

Off-line verze výuky modelování dílů a sestavy s využitím Autodesk Inventoru

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	9
1 Úvodní informace	11
2 Seznámení s programem	12
2.1 První lekce, základní orientace v programu	12
2.1.1 Základní vzhled programu.....	12
2.1.2 Základní příkazy	13
2.1.3 Založení nového projektu	15
3 Tvorba dílů sestavy	18
3.1 Náčrtek.....	18
3.1.1 Kreslení náčrtku.....	18
3.1.2 Kótování náčrtku	20
3.1.3 Vazby v náčrtku.....	21
3.1.4 Dokončení náčrtku.....	24
3.2 Modelování dílu.....	25
3.2.1 Tvorba základního tvaru	25
3.2.2 Nový náčrtek na díle.....	27
3.2.3 Tvorba dalších prvků – děr.....	28
3.3 Modelování ostatních dílů kola	31
3.3.1 Tvorba čepu kola	31
3.3.2 Víko kola	35
3.3.3 Vymezovací kroužek	37
3.4 Modelování dílů svařence.....	38
3.4.1 Žebro.....	38
3.4.2 Základna	39
3.4.3 Stojnice	40
3.4.4 Náboj	41
4 Tvorba sestavy	42
4.1 Tvorba kola.....	42
4.1.1 Vložení první součásti	42
4.1.2 Zavazbení prvků a vložení dalších součástí	44

4.1.3	Vložení standardizovaných dílů	46
4.2	Tvorba rámu	47
4.2.1	Skládání sestavy	48
4.2.2	Tvorba svařence.....	49
4.3	Spojení obou sestav	51
4.3.1	Vložení podsestav.....	51
4.3.2	Vložení zbývajících prvků.....	52
5	Výstupy programu.....	54
5.1	Tvorba prezentace modelu.....	54
5.1.1	Rozložení sestavy	54
5.1.2	Vytváření videa.....	57
5.2	Výkresová dokumentace.....	58
5.2.1	Tvorba pohledu.....	58
5.2.2	Pohled v řezu	59
5.2.3	Kótování a další popisky	60
5.2.4	Údaje v razítku.....	61
5.3	Pevnostní analýza	63
5.3.1	Nastavení a výpočet analýzy čepu kladky.....	63
5.3.2	Pevnostní analýza svařence rámu	65

Seznam zkratk

ČSN	Česká technická norma (dříve Československá státní norma)
ISO	International Organization for Standardisation
DIN	Deutsche Industrie Norm (německé technické normy)
LTM	Levé tlačítko myši
PTM	Pravé tlačítko myši

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vzhled programu po spuštění	12
Obrázek 2: Vzhled programu s otevřeným modelem	13
Obrázek 3: Horní lišta nástrojů	13
Obrázek 4: Práce s rotací prvku v prostoru I	14
Obrázek 5: Práce s rotací prvku v prostoru II	14
Obrázek 6: Panel prohlížeč	15
Obrázek 7: Založení nového projektu	16
Obrázek 8: Průvodce novým projektem	16
Obrázek 9: Nový náčrtek	18
Obrázek 10: Čáry v náčrtu	19
Obrázek 11: Pomocné čáry	20
Obrázek 12: Spuštění vazeb	22
Obrázek 13: Přidání vazeb	22
Obrázek 14: Finální úprava náčrtu	23
Obrázek 15: Dokončení náčrtku	24
Obrázek 16: Náčrt v 3D	24
Obrázek 17: Podoba náčrtu	25
Obrázek 18: Rotace	25
Obrázek 19: Úprava hran zaoblení	26
Obrázek 20: Úprava hran zkosení	27
Obrázek 21: Umístění nového náčrtu	27
Obrázek 22: Bod, středový bod	28
Obrázek 23: Ukotvení bodu	28
Obrázek 24: Modelování díry	29
Obrázek 25: Tvorba kruhového pole	29
Obrázek 26: Tvorba zrcadlení	30
Obrázek 27: Estetická úprava povrchu	31
Obrázek 28: Náčrt čepu kola	32
Obrázek 29: Tvorba díry v čepu	32
Obrázek 30: Tvorba pomocné roviny	33
Obrázek 31: Náčrtek drážky	34
Obrázek 32: Vyřezání drážky	34
Obrázek 33: Konečná podoba čepu	35
Obrázek 34: Náčrt víka kola	35
Obrázek 35: Rotace víka a tvorba díry	36
Obrázek 36: Konečná podoba víka kola	37
Obrázek 37: Vymezovací kroužek	37
Obrázek 38: Náčrtek žebra	38

Obrázek 39: Žebro	39
Obrázek 40: Základna.....	40
Obrázek 41: Druhý náčrtek u stojnice	40
Obrázek 42: Stojnice s dírami	41
Obrázek 43: Náčrt náboje	41
Obrázek 44: Náboj.....	42
Obrázek 45: Nová sestava	43
Obrázek 46: Umístění první komponenty	43
Obrázek 47: První vazební dílů	44
Obrázek 48: Vložení a vazební ložisek	44
Obrázek 49: Zavazbení kola	45
Obrázek 50: Vložení vík a zrcadlení	46
Obrázek 51: Obsahové centrum	46
Obrázek 52: Sestava kola	47
Obrázek 53: Vazba s odsazením.....	48
Obrázek 54: Umístění stojnic	49
Obrázek 55: Převedení na svařenec	49
Obrázek 56: Dialog typů svarů.....	50
Obrázek 57: Tvorba svaru	50
Obrázek 58: Svařený rám	51
Obrázek 59: Složení podsestav	52
Obrázek 60: Zavazbení přídržky	52
Obrázek 61: Výsledná sestava.....	53
Obrázek 62: Vytvoření pohledu prezentace	54
Obrázek 63: Rozkládání sestavy.....	55
Obrázek 64: Oddělené šrouby	55
Obrázek 65: Rozložené kolo	56
Obrázek 66: Rozložená sestava	57
Obrázek 67: Vytváření animačního videa	57
Obrázek 68: Vložení základního pohledu	59
Obrázek 69: Tvorba řezu	60
Obrázek 70: Úprava kót.....	60
Obrázek 71: Úprava hodnoty kóty	61
Obrázek 72: Úprava hodnot v razítku.....	62
Obrázek 73: Konečný výkres	62
Obrázek 74: Hustota sítě analýzy a její nastavení	63
Obrázek 75: Nastavení působení sil	64
Obrázek 76: Grafický výsledek pevnostní analýzy	64
Obrázek 77: Grafický výsledek tlakové analýzy	65
Obrázek 78: Výsledek analýzy rámu.....	66

1 Úvodní informace

Tento dokument vznikl jako off-line návod pro práci s programem Autodesk Inventor ve verzi 2008. Tato verze byla na základě licenční smlouvy mezi Univerzitou Pardubice a společností Autodesk uvolněna pro studijní využití svým studentům. Cílem tohoto výukového pásma je přiblížit použití programu na reálných předmětech výroby, navrhovaný výrobek pojezdového kola byl skutečně v menší úpravě vyráběn. Cíl byl kladen na postupy přiblížené reálné praxi s ohledem na pochopení pro začátečníky jak v případě práce s programem, tak v případě chápání praktických pracovních postupů při tvorbě modelu.

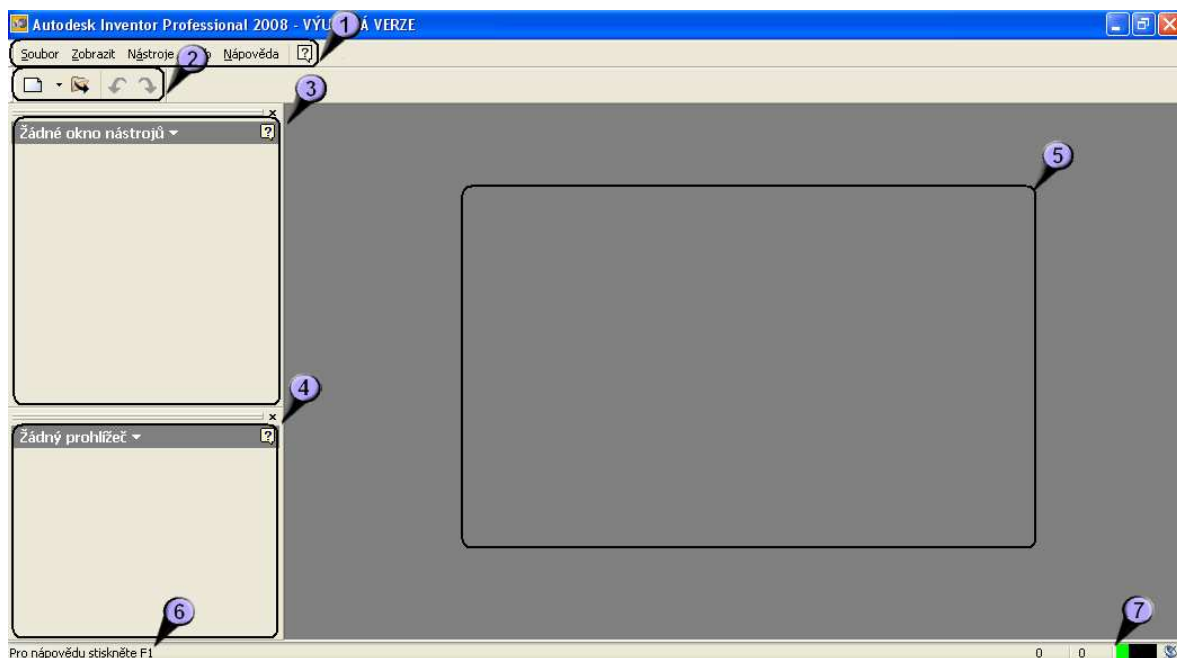
Tento dokument nemá nahradit webovou stránku, neboť neobsahuje všechny možnosti technologie internetu, jako jsou videa atp. a webová prezentace zůstává hlavním návodem pro výuku, neboť obsahuje videoukázky. Tyto videoukázky tvoří podstatnou část kurzu, neboť obsahují kompletní postup tvorby. Rovněž jsou na webu umístěny zdrojové soubory pro možnost stažení a porovnání výsledků, nebo také pro překonání problémů s modelem.

2 Seznámení s programem

2.1 První lekce, základní orientace v programu

2.1.1 Základní vzhled programu

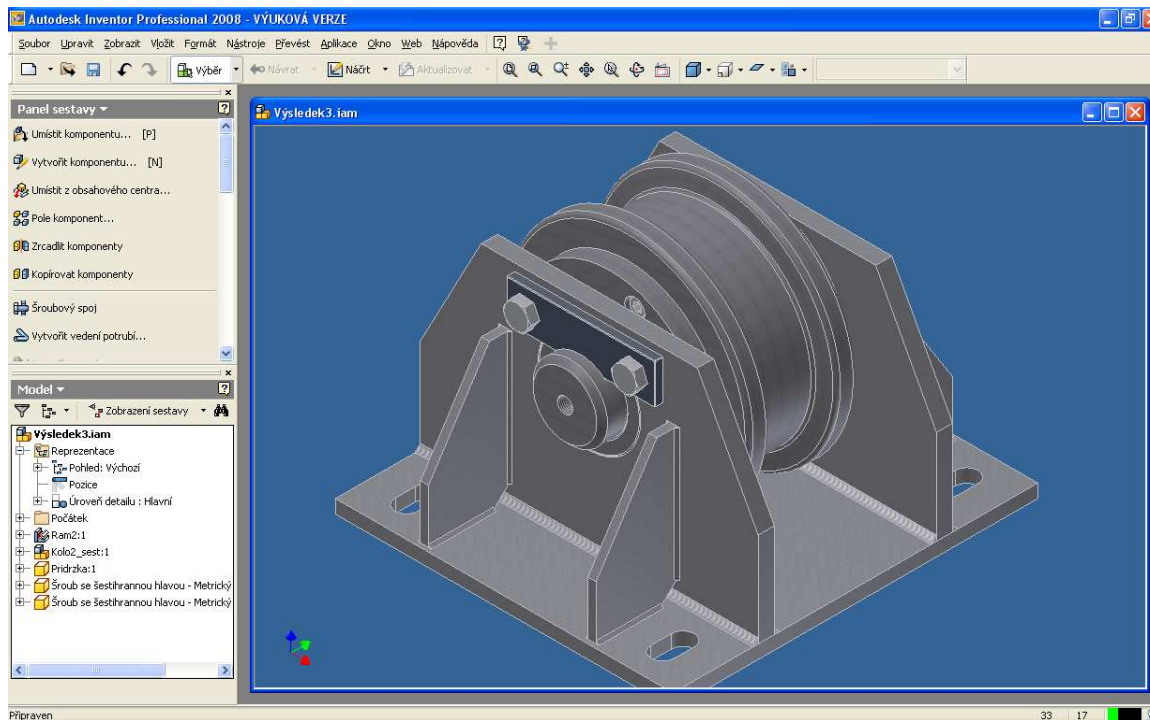
V této úvodní lekci si ukážeme pracovní prostředí programu Autodesk Inventor, ukážeme si některé základní nástroje, které jsou společné ve všech modulech a režimech programu, jako např. pohledové nástroje.



Obrázek 1: Vzhled programu po spuštění

Začneme úvodní obrazovkou, po spuštění programu, pokud pomíneme výzvy k registraci a podobné se nám objeví ještě klasický open dialog. Pokud jej vystornujeme, uvidíme toto prázdné prostředí. Pod titulkovou lištou je klasické menu (1), pod ním je panel nástrojů. Zatím je poměrně chudý, pokud bychom měli spuštěný nějaký projekt, tlačítka nabydou (jak si posléze ukážeme). V levém sloupci nahoře je interaktivní okno nástrojů (3). Toto okno se mění podle režimu, ve kterém pracujeme, a samo nám nabízí možné příkazy. Pro každý modul obsahuje jinou sadu příkazů. Pod tímto oknem je panel prohlížeč (4), ve kterém se nám bude zobrazovat stromová struktura modelu. Pomocí tohoto prohlížeče se snadno dostaneme k jednotlivým prvkům sestav, dílům a operacím na dílech aniž bychom je museli složitě hledat v rozsáhlých sestavách. V případě provedených operací by to ani jinak nebylo možné. Největší část okna je věnována prostoru pro práci (5), v něm budeme později pracovat, modelovat a skládat. Spodní lišta programu slouží k informativním účelům, vlevo dole se nám zobrazuje jednoduchá nápověda (6), kdy při jakékoli činnosti nám napovídá další krok, je to trochu obdoba nápovědy z příkazového

řádku u AutoCADu. Vpravo dole máme dvě čísla, která nás informují o aktuálním celkovém počtu relací, a aktuálním otevřeném počtu relací resp. otevřených souborů. Vedle nich vpravo je jednoduchý ukazatel obsazenosti systémového prostředku, a ikonka spojení s komunikační podporou.



Obrázek 2: Vzhled programu s otevřeným modelem

Takto nějak by v konečné fázi měl vypadat náš model. Jak je vidět panely nástrojů se nám zaplnily, a tak se na ně podíváme detailněji.

2.1.2 Základní příkazy

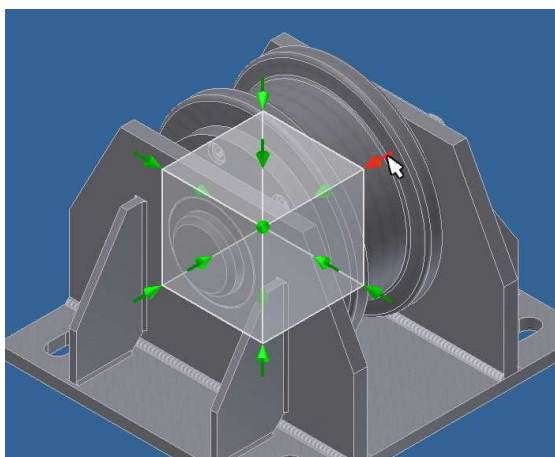
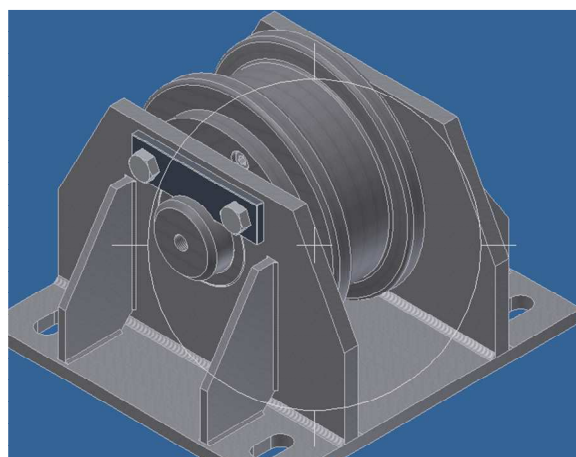
Prohlédněme si postupně detailněji palety panelů nástrojů, které nám program nabízí. Nejprve se podívejme na horní lištu.



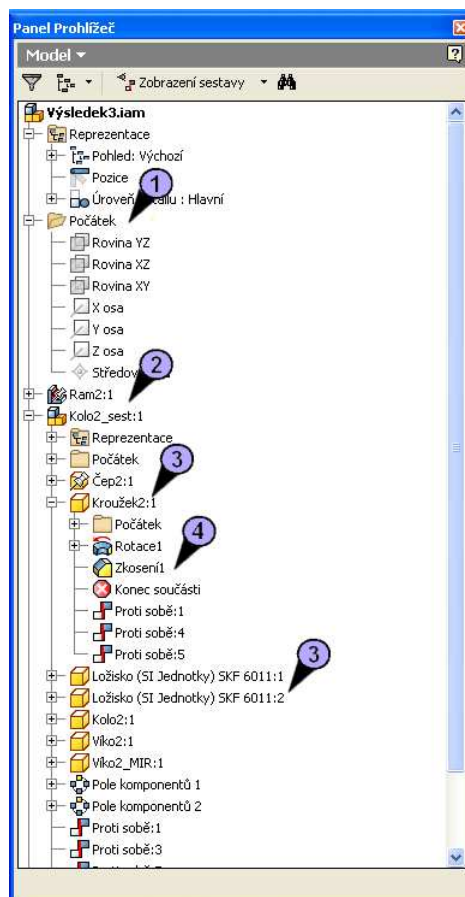
Obrázek 3: Horní lišta nástrojů

První příkaz (1) slouží k návratu z podřízeného režimu do režimu vyššího, např. pokud chceme kreslit nový náčrt na již vymodelovaném dílu, a poté se vrátit zpět. A právě druhý příkaz „Náčrt“ (2) nám slouží k zadávání plochy nového náčrtu na již (zčásti) hotovém dílu. Příkaz „Aktualizovat“ (3) slouží k aktualizaci zobrazených dílů. Dalšími je sada příkazů „Zoom“ (4), zleva to jsou „Zoom vše“ – zobrazí nám všechny prvky v prostoru, „Zoom okno“ – zobrazí (a zvětší) nám zadané okno, „Dynamický zoom“ – pro dynamické změny měřítka, stejnou funkci má roler myši, „Posun v prostoru“ – stejnou

funkci má „packa“ při stisknutí kolečka myši, „Zoom na prvek“ – zvětší a zviditelní nám vybraný prvek, „Otáčení“ – rotace v 3D prostoru (zmíním se více), a „Pohled na“ – tento příkaz nám poskytne kolmý pohled na vybranou rovinu – např. na náčrty. Další sadou příkazů jsou možnosti zobrazení prvků (5), zleva – styl zobrazení (drátový model, vyplněný model, poloprůhledný), zobrazení rovnoběžné nebo perspektivní, zobrazení stínu a zobrazení průhlednosti komponent. Poslední položkou (6) je výběr materiálu modelu, pouze povrchová estetická úprava.

**Obrázek 4: Práce s rotací prvku v prostoru I****Obrázek 5: Práce s rotací prvku v prostoru II**

Vrátím se ale ještě ke zmíněnému příkazu z nabídky zoomu a to rotací v prostoru. Po jeho spuštění se nám objeví uprostřed pracovního prostoru něco jako osový kříž, který vidíme na obrázku vpravo. Po najetí kurzorem do kruhu můžeme s modelem všemožně otáčet. To se ale příliš nehodí pro nastavení přesné polohy. Proto při tomto spuštění příkazu zmáčkne mezerník, a objeví se nám prostorová krychle s předem definovanými úhly pohledu. Po zvolení jakékoli šipky se nám pohled nastaví.

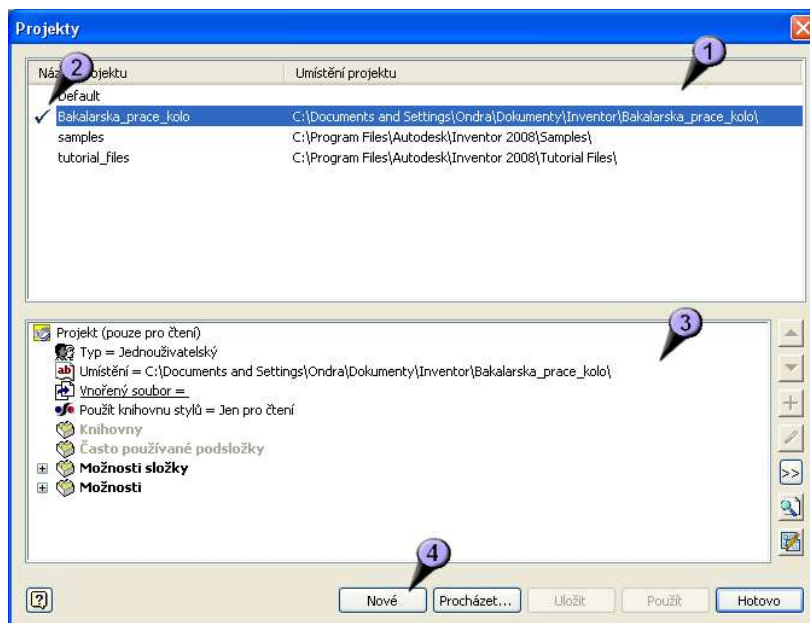


Obrázek 6: Panel prohlížeč

Dále se podíváme na panel prohlížeč. Toto je velice chytrá pomůcka pro sledování historie i aktuálního stavu modelu. Jak je vidět ze stromu našeho konečného modelu sestavy, je již rozsáhlejší, a celý zobrazený by byl dost dlouhý. Na začátku jsou vždy obecné údaje (1), jako např. poloha počátku základního souřadného systému, jeho os a rovin. Dále jsou zde zobrazeny všechny podsestavy (2), která jdou dále rozkliknout na jednotlivé díly podsestav (3), a ty jdou ještě více dělit na jednotlivé operace (4). Všechny tyto operace jsou vždy editovatelné

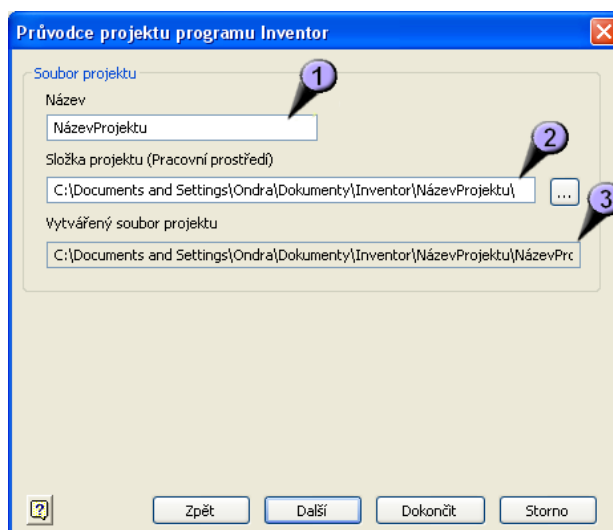
2.1.3 Založení nového projektu

Vysvětlili jsme si tedy základní prostředí programu, a můžeme spustit první projekt. Přes nabídku „Soubor“ → „Projekty“ se dostaneme na nastavování projektů. Každá naše práce musí patřit do nějakého projektu. Pokud víme, že začínáme pracovat s větším celkem, nastavíme mu jeho vlastní projekt.



Obrázek 7: Založení nového projektu

Pokud víme, že začínáme pracovat s větším celkem, nastavíme mu jeho vlastní projekt. Seznam projektů vidíme v horní části dialogu (1), kde vlevo je značka aktuálního projektu (2), v našem případě sestavy kola. V dolní části je nastavování parametrů projektů (3), kdy si zatím vystačíme se standardním nastavením. Pro přidání nového projektu stiskneme tlačítko „Nové“ (4). Po jejím stisku se nám zobrazí průvodce novým projektem. Na jeho první obrazovce si nastavení nebudeme všimát, jedná se o nastavení možnosti spolupráce více lidí na jednom projektu, my používáme standardní jednouživatelský projekt.



Obrázek 8: Průvodce novým projektem

V druhém kroku již zadáme název projektu (1) a jeho umístění (2). Pod nimi se nám generuje cesta k zástupnému souboru projektu *.ipr (3). Zadání projektu u vícedílných modelů je důležité, neboť program si načítá podsoubory z cest, které má uloženy právě

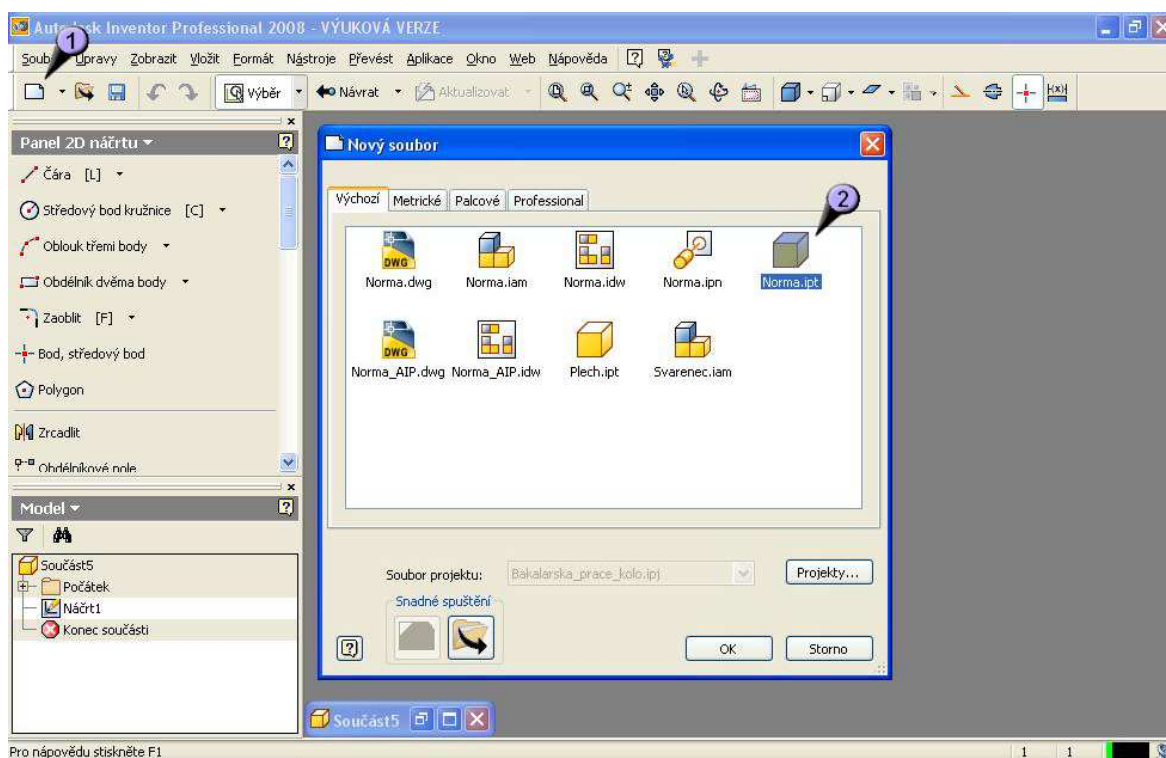
v souborech projektu. Pokud v jiném souborovém prohlížeči změním umístění souborů, Inventor je pak nebude moci najít, a nabídne nám jejich ruční nalezení, popř. zobrazí chybovou hlášku.

