

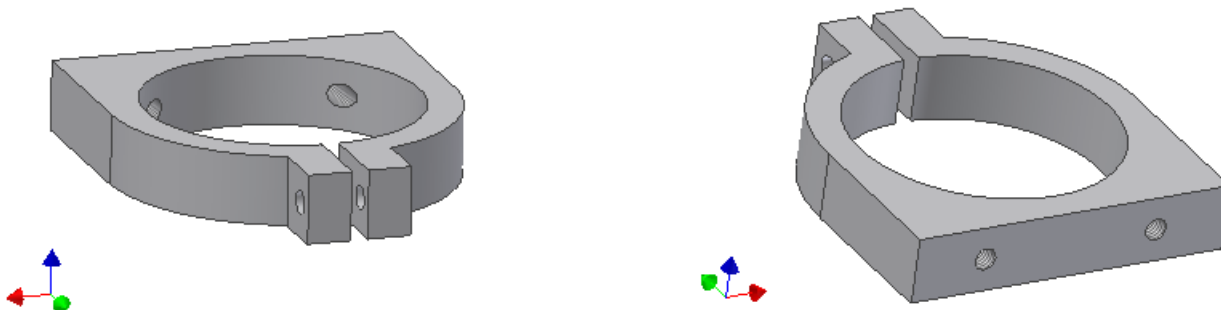
Cvičení 1

PARAMETRICKÉ 3D MODELOVÁNÍ - HRANATÁ SOUČÁST - SVĚRKA

V programu Autodesk Inventor Professional 2012

Parametrický 3D model tělesa je model, který je již od počátku jeho tvorby svázán se systémem vazeb a kót, které popisují jeho rozměry a geometrii. Veškeré rozměry jsou kdykoliv modifikovatelné pouhou změnou číselného údaje příslušné kóty. S touto variabilitou modelu musíme počítat již od počátku jeho tvorby a navrhnout systém popisu geometrie tak, aby eventuelní změnou rozměru u nějaké kóty nedošlo k deformaci nebo rozpadu modelu (i tak ovšem není nic ztraceno, nevyhovující kóty nebo vazby lze nahradit jinými, někdy však za cenu složitých operací).

Cílem prvního cvičení je osvojení základních postupů tvorby parametrického 3D modelu – *Vysunutí* a *Díra* na jednoduchém modelu svěrky (Obr.1).



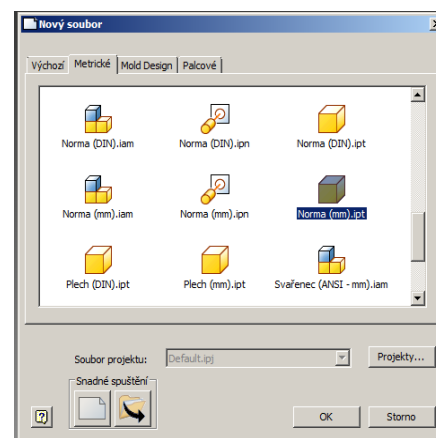
Obr. 1

Poznámka:

Dále uvedený postup tvorby modelu je jen jeden z mnoha možných, ke stejnému výsledku je možno dojít různými postupy. Zde bude vzhledem k omezenému prostoru vysvětlena vždy jen jedna varianta řešení.

1. Spuštění Autodesk Inventoru a vytvoření nového modelu.

Dvojitým poklíknutím na zástupce *Autodesk Inventor 2012* spustíme samotný program. Po krátké chvíli se objeví na obrazovce prostředí s aktivním oknem nazvaným *Začínáme*. V levé části tohoto okna najdete ikonu *Nový_* (jedna ze čtyř). Po kliknutí na tuto ikonu se změní okno a v záložce *Metrické* si najdeme ikonu pro tvorbu modelu *Norma (mm).ipt*, (ikonka „part“ – krychle), *OK*. Tím se dostáváme do prostředí, kde se bude provádět modelování dílu. Automaticky se zobrazí skicovací rovina XY s čtverečkovým rastroem (Obr.2). Začínáme naskicováním základního tvaru součásti.



