

**Modernizace výuky předmětu " Základy
konstruování a části strojů " využitím software
Inventor, Catia, DesignSTAR**

**Upgrade of Subject Machine Parts Tutorial by
software Inventor, Catia, DesignStar using**

David Jakubec

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David JAKUBEC**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Modernizace výuky předmětu " Základy konstruování a části strojů " využitím software Inventor, Catia, DesignStar**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracujte rešerši na téma "SOUČÁSTI K PŘENOSU OTÁČIVÉHO POHYBU " se zaměřením na oblasti:**
 - a) Hřídele a jejich uložení**
 - b) Hřídelové spojky**
 - c) Převody**
- 2. Dle zadání vytvořte trojrozměrné modely spojek v programu INVENTOR, CATIA.**
- 3. Vypracujte postup pro pevnostní výpočet v programu COSMOSDesignSTAR za účelem jeho využívání studenty ve výuce.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2008

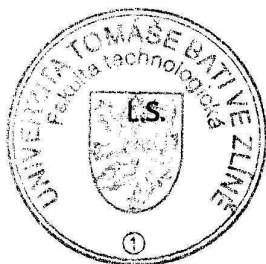
Termín odevzdání bakalářské práce:

6. června 2008

Ve Zlíně dne 31. ledna 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Mañas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá popisem součástí k přenosu otáčivého pohybu, konkrétně hřídele a jejich uložení, hřídelové spojky a převody.

Praktická část práce obsahuje postup tvorby jednotlivých modelů spojek v jednom z konstrukčních 3D software (Autodesk Inventor, Catia) pro využití studentů ve výuce.

Dále bude vytvořen postup pro mechanicko-pevnostní analýzu v programu Cosmos/DesignSTAR.

ABSTRACT

Theoretical part of bachelor thesis considers of a description of components to transmission turning motion, concretely shaftings and their shaft support, couplings and gearings.

Practical part of work includes procedure of creation individual models of couplings in one constructional 3D software (Autodesk Inventor, Catia) for usage students in education.

Next, will be created procedure of mechanical - solidity analysis in software Cosmos/DesignSTAR.

Na tomto místě bych rád poděkoval své vedoucí bakalářské práce paní Ing. Libuši Sýkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a příjemnou spolupráci při vypracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| I..... | 10 |
| TEORETICKÁ ČÁST..... | 10 |
| 1 HŘÍDELOVÉ SPOJKY..... | 11 |
| 1.1 ROZDĚLENÍ HŘÍDELOVÝCH SPOJEK | 12 |
| 2 MECHANICKÉ NEOVLÁDANÉ SPOJKY..... | 14 |
| 2.1 PEVNÉ SPOJKY | 15 |
| 2.1.1 Spojka trubková | 15 |
| 2.1.2 Spojka korýtková..... | 17 |
| 2.1.3 Spojka přírubová..... | 17 |
| 2.1.4 Spojka kotoučová | 18 |
| 2.1.5 Spojka s čelními zuby..... | 19 |
| 2.2 SPOJKY VYROVNÁVACÍ..... | 20 |
| 2.2.1 Spojka vyrovnávací trubková..... | 20 |
| 2.2.2 Spojka vyrovnávací kolíková..... | 21 |
| 2.2.3 Spojka vyrovnávací ozubcová..... | 21 |
| 2.2.4 Spojka s křížovým kotoučem(Spojka Oldhamova) | 22 |
| 2.2.5 Spojka kloubová(Hookeův kloub) | 23 |
| 2.3 SPOJKY PRUŽNÉ..... | 25 |
| 2.3.1 Spojky s pryžovými elementy..... | 25 |
| 2.3.2 Spojky s koženými elementy | 28 |
| 2.3.3 Spojky s ocelovými elementy..... | 29 |
| 3 MECHANICKY OVLÁDANÉ SPOJKY..... | 34 |
| 3.1 SPOJKY VÝSUVNÉ | 34 |
| 3.1.1 Spojky mechanicky řazené | 35 |
| 3.1.2 Spojky hydraulicky řazené | 36 |
| 3.1.3 Spojky pneumaticky řazené..... | 36 |
| 3.1.4 Spojky elektricky řazené..... | 37 |
| 3.1.5 Spojky třecí | 37 |
| 3.2 SPOJKY POJISTNÉ | 39 |
| 3.2.1 Pojistná spojka se střížnými kolíky | 40 |
| 3.2.2 Pojistná spojka kuličková | 41 |
| 3.3 SPOJKY PROKLUZOVACÍ..... | 42 |
| 3.3.1 Prokluzovací lamelová spojka | 42 |

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| 3.4 | ROZBĚHOVÉ SPOJKY | 42 |
| 3.4.1 | <i>Rozběhové spojky s neřízeným záběrem</i> | 43 |
| 3.4.2 | <i>Spojky s řízeným záběrem pomocí pružin</i> | 44 |
| 3.4.3 | <i>Spojky se zpožděným záběrem</i> | 45 |
| 3.5 | VOLNOBĚŽNÉ SPOJKY | 45 |
| 3.5.1 | <i>Volnoběžné spojky axiální</i> | 45 |
| 3.5.2 | <i>Volnoběžné spojky radiální</i> | 46 |
| 4 | HŘÍDELE | 47 |
| 4.1 | NOSNÉ HŘÍDELE..... | 48 |
| 4.2 | POHYBOVÉ HŘÍDELE | 48 |
| 4.2.1 | <i>Normální pohybový hřídel</i> | 49 |
| 4.2.2 | <i>Dutý pohybový hřídel</i> | 49 |
| 4.2.3 | <i>Drážkový hřídel</i> | 50 |
| 4.2.4 | <i>Zalomený (klikový) hřídel</i> | 50 |
| 4.2.5 | <i>Ohebný hřídel</i> | 51 |
| 5 | PŘEVODY | 52 |
| 5.1 | PŘEVODY PLOCHÝMI ŘEMENY | 53 |
| 5.2 | PŘEVODY KLÍNOVÝMI ŘEMENY..... | 53 |
| 5.3 | PŘEVODY TŘECÍMI KOLY | 53 |
| 5.4 | PŘEVODY POMOCÍ ŘETĚZŮ..... | 54 |
| 5.5 | PŘEVODY POMOCÍ OZUBENÝCH KOL..... | 55 |
| 5.6 | POZNATKY A CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE | 55 |
| II. | | 56 |
| PRAKTICKÁ ČÁST | | 56 |
| 6 | ÚVOD DO AUTODESK INVENTOR..... | 57 |
| 6.1 | AUTODESK INVENTOR | 57 |
| 6.2 | POPIS ROZHRANÍ AUTODESK INVENTORU | 58 |
| 7 | MODELOVÁNÍ HŘÍDELOVÝCH SPOJEK POMOCÍ SOFTWARE AUTODESK INVENTOR | |
| 6 | 59 | |
| 7.1 | OLDHAMOVA SPOJKA..... | 59 |
| 7.1.1 | <i>Charakteristika Oldhamovy spojky</i> | 59 |
| 7.1.2 | <i>Modelování Oldhamova spojky</i> | 59 |
| 7.1.3 | <i>Sestava</i> | 74 |
| 7.1.4 | <i>Prezentace a animace</i> | 84 |
| 7.2 | PRUŽNÁ ČEPOVÁ SPOJKA | 88 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.2.1 | <i>Charakteristika pružné čepové spojky</i> | 88 |
| 7.2.2 | <i>Modelování</i> | 88 |
| 7.2.3 | <i>Sestava</i> | 97 |
| 7.3 | SPOJKA OBRUČOVÁ(PERIFLEX) | 102 |
| 7.3.1 | <i>Charakteristika spojky Periflex</i> | 102 |
| 7.3.2 | <i>Modelování</i> | 103 |
| 7.3.3 | <i>Sestava spojky Periflex</i> | 110 |
| 7.4 | TORZNĚ PRUŽNÁ SPOJKA | 112 |
| 7.4.1 | <i>Charakteristika</i> | 112 |
| 7.4.2 | <i>Modelování</i> | 113 |
| | <i>Torzně pružná spojka se skládá ze tří částí- dva shodné náboje a středový kroužek, který je pružný a vyrobený z eleastomeru.</i> | 113 |
| 7.4.3 | <i>Sestava</i> | 119 |
| 7.5 | ČELNÍ ZUBOVÁ SPOJKA | 121 |
| 7.5.1 | <i>Charakteristika čelní zubové spojky</i> | 121 |
| 7.5.2 | <i>Modelování</i> | 121 |
| 7.5.3 | <i>Sestava</i> | 128 |
| 8 | COSMOS/DESIGNSTAR | 130 |
| 8.1 | ÚVOD | 130 |
| 8.2 | ANALÝZA | 130 |
| 8.3 | VÝSLEDKY ANALÝZY..... | 134 |
| 9 | ZÁVĚR | 135 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 136 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 137 |

ÚVOD

Žijeme v době, kdy výpočetní technika zaujímá v našem životě velmi významné místo.

Ve valné většině jde o využití výpočetní techniky v praxi, konkrétně v průmyslu, kdy daný software pomáhá konstruktérovi s představivostí budoucího výrobku.

Spolu s implementací software do výrobního průmyslu došlo k začlenění softwaru do vzdělávacích institucí, a tak došlo k modernizaci výuky pomocí těchto inovačních řešení, což je i náplní této práce.

Jak jsem již výše předeslal, tak se v praktické části práce zabývám modelováním konstrukčního dílu, konkrétně hřídelové spojky, nosnou částí teoretického rozboru jsou spojky, dále budou ve stručnosti popsány převody a hřídele.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HŘÍDELOVÉ SPOJKY

Hřídelové spojky jsou strojní konstrukční celky, které slouží k trvalému či dočasnému spojení nebo rozpojení hřídelí beze změny jejich vzájemného smyslu otáčení a převodového poměru spolu s přenosem točivého momentu, a také s točivým pohybem z hnacího ústrojí na ústrojí hnané, což jsou souosé či různoběžné hřídele.

Další funkcí hřídelových spojek je ochrana celého zařízení proti přetížení, tlumení torzních kmitů, vyrovnání chyby v nastavení vzájemné polohy hřídelů.

Někdy se také spojky používají k usnadnění montáže nebo z výrobních důvodů.

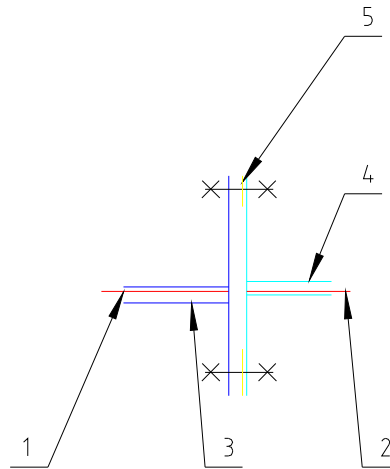
Zásady konstrukce spojek

1. umístění spojky co nejbližší u ložiska z důvodu eliminace ohybového momentu na hřídeli vlivem vlastní hmotnosti spojky
2. snadná rozebíratelnost spojek
3. pokud je to možné, tak co nejmenší hmotnost spojek
4. u rotačních tvarů spojky nesmějí přečnívat výstupky
5. rychloběžné spojky musí být celé obrobny, je nutné dbát na možnost umístění vývažků

Schéma spojky

Spojka se skládá ze tří členů: hnacího, hnaného, spojujícího.

Hnací člen je uložen na hnacím hřídeli, hnaný člen je uložen na hnaném hřídeli a spojující člen tvoří souhrn součástí nebo hmot spojující hnaný a hnací člen.



obr. 1. Schéma spojky

1-hnací hřídel

2-hnaný hřídel

3-hnací člen

4-hnaný člen

5-spojující člen

1.1 Rozdělení hřídelových spojek

Hřídelové spojky je možné diferencovat dle různých hledisek a kritérií, ale nejpoužívanější je dělení spojek dle způsobu přenosu točivého momentu, což se řídí normou ČSN 02 6400.

Podle již výše zmíněné normy ČSN 02 6400 dělíme spojky do pěti základních skupin:

- mechanické neovládané spojky
- mechanické ovládané spojky
- hydraulické spojky
- elektrické spojky

- magnetické spojky

Výše popsané základní skupiny spojek se dále diferencují na podskupiny, typy a druhy spojek, kromě spojek magnetických, které se dále nedělí.

2 MECHANICKÉ NEOVLÁDANÉ SPOJKY

Dělení:

Nepružné

- Pevné
 - Trubkové
 - Korýtkové
 - Přírubové
 - Kotoučové
 - S čelními zuby

- Vyrovnávací
 - Axiální
 - Radiální
 - Kloubové
 - Univerzální

Pružné

- Lineární
 - S kovovými členy
 - S nekovovými členy

- Nelineární
 - S kovovými členy
 - S nekovovými členy

2.1 Pevné spojky

Pevné spojky jsou nejjednodušší spojky, pomocí kterých je možné dosáhnout trvalého spojení dvou hřídelů bez možnosti jakéhokoliv relativního pohybu, z čehož vyplývá, že je eliminováno radiální i axiální posunutí.

Hlavním požadavkem je v tomto případě dodržení naprosté sousostnosti spojovaných hřídelů, protože podélné i příčné posuvy vyvozují doplňková namáhání.

Kroutící momenty jsou přenášeny v plném rozsahu z jednoho hřídele na druhý.

Pevné spojky mohou přenášet i určité ohybové momenty, zde je vhodné, aby byly umístěny blízko ložisek.

Konstrukčně jsou jednoduché a z ekonomického hlediska nepříliš nákladné.

Aplikace pevných spojek se uplatňuje především v případech kdy dochází jen zřídka k rozebírání spojky.

2.1.1 Spojka trubková

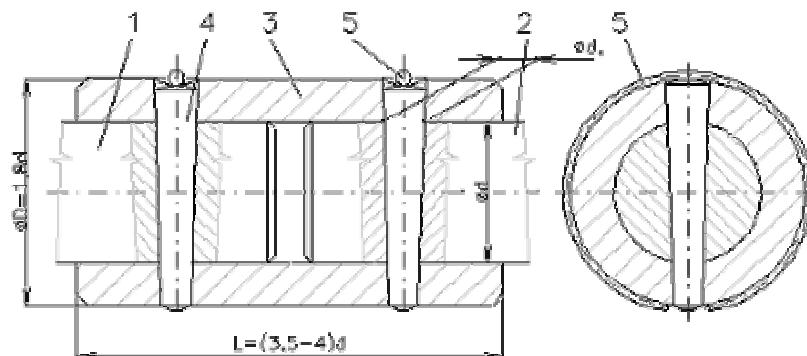
Je využitelná pro spojování pomaloběžných hřídelí z důvodu nevyváženosti, což bývá příčinou vzniku velkých odstředivých sil při vysokých otáčkách, které by způsobily chvění a vibrace.

Konstrukce trubkové spojky spočívá, jak již její název napovídá, v umístění trubky, která plní funkci objímky, přes konce hřídelí a vlastní spojení je realizováno pomocí klínů či kolíků.

Proto se spojka trubková dále diferencuje na spojku trubkovou kolíkovou, spojku se dvěma klíny, spojku se společným perem, spojku se zapuštěnou sponou a spojku s drážkovým profilem.

V praxi se nejčastěji používají spojky trubkové kolíkové a spojky trubkové se dvěma klíny.

2.1.1.1 Spojka trubková kolíková



obr. 2. Spojka trubková kolíková

1-hnací hřídel

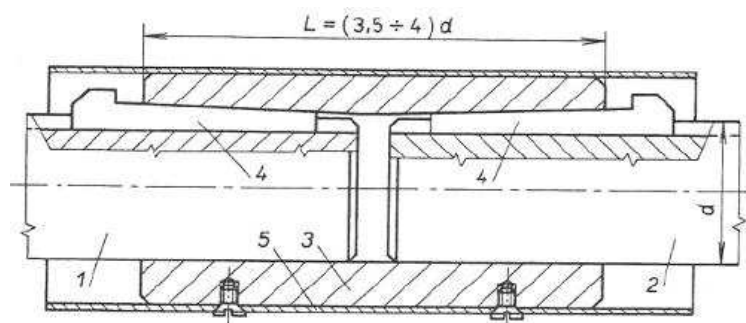
2-hnaný hřídel

3-trubka(objímka)

4-kolík

5-kruhová pružina

2.1.1.2 Spojka trubková se dvěma klíny



obr. 3. Spojka trubková se dvěma klíny

1-hnací hřídel

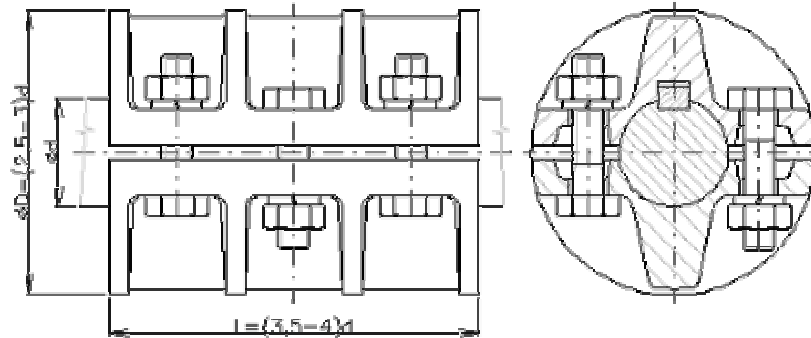
2-hnaný hřídel

3-trubka(objímka)

4-klíny

5-dřevěný nebo ocelový kryt- z důvodu ochrany nosů klínů

2.1.2 Spojka korýtková



obr. 4. Spojka korýtková

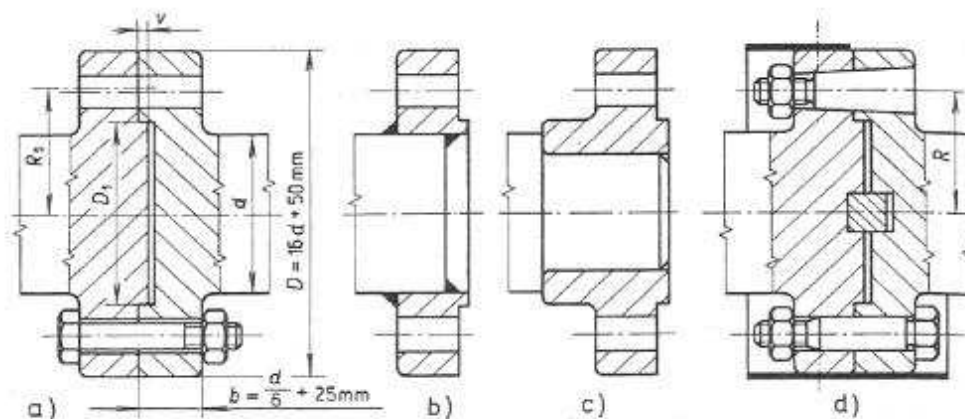
Korýtková spojka je spojka, která je složena ze dvou shodných dílů, které jsou spojeny šroubovými spoji pomocí čtyř, šesti či osmi šroubů.

Rotační části, což jsou v tomto případě šrouby, nesmí přechřívát, v provozu z bezpečnostních důvodů je spojka opatřena krytem.

Tato spojka je vhodná k přenosu velkých točivých momentů, naproti tomu se nepoužívá pro střídavé či nárazovité točivé momenty.

Dále není vhodná pro spojování hřídelů, které mají rozdílné průměry. Ve valné části se používá pro volnoběžné hřídele s klidným zatížením z důvodu obtížné vyvážitelnosti.

2.1.3 Spojka přírubová



obr. 5. Spojka přírubová

Obrázek 5 popisuje různá konstrukční řešení přírubových spojek.

Obrázek 5 a- příruby jsou vykovány přímo na hřídeli

Obrázek 5 b- zde jsou konce spojovaných hřídelí na příruby navařeny

Obrázek 5 c- tento obrázek charakterizuje natažení příruby na konec hřídele za tepla, kdy dochází k tzv. tlakovému spojení

Obrázek 5 d- jedná se o nejpoužívanější způsob řešení konstrukce přírubové spojky, kdy konkrétně v tomto případě je spojení s tvarovým stykem, kdy je kroutící moment přenášen prostřednictvím šroubů, respektive jejich dříků.

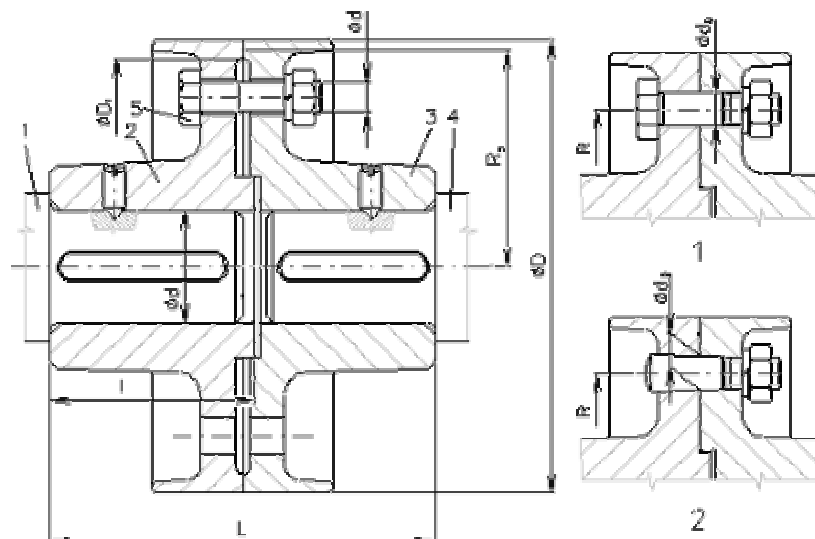
Zde je nutno podotknout, že příruby musí být vzájemně středěny a spojeny šrouby.

Šroubový spoj musí být dostatečně silný, aby byl přenos kroutícího momentu realizován pouze třením vzniklým ve stykových plochách přírub.

Tato spojka je schopná přenášet velké kroutící momenty, lze pomocí ní přenášet i rázové točivé momenty, jen je nutná konstrukční úprava, která je realizována šrouby s kuželovým dříkem, nebo šrouby se zalícovaným dříkem. I v tomto případě jsou šrouby chráněny plechovým krytem.

Spojení přírub je zajištěno pomocí příčného pera.

2.1.4 Spojka kotoučová



obr. 6. Spojka kotoučová

1-hnací hřídel

2-kotouč

3-kotouč

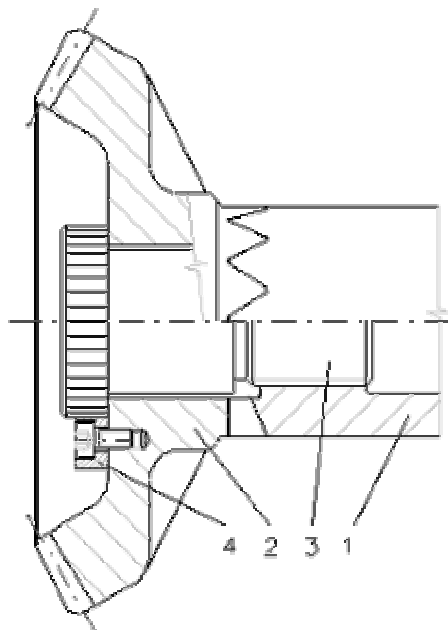
4-hnaný hřídel

V případě kotoučové spojky jde o nejpoužívanější spojku ze spojek pevných. Výhoda spočívá v jednoduché konstrukci spolu se snadnou vyrobiteľností, tato spojka je vhodná k zařazení do provozu, kde je třeba přenosu velkých točivých momentů, je schopná přenášet nárazové i střídavé točivé momenty.

Skládá se ze dvou kotoučů, které jsou na sebe středěny pomocí nákrážku, a jsou nalisovány či naklínovány na konce hnacího a hnaného hřídele, perem jsou pojištěny proti pootočení a šroubem proti axiálnímu posuvu.

Mezi kotouči se točivý moment přenáší třením ve stykových plochách, z hřídele na kotouč a opačně je přenos krouťícího momentu realizován tvarovým stykem pomocí boků per.

2.1.5 Spojka s čelními zuby



obr. 7. Spojka s čelními zuby

Spojka s čelními zuby je spojka, která má hlavní charakteristický rys, a to že na čelech spojovaných částí je vytvořeno ozubení, tomuto ozubení se také říká Hirthovo ozubení.

Spojované části jsou duté.

Výhody této spojky spočívají v malých rozměrech, vyznačuje se snadnou montáží a demontáží spojovaných součástí, popřípadě zajišťuje flexibilní servisní podmínky při opravě, což znamená jednoduchou a především rychlou výměnu náhradních komponent.

Výroba Hirthovy spojky vyžaduje přesnost, zejména při výrobě čelního ozubení, aby bylo zajištěno rovnoměrné dosedání zubů spolu se středěním části spojky.

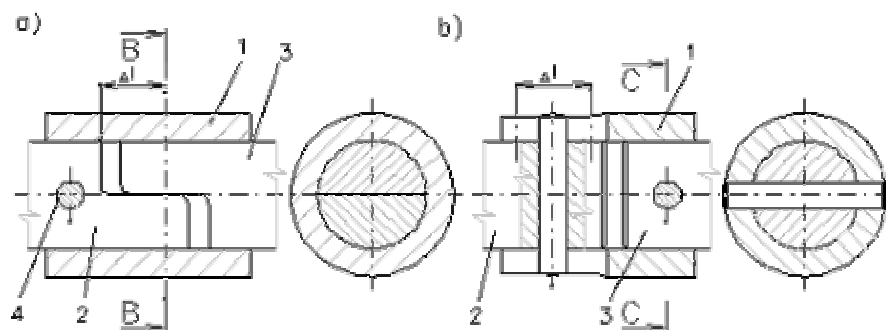
Ozubení je vytvořeno na kuželové ploše, která může být jednostranná či oboustranná, průřez ozubení je rovnostranný trojúhelník.

2.2 Spojky vyrovnávací

Vyrovnávací spojky dovolují spojovaným hřídelům posuv ve směru osy hřídele (axiální směr), zejména v případech, kdy dochází k osovému posuvu hřídele v důsledku teplotních změn, čemuž se říká dilatace hřídele.

Dále jsou tyto spojky vhodné k přenosu točivého momentu dvou nesouosých hřídelů.

2.2.1 Spojka vyrovnávací trubková

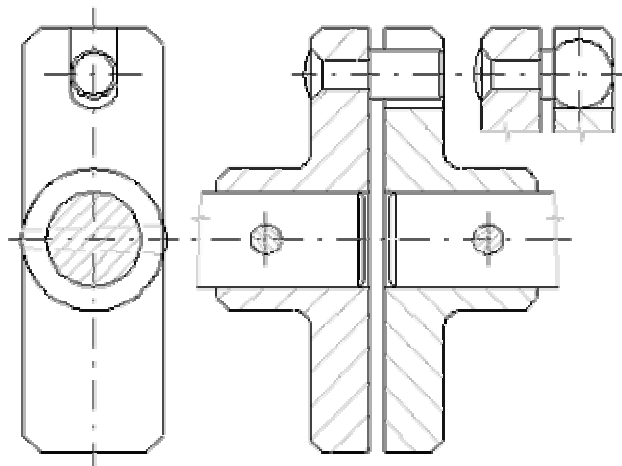


obr. 8. Spojka vyrovnávací trubková

- 1- objímka
- 2- hnací hřídel
- 3- hnáný hřídel
- 4- čep (upevňuje hnací či hnáný hřídel v objímce)

Tato spojka je vhodná, pokud dochází k dilataci hnacího nebo hnaného hřídele. K této dilataci dochází vlivem značného rozdílu teplot, a tím pádem nastane osové prodloužení hřídele. Spojka nachází své využití v oblasti přenosu kroutících momentů menších velikostí.

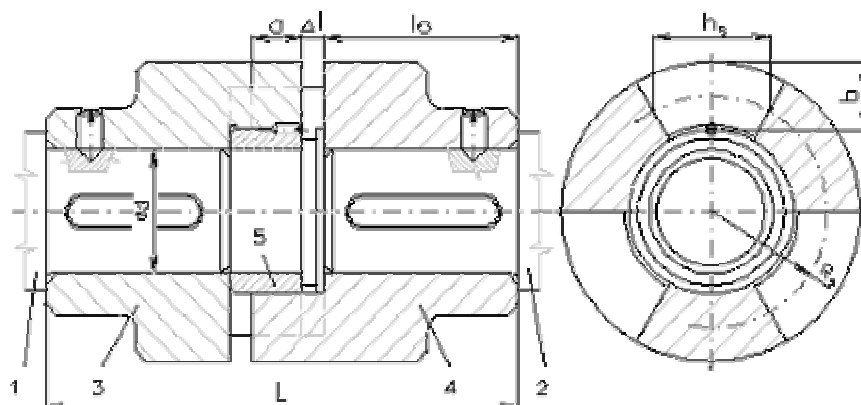
2.2.2 Spojka vyrovnávací kolíková



obr. 9. Spojka vyrovnávací kolíková

Výhodou této spojky je jednoduchá konstrukce spolu s montáží. Spojka přenáší stejný točivý moment jako hřídel, ke kterému je připojena. Tato spojka je vhodná ke spojování drobných technologických zařízení či přístrojů, z čehož plyne, že je určena k přenosu malých točivých momentů při přesazených osách hřídelí. Dále umožňuje osové dilatace.

2.2.3 Spojka vyrovnávací ozubcová



obr. 10. Spojka vyrovnávací ozubcová

1,2-hřídele

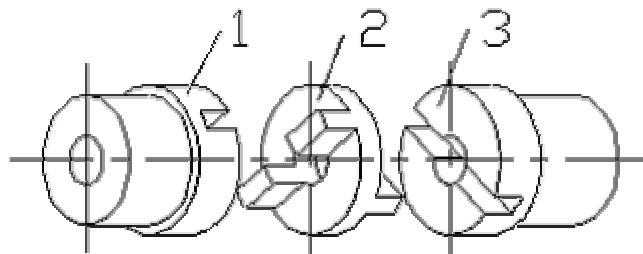
3,4-kotouče

5- lícovaná středící vložka

Princip této spojky tkví v tom, že na hřídelích jsou umístěny dva naprosto shodné litinové kotouče se třemi či více zuby, které jsou ploché, počet těchto zubů se volí z výrobních důvodů v lichém počtu.

Kotouče jsou v tomto případě středěny středící vložkou, která lícuje s hřídelí.

2.2.4 Spojka s křížovým kotoučem(Spojka Oldhamova)



obr. 11. Spojka s křížovým kotoučem

1-kotouč

2-střední křížová část

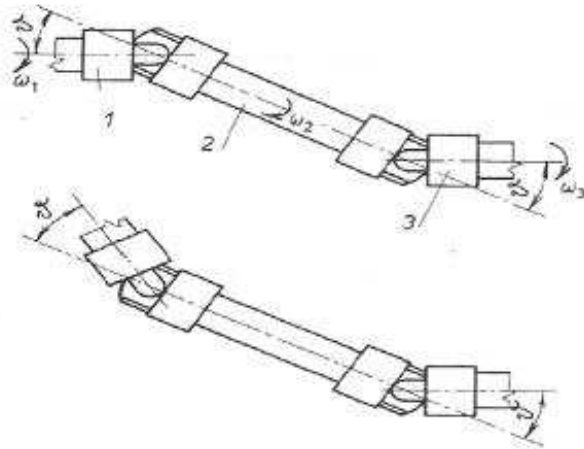
3-kotouč(shodný s prvním kotoučem)

Spojka s křížovým kotoučem se používá tam, kde dochází k malému přesazení os spojovaných hřídelů, ale zachovává jejich rovnoběžnost, nedodrží jejich souosost.

Tuto spojku lze také použít jako spojku dilatační.

Velké využití tato spojka nachází především v obráběcích strojích.

2.2.5 Spojka kloubová (Hookeův kloub)



obr. 12. Spojka kloubová

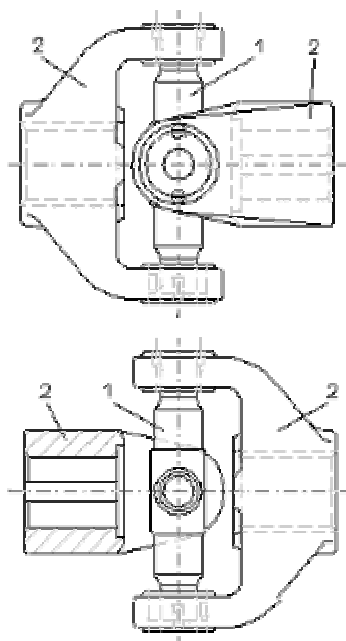
φ - odchylkový úhel sousostí hřídelí

Točivý moment je přenášen nepružně, pokud jsou osy hřídelí vychýleny o určitý úhel.

Na tomto úhlu také závisí rovnoměrnost chodu této soustavy, protože platí zde obecné pravidlo, že čím větší bude úhel vychýlení, tím budou větší změny úhlové rychlosti hnaného hřídele.

Výhodou je tedy možnost spojení různoběžných hřídelí, naopak nevýhoda je v nerovnoměrnosti chodu hnaného hřídele, a z toho plyne také přídavné namáhání, obzvláště při větší hmotnosti hnaného hřídele.

2.2.5.1 Kloubová spojka křížová



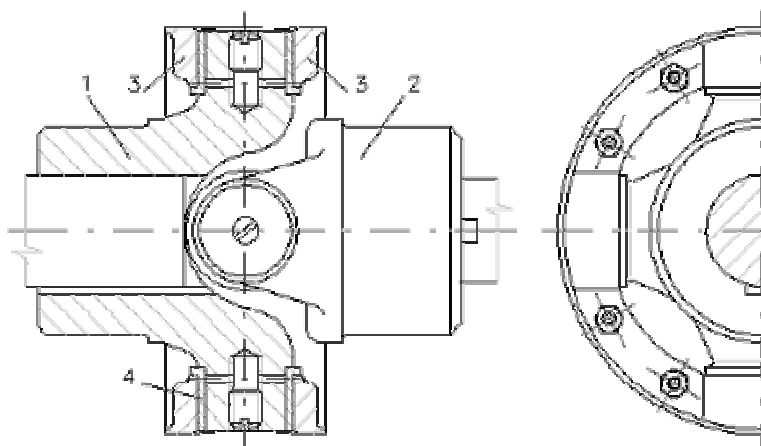
obr. 13. Kloubová spojka křížová

1- osový kříž

2- vidlice

Spojka je snadno smontovatelná a v opačném případě i demontovatelná. Z konstrukčního hlediska je tato spojka velmi jednoduchá, vyniká při přenosu středních velikostí točivých momentů a otáček.

