

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra technických předmětů PdF**

**Podpora technické představivosti  
programem MechSoft-Profi pro  
technickou grafiku**

Bakalářská práce

Autor: Radka Vohralíková

Studijní program: B1101 - Matematika

Studijní obor: Matematika se zaměřením na vzdělávání  
Základy techniky se zaměřením na  
vzdělávání

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc.

Hradec Králové

Červen 2016

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Radka Vohralíková

## Poděkování

Děkuji prof. Ing. Pavlu Cyrusovi, CSc. za odborné vedení, poskytování rad a pomoci při zpracování mé bakalářské práce.

## **Anotace**

VOHRALÍKOVÁ, R. *Podpora technické představivosti programem MechSoft-Profi pro technickou grafiku*. Hradec Králové, 2016. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc. 48 s.

Cílem bakalářské práce bylo seznámení se základními funkcemi programu MechSoft-Profi a zpracování MS PowerPointové prezentace vybraných témat z technické grafiky pro podporu technické představivosti studentů středních technických škol. V práci vysvětluji pojmy technické kreslení a pravouhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny. Dále se zaměřuji na počítačovou podporu kreslení v programu Autodesk Inventor.

### **Klíčová slova**

technické kreslení, pravouhlé promítání, CAD programy, 2D, 3D, Autodesk Inventor

## **Annotation**

VOHRALÍKOVÁ, R. *Technical support program imagination MechSoft-Profi Technical Graphics*. Hradec Králové, 2016. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc. 48 p.

The aim of this bachelor thesis was become familiar with the program MechSoft-Profi and handle MS Power-point presentation of selected topics from the technical graphics to promote technical imagination of students at secondary technical schools. In my bachelor thesis I define the concepts of technical drawing a rectangular projection on two perpendicular projection plane. I will focus on computer aid of drawing and Autodesk Inventor.

### **Keywords**

technical drawing, perpendicular screening, CAD programs, 2D, 3D, Autodesk inventor

# Obsah

Úvod.....	8
1 Technické kreslení.....	9
1.1 Normalizace v technickém kreslení .....	9
1.2 Technické výkresy .....	9
1.3 Formáty výkresů a jejich úprava.....	10
1.4 Druhy čar a jejich význam.....	11
1.5 Písmo.....	11
1.6 Technické zobrazování .....	11
2 Pravoúhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny .....	13
2.1 Gaspard Monge .....	13
2.2 Princip Mongeova promítání.....	14
2.3 Zobrazení bodu .....	16
2.4 Zobrazení přímky .....	16
2.5 Zobrazení roviny .....	18
3 Počítačová podpora kreslení .....	18
3.1 CAD programy .....	19
3.2 MechSoft – Profi.....	19
3.3 Prostředí Autodesk Inventor .....	19
3.4 Tvorba náčrtů .....	21
3.5 Modelování těles.....	22
3.6 Vysunutí.....	22
3.7 Rotace .....	23
3.8 Zkosení .....	24
3.9 Zaoblení.....	25
3.10 Díra.....	25

3.11 Pracovní roviny inventoru .....	26
3.12 Tvorba závitů .....	31
3.13 Tvorba sestav .....	31
3.14 Normalizované součásti.....	38
3.15 Tvorba výkresů.....	38
3.16 Systémové požadavky.....	40
4 Využití programu Autodesk Inventor v přípravě učitelů technických předmětů na PdF UHK.....	40
Závěr.....	41
Použitá literatura.....	42
Seznamy obrázků.....	44

# Úvod

Dnešní doba je označována za dobu informačních a komunikačních technologií. Protože počítače zasahují do každodenního života téměř každého z nás, je nezbytně nutné vzdělávat se v těchto oblastech. Dnešní počítačové 3D programy umožňují modelování v prostoru a pomáhají rozvíjet prostorovou představivost. Dnes, tedy v době 21. století, se po letech opět dostávají do popředí technické obory a počítačem podporovanou podporu kreslení využívá většina firem. Cílem této bakalářské práce bylo seznámení se s programem MechSoft – Profi a s vybranými tématy z technické grafiky.

V první kapitole jsem se zabývala technickým kreslením. Takzvané klasické zobrazování se v dnešní době už moc nepoužívá, ale každý technik by měl znát pravidla a zásady technického zobrazování. Technické kreslení je předpokladem pro počítačovou podporu kreslení. Měl by ho tedy ovládat každý, kdo chce využívat počítačovou podporu kreslení.

V druhé kapitole jsem se zabývala pravoúhlým promítáním na dvě navzájem kolmé průmětny. Toto promítání se nazývá Mongeovo promítání. Mongeovo promítání je jednou z promítacích metod v technickém kreslení. Navíc oproti běžnému rovnoběžnému promítání je možné v Mongeově promítání přidat další průmětnu.

To nám umožňuje lépe zachytit trojrozměrný objekt do dvojrozměrného výkresu. Z tohoto důvodu je znalost Mongeova promítání nezbytná.

V poslední kapitole jsem se zabývala počítačovou podporou kreslení. Myslím si, že toto téma je velmi aktuální. Většina technicky zaměřených firem v dnešní době využívá právě počítačovou podporu kreslení. Na trhu dnes už najdeme spoustu 3D profesionálních programů. Já jsem se ve své práci rozhodla zabývat programem Autodesk Inventor. Tento program jsem zvolila z toho důvodu, že je na naší univerzitě pro studenty a učitele volně dostupný. Nejdřív jsem se seznámila s prostředím Inventoru. Dále jsem se věnovala vytváření náčrtů a seznámila se s různými nástroji pro vytváření náčrtů. A poté jsem se věnovala 3D modelování. Nakonec jsem se zabývala tvorbou výkresové dokumentace, která je základním dorozumívacím prostředkem každého technika. Snažila jsem se vytvořit stručný manuál, který by pomohl začátečníkům, kteří Inventor ještě neznají. Popisovala jsem zde základní postupy a operace 2D a 3D modelování v programu Inventor. Tyto postupy a operace jsem pro snazší pochopení doplňovala obrázky.

# 1 Technické kreslení

Zásadním předpokladem pro využívání počítačové podpory kreslení je osvojení si principů a zásad technického kreslení. Technické kreslení je základem pro technické myšlení. Důležitou schopností v technickém kreslení je umět vyjádřit představu o tom, jak bude navrhovaná součást vypadat pomocí náčrtu nebo výkresu. Je tedy důležité naučit se pracovat s rýsovacími pomůckami, umět používat technické normy, zvládnout psaní technického písma a naučit se kreslit náčrty od ruky.[1]

Pomocí technického kreslení může technik vyjádřit své nápady a myšlenky graficky. Dorozumivacím prostředkem každého technika je výkres. K tomu, aby mohla být nějaká součást vyrobena, je nejdůležitější výrobní výkres. Ten musí být srozumitelný, přehledný a čitelný. Abychom zvládli zadanou součást vyrobit, musí se z výkresu dát vyčíst tvar součásti, její rozměry, přesnost a materiál. [1]

Pro kreslení výkresů využíváme pravidla, která stanoví technické normy. K úspoře prací a k uplatňování ekonomických opatření jsou zaváděny normalizované součásti, polotovary a nástroje včetně zkušebních metod a výpočtů. I z tohoto důvodu je důležité porozumět pravidlům technického kreslení. [1]

## 1.1 Normalizace v technickém kreslení

Jednotný způsob technického kreslení má význam pro snadnou čitelnost a jednoznačnost technické dokumentace a také velký ekonomický význam. Proto existují určitá pravidla a předpisy technického kreslení, které se nazývají normy. Mezi nejdůležitější výhody normalizace patří např.:

- Usnadnění a urychlení práce konstruktéra.
- Zlevnění nákladů na výrobu a tedy i nižší prodejní cena výrobku.
- Umožnění sériové a hromadné výroby, což vede ke zrychlení a zlevnění výroby.
- Umožnění rychlejší a levnější výměny opotřebovaných nebo poškozených částí. [2]
- Atd.

## 1.2 Technické výkresy

Technické výkresy rozdělujeme podle způsobu zhotovení a podle určení. Podle způsobu zhotovení rozlišujeme:

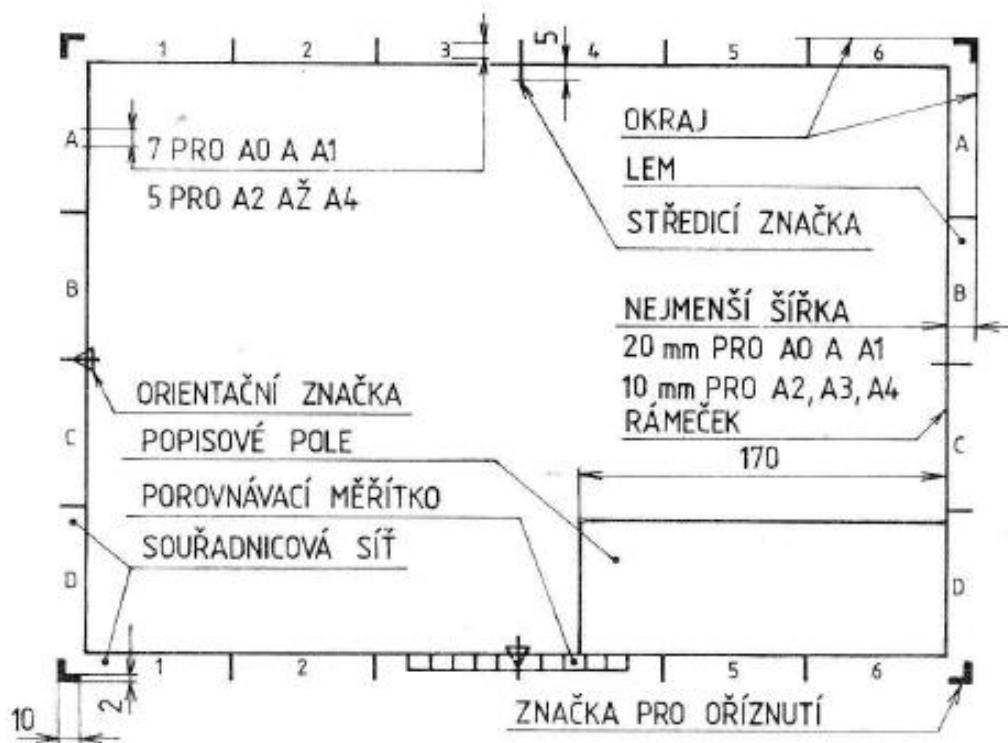
- Náčrt – děláme ho obvykle od ruky a tužkou. Nemusíme ho úplně kótovat a dodržovat měřítko.
- Originál – zhotovujeme ho pomocí kreslicích pomůcek na pauzovací papír pomocí tužky nebo tuše v daném měřítku a využíváme technických norem. Slouží ke zhotovení kopií a bývá archivován.
- Kopie – kopie je vlastně rozmožený originál, který slouží k výrobě.



Podle účelu rozlišujeme:

- Součásti – pro každou součást, kterou chceme vyrobit, existuje samostatný výkres. Výkres součásti slouží k výrobě a kontrole součásti.
- Sestavení – slouží ke smontování součásti.
- Montážní – složí ke smontování součástí do hotových celků. [3]

### 1.3 Formáty výkresů a jejich úprava



Obr. č. 1 - Úprava výkresů [4]

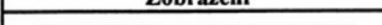




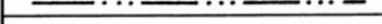




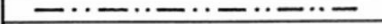

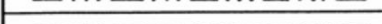


Formáty a úprava výkresů jsou stanoveny mezinárodní normou ČSN ISO 5457. Tato norma stanovuje především tyto úpravy technických výkresů (obr. č. 1). [4]

Formáty výkresů jsou mezinárodně normalizovány, jsou to takzvané formáty ISO-A a jsou odvozeny od formátu A0. Formát A0 má plochu 1 m<sup>2</sup>, poměr stran je 1 :  $\sqrt{2}$  a rozměry formátu jsou 841 x 1 189. Formáty, které jsou menší než formát A0 (například A1, A2, A3, A4, A5) vznikají z formátu A0 tak, že rozpůlíme delší stranu obdélníka. Poměr stran se stále zachovává, protože jsou si obdélníky geometricky podobné. Pokud je potřeba, můžeme použít prodloužených formátů, které jsou odvozeny z formátů A3 a A4. Tyto formáty získáme prodloužením kratších stran. [4]

## 1.4 Druhy čar a jejich význam

Při zobrazování na výkresech se používají tyto typy čar (obr. č. 2):

- Souvislá tenká čára – používá se například na kótovací čáry, neurčité průniky, odkazové čáry, šrafy.
- Souvislá tlustá čára – používá se například na viditelné hrany, viditelné obrysy.
- Čárkovaná tenká čára - používá se na zakryté hrany a obrysy.
- Čárkovaná tlustá čára - používá se na označení ploch s povolenými povrchovými úpravami.
- Čerchovaná tenká čára s dlouhými čárkami - používá se například na osy, osy souměrnosti, roztečně kružnice děr.
- Čerchovaná tlustá čára s dlouhými čárkami - používá se například na označení rovin řezů.
- Čerchovaná tenká čára se dvěma tečkami - používá se například na obrysy sousedících částí, zobrazení části před nákresnou. [5]

Zobrazení	Popis
	souvislá
	čárkovaná
	čárkovaná s dlouhými mezerami
	čerchovaná s dlouhými čarami
	čerchovaná s dvěma tečkami
	čerchovaná s třemi tečkami
	tečkovaná
	čerchovaná s čárkami
	čerchovaná s dvěma čárkami
	čerchovaná s tečkami
	čerchovaná s dvěma čarami
	čerchovaná s dvěma tečkami
	čerchovaná s dvěma čarami a dvěma tečkami
	čerchovaná se třemi tečkami
	čerchovaná s dvěma čarami a třemi tečkami

Obr. č. 2 – Druhy čar [6]

## 1.5 Písmo

K popisování výkresů používáme technické písmo. K popisování výkresů využíváme písmena velké abecedy a arabské číslice. Písmena malé abecedy používáme pouze u měřících jednotek (např. m, kg,...). [7]

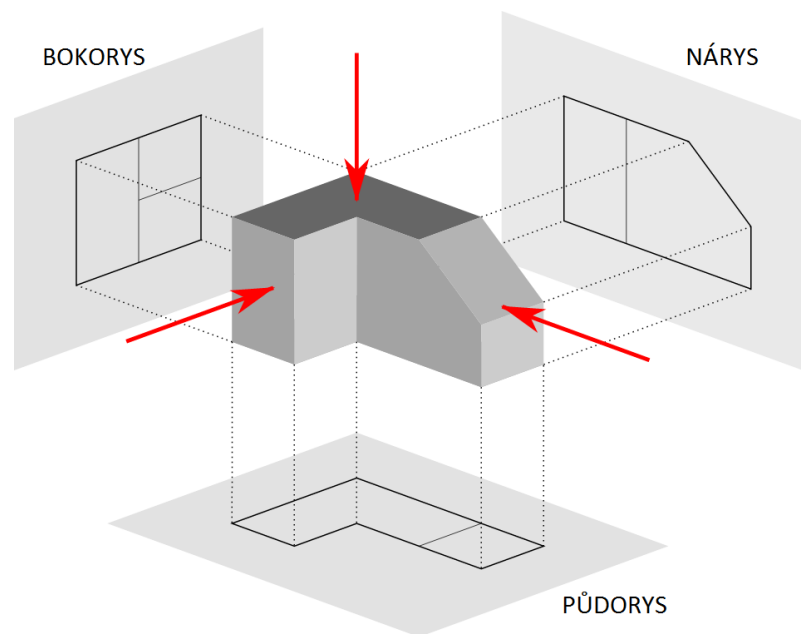
## 1.6 Technické zobrazování

V technické praxi je nutné určit tvar výrobku nakreslením obrazu na výkres a doplnit ho kótami. Výrobek musí být zobrazen tak, aby bylo přehledné a jasné, jak výrobek ve skutečnosti vypadá. V praxi se nejčastěji využívá pravoúhlé promítání. [8]

Pravoúhlé promítání je nejrozšířenější způsob promítání používaný ve strojnickém kreslení. Objekt, který chceme zobrazit, bývá promítán na tři až šest

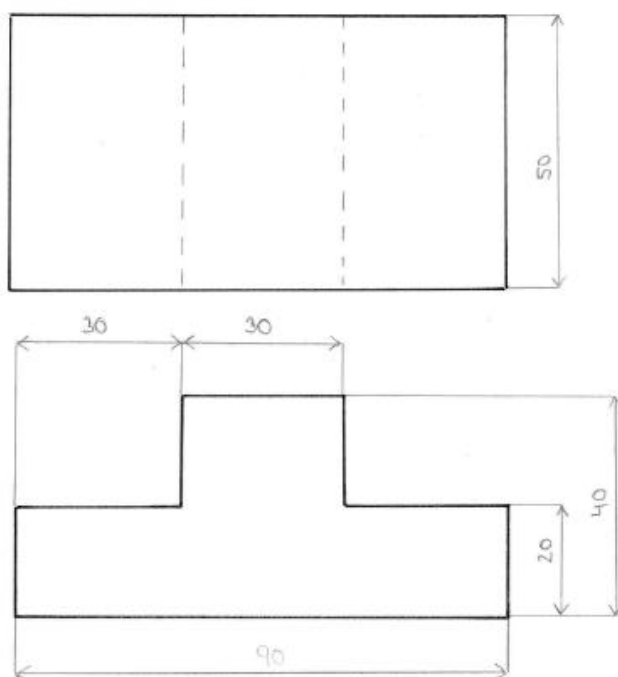
navzájem kolmých průmětů. Tyto průměty můžeme považovat za stěny krychle. Předmět, který zobrazujeme, bývá promítán rovnoběžnými promítacími přímkami, které jsou kolmé k průmětnám. [9]

Plochy, na které je předmět promítán nazýváme hlavní průměty – nárysá průmětna, bokorysná průmětna a půdorysná průmětna. Tyto průměty jsou k sobě kolmé a protínají se v osách  $x$ ,  $y$  a  $z$ . Díváme-li se na těleso zepředu, odvodíme nárys. U nárysu volíme takový obraz, který obsahuje nejvíce informací. Díváme-li se na těleso shora, odvodíme půdorys, a pokud se na těleso díváme z boku, odvodíme bokorys (obr. č. 3).