3 Tvorba dílů sestavy

3.1 Náčrtek

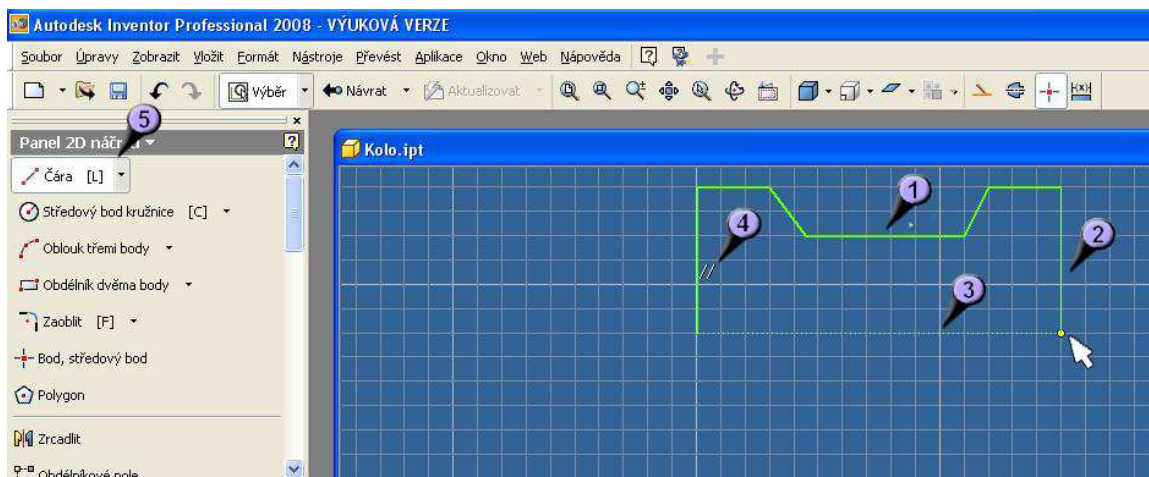
3.1.1 Kreslení náčrtku

Z minulé lekce již máme připraven virtuální prostor pro náš projekt, a máme jej nastaven jako primární. Po zapnutí programu nám naskočí dialog s výběrem možností jestli otevřeme stávající soubor, nebo vytvoříme nový, tedy vytvoříme nový



Obrázek 9: Nový náčrtek

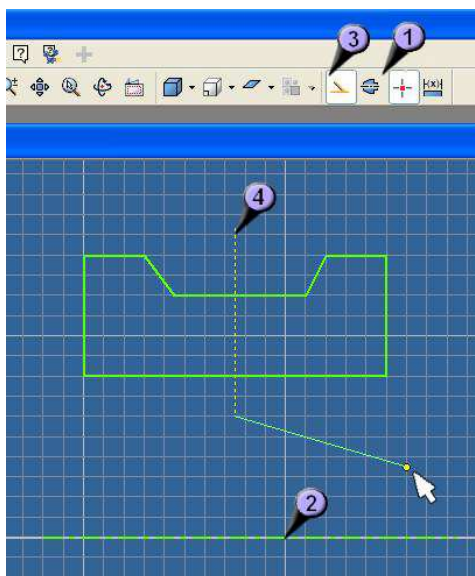
. Pokud máme již program spuštěn, což je případ jako na obrázku 9, dostaneme se k dialogu nové součásti buď přes hlavní menu *Soubor* → *Nový*, nebo kliknutím na ikonu (1) s obrázkem čistého papíru. Vyskočí nám modální dialog s výběrem typu nového dílu. O jednotlivých druzích již bylo zmíněno a detailní popisy těch důležitých budou zmíněny později. Nyní nás zajímá volba „Norma.ipt“ (2).



Obrázek 10: Čáry v náčrtu

Po odsouhlasení „OK“ se dostaneme do prostředí náčrtu. Zvolíme tedy nástroj „Čára“ (5) a můžeme začít kreslit. Kreslit můžeme kdekoli, doporučuje se však vždy poblíž počátku, později to značně zjednodušuje orientaci v 3D prostoru. Již nadefinované čáry se zobrazují (dle individuální nastavení) zde tlustou žlutou čarou (1), čáry, které právě definujeme tenkou žlutou čarou (2). Inventor nám automaticky nabízí záchytné body, přichycení a podobné pomůcky, např. tečkovaná čára (3) nám zobrazuje, že jsme na úrovni bodu, které spojuje (je vždy ortogonální). Další pomůckou jsou symboly geometrických vztahů, zde např. rovnoběžnosti (4), kde nám program hlásí s kterou již nadefinovanou čarou je právě konstruovaná čára rovnoběžná.

Důležité je si uvědomit, že rozměry nyní nejsou podstatné, nutné je pouze vystihnout tvar modelované součásti, a rozmyslet si, jakým způsobem jí budeme dále modelovat, tedy především si vybrat ze dvou nejčastějších možností, rotace nebo vytažení. Pro rotační předměty je jistě vhodnější rotace, i když by mnohé bylo možné vymodelovat i pomocí vytažení. Přesné rozměry součásti se budou dotvářet později, nyní můžou být téměř libovonné. Pokud ale rozměry odhadneme přesněji, bude se nám dále pohodlněji pracovat.



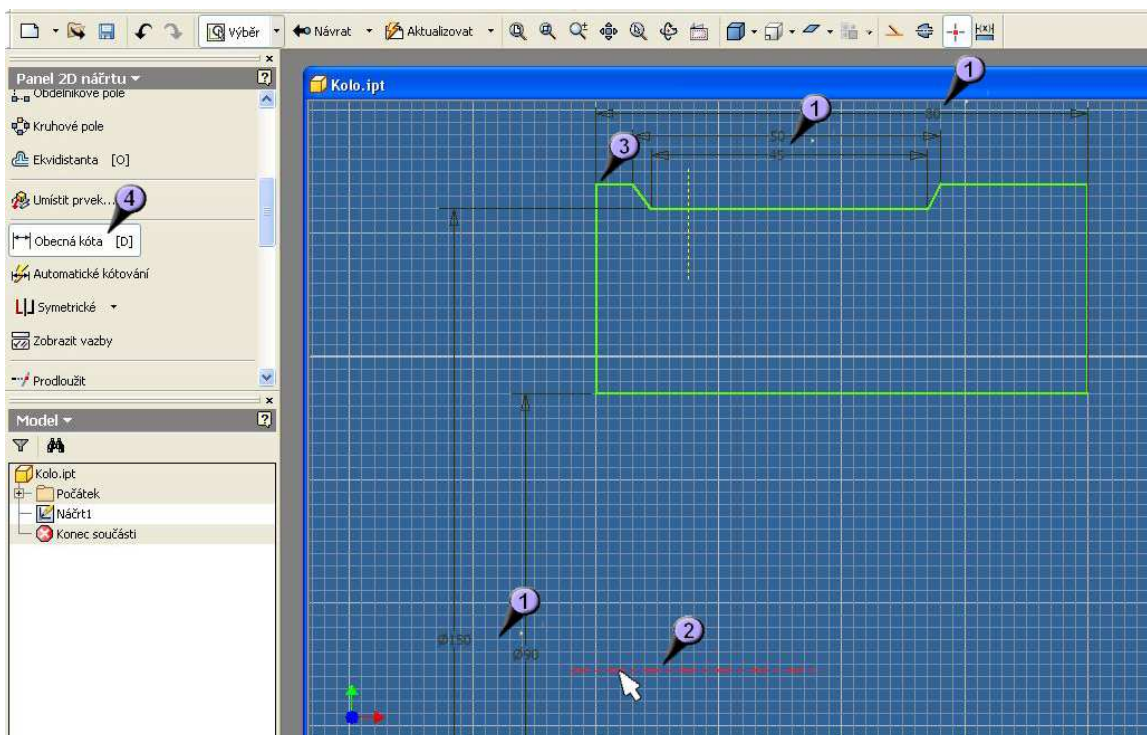
Obrázek 11: Pomocné čáry

Dalším krokem je tvorba pomocných čar. Ty sice nejsou k vytvoření jednodušších tvarů přímo nutné, je však velmi vhodné s nimi pracovat, neboť nám později velmi ušetří práci a zpřehlední model.

Stále používáme nástroj „Čára“ avšak nejprve pro vytvoření rotační osy zapneme mód kresby os (1) a zakreslíme osu modelu (2), nejlépe na jednu z os souřadného systému. Dále pro ulehčené pozdější práce si ještě zakreslíme osu souměrnosti náčrtku, tato již však není rotační, a proto vypneme mód kresby os (1) a zapneme režim pomocných čar (3), a zakreslíme přibližně do středu náčrtku pomocnou čáru (4).

3.1.2 Kótování náčrtku

Nyní můžeme začít náčrt kótovat. Nejedná se o přesné kótování, jaké známe z programů CAD, ale o určení (přesných) rozměrů náčrtku. Předtím jsme určili pouze přesný tvar, nyní dodáme rozměry. Ty se mohou kdykoli později editovat, buď návratem do náčrtkového módu, a změnou hodnoty kóty, nebo nástrojem řízená kóta, jejíž hodnotu určujeme přesně až zavazbením dílu do sestavy (v jedné z dalších lekcí).



Zvolíme tedy nástroj „Obecná kóta“ (4) a začneme kótovat. Zvolíme buď dva body, a zadáme hodnotu jejich vzdálenosti, nebo pro usnadnění můžeme označit i celou délku čáry, při použití pomocné rotační osy nástroj pozná, že tento rozměr je průměr. Pokud bychom měli v náčrtu obloukové prvky, nástroj nám automaticky zakótuje poloměry.

Pokud jsme se při náčrtku příliš netrefili do skutečných rozměrů, může se zdát, že se nám náčrt během kótování rozpadne, nikdy však nezmění tvar. Na obrázku kóty, které již jsou zadané (1), kóta, kterou právě zadáváme, označením rotační osy (2) a druhý bod rozměru, který zadáme posléze (3).

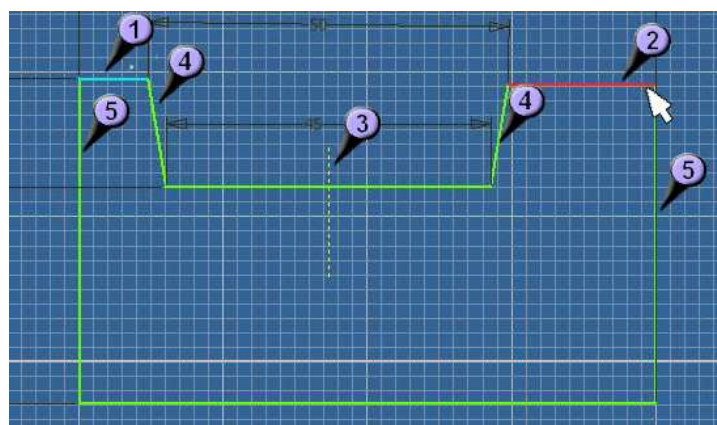
3.1.3 Vazby v náčrtku

Nyní využijeme vazby v náčrtu. Náš obrázek má již svůj tvar i rozměry, ale stále není přesný. Vazby jsme již nevědomky použili úplně na začátku, při navrhování tvaru, kdy se nám automaticky nabízely (obr. 10, značka 4) vazby rovnoběžné, někdy kolmé. Také mnohé další vazby se mohou nabízet automaticky, např. při práci s oblouky vazby soustřednosti, nebo tečnosti.



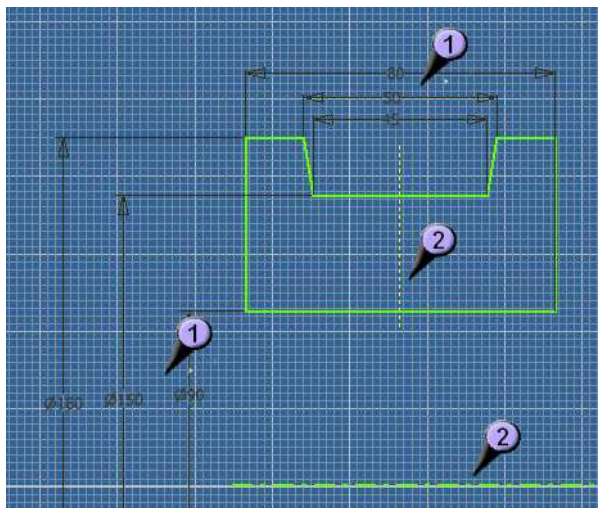
Obrázek 12: Spuštění vazeb

Nyní doplníme vazbu symetrie (2), kterou nalezneme pod příkazem sady vazeb (1) a při práci s ní využijeme pomocnou osu (3), kterou v náčrtku máme.



Obrázek 13: Přidání vazeb

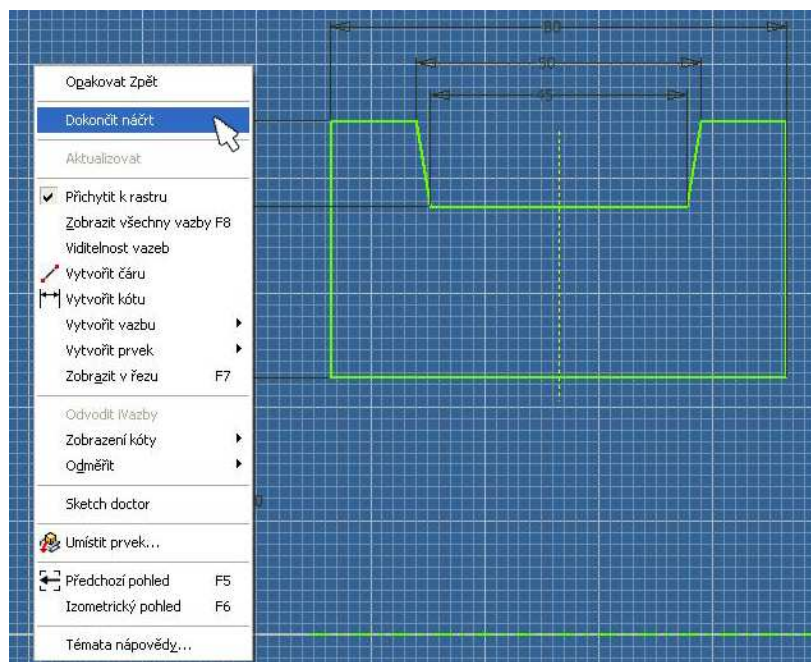
Postup při tvorbě symetrické vazby je nejprve označení obou prvků symetrie (1 a 2) a potom osy (3). Pokud chceme k označené ose zavazbit další prvky, již označujeme pouze je (4 a 5) a osu již nemusíme. Osu určujeme znova pouze při opětovném spuštění příkazu. Po zavazbení všech těchto částí by náš nárt měl mít finální podobu. Mohl by vypadat např. nějak takto



Obrázek 14: Finální úprava náčrtu

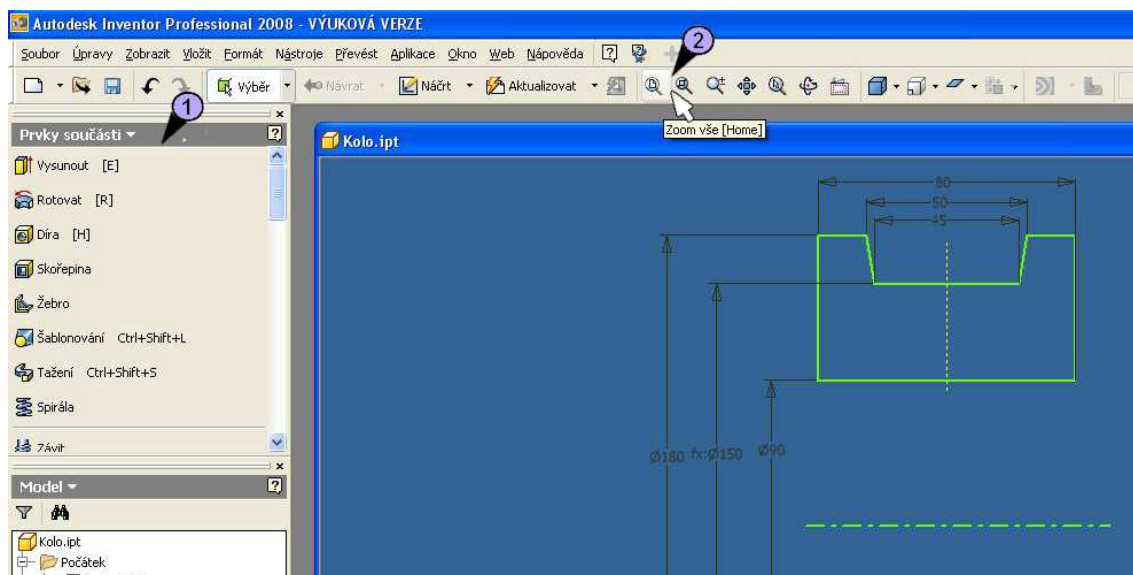
Finální úpravou kót je pouze estetické uspořádání. Není nutné, avšak je vhodné pro pozdější práci především při tvorbě výkresové dokumentace. Kóty tedy můžeme upravit do přehledné podoby nad sebou (1), dle pravidel technického kreslení a pomocné čáry a osy protáhnout / zkrátit do nejvhodnější délky a polohy (2). Také je velice vhodné umístit celý náčrtek vhodně ke středu soustavy. V tomto případě je nejvhodnější umístit střed do průsečíků obou pomocných os. Můžeme si všimnout, že s celým náčrtem se dá po nártkové rovině pohybovat. Je to dobré vodítko pro testování správnosti a completeness náčrtu. Pokud se nám při uchycení jakékoli části náčrtu (ne kót) daří pohybovat s celým celkem, a ten zůstává v původním tvaru, pak je náčrt pravděpodobně správně zakreslen. Pokud bychom náčrt zakotvili do soustavy systému, např. přichytili k počátečnímu bodu, náčrt by zčernal (místo žlutých čar by byly černé). Potom by už s náčrtem nešlo pohybovat (uchycením myši) ale jen změnou / zrušením kót.

3.1.4 Dokončení náčrtku



Obrázek 15: Dokončení náčrtku

Můžeme tedy přistoupit k dokončení náčrtu, opět klepneme PTM do prostoru náčrtku, a z menu vybereme příkaz „Dokončit náčrt“.



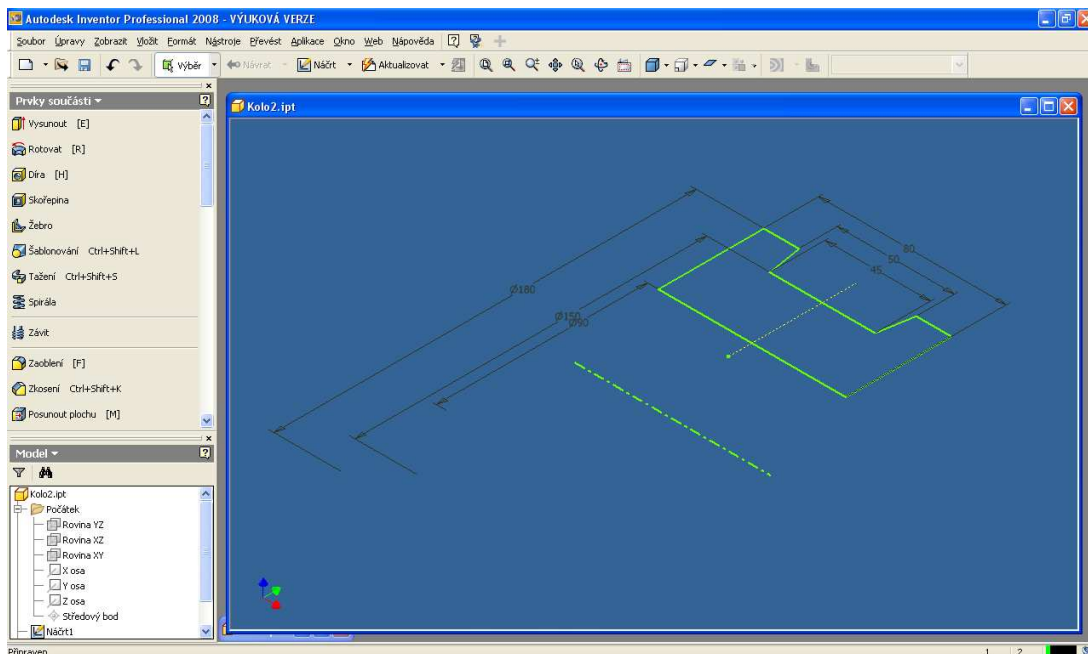
Obrázek 16: Náčrt v 3D

Pro celkový pohled na vytvořený náčrtek je nejlépe použít nástroje „Zoom vše“ (2). V tomto stavu můžeme poprvé naši práci uložit, neboť prostředí náčrtku uložení neumožňuje. Kdykoli je ale možné příkazem „Dokončit náčrt“ opustit režim náčrtu, práci uložit a poté se opět k editaci náčrtu vrátit. Uložení provedeme standardním příkazem „Ulož“ do připraveného prostoru projektu.

3.2 Modelování dílu

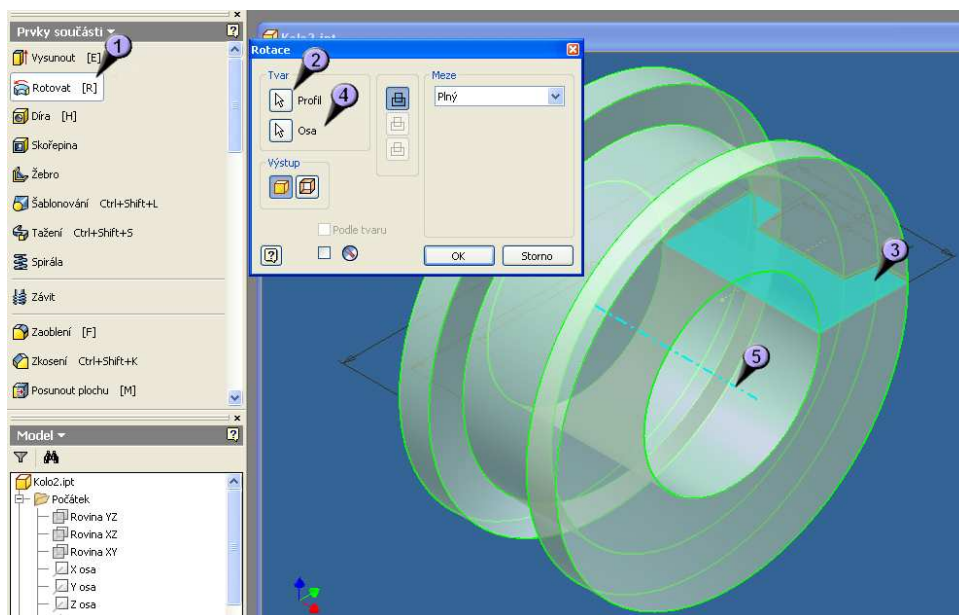
3.2.1 Tvorba základního tvaru

Máme hotov náčrt obrázku, a tentokrát začneme s opravdovým 3D modelováním. Náš náčrt by měl vypadat nějak takto.



