

Autodesk Inventor

(zdroj: www.designtech.cz)

Problematika výuky parametrického modelování je vázána především na obor strojírenství a v posledních letech také stavebnictví a architektura. V našem článku se podíváme detailněji na výuku adaptivního modelování (jistá odnož parametrického modelování) v produktu Autodesk Inventor, který patří do kategorie modelářů používaných pro navrhování ve strojírenství.

Autodesk Inventor, krátké představení

Autodesk Inventor Series poskytuje konstruktérům možnost i nadále využívat technologie, na které jsou zvyklí z minulosti, a které jsou založené na AutoCADu, a přitom se mohou postupně seznamovat s novými metodami 3D navrhování v programu Inventor. Autodesk Inventor Series umožňuje uživatelům přejít na novou technologii pohodlným tempem a s minimálním rizikem narušení chodu podnikání.

Pro uživatele, kteří uvažují o využití programu Autodesk Inventor jako primárního návrhářského nástroje, představuje Inventor Series cestu pro uskutečnění přechodu. Mohou totiž udržovat svůj stávající systém práce založený na AutoCADu a současně se seznamovat s novou technologií.

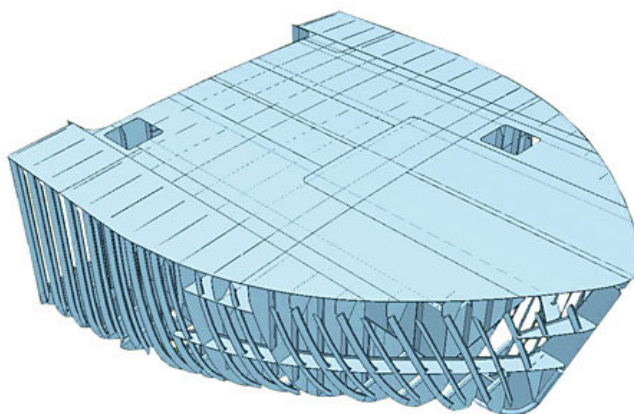


Jednoduchá sestava je ideálním začátkem pro každého

Inventor Series umožňuje konstruktérům zvládnout novou 3D návrhářskou technologii, aniž by museli obětovat svůj současný návrhářský systém. Tak mohou používat přesně ty aplikace, které potřebují, a tehdy, kdy je potřebují, protože je všechny dostanou v jednom balení.

Autodesk Inventor kombinuje možnosti 2D s výkonem 3D, a přináší kompatibilitu se souborovým formátem DWG přímo od společnosti, která jej vyvinula.

Inovativní adaptivní technologie v jeho jádru poskytují požadovaný výkon při práci s velkými sestavami, což je pro strojní inženýry obrovská výhoda. Protože platforma Autodesk Inventoru je od základu postavena tak, aby umožňovala využití návrhových dat v celém hodnotovém řetězci, mohou podniky optimalizovat své obchodní procesy a sdílet informace se všemi svými partnery, čímž uspoří významné finanční prostředky.



Profesionální nasazení Inventoru ve výrobě lodí

Poslední aktuální verzi Autodesk Inventor verze 10 (druhé pololetí roku 2005) přichází s výraznou integrací inženýrských nástrojů:

Příručka konstruktéra

Obsahuje konstrukční teorii, vzorce a algoritmy, které musí mít každý konstruktér při ruce. Můžete tak výrazně zkrátit čas nutný ke konstrukční analýze. Komplexní referenční příručka a databáze znalostí pro oblast výroby je snadno přístupná z kteréhokoli místa v aplikaci Autodesk Inventor.

Strojírenské kalkulatory

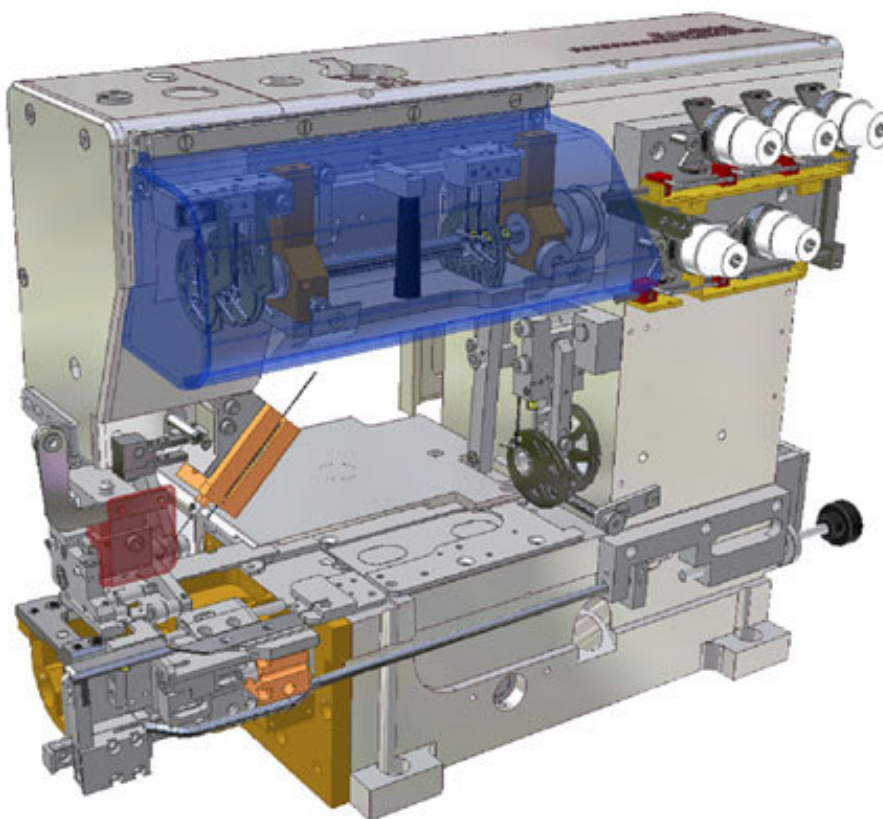
Minimalizuje nákladné přepracovávání a zlepšete efektivitu navrhování díky snadno ovladatelným online nástrojům pro analýzu konstrukce. Komplexní sada strojírenských kalkulatorů staví na standardních matematických vzorcích a fyzikálních teoriích používaných při návrhu i validaci strojírenských systémů.

Generátory komponent

Umožňuje rychlý návrh, analýzu a tvorbu běžně užívaných strojírenských komponent na základě funkčních požadavků a specifikací. Nyní můžete navrhovat díly a sestavy s reálnými atributy a využívat podmínky jako výkon, rychlost, torzní moment, vlastnosti materiálu, provozní teploty a podmínky tření.

Inventor Studio

Další výrazné zlepšení Autodesk Inventoru 10 najdete v oblasti vizualizace návrhu. Inventor Studio omezuje náklady na tvorbu prototypů díky vytváření vysoce kvalitních fotorealistických vykreslení a animací. Vylepšuje komunikaci díky rychlé ilustraci prezentovaných koncepcí. Díky nástroji Autodesk Inventor Studio můžete připravit moderní vykreslení a animace přímo v prostředí návrhu.



Návrh produkčních zařízení

Další nástroje doznali především vylepšení dialogových panelů a optimalizace funkcí. Jedná se především o příkazy pro tvorbu svařovaných konstrukcí, práce se styly, importní a exportní filtry.

Vyučujeme Autodesk Inventor

Výuka adaptivní technologie má svá určitá specifika. Z pohledu metodiky se jedná především o zásadní změnu myšlení konstruktéra proti 2D navrhování. Výkresová dokumentace již nevzniká jako primární, ale jako sekundární produkt návrhového procesu. Je nutné si ovšem uvědomit, že výkres tvoří v minimálně 75% případů požadovaný výstup. Proto nesmíme zapomínat ani na standardní postupy 2D konstrukce. Za ideální vstup do výuky 3D adaptivního modelování jsou proto znalosti technického kreslení, norem a částečně 2D konstrukce.

- **Úvod** - základní seznámení s problematikou parametrického a adaptivního modelování. Pracovní prostředí Autodesku Inventoru.
- **Než začnete** - seznámení s pracovním prostředím Autodesku Inventoru. Zobrazení topologie modelu v Prohlížeči součástí. Nástroje pro řízení pohledu.
- **Konstrukce náčrtů** - teorie práce v soustavách pracovních a rovin, os a bodů. Konstrukce náčrtů pomocí geometrických vazeb a parametrických kót.
- **Modelování součástí** - modelování součástí pomocí parametrických náčrtů a konstrukčních prvků. Adaptivní modelování součástí řízených geometrií sestavy.
- **Součásti z plechu** - modelování součástí z plechu. Charakteristika problematiky modelování a optimalizované nástroje pro zpracování součástí z plechu.
- **Modelování sestav** - řešení stupňů volnosti součástí v sestavách. Nástroje a metodika pracování podsestav a sestav.
- **Adaptivní modelování** - efektivní postupy tvorby a generování variantních součástí a sestav pomocí adaptivního modelování s minimalizací matematických vztahů.
- **Svařované sestavy** - modelování svařovaných sestav. Tvorba základní sestavy, přípravné operace pro svařování a následné obrábění.
- **Animace** - animace montážních postupů pro řešení složitých a problematických montážních uzlů. Definice pohybových uzlů rozpadu sestav.
- **Tvorba výkresů** - tvorba výkresové dokumentace součástí a sestav. Pohledy, řezy, nástroje pro kótování.
- **Potrubí a rozvody** - nástroje pro tvorbu oborově zaměřených konstrukčních prvků (potrubí, kabely, apod.).
- **Design Accelerator** – nástroje pro podporu inženýrských výpočtů, generování součástí a řešení konstrukčních uzlů.

Navrhujeme v Inventoru

1. Adaptivní modelování

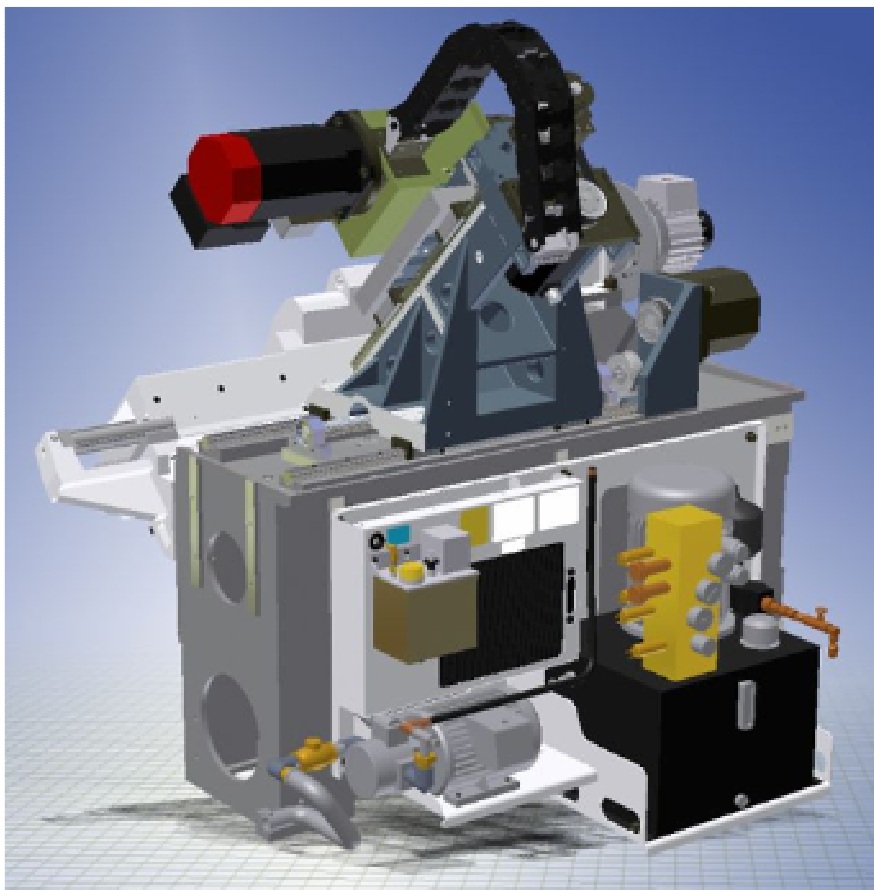
Široké nasazení nových aplikací není samozřejmě možné bez vysoké úrovně znalostí. Výpočetní technika se stává opravdovým nástrojem pro podporu lidského myšlení. Vracíme se tak do dob, kdy bylo létání považováno za nemožné a spojení mezi světadíly za několik sekund bylo pouze snem.

Moderní technologie nám umožňují se stále častěji vracet k podstatě prostorového myšlení, které je pro navrhování daleko přirozenější a efektivnější. Samozřejmě že klasická koncepce 2D výkresové dokumentace ještě zůstane v některých oborech dlouho základním zdrojem informací, ale i zde může znamenat využití prostorových modelů urychlení a zkvalitnění vývoje. Potenciálem znalostí konstruktérů, technologů a návazných oborů nemusí být plýtváno v oblastech, které dokáže zpracovat výpočetní technika v podstatně kratším čase a vyšší kvalitě.

Dostupnost kvalitní a dostatečně výkonné výpočetní techniky v posledních letech umožňuje využívat efektivnější postupy v oblasti počítačového navrhování a přípravy výroby. Nový výrobek se stává virtuálním prototypem v elektronické podobě, který může být kompletně navrhnout a zkontrolován včetně simulace jeho výroby na osobním počítači.

Cestou k adaptivitě

Výrazný podíl složitých sestav ve strojírenství s efektivní aplikací nakupovaných dílců a minimalizací vlastní výroby tvarově náročných součástí určuje v současné době trend ve vývoji nových výrobků. Právě v této oblasti je nutné uvažovat nejen se specifickými požadavky na zvolený CA systém, ale s minimalizací času nutného pro zaškolení a ovládnutí nového produktu. Svou pozornost zaměřil Autodesk v několika letech vývoje Inventoru především na:



Virtuální prototyp nového zařízení - nulové náklady na výrobu a plný přehled o jeho funkci

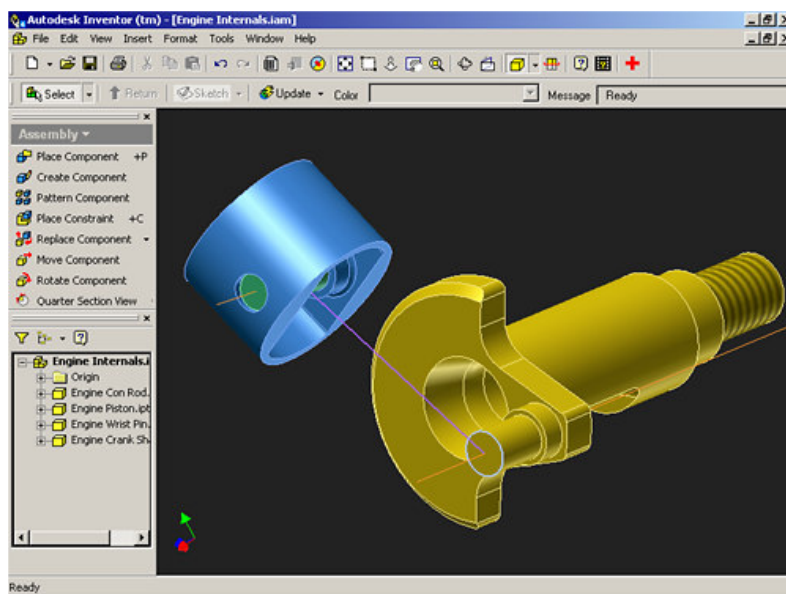
- Single-Day Productivity, rychlé seznámení s aplikací
- Komplexní popis virtuálního prototypu nikoliv pouze jednotlivých částí
- Maximální podpora spolupráce při tvorbě výrobku v rozsáhlém týmu
- Zachycení inženýrského záměru již ve fázi tvorby náčrtů jednotlivých součástí, podsestav a sestav
- Vytvoření podmínek pro opakované použití modelů, zajištění informací o možnostech jejich úprav
- Podpora efektivní práce na sestavách o desítkách tisíc součástech
- Kompatibilita s existujícími formáty včetně dwg
- Integrace CAE nástrojů pro technické výpočty (od verze 10)



Nasazení nových technologií v masovém měřítku a převratné změny myšlení proti zaběhlým tradicím samozřejmě vyžaduje nejen propracovanou metodiku, ale musí vždy vycházet z produktu samotného. Při vývoji Inventoru sledoval Autodesk jediný cíl: osvobodit strojírenské konstruktéry a umožnit jim snadný přechod na 3D modelování jako základní nástroj pro jejich práci.

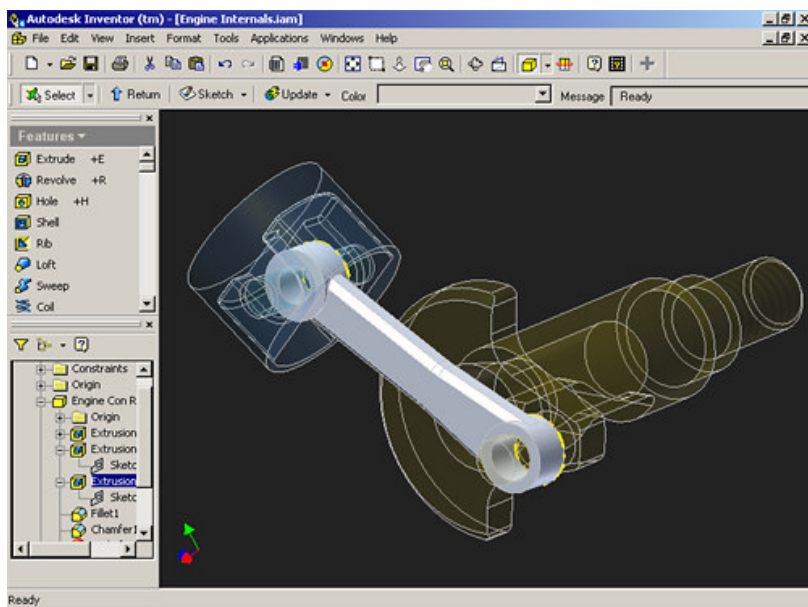
Vývoj v prostoru již ve fázi náčrtu pomocí adaptivních náčrtů

Ať již vytváříte prvotní koncept, nebo řešíte komplexní projekt, je přirozené nakreslit si nejdříve přibližný náčrtek a teprve potom vytvořit finální 3D model. Takže nejdříve se zabýváte otázkou funkčnosti výrobku, a teprve pak se snažíte najít ideální tvar jednotlivých součástí. Ostatní technologie pro navrhování ve 3D nutí uživatele vytvářet objemový model dřív, než si mohou funkci jednotlivých součástí nebo celku ověřit. To ale obrací přirozený proces tvorby návrhu.



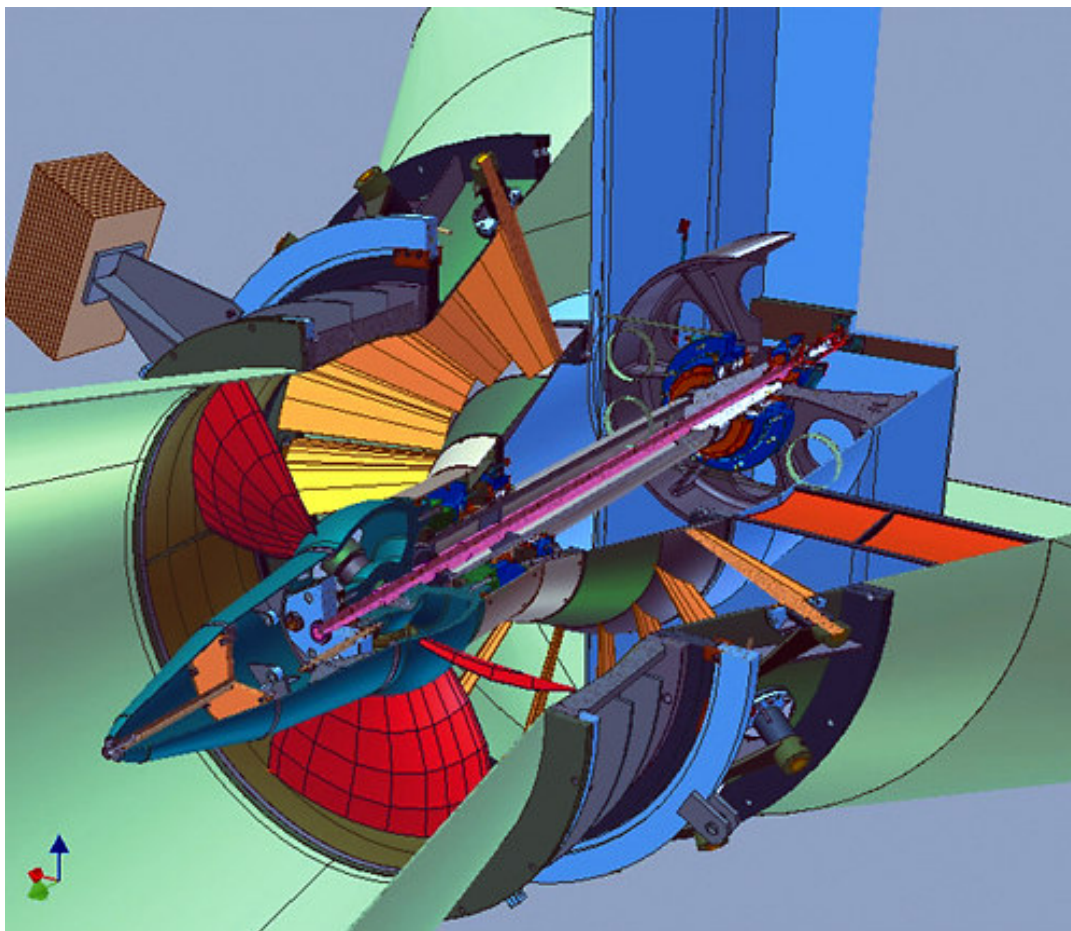
Návrh ojnice pomocí adaptivního náčrtu (čáry)

S Autodesk Inventorem můžete kreslit inteligentní adaptivní 2D náčrty, které se stávají základem pro pozdější vytvoření 3D objemových modelů. Díky unikátnosti adaptivních náčrtů, které se vzájemně jeden druhému přizpůsobují, což zatím žádná jiná 3D technologie neumožňuje, můžete výrazně zredukovat náklady na dokončení návrhu a zkrátit vývojový cyklus výrobku dřív, než začnete řešit tvarové podrobnosti jednotlivých 3D těles. Finální výrobek sestavíte v Inventoru tak, že určíte, kde se mají jednotlivé součásti dotýkat a jejich tvary a poloha se automaticky přizpůsobí.



Vytvoření ojnice přímo v sestavě

Adaptivní sestavy, základní stavební kámen programu Autodesk Inventor, můžete vytvářet a modifikovat mnohem snadněji, než ryze parametrické modely. V nich musíte vytvářet a udržovat řadu nepřehledných parametrických rovnic a vztahů, abyste je mohli naplno využít.



Adaptivní modelování lze s výhodou použít pro řešení variabilních sestav

Naproti tomu můžete v Inventoru vytvořit mnoho 3D adaptivních sestav, aniž byste specifikovali jedinou parametrickou rovnici nebo vazbu. Takže 3D modely a sestavy vytvoříte velice rychle a stejně rychle můžete kdykoliv změnit i jejich vnitřní závislosti. U ryze parametrických systémů je v řadě případů rychlejší součást znovu namodelovat, než ji s odstupem času upravovat. Ale adaptivní sestavy můžete modifikovat v kterémkoliv okamžiku práce, v libovolném pořadí a bez ohledu na to, jaké vztahy byly mezi součástmi definovány původně.

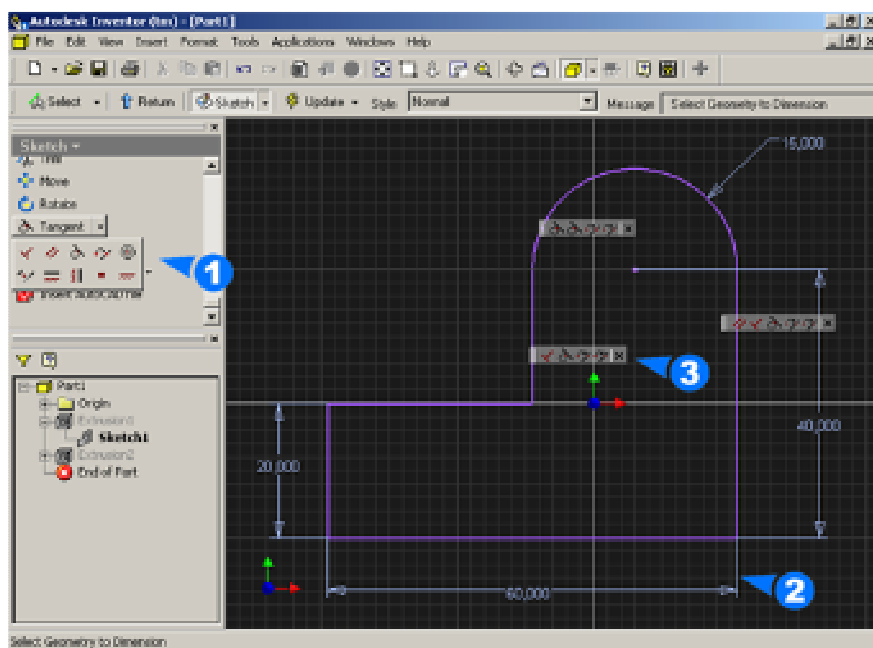
2. Obsluha aplikace

Uživatelské rozhraní je vybaveno přímočarými inteligentními příkazy, které reagují interaktivně na pohyb kurzoru po obrazovce. Stačí jen naznačit prováděnou operaci a program ihned zobrazí její důsledek ještě před vlastním provedením a usuzuje, co budete chtít udělat dál.

Uživatelské prostředí

Autodesk Inventor poskytuje uživateli efektivně propracovaný uživatelský desktop aplikace, který umožňuje jednoznačnou a snadnou definici příkazů a parametrů funkcí. V praxi tento přístup znamená především rychlé zaškolení obsluhy nového produktu a výrazné zkrácení času potřebného pro náběh systému. Společně s nutností změny orientace myšlení z klasické 2D konstrukce na 3D modelování tvoří osvojení produktu nejvýraznější podíl na finančních ztrátách.

Propracované prostředí Inventoru nejen vychází z tradice uživatelsky propracovaného prostředí produktů firmy Autodesk, ale je ukázkou precizně zvládnuté metodiky. Příkazy jsou jednoznačné, a zcela intuitivně vedou uživatele při jejich ovládnutí. Lze říci, že problémem ovládnutí Inventoru pro tvořivou práci již není produkt sám, ale především změna myšlení a přístupů práce.



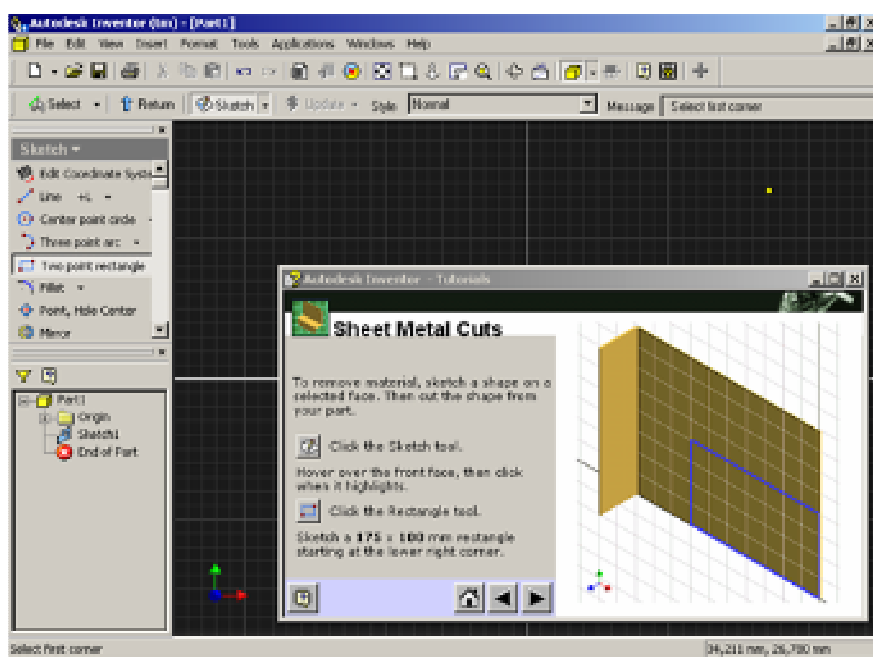
Uživatelský interface poskytuje celou řadu možností skloubených do snadné obsluhy

Nápověda v multimediálním provedení

Systém ovládání je navíc doplněn multimediálními nástroji **Design Support** a **DesignProof**, což jsou interaktivní výukové

prostředky pro modelování součástí. Design Doctor navíc diagnostikuje problémy vašeho modelu a prostým a srozumitelným jazykem doporučuje jejich řešení. Funkce How To, je kdykoliv přístupná prostřednictvím pravého tlačítka myši. Ta nabízí animace a nápovědu týkající se právě dostupných možností a voleb.

V Autodesk Inventoru se můžete v řadě případů obrátit s požadavkem na pomoc s řešením problému v průběhu modelování nejen na běžnou aplikační nápovědu, ale přímo na názorné postupové příklady, které stručným, ale přehledným způsobem charakterizují jednotlivé kroky realizované v průběhu modelování:



Veškeré funkce v Autodesk Inventoru jsou doplněny nápovědou

- Obsluha a popis pracovního prostředí produktu
- Součástí a jednotlivých jejích prvků
- Tvorby sestavení součástí a jejich analýzy
- Modelování plechových dílců
- Vytváření výkresové dokumentace
- Práce s adaptivními prvky v sestavách

Přehled v každém směru

Autodesk Inventor přináší do klasických technologií parametrického modelování řadu intuitivních nástrojů, které umožňují výrazně zvýšit přehlednost při vytváření modelů a sestav. Tyto funkce jsou soustředěny v inženýrském zápisníku, pomocí kterého lze k

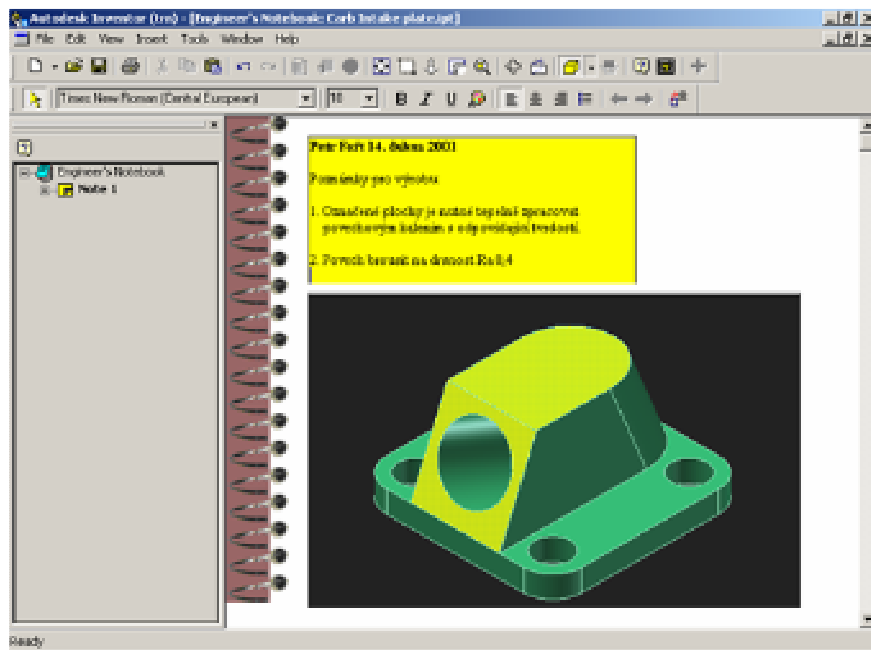
libovolným prvkům tvorby modelu přidat jednoduchou poznámku, popis nebo obrázek.



U rozsáhlých projektů může mít každá informace o topologii sestavy a součástí cenu zlata

Přehled v tvorbě modelu a jeho topologii je nutné považovat za velmi důležitý prvek při návrhu nových výrobků. Modely často obsahují stovky parametrů a prvků, které je nutné přesně charakterizovat a popsat. Často se tak stává, že vlastní model je pochopitelný pouze pro jeho autora, což může mít na týmovou spolupráci katastrofální dopad.

Adaptivní architektura rovněž umožňuje připojit přímo ke 3D modelu řadu dalších informací. Tuto jedinečnou vlastnost Autodesku Inventoru, Inženýrský zápisník, můžete použít pro uchování svých myšlenek, vysvětlení záměru návrhu a sdílení informací s ostatními členy týmu; to vše přímo v prostředí 3D modelu, protože zde jsou doplňující informace nejlépe srozumitelné, jsou každému k dispozici a nemohou se ztratit. Tyto technologie výrazně podporují výkon systému při kolektivní spolupráci na rozsáhlých i menších projektech.



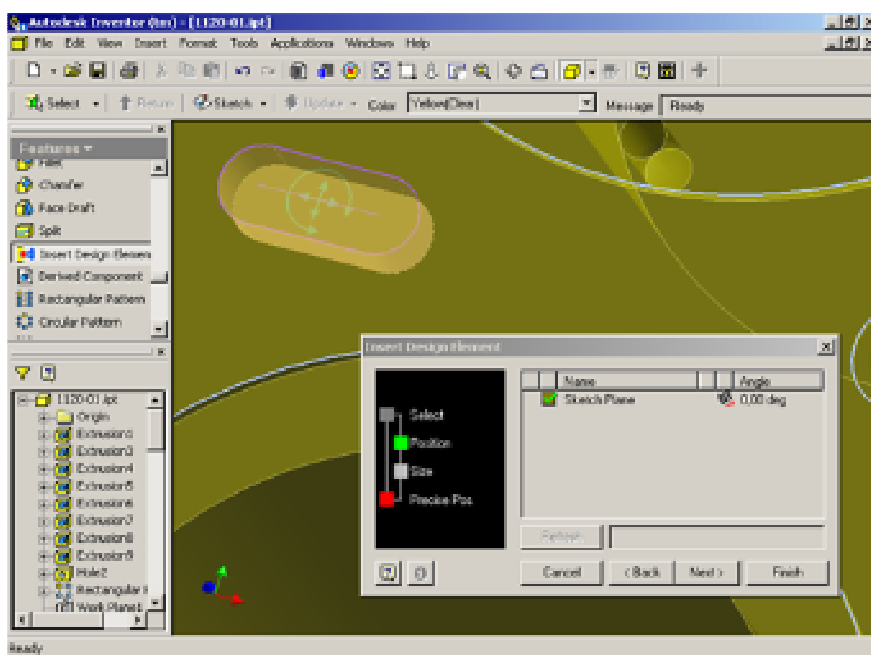
Všecké kroky v průběhu modelování můžete komentovat

Inženýrský zápisník je základním prostředkem pro komunikaci v týmu při tvorbě složitých modelů, ale také při výměně dalších informací nutných pro výrobu a kontrolu výrobku. Lze tak například technologovi zdůraznit, které plochy mají být opracovány nebo tepelně zpracovány.

Při tvorbě poznámek pracujeme s inženýrským zápisníkem obdobně jako s běžným textovým editorem. Navíc jsou do textu automaticky převzaty aktuální zobrazení, které je možné doplnit grafickými symboly.

Uživatelské konstrukční prvky a sdílení vytvořených dat

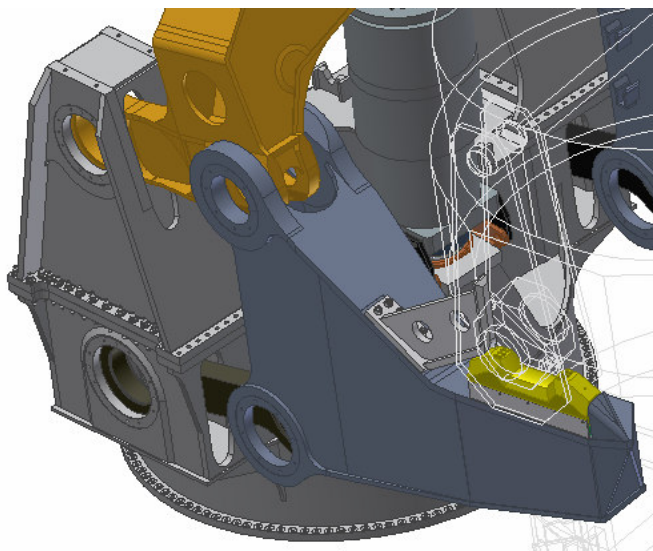
Zpracování odpovídajících návrhářských a výrobních zkušeností do objemového modelu není jednoduchá věc, ale mnohem náročnější je pozdější opakované využití tohoto modelu pro jiný výrobek. Proto jsme vybavili Autodesk Inventor konstrukčními elementy.



