

Inventor 10

Inventor 10

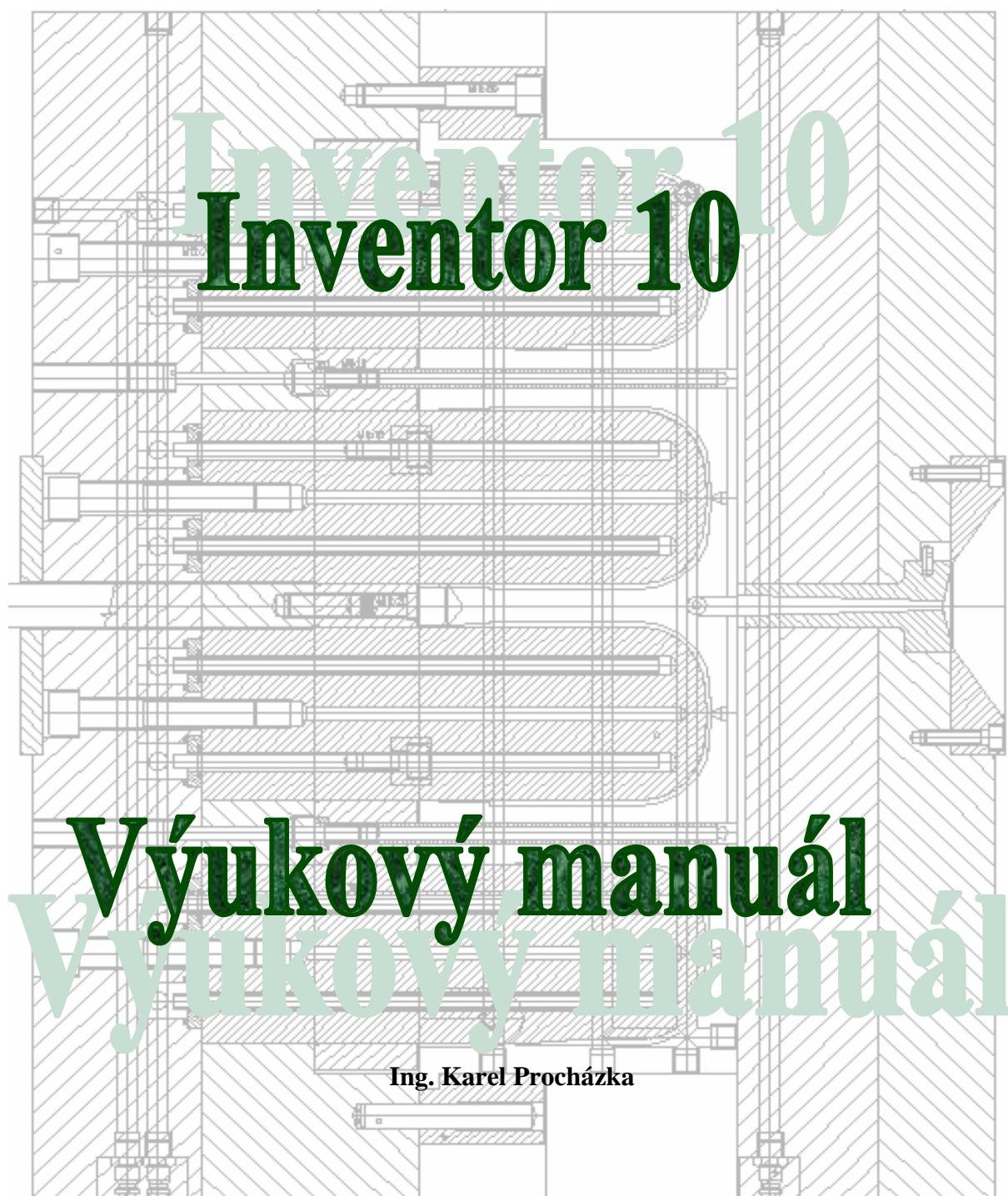
Výukový manuál

Výukový manuál

Ing. Karel Procházka

Opava 2006

**Střední škola průmyslová a umělecká Opava, příspěvková
organizace**



Tato práce slouží pro výuku Inventoru 10 na Střední škole průmyslové a umělecké Opava, příspěvkové organizaci, a odráží jeho kompletní výuku na této škole. Vznikla v rámci pilotního projektu SIPVZ.

Opava 2006

Obsah

1	Seznámení s možnostmi Inventoru	2
2	Tvorba náčrtů	10
3	Jednoduché modelování	16
4	Promítání geometrie, pracovní geometrie	26
5	Změny v modelu.....	32
6	Procvičování modelování	36
7	Sestavy v Inventoru	47
8	Změny v sestavách	58
9	Prezentace.....	64
10	2D výkresy	67
11	Závěr.....	74

Hodina 1–2:

1 Seznámení s možnostmi Inventoru

Cíl hodiny: Předvést základní možnosti parametrického modelování v Inventoru

Teorie:

– parametrické a adaptivní modelování

Základní princip funkce všech velkých CADů a tedy i Inventoru je parametrické modelování. Při tomto postupu je geometrický tvar součásti určen pomocí vazeb a kót. Vazby nám udávají základní geometrické vztahy, například kolmé, rovnoběžné, totožné, tečné, stejné a podobně. Kóty nám umožňují zadat a měnit rozměry součásti. Je možné zadat místo číselné hodnoty kóty i rovnici, například $d3=d1/2+5$. Inventor kóty a vazby vyhodnotí a podle toho upraví tvar součásti. Takže když změním číselné hodnoty kót, změní se mi i nakreslená součást.

Adaptivní modelování znamená svázání součástí přes sestavu. Například průměr díry je neustále odvozen z průměru čepu, který do ní bude zasunutý.

– změny

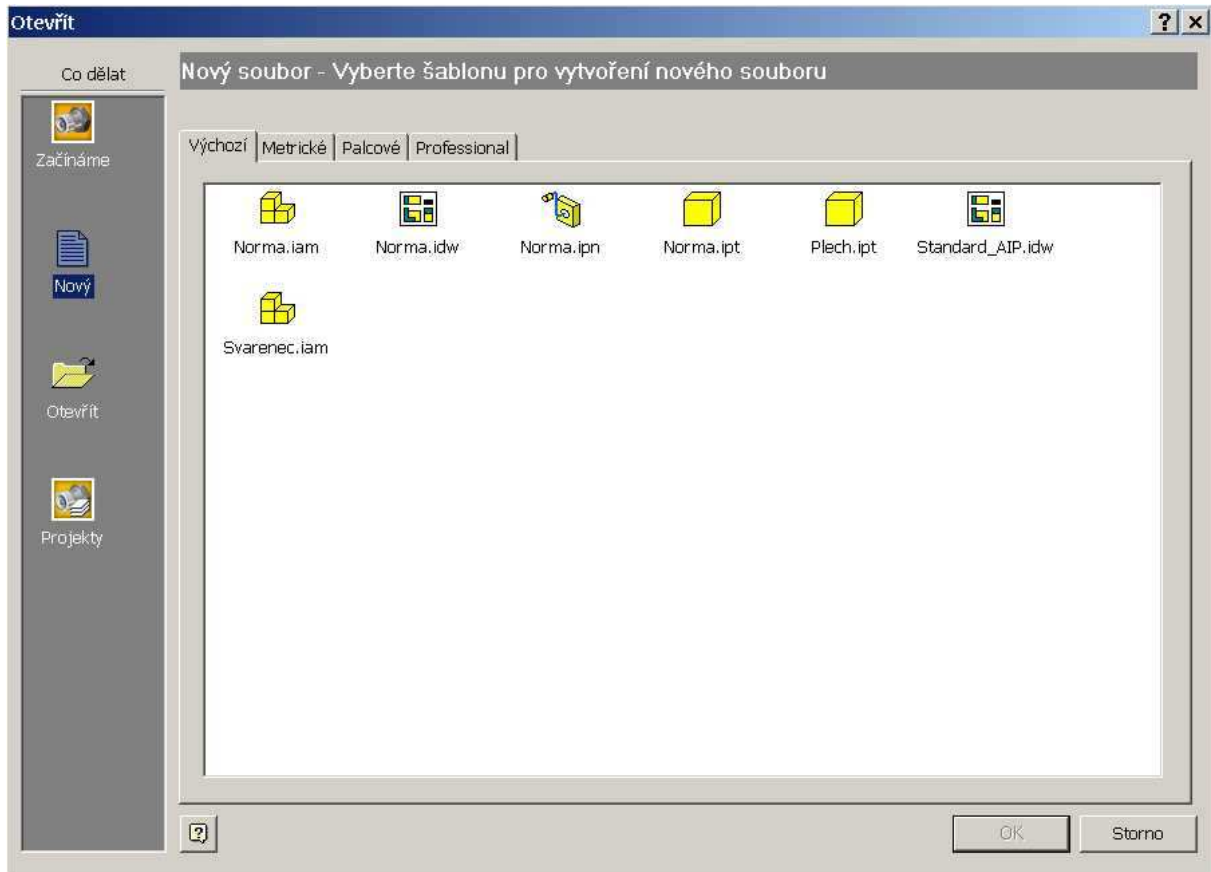
Síla parametrického a adaptivního modelování je ve velmi snadném děláni změn. Základem konstrukčního návrhu už není 2D výkres ale 3D model. Při jakékoli změně v 3D modelu se tato změna automaticky projeví v sestavě i ve 2D výkresech. Vše je tedy odvozeno od modelu součásti.

– prostředí Inventoru

Inventor má několik modulů, například pro 3D modelování, tvorbu sestav, prezentaci, 2D výkresy a podobně. Každý modul ukládá svoje data do zvláštního souboru, který se liší příponou. Při zakládání nového výkresu (nebo modelu, sestavy, prezentace a podobně) se použije potřebná šablona, ze které Inventor převezme základní nastavení.

Přehled standardních šablon je na následujícím obrázku.

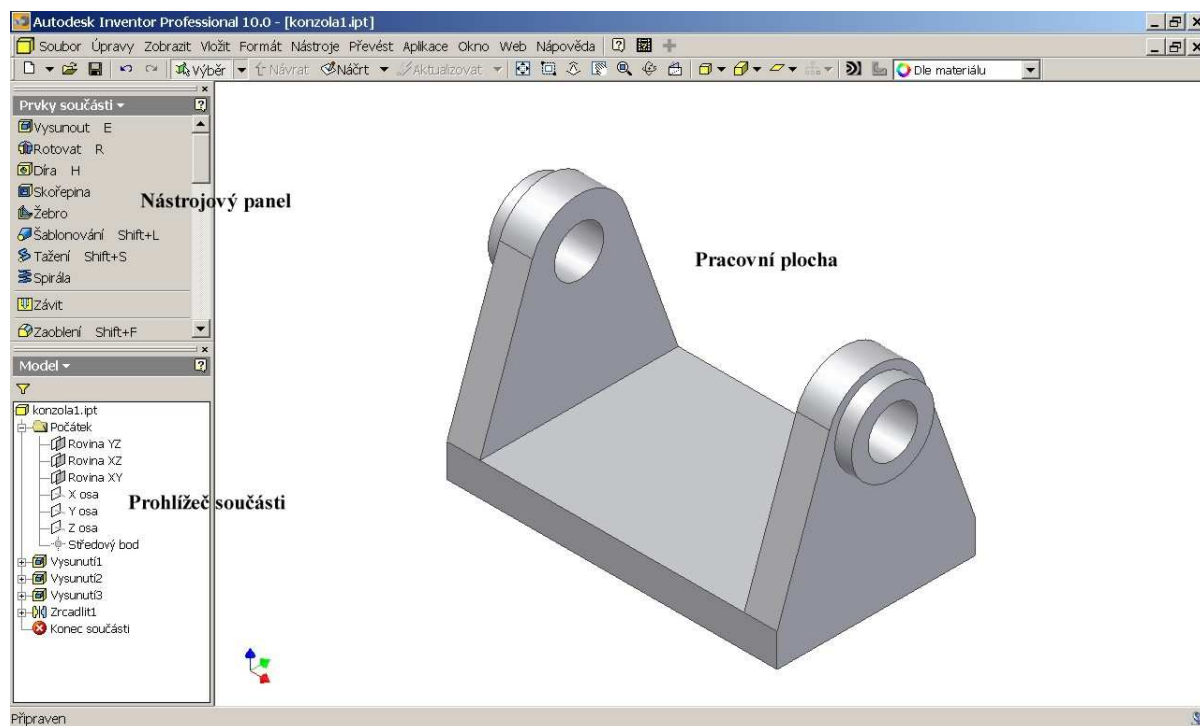
Norma.iam	–	sestava
Norma.idw	–	2D výkres
Norma.ipn	–	prezentace
Norma.ipt	–	3D model (jedna součást)
Plech.ipt	–	3D model součásti ohýbané z plechu
Svařenec.iam	–	sestava svarku
Standard_AIP.idw	–	uživatелеm přidaná šablona pro 2D výkres



Na obrazovce mám kromě pracovní plochy a horního menu takzvaný nástrojový panel a prohlížeč součástí.

Nástrojový panel se mění podle toho, co právě dělám. Například v náčrtu je jiný než v modelu, obsahuje jiné příkazy (ikonky). Když si někdy nejsme jisti, kde se právě nacházíme, poznáme to podle ikonového panelu.

Prohlížeč součástí obsahuje strukturu toho, co vidím na obrazovce, v našem případě modelu v tom pořadí, jak model postupně vznikal. Někdy se mu říká historický strom. Práce s ním je velmi častá a důležitá. V prohlížeči vidím jednotlivé kroky, ze kterých se náš model skládá. Dá se na ně klikat myší a tak je vybírat, editovat, mazat, vypínat viditelnost a podobně (pravé tlačítko myši). Pro snazší orientaci je možné je i přejmenovat. Na následujícím obrázku je 3D model konzoly, který byl vytvořen pomocí tří 3D operací vysunutí a jedné 3D operace zrcadlení. Při najetí kurzorem myši na položku prohlížeče se nám zvýrazní odpovídající část modelu na pracovní ploše, takže velmi snadno zjistím, co která operace vytvořila.

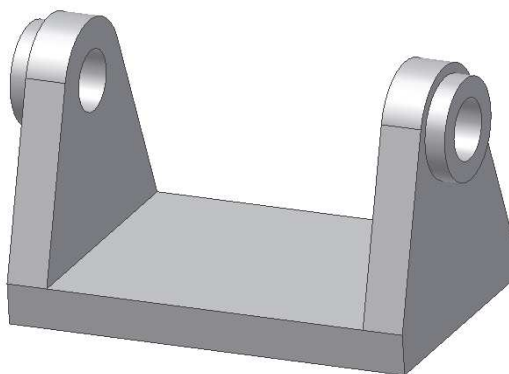


– způsob práce v Inventoru (tvorba 3D modelu)

Obvyklý způsob práce je takový: Vytvořím jednoduchý 2D obrázek, kterému říkám náčrt. Pak s tímto náčrtem provedu 3D operaci (například vysunutí). Na nějaké ploše modelu vytvořím nový náčrt a provedu s ním 3D operaci a tak dále. Pokud nemám vhodnou plochu pro náčrt, pomůžu si takzvanou pracovní rovinou. Na závěr modelu případně patří nějaké zrcadlení, zaoblení hran a podobně. Tedy vlastně většinou používám postup nový náčrt, 3D operace, nový náčrt, 3D operace a tak dále.

Řešený příklad

Tento příklad slouží pro první seznámení studentů s možnostmi Inventoru. Doporučuji ho nejprve předvést na učitelském počítači, a pak ho znovu vytvořit společně se studenty. Na závěr doporučuji předvést dělení změn a zmínit se o možnostech řízení obrazovky (zoom, panoramování...).

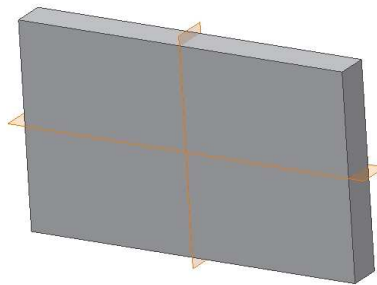


Začneme náčrtem (2D) základny konzoly. Příkazem obdélník nakreslíme obdélník, na rozměrech zatím nezáleží. Dále si zapneme viditelnost souřadných rovin xz a yz (pravým tlačítkem ve stromu pod počátkem), budou se nám časem hodit. Pak příkazem promítnout geometrii promítneme tyto roviny do roviny našeho náčrtu, aby se od nich dalo kótovat. Zakótujeme obdélník i jeho polohu vůči souřadným rovinám. Náčrt byl zelený ale nyní nám ztmavnul, protože je plně určený (zakótovaný). Klikneme dvakrát na kótu vedoucí k souřadné rovině, objeví se možnost úpravy kóty. Klikneme na celkovou kótu a dopíšeme /2. Tím zajistíme, že souřadná rovina bude vždy v polovině celkové kóty. Totéž uděláme i pro druhé dvě kóty. Pak přepíšeme rozměry obdélníka na 100 x 60 mm. Výsledek viz obrázek.

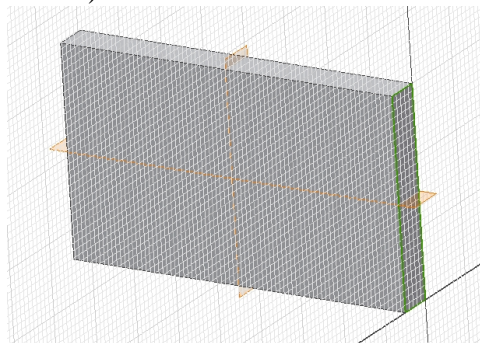


Tlačítkem návrat ukončíme náčrt, tedy režim 2D kreslení.

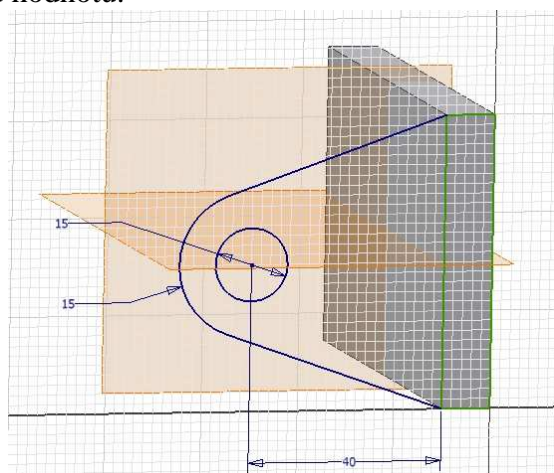
Příkazem vysunout vysuneme z náčrtu těleso – kvádr. Vzdálenost ponecháme 10 mm. Tím máme hotovou základní desku.



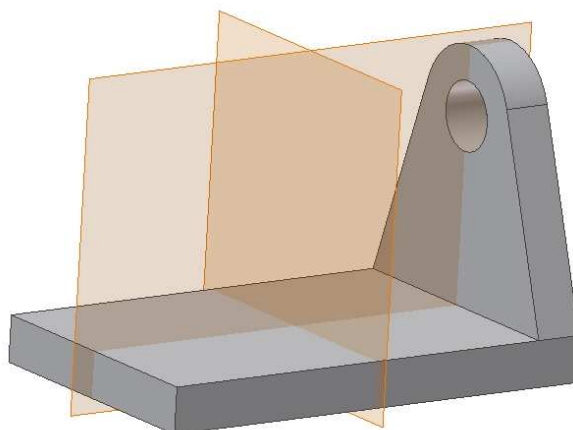
Dále potřebujeme vytvořit oko. Začneme příkazem náčrt, který vytvoříme na úzké bočníci základní desky (zvýrazněna zeleně).



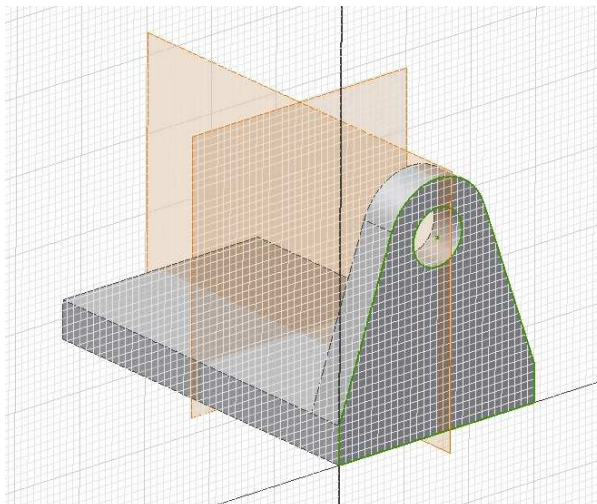
Do náčrtu dokreslíme tvar oka opět v libovolném rozměru. Přidáme vazby tečnosti. Aby bylo oko souměrné, je nejjednodušší použít vazbu stejné na obě šikmé čáry oka. U kružnice dáváme pozor, aby byla soustředná s obloukem oka. Přidáme tři kóty a přepíšeme jejich rozměry na požadovanou hodnotu.



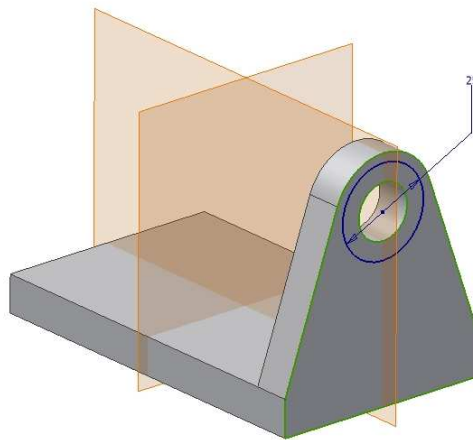
Příkazem návrat ukončíme náčrt a můžeme vytáhnout oko (tloušťka 10 mm). Musíme jen zvolit vhodný směr vytažení.



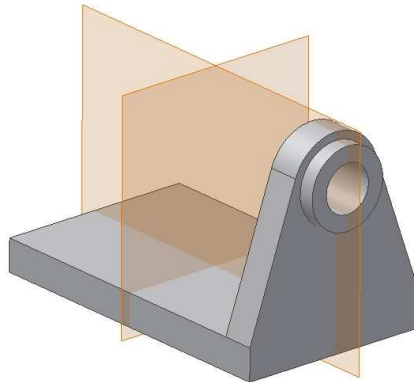
Dále na oku vytvoříme nákrůžek. Potřebujeme vytvořit náčrt na vnější straně oka. Vybraná plocha je opět zvýrazněna zeleně.



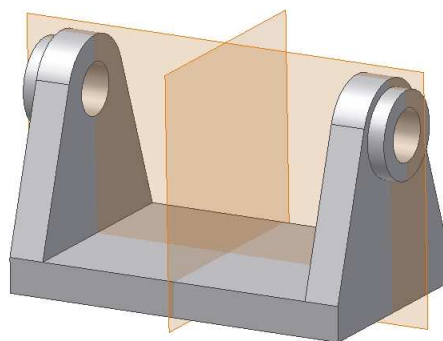
Do náčrtu dokreslíme vnější kružnici nákrůžku. Automaticky se nám vytvoří vazba soustřednost. Vnitřní kružnici převezmeme z oka, nemusíme ji tedy kreslit. Přepíšeme kótu na 25 mm a můžeme ukončit náčrt.



Příkazem vysunout zhotovíme nákrůžek o tloušťce 5 mm. Musíme si dát pozor, abychom vybrali správný profil, v tomto případě mezikružní a správný směr.

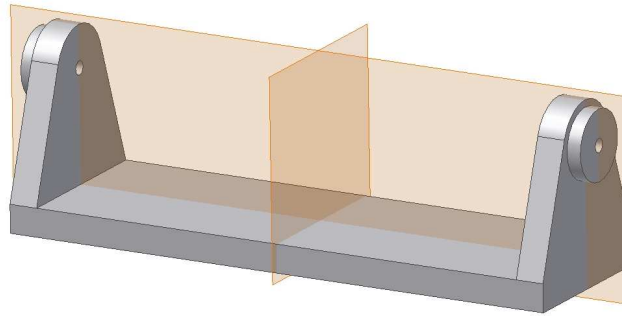


Dále nám zbývá už jen ozrcadlit oko. Použijeme příkaz zrcadlit prvek. Nejprve vybereme prvky, které chceme zrcadlit, tedy oko a nákrůžek. Dále zadáme rovinu zrcadlení, na to se nám výborně hodí souřadná rovina. Výsledek bude vypadat takto:



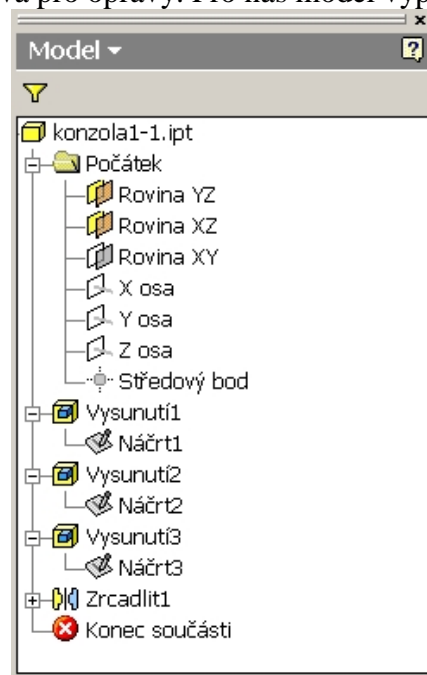
Pro procvičení

Bylo by dobré ukázat možnost děláním změn v modelu. Například změnit rozměry základny na 200 x 60 mm, průměr otvoru na 5 mm.



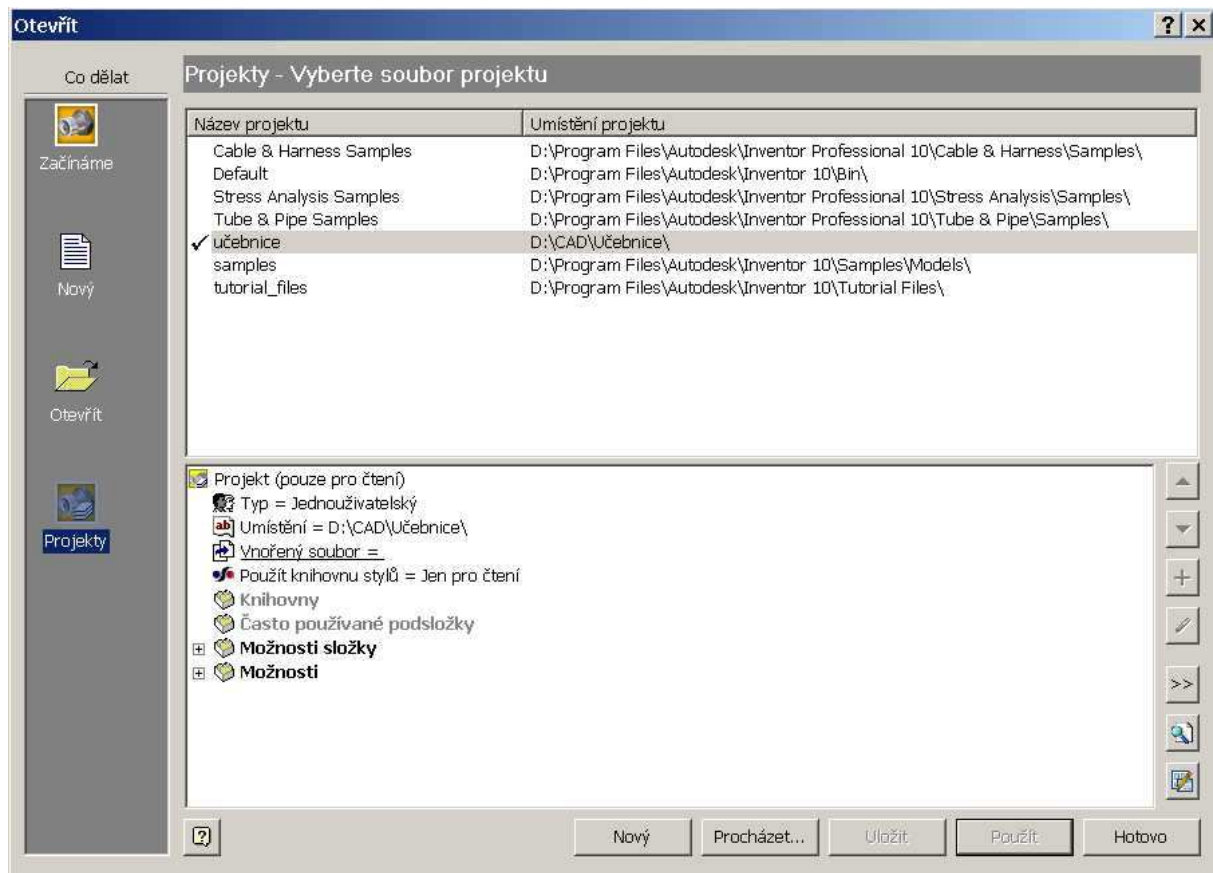
Shrnutí

- nejčastější způsob tvorby modelu je opakování postupu 2D náčrt + 3D operace
- panel nástrojů se nám mění podle toho, zda pracujeme v náčrtu nebo modelu
- v levé dolní části je takzvaný prohlížeč součástí, kde je zaznamenán způsob tvorby modelu a který se využívá pro opravy. Pro náš model vypadá následovně:



Poznámka:

V Inventoru doporučuji každému studentovi před započítím práce založit takzvaný **projekt**. Zjednodušeně řečeno, projekt = adresář na data. Každý student má tedy svůj projekt, tedy i adresář a na začátku hodiny si přepne na svůj projekt. V následujícím obrázku je aktivní projekt učebnice a lze vidět cestu k adresáři pro data.