2.2.5.2 Kloubová spojka prstencová



obr. 14. Kloubová spojka prstencová

1,2- kotouče

3- dvoudílný prstenec

4- pouzdra

Dvoudílný prstenec slouží k ukotvení čepů, které vyžadují ke své provozuschopnosti důkladné mazání. Prstencová kloubová spojka umožňuje přenos větších kroutcích momentů při středních otáčkách spolu s vyosením v hodnotě maximálního úhlu, který činí 15°.

2.3 Spojky pružné

Pružné spojky jsou spojky, které patří k nejpoužívanějším spojkám vůbec.

Hlavní komponenta těchto spojek je jeden či více **pružných** článků, které mohou být z plastu, kůže, pryže nebo oceli.

Tyto spojky umožňují spojení nesouosých hřídelí, dovolují pootočení obou částí spojek proti sobě, a dále dovolují osové nebo úhlové odchylky.

Využívají se u pohonů s kolísáním točivého momentu a také u strojů, kde je třeba tlumit rázy za chodu. Zmíněné rázy tlumí již výše uvedené pružné články, kdy částečně pohlcují energii rázu a mění ji v tepelnou energii, částečně v pružných člancích v deformační práci.

Souhrn nejdůležitějších vlastností pružných spojek:

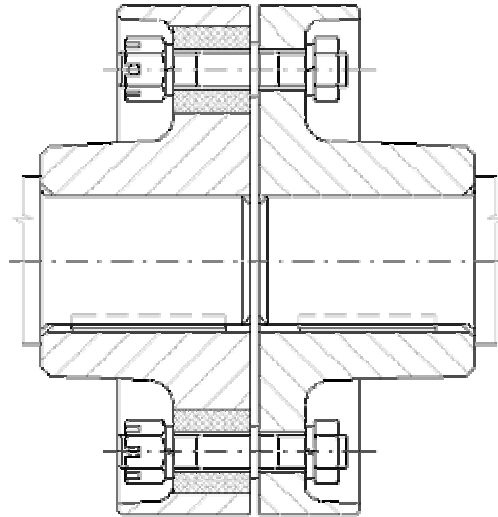
- 1) Tlumí rázy točivého momentu
- 2) Pomocí vhodné volby pružného elementu chrání mechanismus před rezonančními torzními kmity, které vznikají nerovnoměrností kroutcího momentu
- 3) Vyrovnávají vzájemné osové posuvy spolu s úhlovými vychylkami hřídelí, povolují menší nesouosost
- 4) U převodového mechanismu mění kritické otáčky

2.3.1 Spojky s pryžovými elementy

Při výrobě pružných elementů se využívá, jak již sám název napovídá, materiál pryž, který má své specifické vlastnosti, které charakterizuje zejména pružnost. Tato vlastnost se velmi příznivě projevuje především v provozu, kde existuje rázové zatížení spojky, nebo pokud

je zde přítomen pohon stroje, který je charakteristický periodickou změnou průběhu kroutícího momentu, která vyvolává torzní kmity.

2.3.1.1 Spojka s pryžovými pouzdry

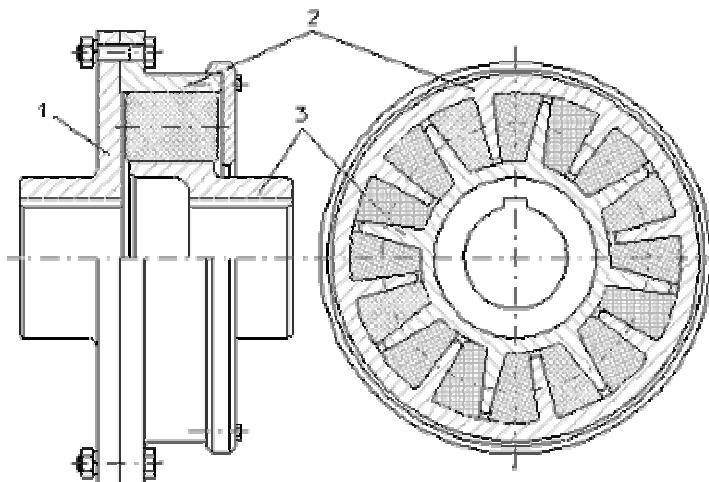


obr. 15. Spojka s pryžovými pouzdry

Je to nejčastěji se vyskytující a používaná pružná spojka. Konstrukční podstata této spojky spočívá v navulkanizování pružného pryžového elementu mezi dvě ocelové trubky.

Spojka je podobná spojce kotoučové. Je vhodná k přenosu středně velkých točivých momentů, které jsou přenášeny tvarovým stykem mezi boky šroubů spolu s pružnými pryžovými pouzdry. Velkou výhodou této spojky je schopnost tlumit rázy a vibrace, a také důvod, že pryžová pouzdra jsou se mohou značně deformovat, a tak je tato spojka schopná vyrovnávat nesouososti hřídelů.

2.3.1.2 Spojka s pryžovými hranoly

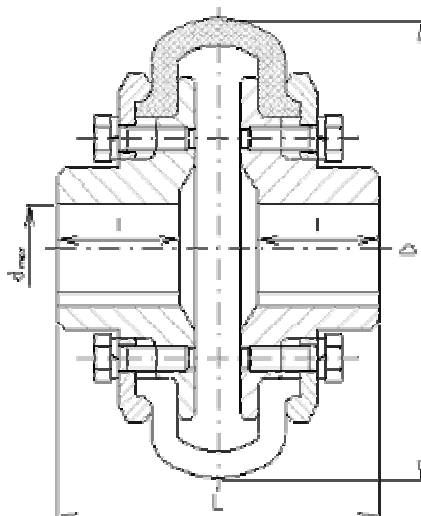


obr. 16. Spojka s pryžovými hranoly

- 1- kotouč naklínovaný na hnacím hřídeli
- 2-kotouč s výstupky obsahující pryžové hranoly
- 3- třetí kotouč

U této spojky existuje určitá pracovní maximální úhlová výchylka, která způsobí, že se volný prostor zaplní jednotlivými pryžovými hranoly, a od tohoto okamžiku spojka pracuje stejně jako spojka nepružná.

2.3.1.3 Spojka obručová(Periflex)



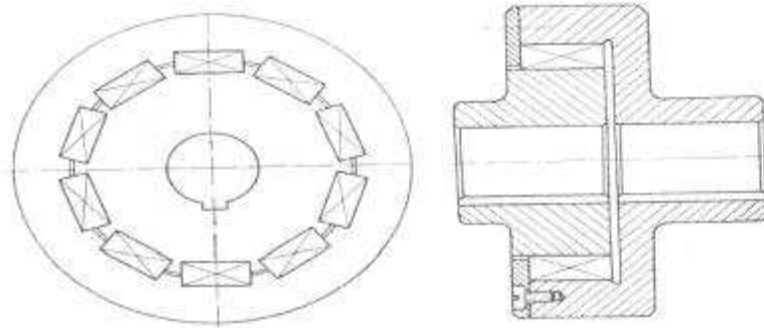
obr. 17. Spojka obručová

Hlavní pružný element této spojky je tvaru obruče nebo talíře, který je uchycen na obou přírubách pomocí šroubů. Tato spojka připouští úhlové vychýlení 4° , přesazení os asi 4mm spolu s axiálním posuvem, jehož maximum je 8 mm.

Tato spojka nachází své uplatnění především v provozu, kde přenáší menší točivé momenty.

2.3.2 Spojky s koženými elementy

2.3.2.1 Spojky s koženými hranoly



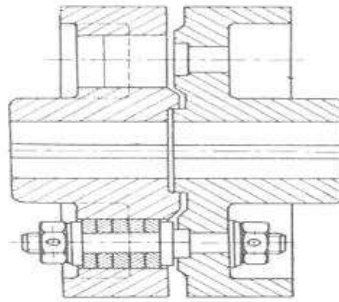
obr. 18. Spojka s koženými hranoly

Hlavními komponentami jsou kotouče, do kterých jsou v axiálním směru vloženy kožené hranoly.

Hlavní nevýhodou kožených elementů je vysychání ve vyšších teplotách spolu s bobtnáním, pokud se spojky vyskytují ve vlhkém prostředí.

Tato spojka není vhodná při použití u strojů s vyšším rázovým zatížením, zejména pro pístová čerpadla a kompresory.

2.3.2.2 Spojka kožená kotoučová



obr. 19. Spojka kožená kotoučová

Tato spojka vznikla ze spojky přírubové, kdy se na čepy nasadí kožené kroužky. Tyto čepy jsou vyjímatelné bez demontáže motoru. Spojka bývá celá obrobena z důvodu vyvážení, protože se usazuje přímo na hřídeli motoru.

2.3.3 Spojky s ocelovými elementy

U těchto spojek bývají spojující elementy:

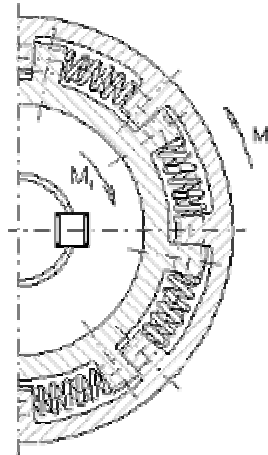
- listové pružiny
- šroubovitě pružiny
- ocelová pouzdra
- ocelové jehly

Při montáži jsou spojované hřídele pečlivě vyváženy, tyto spojky dovolují jen nepatrné vychýlení hřídelí.

Počet, tvar a umístění ocelových elementů ovlivňuje torzní tuhost spojek. Ocelové elementy bývají většinou vícevrstvé, znamená to tedy že se pohybují po sobě, vzniká zde tření a tím se zvyšuje účinnost tlumení.

Výhodou ocelových elementů proti pryžovým spočívá ve větší stálosti, protože ocel při zatížení nemění tak rychle svoje vlastnosti jako například pryž.

2.3.3.1 Spojka se šroubovými válcovými pružinami



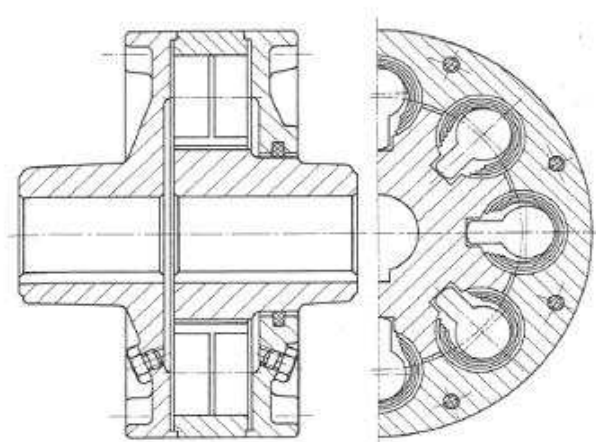
obr. 20. Spojka se šroubovými válcovými pružinami

Tato spojka obsahuje v hnacím i hnaném hřídeli otvory pro umístění polokulovitých tělísek, jejichž čepy jsou vedeny v dutém čepu protějššího tělíska. Při zatížení jsou pružiny stlačovány a opírají se o rovné stěny tělísek. Spojka je intenzivně mazána a má lineární charakteristiku, protože pružiny jsou ukládány s předpětím.

Princip spojky spočívá v přitlačování výstupků na kotouči hnacího hřídele k výstupkům na hnaném hřídeli.

Existuje zde určitý základní točivý moment, kterému právě odpovídá již výše zmíněné předpětí, jakmile nastane maximální točivý moment, tak spojka začne pracovat jako tuhá.

2.3.3.2 Spojka s pouzdrovými pružinami



obr. 21. Spojka s pouzdrovými pružinami

Je to pružná spojka, která se skládá ze dvou hlavních částí, u nichž je vypracováno vybrání, kde se s předpětím ukládají svazky pružin ve tvaru podkovy.

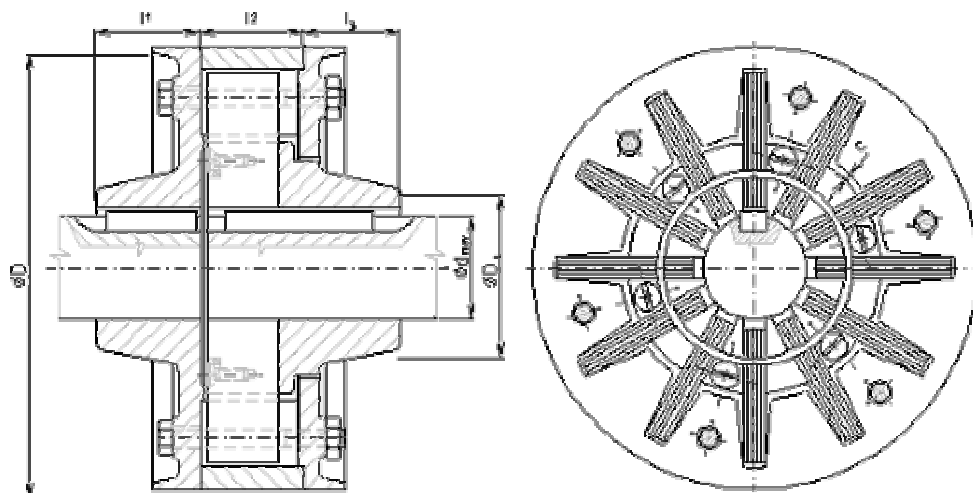
Pouzdrové pružiny se skládají z do sebe nasunutých pouzder, u nichž jsou odstupňovány tloušťky, jsou neseny čepy, které slouží k omezení úhlové výchylky, a také ke změně tuhosti pružných článků.

V případě této spojky pokud se bude točivý moment zvětšovat, tak budou pružiny doléhat k čepu a jejich tuhost poroste.

Zde je důležité mazání k maximální eliminaci opotřebení stykových ploch, proto vnější část spojky tvoří skříň s olejem.

Tyto spojky jsou vhodné zejména k aplikaci v automobilovém průmyslu u spalovacích motorů, protože mají výbornou tlumicí schopnost, zabránuje nebezpečnému torznímu rozkmitání stroje.

2.3.3.3 Spojka s listovými pružinami



obr. 22. Spojka s listovými pružinami

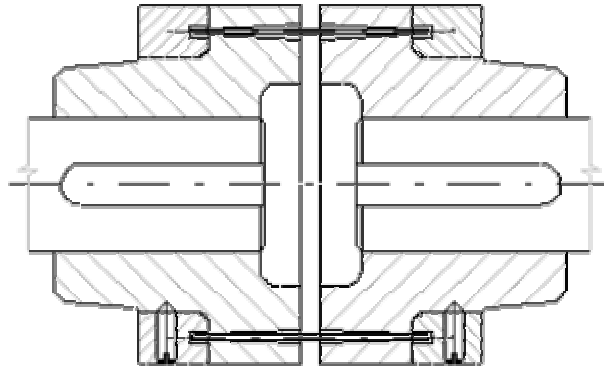
V praxi nachází větší uplatnění spojky s listovými pružinami, které jsou uloženy radiálně.

Konstrukce tohoto typu spojky spočívá v uložení pružiny radiálně ve vybrání kotouče, který je nasazen na hnacím hřídeli, a dále jsou tyto pružiny vedeny v drážkách hnaného hřídele.

Pokud dochází k zatížení, tak listové pružiny kloužou po sobě, tím pádem dochází k tření, a následkem tření se listové pružiny zahřívají.

Spojka je vhodná k tlumení rázových zatížení a k přenosu velkých točivých momentů .

2.3.3.4 Spojka jehlová



obr. 23. Spojka jehlová

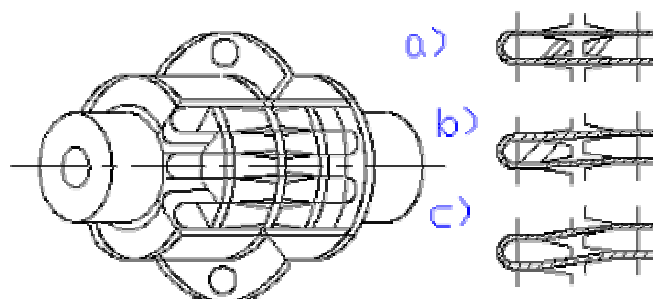
Pružné elementy přenášející točivý moment jsou v tomto případě ocelové tyčinky velmi malých průměrů a bývají nazývány jehly, z čehož také vyplývá název typu spojky.

Jehly bývají uspořádány do jedné či dvou řad a jsou uloženy v hnacím a hnaném kotouči, jsou namáhány ohybovým, popřípadě smykovým napětím, pomocí destiček jsou zajištěny proti vypadnutí.

Výhodou je zde variabilnost velikosti přenášeného točivého momentu, která je realizována pomocí změny poloměru jehel, popřípadě změnou jejich počtu.

Tento typ spojky je použitelný pro malé a střední kroutící momenty.

2.3.3.5 Spojka Bibby



obr. 24. Spojka Bibby

Je složena z podélně drážkovaných kotoučů, které jsou jak rozměrově, tak tvarově naprosto identické. Do podélného drážkování je vložena vinutá ocelová pružina, která má obdélní-

kový průřez. Tato pružina je při zatížení spojky deformována a posouvá se po stěnách drážek, ve kterých je umístěna, což je příčinou tření spolu s opotřebením pružiny. Z tohoto tvrzení je nutné prostor drážek mazat.

Spojka se využívá k přenosu točivých momentů, které jsou nárazové.

V praxi nachází aplikaci především v těch nejtěžších provozních podmínkách.

3 MECHANICKY OVLÁDANÉ SPOJKY

Dělení

- **Výsuvné**
 - *mechanicky řazené*
 - *hydraulicky řazené*
 - *pneumaticky řazené*
 - *elektricky řazené*
- **Pojistné**
- **Rozběhové**
- **Volnoběžné**

3.1 Spojky výsuvné

Požadavky kladené na výsuvné spojky:

- bezrázové zapínání
- malé rozměry spojky pro daný kroutící moment
- rychlé a snadné zapnutí i vypnutí spojky
- spolehlivé spojení po zapnutí
- malé opotřebení i zahřívání spojky i při opětovném a častém zapínání

Výsuvné spojky se používají tehdy, pokud je nutné spojované hřídele spojit a opětovně rozpojit za klidu či za provozu, jak je tomu například u motorových vozidel při řazení rychlostního stupně.

Výsuvné spojky se diferencují do dvou základních podskupin a to na spojky třecí a zubové.

U spjek třecích je kroutící moment přenášen pomocí třecích sil vznikajících mezi činnými plochami spojky.

U zubových spjek se kroutící moment přenáší pomocí ozubení na čelní nebo válcové ploše spojky. Zubové spojky se zapínají za klidu, popřípadě za malého rozdílu otáček spojo-

vaných hřídelí, třecí spojky mohou plnit v určitém případě úlohu jako spojky pojistné, protože při přetížení mohou třecí plochy prokluzovat.

K zapínání a vypínání spojek slouží ovládací zařízení, která bývají většinou mechanická, pneumatická, elektrohydraulická, elektromagnetická.

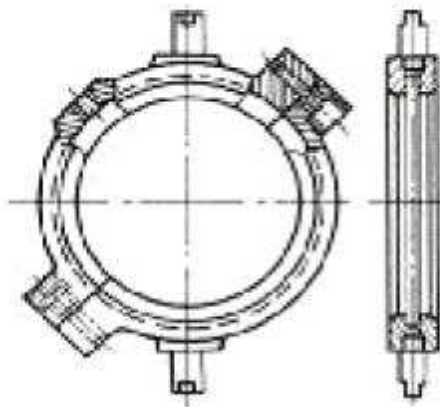
Spojení ovládacího zařízení s přesuvnou částí spojky je zajištěno pomocí páky, občas také pákovým mechanismem s přesouvacím kroužkem nebo kluznými kameny. Pro uchycení přesouvacího kroužku je pohyblivá část spojky opatřena nákrůžkem nebo drážkou.

Volbu druhu ovládání spojky ovlivňuje:

- * velikost přenášeného výkonu
- * počet ovládnání za časovou jednotku
- * umístění ovládacího ústrojí

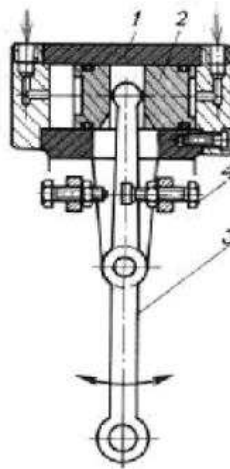
3.1.1 Spojky mechanicky řazené

Spojka je zapínána a vypínána pomocí ovládacího zařízení složeného z přesouvacího kroužku zasazeného do drážky. Přesouvací kroužek je dvojdílný spojený šrouby. Přesouvací kroužek musí být vydatně mazán. Při malých přesouvacích silách je přesouvací kroužek nahrazen kluznými kameny, které se vyrábějí z oceli, plastů nebo bronz. Někdy je také možné kluzné kameny nahradit valivými ložisky, které sníží ztráty třením.



obr. 25. Přesouvací kroužek

3.1.2 Spojky hydraulicky řazené



obr. 26. Spojka hydraulicky řazená

1-tlakový válec

2-píst s pístními kroužky

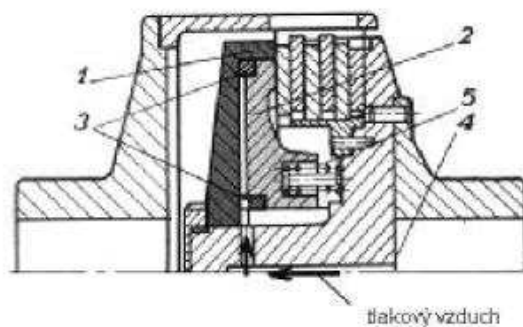
3-dvouramenná páka

4-stavěcí šrouby

Konstrukční uspořádání této spojky je stejné jako u spojky mechanicky ovládané, rozdíl je jen v ovládní, které je v tomto případě realizováno tlakovým olejem, toto ovládní je velmi často používané.

Výhodou této spojky je plynulý záběr změnou tlaku v tlakovém válci, nevýhoda spočívá v úniku oleje, což bývá zapříčiněno netěsností soustavy.

3.1.3 Spojky pneumaticky řazené



obr. 27. Spojka pneumaticky řazená

1-válec

2-píst

3-těsnící kroužek

4-přívod tlakového vzduchu

5-pružina

Vzduch je vháněn otvorem v ose hřídele mezi víko válce a píst, který uvádí do činnosti spojující člen mezi hnací a hnanou část spojky.

Pneumatické ovládání se v průmyslové praxi tak často nepoužívá jako ovládání hydraulické, protože má řadu nevýhod, z nichž největší jsou, že přiváděný tlakový vzduch bývá vlhký a tím pádem má na zařízení korozní účinky, tlak vzduchu kolísá v širokém rozmezí.

Je nutná instalace kompresoru.

3.1.4 Spojky elektricky řazené

Využívají se u strojů, které jsou automaticky řízené, a dále pro stroje ovládané z několika různých míst. V praxi k těmto strojům patří stroje pro mechanizaci a automatizaci výrobních obráběcích linek, balící a potravinářské stroje, stroje používané v textilním průmyslu.

3.1.5 Spojky třecí

Třecí spojky umožňují spojení i odpojení hřídelů za provozu i při plném zatížení, v některých případech bývají využívány i jako spojky pojistné. Nevýhoda tohoto typu spojek spočívá v opotřebením třecích ploch a velkého zahřívání vlivem třecí práce.

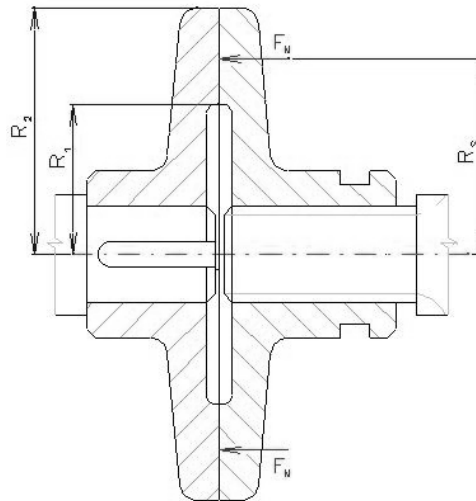
Při rozběhu spojky dochází ke ztrátám třením, rozběhové poměry závisí na charakteristice hnacího a hnaného zařízení a dále na průběhu přitlačné síly.

Třecí spojky jsou diferencovány dle různých charakteristik, ale nejčastěji se dělení provádí dle tvaru třecích ploch na spojky s třecími plochami :

- ⊛ čelními
- ⊛ válcovými
- ⊛ kuželovými

Při konstrukci třecí spojky se dodržuje zpravidla obecná zásada, která říká, že se na hnanou stranu umísťuje polovina spojky s větším momentem setrvačnosti, aby při zapnutí motoru byly urychlovány co nejmenší hmoty.

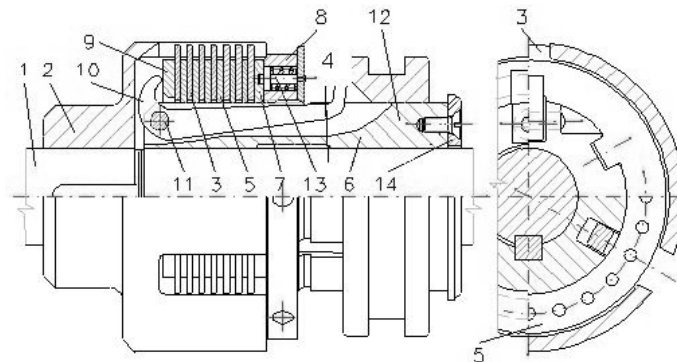
3.1.5.1 Kotoučová třecí spojka



obr. 28. Kotoučová třecí spojka

Kroutící moment je u tohoto typu spojky přenášen pouze třením mezi hnacím a hnaným kotoučem, jde tedy o spojku se silovým stykem. Na hnaném hřídeli je posuvně uložen hnaný kotouč s třecí plochou ve tvaru mezikružzí, který je přitlačován na pevně ukotven hnací kotouč přitlačnou axiální silou, jejíž velikost závisí na koeficientu tření stykových ploch kotoučů. Velikost koeficientu tření je závislé na materiálu styčných ploch.

3.1.5.2 Lamelová třecí spojka



obr. 29. Lamelová třecí spojka

| | |
|-------------------------|---------------------|
| 1-hnací hřídel | 8-seřizovací matice |
| 2-kotouč | 9-deska |
| 3-vnější ocelové lamely | 10-páky |
| 4-hnaný hřídel | 11-čepy |
| 5-vnitřní lamely | 12-objímka |
| 6-těleso(pevná opěra) | 13-čepy |
| 7-deska | 14-destička |

Na vnitřním povrchu pláště lamelové třecí spojky spojeného s hnací hřídelí jsou drážky, ve kterých se volně posouvají hnací lamely.

Dvouramenná páka zajišťuje silové spojení, což způsobuje přitlačování lamel navzájem na sebe a to v axiálním směru.

Materiálem, z kterého většinou bývají lamely vyrobeny je ocel, která vyžaduje mazací systém, ve valné míře se zde používá olejová náplň.

K eliminaci vzájemnému slepení lamel se vytvářejí zářezy na lamelách, tyto zářezy bývají různého tvaru a velikosti.

V některých případech se také vyskytují suché lamelové třecí spojky, kde jsou lamely ocelové nahrazeny lamelami obložené třecím materiálem.

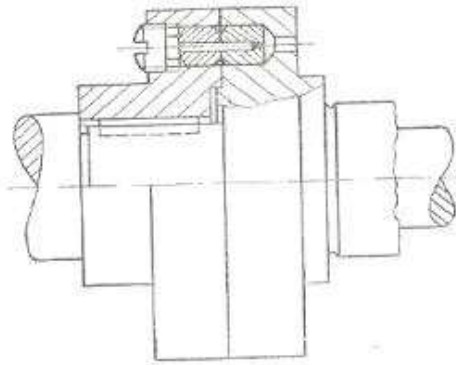
3.2 Spojky pojistné

Pojistné spojky jsou strojní zařízení, které slouží k eliminaci trvalé deformace, popřípadě poruše zařízení, například motoru, což se může vyskytnout při přetížení soustavy s tím, že jednotlivé součásti soustavy jsou značně namáhané. Do tohoto druhu deformací jsou zařazeny i tak značné pružné deformace, kdy se například ve velké míře prohnou nebo zkroutí hřídele, a tento úkaz naruší ideální chod stroje a tím také celé kinematické soustavy.

Konstrukční řešení těchto spojek spočívá v začlenění automatické pojistné spojky do řetězce, tyto spojky nejsou schopny přenášet výrazně větší točivý moment, než je dovolená hodnota a při průchodu většího krouťícího momentu se hnací a hnaná polovina spojky navzájem protácejí, a následně pokud se točivý moment ustálí na dovolené hodnotě, tak protáčení ustane a spojka funguje tak jak se od ní očekává.

Dalším případem může být volba spojky s rozrušitelnými prvky, což jsou například střížné kolíky, které jsou dimenzovány na určitou hodnotu točivého momentu, pokud je tato hodnota překročena, tak se střížné kolíky rozruší a nedochází k přenosu točivého momentu, který by mohl porušit funkci stroje.

3.2.1 Pojistná spojka se střížnými kolíky



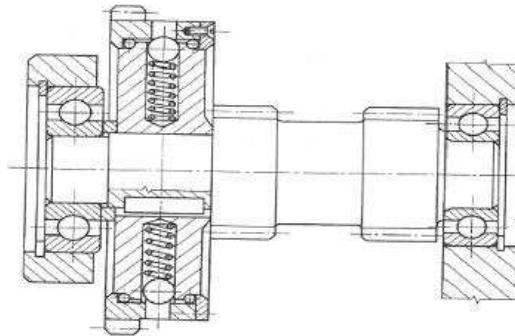
obr. 30. Pojistná spojka se střížnými kolíky

Jak již bylo výše zmíněno, tak tato spojka obsahuje střížné kolíky dovolující přenos kroučícího momentu o určitých hodnotách, pokud je tato hodnota vyšší, kolíky se přeruší. Materiál kolíků bývá v nejvyšší míře ocel. Kolíky bývají vsazeny do kalených pouzder z důvodu eliminace otláčení.

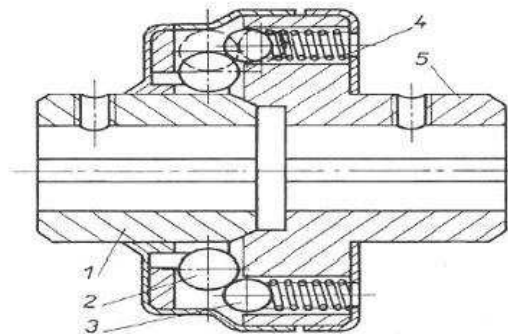
Při přestřížení kolíku musí být kolík vyměněn, zde se ukazuje nevýhoda, která znamená ztrátový čas při výměně kolíku.

Výhoda je v jednoduché konstrukci spojky, a také že použití této spojky je vhodné i k přenosu velkých točivých momentů.

3.2.2 Pojistná spojka kuličková



obr. 31. Pojistná spojka kuličková v radiálním uspořádání



obr. 32. Pojistná spojka kuličková v axiálním uspořádání

1-hnací kotouč

2-vybrání pro kuličky

3-kuličky

4-pružina

5-hnané těleso

Pojistné spojky kuličkové se využívají k přenosu malých a středních točivých momentů, využití v praxi nacházejí u obráběcích strojů.

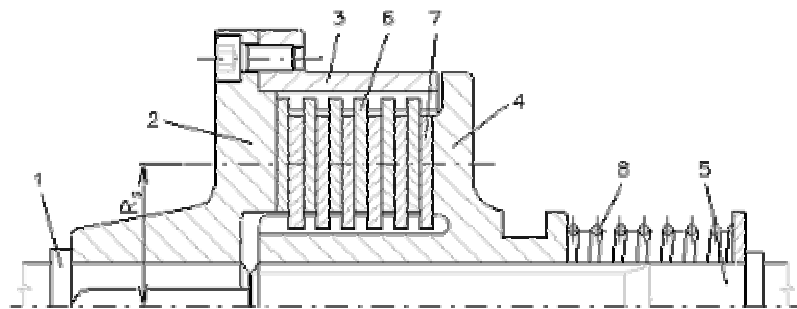
Konstrukční řešení tohoto typu spojek je diferencováno na dva a to na axiální a radiální.

U axiálního uspořádání jsou kuličky umístěny na kuželové ploše, u radiálního řešení kuličky leží přímo na hraně válcového otvoru, který má nepatrně menší průměr, než je průměr kuličky.

Velikost spojky se volí podle kroutícího momentu, který spojka přenáší.

3.3 Spojky prokluzovací

3.3.1 Prokluzovací lamelová spojka



obr. 33. Prokluzovací lamelová spojka

1-hnací hřídel

5-hnaný hřídel

2-kotouč

6-vnější lamely

3-buben

7-vnitřní lamely

4-kotouč

8-pružina

Prokluzovací lamelová spojka je spojka se silovým stykem.

Je zde nutný předpoklad naprosté sousostnosti hřídelí, třecí plochy bývají mazány olejem.

Pokud je v pracovním režimu kroutící moment překročen, tak spojka začne prokluzovat.

Použití: u strojů, kde dochází k častému krátkodobému přetížení.

