FAKULTA STROJNÍ TUL

ZKM
P02 Technické kreslení

Ing. Jan Kracík, Ph.D. (převzato od Ing. Jan Novosád, Ph.D.)
Katedra energetických zařízení

jan.kracik@tul.cz

Obsah

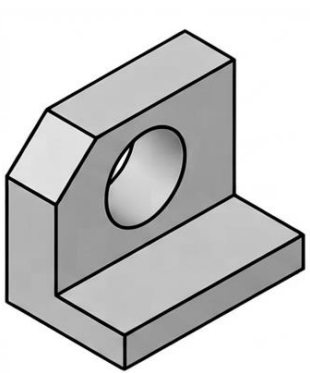
- Pravidla zobrazování
- Kótování prvků
- Tolerance, uložení
- Drsnost povrchu
- Další požadavky uváděné na výkrese

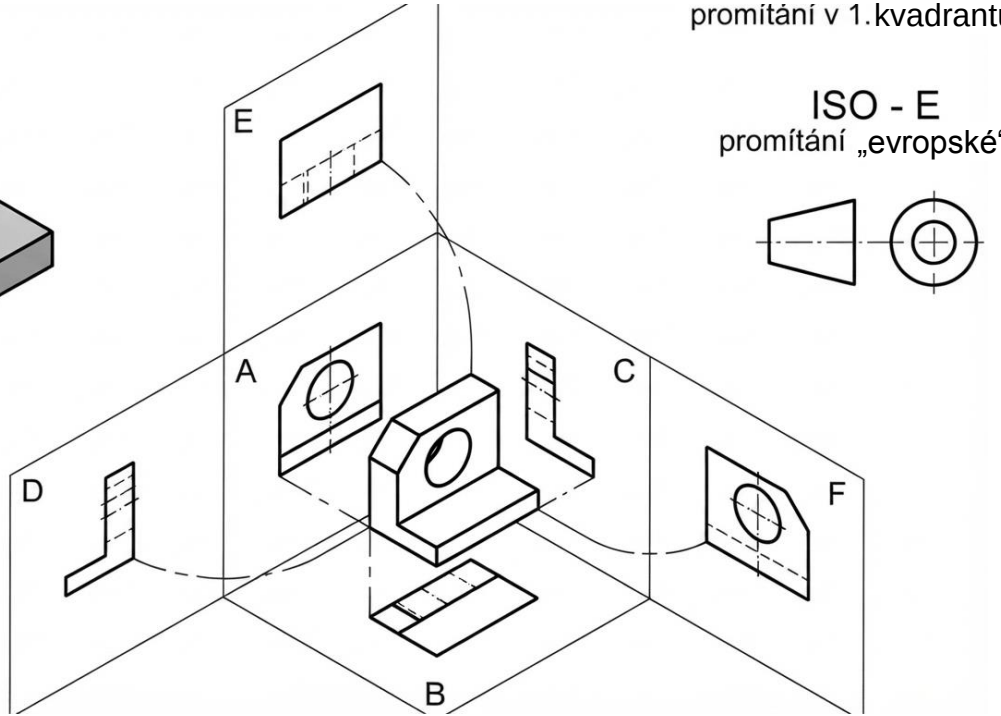
Technické kreslení – hlavní zásady

Technické kreslení je základním prostředkem pro návrh, výrobu i kontrolu výrobků a představuje **klíčovou součást technické komunikace**.

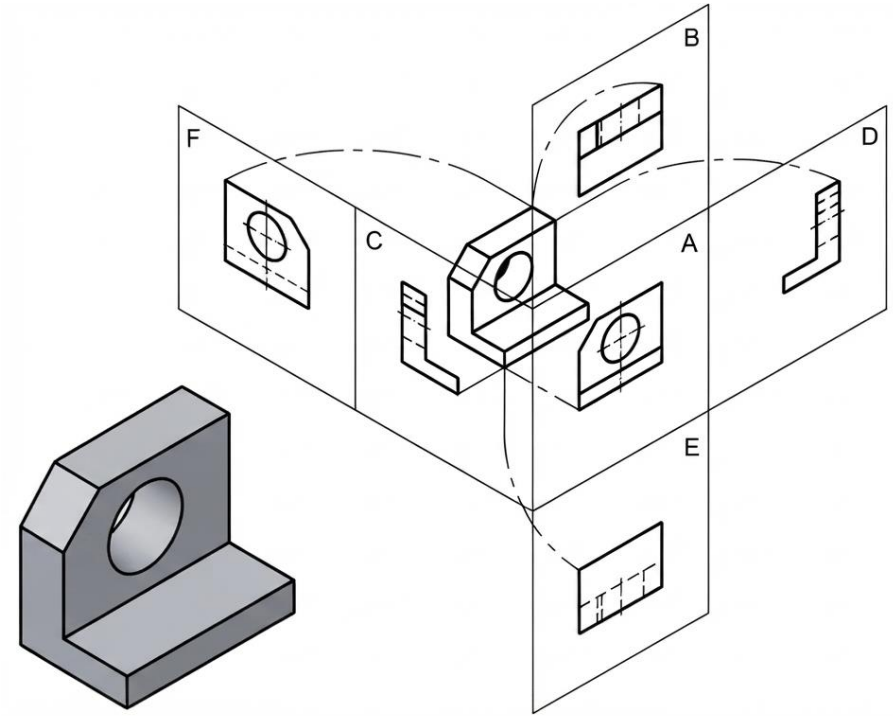
- Dodržování norem (zejména ČSN, ISO).
- Přehlednost a jednoznačnost.
- Zobrazení předmětu podle pravidel promítání, vč. řezů a detailů.
- Popis všech důležitých rozměrů, tolerancí a technických požadavků.

Technické kreslení



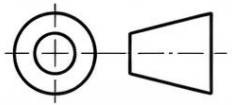


Technické kreslení



promítání v 3. kvadrantu

ISO - A
promítání „americké“



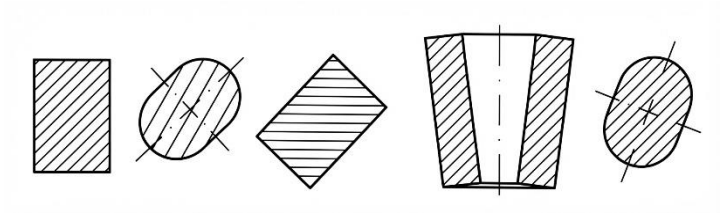
Technické kreslení

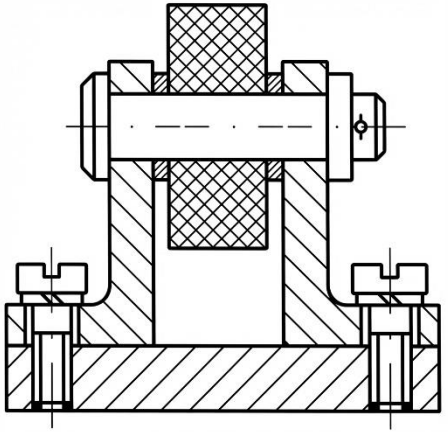
Pravidla pro zobrazování na výkresech:

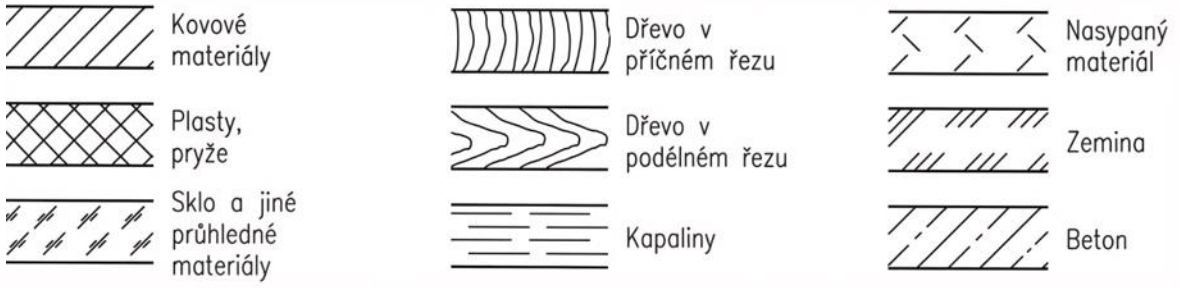
- Počet obrazů volíme co nejmenší (ale takový aby bylo těleso úplně zobrazeno.
- Pro umisťování a zobrazování pohledů platí pravidla pravoúhlého promítání.
- Hlavní pohled (zepředu) by měl co nejvíce vystihovat tvar předmětu.
- Předmět by měl být zobrazen ve funkční poloze nebo v poloze vhodné pro výrobu.

Technické kreslení

Kreslení řezů a šrafování

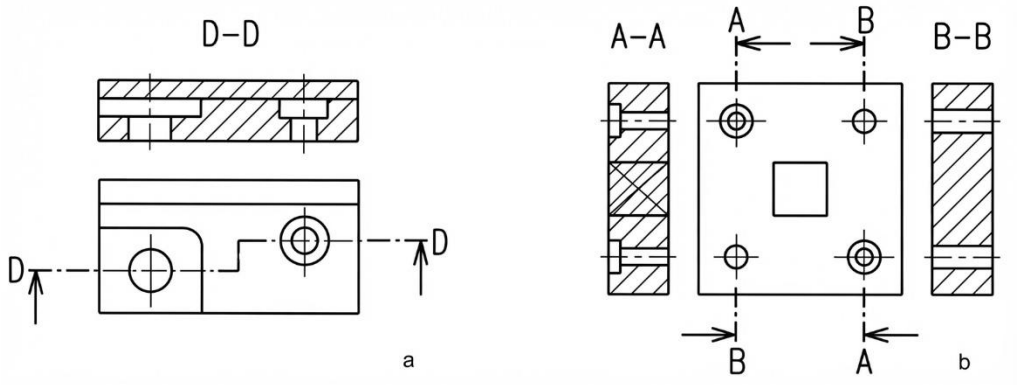


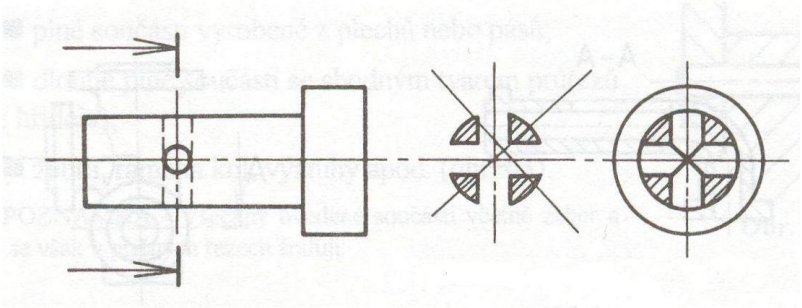


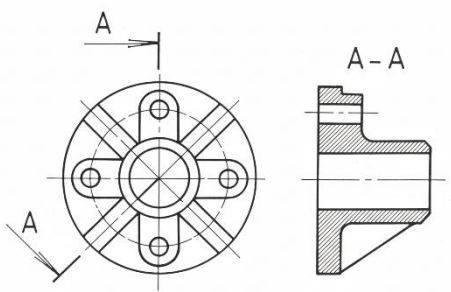


Technické kreslení

Označování řezů, lomené řezy



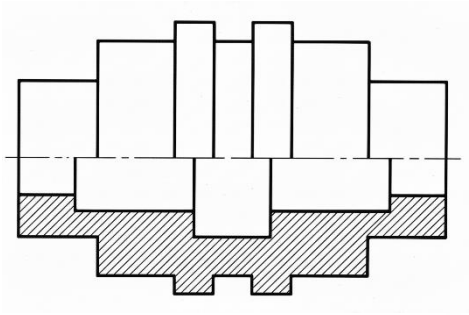




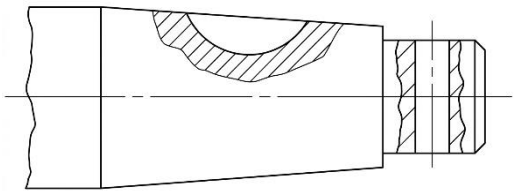
Technické kreslení

Poloviční řez (a) a místní řez (b)