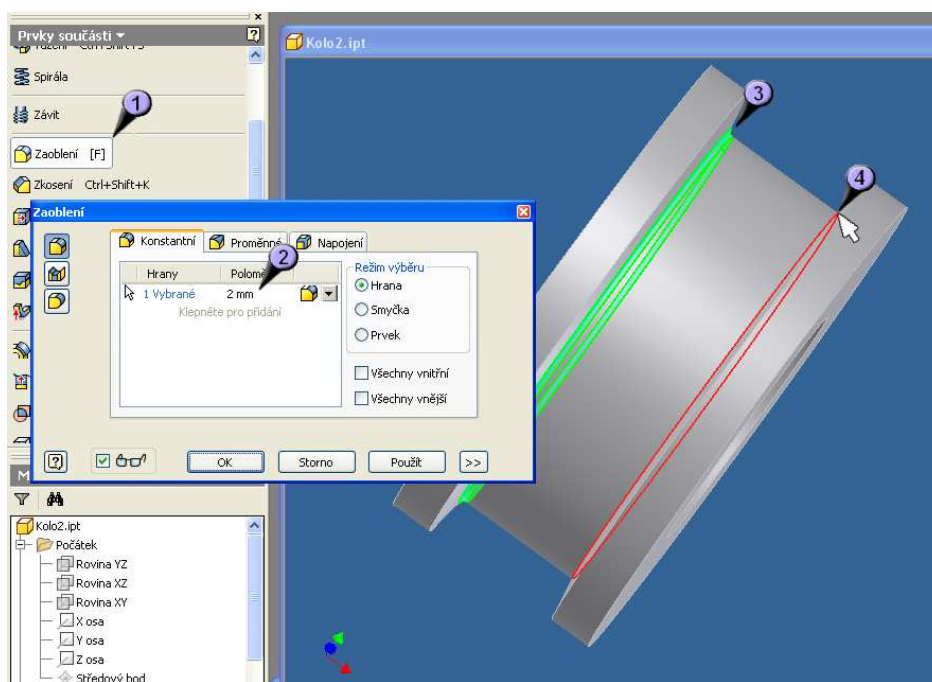
Obrázek 17: Podoba náčrtu

Jako první věc musíme vytáhnout 2D obrys do prostoru. K modelování jsou k dispozici, jak už bylo zmíněno dva základní nástroje „Vysunout“ a „Rotovat“, protože my modelujeme rotační těleso, použijeme nástroj „Rotovat“



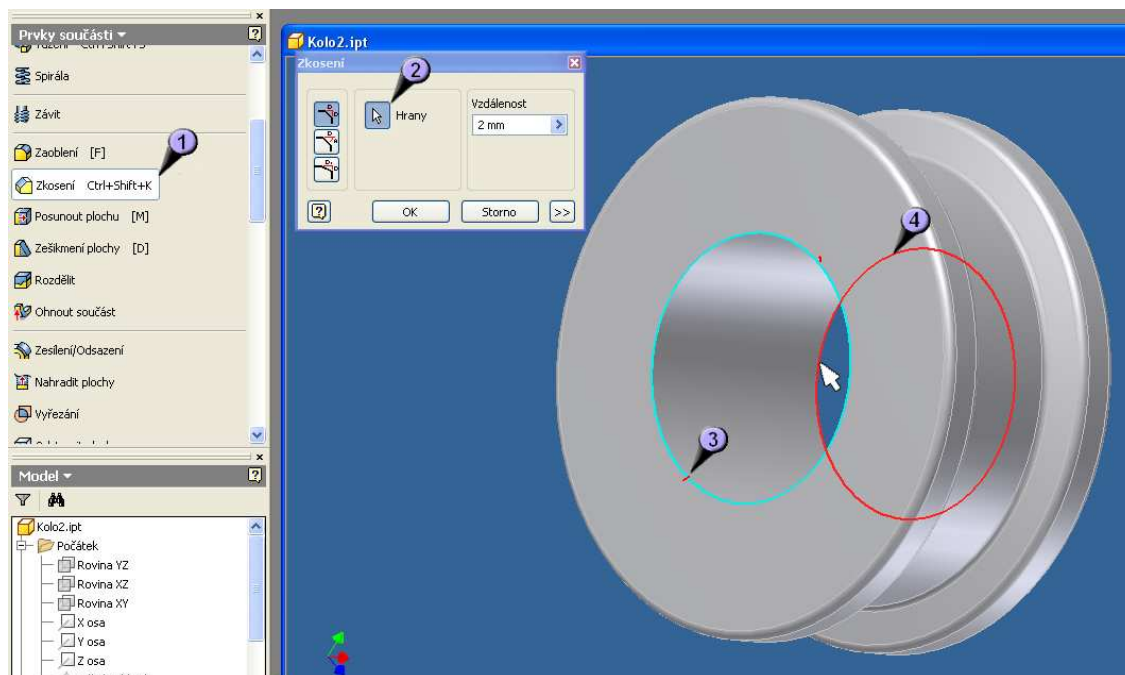
Obrázek 18: Rotace

Pokud jsme postupovali správně, tak se hned po zadání příkazu „Rotovat“ (1) objeví model kola s již zadanými parametry. Je to tím, že žádná jiná smyčka v náčrtu není, a i osa je pouze jedna, navíc nadefinovaná jako rotační osa. Pokud by jsme však měli složitější návrh, můžeme profil k rotování vybírat (2) tak, jako je zde určen automaticky (3). Stejně tak můžeme vybrat osu (4) tak, jako je zde určena (5). Příkaz má i další možnosti, nemusí například rotovat v 360° ale jen v části, nebo se dá rotace profilu modifikovat, o tom ale jindy, nebo můžete zkusit metodou pokus – omyl.



Obrázek 19: Úprava hran zaoblení

Nyní ošetříme všechny hrany. Pokud není výslovně dáno zadáním, každá hrana by měla být zkosená nebo zaoblána. Nejprve použijeme příkaz „Zaoblení“ (1) v dialogovém okně zadáme poloměr zaoblení (2) a zadáme které hrany chceme zaoblit. Již vybrané hrany se nám vymodelují do poloměru (3) a vybírané hrany se osvětlí červeně (4). Po potvrzení se hrany vymodelují bez osvětlení. Takto můžeme vybrat více hran se stejným poloměrem, pokud chceme mít poloměr jiných hran různý, je nutné spustit příkaz znova. Takto obdobně provedeme s poloměrem 3 mm zaoblení horních hran.

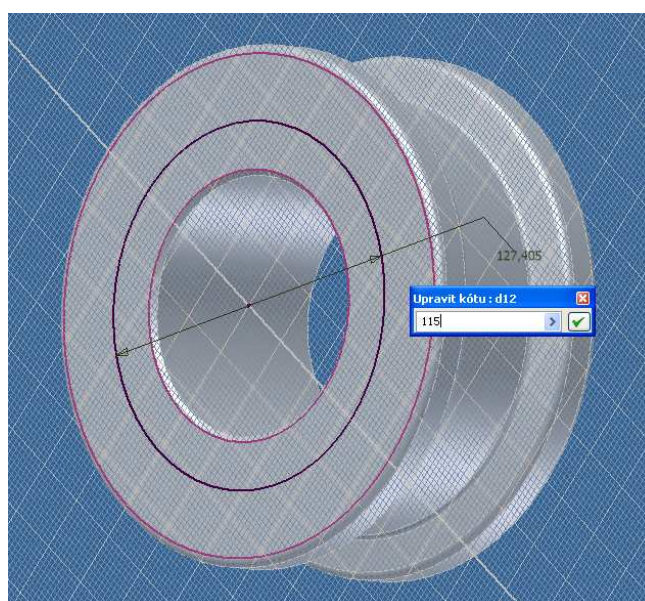


Obrázek 20: Úprava hran zkosení

Zkosení je řešeno podobně, příkazem „Zkosení“ (1) opět aktivujeme dialogové okno, můžeme zadat velikost zkosení a poté výběr hran (2). Hrany již vybrané se vysvětlí a červeně zaznačí zkosení (3) a hrany právě vybírané svítí červeně (4). Opět můžeme vybrat více hran s jedním poloměrem. Vše potvrdíme „OK“. Výsledek by měl vypadat nějak takto

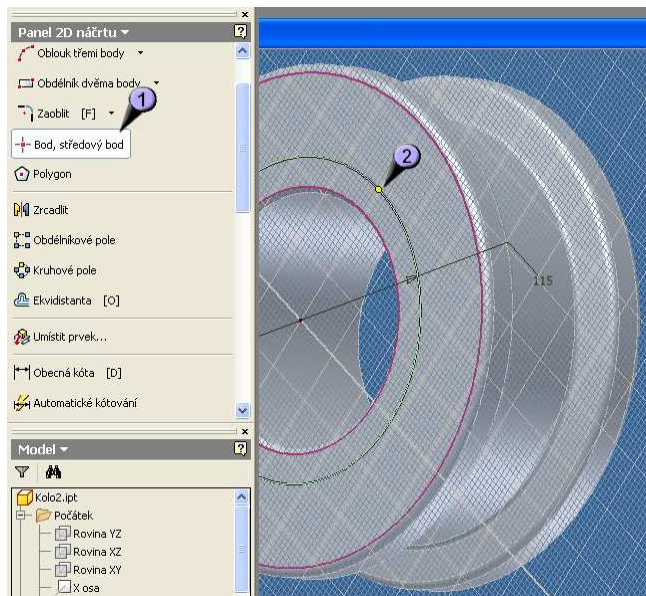
3.2.2 Nový náčrtek na díle

Další krok je „vyvrtání“ díry se závitem. K tomu potřebujeme určit její přesnou polohu, proto vytvoříme nový náčrt na ploše kola a v něm zakreslíme přesnou polohu středu díry.

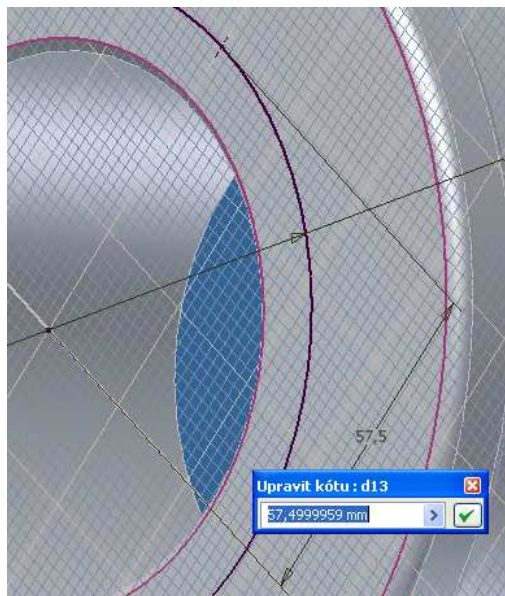


Obrázek 21: Umístění nového náčrtu

Nenechme se zmást, pokud je náčrtová rovina znázorněna v prostoru, toto můžeme kdykoli změnit. Jedná se o totožné prostředí, v jakém jsme pracovali při prvním náčrtu. Za středového bodu vyvedeme kružnici příkazem „Středový bod, kružnice“ a posléze upravíme příkazem „Obecná kóta“ její průměr na 115 mm



Obrázek 22: Bod, středový bod

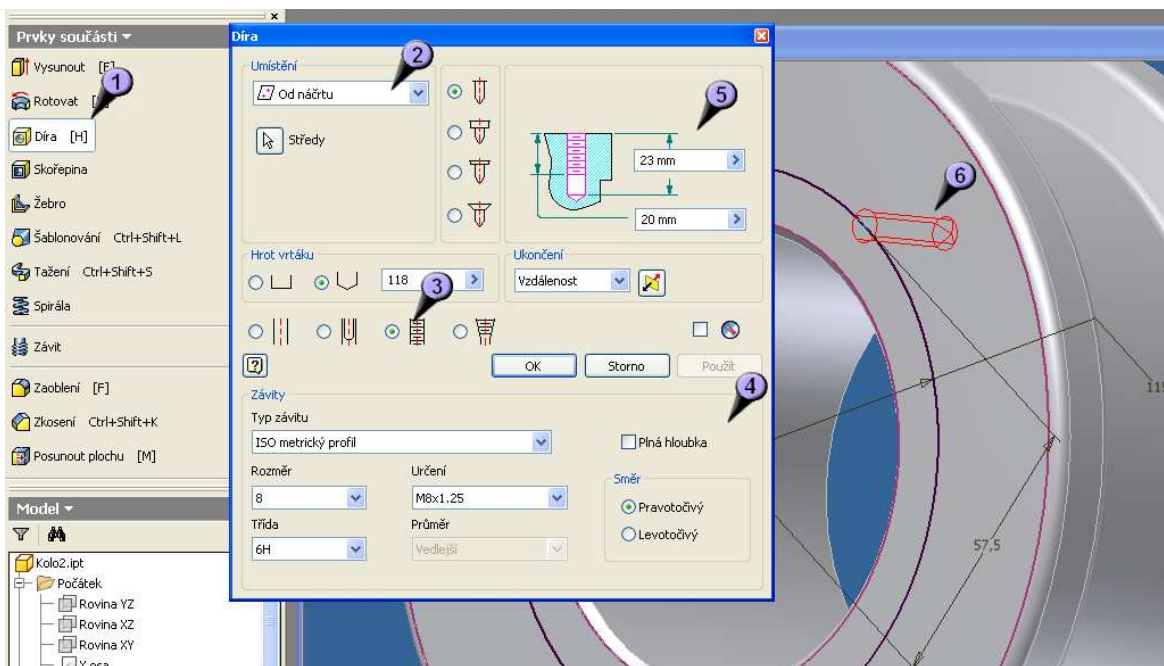


Obrázek 23: Ukotvení bodu

K určení přesné polohy díry budeme ještě potřebovat přesný bod. Kružnice je spíše vodítko, je však vhodné ji tam mít. Příkazem „Bod, středový bod“ (1) umístíme bod na kružnici, a také je velice vhodné, aby ležela na jedné z rovin souřadného systému (2). Toto se nám možná nepodaří napoprvé, proto je vhodné si polohu zkontrolovat a upravit nástrojem „Obecná kóta“ jak je vidět na obrázku č.8. Zde je rozměr na první pohled dobrý 57,5 ale po rozkliknutí přesné hodnoty je o nějakou tu tisícinu vedle. Upravíme jej tedy na rovných 57,5 a jak bod, tak kružnice nám navíc zčernají, což je symbol správného zakótování včetně ukotvení.

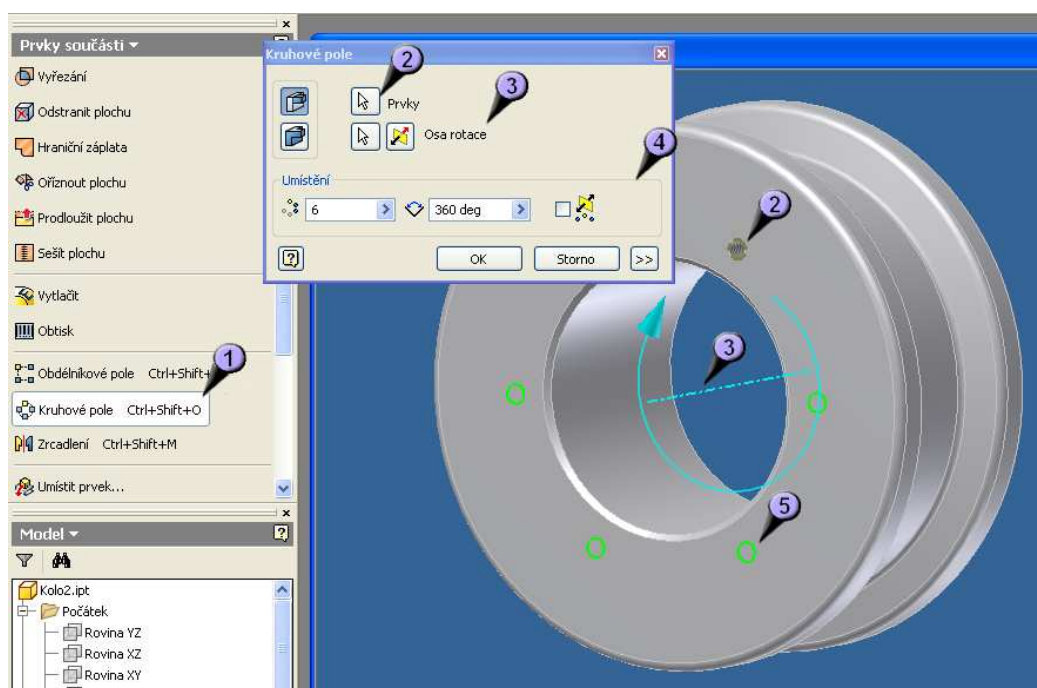
3.2.3 Tvorba dalších prvků – děr

Nyní se dostaneme k samotnému vymodelování – vyvrtání díry se závitem. Díra bude realisticky zobrazena i se závitem a ukončením v podobě úhlu špičky od vrtáku.



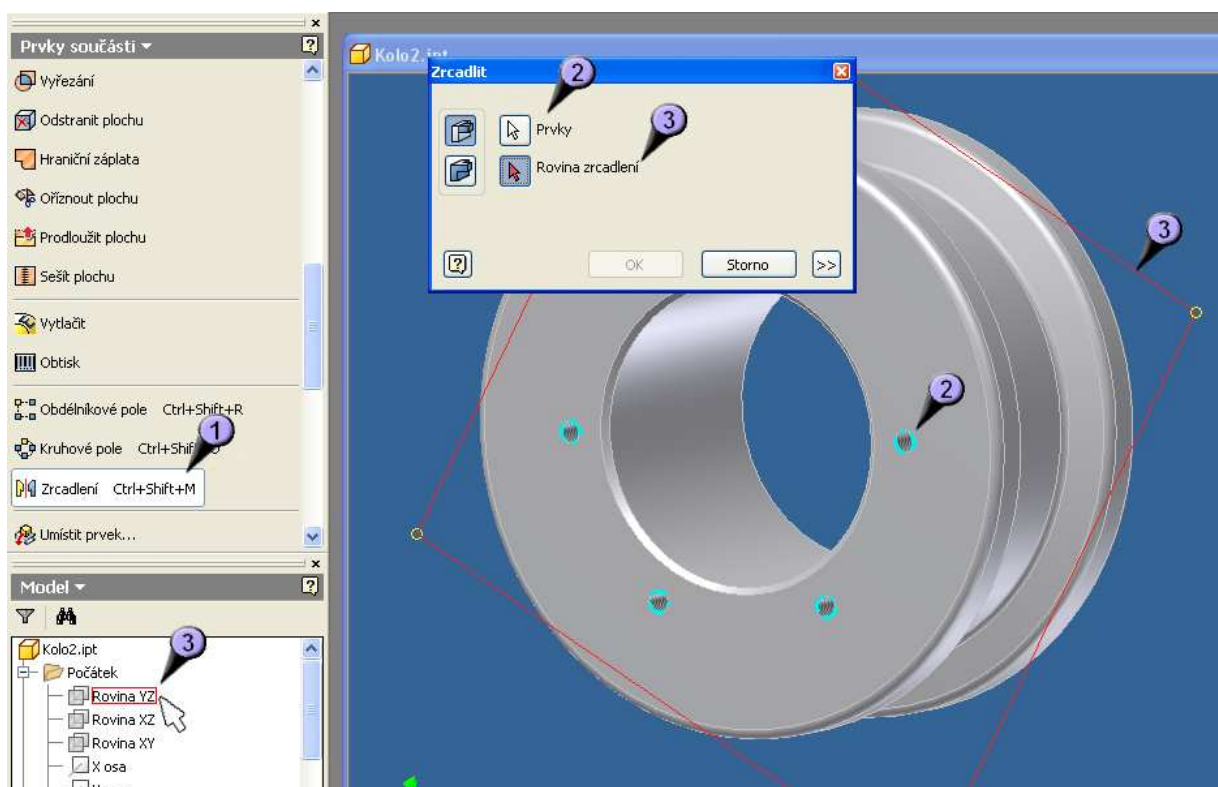
Obrázek 24: Modelování díry

. Použijeme k tomu příkaz „Díra“ (1). V dialogovém okně je mnoho možností nastavení, my využijeme umístění do náčrtu (2) a střed se nám tedy najde sám (6), protože žádný jiný bod v náčrtu není. Kdyby byl, bylo by nutné určit kam přesně chceme díru vrtat. Dále je nutné určit, že se jedná o díru se závitem (3), a jakým typem závitu (4). Nastavení hloubky díry (5) je možné buď vzdálenostně, nebo do bodu, nebo i skrz vše. My využijeme vzdálenost. Mezitím se nám skica díry modeluje v našem kole (6). Nakonec vše potvrdíme tlačítkem „OK“



Obrázek 25: Tvorba kruhového pole

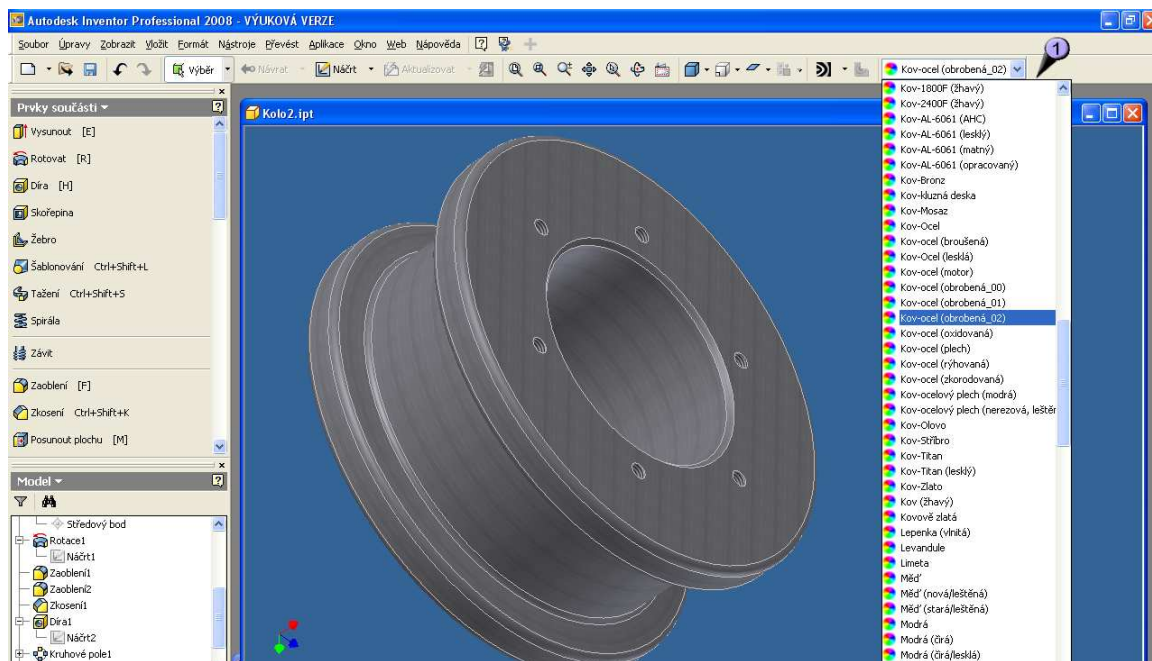
Dalším krokem je vytvoření dalších děr na jedné straně kola. Použijeme k tomu příkaz „Kruhové pole“ (1), které nám „nakopíruje“ již vytvořený prvek do kruhu podle zadané osy. Označíme tedy prvek díry (2), dále zadáme osu rotace (3), zde můžeme použít opět známou osu z náčrtku, nebo pokud máme vhodně umístěno kolo vzhledem k počátku souřadného systému, lze využít jednu ze základních os. Další nastavení je definování počtu děr a oblouk vyplňování pole (4). Po celou dobu editací pole se nám opět modeluje skica děr na modelu kola (5).



Obrázek 26: Tvorba zrcadlení

Nyní musíme udělat podobné operace i pro druhou stranu kola. Využijeme toho, že kolo je souměrné, a nebudeme tedy muset znova definovat celou díru a následně pole, ale pouze zrcadlíme již vzniklé díry na druhou stranu kola. Použijeme tedy příkazu „Zrcadlení“ (1), vybereme prvky, které chceme zrcadlit (2) a zvolíme rovinu zrcadlení (3). Zde opět využíváme vhodné polohy celého kola v počátku souřadného systému. Pokud by kolo bylo jinde, bylo by nutné definovat vlastní pracovní rovinu a pak zrcadlit podle ní.

Na druhé straně kola by během modelování měly opět vznikat skicy dalších děr. Po potvrzení se vymodelujou



Obrázek 27: Estetická úprava povrchu

Finální úprava bude pouze estetická, kdy určíme povrchu „barvu“. Tento náš díl se bude obrábět z kovu, patrně soustružením. Vybereme tedy nejvhodnější texturu povrchu, což je v tomto případě „kov-ocel (obrobená_02)“. Úplně nakonec bychom měli uvést zobrazení do izometrického pohledu, buď ikonkou v panelu nástrojů, nebo klávesou F6.

Nyní máme hotovou celou jednu základní část modelu – sestavy. Už známe mnoho nástrojů, a měli bychom být schopni vymodelovat většinu jednodušších částí. Tvorbou dalších částí se již nebudu věnovat tak detailně jako u této, která byla navíc jedna z nejnáročnějších díky většímu počtu nutných operací a také velkému množství možných postupů provedení. Dále se budu podrobně zabývat pouze novými nástroji a hlavně jinými režimy jako práce se sestavou, dokumentací, výpočtovými modely, animací apod. Tento postup tvorby této součásti je pouze jeden z mnoha, a dle mého názoru neoptimálnější, nikde ale není psáno, že neexistuje jiný – efektivnější. Při práci s tímto programem je vhodné experimentovat a zkoušet i jiné než seriově naučené postupy

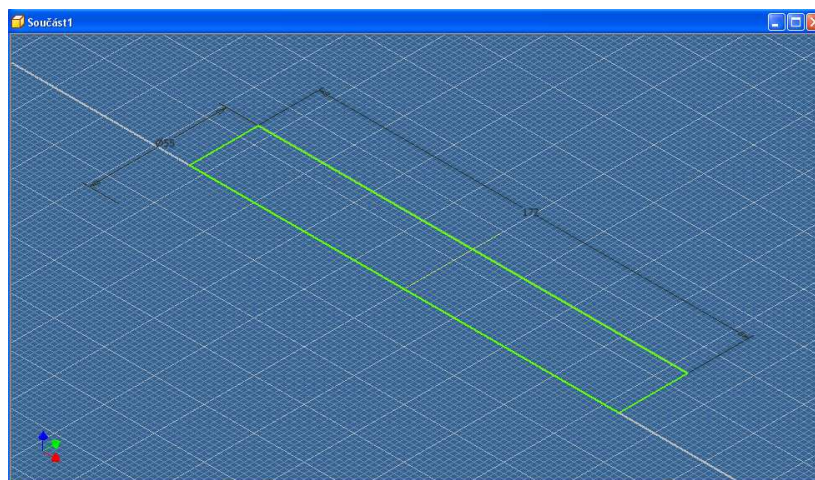
3.3 Modelování ostatních dílů kola

3.3.1 Tvorba čepu kola

Máme hotovou první součást. Abychom se však mohli pustit do práce se sestavou, potřebujeme k tomu ještě minimálně jednu další, v naší vzorové sestavě jich ale bude o něco více. Modelování jednotlivých dalších částí se již nebudu věnovat tak důkladně jako u první vzorové, a zaměřím se pouze na užití nových nástrojů nebo postupů.

Jako další část vymodelujeme čep pro kolo. Začneme opět náčrtem, tentokrát je jedno, zda zvolíme postup modelování jako vysunutí, nebo rotací, důležité však je opět

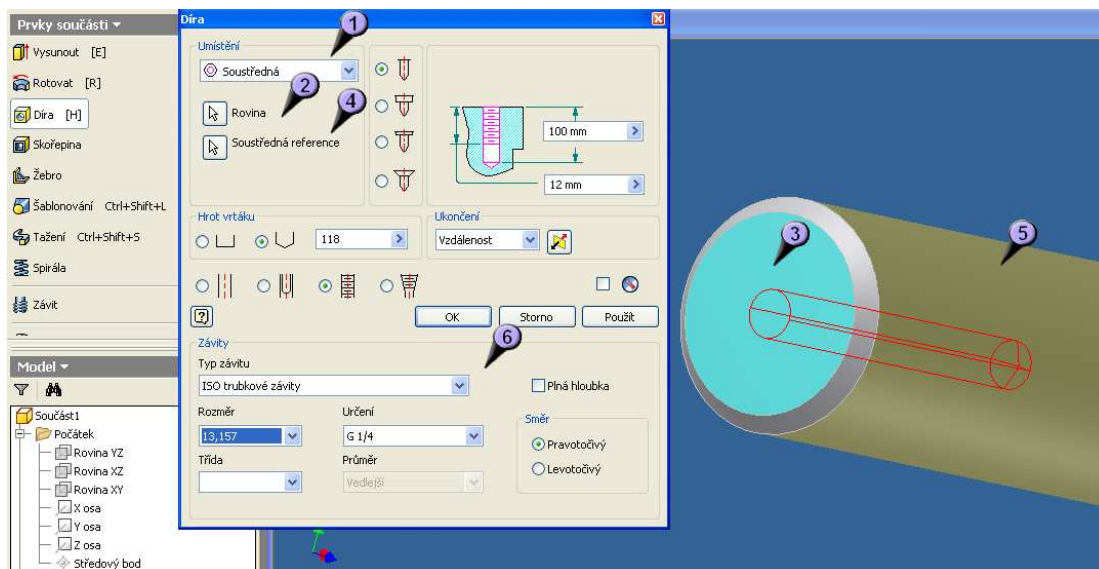
správně zvolit polohu vůči počátku. Já jsem použil opět rotaci, náčrtek v konečné podobě by mohl vypadat např. takto.



