programu najde podobný model, který se liší například polohou některého konstrukčního prvku, musí předefinovat souřadný systém a následně znovu zvolit geometrii pro jednotlivé operace. Zde je také prostor pro úsporu času.

V následující kapitole 2.2 se čtenář seznámí s kluznými ložisky obecně a následně s axiálními hydrodynamickými ložisky, kterých se tato diplomová práce týká.

2.2 Kluzná Ložiska [2]

Jak již bylo uvedeno, práce se zabývá klíčovou součástí kluzného ložiska, přesněji axiálním naklápěcím segmentem hydrodynamického ložiska.

Kluzné ložisko je strojní součást, která vymezuje vzájemnou polohu dvou strojních částí mechanismu tak, že mezi těmito částmi dochází k relativnímu pohybu. Při tomto pohybu dochází ke kluznému tření. Se třením velmi úzce souvisí opotřebení, které nevratně poškozuje strojní součásti.

2.2.1 Dělení kluzných ložisek

Dle zatížení:

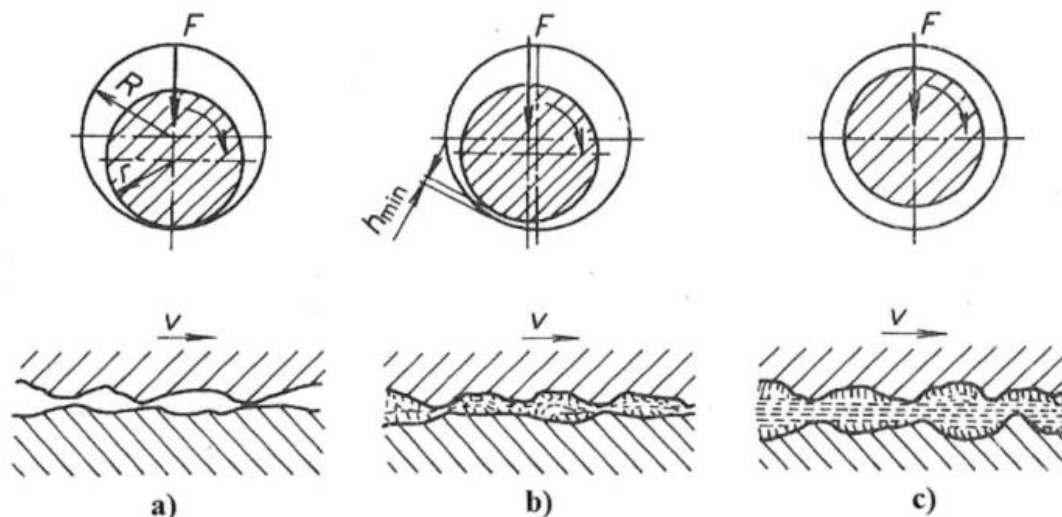
- **Radiální** – přenášejí síly ve směru kolmém na osu rotace hřídele.
- **Axiální** – přenášejí síly ve směru osy rotace hřídele.
- **Kombinované** – kombinace radiálního a axiálního.

Dle stavu mazání:

- **Suché**
O suchém tření se hovoří tehdy, pokud dochází k relativnímu pohybu bez přítomnosti maziva (viz a) na Obr.3) nebo pokud mazivem je tuhé mazivo, jako je například grafit či sirník molybdeničitý. Suché mazání je nežádoucí, neboť dochází k velmi rychlému opotřebení součástí, což vede k jejich nízké životnosti. Do této kategorie spadají bezmazná ložiska či magnetická ložiska.
- **Mezní**
Toto tření rozpoznáváme v případech, kdy není zajištěna dostatečná vrstva mazání. Při relativním pohybu proto dochází v určitých místech ke vzájemnému dotyku pohybujících se součástí. Opotřebení se zde také nachází, ale není tak výrazné jako u suchého mazání. Mazivem může být kapalina, plyn či plastické mazivo. Ložiska používající mezní mazání jsou ložiska hydrodynamická, ložiska s nízkými mazacími nároky a ložiska aerodynamická, ty však pouze při rozběhu a doběhu.
- **Tekutinové**
Vrstva maziva, kterým může být kapalina, plyn či plastické mazivo, je natolik silná, že neumožňuje vzájemný kontakt pohybujících se součástí (viz c) na Obr.3). Tento druh mazání je nejšetnější k vzájemně pohybujícím se součástem. Také nedochází k výrazným třecím ztrátám jako u mazání suchého a mezního. Ložiska, která trvale pracují s tekutinovým mazáním, jsou hydrostatická, aerostatická a hybridní. S tímto typem mazání převážně pracují také ložiska hydrodynamická či aerodynamická.

Popis Obr.3:

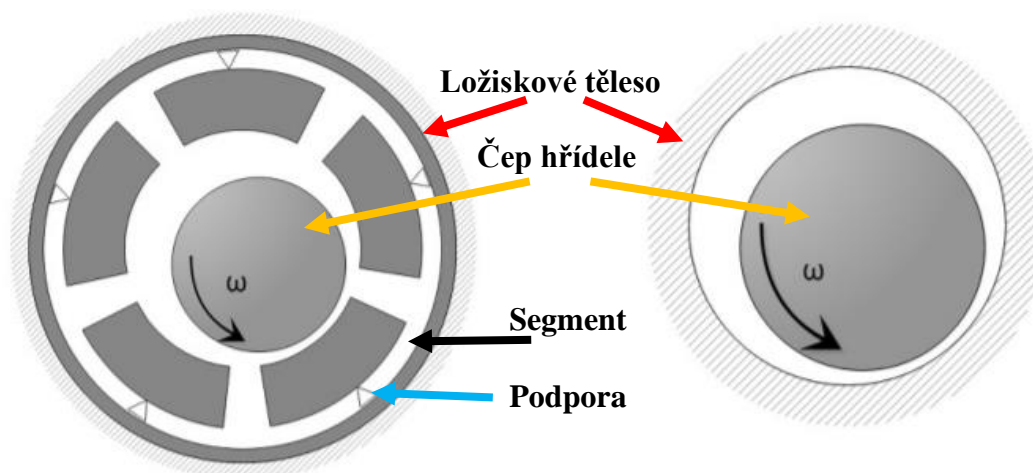
F – zátěžná síla, R – průměr ložiskového tělesa, r – průměr čepu hřídele, h_{min} – minimální vrstva maziva u Mezního tření



Obr. 3 Dělení kluzných ložisek dle stavu mazání: a) – suché, b) – mezní, c) tekutinové [3]

Dle geometrického uspořádání [13]

- **Ložiska s pevnou geometrií**
Vyznačují se jednoduchou konstrukcí. Skládají se z ložiskového tělesa a čepu hřídele.
- **Ložiska s naklápěcími segmenty**
Konstrukčně složitější než ložiska s pevnou geometrií. Jsou složeny z ložiskového tělesa, čepu hřídele, segmentů a podpor. Tyto podpory zajišťují naklápění segmentů.



Obr. 4 Ložisko s naklápěcími segmenty (vlevo) a ložisko s pevnou geometrií (vpravo) [13]

Dle funkce [4]:

- **Hydrodynamická**
Mazivo je přiváděno pomocí otáček hřídele. Otáčky musí být dostatečně vysoké.
- **Hydrostatická**
Otáčky hřídele nejsou dostatečné, je tedy nutné mazivo přivést mezi kluzné plochy pomocí čerpadla. Tato ložiska snesou vyšší zatížení než ložiska hydrodynamická.
- **S omezeným mazáním**
Materiál kluzných ploch je odolný proti opotřebení, tudíž není potřeba velkého množství maziva.
- **Samomazná**
Tato ložiska mají mazivo, které je uloženo v pórech ložiska. Při chodu stroje se toto mazivo uvolňuje.
- **Samomazná s tuhými mazivy**
Ložiska mají mazivo obsaženo přímo ve struktuře.

Dle časového průběhu zatížení:

- **Staticky zatížená** – v čase konstantní zatížení.
- **Dynamicky zatížená** – v čase proměnlivé zatížení.

Diplomová práce se zabývá axiálním naklápěcím segmentem kluzného hydrodynamického ložiska, proto jsou následující řádky věnovány hydrodynamickým ložiskům.

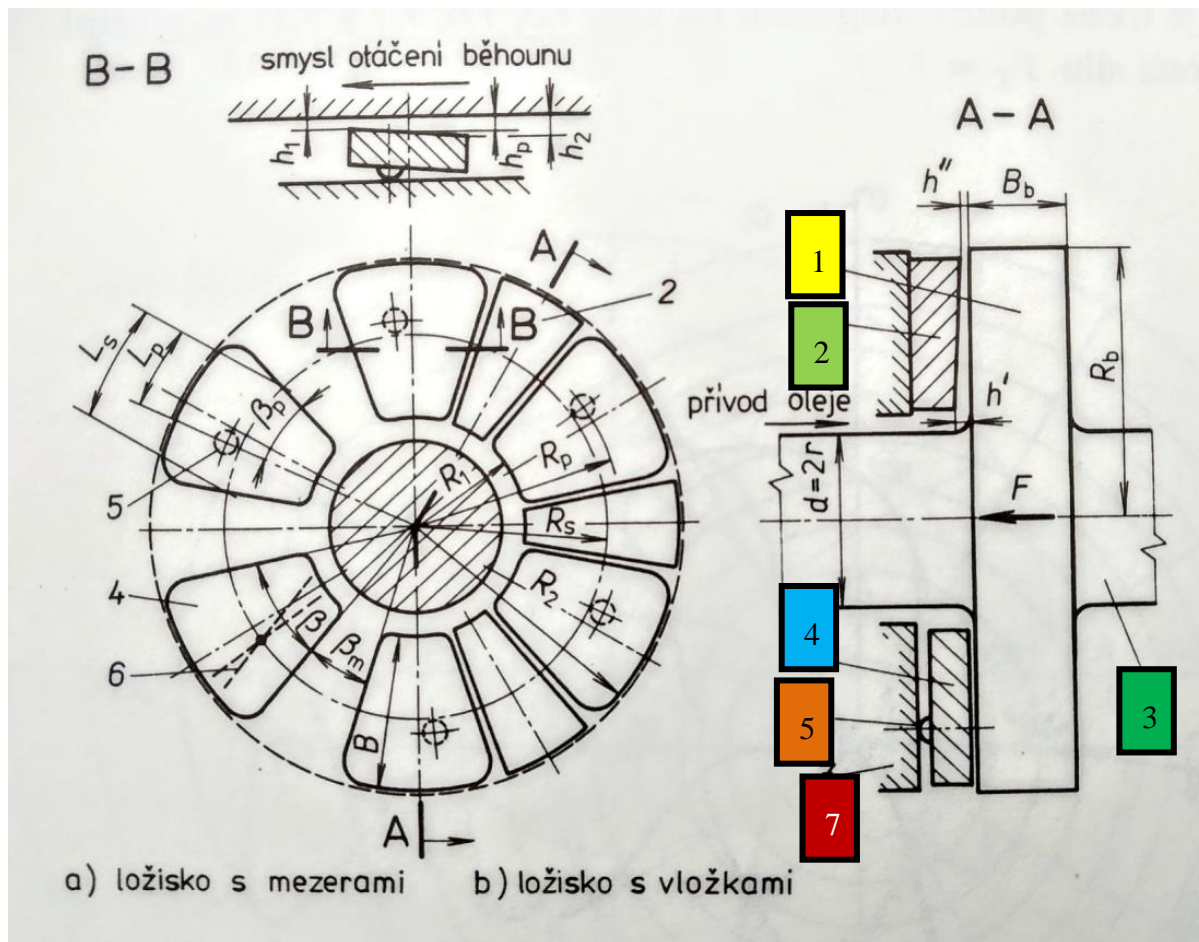
2.2.2 Hydrodynamická ložiska

U tohoto typu ložisek se vyskytuje mezní tření při rozběhu a doběhu. Tekutinové tření převážně během provozu. Životnost takového ložiska by měla být teoreticky nekonečná, ovšem počet rozběhů a doběhů životnost snižuje. Společně s těmito faktory snižuje životnost také kvalita filtrace maziva. Hydrodynamická ložiska jsou velmi tichá za chodu a snesou velká zatížení i vysoké kluzné rychlosti.

Axiální hydrodynamická ložiska

Pro přenos axiálního zatížení se u tohoto typu ložisek používá ložiskových segmentů, které mohou být pevné, naklápěcí, případně plovoucí. Mezi běhounem nasazeným na hřídel a kluznými plochami segmentu se vytváří mazací vrstva. Tato vrstva je zároveň vrstvou nosnou.

Na Obr. 5 se segmenty kluzného ložiska (4) naklápějí k běhounu (1), který je nasazen na hřídeli (3). Segmenty mohou být odděleny mezisegmentovými vložkami (2). Naklápění k běhounu zajišťují kulové či křížové podpěry (5), které jsou v kontaktu s podložkami (7). Podložky mohou být pružné, opěrné a vyrovnávací.



Obr. 5 Schéma axiálního hydrodynamického ložiska se segmenty [2]

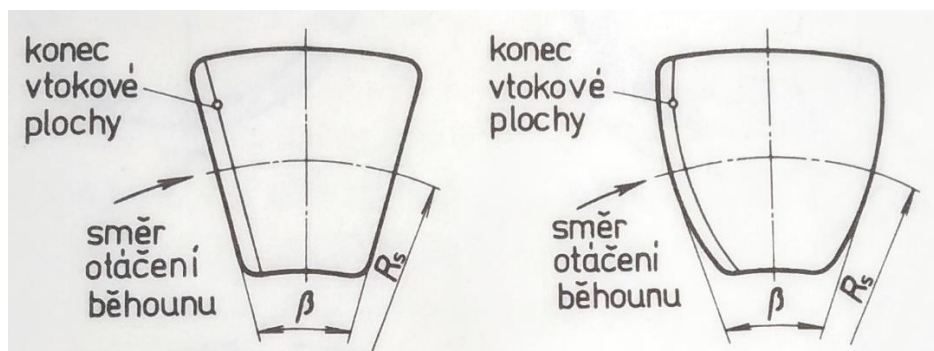
Popis Obr. 5:

d – průměr hřídele, F – zatěžující síla, R_1 – vnitřní poloměr segmentu, R_2 – vnější poloměr segmentu, R_s – střední poloměr segmentu, β – středový úhel segmentu, B_b – axiální šířka běhounu, B – radiální šířka segmentu, L_s – střední délka segmentu, R_p a β_p – souřadnice křížové podpěry či kulové plochy, R_b – hloubka ponoření běhounu, h_2 – tloušťka mazací vrstvy, h' a h'' – tloušťky spár.

Axiální hydrodynamická ložiska s naklápěcími segmenty nacházejí využití u strojních zařízení, kde se zatěžná síla pozvolna mění při rozběhu i doběhu a dle nastaveného výkonu za provozu. Každý ze segmentů je volně kyvný, tudíž vytváří vlastní hydrodynamický film. Díky naklápěcím segmentům ložiska dosahují velkých únosností.

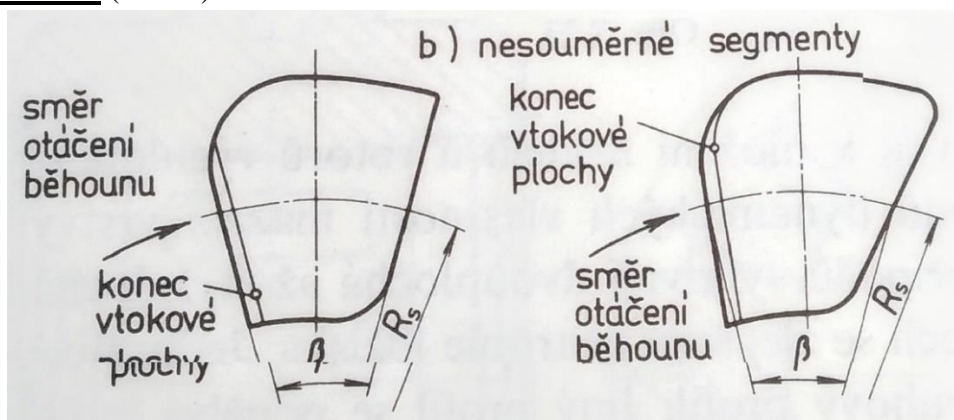
Dělení segmentů dle tvaru:

- **Souměrné** (Obr. 6)



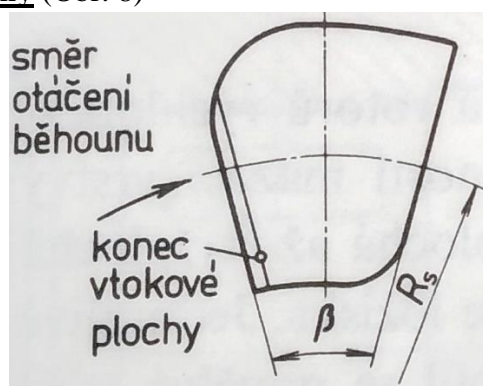
Obr. 6 Souměrné segmenty se zaoblenými rohy [2]

- **Nesouměrné** (Obr. 7)



Obr. 7 Nesouměrné segmenty [2]

- **Nezaoblené rohy**
- **Všechny rohy zaoblené**
- **Zaoblené protilehlé rohy** (Obr. 8)



Obr. 8 Zaoblené protilehlé rohy [2]

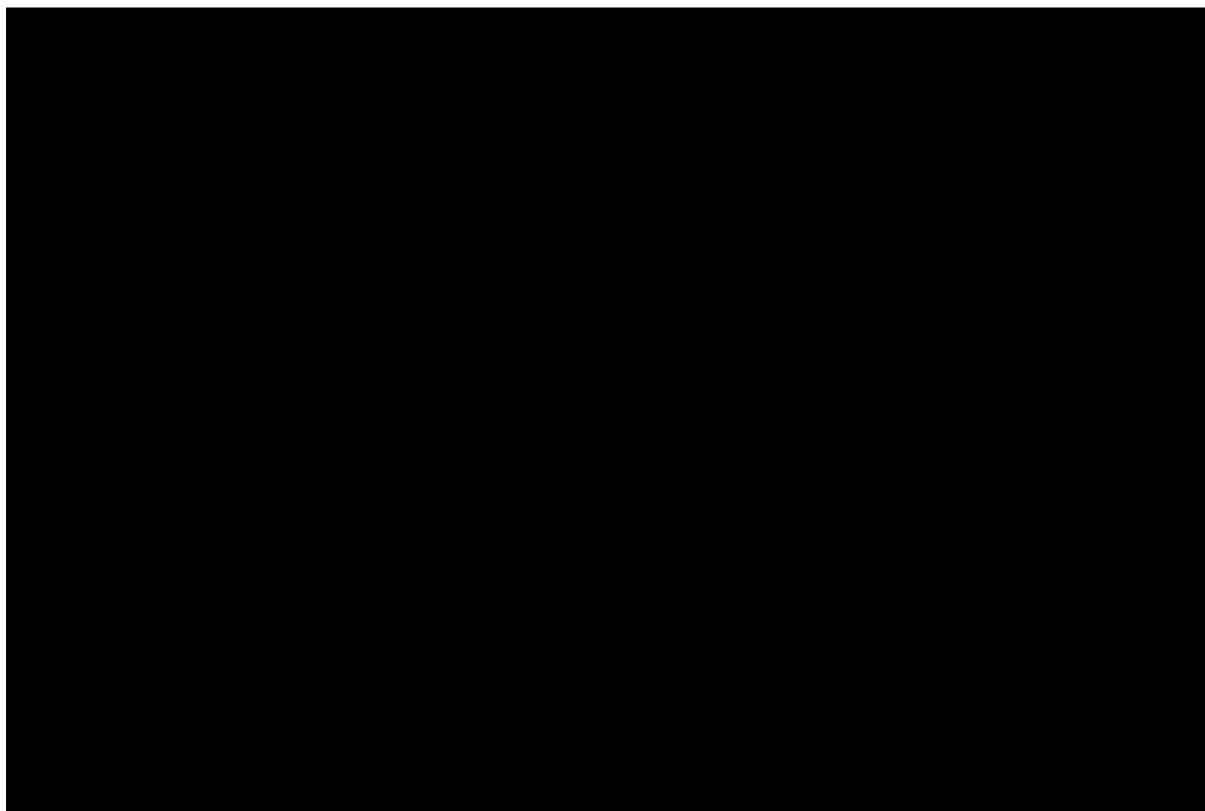
- **Zkosené protilehlé rohy**
- **Kruhové**

2.3 Typový představitel – Segment kluzného ložiska

Typovým představitelem určeným k parametrizaci je segment kluzného ložiska. Jedná se o nerotační součást, na které lze najít:

- Zaoblení,
- zkosení,
- kuželová i válcová zahloubení,
- závitové díry,
- hluboké díry.

Na Obr. 9 je zobrazen výrobní výkres segmentu kluzného ložiska. V Přílohách 1-5 jsou výkresy různých variant a velikostí segmentu, který je v této práci parametrizován.



Obr. 9 Výkres axiálního segmentu (viz Příloha. 1)

Materiál segmentu

Předeepsaným materiálem těla segmentu je St.37-2, dle DIN 17100, což je nelegovaná konstrukční ocel s obsahem max. 0,2% C. Segment také může být tvořen kompozitní vrstvou na bázi cínu či olova. V Tabulce 1 a Tabulce 2 lze vidět chemické složení, respektive mechanické vlastnosti materiálu St.37-2.

Tabulka 1: Chemické složení materiálu St.37-2 [5]:

	C [%]		Si	P	S
Tloušťka [mm]	≤ 16	≥ 16			
	0,17	0,2	-	0,05	0,05

Materiál St.37-2 je ocel vhodná ke svařování. Používá se pro součásti staticky i dynamicky namáhané. Používá se také například pro tepelná energetická zařízení a tlakové nádoby. [17]

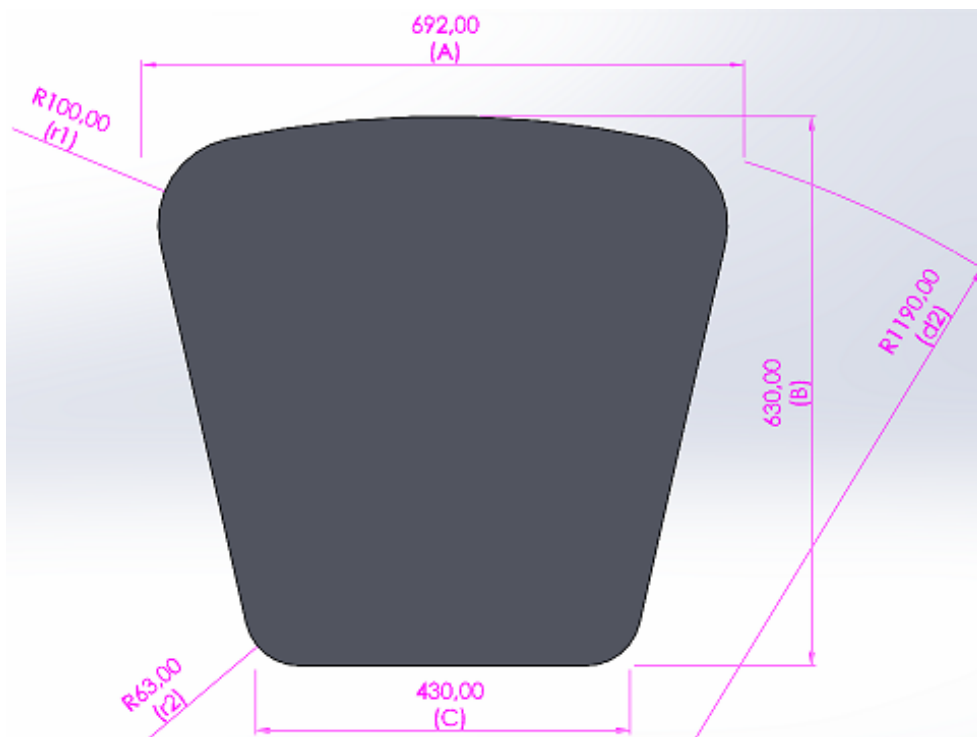
Tabulka 2: Mechanické vlastnosti materiálu St. 37-2 [5]:

	Mez kluzu [Mpa]			Pevnost v tahu [MPa]	
Tloušťka [mm]	≤ 16	16 až 40	40 až 63	< 3	3 až 100
	235	225	205	360 až 510	340 až 470

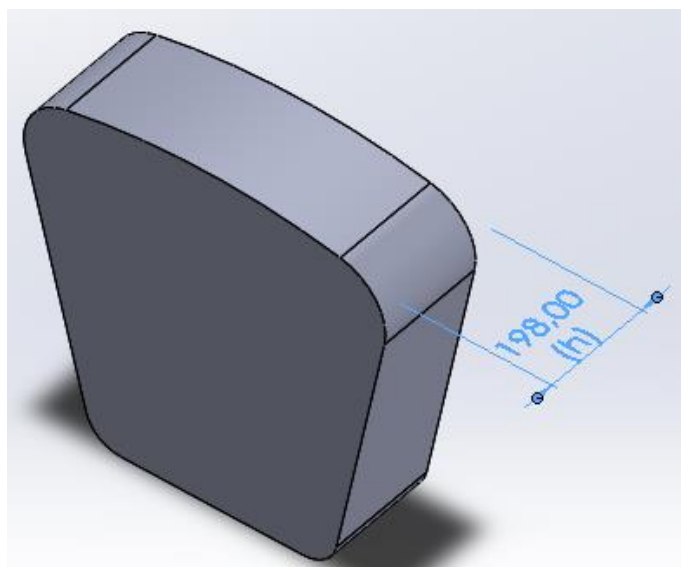
2.4 Popis konstrukčních prvků a jejich variant

2.4.1 Tělo segmentu

Základní rozměry Těla segmentu (Obr. 10) jsou rozměry A , B , C , zaoblení $d2$, horní rohová zaoblení $r1$, spodní rohová zaoblení $r2$ a tloušťka segmentu h (Obr. 11). Podle hodnoty kóty B jsou jednotlivé segmenty pojmenovány, v tomto případě segment 630 mm. Segmenty se velikostně pohybují od 90 mm do 710 mm.



Obr. 10 Tělo segmentu a jeho rozměry

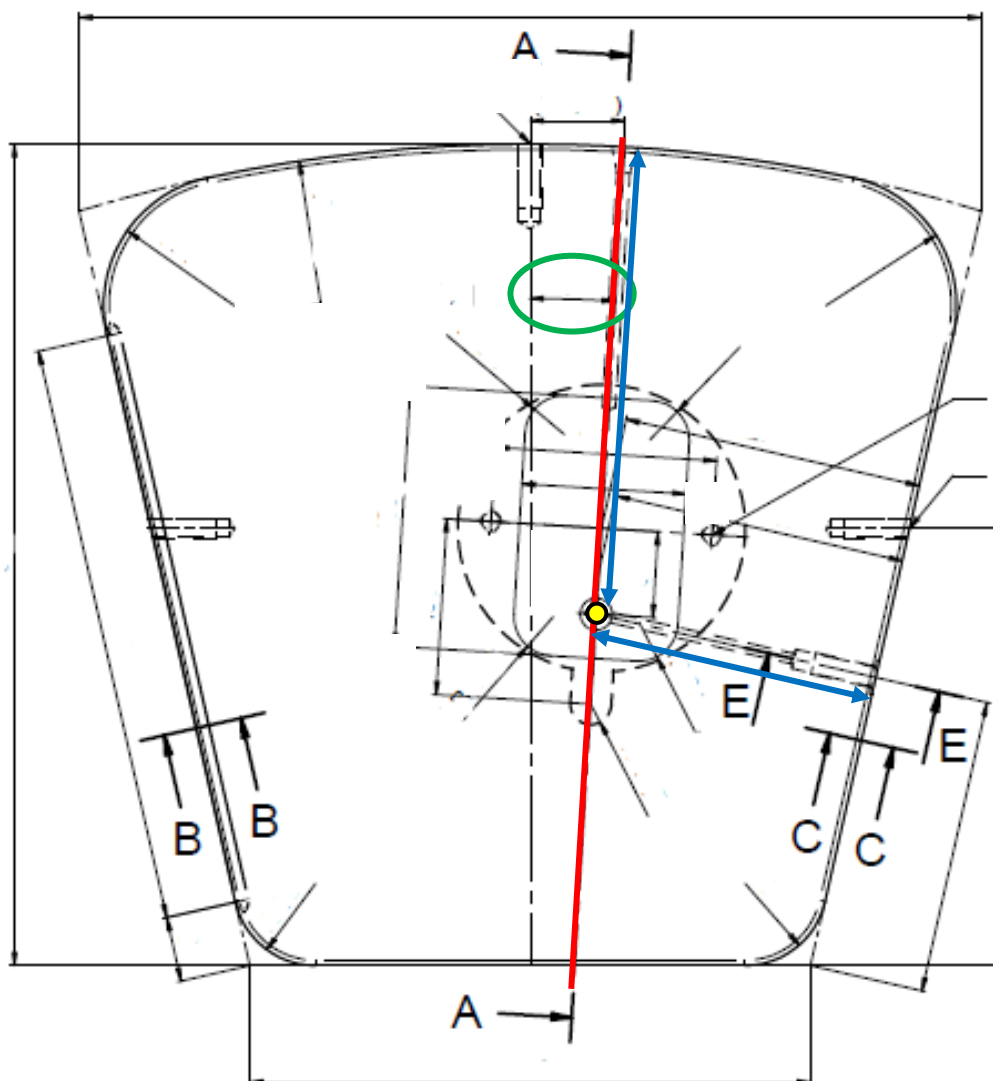


Obr. 11 Tloušťka Těla segmentu

U všech segmentů je požadován symetrický tvar se zaoblenými rohy, tudíž se jedná o jedinou možnou variantu, co se tvaru týká. Mohou se měnit veškeré rozměry.

2.4.2 Osa a Středový bod

Na Obr. 12 lze vidět pomocnou Osu (červená čára), která je definována úhlem (zeleně označen) od osy symetrie segmentu a Středovým bodem (žlutá tečka), který je určen vzdálenostmi od okrajů segmentu (modré šipky). Tato Osa a Středový bod jsou důležitými konstrukčními prvky, neboť se od nich odvíjí velké množství prvků.



Obr. 12 Osa a Středový bod

Segmenty lze dělit na pravé a levé, právě dle polohy pomocné Osy vůči ose symetrie. V této diplomové práci byla zpracovávána pouze pravá varianta, neboť právě tato varianta se nejčastěji používá (viz Obr. 12).

2.4.3 Kruhové vybrání a díry v kruhovém vybrání

Segment kluzného ložiska je uložen na kulové ploše, která zaručuje naklápění do všech stran, a tím dochází k zajištění hydrodynamické funkčnosti ložiska. Prvek Kruhové vybrání tedy slouží k sestavení segmentu s dalšími součástmi kluzného ložiska (viz Obr. 13).



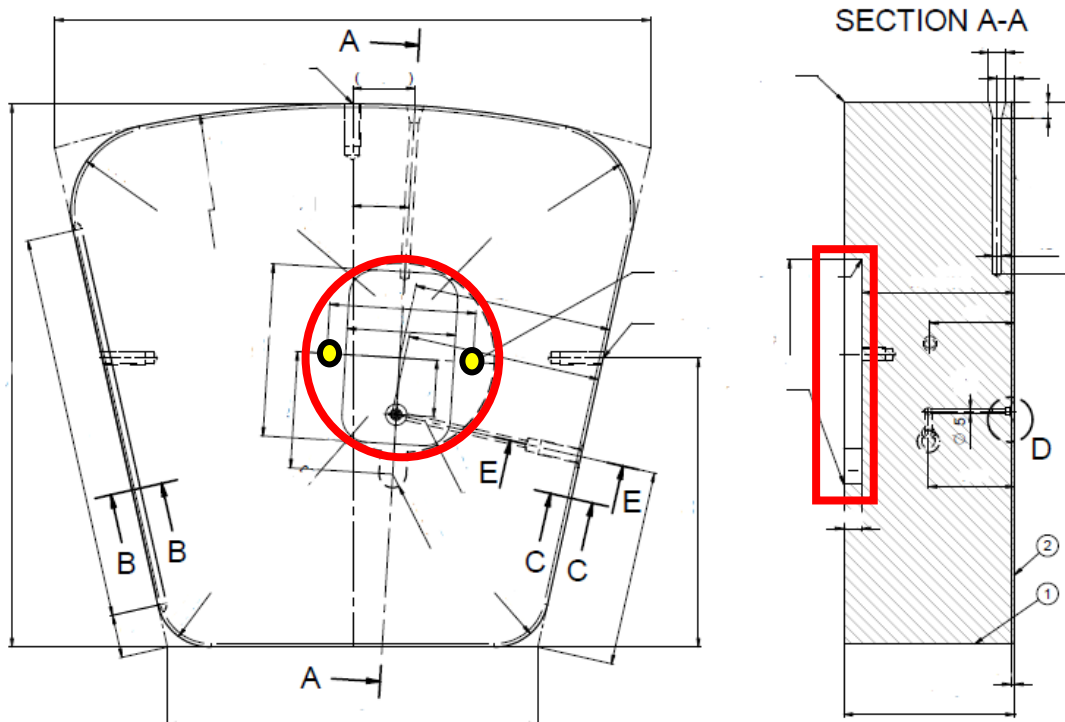
Obr. 13 Sestavení části ložiska [8]

Varianty Kruhového vybrání (Obr. 14 - červené zvýraznění):

- není aktivní
- je aktivní – mohou se rozměrově měnit všechny kóty tohoto prvku.

Varianty Děř v Kruhovém vybrání (Obr. 14 – žluté tečky):

- nejsou aktivní
- jsou aktivní – kóty těchto děř, rozteč a úhel natočení se také mohou měnit.



Obr. 14 Kruhové vybrání a Díry v Kruhovém vybrání

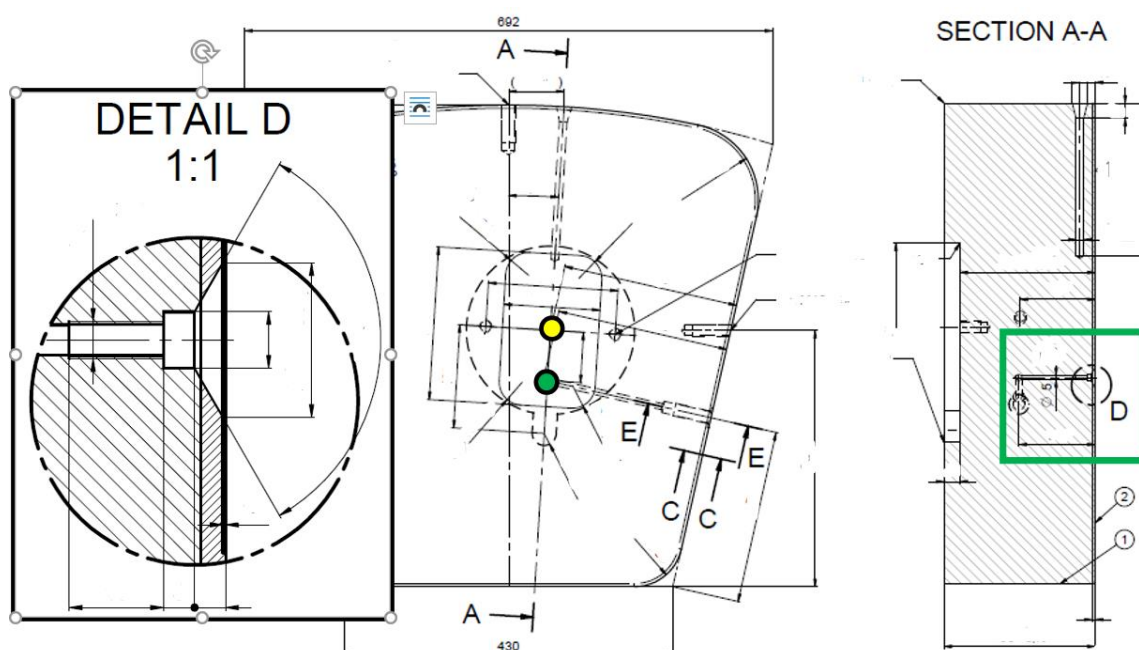
2.4.4 Hydrostatická vanička, Přívod oleje a prvek Obdelník

Při rozběhu či doběhu kluzného ložiska je přiváděn olej mezi stykové plochy tak, aby se mezi nimi vytvořila kluzná vrstva a zamezilo se tření těchto ploch o sebe. Přívod oleje probíhá pomocí prvků Přívod oleje a Hydrostatická vanička.

Varianty Hydrostatické vaničky (viz Obr. 15):

- není aktivní
- je ve Středovém bodě (žlutý bod)
- je v Offsetovém bodě – posunutý bod od bodu Středového na pomocné Ose (zelený bod).

Rozměry Hydrostatické vaničky (Obr. 15 – Detail D) se mohou měnit.

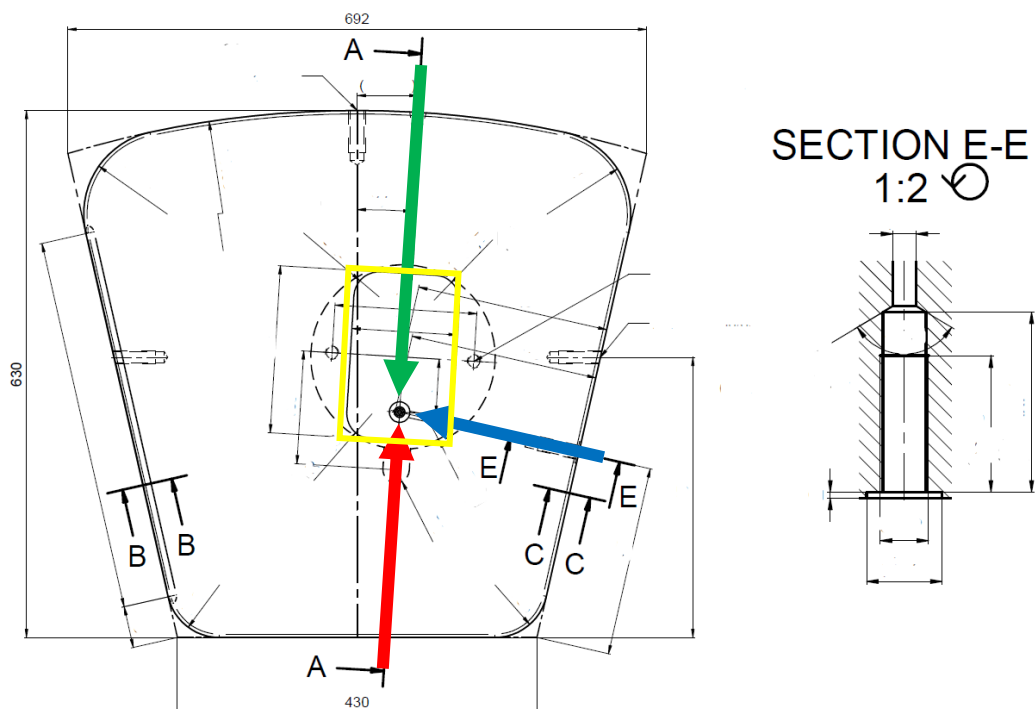


Obr. 15 Hydrostatická vanička a její varianty

Varianty Přívodu oleje (viz Obr. 16):

- není aktivní
- je shora (zelená šipka)
- je zdola (červená šipka)
- je z boku (z pravé strany – modrá šipka).

Rozměry Přívodu oleje se mohou měnit.