Obr. č. 3 – Pravoúhlé promítání [10]

Při zobrazování těles se řídíme několika pravidly. Počet obrazů volíme tak, aby jich byl co nejmenší počet, ale aby bylo těleso úplně zobrazeno. Obvykle nám vystačí hlavní průměty, jako je pohled ze předu - nárys, pohled shora - půdorys a pohled z boku - bokorys. Základní průmět, tedy nárys, dává nejlepší představu o tvaru předmětu. Předmět bychom měli zobrazovat v poloze, které je vhodná pro výrobu. Obrazy viditelných hran kreslíme plnou čarou, neviditelné hrany kreslíme čárkovanou čarou, polovičně silnou než obrazy viditelných hran. U souměrných a pravidelných těles kreslíme osy, které jsou čerchovanou tenkou čarou. Vynášecí a kótovací čáry kreslíme slabě. [11]



Obr. č. 4 – Náčrt součásti - klasického zobrazování

## 2 Pravoúhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny

Zobrazení, které se nejčastěji používá v deskriptivní geometrii, je takzvané pravoúhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny. Toto zobrazení nazýváme Mongeovo promítání.[12]

### 2.1 Gaspard Monge

Gaspard Monge (narozen 9. května 1746 ve městě Beaune, zemřel 28. července 1818 v Paříži) bývá také někdy přezdíván jako Comte de Péluse, byl francouzský přírodovědec, matematik a revoluční politik. [13]

Monge své dětství trávil v Burgunsku ve městě Beaune, kde také studoval vysokou školu. Tato škola nabízela vzdělávání nejen v oblasti humanitních věd, ale také v historii, přírodních vědách a matematice. Právě na této škole poprvé předvedl Monge svůj talent. Ve svém vdělávání pokračoval na škole Collège de la Trinité ve městě Lyonse. Poté, co dostudoval, vrátil se do města Beaune a načrtl plán tohoto města. [13]

Právě tento plán města zásadně ovlivnil jeho kariéru. Když si ho prohlédl jeden ze členů školského sboru, kterého tento jeho plán velmi zaujal, byl Monge jmenován projektantem. Mongeho však více lákala oblast, kde by mohl lépe využít

svého matematického talentu. Ve svém volném čase se snažil soustavně rozvíjet své geometrické myšlení. [13]

Po nějaké době, co Monge pracoval jako projektant, dostal za úkol nakreslit plán opevnění. Toto opevnění mělo bez ohledu na to, jaká je pozice nepřátel, zamezit palbě na objekt. Pro toto opevnění využil Monge svou vlastní zobrazovací metodu. Tímto ukázal, že má výjimečné schopnosti nejen v teorii, ale i v praxi. [13]

V roce 1768 se stal profesorem hydrodynamiky. V roce 1770 byl jmenován instruktorem experimentální fyziky. I když to byl velký úspěch v jeho kariéře, stále se chtěl více proslavit v oblasti matematiky. Seznámil se s uznávanými matematiky d'Alembertem a Condorcetem. Condorceta velmi zaujaly Mongeovy vědomosti z oblasti matematiky, tak doporučil Mongeovy práce na Akademii věd. V průběhu dalších let se Monge zajímal i o další obory jako je fyzika a chemie. [13]

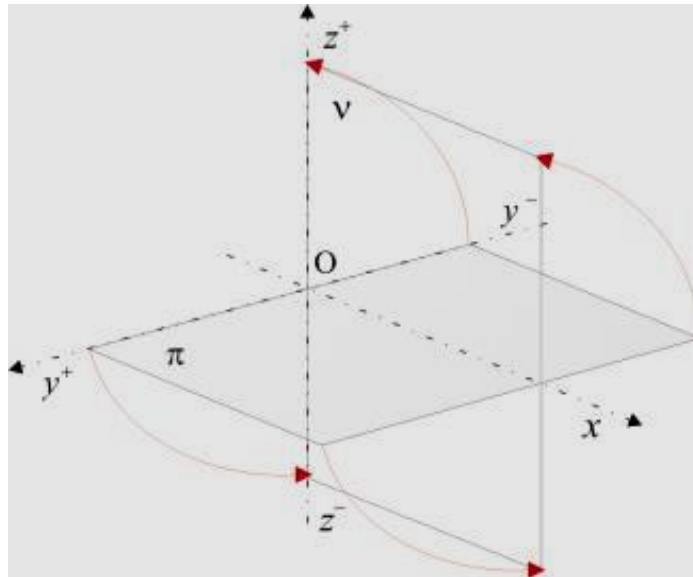
Rok 1789, kdy začla francouzská revoluce, měl zásadně ovlivnit Mongeův život. Protože byl Monge zastáncem revoluce, mohl dál vykonávat svoje povolání a nadále působil na Akademii věd. Vyzkoušel si také pozici ministra námořnictva, na které však nesetrvál dlouho a vrátil se na Akademii věd. Pokoušel se také navrhnout školské reformy, které sice byly přijaty a hned poté zrušeny. Monge se také stal instruktorem deskriptivní geometrie. Během let 1796 - 1797 pobýval Monge v Itálii, kde se seznámil s Napoleonem Bonapartem. V průběhu dalších let působil Monge v různých oblastech. Působil jako senátor, učitel a věnoval se různým výzkumům v oblasti matematiky. Po tom, co byl Napoleon poražen u Waterloo se Monge, který ho velmi podporoval, obával o svůj život a utekl z Francie. V roce 1816 se opět vrátil do Paříže. Zbytek jeho života nebyl vůbec lehký, jelikož byl politicky obtěžován. Zemřel v roce 1818 v Paříži. [13]

Gaspard Monge je považován za otce deskriptivní a diferenciální geometrie. Jeho vědomosti umožnili vznik systému, kterému se dnes říká deskriptivní geometrie. Je po něm také pojmenováno takzvané Mongeovo promítání. [13]

## 2.2 Princip Mongeova promítání

Pravoúhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny se nazývá Mongeovo promítání, neboli Mongeova projekce. [14]

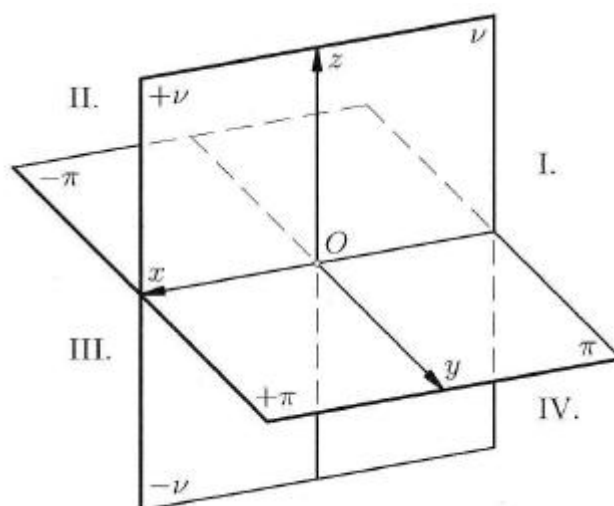
První průmětnu ( $\pi$ ) nazýváme půdorysna, druhou průmětnu ( $\nu$ ) nazýváme nárýsna. Průsečnici půdorysny a nárýsny označíme  $x_{12}$  a nazveme ji základnice. Základnice nám rozdělí průmětny na poloroviny (Obr. č. 5). [14]



Obr. č. 5 – Mongeovo promítání – průmětny [15]

Kartézský souřadnicový systém, ve kterém jsou osy  $x$ ,  $y$ ,  $z$  navzájem kolmé, umístíme v prostoru tak, že osa  $x$  bude totožná se základnicí, osa  $y$  bude ležet v půdorysně  $\pi$  a osa  $z$  bude ležet v nárysně  $\nu$ . (obr. č. 2) Polorovina, ve které je poloosa  $y$  kladná, je kladná polorovina půdorysny. Polorovina, ve které je poloosa  $z$  kladná, je kladná polorovina nárysny.[16]

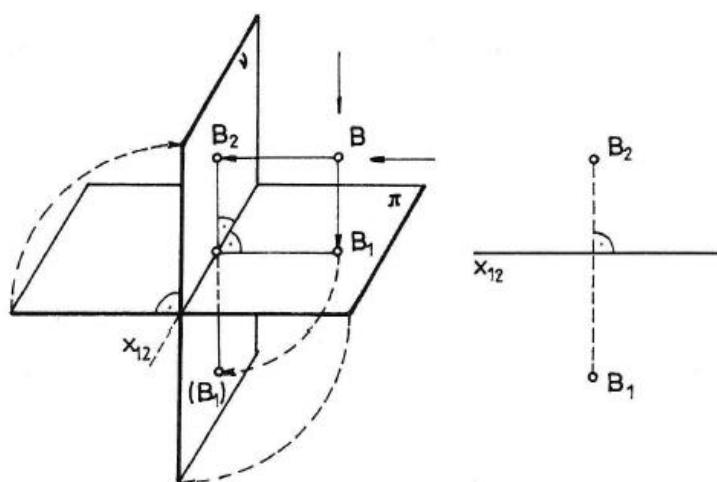
Obě navzájem kolmé průmětny rozdělí prostor na čtyři části, takzvané kvadranty. Značíme je I, II, III, IV. První kvadrant je část prostoru nad půdorysnou a před nárysnou. Druhý kvadrant je prostor nad půdorysnou a za nárysnou. Třetí kvadrant je prostor pod půdorysnou a za nárysnou. Čtvrtý kvadrant, je část prostoru pod půdorysnou a před nárysnou. (Obr. č. 6) [17]



Obr. č. 6 – Umístění souřadnicového systému [17]

## 2.3 Zobrazení bodu

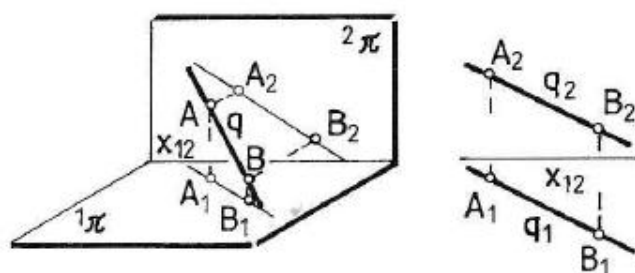
Bod  $B$ , který leží v prostoru, zobrazíme pomocí Mongeova promítání tak, že ho nejdříve pravouhle promítneme do náryсны  $\nu$ . Tím dostaneme nárys bodu  $B$ , který označíme jako  $B_2$ . Poté pravouhle promítneme bod  $B$  do půdoryсны  $\pi$  a dostaneme půdorys bodu  $B$ , který označíme jako  $B_1$ . Půdorysnu  $\pi$  otočíme do náryсны okolo základnice. Náryсны  $\nu$  si ztotožníme s nákresnou (u studentů to bude sešit, ve třídě tabule). Tím získáme v nákresně dvojici bodů  $B_1B_2$ , které nazveme sdruženými průměty bodu  $B$ . (Obr. č. 7) Přímka, která spojuje sdružené průměty  $B_1B_2$ , se nazývá ordinála a je kolmá na základnici  $x_{12}$ . [18]



Obr. č. 7 – Sdružené průměty bodu [18]

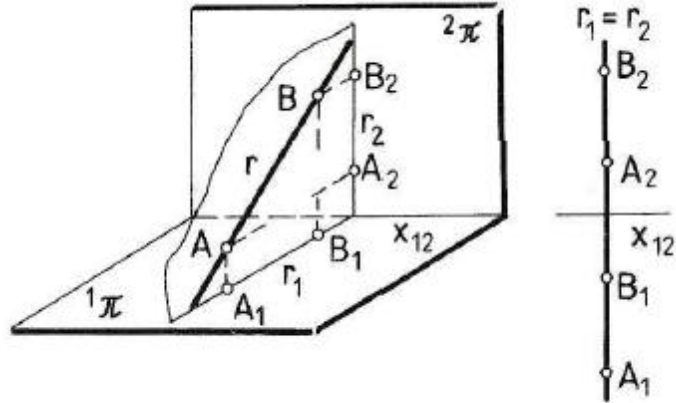
## 2.4 Zobrazení přímky

Každá přímka je jednoznačně určena dvěma různými body. Sdružené průměty přímky jsou určeny sdruženými průměty bodů, kterými daná přímka prochází. Při zobrazování přímek se setkáváme se dvěma základními případy. V prvním případě není přímka kolmá k základnici  $x_{12}$ , v druhém případě je přímka kolmá k základnici  $x_{12}$ . Pokud nastane první případ, že přímka (označíme si ji např.  $q$ ) není kolmá k základnici, pak jsou jejími sdruženými průměty dvě přímky  $q_1$ ,  $q_2$  (mohou být různé nebo splývající) a žádná z nich není kolmá k základnici (Obr. č. 8). [19]



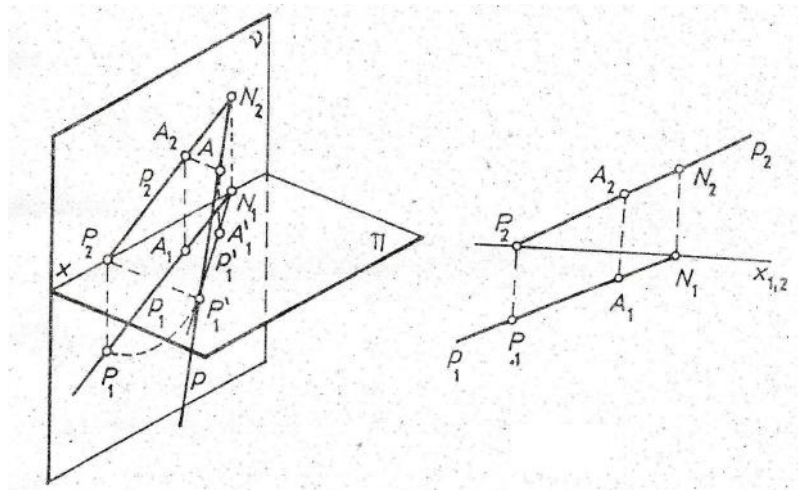
Obr. č. 8 – Zobrazení přímky [19]

Pokud nastane druhý případ, že je přímka (označíme si ji  $r$ ) kolmá k základnici, pak jsou jejími sdruženými průměty dvojice splývajících přímek, které jsou kolmé k základnici, nebo přímka kolmá k základnici a s ní incidentní bod (Obr. č. 9). [19]



Obr. č. 9 – Přímka kolmá k základnici [20]

Průsečíky přímky s průmětnami se nazývají stopníky. Průsečík přímky s půdorysnou  $\pi$  se nazývá půdorysný stopník a označujeme ho  $P$ . Průsečík přímky s nárýsnou  $\nu$  se nazývá nárýsný stopník, a označujeme ho  $N$ . Při jejich konstrukci vycházíme z toho, že  $P \in \pi$ , pak tedy  $P_2 \in x_{12}$  a  $N \in \nu$ , pak  $N_1 \in x_{1,2}$ . (Obr. č. 10) [21]



