

# Modernizace výuky technického kreslení využitím 3D

Tereza Bobčíková

---

Bakalářská práce  
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2018/2019

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza Bobčíková**  
Osobní číslo: **T16053**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Modernizace výuky technického kreslení využitím 3D**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracujte rešerši na dané téma**
- 2. Vytvořte návrhy a trojrozměrné modely tvarových desek forem za účelem jejich využití ve výuce technického kreslení**

Rozsah bakalářské práce: **cca 60 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **Leinveber, J., Švercl, J. a kol. Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie. Praha, 1999. ISBN 80-7183-162-X .**
2. **Kletecka, J., Fort, P. Technické kreslení. Brno, 2007. ISBN 978-80-251-1887-0.**
3. **Klimeš, J. Technická dokumentace. Fragment, 1998. ISBN 80-7200-206-6.**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství  
Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2019**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**

Ve Zlíně dne 18. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*

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

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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, považuji 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 .....

.....

---

<sup>1)</sup> 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 nevydělečně 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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 bakalářské práce bylo vytvořit studii na téma Modernizace technického kreslení využitím 3D. Teoretická část se zabývá technickým zobrazováním s důrazem na řezy a výrobu tvarově složitých desek frézováním. Praktická část obsahuje tvorbu 3D modelů tvarově složitých desek a CNC programu pro výrobu těchto modelů. Pro konstrukci 3D modelů byl použit program CATIA V5 a pro programování systém EDGE CAM.

Klíčová slova: Řezy, technické kreslení, 3D modely, programování, tvarově složité desky

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor's thesis was to make study on topic Modernization of technical drawing by using 3D. Theoretical part is focused on technical imaging specialized in cuts and milling production of difficult shaped panels. Practical part is preoccupied with creating 3D models of difficult shaped panels and CNC programme for model making. For creating 3D models was used CATIA V5 programme and for creating CNC programme was used EDGE CAM.

Keywords: cuts, technical drawing, 3D models, programme, difficult shaped panels

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí doc. Ing. Libuši Sýkorové, Ph.D. za ochotu a pomoc při vypracování této práce a za její odborné vedení. Dále chci poděkovat firmě CNC Article s.r.o za umožnění výroby a poskytnutí materiálu.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 TECHNICKÁ NORMALIZACE</b> .....	<b>12</b>
1.1 DRUHY NOREM.....	12
1.1.1 Státní norma .....	12
1.1.2 Celoevropská norma.....	13
1.1.3 Mezinárodní norma .....	13
1.1.4 Převzaté normy.....	13
<b>2 TECHNICKE ZOBRAZOVÁNÍ</b> .....	<b>14</b>
2.1 PRAVOÚHLÉ PROMÍTÁNÍ.....	14
2.1.1 Metoda promítání ISO-A .....	15
2.1.2 Metoda promítání ISO-E.....	16
2.2 PROMÍTÁNÍ ŘEZŮ A PRŮŘEZŮ .....	17
<b>3 ŘEZY</b> .....	<b>18</b>
3.1 PODÉLNÝ ŘEZ .....	19
3.2 MÍSTNÍ ŘEZ .....	19
3.3 POLOVIČNÍ ŘEZ.....	20
3.4 ROZVINUTÝ ŘEZ .....	20
3.5 ŘEZ VÍCE ROVINAMI .....	21
3.6 STUPŇOVITÝ ŘEZ.....	21
3.7 POOTOČENÝ ŘEZ .....	22
<b>4 KÓTOVÁNÍ</b> .....	<b>23</b>
ZÁKLADNÍ POJMY A PRAVIDLA KÓTOVÁNÍ .....	23
4.1 PROVEDENÍ KÓT .....	23
4.2 SOUSTAVY KÓT .....	23
4.2.1 Řetězcové kótování .....	24
4.2.2 Kótování od společné základny .....	24
4.2.3 Smíšené kótování .....	25
4.2.4 Souřadnicové kótování.....	26
4.3 KÓTOVÁNÍ POLOMĚRŮ .....	26
4.4 KÓTOVÁNÍ PRŮMĚRŮ .....	27
4.5 KÓTOVÁNÍ ÚHLŮ .....	28
4.6 KÓTOVÁNÍ ZKOSENÝCH HRAN.....	28
4.7 KÓTOVÁNÍ DĚR .....	28
4.8 KÓTOVÁNÍ OPAKUJÍCÍCH SE ROZMĚRŮ .....	29
<b>5 FRÉZOVÁNÍ</b> .....	<b>30</b>
5.1 SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ .....	30
5.2 NESOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ.....	31
5.3 ZÁKLADNÍ DRUHY FRÉZEK .....	32
5.4 FRÉZOVACÍ NÁSTROJE .....	32
5.4.1 Podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby.....	32



5.4.2	Podle počtu zubů .....	33
5.4.3	Podle průběhu ostří .....	33
5.5	FRÉZOVÁNÍ DRÁŽEK .....	34
<b>6</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ BAKALAŘSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>35</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>TVORBA 3D MODELŮ V PROGRAMU CATIA .....</b>	<b>37</b>
7.1	CATIA V5 .....	37
7.2	TVORBA MODELU-OBJEMOVÉ MODELOVÁNÍ.....	37
7.3	TVORBA VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE .....	41
<b>8</b>	<b>TVORBA CNC PROGRAMU V PROGRAMU EDGE CAM.....</b>	<b>45</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>59</b>

## ÚVOD

Technické kreslení je nezbytným prostředkem vyjadřování mezi technikou a výrobcí. Vše se vyrábí podle technický výkresů. Pomocí technického výkresu můžeme získat velké množství informací o tvaru, velikosti a jiných vlastností o zobrazovaném předmětu.

Základem každého technické výkresu je správně zobrazený předmět. Předpokladem pro zhotovení správných technický výkresů je dobrá znalost způsobu zobrazování, znalost kreslicích pomůcek a jejich následné využití.

Zásady a principy technického kreslení jsou podmínkou pro používání počítačové podpory konstrukce. Patří sem např. grafické systémy CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), modelovací programy Autodesk Inventor, CATIA, SolidWorks aj.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 TECHNICKÁ NORMALIZACE

Technická normalizace je významnou technickou činností, která se zabývá tvorbou srozumitelných vyjadřovacích a dorozumívacích prostředků – normy, předpisy apod. Obecně má za cíl co nejvíce maximalizovat kompatibilitu řešení, bezpečnost, vyměnitelnost atd. V současné době není technická normalizace závazná, ale pouze doporučená. Patří sem zkušební postupy, specifikace materiálů, součástí aj.

- Usnadňuje volný pohyb zboží v mezinárodním obchodu
- Normované výkresy jsou jednoznačné a snadno čitelné
- Zjednodušuje a urychluje práce konstruktérů
- Mnoho dílů není potřeba vyrábět, nakupují se hotové
- Umožňuje hromadnou výrobu často používaných součástí, a tím výrazně snižuje jejich cenu
- Umožňuje snazší a rychlejší výměnu opotřebovaných nebo poškozených normalizovaných součástí [1]

### 1.1 Druhy norem

Při prodeji na trhu je velmi důležité mít certifikaci výrobků a výroby podniku. Pro získání je nutné mít technickou dokumentaci k výrobku provedenou podle normalizovaných pravidel. Musí mít platnost všech norem [1]

Rozeznáváme několik druhů forem:

- Státní normy (ČSN)
- Celoevropské normy (EN)
- Mezinárodní formy (ISO)

#### 1.1.1 Státní norma

Platí na celém území státu. ČSN spravuje Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). V jednotlivých oborech můžou být oborové normy (ON) a v podnicích podnikové (PN). Avšak všechny tyto normy nesmí být v rozporu aktuální ČSN normou. [1]



Obr. 1 Značení ČSN [1]

### 1.1.2 Celoevropská norma

Tato norma platí na celém území EU, vydává jí Evropská komise pro normalizaci CEN (Comité Européen de Normalisation).

### 1.1.3 Mezinárodní norma

Norma vchází v platnost na celém světě. Vydává ji Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO (International Organization for Standardization)

### 1.1.4 Převzaté normy

Jako důležitý úkol v současné době vidíme postupně realizovanou harmonizaci ČSN s EN nebo ISO.

Značení převzatých norem

Označení se skládá z označení, např. ČSN EN a čísla normy. Dále je toto označení doplněno šestimístním znakem shodným s původním číslováním ČSN. [5]

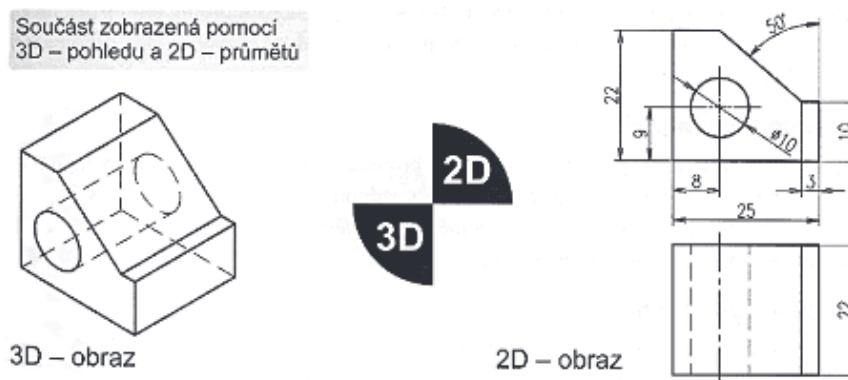
Převzatá norma EN: např. ČSN EN 22553 (01 3155) Svarové a pájené spoje

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

## 2 TECHNICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ

V technické praxi se můžeme setkat s potřebou zobrazení prostorových útvarů pomocí náčrtů nebo přesně kresleného výkresu. Ve své podstatě máme dva typy způsobu zobrazení těles a to, metoda zobrazení pomocí 2D průmětu nebo pomocí 3D pohledu. Při obou typech je zapotřebí dodržovat základní pravidla. [1]



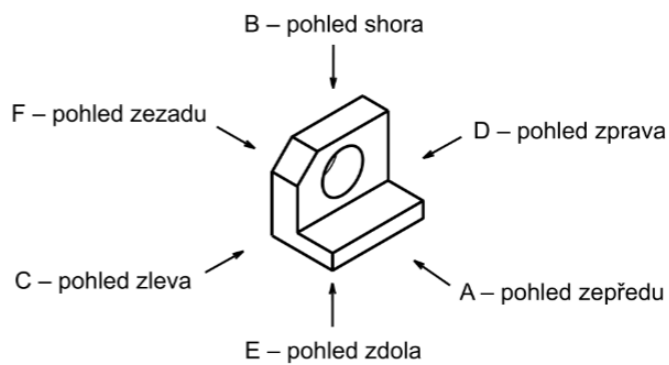
Obr. 2 Způsoby zobrazování těles [1]

Rozdělení promítání:

- Rovnoběžné promítání
- Kosoúhlé promítání
- Středové promítání

### 2.1 Pravoúhlé promítání

Pravoúhlé promítání je jedno z nejvíce používaných promítání ve výkresových dokumentacích strojírenského průmyslu. Model je promítán na tři až šest průmětů, které jsou navzájem kolmé. Za hlavní pohled volíme vždy ten, na kterém zobrazíme co nejvíce informací o modelu. Většinou bývá orientovaní do výrobní polohy. Ostatní pohledy jsou sdružené. V praxi rozlišujeme dvě metody promítání, tyto metody se liší pouze umístěním modelu vůči pozorovateli a průmětnám. Rozlišujeme metodu ISO-A a ISO-E. Na výkresové dokumentaci se nachází značka, která udává, jaká metoda byla použita. [1]

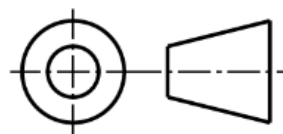


Obr. 3 Možné pohledy zobrazení [1]

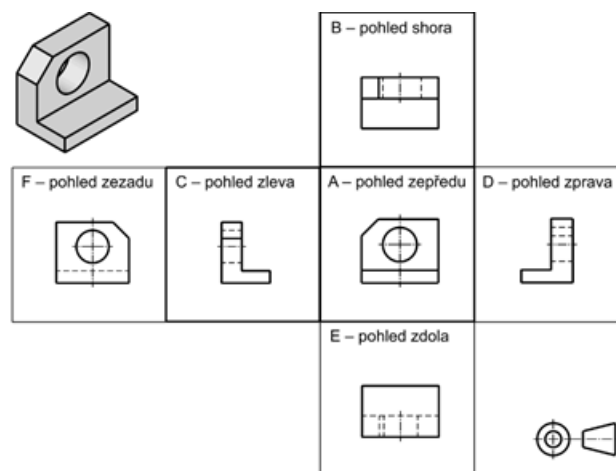
### 2.1.1 Metoda promítání ISO-A

Tato metoda promítání se provádí ve 3.kvadrantu, používá se především ve spojených státech. Při tomto způsobu promítání leží model za průmětnami. [1]

ISO - A  
promítání „americké“



Obr. 4 Značení ISO-A [1]



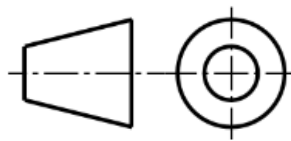
Obr. 5 Zobrazení ve 3.kvadrantu [1]

### 2.1.2 Metoda promítání ISO-E

Tato metoda promítání se na rozdíl od ISO-A nachází v 1.kvadrantu. Jedná se o metodu, která je zaužívaná v Evropě, proto tedy ISO-E neboli „evropské promítání“. Při tomto způsobu se zobrazovaný model nachází mezi pozorovatelem a průmětnou.

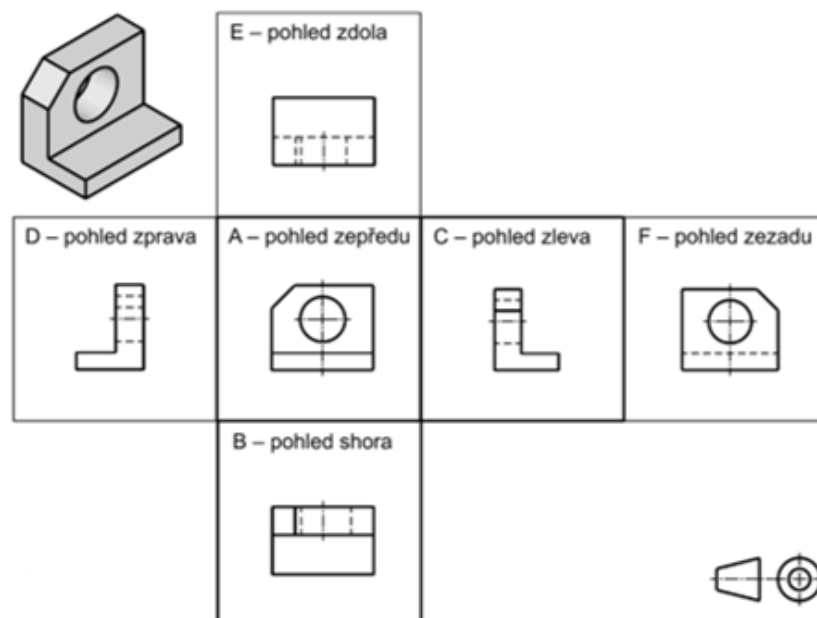
#### promítání v 1. kvadrantu

#### ISO - E promítání „evropské“



Obr. 6 Značení ISO-E [1]

Nejpoužívanější kombinací pohledů, které se používají k zobrazování v technické dokumentaci, je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva. Vždy volíme pohledy tak, aby zobrazily všechny informace o modelu. Od toho se odvíjí i jejich počet. [1]



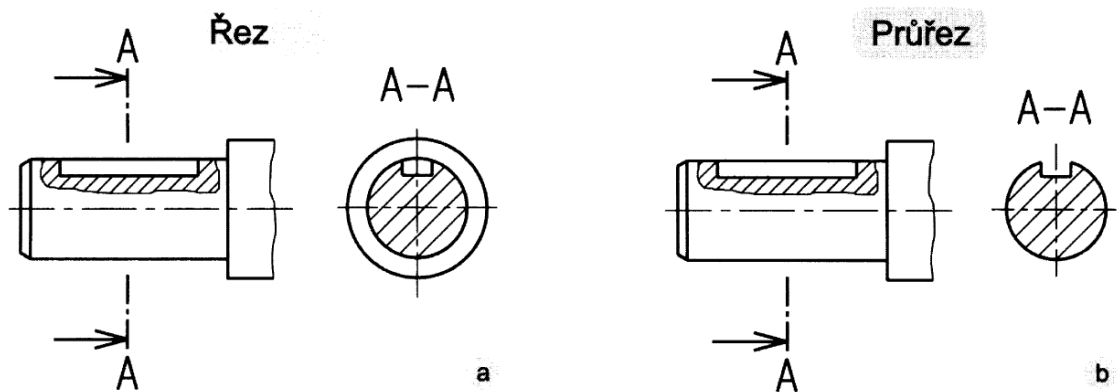
Obr. 7 Zobrazení metodou promítání v 1.kvadrantu [1]



## 2.2 Promítání řezů a průřezů

Pokud se řezy a průřezy na výkrese použijí správně zvýší tím názornost obrazu, usnadní kotování a sníží počet použitých pohledů. Řezy a průřezy se využívají pro součásti obsahující vnitřní dutiny a díry. [5]

Je to zobrazení součásti rozříznuté myšlenou rovinou. Materiál vyznačujeme šrafováním.



