

Využití 3D modelů při výuce předmětu Technické kreslení

Martin Pouzar

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin POUZAR**
Osobní číslo: **T10785**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití 3D modelů při výuce předmětu Technické kreslení**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma Pravidla tvorby technických výkresů se zaměřením na oblasti:
 - a) technická normalizace
 - b) základní metody zobrazování (promítání, řezy a průřezy)
2. Vypracujte studijní podklady pro cvičení z předmětu technické kreslení
 - a) provedte zobrazení těles v axonometrii v software Catia
 - b) vypracujte vzorová zadání pro dané témata
 - c) vypracujte kontrolní testy pro tyto oblasti
 - d) podklady pro zadání zpracujte na webové stránky UVI



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle dispozic vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

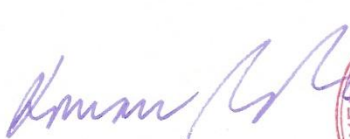
Datum zadání bakalářské práce:

8. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo vypracování literární studie na téma „Využití 3D modelů při výuce předmětu Technické kreslení“. Literární rešerše byla zpracována na téma technická normalizace a hlavní důraz byl kladen na problematiku technické zobrazování.

V praktické části byly vytvořeny podklady pro cvičení z předmětu technické kreslení včetně modelů vytvořených v programu CATIA V5, jejichž součástí byla tvorba kontrolních a názorných testů pro již uvedené oblasti.

Klíčová slova: technická normalizace, technické zobrazování, CATIA V5

ABSTRACT

The purpose of this thesis was the development of literary study on the topic „Use of 3D models in teaching the subject of technical drawing“. The literature search was made on the topic of technical standardization and the main focus was on the issue of technical imaging.

In the practical part of this thesis were created documents for the exercise of subject technical drawing including models created in program CATIA V5, which included creating a visual inspection tests for above mentioned areas.

Keywords: technical standardization, technical imaging, CATIA V5

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří přispěli k dokončení mé bakalářské práce. Především děkuji své vedoucí doc. Ing. Libuši Sýkorové, Ph.D. za její odborné vedení, ochotu a pomoc při vypracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TECHNICKÁ NORMALIZACE	12
1.1 DRUHY NOREM.....	12
1.1.1 Státní normy (ČSN).....	12
1.1.2 Celoevropské normy (EN)	13
1.1.3 Mezinárodní normy (ISO).....	13
1.1.4 Převzaté normy.....	13
1.2 DRUHY TECHNICKÝCH VÝKRESŮ.....	13
1.3 FORMÁTY VÝKRESŮ	15
1.3.1 Úprava výkresových listů.....	16
1.3.2 Skládání výkresů	18
1.4 DRUHY ČAR NA TECHNICKÝCH VÝKRESECH	18
1.5 MĚŘÍTKA ZOBRAZOVÁNÍ	21
1.6 TECHNICKÉ PÍSMO	22
2 TECHNICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ	25
2.1 PRAVOÚHLÉ PROMÍTÁNÍ.....	26
2.1.1 Metoda promítání v 1. kvadrantu – metoda E.....	28
2.1.2 Metoda promítání v 3. kvadrantu – metoda A	30
2.2 AXONOMETRICKÉ PROMÍTÁNÍ	31
2.2.1 Pravidla pro axonometrické promítání.....	32
2.2.2 Technická izometrie	33
2.2.3 Technická dimetrie.....	34
2.2.4 Technická trimetrie	35
2.3 KOSOÚHLÉ PROMÍTÁNÍ.....	36
2.3.1 Kavalírní axonometrie.....	36
2.3.2 Kabinetní axonometrie	37
2.3.3 Planometrická axonometrie.....	38
2.4 PROMÍTÁNÍ ŘEZŮ A PRŮŘEZŮ	38
2.4.1 Řez.....	39
2.4.2 Průřez	45
3 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	49
II PRAKTICKÁ ČÁST	50
4 KONSTRUKCE S VYUŽITÍM VÝPOČETNÍ TECHNIKY	51
4.1 COMPUTER AIDED DESIGN	51
4.2 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ CAD.....	53
4.2.1 I. generace, CAD pro 2D konstrukci.....	53
4.2.2 II. generace, CAD s podporou klasického modelování.....	53
4.2.3 III. generace, CAD/CAM/CAE založené na parametrickém modelování.....	54
4.2.4 IV. generace, CAD,CAM/CAE se správou dat o výrobku	54

4.3	PARAMETRICKÉ MODELOVÁNÍ.....	54
5	TVORBA 3D MODELŮ POMOCÍ PROGRAMU CATIA	58
5.1	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ APLIKACE CATIA.....	58
5.2	VYTVOŘENÍ SKICI.....	59
5.3	VYTVOŘENÍ MODELU	62
6	PRAVOÚHLÉ PROMÍTÁNÍ.....	64
7	ŘEZY A PRŮŘEZY	71
7.1	ŘEZY ROTAČNÍCH SOUČÁSTÍ.....	71
7.2	ŘEZY DESEK FOREM	78
7.2.1	Vstřikovací forma.....	78
7.2.2	Řezy desek	89
	ZÁVĚR	96
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	97
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	98
	SEZNAM OBRÁZKŮ	99
	SEZNAM TABULEK.....	103
	SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

Technické kreslení je nepostradatelným vyjadřovacím prostředkem mezi techniky a vlastními výrobci. Všechno, co se vyrábí – od jehly až po kosmickou raketu, se vyrábí podle technických výkresů. Technický výkres soustřeďuje na poměrně malé ploše neobyčejně velké množství informací o tvaru, velikosti a mnoho dalších vlastností zobrazovaného předmětu.

Základem každého technického výkresu jsou obrazce, které podrobně zobrazují nakreslený předmět, výchozím předpokladem zhotovování technických výkresů je dobrá znalost kreslicích pomůcek a jejich dovedné využívání. Tento předpoklad spolu s dobrou prostorovou představivostí a znalostí způsobů zobrazování umožňuje, aby žáci přešli od zobrazování předmětů podle skutečnosti k jejich kreslení podle představy.

Zvládnutí zásad a principů technického kreslení je předpokladem pro využívání počítačové podpory pro kreslení, rýsování, navrhování atd., jedná se např. o grafické Systémy CAD (Computer Aided Design) a CAM (Computer Aided Manufacturing), modelovací programy Autodesk Inventor nebo CATIA.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNICKÁ NORMALIZACE

Při výrově složitých výrobků se žádný výrobce neobejde bez spolupráce s řadou jiných dodavatelů. Prakticky není možné, aby např. jednotlivé díly automobilu vyráběl jiný výrobce. Představte si podnik, který by zvládl jak výrobu motoru, tak výrobu elektrických rozvodů a potahů na sedačky. Proto existuje vzájemná spolupráce mezi podniky a výrobci, kteří přes dodavatele zásobují přes příslušnou část výroby. Konstruktor si pouze z katalogu výrobků vybere potřebný kus a ten použije ve svém výrobku.

Samozřejmě, že ideální stav nastává až tehdy, když vyjede s automobilem za státní hranice a při poruše zapalovací svíčky nebo pneumatiky zajdete pouze do opravy a nahradíte špatný díl jiným od jiného výrobce. Vzájemná vyměnitelnost dílů není zaručována samovolně, ale existují určitá pravidla a předpisy. Tato pravidla jsou budována a tvořena samostatným technickým oborem nazvaným **normalizace**. Výsledkem normalizace jsou normy, předpisy a pravidla definující určité standardy, které:

- Usnadňují sériovou, hromadnou výrobu, a tím ji zrychlují a zlevňují.
- Urychlují vývoj a zrychlují práci konstruktéra.
- Zlevňují výrobu, a tím snižují ceny výrobků.
- Umožňují vzájemnou vyměnitelnost normalizovaných dílů.
- Umožňují na mezinárodní úrovni budovat vzájemné vztahy v oblasti vývoje, výroby a kontroly. [1]

1.1 Druhy norem

Důležitým nástrojem při prodeji výrobků v zahraničí, ale i u nás je certifikace výrobků a výroby podniku. Pro získání certifikace bude vyžadováno provedení technické dokumentace, včetně konstrukční podle normalizovaných pravidel. Tato pravidla musí mít platnost nejenom státní (ČSN), ale i celoevropskou (EN) a mezinárodní (ISO). [1]

1.1.1 Státní normy (ČSN)

Platí na celém území státu. Tvorbu a vydávání řídí Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Po věcné stránce vše zabezpečuje Český normalizační institut. Tyto státní normy mohou být rozpracovány v jednotlivých oborech na obo-

rové normy (ON) a podniků na podnikové normy (PN). Všechny tyto doplňky však nesmějí být v rozporu s platnými normami ČSN. [1]

1.1.2 Celoevropské normy (EN)

Jejich platnost se vztahuje především na území států EU. Vydavatelem je Evropská komise pro normalizaci CEN (Comité Européen de Normalisation).

1.1.3 Mezinárodní normy (ISO)

Mají celosvětovou platnost. Vydavatelem je Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO (International Organization for Standardization).

1.1.4 Převzaté normy

V současnosti je důležitým úkolem postupně realizovaná harmonizace ČSN s EN nebo ISO. Při přejímání mezinárodních norem do našich státních se přednostně zpracovává ČSN jako překlad evropských norem (ČSN EN). [1]

Označení převzatých norem

Označení převzatých norem se skládá z označení, např. ČSN EN a z čísla normy. Označení je doplněno šestimístním třídicím znakem shodným s původním číslováním ČSN.

Převzatá norma EN: např. ČSN EN 22553 (01 3155) Svarové a pájené spoje

Převzatá norma ISO: např. ČSN ISO 128-1 (01 3114) Pravidla zobrazování

Převzatá norma EN ISO: např. ČSN EN ISO 4287 (01 4450) Struktura povrchu. [1]

1.2 Druhy technických výkresů

V technické praxi se setkáváme s celou řadou dokumentů. Tyto dokumenty jsou podkladem pro výrobu nebo realizaci jiných technických projektů. Příkladem může být výroba běžného ručního nástroje, například šroubováku.

Designér provede studii vzhledu nástroje a navrhne tvar rukojeti. Konstruktor vytvoří výkresovou dokumentaci a provede potřebné výpočty. Technolog v návaznosti na výkresovou dokumentaci zvolí optimální způsob výroby jednotlivých částí nástroje a zpracuje technologický postup. Po vyrobení a montáži jednotlivých dílů jsou provedeny příslušné kontroly jakosti. Veškeré takto vytvořené technické dokumenty jsou archivovány a jsou dokladem o zrodu nového výrobku. [1]

Technický výkres je základním dokumentem při návrhu nového výrobku nebo projektu. Je souborem informací vyjádřených na určitém nosiči informací v souladu s normalizovanými pravidly, musí být tedy vždy vypracován podle určitých zásad. Technické výkresy využíváme v celé řadě oborů, pro které mají charakteristický obsah.

Každý obor má určitá specifika, která svým způsobem určují obsah výkresové dokumentace. Proto existují vedle obecných norem pro technické výkresy i konkrétní normy např. pro kreslení výkresů ve strojírenství, stavebnictví, elektrotechnických schématach apod. [1]



Obr. 1. Rozdělení technických výkresů podle oboru. [1]

Technické výkresy mohou být dnes vytvořeny klasickým kreslením nebo pomocí výpočetní techniky (většinou systémy CAD) v určité formě:

- **Náčrt (skica)** je v podstatě vytvořený od ruky, bez zřetele na měřítko. Bývá často prvním ztvárněním návrhu nového výrobku. Skicu lze vytvořit přímo na papíře nebo na počítači pomocí grafických programů pro tvorbu kreseb a designu.
- **Originál** je výkres vytvořený s použitím pomůcek pro přesné kreslení při dodržení závazných pravidel (norem). Je-li vytvořen na počítači pomocí programů CAD, bývá vykreslen pomocí tiskárny či plotteru. Originální výkres je archivován a většinou se využívá pouze pro zhotovení kopií.
- **Kopie** je rozmnožený originál pomocí reprografických metod. Slouží jako podklad pro výrobu, montáž a kontrolu vyráběného výrobku.

Při tvorbě, kopírování a tisku výkresové dokumentace se standardně používá kombinace černé barvy na bílém podkladě. V případě, že je nutné zobrazit finální vzhled výrobku, je možné využít i barev. [1]

Ve strojírenství velmi často používáme rozdělení výkresů podle určení na:

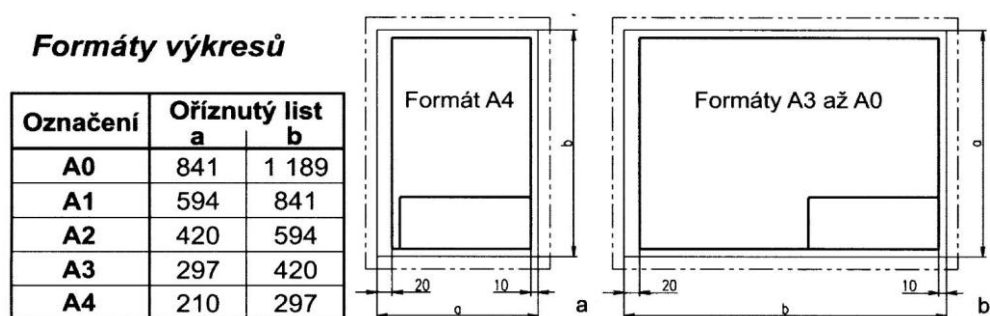
- **Návrhové výkresy** - zobrazují součásti ve vzájemné poloze včetně uložení a základních rozměrů. Slouží jako podklad pro konečné řešení.

- **Výkresy součástí** - jsou základním podkladem pro výrobu, proto je také někdy nazýváme výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (zobrazení, rozměry, tolerance struktury povrchu, geometrické tolerance, tepelné zpracování, vyplněné popisové pole apod.).
- **Výkresy podsestav a sestav** - využívají se pro průběžnou a finální montáž výrobku. Obsahují pouze hlavní rozměry a určují vazbu na návazné celky a popis jednotlivých součástí a dílců pomocí pozic. Soupis všech dílů je uspořádán v seznamu položek (kusovníku). [1]

1.3 Formáty výkresů

Formáty jsou určeny normou ČSN ISO 5457. Tato norma určuje rozměry výkresových listů a předtisků všech druhů technických výkresů používaných v průmyslu a ve stavebnictví pro klasické kreslení, kopírování a vykreslování na plotterech. Norma definuje tři řady formátů výkresových listů:

- **Formáty ISO-A** se používají přednostně, jedná se o základní doporučenou řadu rozměrů. Na formátu A4 se popisové pole umísťuje dolů na kratší stranu (obr. 2. a). Na formátech A3 až A0 je dovoleno používat pouze horizontálně orientované.
- **Prodloužené formáty** jsou definovány násobky 3, 4, 5 základní šířky (210 mm) formátu A4, případně násobku 3, 4 základní výšky (297 mm) formátu A3. V případě, že je nezbytně nutné, můžeme tedy využít prodloužených formátů A4 x 3 (297 x 630), A4 x 4 (297 x 841), A4 x 5 (297 x 1051), nebo A3 x 3 (420 x 891) a A3 x 4 (420 x 1189).
- **Zvlášť prodloužené formáty** jsou vytvořeny opět násobkem šířky pro formát A4 a výšky pro ostatní formáty řady ISO-A. Používají se pouze výjimečně. Příkladem může být formát A4 x 6 (297 x 1261). [1]



Obr. 2. Rozměry výkresových formátů ISO-A. [1]

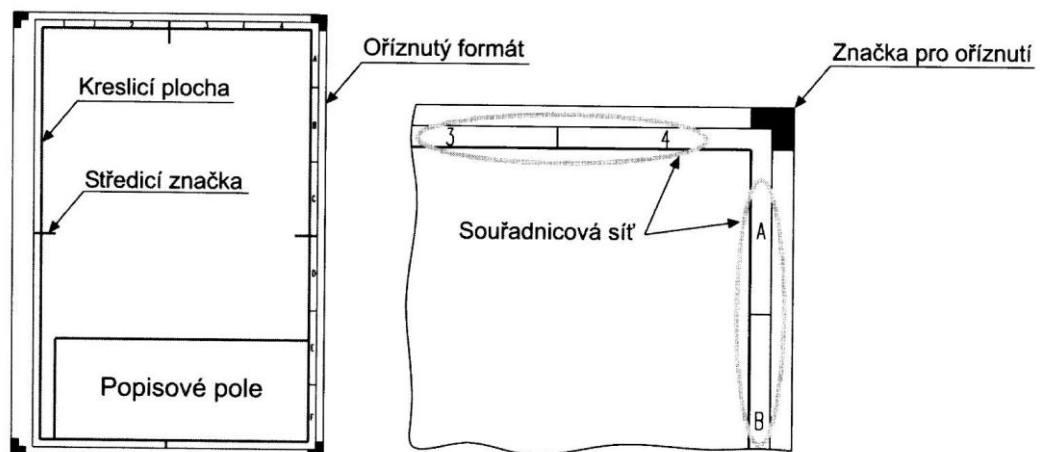
Formát výkresů volíme vždy s ohledem na přehledné zobrazení objektů a dostatečnou rozlišitelnost výkresu. Směr čtení výkresu je shodný se směrem čtení popisového pole.

Materiály použité pro výkres mohou být průsvitné, průhledné nebo neprůsvitné. Nedoporučuje se používat materiály s lesklou lícovou stranou. [1]

1.3.1 Úprava výkresových listů

Při tvorbě výkresové dokumentace musíme dodržovat nejen velikost výkresu, ale řadu dalších pravidel. Norma předepisuje prvky na výkrese, které jej identifikují, umožňují snadnou orientaci a slouží pro porovnání přesnosti originálu s kopií.

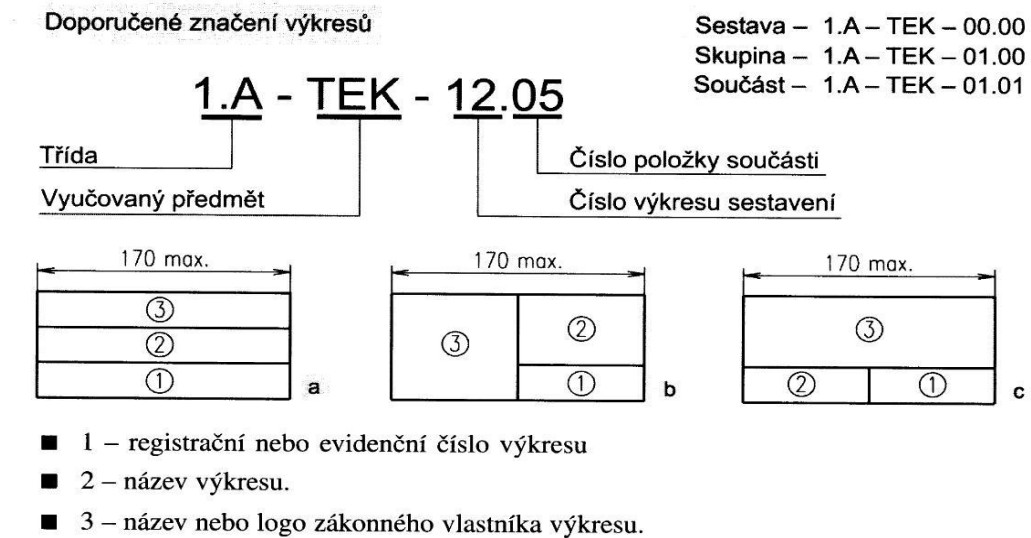
Ruční kreslení těchto prvků na každém výkrese by bylo velmi pracné. V praxi se připravují pro konstrukční práci **předtisky výkresových listů**, při konstruování na počítači je předtisk nahrazen **šablonou** nebo **prototypovým výkresem**. [1]



Obr. 3. Úprava výkresového listu. [1]

Náležitosti výkresového listu (obr. 2.4) jsou:

- **Popisové pole** musí obsahovat každý technický výkres. Popisové pole se umísťuje do pravého dolního rohu kreslicí plochy a jeho délka je maximálně 170 mm. [1]

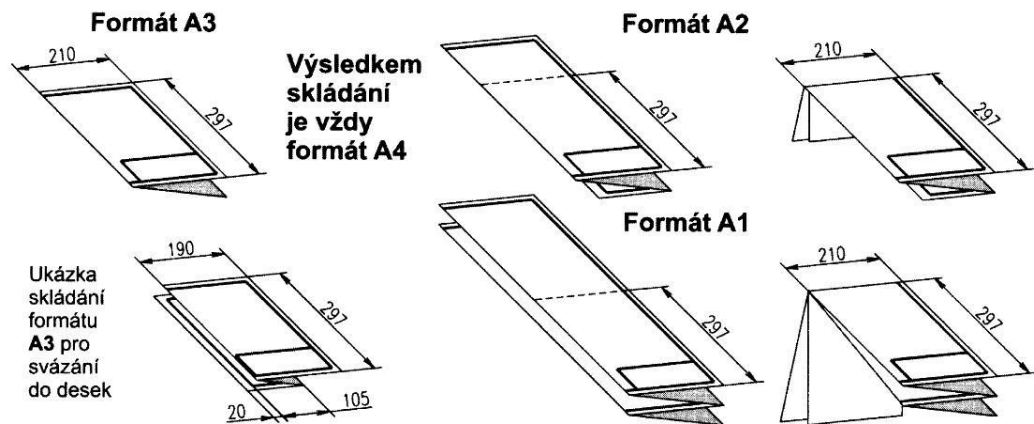


Obr. 4. Číslování výkresů a uspořádání identifikační části popisového pole. [1]

- **Oříznutý formát** je zobrazen souvislou tenkou čarou. Tato čára společně se značkami pro oříznutí určuje velikost formátu výkresového listu.
- **Kreslicí plocha** je zobrazena souvislou tlustou čarou a umístěna tak, aby po oříznutí formátu vznikl okraj o šířce 20 mm vlevo a 10 mm vpravo, nahoře a dole. Levý okraj se využívá pro svázání výkresů do složky.
- **Souřadnicová síť** usnadňuje orientaci a určení polohy objektů na výkrese. Dělí kreslicí plochu na pole, která jsou označena shora dolů písmeny velké abecedy a zleva doprava číslicemi. Písmena a číslice jsou kresleny tenkou čarou a jejich velikost je 3,5 mm. Síť se umísťuje po všech stránkách kreslicí plochy, u formátu A4 pouze nahoře a vpravo. Délka polí je 50 mm a je měřena od třídících značek, šířka 5 mm.
- **Značky pro oříznutí** slouží k usnadnění a kreslí se ve všech rozích oříznutého formátu výkresu. Zvýrazněný roh má ramenu dlouhé 10 mm a tloušťku čáry 5 mm.
- **Středící značky** slouží snadnějšímu umístění výkresu při kopírování. Zobrazují se uprostřed délky každé strany oříznutého formátu. Doporučují se úsečky délky 15 mm, kreslené od rámečku souřadnicové sítě souvislou tlustou čarou. [1]

1.3.2 Skládání výkresů

V úvodu je nutné podotknout, že se skládají pouze kopie výkresů. Originály a matrice pro výrobu kopií se archivují v nesloženém stavu z důvodu možného poškození a jednoduchého vkládání do reprografických zařízení. K ukládání se využívají speciální archivační skříně se zásuvkami. [1]



Obr. 5. Skládání výkresu. [1]

Postup skládání kopií výkresu je uveden na obrázku 5, mimo formátu A0, který se skládá stejným způsobem. Výkresy se skládají nejprve od pravého okraje a potom od spodního okraje listu. Výsledkem je vždy formát A4 s popisovým polem na vrchní straně složeného výkresu.

Pokud jsou výkresy svázané do desek, ponechává se po levé straně proužek široký 20 mm. Ukázka skládání formátu A3 po svázání do složek je na obrázku 2. Ostatní formáty se opět skládají stejným způsobem. [1]










1.4 Druhy čar na technických výkresech

Čára je základním prostředkem pro zobrazování na výkrese. Kreslí se buď od ruky, nebo pomocí technických pomůcek. Každá čára je charakterizována svým uspořádáním, tedy jednotlivými prvky, kterými je čára tvořena, a tloušťkou.

Tloušťky čar rozdělujeme podle vzájemného poměru (obr. 6.) na čáry tenké, tlusté a velmi tlusté, přičemž platí:

Tenká čára : tlustá čára : velmi tlustá čára = 1 : 2 : 4

Příklad: 0,25mm : 0,5mm : 1,0mm

Číslo	Název a zobrazení	Použití čáry
1.1	Souvislá tenká čára 	<ul style="list-style-type: none"> - zobrazení závitů - šrafování - obrysy sklopených průřezů - kótovací a pomocné čáry - odkazové čáry - ohraničení tvarových podrobností - viditelně zaoblené a neurčité hrany i průniky - krátké osy - čáry ohybu ohýbaných ploch - úhlopříčky pro vyznačení rovinných ploch
1.2	Souvislá tlustá čára 	<ul style="list-style-type: none"> - viditelné hrany a obrysy - ukončení délky závitů - dělicí roviny odlítků a zápusťkových výkovek - čáry šipek u řezů a průřezů - vymezení kreslicí plochy formátu výkresu
1.3	Souvislá velmi tlustá čára 	- označení lepeného a pájeného spoje
2.1	Souvislá tenká čára od ruky  Souvislá tenká čára se zlomy 	<ul style="list-style-type: none"> - přerušení obrazu - ukončení částečně nakresleného obrazu
3.1	Čárkovaná tenká čára 	- zakryté (neviditelné) hrany a obrysy
4.1	Čerchovaná tenká čára 	<ul style="list-style-type: none"> - osy souměrnosti - roztečné kružnice a přímky
4.2	Čerchovaná tlustá čára 	<ul style="list-style-type: none"> - označení rovin řezů a průřezů - označení části povrchu součásti (např. tepelně zpracovaných)
5.1	Čerchovaná tenká čára se dvěma tečkami (čárkami) 	<ul style="list-style-type: none"> - krajní polohy pohyblivých částí - zobrazení původního a konečného tvaru - obrysy a hrany sousedících částí - prodloužené toleranční pole - ohraničení části plochy

Obr. 6. Typy čar a jejich význam. [1]

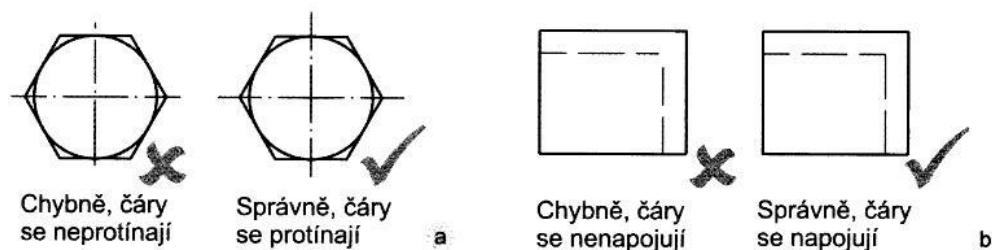
Základní tloušťka čáry se odvozuje pomocí geometrické řady s koeficientem odmocnina ze dvou. Tloušťka čáry musí být v celé délce neměnná. Čáry stejného významu musí mít stejné tloušťky ve všech obrazech téhož výkresu kreslených ve stejném měřítku. [1]

Tab. 1. Řada tloušťek čar používaných na výkresech. [1]

Geometrická řada tloušťek čar [mm]									
Tloušťka čáry d	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

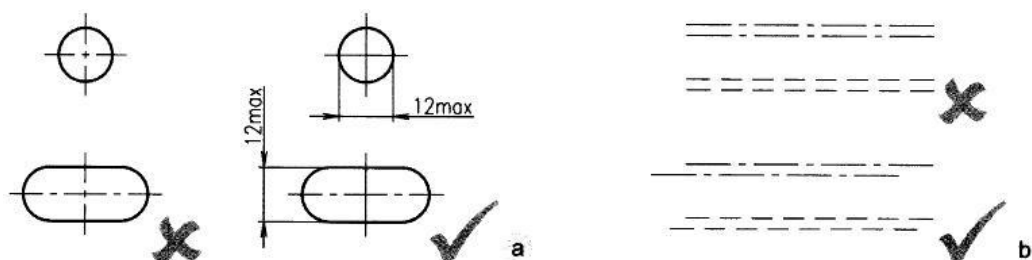
Podle typu můžeme čáry rozdělit na souvislé a přerušované (obr. 6). U přerušovaných jsou délky jednotlivých čar a mezer závislé na velikosti kresleného objektu. Krátké čárky místo teček v čerchované čáře mají mít délku nejvýše trojnásobku tloušťky čáry.

- Křížením přerušovaných čar (obr. 7 a) musí být vždy provedeno dlouhou čárkou. Křížení čar mezerou není přípustné.
- Spojení přerušovaných čar (obr. 7 b) nemá být provedeno mezerou.



Obr. 7. Možné chyby při kreslení čar. [1]

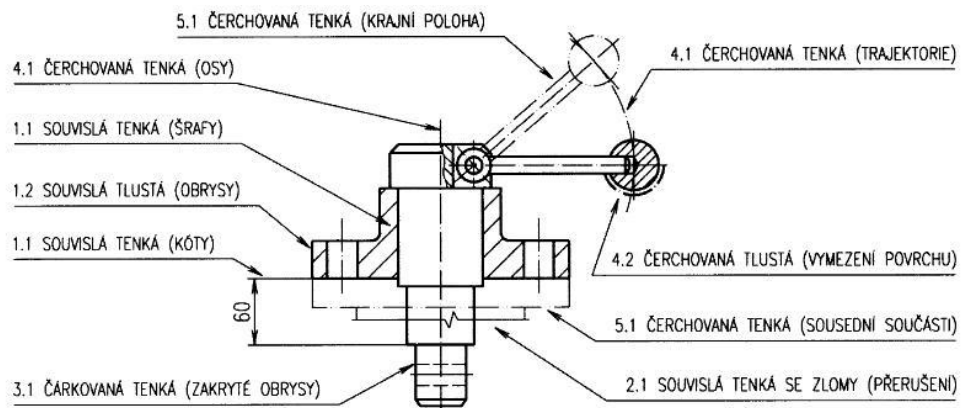
- Je-li rozměr obrazu menší než 12 mm (obr. 8 a), může se kreslit příslušná osa souvislou tenkou čarou.
- U přerušovaných čar umístěných blízko sebe (obr. 8 b) se mají čárky a mezery vzájemně střídat.



Obr. 8. Úprava a umístění čar. [1]

Z hlediska konstruování na počítači (CAD) jsou pro zobracování čar stanoveny obecné výpočty definující délky prvků kreslených čar.

V závěru této kapitoly pro jednoduchou orientaci příklad použití typů čar na technických výkresech ve strojírenství. [1]



Obr. 9. Příklady použití čar na strojírenských výkresech. [1]

1.5 Měřítko zobrazování

Při kreslení výkresové dokumentace se často setkáváme s problémem, jak upravit velikost kreslené součásti tak, aby ji bylo možné umístit na výkres. Představme si například mapu města nebo sestavu válcovací trati zobrazenou na výkresové dokumentaci. Opakem může být hodinový strojek, který je nutné pro dostatečně čitelné zobrazení zvětšit.

Pro úpravu velikosti zobrazeného objektu na výkrese používáme měřítko, které udává poměr délkového rozměru objektu na originálním výkrese k délkovému rozměru stejného objektu ve skutečnosti. Měřítko kopie může být rozdílné od měřítka originálu.

Při volbě měřítka vycházíme z několika základních informací:

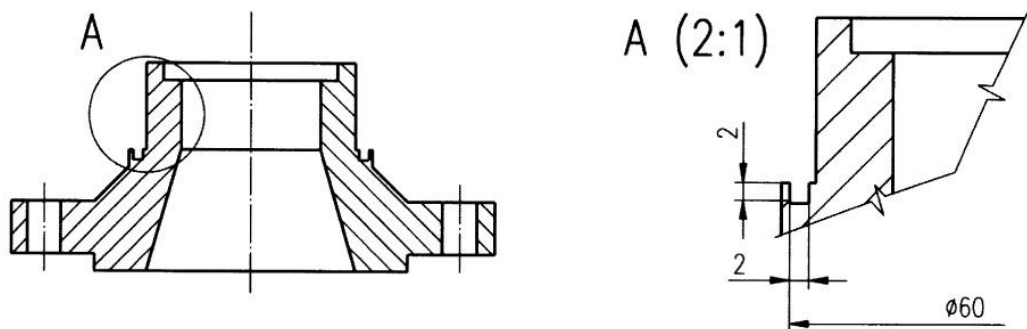
- Účel a obsah výkresu
- Složitost a hustota kresby zobrazovaného předmětu
- Požadavek na čitelnost a přesnost zobrazovaných informací [1]

Existují tři typy měřítek, které můžeme využít při tvorbě výkresové dokumentace:

- **Skutečná velikost**, tj., měřítko **1:1**. Je předností, pokud to velikost zobrazovaného předmětu dovolí. Obrazy v tomto měřítku dávají nezkreslenou představu o velikosti objektu.
- **Měřítko pro zvětšení** 2:1, 5:1 apod. V tomto měřítku se většinou zobrazují malé objekty a tvarové podrobnosti
- **Měřítko pro zmenšení** 1:2, 1:5 apod. V tomto měřítku se většinou zobrazují velké objekty. [1]

Na výkresech zapisujeme měřítko hlavního obrazu na příslušné místo v popisovém poli. Pokud je u některých obrazů ve výkrese použito jiné měřítko, uvádí se u písmene vyznačující tvarovou podobnost (obr. 10), případně řez. Do popisového pole se však uvádí pouze měřítko hlavní.

Pokud jsou rozměry objektů na výkrese zakótovány, jsou délkové rozměry na kótách uvedeny vždy ve skutečné velikosti bez ohledu na měřítko. Rozměry kót a značek (výška textu, velikost šipek, tloušťky kótovacích a vynášecích čar) zůstávají také zachovány bez ohledu na měřítko. [1]



Obr. 10. Zápis měřítka tvarové podobnosti. [1]

1.6 Technické písmo

Písmo je společně s kresbou zobrazeno na výkrese základním prostředkem pro sdělování informace. Rozměry a tvar technického písma jsou voleny s ohledem na zaručenou čitelnost i při použití reprografických metod pro tvorbu kopií. [1]

Písmo může být vytvořeno několika základními způsoby:

- Psaní volnou rukou, případně s využitím sítě
- Pomocí šablony
- Počítačem řízeným kreslícím zařízením (plotterem) a popisovacím zařízením

Písmo může být psáno jako kolmé na základní čáru nebo jako šikmé se sklonem 75°. Pro popis technické dokumentace můžeme požit písmo ve třech provedeních. Přednostně se používá písmo kolmé typu **B**.

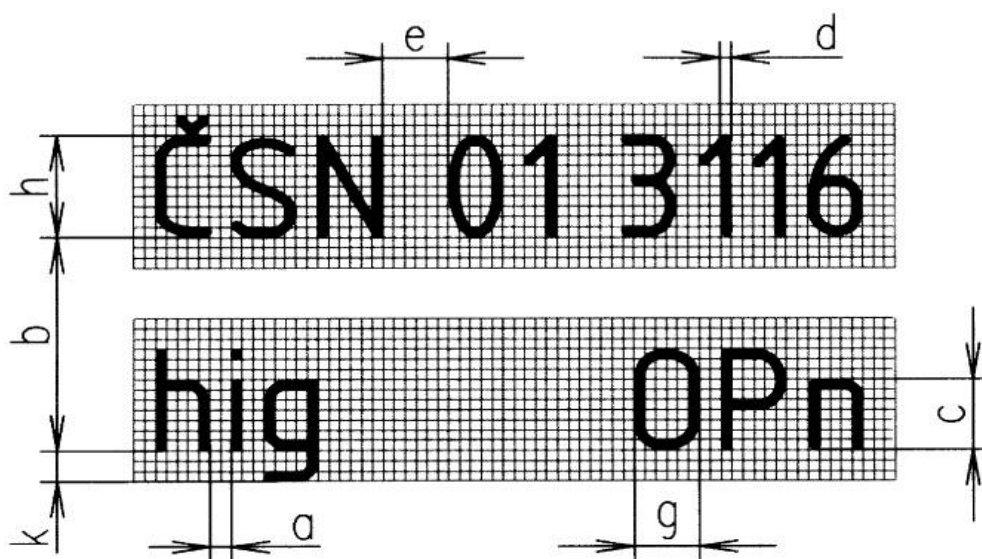
- Písmo typu **A** v provedení kolmém a šikmém, je definováno zápisem do sítě.
- Písmo typu **B** v provedení kolmém a šikmém, je definováno zápisem do sítě
- Písmo typu **CAD** v provedení **CA** a **CB**, pro vektorový popis na počítači.

Velikost písma je odvozena od výšky písmen velké abecedy h [mm]. Velikost písma je odstupňována geometrickou řadou. [1]

Tab. 2. Řada výšek písma používaných v technické dokumentaci. [1]

Geometrická řada výšek písma [mm]								
Výška odvozená od výšky velkých písmen	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20

Ostatní charakteristické rozměry (parametry) písma jsou odvozeny vzhledem k velikosti písma. Závislosti platné pro písmo kolmé typu B (obr. 11).

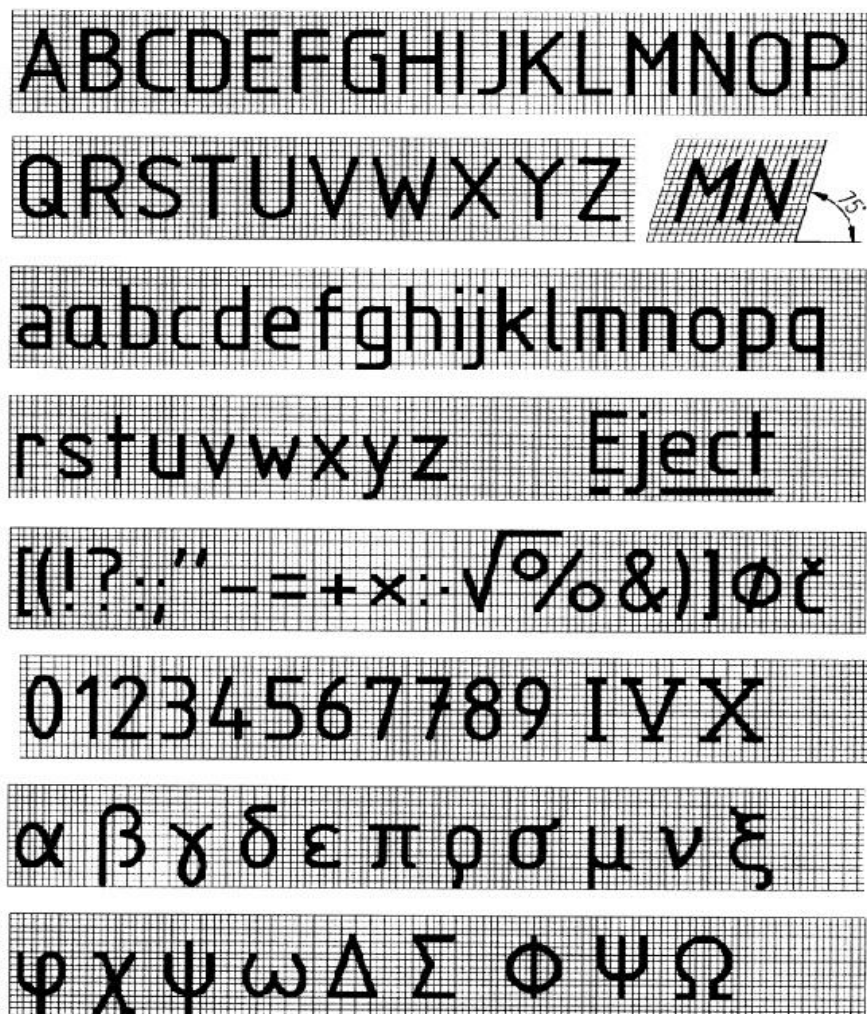


Obr. 11. Rozměry písma. [1]

Mezery mezi písmeny, které nemají v sousedství svislé čáry, např. VH, TV se smí zmenšit na polovinu. Šířka g se u některých písmen zvětšuje (např. W, M, m) nebo zmenšuje (např. I, J, i, l). [2]

Tab. 3. Poměrné velikosti písma. [1]

Parametr písma typu A nebo typu B	Označení	Typ A	Typ B
Výška písmen	h	$(14/14) h$	$(10/10) h$
Výška písmen malé abecedy	c	$(10/14) h$	$(7/10) h$
Dolní dotah písmen malé abecedy	k	$(4/14)h$	$(3/10) h$
Šířka písmen	g	$(7/14) h$	$(6/10) h$
Mezera mezi písmeny	a	$(2/14) h$	$(2/10) h$
Nejmenší řádkování pro písmo s diakritickými znaménky	b	$(25/14) h$	$(19/10) h$
Mezera mezi slovy	e	$(6/14) h$	$(6/10) h$
Tloušťka čáry	d	$(1/14) h$	$(1/10) h$



Obr. 12. Zápis znaků písma typu B. [1]

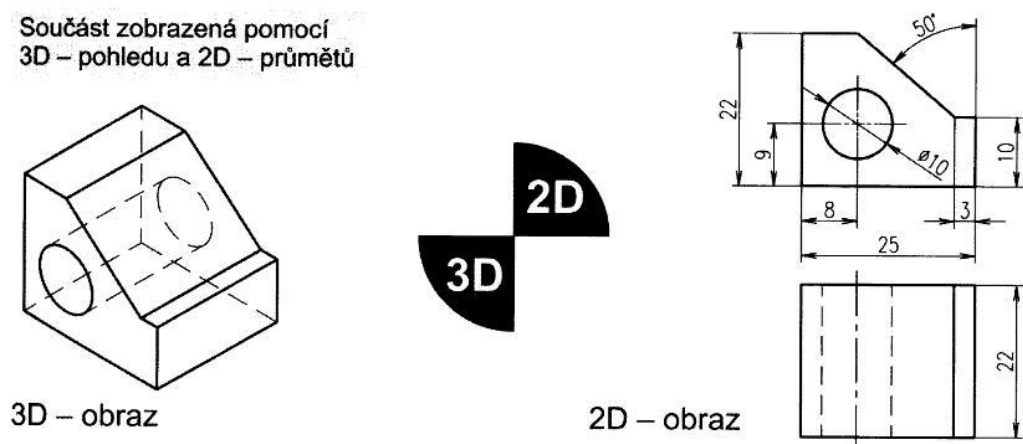
2 TECHNICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ

V technické praxi se velmi často setkáváme s potřebou zobrazování prostorových útvarů pomocí náčrtu nebo přesně kresleného výkresu. Již v dávných dobách se lidé snažili zobrazovat reálné věci pomocí různých zobrazovacích metod.