3.4 Rozběhové spojky

Rozběhové spojky jsou spojky, které pracují na principu automatického zapínání, které vyvolá odstředivá síla.

Tyto spojky umožňují nezatížený rozběh strojů, u kterých se mění kroutící moment v závislosti na otáčkách, příkladem může být spalovací motor nebo asynchronní elektromotor s kotvou nakrátko.

Rozběhová spojka tedy umožňuje rozběh strojů do určitých otáček bez zatížení. V případě pokud by došlo ke spojení stroje hnacího s hnaným již při nízkých otáčkách nebo dokonce

otáčkách nulových (pevná spojka), tak by hnací stroj musel být dimenzován na rozběhový moment a v konečném výsledku by byl stroj při pracovních podmínkách nevyužit.

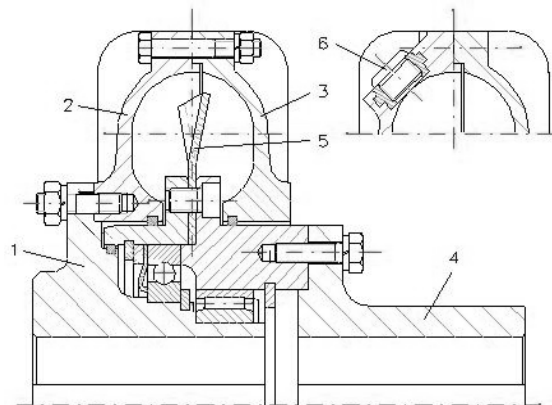
Rozběhové spojky se diferencují do tří základních skupin:

- ☒ spojky s neřízeným záběrem
- ☒ spojky s řízeným záběrem pomocí pružin
- ☒ spojky se zpožděným záběrem

3.4.1 Rozběhové spojky s neřízeným záběrem

U těchto spojek není bráněno třecím elementům, aby přišly do styku s třecím kotoučem, z tohoto tvrzení plyne, že točivý moment je přenášen na hnanou část ihned po rozběhu části hnací. Nejdůležitější spojky patřící do této skupiny jsou spojky Centri a Metalluk.

3.4.1.1 Rozběhová spojka Centri



obr. 34. Rozběhová spojka Centri

1-náboj

4-náboj

2-žebrovaná skříň

5-rotor

3-žebrovaná skříň

Vnitřní část spojky bývá naplněna směsí ocelového prachu a grafitu, tato náplň je nejprve při rozběhu rozvířena, pak se zvyšujícími se otáčkami se vlivem odstředivé síly vytvoří na obvodě hnací části ze směsi prstenec. Při plných otáčkách dojde k bezeskluzovému spojení hnací a hnané části spojky. Pokud dojde k překročení točivého momentu, tak se prstenec tvořený směsí rozruší a spojka prokluzuje.

3.4.1.2 Rozběhová spojka Metalluk

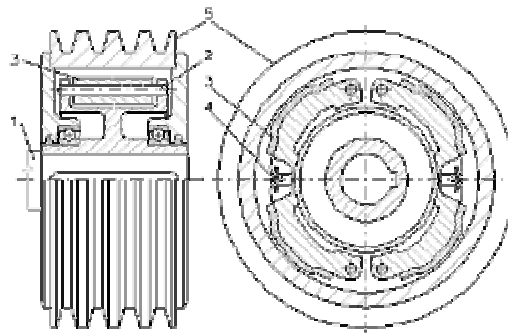
Hnací částí této spojky je několikakřídlové kolo, hnanou částí je řemenice s uzavřenými čepy, které jsou uloženy otočně nebo na náboji hnací části. Náplní vnitřní části spojky jsou ocelové kuličky smíchané s grafitem. Při rozběhu hnací části jsou kuličky přitlačeny odstředivou silou na obvod třecího bubnu, před křídly kola jsou z kuliček s grafitem vytvořeny klíny, kterými je hnaná část postupně unášena. Při dosažení určitých jmenovitých otáček dojde k bezskluzovému spojení, při přetížení pracuje jako spojka Centri, to znamená že začne prokluzovat.

3.4.2 Spojky s řízeným záběrem pomocí pružin

Jsou to spojky, u kterých dochází ke zpoždění rozběhu hnané části tak, že třecí odstředivé hmoty jsou vzájemně propojeny pružinami, a tak tyto třecí prvky se dotknou hnané části tehdy, pokud odstředivá síla je výrazně větší než síla pružiny držící třecí elementy při sobě.

Do této doby se motor rozbíhá bez zatížení.

3.4.2.1 Rozběhová spojka s vlečenými výkyvnými čelistmi



obr. 35. Rozběhová spojka s vlečenými výkyvnými čelistmi

1-hnací část ve tvaru kotouče

4-pružina

2-čepy

5-hnaná část

3-výkyvně uložená čelist

Při dosažení optimálních otáček dojde k převýšení síly odstředivé nad sílu pružiny, síla pružiny je tedy překonána a čelisti se dotknou hnané části, kterou unášejí.

3.4.3 Spojky se zpožděným záběrem

Jinak se tyto spojky také nazývají spojky se zpožděným programovým záběrem. Rozdíl mezi spojkami se zpožděným záběrem a spojkami s neřízeným záběrem či spojkami s řízeným záběrem pomocí pružin je, že spojky se zpožděným programovým záběrem pracují na principu nesynchronního roztáčení hmot, ale výše popsané spojky pracují na principu synchronního roztáčení hmot s hnací částí. Spojky se zpožděným záběrem se využívají pro provoz strojů, které jsou obtížně rozebíratelné, což jsou například pístové kompresory, pístová čerpadla atd.

3.5 Volnoběžné spojky

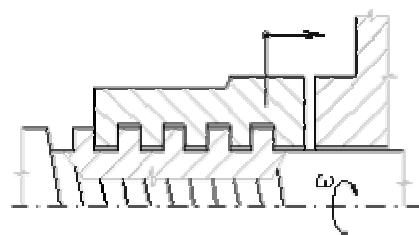
Volnoběžné spojky spojují hnací hřídel s hnaným pouze při otáčení v jednom směru.

K samočinnému rozpojení dojde tehdy, pokud se přeruší hnací moment a hnaná část se začne předbíhat.

Z konstrukčního hlediska a z hlediska působení sil rozdělujeme volnoběžné spojky na:

- ◆ volnoběžné axiální spojky
- ◆ volnoběžné radiální spojky

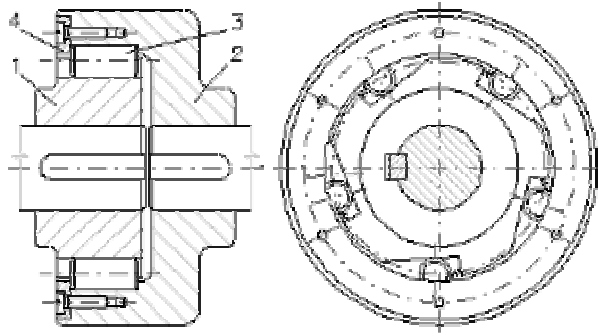
3.5.1 Volnoběžné spojky axiální



obr. 36. Volnoběžná axiální spojka

Volnoběžné axiální spojky jsou vhodné pro přenos nízkých kroutících momentů. Hnacím elementem je šroub s pohybovým závitem a maticemi s čelní nebo kuželovou třecí plochou. Při otáčení šroubu v jednom směru se matice posunuje k hnané části a tím se obě části spojí, v opačném případě dochází ke vzdalování matice od hnané části a obě části se rozpojí.

3.5.2 Volnoběžné spojky radiální



obr. 37. Volnoběžná radiální spojka

V praxi jsou volnoběžné radiální spojky využitelné ve větší míře než spojky volnoběžné axiální. Používají se pro přenos malých a středních kroutcích momentů .

Ke spojování hnací a hnané části slouží válečky uložené buď ve vnitřní části volnoběhu nebo ve vnější části volnoběhu.

4 HŘÍDELE

Hřídele jsou konstrukční části, které umožňují přenos točivých momentů. Tyto strojní součásti jsou také schopny zachycovat příčné síly, které následně přenášejí na ložiska.

Příčné síly jsou vyvolány například vlastní hmotností hřídele, nebo tíhou rotujících součástí, kterými mohou být ozubená kola, kotouče atd. Dále přenášejí síly v řemenových převodech, síly v ozubení apod.

Ve speciálních případech mohou hřídele přenášet i osově síly, což je dáno především uložením hřídele např. vertikální hřídele vodních turbín.

Hřídele jsou namáhány na ohyb a krut, nebo na tah a krut.

Co se týče rozměrů, tak délka hřídele bývá několikanásobně větší než její průměr.

Dělení hřídelí:

- ✓ přímé(rovné)
- ✓ zalomené(klikové)
- ✓ plné
- ✓ duté
- ✓ hladké
- ✓ osazené
- ✓ tuhé
- ✓ ohebné
- ✓ staticky určitě uložené
- ✓ staticky neurčitě uložené
- ✓ jednoduché
- ✓ dělené(skládané)
- ✓ hnací
- ✓ předlohové
- ✓ hnané

4.1 Nosné hřídele

Jsou to hřídele, které mají kruhový průřez, neslouží přímo k přenosu točivého momentu, bývají namáhány pouze na ohyb.

Jak již jejich název napovídá, tak primární využití nacházejí v tom, že jsou na nich uloženy rotační prvky, například řemenice.

Uložení nosných hřídelí:

- Pevné-nosný hřídel je v tomto případě pevně uchycen do rámu stroje, což bývá realizováno pomocí tlakových či svěrných spojů.
- Otočné-k otočnému uložení nosných hřídelů do rámu stroje se využívá ložisek.

Nosných hřídelí se v praxi využívá zejména pro nápravy nemotorových vozidel, což mohou být například železniční vagóny.

4.2 Pohybové hřídele

Pohybové hřídele jsou využívány v praxi ve větší míře než hřídele nosné, které jsem popísoval výše.

Tyto hřídele se vždy otáčejí, a proto musí být uloženy otočně, tedy v ložiskách.

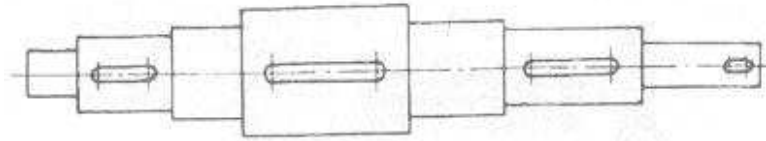
Namáhání je v tomto případě kombinované, to znamená, že hřídel je namáhána na ohyb i krut.

Jak jsem již výše předeslal o uložení v ložiskách, tak bych rád touto cestou konkrétně specifikoval, že pohybové hřídele musí být uloženy nejméně ve dvou ložiskách, v některých případech se využívá i více než dvou ložisek, a to z důvodu zvýšení tuhosti uložení hřídele.

Důležité při konstrukci pohybové hřídele je zajistit, aby se hřídel nedostala do tzv. kritických otáček. Je tedy nutná absolutní vyváženost rotačních součástí, protože pokud by vyváženost nebyla splněna, tak by došlo ke vzniku odstředivých sil, které rostou se zvyšujícími se otáčkami, a tyto odstředivé síly mají za následek chvění, vibrace a průhyb hřídele a v tom nejhorším případě s tím související poškození stroje.

V praxi je pohybová hřídel použita například jako hřídel v převodovce.

4.2.1 Normální pohybový hřídel



obr. 38. Normální pohybový hřídel

Normální pohybový hřídel se vyrábí soustružením. Namáhání po délce hřídele je variabilní, a s tím je spojen také proměnlivý průřez hřídele po délce. V nejmenší míře bývají namáhány konce hřídele, které mají také nejmenší průměr.

Změnou průměru dochází ke vzniku osazení, které nejčastěji slouží k umístění rotační součásti na hřídel.

Používá se k ukotvení rotačních součástí jakými jsou například ozubená kola, řemenice a jiné strojní součásti, které jsou na hřídeli uchyceny svěrnými nebo tlakovými spoji, pokud je nutné součást zajistit proti pootočení, tak se děje pomocí per či klínů.

4.2.2 Dutý pohybový hřídel

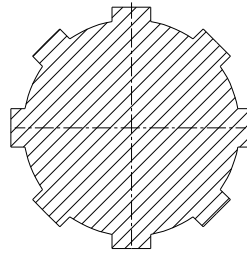
Je založen na podobném principu jako normální pohybový hřídel, jen s rozdílem, že je charakteristický ekonomičtějším využitím materiálu.

Je schopen při stejné hmotnosti přenést větší točivý moment než hřídel plný, v největší míře jsou namáhána povrchová vlákna, zatímco v ose hřídele je napětí nulové.

Z ekonomického hlediska se úspora materiálu projevuje u hřídelů větších rozměrů. Velká nevýhoda spočívá v pracnosti výroby.

Používá se v případech, kdy je nutné přenést kroučící moment na velké vzdálenosti.

4.2.3 Drážkový hřídel



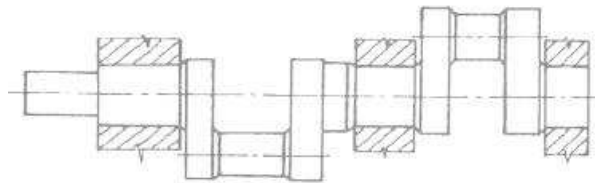
obr. 39. Drážkový hřídel

Na povrchovém obvodu jsou vyfrézovány drážky, které plní funkci jako několik per.

Tato hřídel tedy umožňuje přenos většího silového zatížení než spojení s jedním perem.

Využití v praxi nachází v odvětvích, kde je nutné umožnit rotačním součástem umístěných na hřídeli axiální posuv, což je posuv ve směru osy.

4.2.4 Zalomený (klikový) hřídel

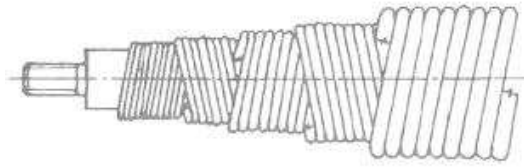


obr. 40. Zalomený(klikový) hřídel

Zalomený hřídel se využívá k přeměně rotačního pohybu na přímočarý, nachází tedy uplatnění například u pístových čerpadel, nebo umožňuje přeměnu pohybu přímočarého na rotační, což se děje u spalovacích motorů.

Klikový hřídel je vyráběn z kovaných polotovarů, které se posléze dokončují na obráběcích strojích.

4.2.5 Ohebný hřídel



obr. 41. Ohebný hřídel

Pokud je nutné zajistit změnu vzájemné polohy konce hřídelí za rotace, tak se v praxi aplikuje ohebný hřídel.

Základním výrobním prvkem tohoto hřídele je drát, který je navinut v několika vrstvách, to zajišťuje potřebnou ohebnost.

Z důvodu eliminace rozmotání drátu jsou vrstvy, ve kterých je drát navinut, namotány proti sobě a to znemožní rozmotání drátu.

5 PŘEVODY

Převody jsou strojní součásti, pomocí kterých lze přenášet otáčivý pohyb, síly a energii z hnacího stroje na jiné pracovní zařízení.

Konstrukce a volba převodu závisí na:

- vzájemné poloze hřídelů
- převodovém poměru
- vzájemné vzdálenosti hřídelů
- přenášeném výkonu
- smyslu otáčení hnaného hřídele

Základní rozdělení převodů:

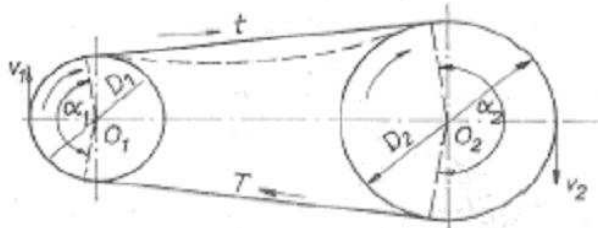
- * Mechanické převody
- * Hydraulické převody
- * Pneumatické převody
- * Elektrické převody

Nejčastěji používané převody v praxi plynoucí z tohoto rozdělení jsou převody mechanické.

Mechanické převody se dále dělí na:

- Převody s rotačním pohybem - převody s řetězy, převody s ozubenými koly, s plochými či klínovými řemeny
- Převody s přímočarým pohybem- převody s výstředníkem, s vačkou, pákovým ústrojím, s klikou a ojnicí

5.1 Převody plochými řemeny



obr. 42. Převod s plochým řemenem

Tento převod je využíván v případech, kdy není nutné používat přesný převod, a v případě, že primární požadavky jsou kladeny na tlumení rázů a jejich pružné zachycení.

Pro dosažení žádaných provozních podmínek a zachování spolehlivosti celé soustavy je nutné mazat řemen, zpravidla je to realizováno mazáním vnitřní strany řemene pomocí loje, eventuálně pomocí tuku, tím pádem se řemen zkrátí, je zajištěna větší přilnavost, ohebnost a trvanlivost.

5.2 Převody klínovými řemeny

Tohoto převodu je využíváno v praxi ve větší míře než převodu předcházejícího.

Základními elementy tohoto převodu jsou dvě litinové řemenice s klínovými drážkami, do kterých je umístěn klínový řemen, který má uzavřený lichoběžníkový průřez a je vyroben z pryže. K přenosu pohybu může být v sestavě použito i více než jednoho klínového řemene.

Klínové řemeny jsou normalizovány. V provozu je nutné chránit klínové řemeny před působením vnějších vlivů, což mohou být maziva, voda, atd.

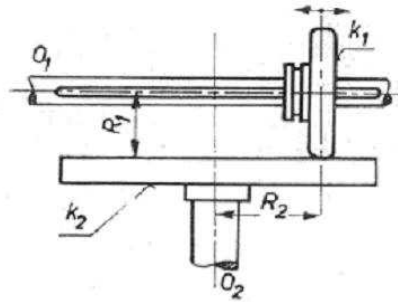
5.3 Převody třecími koly

Pomocí převodu třecími koly je možné přenášet menší výkony na malé vzdálenosti hřídelů.

Osy hřídelů mohou být při tom rovnoběžné nebo různoběžné. Převodový poměr může být stálý či variabilní. Pokud se přenášejí menší obvodové síly, tak používáme kovové kotouče vyrobené například ze šedé litiny, pokud jsou přenášeny větší obvodové síly, tak se věnce kol obkládají materiály s větším součinitelem tření, což mohou být materiály jako například korek, pryž a podobně.

Velkou nevýhodou je tlak kladený na ložiska způsobený velkými přítlačnými sílami.

Speciální skupinou třecích převodů jsou třecí převody s plynule měnitelným převodovým poměrem, který lze měnit za chodu stroje, jinak se jim také říká variátory.



obr. 43. Variátor

5.4 Převody pomocí řetězů

Hlavní charakteristikou řetězového pohonu je stálost jeho převodového poměru.

Konstrukce spočívá v přenosu pohybu pomocí řetězu z hnacího řetězového kola na hnané.

Podmínkou je rovnoběžnost hřídelů a současně kola musí být namontovány v jedné rovině, velká výhoda spočívá v přenosu velkých točivých momentů i při malém počtu otáček, další výhodou je možnost použití v extrémních pracovních podmínkách, především v prašném a vlhkém prostředí.

Rozdělení řetězů:

- ✓ článkové
- ✓ kloubové
- ✓ zubové
- ✓ speciální

Dále mezi výhody při konstrukci řetězového převodu patří i to, že výroba spolu s montáží řetězového kola nemusí být přesná, jako například u ozubených kol.

Nevýhodou je, že opotřebením článků zvětšuje jejich rozteč, proto musí být vzdálenost měnitelná, nebo se převod opatří napínací kladkou k napínání řetězu.

5.5 Převody pomocí ozubených kol

Pomocí ozubených kol lze přenášet točivé momenty z hnacího hřídele na hnaný i při malém počtu otáček, při tom ozubeným převodem dosáhneme stálého převodového poměru.

Konstrukční řešení je realizováno pomocí zubů kola, které přesně zapadají do vybrání(mezer) kola druhého a bohy zubů se o sebe opírají, a tím přenášejí sílu a točivý moment.

Při rozdílných průměrech nazýváme malé ozubené kolo pastorek, dvě spoluzabírající kola tvoří soukolí.

Dle vzájemné polohy hřídelí lze diferencovat soukolí pro osy:

- rovnoběžné
- různoběžné
- mimoběžné

Pro rovnoběžné hřídele nejčastěji využíváme čelních soukolí s vnějším či vnitřním ozubením.

Pro různoběžné hřídele se v největší míře používá kuželových soukolí, pro hřídele mimoběžné se používají například soukolí válcová, šroubová nebo šneková.

Od převodů řešených pomocí ozubených kol se očekává klidný a rovnoměrně a přesně vyvážený chod, malé ztráty třením a malé opotřebení, což je dáno údržbou která je řešena mazáním kol například olejem. Důrazný požadavek je kladen na velmi přesnou konstrukci kol.

5.6 Poznatky a cíle bakalářské práce

Teoretická část této bakalářské práce obsahuje rozdělení a charakterizaci součástí k přenosu točivého momentu, a to konkrétně se zaměřením na hřídelové spojky, což tvoří hlavní část, dále jsou stručně popsány hřídele a převody.

V praktické části se budu zabývat konstrukčním řešením spojky, především s využitím výpočetní techniky, což znamená, že vytvořím sestavy spolek v konstrukčním modelovacím software Autodesk Inventor, popřípadě Catia.

Následně dojde k analýze součásti pomocí FEM software Cosmos/DesignSTAR.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ÚVOD DO AUTODESK INVENTOR

Pro tuto praktickou část práce jsem měl možnost si zvolit mezi konstrukčními programy Autodesk Inventor a Catia, kterou vyrábí firma Dassault Systemes. Zvolil jsem Autodesk Inventor 6.

6.1 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je jedním z modelovacích konstruktérských programů, který nám pomáhá zefektivnit navrhování výrobků od náčrtu daného výrobku až po samotný 3D model výrobku, případně celé montážní sestavy složené z dílčích výrobků, a posléze jej dále modifikovat dle potřeby.

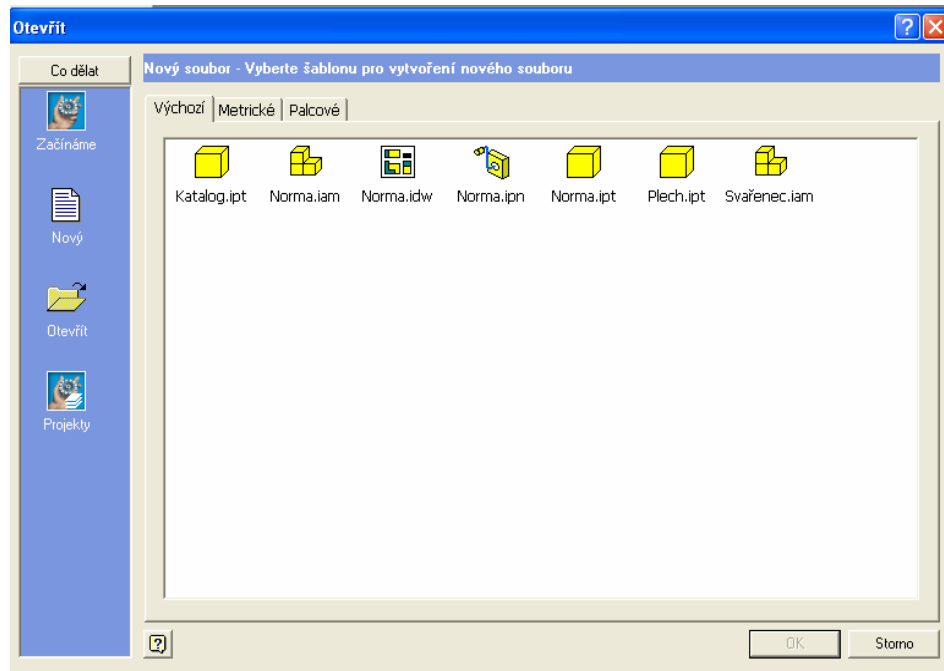
CAD technologie (Computer Aided Design) tedy umožňují nahradit rutinní práci konstruktérů spolu s technologií moderními postupy.

Tato možnost usnadnění spočívá především v provázanosti jednotlivých souborů od tvorby výkresové dokumentace, dále vytvoření geometrie modelu a návrhu technologických parametrů.

Na vytvořených modelech lze následně provést řadu úprav, odvodit mechanické vlastnosti, dále lze vytvořenou geometrii využít například pro programování obráběcích strojů.

Z výše popsaného tvrzení tedy vyplývá, že velkou výhodou počítačového návrhu je těsná návaznost na následné technologické činnosti.

6.2 Popis rozhraní Autodesk Inventoru



obr. 44. Úvodní nabídka Inventoru

Při spuštění Autodesk Inventoru lze vidět úvodní nabídku, která obsahuje základní funkce jako je otevření již hotové či rozpracovaného projektu, dále nabízí tvorbu nového projektu, který se liší pro daný výrobek odlišnými konstrukčními postupy.

Tvorba nové komponenty je tedy realizována pomocí jednotlivých šablon, které jsou zobrazeny na výše vloženém obrázku, tyto šablony mají různé koncovky a co je velmi důležité, tak obsahují různé funkce pro tvorbu námi zvolených komponent.

Popis šablon

Norma.ipt- tato šablona umožňuje tvorbu součástí jak plošné, tak rotační

Plech.ipt- tvorba plechových součástí

Norma.iam- modul pro tvorbu a montáž sestav, ve kterém je i implementován katalog normálií(šrouby, matice...)

Svařenec.iam- podobné jako u modelování sestav, jen je zde navíc možnost tvorby svařovaných sestav

Norma.ipn- umožňuje vytvořit animaci montáže sestavy

Norma.idw- slouží k tvorbě výkresové dokumentace

7 MODELOVÁNÍ HŘÍDELOVÝCH SPOJEK POMOCÍ SOFTWARE AUTODESK INVENTOR 6

7.1 Oldhamova spojka

7.1.1 Charakteristika Oldhamovy spojky

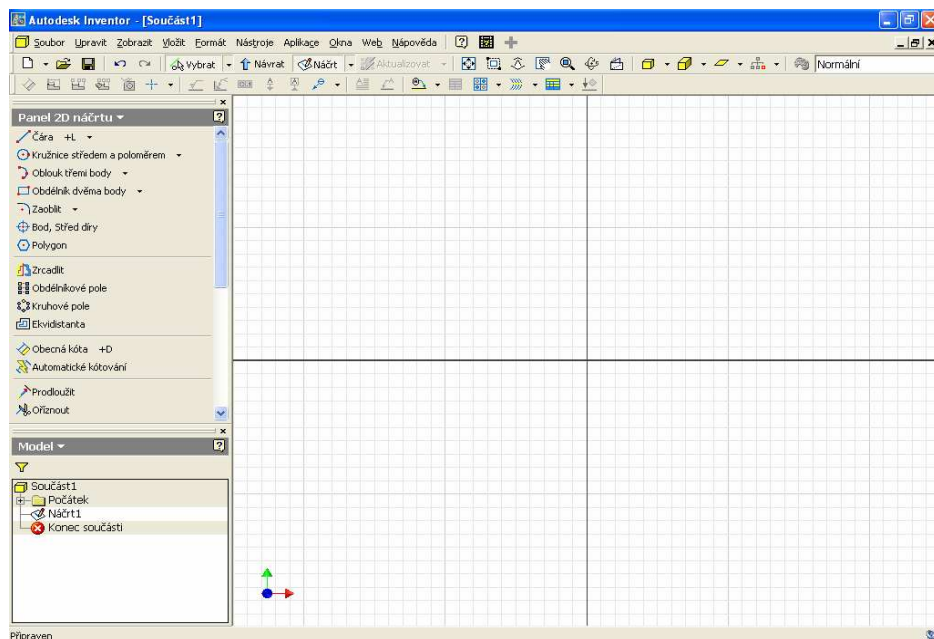
Oldhamova spojka, která může být jinak nazývána také jako spojka s křížovým kotoučem. Skládá se ze tří hlavních částí: dvou kotoučů, které jsou naprosto identické a střední křížové části. Tato spojka patří do skupiny spojek vyrovnávacích a plní funkci při vyrovnávání axiálního posunutí, a dále vyrovnává radiální a úhlovou nesouosost.

V praxi nachází spojka uplatnění především při přenosu kroutících momentů u obráběcích strojů.

7.1.2 Modelování Oldhamova spojky

7.1.2.1 Tvorba kotouče

Při spuštění programu Autodesk Inventor 6 je nutné vybrat šablonu **Norma.ipt**, která slouží k vytvoření součásti.



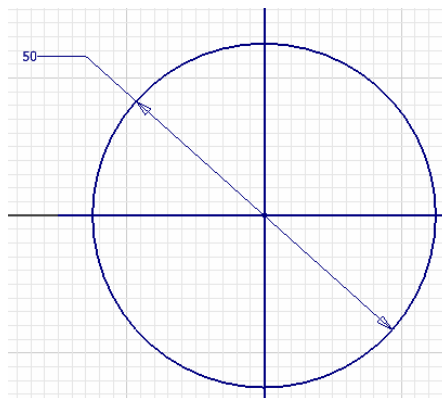
obr. 45. Náčrtové prostředí Autodesk Inventoru 6

Po zvolení **Normy.ipt** se spustí příslušná šablona, která je implicitně nastavená pro prostor náčrtu. Toto rozhraní obsahuje klasické funkce, které jsou charakteristické pro operační systémy Windows, jako jsou například dialogová okna pro ukládání či otevírání souborů apod. Dále lišta standardních nástrojů obsahuje funkce pro konkrétní nastavení aplikace Inventor, což je například nastavení uživatelského rozhraní jako je třeba nastavení barvy prostředí.

Panel 2D náčrtu- tento panel obsahuje funkce, které jsou velmi dobře známé z aplikace AutoCAD, znamená to tedy, že obsahuje nástroje pro tvorbu náčrtu: tvorba čar, kružnic, oblouků, modifikací typu zaoblení, zkosení atd...

Panel Model- tento panel charakterizuje určitou historii, což znamená, že vidíme co a jak uživatel vytvořil a jakým způsobem k tvorbě daného modelu postupoval. Velká výhoda spočívá v rychlé a snadné modifikaci zvolených vlastností (změna rozměrů....).


Tvorba náčrtu

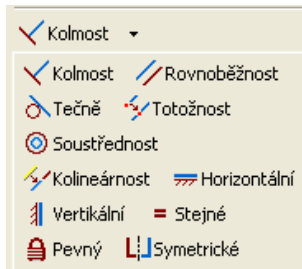


obr. 46. Náčrt kotouče

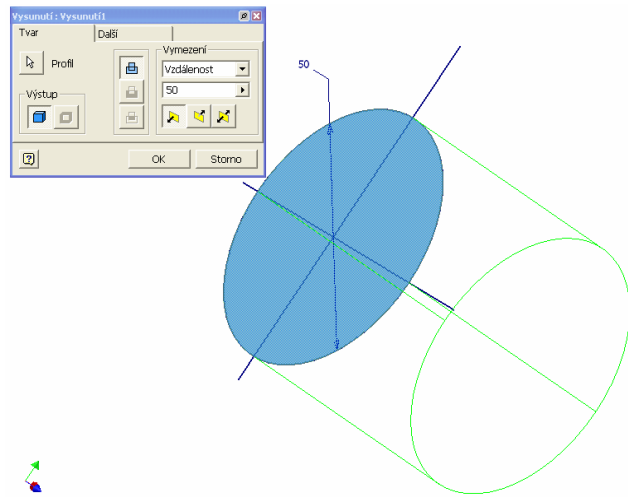
Kružnice středem a poloměrem

U Oldhamovy spojky jsou kotouče rotační části, jejichž tvorba může být realizována pomocí vysunutí kružnice či rotace obdélníku, já jsem se přiklonil k první variantě.

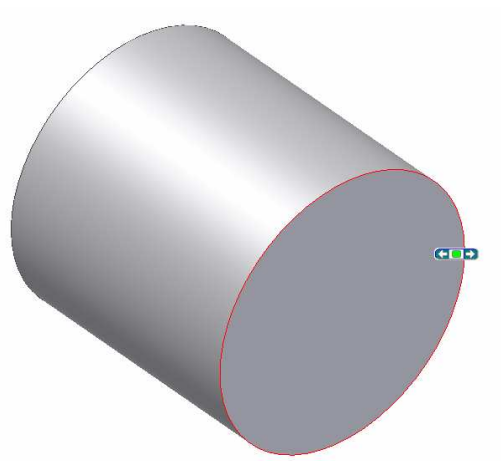
Z obrázku je patrné, že jsem použil nástroj pro tvorbu kružnice. Inventor se od AutoCADu liší tím, že v Inventoru se prvně načrtne hrubý tvar, a následně jsou definovány rozměry pomocí funkce **Obecná kóta**  **Obecná kóta** +D či vazby pomocí funkce vazeb, které jsou dány charakteristikou pro konkrétní případ (Kolmost, rovnoběžnost, totožnost....)



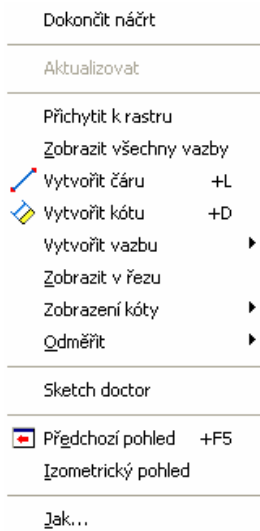
Vysunutí



obr. 47. Dialogové okno vysunutí

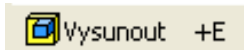


obr. 48. Základní model vzniklý vysunutím



Před vlastním vysunutím je nutné opustit náčrtový prostor a vstoupit do prostoru modelovacího, toho docílíme stiskem pravého tlačítka a výběrem v menu možnosti **Dokončit náčrt**.

