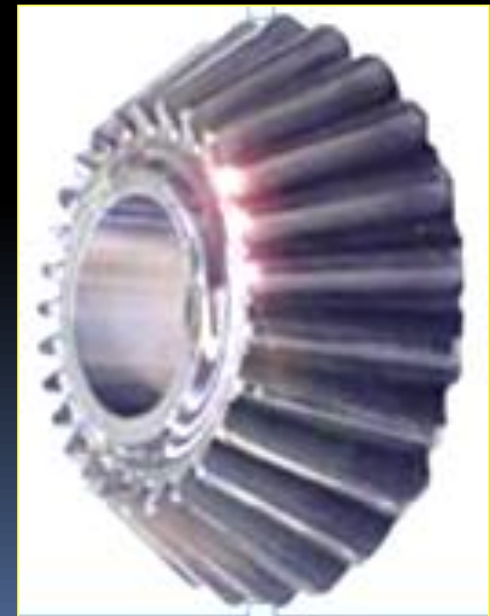


Poznámka: tyto materiály slouží pouze pro opakování STT žáků SPŠ Na Třebešíně, Praha 10; s platností do r. 2016 v návaznosti na platnost norem. Zákaz šíření a modifikace těchto materiálů. Děkuji Ing. D. Kavková

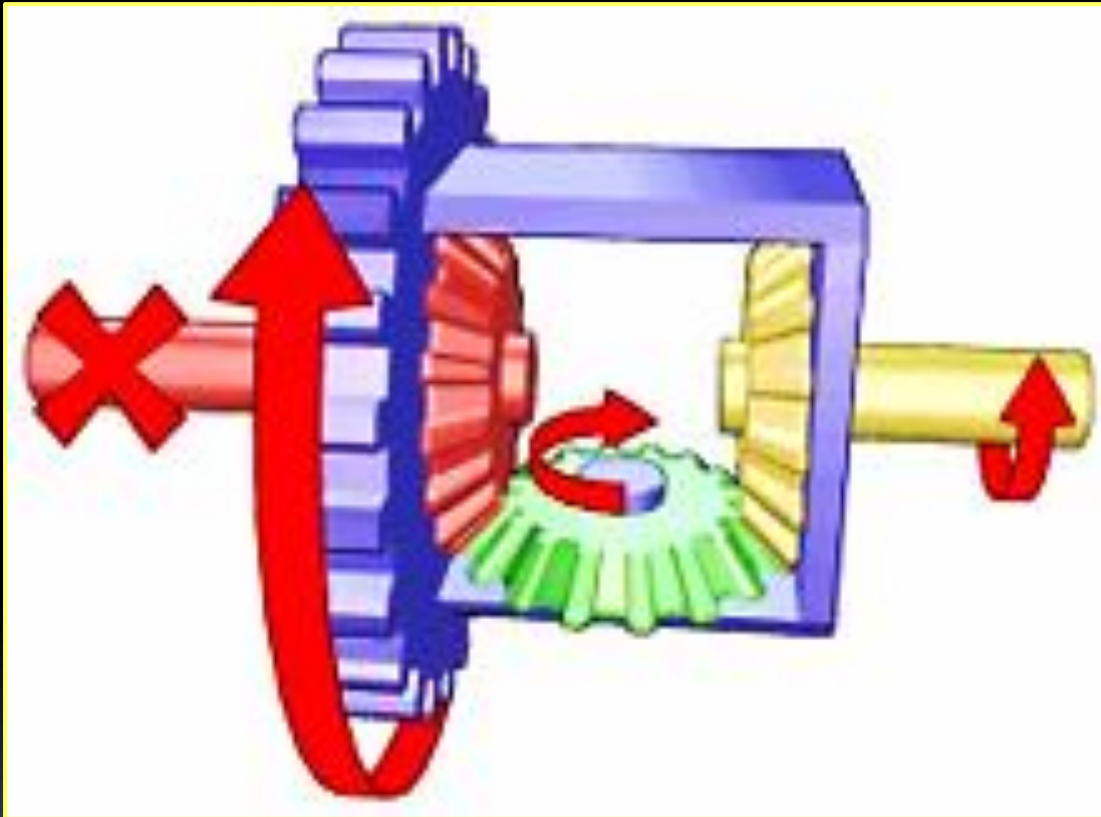
OZUBENÁ KUŽELOVÁ KOLA

Kuželová kola

- **použití**
 - pro spojení různoběžných hřídelí
 - pro přenos a změnu točivého momentu
 - k vytvoření kinematické a silové vazby
- **úhel** mezi osami kuželových kol libovolný
 - v praxi se většinou užívá dělení na 60° , 90° a 120°
- **zuby** kola jsou umístěny na kuželu
- **výroba**
 - ovlivněna tvarem zubu
 - specializované stroje a nástroje



