

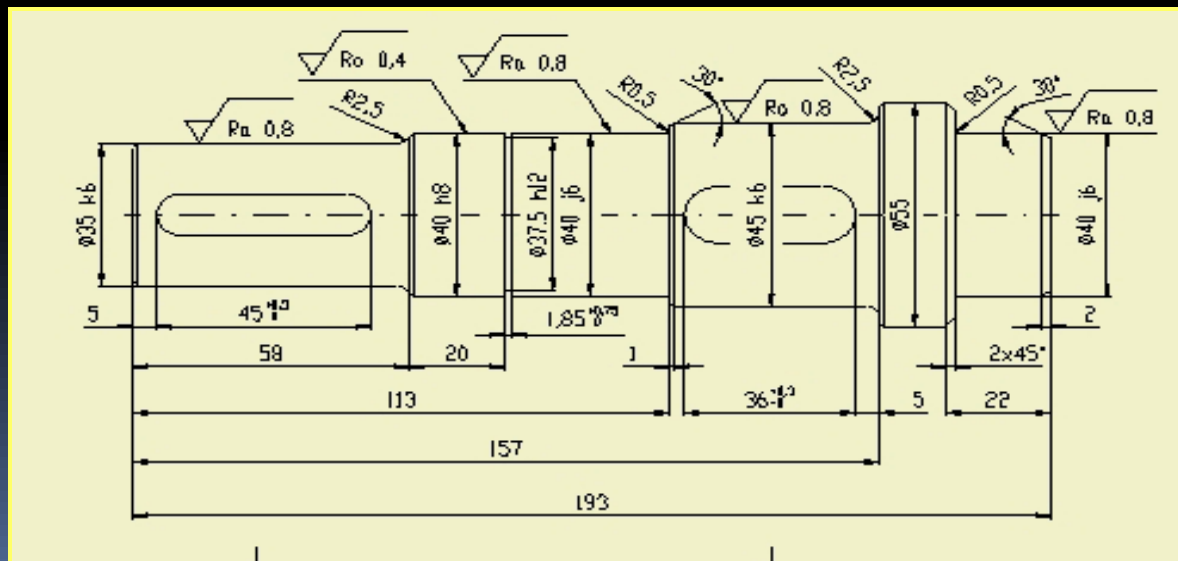
Poznámka: tyto materiály slouží pouze pro opakování STT žáků SPŠ Na Třebešíně, Praha 10; s platností do r. 2016 v návaznosti na platnost norem.
Zákaz šíření a modifikace těchto materiálů. Děkuji Ing. D. Kavková

TOLERANCE A LÍCOVÁNÍ

Zdůvodnění - TOLEROVÁNÍ

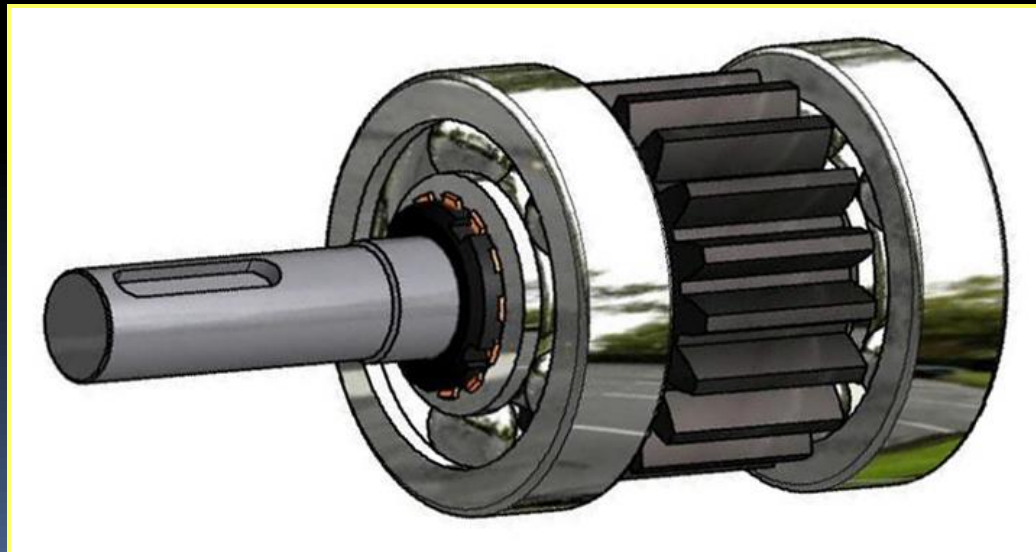
- rozměry součástí předepsány kótami
- žádný rozměr nelze při výrobě ani měření dodržet s absolutní přesností

=> **určitá smluvená nepřesnost předepsaných rozměrů = tolerance**

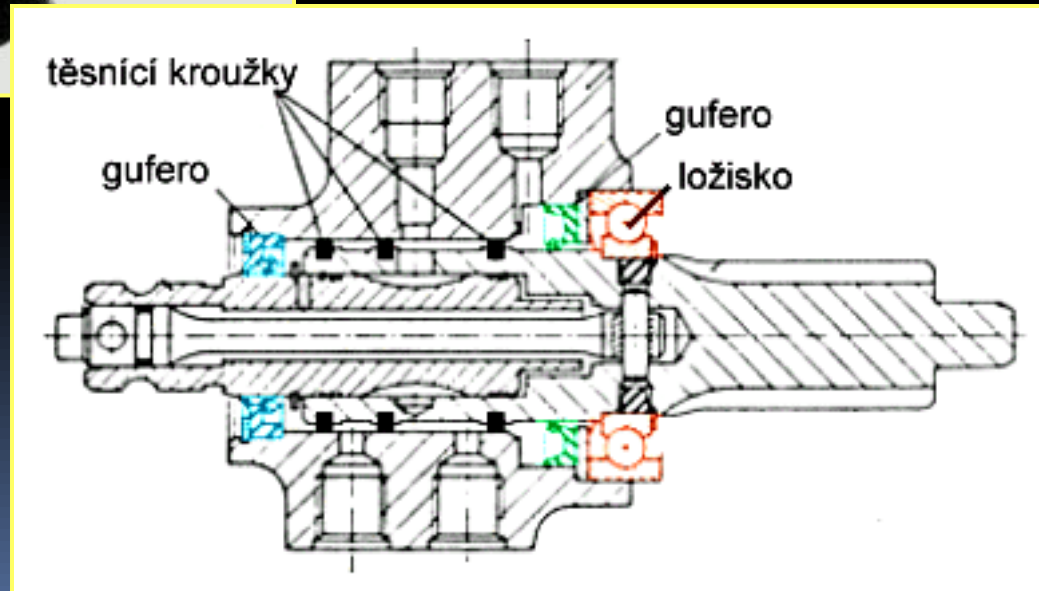
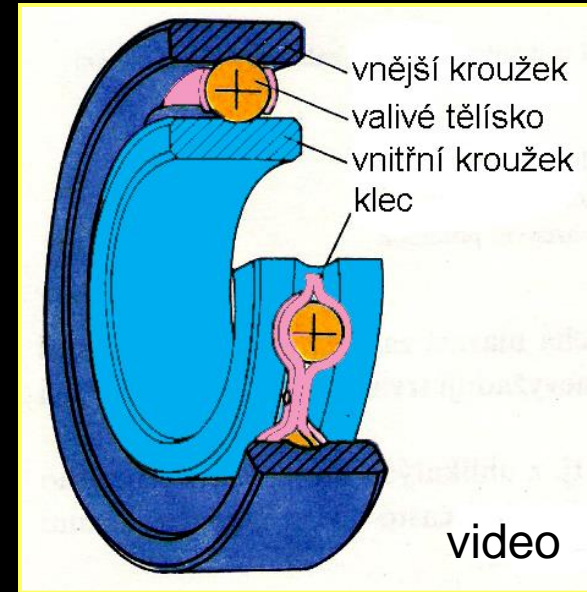
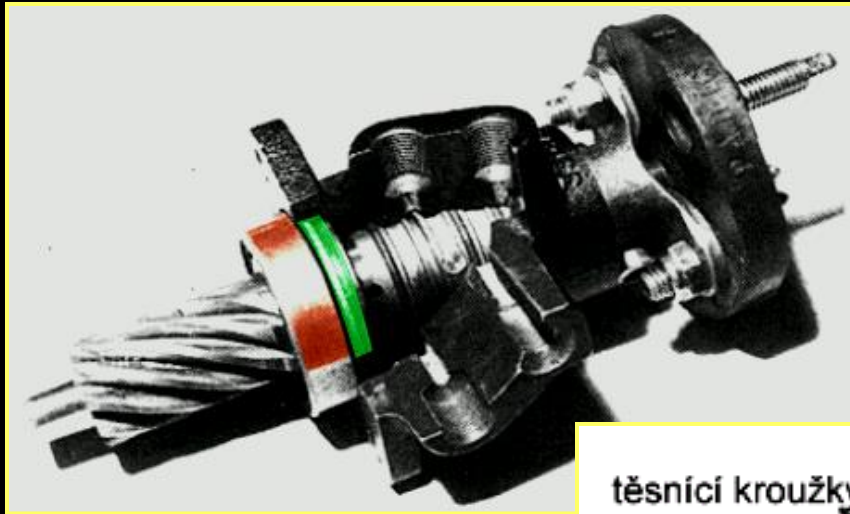


Zdůvodnění - LÍCOVÁNÍ

- vzájemný vztah mezi dvěma součástmi, které jsou v sobě uloženy či spojeny určuje **lícování**
např. spojení hřídel - ložisko, ozubené kolo

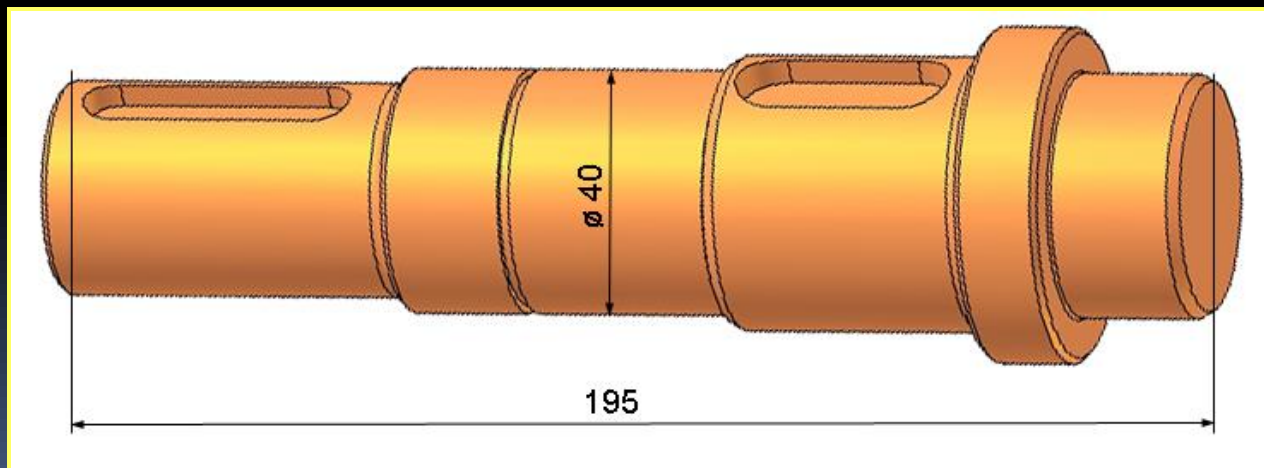


Posilovač řízení



Otázka

- máme vymežit nepřesnost průměru a délky válcové součásti
- rozhodněte, zda se jedná o lícování nebo tolerování rozměrů?



