

Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků

Marek Švesták

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek ŠVESTÁK**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků.**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je tvorba předloh jednotlivých strojních součástí a sestavení formou třírozměrných modelů využitím software Inventor a Catia.



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. června 2010

Ve Zlíně dne 22. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá převodovými skříněmi, jejich obecnou konstrukcí a údržbou, a dále součástmi a mechanismy, jež tvoří převodové ústrojí a podílí se na přenosu otáčivého pohybu.

Praktická část bakalářské práce popisuje tvorbu 3D modelu převodové skříně a prvků ze kterých se skládá v jednom z výrobních software (Autodesk Inventor, Catia) a to ve formě pro využití ve výuce.

ABSTRACT

Theoretical part of the bachelor thesis is concerned with gear boxes, their general construction and maintenance as well as components and mechanisms that are involved in transmission system and participate in the transmission of rotary motion.

Practical part of the bachelor thesis describes creation of the 3D model of the gear box and the components which is made of in one of the production software (Autodesk Inventor, Catia) to be used as an instrument for education.

Na tomto místě bych rád poděkoval paní doc. Ing. Libuši Sýkorové Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a příjemnou spolupráci při tvorbě této bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ A DROBNÁ PŘÍSLUŠENSTVÍ	12
1.1 CHARAKTERISTIKA A ROZDĚLENÍ PODLE KONSTRUKCE.....	12
1.2 ZÁVLAČKY	13
1.3 PLSTĚNÉ KROUŽKY.....	14
1.4 HŘÍDELOVÉ TĚSNÍCÍ KROUŽKY	15
1.5 POJISTNÉ KROUŽKY PRO HŘÍDELE A DÍRY	15
2 HŘÍDELE A HŘÍDELOVÉ ČEPY	17
2.1 HŘÍDELE.....	17
2.2 HŘÍDELOVÉ ČEPY	18
2.3 MATERIÁLY HŘÍDELÍ A ČEPŮ	19
3 SPOJENÍ HŘÍDELE S NÁBOJEM	20
3.1 KONSTRUKČNÍ ZÁSADY	20
3.2 KOLÍKOVÉ SPOJE	20
3.3 SPOJE PEREM	21
3.3.1 Spoj perem těsným.....	21
3.3.2 Spoj perem výměnným	22
3.4 SPOJE KLÍNY	22
3.5 DRÁŽKOVÉ SPOJE	23
3.6 SVĚRNÉ SPOJE	23
3.7 TLAKOVÉ SPOJE.....	24
3.8 ČEPOVÉ SPOJE	24
4 LOŽISKA	25
4.1 KLUZNÁ LOŽISKA	25
4.2 VALIVÁ LOŽISKA	26
5 HŘÍDELOVÉ SPOJKY	28
6 MECHANICKÉ PŘEVODY	30
6.1 ROZDĚLENÍ A ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY.....	30
6.1.1 Převodový poměr	30
6.1.2 Silové poměry v převodech.....	31
6.1.3 Ztráty v převodech a účinnost	32
6.2 ŘETĚZOVÉ PŘEVODY	33
6.3 ŘEMENOVÉ PŘEVODY	34
6.4 PŘEVODY OZUBENÝMI KOLY	35
6.4.1 Základní rozdělení ozubených kol	36
6.4.2 Podřezání a mezní počet zubů.....	37
6.4.3 Materiály ozubených kol.....	37

6.5	TŘECÍ PŘEVODY	38
6.6	POZNATKY A CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	39
II	PRAKTICKÁ ČÁST	40
7	AUTODESK INVENTOR	41
7.1	ZÁKLADNÍ ROZHRAŇÍ AUTODESK INVENTOR	41
7.2	ZÁKLADNÍ OPERACE	42
8	MODELOVÁNÍ PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ A PŘÍSLUŠENSTVÍ.....	44
8.1	SPODNÍ ČÁST SKŘÍNĚ	44
8.2	VÍKO	49
8.3	HŘÍDEL S OZUBENÍM	53
8.4	OZUBENÉ KOLO	58
8.5	HNANÝ HŘÍDEL	62
8.6	LOŽISKO PASTORKU	65
8.7	LOŽISKO HNANÉHO KOLA.....	67
8.8	PERO 32X8X5	69
8.9	PERO 8X14,5X40	70
8.10	PERO 5X8X30	71
8.11	POJISTNÝ KROUŽEK	71
8.12	VÍKO č. 1	72
8.13	VÍKO č. 2.....	74
8.14	VÍKO č. 3.....	76
8.15	VÍKO č. 4.....	77
8.16	GUFERO č. 1	79
8.17	GUFERO č. 2	80
8.18	ŠROUB M6 X 25.....	81
8.19	ŠROUB M3 X 12.....	82
8.20	PODLOŽKA 6.....	84
8.21	PODLOŽKA 3.....	85
8.22	ZÁTKA.....	85
8.23	TĚSNÍCÍ KROUŽEK	87
9	TVORBA PODSESTAV	88
9.1	PASTOREK	89
9.2	HNANÉ OZUBENÉ KOLO	92
10	SESTAVA PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ.....	95
10.1	PŘEVODOVÁ SKŘÍŇ V BARVÁCH A ŘEZECH.....	106
	ZÁVĚR	109
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	110
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	111
	SEZNAM OBRÁZKŮ	113
	SEZNAM PŘÍLOH.....	120

ÚVOD

Čas běží nezadržitelně kupředu, a proto nelze zastavit vývoj nových technologií, procesů a postupů. V dnešní době již mají technologové a konstruktéři k dispozici ty nejmodernější přístroje a pomůcky ke konstrukci a návrhům různých výrobků. Budoucí díl si lze pohodlně předem vymodelovat, nasimulovat jeho postupnou výrobu, a tím si přiblížit celý výrobní cyklus. Se začleněním softwar do výrobního průmyslu je však také nutné zařadit jeho výuku do vzdělávacích zařízení, o čemž pojednává tato práce. Teoretická část se zabývá obecně konstrukčním provedením a funkcí převodových skříní a většiny prvků, které obsahují. Praktická část bakalářské práce popisuje modelování těchto prvků a poté jejich postupné vkládání do podsestav a sestav.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ A DROBNÁ PŘÍSLUŠENSTVÍ

Jedno nebo více soukolí uložených ve skříni se nazývá převodovka. Převodovky jsou zařízení, která přenášejí krouticí moment a současně snižují nebo zvyšují otáčky hnacího stroje na požadovanou úroveň hnaného zařízení.

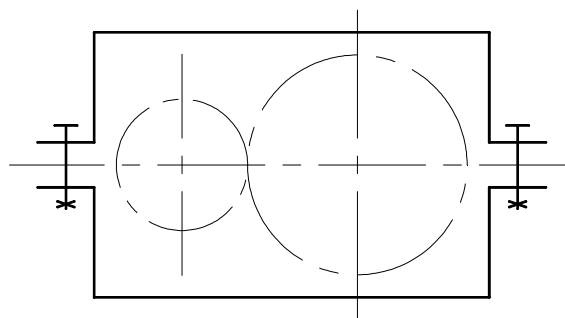
Převodovka se skládá z jednoho nebo více soukolí, která jsou uložena v utěsněné skříni.

1.1 Charakteristika a rozdělení podle konstrukce

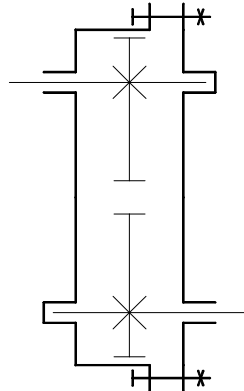
Skříně převodovek jsou obvykle dělené nejčastěji ve vodorovné rovině. Převodovky jsou navrženy tak, aby se jednotlivá soukolí co nejčastěji opakovala u různých typů převodovek a aby se plně využilo stavebnicové konstrukce. Kola průmyslových převodovek mohou být měkká, normalizačně žíhaná, napouštěná nebo zušlechťovaná, v poslední době se též hojně používá kol s kalenými a broušenými zuby. Skříně převodovek jsou obvykle z šedé litiny, která dobře tlumí chvění a zmenšuje hluchost převodu. Velká péče se musí věnovat uložení kol a jejich uspořádání v převodovce. Nejvýhodnější je obvykle umístění ložisek souměrně po obou stranách kol. Hřídele by měly být co nejkratší, aby uložení bylo tuhé. Ložiska musí být co nejbližší kolu.[2]

Některá z možných konstrukčních provedení převodových skříní:

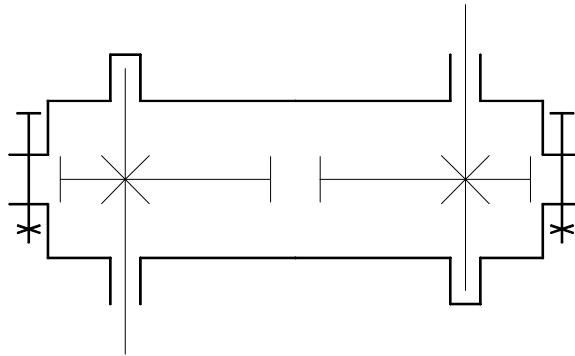
a) Skříň dělená v rovině s hřídelí (spodní část a víko)



Obr. 1. Skříň dělená v rovině s hřídelí

b) Skříň nedělená, opatřená víkem

Obr. 2. Skříň nedělená, opatřená víkem

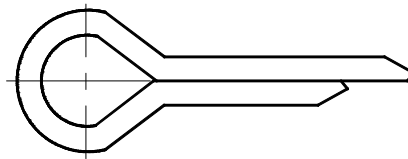
c) Skříň dělená v rovině ozubených kol

Obr. 3. Skříň dělená v rovině ozubených kol

U převodových skříní je nutné brát také zřetel na jejich příslušenství, které se musí na každou soustavu adekvátně navrhnout a jimiž mohou být tyto prvky: těsnění – gufera, plstěné kroužky, olejznak, měrky, odvzdušňovací otvor, vypouštěcí otvor, šrouby, matice a podložky pro spojení obou částí skříně a oka nebo úchyty pro manipulaci s částmi skříně.

1.2 Závlačky

Závlačky slouží pro pojištění šroubů, matic, čepů a svorníků proti uvolnění nebo vypadnutí. Nemají za úkol přenášet větší síly nebo krouticí momenty.

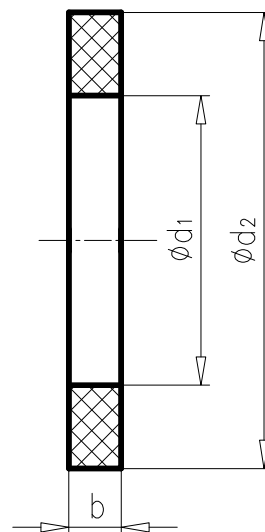


Obr. 4. Závlačka

Závlačky jsou normalizované dle ČSN. Průměry závlaček se určují také podle průměru čepu nebo podle malého závitu, (ČSN 02 2010 Přiřazení závlaček a podložek k čepům).

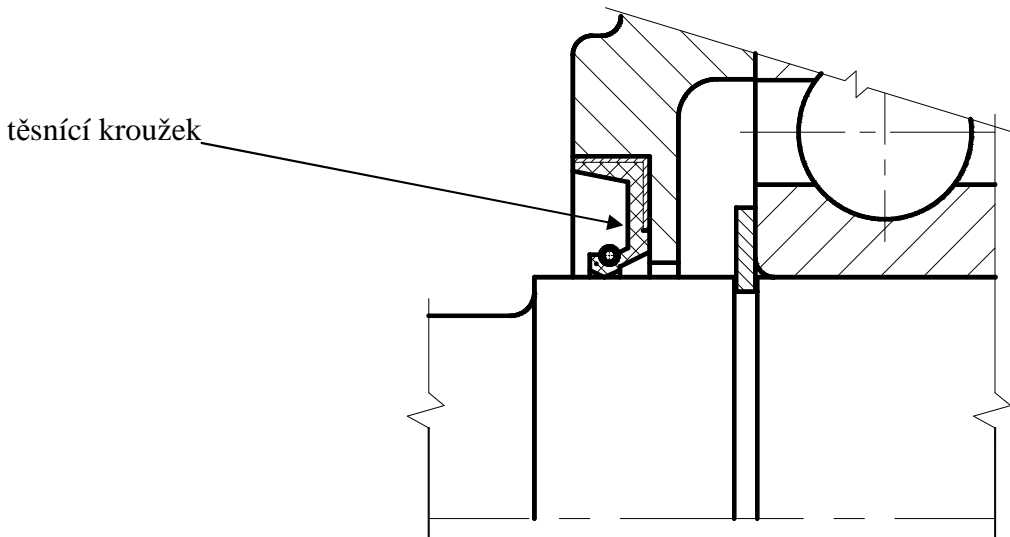
1.3 Plstěné kroužky

Plstěné kroužky se vkládají do drážky ve víku ložiska. Jsou použitelné pouze v bezprašném prostředí do obvodové rychlosti hřídele $v = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a pro teplotu $t \leq 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ve stykové ploše těsnění s hřídelí[1]



Obr. 5. Plstěný kroužek

1.4 Hřídelové těsnící kroužky



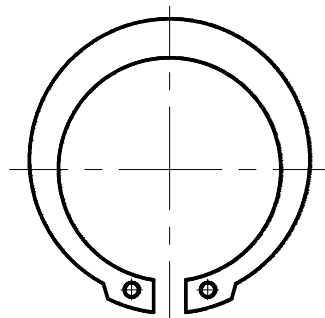
Obr. 6. Radiální hřídelový těsnící kroužek v převodové skříni

K zamezení úniku oleje z těsnícího prostoru se používá těsnících kroužků. Skládají se z nosného tělesa a z pružného těsnícího tělesa s jazýčkem. Nosné těleso může být z vrstvené pryže nebo z kovu, a do něho je vsazena pryžová těsnící část. Jazýček těsní buď vlastní pružností, nebo je přitlačován pružinou ve tvaru spirály. Kroužky těsní jen malé tlaky (do 0,1 MPa až 0,15 MPa) a jejich životnost závisí na jakosti povrchu.

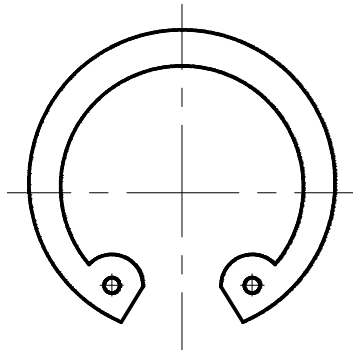
Rozměry kroužků jsou přizpůsobeny rozměrům valivých ložisek, která jsou jimi nejčastěji utěšňována.

1.5 Pojistné kroužky pro hřídele a díry

Pojistné kroužky zabraňují posuvu hřídele vzhledem k díře či naopak. Jedná se o pružný dělený kroužek, jehož šířka se zužuje směrem k volným koncům. Jmenovitá velikost kroužku je dána jmenovitým průměrem hřídele nebo díry, pro něž je kroužek určen.



Obr. 7. Pojistný kroužek pro hřídel



Obr. 8. Pojistný kroužek pro díru

2 HŘÍDELE A HŘÍDELOVÉ ČEPY

2.1 Hřídele

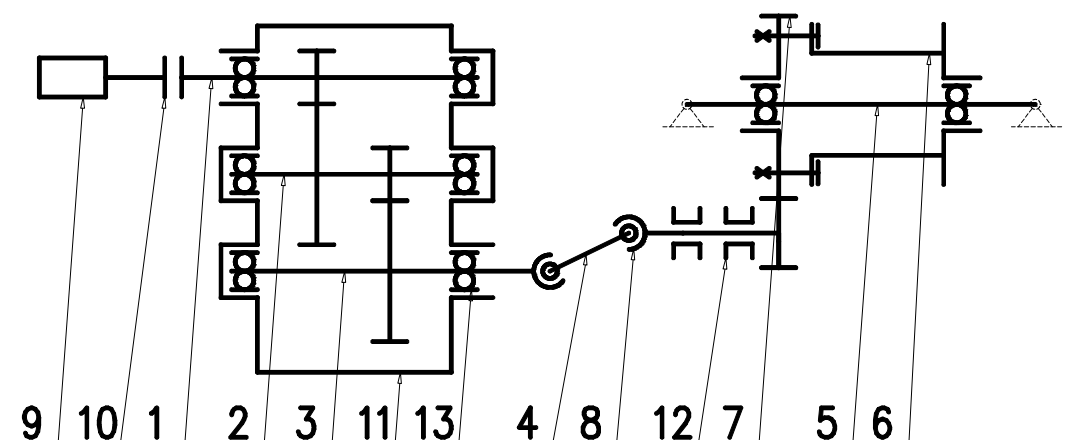
Hřídele jsou konstrukční části, které umožňují přenos točivých momentů. Podle funkce a použití rozdělujeme hřídele na nosné a hybné.

Nosné hřídele jsou většinou pevně uchyceny k rámu stroje a otáčejí se na nich součásti, např. kladky nebo bubny. Jiná možnost je tzv. náprava, kdy se hřídel s uchycenými koly otáčí, ale nepřenáší krouticí moment.

Hybné hřídele jsou vždy otočné a přenášejí krouticí moment. Jsou na nich upevněny strojní součásti (ozubená kola, řemenice atd.), nebo spojují navazující mechanismy. Podle své funkce je také rozdělujeme na:

- spojovací
- hnací
- hnané
- předloňové

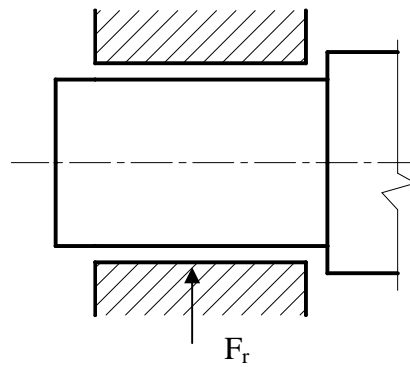
Uplatnění jednotlivých druhů hřídelí představuje zjednodušené schéma pohonu navíjecího bubnu podle obr. 4. Jsou na něm hřídele: hnací (1), předloňová (2), hnaná (3) a spojovací (4). Na nosném hřídeli (5) je otočně uložen buben (6). Ten je přes ozubené soukolí (7) poháněn spojovací hřídelí, která je opatřena kloubovými spojkami (8). Hnací motor (9) je pomocí spojky (10) připojen k převodovce (11). Ve schématu jsou znázorněna kluzná ložiska (12) a valivá ložiska (13). [6]



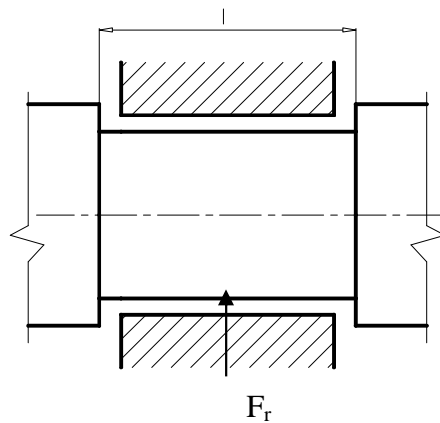
Obr. 9. Schéma pohonu navíjecího bubnu

2.2 Hřídelové čepy

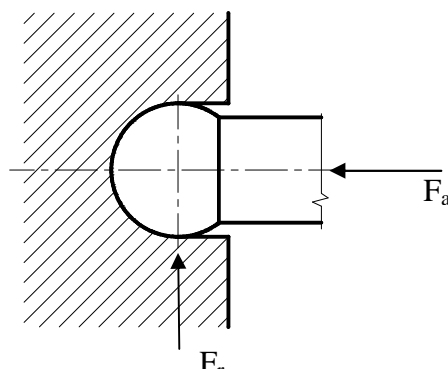
Hřídelové čepy jsou části hřídelí uložené v ložiskách. Přenášejí do ložisek radiální síly F_r nebo axiální síly F_a vyvolané zatížením hřídele. Podle tvaru jsou nejpoužívanější čepy válcové čelní, krční a kulové.



Obr. 10. Čep válcový čelní



Obr. 11. Čep krční



Obr. 12. Čep kulový

2.3 Materiály hřídelí a čepů

Volba materiálu pro hřídele je ovlivněna zejména způsobem zatížení a požadavky na tepelné a chemicko-tepelné zatížení. K dalším požadavkům s vlivem na volbu materiálu patří vrubová houževnatost a odolnost proti únavě.

Pokud na hřídeli převažuje statické zatížení a vyráběli bychom například elektromotory nebo průmyslové převodovky, tak úplně stačí běžná konstrukční ocel 11 500 nebo 11 600. Pokud by na hřídeli převažovalo dynamické zatížení, a ta by sloužila například jako hřídel pístových a obráběcích strojů, kalené hřídelové čepy, nebo pokud bychom kalili povrch hřídele pro spoje nalisováním, použili bychom už materiál s lepšími vlastnostmi, a to například ocel 12 060, 14 240 nebo 16 240.

Pro nejvíce namáhané hřídele, a také tam, kde se vyžaduje vysoká bezpečnost (jako například u leteckých motorů a u hřídelí velkých rozměrů) bychom použili oceli pro zúšlechťování – 16 440. Pokud bychom chtěli, aby měla hřídel tvrdý povrch (drážkové a vačkové hřídele), použili bychom oceli pro cementování a kalení – 14 220, 16 220.

3 SPOJENÍ HŘÍDELE S NÁBOJEM

Spoj hřídele s nábojem patří v konstrukční praxi k velmi často řešeným případům. Pod pojmem náboj si lze představit nejen ozubené kolo, řemenici, kotouč spojky, ale např. i vidlici nebo rám jízdního kola, se kterými se spojují řídítka či sedlová trubka. Z hlediska způsobu přenosů momentů a sil, mohou vzniknout spoje se silovým stykem a tvarovým stykem. Při silovém styku se tento přenos uskutečňuje třením tvarového styku mezi styčnými plochami. Může vzniknout i kombinace obou způsobů. [6]

3.1 Konstrukční zásady

Při volbě druhu spoje musí konstruktér vzít v úvahu tato kritéria:

- je-li náboj na hřídeli posuvný, či není
- rozebíratelnost spoje
- velikost přenášených sil

Podle těchto kritérií potom vybírá z mnoha možností spojů.

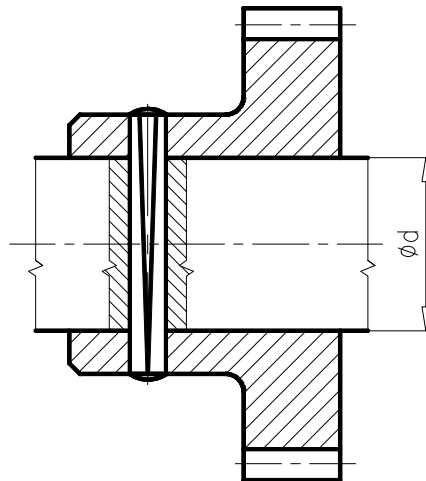
Druhy spojení:

- spoj kolíkem
- spoj perem
- spoj klíny
- spoje drážkové
- spoje svěrné
- spoje tlakové
- spoje čepy

3.2 Kolíkové spoje

Kolíkové spoje patří k často používaným spojům a využívají se pro malé krouticí momenty. Výhodou je jejich snadná výroba. Podle tvaru je dělíme na válcové a kuželové. Kolíky zachycují síly kolmé k ose, nebo přesně vymezují vzájemnou polohu dvou součástí. Všechny kolíky jsou normalizovány, kuželovitost všech kuželových kolíků je 1:50.

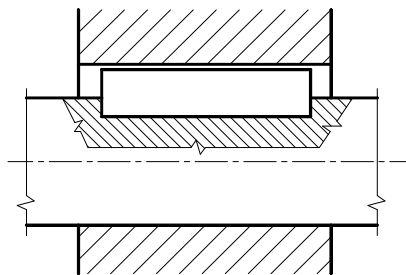
V konstrukční praxi se používají také různé modifikace základních kolíků, jako jsou například pružný válcový kolík, rýhovaný kolík nebo rýhovaný válcový kolík.



Obr. 13. Spojení ozubeného kola s hřídelí pomocí rýhovaného válcového kolíku

3.3 Spojе perem

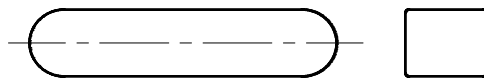
Jsou to vlastně podélné klíny bez úkosu a vkládají se do drážky v hřídeli. Na rozdíl od klínů se krouticí moment přenáší boky pera a umožňuje dodržet přesnou souosost součásti s hřídelí. Pero také dovoluje osové posunutí náboje po hřídeli. Není-li toto žádoucí, musí se pero na hřídeli osově pojistit. Pera mají obvykle čtvercový a obdélníkový průřez. Jejich rozměry, přiřazení k hřídelím a další nezbytné informace jsou normalizovány a k dohledání v ČSN.



Obr. 14. Spojení hřídele s nábojem pomocí pera

3.3.1 Spoj perem těsným

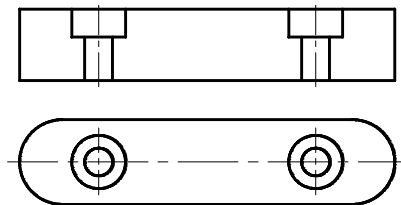
Je to nerozebíratelný spoj tvarovým stykem s nepohyblivým nábojem. Používá se pro přenos malých i středně velkých momentů při statickém a míjivém zatížení. Pokud nestačí k přenosu jedno pero, používáme pera dvě, pootočená o 120° . Těsné pero se nejistí proti osovému posuvu. Jako materiál pro pero nám slouží konstrukční oceli třídy 11.



Obr. 15. Pero těsné

3.3.2 Spoj perem výměnným

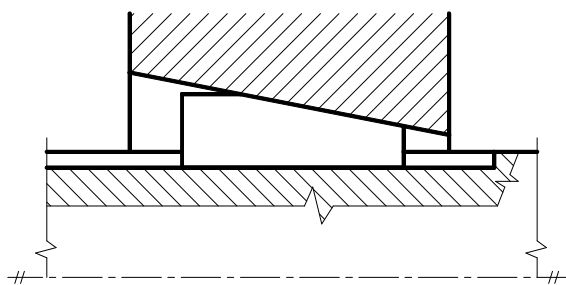
Výměnné pero je v drážce upevněno jedním nebo dvěma šrouby. Umožňuje pohyb náboje po hřídeli. Využíváme je při namáhání menšími nebo středními momenty, a to u zatížení statického i míjivého. Jako materiál pro pero volíme taktéž konstrukční oceli jako u per těsných. Minimální délka pera je $1,5 \times d$.



Obr. 16. Pero výměnné se dvěma otvory pro šrouby

3.4 Spoje klíny

Spoje klíny se používají méně často než spoje perem. Krouticí moment je přenášen tvarovým i silovým stykem. Drážkové klíny mají na horní ploše úkos $1/100$, tento úkos má i drážka v náboji. Jako výhodu u těchto spojů můžeme uvést současné pojištění proti osovému posuvu, jako nevýhodu možnost vzniku nesouososti hřídele s nábojem.



Obr. 17. Spojení hřídele s nábojem pomocí drážkového klínu bez nosu

V praxi se setkáváme s těmito druhy klínů:

klín drážkový bez nosu, klín drážkový s nosem, klín vsazený, ploský klín, ploský klín s nosem, torný klín.

3.5 Drážkové spoje

Spojení drážkového hřídele s drážkovým nábojem je provedeno perou a drážkami vyfrézovanými na hřídeli a v náboji navzájem do sebe lícovanými. Počet drážek a per závisí na průměru hřídele, na velikosti přenášeného krouticího momentu a na druhu zatížení. Drážkové hřídele a náboje jsou normalizovány podle ČSN. Používají se při stavbě obráběcích strojů, v automobilovém a leteckém průmyslu, a i v jiných druzích strojírenské sériové výroby, kde lze hospodárně využít drahých nástrojů na jejich výrobu.[2]

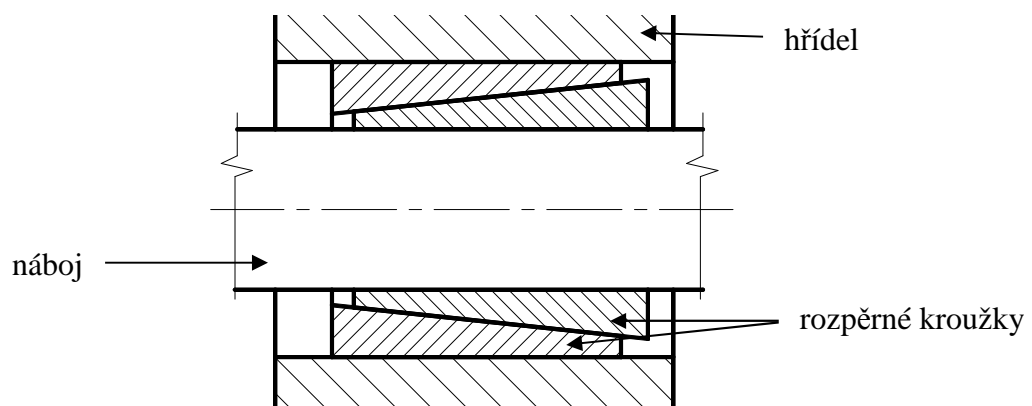
V praxi se nejčastěji setkáváme s těmito druhy drážkových spojů:

- a) Rovnoboký drážkový spoj
- b) Evolventní drážkový spoj
- c) Spoj s jemným drážkováním

3.6 Svěrné spoje

Jsou to rozebíratelné spoje se silovým stykem. Mezi hřídelí a nábojem je vyvozen tlak sevřením náboje. Vzniklý třecí moment musí být vždy větší než přenášený moment krouticí. Používají se pro menší krouticí momenty. Nevýhodou je, že přenos momentu při chybné montáži nemusí být plně zaručen. Podle způsobu provedení jsou používány:

- svěrné spoje šroubem s rozříznutým nábojem
- svěrné spoje šroubem s děleným nábojem
- svěrné spoje s kuželem
- svěrné spoje s rozpěrnými pružnými kroužky



Obr. 18. Svěrný spoj rozpěrnými pružnými kroužky

3.7 Tlakové spoje

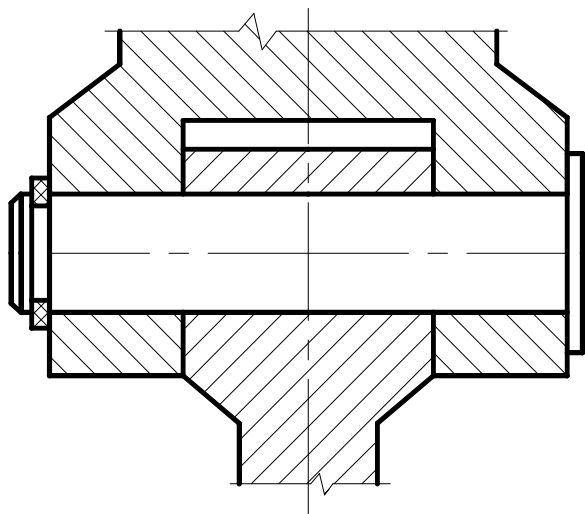
Spojením dvou součástí nalisováním vzniká nerozebíratelný spoj se silovým stykem. Tento spoj je velmi spolehlivý, jednoduchý a levný. Není k němu zapotřebí žádných spojovacích elementů. Tlak mezi hřídelí a nábojem vznikne jejich spojením při zaručeném minimálním přesahu hřídele. Mají široké použití i pro rázová a střídavá namáhání. Další výhodou je, že spoj není zeslaben drážkami, náboj je na hřídeli vystředěn, ale je nutné přesné dodržení rozměrů, které zaručí minimální přesah.

Podle způsobu výroby mohou vzniknout níže uvedené tlakové spoje.

- Lisované za studena s použitím spíše pro menší rozměry, nejčastěji se volí uložení H7/s7. Montáž se provádí klidnou tlakovou silou, např. pomocí hydraulického lisu.
- Smrštěním po ohřevu náboje, spoj vhodný pro větší rozměry, např. nákolky kol železničních vagónů. Ohřev umožňuje přesahy.
- Roztažením po ochlazení hřídele, spoj vhodný pro menší čepy a hřídele. Ochlazení čepu a hřídele se provede kapalným plynem.

3.8 Čepové spoje

Čepů se používá k rozebíratelnému otočnému spojení součástí. Čep je vlastně válcový kolík s větším průměrem. Vyrábí se v provedení s hlavou nebo bez hlavy. Může také nahradit krátký nosný hřídel. Čepy jsou normalizovány dle ČSN.



Obr. 19. Spojení součástí čepem s hlavou na konci zajištěným kroužkem

4 LOŽISKA

Ložiska jsou části strojů, ve kterých jsou uloženy čepy hřídelí. Ložiska udržují čepy a hřídele v žádané poloze, zachycují jejich zatížení a umožňují jejich funkci. Podle způsobu styku hřídele s ložiskem rozlišujeme kluzná ložiska, v nichž se hřídel přímo stýká s ložiskem v kluzné dotykové ploše, a ložiska valivá, v nichž se hřídel stýká s ložiskem nepřímo přes valivá tělesa, kuličky, válečky nebo kuželíky. Oba druhy se dále dělí podle směru působící síly na:

- radiální ložiska, jež zachycují síly působící ve směru kolmém k ose ložiska,
- axiální ložiska, jež zachycují síly působící ve směru osy ložiska.[2]

4.1 Kluzná ložiska

Mezi ložiskem a hřídelí vzniká kluzné tření, které způsobuje opotřebení součásti a ztráty energie. Výhody kluzných ložisek proti valivým jsou tyto:

- jednoduchá montáž a demontáž
- menší vnější průměr
- klidný a tichý chod
- snáší i rázovitá zatížení
- některé materiály umožňují práci ložiska bez mazání při vyšších teplotách, případně ve vlhkém či chemicky upraveném prostředí.

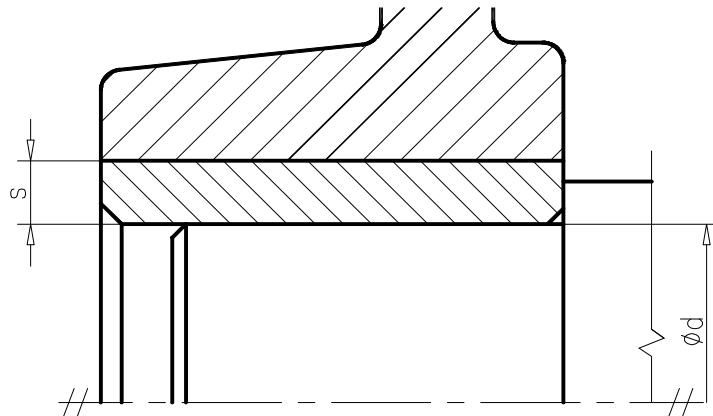
Nevýhody kluzných ložisek proti valivým:

- nutná přesná výroba (dodržení tolerancí)
- větší délka ložiska
- větší nároky na údržbu, neboť je nutno zajistit u většiny typů kvalitní mazání a čistotu prostředí
- větší spotřeba maziva, možnost zadření při nekvalitním mazání
- jsou méně vhodná pro přerušovaný chod, neboť při rozběhu a doběhu mohou ložiska pracovat v oblasti tření.

Podle tvaru jsou ložiska vyráběna jako pouzdra nebo pánve. Vkládají se do ložiskového tělesa, které může být buď samostatné, nebo je tělesem strojní součást (např. ojnice spalovacího motoru). Pouzdro má tvar dutého válce, pánev je pouzdro dělené v podélné ose.[6]

Konstrukčně jsou pouzdra a pánve řešeny jako:

- jednovrstvé tenkostěnné, vhodné pro kompozice a slitiny mědi s $\leq 0,1d$
- jednovrstvé tlustostěnné, vhodné pro nekovové materiály (litiny, spékané kovy)
- dvouvrstvé, nebo také bimetalické mají všestranné použití
- vícevrstvé, nové moderní typy ložisek.



Obr. 20. Radiální kluzné ložisko

4.2 Valivá ložiska

Valivá ložiska mají větší uplatnění než kluzná. Smykové tření je u nich nahrazeno valivým třením valivých tělísek, která mají tvar koule, kužele, jehly nebo soudečku. Vzniká zde i smykové tření, a to mezi tělísky a klecí. Klec udržuje tělíska v požadované poloze na drahách kroužků. Výhody valivých ložisek oproti kluzným:

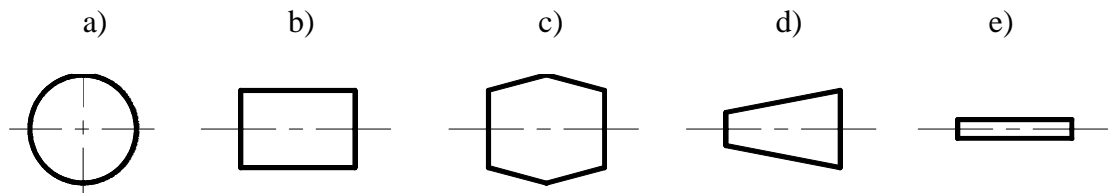
- menší tření, a tím i větší účinnost, a to i při rozběhu, doběhu, při malých otáčkách a při kývavém pohybu
- menší délka ložiska
- většina typů radiálních ložisek zachycuje i axiální síly
- jsou odolnější proti zadření
- menší nároky na údržbu (potřebují méně maziva)
- všechna jsou normalizovaná, běžně dostupná
- umožňují vysoké otáčky hřídelí bez značného nárůstu oteplení (dle druhu rozměrů dosahují až $30\,000\text{ min}^{-1}$).

Nevýhody valivých ložisek oproti kluzným:

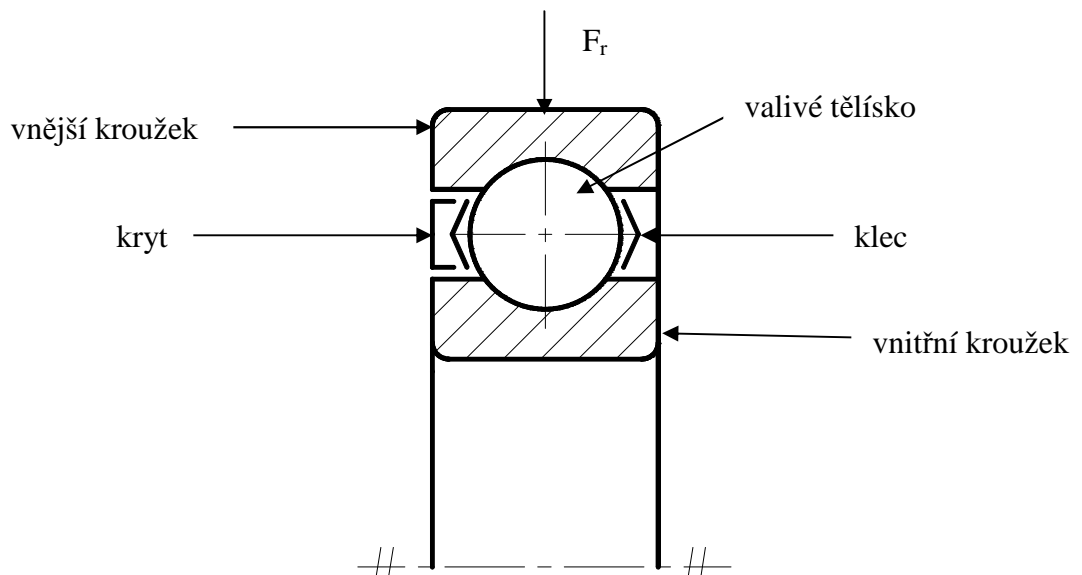
- hůře snáší rázy
- mají větší vnější průměr u většiny typů

- při vyšších otáčkách mohou být hlučnější.