Existují v podstatě dva typy zobrazování objektů. Oba vychází z určitých pravidel a uvažují při vlastním kreslení s jinou orientací souřadného systému XYZ. Velmi používanou metodou je dodnes plošné zobrazování **2D**, kdy nahlížíme na těleso v určitém směru a výsledný pohled promítneme na určitou **průmětnu** (rovinu).

Názornější, ale pro klasický způsob kreslení daleko obtížnější metodou je **3D** prostorové zobrazování. V praxi je nejrozšířenější **axonometrické promítání**.

Metoda „prostorového modelování“ se dnes velmi často stává ve spojení s moderní výpočetní technikou hlavním typem zobrazení složitých tvarových součástí. Jednotlivé pohledy jsou pak generovány zcela automaticky. Tento postup nazýváme parametrickým modelováním. [1]



Obr. 13. Prostorové zobrazování a průměty. [1]

Z obrázku 13 je zřejmé, že jsou objekty pomocí promítacích přímek promítány na rovinu, kterou nazýváme promítací rovina (průmětna). Promítání rozdělujeme podle směru promítacích přímek a středu promítání do tří základních skupin. [1]

- **Rovnoběžné promítání**

Při tomto způsobu promítání jsou myšlené promítací přímky vzájemně rovnoběžné a současně rovnoběžné se směrem promítání, který nesmí být rovnoběžný s průmětnou. Náčrt tohoto typu promítání vidíte na obrázku 14a. Nejběžnějším promítá-

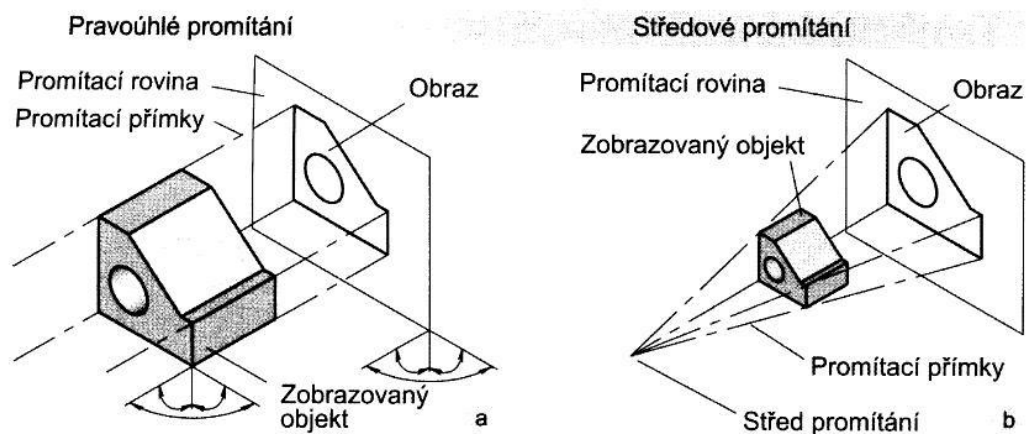
ním patřícím do této kategorie je promítání pravoúhlé. Střed promítání nelze díky rovnoběžnosti promítacích přímek určit.

- **Kosoúhlé promítání**

Způsob rovnoběžného promítání, při němž promítající přímky svírají s průmětnou jiný než pravý úhel. Promítací rovina je rovnoběžná s jednou ze souřadných rovin a s čelní stěnou zobrazovaného předmětu. Rozměry předmětu v průmětu zůstávají zachovány. Střed promítání nelze díky rovnoběžnosti promítacích přímek určit.

- **Středové promítání**

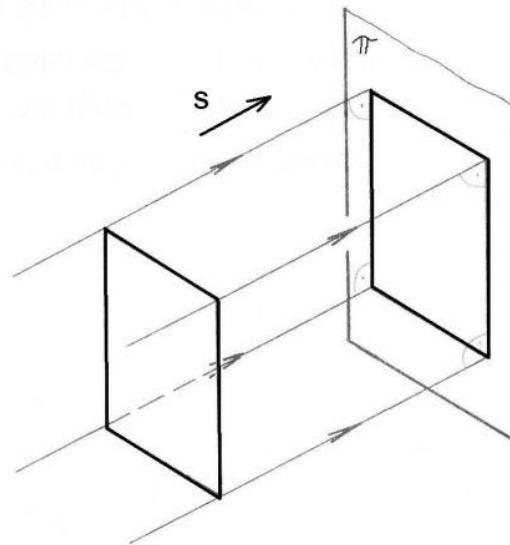
Na rozdíl od rovnoběžného promítání vychází promítací přímky u středového promítání ze společného středu promítání. Tento bod nesmí ležet v průmětně. Náčrt tohoto typu promítání vidíte na obrázku 14b, z kterého je jasně vidět změnu rozměrů průmětu a skutečného objektu. Polohu středu promítání lze přesně určit. [1]



Obr. 14. Základní pojmy používané při popisu promítání. [1]

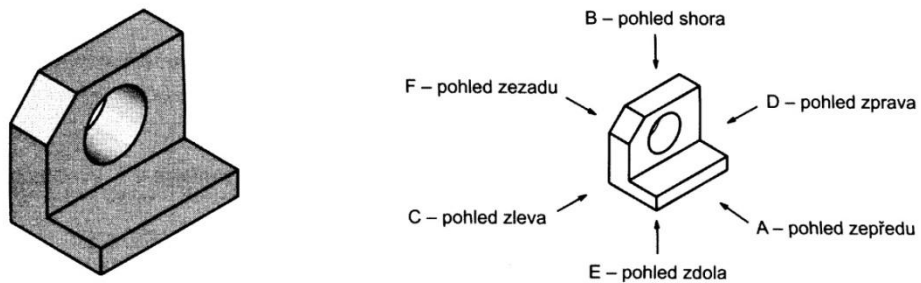
2.1 Pravoúhlé promítání

Pravoúhlé promítání je rovnoběžné promítání, jehož směr svírá s průmětnou pravý úhel 90° (viz obr. 15). Obrazy získané pravoúhlým promítáním jsou dvourozměrné. V praxi se užívá promítání na několik navzájem kolmých průměten (obvykle na tři) popř. je možné použít i další pomocné průmětny. [2]



Obr. 15. Pravoúhlé promítání. [2]

Objekt se může zobrazit až v šesti hlavních směrech uvedených v pořadí priority (viz obr. 16). Za hlavní pohled tzv. „pohled zepředu“ zvolíme takový obraz, který obsahuje o daném objektu nejvíce informací. [2]

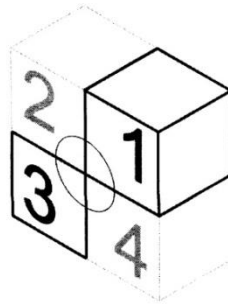
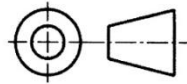


Obr. 16. Pohledy na zobrazovaný objekt. [1]

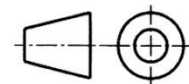
Pravoúhlé promítání můžeme rozdělit podle mezinárodních norem ISO na metody, které se liší umístěním objektu vůči pozorovateli. Soustavu rovin rozdělíme na 4 kvadranty (viz obr. 17). [2]

Metoda promítání 3

promítání v 3. kvadrantu

ISO - A
promítání „americké“**Metoda promítání 1**

promítání v 1. kvadrantu

ISO - E
promítání „evropské“

Obr. 17. Orientace promítání v prvním a třetím kvadrantu. [1]

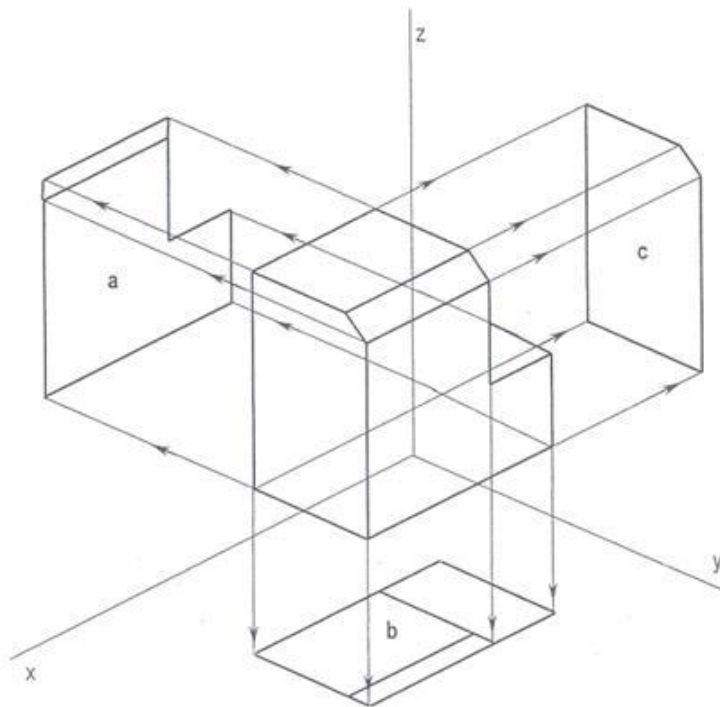
V každém kvadrantu můžeme promítat na šest rovin. Promítání ve 3. Kvadrantu se používá ve Spojených státech odtud název americké. Promítání v prvním kvadrantu se používá v evropských zemích a odtud název evropské. [2]

Podle vzájemné polohy pozorovatele, zobrazované součásti a průměten rozeznáváme 2 základní metody pravoúhlého promítání. [6]

2.1.1 Metoda promítání v 1. kvadrantu – metoda E

Promítání v 1. Kvadrantu je způsob pravoúhlého promítání, při němž je zobrazovaný předmět umístěn mezi pozorovatelem a průmětnami (obr. 18).

Tento způsob promítání byl původně nazýván „evropským“ a označován ISO E. [6]

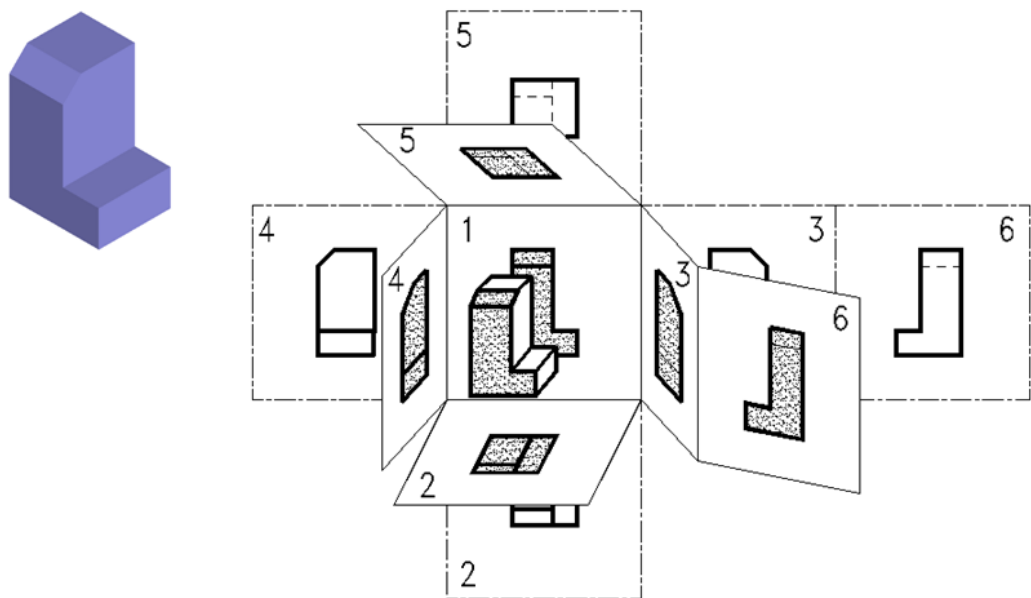


Obr. 18. Metoda promítání v 1. kvadrantu – metoda E. [6]

Umístění jednotlivých obrazů na kreslicí ploše výkresu vzhledem k hlavnímu obrazu při promítání v prvním kvadrantu nazývané „evropské“ zobrazuje obrázek 19. [3]



Obr. 19 Metoda promítání v 1. kvadrantu – rozložení obrazů. [6]

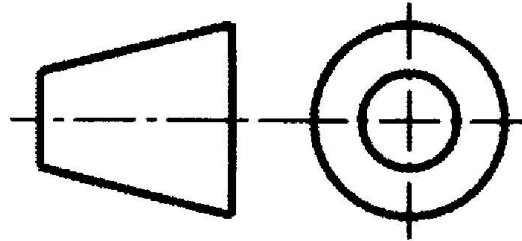


Obr. 20 Princip promítání v 1. kvadrantu. [6]

Pohled zezadu můžeme umístit buď úplně vpravo, nebo je také možné zobrazit ho úplně vlevo vedle pohledu zprava.

V případech, kdy není na kreslicí ploše dostatek místa pro zobrazení jednotlivých obrazů podle výše uvedeného pravidla. Obrazy je možno umístit i na jiném místě kreslicí plochy

popř. na jiném listu je nutné tyto obrazy řádně označit. Značka pro vyjádření zobrazení v 1. kvadrantu (viz obr. 21). [3]

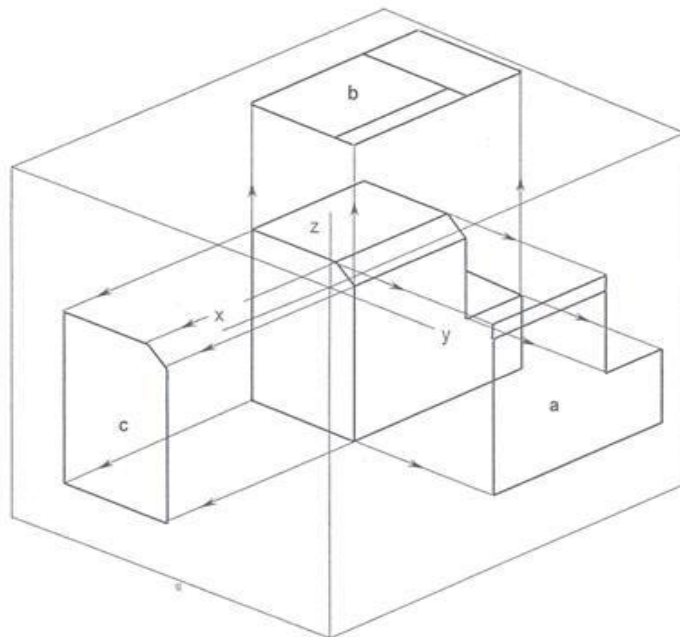


Obr. 21 Značka promítání v 1. kvadrantu. [1]

2.1.2 Metoda promítání v 3. kvadrantu – metoda A

Promítání ve 3. kvadrantu je způsob pravoúhlého promítání, při němž je zobrazovaný předmět umístěn (pro pozorovatele) za průmětnami. (obr. 22).

Tento způsob promítání byl původně nazýván „americkým“ a označován ISO A. [6]



Obr. 22. Metoda promítání v 3. kvadrantu. [6]

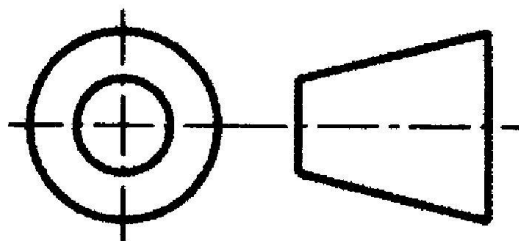
Umístění jednotlivých obrazů na kreslicí ploše výkresu vzhledem k hlavnímu obrazu při promítání v prvním kvadrantu nazývané „americké“ zobrazuje obrázek 23. [4]



Obr. 23. Metoda promítání v 3. kvadrantu - rozložení obrazů. [6]

Pohled ze zadu můžeme umístit buď úplně vpravo, nebo je také možné zobrazit ho úplně vlevo vedle pohledu zleva.

V případech, kdy není na kreslicí ploše dostatek místa pro zobrazení jednotlivých obrazů podle výše uvedeného pravidla, je možno obrazy umístit i na jiném místě kreslicí plochy popř. na jiném listu je nutné tyto obrazy řádně označit. Značka pro vyjádření zobrazení v 3. kvadrantu tzv. americké promítání (viz obr. 24). [4]



Obr. 24. Značka promítání v 3. kvadrantu. [1]

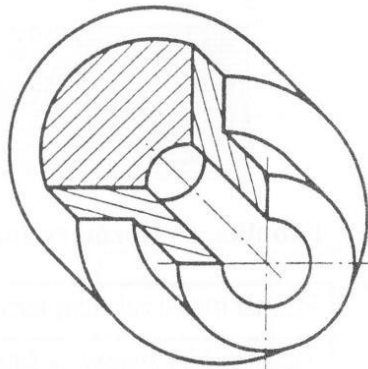
2.2 Axonometrické promítání

Obrazy vytvořené v axonometrickém promítání poskytují velmi názornou představu o skutečném tvaru zobrazovaného objektu, např. katalogy součástí, montážní postupy, návody, propagační materiály apod. Existuje několik metod axonometrického zobrazení objektů používaných v technické praxi:

- technická izometrie (pravoúhlá), také izometrická axonometrie
- technická dimetrie (pravoúhlá), také dimetrická axonometrie
- technická trimetrie [1]

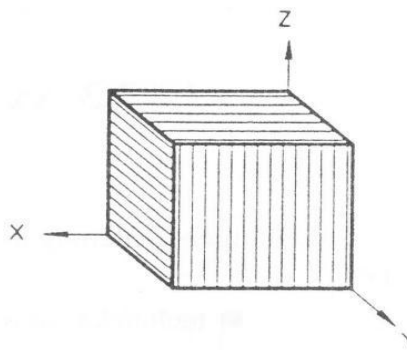
2.2.1 Pravidla pro axonometrické promítání

- Polohu souřadných os volíme tak, aby jedna z nich byla vertikální.
- Zobrazovaný předmět umísťujeme tak, aby hlavní pohled předmětu, osy apod. byly rovnoběžné se souřadnými rovinami.
- Předmět orientujeme tak, aby hlavní pohled odpovídal zvolenému hlavnímu pohledu při zobrazení předmětu v pravoúhlém promítání
- Pokud to není nezbytné, nezobrazují se na výkrese osy ani roviny souměrnosti předmětu.
- Skryté obrysy a hrany objektu se nezobrazují, pokud to není nutné.
- Vyznačení materiálu ploch v řezu se provádí pomocí tenkých souvislých čar (šrafování) se sklonem 45° k osám nebo k obrysovým čárám obrazů řezů nebo průřezů (obr. 25). [8]



Obr. 25. Vyznačení ploch v řezu. [8]

- Plochy, které jsou rovnoběžné, se souřadnými rovinami se vyznačují rovnoběžně se souřadnými osami (obr. 26). [8]



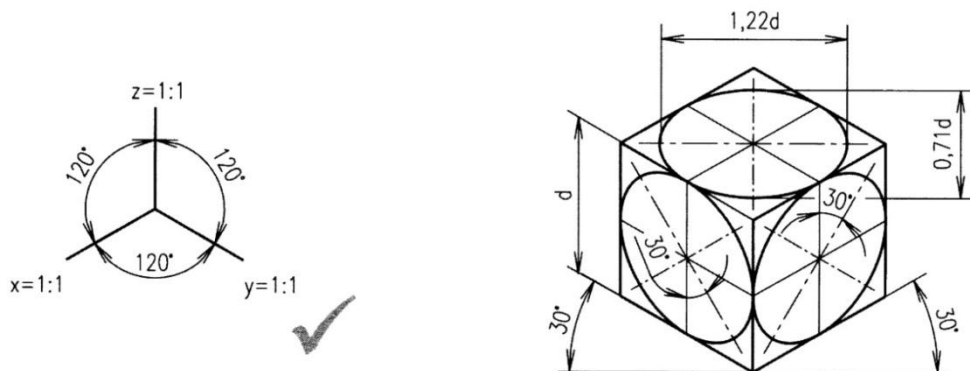
Obr. 26. Vyznačení rovnoběžných ploch s osami. [8]

Předměty zobrazované axonometricky se obvykle nekótují. Pokud je ve výjimečných případech kótování vyžadováno, aplikují se pravidla používána pro kótování předmětů zobrazených metodou pravoúhlého promítání. Jestli použijeme při kótování hraničních úseček, kreslí se tyto úsečky podle následujících pravidel.

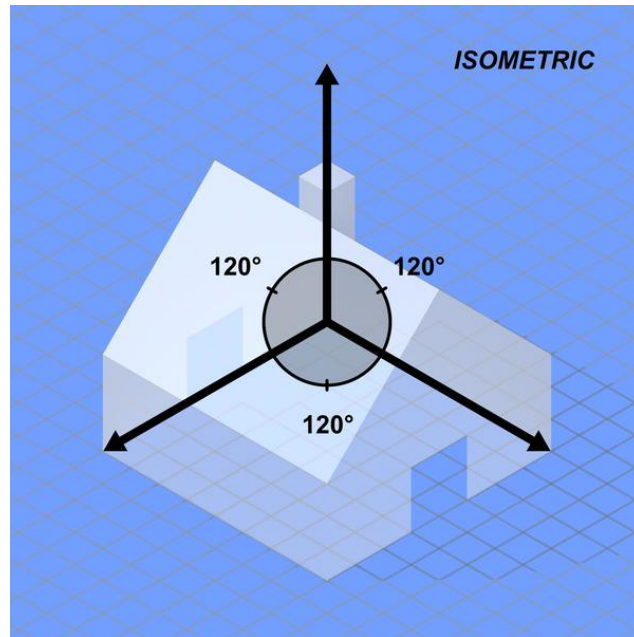
- Skloněné vpravo pod úhlem 45° vzhledem ke kótovací čáře, pokud je úhle sevřený vynášecí a kótovací čarou 90° .
- Skloněný napravo tak, že půlí úhel mezi vynášecí a kótovací čarou, pokud je tento úhel větší než 45° a menší než 90° .
- Kolmé na kótovací čáru, pokud je úhle sevřený vynášecí a kótovací čarou rovný nebo menší než 45° . [8]

2.2.2 Technická izometrie

Je to pravoúhlé axonometrické zobrazení, u kterého osový kříž svírá pravidelně úhel 120° . Při této metodě zobrazování jsou rozměry nanášeny nezkráceně na osy x, y, z. [1]



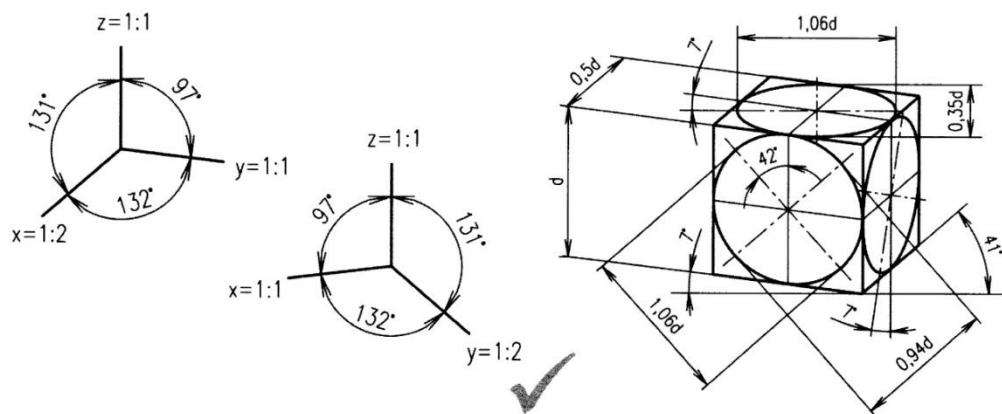
Obr. 27. Technická izometrie. [1]



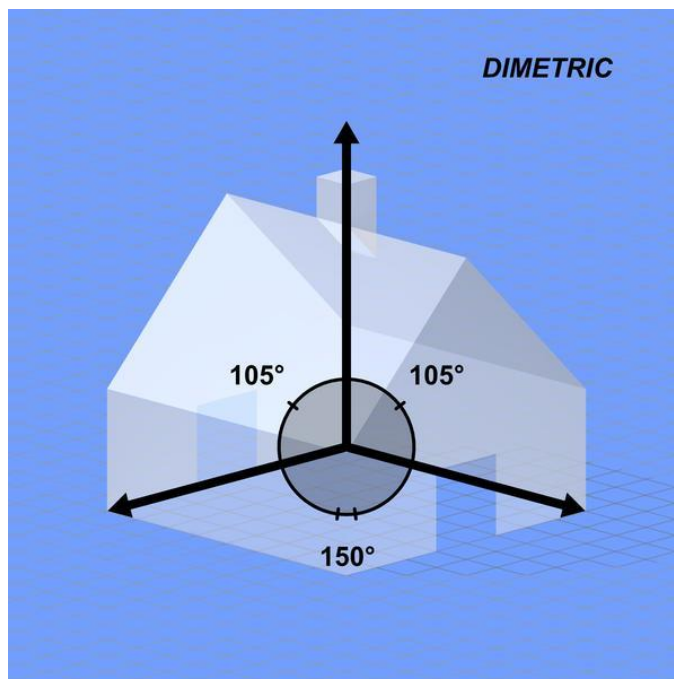
Obr. 28. Příklad technické izometrie. [7]

2.2.3 Technická dimetrie

Je to pravouhlé axonometrické zobrazení, při němž se vynášejí dva rozměry nezkrácené a třetí v závislosti na orientaci souřadného systému, zkrácený na polovinu. [1]



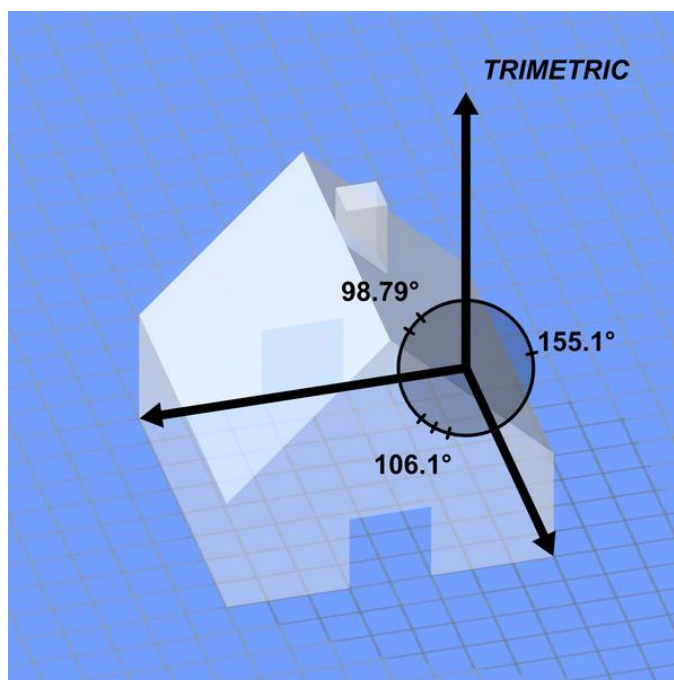
Obr. 29. Technická dimetrie. [1]



Obr. 30. Příklad technické dimetrie. [7]

2.2.4 Technická trimetrie

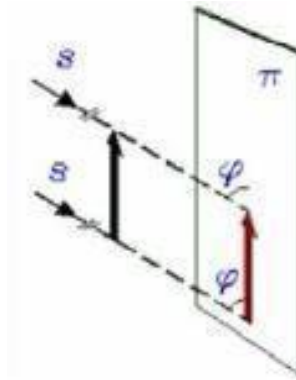
Při tomto způsobu promítání jsou všechny tři úhly různé. Délky se nanášejí ve třech měřítkách (obr. 31)



Obr. 31. Příklad technické trimetrie. [7]

2.3 Kosoúhlé promítání

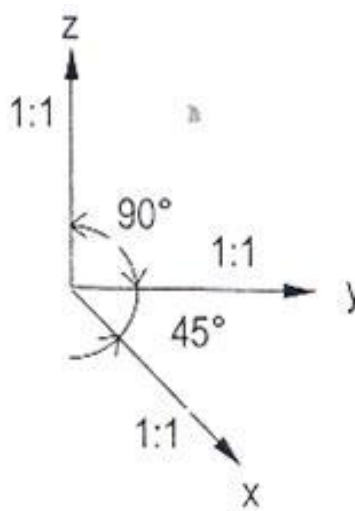
U kosoúhlého promítání jsou promítací paprsky S sice rovnoběžné, ale ne kolmé k průmětně π . Průmětna π je nadále rovnoběžná s některou z hlavních rovin. Kosoúhlé promítání do obecné roviny se nazývá kosoúhlá axonometrie (obr. 32). [8]



Obr. 32. Kosoúhlé promítání. [8]

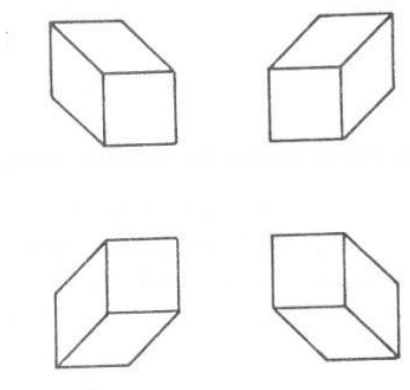
2.3.1 Kavalírní axonometrie

Je kosoúhlé promítání, při němž je průmětna obvykle svislá, průměty os x a y svírají úhel 45° nebo 135° (obr. 33), délky ve směru os x , y , z se nezkracují. [6]



Obr. 33. Průměty souřadných os v kavalírní axonometrii. [6]

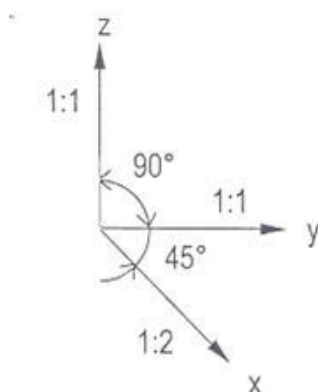
Předměty se pomocí kavalírní axonometrie zobrazují snadno, také obrazy se jednoduše kótují, ale velikost ve směru třetí osy je zkreslená (obr. 34). [8]



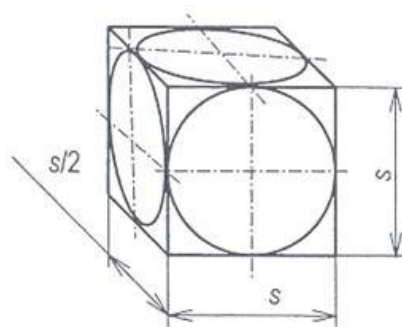
Obr. 34. Kavalírní axonometrie.[8]

2.3.2 Kabinetní axonometrie

Kabinetní axonometrie je kosoúhlé promítání, ve kterém platí, že průmětna je obvykle svislá. Průměty os X a Y svírají úhel 45° popřípadě 135° . Délky ve směru os Y a Z se nezkracují a ve směru X se zkracují na polovinu (obr. 35 a 36). [8]



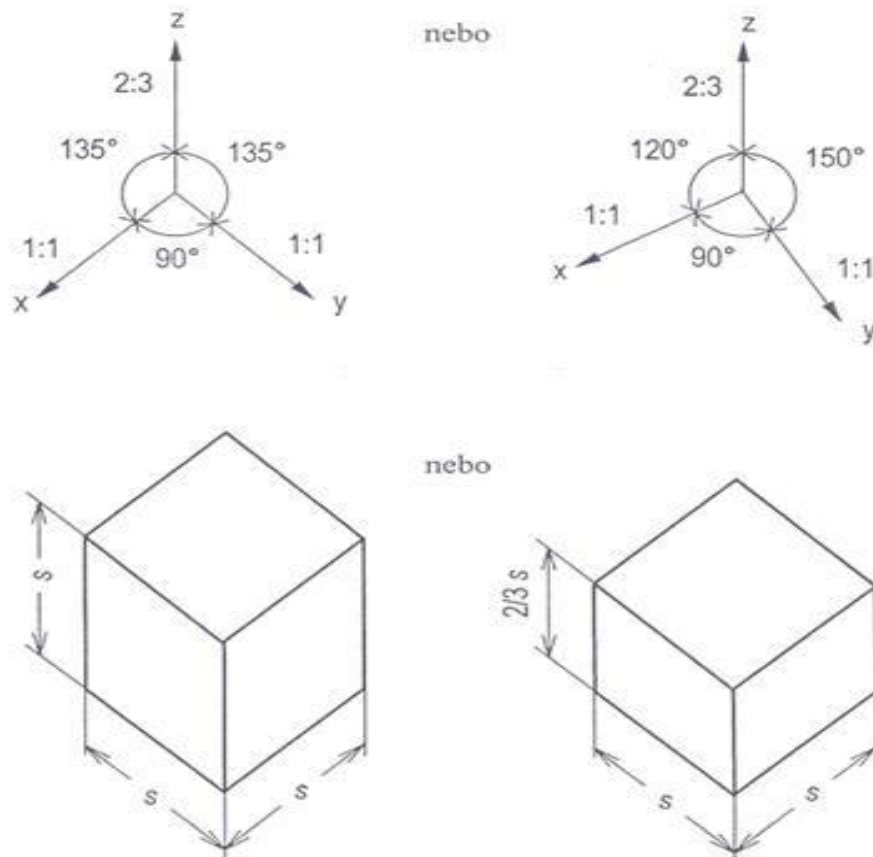
Obr. 35. Průměty souřadných os v kabinetní axonometrii.[6]



Obr. 36. Krychle zobrazená v kabinetní axonometrii. [6]

2.3.3 Planometrická axonometrie

Planometrická axonometrie, nebo také planometrie, je kosoúhlé izometrické promítání na průmětnu, která je rovnoběžná s horizontální souřadnou rovinou. Osy svírají buď $2 \times 135^\circ$ a 90° , nebo 120° , 150° a 90° (Obr. 37). Podle původní ČSN se žádná z délek nezkracuje. [6]

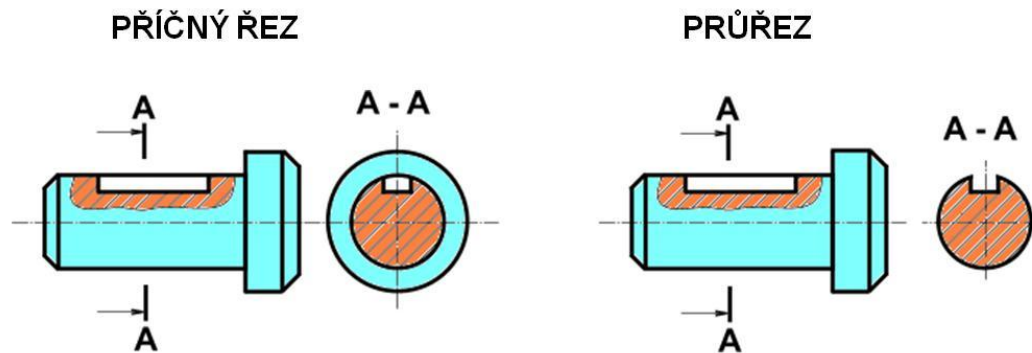


Obr. 37. Průměty souřadných os a krychle zobrazených v planometrii. [6]

2.4 Promítání řezů a průřezů

Správné použití řezů a průřezů na výkresech zvyšuje názornost obrazu, usnadňuje kótování vnitřních dutin součástí a často ušetří kreslení dalších průmětů. Řez a průřez se proto kreslí zejména u součástí obsahujících vnitřní dutiny a díry.

