



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:  
CZ.1.07/1.1.08/03.0009

## Tolerování rozměrů, základní pojmy

### Tolerování rozměrů

Při výrobě součástí vznikají nepřesnosti způsobené zvolenou technologií výroby, vlastním procesem výroby a lidským faktorem. Skutečný rozměr součásti se od ideálního odlišuje v určitých mezích. Předepisování mezí a tím i přesnosti, s jakou mají být součásti vyrobeny, se provádí tolerováním.

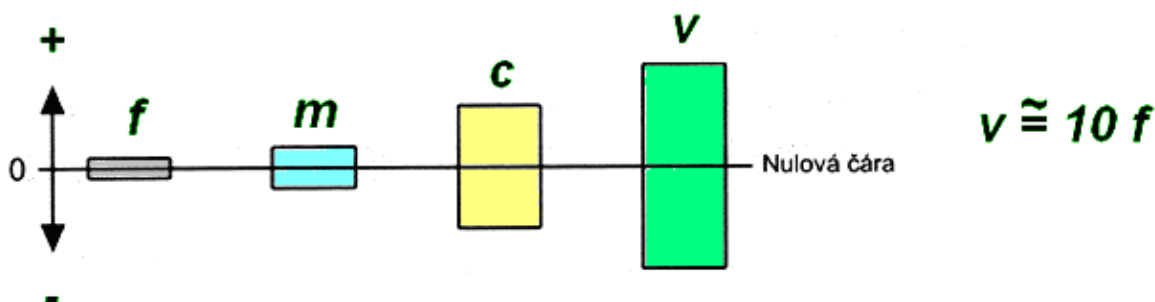
### Tolerování délkových a úhlových rozměrů

Tolerování je předepisování rozměru v určitých mezích. Klade zvýšené nároky na výrobu, a proto je účelné tolerovat pouze rozměry funkční. Neopodstatněně vysoké požadavky na přesnost součástí znamenají i výrazné zvýšení nákladů na jejich výrobu.

Znalost tolerování je základem pro výrobu výkresové dokumentace, která popisuje nejen geometrii součásti, ale je současně podkladem pro volbu vhodné technologie výroby.

### Všeobecné tolerance –netolerované ( volné) rozměry

Všechny rozměry, které nejsou na výkresech konkrétně tolerovány, musí zůstat v určitých mezích. Volné rozměry vyjádřené pouze jmenovitým rozměrem upravuje norma ČSN ISO 2768-1 a rozděluje hodnoty všeobecných tolerancí do čtyř tříd přesnosti.



### Velikosti mezních úchylek netolerovaných rozměrů

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
$f$	jemná	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
$m$	střední	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$
$c$	hrubá	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$v$	velmi hrubá	-	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$

## Označení tolerování na výkrese

Tolerování uvedené na výkrese se skládá z čísla normy ISO, ze značky třídy přesnosti, mezních úchylek rozměrů a ze značky třídy přesnosti všeobecných geometrických informací.

### ISO 2768 - m

všeobecné tolerance  
délkových a úhlových  
rozměrů

### Zápis v popisovém poli

MATERIÁL	11343.0
POLOTOVAR	Ø110-20 ČSN 42 5510.1
TOLEROVÁNÍ ISO 8015	AND
PŘESNOST ISO 2768	m K
PROMITÁNÍ	

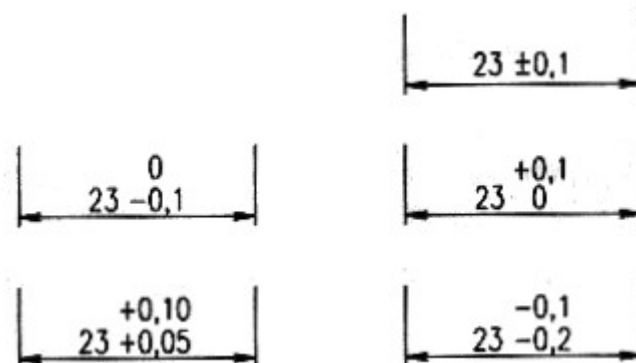
### Zapísování tolerancí na výkresech

U funkčních rozměrů součástí, kde je nutné dodržet při výrobě vyšší přesnost, je nutné předepsat konkrétní tolerance na výkresech pomocí:

- mezních úchylek
- mezních rozměrů
- tolerančních značek

### Mezní úchylky

Mezní úchylky jsou číselně vyjádřené mezní hodnoty zapisované těsně za jmenovitým rozměrem, které definují maximální dovolenou nepřesnost výroby součástí. Hodnoty úchylek se zapisují číslicemi stejné velikosti jako jmenovitý rozměr a se stejným počtem desetinných míst s výjimkou nulové mezní úchylky.