Obr. 16 Přívod oleje a jeho varianty, prvek Obdelník

Varianty prvku Obdelník (Obr. 16 – žlutý obdelník):

- není aktivní
- je aktivní – veškeré rozměry se mohou měnit.

2.4.5 Manipulační závity

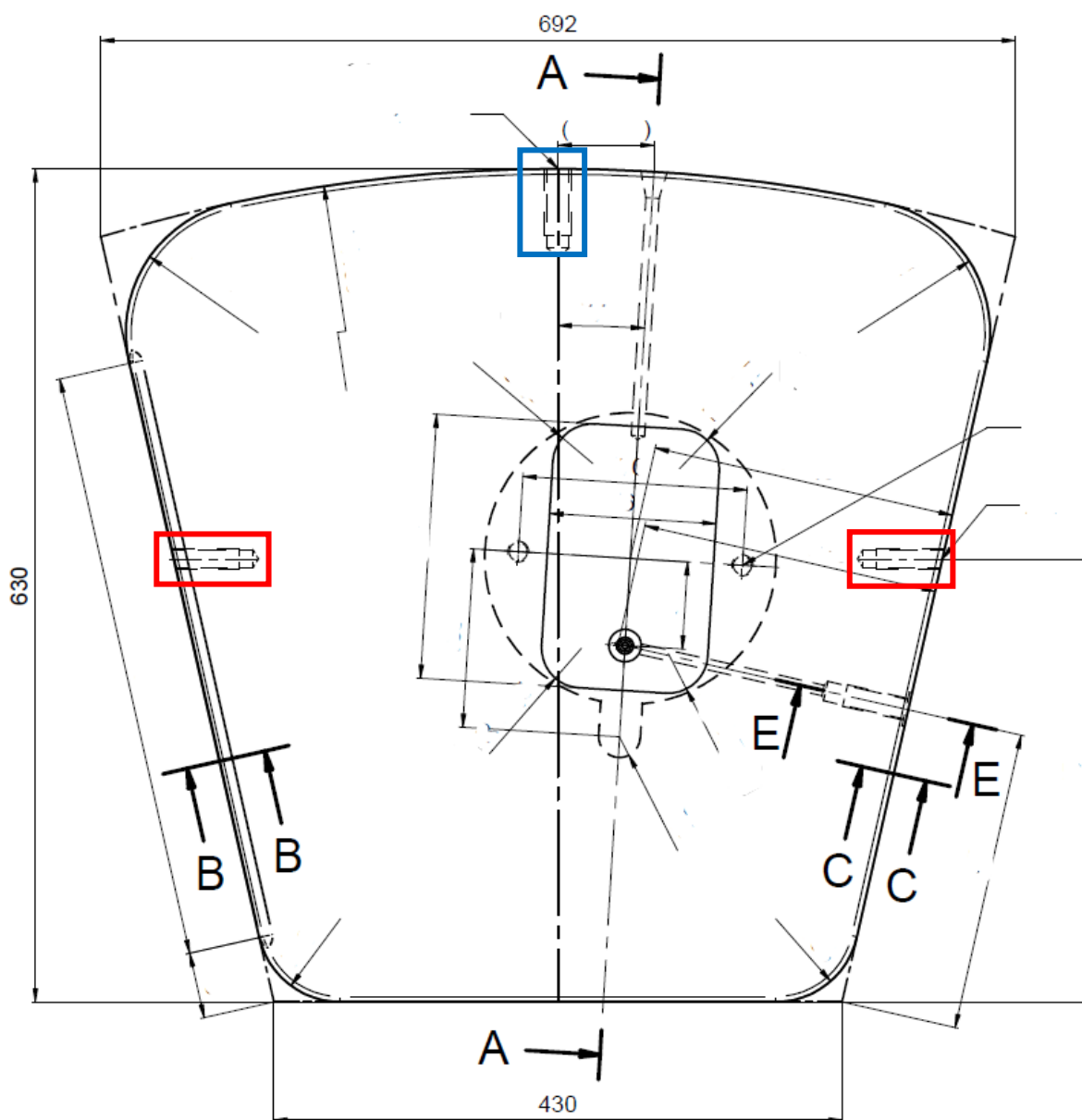
Manipulační závitové díry (Obr. 17) slouží ke snazší manipulaci se segmenty.

Varianty prvku Horní středový manipulační závit (označen modře):

- není aktivní
- je aktivní – Rozměry těchto prvků se mohou měnit.

Varianty prvku Boční závitové díry (označeny červeně):

- nejsou aktivní
- jsou aktivní – Rozměry těchto prvků se mohou měnit.



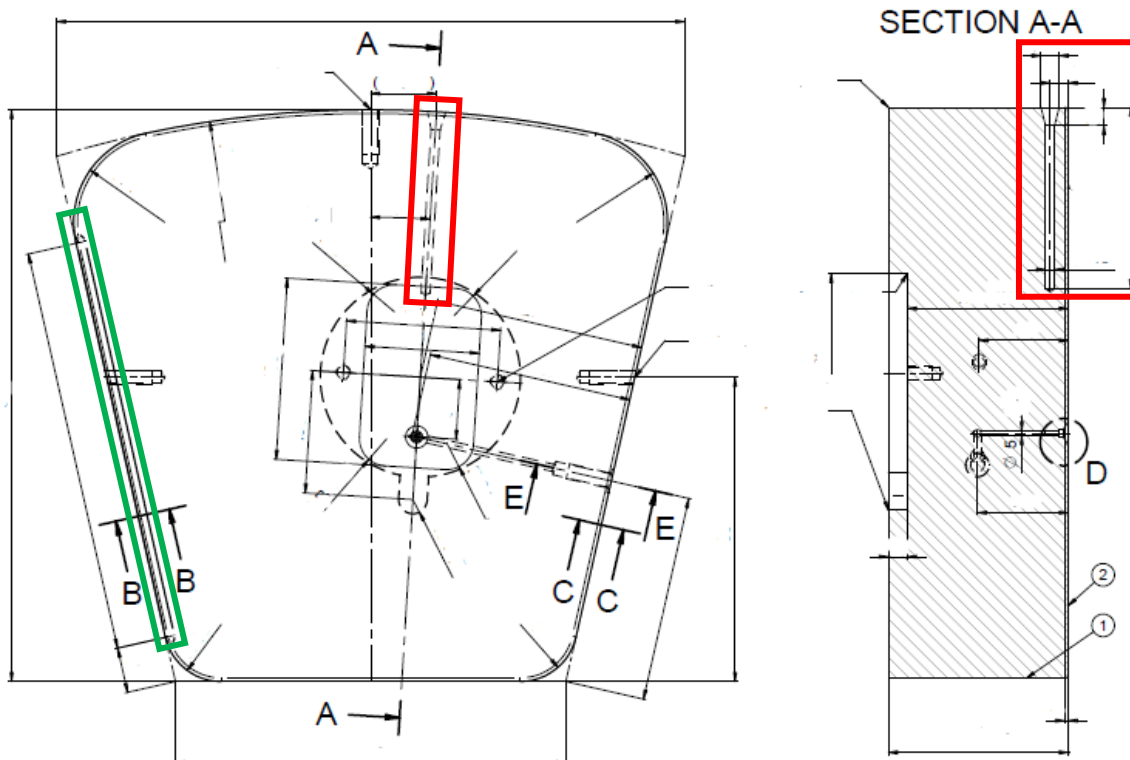
Obr. 17 Manipulační závitové díry

2.4.6 Teploměr

Teploměr (Obr. 18 – červené obdelníky) slouží k měření teploty uvnitř segmentu. V běžném provozu se teplota pohybuje okolo 60-70 °C. Při 120 °C dochází k degradaci segmentu.

Varianty prvku Teploměr:

- není aktivní
- je aktivní – rozměry se mohou měnit.



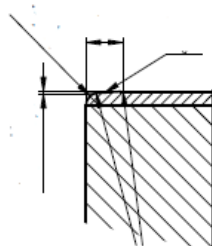
Obr. 18 Teploměr a Náběhová hrana pro olej

2.4.7 Náběhová hrana pro olej

Varianty prvku Náběhová hrana pro olej (Obr. 18 – zelený obdelník):

- není aktivní
- je aktivní – rozměry se mohou měnit (Obr. 19).

SECTION B-B 1:2



Obr. 19 Detail Náběhové hrany pro olej

2.5 Současná technologie výroby segmentů v GTW Bearings s.r.o.[16]

Software HSM Works slouží pro tvorbu programů pro obrábění. Jedná se tedy o CAM software. CAM (Computer Aided Manufacturing) neboli počítačová podpora výroby slouží ke snazší tvorbě programů pro řízení numericky řízených strojů. Navazuje na CAD systémy a používá geometrické a další informace pro tvorbu programu. V CAM systému lze navrhovat obráběcí strategie, upnutí, přiřazovat nástroje k jednotlivým operacím, nastavovat řezné podmínky a další. Současně umožňují simulaci, tudíž konstruktér/technolog vidí případné kolize či nedostatky. Pokud je simulace bez kolizí je možné vygenerovat NC kód.

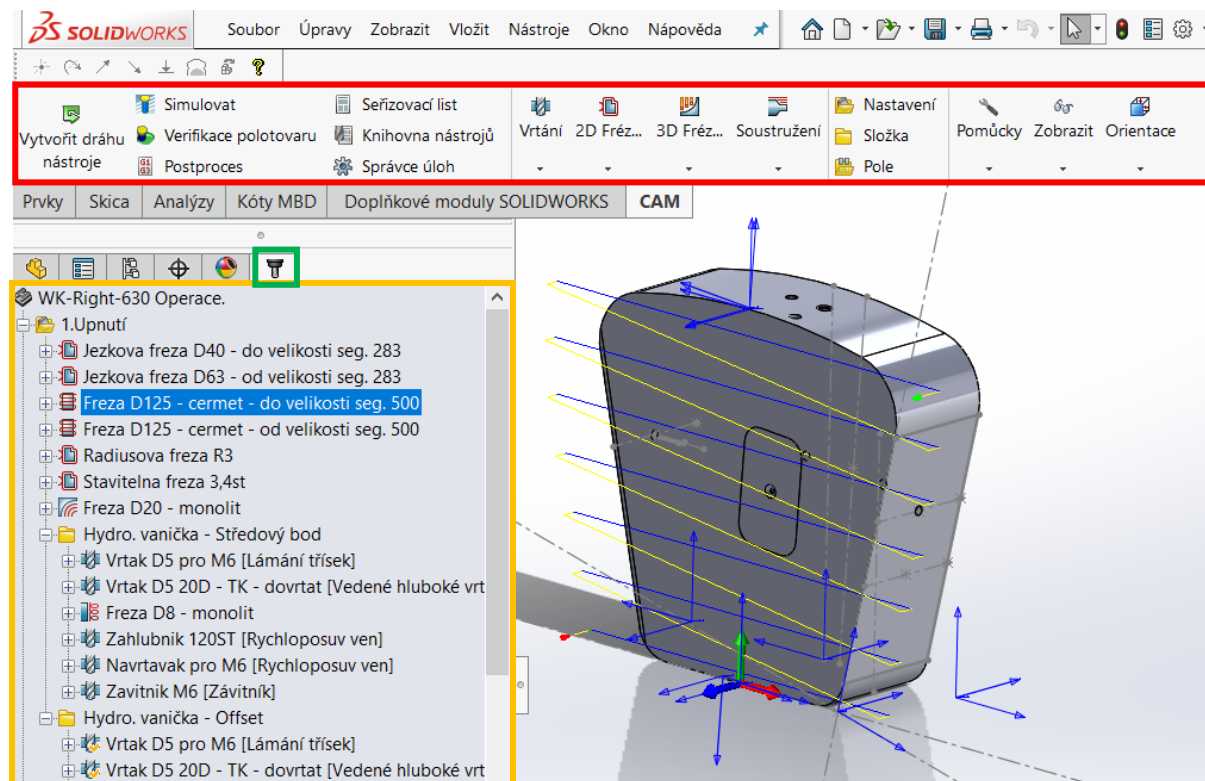
HSM Works je integrovaný CAD/CAM systém do programu SolidWorks, který slouží pro tvorbu technologie obrábění. Přesněji pro tvorbu 2D, 3D a 3+2 drah nástrojů pro obrábění. Tento nástroj je snadno ovladatelný, přehledný a velmi snižuje čas na vývoj výrobku.

HSM Works je asociativní software, to znamená, že se při změně modelu změní i dráhy nástrojů. Toho lze využít právě při navrhování drah parametrického modelu. Při změně prvku v CAD modelu software HSM Works dráhy nástrojů přepočítá. Pokud dojde k potlačení prvku, dojde k hlášení o absenci drah.

Obráběcí strategii lze tvořit jak pro díl, tak pro sestavu. HSM Works umožňuje vrtání, 2D frézování, 3D frézování a soustružení.

2.5.1 Prostředí softwaru HSM Works

Kliknutím na ikonu softwaru HSM Works dojde nejprve ke spuštění softwaru SolidWorks. Lze vidět na Obr. 20, že uživatelským prostředím je prostředí softwaru SolidWorks. Po kliknutí na záložku CAMManager (zelený obdelník) se změní CommandManager (červený obdelník) na možnosti softwaru HSM Works. V levé části Obr. 42 je strom operací CAMManageru (oranžový obdelník) a v pravé části grafická plocha (zde segment ložiska).



Obr. 20 Uživatelské prostředí HSM Works

2.5.2 Technologie výroby

Technologie v softwaru HSM Works je navrhována s ohledem na strojní vybavení společnosti. Společnost GTW Bearings s.r.o. disponuje následujícími stroji.


Stroje

Výroba segmentů probíhá na 4osých horizontálních obráběcích centrech od výrobce Makino, která jsou vybavena řídicím systémem Fanuc 310i. Společnost GTW disponuje třemi typy těchto strojů:

- **a51nx** – velikost segmentů do 320 mm
- **a71nx** – velikost segmentů od 320 mm do 500 mm
- **a81nx** – velikost segmentů od 320 mm do 710 mm.


Technické specifikace strojů:

Makino a51nx	
Paleta	400 x 400 [mm]
X;Y;Z	560; 640; 640 [mm]
Vřeteno	14000 [ot./min]
Vřetenový kužel	CAT40 (HSK63)
Rychlý posuv	60000 [mm/min]
Rychlost posuvu řezání	50000 [mm/min]
Max. užitečné zatížení	400 [kg]




Obr. 21 Makino a51nx [8]

Makino a71nx	
Paleta	500 x 500 [mm]
X;Y;Z	800; 750; 830 [mm]
Vřeteno	10000 [ot./min]
Vřetenový kužel	CAT50 (HSK-A100)
Rychlý posuv	X,Y – 50000 [mm/min] Z - 60000 [mm/min]
Rychlost posuvu řezání	50000 [mm/min]
Max. užitečné zatížení	1000 [kg]



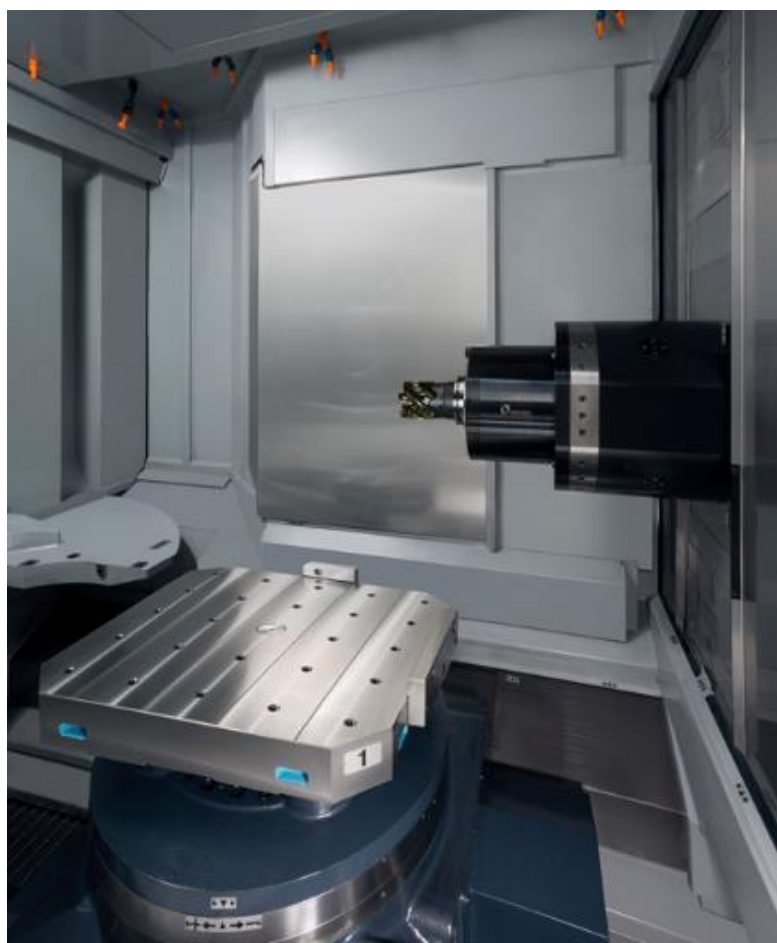
Obr. 22 Makino a71nx [8]

Makino a81nx	
Paleta	630 x 630 [mm]
X;Y;Z	900; 900; 1020 [mm]
Vřeteno	10000 [ot./min]
Vřetenový kužel	CAT50 (HSK-A100)
Rychlý posuv	50000 [mm/min]
Rychlost posuvu řezání	50000 [mm/min]
Max. užitečné zatížení	1200 (až 1500) [kg]



Obr. 23 Makino a81nx [8]

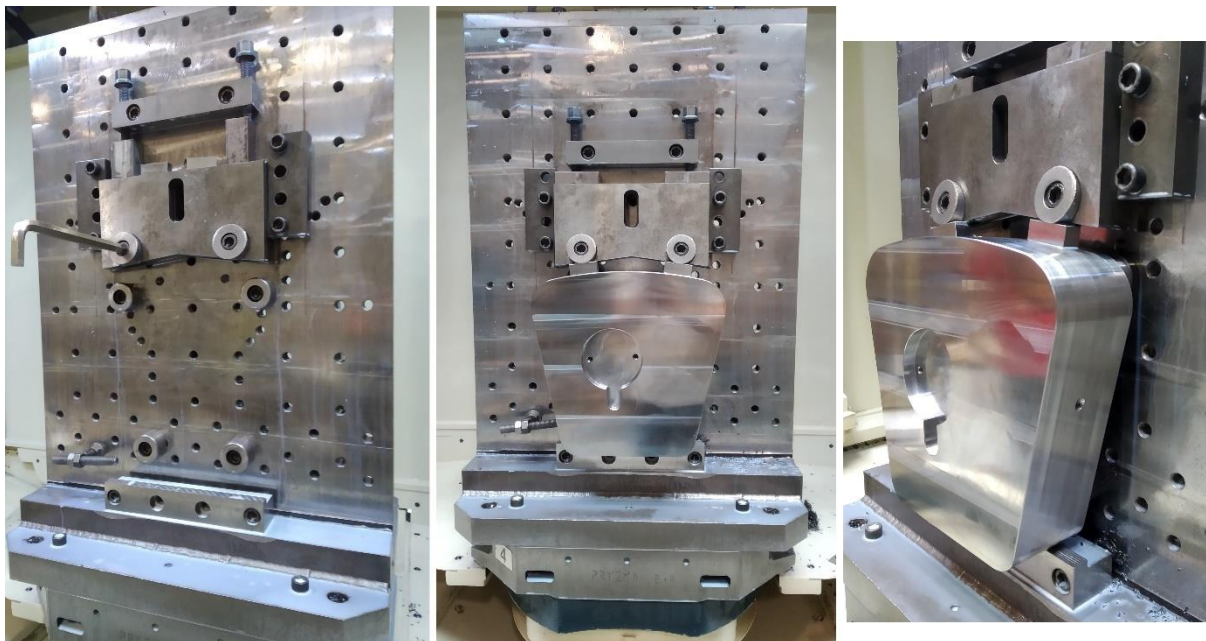
Vnitřní prostory stroje Makino a81nx jsou znázorněny na Obr. 24. U typů a51nx a a71nx se vnitřní prostory výrazně neliší. Všechny typy disponují dvoupaletovým výměnným systémem. Výhodou tohoto systému je možnost upnutí následujícího kusu, zatímco se první kus obrábí.



Obr. 24 Vnitřní prostor stroje Makino a81nx [8]

Upnutí

Upínání je realizováno pomocí upínacího přípravku, který je znázorněn na Obr. 25. Tento přípravek lze přizpůsobit pro všechny velikosti segmentů, které na daném stroji lze vyrábět. Upnutí v tuto chvíli není uzpůsobeno tak, aby stroj mohl naplno využít svůj potenciál. Při vyšších řezných podmínkách by mohlo dojít k uvolnění segmentu z upnutí. Proto se strategie obrábění přizpůsobuje upnutí z důvodu vyšší bezpečnosti i z důvodu delší životnosti stroje i nástrojů.



Obr. 25 Upínací přípravek a upnutí segmentu

Usazení méně rozměrných segmentů provádí obsluha ručně. Pro rozměrově větší segmenty je na horní části segmentu předpřipraven horní manipulační závit, do kterého je našroubováno manipulační oko (Obr. 26). Z tohoto důvodu nebude pro tento prvek (Horní manipulační závit) v další části diplomové práce tvořena technologie. Poté obsluha pomocí zdvihacího zařízení segment usadí do přípravku. Polotovarem je výpalek.



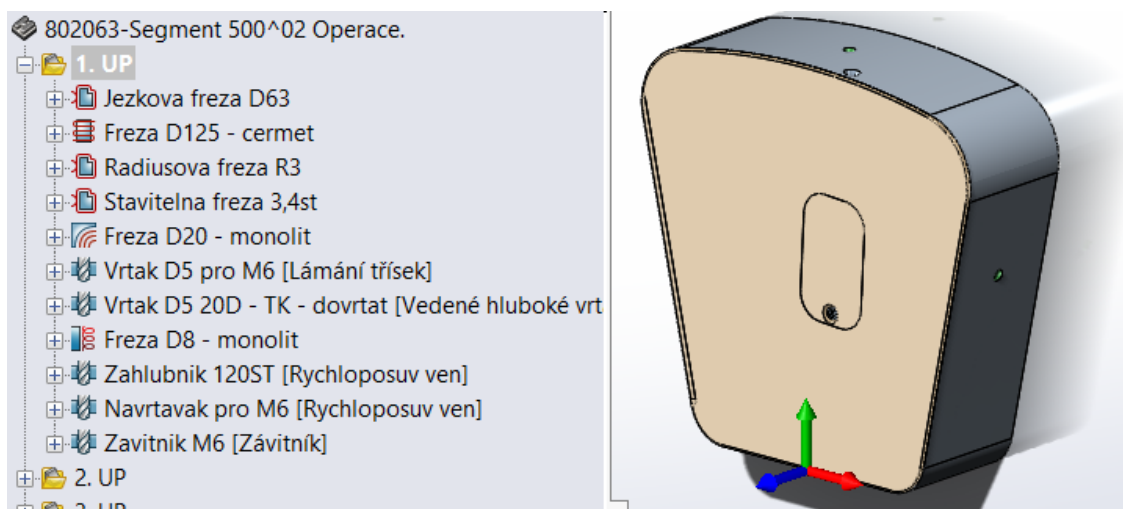
Obr. 26 Manipulační oko

V současné době probíhá výroba segmentu následovně. Dochází k vymodelování segmentu v CAD softwaru a tento model je následně přenesen do CAM prostředí, ve kterém se na konkrétní model aplikují frézovací a vrtací operace. Pokud má segment obvodové prvky Teploměr a Přívod oleje, programují se 3 upnutí.

Řezné podmínky jsou ponechány tak, jak jsou zavedeny ve společnosti GTW Bearings s.r.o., tudíž samotná technologie výroby není pozměněna.

1. Upnutí

Souřadný systém 1.Upnutí je pojmenován NB-kompozit. Orientaci souřadného systému lze vidět na Obr. 27.

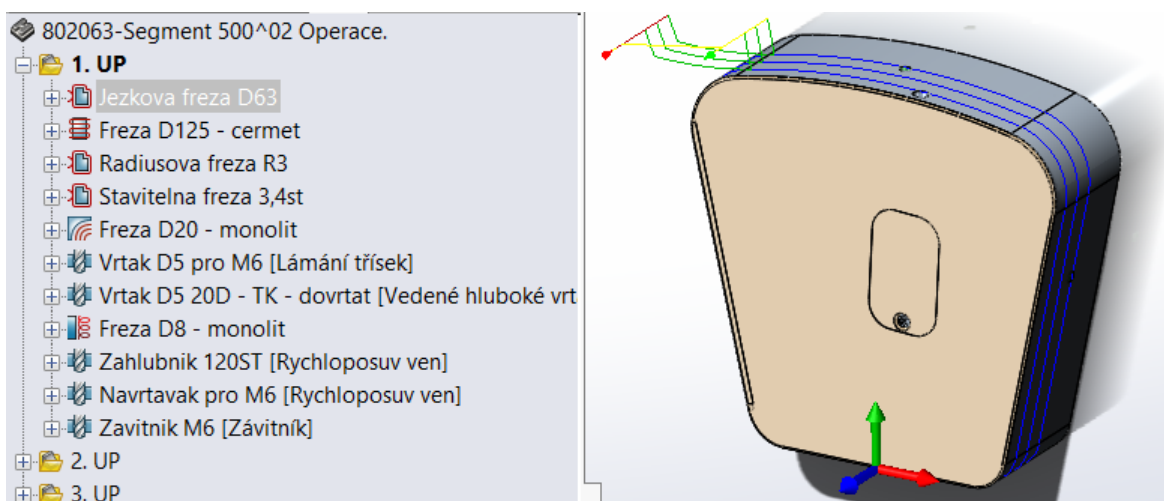


Obr. 27 Souřadný systém 1. Upnutí

Ježková fréza D63

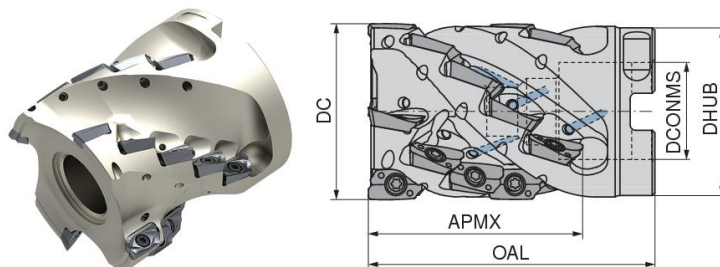
Tato operace slouží k frézování obvodu segmentu. Na Obr. 28 jsou v grafické části naznačeny dráhy nástroje. V této operaci jede nástroj ve 3 hloubkách. U této operace se dle velikosti segmentu mění velikost nástroje:

- Segment do velikosti 283 mm – nástroj o průměru 40 mm,
- segment od velikosti 283 mm – nástroj o průměru 63 mm.



Obr. 28 Frézování obvodu segmentu

Nástroj: MaxiMill – Válcová čelní nástrčná fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 63 mm. Tento nástroj má 6 řad zubů a tedy 24 vyměnitelných destiček (Obr. 29), výrobce Ceratizit.

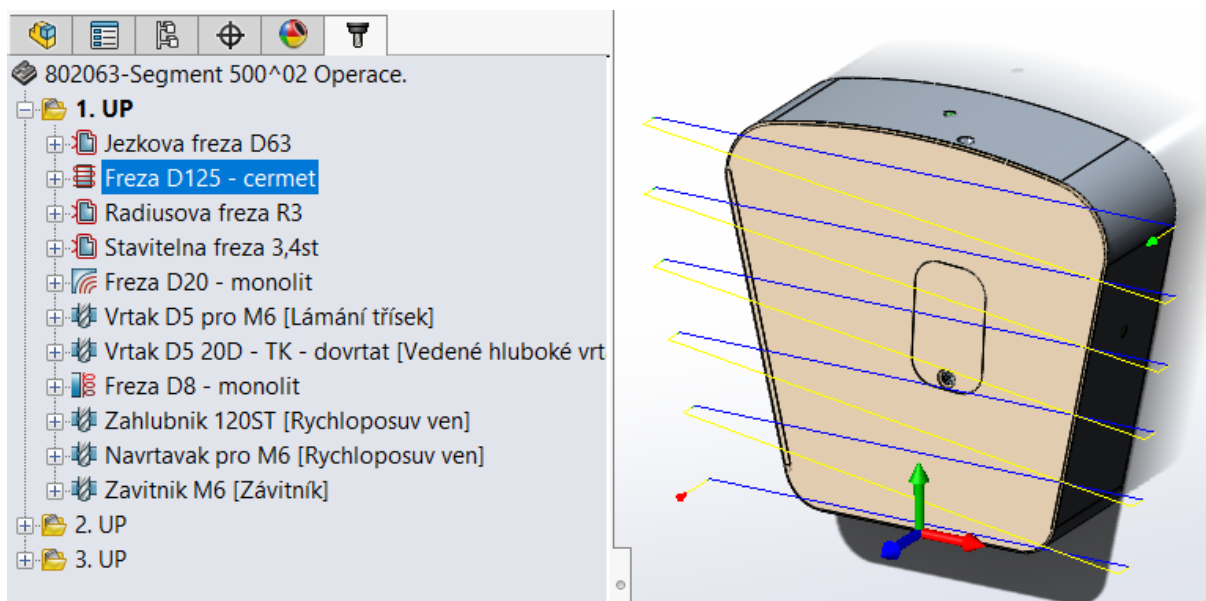


Obr. 29 Nástroj operace Ježková fréza D63 [10]

Fréza D125 – cermet

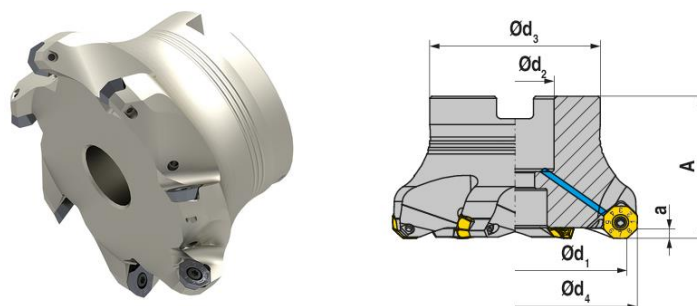
Další operací je zarovnání čela (Obr. 30). I v této operaci jsou varianty:

- Do velikosti seg. 500 – přídavek na čelo ████ mm,
- od velikosti seg. 500 – přídavek na čelo ████ mm.



Obr. 30 Frézování čela segmentu

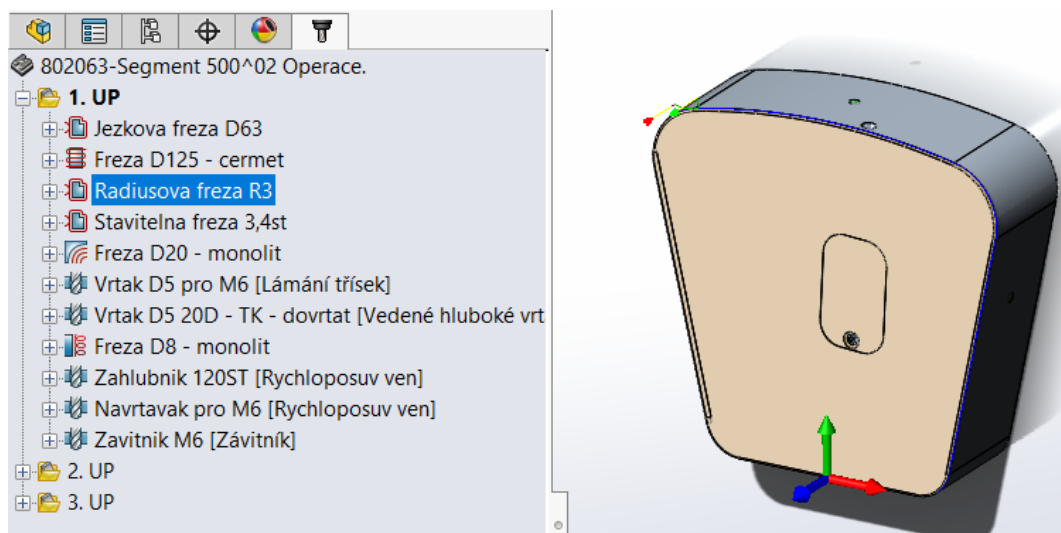
Nástroj: MaxiMill – Válcová čelní nástrčná fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 125 mm (Obr. 31), výrobce Ceratizit.



Obr. 31 Nástroj operace Fréza D125 [10]

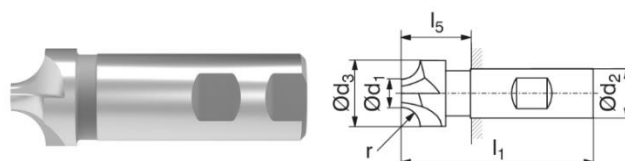
Rádiusová fréza R3

2D Konturou vytvořen obvodový rádius o velikosti 3 mm. Obr. 32 zobrazuje souřadný systém a rádius je vytvořen na přední obvodové hraně segmentu. Zde ani v jiné následující operaci 1. Upnutí jiná varianta není.



Obr. 32 Frézování rádiusu o velikosti 3 mm

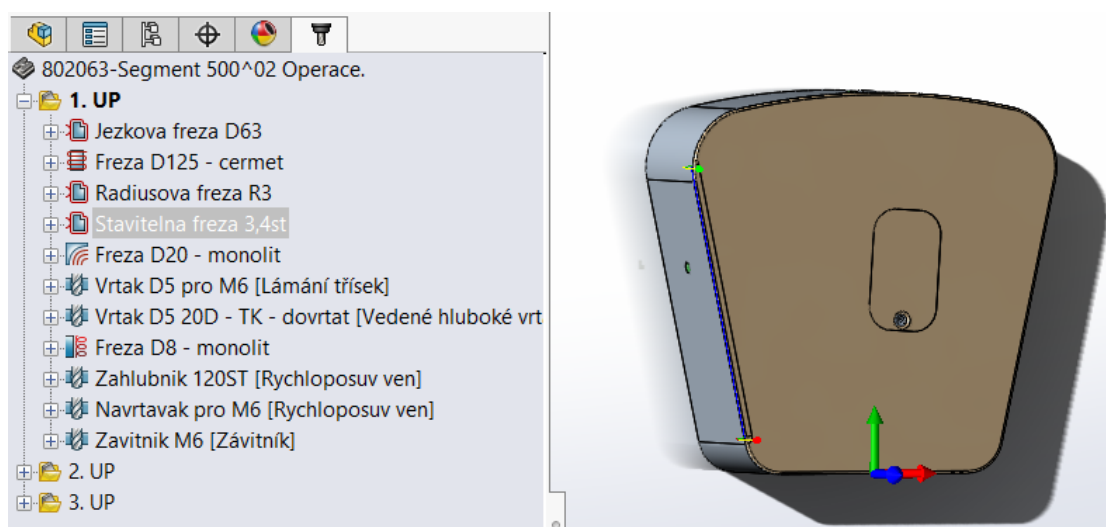
Nástroj: Čtvrtkruhová tvarová fréza HSS o velikosti rádiusu 3 mm (Obr. 33), výrobce Ceratizit.



Obr. 33 Nástroj operace Rádiusová fréza R3 [10]

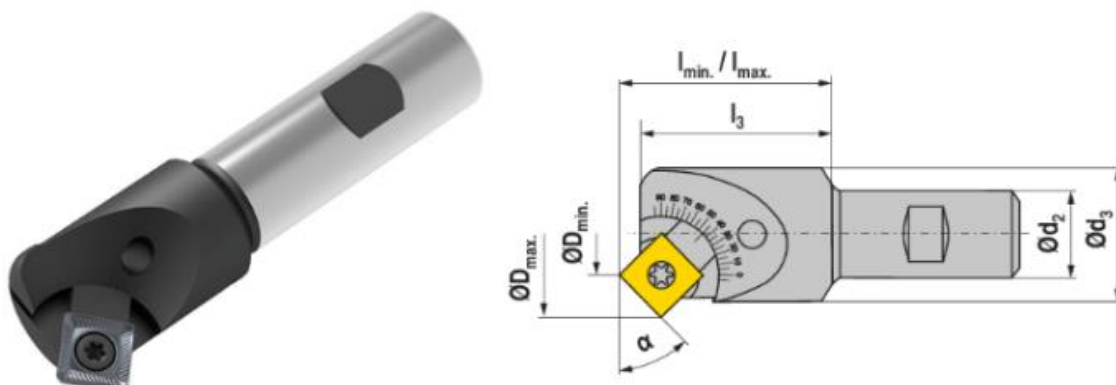
Stavitelná fréza 3,4st

2D Konturou vytvořena operace pro frézování Náběhové hrany pro olej. Konturou byla zvolena hrana segmentu (Obr. 34 levá přední hrana).



Obr. 34 Frézování Náběhové hrany pro olej

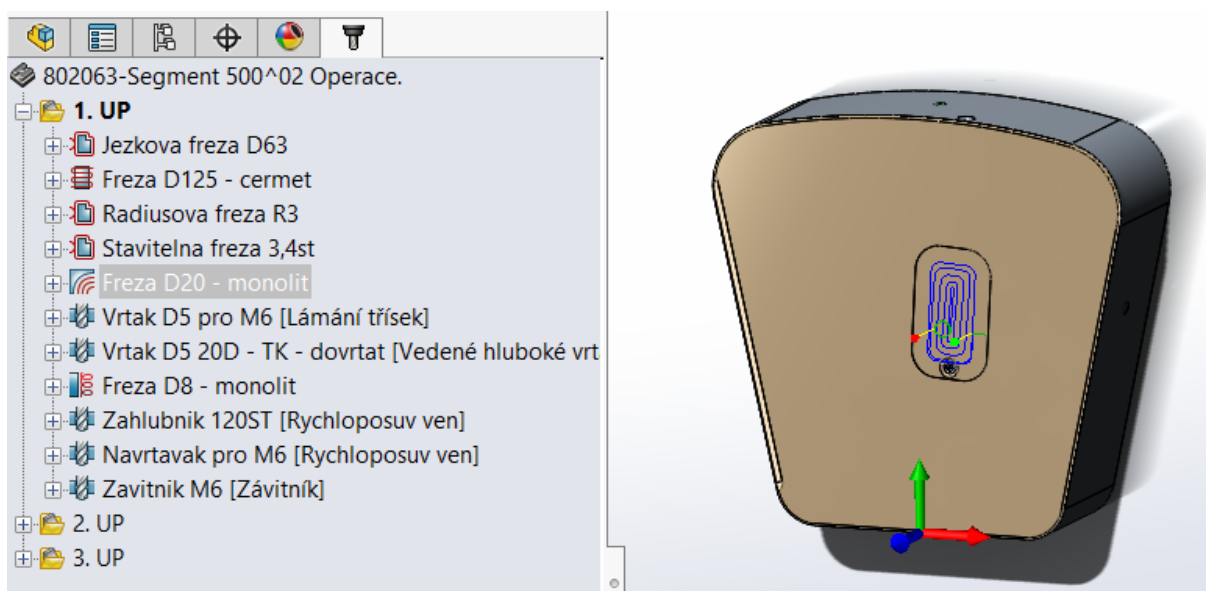
Nástroj: Stavitelná úhlová fréza C 4500 s vyměnitelnými břitovými destičkami (Obr. 35). Úhel nastavení frézy je $3,4^\circ$, výrobce Ceratizit.