2. Základní ovládání

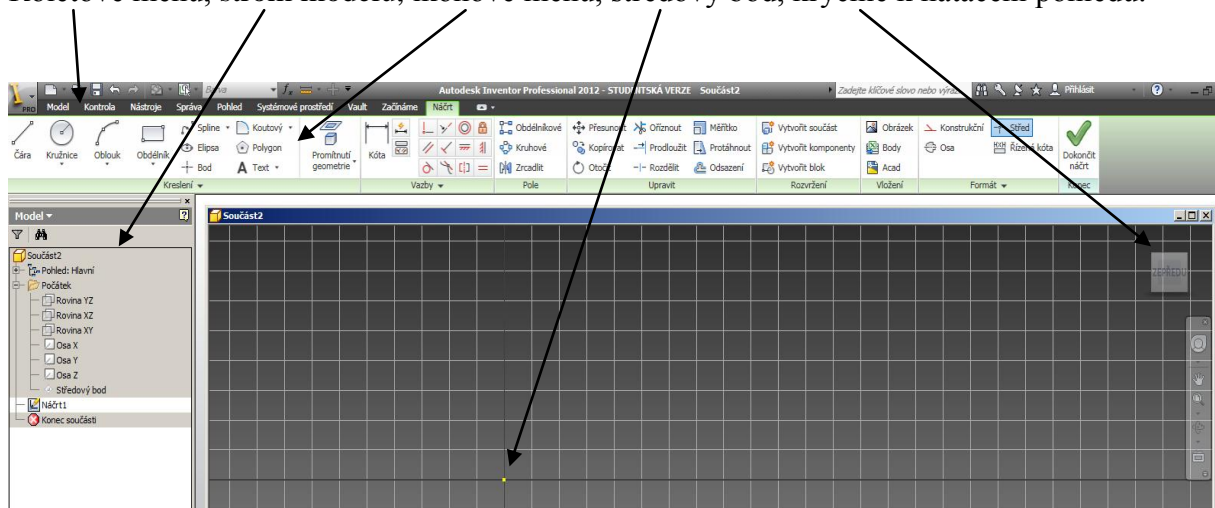
Posouvání a zvětšování skici i modelu lze provádět pomocí kláves **F2** a **F3**, otáčení klávesou **F4**, to vše v kombinaci se stlačeným levým tlačítkem myši. Pohybem myši se docílí žádaný stav zobrazení. Zvětšování a zmenšování objektu docílíme i točením kolečka na myši, posuv posuvem myši se stlačeným prostředním kolečkem, natáčení *krychle* v pravém horním rohu skicovací plochy nebo příkazem *Volný orbit* v pravém sloupci plochy. Myš má ještě další funkce, které se skrývají pod levým a pravým tlačítkem. Důležitým **levým** tlačítkem se **ukazuje, označuje a vyhledává**. Pod **pravým** se skrývá menu, které se mění

podle typu aktuální práce. Vždy se zobrazí jen příkazy, které lze provádět v dané situaci, jiné příkazy jsou nepřístupné.


V horní části obrazovky je zobrazeno *Roletové menu*, pod ním *Ikonové menu*, které se mění podle typu prováděné činnosti – *Náčrt*, *Model*, *Pohled* – složky roletového menu.

V ikonovém menu se volí jednotlivé příkazy při tvorbě skic i modelu. V levé části obrazovky se zobrazuje ještě tzv. *strom modelu*, ve kterém se postupně automaticky zapisují jednotlivé konstrukční prvky podle toho, jak je součást modelována.

Roletové menu, strom modelu, ikonové menu, středový bod, krychle k natačení pohledu.



Obr. 2

Dalším prvkem, se kterým se při tvorbě modelu setkáme je . Jedná se o výběrovou lištu, která se objeví vždy, když zastavíme kurzor myši na obrysu modelu a v tomto místě se překrývá více hran, ploch a bodů. Šipkami doleva a doprava se přechází přes jednotlivé prvky a při změně jejich barvy můžeme požadovaný označit.

3. Základní princip tvorby modelu

Každý model součástky – dílu se skládá z různých prvků – vytažení profilu, orotování profilu, vyříznutí díry, sražení hran, zaoblení hran, atd. Pořadí vytváření jednotlivých prvků by mělo být stejné jako při výrobě reálné součástky. Nejdříve se tedy modeluje hrubý tvar součásti, nakonec se srážejí a zaoblují hrany. Velikost a poloha jednotlivých prvků bude dána vazbami a kótami, které se mají zobrazit na výkrese. Z jednotlivých prvků se vytváří strom, zapisovaný v levé části obrazovky, vztahy mezi prvky jsou v závislosti rodičů a dětí.