Sada konstrukčních prvků se dá jednoduše rozšiřovat

Při práci s ostatními 3D modelovacími systémy ví často jen konstruktér, který součást navrhoval, jaké rozměry lze na modelu změnit a jak tato změna ovlivní ostatní součásti. To značně omezuje možnost sdílet nejlepší pracovní postupy a zaručit vyrobiteľnost nových výrobků.

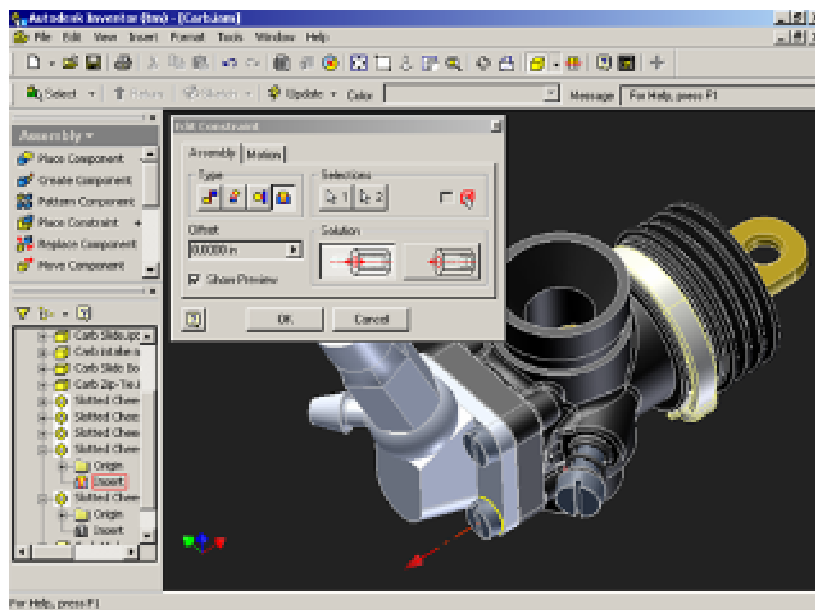
Všechny tyto nevýhody odstraňují konstrukční prvky. Aniž byste napsali jedinou řádku programu nebo potřebovali speciální licenci k tomu určených modulů, můžete svůj model snadno zapouzdřit do jednoduchého rozhraní, které umožňuje jejich opakované využití kdykoli v budoucnu. Můžete také specifikovat rozměry, které je možné změnit, nebo definovat, které hodnoty parametrů jsou pro daný model přípustné. Opakované využití konstrukčních elementů nemůže být jednodušší. Stačí příslušný element vyhledat, pomocí myši přetáhnout na modelovanou součást, určit jeho polohu a jste hotovi. Všechny povolené modifikace můžete provést ve stejné jednoduchém prostředí, v jakém byl původní model autorem vytvořen.



Normalizované součásti v SQL knihovně jsou výraznou pomůckou při modelování sestav

Knihovna normalizovaných dílů

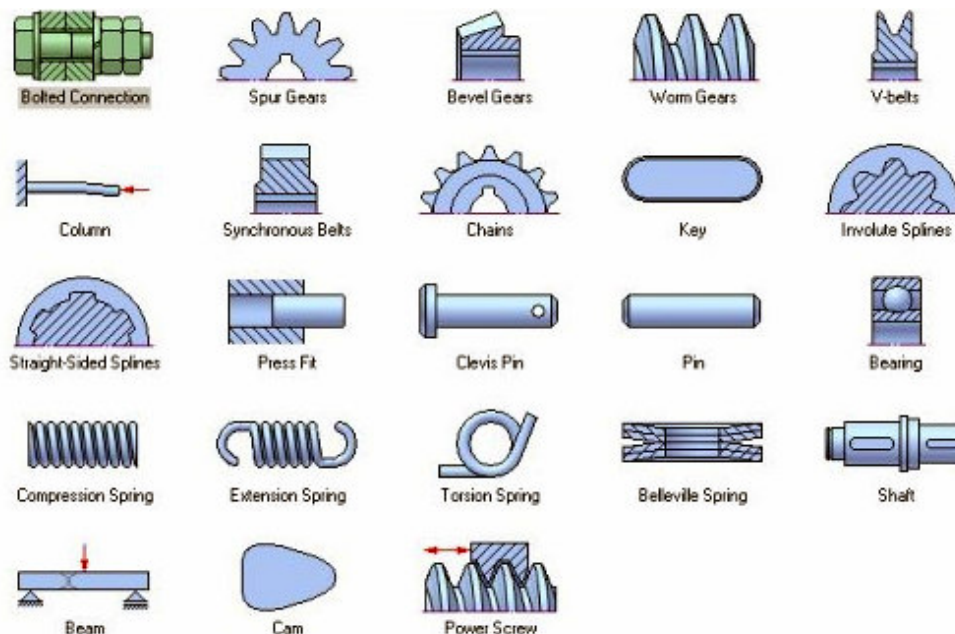
Součástí Autodesk Inventoru je také stále narůstající databáze normalizovaných součástí a dílců, které lze vkládat do sestav přímo pomocí jednoduchého dialogu vazeb. Autodesk standardně využívá knihovnu, která patří k jedné z nejrozsáhlejších na světě. Autodesk Inventor má integrován v současnosti pouze zlomek věnovaný právě nejdůležitějším spojovacím součástem, které jsou bezesporu ve strojírenství nejpoužívanější. Celá knihovna (je například součástí aplikace Mechanical Desktop Power Pack) obsahuje několik desítek tisíc součástí a zůstává otevřenou otázkou jestli bude portována také na Inventor.



Vkládání normalizovaných součástí pomocí vazeb

Inventor Design Accelerator pro oblast CAE výpočtů

Nová verze Inventoru (10) již přímo obsahuje novou technologii Design Accelerator, která historicky vychází z původní samostatné aplikace MechSoft. Design Accelerator je sada programů, které umí automaticky vytvářet strojírenské součásti na základě aplikovaného strojírenského výpočtu. Dále obsahuje rozsáhlou množinu výpočtů reprezentujících standardní matematické vzorce a fyzikální teorie, pomocí kterých lze určit výsledné vlastnosti návrhu. Pokud může být výsledkem výpočtu model, je automaticky v požadované podobě vkládán fyzicky do prostředí sestavy a jsou k němu připojeny kompletní informace o výpočtu pro případné další korekce návrhu.



Inventor Design Accelerator s celou řadou podpůrných výpočtů a generátorem prvků

Inventor Studio

Inventor 10 dokáže vytvořit nejen fotorealisticky zpracované modely, ale i přehledné animace, které mohou efektním způsobem vypovídají o funkčnosti navrhovaného zařízení. Aplikace obsahuje knihovnu materiálů, textur a barev, světelných stylů a stylů pozadí. Fotorealistické ztvárnění výstupu má k dispozici veškeré potřebné nástroje. Přímé, bodové a rozptýlené světelné zdroje, pracuje s odrazem světla od povrchu a propočtem reálného stínu. Pokud je potřeba simulovat pohyby sestavy, nabízí Inventor Studio konstruktérům animační nástroje, které využívají nejen již definovaných vazeb v sestavách, ale umí definovat i další pohyby nezávislé na těchto vazbách. Intuitivní správa animací zahrnuje nastavení kamer, světla, orientaci, viditelnost a kontrolu výsledného přehrávání.

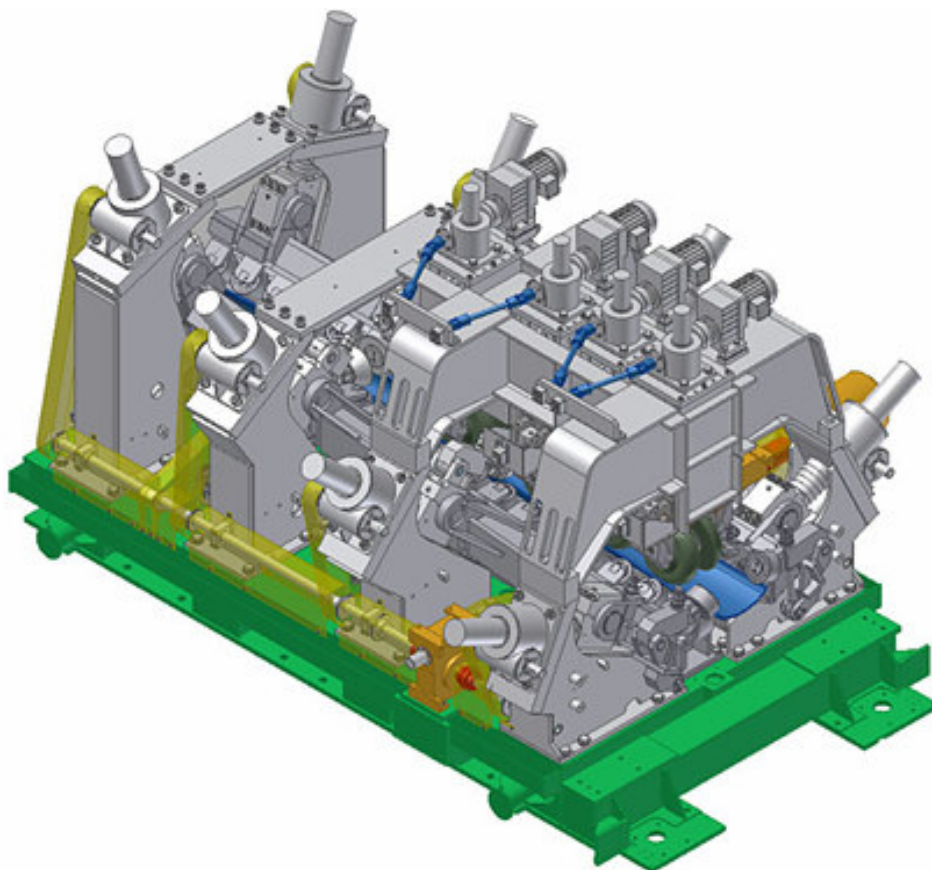


I takto může vypadat ozubený převod generovaný pomocí Inventor Design Acceleratoru

3. Modely a nasazení

Inventor je optimalizován do nejširší oblasti navrhování nových výrobků ve strojírenství, které je charakteristické výrobou složitých sestav strojních celků a zařízení. Je tak vhodným nástrojem pro akceleraci vývoje nových výrobků tam, kde byla dříve nasazena 2D konstrukce.

Současně všude tam, kde je od 3D systému vyžadována výrazná efektivita. Prakticky se jedná o problematiku pokrývající svým rozsahem oblast od rutinní konstrukce jednoduchých součástí až po variantní návrhy prototypů složitých sestav.



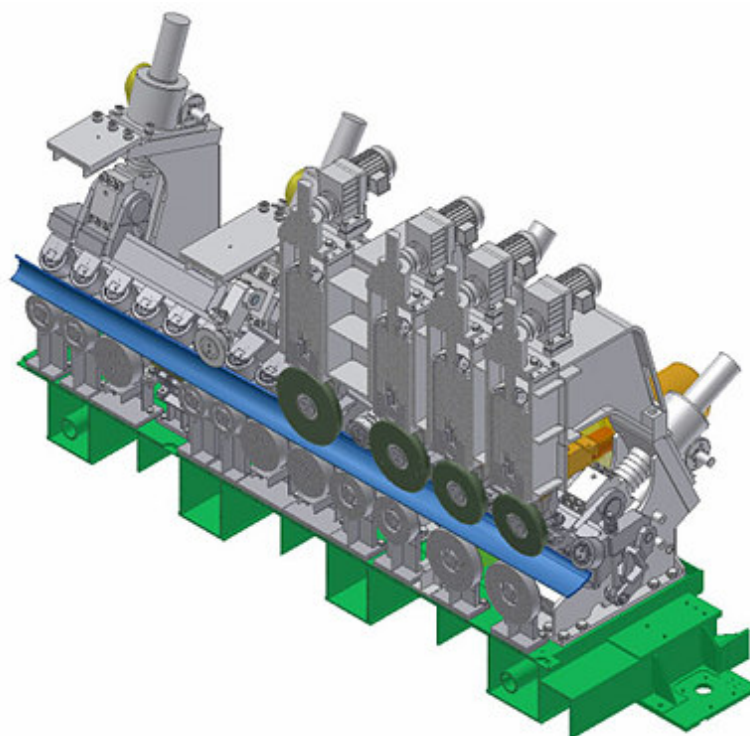
3D CAD aplikace usnadňuje konstrukci složitých sestav

Správná volba strategie nasazení 3D systému je poměrně zásadním krokem ve změně zpracování technické dokumentace. Jedná se nejen o investici do hardware a software, ale je nutné především počítat s nutností změny myšlení uživatelů. Existuje několik aspektů na které nesmíme při volbě 3D systému zapomenout:

- Oblast pro nasazení systému na firmě nebo v podniku z hlediska charakteristik výroby se zajištění komunikace a výměny dat.
- Možnost využití stávající elektronické 2D dokumentace při tvorbě modifikovaných nebo nových výrobků.
- Efektivní nasazení systémů s minimalizací časových ztrát daných náklady na zaškolení.
- Úroveň technické podpory, možnost přímé vazby na vývojový tým 3D systému.
- Požadavky na rekonstrukci hardware a software. Cena a forma licencí, jejich aktualizace.

Výše uvedené body zahrnují pouze nejdůležitější problémy volby 3D systému. Zobecnění této problematiky není jednoduché a je především charakterizováno výrazným podílem oborové problematiky, která má být pomocí 3D systému řešena a efektivností celého systému. Nesmíme ovšem při technickém řešení problému zapomínat také na znalosti uživatelů a lidský faktor.

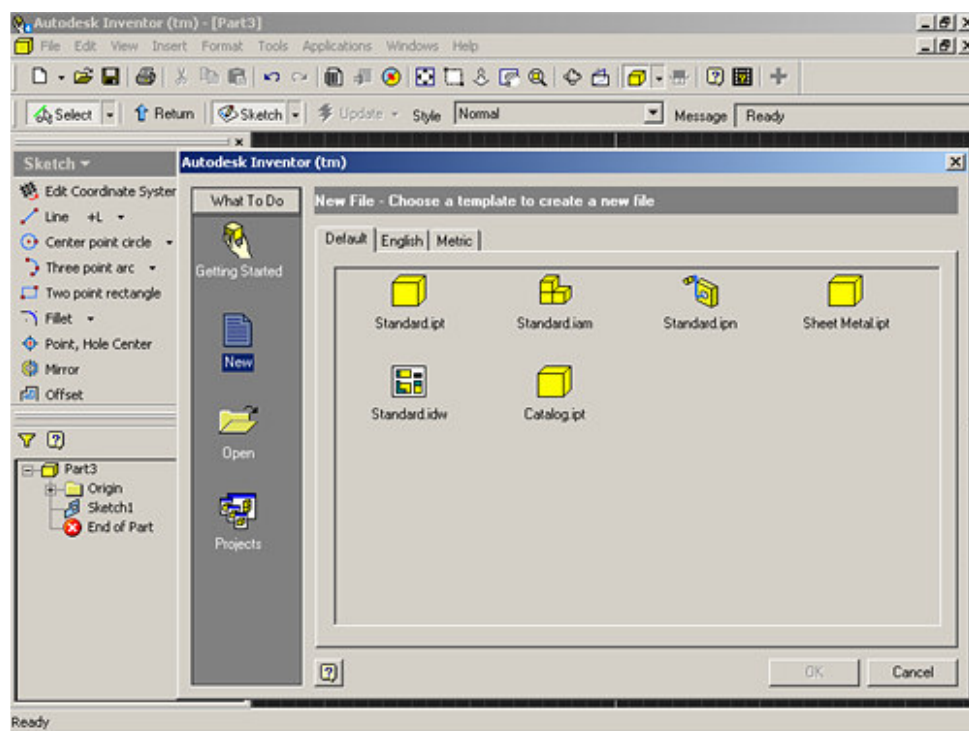
Díky nástupu cenově dostupného hardware a kvalitním operačním systémům bude první desetiletí nového milénia "zlatým věkem" pro nasazení 3D systémů do strojírenské praxe bez ohledu na zaměření a specializaci.



Řez sestavou přímo v realizované sestavě, výpočet ovšem chvíli trvá

Modulární architektura

Obdobně jako řada ostatních 3D systémů je postaven Inventor na modulární architektuře. I zde ovšem platí důležitá zásada při výběru 3D systému a tou je oblast nasazení produktu. Nedostatečné znalosti a přehled o možnostech produktu může být důvodem zklamání nebo naopak znamená výrazný nárůst nákladů při nákupu produktu a jeho aktualizaci.



Moduly Inventoru jsou aktivovány již při startu

Skupiny a funkce jednotlivých modulů produktu Autodesk Inventor jsou standardně součástí instalace produktu a uživatel může jejich schopností využívat bez nutnosti samostatné registrace. Inventor má výstupy všech modulů rozděleny do přehledného projektu. Za projekt je považována složka obsahující data:

*.**ipt** – přípona souborů obsahujících data o součástech modelovaných hybridním modelováním pomocí náčrtů a konstrukčních prvků (part).

*.**iam** – přípona souborů obsahujících popis struktury sestavy (assembly). Soubory obsahují pouze popis struktury nikoliv vlastní data nesoucí geometrii!

*.**idw** – přípona souborů obsahujících 2D dokumentaci nutnou pro výrobu jednotlivých dílů a sestav. Pohledy jsou asociovány s 3D geometrií součástí a sestav.

*.**ipn** – přípona souborů obsahujících popis struktury názorné prezentace například postupu montáže.

Jednotlivé moduly produktu jsou aktivovány již při startu programu společně se šablonou nového návrhu. Uživatel tak není zahlcen velkým množstvím funkcí a má pro svou práci právě ty nástroje, které pro řešení konkrétního problému potřebuje. Jsou takto minimalizovány časy způsobené častým hledáním v rozsáhlých nabídkách a seznamech příkazů.

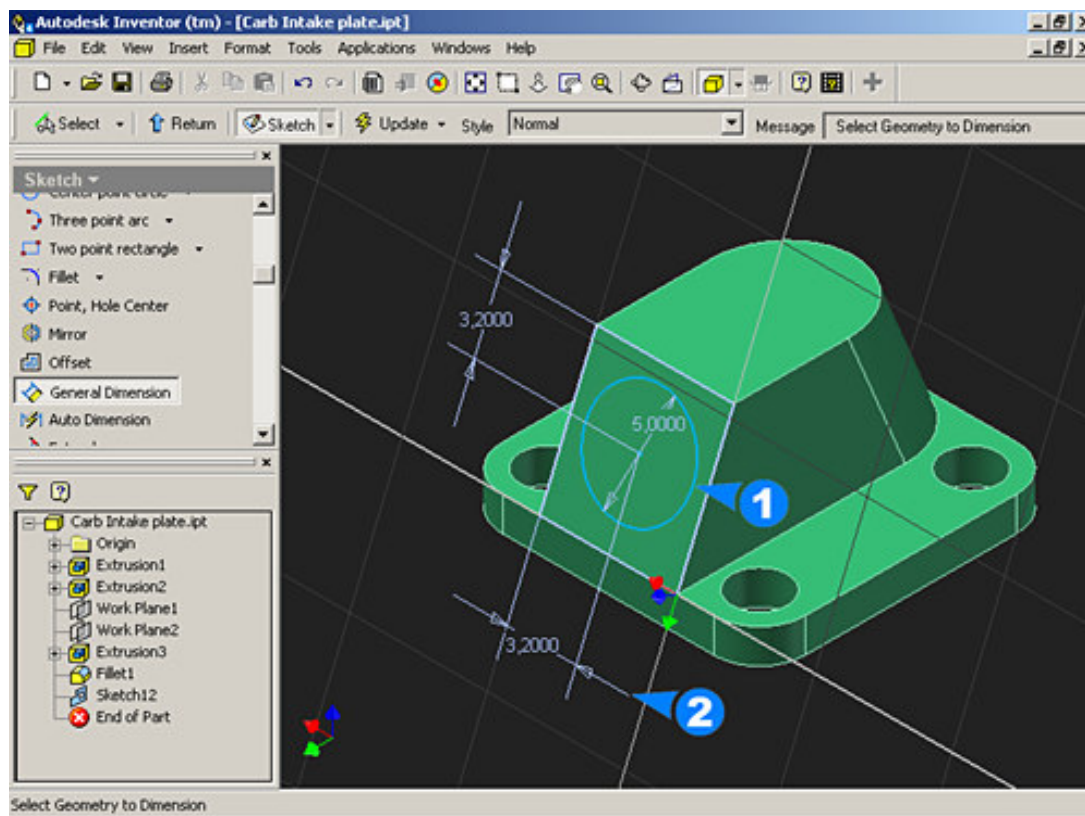
4. Pracovní prvky

Autodesk Inventor a většina parametrických modelářů od jiných výrobců obsahuje velké množství pomůcek pro úpravu polohy souřadných systémů definujících náčrtové, pracovní a pomocné souřadné roviny. Tyto pomůcky slouží pro přesnou orientaci a definici souřadnic geometrie náčrtů a pracovních prvků.

Přes možnost definovat polohu objektů ve všech třech osách současně, se daleko častěji používá při prostorovém modelování definice bodů v rovině (dvou osách). Rozměry objektů jsou v prostoru zkráceny a není je snadné přesně definovat bez dobré prostorové představivosti.

Náčrtová rovina

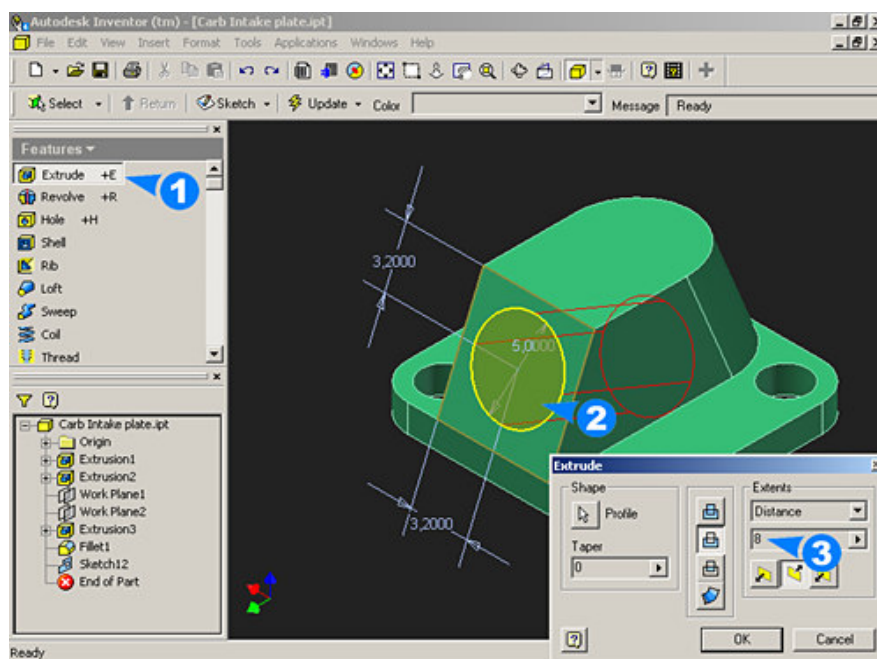
V parametrickém modelování se soustředí hlavní pozornost především na transformace polohy pracovní souřadné roviny xy, kterou nazýváme náčrtová rovina.



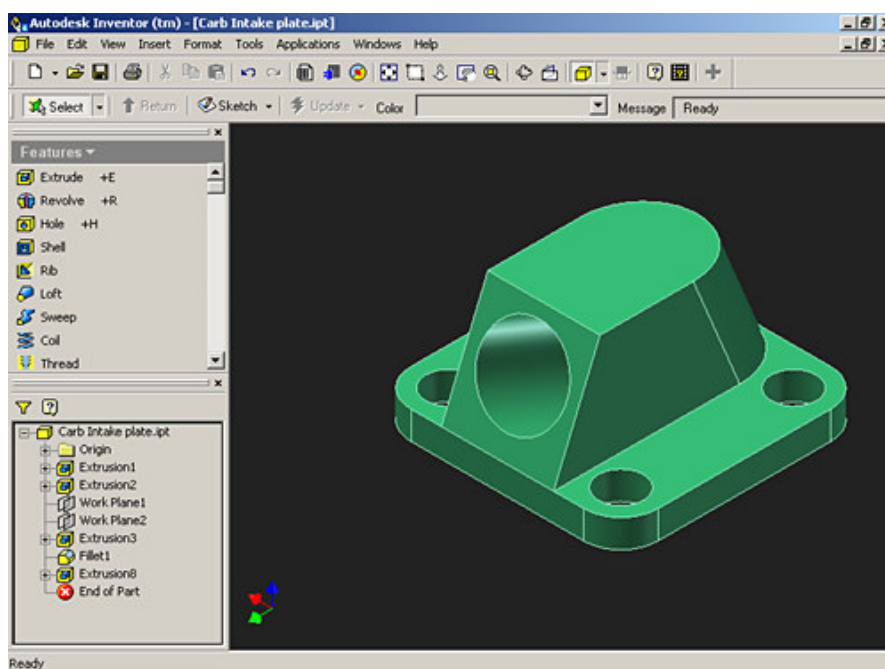
Náčrtová rovina pro konstrukci kružnice

- V náčrtové rovině jsou konstruovány objekty pro tvorbu součástí v podobě náčrtů.
- Náčrtová rovina tvoří v podstatě vztažný souřadný systém jehož poloha je definována pomocí aktuální polohy souřadného systému.
- Objekty v náčrtové rovině mohou být díky hybridnímu modelování určeny plnou nebo částečnou parametrizací.
- Vytvořené objekty v náčrtové rovině jsou zobrazovány v objektovém prohlížeči.
- Pomocí objektového prohlížeče se můžete k editaci náčrtu kdykoliv vrátit a upravit rozměry nebo polohu náčrtu.

Náčrtová rovina je nejpoužívanější pomůckou při modelování. Jedná se o libovolnou orientovanou rovinu xy, ve které kreslíme náčrty, vytváříme profily načrtnutých prvků nebo definujeme řezy. Náčrtové roviny mají všestranné použití jak při modelování součástí, tak při tvorbě ploch.



Z náčrtu je pomocí vysunutí je vytvořen válec



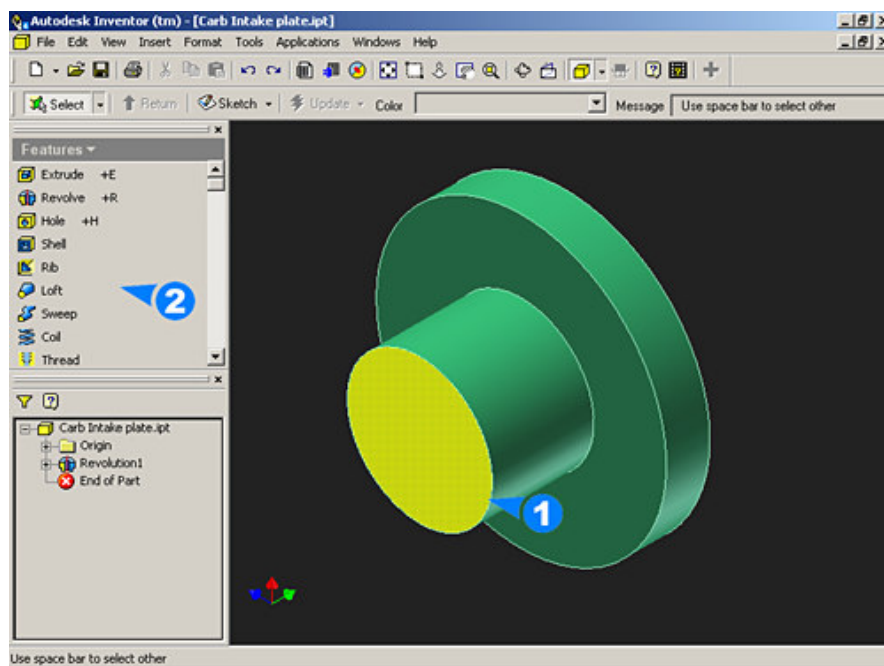
Odečtení válce pomocí množinových operací

Správné pochopení jejich tvorby je velmi důležité pro zvládnutí libovolné aplikace pracující na základě parametrického a adaptivního modelování. Programy se doslova předhánějí ve funkcích zajišťujících co možná nejjednodušší definice požadované polohy náčrtových rovin.

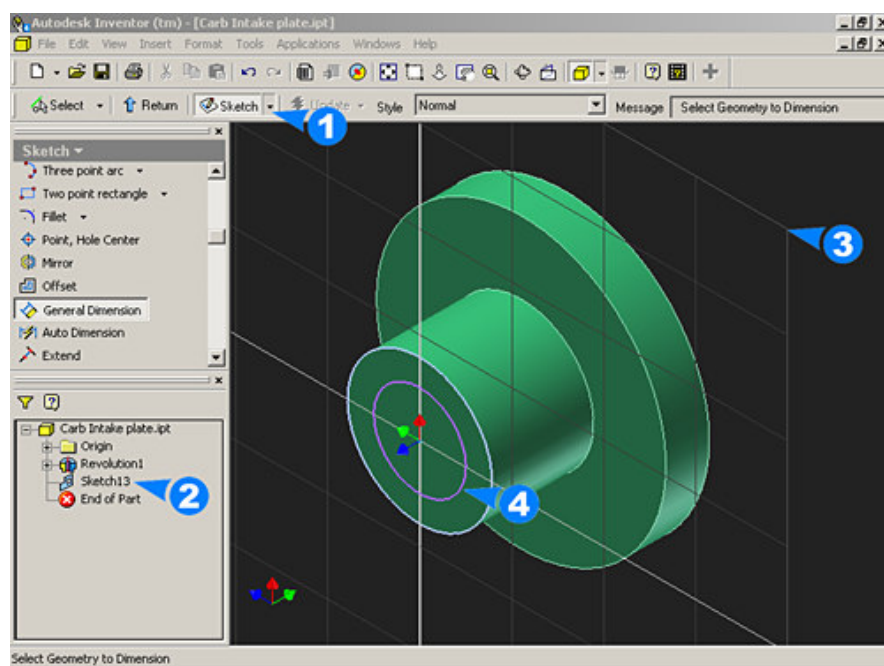
Definice náčrtových rovin

Autodesk Inventor umožňuje vytvoření náčrtové roviny pomocí dvou základních metod:

Odvozením z libovolné rovinné plochy – tato metoda je velmi efektivní a snadná. Náčrtová rovina je pomocí ikony pro aktualizaci náčrtové roviny odvozena z libovolné rovinné plochy na součásti. Metoda je velmi jednoduchá a efektivní vyžaduje ovšem přítomnost rovinných ploch na modelované součásti.



Výběr roviny na součásti (nástroje pro modelování)



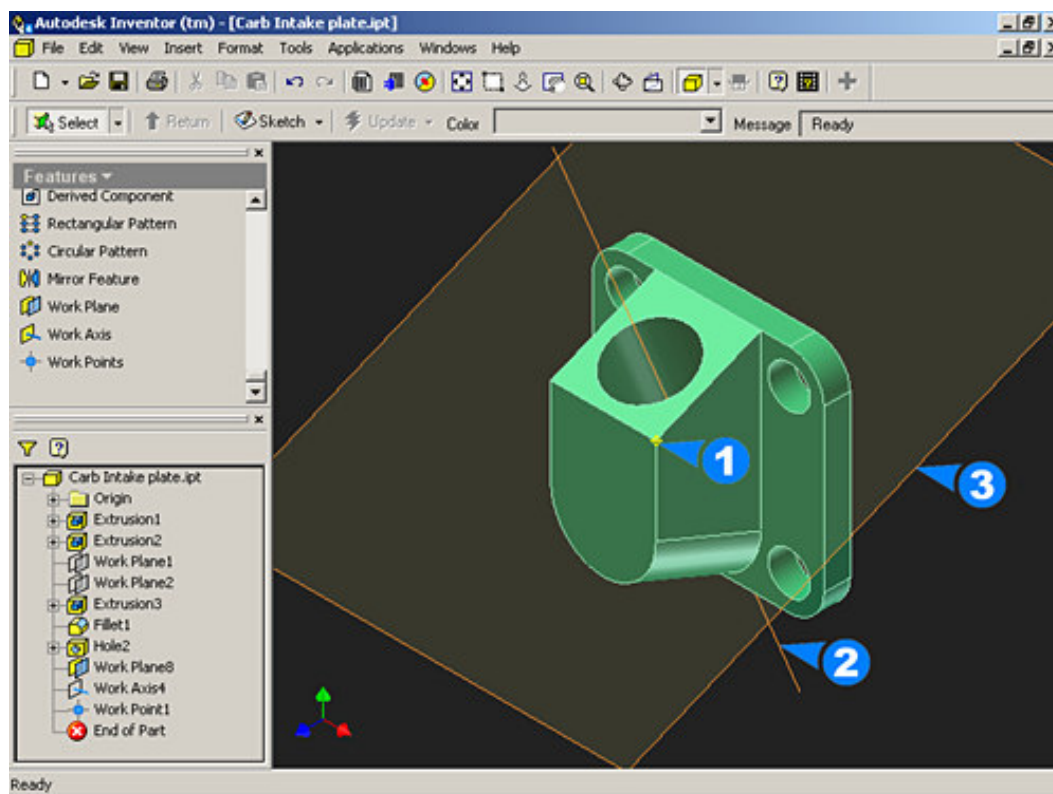
Aktivace nástrojů náčrt vytvoří náčrtovou rovinu

Odvození z pracovní roviny – metoda využívá existence pracovních prvků, kterými jsou pracovní roviny. Jedná se o možnost obecného vytvoření náčrtové roviny, kterému se lze často vyhnout správným postupem vytváření modelu. Tato metoda je ale nenahraditelná především u součástí obecného tvaru a při modelování ploch.

Neexistuje obecné pravidlo, který způsob, kdy využít a je jen na uživateli systému, který způsob zvolí za efektivní. Samozřejmě i u začínajících uživatelů chvíli trvá, než získají určitý cit pro optimální volbu postupu definice náčrtové roviny.

Pracovní prvky

Aplikace pro parametrické modelování obsahují pracovní prvky pro zjednodušení práce v prostoru. Snaží se jednoduchým způsobem vystihnout charakteristické body, osy a roviny vhodné pro popis geometrie a polohy modelu v prostoru.



Pracovní prvky definované na modelu součásti

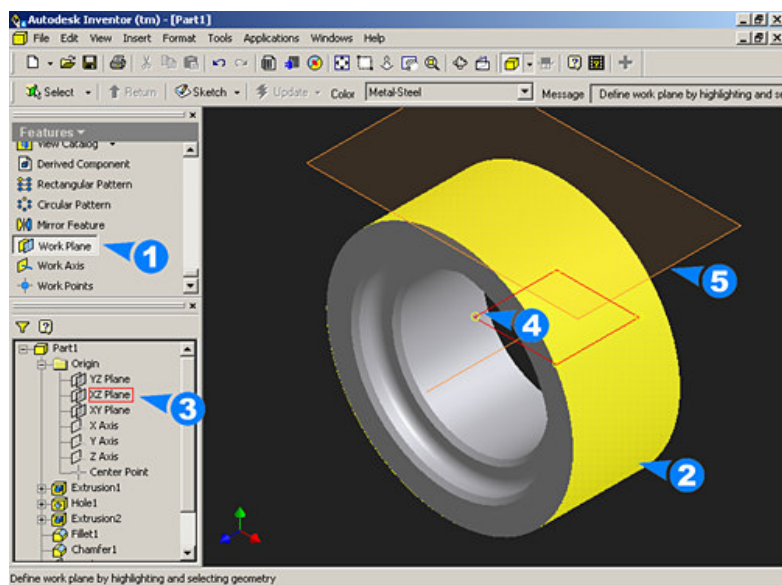
Pracovní prvky mohou být definovány pomocí již existujících rovin na součásti nebo pomocí načrtnutých hran, bodů a rovin. Pracovní prvky vytváříme pomocí nástrojů v základní nabídce pro modelování:

- **Pracovní bod (work point)** – je nejjednodušším typem pracovního prvku, který lze využít především jako pomůcku při vytváření os a rovin.
- **Pracovní osa (work axis)** – typický pracovní prvek pro definici polohy rotačních součástí, často je jediným vztažným prvkem.
- **Pracovní rovina (work plane)** – základní nástroj pro definici náčrtových rovin, které nelze odvodit z existujících součástí.