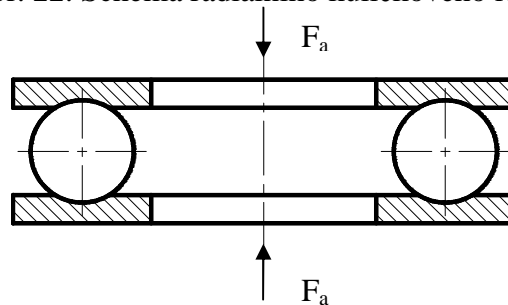
Podle způsobu zatížení se valivá ložiska dělí na radiální a axiální. Většina radiálních ložisek však může nést i axiální sílu. Podle valivého tělíska jsou radiální ložiska kuličková (obr. 22a), válečková (obr. 22b), soudečková (obr. 22c), kuželíková (obr. 22d) a jehlová (obr. 22e). Axiální ložiska jsou v provedení jako kuličková (obr. 24) nebo soudečková. Podle počtu řad existují ložiska jednořadá a dvouřadá.[6]



Obr. 21. Schéma radiálního kuličkového ložiska



Obr. 22. Schéma radiálního kuličkového ložiska



Obr. 23. Schéma axiálního kuličkového jednořadého ložiska

5 HŘÍDELOVÉ SPOJKY

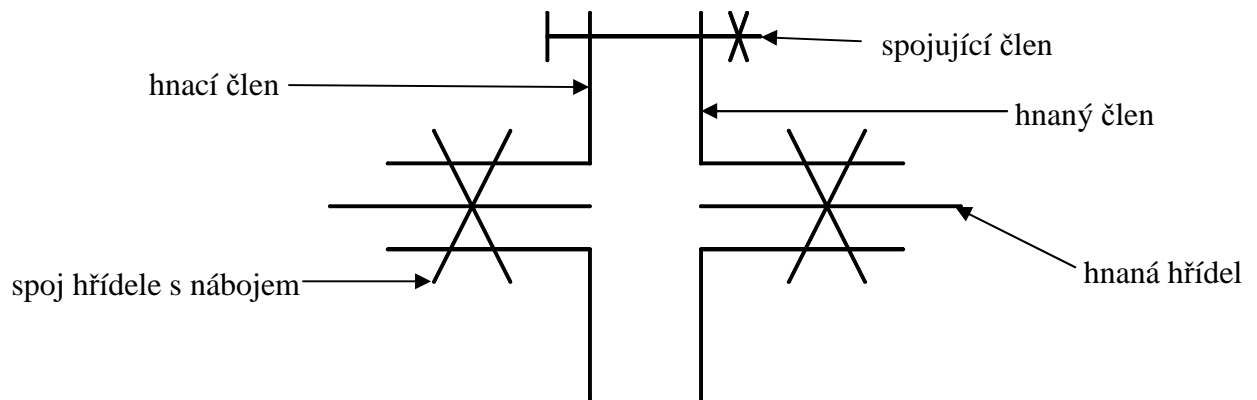
Hřídelové spojky slouží k přenosu krouticího momentu mezi hnacím a hnaným strojem nebo mezi jednotlivými částmi stroje či mechanismu. Jejich další funkcí je:

- omezení přenášeného momentu (ochrana zařízení před přetížením)
- tlumené rázů a torzních kmitů hřídelí
- umožnění montážních nepřesností a tepelné roztažnosti spojovaných součástí
- zajištění plynulého rozběhu
- možnost montáže a demontáže celku po částech.

Hřídelové spojky dělíme na:

- Mechanicky ovládané
 - Pružné
 - spojky s kovovými členy
 - spojky s nekovovými členy
 - Nepružné
 - spojky pevné
 - spojky vyrovnávací
- Mechanicky neovládané
 - Výsuvné
 - spojky s tvarovým stykem
 - spojky se silovým stykem
 - Pojistné
 - spojky s rozrušitelným členem
 - spojky vysmekávací
 - spojky prokluzovací
 - Rozběhové
 - spojky volnoběžné
- Hydraulické
- Elektrické
- Magnetické

Mechanicky ovládané a neovládané spojky přenášejí moment tvarovým nebo silovým stykem. Pomocí tvarového se hnací, hnaný a spojovací člen dotýkají bez vzájemného pohybu. U silového přenosu se moment přenáší třením. Hydraulické spojky využívají hydrodynamického účinku kapaliny a elektrické i magnetické využívají působení magnetického nebo elektromagnetického pole.



Obr. 24. Základní schéma spojky

6 MECHANICKÉ PŘEVODY

V konstrukci strojů a zařízení se často používají mechanismy s tuhými členy – převody, které slouží k přenosu točivého pohybu hnacího hřídele na hnaný hřídel při stálém výkonu.[2]

6.1 Rozdělení a základní charakteristiky

U mechanických převodů točivého momentu se pro přenos kroutícího momentu z hřídele na hřídel používá kol, která jsou vzájemně spojena buď nepřímým opásáním, nebo přímo kontaktním stykem. Spojení v obou případech může být silové nebo tvarové. Převody s tvarovým stykem jsou přesné a otáčky u nich nemohou kolísat. U převodů se silovým stykem se mohou otáčky hnaného hřídele vlivem prokluzu mírně měnit (kolísat), i když se otáčky hnacího hřídele nemění.[4]

6.1.1 Převodový poměr

Charakteristickým údajem převodů je převodový poměr otáček, průměrů, kroutících momentů (index 1 nebo lichý pro hnací hřídele, index 2 nebo sudý pro hnané hřídele).

$$i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (1)$$

U převodů přenášejících obvodovou sílu tvarovým stykem (ozubené a řetězové převody) můžeme vyjádřit převodový poměr též počtem zubů hnacího a hnaného kola:

$$i_{1,2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2)$$

U převodů, které přenášejí obvodovou sílu třením (převod řemenový, lanový a třecí), je skutečná obvodová rychlost hnacího kola $v_2 > v_1$ následkem skluzu. Otáčky hnaného hřídele pak jsou:

$$n'_2 = \psi n_2 \quad (3)$$

kde součinitel $\psi = 0,95$ až $0,99$ podle druhu převodu. Skutečný převodový poměr:

$$i'_{1,2} = \frac{n_1}{n'_2} = \frac{D_2}{z_1 \cdot \Psi} = \frac{i_{1,2}}{\Psi} \quad (4)$$

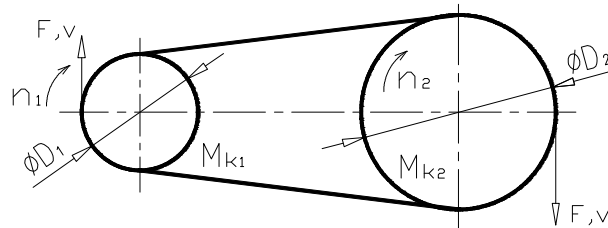
Pokud je mezi hnací a hnanou hřídelí velký převodový poměr, použije se místo jednoduchého převodu převod složený, jehož obecný převodový poměr je:

$$i_{1,n} = \frac{n_1}{n_n} = \frac{D_2}{D_n} \dots \frac{D_n}{D_{n-1}} \quad (5)$$

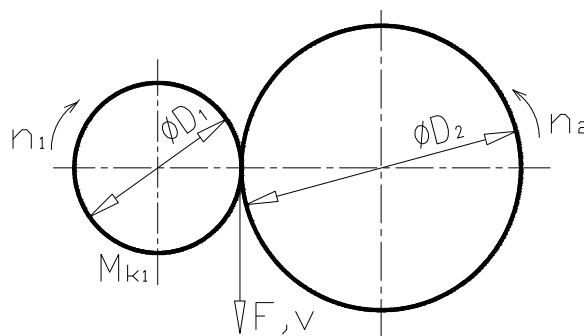
6.1.2 Silové poměry v převodech

Při přenášení z hnacího na hnaný hřídel musí být obvodová síla na obou kolech (hnacím i hnaném) totožná, jinak by došlo k poruše převodu. Obvodová síla se rovná:

$$F = \frac{2M_{k1}}{D_1} = \frac{2M_{k2}}{D_2} = \frac{P}{v} \quad (6)$$



Obr. 25. Silové poměry u převodu řemenem



Obr. 26. Silové poměry u převodu ozubenými koly

6.1.3 Ztráty v převodech a účinnost

Ztráty se ve výpočtech převodů vyjadřují obvykle účinností, kterou lze rozdělit na tři složky:

- ztráty třením v ložiskách hnacího hřídele – účinnost η_{11}
- ztráty třením v ložiskách hnaného hřídele – účinnost η_{12}
- ztráty ve vlastním převodu – účinnost η_p .

Účinnost jednoduchého převodu:

$$\eta_{1,2} = \eta_{11} \cdot \eta_p \cdot \eta_{1,2}, \quad (7)$$

účinnost složeného převodu:

$$\eta_{1,n} = \eta_{12} \cdot \eta_{3,4} \cdots \eta_{(n-1),n}. \quad (8)$$

Ztráty ve vlastním převodu jsou u silového přenosu skluz a u tvarového tření mezi tvarovými elementy přenosu. Přenášený výkon se teoreticky nemění. Ve skutečnosti se zmenší o ztráty převodu:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{1,2}. \quad (9)$$

Na přemáhání ztrát se spotřebuje část přenášené mechanické energie, takže skutečný krouticí moment hnaného hřídele bude:

$$M'_{k2} = M_{k2} \cdot \eta_{1,2}. \quad (10)$$

Má-li být na hnaném hřídeli krouticí moment M_{k2} , musí být na hnacím hřídeli:

$$M'_{k1} = \frac{M_{k2}}{\eta_{1,2} \cdot i_{1,2}}. \quad (11)$$

6.2 Řetězové převody

Řetězové převody se používají pro přenos výkonů do 100 kW, když je vzdálenost hřídelí větší, než odpovídá přiměřené velikosti ozubených kol. Soustava se skládá z hnacího řetězového kola, z něhož se přenáší obvodová síla tahem řetězu na kolo hnané. Řetězový převod neprokluzuje a zaručuje tak stálý převodový poměr. Nepotřebuje předpětí, a proto je zatížení ložisek a hřídelí menší než u řemenů.

Řetěz není citlivý na teplotu ani vlhkost, osvědčuje se při středních obvodových rychlostech v prašném i nečistém provozu. Nevýhodou řetězového převodu je to, že přenáší rázy, řetěz kmitá a celkové řešení je náročné na přesnost rovnoběžných hřídelí. Vzdálenost hřídelí obou řetězových kol musí být nastavitelná, aby bylo možno řetěz správně napnout. Všechny řetězy jsou plně normalizovány.

Rozdělení převodů dle druhu řetězů:

- a) Převody s článkovými (svařovanými) řetězy
- b) Převody s kloubovými řetězy
- c) Převody se zubovými řetězy
- d) Převody s lamelovými řetězy

Řetězová kola

Pro válečkové a pouzdrové řetězy je profil zubů řetězových kol normalizovaný. Malé řetězové kolo (pastorek) musí mít lichý počet zubů z_1 . Velké řetězové kolo musí mít na rozdíl od malého sudý počet zubů z_2 . Aby se řetěz opotřebovával rovnoměrně, musí platit tyto podmínky:

$$z_1 = 17 \div 25 \text{ (vyšší hodnoty pro velké rychlosti } v \text{ a } F_t)$$

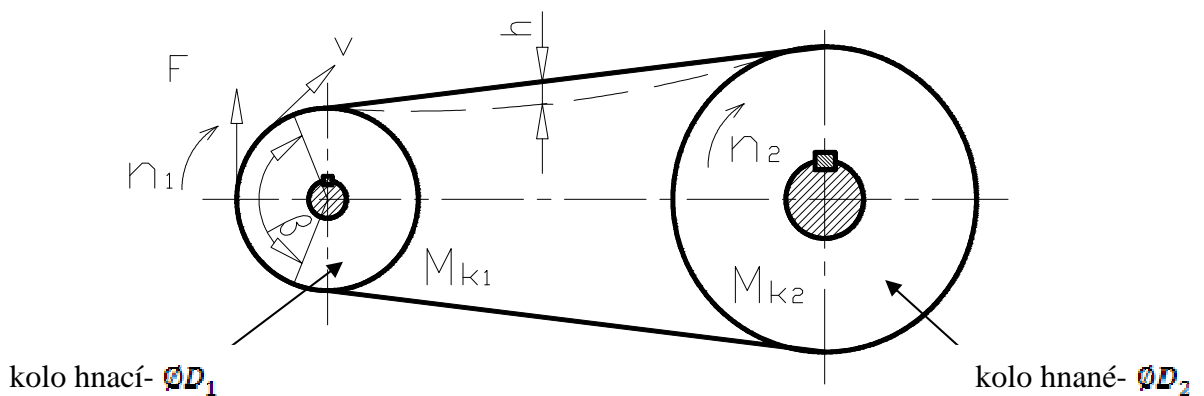
$$z_1 \geq 17 \text{ (u řetězů s roztečí } P \leq 9,525 \text{ mm)}$$

$$z_1 \geq 19 \text{ (u řetězů s roztečí } P > 9,525 \text{ mm)}$$

Malé řetězové kolo bývá vyrobeno z konstrukčních ocelí 11 600, 11 700 (popř. z cementační oceli 12 020). Velká řetězová kola se vyrábějí taktéž z konstrukčních ocelí, ale také z litiny nebo ocelí na odlitky.

6.3 Řemenové převody

Řemenové převody jsou opásané převody se silovým stykem. Používají se pro střední až velké vzdálenosti hřídelí, a to nejen ve strojírenství, ale také lékařské technice, elektrotechnice a v dalších odvětvích. Krouticí moment je přenášen řemenem z hnacího hřídele na hnaný. Řemen je opásán kolem řemenových kotoučů (řemenic) a řemenice jsou naklínovány na hřídelích. Otáčením hnacího hřídele vzniká tření mezi hnacím kotoučem a řemenem, z řemene se poté přenáší pohyb na hnaný kotouč.



Obr. 27. Řemenový převod

Výhody:

- jednoduchá a levná výroba
- snadná údržba
- tichý chod
- zachycení a tlumení rázů (pružnost řetězu)
- ochrana pracovního stroje proti přetížení
- možnost pohonu více hřídelí současně

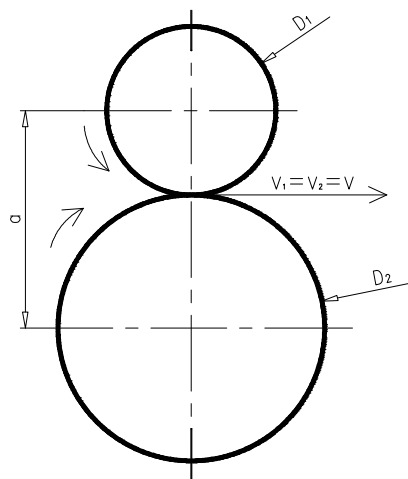
Nevýhody:

- větší tlak na ložiska – důsledek předpětí pásu nebo řemenu
- nutný skluz pásu
- některé tažné elementy se trvale prodlužují (nutnost zařízení pro napínání)
- horší odolnost proti vysokým teplotám, vlhkosti, nečistotám, prachu, oleji apod.

Součásti opásaných převodů

- tažné členy
- obvodová síla je přenášena z hnacího kotouče na hnány:
 - a) Řemeny – (ploché, klínové, kruhové) vzniká řemenový převod
 - b) Lany – vzniká lanový převod
 - c) Lanky, šňůrami, strunami – vzniká lankový převod

6.4 Převody ozubenými koly



Obr. 28. Ozubený převod

Používají se především pro převody se stálým převodovým poměrem a malou osovou vzdáleností hřídelí. Jsou to kontaktní převody s tvarovým stykem. Přenáší otáčivý pohyb z jedné hřídele na druhou nuceně a bez skluzu. Soukolí tvoří dvě spoluzabírající kola (jednoduché soukolí) nebo několik kol (složené soukolí).

Použití:

- převody se stálým převodovým poměrem
- převody s menšími vzdálenostmi os hřídelí.

Výhody:

- vysoká účinnost
- spolehlivost funkce
- velká životnost
- stálost převodového poměru
- kompaktní uspořádání s jednoduchou obsluhou

Nevýhody:

- náročná výroba ozubených kol (nutnost speciálních nástrojů)
- chyby ve výrobě mohou být příčinou chvění a hluku za provozu stroje.

6.4.1 Základní rozdělení ozubených kol

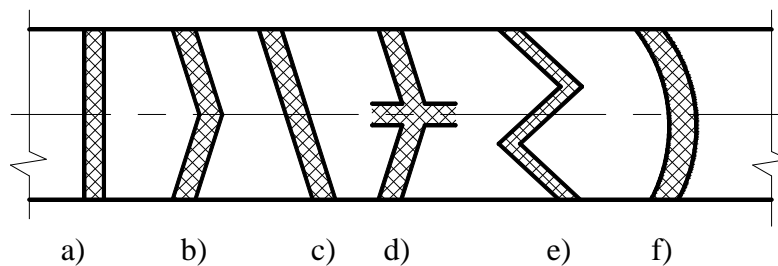
Dle tvaru křivek utvářejících profil zuby rozdělujeme kola na **cykloidní** a **evolventní**.

Rozdělení soukolí dle polohy os:

- Osy rovnoběžné:
 - planetová soukolí
 - čelní soukolí – s vnitřními nebo vnějšími ozubení
- Osy různoběžné:
 - kuželová soukolí – s přímými nebo zakřivenými zuby
- Osy mimoběžné
 - šroubová soukolí
 - šneková soukolí

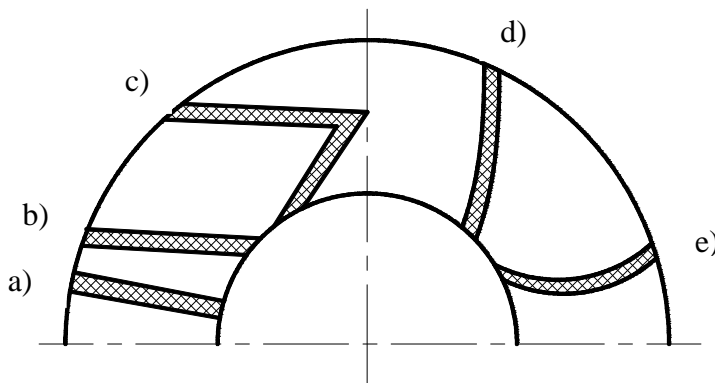
Rozdělení podle tvaru boční čáry zubů:

- Čelní kola



Obr. 29. Tvar bočních křivek zuby čelních kol

- a) přímé zuby b) šípovité zuby c) šikmé zuby d) dvojité šikmé zuby e) dvojité šípovité zuby f) kruhové zuby
- Kuželová kola

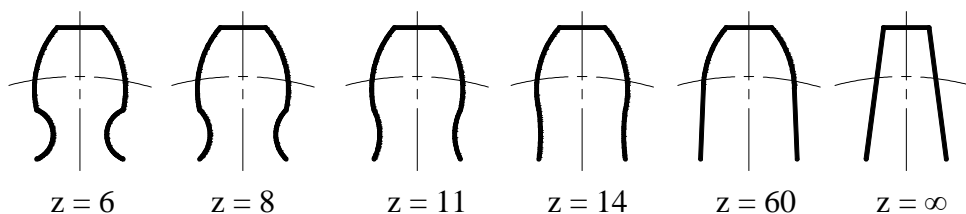


Obr. 30. Tvar bočních křivek zubu kuželových kol

- a) přímé zuby b) šikmé zuby c) šípovité zuby d) spirálovité zuby e) kruhové zuby

6.4.2 Podřezání a mezní počet zubů

U ozubených kol s malým počtem zubů dochází k podřezání paty tubů kola zaoblením hlavy zubu nástroje. Podříznutí se nepříznivě projevuje zeslabením paty zubu při namáhání na ohyb. Zmenšuje-li se počet zubů kola, přibližuje se základní kružnice (na niž začíná evolventa) ke kružnici roztečné – zkracují se evolventní části boků zubů. Zuby kol s malým počtem zubů mají velmi nevhodný tvar.



Obr. 31. Boční profil zubů

6.4.3 Materiály ozubených kol

- Šedá litina (42 2420)
 - Tvárná litina (42 2304)
 - Zušlechtěné oceli
 - Oceli pro povrchové kalení (12 050)
 - Cementační oceli (12 020, 14 220, 16 220) – pro kola vysoce namáhaná na otěr
 - Nitridační oceli (14 340) – pro kola jejichž zuby nelze brousit - dovolené zatížení je o polovinu nižší než u ocelí cementovaných a kalených.
 - Ocel třídy 11 (11 423, 11 600)
- pro nižší namáhání a malé obvodové rychlosti

- méně vhodná
- páruje se s pastorky z ocelí třídy 12 a 13
- pastorek musí být o 15 až 25 HB tvrdší než kolo
- u méně namáhaných soukolí.
- Ocel na Odlitky – uhlíková (42 2630)
 - slitinová (42 2719)
- pro kola menších průměrů a tam, kde není dostatečná pevnost šedé litiny.
- Mosaz – hodinářská kolečka.
- Plasty – měřicí přístroje a kancelářské stroje.

6.5 Třecí převody

U třecích převodů se přenáší obvodová síla mezi vzájemně přitlačovanými koly nebo kotouči třením a přitlačující síla F_n může být vyvozena pružinou nebo závažím. Třecími převody se přenáší otáčivý pohyb mezi hřídeli na malé vzdálenosti a zpravidla se přenáší menší výkony. Třecí převody se uplatňují zejména pro pohon třecích a šroubových lisů a různých kontrolních a elektrických přístrojů (např. magnetofonů) a obecně je rozdělujeme na převody:

- a) se stálým převodovým číslem
- b) s plynule měnitelným převodovým číslem (variátory)

Výhody:

- klidný, téměř nehlučný chod a snadná výroba nenáročná na speciální stroje
- současně mohou plnit funkci spojky (přitlačením či uvolněním kotoučů)
- přenos M_k bez tažných členů (řetězů, řemenů) → nutnost měnit třecí obložení
- změna otáček soukolí možná za chodu při plném zatížení
- ochrana před přetížením (prokluz třecích kol – např. při rázech v pohonu).

Nevýhody:

- značný tlak na hřídele a ložiska vyvolaný přitlačnou silou
- nestálost přechodového poměru (kolísání otáček).

6.6 Poznatky a cíle bakalářské práce

Teoretická část práce se zaměřuje na převodové skříně, jejich obecnou konstrukci, součásti a mechanismy, jež tvoří převodové ústrojí a podílí se na přenosu otáčivého pohybu.

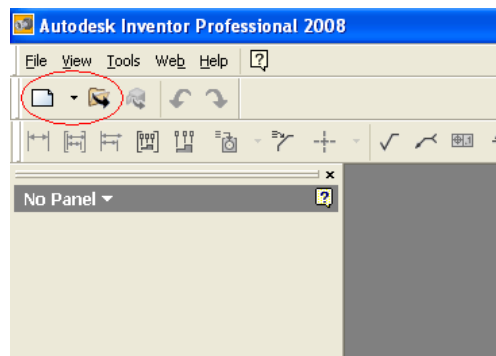
Praktická část bakalářské práce popisuje tvorbu převodové skříně a prvků, ze kterých se skládá. Modelování těchto komponentů proběhne v jednom z výrobních software (Autodesk Inventor, Catia), a to ve formě pro využití ve výuce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor patří mezi jedny z nejlepších softwarů pro konstrukci a tvorbu výkresů, dílců, sestav apod. Pomáhá nám zefektivnit pracovní cyklus, neboť nás provází od prostého náčrtu výrobku, až po 3D model, případně konstrukci celé montážní sestavy složené z více dílců a pomáhá také při další případné modifikaci.

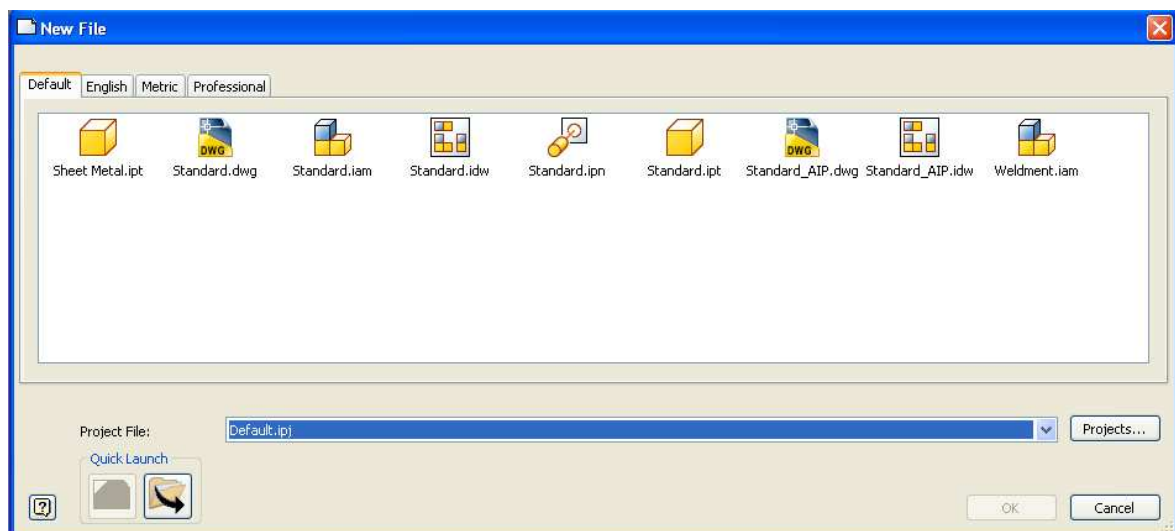
7.1 Základní rozhraní Autodesk Inventor



Obr. 32. Úvodní menu

Při spuštění programu Autodesk Inventor lze vidět úvodní menu, které obsahuje dvě základní nabídky, jako je otevření již existující práce nebo započítí nové.

Tvorba nových komponentů je znázorněna pomocí jednotlivých ikon, které mají různé koncovky a označují různé druhy operací.



Obr. 33. Výběr pracovní operace

Pracovní operace

Sheet metal.ipt – tvorba plechových součástí

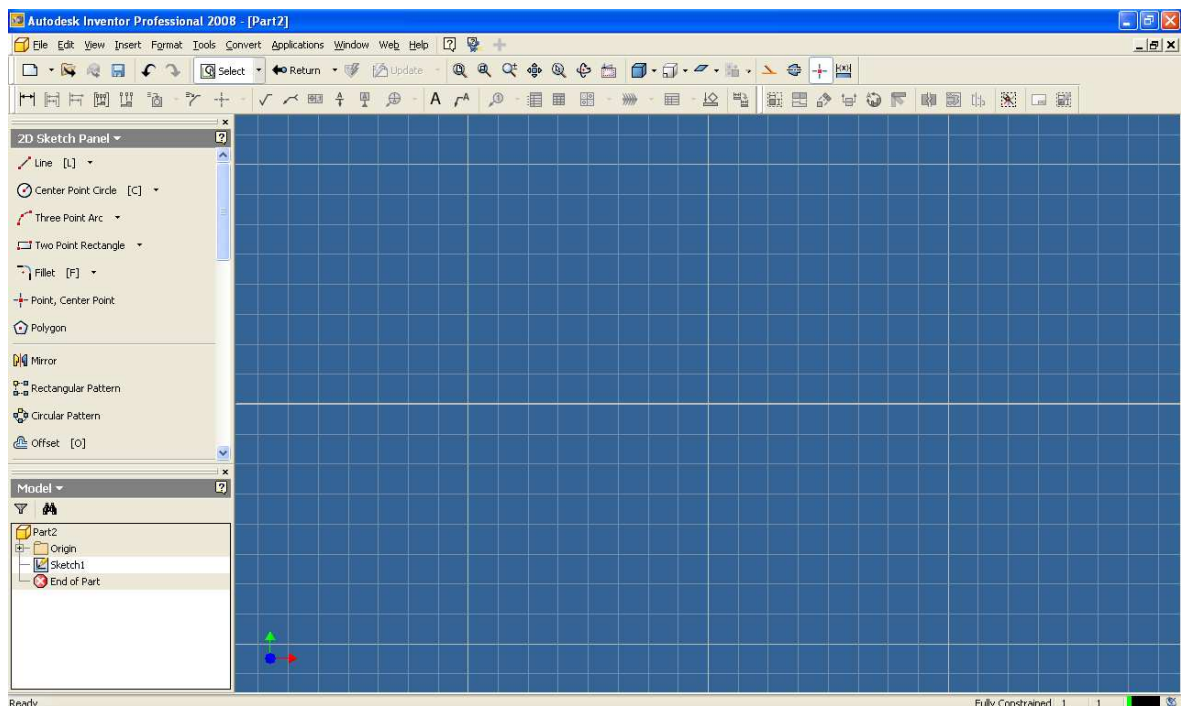
Standart.iam – modul pro konstrukci sestav, ve kterém je také obsažen katalog součástí
(šrouby, matice...)

Standart.idw – modul k tvorbě výkresové dokumentace

Standart.ipn – modul umožňuje vytvořit animaci montáže sestav

Standart.ipt – tento modul nám slouží k tvorbě plošných i rotačních součástí

Pro tvorbu jednotlivých elementů bude tedy třeba zvolit ikonu **Standart.ipt**. Konstrukční rozhraní je vyobrazeno na obrázku č. 68.

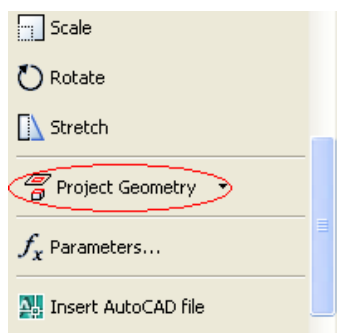


Obr. 34. Rozhraní Standart.ipt

7.2 Základní operace

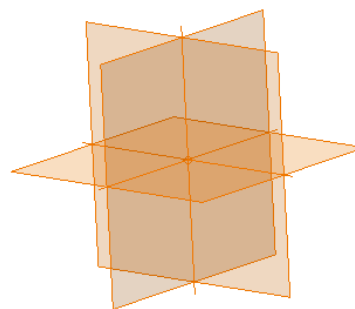
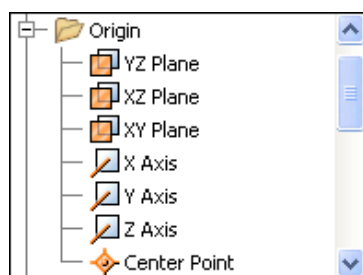
V programu Autodesk Inventor se pracuje obecně ve dvou módech: *Sketch* a *Feature*. *Sketch* slouží k tvorbě náčrtu či skici a ve *Feature* tento náčrt převádíme pomocí různých příkazů do 3D. Vzniklý model můžeme dále upravovat – měnit rozměry, tvar, vazbu modelu vzhledem k jiným modelům (pokud se jedná o sestavu), vytvářet základní animace, atd.

V módu Sketch lze kreslit ve třech rovinách - YZ, XZ, XY. Při zvolení šablony Standart.ipt je již předdefinována rovina XY, ale při tvorbě dalších prvků, a tedy při **novém náčrtu**, si lze již vybrat rovinu, ve které bude náčrt probíhat. Pokud je zvolena rovina a lze kreslit, je nevhodnější si pomocí ikony **Projekt Geometrie** zobrazit roviny či osy a hlavně středový bod, ze kterého je nejlepší vést geometrii, neboť čára vedena ze středového bodu je již „zavazbena“ a nemůže se pozdějším kótováním nikam posunout.



Obr. 35. Ikona *Promítnout Geometrii*

Kreslení ze středového bodu zjednodušuje práci. Pokud středový bod opravdu leží ve středu modelu, tak při použití některých příkazů (**Mirror**, **Pattern**, nebo například **Revolve** ve **Feature**) nemusíme vytvářet žádné pomocné roviny či osy a lze označit základní osy a roviny, neboť všechny procházejí středovým bodem.




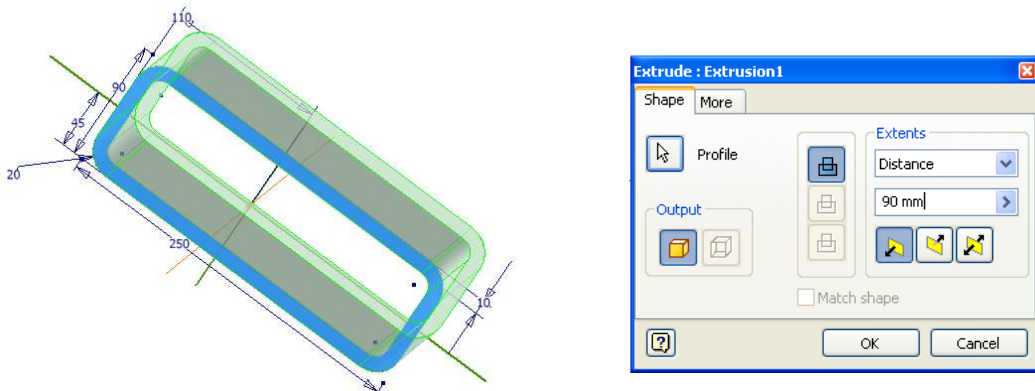
Obr. 36. Středový bod, pracovní roviny a osy

Při tvorbě všech prvků v módu *Sketch* se vychází z ikon nacházejících se v panelu **2D Sketch Panel**. Ve *Feature* pracujeme s příkazy z panelu **Part Features**. Obě tato rozhraní mají společný jeden hlavní panel – **Model**. Tento panel zaznamenává historii modelu, což znamená, že vidíme jakými metodami a v jakém pořadí vznikl. Neocenitelná výhoda spočívá v možnosti kdykoliv editovat již zvolené vlastnosti dílce.


8 MODELOVÁNÍ PŘEVODOVÉ SKŘÍŇE A PŘÍSLUŠENSTVÍ

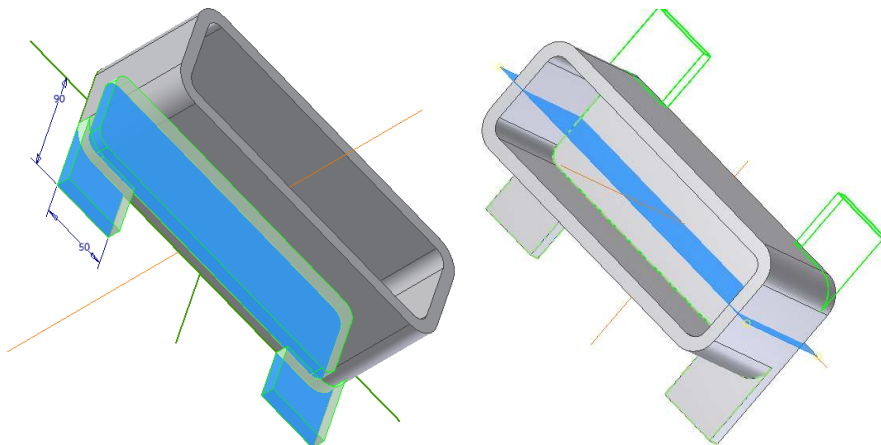
8.1 Spodní část skříně

Ve Sketch byl vytvořen náčrt obvodových stěn skříně a ve Feature bylo zvoleno vysunutí ( Extrude [E]) s možností **Join** pro získání prvotního 3D modelu.





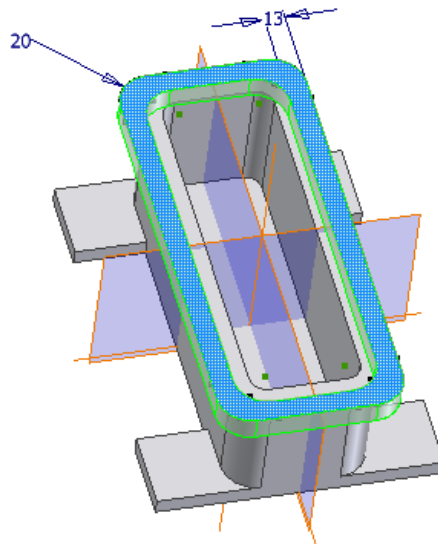
Obr. 37. Obvodové stěny spodní části skříně

Dále je třeba vysunout vnitřní část obvodu, aby bylo vytvořeno dno. Tuto operaci lze provést také pomocí jednoduchého a rychlejšího příkazu *Skořepina (Shell)*. Tato metoda bude použita při tvorbě víka. Spolu s tvorbou dna bude ve Sketch vytvořena na jedné straně i patka, pomocí které je možno skříň připevnit k podlaze. Patku stačí vytvořit na jedné straně a pomocí příkazu  Mirror (*Zrcadlit*) ji přenést také na druhou stranu. Ve Feature geometrii opět vysuneme a příkazem , který má v obou módech stejnou funkci, vzniklý tvar zrcadlíme (je třeba označit geometrii a osu zrcadlení).



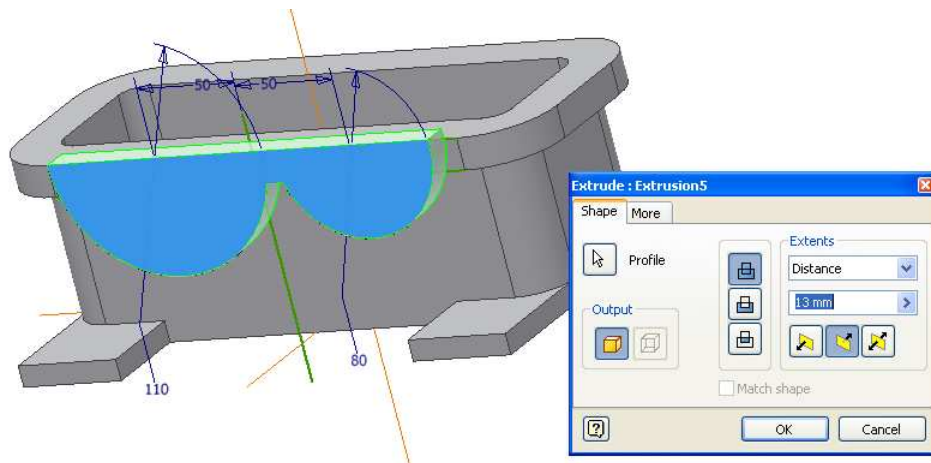
Obr. 38. Dno skříně, patky

Pro tvorbu obruby je třeba ve Sketch promítnout geometrii vnějšího obvodu stěny a pomocí příkazu  Offset [O] (**Odsadit**) vzniklý profil zkopírovat a zvětšit o danou hodnotu. Krajní zaoblení lze změnit pomocí příkazu  Fillet [F] (**Zaoblit**).



Obr. 39. Obruba lože skříně

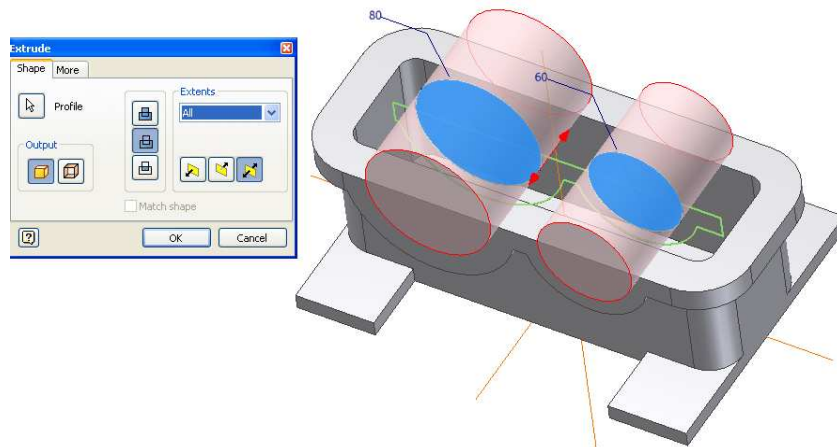
Příruby ložisek lze vytvořit náčrtem na stěně skříně. Vzniklý náčrt vysunout o danou hodnotu a vzniklý tvar opět zrcadlit.



Obr. 40. Příruby ložisek lože skříně

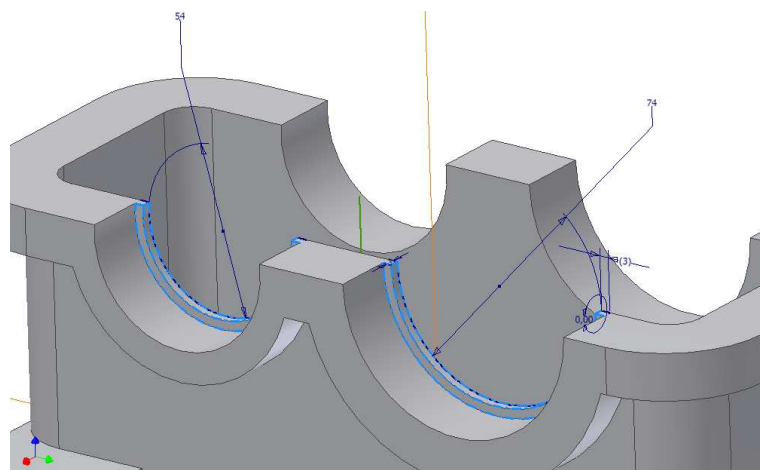
Tvorba otvoru pro vnitřní součásti je nasnadě. Je třeba začít náčrtem na pracovní rovině uprostřed skříně. Otvory jsou dva kruhy vystředěné s přírubami pro ložiska. Ve Fea-

ture je třeba kruhy vysunout, ale označit ve výrobním okně možnost *Cut (Řez)*, vzniklý tvar se neseče s již vyrobenou geometrií, nýbrž odečte. Dále je třeba v okně *Extents* označit možnost *All*. Tento příkaz udává délku vysunutí (nekonečně daleko) a proto, že kruhy se nacházejí uprostřed víka, musíme také značit vysunutí oběma směry.



Obr. 41. Otvory pro vnitřní součásti lože skříně

Zámky ložisek lze vytvořit opět podobným postupem jako již u předchozích geometrií, čili na vnitřní straně skříně vytvořit danou skicu a ve Feature daný tvar vysunout o určitou hodnotu. Zámky vytvořené na jedné straně zrcadlíme pomocí *Mirror*.