Obr. 35 Nástroj operace Stavitelná fréza 3,4st [10]

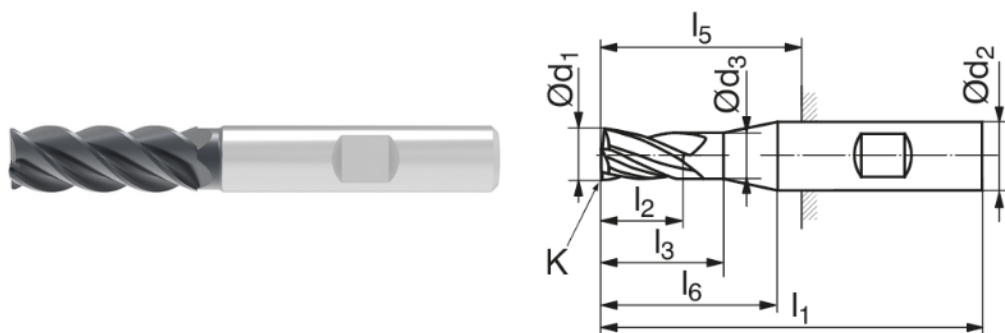
Fréza D20 – monolit

2D Kapsou vyfrézován prvek Obdelník. Dráhy nástroje jsou zobrazeny na Obr. 36.



Obr. 36 Frézování prvku Obdelník

Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 20 mm (Obr. 37), výrobce Ceratizit.

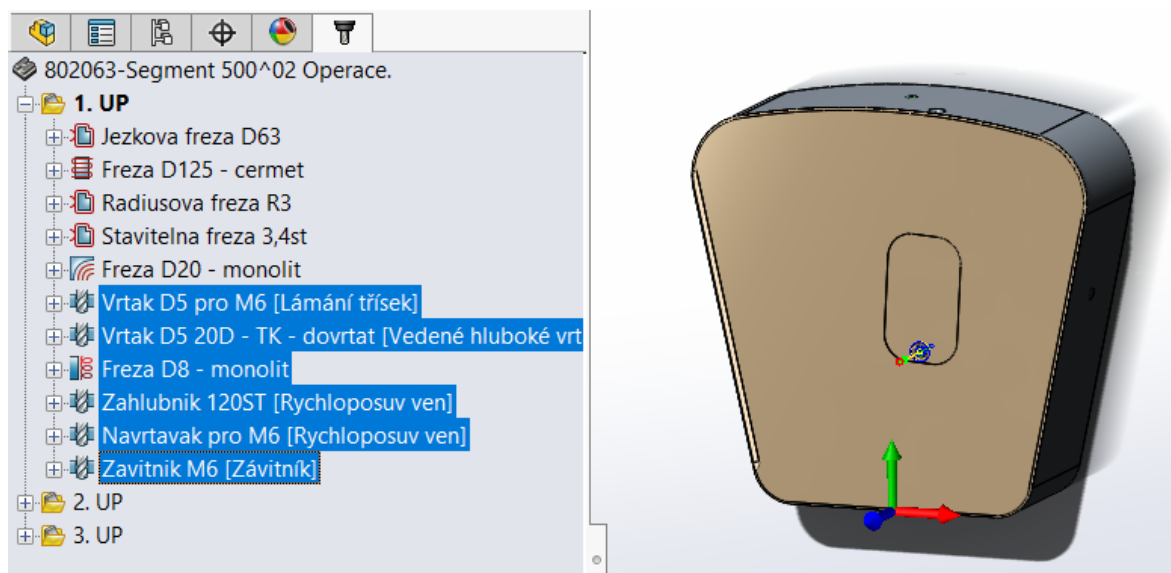


Obr. 37 Nástroj operace Fréza D20 – monolit [10]

Následujících 6 operací tvoří prvek Hydrostatická vanička. Operace jsou modře podbarveny na Obr. 38. Pokud je prvek Hydrostatická vanička aktivní může mít 2 varianty:

- Středový bod,
- offset.

Jak lze vidět na Obr. 38 operace jsou vytvořeny pouze pro jeden z těchto bodů, neboť druhý bod není vymodelován.

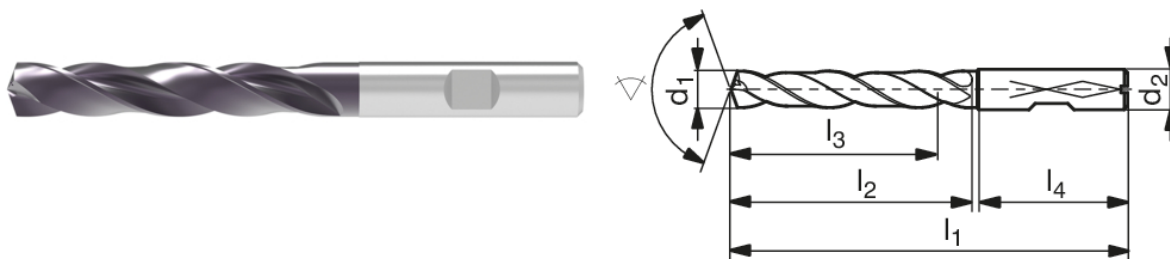


Obr. 38 Operace tvořící Hydrostatickou vaničku

Vrták D5 pro M6

Předvrtání díry Hydrostatické vaničky do hloubky 20 mm s částečným návratem nástroje pro odstranění třísek z místa řezu.

Nástroj: WPC – Vysoce výkonný vrták, DIN 6537, o průměru 5 mm (Obr. 39), výrobce Ceratizit.

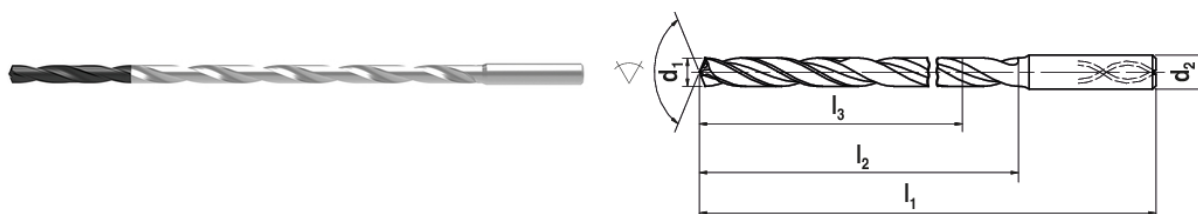


Obr. 39 Nástroj operace Vrták D5 pro M6 [10]

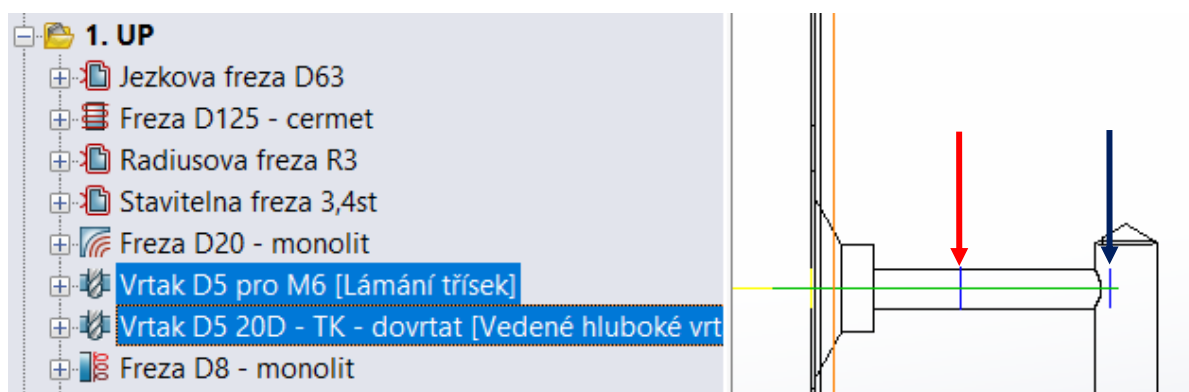
Vrták D5 20D– hluboké vrtání

Hluboké vrtání (Obr. 41 – modrá šipka), ke kterému je potřeba pilotní díra (Obr. 41 – červená šipka), kterou vytvořila předchozí operace. Do hloubky $20 \times D$ není potřeba odstraňovat třísky. Pokud chce uživatel změnit velikost hloubky vrtání, musí ji ručně změnit.

Nástroj: WTX – Vysoce výkonný vrták na hluboké díry o průměru 5 mm (Obr. 40), výrobce Ceratizit.



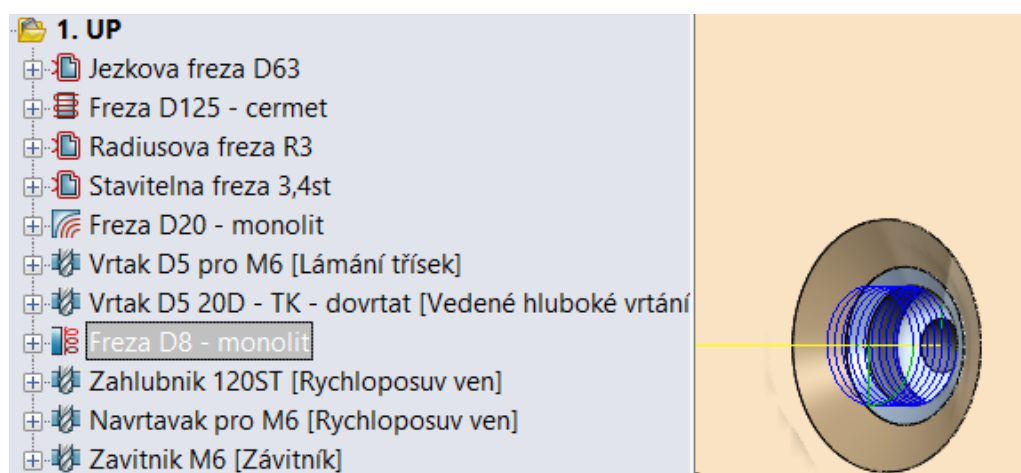
Obr. 40 Nástroj operace Vrták D5 20D [10]



Obr. 41 Díra D5

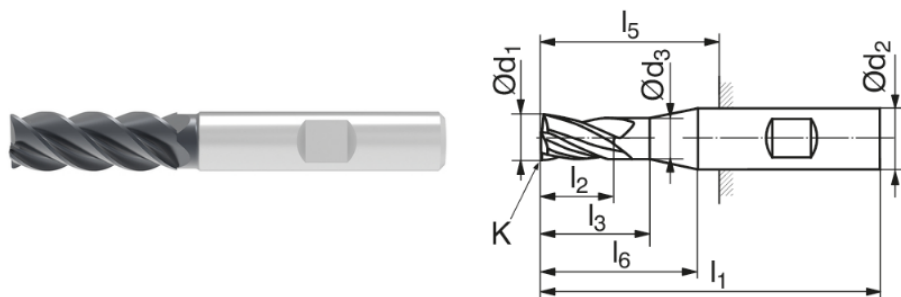
Fréza D8 – monolit

Tato operace slouží k vyfrézování válcového zahloubení o průměru 8 mm (Obr. 42).



Obr. 42 Válcové zahloubení Hydrostatické vaničky

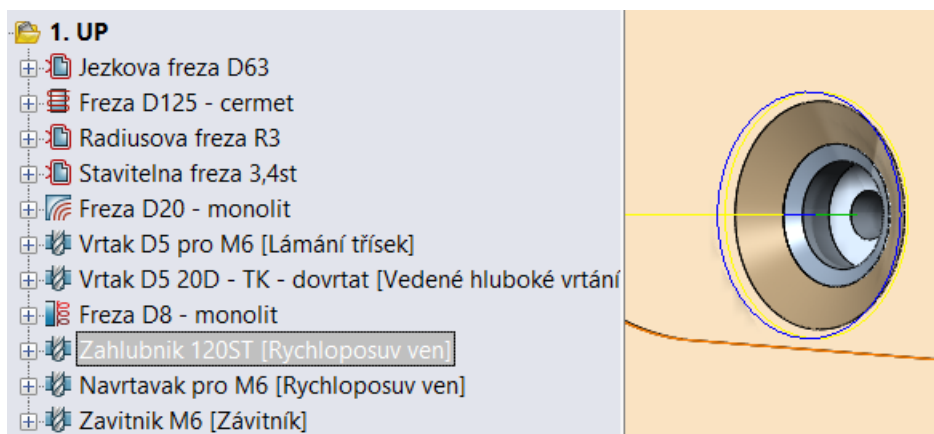
Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 8 mm (Obr. 43), výrobce Ceratizit.



Obr. 43 Nástroj operace Fréza D8 – monolit [10]

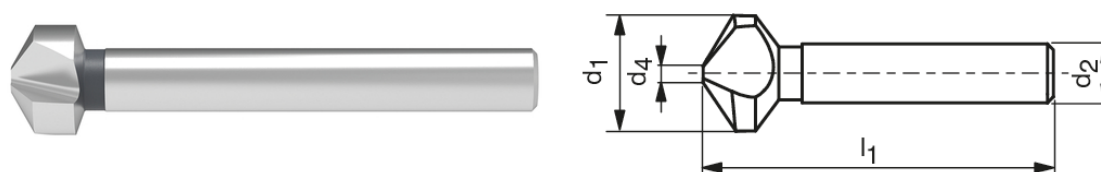
Záhlubník 120°

Vytvoření kuželového zahloubení Hydrostatické vaničky (Obr. 44).



Obr. 44 Vytvoření kuželového zahloubení

Nástroj: Kuželový záhlubník 120° o průměru $d_1 = 25$ mm a $d_4 = 3,8$ mm (Obr. 45). Tento nástroj má 3 břity. Výrobce je Ceratizit.



Obr. 45 Nástroj operace Záhlubník 120° [10]

Navrtávák pro M6

Tato operace slouží ke sražení hrany u díry o průměru 5 mm pro následné závitování.

Nástroj: NC navrtávák s vrcholovým úhlem 90° (Obr. 46), výrobce Hoffmann Group.

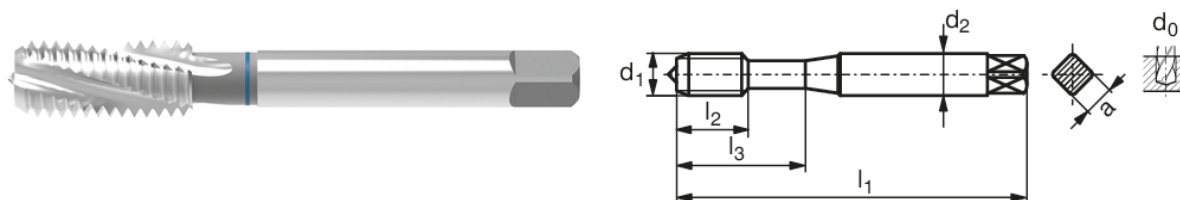


Obr. 46 Nástroj operace Navrtávák pro M6 [11]

Závitník M6

Operace k vytvoření závitu M6 Hydrostatické vaničky. Na výkrese je udána hodnota hloubky závitu 15 mm. Docházelo často ke zlomení závitníku, proto je nastavena hodnota 10 mm a zbytek závitu se musí zámečnický doříznout ručně.

Nástroj: Pravý strojní závitník M6 pro slepé díry (Obr. 47), výrobce Ceratizit.



Obr. 47 Nástroj operace Závitník M6 [10]

Tím je dokončeno první upnutí a dochází k přeupnutí segmentu. Mezitím, co obsluha přeupíná segment, je využito dvoupaletového výměnného systému a dochází k obrábění jiného segmentu, aby došlo k úspoře času.

2. Upnutí

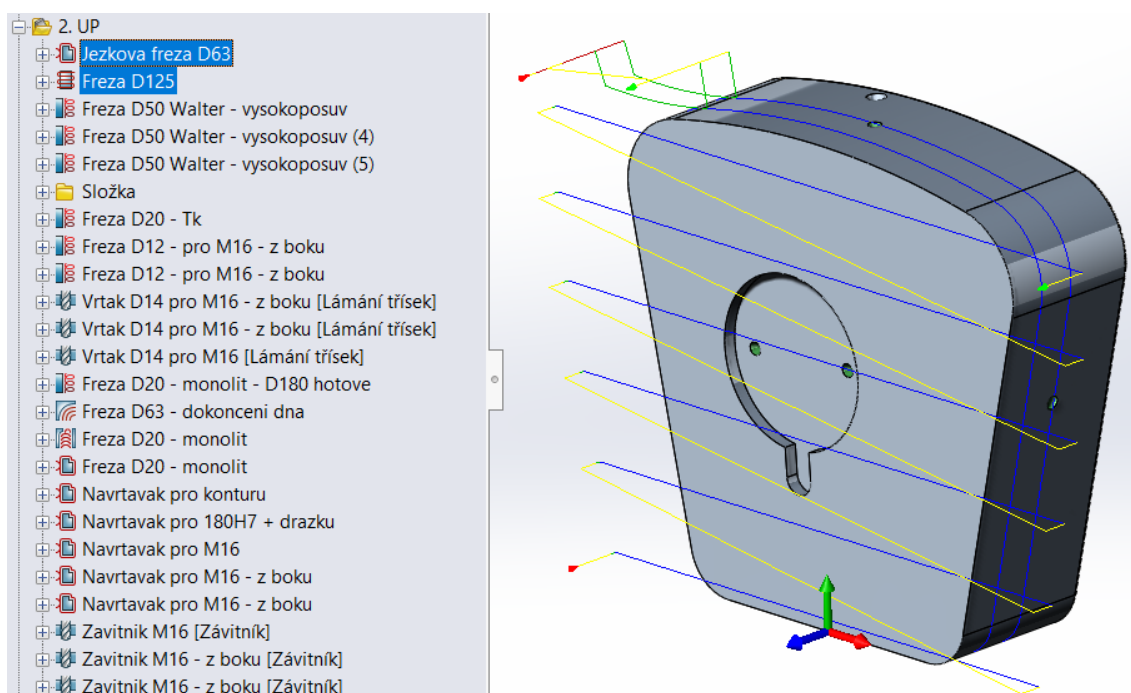
Souřadný systém je nyní umístěn na druhém čele segmentu (viz Obr. 48).

Ježková fréza D63

U obvodového konturového obrábění jsou dvě hloubky (Obr. 48). U 1.Upnutí byly hloubky tři. I zde je požadavek na následující varianty:

- Segment do velikosti 283 mm – nástroj o průměru 40 mm,
- segment od velikosti 283 mm – nástroj o průměru 63 mm.

Nástroj je totožný s nástrojem z prvního upnutí.



Obr. 48 Frézování obvodu a čela

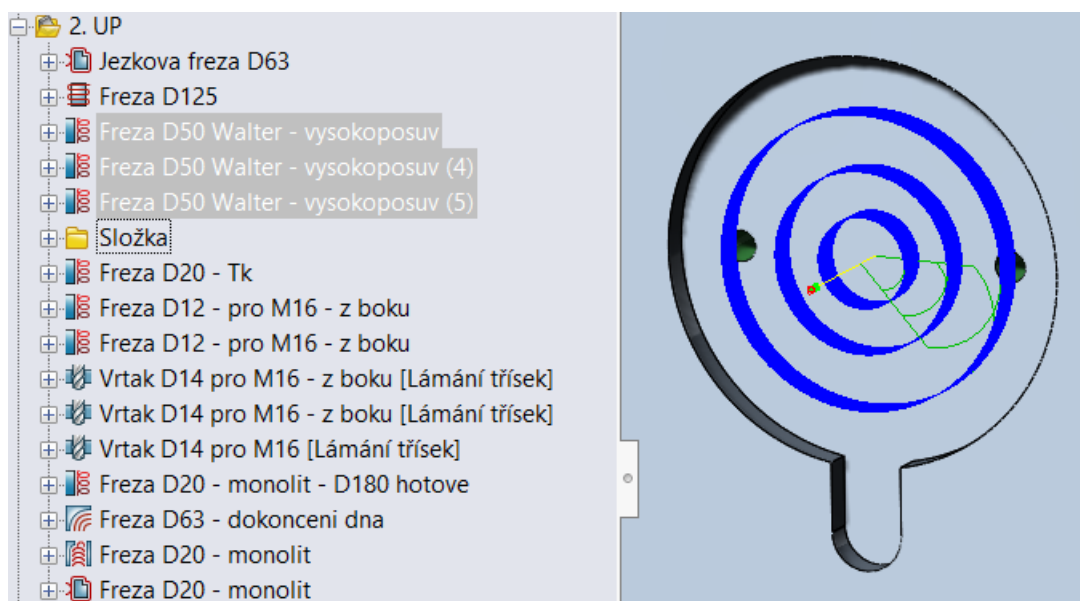
Fréza D125

Zde je jediný rozdíl v přídávku na obrábění, který je 0,1 mm. Na Obr. 48 jsou vidět dráhy nástroje.

Nástroj je totožný s nástrojem z prvního upnutí.

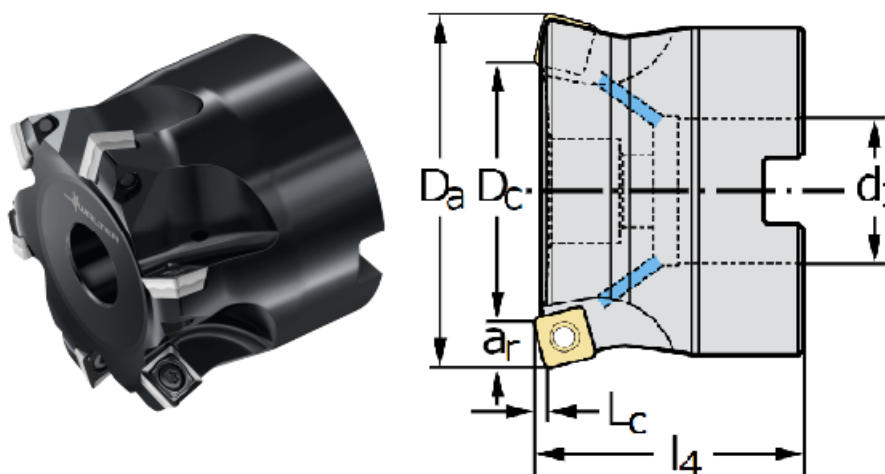
Fréza D50 Walter – vysokoposuvová

Tyto operace (Obr. 49 – šedě podbarvené) hrubují prvek Kruhové vybrání. Přídavek na dno je ■ mm a na stěnu ■ mm. Ve složce s názvem Složka jsou předpřipraveny operace, jejichž dráhy mají jiné průměry.



Obr. 49 Frézování prvku Kruhové vybrání

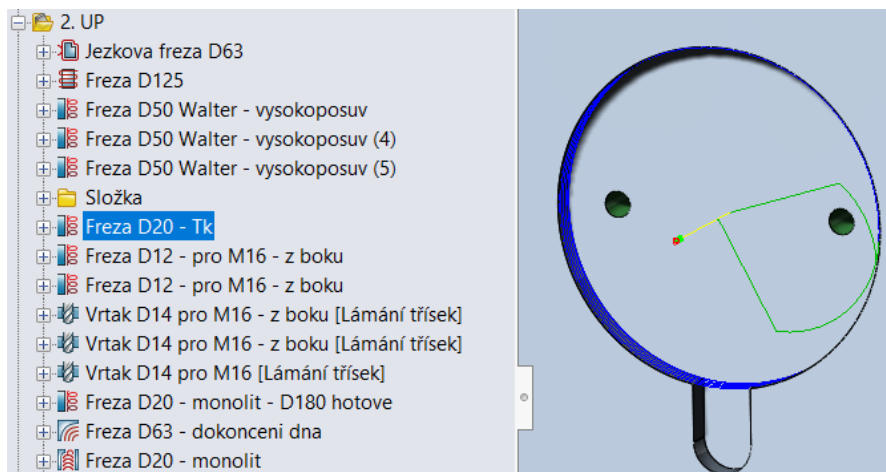
Nástroj: Vysokoposuvová fréza o průměru 50 mm (Obr. 50), výrobce Walter Tools.



Obr. 50 Nástroj operací Fréza D50 Walter [12]

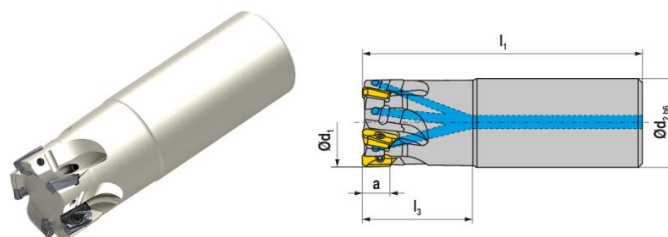
Fréza D20

Vyvtřívání, které předpřipravuje válcovou plochu prvku Kruhové vybrání (Obr. 51) na finální dokončení.



Obr. 51 Příprava válcové plochy Kruhového vybrání na dokončování

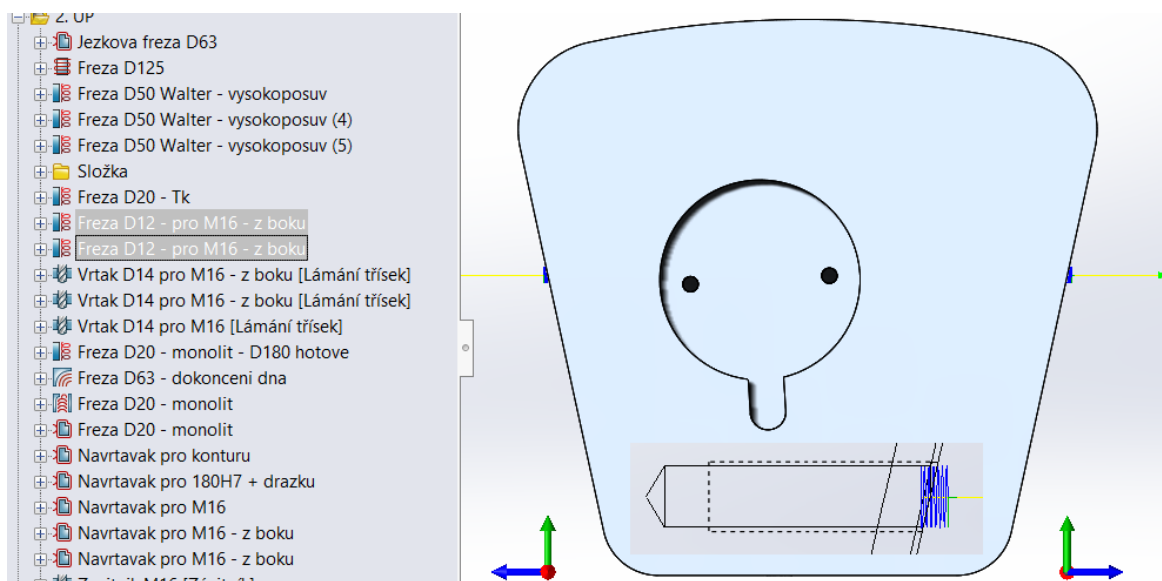
Nástroj: MaxiMill – Stopková fréza o průměru 20 mm (Obr. 52), výrobce Ceratizit.



Obr. 52 Nástroj operace Fréza D20 [10]

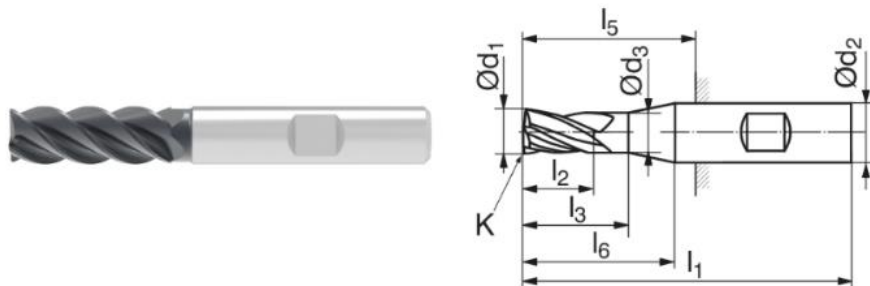
Fréza D12 – pro M16 – z boku

Tyto operace slouží k zarovnání boční plochy pro vytvoření prvků Boční závitové díry (Obr. 53). Na Obr. 53 lze vidět i vytvořené souřadnicové systémy pro levou i pravou závitovou díru.



Obr. 53 Frézování boční plochy

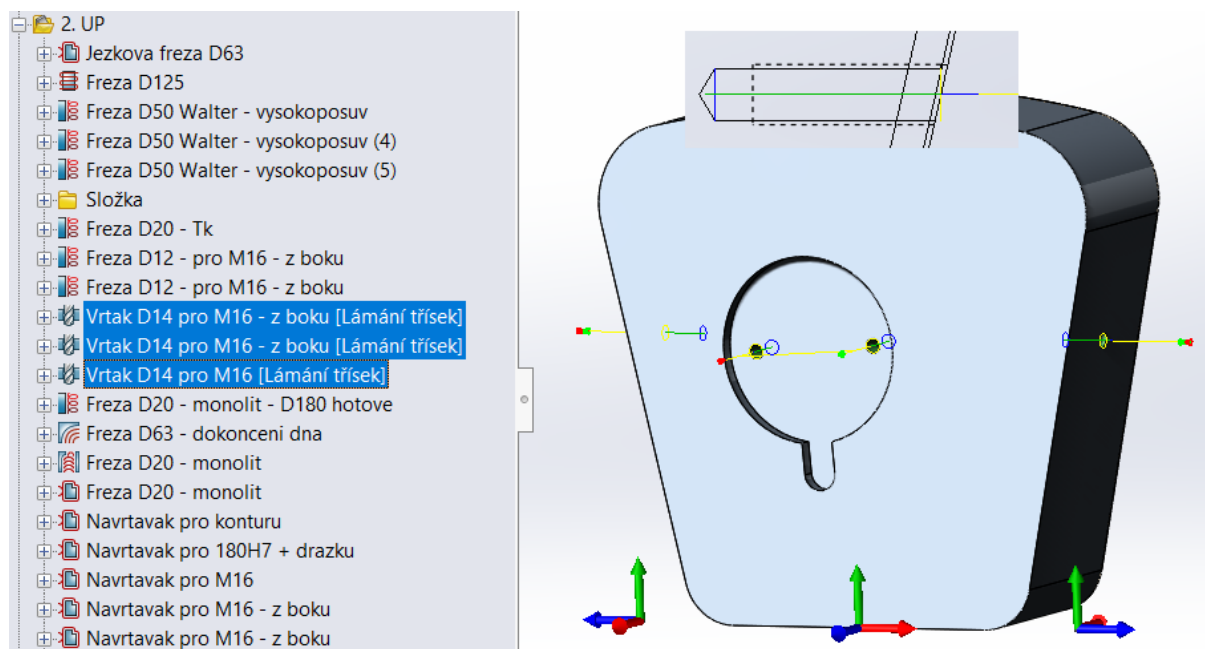
Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 12 mm (Obr. 54), výrobce Ceratizit.



Obr. 54 Nástroj operace Fréza D12 – pro M16 [10]

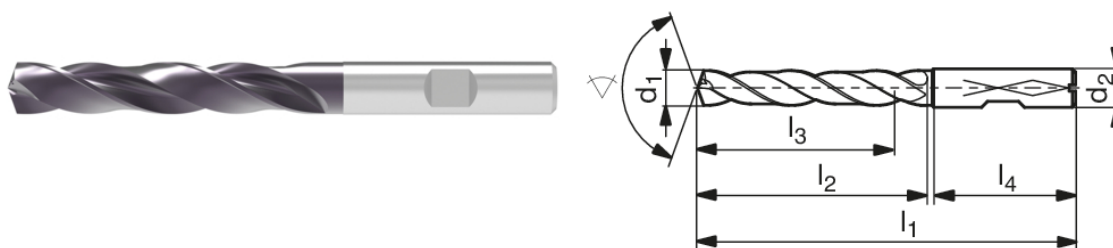
Vrták D14 pro M16

Tyto 3 operace (podbarveny na Obr. 55) slouží k vyvrtání děr pro závitovou díru M16. Na Obr. 55 jsou zobrazeny souřadné systémy jednotlivých děr. Prostřední souřadný systém je pro závitové díry v prvku Kruhové vybrání. Zbylé dva pro každou z bočních děr. Na stejném obrázku lze vidět i detail děr.



Obr. 55 Vrtání děr pro závit M16

Nástroj: WPC UNI – Vysoce výkonný vrták, o průměru 14 mm (Obr. 56), výrobce Ceratizit.

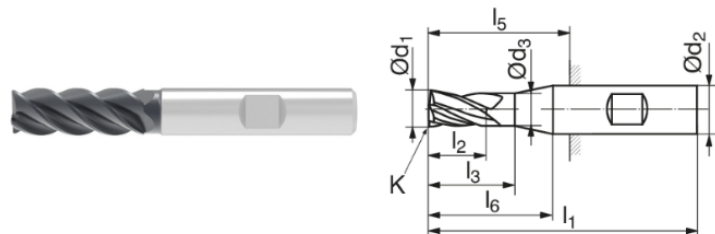


Obr. 56 Nástroj operace Vrták D14 pro M16 [10]

Fréza D20 – monolit – D180 hotově

Tato operace dokončuje válcovou plochu prvku Kruhové vybrání (Obr. 58).

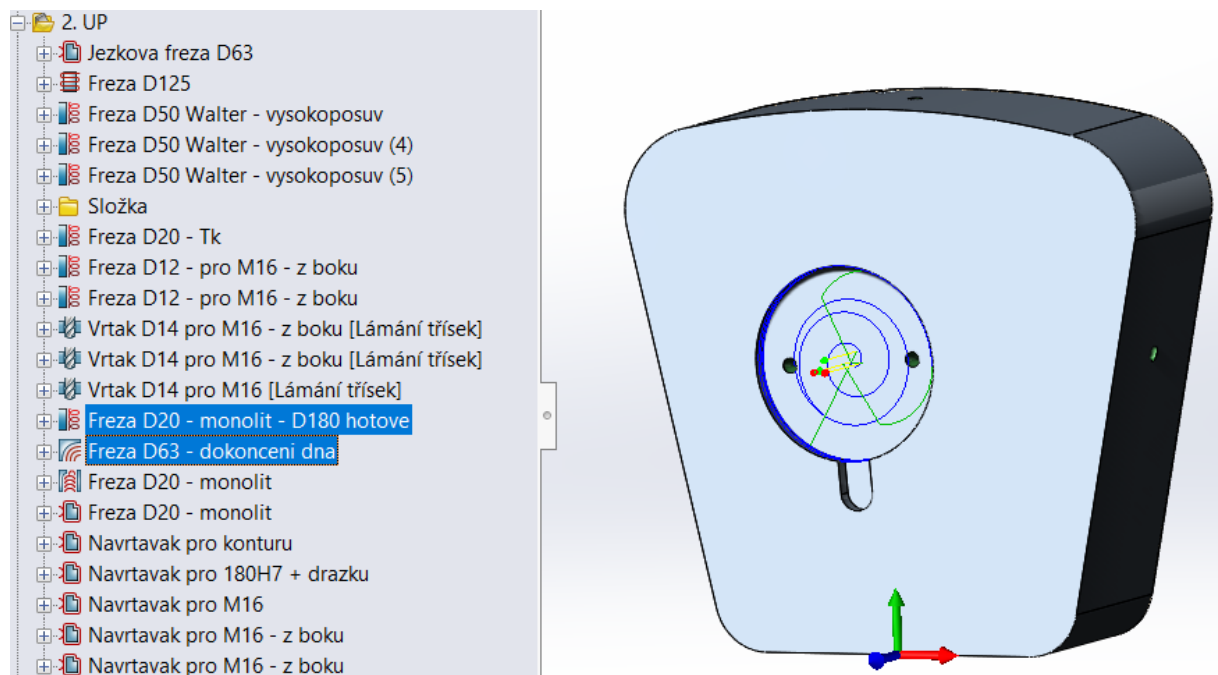
Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 20 mm (Obr. 57), výrobce Ceratizit.



Obr. 57 Nástroj operace Fréza D20 – monolit – D180 hotově [10]

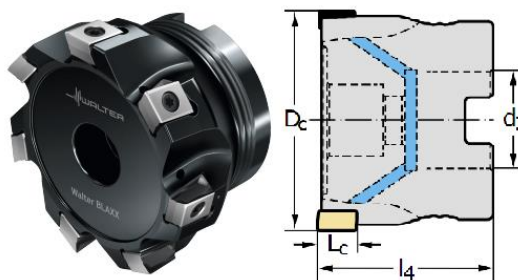
Fréza D63 – dokončení dna

Na Obr. 58 lze vidět dráhy nástroje při dokončování dna a souřadný systém této operace. Použitou strategií je 2D Frézování – 2D Kapsa. Po předchozích operacích zůstává v rozích dna zbytkový materiál. Proto je zvolen nástroj, který tyto rohy dokončí.



Obr. 58 Dokončení válcové plochy a dna Kruhového vybrání

Nástroj: Rohová fréza o průměru 63 mm s vyměnitelnými břitovými destičkami (Obr. 59), výrobce Walter Tools.



Obr. 59 Nástroj operace Fréza D63 – dokončení dna [12]

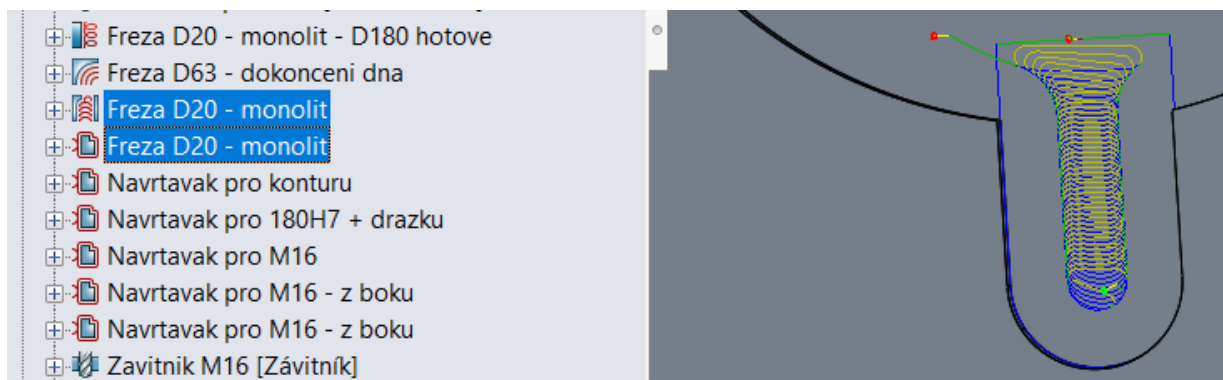
Fréza D20 – monolit

U této operace dochází strategií 2D Frézování – 2D Adaptivní obrábění k vyfrézování drážky v prvku Kruhové vybrání (Obr. 59). Je použito trochoidní obrábění, kdy fréza používá kruhový pohyb. Obrábění je velmi efektivní, neboť lze používat vysoké posuvy.

Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 20 mm (Obr. 57), výrobce Ceratizit.

