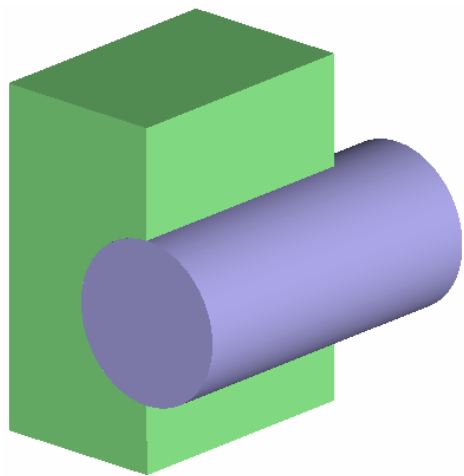


KVALITATIVNÍ PARAMETRY V OBRAZOVÉ DOKUMENTACI

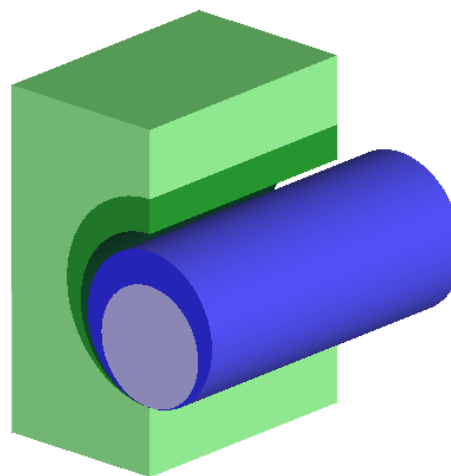
- *Tolerování a lícování rozměrů*
- *Úchylky geometrického tvaru*
- *Úchylky geometrické polohy*
- *Drsnost povrchu*
- *Zvláštní úprava povrchu*

LÍCOVÁNÍ

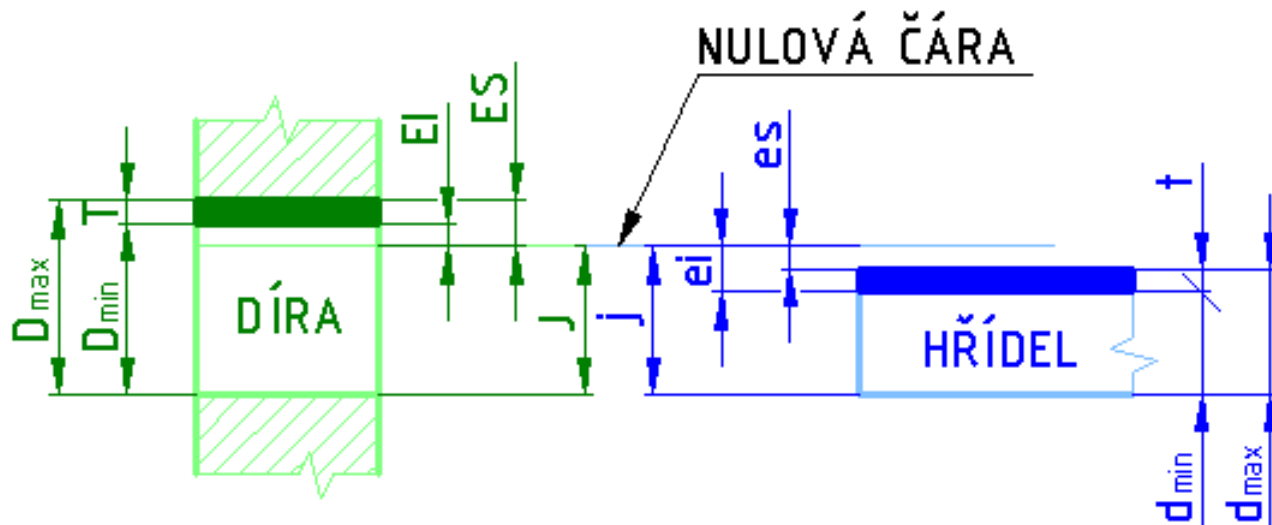
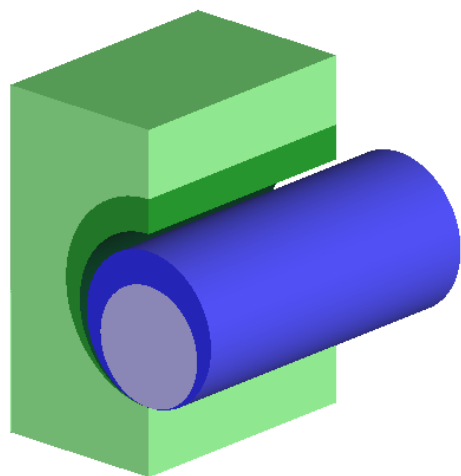
jmenovité rozměry



skutečné rozměry



LÍCOVÁNÍ - TERMINOLOGIE



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*

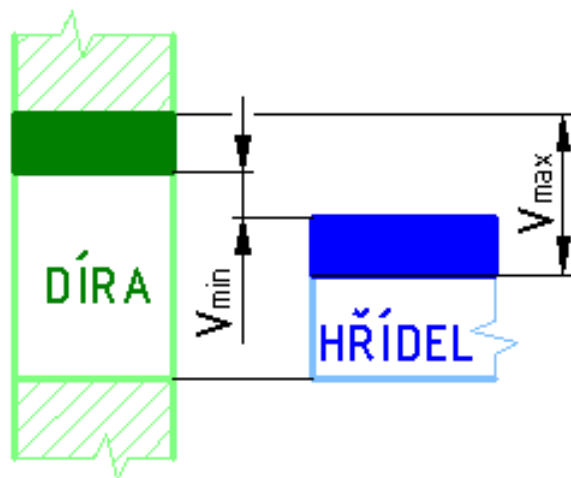
es *horní mezní úchylka hřídele*

ei *dolní mezní úchylka hřídele*

t *tolerance hřídele*

DRUHY ULOŽENÍ

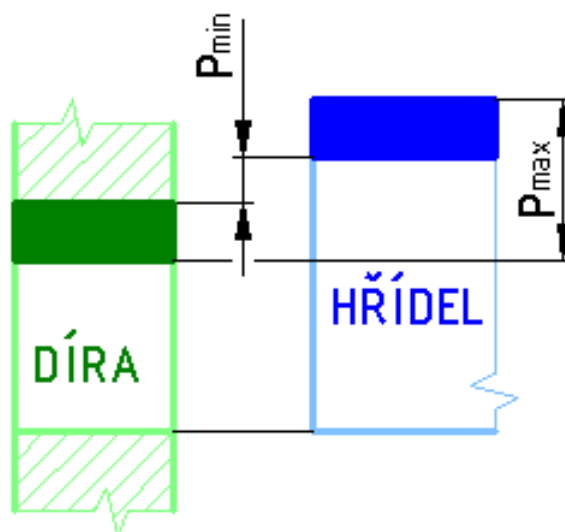
s vůlí



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

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

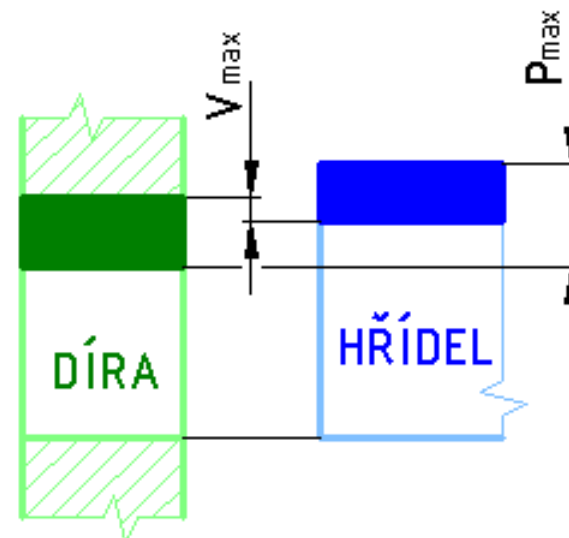
s přesahem



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

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

přechodné



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

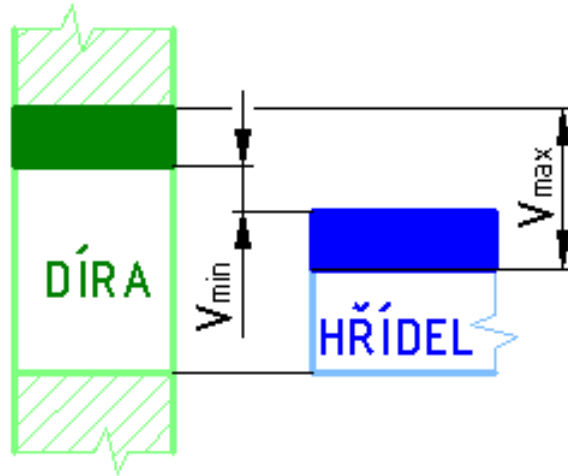
$$P_{max} = d_{max} - D_{min}$$

$$(V_{min} = 0)$$

$$(P_{min} = 0)$$

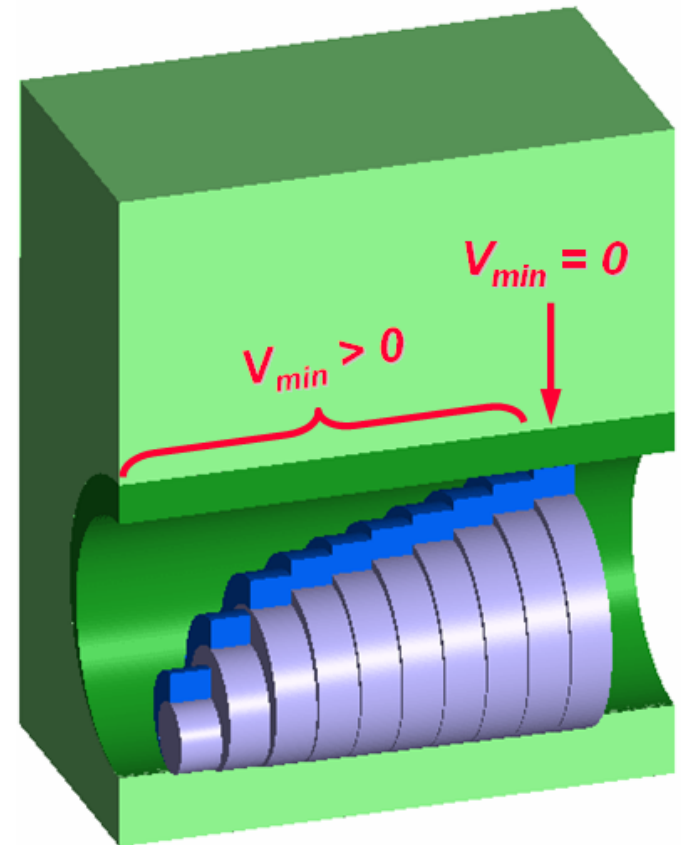
ULOŽENÍ S VŮLÍ

- V uložení s vůlí je vždy skutečný průměr hřídele menší ($V_{min} > 0 \mu m$) nebo roven ($V_{min} = 0 \mu m$) skutečnému průměru díry
- V grafickém znázornění je toleranční pole díry nad tolerančním polem hřídele ($V_{min} > 0 mm$) nebo se toleranční pole díry dotýká svým spodním okrajem horního okraje tolerančního pole hřídele ($V_{min} = 0 mm$)