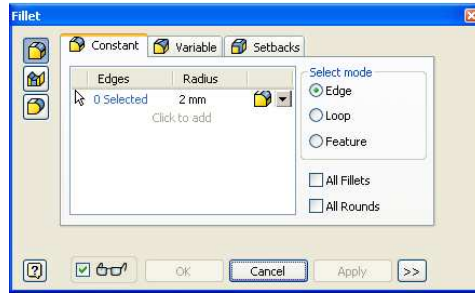


Obr. 42. Zámky ložisek lože skříně

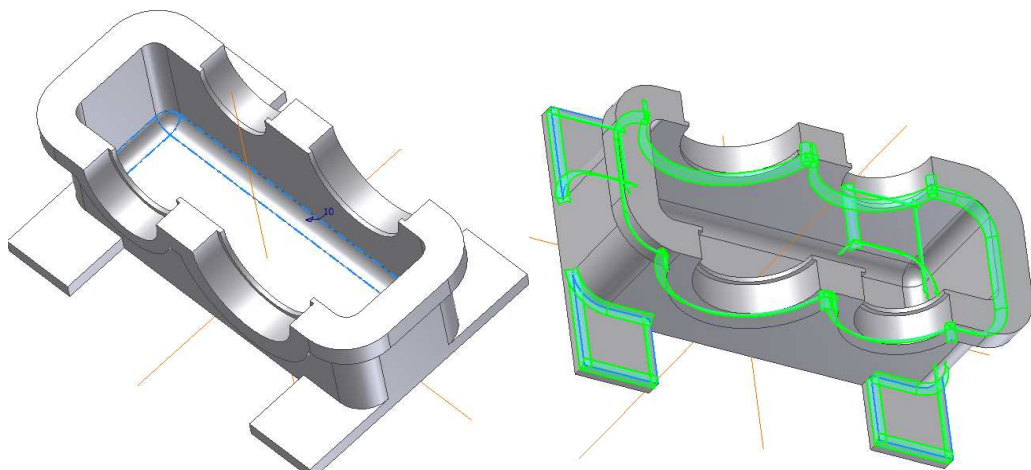
Dále je třeba zaoblit některé vnitřní a vnější hrany. K tomuto účelu slouží příkaz



(*Zaoblit*).



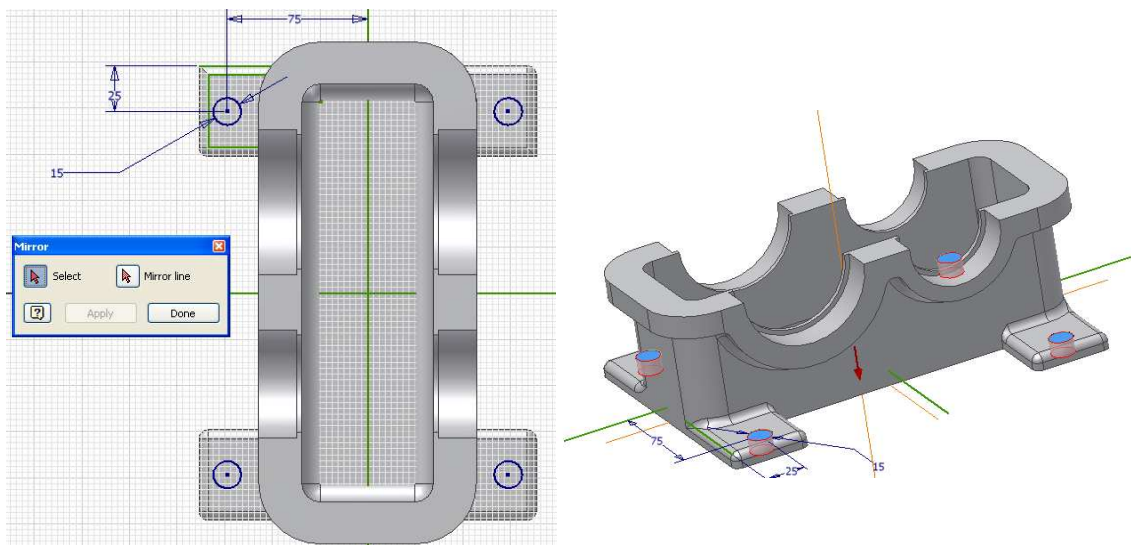
Obr. 43. Tabulka *Fillet*



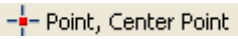

Vnitřní hrany je třeba zaoblit o hodnotu R10, vnější o R5.

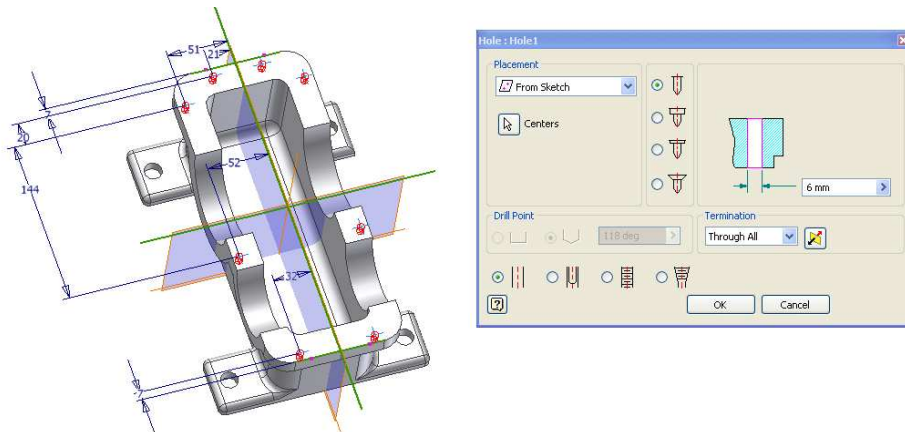
Obr. 44. Zaoblení hran lože

Pro vytvoření kotevních otvorů je třeba nakreslit na jednu z patek kružnici daného rozměru a umístění, a tu poté zrcadlit dle os. Ve Feature tento sketch odečteme pomocí příkazu *Extrude* s modifikací *Join*.



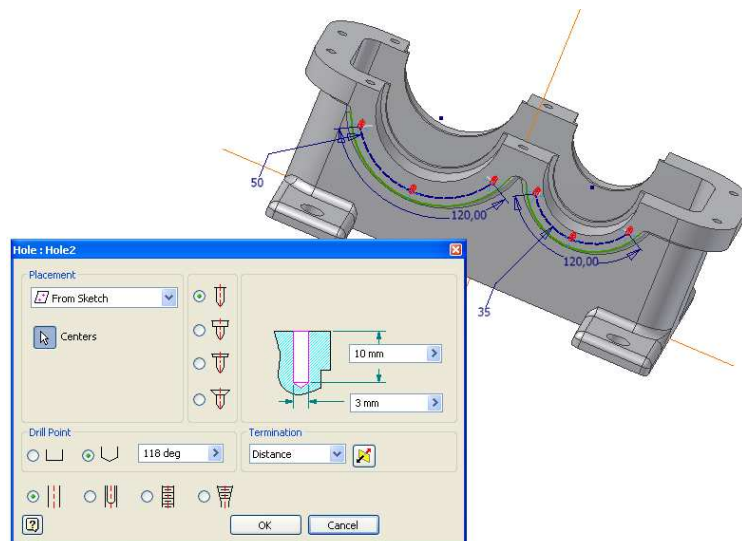
Obr. 45. Kotevní otvory

Dále je třeba vytvořit na obrubě otvory pro šrouby. Ve Sketch umístíme na plochu obruby sérii bodů, které budou představovat středy děr. Body se vytváří příkazem  (**Bod, Středový bod**) v daných rozměrech a souřadnicích. Ve Feature je poté třeba označit  příkaz (**Otvor**). Inventor automaticky označí jako souřadnice děr body vzniklé v náčrtu, je třeba pouze definovat průměr díry, závitů a hloubku. V tomto případě jsou díry zcela průchozí.



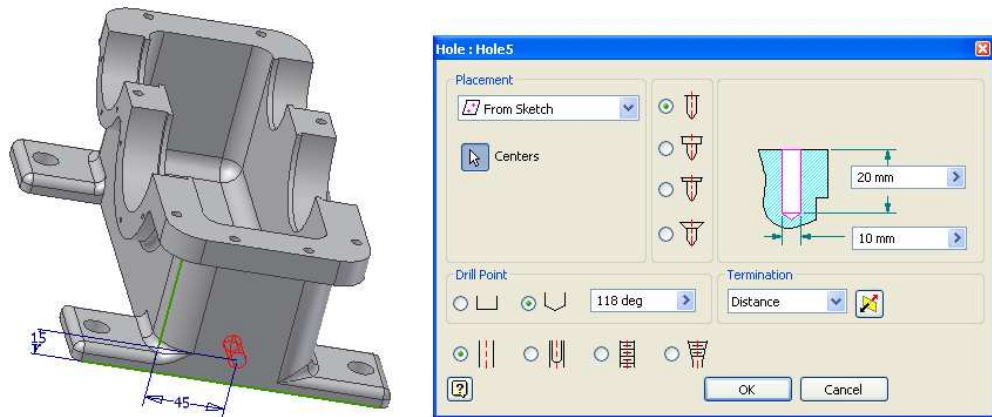
Obr. 46. Díry pro šrouby lože skříně

Pro tvorbu závitových děr vík ložisek lze využít podobný postup. Na plochu přírub ložisek umístíme ve Sketch body dle obrázku a ve Feature opět pomocí příkazu *Hole* vytvoříme díry. Nyní je ale třeba označit v okně s názvem *Termination* možnost *Distance*, aby bylo možné definovat hloubky otvoru. Díry zrcadlíme.

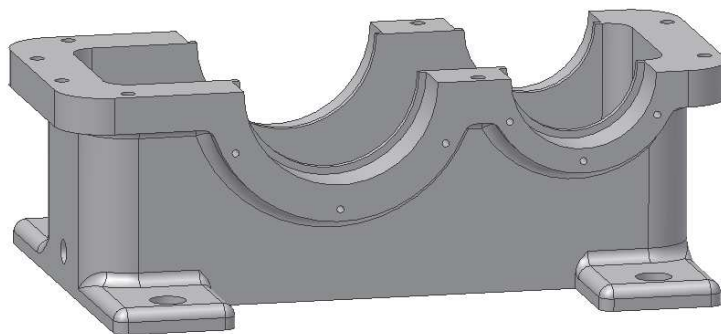


Obr. 47. Závitové díry vík ložisek lože skříně

Posledním pracovním úkonem u tohoto dílce je vytvoření díry se závitem sloužící pro umístění zátky. Ve Sketch položíme bod na čelní stěnu skříně a ve Feature pomocí příkazu *Hole* vytvoříme závitový otvor.



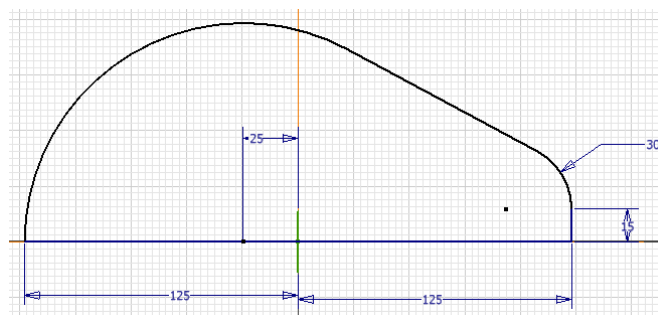
Obr. 48. Otvor pro zátku



Obr. 49. Lože skříně

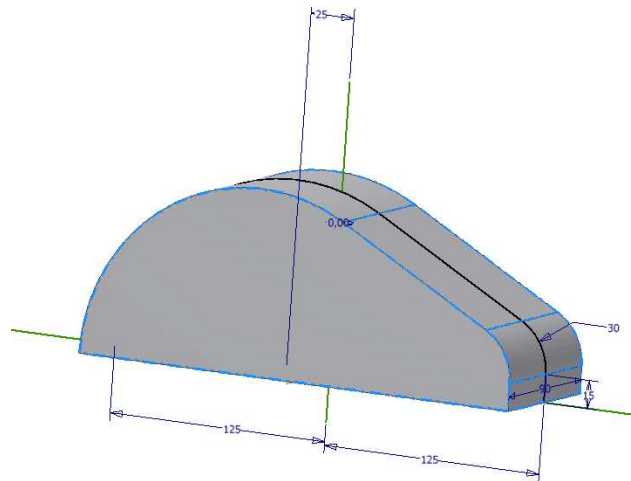
8.2 Víko

Konstrukce víka začíná opět ve Sketch, středový bod leží na spodní hraně víka. Postup tvorby je velmi podobný konstrukci lože.



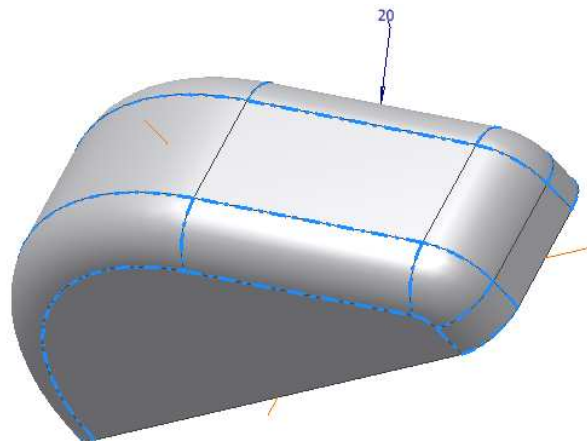
Obr. 50. Náčrt víka

Nakreslený náčrt je třeba vysunout pomocí příkazu *Extrude*.




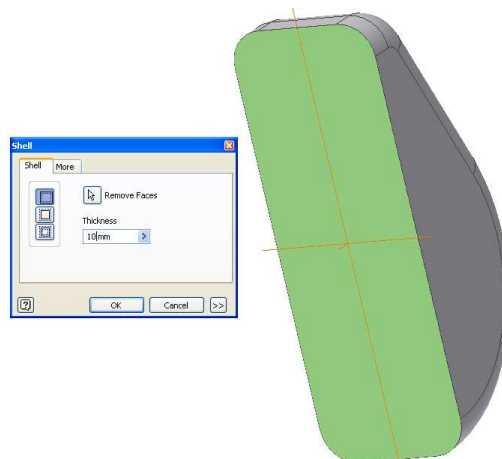
Obr. 51. Vysunutí náčrtu víka

Vysunutý profil víka zaoblíme příkazem *Fillet*.



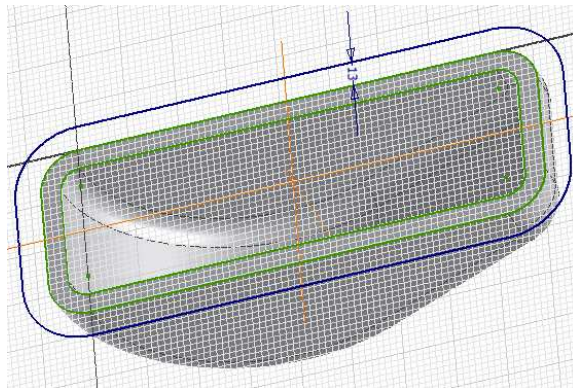
Obr. 52. Zaoblení vnějších ran víka

Dutinu víka nyní vytvoříme pomocí příkazu  Shell (Skořepina). Je třeba označit plochu, která má být otevřena a zadat šířku stěny.



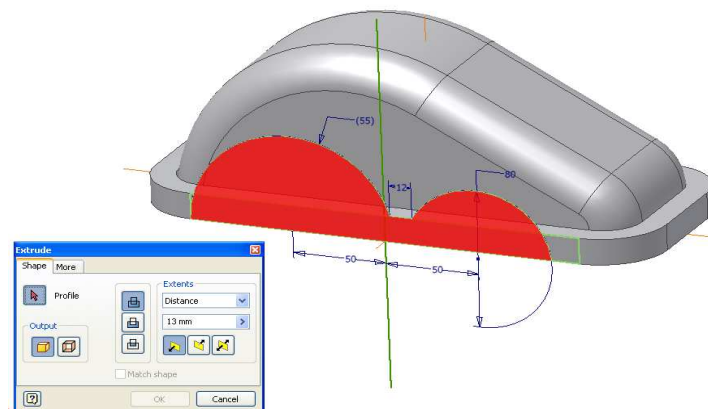
Obr. 53. Dutina víka

Obrubu víka lze vytvořit podobně jako u lože skříně, pomocí příkazu *Offset*, a vzniklou geometrii vysuneme pomocí příkazu *Extrude*.



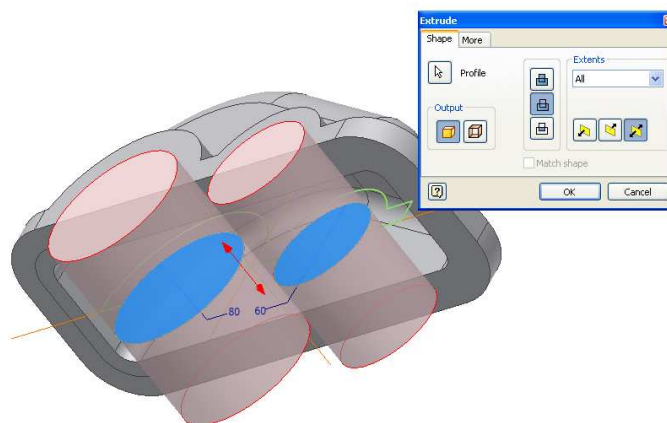
Obr. 54. Obruba víka

Na ploše obruby vytvoříme náčrt příruby ložisek a vzniklou geometrii vysuneme pomocí *Extrude*.



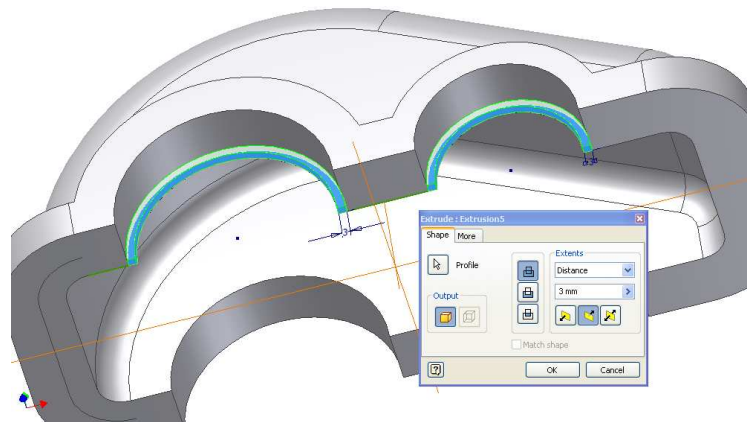
Obr. 55. Příruby ložisek

Otvory pro ložiska a další příslušenství konstruujeme totožně jako u obrázku 75.



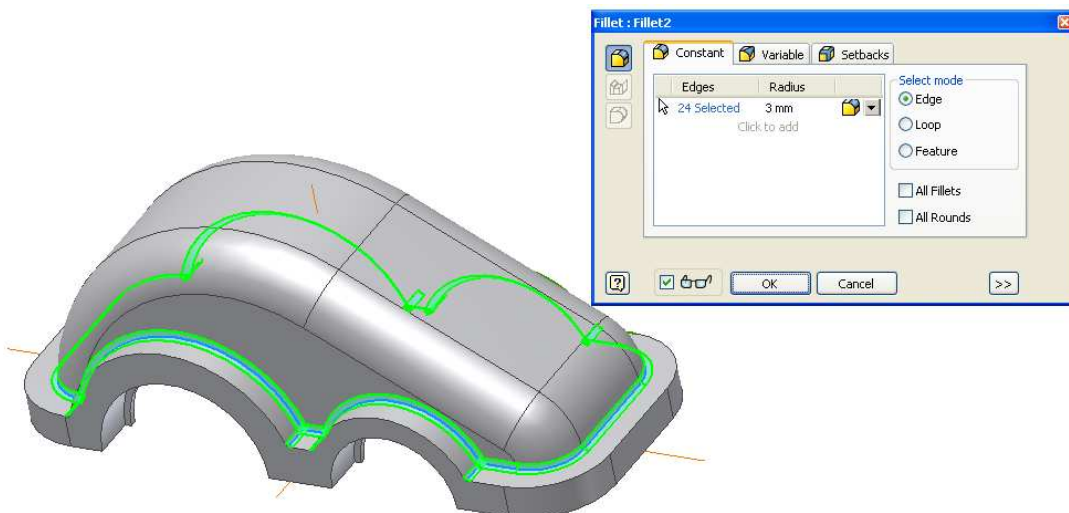
Obr. 56. Otvory pro příslušenství víka

Zámky ložisek vytvoříme totožně jako zámky lože skříně, čili náčrtem na vnitřní straně víka a vzniklou geometrii vysuneme o danou hodnotu pomocí příkazu *Extrude*.



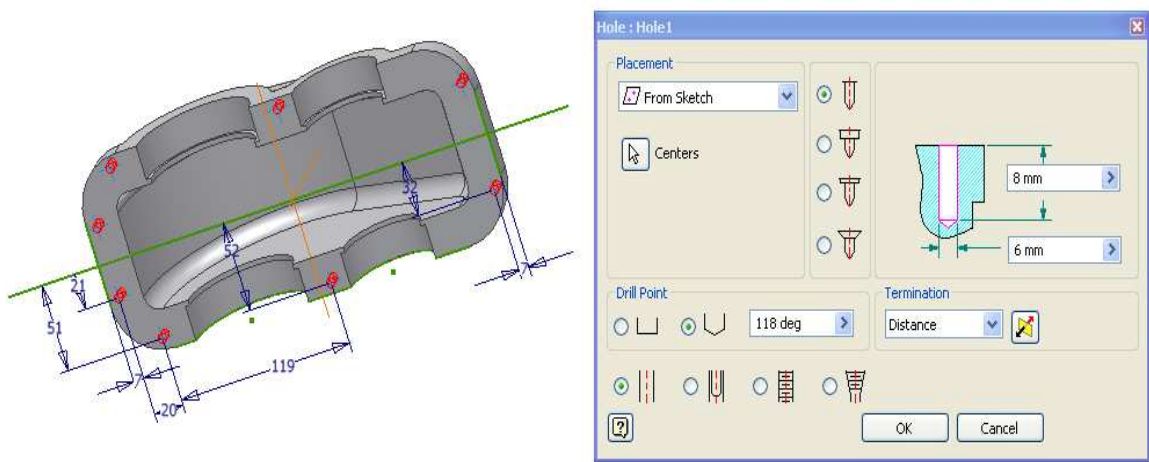
Obr. 57. Zámky ložisek víka

Zaoblíme vnější hrany na daný rádius.



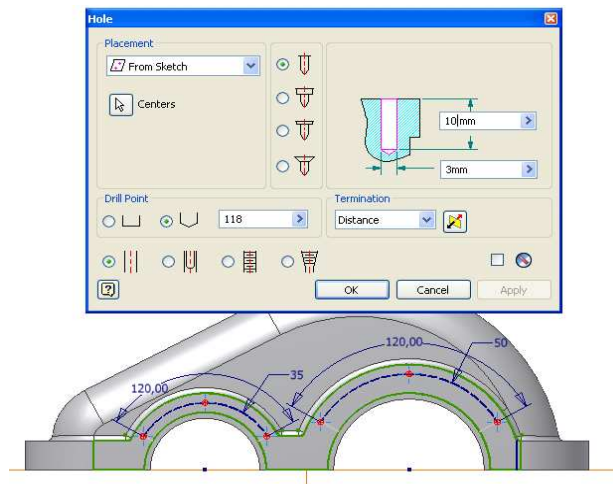
Obr. 58. Zaoblení vnějších hran víka

Nyní je třeba vytvořit díry pro šrouby, aby bylo možno spojit obě části skříně. Ve Sketch opět umístíme body na vnitřní stranu víka dle přesných rozměrů. Ve Feature je poté třeba zvolit příkaz *Hole*. Díry musí být průchozí a je třeba vybrat volbu *Trough All*.



Obr. 59. Díry pro šrouby víka

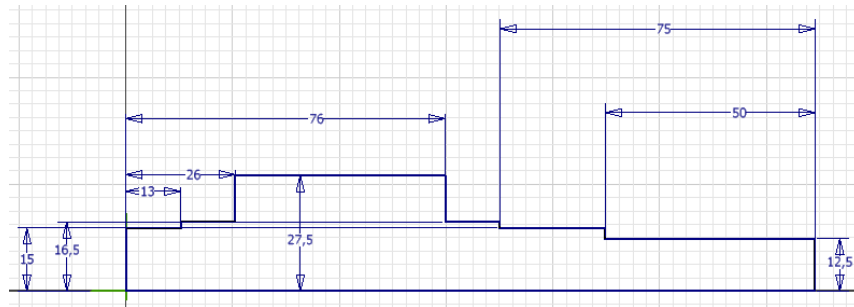
Závitové díry vík ložisek víka vytvoříme totožným postupem jako u obrázku 81.




Obr. 60. Závitové díry vík ložisek víka

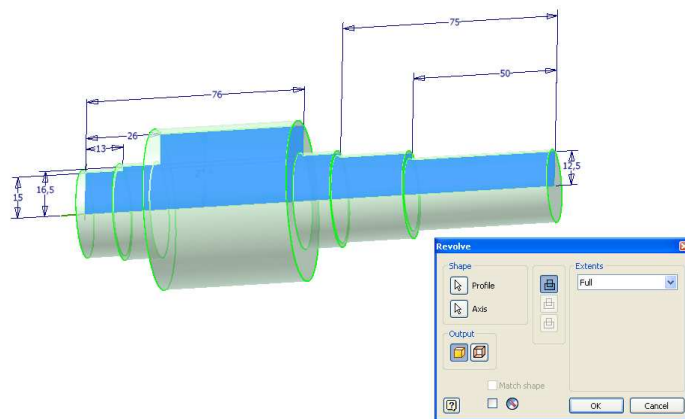
8.3 Hřídel s ozubením

Hnacím prvkem převodové skříně je hnací ozubené kolo. Toto kolo není vyrobeno zvlášť, ale je přímo vyfrézováno na hřídeli. Jeho tvorba je následující. V módu Sketch je třeba vytvořit náčrt hřídele. Pro pozdější postup práce je lépe kreslit hřídel pouze z poloviny a položit ji na osu.



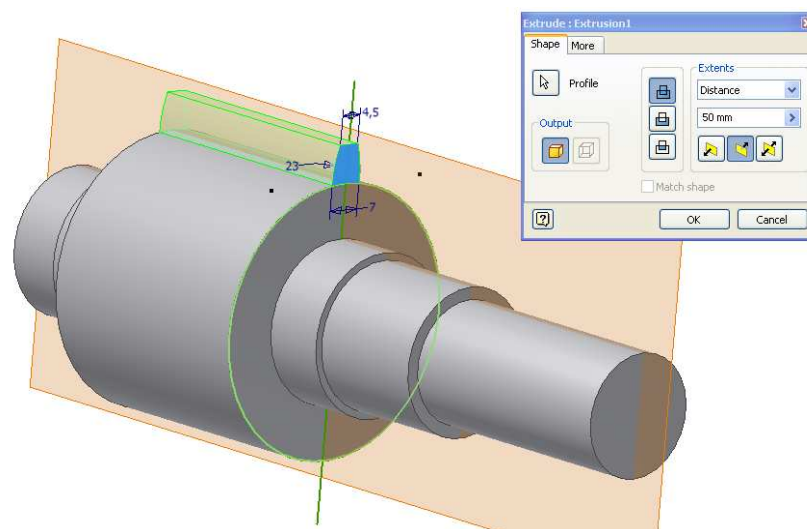
Obr. 61. Skica hřídele

Ve Feature dále pokračujeme pomocí příkazu  Revolve [R] (*Orotovat*). Je třeba vybrat geometrii k orotování a osu otočení.



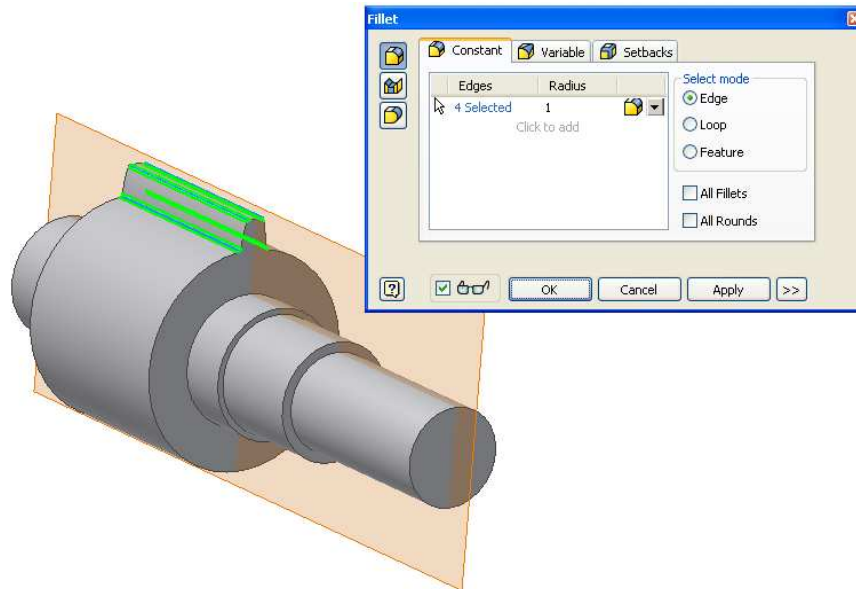
Obr. 62. Orotování hřídele

Pro vytvoření zubů je třeba zvolit náčrt na čelní straně té části hřídele, na niž má být ozubení vytvořeno. Vzniklou geometrii vysuneme pomocí příkazu *Extrude*.




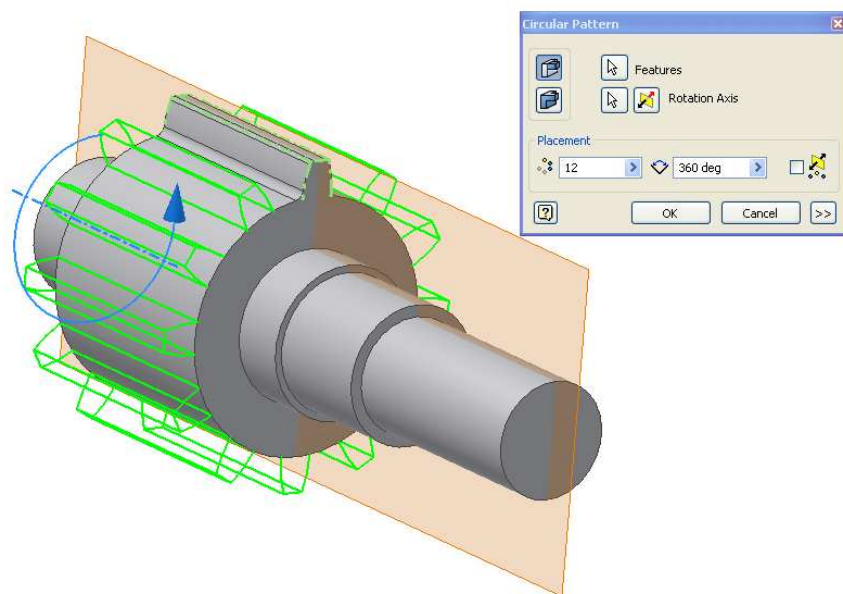
Obr. 63. Vysunutí geometrie zubu

Zub je nyní třeba správně zaoblit




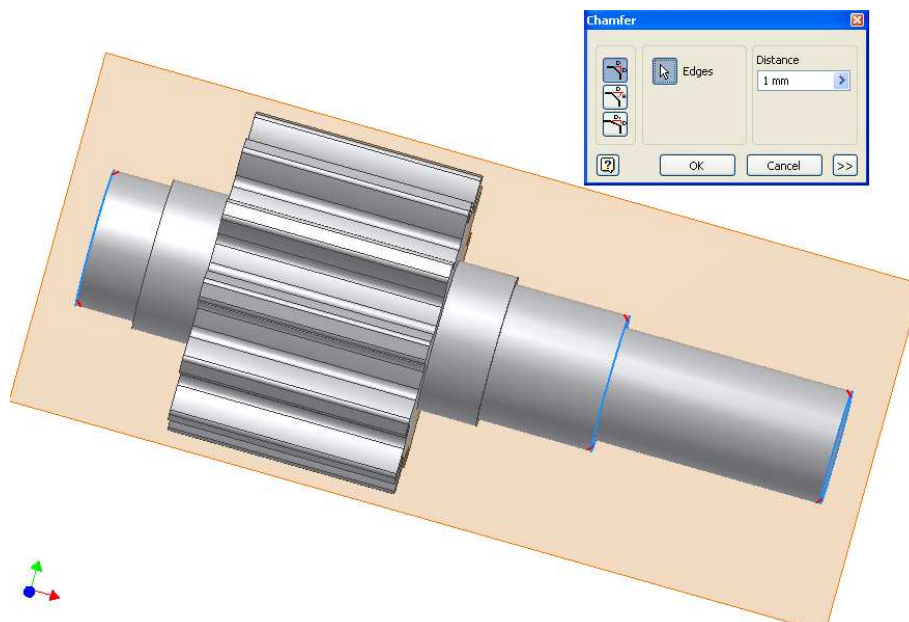
Obr. 64. Zaoblení hrany zubu

Kompletní ozubení lze vytvořit v módu Feature jednoduchým příkazem  Circular Pattern **Ctrl+Shift+O** (*Kruhové Pole*). V nabídce *Kruhové Pole* je poté nutné vybrat geometrii, s níž bude pracováno, osu rotace, úhel natočení a počet prvků, jež vzniknou.



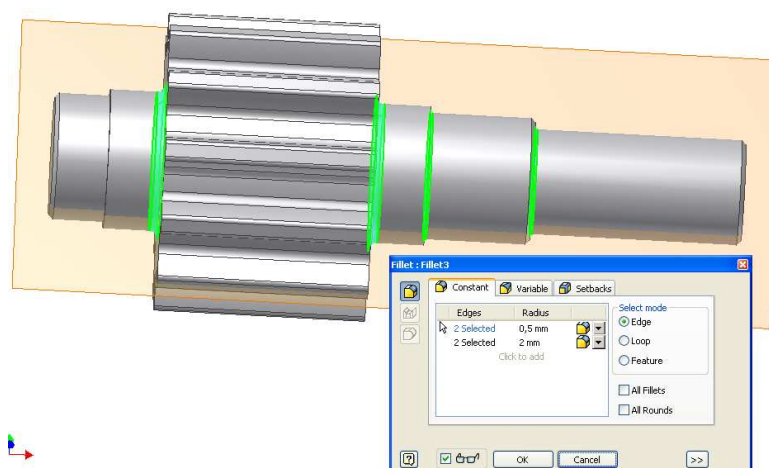
Obr. 65. Tvorba ozubení

Nyní je nutné zkosit některé hrany hřídele. K této operaci se využívá příkazu  Chamfer **Ctrl+Shift+K** (**Zkosit**). Vybereme hrany, které je třeba zkosit a velikost zkosení.




Obr. 66. Zkosení hran hřídele

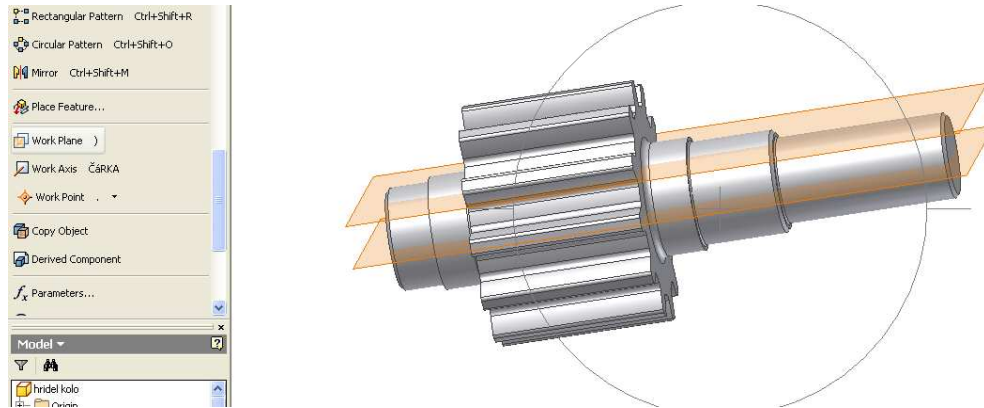
Dalším krokem je také zaoblení některých hran, a to pomocí příkazu *Fillet*. Tento příkaz umožňuje zaoblení hned několika hran v různých průměrech. V pracovním okně stačí kliknout na *Click to add*.



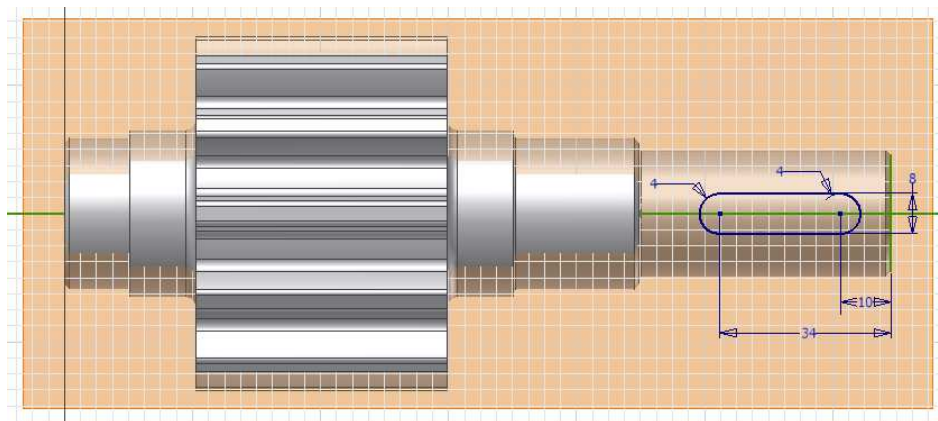
Obr. 67. Zaoblení hran hřídele

Pro tvorbu drážky pro pero je nutné vytvořit pomocnou rovinu na obvodu hřídele. Tu vytvoříme pomocí příkazu  Work Plane **)** (**Pracovní rovina**). Jednoduše stačí

vybrat rovinu, jenž má být zkopírována, a zadat vzdálenost od dané roviny. Na této nové rovině potom vytvoříme ve Sketch drážky.

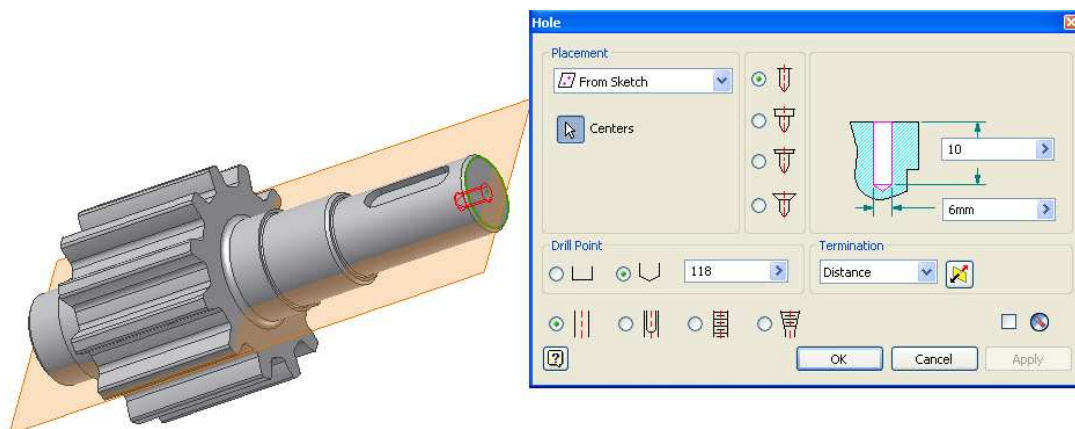


Obr. 68. Tvorba pomocné pracovní roviny

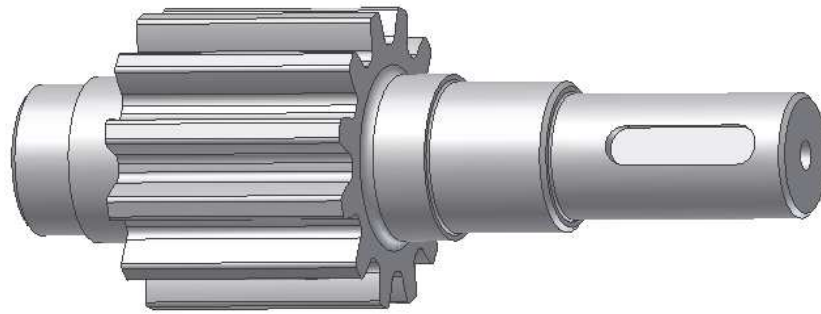


Obr. 69. Sketch drážky pro pero

Posledním krokem je vytvoření závitové díry na čele hřídele. Ve Sketch vložíme bod na střed čela hřídele a ve Feature příkazem *Hole* utvoříme díru.