Fréza D20 – monolit

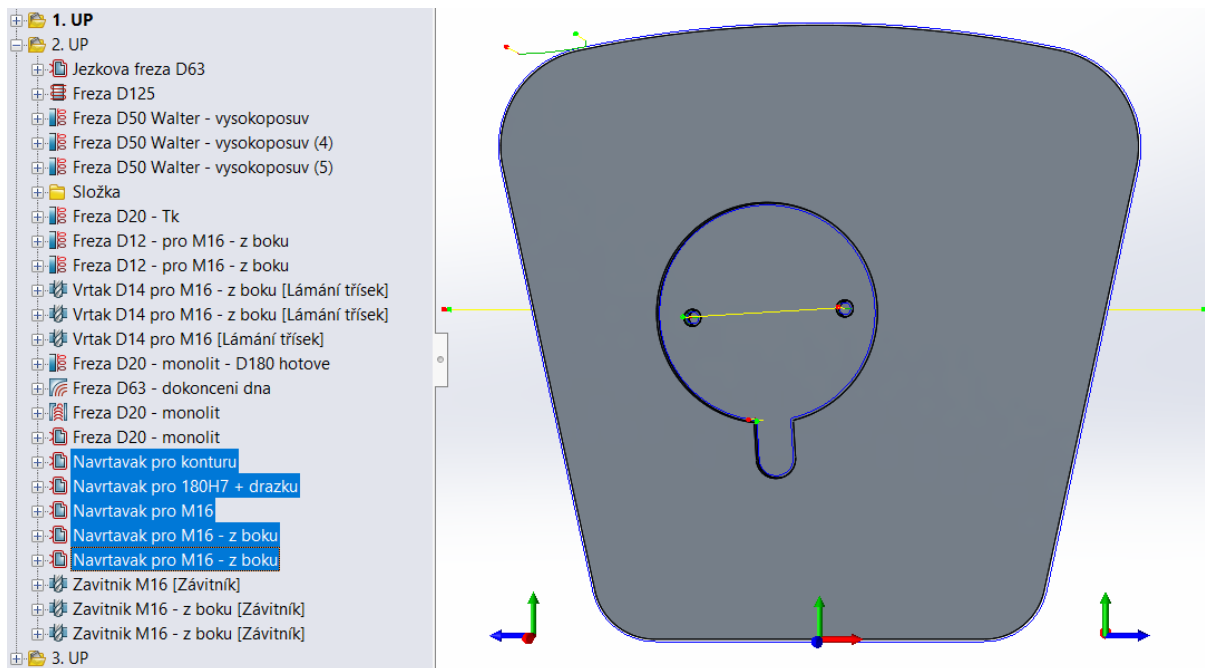
V návaznosti na předchozí operaci dochází k dokončení drážky (Obr. 59) stejným nástrojem, tedy monolitní frézou MonsterMill o průměru 20 mm.



Obr. 60 Dokončení drážky

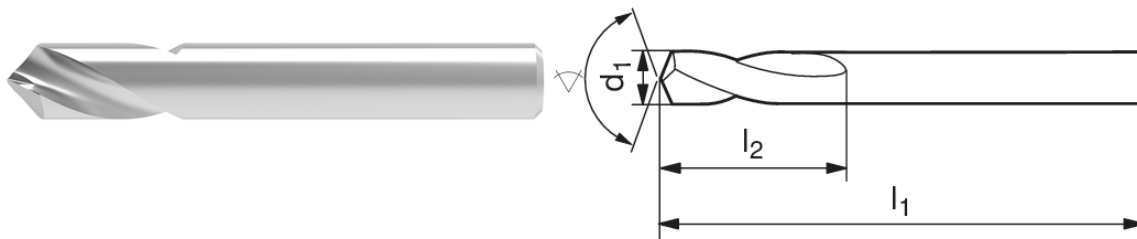
Navrtávák

Jedním nástrojem dochází ke sražení hran u obvodové kontury, u Kruhového vybrání s drážkou. Dále také ke sražení děr pro závity M16 (2 středové, levý a pravý). Zmíněné operace jsou na Obr. 61 modře podbarveny.



Obr. 61 Sražení hran

Nástroj: Navrtávák o průměru 16 mm, 90° (Obr. 62), výrobce Ceratizit.

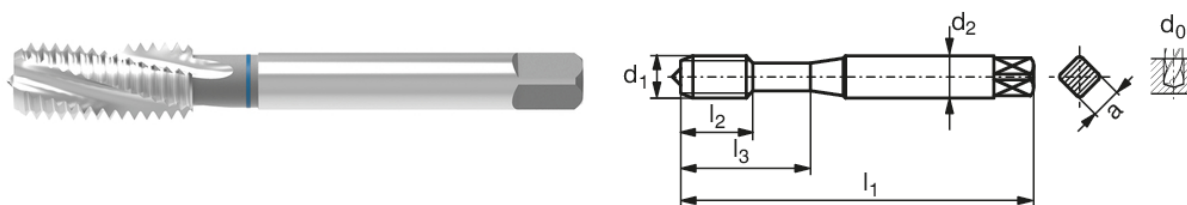


Obr. 62 Nástroj navrtávák průměr 16 mm. [10]

Závitník M16

Poslední operací druhého upnutí je vytvoření závitů, nejprve u děr v Kruhovém vybrání a následně Bočních děr.

Nástroj: Pravý strojní závitník M16 pro slepé díry (Obr. 63), výrobce Ceratizit.



Obr. 63 Nástroj operace Závitník M16 [10]

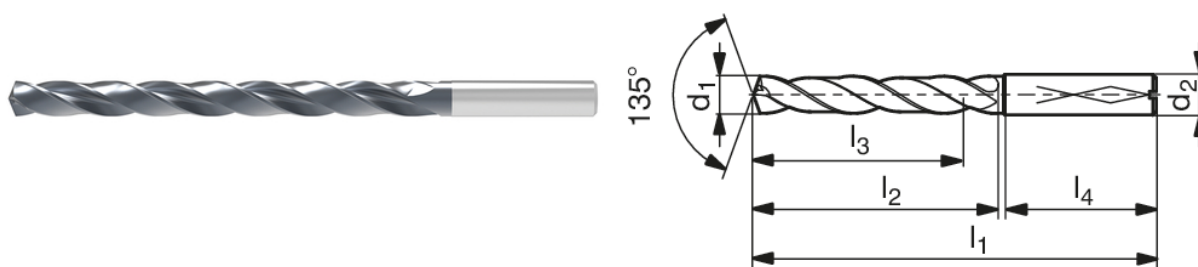
3. Upnutí

Operacemi v tomto projektu dochází k vytvoření obvodových prvků Teploměr a Přívod oleje.

Vrták D10 – pilotní otvor

Tato vrtací operace vytváří pilotní díru u prvku Teploměr pro následující operaci. Souřadný systém je zobrazen na Obr. 67.

Nástroj: WPC – Vysoce výkonný vrták o průměru 10 mm (Obr. 64), výrobce WNT

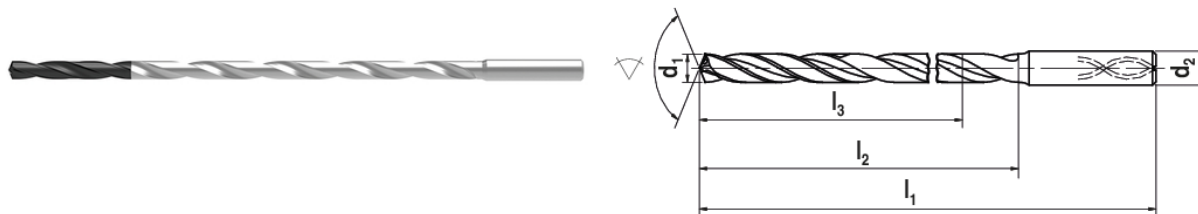


Obr. 64 Nástroj operace Vrták D10 – pilotní otvor [10]

Vrták D10 – hluboká díra

Tato operace vyvrtá hlubokou díru prvku Teploměr.

Nástroj: WTX – Vysoce výkonný vrták na hluboké díry o průměru 10 mm (Obr. 65), výrobce Ceratizit.

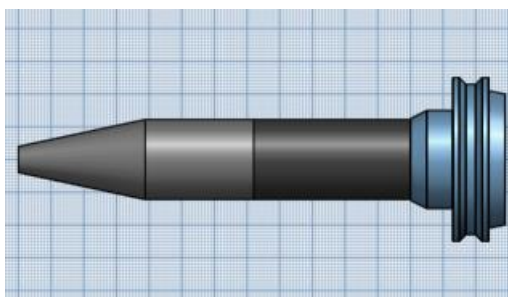


Obr. 65 Nástroj operace Vrták D10 – hluboká díra [10]

Záhlubník 20/10

Vrtací operace vytvoří kuželové zahloubení prvku Teploměr.

Nástroj: Kuželový záhlubník o průměru 24,5 mm, 24° (Obr. 66).



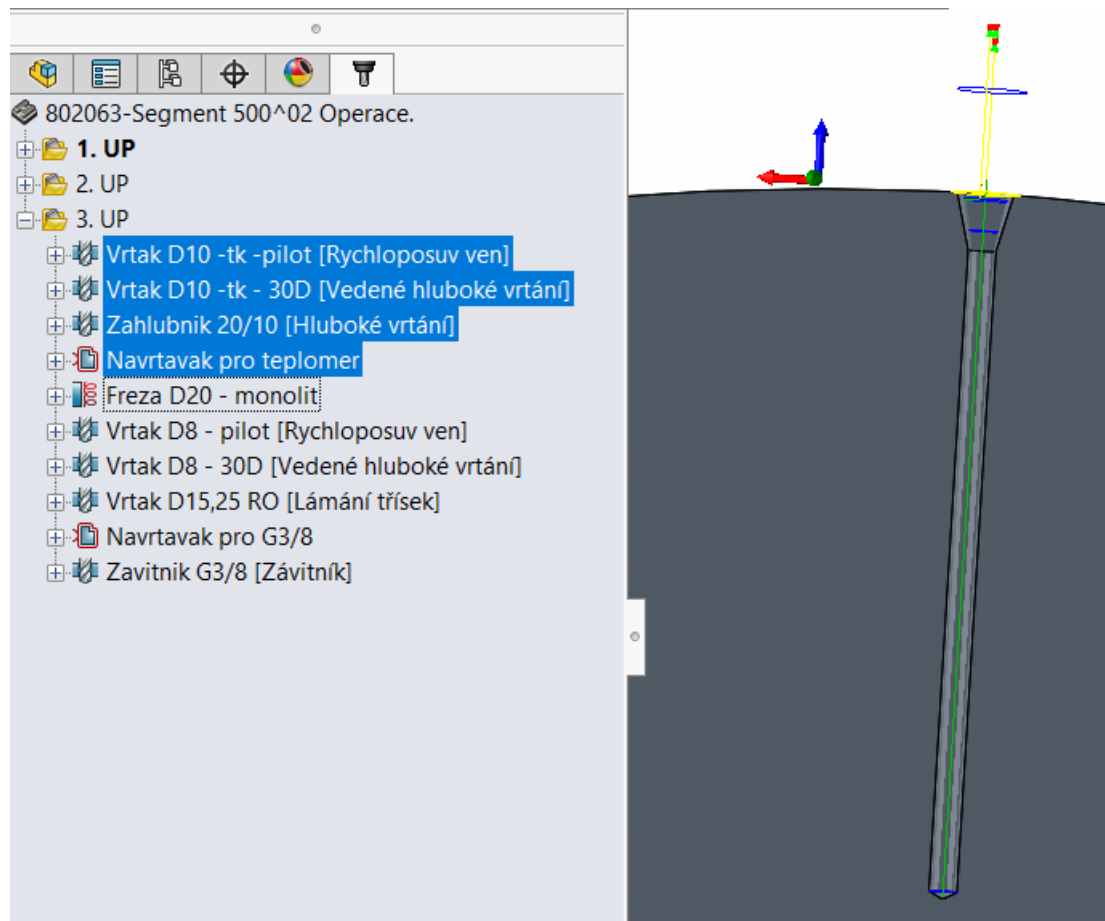
Obr. 66 Kuželový záhlubník

Navrtávák pro teploměr

Operace, která sráží hranu u prvku Teploměr.

Nástroj: Navrtávák o průměru 16 mm, 90° (Obr. 62), výrobce Ceratizit.

Na Obr. 67 jsou zobrazeny (modře podbarveny) všechny operace tvořící prvek Teploměr.



Obr. 67 Operace prvku Teploměr

Dalším prvkem je **Přívod oleje**. Pokud je této prvek aktivní má následující varianty:

- Horní,
- spodní,
- boční.

Programátor CNC proto vždy dle typu přívodu modeluje potřebný souřadný systém.

Fréza D20 – monolitní

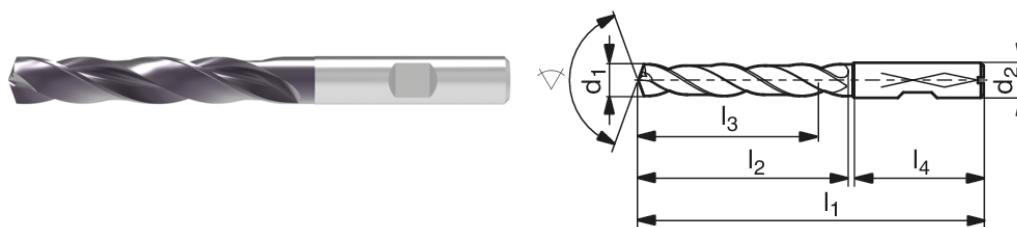
Nejprve dochází k zarovnání plochy Přívodu oleje pomocí strategie 2D Frézování – Vyvrtávání.

Nástroj: MonsterMill – Stopková fréza o průměru 20 mm (Obr. 57), výrobce Ceratizit.

Vrták D8 – pilotní otvor

Následně je předvrtána pilotní díra o průměru 8 mm pro hluboké vrtání.

Nástroj: WPC – Vysoce výkonný vrták o průměru 8 mm, vrcholový úhel 150° (Obr. 68), výrobce Ceratizit.

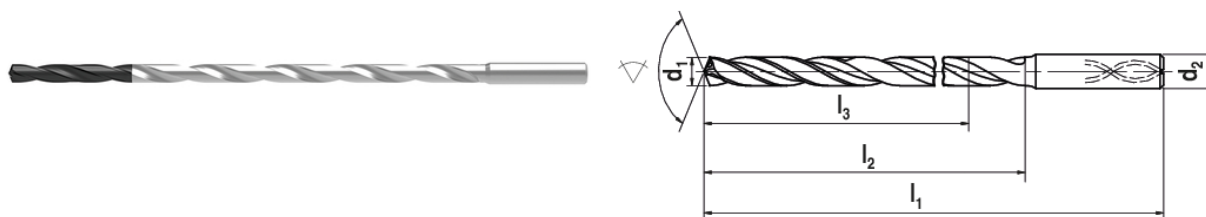


Obr. 68 Nástroj operace Vrták D8 [10]

Vrták D8 – hluboká díra

Vytvoření hluboké díry o průměru 8 mm.

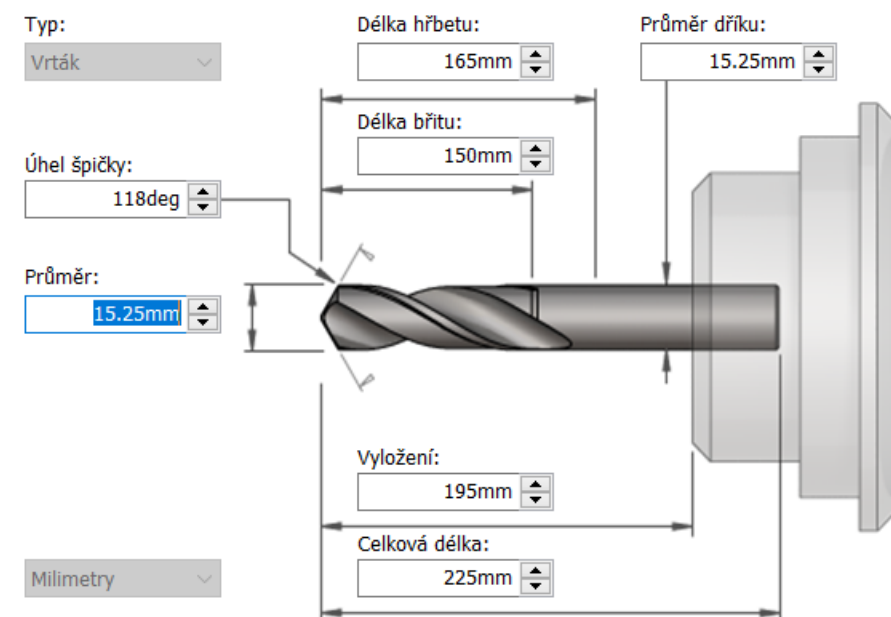
Nástroj: WTX – Vysoce výkonný vrták na hluboké díry o průměru 8 mm (Obr. 69), výrobce Ceratizit.



Obr. 69 Nástroj operace Vrták D8 – hluboká díra [10]

Vrták D15,25 RO

Vytvoření díry pro závit G3/8 vrtákem o průměru 15,25 mm (Obr. 70).



Obr. 70 Nástroj operace Vrták D15,25 RO

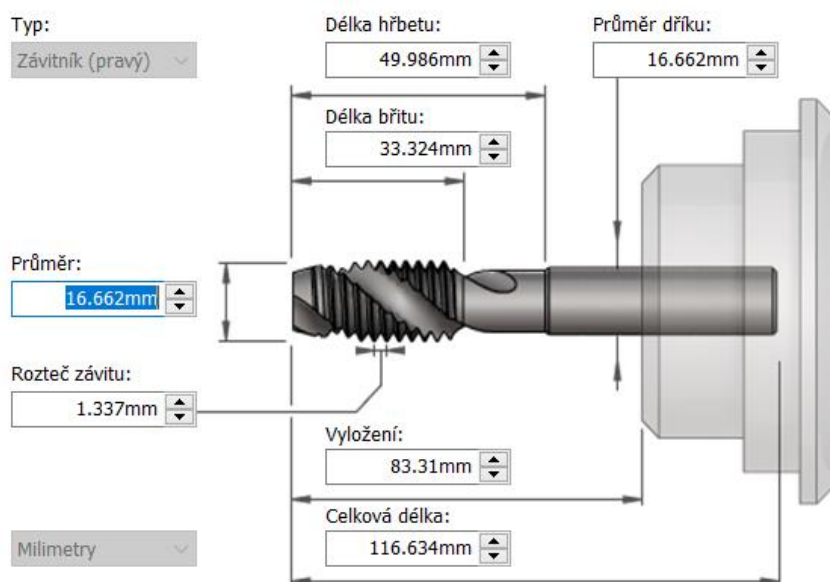
Navrtávák pro G3/8

Sražení hran díry pro závit G3/8.

Nástroj: Navrtávák o průměru 16 mm, 90° (Obr. 62), výrobce Ceratizit.

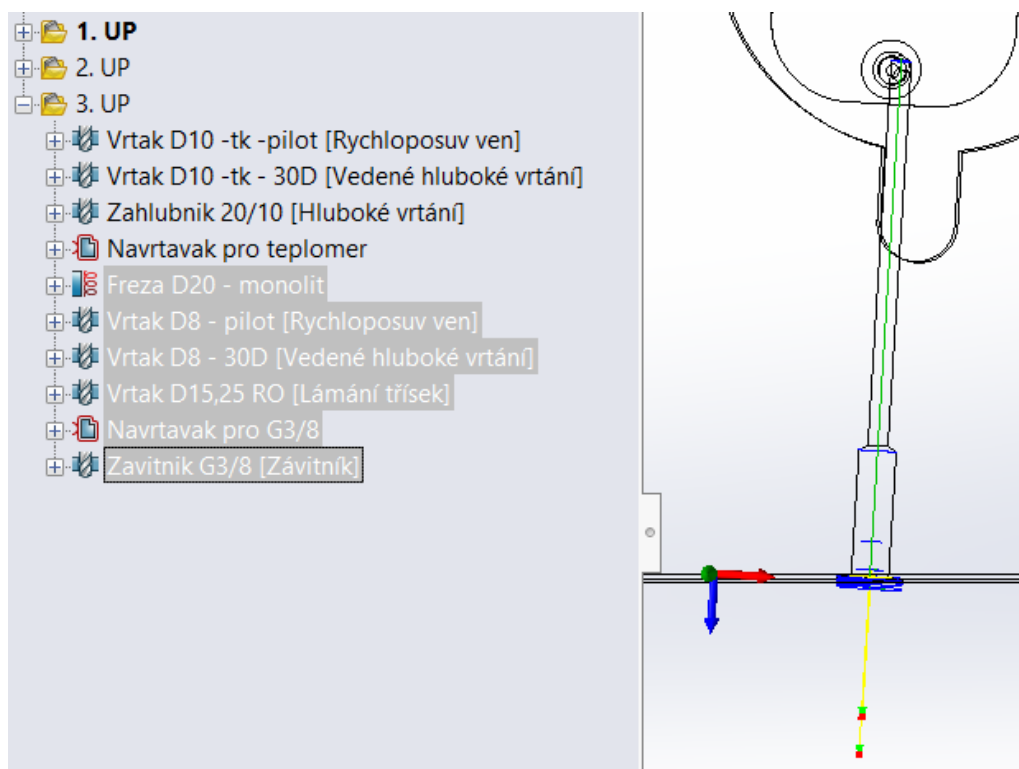
Závitník G3/8

Vytvoření závitu G3/8 u prvku Přívod oleje závitníkem G3/8 (Obr. 71).



Obr. 71 Závitník G3/8

Na Obr. 72 jsou zobrazeny operace Spodního Přívodu oleje a jejich souřadný systém.



Obr. 72 Operace přívodu oleje

3 Možnosti parametrizace typového představitele a návrh technologie výroby

3.1 Zvolený CAD software SolidWorks [14], [15]

K tomu, aby se daly namodelovat veškeré varianty segmentu kluzného ložiska, bylo zapotřebí použít 3D CAD software. Software SolidWorks, který byl v této práci použit, je CAD software, který při modelování používá objemové i povrchové modely.

CAD je zkratka pro Computer Aided Design, což představuje počítačovou podporu při konstruování. Jedná se o softwarové nástroje, se kterými je konstruování snazší, rychlejší a přesnější. Pokud je například konstruován tvarově složitý díl, je možné ho v 3D CAD softwaru prohlížet ze všech stran. To platí také pro sestavy, kdy je možné namodelovat jednotlivé díly a poté sestavením ověřit, zda je sestava navržena správně.

Pomocí CAD softwarů lze navrhovat díly, sestavy a tvořit k nim výkresy. CAD softwary často nabízí řadu doplňků pro nejrůznější účely. Jedná se například o funkce pro navrhování svařenců, forem, plastových dílů, plechů. Dalšími funkcemi mohou být nejrůznější simulace, pevnostní či vibrační analýzy, návrh kabeláže, výpočet proudění atd.

SolidWorks je komplexní 3D CAD systém společnosti Dassault Systemes SolidWorks, který slouží jako podpora při vývoji, návrhu a technologické přípravě výrobku. V současné době jde o nejprodávanější strojírenský 3D CAD systém v České republice. SolidWorks je parametrický 3D modelář, který nabízí objemové i plošné modelování.

Kromě funkcí pro strojírenské modelování jsou dostupné funkce pro navrhování svařenců, forem, plastových dílů, plechů a další. SolidWorks také podporuje univerzální formáty souborů typu .step. Je tak možné jednoduše importovat/exportovat data z/do jiných CAD systémů.

Produkty SolidWorks jsou dostupné v několika variantách, zákazník si tak může vybrat, kterou variantu nejlépe využije. Lze se tedy setkat například se SolidWorks Standard, SolidWorks Professional, SolidWorks Premium nebo například SolidWorks Electrical a další.

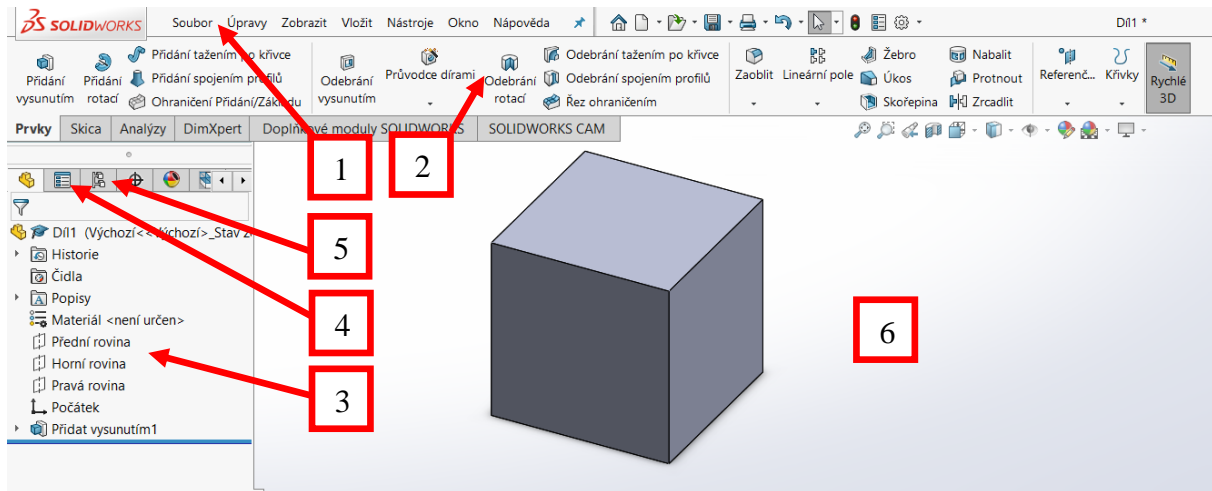
Tato práce byla vypracována v softwarech SolidWorks 2019 a HSM Works 2019. Jelikož tuto verzi HSM Works mají ve společnosti GTW Bearings s.r.o. integrovanou do softwaru SolidWorks.

3.1.1 Prostředí softwaru SolidWorks

Uživatelské rozhraní softwaru SolidWorks je velmi intuitivní a přehledné. Po spuštění si může uživatel vybrat, zda chce založit nový Díl, Sestavu či Výkres. Dalšími možnostmi jsou například zobrazení nápovědy či kurzy SolidWorks.

Na Obr. 73 jsou popsány základní oblasti uživatelského rozhraní:

1 – Hlavní nabídka, 2 – CommandManager, 3 – Strom FeatureManager, 4 – PropertyManager, 5 – ConfigurationManager, 6 – Grafická plocha



Obr. 73 Popis uživatelského rozhraní softwaru SolidWorks

3.1.2 Práce v softwaru SolidWorks

Při tvorbě modelu nejprve dochází k vytvoření skici ve 2D rovině, případně 3D prostoru. Tato skica slouží k následnému vytvoření jednotlivých prvků či povrchů, které dohromady tvoří díl (model). Složením více dílů lze vytvářet sestavy, které se definují pomocí vazeb. Z dílů i sestav lze vytvářet výkresy, v případě sestav i kusovníky. Důležitými vlastnosti CAD softwarů jsou parametrizace a asociativita.

Parametrizace

Parametrizace slouží k úplné definici konstrukce modelu. Dále také k jednoduché, rychlé a přehledné změně modelu. Využití najde převážně u výrobků, které jsou konstrukčně velmi podobné. Pomocí parametrizace lze navrhovat různé varianty jednoho typu výrobku. Také je umožněno rychle měnit rozměry jednotlivých kót, případně potlačovat či uvolňovat jednotlivé prvky. Každá skica by proto měla být co nejjednodušší, aby nedošlo ke zbytečným chybám z nepozornosti.

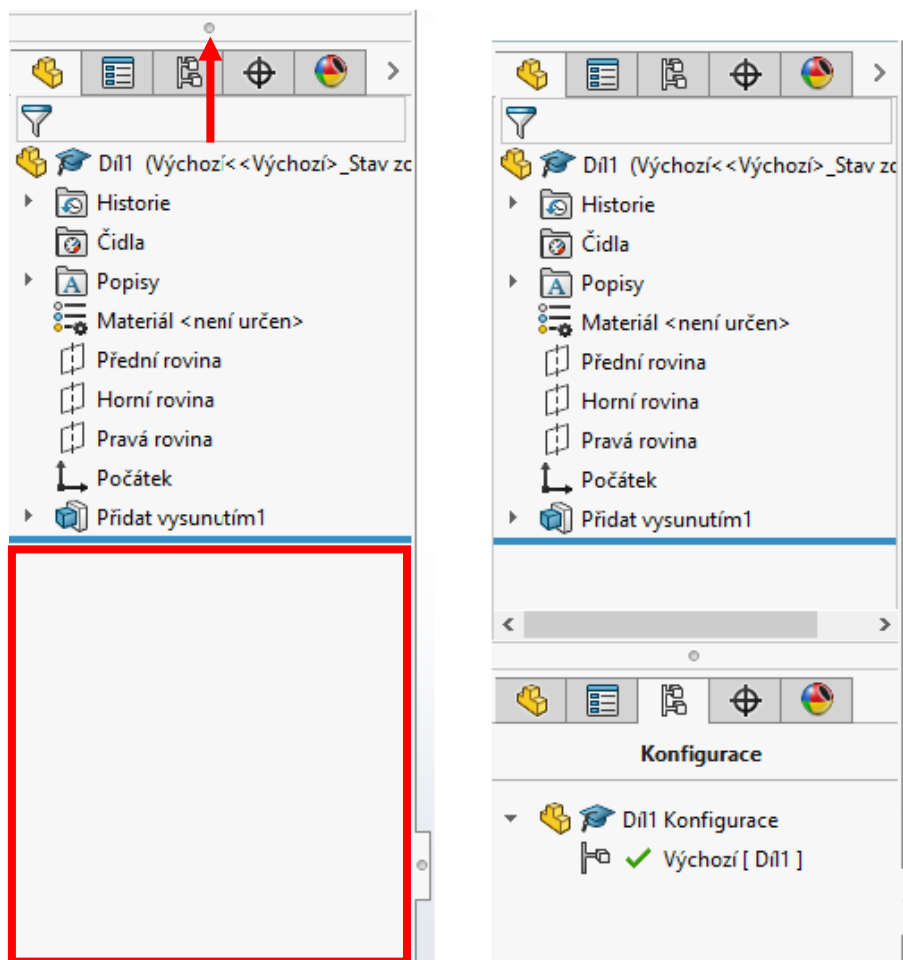
Asociativita

Tato vlastnost určuje provázanost dílu s výkresem a sestavou. Mezi asociativní funkce patří například kóty, vazby, prvky, sestavy, výkresy i kusovníky. Všechny tyto funkce se přizpůsobují určité změně modelu.

3.1.3 Možnosti parametrizace - Ruční konfigurace

Tento způsob konfigurace dovoluje uživateli v záložce ConfigurationManager přidat nové konfigurace výchozího dílu. Dojde k vytvoření kopie výchozího dílu a následně lze tuto kopii (novou konfiguraci) dle potřeby upravovat. Takto lze konfigurace nejen přidávat, ale i upravovat, přejmenovávat a mazat.

Pro snazší orientaci a urychlení práce v softwaru SolidWorks je vhodné používat podokna, kdy v jednom okně bude panel FeatureManager a ve druhém okně panel ConfigurationManager. Toho lze docílit uchopením šedé tečky (viz Obr. 74 – červená šipka) levým tlačítkem myši a následným přetažením do prostoru pod vodorovnou modrou čarou panelu FeatureManager (Obr. 74 – červený obdélník). K vrácení panelů do výchozího stavu stačí kliknout opět na šedou tečku dvojklikem levého tlačítka myši.



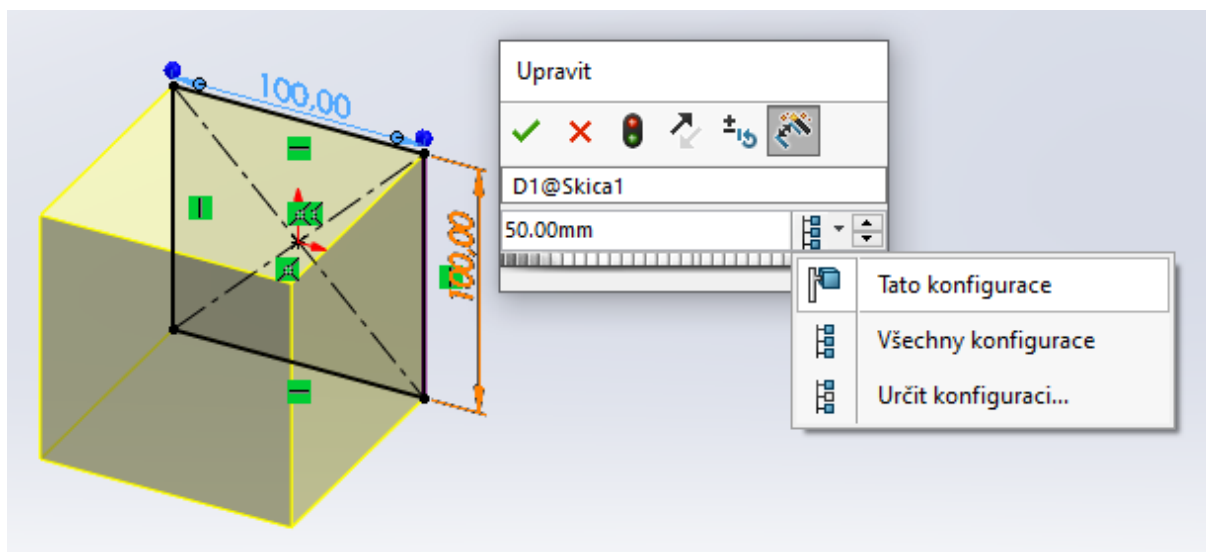
Obr. 74 Rozdělení okna FeatureManageru

K demonstraci fungování ruční konfigurace byla namodelována kostka o rozměrech 100 x 100 x 100 mm. Následně v panelu ConfigurationManager po kliknutí pravým tlačítkem myši na *Díll Konfigurace* se objeví možnost *Přidat konfiguraci*. Po zvolení této možnosti uživatel vyplní Název konfigurace, případně Popis konfigurace a potvrdí *zeleným potvrzovacím tlačítkem*. Nová konfigurace se automaticky přidá nad/pod výchozí konfiguraci v panelu ConfigurationManager. V tomto případě se přidala nad *Výchozí [Díll]*. Nyní je konfigurace aktivní, což lze poznat také tak, že se vlevo od názvu konfigurace objeví zelené potvrzovací tlačítko. Dvojklikem levým tlačítkem myši na název světle šedé konfigurace dojde k jejímu aktivování. Zároveň se daná varianta objeví v pracovní ploše. Uchopením dané konfigurace a následným přetažením nad/pod jinou konfiguraci lze měnit jejich pořadí. Aktivní konfiguraci lze nyní v panelu FeatureManager upravovat.

Úprava skici (Obr. 75)

Pro úpravu skici je potřeba v záložce FeatureManager zvolit prvek, jehož skicu chce uživatel upravit.

Pravým tl. myši zvolit prvek, v tomto případě *Přidat vysunutím1 > Upravit skicu > Dvojklikem levým tl. myši zvolit rozměr, který je potřeba upravit > Přepsání hodnoty > Výběr možnosti Tato konfigurace > Potvrzení zeleným potvrzovacím tlačítkem > Ukončit skicu.*



Obr. 75 Úprava skici – změna rozměrů

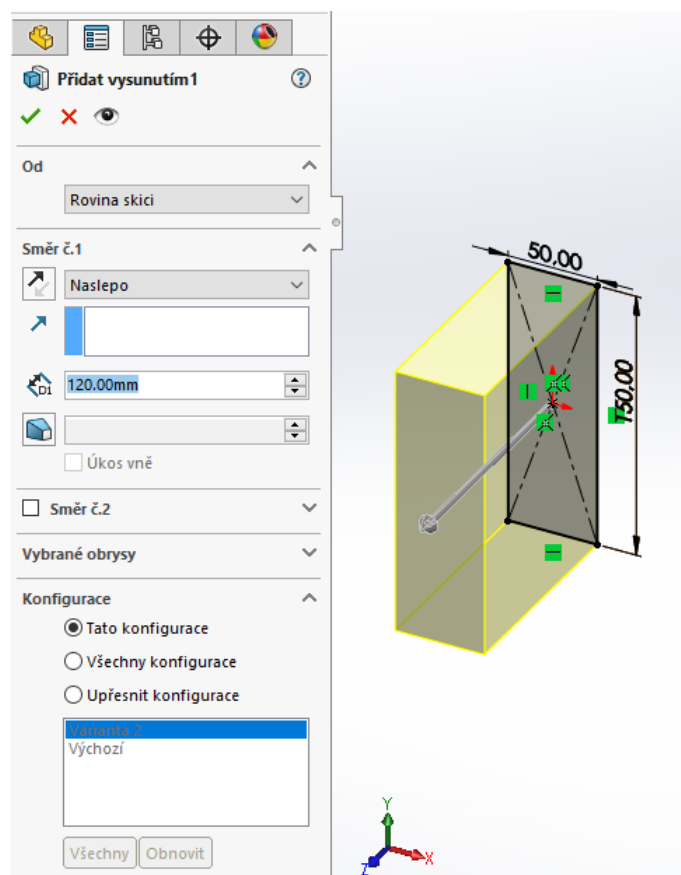
Tímto způsobem byl jeden rozměr 100 mm změněn na hodnotu 50 mm a druhý rozměr 100 mm na 150 mm.

Veškeré změny, které se týkají pouze dané konfigurace, je nutné vztahovat pouze k dané konfiguraci, tedy vybírat možnost *Tato konfigurace*. Případně lze změnu provést pro všechny konfigurace či pro určité konfigurace.

Úprava prvku (Obr. 76)

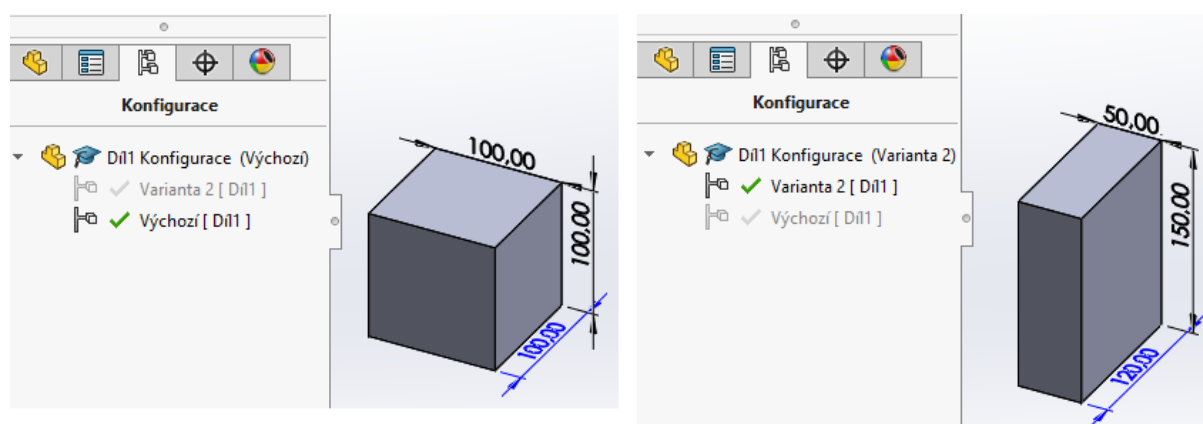
Postup je velmi podobný postupu při úpravě skici. Při úpravě prvku se ovšem vybírá možnost *Upravit prvek* a možnost konfigurace je umístěna ve spodní části PropertyManageru.

Pravým tl. zvolit prvek *Přidat vysunutím1* > *Upravit prvek* > V PropertyManageru přepsat hodnotu > Výběr možnosti *Tato konfigurace* > *Potvrzení zeleným potvzrovacím tl.*



Obr. 76 Úprava prvku – změna rozměrů

Ve stromě ConfigurationManager pak lze vybírat mezi jednotlivými variantami, jak je ukázáno na Obr. 77.



