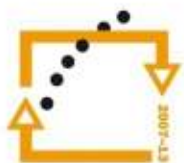




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1**

**Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT**

**Název: Převody a mechanismy**

**Téma: Čelní soukolí se šikmými zuby**

**Autor: Ing. Magdalena Svobodová**

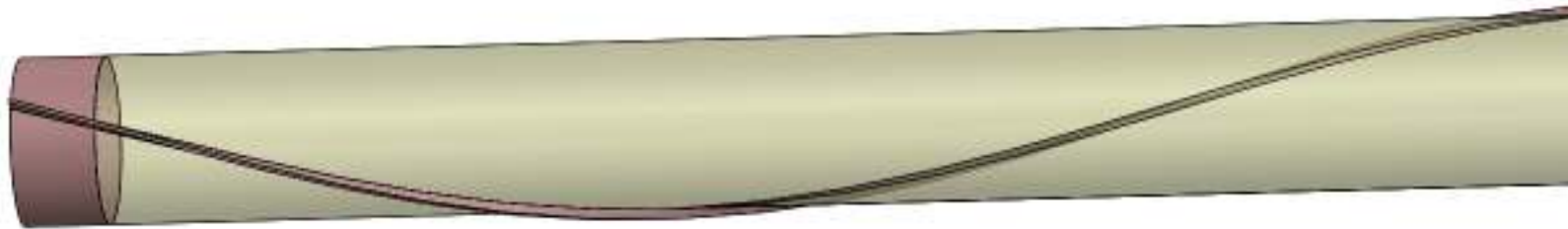
**Číslo: VY\_32\_INOVACE\_15 – 03**

**Anotace:** *Výhody a nevýhody soukolí se šikmými zuby. Boční křivka zubu čelního kola se šikmými zuby. Určení rozměrů nekorigovaných soukolí. Počet zubů porovnávacího kola a určení minimálního počtu zubů. DUM je určen pro studenty třetího ročníku strojírenských oborů. Vytvořeno: červenec 2013*

# Základní pojmy

---

Čelní ozubená soukolí se šikmými zuby slouží, stejně jako ozubená soukolí s přímými zuby, pro přenos kroutícího momentu mezi rovnoběžnými hřídeli. Plocha boku zubu je u těchto kol tvořena přímkovou evolventní šroubovou plochou. Ve skutečnosti se tedy jedná o kola se šroubovitými zuby. Dvě spoluzabírající kola musí mít opačný smysl stoupání šroubovice, ale stejný úhel sklonu zubů.



Boční křivka zubu čelního kola se šikmými zuby.

Čelní kolo se šikmými zuby se odvaluje na hřebenu se šikmými zuby s rovinnými boky. Normálový řez tímto hřebenem je totožný s normalizovaným základním profilem u přímých zubů. Proto se ozubená kola se šikmými zuby mohou vyrábět stejnými nástroji jako čelní kola s přímými zuby. Břit nástroje je nutné nastavit do normálové roviny.