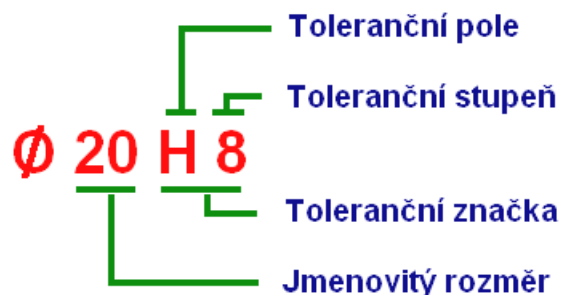
### Mezní rozměry

Definují minimální a maximální rozměr součástí. Této metody se používá např. v případě, kdy budou rozměry součástí kontrolovány pomocí mezních porovnávacích měřidel.



### Toleranční značky

Píše se za jmenovitý rozměr a určuje polohu tolerančního pole vůči nulové čáře jmenovitého rozměru. Polohu tolerančního pole doplňuje toleranční stupeň IT.



## Toleranční stupně

Soustava tolerancí definuje dvacet tolerančních stupňů. Nejpřesnější hodnoty IT 01, 0, 1, až 4 jsou určeny pro vysoce přesnou výrobu měřidel, IT 5 – IT 11 pro běžné technologie výroby ve strojírenství, stupně IT 12 – IT 18 používáme při výrobě polotovarů.

### • VÝROBA MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ A KALIBRŮ

Stupeň přesnosti	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4
Tolerance	Definováno zvlášť pro každý stupeň					

### • BĚŽNÁ VÝROBA

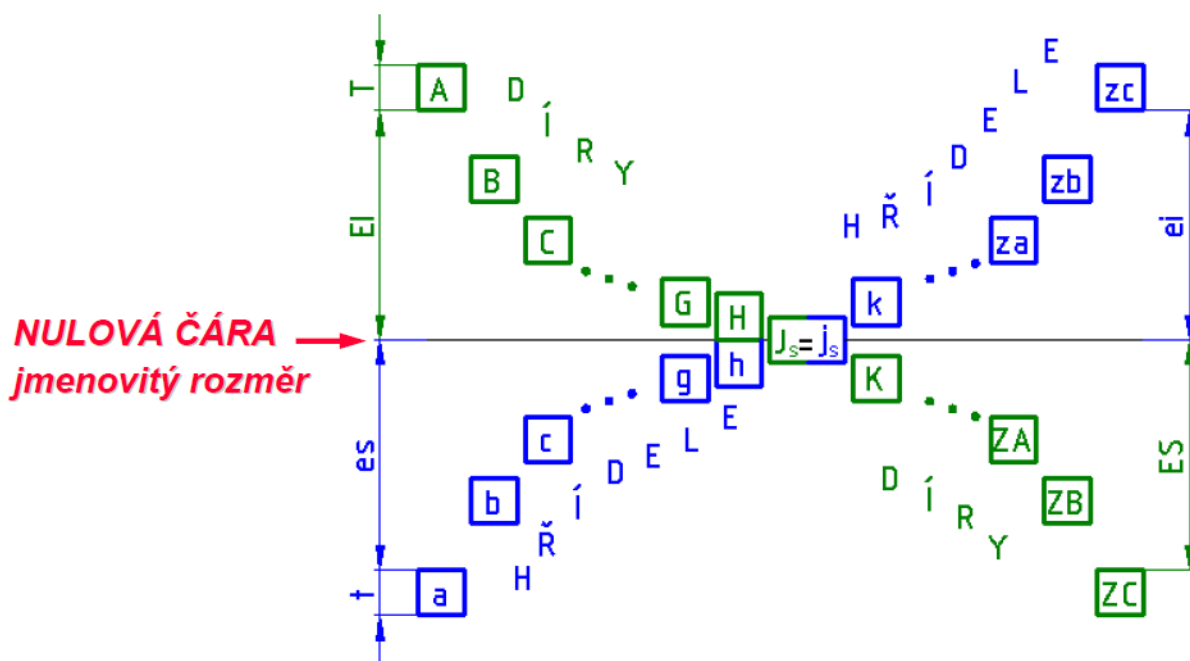
Stupeň přesnosti	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
Tolerance	7 i	10 i	16 i	25 i	40 i	64 i	100 i

