



## OBSAH

ZADÁNÍ ÚLOHY .....	2
ŘEŠENÍ ÚLOHY .....	2
Uložení s vůlí .....	2
Výpočet: .....	4
Uložení s přesahem .....	5
Výpočet: .....	5
Uložení přechodné .....	6
Výpočet: .....	7
ŘEŠENÍ ÚLOHY .....	8
LITERATURA .....	8
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	8
SEZNAM TABULEK .....	8

## ZADÁNÍ ÚLOHY

Proveďte výpočet maximální a minimálních vůlí a přesahů u uvedených uložení s tolerovanými rozměry. Použijte ST. U každého uložení uveďte, zda se jedná o uložení s vůlí, uložení s přesahem, nebo uložení přechodné.

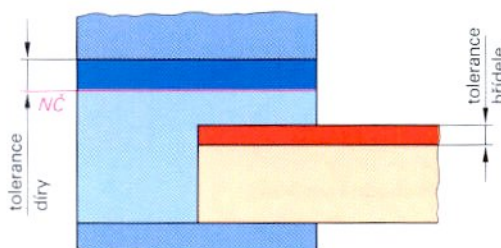
Průměr hřídele	Zadaná uložení							
45 mm	H11/d11	H8/e8	H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/k6	H7/p6	H7/s7

Tabulka 1 Zadání úlohy

## ŘEŠENÍ ÚLOHY

### *Uložení s vůlí.*

Pro každý tolerovaný rozměr najdeme v ST příslušné tolerance a vypočteme hodnoty horního a dolního mezní rozměru. Mějte na paměti že hodnoty tolerancí uvedené v ST jsou v 0,001 mm. V případě uložení s vůlí bude poloha tolerančních polí vůči nulové čáře (NČ) na jmenovitém rozměru, přibližně odpovídat následujícímu obrázku.



Obrázek 1 Uložení s vůlí [1]

Je-li v každé možné kombinaci rozměru obou prvků jistá minimální vůle, (obě hodnoty výpočtu vyjdou nezáporné), jedná se o **uložení s vůlí**.

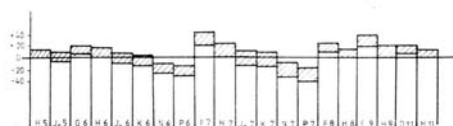
Rozdíl mezi největším rozměrem prvku který má charakter díry a nejmenším rozměrem prvku který má charakter hřídele je zde **maximální vůlí** daného uložení.

Rozdíl mezi nejmenším rozměrem prvku který má charakter díry a největším rozměrem prvku který má charakter hřídele je zde **minimální vůlí** daného uložení.

## Řešení si ukážeme na příkladu uložení $\varnothing 45$ H7/f7

V ST si vyhledáme příslušné tolerance pro  $\varnothing 45$ /H7.