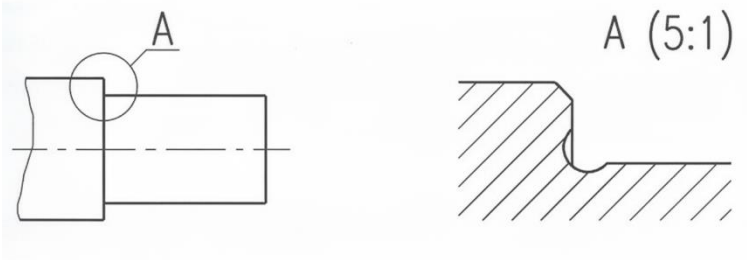
a)



b)

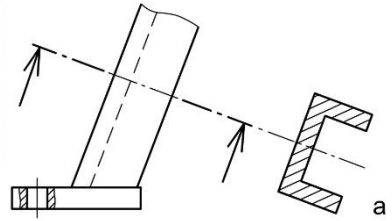


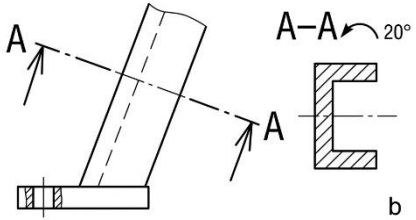
Tvarové podrobnosti

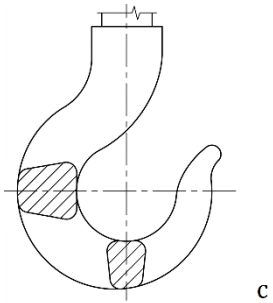


Technické kreslení

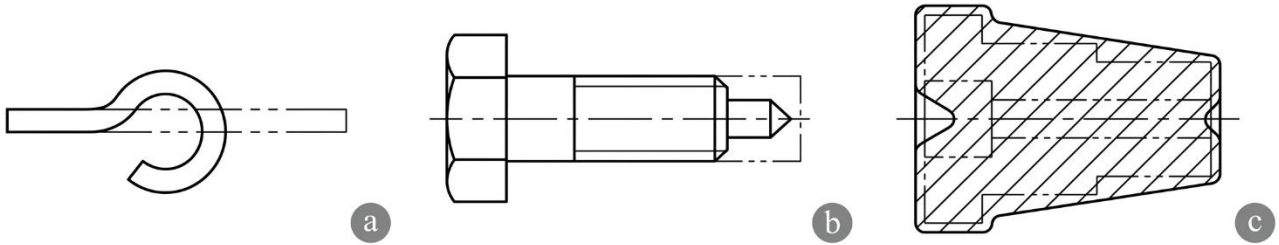
Průřez, další možnosti kreslení







Obrysy výchozího a konečného tvaru (polotovary)



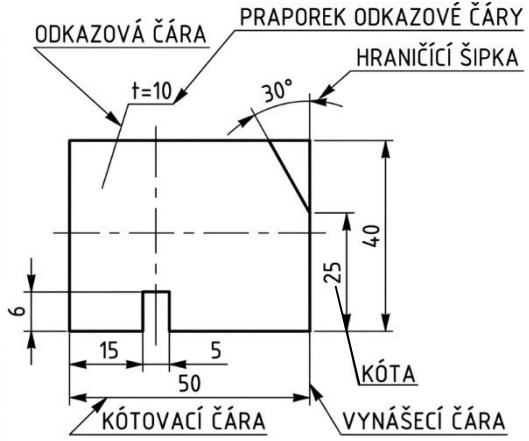
Technické kreslení

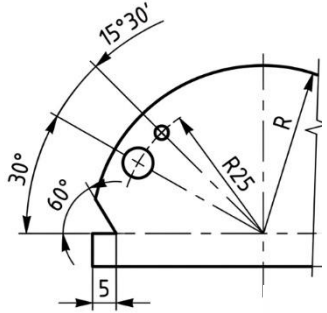
Kótování – zásady a pravidla

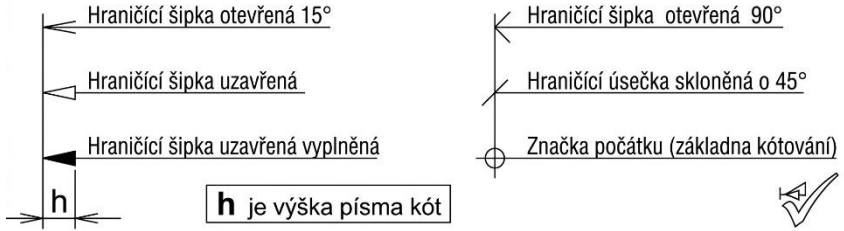
1. Kóta je číslo určující velikost rozměrů nebo polohu předmětu bez ohledu na měřítko.
2. Délkové rozměry na výkrese se kótují v milimetrech.
3. Rovinné úhly se kótují v úhlových stupních a značky jednotek se uvádí vždy.
4. Každý prvek na výkrese se kótuje pouze jednou.
5. Kóty se umisťují do pohledu nebo řezu, v němž je jasný vztah ke kótovanému prvku.
6. Všechny informace o rozměrech potřebné k úplnému popsání předmětu musí být uvedeny na výkrese.
7. Kótovací čáry se nemají protínat, nesmí splývat s jinou čarou (osou, hranou)!!
8. Vše co je na výkrese musí být kontrolovatelné.