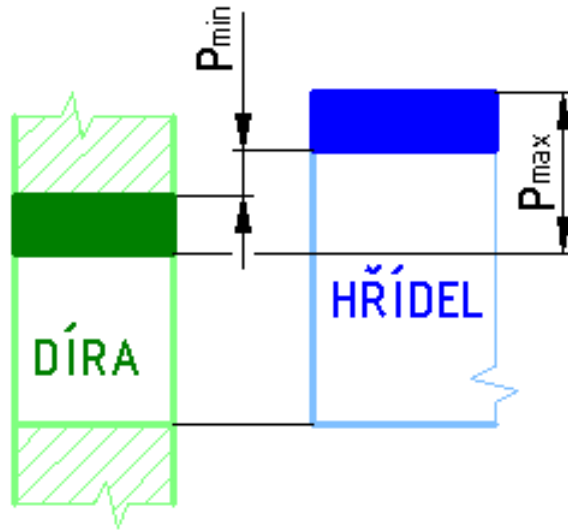
$$V_{min} = D_{min} - d_{max}$$

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



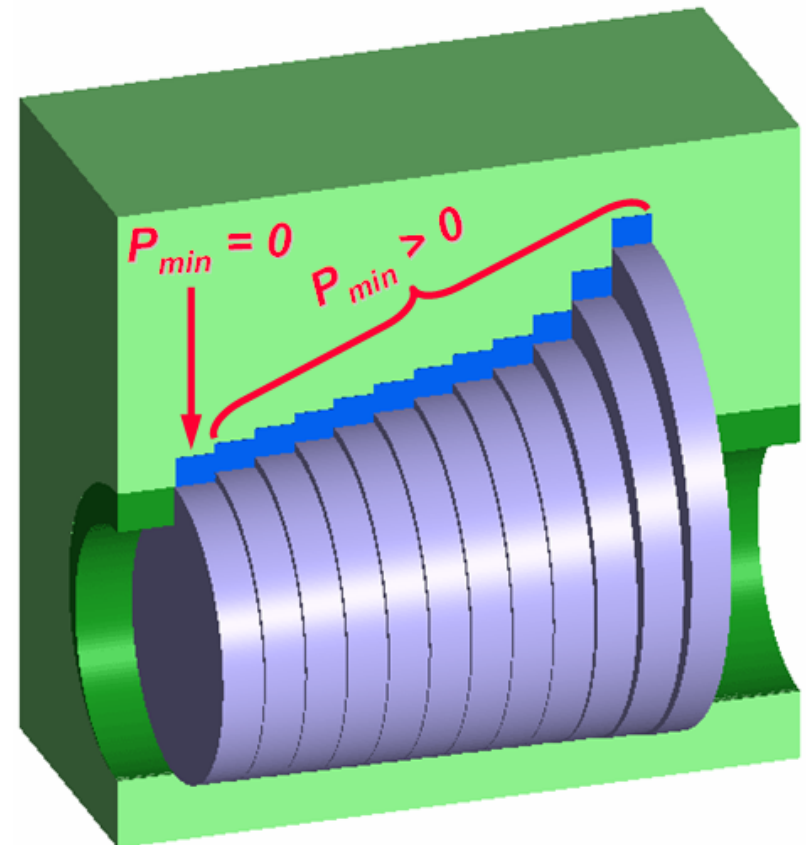
ULOŽENÍ S PŘESAHEM

- V uložení s přesahem je vždy skutečný průměr hřídele větší ($P_{min} > 0 \mu m$) nebo roven ($P_{min} = 0 \mu m$) skutečnému průměru díry
- V grafickém znázornění je toleranční pole díry pod tolerančním polem hřídele ($P_{min} > 0 \mu m$) nebo se toleranční pole díry dotýká svým horním okrajem dolního okraje tolerančního pole hřídele ($P_{min} = 0 \mu m$)



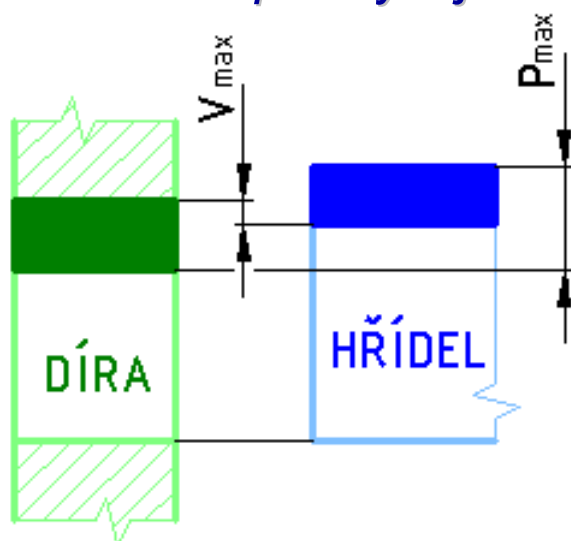
$$P_{min} = d_{min} - D_{max}$$

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



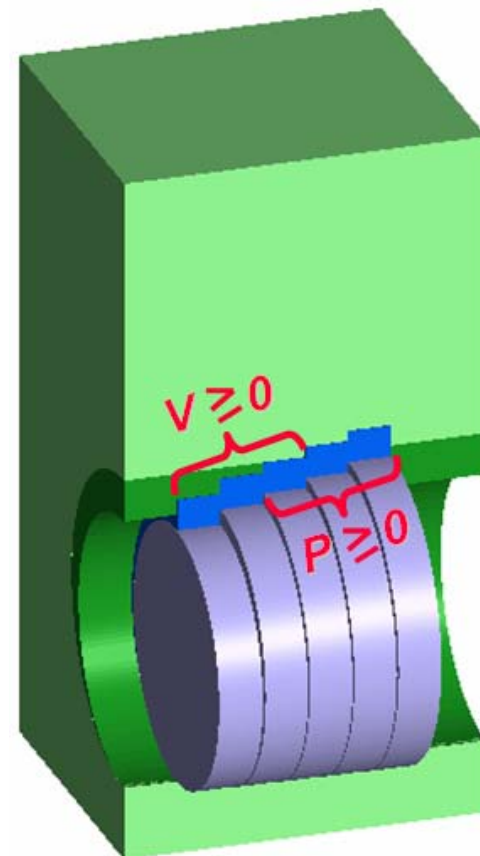
PŘECHODNÉ ULOŽENÍ

- V přechodném uložení je buď skutečný průměr díry větší nebo roven skutečnému průměru hřídele (v uložení je vůle o velikosti $V = 0$ až V_{max}) nebo je skutečný průměr díry menší nebo roven skutečnému průměru hřídele (v uložení je přesah o velikosti $P = 0$ až P_{max})*
- V grafickém znázornění se toleranční pole díry a hřídele překrývají*



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

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



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 ($P_{min} = 0$).

MEZINÁRODNÍ SOUSTAVA TOLERANCÍ A ULOŽENÍ ISO

- Obsahuje soubor systematicky uspořádaných 28 poloh tolerančních polí vzhledem k nulové čáře (jmenovitému rozměru) a 20 tolerančních stupňů
- TOLERANČNÍ STUPEŇ – (číslo) násobek toleranční jednotky, určuje výšku tolerančního pole
- TOLERANČNÍ JEDNOTKA – zahrnuje nepřesnosti výroby a měření:

$$i = \underbrace{0,45 \sqrt[3]{D}}_{\text{vliv výroby}} + \underbrace{0,001 D}_{\text{vliv měření}} (\mu\text{m})$$

$D(\text{mm}) = \sqrt[3]{D_1 D_2} \dots$ geometrický průměr krajních hodnot příslušného rozsahu rozměrů

- TOLERANČNÍ TŘÍDA – kombinace písmene (poloha tolerančního pole vzhledem k nulové čáře) a čísla (toleranční stupeň) přidružená k jmenovitému rozměru - $\varnothing 30 \text{ H6}$, $\varnothing 30 \text{ f7}$

TOLERANČNÍ STUPNĚ (STUPNĚ PŘESNOSTI)

- Čím je toleranční stupeň nižší, tím jsou požadavky na přesnost výroby přísnější (tím je v grafickém znázornění výška tolerančního pole nižší)
- **VÝROBA MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ A KALIBRŮ**