Obr. 8 Zobrazení řezu a průřezu [1]

### Základní pravidla pro kreslení řezů a průřezů

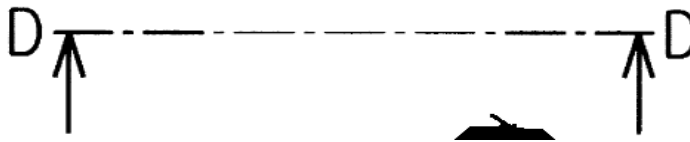
- Řez používáme zejména u dutých součástí z důvodu zobrazení a zakótování podrobností uvnitř dutiny.
- Řez prochází nejtenčím místem průřezu.
- V řezu se zobrazují i hrany a plochy za myšlenou rovinou řezu.
- Vnitřní hrany se v řezu zobrazují tlustou obrysovou čarou.
- Průřez kreslíme z důvodu zobrazení a zakótování profilu materiálů, pokud není to možné udělat v pohledu.
- Průřez zobrazuje pouze hrany a plochy v rovině řezu, to co je za rovinou řezu se nezobrazuje. [5]

### 3 ŘEZY

Řez můžeme definovat jako obraz předmětu, který je rozříznut myšlenou rovinou. Přitom části ležící před rovinou řezu se nezobrazují. Na výkresech se rovina řezu vyznačuje čerchovanou čarou. Rovinu řezu můžeme značit běžným označením nebo úplným označením. [2]



Obr. 9 Běžné označení [1]

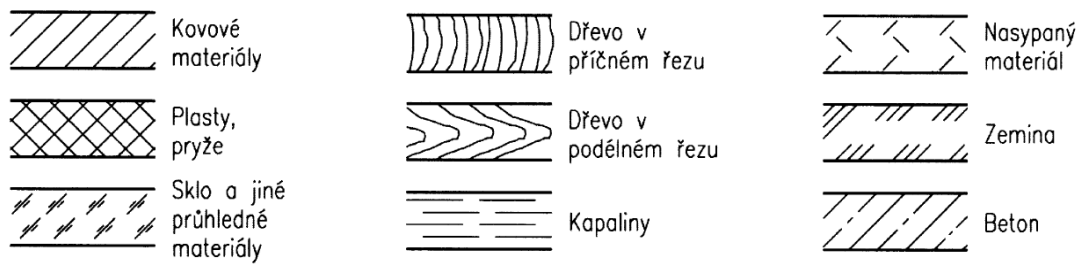


Obr. 10 Úplné označení [1]

Součást, která je v řezu je na výkrese označena šrafováním. Toto šrafování se rozlišuje podle toho, z jakého materiálu je daná součást vyrobena a kreslí se tenkou čarou. [1]

Rozlišujeme tyto základní druhy materiálu:

- Kovové materiály
- Plasty, pryže
- Sklo a jiné průhledné materiály
- Dřevo v příčném a podélném řezu
- Kapaliny
- Nasypaný materiál
- Zemina
- Beton



Obr. 11 Značení různých materiálů v řezu na výkrese [1]

V praxi rozlišujeme několik typů řezu a to:

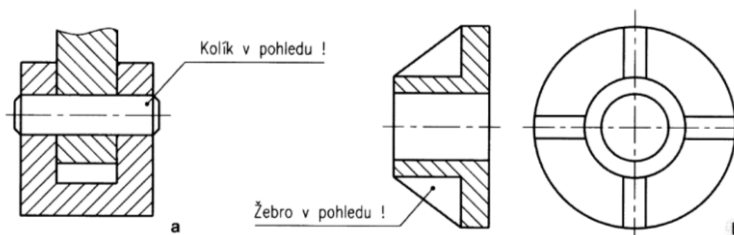
- Podélný řez
- Místní řez
- Poloviční řez
- Rozvinutý řez
- Řez více rovinami (Tvarově složité řezy)

### 3.1 Podélný řez

Tento řez vznikne, pokud rovinu řezu proložíme např. podélnou osou řezaného předmětu.

Na výkresech se v podélném řezu se nekreslí:

- Plné součásti, které jsou vyrobeny z tyčí (hřídele, kolíky, čepy atd.)
- Plné součásti, které jsou vyrobeny plechů nebo pásu.
- Žebra, ramena kol apod. [1]

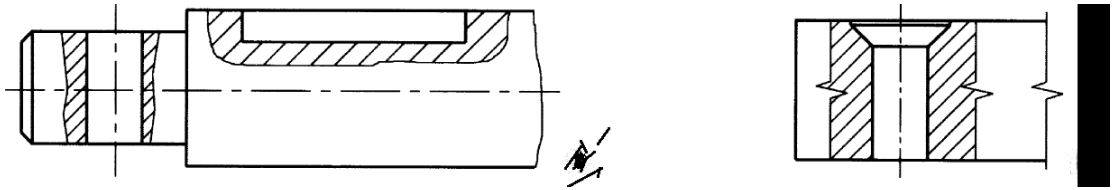


Obr. 12 Součásti v podélném řezu [1]

### 3.2 Místní řez

Používáme ho tehdy, pokud potřebujeme zobrazit prvek, který by byl jinak v zobrazeném pohledu schovaný. Zobrazovaný prvek je ohraničený tenkou čarou, která je však

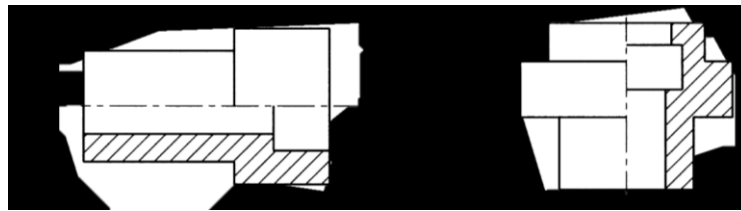
nepravidelná a od ruky. Další možností je pravidelná čára se zlomem. Provedený řez je na výkrese vyznačen opět šrafováním. [1]



Obr. 13 Možnosti zobrazení místního řezu na výkrese [1]

### 3.3 Poloviční řez

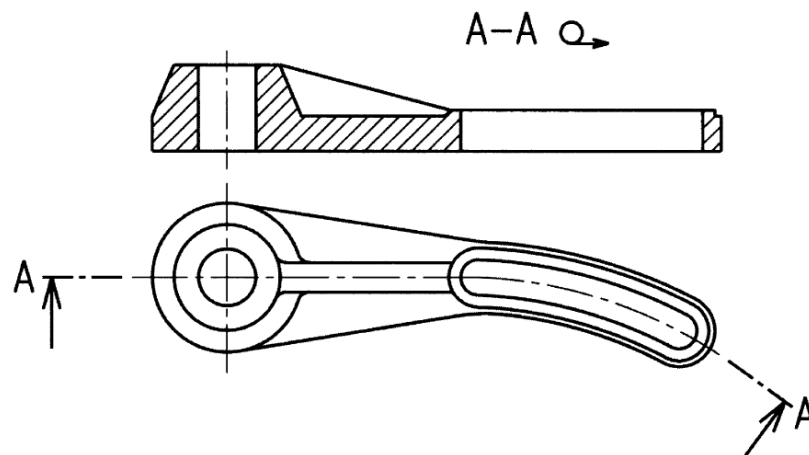
Kreslí se u souměrných (rotačních) součástí tak, že se jedna polovina zobrazí v řezu, druhá v pohledu. Rozhraní mezi pohledem a řezem tvoří osa souměrnosti obrazu. [1]



Obr. 14 Poloviční řez [1]

### 3.4 Rozvinutý řez

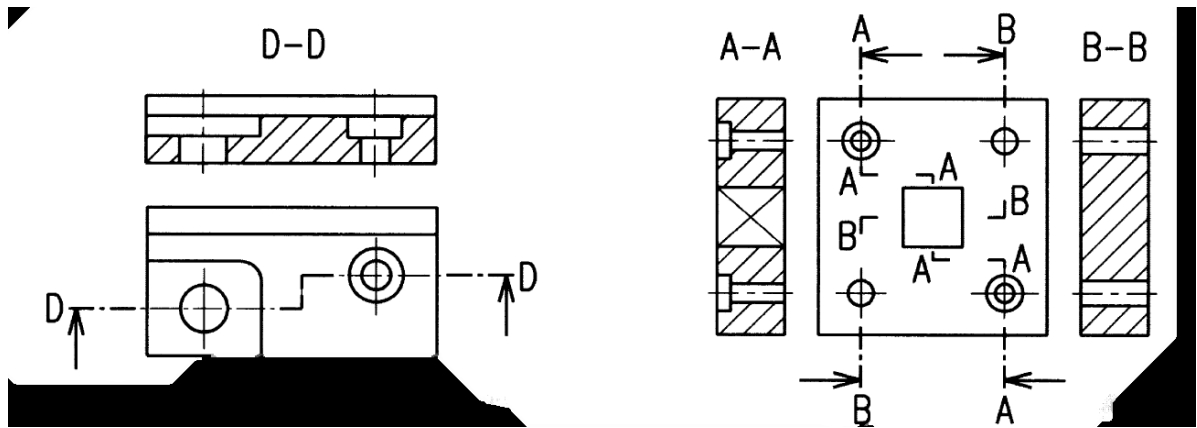
Řezná rovina je zakřivená a obraz řezu je rozvinut do roviny. Žebra se v řezu nekreslí, i když jimi řezná rovina prochází. [1]



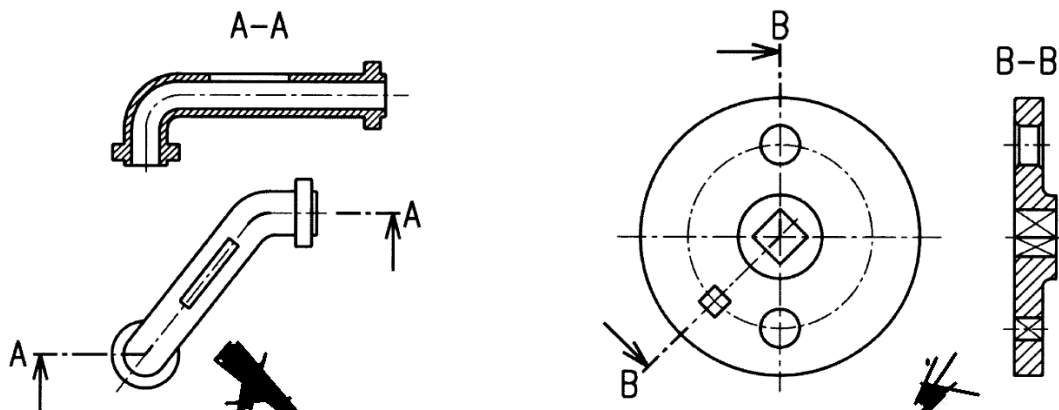
Obr. 15 Rozvinutý řez [1]

### 3.5 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]



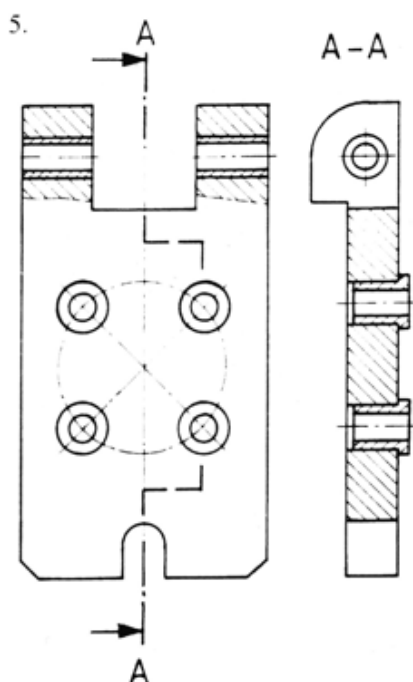
Obr. 16 Řez tvarově složitou deskou [1]



Obr. 17 Řez více rovinami [1]

### 3.6 Stupňovitý řez

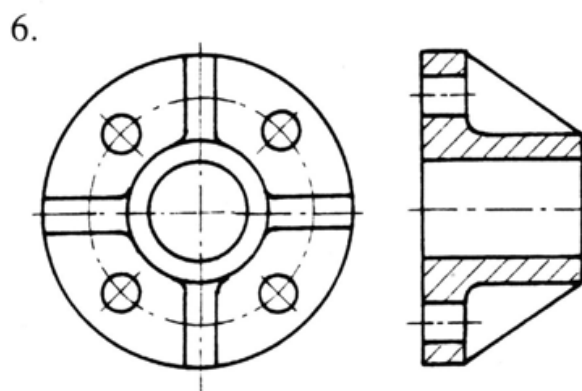
U stupňovitého řezu je myšlená rovina řezu tvořena rovnoběžnými rovinami. Zobrazují se pouze ty části, které jsou viditelné ve směru promítání. [2]



Obr. 18 Stupňovitý řez [1]

### 3.7 Pootočený řez

Pokud součást obsahuje pravidelně rozložené opakující se prvky, které nejsou umístěny v rovně řezu, mohou být tyto prvky v obrazu řezu pootočený do polohy rovnoběžné s průmětnou. Toto pootočení není nutné označovat.



Obr. 19 Pootočený řez [1]

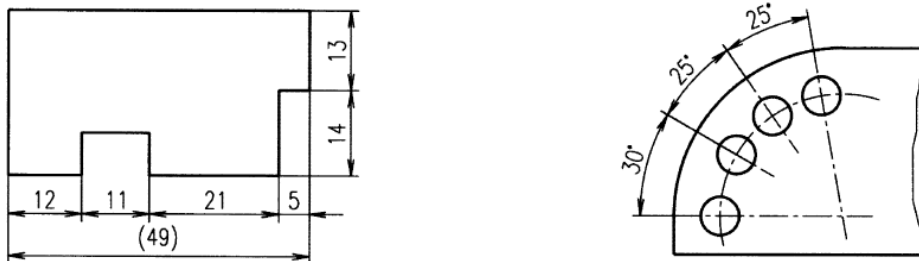


- Řetězcové kótování
- Kótování od společné základny
- Smíšen kótování
- Souřadnicové kótování

Vždy volíme soustavu, které zajistí funkci součásti v nadřazeném celku. [1]

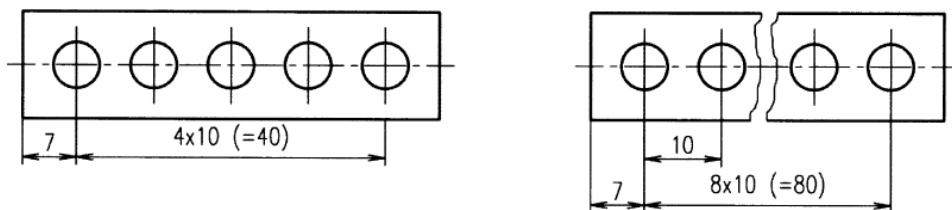
#### 4.2.1 Řetězcové kótování

Tento druh kótování používáme jen tehdy, pokud součet mezních úchylek daných rozměrů nemůže ovlivnit funkci případně vyměnitelnost výrobku. [1]



Obr. 21 Řetězové kótování [1]

Pokud máme více stejných rozměrů lze kótovat součinem. První rozměr se kótuje tehdy, když není zobrazen plný počet prvků (Obr.20).

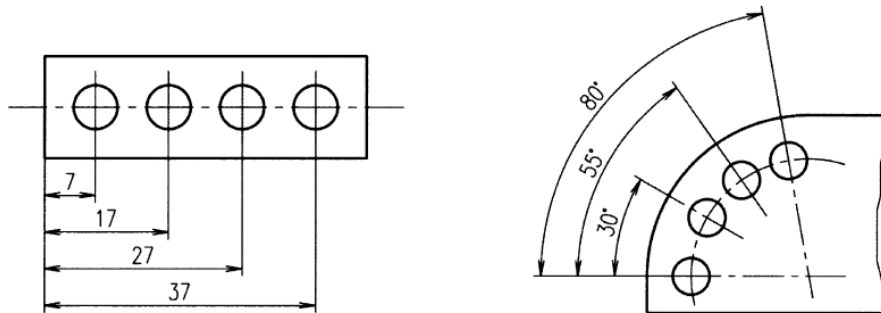


Obr. 22 Kótování stejných rozměrů [1]

#### 4.2.2 Kótování od společné základny

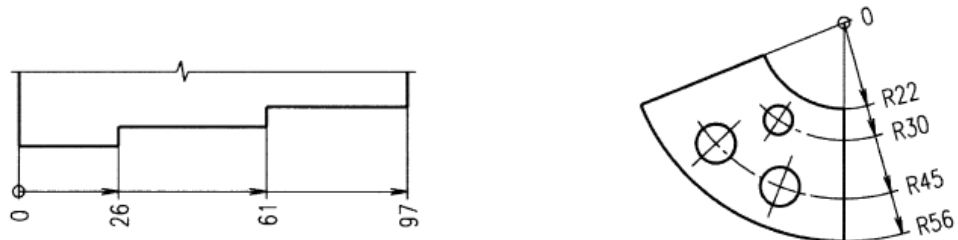
Disponuje-li poloha kotovaných prvků funkčním nebo technologickým vztahem k jednomu prvku, kótujeme délkové i úhlové rozměry od tohoto prvku. Tento prvek je společnou základnou pro kótování. [1]





Obr. 23 Kótování od společné základny [1]

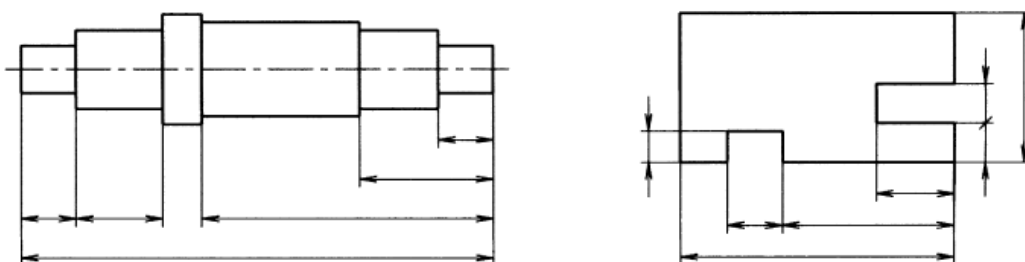
Můžeme použít ještě zjednodušené kótování od společné základny. Je to způsob, který můžeme použít tam, kde kótování od společné základny zabere nadměrné místo na výkrese. Počátek se označí kružnicí malého průměru (přibližně 3 mm) a číslicí 0 (Obr.22).



Obr. 24 Zjednodušené kótování od společné základny [1]

#### 4.2.3 Smíšené kótování

Smíšené kótování je kombinací jednoduchého kótování, řetězcového kótování a kótování od společné základny. Provádí se za předpokladu, že je to účelné. [1]

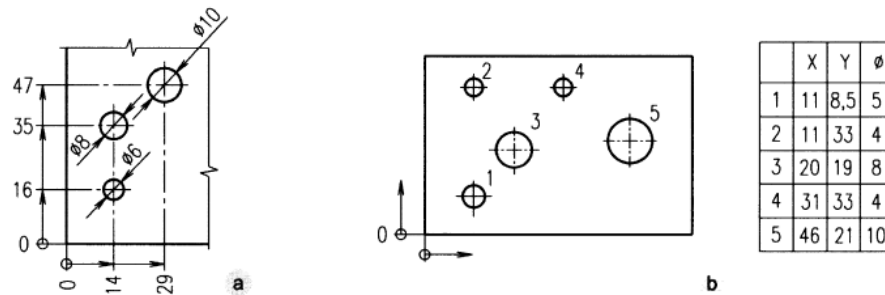


Obr. 25 Smíšené kótování [1]

### 4.2.4 Souřadnicové kótování

Pro určité stroje je vhodné, ale často i nutné vycházet souřadnicově z jednoho bod. Dle potřeby označujeme prvky čísly a polohu v tabulce s pravoúhlými souřadnicemi a rozměry.