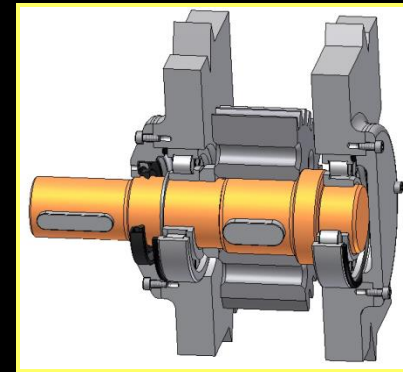
Odpověď

- vymezuje-li se nepřesnost průměru či délky, jedná se o **tolerování rozměrů**

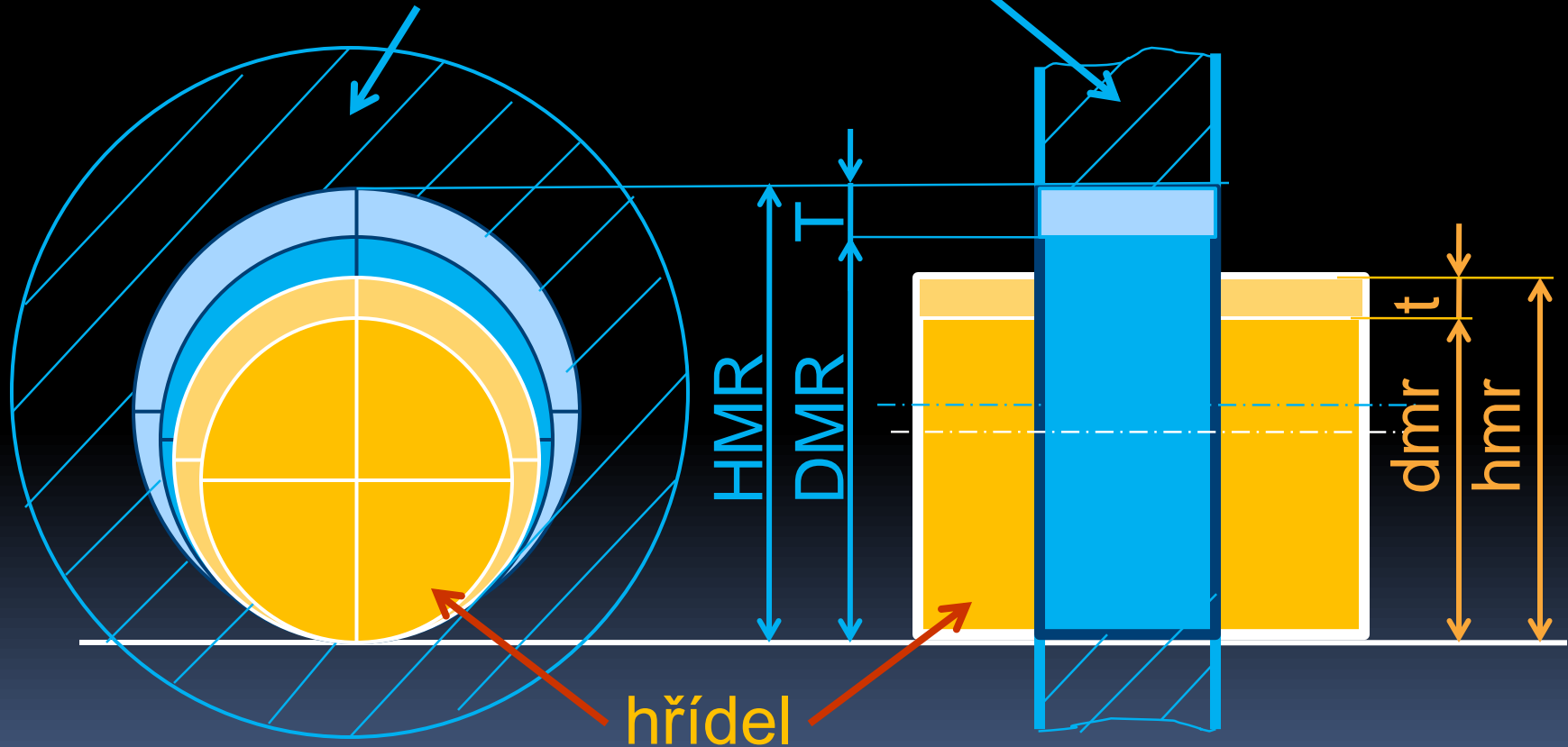


JSTE SKVĚLÍ!!!

Mezní rozměry



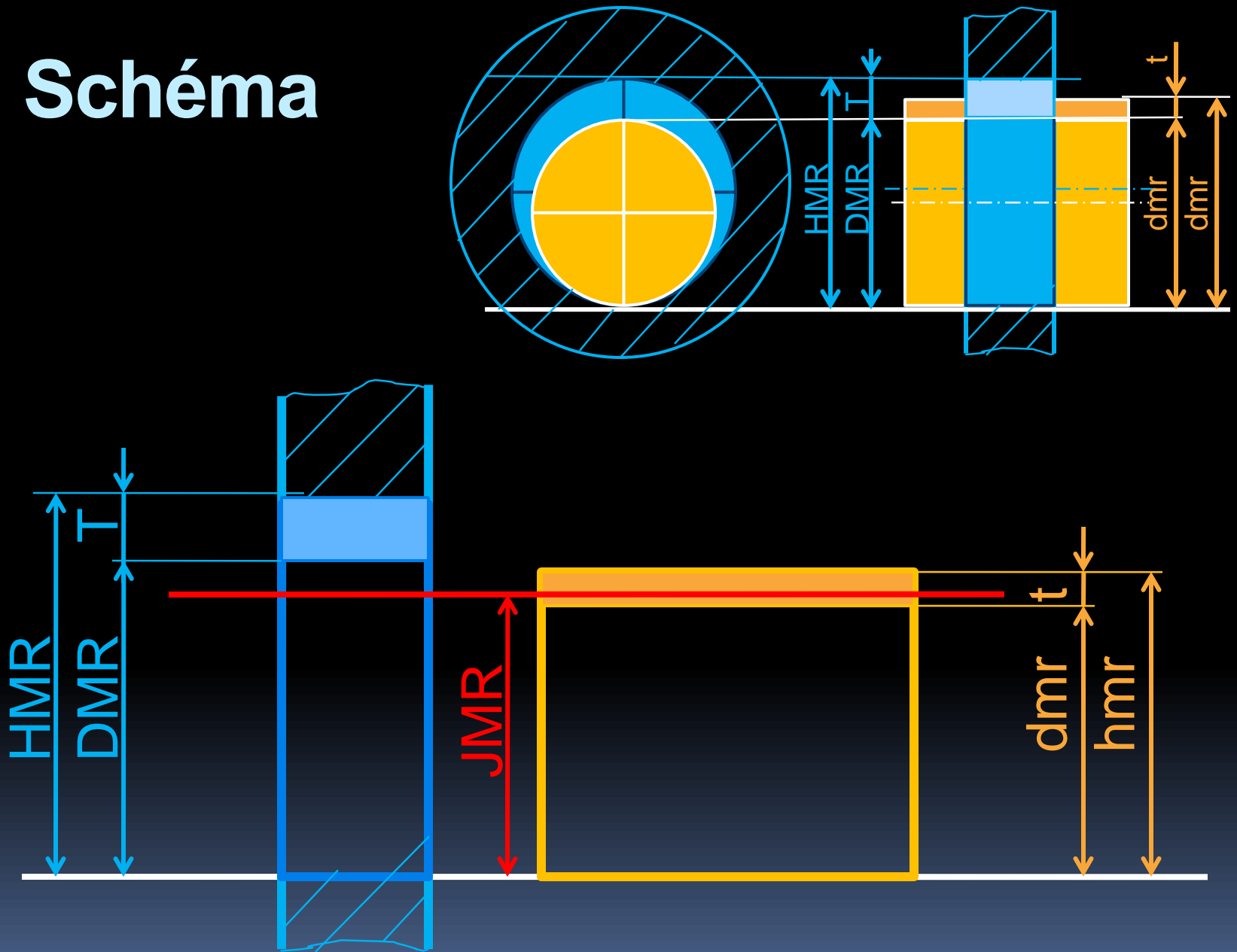
součást s otvorem



Mezní rozměry

- **horní mezní rozměr**...(HMR, hmr)
největší dovolený rozměr součásti
- **dolní mezní rozměr**...(DMR, dmr)
nejmenší dovolený rozměr součásti
- **tolerance**...(T, t)
 - rozdíl mezi horním a dolním mezním rozměrem součásti
 - tj. **celý rozsah** dovolené **nepřesnosti**