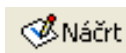
obr. 49. Menu vyvolané pravým tlačítkem



Při aplikaci funkce vysunutí definujeme profil pro vysunutí, v našem případě se jedná o kružnici, dále jedná-li se o vysunutí přírůstkové, dále je nutné definovat vzdálenost pro vysunutí a směr, kterým bude daný profil vysunut.

Vysunutí výstupku

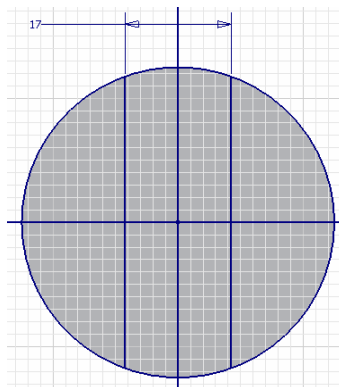
Pro další prvek vysunutí je zprvu nutné vytvořit náčrt profilu vysunutí.



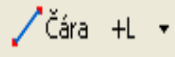
Pomocí tohoto tlačítka umístíme náčrtovou rovinu na plochu, na které chceme situovat nový náčrt.

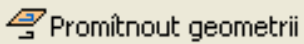


Tato ikona (podívat na) pomáhá zarovnat pohled kolmo k dané rovině.



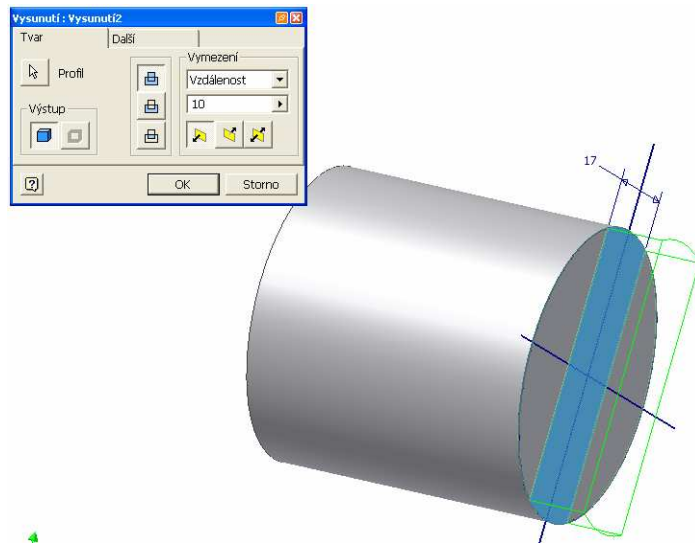
obr. 50. Náčrt pro výstupek

Tento náčrt se skládá z čar , jen je nutné promítnout geometrii již vysunutého objemového tělesa, z důvodu jistějšího uchycení jednotlivých bodů čar na tělese.



Funkce promítnout geometrii se vyskytuje na **Panelu 2D náčrtu**.

Vysunutí

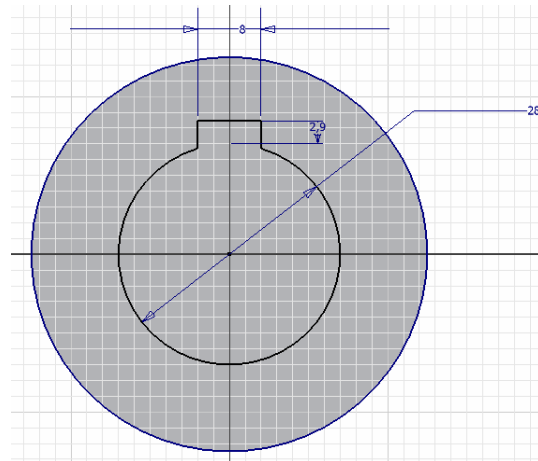


obr. 51. Vysunutí výstupku

Vysunutí výstupku bylo provedeno naprosto identicky jako vysunutí v prvním případě, jen bylo přihlédnuto ke změně rozměru vysunutí.

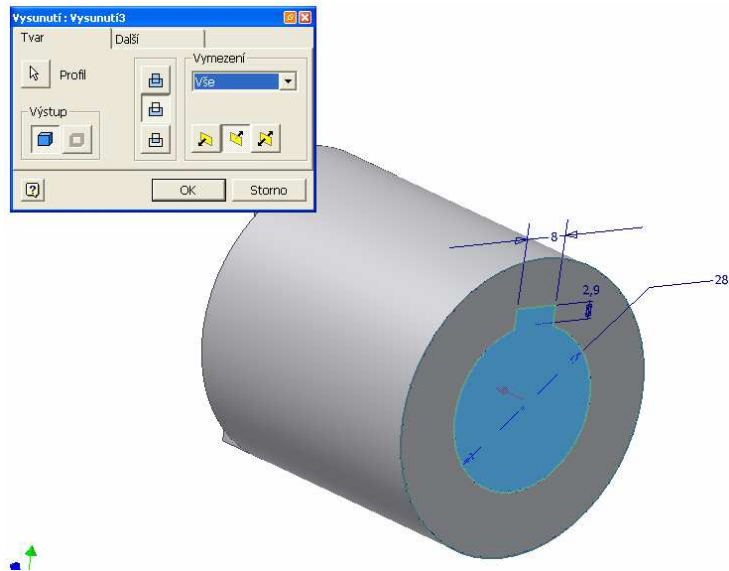
Tvorba díry pro hřídel s perem

Realizace tohoto prvku bude řešena opět pomocí funkce vysunutí, znamená to tedy, že je nutné vytvořit opět náčrt dle výše popsaného postupu samozřejmě s přihlédnutím na velikost díry pro hřídel a velikost pera, pro stanovení těchto rozměrů byly použity strojnické tabulky.



obr. 52. Náčrt otvoru pro hřídel s perem

Po náčrtu následuje opět vysunutí.




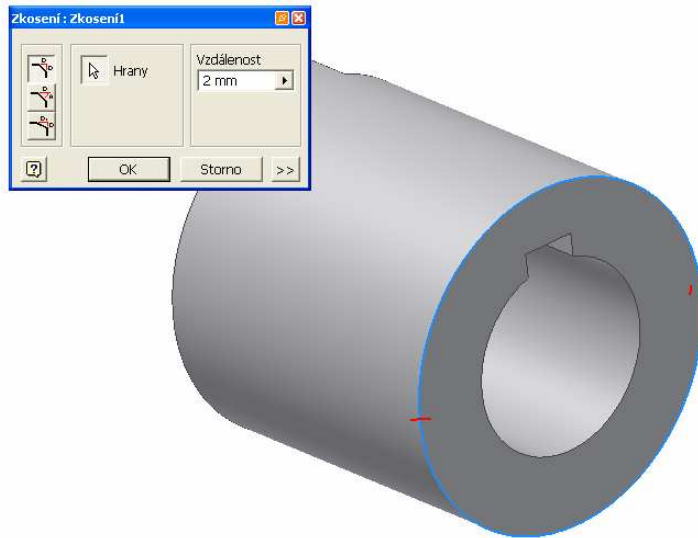
obr. 53. Díra pro hřídel s perem

V tomto případě vysunutí existuje rozdíl s předchozími způsoby vysunutí a to ve zvolení ne přírůstkového způsobu vysunutí, ale odebracího způsobu, což znamená, že v tomto případě materiál odebíráme, konkrétně vytváříme otvor do plného objemového tělesa.

Zkosení vnější hrany

Zkosení spolu se zaoblením patří obecně k dokončovacím úpravám v případě modelování.

Zkosení  Zkosení je realizováno pomocí stejnojmenného příkazu, který se nachází na panelu **Prvky součásti**, který je umístěn v modelovacím prostředí, tedy v prostředí trojrozměrném.

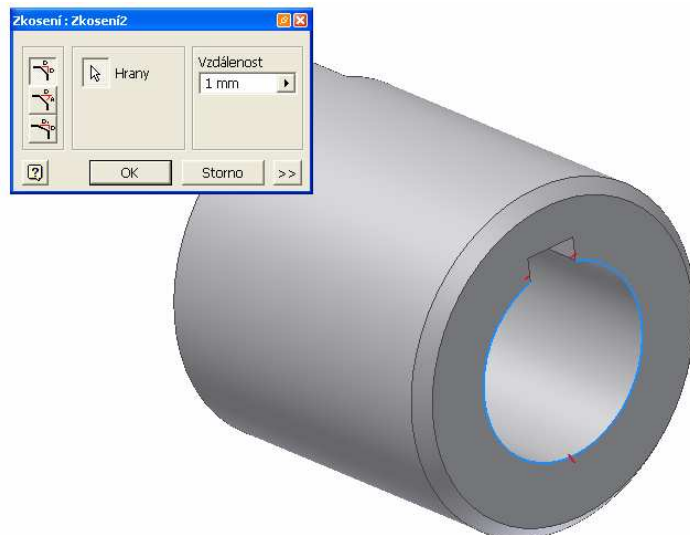


obr. 54. Zkosení vnější hrany

Zkosení nabízí aplikaci různých možností zkosení, které přímo souvisí především s rozměry daného zkosení. V Inventoru jsme schopni zkosit: pod vzdáleností (úhel je v tomto případě 45°), což bylo uskutečněno v tomto případě, dále lze zkosit pod úhlem a vzdáleností, a pod dvěma rozdílnými vzdálenostmi.


Zkosení otvoru pro hřídel

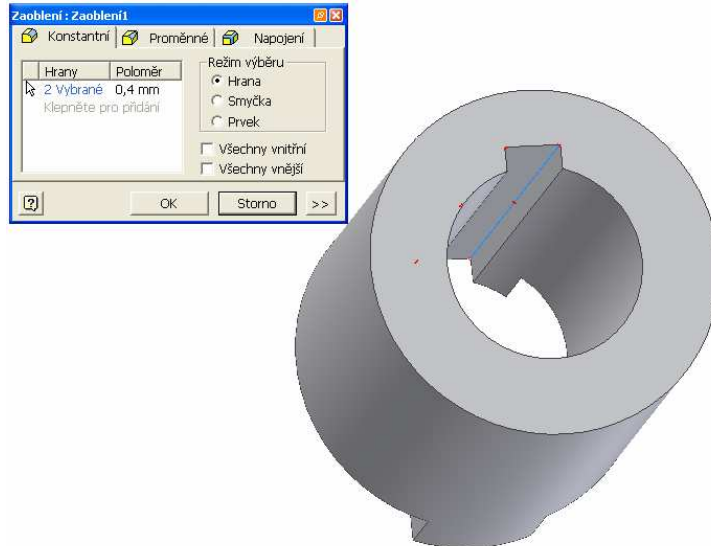
Je realizováno naprosto identickým způsobem jako výše popsané zkosení vnější hrany, jen je rozdíl v rozměru.



obr. 55. Zkosení otvoru pro hřídel

Zaoblení

Zaoblení  je velmi podobná funkce jako v případě zkosení.



obr. 56. Zaoblení

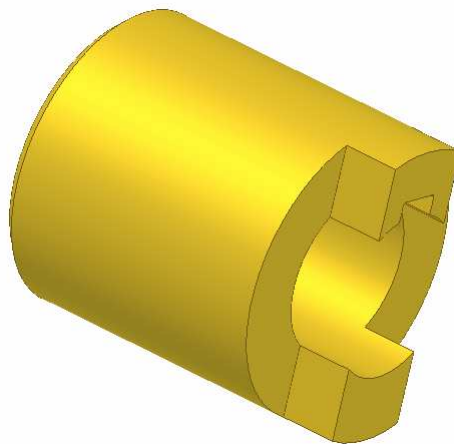
V tomto případě došlo k zaoblení hran otvoru pro pero.

Barevná odlišitelnost

Z důvodu následné aplikace vytvořeného prvku v sestavě je velmi výhodné barevně odlišit jednotlivé komponenty od sebe, aby následná sestava nebudila opticky dojem jednotvárnosti, a aby byly jednotlivé komponenty sestavy navzájem snadně rozlišitelné.

Žlutá (tmavá)

Ve 3D modelovacím prostoru je standardní panel Inventoru opatřen rozbalovací funkcí, kdy jsme schopni změnit barvu dané komponenty.

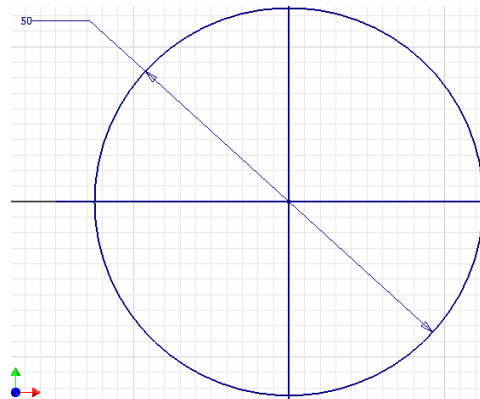


obr. 57. Finální podoba kotouče Oldhamovy spojky

7.1.2.2 Tvorba střední křížové části

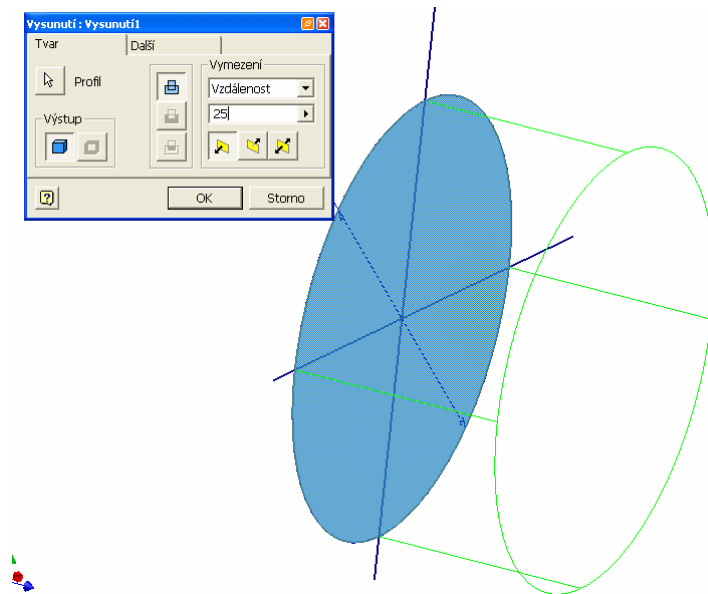
Pro vytvoření nové součásti je nutné založit nový soubor, z čehož plyne opětovná volba šablony **Norma.ipt**.

Střední křížová část je velmi jednoduchý komponent, který byl vytvořen dle výše popsaných pravidel vysunutí.



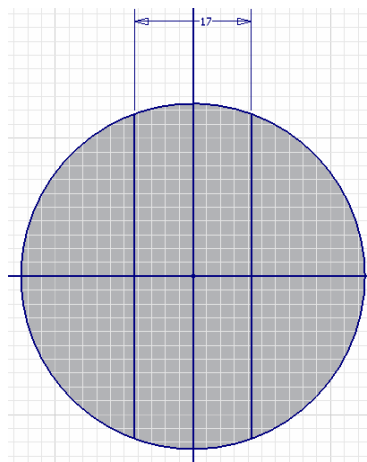
obr. 58. Náčrt základu střední křížové části

Po vytvoření náčrtu opět následuje přechod do módu 3D modelování kde dojde k vysunutí základního objemového tělesa.

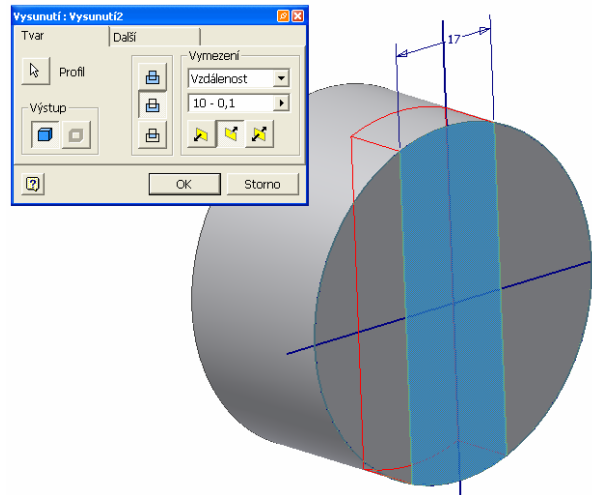


obr. 59. Vysunutí tělesa

Nyní je nutné do základního vysunutého tělesa vytvořit drážky pro dosednutí výstupků kotoučů Oldhamova spojky.



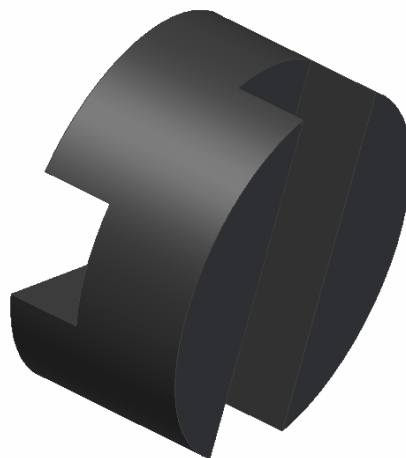
obr. 60. Náčrt pro drážku



obr. 61. Vysunutí drážky

Realizace drážky je opět provedena pomocí funkce vysunutí, konkrétním způsobem je zde materiál odebírán.

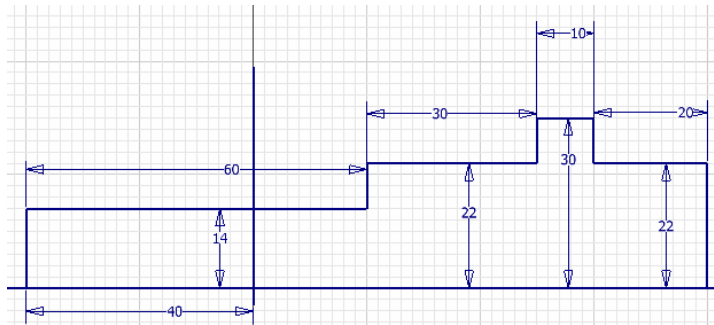
Drážky jsou z obou stran tělesa, jen jsou navzájem pootočený o 90° .



obr. 62. Konečná podoba střední křížové části

Na konci celého procesu byla opětovně využita funkce barevné rozlišitelnosti.

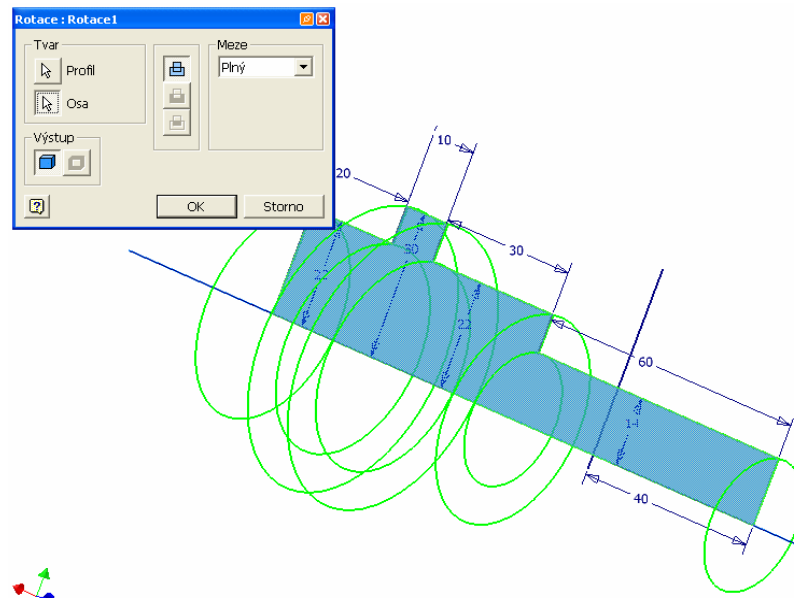
7.1.2.3 Tvorba hřídele



obr. 63. Náčrt hřídele

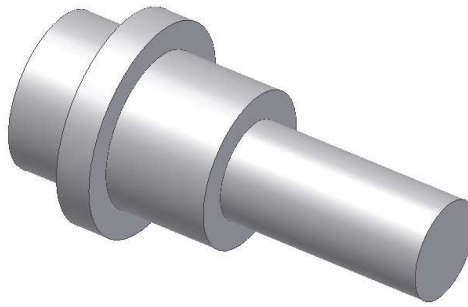
Hřídele jsou rotační součásti, které jsou v Autodesk Inventoru vytvořeny pomocí funkce

rotovat  Rotovat +R.



obr. 64. Rotace náčrtu hřídele

Pro úspěšnou tvorbu prvku rotace je nutné vybrat profil rotace, což je náčrt daného rotačního tělesa, dále je nutné zvolit osu, která bývá předpřipravena, okolo této osy bude prvek rotace realizován. Nabídka **Meze** charakterizuje velikost rotace, což je udáváno v úhlových stupních, v našem případě je to 360° , nebo-li plný úhel, jak je znázorněno na výše vloženém obrázku.




obr. 65. Orotovaná hřídel

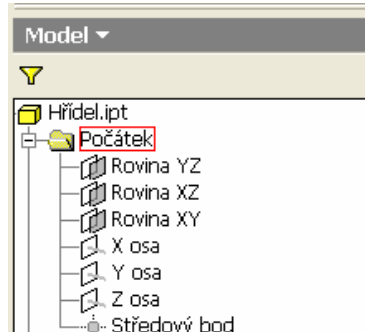
Tvorba drážky pro pero

Profil určující drážku pro pero je nutné si opět připravit v náčrtovém prostoru, ale jelikož se jedná o rotační těleso, tak náčrt, který chceme připojit k ploše je obecně vázán na plochou stranu (v předchozích případech šlo o podstavy válcových těles).

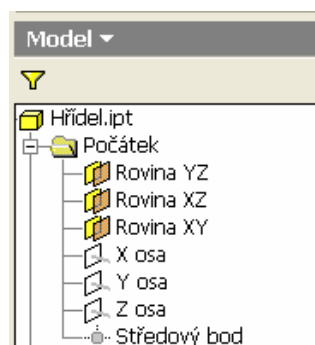
U rotačních ploch je tento problém řešen pomocí funkce **pracovní rovina**

 Pracovní rovina, který je umístěn v rozhraní 3D modelování v panelu prvky součásti.

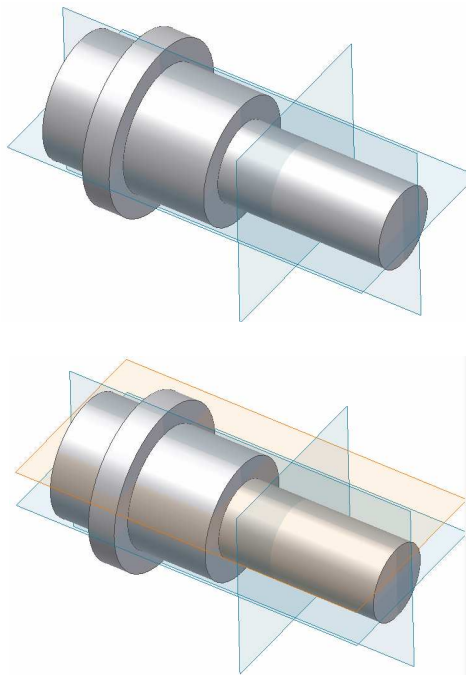
V našem případě byla tvorba pracovní roviny realizována následujícím způsobem:



V panelu model si zviditelníme roviny počátku



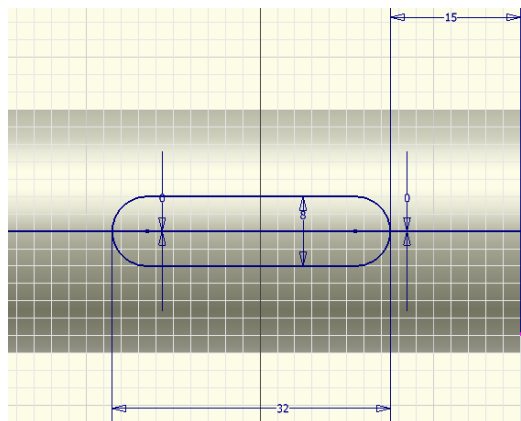
V modelu hřídele dojde ke zviditelnění rovin



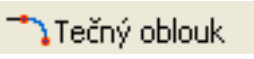
obr. 66. Tvorba pracovní roviny

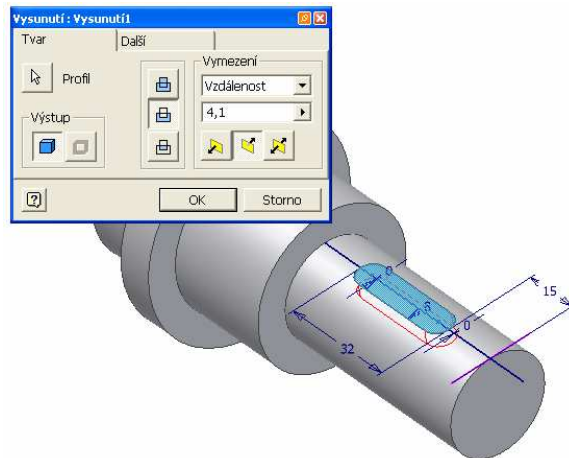
Vlastní tvorba roviny spočívá ve výběru funkce Pracovní rovina, následném označení zviditelněné roviny s kterou bude vytvořena pracovní rovina rovnoběžná, a následném označení rotační plochy na kterém bude rovina umístěna.

Nyní je pracovní rovina vytvořena, a jsme schopni do ní umístit náčrt pro tvorbu náčrtu drážky pro pero.



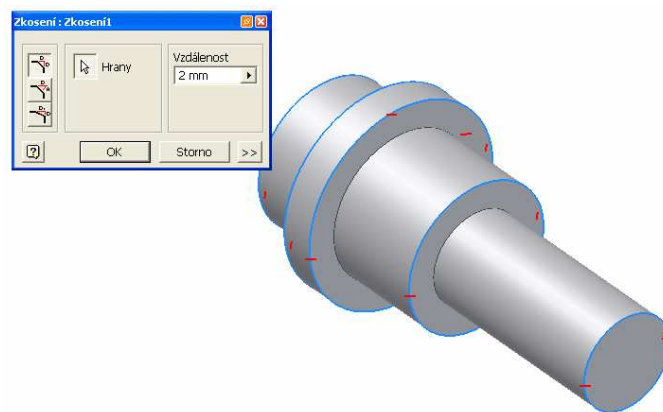
obr. 67. Náčrt drážky pro pero

Náčrt drážky pro pero byl zhotoven ve spolupráci se strojnickými tabulkami a z konstrukčního hlediska byl vytvořen pomocí čar a tečných oblouků  .

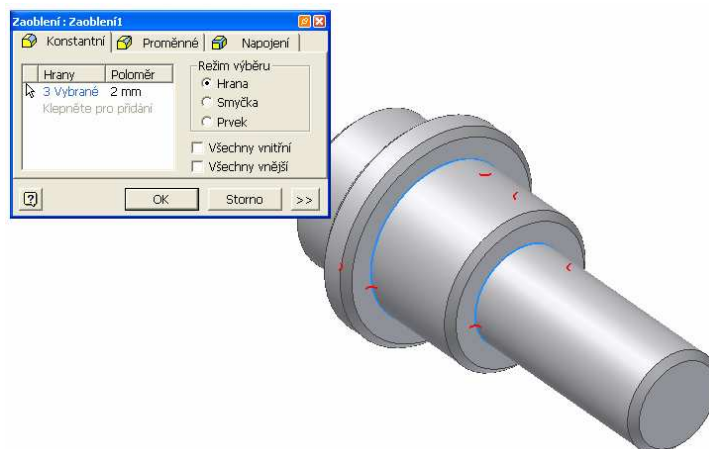


obr. 68. Tvorba drážky pro pero

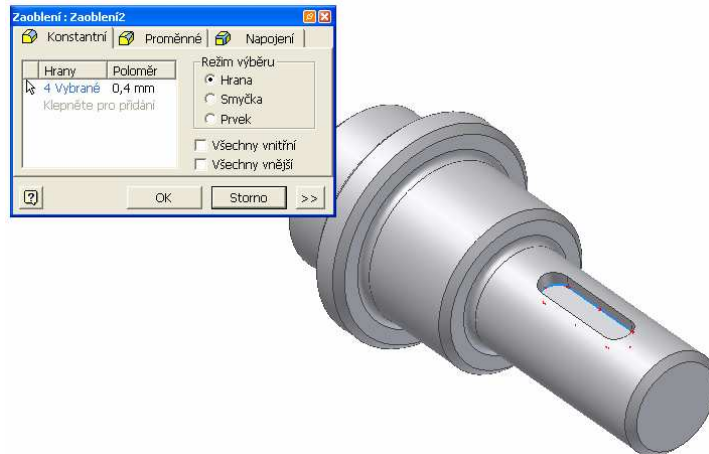
Načrtnutý profil drážky byl vysunut úběrovým způsobem o hodnotu, která je udána ve strojnických tabulkách.



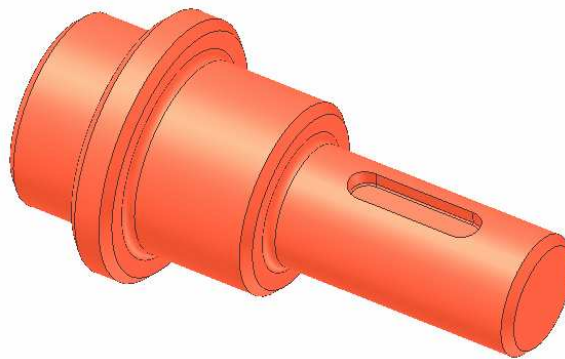
obr. 69. Zkosení hran hřídele



obr. 70. Zaoblení hran hřídele



obr. 71. Zaoblění hran drážky pro pero



obr. 72. Hřídel

Obrázek č.72 nám zobrazuje konečnou podobu hřídele i s barevným rozlišením. Jelikož je tato práce situována jako implementace konstrukčního software v praxi pro studenty, tak hnací i hnaná hřídel budou naprosto stejné, protože se jedná o modely do výuky pro zvýšení představitivosti studentů.

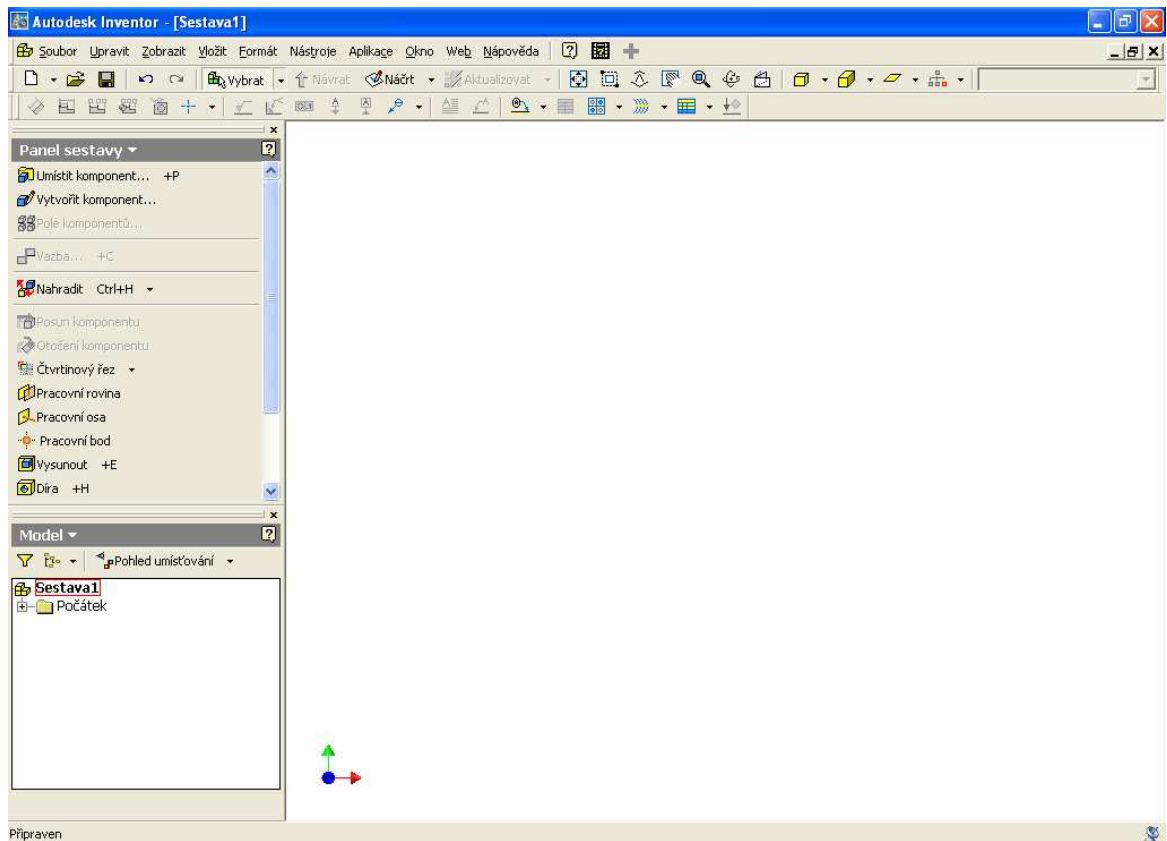
V tuto chvíli máme tedy konstruktérem definované části již zhotovené, ale nejsou to všechny součásti sestavy, v našem případě pero je normalizováno a Autodesk Inventor obsahuje knihovnu určitých normalizovaných částí pro danou normu.

Nezbývá nám než vytvořit sestavu z výše vyhotovených dílů.

7.1.3 Sestava



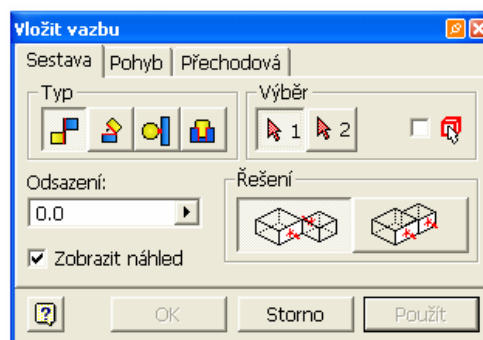
Pro tvorbu sestavy se využívá šablony **Norma.iam** Norma.iam .



obr. 73. Úvodní obrazovka sestavy

Při tvorbě sestavy dochází k „montáži“ jednotlivých součástí do kompletní konečné sestavy, eventuálně do dílčích podsestav, z kterých je následně vytvořena sestava.