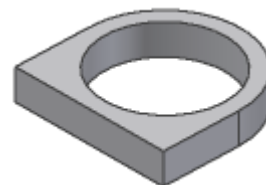
Postup tvorby jak základního prvku, tak každého následujícího, je naprosto totožný a sestává ze čtyř hlavních na sebe navazujících kroků:

1. volba náčrtové roviny,
2. náčrt,
3. vazby a kóty náčrtu,
4. vytvoření prvku.

Při tvorbě prvního modelu nebudou použita žádná nastavení vlastností modelu. To bude vysvětleno v dalších návodech.

4. Konstrukce svěrky

4.1. Základní prvek



V případě výše uvedené svěrky zvolíme za výchozí základní prvek například „placku“ dle předchozího obrázku. Tu vytvoříme tak, že v náčrtové rovině naskicujeme její profil, upřesníme kótami, dokončíme náčrt a poté tento tvar vysuneme do příslušné výšky.

Krok 1 – volba náčrtové roviny

Při tvorbě prvního prvku není nutné volit náčrtovou rovinu, je nastavena automaticky v rovině XY. Při kreslení dalších prvků bude třeba náčrtovou rovinu volit. To provedeme tak, že ukážeme myši přímo na rovinu, ve které chceme skicovat další prvek pro připojení k základnímu (nosnému) prvku.

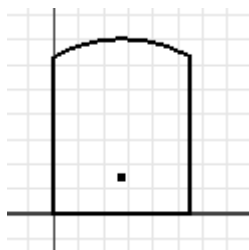
Krok 2 – návrh

Vytvoření návrhu představuje nakreslení půdorysného profilu, ze kterého pak půjde vysunutím vytvořit prvek. Návrh se vytváří vždy v náčrtové rovině a k jeho nakreslení se použijí klasické objekty – úsečka, kružnice, oblouk, křivka atd. Protože se z návrhu časem stane prvek, musí být návrh vytvořen jako **uzavřený obrazec**, jeho čáry se nesmí křížit (neplatí u promítnuté geometrie). Na rozměrech skici teoreticky nezáleží, ty se dodají kótami.

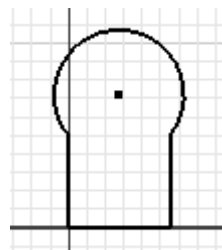
Měřítko je vždy 1:1.

Inventor je nepovinný parametrický modelář, jeho skica nemusí mít 0 stupňů volnosti. (jednoznačné zakótování je prováděno automaticky od dvou základních referencí, kterými bývají dvě na sebe kolmé hrany skici). Jakmile je skica plně okótovaná, změní se její barva (zpravidla na tmavší odstín původní barvy).

Pro naši „placku“ vyrobíme půdorys ze tří přímků a jednoho oblouku a mohl by vypadat jako následující skici, levý dolní roh je upevněn do souřadného systému. Ukončení kreslicího příkazu se provádí přes pravé tlačítko myši.



Obr. 3a)

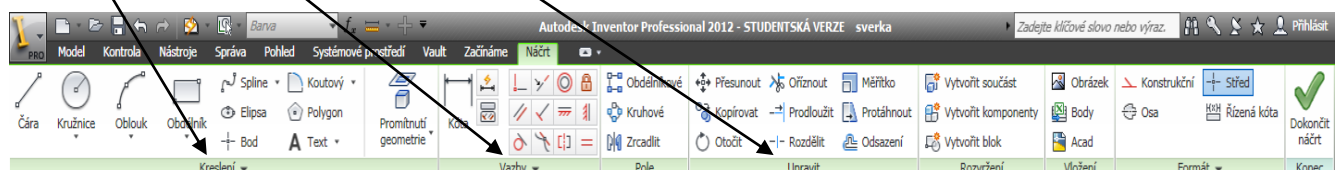


Obr. 3b)

Příkazy pro tvorbu skici najdeme v horním okně nabídky. Při kreslení přímků ukazujeme **levým tlačítkem myši** na koncové body a tím úsečku definujeme. Oblouk definujeme – 1. koncový bod oblouku, 2. koncový bod, libovolný bod na oblouku, který určuje polorovinu, ve které má být oblouk vytvořen. Následně doplníme chybějící vazby opět v horním okně a kóty, aby skica odpovídala požadovanému tvaru i velikosti.