Technické kreslení

Provedení kót, hraničící šipky

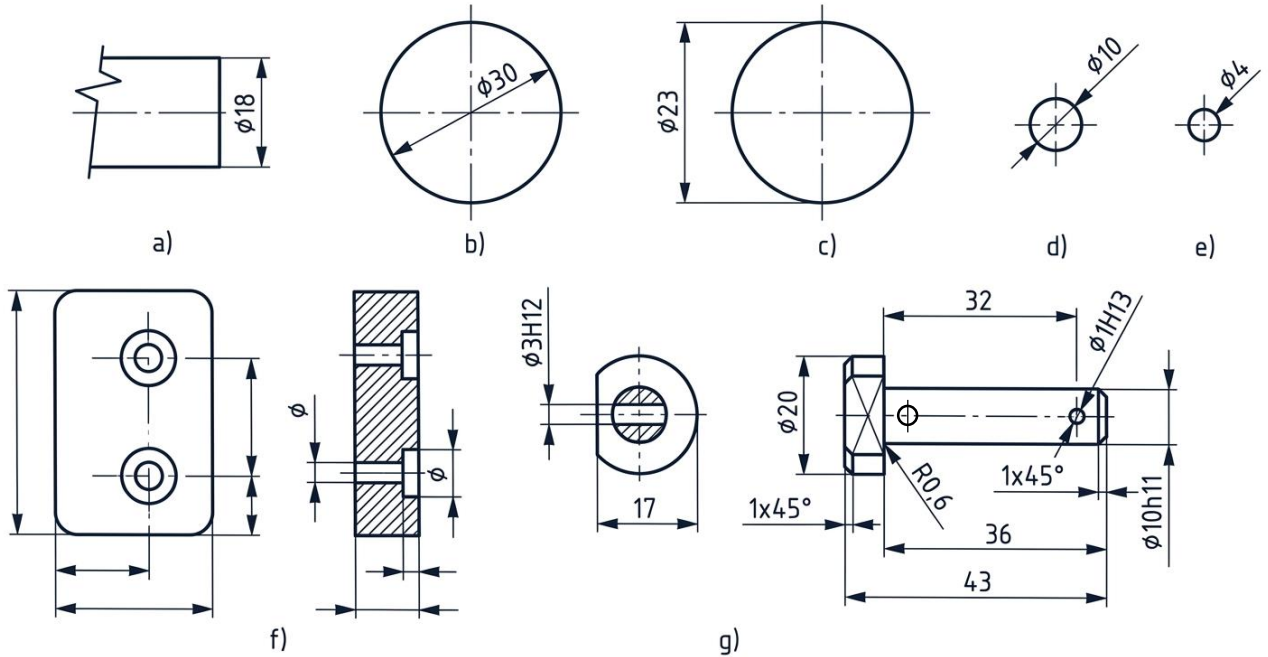






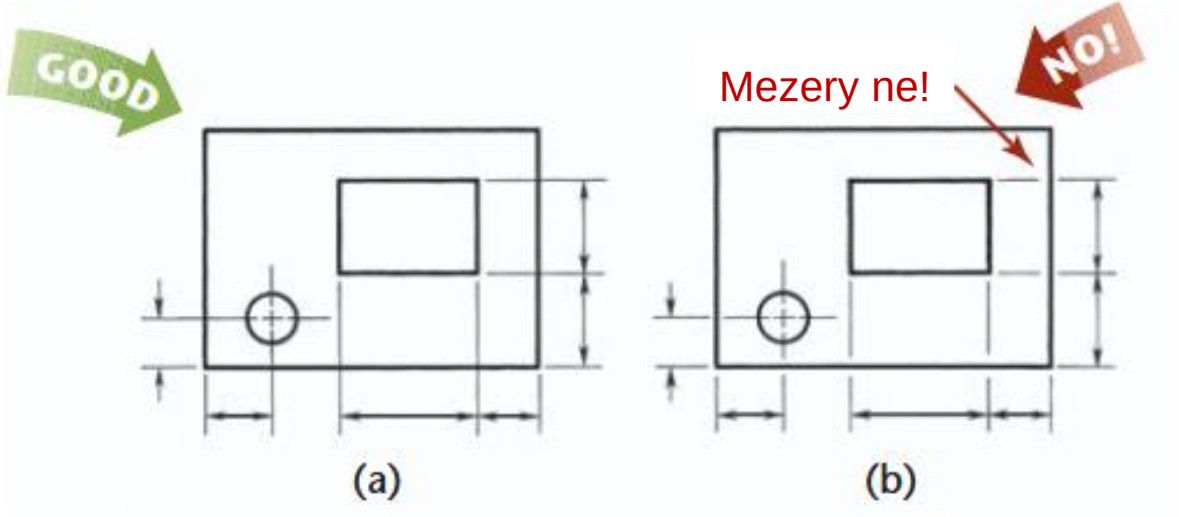
Technické kreslení

Kótování průměrů



Technické kreslení

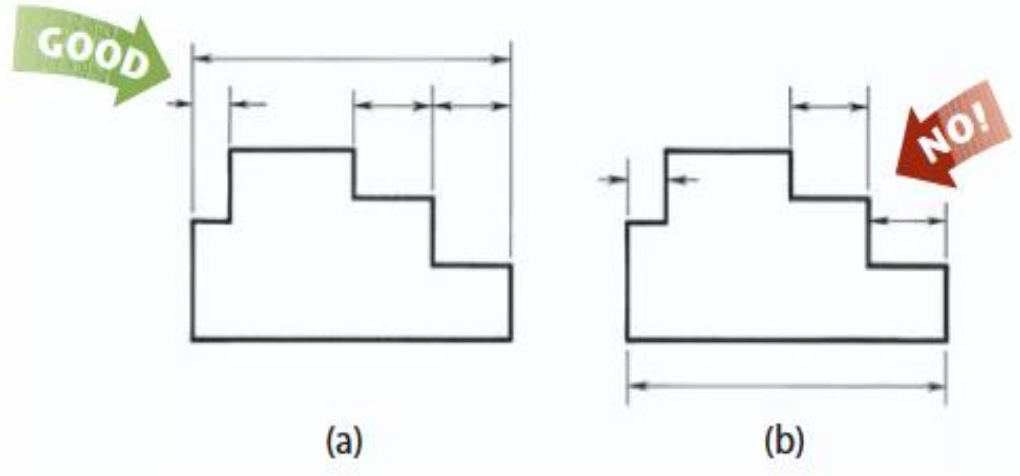
Další příklady a doporučení



Křížení čar

Technické kreslení

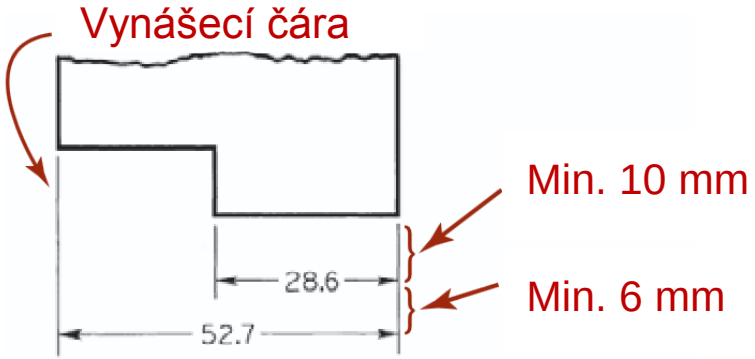
Další příklady a doporučení



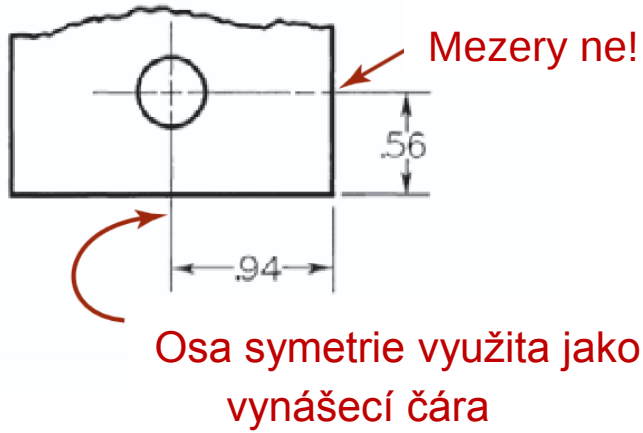
Sdružené (řetězcové) kótování

Technické kreslení

Další příklady a doporučení



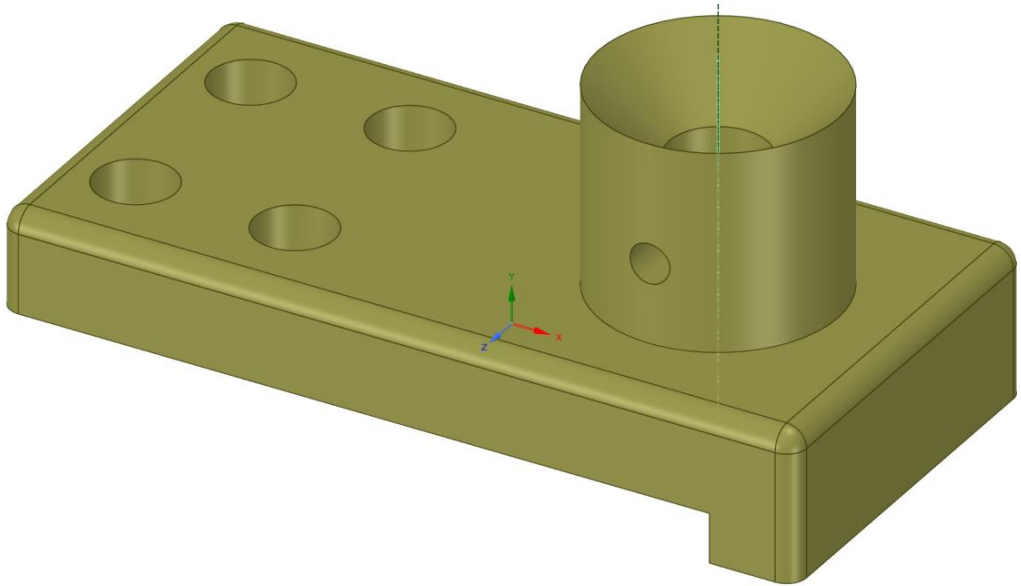
Vynášecí čáry



Osy symetrie

Technické kreslení

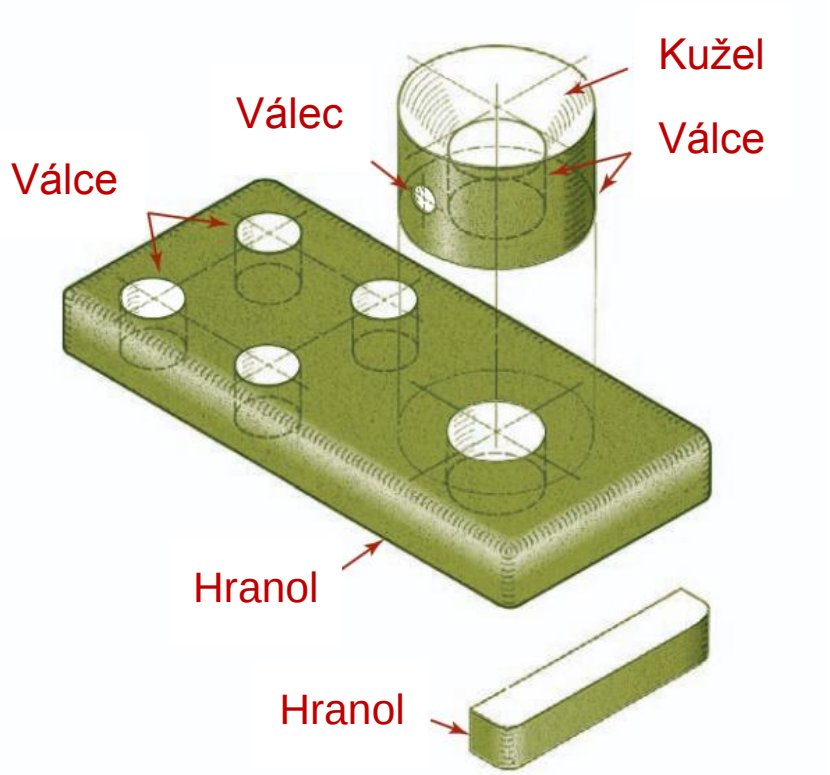
Další příklady a doporučení



Technické kreslení

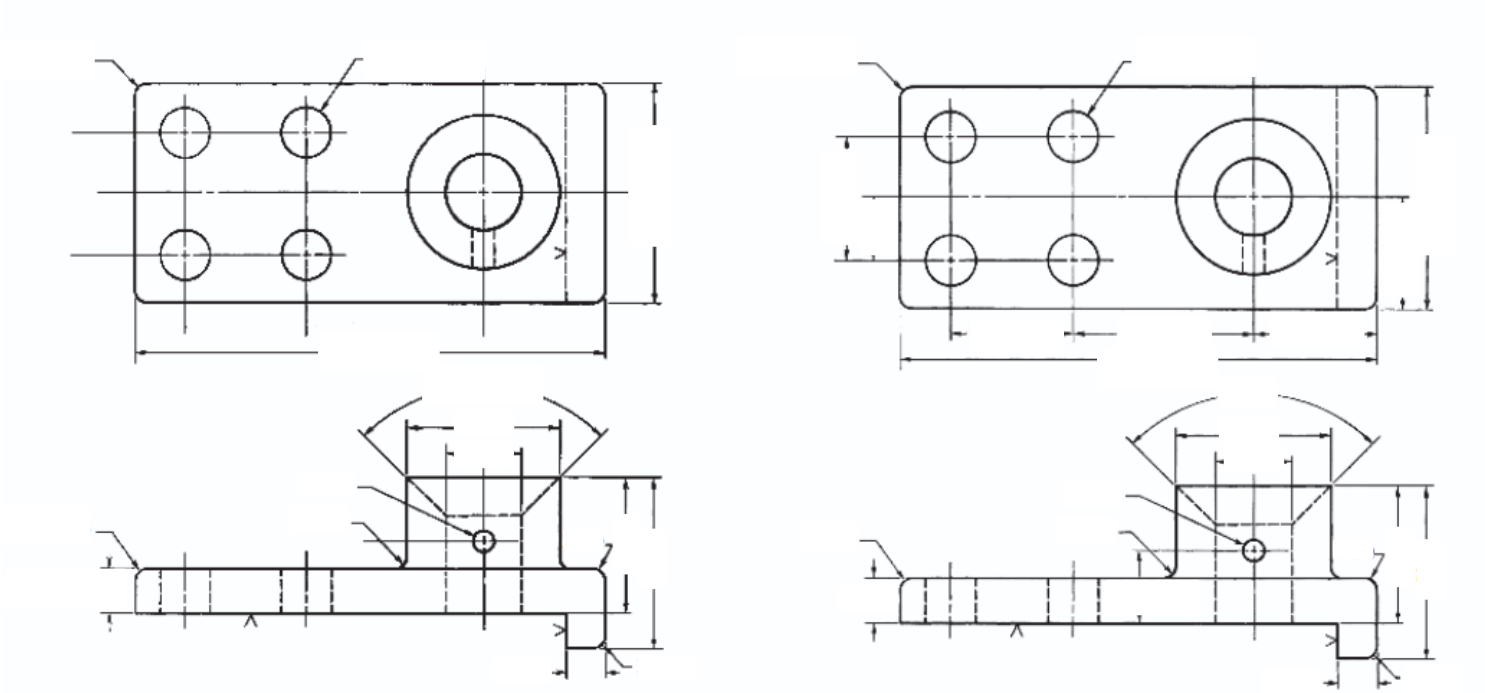
Další příklady a doporučení

- Válec vnější – 1x
- Válec vnitřní – 6x
- Kužel vnitřní – 1x
- Hranol vnější – 2x
- + další prvky jako sražení a zaoblení