V parametrickém modelování by klasický způsob transformace souřadného systému vytvořil velmi nepřehledný a složitý systém pro popis geometrie modelu součástí. Z tohoto důvodu prakticky využíváme pouze transformací pracovních rovin a os pomocí jednoduchých příkazů.

Globální pracovní prvky

Autodesk Inventor stejně jako řada jiných parametrických modelářů pracuje s dvěma typy souřadných systémů. První, Globální je pevný a jeho polohu nelze měnit. Druhý, Uživatelský má polohu závislou zcela na požadavcích uživatele.



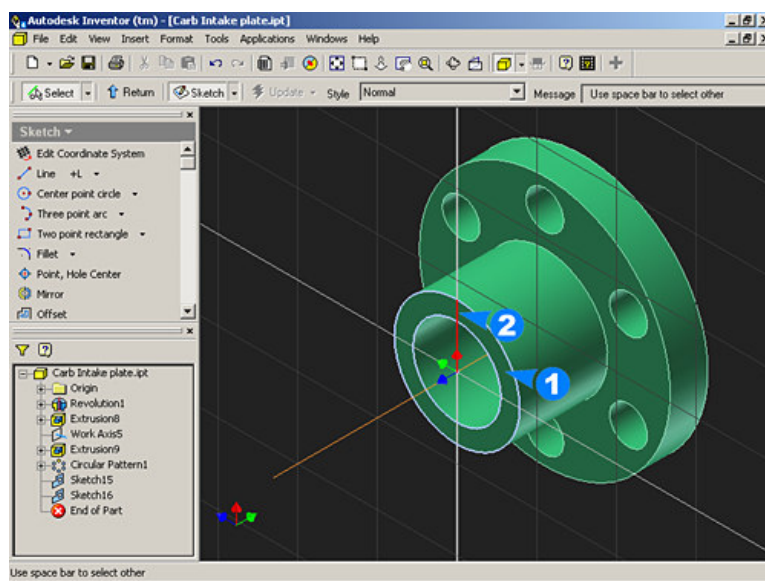
Vytvoření tečné roviny pomocí globálních

Globální souřadný systém je vždy standardně dostupný při tvorbě nové součásti pomocí objektového prohlížeče. Zahrnuje nulový bod, tři osy a tři pracovní roviny. Efektivním používáním globálního souřadného systému můžeme vyřešit řadu "zapeklitých situací" ke kterým může při definici pracovních rovin dojít. Na obrázku je typický případ tvorby tečné pracovní roviny.

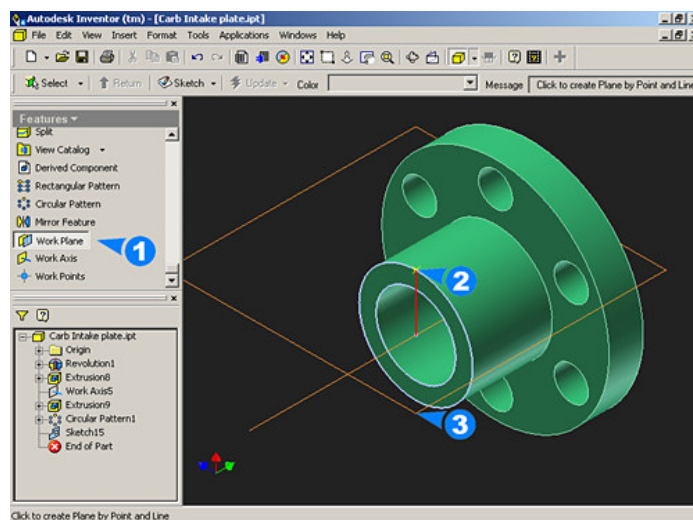
- Zvolte definici pracovní roviny z panelu nástrojů.
- Vyberte válcovou plochu obvodu příruby.
- Vyberte z prohlížeče rovnoběžnou globální rovinu.
- Rovina se zobrazí v náhledu.
- Potvrďte polohu globální roviny.

Pracovní prvky a náčrtové roviny

Vhodnou kombinací pracovních prvků a pomocných konstrukčních čar lze často vyřešit i definice velmi složité geometrie. Pracovní prvky je nutné ovšem používat uvážlivě, pokud možno pouze tehdy, nelze-li pro definici nové geometrie součásti využít již existující roviny nebo plochy součásti.



V čelní rovině vytvořte pomocnou konstrukci



Po odečtení vznikne v čelní ploše tvarová drážka

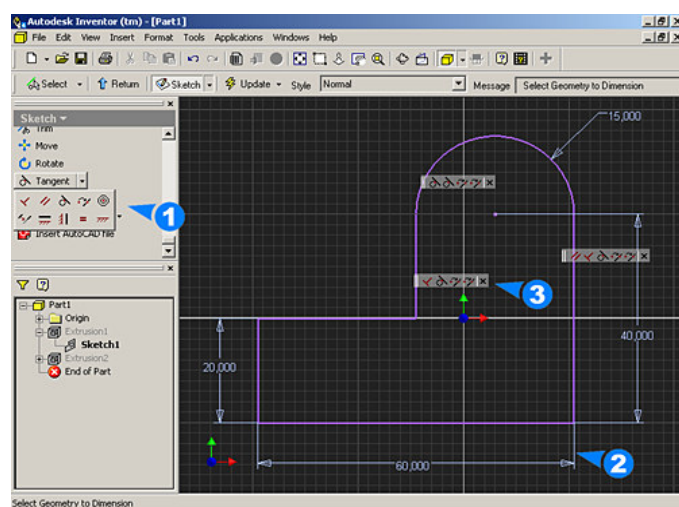
Autodesk Inventor využívá pro vytváření pracovních prvků výhradně jednoznačného příkazu v nabídce příkazů pro modelování (features). Parametry se definují s přímým náhledem na polohu prvku pomocí levého tlačítka myši. V případě, že toto tlačítko stiskneme trvale můžeme určit ofsetovou vzdálenost od již existující roviny.

5. Náčrty

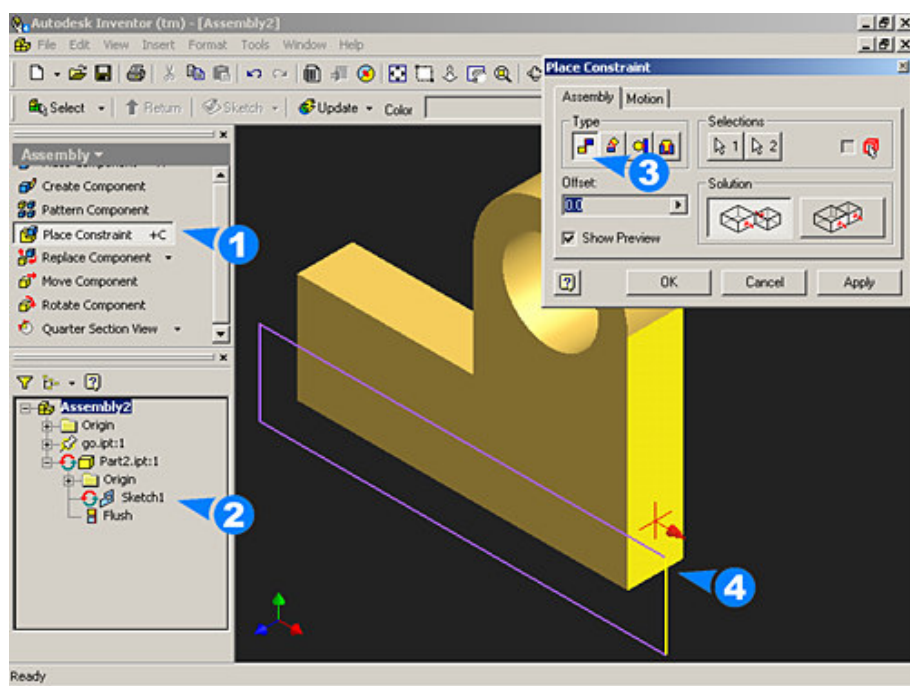
Autodesk Inventor poskytuje uživateli efektivní nástroje pro modelování pomocí náčrtů nebo konstrukčních prvků. Tvar, rozměry a umístění náčrtu definujeme pomocí geometrických vazeb a kót.

Po načrtnutí základního tvaru nové součásti, program nabídne geometrické vazby, které je většinou nutné doplnit popřípadě některé z nich odstranit. Podle úrovně geometrického určení náčrtu můžeme mluvit o stupni parametrizace, který v podstatě určuje stupně volnosti náčrtu. Autodesk Inventor připouští při modelování tyto možnosti:

- **Náčrty zcela neparametrizované** - jsou náčrty, které neobsahují žádné geometrické ani rozměrové vazby (kóty). Tyto náčrty mohou být řízeny sestavou pomocí adaptivních 3D vazeb (viz. další kapitoly).
- **Náčrty částečně parametrizované** - jsou náčrty, u kterých je určena geometrie částečně pomocí geometrických a rozměrových vazeb (kót). Jedná se o typickou geometrii používanou v hybridním modelování. Tyto náčrty mohou být v neparametrizovaných částech řízeny pomocí adaptivních 3D vazeb.
- **Náčrty plně parametrizované** - jsou náčrty, u kterých jsou stupně volnosti zcela omezeny pomocí geometrických a rozměrových vazeb (kót). Jedná se o typický typ náčrtu používaného v systémech vyžadující "plnou parametrizaci". Tyto náčrty již nemohou být řízeny pomocí adaptivních 3D vazeb, jedine po odstranění existujících geometrických a rozměrových vazeb (kót).



Inventor poskytuje tradiční geometrické a rozměrové vazby

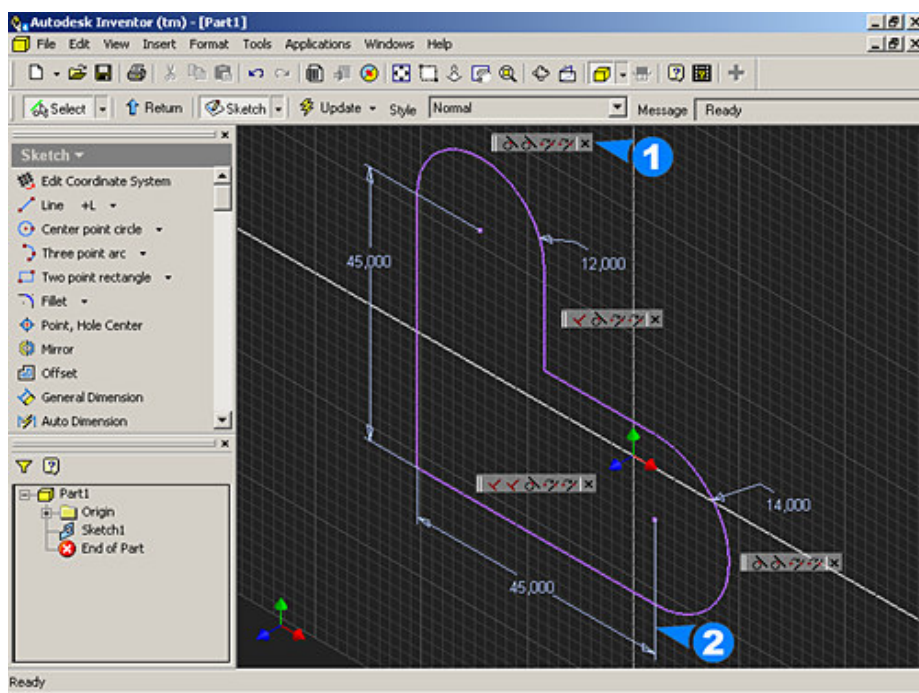


Revoluční adaptivní řízení náčrtů podle součástí v sestavě

Plné určení geometrie a rozměrů lze provádět v Autodesk Inventoru pomocí geometrických a rozměrových vazeb nebo pomocí adaptivních 3D vazeb. Zásadou by vždy mělo být u finální součásti nebo sestavy dodržení plně geometricky a rozměrově definovaných náčrtů. Neúplně určená geometrie může způsobit komplikace při následných modifikacích.

Je zřejmé, že v Autodesk Inventoru je možné využívat prakticky všech tradičních postupů při tvorbě náčrtů a navíc zcela revolučních adaptivních náčrtů, které lze charakterizovat za neúplně parametrizované s možností "doladit" rozměry přímo v sestavě pomocí 3D vazeb. Navíc se tyto náčrty chovají jako modely, nikoliv jako čáry.

Následným zadáváním kót upravíme rozměry a náčrt umístíme do správné polohy. Vazby a kóty zabraňují provedení nechtěných změn tvaru a rozměrů náčrtu při jeho úpravách.



Vazby a kóty náčrtu určují částečně nebo úplně geometrii

Geometrické vazby - zobrazíme a skryjeme pomocí voleb na pravém tlačítku myši: Show All Constraints, Hide All Constraints. Volbou Show Constraints zobrazíme vazby pro označený objekt. Geometrické vazby přidáme do náčrtu výběrem z nabídky a označením příslušných objektů. Při odstranění vazbu označíme a stiskneme Delete.

Parametrické kóty - umístíme pomocí jediné volby General Dimension nebo na pravém tlačítku myši Create Dimension. Polohu určíme vlečením a hodnotu zadáme po stisku levého tlačítka myši ve zobrazeném dialogu.

Geometrické vazby

Geometrické vazby udávají orientaci a vzájemné vztahy geometrických prvků.

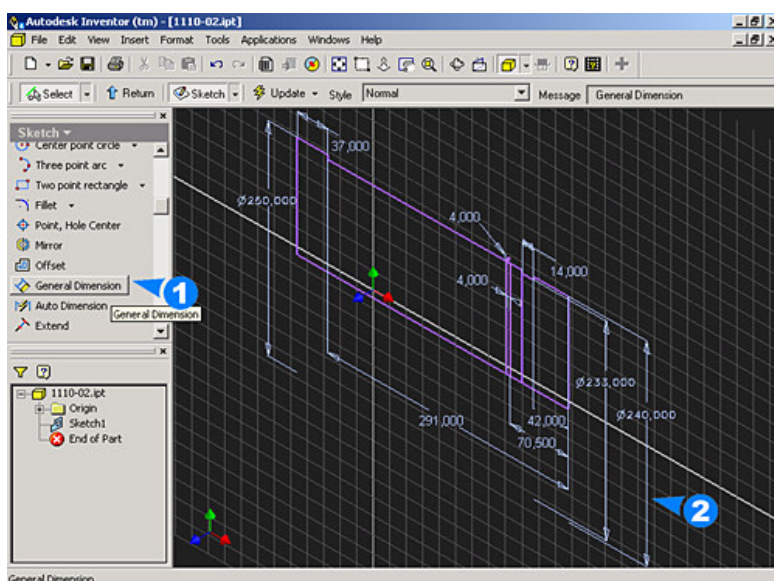
- **Perpendicular** – vyrovná přímku nebo osu elipsy do kolmé pozice vzhledem k vybranému objektu.
- **Parallel** - vyrovná přímku nebo osu elipsy do rovnoběžné pozice vzhledem k vybranému objektu.
- **Tangent** - vyrovná křivku (úsečku, kružnici, oblouk, elipsu, segment spline) do tečné pozice vzhledem k vybranému objektu.
- **Coincident** – připojí k sobě koncové body křivek.
- **Concentric** – vyrovná křivku (kružnici, oblouk nebo elipsu) do jednoho středu se základní vybranou křivkou.
- **Colinear** - vyrovná přímku nebo osu elipsy do jedné roviny se základním vybraným objektem. Při vazbení nového náčrtu na již vytvořeném tělese připojí hranu náčrtu na hranu tělesa.
- **Horizontal** – vyrovná přímku, osu elipsy nebo úsečku danou koncovými body do rovnoběžné pozice s osou x souřadného systému náčrtové roviny.
- **Vertical** - vyrovná přímku, osu elipsy nebo úsečku danou koncovými body do rovnoběžné pozice s osou y souřadného systému náčrtové roviny.
- **Equal** – upraví křivku (přímku, kružnici nebo oblouk) tak, aby měly stejnou délku se základní vybranou křivkou.
- **Fix** – přichytí křivku nebo její koncové body k náčrtové rovině. Těchto přichycených křivek nebo bodů může být i více s tím, že ostatní objekty se vzhledem k nim mohou pohybovat.

Kóty

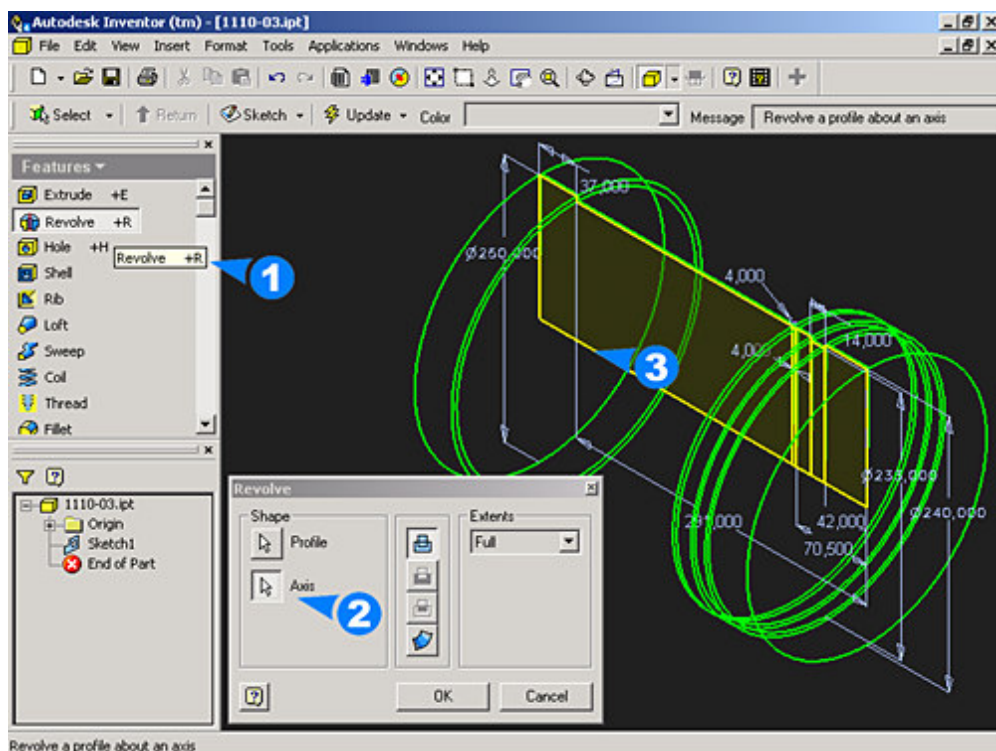
Kóty určují rozměry a vzájemný vztah náčrtů a konstrukčních prvků.

- **General Dimension** – touto volbou vytvoříme všechny typy kót, včetně kót poloměrů, průměrů a úhlů. Při kótování vybíráme kótovaný objekt nebo počátky vynášecích čar. Při kótování úhlů můžeme využít zadávání pomocí třech bodů.
- **Auto Dimension** – tato volba umožní zakótovat celý vybraný objekt. Zde je však nutné provádět následné úpravy jednotlivých kót.

Editaci kót provádíme dvojitým poklepem na kótě a změnou její velikosti v dialogu. Změnu polohy provedeme vlečením.



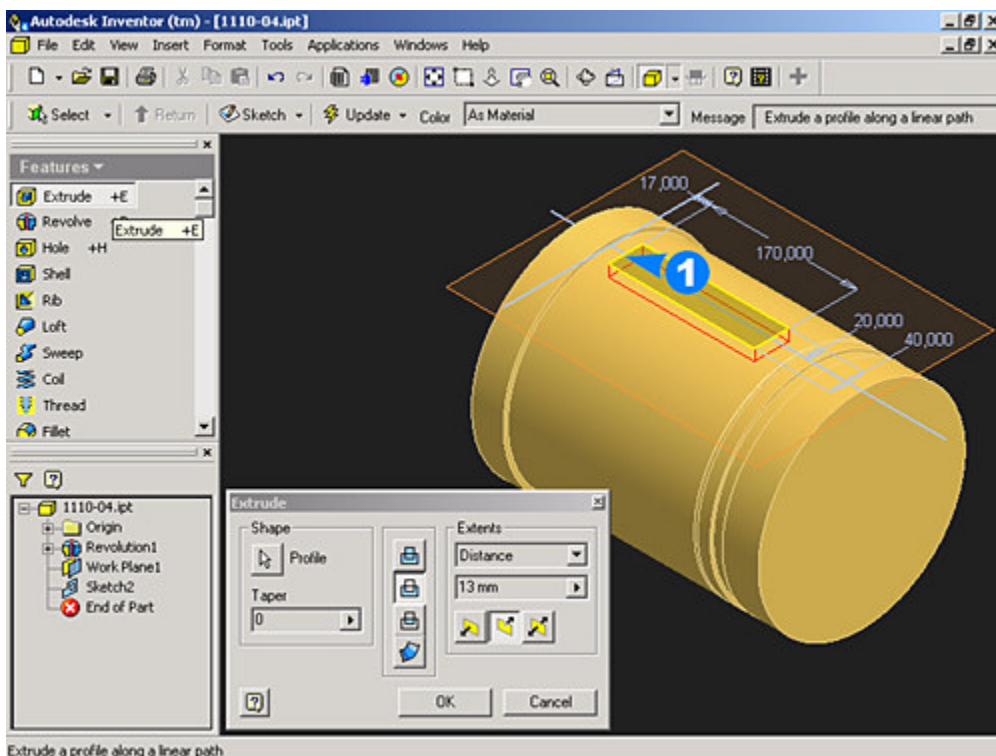
Zakótovaný náčrt válcového konce hřídele



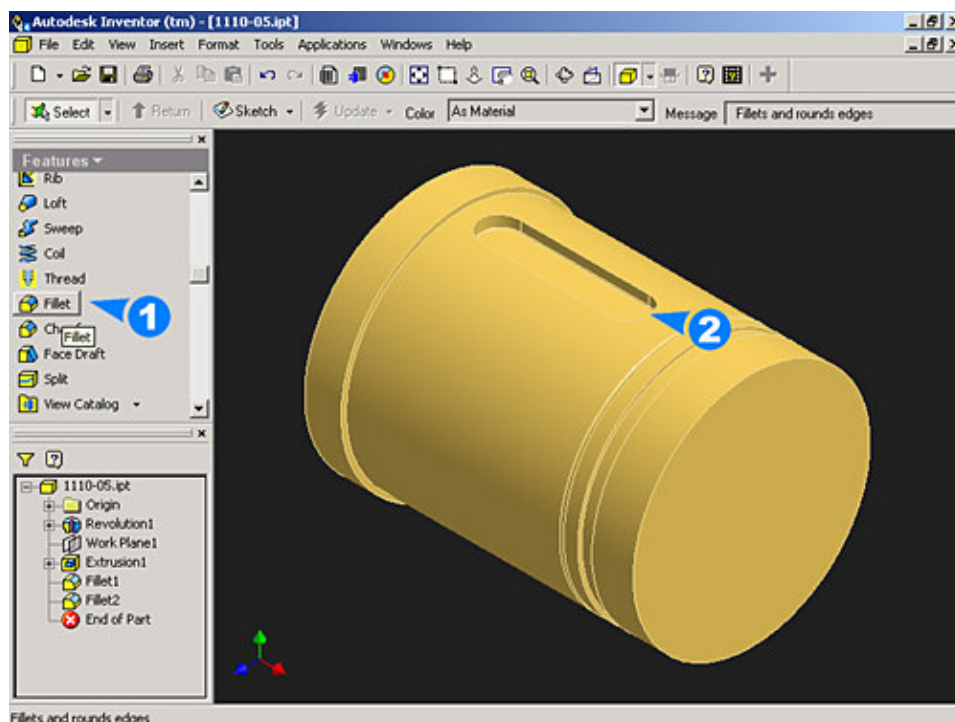
Označení profilů určených pro rotaci kolem osy

Hrubý náčrt může obsahovat i vnořené smyčky, např. u drážek. Pomocí kót upravíme rozměry a tvar náčrtu. Po ukončení práce v náčrtové rovině necháme rotovat vybrané profily kolem osy.

Poznámka: Pro vytvoření kóty průměru vybereme nejdříve pomyslnou osu rotace a jako druhou v pořadí obvodovou hranu. Po stisku pravého tlačítka myši zadáme volbu Linear Diameter.



Umístění náčrtu drážky v pracovní rovině

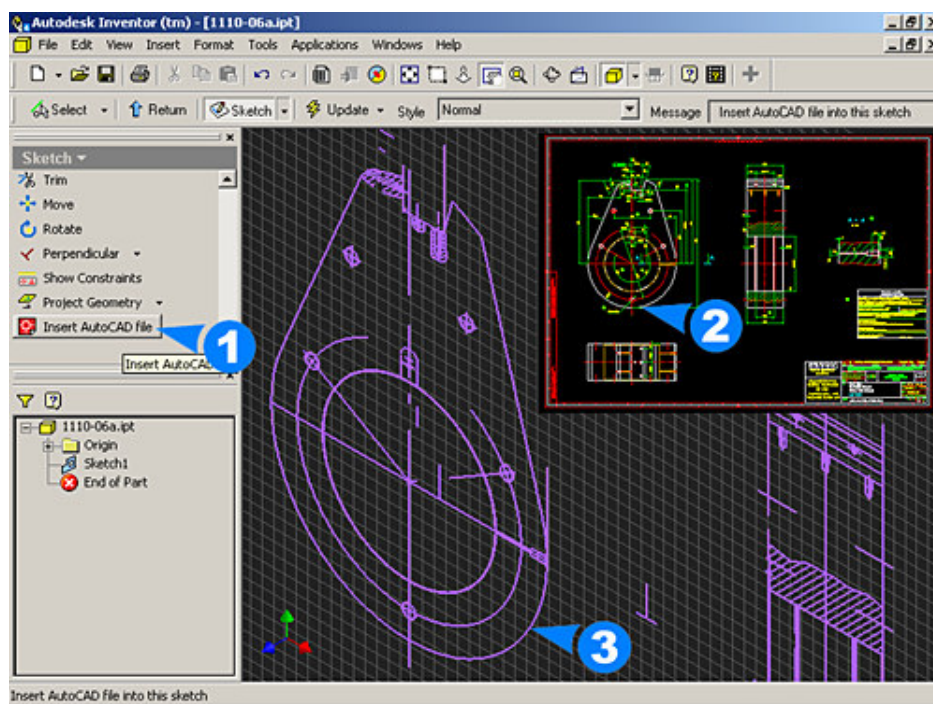


Drážka pro pero po zaoblení hran

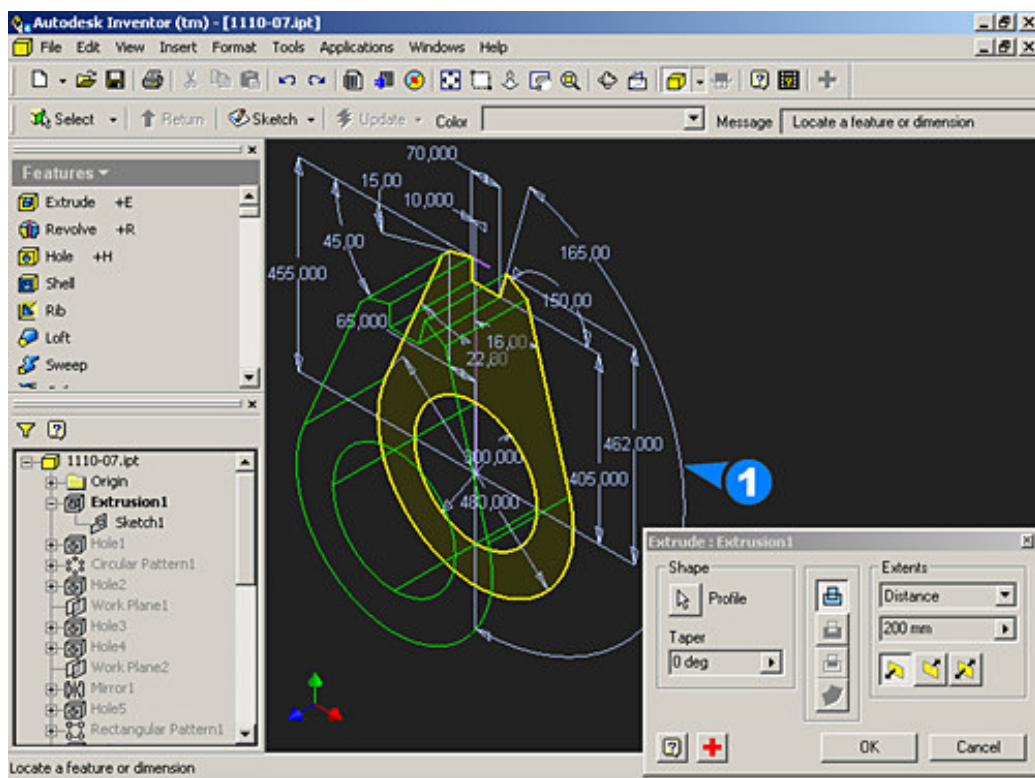
Pomocí pracovní roviny umístěné tečně na válcové ploše vytvoříme náčrt drážky pro pero. Tento náčrt může mít pouze obdélníkový tvar. Při kótování je nutné dbát nejenom na správné rozměry, ale i na přesné umístění drážky na válcové ploše. Pro zakótování polohy drážky k podélné ose válce využijeme X osu označenou v prohlížeči Inventoru a funkci Project Geometry. Po odečtení zobrazeného profilu provedeme jako závěrečnou operaci zaoblení hran.

Využití 2D výkresové dokumentace AutoCADu pro tvorbu náčrtu

Velkým zrychlením a usnadněním práce v produktu Autodesk Inventor je využití již hotové 2D výkresové dokumentace z AutoCADu. Výkres načteme volbou Insert AutoCAD file do náčrtové roviny. Zobrazený náčrt zakótujeme a přidáme geometrické vazby. Takovýto náčrt je připraven pro tvorbu tělesa, např. vysunutím.

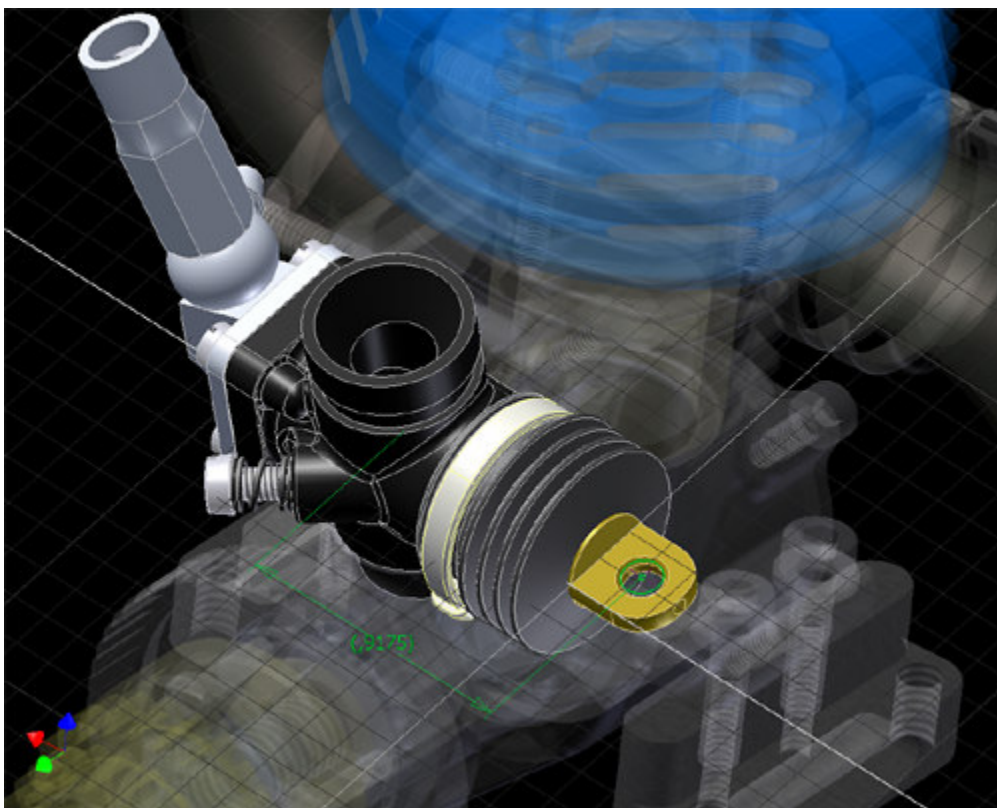


2D výkres páky nůžek načtený z AutoCADu



Zakótovaný a vysunutý náčrt páky nůžek

Poznámka: Při otevření 2D výkresu načteného z AutoCADu nezapomeňte ve zobrazeném dialogu zvolit správné jednotky.



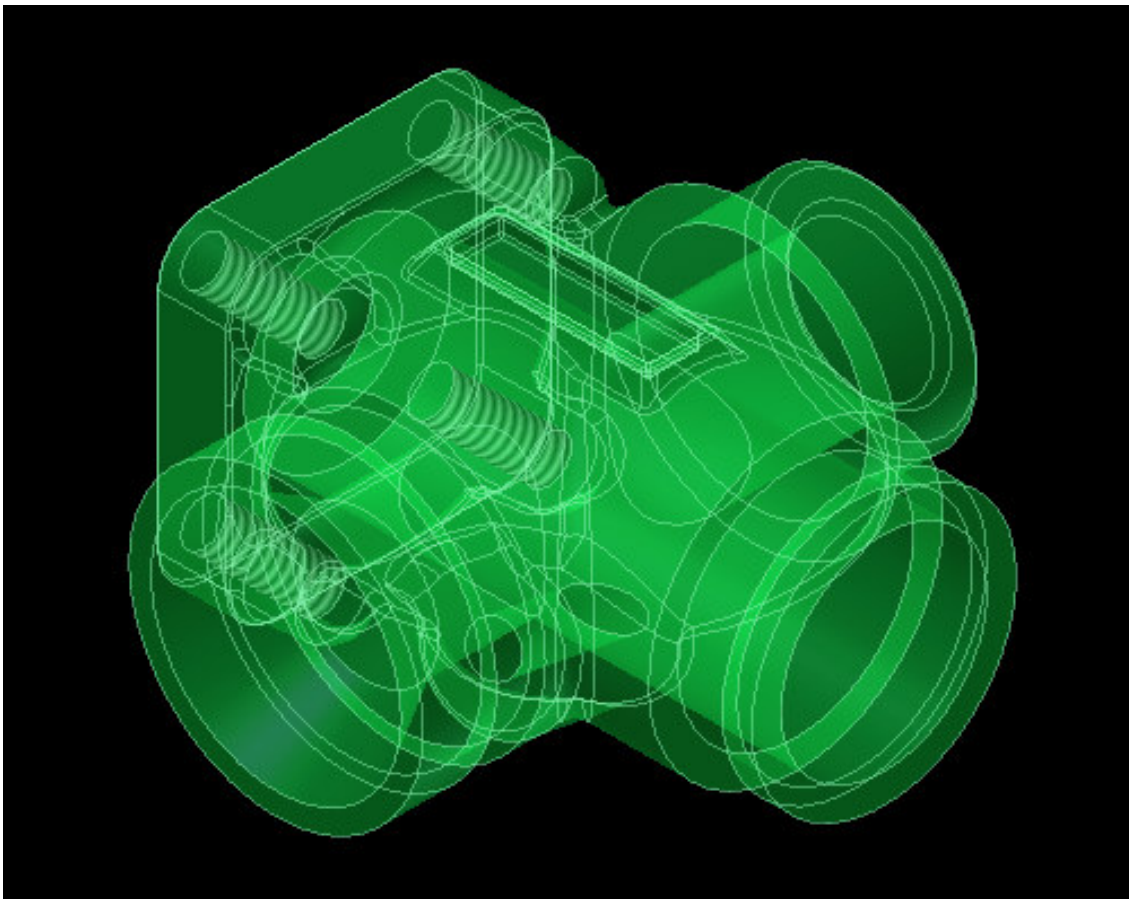
Náčrty lze vytvářet jak v prostředí pro modelování součástí, tak v prostředí pro modelování sestav

6. Prvek, nebo náčrt?

Problematika definice konstrukčních prvků potká každého uživatele jakéhokoli parametrického modeláře. Existují desítky možností, jak model geometricky definovat. Který je ten správný?