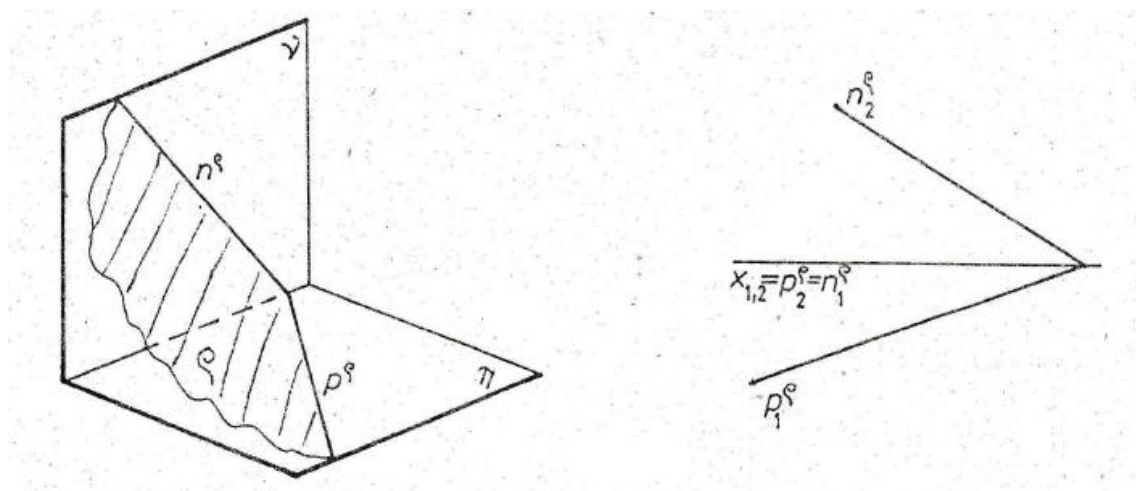
Obr. č. 10 – Stopníky přímky [21]



## 2.5 Zobrazení roviny

Rovina v prostoru může být určena buď třemi body, které neleží v jedné přímce, tj.  $\sigma = (ABC)$ , dvěma různoběžnými přímkami, tj.  $\sigma = (ab)$ , dvěma rovnoběžnými přímkami, tj.  $\sigma = (ab)$ , nebo přímkou a bodem, který na ní neleží, tj.  $\sigma = (aB)$ . [22]

Půdorysem roviny, která má obecnou polohu je celá půdorysna a jejím nárysem je celá nárysná. Průsečnice roviny s průmětnami se nazývají stopy roviny. Půdorysnu protne rovina  $\sigma$  v takzvané půdorysné, neboli první stopě roviny, budeme ji označovat  $p^\sigma$ . Nárysnu protíná rovina  $\sigma$  v takzvané nárysné, neboli druhé stopě roviny, značí se  $n^\sigma$ . Obě stopy roviny se protínají na ose  $x_{12}$ . Jak je vidět z obrázku níže, půdorysná stopa roviny, tedy  $p^\sigma$ , leží v půdorysně a nárysná stopa roviny, tedy  $n^\sigma$ , leží v nárysně (Obr. č. 11). [23]



Obr. č. 11 - Zobrazení roviny [24]

## 3 Počítačová podpora kreslení

Zásadním předpokladem k tomu, abychom mohli využívat počítačovou podporu kreslení je osvojení si principů a zásad technického kreslení. Tomuto jsme se věnovali v předchozích kapitolách. V následujících kapitolách se budeme věnovat počítačové podpoře kreslení.

V dnešní době máme již mnoho 3D profesionálních programů, které usnadňují technikům jejich práci. Mezi nejznámější z nich patří například Catia, Pro Engineer, Siemens NX, AutoCAD a další. Na naší univerzitě je pro studenty a učitele volně dostupný program Autodesk Inventor. Z těchto důvodů jsem se rozhodla ve své práci zabývat programem Inventor. Studenti katedry technických předmětů se s programem Inventor seznamují v druhém semestru v předmětu Technická grafika.

### 3.1 CAD programy

Zkratka CAD pochází z anglického názvu Computer Aided Design, což můžeme do češtiny přeložit jako počítačová podpora konstruování. Díky rozšíření informačních technologií se v dnešní době už těžko setkáme s klasickými výkresy, které byly vytvořeny pomocí pravítka a rýsovacích pomůcek.

Klasické zobrazování strojních součástí, které bylo techniky výhradně používáno ještě donedávna, mělo několik nevýhod. Například rýsovací prkno, na které se obvykle rýsovalo, byla vyráběna ve velikosti A0, A1, A2, A3 což znamenalo, že byla obtížně skladná. Jako největší nevýhodu u klasického rýsování vidím to, že pokud technik potřeboval více kopií, musel také výkres víckrát překreslit, obvykle nejdřív na papír a pak na průsvitku. Mezi další nevýhody patří to, že pokud konstruktér udělal ve výkresu nějakou chybu, bylo celkem složité odstranit ji tak, aby výkres zůstal přehledný.

Naopak u CAD systémů můžeme nalézt z hlediska zobrazování několik výhod. Mezi hlavní patří lepší efektivita a urychlení práce. Jako hlavní výhodu vidím to, že pokud je potřeba vytvořit více kopií nebo variant výkresu, je to na počítači o hodně jednodušší a rychlejší. Mezi další výhody patří to, že pokud technik udělá ve výkresu chybu, může ji na počítači pomocí pár kliknutí snadno opravit.

Přesto, že konstruování na počítači přináší mnoho výhod oproti klasickému rýsování, je podle mě velmi důležité, aby každý konstruktér znal pravidla technického zobrazování a alespoň základní věci uměl rýsovat ručně.

### 3.2 MechSoft – Profi

Technologie MechSoft jsou nyní sjednoceny do 3D produktů Autodesk Inventor Series a Autodesk Inventor Professional. Úplné začlenění funkcí MechSoft nalezneme v Inventoru 10. [25]

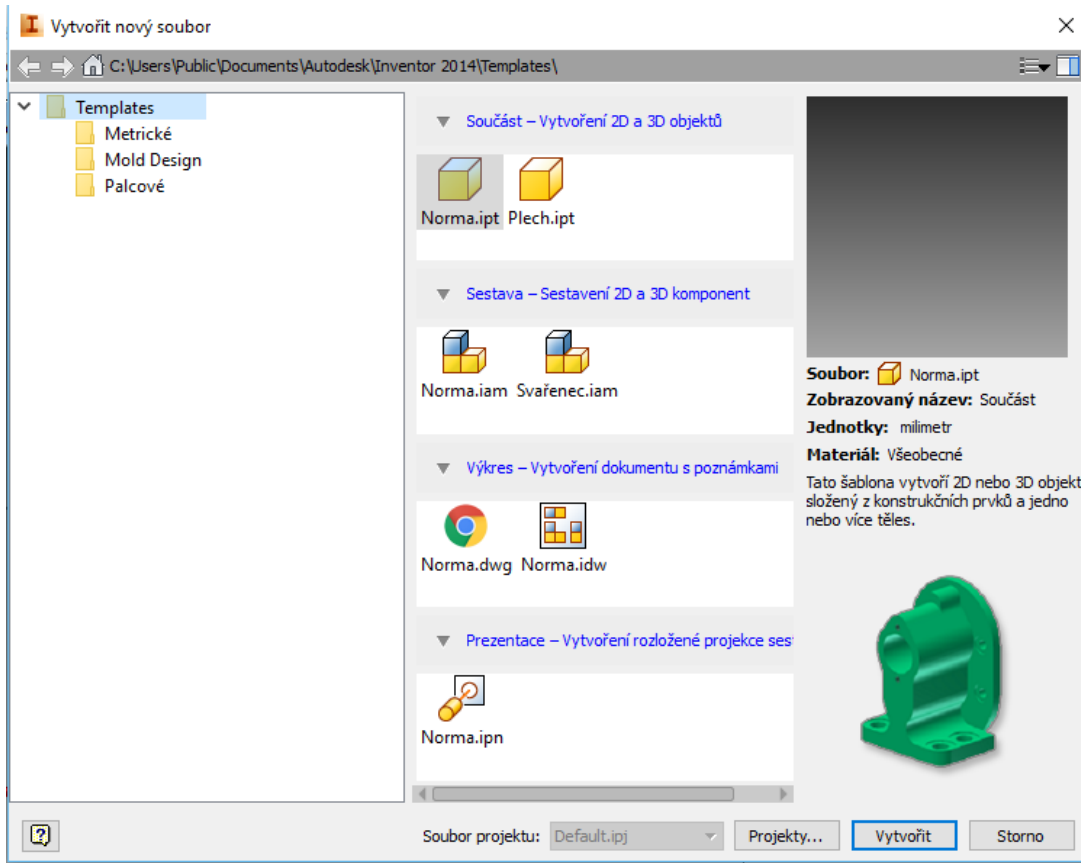
Pokud potřebujeme program pro zefektivnění strojírenského konstruování a potřebujeme volně přecházet z 2D do 3D, je pro nás velmi užitečný právě Autodesk Inventor. Autodesk Inventor je světově nejprodávanější CAD aplikace, umožňuje konstruktérům zvyšovat produktivitu jejich práce. [25]

Autodesk Inventor zařazujeme do skupiny 3D CAD. Můžeme pomocí něj vytvářet 3D modely nejrůznějších součástí, které potom můžeme sestavovat do různých celků. S těmito modely můžeme dále provádět různé výpočty a simulace, díky kterým lze snížit počet vyrobených zkušebních výrobků a snížit tak náklady na jejich výrobu.

Autodesk Inventor je konstrukční software na modelování těles, který se používá k vytváření k 3D výrobků.

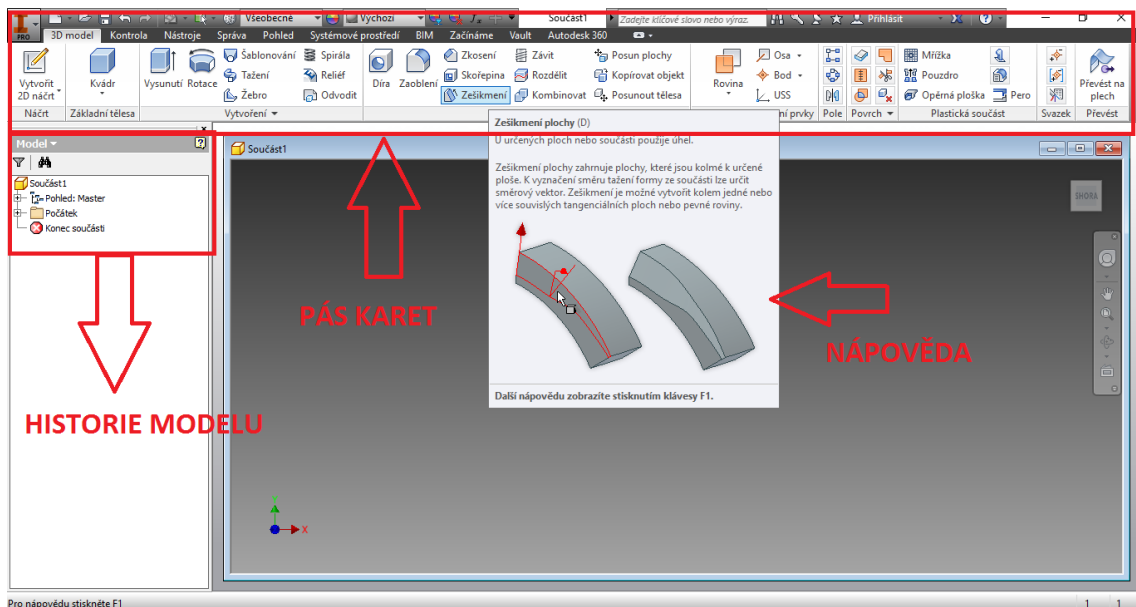
### 3.3 Prostředí Autodesk Inventor

Aplikace Inventor pracuje se třemi hlavními typy souborů – soubory součástí s příponou .ipt, soubory sestav s příponou .iam, výkresové dokumenty s příponou .idw. Čtvrtý typ souboru je soubor prezentace, který má příponu .ipn (obr. č. 12).



Obr. č. 12 – Typy souborů

Plochu, která leží v horní části obrazovky, nazýváme pás karet. Obsahuje příkazy, jako je například vysunutí, rotace, zaoblení a spoustu dalších, které se používají k vytvoření a upravování modelů. Pokud pozastavíme kurzor na některém z příkazů z pásu karet, zobrazí se informace a nápověda k danému příkazu. Panel na levé straně obrazovky ukazuje historii modelu, tento panel používáme k úpravě modelu, který byl již vytvořen. (obr. č. 13)

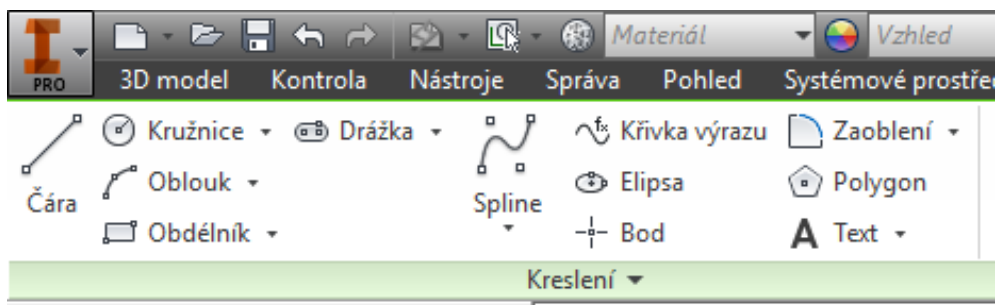


Obr. č. 13 – Prostředí Inventoru

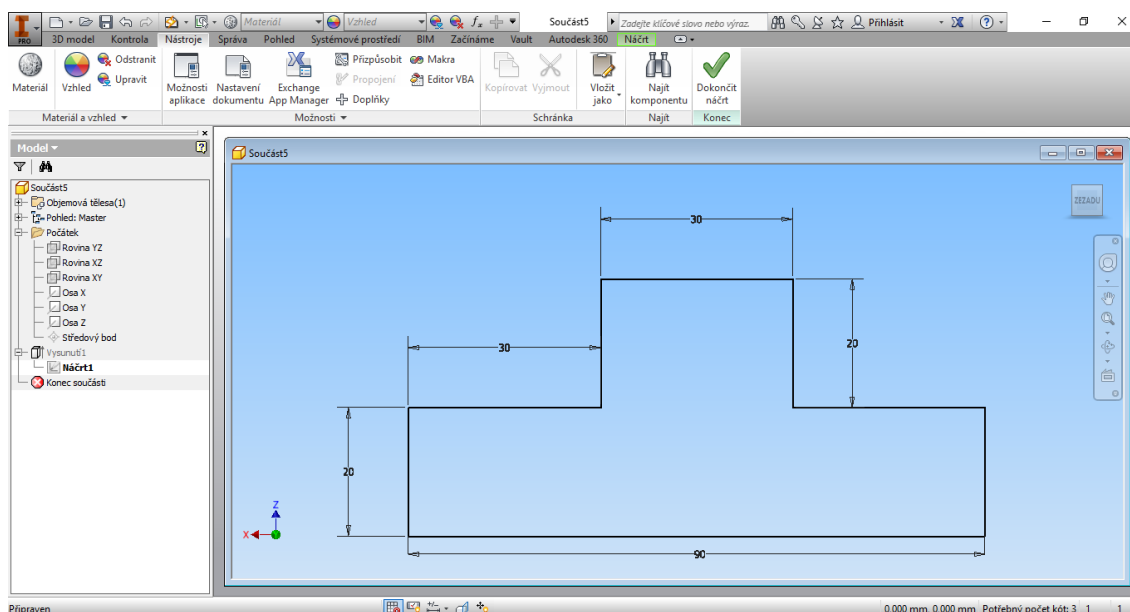
### 3.4 Tvorba náčrtů

Při konstrukci jakékoliv součásti je přirozené nakreslit si nejdříve přibližný náčrt součásti a teprve potom vytvářet 3D model. Většina technologií požaduje po uživateli vytvoření 3D modelu dřív, než si uživatel může ověřit funkčnost jednotlivých součástí nebo celků. Naopak Autodesk Inventor dovoluje uživateli nejdřív nakreslit 2D náčrt, který se později stává základem pro 3D modely.

Pro vytvoření náčrtu požadovaného tělesa např. podle obr. č. 14 postupujeme následovně. Otevřeme v programu Autodesk Inventor nový soubor **Norma.ipt** (obr. č. 12) a na pásu karet (obr. č. 13) vybereme příkaz **Vytvořit 2D náčrt**. Pomocí nástrojů kreslení např. **Čára**, **Kružnice**, **Obdélník**, atd. vytvoříme náčrt profilů (obr. č. 14). Při vytváření náčrtů můžeme buď vyplnit pole rozměrů, nebo můžeme součást nejprve přibližně načrtnout a rozměry doplnit později okótováním součásti. Vazby se v náčrtu používají automaticky. Pomocí příkazu **Kóta** můžeme vytvořit různé typy kót. První těleso vytvoříme z náčrtu uzavřeného tvaru (obr. č. 15).