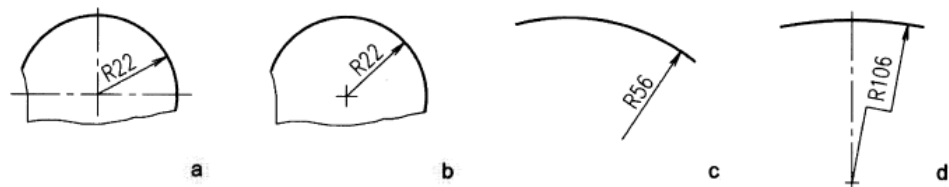
[1]



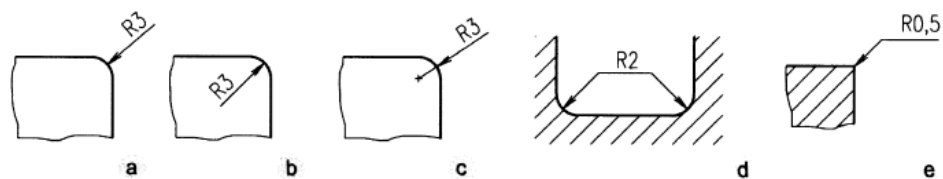
Obr. 26 Souřadnicové kótování [1]

### 4.3 Kótování poloměrů

Kóta, kterou se kotují poloměry je složena z písmene R a číselné hodnoty. Má jednu šipku a ta končí vždy na oblouku. Pokud je střed oblouku mimo výkres, lomí se kótovací čára k ose. [1]



Obr. 27 Kótování poloměrů [1]



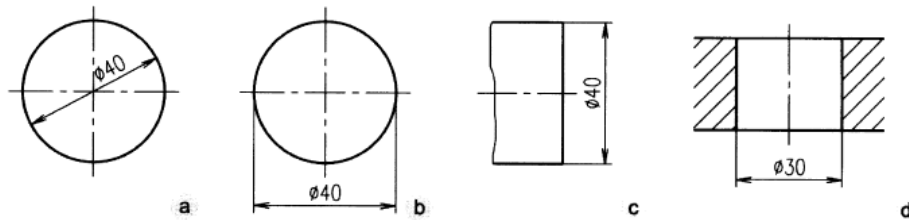
Obr. 28 Kótování malých poloměrů [1]

## 4.4 Kótování průměrů

Kóta se skládá ze značky  $\varnothing$  a číselné hodnoty.

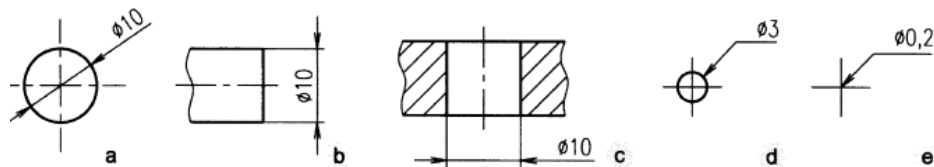
Průměry se kótují

- Kótou umístěnou v obraze, nebo mimo obraz, když je prvek zobrazení jako kružnice
- Délkou úsečky, pokud se kótovaný prvek zobrazí jako úsečka

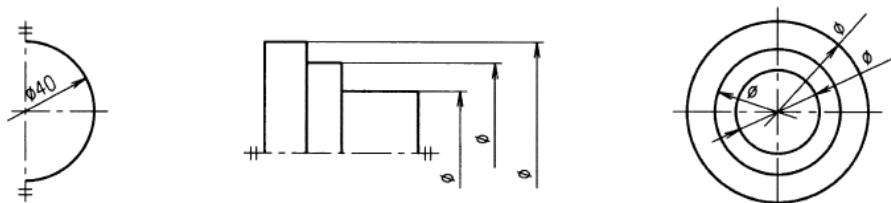


Obr. 29 Kótování průměrů [1]

- U malých průměrů kótou, která je umístěna k prodloužené kotovací čáře nebo na/k odkazové čáře. U nezobrazených kružnic je čára vedena z průsečíku os (Obr.28).
- Pokud není kružnice zobrazena nebo kotujeme více průměrů použijeme neúplné kotovací čáry. Je to z hlediska přehlednosti (Obr.29). [1]



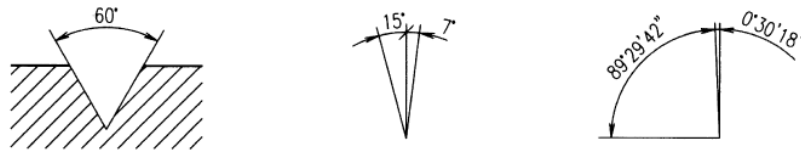
Obr. 30 Kótování malých průměrů [1]



Obr. 31 Neúplné kótování [1]

#### 4.5 Kótování úhlů

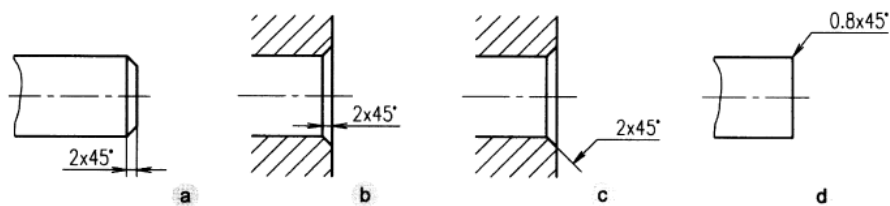
Kotovací čára má tvar oblouku kružnic se středy ve vrcholovém úhlu, vynášecí čáry pak vycházejí z vrcholů. Úhly udáváme v uhlových stupních, minutách a vteřinách. [1]



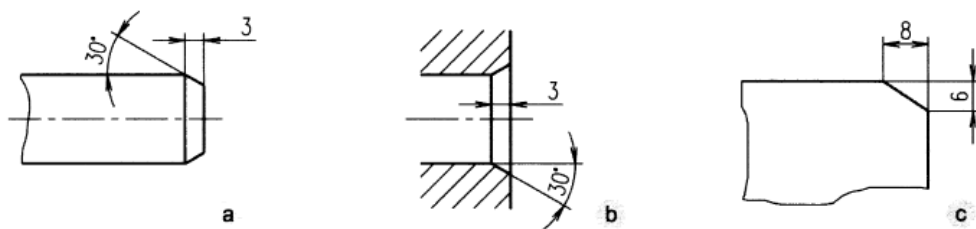
Obr. 32 Kótování úhlů [1]

#### 4.6 Kótování zkosených hran

Zkosené hrany kotujeme pomocí délkového a úhlového rozměru. U rotačních součástí kótu délkového rozměru umísťujeme rovnoběžně s osou rotace. [1]



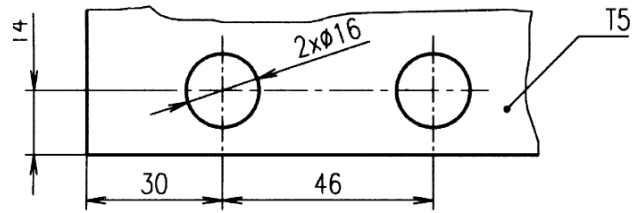
Obr. 33 Kótování zkosených hran pod úhlem 45° [1]



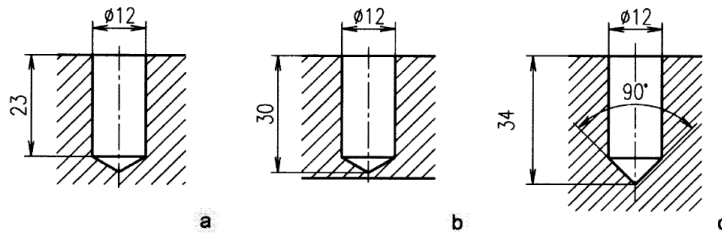
Obr. 34 Kótování zkosených hran pod jiným úhlem než 45° [1]

#### 4.7 Kótování děr

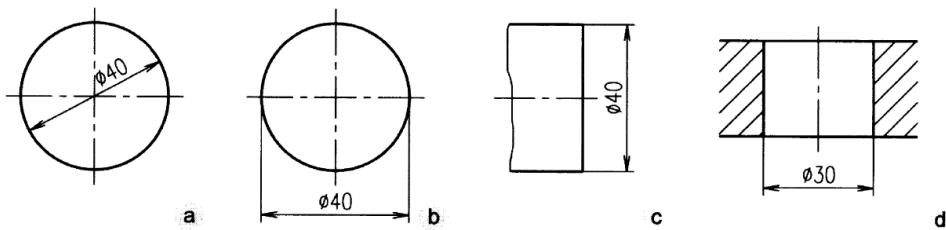
U děr vždy kótujeme jejich průměr a polohu osy, která je vztažena na jiný prvek (osa, obrysová čára apod.). U děr, které nejsou průchozí je zapotřebí zakótovat i hloubku díry. [1]



Obr. 35 Kótování děr [1]



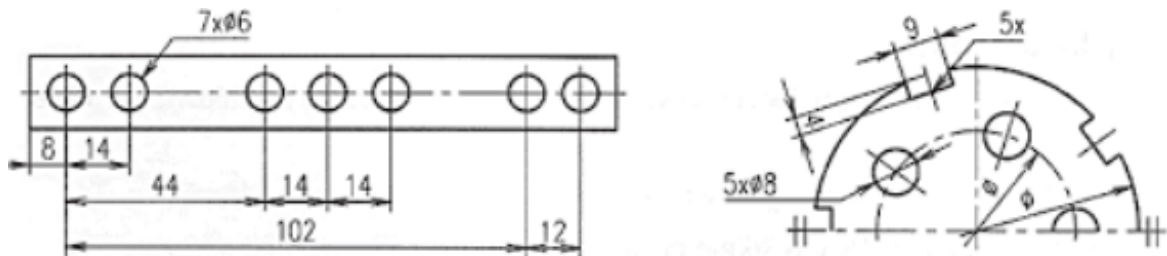
Obr. 36 Kótování hloubky děr [1]



Obr. 37 Kótování průměrů [1]

### 4.8 Kótování opakujících se rozměrů

Konstrukční prvky, které se nám na výkrese několikrát opakují (žebra, zuby, díry, drážky) se kótují pouze jednou, je ale nutné zakótovat polohu prvku. Je doporučeno uvést počet, kolikrát se daný prvek opakuje. [1]



Obr. 38 Kótování opakujících se prvků [1]

## 5 FRÉZOVÁNÍ

Je to nejpoužívanější způsob třískového obrábění, kdy se rotující vícebřítý nástroj neboli fréza, otáčí a obrobek se posouvá. Obrobek se upíná na frézovací stůl pomocí svěráků, různých upínek, opěrek a podpěr.

Frézování rovinných ploch se dělí na:

- Obvodové
- Čelní
- Okružní
- Planetové

Podle směru pohybů posuvů ke směru rotace:

- Sousedné
- Nesousedné
- Zahlubování s axiálním posuvem a frézování drážek, dutin

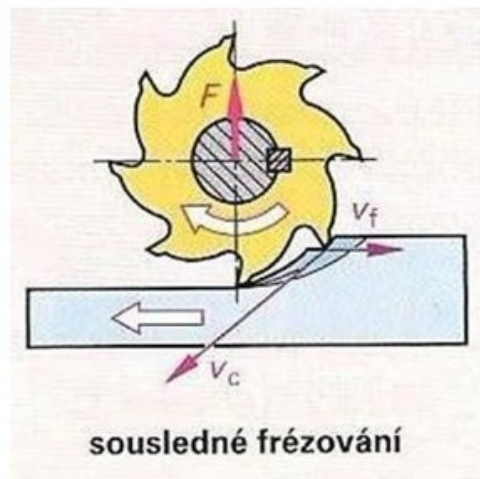
Frézováním lze obrábět:

- Jednoduché i složité rovinné plochy
- Drážky
- Závity
- Ozubená kola
- Tvarové plochy

Hlavním řezným pohybem je rotační pohyb a ten koná nástroj neboli frézka. Vedlejší pohyby koná obrobek, respektive pracovní stůl, na kterém je obrobek upnut. [3]

### 5.1 Sousedné frézování

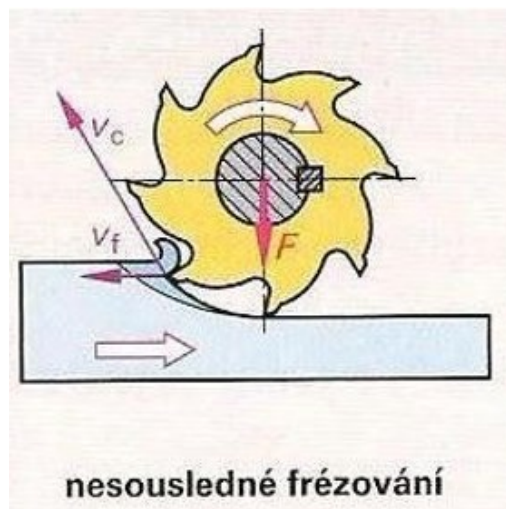
Nejčastěji se používá pro obrábění houževnatých a měkkých materiálů. Není vhodné pro materiály, které mají nečistý povrch a tvrdou povrchovou kůru. Lze volit vyšší řezné podmínky, protože vzniká méně tepla a nástroj se méně zahřívá. Dosahujeme lepší drsnosti obrobeného povrchu. Tříska se odřezává od nejtlustějšího průřezu k nejtenčímu průřezu. [3]



Obr. 39 Sousedné frézování [3]

## 5.2 Nesousedné frézování

Je vhodné pro frézování materiálů s tvrdou povrchovou kůrou, pro odlitky, výkovky apod. U toho typu je zapotřebí velkých sil k upnutí obrobku z důvodu odtržení třísky ve směru od pracovního stolu frézky. Dochází se k většímu tření, větší teplotě, rychlejší opotřebení břitu a k horší drsnosti povrchu než u sousledného frézování. [3]



Obr. 40 Nesousedné frézování [3]

### 5.3 Základní druhy frézek

V praxi rozeznáváme tyto základní druhy frézek:

- Konzolové
- Stolové
- Rovinné
- Speciální

### 5.4 Frézovací nástroje

Je to rotační nástroj, který se nazývá fréza a má na činné ploše určitý počet břitů (zubů).

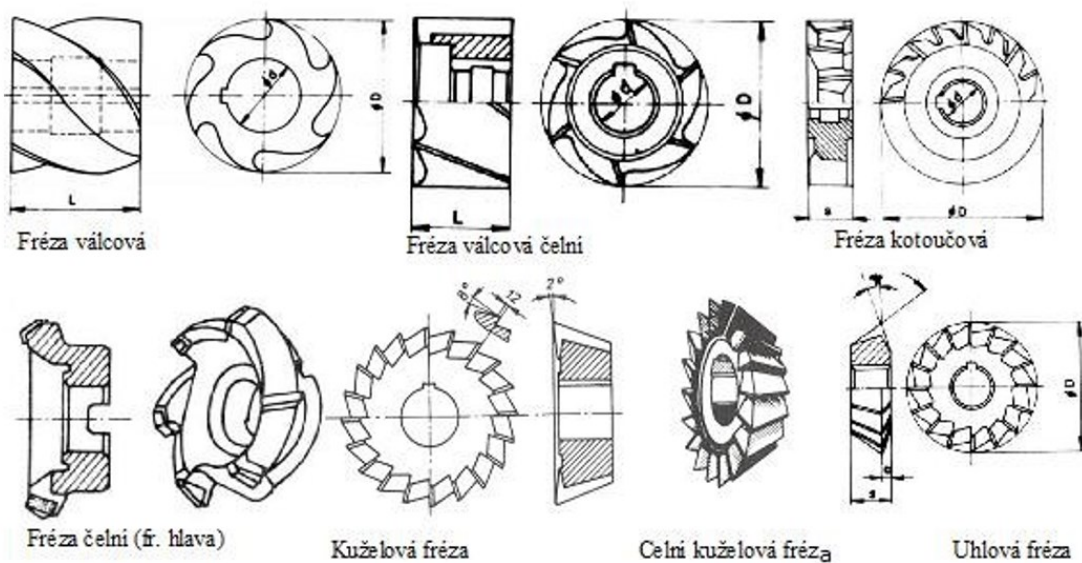
Rozlišujeme několik druhů fréz a to:

- Podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby
- Podle způsobu výroby
- Podle počtu zubů
- Podle průběhu ostří
- Podle způsobu upínání
- Podle smyslu otáčení
- Podle počtu dílů, z kterých je fréza složená

#### 5.4.1 Podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby

- Válcové
- Válcové čelní
- Čelní
- Kotoučové
- Kuželové
- Tvarové





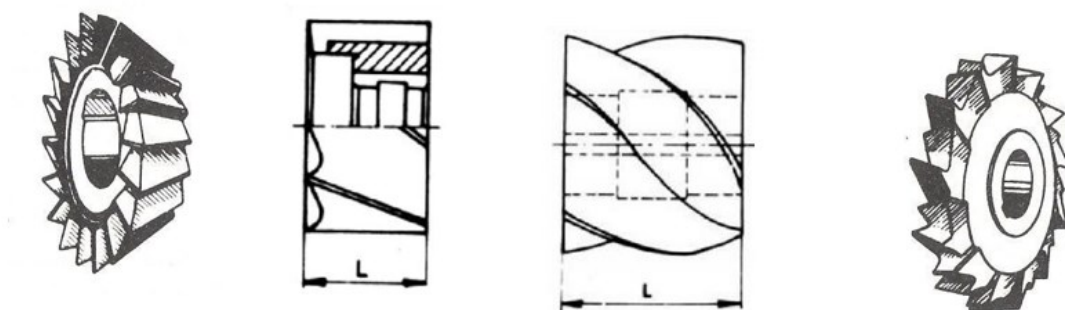
Obr. 41 Rozdělní podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby [3]

#### 5.4.2 Podle počtu zubů

- Jemnozubé frézy-malé zuby a jejich počet je větší než 15
- Polo hrubozubé frézy-středně velké zuby a jejich počet je 6-15
- Hrubozubé frézy-velké zuby a jejich počet je obvykle 2-6

#### 5.4.3 Podle průběhu ostří

- Přímými
- Šikmými
- Ve šroubovici
- Střídavý

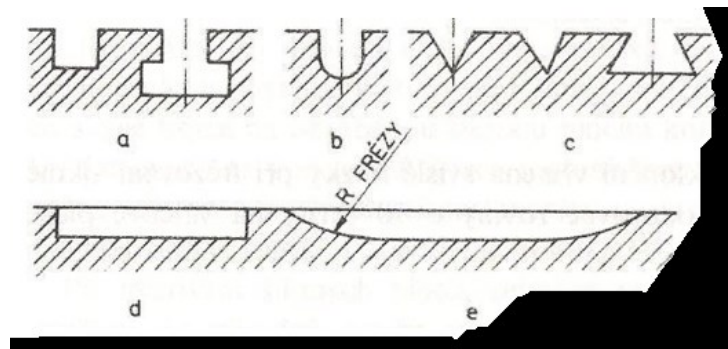


Obr. 42 1- přímé zuby, 2- šikmé zuby, 3- ve šroubovici, 4- střídavé zuby [3]

## 5.5 Frézování drážek

Drážky rozdělujeme do několika druhů

- Pravoúhlé (tvar U nebo T)
- Tvarové (rádiusové, modulové)
- Úhlové (souměrné, nesouměrné, rybinové)
- Uzavřené zapaštěné
- Uzavřené s výběhem



Obr. 43 Druhy a tvary drážek [3]

## 6 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V teoretické části byla zpracována rešerše z jasně daných témat a oblastí, a z tohoto teoretického základu se bude čerpat a vycházet v praktické části bakalářské práce.

