



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tolerování

Tolerování - předepisování mezí, to jest, s jakou přesností mají být součásti vyrobeny. Tolerování zvyšuje požadavky na přesnost výroby, to představuje i zvýšení nákladů na jejich výrobu, proto je žádoucí tolerovat pouze funkční rozměry.

Funkční rozměr - rozměr, na kterém záleží funkčnost a vyměnitelnost součásti.

Skutečný rozměr SR - rozměr odměřený na vyrobené součásti

Jmenovitý rozměr JR - rozměr udaný na výkrese kótami

Skutečné rozměry se od jmenovitých rozměrů (předepsaných) liší, nejsou vyrobeny s absolutní přesností, tato nepřesnost musí být vymezena ještě před výrobou.

Od součásti požadujeme, aby byla funkční po dobu své životnosti a byla následně vyměnitelná. Pro tento účel stačí, aby předepsané rozměry byly vyrobeny v určitých mezích.

Tolerované rozměry

U funkčních rozměrů součástí se na výkresech musí předepsat konkrétní tolerance, tak aby byla při výrobě dodržena přesnost.

Zápis tolerancí na výkrese provádíme pomocí:

- Mezních úchylek
- Mezních rozměrů
- Tolerančních značek

Mezní úchytky jsou největší dovolené úchytky, které definují maximální dovolenou nepřesnost při výrobě součásti.

Mezní rozměry jsou rozměry hraniční, **dolní mezní rozměr** udává nejmenší možný rozměr součásti, **horní mezní rozměr** udává největší možný rozměr součásti.

Horní mezní úchytky (es , ES) je algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem (hmr , HMR) a jmenovitým rozměrem (JR)

Dolní mezní úchytky (ei , EI) je algebraický rozdíl mezi dolním mezním (dmr , DMR) rozměrem a jmenovitým rozměrem (JR)

Úchytky je rozdíl mezi skutečným a jmenovitým rozměrem

Tolerance je rozsah dovolené nepřesnosti, je to vždy kladné číslo odpovídající rozdílu mezi horním mezním rozměrem a dolním mezním rozměrem, či rozdílu mezi horní a dolní mezní úchylkou.

Toleranční značka se píše za jmenovitý rozměr (JR), písmeno určuje polohu tolerančního pole vůči nulové čáře (nulová čára odpovídá jmenovitému rozměr) a číslo představuje toleranční stupeň IT.

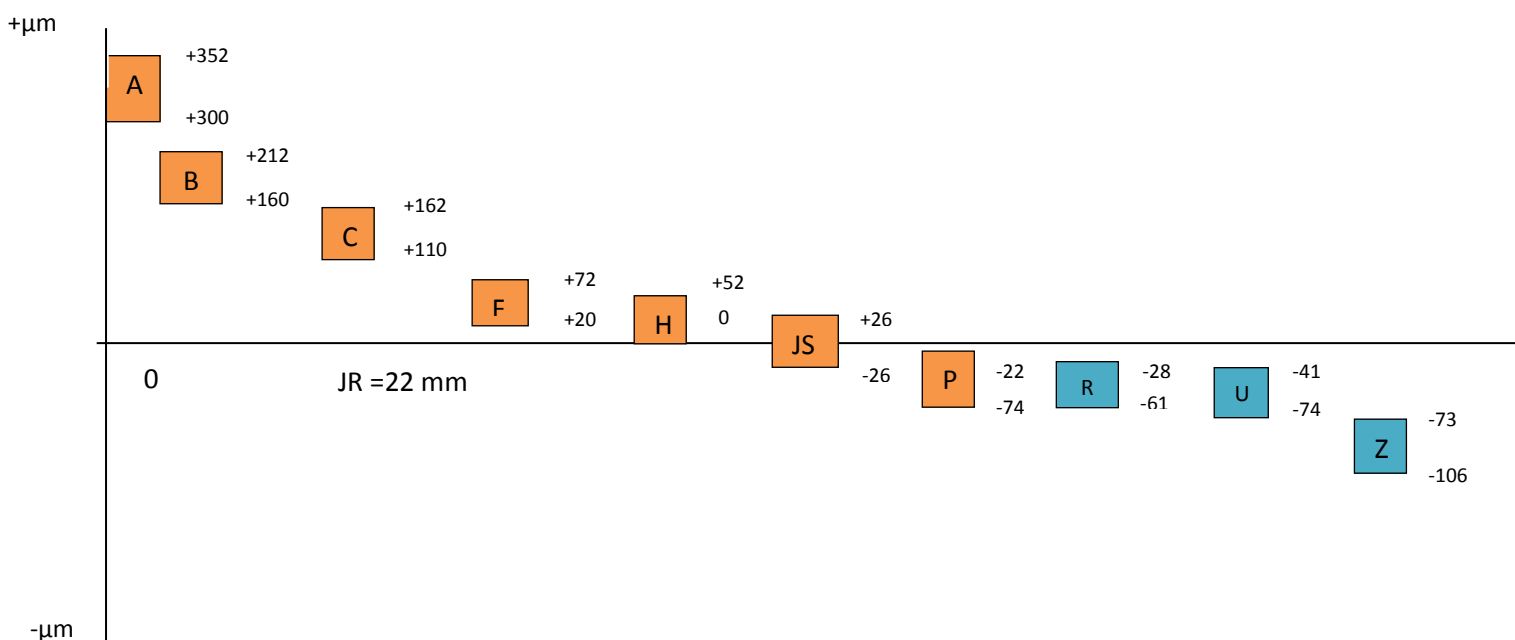
Poloha tolerančního pole pro díru $\phi 22$