Dále v nastavení Inventoru doporučuji udělat tyto změny:

- menu nástroje / možnosti aplikace/ záložka náčrt / zatrhnout upravit kótu po vytvoření
- menu nástroje / nastavení dokumentu/ záložka jednotky / zatrhnout zobrazit jako výraz

Hodina 3–4:

2 Tvorba náčrtů

Cíl hodiny: Naučit základní možnosti tvorby náčrtů.

Teorie:

Cílem této hodiny jsou náčrt – jejich tvorba včetně vazeb a kót. Zabývat se budeme 2D náčrt, které jsou vždy založeny na nějaké rovině. Dá se použít souřadná rovina, pracovní rovina nebo rovinná plocha modelu. Pracovní rovina je pomocná rovina, kterou si vytvořím tam, kde nemám k dispozici nějakou vhodnou existující plochu modelu.

– vazby

Slouží k definování vztahu mezi nakreslenými grafickými prvky.

Seznam vazeb:

- vztahy mezi prvky (**kolmost, rovnoběžnost, tečně, totožnost, soustřednost, kolineárnost**)
- uchycení v prostoru (**horizontální, vertikální, pevný**)
- vztahy mezi rozměry prvku (**stejně, symetrické**)

Inventor se snaží při kreslení vytvářet vazby automaticky. Při kreslení se nám pak vedle kurzoru myši kreslí ikonka vazby, která se vytvoří.



– kóty

Slouží k zadávání velikosti. Hodnota kóty nemusí být jen číslo ale i rovnice, která se vyhodnotí a výsledek se použije pro vykreslení. Tomuto říkáme parametrické modelování.

– způsob kreslení náčrtu

Obvykle kreslíme hrubý tvar součásti od oka v libovolných rozměrech. Snažíme se přibližně zachovávat rovnoběžnost, kolmost, totožnost a podobně, Inventor sám doplňuje vazby a kresbu mírně upravuje (např. vytváří přesné pravé úhly, rovnoběžky a podobně). Pokud například potřebujeme nakreslit čáru pod úhlem jiným než pravým, nakreslíme ji výrazně šikmo, aby se nám nevytvořila vazba kolmosti. Pak ručně doplníme další potřebné vazby, například tečně, stejný a podobně. Nyní náčrt můžeme zakótovat a přepsat hodnoty kót. Náčrt se překreslí do správných rozměrů.

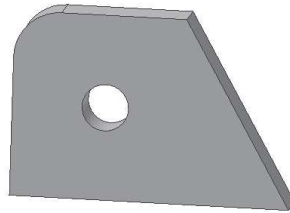
Uvědomme si, že vazby a kóty jsou zcela něco jiného než například v AutoCADu. V Inventoru platí neustále a jsou stále aktivní i při změně tvaru modelu. Když je náčrt plně určen (rozměry, tvar i poloha v prostoru) změní barvu.

Doporučení:

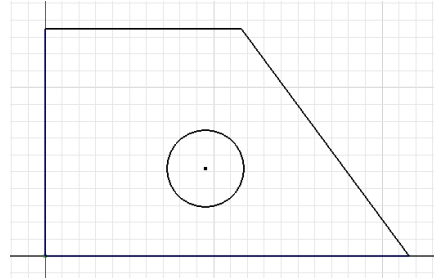
- pokud je to možné, dávat přednost vazbám před kótami
- první náčrt u modelu uchytit v prostoru buď pomocí vazeb (horizontální, vertikální, pevný), nebo pomocí kót k souřadnému systému
- pokud je to možné, kótujeme spíše od úseček než od koncových bodů

Řešený příklad

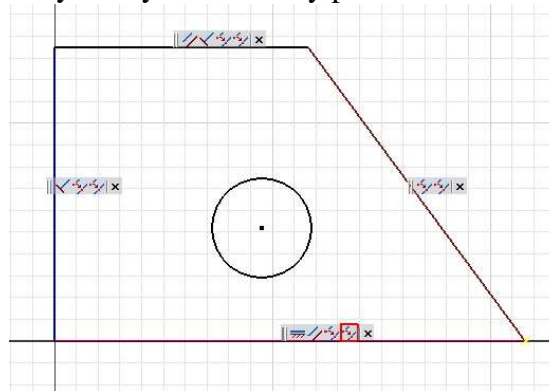
Nejprve velmi jednoduchý příklad pro seznámení se s náčrty. Cílem bude vytvořit následující součást.



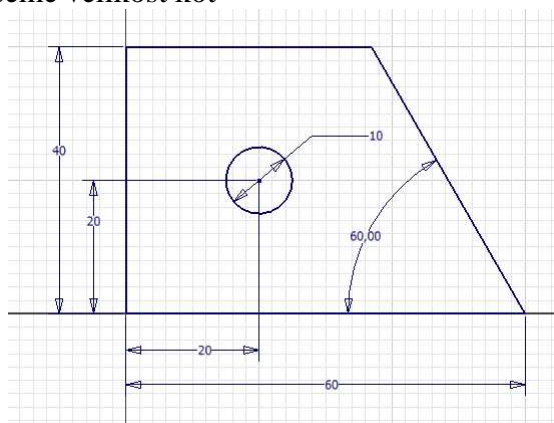
Nejprve příkazem čára a kružnice vytvoříme hrubý tvar součásti, na rozměrech nezáleží.



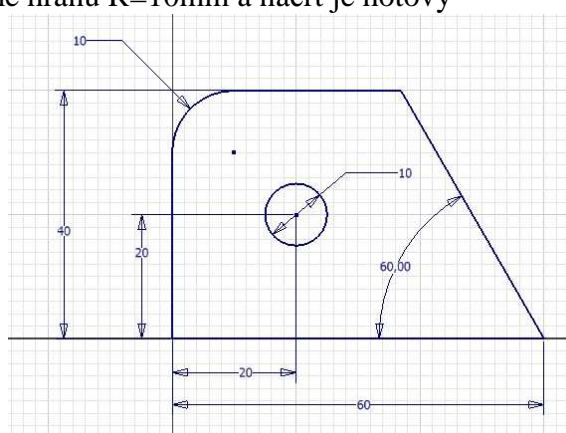
V menu na pravém tlačítku myši můžeme zapnout zobrazit všechny vazby. Najetím na ikonku vazby se pak zvýrazní, čeho se vazba týká, viz například zvýrazněná vazba totožnost. Všechny tyto vazby se nám vytvořily automaticky při kreslení.



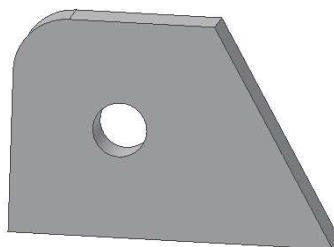
Dále zakótujeme a přepíšeme velikost kót



Příkazem zaobli zaoblíme hranu R=10mm a náčrt je hotový

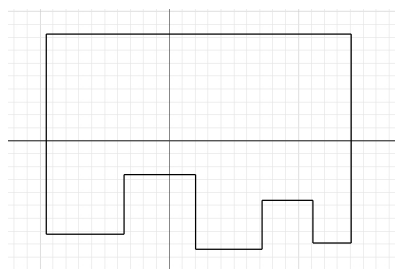


Příkazem návrat náčrt ukončíme a můžeme vytáhnout součást.

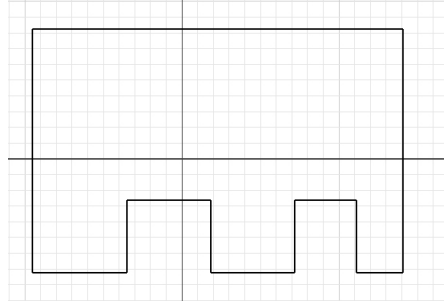


Další příklad bude aplikace vazeb kolineární (ležící na jedné přímce) a stejné.

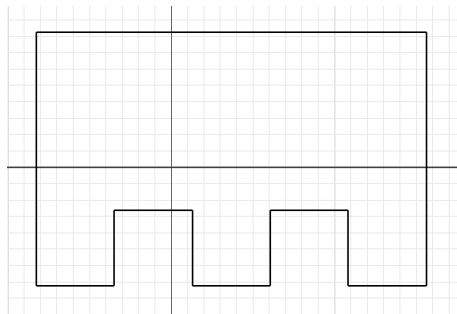
Prvotní náčrt nakreslený nepravidelně, pouze dbám na automatické vytváření vazeb rovnoběžnost a kolmost.



Po použití vazeb kolineárnost na krátké vodorovné úsečky hřebene

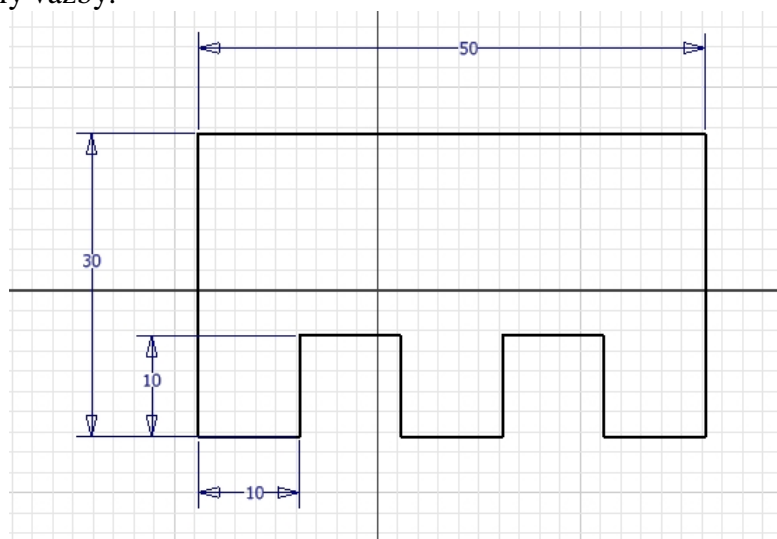


a stejně bude hřeben pravidelný



Tento postup byl mnohem výhodnější a rychlejší, než kótovat každý zub zvlášť.

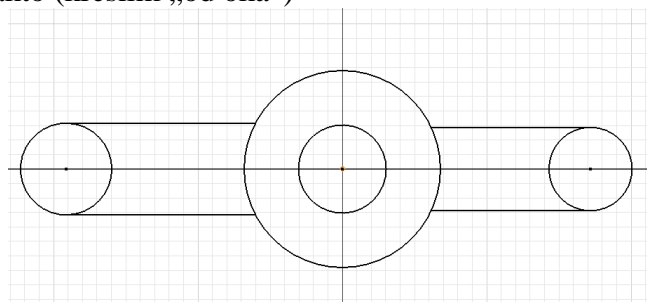
Po zakótování a přepsání rozměrů dostaneme následující obrázek. Víc kót není potřeba, zbytek nám určily vazby.



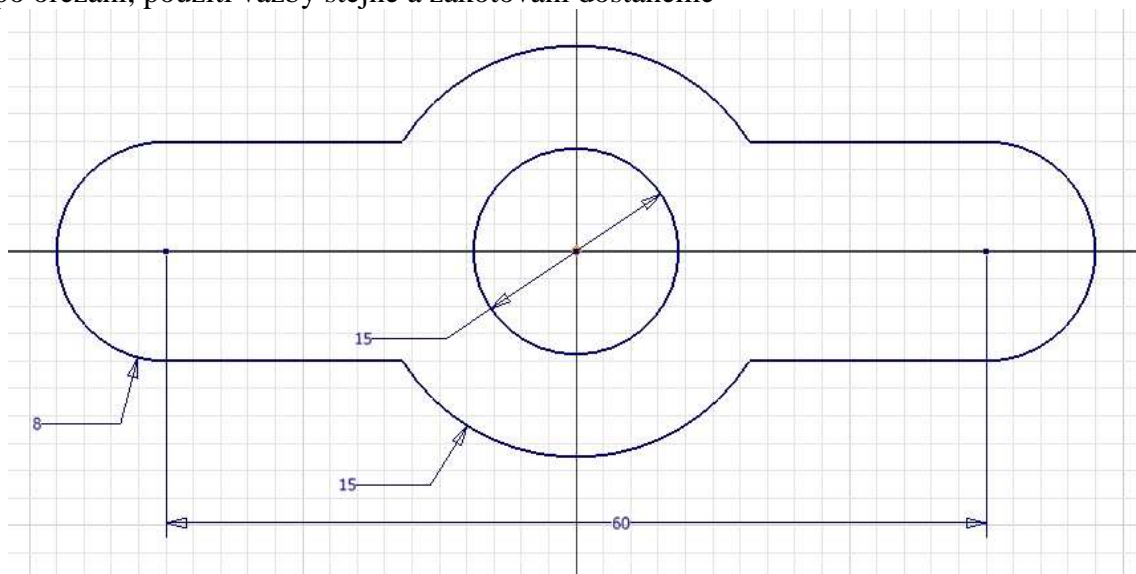
Pro procvičení

Další příklady pro procvičování tvorby náčrtu:

Začneme například takto (kreslím „od oka“)

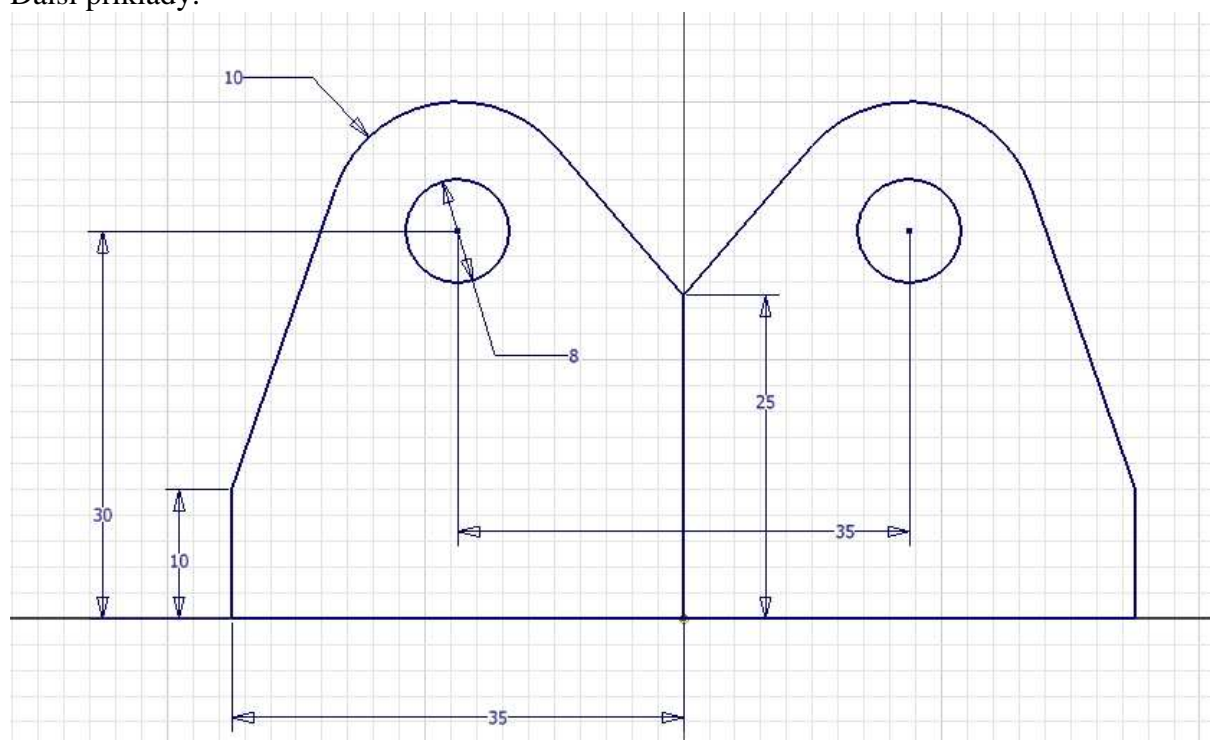


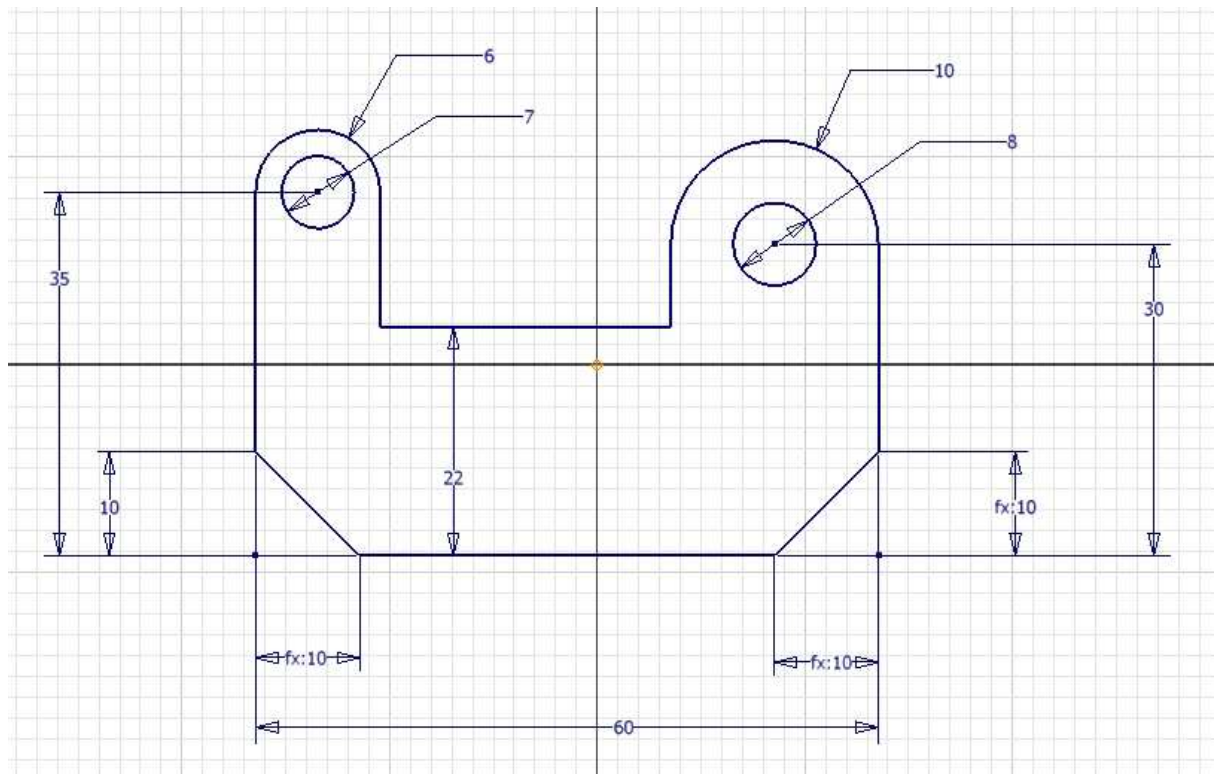
a po ořezání, použití vazby stejné a zakótování dostaneme



Na obrázku jsou všechny kóty, které jsou potřeba aby byl náčrt plně zakótovaný, zbytek zařídily vazby.

Další příklady:



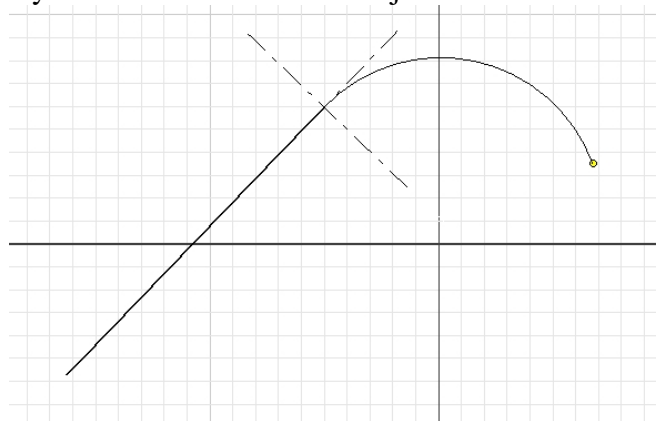


Shrnutí

- náčrt kreslíme od oka, automaticky se tvoří některé vazby
- doplníme vazby a pak kóty
- snažíme se používat spíše vazby než kóty
- vazby se dají zobrazit a případně vymazat
- vazby i kóty neustále určují tvar a rozměry modelu
- je vhodné náčrt zakotvit vazbou pevné nebo zakótovat vzhledem k souřadnému systému
- místo číselné hodnoty kóty je možné psát rovnici

A jeden tip na závěr:

Když kreslím čáru, vrátím se na poslední koncový bod, zmáčknou a držím levé tlačítko myši a pohybuji myší, začnu vytvářet oblouk tečně navazující na čáru.



Hodina 5–6:

3 Jednoduché modelování

Cíl hodiny: Naučit základní možnosti 3D modelování

Teorie:

Cílem této hodiny jsou jednoduché modely, způsoby jejich tvorby a základní možnosti modelování. Modelovat je možné pomocí těles nebo pomocí ploch. Modelování pomocí ploch je obtížnější, v Inventoru málo zvládnuté, proto se jim nebudeme zabývat.

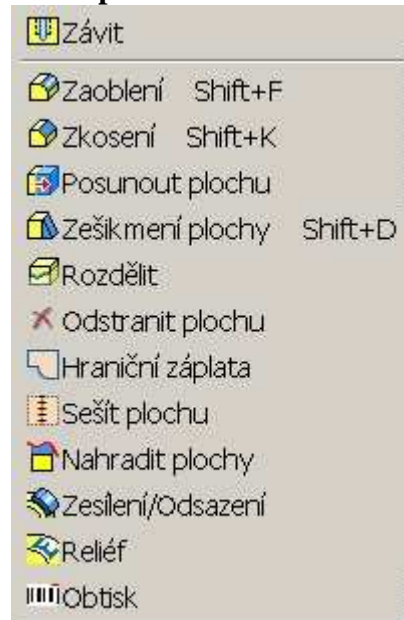
Možnosti modelování:

– základní 3D operace



Budeme pro ně potřebovat jeden nebo několik náčrtů. Všechny si je postupně vyzkoušíme.

– 3D operace na modelu



Budou nás zajímat jen závit, zaoblení, zkosení a možná reliéf a obtisk. Ostatní se týkají ploch.

– 3D operace s modelem

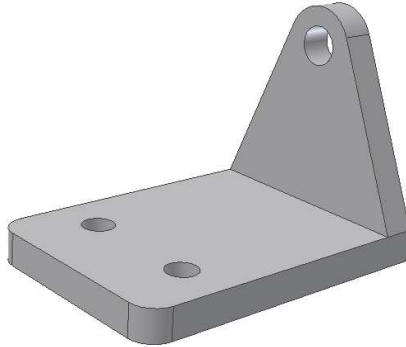


Slouží k namnožení nějakých 3D prvků.

Řešený příklad

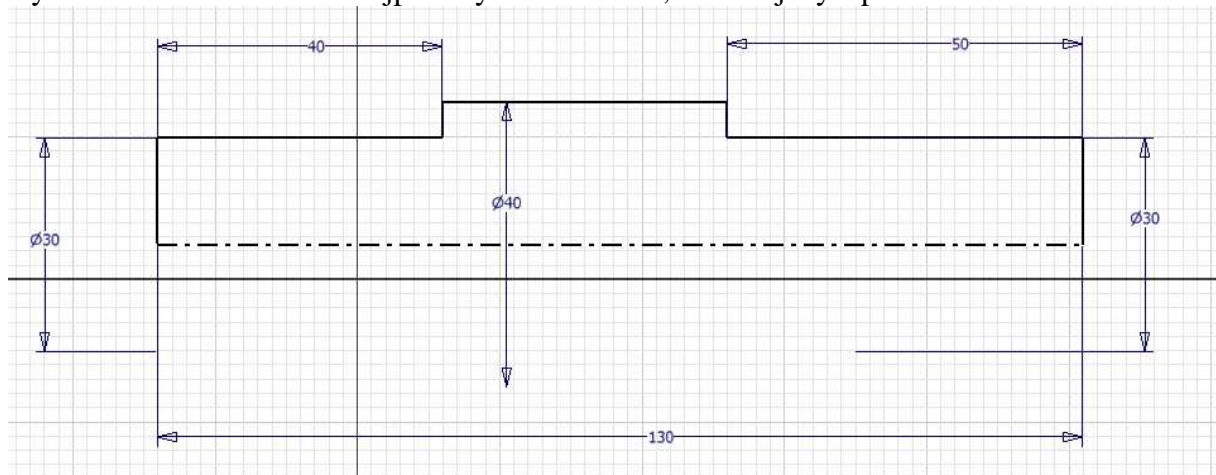
– vysunout

Nejprve velmi jednoduchý příklad pro operaci vysunout, se kterou jsme se už dříve seznámili. Budeme potřebovat dva náčrtů a dvakrát vysunout. Nejprve nakreslíme náčrt základny a vysuneme ji. Nový náčrt založíme na boční ploše základny, nakreslíme oko a vysuneme. Rozměry si volte.

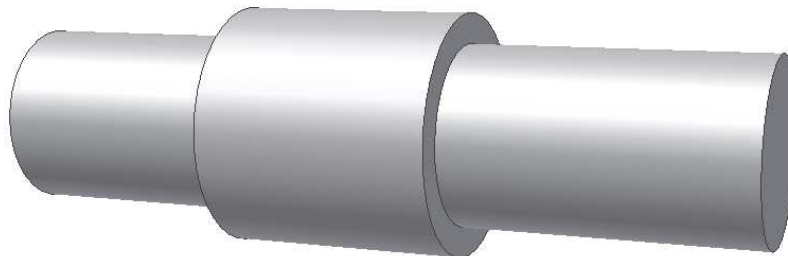


– rotovat

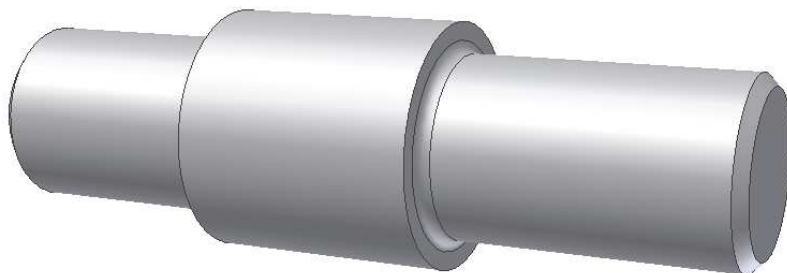
Vytvoříme model hřídele. Nejprve vytvoříme náčrt, vlastně jakýsi poloviční řez.



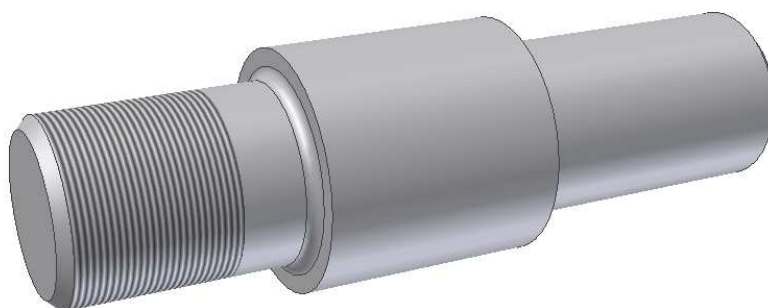
Pokud ikonou vpravo nahoře změním vodorovnou čáru na osu, budou se nám automaticky tvořit kóty průměru i když ukazujeme na poloměr. V příkaze rotovat se nám osa použije jako osa rotace. Dostaneme model:



Dále můžeme srazit krajní hrany 2x45° a zaoblit vnitřní hrany R2 mm.

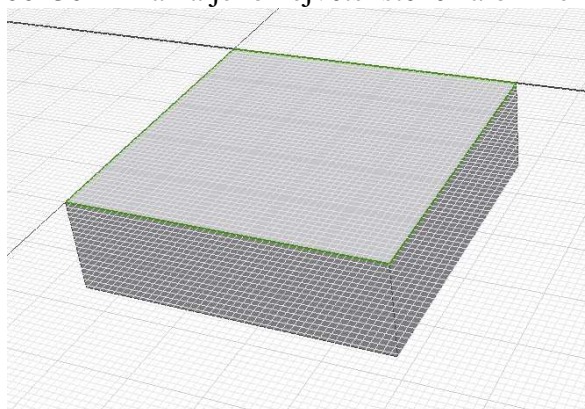


Na jednom konci hřídele příkazem závit vytvoříme závit M30x1 délky 30 mm. Závit se nám pouze znázornil bitmapou, nevytvářejí se profily závitů v 3D.