Schéma

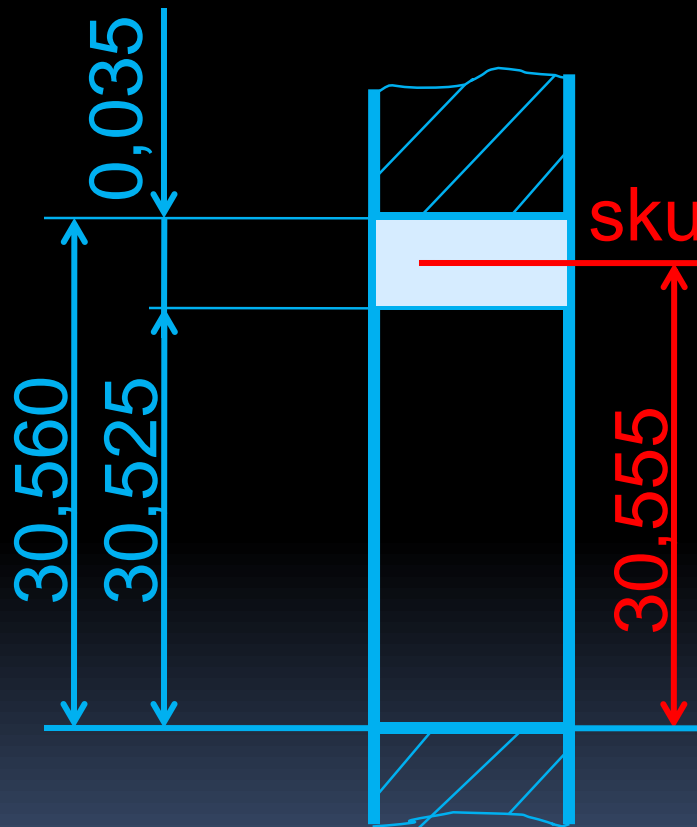


Otázka

- Zakreslete schéma s dolním mezním rozměrem díry DMR = 30, 525 mm a velikost tolerance $T = 35 \mu\text{m}$ (tj. 0,035 mm)
Měřená díra má skutečný rozměr 30, 555 mm.
- Je tato díra vyrobena v požadované toleranci?

Odpověď

- otvor měřící 30,555 mm je vyroben v toleranci



skutečný rozměr

DMR.....30,525 mm

T.....0,035 mm

HMR.....30,560 mm

**skutečný rozměr musí
ležet mezi DMR a HMR**



Informace

- **zmetek** - výrobek se už nedá opravit (vyrobíme větší díru než má být)
- **vadný výrobek** - nevyhovuje předepsaným rozměrům, ale dá se opravit (díra vyvrtaná menší než má být, další operací je zvětšená na správný rozměr)
- Zjistěte, zda je vyhovující součást, jejíž skutečná délka měří 25,01 m, je-li horní mezní rozměr součásti 25,10 m při stanovené toleranci 10 mm?

Otázka

- Zjistěte, zda je vyhovující součást, jejíž skutečná délka měří 25,01 m, je-li horní mezní rozměr součásti 25,10 m při stanovené toleranci 10 mm?

Odpověď

horní mezní rozměr.....25,100 m

tolerance.....- 0,010 m (tj.10mm)

dolní mezní rozměr.....25,090 m

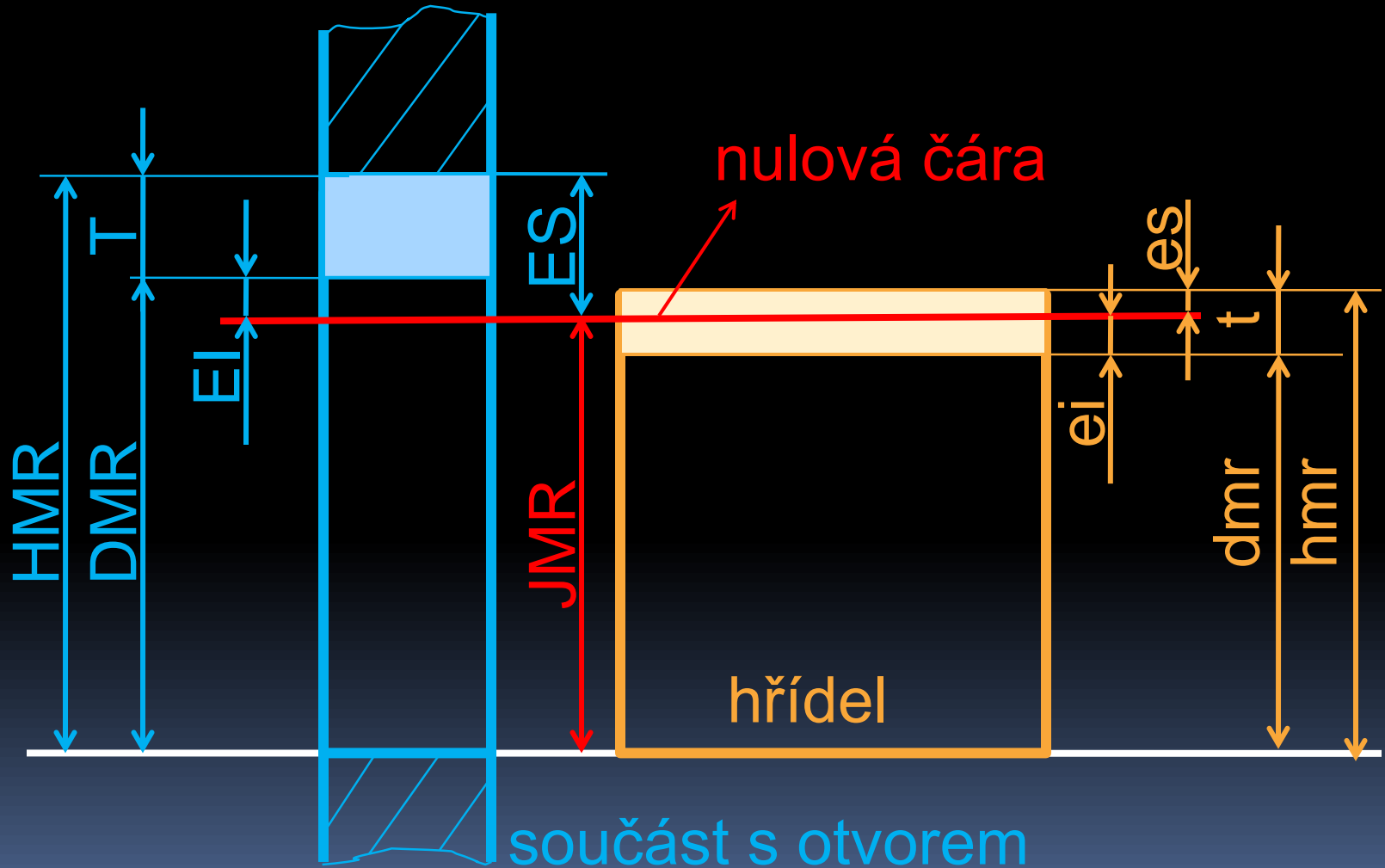
- součást měří 25,010 m
- je menší než dmr o 80 mm
=> **součást je zmetek**



Informace

- **jmenovitý rozměr**
 - rozměr uvedený na výkrese součásti
- **úchylka**
 - rozdíl mezi mezním a jmenovitým rozměrem
 - horní úchylka ...**ES** (díra) **es** (hřídel)
 - dolní úchylka**EI** (díra) **ei** (hřídel)
- **nulová čára**
 - základní čára příslušející jmenovitému rozměru

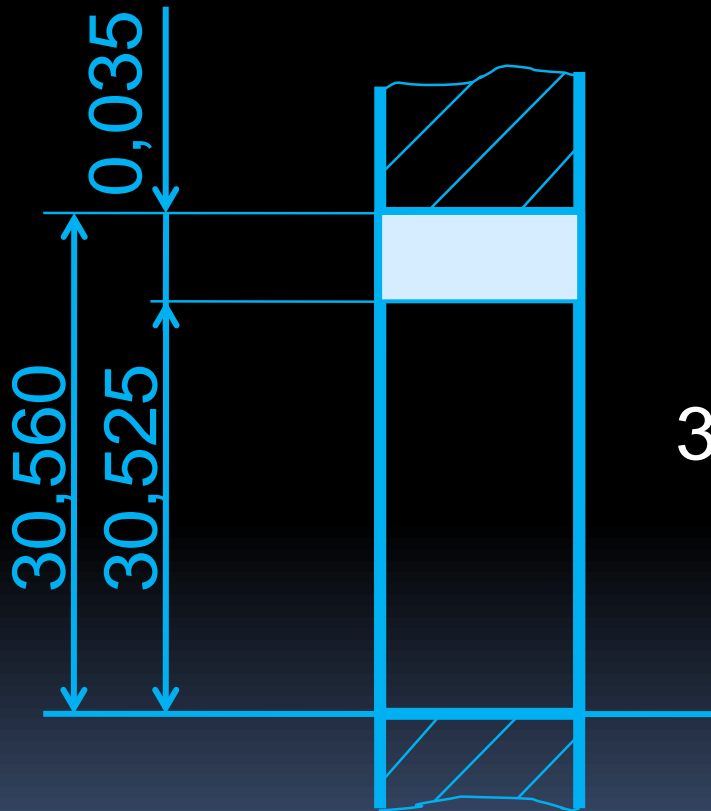
Schéma



Otázka

- Je tolerance rozdíl mezi horním a dolním mezním rozměrem?
- Odpověď doložte výpočtem dané hodnoty:
HMR = 30,560 mm
DMR = 30,525 mm