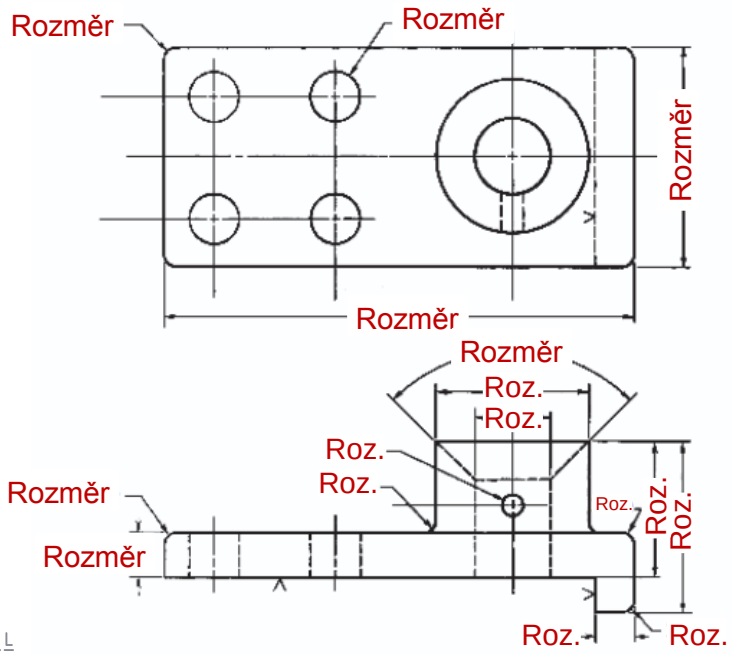
Technické kreslení

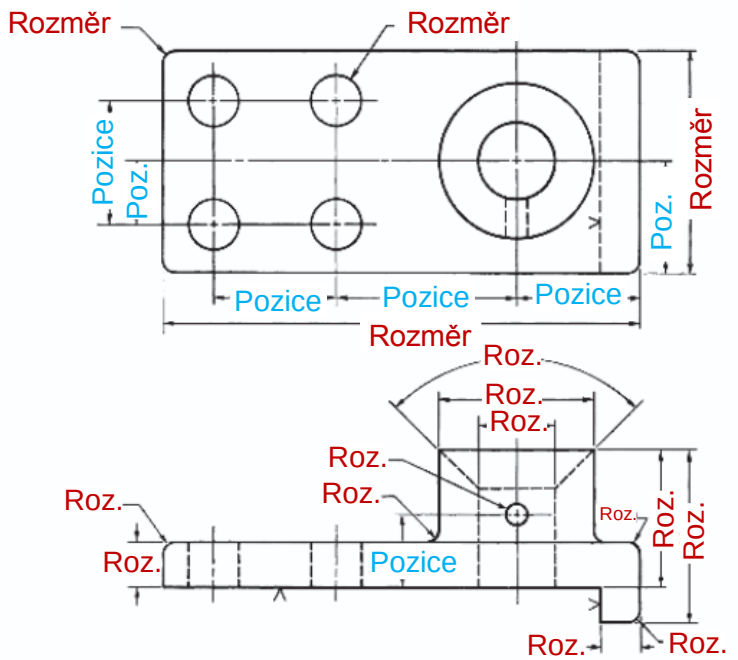
Další příklady a doporučení



Technické kreslení

Další příklady a doporučení

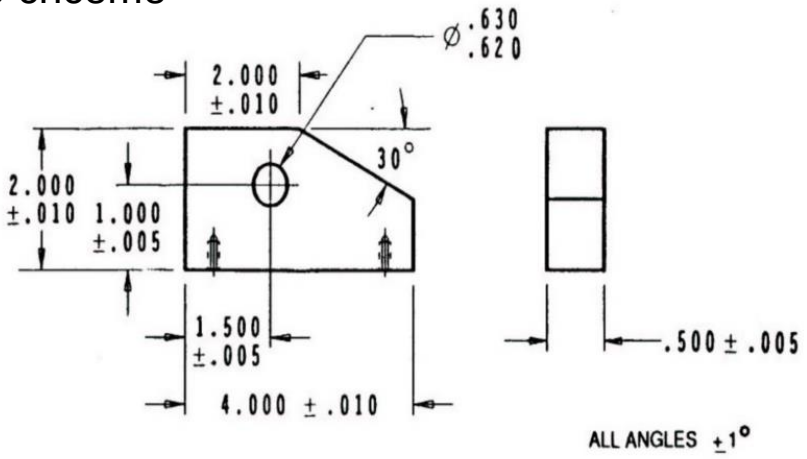




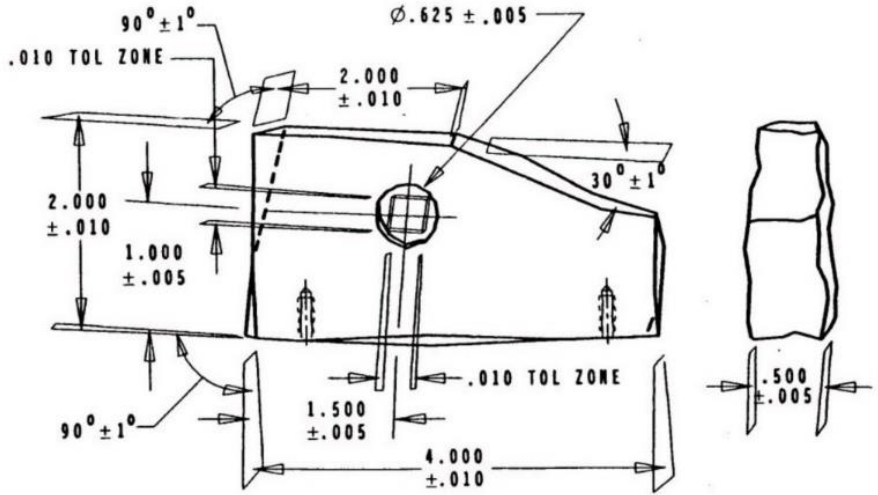
Technické kreslení

Význam tolerancí

To chceme



To dostaneme

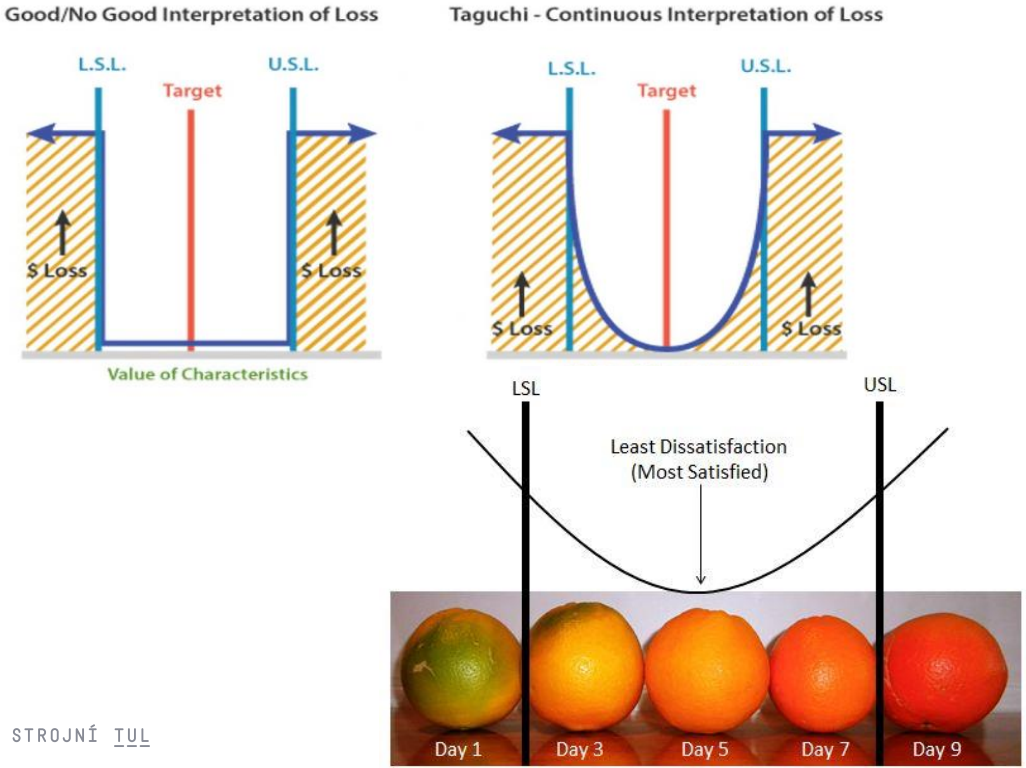


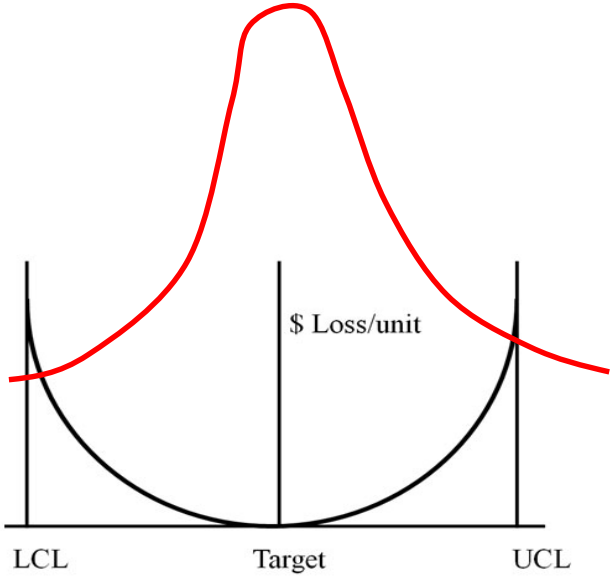
Technické kreslení

Tolerance

- Funkčnost
- Náklady
- Jak měřit?
- Taguciho metoda

Taguchiho metoda





$$L(y) = k \cdot (y - \text{target})^2$$

Technické kreslení

Tolerance

- Tolerování délkových rozměrů
- Předepsané rozměry jsou pouze teoretické!
- Výrobou vznikají nepřesnosti způsobené:
  - technologií výroby,
  - vlastní výrobou (otupený nástroj, apod.),
  - lidským faktorem.
- Tolerování – předepisování rozměrů v mezích
- Netolerované rozměry dle ISO 2768-f až v.

Technické kreslení

Tolerance

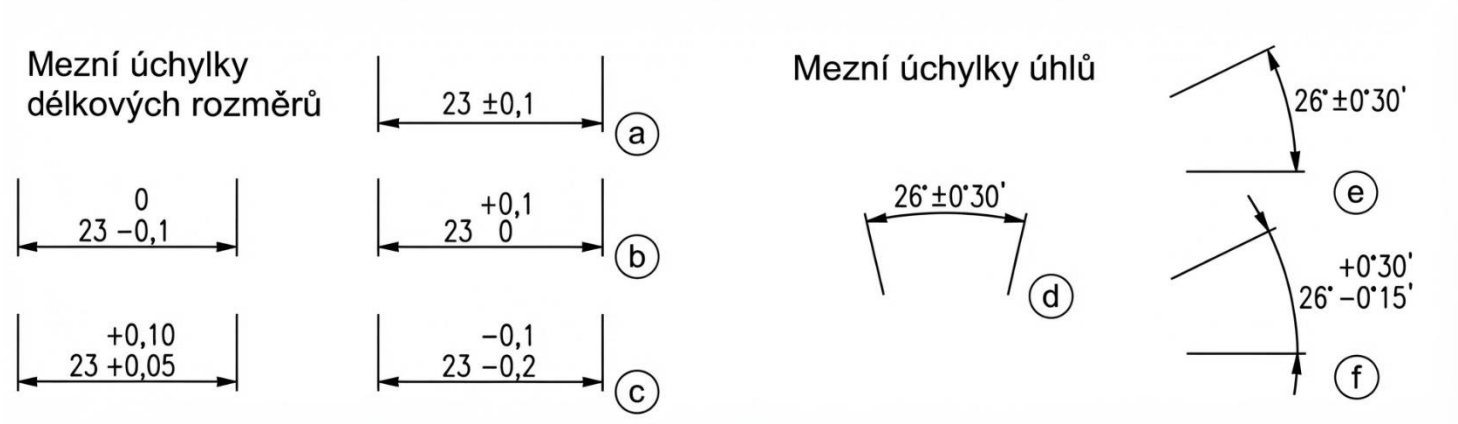
Třída přesnosti		Mezní úchylky pro základní rozsah rozměrů							
označení	název	0,5 do 3	přes 3 do 6	přes 6 do 30	přes 30 do 120	přes 120 do 400	přes 400 do 1000	přes 1000 do 2000	přes 2000 do 4000
f	jemná	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	–
m	střední	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0
c	hrubá	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0	± 3,0	± 4,0
v	velmi hrubá	–	± 0,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	± 4,0	± 4,0	± 8,0

Technické kreslení

Tolerance

U funkčních rozměrů je nutné předepsat tolerance pomocí:

- **mezních úchylek**,
- tolerančních značek.

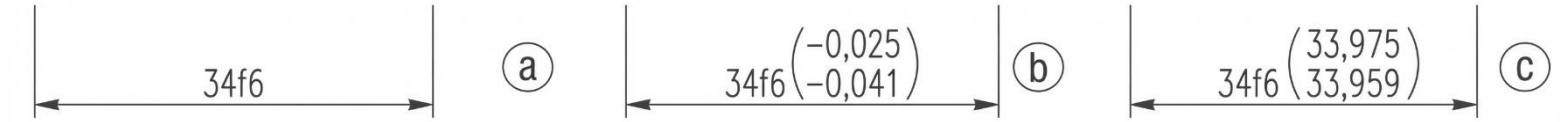


Technické kreslení

Tolerance

U funkčních rozměrů je nutné předepsat tolerance pomocí:

- mezních úchylek,
- **tolerančních značek**.



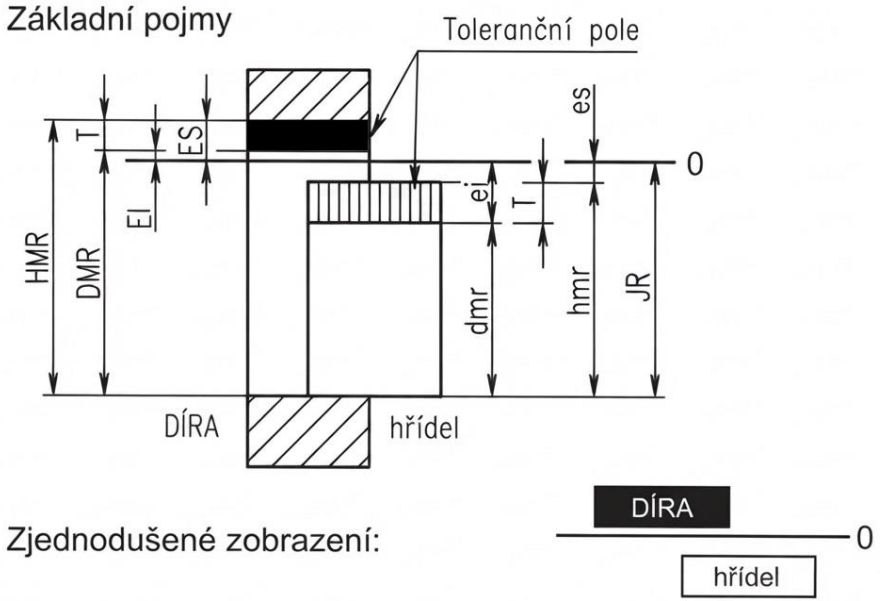
Technické kreslení

Toleranční značky

- Tolerovaný rozměr se skládá z **jmenovitého rozměru a toleranční značky** (Př. 100H7).
- 20 tolerančních stupňů: IT 01, IT 0–5 měřidla, IT 6–11 běžná výroba, IT 12–18 polotovary.