Řezy a průřezy jsou obrazy předmětu rozříznutého myšlenou rovinou. Materiál součásti v řezu se vyznačuje šrafováním. [1]



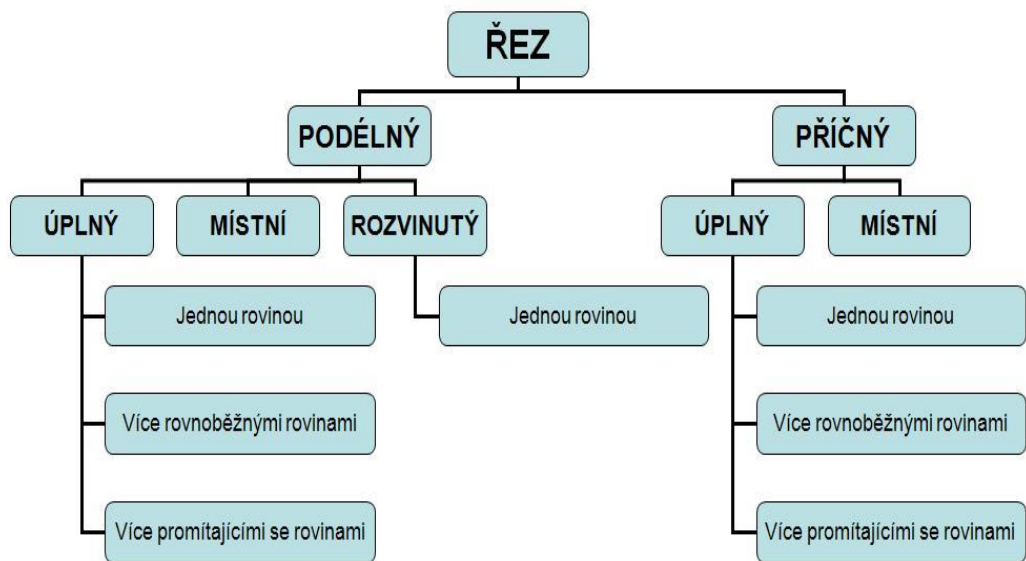
Obr. 38. Příčný řez čepem a průřez čepem. [6]

Základní pravidla kreslení řezů a průřezů

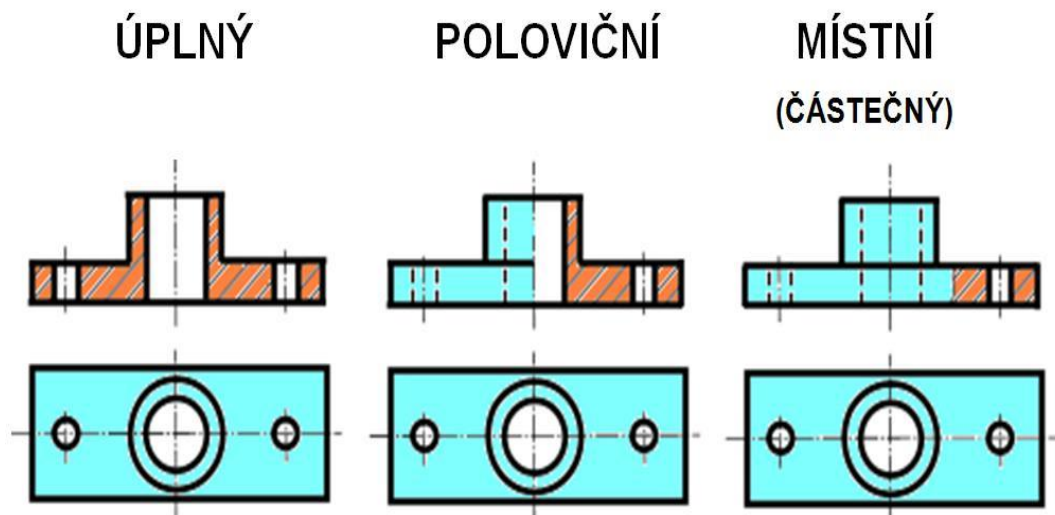
- Řez se kreslí především u dutých částí, aby bylo možné zobrazit a zakótovat podrobnosti uvnitř tělesa.
- Řez prochází nejtenčím místem průřezu.
- V obrazu řezu se zobrazují i hrany a plochy za rovinou řezu.
- Vnitřní, původně skryté hrany se v řezu zobrazují tlustou plnou čarou jako viditelné hrany a obrysy.
- Průřez se kreslí, aby bylo možné zobrazit a zakótovat profil materiálu, pokud jej není možné zobrazit a zakótovat v pohledu.
- Průřez zobrazuje pouze hrany a plochy v rovině řezu, hrany a plochy za rovinou řezu se nezobrazují. [1]

2.4.1 Řez

Je zobrazení předmětu myšleně rozříznutého v jedné nebo několika rovinách nebo zakřivené ploše. Část ležící mezi pozorovatelem a řeznou rovinou (plochou) je myšleně odstraněna. Zobrazujeme část předmětu ležící v řezné rovině (ploše) a za ní, pokud je viditelná (existují i výjimky). Plochy řezu se vyznačují šrafováním (rovnoběžně tenké plné čáry skloněné převážně pod úhlem 45°). [6]



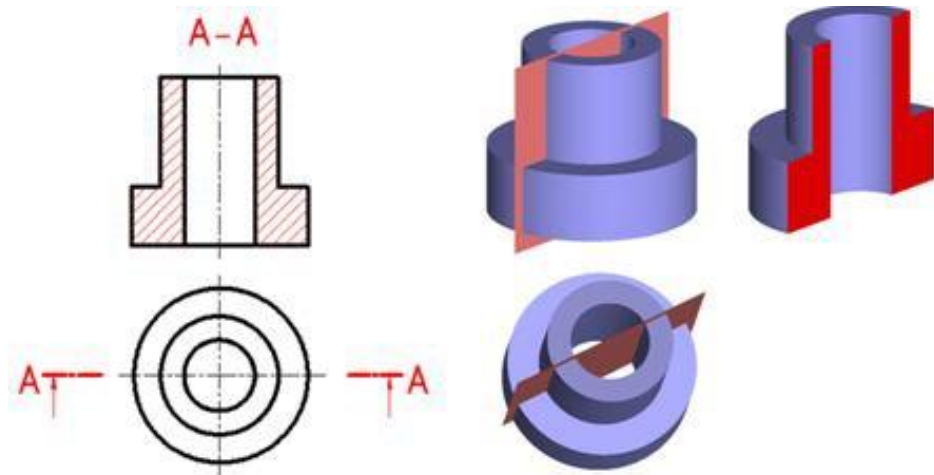
Obr. 39. Rozdělení řezů. [6]



Obr. 40. Druhy řezů [6]

Označování řezů

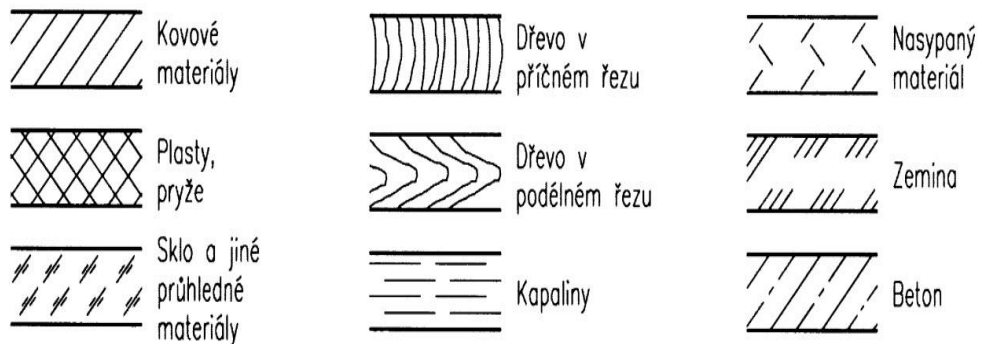
Řezná rovina se značí tlustými čerchovanými úsečkami, šipkou a písmenem. Obraz řezu se označí odpovídajícími písmeny. [5]



Obr. 41. Označování řezů. [5]

Plocha řezu se šrafuje tenkými plnými čarami, které svírají úhel 45° s hlavními obrysovými hranami a plochami (viz obr. 41). Různé součásti objektu je nutné odlišit opačným sklonem šraf a hustotou šrafování. Také různé druhy materiálů se odlišují jiným druhem šrafování (viz obr. 42). [5]

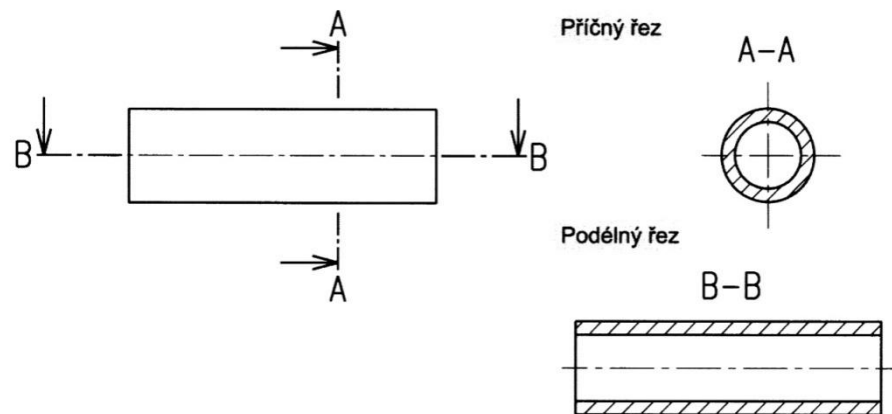
Plochy v řezu podle druhu materiálu



Obr. 42. Šrafovaná plocha podle druhu materiálu. [1]

Příčný řez

Vznikne tehdy, prochází-li řezná rovina kolmo na podélnou osu předmětu (např. na osu rotace). [1]



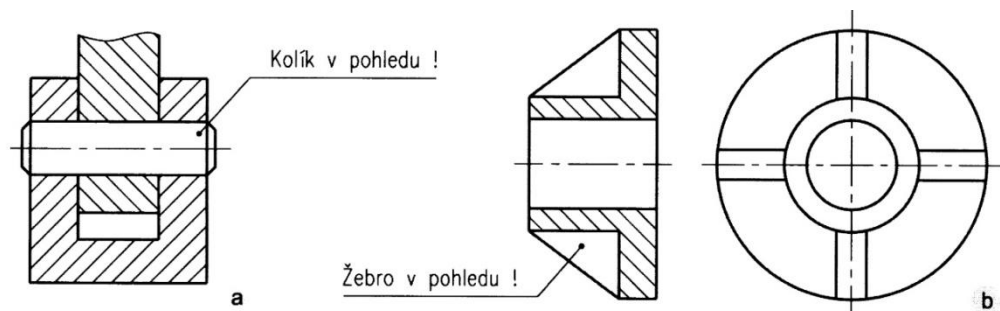
Obr. 43. Příčný a podélný řez. [1]

Podélný řez

Vznikne tehdy, prochází-li řezná rovina podélnou osou předmětu (např. osou rotace, rovinou souměrnosti apod.).

V podélném řezu se nakreslí:

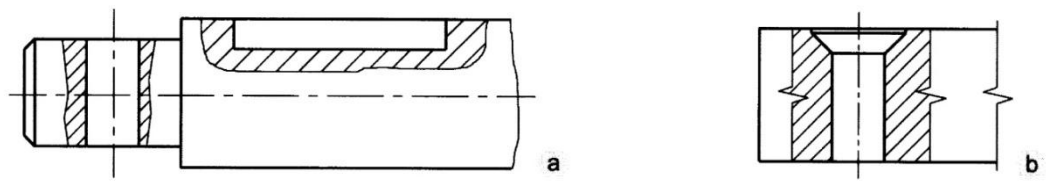
- Plné součásti vyrobené z tyčí (šrouby, čepy, kolíky, nýty, klíny, pera aj.).
- Plné součásti vyrobené z plechů nebo pásu.
- Žebra, ramena kol, výztuhy apod. [1]



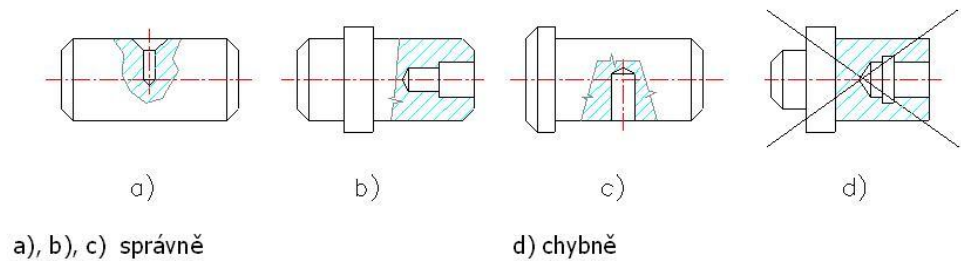
Obr. 44. Kolík a žebro v podélném řezu. [1]

Místní řez

Užívá se k zobrazení prvku, který by jinak nebyl v pohledu patrný, popř. by se zobrazil čárkovanou čarou jako zakrytý. Obraz pohledu ohraničíme tenkou nepravidelnou čarou od ruky nebo pravidelnou čarou se zlomem. Rozhraní mezi pohledem a řezem se nesmí shodovat s hranou. [1]



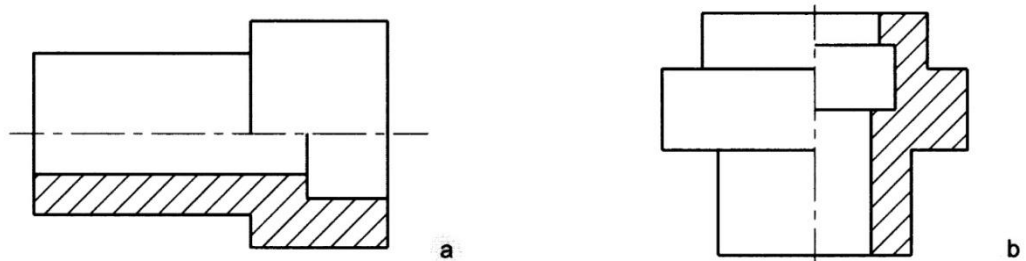
Obr. 45. Místní řez. [1]



Obr. 46. Ukázka místních řezů. [6]

Poloviční řez

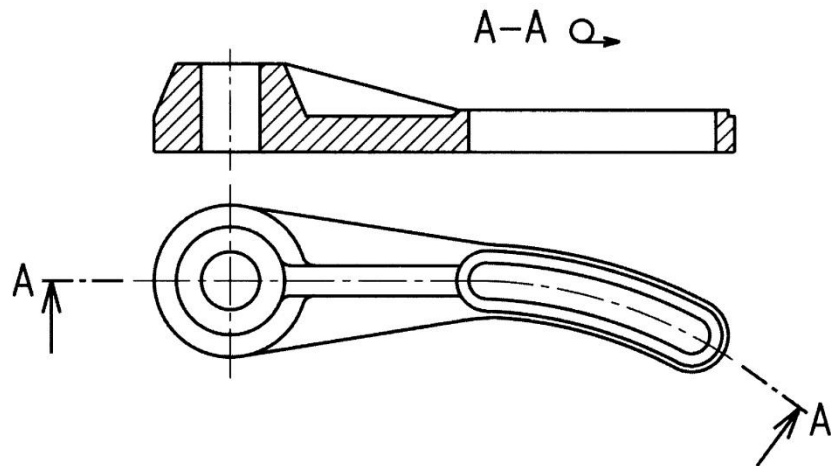
Kreslí se u souměrných (rotačních) součástí tak, že se jedna polovina zobrazí v řezu, druhá v pohledu. Rozhraní mezi pohledem a řezem tvoří osa souměrnosti obrazu. [1]



Obr. 47. Poloviční řez. [1]

Rozvinutý řez

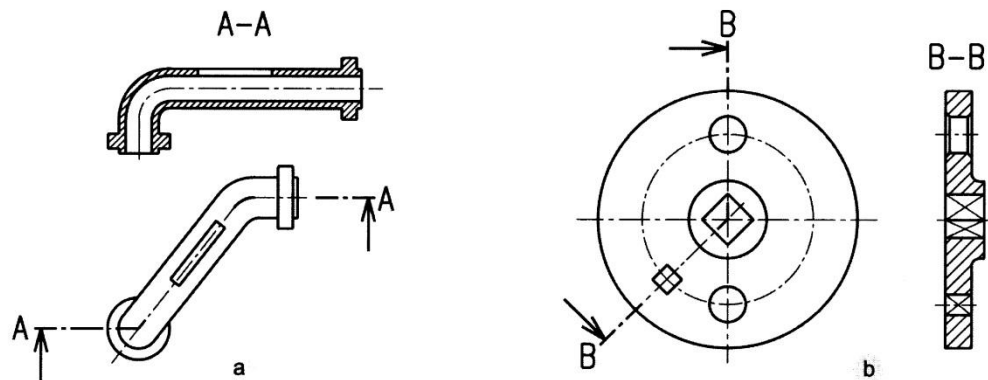
Řezná rovina je zakřivená a obraz řezu je rozvinut do roviny. Žebra se v řezu nekreslí, i když jimi řezná rovina prochází. [1]



Obr. 48. Rozvinutý řez. [1]

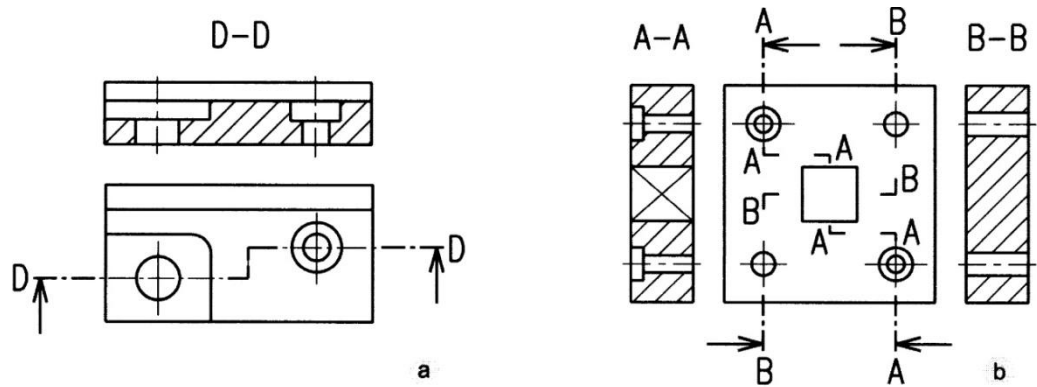
Řez více rovinami

Řez může být provedený dvěma, popřípadě více rovinami, které jsou navzájem rovnoběžné nebo různoběžné. Místa zlomů řezných rovin se kreslí tlustou čarou. [1]



Obr. 49. Více řezných rovin. [1]

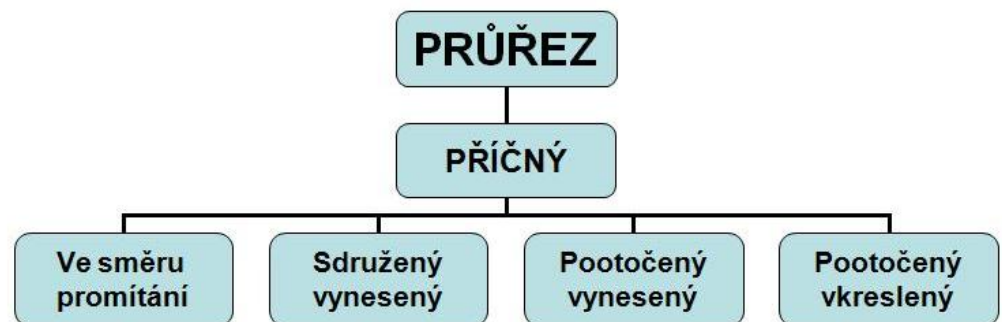
Plocha řezu součásti na obr. 49a je tvořena třemi rovinami. Provedení řezu dvěma různoběžnými rovinami svírajícími úhly větší než 90° ukazuje obr. 49b. Prvky, které leží v takovéto rovině, se zobrazují pootočené a promítnuté do průmětny. Provedení řezů pomocí rovnoběžných rovin ukazuje obr. 50. [1]



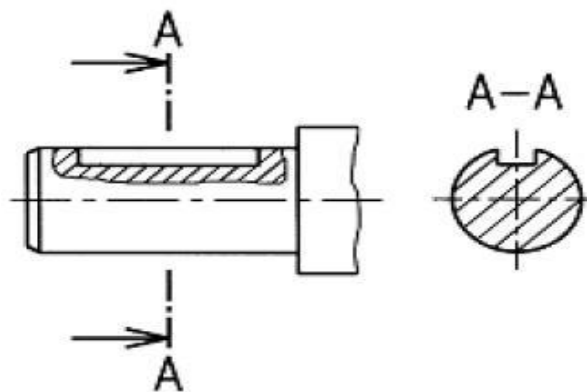
Obr. 50. Pravoúhle zalomená řezná rovina. [1]

2.4.2 Průřez

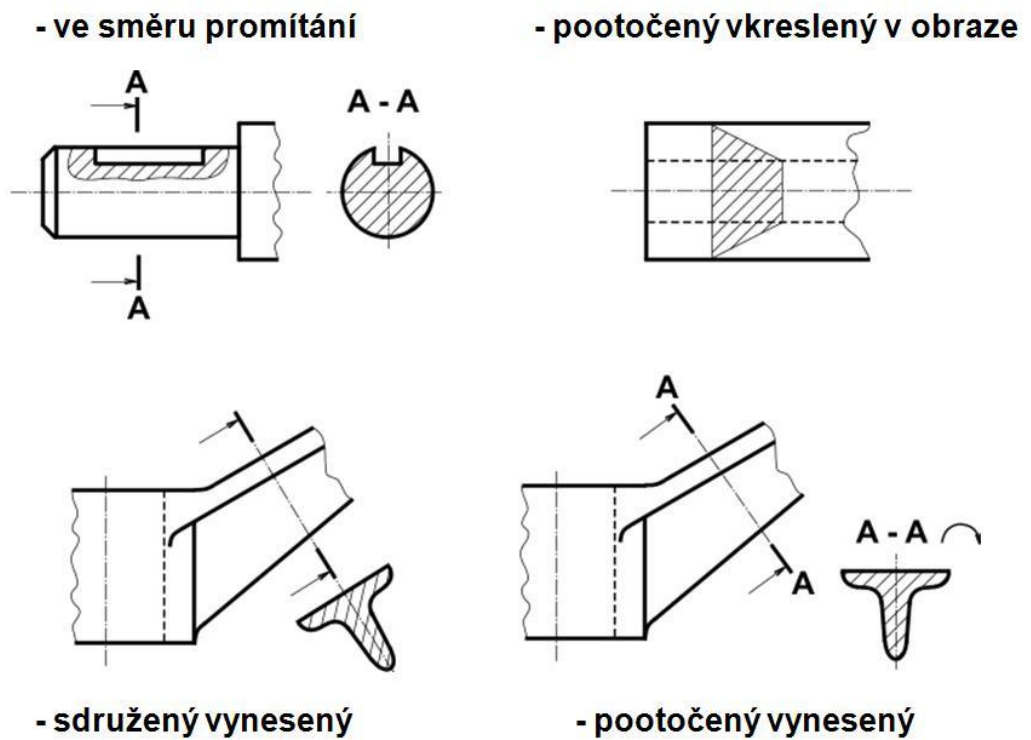
Je zobrazení předmětu protnutého jedinou myšlenou rovinou kolmo k ose předmětu. Průřez zobrazuje pouze tu část předmětu, která leží v myšlené rovině. Části předmětu před rovinou a za ní se nezobrazují. Plocha průřezu se vyznačuje šrafováním. [6]



Obr. 51. Rozdělení průřezů. [6]



Obr. 52. Průřez. [5]



Obr. 53. Průřezy. [6]

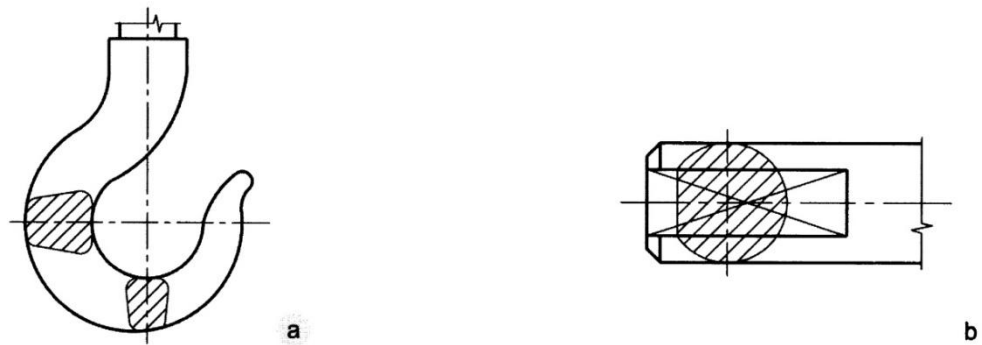
Průřez je obraz předmětu rozříznutého jedinou myšlenou rovinou kolmou k ose předmětu. Kreslí se tam, kde potřebujeme zobrazit pouze tvar předmětu v rovině řezu, ne tvary ležící za ní. [1]

- Sdružený vynesení průřez, který je spojený se základním obrazem čerchovanou tenkou čarou (obr. 54a).
- Pootočený vynesení průřez (obr. 54b) [1]



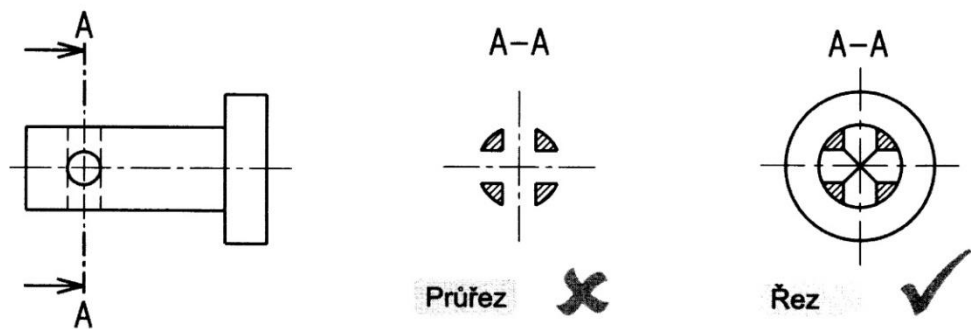
Obr. 54. Sdružený vynesení a potočený vynesení průřez. [1]

- Sklopený průřez vkreslený souvislou tenkou čarou v obraze (obr. 55) [1]



Obr. 55. Vkreslené průřezy. [1]

Průřez se nesmí používat v případě, že by se obraz „rozpadl“ na části. Musí se použít zobrazení pomocí řezu. [1]

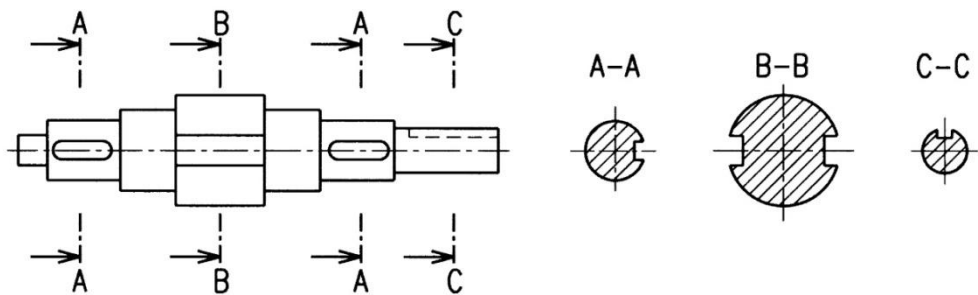


Obr. 56. Použití průřezu. [1]

Sled průřezů

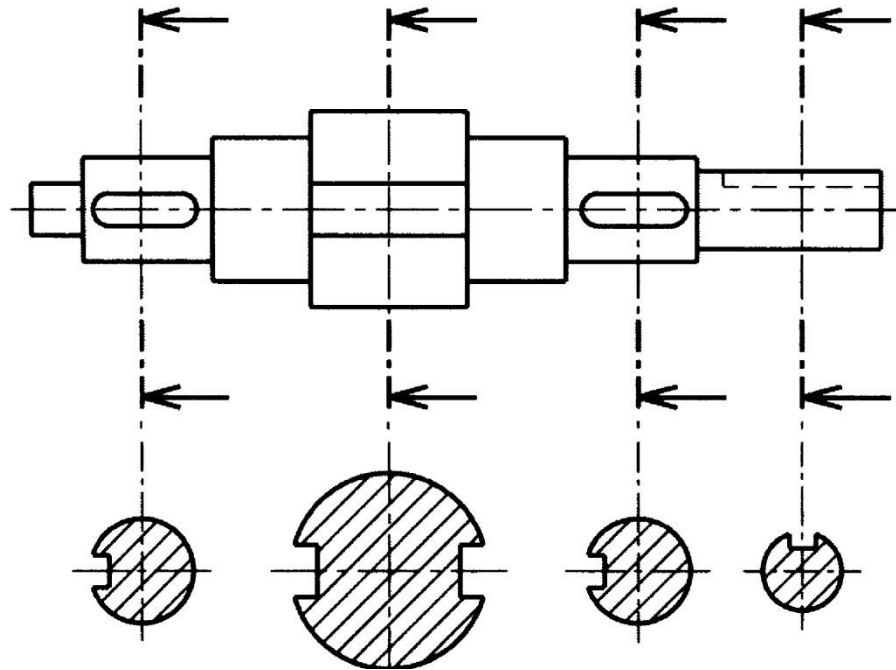
Sled průřezů slouží k zobrazení drážek, příčných děr a dalších tvarovaných prvků součástí. Použití také najde u součástí, jejich průřez se spojitě mění.

- Sled průřezů umístěných podle metody promítání 1 (ISO-E), popř. jinde na výkrese. Zde se musí označit roviny i obrazy průřezů písmeny. [1]



Obr. 57. Sled průřezů. [1]

- Sled průřezů nakreslených jako vysunuté průřezy. Obraz průřezu je umístěn přímo pod nebo nad rovinou řezu a je spojený se základním obrazem čerchovanou tenkou čarou. Zde stačí pouze označit rovinu průřezu a směr sklopení. [1]



Obr. 58. Vysunuté průřezy. [1]

3 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V teoretické části byla zpracována rešerše z předem stanovených témat a oblastí, a z jejího teoretického základu se bude čerpat a vycházet v praktické části práce.

Úkolem bylo zpracovat literární rešerši na téma pravidla tvorby technických výkresů se zaměřením na oblasti:

- technická normalizace.
- základní metody zobrazování (promítání, řezy a průřezy)

V návaznosti na literární rešerši budou v praktické části vypracovány studijní podklady pro cvičení z předmětu technické kreslení pro problematiku:

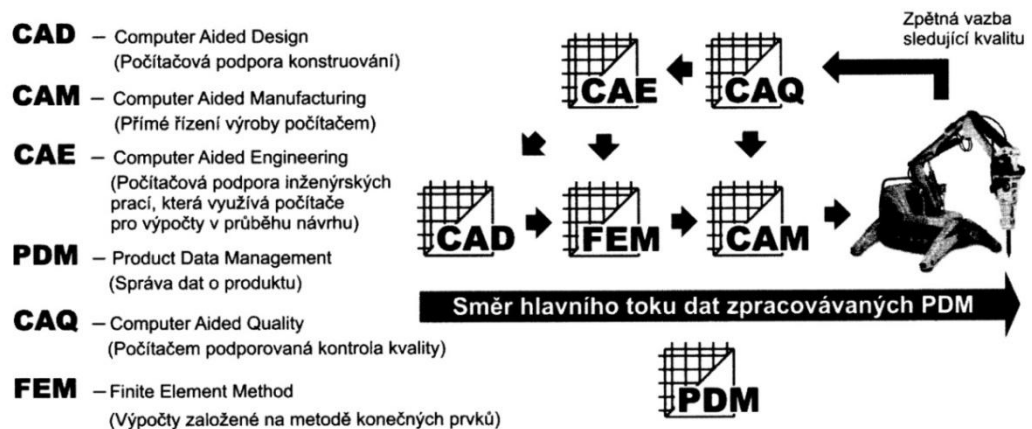
- zobrazení těles v axonometrii v software CATIA V5
- vypracování vzorových zadání pro daná témata
- vypracování kontrolních testů pro tyto oblasti
- podklady vloženy na webové stránky UVI

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 KONSTRUKCE S VYUŽITÍM VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Žádný moderní systém není schopen řešení bez lidské představivosti a důvtipu. Teprve spojení špičkového odborníka s moderní technologií poskytuje správné výsledky. Již první setkání s počítačem mohou znamenat velkou životní zkušenost, změnu v budoucím myšlení a pohledu na možnosti řešení určitých problémů.

Nasazení CA technologií je jednou z kritických oblastí řešení předvýrobní etapy výroby. V úvodním seznámení se soustředíme především na oblast počítačové podpory konstruování, teda CAD. Tento směr by měl být pro všechny z vás, kteří zvládli základy technického kreslení, dalším zcela přirozeným krokem studia. [1]



Obr. 59. Základní zkratky používané v oblasti CA technologií. [1]

Důležité upozornění: Mějte na paměti, že žádný z těchto systémů nelze zvládnout bez dokonalé znalosti norem, promítání a zásad technického kreslení. Výpočetní technika je pouhopouhý nástroj. Nic víc, nic méně. [1]

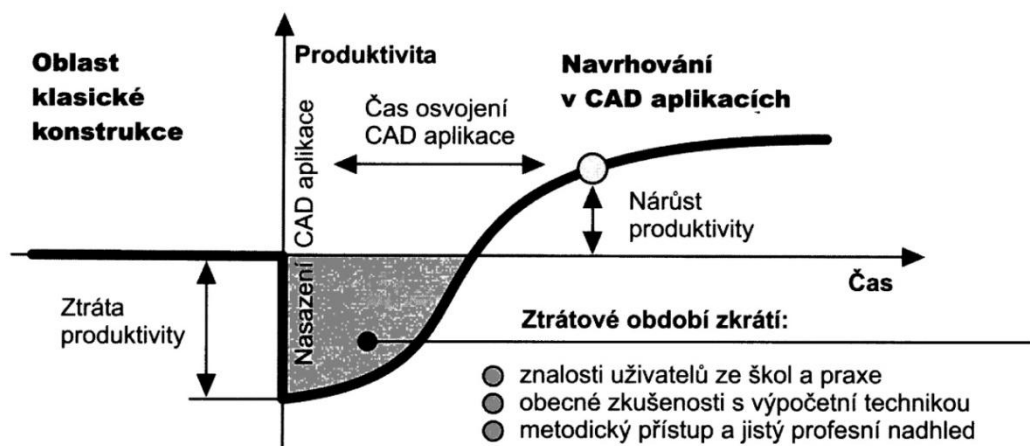
4.1 Computer Aided Design

CAD (Computer Aided Design) je jednou z větví CA technologií, která je určena pro široké nasazení aplikací výpočetní techniky v praxi (aplikovaná informatika). Umožňuje nahradit rutinní práci konstruktérů moderními postupy. Tyto umožňují podstatně rozšířit možnosti konstruktéra nejen o produktivní tvorbu výkresové dokumentace, ale konstruktér získává možnost vytvoření geometrie objektů přibližující se skutečnosti. Na takto definovaných modelech je možné provést nejen řadu úprav, ale také odvodit jejich základní technické parametry. [1]

Výhodou počítačového návrhu je jeho těsná návaznost na následně technologické činnosti. Vytvořené geometrie lze využít např. pro programování obráběcích strojů. Samostatnou kapitolou je spojení vytvořených objektů do rozsáhlých sestav a počítačových simulací.

V paměti může být také uložen soubor norem rozměrů i výpočtů pevnosti, pružnosti a podobně. Například při návrhu elektromotoru počítač obstará pro navržené parametry nezbytný výpočet magnetických polí i elektrodynamických nebo setrvačných sil. Tak se z nesčetných variant v dialogu s počítačem zrodí konečná podoba výrobku. Je-li zapotřebí, převede jej kreslicí zařízení (plotter) do podoby výkresu s kótami.

Výsledek práce konstruktéra však může být stejně dobře uložen jen jako soubor do paměti na pevný disk nebo disketu a odtud si ho může například technolog nebo přípravář výroby kdykoliv v obrazové podobě vyvolat. Technolog si budoucí výrobek vyvolá na obrazovku a systémem CAP (Computer Aided Planing), výběrem z typizovaných skupinových postupů a z inventáře nástrojů, nabízených jako menu určí program výrobního postupu. Výstupem může být například páska pro řízení stroje NC. Tak se vytvoří podmínky přímého řízení výroby počítačem, což je všeobecně označováno jako CAM (Computer Aided Manufacturing). [1]



Obr. 60. Proč navázat na technické kreslení studiem CAD již ve škole? [1]

Systém CAD/CAP/CAM využívá jen v Evropě již několik tisíc podniků a firem. Jeho „záběh“ dříve trval i několik let, protože v agendě řízení se mění vše od základů. Odstraňuje se těžkopádná papírová agenda, urychluje se inovace výrobků. Zkušenosti z vlastní výroby se přes počítač vracejí zpět do přípravy výroby. Uspoří se spousta času. [1]

4.2 Rozdělení systémů CAD

Systémy CAD můžeme rozdělit do několika kategorií, přičemž hlediska pro jejich rozdělení mohou být různá. Jedním příkladem může být rozdělení, které bylo určeno již před několika lety prodejní cenou a možnostmi systémů CAD, do čtyř oblastí: [1]

4.2.1 I. generace, CAD pro 2D konstrukci

Program, který nejde za hranici dvou rozměrů. Jedná se často o jednoduché programy pro tvorbu náčrtů. I zde se najdou velmi solidní produkty. Příkladem může být například AutoCAD LT. Programy nejsou většinou vybaveny nástroji pro tvorbu prostorových modelů ani otevřenou architekturou (interní programovací jazyk nebo programátorské nástroje). Jsou ideálním řešením pro menší konstrukční kanceláře, které vyžadují pouze tvorbu klasické výkresové dokumentace. Do této kategorie patří i řada programů volně šířených prostřednictvím sítě Internet. [1]

4.2.2 II. generace, CAD s podporou klasického modelování

Prakticky multioborově nejpoužívanější systémy CAD. Jejich společným aspektem je především univerzálnost použití a velmi propracované uživatelské prostředí. Setkáme se s nimi prakticky ve všech oborech, kde je nutně vytvářet výkresovou dokumentaci. Musíme zde zařadit především AutoCAD a MicroStation. Tyto aplikace se navíc vyznačují prostorovým modelářem a otevřenou architekturou (možností optimalizace programu, programování aplikací a spolupráce s jinými programy). V AutoCADu je integrována řada vývojových nástrojů, například VisulLISP s podporou ActiveX automatik (práce s objekty).

Programy této kategorie patří dnes ke světovému standardu v oblasti tvorby výkresové dokumentace s využitím výpočetní techniky bez ohledu na oborovou orientaci. Hlavní předností znalosti těchto systémů je jejich zcela univerzální použití ve strojírenství, stavebnictví, architektuře, geodezii atd.

Sjednocení platformy operačního systému Windows NT pro všechny kategorie CAD se stávají produkty druhé generace základem náhrady klasické tvorby výkresů a nových možností spolupráce v podobě distribuce elektronické dokumentace. Jejich společným jmenovatelem je jednoznačně dostupnost, užitná hodnota, vysoký výkon a snadná obsluha. [1]

4.2.3 III. generace, CAD/CAM/CAE založené na parametrickém modelování

Tvoří základ systémů nastupujících především ve všeobecném strojírenství a stavebnictví. Jejich koncepce je postavena na parametrickém modelování a otevřené architektuře. Mezi ty nejvýznamnější patří pro strojírenství **SolidEorks, Autodesk Inventor, SolidEdge** nebo pro stavebnictví **AutodeskRevit**. Jejich společným jmenovatelem je propracovaná metodika obsluhy a snadné osvojení jednotlivých funkcí. Všechny aplikace pracují výhradně na platformě Microsoft Windows. [1]

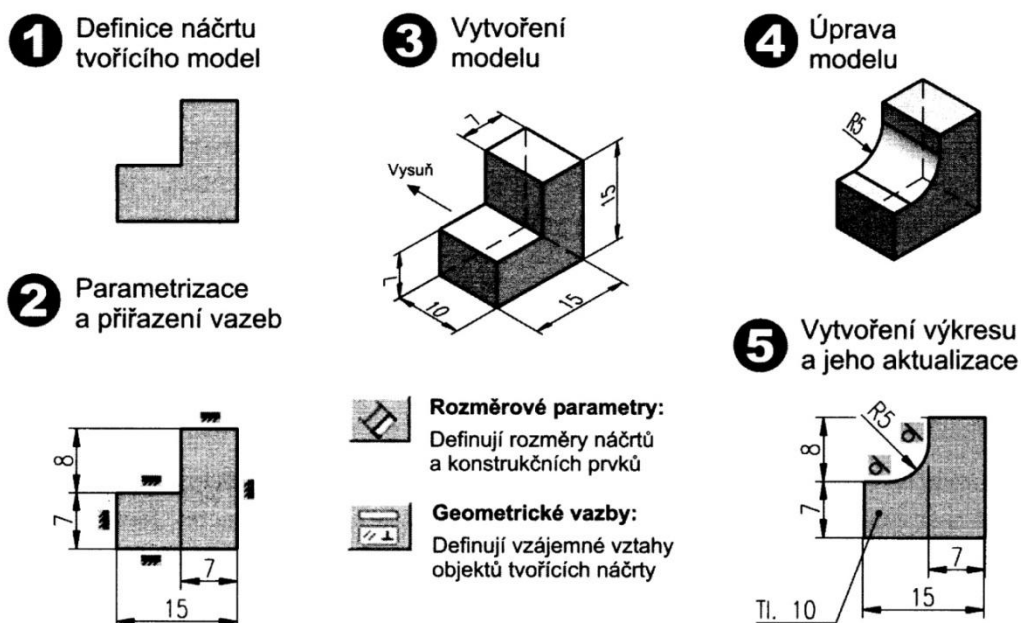
4.2.4 IV. generace, CAD,CAM/CAE se správou dat o výrobku

Aplikace jsou určeny prakticky výhradně pro strojírenství a oproti třetí generaci poskytují rozsáhlejší modulární stavbu a vyšší funkčnost ve specifických oborech. Systémy jsou postaveny na parametrických základech a otevřené architektuře. Jejich cílem je především výrazná podpora komunikace a provázanost jednotlivých fází tvorby nového výrobku. Výrazně se takto zkracují průběžné časy potřebné pro zpracování a výměnu informací.