Odpověď



tolerance je rozdíl mezi
HMR a DMR

$$\text{HMR} - \text{DMR} = T$$

$$30,560 - 30,525 = 0,035$$

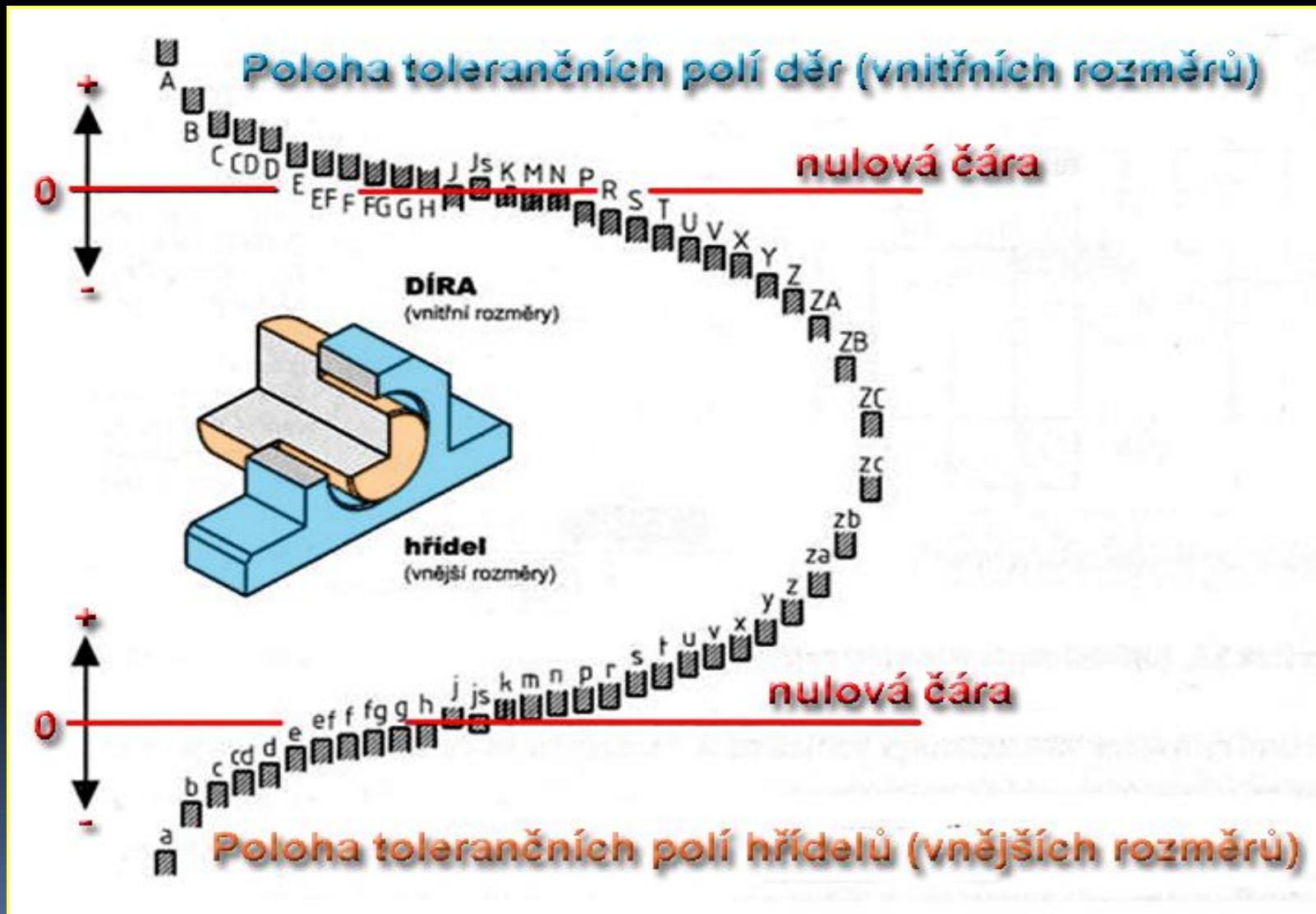
$$\underline{T = 0,035}$$



Toleranční pole

- plocha obdélníku, jehož vodorovné strany příslušejí
 - horní **ES** (**es**) a dolní **EI** (**ei**) mezní úchylce
 - výška udává velikost tolerance **T** (**t**)
(šířka obdélníku je volná)
- poloha tolerančního pole vzhledem k nulové čáře je přesně určena

Poloha tol. pole díry a hřídele



Toleranční stupeň

- udává velikost tolerančního pole pro daný rozměr
- soustava tolerancí a uložení ISO stanovuje **20 tolerančních stupňů**
- označení IT01, IT0, IT1, IT2...IT18
- běžné použití - toleranční stupně (IT1 až IT18)

Oblast použití jednotlivých tolerancí soustavy ISO

IT (01 až 6) výroba kalibrů a měřidel

IT(5 až 12) přesné a všeobecné strojírenství

IT(11 až 16) výroba polotovarů

IT(16 až 18) pro konstrukce

IT(11 až 18) stanovení mezních úchylek netolerovaných rozměrů

Uložení

- udává vzájemný vztah dvou strojních součástí
- rozlišujeme 3 základní typy uložení