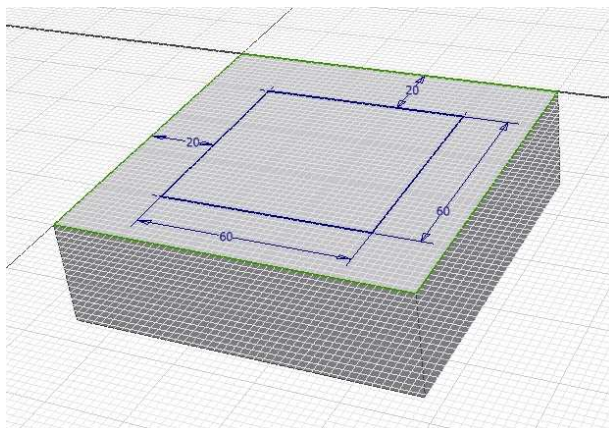


-díra

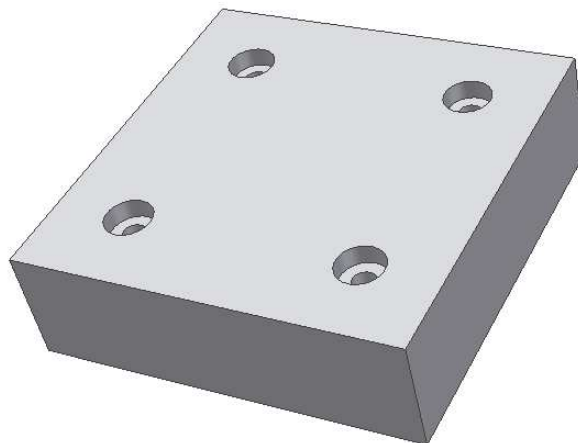
Příkaz slouží k vytvoření děr, které mohou být zahloubené, se závitem a podobně. Nejprve si vytvoříme hranol 100x100x30 mm a na jeho největší stěně založíme nový náčrt.



Nyní potřebujeme zadat středy děr. Nejjednodušeji nakreslíme a zakótujeme obdélník a na jeho vrcholy přidáme body příkazem bod, střed díry. Body jsou znázorněny pomocí křížku, který příliš nejde vidět.

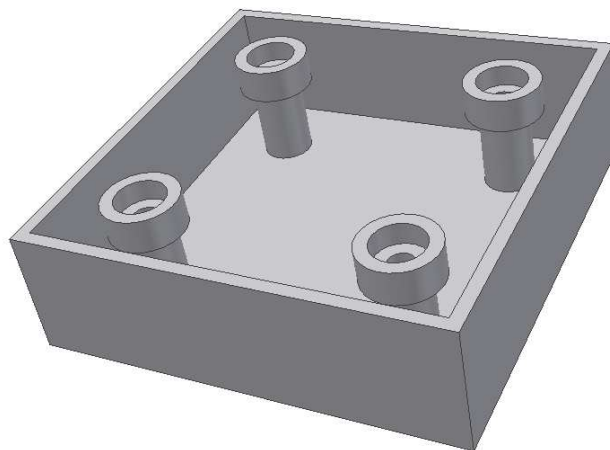


Ukončíme náčrt a zadáme příkaz díra. Automaticky se nám vyberou všechny středy děr. V dialogovém panelu můžeme zadat typ díry, například zahloubená bez závitů a zadat její rozměry.



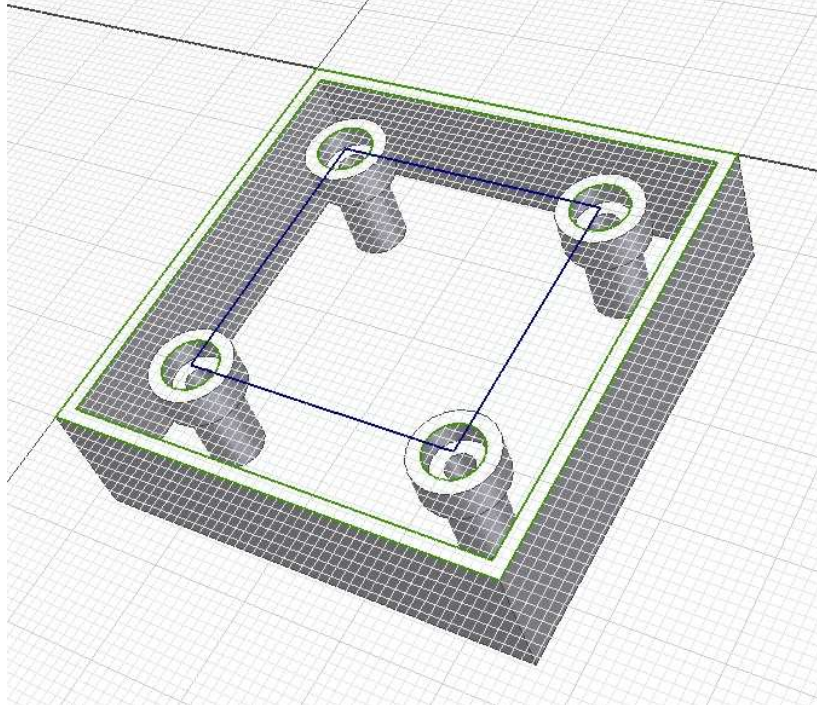
– skořepina

Skořepina nám umožní vytvářet tenkostěnné konstrukce. Použijeme příkaz skořepina na předchozí model. Tloušťku stěny zadáme 3 mm a odebereme horní plochu abychom viděli dovnitř. Dostaneme následující:

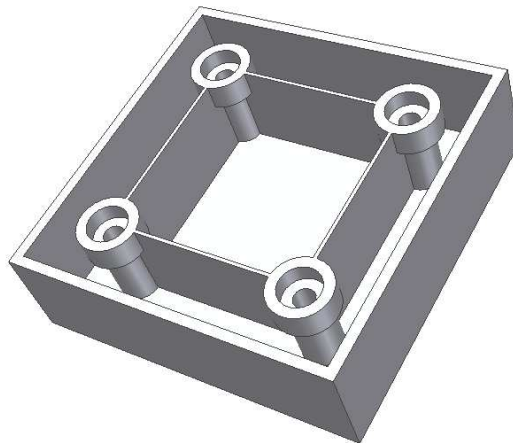


– žebro

Tento příkaz se dá často s výhodou použít nejen k tvorbě žeber. Od načrtnuté geometrie vysune žebro směrem do materiálu. Budeme pokračovat v předchozím modelu. Založíme nový náčrt na horní ploše modelu. Příkazem promítnout geometrii promítneme z každého zahloubení jednu kružnici, jedno kterou. Středů kružnic spojíme do obdélníka příkazem čára.

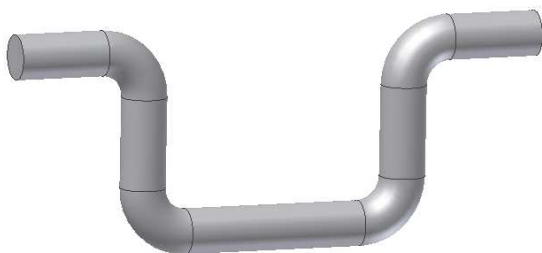


Ukončíme náčrt a použijeme příkaz žebro. V dialogovém okně vybereme profil a pak směr tak, aby předkreslené žebro odpovídalo tomu, co požadujeme.



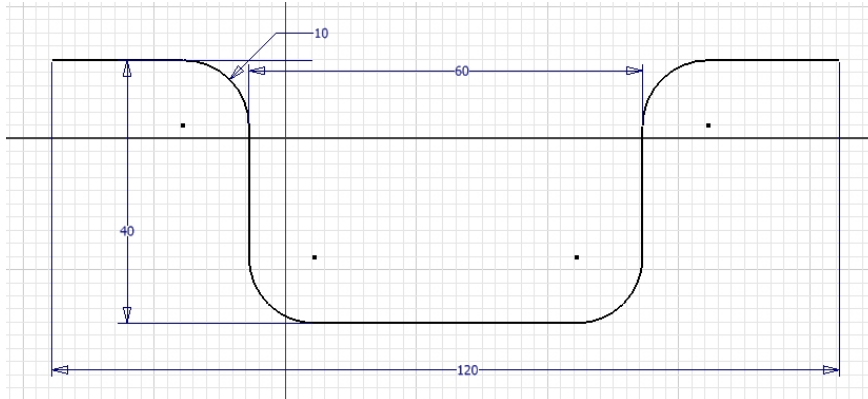
– tažení

Namodelujeme si úchyt, který by byl vyrobený například z ohnuté kulatiny o průměru 10 mm.

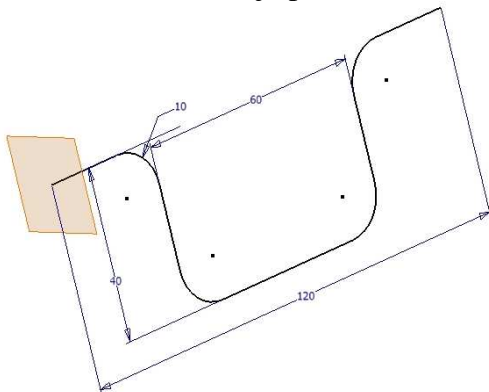


Budeme potřebovat dva náčrt. V jednom náčrtu bude osa součásti a druhém průřez, v našem případě kružnice.

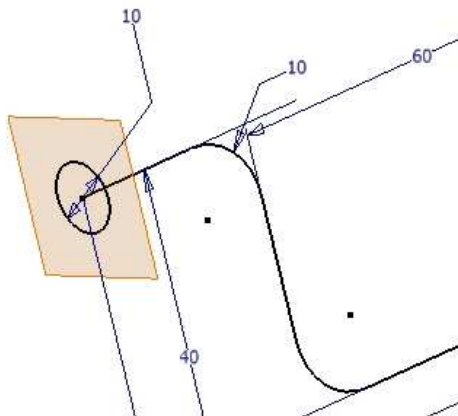
První náčrt bude vypadat takto:



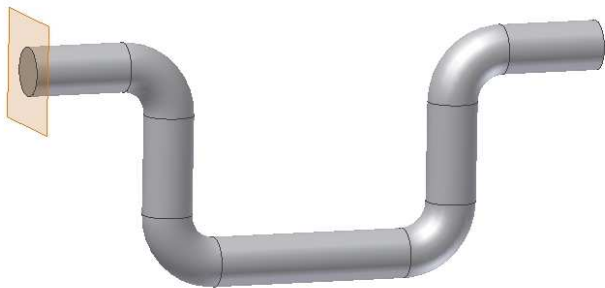
Druhý náčrt bude obsahovat kružnici, ale musí být nakreslený v jiné rovině. První náčrt tedy ukončíme. Pro založení druhého náčrtu potřebujeme vytvořit pomocnou rovinu, které se říká pracovní rovina. Použijeme příkaz pracovní rovina. Nejprve ukážeme na koncovou úsečku náčrtu a pak na její koncový bod. V tomto bodě se vytvoří pracovní rovina kolmá na koncovou úsečku. A to je přesně ta rovina, ve které leží průřez součásti.



Na této rovině založíme nový náčrt, nakreslíme a zakótujeme kružnici o průměru 10 mm.



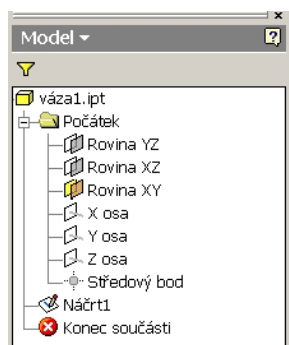
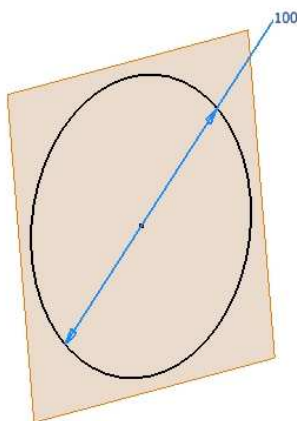
Náčrt ukončíme a použijeme příkaz tažení. Protože máme pouze jeden uzavřený profil, vybral se automaticky a my musíme vybrat trajektorii pohybu. Výsledek bude vypadat takto:



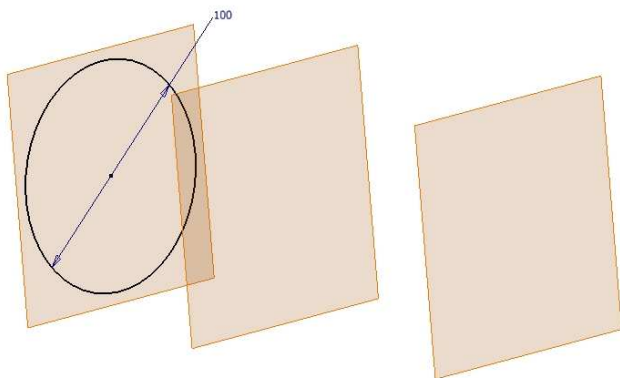
– šablonování

Vytvoříme si vysoce uměleckou vázu. Budeme potřebovat nakreslit několik příčných řezů, Inventor nám je pak obalí do nějakého hladkého tvaru.

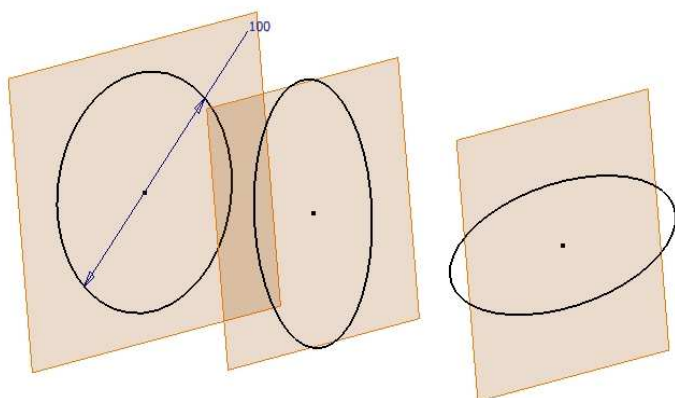
Začneme náčtem podstavy (kružnice průměr 100 mm), zároveň si pravým tlačítkem myši v prohlížeči zapneme viditelnost souřadné roviny XY a náčrt ukončíme.



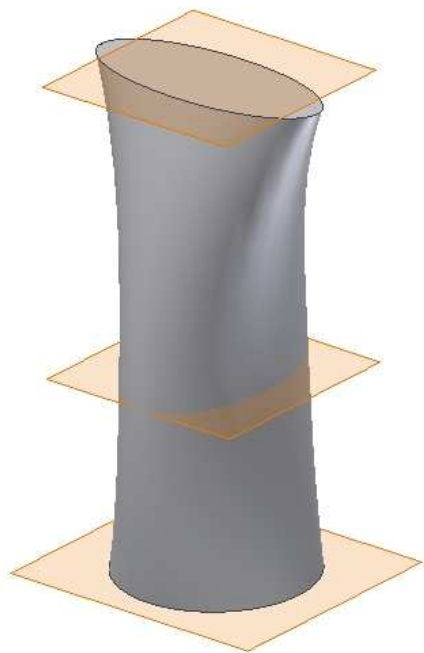
Dále potřebujeme pracovní roviny pro nakreslení dalších řezů vázou, uděláme další dva, ale na počtu nezáleží. Použijeme příkaz pracovní rovina, klikneme na souřadnou rovinu, držíme tlačítko myši stisknuté a tažením vytváříme rovnoběžnou rovinu. Vytvoříme dvě, jednu ve vzdálenosti 100, druhou 250 mm od souřadné roviny.



Na těchto rovinách můžeme nakreslit dva další náčrty řezů vázy. Například dvě elipsy libovolných rozměrů



Dále použijeme příkaz šablonování, vybereme postupně všechny tři průřezy a umělecká váza je tady.

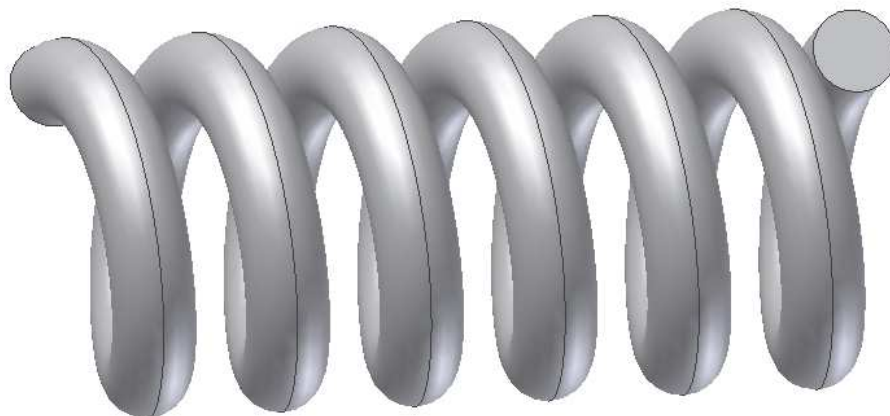


Zbývá ještě vypnout viditelnost pracovních rovin a vyrobit otvor pro kytky. To zvládneme pomocí náčrtu na horní ploše a vysunutí, nesmíme zapomenout přepnout přepínač odečíst. Naše umělecké dílo je hotové.



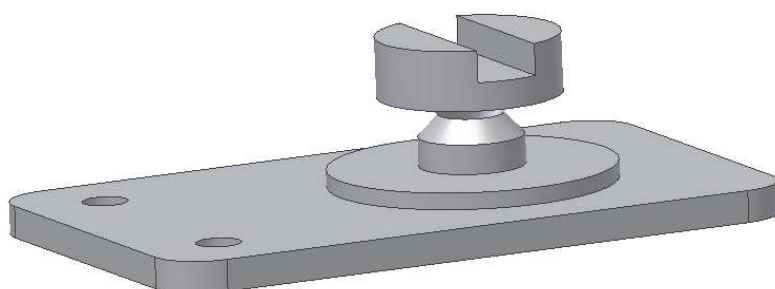
– spirála

Je málo používaný příkaz vhodný například pro vytvoření vinuté pružiny. Potřebujeme náčrt, kde bude řez pružinou (jedna kružnice) a osa pružiny. V dialogovém okně příkazu spirála zadáme počet závitů a stoupání, pak dostaneme:



Pro procvičení

Další příklad pro procvičování tvorby 3D modelu:



Shrnutí

Vyzkoušeli jsme si základní postupy tvorby 3D modelu. Jejich postupnou kombinací se dá vytvořit téměř libovolný model. Uvědomme si, že většina 3D operací má pod sebou schovaný náčrt, se kterým se v této operaci pracovalo. Promítání geometrie a pracovní roviny vysvětlíme v příští kapitole.

Hodina 7–8:

4 Promítání geometrie, pracovní geometrie

Cíl hodiny: Vysvětlit použití promítnutí geometrie a pracovních rovin.

Teorie:

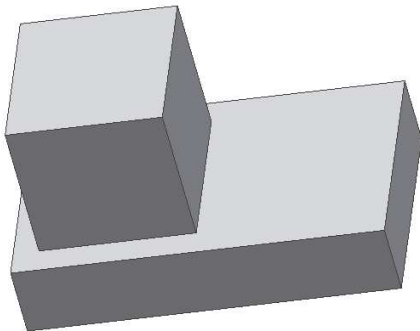
Budeme se zabývat dvěma odlišnými příkazy – promítnout geometrii a pracovní geometrie.

Promítnout geometrii

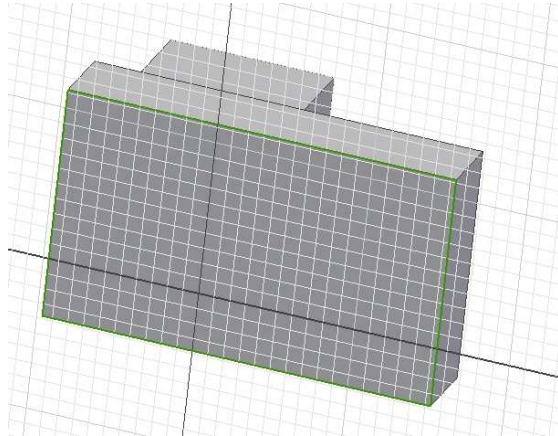
Tento příkaz se týká náčrtu. Když na nějaké ploše vytvoříme náčrt, součástí tohoto náčrtu se stanou čáry ohraničující tuto plochu ale nic dalšího. Pokud chceme pro tvorbu náčrtu použít jiné části už existující geometrie, musíme je do našeho náčrtu promítnout. Tím se vytvoří v náčrtu pravouhlý průmět požadované geometrie a mohou ho v náčrtu použít. Je to velmi často používaný příkaz. Musím si ale uvědomit, že jako téměř vše v Inventoru není toto jednorázová operace ale že při změně a překreslování modelu se tento průmět bude znovu vytvářet podle aktuálního stavu modelu.

Řešený příklad

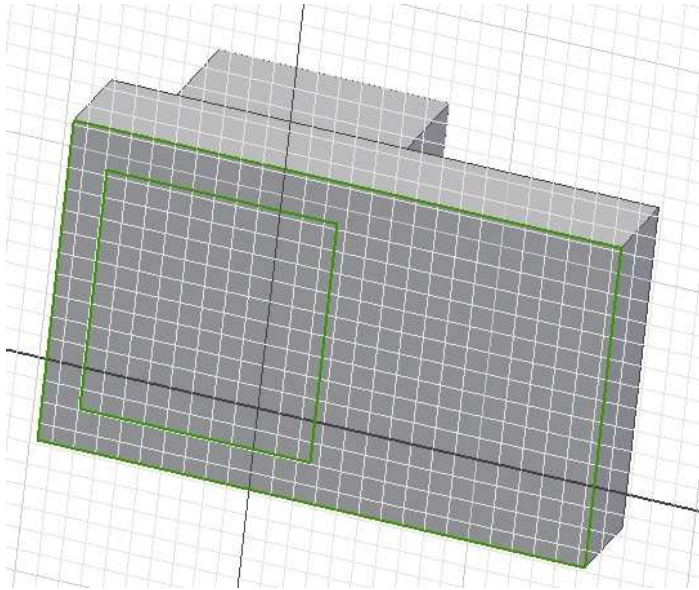
Zhotovme si součást jako na obrázku.



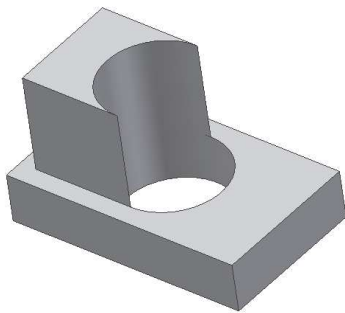
Teď budeme chtít na spodní ploše zhotovit otvor. Založíme tam tedy nový náčrt. Potřebujeme ale kótovat od malého kvádrů, ten ale v rovině náčrtu neleží.



Použijeme proto příkaz promítnout geometrii a promítneme si, co potřebujeme.



Promítnutou geometrii teď můžeme využít pro tvorbu náčrtu. Dokreslíme kružnici a vysuneme (zapnuto odříznout a vzdálenost vše).



Tento model bylo možné vytvořit i jinak, my jsme na něm trénovali promítání geometrie.

Pracovní geometrie

Jsou to příkazy pracovní rovina, pracovní osa a pracovní bod

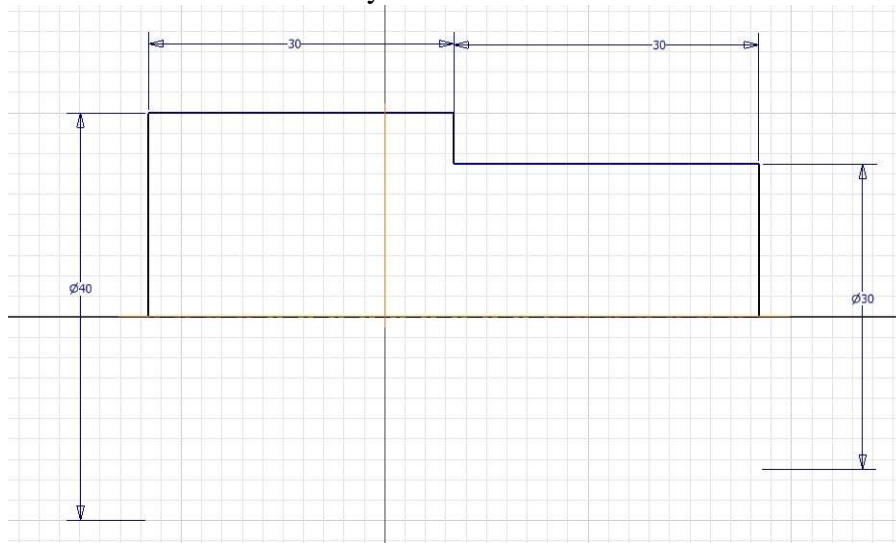


Tyto příkazy se dají použít všude, nejčastější je jejich použití v prostředí modelování. Jednoduše řečeno, když nám chybí nějaká pomocná rovina, čára nebo bod, těmito příkazy se dají snadno vytvořit. Všimněte si, že se nám pracovní geometrie zobrazí v prohlížeči modelu jako samostatná položka. Nesmím ji vymazat, mohu vypnout její viditelnost.

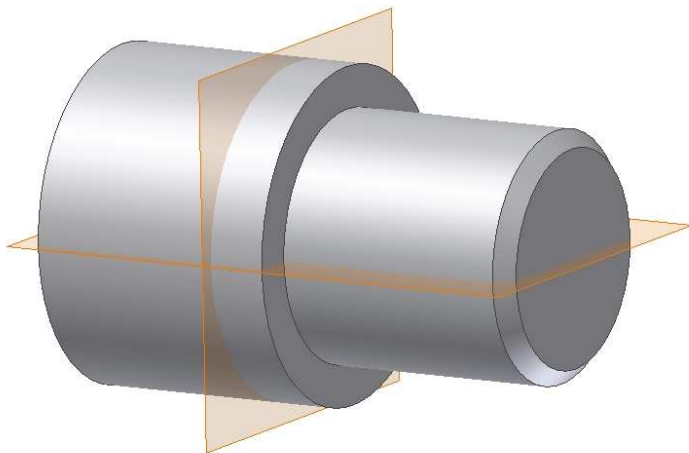
Nejčastěji se používá pracovní rovina, zejména tehdy, když nemám potřebnou rovinu pro založení náčrtu. Pracovní osa nám může vytvořit osu rotační části.

Řešený příklad

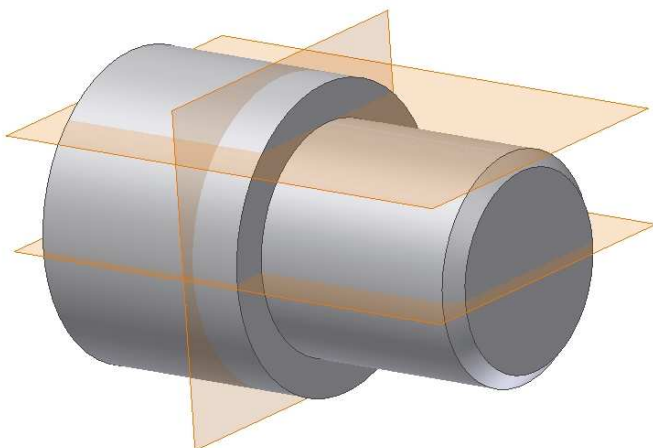
Zkusíme si namodelovat konec hřídele s drážkou pro pero. Připravíme si náčrt, osu rotace umístíme do souřadné roviny XZ.



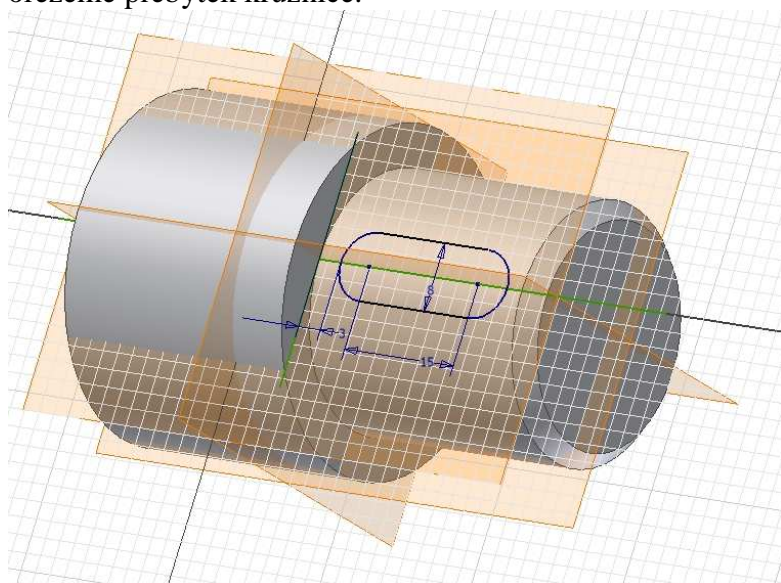
Ukončíme náčrt, orotujeme a srazíme hranu.