Krok 3 – vazby a kóty

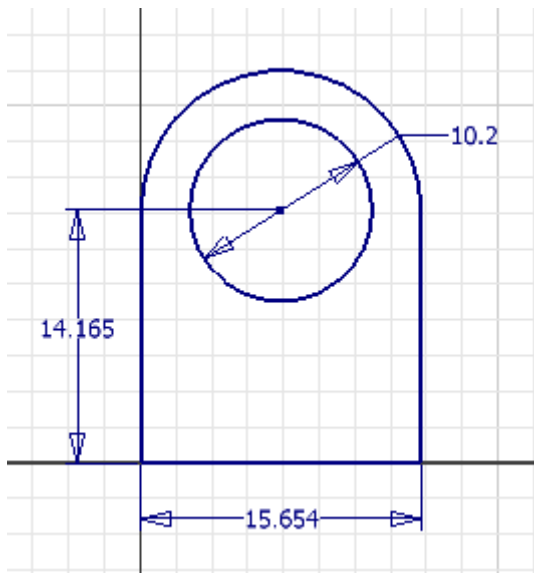
Kreslicí příkazy, vazební příkazy, editační příkazy.



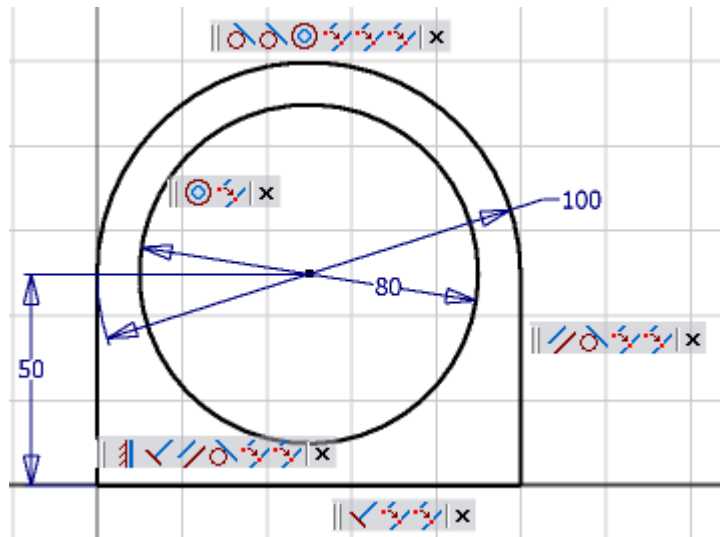
Vazby náčrtu jsou *horizontálnost, vertikálnost, kolmost, tečnost, rovnoběžnost, symetrie, totožnost* atd. Aby měl náčrt co nejvíce omezený počet stupňů volnosti, je dobré

použít vazeb co nejvíce a zakótovat pouze rozměry, které nelze vazbami řešit. Vazby se volí z horního ikonového menu klikem levého tlačítka myši. Vazbu aplikujeme přímo do skici kliknutím na oba vazbené prvky (přímka – oblouk apod.)

Skicu umístíme levým dolním rohem do počátku souřadného systému, tím je upevněn v prostoru a ostatní prvky se buď zavazbí nebo zakótuji vůči tomuto počátku. Pokud jsme toto vše provedli s naší skicou „placky“ a ještě doplnili o kružnici soustřednou s obloukem, dostáváme Obr. 4a) resp. s upravenými kótami Obr. 4b).



Obr. 4a)