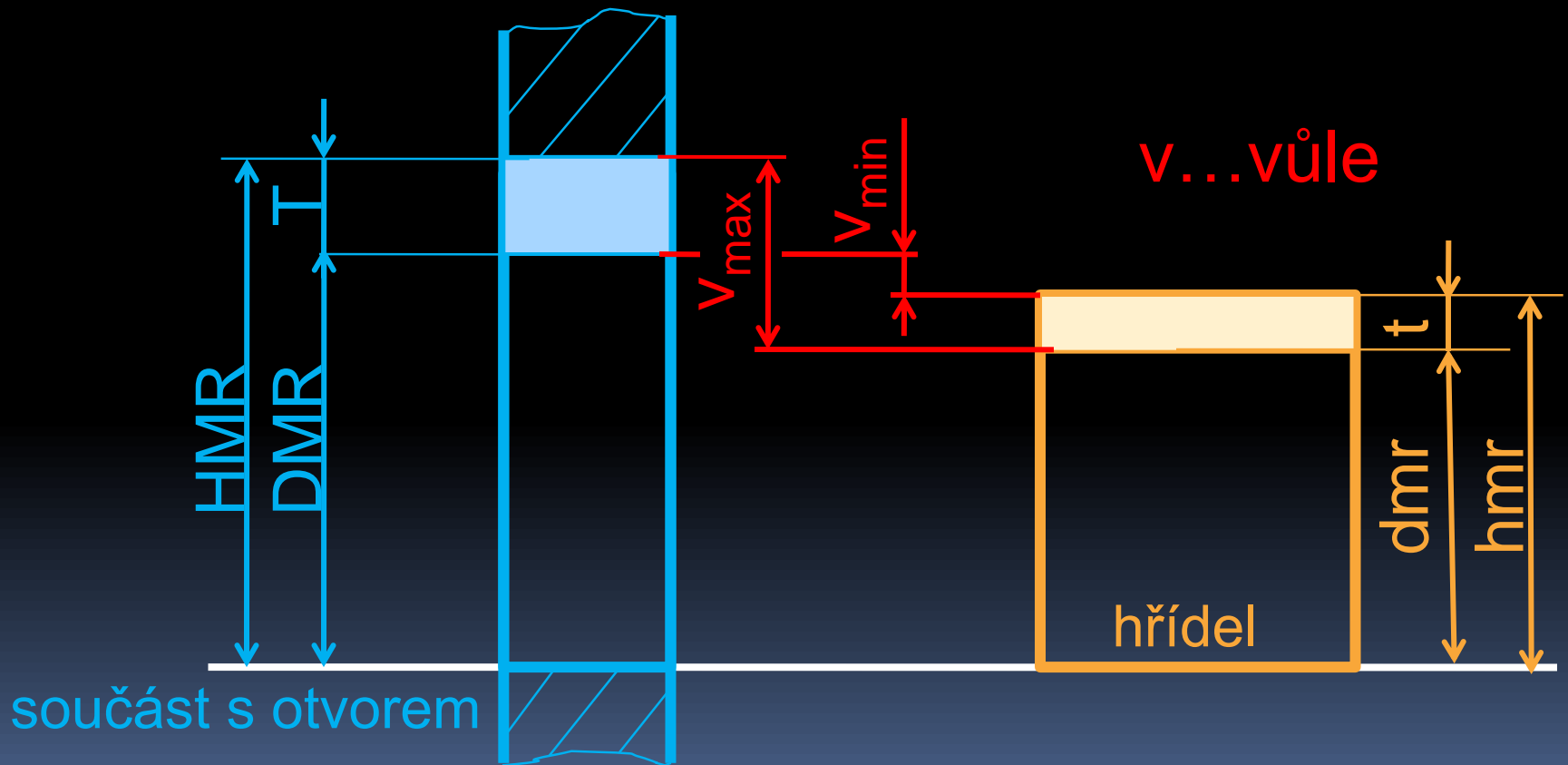
uložení s vůlí

uložení s přesahem

uložení přechodné

Uložení s vůlí

- uložení zajišťující vždy **vůli mezi dírou a hřídelem** po spojení

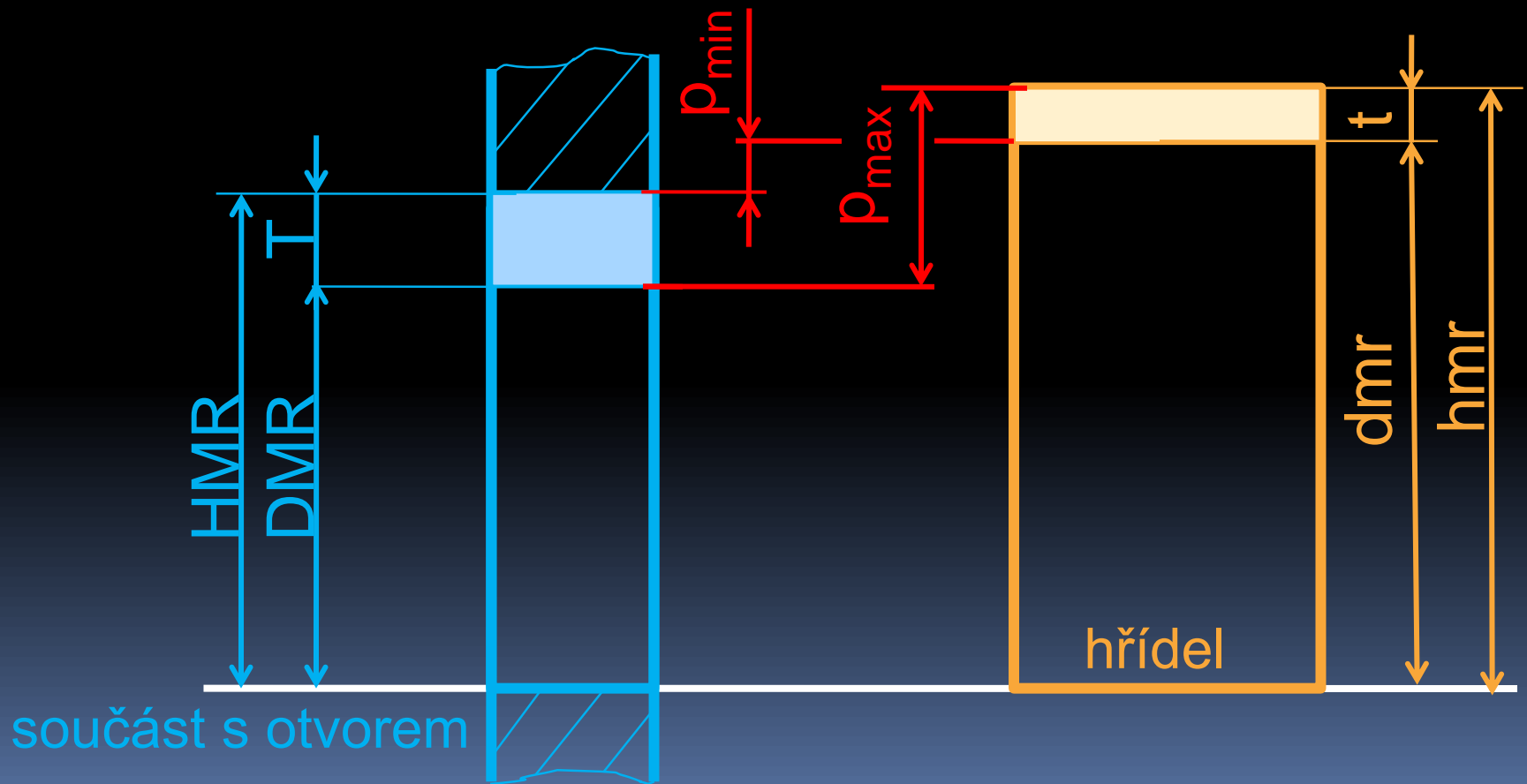


Výpočet vůle

- **vůle - v**
 - rozdíl mezi skutečným rozměrem díry a hřídelem, je-li hřídel menší než díra
- **vůle minimální - $v_{\min} = \text{DMR} - \text{hmr}$**
 - rozdíl mezi nejmenším rozměrem díry a největším rozměrem hřídele
- **vůle maximální - $v_{\max} = \text{HMR} - \text{dmr}$**
 - rozdíl mezi největším rozměrem díry a nejmenším rozměrem hřídele

Uložení s přesahem

- uložení zajišťující vždy **přesah mezi dírou a hřídelem** po spojení

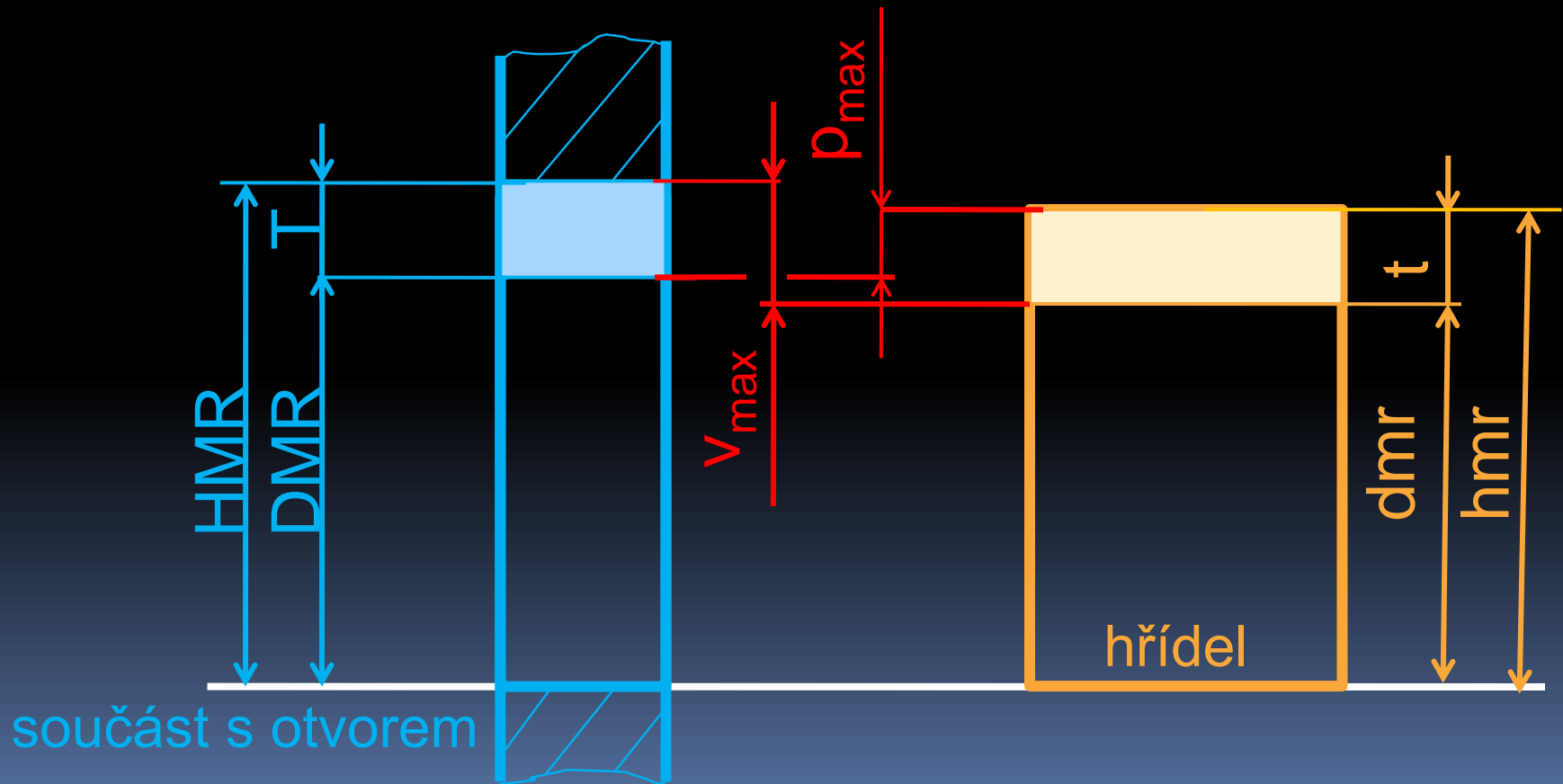


Uložení s přesahem

- **přesah - p**
 - rozdíl mezi skutečným rozměrem díry a hřídelem, je-li hřídel větší než díra
- **přesah minimální - $p_{\min} = d_{mr} - HMR$**
 - rozdíl mezi nejmenším rozměrem hřídele a největším rozměrem díry
- **přesah maximální - $p_{\max} = h_{mr} - DMR$**
 - rozdíl mezi největším rozměrem hřídele a nejmenším rozměrem díry

Uložení přechodné

- uložení zajišťující po spojení **mezi dírou a hřídelem přesah či vůli**

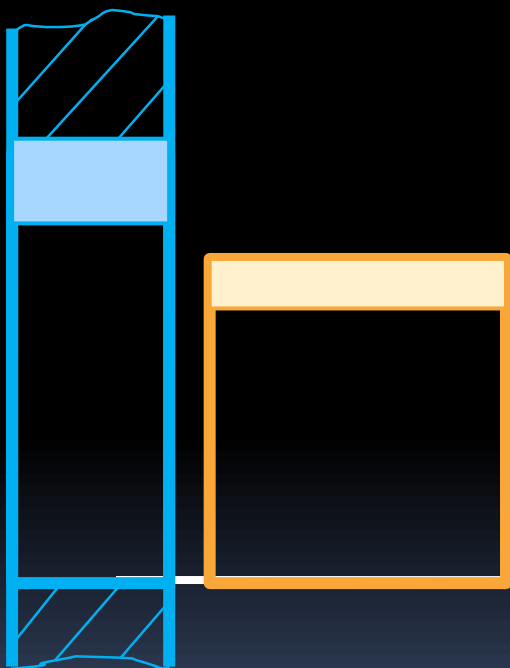


Uložení přechodné

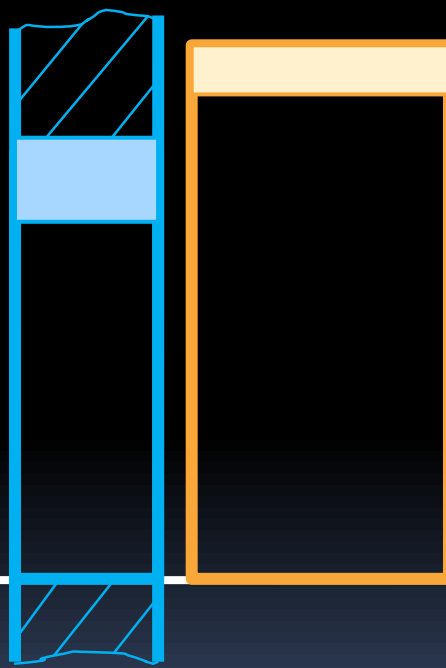
- ve spojení se může vyskytnout jak vůle, tak i přesah
- toleranční pole díry a hřídele se částečně, nebo úplně překrývají
- **přesah maximální** - $p_{\max} = h_{\text{mr}} - D_{\text{MR}}$
- rozdíl mezi největším rozměrem hřídele a nejmenším rozměrem díry
- **vůle maximální** - $v_{\max} = H_{\text{MR}} - d_{\text{mr}}$
- rozdíl mezi největším rozměrem díry a nejmenším rozměrem hřídele