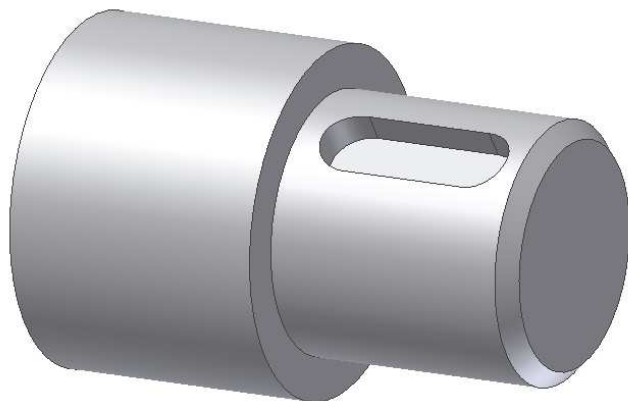
Dále potřebujeme nakreslit náčrt pera, nemáme ale vhodnou plochu pro jeho nakreslení. Použijeme proto příkaz pracovní rovina. Klikneme na souřadnou rovinu, držíme tlačítko myši a táhneme rovnoběžnou pracovní rovinu. Vzdálenost zadáme 15 mm, aby pracovní rovina byla tečná k menšímu válci.



Na pracovní rovině založíme nový náčrt, nakreslíme a zakótujeme tvar pera. Promítneme si rovinu XY, tím dostaneme osu symetrie profilu pera. Nakreslíme dvě kružnice aby jejich středy ležely na promítnuté čáře. Zadáme vazbu stejné, dokreslíme čáry (vazba rovnoběžné) a ořežeme přebytek kružnice.

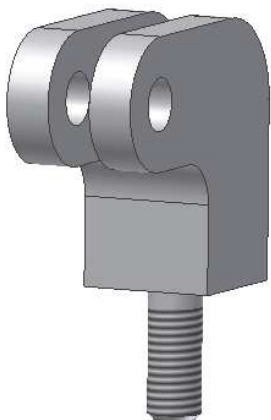
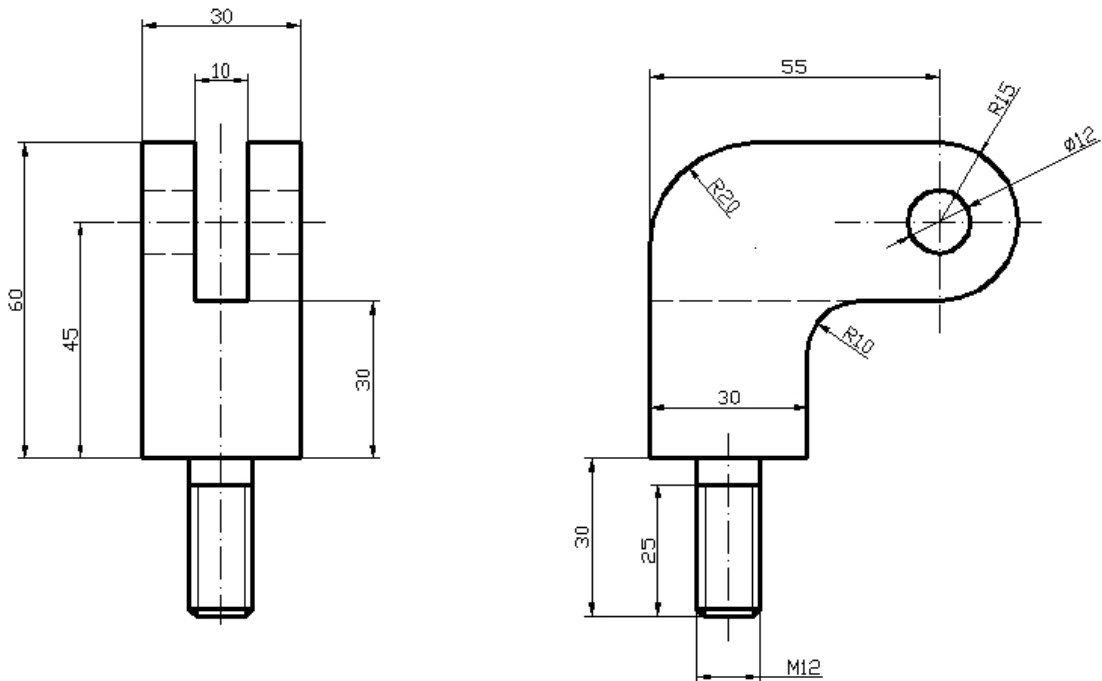


Nyní vysuneme pero na 4.1 mm (dle normy), nezapomeňte na tlačítko odříznout. Můžeme také vypnout viditelnost všech rovin.



Pro procvičení

Další příklad pro procvičování tvorby 3D modelu:



Shrnutí

Promítnout geometrii – Umožňuje nám zahrnout do náčrtu čáry a body z jiných částí modelu, které v náčrtu fyzicky neleží

Pracovní geometrie – Umožňuje nám vytvořit pomocné roviny, osy a body tam, kde na modelu nejsou k dispozici vhodné plochy, hrany a podobně.

Nejčastěji se používají pracovní roviny. Podle toho na co klikáme, vytvoří se nám pracovní rovina:

- tažením z plochy – rovnoběžná rovina
- dvě hrany (osy) – rovina, která jimi prochází
- tři body – rovina, která jimi prochází

- plocha a bod – rovnoběžná rovina bodem
- plocha a válcová plocha – rovnoběžná rovina tečná
- hrana (osa) a rovina – rovina pod úhlem k rovině procházející hranou
- hrana (osa) a bod na ní – kolmá rovina v daném bodě

Hodina 9–10:

5 Změny v modelu

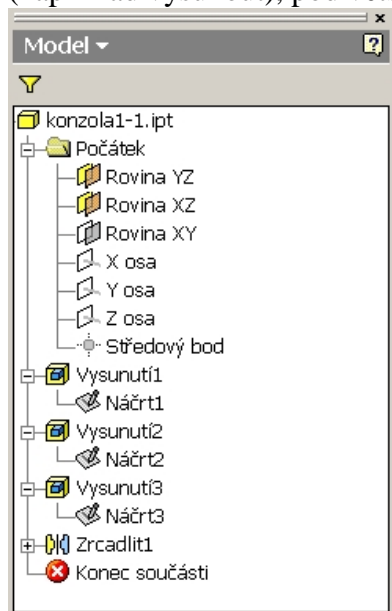
Cíl hodiny: Naučit snadné dělání změn v modelu

Teorie:

Ve všech velkých CADech tedy i v Inventoru musí jít dělat snadno změny. Pro pochopení tvorby změn je si potřeba uvědomit následující:

- Při otevření jakéhokoli souboru modelu je součást znovu Inventorem postupně vystavěna podle kroků v prohlížeči. Není tedy ukládán výsledný stav, ale celý postup modelování tak, jak součást vznikala. Totéž se děje při změně modelu.
- Prvotní pro všechny moduly Inventoru je 3D model (part, koncovka .ipt). Z něho jsou odvozeny sestavy, 2D výkresy, prezentace a podobně. Jakákoli změna 3D modelu se v nich projeví automaticky nebo po stisknutí tlačítka aktualizovat. Tedy vše je spolu neustále svázané.

Při dělání změn vidíme v prohlížeči jak model vznikal. Vidíme jednotlivé konstrukční prvky (například vysunout), pod většinou z nich je schovaný nějaký náčrt.

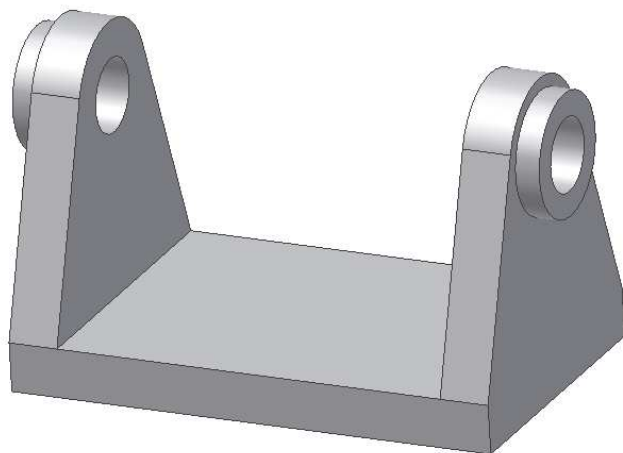


Musíme si uvědomit, co vlastně chceme měnit. Například když chceme měnit hloubku druhého vysunutí, měníme prvek Vysunutí2 (pravé tlačítko myši na Vysunutí2 a zadáme upravit prvek). Když chceme měnit kóty obrysu, měníme prvek Náčrt2 (pravé tlačítko myši na Vysunutí2 a zadáme upravit náčrt nebo dvojklik na Náčrt2). Pokud se nám změna hned neprojeví, použijeme tlačítko aktualizovat.

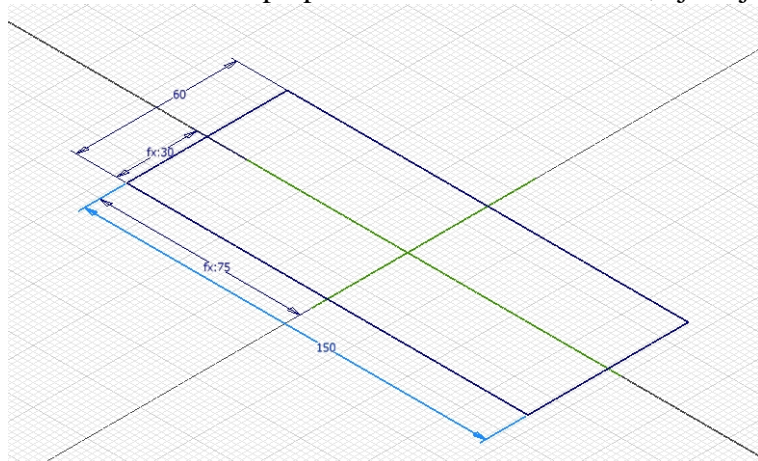
Provádění změn má jedno úskalí. Uvědomme si, že při každé aktualizaci je model znova vystavěn od začátku. Když ale například při změně odstraníme nějakou plochu, na které je navázána další část modelu (například náčrt a vysunutí nějakého výstupku), společně s odstraněnou plochou zmizí i výstupek, protože Inventor neví, kde ho má vytvořit.

Řešený příklad

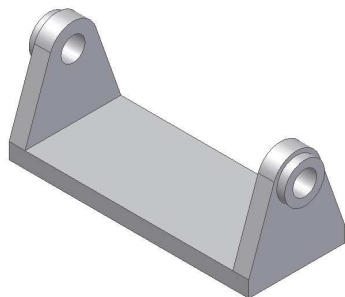
Použijeme model z úvodní hodiny, nebo ho můžeme jako procvičování znovu vytvořit.



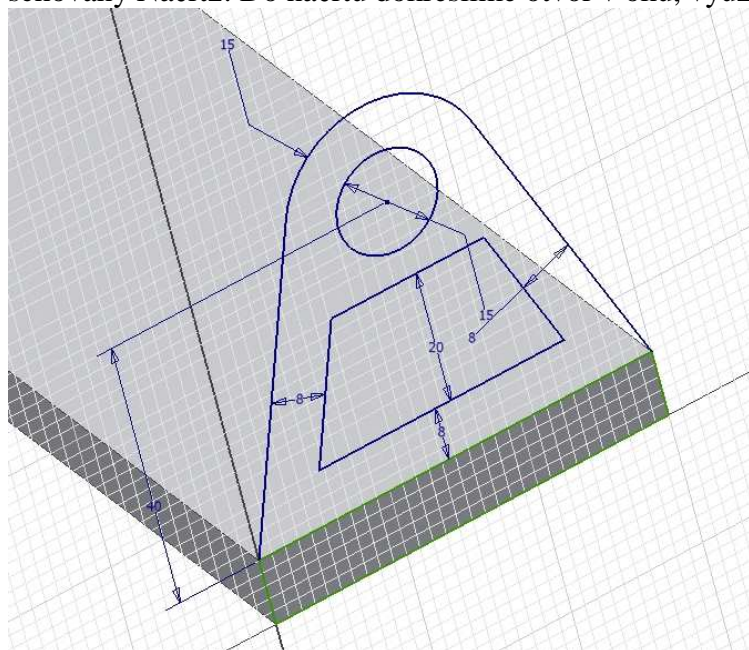
Nejprve změníme délku základové desky ze 100 na 150 mm. Základovou desku jsme vytvořili ve Vysunutí1 a její rozměry jsou v Náčrt1. Po dvojkliku na Náčrt1 se nám zobrazí náčrt a můžeme přepsat kótu. Všimneme si, jak jsou zakótovány souřadné roviny.



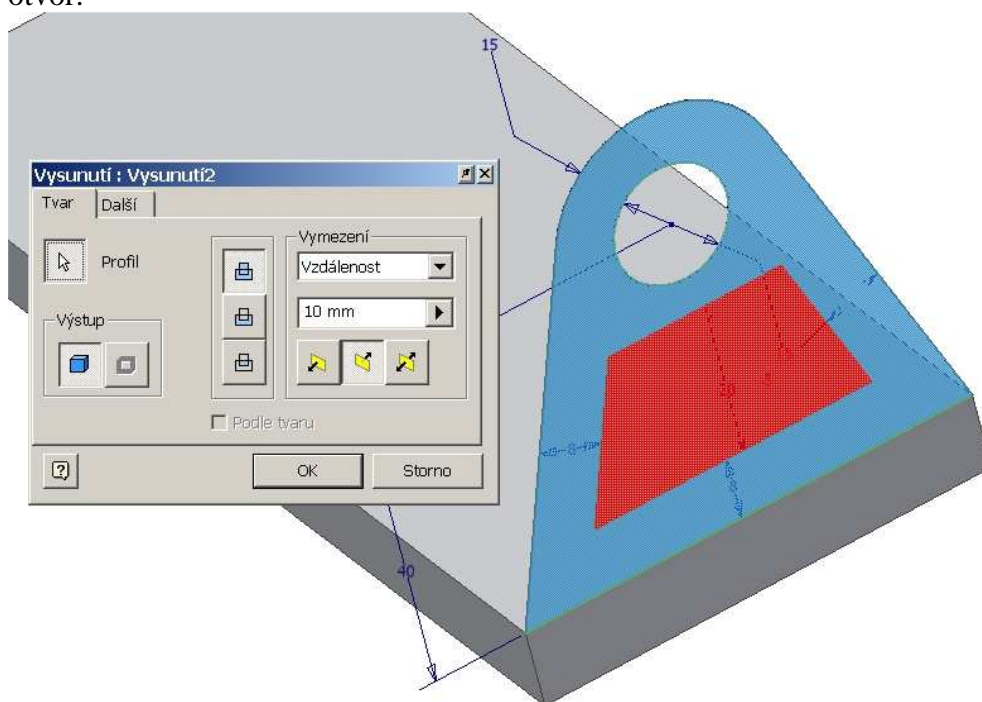
Zadáme návrat a zobrazí se aktualizovaný model.



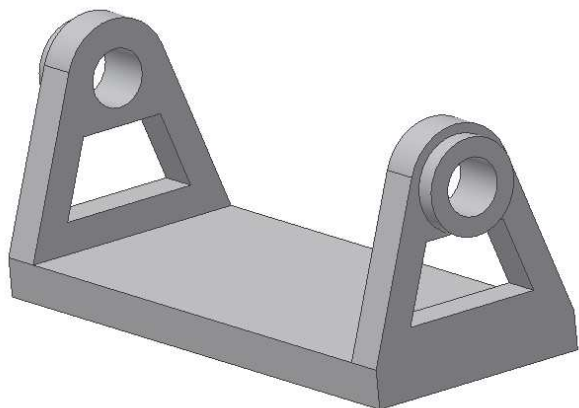
Dále vyrobíme odlehčovací otvory v oku. Oko bylo vytvořeno jako Vysunutí2, pod ním je schovaný Náčrt2. Do náčrtu dokreslíme otvor v oku, využijeme vazby rovnoběžný.



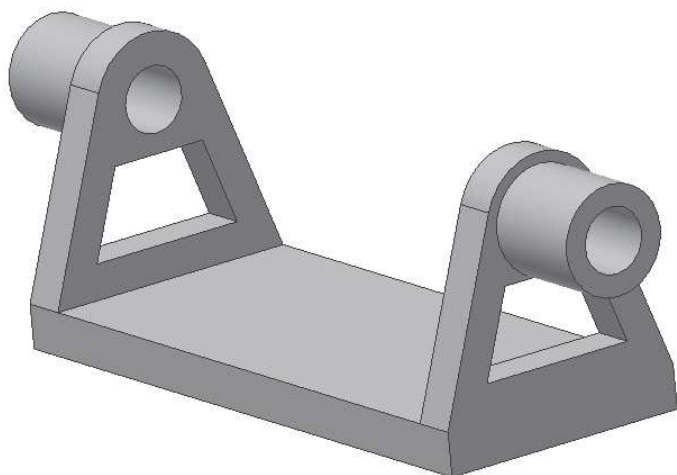
Dáme návrat, ale 3D model se nezměnil. To proto, že ještě musíme upravit prvek Vysunutí2 a odebrat z výběru lichoběžníkový otvor. Na Vysunutí2 stlačíme pravé tlačítko myši, zadáme upravit prvek. Zapneme profil a se stlačenou klávesou shift odvybereme lichoběžníkový otvor.



Změny se díky zrcadlení projeví na obou stranách.



Dále můžeme prodloužit nákrůžky na okách z 5 na 25 mm. Zadáme upravit prvek na Vysunutí3 a přepíšeme hodnotu 5 na 25 a zadáme OK.



Shrnutí

Dělání změn je tedy velice rychlé a snadné. Lze také například měnit rozměry pomocí tabulky. Z roletového menu nástroje vybereme FXparametry. Zobrazí se tabulka se všemi rozměry, které můžeme u modelu měnit. Samozřejmě si je můžeme vhodně přejmenovat.

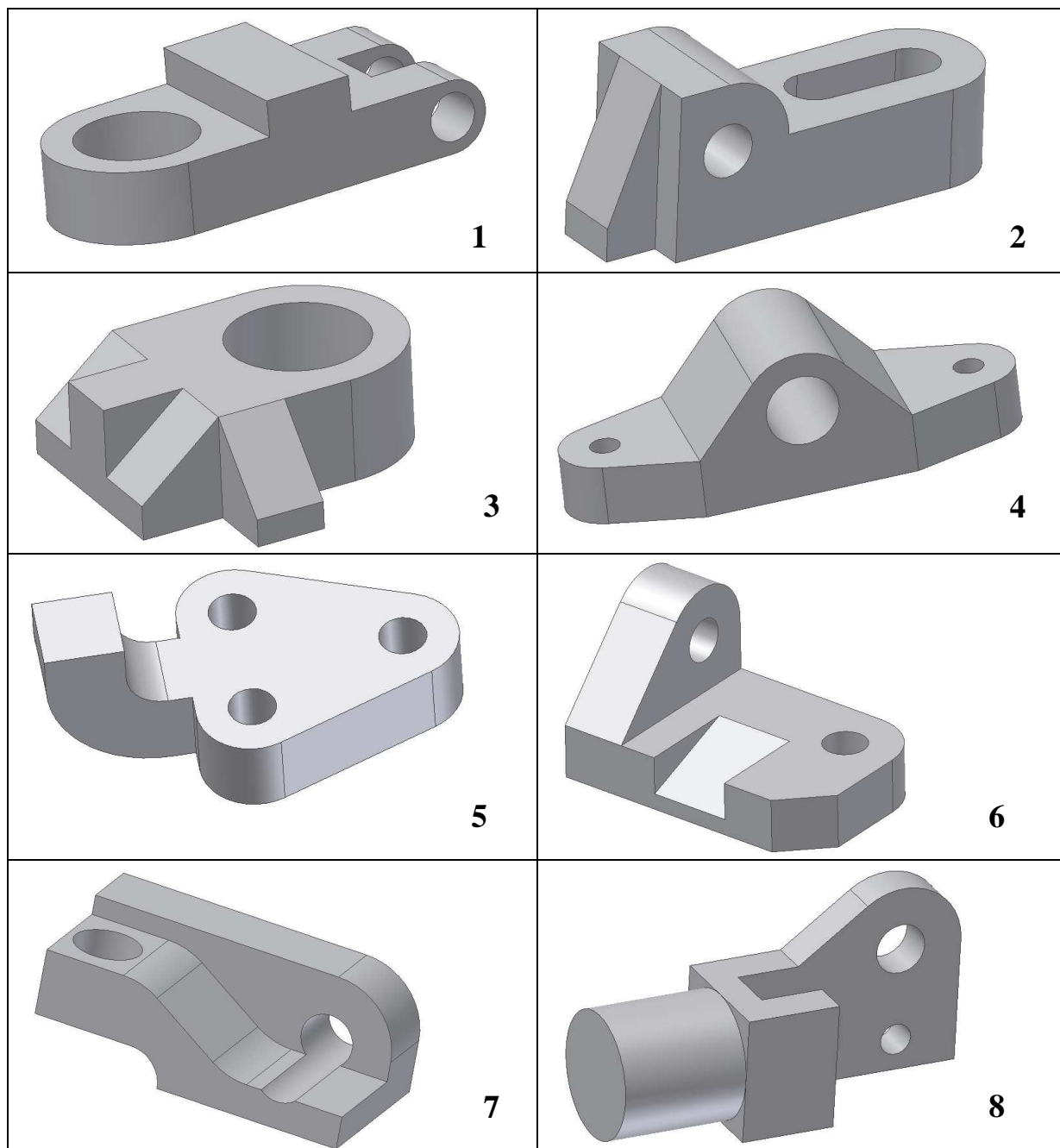
Hodina 13–18:

6 Procvičování modelování

Cíl hodiny: Procvičovat modelování v Inventoru

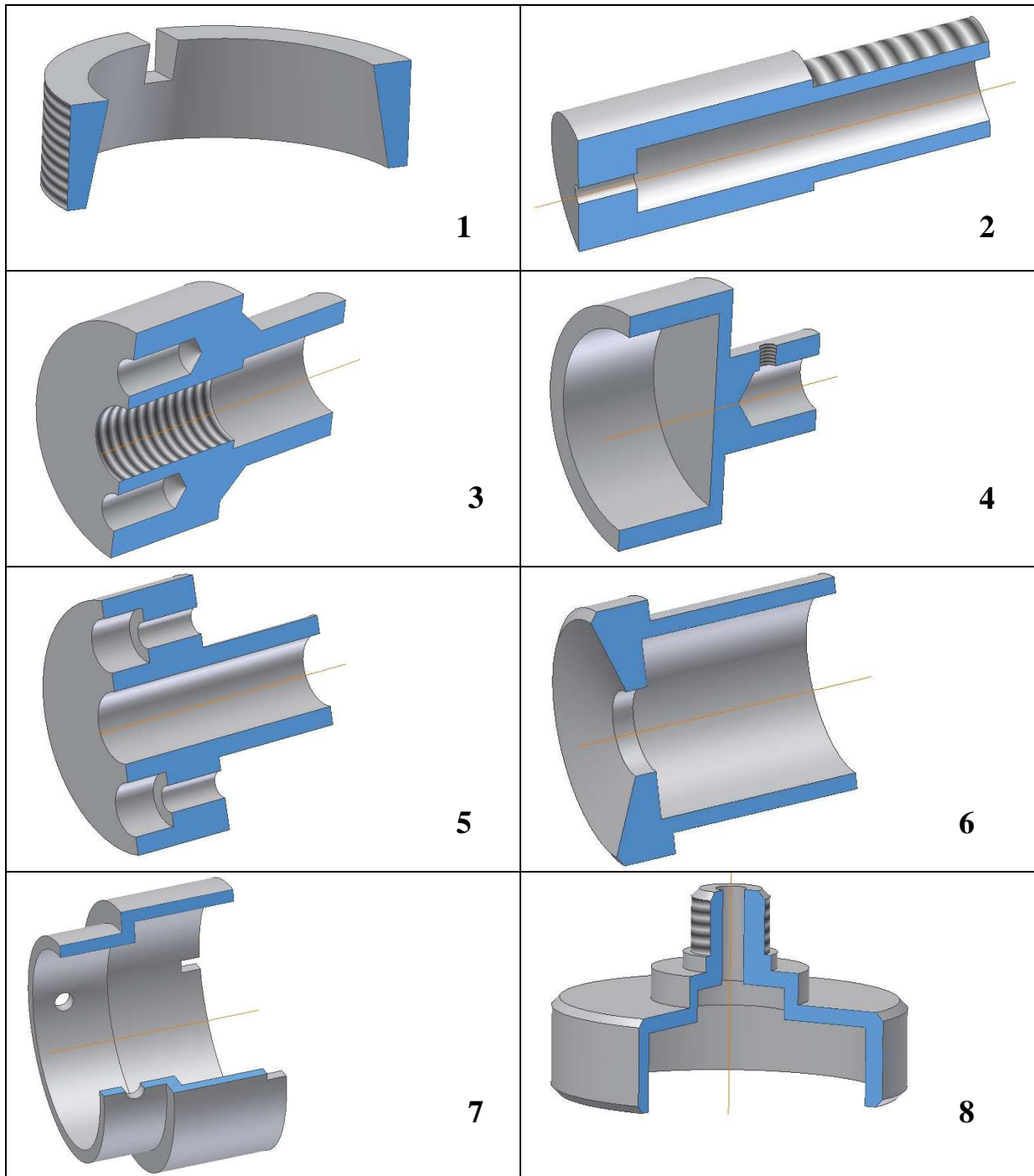
Jednoduché hranaté součásti:

V tabulce jsou připraveny jednoduché hranaté součásti pro trénování jednoduchého modelování.