Základem modelování pro tvorbu modelu jsou konstrukční prvky, ty lze vytvářet několika základními postupy, které definují topologii vytvářeného modelu:

- **Modelování pomocí předdefinovaných a uživatelských konstrukčních prvků** - základní těleso je vytvořeno pomocí parametricky definovaného objemového primitiva. Jedná se většinou o válec, kvádr nebo jiné těleso. Na tomto tělese jsou postupně vytvářeny geometrické prvky pomocí konstrukčních příkazů. Prvky jsou umísťovány pozičními kótami na základní těleso. V objektovém stromu je takto vytvořen základní kvádr, vybrání, díra a sražení.
- **Metoda modelování pomocí uživatelských konstrukčních** - prvků umožňuje velmi efektivní tvorbu modelů, které lze vytvořit právě jejich kombinací. Je velmi vhodná pro začínající uživatele. Řada produktů je vybavena nástroji pro definici uživatelských konstrukčních prvků, které jsou buď přímo součástí základního programu nebo za poplatek.
- **Modelování pomocí načrtnutých konstrukčních prvků** - pro geometricky náročné součásti může být aplikace konstrukčních prvků nedostačující, případně velmi složitá. V těchto případech je efektivní vytvořit charakteristický tvar součásti jako náčrt a na ten aplikovat modelovací operaci. Lze tak vytvořit například složitý tvarový hřídel rotací náčrtu kolem zvolené osy nebo těleso odlitku páky pomocí vysunutí náčrtu. Náčrt pro tvorbu modelu musí být předem parametrizován pomocí geometrických a rozměrových vazeb. Vazby navíc zásadně ovlivňují chování náčrtů a následně vytvořených součástí v průběhu modifikace.



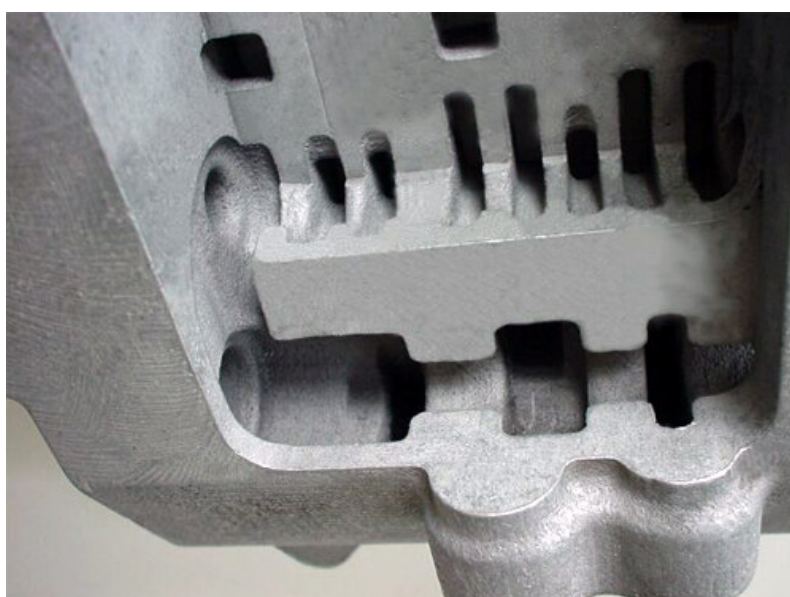
Tato součást může při konstrukci pěkně potrápít

Z praxe je zřejmé, že preferování některého z postupů není prakticky možné. Za ideální případ lze samozřejmě považovat maximální využití uživatelských konstrukčních prvků (iPrvek) nebo dokonce celých generovaných součástí (iSoučást). Ty jsou ovšem k dispozici pouze tehdy, pokud jsou systematicky mapovány a generovány do samostatného archivu. V praxi by to znamenalo, výrazně upravit metodiku projektování a schraňování konstrukčních prvků. To se samozřejmě vyplatí pouze u opakovaných konstrukcí, sériově vyráběných variant. Další oblastí využití jsou atypické technologické prvky.



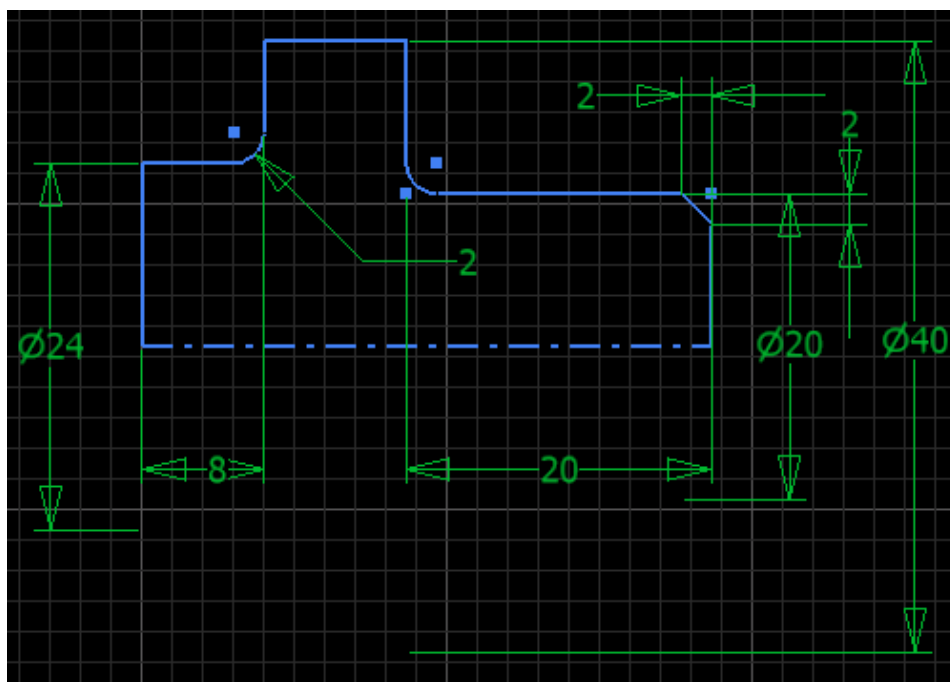
S prvky a náčrty se setkáte u každého projektu (batyskaf od James Fisher Rumic)

Nejvýraznější pozici mají v současné době především načrtnuté konstrukční prvky. Jejich správné využití může znamenat možnost řešení i velmi geometrických uzlů a tvarů. Provedli jsme tuto analýzu u několika projektů menších sestav (100 až 300 dílů). Podíl načrtnutých prvků se pohyboval kolem 60%. Ostatní prvky (díry, drážky, zaoblení a sražení) byly generovány jako standardní předdefinované konstrukční prvky.

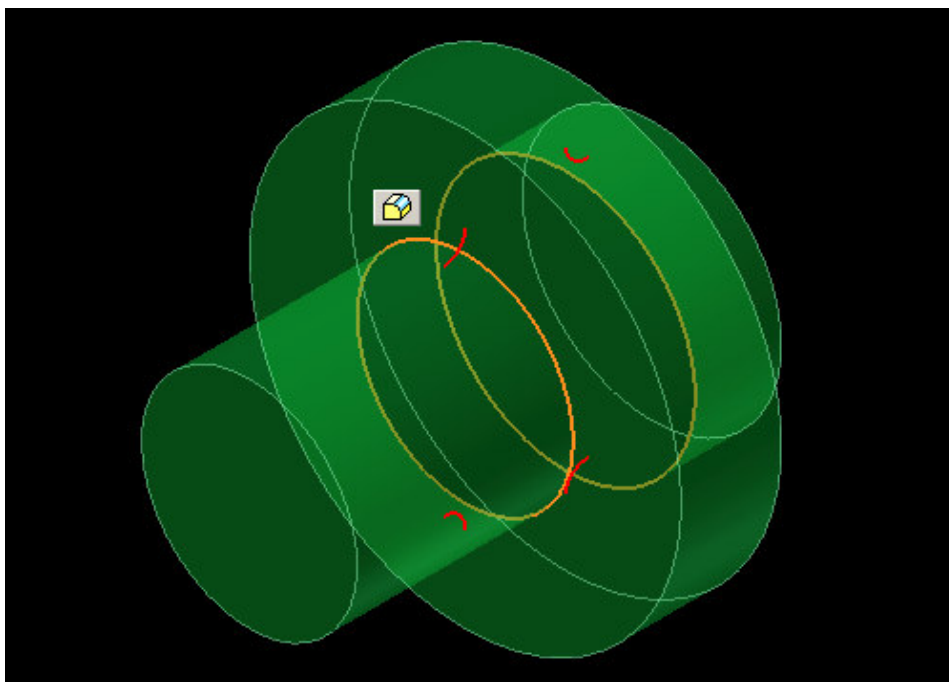


Odlitky vaše znalosti konstrukčních prvků opravdu vyzkouší (občas i možnosti modelovacího jádra

Poměrně výrazným aspektem při konstrukci načrtnutých konstrukčních prvků je optimalizace náčrtu. Příliš složité náčrty vedou k výrazně větší chybovosti a problémům při následné modifikaci. Zde lze jednoznačně doporučit střizlivý postup při definici náčrtu a jeho geometrie. Mějte vždy na paměti, že ve finálním modelu musí být všechny prvky a geometrie plně určeny. Jakýkoli chybějící parametr (vazba, kóta) může v budoucnu být důvodem k nepředvídanému chování modelu při jeho modifikaci.



Typická chyba, náčrt je zbytečně komplikován rádiusy a sražením hran, ty vytvoříte až pomocí prvku



Správný postup – kombinace načrtnutého a předdefinovaného prvku

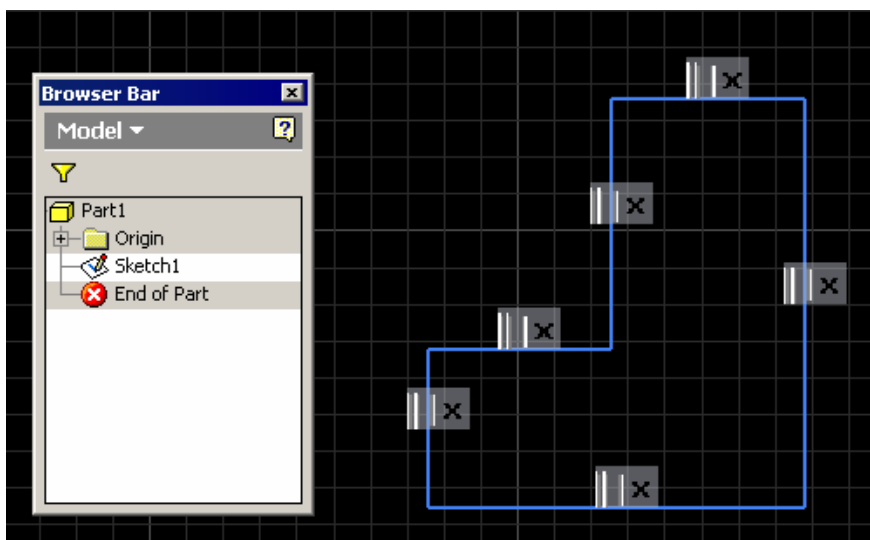
7. Úrovně parametrizace náčrtu

Náčrty patří k nejpoužívanější technice při tvorbě nového návrhu. Jsou využívány vždy, když nevystačíme s konstrukčními prvky. Správně vytvořený náčrt je dobrým základem pro budoucí model a jeho konstrukci je nutné věnovat výraznou pozornost.

Náčrt v Inventoru je vytvářen obdobně jako v AutoCADu pomocí kružnic oblouků a úseček. Ty jsou vzájemně propojeny pomocí geometrických vazeb definujících vzájemnou polohu objektů vůči jiným nebo vůči souřadnému systému a pomocí rozměrových parametrů. Pro modelování součástí ve většině případů vystačíme s 2D náčrtem.

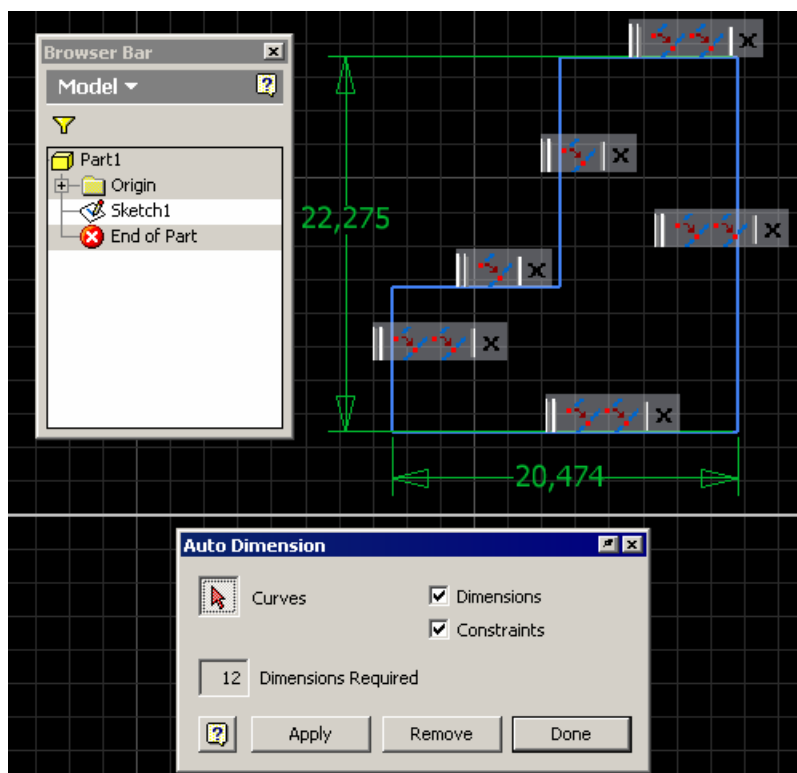
Obdobně jako modely, můžeme rozdělit také náčrty do tří základních kategorií:

Náčrty zcela neparаметrizované - jsou náčrty, které neobsahují žádné geometrické ani rozměrové vazby (kóty). Tyto náčrty mohou být řízeny sestavou pomocí adaptivních 3D vazeb (viz. další kapitoly). Tento typ náčrtu je v Inventoru prakticky vytvořit velmi obtížné, neobsahuje ani jeden rozměrový parametr nebo geometrickou vazbu, protože jsou automaticky generovány v průběhu jeho kreslení.



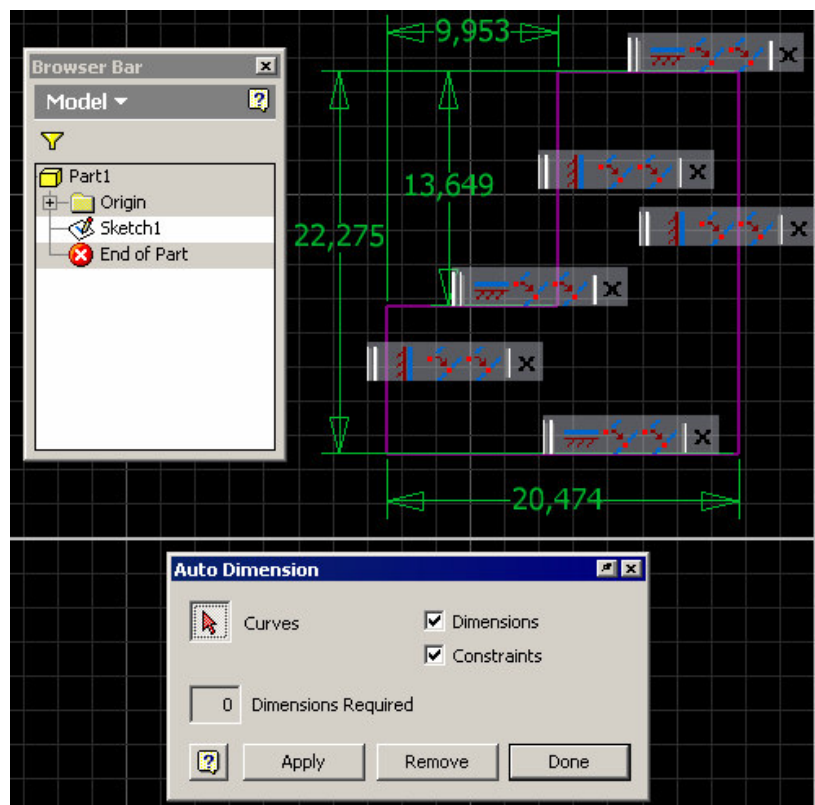
Náčrt s nulovým počtem geometrických vazeb a rozměrových parametrů

Náčrty částečně parametrisované - jsou náčrty, u kterých je určena geometrie částečně pomocí geometrických a rozměrových vazeb (kót). Jedná se o typickou geometrii používanou v hybridním modelování. Tyto náčrty mohou být v neparametrizovaných částech řízeny pomocí adaptivních 3D vazeb.



Částečně parametrický náčrt, chybí 12 parametrů, poznáte které?

Náčrty plně parametrizované - jsou náčrty, u kterých jsou stupně volnosti zcela omezeny pomocí geometrických a rozměrových vazeb (kót). Jedná se o typický typ náčrtu používaného v systémech vyžadující "plnou parametrizaci". Tyto náčrty již nemohou být řízeny pomocí adaptivních 3D vazeb, jediné po odstranění existujících geometrických a rozměrových vazeb (kót).



Plně parametrický náčrt by měl být ve finální verzi vždy samozřejmostí

Nástroj pro automatické kótování – tip je jednoduchý, používejte jen pouze pro verifikaci potřebného množství geometrických a rozměrových vazeb. Jakýkoli automat při tvorbě náčrtu a především toho, který chcete dále modifikovat je zbytečný luxus, který spíše komplikuje práci.

8. Efektivní náčrt

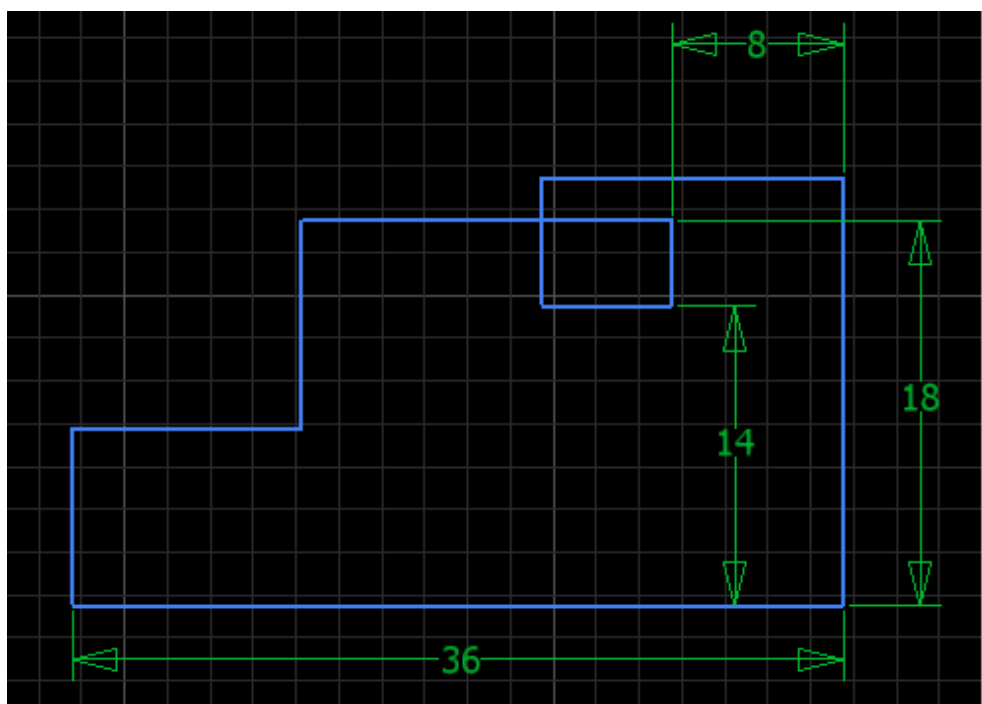
Vazby a kóty, jak správně volit jejich použití? Tento problém nelze zobecnit, každý přístup a model vyžaduje individuální pohled. V dnešním díle našeho seriálu se podíváme na několik základních doporučení.

Často se setkávám v praxi s různými názory jak vytvářet parametrický náčrt, jak nakreslit výchozí skicu, jak ji správně parametrizovat. Jistě vás napadne proč zde nemluvíme o adaptivitě. Není to nutné, v této fázi se všechny software pro technické modelování chovají identicky. Vždy musíte náčrt definovat, charakterizovat jeho geometrii a rozměry a to je vše. Pokud chcete ovlivňovat rozměry náčrtu a tím součástí sousedními díly v sestavě, pak použijte adaptivitu.

Problém první – jak kreslit přesně náčrt?

Tento problém vychází z podstaty konstrukce vlastní skicy náčrtu. Příkladem může být jednoduchý, ale rozměrný tvar. Obecně je vhodné dodržet tvar náčrtu, nemusí být nijak přesný, ale měl by mít alespoň obrysové rozměry přibližně v jejich skutečné velikosti. Následnou parametrizací jinak dochází k razantním změnám náčrtu a ten se celý bortí. Ideální je začínat s parametrizací od vnějších rozměrů k vnitřním.

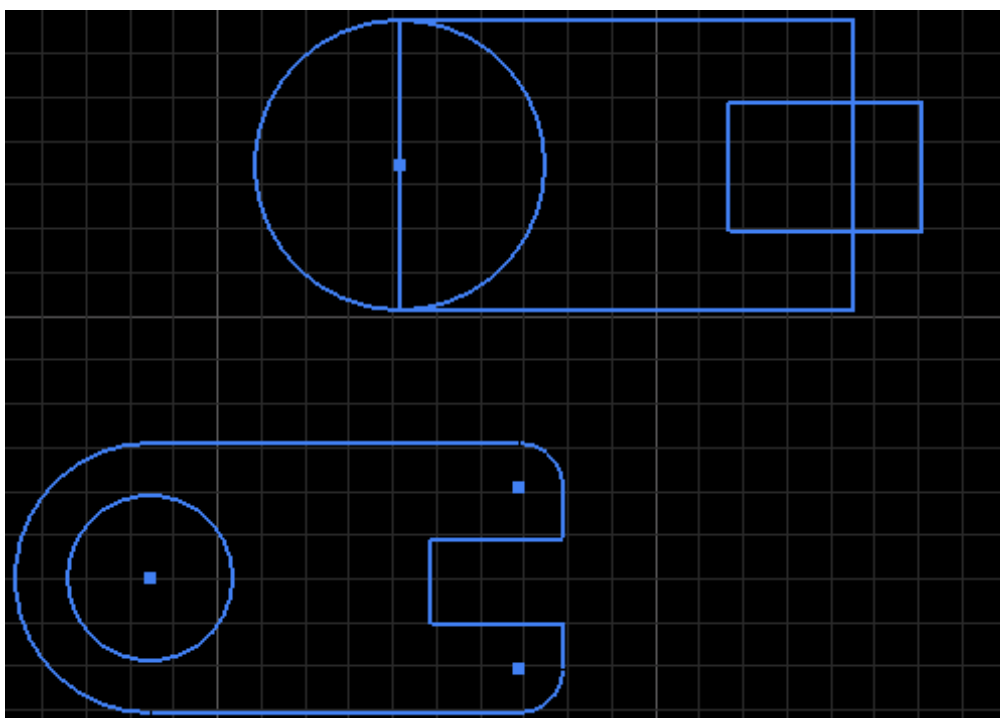
Pro ošetření situace na výše uvedeném obrázku je možné pouze doporučit kótu, která způsobila nevhodnou deformaci náčrtu smazat, myši náčrt přetvarovat a pokračovat v parametrizaci z jiného konce.



Typický problém při nevhodném postupu parametrizace náčrtu

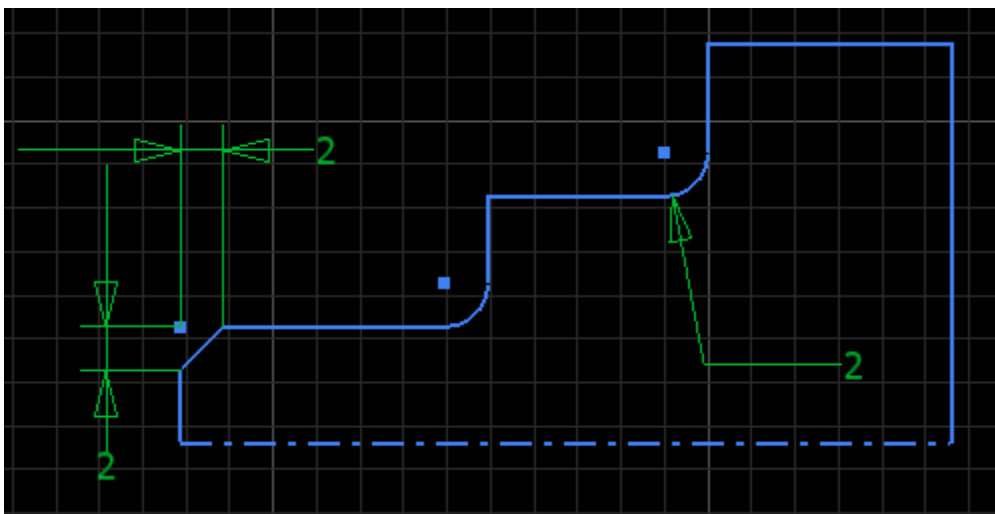
Problém druhý – není náčrt příliš složitý?

Skicování často svádí, je to zřejmě dáno zvyklostmi z 2D konstrukce, k tvorbě náčrtu jako jediného složitého celku. Takové náčrty se nejen obtížně parametrizují, ale jsou navíc často zdrojem problémů při následné tvorbě modelu. Uvědomme si, že tvar modelu nemusí vzniknout v jediném kroku, lze jej vystavět obdobně jako domek z kostek. Náčrty by měli být vždy jednoduché až triviální s průhlednou parametrizací.



Podstata zjednodušení náčrtu a jeho rozložení na triviální prvky

Míra rozložení náčrtu na jednodušší geometrické prvky je závislá především na jeho následné modifikovatelnosti. Pokud vyžadujete modifikaci náčrtu jako jediného celku, je nutné jej konstruovat jako jediný. V praxi se ale ukazuje jako výrazně efektivnější jeho rozložení a zjednodušení.

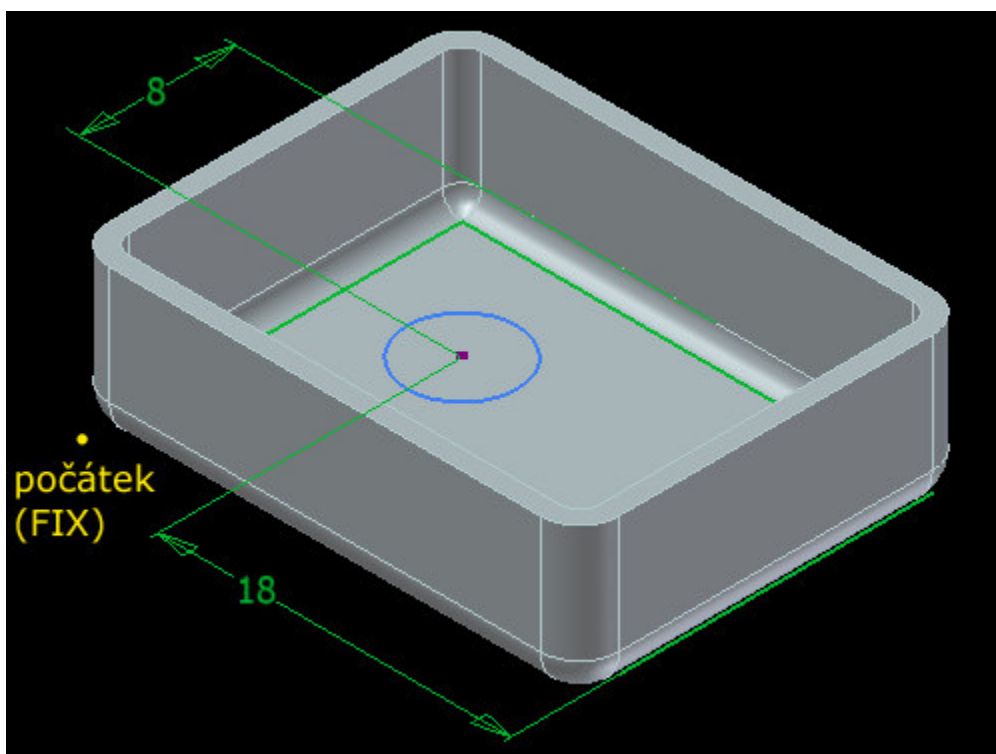


Typická chyba – složitý komplikovaný náčrt pro konstrukci hřídele, řadu prvků lze navíc nahradit konstrukčními prvky zražení a rádius

9. Volba počátku náčrtu

Správná volba kombinace vazeb a kót je při tvorbě náčrtu strategická. Jedná se o podstatnou a stěžejní kapitolu při tvorbě nového, nebo modifikaci již existujícího náčrtu. Nevhodný postup určení geometrie náčrtu může znamenat v budoucnu i výmaz celého objektového stromu.

Již v minulých dílech našeho seriálu jsme zdůraznili nutnost plné parametrizace u finálního náčrtu. Každý návrh, pokud má být použit dále pro tvorbu výkresové dokumentace nebo být zdrojem přesných dat musí být postaven na přesných geometrických datech.

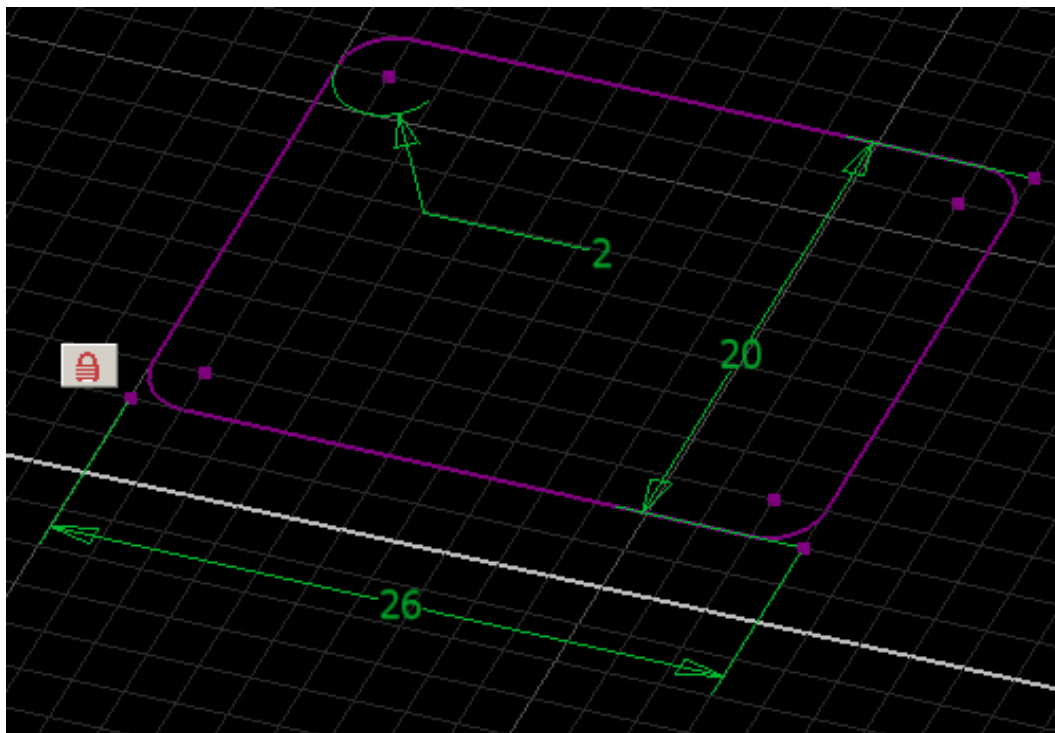


Jednoduchá situace, vazba výstupku z určitého směru

Typickou ukázkou může být výše uvedený příklad, na kterém je kótován náčrt výstupku. Na první pohled nic zajímavého, ale i tento triviální příklad můžeme použít pro demonstraci nevhodného postupu.

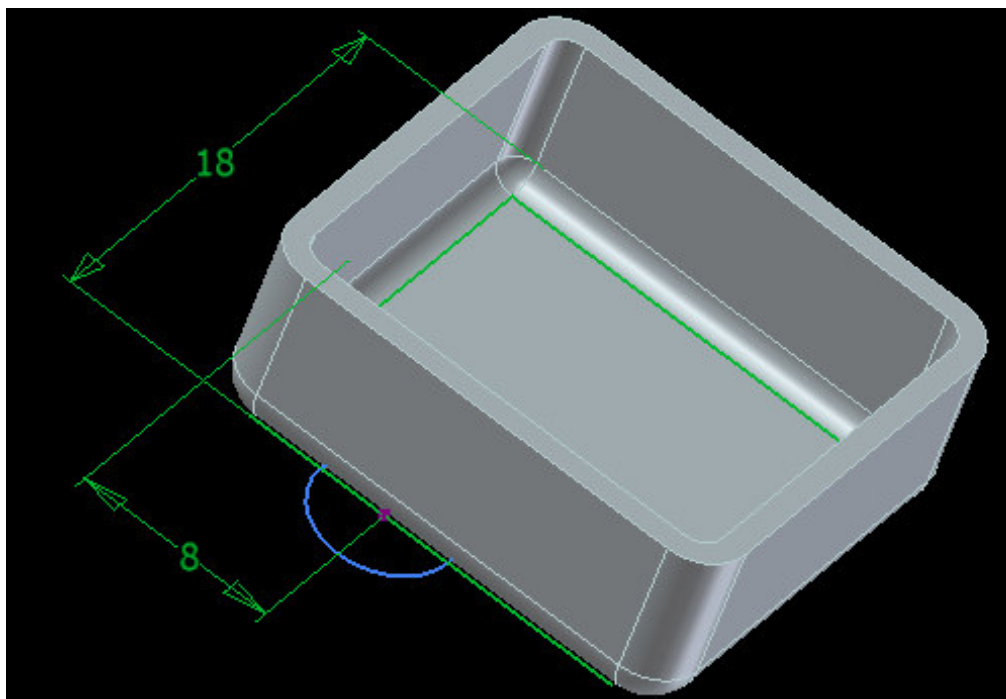
Kde je počátek?

První otázkou je, jak je koncipován výchozí náčrt, který tvoří geometrii kvádru. Ten musí být plně parametrický a měl by být ukotven pomocí FIXní vazby proti pohybu v náčrtové rovině.