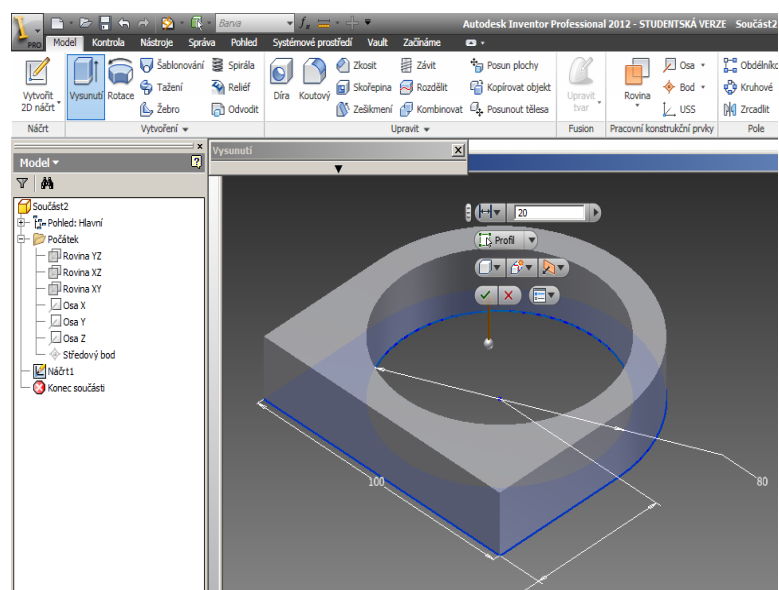


Obr. 4b)

Krok 4 – vytvoření prvku

Po vytvoření skici ukončíme náčrt a to tím, že umístíme myš kamkoliv do pracovního prostoru skici a po zmáčknutí pravého tlačítka myši zvolíme *Dokončit 2D náčrt* nebo zelené zatržítko na konci horního ikonového menu. Tím zmizí rastr (slabě viditelná šachovnice) a také se prosvětlí celé levé ikonové okno. V roletovém okně *Model* je použitelná první nabídka – *Vysunutí*. Po kliknutí na tuto ikonu se zobrazí dialogová nabídka (Obr. 5), ve které zvolíme *Profil* - plochu mezi obrysem a vnitřní kružnicí, směr a výšku 20 mm vysunutí profilu. Zelené zatržítko ukončí úspěšné vytvoření prvního prvku součásti.

V menu *Stromu modelu* se *Náčrt1* změní na *Vysunutí1*, placka je hotová. Pomocí myši a klávesy F4 nebo kostkou v pravé části můžeme modelem otáčet. Ve vlastním zájmu je třeba po určitém intervalu práci ukládat!



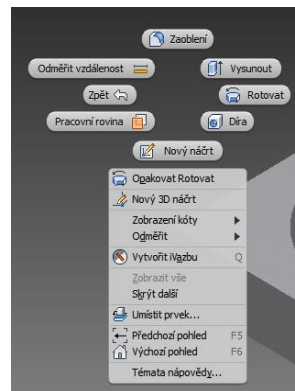
Obr.5.

4.2. Nálitek

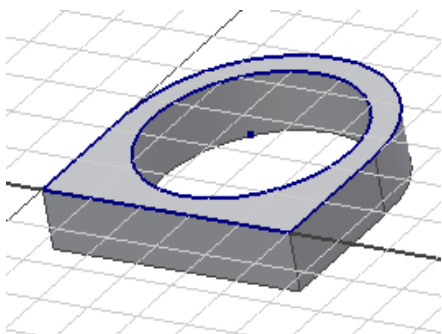
Nyní vyrobíme nálitek pro utahovací šroub.

Krok 1 - volba náčrtové roviny

V horním ikonovém menu – *Vytvořit 2D náčrt* nebo pod pravým tlačítkem myši zvolíme *Nový náčrt* (Obr. 6) a šipkou myši ukážeme na rovinu, ve které budeme skicovat. Jako půdorysnou plochu volíme tu, ve které jsme prováděli předchozí skicování (XY). Tím se nám opět objeví ve zvolené rovině rastr (slabě viditelná šachovnice) (Obr.7), opět se změní horní ikonové okno, skicovací rovina se natočí do čelního pohledu automaticky nebo pomocí krychle v pravém horním rohu.



Obr.6

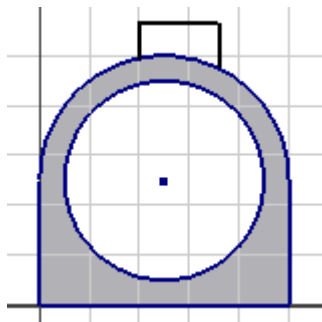


Obr.7

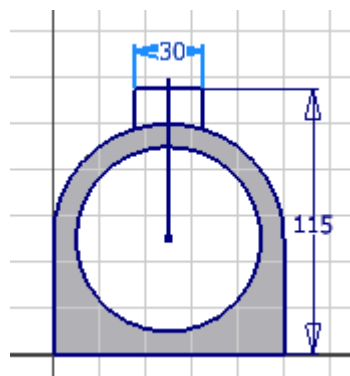
Krok 2 - náčrt

Určením skicovací roviny se definovaly veškeré reference pro další tvorbu skici. Nálitek je tvořen třemi na sebe kolnými úsečkami. Jejich konce jsou ztotožněny s profilem oblouku a jsou vůči středu díry symetrické.