TOLERANČNÍ POLE DĚR PRO JMENOVITÉ ROZMĚRY OD 1 DO 500 mm  
Mezní úchytky



Rozsah rozměrů (mm)	Toleranční										
	1	H5	J5	G6	H6	J6	K6	N6	P6	F7	
	2	mezní úchytky									
Od 1 do 3	+4 0	+2,0 -2,0	+8 +2	+6 0	+3,0 -3,0	0 -6	-4 -10	-6 -12	-6 +6	+16 +6	
přes 3 do 6	+5 0	+2,5 -2,5	+12 +4	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-5 -13	-9 -17	+22 +10		
přes 6 do 10	+6 0	+3,0 -3,0	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-7 -16	-12 -21	+28 +13		
přes 10 do 14	+8 0	+4,0 -4,0	+17 +6	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-9 -20	-15 -26	+34 +16		
přes 14 do 18	+9 0	+4,5 -4,5	+20 +7	+13 0	+6,5 -6,5	+2 -11	-11 -24	-18 -31	+41 +20		
přes 18 do 24	+11 0	+5,5 -5,5	+25 +9	+16 0	+8,0 -8,0	+3 -12	-12 -28	-21 -37	+50 +25		
přes 24 do 30	+13 0	+6,5 -6,5	+29 +10	+19 0	+9,5 -9,5	+4 -15	-14 -33	-26 -45	+60 +30		
přes 30 do 40	+15 0	+7,5 -7,5	+34 +12	+22 0	+11,0 -11,0	+4 -16	-16 -30	-30 +71	+70 +31		
přes 40 do 50	+18 0	+9,0 -9,0	+39 +14	+25 0	+12,5 -12,5	+4 -21	-20 -45	-36 -61	+83 +43		
přes 50 do 65	+20 0	+10,0 -10,0	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-22 -51	-41 -70	+96 +50		
přes 65 do 80	+23 0	+11,5 -11,5	+49 +17	+32 0	+16 -16	+5 -27	-25 -57	-47 -79	+108 +56		
přes 80 do 100	+25 0	+12,5 -12,5	+54 +18	+36 0	+18 -18	+7 -29	-26 -62	-51 -87	+119 +62		
přes 100 do 120	+27 0	+13,5 -13,5	+60 +20	+40 0	+20 -20	+8 -32	-27 -67	-55 -95	+131 +68		

Toleranční pole v prvním řádku jsou přednostní

66

Výběr z ČSN 01 4202  
Účinnost od 1. 1. 1978

pole		H7	J <sub>7</sub>	K7	N7	P7	F8	H8	E9	H9	D11	H11
v μm												
+10	+5	0	-4	-6	+20	+14	+39	+25	+80	+60		
0	-5	-10	-14	-16	+6	0	+14	0	+20	0		
+12	+6	+3	-4	-8	+28	+18	+50	+30	+105	+75		
0	-6	-9	-16	-20	+10	0	+20	0	+30	0		
+15	+7	+5	-4	-9	+35	+22	+61	+36	+130	+90		
0	-7	-10	-19	-24	+13	0	+25	0	+40	0		
+18	+9	+6	-5	-11	+43	+27	+75	+43	+160	+110		
0	-9	-12	-23	-29	+16	0	+32	0	+50	0		
+21	+10	+6	-7	-14	+53	+33	+92	+52	+195	+130		
0	-10	-15	-28	-35	+20	0	+40	0	+65	0		
+25	+12	+7	-8	-17	+64	+39	+112	+62	+240	+160		
0	-12	-18	-33	-42	+25	0	+50	0	+80	0		
+15	+9	-9	-21	-26	+46	+134	+74	+290	+190			
0	-15	-21	-39	-51	+30	0	+60	0	+100	0		
+35	+17	+10	-10	-24	+90	+54	+159	+87	+340	+220		
0	-17	-25	-45	-59	+36	0	+72	0	+120	0		
+40	+20	+12	-12	-28	+106	+63	+185	+100	+395	+250		
0	-20	-28	-52	-68	+43	0	+85	0	+145	0		
+46	+23	+13	-14	-33	+122	+72	+215	+115	+460	+290		
0	-23	-33	-60	-79	+50	0	+100	0	+170	0		
+52	+26	+16	-14	-36	+137	+81	+240	+130	+510	+320		
0	-26	-36	-66	-88	+56	0	+110	0	+190	0		
+57	+28	+17	-16	-41	+151	+89	+365	+140	+570	+360		
0	-28	-40	-73	-98	+62	0	+125	0	+210	0		
+63	+31	+18	-17	-45	+165	+97	+290	+155	+630	+400		
0	-31	-45	-80	-108	+68	0	+135	0	+230	0		

67

Tabulka 2 Tolerance děr [1, ČSN EN 20286-2 (01 4202)]

Horní tolerance díry je +25 μm, dolní tolerance je jako u všech uložení H **nulová**.  
Horní mezní rozměr díry je tudíž 45,025 mm. Dolní mezní rozměr díry je 45,000 mm.

Dále vyhledáme v ST tolerance pro hřídel  $\varnothing 45$ /f7.