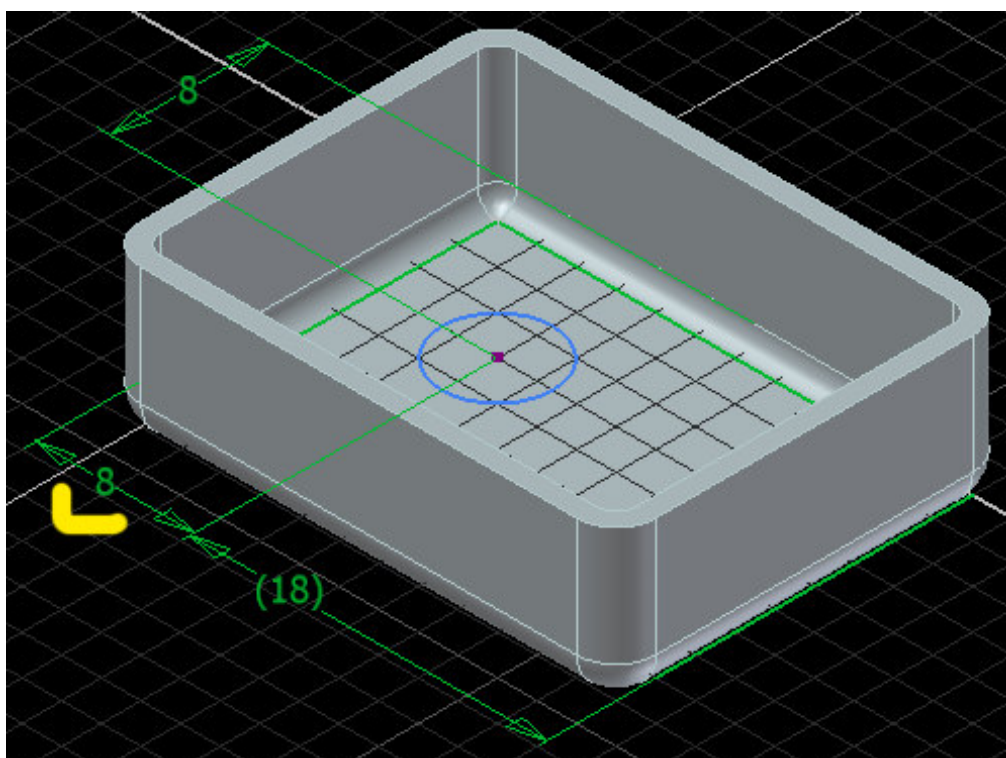
Možnost první – vazba FIX na straně výstupku

Počátek, který je tvořen FIXní vazbou nebo jinou alternativou (promítnuté osy XY) je při následné modifikaci náčrtu stálý s pevně definovanou polohou. Pokud tedy provedeme modifikaci kóty 34 mm a tuto hodnotu přezženeme, výstupek se odsune mimo základní kvádr.

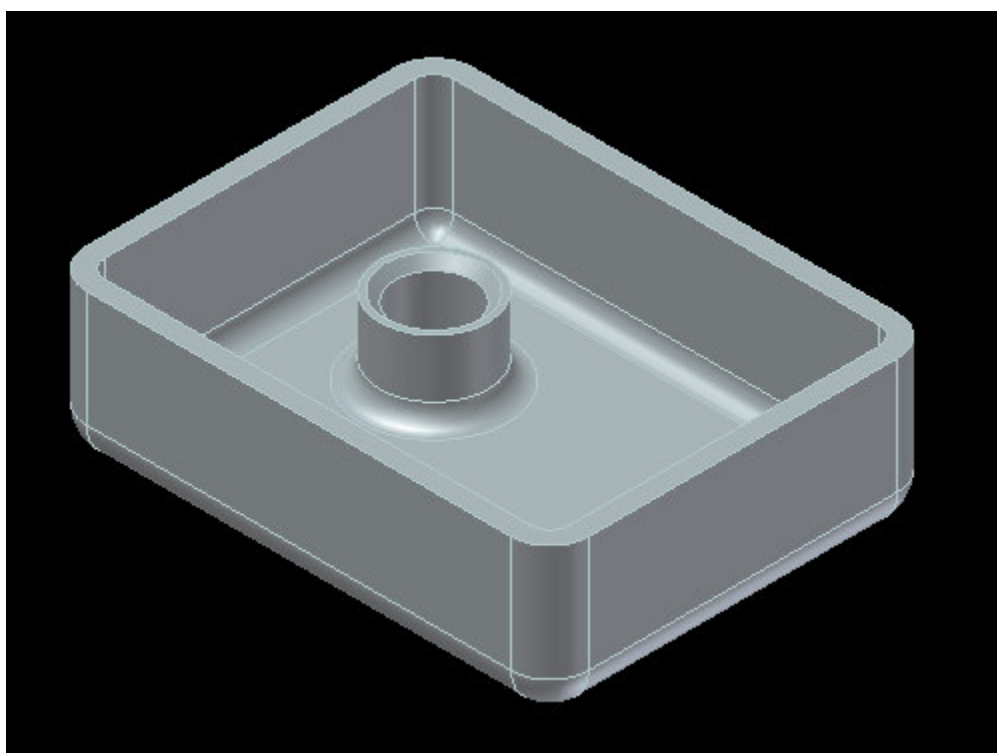


Nevhodně kótovaná poloha výstupku vůči nule, změnou délky základní součásti dojde ke kolapsu náčrtu

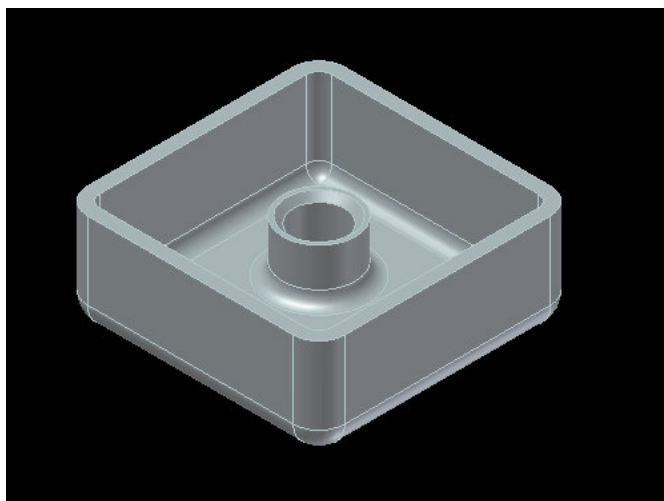
Při definici počátku a následných pozic náčrtů vůči sobě je tedy vždy nutné zvážit, jak budou probíhat následující modifikace. Jen tehdy se vyhneme nežádoucím rozpadům modelu, případně adaptivních sestav.



Modifikace kóty (původní můžete smazat, nebo dát pouze jako řízenou)



Původní součást, která obsahuje správně zvolený počátek a polohu kót v náčrtu



Správně modifikovaná součást bez kolapsu geometrie

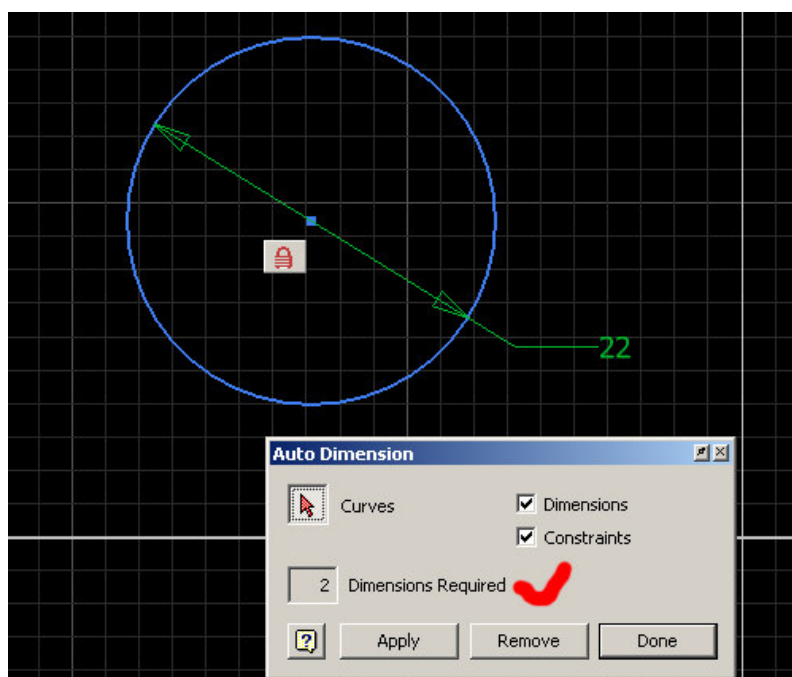
10. Automatické vazby

Autodesk Inventor poskytuje svým uživatelům obdobně jako jiné produkty inteligentní generování vazeb v náčrtech. Podívejme se reálně na tuto funkci a její nastavení. Popíšeme si také specifika použití této funkce.

Geometrické vazby v Autodesk Inventoru tvoří základ tvarování geometrie náčrtu. Vždy by měla být dodržena při parametrizaci sekvence „**nejprve vazby a pak kóty**“. Vždy preferujte vazby, jako základní prostředek pro definici náčrtu. Důvody si vysvětlíme později v tomto seriálu.

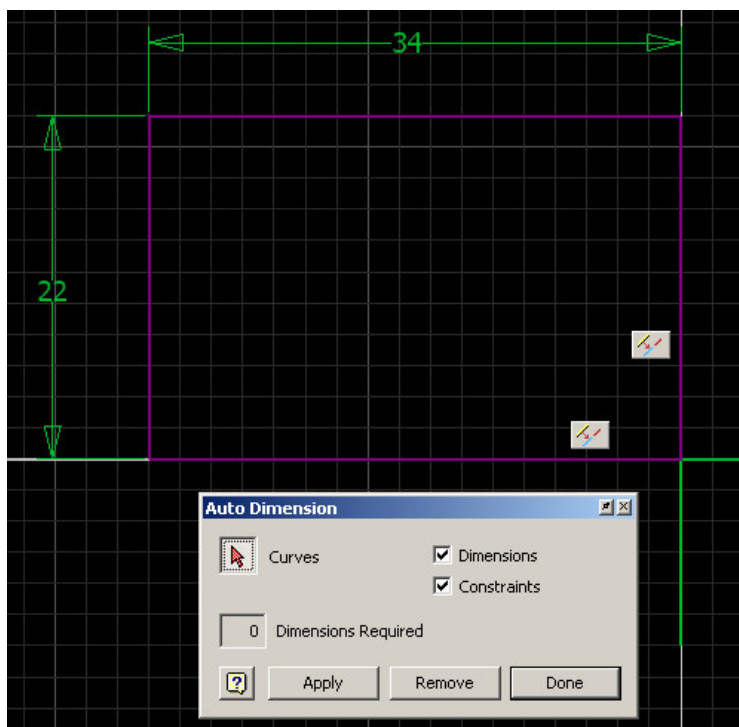
Geometrické vazby by měli být definovány v následujícím pořadí:

1. **Vazba Totožnosti (Coincident)** definuje spojení dvou objektů v koncových bodech, je generována automaticky, pokud kreslíme návazné objekty. Pokud není tato vazba někde v náčrtu použita a náčrt je neuzavřen, je možné vytvořit pouze plochu nikoliv těleso.
2. **Vazba Horizontální (Horizontal)** a **Vertikální (Vertical)** definuje polohu objektů (úseček) vůči globálnímu souřadnému systému. Tyto vazby vždy preferujeme pokud je to možné.
3. Ostatní vazby u těch již tolik nezáleží na pořadí jejich definice. Využíváme je tak, aby vždy definovaly objekt s co možná největší přesností a srozumitelností.



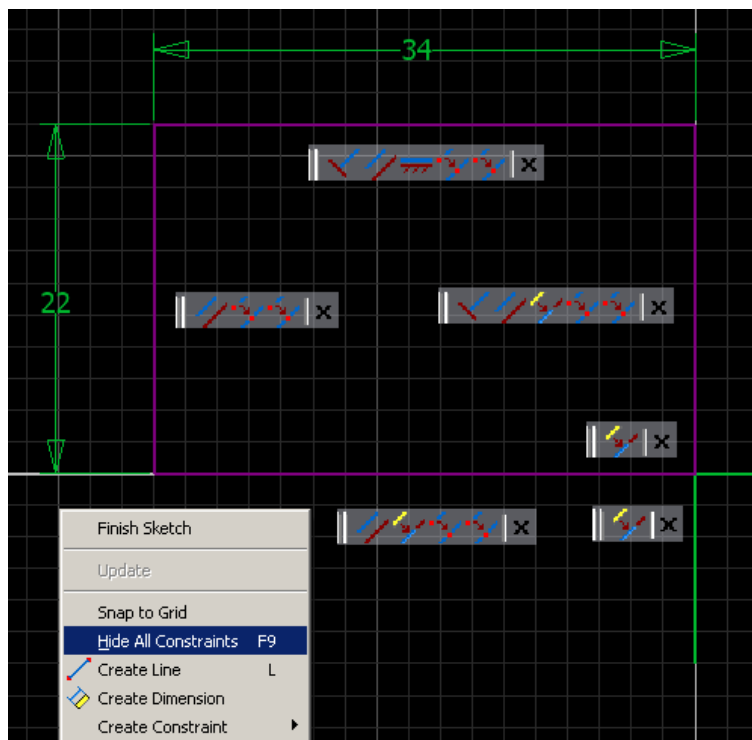
Vazba Pevný bod (FIX) odstraní u prvního náčrtu poslední dva stupně volnosti

Vazba **Pevný bod (FIX)** vazba, kterou **používáme vždy u prvního náčrtu jako poslední!** Pokud chceme odstranit finální dva stupně volnosti náčrtu (pohyb v ose X a v ose Y). Tuto vazbu lze nahradit například pomocí kolineární fixace náčrtu vůči souřadným osám.



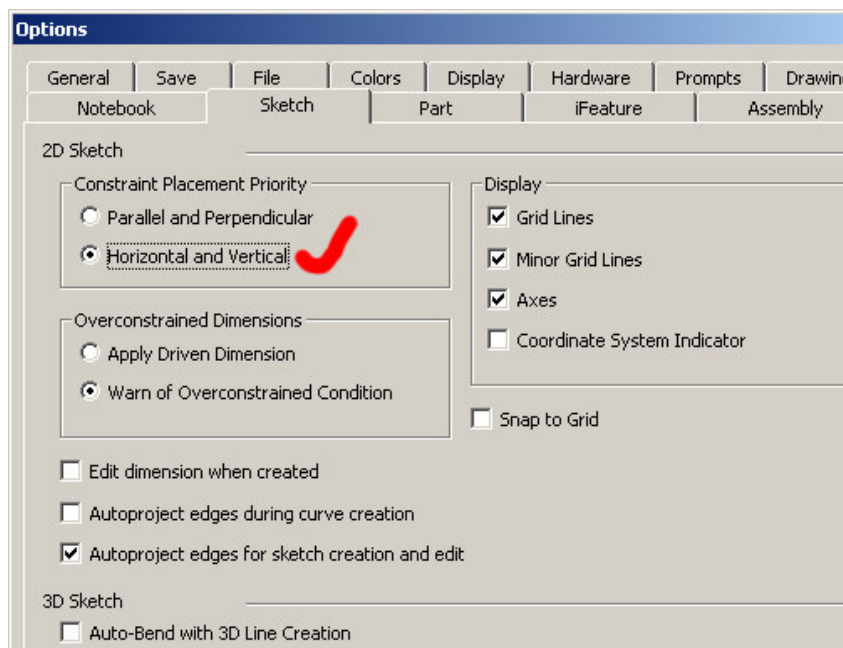
Kolineární fixace vůči ose X a Y, která nahrazuje vazbu FIX

Jistou překážkou při správném postupu parametrizace může být již automatické generování vazeb. Je poměrně inteligentní, ale u složitější geometrie může generovat vazby, které nám později znemožní dokončení parametrizace, případně znemožní adaptivní modifikaci objektů. Proto je dobré vždy prvotně vytvořený náčrt analyzovat zobrazením všech vazeb (klávesa F8 a F9). I v této fázi je vhodné zdůraznit jistou střízlivost při volbě složitosti náčrtu.



Analýza náčrtu z pohledu vazeb

Tip: Z praxe je jasné, že poměrně velké množství problémů vzniká neexistencí vazeb Totožnost (váže koncové body objektů). Právě odtud je vhodné náčrt vždy analyzovat. Všimněte si na obrázku že jsou vždy v párech. Automatické generování vazeb je vhodné při parametrizaci náčrtu nastavit do stavu preferování horizontálních a vertikálních vazeb. Standardně je nastaveno na kolmé a rovnoběžné vazby. Tato volba je sice účinnější, ale začínajícím uživatelům zbytečně generuje při tvorbě náčrtu vazby, které je nutné dodatečně odstranit. Připomeňme jen, že vazbu lze odstranit jejím označením a stiskem klávesy Delete.

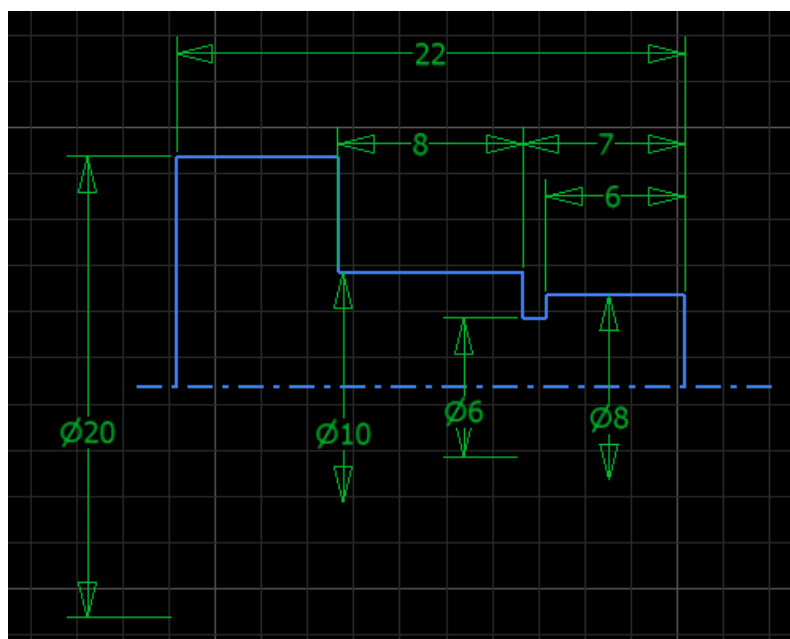


Nastavení preferování vazeb

11. Modelové a výkresové parametry

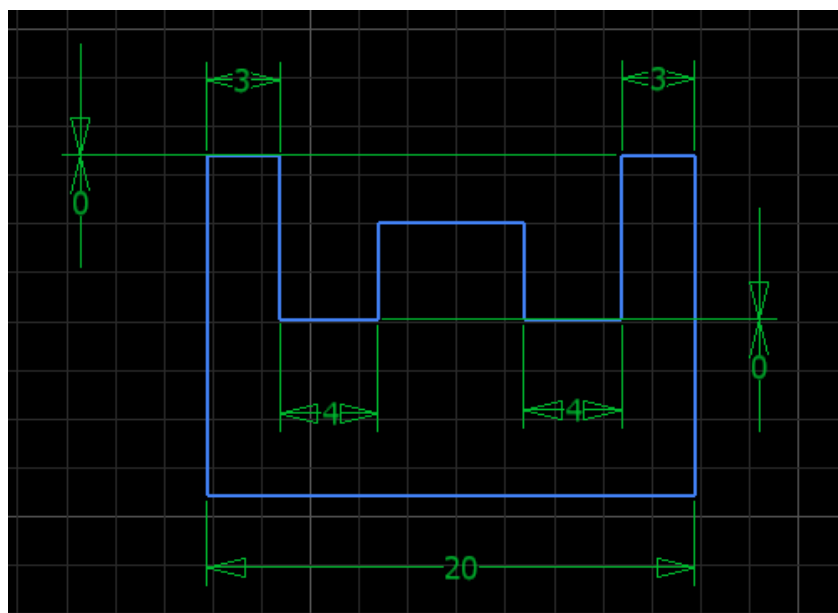
V minulých dílech našeho seriálu jsme ukázali několik efektivních postupů pro řízení geometrických vazeb a parametrických kót. V dnešním díle se podíváme na otázku jejich preferování.

Problematika optimální volby geometrických vazeb a parametrických kót vychází z určitých zažitých zvyklostí z oblasti 2D navrhování. Často jsou uživatelé parametrické (modelovací) kóty považovány za určitý ekvivalent kót ve výkrese. To je do jisté míry pravdou, ale dlouhodobým užíváním 3D systému přijdete na to, že není příliš vhodné tyto dva způsoby určení geometrie a rozměru modulů zaměňovat.



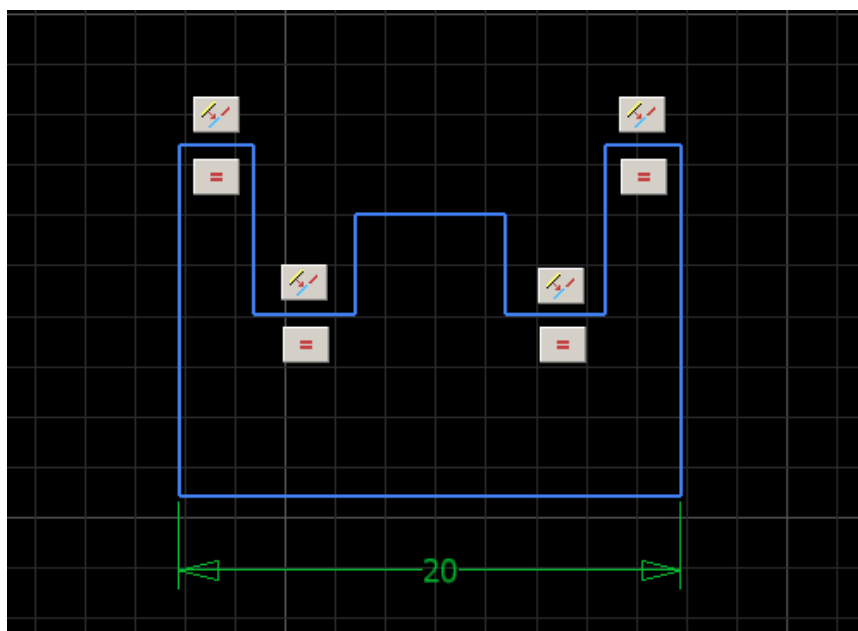
Typická ukázka rozměrových parametrů v modelu

U rozměrových parametrů se nemusíme minimálně ohlížet na jejich správné umístění, pozici a orientaci šipek a kótovacího textu. Daleko významnějším důvodem je ovšem možnost náhrady rozměrových parametrů pomocí geometrických vazeb a matematických vztahů (minimálně rovností dvou parametrů).



Chybná parametrizace (použity totožné a nulové kóty)

Samozřejmě v této fázi bych rád zdůraznil, že se nejedná o zásadní chyby, ale pouze o optimalizační doporučení, která výrazně sníží nebezpečí rozpadu náčrtů při jejich modifikaci a zefektivní práci s modelem nejen pro jeho tvůrce. Určitá jednotnost v přístupech k modelování v týmu se vždy jistě vyplácí.

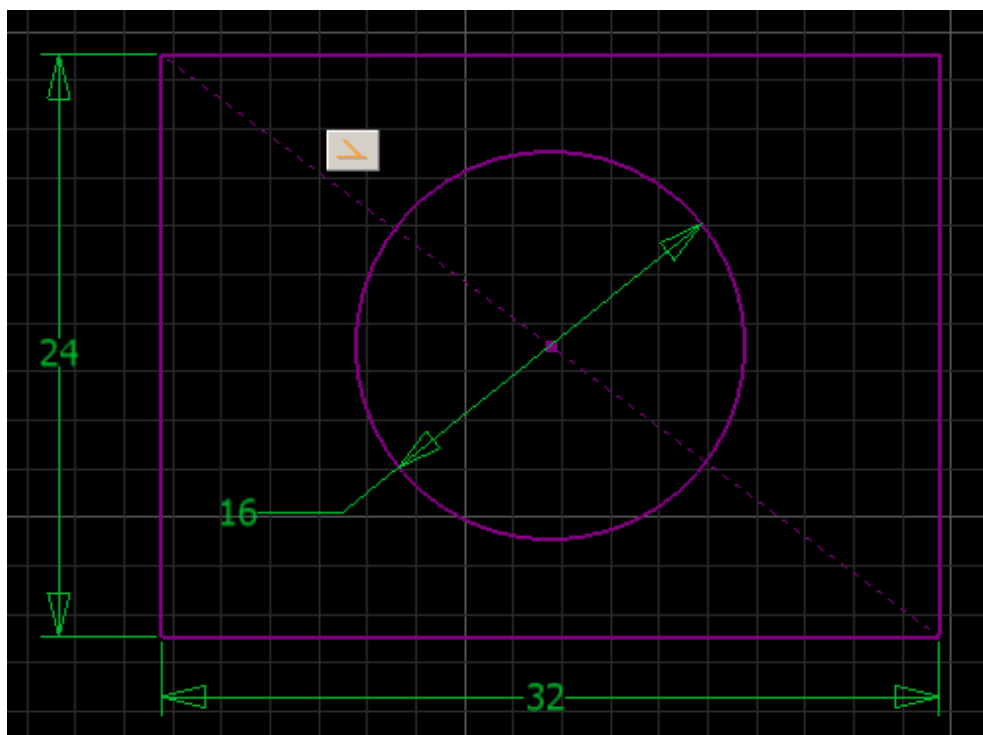


Správná parametrizace (zbytečné kóty nahrazeny vazbami)

12. Konstrukční úlohy

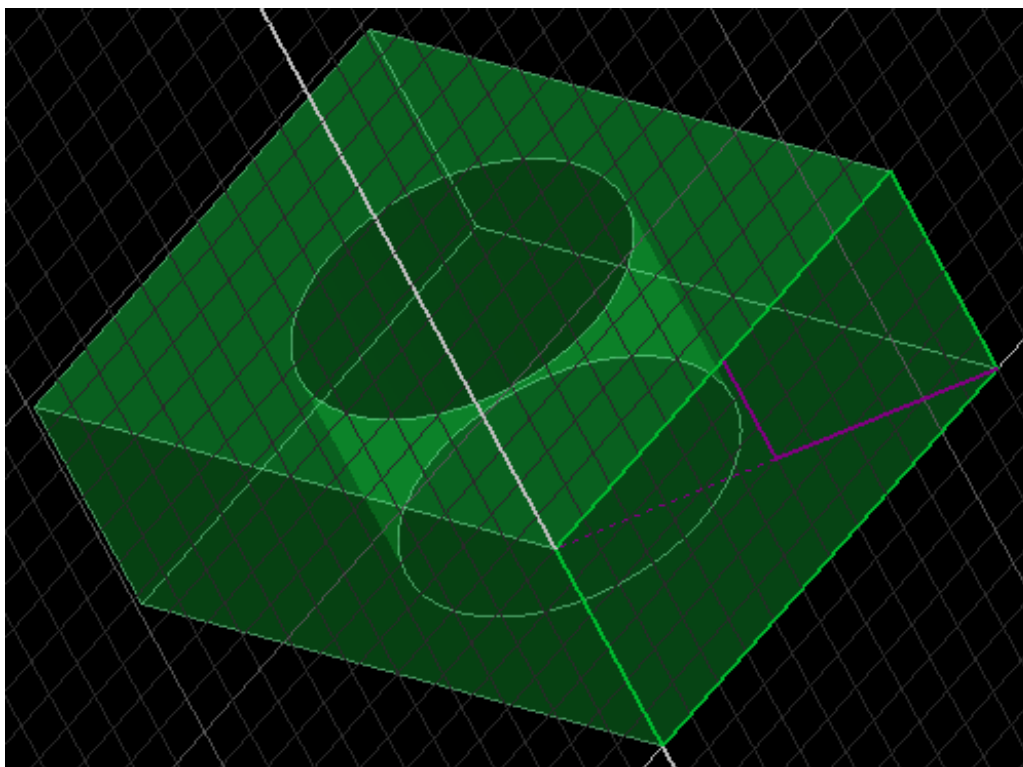
Konstrukční úlohy, mohou být velmi účinnou technologií jak zvládat i poměrně složité náčrty a efektivně je řídit, včetně jejich pozice vůči geometrii součástí. Mohou být vytvořeny celou řadou postupů a znamenají často neoptimálnější metodu.

Pomocné konstrukce považujeme za nástroj, který zefektivňuje konstrukci součástí. Jedná se o geometrické objekty, které nejsou přímo součástí modelu, ale usnadňují definici polohy náčrtu, případně konstrukci jeho vnitřní geometrie.

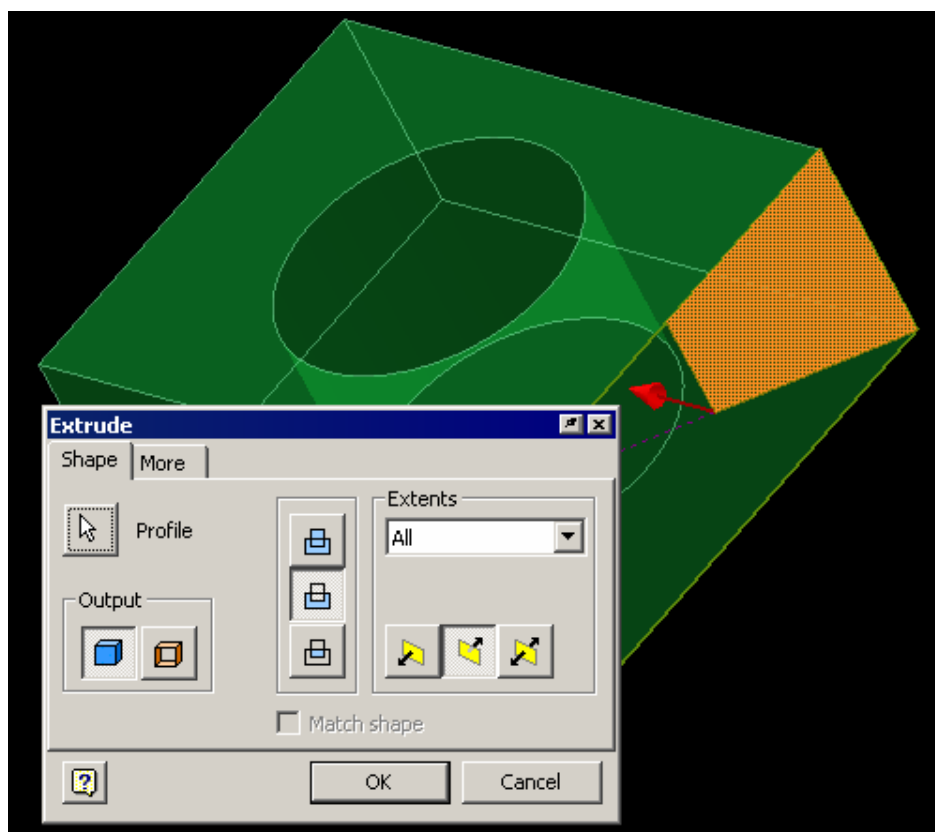


*Jednoduchý příklad pomocné konstrukce (náčrt je plně určen),
pomocná čára musí být vždy označena jako konstrukční*

Již při tvorbě náčrtu můžeme zvážit, jestli existuje možnost nějakého zjednodušení celé konstrukce. Nemluvíme v této chvíli o optimalizaci počtu vazeb a počtu kót, ale o zcela zásadním zjednodušení pozice objektů v náčrtu pomocí vhodně zvolených geometrických konstrukcí. Nezapomeňte ovšem vždy tyto pomocné čáry označit jako konstrukční!

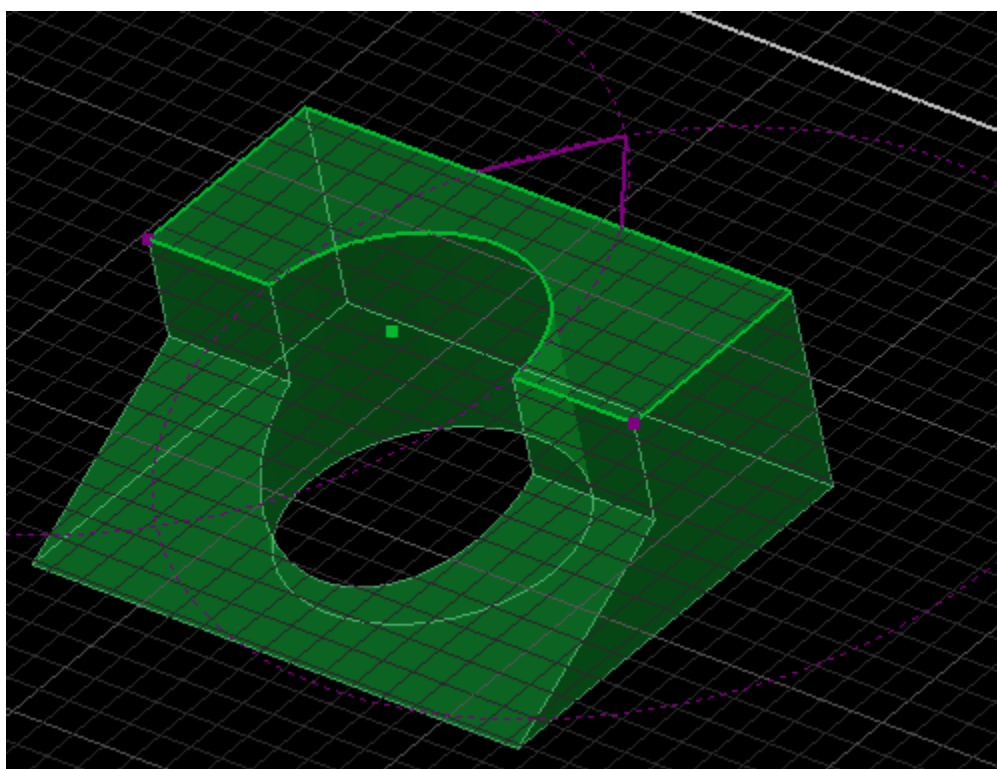


Druhá pomocná konstrukce s částí zvýrazněného náčrtu

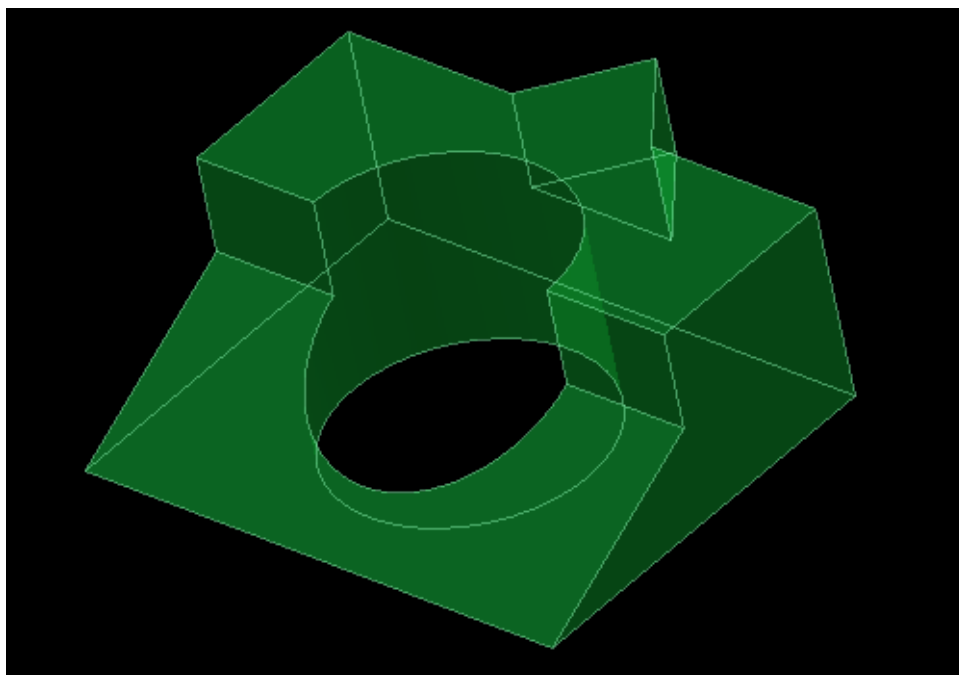


Vysunutí a odečtení profilu vytvořeného pomocí pomocné konstrukce

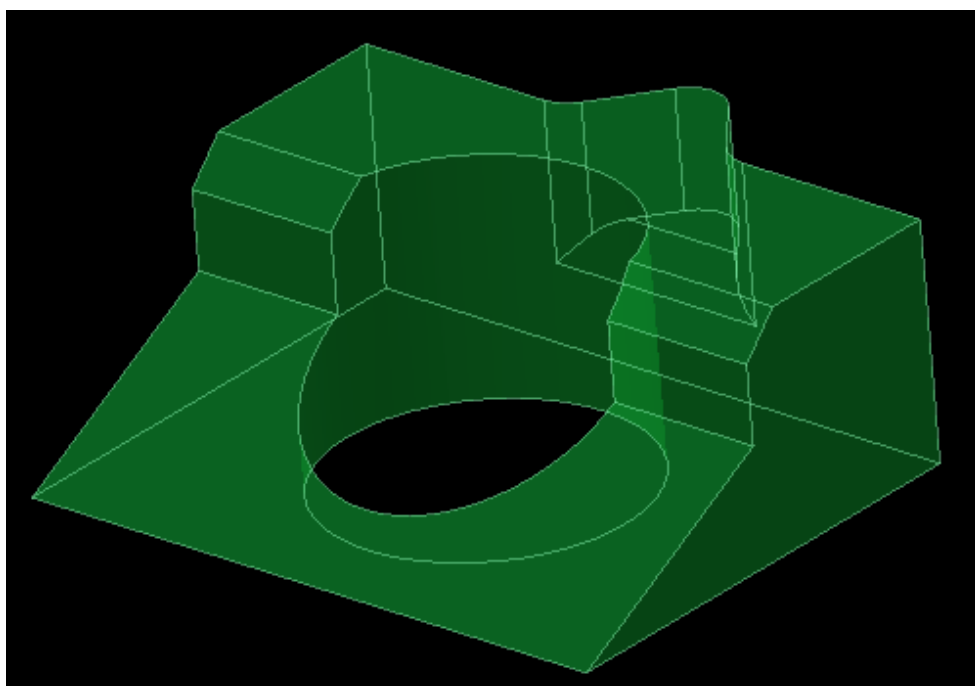
Poměrně velký význam mají pomocné konstrukce u jinak neřešitelných, nebo jen obtížně řešitelných případů. Tehdy mohou být náhradou složitých výpočtů poloh bodů, úhlů apod. Řada z úloh vychází ze základů konstruktivní geometrie na úrovni školy.