# Výhody a nevýhody čelního soukolí se šikmými zuby

---

## Výhody:

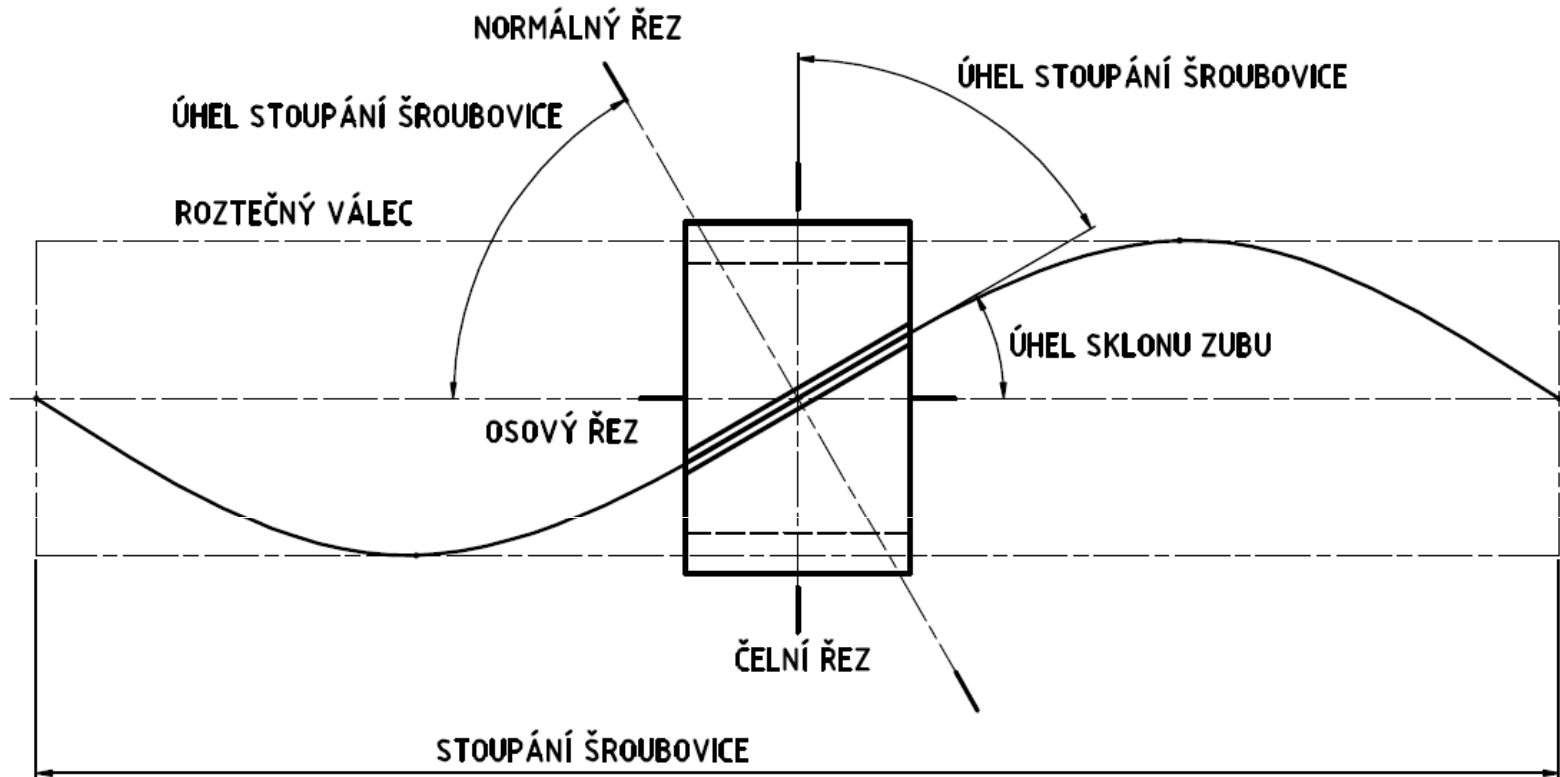
- ▶ Záběr je pozvolný a postupuje plynule po celé délce zubu.
- ▶ Čelní soukolí se šikmými zuby mají klidnější a tišší chod i při vyšších rychlostech.
- ▶ Soukolí se šikmými zuby může přenášet větší výkony, má vyšší hodnotu součinitele záběru (větší počet párů zubů v záběru) a tím dochází k rozložení zatížení.
- ▶ Podřezání nastává při menším počtu zubů.
- ▶ Zatížení zubů je rovnoměrnější.
- ▶ Trvání záběru evolventy může být menší, proto lze použít i menší počet zubů.

## Nevýhody:

- ▶ U čelních kol se šikmými zuby vznikají axiální síly, které namáhají ložiska. Axiální síly se zvyšují s rostoucím úhlem sklonu zubů.

# Geometrie bočních ploch zubu

Hlavní část boční plochy zubu tvoří evolventní šroubová plocha (mimo přechodové části). Boční křivka zubu je tedy šroubovice, která má úhel stoupání  $\gamma$ . Úhel stoupání šroubovice je doplněk úhlu sklonu zubu  $\beta$ .



Závislost úhlu stoupání šroubovice a úhlu sklonu zubů.