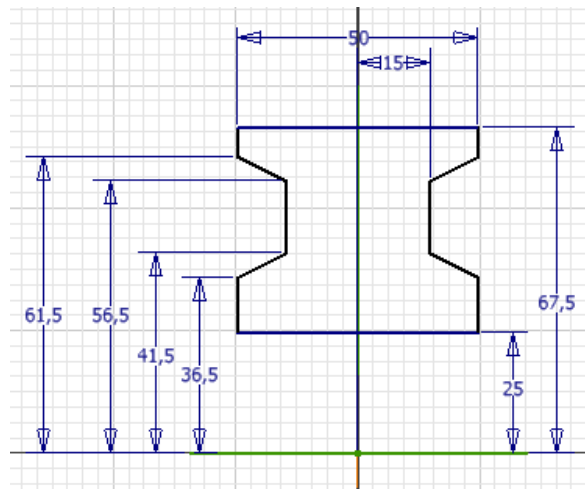
Obr. 70. Závitová díra na čele hřídele



Obr. 71. Hřídel s ozubením

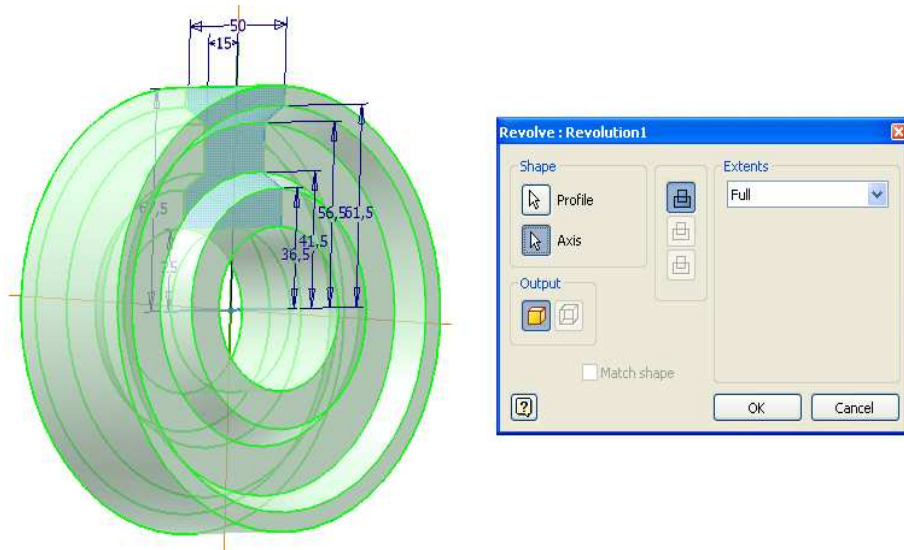
8.4 Ozubené kolo

Při tvorbě hnací části převodu bylo kolo vyfrézováno na hřídeli, jednalo se tedy o jednu součást. Nyní však bude ozubené kolo spojeno s hnanou hřídelí pomocí těsného pera. Nejdříve je nutné vytvořit náčrt kola ve Sketch. Náčrt opět není třeba kreslit celý. Náčrtujeme pouze horní část kola, které je osově symetrické, abychom ho poté snadněji převedli do 3D.



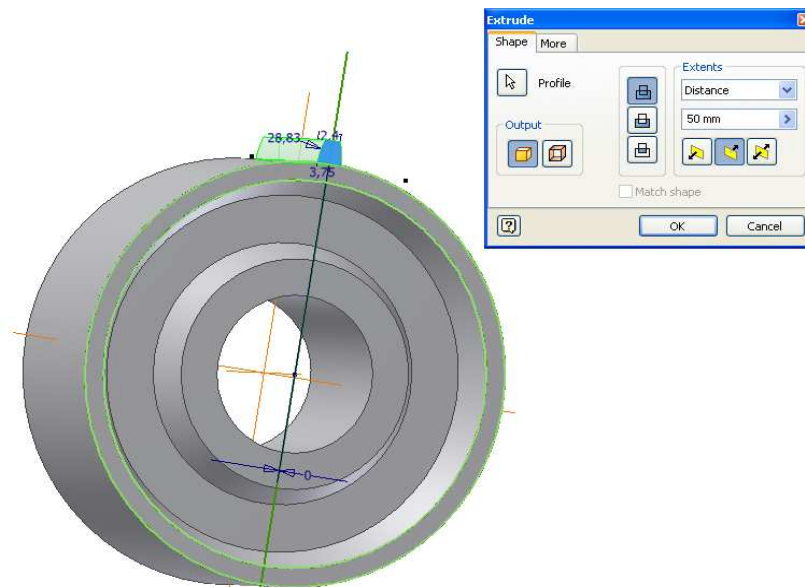
Obr. 72. Náčrt hnaného kola

Nyní je nejlepším příkazem pro vytvoření modelu známý příkaz *Revolve*. Opět stačí vybrat profil, jenž má být vytvořen, a osu rotace.



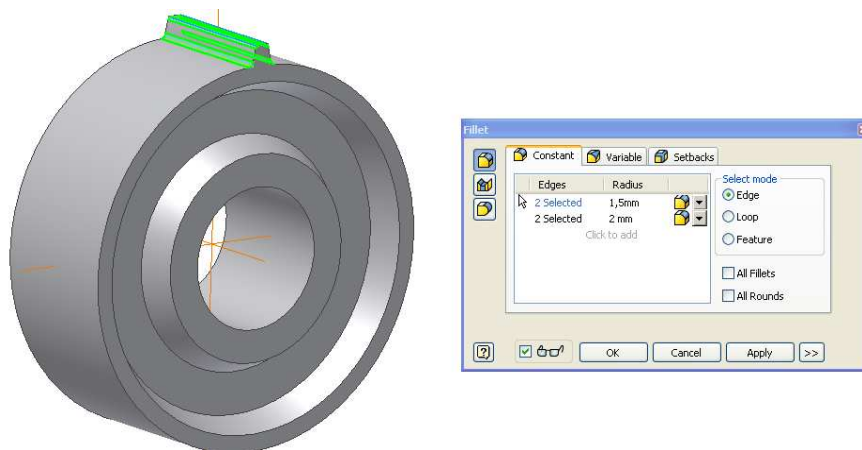
Obr. 73. Základní profil hnaného kola

Tvorba zubů hnaného kola je s výjimkou odlišných rozměrů totožná s konstrukcí zubů kola hnacího. Sketch je nutné položit na čelní plochu kola a na této ploše vytvořit náčrt zubu. Tento náčrt poté vysuneme ve Feature příkazem *Extrude*.



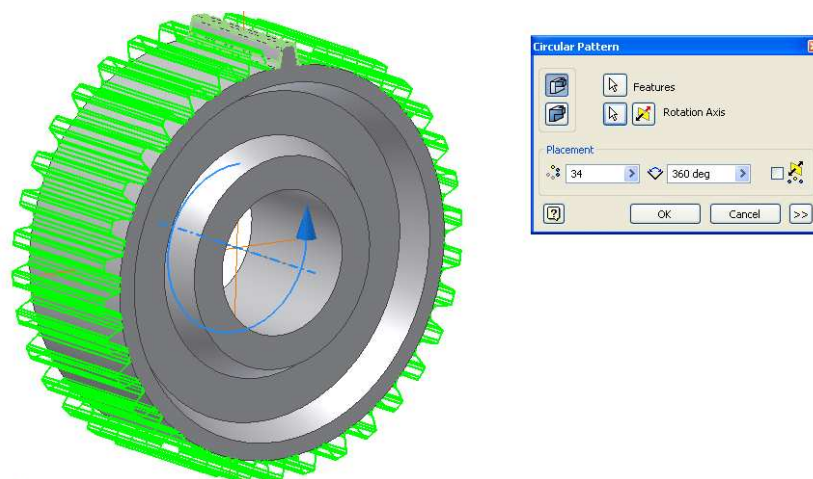
Obr. 74. Tvorba zubu hnaého kola

Vytvořený zub je nyní nutné zaoblit pomocí příkazu *Fillet*. Výhodou je opět možnost jedním příkazem zaoblit několik hran různými velikostmi zaoblení.

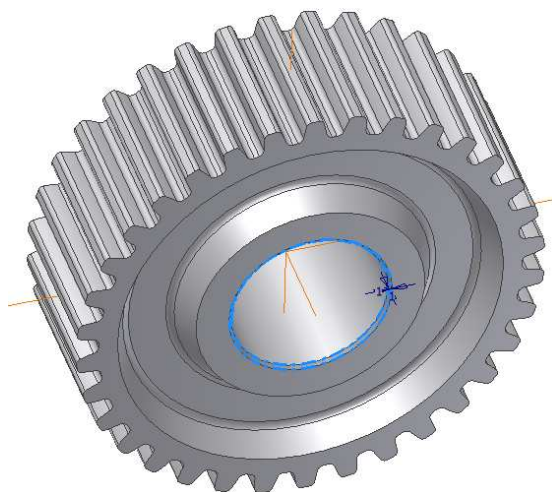


Obr. 75. Zaoblení hran zubu hnaného kola

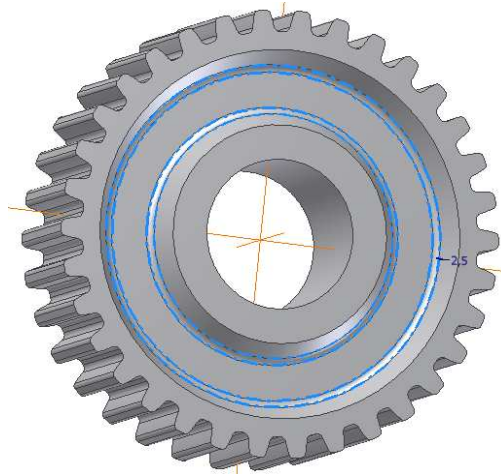
Nyní pomocí příkazu *Circular Pattern* (Kruhové Pole) vytvoříme kompletní ozubení. Je třeba vybrat profil určený pro zkopírování, osu rotace, úhel pootočení a množství prvků, které má být vytvořeno.



Obr. 76. Tvorba ozubení hnaného kola

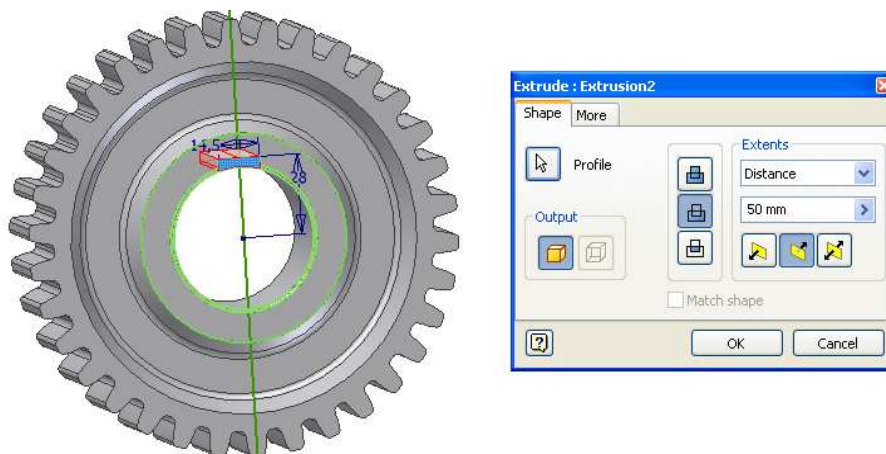


Obr. 77. Zkosení hran hnaného kola

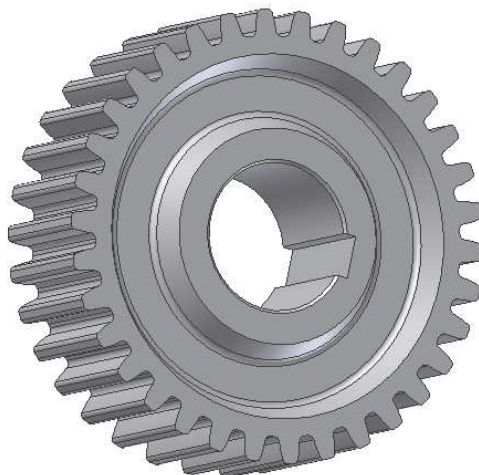


Obr. 78. Zaoblení hran hnaného kola

Posledním krokem při konstrukci kola je tvorba drážky pro pero. Sketch je opět nutné položit na čelní plochu kola a vzniklý náčrt vysunout a odečíst. Použijeme tedy příkaz *Extrude* a levým tlačítkem označíme možnost *Cut*.



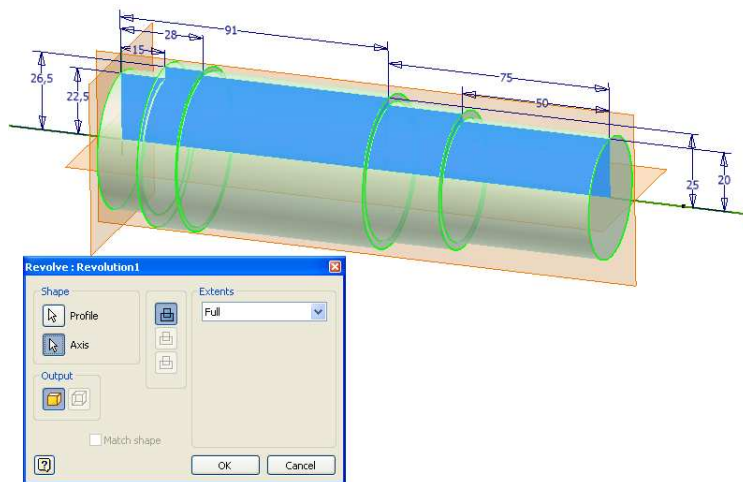
Obr. 79. Drážka pro pero hnaného kola.



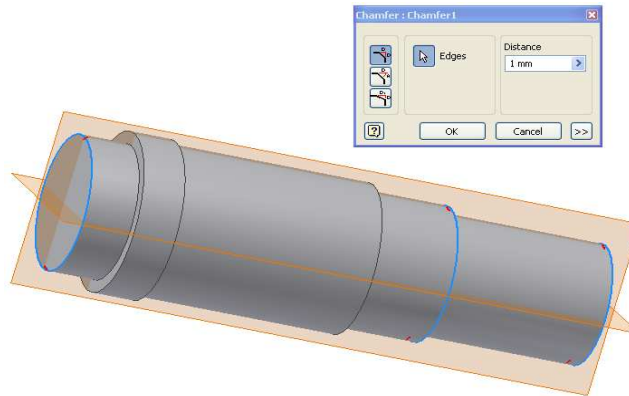
Obr. 80. Hnané ozubené kolo

8.5 Hnaný hřídel

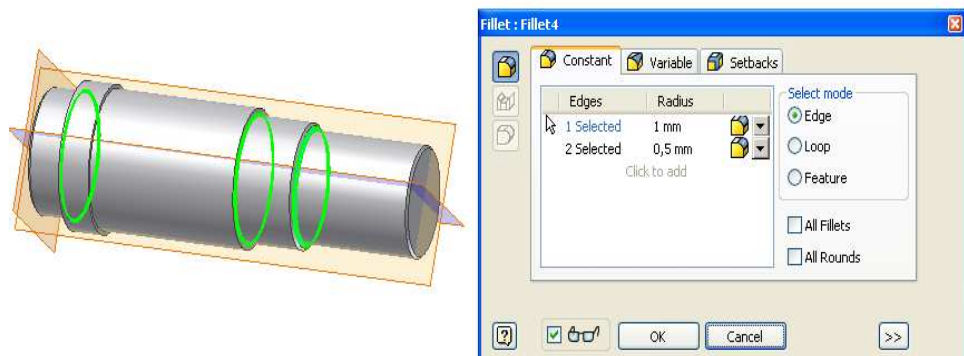
Ve Sketch vytvoříme náčrt hřídele a pomocí příkazu *Revolve* jej vysuneme. Vzniklý profil je třeba upravit – zaoblit a srazit některé hrany, vyvrtat díru do čela hřídele a vytvořit drážky pro pera a pojistný kroužek. Tvorba těchto prvků je identická s pracemi na hnací hřídeli, proto si vysvětlíme pouze konstrukci drážky pro pojistný kroužek.



Obr. 81. Revolve hnané hřídele

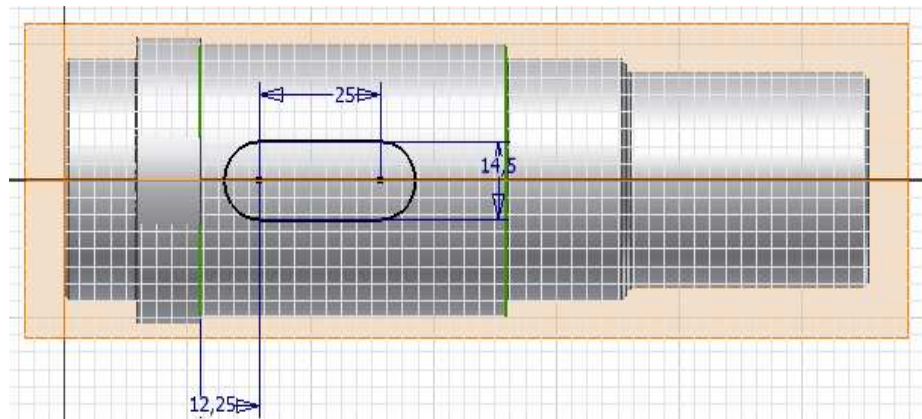


Obr. 82. Zkosení hran hnané hřídele

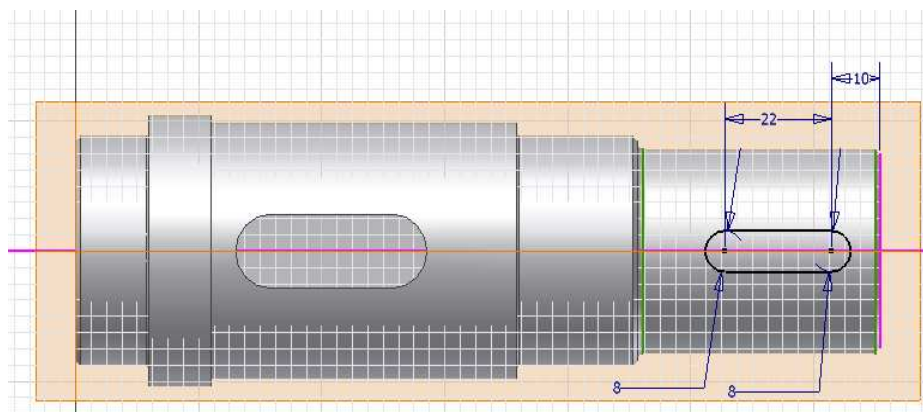


Obr. 83. Zaoblení hran hnané hřídele

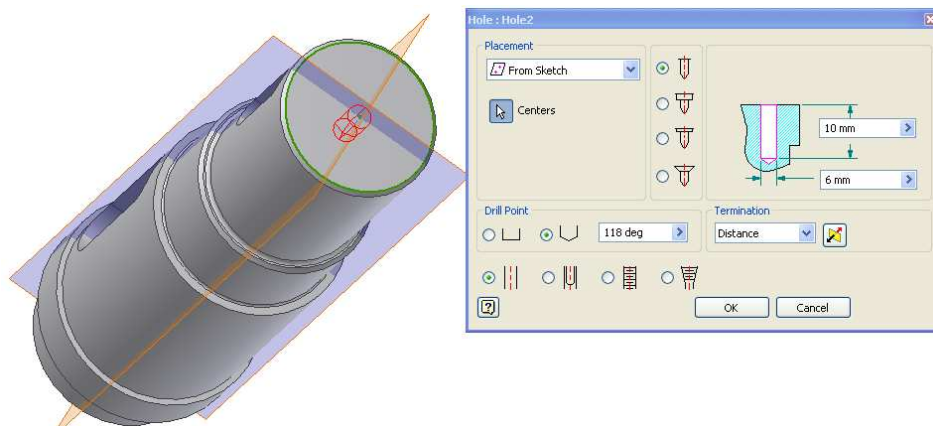
(Při tvorbě drážky pro pero je nutné si ve *Feature* vytvořit pomocnou hladinu na obvodu daného průměru hřídele (příkaz *Work Plane*). Na této rovině nakreslit náčrt, a poté opět ve *Feature* náčrt vysunout a odečíst (*Extrude, Cut*))



Obr. 84. Náčrt drážky pro pero 1

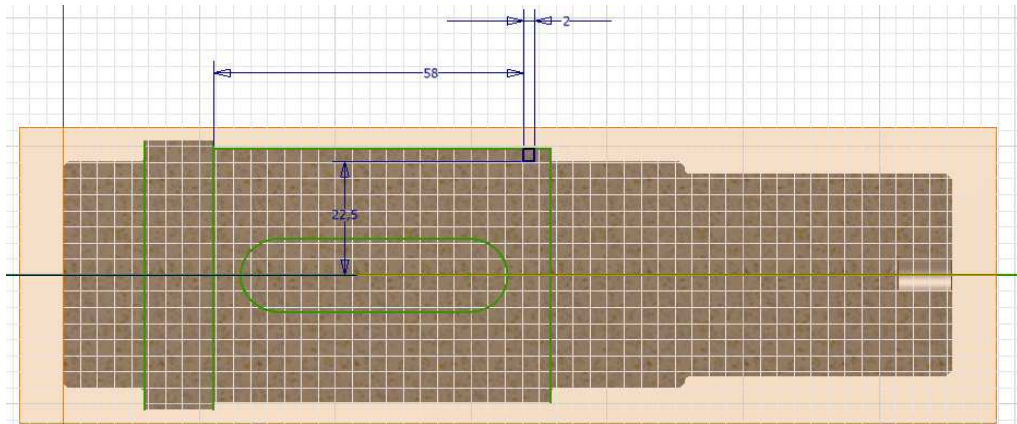


Obr. 85. Náčrt drážky pro pero 2

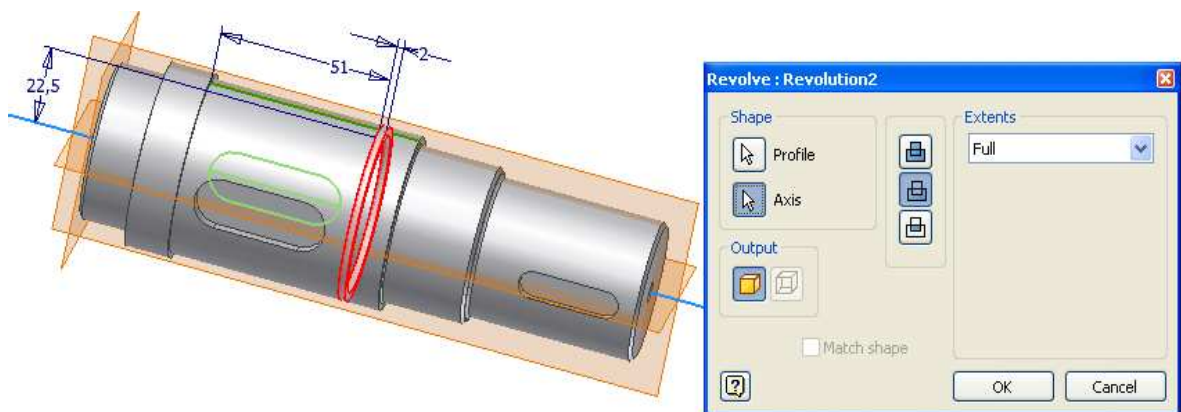


Obr. 86. Závitová díra na čele hřídele

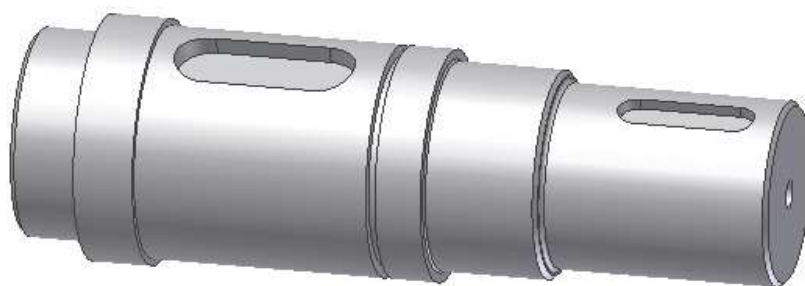
Pro vytvoření drážky pro pojistný kroužek je nutné vytvořit Sketch na rovině XY, která hřídel dělí symbolicky na dvě poloviny. Po zadání nového náčrtu je nejlepší kliknout na hřídel pravým tlačítkem myši a levým tlačítkem vybrat možnost *Slice Graphics* (ukrojit křivku či grafiku). Tímto příkazem vytvoříme řez hřídelí v místě, kudy prochází hladina XY materiálem. Nyní můžeme kreslit. Pro tento účel postačí načrtnout obdélník daných rozměrů a souřadnic, který bude ve Feature rotován příkazem *Revolve, Cut*.



Obr. 87. Náčrt drážky pro pojistný kroužek



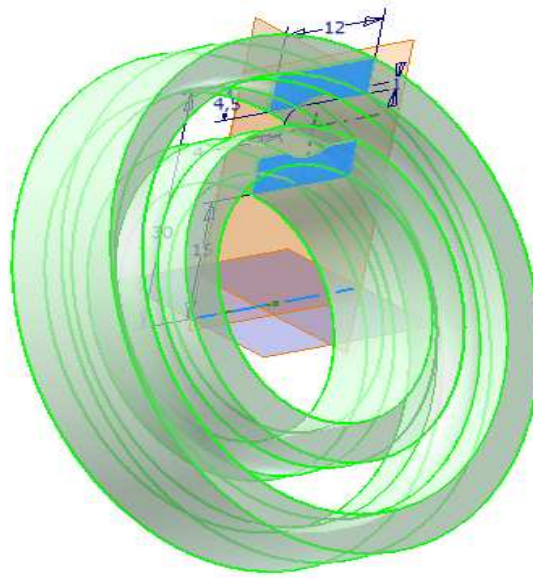
Obr. 88. Rotace drážky pro pojistný kroužek



Obr. 89. Hnaný hřídel

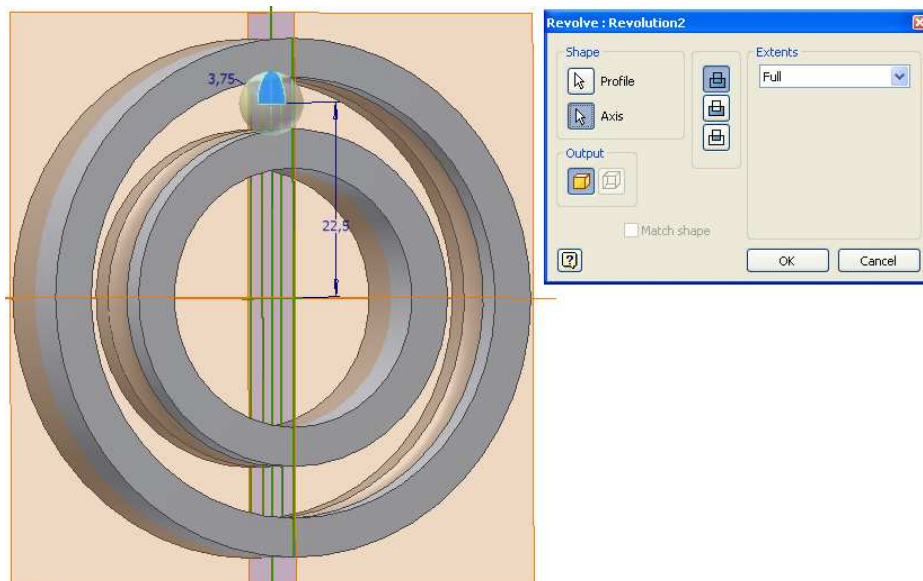
8.6 Ložisko pastorku

Ve Sketch vytvoříme jednoduchý náčrt, který zatím příliš nepřipomíná tvar ložiska, ale pomocí příkazu *Revolve* ve Feature tento Sketch předeme do 3D a získáme obě základní tělíska ložiska, mezi které později vložíme ložiskové kuličky. Při tvorbě obou ložisek hřídelí bude používáno hlavně příkazu *Revolve*.



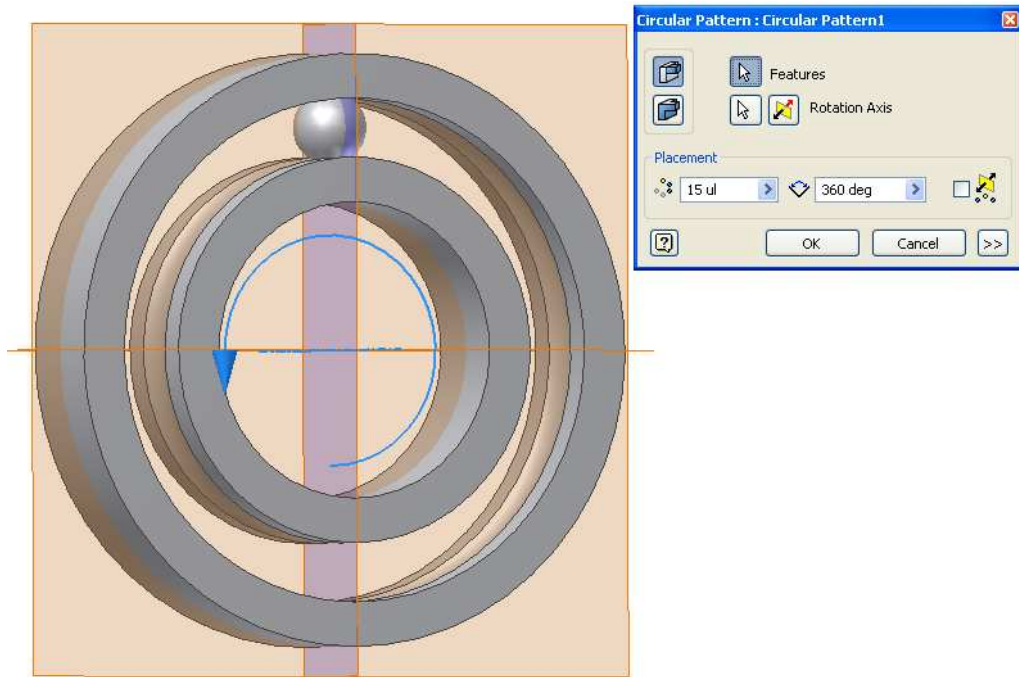
Obr. 90. Rotace náčrtu ložiska pastorku

Tatáž rovina, jež byla využita pro tvorbu první Sketch, bude použita také pro druhý náčrt – náčrt ložiskové kuličky. Nakreslíme pouze polovinu kuličky, tento profil bude rotován.

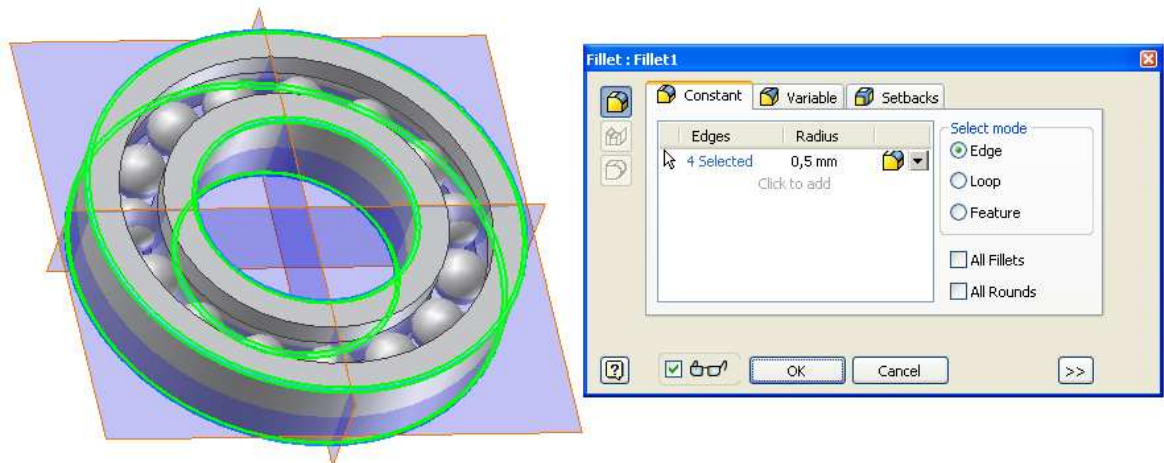


Obr. 91. Rotace ložiskové kuličky pastorku

Kompletní sestavu ložiskových kuliček vytvoříme jednoduše pomocí příkazu *Circular Pattern*. Opět je třeba vybrat prvek, jež má být kopírován, osu rotace, úhel pootočení a množství prvků, které má v kruhovém poli vzniknout. Poté už je nutné pouze zaoblit hrany ložiska.



Obr. 92. Tvorba kuliček ložiska pastorku



Obr. 93. Zaoblení hran ložiska pastorku

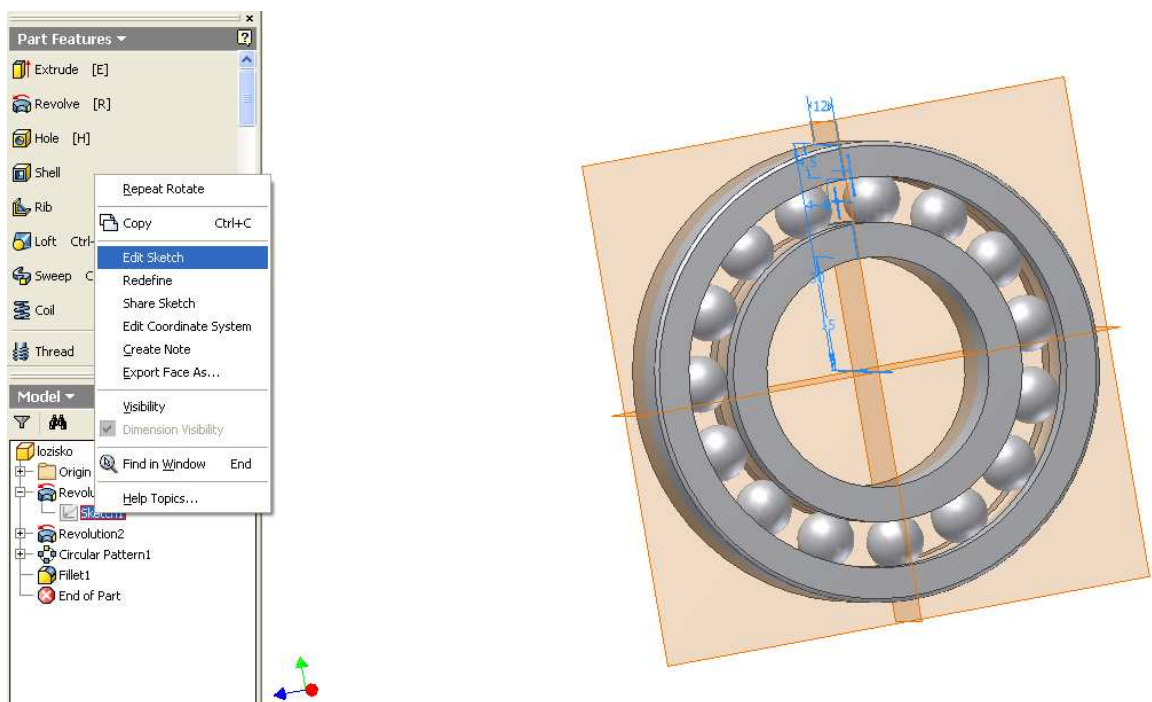
Hotové ložisko pastorku uložíme (Save As...), ale Feature zatím nezavíráme. Tento model ložiska pro pastorek lze snadno použít pro tvorbu druhého ložiska, a to jednoduchou změnou rozměrů a následným uložením pod jiným názvem.



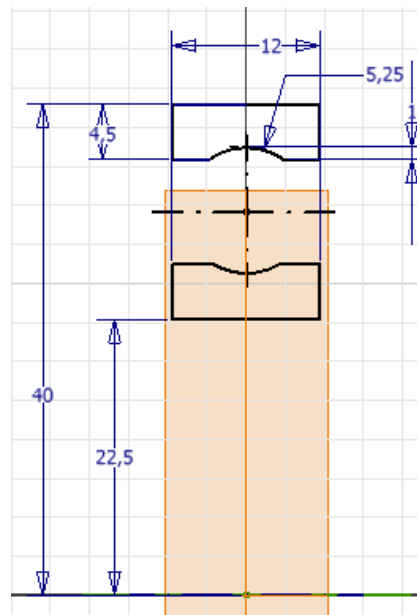
Obr. 94. Ložisko pastorku

8.7 Ložisko hnaného kola

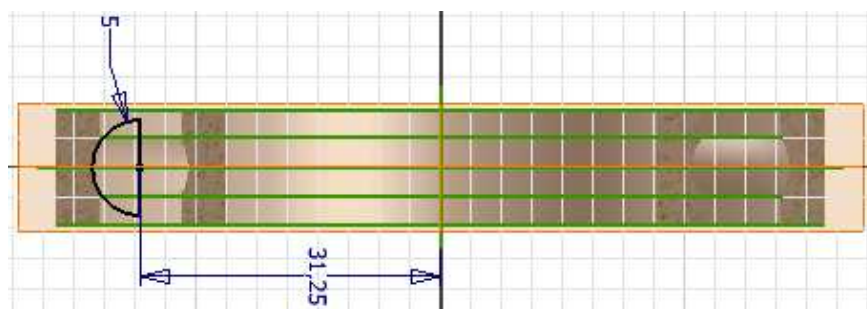
Jak již bylo zmíněno v kapitole 8.6, ložisko hnaného kola bude vycházet z ložiska pastorku – editací rozměrů a následným uložením souboru pod jiným názvem. V levé části pracovního pole je roletové menu znázorňující práci na ložisku. Levým tlačítkem vždy klikneme na Sketch a zvolíme možnost *Edit Sketch* (Editace Náčrtu). Po editaci rozměrů je třeba kliknout na *Return* a ihned se lze přesvědčit o změně struktury dílce.



Obr. 95. Editace rozměrů ložiska



Obr. 96. Náčrt rozměrů ložiska hnaného kola



Obr. 97. Náčrt kuličky ložiska hnaného kola



Obr. 98. Ložisko hnaného kola

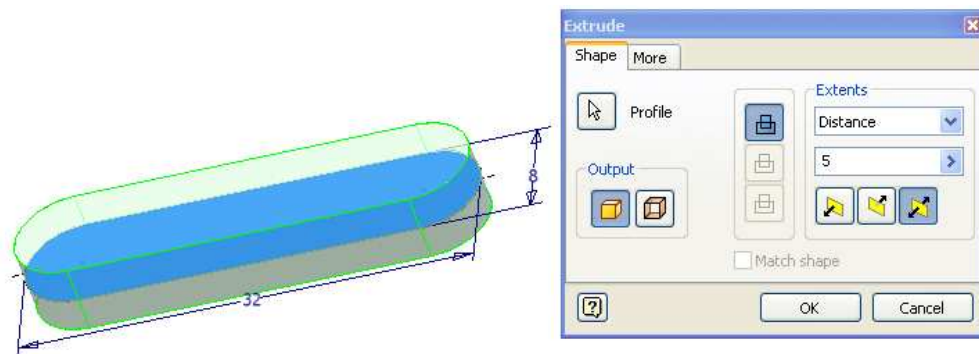
8.8 Pero 32x8x5

Ve Sketch vytvoříme náčrt pera dle daných rozměrů

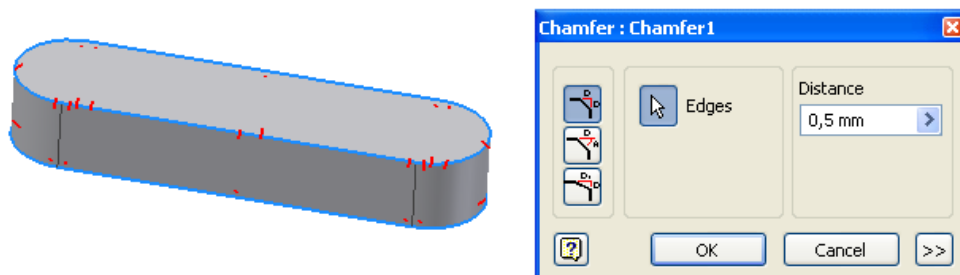


Obr. 99. Náčrt pera 32x8x5

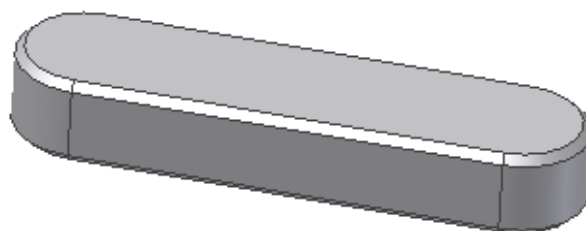
Náčrt je třeba vysunout pomocí příkazu *Extrude*.