Technické kreslení

Grafické znázornění tolerančních polí



JR – jmenovitý rozměr
0 – nulová čára
T – tolerance

DÍRA:
HMR – horní mezní rozměr
DMR – dolní mezní rozměr
ES – horní úchylka
EI – dolní úchylka

hřídel:
hmr – horní mezní rozměr
dmr – dolní mezní rozměr
es – horní úchylka
ei – dolní úchylka

Technické kreslení

Jmenovitý rozměr (JR, nulová čára)

- základní rozměr vůči, kterému jsou vztaženy tolerance

Horní mezní rozměr (HMR, hmr) a dolní mezní rozměr (DMR, dmr)

- hraniční rozměry, skutečný rozměr musí ležet mezi těmito rozměry jinak se jedná o zmetek

Horní mezní úchylka (ES, es)

- vyjadřuje rozdíl mezi HMR (hmr) a JR

Technické kreslení

Dolní mezní úchylka (EI, ei)

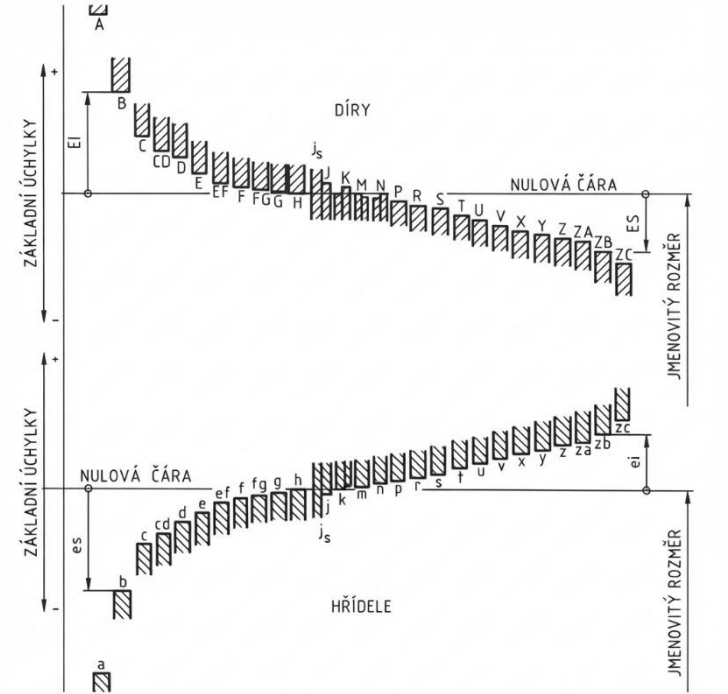
- vyjadřuje rozdíl mezi DMR (dmr) a JR

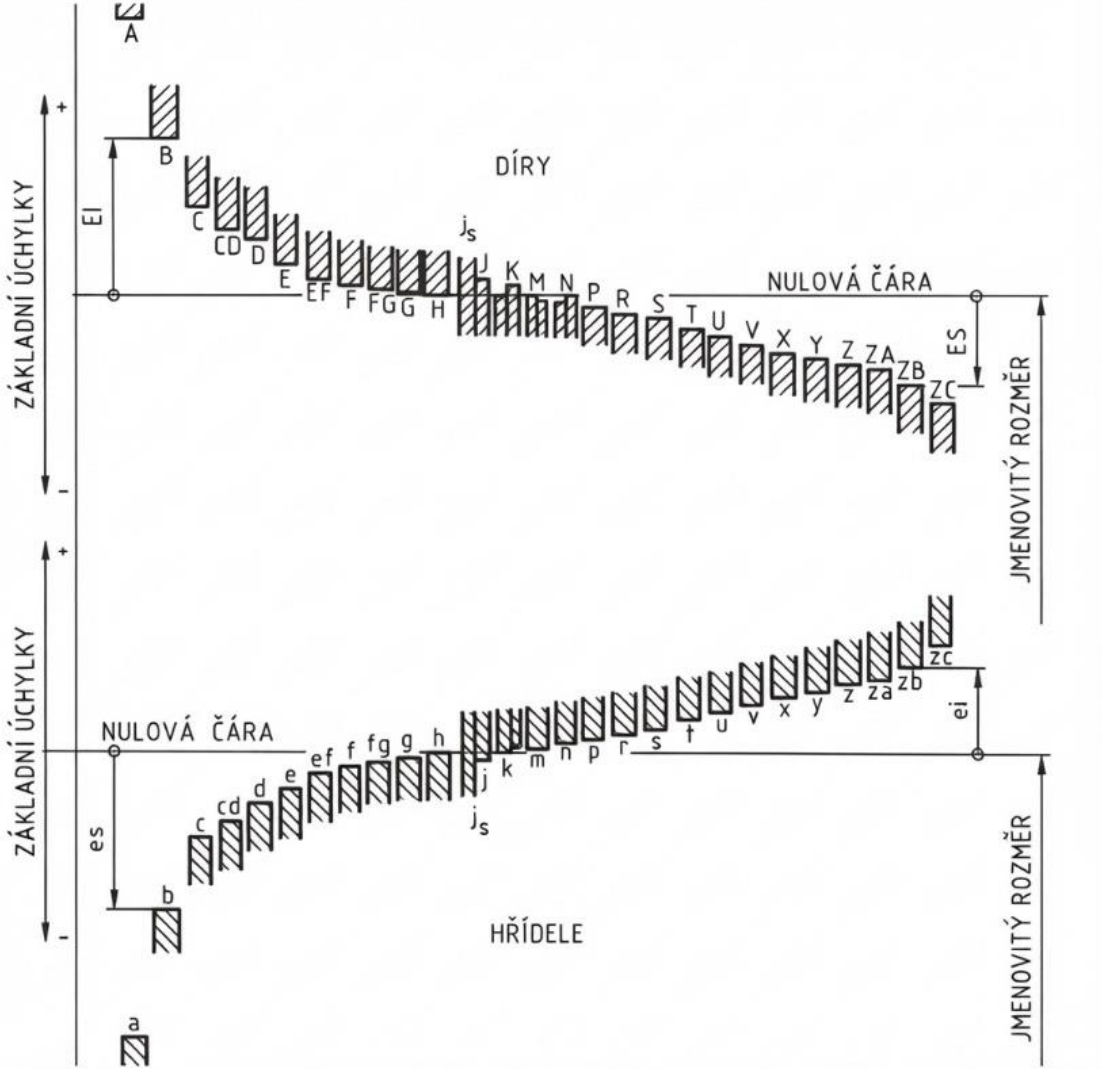
Tolerance

- rozdíl mezi HMR (hmr) a DMR (dmr), udává se jako kladné číslo a vyjadřuje dovolenou přesnost nebo nepřesnost výroby

Technické kreslení

Toleranční značka = toleranční pole + toleranční stupeň



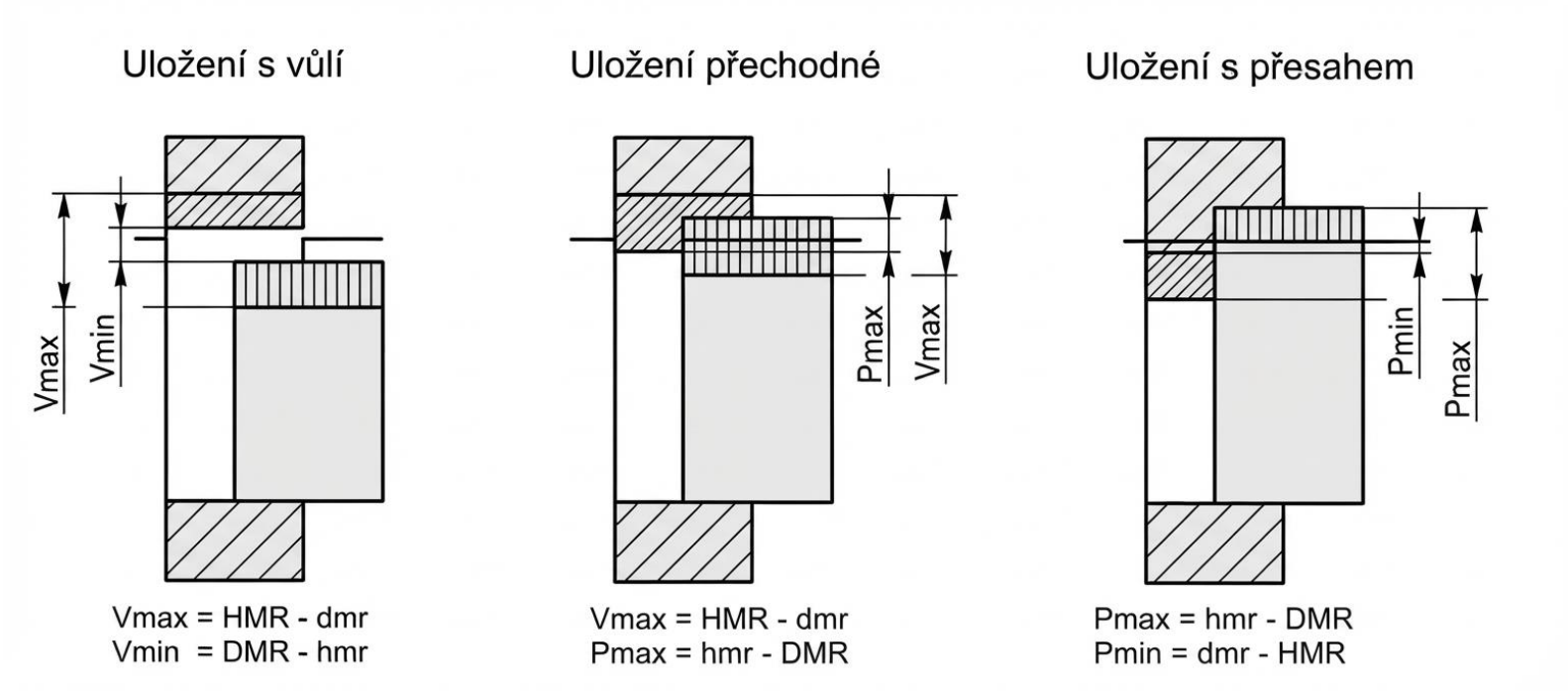

A
B
C
CD
D
E
EF
F
FG
G
H
JS
J
K
M
N
P
R
S
T
U
V
X
Y
Z
ZA
ZB
ZC
DÍRY
EI
ES
NULOVÁ ČÁRA
ZÁKLADNÍ ÚCHYLKY
JMENOVITÝ ROZMĚR
a
b
c
cd
d
e
ef
f
fg
g
h
js
j
k
m
n
p
r
s
t
u
v
x
y
z
za
zb
zc
es
ei
HŘÍDELE

Technické kreslení

Uložení je vzájemný stav dvou strojních součástí (hřídel vložený do díry):

- **uložení s vůlí** – umožňuje vzájemný pohyb součástí,
- **uložení s přesahem** – zaručuje vzájemnou nepohyblivost,
- **uložení přechodné –** v závislosti na rozměrech se může vyskytovat vůle nebo přesah.