Obr. č. 14 – Nástroje kreslení



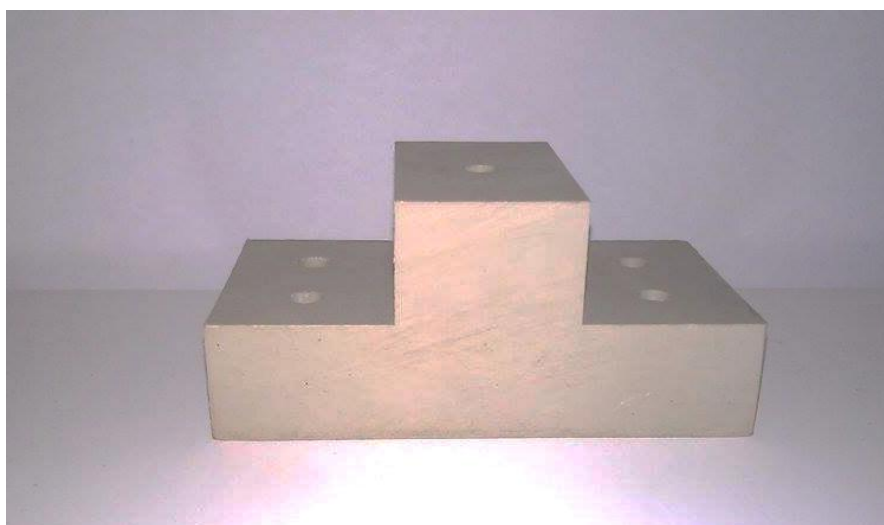
Obr. č. 15 – Náčrt uzavřeného tvaru

### 3.5 Modelování těles

Mezi nejčastěji používané příkazy při modelování v Inventoru patří příkaz **Vysunutí** a **Rotace**. Součásti dále můžeme upravovat pomocí příkazů **Zkosení**, **Zaoblení**, **Díra**, atd. Všechny tyto příkazy používáme v případě, pokud máme předem vytvořený náčrt.

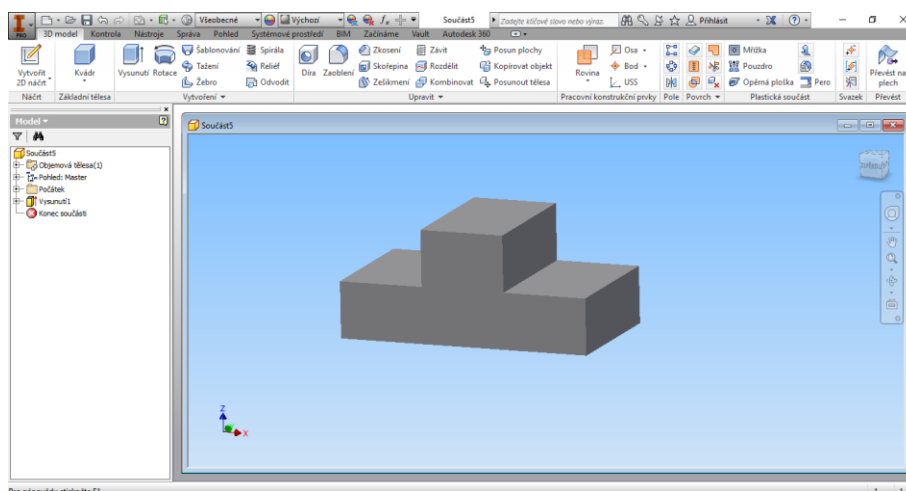
### 3.6 Vysunutí

Mezi jeden z nejčastěji používaných příkazů patří příkaz **Vysunutí**. Vysunout můžeme téměř všechny uzavřené profily. Jedná se o nejjednodušší způsob vytváření 3D prvků. Vysunutí je vhodné převážně pro modelování frézovaných součástí. Pro příklad lze uvést např. modelování vysunutého tělesa podle obr. č. 16.



Obr. č. 16– Vysunuté těleso

Vysunutý profil vytváříme z předem připraveného náčrtu (obr. č. 15). Na pásu karet vybereme příkaz **Dokončit náčrt**. Pomocí levého tlačítka myši vybereme příkaz **Vysunutí**, který leží na pásu karet, a označíme plochu profilu, kterou chceme vysouvat. Pomocí ikon určíme výšku a směr vysunutí (obr. č. 17).



Obr. č. 17 – Vysunutí profilu

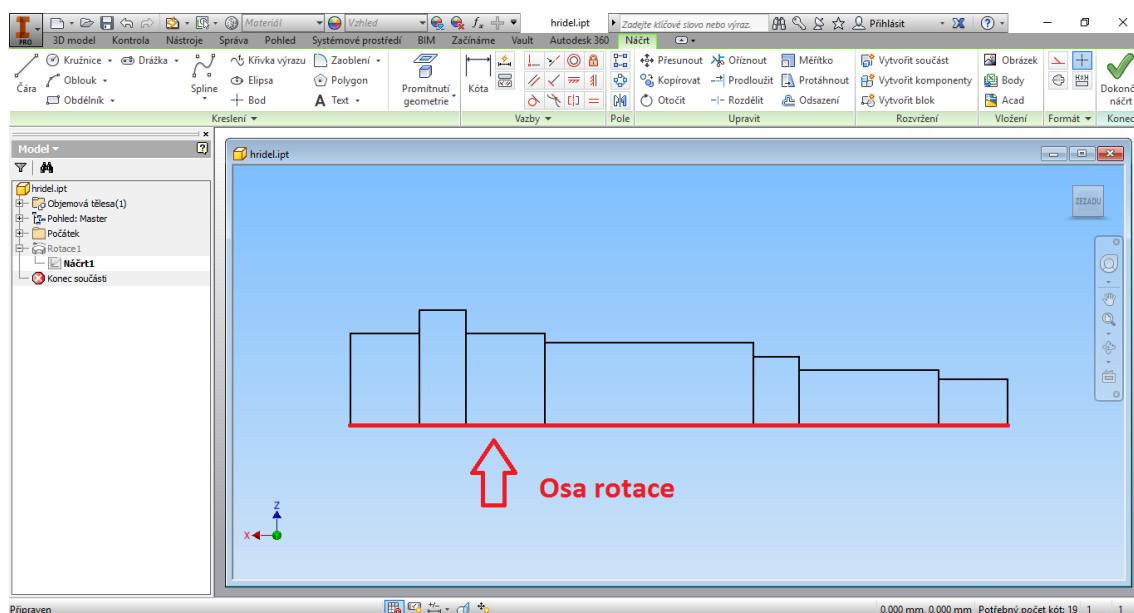
### 3.7 Rotace

Druhý nejpoužívanější příkaz pro tvorbu objemových těles je rotace. Rotovat můžeme téměř všechny uzavřené profily. Jedná se o nejjednodušší způsob vytváření 3D prvků. Rotace je vhodná převážně pro tvorbu soustružených součástí. Existují případy, kdy lze tu samou součást vytvořit snáze pomocí rotace, zpravidla se jedná o jednoduché hřídele. Pro příklad lze uvést např. modelování rotačního tělesa podle obr. č. 18.

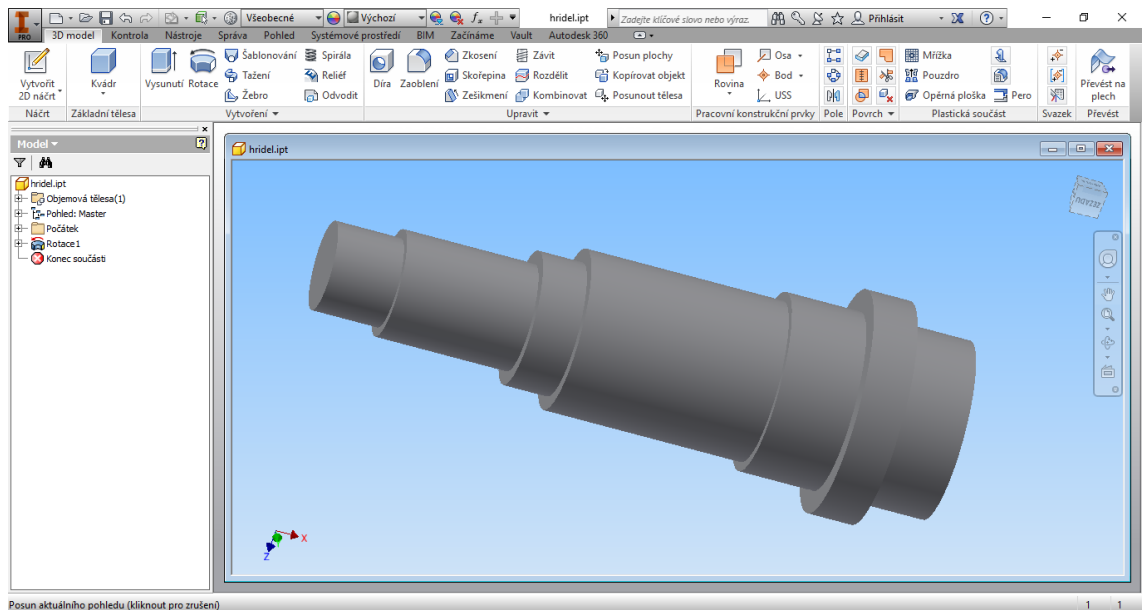


Obr. č. 18 – Rotační těleso

Rotační těleso vytváříme z předem připraveného náčrtu (obr. č. 19). Rotování prvku vytváříme pomocí příkazu **Rotace**, který leží na pásu karet. Po zobrazení dialogového okna vybereme součást, kterou chceme nechat rotovat a osu, podle které necháme součást rotovat. Tuto osu nazýváme osou rotace (obr. č. 19).



Obr. č. 19 – Náčrt rotačního tělesa

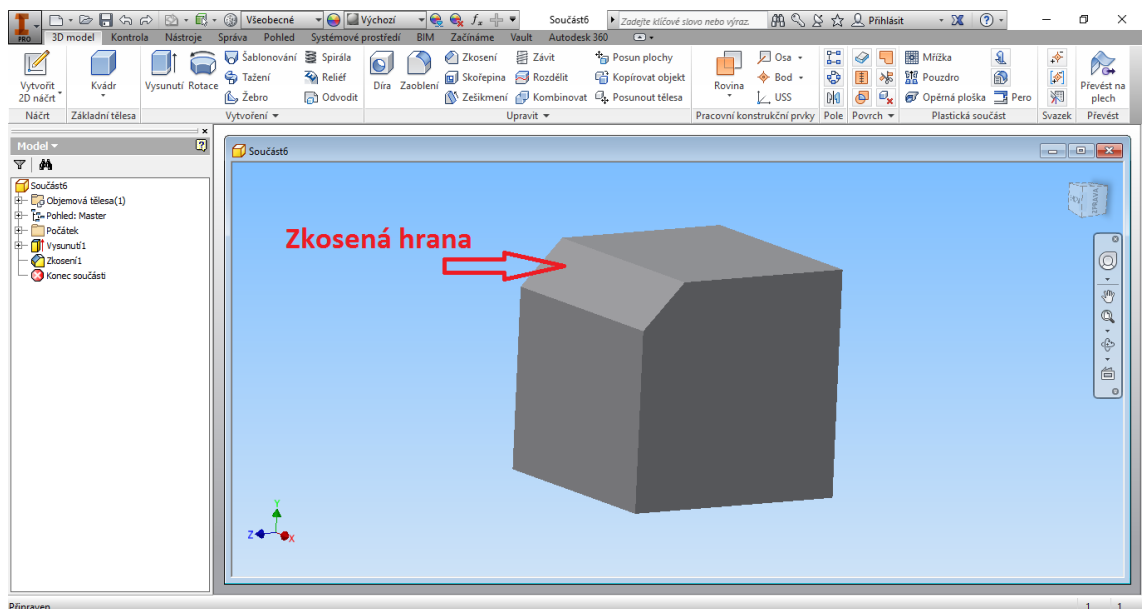


Obr. č. 20 – Součást vytvořená pomocí rotace

Pokud je nutné jednotlivé hrany u součástí zkosit nebo zaoblit použijeme příkazů z pásu karet.

### 3.8 Zkosení

Zkosení hrany součásti vytváříme pomocí příkazu **Zkosení**, který leží na pásu karet. Po vybrání tohoto příkazu označíme myší ovládaným kurzorem hranu, kterou chceme zkosit. Ta se zbarví do červena. Následně do dialogového okna vyplníme rozměry zkosení (obr. č. 21).

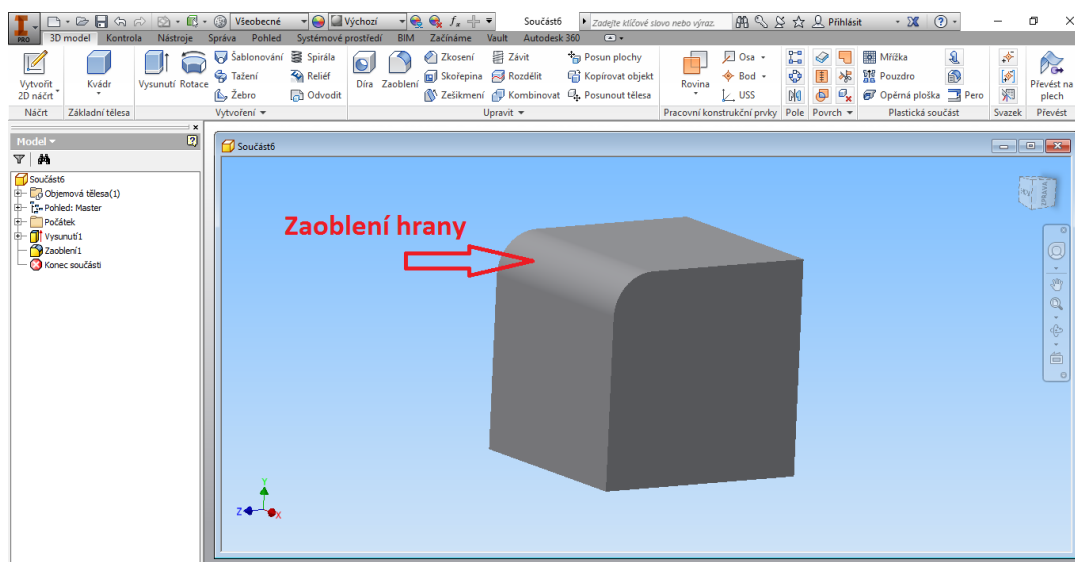


Obr. č. 21 – Zkosení hran modelu



### 3.9 Zaoblení

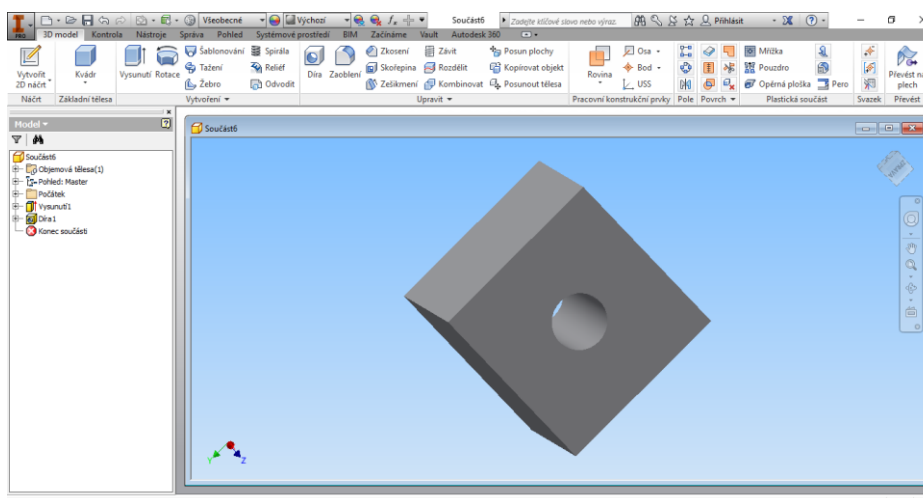
Zaoblení hrany součásti vytváříme pomocí příkazu **Zaoblení**, který leží na pásu karet. Nejprve vybereme příkaz Zaoblení a poté označíme hranu pro zaoblení kurzorem, která zčervená. V dialogovém okně vybereme způsob a rozměry zaoblení (obr. č. 22).



Obr. č. 22 – Zaoblení hran modelu

### 3.10 Díra

Otvory do součástí vytváříme pomocí příkazu **Díra**. Tento příkaz najdeme na pásu karet. Předtím, než vytvoříme díru do součásti, musíme pomocí 2D náčrtu vytvořit bod, který bude středem díry. Následně můžeme vybrat příkaz **Díra** a v dialogovém okně nastavit tvar a velikost díry. Můžeme vybrat mezi dírou vrtanou, s válcovým zahloubením, s mělkým zahloubením nebo s kuželovým zahloubením. Dále vybíráme mezi možnostmi, zda se jedná o normální otvor, otvor pro šroub, otvor se závitem nebo o zúženou díru se závitem (obr. č. 23).