IT9

IT8

- 1) $\phi 22$ A9
- 2) $\phi 22$ B9
- 3) $\phi 22$ C9
- 4) $\phi 22$ F9
- 5) $\phi 22$ H9
- 6) $\phi 22$ JS9
- 7) $\phi 22$ P9
- 8) $\phi 22$ R8
- 9) $\phi 22$ U8
- 10) $\phi 22$ Z8

Rozměry horních a dolních mezních úchylek vyhledané ve Strojnických tabulkách



1) $\phi 22$ A9

Horní mezní úchylka (ES) je $352\mu\text{m} = 0,352\text{mm}$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dolní mezní úchylka (EI) je $300\mu\text{m} = 0,300\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + 0,352$; $\text{HMR} = 22,352\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + 0,300$; $\text{DMR} = 22,300\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 22,352 - 22,300$; $T = 0,052\text{mm}$

2) $\phi 22 H9$

Horní mezní úchylka (ES) je $52\mu\text{m} = 0,052\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (EI) je $0\mu\text{m} = 0\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + 0,052$; $\text{HMR} = 22,052\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + 0$; $\text{DMR} = 22,00\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 22,052 - 22,00$; $T = 0,052\text{mm}$

3) $\phi 22 JS9$

Horní mezní úchylka (ES) je $26\mu\text{m} = 0,026\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (EI) je $-26\mu\text{m} = -0,026\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + 0,026$; $\text{HMR} = 22,026\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + (-0,026)$; $\text{DMR} = 21,974\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 22,026 - 21,974$; $T = 0,052\text{mm}$

4) $\phi 22 P9$

Horní mezní úchylka (ES) je $-22\mu\text{m} = -0,022\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (EI) je $-74\mu\text{m} = -0,074\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + (-0,022)$; $\text{HMR} = 21,978\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + (-0,074)$; $\text{DMR} = 21,926\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 21,978 - 21,926$; $T = 0,052\text{mm}$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Všechny tolerance pro jmenovitý rozměr $JR = 22\text{mm}$ v tolerančním stupni 9 mají velikost $0,052\text{mm}$

5) ϕ 22 R8

Horní mezní úchylka (ES) je $-28\mu\text{m} = -0,028\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (EI) je $-61\mu\text{m} = -0,061\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + (-0,022)$; $\text{HMR} = 21,972\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + (-0,061)$; $\text{DMR} = 21,939\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 21,972 - 21,939$; $T = 0,033\text{mm}$

6) ϕ 22 Z8

Horní mezní úchylka (ES) je $-73\mu\text{m} = -0,073\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (EI) je $-106\mu\text{m} = -0,106\text{mm}$

Horní mezní rozměr (HMR) $\text{HMR} = \text{JR} + \text{ES}$; $\text{HMR} = 22 + (-0,073)$; $\text{HMR} = 21,927\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (DMR) $\text{DMR} = \text{JR} + \text{EI}$; $\text{DMR} = 22 + (-0,106)$; $\text{DMR} = 21,894\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{HMR} - \text{DMR}$; $T = 21,927 - 21,894$; $T = 0,033\text{mm}$

Všechny tolerance pro jmenovitý rozměr $\text{JR} = 22\text{mm}$ v tolerančním stupni 8 mají velikost 0,033mm