Obr. 77 Ruční konfigurace – přehled variant

3.1.4 Možnosti parametrizace – Konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu

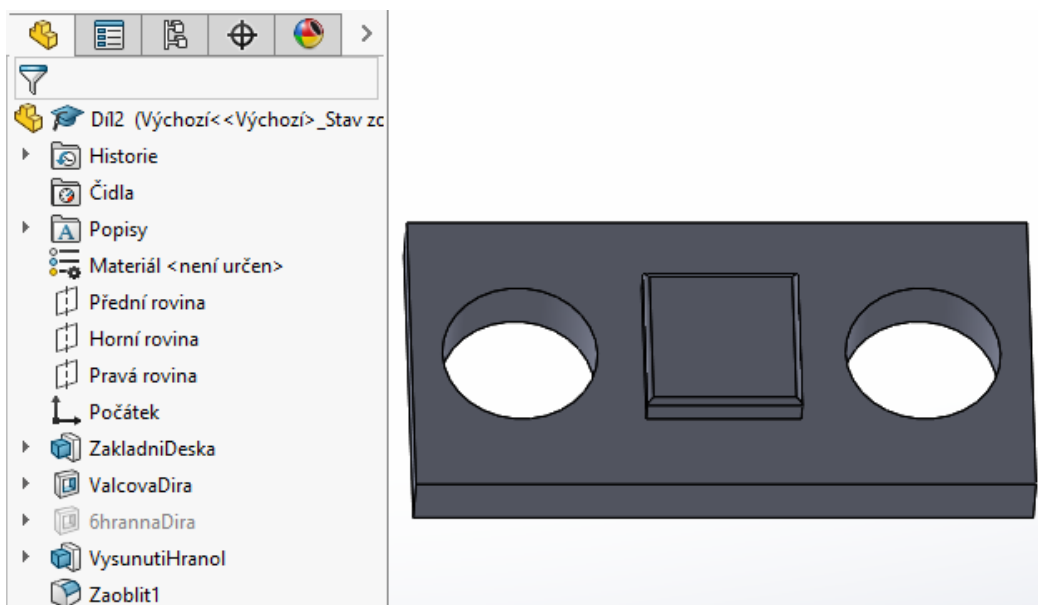
Tato funkce pracuje s potlačováním či uvolňováním jednotlivých prvků. Lze také měnit jednotlivé rozměry u skic i u prvků.

Potlačení prvků

Tato možnost způsobí potlačení zvolených prvků, ale také potlačení jejich potomků neboli prvků závislých na zvoleném prvku, jako jsou například rádius či zkosení.

Je dána výchozí součást (viz Obr. 78). Tuto součást tvoří obdelníkové vysunutí se dvěma válcovými děrami a zároveň čtvercové vysunutí. Další varianty pro ukázkou konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu jsou následující:

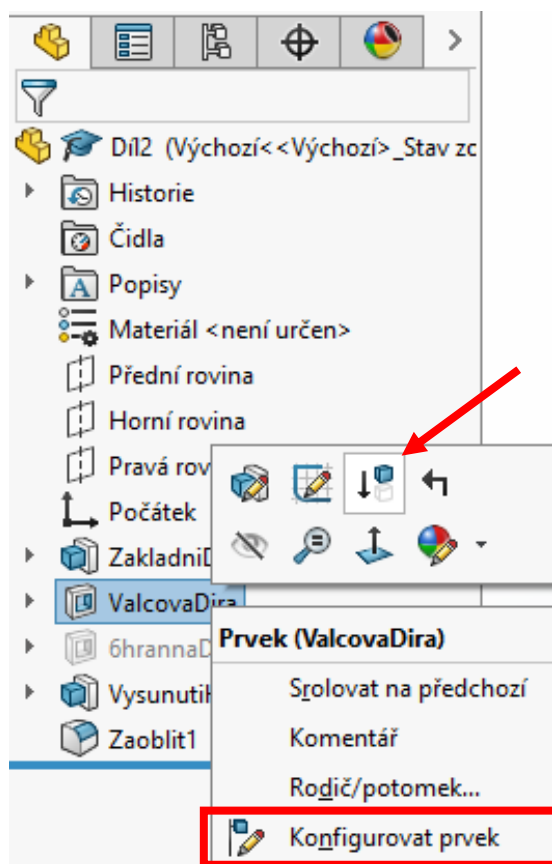
- **Výchozí** – válcové díry se čtvercovým vysunutím,
- **Jen hranol** – jen čtvercové vysunutí,
- **Jen Díry** – jen válcové díry,
- **6úhelníky + hranol** – šestiúhelníková vybrání se čtvercovým vysunutím.



Obr. 78 Výchozí součást

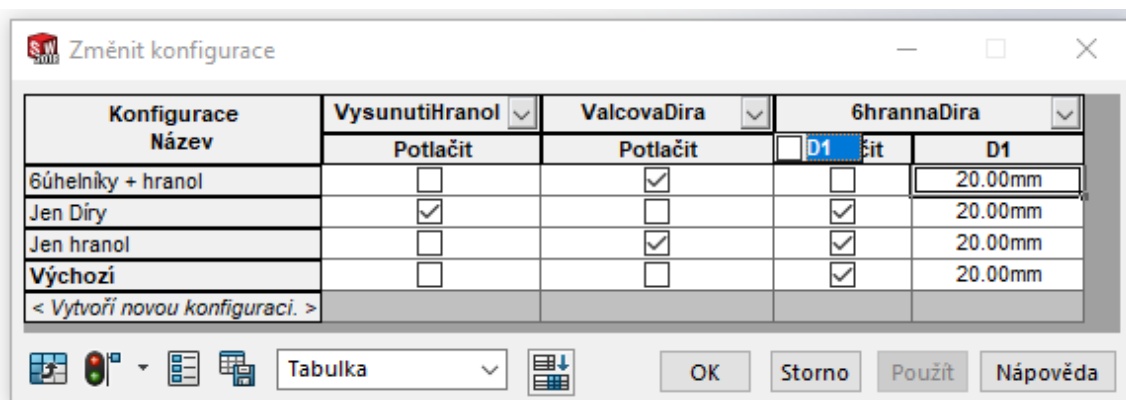
Při modelování šestiúhelníkových vybrání je potřeba *potlačit* prvek ValcovaDira (Obr. 79 - červená šipka). Tím dojde ke zneviditelnění tohoto prvku v grafickém okně, zároveň zšedne název potlačeného prvku v panelu FeatureManager.

Nyní je možné namodelovat šestiúhelníková vybrání. Poté co je prvek 6hrannaDira namodelován je tento prvek potlačen a uvolněn prvek ValcovaDira (viz Obr. 79).



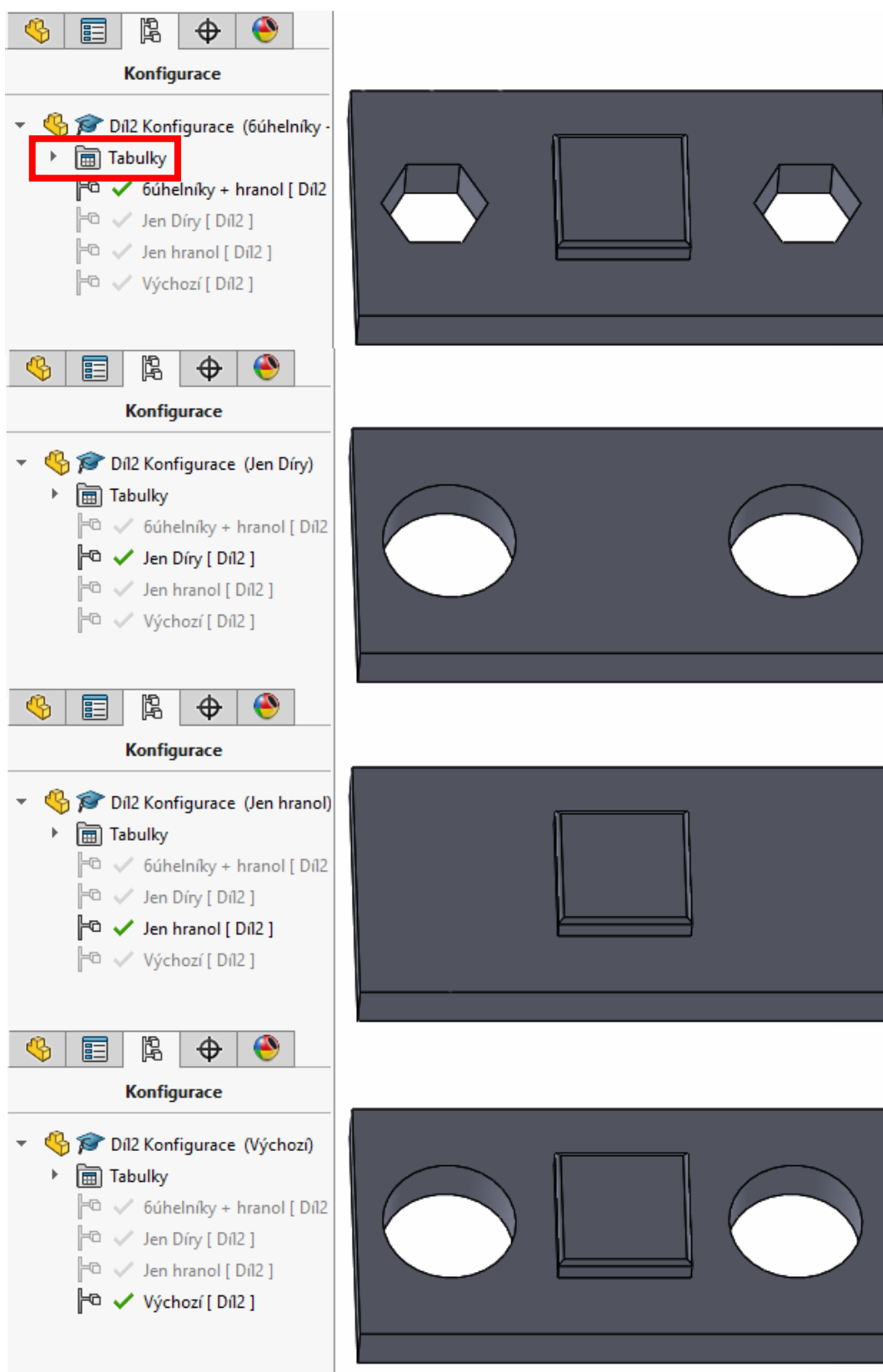
Obr. 79 Příkaz Konfigurovat prvek

Kliknutím pravým tl. myši ve stromě FeatureManager například na prvek VysunutiHranol se objeví možnost *Konfigurovat prvek* (Obr. 79 – červený obdelník). Zvolením této možnosti dojde ke zobrazení tabulky *Změnit konfigurace* (Obr. 80). Po kliknutí do kolonky *Vytvoří novou konfiguraci* lze zadat název nové konfigurace (např. Jen hranol, Jen Díry, 6úhelníky + hranol). Sloupce tabulky lze přidávat dvojklikem levého tl. myši na prvky, které budou v jednotlivých variantách potlačeny či uvolněny. Potlačit/uvolnit lze také jednotlivé skici. Rozevírací seznam u prvků či skic (šipka dolů, která se nachází v buňce názvu jednotlivých prvků) umožňuje do tabulky vložit kóty, které lze následně jednoduše měnit přepsáním jejich hodnot. Tabulku lze pojmenovat a uložit, aby bylo možné se k ní vrátit a případně ji dále upravovat.



Obr. 80 Tabulka Změnit konfigurace

Tabulka (Obr. 81 – červený obdelník) se poté objeví v záložce ConfigurationManager nad jednotlivými variantami, mezi nimi lze přepínat dvojklikem levého tl. myši.



Obr. 81 Přehled variant – Konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu

3.1.5 Možnosti parametrizace - Konfigurace konfiguračních tabulek

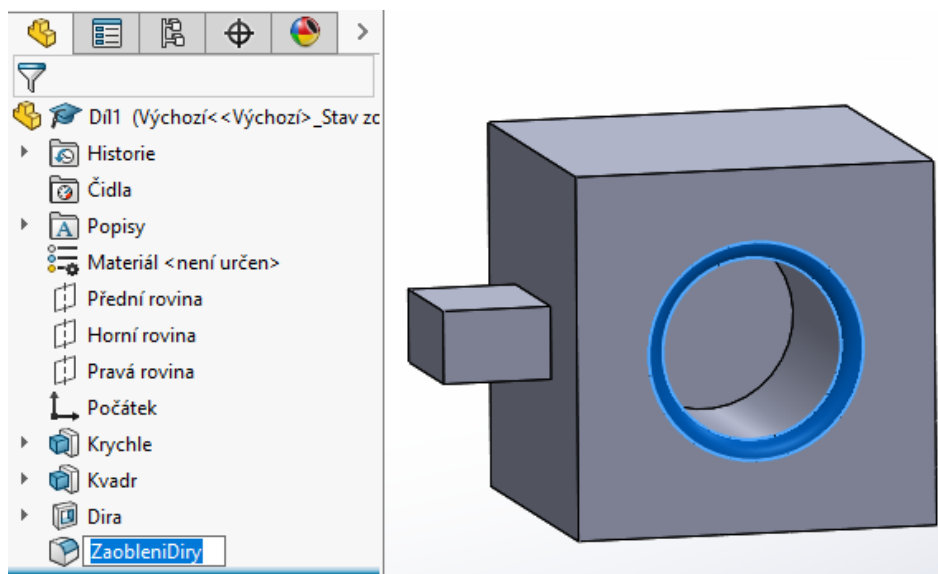
Tato možnost je nejuniverzálnějším řešením pro tvorbu více variant výrobku, jelikož používá tabulky softwaru Microsoft Excel, které lze snadno programovat. Tím je myšleno například vytváření seznamů, vkládání podmínek atd. Soubor softwaru Excel je tedy provázán s modelem softwaru SolidWorks.

Pro ilustraci postupu konfigurace konfiguračních tabulek byl vytvořen model (Obr. 82). Součást tvoří krychle o rozměrech 100 x 100 x 100 mm s hranolem, o velikosti 40 x 20 mm, vysunutým do vzdálenosti 30 mm. Dále se na součásti nachází válcová díra o průměru 50 mm a hloubce 60 mm. Vnější hrana válcové díry je zaoblena.

Přejmenování prvků

Pro tvorbu konfiguračních tabulek není potřeba prvky přejmenovávat, ovšem pokud se tak učiní, je práce s tabulkami mnohem přehlednější. Navíc pokud s modelem pracuje více uživatelů, značně to usnadní orientaci.

Pro přejmenování prvku se v záložce FeatureManager vybere prvek levým tl. myši. Prvek se modře podbarví. Po stisknutí klávesy F2 je možné prvek přejmenovat. Názvy nesmí obsahovat znak „@“.



Obr. 82 Model

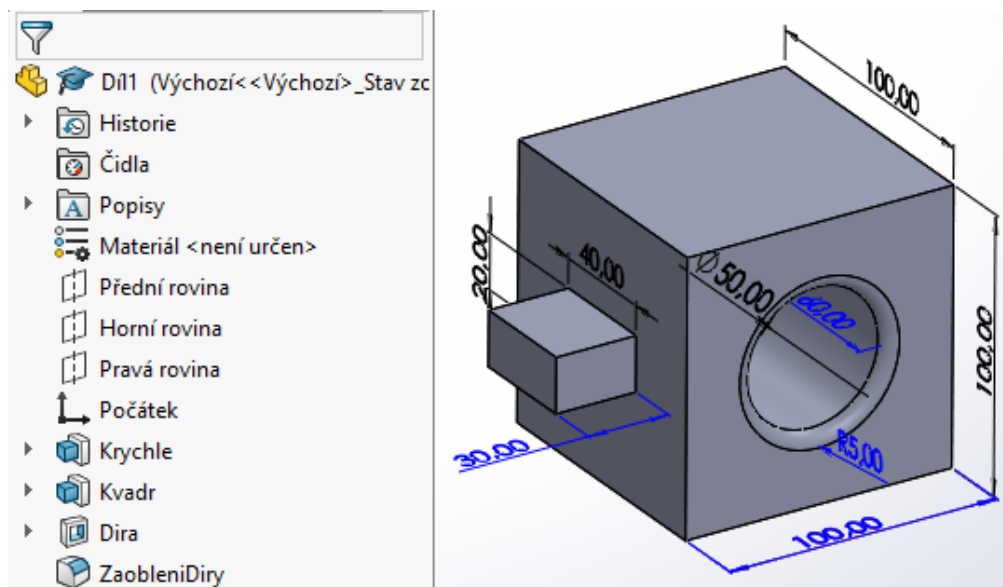
Lze také nastavit zadávání názvů jednotlivých prvků přímo po jejich vytvoření:

Nástroje > Možnosti > Možnosti systému > FeatureManager > Zadat název prvku při vytvoření.

Zobrazení kót

Pro pozdější přidání kót do tabulky softwaru Excel je dobré, aby byly kóty zobrazeny v grafické části softwaru SolidWorks. V záložce FeatureManager pravým tl. myši kliknutím na *Popisy > Zobrazit kóty prvků* dojde ke zobrazení kót přímo na modelu. Uchopením lze tyto kóty přemístit a zpřehlednit tak model. Kóty určující prvek (délka vysunutí, hloubka díry, rádius) jsou zbarveny modře (viz Obr. 83). Zbylé kóty jsou zbarveny černě. Pokud některé kóty nejsou viditelné, je potřeba stisknout *Obnovit* (ikona semaforu) a kóty se zobrazí.

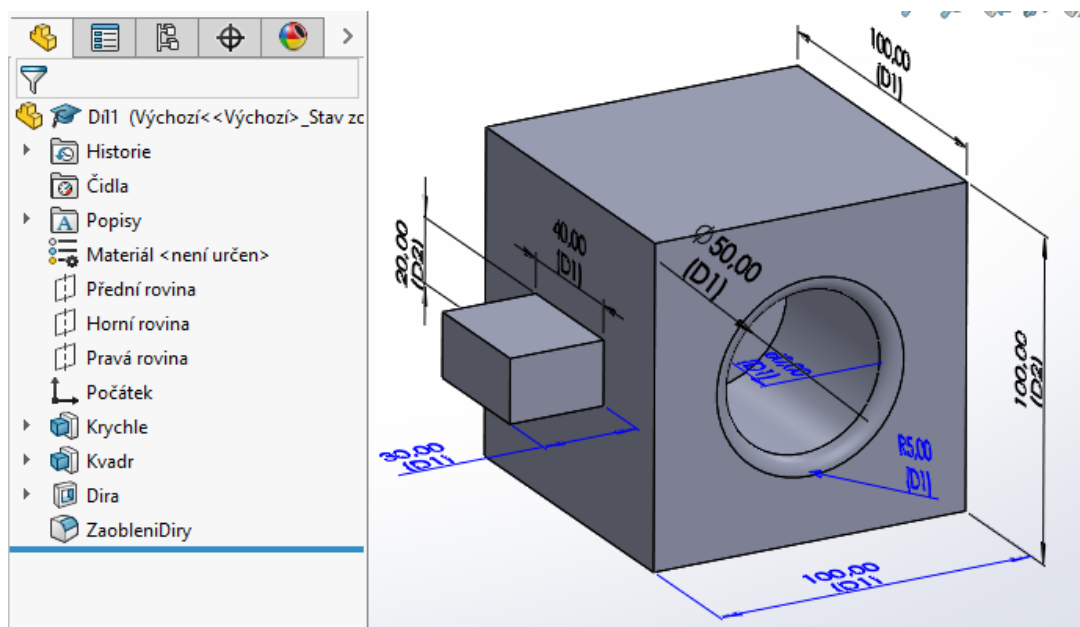
Jednotlivé kóty lze skrývat kliknutím pravým tl. myši a výběrem možnosti *Skrýt*. Nebo po kliknutí stejným tl. na jakýkoliv prvek, lze vybrat možnost *Skrýt všechny kóty*. Pokud je potřeba skryté kóty opět zobrazit, klikne se pravým tl. na prvek, jehož kóty jsou skryté, a vybere se možnost *Zobrazit všechny kóty* (Obr. 83).



Obr. 83 Zobrazení kót

Přejmenování kót

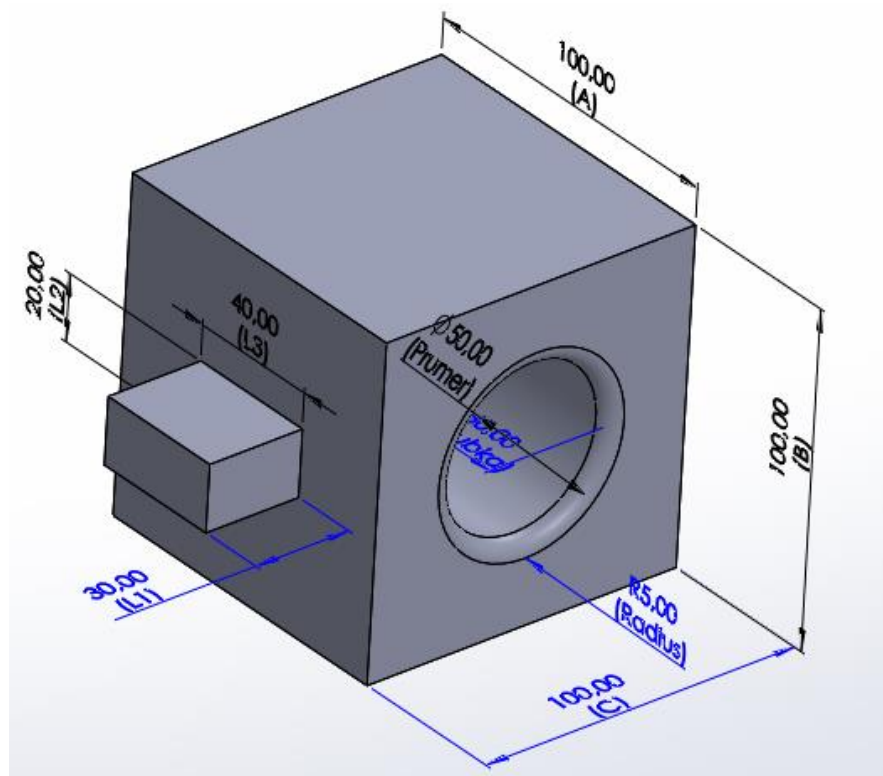
Po aplikaci postupu pro zobrazení kót jsou vidět pouze číselné hodnoty těchto kót. Pro zobrazení jejich názvů: *Zobrazit > Skrýt/Zobrazit > Názvy kót*. Tím se názvy kót zobrazí pod jejich hodnotami (Obr. 84).



Obr. 84 Zobrazení názvu kót

Pro konfigurační tabulky je vhodné tyto názvy měnit z důvodu zvýšení přehlednosti. Pro přejmenování kóty je nutné kliknout levým tl. myši na vynášecí čáru dané kóty. Pokud se klikne na hodnotu či název kóty, lze daný rozměr měnit, to je ovšem pro tento postup nežádoucí. Po kliknutí na vynášecí čáru se v záložce PropertyManager zobrazí možnosti dané kóty. V nabídce *Hlavní hodnota* je název kóty uveden ve tvaru: *Název kóty* + „@“ + *Název skici/prvku*, ke kterému kóta patří. Pokud se zadá jiný název, automaticky se přidá „@“ i *Název skici/prvku*. Po zadání nového názvu stisknout *zelené potvrzovací tl.*

Obr. 85 zobrazuje přejmenované kóty.



Obr. 85 Přejmenování kót

Pro ještě větší přehlednost je dobré nastavit zobrazené kóty v grafické ploše tak, aby se velikost textu přizpůsobovala při přibližování/oddalování modelu. Toho se docílí následovně: záložka *FeatureManager* > pravým tl. kliknout na *Popisy* > *Detaily* > tabulka *Vlastnosti popisu* > zrušit zaškrtnutí možnosti *Vždy zobrazit text ve stejné velikosti* > *Měřítko textu* nastavit na *1:1* > *OK*.

Nyní se kóty při přiblížení modelu zvětšují a při oddálení zmenšují.

Vložení konfigurační tabulky

Vše je připraveno pro vložení konfigurační tabulky. Toho docílíme kliknutím na *Vložit* > *Tabulky* > *Konfigurační tabulka*. Otevře se záložka *PropertyManager*, ve které jsou 3 položky:

- **Zdroj**
- **Kontrola úprav**
- **Možnosti.**

Položka *Kontrola úprav:*

- *Při úpravě modelu umožnit aktualizaci konfigurační tabulky – tato možnost umožní změnu konfigurační tabulky, pokud se změní model.*
- *Znemožnit úpravy modelu, které vyžadují aktualizaci konfigurační tabulky – tato možnost zamezí změně modelu, pokud by se změny měly projevit v konfigurační tabulce.*

Položka *Možnosti:*

Pokud uživatel v této sekci zruší zaškrtnutí možností *Nové parametry* a *Nové konfigurace*, zamezí tím aktualizaci konfigurační tabulky, pokud nastanou změny modelu.

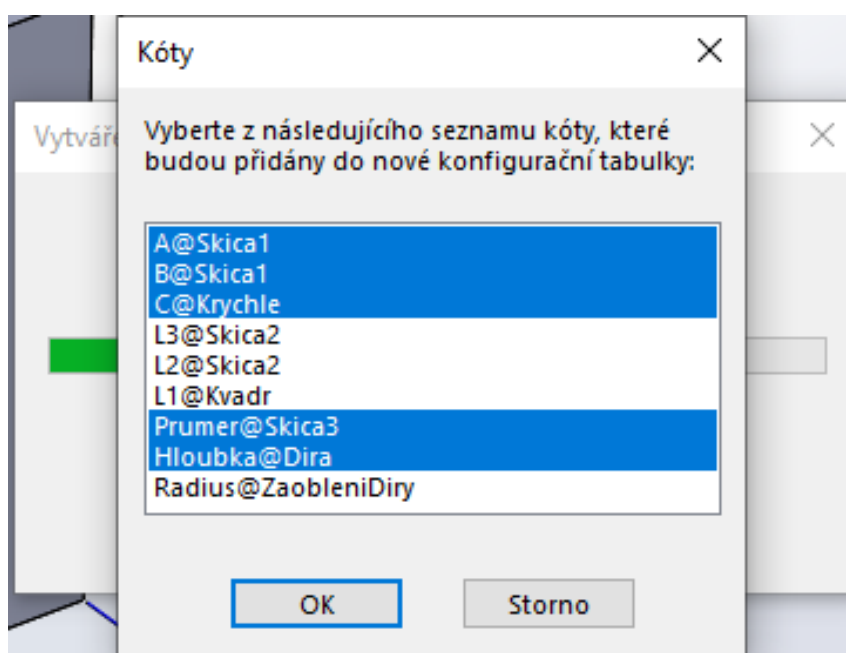
Položka *Zdroj:*

Zde je na výběr ze tří možností:

- *Vynechat místo,*
- *Vytvořit automaticky,*
- *Ze souboru.*

Vytvořit automaticky

Výběrem možnosti *Vytvořit automaticky* dojde k zobrazení okna *Kóty* (Obr. 86), kde uživatel vybere kóty, které se automaticky vloží do konfigurační tabulky. Pro výběr více kót je nutné držet klávesu Ctrl a levým tl. myši klikat na jednotlivé kóty.



Obr. 86 Okno *Kóty* a výběr kót

Následně je vytvořena tabulka softwaru Excel (Obr. 87), která obsahuje vybrané kóty (2. řádek) a pod nimi jsou jejich rozměry (3. řádek). V buňce A3 je název výchozí varianty.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Konfigurační tabulka pro: Díl1						
2		A@Skica1	B@Skica1	C@Krychle	Prumer@Skica3	Hloubka@Dira	
3	Výchozí	100	100	100	50	60	
4							
5							
6							

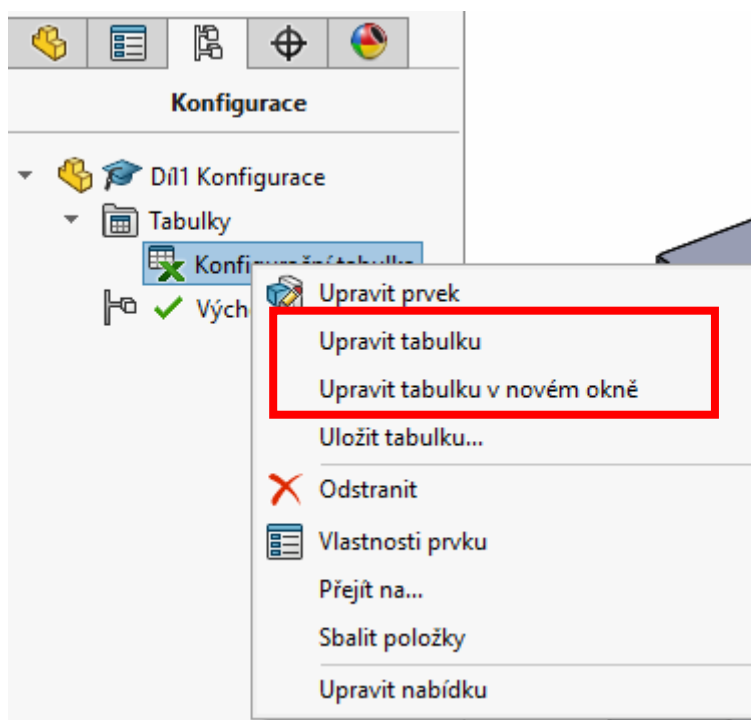
Obr. 87 Tabulka v softwaru Excel

Ze souboru

Možnost *Ze souboru* umožňuje vložit již vytvořený soubor softwaru Excel. Pomocí tl. *Procházet...* lze tento soubor vyhledat a následně vložit.

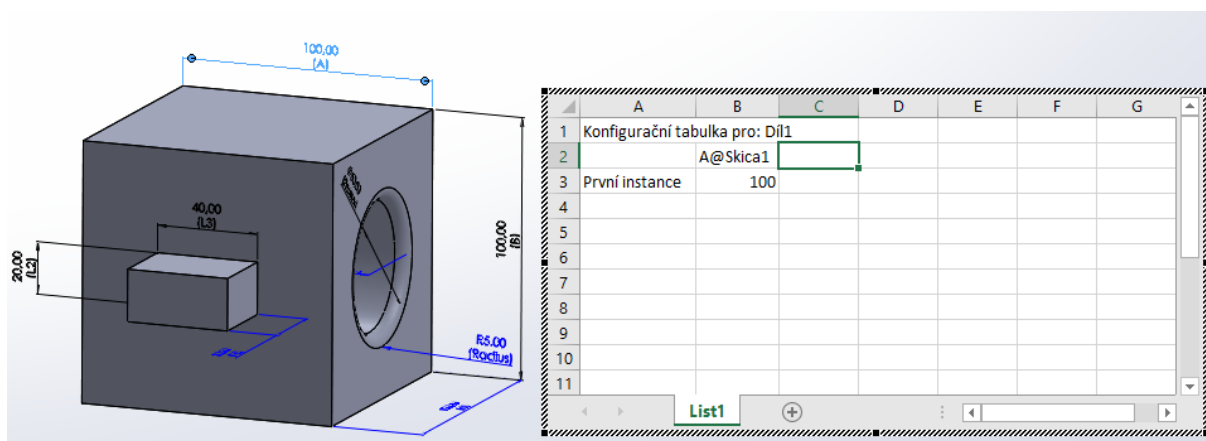
Vynechat místo

Možnost *Vynechat místo* vytvoří prázdnou tabulku v Excelu. Pokud uživatel cíleně nebo omylem klikne kamkoliv mimo tabulku, tabulka se zavře. Tabulku lze opět otevřít v záložce *ConfigurationManager* > rozevřít seznam *Tabulky* > pravým tl. vybrat *Konfigurační tabulka* > *Upravit tabulku*, případně *Upravit tabulku v novém okně* (Obr. 88 – červený obdelník).



Obr. 88 Úprava konfigurační tabulky

Po otevření tabulky (Obr. 89) si lze všimnout, že v prvním řádku tabulky je předvyplněn název součásti, v tomto případě Díl1. Aktivní je buňka B2. Pokud uživatel klikne na některou z kót modelu v grafické části, název této kóty se zobrazí v buňce B2 a do buňky B3 se vypíše hodnota této kóty. Následně se zaktivuje buňka C2. Tímto způsobem uživatel vybere kóty, které chce měnit pomocí konfigurační tabulky. Řídící řádky jsou tedy řádky číslo 2 a 3. Je možné přidat nové řádky nad tyto řádky, případně nové sloupce před sloupec A. V těchto případech dojde k posunutí řídicích řádků. To znamená, přidáním 2 řádků nad, dojde k posunutí řídicích řádků do řádků 4 a 5. Buňka A3 je nazvána První instance.



Obr. 89 Konfigurační tabulka

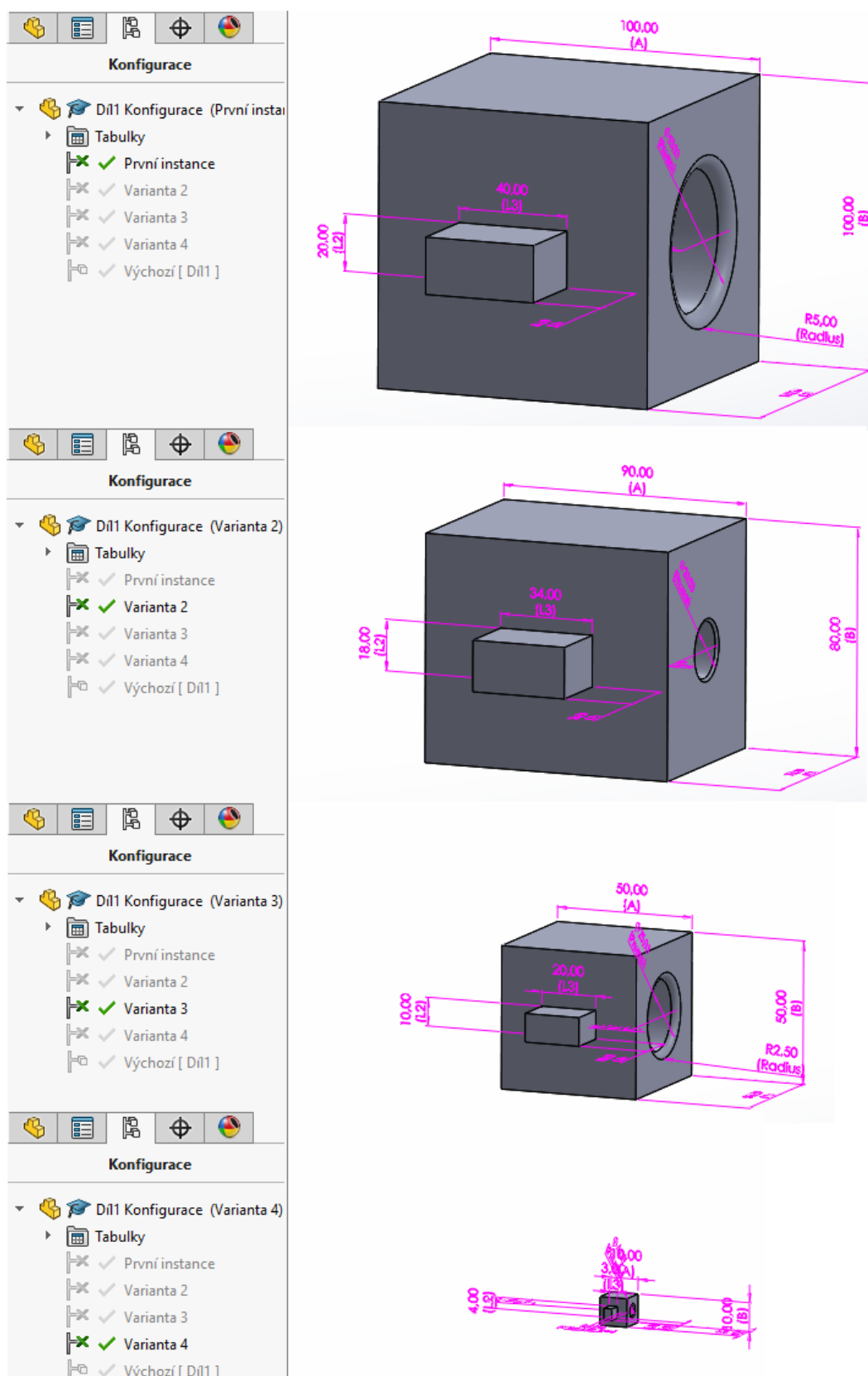
Obr. 90 znázorňuje vyplnění konfigurační tabulky pro celkem 4 různé varianty namodelované součásti. Buňky A3 až A6 představují názvy variant. Za každým názvem jsou vepsány rozměry pro jednotlivé kóty. Například pro První instanci je rozměr A 100 mm, pro Variantu 2 je rozměr A 90 mm.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Konfigurační tabulka pro: Díl1										
2		A@Skica1	B@Skica1	C@Krychle	L1@Kvadr	L2@Skica2	L3@Skica2	Prumer@Skica3	Hloubka@Dira	Radius@ZaobleniDiry	
3	První instance	100	100	100	30	20	40	50	60	5	
4	Varianta 2	90	80	70	25	18	34	20	10	1	
5	Varianta 3	50	50	50	15	10	20	25	30	2,5	
6	Varianta 4	10	10	10	5	4	3	4	2	0,5	
7											
8											
9											
10											

Obr. 90 Vyplnění konfigurační tabulky

Kliknutím mimo tabulku dojde k uložení tabulky a ke zobrazení hlášky o vytvoření nových konfigurací.

V záložce ConfigurationManager je nyní možné jednotlivé varianty aktivovat a tím dojde k jejich zobrazení v grafické ploše (viz Obr. 91).



Obr. 91 Přehled variant – Konfigurace konfiguračních tabulek

3.1.6 Možnosti parametrizace - Rovnice a globální proměnné

Rovnice se používají, pokud jsou jednotlivé kóty mezi sebou provázány pomocí matematických vztahů. Globální proměnné lze použít při zadávání obecných hodnot sdílených v celém modelu.

Postup, jak pracovat s rovnicemi a proměnnými je demonstrován na kvádru o rozměrech 50 x 100 x 150 mm:

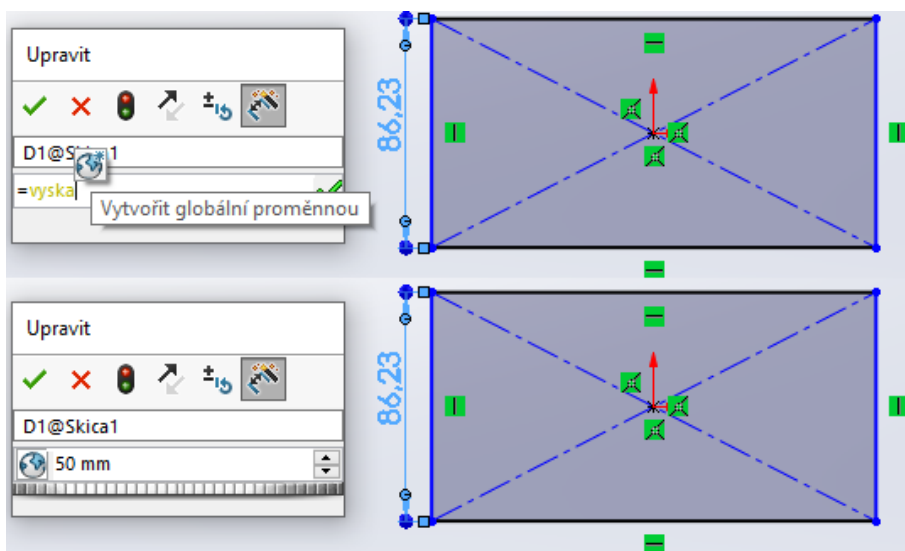
globální proměnná: vyska = 50 mm

rovnice: sirka = 2 * vyska = 100 mm

rovnice: hloubka = 3 * vyska = 150 mm.