Obr. č. 23 – Díra v součásti



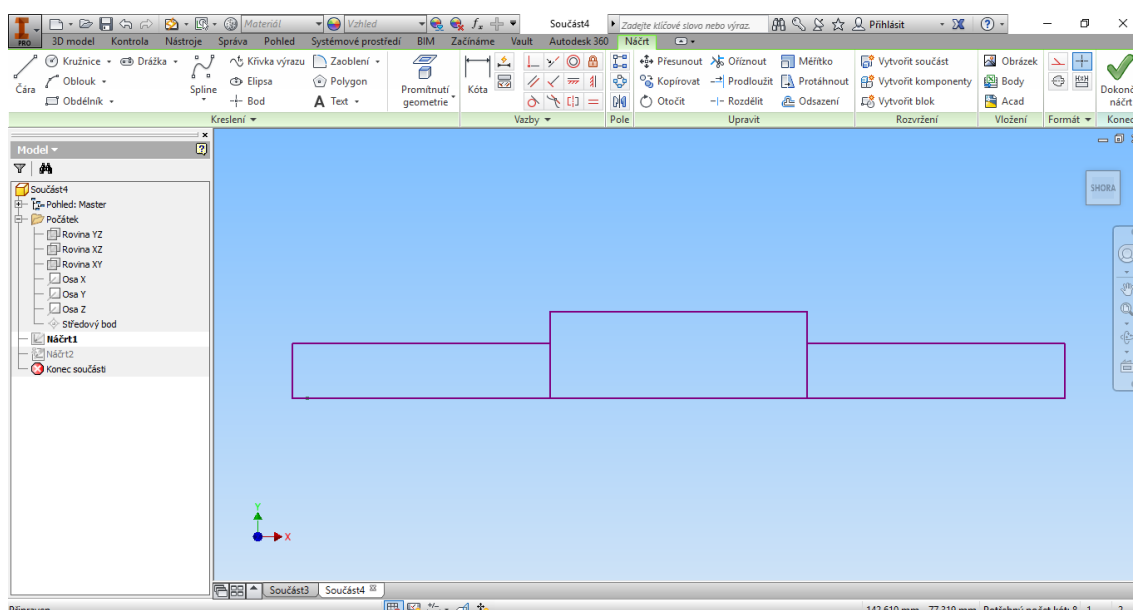
### 3.11 Pracovní roviny inventoru

Pracovní roviny slouží k definování nových náčrtů. Práci s rovinami si ukážeme na následujícím příkladu. Vytvoříme drážku pro pero na hřídeli podle obrázku (obr. č. 24).

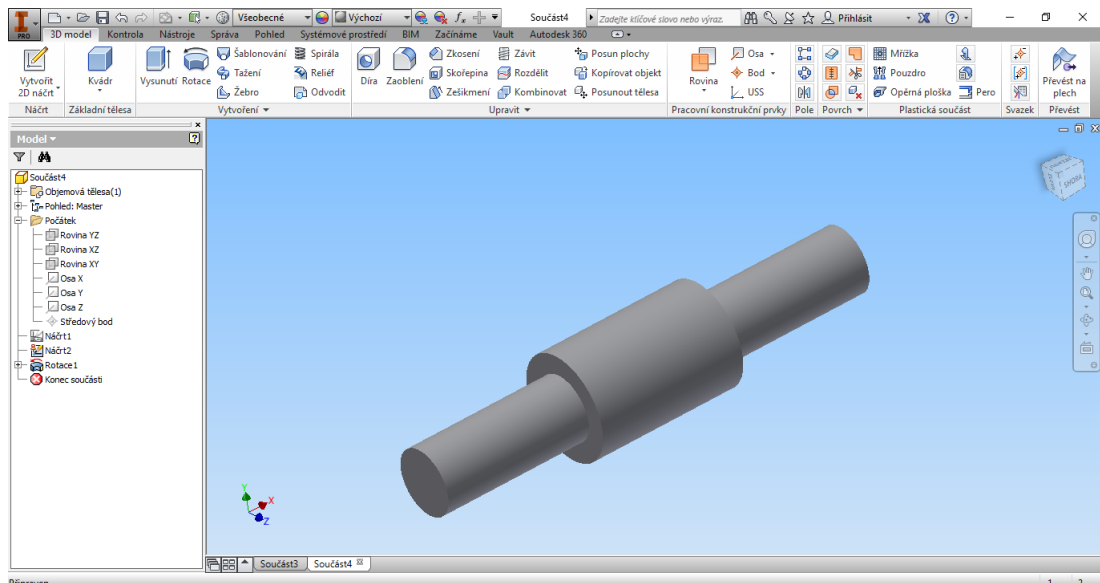


Obr. č. 24 – Hřídel s drážkou pro pero

Nejprve vymodelujeme hřídel bez drážky pro pero. Postup pro tvorbu hřídele máme již popsáný v kapitole 3.7 Rotace. Při tvorbě této hřídele budeme postupovat stejně.

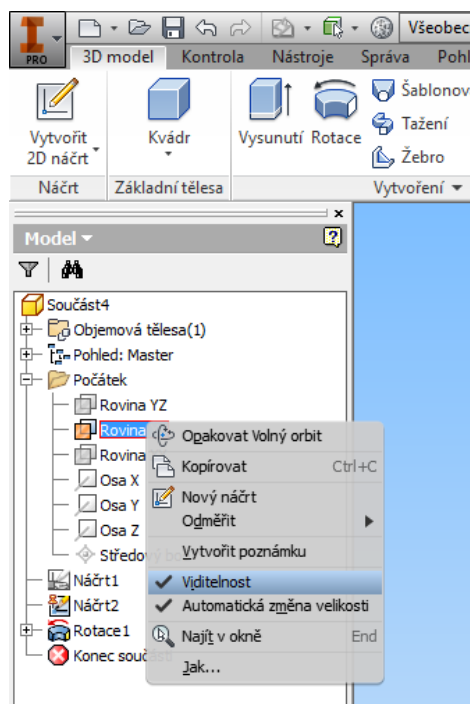


Obr. č. 25 – Náčrt hřídele



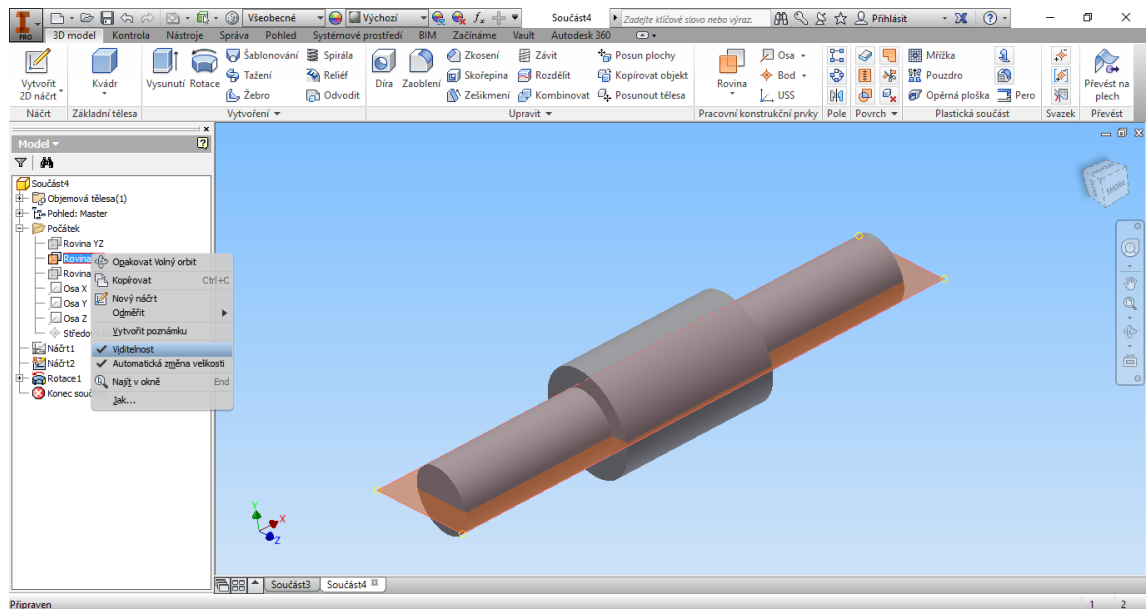
Obr. č. 26 – 3D model hřídele

Před vytvářením nových pracovních rovin je dobré vždy zvážit, jestli se nedají nějakým způsobem využít roviny souřadnicového systému. Tyto roviny jsou neměnné a dají se využít pro složitější konstrukce. Je tedy výhodné modelovat součásti tak, aby byly symetrické vůči těmto rovinám. Tyto roviny můžeme zviditelnit v postranním panelu (obr. č. 27).



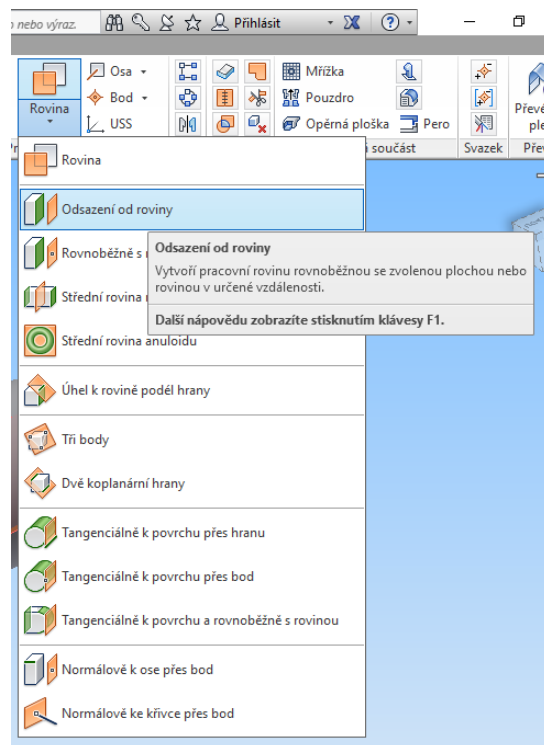
Obr. č. 27 – Viditelnost rovin

U hřídele, kterou již máme vymodelovanou, zviditelníme rovinu XZ (obr. č. 27)



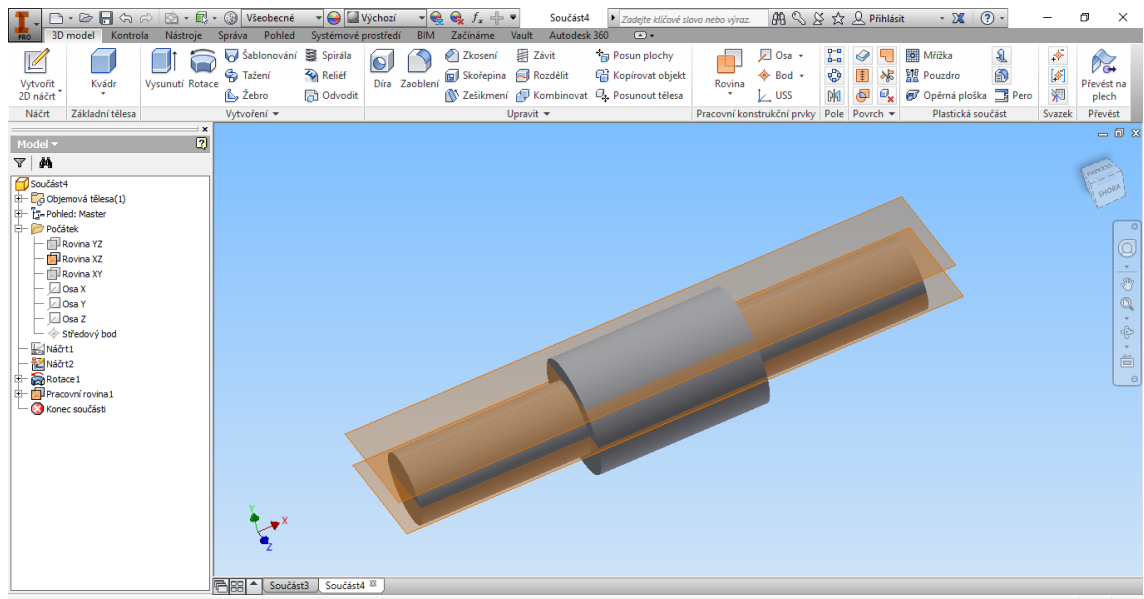
Obr. č. 28 – Viditelnost roviny XZ

Na panelu nástrojů vybereme příkaz **Rovina**. Na pásu karet vybereme příkaz **Odsazení od roviny** (obr. č. 29).



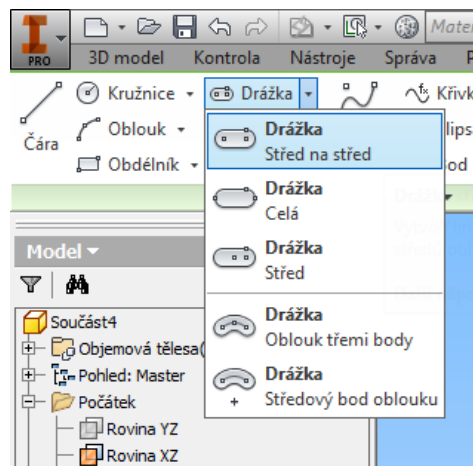
Obr. č. 29 – Odsazení rovin

Po vybrání tohoto příkazu budeme mít na hřídeli viditelné dvě rovnoběžné roviny. Jednu z rovin necháme v ose hřídele. Druhou rovinu posuneme pomocí myši na plochu, kde budeme modelovat drážku pro pero (obr. č. 30).



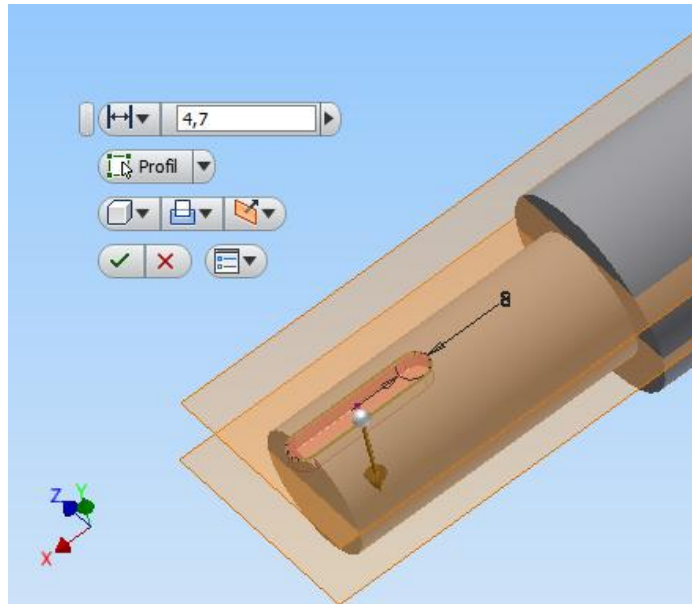
Obr. č. 30 - Umístění rovin

Na panelu nástrojů vybereme příkaz **Vytvořit 2D náčrt**. Kurzorem myši označíme pracovní rovinu, ve které budeme modelovat drážku pro pero. Drážku vytváříme pomocí příkazu **Drážka**, kterou nalezneme na pásu karet (obr. č. 31).



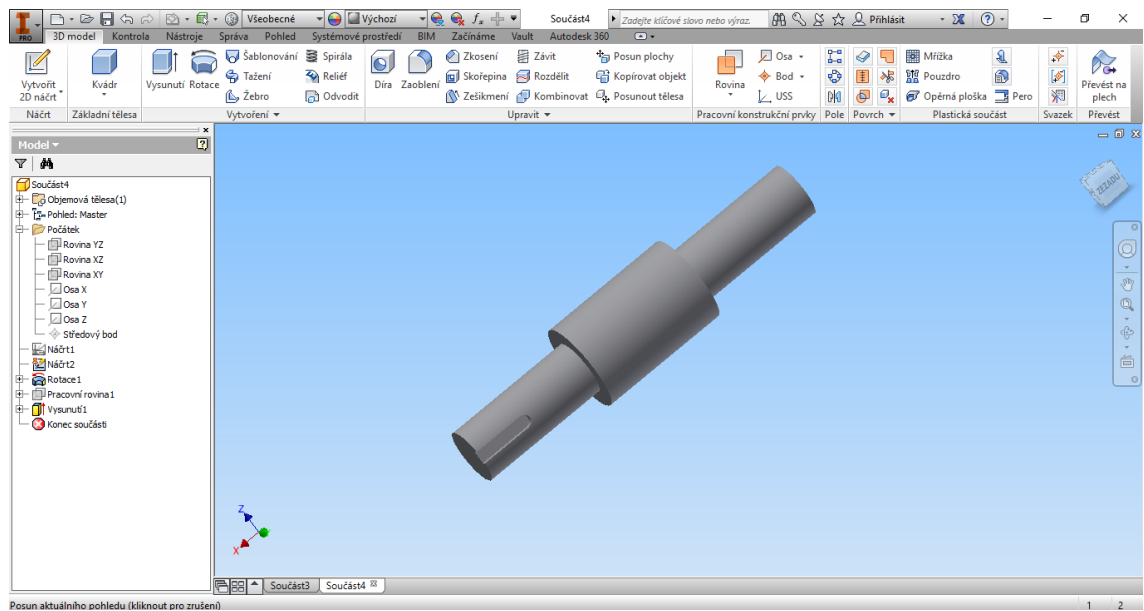
Obr. č. 31 - Drážka

Pomocí myši vybereme drážku, kterou budeme chtít použít. A umístíme ji na hřídel. Pomocí příkazu **Vysunutí** vytvoříme drážku. U vysunutí zvolíme parametry, jako je hloubka a směr vysunutí (obr. č. 32).