Obr. 100. Vysunutí náčrtu pera 5x8x32



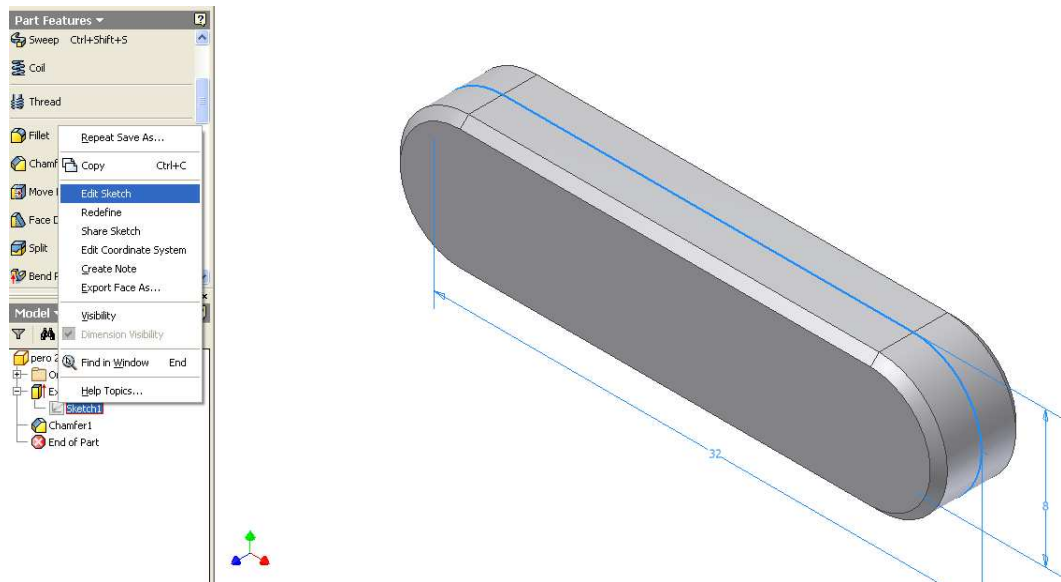
Obr. 101. Zkosení hran pera 5x8x32



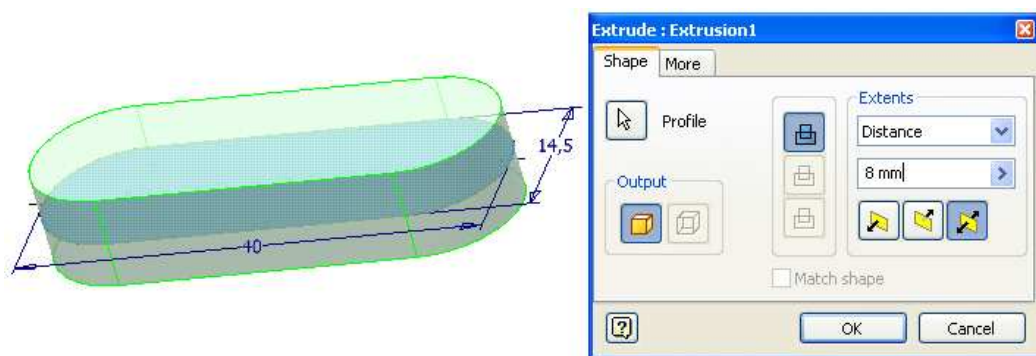
Obr. 102. Pero 5x8x32

8.9 Pero 8x14,5x40

Při konstrukci tohoto pera budeme opět vycházet z pera 5x8x32. Je třeba otevřít model pera 5x8x32 a v levém roletovém menu editovat náčrt dle požadovaných rozměrů. Až bude změna rozměrů platná, je však nutné pero uložit pod daným novým názvem!!



Obr. 103. Editace rozměrů pera



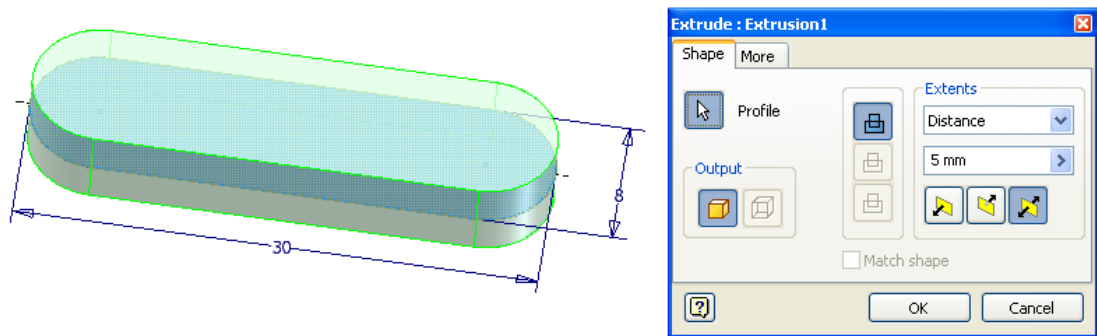
Obr. 104. Vysunutí geometrie pera 8x14,5x40



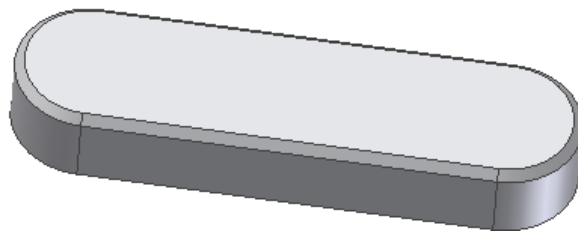
Obr. 105. Pero 8x14,5x40

8.10 Pero 5x8x30

Opět budeme postupovat pomocí editace rozměrů pera 5x8x32, tento postup je nejrychlejší a nejsnazší. Postup je stejný jako v předchozí kapitole s výjimkou odlišných rozměrů, jež jsou znázorněny na obr. 140.



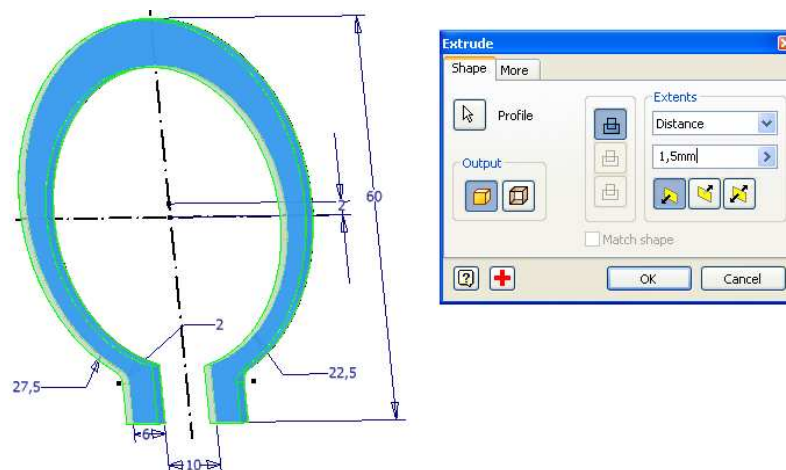
Obr. 106. Vysunutí geometrie pera 5x8x30



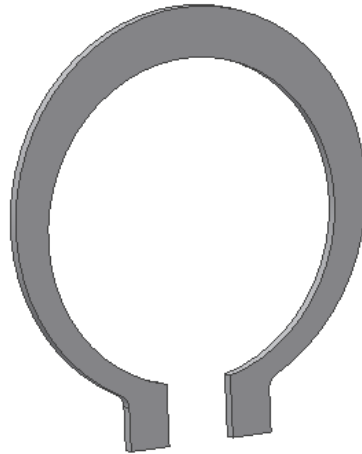
Obr. 107. Pero 5x8x30

8.11 Pojistný kroužek

Abychom vymezili pozici hnaného ozubeného kola, je třeba začlenit do sestavy pojistný kroužek. V novém Sketch vytvoříme náčrt kroužku a ve feature jej vysuneme pomocí příkazu *Extrude* o danou vzdálenost.



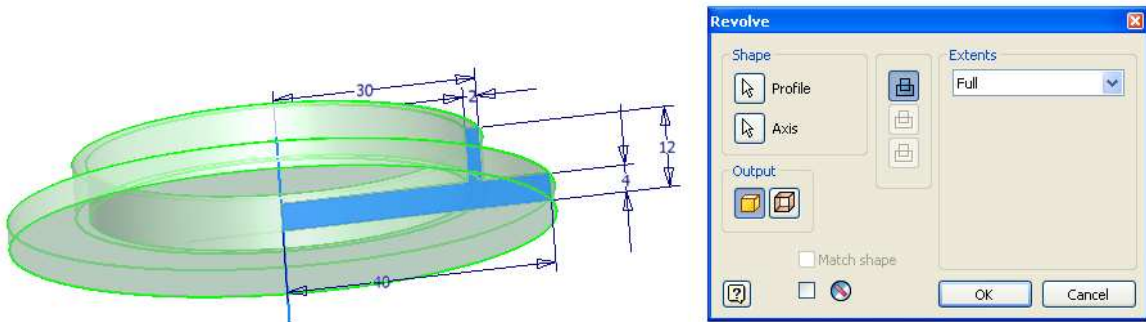
Obr. 108. Vysunutí náčrtu pojistného kroužku



Obr. 109. Pojistný kroužek

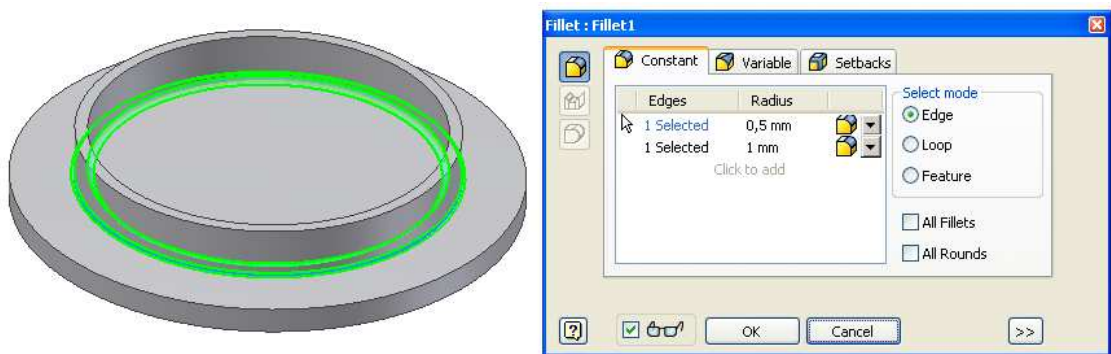
8.12 Víko č. 1

Jedná se o víko, které vkládáme do skříně v oblasti, kde je hnací hřídel zcela ukryta ve skříně. Ve Sketch je třeba vytvořit pouze polovinu náčrtu víka a tento profil orotovat ve Feature pomocí příkazu *Revolve*.

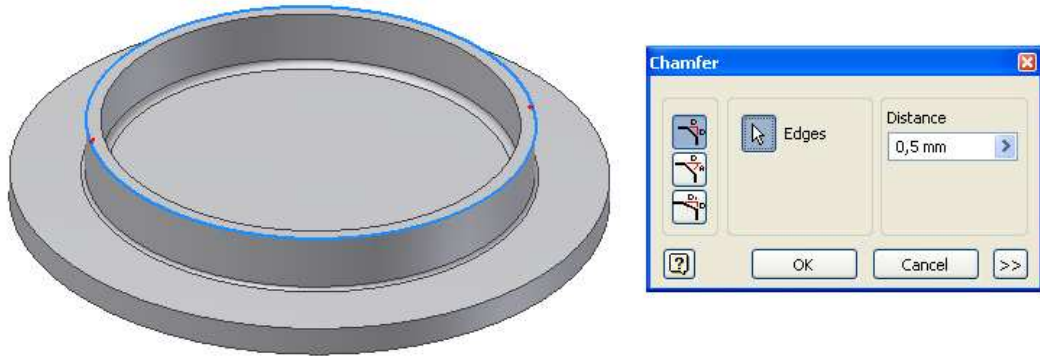


Obr. 110. Hrubý model víka č. 1

Pomocí příkazu *Fillet* a posléze také pomocí s příkazu *Chamfer* zaoblíme a zkosíme některé ostré hrany.

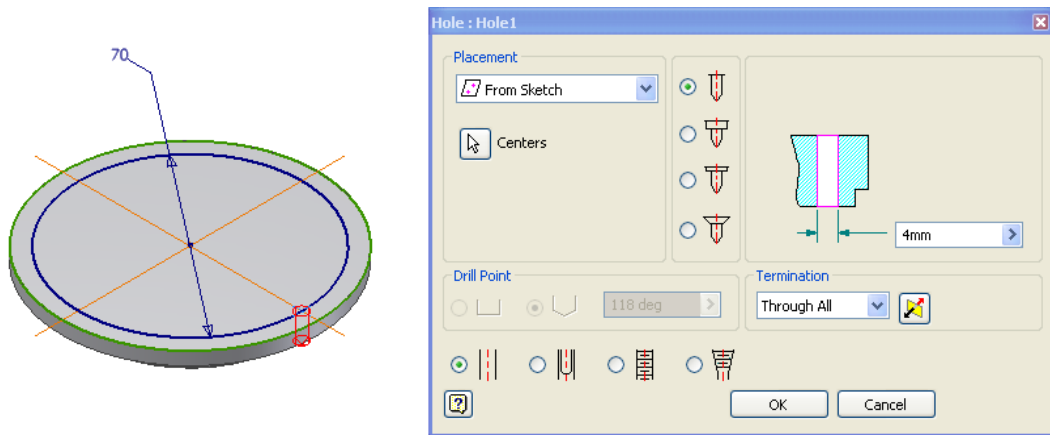


Obr. 111. Zaoblení hran víka č. 1



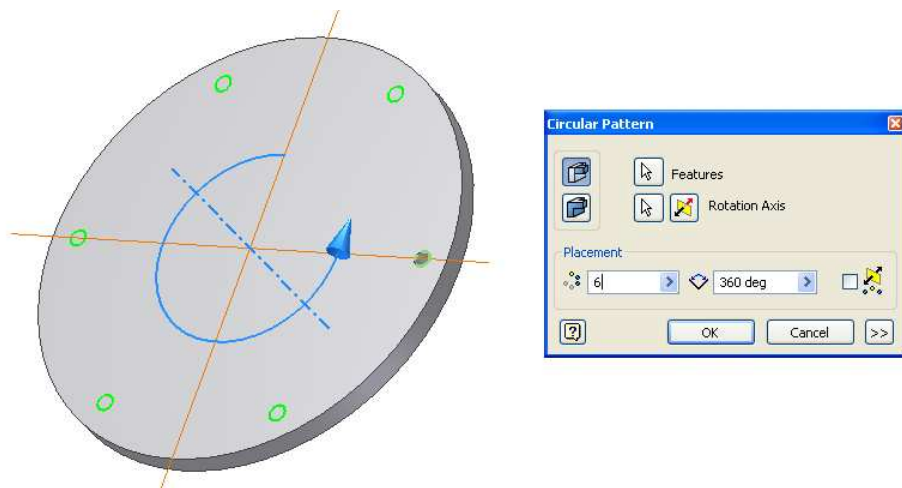
Obr. 112. Zkosení hran víka č. 1

Posledním krokem k dokončení této součásti je tvorba závitových děr pro šrouby. Na průsečík kružnice a osy je třeba položit ve Sketch bod a pomocí příkazu *Hole* jej ve Feature použít k tvorbě díry.

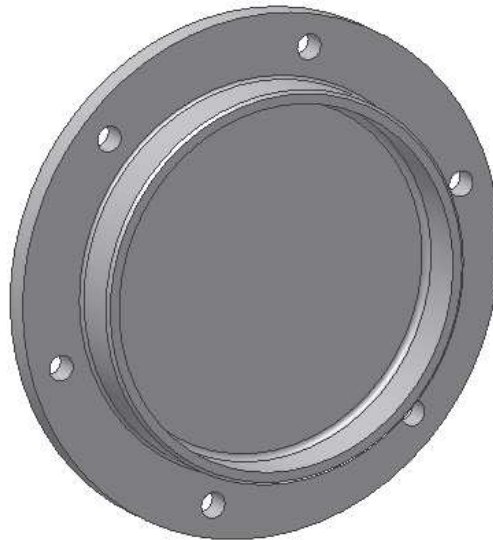


Obr. 113. Závitová díra na víku č. 1

Zbýlý počet děr vytvoříme snadno ve Feature pomocí již známého příkazu *Circular Pattern*.



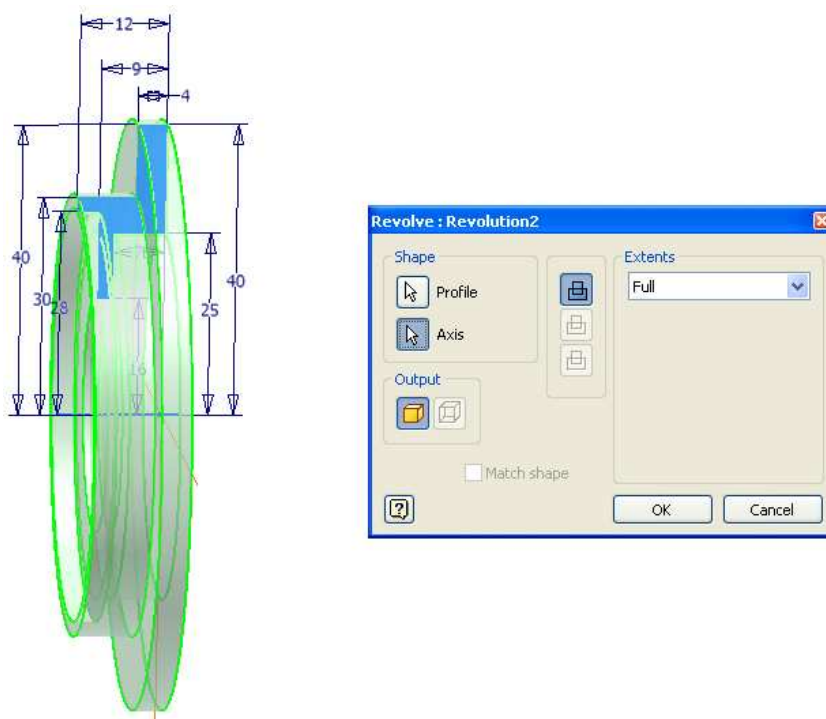
Obr. 114. Tvorba zbylých děr víka č. 1



Obr. 115. Víko č. 1

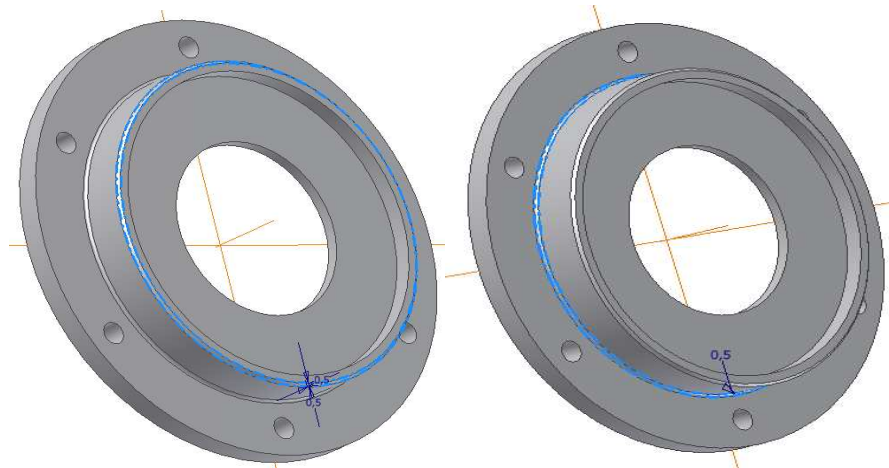
8.13 Víko č. 2

Tato kapitola bude pojednávat o konstrukci víka, které je průchozí. Víko je uloženo v místě, ve kterém hnací hřídel vystupuje ze skříně. Opět nejdříve vytvoříme poloviční Sketch víka, který bude potom orotován ve Feature.

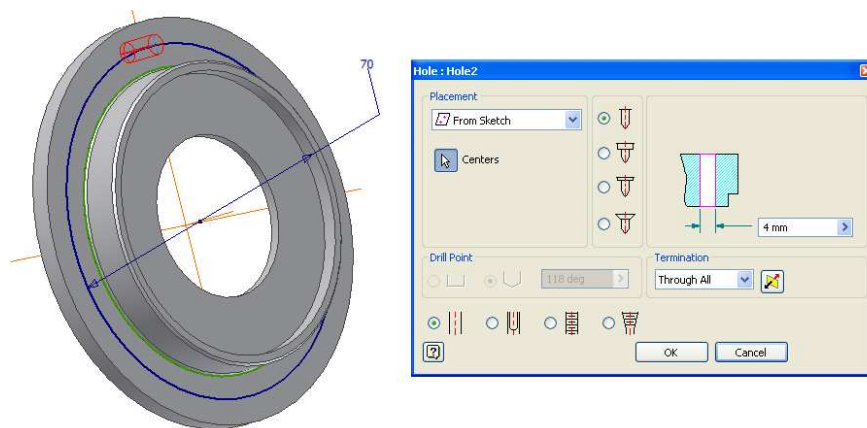


Obr. 116. Rotace základního profilu víka

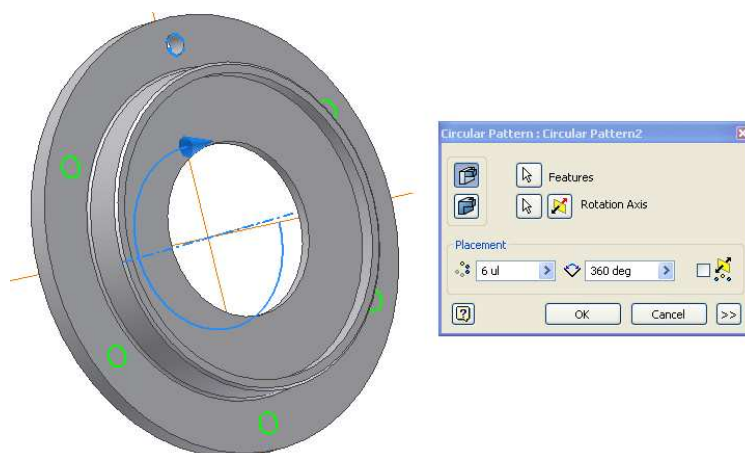
Další kroky k dokončení této součásti jsou téměř identické s konstrukcí víka č. 1. Z tohoto důvodu není podrobný popis konstrukce nutný.



Obr. 117. Hodnoty zkosení a zaoblení některých hran víka č. 2



Obr. 118. Tvorba závitové díry víka č. 2



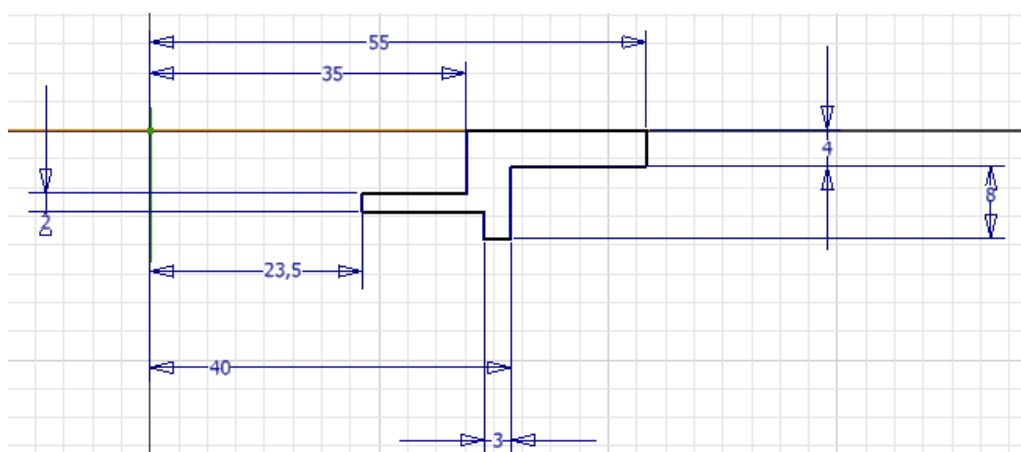
Obr. 119. Tvorba zbylých děr pro šrouby víka č. 2



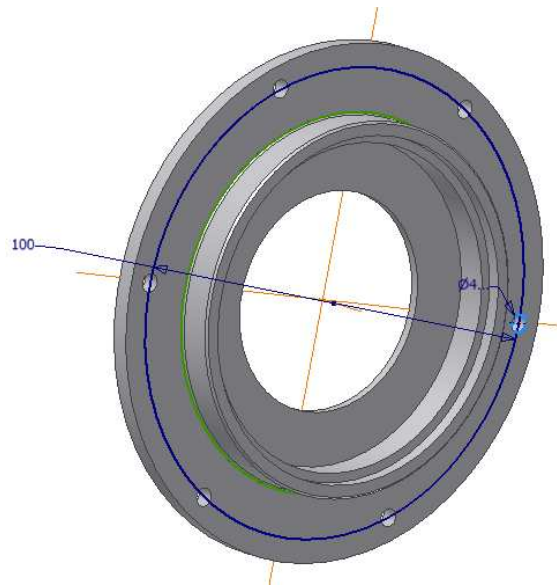
Obr. 120. Víko č. 2

8.14 Víko č. 3

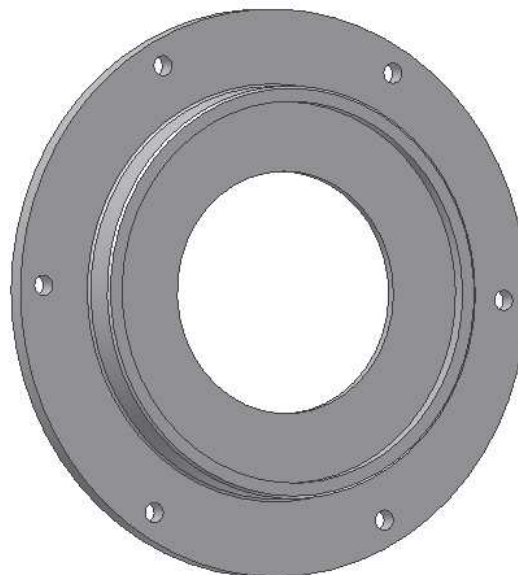
Při konstrukci víka č. 3 budeme vycházet, stejně jako při tvorbě per, či ložisek, z podobnosti součástí a následné editace rozměrů. Víko č. 3 je také průchozí a nachází se v místě, kde hnaná hřídel vystupuje ze skříně. Od víka č. 2 se liší pouze rozměry základního profilu a kružnicí, na níž leží otvory pro šrouby. Je opět nutné si v Inventoru otevřít model víka č. 2, editovat potřebné rozměry a uložit dílec pod novým názvem **Víko č. 3**.



Obr. 121. Základní rozměry víka č. 3



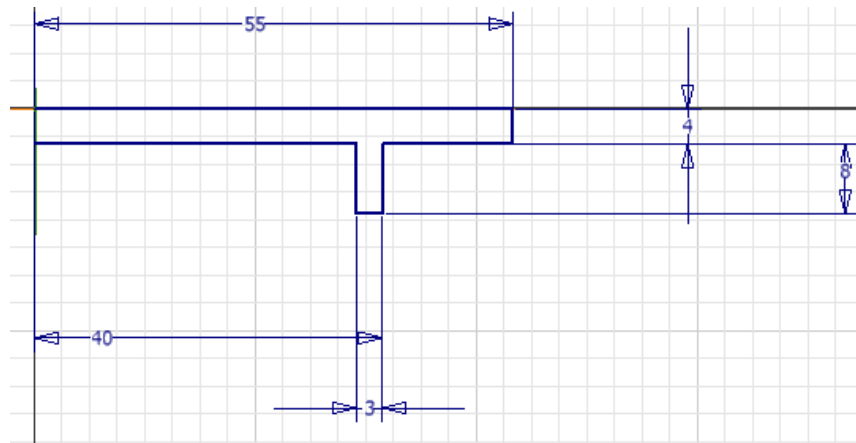
Obr. 122. Osová kružnice závitových otvorů víka č. 3



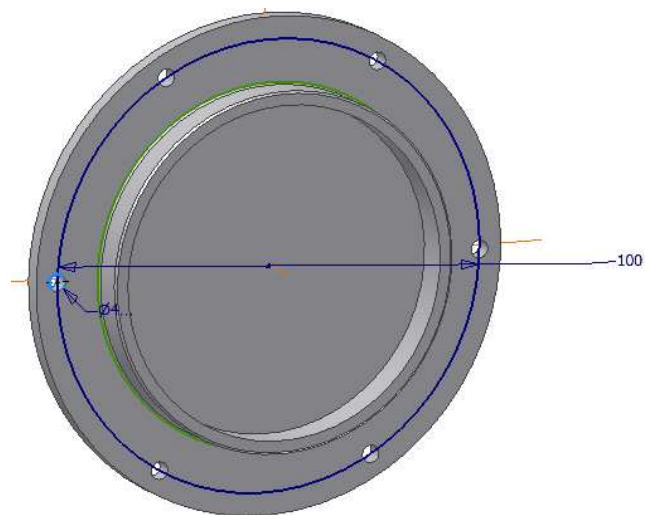
Obr. 123. Víko č. 3

8.15 Víko č. 4

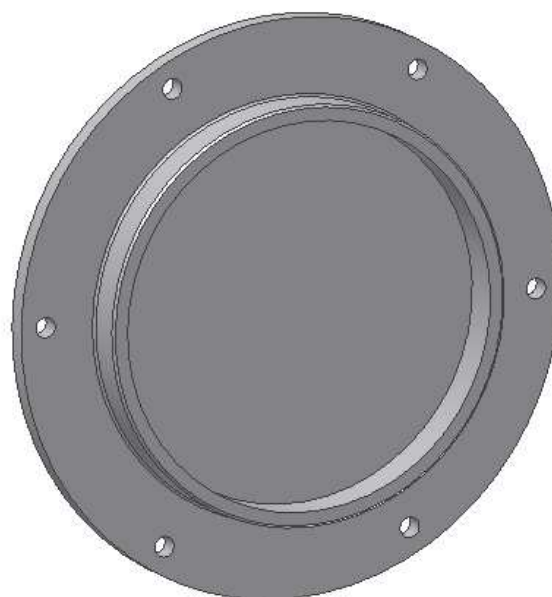
Víko č. 4 je funkcí i pouhým vzhledem identické s víkem č. 1. Liší se pouze některými rozměry a tím, že víko č. 4 nezakrývá hřídel hnací, ale hřídel hnaný. Budeme tedy opět pouze editovat rozměry a ukládat model pod novým názvem.



Obr. 124. Základní rozměr vÍka č. 4



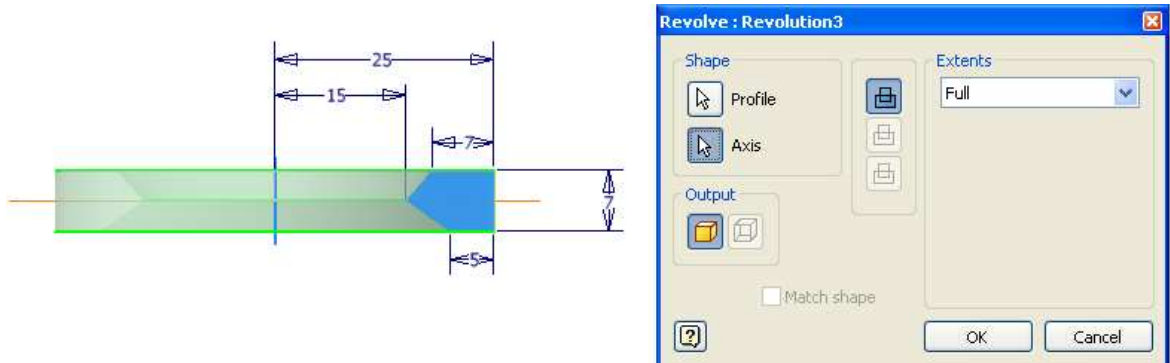
Obr. 125. Osová kružnice závitových otvorů vÍka č. 4



Obr. 126. VÍko č. 4

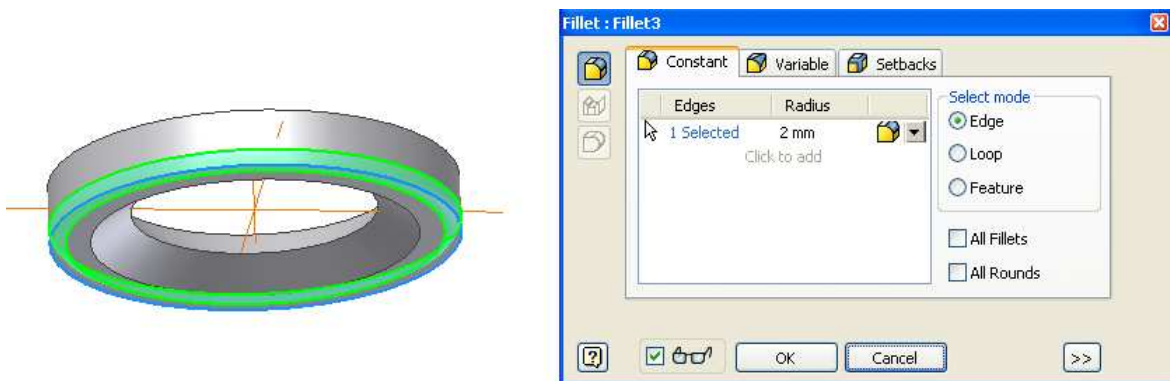
8.16 Gufero č. 1

Dalšími prvky, které převodová skříň obsahuje a které v ní nesmějí chybět, jsou gufera. Vkládáme je do jednotlivých vík a v této skříni budou gufera dvě. Ve Sketch byl vytvořen hrubý náčrt, který je třeba ve Feature pomocí příkazu *Revolve* orotovat.



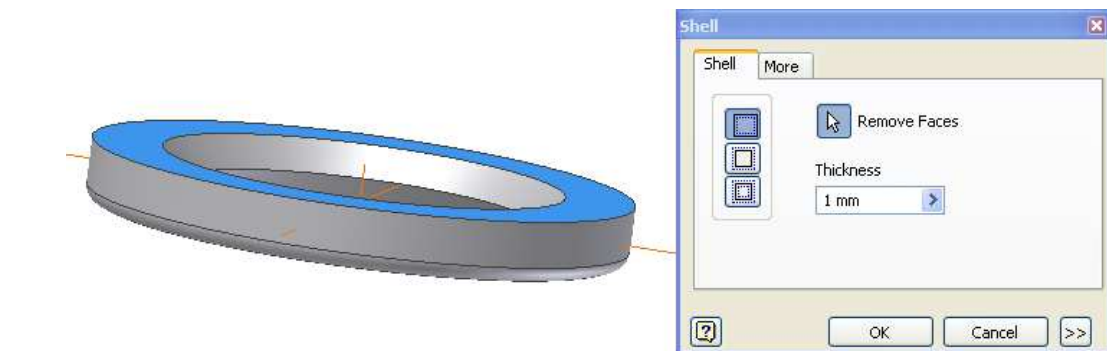
Obr. 127. Tvorba hrubého profilu gufera č 1

Na vzniklém modelu zaoblíme pomocí příkazu *Fillet* jednu z vnějších hran.



Obr. 128. Zaoblení vnější hrany gufera č. 1

Pomocí příkazu *Shell* je třeba vytvořit v materiálu dutinu.



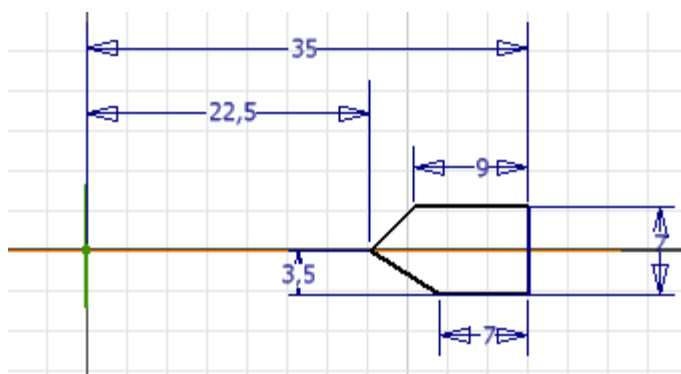
Obr. 129. Tvorba dutiny v modelu gufera č. 1



Obr. 130. Gufero č. 1

8.17 Gufero č. 2

Gufero č. 2 vytvoříme nejjednodušším způsobem, tedy opět editací rozměrů gufera č. 1. Stejně jako v předchozích případech je třeba otevřít si daný model, dle potřeby změnit rozměry a uložit pod novým názvem.



Obr. 131. Náčrt gufera č. 2

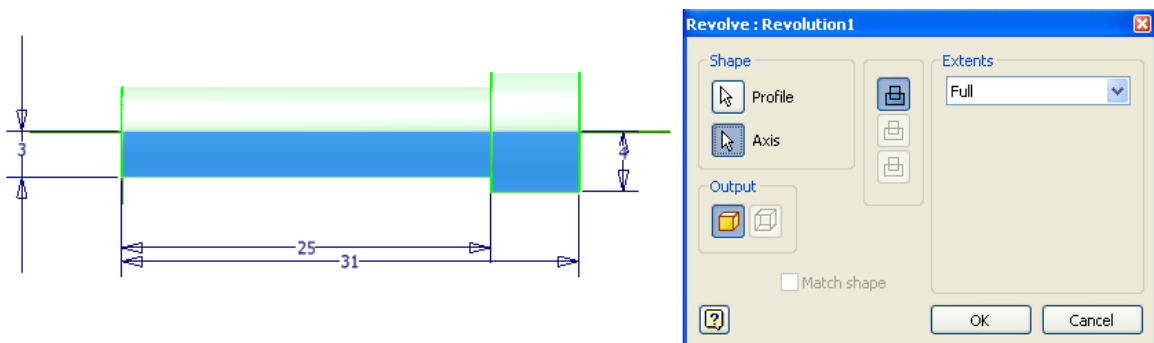


Obr. 132. Gufero č. 2

8.18 Šroub M6 x 25

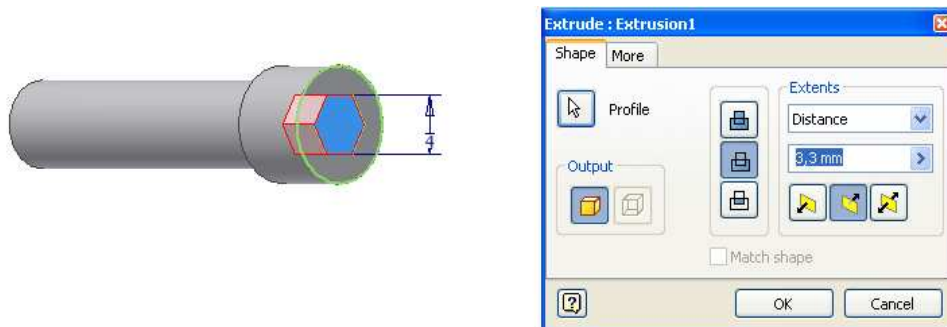
Skříň je dělená na dvě části, jimiž jsou lože a víko. Tyto dvě části spojíme pomocí osmi imbusových šroubů. Obvykle tyto spojovací komponenty nemodelujeme, vybíráme si je z knihovny komponentů, kterou si může zákazník pořídit zároveň s koupí programu Autodesk Inventor. My si je však vymodelujeme sami.

Je třeba začít s náčrtem poloviny šroubu ve Sketch a tento náčrt poté orotovat ve Feature.



Obr. 133. Rotace náčrtu šroubu

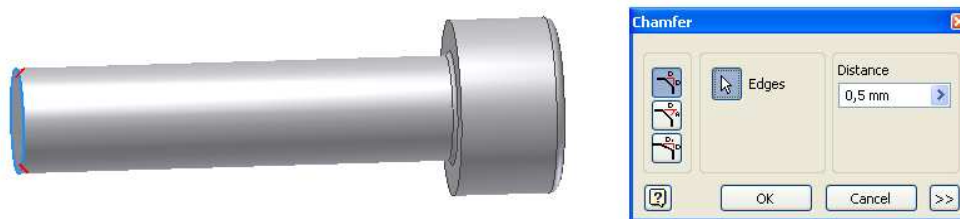
Nyní je nutné vytvořit na modelu drážku pro imbusový klíč. Na čelní ploše většího z průměrů modelu je třeba vytvořit Sketch a načrtnout zde šestiúhelník, jenž bude poté ve Feature vysunut a odečten od již vzniklé geometrie pomocí příkazu *Revolve, Cut*. Dalšími kroky budou zaoblení a zkosení některých hran šroubu.




Obr. 134. Drážka pro klíč šroubu M6 x 25

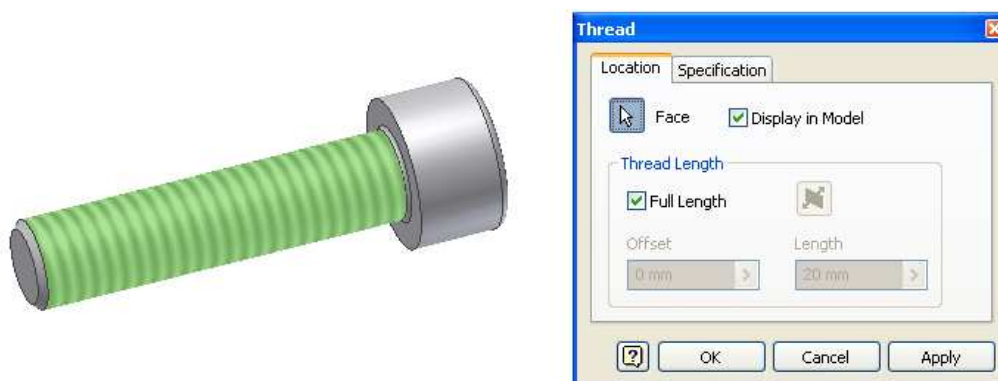


Obr. 135. Zaoblení hran šroubu M6 x 25

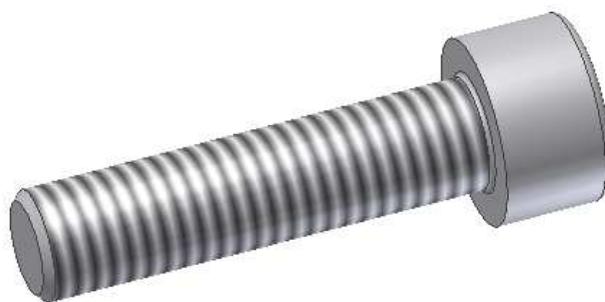


Obr. 136. Zkosení hran šroubu M6 x 25

Posledním krokem k dokončení tohoto šroubu je tvorba závitů. Vytvoříme je pomocí příkazu  Thread *Thread* (Závit). V záložce *Location* je nutné vybrat geometrii, na níž má být závit vytvořen (*Face*) a potvrdit také možnost *Full Length* (celá délka profilu). V záložce *Specification* je nutné také vybrat rozteč.