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

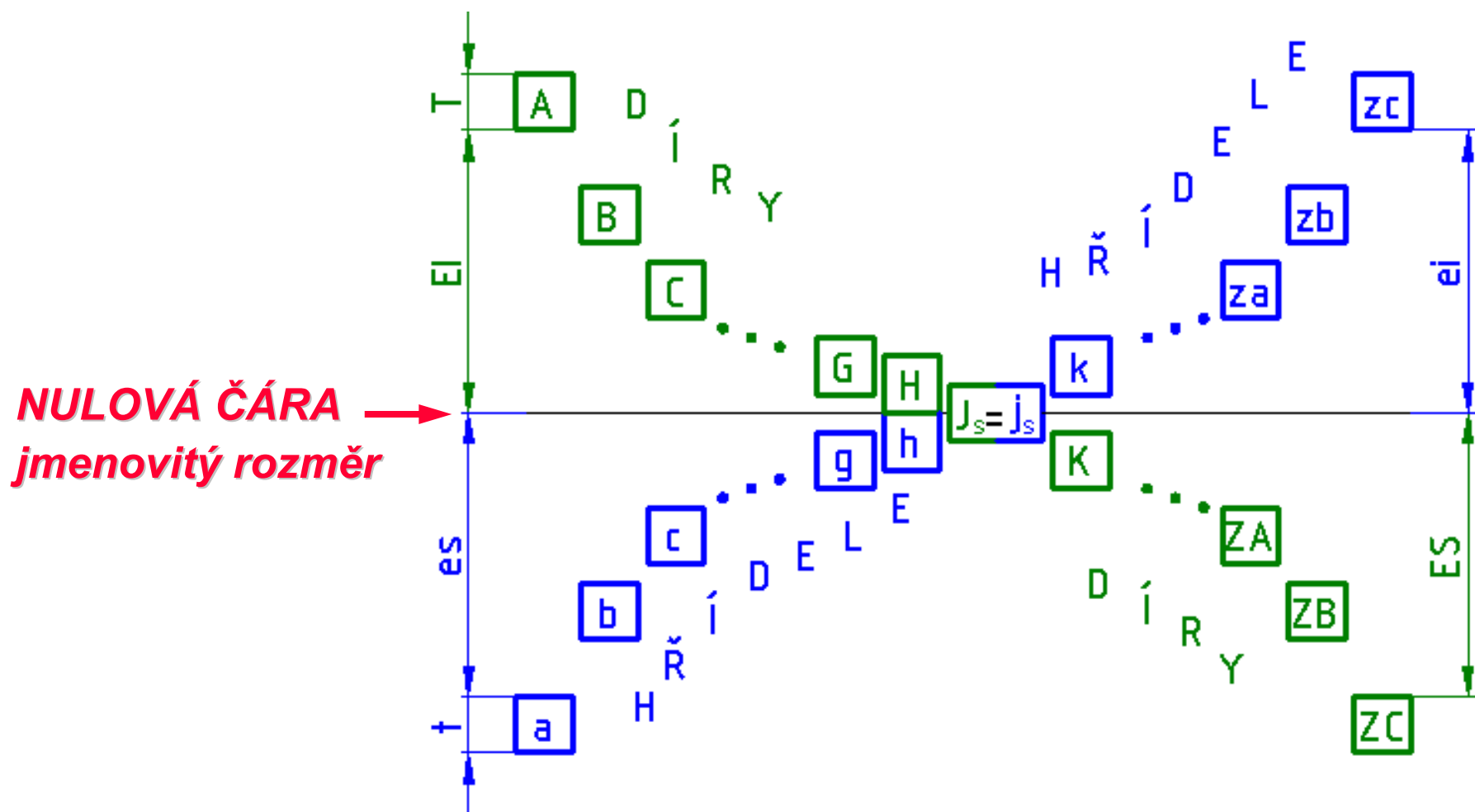
- **BĚŽNÁ VÝROBA**

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

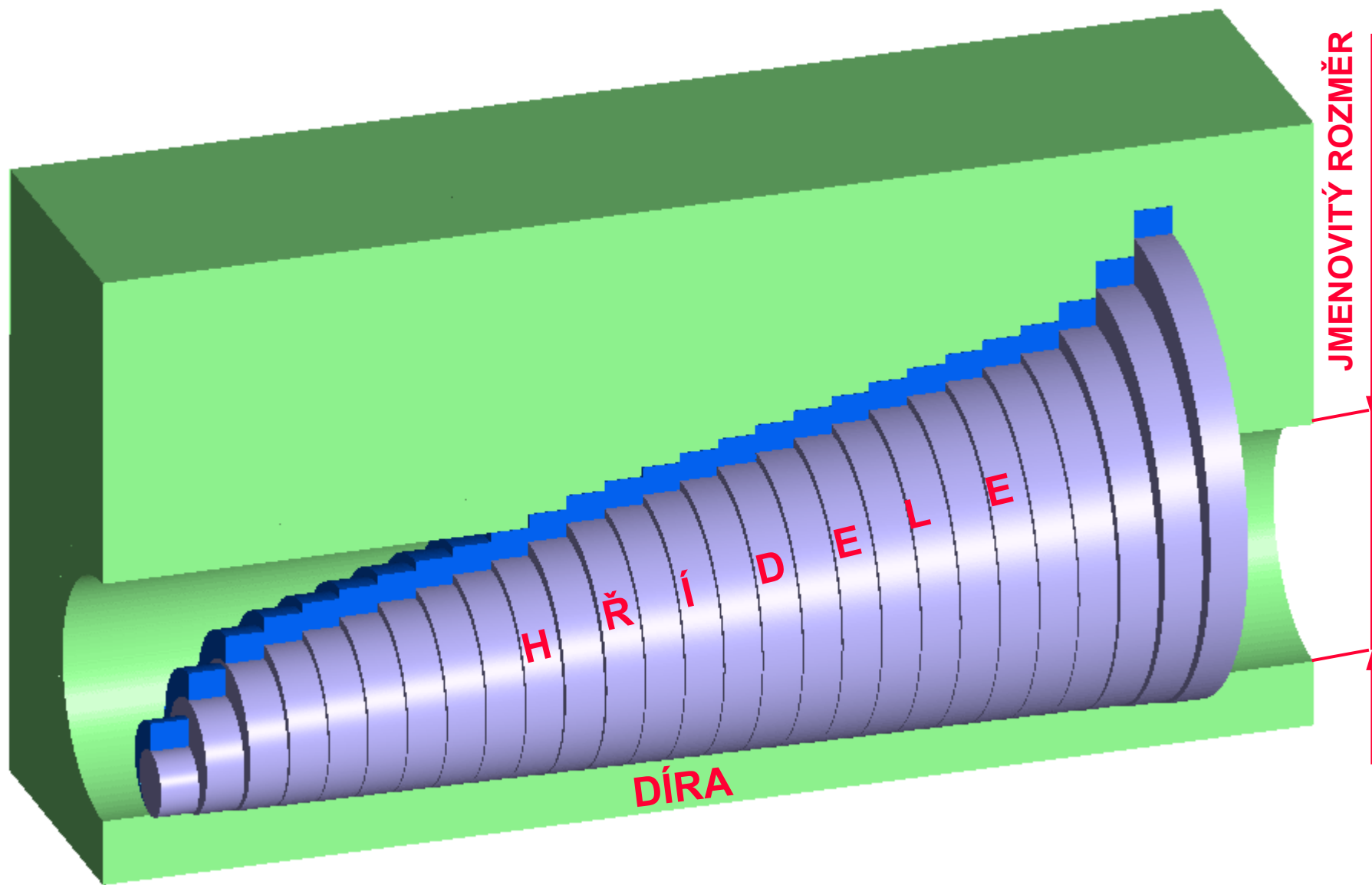
- **VÝROBA POLOTOVARŮ**

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

POLOHA TOLERANČNÍCH POLÍ DĚR A HŘÍDELŮ VZHLEDEM K NULOVÉ ČÁŘE

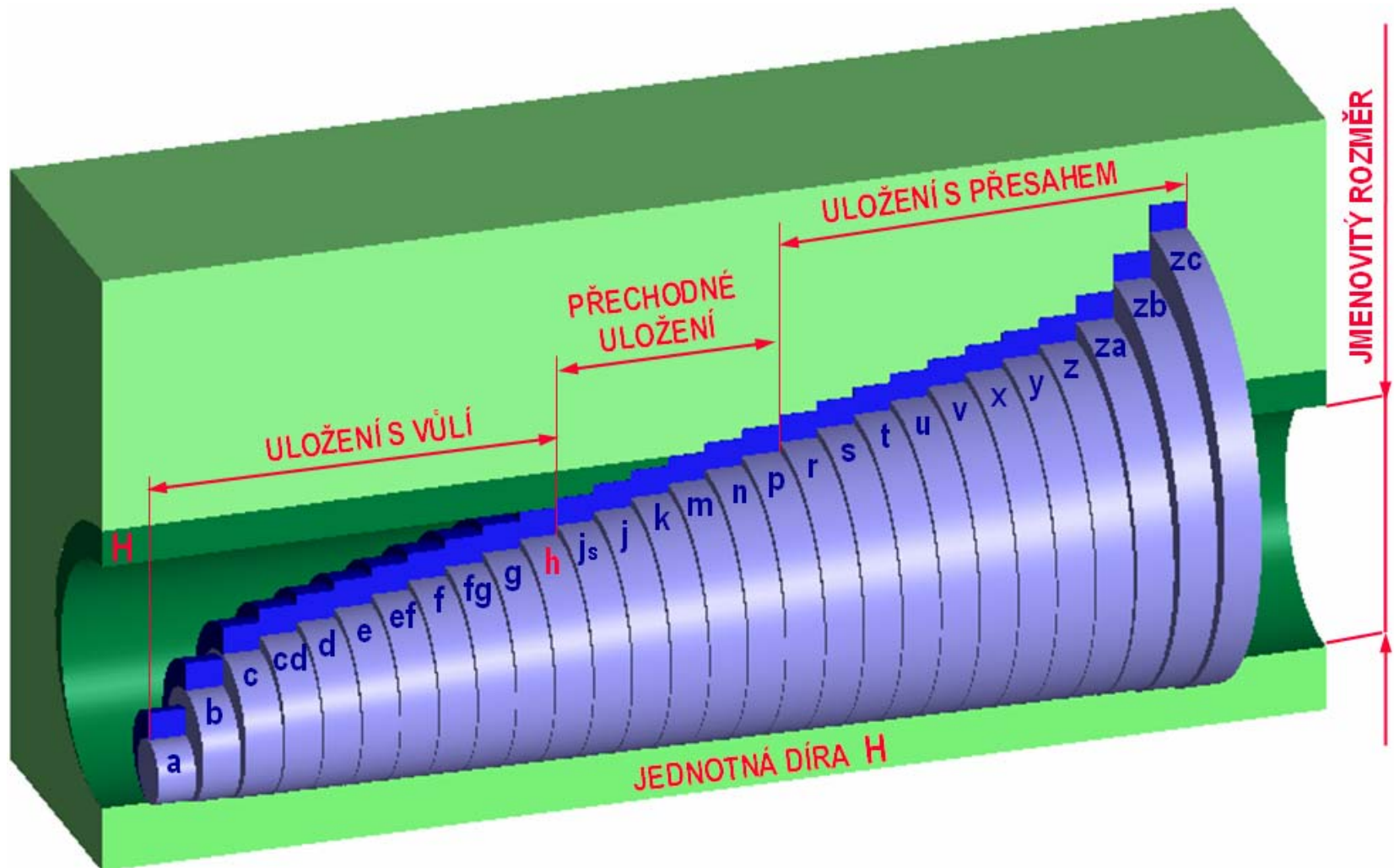


POLOHA TOLERANČNÍCH POLÍ DĚR A HŘÍDELŮ



SOUSTAVA JEDNOTNÉ DÍRY

- Základ tvoří díra s tolerančním polem **H**
- Požadovaného uložení se dosahuje volbou hřídele vhodné toleranční třídy