Uložení

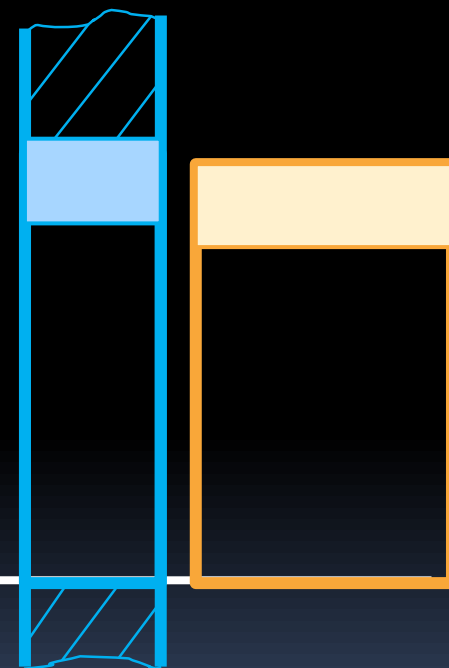
hybné



nehybné



přechodné



Otázka

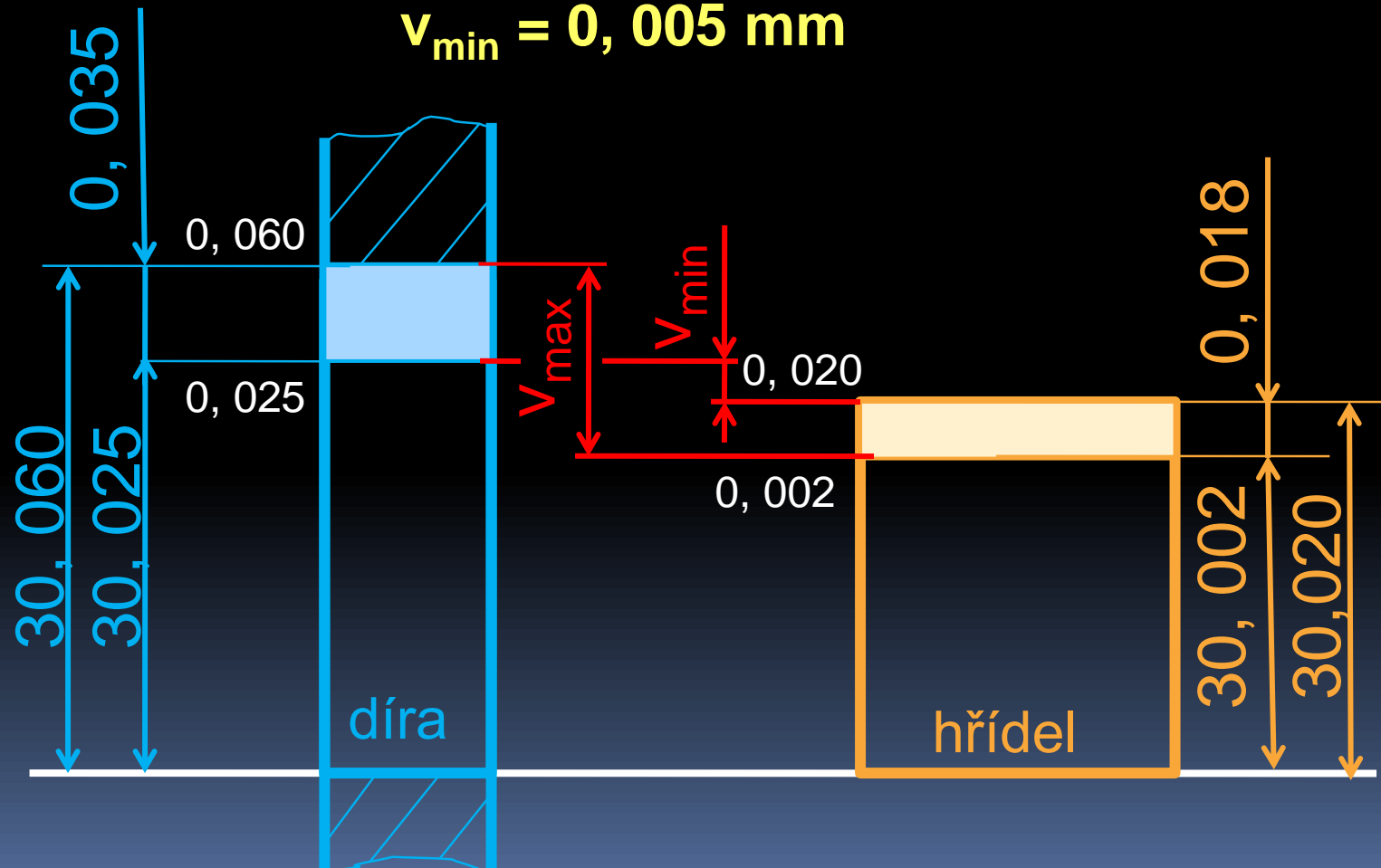
- zakreslete schéma uložení pro dané hodnoty:
 $JMR = 30 \text{ mm}$, $ES = 60 \text{ }\mu\text{m}$, $EI = 25 \text{ }\mu\text{m}$,
 $es = 20 \text{ }\mu\text{m}$, $ei = 2 \text{ }\mu\text{m}$
- určete druh uložení
- mezní rozměry a tolerance díry i hřídele
- vůle či přesahy

Odpoř' - schéma



$$V_{\max} = 0,058 \text{ mm}$$

$$V_{\min} = 0,005 \text{ mm}$$



Odpověď



- $HMR = JMR + ES = 30,000 + 0,060 = \underline{30,060}$
 $DMR = JMR + EI = 30,000 + 0,025 = \underline{30,025}$
 $T = HMR - DMR = 30,060 - 30,025 = \underline{0,035}$
- $hmr = jmr + es = 30,000 + 0,020 = \underline{30,020}$
 $dmr = jmr + ei = 30,000 + 0,002 = \underline{30,002}$
 $t = hmr - dmr = 30,020 - 30,002 = \underline{0,018}$
- $V_{\min} = DMR - hmr = 30,025 - 30,020 = \underline{0,005}$
- $V_{\max} = HMR - dmr = 30,060 - 30,002 = \underline{0,058}$
- uložení hybné (s vůlí), jednotky (mm)

Otázka

- provedte náčrt, rozbor a určete druh uložení z mezních rozměrů:
- hřídel $\varnothing 53,018$ a $\varnothing 52,988$
- díry $\varnothing 53,046$ a $\varnothing 53,000$

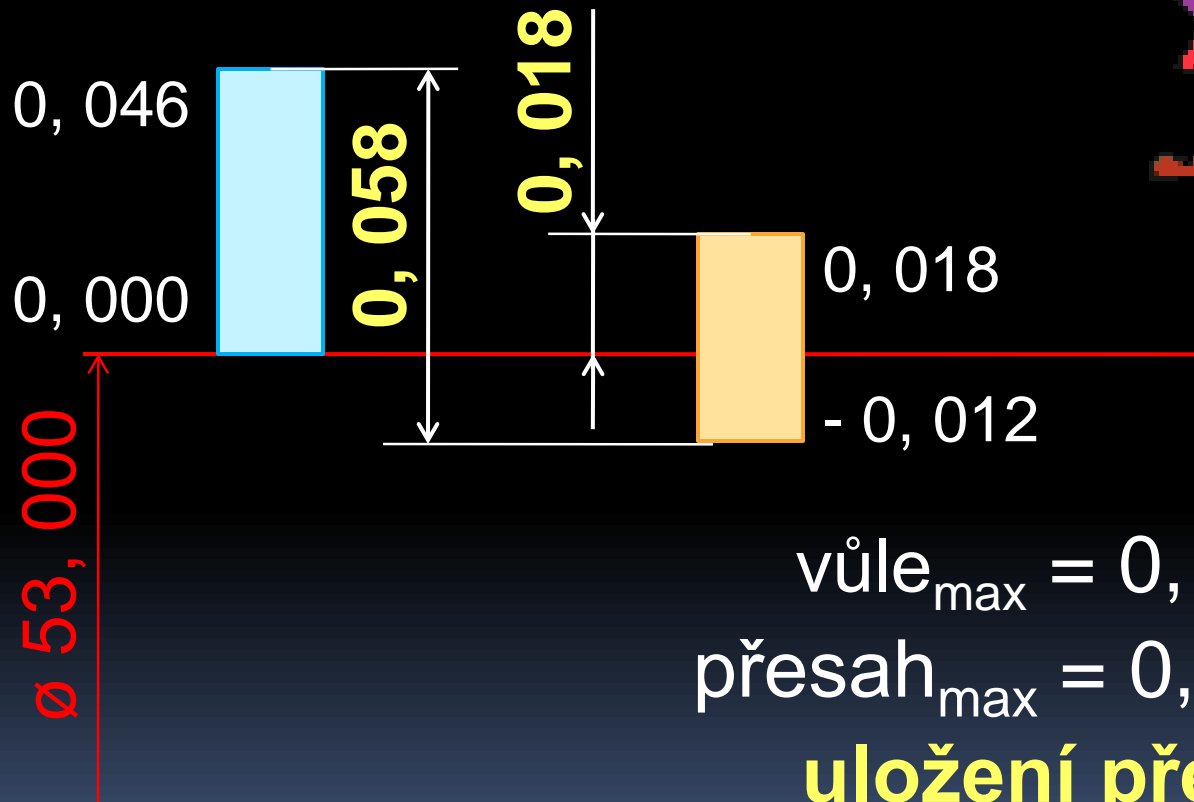
Rozbor



- $HMR = JMR + ES \Rightarrow ES = HMR - JMR$
 $ES = 53,046 - 53,000 = \underline{0,046}$
- $DMR = JMR + EI \Rightarrow EI = DMR - JMR$
 $EI = 53,000 - 53,000 = \underline{0,000}$
- **$T = HMR - DMR = 53,046 - 53,000 = \underline{0,046}$**
- $hmr = jmr + es \Rightarrow es = hmr - jmr$
 $es = 53,018 - 53,000 = \underline{0,018}$
- $dmr = jmr + ei \Rightarrow ei = dmr - jmr$
 $ei = 52,988 - 53,000 = -0,012$
- **$t = hmr - dmr = 53,018 - 52,988 = \underline{0,030}$**
- jednotky (mm)

Odpořed'