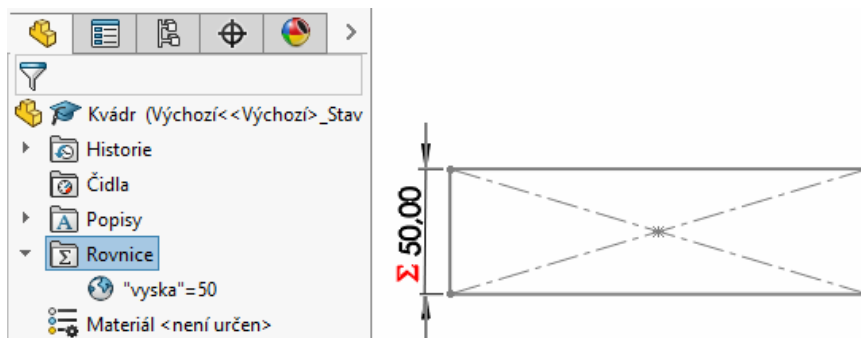
Nastavení rovnic a globálních proměnných u skic:

Nový díl > Přidat vysunutím > výběr skicovací roviny > načrtnutí geometrie (v tomto případě obdelník) > příkaz *Inteligentní kóta* (zakótování výšky) > v tabulce *Upravit* (Obr. 92) přepsat hodnotu kóty následovně: „=“ + „název proměnné“ > *Vytvořit globální proměnnou* (ikona glóbusu, která se objeví nad názvem proměnné) > po kliknutí na glóbus se objeví rozměr kóty > přepsat na požadovaný rozměr (v tomto případě 50 mm) > potvrdit *zeleným potvrzovacím tl.*



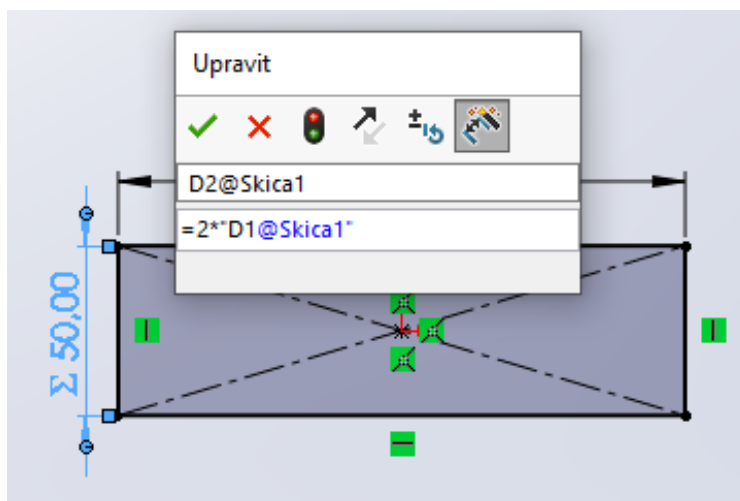
Obr. 92 Vytvoření globální proměnné

Před kótami, které jsou označeny jako globální proměnné, se v grafickém okně objeví symbol „Σ“ (viz Obr. 93). Zároveň v záložce *FeatureManager* lze rozkliknout složku *Rovnice* a jsou zde vypsaný všechny použité globální proměnné.



Obr. 93 Globální proměnné

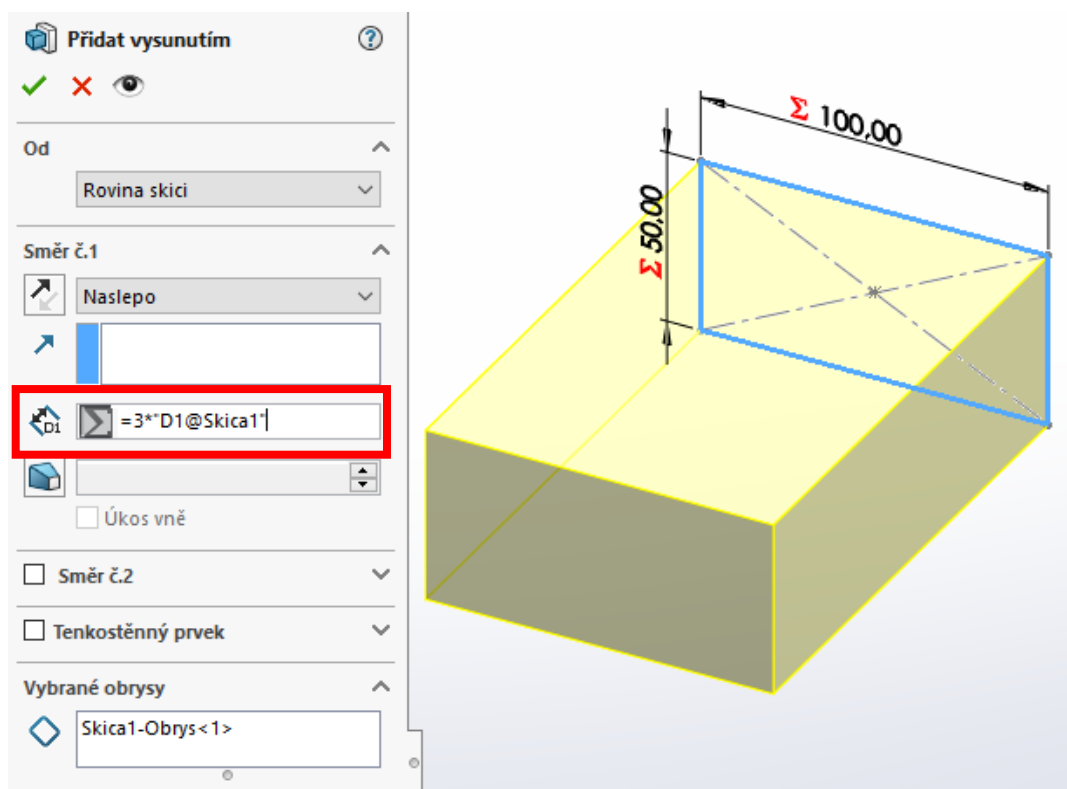
Šířka kvádrů je zakótována také pomocí příkazu *Inteligentní kóta*. Je-li délka strany dvakrát delší než výška, je nutné přepsat hodnotu kóty v tabulce Upravit (Obr. 94) následovně: „=“ + „rovnice“. Rovnici lze zapsat takto: „2“ + „*“ + *kliknutí levým tl. myši na kótu šířka* (dojde k jejímu přidání do rovnice). Výsledná rovnice vypadá následovně: „=2*D1@Skica1“. Nakonec vše potvrdit *zeleným potvrzovacím tl.*



Obr. 94 Vložení rovnice do tabulky Upravit

Nastavení rovnic a globálních proměnných u prvků:

Logika při úpravě prvků je stejná jako při úpravě skic. Liší se jen umístěním okének (Obr. 95 – červený obdélník), pro zadávání rovnic. Nejen globální proměnné, ale i kóty, zadané pomocí rovnice, mají před číselnou hodnotou symbol „Σ“.





Obr. 95 Rovnice a globální proměnné u prvků

Správa rovnic a globálních proměnných

Všechny rovnice a globální proměnné se nacházejí v tabulce *Rovnice, globální proměnné a kóty* (Obr. 96). Tuto tabulku lze otevřít posloupností následujících příkazů:

panel FeatureManager > pravým tl. myši na složku *Rovnice* > *Spravovat rovnice...*

Rovnice, globální proměnné a kóty			
 <input type="text" value="Filtrovat všechna pole"/> 			
	Název	Hodnota / rovnice	Výsledek
	<input type="checkbox"/> Globální proměnné		
	"vyska"	= 50	50
	<i>Přidat globální proměnnou</i>		
	<input type="checkbox"/> Prvky		
	<i>Přidat potlačení prvku</i>		
	<input type="checkbox"/> Kóty		
	D1@Skica1	= "vyska"	50mm
	D2@Skica1	= 2 * "D1@Skica1"	100mm
	D1@Přidat vysunutím1	= 3 * "D1@Skica1"	150mm

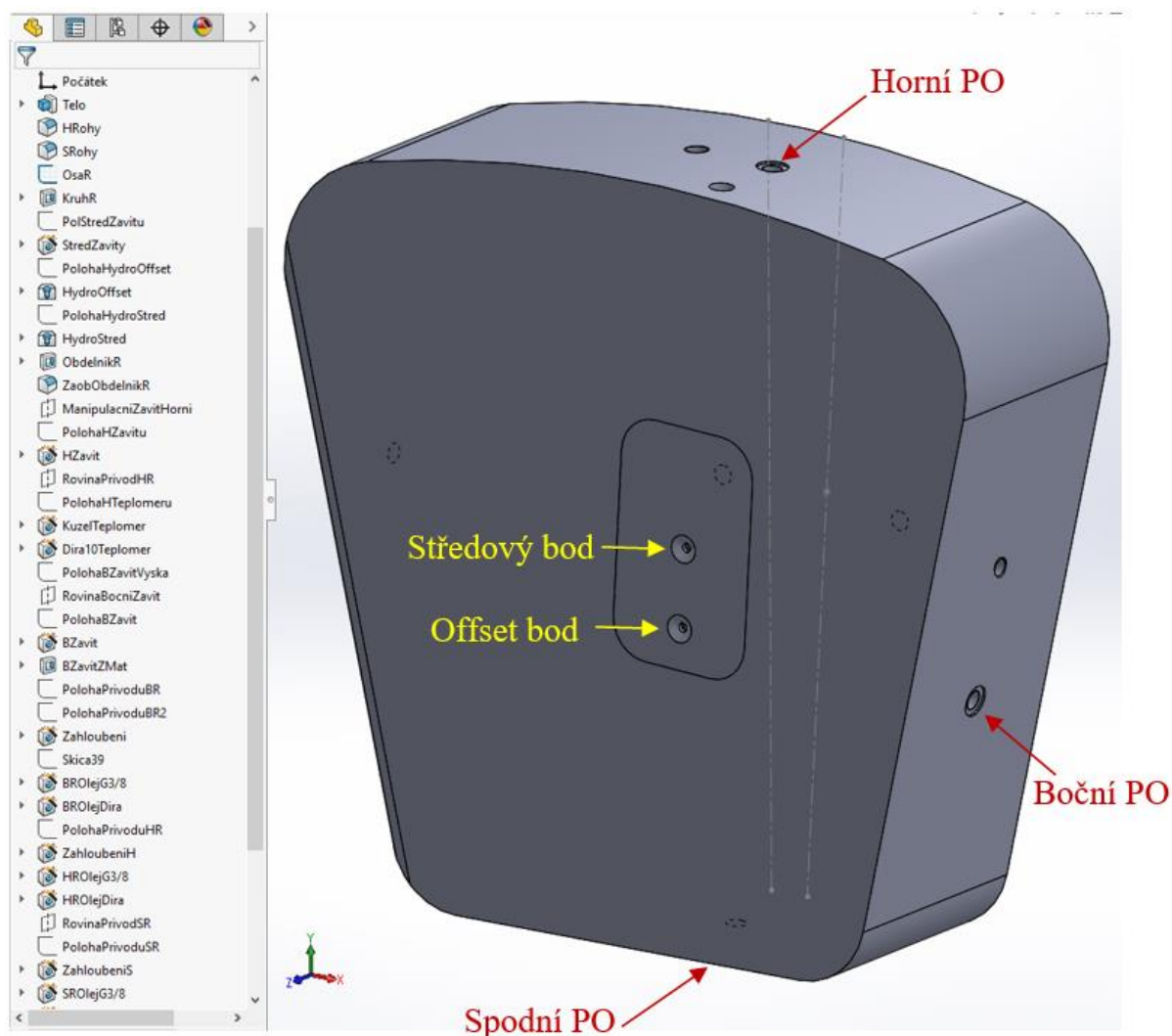
Obr. 96 Tabulka *Rovnice, globální proměnné a kóty*

3.2 Konstrukční řešení

Pro parametrizaci typového představitele v softwaru SolidWorks byla použita Konfigurace konfiguračních tabulek (viz kapitola 3.1.5), díky které lze uplatnit programování tabulek v softwaru Excel. Na základě analýzy možností parametrizace a povaze dané problematiky je Konfigurace konfiguračních tabulek nejvhodnější možností, neboť segmenty mohou mít mnoho konstrukčních podob i mnoho rozměrových podob. Z toho důvodu je výhodné tyto možnosti definovat pomocí softwaru Excel.

Nejprve bylo nutné veškeré varianty jednotlivých konstrukčních prvků vymodelovat do jednoho souboru softwaru SolidWorks. To bylo nutné udělat z důvodu ovladatelnosti modelu pomocí tabulky softwaru Excel. Došlo také k přejmenování prvků, pro snazší orientaci. Následně byly veškeré kóty vepsány do řídicích řádků souboru Excel.

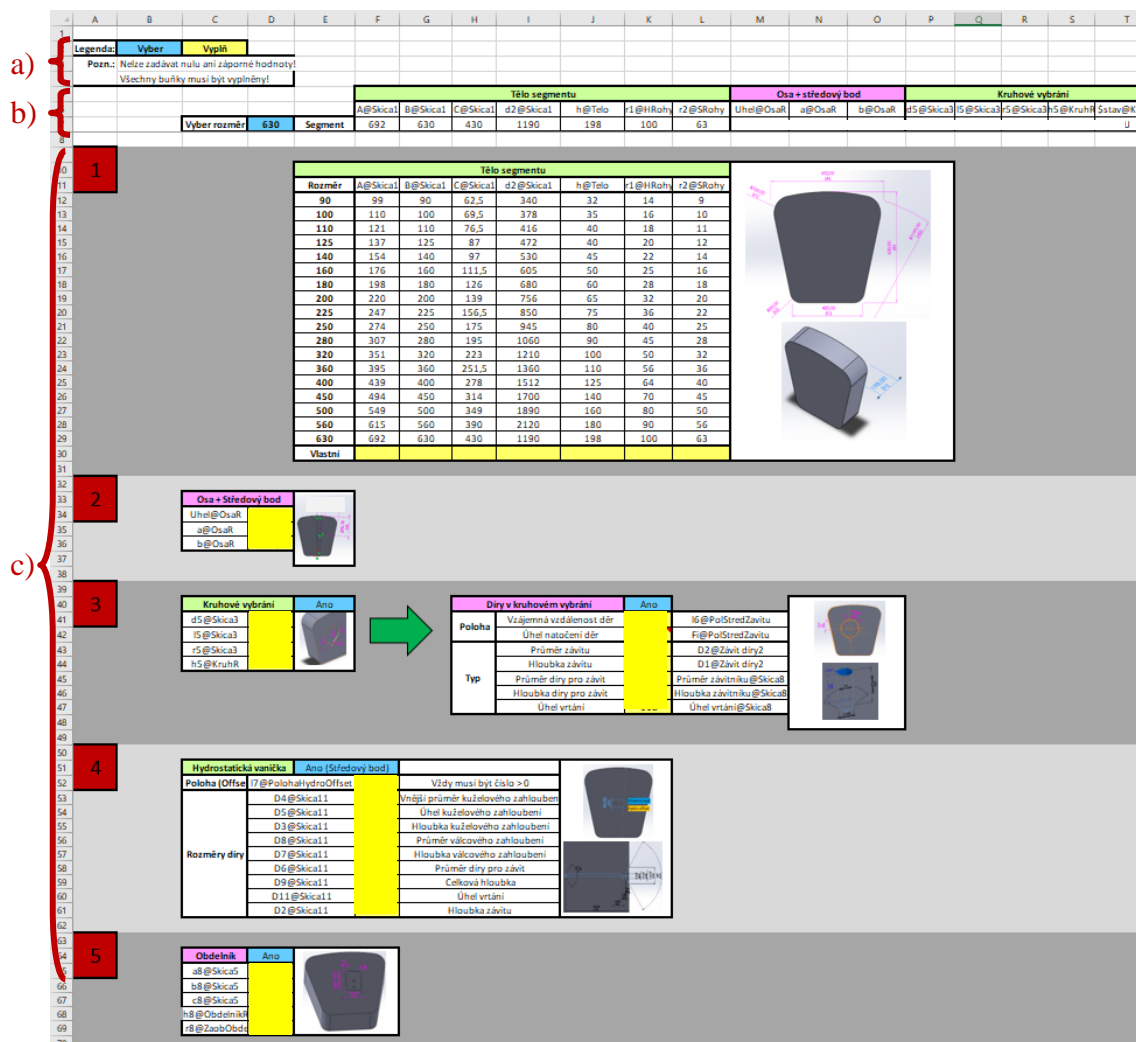
Na Obr. 97 lze vidět část záložky FeatureManager (vlevo), ve které se nacházejí jednotlivé konstrukční prvky. V grafické ploše jsou znázorněny vymodelované všechny varianty pro Hydrostatickou vaničku, tedy Středový bod a Offset. A varianty pro přívod oleje, tedy horní, spodní, boční.



Obr. 97 Přehled variant segmentu

3.2.1 Práce s tabulkou softwaru Excel

V softwaru Excel byla vytvořena konfigurační tabulka (Obr. 98), ze které se jednotlivé hodnoty kót načítají do modelu, tak jak je uživatel vyplní. Model se po uložení a zavření tabulky automaticky přepočítá.



Obr. 98 Uživatelské rozhraní v softwaru Excel

Tabulku tvoří legenda (Obr. 98 a)) v levém horním rohu (řádek č. 2), kde se uživatel dozví, které buňky je potřeba vyplnit, a ve kterých buňkách je potřeba vybrat mezi jednotlivými variantami. 3. a 4. řádek slouží pro poznámky.

2	Legenda:	Vyber	Vyplň
3	Pozn.: Nelze zadávat nulu ani záporné hodnoty!		
4	Všechny buňky musí být vyplněny!		

Obr. 99 Legenda a poznámky

Dále tabulku tvoří řídicí řádky (Obr. 98 b)), kterými jsou řádky č. 6 a 7. Tyto řádky jsou provázány s modelem. Co se týče rozměrů, jejich hodnoty obsahuje řádek č.7 a jejich názvy řádek č.6. Řídicí řádek č.7 je nastaven tak, že se do něho automaticky přepisují hodnoty z tabulek 1-10. Toho je docíleno pomocí rovnosti buněk, funkce Když a funkce Svyhledat.

V řádku č.6 a č.7 tak uživatel nesmí nic přepisovat, případně měnit. Pouze v buňce D7 vybere požadovanou variantu.

Jak lze vidět na Obr. 100, v tomto případě má kóta d5@Skica3 rozměr 220. Do řádku č.6 byl zadáván text v následujících tvarech:

- **Název kóty@Název skicy** – do řádku č.7 se zobrazí číselná hodnota.
- **Název kóty@Název prvku** – do řádku č.7 se zobrazí číselná hodnota.
- **\$stav@Název prvku** – do řádku č.7 se zobrazí U/P tzn. prvek tedy bude v modelu Uvolněn/Potlačen.

Kruhové vybrání					
6. řádek	d5@Skica3	l5@Skica3	r5@Skica3	h5@KruhR	\$stav@KruhR
7. řádek	220	150,5	15,5	21	U

Obr. 100 Formulace řídicích řádků

Pro snazší orientaci v tabulce byly řádky 1-7 ukotveny pomocí příkazu Ukotvit příčky. To znamená, že tyto řádky jsou neustále viditelné.

Další část tvoří tabulky 1-10 (Obr. 98 c)), které slouží pro přehlednější tvorbu modelu a jednodušší přepisování jednotlivých kót. Ke každé tabulce byly přiřazeny obrázky, na kterých jsou znázorněny kóty, které se v dané tabulce mohou měnit. Obrázky si uživatel může zvětšit, aby lépe rozlišil jednotlivé kóty.

Poslední částí jsou pomocné tabulky pro rozevírací seznamy.

3.2.2 Postup

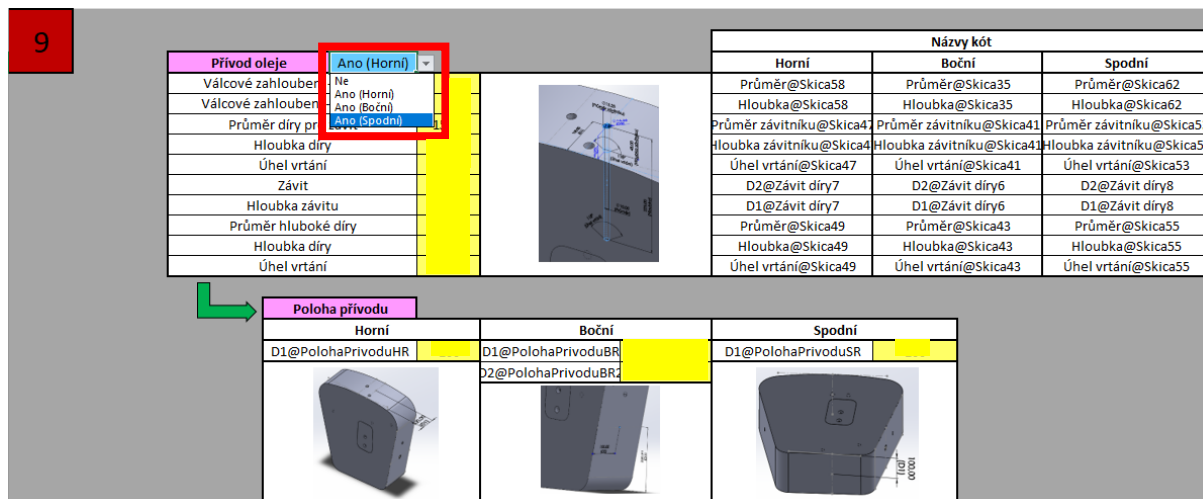
Nejprve uživatel vybere rozměr segmentu z rozevíracího seznamu v buňce D7 (Obr. 101 – červený obdélník). Některé rozměry jsou již předem vyplněny v tabulce 1, která se týká Těla segmentu. Pokud se v Tabulce 1 – Tělo segmentu nenachází požadovaný rozměr, byla přidána možnost Vlastní. Následně je možné dopsat požadované rozměry do žlutě podbarvených buněk v Tabulce 1.

		Tělo segmentu						Osa + středový bod				
Vyber rozměr		A@Skica1	B@Skica1	C@Skica1	d2@Skica1	h@Telo	r1@HRohy	r2@SRohy	Uhel@OsaR	a@OsaR	b@OsaR	d5@Skica3
320	630	692	630	430	1190	198	100	63				
360												
400												
450												
500												
560												
630												
Vlastní												

		Tělo segmentu					
rozměr	A@Skica1	B@Skica1	C@Skica1	d2@Skica1	h@Telo	r1@HRohy	r2@SRohy
90	99	90	62,5	340	32	14	9
100	110	100	69,5	378	35	16	10
110	121	110	76,5	416	40	18	11
125	137	125	87	472	40	20	12
140	154	140	97	530	45	22	14
160	176	160	111,5	605	50	25	16
180	198	180	126	680	60	28	18
200	220	200	139	756	65	32	20
225	247	225	156,5	850	75	36	22
250	274	250	175	945	80	40	25
280	307	280	195	1060	90	45	28
320	351	320	223	1210	100	50	32
360	395	360	251,5	1360	110	56	36
400	439	400	278	1512	125	64	40
450	494	450	314	1700	140	70	45
500	549	500	349	1890	160	80	50
560	615	560	390	2120	180	90	56
630	692	630	430	1190	198	100	63
Vlastní							

Obr. 101 Výběr rozměru segmentu

V tabulkách 2-10 lze nastavit kóty pro jednotlivé konstrukční prvky. U některých tabulek se objevují rozevírací seznamy. Zvolením možnosti Ano dochází k uvolnění daného prvku naopak vybráním možnosti Ne k potlačení prvku. U některých seznamů je na výběr z více variant pro možnost Ano (viz Obr. 102 – červený obdelník), a to Horní, Boční, Spodní.



Obr. 102 Více variant možnosti Ano

Nakonec je potřeba soubor uložit a zavřít. Poté se model automaticky aktualizuje.

3.2.3 Přehled tabulek souboru Excel

Tabulka 1

Na Obr. 103 lze vidět tabulku vytvořenou v souboru Excel. Tabulka je z části předvyplněna pro několik segmentových rozměrů. Byl vytvořen řádek pro možnost přidat nové (Vlastní) rozměry.

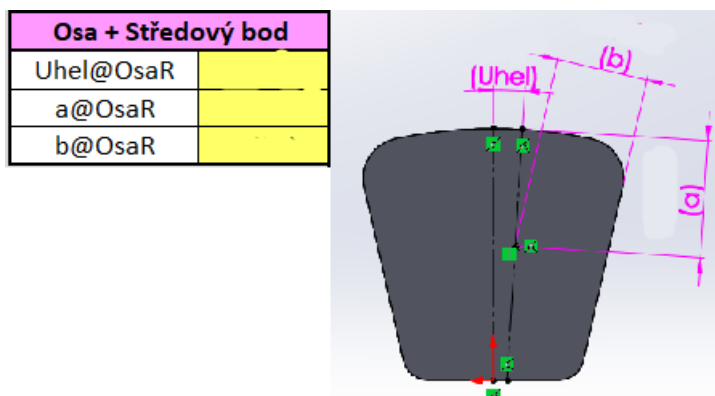
Tělo segmentu							
Rozměr	A@Skica1	B@Skica1	C@Skica1	d2@Skica1	h@Telo	r1@HRohy	r2@SRohy
90	99	90	62,5	340	32	14	9
100	110	100	69,5	378	35	16	10
110	121	110	76,5	416	40	18	11
125	137	125	87	472	40	20	12
140	154	140	97	530	45	22	14
160	176	160	111,5	605	50	25	16
180	198	180	126	680	60	28	18
200	220	200	139	756	65	32	20
225	247	225	156,5	850	75	36	22
250	274	250	175	945	80	40	25
280	307	280	195	1060	90	45	28
320	351	320	223	1210	100	50	32
360	395	360	251,5	1360	110	56	36
400	439	400	278	1512	125	64	40
450	494	450	314	1700	140	70	45
500	549	500	349	1890	160	80	50
560	615	560	390	2120	180	90	56
630	692	630	430	1190	198	100	63
Vlastní							

Obr. 103 Tabulka 1

Jak již bylo naznačeno v kapitole 2.4.1, tělo segmentu je tvořeno rozměry A, B, C, d2, tloušťkou h a rohovými rádiusy r1 a r2.

Tabulka 2

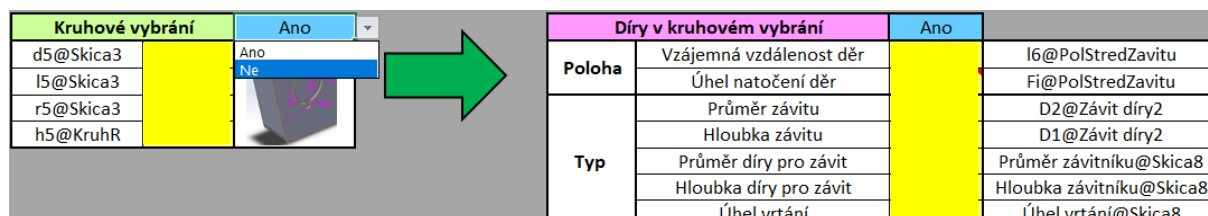
Tabulka 2 (Obr. 104) se týká pomocné osy a Středového bodu. Je možné přepsat hodnotu úhlu pomocné osy od osy symetrie a také kóty, které určují polohu Středového bodu. Není ovšem možné zadat zápornou hodnotu úhlu ani rozměrů.



Obr. 104 Tabulka 2 a jednotlivé kóty

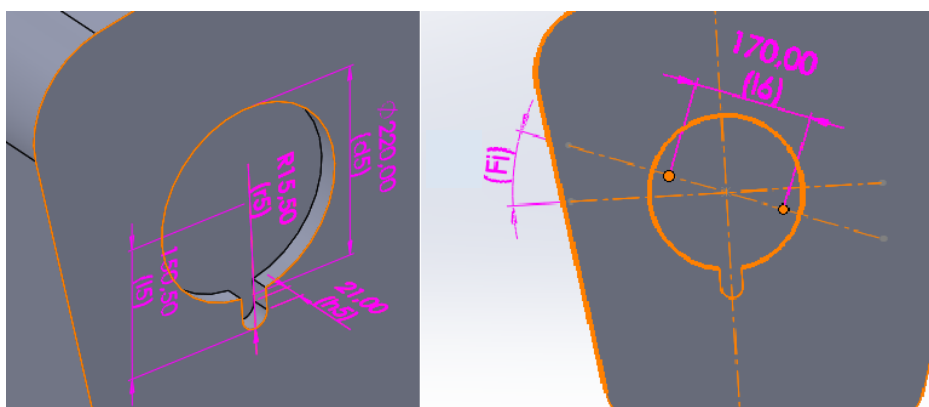
Tabulka 3

Tato tabulka (Obr. 105) se týká Kruhového vybrání a děr v tomto vybrání. V tomto případě má uživatel možnost potlačit prvek Kruhové vybrání a zároveň i prvek Díry v kruhovém vybrání tím, že vybere možnost Ne (modře podbarvené na Obr. 105). V případě, že chce uživatel zadat „nulové“ natočení děr, musí zadat úhel 180°. Důvodem je nemožnost zadávat nulu do tabulek.

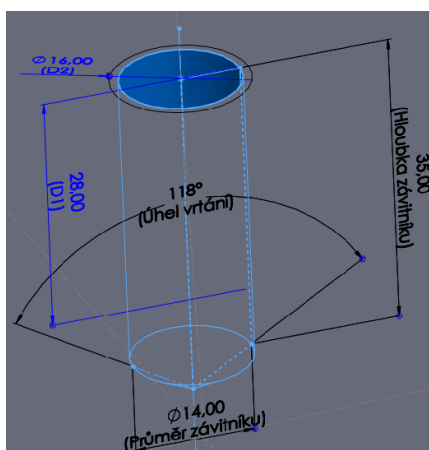


Obr. 105 Tabulka 3

Na Obr. 106 a Obr. 107 jsou znázorněny jednotlivé kóty, které lze přepisovat.



Obr. 106 Kruhové vybrání a díry

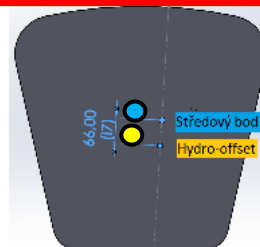
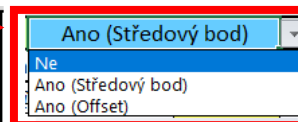


Obr. 107 Díry v Kruhovém vybrání

Tabulka 4

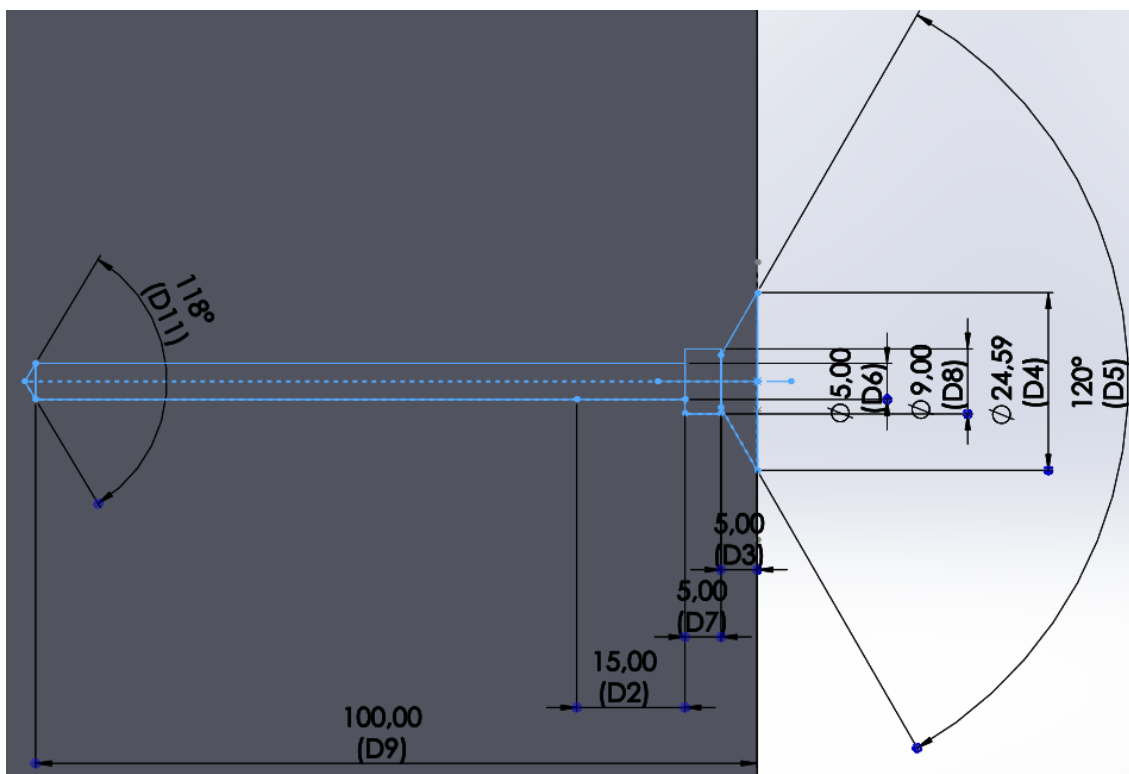
Na Obr. 108 je zobrazena tabulka, která se týká Hydrostatické vaničky. První řádek tabulky se vyplňuje pro možnost *Ano (Offset)*, kdy se zadává vzdálenost Offsetového bodu (žlutý bod) od bodu Středového (modrý bod). Je ovšem důležité tuto položku vyplnit jakýmkoliv číslem vyšším než 0 i v případě výběru možnosti *Ano (Středový bod)*.

Hydrostatická vanička	Ano (Středový bod)	
Poloha (Offset)	I7@PolohaHydroOffset	Vždy musí být číslo > 0
Rozměry díry	D4@Skica11	Vnější průměr kuželového zahloubení
	D5@Skica11	Úhel kuželového zahloubení
	D3@Skica11	Hloubka kuželového zahloubení
	D8@Skica11	Průměr válcového zahloubení
	D7@Skica11	Hloubka válcového zahloubení
	D6@Skica11	Průměr díry pro závit
	D9@Skica11	Celková hloubka
	D11@Skica11	Úhel vrtání
D2@Skica11	Hloubka závitů	



Obr. 108 Tabulka 4

Na Obr. 109 jsou znázorněny kóty Hydrostatické vaničky, které se přepisují v Tabulce 4.

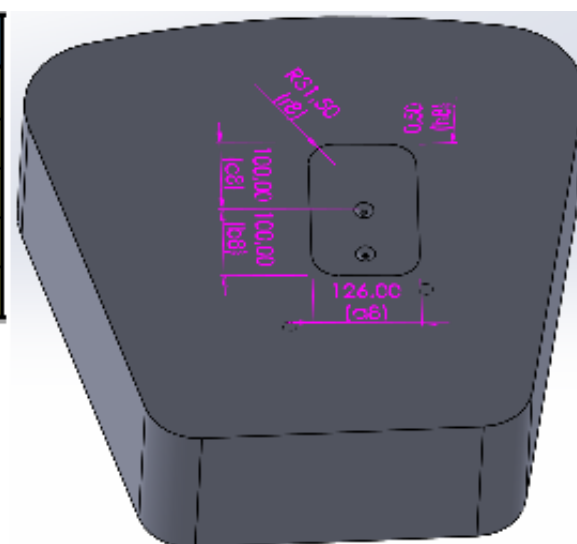


Obr. 109 Kóty hydrostatické vaničky

Tabulka 5

Tato tabulka (Obr. 110) se týká prvku Obdelník. Uživatel má na výběr mezi možnostmi *Ano* a *Ne*, respektive uvolnit či potlačit prvek Obdelník.

Obdelník	Ano
a8@Skica5	
b8@Skica5	
c8@Skica5	
h8@ObdelnikR	
r8@ZaobObdel	



Obr. 110 Tabulka 5

Tabulka 6

Tabulka 6 (Obr. 111) se týká horního manipulačního závitu. Je zde opět na výběr mezi možnostmi *Ano* a *Ne* (uvolnit či potlačit).

Horní středový manipulační závit	Ano	
I9@PolohaHZavitu		Poloha od okraje
Průměr závitníku@Skica18		Průměr díry pro závit
Hloubka závitníku@Skica18		Hloubka díry pro závit
Úhel vrtání@Skica18		Úhel vrtání
D2@Závit díry3		Průměr závitu
D1@Závit díry3		Hloubka závitu

Obr. 111 Tabulka 6 a kóty prvku Manipulační závit

Tabulka 7

Obr. 112 znázorňuje tabulku, která ovládá kóty prvku Teploměr. Položka Průměr díry není žlutě podbarvena, tudíž jí uživatel nevyplňuje. Automaticky se do ní kopíruje hodnota z položky Vnitřní průměr kuželového zahl. Zbylé kóty je možné přepisovat. A i zde je možnost prvek teploměr potlačit.

Teploměr	Ano	
H@PolohaHTeplomeru		Poloha od okraje
Vnější průměr@Skica21		Vnější průměr kuželového zahl.
Vnitřní průměr@Skica21		Vnitřní průměr kuželového zahl.
Hloubka@Skica21		Hloubka kuželového zahl.
Průměr díry@Skica25		Průměr díry
L@Skica25		Hloubka díry
Úhel vrtání@Skica25		Úhel vrtání

Obr. 112 Tabulka 7 a kóty prvku Teploměr

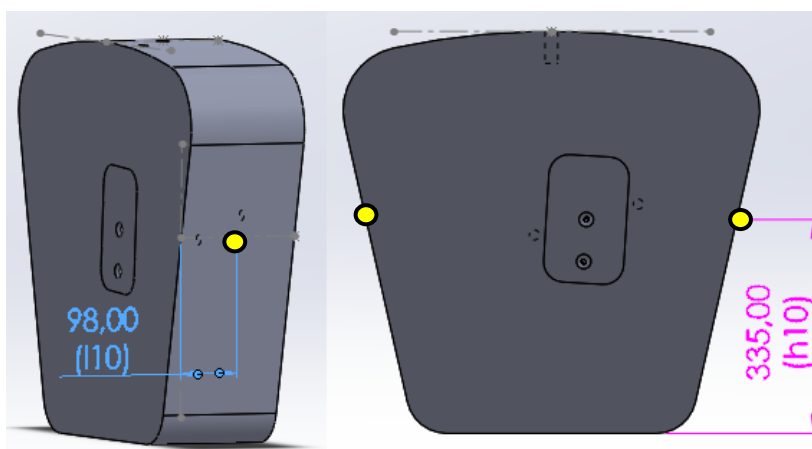
Tabulka 8

Tato tabulka (Obr. 113) ovládá pravou i levou boční závitovou díru. Výběrem možnosti *Ne* dojde k potlačení obou těchto děr.