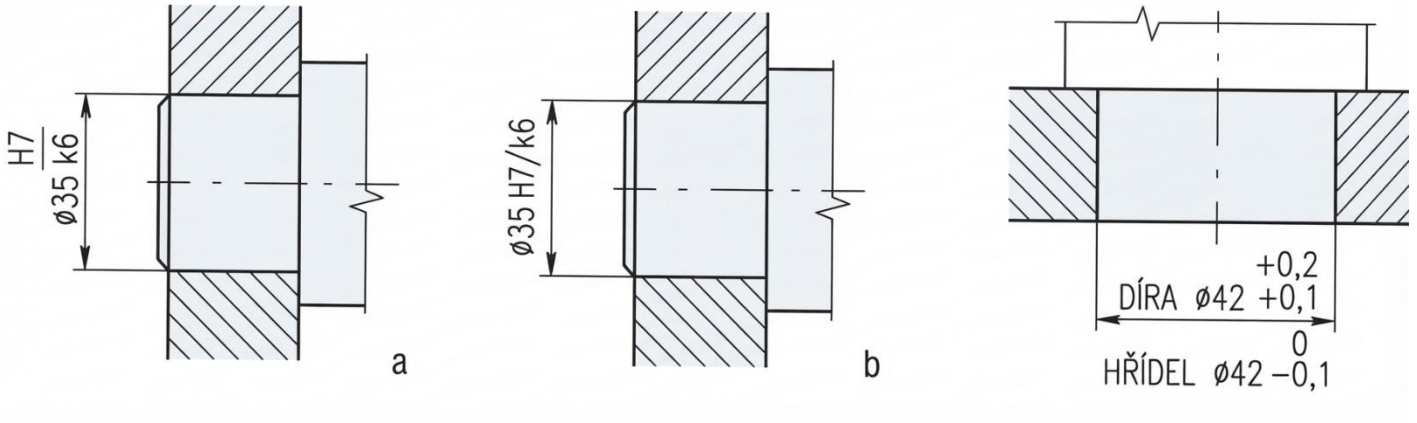
Technické kreslení



Technické kreslení

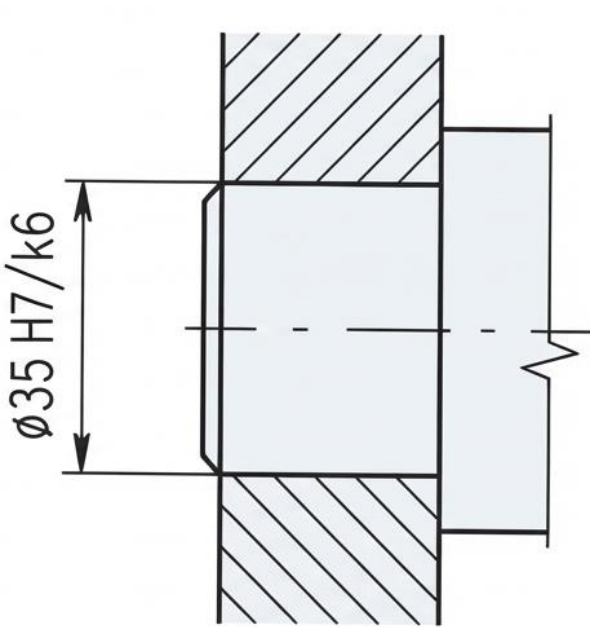
V praxi existují dvě základní toleranční soustavy:

- **soustava jednotné díry** (tolerance vztaženy k tol. poli díry - H),
- **soustava jednotného hřídele** (tolerance vztaženy k tol. poli hřídele - h).



Technické kreslení

Příklad toleranční soustavy



Určete typ uložení pro příklady:

a) **Ø35H7/k6,**

b) **Ø35H7/f7,**

c) **Ø35G7/h6**

https://www.mikon-tools.cz/mezni-uchylky-tolerancnich-poli-u-der-a-hrideli/

Technické kreslení

Geometrické tolerance

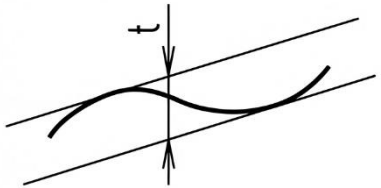
- Pro správnou funkci součásti je třeba kromě tolerance rozměrů uvažovat i geometricky správný tvar funkčních ploch.
- Na výkrese se obecně předepisují: **ISO 2768 – mK,** kde poslední písmeno značí přesnost; M – nejvyšší, K – střední, L – nejnižší.
- Geometrické tolerance se mohou vztahovat k jednomu prvku (rovinnost, kruhovitost ..) nebo k více prvkům (kolmost rovnoběžnost, házení ..)

Geometrické tolerance		Značka
Tvaru	Přímosti	
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
Směru	Rovnoběžnosti	
	Kolmosti	
	Sklonu	
Polohy	Umístění	
	Soustřednosti a souososti	
	Souměrnosti	
Házení	Kruhového	
	Celkového	

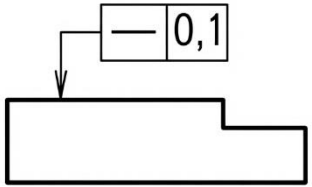
Technické kreslení

Geometrické tolerance přímosti a rovinnosti.

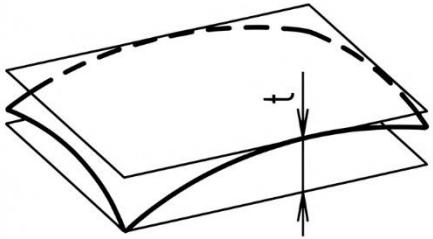
Vysvětlení tolerance



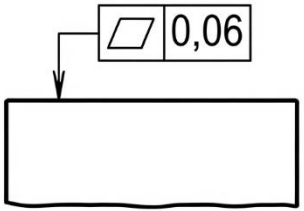
Příklad předpisu



Vysvětlení tolerance



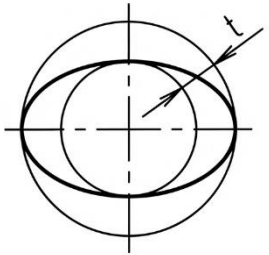
Příklad předpisu



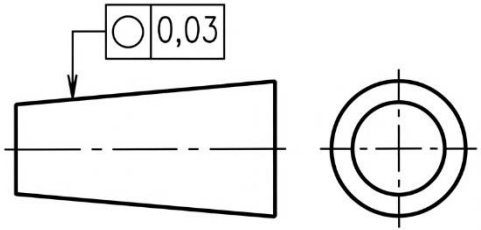
Technické kreslení

Geometrické tolerance kruhovitosti a válcovitosti.

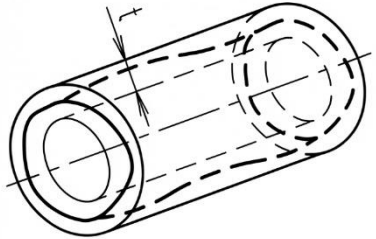
Vysvětlení tolerance



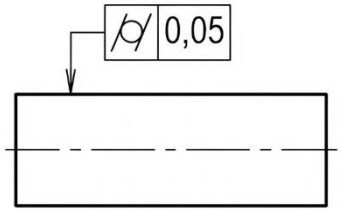
Příklad předpisu



Vysvětlení tolerance



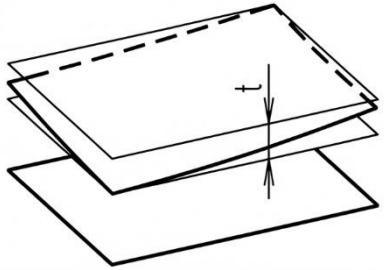
Příklad předpisu



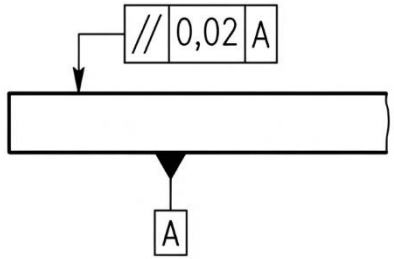
Technické kreslení

Geometrické tolerance rovnoběžnosti a kolmosti.