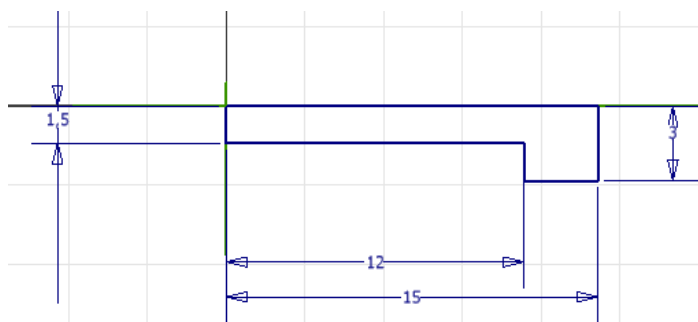
Obr. 137. Tvorba závitů šroubu M6 x 25



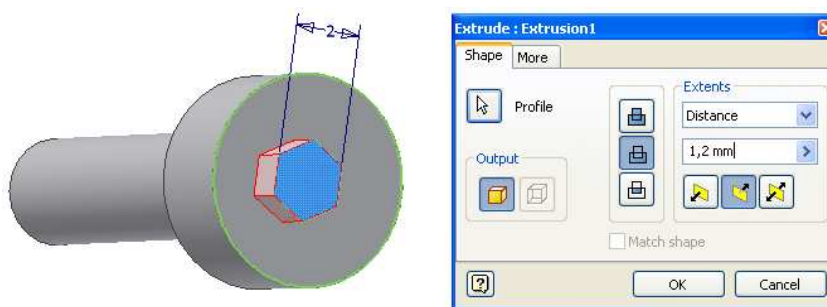
Obr. 138. Šroub M6 x 25

8.19 Šroub M3 x 12

U tohoto šroubu opět použijeme geometrii šroubu předchozího. Pouze editujeme požadované rozměry a uložíme pod novým názvem.

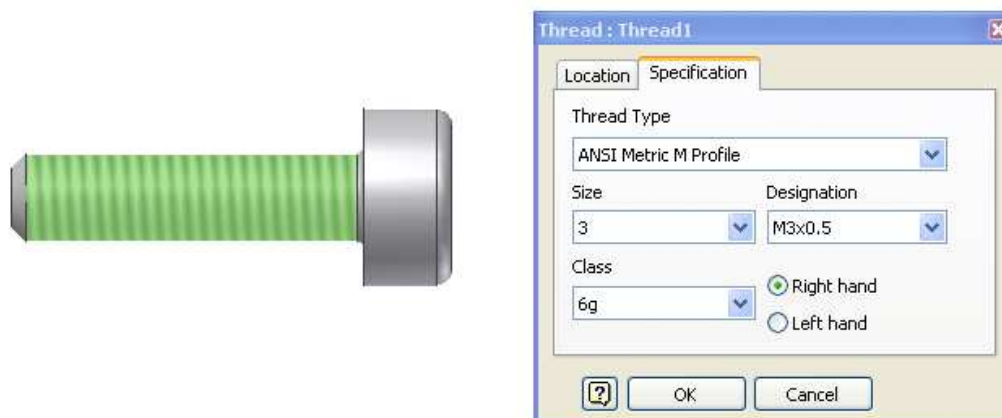


Obr. 139. Náčrt šroubu M3 x 12

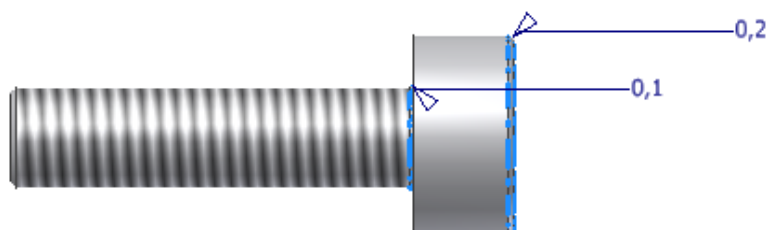


Obr. 140. Drážka pro klíč šroubu M3 x 12

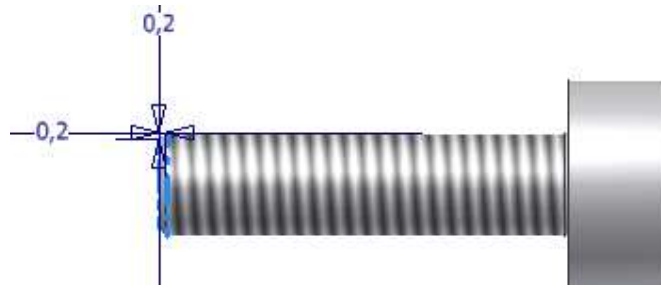
Již při změně prvních rozměrů šroubu se nám při návratu do Feature objeví upozornění programu, že nově změněný model nekoresponduje se zadaným závitem. Je ho tedy třeba také upravit pomocí příkazu *Thread*.



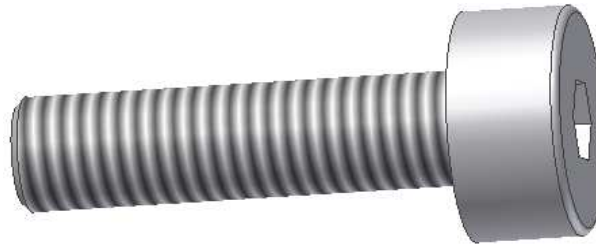
Obr. 141. Tvorba závitu šroubu M3 x 12



Obr. 142. Hodnota zaoblení hran šroubu M3 x 12



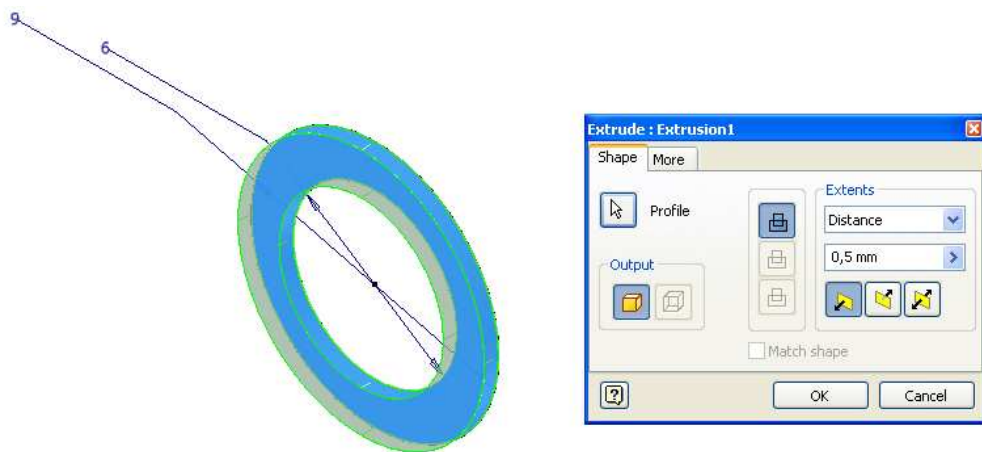
Obr. 143. Hodnota zkosení hrany šroubu M3 x 12



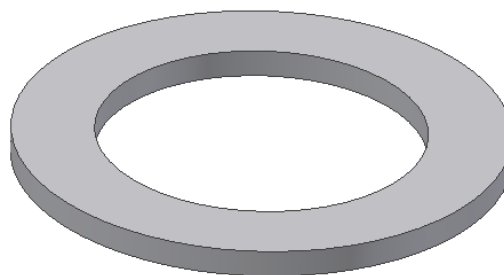
Obr. 144. Šroub M3 x 12

8.20 Podložka 6

Na šroub M6 x 25 je třeba navléct podložku. Ve Sketch vytvoříme kompletní náčrt a ten poté vysuneme ve Feature pomocí příkazu *Extrude*.



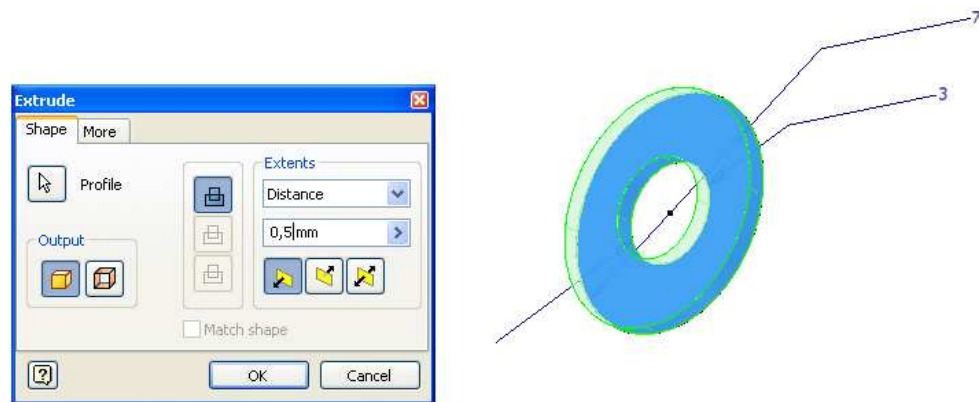
Obr. 145. Vysunutí profilu podložky 6



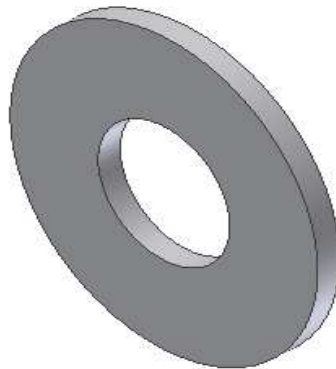
Obr. 146. Podložka 6

8.21 Podložka 3

Podložkou pro šroub M3 x 12 vytvoříme stejným postupem jako v kapitole 8.20



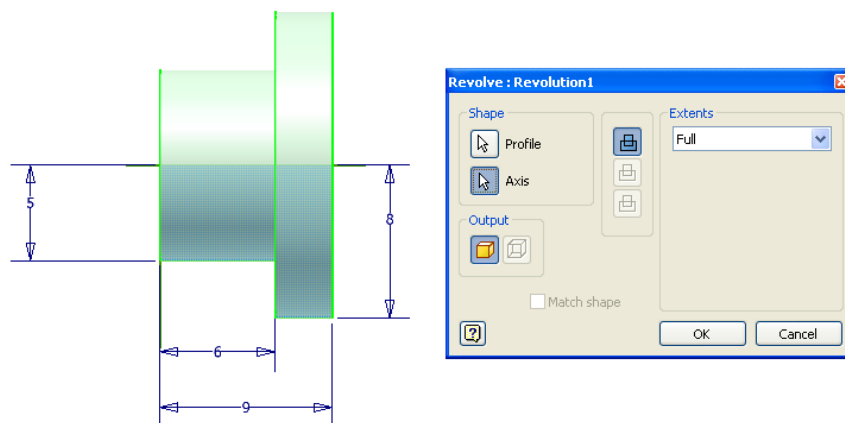
Obr. 147. Vysunutí profilu podložky 3



Obr. 148. Podložka 3

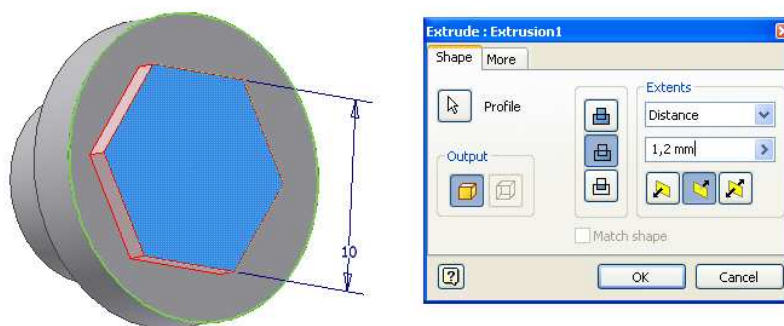
8.22 Zátka

Pro výměnu starého oleje je nutné vložit do sestavy také odtokovou zátku. Ve Sketch vytvoříme náčrt, který poté pomocí příkazu *Revolve* ve feature převedeme do 3D.



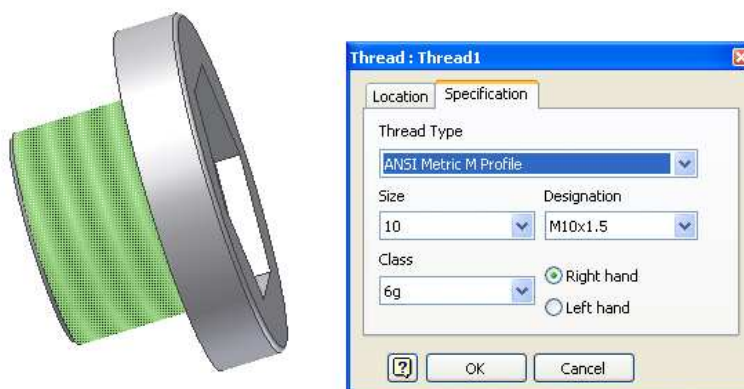
Obr. 149. Rotace náčrtu zátky

Stejně jako v případě šroubů musí i zde být drážka pro klíč, aby bylo možné zátku utáhnout či povolit.



Obr. 150. Drážka pro klíč u zátky

Posledním krokem k dokončení zátky je tvorba závitu. Ten vytvoříme pomocí příkazu *Thread*.



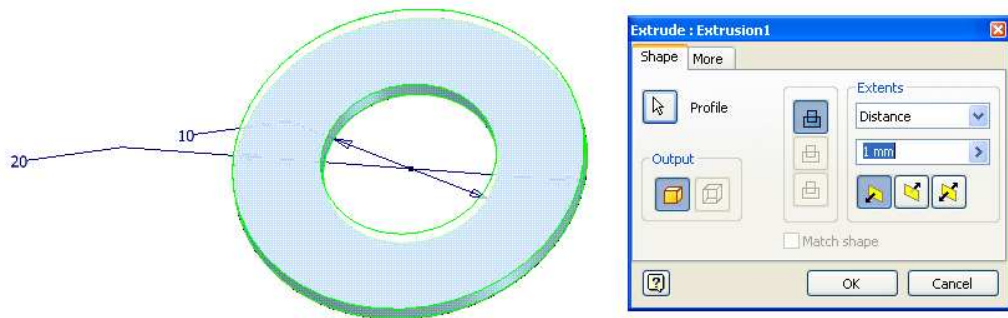
Obr. 151. Tvorba závitu zátky



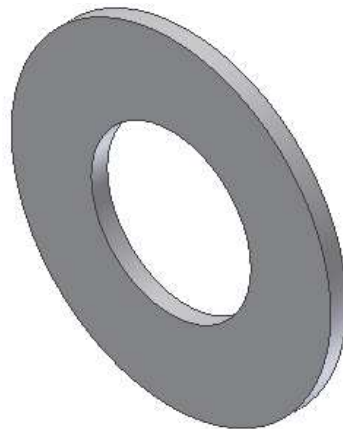
Obr. 152. Zátka

8.23 Těsnící kroužek

Na zátku se obvykle navléká ještě těsnící kroužek, aby kapalina neměla žádnou možnost uniknout. Ve Sketch vytvoříme náčrt kroužku a ve Feature jej vysuneme pomocí příkazu *Extrude*.




Obr. 153. Vysunutí náčrtu těsnícího kroužku

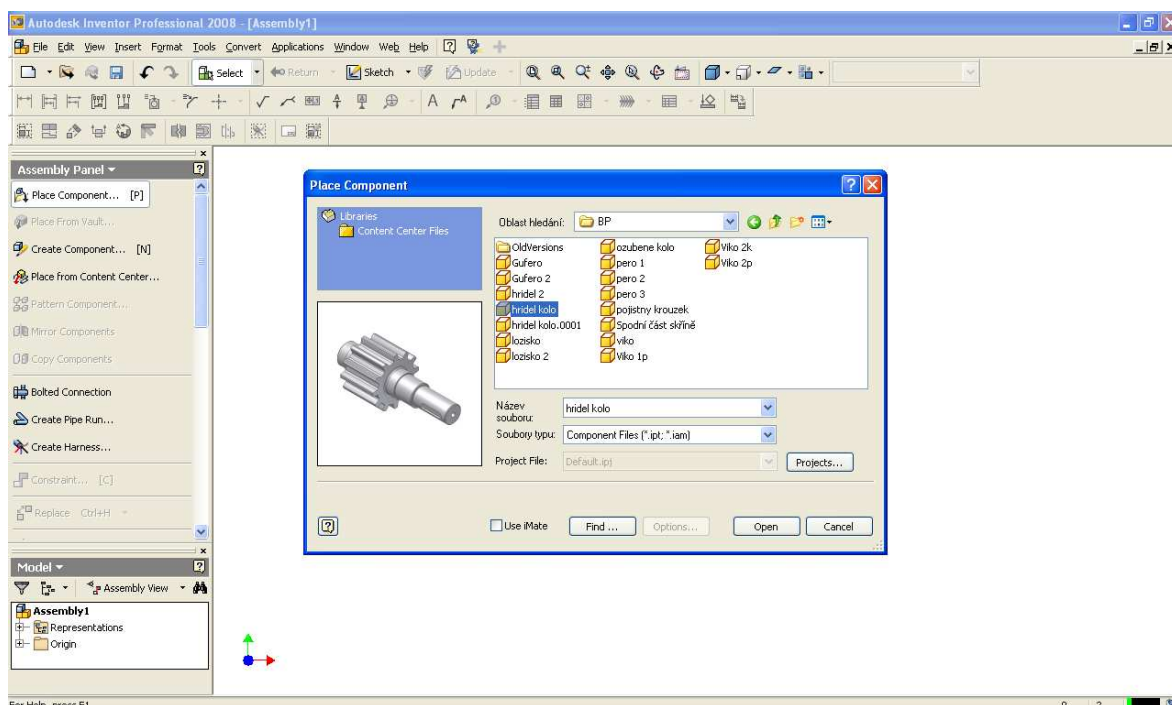


Obr. 154. Těsnící kroužek




9 TVORBA PODSESTAV

Pokud jsou již všechny součásti vymodelovány, je třeba je vložit do sestavy. V tomto případě je však součástí velmi mnoho, a proto je výhodnější si je z důvodu větší efektivity práce vložit do jednotlivých podsestav.

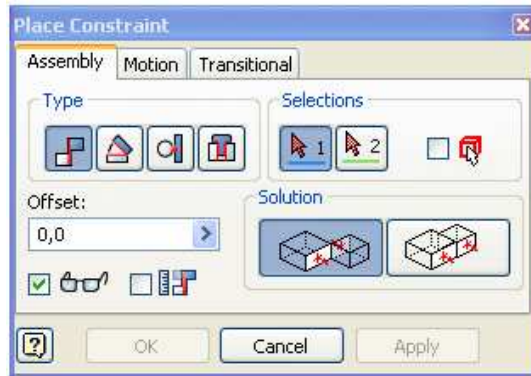
Novou sestavu lze vytvořit pouze pomocí modulu **Standart.iam**. Pokud zvolíme tento modul, ukáže se nám základní pracovní plocha. Do nové sestavy je třeba vložit komponenty, které chceme sestavovat. Pro tento účel slouží příkaz  **Place Component...** [P] (**Vložit Komponent**). V daném adresáři je nutné vybrat model a tlačítkem **Open** (**Otevřít**) jej vložit do sestavy.



Obr. 155. Základní pracovní plocha modelu Standart.iam

S vybraným prvkem lze volně pohybovat nebo ho otáčet po pracovní ploše pomocí příkazů  **Move Component** [V] (**Posunout Komponent**) a  **Rotate Component** [G] (**Natočit Komponent**). Základní soubor příkazů, s nimiž bude v této práci nejvíce zacházeno, má název  **Constraint...** [C] (**Vazby**). Zahrnuje čtyři základní druhy vazeb, jež se dají pomocí jiných podpříkazů dále modifikovat. Vazba *Mate* (Lícovat) je nejpoužívanější, a její funkci si ještě podrobně ukážeme. Následuje vazba *Angle* (Úhel), pomocí které k sobě spojujeme součásti pod různými úhly, což obecná vazba *Mate* nedokáže. Další je vazba *Tangent* (Tečnost). Pomocí tohoto příkazu můžeme lépe pracovat s kruhovými součástmi, výborně se toto spojení hodí při vazbě ozubených kol. Poslední vazba má název

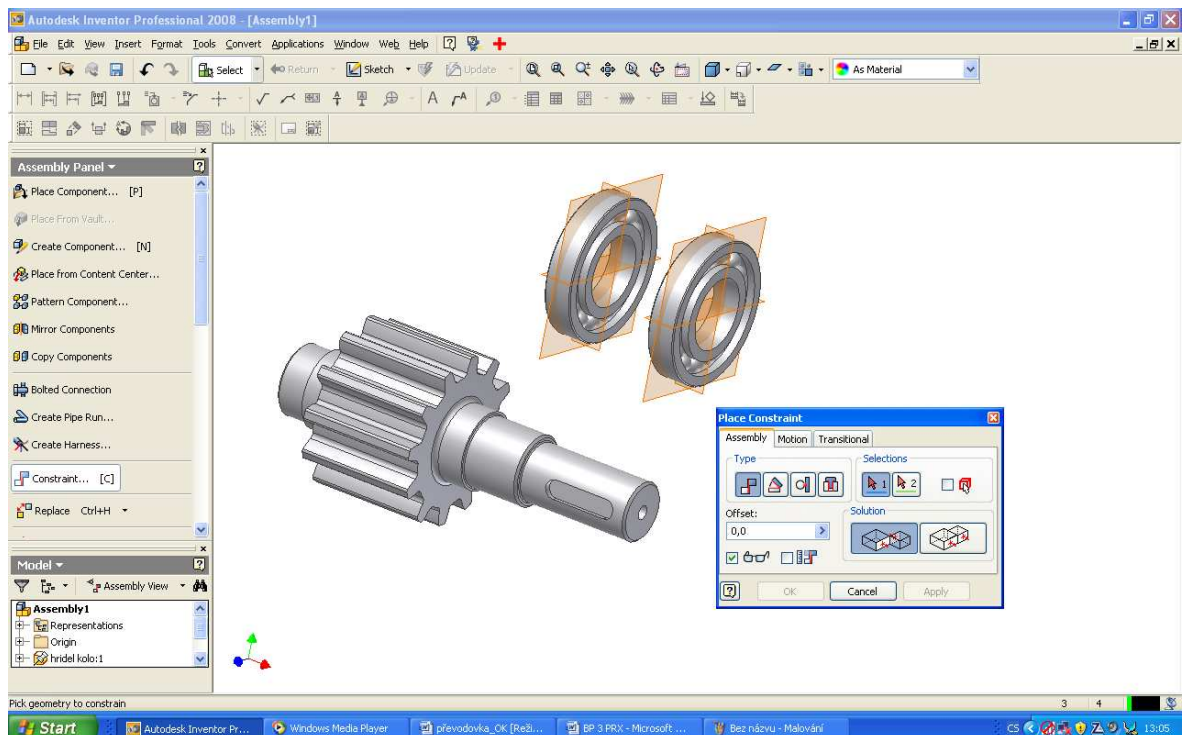
Insert (Vložit). Tato vazba je ideální, pokud chceme něco vkládat do něčeho, nebo pokud pracujeme s kruhovými prvky.



Obr. 156. Panel vazeb

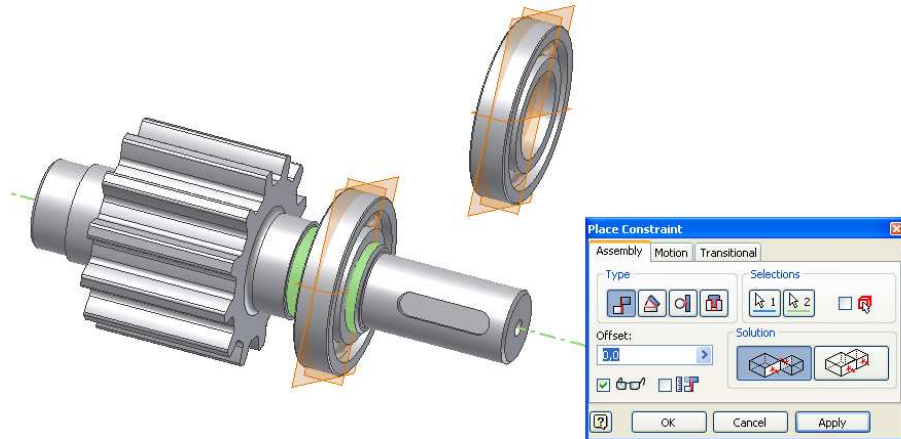
9.1 Pastorek

První podsestavou je pastorek – hnací člen. Tato podsestava bude obsahovat dvě nezbytná ložiska a pero. Do pracovního prostoru vložíme hřídel s ozubením a poté obě ložiska.



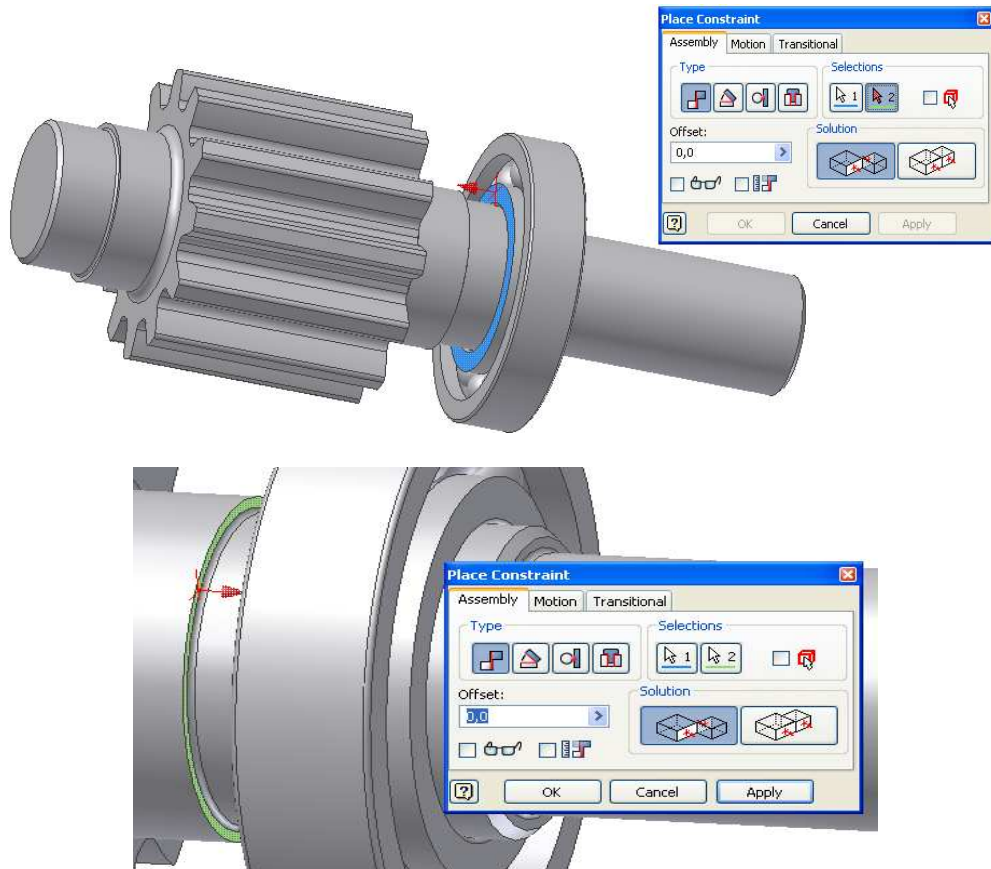
Obr. 157. První krok při tvorbě první podsestavy

Nejdříve je třeba ložisko nasunout na hřídel. Je možné použít více způsobů. My použijeme klasickou vazbu *Mate*. Je třeba označit nejdříve vnitřní válcovou plochu ložiska, a poté válcovou plochu hřídele.



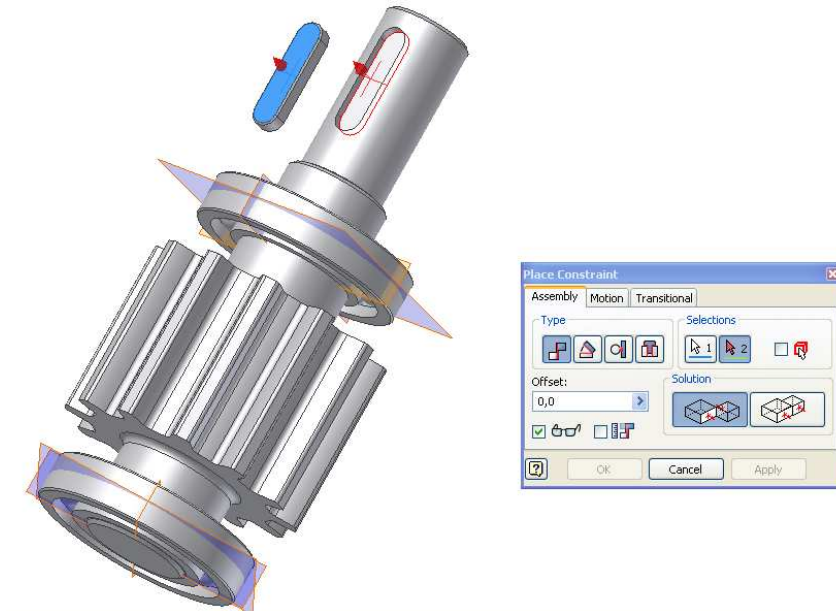
Obr. 158. Nasunutí ložiska na hřídel pomocí Mate

Nyní je ložisko nasunuto na hřídeli. Lze s ním ale stále volně pohybovat ve směru osy, musíme ho tedy ještě zavazbit čelními plochami ložiska a hřídele. K tomuto účelu také slouží vazba *Mate*.

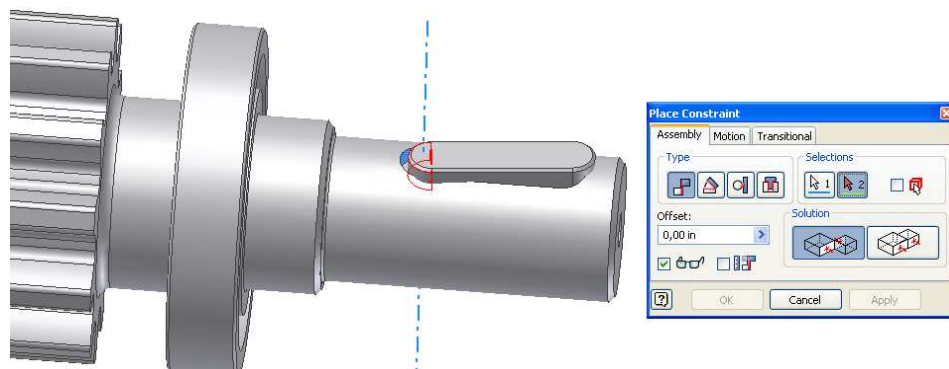


Obr. 159. Zavazbení čelních ploch ložiska a hřídele

Stejným způsobem zavazbíme i druhé ložisko, a poté vložíme do podstavy pero 5x8x32. Pero je třeba vložit do drážky zkonstruované pro tento účel. Opět použijeme vazbu *Mate*.



Obr. 160. Vkládání pera do drážky hřídele



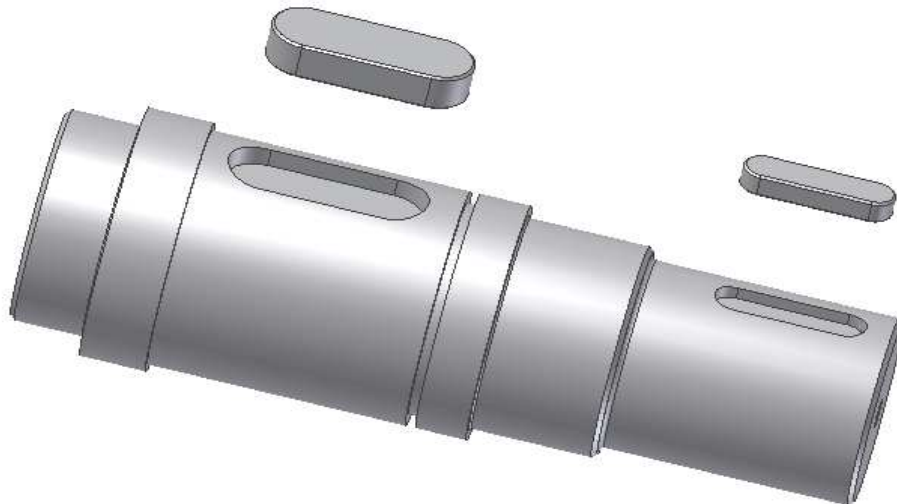
Obr. 161. Srovnání pera do roviny



Obr. 162. Podstava Pastorku

9.2 Hnané ozubené kolo

Druhou podsestavou, již je třeba vytvořit, je podsestava hnaného ozubeného kola. Nejdříve je nutné vložit do nové sestavy hřídel, a poté dvě pera, která složí k přenosu kroučícího momentu.



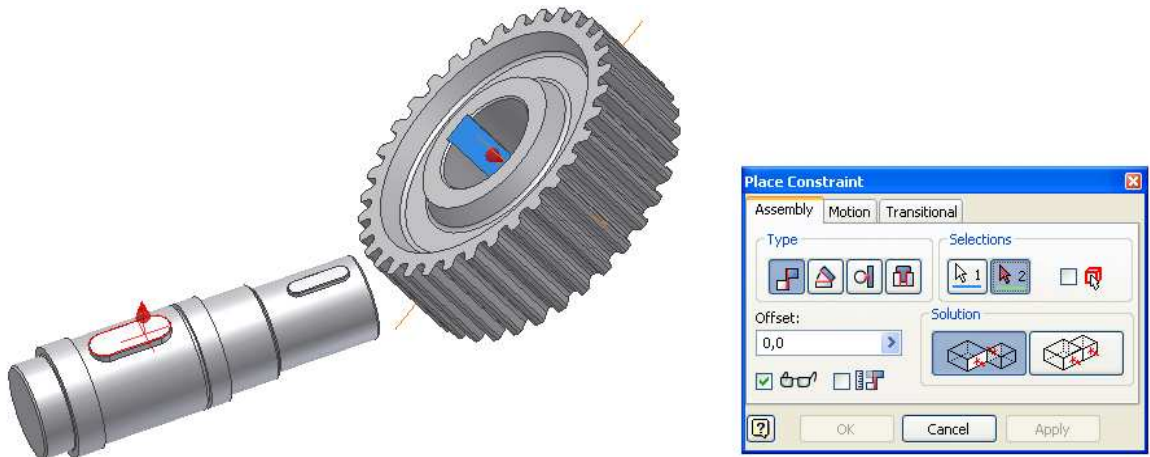
Obr. 163. Hnaný hřídel a pera vložená do sestavy

Nyní je nutné pera vložit do daných drážek na hřídeli. K tomuto účelu slouží opět vazba *Mate* a postup je zcela identický s postupem vkládání pera do drážky v hřídeli v kapitole 9.1.

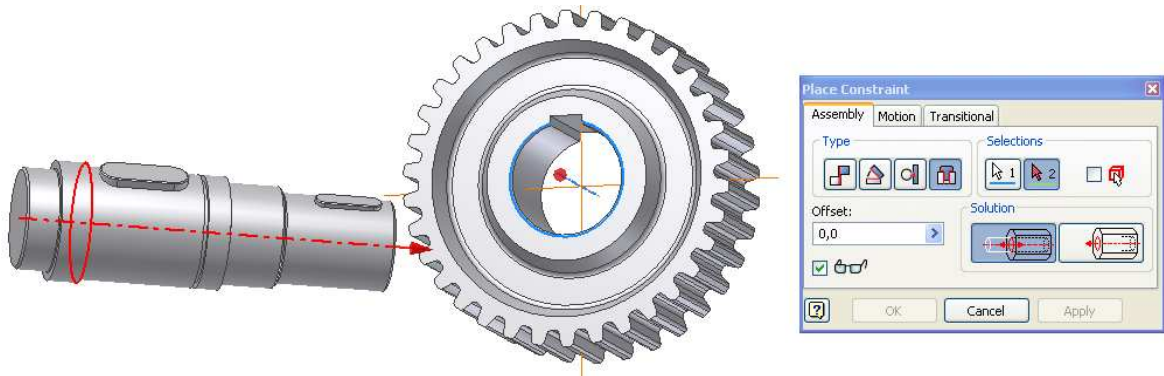


Obr. 164. Vkládání per do drážek v hřídeli

Nyní je třeba na hřídel nasadit ozubené kolo. Vložíme ho tedy do sestavy. Vazbou *Mate* zajistíme rovnoběžnou polohu pera hřídele a drážky pro pero na ozubeném kole (obr. 165). Pomocí další vazby – *Insert* - nyní nasuneme kolo na hřídel, je třeba označit obě válcové plochy, se kterými chceme pracovat (obr. 166).

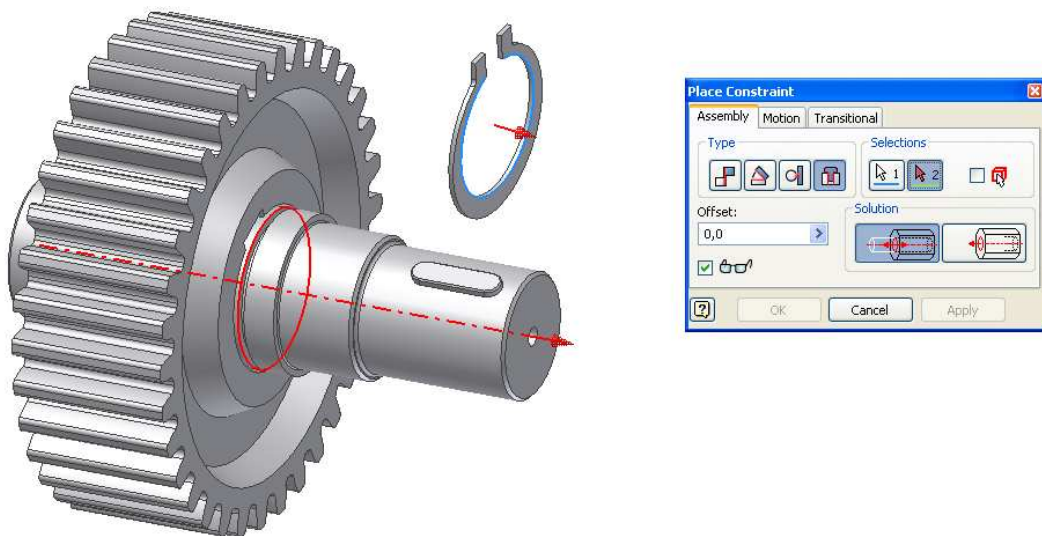


Obr. 165. Vymezení polohy pero - drážka pro pero



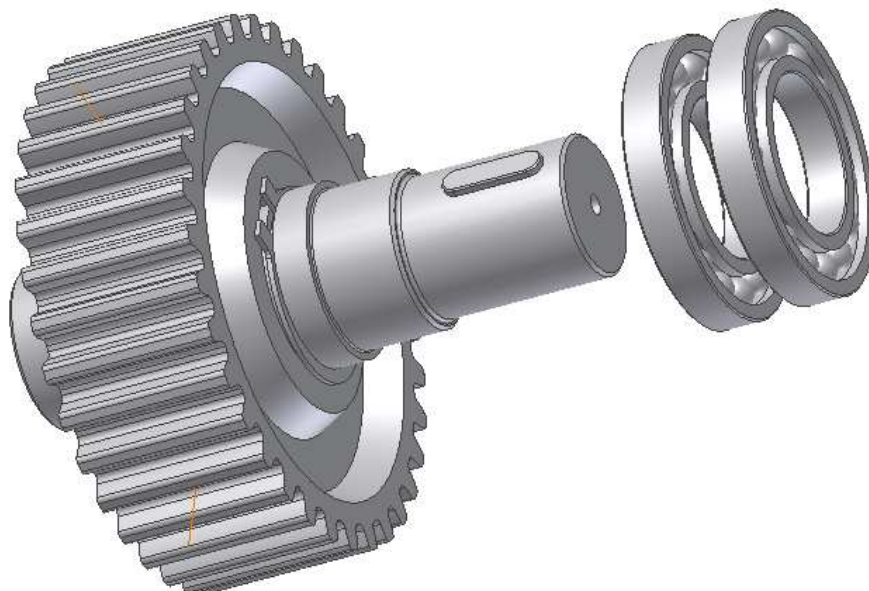
Obr. 166. Usazení kola na hřídel

Abychom vyloučili možné posunutí ozubeného kola, je třeba vložit do sestavy pojistný kroužek. Kroužek bude usazen do drážky pomocí vazby Insert. Ta nám pouze jedním příkazem kroužek osově vystředí a ještě přitiskne k požadované ploše.