Obrázek 28: Náčrt čepu kola

V náčrtu jsou opět dvě pomocné čáry, jedna je rotační osa a druhá je pomocná čára, která také protíná počátek, a zajišťuje nám aby byl vznikuvší válec uprostřed souřadného systému. Není nezbytná, avšak pro pozdější účely se může hodit.

Dokončíme tedy režim náčrtu, a provedeme příkaz „Rotace“. Na vzniknuvšího válci zkosíme hrany a do jeho osy vyvrtáme díru pro mazničku. Příkazu „Díra“ jsme se již věnovali, zde však bude jeho nastavení trochu jiné.

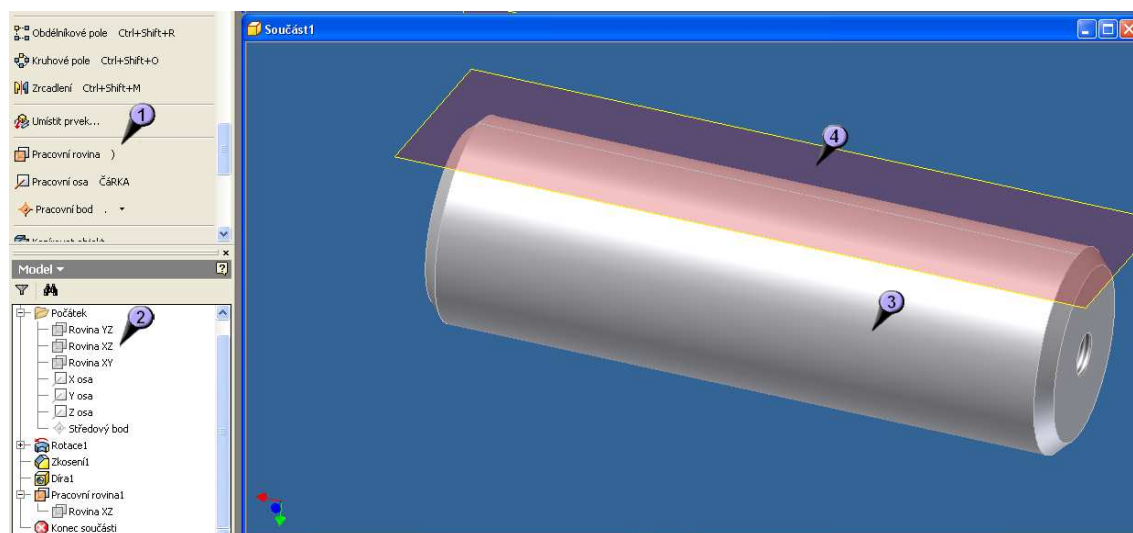


Obrázek 29: Tvorba díry v čepu

Největší rozdíl je v určení umístění díry. V předchozím případě jsme museli určovat polohu pomocí náčrtu, nyní využijeme soustřednosti (1) součástky. Tento postup nám ušetří čas. Zadáme rovinu (2) klikneme na čelo čepu (3) a soustřednou referenci (4) pláštěm čepu (5). Další rozdíl je v typu závitu, pro mazničku použijeme G 1/4, v nastavení

závitu (6). Po potvrzení se nám vymodeluje díra hluboká 100 mm se závitem v prvních 12 mm.

Dalším prvkem, který jsme doposud nepoužili jsou vlastní pomocné roviny, osy a body. Jsou rozdílné oproti prvkům v náčrtku, protože tyto jsou v prostoru. Tyto nástroje nám slouží k určování poloh jednotlivých prvků, a neobešli bychom se bez nich. Nyní využijeme pomocnou rovinu pro určení bodu vrtání druhé díry na plášti čepu, která bude mazat ložiska uprostřed kola.

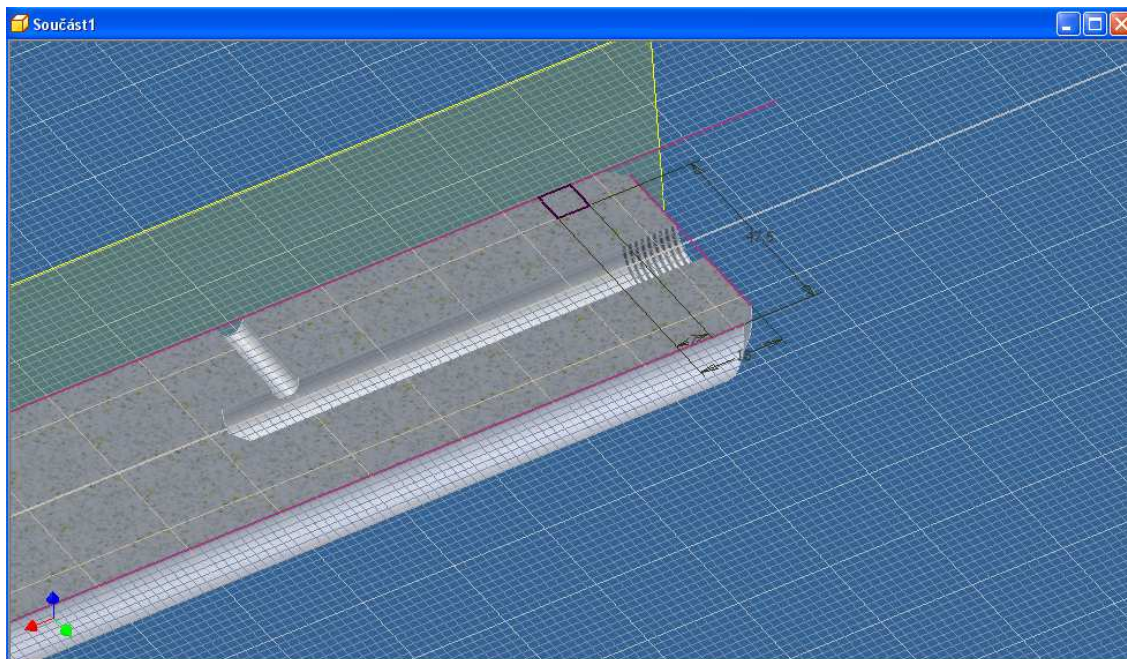


Obrázek 30: Tvorba pomocné roviny

Vytvoření roviny není těžké, je však nutné si uvědomit, pomocí kterých bodů / os / rovin můžeme novou rovinu přesně zadefinovat. Zde příkazem „Pracovní rovina“ (1) spustíme nástroj, využijeme rovin základního souřadného systému, v našem případě roviny XZ (2) a pláště čepu (3). Pokud postupujete samostatně, je možné, že se vám bude hodit jiná rovina základního SS, vše záleží na umístění náčrtu na začátku kreslení. Potom by se vám rovina měla vytvořit (4), a mohla by vypadat např. takto. Všimněte si čáry uprostřed, která značí tečnost roviny na plášť čepu.

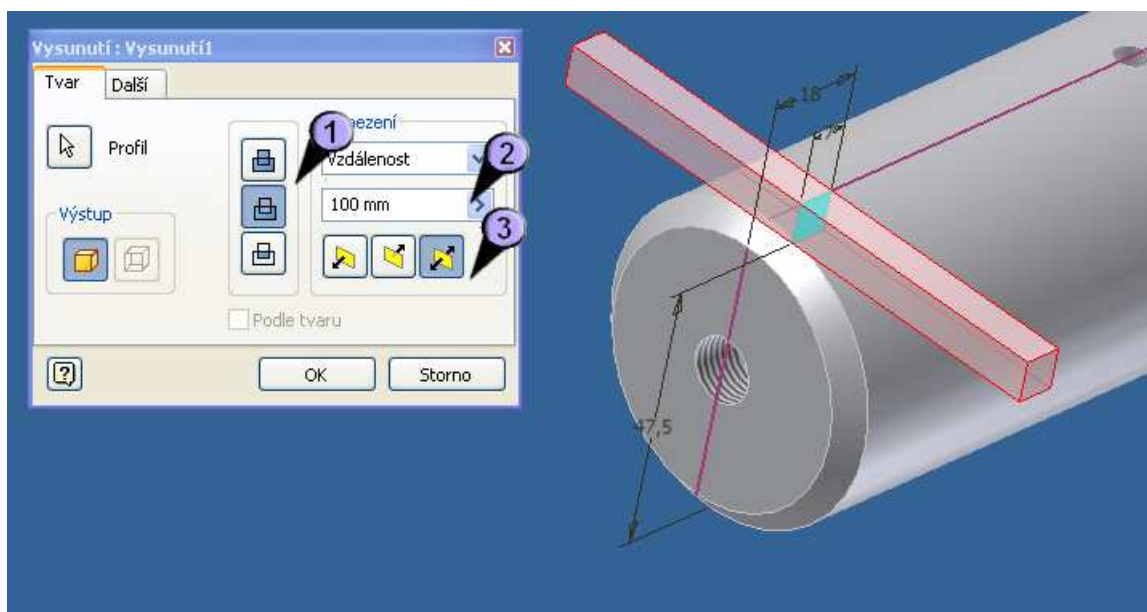
V dalším kroku na vlastní pracovní rovinu umístíme nový náčrtek, a v něm zadefinujeme bod do kterého se bude vrtat díra. Téměř totožnou věc jsme dělali v minulé lekci, proto se jí nebudu zabývat důkladně. Díra vyvrtaná podle bodu z náčrtku je bez závitu, a zasahuje zhruba do poloviny průměru čepu tak, aby protla díru vrtanou z boku v ose.

Dalším krokem je odříznutí drážky pro přídržku. Opět budeme potřebovat nový náčrt, tentokrát ale nebudeme potřebovat další vlastní rovinu, ale využijeme roviny SS. Vybereme tu, která nám protíná obě dvě díry, tím zároveň můžeme zkontrolovat jejich správnost. V režimu náčrtu zvolíme pohled v řezu, měl by vypadat nějak takto.



Obrázek 31: Náčrtek drážky

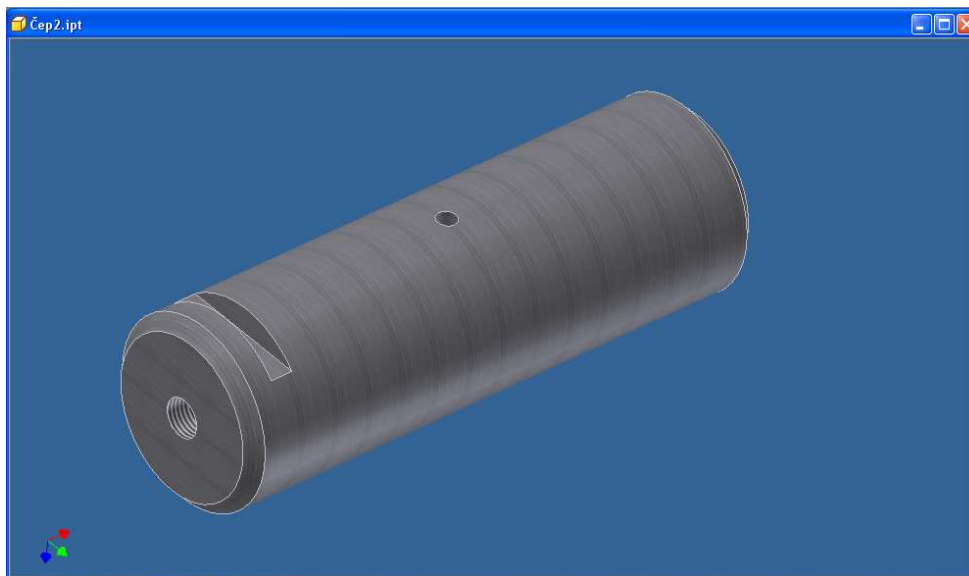
Jak vidíme, obě díry jsou spojené, a mazivo tedy může protékat. Dále již zde je nakreslený a zakótovaný profil, který přijde odříznout. Po dokončení náčrtu tedy provedeme příkaz „Vysunutí“



Obrázek 32: Vyřezání drážky

Vybereme možnost „odříznout“ (1), vzdálenost nastavíme např. na 100 mm (2), důležité je, aby to nebylo málo, aby profil prošel celým čepem. Směr vysunutí od náčrtku (3) vybereme na obě strany.

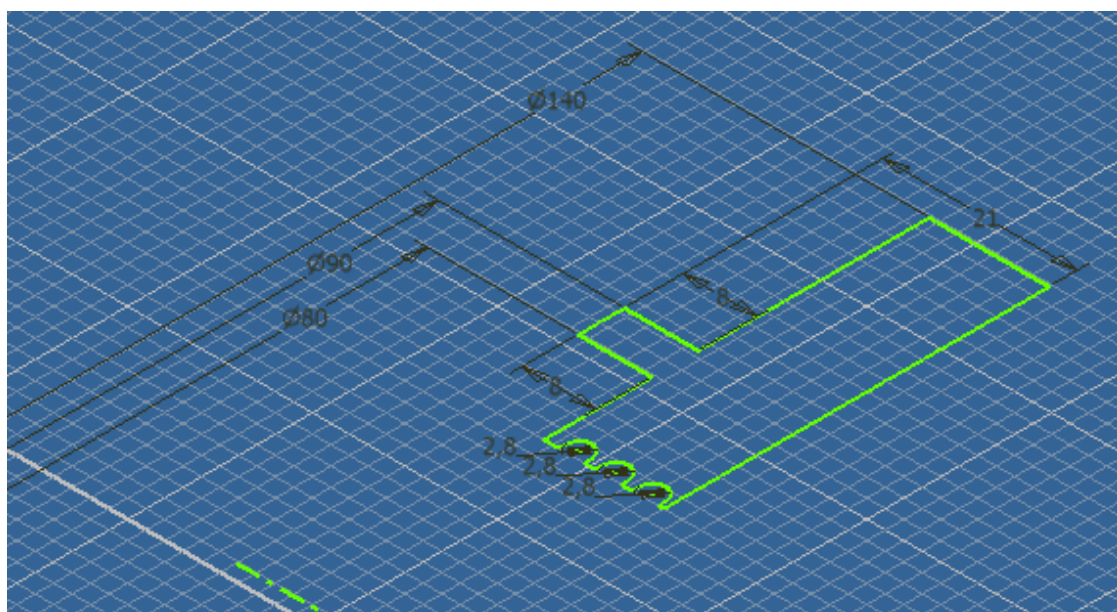
Tímto máme čep hotový, schází jen konečná povrchová estetická úprava. Pokud jste pracovali podle návody, mohl by vypadat např. takto.



Obrázek 33: Konečná podoba čepu

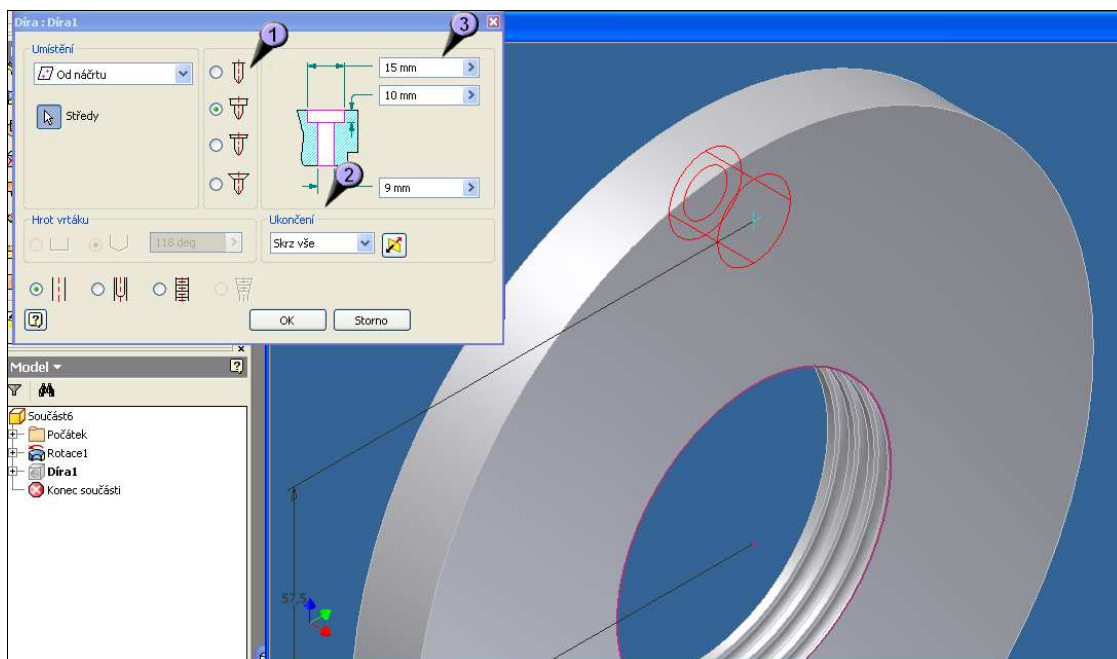
3.3.2 Víko kola

Další částí, kterou vymodelujeme bude víko kola. Víko bude krýt ložiska a také střed kola jak před nečistotami z venku, tak bude sloužit i k udržení maziva uvnitř. K tvorbě tohoto modelu nebudeme potřebovat žádné nové příkazy, vystačíme si s modifikacemi již známých. Začneme opět náčrtem, kde zakreslíme profil kola. Budeme využívat opět metodu rotace, v tomto případě by bylo využití vysunutí velmi složité, a muselo by být doplněno dalšími příkazy jako např. „Reliéf“ nebo jinými. V tomto náčrtu bude malinko složitější vymodelování „zubů“ v prostřední části kola. Tyto zuby nejsou závit, ale 3 zařezy, které slouží k omezení vytékání maziva, a zároveň brání vniknutí nečistot do náboje kola. Celý náčrt by měl vypadat takto



Obrázek 34: Náčrt víka kola

Nyní, můžeme náčrtový režim opustit, a věnovat se modelování. Zvolíme tedy příkaz „Rotace“ a necháme profil orotovat kolem zadané osy. Poté můžeme přistoupit k tvorbě díry. Budeme znova potřebovat náčrtku na straně víka, obdobný postup jsme již dělali. Po vytvoření bodu pro střed díry vyvrtáme samotnou díru. Podobné jsme již dělali, tato bude pouze s rozdílem zahloubení, a projde skrz celé víko.

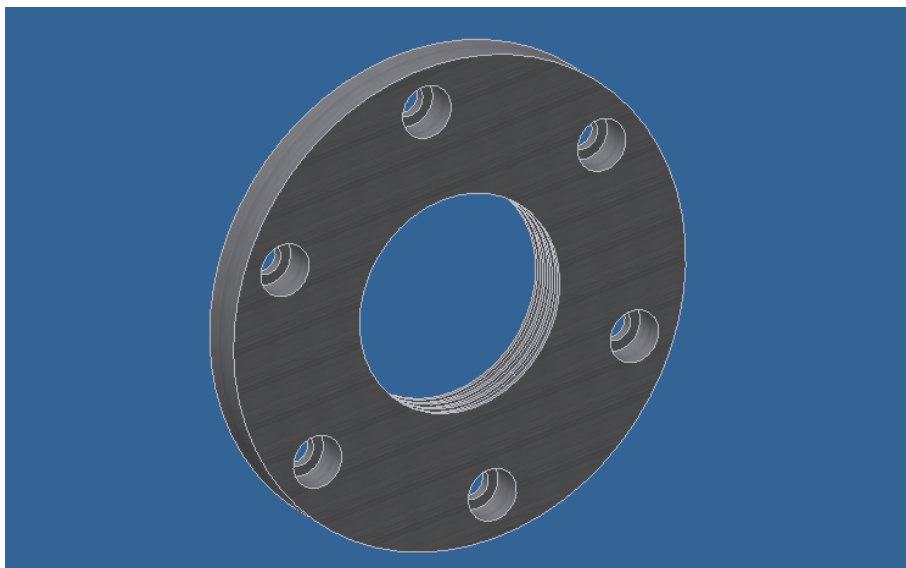


Obrázek 35: Rotace víka a tvorba díry

Zvolíme tedy díru s válcovým zahloubením (1), navolíme ukončení skrz vše (2) a doplníme rozměry (3).

V dalším postupu vytvoříme kruhové pole těchto děr. Postup již opět známe, spustíme tedy příkaz „Kruhové pole“ jako prvek zvolíme díru, a pro osu klepneme na libovolný oblouk víka. Počet prvků je 6.

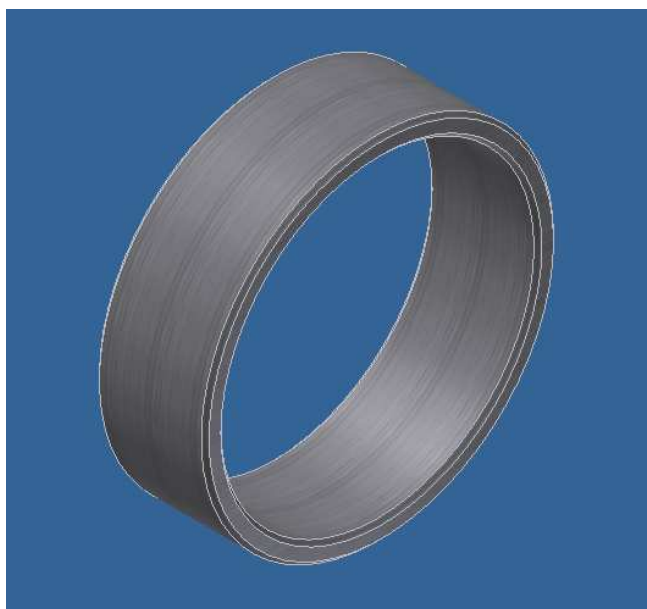
Poslední úpravou víka je zkosení a zaoblání hran. Toto jsme mohli klidně udělat již před vrtáním díry, prohození operací je v tomto případě možné. Zkosíme vrchní hranu věnce o 2 mm, a zaoblíme spodní hrany věnce o 1 mm resp. 2 mm. Přesné rozměry jsou v příložené dokumentaci. Nakonec přijde opět estetická úprava, tedy navolení povrchu jako opracovaný kov. Pokud jste pracovali podobně jako já, měl by výtvar vypadat podobně jako zde.



Obrázek 36: Konečná podoba vika kola

3.3.3 Vymezovací kroužek

Poslední částí sestavy kola, kterou budeme modelovat je kroužek, který udržuje mezeru mezi dvěma ložisky. Ložiska kreslit nebudeme, neboť je obsahuje knihovna standardních dílů, stejně jako celou řadu šroubů, matic, podložek a dalších často používaných dílů. Kroužek je jedna z nejjednodušších částí, po předchozích lekcích bysme jí měli umět nakreslit bez pomoci, náčrtek je jednoduchý obdélník s rotační osou, a modelování se skládá pouze z rotace a zkosení hran



Obrázek 37: Vymezovací kroužek

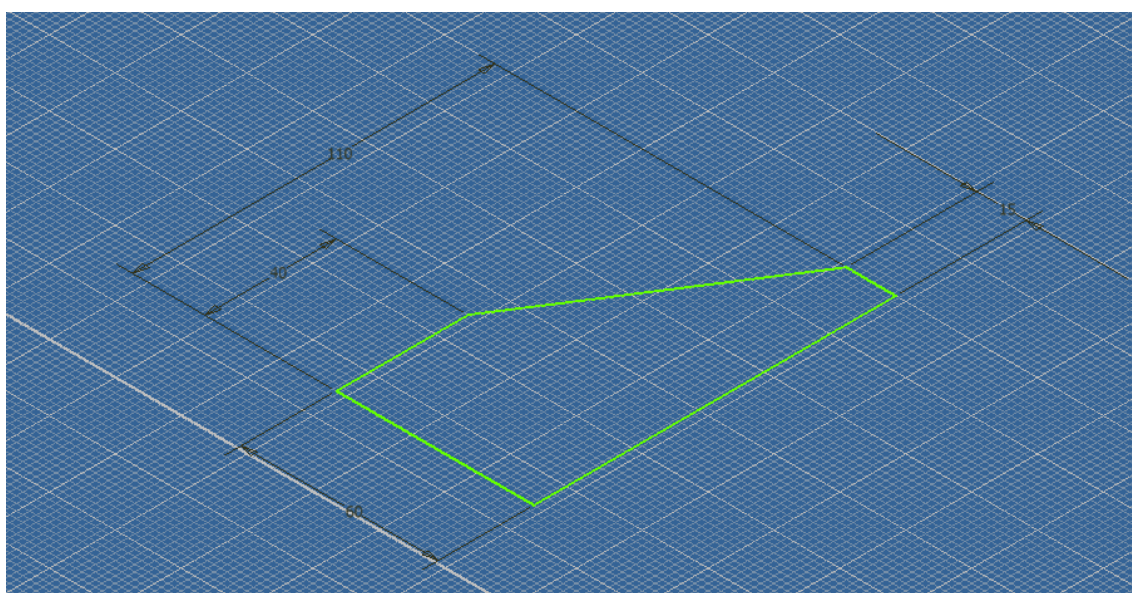
Tím tedy máme díly pro kolo hotovy. Dále se podíváme na díly pro stojan – rám který bude kolo držet. Postupy budou obdobné, budeme však více využívat příkazu vytažení.

3.4 Modelování dílů svařence

Nyní přistoupíme k tvorbě dílů sestavy rámu, který bude celé kolo držet. Tento rám bude svařen z výřezků / výpalků plechů, a obráběcích prací na něm bude minimum. Na této sestavě si předvedeme práci s modulem „Svařenec“, to ale až v jedné z dalších lekcí. Tentokrát opět pouze vytvoříme jednotlivé díly modelu, abychom příště mohli sestavu poskládat dohromady.