Literární rešerše zpracovává problematiku související s tvorbou výkresové dokumentace to je:

- Technická normalizace
- Pravoúhlé promítání
- Řezy, průřezy
- Kótování

V praktické části pak budou vypracovány modely, výkresy a další podklady pro procvičení dané problematiky v předmětu technického kreslení a přispějí ke zlepšení představivosti studentů:

- Vypracování 10 desek ve 3D v software CATIA C5
- Vypracování výkresů k daným modelům
- Vypracování CNC programu pro výrobu
- Vyrobení předmětů na CNC stroji

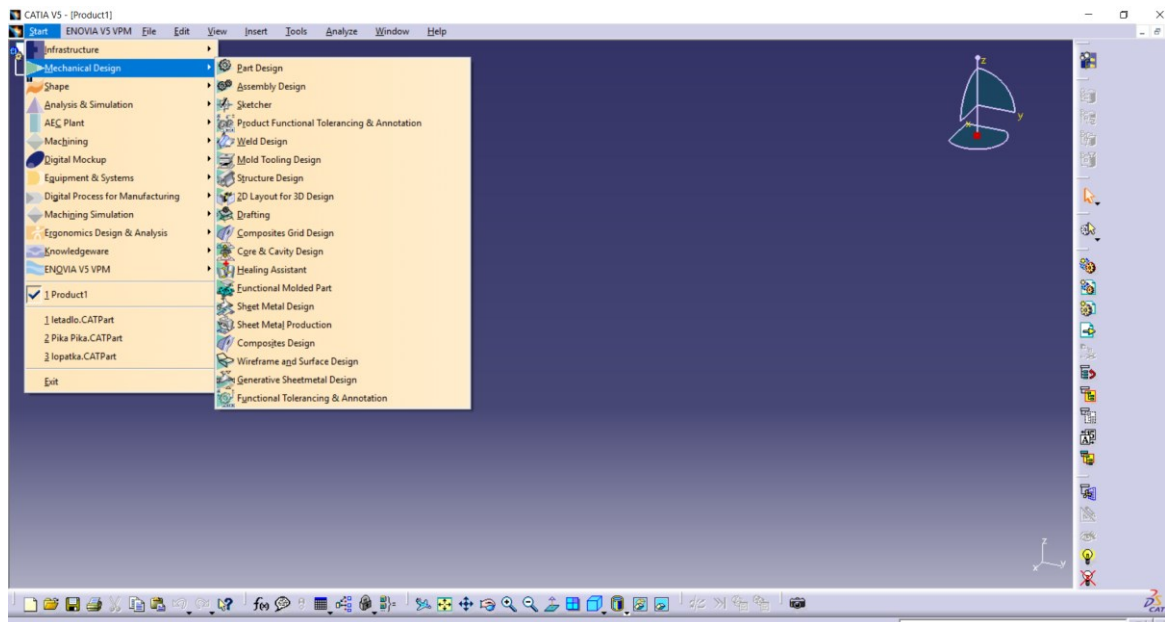
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 TVORBA 3D MODELŮ V PROGRAMU CATIA

CATIA nám umožňuje tvorbu trojrozměrných modelů, díky těmto modelům máme lepší představu finální podoby daného dílce.

### 7.1 CATIA V5

CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) je inženýrský program a má velkou škálu využití ve strojírenství. Najdeme v něm mnoho různých zásuvných modulů, které můžeme využít k práci. Tento program vyvinula společnost Dassault Systemes a řadíme ho do skupiny softwarových řešení CAD/CAM/CAE. Můžeme zde vytvářet prostorové modely, plechové díly, sestavy, výkresovou dokumentaci a dalších mnoho zajímavých věcí. Dále jsme zde schopni provádět simulace, dynamické analýzy apod.

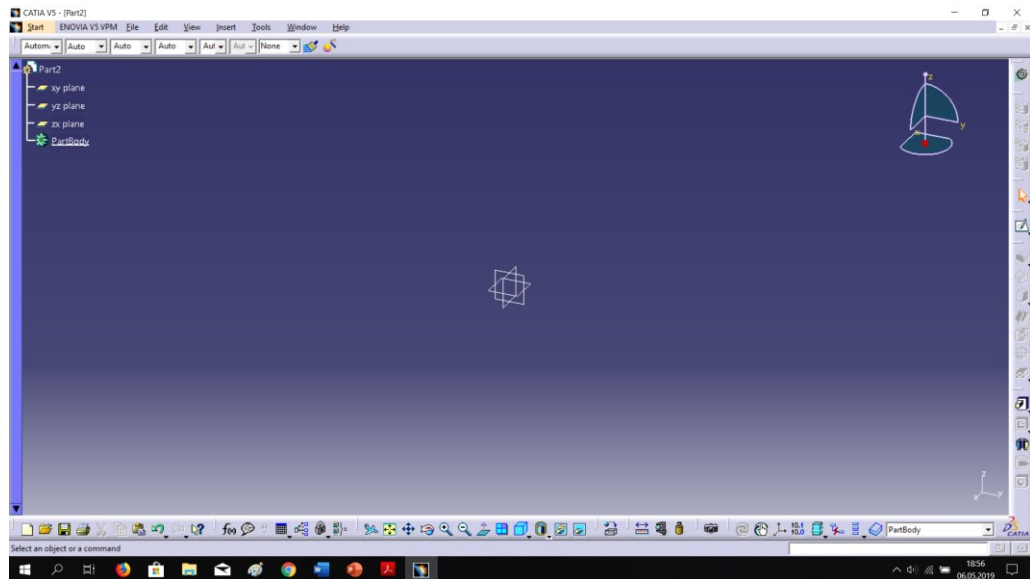


Obr. 44 CATIA V5

Program nám nabízí několik pracovních prostředí (workbench). Každý z těchto prostředí má svou sadu nástrojů (příkazů), které nám umožňují vytvářet různé konstrukční prvky v určitém směru. Části základního pracovního prostředí jsou Part Design, Drafting, Wireframe and Surface Design, Assembly Design a Sketcher. [3]

### 7.2 Tvorba modelu-objemové modelování

Při tvoření modelu budeme pracovat v prostřední **Part design**.



Obr. 45 Pracovní prostředí Part Design

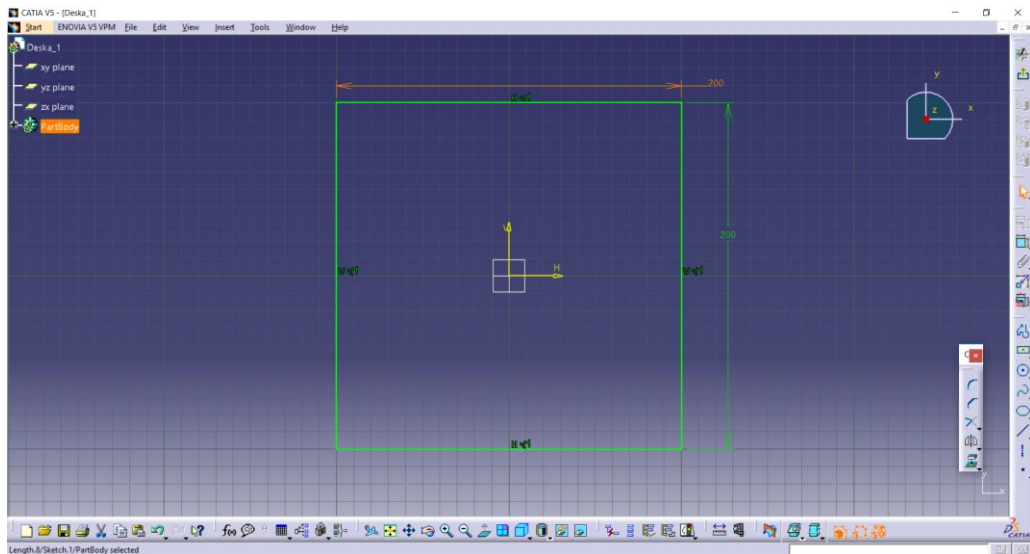
V pracovním prostředí Part design najdeme strom, od kterého se zaznamenávají veškeré naše kroky při tvorbě. Usnadňuje a urychluje nám práci s vyhledáváním, zhasínáním nebo upravováním potřebných kroků. Dále zde máme základní souřadný systém, podle kterého se můžeme orientovat. Jsou na něj vztažené základní plochy, do kterých lze kreslit. Samozřejmě zde najdeme základní ikonu pro tvorbu skic apod. Jako poslední zde najdeme panelové menu, pro detailnější práci a na spodní liště jsou funkce usnadňující práci s modelem. Najdeme zde vystředění tělesa, příkazy na přiblížení a oddálení, nástroje pro měření a úpravu vykreslování hran apod.

### Vytvoření skici

Hlavním požadavkem pro vytvoření součásti (3D tělesa) je náčrt. Náčrt se kreslí pomocí příkazu sketch. Po otevření tohoto příkazu se zobrazí ikony pro tvorbu náčrtu, kót a vazeb (Obr.44). Pomocí těchto ikon vytvoříme náš požadovaný tvar a plně jej okótujeme (Obr.45). V tomto případě se vazby přidávají samy automaticky, ale je možné vazby zadat i manuálně. Poté příslušnou ikonou příkaz sketch ukončíme.



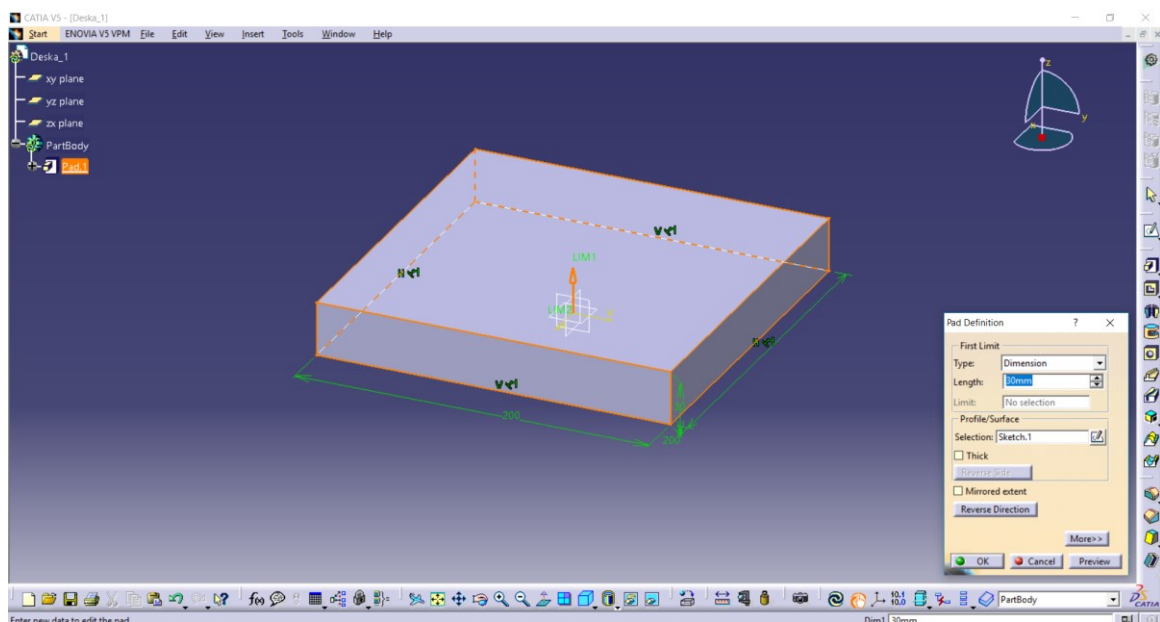
Obr. 46 Ikony pro tvorbu náčrtu



Obr. 47 Vytvoření náčrtu desky

## Vytvoření modelu

Pro vytvoření modelu zvolíme funkci Pad, která se nachází v panelu Sketch-Based Features. Tato funkce slouží k vytažení skici o určitou hodnotu a jejímu přičtení k objemu.



Obr. 48 Převedení skici na objem



Obr. 49 Panel Sketch-Based Features

V panelu Sketch-Based Features nalezneme funkce pro vytváření základních těles. Všechny tyto funkce mají základ skicu, nebo jinou 2D geometrii.



Pad – Vytažení



Pocket – Výřez



Shaft – Rotuje vybraný profil podle osy



Groove – Kruhová drážka, odebrání rotací



Hole – Příkaz pro tvorbu díry včetně závitů



Rib – Vytvoří žebro nebo profil tažený po křivce



Slot – Profilová drážka tažená po křivce



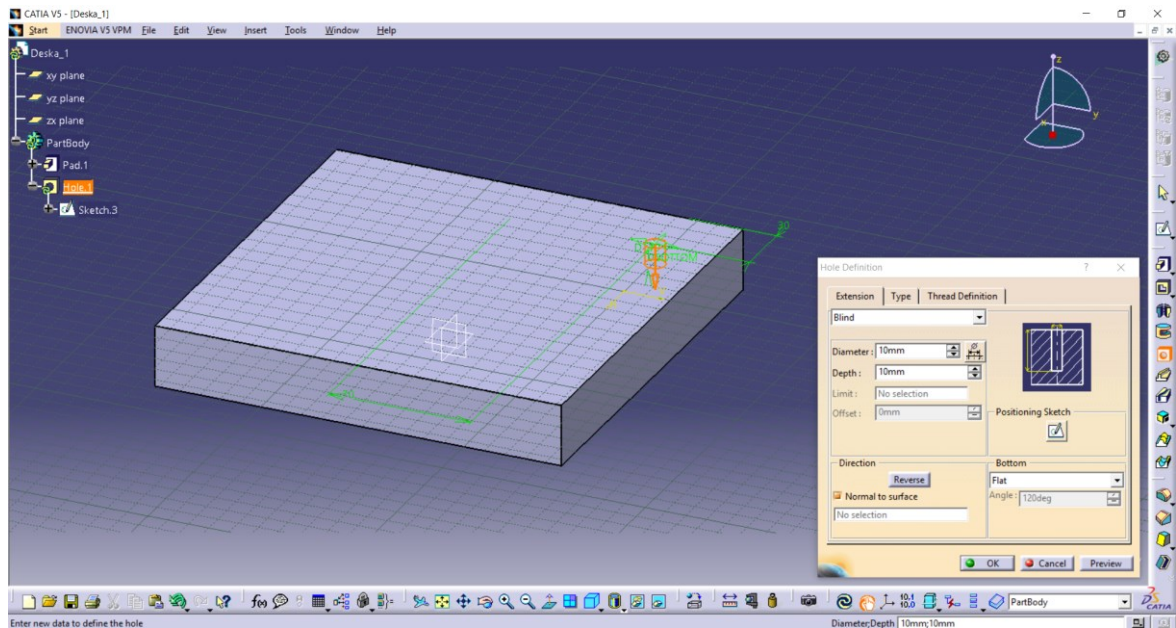
Solid Combine – Těleso vytvořené kombinací křivek

## Tvorba děr

Pro tvorbu děr existuje samostatný příkaz **Hole**, který je z výrobního hlediska poměrně důležitý, protože nelze vytvářet díry příkazem Pocket. Software CAM by s takhle vytvořenou dírou měl problém.

Při otevření příkazu Hole nám naskočí tabulka. Prvním krokem je dát díře příslušné souřadnice. Respektive vybereme příkaz **Positioning Sketch** a přiřadíme díře její polohu pomocí kót. Dalším parametrem bude hloubka díry. Pomocí tohoto příkazu lze vytvářet i závitové díry, různá zahloubení apod. Nutno dodat, že práci si můžeme usnadnit zrcadlením vytvořených prvků. Bohužel musíme mít namysli, že nelze v této verzi zrcadlit prvek, který již byl zrcadlený.

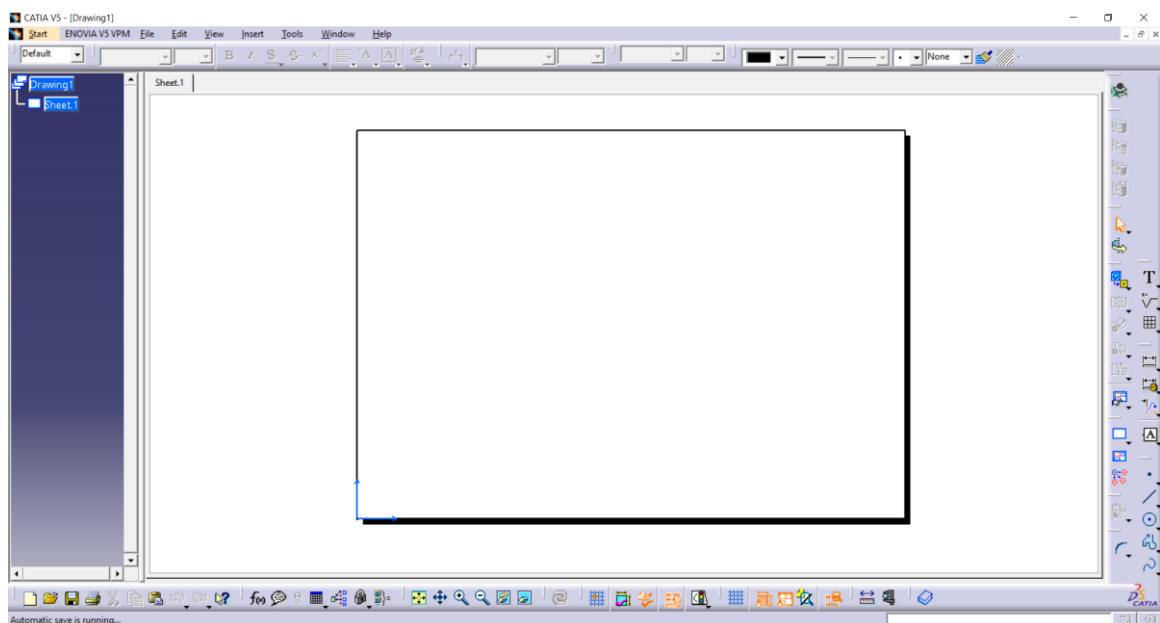




Obr. 50 Vytvoření děr na desce

### 7.3 Tvorba výkresové dokumentace

Po dokončení objemového modelování je zapotřebí k modelu udělat výrobní výkres se všemi náležitostmi podle platné normy. Při tvorbě výkresu pracujeme v prostřední **Drafting**, kde najdeme veškeré nástroje pro tvorbu kót, řezů apod.