Obr. č. 32 – Vysunutí drážky

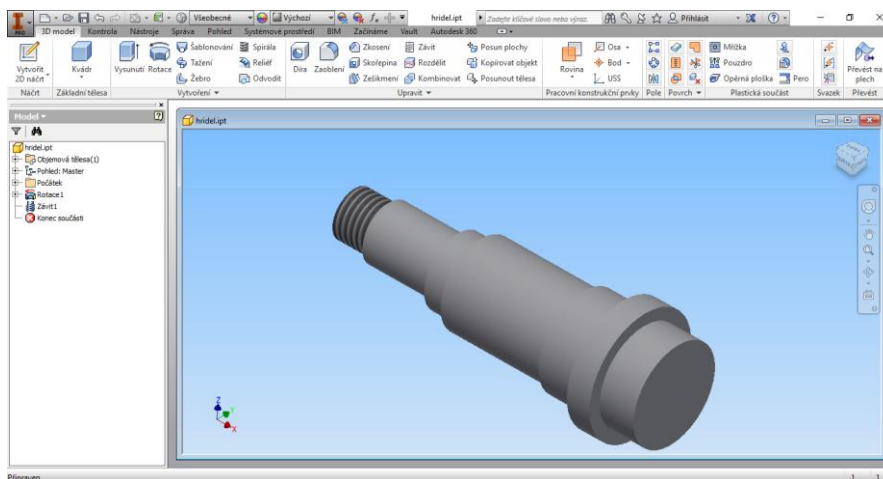
Nakonec vybereme tlačítko **Dokončit náčrt**. Drážka pro pero na hřídeli je vytvořená (obr. č. 33).



Obr. č. 33 – Hřídel s drážkou pro pero

### 3.12 Tvorba závitů

V Inventoru nejsou závity do součásti vyřezávány, ale pouze zobrazeny. Závity vytváříme pomocí příkazu **Závit**, který najdeme na pásu karet. Po vybrání příkazu **Závit** označíme plochu, na které chceme vytvořit závit. Po označení plochy se nám opět objeví dialogové okno, ve kterém vybíráme parametry závitů. Můžeme vybrat z několika norem, velikostí a určení závitů. (obr. č. 24)



Obr. č. 34 – Závit

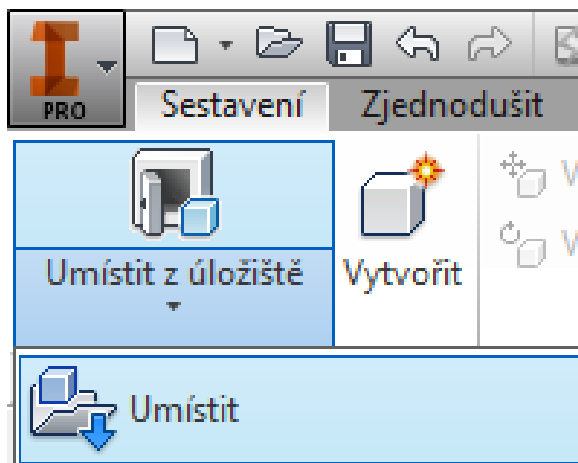
### 3.13 Tvorba sestav

Stroje a zařízení se sestávají z mnoha součástí. Ta je nutné sestavit do sestav tvořených řadou nenormalizovaných i normalizovaných součástí. Program Autodesk Inventor nám umožňuje skládat sestavy z již zkonstruovaných součástí, ale i v rámci sestavy nové díly vytvářet. Předtím, než začneme sestavu vytvářet, musíme si otevřít nový soubor s příponou **.iam** (obr. č. 35).



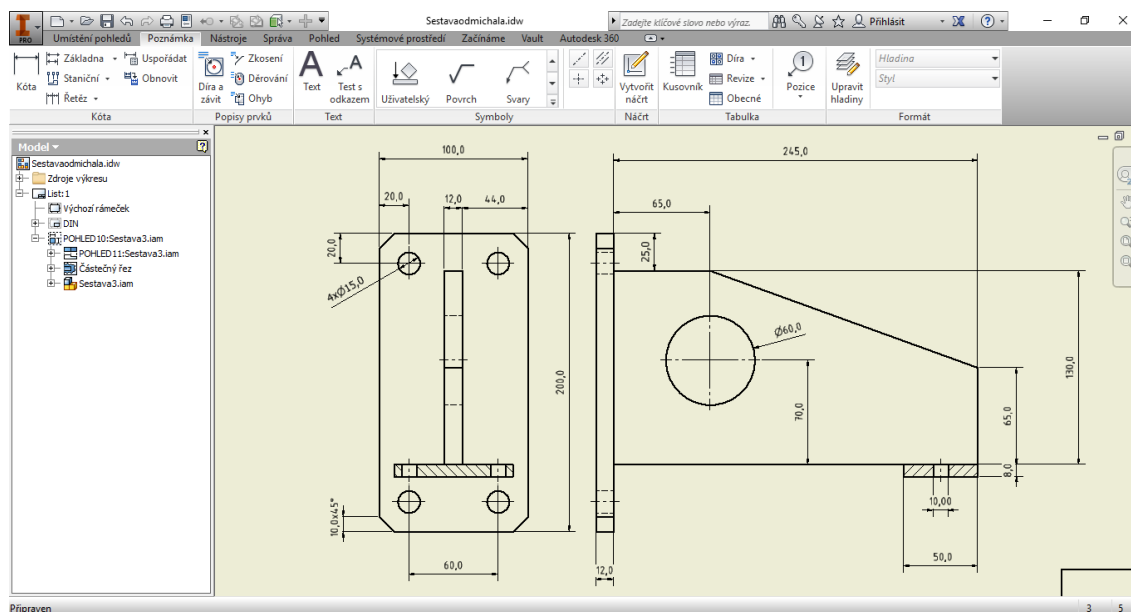
Obr. č. 35 – Norma .iam

Pokud chceme do sestavy vkládat součásti, které již máme vytvořené, použijeme příkaz **Umístit**. Tento příkaz nalezneme v levém horním rohu na pásu karet. Pokud chceme vytvořit součást novou, použijeme příkaz **Vytvořit**, který nalezneme na pásu karet vedle příkazu **Umístit** (obr. č. 36).



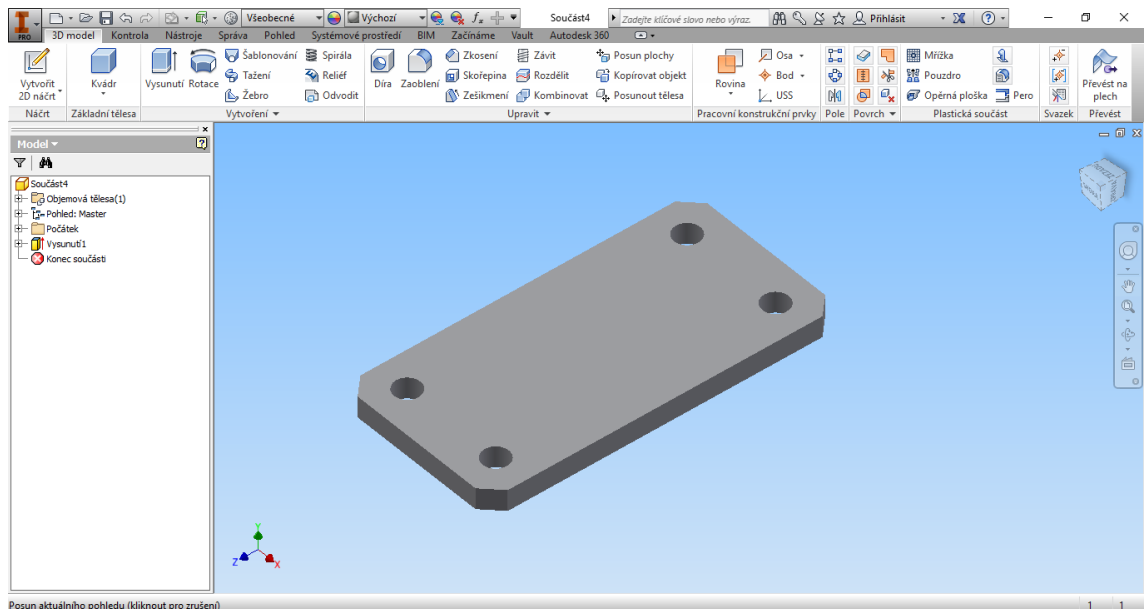
Obr. č. 36 – Příkaz Umístit a Vytvořit

Tvorbu sestav si ukážeme na následujícím příkladu. Ze zadaného náčrtu vytvoříme návrh konzoly (obr. č. 37).

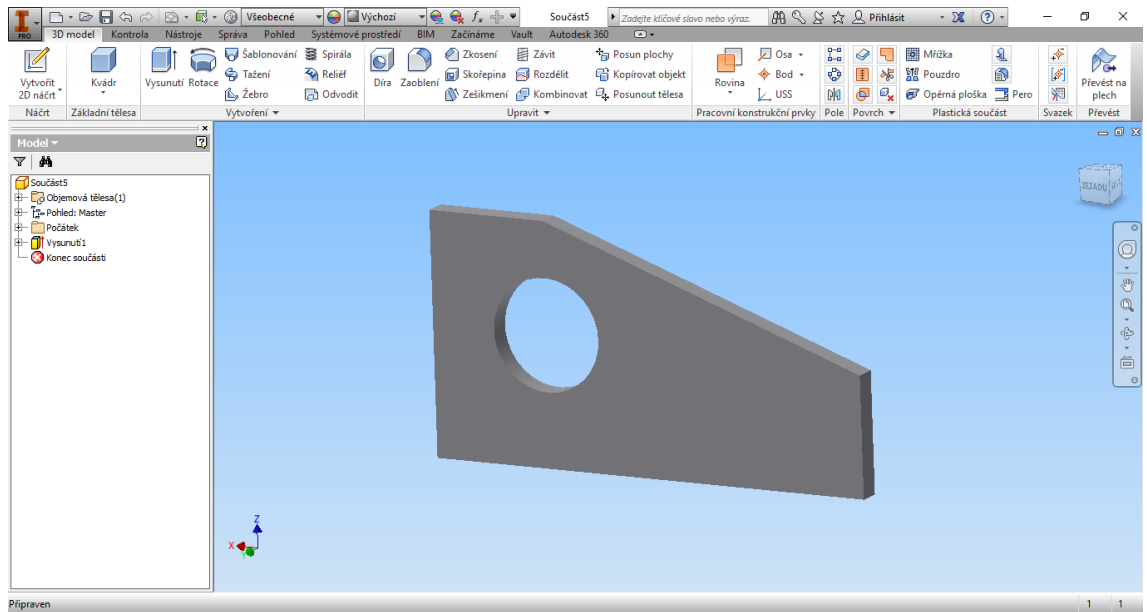


Obr. č. 37 – Náčrt konzoly [29]

Podle náčrtu a rozměrů konzoly vymodelujeme jednotlivé součásti (obr. č. 38, 39, 40).

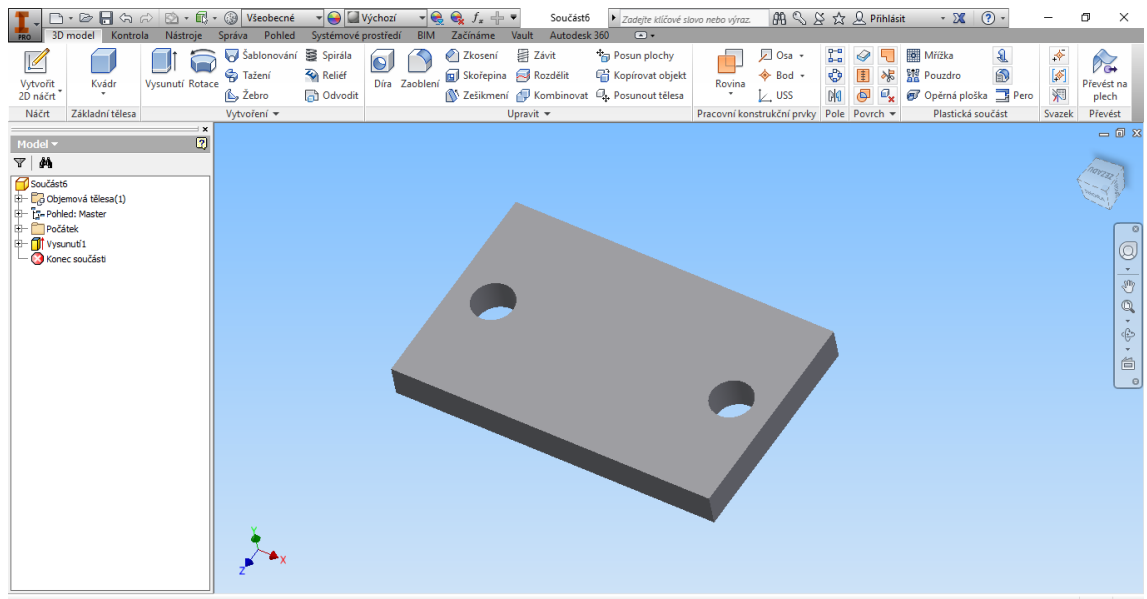


Obr. č. 38 – Součást 1



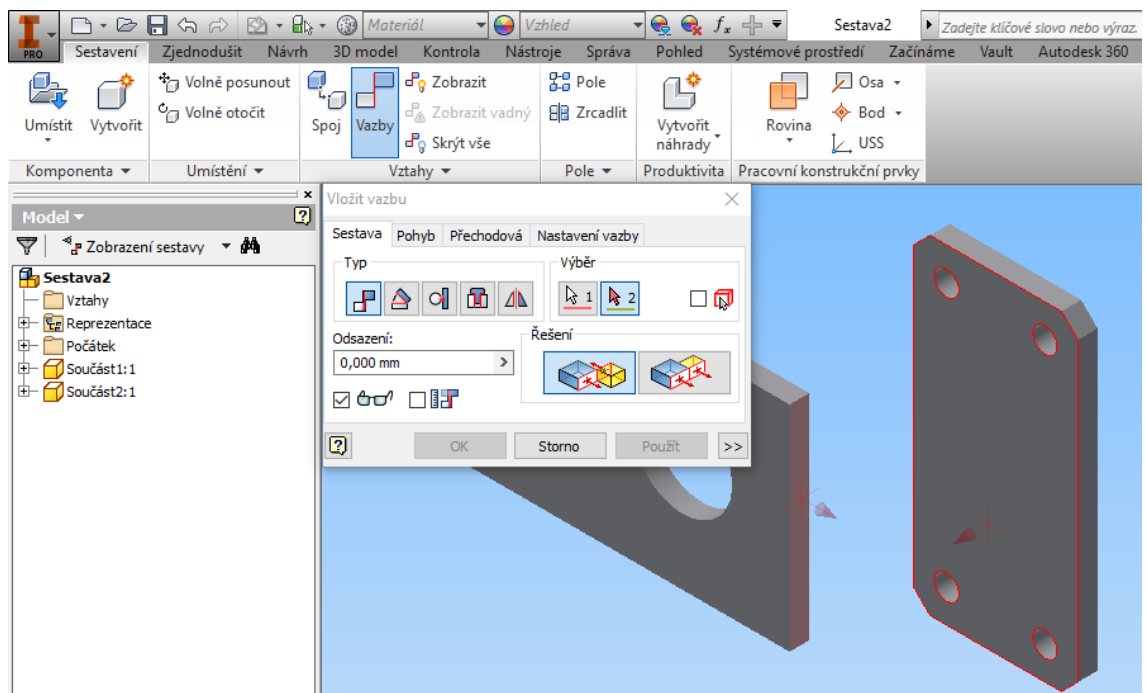
Obr. č. 39 – Součást 2





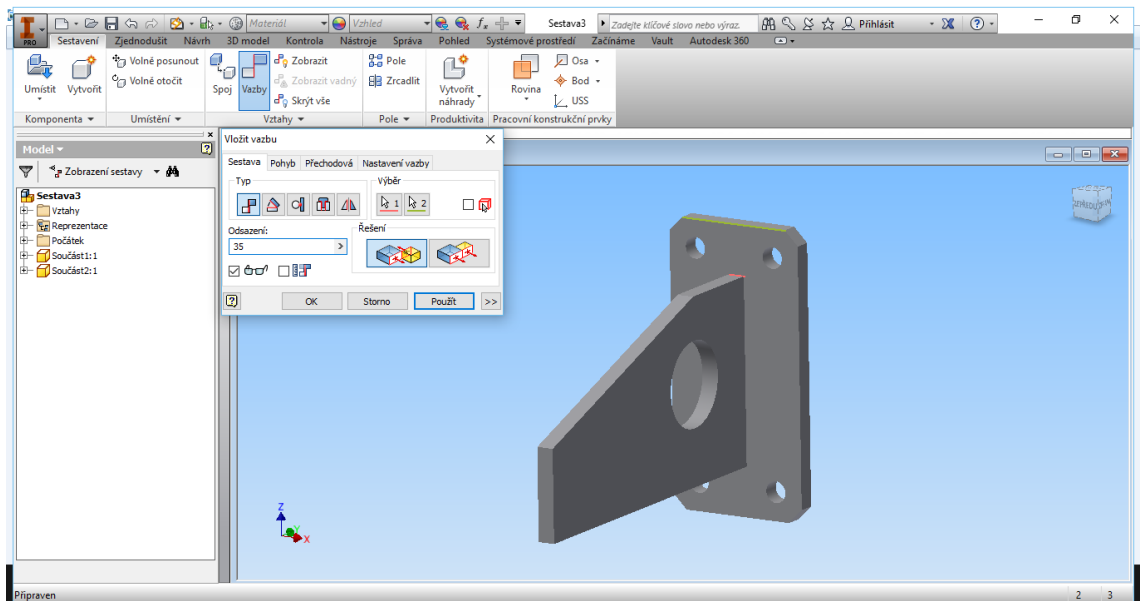
Obr. č. 40 – Součást 3

Pro vytvoření sestavy otevřeme soubor s příponou **.iam** (obr. č. 35). Do nového souboru vložíme součásti (Součást 1, Součást 2) pomocí příkazu **Umístit** (obr. č. 36). Pomocí příkazu **Vazby** vytvoříme vazby mezi jednotlivými součástmi. Kurzorem myši označíme plochy, které chceme spojit vazbami (obr. č. 41).