- zjednodušené schéma



$$v\u016fle_{\max} = 0,058 \text{ mm}$$

$$\text{p\u0159esah}_{\max} = 0,018 \text{ mm}$$

ulo\u017een\u00ed p\u0159echodn\u00e9

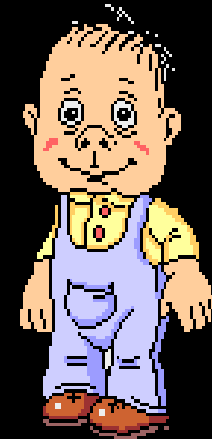
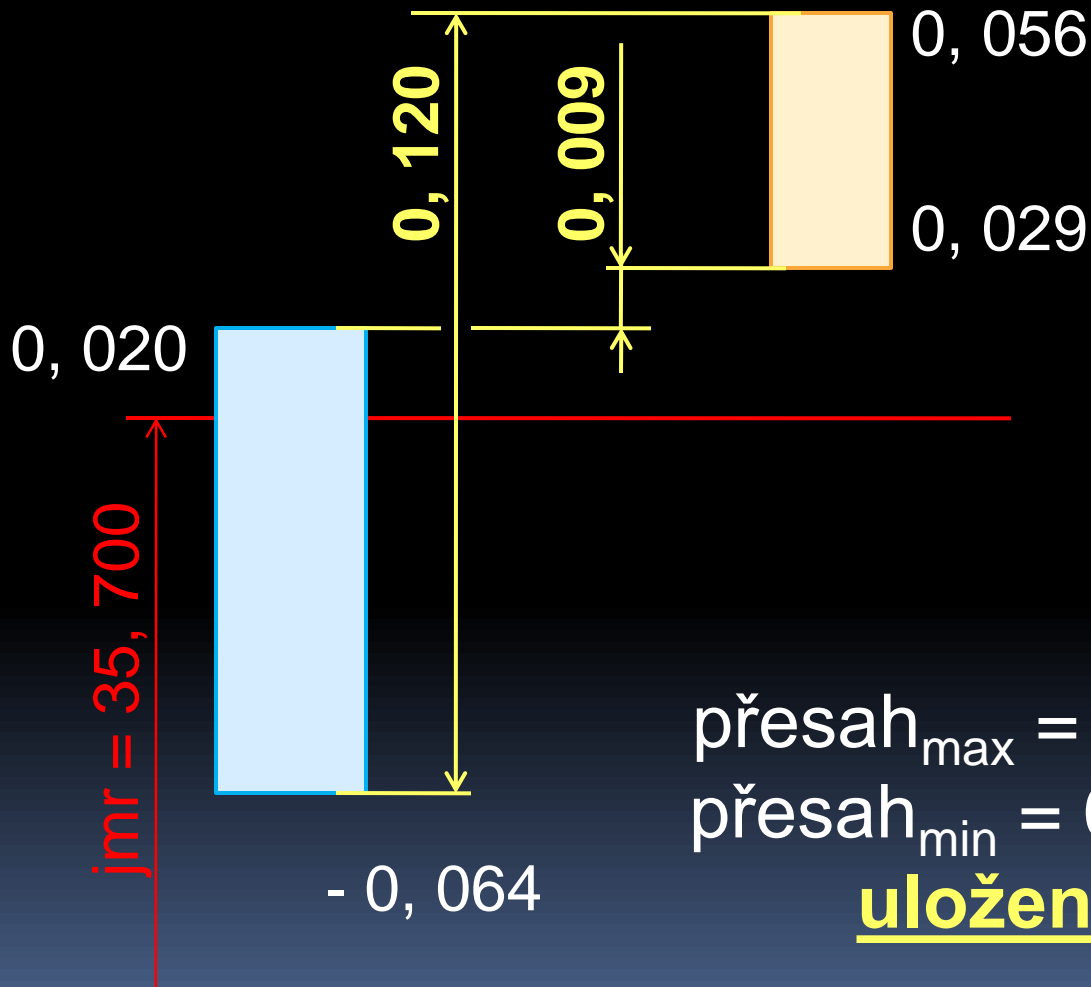
Otázka

- mezní rozměry hřídele
ø 35, 756 mm, ø 35, 729 mm
- mezní rozměry díry
ø 35, 720 mm, ø 35, 636 mm
- proved'te náčrt, rozbor a rozhodněte,
zda se jedná o uložení:
hybné, přechodné či nehybné

Rozbor

- $hmr = jmr + es \Rightarrow es = hmr - jmr$
 $es = 35,756 - 35,700 = \underline{0,056}$
- $dmr = jmr + ei \Rightarrow ei = dmr - jmr$
 $ei = 35,739 - 35,700 = \underline{0,039}$
- **$t = hmr - dmr = 35,756 - 35,739 = \underline{0,027}$**
- $HMR = JMR + ES \Rightarrow ES = HMR - JMR$
 $ES = 35,720 - 35,700 = \underline{0,020}$
- $DMR = JMR + EI \Rightarrow EI = DMR - JMR$
 $EI = 35,636 - 35,700 = \underline{-0,064}$
- **$T = HMR - DMR = 35,720 - 35,636 = \underline{0,084}$**
- jednotky (mm)

Odpověď'



$přesah_{max} = 0,120$ mm

$přesah_{min} = 0,009$ mm

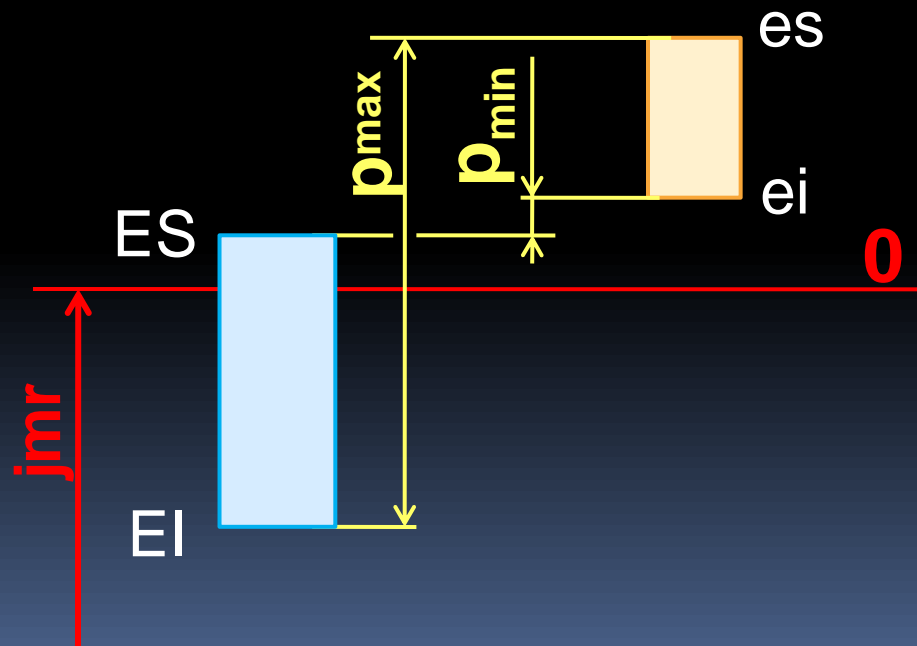
uložení nehybné

Pamatuj - čtení kót

- **∅135 H6** ...∅ = válcová díra
135 = jmenovitý rozměr (mm)
H = poloha tolerančního pole díry
(velké písmeno)
6 = stupeň přesnosti
- **∅135 m7** ..∅ = válcová hřídel
135 = jmenovitý rozměr (mm)
m = poloha tolerančního pole
hřídele (malé písmeno)
7 = stupeň přesnosti

Praktické zobrazení tolerančních polí

- obrazy tolerančních polí kresleny v relativních vzájemných proporcích a s relativním umístěním vůči nulové čáře



Stupně přesnosti

- relativní velikost tolerančních polí v závislosti na stupni přesnosti **IT**



Příklad

- vyhledejte v tabulce číselných hodnot tolerancí správné úchytky a doplňte mezní rozměry
- $\varnothing 32 H9$
- $\varnothing 32 H3$
- $\varnothing 32 H15$
- $\varnothing 32 H11$
- $\varnothing 32 H8$
- $\varnothing 32 H5$

Řešení



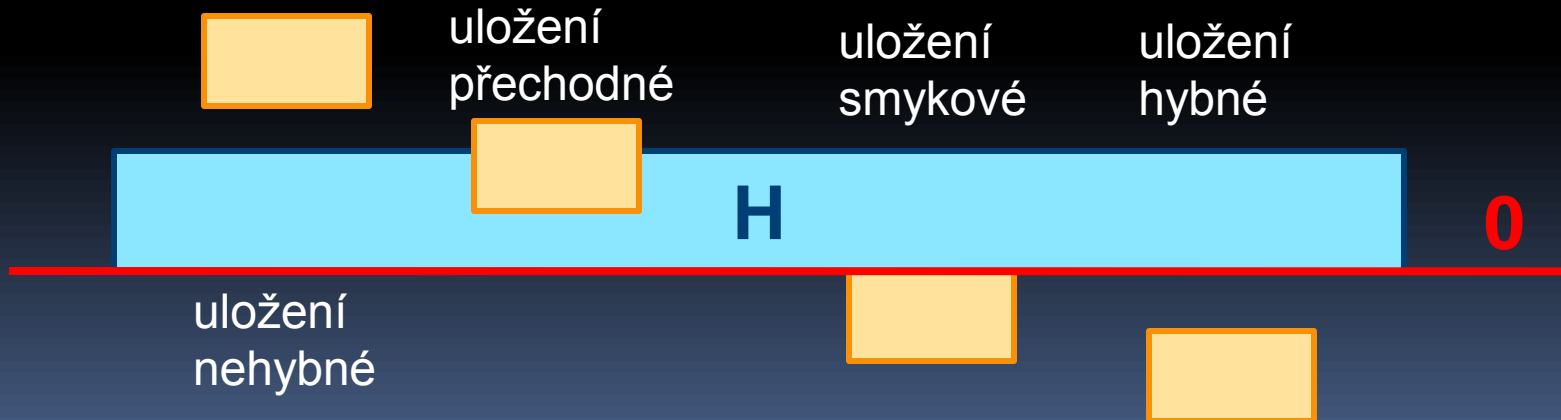
tolerovaný rozměr	horní mezní rozměr dolní mezní rozměr
∅ 32 H9	∅ 32, 062 ∅ 32, 000
∅ 32 H3	∅ 32, 004 ∅ 32, 000
∅ 32 H15	∅ 33, 000 ∅ 32, 000
∅ 32 H11	∅ 32, 160 ∅ 32, 000
∅ 32 H8	∅ 32, 039 ∅ 32, 000
∅ 32 H5	∅ 32, 011 ∅ 32, 000

Lícovací soustavy

- obvykle se používají dvě soustavy
 1. soustava jednotné díry
 2. soustava jednotného hřídele
- v praxi nejčastěji **soustava jednotné díry**
 - zhotovení přesných hřídelů je výrobně snažší než zhotovení děr