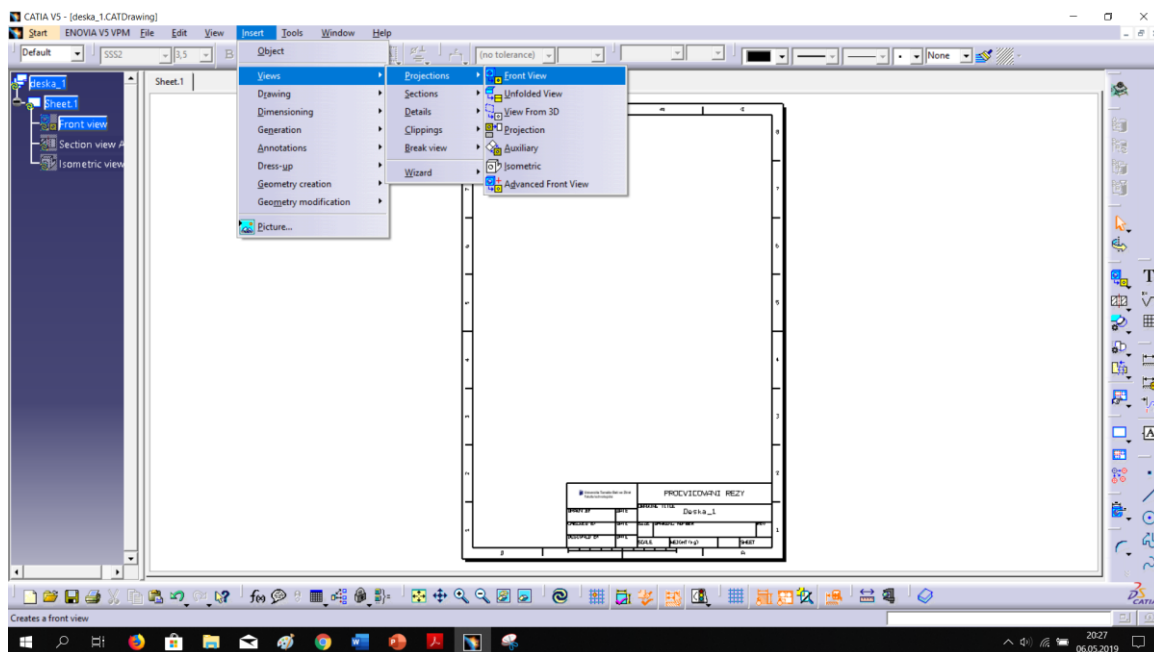


Obr. 51 Pracovní prostředí pro tvorbu výkresů



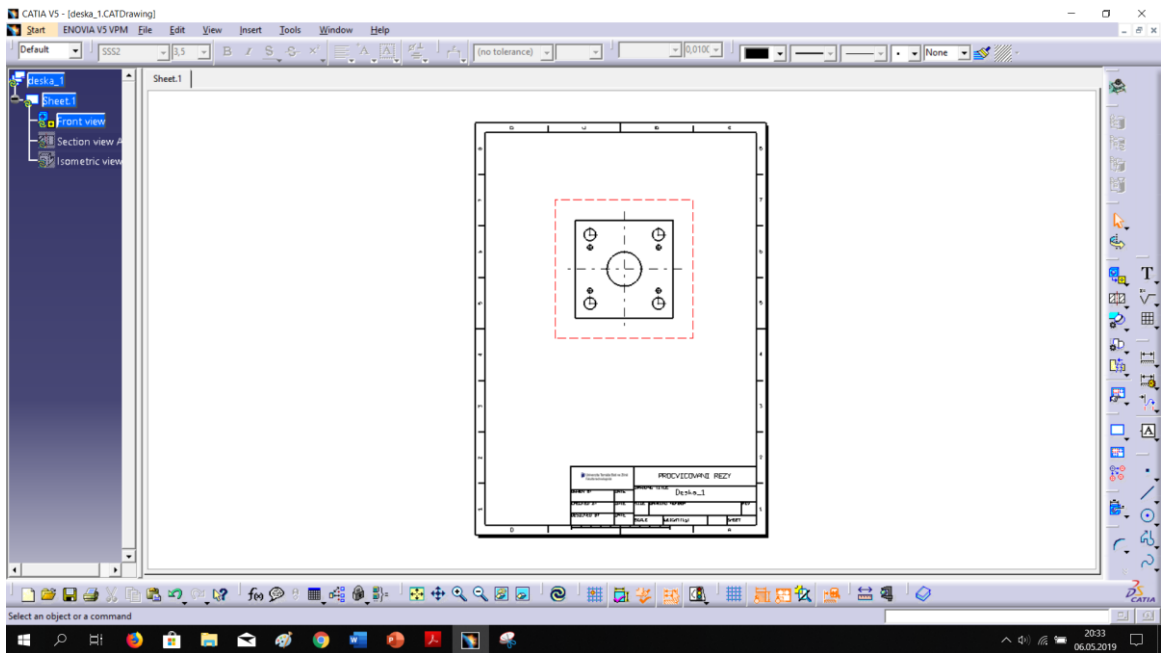
## Vložení pohledu

Dalším krokem je přidání pohledů (průměten) a následně vhodně vést řez tak, aby byly na výkrese zobrazeny veškeré informace. Pohled vložíme tak, že v záložce **Insert** najdeme záložku **Views** a zde najdeme podzáložku **Projections** a zde vybereme **Front View** viz Obr.52.



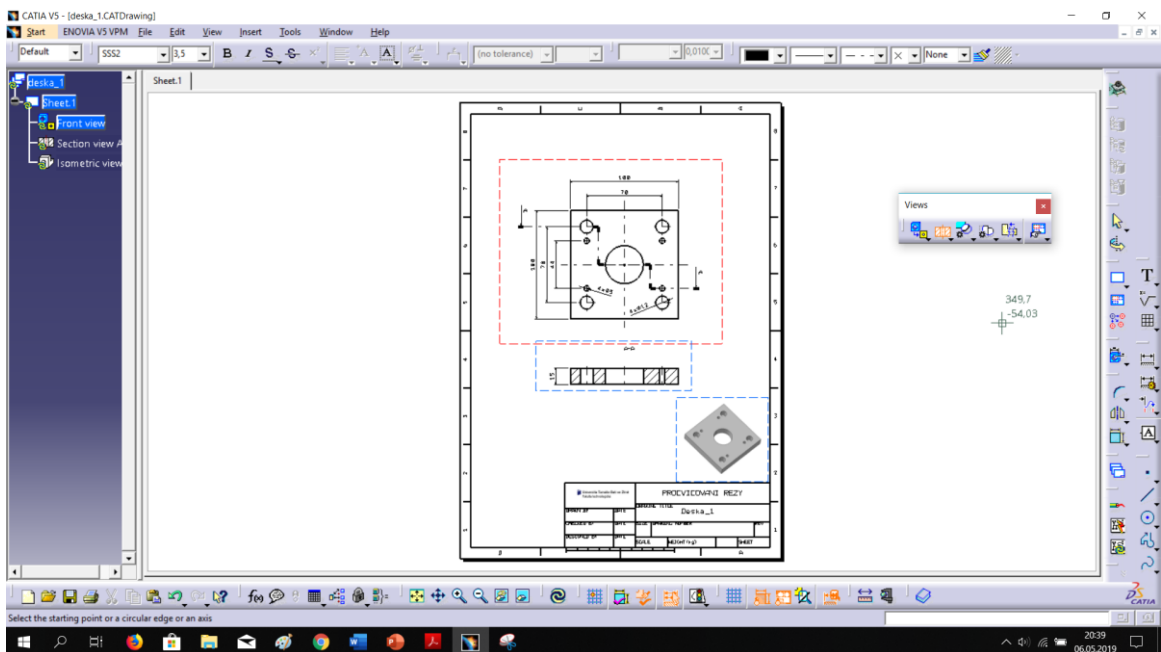
Obr. 54 Vložení pohledu

Dále je nutné se přepnout do prostředí Part Design, kde se nachází naše těleso. Můžeme se překliknout pomocí funkce **Tab.** na klávesnici nebo v záložce **Window**. Následně klikneme na plochu, kterou chceme promítnout.



Obr. 55 Promítnutý pohled

Abychom při této desce zakótovali všechno potřebné, musíme přes desku vést řez. Příkaz **Offset Section views** slouží k tvorbě řezu a najdeme ho v panelu **Views**, poté vhodně vedeme řez.

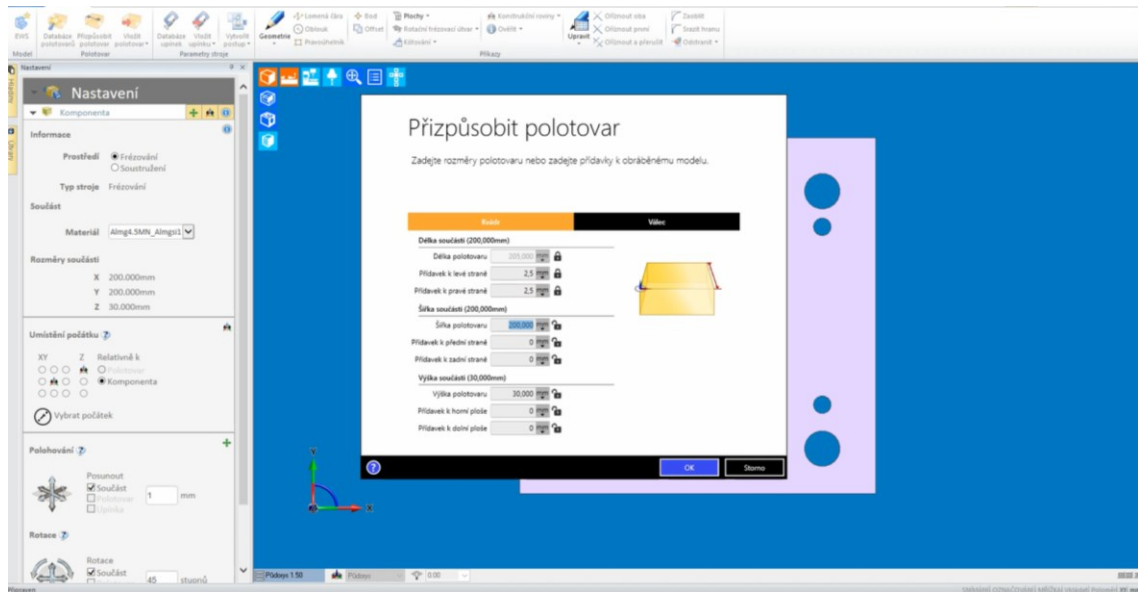


Obr. 56 Hotový výkres

Výkres následně musíme okótovat dle platných norem, nakonec přidáme 3D pohled nad popisové pole.

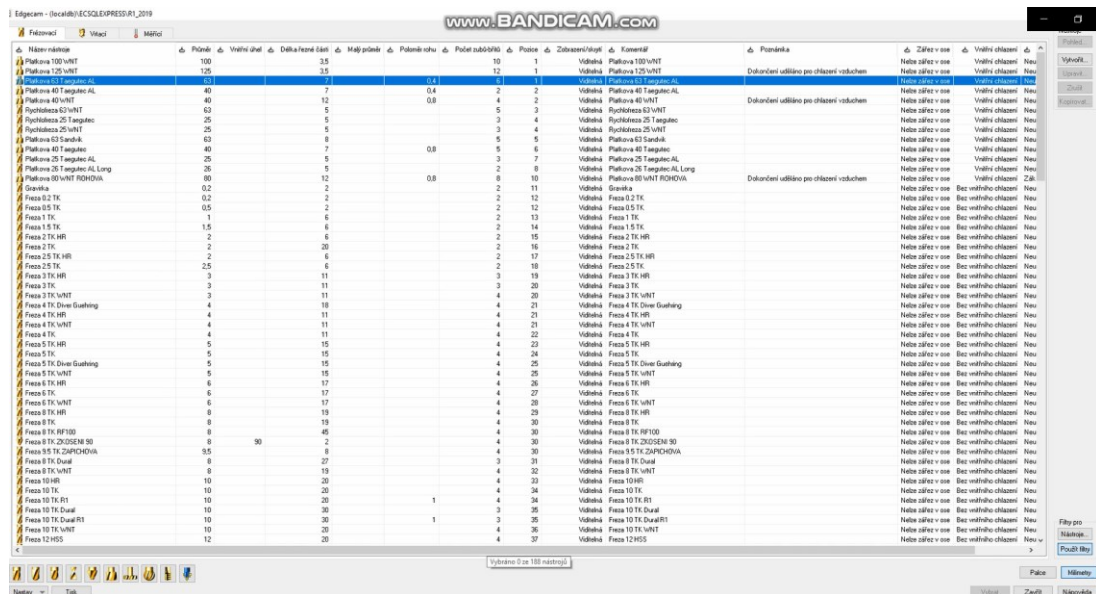
## 8 TVODRBA CNC PROGRAMU V PROGRAMU EDGE CAM

Tato kapitola se zabývá vytvoření programu pro následné obrábění. Program je tvoře pomocí softwaru EDGE CAM. Začneme tím, že určíme polotovaru – rozměry, materiál, přídávky na obrábění. Materiálem našich desek je Dural – AlMg4.5Mn a vyrobeny budou na stroji Akira Seiki SV760.



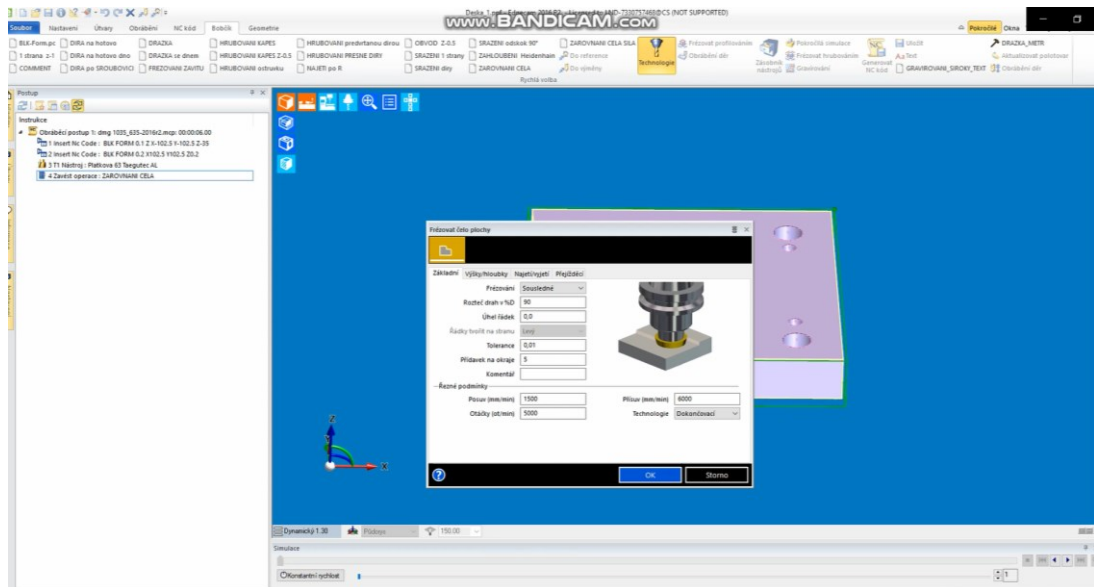
Obr. 57 Nastavení polotovaru pro obrábění

Dalším krokem, který je zapotřebí udělat je zarovnaní čela. Ze seznamu nástrojů vybereme vhodnou frézu – v našem případě to bude plátková fréza o Ø63 mm.



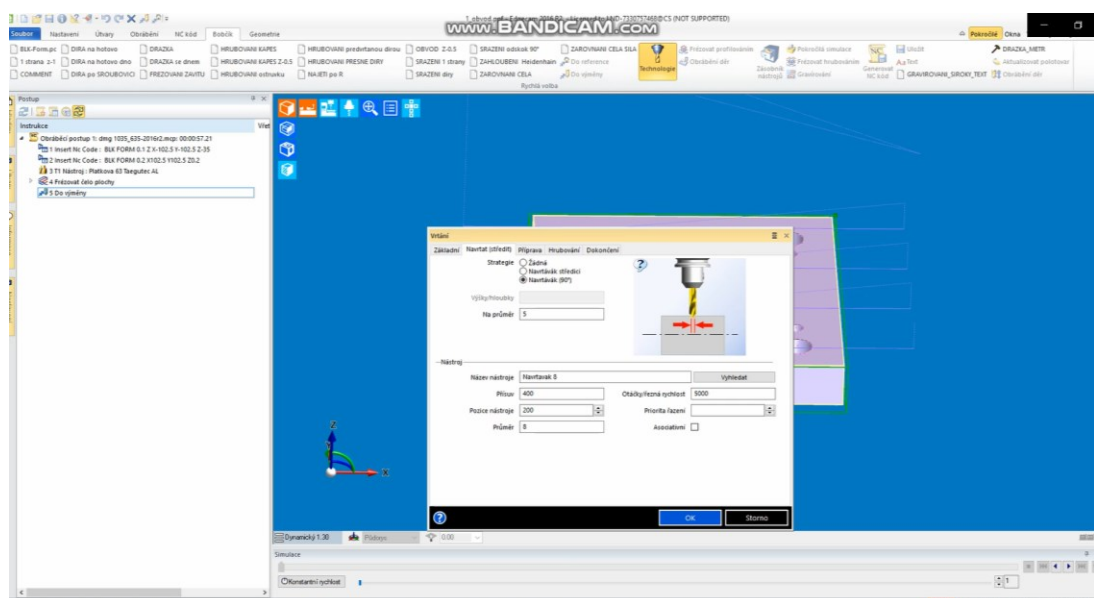
Obr. 58 Seznam nástrojů

Zvolíme operaci **ZAROVNANI CELA**, která je v systému představená i s parametry. Parametry, které byly přednastavené nám vyhovují. Můžeme je však změnit vhodným způsobem dle potřeby. Nakonec jen vybereme plochy pro obrábění.