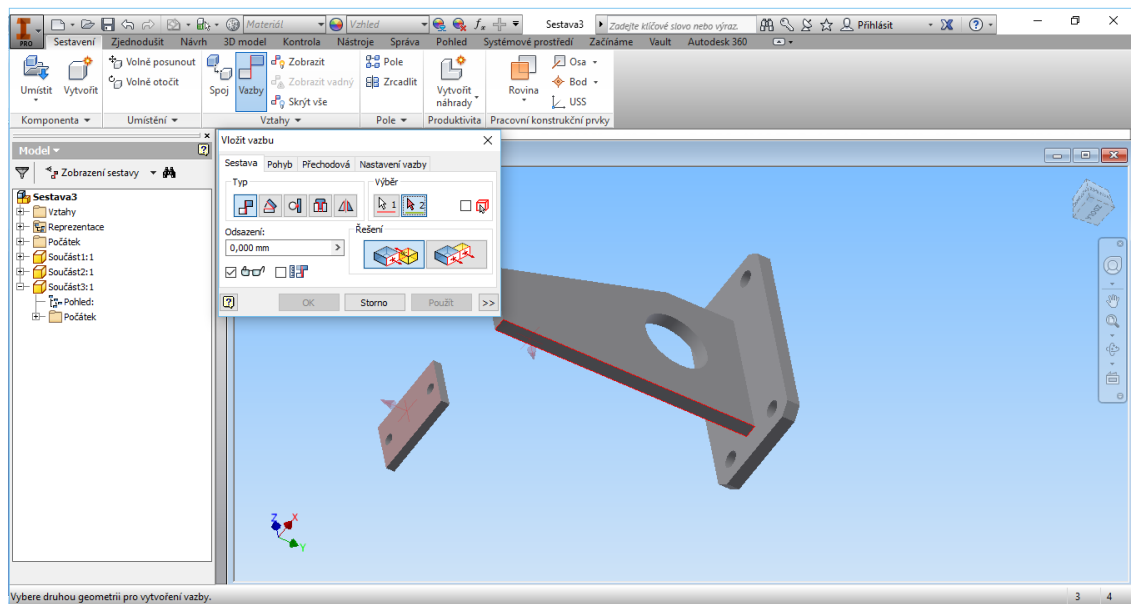
Obr. č. 41 – Vytvoření vazeb

V dialogovém okně můžeme vybírat mezi různými typy vazeb. Například vazby **Proti sobě**, **Úhel**, **Tečné**, atd. Pokud máme vybraný typ vazby, stiskneme tlačítko **Použít**. Plochy, které jsme označily, se svážou vazbami k sobě (obr. č. 42).



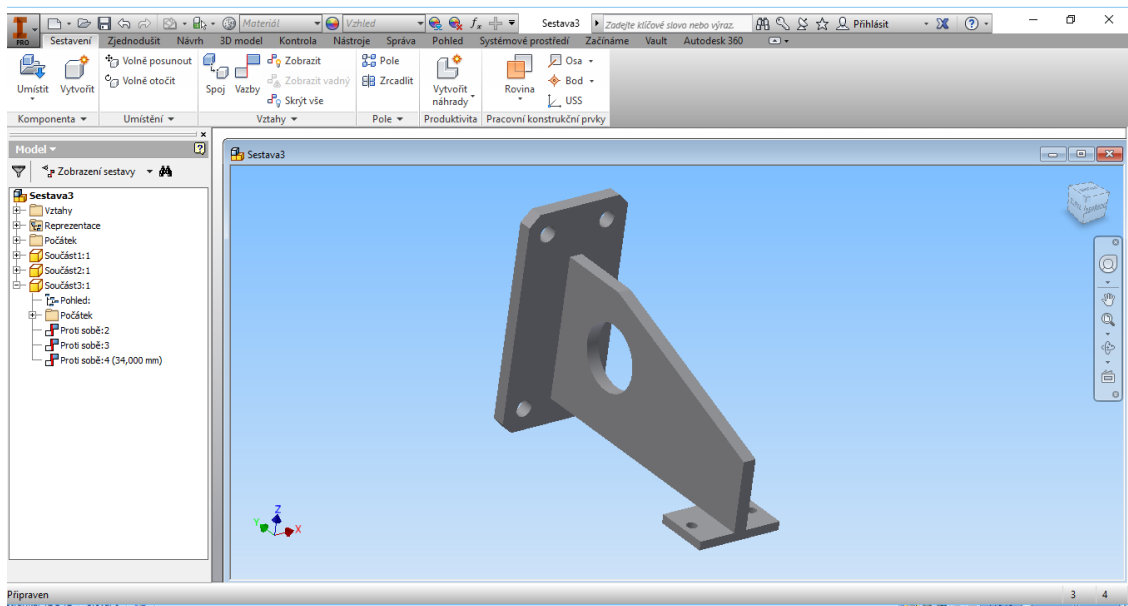
Obr. č. 42 – Spojení součásti 1 a 2

Konzole, kterou chceme vytvořit, se skládá ze tří součástí. Je tedy nutné vložit do souboru poslední, třetí součást. Opět použijeme příkaz **Umístit** (obr. č. 36). Pomocí příkazu **Vazby** spojíme Součást 2 a Součást 3. Postup bude stejný, jako u spojení Součástí 1 a 2.



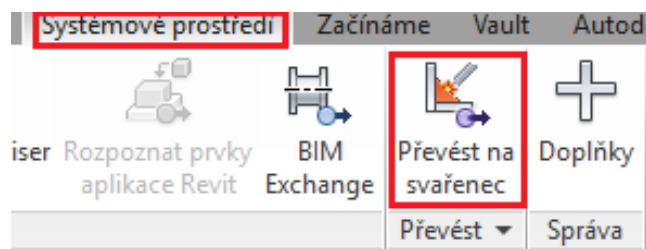
Obr. č. 43 – Spojení všech součástí

Nejprve vybereme typ vazby, kterou chceme použít. Poté označíme kurzorem myši plochy, které chceme svázat. Pro dokončení sestavy stiskneme tlačítko použít. Nyní máme všechny součásti spojené pomocí vazeb (obr. č. 44).



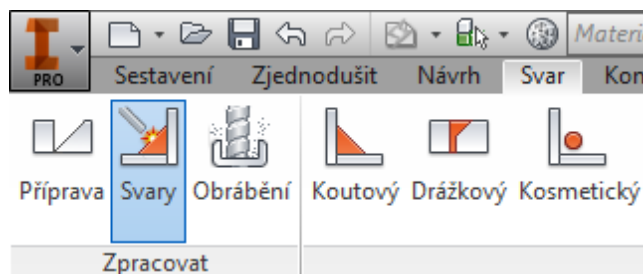
Obr. č. 44 – Sestava vytvořená pomocí vazeb

Vytvořenou sestavu máme zatím spojenou pouze vazbami. Ve skutečnosti by nám jednotlivé součásti sestavy u sebe nedržely. Je tedy nutné je připevnit k sobě pomocí svarů. Sestavu převedeme na svařenec pomocí příkazu **Převést na svařenec**, který najdeme na kartě **Systémové prostředí** (obr. č. 45).



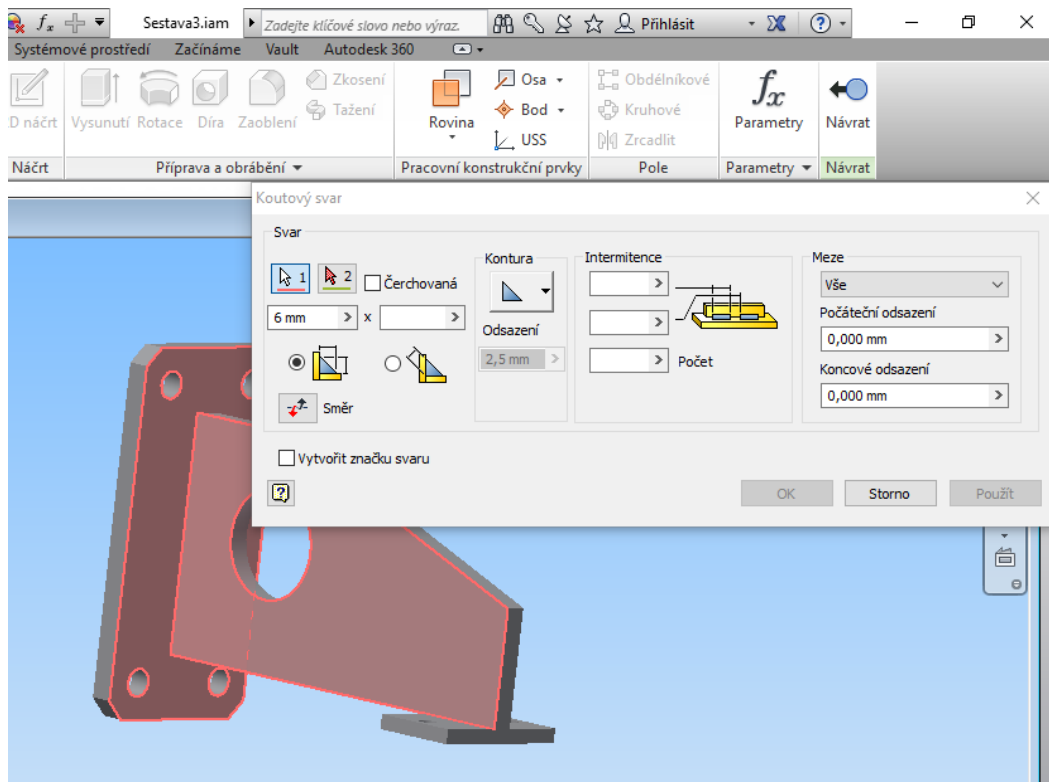
Obr. č. 45 – Převod sestavy na svařenec

Nejprve je nutné vybrat normu pro svary. Poté bude sestava převedena do prostředí, ve které můžeme pracovat se svary. V tomto prostředí můžeme vybrat typ svaru, který chceme použít (obr. č. 46).



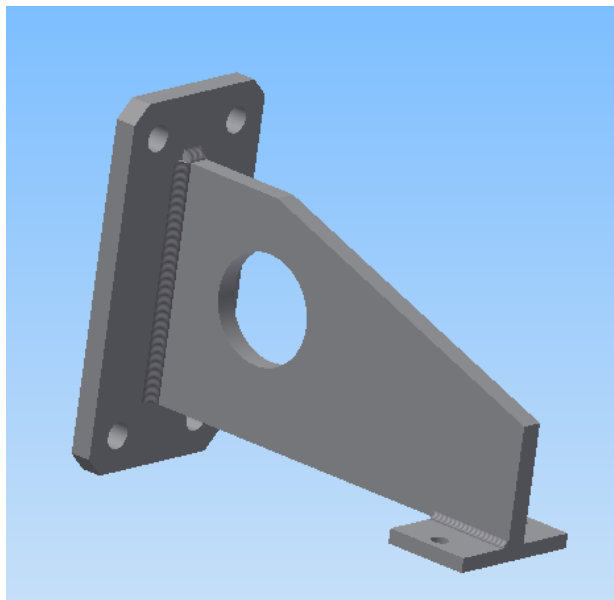
Obr. č. 46 – Typy svarů

Vybereme typ svaru, který chceme použít. Poté označíme kurzorem myši plochy, které k sobě chceme svařit a v tabulce zvolíme požadované parametry (obr. č. 47).



Obr. č. 47 - Svary

Tímto způsobem budeme postupovat u všech součástí, které chceme k sobě připevnit pomocí svarů.



Obr. č. 48 – Svařená konzole

### 3.14 Normalizované součásti

Pro většinu technických oblastí je typické použití různých normalizovaných součástí. V dnešní době, kdy se často výrobek modeluje jinde, než se vyrábí, je užitečné využívat normalizovaných součástí. Použití normalizovaných součástí nám umožňuje snížení nákladů na výrobu součásti a také rychlou a levnější výměnu nějak poškozené součásti. Velkým přínosem je tedy používání knihoven normalizovaných součástí.

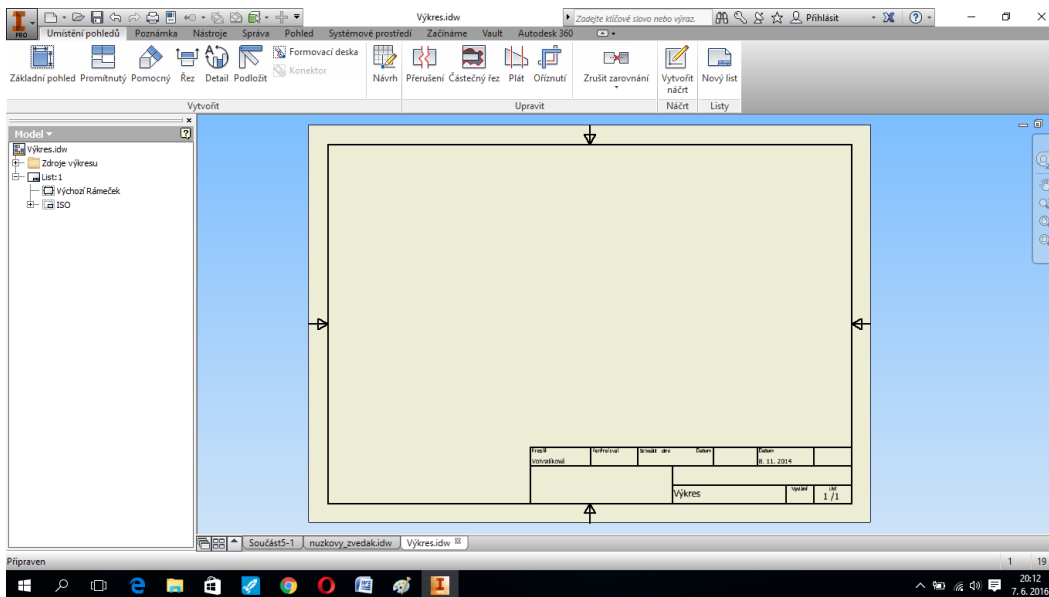
Knihovny normalizovaných součástí jsou součástí Autodesk Inventoru, abychom tyto knihovny mohli využívat, je potřeba je mít předem nainstalované. Knihovna obsahuje modely matic, šroubů, podložek atd., které můžeme jednoduše vkládat přímo do sestav.

Normalizované součásti vkládáme do sestav pomocí příkazu **Umístit**, pokud vybereme tento příkaz, rozvine se nám panel s dalšími příkazy. Pro vložení normalizované součásti vybereme příkaz **Umístit z Obsahového centra**, kde máme na výběr spoustu normalizovaných součástí. Po vložení součásti je potřeba normalizovanou součást svázat s ostatními součástmi pomocí vazeb. Normalizované součásti do sestavy vkládáme zpravidla až úplně nakonec.

### 3.15 Tvorba výkresů

Velmi důležitou roli v technické oblasti hraje výkresová dokumentace. I v dnešní době, která je označována jako doba informačních technologií, jsou výkresy základním vyjadřovacím prostředkem každého konstruktéra. Je tedy nutné umět vytvářet výkresovou dokumentaci podle příslušných předpisů a norem.