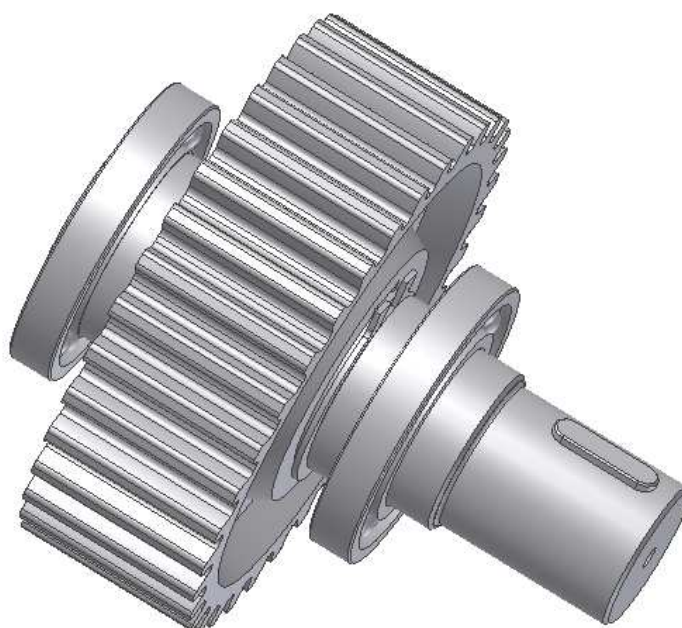


Obr. 167. Vkládání pojistného kroužku do drážky

Posledními součástmi v této podsestavě budou ložiska. Pomocí vazby Mate je nyní nutné je zavazbit na hřídeli. Postup je identický s nasunutím ložisek na hřídel v kapitole 9.1.



Obr. 168. Nasunutí ložisek na hnaný hřídel

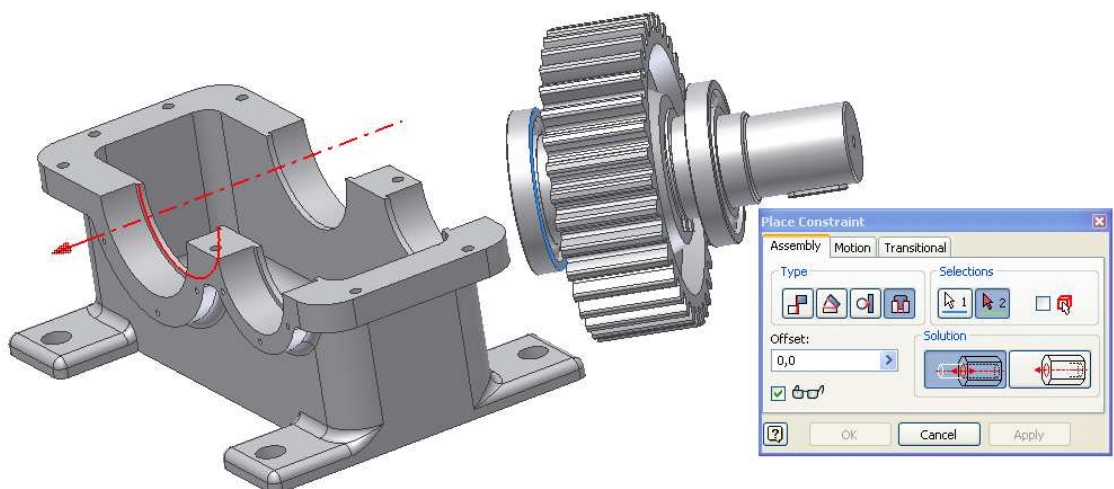


Obr. 169. Hnané ozubené kolo

10 SESTAVA PŘEVODOVÉ SKŘÍŇĚ

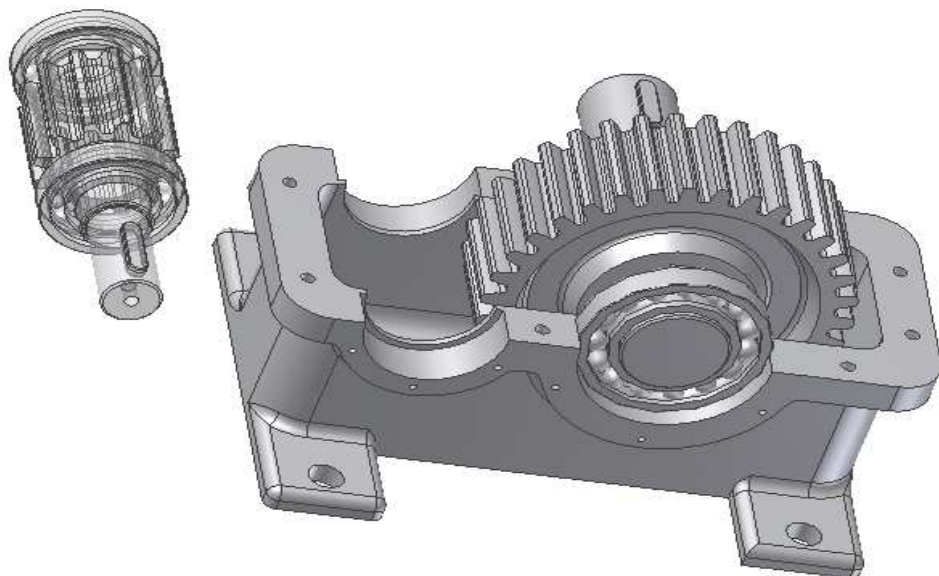
Tato kapitola pojednává o celkové kompletaci všech prvků převodové skříně do jedné zcela kompletní sestavy. Je tedy třeba vytvořit nový soubor Standart.iam, čili novou sestavu, a do této sestavy vložit lože převodové skříně. Kompletace všech prvků sestavy bude postupná a jednotlivé prvky je třeba vkládat do sestavy v závislosti na kompletaci skříně v reálné praxi či provozu.

Do sestavy, ve které je již umístěno lože skříně, vložíme podsestavu hnaného kola. Pomocí vazby *Insert* a pouhého jednoho příkazu danou podsestavu zavazbíme a ukotvíme v loži.



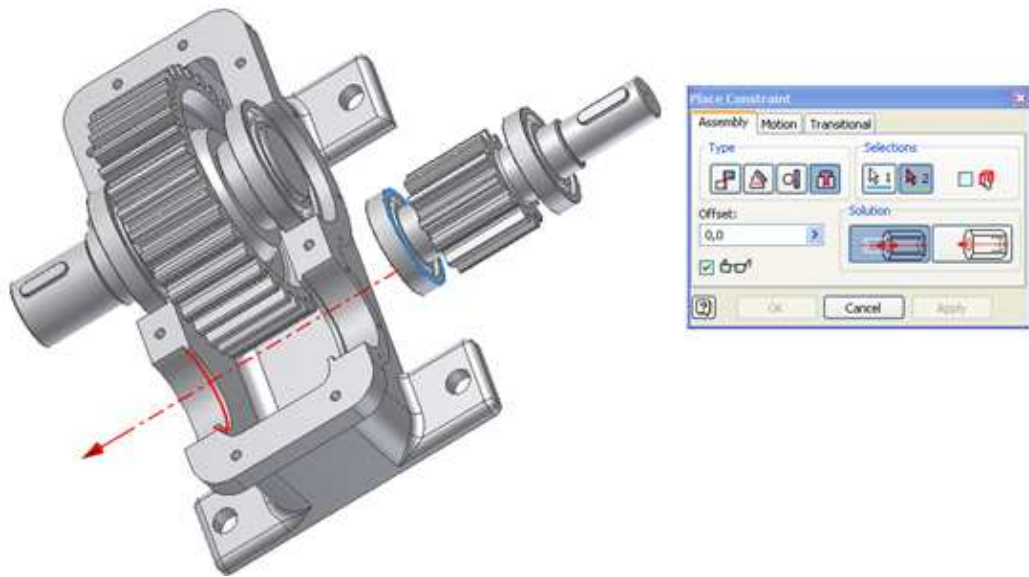
Obr. 170. Ustavení hnaného kola do lože

Kolo je nyní ustaveno a může konat pouze jeden druh pohybu – otočný. Vložme tedy do sestavy další podsestavu, podsestavu pastorku.



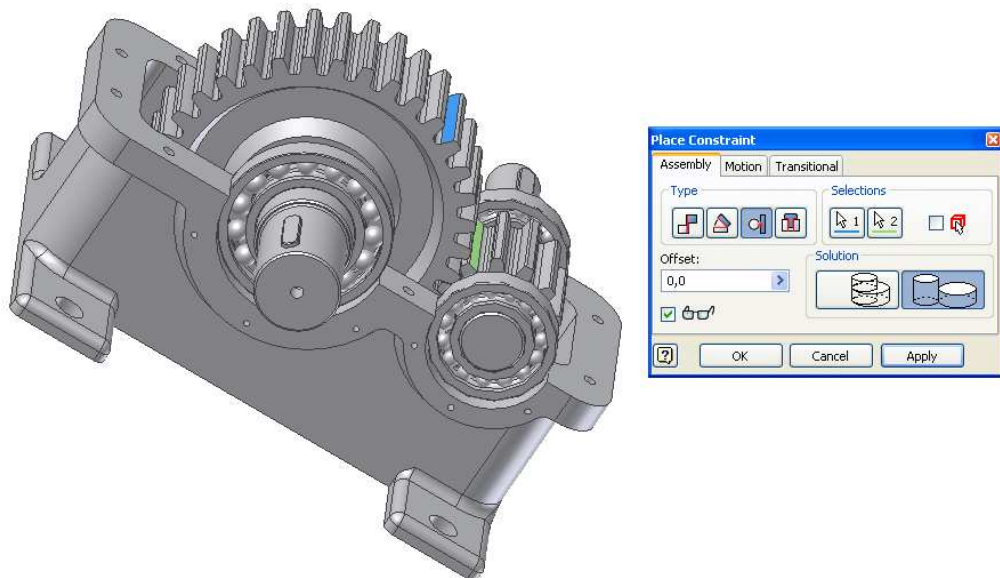
Obr. 171. Postupná kompletace sestavy pomocí vkládání podsestav

Podsestavu pastorku ukotvíme v loži opět pomocí vazby *Insert*.



Obr. 172. Ustavení pastorku v loži

Obě kola jsou nyní ustaveny v loži, ale zuby kol do sebe nezapadají, jak by měly. Musíme tedy použít jiný druh vazby, aby i zuby pastorku zapadaly do druhého ozubení správným způsobem. Pro tento účel slouží vazba *Tangent* a je třeba označit boky zubů obou ozubení.



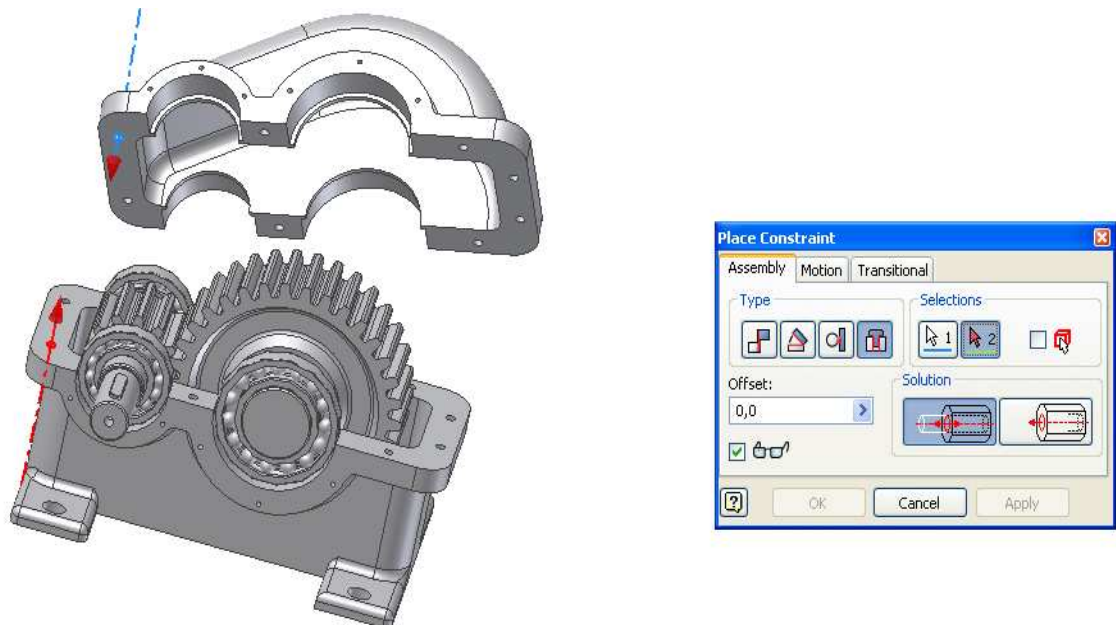
Obr. 173. Vymezení polohy obou ozubení

Nyní do sebe kola zapadají přesně tak, jak je přede-



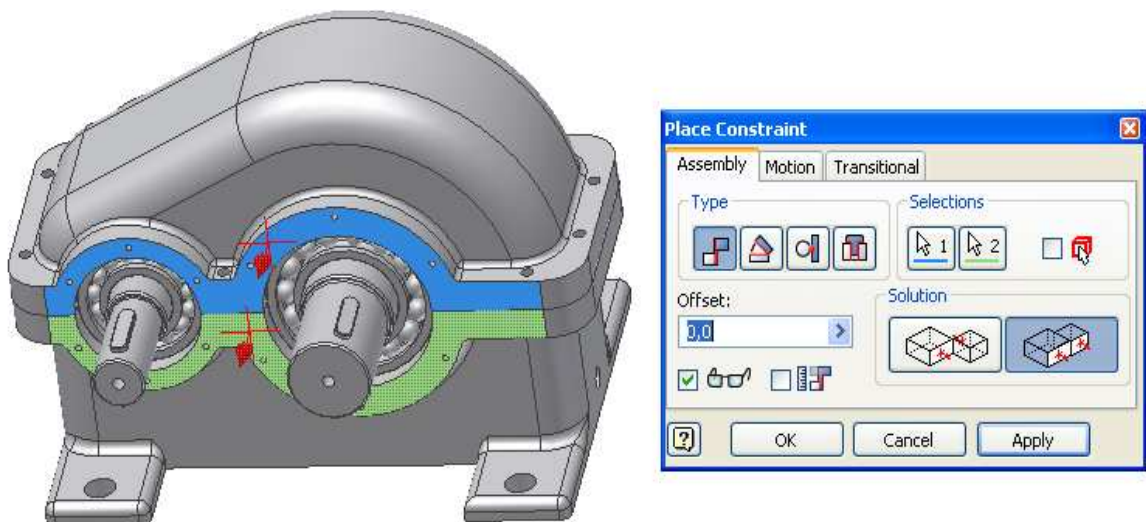
psáno.

Nyní je třeba skříň zaklopit víkem, a poté víko spojit s ložem pomocí šroubů. Je mnoho způsobů, jak víko na loži zavazbit. Jeden z možných způsobů popisují obrázky 174 a 175.



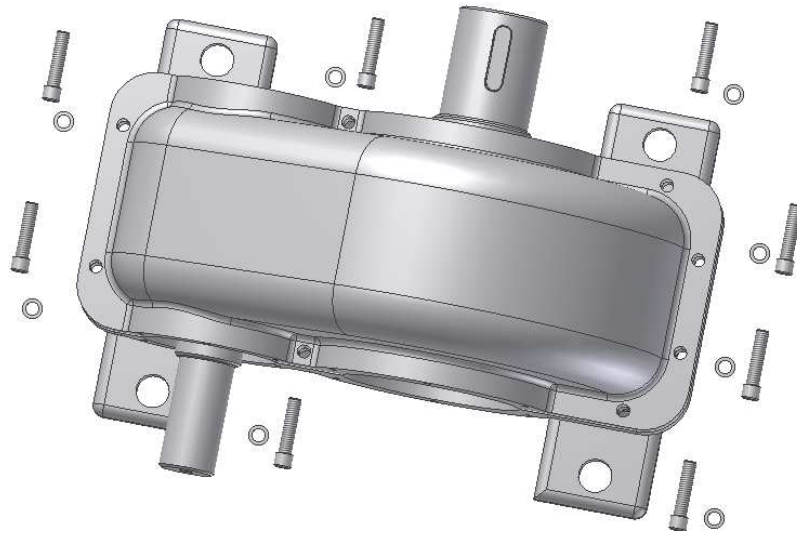
Obr. 174. Vazba lože-víko pomocí Insert

Při použití vazby *Mate* na obrázku 175, je nutné upřesnit uložení příkazem -----
Flush---.



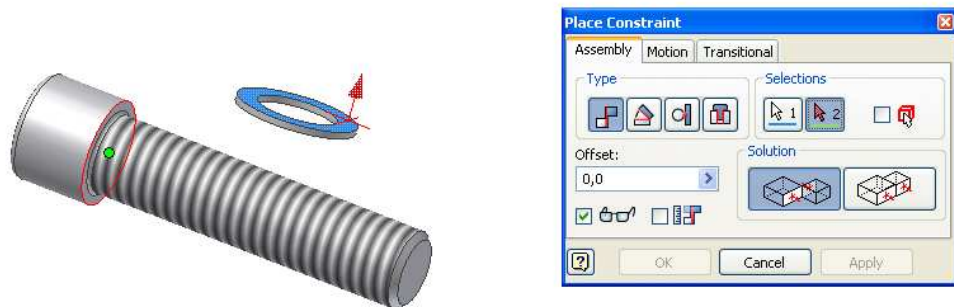
Obr. 175. Vazba lože-víko pomocí vazby Mate – Flush

Nyní je víko přesně uloženo na loži a můžeme je spojit šrouby. Vložíme si tedy do sestavy daný počet šroubů a podložek.

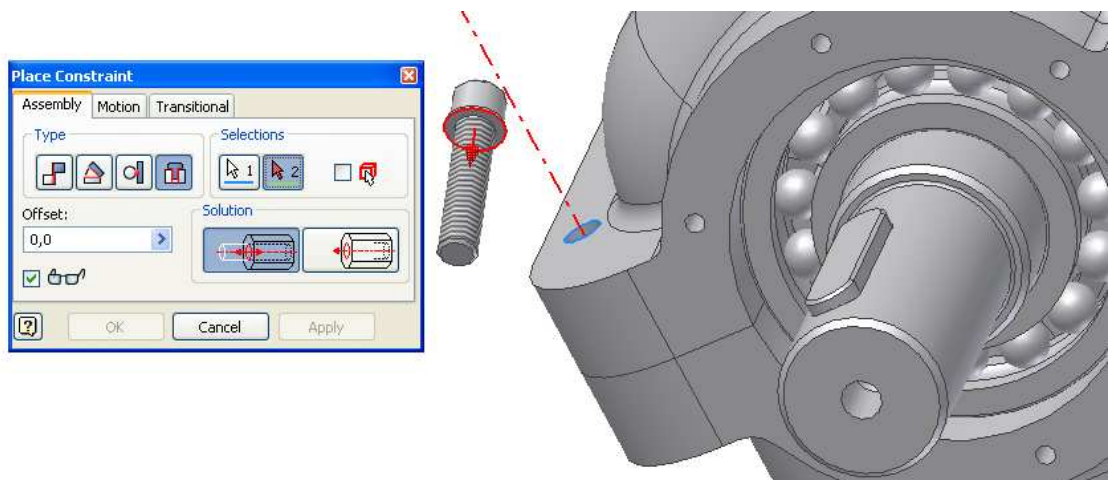


Obr. 176. Postupné vkládání šroubů a podložek pro spojení lože a víka

Nejdříve je nutné na všechny šrouby nasunout podložky. K tomuto účelu poslouží nejlépe vazba *Mate*. Poté pomocí příkazu *Insert* vložíme šrouby s podložkami do otvorů.

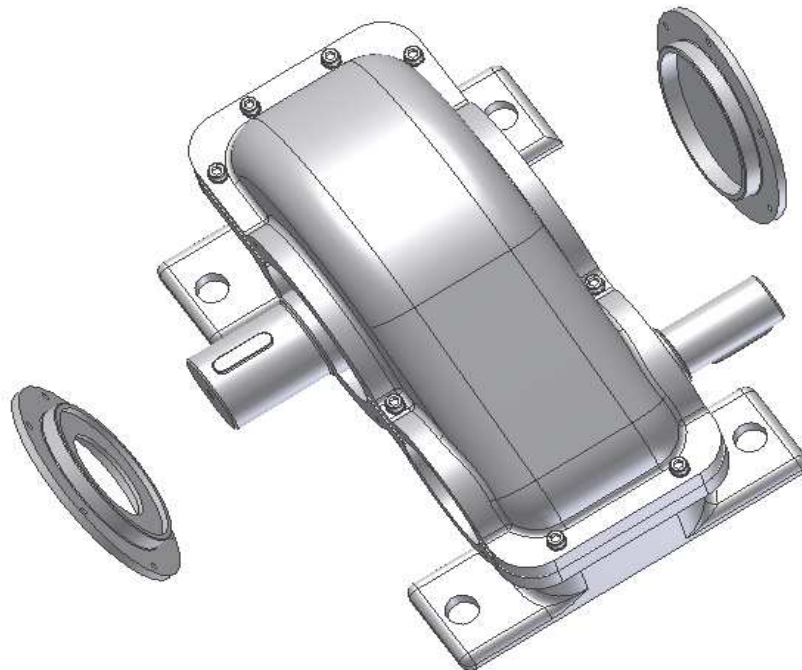


Obr. 177. Nasunutí podložky na šroub



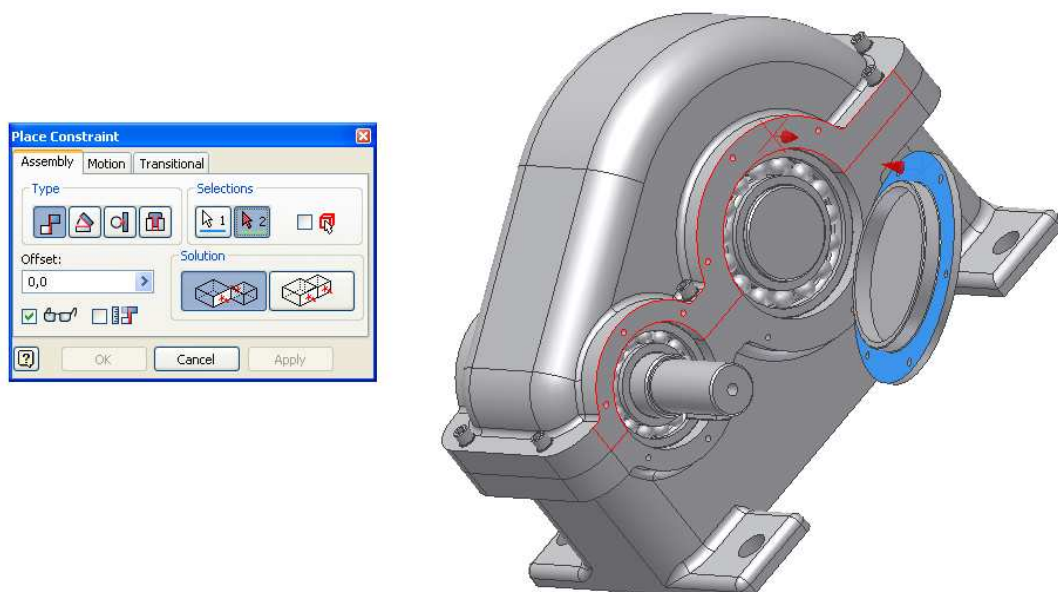
Obr. 178. Vkládání šroubu do otvoru víka

Nyní jsou lože a víko pevně spojeny šrouby a je třeba zakrytovat otvory hřídelí. Vložíme tedy do sestavy víka, jež by měla krýt hnanou hřídel.

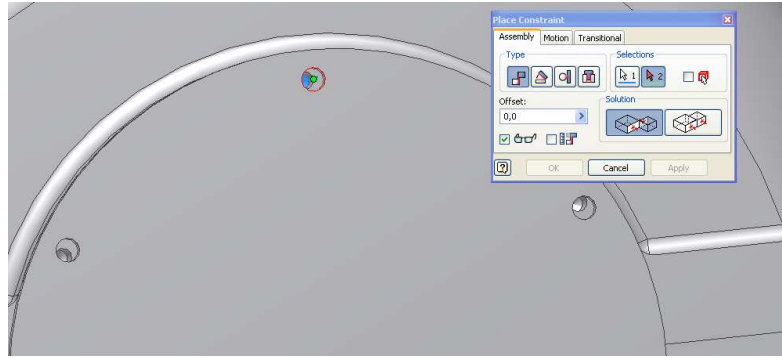


Obr. 179. Skříň s víky určenými pro zakrytování hnané hřídele

Opět existuje více způsobů, jak bychom mohli zavazbit tato víka. My to provedeme následujícími způsoby pomocí vazby *Mate*. Jako první krok zadáme rovnoběžnost čela obruby a čela víka (obr. 180). Ukotvení víka zakončíme vymezením polohy otvorů víka a skříně. Pomocí vazby *Mate* zadáme, aby střed otvoru víka byl totožný se středem otvoru skříně (obr. 181).

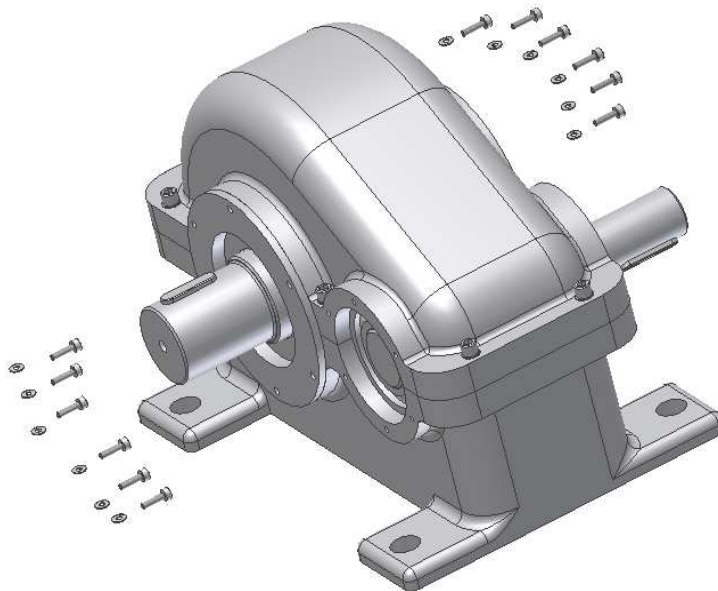


Obr. 180. Vymezení polohy čela obruby a víka



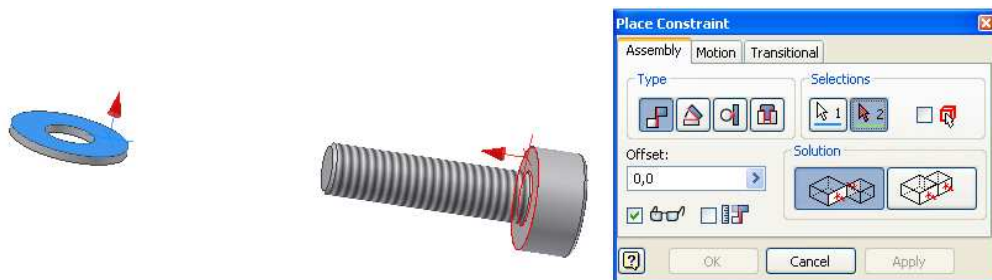
Obr. 181. Vymezení polohy otvorů skříně a víka

První víko je nyní uloženo na skříni. Stejným způsobem ukotvíme i víko druhé. Nyní je nutné namontovaná víka přišroubovat k převodové skříni. Do sestavy tedy vložíme obvyklým způsobem šrouby a podložky vymodelované pro tento účel.

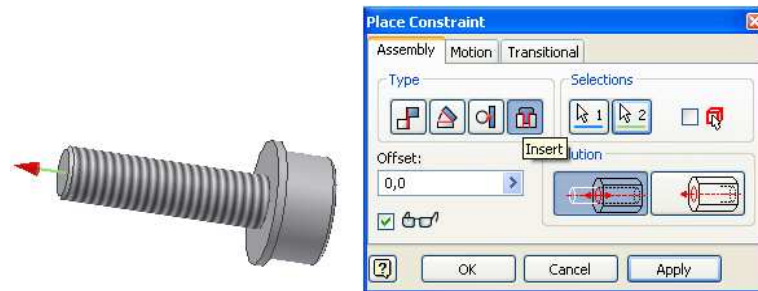


Obr. 182. Převodová skříň se šrouby pro zakrytování hnaného kola

Pomocí vazby *Mate* podložky navlečeme na šrouby. Je možné, že podložka je natočena kolmo na šroub, a pouhá vazba *Mate* nebude fungovat. Pokud se tak stane, stačí jedno kliknutí na vazbu *Insert* a podložka se na šroub nasune správným způsobem (obr. 184).

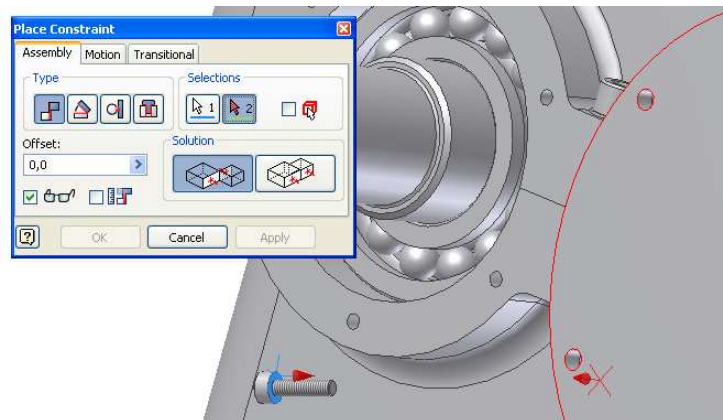


Obr. 183. Nasunutí kolmo položené podložky na šroub



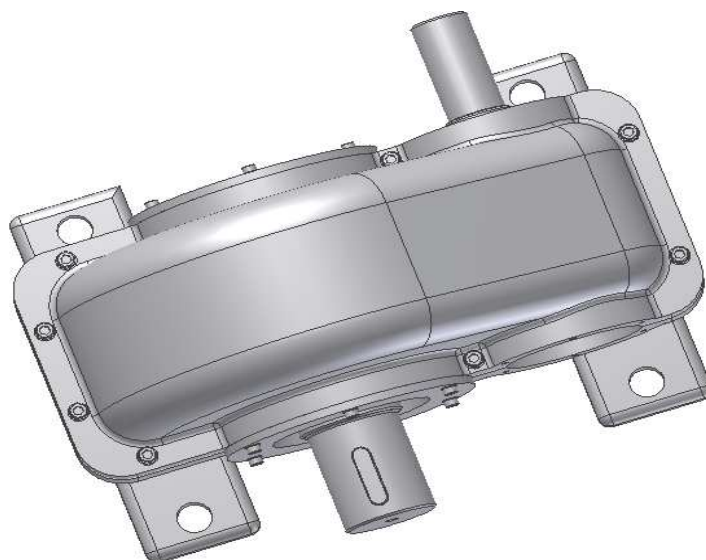
Obr. 184. Dokončení nasunutí podložky na šroub pomocí vazby Insert

Nyní je nutné vložit šrouby do připravených otvorů. K tomuto účelu použijeme vazbu *Mate*. Opět se může stát, že Inventor zcela jednoznačně nepochopí, co jsme měli tímto příkazem namysli a bude nutné kliknout na vazbu *Insert*.



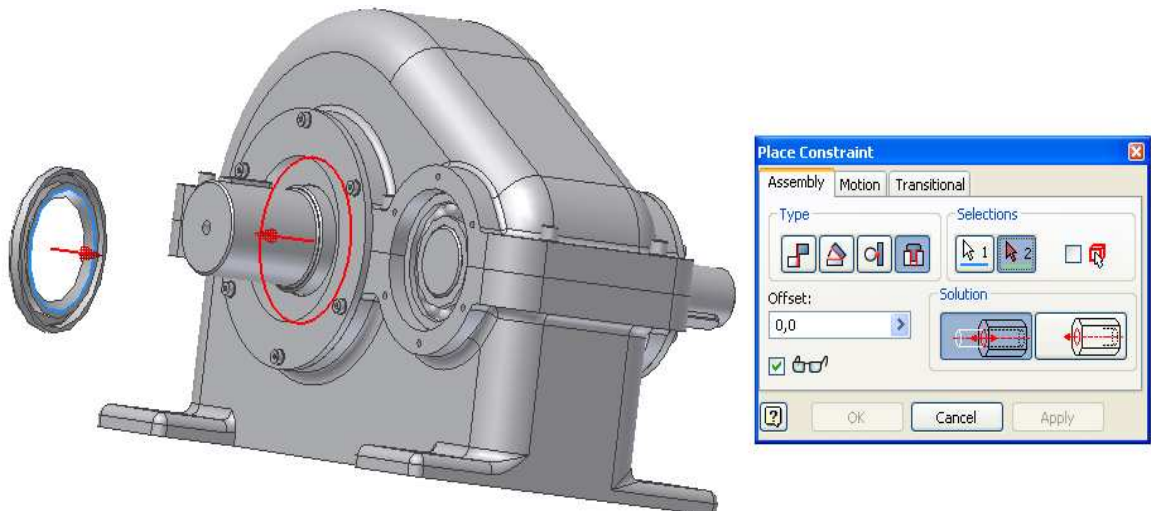
Obr. 185. Vkládání šroubů do otvorů víka zakrývajícího hnanou hřídel

Jedna část skříně je nyní úspěšně zakrytována. Je však ještě nutné vložit do víka gufero.



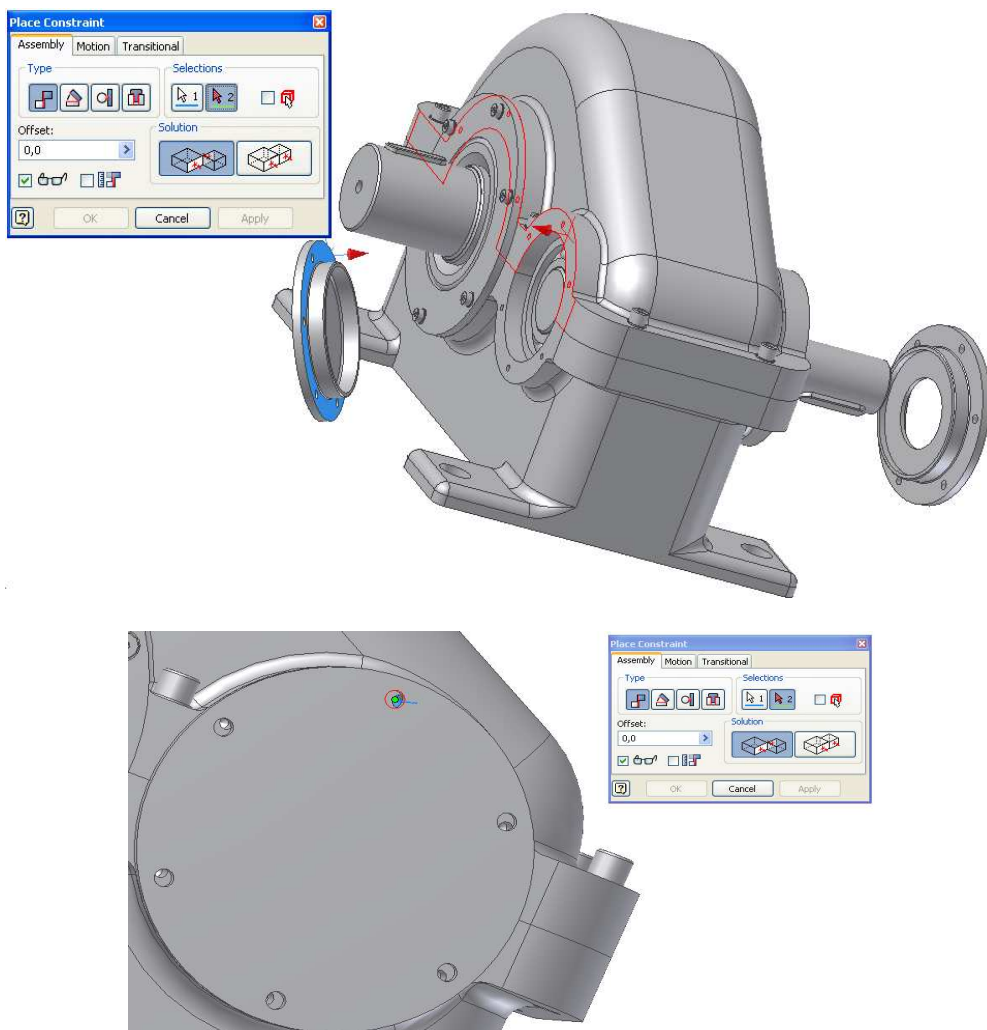
Obr. 186. Zakrytovná hnaná hřídel

Importujeme tedy do sestavy gufero a pomocí vazby *Insert* jej vložíme do víka.

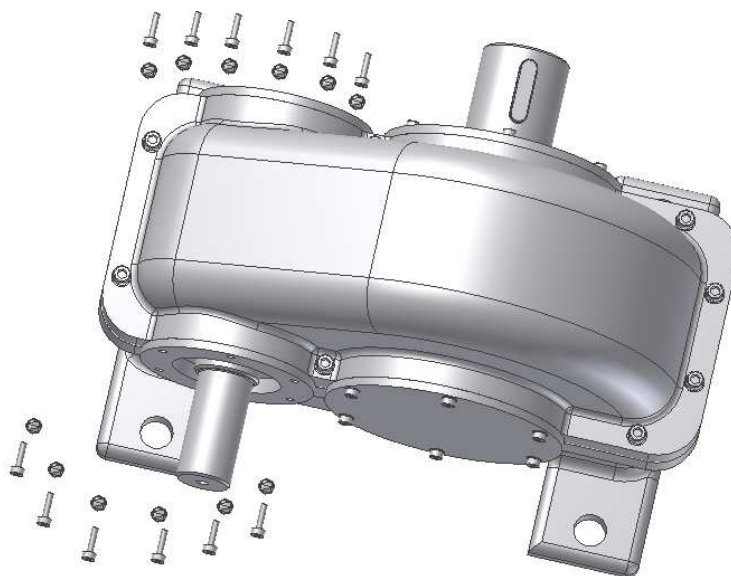


Obr. 187. Vkládání gufero do víka hnaného kola

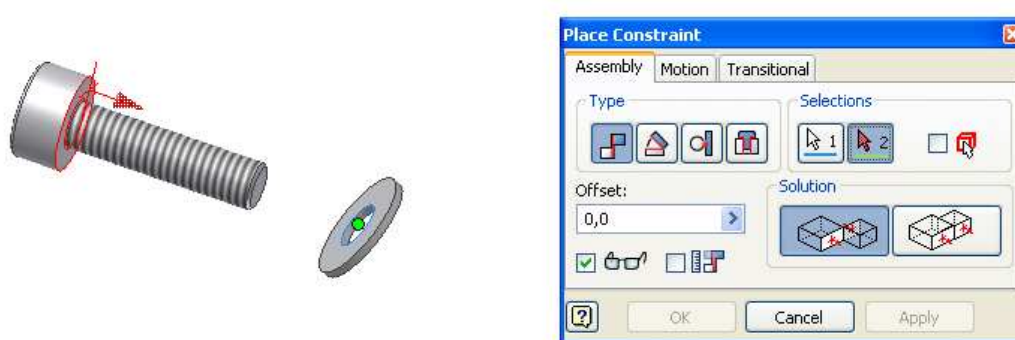
Nyní je nutné opakovat tentýž postup při zakrytování pastorku převodové skříně.