Rozsah rozměrů (mm)	Toleranční									
	1	2								
	h5	js5	g6	h6	js6	k6	n6	p6	r6	s6
přes 30 do 40	0	+5,5	-9	0	+8,0	+18	+33	+42	+50	+59
přes 40 do 50	-11	-5,5	-25	-16	-8,0	+2	+17	+26	+34	+43
přes 50 do 65	0	+6,5	-10	0	+9,5	+21	+39	+51	+60	+72
přes 65 do 80	-13	-6,5	-29	-19	-9,5	+2	+20	+32	+43	+59

pole											
f7	h7	js7	s7	u7	e8	f8	h8	d9	h9	d11	h11
-25	0	+12			+85	-50	-25	0	-80	0	-80
-50	+25	-12			+60	-89	-64	-39	-142	-62	-240
			+68		+95						
			+43		+70						
					+83						
					+117						
					+53	+87					
+30	0	+15			-60	-30	0	-100	0	-100	0
-60	-30	-15			-106	-76	-46	-174	-74	-290	-190
			+89		+132						
			+59		+102						

Tabulka 3 Tolerance hřídelí – [1, ČSN EN 20286-2 (01 4202)]

Jak vidíme v tabulce:

Horní tolerance hřídele je  $-25 \mu\text{m}$ , dolní tolerance je  $-50 \mu\text{m}$ .

Horní mezní rozměr hřídele je  $44,975 \text{ mm}$ . Dolní mezní rozměr hřídele je  $44,950 \text{ mm}$ .

### Výpočet:

1. Nejprve zjistíme rozdíl mezi **největším průměrem díry a nejmenším průměrem hřídele**.

$$45,025 \text{ mm} - 44,950 \text{ mm} = 0,075 \text{ mm} = 75 \mu\text{m}.$$

2. Potom vypočteme rozdíl mezi **nejmenším průměrem díry a největším průměrem hřídele**.

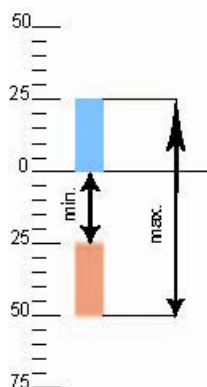
$$45,000 \text{ mm} - 44,975 \text{ mm} = 0,025 \text{ mm} = 25 \mu\text{m}.$$

Jestliže je výsledek obou výpočtů kladný, jedná se o uložení s vůlí.

**Maximální vůle v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/f7}$  je  $75 \mu\text{m}$ .**

**Minimální vůle v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/f7}$  je  $25 \mu\text{m}$ .**

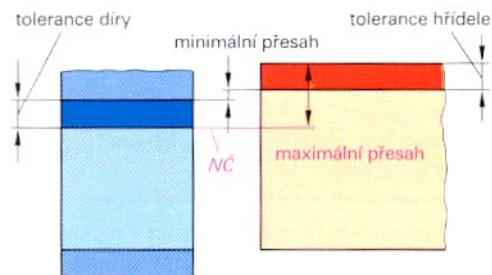
Nakreslíme-li si v měřítku obrázek okolí nulové čáry, která znázorňuje jmenovitý rozměr a obdélníky vyznačíme polohu příslušných tolerancí, můžeme snadno odměřením, provést grafické řešení úlohy.



Obrázek 2 Grafické řešení úlohy  $\varnothing 45 \text{ H7/f7}$

## Uložení s přesahem.

Pro každý tolerovaný rozměr najdeme v ST příslušné tolerance a vypočteme hodnoty horního a dolního mezní rozměru. V případě uložení s přesahem bude poloha tolerančních polí přibližně odpovídat následujícímu obrázku.



Obrázek 3 Uložení s přesahem [2]

Z obrázku vidíme, že rozdíl mezi největším rozměrem prvku který má charakter hřídele a nejmenším rozměrem prvku který má charakter díry je **maximální přesah** daného uložení.