### • VÝROBA POLOTOVARŮ

Stupeň přesnosti	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Tolerance	160 i	250 i	400 i	640 i	1000 i	1600 i	2500 i

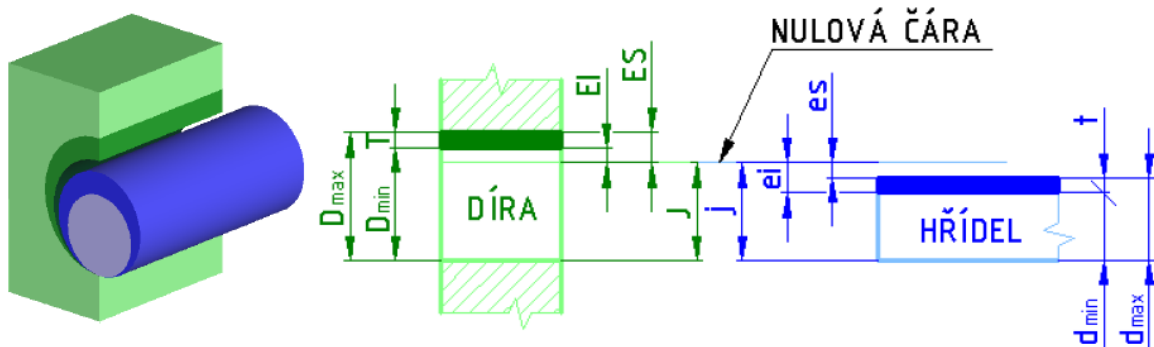
## Toleranční pole

Toleranční pole je plocha obdélníku, jehož vodorovné strany náležejí horní a dolní úchylce a výška udává velikost tolerance. Poloha tolerančního pole vzhledem k nulové čáře je přesně určena základní úchylkou, výška tolerančního pole je závislá na tolerančním stupni IT a jmenovitém rozměru součásti.



## Uložení

Uložení je vzájemný vztah dvou strojních součástí (hřídel zasunutý v díře). Je-li skutečný průměr díry větší než skutečný průměr hřídele, vzniká mezi dírou a hřídelem vůle. Pokud je naopak skutečný rozměr díry menší než skutečný rozměr hřídele, vzniká mezi dírou a hřídelem přesah.



$D_{max}$  horní mezní rozměr díry

$D_{min}$  dolní mezní rozměr díry

$J$  jmenovitý rozměr díry

$ES$  horní mezní úchylka díry

$EI$  dolní mezní úchylka díry

$T$  tolerance díry

$d_{max}$  horní mezní rozměr hřídele

$d_{min}$  dolní mezní rozměr hřídele

$j$  jmenovitý rozměr hřídele

$es$  horní mezní úchylka hřídele

$ei$  dolní mezní úchylka hřídele

$t$  tolerance hřídele

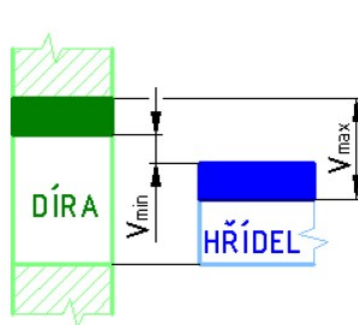
## Druhy uložení

Při montáži a kompletaci jednotlivých součástí v jeden celek mohou nastat tři druhy uložení:

- Uložení s vůlí
- Uložení s přesahem
- Uložení přechodné

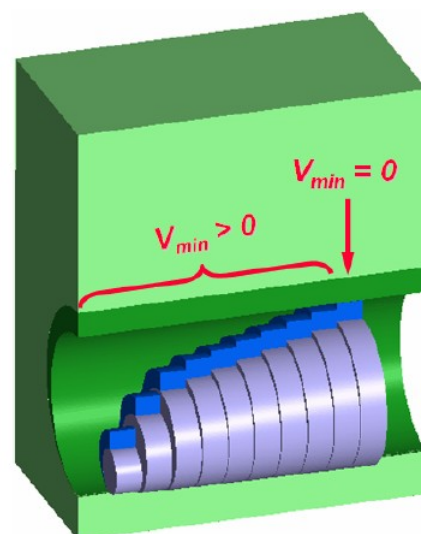
### Uložení s vůlí

Mají vždy zaručenou vůli, která umožňuje vzájemný pohyb součástí.