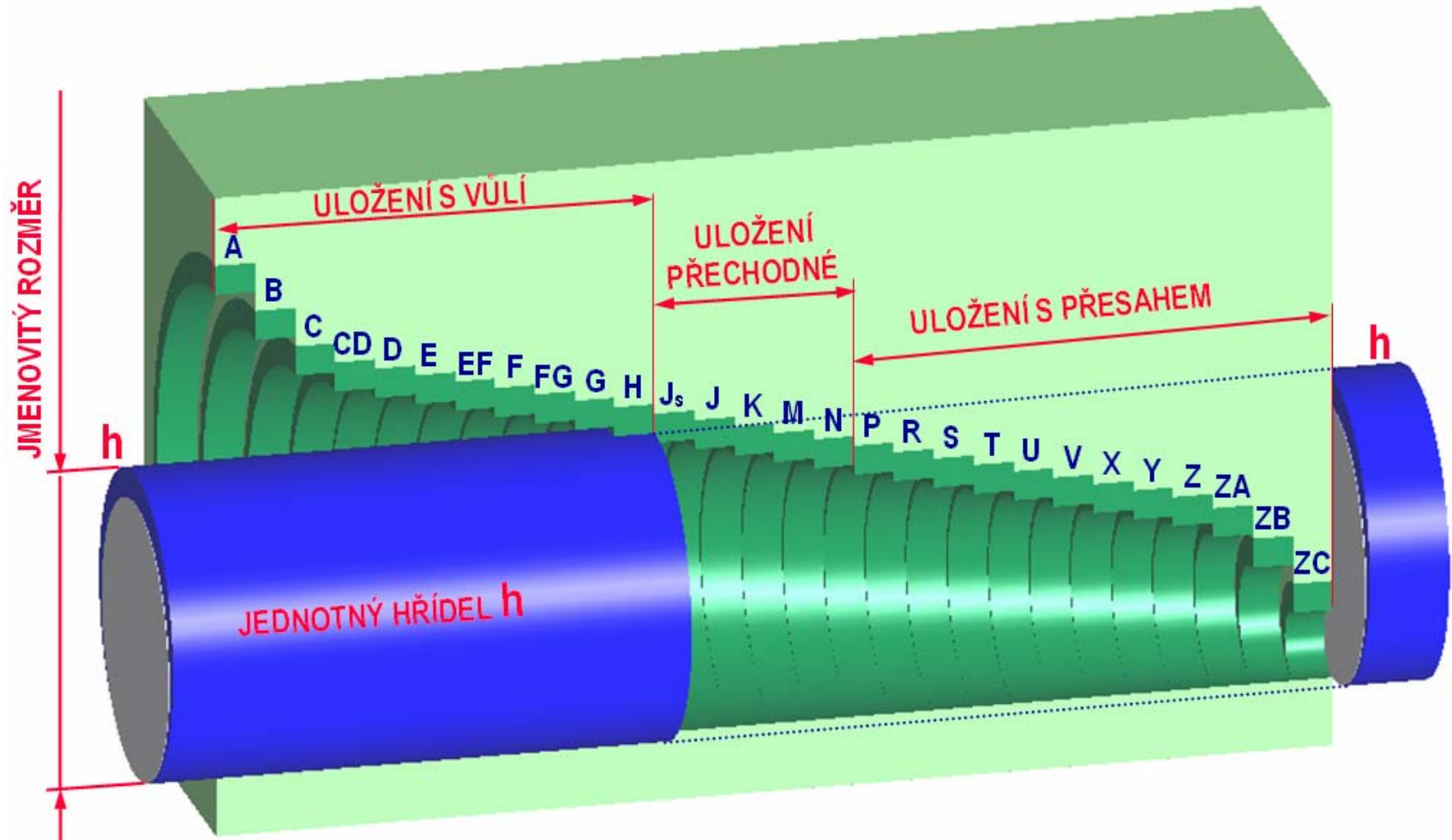


SOUSTAVA JEDNOTNÉ DÍRY – ČSN EN ISO 286 (01 4201)

JEDNOTNÁ DÍRA	DÍRY A HŘÍDELE	JMENOVITÉ ROZMĚRY PŘES - DO [mm]												
		PŘES - DO 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120
		MEZNÍ ÚCHYLKY [μm]												
H7	H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0					
	e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126					
	f7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71					
	g6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34					
	h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22					
	js6	+3,0 -3,0	+4,0 -4,0	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+8,0 -8,0	+9,5 -9,5	+11,0 -11,0					
	k6	+6 0	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3					
	n6	+10 +4	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23					
	p6	+12 +6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37					
	r6	+16 +10	+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34	+60 +41	+62 +43	+73 +51	+76 +54			
	s6	+20 +14	+27 +19	+32 +23	+39 +28	+48 +35	+59 +43	+72 +53	+78 +59	+93 +71	+101 +79			
H8	H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0					
	d9	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207					
	e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126					

SOUSTAVA JEDNOTNÉHO HŘÍDELE

- Základ tvoří hřídel s tolerančním polem ***h***
- Požadovaného uložení se dosahuje volbou díry vhodné toleranční třídy



SOUSTAVA JEDNOTNÉHO HŘÍDELE – ČSN EN ISO 286 (01 4201)

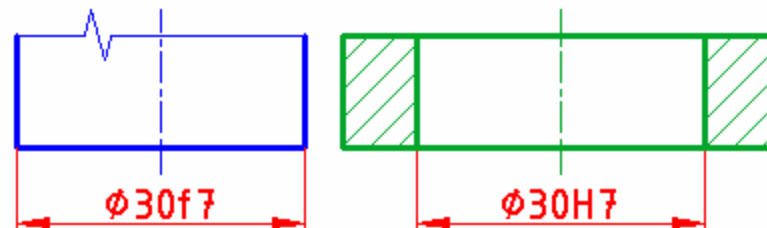
JEDNOTNÝ HŘÍDEL	HŘÍDELE A DÍRY	JMENOVITÉ ROZMĚRY PŘES - DO [mm]															
		PŘES - DO 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180
		MEZNÍ ÚCHYLKY [μm]															
h6	h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25							
	F8	+20 +6	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 +30	+90 +36	+106 +43							
	H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0							
	JS7	+5,0 -5,0	+6,0 -6,0	+7,5 -7,5	+9,0 -9,0	+10,5 -10,5	+12,5 -12,5	+15,0 -15,0	+17,5 -17,5	+20,0 -20,0							
	K7	0 -10	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+10 -25	+12 -28							
	N7	-4 -14	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-10 -45	-12 -52							
	P7	-6 -16	-8 -20	-9 -24	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51	-24 -59	-28 -68							
h7	h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40							
	H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0							
h8	h8	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63							
	E9	+39 +14	+50 +20	+61 +25	+75 +32	+92 +40	+112 +50	+134 +60	+159 +72	+185 +85							
	H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0							

PŘÍKLADY UŽITÍ NĚKTERÝCH ULOŽENÍ V SOUSTAVĚ JEDNOTNÉ DÍRY

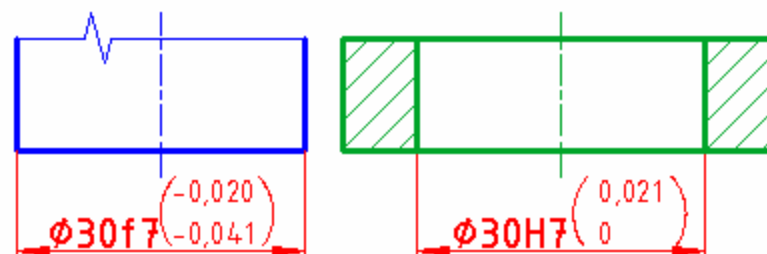
<i>Uložení</i>	<i>Charakteristika</i>	<i>Příklad</i>
<i>H11 / d11</i>	<i>Uložení se zaručenou vůlí pro součásti s velkými tolerancemi</i>	<i>Odnímatelné páky, táhla</i>
<i>H7 / f7</i>	<i>Uložení s menší vůlí pro součásti, které je třeba vyrobit s větší přesností</i>	<i>Posuvné objímky, ložiska přístrojů, 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>