K použití *symetričnosti* je nutné nakreslit úsečku vycházející ze středu kolmo vzhůru. Úsečka může být kreslená čerchovaně (osa – ikona vpravo v menu.) Náčrt je doplněn potřebnými kótami. Na Obr. 8 je patrné přidání skici nálitku a na Obr. 9. přidání svislé čáry, vazby symetričnosti a kóty.



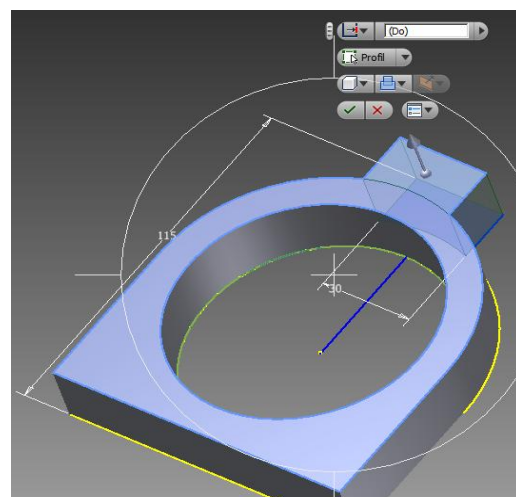
Obr. 8



Obr. 9

Krok 4 – vytvoření prvku

Opět dokončíme 2D náčrt a zvolíme ikonu *Vysunutí*, zvolíme profil a směr vysunutí. Máme dvě možnosti jak to provést. Jednou je vysunout profil do vzdálenosti 20 mm správným směrem, ale tím se zbavujeme vazby na společnou tloušťku s plackou a navíc budou na výkrese dvě kóty pro tloušťku tělesa. A tou druhou možností (lepší) je odkázat se právě na tloušťku placky a to tak, že zvolíme místo *Vzdálenost* možnost *Do*. Zmáčknutím nově objevené šipky a



ukázáním na rovinu kam až se má zvolený profil protáhnout a zatržením položky se nám vytvoří tělísko nálitku, které má stejnou tloušťku jako placka.

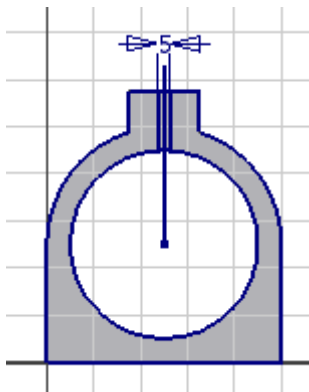
4.3. Proříznutí nálitku

Krok 1 – volba náčrtové roviny

Pod pravým tlačítkem myši zvolíme *Nový náčrt* a šipkou ukážeme na skicovací rovinu na součásti a natočíme do čelní roviny, aby se nám lépe skicovalo.

Krok 2 – náčrt

Proříznutí vytvoříme obdobně jako náletek. Náčrt bude tvořen pouze dvěma čarami mezi obrysovými hranami a osou symetrie, bude zavazben a okótován dle Obr.10.



Obr. 10

Krok 3 – vazby a kóty náčrtu

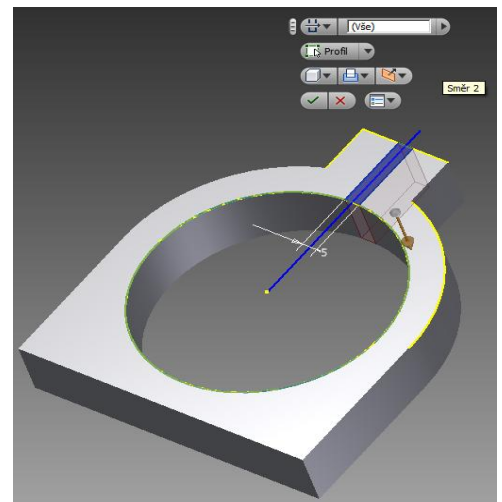
Opět přidáme úsečku jdoucí svisle vzhůru ze středu kružnice, která nám poslouží jako osa symetrie. Drážka musí být také uprostřed nálitku. Její šířka bude 5 mm.