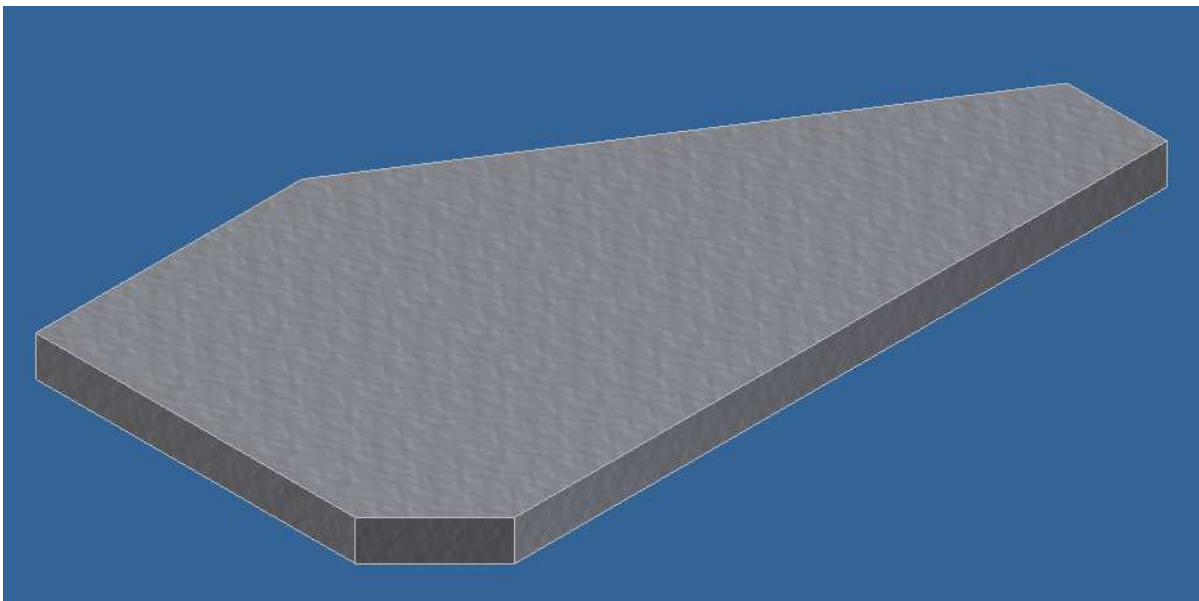
3.4.1 Žebro

Začneme od nejjednodušší součástky sestavy, a to podpěrného žebra. Práce na ní je minimum, po náčrtu použijeme příkaz „Vysunout“ a jediná další úprava bude zkosení jednoho rohu, kvůli pozdějšímu svaru. Náčrtek by měl vypadat asi takto.



Obrázek 38: Náčrtek žebra

Není zde použito žádných zvláštních technik, ani vazeb. Kresleno je všechno příkazem „Čára“ a okótováno příkazem „Obená kóta“. Po dokončení náčrtu profil vysuneme, na spodní hranu použijeme příkaz „Zkosit“ o 12 mm, esteticky nastavíme povrch a výsledek by měl vypadat přibližně takto.



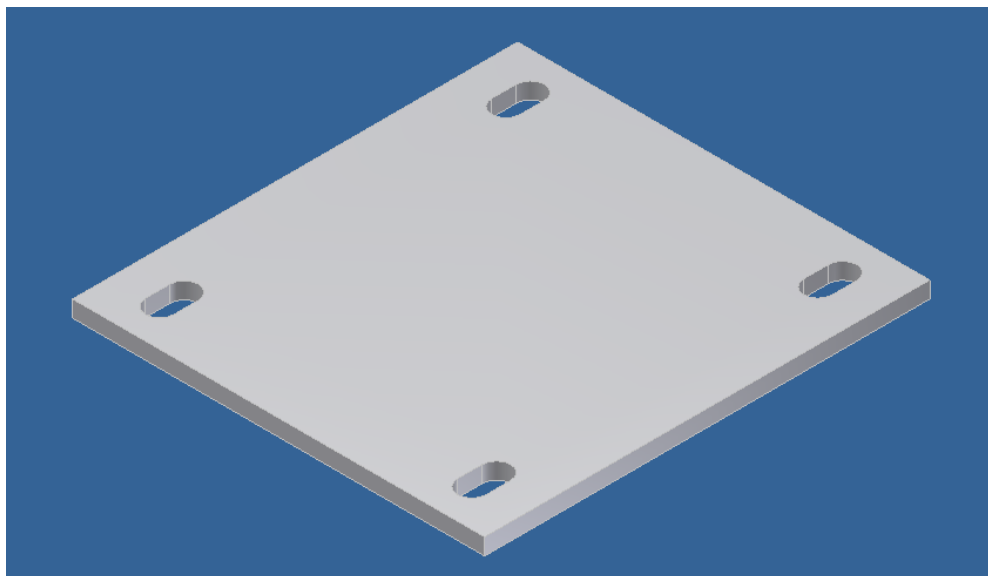
Obrázek 39: Žebro

Toto žebro bude sloužit k podepření a zpevnění boční stojnice, která bude držet čep s kolem. Jedná se o podpůrný díl, požadavky na přesnost výroby nejsou až tolik náročné.

Další částí, kterou budeme modelovat bude základna pro stojnice a výše popsané žebra. Základna samotná tvoří pouze obdélník z vypalovaného plechu, pro uchycení na různé povrchy či přípravky však bude obsahovat čtyři podlouhlé díry na nichž si ukážeme použití příkazů „Zrcadlení“ které již známe z 3D modelovacího prostoru. Dále využijeme příkazů „Ořezání“, symetrické vazby a dalších již známých s jiným použitím. Celá základna by potom měla vypadat nějak takto.

3.4.2 Základna

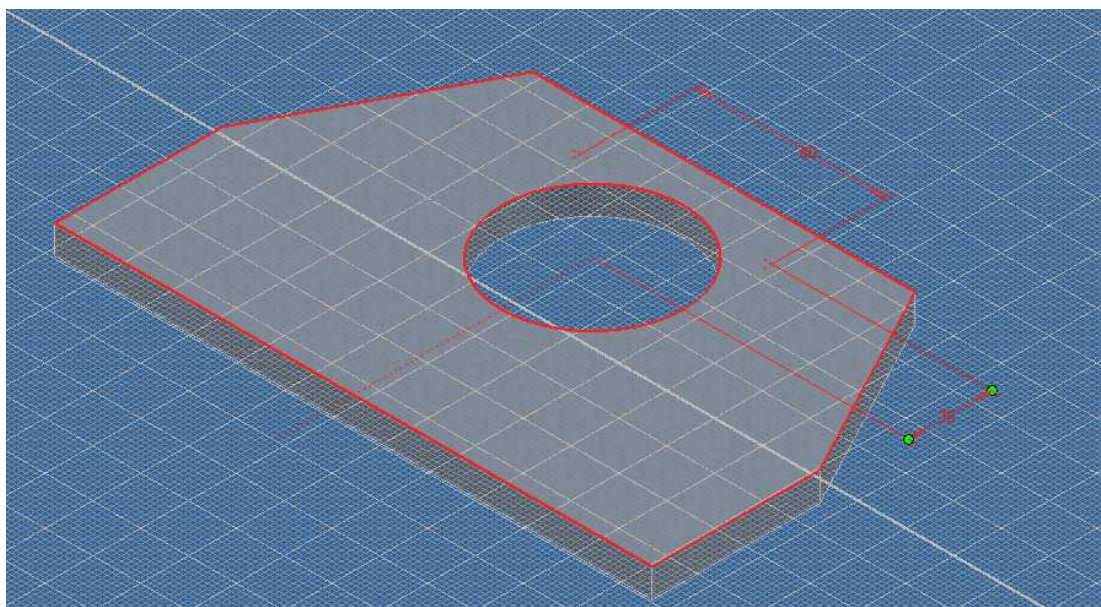
Základna má tvar obdélníku který má v rozích díry pro uchycení. Tyto díry vytvoříme již v náčrtku jako součást profilu. Budeme podobně jako při tvorbě „zubů“ ve víku kola potřebovat styčné čáry, které potom vymažeme / odřežeme. Dalším krokem bude „namnožení“ děr do všech ostatních rohů. To by šlo udělat více způsoby, nejpřesnější a nejpohodlnější však bude příkaz „Zrcadlení“, kdy si pouze definujeme pomocné osy souměrnosti, a podle nich dvakrát zrcadlíme. Definování os souměrnosti je nejlépe pomocí zavazbení příkazem „Vazba“ a její modifikací „Symetrická“. Vazby si můžeme zobrazit klávesou F8. Jak už bylo dříve zmíněno, vazeb je v náčrtu mnohem více, většina se jich vytváří automaticky při kreslení a symbolizují je piktografické značky nad kurzorem. Celá základna by poté mohla vypadat podobně jako na obrázku.



Obrázek 40: Základna

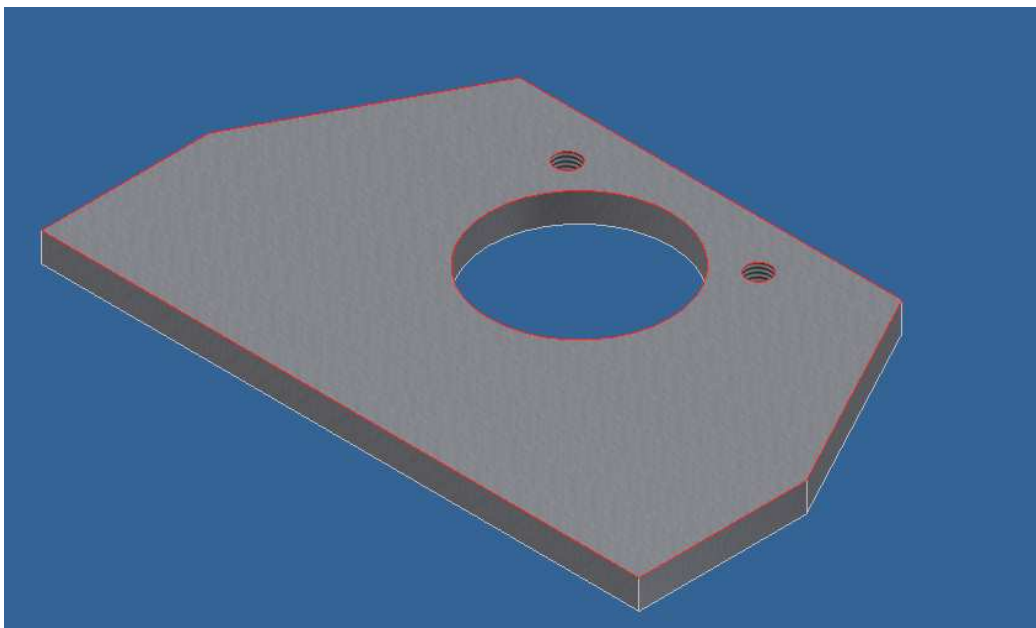
3.4.3 Stojnice

Dalším dílem, který budeme modelovat je stojnice, která bude držet čep kladky a tím i samotnou kladku. Stojnice budou v sestavě dvě (na každé straně jedna) a budou se lišit pouze v dírách pro šrouby, které budou držet přídržku čepu. Postup výroby je u obou totožný, pouze u jedné se vypustí druhý náčrt a vrtání děr.



Obrázek 41: Druhý náčrtek u stojnice

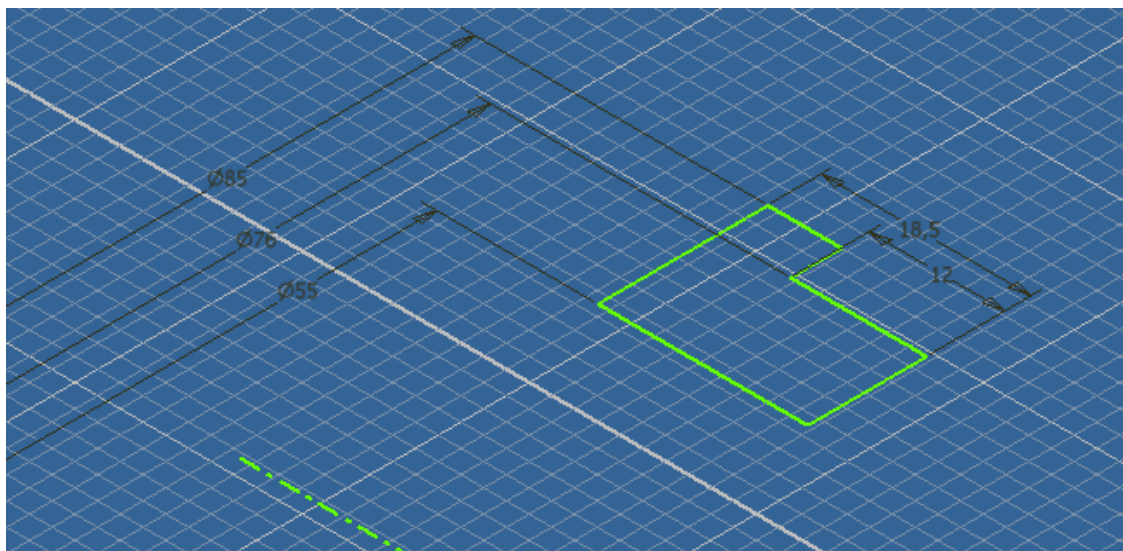
Na obrázku 41 vidíme konečnou podobu stojnice ale již s vytvořeným náčrtem pro vrtání děr pro druhou stojnici. Jak je vidět, náčrtek je velmi jednoduchý, a využívá opět dvou středových bodů. Do nich potom v dalším kroku vyvrtáme díry již známým příkazem „Díra“ Obě díry budou průchozí přes celou stojnici. Nakonec upravíme styl povrchu, a výsledek by mohl vypadat např. jako na obrázku 42.



Obrázek 42: Stojnice s dírami

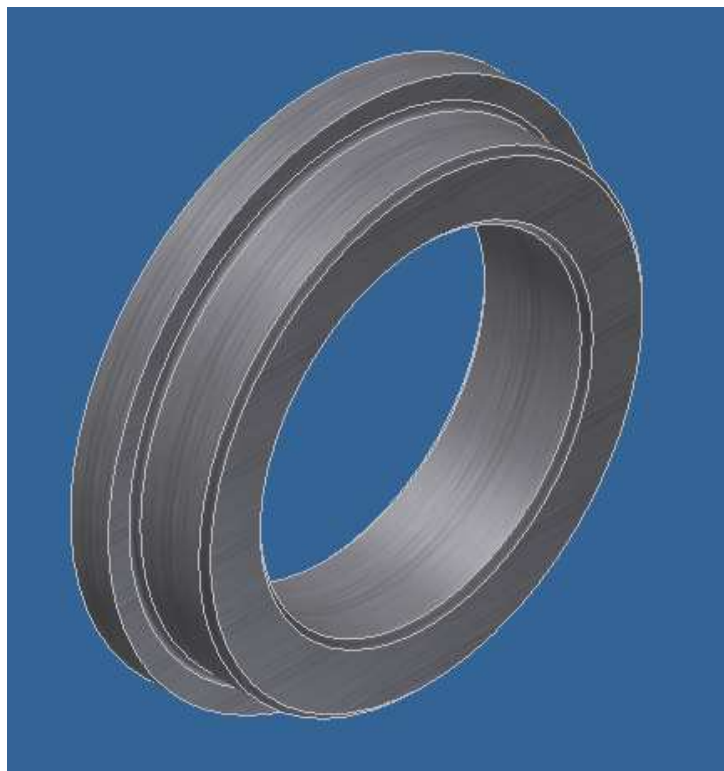
3.4.4 Náboj

Posledním dílem rámu, který budeme dělat je vložka do díry ve stojnici, do které přijde umístit čep kladky. Jeho tvorba je velice jednoduchá, a i pro nezkušené uživatele je otázkou pár minut. Náčrt by mohl vypadat takto



Obrázek 43: Náčrt náboje

Poté již jen provedeme operaci rotace, kdy kroužek dostane téměř konečnou podobu, zkosíme tři hrany a zaoblíme jednu. Nakonec upravíme vzhled nastavením povrchu, a výsledek by mohl vypadat např. jako na obrázku 44.



Obrázek 44: Náboj

4 Tvorba sestavy

Nyní se poprvé podíváme do prostředí pro tvorbu sestav. Je to virtuální 3D prostor, do kterého vkládáme jednotlivé již vymodelované díly, a skládáme je pomocí vazeb v celek. Vazby tvoří podstatu skládání sestav, kdy zajišťují soudržnost jednotlivých komponent pohromadě. Vazeb je mnoho druhů, jsou pevné i pohyblivé, u této naší jednoduché sestavy si prozatím vystačíme s jedním typem vazby. Také se blíže podíváme na vkládání standartizovaných dílů jako jsou šrouby nebo ložiska. Právě ložisko je podsestava, která obsahuje i složitější vazby, my se tím ale nemusíme zabývat, protože si již hotovou sestavu ložiska přeměněnou na díl vytáhneme z knihoven

4.1 Tvorba kola

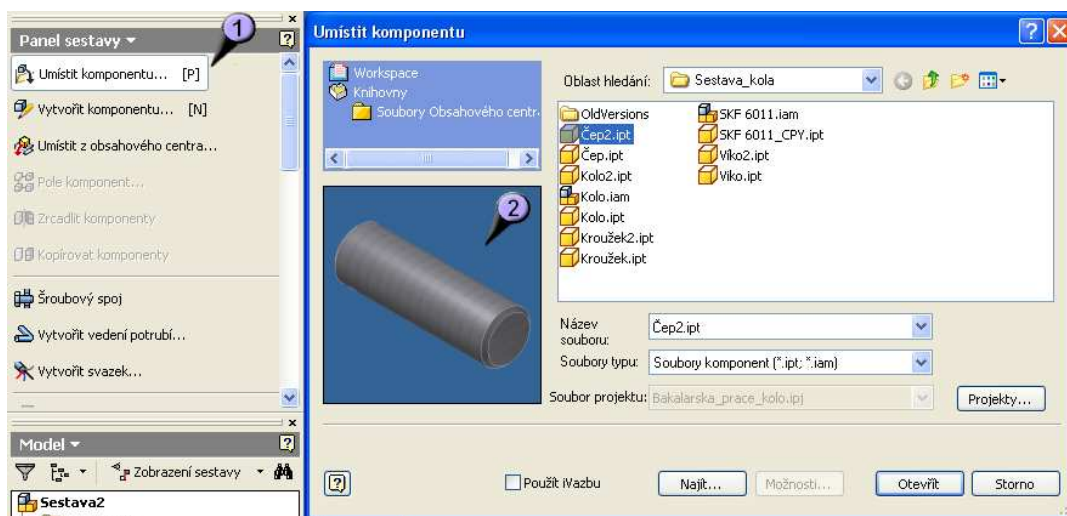
4.1.1 Vložení první součásti

Začneme tedy standardním postupem a spustíme příkaz „Nový“.



Obrázek 45: Nová sestava

Při výběru typu nového souboru tedy zvolíme „Norma.iam“ (1). Prostředí, které nám naběhne bude velmi podobné tomu z prostředí modelování dílu. Nejprve v něm však nebude žádná komponenta.



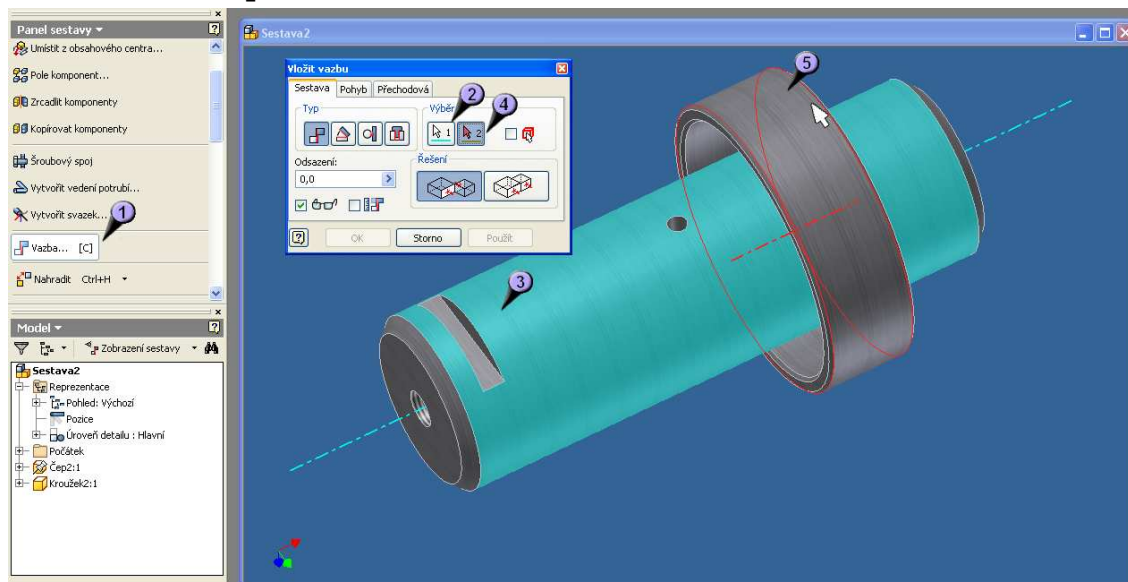
Obrázek 46: Umístění první komponenty

Komponentu umístíme příkazem „Umístit komponentu“ (1), kdy se nám objeví dialogové okno s výběrem dílů. Náhledy dílů vidíme v okně (2).

Po potvrzení dialogu se nám vybraná komponenta objeví v prostoru. Protože se jedná o první komponentu vkládanou do sestavy, je pevně ukotvena s prostorem, a symbolizuje to značkou v prohlížeči modelu. Je vhodné dobře vybrat, kterou komponentu do sestavy umístíme jako první, neboť s touto již vůči ostatním dílům nejde pohnout, a pevné zavazbení je vždy opřeno o tuto první. Pokud bychom tedy vybrali jako první komponentu kolo, nebylo by možné s ním pohnout, tedy ani otáčet. Vybranou komponentu

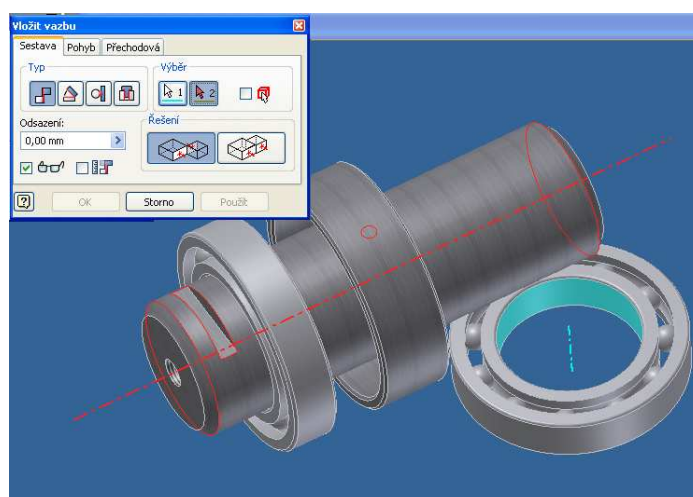
je možné vložit víckrát, proto se nám objevuje náčrt její další kopie. Nám však stačí pouze jedna, proto příkaz ukončíme.

4.1.2 Zavazbení prvků a vložení dalších součástí



Obrázek 47: První vazbení dílů

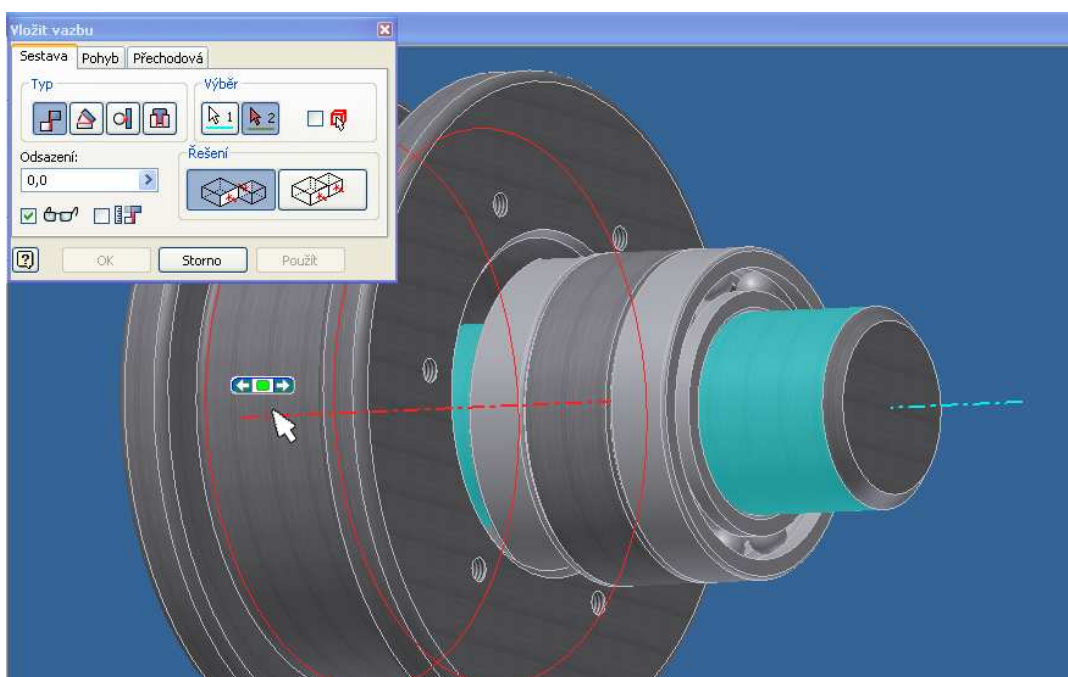
Poté můžeme vložit další komponentu, a to např. kroužek, který bude udržovat vzdálenost mezi ložisky na čepu. Kroužek bude praktické montáži patrně zalisován do středu kola, to nám ale zde nevadí, a zavazbíme jej osově k čepu kola. Použijeme tedy poprvé příkaz „Vazba“ (1), vystačíme si se základním nastavením, jako první výběr prvku (2) použijeme plášť čepu (3), kdy se nám automaticky označí jeho osa. Jako druhý výběr (4) označíme plášť kroužku (5), kdy se nám taky označí osa, a tím pádem se nám obě osy zavazbí. Je umožněn jak axiální, tak radiální pohyb, osově již ale oba dva díly k sobě drží.



Obrázek 48: Vložení a vazbení ložisek

Dalšími dvěma díly, které vložíme budou ložiska. Ložiska můžeme importovat z vložené knihovny standardních dílů. Tyto ložiska SKF 6011, které jsem použil já jsou

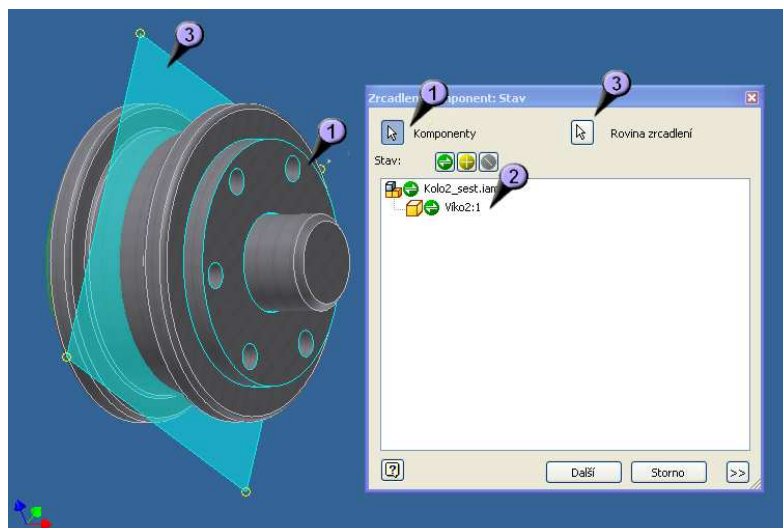
staršího typu, a v základní databázi Inventoru 2008 nejsou, obsahuje je ale např. databáze Inventoru 11. Také je můžeme stáhnout z databází na internetu, nebo nejjednodušeji zde z příložených souborů. Nebo můžeme použít jiné ložisko, které bude rozměrově a funkčně odpovídat, a které nalezneme v databázi vaší verze Inventoru. Ložiska zavazbíme k čepu stejným způsobem jako kroužek, máme tedy na čepu navlečeny obě ložiska a kroužek, nyní musíme zajistit, aby nám tyto tři díly držely pohromadě. K tomu použijeme stejný typ vazby, avšak vybereme ne obloukovou plochu (osu) ale boční plochu kroužku a k ní připojíme protilehle boční plochu ložiska. To samé provedeme také na druhé straně rozpěrného kroužku a zavazbíme druhé ložisko. Střed kola máme tedy pohromadě, a můžeme připojit samotné kolo.