ZPŮSOBY ZAPISOVÁNÍ TOLEROVANÝCH ROZMĚRŮ

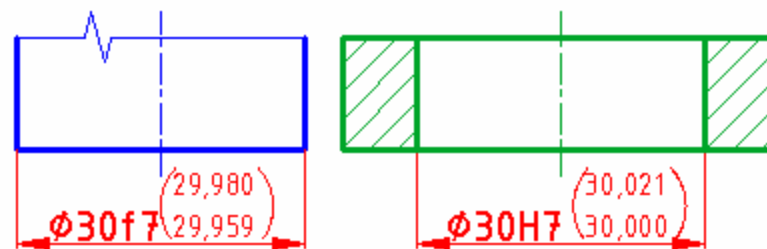
toleranční třídou



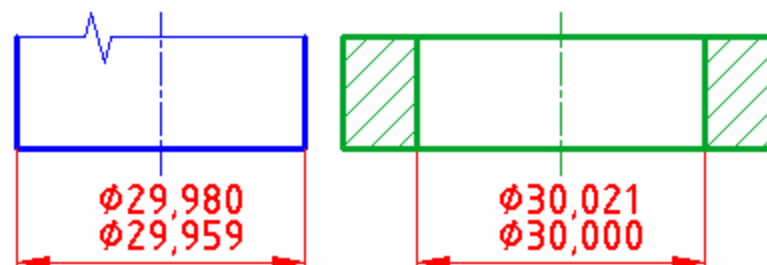
toleranční třídou a úchylkami



toleranční třídou a mezními rozměry

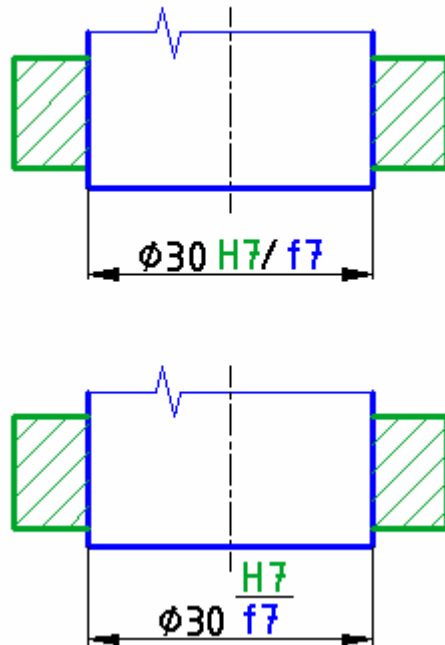


mezními rozměry

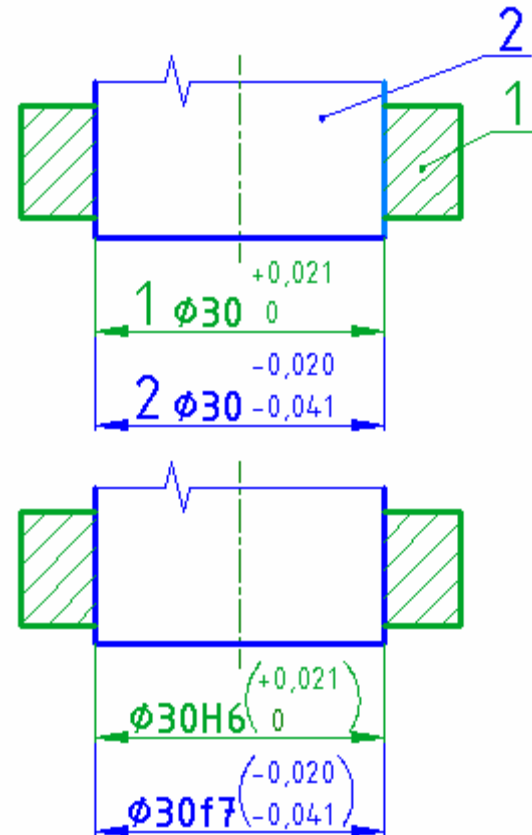


TOLEROVÁNÍ ROZMĚRŮ SDRUŽENÝCH PLOCH

tolerančními třídami

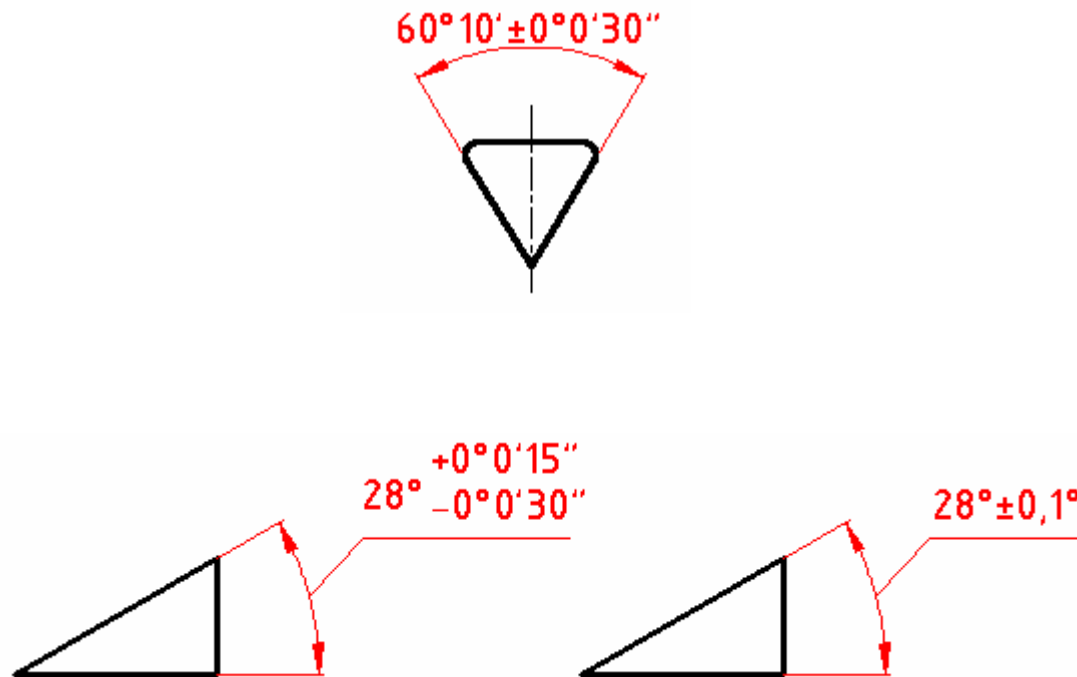


tolerančními třídami a úchylkami



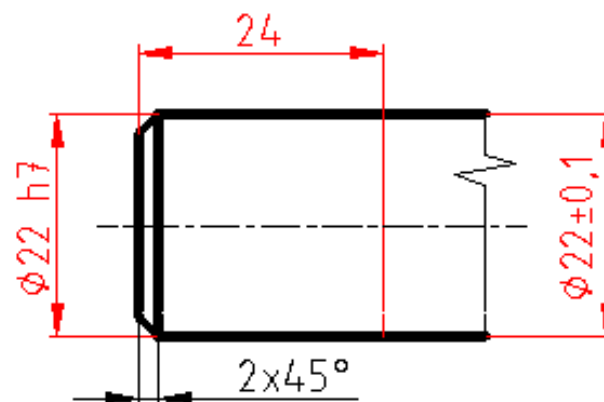
ZAPISOVÁNÍ MEZNÍCH ÚCHYLEK ÚHLŮ

- Je-li mezní úchylka úhlu vyjádřena v minutách, musí být před její hodnotou uvedeno 0° ($60^\circ 10' \pm 0^\circ 5'$)
- Je-li mezní úchylka úhlu vyjádřena ve vteřinách, musí být před její hodnotou uvedeno $0^\circ 0'$ ($60^\circ 10' \pm 0^\circ 0' 20''$)