Poloha tolerančního pole pro hřídel ϕ 22

IT9	IT7
-----	-----

11) ϕ 22 a9

12) ϕ 22 b9

13) ϕ 22 c9

14) ϕ 22 f9

15) ϕ 22 h9

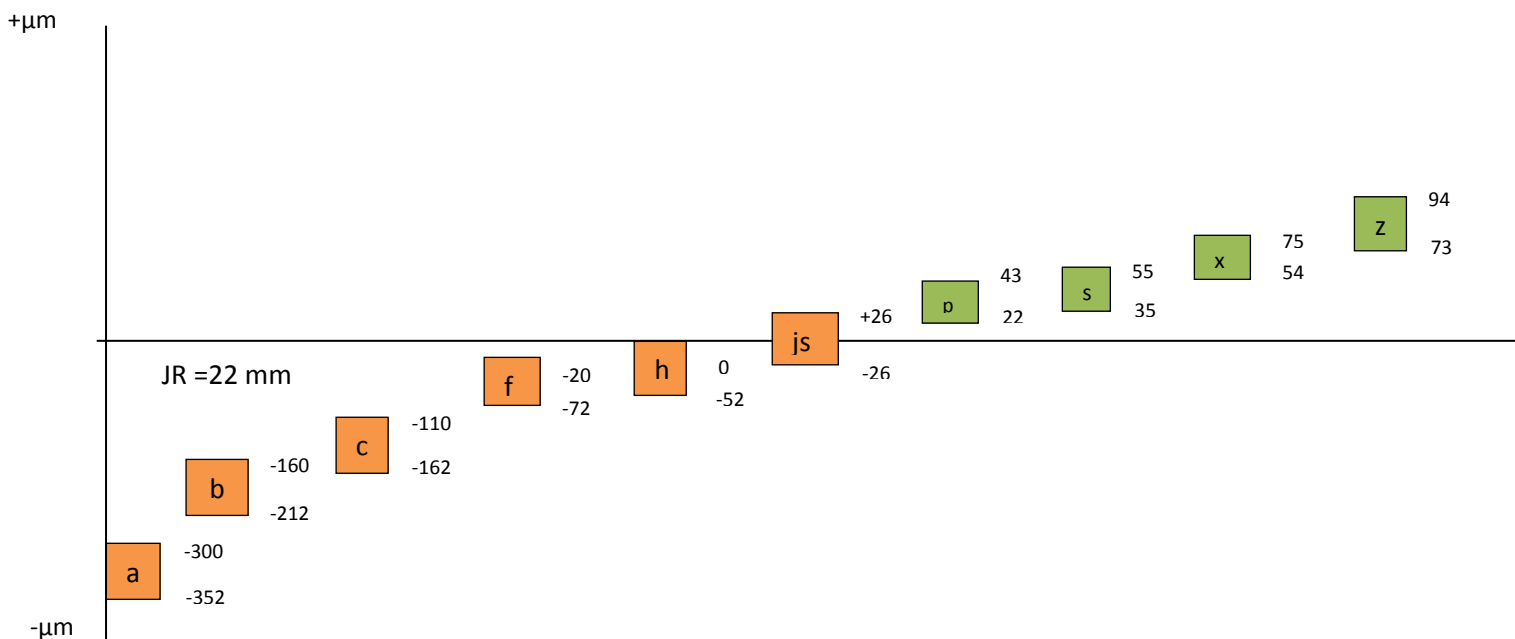
16) ϕ 22 js9

17) ϕ 22 p7

18) ϕ 22 s7

19) ϕ 22 x7

20) ϕ 22 z7

Rozměry horních a dolních mezních úchylek vyhledané ve Strojnických tabulkách**1) $\phi 22 a9$**

Horní mezní úchylka (es) je $-300\mu\text{m} = -0,300\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (ei) je $-352\mu\text{m} = -0,352\text{mm}$

Horní mezní rozměr (hmr) $\text{hmr} = \text{JR} + \text{es}$; $\text{hmr} = 22 + (-0,300)$; $\text{hmr} = 21,700\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (dmr) $\text{dmr} = \text{JR} + \text{ei}$; $\text{dmr} = 22 + (-0,352)$; $\text{dmr} = 21,648\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{hmr} - \text{dmr}$; $T = 21,700 - 21,648$; $T = 0,052\text{mm}$

2) $\phi 22 h9$

Horní mezní úchylka (es) je $0\mu\text{m} = 0\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (ei) je $-52\mu\text{m} = -0,052\text{mm}$