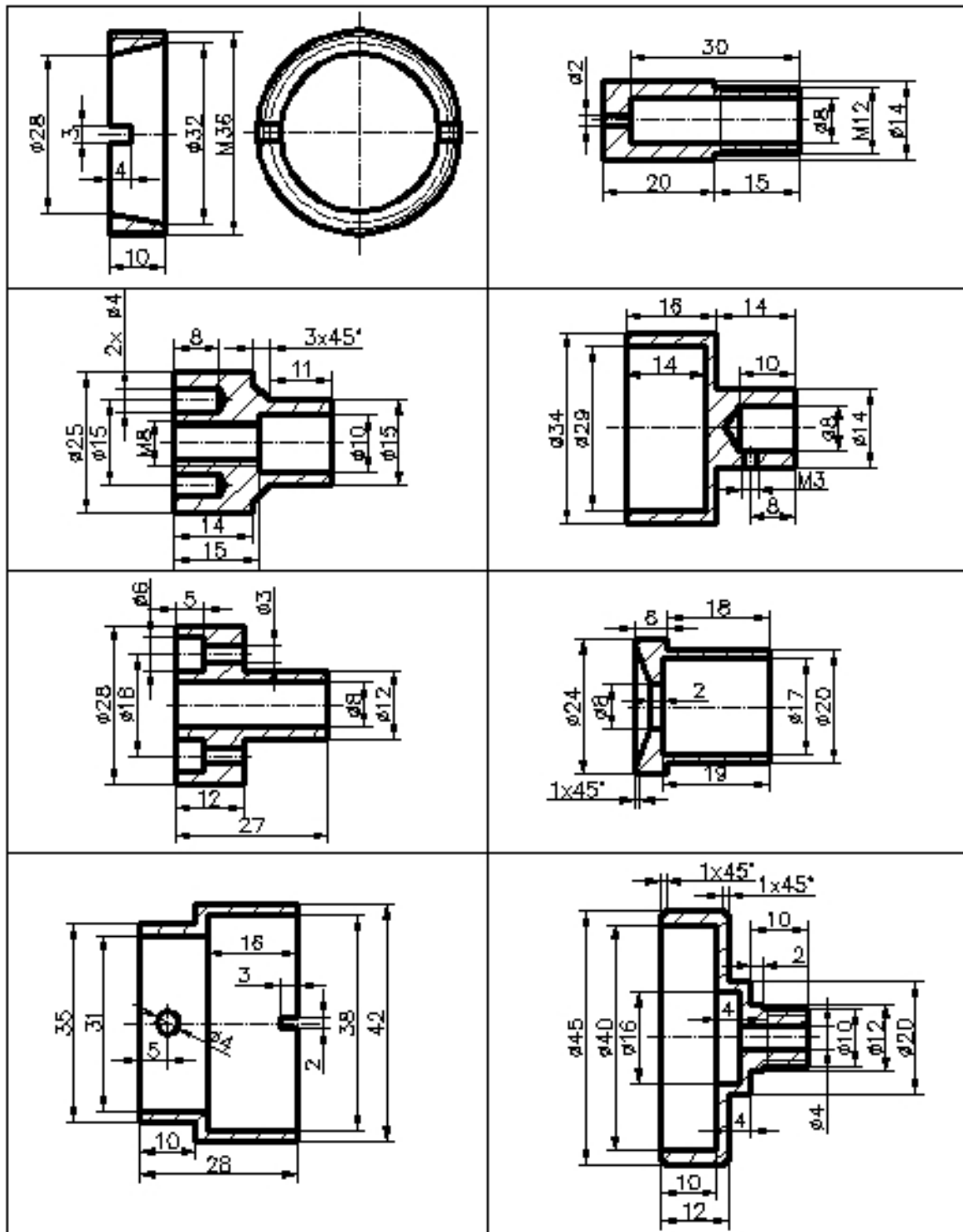


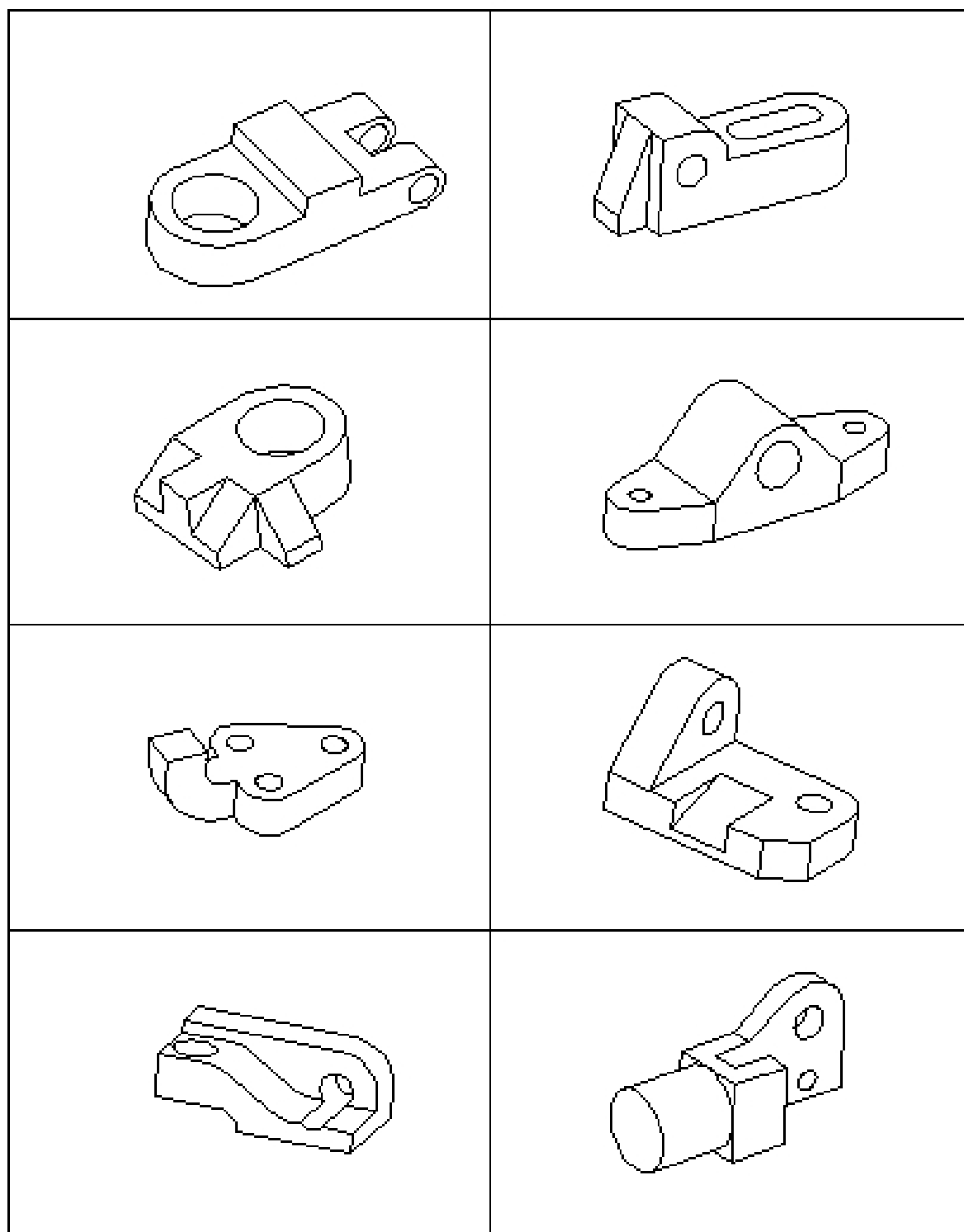
Jednoduché rotační součásti:

V tabulce jsou připraveny jednoduché rotační součásti. Při modelování se často použije příkaz díra nebo závit. Řez je samozřejmě pouze myšlený, modelujte součást celou.



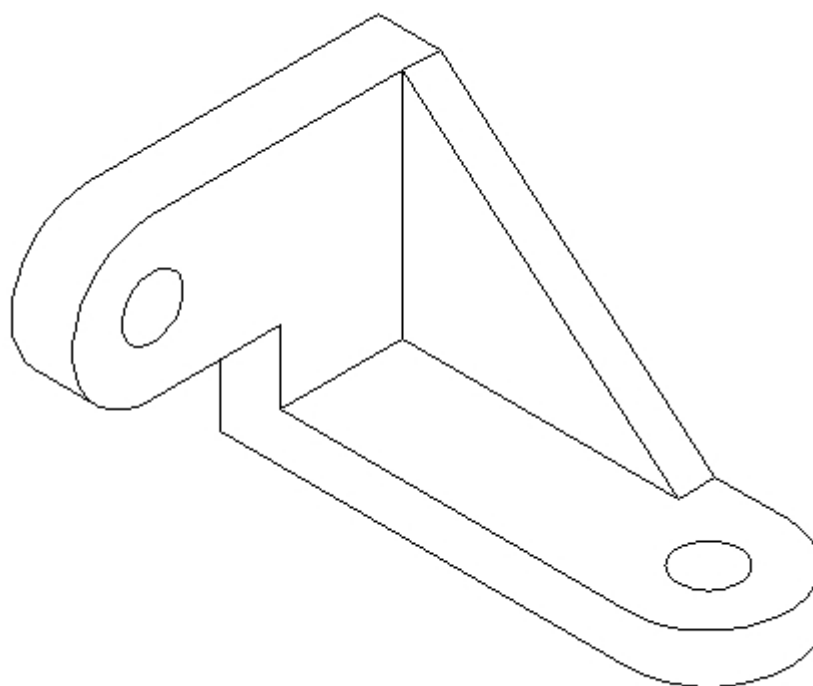
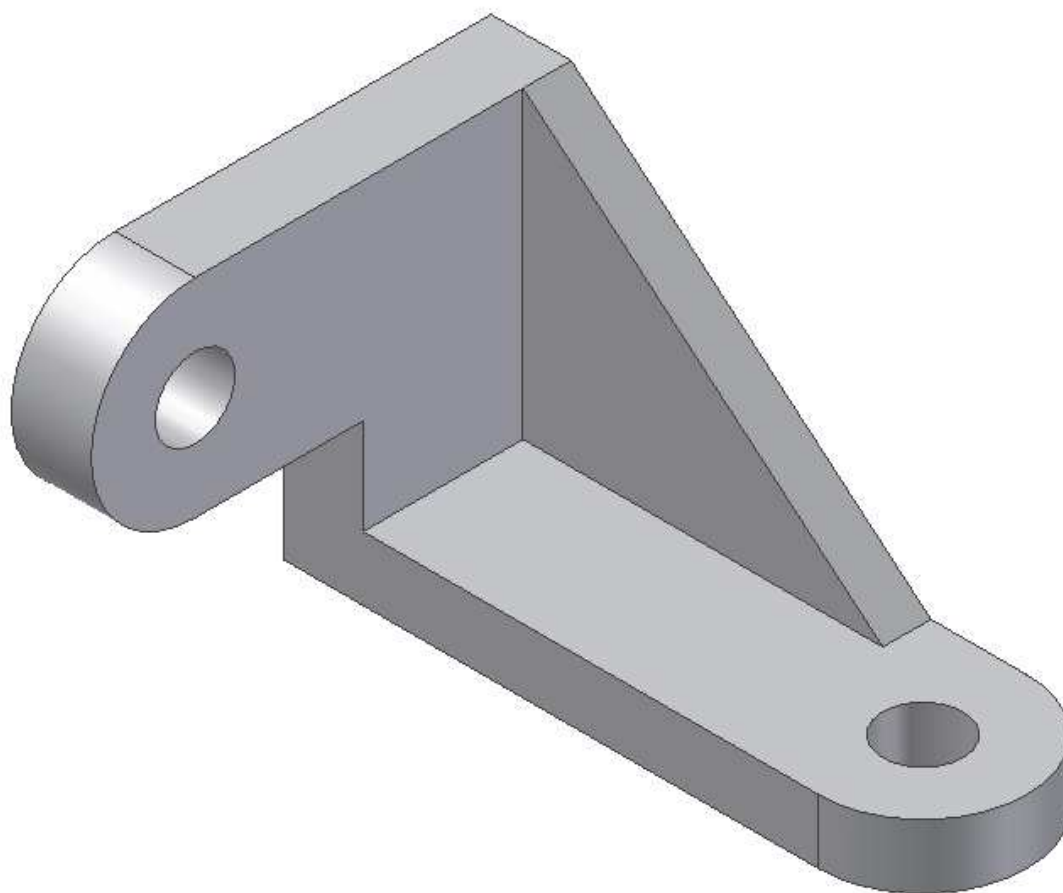
Dále jsou uvedeny 2D výkresy součástí s potřebnými rozměry



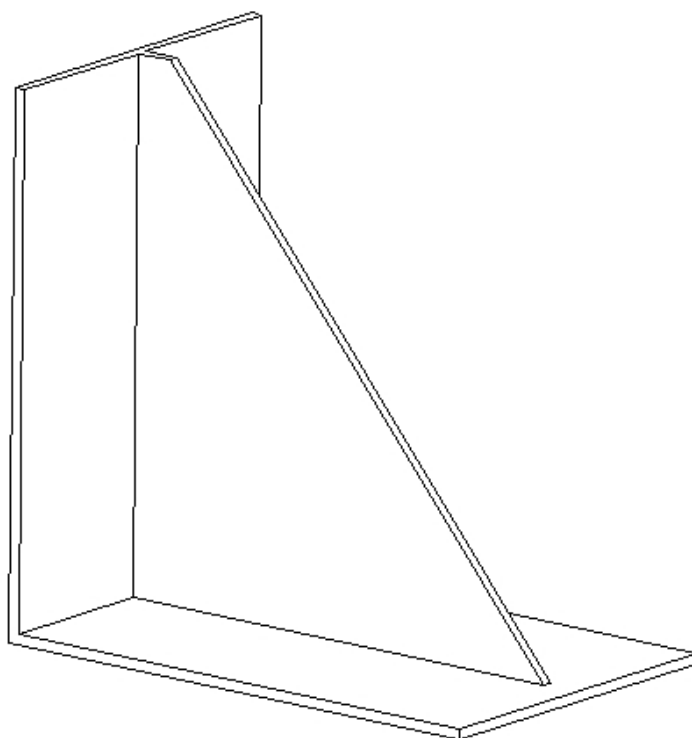
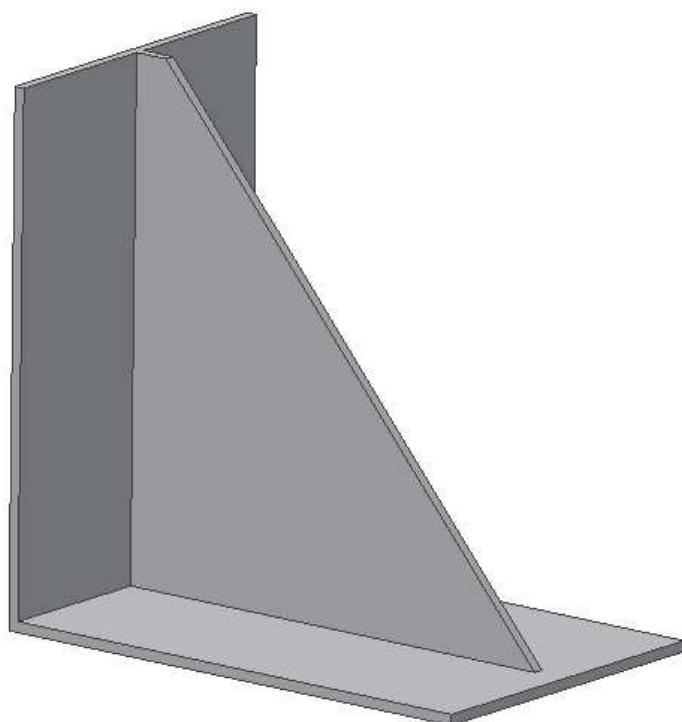


Další součásti pro procvičování:

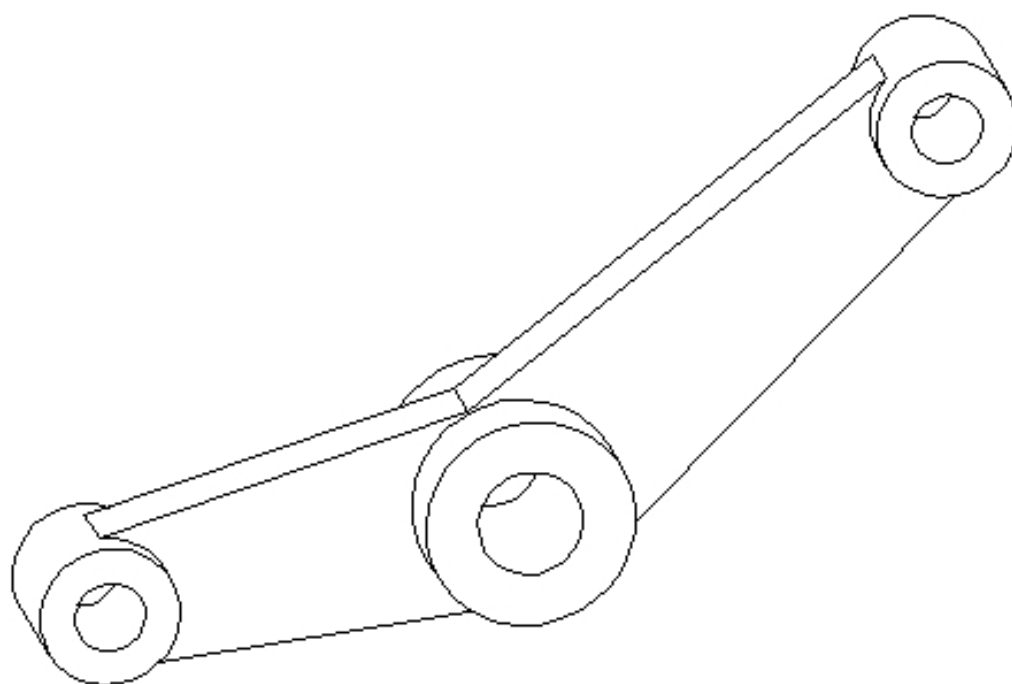
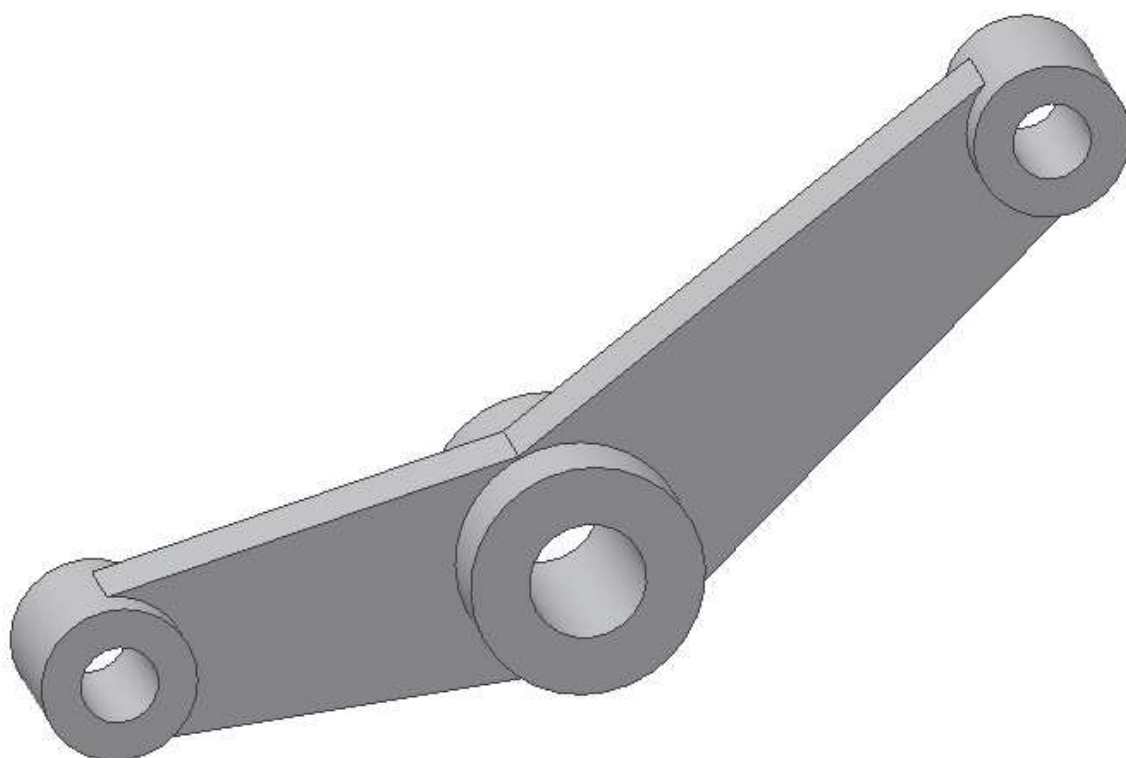
Raménko



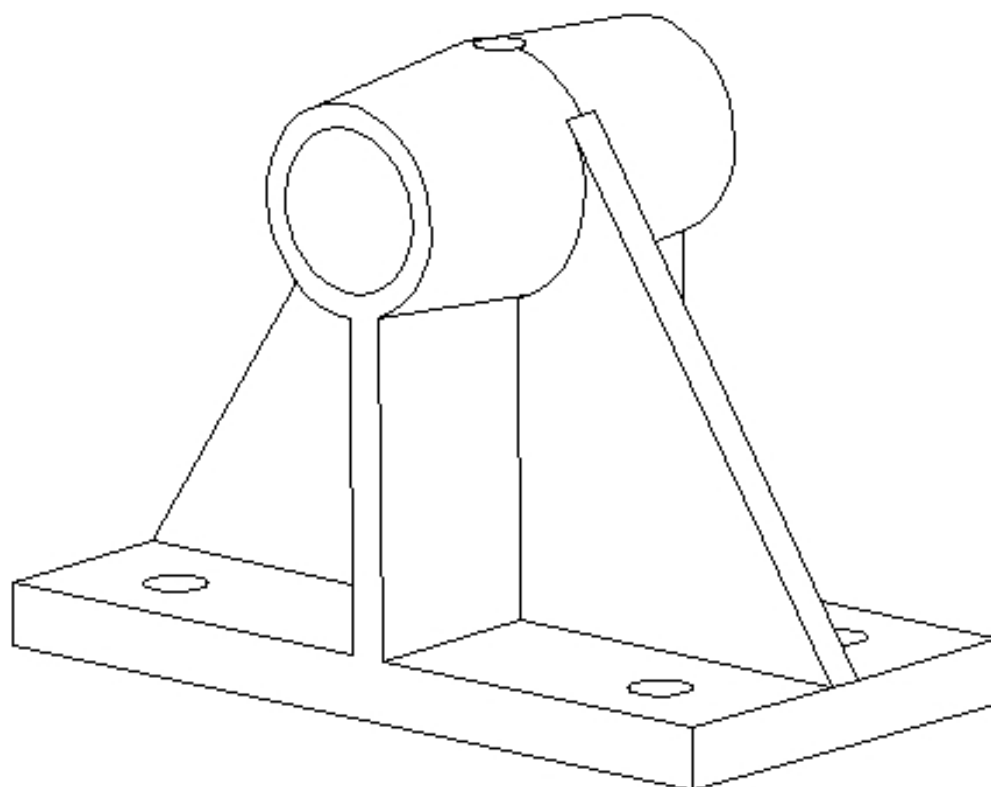
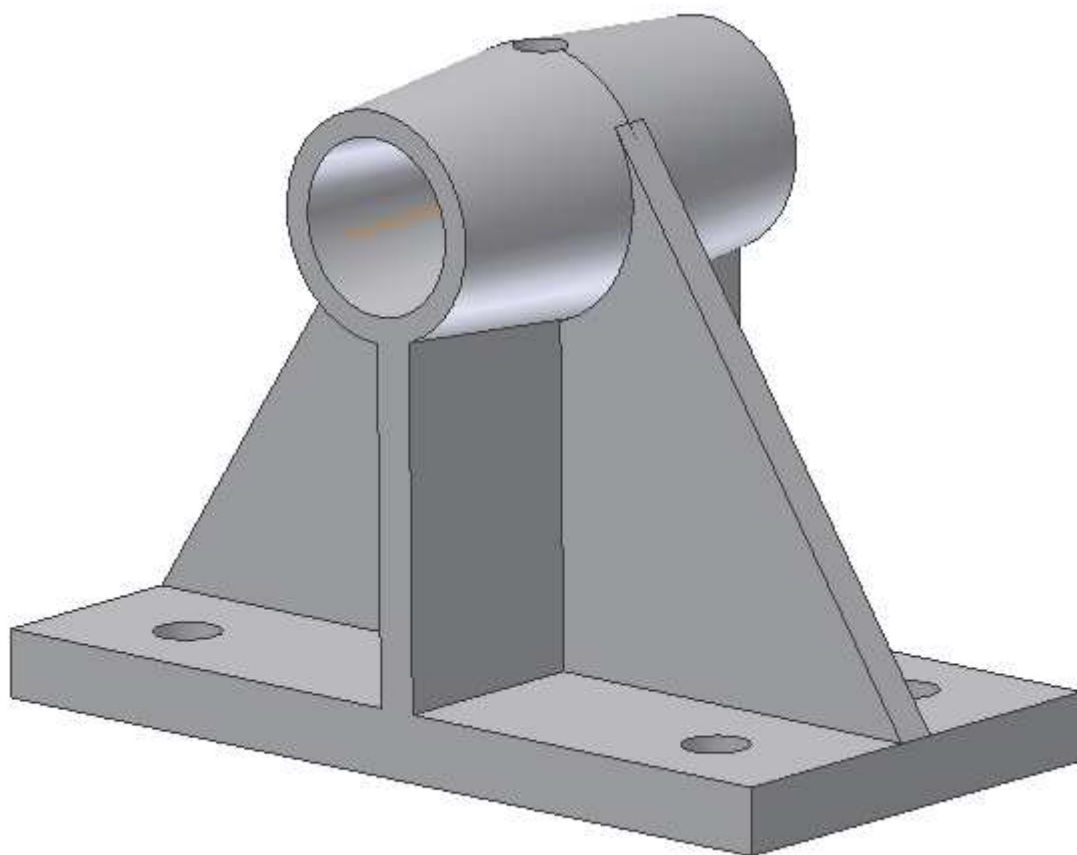
úhlová deska



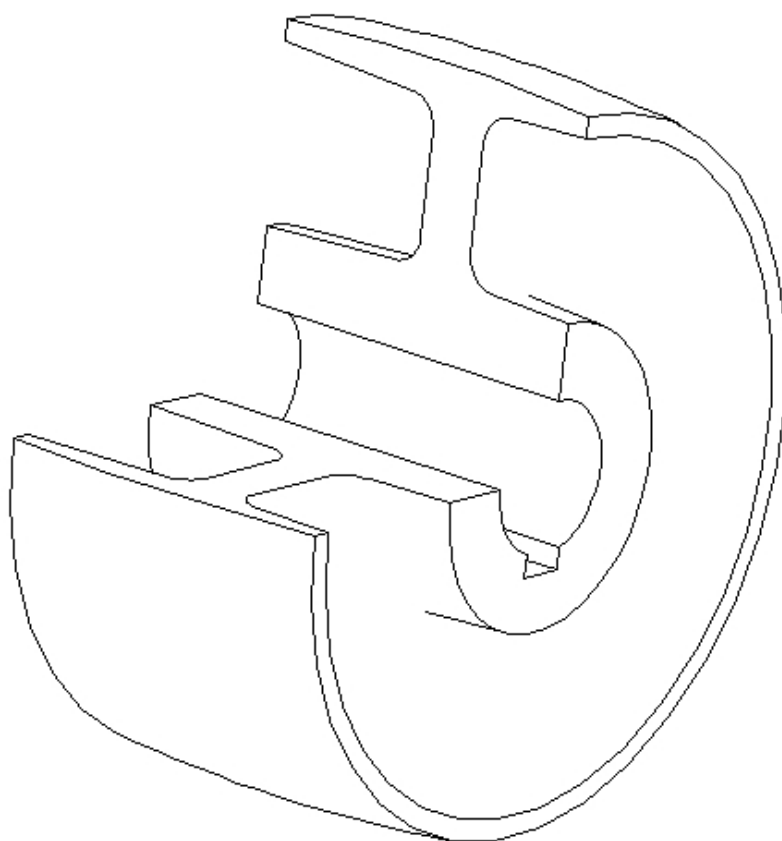
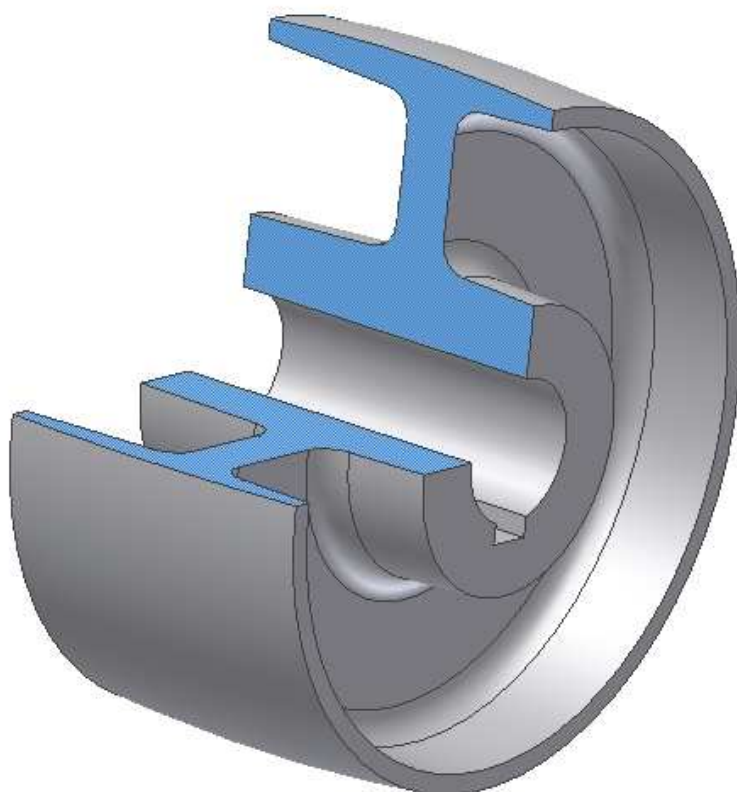
Dvojramenná páka