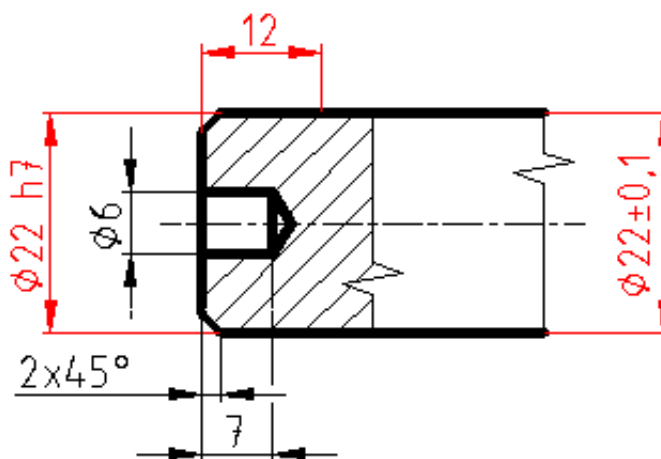


ÚSEKY S RŮZNÝMI TOLERANCEMI NA STEJNÉM JMENOVITÉM ROZMĚRU

v pohledu

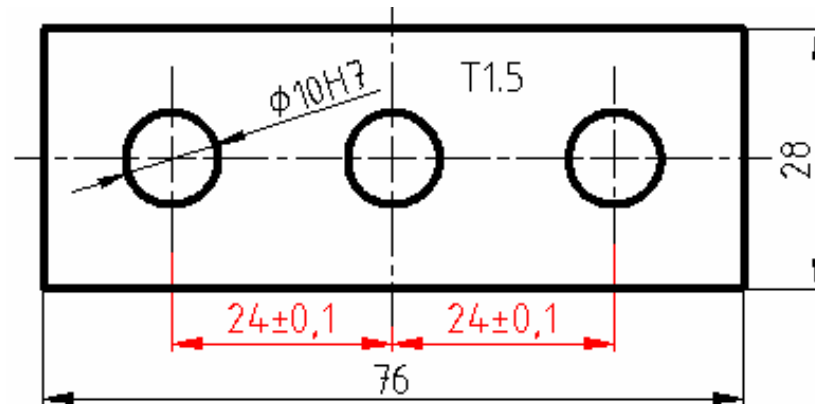


v řezu

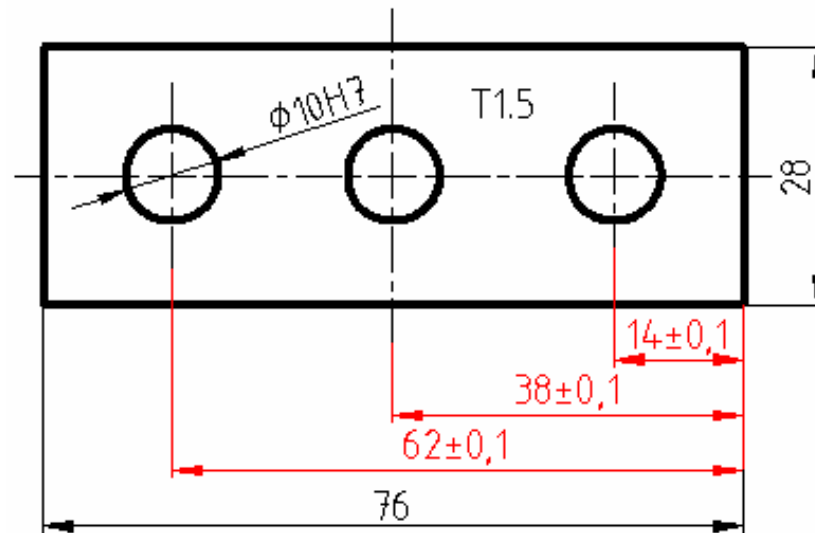


TOLEROVÁNÍ ROZTEČÍ DĚR NA ROZTEČNÉ PŘÍMCE

řetězcová kóta

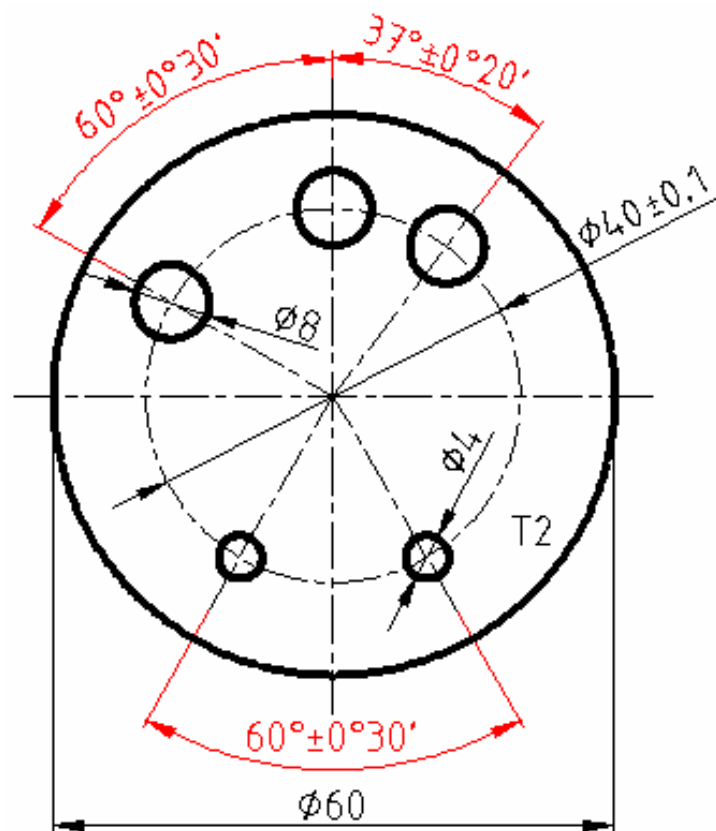


od společné základny

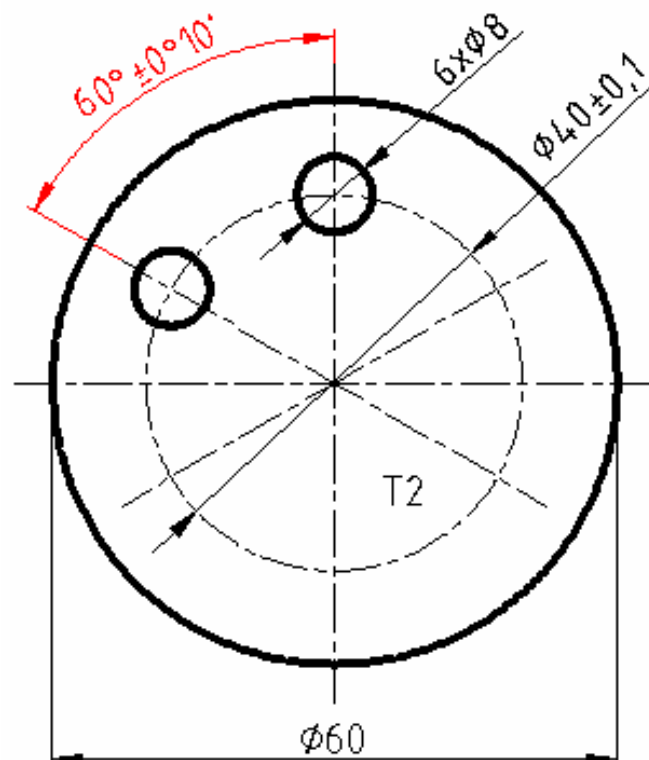


TOLEROVÁNÍ ROZTEČÍ DĚR NA ROZTEČNÉ KRUŽNICI

různé rozteče



rozteče pravidelně rozmístěných opakujících se děr



NETOLEROVANÉ ROZMĚRY – ČSN ISO 2768 (01 4240)

- DÉLKOVÉ ROZMĚRY

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů					
Označení	Název	Přes 0,5 Do 3	3 6	6 30	30 120	120 400	400 1000
f	Jemná	+0,05	+0,05	+0,1	+0,15	+0,2	+0,3
m	Střední	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8
c	Hrubá	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2
v	Velmi hrubá	-	+0,5	+1	+1,5	+2,5	+4

- Na výkres se třída přesnosti uvede do technických podmínek nad popisové pole, např.: **ISO 2768 - m**

NETOLEROVANÉ ROZMĚRY – ČSN ISO 2786 (01 4240)

- ZKOSENÍ A ZAOBLENÍ HRAN

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů		
Označení	Název	Přes 0,5 Do 3	3 6	6 -
f	Jemná	+0,2	+0,5	+1
m	Střední			
c	Hrubá	+0,4	+1	+2
v	Velmi hrubá			

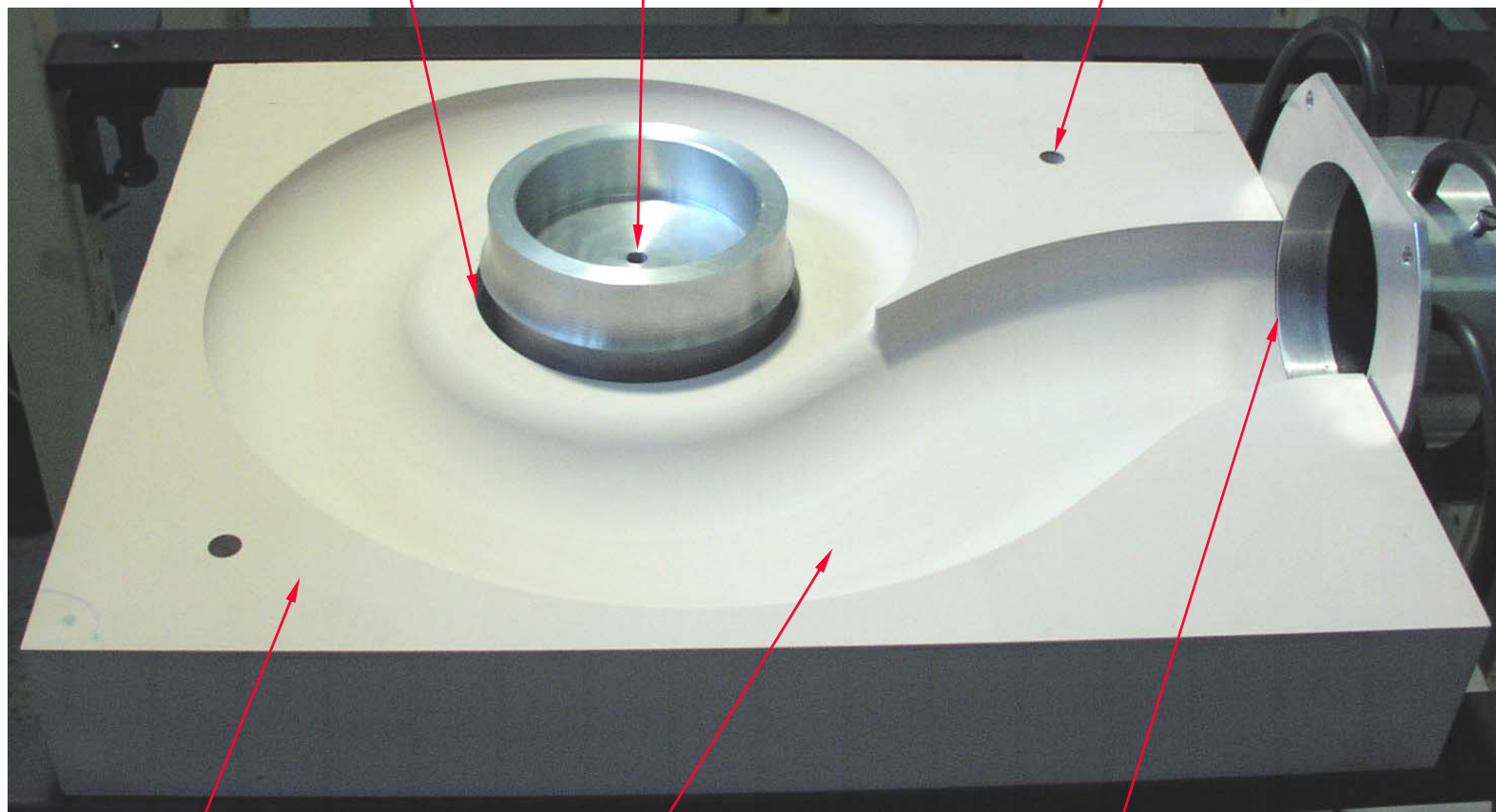
Pro jmenovitý rozměr menší než 0,5 mm se mezní úchylka musí vždy připojit za kótu