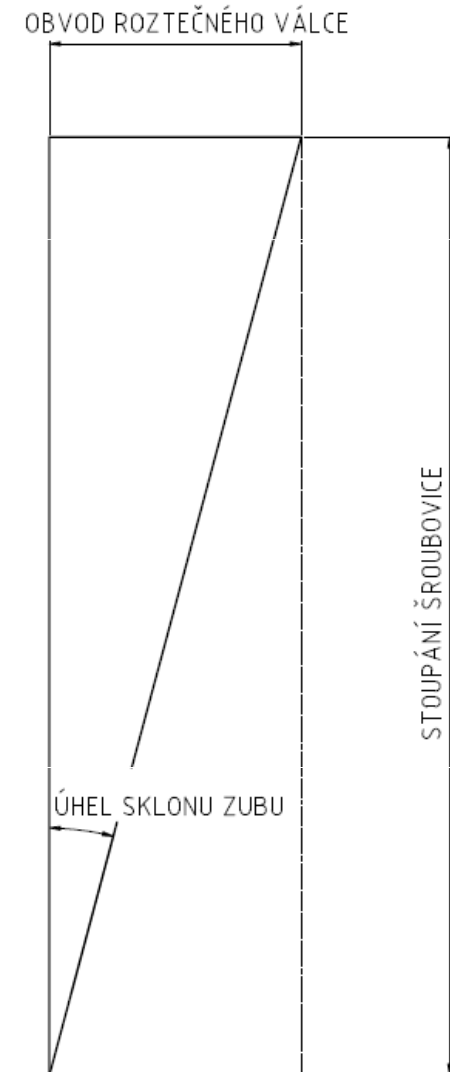
# Geometrie bočních ploch zubu

Pro úhel sklonu zubu platí tedy následující vztah:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\pi \cdot D}{s}$$

D      průměr roztečné kružnice kola  
s      stoupání šroubovice  
β      úhel sklonu zubů

Úhel sklonu zubů β se volí převážně v rozmezí 8° až 20°.



Závislost stoupání šroubovice a úhlu sklonu zubů.