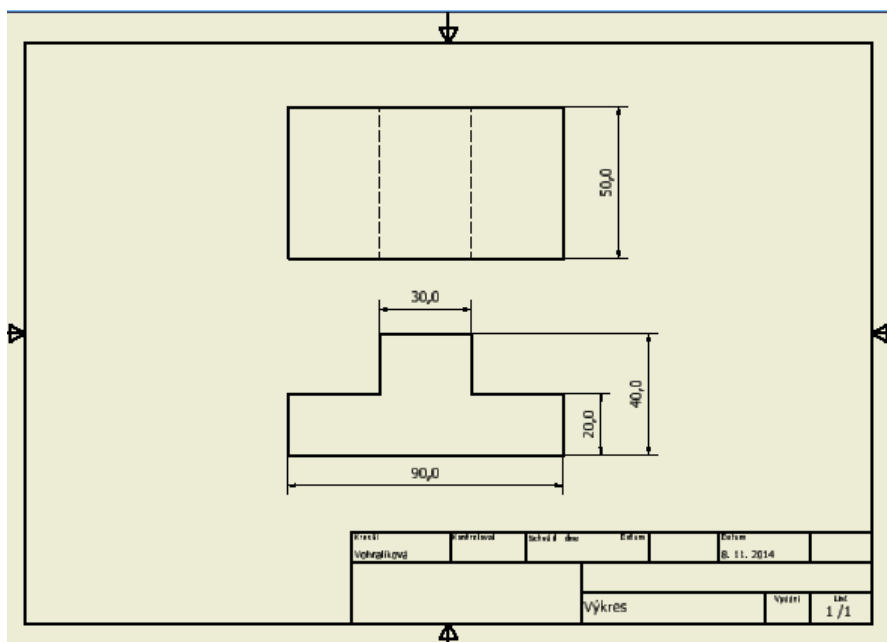
Abychom mohli vytvořit výkres, je důležité mít již vytvořený model v 3D prostoru. Pro tvorbu výkresu v 2D v Autodesk Inventoru si otevřeme nový soubor s příponou **.idw** (obr. č. 11). Šablona, kterou jsme vybrali, určuje vzhled rohového razítka, velikost listu, soustavu jednotek a další formátování. Pokud bychom chtěli změnit formát výkresu, klikneme pravým tlačítkem myši na kraj výkresu a vybereme příkaz **Upravit list**. Otevře se nám dialogové okno, ve kterém můžeme nastavit formát výkresu. V pravém dolním rohu máme razítko, do kterého je ve většině šablon vepsán text, který odpovídá hodnotám iVlastností. Pokud bychom chtěli změnit údaje v razítku, klikneme pravým tlačítkem na **Výkres**, v levém panelu, a vybere příkaz **iVlastnosti**. Po otevření dialogového okna můžeme změnit údaje v razítku. (obr. č. 25)



Obr. č. 49 – Pracovní prostředí pro tvorbu výkresů

Pohledy vytvoříme pomocí příkazu **Umístění pohledů**, který leží na kartě. Nejprve do výkresu přidáváme základní pohled. Než přidáme do výkresu pohled, nastavíme v dialogovém okně měřítko a další vlastnosti. Další pohledy vytvoříme posunutím myši z již vloženého pohledu a kliknutím myši. Příkaz dokončíme kliknutím pravým tlačítkem myši a volbou položky **Vytvořit**. Jednotlivé pohledy můžeme uspořádat přetažením jejich okrajů. Řez, detail nebo přerušovaný pohled vychází ze stávajících pohledů. Kóty a další detaily přidáme do výkresu pomocí příkazu **Poznámka**, který leží na kartě.

K vytvoření dokumentace pro sestavy se využívají stejné příkazy pro pohledy a poznámky. Dokumentaci sestavy dokončíme přidáním kusovníku a pozic, které najdeme opět na hlavní kartě.



Obr. č. 50– Výkres vytvoření pomocí programu Inventor

### **3.16 Systémové požadavky**

Pokud chceme používat program Autodesk Inventor, je důležité, aby hardware počítač splňoval tyto minimální požadavky. Operační systém Windows XP a novější, doporučený je Windows7. Požadavky na procesor jsou minimální AMD dual – core, to znamená dvoujádrový procesor 3 GHz, doporučené jsou vyšší. Minimálně požadavky na operační paměť jsou 4 GB RAM (8 GB doporučeno), tento parametr hraje výraznou roli pro plynulé fungování Inventoru. Inventor vyžaduje přibližně 15 GB volného místa na disku pro instalaci programu. [28]

## **4 Využití programu Autodesk Inventor v přípravě učitelů technických předmětů na PdF UHK**

V současné době je konstrukce součástí strojů a zařízení se neobejde bez použití profesionálních 3D parametrických programů. Tyto programy umožňují nejen modelovat součásti v 3D prostoru, ale vzniklá data dále využívat pro různé typy analýz (pevnostní a tuhostní analýza součástí, tepelná analýza, výroba součástí CNC stroji atd.).

Dále je nutné také připomenout snadný přenos dat prostřednictvím internetu, editaci dat a nabízenou kooperaci s ostatními účastníky výrobního procesu. Při výchově techniků na středních i vysokých školách je nutné seznámit studenty s filozofií 3D parametrických programů a naučit je s nimi pracovat. Vytváření výkresové dokumentace klasickým zobrazováním (Mongeovo promítání – na dvě navzájem kolmé průmětny) je již překonáno a v budoucnosti bude nahrazeno 3D modelováním. Klasický způsob zobrazování strojních součástí je možné použít například v provozní technické praxi při technických náčrtech řešeného problému případně letmého zobrazení strojních součástí.

Klasický způsob zobrazování na dvě k sobě kolmé průmětny i 3D počítačové zpracování umožňují pěstovat a rozvíjet technickou představivost, která je tolik potřebná pro práci technika. Když bych měla porovnat klasický způsob zobrazování a 3D zobrazování pomocí počítače, tak mě jako první napadne rychlost vytvoření výkresu. Výkres, který jsem vytvářela na počítači, mi trval pouze pár minut. Naopak u klasického zobrazování tělesa jsem strávila daleko více času. Jako další výhodu 3D zobrazování vidím to, že chyby, které mohou nastat při tvorbě výkresu, jdou velice snadno a rychle napravit. U klasického zobrazování je to opět poněkud složitější.

## Závěr

V dnešní době nejsou technické obory moc oceňované a většina žáků volí při výběru dalšího vzdělávání jiné typy škol. Podle mého názoru by se toto mohlo změnit. Bylo by potřeba motivovat žáky ke studiu technických oborů formou, která by je zaujala a bavila.

Jak už jsem v této práci několikrát zmiňovala, dnešní doba je dobou informačních technologií. Většina studentů a žáků je zvyklá pracovat na počítačích a práci pomocí počítačů často upřednostňují. Proto si myslím a jsem o tom přesvědčena, že počítačová podpora kreslení zvyšuje technickou představivost studentů a tím i zvyšuje zájem o studium technických oborů. Na většině škol s technickým zaměřením je zavedeno kreslení pomocí počítačů. Neměli bychom však při výuce vynechávat takzvané klasické kreslení. Protože studenti rádi pracují na počítačích, mohla by práce právě v programu Inventor prohloubit jejich technickou představivost. Podle mého názoru je velmi důležité, aby studenti rozvíjeli své schopnosti a využívali 3D programy pro technické kreslení. Jedině tak budou připraveni na další studium a budou uplatnitelní na trhu práce, jelikož většina technických firem používá právě 3D počítačové programy.

Existuje spousta programů, které učí žáky konstruovat modely a vytvářet výkresovou dokumentaci. Najdeme také dostatek programů, které jsou volně dostupné a pomáhají rozvíjet schopnosti studentů.

Ve své práci jsem se zabývala právě programem Autodesk Inventor. Tento program je studentům a učitelům na naší škole volně dostupný. Na Inventoru se mi nejvíc líbí to, že nemusíme volit mezi 2D a 3D, ale můžeme mezi nimi volně přecházet. Inventor také umožňuje zpětnou vazbu mezi výkresem a modelem. To znamená, že pokud provedeme nějakou změnu v modelu, projeví se tato změna i ve výkresu nebo v sestavě.

Domnívám se, že tato bakalářská práce může pomoci začátečníkům v kreslení (modelování) v programu Autodesk Inventor.

Součástí této bakalářské práce je MS Power – Pointová prezentace vybraných témat z technické grafiky pro podporu technické představivosti studentů středních škol. Tato prezentace je k dispozici na CD, které je na zadních deskách práce.



## Použitá literatura

- [1] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL.** *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie.* V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 12. ISBN 80-7183-112-3.
- [2] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL.** *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie.* V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 27. ISBN 80-7183-112-3.
- [3] **SVOBODA, Pavel., BRANDEJS, Jan.** *Základy konstruování.* Brno: CeRM. 2009. str. 9. ISBN 978-80-7204-633-1.
- [4] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL.** *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie.* V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 30 – 31. ISBN 80-7183-112-3.
- [5] **LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA.** *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření.* 3., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2006. Str. 82 – 83. ISBN 80-7361-033-7.
- [6] **Základní normalizace grafických dokumentů.** *SCRI Group.* [online]. [2016] [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.scrigroup.com/limba/ceha-slovaca/26/Zkladn-normalizace-grafickch-d72762.php>
- [7] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL.** *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie.* V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 39. ISBN 80-7183-112-3.
- [8] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL.** *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie.* V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 46. ISBN 80-7183-112-3
- [9] **KLETEČKA, Jaroslav., FOŘT, Petr.** *Technické kreslení.* Brno: CP Books, a.s. 2005. str. 36. ISBN 80-251-0498-2.
- [10] *First angle projection.svg.* *WIKIMEDIA COMMONS.* [online]. 26. 6. 2008 [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First\\_angle\\_projection.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_angle_projection.svg)
- [11] **KLETEČKA, Jaroslav., FOŘT, Petr.** *Technické kreslení.* Brno: CP Books, a.s. 2005. str. 46 - 47 . ISBN 80-251-0498-2.
- [12] **DOLEŽAL, Milan.** *Základy deskriptivní a konstruktivní geometrie.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1997. str. 5. ISBN 80-7078-465-2.
- [13] **Monge.wz.cz.** *Gaspard Monge*[Online].[Cit. 28. 3 2016.] Dostupné z : [http://www.monge.wz.cz/index\\_soubory/gaspardmongezivotopis.htm](http://www.monge.wz.cz/index_soubory/gaspardmongezivotopis.htm)
- [14] **POMYKALOVÁ, Eva.** *Deskriptivní geometrie pro střední školy.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2010. str. 117 ISBN 978-80-7196-400-1.

- [15] Mongeova projekce. *Monge.wz*. [online]. [cit. 2016-06-10]. Dostupné z: [http://www.monge.wz.cz/index\\_soubory/pisemnapracetxt\\_obsah.htm](http://www.monge.wz.cz/index_soubory/pisemnapracetxt_obsah.htm)
- [16] **DOLEŽAL, Milan**. *Základy deskriptivní a konstruktivní geometrie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1997. str. 6. ISBN 80-7078-465-2.
- [17] **POMYKALOVÁ, Eva**. *Deskriptivní geometrie pro střední školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2010. str. 117. ISBN 978-80-7196-400-1.
- [18] **MERTL, Petr a Zdeněk VESELÝ**. *Základy promítání*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1995. str. 6. ISBN 80-01-01319-7.
- [19] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL**. *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie*. V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 215. ISBN 80-7183-112-3.
- [20] **LEINVEBER, Jan a Josef ŠVERCL**. *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie*. V Scientii 2., přeprac. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. str. 216. ISBN 80-7183-112-3.
- [21] **DOLEŽAL, Milan**. *Základy deskriptivní a konstruktivní geometrie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1997. str. 8. ISBN 80-7078-465-2.
- [22] **MERTL, Petr a Zdeněk VESELÝ**. *Základy promítání*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1995. str. 8. ISBN 80-01-01319-7.
- [23] **POMYKALOVÁ, Eva**. *Deskriptivní geometrie pro střední školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2010. str. 136 – 137. ISBN 978-80-7196-400-1.
- [24] **DOLEŽAL, Milan**. *Základy deskriptivní a konstruktivní geometrie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1997. str. 11. ISBN 80-7078-465-2.
- [25] MechSoft.com for AutoCAD. *MechSoft PROFI*. [online]. [2016] [cit. 2016-06-20]. Dostupné z: <http://www.cadstudio.cz/profi.asp>
- [26] Miroslav Mitura. CAD systémy. *TIME*. [online]. [cit. 2016-06-20]. Dostupné z: <http://www.ssamp-krnov.cz/download/mit2.pdf>
- [27] **Petr Fořt**. Autodesk Inventor výuka adaptivního modelování. *Výuka Inventoru*. [online]. [2001] [cit. 2016-06-20]. Dostupné z: <http://www.cadforum.cz/cadforum/Vyuka-Inventoru/engine.html>
- [28] System requirements for Autodesk Inventor 2014 products. *Autodesk*. [online]. 2. 11. 2014 [cit. 2016-06-20]. Dostupné z: <https://knowledge.autodesk.com/support/inventor-products/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Inventor-2014-products.html>
- [29] **Miroslav Mitura**. CAD systémy. *TIME*. [online]. [cit. 2016-06-20]. Dostupné z: <http://www.ssamp-krnov.cz/download/mit2.pdf>

## Seznamy obrázků

<i>Obr. č. 1 - Úprava výkresů [4]</i> .....	10
<i>Obr. č. 2 - Druhy čar [6]</i> .....	11
<i>Obr. č. 3 - Pravoúhlé promítání [10]</i> .....	12
<i>Obr. č. 4 - Náčrt součásti - klasického zobrazování</i> .....	13
<i>Obr. č. 5 - Mongeovo promítání - průmětny [15]</i> .....	15
<i>Obr. č. 6 - Umístění souřadnicového systému [17]</i> .....	15
<i>Obr. č. 7 - Sdružené průměty bodu [18]</i> .....	16
<i>Obr. č. 8 - Zobrazení přímky [19]</i> .....	16
<i>Obr. č. 9 - Přímka kolmá k základnici [20]</i> .....	17
<i>Obr. č. 10 - Stopníky přímky [21]</i> .....	17
<i>Obr. č. 11 - Zobrazení roviny [24]</i> .....	18
<i>Obr. č. 12 - Typy souborů</i> .....	20
<i>Obr. č. 13 - Prostředí Inventoru</i> .....	20
<i>Obr. č. 14 - Nástroje kreslení</i> .....	21
<i>Obr. č. 15 - Náčrt uzavřeného tvaru</i> .....	21
<i>Obr. č. 16- Vysunuté těleso</i> .....	22
<i>Obr. č. 17 - Vysunutí profilu</i> .....	22
<i>Obr. č. 18 - Rotační těleso</i> .....	23
<i>Obr. č. 19 - Náčrt rotačního tělesa</i> .....	23
<i>Obr. č. 20 - Součást vytvořená pomocí rotace</i> .....	24
<i>Obr. č. 21 - Zkosení hran modelu</i> .....	24
<i>Obr. č. 22 - Zaoblení hran modelu</i> .....	25
<i>Obr. č. 23 - Díra v součásti</i> .....	25
<i>Obr. č. 24 - Hřídel s drážkou pro pero</i> .....	26
<i>Obr. č. 25 - Náčrt hřídele</i> .....	26
<i>Obr. č. 26 - 3D model hřídele</i> .....	27
<i>Obr. č. 27 - Viditelnost rovin</i> .....	27
<i>Obr. č. 28 - Viditelnost roviny XZ</i> .....	28
<i>Obr. č. 29 - Odsazení rovin</i> .....	28
<i>Obr. č. 30 - Umístění rovin</i> .....	29
<i>Obr. č. 31 - Drážka</i> .....	29
<i>Obr. č. 32 - Vysunutí drážky</i> .....	30
<i>Obr. č. 33 - Hřídel s drážkou pro pero</i> .....	30
<i>Obr. č. 34 - Závit</i> .....	31
<i>Obr. č. 35 - Norma .iam</i> .....	31
<i>Obr. č. 36 - Příkaz Umístit a Vytvořit</i> .....	32
<i>Obr. č. 37 - Náčrt konzoly [29]</i> .....	32
<i>Obr. č. 38 - Součást 1</i> .....	33
<i>Obr. č. 39 - Součást 2</i> .....	33
<i>Obr. č. 40 - Součást 3</i> .....	34

<i>Obr. č. 41 – Vytvoření vazeb.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. č. 42 – Spojení součástí 1 a 2 .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. č. 43 – Spojení všech součástí .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. č. 44 – Sestava vytvořená pomocí vazeb .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. č. 45 – Převod sestavy na svařenec.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. č. 46 – Typy svarů.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. č. 47 - Svary .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. č. 48 – Svařená konzole .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. č. 49 – Pracovní prostředí pro tvorbu výkresů .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. č. 50– Výkres vytvoření pomocí programu Inventor .....</i>	<i>39</i>

## **Seznam příloh**

Příloha 1 Prezentace vybraných témat z technické grafiky