Jednoduchá konstrukční úloha, průsečík dvou kružnic



Prvek vytvořený pomocí průsečíku kružnic



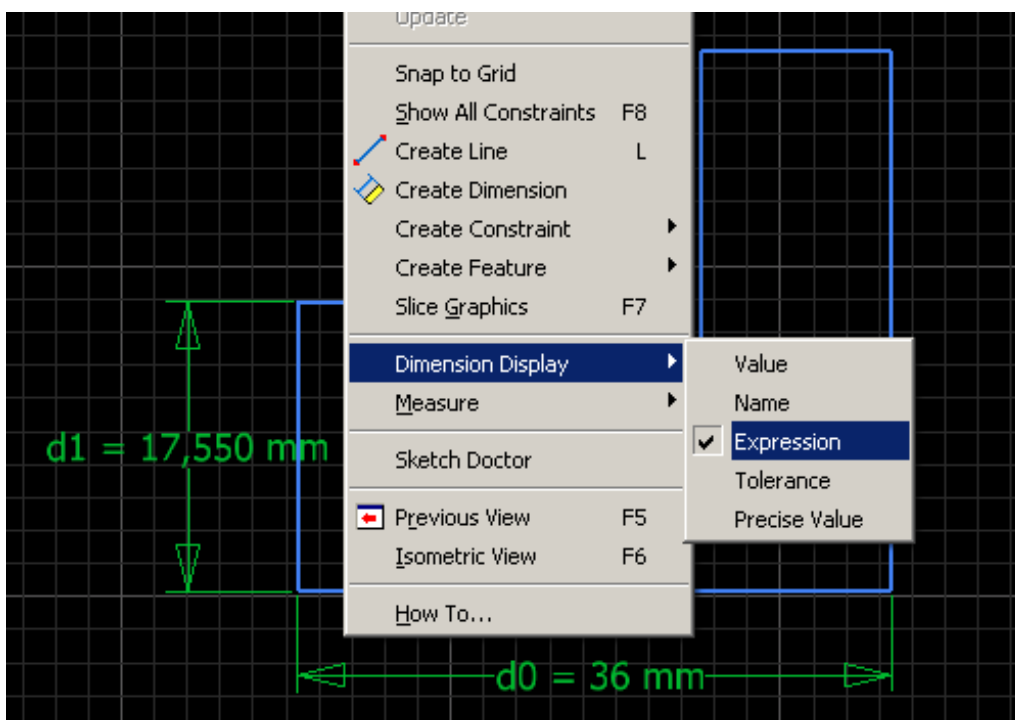
Finální součást

13. Matematické vazby

Parametrické modelování má pro technické navrhování celou řadu výhod. Jednou z těchto nesporných je možnost využití matematických operací a vztahů při tvorbě geometrie součástí.

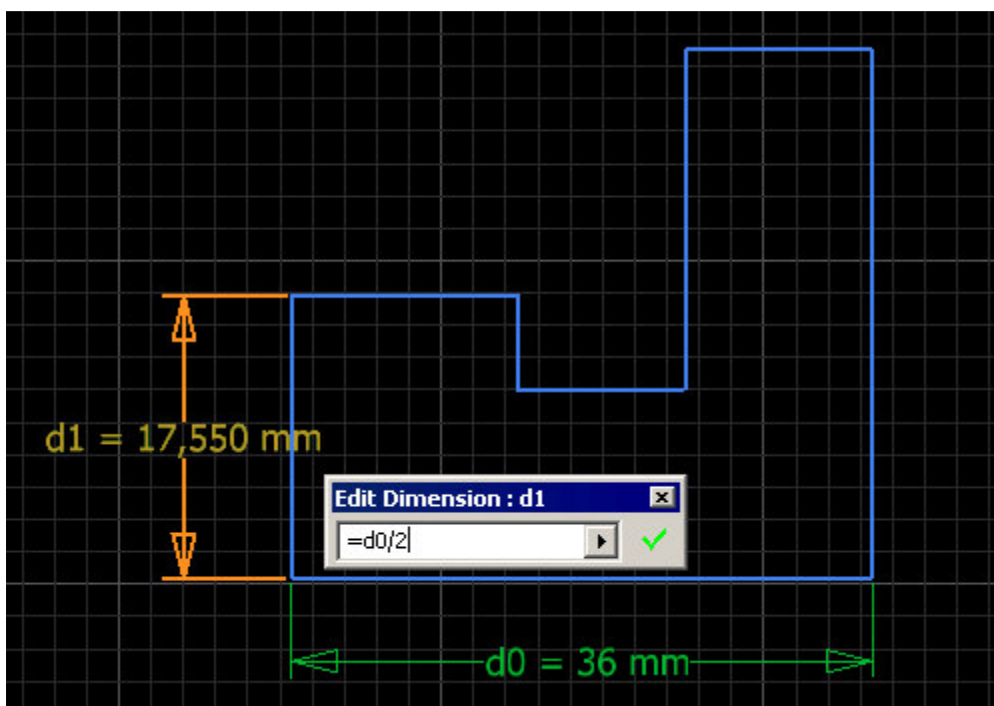
Autodesk Inventor obsahuje obdobně jako jiné modeláře postavené na principu parametrizace nástroje pro možnost definovat geometrii součástí s využitím matematických vztahů a operací. Využití této techniky vám může pomoci řešit celou řadu zajímavých konstrukčních úloh, které mohou směřovat například k obecnému generování variantních náčrtů a později sestav.

Abyste mohli matematické vztahy v Autodesk Inventoru efektivně definovat, je nutné změnit nastavení zobrazovaných rozměrových parametrů z číselných hodnot na výrazy. Samozřejmě lze s matematickými vztahy pracovat i bez tohoto nastavení, ale je to podstatně pracnější.



Inicializace zobrazení matematických výrazů v Inventoru

Matematické výrazy lze odvozovat buď zcela nezávisle na již existujících parametrech, to znamená, že každý výraz je definován na okolních parametrech zcela nezávisle, nebo jej lze odvodit s využitím již existujících parametrů (d_1 , d_2 , ..., d_x). U druhého případu musíte dávat především dobrý pozor na definici použitých parametrů, aby nedošlo k jejich zacyklení.



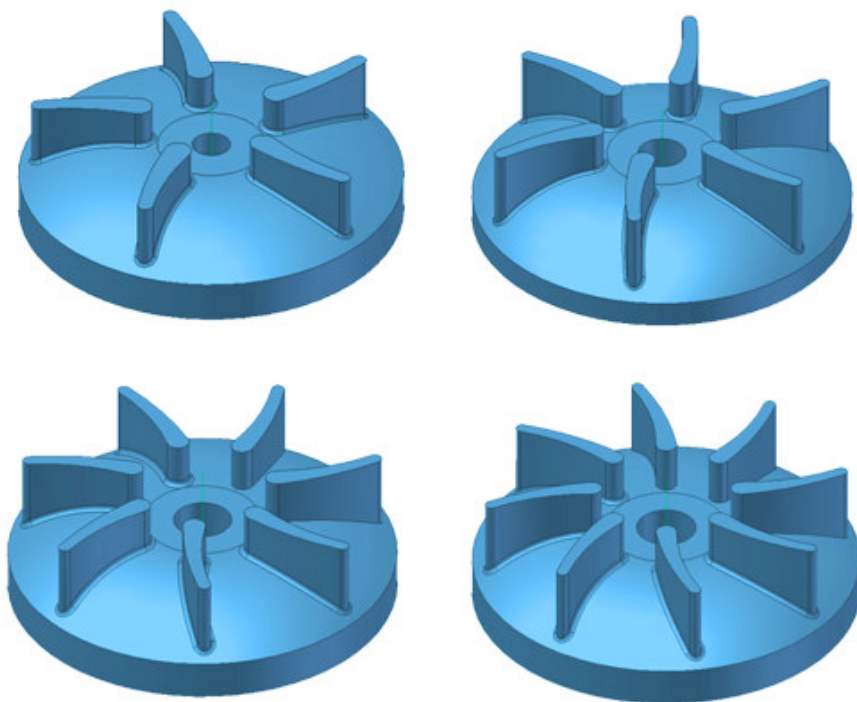
Použití jednoduchého matematického vztahu s využitím existujícího parametru

Autodesk Inventor obsahuje poměrně solidní zázemí matematických operátorů a funkcí. Jejich ucelený přehled najdete v nápovědě aplikace, my zde uvedeme pouze výběr těch nejdůležitějších.

Operace	Popis	Operace	Popis
+	Sčítá čísla	sinh (číslo)	Hyperbolický sinus
-	Odečítá čísla	cosh (číslo)	Hyperbolický kosinus
*	Násobí čísla	tanh (číslo)	Hyperbolický tangens
/	Dělí čísla	ln (číslo)	Přirozený logaritmus čísla
^	Exponent	log (číslo)	Dekadický logaritmus čísla
()	Seskupí výrazy	E	Základ přirozených log. (2,718..) (pozor na velká písmena)
sin (úhel)	Sinus úhlu	exp(x)	Exponenciální funkce (e ^x)
cos (úhel)	Kosinus úhlu	sqrt (číslo)	Druhá odmocnina čísla
tan (úhel)	Tangens úhlu	floor (číslo)	Zaokrouhlení dolů na celé číslo
asin (číslo)	Arcussinus čísla	ceil (číslo)	Zaokrouhlení nahoru na celé číslo
acos (číslo)	Arcuskosinus čísla	PI	Konstanta pí (3,1415..) (pozor na velká písmena)
atan (číslo)	Arcustangens čísla	abs (číslo)	Absolutní hodnota čísla

Výběr nejdůležitějších matematických funkcí

Použití matematických vztahů a funkcí patří již k pokročilejším technologiím tvorby náčrtů respektive součástí. Jejich využití ovšem umožňuje vysokou variabilitu a často i efektivitu popisu geometrie modelovaných součástí.

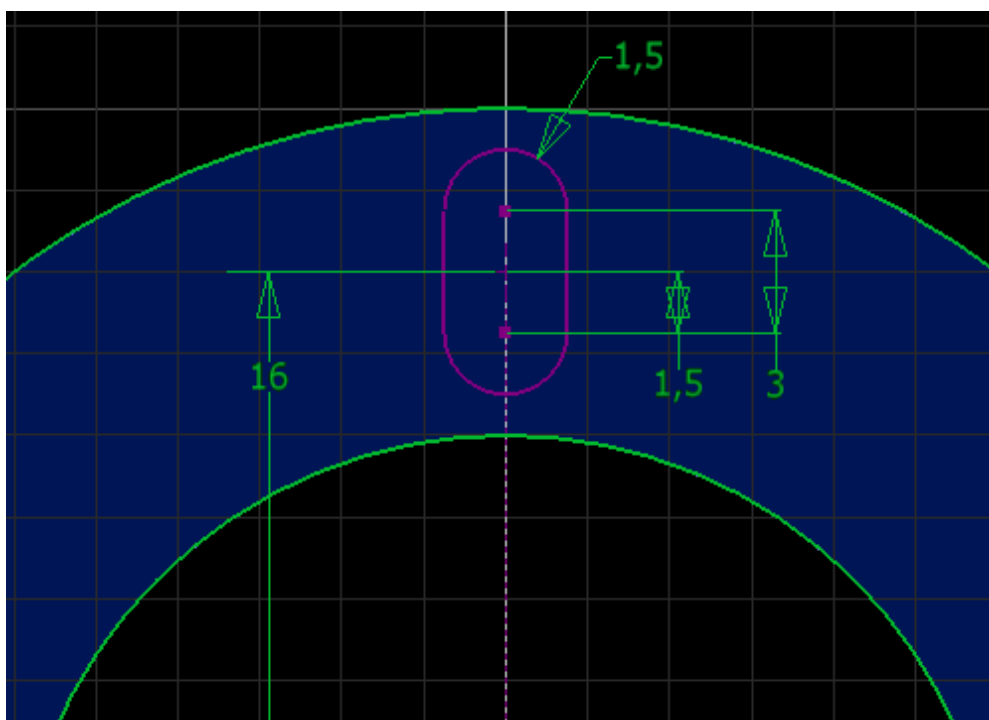


Typické využití matematických vztahů pro generování variant součástí

14. Umístění náčrtu

V dnešním díle seriálu o modelování v Autodesk Inventoru si ukážeme, jak polohovat náčrt v již vytvořené geometrii součástí. Tuto metodu využijete v případě rozšířeného modelování součástí.

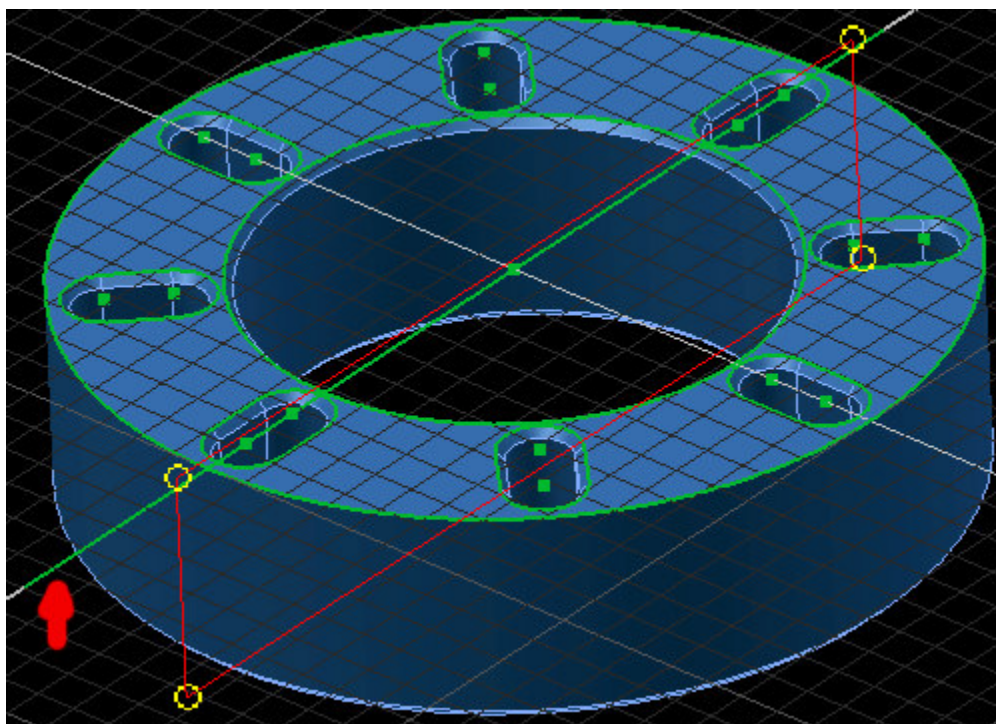
Tvorbu náčrtů a jejich parametrizaci jsme si popsali v minulých dílech detailně. Náčrty samozřejmě nemusíme využívat pouze u prvotní definice součásti, ale mohou být nasazeny jako efektivní řešení pro další, pokročilou geometrii. Základním rozdílem proti prvotnímu náčrtu je nutnost definice umísťujících vazeb určujících polohu geometrického prvku vůči základní součásti. Na této úrovni není již vhodné využívat geometrické vazby FIX (pevný bod).



Plně parametrický náčrt s přesným vymezením polohy

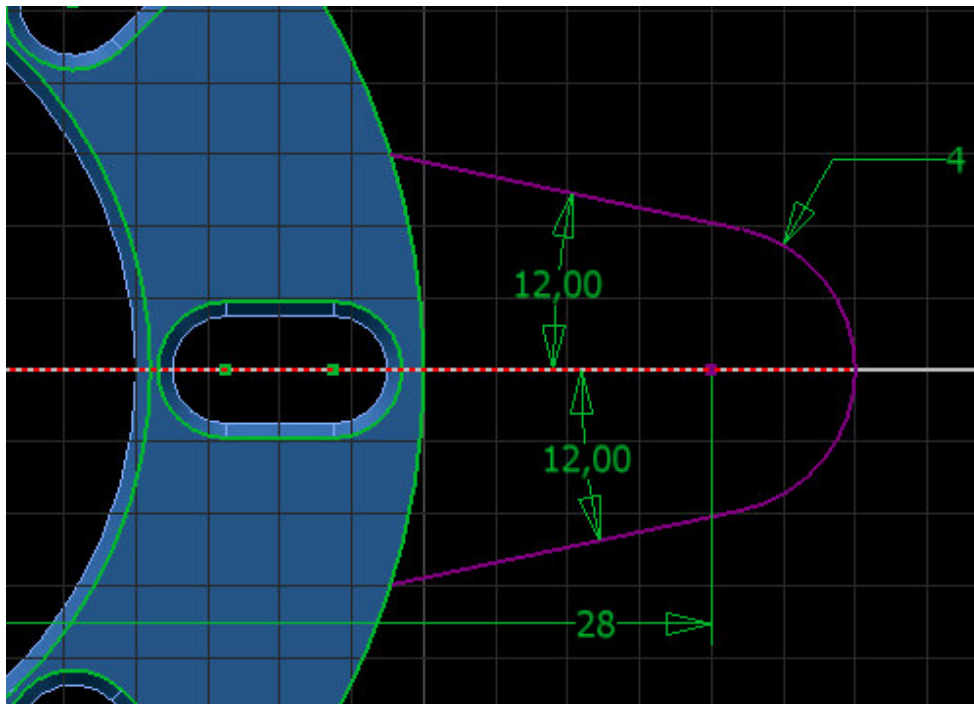
V praxi má požadavek na plné určení geometrie konstrukčního prvku čistě praktický význam. V topologii modelu (struktura v prohlížeči součástí) se dodatečné modifikace náčrtu poměrně obtížně dohledávají. Proto doporučujeme hlavně při práci v týmu, kdy jsou modely zpracovávány několika konstruktéry, geometrii náčrtů ihned plně určit. Vyhneme se tak problémům s případným rozpadem geometrie při modifikaci součástí později v sestavě.

Poměrně častým problémem při navrhování geometrie náčrtu je neexistence referenční hrany, vůči které lze vytvořit umístující kótu(ty) náčrtu. V tuto chvíli přichází na pomoc projekce stop souřadných, případně pracovních rovin. Používá se tak, že zadáme příkaz pro projekci geometrie a vybereme příslušnou rovinu referenčního souřadného systému.



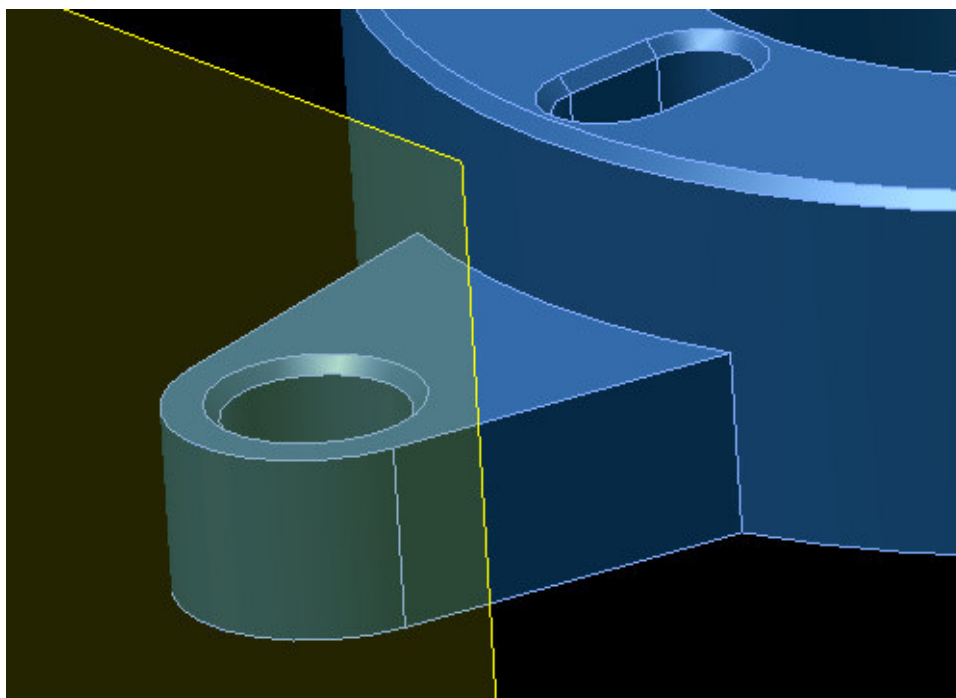
Promítnutá stopa referenční roviny

Průměty bodů, os a rovin, at' již referenčních nebo pracovních jsou velmi vhodnou pomůckou při tvorbě a fixaci polohy náčrtů. Lze jimi nahradit i určitou část definiční geometrie nového konstrukčního prvku. Vždy musíme mít na zřeteli, že veškerá geometrie náčrtu bude podle naší volby dále zužitkována pro vytvoření nového konstrukčního prvku s možností variantního výběru. Z tohoto důvodu doporučujeme začínajícím uživatelům jednoznačnou definici nového prvku s využitím konstrukčních čar. Náčrt je pak výraznější a pomocná čára má pouze pomocný význam i vizuálně.



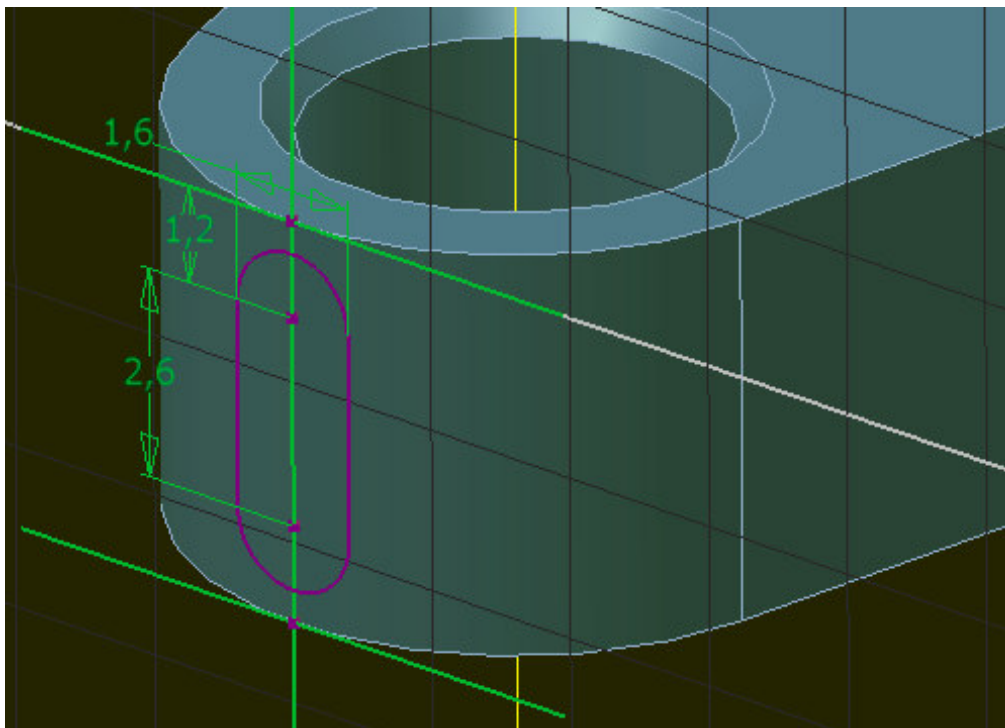
Náčrt prvku s vizuálním odlišením konstrukční čáry

Velmi dobrou pomůckou při umísťování náčrtů jsou pracovní roviny. Ty přichází ke slovu v případě, že na součásti neexistuje žádná rovina, kterou je možné využít pro definici nového náčrtu. Jedná se především o umísťování různých vybrání, drážek, otvorů a dalších konstrukčních prvků v nakloněných rovinách. V tomto případě musíme vždy nejprve na součásti vytvořit pomocnou pracovní rovinu, kterou v dalším kroku inicializujeme jako náčrtovou rovinu.



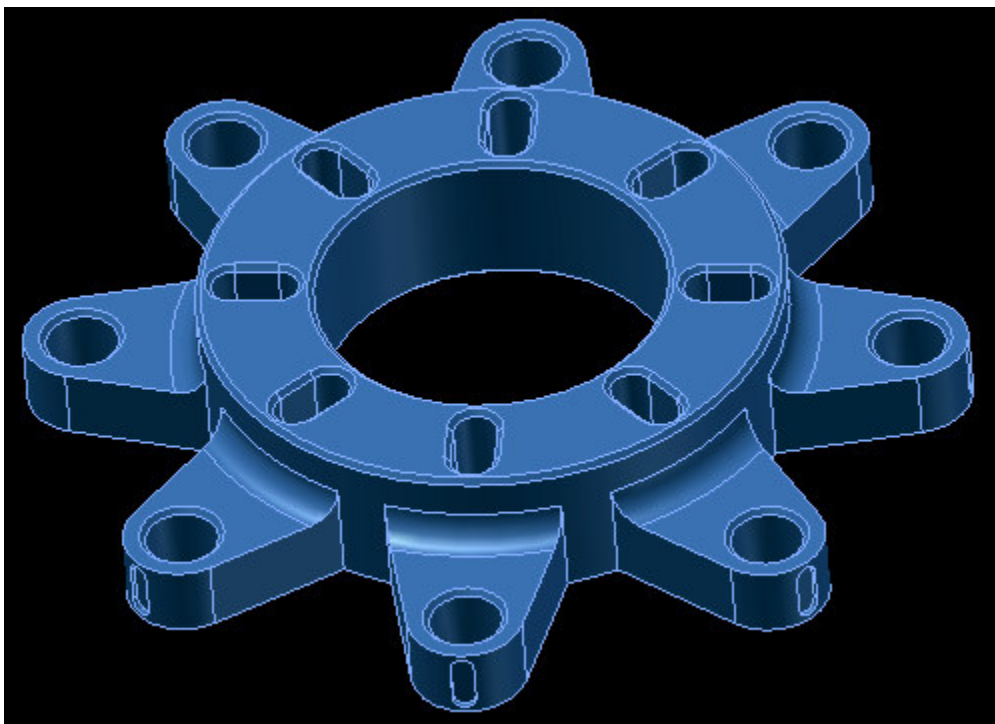
Pomocná tečná pracovní rovina

Pro definici pracovních rovin můžete použít prakticky libovolný geometrický prvek, rovinu, osu, bod. Vždy je ovšem na místě minimalizace a co možná nejjednodušší postup. Pracovní roviny, které jsou přímo určeny pro definici polohy náčrtu nelze smazat, lze je pouze nastavit jako neviditelné.



Definice náčrtu v rovině inicializované pracovní rovinou

Autodesk Inventor poskytuje uživateli pro vytváření pracovních rovin velmi intuitivní postup, který vede snadno k cíli. Lze jej efektivně kombinovat i s pomocnými náčrtu, ale tento postup doporučujeme pokročilejším uživatelům.



Finální model součásti

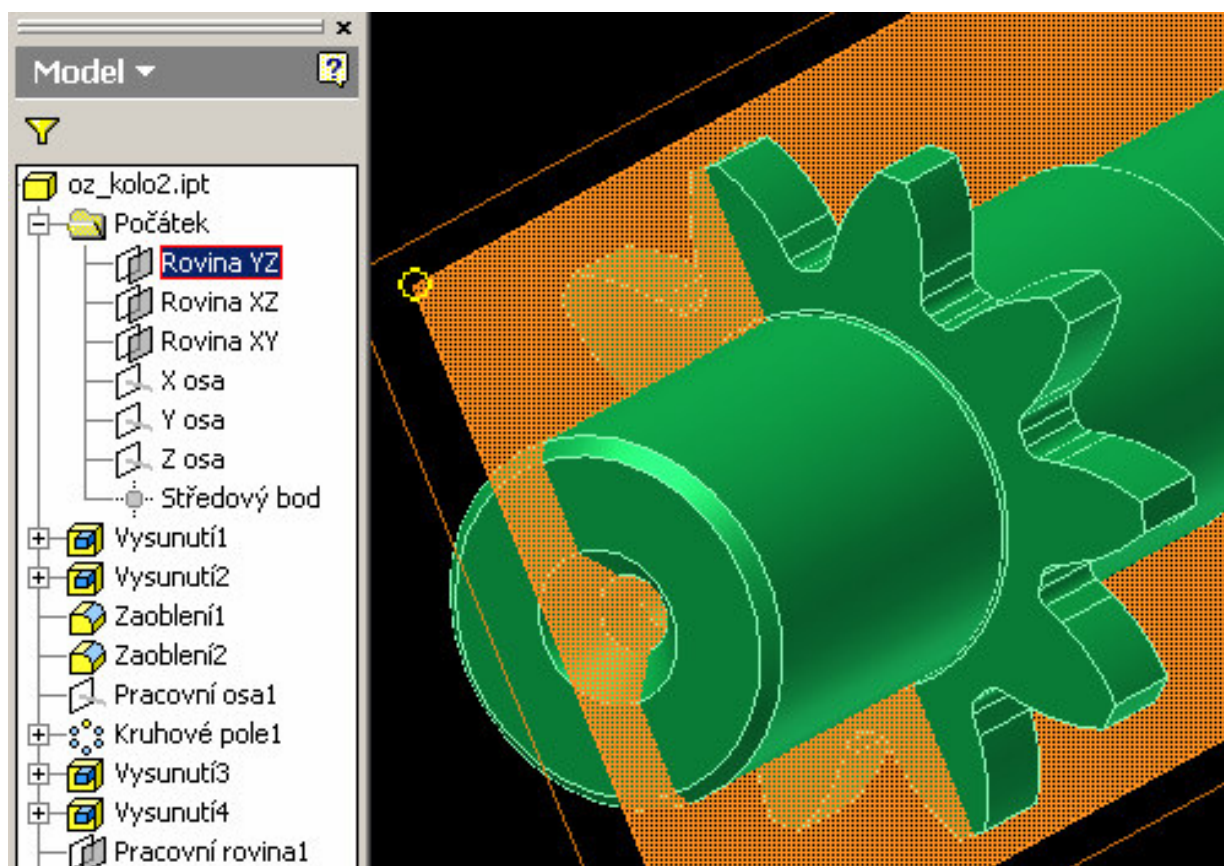
15. Náčrt na válcové ploše

V minulém díle našeho seriálu věnovaného adaptivnímu modelování v Autodesk Inventoru jsme v příkladu použili tečné roviny. Ve vašich dopisech padlo několik dotazů, jaký je správný postup definice tečných pracovních rovin.

Pro řešení tečných náčrtů vytvářených na válcové ploše existuje několik řešení. Je hlavně na uživateli, které si oblíbí, a které bude při modelování součástí využívat. Prakticky jsou možné následující postupy:

- vytvoření tečné roviny pomocí globální souřadné roviny a válcové plochy
- vytvoření tečné roviny pomocí soustavy pracovních rovin
- vytvoření tečné roviny pomocí řízeného náčrtu na čele válcové plochy

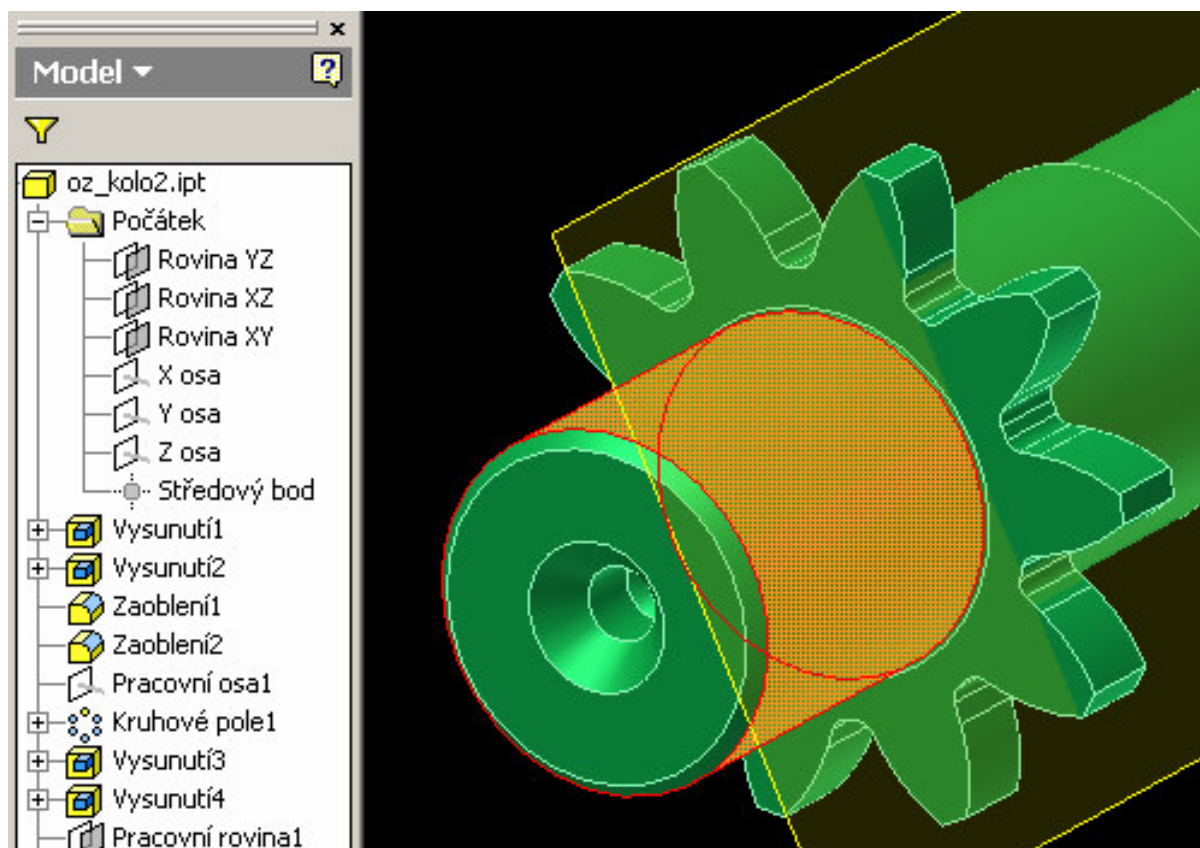
V našem postupu se podíváme detailněji na první možnost, kdy využijeme pro definici pracovní roviny globální roviny a válcové plochy. Tento postup je nejsnadnější a vede nejrychleji k požadovanému výsledku.