Jádrem systému je opět modelář, který poskytuje geometrická data pro kompletní zpracování virtuálního prototypu výrobku pomocí CAD/CAM/CAE. Výsledkem procesu navrhování je především zachycení inženýrského záměru, snadná obsluha, spolupráce v týmu a přehledná zpráva informací pomocí PDM. Do této kategorie lze zařadit produkty řady firem. Mezi nejznámější patří **Pro/Engineer, Catia a Unigraphics**. Tyto aplikace mají za sebou delší vývoj než produkty III. generace a pracují na multiplatformních systémech (UNIX, Windows apod.). [1]

4.3 Parametrické modelování

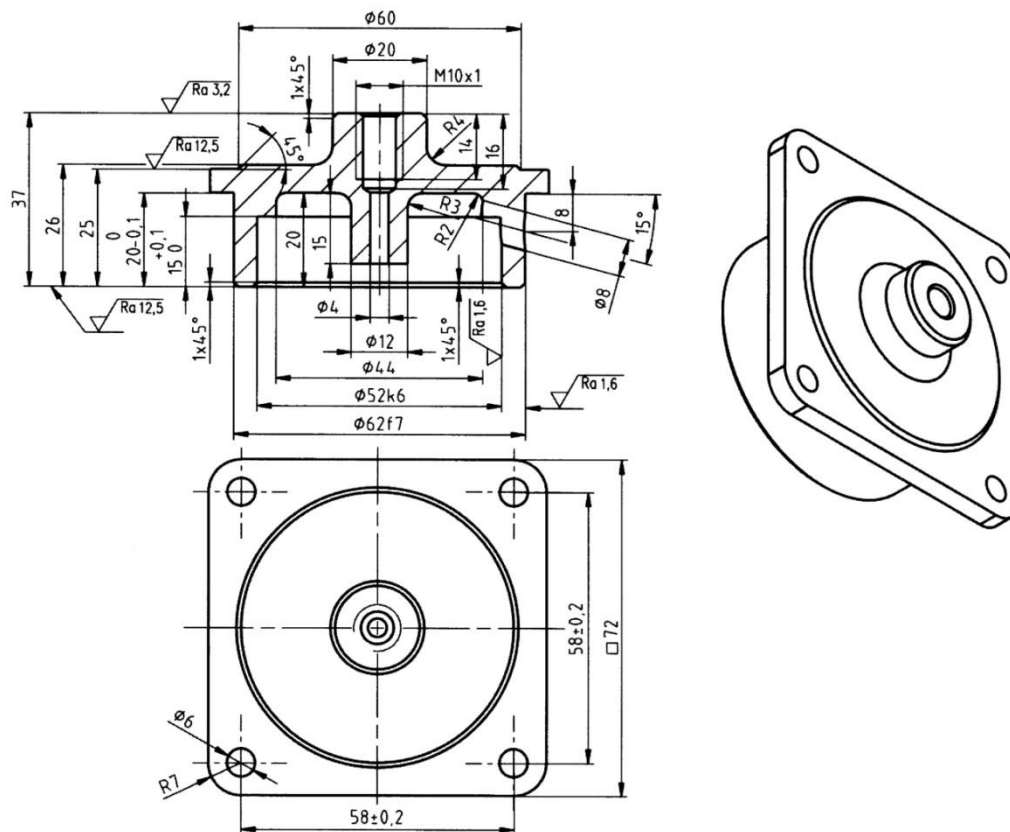
Technická dokumentace je základním zdrojem informací pro výrobu. Součásti zobrazené v pravoúhlém promítání mohou být ovšem odvozeny přímo z prostorového modelu.



Obr. 61. Tvorba parametrického modelu, výkresy a úpravy. [1]

Prostorový model poskytuje řadu informací nejen o geometrických charakteristikách, ale také o vzájemných polohách a vazbách ve skupinách těles. Konstruktor, návrhář, designer získává použitím prostorových modelů možnost neomezené práce s reálným objektem. Nemusí již být omezen 2D pohledy vytvořenými na základě ortogonálního promítání.

Výsledkem snahy vytvořit úzkou vazbu modelováním a tvorbou výkresové dokumentace je **Parametrické modelování**. V současné době neexistuje progresivnější a produktivnější metoda počítačové konstrukce a navrhování. Pro podnik či firmu, která má **vlastní vývoj** nových produktů, je tento směr tím nejefektivnějším. Na jednoduchém příkladu si vysvětlíme podstatu parametrického modelování. [1]



Obr. 62. Model součásti vytvořeným pomocí parametrického modelování. [1]

Konstruktor, návrhář začíná tvorbou nového výrobku od prostorového modelu. Model je vytvořen obdobnými technikami jako u klasického modelování, často bez ohledu na přesné rozměry. Jednotlivým rozměrům jsou přiřazeny rozměry (kóty), které nazýváme **parametry**.

U takto vytvořeného modelu nejsou rozměry a další charakteristiky určeny konkrétními hodnotami, ale pomocí proměnných, výrazů a rovnic, které spolu vzájemně souvisí. Po dosažení několika základních konkrétních hodnot dojde k výpočtu skutečných rozměrů produktu.

Dalším krokem při tvorbě parametrického modelu je vytvoření vzájemných vazeb jednotlivých ploch, případně těles. Vazby definují geometrické parametry, např. vzájemnou rovnoběžnost, kolmost, soustřednost jednotlivých ploch a těles.

Po návrhu parametrického modelu můžeme zadat počítači příkaz k vytvoření jednotlivých výkresových pohledů, řezů a detailů. Výsledkem je výkres, který se po doplnění kót, nejsou-li odvozeny z parametrů, formátu a dalších drobných náležitostí, stává plnohodnotnou výkresovou dokumentací.

Zde ovšem ještě možnosti parametrického modelování nekončí. Je možné kdykoliv se vrátit k původnímu modelu a provést jeho modifikaci. Veškeré změny se automaticky promítají do předem vytvořených pohledů, které tvoří výkresovou dokumentaci.

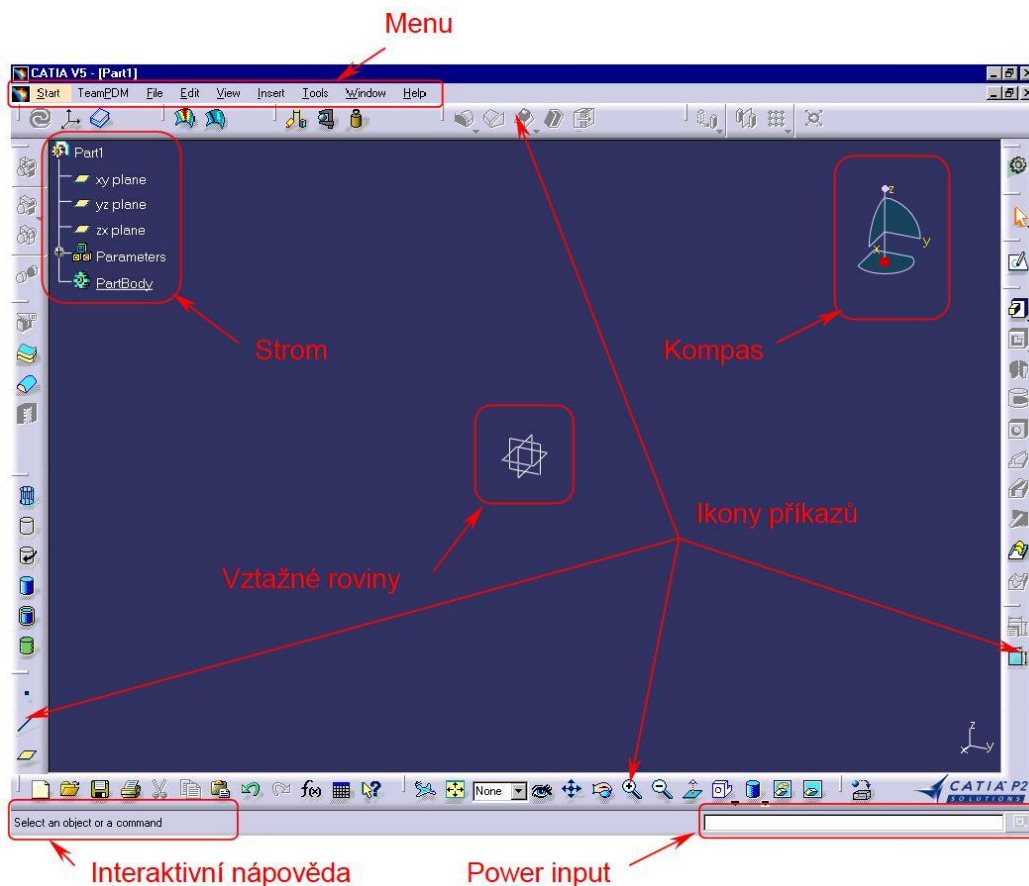
Konstruktér se stává opravdovým návrhářem, který se již tolik nemusí zabývat náležitostmi výkresové dokumentace. Veškeré modifikace jsou relativně snadné, soustředí se pouze na úpravu parametrů a geometrické charakteristiky modelu. Ostatní, od regenerace tvaru součástí, vazeb až po opravu výkresové dokumentace, zajistí počítač.

Závěrem uvedme již jen to, že parametrické modelování je výrobci aplikací CA vylepšováno a doplňováno o nové funkce a jejich základní funkčnost může být ukryta za jinými názvy systému modelování. Ovšem základní princip náčrtu určeno parametrickými kótami a geometrickými nebo vzájemnými (adaptivními) vazbami zůstává zachován. [1]

5 TVORBA 3D MODELŮ POMOCÍ PROGRAMU CATIA

Program CATIA nám umožňuje tvorbu trojrozměrných modelů, který nám slouží pro lepší představu konečné podoby dílce, zrychlují konstrukci výkresu, umožňují lepší názornost při tvorbě řezů a průřezů, umožňují snadné změny a opravy modelu.

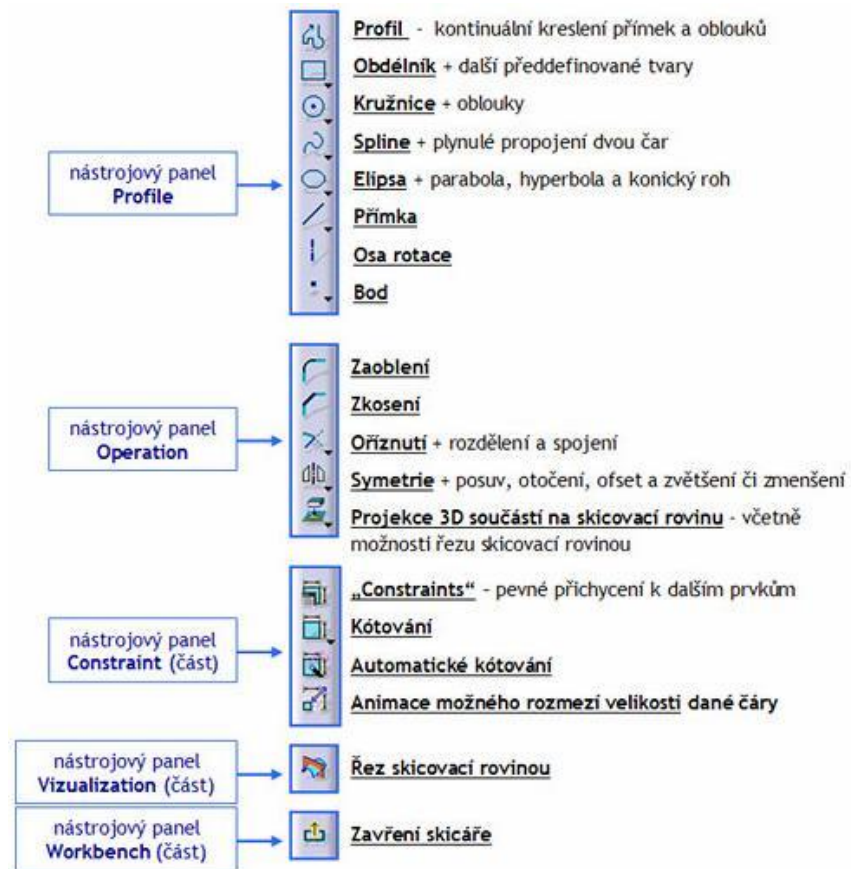
5.1 Pracovní prostředí aplikace CATIA



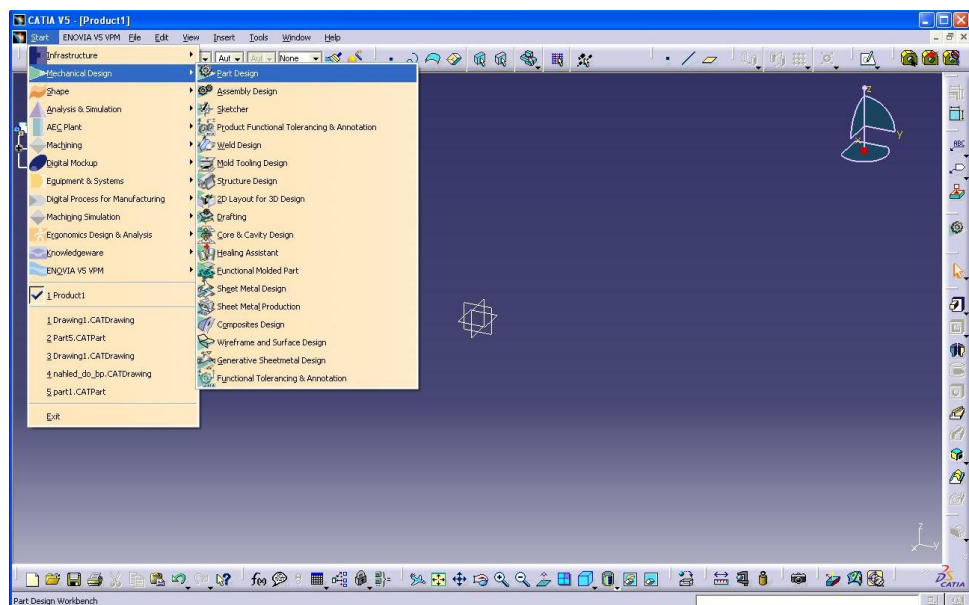
Obr. 63. Základní vzhled pracovního prostředí CATIA V5.

CATIA V5 je koncipována jako modulární systém, který obsahuje celou řadu samostatných nástrojů pro řešení jednotlivých inženýrských problémů. Podle úrovně licence lze pak tyto nástroje využívat při práci. Mezi jednotlivými pracovními plochami (moduly) lze jednoduše v průběhu řešeného problému přecházet.

5.2 Vytvoření skici



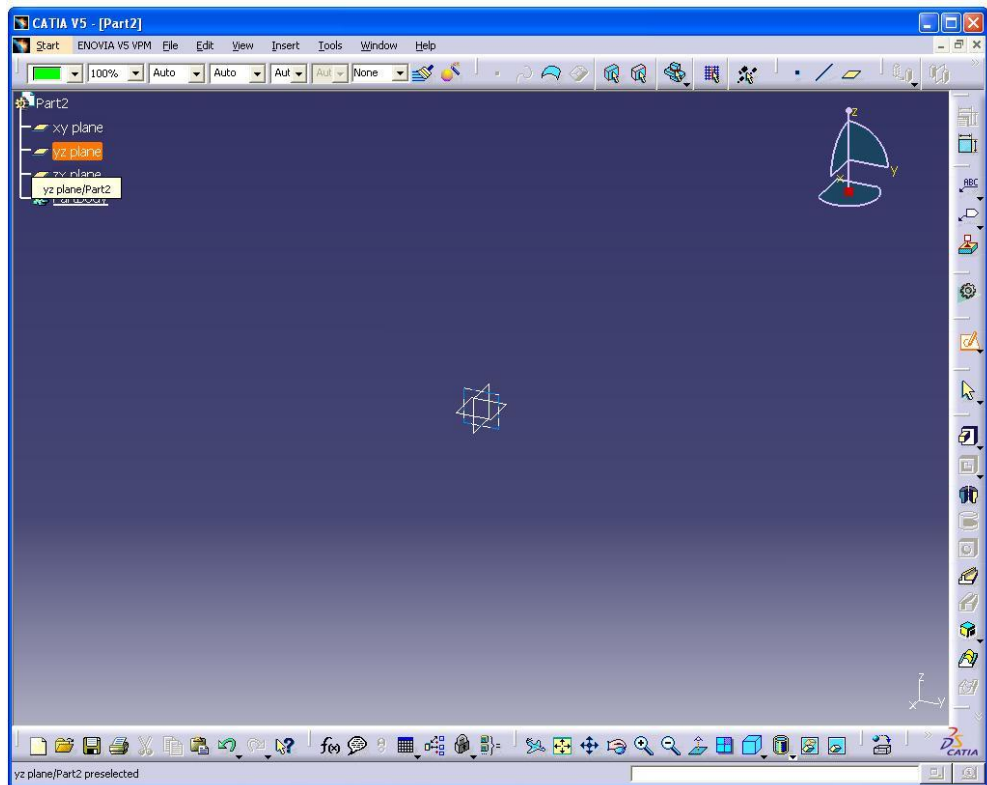
Obr. 64. Nástroje pro vytvoření skici.



Obr. 65. Start skicáře.

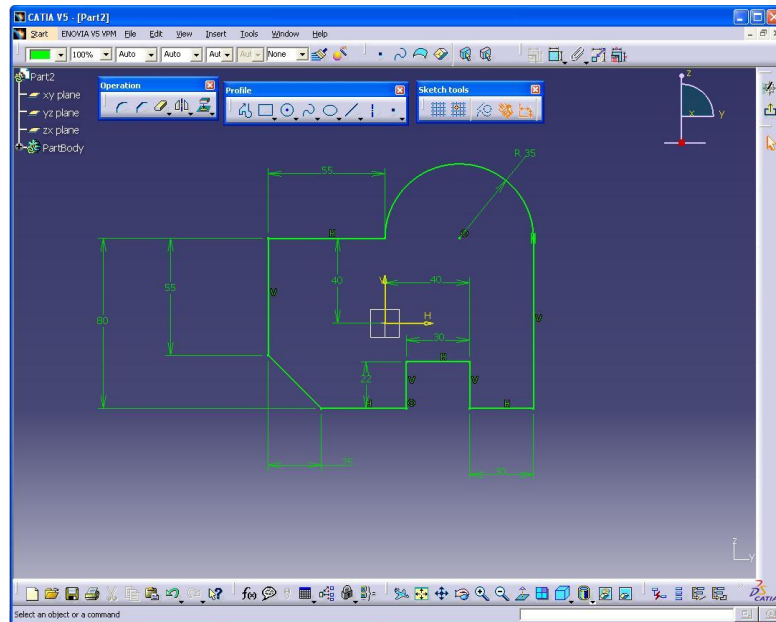
Po startu skicáře je možné geometrii náčrtu kreslit pouze přibližně. Veškerou přesnost dodají náčrtu geometrické vazby a parametrické kóty. Pravidlem pro začínající, které často

využíváme je dokonce zákaz přesného kreslení. Uživatelé jsou často přeškolení z 2D CAD systémů, u kterých byl požadavek přesnosti zcela zásadní. Při tvorbě geometrie skic tomu tak ovšem není. Dalším doporučením je kreslení skic v pohledu kolmém na náčrtovou rovinu. Časem, až získáte nad prostorem přehled a kontrolu můžete náčrty kreslit v libovolné poloze.



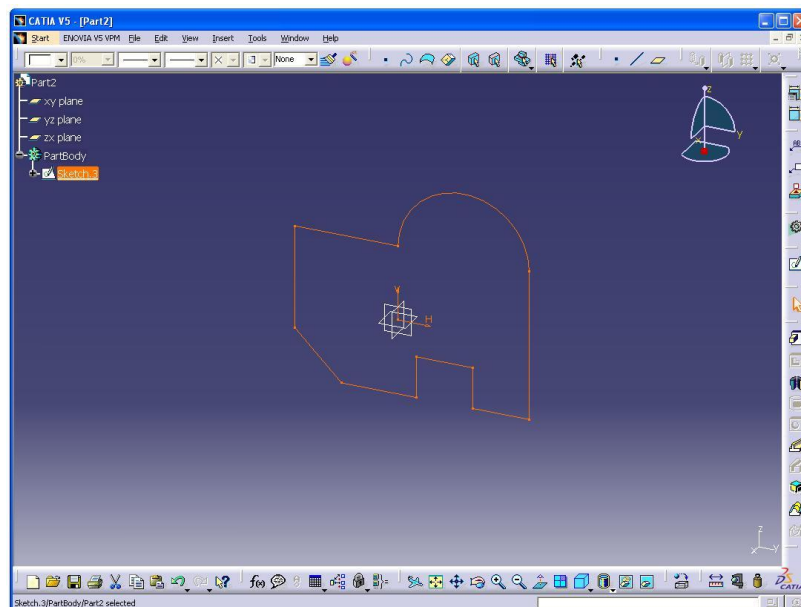
Obr. 66. Inicializace náčrtové roviny.

Postup konstrukce náčrtu není nijak kritický. Obecně se postupuje od vytvoření prvotní, přibližně přesné geometrie, přes její upřesnění pomocí geometrických vazeb a rozměrových kót až po fixaci náčrtu vůči souřadnému systému (poslední dva stupně volnosti náčrtu). Ta se provádí nejčastěji pomocí „přilepení“ dvou hran náčrtu vazbou Coincidence k souřadným osám, případně k existujícím hranám součásti. Můžeme samozřejmě použít i dvě kóty.



Obr. 67. Finální skica.

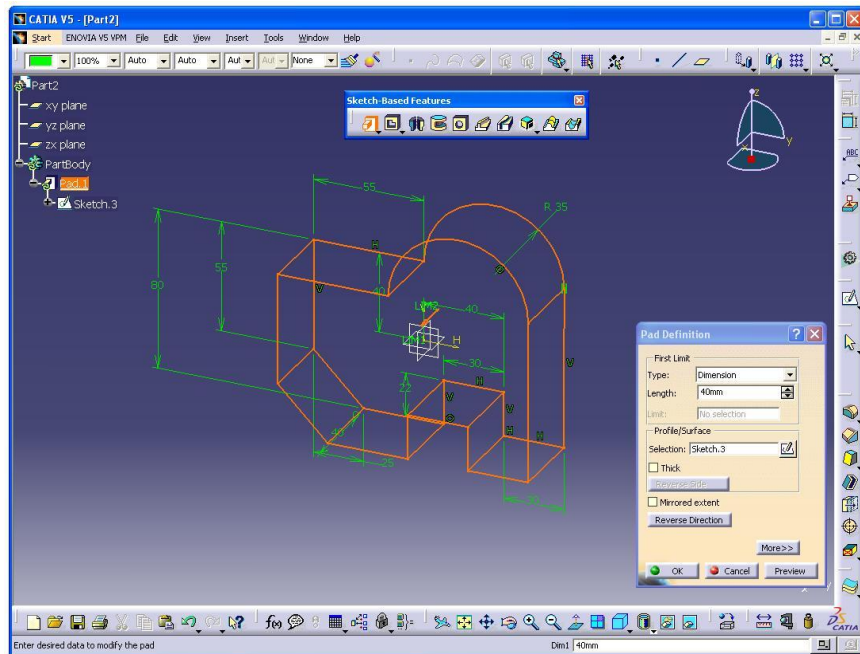
Správně a plně parametrický náčrt by měl standardně v CATII zezelenat. Pokud tomu tak není, může být vypnuta diagnostika, případně máte někde chybu. Pamatujte si, že čím je náčrt jednodušší, tím lépe se u něj vyhledávají chyby. Pro náčrty je také rozhodující jejich uzavřenost. Náčrty uzavřené můžete použít pro vytvoření těles a ploch, ovšem náčrty otevřené můžete využít pouze standartě pro vytvoření ploch.



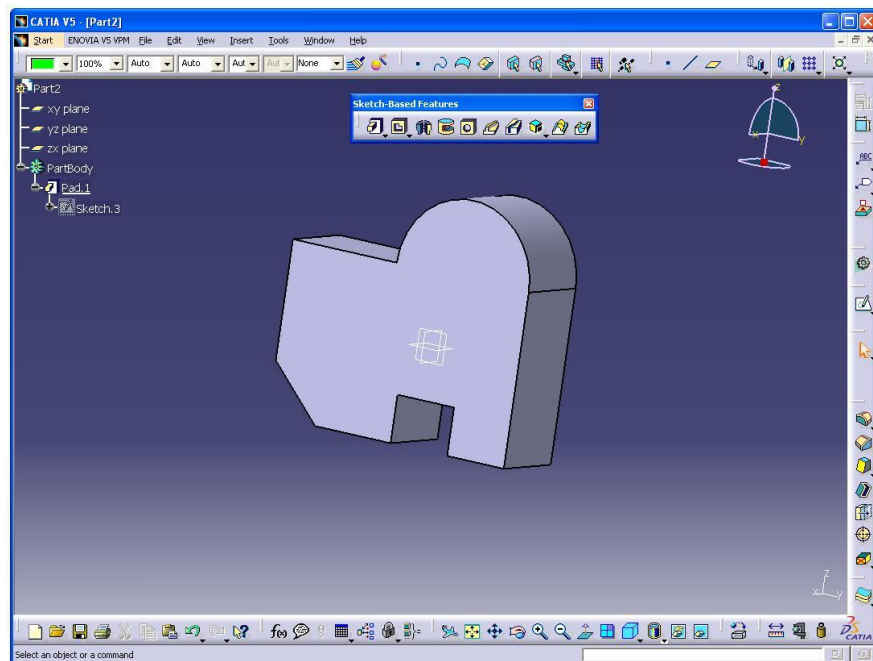
Obr. 68. Skica připravená k dalšímu použití.

5.3 Vytvoření modelu

Pro vytvoření modelu slouží funkce Pad. Najdeme ji v panelu Sketch-Based Features. Funkce Pad slouží k vytažení vybrané kontury (skici) a jejímu přičtení k tělesu. Vytahování kontur je možné nejenom ve směru normálovém ke skicovací rovině, ale i ve vámi definovaném směru.



Obr. 69. Tvorba vysunutého konstrukčního prvku.











Obr. 70. Finální vysunutý prvek.

Obecně lze říci, že konstrukční funkce využívají pro tvorbu konstrukčního prvku (součásti) skic velmi podobně. Základem pro práci je vždy částečně, případně plně parametrický náčrt a ten je využit pro další tvorbu součásti. Funkce jsou obecně schopny využívat pro vytváření konstrukčních prvků jednoho a více náčrtů.



Obr. 71. Panel Sketch-Based Features.

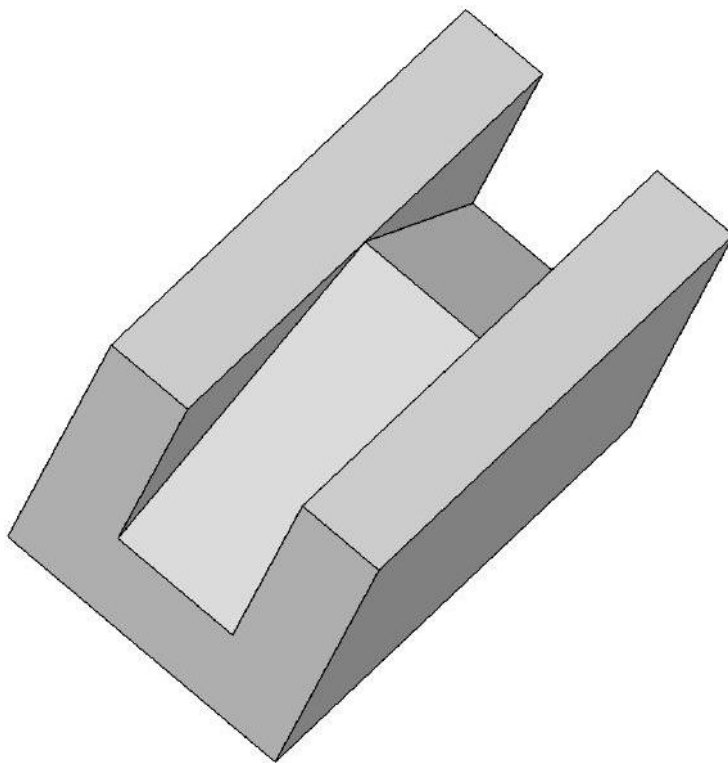
V tomto panelu naleznete funkce pro vytváření základních těles, které mají jako základ skicu (nebo jinou 2D geometrii). Výsledný objem vzniká vytažením této geometrie v nějakém směru, tažením po křivce nebo rotací kolem osy. Tělesa lze vytvářet jako kladný, nebo záporný objem, ke každé kladné funkci existuje její záporná alternativa.

-  Pad – Vytažení ze skici.
-  Pocked – Vytváří kapsu, neboli díru do modelu (výřez).
-  Shaft – Orotuje vybraný profil (plochu) podle osy.
-  Grove – Kruhová drážka, resp. Záporná verze **Shaft**.
-  Hole – Umožňuje vytvořit díru včetně různých závitů a zahloubení.
-  Rib – Profil tažený po křivce (vytvoří těleso tažením libovolného profilu po křivce).
-  Slot – Profilová drážka tažená po křivce. Záporná verze Ribu.
-  Solid Combine – Těleso vzniklé kombinací křivek.

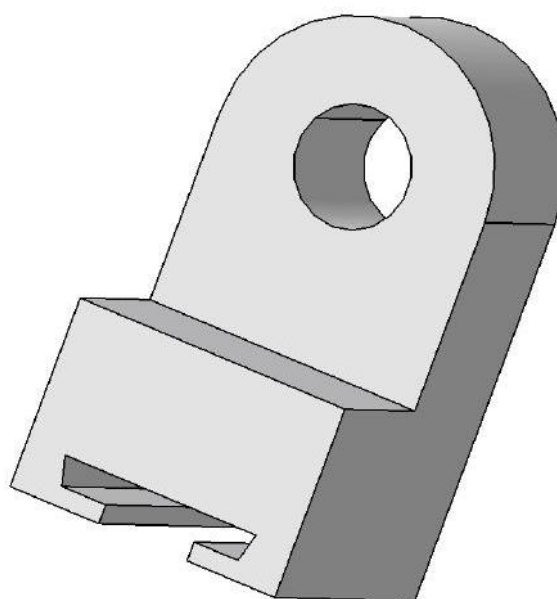
6 PRAVOÚHLÉ PROMÍTÁNÍ

Pro první část praktické části bakalářské práce byly vytvořeny modely pro pravoúhlé promítání. Pravoúhlé promítání je nejrozšířenějším způsobem zobrazování ve strojnickém kreslení, a proto je pro studenty velmi důležité.

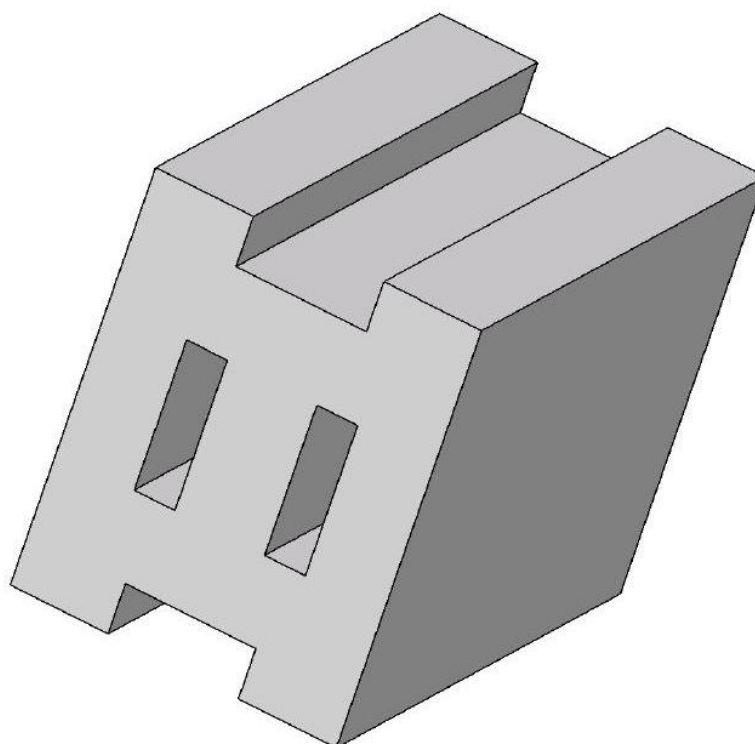
V této kapitole byly vytvořeny 3D modely jednotlivých dílů. Bylo vytvořeno celkem 12 modelů vymodelovaných v softwaru CATIE V5. Studenti mají k modelům přístup na stránkách Ústavu výrobního inženýrství, kde si je můžou názorně prohlédnout a dále s nimi pracovat.



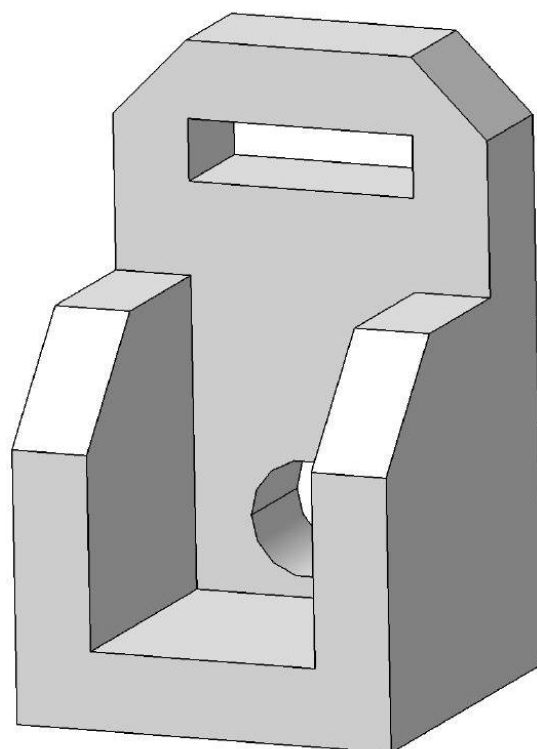
Obr. 72. Promítání - Model 1.



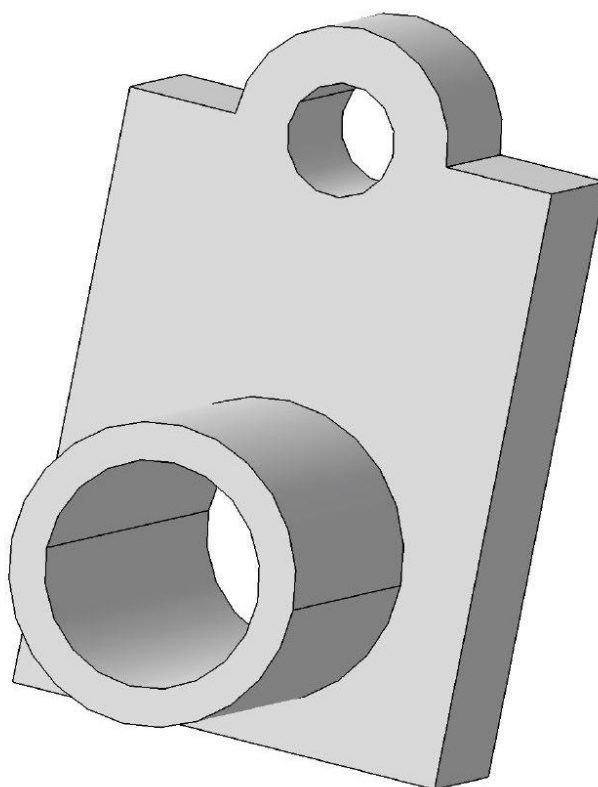
Obr. 73. Promítání - Model 2.



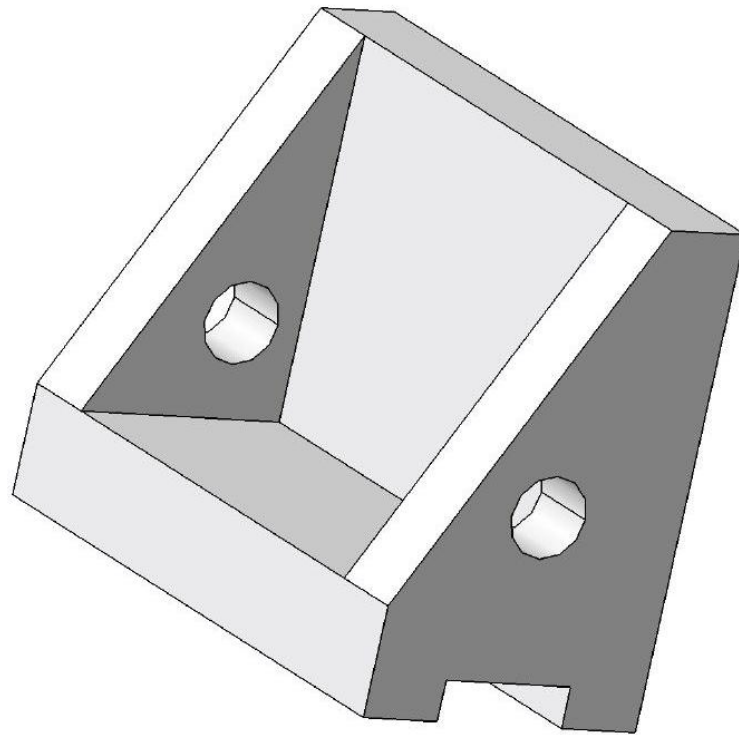
Obr. 74. Promítání - Model 3.



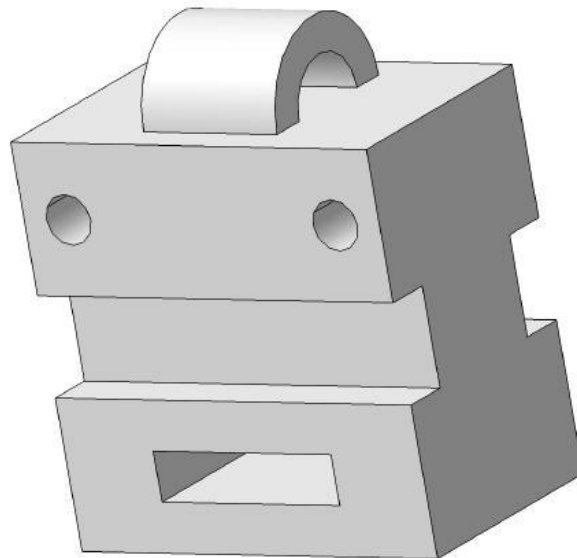
Obr. 75. Promítání - Model 4.



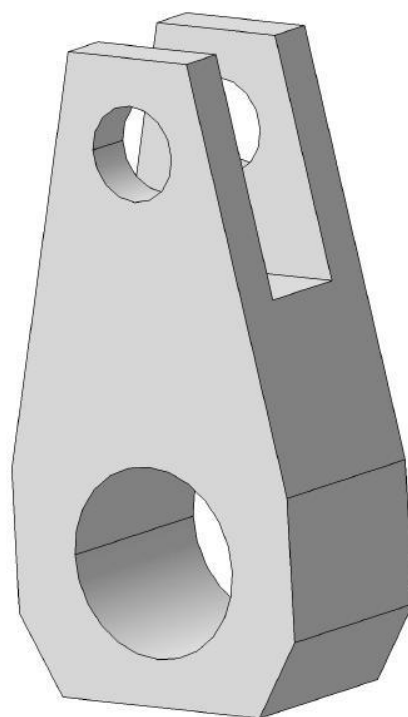
Obr. 76. Promítání - Model 5.



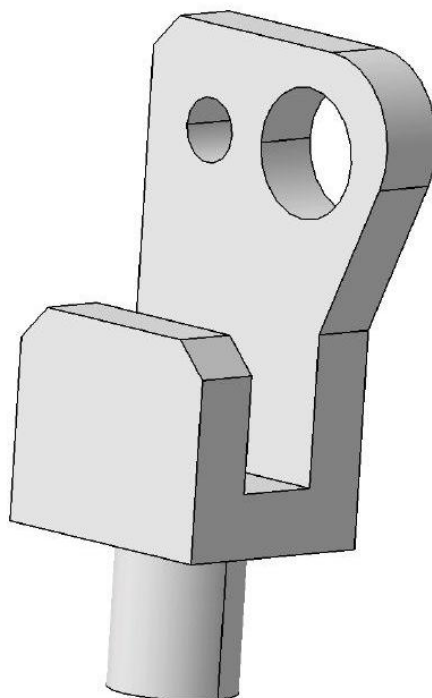
Obr. 77. Promítání - Model 6.