Krok 4 – vytvoření prvku

Určíme profil drážky, který odřízne (*Rozdíl* - prostřední ikona uprostřed) *Vše* (*Vymezení*)

Tím nám vznikne proříznutá drážka.

Obr. 11



4.4. Díra pro šroub v nálitku

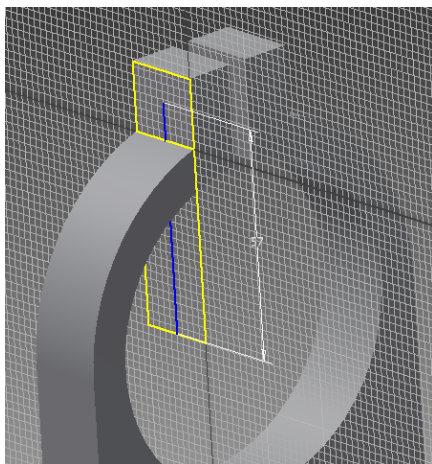
Krok 1 – volba náčrtové roviny

Díra pro šroub bude umístěna z boku nálitku. Aby to šlo, musíme umístit náčrtovou rovinu do této boční stěny.

Krok 2 – náčrt

Aby se nám opět dobře skicovalo, natočíme si skicovací rovinu do čelního pohledu pomocí kostky v pravém rohu na pracovní ploše.

Krok 3 – vazby a kóty náčrtu



K tomu, aby díra pro šroub byla uprostřed tloušťky svěrky, definujeme polohu středu pomocí čáry o délce 57, která začíná na ose velké díry v polovině výšky placky.

K tomu abychom to mohli provést, musíme si promítnout hranu konce vnějšího oblouku do skicovací roviny. Na tuto promítnutou úsečku v její polovině nakreslíme kolmici.

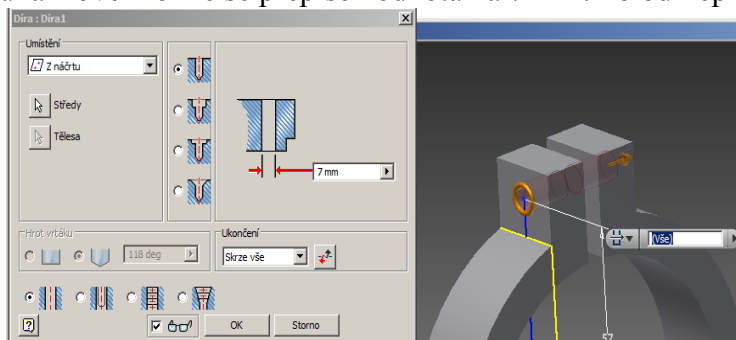
K promítnutí hrany slouží důležitá ikona **Promítnout geometrii** v horním ikonovém menu. Poté nakreslíme úsečku v polovině, kolmo na tuto úsečku, zakótujeme její délku. Na jejím konci bude modelována závitová díra.

Ukončit 2D náčrt.

Obr.12

Krok 4 – vytvoření prvku

Po ukončení náčrtu zvolíme v horním ikonovém menu položku *Díra*. Objeví se okno (Obr. 13), ve kterém se definuje poloha středu (viz náčrt), typ – *Skrz vše* a vpravo na ukázkovém okně se přepíše hodnota na 7 mm. Po odklepnutí *OK* vznikne požadovaná díra.

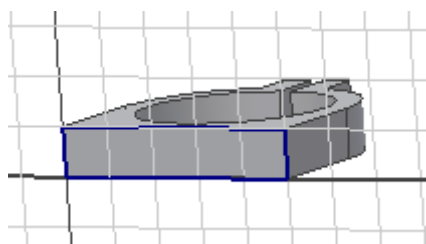


Obr. 13

Posledním krokem tohoto cvičení je vytvoření dvou závitových děr pro ukotvení.