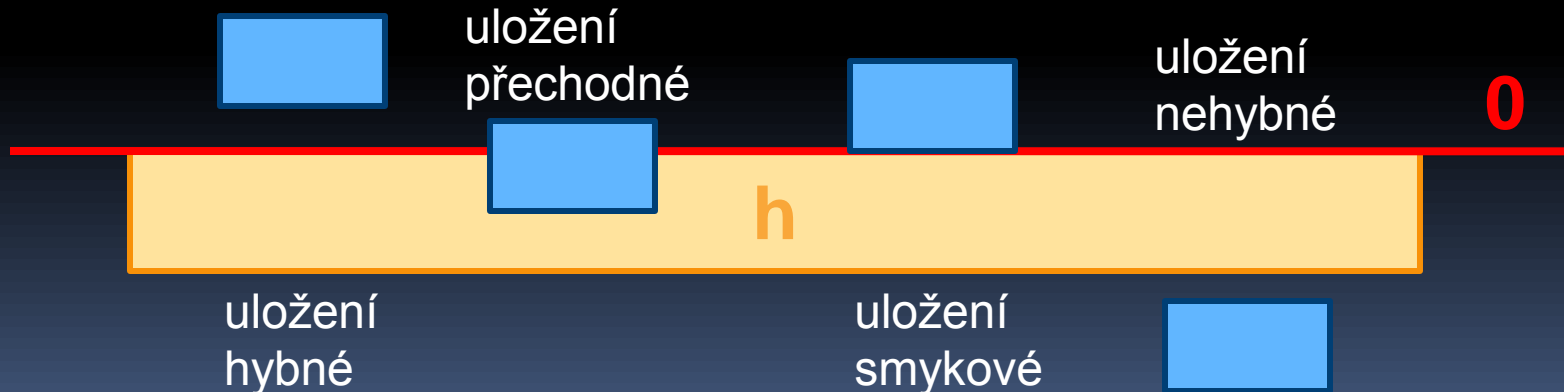
Soustava jednotné díry

- vždy volena poloha tolerančního pole díry **H** (základní úchylka **EI = 0**)
- k danému tolerančnímu poli díry **H** přiřazena různá toleranční pole hřídelů
- možná **uložení s vůlí, přesahem i přechodná**



Soustava jednotného hřídele

- vždy volena poloha tolerančního pole hřídele **h** (základní úchylnka **es = 0**)
- k danému tolerančnímu poli hřídele **h** přiřazena různá toleranční pole děr
- možná **uložení s vůlí, přesahem i přechodná**



Příklad

- stanovte soustavu jednotného hřídele či díry dle daného zadání
- $\varnothing 40$ H7/k6, $\varnothing 25$ F8/h7, $\varnothing 32$ G6/h8
- $\varnothing 56$ H9/m10, $\varnothing 110$ E5/h6, $\varnothing 24$ H6/p6

Řešení

- **soustava jednotné díry**
 - $\emptyset 40$ H7/k6, $\emptyset 56$ H9/m10, $\emptyset 24$ H6/p6
- **soustava jednotného hřídele**
 - $\emptyset 25$ F8/h7, $\emptyset 32$ G6/h8, $\emptyset 110$ E5/h6



Příklad

- **určování hodnot ze Strojnických tabulek**
- pro tolerované hodnoty stanovte
 - a) úchytky
 - b) mezní rozměry
 - c) velikost tolerance
- **$\varnothing 110 f7$, $\varnothing 28 H5$, $\varnothing 56 m6$, $\varnothing 12 H7$,
 $\varnothing 42 k6$, $\varnothing 24 e8$, $\varnothing 8 H6$, $\varnothing 9 h8$**

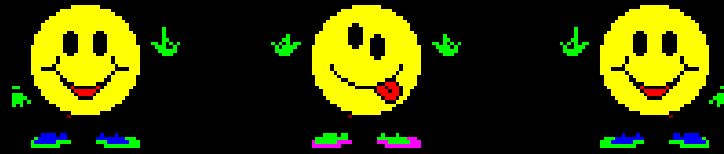
tolerovaný rozměr	úchytky (mm) ES, EI, es, ei	mezní rozměry (mm)	tolerance (mm)
∅ 110 f7	- 0, 036 - 0, 071	109, 964 109, 929	0, 035
∅ 28 H5	+ 0, 009 0, 000	28, 009 28, 000	0, 009
∅ 56 m6	+ 0, 030 + 0, 011	56, 030 56, 011	0, 019
∅ 12 H7	+ 0, 018 0, 000	12, 018 12, 000	0, 018
∅ 42 k6	+ 0, 018 + 0, 002	42, 018 42, 002	0, 016
∅ 24 e8	- 0, 040 - 0, 073	23 ,960 23, 927	0, 033
∅ 8 H6	+ 0, 009 0, 000	8, 009 8, 000	0, 009
∅ 9 h8	0, 000 - 0, 022	9, 000 8, 978	0, 022



Příklad

- stanovte pro dané uložení **ø 32 H7/n6**
 - 1) jmenovitý rozměr
 - 2) úchylky ES, EI, es, ei (mm)
 - 3) mezní rozměry
 - 4) velikost tolerance
 - 5) schéma tolerančních polí
 - 6) vzájemný vztah díry a hřídele
 - 7) druh uložení

Řešení



1) jmenovitý rozměr **JMR = \varnothing 32 mm**

2) úchytky

ES = + 0, 025 mm; EI = 0, 000

es = + 0, 033 mm; ei = + 0, 017mm

3) mezní rozměry

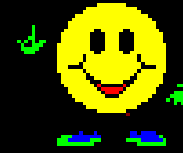
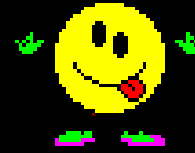
HMR = 32, 025 mm; DMR = 32, 000 mm

hmr = 32, 033 mm; dmr = 32, 017 mm

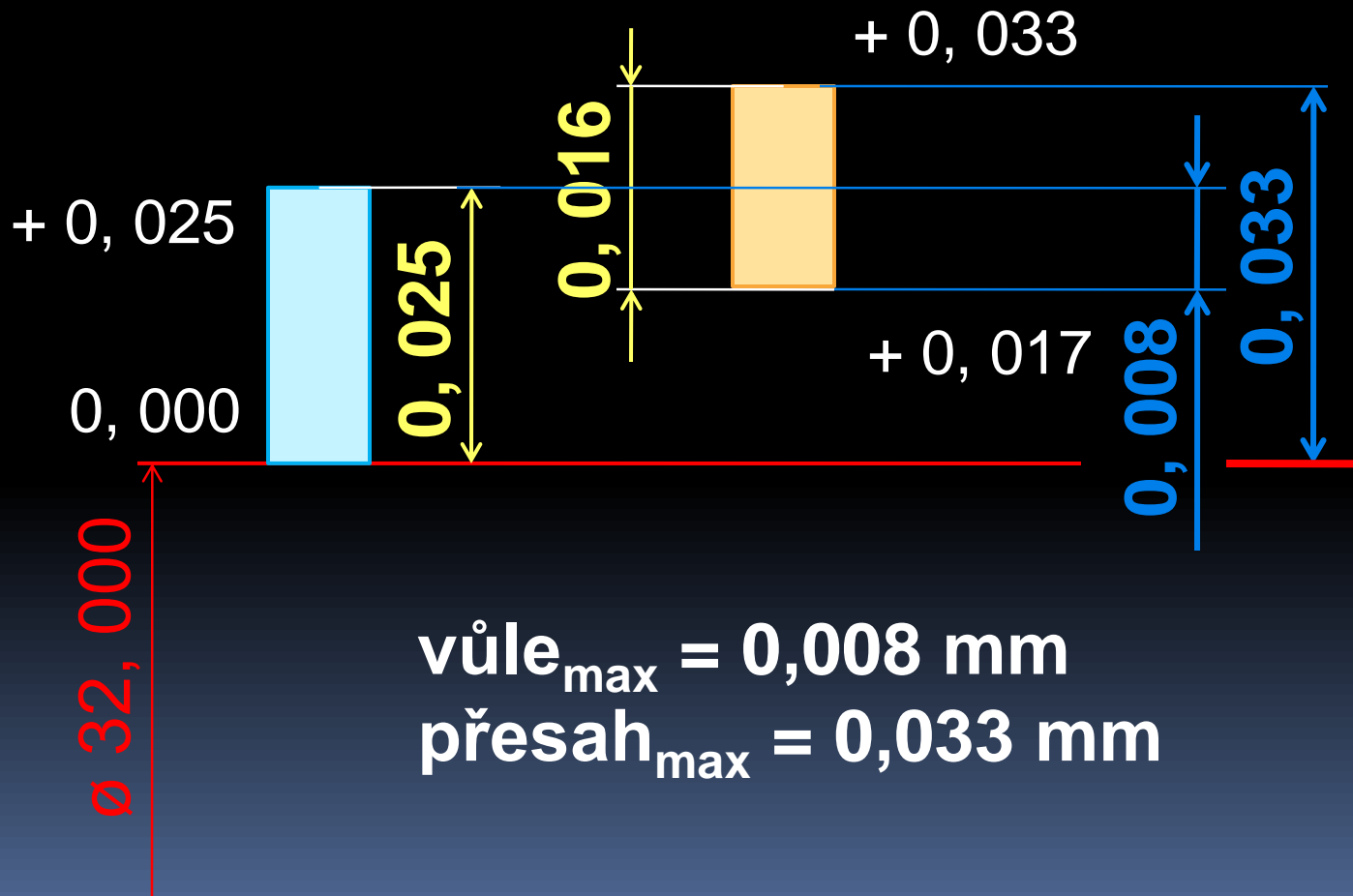
4) velikost tolerance

T = 0, 025 mm; t = 0, 016 mm

Řešení



5) schéma tolerančních polí



Řešení

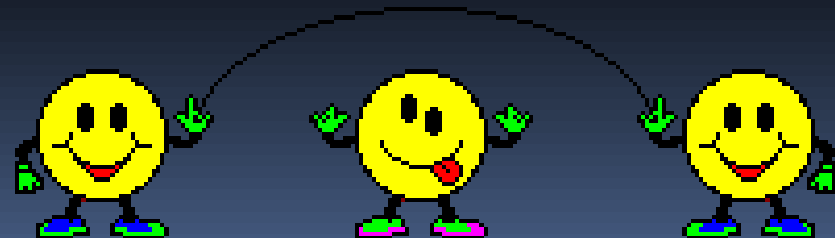
6) vzájemný vztah díry a hřídele

$$v\u016fle_{\max} = 0,008 \text{ mm}$$

$$\text{p\u0159esah}_{\max} = 0,033 \text{ mm}$$

7) druh uložení

uložení p\u0159echodn\u00e9



Zdroje

- javvi.webzdarma.cz
- Úvod do lícování - V. Dolejš
- www.mitcalc.com