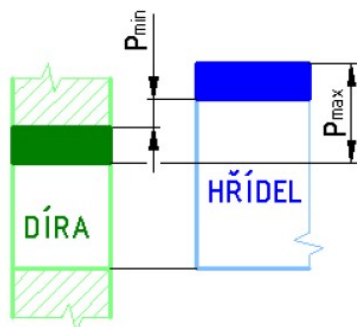
$$V_{min} = D_{min} - d_{max}$$

$$V_{max} = D_{max} - d_{min}$$



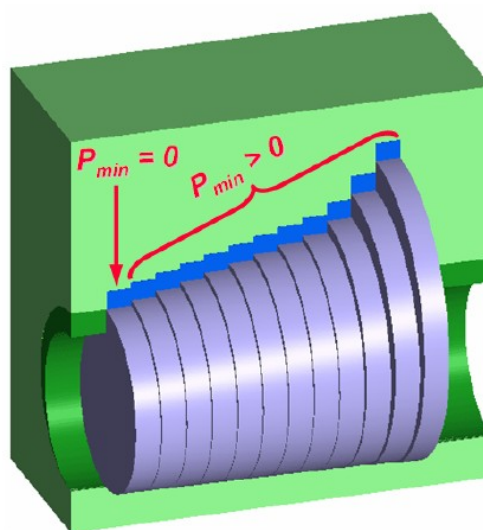
## Uložení s přesahem

Zaručují vždy přesah, zabezpečující požadovanou vzájemnou nepohyblivost součástí.



$$P_{min} = d_{min} - D_{max}$$

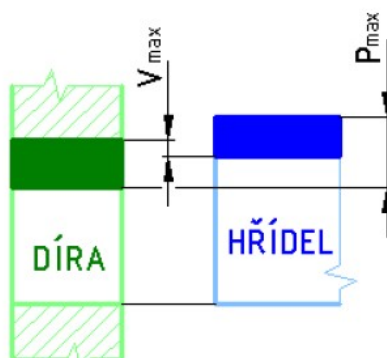
$$P_{max} = d_{max} - D_{min}$$



## Uložení přechodná

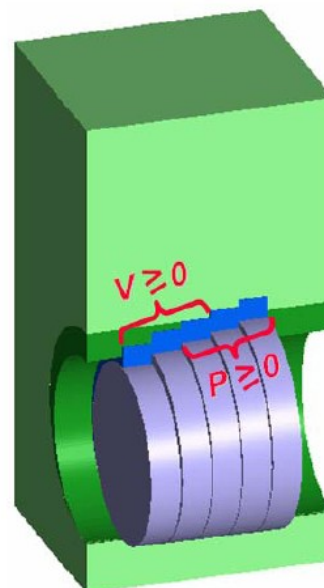
U nich se může v závislosti na skutečných rozměrech vyskytovat buď vůle nebo přesah.

V přechodném uložení může nastat případ, kdy je skutečný průměr díry roven skutečnému průměru hřídele a v uložení není ani vůle ( $V_{min} = 0$ ) ani přesah ( $P_{min} = 0$ ).