Boční závitové díry	Ano	
h10@PolohaBZavitVyska		Poloha - výška
l10@PolohaBZavit		Poloha - od okraje
Průměr závitníku@Skica29		Průměr díry pro závit
Hloubka závitníku@Skica29		Hloubka díry pro závit
Úhel vrtání@Skica29		Úhel vrtání
D2@Závit díry10		Průměr závitu
D1@Závit díry10		Hloubka závitu

Obr. 113 Tabulka 8 a kóty prvku Boční závitové díry

Polohu děr určují položky Poloha – výška a Poloha – od okraje, které jsou znázorněny na Obr. 114.



Obr. 114 Poloha bočních závitových děr

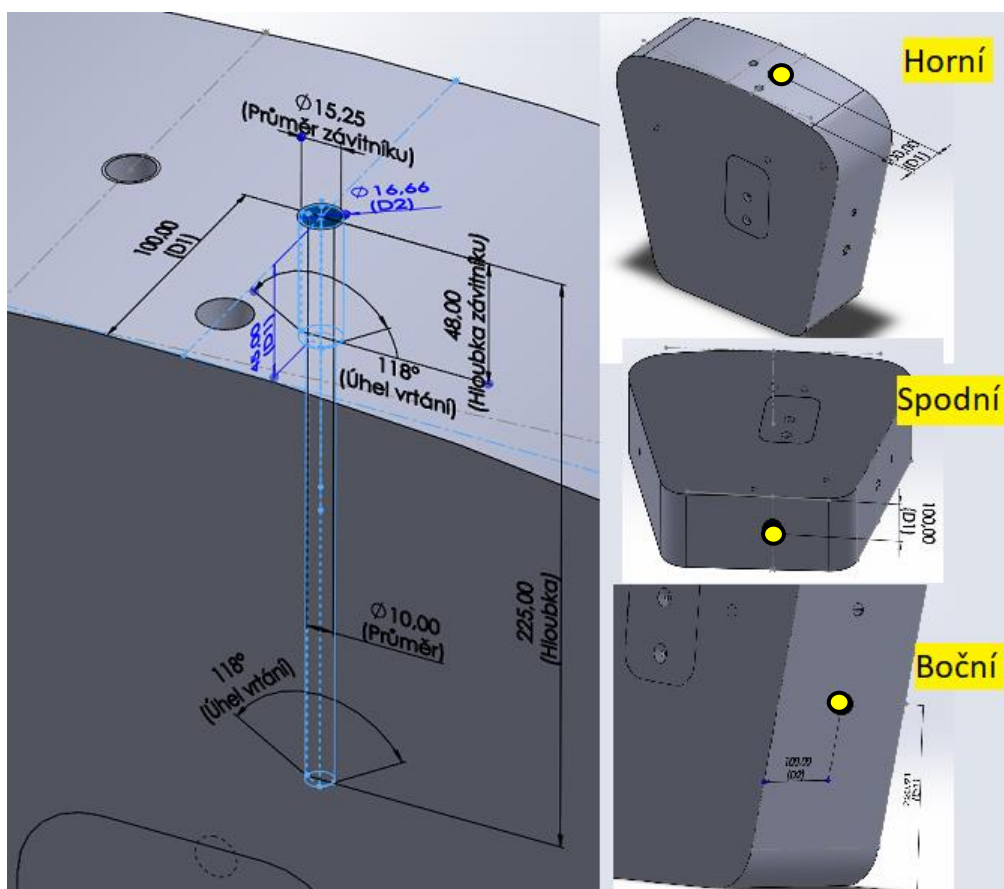
Tabulka 9

Tabulka 9 (Obr. 115) se týká Přívodu oleje, který může být horní, boční nebo spodní. Uživatel tak může zvolit preferovanou variantu (červený obdélník). Poté je nutné dle typu Přívodu oleje vyplnit polohu. Ta se vyplňuje v tabulce Poloha přívodu (modrý obdélník).

Přívod oleje	Ano (Horní)	Názvy kót		
		Horní	Boční	Spodní
Válcové zahlobení - průměr		Průměr@Skica58	Průměr@Skica35	Průměr@Skica62
Válcové zahlobení - hloubka		Hloubka@Skica58	Hloubka@Skica35	Hloubka@Skica62
Průměr díry pro závit		Průměr závitníku@Skica47	Průměr závitníku@Skica41	Průměr závitníku@Skica53
Hloubka díry		Hloubka závitníku@Skica47	Hloubka závitníku@Skica41	Hloubka závitníku@Skica53
Úhel vrtání		Úhel vrtání@Skica47	Úhel vrtání@Skica41	Úhel vrtání@Skica53
Závit		D2@Závit díry7	D2@Závit díry6	D2@Závit díry8
Hloubka závitu		D1@Závit díry7	D1@Závit díry6	D1@Závit díry8
Průměr hluboké díry		Průměr@Skica49	Průměr@Skica43	Průměr@Skica55
Hloubka díry		Hloubka@Skica49	Hloubka@Skica43	Hloubka@Skica55
Úhel vrtání		Úhel vrtání@Skica49	Úhel vrtání@Skica43	Úhel vrtání@Skica55
Poloha přívodu				
		Horní	Boční	Spodní
Ano (Horní)		D1@PolohaPrivoduHR	D1@PolohaPrivoduBR	D1@PolohaPrivoduSR
Ano (Boční)			D2@PolohaPrivoduBR2	
Ano (Spodní)				

Obr. 115 Tabulka 9

Na Obr. 116 jsou znázorněny kóty prvku Přívod oleje a polohy jednotlivých typů.

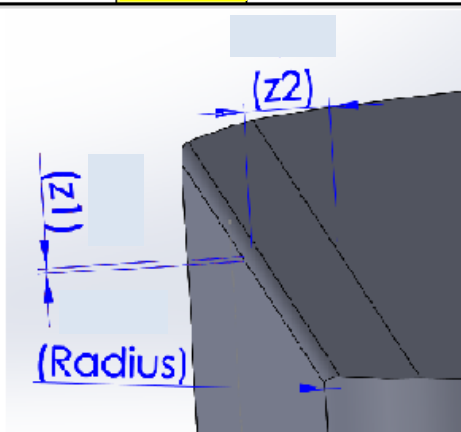


Obr. 116 Kóty prvku Přívod oleje

Tabulka 10

Poslední tabulka (Obr. 117) ovládá kóty Náběhové hrany pro olej. I zde jsou možnosti *Ano*, *Ne*.

Náběhová hrana pro olej		Ano
Zkosení		z1@NabehHrZkoseni z2@NabehHrZkoseni
Zaoblení		Radius@NabehHrZaob



Obr. 117 Tabulka10 a jednotlivé kóty prvku Náběhová hrana pro olej

3.2.4 Problémy při modelování

Osa

Problém:

Pomocná osa, od které se odvíjí velké množství prvků, nemohla být vymodelována uvnitř některého z prvků. Důvodem byla nefunkčnost konfigurací při potlačení prvku, který tuto osu obsahoval. Došlo k potlačení osy, tím pádem další prvky, které se na osu odkazovaly, osu nenašly. To znemožnilo jejich vytvoření.

Řešení:

Vymodelování osy do samostatné skici (viz OsaR na Obr. 118).



Obr. 118 Pomocná osa jako samostatná skica

Středové závity

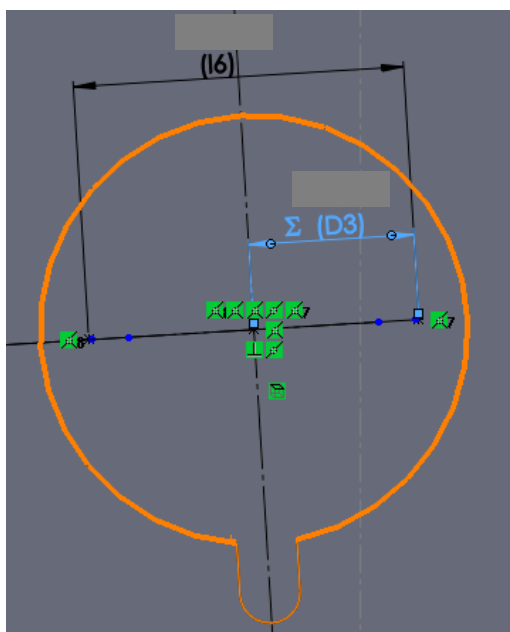
Na výkresech jsou většinou středové závity kótovány jejich vzájemnou vzdáleností.

Problém:

Nedařilo se body zakótovat pomocí funkce Symetrie.

Řešení:

Využití možnosti parametrizace pomocí Rovnic, kdy vzdálenost od středového bodu je právě polovina rozteče těchto bodů. V Excelu tedy stačí změnit hodnotu rozteče (Na Obr. 119 kóta 16) a kóta D3 se z ní automaticky vypočítá.



Obr. 119 Využití parametrizace pomocí Rovnic

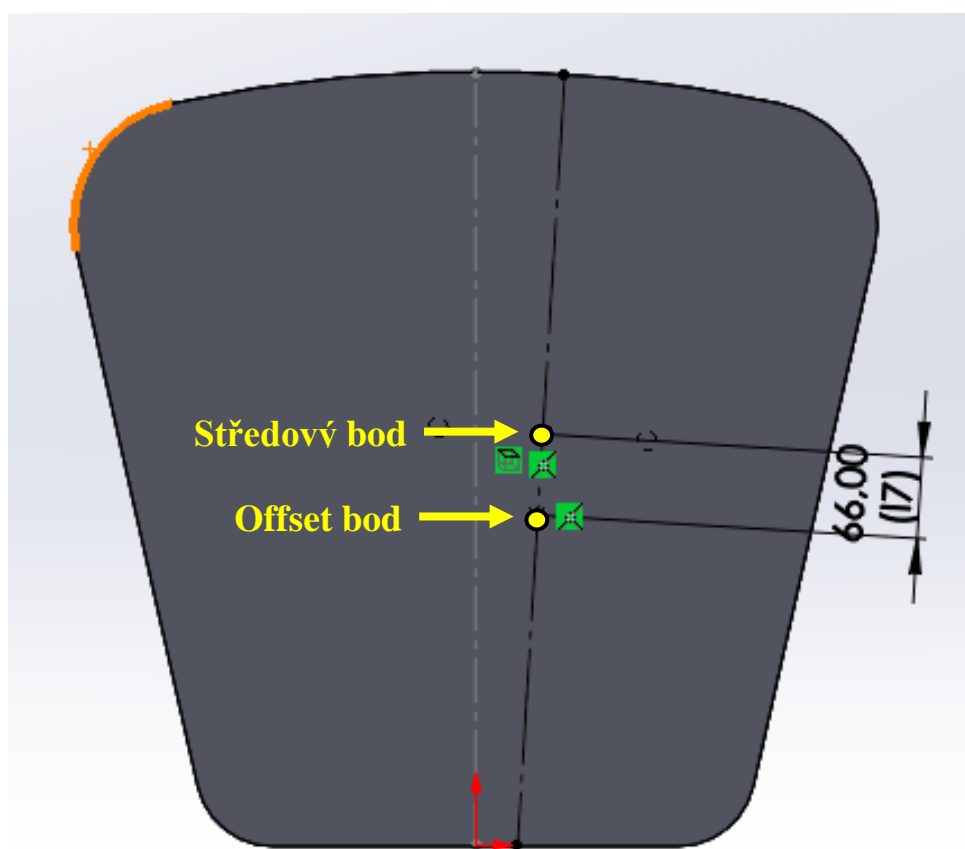
Hydrostatická vanička

Problém:

Záměrem bylo vymodelovat pouze jednu Hydrostatickou vaničku, která by se dala zakótovat vůči promítnutému Středovému bodu. Při zadávání hodnot do tabulky v Excelu bylo zjištěno, že nelze zadávat hodnotu 0 (Hydrostatická vanička přímo v promítnutém bodě) a hodnoty záporné (Hydrostatická vanička posunuta nahoru od promítnutého středového bodu).

Řešení:

Vytvoření možností Hydrostatická vanička – Středový bod a Offset (Obr. 120). Pokud by uživatel chtěl Hydrostatickou vaničku posunutou nahoru od promítnutého Středového bodu, musel by se přidat další zakóvaný bod směrem nahoru od zmíněného promítnutého Středového bodu.



Obr. 120 Varianty Hydrostatické vaničky

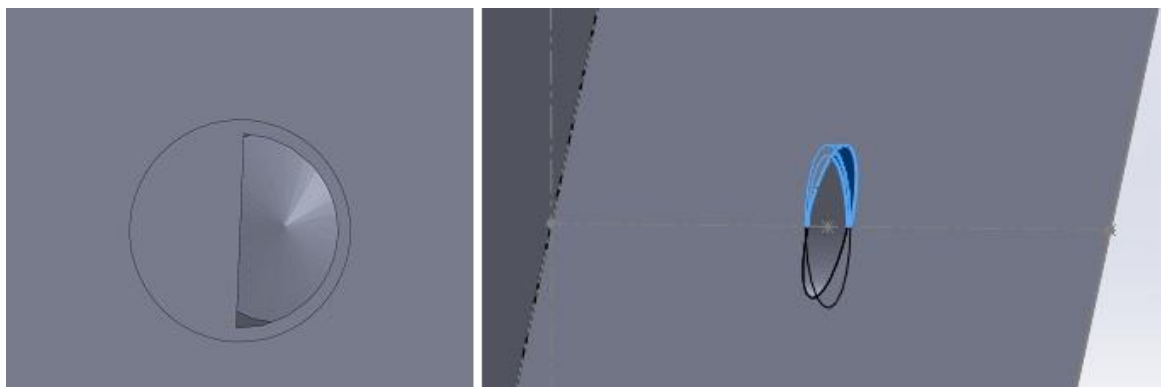
Boční závité díry

Problém:

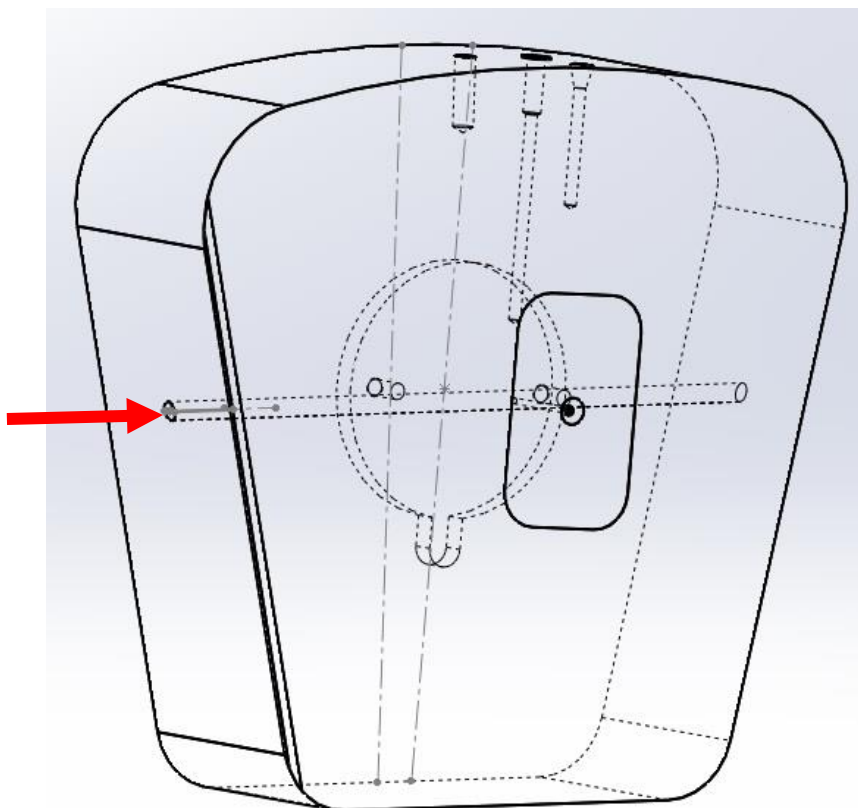
Cílem bylo vytvořit pravý Boční závit a ten poté zrcadlit rovinou symetrie i na levou stranu segmentu. Vzhledem k tomu, že u prvku Závitová díra zůstával zbytkový materiál (viz Obr. 121 vlevo), musel být přidán prvek (BZavitZMat), který tento zbývající materiál odebíral (viz Obr. 121 vpravo). Při zrcadlení se u levé boční závité díry materiál neodebral jako u pravé. Došlo k odebrání materiálu skrz celý segment až na pravou stranu (Obr. 122 – červená šipka).

Řešení:

Došlo k vymodelování každé boční závité díry odděleně, tedy bez zrcadlení. V souboru Excel se poté v Tabulce 8 přepisují hodnoty kót pro obě závité díry.



Obr. 121 Zbývající materiál u děr a přidání prvku BZavitZMat



Obr. 122 Chybné odebrání materiálu skrz celý segment

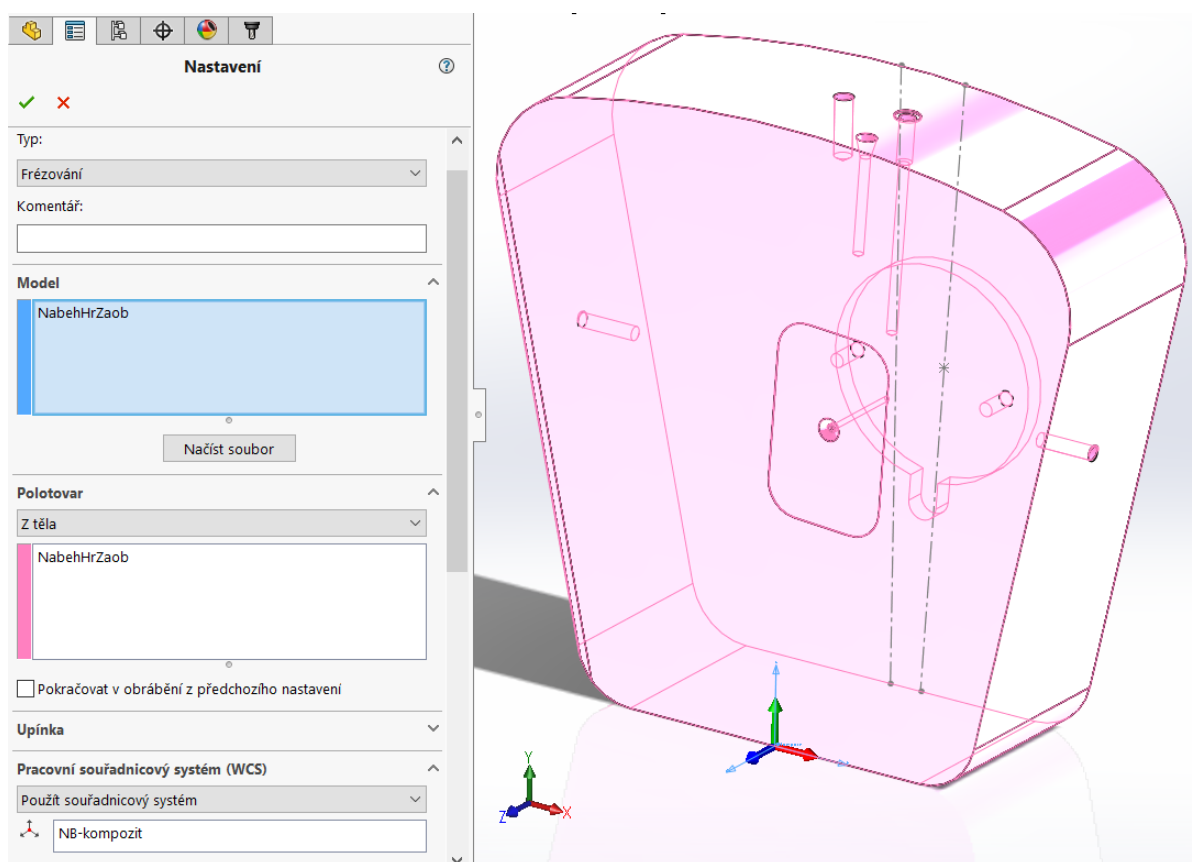
3.3 Technologické řešení

3.3.1 Tvorba obráběcího programu v HSM Works

Po zvolení požadované varianty segmentu v tabulce softwaru Excel, následném vygenerování modelu a po přepnutí do záložky CAMManager je vždy důležité zmáčknout tlačítko Obnovit (semafor). Dojde tak k přepočítání drah nástrojů.

1. Upnutí

Nejprve došlo k vytvoření Nového projektu, který je nazván 1. Upnutí. Jedná se o frézovací případně vrtací akce, tudíž u všech projektů (upnutí) je zvolen Typ: Frézování. Jako model byl zvolen celý segment a polotovár je tvořen z těla tohoto segmentu. Bylo potřeba v konstrukční části přidat souřadný systém, který byl pojmenován NB-kompozit. Orientaci souřadného systému lze vidět na Obr. 123.

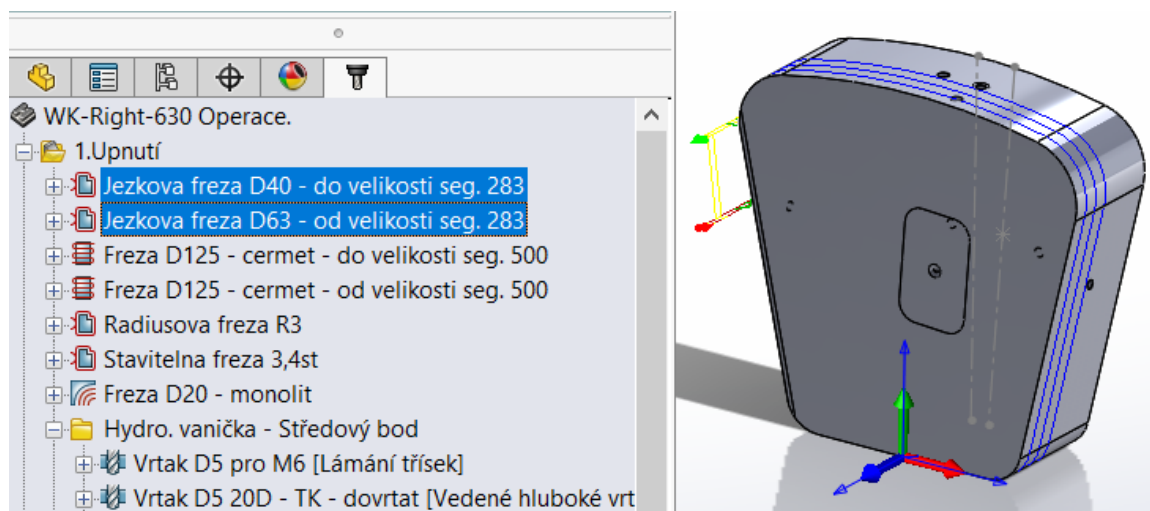


Obr. 123 Nastavení 1. Upnutí

U prvků, kde bylo na výběr z více variant, byly udělány operace pro každou variantu zvlášť. Uživatel tedy pomocí tl. Vypnout, potlačí nepotřebné operace.

Ježková fréza D40/D63 do/od velikosti seg. 283

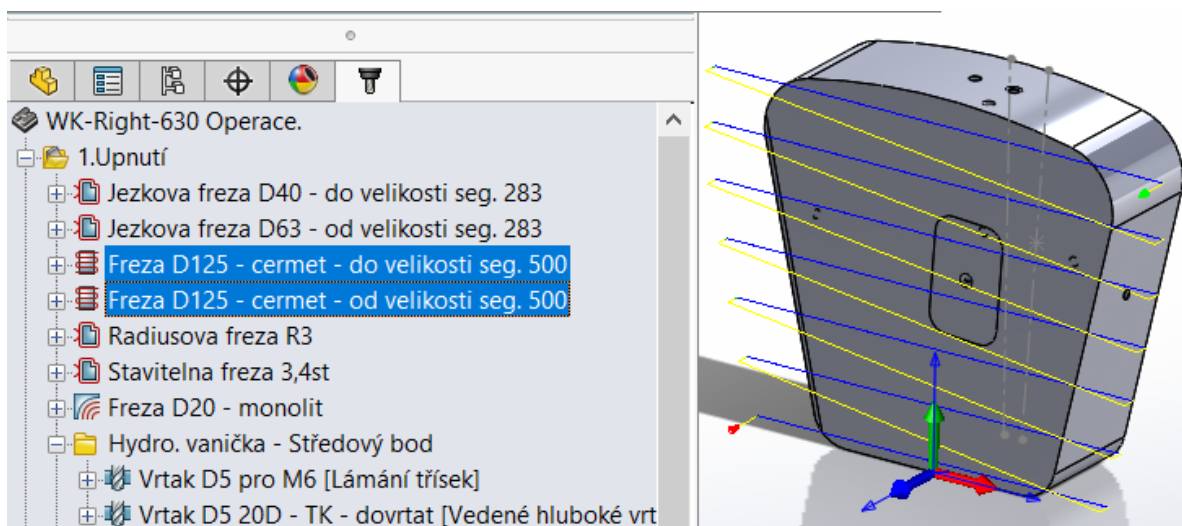
První dvě operace slouží k frézování obvodu segmentu. Liší se od sebe velikostí nástroje, kdy pro segmenty do rozměru 283 mm se používá nástroj Ježková fréza průměr 40 mm a od rozměru 283 mm se používá Ježková fréza průměr 63 mm. Dle velikosti segmentu uživatel potlačí tu operaci, která není pro danou velikost segmentu vhodná. To udělá kliknutím pravým tlačítkem myši na operaci a vybere možnost Vypnout. Na Obr. 124 jsou v grafické části naznačeny dráhy nástroje. Stejně tak orientace souřadného systému pro tyto operace.



Obr. 124 Frézování obvodu segmentu

Freza D125 – cermet – do/od velikosti seg. 500

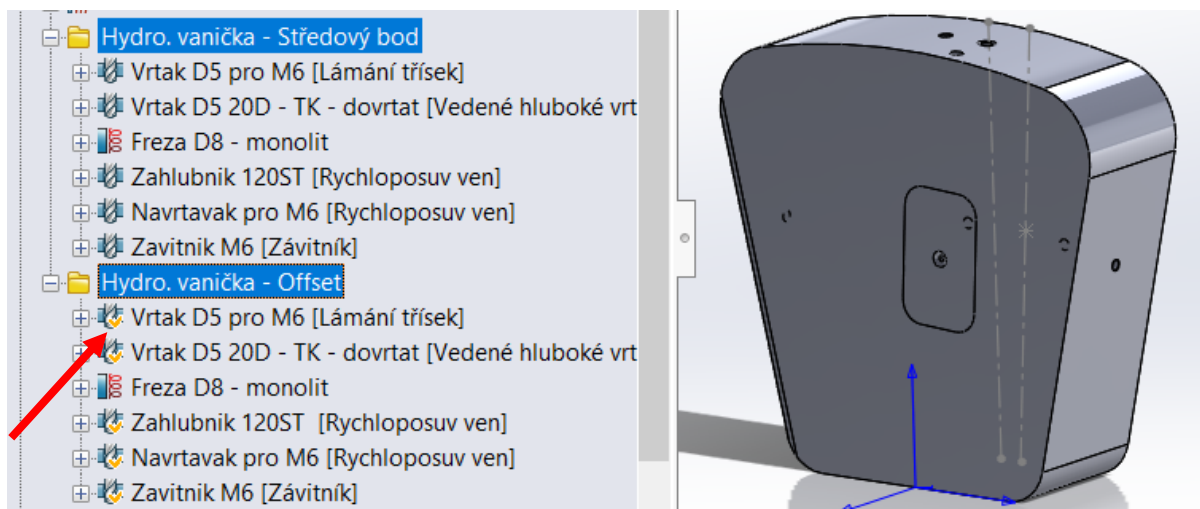
Další operací je zarovnání čela, vytvořená pomocí strategie 2D Frézování – Čelo. Opět i zde je potřeba vybrat mezi dvěma možnostmi (Obr. 125 – modře podbarvené). První možnost do velikosti seg. 500 obsahuje přídavek na čelo ████ mm. Pro větší segmenty je přídavek ████ mm.



Obr. 125 Frézování čela segmentu

Hydro. Vanička – Středový bod/Offset

Pro obě varianty Hydrostatické vaničky byla vytvořena technologie do samostatných složek. Operace v obou složkách jsou totožné. Na Obr. 126 byla zvolena varianta Hydrostatická vanička – Středový bod. U operací Hydrostatická vanička – Offset jsou žluté značky (viz červená šipka), které signalizují absenci drah nástroje. Pokud by v Excelu uživatel zvolil Hydro. vaničku – Offset, musí kliknout na tlačítko Obnovit (semafor) a tyto žluté značky se následně objeví u operací Hydro. vaničky – Středový bod. Opět lze kliknout na složku pravým tlačítkem a potlačit operace tlačítkem Vypnout.



Obr. 126 Varianty Hydrostatické vaničky

Tímto byly navrženy operace pro všechny varianty u 1. Upnutí.

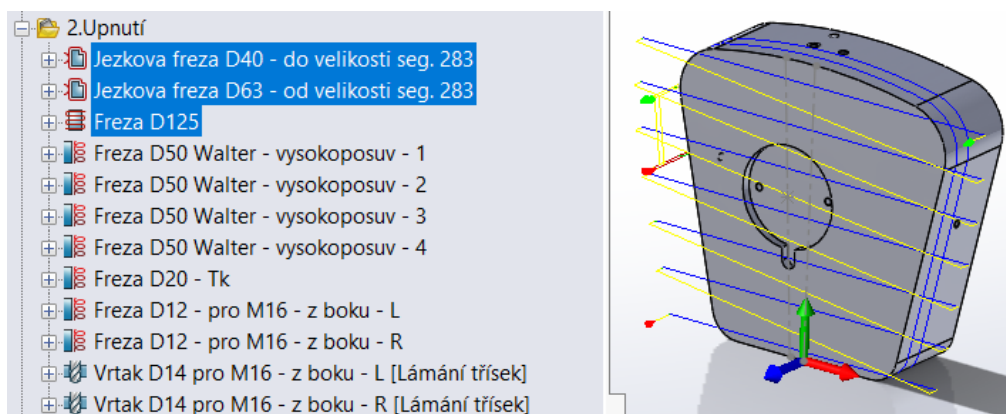
2. Upnutí

Došlo k vytvoření nového souřadného systému na druhém čele segmentu (viz Obr. 127).

Ježková fréza D40/D63 – do/od velikosti seg. 283

U obvodového konturového obrábění jsou 2 hloubky. U 1.Upnutí byly hloubky 3. Opět je zde na výběr mezi:

- Ježková fréza D40 – do velikosti seg. 283 mm,
- Ježková fréza D63 – od velikosti seg. 283 mm.



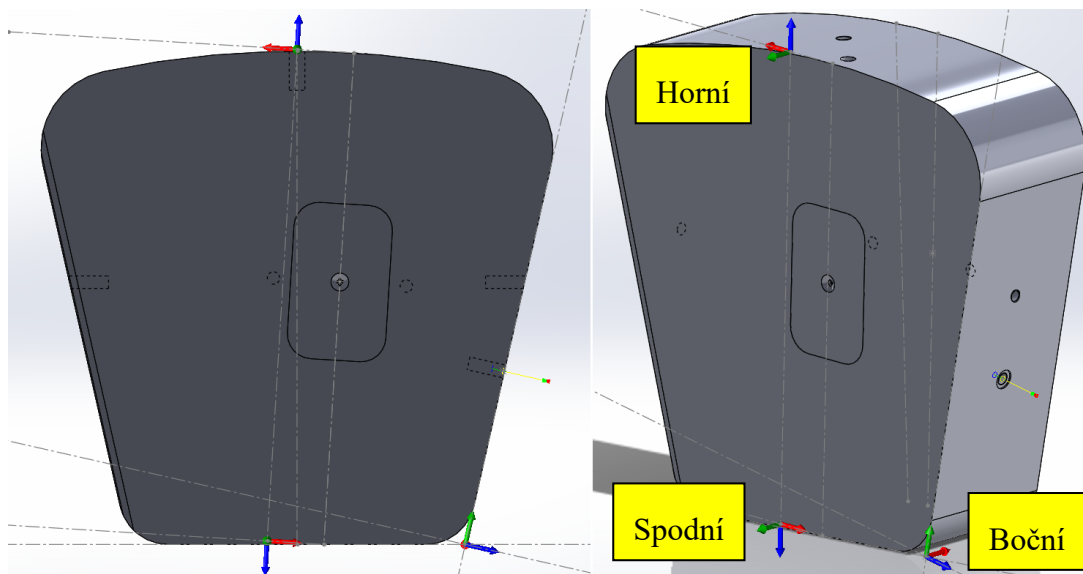
Obr. 127 Frézování obvodu a čela

3. Upnutí

Operacemi v tomto projektu dochází k vytvoření obvodových prvků Teploměr a Přívod oleje.

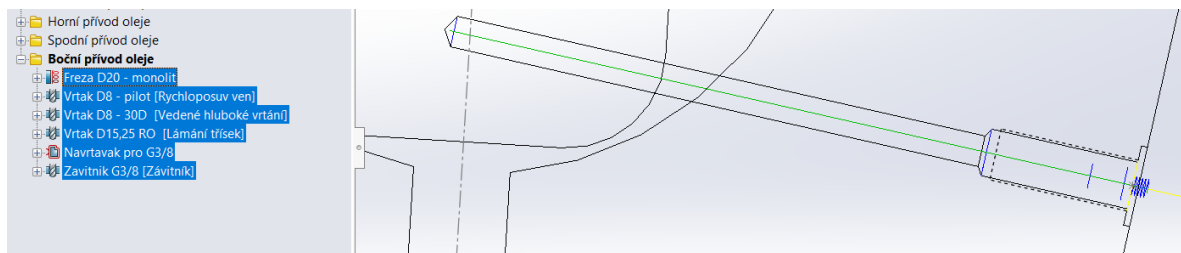
Přívod oleje

Jelikož mohou být 3 typy Přívodu oleje a veškeré operace jsou pro všechny tyto typy stejné, byly vytvořeny složky pro každý typ. Musely být také vytvořeny souřadné systémy pro Spodní a Boční Přívod oleje. Souřadný systém pro Horní Přívod oleje je totožný se souřadným systémem prvku Teploměr. Přehled souřadných systémů je na Obr. 128.



Obr. 128 Souřadné systémy všech typů přívodu oleje

Na Obr. 129 jsou zobrazeny operace pro vytvoření Bočního přívodu oleje.



Obr. 129 Přívod oleje

I zde platí povinnost vždy stisknout tlačítko Obnovit (semafor), pokud v souboru Excel uživatel zvolí jiný typ Přívodu oleje.

Při každé takové změně a po stisknutí Obnovit se objeví hláška HSMWorks:

„Operations have been invalidated due to changes in the model. Regenerate now?“.

Tuto hlášku potvrdit tlačítkem Ano.

4 Technicko-ekonomické zhodnocení

Technicko-ekonomické hodnocení bylo provedeno na základě porovnání stávajícího stavu (před diplomovou prací) a stavu nového (po diplomové práci).

Stávající stav – průměrný projekt

Předpoklady:

Počet hodin tvorby průměrného projektu = 3 h

Sazba CNC programátora za hodinu = 800 Kč/h

Náklady na konstrukci (st.) = počet hodin tvorby průměrného projektu × sazba CNC programátora za hodinu

$$\text{Náklady na konstrukci (st.) [Kč]} = \text{počet hodin [h]} * \text{sazba za hodinu [Kč/h]}$$

$$\text{Náklady na konstrukci (st.)} = 3 * 800 = 2\,400, -\text{Kč}$$

Nový stav – průměrný projekt

Předpoklady:

Počet hodin tvorby průměrného projektu = 0,5 h

Sazba CNC programátora za hodinu = 800 Kč/h

Sazba programátora softwaru = 900 Kč/h

Počet hodin tvorby softwaru = 24 h

Počet použití softwaru za rok = 50

Náklady na software = počet hodin (programátora softwaru) × sazba za hodinu

Náklady na konstrukci (nov.) = (počet hodin × sazba za hodinu) + podíl nákladů na software

$$\text{Náklady na software [Kč]} = \text{počet hodin [h]} * \text{sazba za hodinu [Kč/h]}$$

$$\text{Náklady na software} = 24 * 900 = 21\,600, -\text{Kč}$$

$$N. \text{ na konst. (nov.) [Kč]} = \text{počet hod [h]} * \text{sazba za hod} \left[\frac{\text{Kč}}{\text{h}} \right] + \text{podíl nákl. na software}$$

$$\text{Náklady na konstrukci (nov.)} = 0,5 * 800 + \frac{21\,600}{50} = 400 + 432 = 832, -\text{Kč}$$

Úspora

$$\text{Úspora [Kč]} = \text{Nový stav [Kč]} - \text{Stávající stav [Kč]} = 832 - 2400 = -1\,568 \text{ Kč}$$

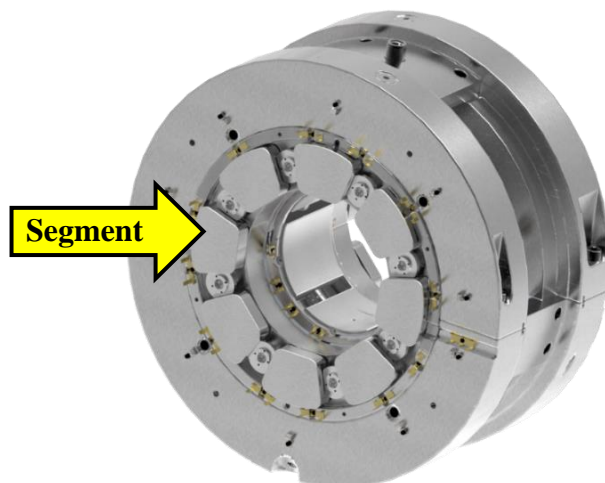
Znaménko mínus znamená úsporu.

Při použití softwaru je u každého projektu uspořeno 1568 Kč.

5 Závěr

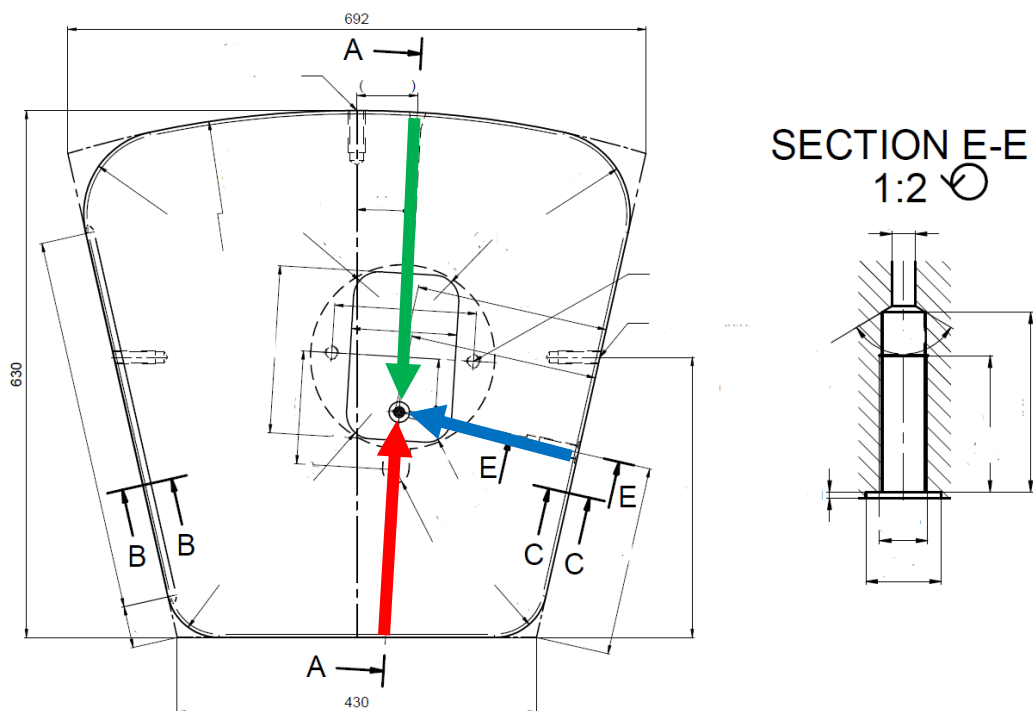
Cílem práce bylo analyzovat možnosti parametrizace segmentu kluzného ložiska v softwaru SolidWorks. Tyto poznatky následně prakticky aplikovat a takto parametrizovaný model využít při tvorbě obráběcího programu v softwaru HSM Works.