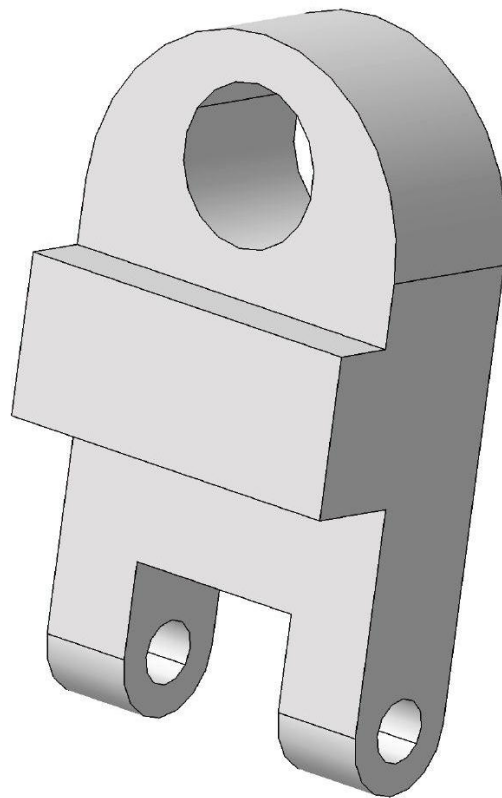
Obr. 78. Promítání - Model 7.



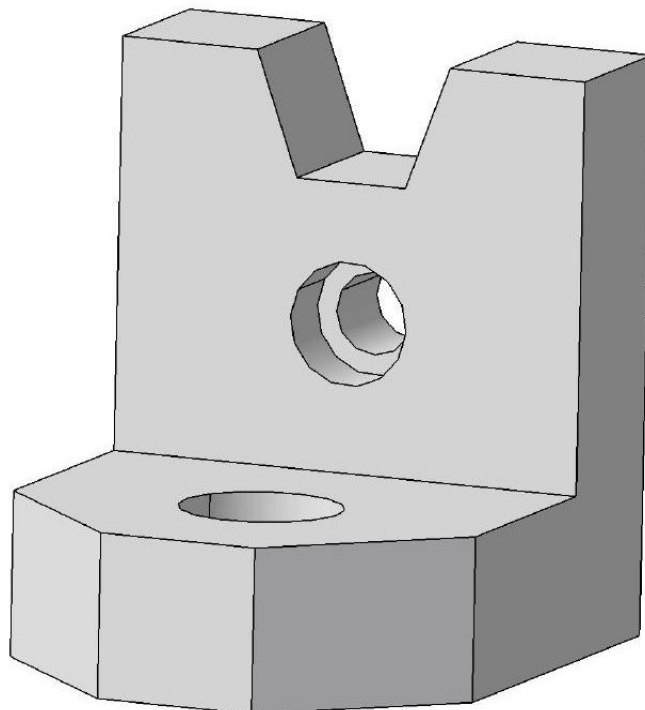
Obr. 79. Promítání - Model 8.



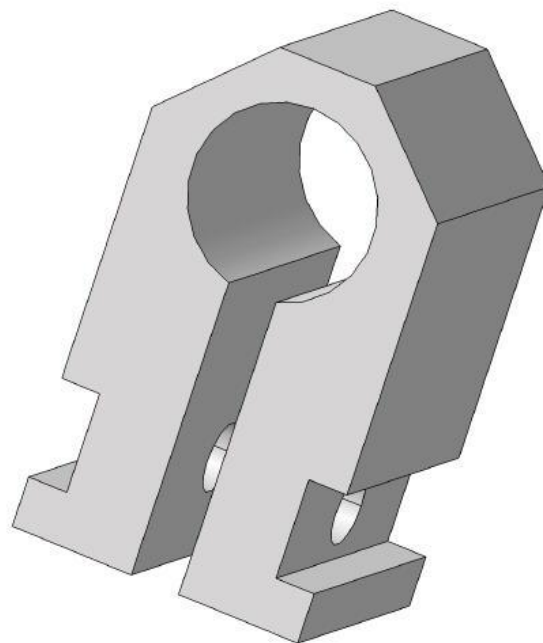
Obr. 80. Promítání - Model 9.



Obr. 81. Promítání - Model 10.



Obr. 82. Promítání - Model 11.



Obr. 83. Promítání - Model 12.

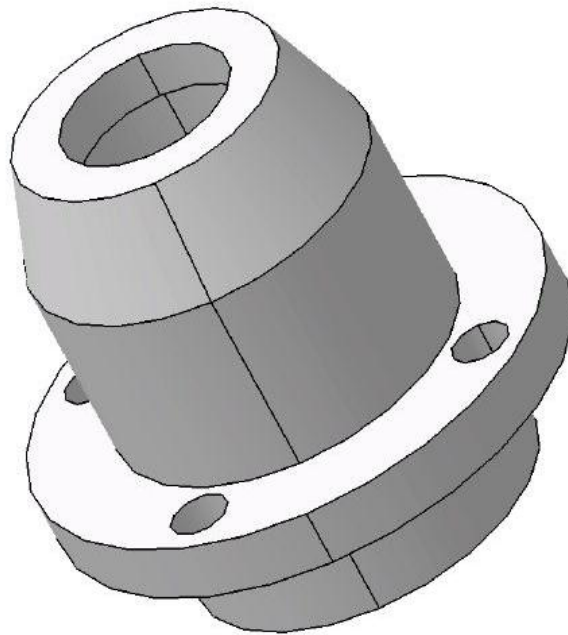
7 ŘEZY A PRŮŘEZY

Řezy a průřezy zvyšují názornost obrazu, usnadňují kótování vnitřních dutin součástí a často ušetří kreslení dalších průmětů.

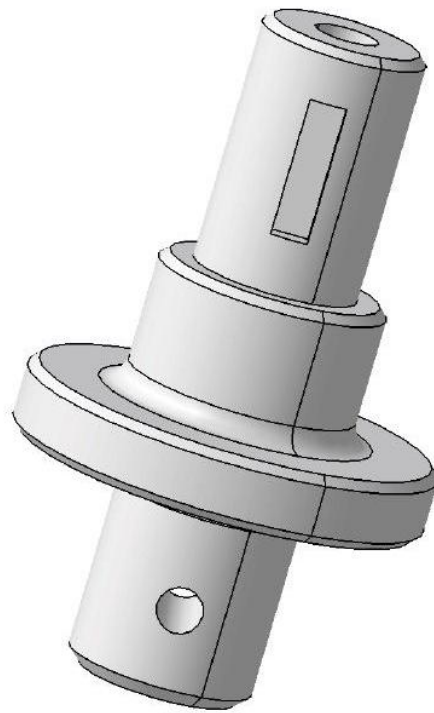
Dalším úkolem praktické části bakalářské práce bylo zapotřebí vytvořit modely pro studenty k názornému pojetí co vlastně řez a průřez znamená. K tomu slouží vytvořené modely v programu CATIA V5.

7.1 Řezy rotačních součástí

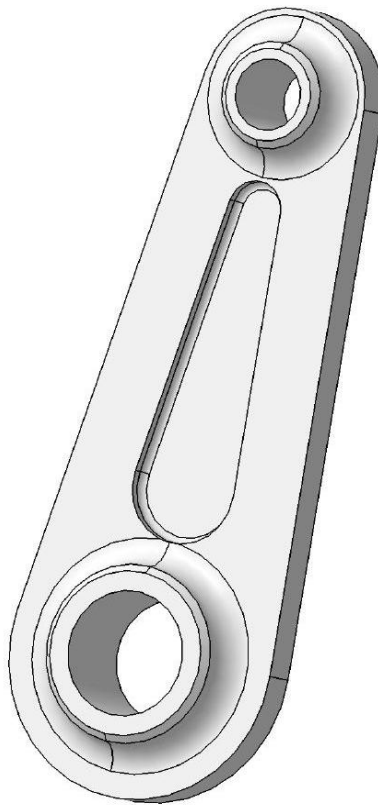
Jako první zde byly zařazeny řezy a průřezy rotačních součástí. I zde bylo vytvořeno celkem 12 modelů, které byly následně vloženy na stránky Ústavu výrobního inženýrství, kde studenti dále mohou s modely pracovat.



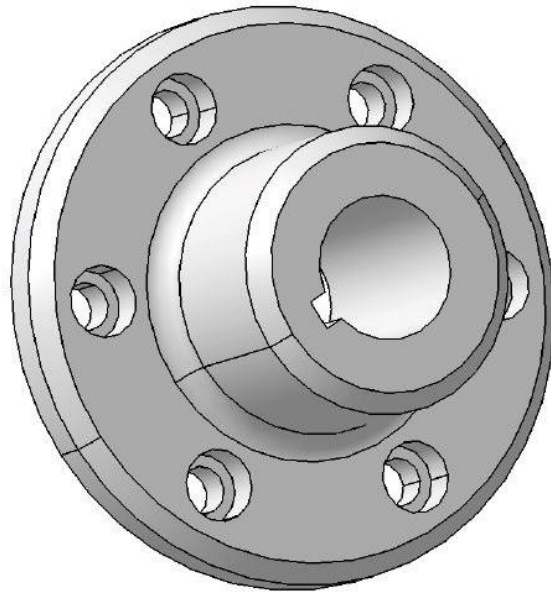
Obr. 84. Řezy - Model 1.



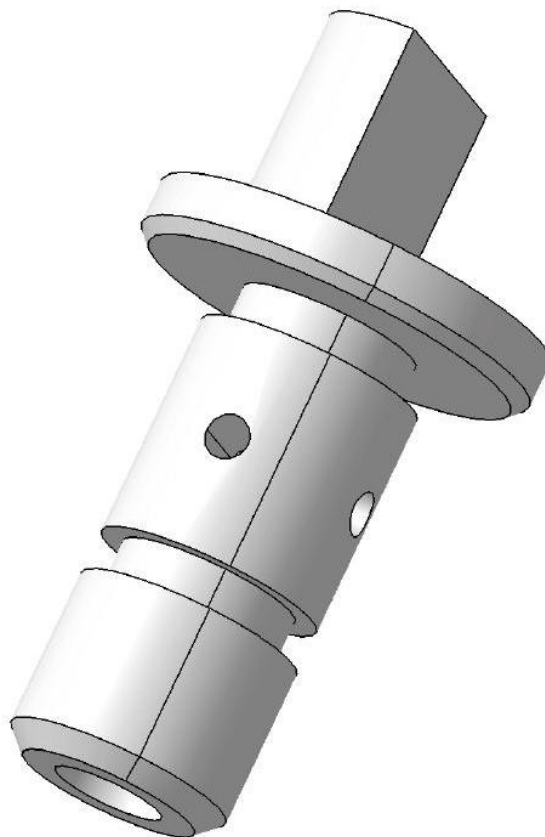
Obr. 85. Řezy - Model 2.



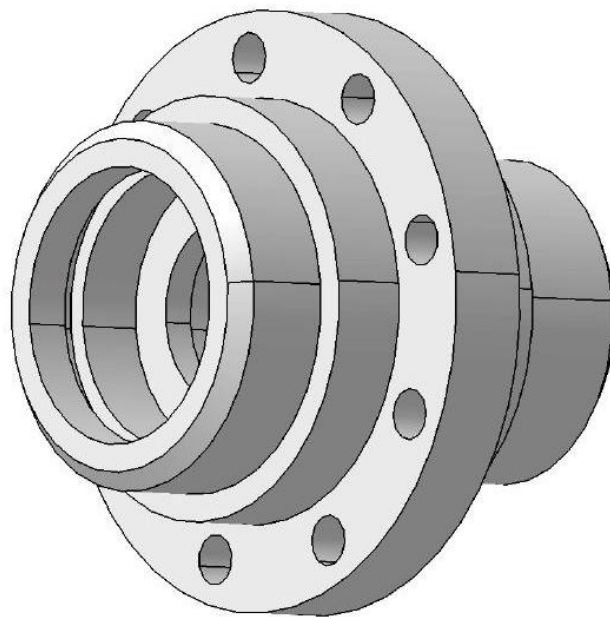
Obr. 86. Řezy - Model 3.



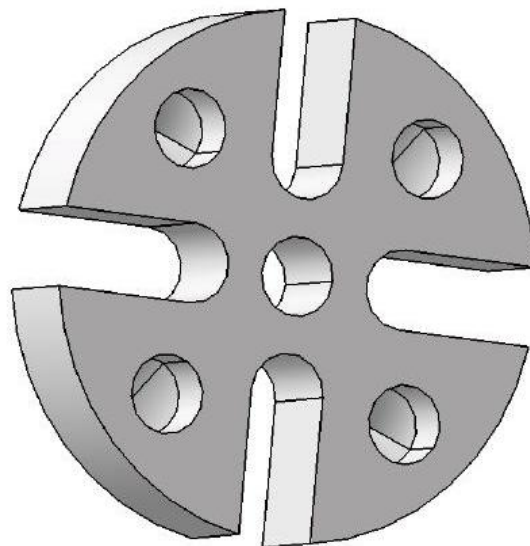
Obr. 87. Řezy - Model 4.



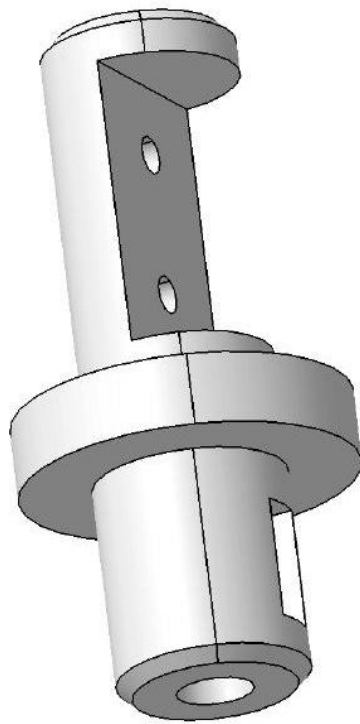
Obr. 88. Řezy - Model 5.



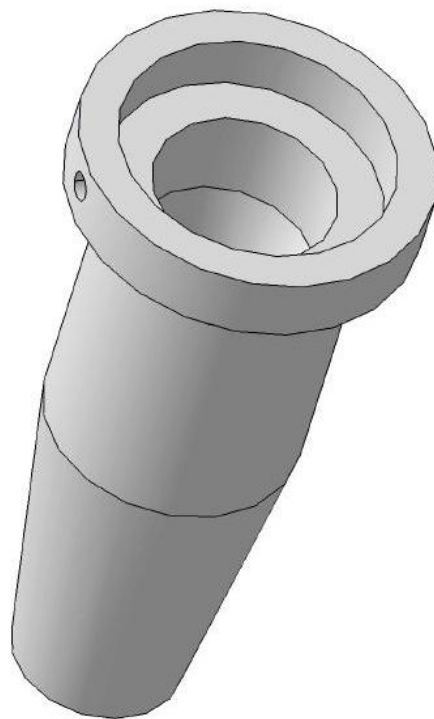
Obr. 89. Řezy - Model 6.



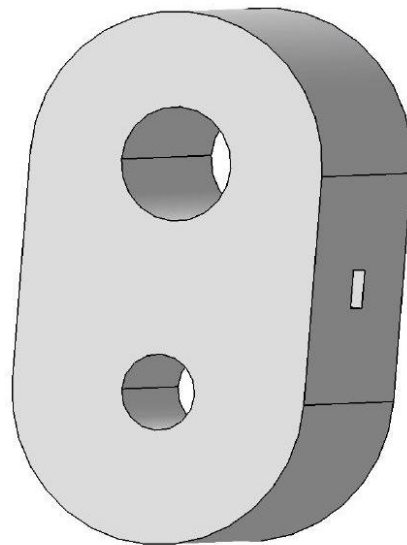
Obr. 90. Řezy - Model 7.



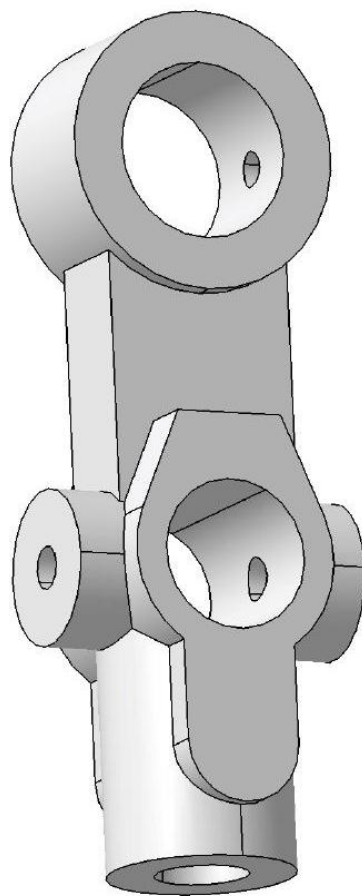
Obr. 91. Řezy - Model 8.



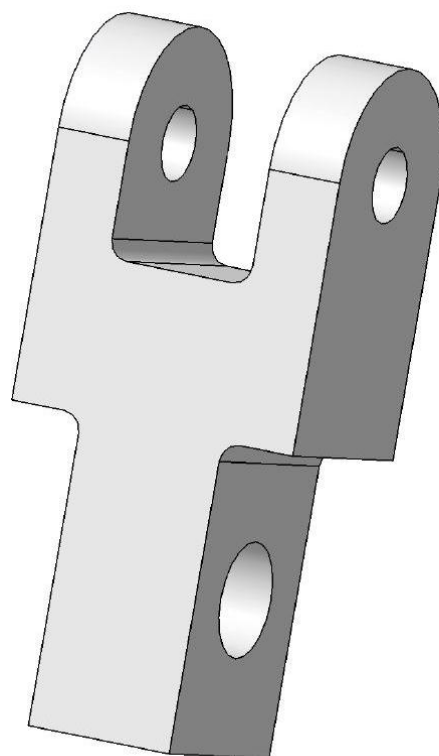
Obr. 92. Řezy - Model 9.



Obr. 93. Řezy - Model 10.



Obr. 94. Řezy - Model 11.



Obr. 95. Řezy - Model 12.

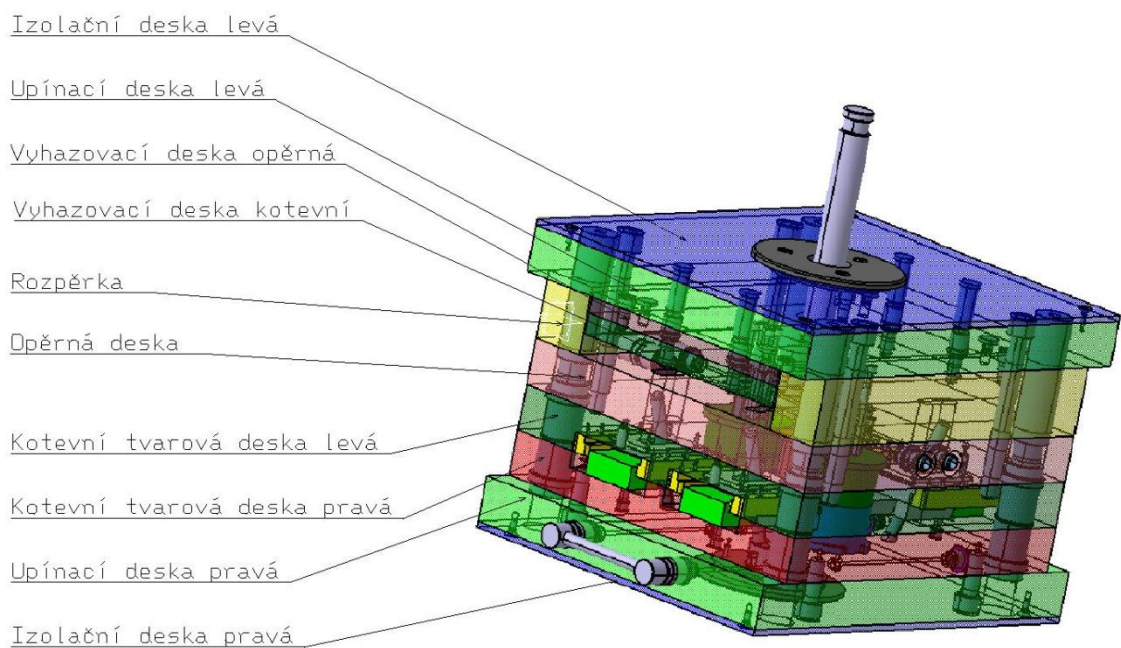
7.2 Řezy desek forem

7.2.1 Vstřikovací forma

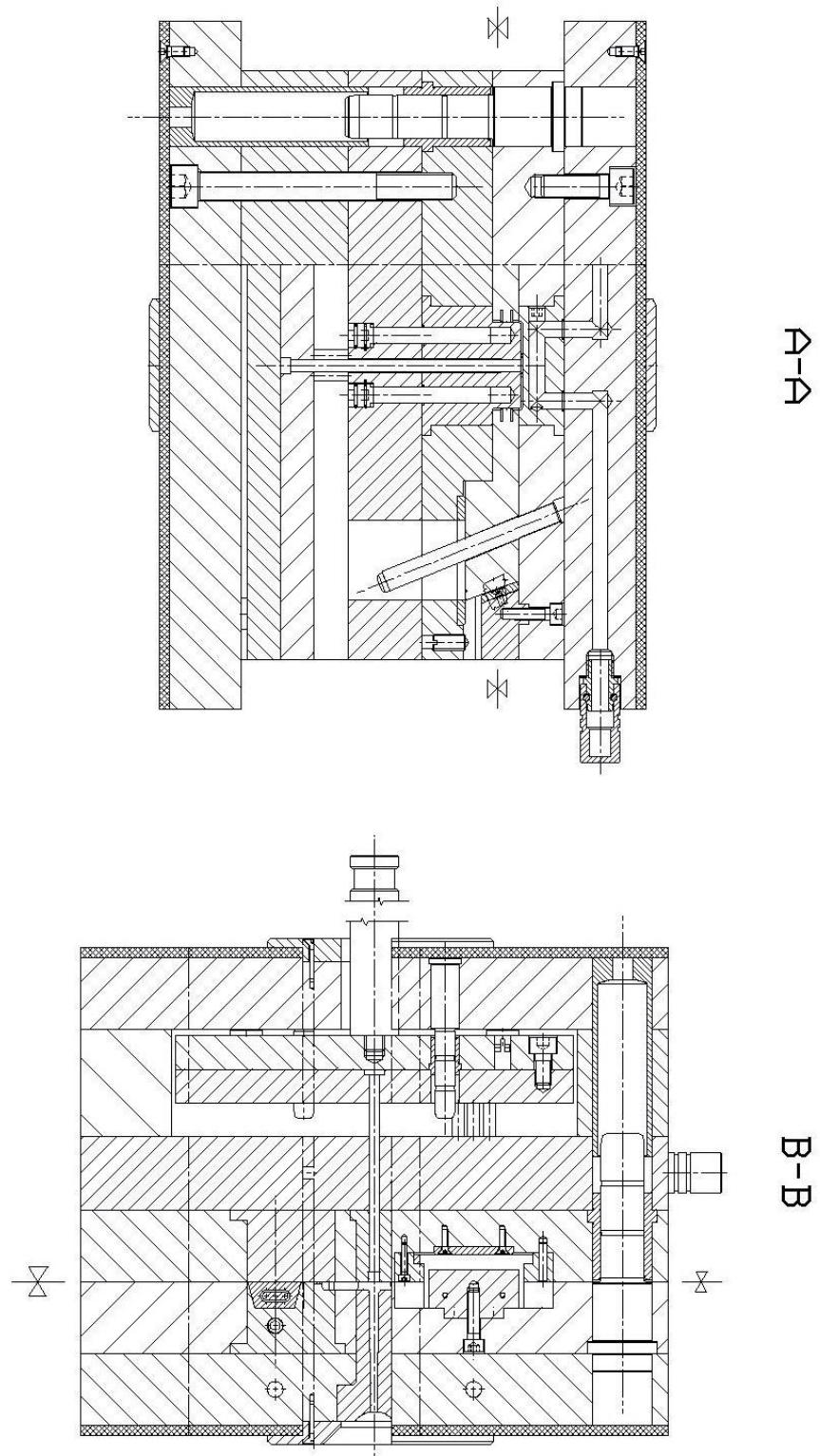
V dnešní době patří plasty mezi hlavní konstrukční materiály a to zejména díky jejich vlastnostem a vysoké úrovni technologii zpracování.

Tato technologie se provádí na vstřikovacích strojích, jejichž nástrojem je vstřikovací forma. Ta dává tavenině plastu výsledný tvar, rozměry a vzhled.

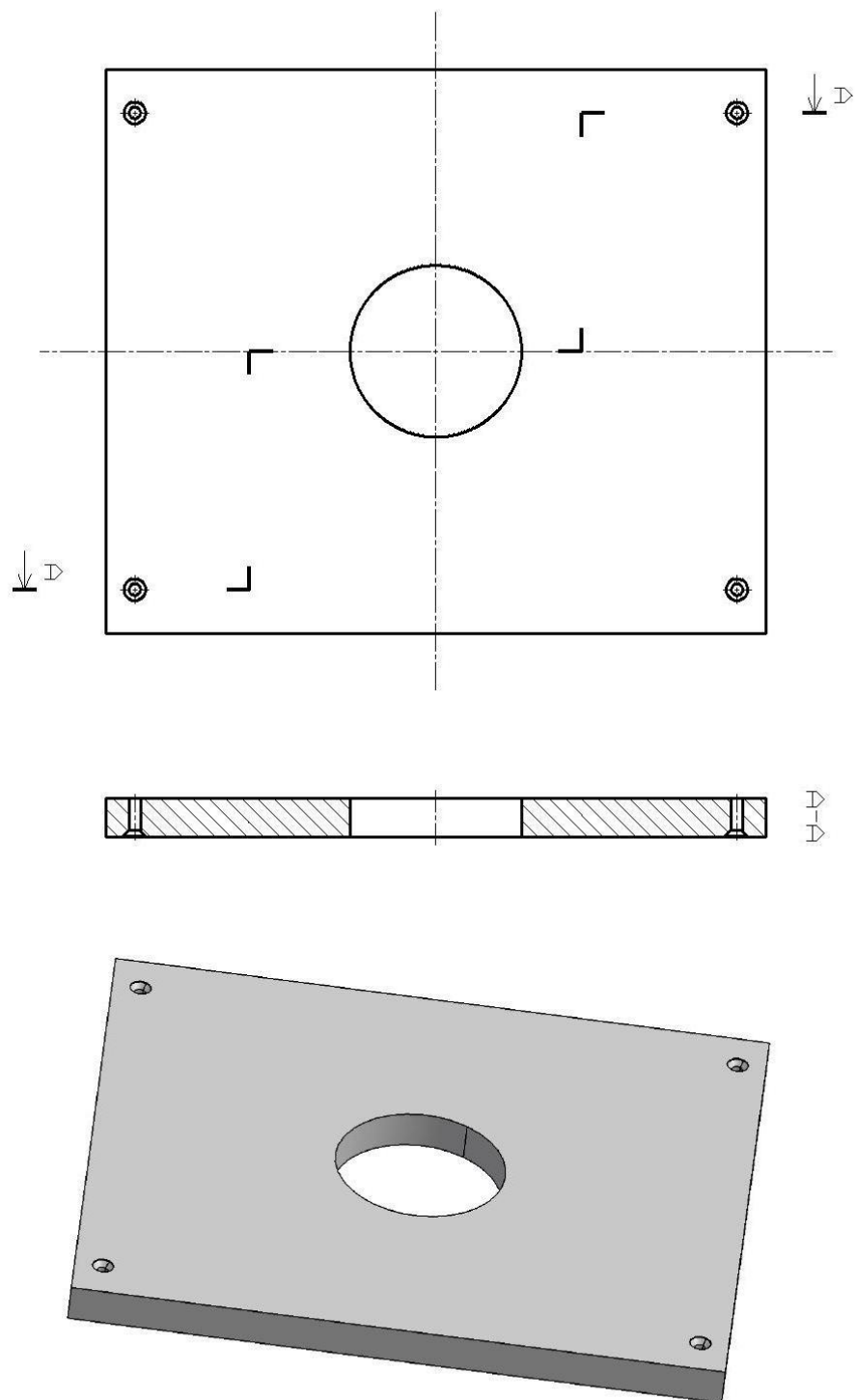
V této kapitole byla vytvořena forma (obr. 96.). Desky z této formy budou použity jako učební materiál. Studenti tak mohou vidět již v prvním ročníku, čemu se budou věnovat v ročnících následujících.



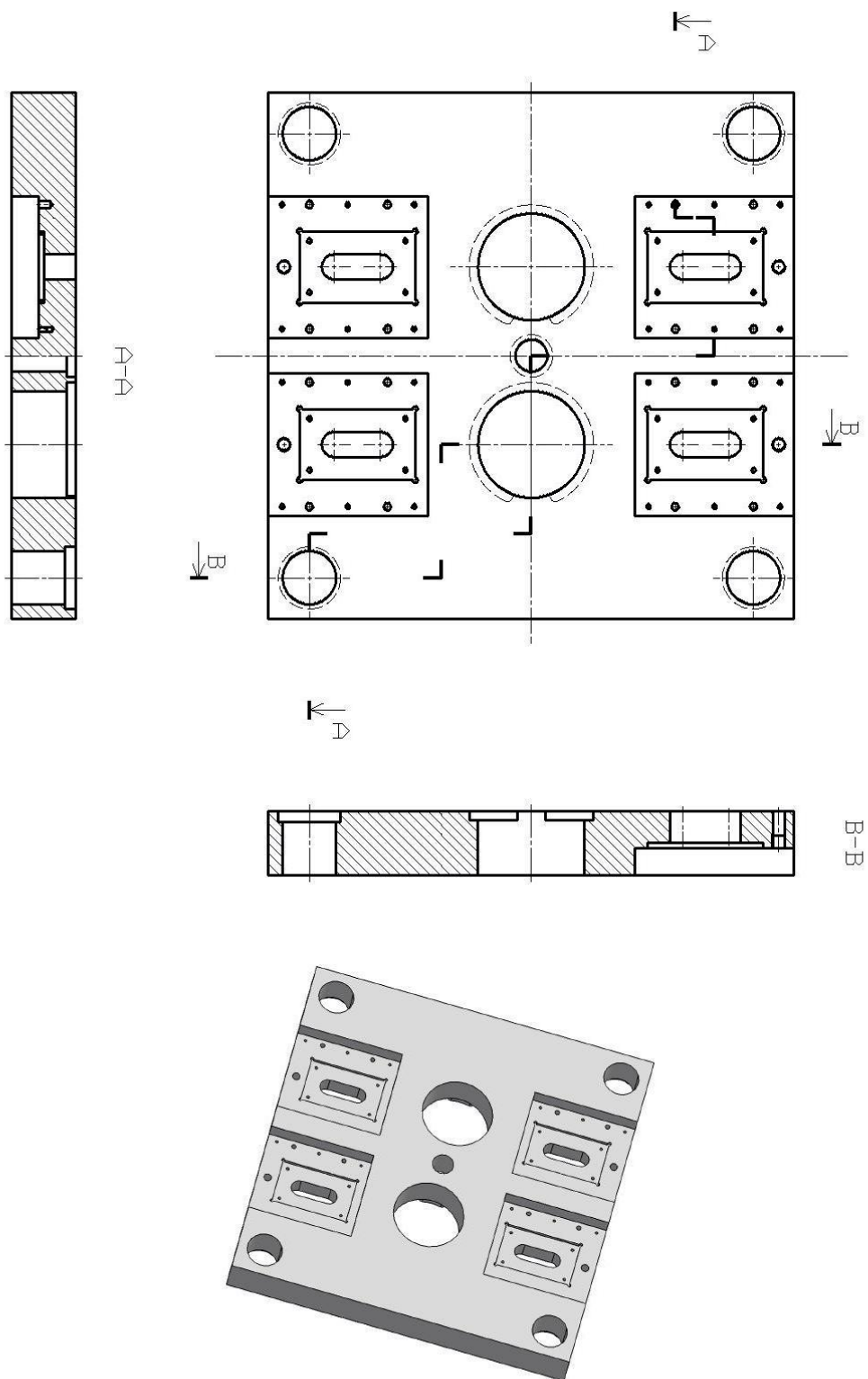
Obr. 96. Vstřikovací forma.



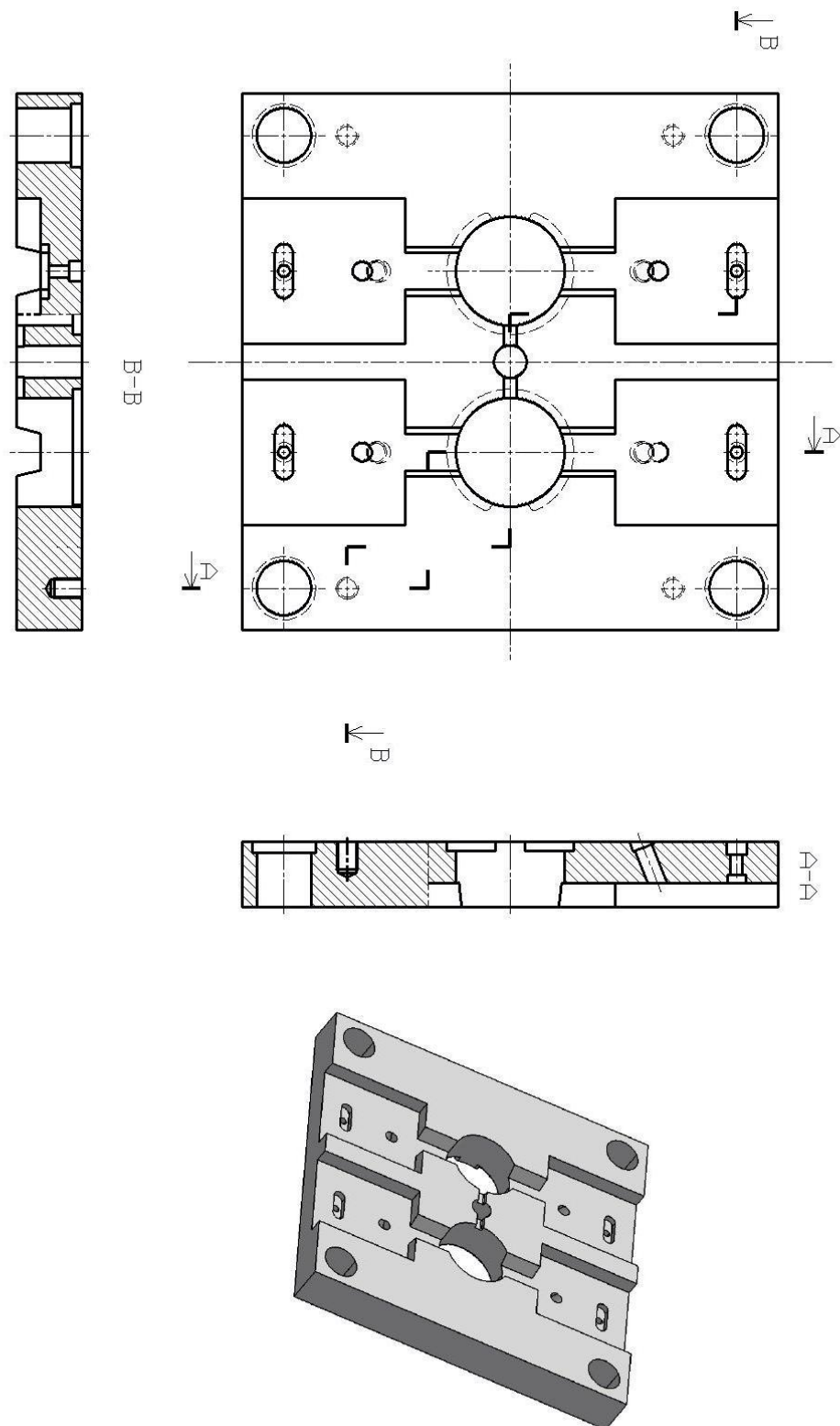
Obr. 97. Řez vstřikovací formou.



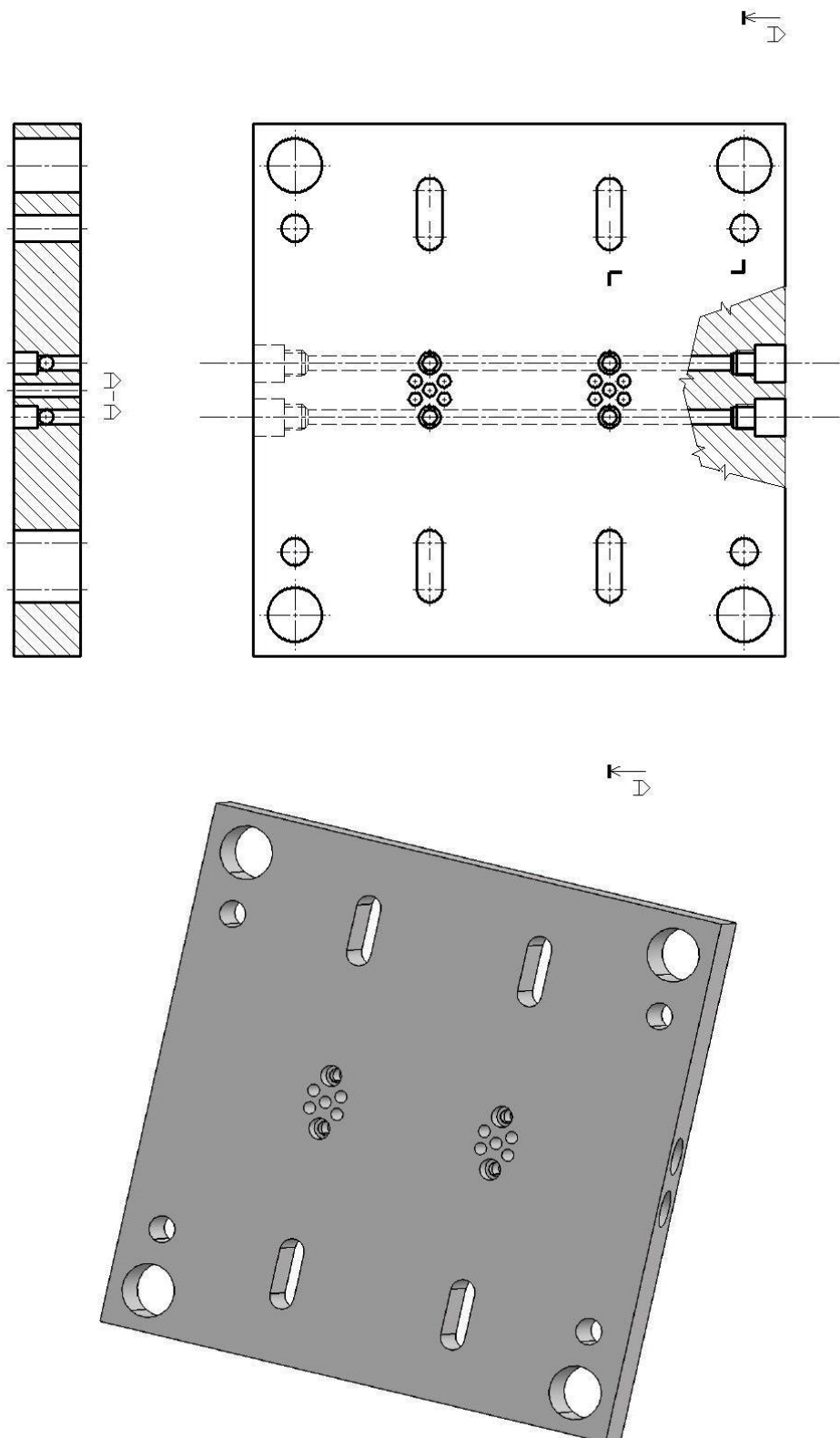
Obr. 98. Izolační deska levá a pravá.