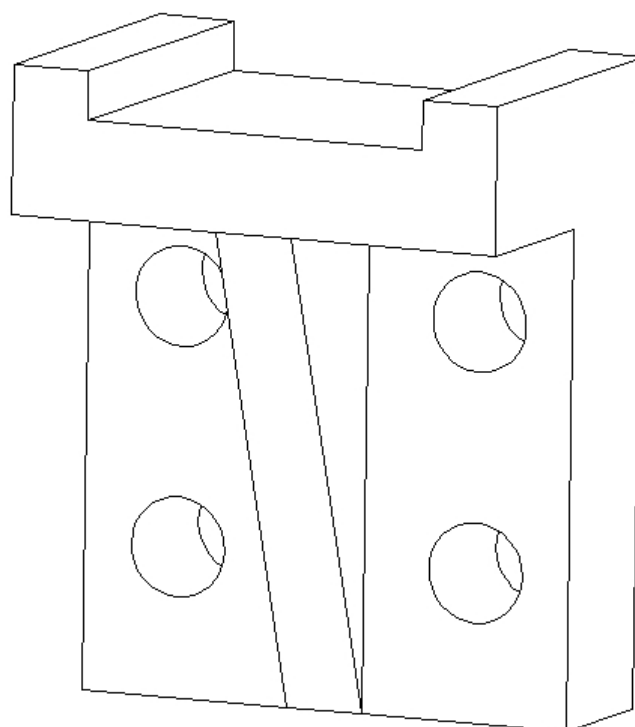
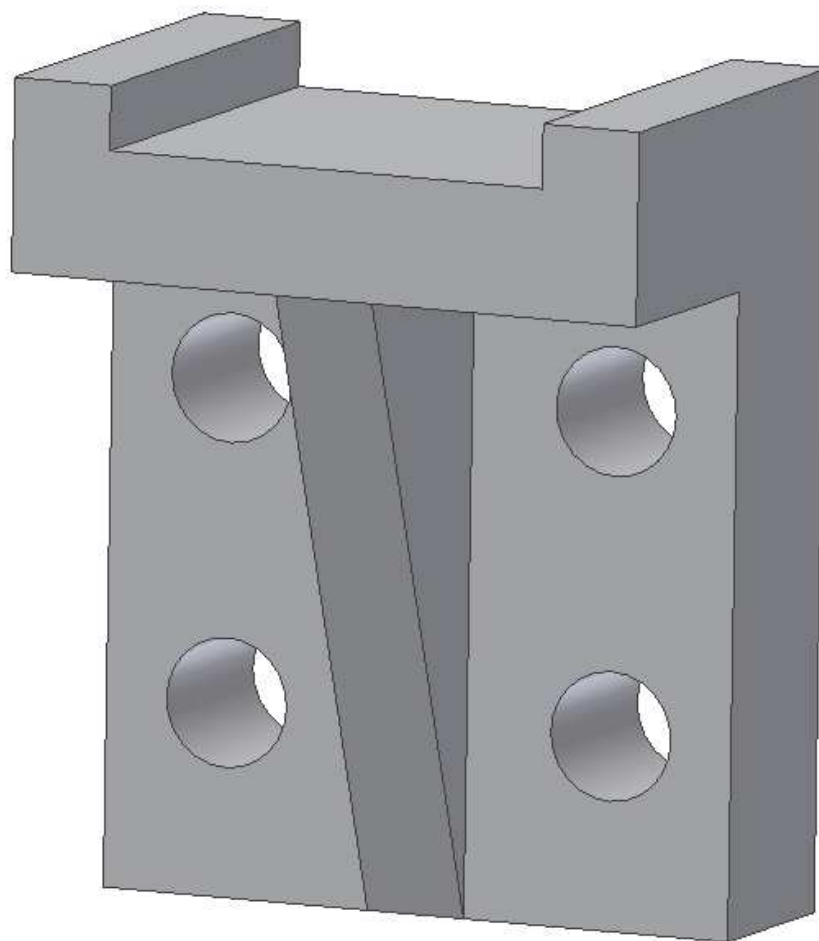
Ložisko



Řemenice pro plochý řemen

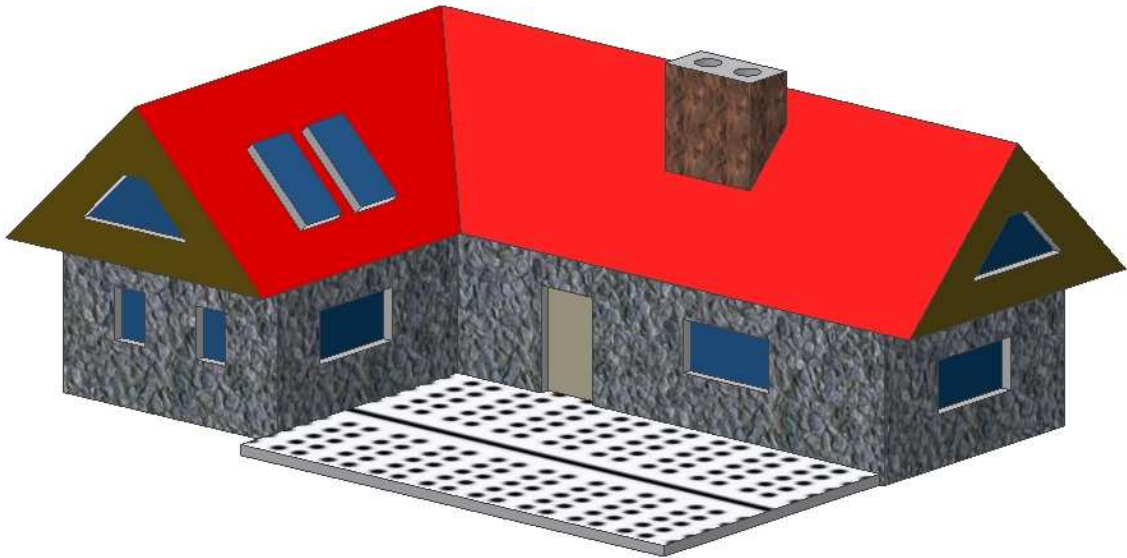


úchyt



Pro další procvičování doporučuji nechat samostatně modelovat domek nebo nákladní auto. V libovolných rozměrech, ale zadaných pomocí kót a vazeb. Čím víc podrobností, tím lepší známka.

Příklad jednoduchého domečku:



Hodina 19–22:

7 Sestavy v Inventoru

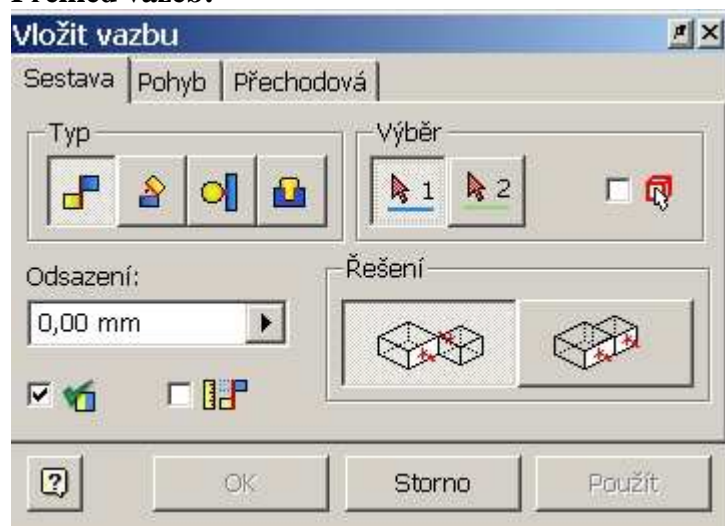
Cíl hodiny: Předvést základní možnosti tvorby sestav v Inventoru

Teorie:

Příkazem umístit komponent natáhneme předem připravené modely, nebo i podsestavy do naší sestavy. Pak je potřeba tyto takzvané komponenty umístit do správné polohy. To se dělá výhradně pomocí vazeb. Upozorňuji, že se jedná o zcela něco jiného než vazby v náčrtu.

Těleso má v prostoru 6 stupňů volnosti. Pomocí vazeb postupně stupně volnosti ubíráme a tím se komponenta ustavuje do správné polohy. První komponenta, kterou natáhneme do sestavy se stane pevná v prostoru (v prohlížeči je označena špendlíkem) a ostatní komponenty se pomocí vazeb připojují k ní. V prohlížeči lze změnit, která komponenta bude pevná, měl by to být vždy nějaký rám součásti a ne nějaký malý šroubeček.

Přehled vazeb:



Pod položkou sestava máme tyto vazby

- proti sobě – můžeme zadat, že plocha leží na druhé ploše, úsečka na úsečce nebo bod na bodu, podle toho se odebírají jiné stupně volnosti.
- úhel – můžeme zadat úhel mezi čarami nebo rovinami
- tečně – tečný dotyk roviny a zakřivené plochy
- vložit – na každé součásti vyberu jednu kružnici. Tyto kružnice se po vazbě vložit stanou soustředné a budou ležet v jedné rovině. Je to velmi používaná vazba pro vkládání rotačních součástí (šroubů, čepů)

Všechny tyto vazby umožňují zadat odsazení, to znamená že například plochy neleží na sobě ale jsou rovnoběžné a vzdálené o tuto vzdálenost.

Pod položkou pohyb máme vazby

- rotace – pro vytváření pohybu například ozubený převod, zadávám pak převodový poměr
- rotace+posunutí – například převod hřeben/ozubené kolo

Pod položkou přechodová máme pouze přechodovou vazbu která slouží k dotyku obecných ploch

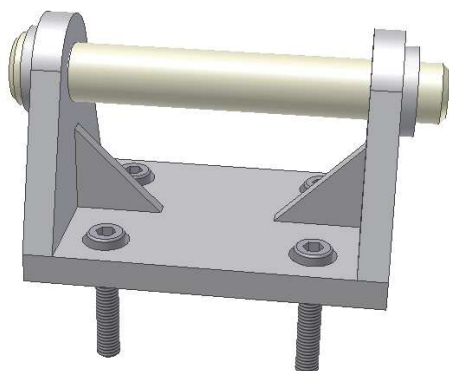
Spojování komponent se tedy děje pouze pomocí vazeb. Posouvání a natáčení komponentů je pouze dočasné a slouží například k podívání se do složité sestavy (k tomu pomůže i řez). Někdy se stává, že se komponenta při vytváření vazby umístí jinak než chceme, pomůžeme si pomocí příkazů posun a otočení komponentu, kdy ji přibližně natočíme do požadované polohy a vazba se pak vytvoří „nejkratší cestou“. Tažením komponenty myší se lze také přesvědčit, jaké stupně volnosti nám ještě zbývají.

Lze rovněž modifikovat komponenty přímo v sestavě nebo v sestavě vytvářet komponenty nové. To bývá výhodné, protože z ostatních komponent mohou přebírat rozměry.

Chci upozornit, že v souboru sestavy (koncovka iam) jsou pouze odkazy na komponenty a vazby. Při přenášení sestavy na jiný počítač musím také přenést soubory jednotlivých komponent.

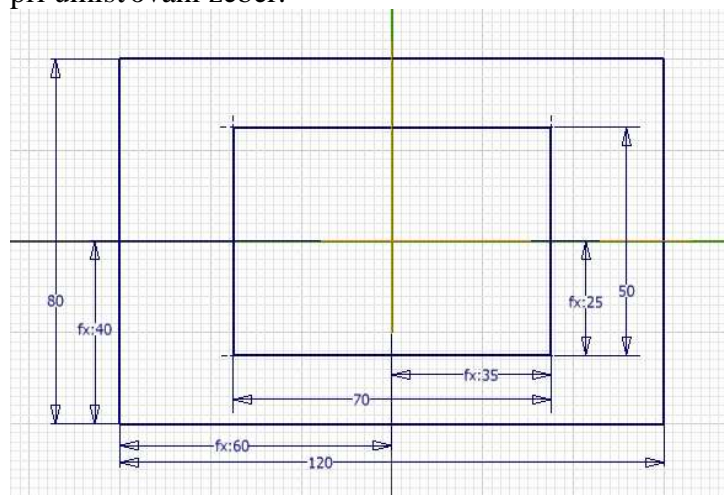
Řešený příklad

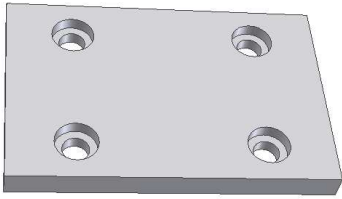
Zkusíme si vytvořit jednoduchou konzolu jako sestavu.



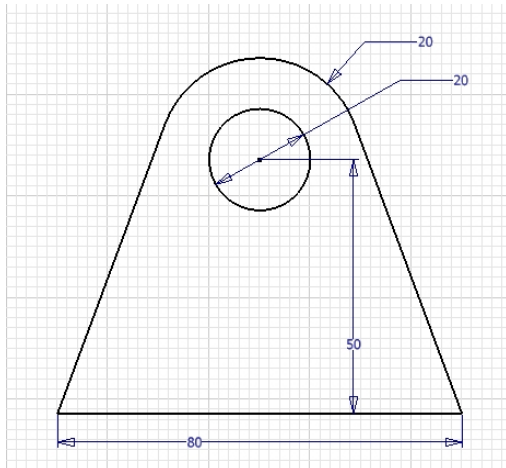
Nejprve samostatně namodelujeme všechny potřebné části mimo šroubů

Základna – tloušťka 10 mm, díry průměr 10 mm, zahlobení pro šrouby průměr 16 mm do hloubky 5 mm. Umístíme si náčrt tak, aby souřadné osy byly osami symetrie, bude se to hodit při umístění žeber.

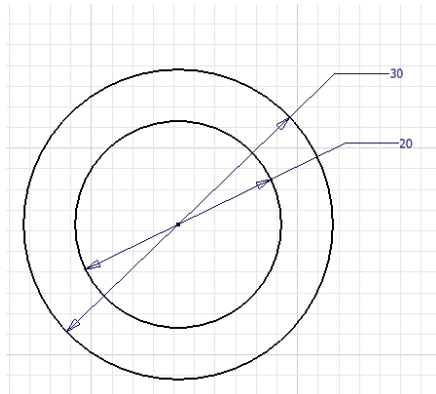




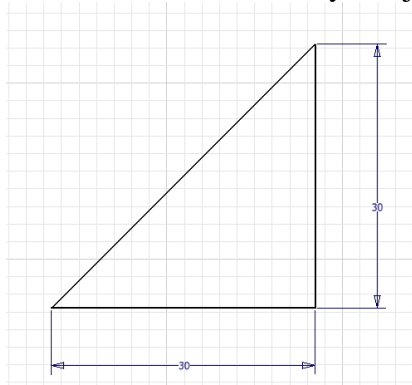
oko – tloušťka 10 mm



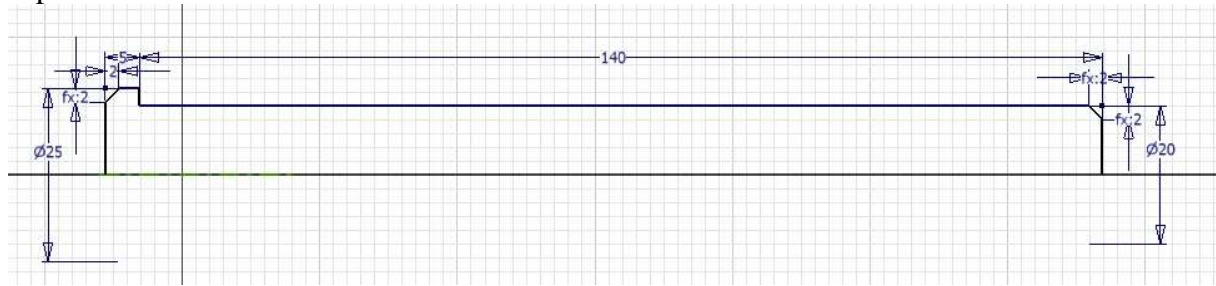
nákrůžek – tloušťka 5 mm



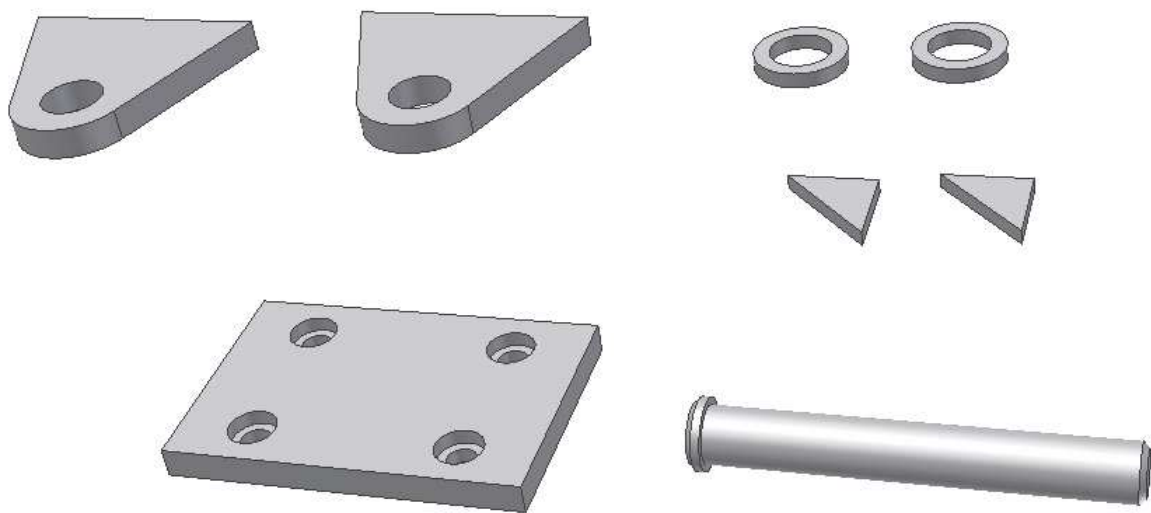
žebro – tloušťka 5 mm, vysunujeme na obě strany



čep



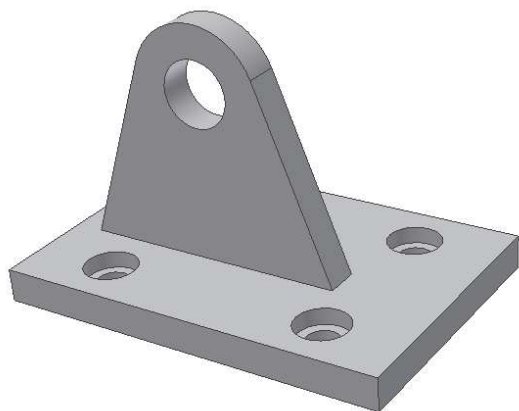
Nyní si založíme sestavu a pomocí umístít komponent do ní libovolně naskládáme jednotlivé komponenty, některé potřebujeme dvakrát. Začneme základnou, aby byla automaticky upevněná v prostoru. Dostaneme něco takového:



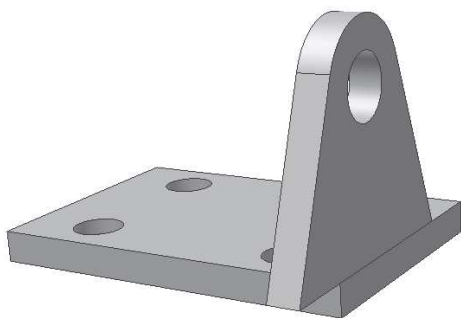
Všimneme si prohlížeče a špendlíku u základny

- ☰ Sestava1
- ☰ Representations
- ☰ Počátek
- ☰ k-základna:1
- ☰ k-oko:1
- ☰ k-oko:2
- ☰ k-nákrůžek:1
- ☰ k-nákrůžek:2
- ☰ k-žebro:1
- ☰ k-žebro:2
- ☰ k-čep:1

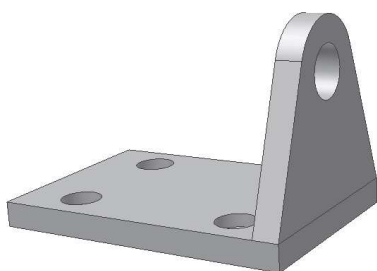
Na horní plochu základny a spodní plochu oka použijeme vazbu proti sobě. Oko se umístí na plochu základny, ztratilo 3 stupně volnosti. Můžeme se přesvědčit tažením oka myší, jak se s ním dá pohybovat.



Dále použijeme vazbu proti sobě na boční hrany oka i základny

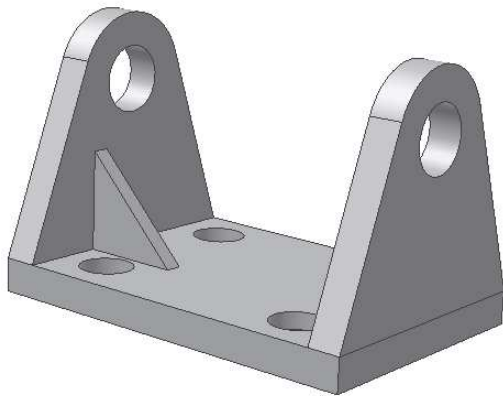


A další vazbu proti sobě na další boční hrany, oko je pak se základnou nehybně spojeno.

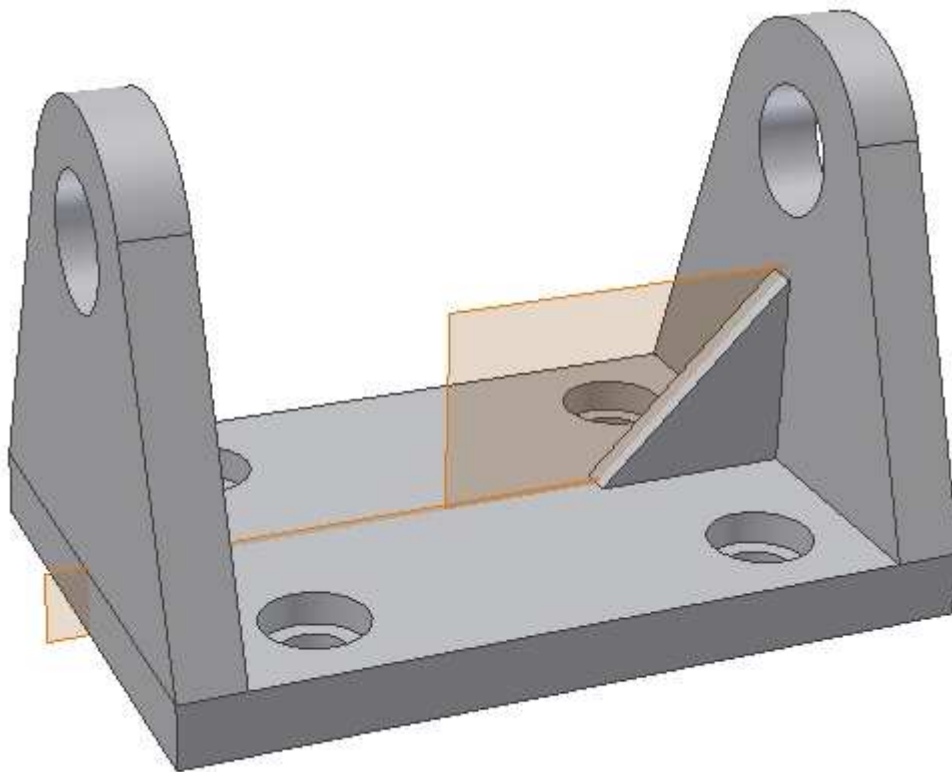


Totéž uděláme s druhým okem.

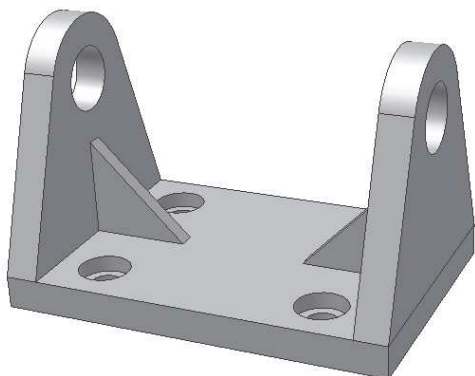
Pak připojíme žebro vazbou proti sobě – plocha na plochu a třeba hrana na hranu



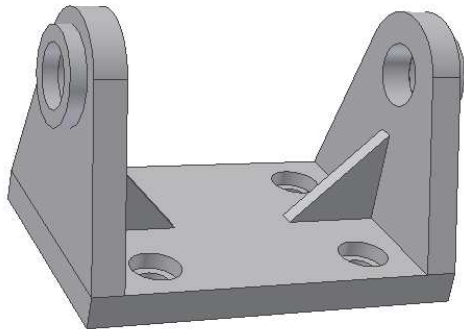
Pro ustavení polohy žebra teď s výhodou použijeme vazbu proti sobě na příslušné souřadné roviny žebra i základny



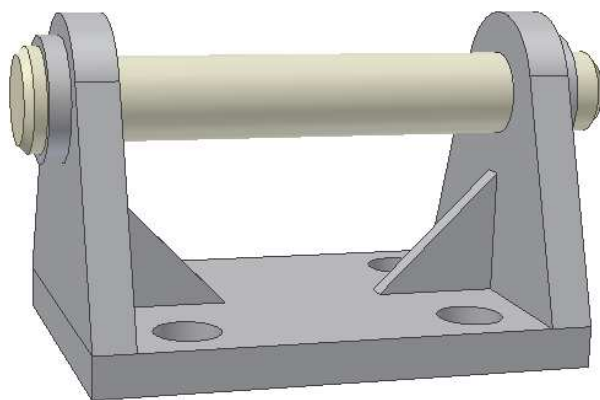
A znovu totéž na druhé straně, i když by to šlo řešit i zrcadlením



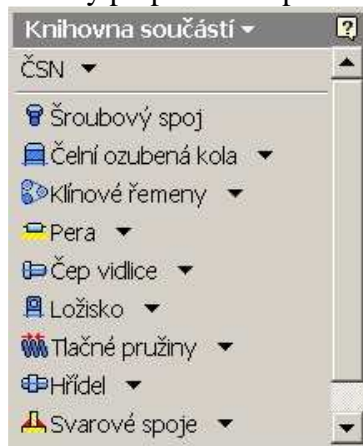
Dále připojíme nákrůžek pomocí vazby vložit. Vybereme kružnici díry na oku a libovolnou kružnici nákrůžku. Totéž i na druhé straně.



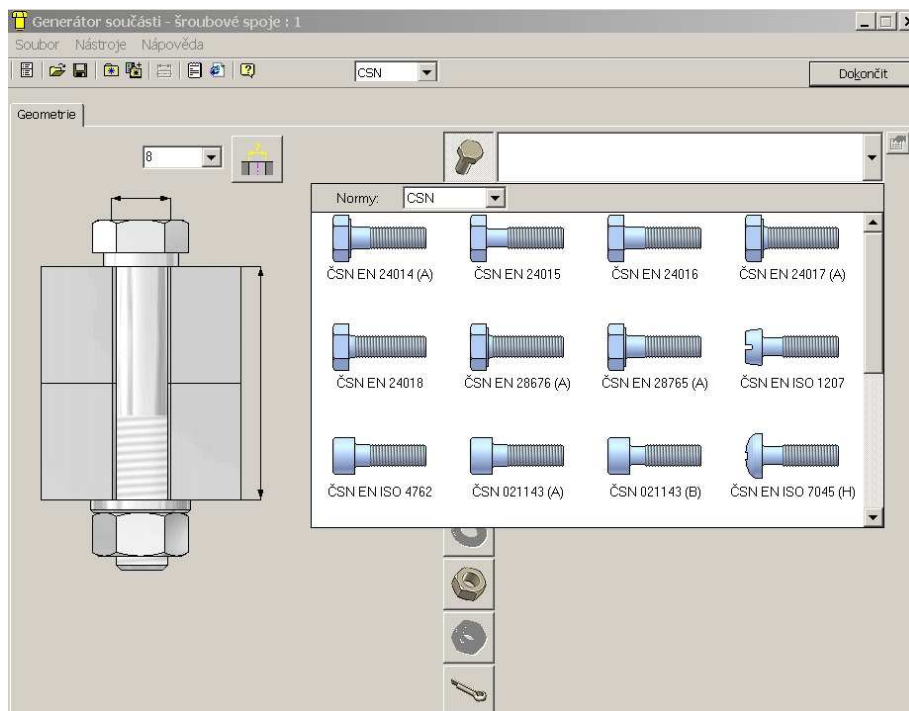
Obdobným způsobem vložíme čep. Můžeme se přesvědčit, že se může otáčet kolem své osy.



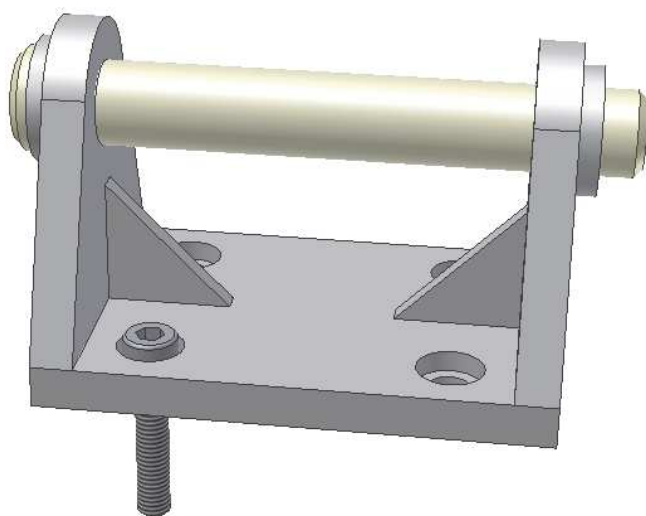
Šrouby nebudeme modelovat, ale najdeme je v katalogu normalizovaných součástí. Panel sestavy přepneme na panel knihovna součástí a tam vybereme šroubový spoj.