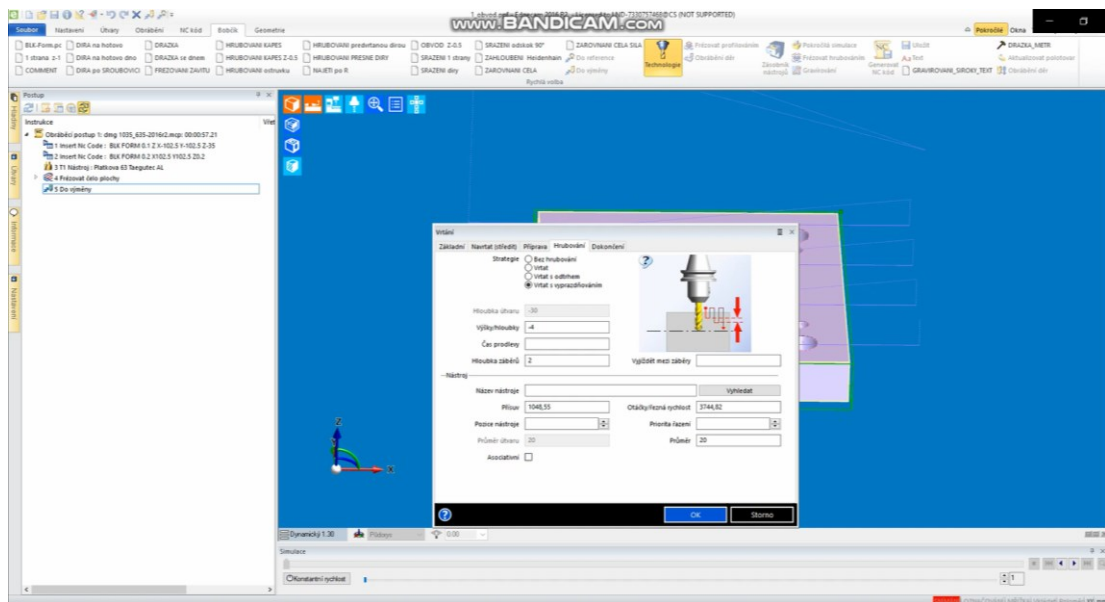
Obr. 59 Zarovnání čela – tabulka pro nastavení

Následující operací je vyvrtání všech děr, toto nám umožňuje funkce **Vrtání děr**. Než se však pustíme do vrtání musíme příslušné díry předvrtat. Opět vybereme vhodná nástroj – navrtávák  $\varnothing 8$  a zadáme další parametry do příslušné tabulky (Obr.58).



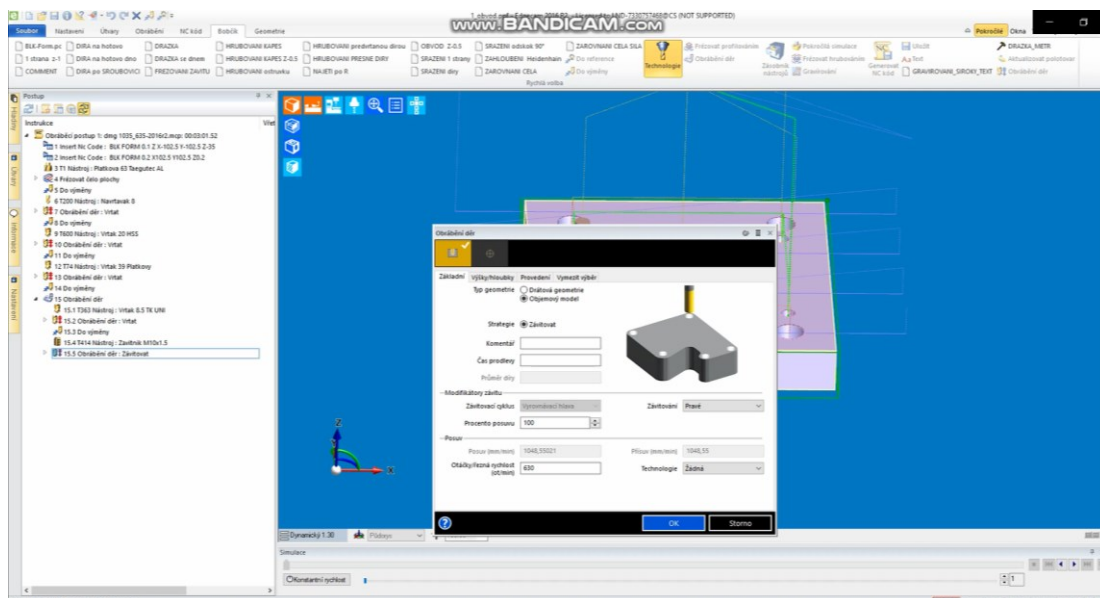
Obr. 60 Nastavení pro navrtání děr

Po potvrzení tlačítka Ok nám najede tabulka pro samotné vrtání děr. Zde také musíme nastavit požadované hodnoty a zvolit příslušný nástroj (Obr.59).

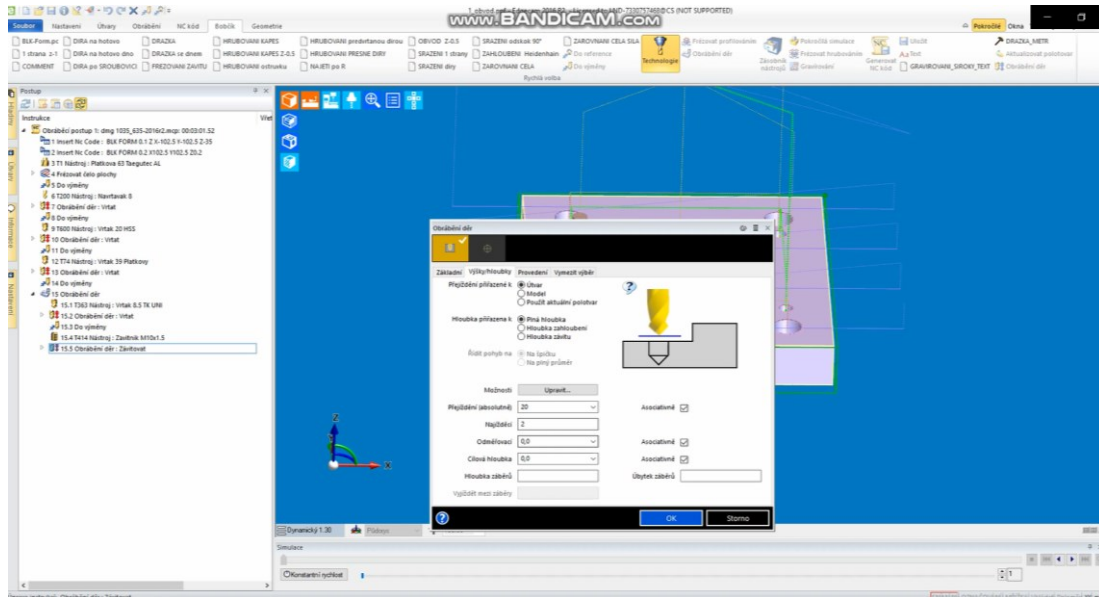


Obr. 61 Nastavení hodnot pro samotné vrtání

Tento krok budeme opakovat několikrát, ale pokaždé s jiným nástrojem a jinak nastavenými hodnotami z důvodu různých velikostí děr. Máme zde i závitové díry, proto je nutné po vyvrtání do nich vyřezat závit. Tento krok nám opět umožní ikona **Obrábění děr**, kde zvolíme v tabulce poličko závitovat (Obr.60.) a v další tabulce zvolíme zbylé hodnoty pro řezání závitu (Obr.61).

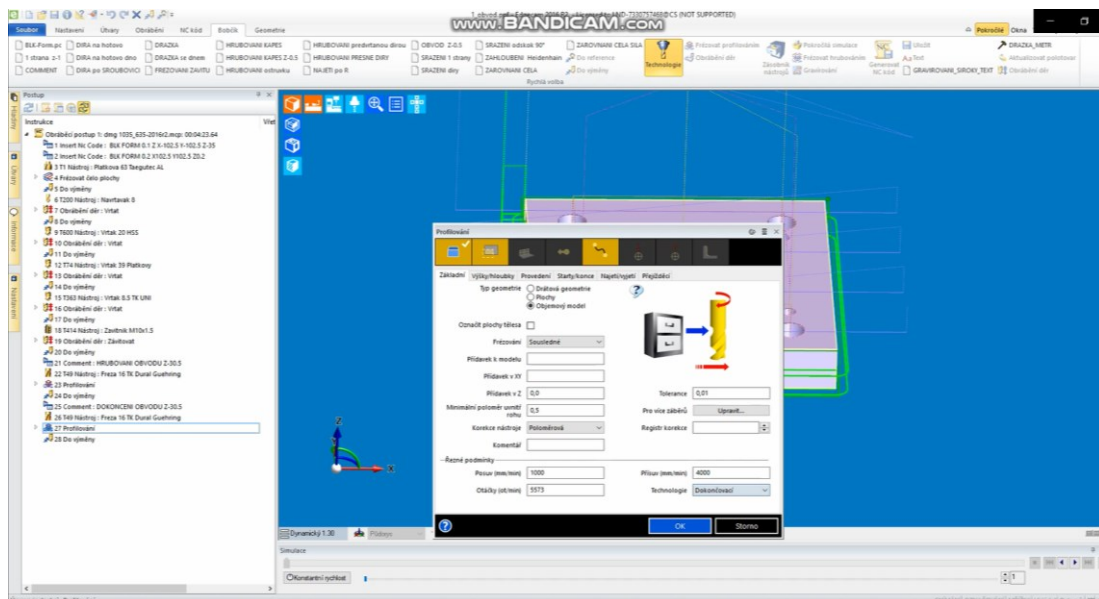


Obr. 62 Řezání závitu



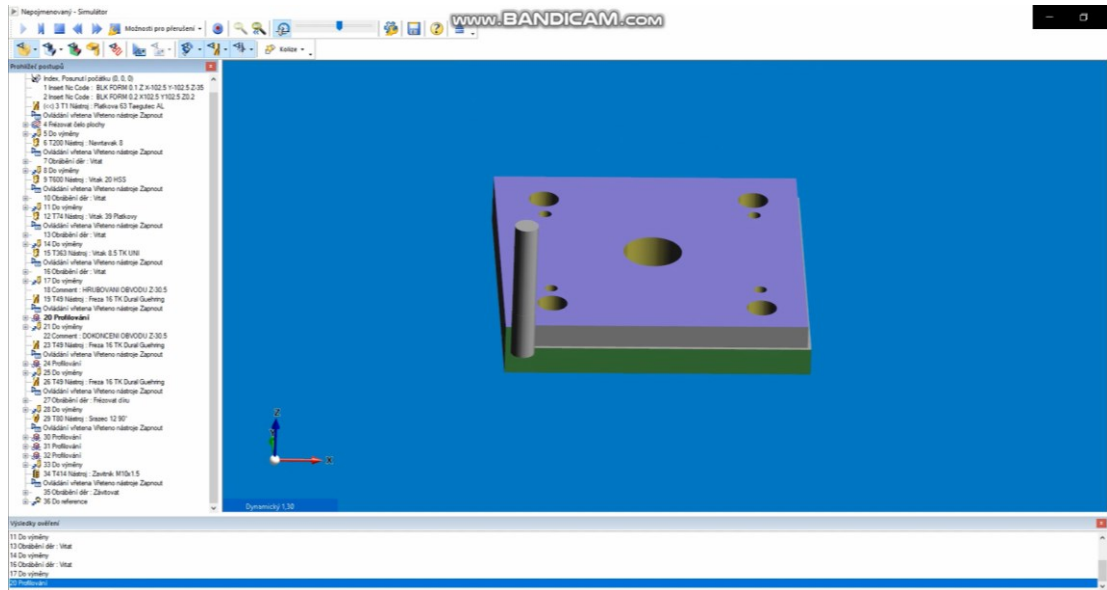
Obr. 63 Nastavení pro řezání závitu

Jedím z posledních kroku bude hrubování po celém obvodu a poté následné dokončení obvodu. Tuto operaci budeme dělat i pro díru uprostřed. Nakonec srazíme čela a vyřezeme závity do příslušných děr.