Realizace montáže je uskutečněna pomocí vazeb.

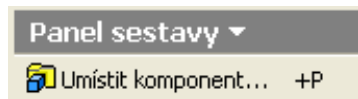


obr. 74. Vazby dostupné v sestavě

Je nutno podotknout, že aplikace jednotlivých vazeb odebrá počet stupňů volnosti dané součásti v prostoru.


Postup tvorby sestavy

Počátek tvorby sestavy spočívá ve vložení komponentu pomocí funkce umístit komponent

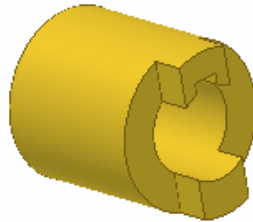


, po stisku této nabídky se otevře klasická nabídka windowsovské aplikace pro otevření souboru, najdeme si potřebný díl a zadáme otevřít.

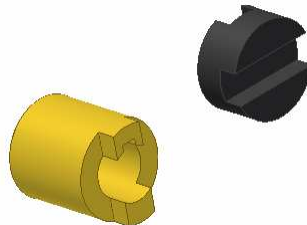
Po tomto úkonu dojde k umístění námi zvoleného komponentu do rozhraní sestavy a tento

komponent, protože je první, je implicitně zavazben pevnou vazbou , která mu odebírá veškerý počet stupňů volnosti.

V našem případě je prvotně vložen kotouč.



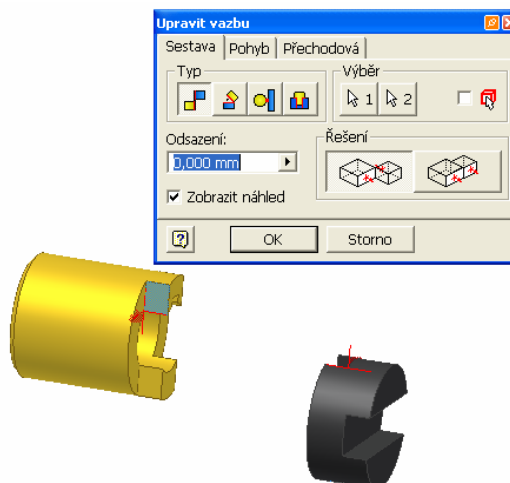
obr. 75. Kotouč



obr. 76. Kotouč se středovou částí

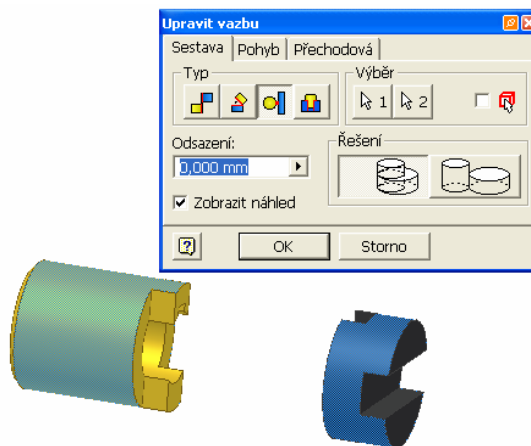
Stejným způsobem byla do sestavy vložena středová část, která nyní neobsahuje žádné vazby.

Nyní kotouč se středovou částí zavazbíme.



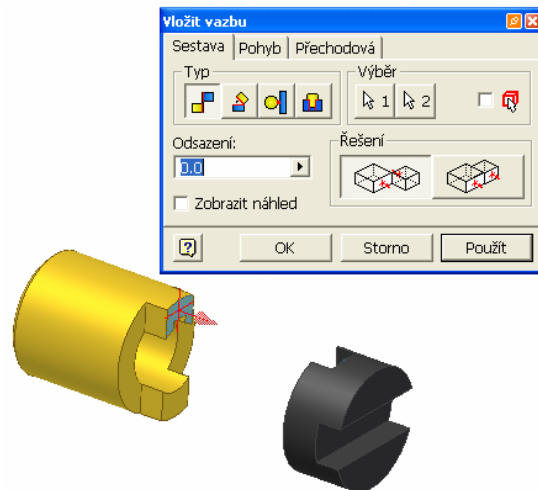
obr. 77. Vazba proti sobě Kotouč a Středová část

Při volbě vazby proti sobě došlo k zavazbení zvolených ploch daných součástí.



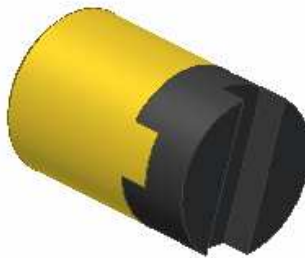
obr. 78. Vazba tečně

Využitím vazby tečně dojde ke srovnání rotačních ploch, což v tomto případě znamená, že tyto dvě části mají nyní společnou osu.



obr. 79. Vazba proti sobě-čelní plochy

Využitím vazby proti sobě pro čelní plochy docílíme dosednutí střední křížové části na kotouč.

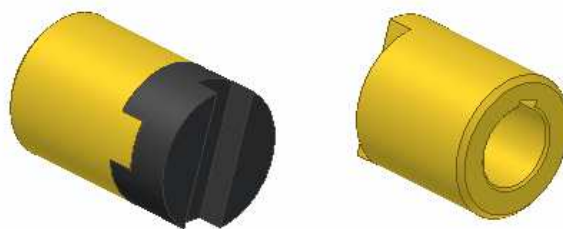


obr. 80. Zavazbení kotouče a střední části

Mezi současnými dvěma komponentami již neexistuje žádný stupeň volnosti, z čehož plyne, že součásti jsou úspěšně svázány.

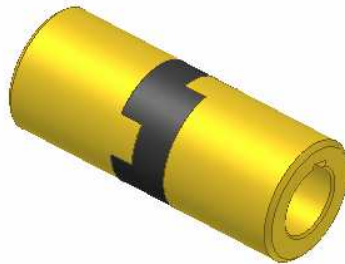
Nyní do sestavy přidáme dle výše zmiňovaného postupu identický kotouč jako v prvním případě, protože Oldhamova spojka se skládá ze dvou těchto kotoučů, které jsou naprosto stejné, tudíž nebylo nutné vytvářet dva různorodé kotouče, ale jeden kotouč je dostačující.

Stejného způsobu je dosaženo u hřídelí.



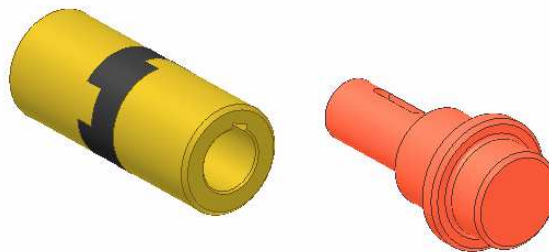
obr. 81. Oldhamova spojka rozložená

Svázání jednotlivých komponent docílíme pomocí vazeb, které jsou aplikovány stejným způsobem jako v prvním případě.



obr. 82. Oldhamova spojka složená

Nyní pro kompletnost sestavy přidáme hřídele, což provedeme opět pomocí výše popsaného příkazu umístit komponent.

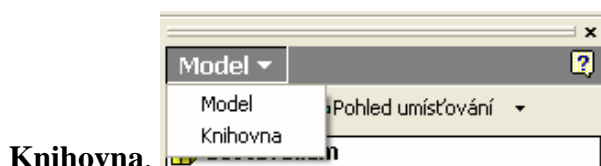


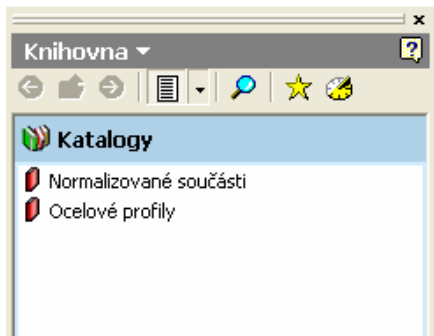
obr. 83. Vložení hřídele

Nyní je hřídel vložena do sestavy a není vázána žádnou vazbou, ale jelikož hřídel obsahuje drážku pro pero, je vhodné dříve než zavazbíme hřídel se spojkou, tak vložit a následně zavazbit hřídel (drážku hřídele) s perem.

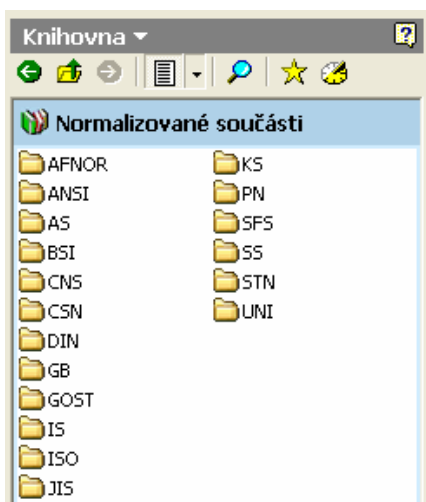
Jelikož je pero normalizovaná součást, tak jeho vložení je rozdílné s vkládáním námi vy-modelovaných součástí sestavy.

Vkládání normalizovaných součástí dosáhneme pomocí přepnutí panelu prohlížeče, kde implicitně je nastaven **Model**, ale pokud v sestavě rozbalíme menu tak nabízí funkci

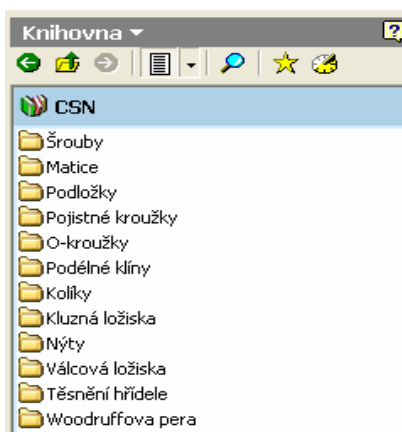




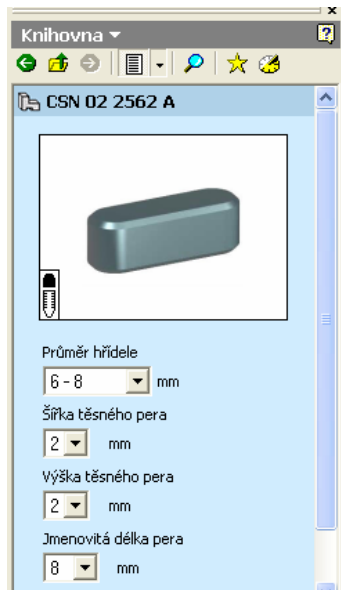
Po přepnutí na **Knihovnu** nám Inventor nabízí mezi dvěma možnostmi, a to normalizované součásti (které zvolíme) a ocelové profily.



Po volbě normalizované součásti se dostáváme do dialogového okna, kde je zobrazen seznam dostupných norem normalizovaných součástí.

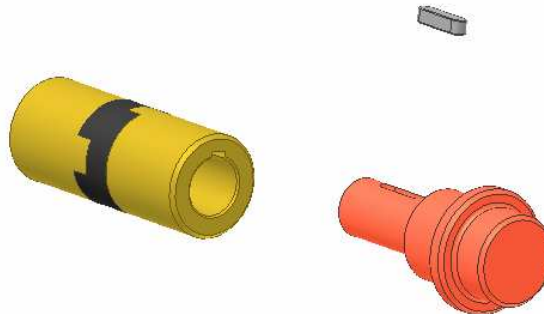


Po výběru normy (v našem případě ČSN) se zobrazí seznam již konkrétních normalizovaných součástí.



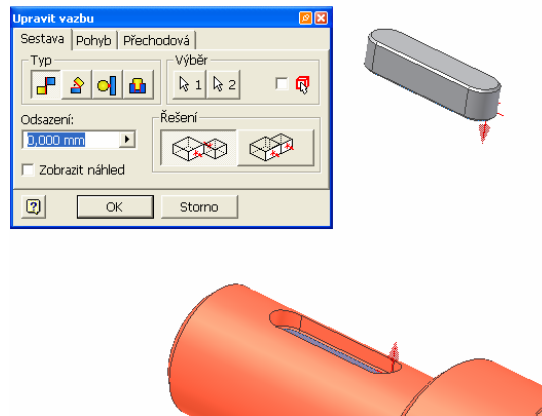
Následně zvolíme výběr pera, který lze modifikovat, především na konkrétní průměr hřídele, kdy pokud zadáme průměr hřídele, tak je konfigurovatelná jen jmenovitá délka těsného pera.

Po volbě rozměrů již postačí najet myší na obrázek pera, stisknout levé tlačítko a přesunout pero do prostoru sestavy. Může se stát, že Inventor zahlásí chybu, což je v tomto případě velmi častý problém, který je řešitelný uložením sestavy, protože pokud nebyla sestava dosud uložena, tak při vkládání normalizovaných dílů je nutné, aby uložena byla.



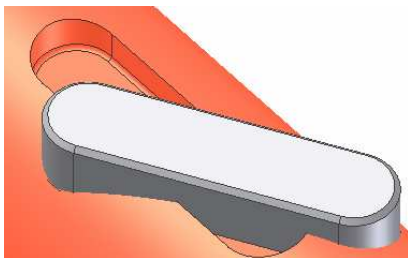
obr. 84. Sestava spojky, hřídele a pera

Nyní je tedy vhodné zavazbit pero s hřídelí a následně zavazbíme hřídel s perem spolu se spojkou.

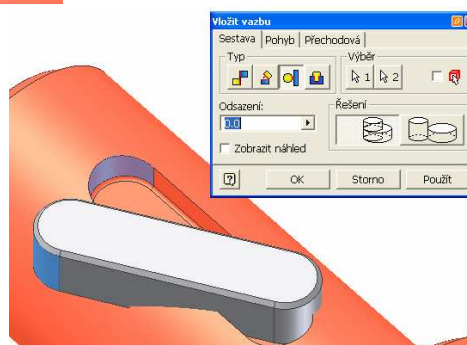


obr. 85. Zavazbení ploch pera a drážky

Zprvu zavazbíme plochy pera a drážky, aby ležela plocha pera na ploše drážky.

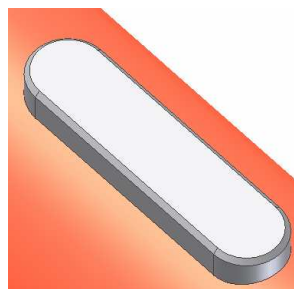


Nyní leží plochy na sobě, ale pero není v drážce ještě zcela srovnané.



obr. 86. Tečnost

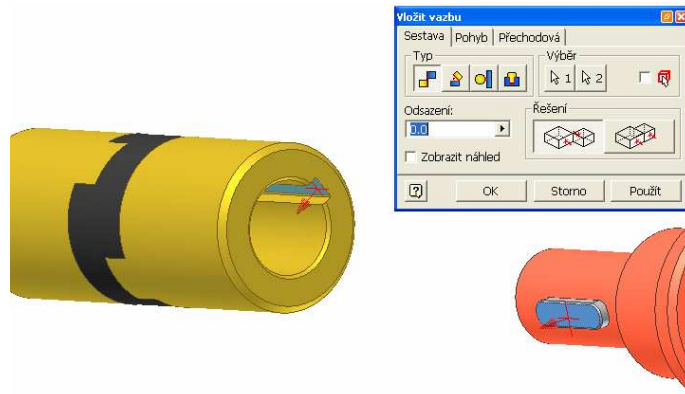
Pomocí vazby tečnost dosáhneme vyrovnání obloukových či kruhových spojení. Tento způsob je nutné opakovat pro absolutní vyrovnání pera v drážce i pro druhou stranu.



obr. 87. Pero zarovnané v drážce

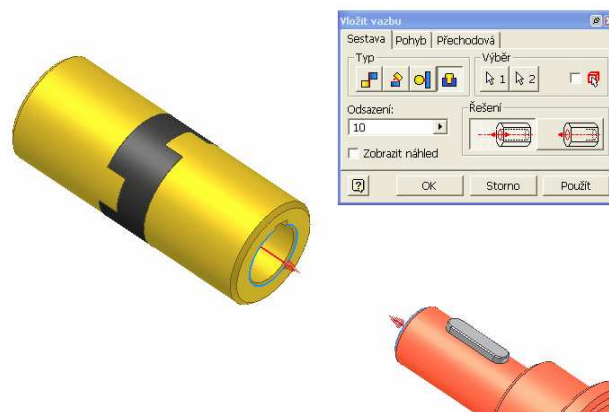
Nyní nemá pero žádný stupeň volnosti, což znamená že je pevně ukotveno v drážce pro pero.

Můžeme tedy svázat hřídel s perem s Oldhamovou spojkou.



obr. 88. Srovnání plochy pera a plochy otvoru pro pero

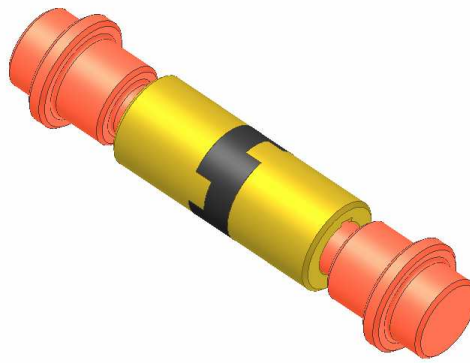
Zprvu je výhodné srovnat horní plochu pera s plochou drážky v kotouči dokud není hřídel vložena v otvoru.



obr. 89. Vkládání hřídele do otvoru v kotouči

Nyní bylo realizováno vložení hřídele pomocí vazby vložit a to o vzdálenost, aby hřídel byla ve spojce.

Tohoto výše popsaného způsobu vkládání hřídele s perem bylo opakováno a hřídel s perem byla dodána i na opačnou stranu spojky a tím byl vytvořen model Oldhamova spojky spolu s hnací i hnanou hřídelí.



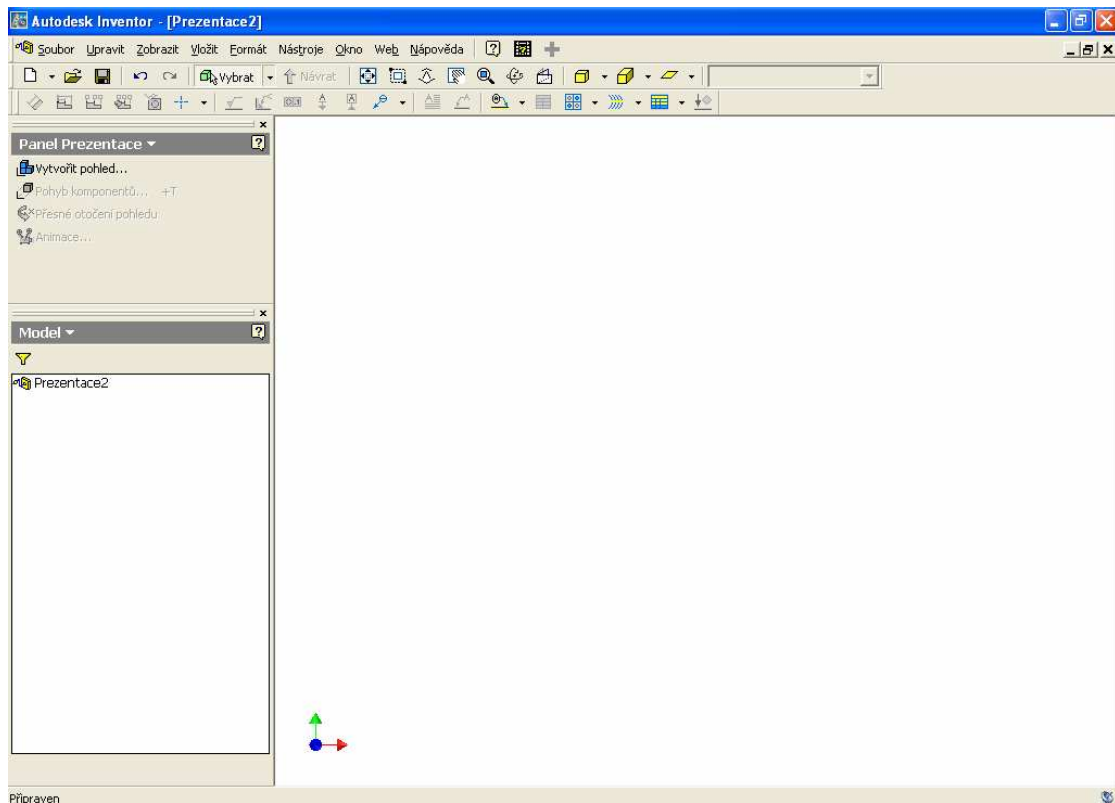
obr. 90. Oldhamova spojka s hřídelemi

7.1.4 Presentace a animace

Po úspěšném vyhotovení sestavy je možné využít modul, který má název **Norma.ipn**

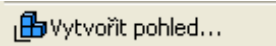


Norma.ipn pro tvorbu prezentací a animací montáže sestav, což je velmi výhodné pro implementaci do průmyslové praxe, kdy s prototypem vyhotoveného výrobku lze zaslat zákazníkovi médium s animací ve formě videa, pro správnou montáž daného výrobku.



obr. 91. Úvodní obrazovka prezentace

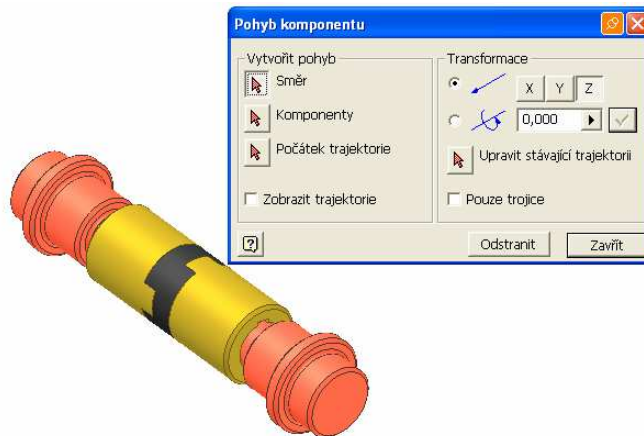
Nyní pokud zapneme modul **Norma.ipn** je nutné importovat pohled sestavy, v našem případě model sestavy výše zhotovené Oldhamova spojky.

Import modelu sestavy je realizován příkazem **Vytvořit pohled** , následně zvolíme soubor a potvrdíme, zobrazí se model vytvořené sestavy.

Tento model je sestavy je nutné zprvu rozložit na jednotlivé komponenty, což nabízí úvodní tabulka výběru, ale výhodnější je to provést manuálně.

Tohoto rozkladu docítíme pomocí volby příkazu **Pohyb komponentů**



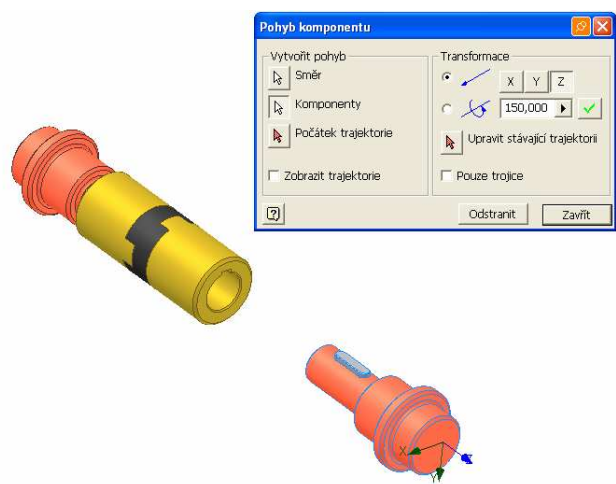


obr. 92. Rozklad

Při volbě Pohybu komponentů se zobrazí tabulka, ve které je možné vybrat konkrétní komponent či pole komponentů vybraných k posunutí, směr posunu komponentu, trajektorii, osu posunu, osu rotace a dále obsahuje dialogové okno pro konkrétní definice rozměru posunu.

Pokud nevidíme konkrétní komponent (v tomto případě pero v drážce), můžeme komponent definovat pomocí modelového okna, kdy si rozbalíme historii, kde se nachází sestava a všechny její komponenty, které lze následně zvolit.

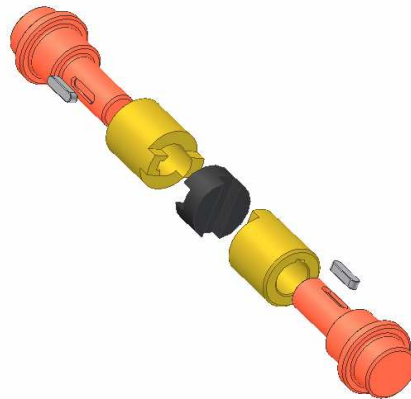
Obecný postup spočívá ve výběru komponenty, případně více komponent, následné volby směru posunu a případně definování vzdálenosti.



obr. 93. Pohyb hřídele s těsným perem

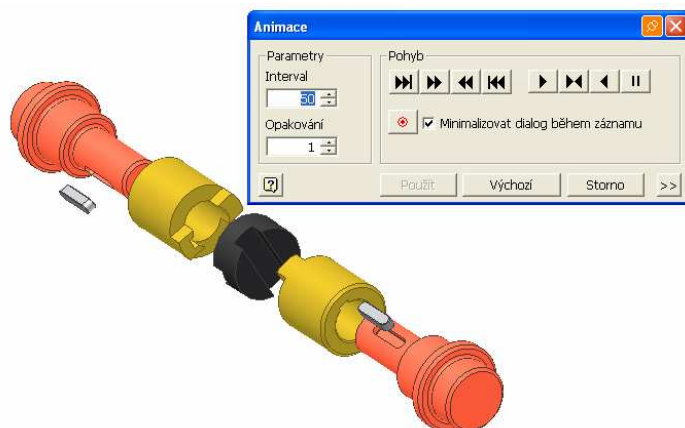
Výše zobrazený obrázek popisuje způsob pohybu hřídele s těsným perem, kdy je posunuta hřídel o hodnotu 150 mm.

Stejným způsobem je následně posunuta druhá hřídel i s perem, dále je stejným způsobem rozložena celá sestava.



obr. 94. Rozložená sestava pro prezentaci


Nyní jsme schopni vytvořit samotnou animaci spolu s videem.



obr. 95. Animace sestavy

Pro tvorbu animace sestavy volíme na panelu Prezentace stejnojmenný příkaz **Animace**

 Animace...

Ve výše zobrazené tabulce jsou určité editovatelné parametry jako například interval kroku, což znamená nastavení rychlosti průběhu animace, dále počet opakování,  tlačítko pro uložení záznamu ve formě videa.

Dále nabídka obsahuje ovládací prvky pro tvorbu animace, což jsou především funkce pro pohyb a spuštění rozpadu, eventuálně montáže sestavy.

7.2 Pružná čepová spojka

7.2.1 Charakteristika pružné čepové spojky

Pružné spojky slouží k přenosu točivého momentu obvykle z hnacího motoru na hřídel hnaného stroje, což v tomto případě bývá například čerpadlo či obráběcí stroj.

V obou částech spojky bývají vyrovnávány axiální, radiální a úhlové odchylky vzájemné polohy os spojovaných hřídelů, a rázy způsobované jak hnacím tak i hnaným zařízením.

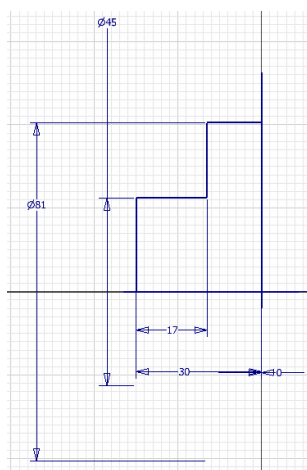
Materiálem pro výrobu pružných elementů bývá využívána pryž.

Pružné čepové spojky se používají především pro pracovní stroje jako jsou čerpadla či obráběcí stroje.

7.2.2 Modelování

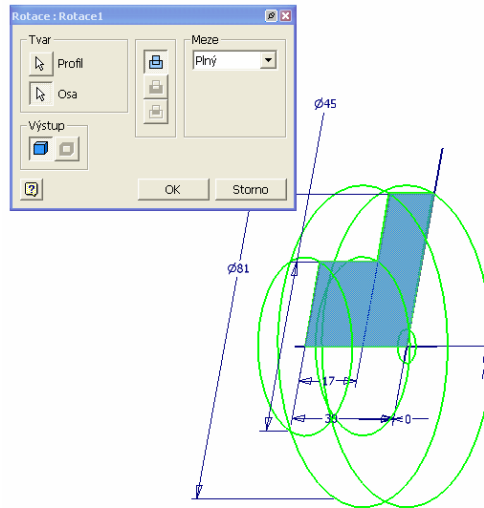
Vymodelujeme pružnou čepovou spojku, která se skládá z hlavních nosných částí, což jsou dvě na první pohled shodné ocelové příruby, které se ale liší, a to dírami, které jsou rozdílné, což znamená, že bude nutné vytvořit dvě příruby. Dále tato spojka obsahuje čepy, které se vkládají do výše zmíněných děr, pryžové pružné elementy usazené na čepech a zafixovány šroubem a podložkou.

7.2.2.1 První ocelová příruba



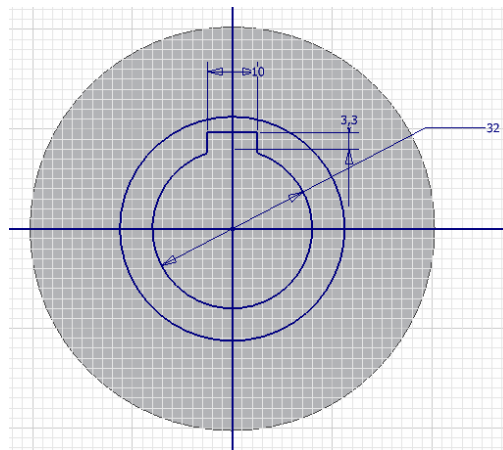
obr. 96. Náčrt první ocelové příruby

Příruba je rotační těleso, kdy opět otevřeme šablonu pro tvorbu jednotlivých součástí, která se nazývá **Norma.ipt**, pomocí čar vytvoříme náčrt, definujeme jednotlivé vazby a zakótujeme rozměry.



obr. 97. Rotace náčrtu

Hrubého tvaru 3D modelu příruba dosáhneme pomocí příkazu rotace s definováním osy symetrie a dále s definicí úhlu rotace, což je 360° (plný úhel rotace).



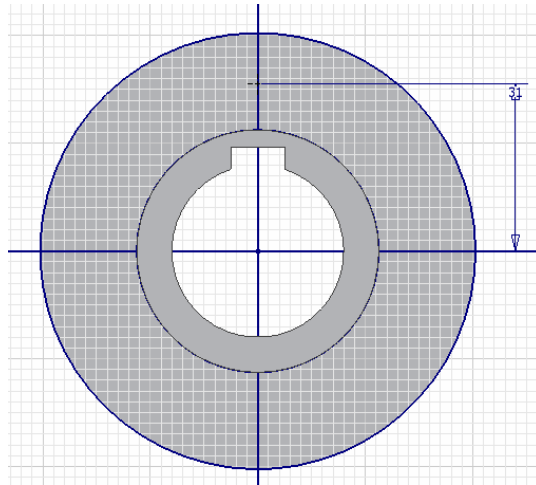
obr. 98. Náčrt díry s drážkou pro pero

Pro následné využití spojky v praxi je nutné vytvořit díru s drážkou pro pero.

Výše vyobrazený náčrt je vytvořen pomocí kružnice a čar s následnou definicí rozměrů dle strojnických tabulek.

Pro vytvoření 3D modelu opět následuje vysunutí, ale úběrové, kdy se odebere materiál a vytvoří se díra s drážkou pro pero.


Nyní vytvoříme díru, která bude sloužit pro uchycení čepu a umístění pryžového prvku.




obr. 99. Náčrt středu díry

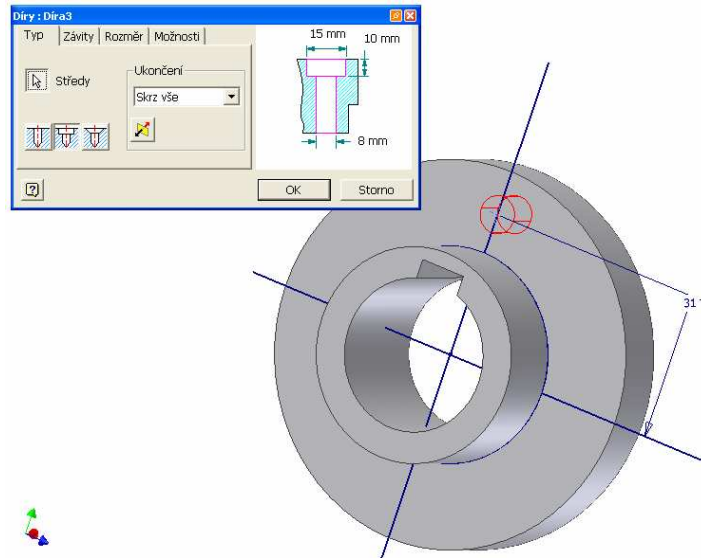
Pro vytvoření díry lze v Inventoru využít náčrtu kružnice a následného vysunutí, ale tento postup je například pro tvorbu díry se zahloubením a také se závitem nevýhodný pro svou časovou náročnost, kdy bychom museli použít náčrtu základní díry, vysunutí, náčrtu díry se zahloubením, dalšího vysunutí a následné funkce pro tvorbu závitu v díře.

Tohoto výše popsaného postupu lze dosáhnout v Autodesk Inventoru pomocí funkce **Díra**.