Rozdíl mezi nejmenším rozměrem prvku který má charakter hřídele a největším rozměrem prvku který má charakter díry je **minimální přesah** daného uložení.

Je-li v každé možné kombinaci rozměru obou prvků jistý minimální přesah jedná se o **uložení s přesahem**.

### Řešení si ukážeme na příkladu uložení $\varnothing 45 H7/s7$

Použijeme již zjištěné tolerance pro  $\varnothing 45 H7$ .

Horní tolerance díry je  $+25 \mu\text{m}$ , dolní tolerance je jako u všech uložení H **nulová**.  
Horní mezní rozměr díry je tedy  $45,025 \text{ mm}$ . Dolní mezní rozměr díry je  $45,000 \text{ mm}$ .

Dále vyhledáme V ST tolerance pro hřídel  $\varnothing 45/s7$ . Můžeme též použít Tabulku 3 na str. 4.

Horní tolerance hřídele je  $+68 \mu\text{m}$ , dolní tolerance je  $+43 \mu\text{m}$ .

Horní mezní rozměr hřídele je  $45,068 \text{ mm}$ . Dolní mezní rozměr hřídele je  $45,043 \text{ mm}$ .

### Výpočet:

1. Výpočet uložení provedeme podobně jako v předchozím případě. Nejprve odečteme rozdíl mezi největším průměrem díry a nejmenším průměrem hřídele.

$$45,025 \text{ mm} - 45,043 \text{ mm} = -0,018 \text{ mm} = -18 \mu\text{m}$$

2. Dále zjistíme rozdíl mezi nejmenším průměrem díry a největším průměrem hřídele.

$$45,000 \text{ mm} - 45,068 \text{ mm} = -0,068 \text{ mm} = -68 \text{ } \mu\text{m}$$

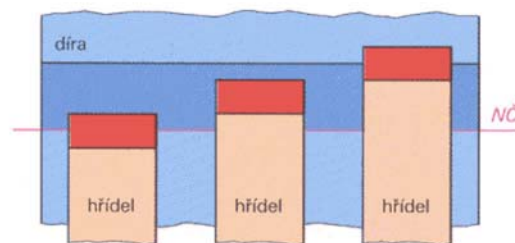
**Jestliže výsledek obou výpočtů není kladný, jedná se o uložení s přesahem.**

**Maximální přesah v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/f7}$  je  $68 \text{ } \mu\text{m}$ .**

**Minimální přesah v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/f7}$  je  $18 \text{ } \mu\text{m}$ .**

### ***Uložení přechodné.***

Pro každý tolerovaný rozměr najdeme v ST příslušné tolerance a vypočteme hodnoty horního a dolního mezní rozměru. V případě přechodných uložení bude poloha tolerančních polí přibližně odpovídat situacím na následujícímu obrázku.



**Obrázek 4 Uložení přechodná [2]**

Jeden z provedených výpočtů v daném uložení bude vykazovat kladný výsledek, a tudíž vůli, druhý výsledek bude záporný a v uložení bude za těchto okolností přesah. V různých montážních kombinacích obou vyrobených součástí, může být tudíž v uložení jak vůle, tak přesah, jedná se o uložení přechodné.

**Řešení si ukážeme na příkladu uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/k6}$ .**

Použijeme již zjištěné tolerance pro  $\varnothing 45 \text{ H7}$ .

Horní tolerance díry je  $+25 \text{ } \mu\text{m}$ , dolní tolerance je jako u všech uložení H **nulová**.  
Horní mezní rozměr díry je tedy  $45,025 \text{ mm}$ . Dolní mezní rozměr díry je  $45,000 \text{ mm}$ .

Dále vyhledáme v ST, nebo v Tabulce 3 na str. 4 tolerance pro hřídel  $\varnothing 45/\text{k6}$ .

Horní tolerance hřídele je  $+18 \text{ } \mu\text{m}$ , dolní tolerance je  $+2 \text{ } \mu\text{m}$ . Jedná se tedy přibližně o situaci vyobrazenou ve střední části předchozího obrázku.