4.5. Díry na zadní straně svěrky

Krok 1 – volba náčrtové roviny

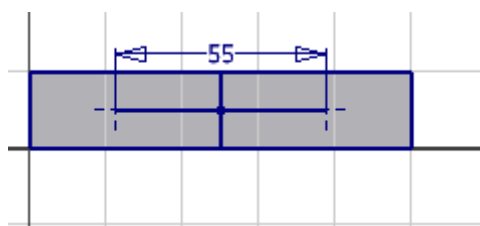


Po volbě *Nový náčrt* zvolíme skicovací rovinu na zadní stěně svěrky. A natočíme do nárýsu, aby se nám dobře skicovalo.

Obr. 14

Krok 2 – náčrt

Nyní načrtneme polohu děr a to tak jako u předcházejícího prvku. Nejprve vytvoříme úsečky uprostřed obdélníku svisle a poté vodorovně. Na tyto konce poté připevníme středy děr.



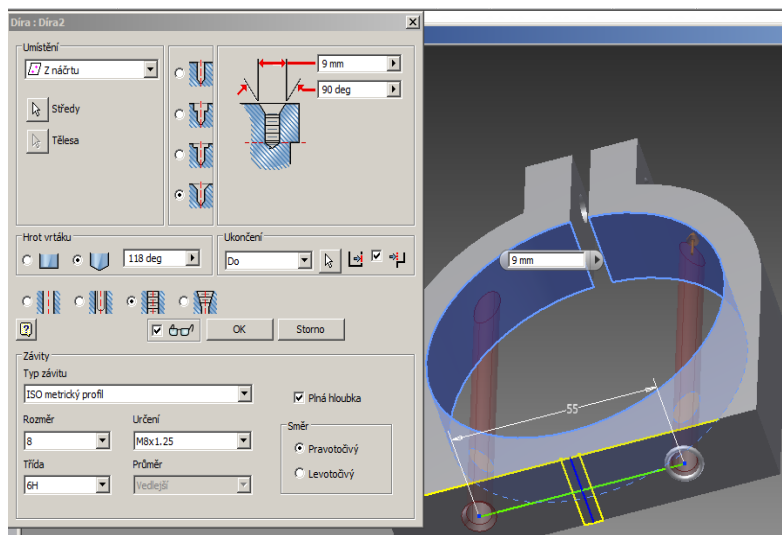
Krok 3 – vazby a kóty

Přidáme ještě vazbu symetričnosti koncových bodů vodorovné úsečky vůči svislici a okótujeme její délku na hodnotu 55 mm. Celková skica by měla vypadat takto.

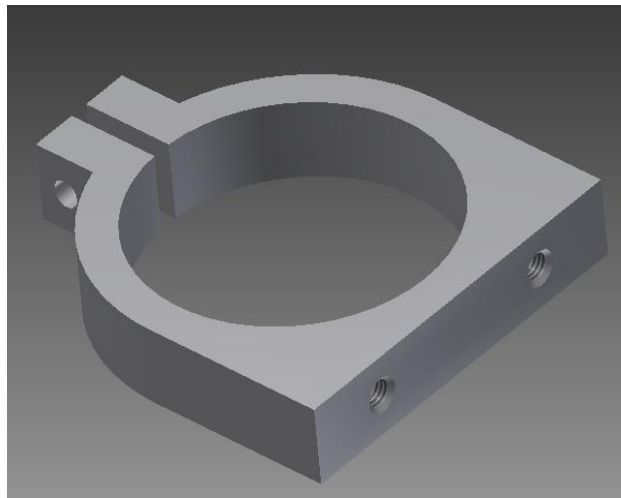
Krok 4 – vytvoření prvku

Po dokončení náčrtu zvolíme opět v horním ikonovém menu položku *Díra*, umístění *Z náčrtu*, středy na koncích předkreslené úsečky. Dále zvolíme následující kombinaci – Ukončení změním ze *Skrz vše* na *Do* a ukážeme kliknutím na vnitřní velkou díru.

V nabídce typů děr zvolíme *3. závitovou*



díru, Plná hloubka a zvolíme typ závitů ISO metrický profil, jmenovitý rozměr 8, závit M8x1,25, na vstupu kužel s $\phi 9$ a ostatní necháme být. Klikneme na OK a závitové díry jsou hotové. Výsledná součást pak vypadá následovně (Obr. 16.)



Obr. 16