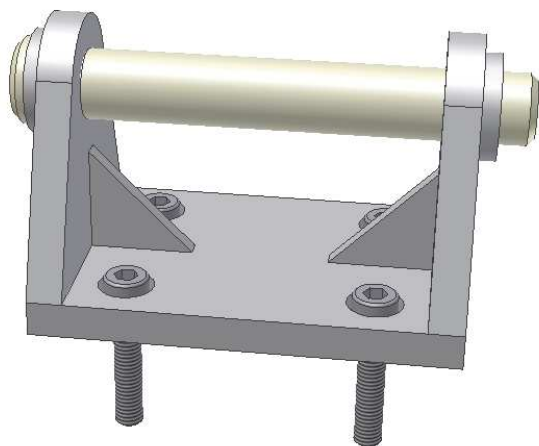
Dostaneme dialogový panel, kde nalezneme požadovaný šroub M8 x 40 ČSN EN ISO 4762 (imbus). Matice a podložky nezadááme.



Šroub vložíme do otvoru v základně.

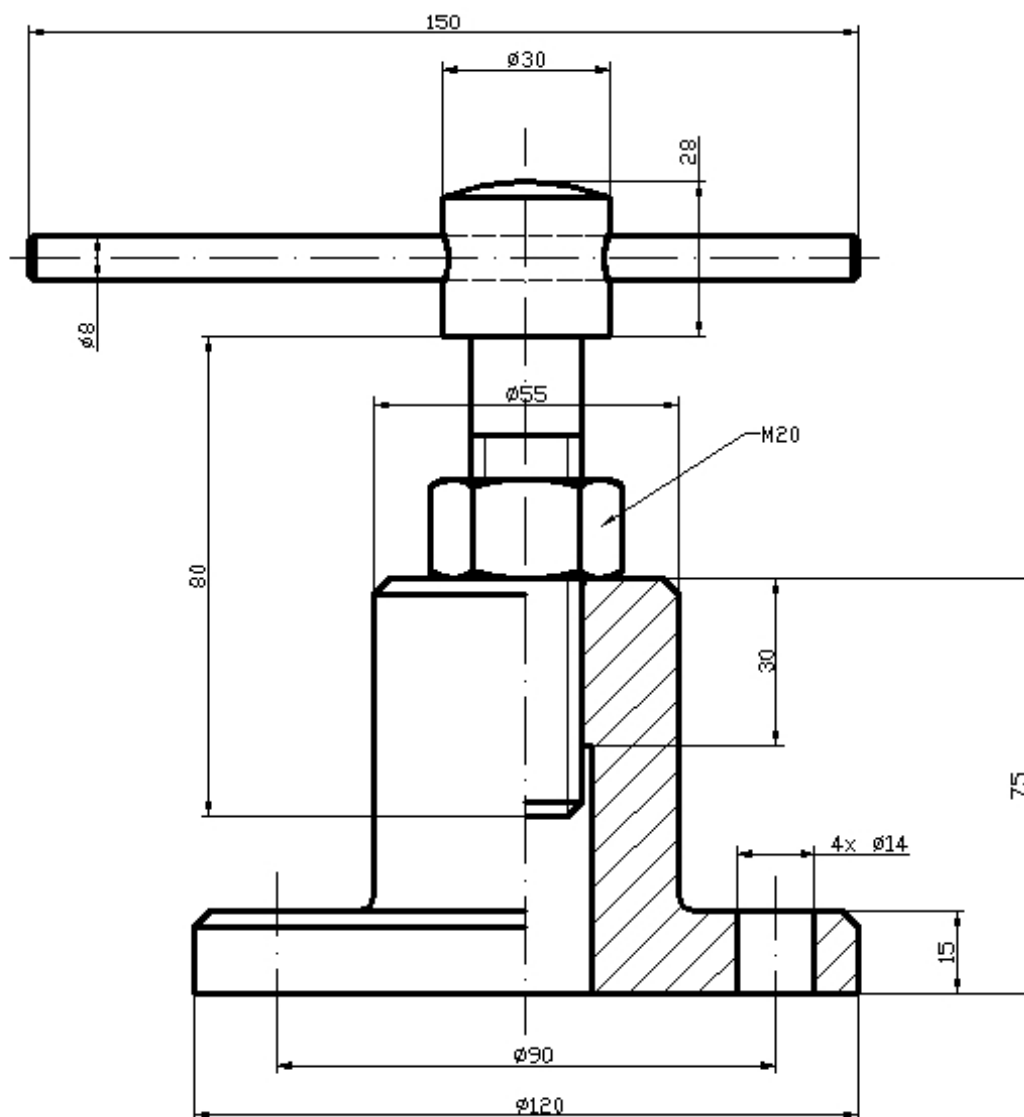


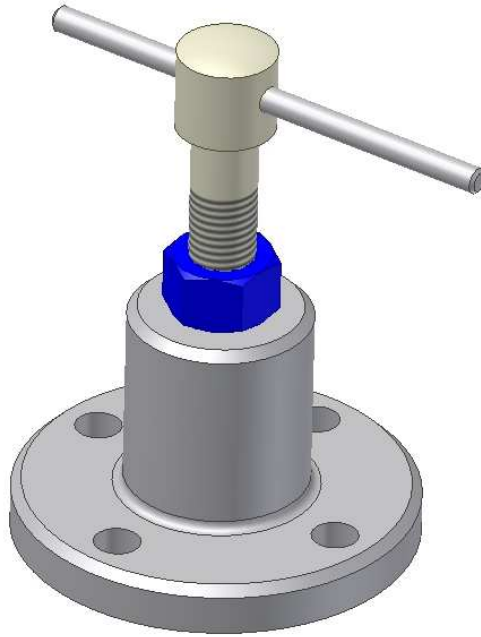
Další šrouby namnožíme příkazem pole komponentů. Vybereme šroub a pak musíme zadat směr jedné i druhé osy, rozteče a počty opakování. A jsme hotovi.



Pro procvičení

Pro procvičení sestav může sloužit jednoduchý stahovák. Závit na šroubu M20, nezakótované rozměry volte.





Shrnutí

U sestav se jednotlivé komponenty spojují pouze pomocí vazeb. Jiný posuv a natočení komponentu má pouze pomocnou funkci. Když nám nějaká vazba nejde vytvořit a nevíme proč, zkusíme zadat vazby jiné nebo v jiném pořadí. Vazby samozřejmě vidím v prohlížeči, kde můžu například měnit jejich odsazení.

Poznámka:

Když správně zadám vazby u jednoduchého mechanismu a potřebné stupně volnosti nechám, lze jednoduše hýbat mechanismem myší. Pokud bych chtěl nějakou animaci, musím zadat vazbu (například úhel) a pomocí řídit vazbu sestavu rozpohybovat (rotace).

Hodina 23–24:

8 Změny v sestavách

Cíl hodiny: Předvést možnosti změn a tvorby nových součástí v sestavě

Teorie:

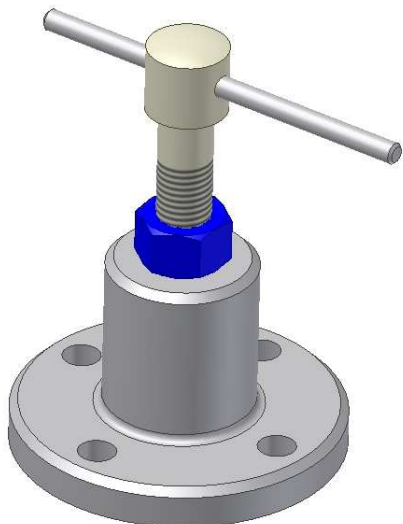
V prostředí sestavy jdou dělat změny jednotlivých součástí (komponent), můžeme také vytvořit součást novou. Někdy bývá výhodné modelovat součásti v prostředí sestavy, protože se můžu odkazovat na zbylé součásti v sestavě (například pomocí promítnutí geometrie).

Když dvakrát klikneme myší na položku součásti v prohlížeči, změní se panel nástrojů na modelování a v prohlížeči se rozbalí vnitřní struktura součásti. Mohu pak pracovat se součástí jako v prostředí modelu, dělat změny a podobně. Zbytek sestavy se zobrazí nevýrazně, zprůhlední, ale můžeme ho použít pro odvození geometrie modelu.

Poznámka: I v panelu nástrojů modelu jsou položky jako vysunout, rotovat a podobně. Ty ale slouží pro operace týkající se sestavy jako celku, například díra procházející několika součástmi, která je vrtnána až při montáži. Nepožívají se tedy k tvorbě nebo úpravám jednotlivých součástí.

Řešený příklad

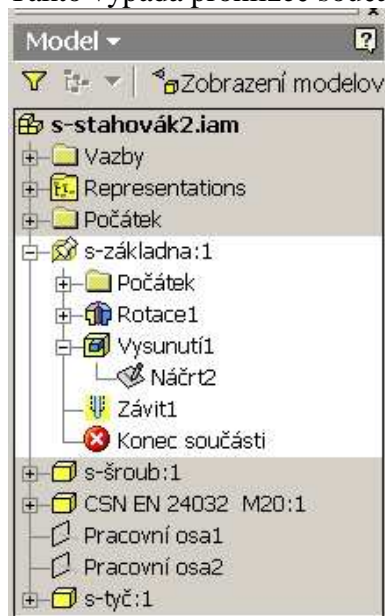
Zkusíme modifikovat sestavu stahováku z minulé hodiny.



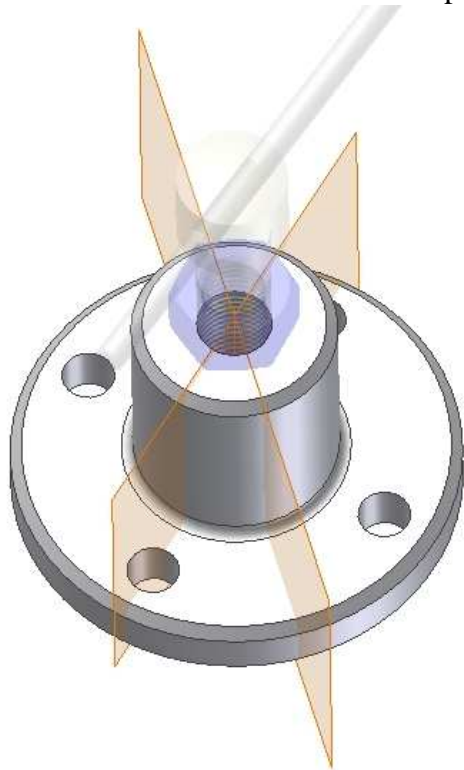
Budeme měnit základnu, tak na ni v prohlížeči dvakrát klikneme. Rozbalí se položky modelu základny a zbytek součásti se zneviditelní.



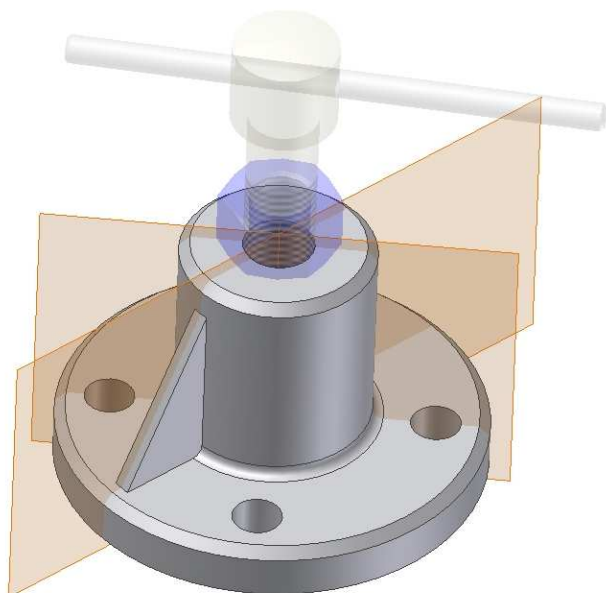
Takto vypadá prohlížeč součásti



A můžeme modifikovat základnu, stejně jako kdybychom otevřeli samostatně model základny. Přidáme například nějaká žebra. Na to budeme potřebovat pracovní rovinu pod úhlem 45 stupňů od souřadné roviny. Připomínám postup – zapneme viditelnost souřadné roviny, vytvoříme pracovní osu ukázáním na válcovou část součásti, vytvoříme pracovní rovinu kliknutím na souřadnou rovinu a pak na pracovní osu, zadáme úhel 45 stupňů.



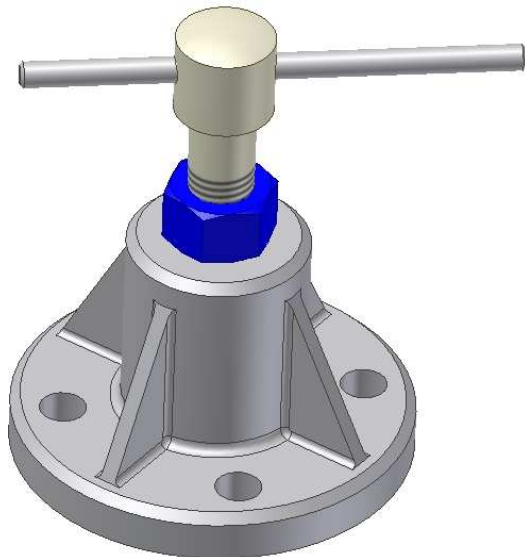
Na této rovině založíme náčrt a nakreslíme čáru žebra, ukončíme náčrt a příkazem žebro vytvoříme žebro.



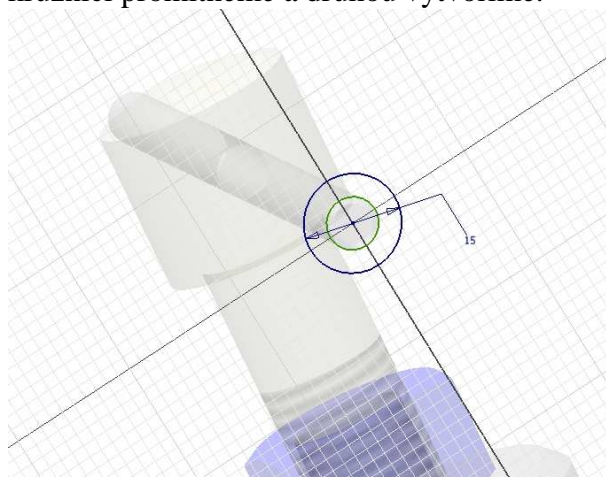
Žebro zaoblíme a příkazem pole namnožíme zároveň žebro i zaoblení. Také vypneme zobrazené roviny.



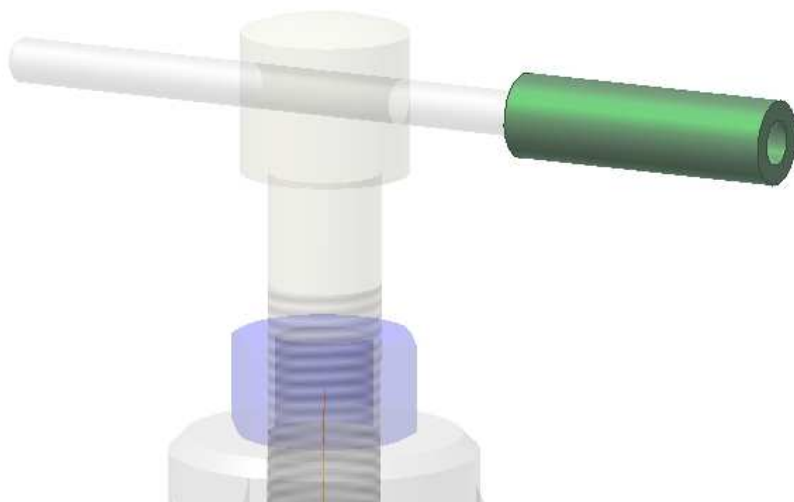
Dále zadáme návrat a jsme zpátky v sestavě.



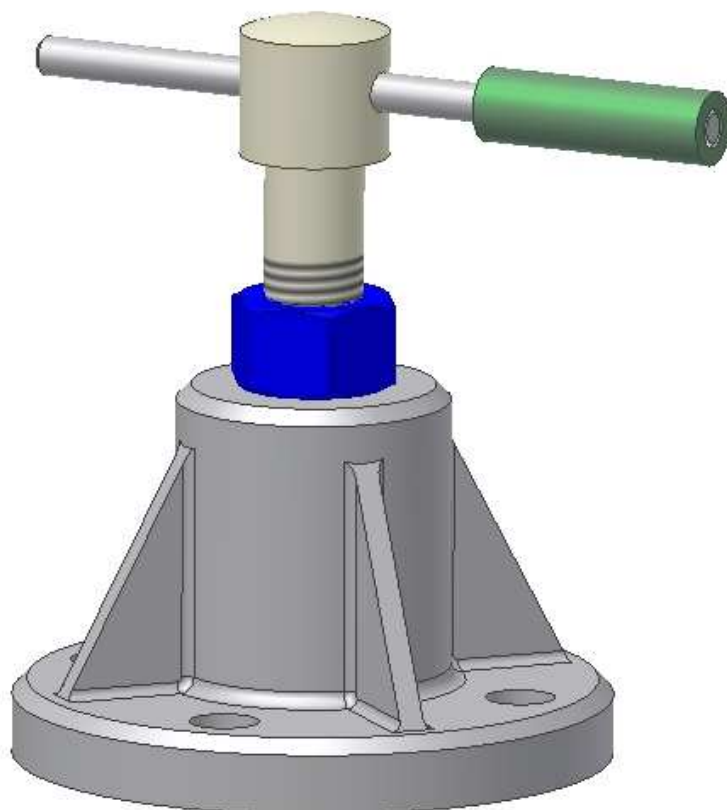
Teď si ukážeme tvorbu nové součásti v sestavě – například pryžové madlo na tyč stahováku. Zadáme vytvořit součást, nazveme ji madlo a jako rovinu náčrtu vybereme čelo tyče. Jednu kružnici promítneme a druhou vytvoříme.



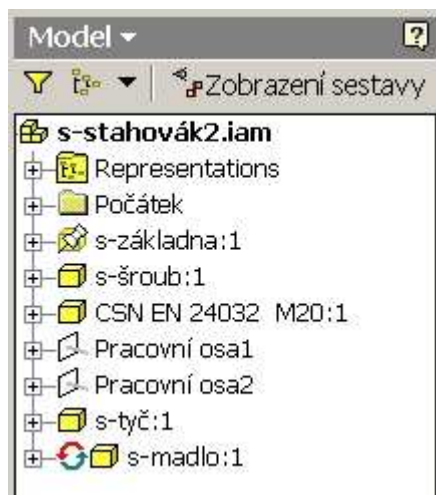
Ukončíme náčrt a vytáhneme madlo do délky 50 mm.



Zvolíme návrat a jsme zpátky v sestavě, kde je přidána nová položka



Všimneme si, že u madla je v prohlížeči značka adaptivity. To znamená, že nějaké rozměry madla jsou odvozeny z jiné součásti. V tomto případě, když změníme průměr tyče, změní se podle toho i vnitřní průměr madla.



Shrnutí

V sestavě tedy můžu modifikovat její součásti a vytvářet součásti nové stejnými postupy jako v prostředí modelování. Problém může nastat, když natolik změním tvar součásti, že se vazby sestavy nemají na co připojit.

Hodina 25–26:

9 Prezentace

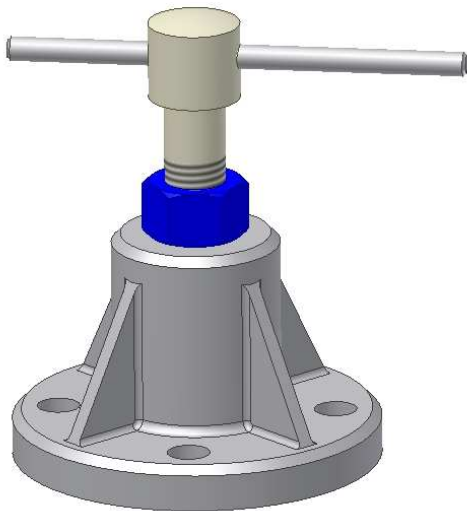
Cíl hodiny: Předvést možnosti modulu prezentace.

Teorie:

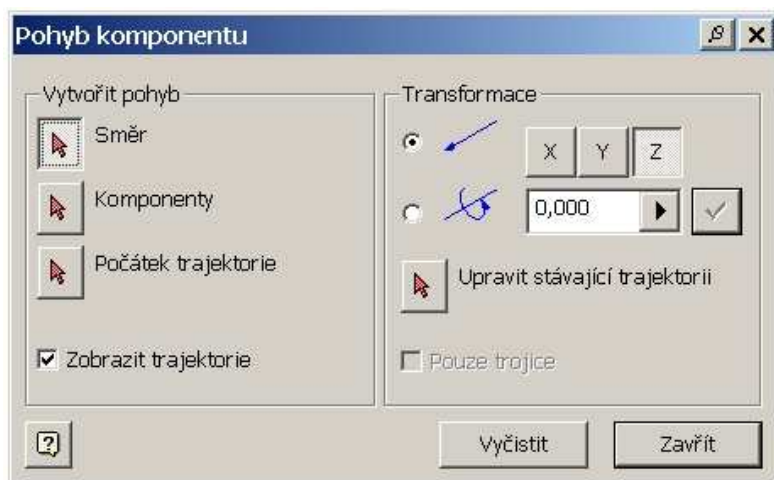
Prezentace slouží k vytvoření obrázku sestavy, který bych nazval montážní postup. Jednotlivými součástmi lze libovolně pohybovat. **Vazby tedy při prezentaci neplatí**, nejedná se o kinematický řešič (mechanismus). Jednotlivé pohyby lze i animovat. Pokud chci provádět některé pohyby současně, musím je spojit do skupiny.

Řešený příklad

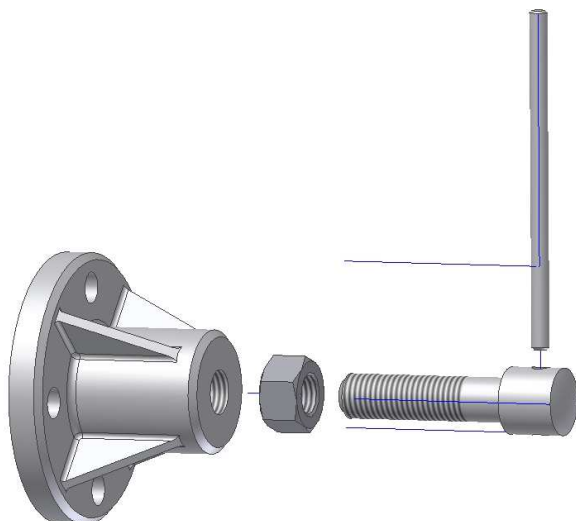
Zkusíme co umí modul prezentace na stahováku z minulé hodiny. Příkazem vytvořit pohled načteme potřebnou sestavu



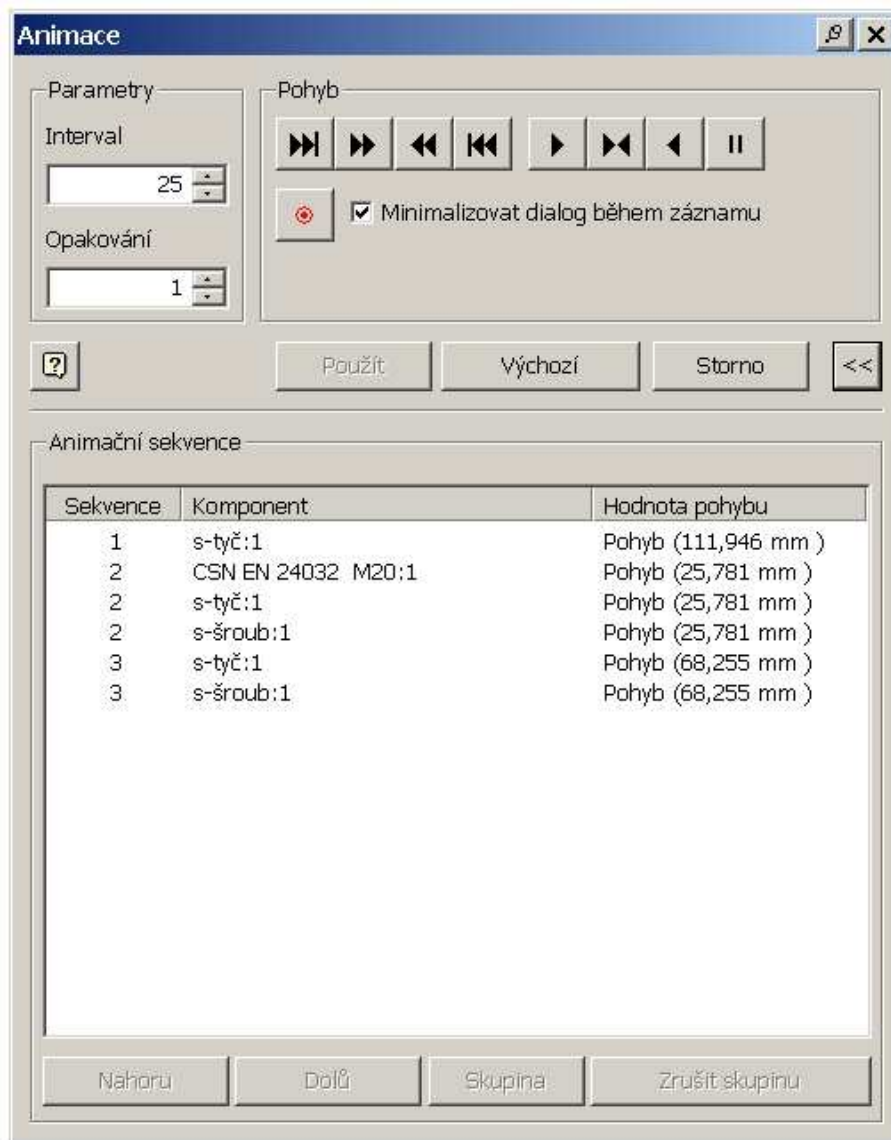
Příkazem pohyb komponent zadáváme jednotlivé pohyby bez ohledu na vazby sestavy. Lze tedy hýbat se vším (6 stupňů volnosti). Nejprve určíme směr pohybu výběrem z nabízených souřadných systémů. Poté vybereme komponenty, které se mají pohybovat, zadáme počátek trajektorie a tažením myši provedeme pohyb. Pak pokračujeme dalším pohybem.



Po několika zadaných pohybech dostaneme například takovýto obrázek:



Příkazem animace dovedeme prezentaci rozhybat, případně ji uložit do avi souboru na disk. Pokud chci provádět některé pohyby současně, musím je v animaci spojit do skupiny.



Shrnutí

Modul prezentace (soubory ipn) umí pouze to, co je uvedeno výše, není to tedy řešič kinematiky mechanismů.

Hodina 27–30:

10 2D výkresy

Cíl hodiny: Předvést tvorbu 2D výkresu z modelu nebo ze sestavy.

Teorie:

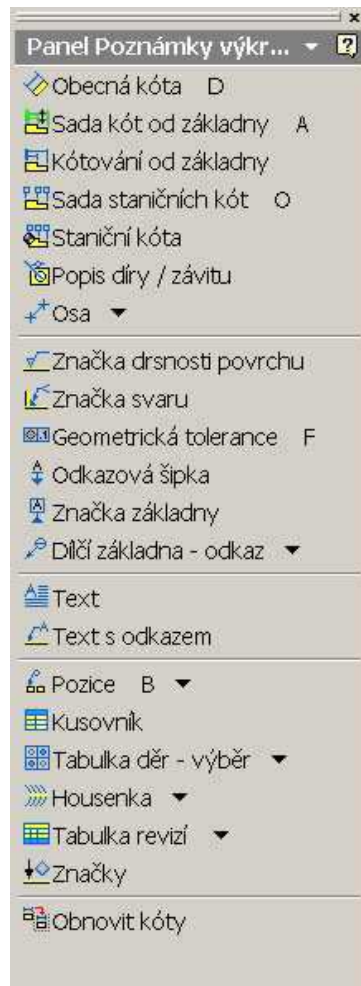
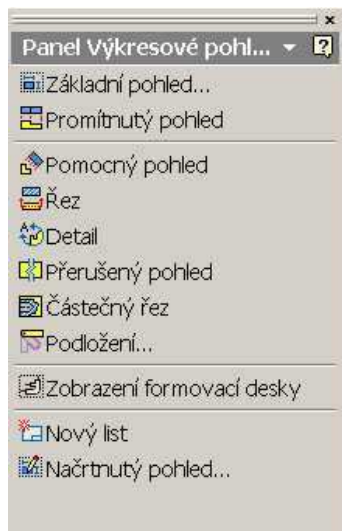
Modul Inventoru pro 2D kreslení umožňuje automaticky vytvořit 2D výkres z 3D modelu nebo ze sestavy (přípona souboru idw). Automaticky vytvoří požadované pohledy (nárýs, půdorys, bokorys, axonometrický pohled atd.), může také vytvořit kóty, které byly definovány na modelu.