Horní mezní rozměr hřídele je  $45,018 \text{ mm}$ . Dolní mezní rozměr hřídele je  $45,002 \text{ mm}$ .

## Výpočet:

1. Stejně jako v předchozích případech, nejprve zjistíme rozdíl mezi největším průměrem díry a nejmenším průměrem hřídele.

$$40,025 \text{ mm} - 45,002 \text{ mm} = 0,023 \text{ mm} = 23 \text{ } \mu\text{m}.$$

**Výsledek výpočtu je kladný, v uložení je za těchto podmínek vůle.**

2. Potom, opět stejně jako v předchozích výpočtech zjistíme rozdíl mezi nejmenším průměrem díry a největším průměrem hřídele.

$$45,000 \text{ mm} - 45,018 \text{ mm} = -0,018 \text{ mm} = -18 \text{ } \mu\text{m}.$$

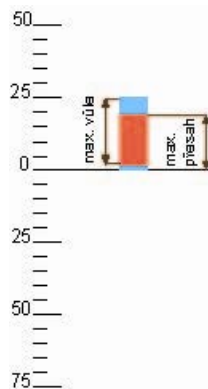
**Výsledek výpočtu je záporný, v uložení je za těchto podmínek přesah.**

V některých případech montáže obou součástí bude tedy v uložení vůle a u jiné dvojice součástí bude v uložení přesah. **Jedná se o uložení přechodné**, ve kterém určíme jako příslušné mezní hodnoty maximální vůli a maximální přesah.

**Maximální vůle v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/k6}$  je  $23 \text{ } \mu\text{m}$ .**

**Maximální přesah v uložení  $\varnothing 45 \text{ H7/k6}$  je  $18 \text{ } \mu\text{m}$ .**

Nakreslíme-li si uložení v měřítku, můžeme opět odměřením provést grafické řešení úlohy.



**Obrázek 5 Grafické řešení úlohy  $\varnothing 45 \text{ H7/k6}$**

## ŘEŠENÍ ÚLOHY

V níže zobrazené tabulce jsou vůle ve všech uloženích označeny kladnou hodnotou v  $\mu\text{m}$ , zatímco přesahy hodnotou zápornou. Tučně zobrazená uložení zde byla řešena, ostatní slouží k procvičení.

**U uložení s vůlí, uvádíme hodnoty maximální a minimální vůle.**

**U uložení přechodných, uvádíme hodnoty maximální vůle a maximálního přesahu.**

**U uložení s přesahem, uvádíme hodnoty maximálního a minimálního přesahu.**

	H11/d11		H8/e8		H7/f7		H7/g6	
Průměr hřídele	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
45 mm	400	80	128	50	<b>75</b>	<b>25</b>	50	9
	H7/h6		H7/k6		H7/p6		H7/s7	
Průměr hřídele	Max.	Min.	Max.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.
45 mm	41	0	<b>23</b>	<b>-18</b>	-42	-1	<b>-68</b>	<b>-18</b>

Tabulka 4 Vzorové řešení úlohy

## LITERATURA

[1] SNTL 1984

Vávra, Leinveber

Strojnické tabulky pro SOU

[2] ISBN 80-85920-83

Rolf Gscheidle a kol.

Příručka pro automechaniky;

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Uložení s vůlí .....	2
Obrázek 2 Grafické řešení úlohy $\varnothing 45$ H7/f7 .....	4
Obrázek 3 Uložení s přesahem .....	5
Obrázek 4 Uložení přechodná .....	6
Obrázek 5 Grafické řešení úlohy $\varnothing 45$ H7/k6 .....	7

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zadání úlohy .....	2
Tabulka 2 Tolerance děr [ČSN EN 20286-2 (01 4202)] .....	3
Tabulka 3 Tolerance hřídelí – [ČSN EN 20286-2 (01 4202)] .....	4
Tabulka 4 Vzorové řešení úlohy .....	8