$$V_{max} = D_{max} - d_{min}$$

$$P_{max} = d_{max} - D_{min}$$

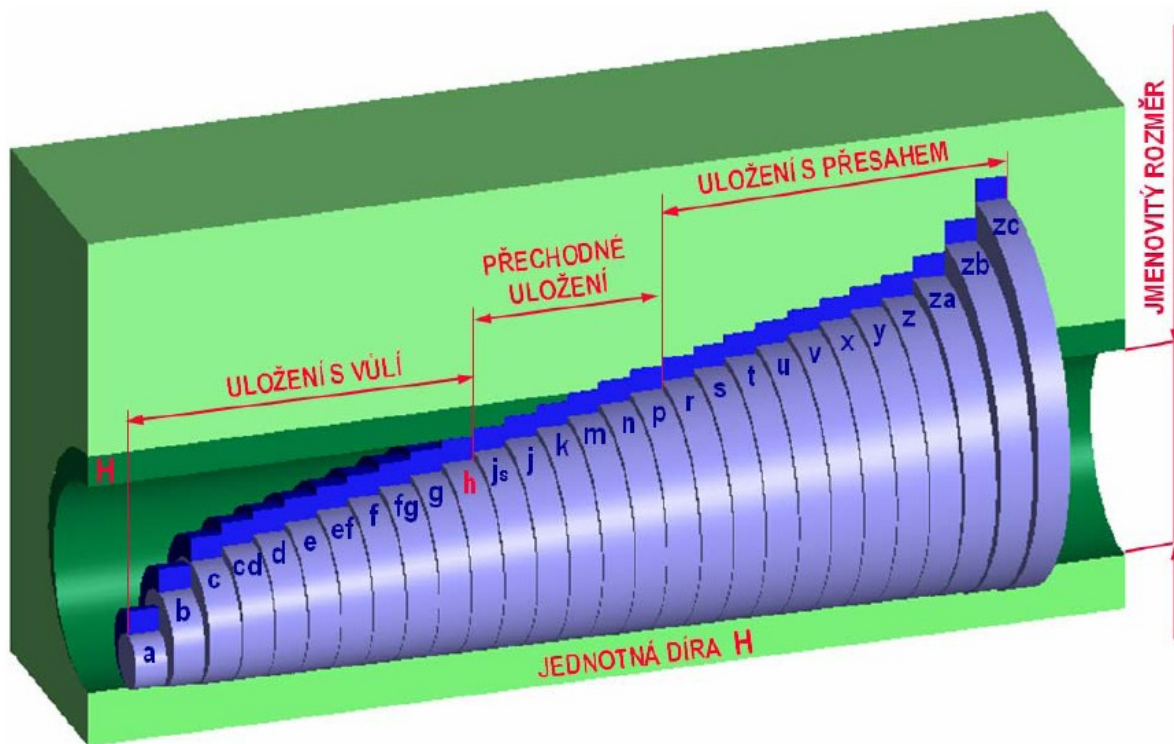


V praxi by byla kombinace všech tolerančních polí, děr a hřídelů velmi nepřehledná. Proto existují dvě základní toleranční soustavy, ve kterých definujeme parametry uložení:

## Soustava jednotné díry

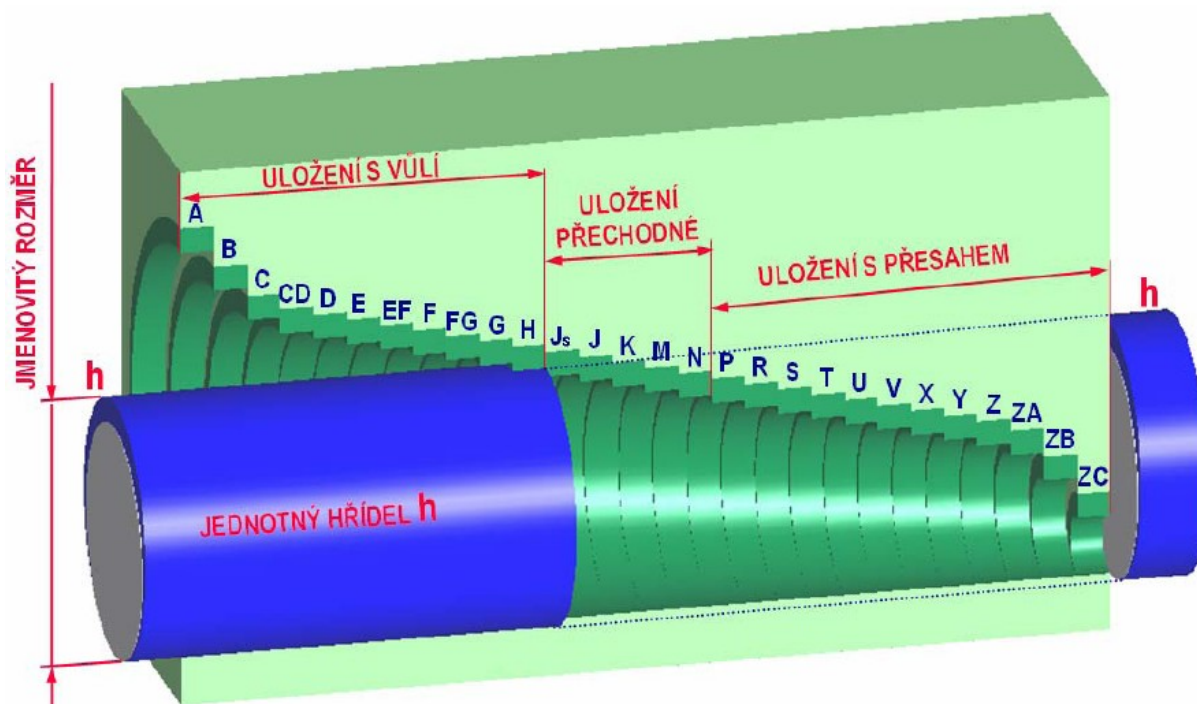
V soustavě jednotné díry jsou všechny tolerance hřídelů vztaheny k poloze tolerančního pole **H** díry.