Tato diplomová práce byla vypracována ve společnosti GTW Bearings s.r.o., která se zabývá vývojem, konstrukcí, výrobou a servisem kluzných kompozitových ložisek. Nejprve tedy došlo k seznámení se s kluznými ložisky a s typovým představitelem. Tím je **segment kluzného ložiska**, který je součástí ložiska s axiálními naklápěcími segmenty (Obr.130).



Obr. 130 Ložisko s axiálními naklápěcími segmenty

Z výrobních výkresů (Příloha 1-3) byly analyzovány jednotlivé konstrukční prvky segmentu a jejich modifikace. (Obr. 131 – varianty Přívodu oleje)



Obr. 131 Přívod oleje a jeho varianty

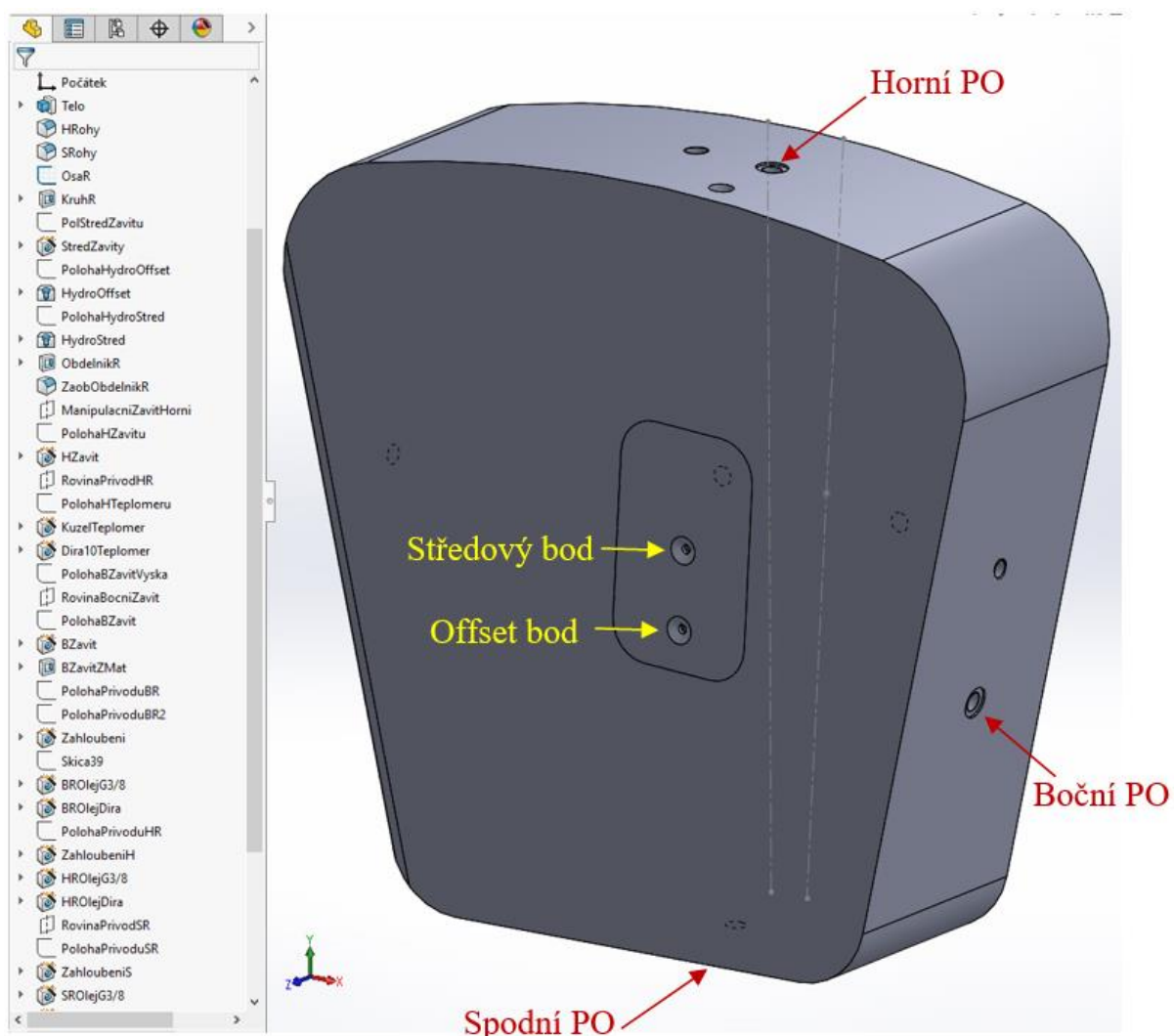
Dále byly prozkoumány **možnosti parametrizace** v softwaru SolidWorks:

- Ruční konfigurace,
- Konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu,
- Konfigurace konfiguračních tabulek,
- Rovnice a globální proměnné.

Tyto poznatky byly následně využity při tvorbě parametrického modelu. Ještě předtím byla představena technologie výroby segmentu pomocí softwaru HSM Works.

Parametrický model byl tvořen z důvodu usnadnění práce CNC programátorovi. Ten při své práci často musí segment modelovat znovu, a to mu zabere **až 3 hodiny** práce.

Došlo k **vytvoření parametrického modelu** ovládaného souborem softwaru Excel. Odpadá samotné modelování a programátor pouze vybírá mezi možnými variantami a upravuje jednotlivé rozměry. Na Obr. 132 lze vidět přehled jednotlivých vymodelovaných variant.



Obr. 132 Přehled variant segmentu

Model je ovládán souborem softwaru Excel. Bylo tedy vytvořeno uživatelské rozhraní v tomto softwaru (Obr. 133 – Příloha 6).

1

Tělo segmentu							Osa + středový bod			Kruhové vybrání					
A@Skica1	B@Skica1	C@Skica1	d2@Skica1	h@Telo	r1@H/Roh	r2@SRohy	Uhel@OsaR	a@OsaR	b@OsaR	d5@Skica3	r5@Skica3	r5@Skica3	r5@Skica3	r5@KruhR	Sstav@E
692	630	430	1190	198	100	63									

2

Osa + Středový bod	
Uhel@OsaR	
a@OsaR	
b@OsaR	

3

Kruhové vybrání		Díry v kruhovém vybrání	
d5@Skica3		Poloha	Vzájemná vzdálenost děr
r5@Skica3		Úhel natočení děr	
r5@Skica3		Průměr závitů	
r5@KruhR		Hloubka závitů	
		Průměr díry pro závit	
		Hloubka díry pro závit	
		Úhel vrtání	

4

Hydrostatická varianta		Rozměry díry	
Poloha (OffSet)		D4@Skica1	
		D5@Skica1	
		D3@Skica1	
		D8@Skica1	
		D7@Skica1	
		D6@Skica1	
		D9@Skica1	
		D11@Skica1	
		D2@Skica1	

Obr. 133 Vytvořené uživatelské rozhraní v softwaru Excel

Na Obr. 134 (Příloha 7) lze vidět varianty pro prvek Přívod olej. Uživatel pouze vybere požadovanou možnost a případně přepisuje rozměry jednotlivých kót.

9

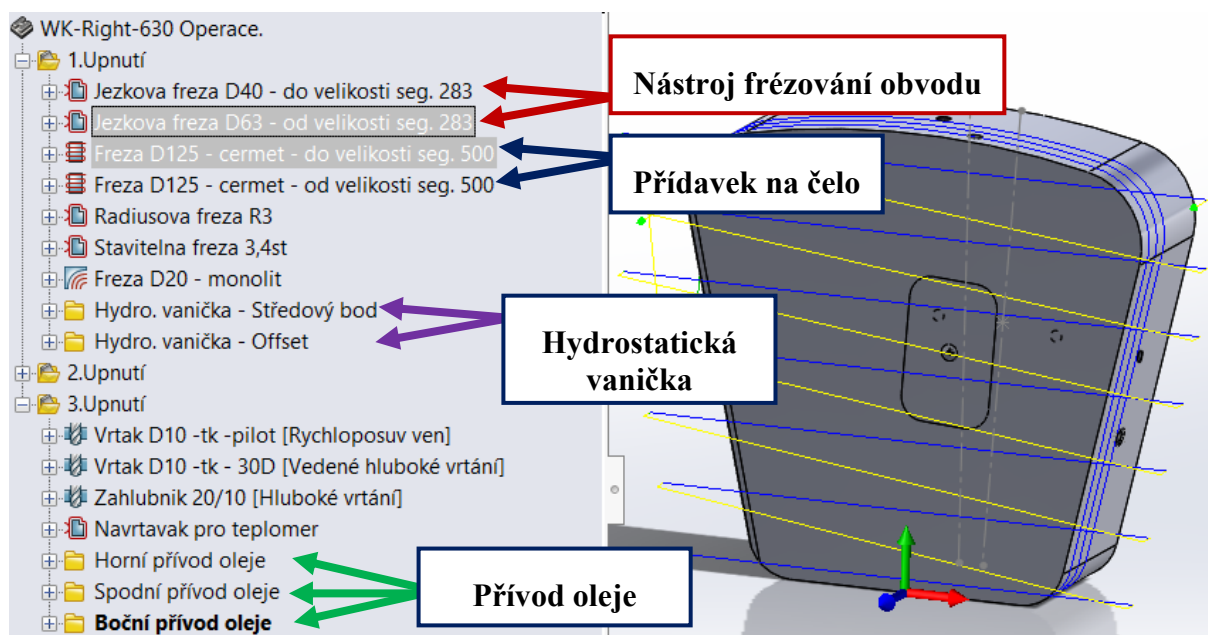
Přívod oleje		Názvy kót		
Válcové zahloubení	Ano (Horní)	Horní	Boční	Spodní
Válcové zahloubení	Ano (Boční)	Průměr@Skica58	Průměr@Skica35	Průměr@Skica62
Průměr díry pro	Ano (Spodní)	Hloubka@Skica58	Hloubka@Skica35	Hloubka@Skica62
Hloubka díry		Průměr závitníku@Skica4	Průměr závitníku@Skica41	Průměr závitníku@Skica53
Úhel vrtání		Hloubka závitníku@Skica4	Hloubka závitníku@Skica41	Hloubka závitníku@Skica53
Závit		Úhel vrtání@Skica47	Úhel vrtání@Skica41	Úhel vrtání@Skica53
Hloubka závitů		D2@Závit díry7	D2@Závit díry6	D2@Závit díry8
Průměr hluboké díry		D1@Závit díry7	D1@Závit díry6	D1@Závit díry8
Hloubka díry		Průměr@Skica49	Průměr@Skica43	Průměr@Skica55
Úhel vrtání		Hloubka@Skica49	Hloubka@Skica43	Hloubka@Skica55
		Úhel vrtání@Skica49	Úhel vrtání@Skica43	Úhel vrtání@Skica55

Poloha přívodu

Horní	Boční	Spodní
D1@PolohaPrivoduHR	D1@PolohaPrivoduBR	D1@PolohaPrivoduSR
	D2@PolohaPrivoduBR	

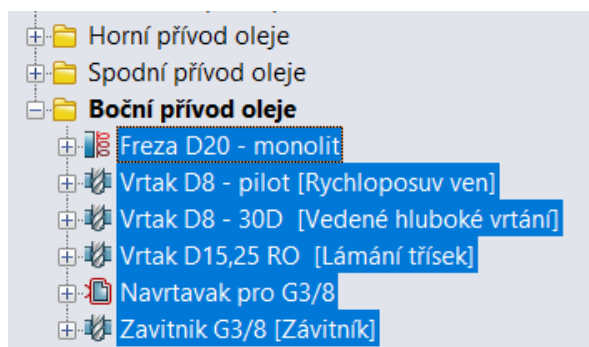
Obr. 134 Více variant možnosti Ano

Pro parametrický model je také v programu HSM Works vytvořena obráběcí strategie s ohledem na jednotlivé varianty (Obr. 135 - barevné šipky). Na Obr. 135 je také popsáno, co se mění.



Obr. 135 HSM Works připravené varianty

Pokud je vymodelována varianta Boční přívod oleje (Obr. 136) uživatel pouze potlačí (tl. Vypnout) zbylé 2 možnosti. Přidáním takto předpřipravených variant obrábění segmentu došlo k časové úspoře, neboť programátor pouze potlačí nevymodelované možnosti. Zároveň nemusí měnit souřadný systém a nemusí znovu označovat geometrii.



Obr. 136 Varianty Přívodu oleje v HSM Works

S úpravou řezných podmínek se npracovalo, tím pádem neměly přímý vliv na vlastní řešení práce. Vycházelo se ze současných podmínek, které mají ve společnosti GTW Bearings s.r.o. zavedené.

V Kapitole 4 byla spočítána úspora při používání parametrického modelu.

Tabulka 3 Porovnání nákladů:

Náklady na konstrukci (stávající stav)	2 400,- Kč
Náklady na konstrukci (nový stav)	832,- Kč
Úspora	-1 568,- Kč
Roční úspora (50 použití)	-78 400,- Kč

Tato úspora činí **1 568 Kč** na kus za rok. Vynásobí-li se úspora počtem použití za rok (50), bude **roční úspora 78 400 Kč**.

Použité zdroje

- [1] STANĚK, Jiří a Jiří NĚMEJC. *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-363-9.
- [2] BOLEK, Alfred a Josef KOCHMAN. *Části strojů*. Vyd. 5., přeprac. (v SNTL 1. vyd.). Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989. Technický průvodce. ISBN 80-03-00046-7.
- [3] LESÁK, Tomáš. *Moderní kluzná ložiska* [online]. Brno, 2013 [cit. 2020-07-01]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Ing. Ondřej Maršálek. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_veřejne.php?file_id=65044.
- [4] Součásti k přenosu otáčivého pohybu. [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/208/05.html>
- [5] Steel Plate DIN 17100 Grade RSt37-2 St37-2 RSt37-2 St52-3 in Large Stock. *Sell various grades of steel plates with competitive price* [online]. Copyright © [cit. 18.07.2020]. Dostupné z: <http://www.steelplatesforsale.com/useful-links/steel-plate-din-17100.html>
- [6] ŽÁRA, Jiří, Bedřich BENEŠ a Petr FELKEL. *Moderní počítačová grafika*. Praha: Comuper Press, 1998. ISBN 80-7226-049-9.
- [7] PAGÁČ, Marek. *Učebnice SolidWorks*. V Brně: Vydavatelství Nová média, 2017. ISBN 978-80-270-0918-3.
- [8] Výroba kluzných ložisek na míru | GTW. *Výroba kluzných ložisek na míru | GTW* [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [cit. 19.06.2020]. Dostupné z: <https://www.gtw.cz/>
- [9] AUTODESK, Inc. HSM Works 2019 [software]. [přístup 1.7.2020]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/products/hsmworks/overview?plc=F360&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>.
- [10] Zerspanungswerkzeuge | Wendeschneidplatten | WNT. *Zerspanungswerkzeuge | Wendeschneidplatten | WNT* [online]. Copyright © CERATIZIT Deutschland GmbH [cit. 15.7.2020]. Dostupné z: <https://www.wnt.com/>
- [11] Hoffmann Group | Tools to make you better. *Hoffmann Group | Tools to make you better* [online]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/>
- [12] Walter Tools » Engineering Kompetenz . Document moved [online]. Dostupné z: <https://www.walter-tools.com/>
- [13] HOUDEK, Václav. *Modelování ložisek s naklápěcími segmenty s uvažováním kmitání segmentů a nelineárních hydrodynamických sil*. [online]. Plzeň, 2018 [cit. 2020-06-01]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra mechaniky. Ing. Luboš Smolík. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/32927/1/Bakalarska_prace_Vaclav_Houdek_A15B0476P.pdf
- [14] JEŽEK, F.: Geometrické a počítačové zpracování. Plzeň : ZČU, 1996.
- [15] JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000. ISBN 80-7082-692-4.
- [16] J. Cotrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric analysis: Toward integration of CAD and FEA. John Wiley & Sons, 2009.
- [17] Jakosti ocelí | www.feromat.cz. *www.feromat.cz | HUTNÍ a SPOJOVACÍ MATERIÁL* [online]. Dostupné z: http://www.feromat.cz/jakosti_oceli

Seznam Obrázků

Obr. 1 Ložisko s axiálními naklápěcími segmenty	1
Obr. 2 Segment kluzného ložiska.....	2
Obr. 3 Dělení kluzných ložisek dle stavu mazání: a) – suché, b) – mezní, c) tekutinové [3]	5
Obr. 4 Ložisko s naklápěcími segmenty (vlevo) a ložisko s pevnou geometrií (vpravo) [13].....	5
Obr. 5 Schéma axiálního hydrodynamického ložiska se segmenty [2].....	7
Obr. 6 Souměrné segmenty se zaoblenými rohy [2]	8
Obr. 7 Nesouměrné segmenty [2].....	8
Obr. 8 Zaoblené protilehlé rohy [2].....	8
Obr. 9 Výkres axiálního segmentu (viz Příloha. 1).....	9
Obr. 10 Tělo segmentu a jeho rozměry	11
Obr. 11 Tloušťka Těla segmentu.....	11
Obr. 12 Osa a Středový bod	12
Obr. 13 Sestavení části ložiska [8]	13
Obr. 14 Kruhové vybrání a Díry v Kruhovém vybrání	13
Obr. 15 Hydrostatická vanička a její varianty	14
Obr. 16 Přívod oleje a jeho varianty, prvek Obdelník.....	15
Obr. 17 Manipulační závitové díry.....	16
Obr. 18 Teploměr a Náběhová hrana pro olej	17
Obr. 19 Detail Náběhové hrany pro olej	17
Obr. 20 Uživatelské prostředí HSM Works	18
Obr. 21 Makino a51nx [8].....	19
Obr. 22 Makino a71nx [8].....	19
Obr. 23 Makino a81nx [8].....	20
Obr. 24 Vnitřní prostor stroje Makino a81nx [8]	20
Obr. 25 Upínací přípravek a upnutí segmentu.....	21
Obr. 26 Manipulační oko.....	21
Obr. 27 Souřadný systém 1. Upnutí	22
Obr. 28 Frézování obvodu segmentu.....	22
Obr. 29 Nástroj operace Ježková fréza D63 [10]	23
Obr. 30 Frézování čela segmentu	23
Obr. 31 Nástroj operace Freza D125 [10]	23
Obr. 32 Frézování rádiusu o velikosti 3 mm	24
Obr. 33 Nástroj operace Rádiusová fréza R3 [10]	24
Obr. 34 Frézování Náběhové hrany pro olej	24
Obr. 35 Nástroj operace Stavitelná fréza 3,4st [10]	25

Obr. 36 Frézování prvku Obdelník.....	25
Obr. 37 Nástroj operace Fréza D20 – monolit [10].....	25
Obr. 38 Operace tvořící Hydrostatickou vaničku.....	26
Obr. 39 Nástroj operace Vrták D5 pro M6 [10]	26
Obr. 40 Nástroj operace Vrták D5 20D [10]	27
Obr. 41 Díra D5.....	27
Obr. 42 Válcové zahloubení Hydrostatické vaničky	27
Obr. 43 Nástroj operace Fréza D8 – monolit [10].....	28
Obr. 44 Vytvoření kuželového zahloubení.....	28
Obr. 45 Nástroj operace Záhlubník 120° [10].....	28
Obr. 46 Nástroj operace Navrtávák pro M6 [11]	28
Obr. 47 Nástroj operace Závitník M6 [10].....	29
Obr. 48 Frézování obvodu a čela.....	29
Obr. 49 Frézování prvku Kruhové vybrání	30
Obr. 50 Nástroj operací Fréza D50 Walter [12]	30
Obr. 51 Příprava válcové plochy Kruhového vybrání na dokončování	31
Obr. 52 Nástroj operace Fréza D20 [10]	31
Obr. 53 Frézování boční plochy	31
Obr. 54 Nástroj operace Fréza D12 – pro M16 [10]	32
Obr. 55 Vrtání děr pro závity M16.....	32
Obr. 56 Nástroj operace Vrták D14 pro M16 [10].....	32
Obr. 57 Nástroj operace Fréza D20 – monolit – D180 hotově [10].....	33
Obr. 58 Dokončení válcové plochy a dna Kruhového vybrání	33
Obr. 59 Nástroj operace Fréza D63 – dokončení dna [12].....	33
Obr. 60 Dokončení drážky	34
Obr. 61 Sražení hran.....	34
Obr. 62 Nástroj navrtávák průměr 16 mm. [10].....	35
Obr. 63 Nástroj operace Závitník M16 [10].....	35
Obr. 64 Nástroj operace Vrták D10 – pilotní otvor [10]	35
Obr. 65 Nástroj operace Vrták D10 – hluboká díra [10].....	36
Obr. 66 Kuželový záhlubník	36
Obr. 67 Operace prvku Teploměr.....	37
Obr. 68 Nástroj operace Vrták D8 [10].....	38
Obr. 69 Nástroj operace Vrták D8 – hluboká díra [10].....	38
Obr. 70 Nástroj operace Vrták D15,25 RO	38
Obr. 71 Závitník G3/8	39

Obr. 72 Operace přívodu oleje	39
Obr. 73 Popis uživatelského rozhraní softwaru SolidWorks.....	41
Obr. 74 Rozdělení okna FeatureManageru.....	42
Obr. 75 Úprava skici – změna rozměrů.....	43
Obr. 76 Úprava prvku – změna rozměrů	44
Obr. 77 Ruční konfigurace – přehled variant	44
Obr. 78 Výchozí součást	45
Obr. 79 Příkaz Konfigurovat prvek.....	46
Obr. 80 Tabulka Změnit konfigurace	46
Obr. 81 Přehled variant – Konfigurace pomocí příkazu Konfigurovat prvek/kótu	47
Obr. 82 Model	48
Obr. 83 Zobrazení kót	49
Obr. 84 Zobrazení názvu kót.....	49
Obr. 85 Přejmenování kót	50
Obr. 86 Okno Kóty a výběr kót.....	51
Obr. 87 Tabulka v softwaru Excel.....	52
Obr. 88 Úprava konfigurační tabulky.....	52
Obr. 89 Konfigurační tabulka.....	53
Obr. 90 Vyplnění konfigurační tabulky.....	53
Obr. 91 Přehled variant – Konfigurace konfiguračních tabulek.....	54
Obr. 92 Vytvoření globální proměnné	55
Obr. 93 Globální proměnné.....	55
Obr. 94 Vložení rovnice do tabulky Upravit.....	56
Obr. 95 Rovnice a globální proměnné u prvků	56
Obr. 96 Tabulka Rovnice, globální proměnné a kóty	57
Obr. 97 Přehled variant segmentu	58
Obr. 98 Uživatelské rozhraní v softwaru Excel.....	59
Obr. 99 Legenda a poznámky.....	59
Obr. 100 Formulace řídících řádků	60
Obr. 101 Výběr rozměru segmentu	60
Obr. 102 Více variant možnosti Ano.....	61
Obr. 103 Tabulka 1.....	61
Obr. 104 Tabulka 2 a jednotlivé kóty.....	62
Obr. 105 Tabulka 3.....	62
Obr. 106 Kruhové vybrání a díry	62
Obr. 107 Díry v Kruhovém vybrání	63

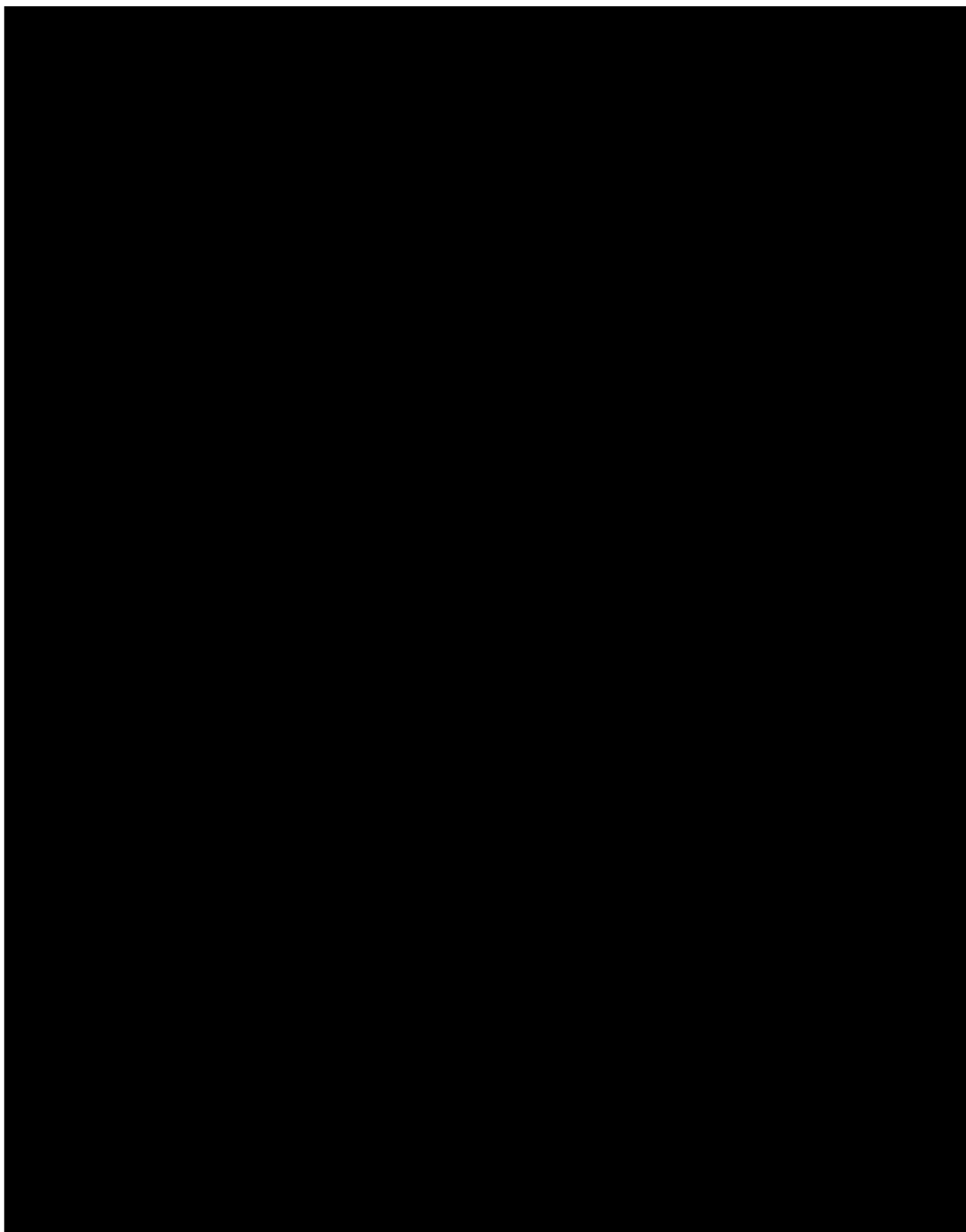
Obr. 108 Tabulka 4.....	63
Obr. 109 Kóty hydrostatické vaničky.....	64
Obr. 110 Tabulka 5.....	64
Obr. 111 Tabulka 6 a kóty prvku Manipulační závit.....	65
Obr. 112 Tabulka 7 a kóty prvku Teploměr.....	65
Obr. 113 Tabulka 8 a kóty prvku Boční závitové díry.....	65
Obr. 114 Poloha bočních závitových děr.....	66
Obr. 115 Tabulka 9.....	66
Obr. 116 Kóty prvku Přívod oleje.....	67
Obr. 117 Tabulka 10 a jednotlivé kóty prvku Náběhová hrana pro olej.....	67
Obr. 118 Pomocná osa jako samostatná skica.....	68
Obr. 119 Využití parametrizace pomocí Rovnic.....	68
Obr. 120 Varianty Hydrostatické vaničky.....	69
Obr. 121 Zbývající materiál u děr a přidání prvku BZavitZMat.....	70
Obr. 122 Chybné odebrání materiálu skrz celý segment.....	70
Obr. 123 Nastavení 1. Upnutí.....	71
Obr. 124 Frézování obvodu segmentu.....	72
Obr. 125 Frézování čela segmentu.....	72
Obr. 126 Varianty Hydrostatické vaničky.....	73
Obr. 127 Frézování obvodu a čela.....	73
Obr. 128 Souřadné systémy všech typů přívodu oleje.....	74
Obr. 129 Přívod oleje.....	74
Obr. 130 Ložisko s axiálními naklápěcími segmenty.....	76
Obr. 131 Přívod oleje a jeho varianty.....	76
Obr. 132 Přehled variant segmentu.....	77
Obr. 133 Vytvořené uživatelské rozhraní v softwaru Excel.....	78
Obr. 134 Více variant možnosti Ano.....	78
Obr. 135 HSM Works připravené varianty.....	79
Obr. 136 Varianty Přívodu oleje v HSM Works.....	79

Seznam Příloh

Příloha č.1	Výrobní výkres č. 802053
Příloha č.2	Výrobní výkres č. 802044
Příloha č.3	Výrobní výkres č. 660111
Příloha č.4	Uživatelské rozhraní v softwaru Excel
Příloha č.5	Tabulka 9

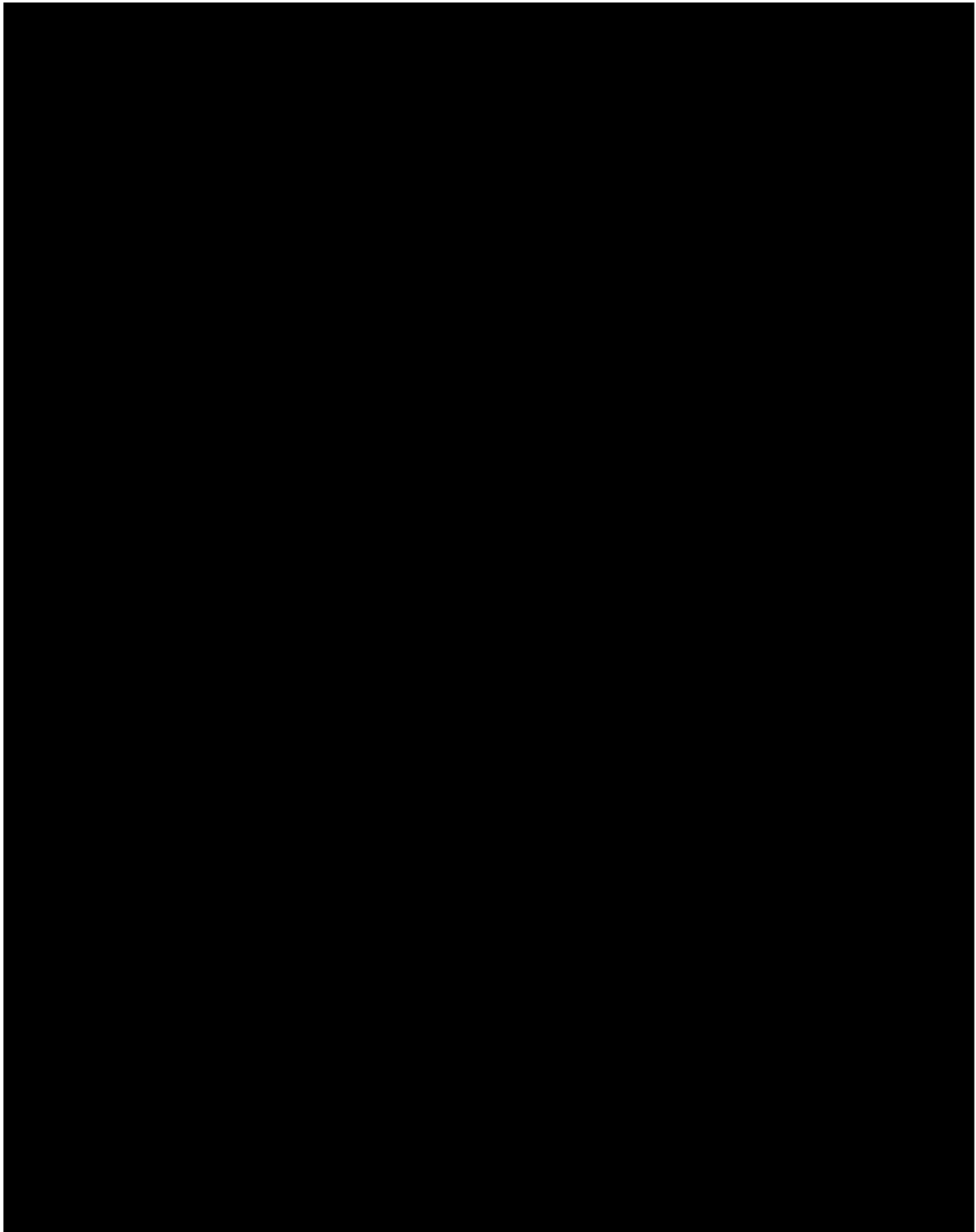
Příloha č.1

Výrobní výkres č. 802053



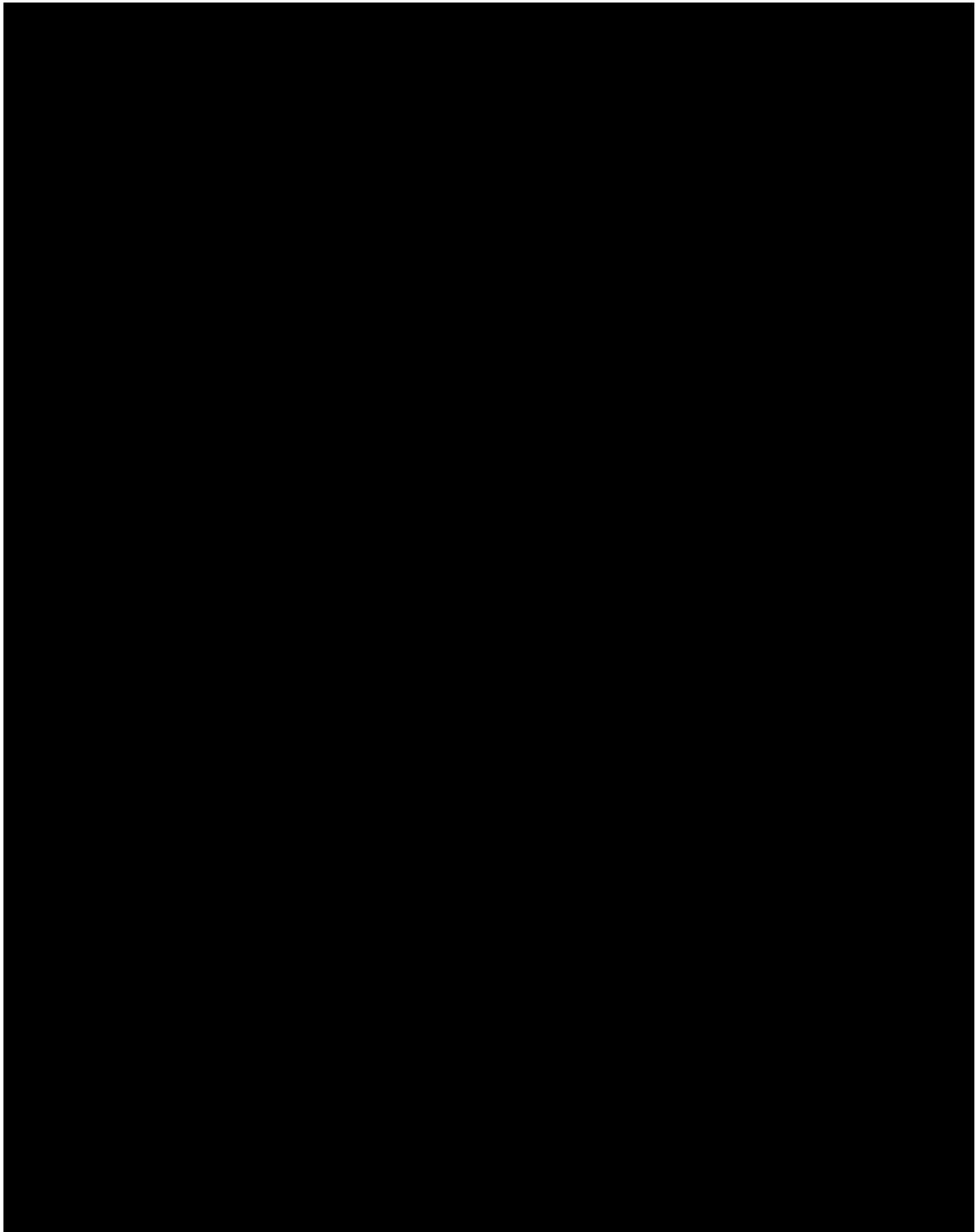
Příloha č.2

Výrobní výkres č. 802044



Příloha č.3

Výrobní výkres č. 660111



Příloha č.4

Uživatelské rozhraní v softwaru Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	Legenda:	Vyber	Vyplň													
3		Pozn.: Nelze zadávat nulu ani záporné hodnoty!														
4		Všechny buňky musí být vyplněny!														
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																
45																
46																
47																
48																

1

Vyber rozměr: 630

- 300
- 360
- 400
- 460
- 500
- 630
- Vlastní

Osa + středový bod

Uhel@OsaR

a@OsaR

b@OsaR

2

Kruhové vybrání

d5@Skica3

I5@Skica3

r5@Skica3

I5@KruHR

Osa + středový bod

Uhel@OsaR

a@OsaR

b@OsaR

3

Díry v kruhovém vybrání

Vzájemná vzdálenost děr

Uhel natočení děr

Průměr závitu

Hloubka závitu

Průměr díry pro závit

Hloubka díry pro závit

Uhel vrtání

Osa + středový bod

Uhel@OsaR

a@OsaR

b@OsaR

Příloha č.5

Tabulka 9

		Názvy kót	
		Horní	Spodní
Přívod oleje	Ano (Horní)	Průměr@Skica58	Průměr@Skica35
Válcové zahloubení	Ne	Hloubka@Skica58	Hloubka@Skica35
Válcové zahloubení	Ano (Horní)	Průměr závitníku@Skica47	Průměr závitníku@Skica41
Průměr díry pro	Ano (Boční)	Hloubka závitníku@Skica47	Hloubka závitníku@Skica41
	Ano (Spodní)	Úhel vrtání@Skica47	Úhel vrtání@Skica41
Hloubka díry		D2@Závit díry7	D2@Závit díry6
Úhel vrtání		D1@Závit díry7	D1@Závit díry6
Závit		Průměr@Skica49	Průměr@Skica43
Hloubka závitů		Hloubka@Skica49	Hloubka@Skica43
Průměr hluboké díry		Úhel vrtání@Skica49	Úhel vrtání@Skica43
Hloubka díry			
Úhel vrtání			

		Boční	Spodní
Poloha přívodu	Horní	D1@PolohaPrivoduBR	D1@PolohaPrivoduSR
		D2@PolohaPrivoduBR2	

		Horní	Boční	Spodní
		