Nejdříve je nutné vytvořit v náčrtovém prostoru střed díry, což vyobrazuje obrázek č.99, což je realizováno prvkem **Bod/Střed díry**  Bod, Střed díry .

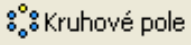
Vytvořený bod zakótuujeme a přepneme se do modelovacího prostoru 3D.

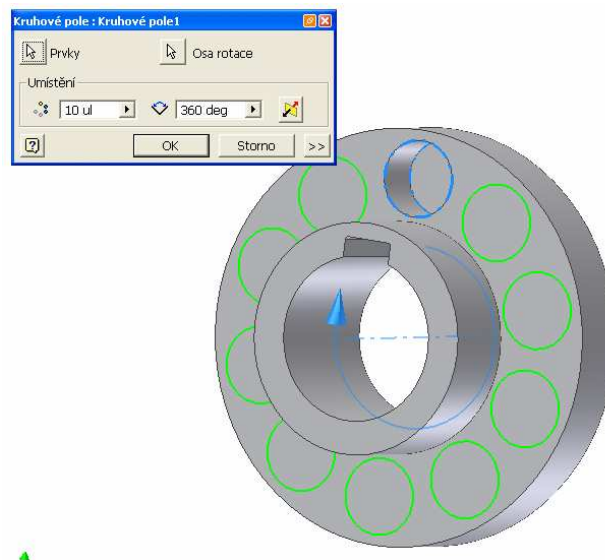
V modelovacím prostoru vybereme nabídku díra  Díra +H , pro náš případ zvolíme vlevo dole v nabídce druhu díry díru s válcovým zahloubením .



obr. 100. Tvorba díry

Byla vytvořena díra s válcovým zahloubením, které bude sloužit jako prostor, kde bude situován pryžový pružný prvek.

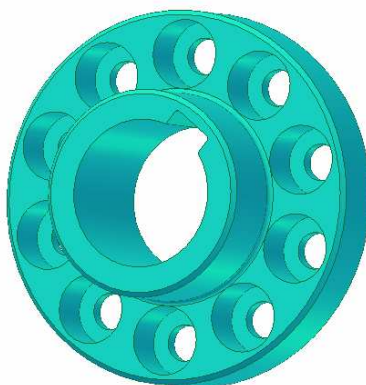
Jedna díra ale dostačující nebude, využijeme funkce pro tvorbu **Kruhového pole** , které nám vytvoří námi zadaný počet děr rozmístěných na ploše kruhového pole.



obr. 101. Kruhové pole díry

Pro tvorbu díry vybereme jako prvek výše vytvořenou díru a osou rotace bude rotační část příruby. Dále volíme počet prvků, které kruhové pole vytvoří a úhel na kterém to vytvoří což je v tomto případě plný kruh.

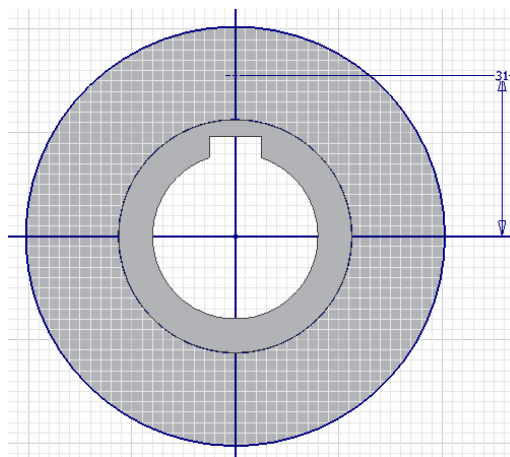
Následně zkosíme a zaoblíme hrany, přírubu můžeme barevně odlišit pro následné použití v sestavě.



obr. 102. První příruba

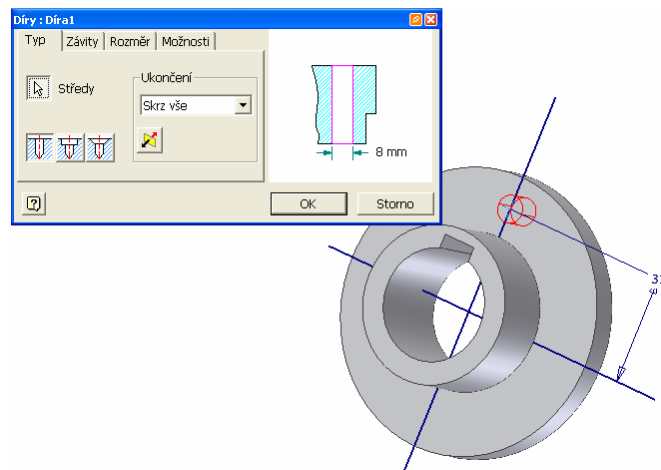
7.2.2.2 Druhá příruba

Jak jsem již uvedl, tak druhá příruba je rozdílná pouze v druhu vytvořené díry, tudíž náčrt a následnou rotaci spolu s vytvořením díry pro hřídel s perem jsme schopni vytvořit jako v předchozím případě.



obr. 103. Náčrt středu díry

Opět je pro tento případ nutné vytvořit náčrt středu díry a následně zakótovat tak, aby byl souosý s dírou v přírubě první.



obr. 104. Díra v druhé přírubě

V tomto případě byla vytvořena průchozí díra bez zahloubení s definovaným průměrem.

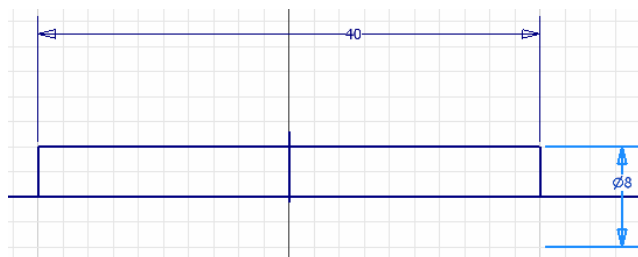
Následně bylo vytvořeno kruhové pole prvku díra, přírubě byly zaobleny a zkoseny hrany.



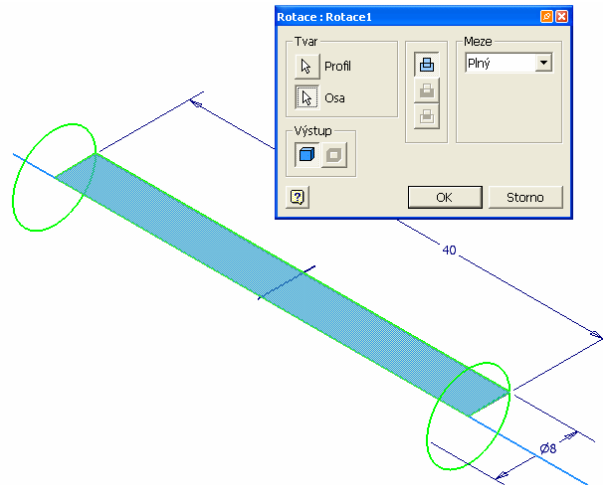
obr. 105. Druhá příruba

7.2.2.3 Čep

Konstrukce čepu opět znamená tvorbu rotační součásti. Opět zvolíme šablonu **Norma.ipt** a vytvoříme náčrt čepu pro rotaci, kdy nám vznikne hrubý tvar čepu, který bude následně upraven.

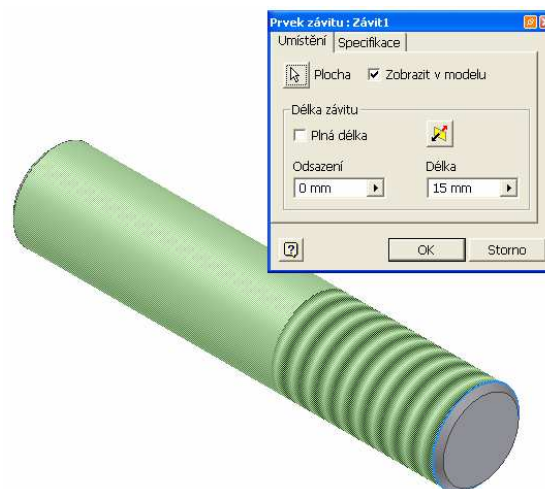
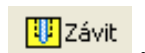


obr.106. Náčrt čepu



obr. 107. Rotace náčrtu čepu

Nyní je vhodné zkosit hrany čepu a následně vytvořit na libovolné straně čepu závit definované délky, čehož se dosáhne v 3D modelovacím prostoru pomocí funkce **Závit**

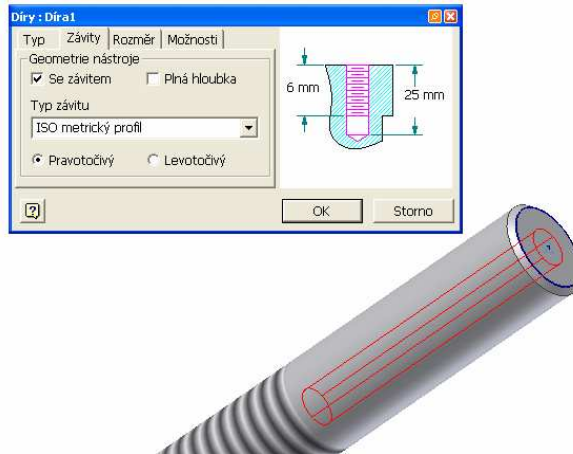


obr. 108. Závit

Po stisknutí funkce Závit je vhodné se přepnout na kartu specifikace, kde lze zvolit typ profilu závitů (v našem případě jde o závit ISO metrický), dále jmenovitý rozměr závitů, rozteč a jedná-li se o závit pravotočivý či levotočivý.

Následně se dostáváme zpět na kartu umístění, kde zvolíme plochu, na které bude závit umístěn a celkovou délku závitů.

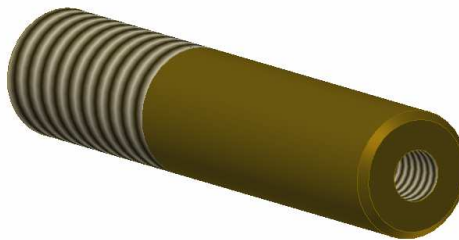
Na opačné straně bude nyní vytvořena závitová díra, která bude sloužit k umístění šroubu s podložkou, která bude fixovat pryžový element.



obr. 109. Závitová díra v čepu

Před vlastní tvorbou díry bylo opět nutné vytvořit náčrt se středem díry v podobě bodu na požadované ploše. Nyní po zvolení funkce díra se přepneme na kartu Závity, zatrhneme, že chceme díru se závitem a po přechodu na kartu Rozměr nadefinujeme rozměr díry se závitem, dále definujeme hloubku díry a do jaké hloubky bude v díře vytvořen závit.

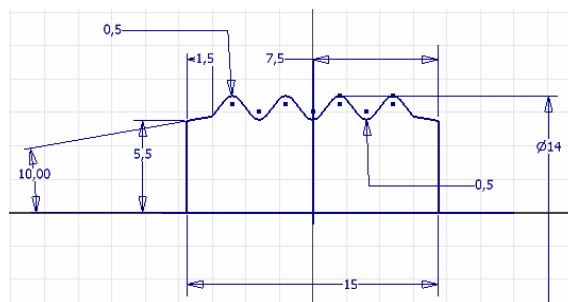
Tímto je čep hotov.



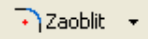
obr. 110. Čep

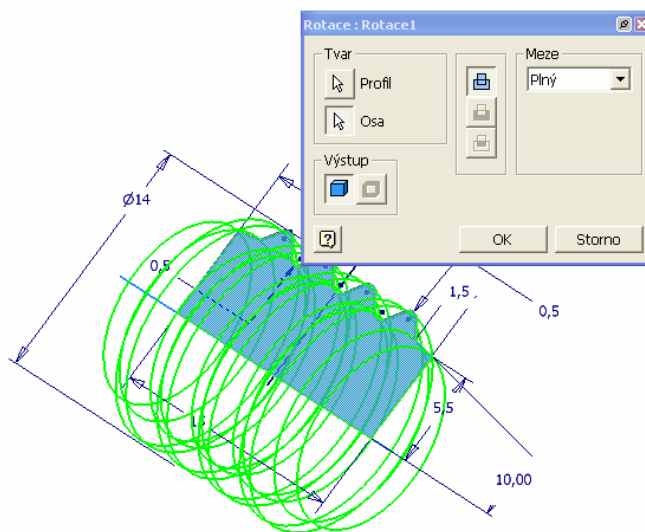
7.2.2.4 Pružný pryžový element

Nyní vytvoříme pryžový element z pryže, opět se tak bude dít pomocí náčrtu a následné rotace náčrtu, popřípadě další úpravy 3D prvku.



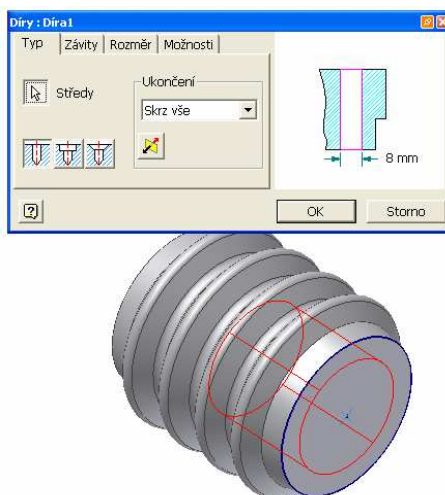
obr. 111. Náčrt pryžového prvku

Náčrt byl vytvořen pomocí čar a následně byly zaoblény hrany pomocí příkazu zaoblit , ale v náčrtovém prostoru nikoliv v modelovacím prostoru.



obr. 112. Rotace náčrtu pryžového prvku

Náčrtový profil pryžového elementu byl orotován podél osy, nyní je připraven na dodatečné úpravy, což je v tomto případě tvorba průchozí díry pro upevnění v čepu.



obr. 113. Tvorba díry v pryžovém elementu

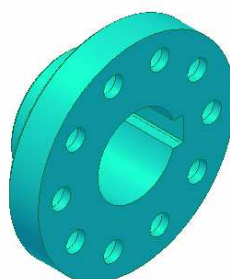


obr. 114. Pružný pryžový element

Do sestavy pružné čepové spojky byly dále vytvořeny hřídele, které byly vytvořeny napros-
to identickým způsobem jako v případě Oldhamovy spojky.

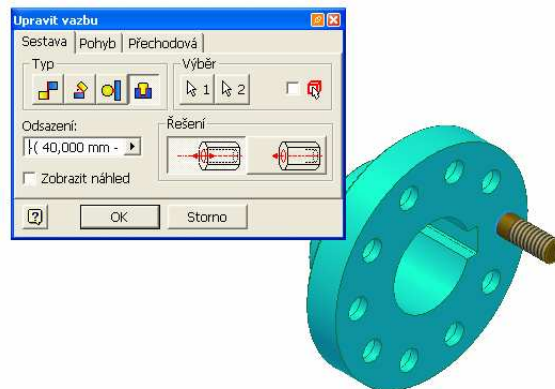
7.2.3 Sestava

V tuto chvíli máme vytvořeny všechny uživatelem definované součásti, tak jsme schopni
pomocí šablony **Norma.iam** vytvořit sestavu spojky. Způsob vkládání a následného zavaz-
bení jednotlivých součástí do celku sestavy je realizováno stejným způsobem jako u spojky
Oldhamovy, což bylo popsáno výše.



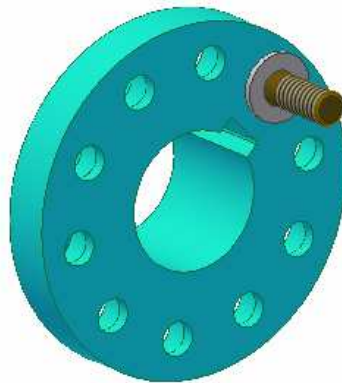
obr. 115. Umístění první příruby

Pomocí příkazu **Umístit komponent** umístíme do uživatelského rozhraní sestavy jednu ze
součástí, v našem případě jde o první vytvořenou přírubu, která má již od vložení implicit-
ně nastavenou pevnou vazbu, což znamená, že má odebrané všechny stupně volnosti.



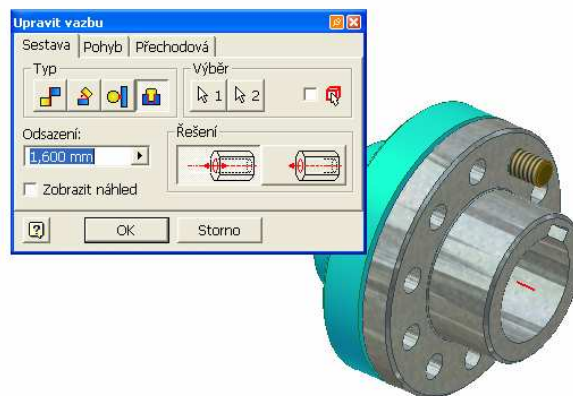
obr. 116. Vložení čepu

Pomocí vazby **Vložit** byl umístěn čep do vytvořené díry v přírubě, tato vazba byla použita dvakrát pro samotné vložení a zarovnání čepu do požadované polohy.



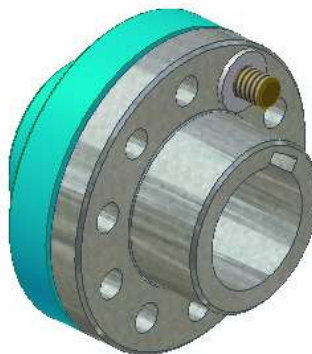
obr. 117. Umístění podložky

Na čep byla umístěna podložka a zavazbení bylo realizováno pomocí vazeb **Vložit** a vazby **Proti sobě**, která srovnala plochy příruby a podložky. Podložka nebyla vytvořena manuálně, ale bylo využito katalogu normálí, který Inventor obsahuje (editace prvku viz. výše-Oldhamova spojka).



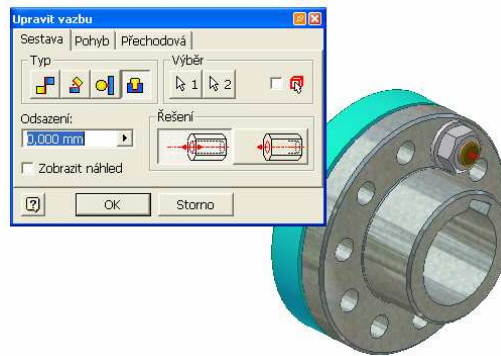
obr. 118. Vložení druhé příruby

Následně byla pomocí funkce Umístit komponent vložena do sestavy druhá příruba, byla zavazbena pomocí vkládacích a to tak, aby obě příruby byly souosé, dále aby byly souosé jednotlivé díry, a plochy aby byly odsazené od sebe z důvodu výše vložené distanční podložky.



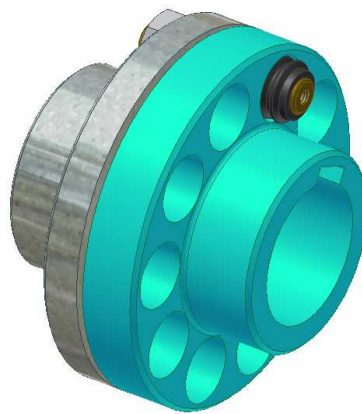
obr. 119. Umístění podložky pod matici

Stejným způsobem jako byla umístěna a zavazbena distanční podložka mezi přírubami, tak byla vložena i normalizovaná podložka pod matici.



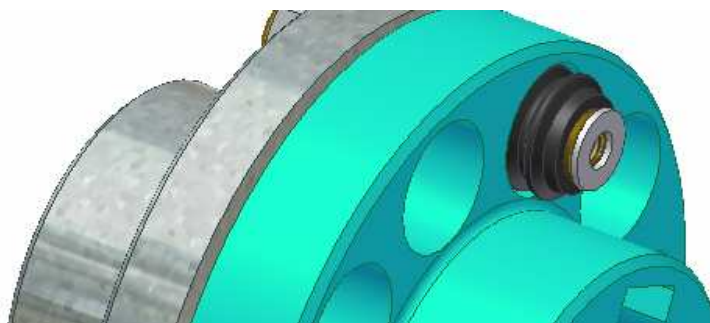
obr. 120. Vložení matice

Pro daný závit, který byl vytvořen na čepu vybereme z katalogu normálií Inventoru vhodnou matici a zavazbíme ji opět vkládací vazbou k čepu a současně k ploše podložky.



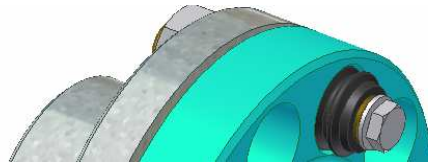
obr. 121. Pryžový element

Nyní se přemístíme na opačnou stranu spojky a do děr první příruby umístíme pomocí vazby vložit pryžový element.



obr. 122. Podložka k fixaci pružného elementu

K fixaci pryžového elementu bude sloužit podložka, která bude na čepu uchycena šroubem, pro který je v čepu vytvořena závitová díra, podložka je také vložena z katalogu normálií, z kterého je také vybrán šroub.

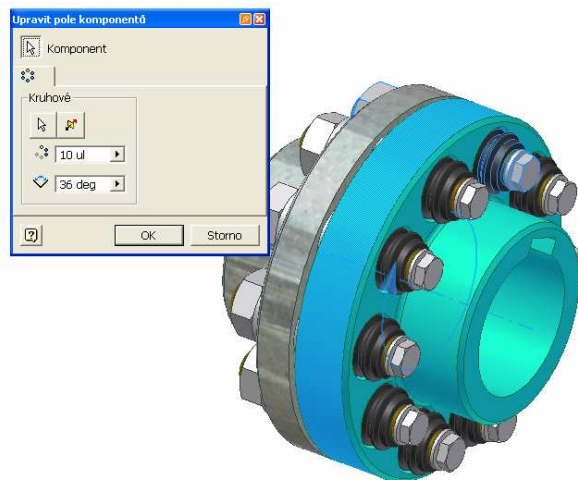


obr. 123. Šroub

Pomocí katalogu a následně vazeb je umístěn šroub v závitové díře čepu. Máme tedy umístěny všechny prvky spojky, ale jen pro jednu díru. Proto existuje podobně jako v modelovacím prostoru Inventoru u v prostoru sestavy volba pro tvorbu pole obdélníkového či kruhového, a jelikož máme díry vytvořené do pole kruhového tak vybereme kruhové pole a to následujícím způsobem.

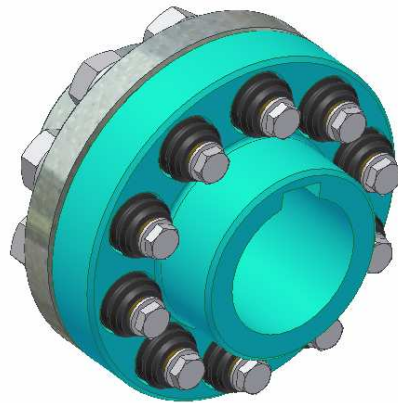
Ze všeho nejdřív vybereme v okně modelu pomocí tlačítka myši a klávesy Ctrl všechny komponenty, které budou v díře umístěny a zavazbeny, což znamená, že vybereme čep, podložky, matici a šroub.

Tvorby pole komponentu docílíme tlačítkem **Pole komponentů**  Pole komponentů...

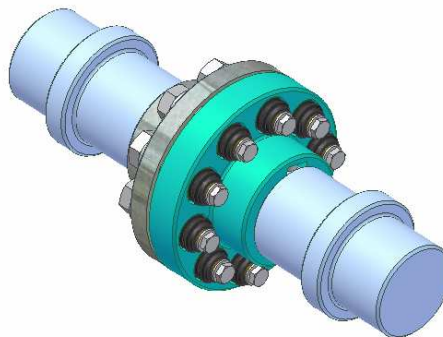


obr. 124. Kruhové pole komponentů

Po výběru funkce **Pole komponentů** můžeme zvolit mezi obdélníkovým a kruhovým polem, vybereme pole kruhové a objeví se výše vyobrazená tabulka, kde komponenty k tvorbě pole již jsou zvoleny, dále zvolíme počet a vlastní rozstup, kdy v našem případě počet je 10, protože je 10 děr a rozstup je po celém kruhovém poli, což je $360^\circ/10=36^\circ$.



obr. 125. Kruhové pole komponent spojky



obr. 126. Pružná čepová spojka

Stejně jako v případě Oldhamovy spojky byly vloženy hřídele s pery a dále zavazbeny se spojkou. Následně byla vytvořena prezentace a animace rozpadu sestavy spolu s montáží sestavy pružné čepové spojky. Prezentace spolu s animací byla vytvořena naprosto identickým způsobem jako u spojky Oldhamovy, kdy provedeme výše popsány nástroji vytažení jednotlivých členů komponent a rozložení sestavy spolu s animací montáže sestavy.

7.3 Spojka obručová(Periflex)

7.3.1 Charakteristika spojky Periflex

Spojka Periflex patří do skupiny pružných spojek, skládá se ze dvou identických nábojů s přitlačnými kroužky, které spojují pružný prvek, což je v tomto případě obruč.

Pružná obruč je vyrobena z elastomeru, který je vyztužen textilní vložkou.

Spojky Periflex díky své jednoduché konstrukci nevyžadují náročnou údržbu. Kontrola a výměna pružného prvku je jednoduchá a nevyžaduje demontáž nábojů nebo manipulaci s hnacím a hnaným strojem.

Spojky Periflex se používají u dieselových pohonů nebo pohonů elektrických.

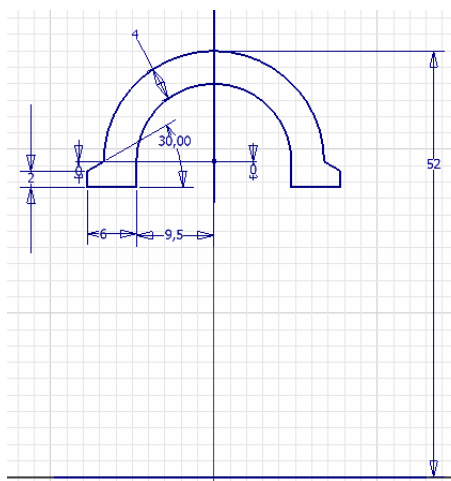
7.3.2 Modelování

7.3.2.1 Pryžová obruč

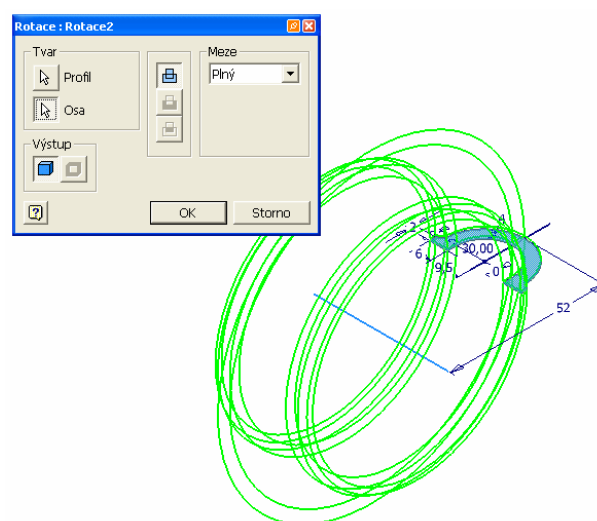
Pryžová obruč je rotační součást vyrobená z eleastomeru, je vyztužena textilní vložkou.

V určitém místě je rozdělena, z důvodu vsunutí přítlačných kroužků.

V Autodesk Inventoru je nutné vytvořit náčrt profilu pryžové obruče a provést následnou rotaci.

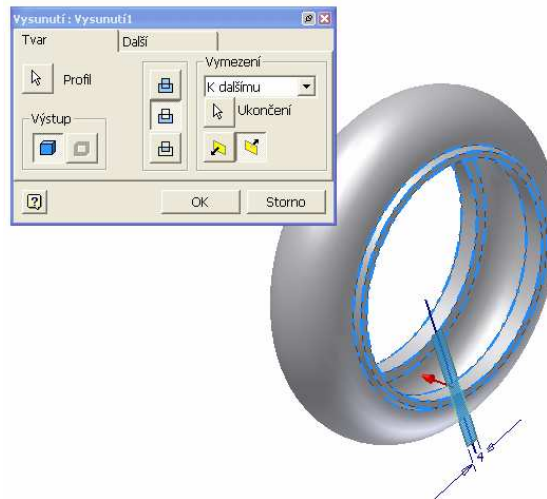


obr. 127. náčrt pryžové obruče



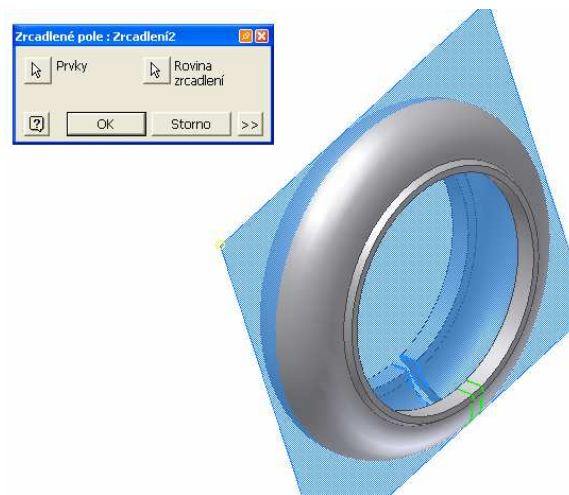
obr. 128. Rotace náčrtu pryžové obruče

Opět byl náčrt orotován o plný úhel, což je 360.




obr. 129. Polovina rozdělení obruče

Nyní došlo k rozdělení pryžové obruče pomocí funkce vysunutí, kdy byl v náčrtovém prostoru připraven obdélník, jehož rozměr byl důležitý zejména co se týče šířky, délka byla libovolná, ale nesměla přesahovat celou obruč. Následně došlo k vysunutí tohoto obdélníku, ale nikoli přírůstkovou metodou, ale úběrovou, což znamená že z obruče byl odebrán materiál.



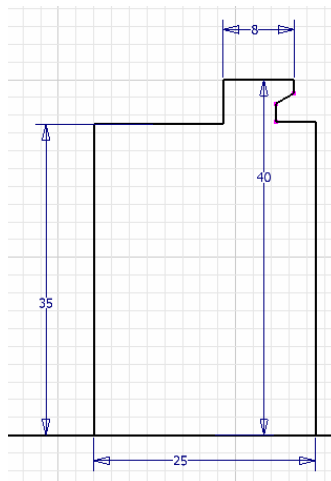
obr. 130. Kompletní rozdělení obruče

Pomocí funkce **Zrcadlit prvek**  došlo k rozdělení celé obruče. Jako prvek jsme zvolili vysunutí obdélníka, podle roviny (zobrazená modře) YZ.

Po volbě barvy je pryžová obruč hotová.

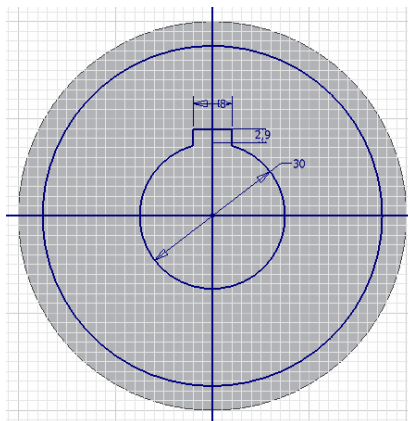
**obr. 131. Pryžová obruč**

7.3.2.2 Náboj

**obr. 132. Náčrt náboje**

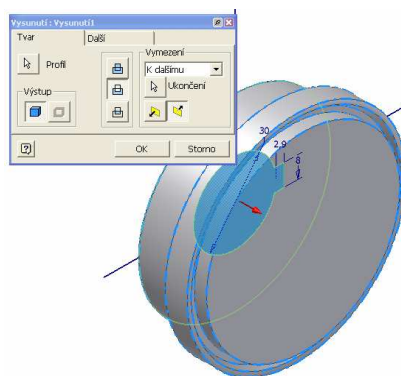
Vytvoříme náčrt profilu náboje s ohledem na uchycení pryžové obruče v náboji. Jedná se o rotační součást, 3D model bude tedy opět vytvořen pomocí funkce rotace.

**obr. 133. Rotační součást hrubého tvaru náboje**



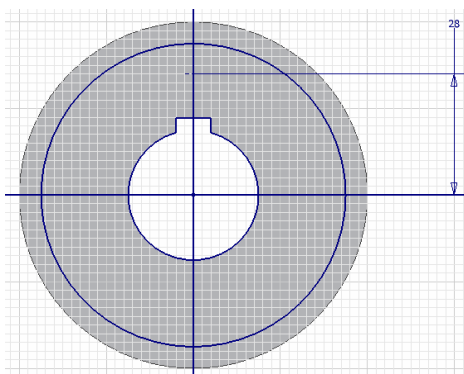
obr. 134. Náčrt pro díru

Již dobře známým příkazem vysunutí vytvoříme díru pro hřídel s perem, ale zprvu bylo nutné vytvořit náčrt díry.

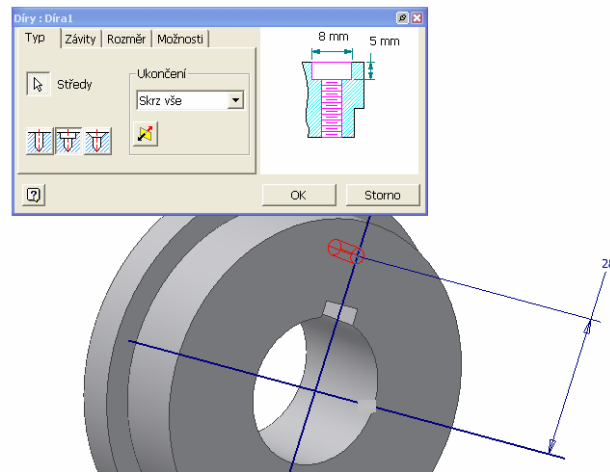


obr. 135. Díra pro hřídel s perem

Pryžová obruč je na náboji upevněna pomocí přítláčného kroužku, který je s nábojem spojen pomocí šroubů, z tohoto důvodu je nezbytné vytvořit díry pro šrouby jak v náboji, tak v přítláčném kroužku.