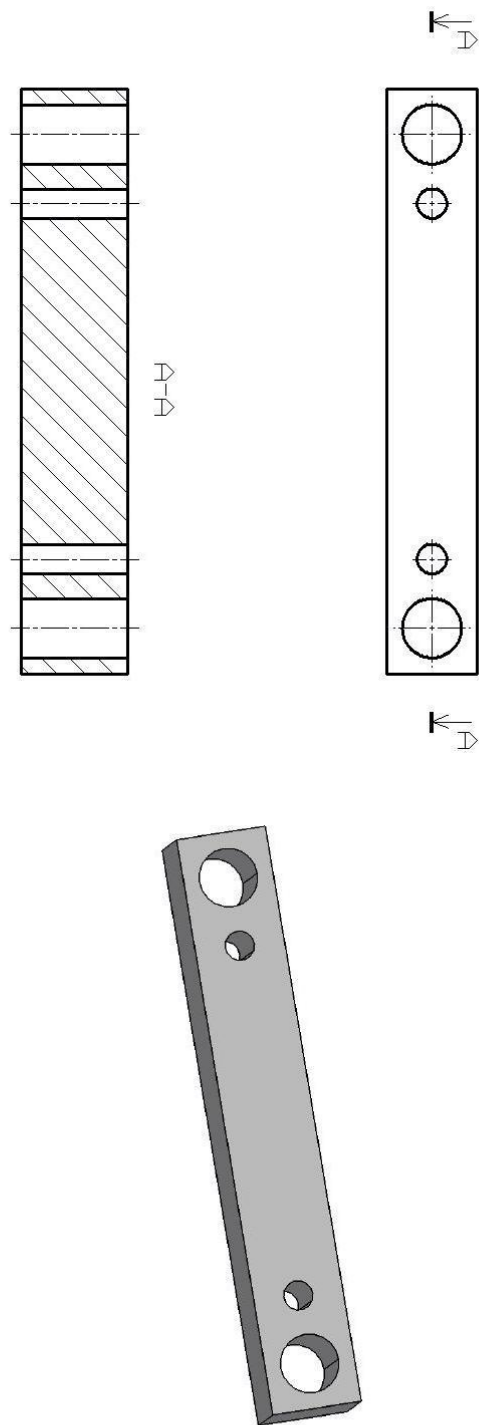
Obr. 99. Kotevní tvarová deska levá.



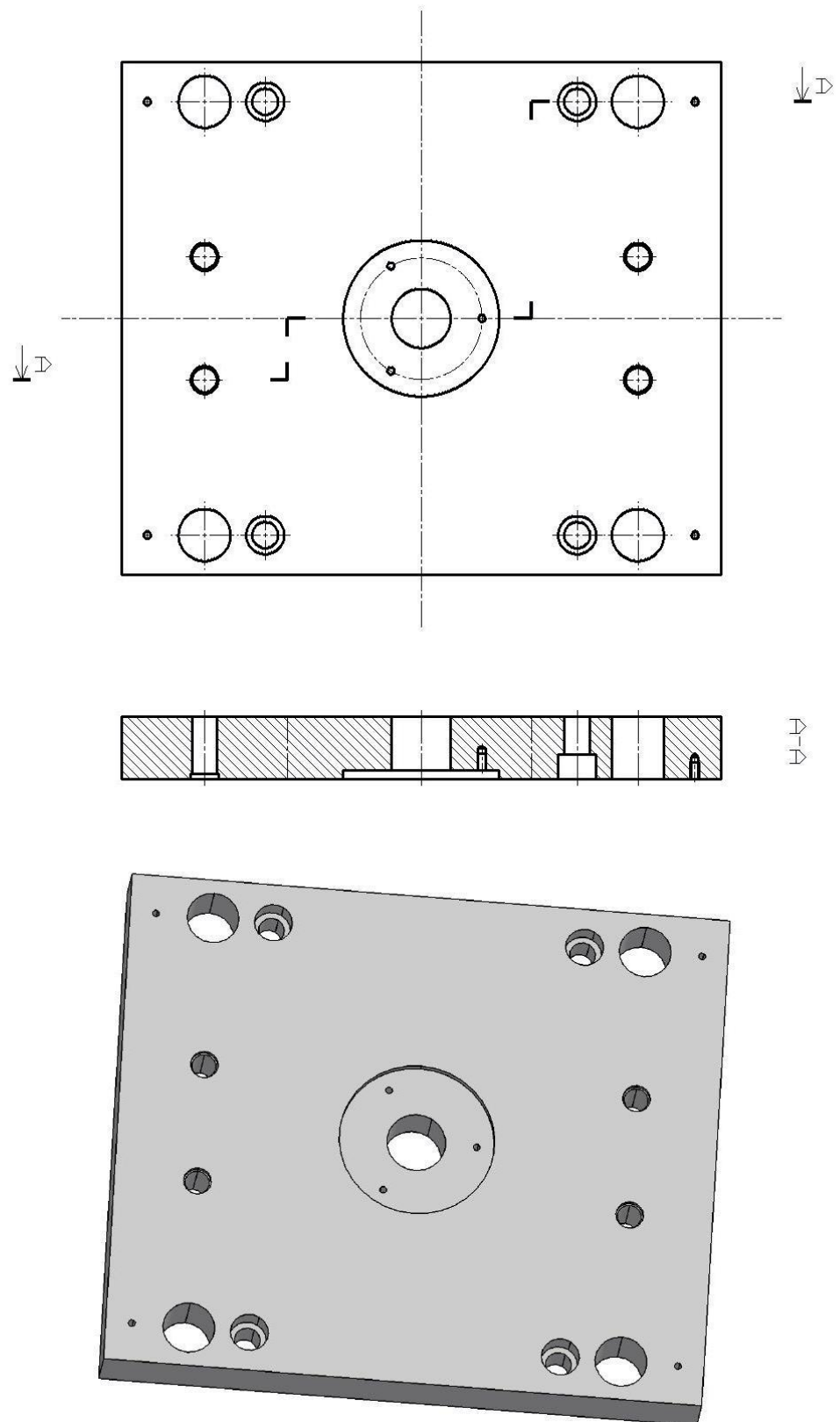
Obr. 100. Kotevní tvarová deska pravá.



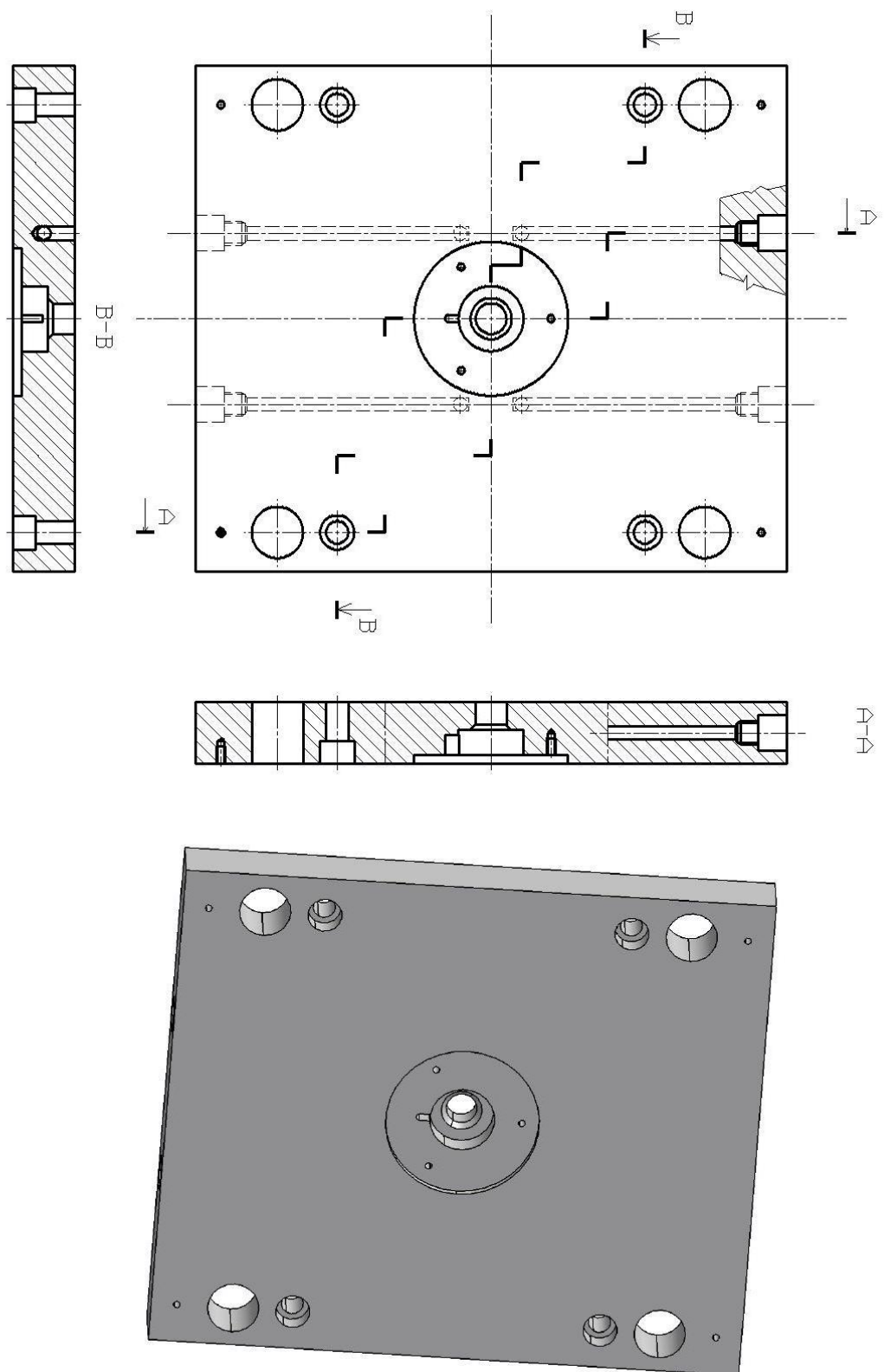
Obr. 101. Opěrná deska.



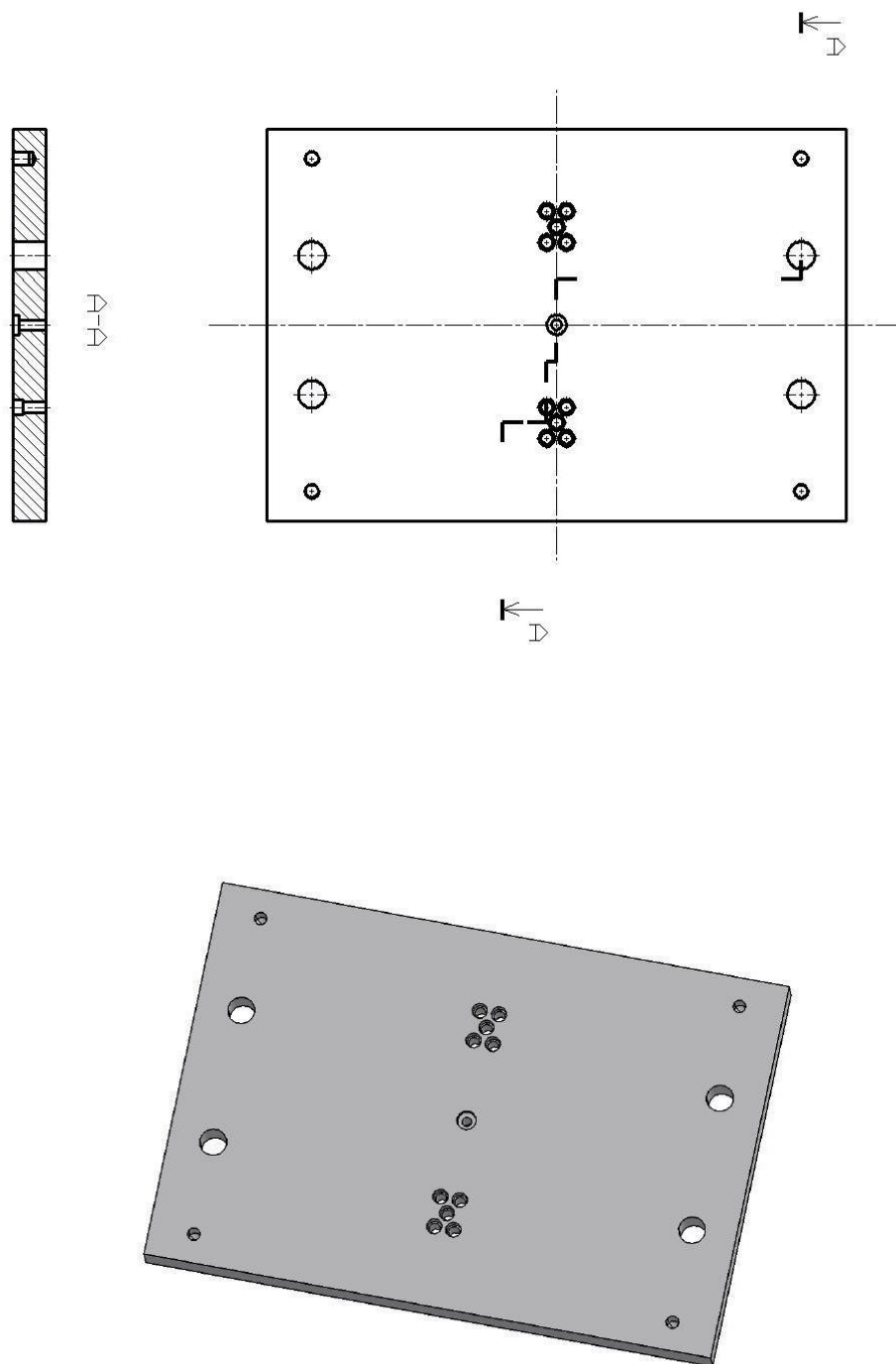
Obr. 102. Rozpěrka.



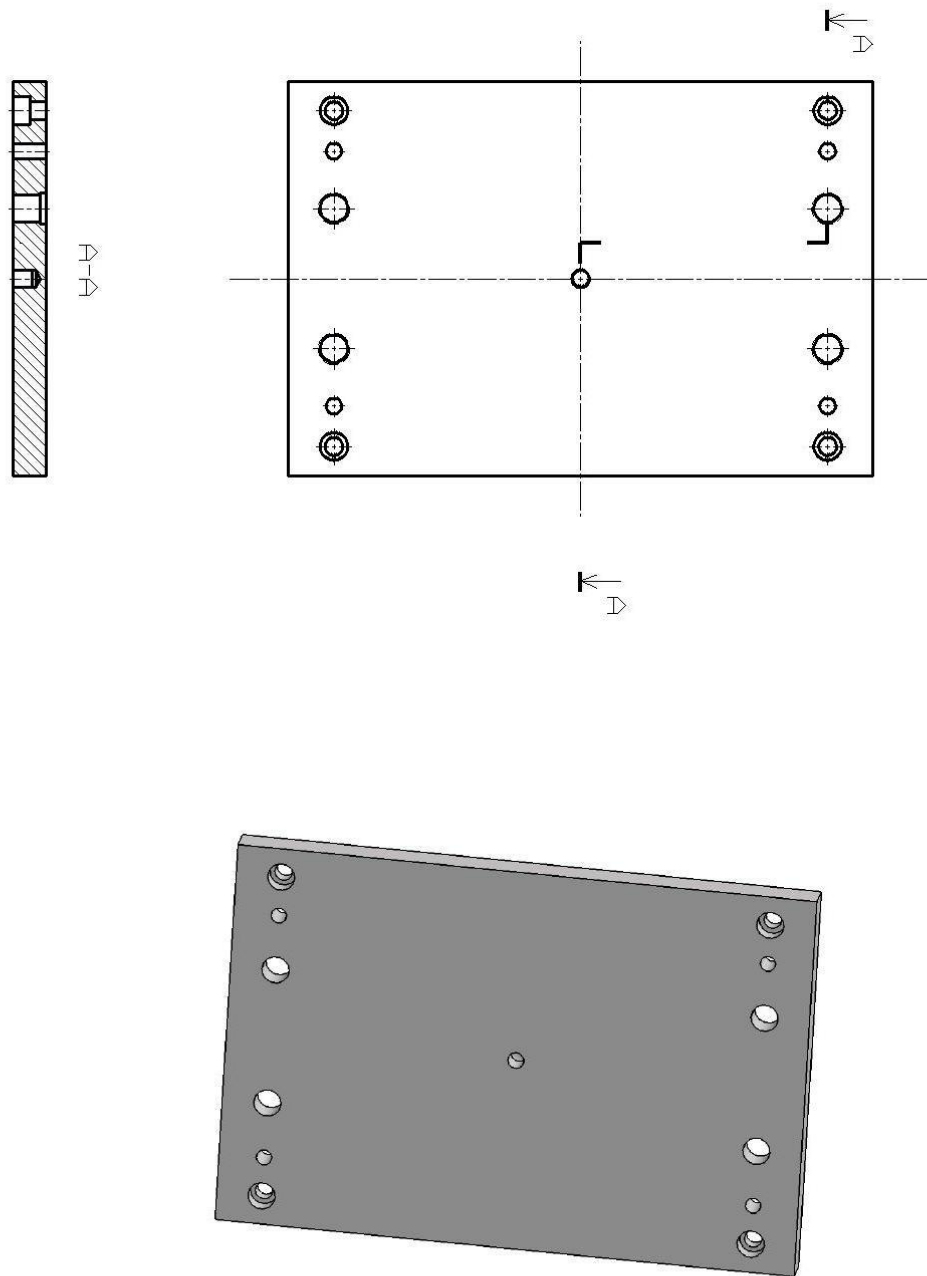
Obr. 103. Upínací deska levá.



Obr. 104. Upínací deska pravá.



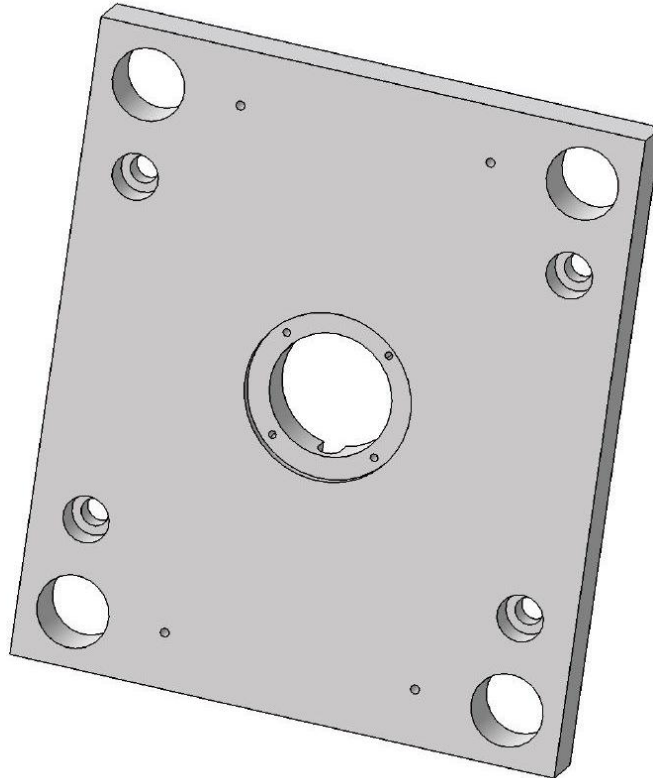
Obr. 105. Vyhazovací deska kotevní.



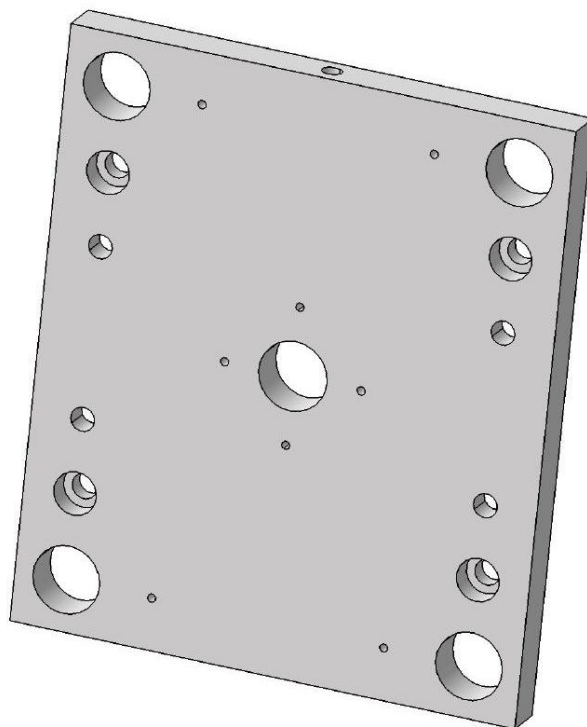
Obr. 106. Vyhozovací deska opěrná.

7.2.2 Řezy desek

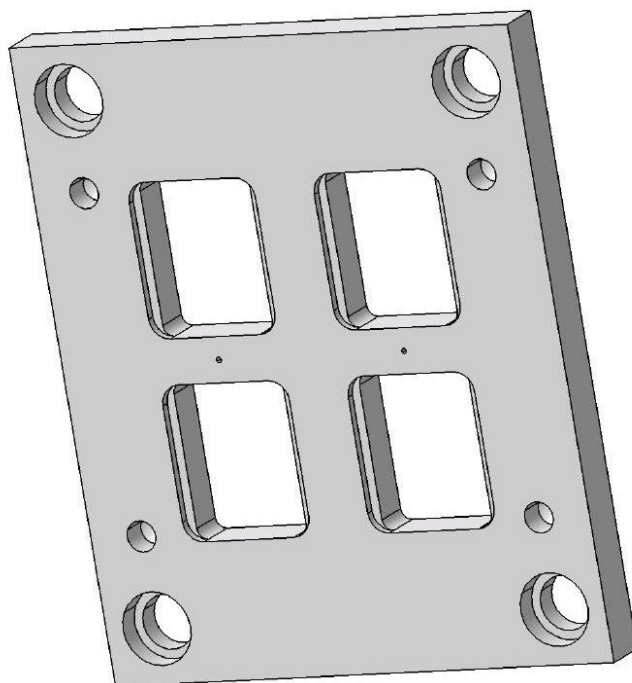
V této kategorii bylo vytvořeno pomocí programu CATIA V5 12 modelů desek, které slouží studentům v předmětu technické kreslení pro využití lomeného řezu deskou. I tyto modely byly vloženy na stránky Ústavu výrobního inženýrství.



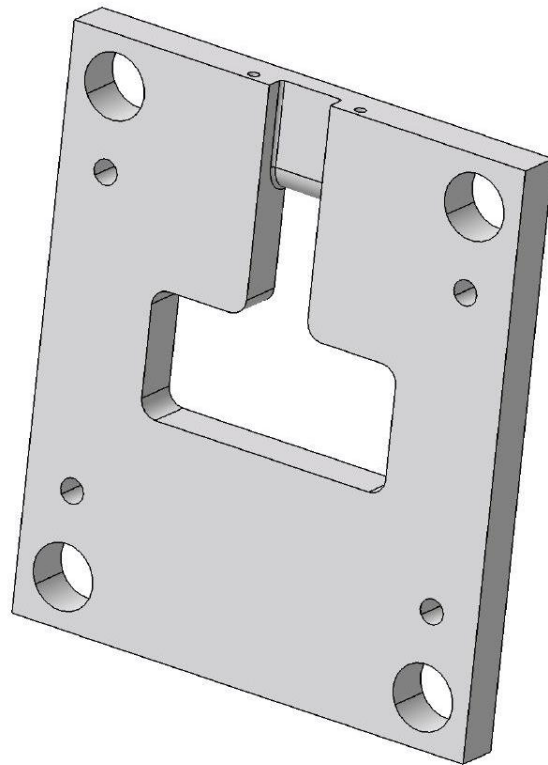
Obr. 107. Řez - Deska 1.



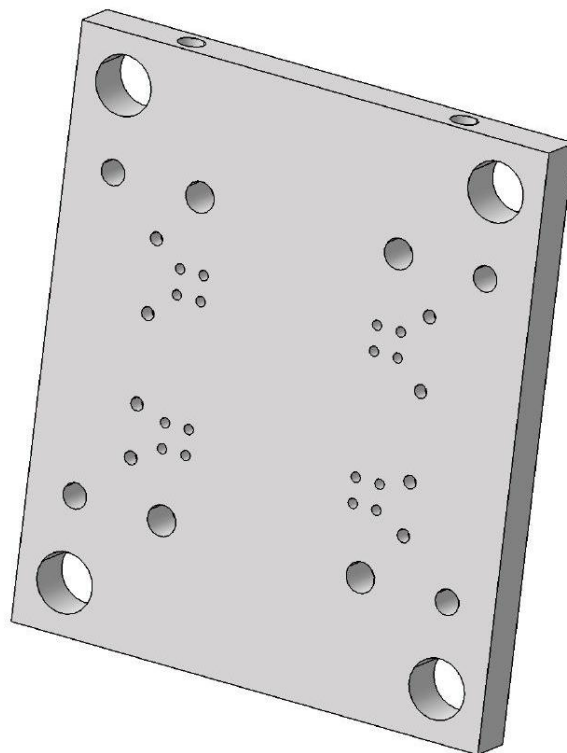
Obr. 108. Řez - Deska 2.



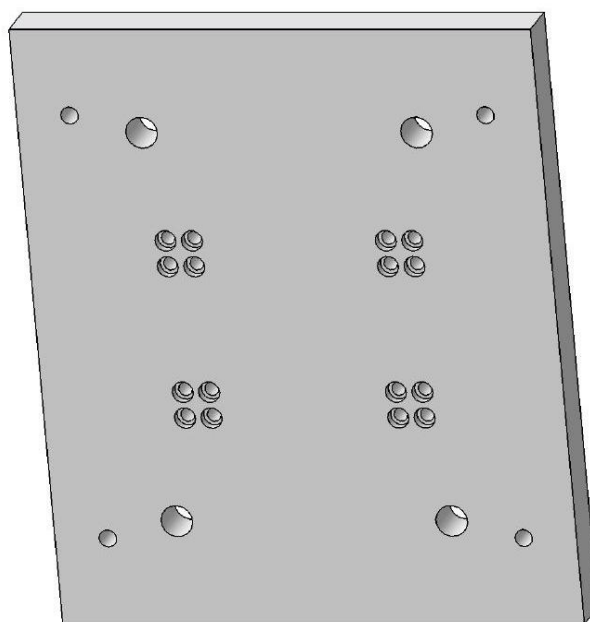
Obr. 109. Řez - Deska 3.



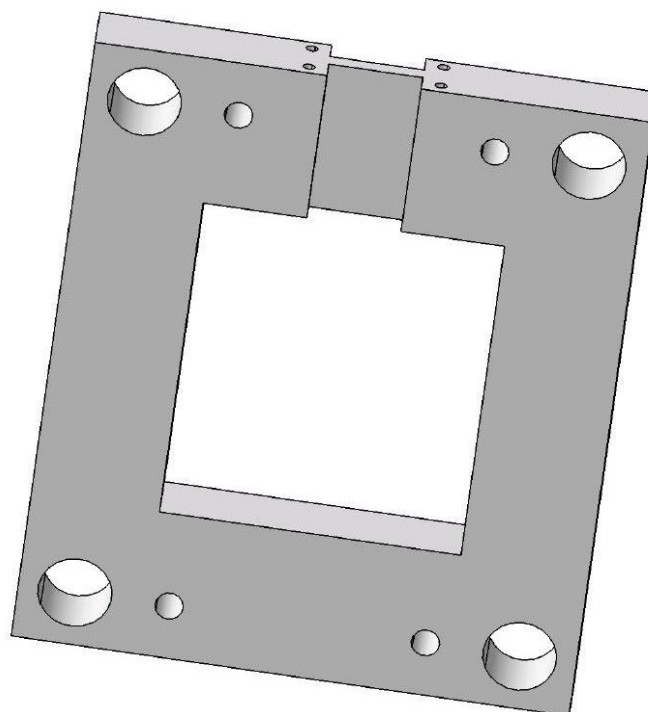
Obr. 110. Řez - Deska 4.



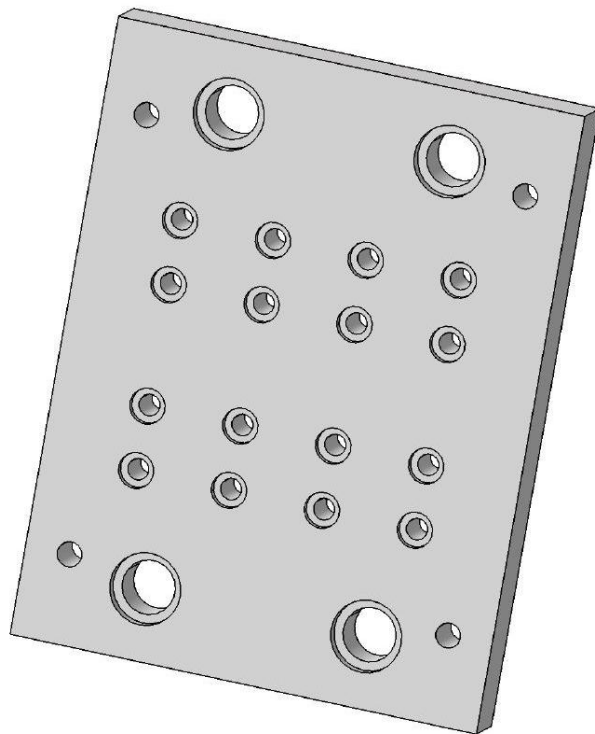
Obr. 111. Řez - Deska 5.



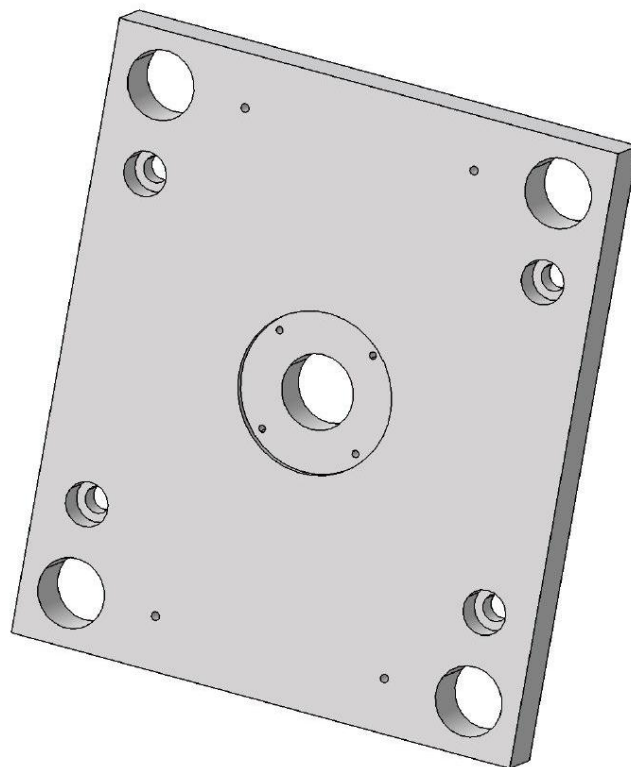
Obr. 112. Řez - Deska 6.



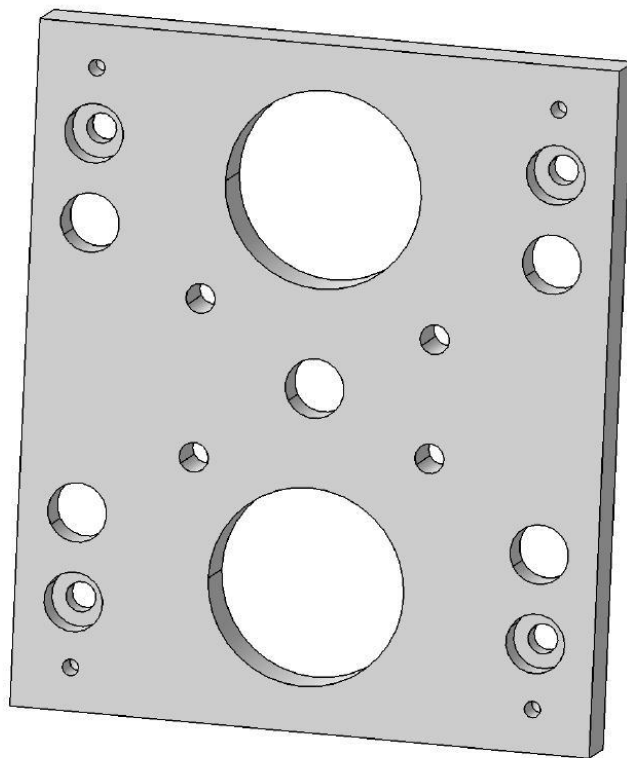
Obr. 113. Řez - Deska 7.



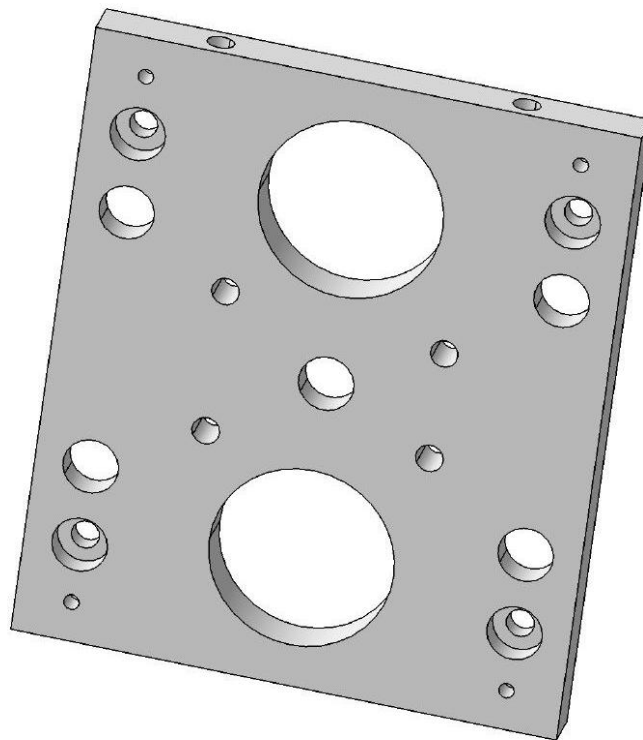
Obr. 114. Řez - Deska 8.



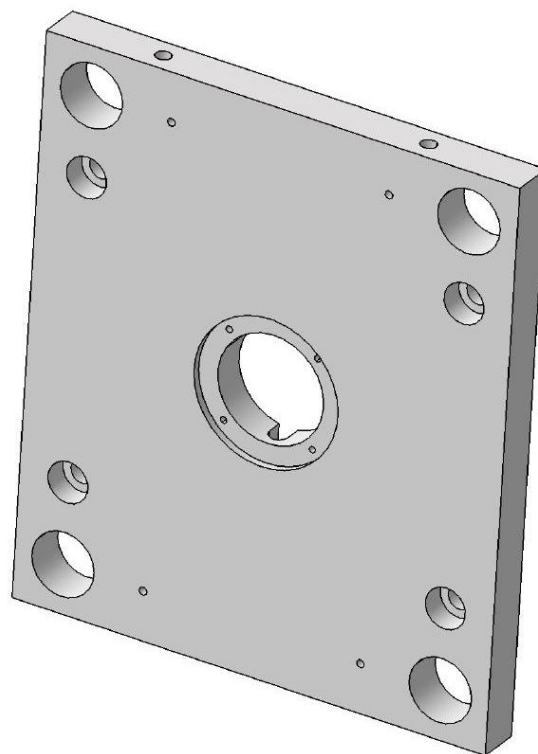
Obr. 115. Řez - Deska 9.



Obr. 116. Řez - Deska 10.



Obr. 117. Řez - Deska 11.



Obr. 118. Řez - Deska 12.

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat studii zaměřenou na téma „Využití 3D modelů při výuce předmětu Technické kreslení“. Bakalářská práce má dvě části, teoretickou a praktickou.

Teoretickým úkolem této bakalářské práce bylo zpracování literární studie na téma technická normalizace a hlavní důraz byl kladen na technické zobrazování.

Praktická část má přispět studentům k osvojení dané problematiky. Ne všichni studenti při nástupu na vysokou školu jsou na stejné úrovni. Jedním z největších problémů je jejich technická představitost a právě k jejímu zvládnutí a procvičování slouží tato práce.

Úkolem praktické části bylo vytvoření axonometrických obrazů těles v programu CATIA a také vypracování vzorových zadání pro úlohy technického zobrazování. S ohledem na rozsah práce jsou vypracovaná zadání na přiloženém CD.

Posledním úkolem praktické části bylo vypracování kontrolních testů pro oblasti technického zobrazování, kde si má student možnost na závěr procvičit a zdokonalit své docílené znalosti. Kontrolní testy jsou přidány v příloze mé bakalářské práce.