S kótami je ale potíže. Při tvorbě modelu jsme kótovali tak, abychom co nejjednodušeji vytvořili model součásti. Teď bychom ale potřebovali jiné kóty – takzvané funkční kóty.

V praxi je pak postup asi takový:

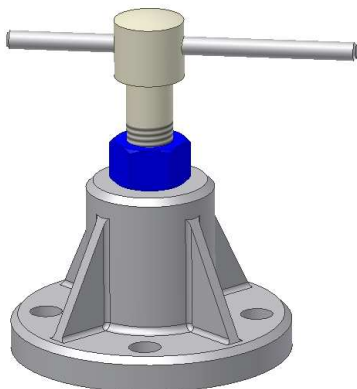
Z 3D modelu nebo ze sestavy automaticky vytvořím potřebné pohledy případně řezy, včetně viditelnosti a ručně je okótuji, včetně tolerancí a opracování. Po změně 3D modelu (3D model je základem všeho) se nám automaticky aktualizuje i 2D výkres, většina kót přežije a upraví se podle potřeby. Pokud dojde k velké změně tvaru součásti, některé kóty Inventor neumí vytvořit a výkres je nutno ručně dokótovat

V modulu 2D kreslení mám k dispozici dva ikonové panely. Jeden pro tvorbu pohledů, řezů a podobně, druhý pro kótování, pozice a podobně.

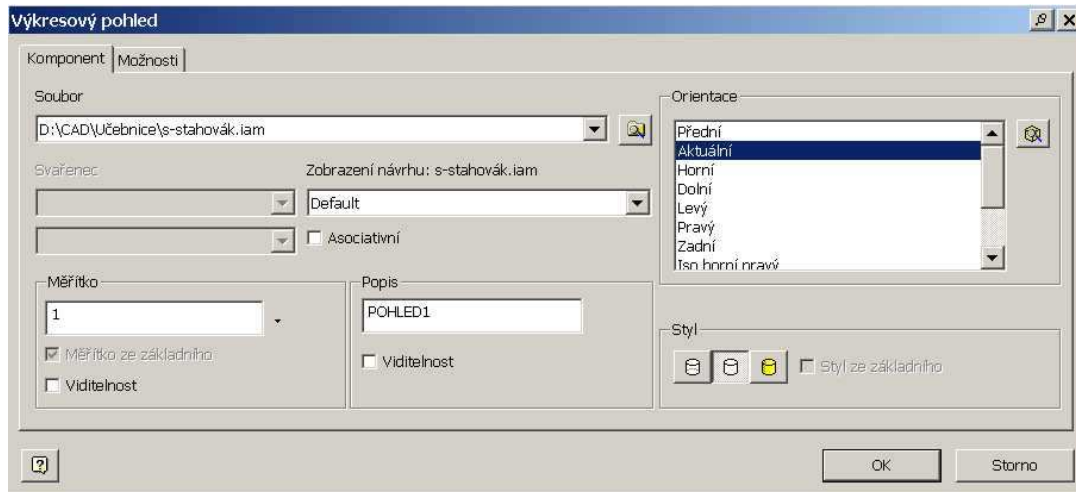


Řešený příklad

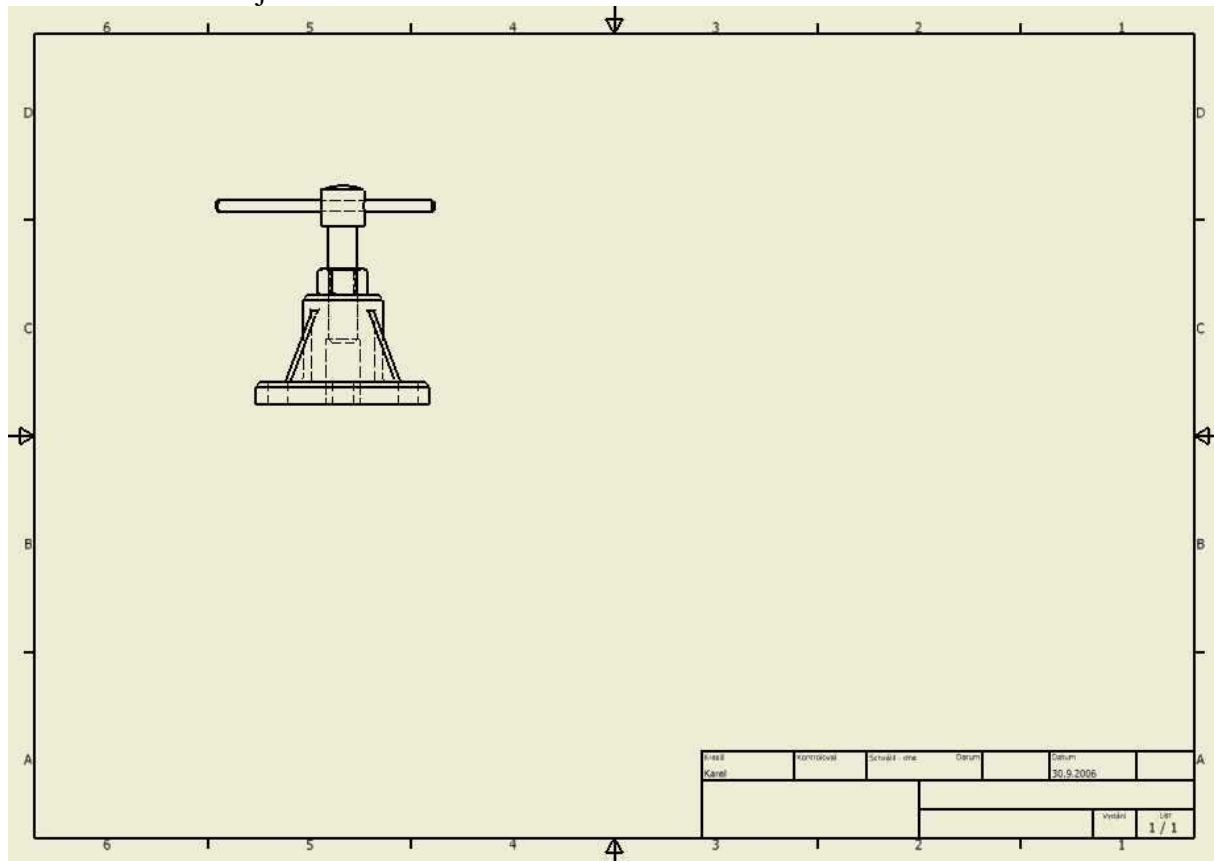
Zkusíme si vytvořit výkres sestavy stahováku z minulé hodiny.



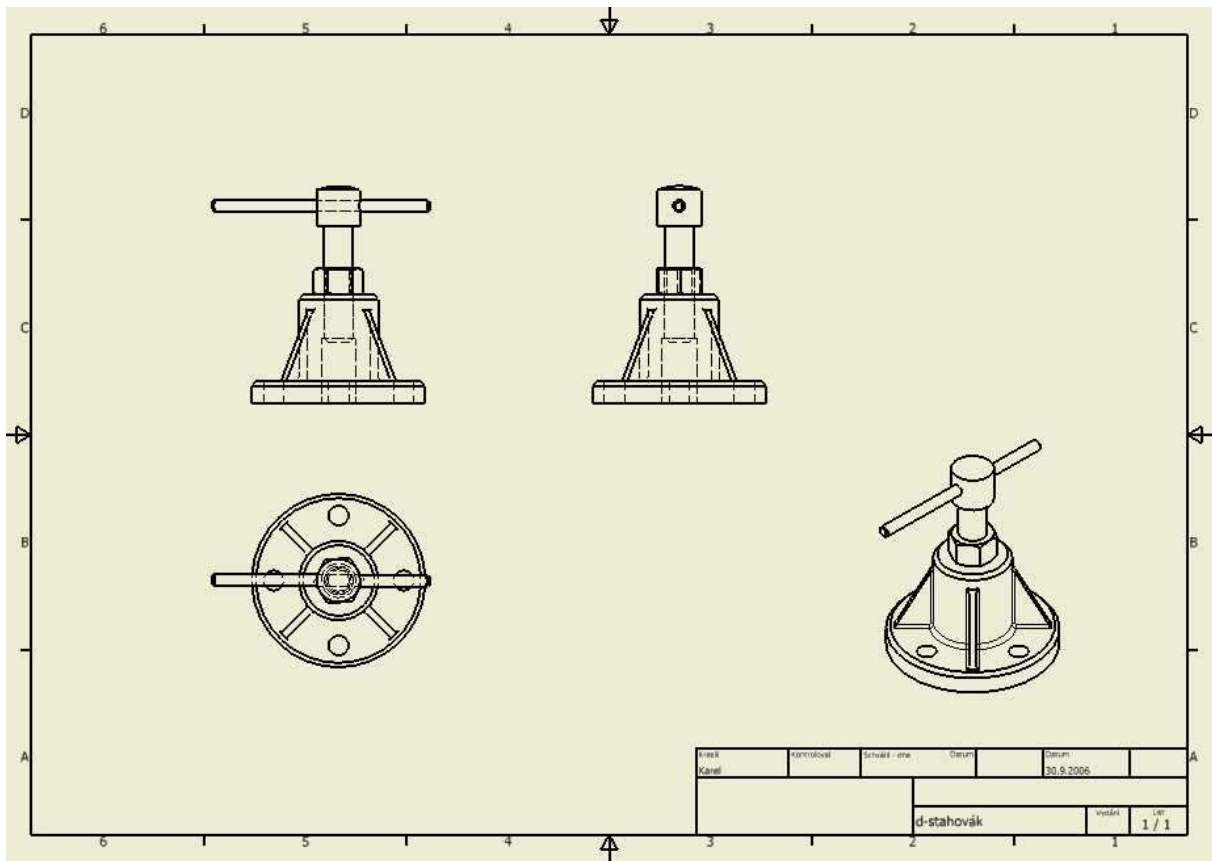
Nejprve použijeme příkaz základní pohled, kde zadáme název souboru modelu nebo sestavy ze které chceme vytvářet výkres. Dále si vybereme vhodný pohled, měřítko a vypneme či zapneme neviditelné hrany (označeno styl).



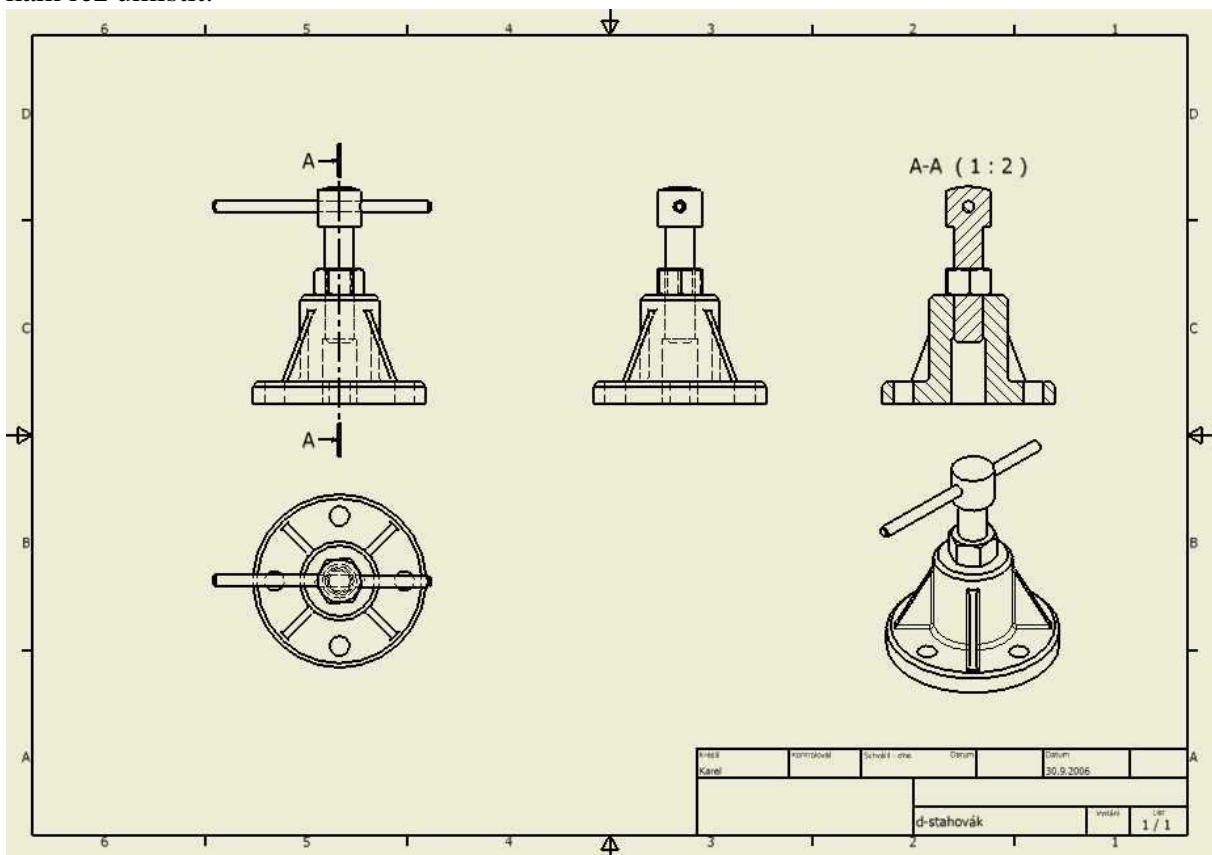
Dostaneme následující

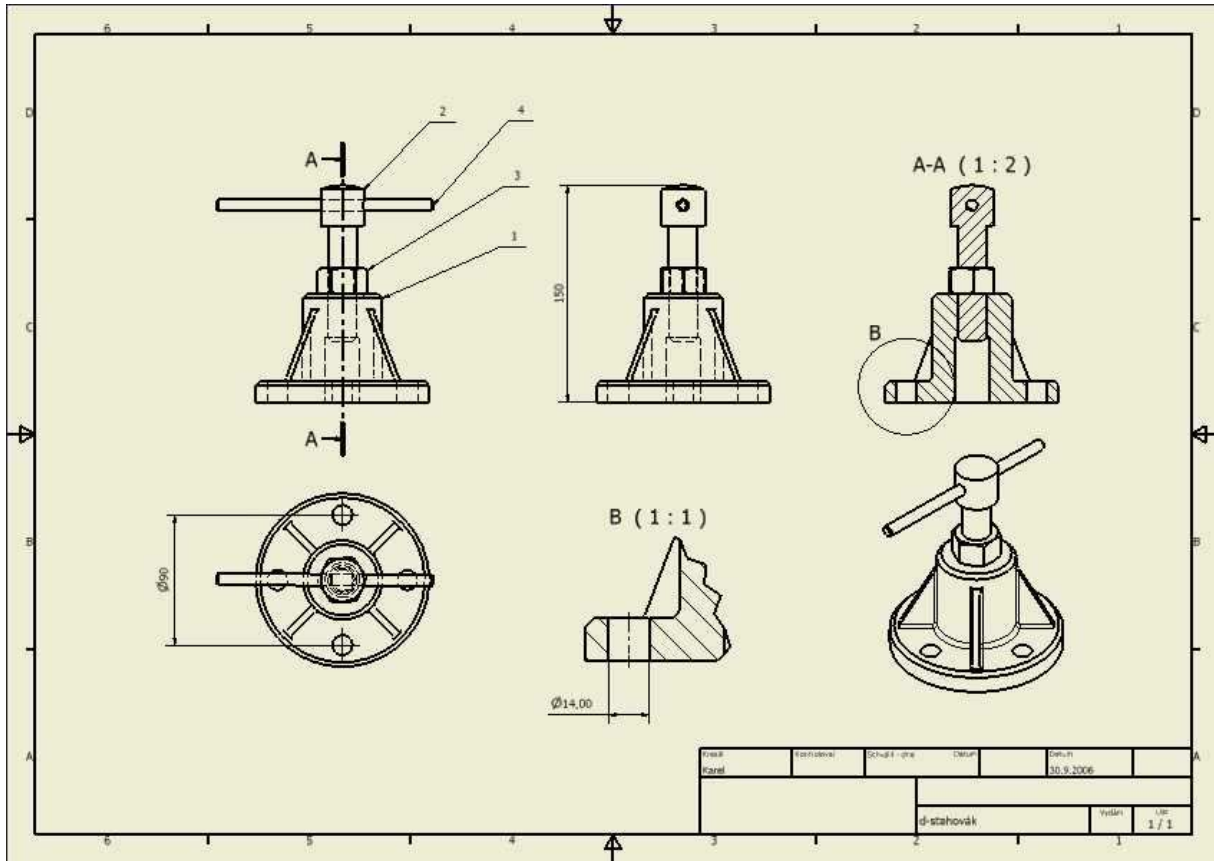


Další pohledy se odvodí z tohoto pohledu příkazem Promítnutý pohled. Podle toho, kde mám kurzor myši, vytváří se patřičný pohled se správným umístěním. Vytvořím půdorys, bokorys a axonometrický pohled. Ten se nám hodí pro názorné zobrazení složitějších modelů.

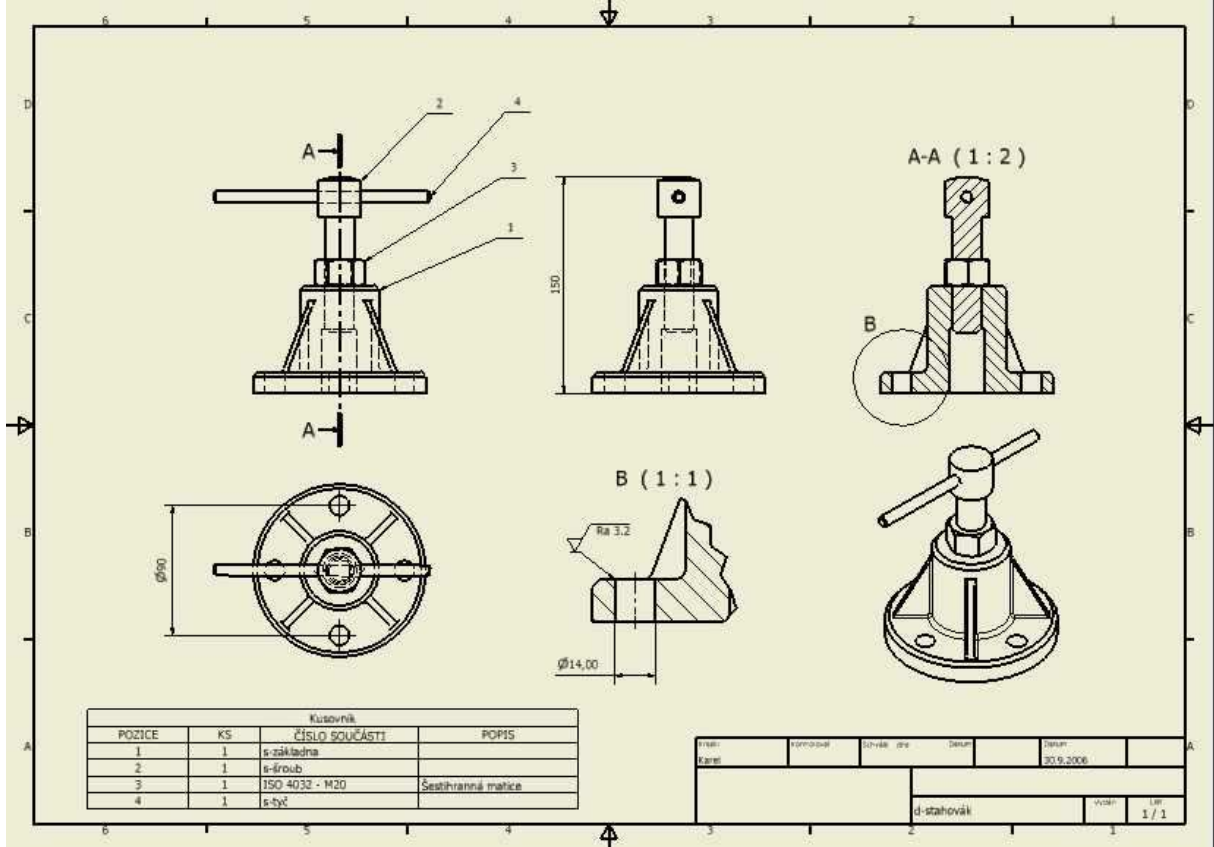


Dále si zkusíme vytvořit řez. Zadáme příkaz Řez a vybereme pohled, ze kterého má být řez vytvořen, například nárys. Nakreslíme řeznou rovinu, může být i lomená a myši ukážeme, kam řez umístít.



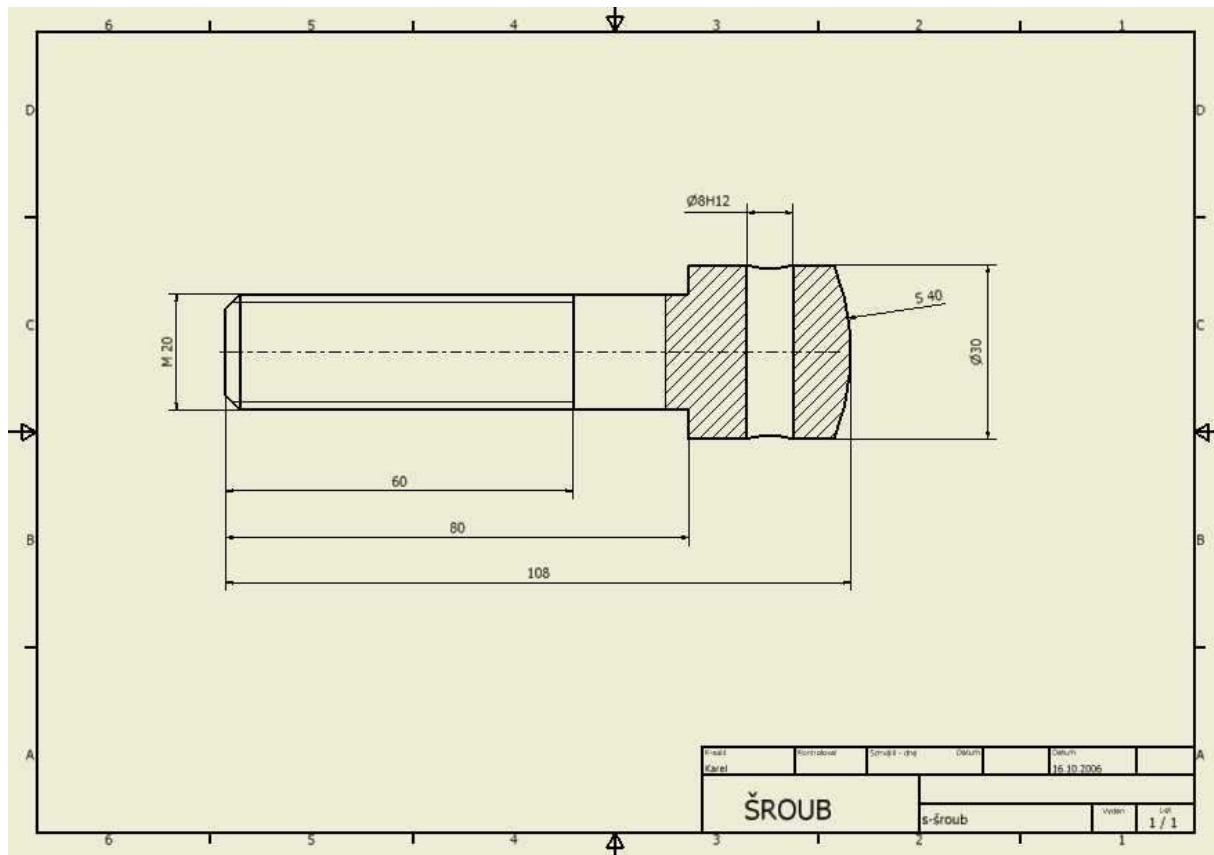


Dále byl na výkres přidán automaticky vygenerovaný kusovník.



Nebo je možné výkres přes Ulož jako uložit jako dwg soubor AutoCADu a s kótováním pokračovat tam.

Na dalším obrázku je vytvořený dílenský výkres šroubu stahováku.



Pro procvičení

Procvičovat můžete na libovolném modelu nebo sestavě kterou máte k dispozici.

Shrnutí

Stále platí, že základem všeho je 3D model. Proto i výkres je z něj odvozený. Po změně modelu se změní i výkres, ale není to možné vždy kompletně udělat. Takže po změně modelu je potřebná kontrola výkresu.

Hodina 31–32:

11 Závěr

Cíl hodiny: Rozloučit se s Inventorem

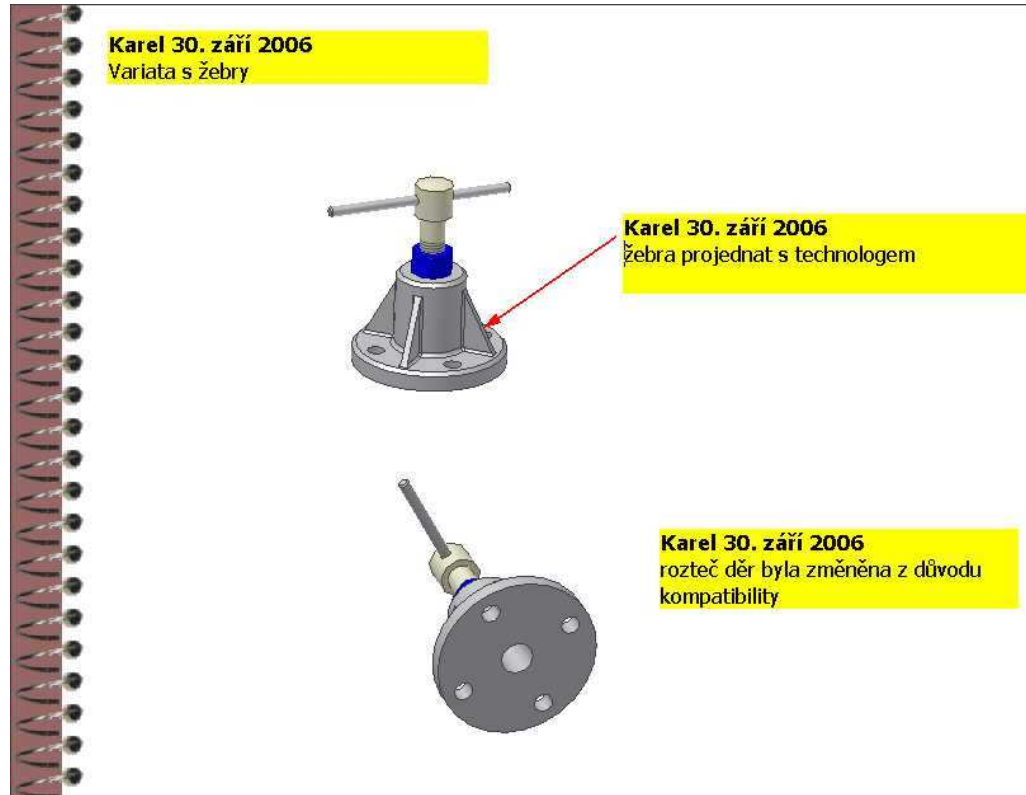
Teorie:

Prošli jsme základním kurzem Inventoru. Některé moduly, například svařenec nebo plechový díl jsme vynechali. Dále jsme se nepokoušeli o tvorbu modelu z ploch, protože v této oblasti Inventor toho moc neumí. Pro další učení je možné použít animovaný Visual sylabus – ikonka s otazníkem v menu nahoře vedle helpu. Příklady je možné najít v adresáři samples. Rohové razítka a podobně, které mají vidět všichni pak vložte do adresáře templates.

Řešený příklad

Ukážeme si jednu zajímavost, která se jmenuje konstruktérský zápisník. Tento zápisník nám umožňuje psát poznámky k výkresu někam mimo výkres.

V prohlížeči na pravém tlačítku myši vybereme Vytvořit poznámku. Otevře se zápisník, kde se automaticky vytvoří obrázek modelu a nějaká hlavička. Dále můžu dopisovat poznámky, například co je potřeba udělat, nebo proč byla změna provedena. Těchto poznámek a obrázků tam může být více, dá se to s výhodou použít u týmové práce. V prohlížeči nám pak přibyla položka Poznámky. Může to vypadat například takto:



Pro procvičení

Cvičte, modelujte, kreslete, hledejte efektivní postupy řešení, jen tak se Inventor dobře naučíte. Doporučuji pro další procvičování použít výkresy studentů z konstrukčního cvičení z předmětu Stavba a provoz strojů.

Shrnutí

Inventor sice není ten nejlepší velký CAD s nejvíce možnostmi, ale je velmi názorný a výborně se učí. Také toho hodně umí a spokojí se i se slabším počítačem. Důležitá je samozřejmě grafická karta a její možnosti v 3D vektorové grafice (Open–GL).