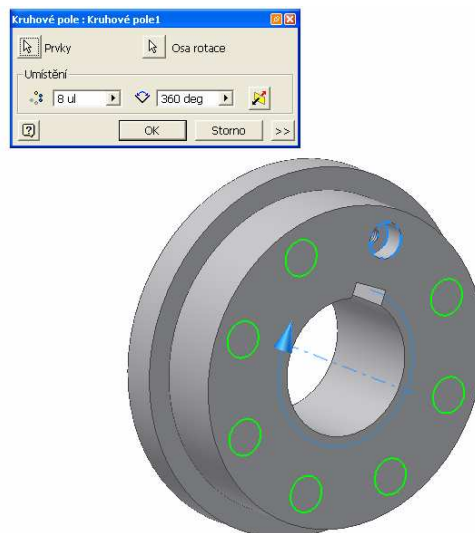
obr. 136. Náčrt středu díry



obr. 137. Díra pro šrouby

Nyní je dokončena díra pro šroub, je to díra s ISO metrickým závitem a obsahuje válcové zahloubení pro šroub.

Jelikož šroubů použijeme více než jede a budou uloženy rovnoměrně po kruhovém poli, tak je nutné vytvořit kruhové pole těchto prvků.



obr. 138. Kruhové pole děr

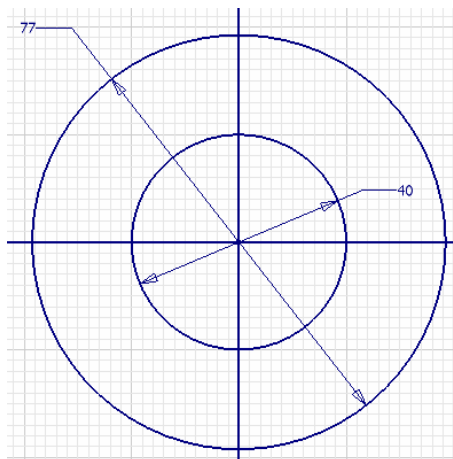
Po tvorbě kruhového pole dojde k dokončovacím operacím jako je zaoblení a zkosení hran, následně zvolíme barvu pro náboj do sestavy.



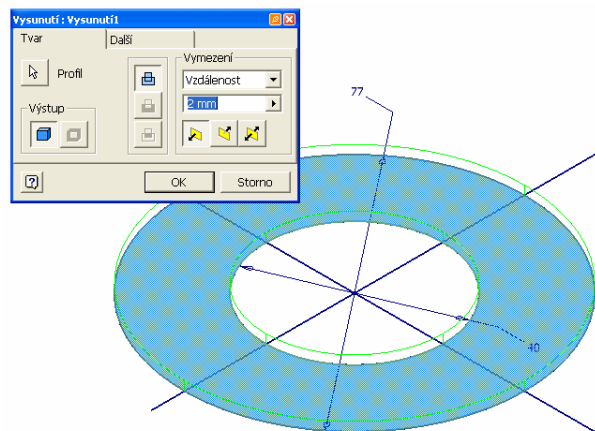
obr. 139. Náboj

7.3.2.3 Příkladný kroužek

Příkladný kroužek je velmi jednoduchá komponenta sestavy spojky Periflex.



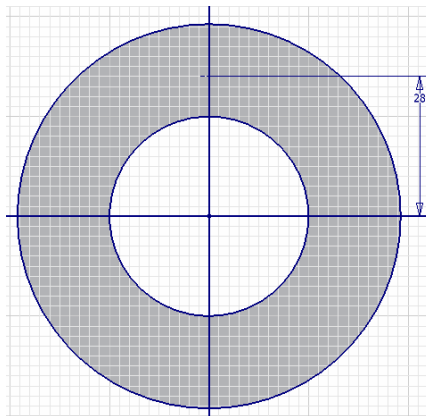
obr. 140. Náčrt přítláčného kroužku



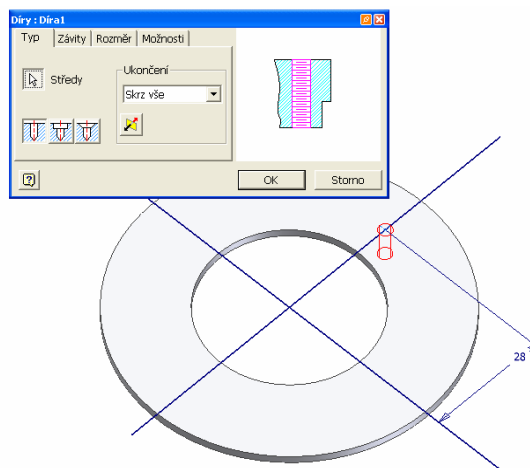
obr. 141. Vysunutí přítláčného kroužku

Bylo nutné pomocí kružnic vytvořit náčrt kroužku, který byl následně vysunut.

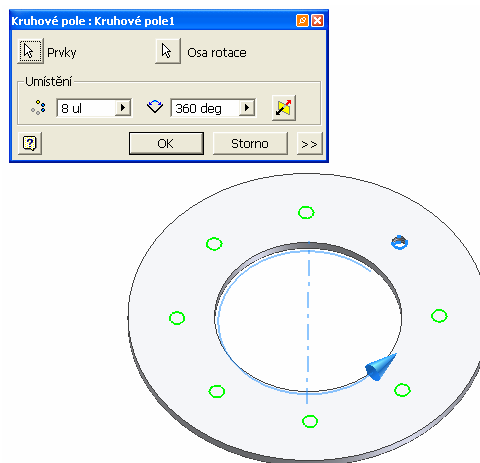
Nyní je nutné do kroužku vytvořit kruhové pole děr, jehož rozteč závisí na rozteči děr vytvořených v náboji. Opět je nutné začít dírou, která bude závitová a průchozí.



obr. 142. Náčrt středu díry



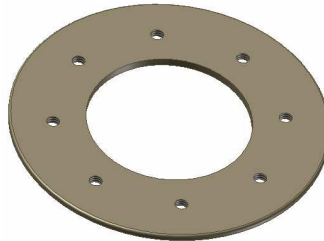
obr. 143. Díra v přítlačném kroužku



obr. 144. Kruhové pole děr v přítlačném kroužku

Obrázek č.142 znázorňuje tvorbu středu díry v náčrtovém prostoru a následné zakótování středu díry, další obrázek vyobrazuje tvorbu závitové díry jako 3D prvku v trojrozměrném modelovacím prostoru, a následná realizace kruhového pole tohoto prvku.

Jako dokončovací operace je použito zaoblení hran přítlačného kroužku.



obr. 145. Přítlačný kroužek

V tento okamžik máme všechny uživatelem definované komponenty spojky Periflex vytvořeny a můžeme se přesunout k tvorbě samotné sestavy.

7.3.3 Sestava spojky Periflex

Pro tvorbu sestavy je nutné otevřít šablonu **Norma.iam**. Pomocí funkce umístit komponent umístíme do uživatelského rozhraní prostoru sestavy pryžovou obruč, která bude uchycena pevně v sestavě jako první komponenta, a navíc bude mít odebrány všechny stupně volnosti.

Následně do sestavy vložíme dvakrát přítlačné kroužky, které s obručí zavazbíme pomocí vazby **vložit** a pro srovnání styčných ploch pryžové obruče a přítlačného kroužku zvolíme vazbu **proti sobě**.



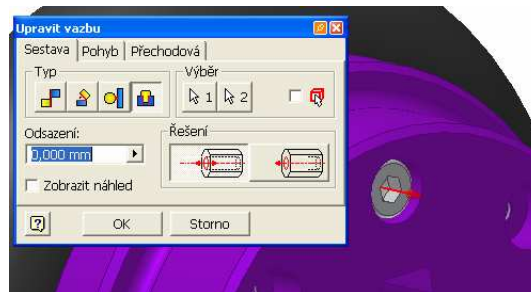
obr. 146. Zavazbení pryžové obruče s přítlačnými kroužky

Po zavazbení obou přitlačných kroužků je nutné vložit dva náboje a následně je zavazbit jak s pryžovou obručí, tak s přitlačnými kroužky.



obr. 147. Vazby mezi náboji a pryžovou obručí s přitlačnými kroužky

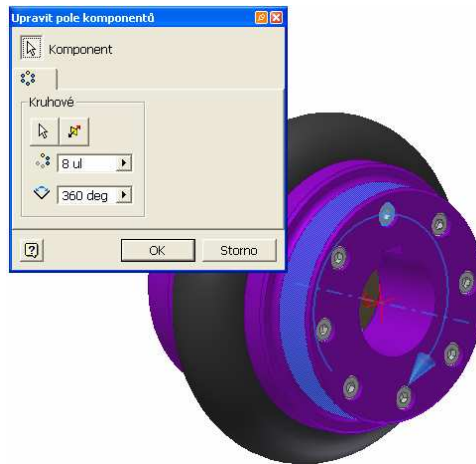
Zavazbení bylo opět řešeno dle již dobře známých vazeb **vložit a proti sobě** s velkým důrazem kladeným na zavazbení především sousostí jednotlivých prvků, což znamená sousostí mezi náboji, přitlačnými kroužky a dále pryžovou obručí. Dále bylo velmi důležité řešit sousost děr jednotlivých komponent.



obr. 148. Vložení šroubu

Šroub byl vložen z katalogu normálií, spojuje náboj s přitlačným kroužkem přes závitovou díru a tím upevňuje pryžovou obruč v náboji.

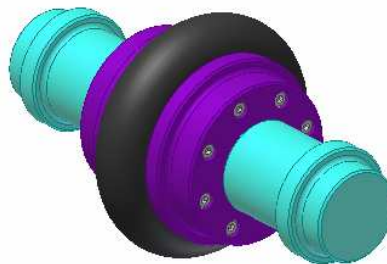
Nyní je nutné vyplnit šrouby všechny díry, což bude realizováno funkcí **kruhovému pole komponent**.



obr. 149. Kruhové pole šroubů

Stejným způsobem proběhla realizace kruhového pole komponent i na opačné straně spojky Periflex.

Následně došlo k vložení hřídelí a výběrů per z katalogu normálií, zavazbení a tím je sestava kompletní.



obr. 150. Spojka Periflex

Po tvorbě sestavy byl vytvořen opět montážní a demontážní postup ve formě animace pomocí šablony **Norma.ipn**.

7.4 Torzně pružná spojka

7.4.1 Charakteristika

V tomto případě jde o torzně pružnou spojku, která je charakteristická velmi jednoduchou montáží, která spočívá v jednotlivém zasunutí dílčích komponent navzájem do sebe.

Není náročná na údržbu, je odolná proti poškození, tlumí vibrace a rázy.

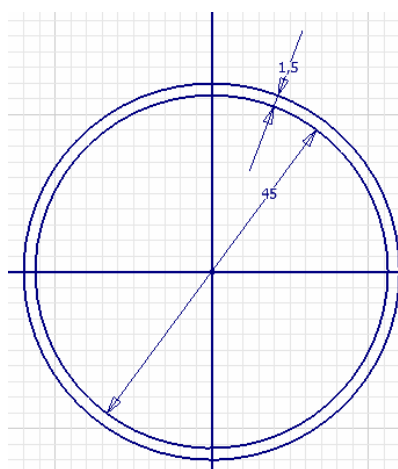
Je použitelná především u techniky čerpadel.

7.4.2 Modelování

Torzně pružná spojka se skládá ze tří částí- dva shodné náboje a středový kroužek, který je pružný a vyrobený z elastomeru.

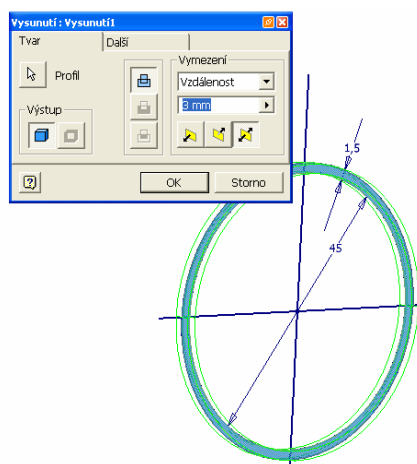
7.4.2.1 Pružný středový kroužek

Nejprve vymodelujeme pružný středový kroužek, od jehož tvaru se bude následně odvíjet tvar a rozměry drážek v nábojích, v kterých bude středový kroužek umístěn.



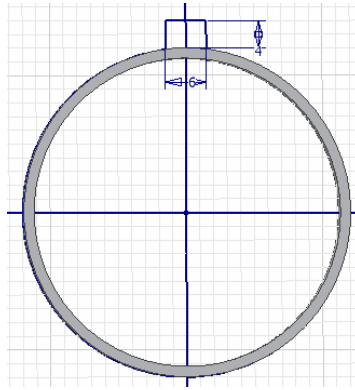
obr. 151. Náčrt vnitřní části středového kroužku

Nejprve bylo nutné načrtnout vnitřní část středového kroužku, po vytvoření náčrtu a následné definice rozměrů byl náčrt vysunut.



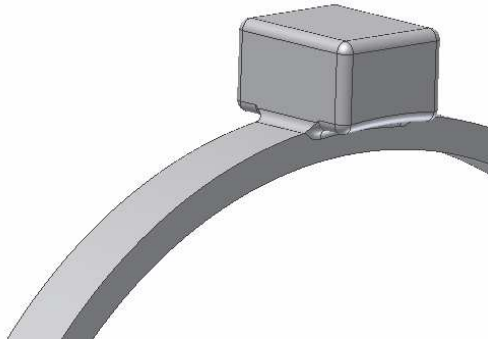
obr. 152. Vysunutí vnitřní části kroužku

Vnitřní část kroužku byla vysunuta o určitý parametr, vysunutí proběhlo symetricky z roviny (volba je realizována žlutými okénky pod hodnotou definice rozměru vysunutí), ve které byl vytvořen náčrt, znamená to tedy, že pokud bylo vysunutí hodnoty 3mm, tak na každou stranu od roviny náčrtu byl náčrt vysunut dle hodnoty 1,5mm.



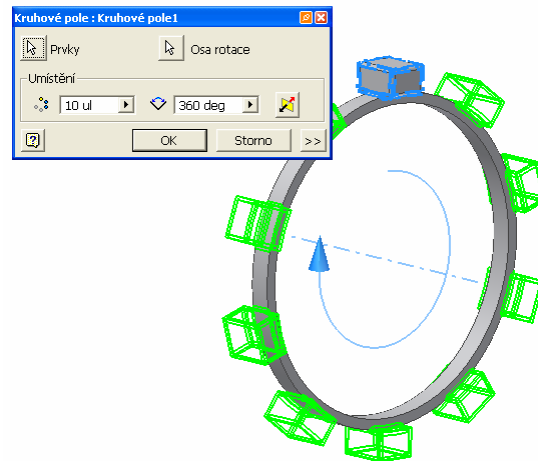
obr. 153. Náčrt vnější části kroužku

Výše zobrazený obrázek charakterizuje náčrt vnější části kroužku, který má obdélníkový tvar. Následně dojde opět k symetrickému vysunutí tohoto prvku, dále bude tento vysunutý prvek zaoblen.



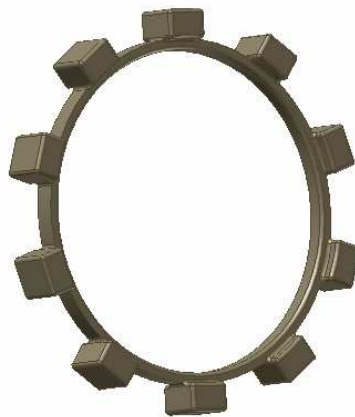
obr. 154. Vysunutý a zaoblený prvek

Nyní, když je prvek vysunut i zaoblen je nutné vytvořit kruhové pole těchto prvků.



obr. 155. Kruhové pole prvků

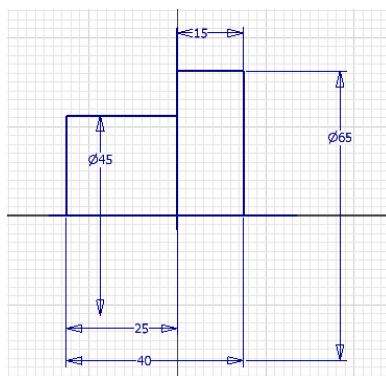
Prvek byl nejdříve zaoblen a následně bylo vytvořeno kruhové pole, to z důvodu usnadnění a zrychlení práce, protože zaoblovat jednotlivé prvky by bylo dosti pracné.



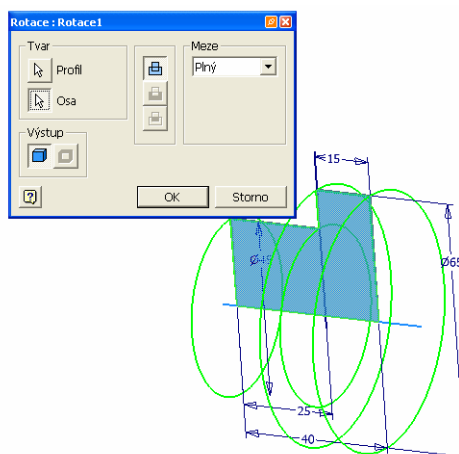
obr. 156. Pružný středový kroužek

7.4.2.2 Náboj torzně pružné spojky

Nejdříve byl vytvořen hrubý tvar náboje, což je klasická rotační součást, tento náčrt byl následně orotován o plný uhel podle osy.

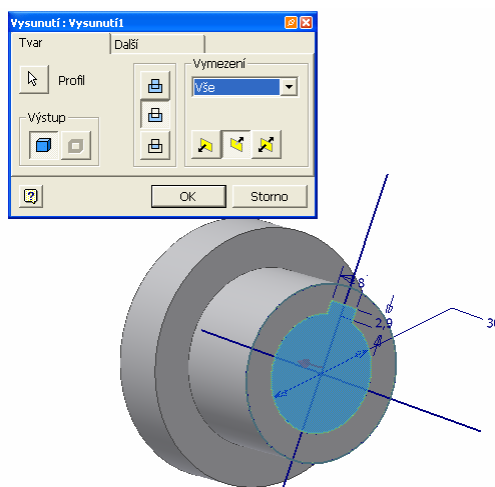


obr. 157. Náčrt hrubého tvaru náboje

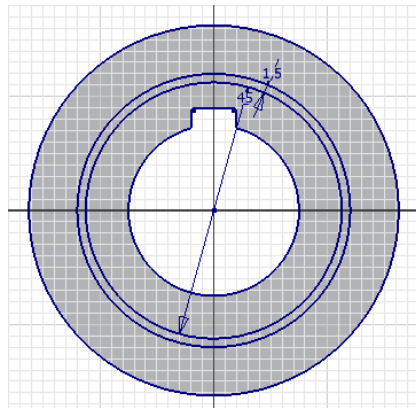


obr. 158. Rotace náčrtu náboje

Po orotování náčrtu následuje vysunutí díry pro hřídel s perem, jde tedy o díru s drážkou pro pero, opět je tohoto docíleno pomocí vysunutí s úběrem materiálu.

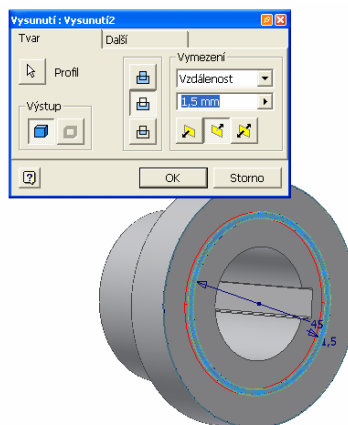


obr. 159. Díra pro hřídel s perem



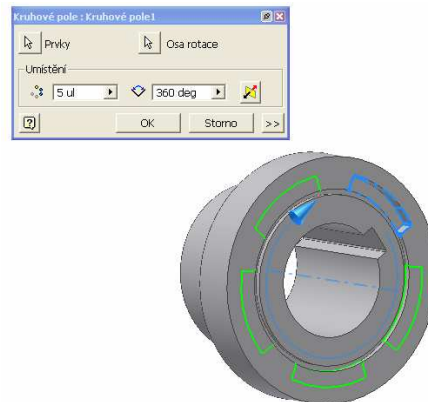
obr. 160. Náčrt pro drážku pro vnitřní část středového kroužku

Tato drážka bude mít identické rozměry, jako vnitřní část kroužku, protože drážka bude sloužit k uchycení středového kroužku, ale jen z poloviny, druhá polovina bude ukotvena v náboji druhém.



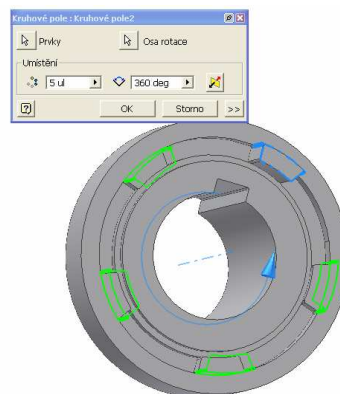
obr. 161. Vysunutí drážky pro kroužek

Vysunutí drážky pro vnitřní část kroužky bylo tedy realizováno pomocí funkce vysunutí úběrovou metodou materiálu.



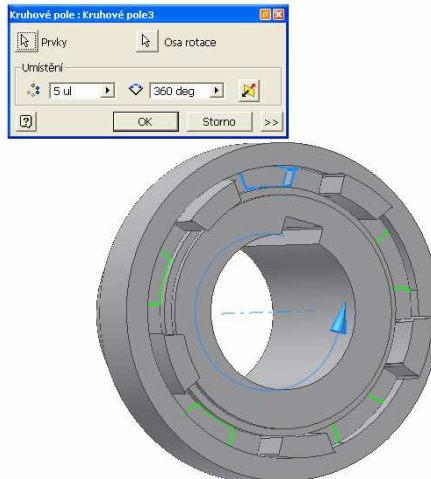
obr. 162. Kruhové pole drážky pro jednotlivé prvky kroužku

Zde bylo vytvořeno vysunutí a z tohoto vysunutí následně kruhové pole pro drážky, ve kterých jsou zakotveny vnější obdélníkové elementy středního kroužku.



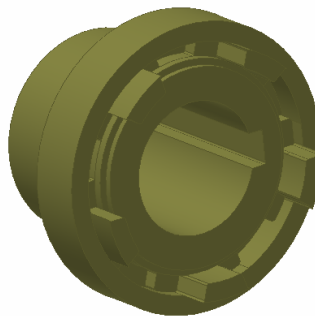
obr. 163. Kruhové pole zubů

Zprvu byl pomocí náčrtu a následně pomocí vysunutí vytvořen zub, ze kterého bylo vytvořeno následně kruhové pole. Zuby jsou u této spojky z toho důvodu, aby byla spojka kompaktní, což znamená že zuby jsou opatřeny oba náboje a tyto zuby se zasouvají do přesně určených drážek náboje.



obr. 164. Kruhové pole drážek pro zuby

Nyní byla vytvořena drážka pro výše vymodelované zuby, opět se tak dělo pomocí funkce vysunutí úběrového, dále byly drážky zaobleny dle zubů.



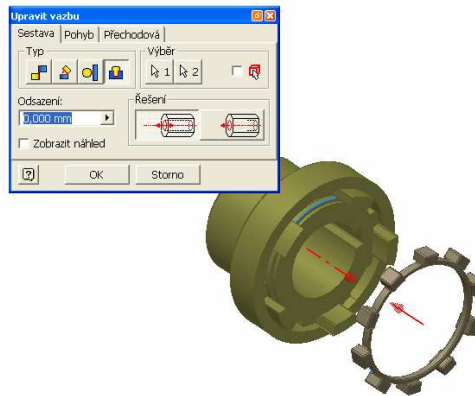
obr. 165. Náboj

Po náboji byla vytvořena standardním způsobem, který je popsán u Oldhamovy spojky, hřídel, která bude pro vložena do sestavy.

7.4.3 Sestava

Pro tvorbu sestavy je nutné zvolit šablonu **Norma.iam**. pomocí příkazu **Umístit komponent** vybereme náboj a vložíme jej do sestavy, tento náboj je implicitně pevně ukotven v prostoru sestavy, má tedy odebrané všechny stupně volnosti.

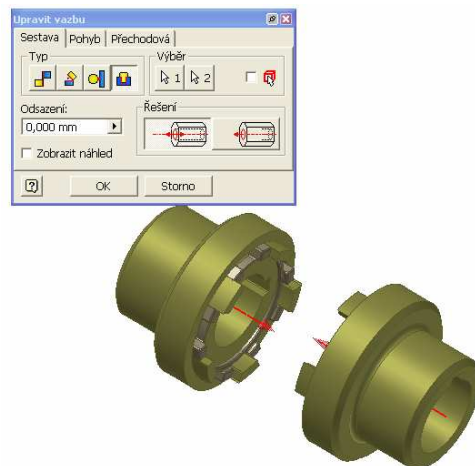
Následně vložíme pomocí výše zmíněné funkce **Umístit komponent** středový kroužek, který je nutné zavazbit s již vloženým nábojem.



obr. 166. Vazba mezi kroužkem a nábojem

Kroužek s nábojem je zprvu nutné zavazbit pomocí vazby Vložit, tím docílíme souososti těchto prvků a následně je nutné použít vazby pro plochy Proti sobě, abychom umístili obdélníkové prvky kroužku do správných drážek, které byly vytvořeny v náboji.

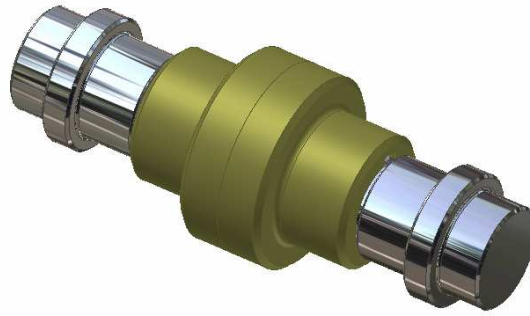
Nyní vložíme do sestavy opět náboj.



obr. 167. Vazba mezi podsestavou náboje a kroužku a náboje

Po zavazbení přidáme do sestavy hřídele a v katalogu vybereme vhodná pera a zavazbíme hřídele s pery se spojkou.

Následně jsme ze sestavy schopni vytvořit prezentaci a animaci montáže a demontáže jednotlivých komponent.



obr. 168. Torzně pružná spojka

7.5 Čelní zubová spojka

7.5.1 Charakteristika čelní zubové spojky

Čelní zubová spojka je charakterizována jednoduchou konstrukcí spolu se snadnou montáží. Jedná se opět o pružnou spojku, jejíž elementy nevyžadují žádné mazání. Údržba a seřízení této spojky je jednoduché a finančně nenáročné. V provozu této spojky je nutné mít na zřeteli pouze opotřebení pružného prvku, který bývá vyroben z polymerního materiálu, jeho výměna je pro nepřetržitý provoz málo nákladná.

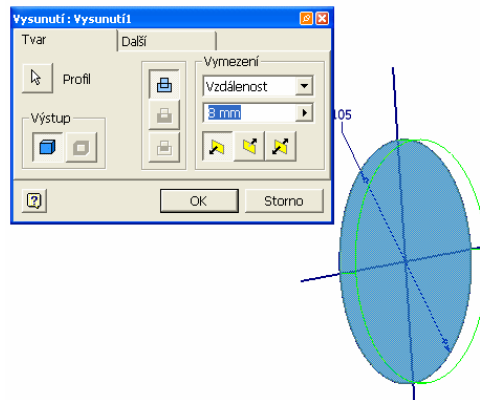
Použití tato spojka nachází především v čerpací technice.

7.5.2 Modelování

Čelní zubová spojka se v tomto případě modelování skládá ze dvou shodných nábojů se zuby, dále je při této konstrukci nezbytný pružný prvek z polymerního materiálu, který bývá ve tvaru hvězdice, která může být zaoblená či nikoliv. Dále budou při této konstrukci použity příruby, na kterých budou náboje připevněny pomocí šroubů.

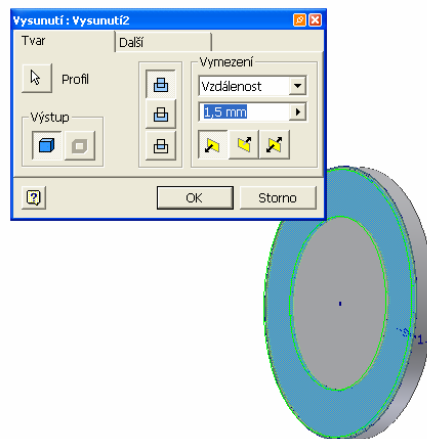
7.5.2.1 Náboj

Náboj je v tomto případě charakterizován jako rotační součást s vytvořenými zuby, jejichž geometrie se odvíjí od geometrie použitého pružného prvku, tedy hvězdice.



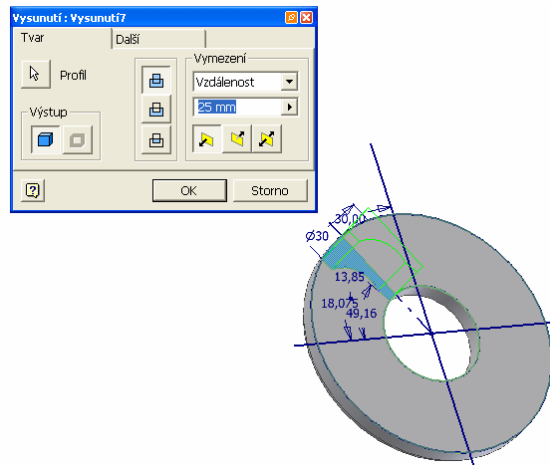
obr. 169. Vysunutí základu náboje

Z předem vytvořeného náčrtu pomocí zakótované kružnice byl vytvořen základ náboje pomocí funkce vysunutí.



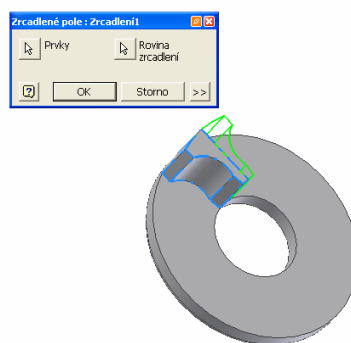
obr. 170. Vysunutí výstupku pro díry

Opět byl vytvořen náčrt pomocí rozměrově definovaných kružnic, které byly následně vysunuty a vytvořily výstupek, na kterém budou situovány závitové díry, které budou sloužit pro upevnění příruby k náboji pomocí šroubů.



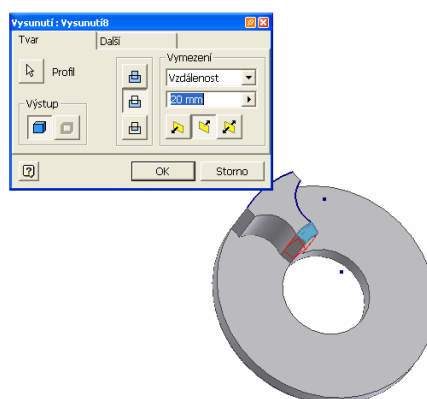
obr. 171. Vysunutí poloviny zubu

Před samotným vysunutím zubu bylo provedeno vytvoření průchozí díry. Následně byl vytvořen náčrt poloviny zubu, která byla vysunuta a tvoří polovinu zubu, ta bude nyní zrcadlena a bude tvořit celistvý zub.



obr. 172. Zub

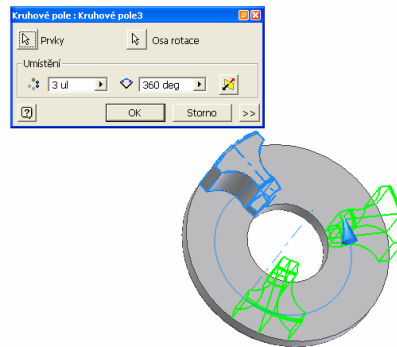
Tímto zrcadlením vznikl zub, jako prvek bylo definováno předchozí vysunutí a rovinu zrcadlení tvoří boční plocha poloviny zubu.



obr. 173. Vysunutí- úběr

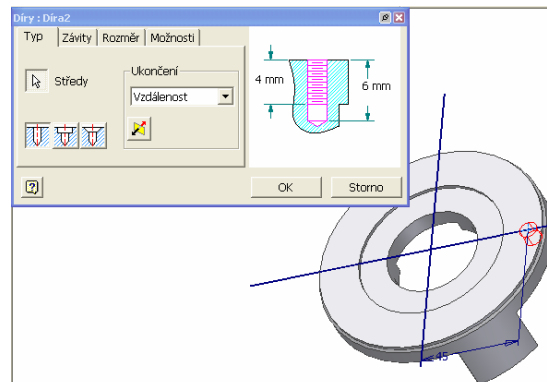
Pomocí úběrové metody vysunutí byl zub upraven do podoby, aby vznikl výklenek, který bude fixovat vnitřní kroužek pružné hvězdice.

Následuje zaoblení a zkosení prvku.