Všechny vytvořené podklady by měly přispívat k dosažení uvedených cílů a k ověření studenta k jejich zvládnutí, zároveň může být jako pomůcka pro pedagogy k vlastní tvorbě testů dle specifických podmínek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KLETEČKA, Jaroslav a Petr FORT. *Technické kreslení*. 2. opr. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 252 s. ISBN 978-80-251-1887-0.
- [2] Pravoúhlé promítání. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pravoúhlé_promítání
- [3] *Pravoúhlé promítání* [online]. 2010 [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: http://pravouhle-promitani.hys.cz/t_pravouhle_promitani_EU.php
- [4] *Pravoúhlé promítání* [online]. 2010 [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: http://pravouhle-promitani.hys.cz/t_pravouhle_promitani_USA.php
- [5] LINKEOVÁ, I.; NOVÁK, F. GRADIENT. Praha. 2004. ISBN 80-86786-01-3. [online]. [cit. 2013-01-20].
Dostupné z: http://marian.fsik.cvut.cz/~linkeova/skripta/pps/02_rezy.pps
- [6] *Technické kreslení* [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://www.utb.cz/ft/intranet-ft/studijni-podpora#kotvaTZ1>
- [7] Axonometrie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Axonometrie>
- [8] DRASTÍK, František. *Technické kreslení podle mezinárodních norem*. Ostrava: Montanex, 1994, 228 s. ISBN 80-857-8010-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CAD	Computer Aided Design (Počítačem podporované konstruování)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Přímé řízení výroby počítačem)
CAE	Computer Aided Engineering (Inženýrství pomocí počítače)
PDM	Product data Management (Správa dat o produktu)
CAQ	Computer Aided Quality (Počítačem podporovaná kontrola kvality)
FEM	Finite Element Method (Výpočty založené na metodě konečných prvků)
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví
ON	Oborové normy
PN	Podnikové normy
mm	Milimetr (délková jednotka)
3D	Trojrozměrný prostor
2D	Dvourozměrný prostor
UVI	Ústav výrobního inženýrství
s	Směr promítání
π	Průmětna

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rozdělení technických výkresů podle oboru. [1]</i>	14
<i>Obr. 2. Rozměry výkresových formátů ISO-A. [1]</i>	15
<i>Obr. 3. Úprava výkresového listu. [1]</i>	16
<i>Obr. 4. Číslování výkresů a uspořádání identifikační části popisového pole. [1]</i>	17
<i>Obr. 5. Skládání výkresu. [1]</i>	18
<i>Obr. 6. Typy čar a jejich význam. [1]</i>	19
<i>Obr. 7. Možné chyby při kreslení čar. [1]</i>	20
<i>Obr. 8. Úprava a umístění čar. [1]</i>	20
<i>Obr. 9. Příklady použití čar na strojírenských výkresech. [1]</i>	21
<i>Obr. 10. Zápis měřítko tvarové podobnosti. [1]</i>	22
<i>Obr. 11. Rozměry písma. [1]</i>	23
<i>Obr. 12. Zápis znaků písma typu B. [1]</i>	24
<i>Obr. 13. Prostorové zobrazování a průměty. [1]</i>	25
<i>Obr. 14. Základní pojmy používané při popisu promítání. [1]</i>	26
<i>Obr. 15. Pravoúhlé promítání. [2]</i>	27
<i>Obr. 16. Pohledy na zobrazovaný objekt. [1]</i>	27
<i>Obr. 17. Orientace promítání v prvním a třetím kvadrantu. [1]</i>	28
<i>Obr. 18. Metoda promítání v 1. kvadrantu – metoda E. [6]</i>	28
<i>Obr. 19 Metoda promítání v 1. kvadrantu – rozložení obrazů. [6]</i>	29
<i>Obr. 20 Princip promítání v 1. kvadrantu. [6]</i>	29
<i>Obr. 21 Značka promítání v 1. kvadrantu. [1]</i>	30
<i>Obr. 22. Metoda promítání v 3. kvadrantu. [6]</i>	30
<i>Obr. 23. Metoda promítání v 3. kvadrantu - rozložení obrazů. [6]</i>	31
<i>Obr. 24. Značka promítání v 3. kvadrantu. [1]</i>	31
<i>Obr. 25. Vyznačení ploch v řezu. [8]</i>	32
<i>Obr. 26. Vyznačení rovnoběžných ploch s osami. [8]</i>	32
<i>Obr. 27. Technická izometrie. [1]</i>	33
<i>Obr. 28. Příklad technické izometrie. [7]</i>	34
<i>Obr. 29. Technická dimetrie. [1]</i>	34
<i>Obr. 30. Příklad technické dimetrie. [7]</i>	35
<i>Obr. 31. Příklad technické trimetrie. [7]</i>	35
<i>Obr. 32. Kosoúhlé promítání. [8]</i>	36

<i>Obr. 33. Průměty souřadných os v kavalírní axonometrii. [6]</i>	36
<i>Obr. 34. Kavalírní axonometrie.[8]</i>	37
<i>Obr. 35. Průměty souřadných os v kabinetní axonometrii.[6]</i>	37
<i>Obr. 36. Krychle zobrazená v kabinetní axonometrii. [6]</i>	37
<i>Obr. 37. Průměty souřadných os a krychle zobrazených v planometrii. [6]</i>	38
<i>Obr. 38. Příčný řez čepem a průřez čepem. [6]</i>	39
<i>Obr. 39. Rozdělení řezů. [6]</i>	40
<i>Obr. 40. Druhy řezů [6]</i>	40
<i>Obr. 41. Označování řezů. [5]</i>	41
<i>Obr. 42. Šrafovaná plocha podle druhu materiálu. [1]</i>	41
<i>Obr. 43. Příčný a podélný řez. [1]</i>	42
<i>Obr. 44. Kolík a žebro v podélném řezu. [1]</i>	42
<i>Obr. 45. Místní řez. [1]</i>	43
<i>Obr. 46. Ukázka místních řezů. [6]</i>	43
<i>Obr. 47. Poloviční řez. [1]</i>	43
<i>Obr. 48. Rozvinutý řez. [1]</i>	44
<i>Obr. 49. Více řezných rovin. [1]</i>	44
<i>Obr. 50. Pravoúhle zalomená řezná rovina. [1]</i>	45
<i>Obr. 51. Rozdělení průřezů. [6]</i>	45
<i>Obr. 52. Průřez. [5]</i>	45
<i>Obr. 53. Průřezy. [6]</i>	46
<i>Obr. 54. Sdružený vnesený a potočený vnesený průřez. [1]</i>	46
<i>Obr. 55. Vykreslené průřezy. [1]</i>	47
<i>Obr. 56. Použití průřezu. [1]</i>	47
<i>Obr. 57. Sled průřezů. [1]</i>	47
<i>Obr. 58. Vysunuté průřezy. [1]</i>	48
<i>Obr. 59. Základní zkratky používané v oblasti CA technologií. [1]</i>	51
<i>Obr. 60. Proč navázat na technické kreslení studiem CAD již ve škole? [1]</i>	52
<i>Obr. 61. Tvorba parametrického modelu, výkresy a úpravy. [1]</i>	55
<i>Obr. 62. Model součásti vytvořeným pomocí parametrického modelování. [1]</i>	56
<i>Obr. 63. Základní vzhled pracovního prostředí CATIA V5.</i>	58
<i>Obr. 64. Nástroje pro vytvoření skici.</i>	59
<i>Obr. 65. Start skicáře.</i>	59

<i>Obr. 66. Inicializace náčrtové roviny.</i>	60
<i>Obr. 67. Finální skica.</i>	61
<i>Obr. 68. Skica připravená k dalšímu použití.</i>	61
<i>Obr. 69. Tvorba vysunutého konstrukčního prvku.</i>	62
<i>Obr. 70. Finální vysunutý prvek.</i>	62
<i>Obr. 71. Panel Sketch-Based Features.</i>	63
<i>Obr. 72. Promítání - Model 1.</i>	64
<i>Obr. 73. Promítání - Model 2.</i>	65
<i>Obr. 74. Promítání - Model 3.</i>	65
<i>Obr. 75. Promítání - Model 4.</i>	66
<i>Obr. 76. Promítání - Model 5.</i>	66
<i>Obr. 77. Promítání - Model 6.</i>	67
<i>Obr. 78. Promítání - Model 7.</i>	67
<i>Obr. 79. Promítání - Model 8.</i>	68
<i>Obr. 80. Promítání - Model 9.</i>	68
<i>Obr. 81. Promítání - Model 10.</i>	69
<i>Obr. 82. Promítání - Model 11.</i>	69
<i>Obr. 83. Promítání - Model 12.</i>	70
<i>Obr. 84. Řezy - Model 1.</i>	71
<i>Obr. 85. Řezy - Model 2.</i>	72
<i>Obr. 86. Řezy - Model 3.</i>	72
<i>Obr. 87. Řezy - Model 4.</i>	73
<i>Obr. 88. Řezy - Model 5.</i>	73
<i>Obr. 89. Řezy - Model 6.</i>	74
<i>Obr. 90. Řezy - Model 7.</i>	74
<i>Obr. 91. Řezy - Model 8.</i>	75
<i>Obr. 92. Řezy - Model 9.</i>	75
<i>Obr. 93. Řezy - Model 10.</i>	76
<i>Obr. 94. Řezy - Model 11.</i>	76
<i>Obr. 95. Řezy - Model 12.</i>	77
<i>Obr. 96. Vstřikovací forma.</i>	78
<i>Obr. 97. Řez vstřikovací formou.</i>	79
<i>Obr. 98. Izolační deska levá a pravá.</i>	80

<i>Obr. 99. Kotevní tvarová deska levá.</i>	81
<i>Obr. 100. Kotevní tvarová deska pravá.</i>	82
<i>Obr. 101. Opěrná deska.</i>	83
<i>Obr. 102. Rozpěrka.</i>	84
<i>Obr. 103. Upínací deska levá.</i>	85
<i>Obr. 104. Upínací deska pravá.</i>	86
<i>Obr. 105. Vyhazovací deska kotevní.</i>	87
<i>Obr. 106. Vyhazovací deska opěrná.</i>	88
<i>Obr. 107. Řez - Deska 1.</i>	89
<i>Obr. 108. Řez - Deska 2.</i>	90
<i>Obr. 109. Řez - Deska 3.</i>	90
<i>Obr. 110. Řez - Deska 4.</i>	91
<i>Obr. 111. Řez - Deska 5.</i>	91
<i>Obr. 112. Řez - Deska 6.</i>	92
<i>Obr. 113. Řez - Deska 7.</i>	92
<i>Obr. 114. Řez - Deska 8.</i>	93
<i>Obr. 115. Řez - Deska 9.</i>	93
<i>Obr. 116. Řez - Deska 10.</i>	94
<i>Obr. 117. Řez - Deska 11.</i>	94
<i>Obr. 118. Řez - Deska 12.</i>	95

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Řada tlouštěk čar používaných na výkresech. [1]</i>	20
<i>Tab. 2. Řada výšek písma používaných v technické dokumentaci. [1]</i>	23
<i>Tab. 3. Poměrné velikosti písma. [1]</i>	23

SEZNAM PŘÍLOH

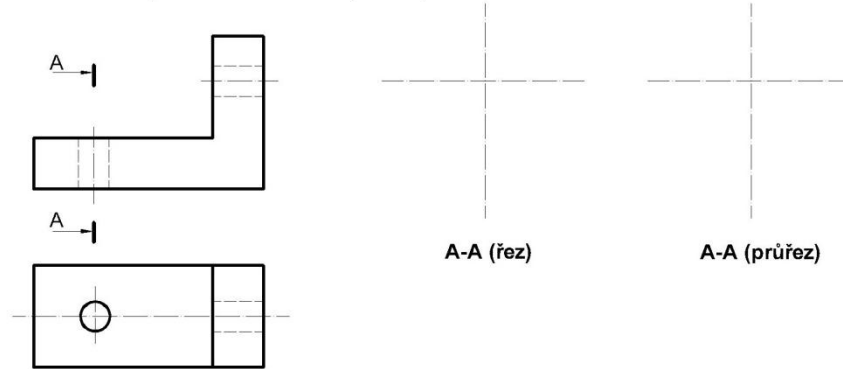
- Příloha P1: Test č. 1.
Příloha P2: Test č. 2.
Příloha P3: Test č. 3.
Příloha P4: Test č. 4.
Příloha P5: Test č. 5.
Příloha P6: Test č. 6.
Příloha P7: Test č. 7.
Příloha P8: Test č. 8.
Příloha P9: Test č. 9.
Příloha P10: Test č. 10.
Příloha P11: Test č. 11.
Příloha P12: Test č. 12.

PŘÍLOHA P 1: TEST Č. 1.

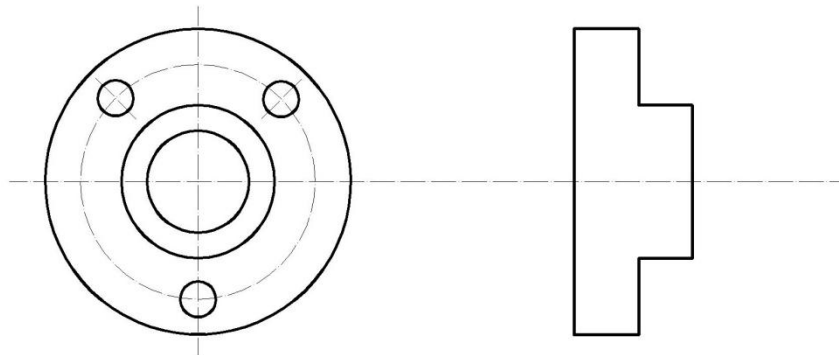
Jméno a příjmení:

Test 1

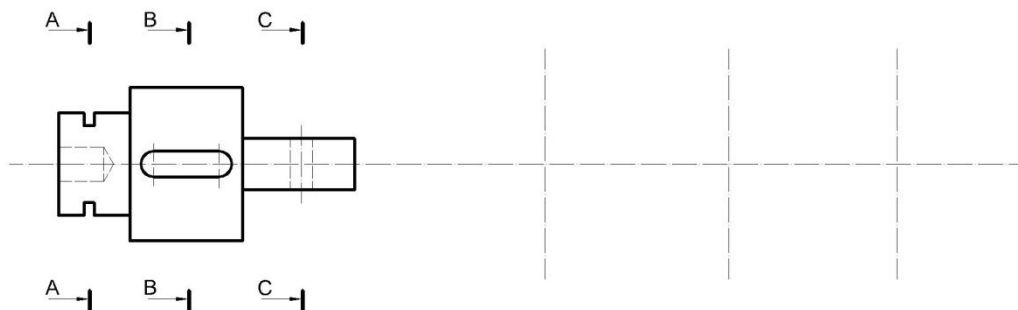
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, provedte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



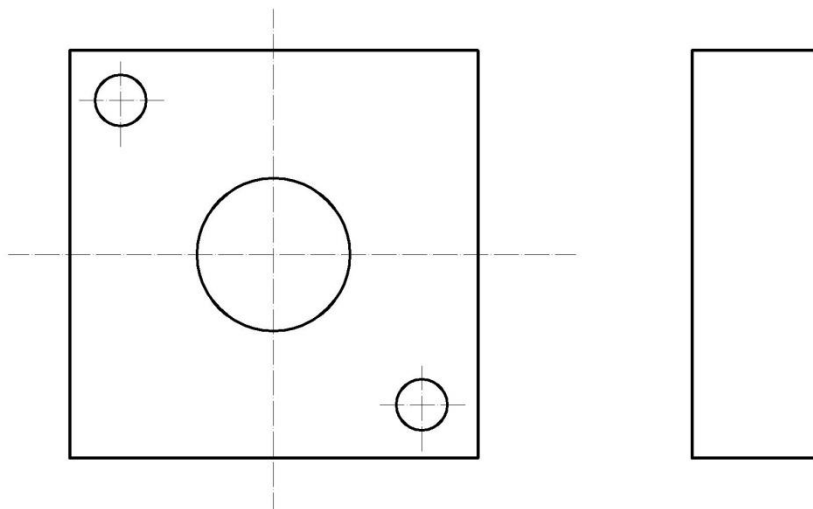
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor.



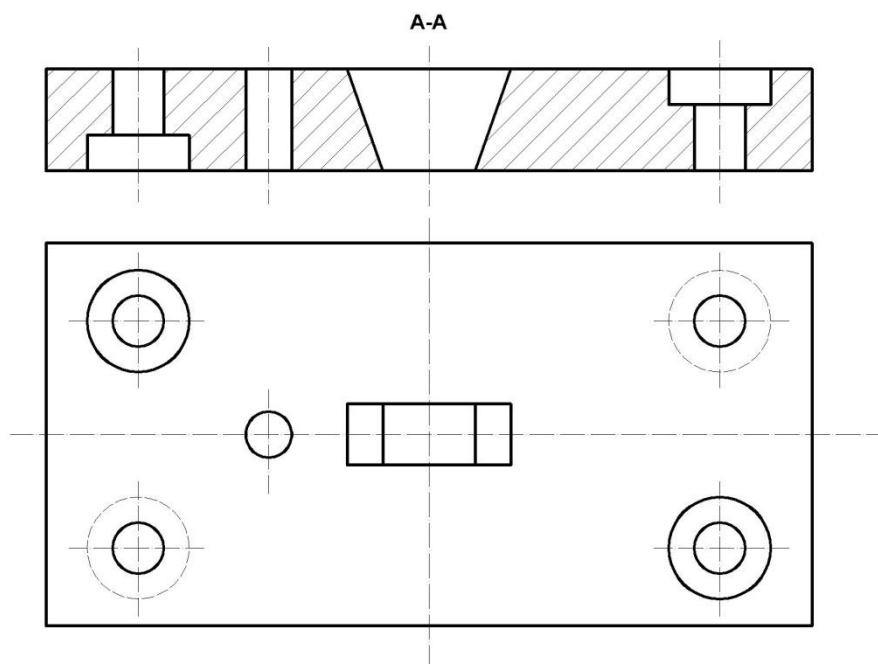
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou neprůchozí a hloubku si zvolte).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny v pohledu seshora (půdorysu). Tuto polohu odvoďte ze zobrazení řezu A-A nad tímto pohledem.



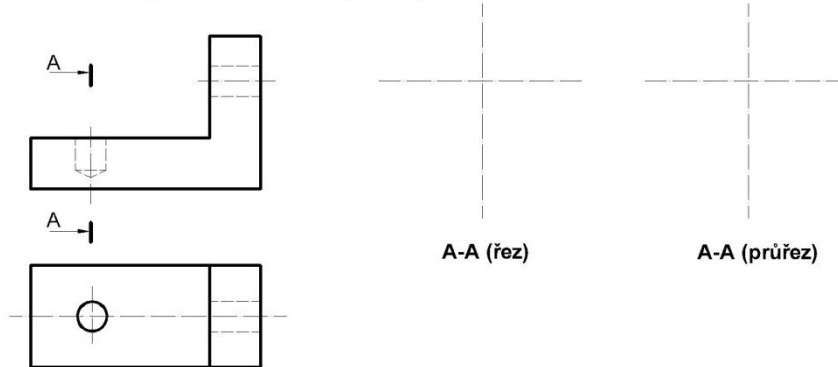
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 2: TEST Č. 2.

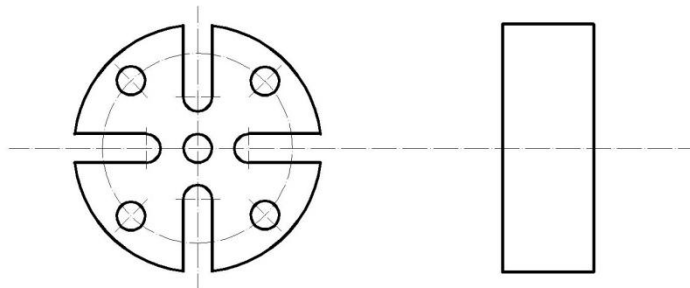
Jméno a příjmení:

Test 2

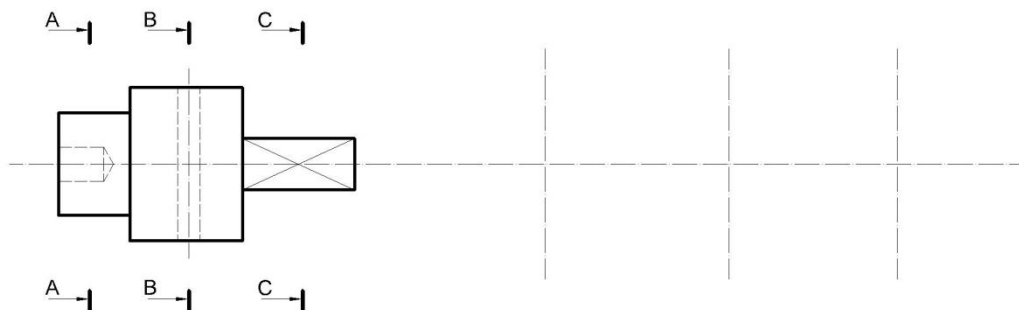
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



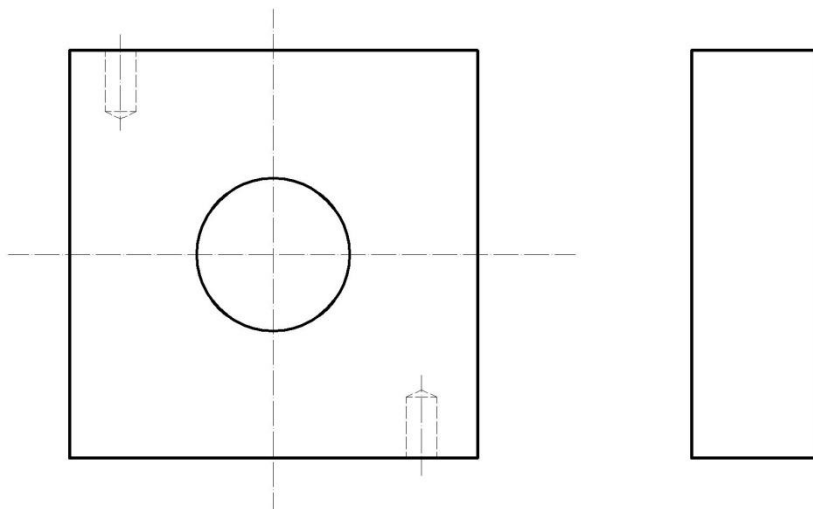
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a boční drážku (střední otvor je průchozí a boční otvory jsou neprůchozí, hloubku si zvolte).



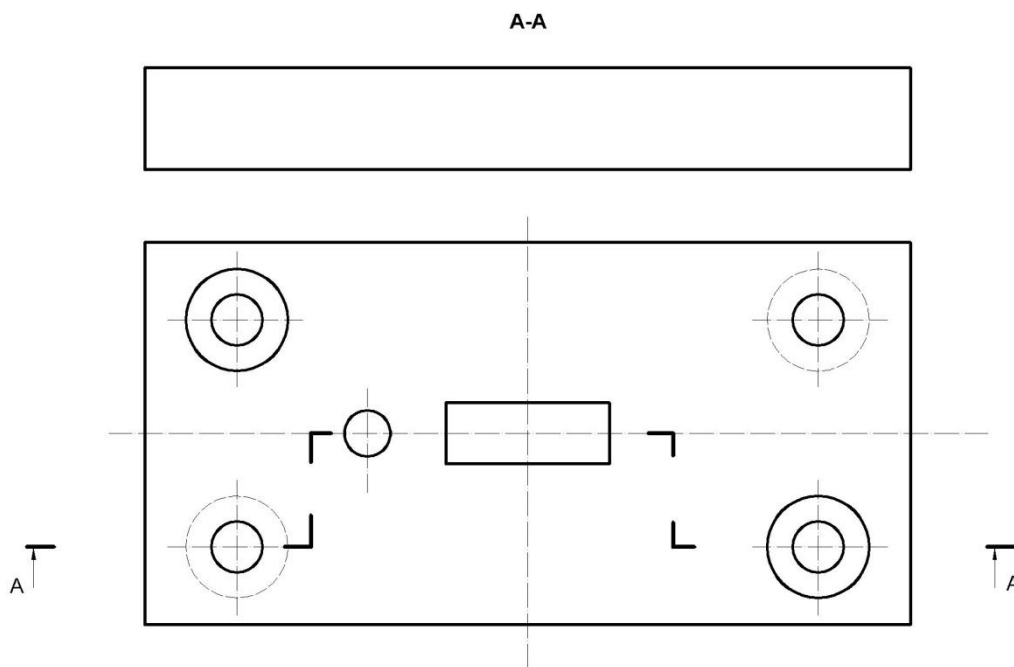
3. Doplňte do pravé strany řezu přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (díra uprostřed je průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, provedte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A.



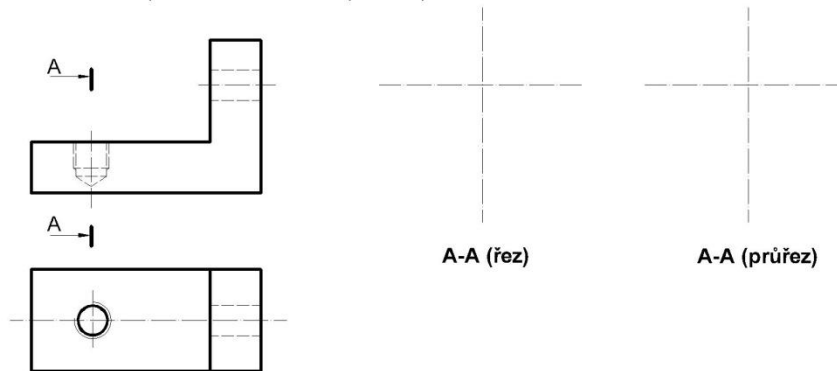
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 3: TEST Č. 3.

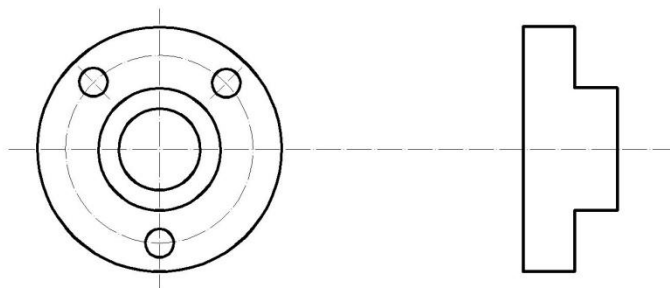
Jméno a příjmení:

Test 3

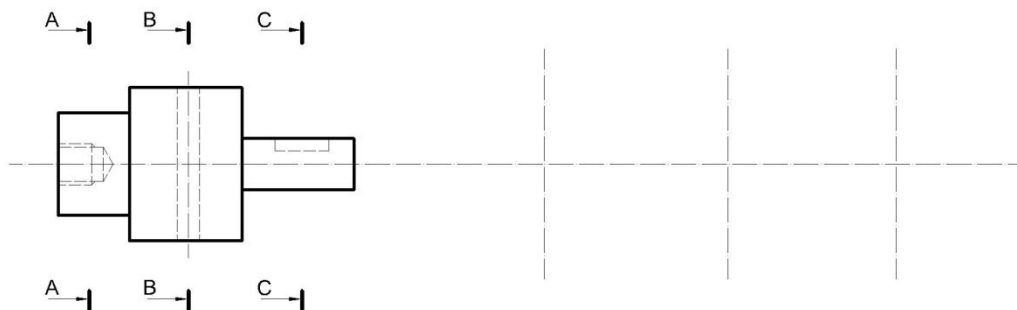
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, provedte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



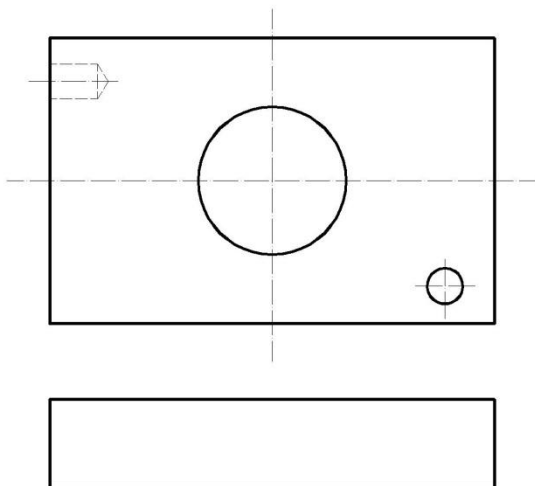
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (Vnější 3 otvory jsou neprůchozí, hloubku dír si zvolte).



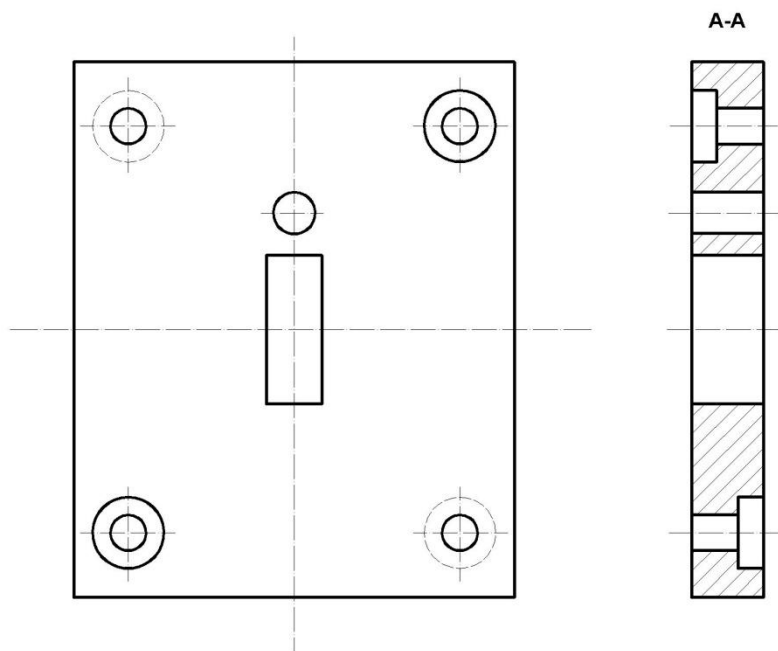
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení spodní části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v horním pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou neprůchozí a hloubku si zvolte).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny. Tuto polohu odvodte ze zobrazení řezu A-A vedle tohoto pohledu.



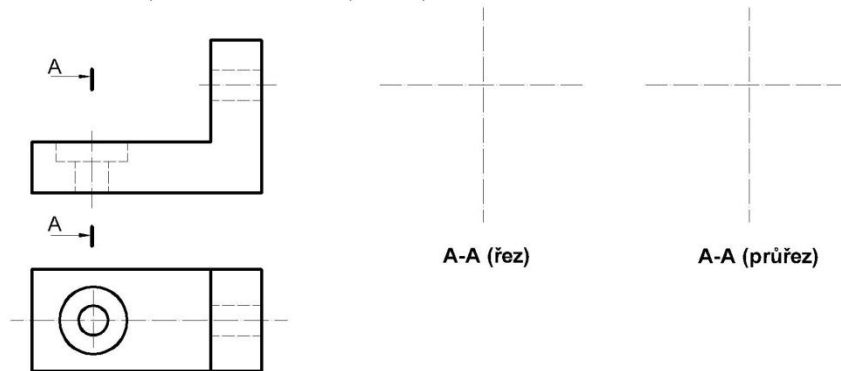
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 4: TEST Č. 4.

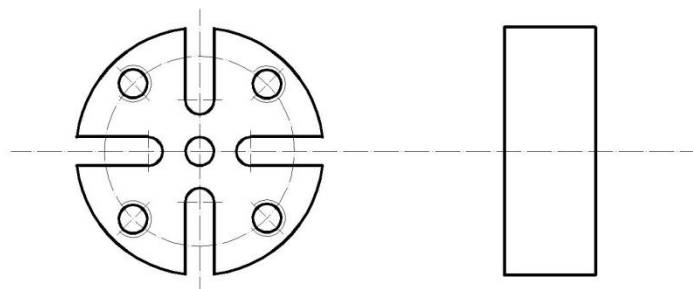
Jméno a příjmení:

Test 4

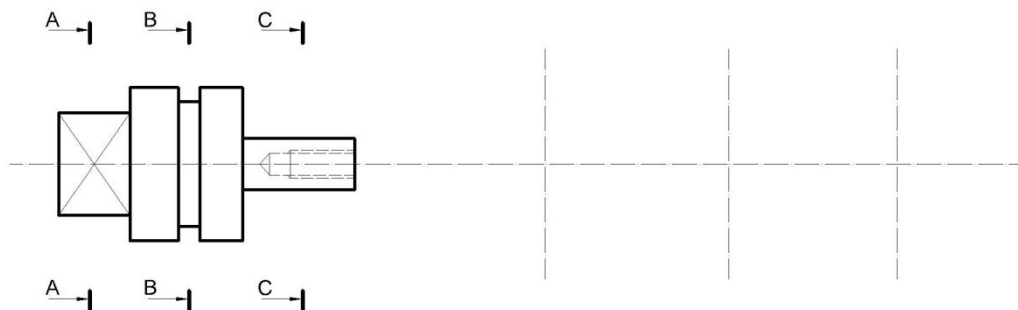
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



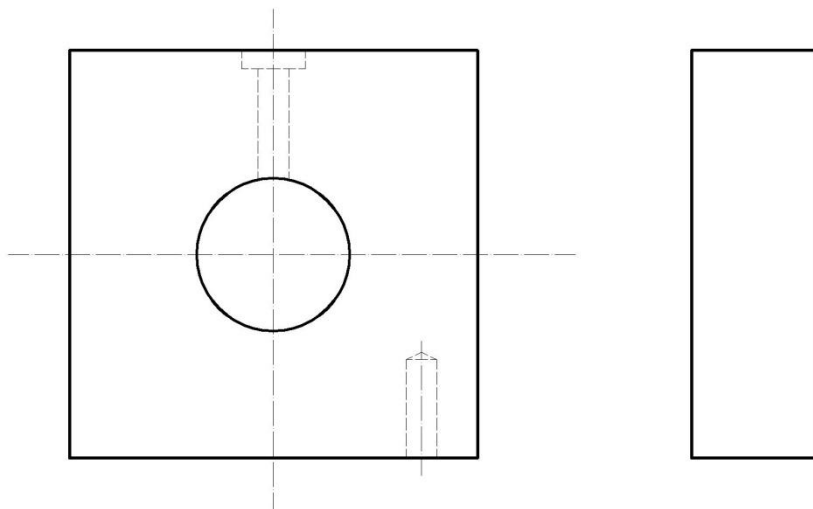
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a boční drážku (střední otvor je průchozí, boční otvory jsou neprůchozí se závitem, hloubku závitu i díry si zvolte).



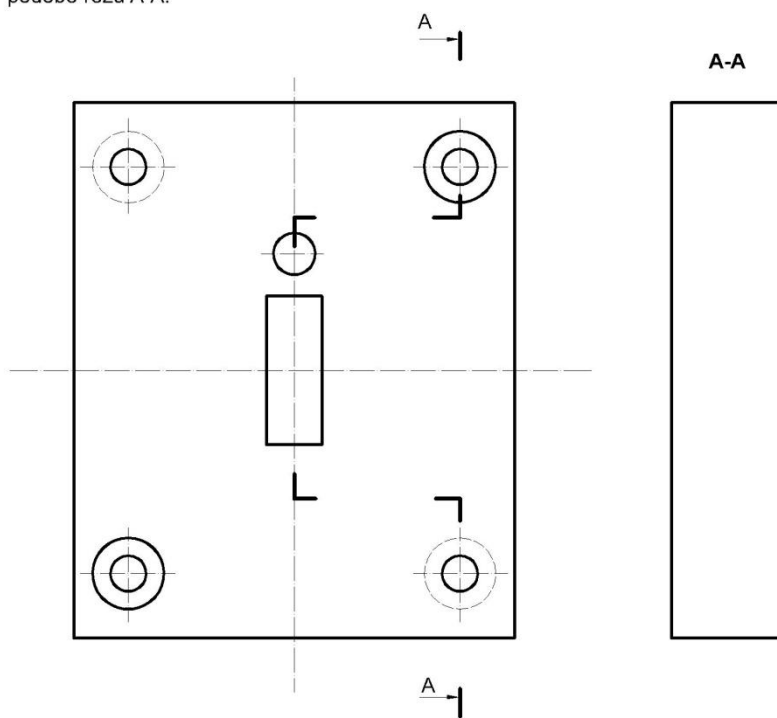
3. Doplňte do pravé strany řezu přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (díra uprostřed je průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, provedte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A.



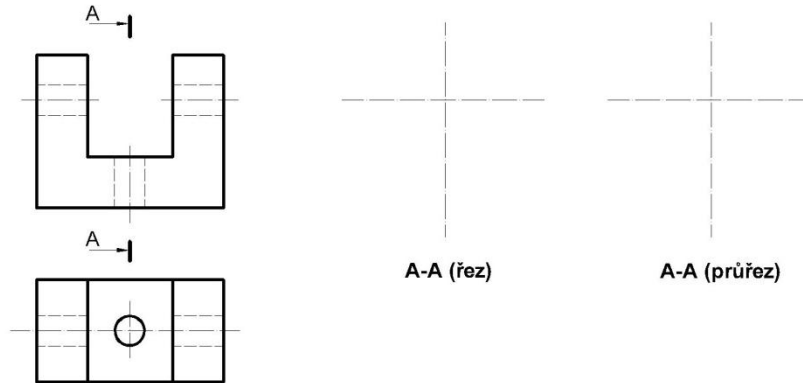
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 5: TEST Č. 5.

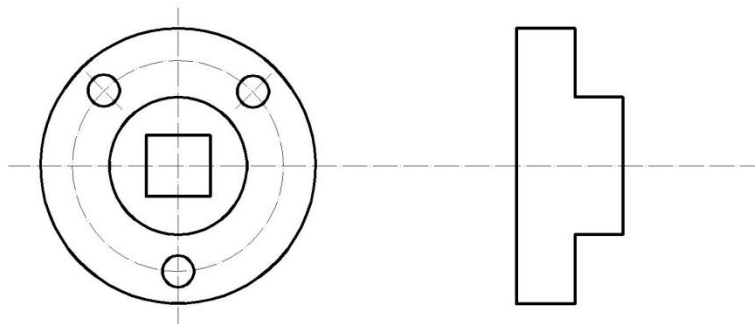
Jméno a příjmení:

Test 5

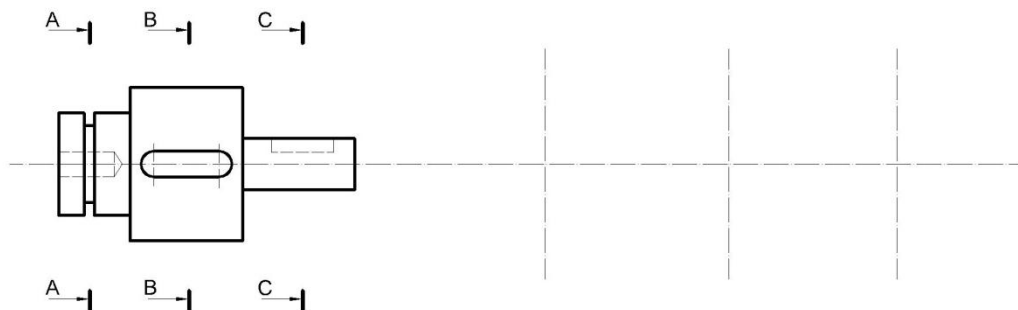
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



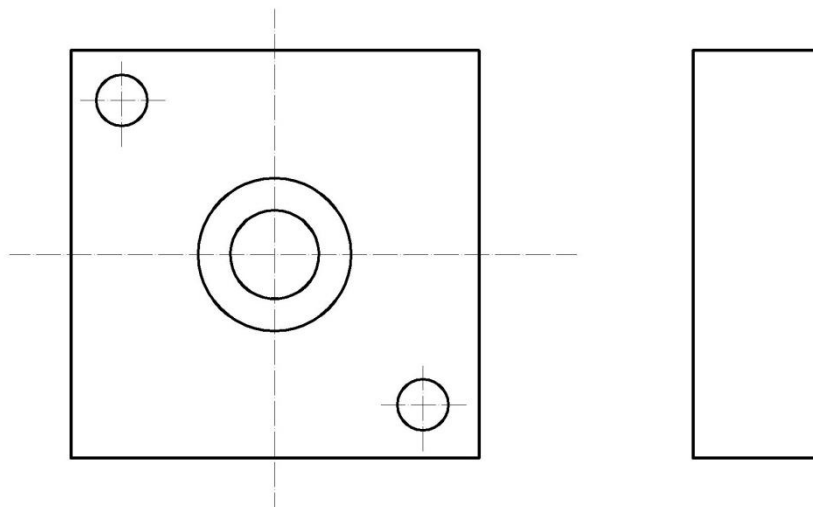
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (všechny otvory jsou průchozí).



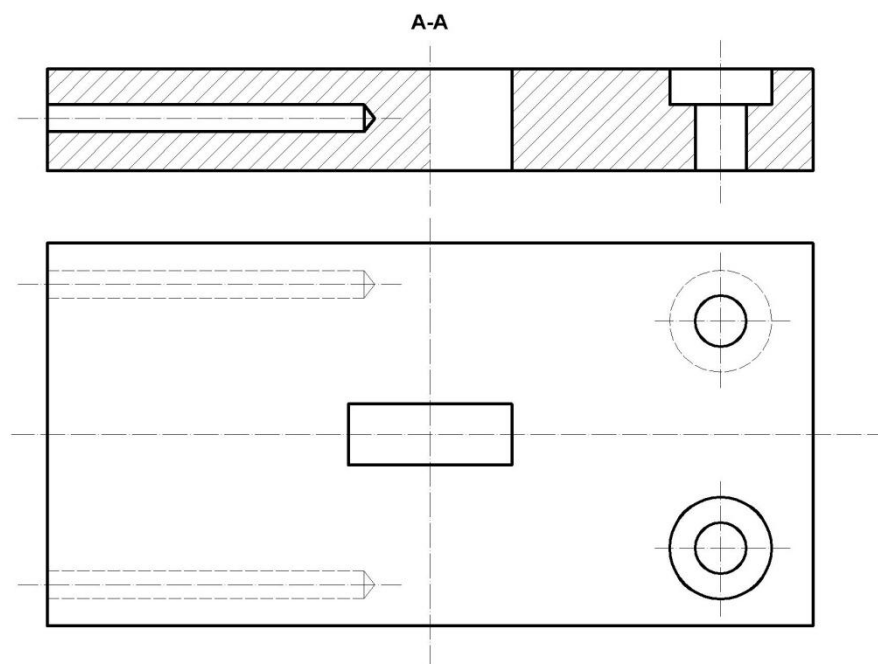
3. Doplňte do pravé strany řezu přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny. Tuto polohu odvoďte ze zobrazení řezu A-A nad tímto pohledem.



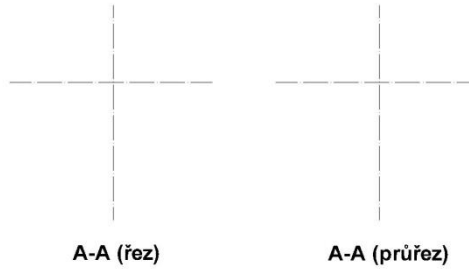
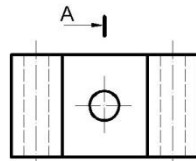
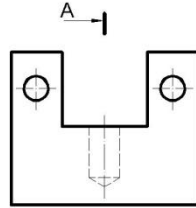
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 6: TEST Č. 6.