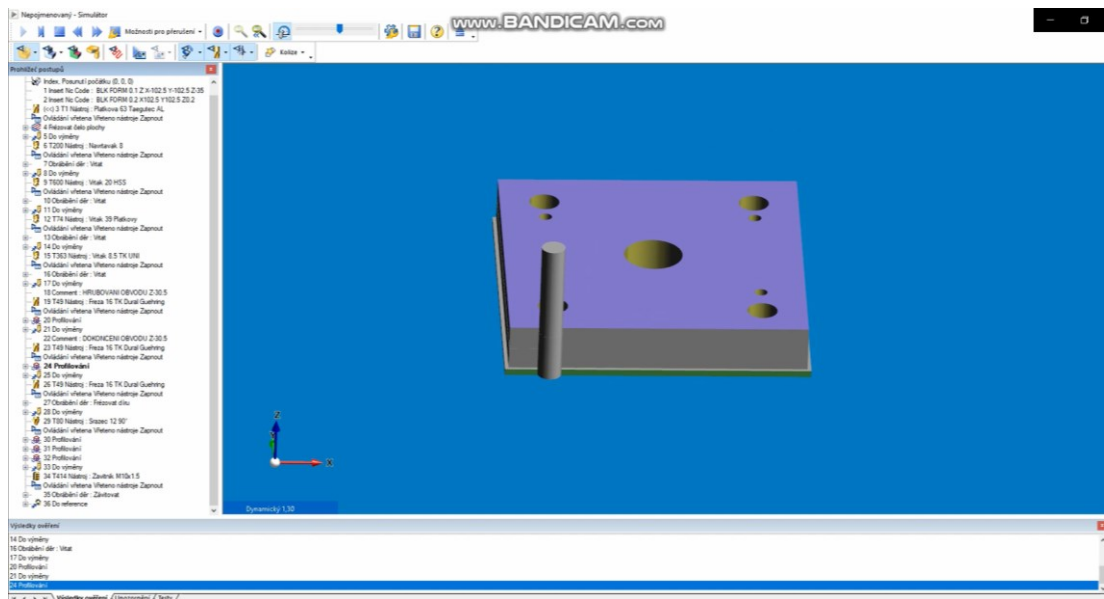


Obr. 64 Nastavení profilování

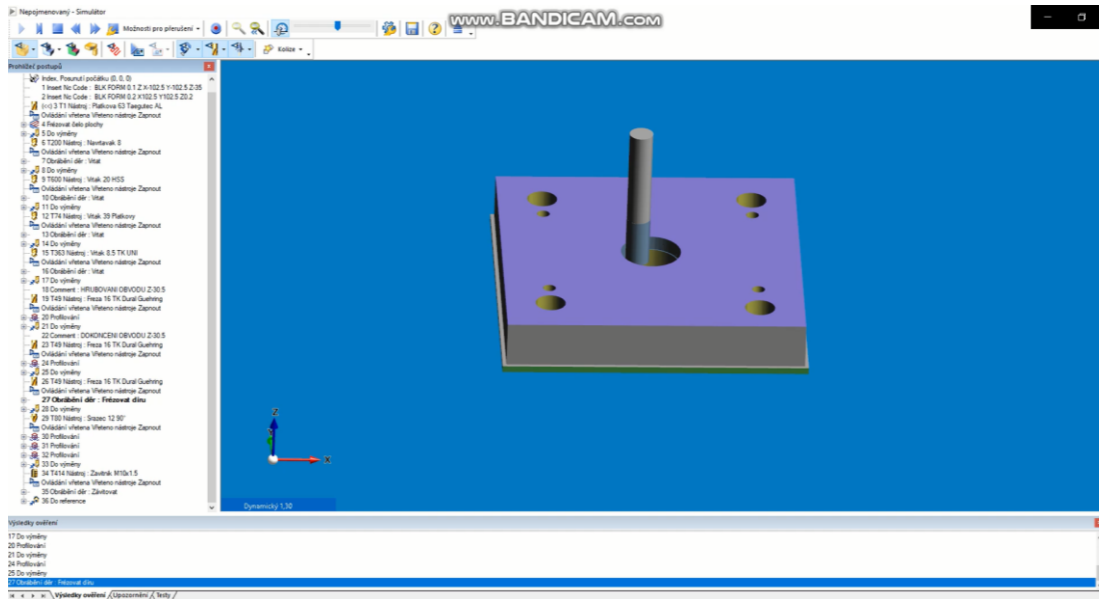




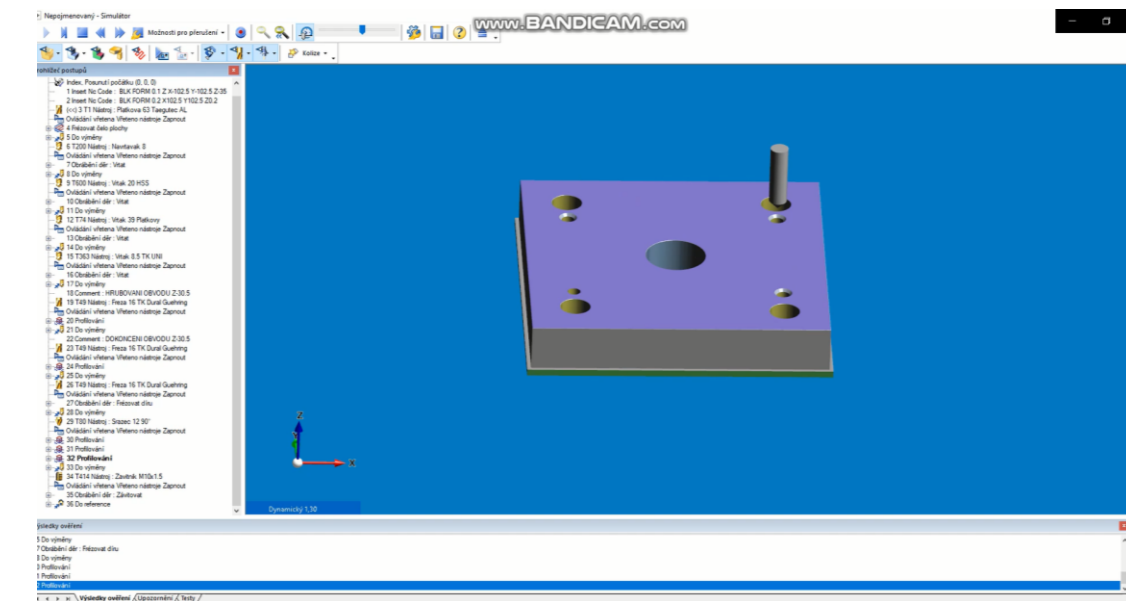
Obr. 65 Hrupování obvodu – profilování



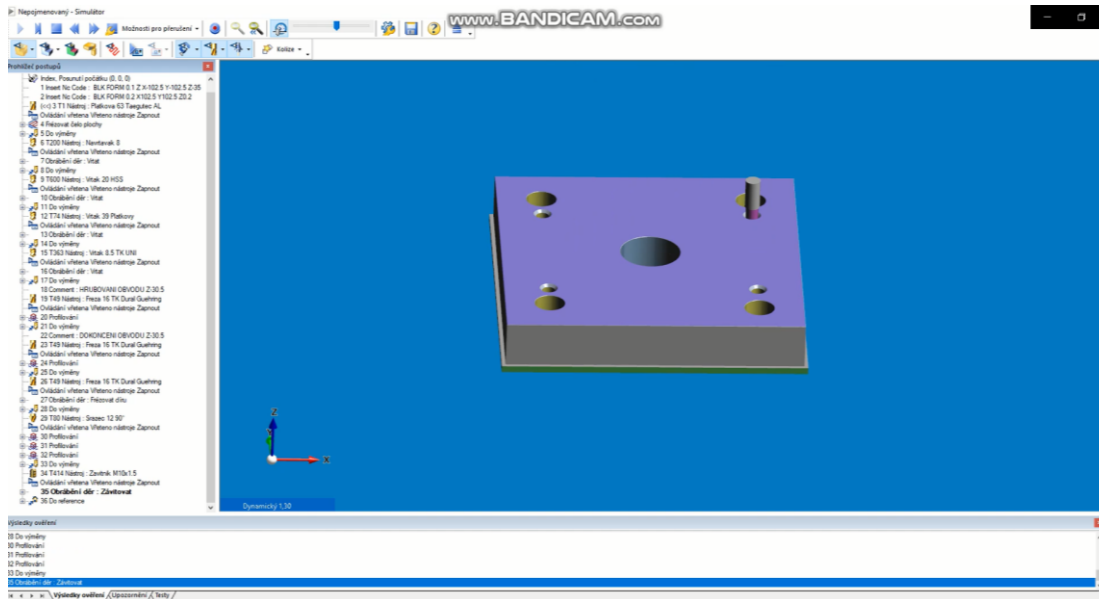
Obr. 66 Dokončení obvodu – profilování



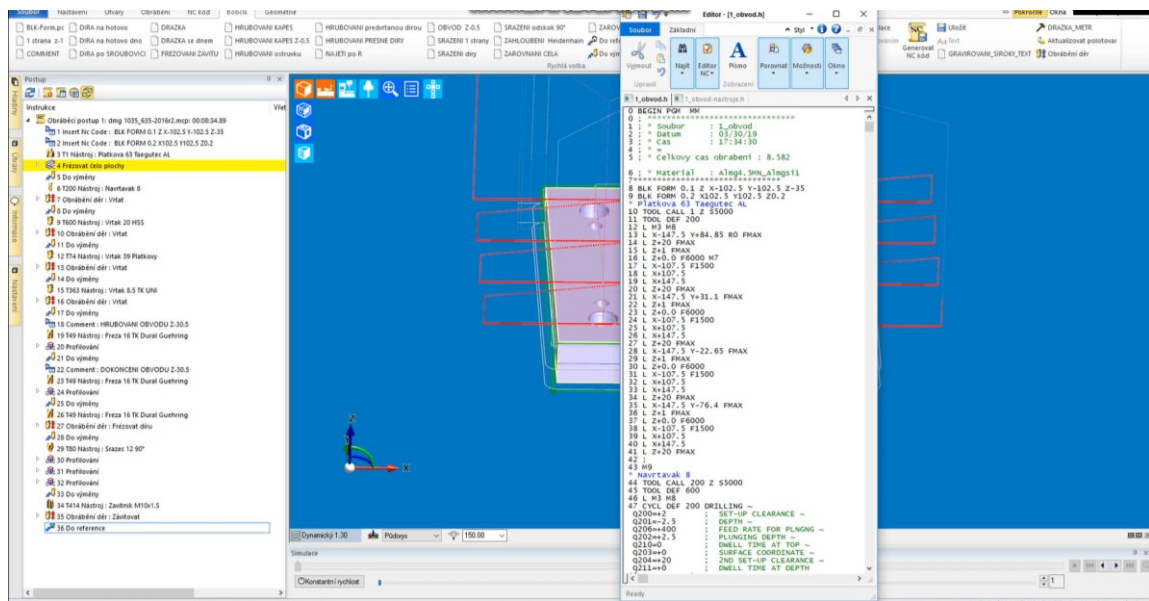
Obr. 67 Profilování děr



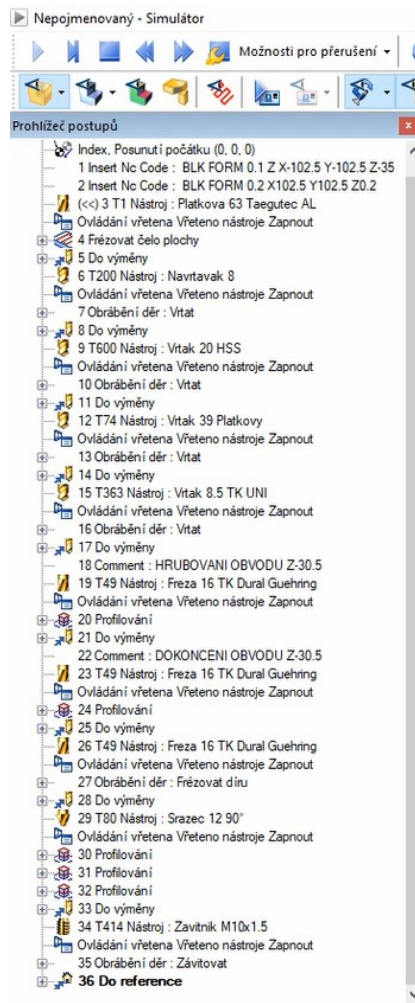
Obr. 68 Sražení hran



Obr. 69 Závítování



Obr. 70 Ukázka programu pro obrábění



Obr. 71 Seznam operací

## ZÁVĚR

Náplní mé bakalářské práce bylo vypracovat studii na téma „Modernizace Technického kreslení pomocí 3D“.

V teoretické části bakalářské práce jsem se zabývala literární studií na téma technická dokumentace a výroba součástí frézováním. Vzhledem k řešené problematice v praktické části této práce jsem se zaměřila především na oblasti modelování, promítání, kotování a řezu, které byly dále využity při výrobě tvarově složitých desek.

Záměrem experimentální části práce bylo vytvoření návrhů modelů tvarově složitých desek, jejich výkresové dokumentace, modelování a také příkladu jejich výroby frézováním. Tyto postupy jsou podrobně popsány v práci, a lze je využít jako vzorových příkladů ve výuce technických předmětů, např. technického kreslení, modelování apod. Modely byly vytvořeny v programu CATIA a také k nim byla zpracována příslušná technická dokumentace. Dokumenty jsou přidány v příloze mé bakalářské práce.

Hlavním výstupem jsou tedy konkrétní tvarové desky, které budou sloužit jako praktická ukázka především pro absolventy středních škol, kteří se touto problematikou nezabývali. Problém nastává při nástupu na vysokou školu, protože ne vždy všichni studenti jsou na stejné úrovni. Zpracování této práce a fyzické modely jim přispějí k zlepšení jejich představitosti, neboť si budou moci součásti reálně prohlédnout.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KLETEČKA, J.; FOŘT, P. *Technické kreslení*. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-1887-0
- [2] Řezy a průřezy - Technické kreslení. *Technické kreslení* [online]. Copyright © 2010 [cit. 06.11.2018]. Dostupné z: <http://www.technicke-kresleni.wz.cz/web/?rezy-a-prurezy,23>
- [3] *VÍTEJTE! | STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA OSTROV, p. o. - STŘEDISKO NEJDEK* [online]. Copyright © [cit. 29.11.2018]. Dostupné z: [http://www.sos-nejdek.cz/predmety/files/ok/ok\\_technickekresleni.pdf](http://www.sos-nejdek.cz/predmety/files/ok/ok_technickekresleni.pdf)
- [3] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [4] MIGDAL, František. *Modernizace výuky v předmětu "TKII" využitím 3D modelů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016, 70 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/39202>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Sýkorová, Libuše.
- [5] POUZAR, Martin. *Využití 3D modelů při výuce předmětu Technické kreslení*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 128 s. (10 001 znaků). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/24870>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Sýkorová, Libuše.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CATIA	Computer Aided Three Dimensional Interactive Application
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
ČSN	Česká státní technická norma
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní norma
ON	Oborové normy
PN	Podnikové normy
mm	Milimetr (délková jednotka)
3D	Trojrozměrný prostor
2D	Dvojrzměrný prostor

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1</i> Značení ČSN [1] .....	13
<i>Obr. 2</i> Způsoby zobrazování těles [1] .....	14
<i>Obr. 3</i> Možné pohledy zobrazení [1] .....	15
<i>Obr. 4</i> Značení ISO-A [1] .....	15
<i>Obr. 5</i> Zobrazení ve 3.kvadrantu [1] .....	15
<i>Obr. 6</i> Značení ISO-E [1] .....	16
<i>Obr. 7</i> Zobrazení metodou promítání v 1.kvadrantu [1].....	16
<i>Obr. 8</i> Zobrazení řezu a průřezu [1].....	17
<i>Obr. 9</i> Běžné označení [1].....	18
<i>Obr. 10</i> Úplné označení [1] .....	18
<i>Obr. 11</i> Značení různých materiálů v řezu na výkrese [1].....	19
<i>Obr. 12</i> Součásti v podélném řezu [1].....	19
<i>Obr. 13</i> Možnosti zobrazení místního řezu na výkrese [1] .....	20
<i>Obr. 14</i> Poloviční řez [1] .....	20
<i>Obr. 15</i> Rozvinutý řez [1].....	20
<i>Obr. 16</i> Řez tvarově složitou deskou [1] .....	21
<i>Obr. 17</i> Řez více rovinami [1].....	21
<i>Obr. 18</i> Stupňovitý řez [1].....	22
<i>Obr. 19</i> Pootočený řez [1].....	22
<i>Obr. 20</i> Pojmenování kót [1] .....	23
<i>Obr. 21</i> Řetězové kótování [1] .....	24
<i>Obr. 22</i> Kótování stejných rozměrů [1] .....	24
<i>Obr. 23</i> Kótování od společné základny [1] .....	25
<i>Obr. 24</i> Zjednodušené kótování od společné základny [1] .....	25
<i>Obr. 25</i> Smíšen kótování [1] .....	25
<i>Obr. 26</i> Souřadnicové kótování [1].....	26
<i>Obr. 27</i> Kótování poloměrů [1] .....	26
<i>Obr. 28</i> Kótování malých poloměrů [1].....	26
<i>Obr. 29</i> Kótování průměrů [1].....	27
<i>Obr. 30</i> Kótování malých průměrů [1] .....	27
<i>Obr. 31</i> Neúplné kótování [1] .....	27
<i>Obr. 32</i> Kótování úhlů [1].....	28



<i>Obr. 33 Kótování zkosených hran pod úhlem 45° [1].....</i>	28
<i>Obr. 34 Kótování zkosených hran pod jiným úhlem než 45° [1] .....</i>	28
<i>Obr. 35 Kótování děr [1] .....</i>	29
<i>Obr. 36 Kótování hloubky děr [1].....</i>	29
<i>Obr. 37 Kótování průměrů [1].....</i>	29
<i>Obr. 38 Kótování opakujících se prvků [1].....</i>	29
<i>Obr. 39 Sousedné frézování [3] .....</i>	31
<i>Obr. 40 Nesousedné frézování [3] .....</i>	31
<i>Obr. 41 Rozdělní podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby [3].....</i>	33
<i>Obr. 42 1-přímé zuby, 2-šikmé zuby, 3- ve šroubovici, 4- střídavé zuby [3] .....</i>	33
<i>Obr. 43 Druhy a tvary drážek [3] .....</i>	34
<i>Obr. 44 CATIA V5 .....</i>	37
<i>Obr. 45 Pracovní prostředí Part Design .....</i>	38
<i>Obr. 46 Ikony pro tvorbu náčrtu.....</i>	38
<i>Obr. 47 Vytvoření náčrtu desky .....</i>	39
<i>Obr. 48 Převedení skici na objem.....</i>	39
<i>Obr. 49 Panel Sketch-Based Features .....</i>	39
<i>Obr. 50 Vytvoření děr na desce .....</i>	41
<i>Obr. 51 Pracovní prostředí pro tvorbu výkresů .....</i>	41
<i>Obr. 52 Příkaz Sheet Background .....</i>	42
<i>Obr. 53 Připravený rámeček .....</i>	42
<i>Obr. 54 Vložení pohledu .....</i>	43
<i>Obr. 55 Promítnutý pohled .....</i>	44
<i>Obr. 56 Hotový výkres .....</i>	44
<i>Obr. 57 Nastavení polotovaru pro obrábění .....</i>	45
<i>Obr. 58 Seznam nástrojů .....</i>	45
<i>Obr. 59 Zarovnání čela – tabulka pro nastavení.....</i>	46
<i>Obr. 60 Nastavení pro navrtání děr.....</i>	46
<i>Obr. 61 Nastavení hodnot pro samotné vrtání .....</i>	47
<i>Obr. 62 Řezání závitu.....</i>	47
<i>Obr. 63 Nastavení pro řezání závitu .....</i>	48
<i>Obr. 64 Nastavení profilování .....</i>	48
<i>Obr. 65 Hrubování obvodu – profilování .....</i>	49

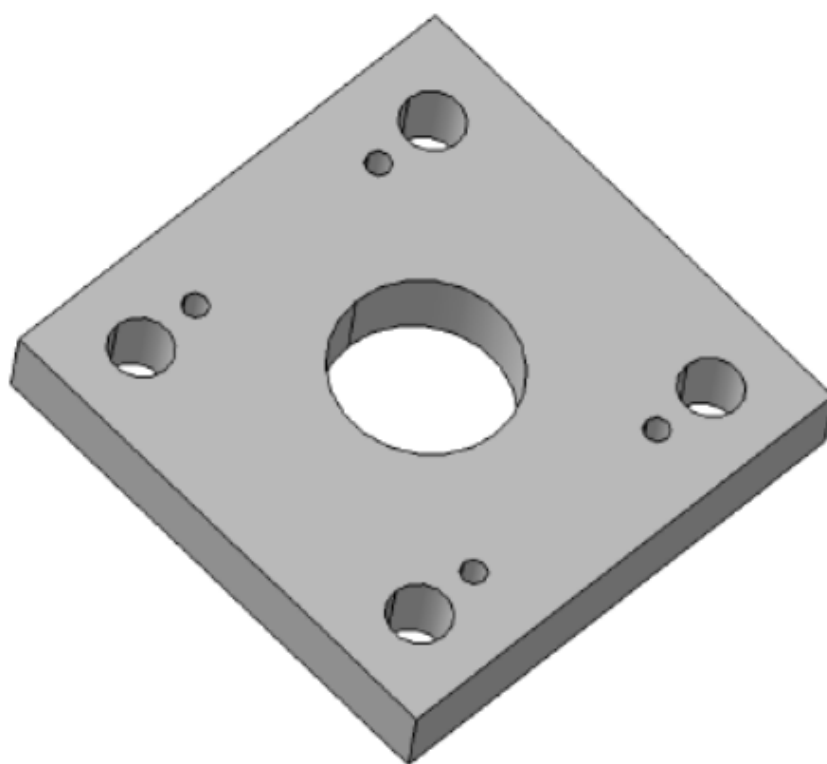
---

<i>Obr. 66 Dokončení obvodu – profilování .....</i>	49
<i>Obr. 67 Profilování děr .....</i>	50
<i>Obr. 68 Sražení hran .....</i>	50
<i>Obr. 69 Závitování .....</i>	51
<i>Obr. 70 Ukázka programu pro obrábění .....</i>	51
<i>Obr. 71 Seznam operací .....</i>	52

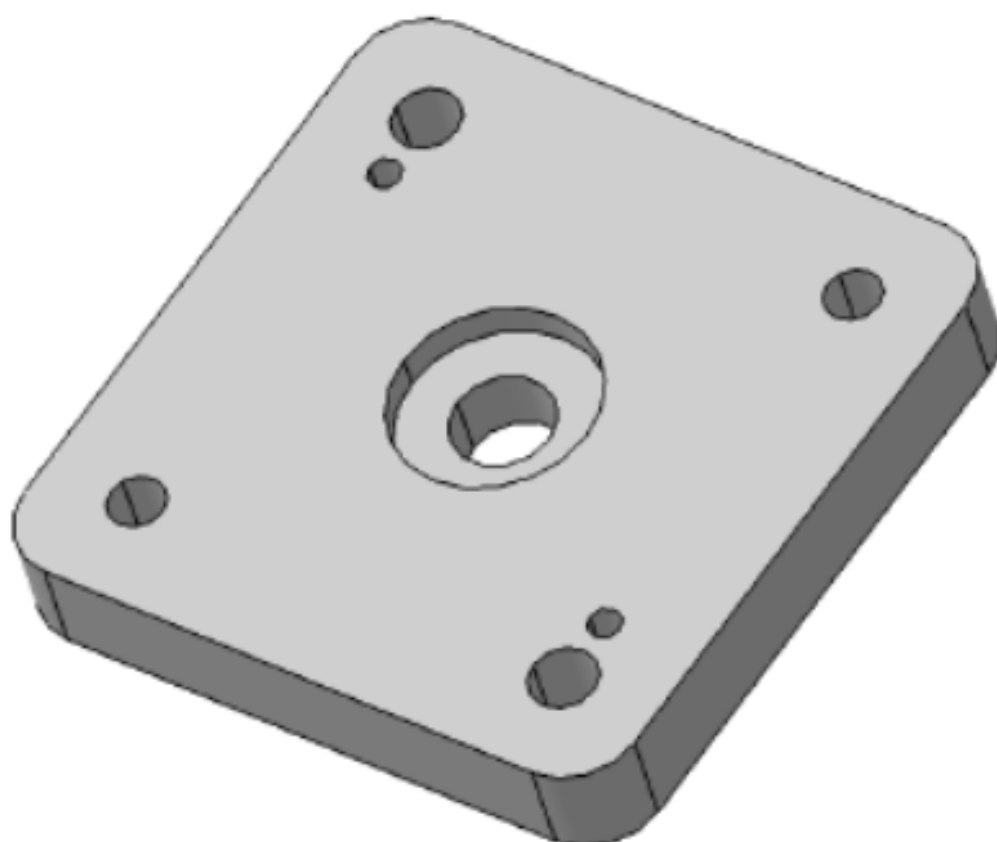
## SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA P 1: MODEL DESKA\_1
- PŘÍLOHA P 2: MODEL DESKA\_2
- PŘÍLOHA P 3: MODEL DESKA\_3
- PŘÍLOHA P 4: MODEL DESKA\_4
- PŘÍLOHA P 5: MODEL DESKA\_5
- PŘÍLOHA P 6: MODEL DESKA\_6
- PŘÍLOHA P 7: MODEL DESKA\_7
- PŘÍLOHA P 8: MODEL DESKA\_8
- PŘÍLOHA P 9: MODEL DESKA\_10
- PŘÍLOHA P 11: VÝKRES DESKA\_11
- PŘÍLOHA P 12: VÝKRES DESKA\_12
- PŘÍLOHA P 13: VÝKRES DESKA\_13
- PŘÍLOHA P 14: VÝKRES DESKA\_14
- PŘÍLOHA P 15: VÝKRES DESKA\_15
- PŘÍLOHA P 16: VÝKRES DESKA\_16
- PŘÍLOHA P 17: VÝKRES DESKA\_17
- PŘÍLOHA P 18: VÝKRES DESKA\_18
- PŘÍLOHA P 19: VÝKRES DESKA\_19
- PŘÍLOHA P 20: VÝKRES DESKA\_20