Horní mezní rozměr (hmr) $\text{hmr} = \text{JR} + \text{es}$; $\text{hmr} = 22 + 0$; $\text{hmr} = 22,00\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (dmr) $\text{dmr} = \text{JR} + \text{ei}$; $\text{dmr} = 22 + (-0,052)$; $\text{dmr} = 21,948\text{mm}$

Tolerance (T) $T = \text{hmr} - \text{dmr}$; $T = 22,00 - 21,948$; $T = 0,052\text{mm}$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Všechny tolerance pro jmenovitý rozměr $JR = 22\text{mm}$ v tolerančním stupni 9 mají velikost $0,052\text{mm}$

3) $\phi 22 \times 7$

Horní mezní úchylka (es) je $75\mu\text{m} = 0,075\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (ei) je $54\mu\text{m} = 0,054\text{mm}$

Horní mezní rozměr (hmr) $hmr = JR + es$; $hmr = 22 + 0,075$; $hmr = 22,075\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (dmr) $dmr = JR + ei$; $dmr = 22 + 0,054$; $dmr = 22,054\text{mm}$

Tolerance (T) $T = hmr - dmr$; $T = 22,075 - 22,054$; $T = 0,021\text{mm}$

4) $\phi 22 \times 9$

Horní mezní úchylka (es) je $94\mu\text{m} = 0,094\text{mm}$

Dolní mezní úchylka (ei) je $73\mu\text{m} = 0,073\text{mm}$

Horní mezní rozměr (hmr) $hmr = JR + es$; $hmr = 22 + 0,094$; $hmr = 22,094\text{mm}$

Dolní mezní rozměr (dmr) $dmr = JR + ei$; $dmr = 22 + 0,073$; $dmr = 22,073\text{mm}$

Tolerance (T) $T = hmr - dmr$; $T = 22,094 - 22,073$; $T = 0,021\text{mm}$

Všechny tolerance pro jmenovitý rozměr $JR = 22\text{mm}$ v tolerančním stupni 7 mají velikost $0,021\text{mm}$

Soustava tolerancí je definována 20 tolerančními stupni

- hodnoty IT 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5 jsou určeny pro výrobu měřidel
- hodnoty IT 6, 7, 8, 9, 10, 11 jsou určeny pro běžné technologie ve strojírenství
- hodnoty IT 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 jsou určeny pro výrobu polotovarů

Toleranční pole je charakterizováno horní a dolní úchylkou, polohu tolerančního pole vůči nulové čáře udává písmeno v toleranční značce, výška tolerančního pole je závislá na tolerančním stupni IT a jmenovitém rozměru.

Písmeno velké abecedy v toleranční značce představuje toleranční pole děr, tedy vnitřních rozměrů.

Písmeno malé abecedy v toleranční značce představuje toleranční pole hřídelů, tedy vnějších rozměrů.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Předepisování tolerance na výkresech pomocí mezních úchylek

$$\begin{array}{c} 26^{+0,1}_{-0,1} \\ \longleftrightarrow \end{array}$$

Předepisování tolerance na výkresech pomocí mezních rozměrů

$$\begin{array}{c} 26,1 \\ 25,9 \\ \longleftrightarrow \end{array}$$

Předepisování tolerance na výkresech pomocí tolerančních značek

$$\begin{array}{c} 26g7 \\ \longleftrightarrow \end{array}$$

Netolerované rozměry

Všeobecné tolerance - i rozměry, které na výkrese nejsou tolerovány, musí být vyrobeny v určitých tolerančních mezích. Tyto tolerance rozděluje norma ČSN ISO 2768-1 do čtyř tříd přesnosti.

1. Mezní úchytky délkových rozměrů - třídy přesnosti
 - f - jemná
 - m - střední
 - c - hrubá
 - v - velmi hrubá
2. Mezní úchytky zkosení a zaoblení hran - třídy přesnosti
 - f - jemná
 - m - střední
 - c - hrubá
 - v - velmi hrubá
3. Mezní úchytky úhlových rozměrů - třídy přesnosti
 - f - jemná
 - m - střední
 - c - hrubá
 - v - velmi hrubá

Hodnoty mezních úchylek netolerovaných rozměrů jsou uvedeny ve STROJNICKÝCH TABULKÁCH.

Pokud se mají uplatnit všeobecné mezní úchytky rozměrů podle normy ISO 2768, musí být v popisovém poli, nebo jeho blízkosti uvedena informace o třídě přesnosti dle této normy. **Příklad ISO 2768 - m**

Použitá literatura:

LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6

KLETEČKA, J. FOŘT, P. *Technické kreslení*. Brno: CP BOOKS, a.s., 2005. ISBN 80-251-0498-2