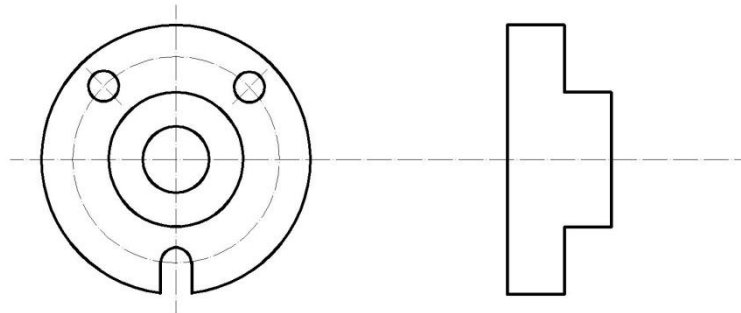
Jméno a příjmení:

Test 6

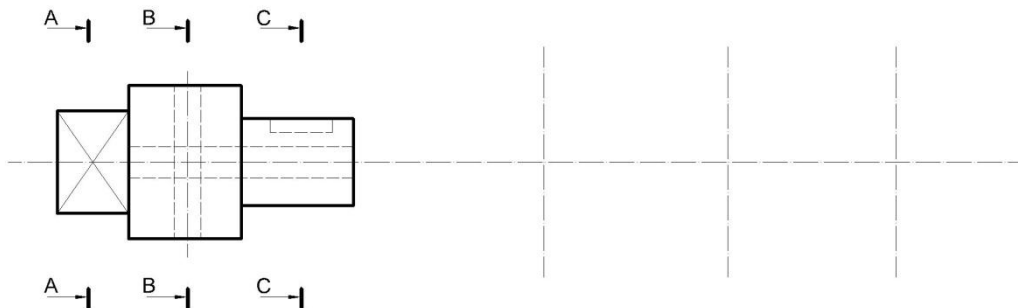
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, provedte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



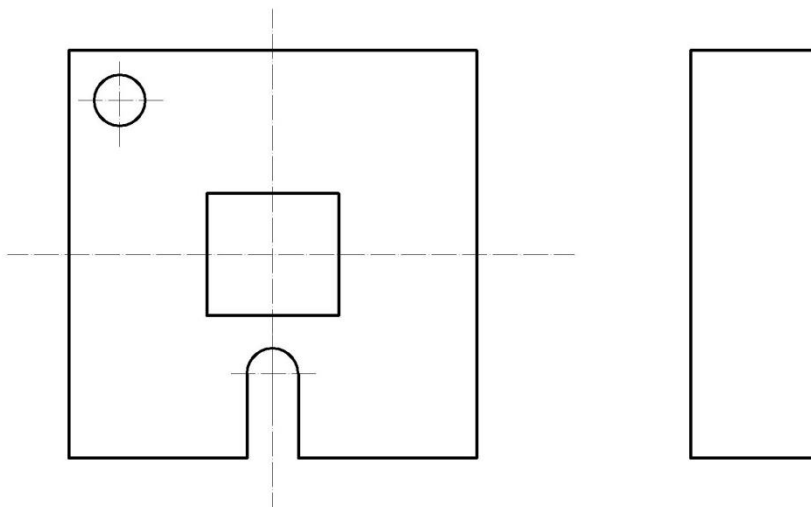
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez ved'te přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (všechny otvory jsou průchozí).



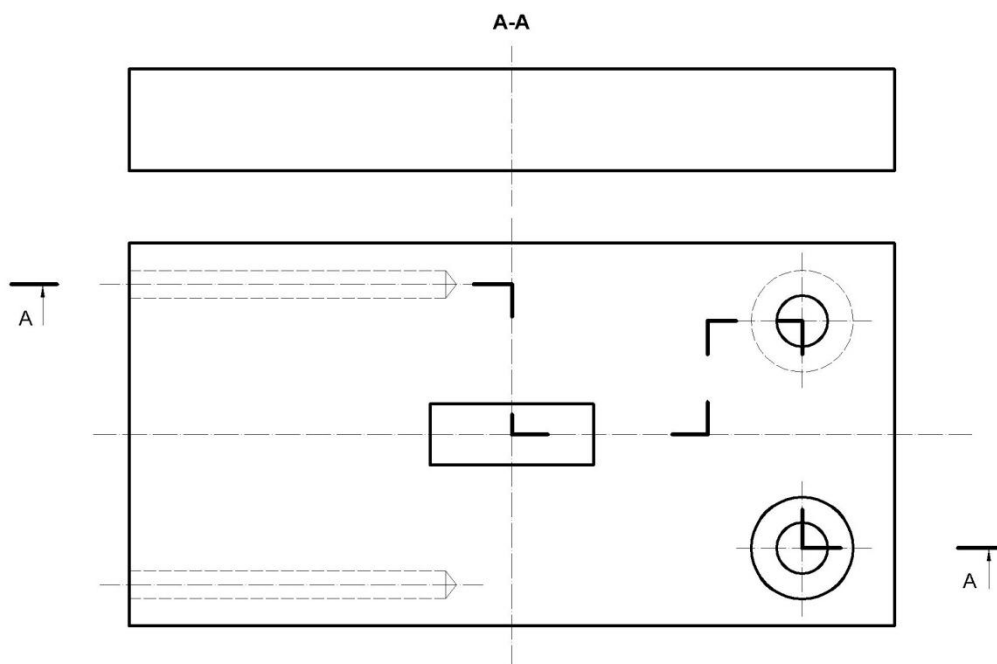
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, provedte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A (2 díry vpravo jsou průchozí).



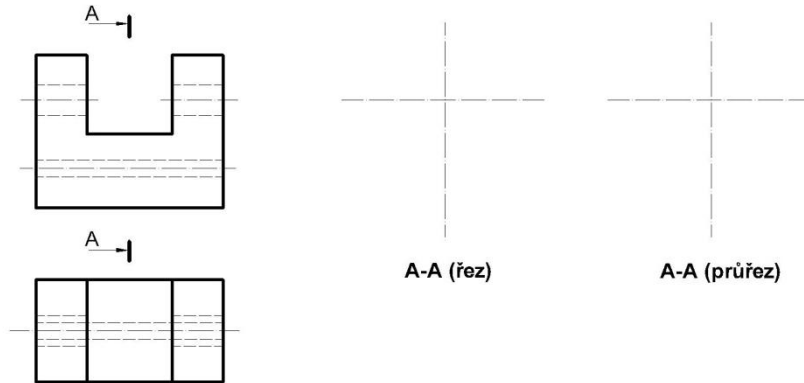
Počet bodů:

PŘÍLOHA P 7: TEST Č. 7.

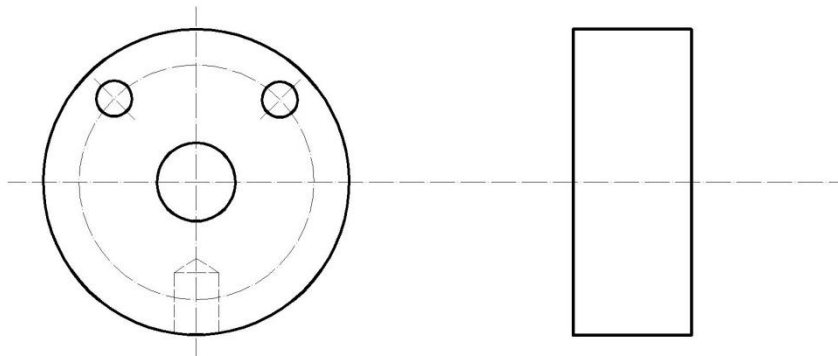
Jméno a příjmení:

Test 7

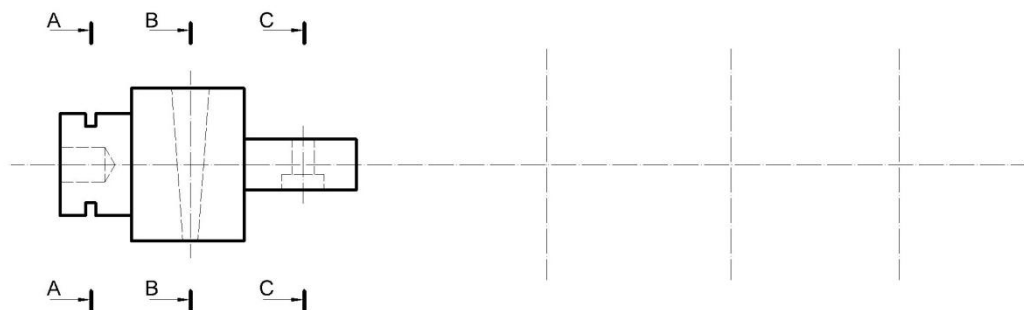
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, provedte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



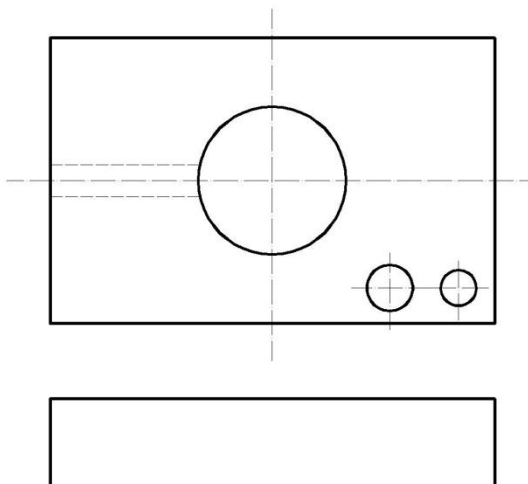
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor.



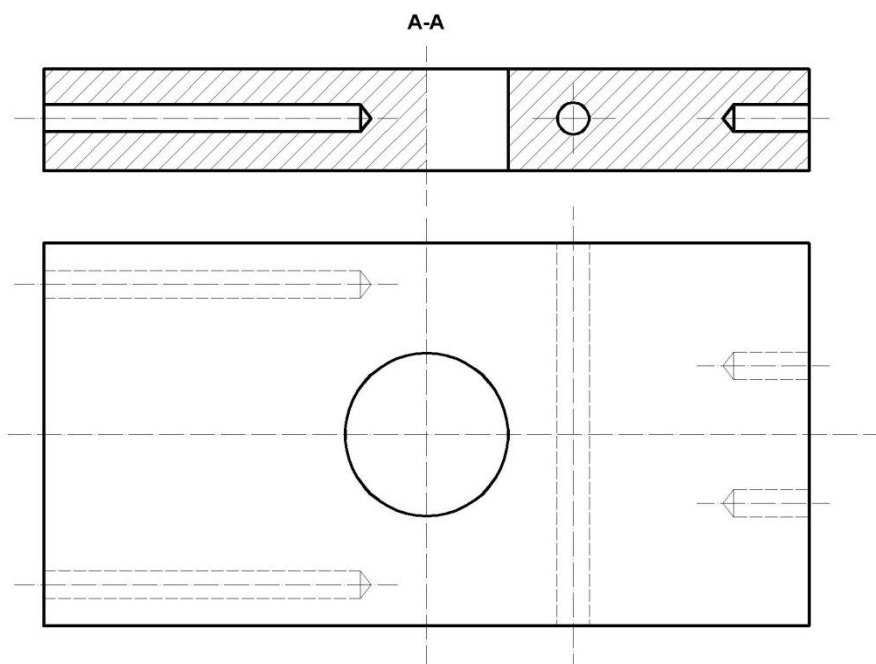
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení spodní části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v horním pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny v pohledu seshora (půdorysu). Tuto polohu odvoďte ze zobrazení řezu A-A nad tímto pohledem.



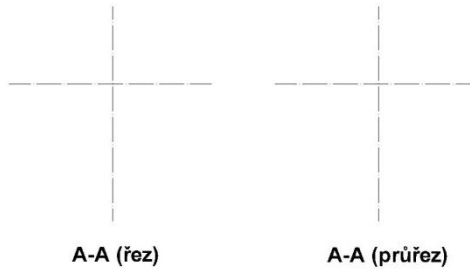
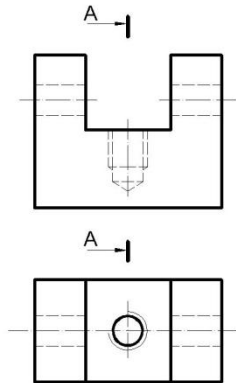
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 8: TEST Č. 8.

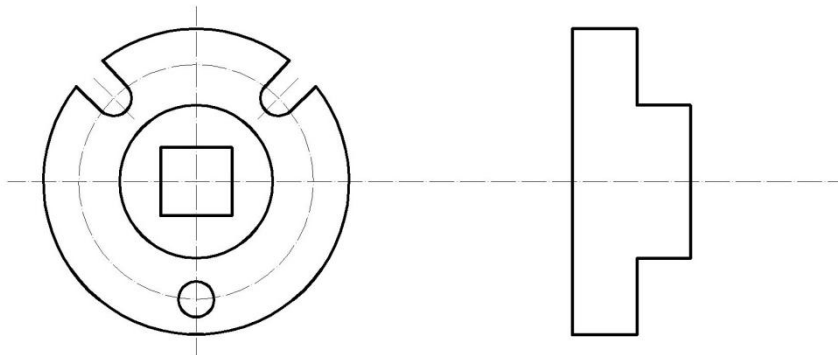
Jméno a příjmení:

Test 8

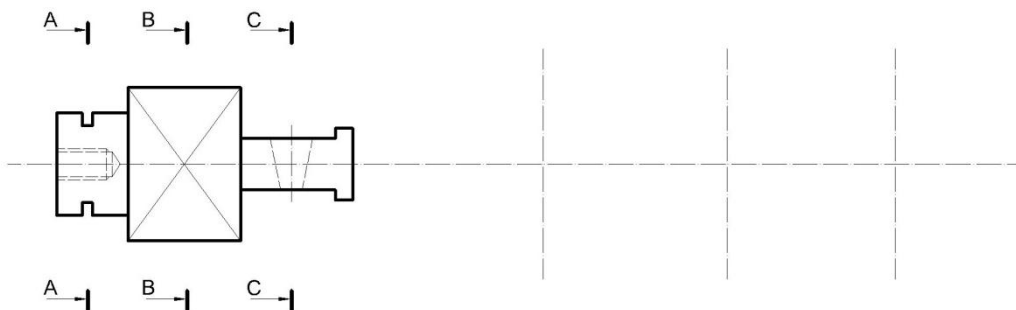
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



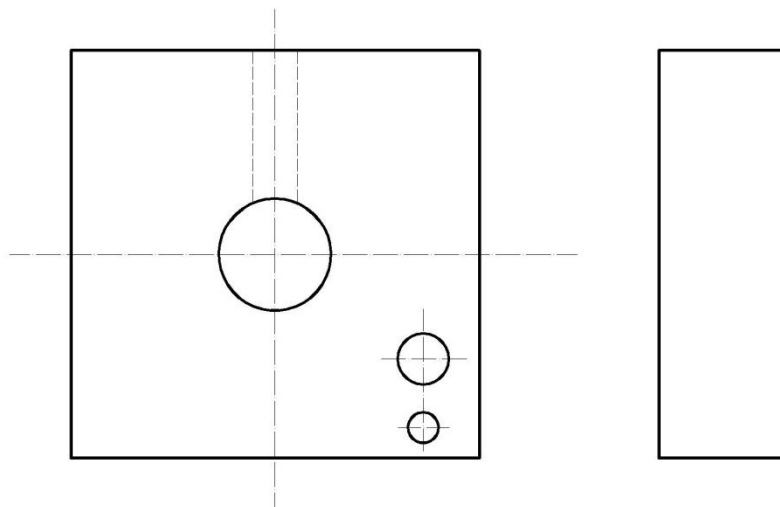
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor.



3. Doplňte do pravé strany řezu přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.

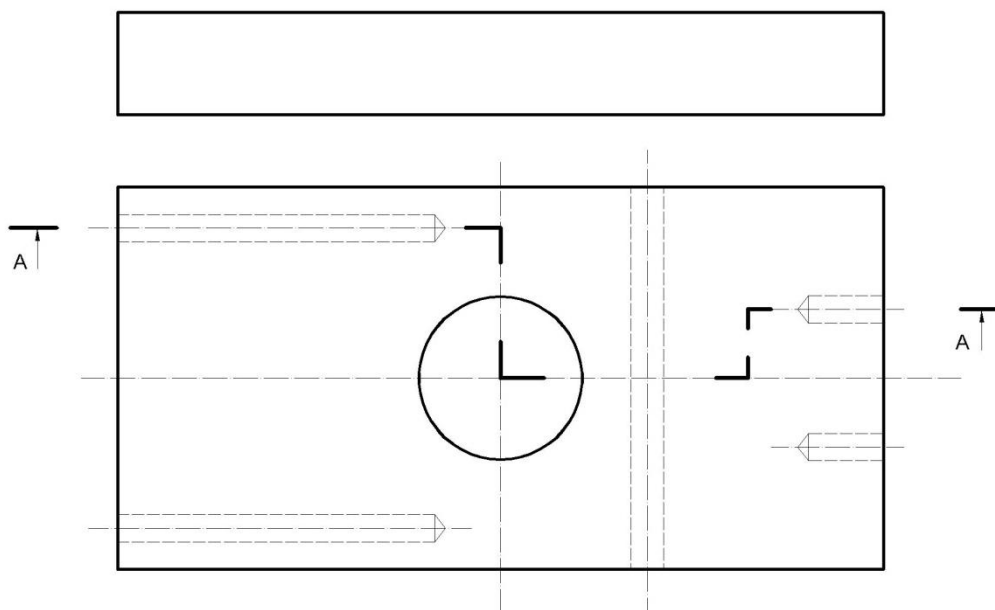


4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, proveďte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A (středová díra je průchozí).

A-A



Počet bodů:

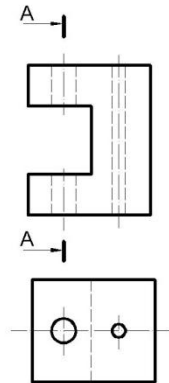
--

PŘÍLOHA P 9: TEST Č. 9.

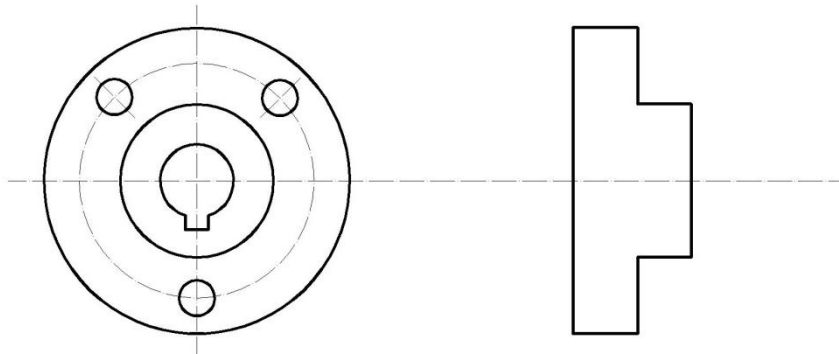
Jméno a příjmení:

Test 9

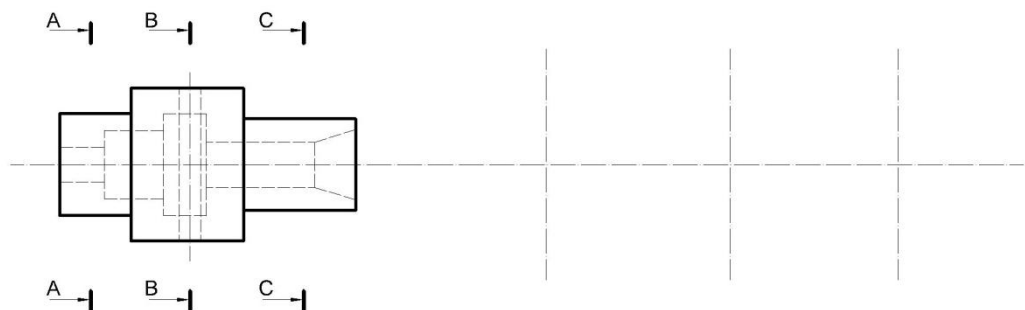
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, provedte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



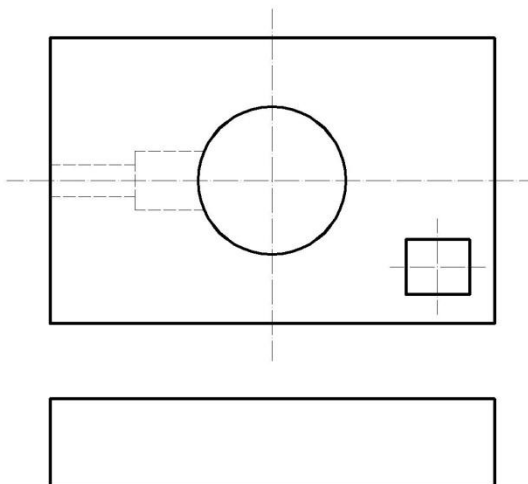
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor.



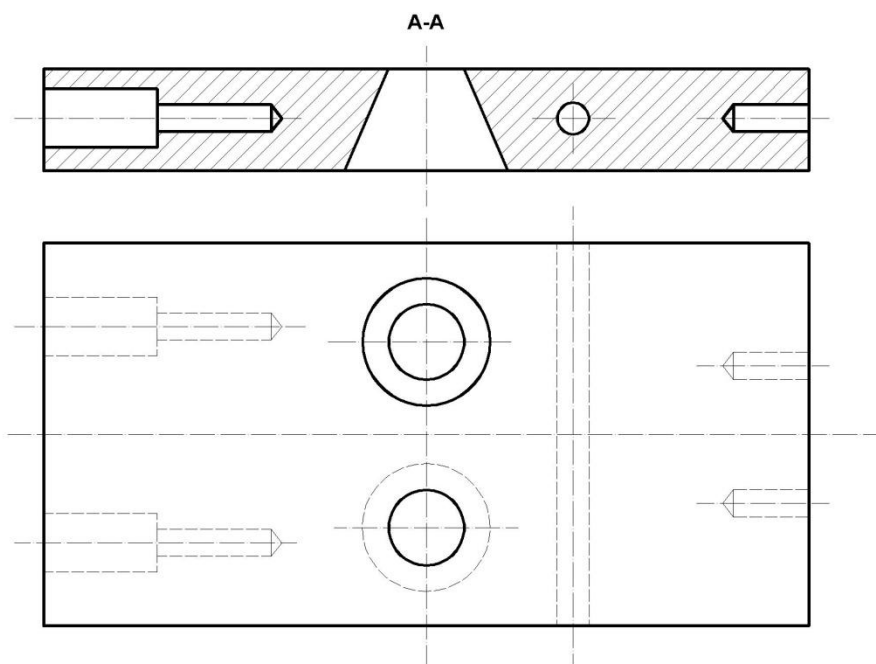
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení spodní části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v horním pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny. Tuto polohu odvodte ze zobrazení řezu A-A nad tímto pohledem.



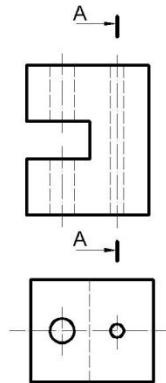
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 10: TEST Č. 10.

Jméno a příjmení:

Test 10

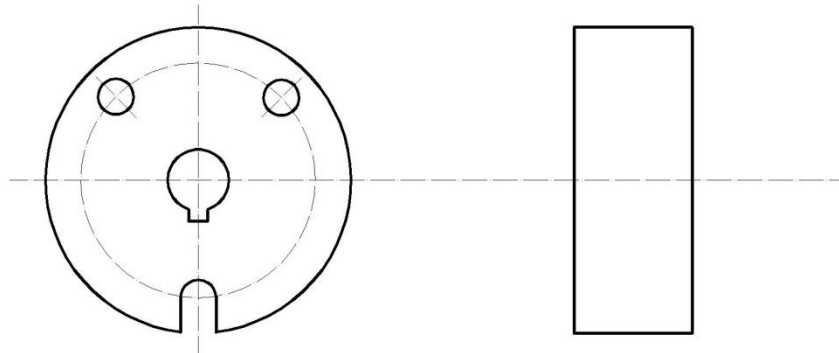
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



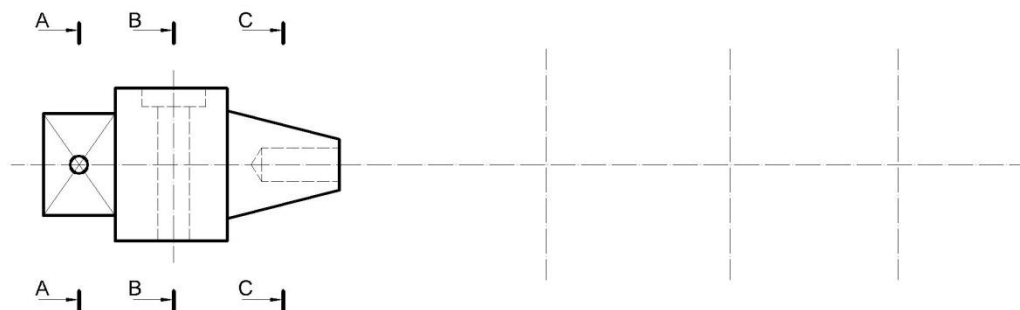
A-A (řez)

A-A (průřez)

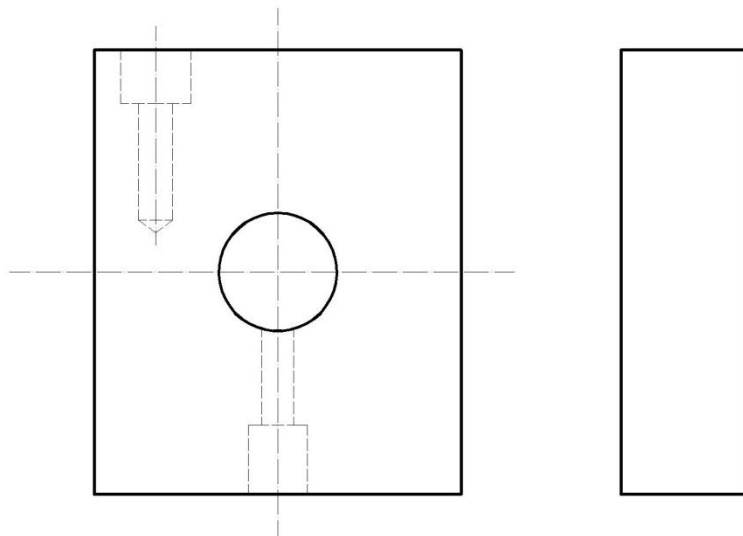
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (všechny otvory jsou průchozí).



3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.

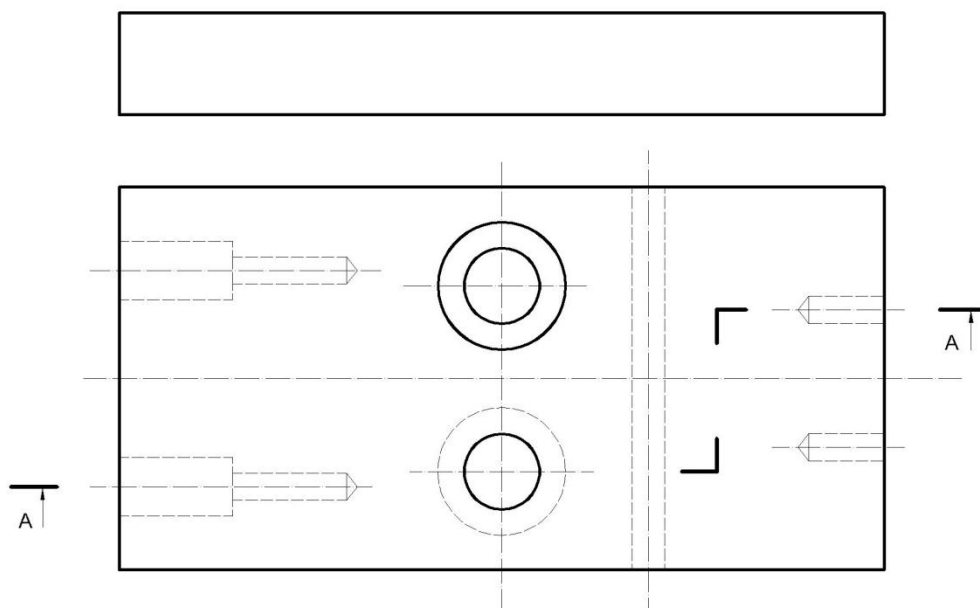


4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (středová díra je průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, proveďte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A (středové díry jsou průchozí).

A-A



Počet bodů:

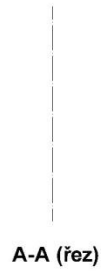
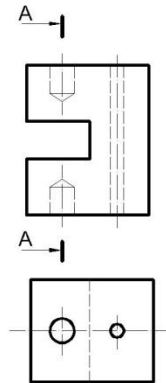
--

PŘÍLOHA P 11: TEST Č. 11.

Jméno a příjmení:

Test 11

1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.

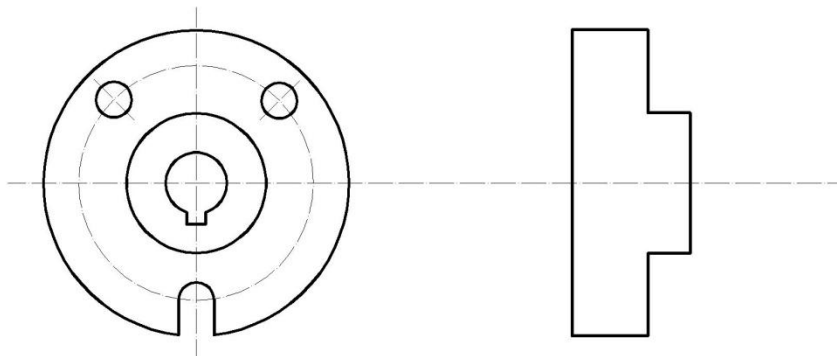


A-A (řez)

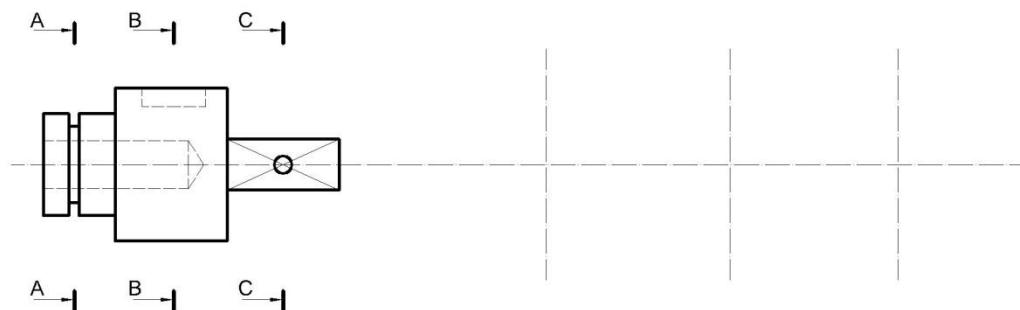


A-A (průřez)

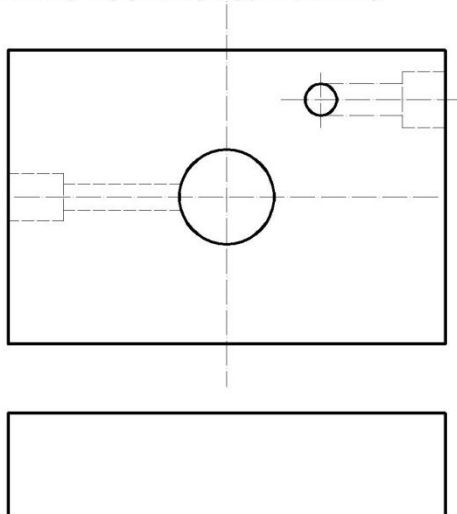
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (všechny otvory jsou průchozí).



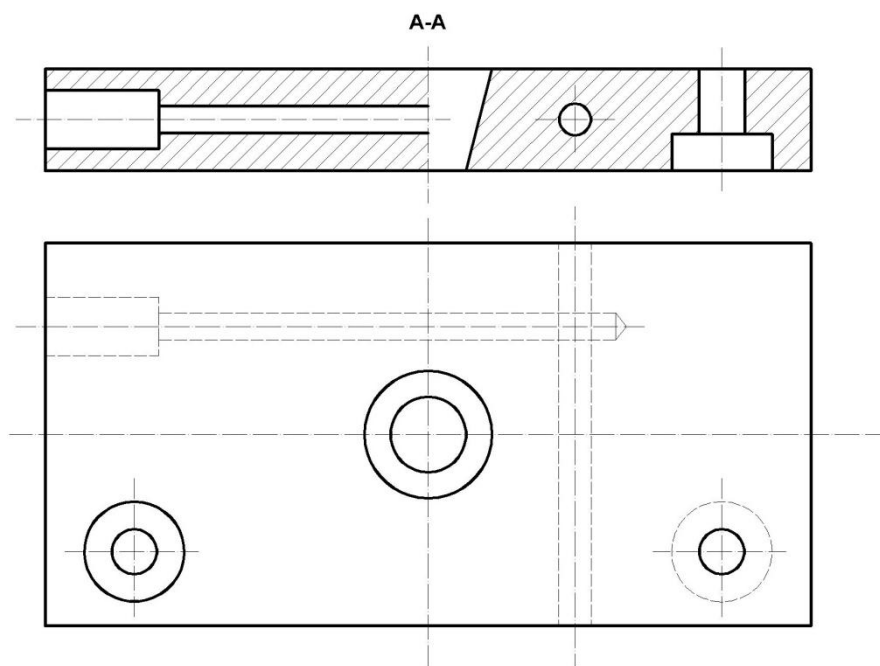
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení spodní části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v horním pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Doplňte do zobrazení deskovitého tělesa polohu řezné roviny. Tuto polohu odvodte ze zobrazení řezu A-A nad tímto pohledem.



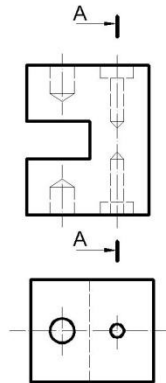
Počet bodů:	
-------------	--

PŘÍLOHA P 12: TEST Č. 12.

Jméno a příjmení:

Test 12

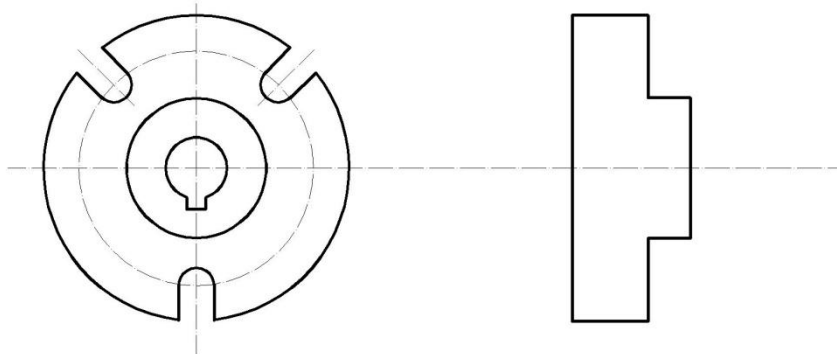
1. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazeném tělese, proveďte do naznačených míst vpravo znázornění v podobě řezu A-A a v podobě průřezu A-A.



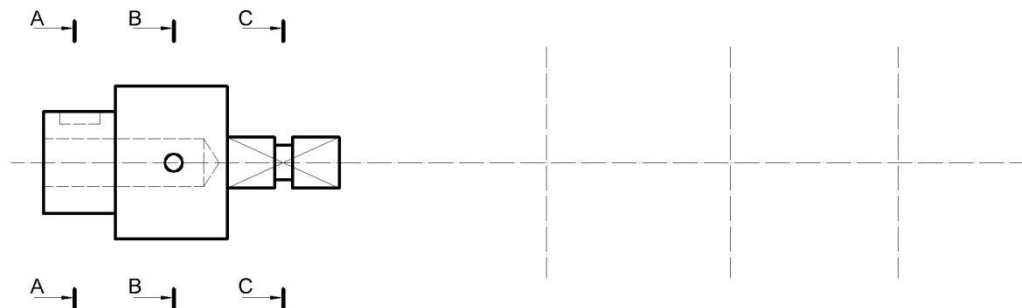
A-A (řez)

A-A (průřez)

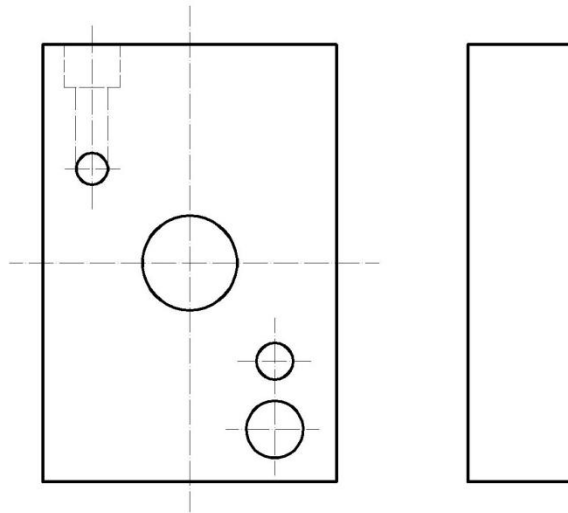
2. Doplňte pohled zepředu lomeným řezem. Řez vedte přes levý otvor, střední otvor a spodní otvor (střední otvor je průchozí).



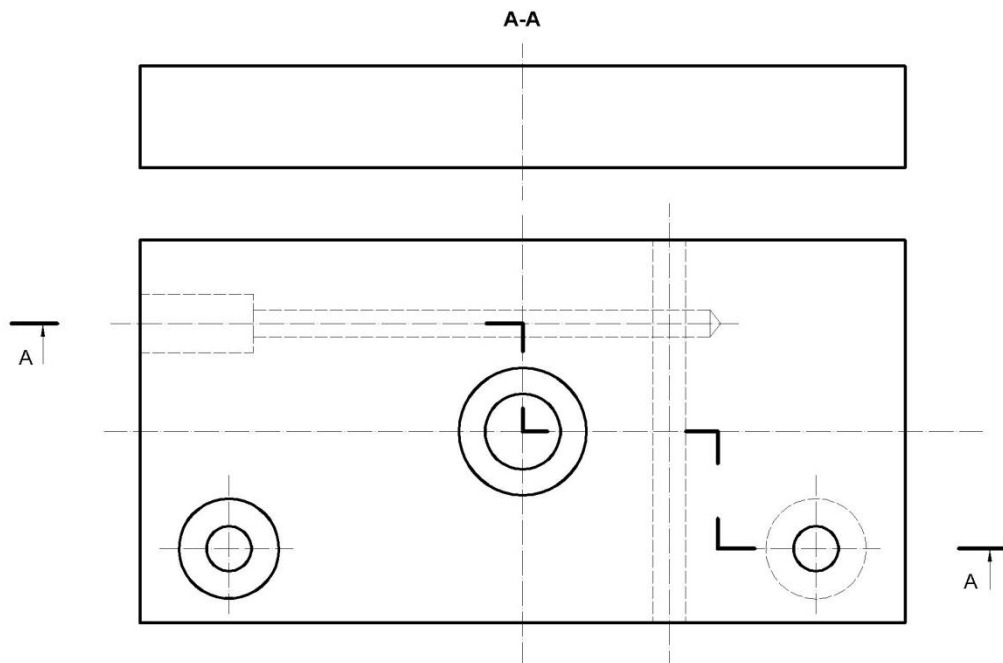
3. Doplňte do pravé strany řezy přes součást rotačního tvaru v naznačených rovinách.



4. Dokreslete zobrazení pravé části desky s využitím lomeného řezu, který vedte v levém pohledu tak, aby se zviditelnily všechny díry (všechny díry jsou průchozí).



5. Podle polohy řezné roviny A-A v zobrazené desce, proveďte do naznačených míst znázornění v podobě řezu A-A.



Počet bodů:	
-------------	--