TOLEROVÁNÍ TVARU A POLOHY – UKÁZKA

VÁLCOVITOST
VNITŘNÍ I VNĚJŠÍ PLOCHY

SOUOSOST

ROZTEČ
ROVNOBĚŽNOST
VÁLCOVITOST
DĚR PRO KOLÍKY



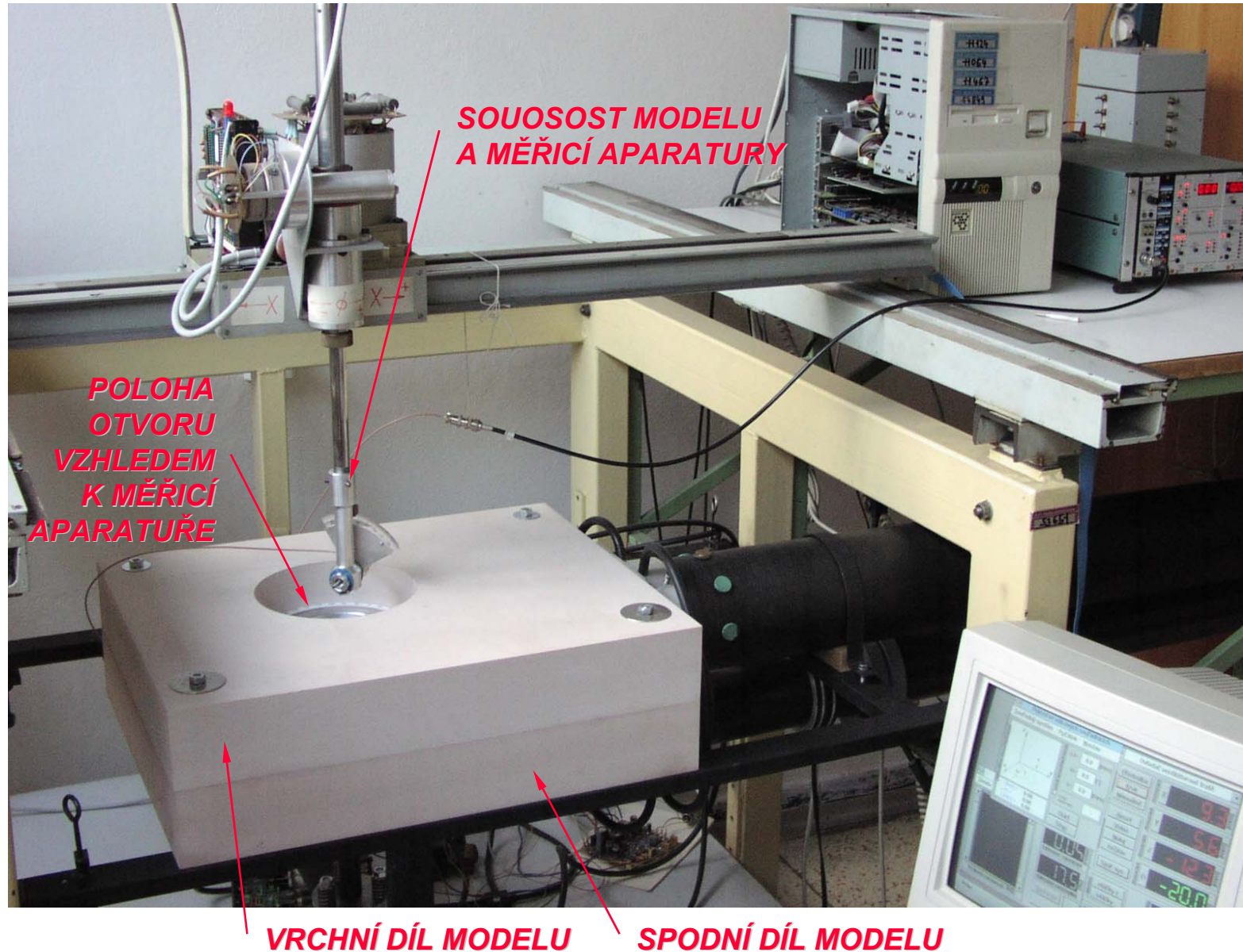
ROVINNOST PLOCHY

ODCHYLKA OBECNÉHO
TVARU

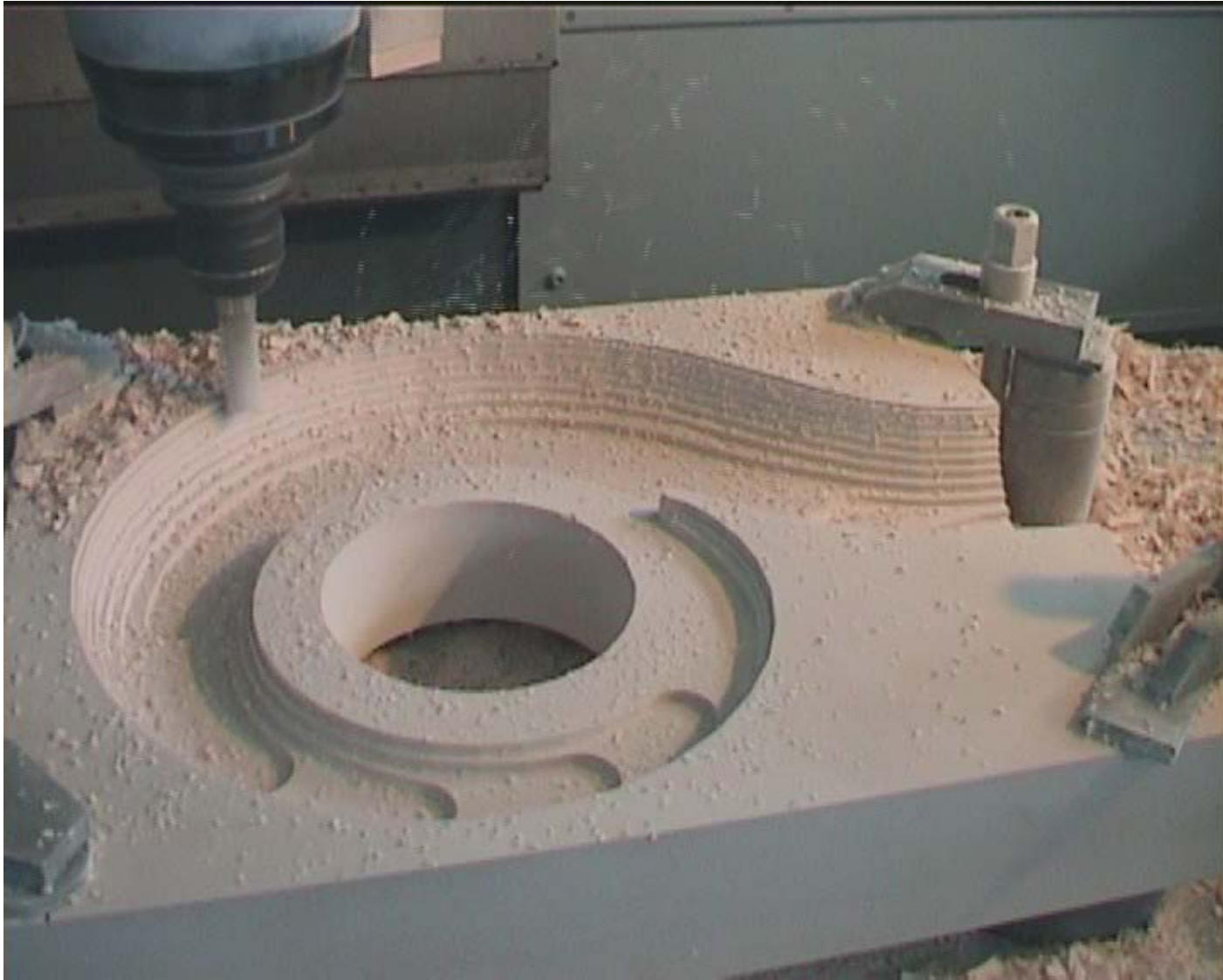
SOUOSOST
KRUHOVITOST

Model spirálového hrdla parní turbíny

TOLEROVÁNÍ TVARU A POLOHY – UKÁZKA MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ

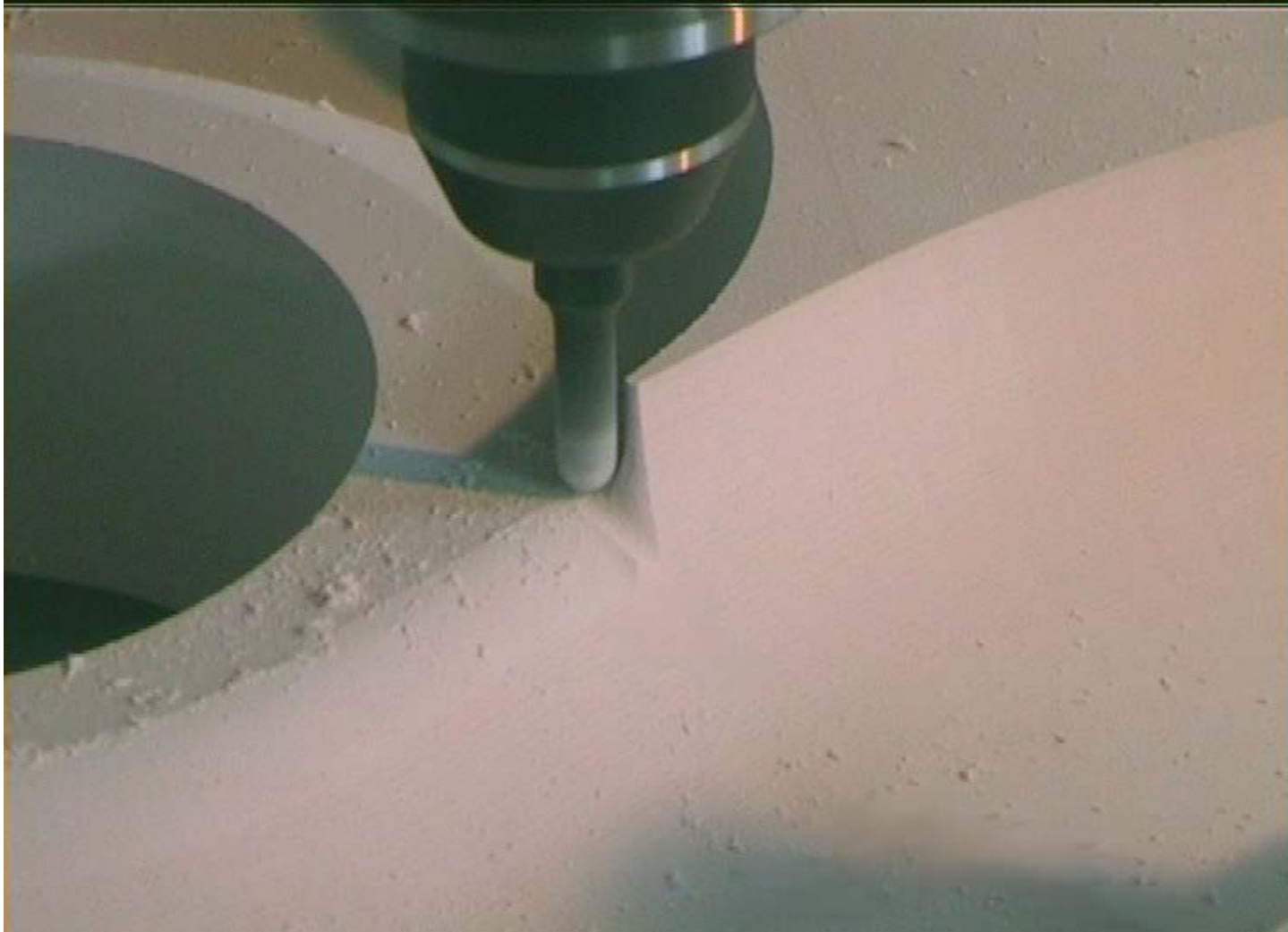


DRSNOST POVRCHU – UKÁZKA



Model spirálového hrdla parní turbíny – hrubování

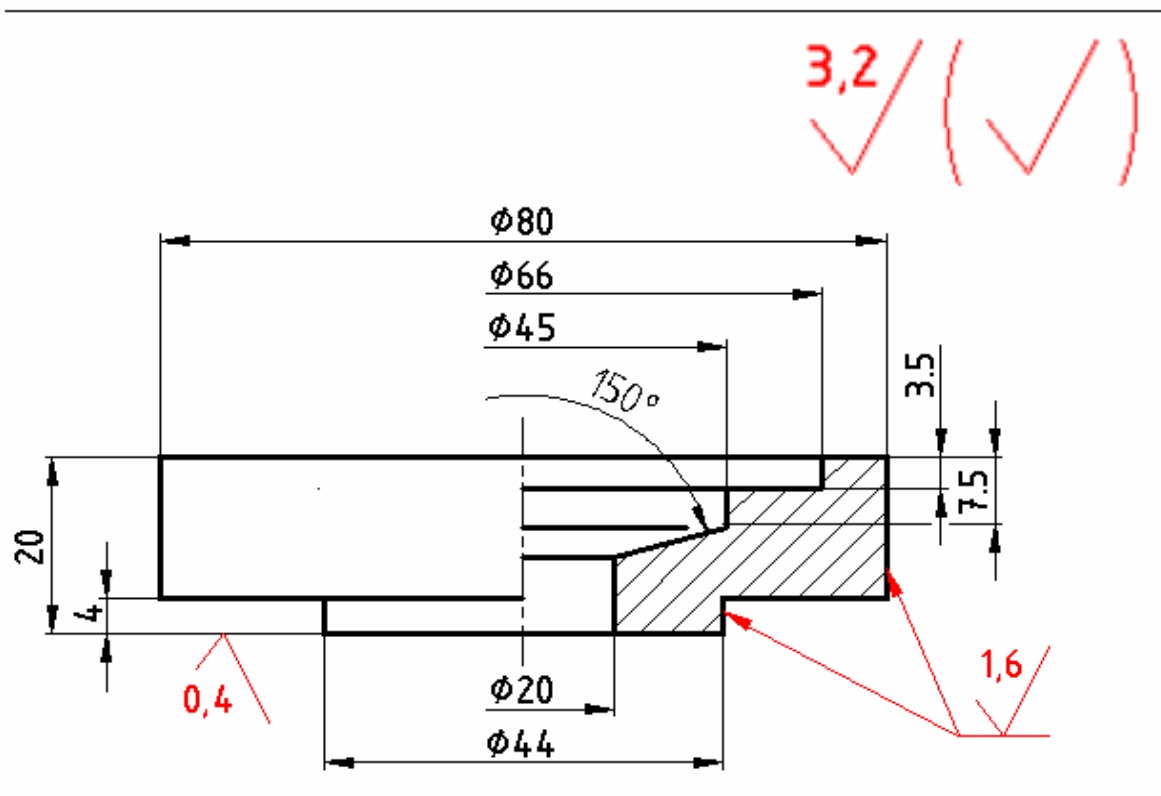
DRSNOST POVRCHU – UKÁZKA



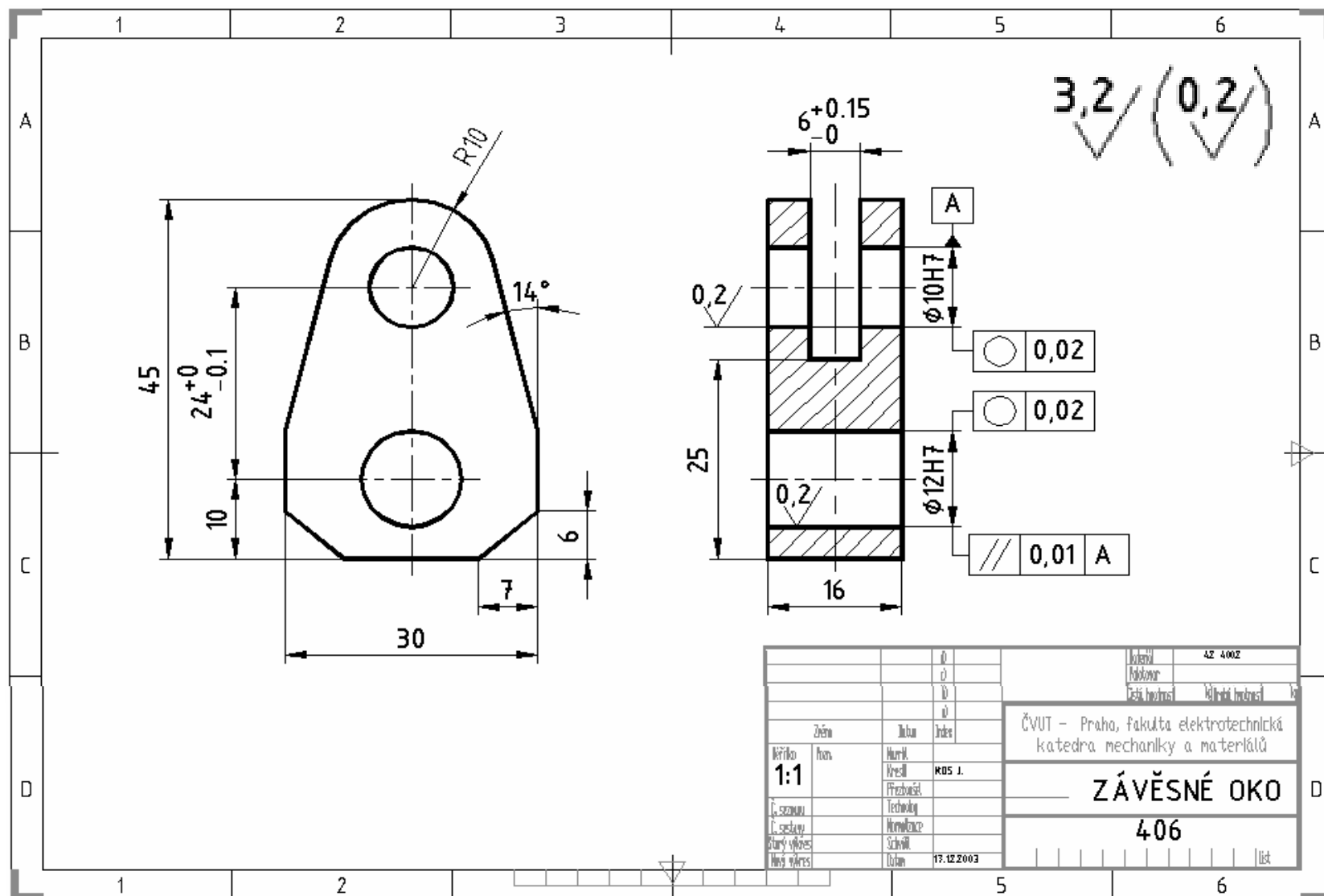
Model spirálového hrdla parní turbíny – obrábění načisto

DRSNOST POVRCHU

- Je-li drsnost povrchu celé součásti stejná, uvádí se pouze do pravého horního rohu součásti
- Obsahuje-li součást plochy s různou drsností, uvede se do pravého horního rohu výkresu drsnost převládající, do závorky se uvede prázdná značka. Plochy s jinou drsností než převládající se označí ve výkrese.



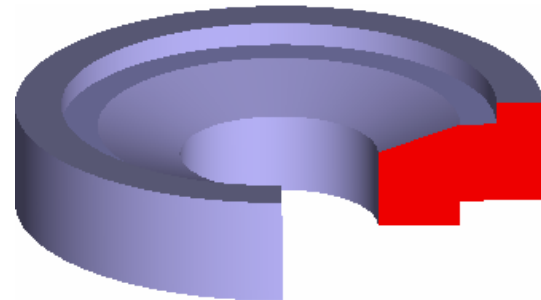
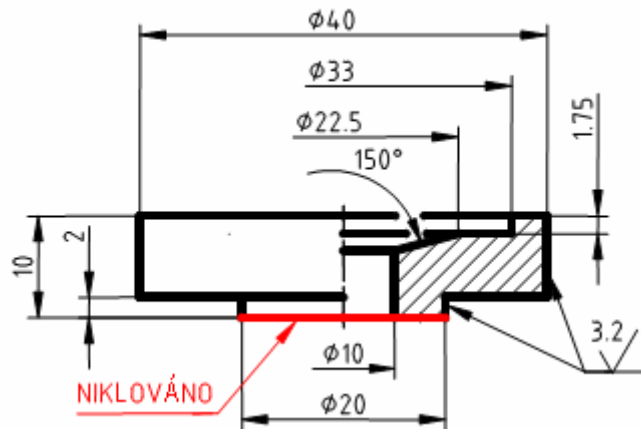
DRSNOST POVRCHU, ÚCHYLKY GEOMETRICKÉHO TVARU A POLOHY



Ukázka výkresu součásti

OZNAČENÍ PLOCH SE ZVLÁŠTNÍ ÚPRAVOU POVRCHU

- Zápis úpravy na odkazovou čáru vycházející z upravované plochy – označení pouze jediné celé upravované plochy



OZNAČENÍ PLOCH SE ZVLÁŠTNÍ ÚPRAVOU POVRCHU

- Zápis úpravy na odkazovou čáru vycházející z tlusté čerchované čáry kreslené rovnoběžně s upravovanými plochami – označení při složitějším tvaru upravovaných ploch*