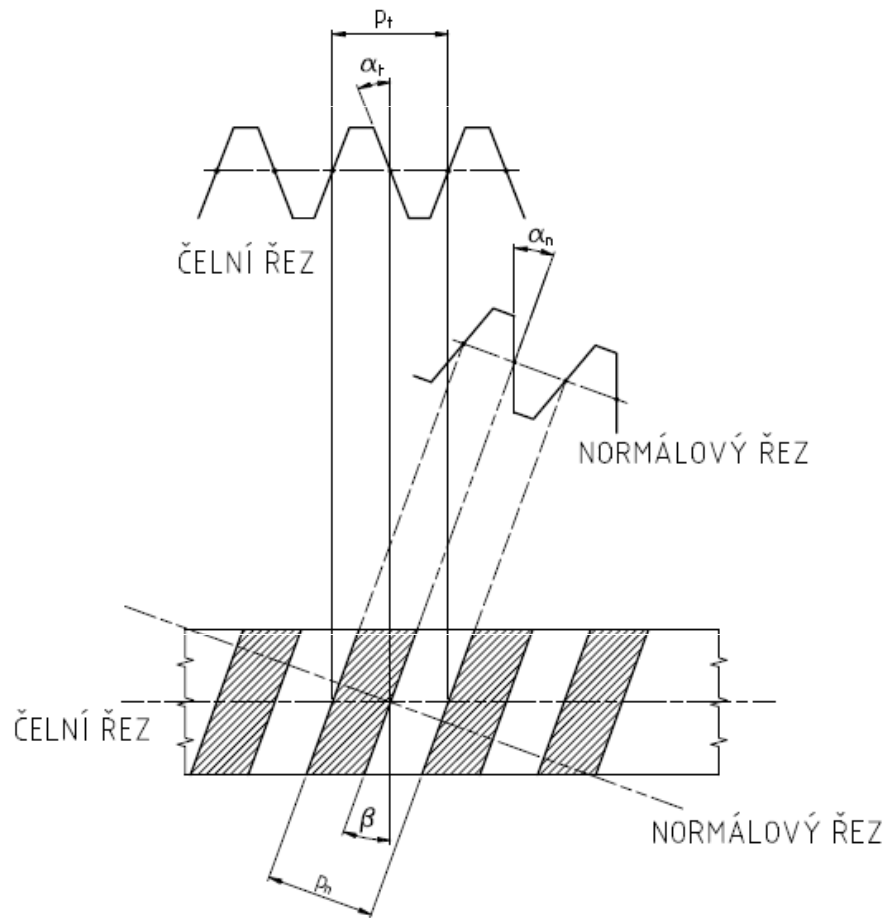
# Rozměry a geometrie ozubení

## Rozměry ozubení:

▶ Modul nástroje	$m = m_n$	$a = \frac{z_1 + z_2}{2 \cdot \cos\beta} \cdot m_n$	
▶ Úhel záběru nástroje	$\alpha = \alpha_n = 20^\circ$		
▶ Roztečná vzdálenost os	$a$	$m_t = \frac{m_n}{\cos\beta}$	
▶ Čelní modul	$m_t$		
▶ Úhel záběru v čelním řezu	$\alpha_t$	$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha_n}{\cos\beta}$	$D = m_t \cdot z$
▶ Průměr roztečné kružnice	$D$		$D_a = D + 2 \cdot h_a$
▶ Průměr hlavové kružnice	$D_a$		$D_f = D - 2 \cdot h_f$
▶ Průměr patní kružnice	$D_f$		
▶ Normální rozteč	$p_n$	$p_n = m_n \cdot \pi$	
▶ Čelní rozteč	$p_t$	$p_t = m_t \cdot \pi$	
▶ Průměr základní kružnice	$D_b$	$D_b = D \cdot \cos\alpha_t$	
▶ Výška hlavy zubu	$h_a$	$h_a = m_n$	
▶ Výška paty zubu	$h_f$	$h_f = m_n + c_a = 1,25 \cdot m_n$	
▶ Výška zubu	$h$	$h = h_a + h_f$	

# Geometrie hřebenu s šikmými zuby

U šikmého ozubení platí následující vztahy:



$$p_n = p_t \cdot \cos\beta \quad p_t > p_n$$

$$m_n = m_t \cdot \cos\beta \quad m_t > m_n$$

$$\operatorname{tga}_n = \cos\beta \cdot \operatorname{tga}_t \quad \alpha_t > \alpha_n$$

Ozubený hřeben s šikmými zuby.

# Porovnávací (virtuální) kolo, minimální počet zubů

Porovnávací kolo je pomyslné ozubené kolo s přímými zuby, které má evolventní profil zubu téměř stejný jako je profil šikmého zubu v normálním řezu.

Počet zubů porovnávacího kola je dán vztahem: 
$$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$$

Při malém počtu zubů u kola se šikmými zuby, může stejně jako u čelního kola s přímými zuby dojít k podřezání zubů. Minimální počet zubů skutečného kola se šikmým ozubením lze určit pomocí minimálního počtu zubů porovnávacího kola.

$$z_{\min} = z_{v\min} \cdot \cos^3 \beta \quad z_{v\min} = \frac{2}{\sin^2 \alpha_n}$$

Minimální počet zubů závisí jak na úhlu sklonu zubu  $\beta$ , tak i na úhlu záběru  $\alpha_n$ . Pro nejčastěji používaný úhel záběru  $\alpha_n = 20^\circ$  je minimální počet zubů.

$$z_{\min} = 17 \cdot \cos^3 \beta$$



# Kontrolní otázky

---

- ▶ Vypočítejte minimální počet zubů pro čelní ozubené kolo s šikmým ozubením s normálním úlem záběru  $\alpha_n = 20^\circ$  a úhel sklonu zubu  $\beta$  10, 15, 20 a 25°.
- ▶ K čemu slouží u šikmého ozubení porovnávací kolo?
- ▶ Podle jakého vztahu určíme počet zubů porovnávacího kola?
- ▶ Jaké základní vztahy platí mezi roztečí a úhlem záběru v normálním a čelním řezu?
- ▶ Jak vypočítáte stoupání šroubovice pro šikmé ozubení? Vztah doplňte obrázkem.

# Použitá literatura

---

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů II: Převody*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1978. L13-C2-V-33f/25560.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTIAM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6