V rámci tolerančních soustav jednotné díry a jednotného hřídele se běžně v praxi používá soustava jednotné díry.



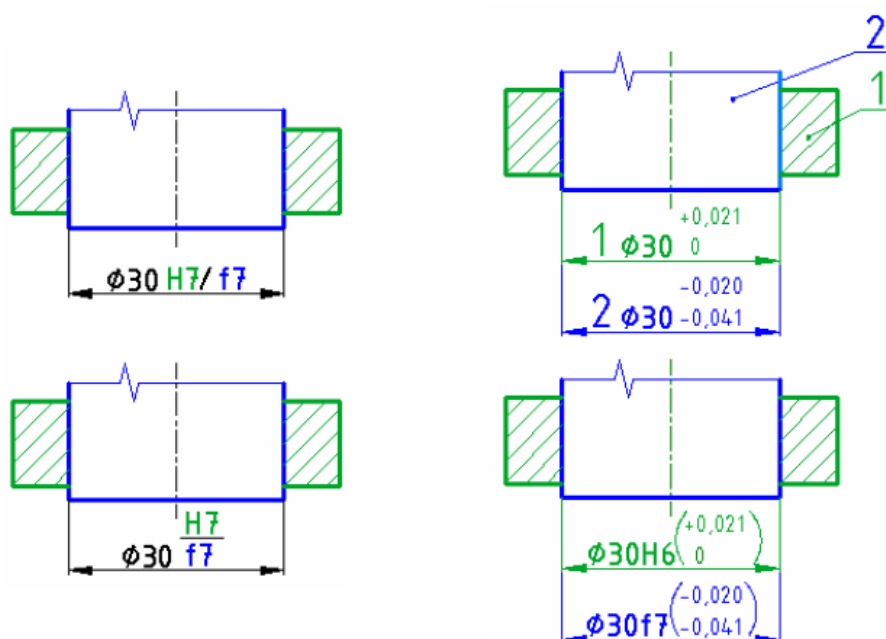
### Soustava jednotného hřídele

V soustavě jednotného hřídele jsou všechny tolerance děr vztaženy k poloze tolerančního pole **h** hřídele.



## Tolerování rozměrů sdružených ploch

*tolerančními třídami    tolerančními třídami a úchytkami*



## Příklady užití některých uložení v soustavě jednotné díry

<i>Uložení</i>	<i>Charakteristika</i>	<i>Příklad</i>
<i>H11 / d11</i>	<i>Uložení se zaručenou vůlí pro součásti s velkými tolerancemi</i>	<i>Odnímatelné páky, táhla</i>
<i>H7 / f7</i>	<i>Uložení s menší vůlí pro součásti, které je třeba vyrobit s větší přesností</i>	<i>Posuvné objímky, ložiska přístrojů, kluzná ložiska</i>
<i>H7 / g6</i>	<i>Uložení s malou vůlí pro součásti vyrobené se značnou přesností</i>	<i>Hydraulické písty, vedení ventilů</i>
<i>H7 / js6</i>	<i>Přechodné uložení s nepatrnou vůlí nebo přesahem pro součásti pojištěné proti otáčení, které se musí často rozebírat</i>	<i>Ruční kolečka, oběžná kola čerpadel</i>
<i>H7 / k6</i>	<i>Přechodné uložení pro součásti, které se dají složit nebo rozebrat mírným tlakem</i>	<i>Lícované šrouby, kroužky přístrojových ložisek</i>
<i>H7 / p6</i> <i>H7 / r6</i>	<i>Uložení s přesahem – součásti se dají složit nebo rozebrat zastudena velkým tlakem nebo zatepla</i>	<i>Věnce ozubených kol</i>
<i>H7 / s6</i>	<i>Uložení s velkým přesahem – součásti se dají složit zastudena mocným tlakem nebo zatepla</i>	<i>Součásti vyráběné z několika částí – zděře</i>