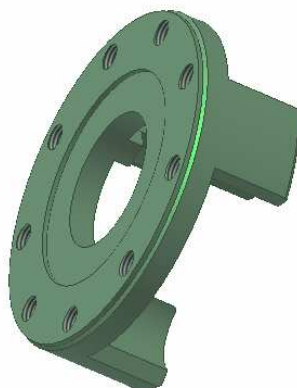
obr. 174. Kruhové pole zubů

Po úpravě pomocí zaoblení a zkosení zubu dochází k tvorbě kruhového pole, kdy jako prvky vybereme vysunutí, dále vysunutí úběrovou metodou a také úpravy zubu, tedy zaoblení a zkosení.



obr. 175. Díra v náboji

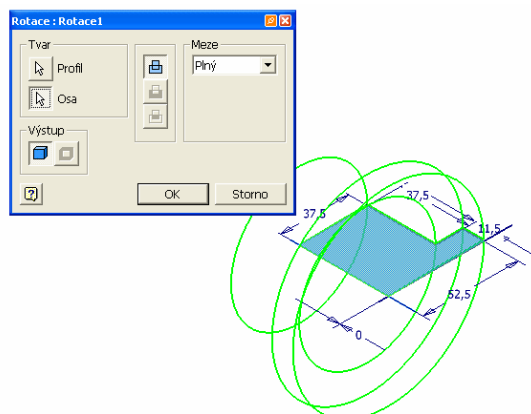
Dále byl vytvořen a zakótován v náčrtovém prostoru bod, pomocí kterého byla v prostoru modelovacím vytvořena závitová díra, která není průchozí. Z těchto děr bylo následně vytvořeno kruhové pole.



obr. 176. Náboj čelní zubové spojky

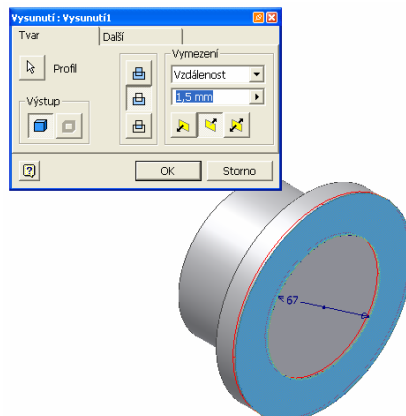
7.5.2.2 Příklad

Tvar příruby je vytvořen příkazem rotace, který bude následně upravován, zejména pro umístění náboje, dále budou vytvořeny díry pro šrouby a díra pro hřídel s perem.



obr. 177. Rotace náčrtu profilu příruby

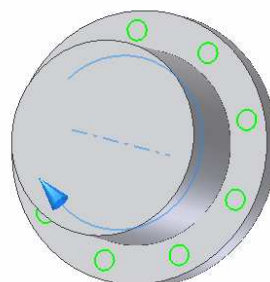
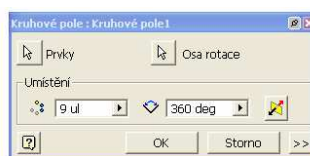
Po vytvoření hrubého tvaru příruby přejdeme k úpravě tvaru.



obr. 178. Odebrání čela příruby

Čelo příruby bylo odebráno z důvodu správného dosednutí náboje na přírubu.

Dále byla standardním postupem v přírubě vytvořena díra pro hřídel s perem.



obr. 179. Kruhové pole děr

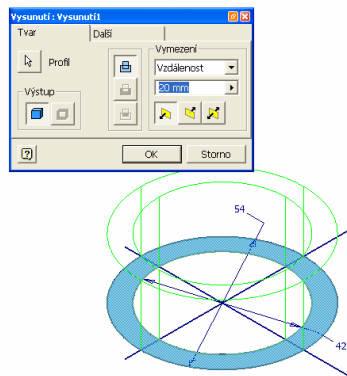
Dále byla vytvořena díra pro šroub, a následně bylo z této díry vytvořeno kruhové pole děr, jehož počet se odvíjí od počtu a rozteče děr v náboji.



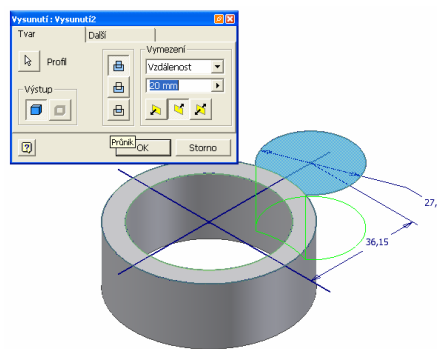
obr. 180. Příruba

7.5.2.3 Pružný prvek- hvězdice

Hvězdice bude vytvořena převážně pomocí funkce vysunutí. Nejdříve je nutné si načrtnout vnitřní kroužek, který následně vysuneme.



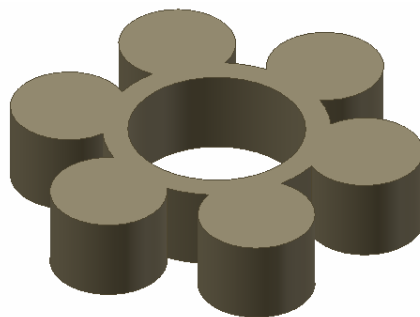
obr. 181. Vysunutí vnitřního kroužku



obr. 182. Vysunutí vnější části

Vnější části tvoří pomyslnou hvězdici. Byl vybrán kruhový tvar, ale bývají i obdélníkové s ostrými rohy.

Nyní z tohoto vnějšího prvku bude vytvořeno kruhové pole.

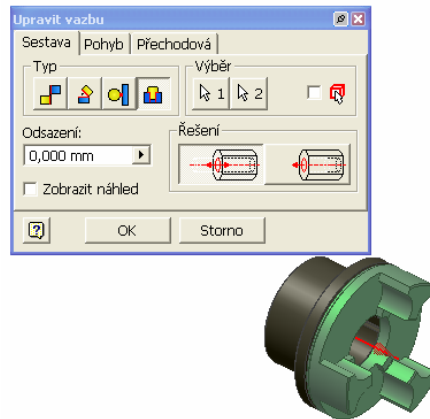


obr. 183. Pružný středový prvek

7.5.3 Sestava

Pro tvorbu sestavy je opět nezbytné zvolit šablonu pro jednotlivé provázání komponent mezi sebou, tedy šablonu **Norma.iam**.

Pomocí funkce umístit komponent vložíme do prostoru sestavy komponent, v našem případě se jedná o přírubu, která bude pevně ukotvená v prostoru.



obr. 184. Vazba mezi přírubou a nábojem

Následně byl vložen do sestavy náboj a byl zavazben s přírubou pomocí vkládací funkce a dále funkce proti sobě, která srovnala díry příruby a náboje proti sobě z důvodu dodržení souososti.

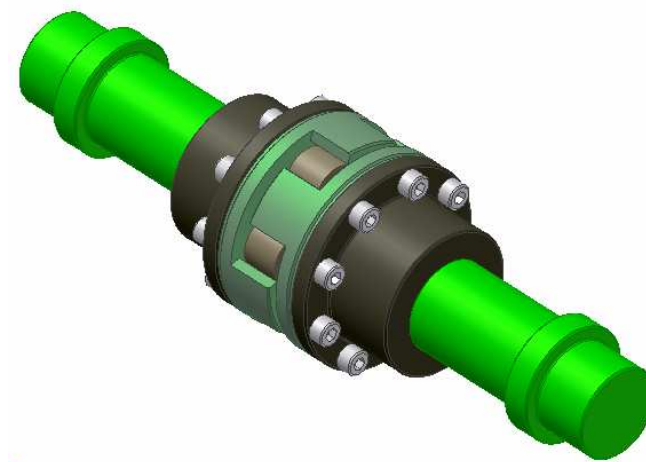


obr. 185. Vazba pružného prvku

Dále byl vložen pružný prvek a opět zavazben pomocí vazby vložit a dále pomocí vazby tečně, která ovlivňuje polohu vnější části pružného prvku a zubů náboje.

Identicky byla zavazbena pravá polovina spojky, znamená to tedy, že byla vložena příruba a náboj a zavazbeny k levé polovině spojky. následně byl vybrán z katalogu normálií Inventoru vhodný šroub pro spojení náboje s přírubou. Z této vazby daného šroubu bylo vytvořeno kruhové pole. Dále byly pro kompletnost sestavy vloženy hřídele s pery a zavazbeny.

Tak jako v případech předchozích spojek bylo ze sestavy vytvořeno pomocí modulu **Norma.ipn** vytvořeno video s animací.



obr. 186. Čelní zubová spojka

8 COSMOS/DESIGNSTAR

8.1 Úvod

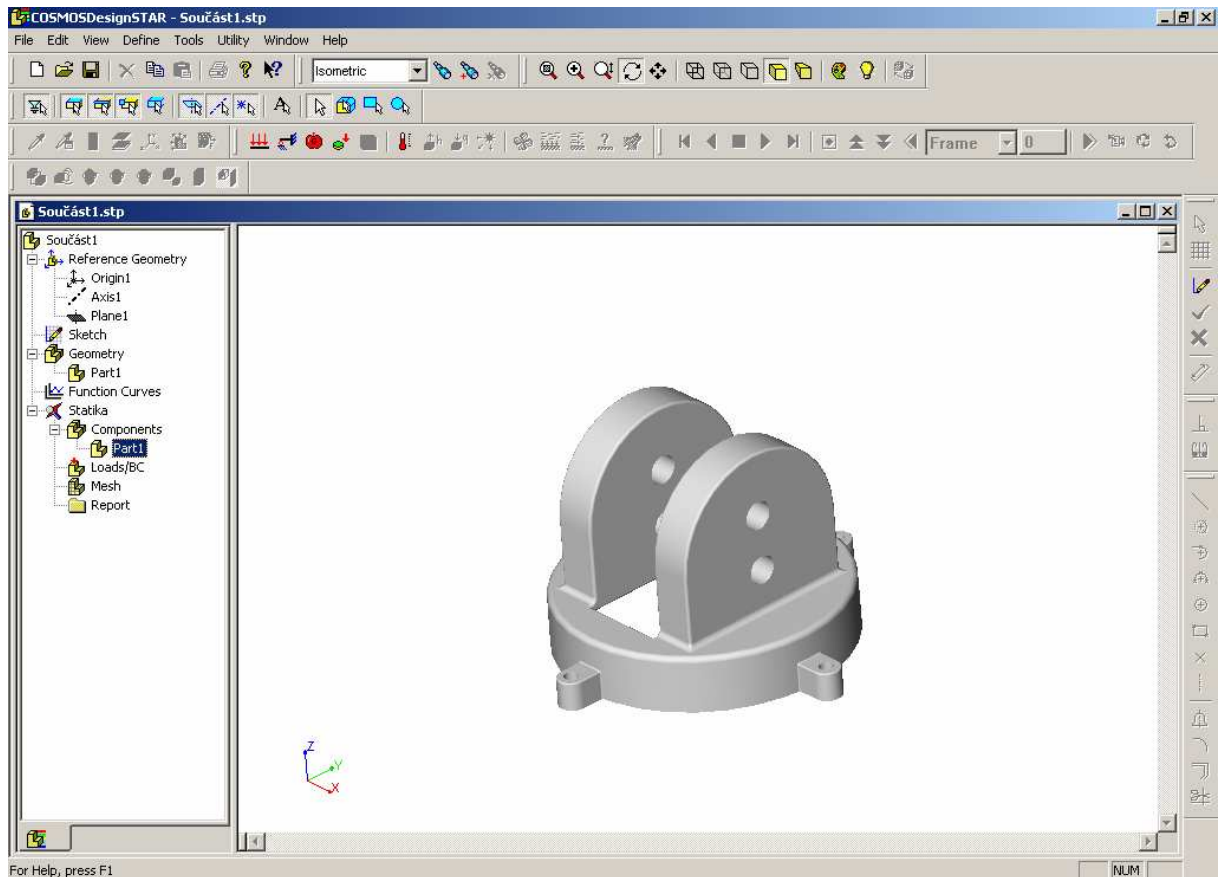
Software Cosmos/DesignSTAR je program určený pro řešení mechanických analýz 3D těles, pracuje na bázi MKP = Metoda Konečných Prvků, přeloženo z názvu FEM = Finite Elements Metod.

Tento program nemá vlastní modelář, tudíž je nutné budoucí analyzovanou součást navrhout v některém z CAD softwarů(Catia, Inventor), s jejichž koncovkami souborů je DesignSTAR plně kompatibilní.

8.2 Analýza

Nejprve bylo nutné navrhout součást v jednom z výše zmiňovaných softwarů. Zvolil jsem Autodesk Inventor 6 a soubor uložil pod koncovkou step.

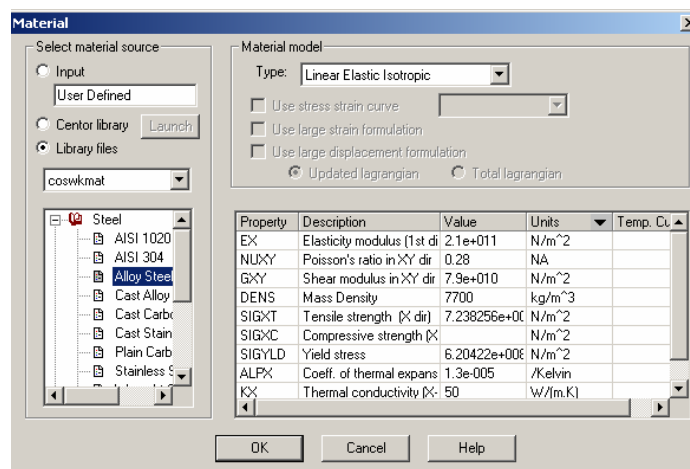
Následně došlo k otevření programu Cosmos/DesignSTAR, pro vložení vytvořeného 3D modelu bylo použito klasického otevření souboru a vložení součásti.



obr. 187. Pracovní prostředí Cosmos/DesignSTAR

Jak je vidět, tak pracovní prostředí Cosmos/Designstaru je velmi podobné pracovnímu prostředí Autodesk Inventoru.

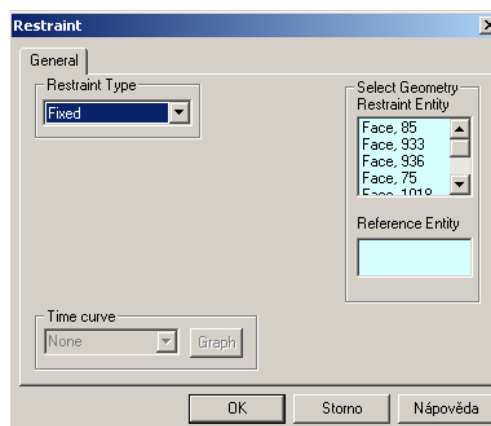
Nyní je nutné začít studii součásti, toho dosáhneme klikem pravého tlačítka ve stromové struktuře a pomocí příkazu Study.



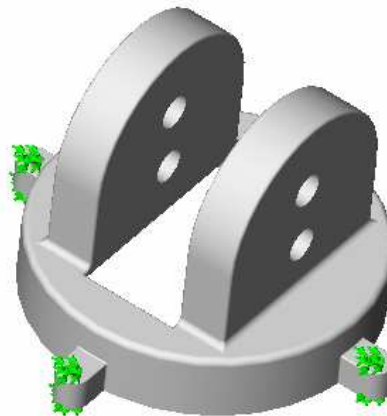
obr. 188. Výběr materiálu

Pro mechanicko-pevnostní analýzu je nutné mít přesně definovaný materiál. Ten definujeme pomocí kliku pravého tlačítka ve stromové struktuře na Components a následně vybereme položku Edit/Define materials, v tomto případě byla vybrána slitinová ocel.

Součást má 4 díry, které slouží k uchycení, to znamená, že v těchto bodech bude definováno vetknutí. zprvu vybereme pomocí levého tlačítka myši a tlačítka Ctrl všechny 4 díry, následně pomocí stisku pravého tlačítka myši ve stromové struktuře vybereme položku Loads/BC a zvolíme Restraints, otevře se dialogové okno a v tom je Restraints type, které bude vetknuté, nebo-li fixed.



obr. 189. Nabídka uchycení

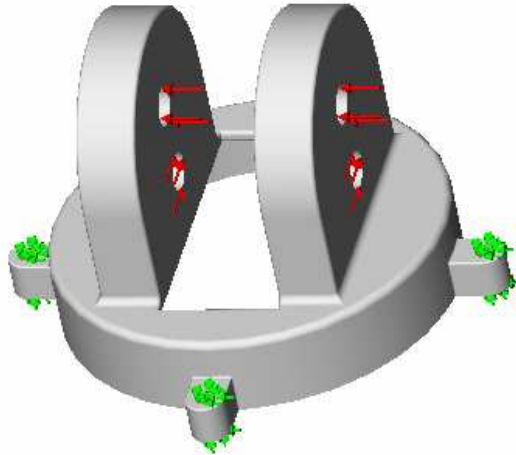


obr. 190. Uchycení Fixed

Nyní je nutné zadat konkrétní zatížení součásti- silou, popřípadě momentem, kombinací atd...

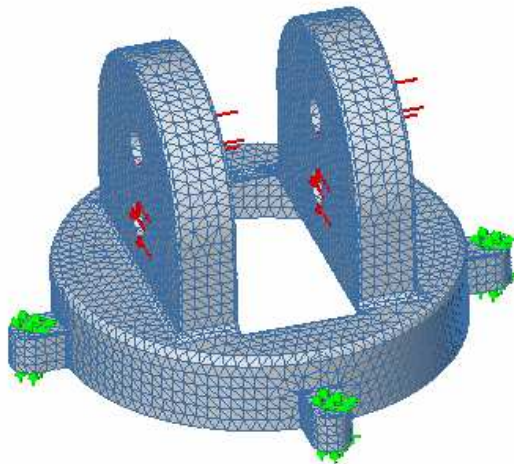
Toho dosáhneme kliknutím pravého tlačítka opět na nabídku Loads/BC a zvolíme Load a následně nadefinujeme zatížení silami, tak jak je potřebné pro naše podmínky nasazení součásti do provozu. V tomto případě je zatížena součást pomocí sil konkrétní hodnoty,

vrchní díry ve vidlicích jsou zatíženy silou v ose x a spodní díry silou v ose y globálního souřadného systému. zatěžující síly jsou znázorněny pomocí červených šipek na součásti v místě zatížení.



obr. 191. Zatížení součásti

Pro úspěšnost výpočtu nutného pro analýzu je nutné vytvořit výpočetní síť analyzovaného tělesa. Toho dosáhneme stiskem pravého tlačítka ve stromové struktuře na ikonu Mesh a následného výběru Create, kde definujeme velikost jednotlivých komponent sítě.



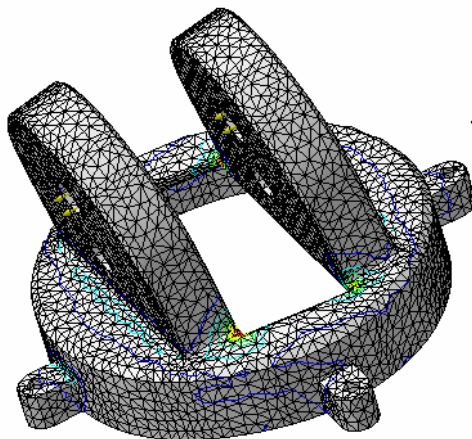
obr. 192. Výpočetní síť tělesa

Po vytvoření sítě již můžeme řešit analýzu, a to tak, že klikneme pravým tlačítkem na název studie, kterou jsme založili ihned po vložení součásti a spustíme Run.

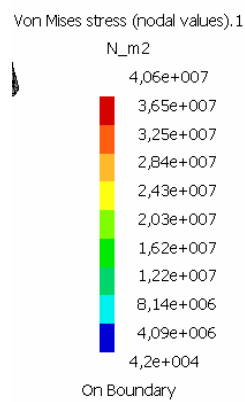
8.3 Výsledky analýzy



obr. 193. Deformovaná síť součásti



obr. 194. Von Missesovo napětí



9 ZÁVĚR

V teoretické části práce byly popsány součásti k přenosu otáčivého pohybu, což byly v tomto případě hřídelové spojky, hřídele a převody.

Praktická část obsahuje modelování jednotlivých spojek v konstrukčním 3D software Autodesk Inventor.

Jedná se především o spojky pružné, ve kterých je pružný prvek vyroben z polymerního materiálu. Tyto modely jsou konstruovány bez výpočetního řešení, a měly by sloužit k názornější představitosti studentů při výuce Základy konstruování a části strojů, ale konstrukce těchto modelů je pomocí softwarového řešení popsána podrobně a krok po kroku.

Z modelů byly vytvořeny pomocí Autodesk Inventor prezentace sestav a následné animace ve formě videí, která pomáhají rozvinout představivost budoucích konstruktérů, a tyto videa jsou vhodná k implementaci do výuky a pomáhají pochopit problematiku týkající se konstrukce a montáže hřídelových spojek.

V poslední části praktické práce byl vytvořen model součásti, na kterém bylo demonstrováno zatížení a analýza prostřednictvím programu Cosmos/DesignSTAR, který může sloužit při výuce Základy konstruování a části strojů k porovnání početního řešení dané součásti s modelem a analýzou v softwarové podobě. Při použití softwarového řešení je ale důležité přesně definovat okrajové podmínky analýzy, a to druh ukotvení součásti, zatížení součásti atd.

Stěžejní součástí nynější průmyslové praxe je využití výpočetní techniky, které vede ke zvýšení efektivity, úspoře času a výraznému snížení výrobních nákladů.

Pro úspěšnou výchovu budoucích konstruktérů je tedy nutné implementovat tyto moderní a inovační prvky předvýroby do jejich přípravy na budoucí povolání, aby si osvojili tyto postupy pro úspěšné skládání profesních povinností.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOLEK, A.: Části strojů I., SNTL Praha, 1989. ISBN 80-03-0046-7
- [2] LUKOVICS, I., SÝKOROVÁ, L., VOLEK, F.: Části a mechanismy strojů.
VUT Brno, Fakulta technologická ve Zlíně, 2000
- [3] Kříž, R.: Stavba a provoz strojů I, Praha, SNTL 1977
- [4] Němec, A.: Části strojů II- Převody, SNTL, Praha
- [5] Kříž R. : Stavba a provoz strojů II, Nakladatelství technické literatury, Praha, 1977
- [6] Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P.: Strojnické tabulky, Praha, 2000
- [7] Huška, Z.: Strojní součásti, SNTL, Praha, 1989
- [8] Fořt, P., Kletečka, J.: Autodesk Inventor 6, Computer press, Brno, 2003
- [9] <http://www.kks.zcu.cz/podklady/PRIRUCKA>

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| obr. 1. Schéma spojky | 12 |
| obr. 2. Spojka trubková kolíková | 16 |
| obr. 3. Spojka trubková se dvěma klíny | 16 |
| obr. 4. Spojka korýtková | 17 |
| obr. 5. Spojka přírubová | 17 |
| obr. 6. Spojka kotoučová | 18 |
| obr. 7. Spojka s čelními zuby | 19 |
| obr. 8. Spojka vyrovnávací trubková | 20 |
| obr. 9. Spojka vyrovnávací kolíková | 21 |
| obr. 10. Spojka vyrovnávací ozubcová | 21 |
| obr. 11. Spojka s křížovým kotoučem | 22 |
| obr. 12. Spojka kloubová | 23 |
| obr. 13. Kloubová spojka křížová | 24 |
| obr. 14. Kloubová spojka prstencová | 24 |
| obr. 15. Spojka s pryžovými pouzdry | 26 |
| obr. 16. Spojka s pryžovými hranoly | 27 |
| obr. 17. Spojka obručová | 27 |
| obr. 18. Spojka s koženými hranoly | 28 |
| obr. 19. Spojka kožená kotoučová | 29 |
| obr. 20. Spojka se šroubovými válcovými pružinami | 30 |
| obr. 21. Spojka s pouzdrovými pružinami | 30 |
| obr. 22. Spojka s listovými pružinami | 31 |
| obr. 23. Spojka jehlová | 32 |
| obr. 24. Spojka Bibby | 32 |
| obr. 25. Přesouvací kroužek | 35 |
| obr. 26. Spojka hydraulicky řazená | 36 |
| obr. 27. Spojka pneumaticky řazená | 36 |
| obr. 28. Kotoučová třecí spojka | 38 |
| obr. 29. Lamelová třecí spojka | 38 |
| obr. 30. Pojistná spojka se střížnými kolíky | 40 |
| obr. 31. Pojistná spojka kuličková v radiálním uspořádání | 41 |

| | |
|--|----|
| obr. 32. Pojistná spojka kuličková v axiálním uspořádání | 41 |
| obr. 33. Prokluzovací lamelová spojka | 42 |
| obr. 34. Rozběhová spojka Centri | 43 |
| obr. 35. Rozběhová spojka s vlečenými výkyvnými čelistmi | 44 |
| obr. 36. Volnoběžná axiální spojka | 45 |
| obr. 37. Volnoběžná radiální spojka | 46 |
| obr. 38. Normální pohybový hřídel | 49 |
| obr. 40. Zalomený(klikový) hřídel | 50 |
| obr. 41. Ohebný hřídel | 51 |
| obr. 42. Převod s plochým řemenem | 53 |
| obr. 43. Variátor | 54 |
| obr. 44. Úvodní nabídka Inventoru | 58 |
| obr. 45. Náčrtové prostředí Autodesk Inventoru 6 | 59 |
| obr. 46. Náčrt kotouče | 60 |
| obr. 47. Dialogové okno vysunutí | 61 |
| obr. 48. Základní model vzniklý vysunutím | 61 |
| obr. 49. Menu vyvolané pravým tlačítkem | 62 |
| obr. 50. Náčrt pro výstupek | 62 |
| obr. 51. Vysunutí výstupku | 63 |
| obr. 52. Náčrt otvoru pro hřídel s perem | 64 |
| obr. 53. Díra pro hřídel s perem | 64 |
| obr. 54. Zkosení vnější hrany | 65 |
| obr. 55. Zkosení otvoru pro hřídel | 65 |
| obr. 56. Zaoblení | 66 |
| obr. 57. Finální podoba kotouče Oldhamovy spojky | 67 |
| obr. 58. Náčrt základu střední křížové části | 67 |
| obr. 59. Vysunutí tělesa | 68 |
| obr. 60. Náčrt pro drážku | 68 |
| obr. 61. Vysunutí drážky | 69 |
| obr. 62. Konečná podoba střední křížové části | 69 |
| obr. 63. Náčrt hřídele | 70 |
| obr. 64. Rotace náčrtu hřídele | 70 |

| | |
|--|----|
| obr. 65. Orotovaná hřídel..... | 71 |
| obr. 66. Tvorba pracovní roviny..... | 72 |
| obr. 67. Náčrt drážky pro pero | 72 |
| obr. 68. Tvorba drážky pro pero | 73 |
| obr. 69. Zkosení hran hřídele..... | 73 |
| obr. 70. Zaoblení hran hřídele | 73 |
| obr. 71. Zaoblení hran drážky pro pero | 74 |
| obr. 72. Hřídel | 74 |
| obr. 73. Úvodní obrazovka sestavy..... | 75 |
| obr. 74. Vazby dostupné v sestavě | 75 |
| obr. 75. Kotouč | 76 |
| obr. 76. Kotouč se středovou částí | 76 |
| obr. 77. Vazba proti sobě Kotouč a Středová část | 77 |
| obr. 78. Vazba tečně..... | 77 |
| obr. 79. Vazba proti sobě-čelní plochy | 78 |
| obr. 80. Zavazbení kotouče a střední části..... | 78 |
| obr. 81. Oldhamova spojka rozložená..... | 78 |
| obr. 82. Oldhamova spojka složená..... | 79 |
| obr. 83. Vložení hřídele..... | 79 |
| obr. 84. Sestava spojky, hřídele a pera | 81 |
| obr. 85. Zavazbení ploch pera a drážky..... | 82 |
| obr. 86. Tečnost | 82 |
| obr. 87. Pero zarovnané v drážce | 82 |
| obr. 88. Srovnání plochy pera a plochy otvoru pro pero | 83 |
| obr. 89. Vkládání hřídele do otvoru v kotouči | 83 |
| obr. 90. Oldhamova spojka s hřídelemi | 84 |
| obr. 91. Úvodní obrazovka prezentace..... | 85 |
| obr. 92. Rozklad | 86 |
| obr. 93. Pohyb hřídele s těsným perem | 86 |
| obr. 94. Rozložená sestava pro prezentaci | 87 |
| obr. 95. Animace sestavy | 87 |
| obr. 96. Náčrt první ocelové příruby..... | 88 |

| | |
|---|-----|
| obr. 97. Rotace náčrtu | 89 |
| obr. 98. Náčrt díry s drážkou pro pero | 89 |
| obr. 99. Náčrt středu díry | 90 |
| obr. 100. Tvorba díry | 91 |
| obr. 101. Kruhové pole díry | 91 |
| obr. 102. První příruba | 92 |
| obr. 103. Náčrt středu díry | 92 |
| obr. 104. Díra v druhé přírubě | 93 |
| obr. 105. Druhá příruba | 93 |
| obr.106. Náčrt čepu | 93 |
| obr. 107. Rotace náčrtu čepu | 94 |
| obr. 108. Závit | 94 |
| obr. 109. Závitová díra v čepu | 95 |
| obr. 110. Čep | 95 |
| obr. 111. Náčrt pryžového prvku | 95 |
| obr. 112. Rotace náčrtu pryžového prvku | 96 |
| obr. 113. Tvorba díry v pryžovém elementu | 96 |
| obr. 114. Pružný pryžový element | 97 |
| obr. 115. Umístění první příruby | 97 |
| obr. 116. Vložení čepu | 98 |
| obr. 117. Umístění podložky | 98 |
| obr. 118. Vložení druhé příruby | 99 |
| obr. 119. Umístění podložky pod matici | 99 |
| obr. 120. Vložení matice | 100 |
| obr. 121. Pryžový element | 100 |
| obr. 122. Podložka k fixaci pružného elementu | 100 |
| obr. 123. Šroub | 101 |
| obr. 124. Kruhové pole komponentů | 101 |
| obr. 125. Kruhové pole komponent spojky | 102 |
| obr. 126. Pružná čepová spojka | 102 |
| obr. 127. náčrt pryžové obruče | 103 |
| obr. 128. Rotace náčrtu pryžové obruče | 103 |

| | |
|---|-----|
| obr. 129. Polovina rozdělení obruče | 104 |
| obr. 130. Kompletní rozdělení obruče..... | 104 |
| obr. 131. Pryžová obruč..... | 105 |
| obr. 132. Náčrt náboje | 105 |
| obr. 133. Rotační součást hrubého tvaru náboje | 105 |
| obr. 134. Náčrt pro díru | 106 |
| obr. 135. Díra pro hřídel s perem | 106 |
| obr. 136. Náčrt středu díry | 106 |
| obr. 137. Díra pro šrouby | 107 |
| obr. 138. Kruhové pole děr | 107 |
| obr. 139. Náboj | 108 |
| obr. 140. Náčrt přitlačného kroužku | 108 |
| obr. 141. Vysunutí přitlačného kroužku | 108 |
| obr. 142. Náčrt středu díry | 109 |
| obr. 143. Díra v přitlačném kroužku | 109 |
| obr. 144. Kruhové pole děr v přitlačném kroužku | 109 |
| obr. 145. Přitlačný kroužek | 110 |
| obr. 146. Zavazbení pryžové obruče s přitlačnými kroužky | 110 |
| obr. 147. Vazby mezi náboji a pryžovou obručí s přitlačnými kroužky | 111 |
| obr. 148. Vložení šroubu | 111 |
| obr. 149. Kruhové pole šroubů | 112 |
| obr. 150. Spojka Periflex | 112 |
| obr. 151. Náčrt vnitřní části středového kroužku | 113 |
| obr. 152. Vysunutí vnitřní části kroužku | 113 |
| obr. 153. Náčrt vnější části kroužku | 114 |
| obr. 154. Vysunutý a zaoblený prvek | 114 |
| obr. 155. Kruhové pole prvků | 115 |
| obr. 156. Pružný středový kroužek | 115 |
| obr. 157. Náčrt hrubého tvaru náboje | 116 |
| obr. 158. Rotace náčrtu náboje | 116 |
| obr. 159. Díra pro hřídel s perem | 116 |
| obr. 160. Náčrt pro drážku pro vnitřní část středového kroužku | 117 |

| | |
|--|-----|
| obr. 161. Vysunutí drážky pro kroužek..... | 117 |
| obr. 162. Kruhové pole drážky pro jednotlivé prvky kroužku..... | 118 |
| obr. 163. Kruhové pole zubů..... | 118 |
| obr. 164. Kruhové pole drážek pro zuby | 119 |
| obr. 165. Náboj..... | 119 |
| obr. 166. Vazba mezi kroužkem a nábojem..... | 120 |
| obr. 167. Vazba mezi podsestavou náboje a kroužku a náboje | 120 |
| obr. 168. Torzně pružná spojka..... | 121 |
| obr. 169. Vysunutí základu náboje..... | 122 |
| obr. 170. Vysunutí výstupku pro díry | 122 |
| obr. 171. Vysunutí poloviny zubu..... | 123 |
| obr. 172. Zub | 123 |
| obr. 173. Vysunutí- úběr..... | 123 |
| obr. 174. Kruhové pole zubů..... | 124 |
| obr. 175. Díra v náboji..... | 124 |
| obr. 176. Náboj čelní zubové spojky..... | 125 |
| obr. 177. Rotace náčrtu profilu příruby | 125 |
| obr. 178. Odebrání čela příruby | 126 |
| obr. 179. Kruhové pole děr | 126 |
| obr. 180. Příruba | 126 |
| obr. 181. Vysunutí vnitřního kroužku | 127 |
| obr. 182. Vysunutí vnější části | 127 |
| obr. 183. Pružný středový prvek | 127 |
| obr. 184. Vazba mezi přírubou a nábojem | 128 |
| obr. 185. Vazba pružného prvku..... | 128 |
| obr. 186. Čelní zubová spojka..... | 129 |
| obr. 187. Pracovní prostředí Cosmos/DesignSTAR..... | 131 |
| obr. 188. Výběr materiálu | 131 |
| obr. 189. Nabídka uchycení..... | 132 |
| obr. 190. Uchycení Fixed | 132 |
| obr. 191. Zatížení součástí | 133 |
| obr. 192. Výpočetní síť tělesa..... | 133 |

| | |
|---|-----|
| obr. 193. Deformovaná síť součásti | 134 |
| obr. 194. Von Missesovo napětí | 134 |