Obrázek 49: Zavazbení kola

Kolo opět „navlékneme“ na osu čepu, tedy zavazbíme stejně jako předchozí díly. Zamezení jeho axiálního posuvu dosáhneme později díky víkům, jejichž přidání bude další krok.

Víka budou ve výsledné sestavě dvě, avšak pro ukázkou příkazu „Zrcadlení“ ho vložíme nejprve jen jednu. Víko bude zavazbeno třemi spoji, nejprve jej „navlékneme“ na osu čepu stejně jako všechny předchozí komponenty, další vazba je zobrazena na obrázku. Zajistí nám radiální vazbu, a zároveň zajistí propojení děr pro šrouby. Spojíme proto osy obou děr, jak v kole, tak ve víku. Třetí vazba zajistí axiální posuv a připevní víko k boku kola. Je to stejný typ vazby jakou jsme připevňovali ložiska ke kroužku na čepu. Nyní máme víko na jedné straně zavazbené, a zrcadlíme jej do druhého víka na druhé straně kola.



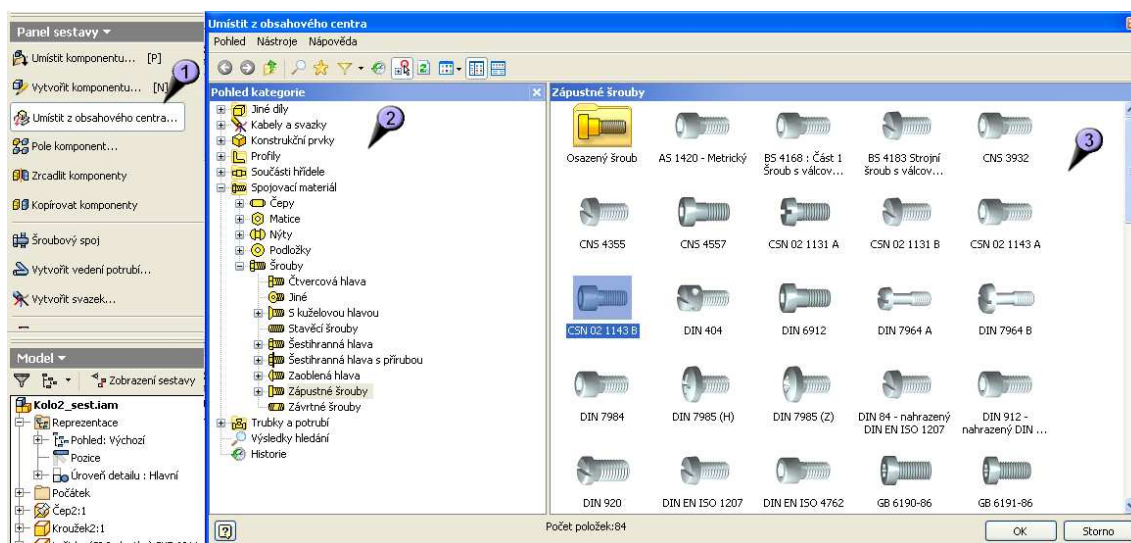
Obrázek 50: Vložení vík a zrcadlení

Po spuštění příkazu „Zrcadlení“ se objeví dialogové okno, v něm vybereme komponenty (1) které chceme zrcadlit, a jejich seznam se nám v něm zobrazuje (2). Dále vybereme rovinu zrcadlení (3), dá se použít buď definovaná pracovní rovina, nebo v našem případě těžíme z dobrého umístění základního SS v dílu kola, a vybereme jeho základní rovinu.

Nyní se nám tedy víko zrcadlilo do správného umístění. Není však správně zavazbené, musíme ho tedy zachytit stejně jako v předchozím případě originál víka – tedy ve třech směrech.

4.1.3 Vložení standardizovaných dílů

Teď můžeme přistoupit k vložení dílů z obsahového centra. Již jsme toto částečně nakousli vložním ložiska, to jsme ale vložili z externího souboru, a ne přímo z knihovny, kterou obsahuje Inventor.

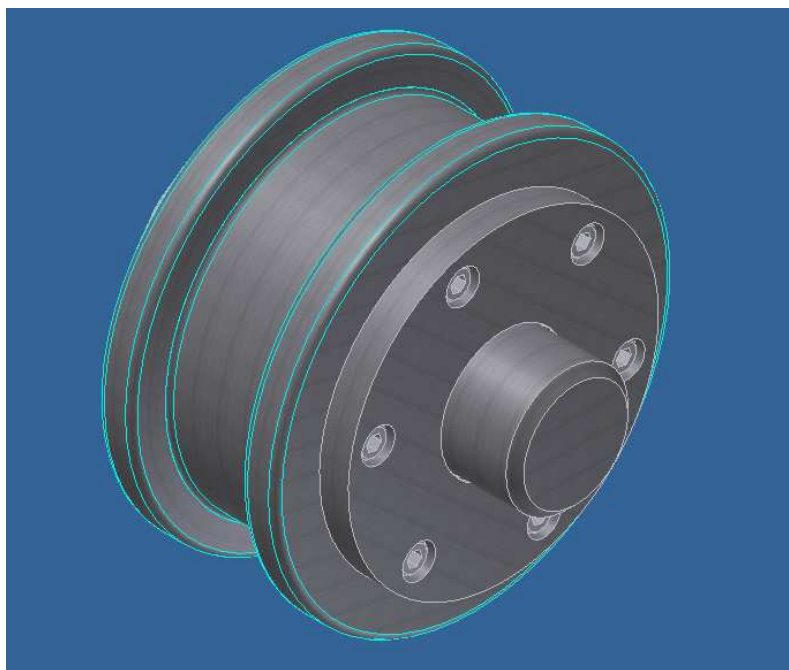


Obrázek 51: Obsahové centrum

Po spuštění příkazu „Umístit z obsahového centra“ (1) se nám objeví dialog s obsahem veškerých součástí katalogu. Při prvním spuštění příkazu může toto chvíli trvat, než se všechny díly načtou. Ve stromu dělení součástí (2) si najdeme kategorii, kterou hledáme, v našem případě zápusťné šrouby, a ve vedlejších okně (3) vybereme konkrétní požadovaný šroub, tedy typ šroubu.

Po odsouhlasení a umístění typu šroubu do sestavy se nám objeví ještě jedno dialogové okno s konkrétními rozměry vybraného typu šroubu. My hledáme šroum M8 s délkou 20 mm, takže jej vybereme, a odsouhlasíme. Poté šroub znovu umístíme do prostoru, a můžeme jej zavazbit do požadované pozice. Tento typ vazby již známe, použijeme osovou vazbu, a dále přichytíme šroub za spodní hranu hlavy do zapuštění na víku. Dalším krokem je zrcadlení. Provedeme ho podobně jako jsme již zrcadlili víko kola.

Po zrcadlení provedeme nakopírování prvku pomocí kruhového pole do všech děr. Nakonec ještě zkontrolujeme, zda jsou zrcadlené a množené entity správně zavazbeny, aby nám nevznikl problém že některé díly nebyly zavazbeny. Výsledek by moh vypadat např. takto.



Obrázek 52: Sestava kola

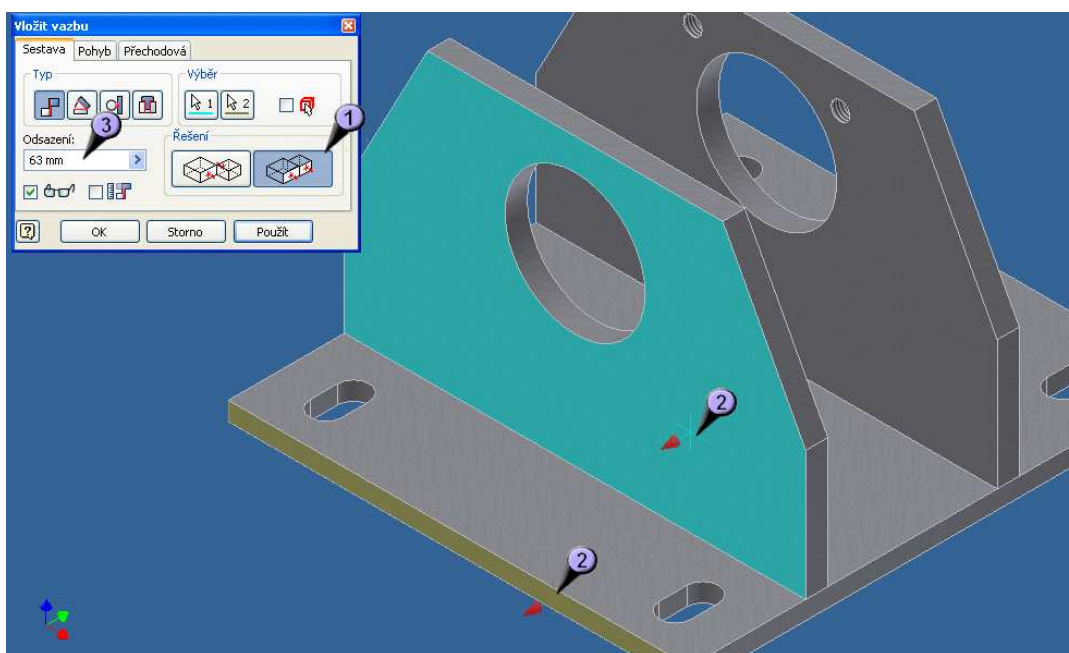
4.2 Tvorba rámu

Teď již známe práci se sestavou. Tentokrát budeme opět skládat sestavu, bude ale trošku jiná. Navíc k tomu přidáme práci s režimem „Svařenec“, kdy si poskládanou sestavu svaříme. Výsledkem toho všeho bude nosný rám, do kterého vložíme čep s kolem.

4.2.1 Skládání sestavy

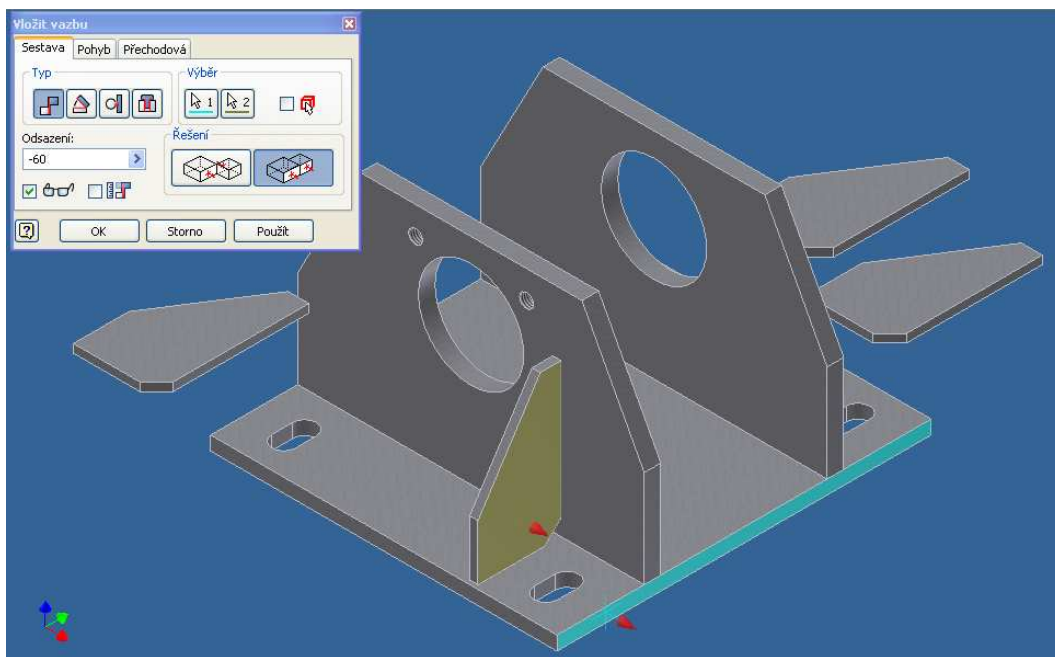
Jako první ukotvující díl můžeme zvolit základnu. Na ní budeme umisťovat postupně všechny další komponenty podobně, jako jsme v minulé lekci „navlékali“ rotační díly na osu čepu.

Pro umístění stojnic použijeme opět příkazu „Vazba“. První vazba, kterou upevníme stojnici na základnu bude klasická, kterou již známe. Druhá vazba bude mít mírnou modifikaci, kdy změníme směr působení vazby na působení ve steném směru. Tím upevníme stojnici k okraji desky.



Obrázek 53: Vazba s odsazením

Třetí vazbou, která je třeba k ukotvení stojnice bude připevnění k druhému boku základny. Opět použijeme vazbu stejným směrem (1), určíme příslušné plochy (2), a pro odsazení (3) zadáme požadovaný rozměr. Díky odsazení nebude deska umístěna přímo k okraji desky, ale v místě kterém žádáme. Odsazení může být nutné napsat do mínusového rozměru, záleží který díl při určování dílů zvolíme jako první. V tomto případě je to 63 mm, pokud bychom však díly zadali obráceně, správná hodnota by byla – 63 mm. Všimněme si, že nyní, když jsme nezadávali osové vazby, bylo potřeba tří vazem k pevnému ukotvení – každá v jednom směru os 3D prostoru.



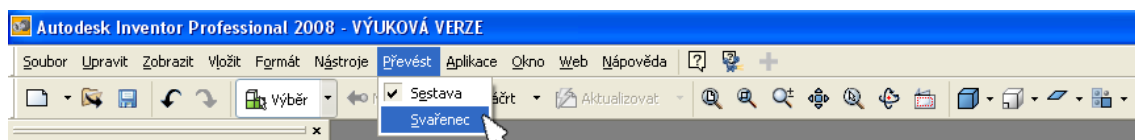
Obrázek 54: Umístění stojnic

Po ukotvení obou stojnic můžeme do sestavy přidat žebra. Bylo by možné umístit pouze jedno, a ostatní zrcadlit, nebo dokonce kopírovat polem. Oba dva příkazy jsme si ale již předvedli, a proto nyní pro zjednodušení (a v tomto případě možná i zrychlení) práce umístíme žebro čtyřikrát, a každé zavazbíme opět třemi vazbami, a to ke stojnici a k základně vazbou s protějším účinkem, a k boku základny vazbou s účinkem stejným směrem a opět s odsazením, jako je popsáno výše.

Posledními dvěma díly, které do sestavy (budoucího) svařence přidáme budou dva náboje, které budou držet čep kola.. Náboje připevníme dvěma vazbami, jedna bude na plochu stojnice a druhá bude osová – spojení osy otvoru ve stojnici s osou náboje. Nyní bychom měli mít sestavu poskládanou.

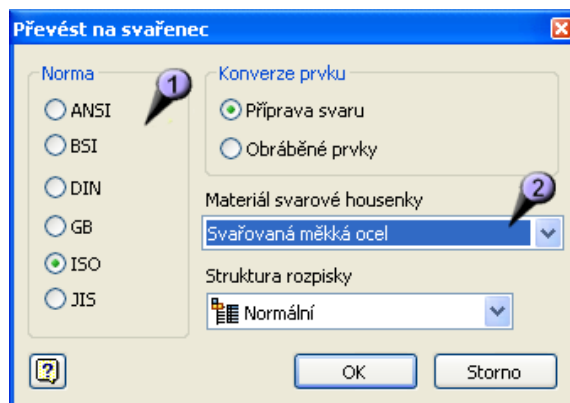
4.2.2 Tvorba svařence

Dalším krokem bude převedení sestavy na svařenec. Tento krok je nevratný, je tedy třeba se ujistit, že sestavu již nebudeme chtít nijak měnit, a že je správně seskládaná.



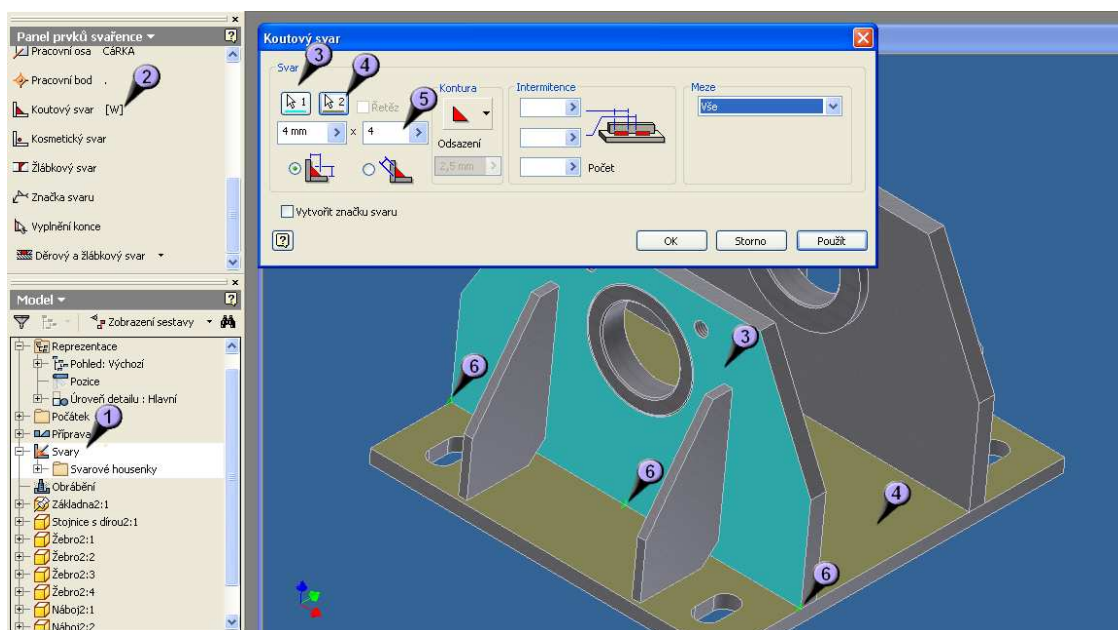
Obrázek 55: Převedení na svařenec

Převedení sestavy na svařenec provedeme přes nabídku „Převést“ a zvolíme „Svařenec“. Po spuštění nás program upozorní na nevratnost operace, a po odsouhlasení můžeme vybrat parametry svařence.



Obrázek 56: Dialog typů svarů

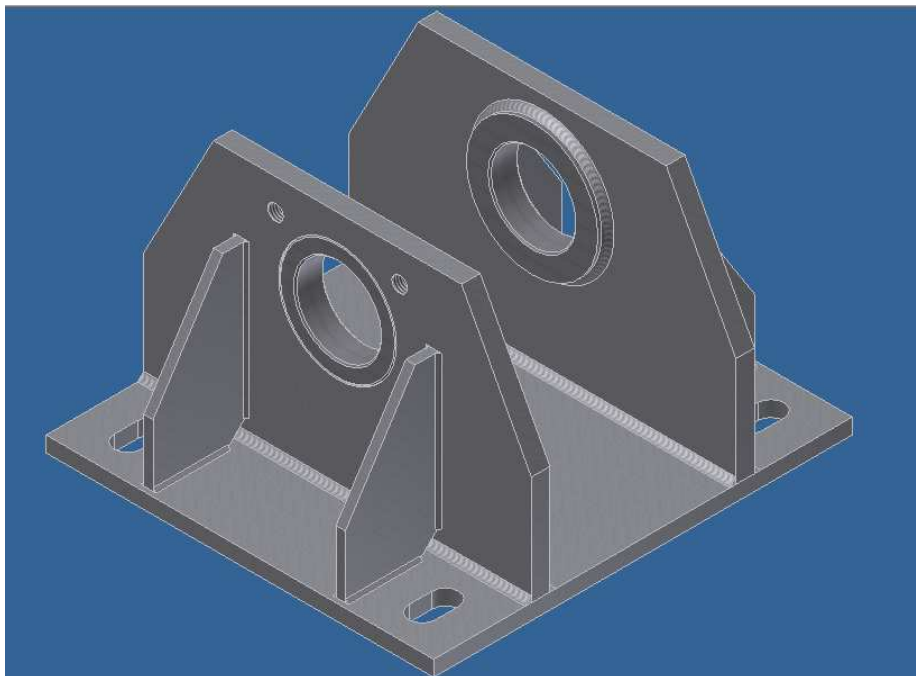
Z těchto všech nás bude nejvíce zajímat typ normy (1), kdy v tomto případě zvolíme ISO, a materiál svarové housenky (2), kdy budeme svařovat běžnou ocelí. Po odsouhlasení tohoto dialogu budeme mít sestavu převedenou na svařenec.



Obrázek 57: Tvorba svaru

Můžeme tedy přistoupit k tvorbě svarů. Ve stromu svařence si rozklikneme položku svary (1), a objeví se nám nová sada příkazů. Zvolíme příkaz „Koutový svar“ (2) a objeví se nám dialogové okno. Nejprve je nutné navolit, co k čemu chceme svařit, zvolíme tedy nejprve plochu boku stojnice (3), a dále horní plochu základny (4). Tam, kde se obě plochy stýkají bude vytvořen svar. Můžeme najednou vytvořit více svarů, např. pokud dooznačíme ještě zadní plochu stojnice, a druhou stojnici jako plochu č.1 (3), a plochu č. 2 (4) necháme jen vrchní plochu základny, vytvoří se nám všechny požadované svary pro upevnění stojnic. Všimněme si, že se nám náznaky svarů modelují (6). Ještě musíme upravit rozměr svaru (5), v tomto případě 4 mm.

Dále zavaříme všechny ostatní styčné plochy, žebra budou k základně a ke stojnicím zavařeny svarem 2mm, a náboje budou ve stojnicích zavařeny 4 mm svarem. Výsledek svařence by mohl vypadat např. takto



Obrázek 58: Svařený rám

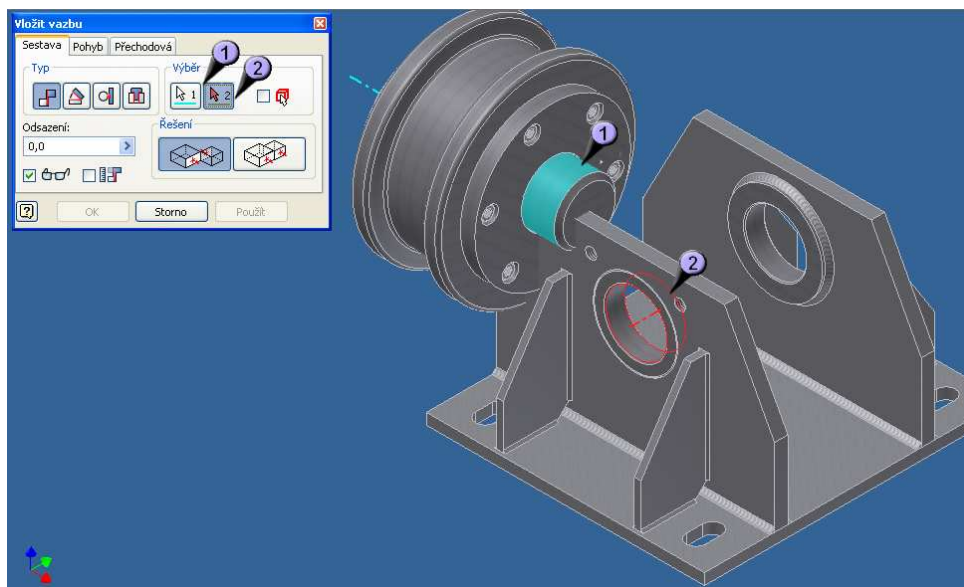
4.3 Spojení obou sestav

Nyní dokončíme kompletaci sestavy. Po těchto krocích již budeme mít model kompletně hotov, a dále budeme model využívat až již k vyhotovení dokumentace, výrobě animace nebo simulačním zkouškám.

4.3.1 Vložení podsestav

V tuto chvíli máme dvě sestavy, které potřebujeme spojit v jeden celek. Spojení realizujeme opět v režimu „Sestava“, tvoříme tedy dále strom sestav a podsestav. Právě v tomto systému podsestav je obrovská síla principů, na kterých funguje program inventor. Náš model je relativně malá ukázka možností, ale pro inspiraci si můžeme vzít např. automobil. Ten jako celek tvoří jednu obrovskou sestavu, která se dá dále rozložit na menší části. Můžeme tedy jít po stromu částí např. na podvozek, při dalším dělení na nápravu, dále na brzdovou soustavu, a nakonec třeba sestavu brzdového třmene. Ten poté rozdělíme na prvočinitele jako je brzdová destička, pístky atd. Program samozřejmě umožňuje zobrazit pouze jednotlivé podsestavy, nebo díly již umístěně v sestavě, a provádět na nich editace, které se v reálném čase zobrazí v celém modelu.

Kompletaci modelu začneme opět prvním dílem, který bude ukotven do prostoru automaticky. Všimněme si symbolu u pozice sestavy ve stromu modelu, jednak nám špendlík symbolizuje, že je díl ukotven, ale také má díl symbol svařence, což nám potvrzuje naši správnou práci z minula.