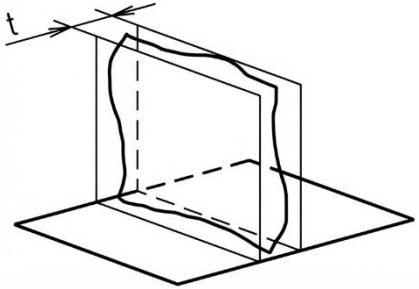
Vysvětlení tolerance



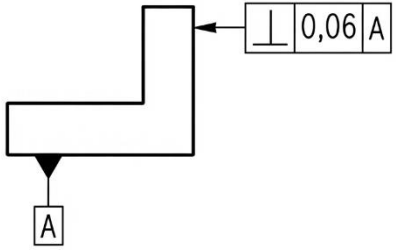
Příklad předpisu



Vysvětlení tolerance

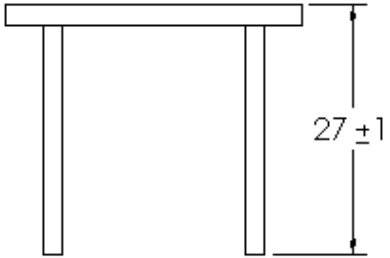


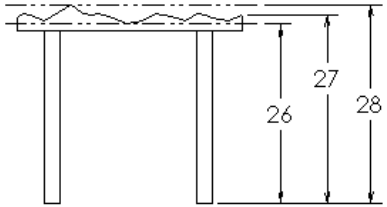
Příklad předpisu

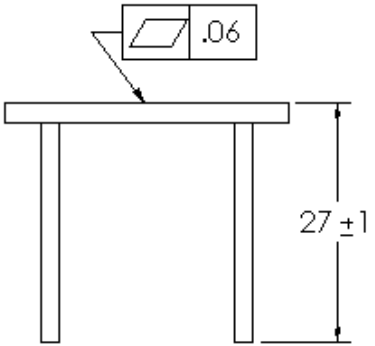


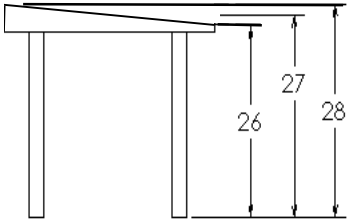
Technické kreslení

Geometrické tolerance



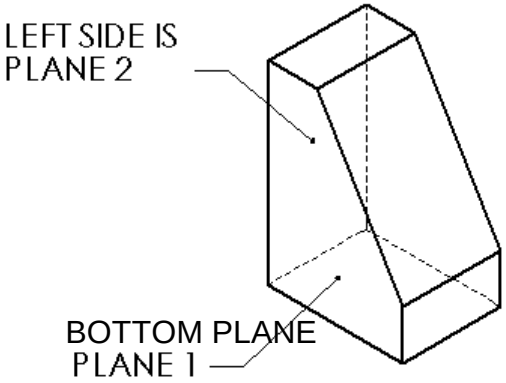


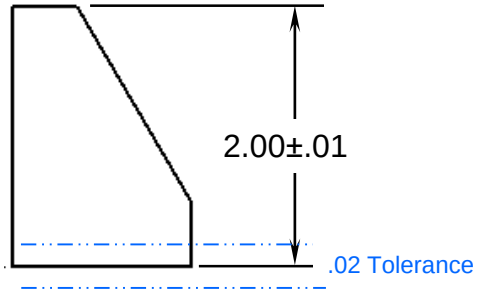


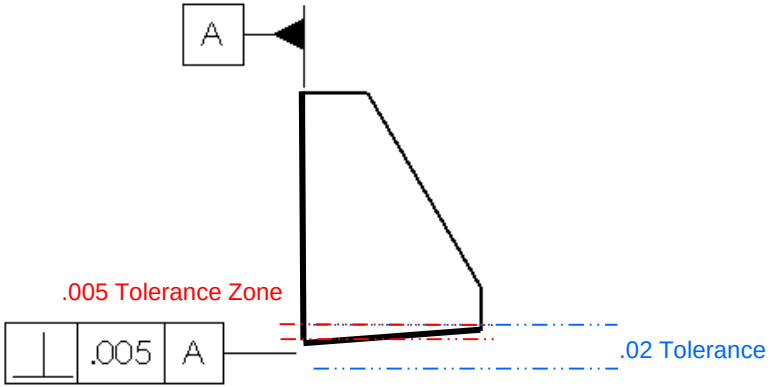


Technické kreslení

Geometrické tolerance

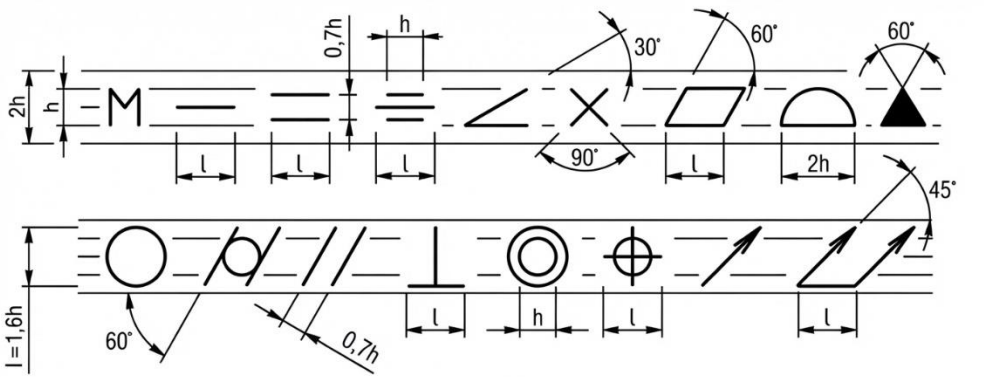






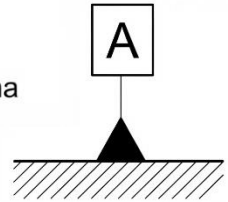
Technické kreslení

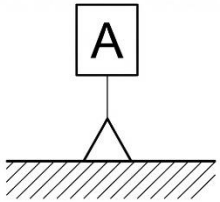
Zásady kreslení značek na výkrese

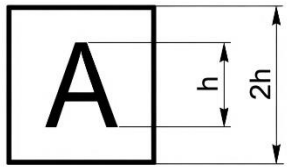




h je výška písma







Technické kreslení

Vztah mezi geometrickou tolerancí a tolerancí rozměru

- Tímto pravidlem se stanovují vztahy mezi tolerancemi rozměrů (délek a úhlů) a tolerancemi geometrickými.
- Výkresy, na které je vztaženo pravidlo nezávislosti se označují v popisovém poli nebo jeho blízkosti.
- TOLEROVÁNÍ ISO 8015 se doplňuje ISO 2768 – mK
- m - třída přesnosti délkových a úhlových rozměrů
- K - třída přesnosti geometrických tolerancí

Technické kreslení

Struktura povrchu

- Funkce součásti závisí, kromě délkových a geometrických tolerancí, i na nerovnostech, které na výrobku zůstávají po příslušné technologii výroby
- Jde o nerovnosti, které na povrchu součásti zanechává např. řezný nástroj, brusivo, jiskrový výboj, otisky forem apod.

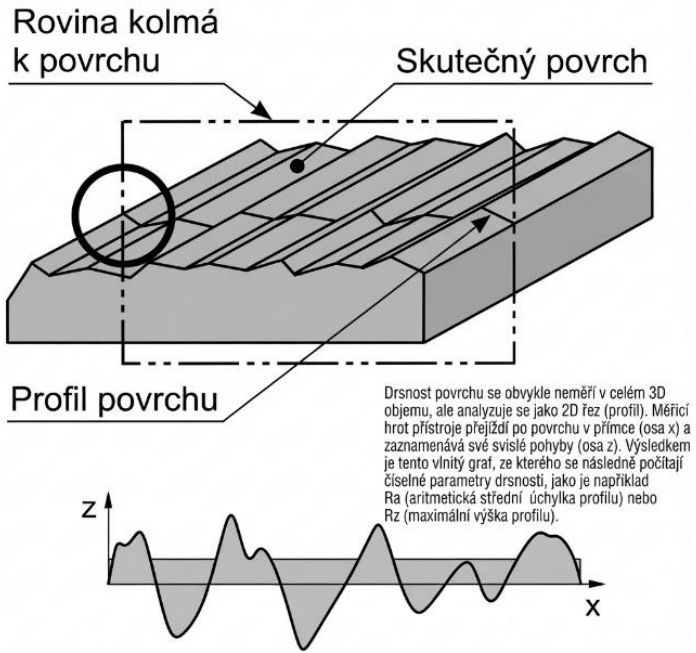
Technické kreslení

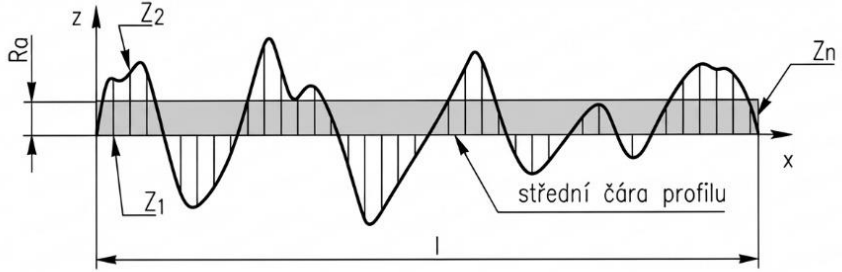
Struktura povrchu (2)

- **Nedokonalosti povrchu** – rýhy, trhliny, póry, staženiny, koroze; způsobené náhodně výrobou a skladováním: nezahrnují se do hodnocení struktury povrchu!!
- **Struktura povrchu** – opakované i náhodné úchylky geometrického tvaru
- **Člení se na**: **Drsnost** povrchu (složku s nejmenší roztečí nerovností), **vlnitost** povrchu a **základní profil** (složku s největší roztečí nerovností)

Technické kreslení

Profil drsnosti (tzv. R-profil) se měří speciálními přístroji





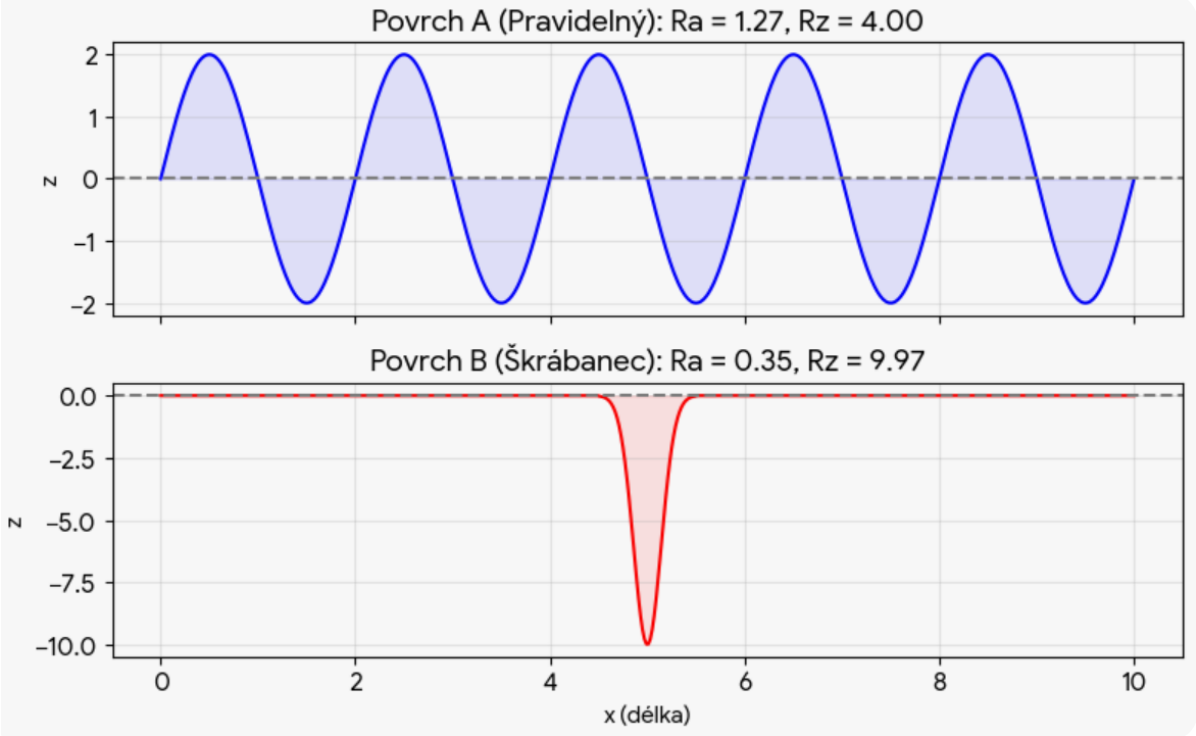
Výpočet průměrné aritmetické úchylky profilu Ra:

$$R_a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|z_i\right| = \frac{\left|z_1\right|+\left|z_2\right|+\left|z_3\right|+\ldots+\left|z_n\right|}{n}$$

$$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l \left|z(x)\right| dx$$

Technické kreslení

Ra vs Rz



Technické kreslení

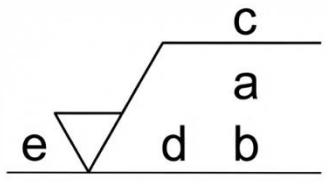
Ra (μm)	Směrnice pro použití
0,012	Nejhladší funkční plochy, které mají mít co nejmenší opotřebení při vysokých tlacích nebo vysokou zobrazivost. Měřící plochy nejpřesnějších měřidel, např. základních měrek, metalografické výbrusy.
0,025	Kluzné plochy s velkou kluznou rychlostí a s velkým tlakem, které mají co nejmenší opotřebení, funkční plochy valivých ložisek. Měřící plochy přesných měřidel, např. některých kalibrů.
0,05	Velmi přesné funkční plochy, které mají mít malé opotřebení; úložně plochy měřících přístrojů, činné plochy kalibrů a některých měřidel. Volné plochy se stupnicemí k optickému odečítání.
0,1	Kluzné plochy hřídelů pro přesná uložení s malou vůlí, čelní opěrné plochy axiálních ložisek, lapované pisty a díry hydraulických zařízení. Činné plochy měřidel. Leštěné plochy s nízkou zobrazivostí; základní povrch pro ozdobné elektrolytické pokovování těžkými neželeznými kovy.
0,2	Kluzné plochy smykadel a přesných ložiskových pouzder, přesná vedení s občasným pohybem a středicí plochy měřicích přístrojů, přípravků. Těsnící kuželové plochy. Volné povrchy leštěné pro zvýšení únavové pevnosti. Přesné technologické základny pro další operace a kontrolu.

Technické kreslení

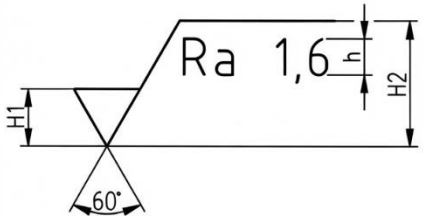
0,4	Kluzné plochy se střední kluznou rychlostí a středním tlakem; vodící plochy u obráběcích strojů. Stykové plochy nepohyblivých rozebíratelných uložení a za studena lisovaných uložení menších rozměrů. Funkční plochy broušených ozubených kol, šneků, vaček; boky závitů pohybových šroubů. Volné plochy se stupnicemi. Základní povrch pod výstelky ložisek.
0,8	Kluzné plochy s menší kluznou rychlostí (běžné provedeni). Stykové plochy pro narážená a lisovaná uložení; válcové středicí plochy rozebíratelné. Těsnicí plochy před zabroušením. Funkční plochy řemenic pro obvodovou rychlost nad 10 $m.s^{-1}$. Leštěné plochy rukojetí, pák a tlačítek.
1,6	Kluzné plochy hřídelů a ložisek s občasným nebo ručním pohybem. Vodicí plochy s občasným vzájemným pohybem, např. drážky pro klíny a pera. Stykové plochy dělených skříní a vík pro tenká a tvrdší těsnění.
3,2	Kluzné plochy s velmi malou kluznou rychlostí a bez nároku na přesnost uložení. Stykové plochy bez velkých požadavků na těsnost a přesnost styku; těsnicí plochy pro měkká těsnění, volné plochy otáčejících se součástí obrobené pro dynamické vyvážení, plochy pro netmelené nátěry.
6,3 12,5	Hrubě obrobené dosedací plochy bez vzájemného pohybu. Volné obrobené plochy, které nejsou funkční, např. čelní plochy hřídelů, ozubených kol a řemenic; obrobené plochy pro upínání pří výrobě, plochy pro návary.