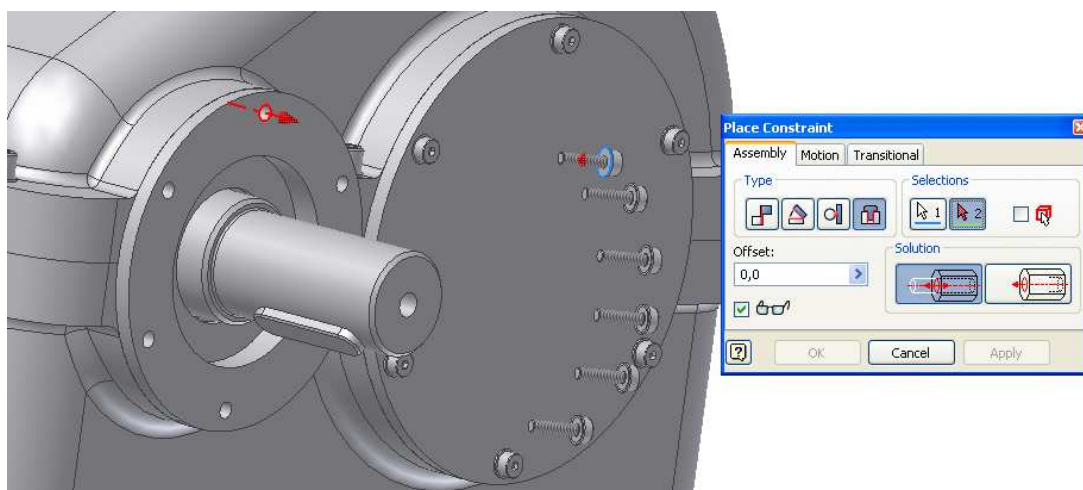
Obr. 188. Zakrytování pastorku



Obr. 189. Převodová skříň se šrouby pro zakrytování pastorku

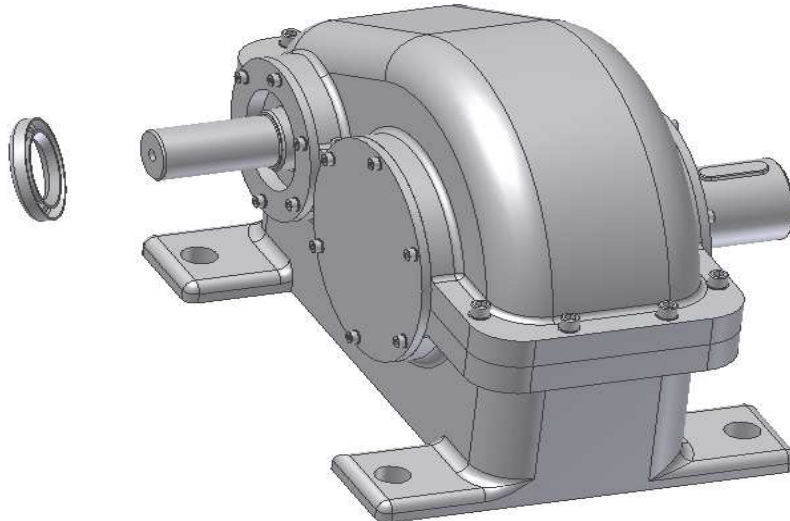


Obr. 190. Nasunutí podložky na šroub



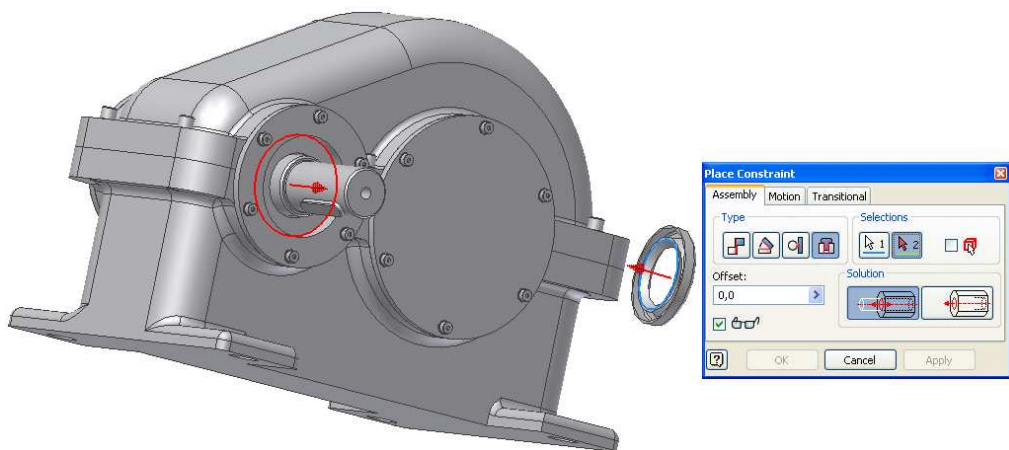
Obr. 191. Vkládání šroubů do otvorů víka zakrývajícího pastorek

Stejným způsobem naložíme i se zbývajícím víkem a do sestavy vložíme gufero.



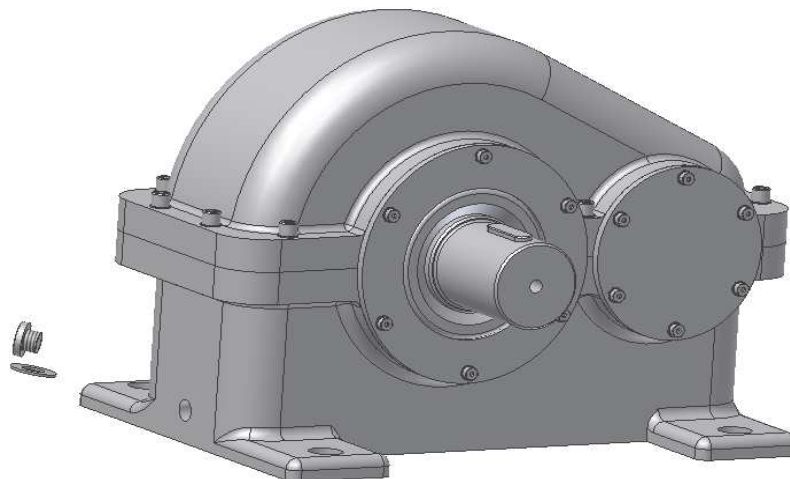
Obr. 192. Převodová skříň a gufero pro víko pastorku

Pomocí vazby *Insert* vložíme zbývající gufero do víka kryjícího pastorek.



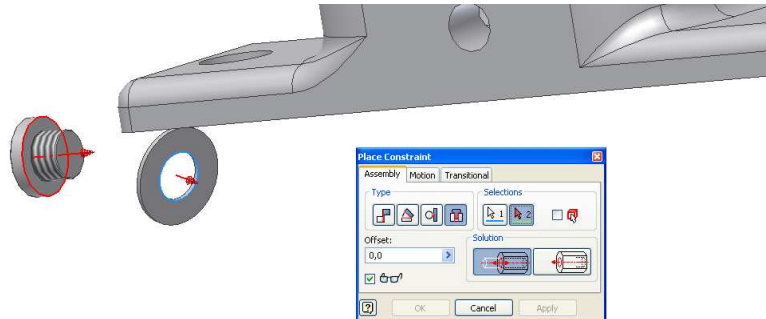
Obr. 193. Vkládání gufera do víka pastorku

Nyní do sestavy vložíme zátku a těsnící kroužek

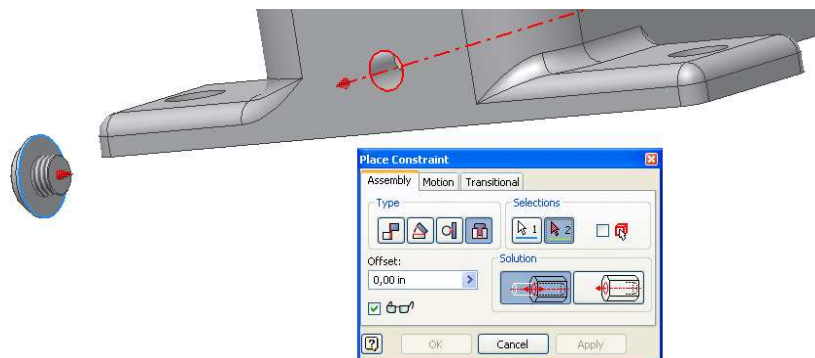


Obr. 194. Převodová skříň s těsnícím kroužek a zátkou

Do sestavy je nutné začlenit zátku s těsnícím kroužkem, aby bylo možné podle potřeby měnit v převodové skříni použitý olej. Nejdříve navlečeme těsnící kroužek na závit zátky, a poté zátku vložíme do příslušného otvoru, a to vše pomocí vazby *Insert*.

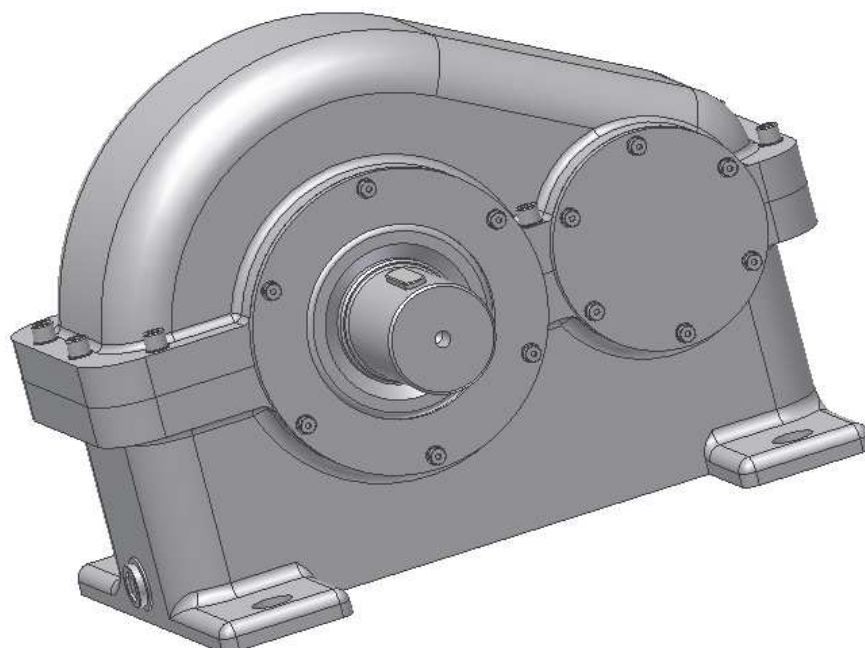


Obr. 195. Nasunutí těsnícího kroužku na zátku



Obr. 196. Vložení zátky do otvoru skříně

Nyní je převodová skříň zcela kompletní.



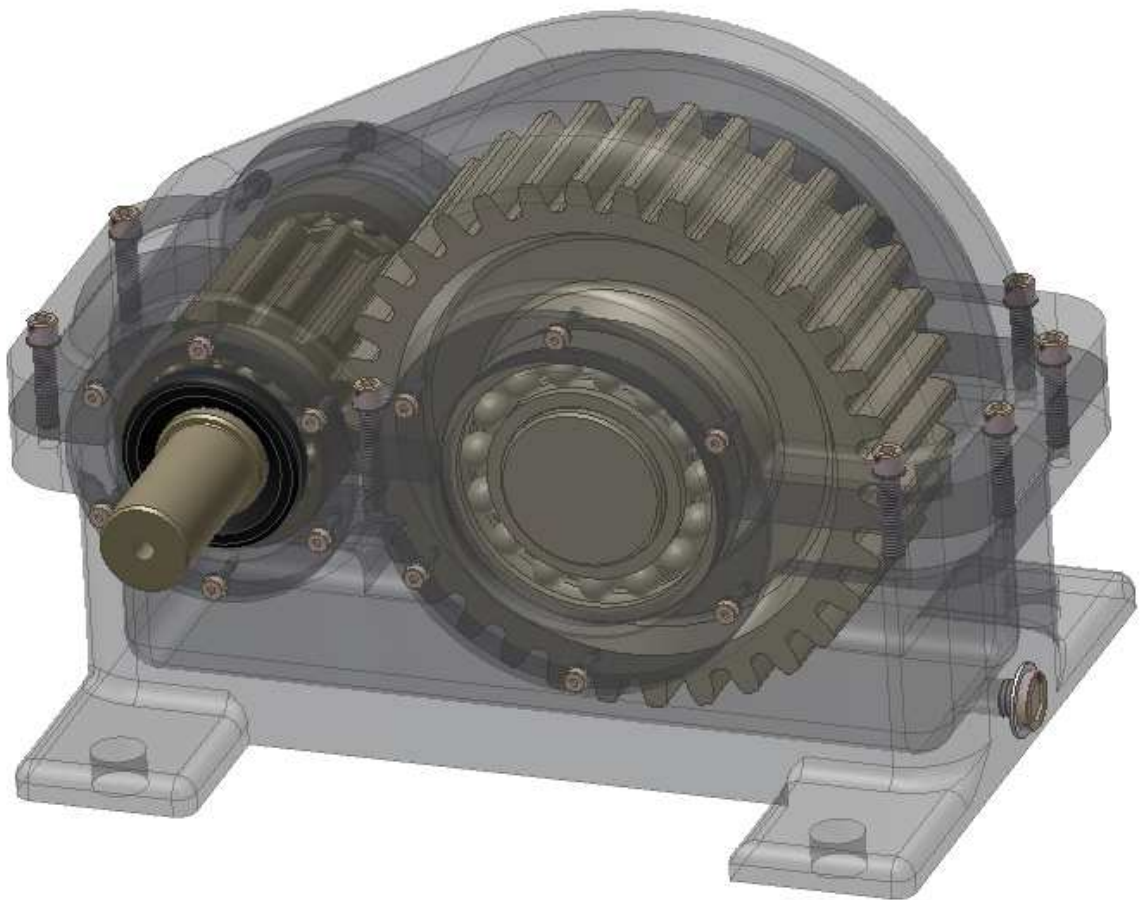
Obr. 197. Převodová skříň

10.1 Převodová skříň v barvách a řezech

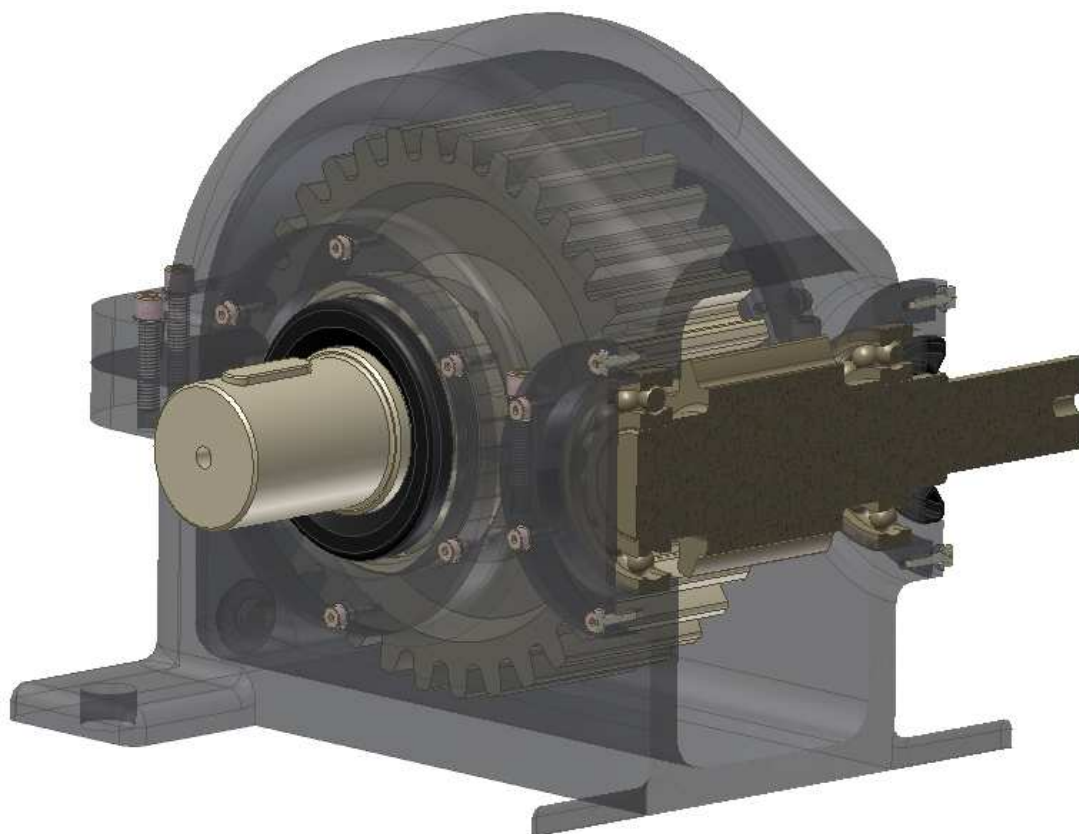
Kromě definice materiálu každého dílce je možné definovat také barvu materiálu. Tato barva může být přirozená barva materiálu nebo barva, jež mu definuje konstruktér. Postup je následující. V sestavě je nutné kliknout pravým tlačítkem na dílec a v roletovém menu vybrat možnost *Properties (Vlastnosti)*. V nabídce možností je třeba vybrat záložku *Occurrence (Vznik)*, a poté v kolonce *Color Style (Druh Barvy)* vybrat požadovaný odstín.

Řez sestavou lze udělat snadno. V pracovním prostoru sestavy je nutné kliknout na ikonu

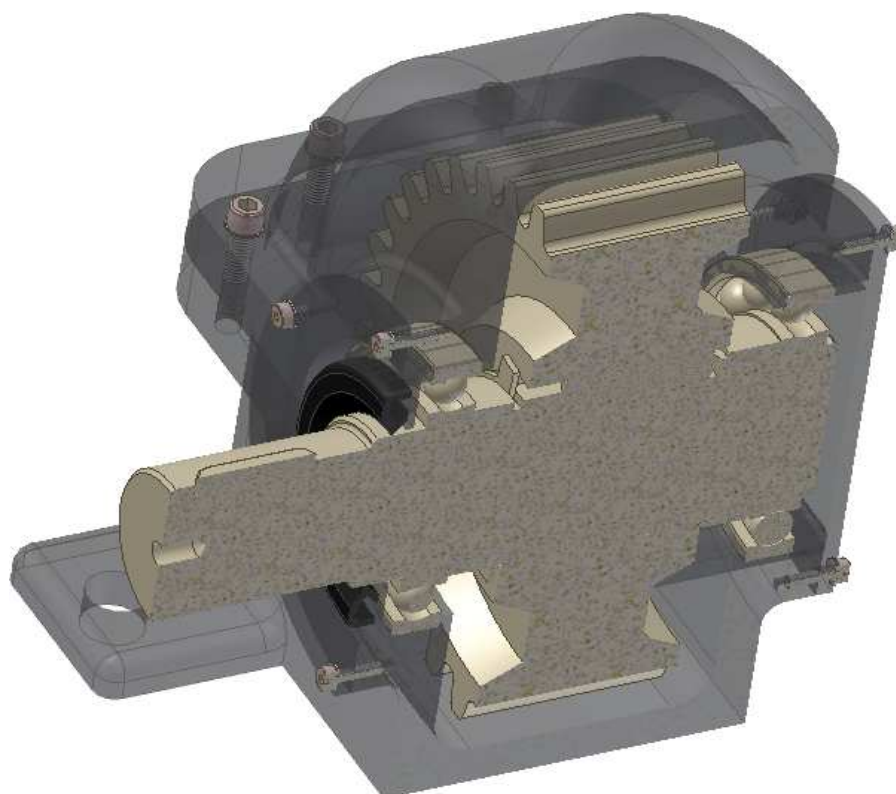
 Quarter Section View ▾ (Částečný pohled) a zadat rovinu řezu.



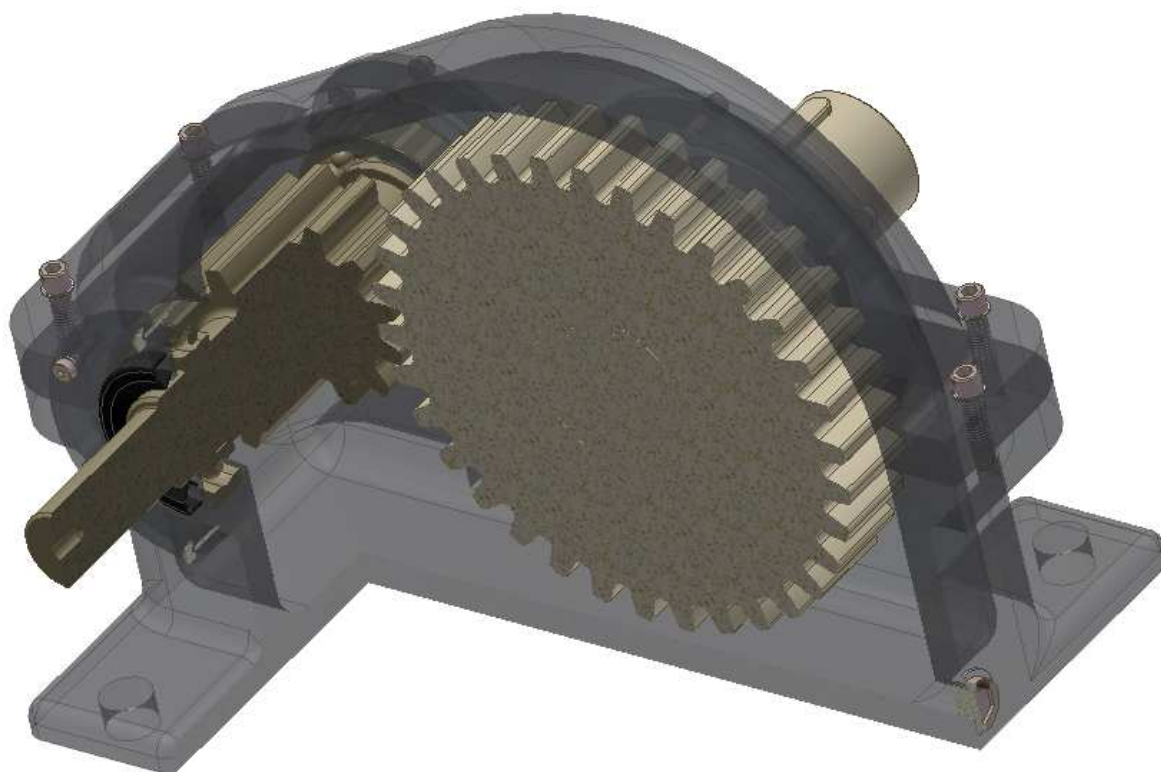
Obr. 198. Převodová skříň s nově definovanými barevnými odstíny



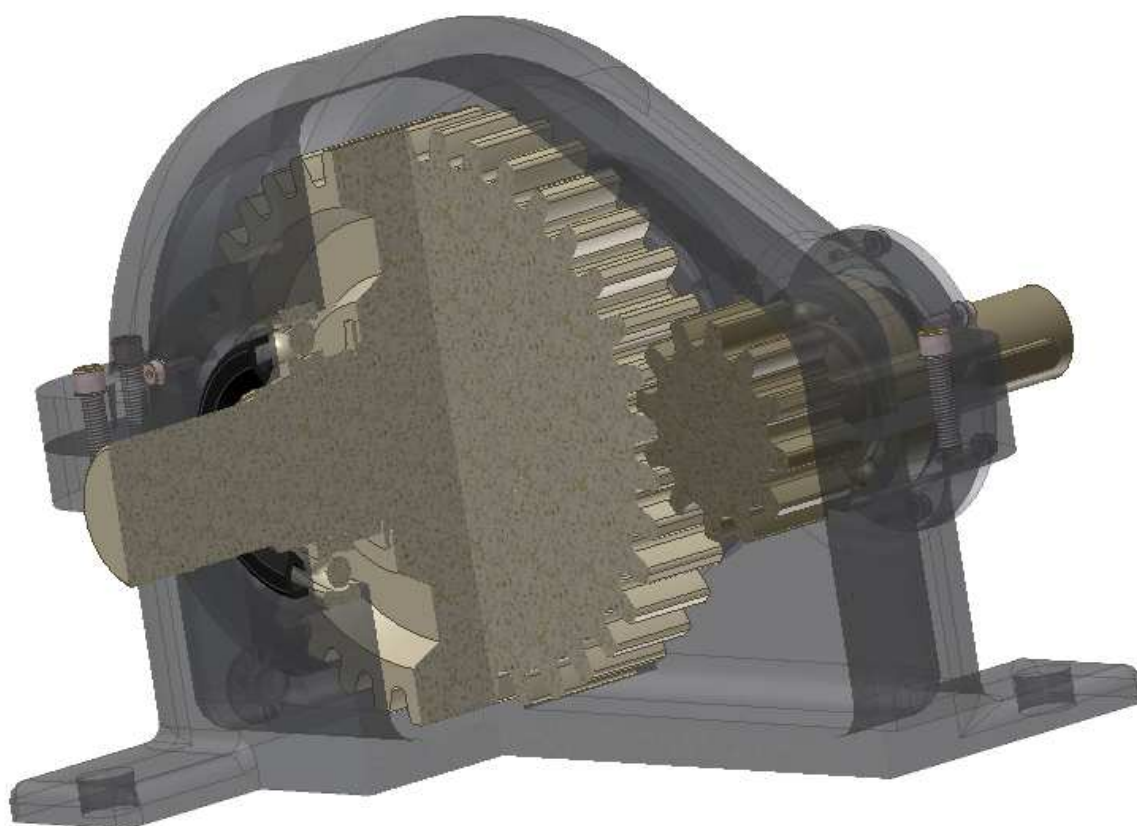
Obr. 199. Řez č. 1



Obr. 200. Řez č. 2



Obr. 201. Řez č. 3



Obr. 202. Řez č. 4

ZÁVĚR

Teoretická část této bakalářské práce pojednávala o součástech a prvcích, jež obecně tvoří příslušenství převodových skříní a jež se podílejí na přenosu otáčivého momentu. Po prostudování tématu byl vytvořen souhrnný přehled běžně používaných strojních součástí určených ke spojování, přenosu otáčivého momentu a přenosu zatížení od tohoto momentu.

Praktická část bakalářské práce nejdříve stručně vysvětlila základní tvorbu modelu a strukturu pracovního schématu programu Autodesk Inventor 2008. Poté popisovala modelování všech prvků převodové skříně, postupné vkládání modelů do podsestav a později kompletaci všech nezbytných součástí a podsestav jedné sestavy. To všechno s podrobným návodem ve formě použití ve výuce.

Nedílnou součástí dnešní průmyslové praxe je začlenění výpočetní techniky do procesu výroby, jež vede ke zvýšení efektivity výrobního procesu, úspoře času a výraznému snížení nákladů.

Pro úspěšnou výchovu budoucích konstruktérů je tedy nutné začlenit počítačovou výuku technických předmětů jejich do přípravy na budoucí povolání, aby osvojením těchto funkcí a postupů zvyšovali úroveň průmyslové výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [2] HUŠKA Z.: Strojní součásti pro SPŠ nestrojnické., SNTL Praha, 1989
- [3] KYSELA, FRANTIŠEK.: Strojní prvky a systémy., SNTL Praha, 1989
- [4] R. KRÍŽ A KOL.: Stavba a provoz strojů II - Převody., SNTL Praha, 1978
- [5] KRÍŽ R.: Strojnické tabulky II - Pohony., MONTANEX 1997
- [6] ZELENÝ J.: Stavba strojů – strojní součásti., Praha, Computer Press 2000
- [7] LEINVEBER J., VÁVRA P.: Strojnické tabulky., Úvaly, Albra 2003
- [8] JAKUBEC D.: Modernizace výuky předmětu " Základy konstruování a částí strojů " využitím software Inventor, Catia, DesignSTAR

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

<i>symbol</i>	<i>jednotka</i>	<i>název</i>
F_R	[N]	radiální zatížení
F_A	[N]	axiální zatížení
d	[mm]	průměr hřídele
x	[-]	jednotkové posunutí profilu
s	[mm]	šířka stěny pouzdra
$i_{1,2}$	[-]	převodové číslo
D_1	[mm]	průměr hnacího kola
D_2	[mm]	průměr hnaného kola
n_1	[mm ⁻¹]	otáčky hnacího hřídele
n_2	[mm ⁻¹]	otáčky hnaného hřídele
z_1	[-]	počet zubů hnacího ozubeného kola
z_2	[-]	počet zubů hnaného ozubeného kola
v_1	[m·s ⁻¹]	obvodová rychlost hnacího kola
v_2	[m·s ⁻¹]	obvodová rychlost hnaného kola
n'_2	[mm ⁻¹]	otáčky třecích převodů
ψ	[-]	součinitel
F	[N]	přenášená síla
P	[kW]	přenášený výkon
M_{k1}	[N·m]	kroučící moment hnacího kola
M_{k2}	[N·m]	kroučící moment hnaného kola
η	[-]	účinnost převodu
η	[kW]	přenášený výkon
F_t	[N]	tečná, třecí síla
P	[mm]	rozteč

β	[°]	úhel opásání
h	[mm]	průvės řemenu
a	[mm]	vzdálenost os
F_n	[N]	normálová síla
G	[N]	tíhová síla
l	[mm]	délka hřídele
b	[mm]	šířka kroužku
d_1	[mm]	vnitřní průměr kroužku
d_2	[mm]	vnější průměr kroužku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Skříň dělená v rovině s hřídelí.....	12
Obr. 2. Skříň nedělená, opatřená víkem.....	13
Obr. 3. Skříň dělená v rovině ozubených kol	13
Obr. 4. Závlačka.....	14
Obr. 5. Plstěný kroužek.....	14
Obr. 6. Radiální hřídelový těsnicí kroužek v převodové skříni	15
Obr. 7. Pojistný kroužek pro hřídel.....	15
Obr. 8. Pojistný kroužek pro díru	16
Obr. 9. Schéma pohonu navíječícího bubnu.....	17
Obr. 10. Čep válcový čelní	18
Obr. 11. Čep krční.....	18
Obr. 12. Čep kulový.....	18
Obr. 13. Spojení ozubeného kola s hřídelí pomocí rýhovaného válcového kolíku	21
Obr. 14. Spojení hřídele s nábojem pomocí pera.....	21
Obr. 15. Pero těsné.....	22
Obr. 16. Pero výměnné se dvěma otvory pro šrouby.....	22
Obr. 17. Spojení hřídele s nábojem pomocí drážkového klínu bez nosu.....	22
Obr. 18. Svěrný spoj rozpěrnými pružnými kroužky	23
Obr. 19. Spojení součástí čepem s hlavou na konci zajištěným kroužkem	24
Obr. 20. Radiální kluzné ložisko	26
Obr. 21. Schéma radiálního kuličkového ložiska	27
Obr. 22. Schéma radiálního kuličkového ložiska	27
Obr. 23. Schéma axiálního kuličkového jednořadého ložiska.....	27
Obr. 24. Základní schéma spojky	29
Obr. 25. Silové poměry u převodu řemenem.....	31
Obr. 26. Silové poměry u převodu ozubenými koly.....	31
Obr. 27. Řemenový převod.....	34
Obr. 28. Ozubený převod.....	35
Obr. 29. Tvar bočních křivek zubu čelních kol	36
Obr. 30. Tvar bočních křivek zubu kuželových kol	37
Obr. 31. Boční profil zubů	37
Obr. 32. Úvodní menu	41

Obr. 33. Výběr pracovní operace.....	41
Obr. 34. Rozhraní Standart.ipt.....	42
Obr. 35. Ikona <i>Promítnout Geometrii</i>	43
Obr. 36. Středový bod, pracovní roviny a osy.....	43
Obr. 37. Obvodové stěny spodní části skříně.....	44
Obr. 38. Dno skříně, patky.....	44
Obr. 39. Obruba lože skříně.....	45
Obr. 40. Příruby ložisek lože skříně.....	45
Obr. 41. Otvory pro vnitřní součásti lože skříně.....	46
Obr. 42. Zámky ložisek lože skříně.....	46
Obr. 43. Tabulka <i>Fillet</i>	47
Obr. 44. Zaoblení hran lože.....	47
Obr. 45. Kotevní otvory.....	47
Obr. 46. Díry pro šrouby lože skříně.....	48
Obr. 47. Závitové díry vík ložisek lože skříně.....	48
Obr. 48. Otvor pro zátku.....	49
Obr. 49. Lože skříně.....	49
Obr. 50. Náčrt víka.....	49
Obr. 51. Vysunutí náčrtu víka.....	50
Obr. 52. Zaoblení vnějších ran víka.....	50
Obr. 53. Dutina víka.....	50
Obr. 54. Obruba víka.....	51
Obr. 55. Příruby ložisek.....	51
Obr. 56. Otvory pro příslušenství víka.....	51
Obr. 57. Zámky ložisek víka.....	52
Obr. 58. Zaoblení vnějších hran víka.....	52
Obr. 59. Díry pro šrouby víka.....	53
Obr. 60. Závitové díry vík ložisek víka.....	53
Obr. 61. Skica hřídele.....	54
Obr. 62. Orotování hřídele.....	54
Obr. 63. Vysunutí geometrie zubu.....	54
Obr. 64. Zaoblení hrany zubu.....	55
Obr. 65. Tvorba ozubení.....	55

Obr. 66. Zkosení hran hřídele	56
Obr. 67. Zaoblení hran hřídele.....	56
Obr. 68. Tvorba pomocné pracovní roviny.....	57
Obr. 69. Sketch drážky pro pero	57
Obr. 70. Závitová díra na čele hřídele	57
Obr. 71. Hřídel s ozubením.....	58
Obr. 72. Náčrt hnaného kola.....	58
Obr. 73. Základní profil hnaného kola.....	59
Obr. 74. Tvorba zubu hnaného kola	59
Obr. 75. Zaoblení hran zubu hnaného kola.....	60
Obr. 76. Tvorba ozubení hnaného kola.....	60
Obr. 77. Zkosení hran hnaného kola.....	60
Obr. 78. Zaoblení hran hnaného kola	61
Obr. 79. Drážka pro pero hnaného kola.....	61
Obr. 80. Hnané ozubené kolo	61
Obr. 81. Revolve hnané hřídele	62
Obr. 82. Zkosení hran hnané hřídele.....	62
Obr. 83. Zaoblení hran hnané hřídele	62
Obr. 84. Náčrt drážky pro pero 1	63
Obr. 85. Náčrt drážky pro pero 2	63
Obr. 86. Závitová díra na čele hřídele	63
Obr. 87. Náčrt drážky pro pojistný kroužek	64
Obr. 88. Rotace drážky pro pojistný kroužek	64
Obr. 89. Hnaný hřídel	64
Obr. 90. Rotace náčrtu ložiska pastorku	65
Obr. 91. Rotace ložiskové kuličky pastorku	65
Obr. 92. Tvorba kuliček ložiska pastorku.....	66
Obr. 93. Zaoblení hran ložiska pastorku.....	66
Obr. 94. Ložisko pastorku.....	67
Obr. 95. Editace rozměrů ložiska.....	67
Obr. 96. Náčrt rozměrů ložiska hnaného kola	68
Obr. 97. Náčrt kuličky ložiska hnaného kola.....	68
Obr. 98. Ložisko hnaného kola.....	68

Obr. 99. Náčrt pera 32x8x5	69
Obr. 100. Vysunutí náčrtu pera 5x8x32.....	69
Obr. 101. Zkosení hran pera 5x8x32	69
Obr. 102. Pero 5x8x32.....	69
Obr. 103. Editace rozměrů pera	70
Obr. 104. Vysunutí geometrie pera 8x14,5x40.....	70
Obr. 105. Pero 8x14,5x40.....	70
Obr. 106. Vysunutí geometrie pera 5x8x30.....	71
Obr. 107. Pero 5x8x30.....	71
Obr. 108. Vysunutí náčrtu pojistného kroužku.....	71
Obr. 109. Pojistný kroužek	72
Obr. 110. Hrubý model víka č. 1	72
Obr. 111. Zaoblení hran víka č. 1	72
Obr. 112. Zkosení hran víka č. 1.....	73
Obr. 113. Závitová díra na víku č. 1	73
Obr. 114. Tvorba zbylých děr víka č. 1	73
Obr. 115. Víko č. 1	74
Obr. 116. Rotace základního profilu víka.....	74
Obr. 117. Hodnoty zkosení a zaoblení některých hran víka č. 2	75
Obr. 118. Tvorba závitové díry víka č. 2	75
Obr. 119. Tvorba zbylých děr pro šrouby víka č. 2.....	75
Obr. 120. Víko č. 2	76
Obr. 121. Základní rozměry víka č. 3	76
Obr. 122. Osová kružnice závitových otvorů víka č. 3.....	77
Obr. 123. Víko č. 3	77
Obr. 124. Základní rozměr víka č. 4.....	78
Obr. 125. Osová kružnice závitových otvorů víka č. 4.....	78
Obr. 126. Víko č. 4	78
Obr. 127. Tvorba hrubého profilu gufera č 1	79
Obr. 128. Zaoblení vnější hrany gufera č. 1	79
Obr. 129. Tvorba dutiny v modelu gufera č. 1	79
Obr. 130. Gufero č. 1	80
Obr. 131. Náčrt gufera č. 2	80

Obr. 132. Gufero č. 2	80
Obr. 133. Rotace náčrtu šroubu	81
Obr. 134. Drážka pro klíč šroubu M6 x 25	81
Obr. 135. Zaoblení hran šroubu M6 x 25	81
Obr. 136. Zkosení hran šroubu M6 x 25	82
Obr. 137. Tvorba závitu šroubu M6 x 25	82
Obr. 138. Šroub M6 x 25	82
Obr. 139. Náčrt šroubu M3 x 12	83
Obr. 140. Drážka pro klíč šroubu M3 x 12	83
Obr. 141. Tvorba závitu šroubu M3 x 12	83
Obr. 142. Hodnota zaoblení hran šroubu M3 x 12	83
Obr. 143. Hodnota zkosení hrany šroubu M3 x 12	84
Obr. 144. 3roub M3 x 12	84
Obr. 145. Vysunutí profilu podložky 6	84
Obr. 146. Podložka 6	84
Obr. 147. Vysunutí profilu podložky 3	85
Obr. 148. Podložka 3	85
Obr. 149. Rotace náčrtu zátky	85
Obr. 150. Drážka pro klíč u zátky	86
Obr. 151. Tvorba závitu zátky	86
Obr. 152. Zátka	86
Obr. 153. Vysunutí náčrtu těsnícího kroužku	87
Obr. 154. Těsnící kroužek	87
Obr. 155. Základní pracovní plocha modelu Standart.iam	88
Obr. 156. Panel vazeb	89
Obr. 157. První krok při tvorbě první podsestavy	89
Obr. 158. Nasunutí ložiska na hřídel pomocí Mate	90
Obr. 159. Zavazbení čelních ploch ložiska a hřídele	90
Obr. 160. Vkládání pera do drážky hřídele	91
Obr. 161. Srovnání pera do roviny	91
Obr. 162. Podsestava Pastorku	91
Obr. 163. Hnaný hřídel a pera vložená do sestavy	92
Obr. 164. Vkládání per do drážek v hřídeli	92

Obr. 165. Vymezení polohy pero - drážka pro pero	93
Obr. 166. Usazení kola na hřídel	93
Obr. 167. Vkládání pojistného kroužku do drážky	93
Obr. 168. Nasunutí ložisek na hnaný hřídel.....	94
Obr. 169. Hnané ozubené kolo	94
Obr. 170. Ustavení hnaného kola do lože	95
Obr. 171. Postupná kompletace sestavy pomocí vkládání podsestav	95
Obr. 172. Ustavení pastorku v loži	96
Obr. 173. Vymezení polohy obou ozubení	96
Obr. 174. Vazba lože-víko pomocí Insert.....	97
Obr. 175. Vazba lože-víko pomocí vazby Mate – Flush	97
Obr. 176. Postupné vkládání šroubů a podložek pro spojení lože a víka	98
Obr. 177. Nasunutí podložky na šroub	98
Obr. 178. Vkládání šroubu do otvoru víka	98
Obr. 179. Skříň s víky určenými pro zakrytování hnané hřídele	99
Obr. 180. Vymezení polohy čela obruby a víka	99
Obr. 181. Vymezení polohy otvorů skříně a víka.....	100
Obr. 182. Převodová skříň se šrouby pro zakrytování hnaného kola	100
Obr. 183. Nasunutí kolmo položené podložky na šroub.....	100
Obr. 184. Dokončení nasunutí podložky na šroub pomocí vazby Insert	101
Obr. 185. Vkládání šroubů do otvorů víka zakrývajícího hnanou hřídel	101
Obr. 186. Zakrytovná hnaná hřídel	101
Obr. 187. Vkládání gufera do víka hnaného kola	102
Obr. 188. Zakrytování pastorku	102
Obr. 189. Převodová skříň se šrouby pro zakrytování pastorku	103
Obr. 190. Nasunutí podložky na šroub	103
Obr. 191. Vkládání šroubů do otvorů víka zakrývajícího pastorek	103
Obr. 192. Převodová skříň a gufero pro víko pastorku.....	104
Obr. 193. Vkládání gufera do víka pastorku.....	104
Obr. 194. Převodová skříň s těsnícím kroužek a zátkou.....	104
Obr. 195. Nasunutí těsnícího kroužku na zátku.....	105
Obr. 196. Vložení zátky do otvoru skříně.....	105
Obr. 197. Převodová skříň	105

Obr. 198. Převodová skříň s nově definovanými barevnými odstíny.....	106
Obr. 199. Řez č. 1	107
Obr. 200. Řez č. 2	107
Obr. 201. Řez č. 3	108
Obr. 202. Řez č. 4	108

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 : Model gufera č. 1
- P 2 : Model gufera č. 2
- P 3 : Model hřídele č. 1
- P 4 : Model hřídele č. 2
- P 5 : Model pera č. 1
- P 6 : Model pera č. 2
- P 7 : Model pera č. 3
- P 8 : Model podložky - velké
- P 9 : Model podložky – malé
- P 10 : Model pojistného kroužku
- P 11 : Model spodní části skříně
- P 12 : Model šroubu M6
- P 13 : Model šroubu M3
- P 14 : Model těsnícího kroužku
- P 15 : Model velkého víka
- P 16 : Model víka č. 1
- P 17 : Model víka č. 2
- P 18 : Model víka č. 3
- P 19 : Model víka č. 4
- P 20 : Model ložiska č. 1
- P 21 : Model ložiska č. 2
- P 22 : Model zátky
- P 23 : Podsestava pastorku
- P 24 : Podsestava hnaného ozubeného kola
- P 25 : Sestava

P 26 : Sestava v barvách