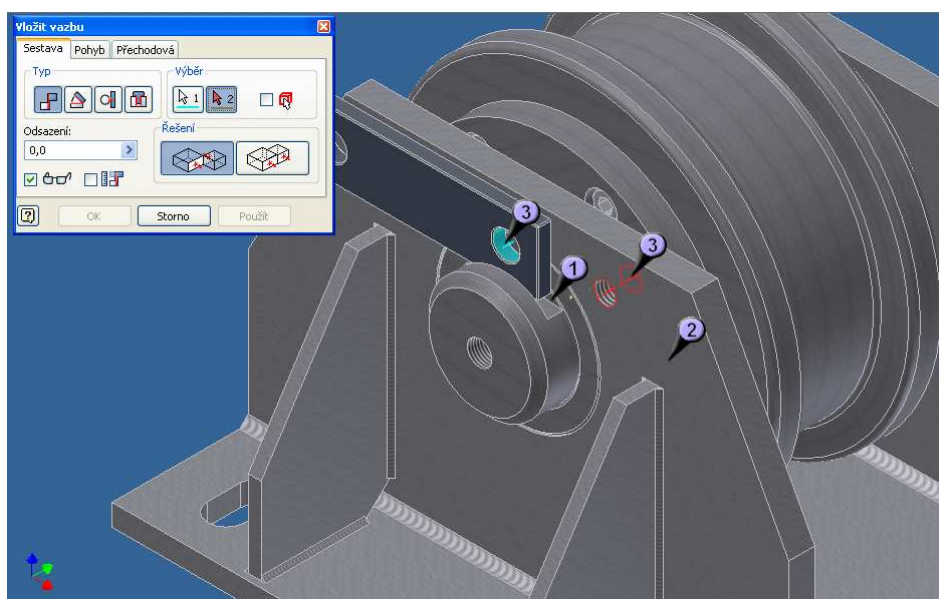


Obrázek 59: Složení podsestav

Vložíme do modelu druhou sestavu – sestavu kola. Vložení opět provedeme standartním příkazem „Umístit komponentu“ a zavazbení modelu provedeme nyní pouze jednou vazbou, a to osovou pro čep kola (1) a náboj rámu (2).

4.3.2 Vložení zbývajících prvků

Pevné upevnění čepu kola bude v modelu realizováno stejně jako později při praktické výrobě. K upevnění použijeme přídržku, která je opět standardní součástí vyráběnou a dodávanou dle norem. Ve verzi inventoru 2008 se ale v základní databázi opět nenachází, stejně jako přídržné díly tohoto typu. Proto opět podobně jako v případě ložisek musíme hledat jinde, nebo využít našeho zdrojového souboru. Nebo si můžeme přídržku velmi jednoduše vymodelovat, neboť její konstrukce je velmi jednoduchá.

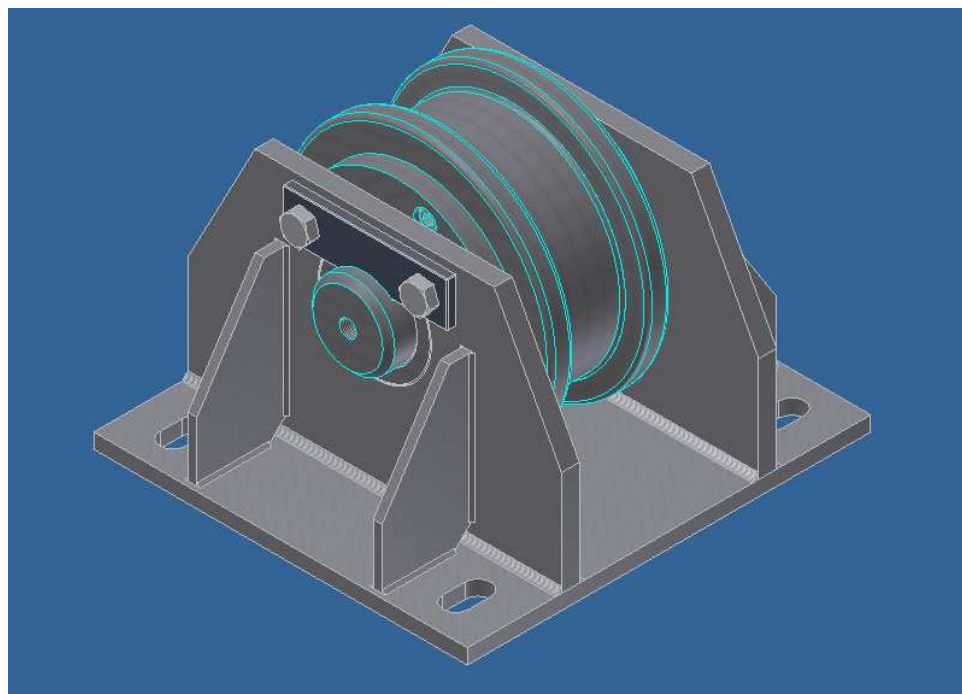


Obrázek 60: Zavazbení přídržky

K zavazbení přídržky využijeme čtyř vazeb. Tři z nich jsou zde na obrázku, jedna slouží k udržení přídržky v drážce čepu (1), druhá slouží k „přípevnění“ ke stěně stojnice. Tímhle eliminujeme axiální pohyb čepu v náboji kola. Třetí zajistíme přídržku aby nám „neklouzala“ po stojnici, a osově jí připevníme k jedné z děr ve stojnici, s osou díry v přídržce (3). Bude nám stačit pouze jedna díra, neboť další vazbou dosáhneme eliminace osového pohybu přídržky kolem těchto os. Poslední vazbou, která nám definitivně upevní všechny tři celky dohromady (rám, přídržku a čep s kolem) je vazba spodní plochy přídržky a dolní plochy drážky čepu. Po potvrzení této vazby by nemělo jít s čepem kola pohnout. Kolo by se ale mělo dát volně otáčet, neboť je umístěno na ložiskách. Pokud s ním točit nejde, nemusí to být nutně chyba zavazbení, může jít i o špatné umístění součástí vůči sobě. Inventor v této verzi zatím nekontroluje meze materiálu a tedy neupozorní na průnik dvou těles. To musíme zatím hlídat sami.

Posledním krokem je umístění a zavazbení obou šroubů, které budou v praxi držet přídržku. Šrouby najdeme opět v knihovně, jedná se o typ M12 a nejvhodnější délka je 20 mm. Vhodný bude šroub s šestihranou hlavou (kvůli snadné montáži), a zvolíme typ v metrických jednotkách. Po jeho načtení ještě určíme přesné rozměry, a vložíme šroub do sestavy.

Každý šroub zavazbíme pomocí dvou vazeb, a to osově (osa šroubu k ose díry) a druhou plošně (vnitřní plocha šroubu s plochou přídržky). Výsledná sestava by mohla vypadat asi takto.



Obrázek 61: Výsledná sestava

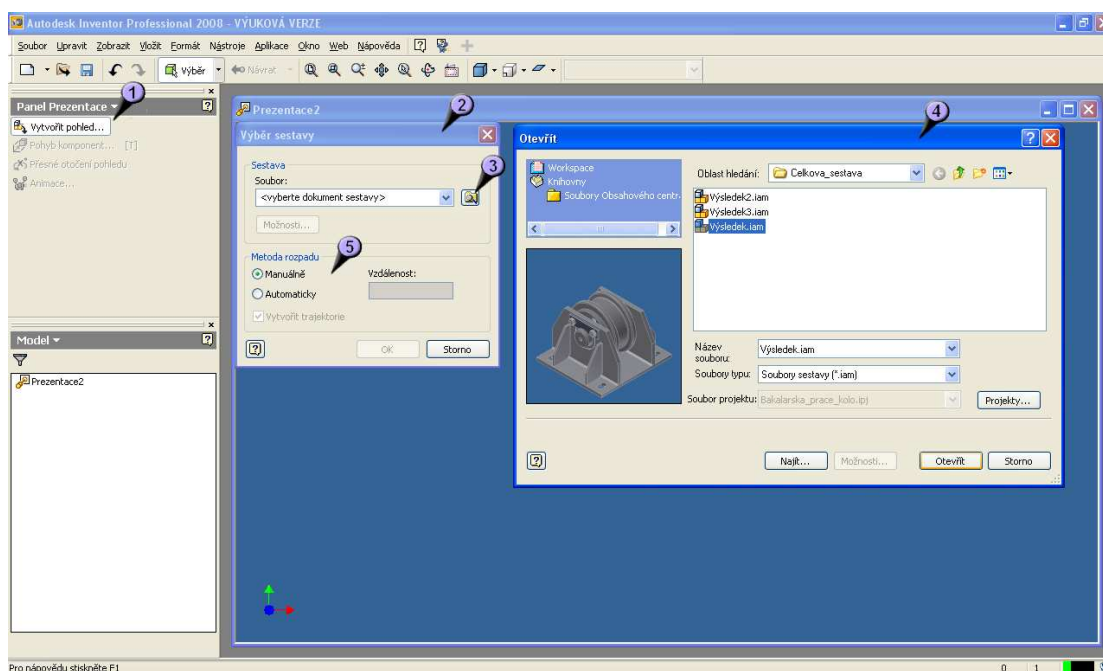
5 Výstupy programu

5.1 Tvorba prezentace modelu

Tentokrát si ukážeme práci s animačním prostředím. Animační prostředí je velmi vhodné pro prezentování výrobku, ať už zákazníkům, nebo i pracovníkům, kteří budou sestavu vyrábět. Neocenitelným pomocníkem je pro ty, kteří modely sestávající z mnoha kusů kompletují, protože se dá nastavit přímo postup kompletace sestavy. Výsledkem animace je jednak do posledního šroubku rozložený model a logicky umístěnými díly aby bylo jasné který kam patří, a jednak je možným výstupem videoukázka kompletace. Ukážeme si oba dva případy.

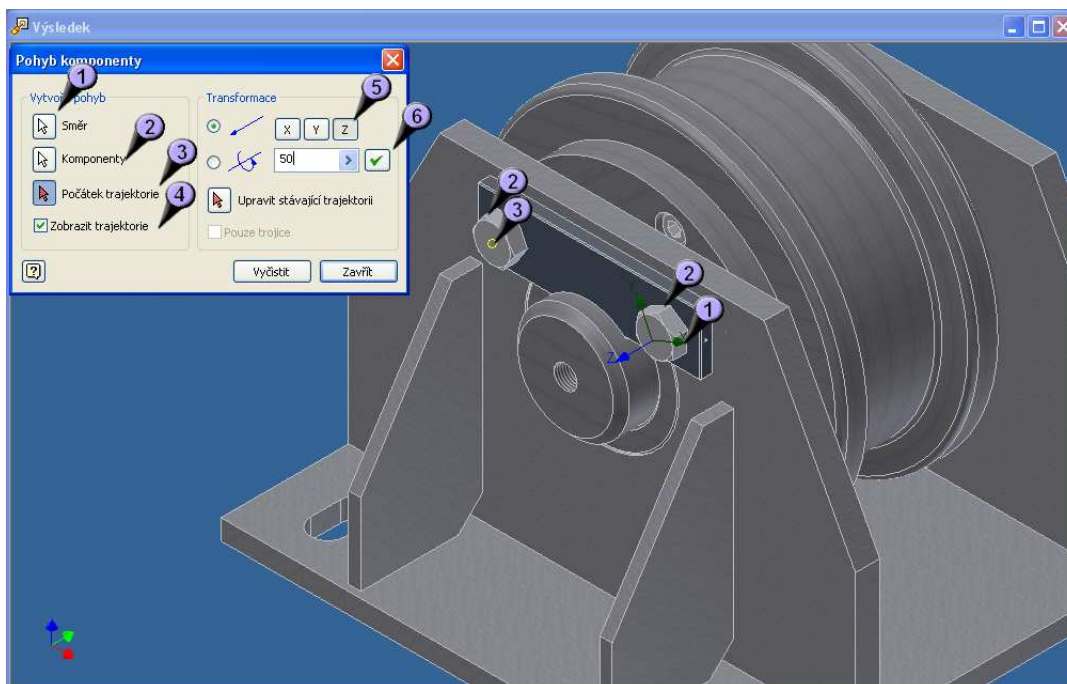
5.1.1 Rozložení sestavy

Nejprve sestavu rozložíme. Z nabídky „Nový“ si zvolíme možnost „Norma.ipn“. Naběhne nám povědomé 3D prostředí, které známe již z modulů tvorby dílů, sestavy nebo svařence. Tentokrát je ale nabídka příkazů skromnější. Zvolíme tedy jediný možný a to příkaz „Vytvořit pohled“.



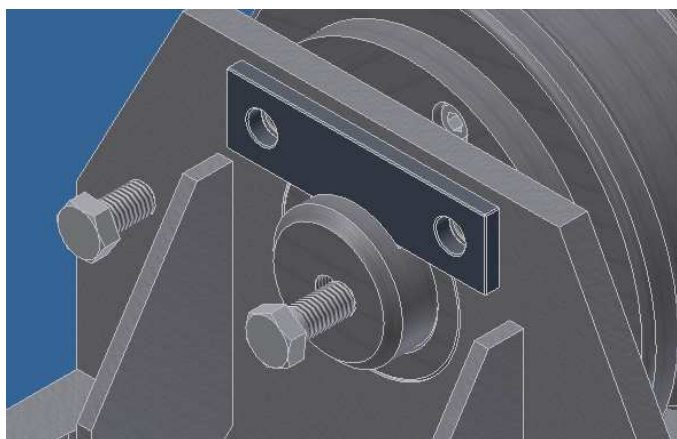
Obrázek 62: Vytvoření pohledu prezentace

Po jeho spuštění (1) se nám objeví první dialogové okno (2), ve kterém zvolíme vybrat soubor pro animaci (3). Poté se nám objeví klasický „open dialog“ (4), ve kterém najdeme požadovaný soubor a otevřeme jej. V předchozím okně (2) je ještě možnost automatického rozkladu (5), tu my však nevyužijeme, abychom si mohli demonstrovat funkce programu. Tato funkce navíc neumí rozebírat vložené podsestavy, a v tomto případě by nepracovala dokonale.



Obrázek 63: Rozkládání sestavy

Máme tedy vloženou sestavu v prostředí, a můžeme se pustit do jejího rozkladu. Rozložit jde cokoli kamkoli, ale my se budeme držet reálné situace, a budeme sestavu rozkládat stejně, jako kdybychom to dělali v praxi. Nejprve tedy musíme uvolnit šrouby které drží přídržku čepu. Zvolíme příkaz „Pohyb komponenty“ a zadáme směr kterým se mají komponenty pohybovat (1), můžeme si všimnout zobrazené značky os. Dále určíme které komponenty se mají pohybovat (2), v tomto případě šrouby, a zvolíme počátek trajektorie (3). To je bod, od kterého se bude počítat vzdálenost pohybu, a pokud necháme zaškrklé políčko „Zobrazení trajektorie“ (4) tak od něho povede i pomocná přímka. Je vhodné tento bod určit někde na komponentě, která se bude posouvat, kde přesně je relativně jedno. Dále nastavíme kterou osu ze zadaného bodu směru (1) budeme využívat (5), ta se nám pak zobrazí modře. Nakonec ještě určíme vzdálenost posuvu součástí (6). Po potvrzení se nám šrouby vysunou do zadané polohy.



Obrázek 64: Oddělené šrouby

Po zadání těchto parametrů by se šrouby měly vysunout zhruba do pozice jako na obrázku. Abychom nemuseli znovu spouštět příkaz, stiskneme pouze tlačítko „Vyčistit“ a můžeme zadávat pohyb další komponenty. Nyní uvolníme přídržku, zadáme opět směr, nejlépe klepnutím na horní plochu přídržky, jako komponentu vybereme samotnou přídržku a počátek trajektorie libovolný bod na přídržce. Vybereme správnou osu, nastavíme vzdálenost a potvrdíme. Přídržku je nejlépe vysunout nahoru.

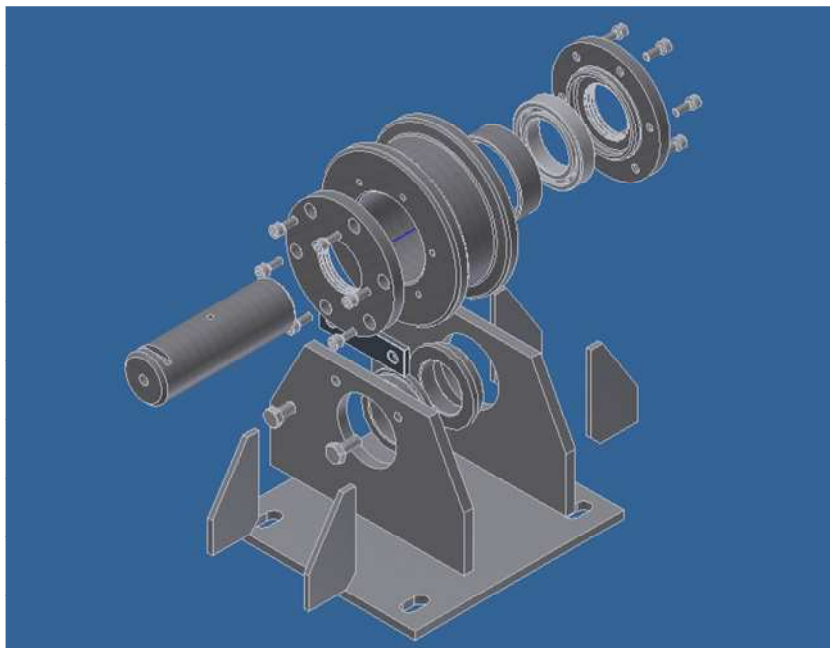
Dalším dílem k vysunutí bude středový čep kola. Ten vysuneme ve stejném směru jako šrouby, avšak bude zapotřebí větší vzdálenosti. Poté můžeme uvolnit celé kolo. Postup je stejný jako u předchozích dílů, avšak při výběru komponent si pomůžeme stromem modelu, kde si rozklikneme položky sestavy, a označíme celou podsestavu kola. Tím se vyhneme zdlouhavému označování jednoho dílu po druhém, ke kterému bychom navíc stejně museli využívat stromu modelu, abychom mohli vypnout viditelnost některých dílů, pod kterými se schovávají další (ložiska atp.).



Obrázek 65: Rozložené kolo

Celkové rozložení kola by mohlo vypadat nějak takto. Co se týče vzdáleností pohybů, neplatí pro ně žádné přesné pravidlo, měly by být dostatečně velké pro dobrou ilustraci, ale ne příliš velké z důvodu jednak zbytečnosti, a jednak při využití rozložené sestavy do výkresu, by se nemusela vejít

Dále přistoupíme k rozložení svařence rámu. Svařenec jako takový je sice již nedělitelná část, nicméně v tomto animačním režimu jde oddělit takřka cokoli až na jednotlivé díly, a nic z toho nemá vliv na celkový model (dílu, sestavy nebo svařence). Žebra svařence rozložíme do stran, a základnu dospodu.

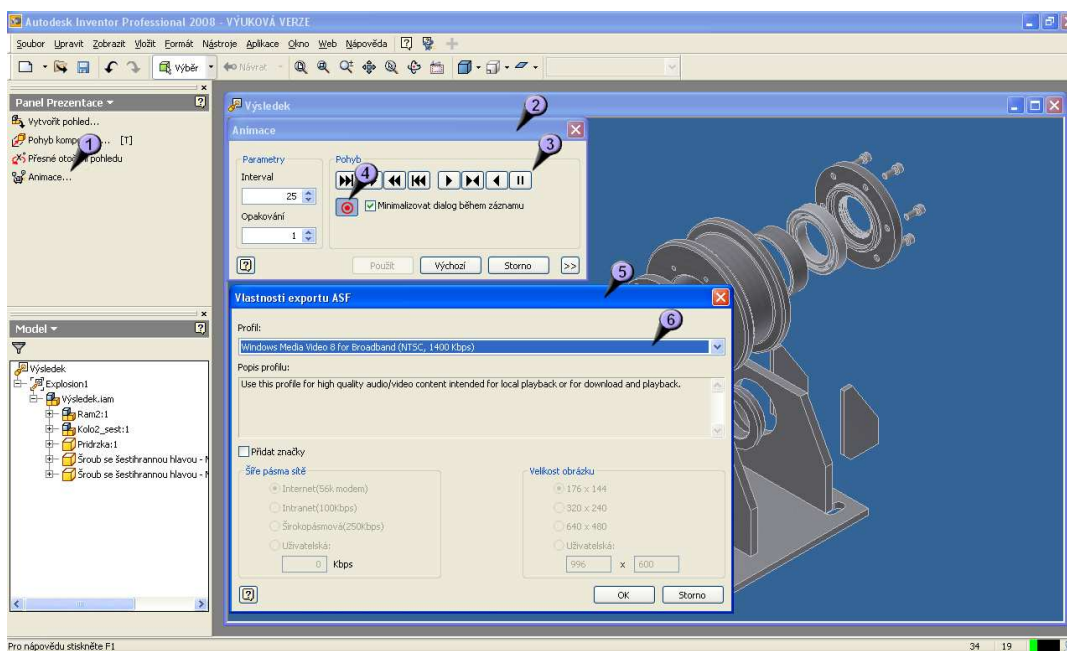


Obrázek 66: Rozložená sestava

Celkový rozložený model by mohl vypadat např. nějak takto. Pokud se váš výsledek liší, nemusí to znamenat, že je špatně, pokud jste dodrželi principy rozkladu a kontrolovali jste průniky mezi, čili vzájemné zasahování jednotlivých dílů do sebe (které program nekontroluje) tak by měl být i váš výsledek správný.

5.1.2 Vytváření videa

Nyní se zaměříme na samotnou animaci. Program eviduje všechny kroky, které jsme doposud podnikli, a podle nich dokáže zpětně model sestavit, nebo zase rozložit.



Obrázek 67: Vytváření animačního videa

Zvolíme tedy příkaz „Animace“ (1), a objeví se nám jeho dialogové okno voleb (2). Na základních tlačítkách přehrávání (3) si můžeme animaci spustit, a to jak v sestavném, tak v opačném smětu. Také jde animace zrychlit / zpomalit, nebo nastavit jí příslušné parametry. Pokud budeme chtít z animace vytvořit video, stiskneme symbol „Rec“ (4), objeví se nám ještě jeho dialogové okno nastavení (5), kde nás nejvíce bude zajímat kvalita a typ výstupu (6). Nastavíme požadovanou volbu a potvrdíme. Bohužel ani v nejlepší možné kvalitě záznam není příliš dobrý, pro ilustraci ale postačuje. V novějších verzích programu bude jistě sjednána náhrada, a zajištěn odpovídající formát pro kvalitu. Po těchto nastaveních můžeme opět spustit animaci tlačítkem se symbolem „Play“ a záznam se nám začne nahrávat. Po ukončení se nám záznam uloží do vybrané destinace (aktuální složky).

Tímto jsme si předvedli funkce animačního prostředí. Je možné dále experimentovat, sestavy skládat a rozkládat jinak, dle jiného umístění, vše záleží na našich nápadech.

5.2 Výkresová dokumentace

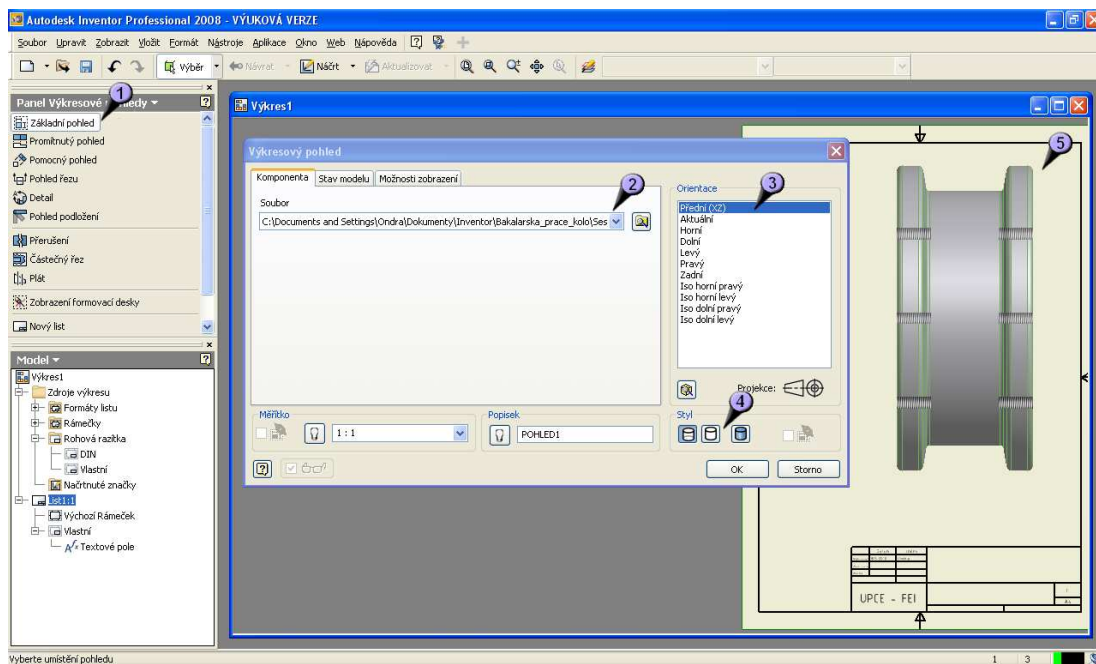
Dnes se podíváme na tvorbu výkresové dokumentace. V programu Inventor se zcela jiný postup tvorby výkresů než v programech typu AutoCADu. Samotný model se již nekreslí, ale použije se vymodelovaných částí, které se „obtisknou“ na plochu výkresu. Dále se již pouze upravují pro větší přehlednost, zobrazují se řezy nebo odvozené pohledy, a upravují se kóty. Tvorbu výkresu pro jednotlivou součást si ukážeme na příkladu kola ze sestavy.

5.2.1 Tvorba pohledu

Z nabídky nových souborů vybereme možnost „Norma.idw“, což jsou soubory výkresů Inventoru. Tyto výkresy jdou samozřejmě exportovat do velkého množství formátů - *.dwg, *.dwt nebo i formátů obrázkového typu *.jpg apod.

Po načtení výkresu se nám objeví formát A2 s předdefinovaným razítkem. Můžeme si tedy upravit razítko podle svých požadavků. V prohlížeči si najdeme symbol razítka a zvolíme „Upravit definici“. Tento postup je podrobně rozebírán ve webové prezentaci, a zde jej rozvádět nebudu.

Další možnou úpravou výkresu je změna formátu. Defaultně je nastaven na A2, to je pro naše účely zbytečně hodně. Protože budeme nyní kreslit jen jednu součást, nastavíme výkres na A4 v orientaci na výšku. V prohlížeči klepneme pravým na „List“, a zvolíme „Upravit list“. V dialogu vybereme formát A4 na výšku. Pokud chceme, můžeme ještě provést další úpravy, jako např. umístění razítka.