Technické kreslení

Zásady pro kreslení značky na výkrese:



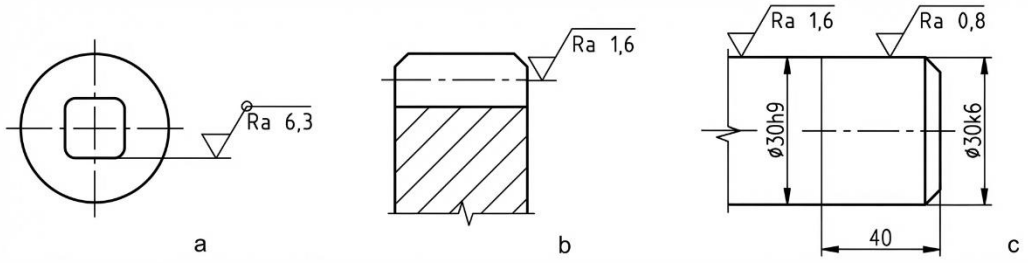
a – hodnota parametru Ra [µm] s uvedením značky
b – dvoustranná specifikace Ra [µm]
c – výrobní proces
d – směr nerovností (stopy po nástroji)
e – přídavek na obrábění [mm]



h je výška písma kót

h = 3,5 mm **H1 = 5 mm**
H2 = 11 mm

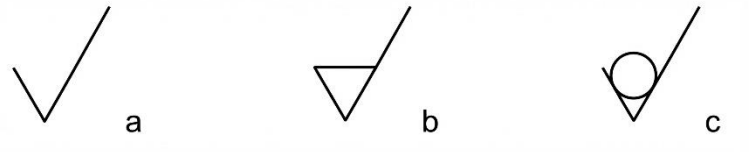
čára značky je nakreslena souvislou tenkou čarou



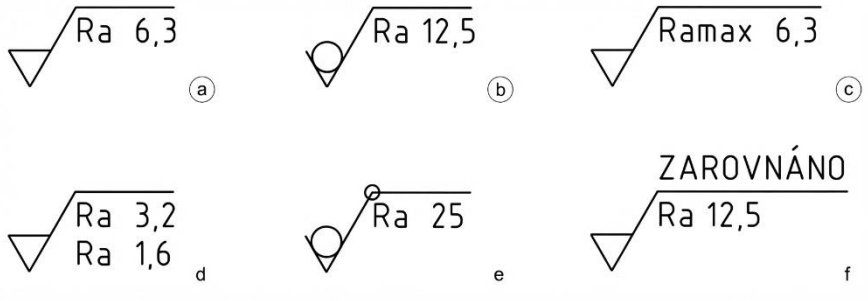
Technické kreslení

Varianty značek struktury povrchu:

- značka označující povrch **obrobený i neobrobený** (a),
- značka označující povrch **obrobený** (b),
- značka označující povrch **neobrobený** (c).

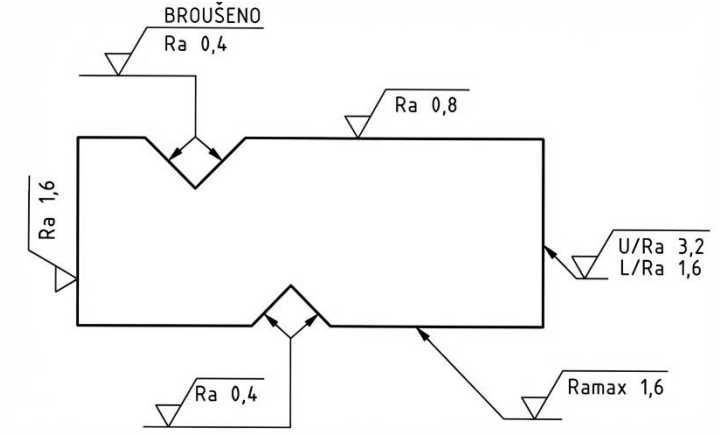


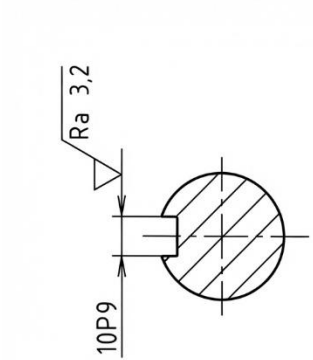
Varianty značek: (a-f)

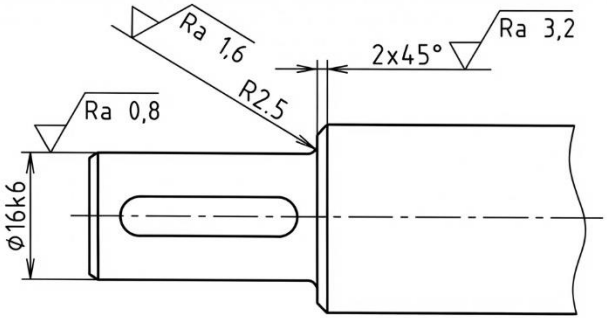


Technické kreslení

Orientace značek a jejich umisťování.

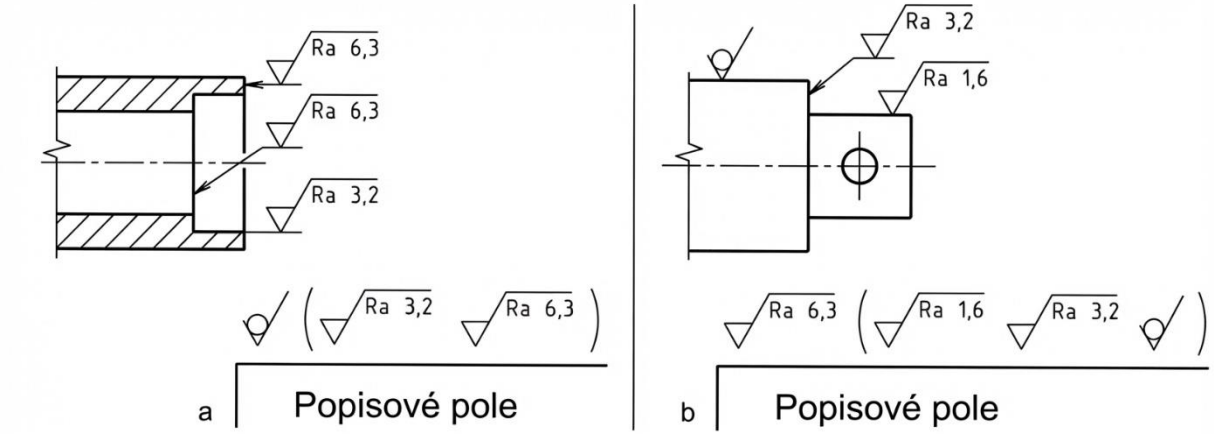






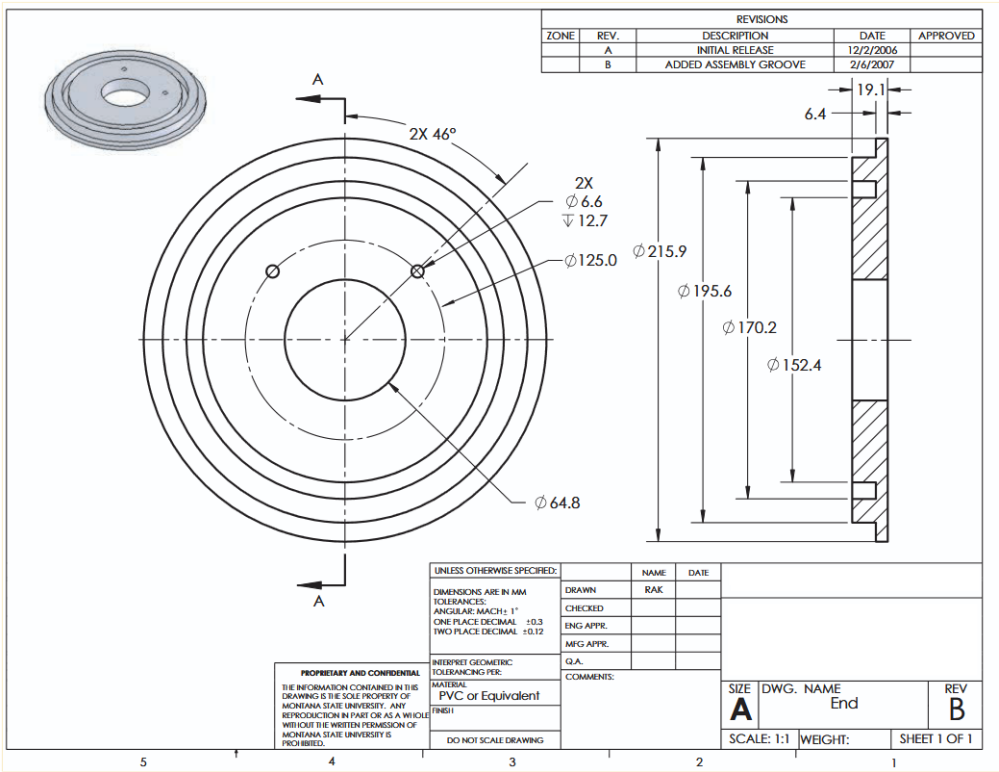
Technické kreslení

Pokud se na výkrese vyskytuje více požadavků na strukturu povrchu, předepíše se převládající značka před závorku a ostatní požadavky se zapíší v oblých závorkách nad popisové pole.



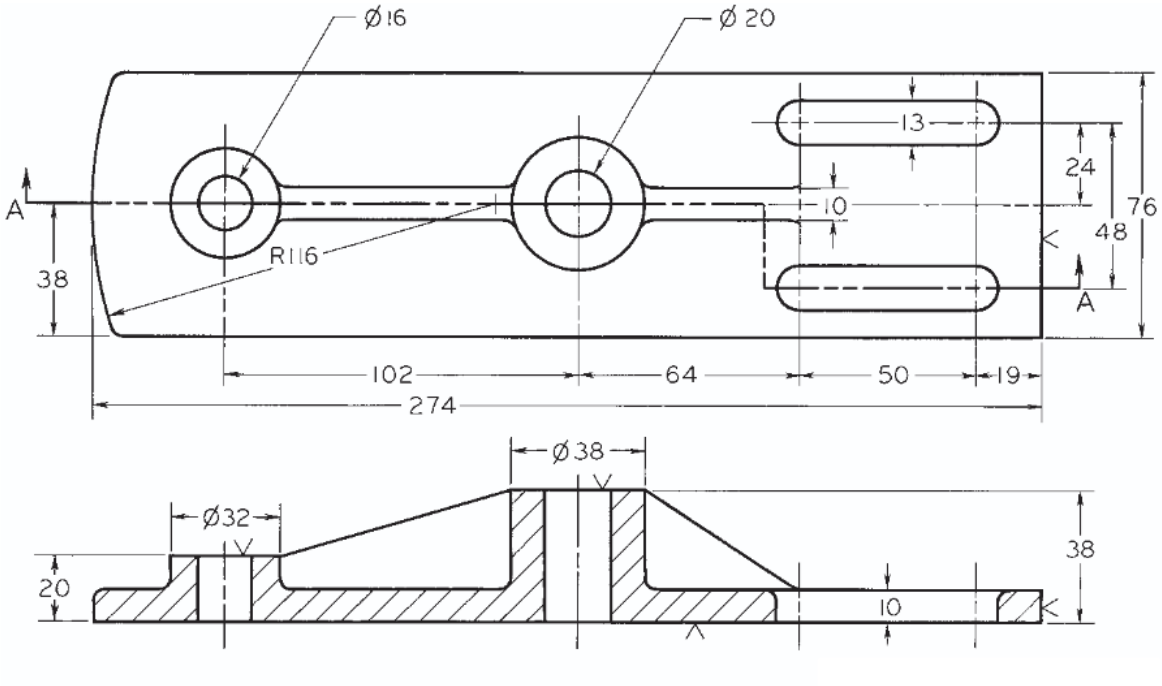
Technické kreslení

Příklady



Technické kreslení

Příklady



FAKULTA STROJNÍ TUL

Děkuji za pozornost

Ing. Jan Kracík, Ph.D.
Katedra energetických zařízení

jan.kracik@tul.cz