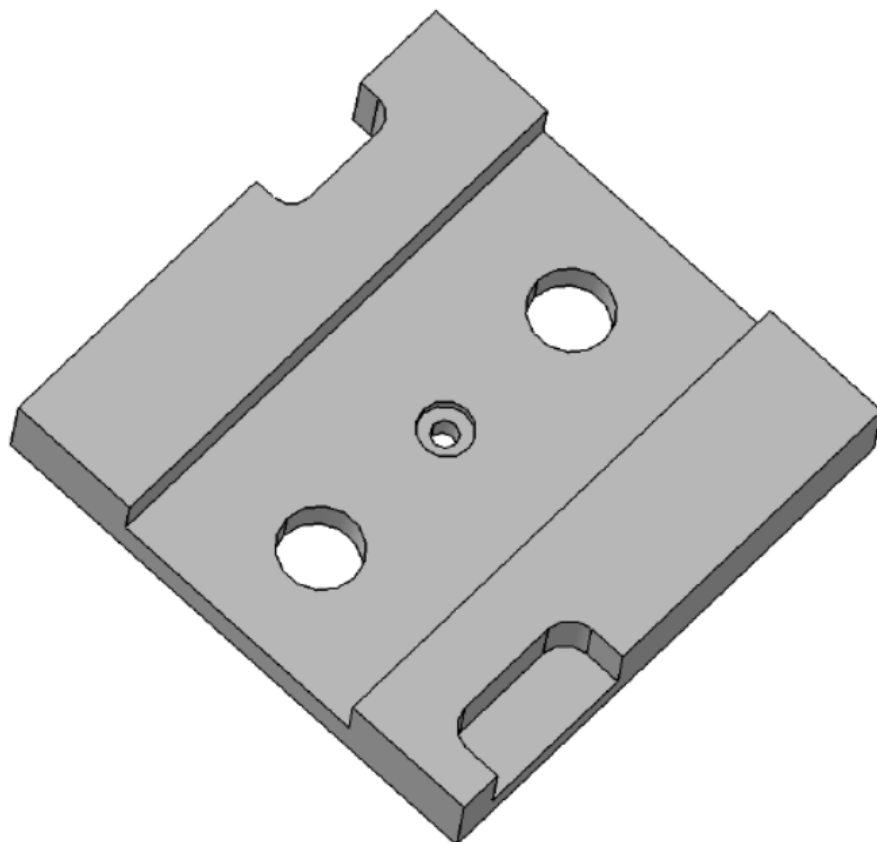
**PŘÍLOHA P I: MODEL DESKY\_1**



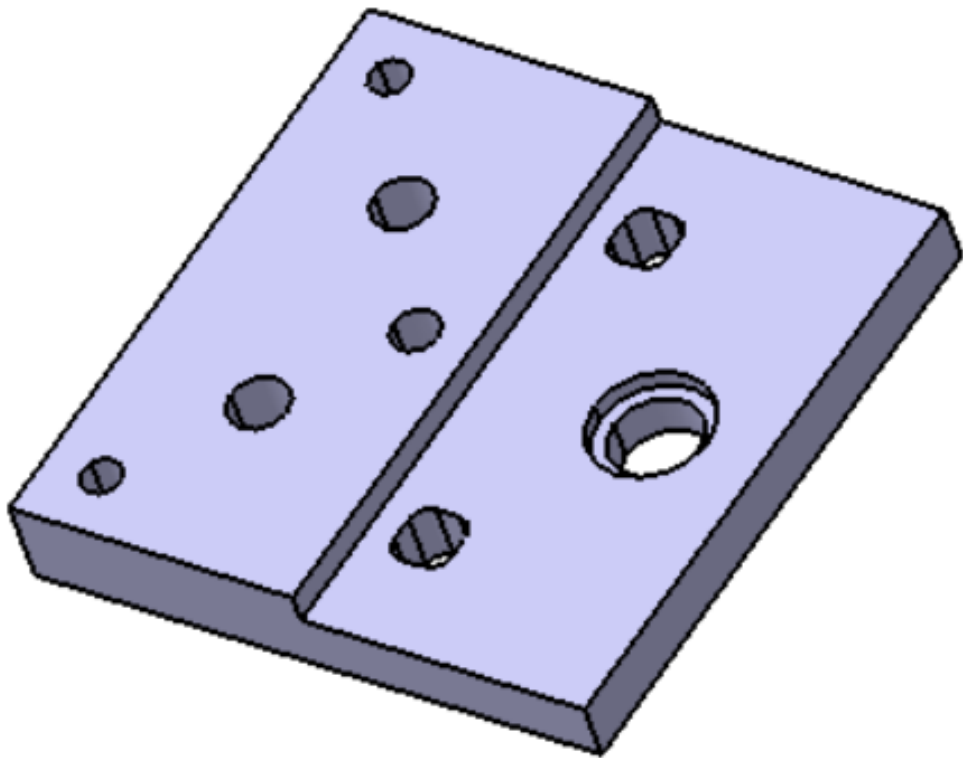
**PŘÍLOHA P 2: MODEL DESKY\_2**



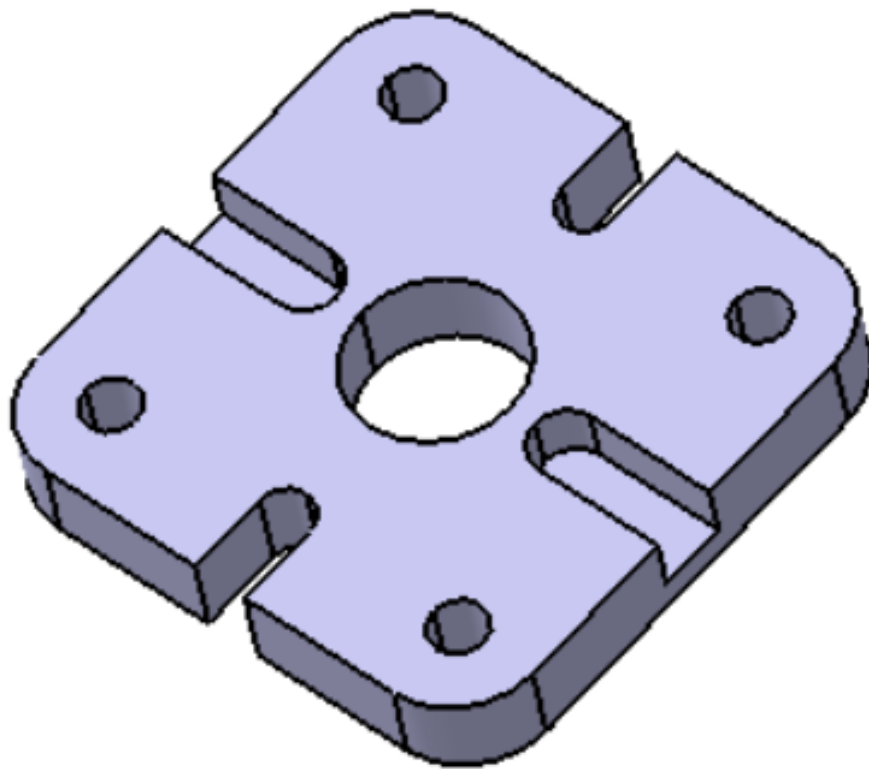
**PŘÍLOHA P 3: MODEL DESKY\_3**



**PŘÍLOHA P 4: MODEL DESKY\_4**

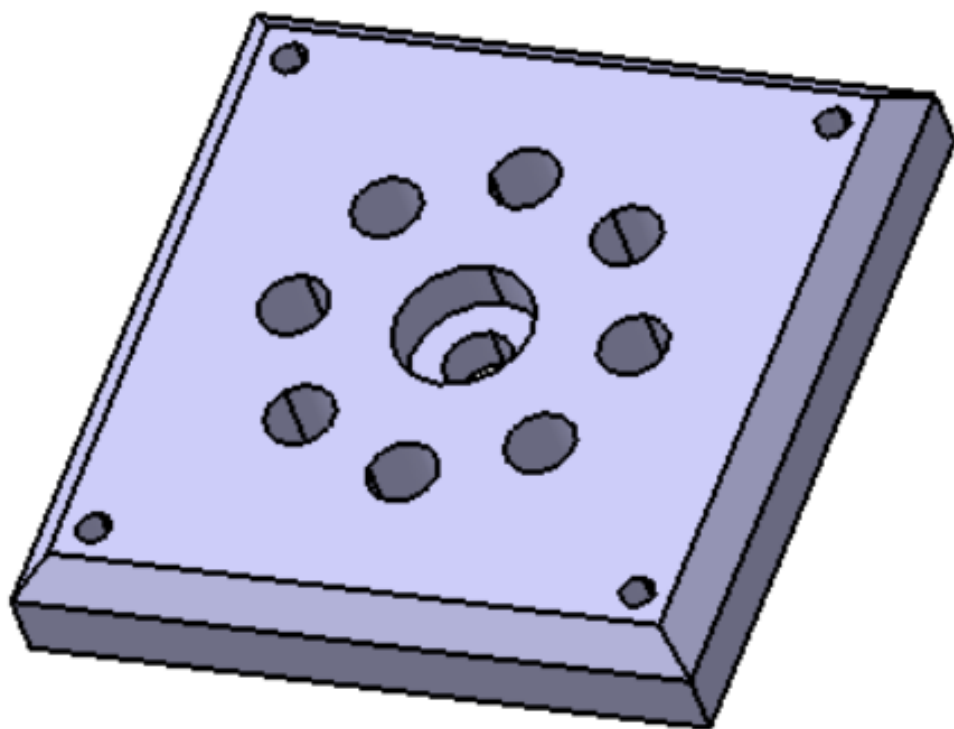


**PŘÍLOHA P 5: MODEL DESKY\_5**

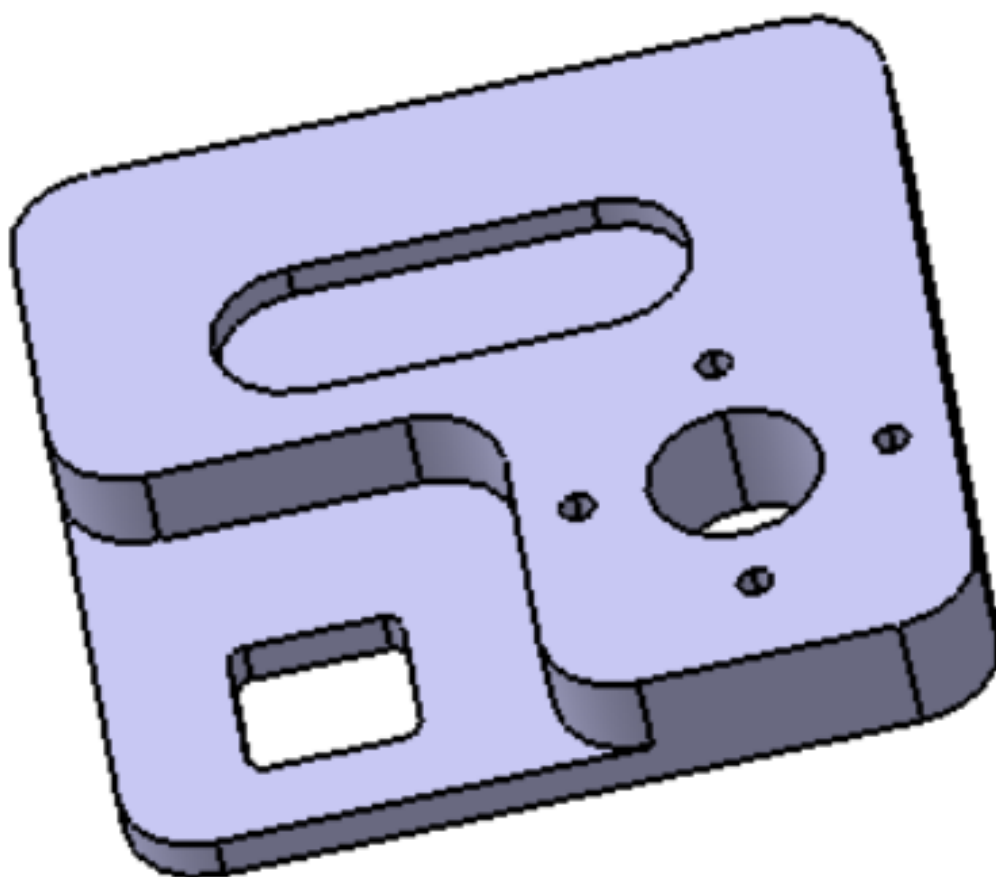




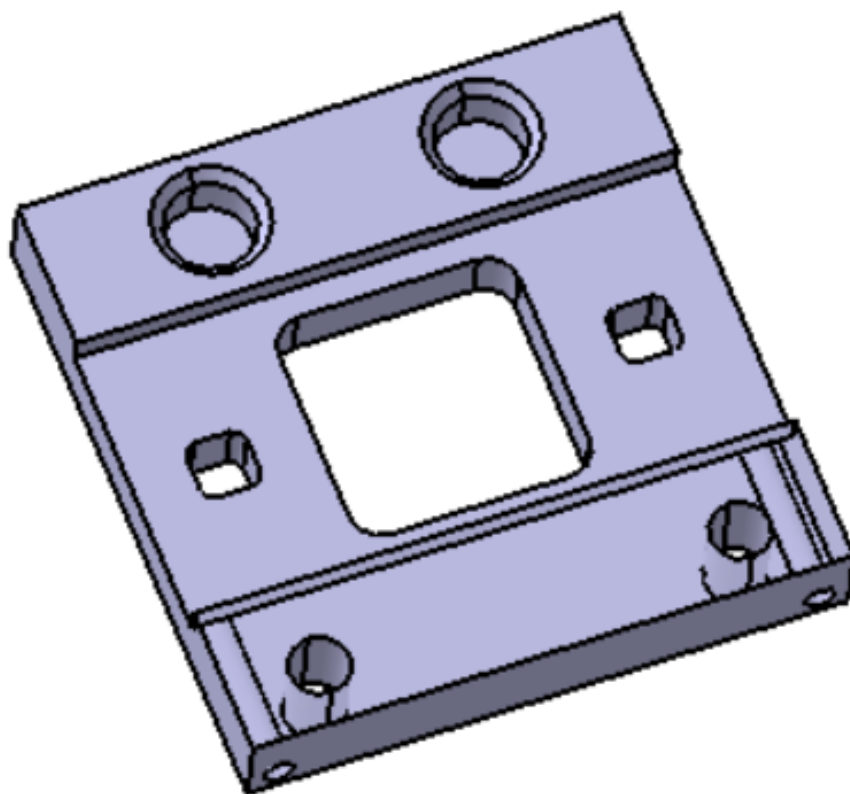
**PŘÍLOHA P 6: MODEL DESKY\_6**



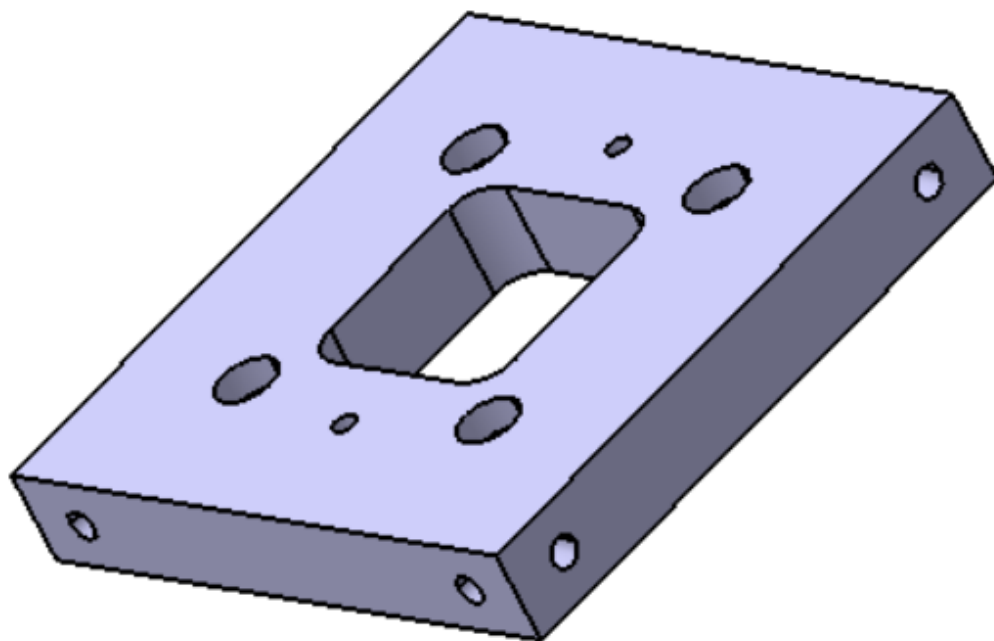
**PŘÍLOHA P 7: MODEL DESKY\_7**



**PŘÍLOHA P 8: MODEL DESKY\_8**



**PŘÍLOHA P 9: MODEL DESKY\_9**



**PŘÍLOHA P 10: MODEL DESKY\_10**