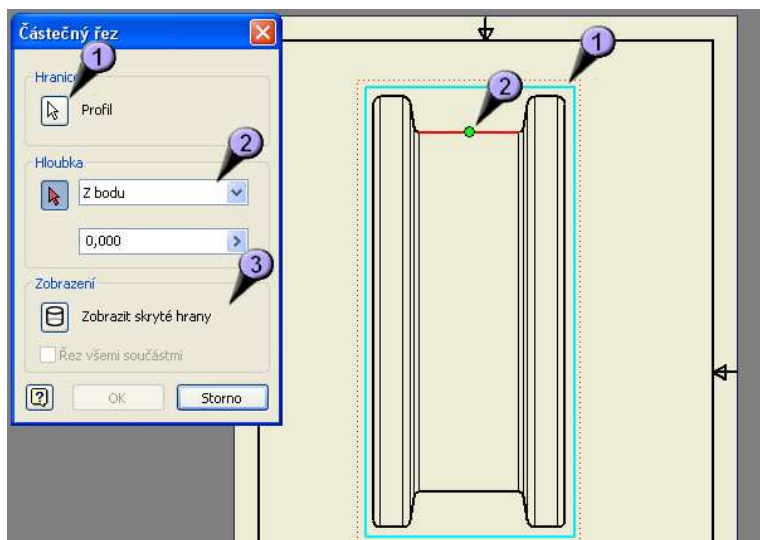


Obrázek 68: Vložení základního pohledu

Spustíme příkaz „Základní pohled“ (1), kde se nám zobrazí dialogové okno výkresových pohledů. Zvolíme si součástku, kterou chceme zobrazovat (2), a můžeme si všimnout, že se nám již modeluje skica budoucího pohledu (5). Dále si určíme typ pohledu, který zobrazíme (3), a nastavíme viditelnost hran, pro náš případ skryjeme neviditelné hrany (4). V nastavení na dalších kartách můžeme např. zobrazit tangenciální hrany, což je mnohdy hodí, v tomto případě to však nemá smysl

5.2.2 Pohled v řezu

Budeme chtít zobrazit pohled v řezu, k tomu budeme potřebovat nový náčrtek, kde určíme plochu která bude zobrazena řeznou rovinou. Prostředí náčrtku vypadá podobně jako prostředí pro tvorbu rámečku, a již dlouho známé prostředí náčrtků při tvorbě modelů. I nástroje jsou zde stejné. V tomto prostředí lze dotvářet např. pomocné čáry pro kóty výkresů, v tomto případě zde naznačíme řeznou plochu pro částečný řez. Ač se příkaz jmenuje „Částečný řez“, my jej využijeme pro zobrazení celého tělesa v řezu. Program nám totiž neumožňuje zobrazovat v kompletním řezu základní pohled, a proto si pomůžeme touto metodou

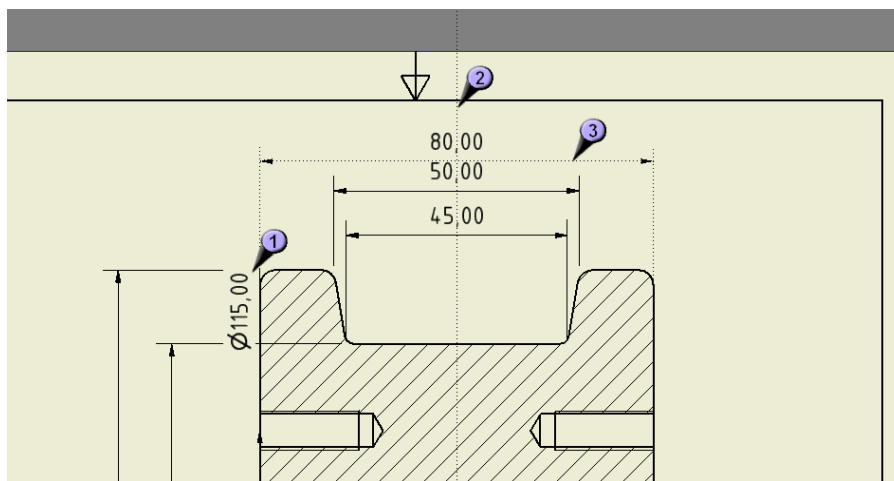


Obrázek 69: Tvorba řezu

Nyní můžeme spustit samotný příkaz „Částečný řez“. Vybereme profil (1), což je náš náčrtek. Jelikož výkres neobsahuje žádný jiný uzavřený profil, měl by se načíst automaticky. Dále musíme vybrat hloubku řezu (2). Jelikož chceme kolo řezat v polovině, využijeme toho, že zobrazovaná horní hrana je přesně v požadované rovině. Umístíme tam tedy bod, a hloubku ponecháme nulovou. Skryté hrany zobrazovat nechceme (3), jen by znepráhlednily výkres. Nakonec potvrdíme.

5.2.3 Kótování a další popisky

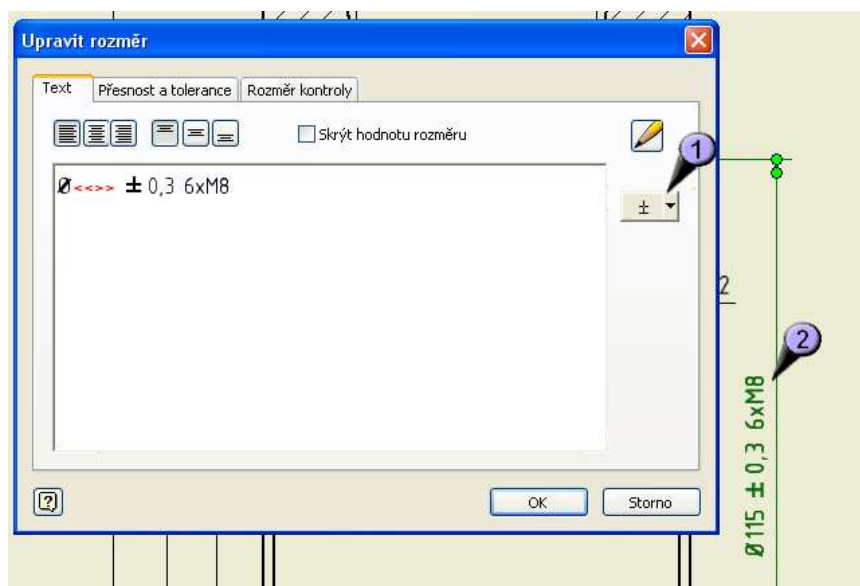
Dalším krokem bude vygenerování kót. Kóty se samozřejmě dají dodat ručně, je zde však pomůcka, která nám zajistí obnovení kót z náčrtků při modelování tělesa. Při kompletnosti okótovaného tvaru v náčrtku černala geometrie tělesa a tím nám program hlídal kompletnost kótování. Toho nyní využijeme, když zpětně vygenerujeme rozměry, a máme jistotu, že budou kompletní. Stiskneme tedy PTM, a z kontextové nabídky vybereme příkaz „Obnovit rozměry“. Poté v dialogu vybereme pohled, který máme ve výkrese jediný, a vybereme rozměry, které chceme obnovit, můžeme klidně všechny.



Obrázek 70: Úprava kót

Vygenerované kóty ale nejsou příliš esteticky vhodně umístěny. Některé je tedy vhodné rovnou vymazat (1), a nahradit je jinde jinými. Jsou to většinou ty, které nebyly v prvním náčrtu, ale v náčrtech na jiných plochách, které nejsou souběžné se zobrazovanou rovinou. Ty které jsou zobrazeny správně je vhodné doumístit, program nám sám pomáhá vybrat nejvhodnější místo, jak osově (2), tak i vzdálenostně nad sebou (3), aby byly všechny stejně vzdáleny.

Zkusíme nadefinovat vlastní kótu. K tomu se budeme muset přepnout na panelu nástrojů z panelu výkresových pohledů na panel „Poznámky k výkresu“, který skrývá sadu příkazů pro tvorbu kót.



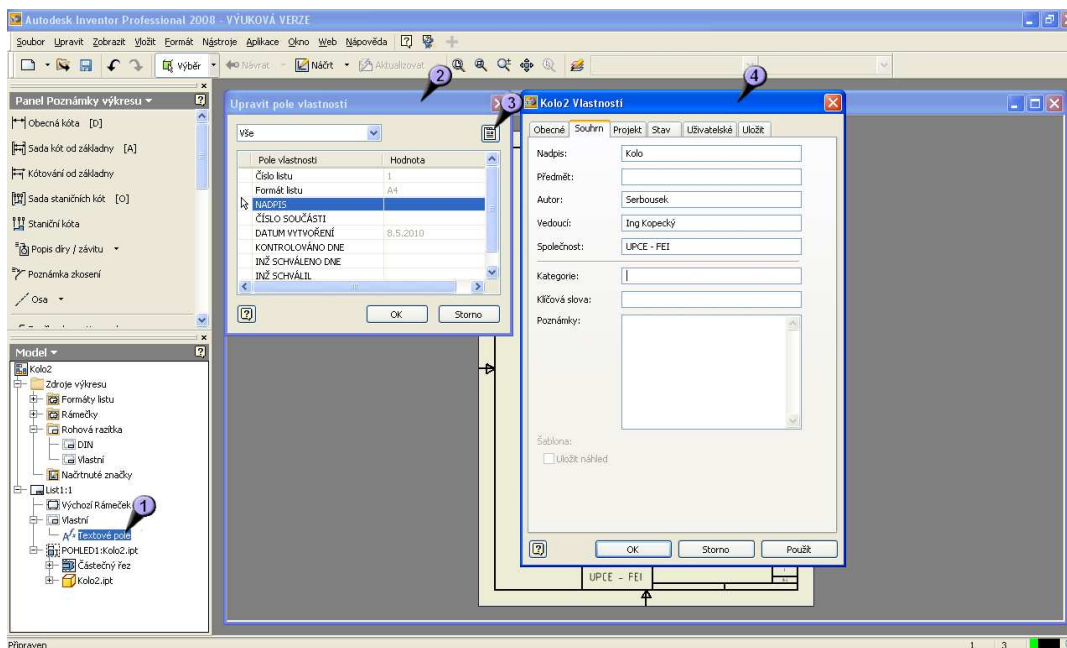
Obrázek 71: Úprava hodnoty kóty

Pomocí nástroje „Obecná kóta“ zakótujeme vzdálenost rozteče děr pro závity. Holá kóta bude mít hodnotu 115. Klepneme na ní opět pravým, a zvolíme „Upravit rozměr“. Do editoru hodnoty kóty vložíme symbol průměru, vložíme jej přes mapu znaků (1), dále toleranci a nakonec počet děr a jejich závit. Můžeme vidět, že se nám text hned i u kótovací čáry zobrazuje. symbol šipek (<<>>) je zástupný symbol pro dodání hodnoty rozměru. Pokud bychom jej vymazali, mohli bychom hodnotu napsat ručně napevno.

Dalším prvkem, který do výkresu zaneseme budou osy souměrnosti. Jejich kreslení aktivujeme příkazem „Osa“. Těleso bude středově souměrné, proto nakreslíme vertikální i horizontální osu. Při najetí kurzoru nad hranu nám program nabídne sám uchycení do středu hrany a opět nám tak zjednoduší práci

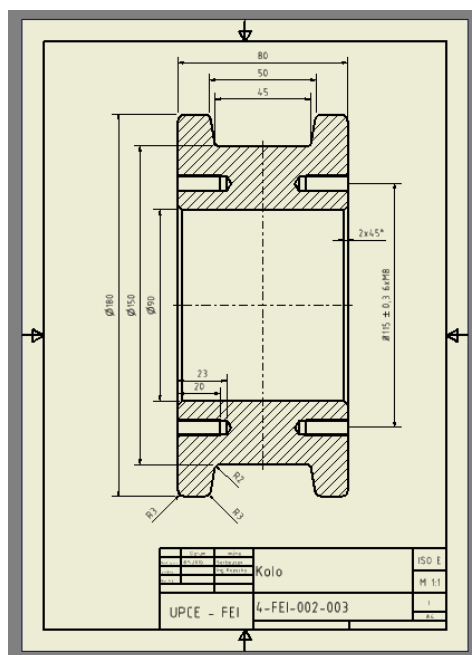
5.2.4 Údaje v razítku

Poslední úpravou, kterou ve výkresu provedeme je doplnění údajů v razítku. Část údajů v razítku je vložena napevno, jako předepsané kolonky, a část je vyplňována vlastnostmi výkresu



Obrázek 72: Úprava hodnot v razítku

Poslední úpravou, kterou ve výkresu provedeme je doplnění údajů v razítku. Část údajů v razítku je vložena napevno, jako předepsané kolonky, a část je vyplňována vlastnostmi výkresu. Klepneme tedy pravým na textové pole v prohlížeči modelu (1) a zvolíme „Upravit textové pole“. Dále v dialogu (2) vybereme požadovaný řádek, který chceme upravit a označíme jej. Trochu nepochopitelnou věcí programu je, že ať klepneme kamkoli, zobrazíme tlačítkem vpravo nahoře (3) vždy stejný dialog s dopisováním údajů (4). Vypíšeme tedy všechny potřebné údaje, a vše potvrdíme. Konečný výkres by mohl vypadat např. takto. Umístění kót je libovolné vždy však dle zásad kótování



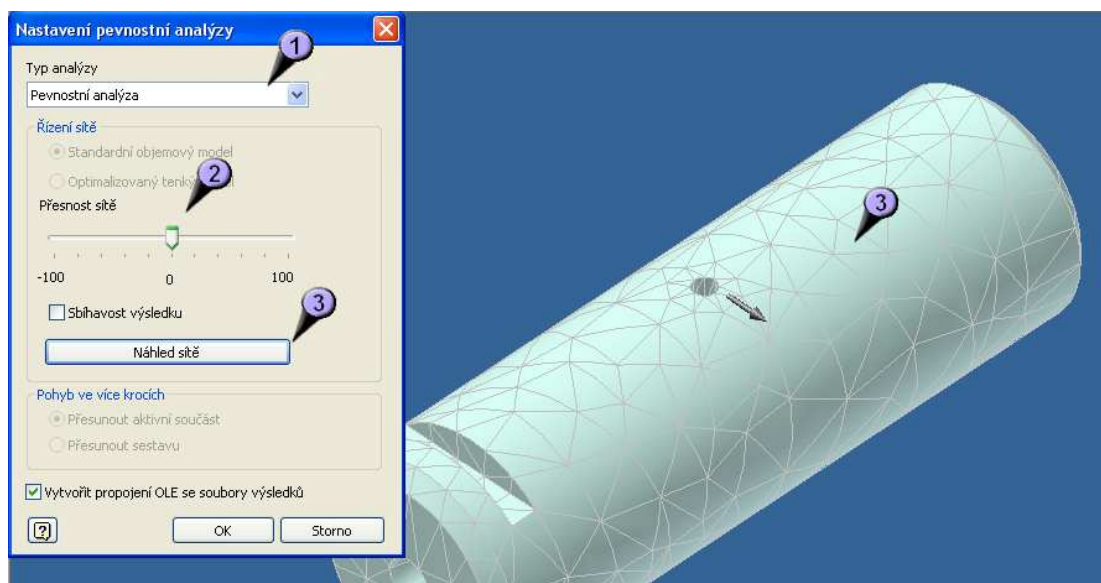
Obrázek 73: Konečný výkres

5.3 Pevnostní analýza

5.3.1 Nastavení a výpočet analýzy čepu kladky

Poslední funkcí programu, kterou probereme bude náhled do simulačního prostředí programu, konkrétně do pevnostní analýzy. Program inventor umožňuje celou řadu analýz, využívá pro to produktů a algoritmů třetích firem, od kterých získává licenci. Vyzkoušíme tedy pevnostní analýzu pro některé díly. Pevnostní analýzu jako takovou nelze provádět pro sestavy, neboť jí nelze u sestavy zadefinovat. Pro analyzování sestav se používá buď jiných prostředků, nebo jak si ukážeme využijeme sestavu převedenou na jeden díl, a ten pak podrobíme zkoušce. Otevřeme si tedy čep kladky v běžném režimu, a z menu „Applikace“ vybereme možnost „Pevnostní analýza“.

Po přepnutí do režimu pevnostní analýzy se nás program jako první zeptá na druh materiálu, ze kterého je díl vyroben. Každý materiál má jiné vlastnosti, a program má uloženy údaje o mnoha typech materiálu, naše součástky budou vyráběny z běžné oceli, proto zvolíme ocel. Můžeme všinout sady příkazů pro práci s pevnostní analýzou, a také prohlížeč se nám změnil a přizpůsobil se prostředí.

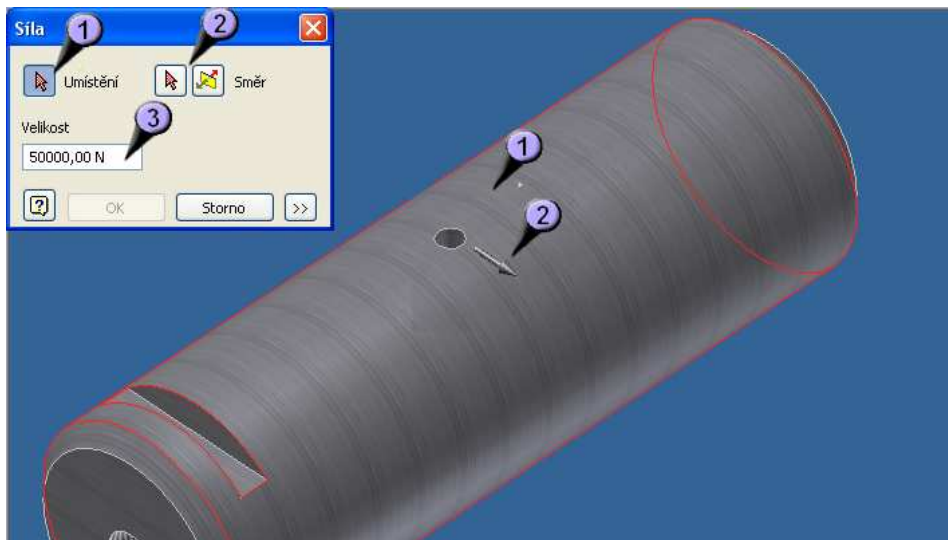


Obrázek 74: Hustota sítě analýzy a její nastavení

Dalším krokem bude „Nastavení pevnostní analýzy“, tento příkaz najdeme v sadě příkazů pevnostní analýzy. Vybereme nejprve typ analýzy (1), a poté přesnost (2). Přesnost spočívá v rozdělení dílu sítí na kousky které se poté navzájem vypočítávají. Čím více je jednotlivých kousků, tím je analýza přesnější, ale také trvá delší dobu. Přesnost sítě tedy zvolíme s ohledem na naše systémové prostředky, a námi požadovanou přesnost. Náhled sítě si můžeme zobrazit (3).

Dále definujeme pevnou vazbu. Vazby v tomto případě slouží k uchycení dílu v prostoru. Až necháme na díl působit tlaky a síly, musí být někde ukotven. Ukotvení čepu v reálu bude v nábojích rámu, to zde ale nelze realizovat, proto pro ukázkou vybereme

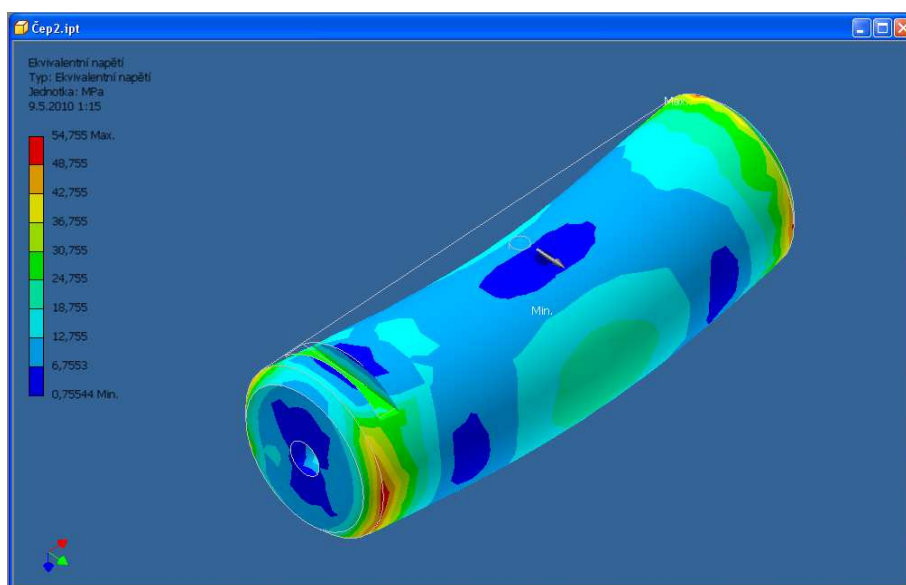
plochy k tomuto podobné, a to zkosení na hranách čepu. Pro pevnou vazbu je vždy nutné vybrat plochu. Spustíme tedy příkaz „Pevná vazba“, vybereme plochy a potvrdíme. Součástku by bylo možné upevnit i pomocí vazby svorky, nebo ideální vazby, pro jednoduchost jsem však zvolil tuto variantu.



Obrázek 75: Nastavení působení sil

Můžeme přistoupit k definování silového působení. Umístění síly zvolíme střed válcové plochy (1), a směr působení přibližně tamtéž (2). Sílu si navolíme dle uvážení, při malé síle hrozí, že výsledky nebudou dostatečně vypovídající, při velké síle zase že to přeženeme a součástka to nevydrží. Síla je v Newtonech, a 10 Newtonů odpovídá přibližně jednomu kilogramu.

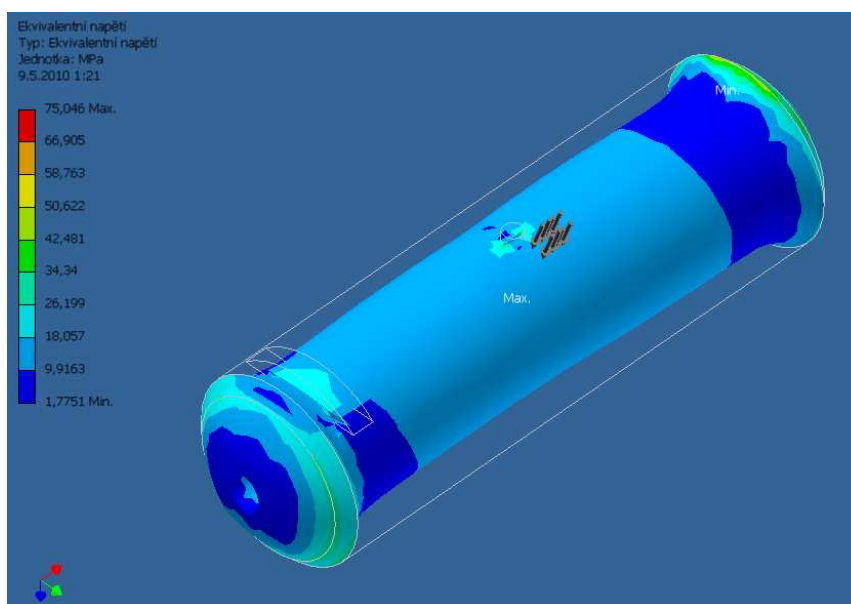
Nyní když máme všechno nastaveno, můžeme analýzu spustit. Spuštění provedeme příkazem „Aktualizovat pevnostní analýzu“, který najdeme vedle panelu nástrojů „Zoom“



Obrázek 76: Grafický výsledek pevnostní analýzy

Výsledek analýzy by mohl vypadat např. nějak takto. Toto je stav při maximálním prohnutí při působení zadané síly. Jak je vidět, střed, který je volně je propnutý, a kraje, které jsou pevně usazeny za jejich zkosené hrany sice drží, ale je v nich největší pnutí

Další zkouškou, kterou si ozkoušíme bude působení tlaku na válcovou část čepu. Uchytení pomocí pevných vazeb ponecháme stejné, spustíme příkaz „Tlak“ a zadáme působení tlaku na plochu.

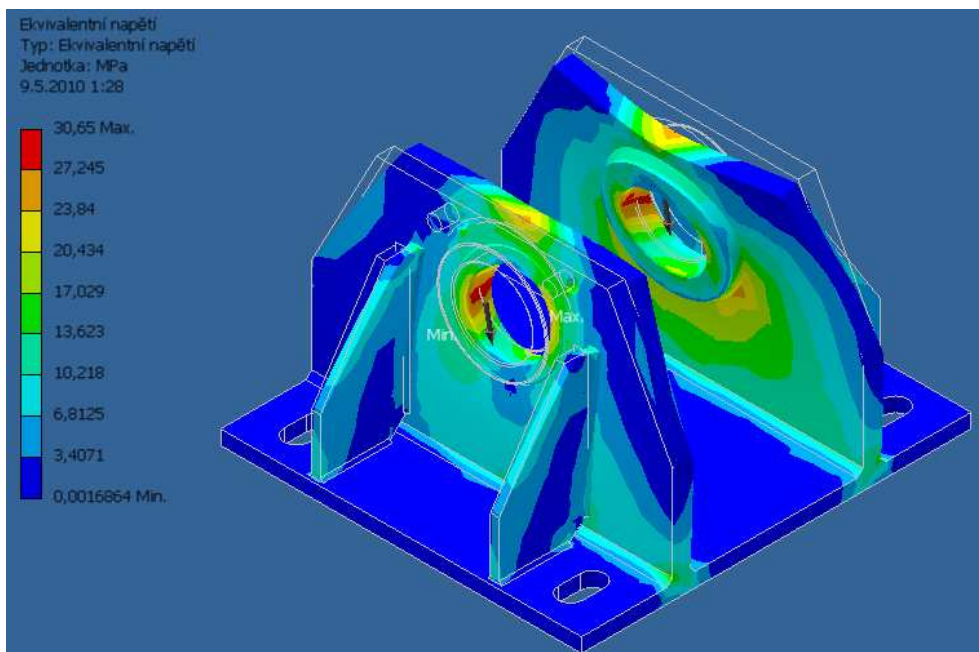


Obrázek 77: Grafický výsledek tlakové analýzy

Jak je vidět, působení tlaku nám doslova slisovalo průměr čepu, a téměř nám zalisovalo díru pro mazání ložisek. Uprostřed, ač jsou zde největší změny je však opět minimální pnutí, oproti krajům, kde pnutí působí ve spojení s pevnou vazbou sražení hran.

5.3.2 Pevnostní analýza svařence rámu

Nyní si vyzkoušíme analýzu na modelu rámu. Sestavu rámu jsme převedli na prvek, je to tedy již nedělitelná součást, má ale podobné vlastnosti jako svařenec, neboť jsou dodrženy svařené spoje. Nejprve tedy zadáme pevnou vazbu na spodní stranu základny, simulujeme tak položení na pevné podložce, a působení tlaku na spodní plochu nábojů. Tomuto působení může být rám vydáván např. pokud budem montován na pražce, nebo jiné úchyty, a po kole v něm uchyceném budou přejíždět těžké náklady (např. na kolejnicích).



Obrázek 78: Výsledek analýzy rámu

Jak je vidět, nejvíce namáhaná je oblast pod náboji, celé stojnice se tíhou tlaku bortí dovnitř, směrem ven je totiž podpírají žebra. Kdyby tam žebra nebyla, pravděpodobně se celá konstrukce zborčí. Při takové to síle by se ale stejně kolo kladky zadřelo o zborčené stojnice. Tuto sílu (asi 5 tun) tedy sestava určitě v pořádku nevydrží.