V prvním kroku vybereme v prohlížeči součásti globální rovinu ve větvi Počátek

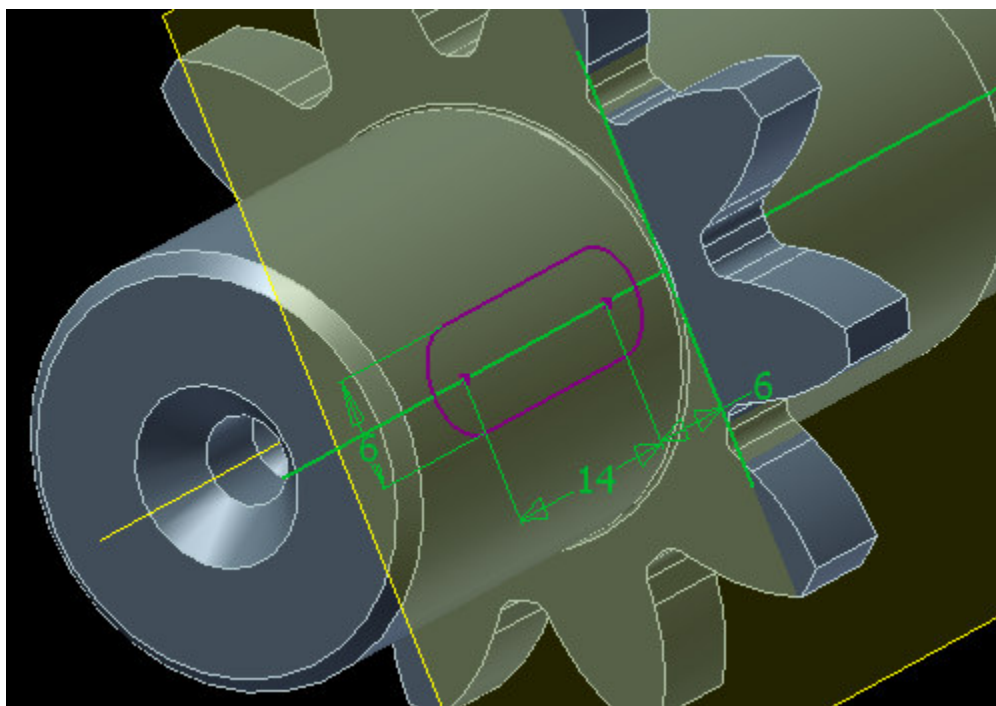
Základem tohoto postupu je správné určení polohy pomocné pracovní roviny, která je tečnou rovinou k válcové ploše. Pro určení správné polohy je si dobré předem otevřít v objektovém stromu prohlížeče součástí položku **Počátek**. Najdete zde prvky určující globální (hlavní) souřadný systém součásti. Zde bych zdůraznil, že při modelování součástí přímo v sestavě, má sestava svůj vlastní souřadný systém. Proto je nutné dávat na správnou větev objektového stromu při modelování v sestavách větší pozor.

Globální prvky počátku – bod, tři osy a tři roviny jsou standardně skryty a nezobrazují se. Pro definici tečné roviny je ani zobrazovat nemusíte. V prvním kroku stačí pouze aktivovat příkaz pro vytvoření pracovní roviny a zvolit v položce Počátek odpovídající globální rovinu. Ta ve většině případů prochází u rotačních součástí jejich osou. Samozřejmě může nastat i situace jiná.



V druhém kroku zvolíme povrch válcové plochy

V dalším kroku musíme zvolit odpovídající válcovou plochu, ke které má být vytvořená pracovní rovina tečná. Pokud není výběr zřetelný, aplikace vám nabídne cyklování výběru s možností selekce ploch. Po zvolení správné plochy je vygenerována tečná pracovní rovina.



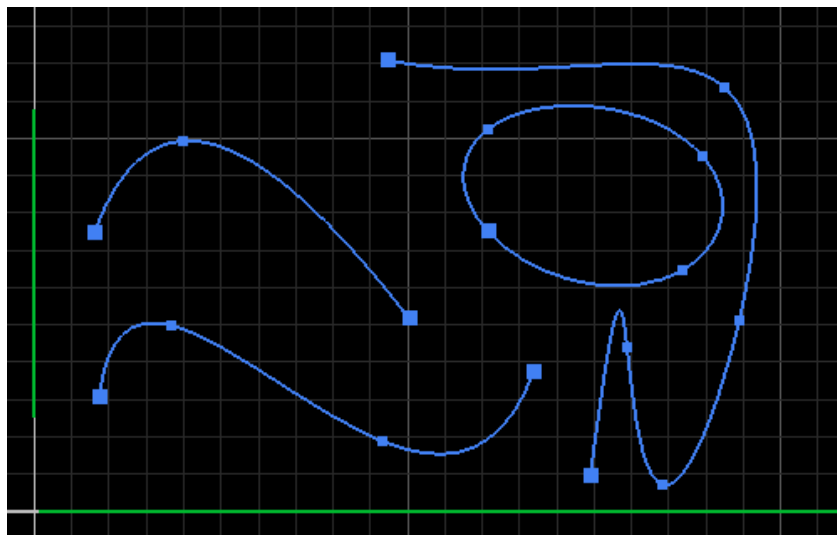
Náčrt umístěný v tečné pracovní rovině

Vytvořenou pracovní rovinu již můžeme použít pro definici geometrie náčrtu. Jistý problém může nastat ještě při správném určení polohy náčrtu. Zřejmě nejlepší cestou je promítnutí osy válce do náčrtu jako referenční geometrie. Pomocnou pracovní rovinu nesmíte smazat, lze ji pouze vypnout, jedná se totiž v tomto případě o pracovní prvek provázaný s geometrií náčrtu.

16. Parametrizujeme křivky

Především v oblasti návrhu ploch často nevystačíme pouze s jednoduchými objekty typu úsečka a oblouk. Geometrie součástí může být již tak složitá, že je ji možné popsat pouze obecnými křivkami.

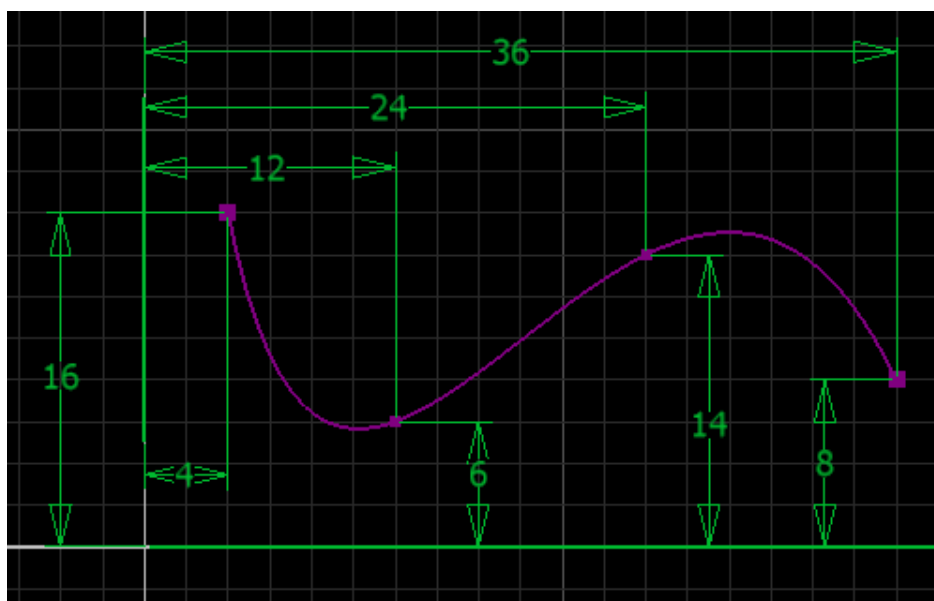
Tvorba obecně definovaných spline křivek patří především do specifických oblastí. Souvisí například s návrhem součástí z plechu, plastů apod. Z návrhu geometrie výrobku se jedná o poměrně složitý postup, který je vhodné využívat pouze v nutných případech. V dnešním článku se podíváme detailněji na postup návrhu náčrtu definovaného pomocí spline křivek.



Různé typy otevřených a uzavřených spline křivek

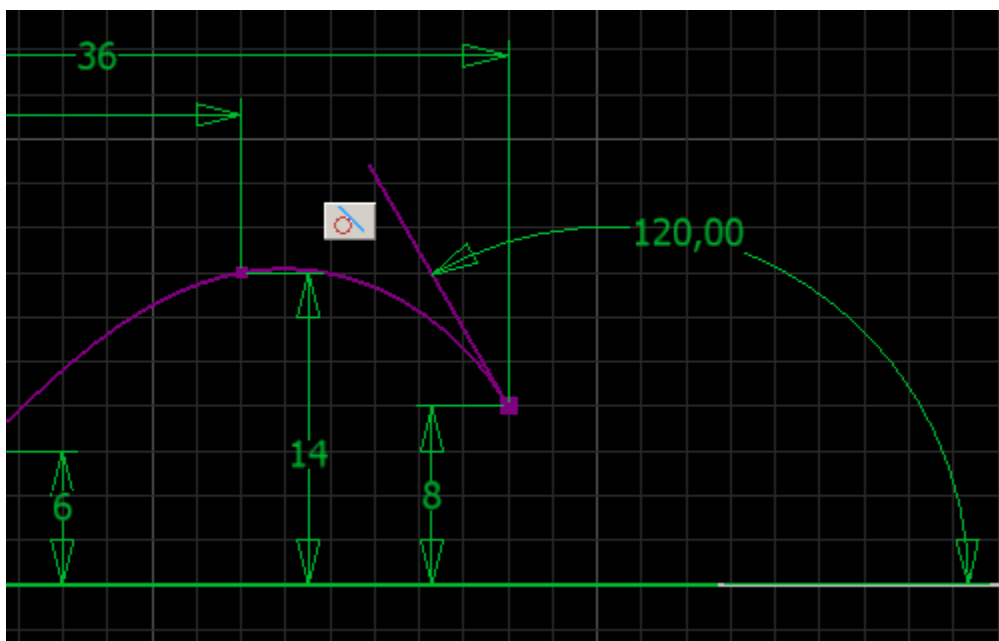
V prvním kroku je nutné si vždy předem promyslet jakým postupem bude skutečná součást vyrobena a z kolika segmentů bude složena. Po definici jednotlivých segmentů spline křivky již totiž není návratu a museli bychom celý návrhový proces opakovat od tvorby výchozích definičních křivek.

Základem správně provedené geometrie je pokud možno co nejpřesněji geometricky určená spline křivka. Proto je vhodné vždy zvažovat, jak složitou strukturu bude tato křivka mít a kolik bude obsahovat uzlových bodů. V tomto případě je vždy na místě optimalizace počtu uzlových bodů. Často lze požadovanou geometrii definovat pomocí jednoduchých řešení.



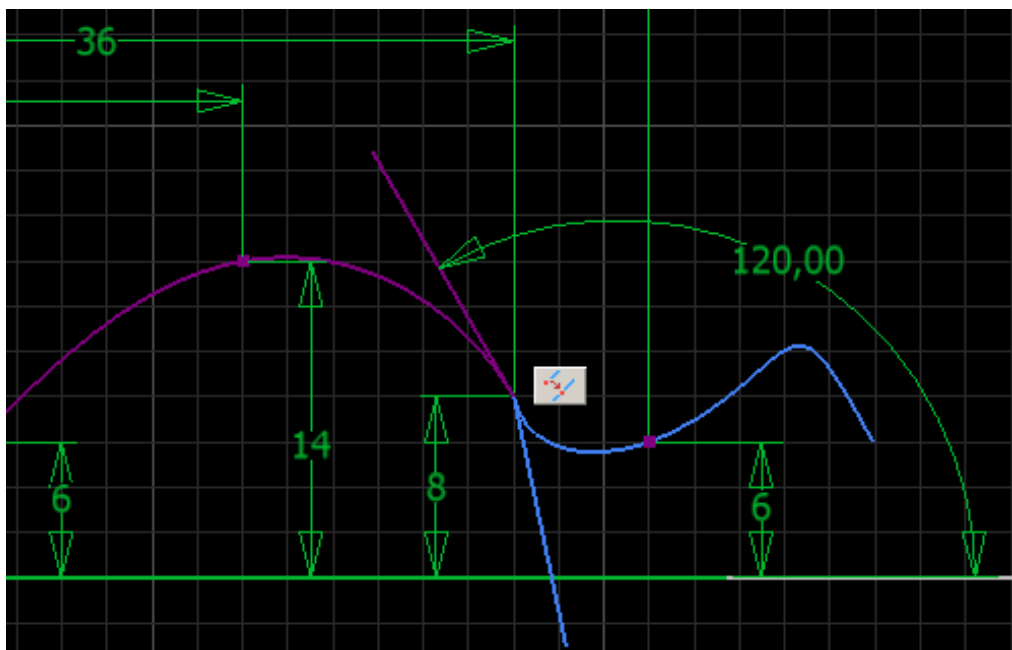
Parametrizace základní profilové křivky

Parametrizaci spline křivky provádíme v několika samostatných celcích. V prvním je nutné ovlivnit pomocí kót polohy uzlových bodů spline křivky. Prakticky se jedná o postupné definování vertikálních a horizontálních kót, které jsou vztaženy vůči průmětu globálních os souřadného systému. Zde je vhodné definovat hodnoty tak, aby výrazně neovlivňovaly výsledný tvar (geometrický návrh) původní křivky. V našem případě jsme zvolili celá čísla, v praxi se může jednat o zcela obecné hodnoty.



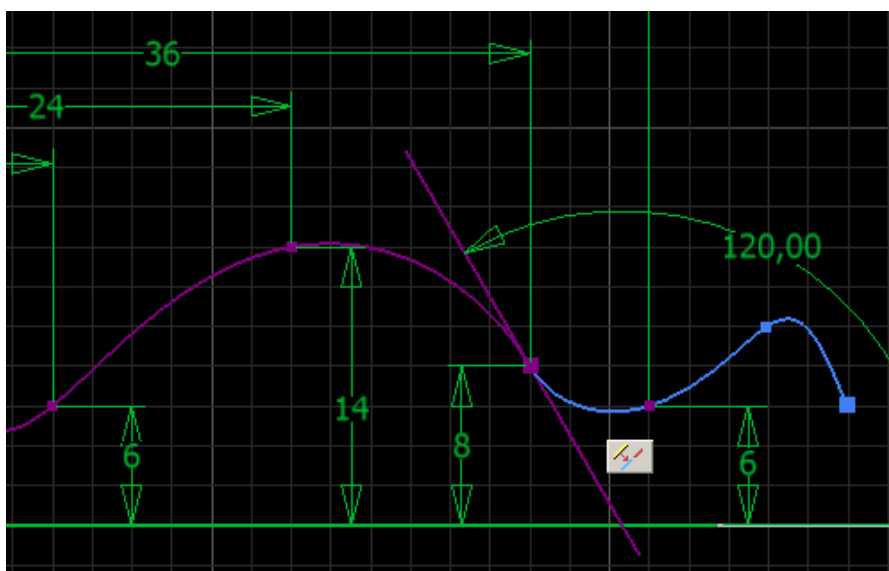
Ovlivnění tečnosti v krajním bodě

Dalším krokem parametrizace křivky je ovlivnění tečnosti křivky ve výchozím a koncovém bodě. Toho dosáhneme pomocnou úsečkou v koncovém bodě spline křivky a tečnou vazbou. Finální pozici úsečky již upravíme pouze aplikací úhlové kóty. Nezapomeňte předem určit polohu koncového bodu lineárními kótami.



Připojení druhého tečné segmentu

Další úlohou při práci se spline křivkami je jejich spojování a zajištění vzájemné tečnosti. To lze v Inventoru realizovat opět pomocí pomocných tečen, které jsou tangenciálně svázány s vlastní geometrií spline křivky. Tyto tečny jsou pak navíc vzájemně zarovnány kolinéární vazbou.

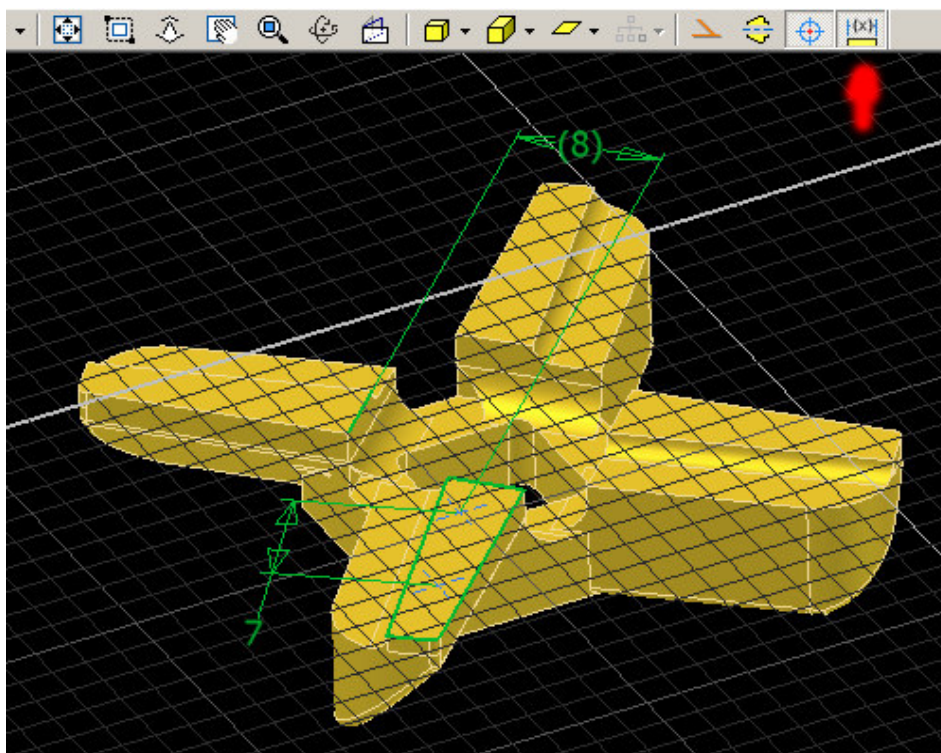


Zajištění vzájemné tečnosti segmentů v koncových bodech

17. Řízené kóty

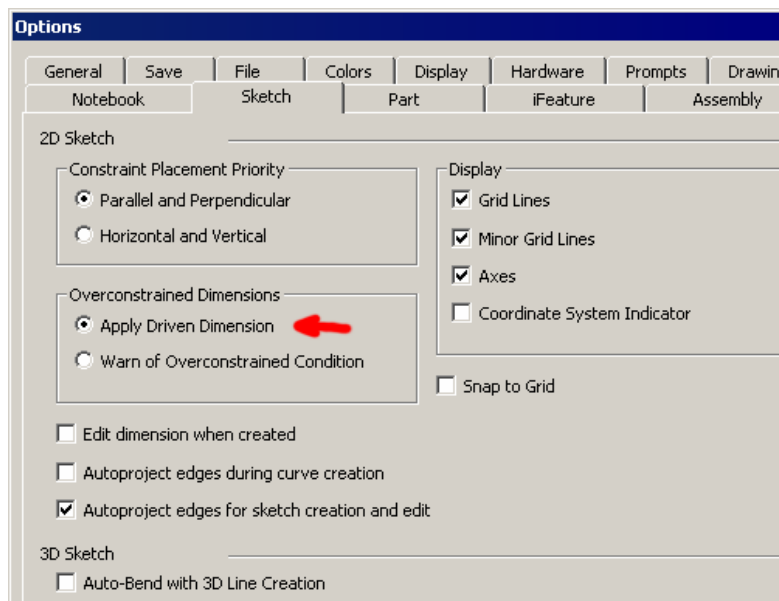
V dnešním díle seriálu o navrhování v Autodesk Inventoru se podíváme na jednoduchý problém, který může nastat celkem běžně při vaší práci. Jedná se o situaci, kdy se snažíte aplikaci „vnutit“ překótování objektu.

Podstata parametrického modelování považuje stupeň volnosti náčrtu za možnost určité nekoordinované změny geometrie. Lze tedy říci, že je žádoucí omezit všechny stupně volnosti náčrtu „na nulu“ primárně pomocí geometrických vazeb, sekundárně pomocí parametrických kót. Překročením omezování stupňů volnosti vzniká naopak překótovaná geometrie, kdy je nutné jednu parametrickou kótu brát pouze za řízenou, orientační (driven dimension).



Vynucení řízené kóty v nástrojové liště Autodesk Inventoru

Stejně jako v technickém kreslení ji zapisuje Autodesk Inventor do závorky. Tuto funkci lze i vynutit pomocí ikony příkazu řídicí kóta, případně přednastavit aplikaci tak, aby při překótované geometrii neohlásila chybu, ale zobrazila řízenou kótu v závorce.



Nastavení automatického generování řízených kót při překótování náčrtu (standardně hlásí chybu)

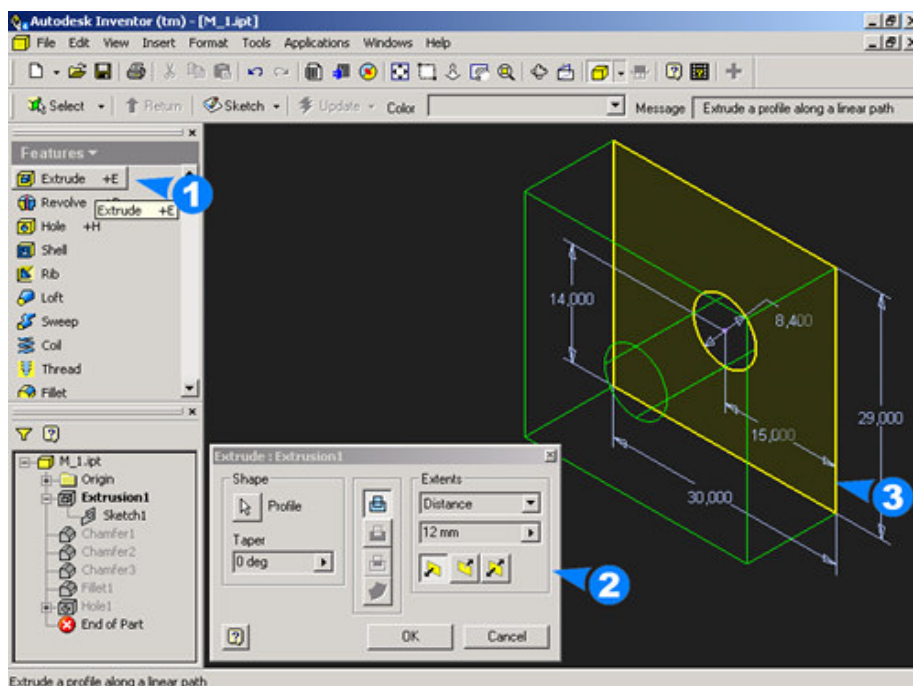
18. Vysunutí, zkosení, zaoblení

V dnešním díle našeho seriálu věnovaného základům modelování v Autodesk Inventoru se podíváme na tři často používané úlohy. Jedná se o konstrukci vysunutého prvku a tvorbu zkosení a zaoblení.

Nové součásti můžeme vytvářet jako načrtnuté nebo umístěné konstrukční prvky. Načrtnutými konstrukčními prvky vždy tvorbu součásti začínáme a je u nich nutné vytvořit vhodný náčrt. Náčrt může obsahovat vnožené smyčky a musí být doplněn o geometrické vazby a kóty. Umístěnými konstrukčními prvky doplníme základní model tak, abychom dosáhli požadovaného tvaru. Ke všem vytvořeným prvkům se můžeme pomocí editací vracet a tím dotvářet výsledný tvar součásti.

Vysunutý prvek

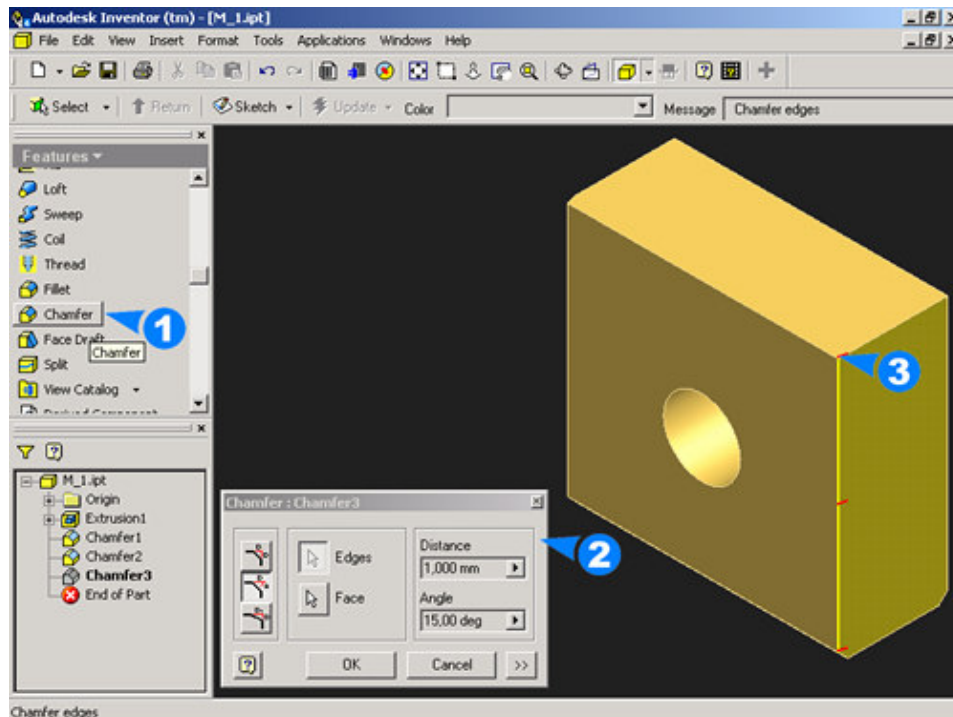
Vysunutý konstrukční prvek vytvoříme z připraveného náčrtu příkazem Extrude. Po zobrazení dialogu označíme vysouvavý profil, zadáme výšku vysunutí a případný úhel zúžení. Pomocí ikoněk v dialogu zvolíme směr vysunutí nebo náčrt vysuneme ze střední roviny na obě strany. Při tvorbě dalších vysunutých prvků u jedné součásti využijeme množinové operace sjednocení, rozdíl, průnik. Vysunutí zde můžeme provést skrz nebo ukončit označenou rovinou.



Vysunutý prvek

Zkosení

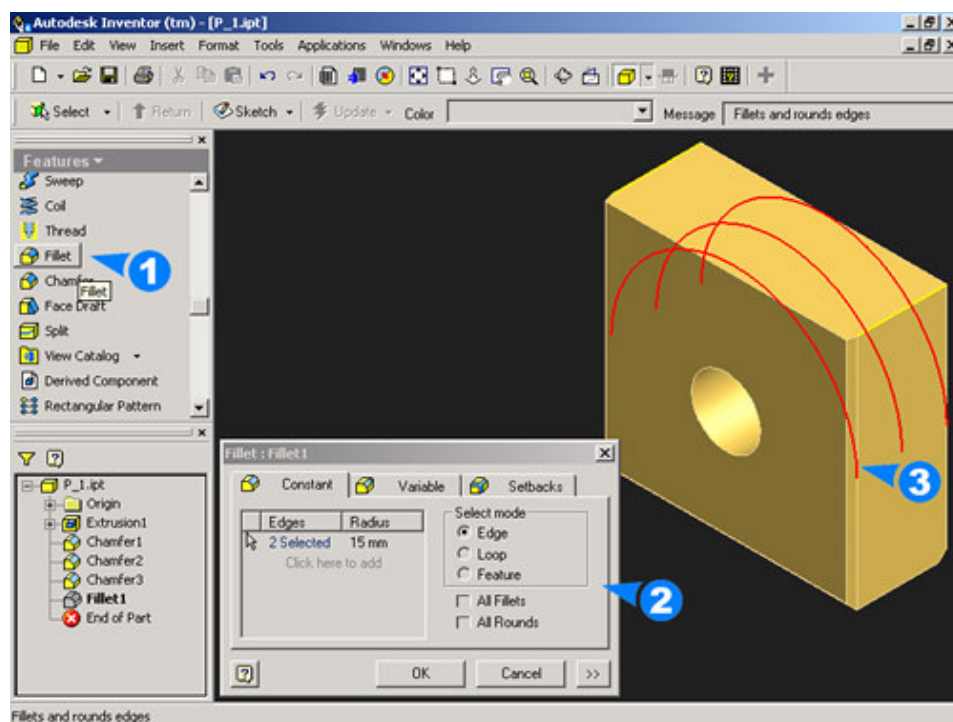
Zkosení hrany součásti vytvoříme příkazem Chamfer. Ve zobrazeném dialogu určíme rozměry zkosení pomocí volby stejná vzdálenost, vzdálenost a úhel, nebo dvě různé vzdálenosti.



Sražení hran na vysunuté součásti

Zaoblení

Zaoblení hrany součásti vytvoříme příkazem Fillet. Ve zobrazeném dialogu určíme způsob zaoblení a jeho rozměry. U konstantní zaoblení vybereme hranu, plochu, nebo celý prvek. U přechodových zaoblení volíme počáteční a koncový rádius.



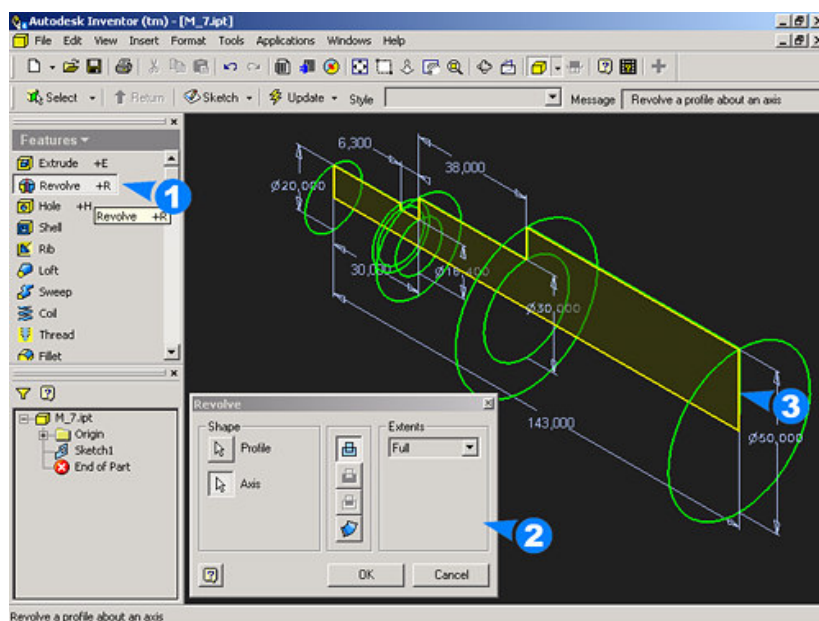
Zaoblení hran

19. Rotace, zrcadlení, šablonování

Dnešní díl našeho seriálu o základech práce v adaptivním modeláři Autodesk Inventor věnujeme příkazům, které využijeme především při konstrukci rotačních a osově symetrických součástí.

Rotovaný prvek

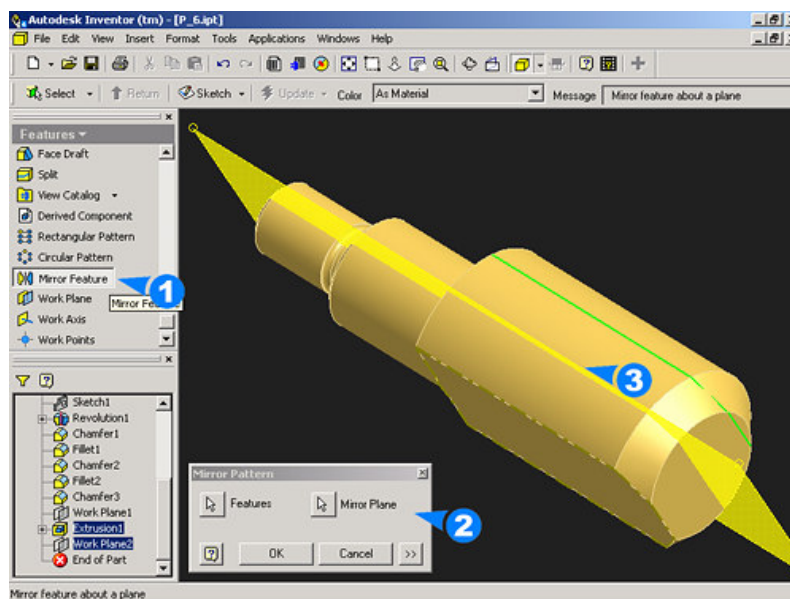
Rotovaný konstrukční prvek vytvoříme z připraveného náčrtu příkazem **Revolve**. Po zobrazení dialogu označíme rotovaný profil a osu rotace. Úhel rotování kolem osy volíme většinou plný nebo zadáváme jeho hodnotu ve zobrazeném poli. U této volby máme možnost zadat směr rotace nebo náčrt nechat rotovat ze střední roviny na obě strany. Při tvorbě dalších rotovaných prvků u jedné součásti využijeme množinové operace sjednocení, rozdíl, průnik.



Rotování vybraného profilu

Zrcadlení prvku

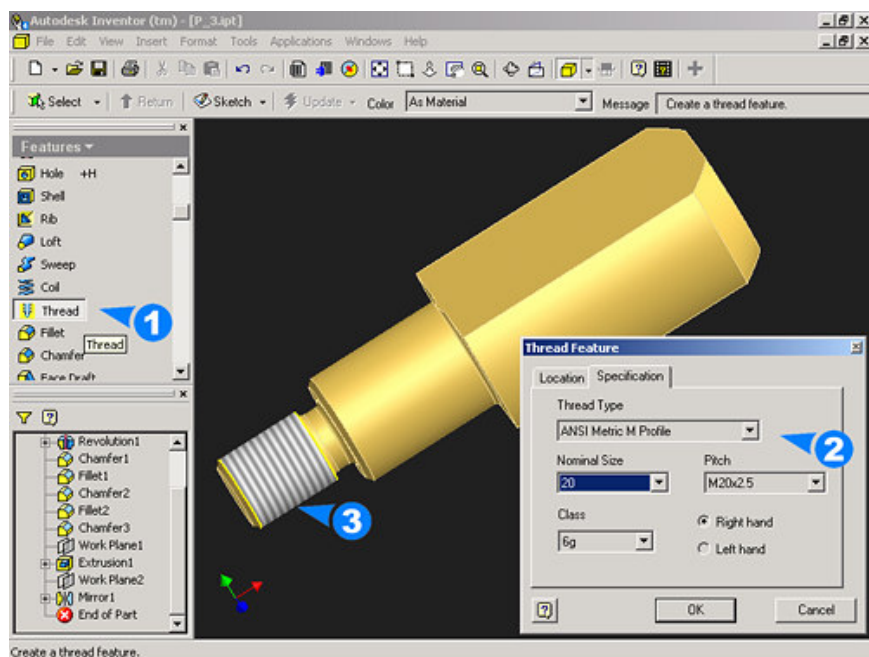
Prvek můžeme zrcadlit příkazem **Mirror Feature**. Ve zobrazeném dialogu určíme zrcadlený prvek a rovinu zrcadlení. Rovinu zrcadlení je nutné předem připravit.



Zrcadlení prvku kolem vybrané roviny

Tvorba závitu

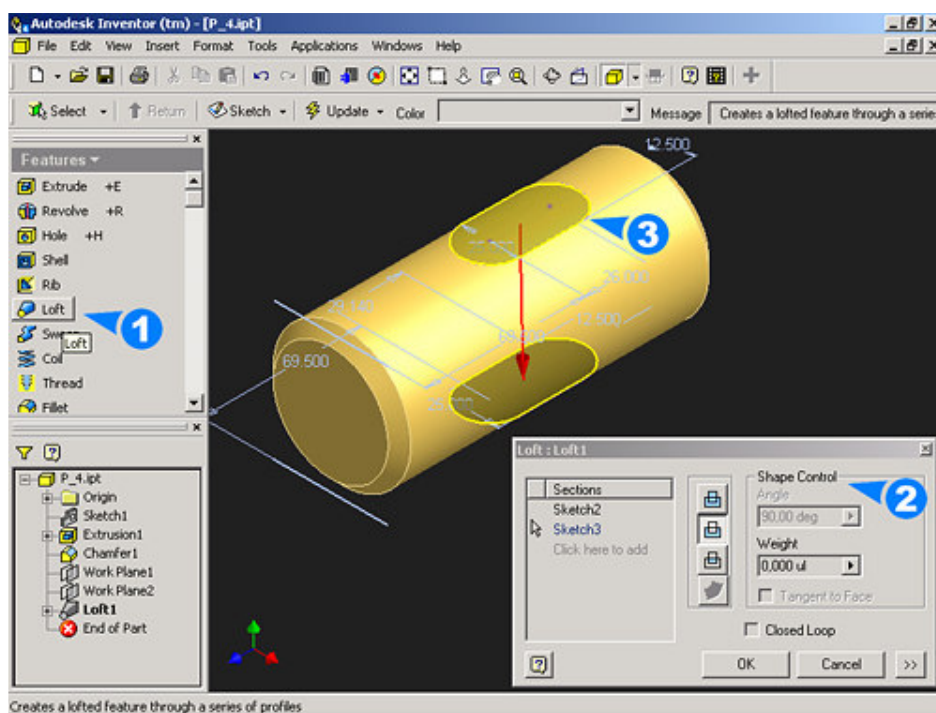
Závity v produktu Autodesk Inventor nejsou do součásti vyřezány, ale pouze zobrazeny. Vytvoříme je příkazem **Hole**. Po výběru plochy máme možnost ve zobrazeném dialogu zvolit délku závitu a na kartě **Specification** parametry závitu.



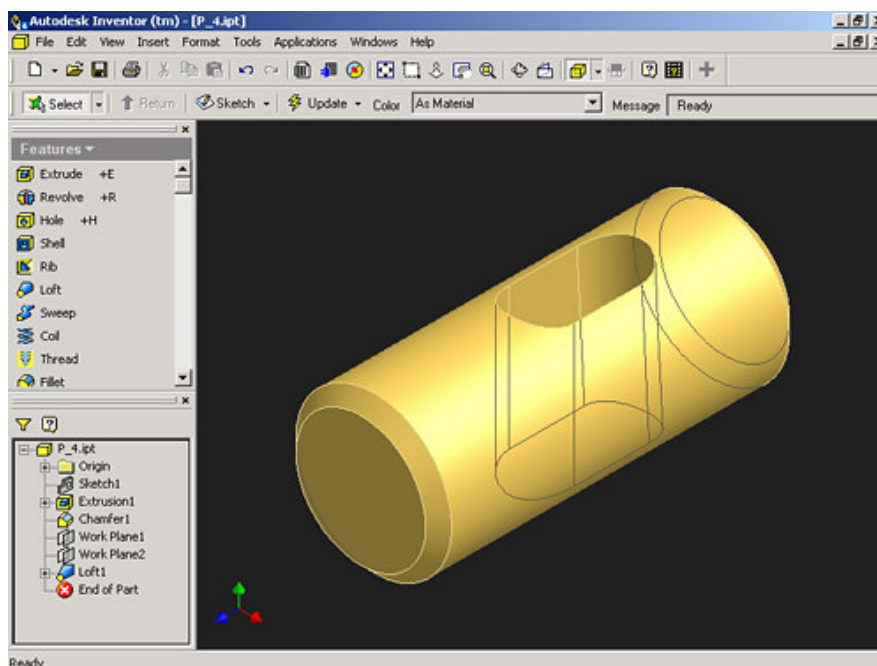
Zobrazení vnějšího závitu

Šablonování

Šablonování (příkaz **Loft**) slouží k tvorbě konstrukčního prvku definovaného množinou rovinných uzavřených náčrtů. Po zobrazení dialogu označíme náčrty určené pro šablonování, šipka ukazuje správný směr. Volbou **Angle** ovládáme úhel mezi počátečním průřezem a šablonováním. Volbou **Weight** nastavujeme přechod do dalšího průřezu. Při tvorbě následujících šablonovaných prvků u jedné součásti využijeme množinové operace sjednocení, rozdíl, průnik.



Šablonování označených náčrtů



Součást po odečtení šablonovaného prvku

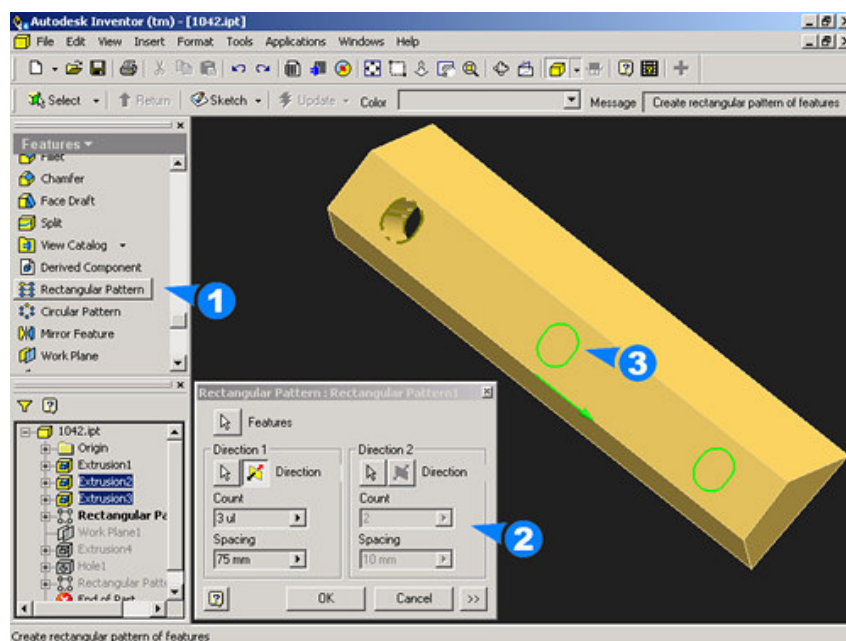
20. Pole, tažení

V dnešním díle studia modelování v Autodesk Inventoru se podíváme detailněji na problematiku tvorby ortogonálního a kruhového pole. Tato problematika je rozšířena o vytváření tažených konstrukčních prvků.

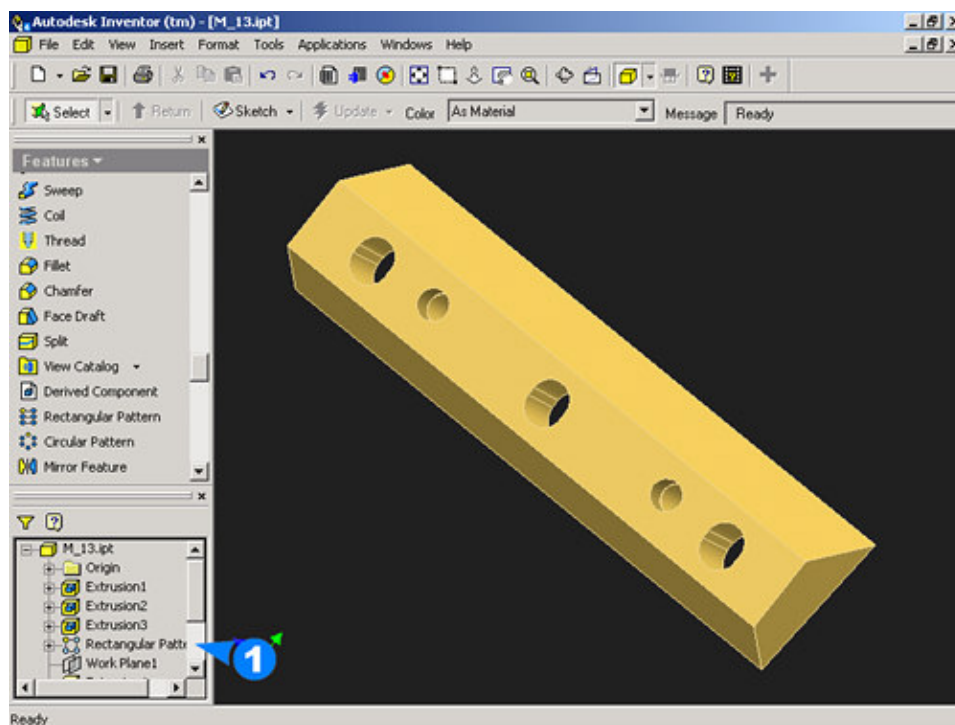
Obdélníkové pole

Obdélníkové pole vytvoříme z jednoho nebo více připravených prvků příkazem **Rectangular pattern**. Po zobrazení dialogu označíme kopírované prvky (Features) a určíme parametry kopírování v prvním, popřípadě druhém směru (řádky a sloupce). Pomocí hran tvořené součásti určíme směry a orientaci řádků a sloupců, připojíme počet prvků a jejich vzájemnou vzdálenost.

Poznámka: Směry určené pro tvorbu obdélníkového pole nemusí být na sebe kolmé. Mohou procházet jednou rovinou s orientací proti sobě, nebo za sebou.



Tvorba obdélníkového pole

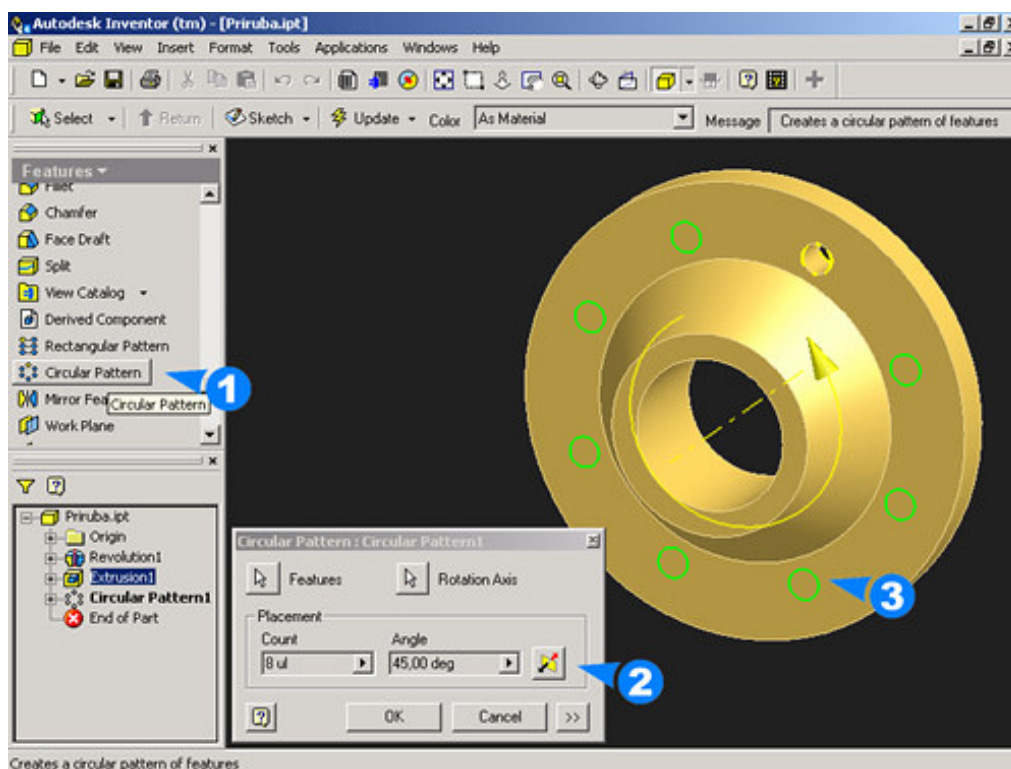


Součást po vytvoření obdélníkového pole prvků

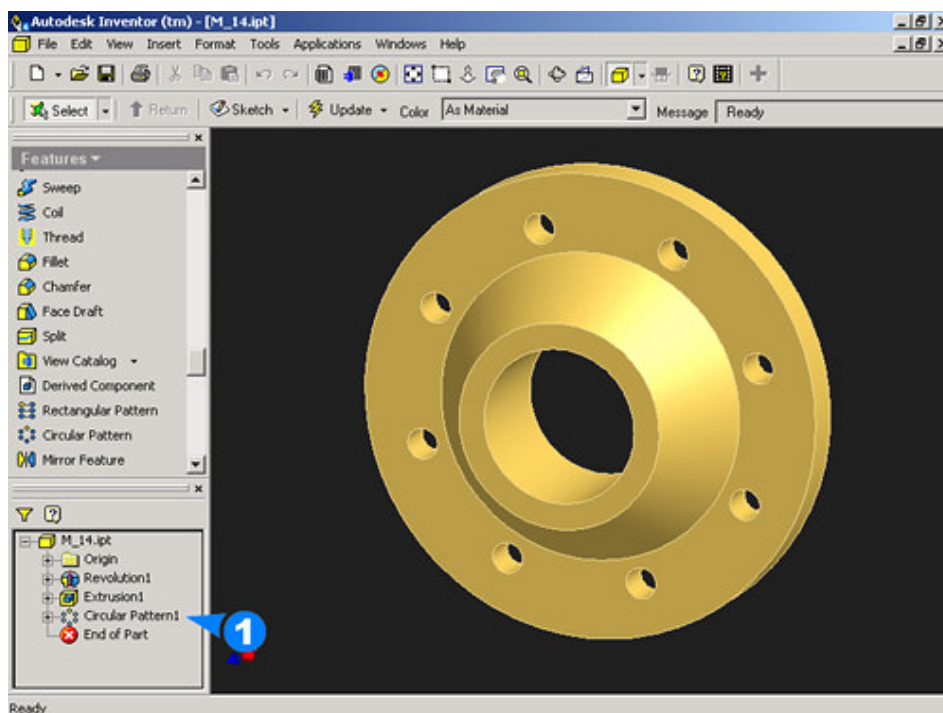
Kruhové pole

Kruhové pole vytvoříme z jednoho nebo více připravených prvků příkazem **Circular pattern**. Po zobrazení dialogu označíme kopírované prvky (Features), určíme osu rotace, zadáme počet prvků a výplňový úhel. Šipka ukazuje směr kopírování, který můžeme otočit.

Poznámka: Jako osu rotace můžeme využít předem připravenou pracovní osu. Rychlejší je však označení válcové plochy a osa rotace se automaticky připojí.



Tvorba kruhového pole

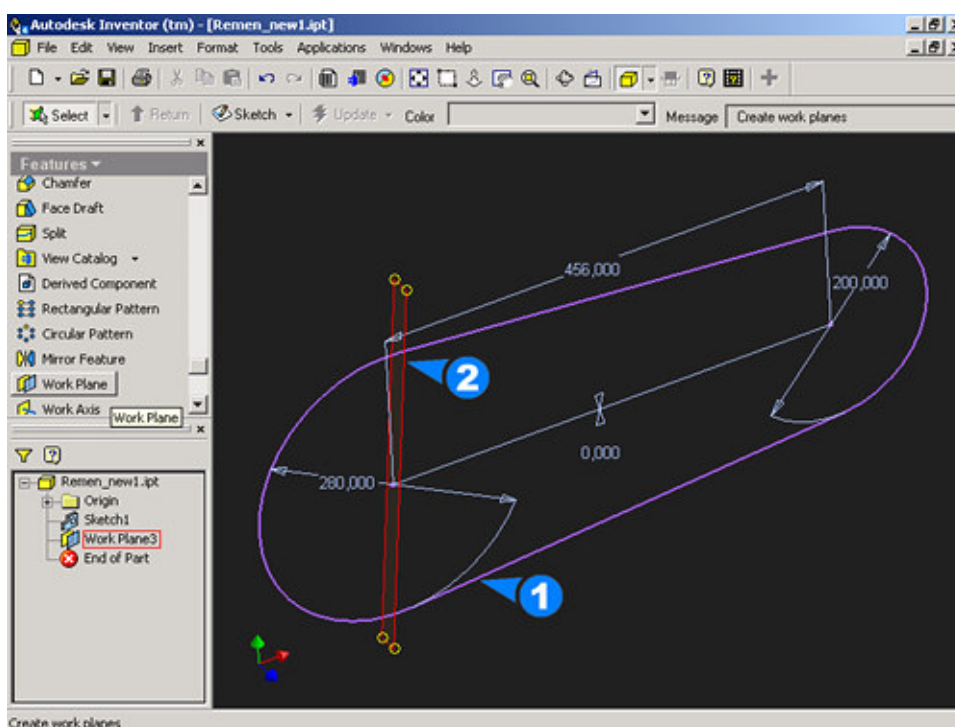


Součást po vytvoření kruhového pole prvků

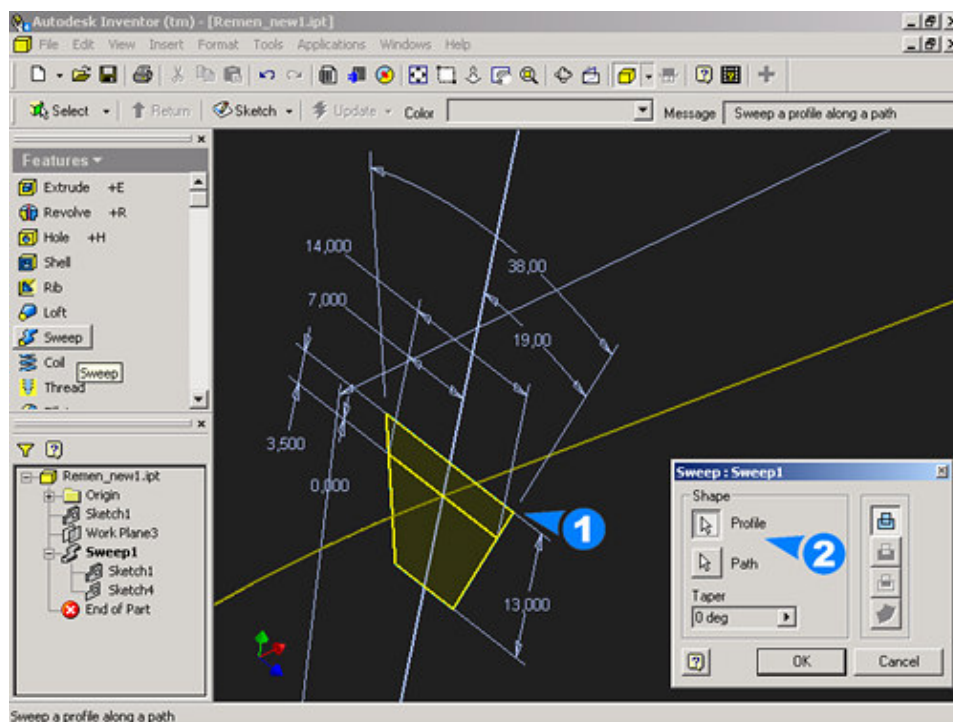
Tažený prvek

Příkaz **Sweep** slouží k vytvoření konstrukčního prvku definovaného profilem náčrtu vytaženého podél trajektorie. Před vlastním tažením je nutné nejdříve nakreslit náčrt trajektorie, vytvořit pracovní rovinu pro umístění taženého profilu a profil načrtnout. Po zobrazení dialogu označíme profil, trajektorii, popřípadě zúžení profilu. Při tvorbě dalších tažených prvků u jedné součásti využijeme množinové operace sjednocení, rozdíl, průnik.

Poznámka: Pro vytvoření pracovní roviny použijte, např. pod v přechodu mezi úsečkou a obloukem náčrtu trajektorie. Při nevhodném umístění pracovní roviny dochází k problémům s následným tažením.

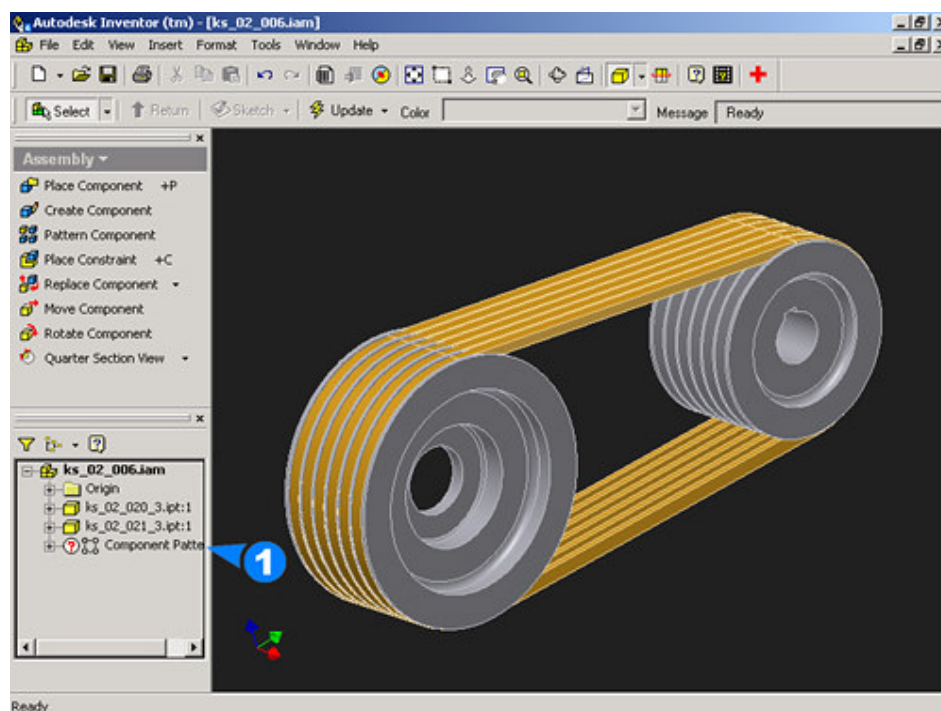


Zakótovaný náčrt trajektorie profilu



Profil použitý pro tažení po trajektorii

Výsledkem ukázky taženého profilu po trajektorii je klínový řemen, který můžeme využít pro tvorbu sestavy. Pomocí vazeb připojíme pole prvků (řemenů) k řemenicím.



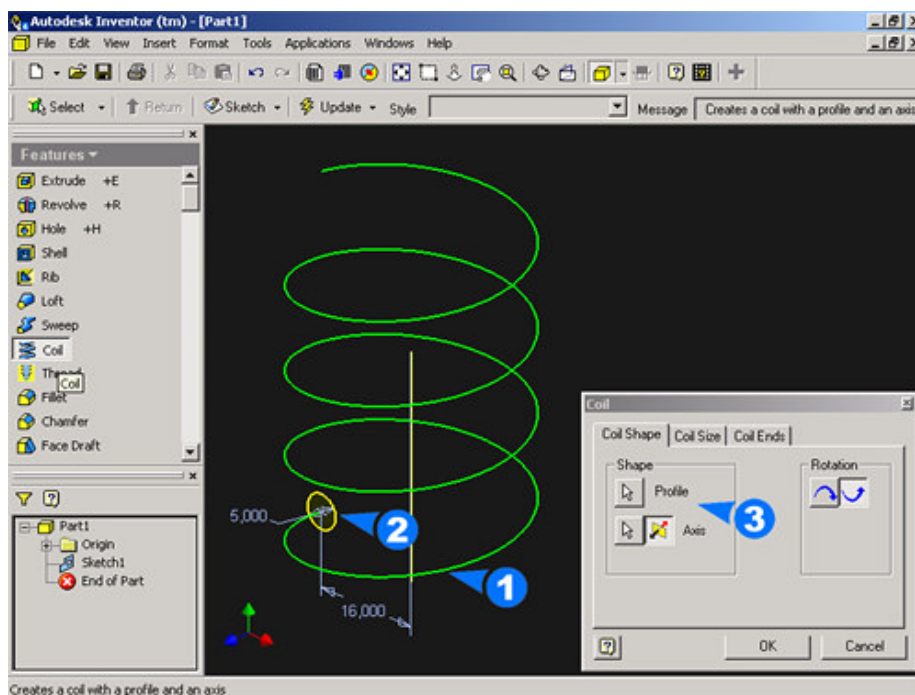
Klínový řemen vytvořený tažením profilu použitý v sestavě

21. Spirála, rozdělení, zešikmení

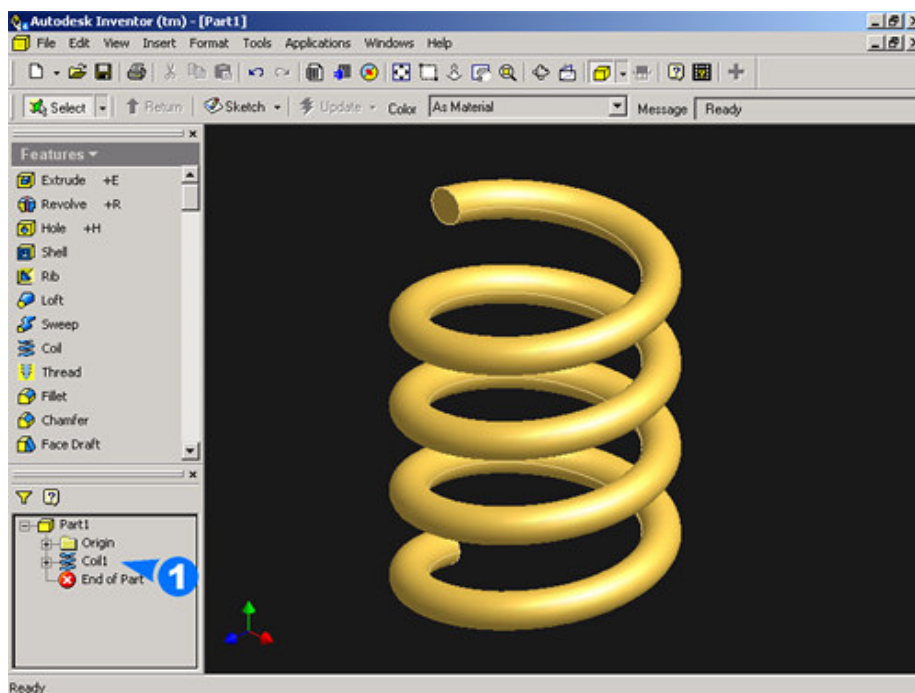
Autodesk Inventor obsahuje řadu intuitivně ovládaných nástrojů pro tvorbu tvarově složitých konstrukčních prvků. Jejich spojením s jinými příkazy lze efektivně vytvořit například pružinu nebo složité úkosovaný odlitek.

Spirála

Spirály, pružiny, různá vnutí, závity apod. vytvoříme v Autodesk Inventoru příkazem **Coil**. Prvním krokem je vždy nakreslení náčrtu profilu a osy rotace, které můžeme doplnit o kóty. Po ukončení náčrtu a zobrazení dialogu nastavujeme parametry ve třech kartách. Na první kartě (**Coil Shape**) určujeme tvar spirály, to je profil, osu rotace, směr tvorby a směr otáčení.



Zakótovaný náčrt profilu a osa rotace pružiny



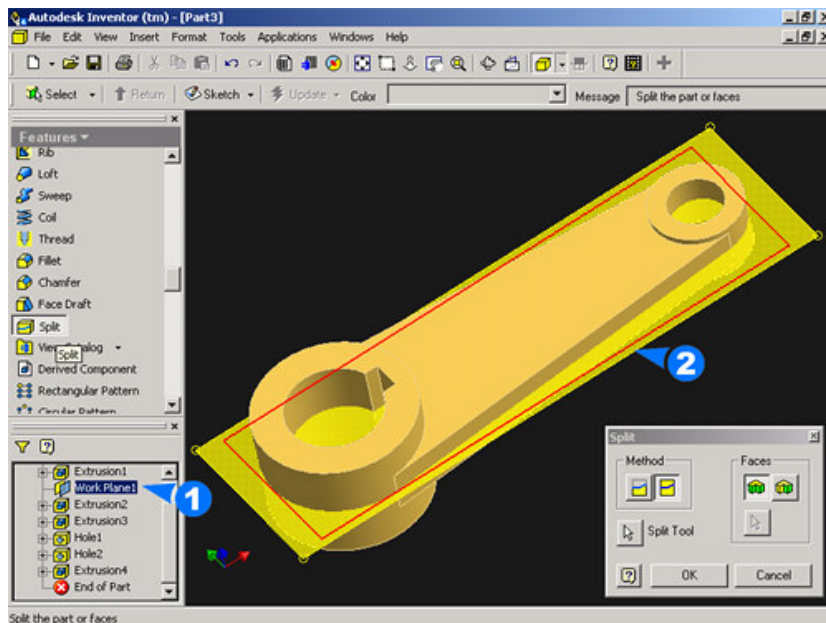
Pružina zadaná pomocí vzdálenosti závitů a otáček

Na druhé kartě (**Coil Size**) zvolíme typ zadávání spirály a s ním související rozměry. K dispozici máme tyto varianty: vzdálenost závitů a otáčky, otáčky a výška, výška a vzdálenost závitů. U všech jmenovaných variant můžeme vytvořit spirálu s kuželovým tvarem. Poslední možností je tvorba rovinné spirály uvedená na následujícím obrázku. Třetí karta (**Coil Ends**) umožňuje nastavení ukončení spirály.

Rozdělení plochy

Příkaz Split slouží k rozdělení ploch, nebo celých součástí podle předem vytvořené pracovní roviny. Po zobrazení dialogu tedy vybereme druhou možnost týkající se rozdělení ploch (**Split Face**). Dále pokračujeme výběrem pracovní roviny a plochy určené k rozdělení.

Poznámka: Plocha určená k rozdělení je vždy kolmá k pracovní rovině a pokud ji chcete vybrat jako celek (**volba All**) nemusíte ji označovat. Jestli s touto volbou nevystačíte musíte dávat pozor na správný výběr jednotlivých plošek.

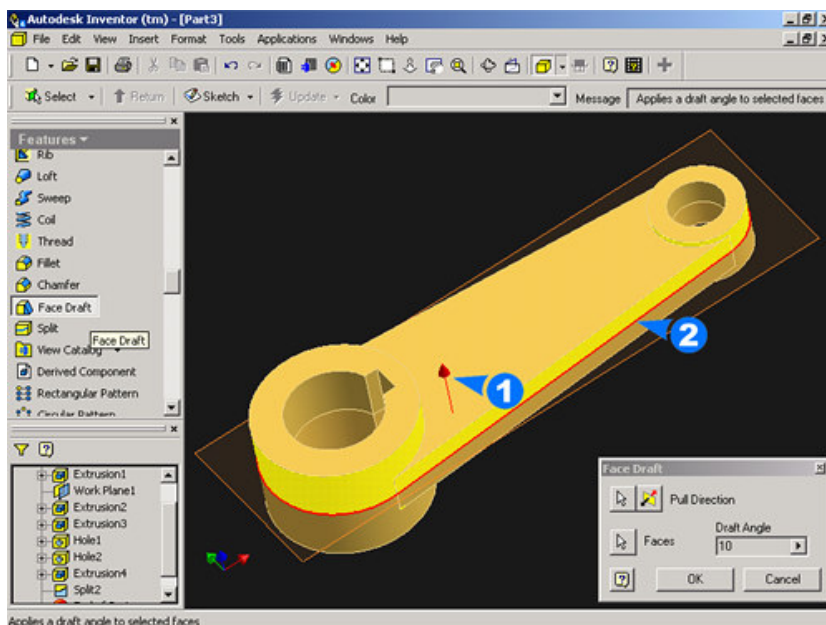


Označení pracovní roviny určené k rozdělení plochy

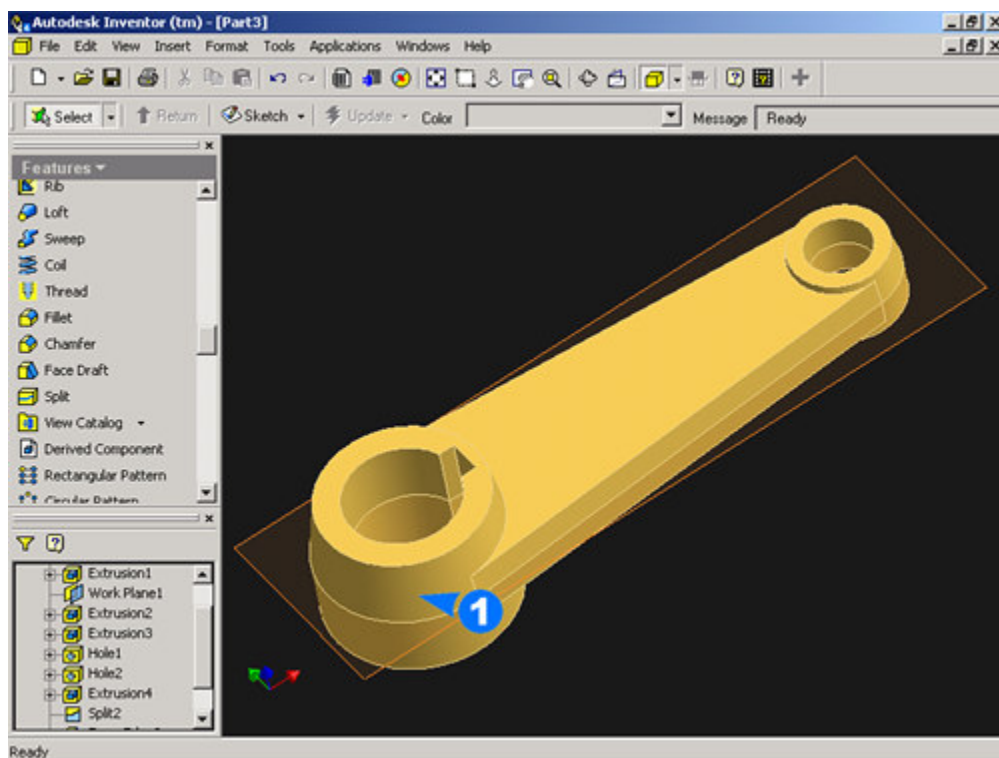
Zešikmení plochy

Zešikmení plochy provádí příkazem **Face Draft** a ukážeme si ho na předchozím příkladě, kde jsme provedli rozdělení plochy vzhledem k dělicí rovině součástí. Po zobrazení dialogu nejdříve určíme směr zešikmení označením plochy nebo pracovní roviny. Dále vybereme plochy určené k zešikmení a zapíšeme velikost úhlu.

Poznámka: Při výběru ploch určených k zešikmení dávejte pozor na zobrazený trojúhelník ukazující směr zešikmení. Posunem myši můžete tento směr otočit. U našeho příkladu je nutné zešikmení opakovat i pro druhou polovinu součásti.



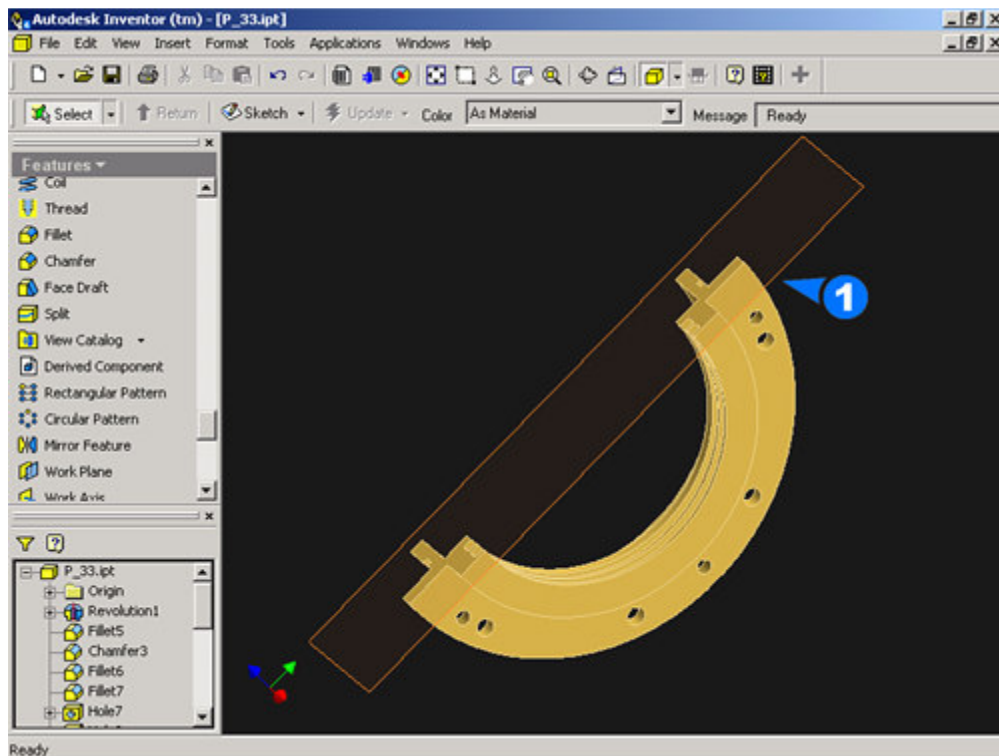
Označení zešikmené plochy a směru zešikmení



Součást zešikmená k dělicí rovině

Rozdělení součásti

Rozdělení součásti provedeme stejným příkazem jako rozdělení plochy s tím, že zadáme první metodu týkající se rozdělení tělesa na části (**Split Part**). Po zobrazení dialogu vybereme předem připravenou pracovní rovinu a otočením směru šipky určíme část, která má být ze součásti odstraněna.



Součást po oddělení jedné části