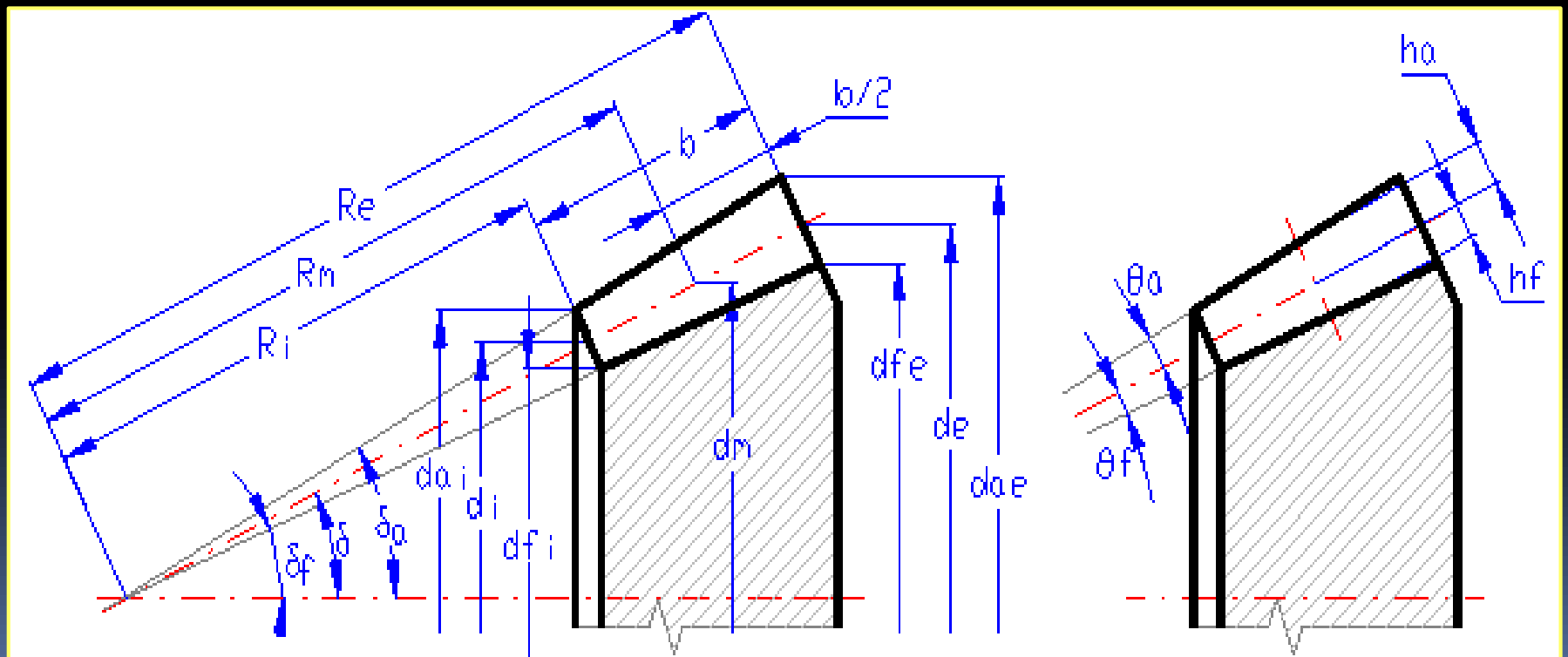
Popis



- **modrá**
 - talířové kolo a klec satelitů
- **zelená**
 - satelitní kolo
- **červená**
 - levá výstupní hřídel
- **žlutá**
 - pravá výstupní hřídel

Základní rozměry ozubení

- geometrii soukolí tvoří dvojice komolých kuželů (patní a hlavový), mezi nimi kužel roztečný - značení rozměrů dle ISO

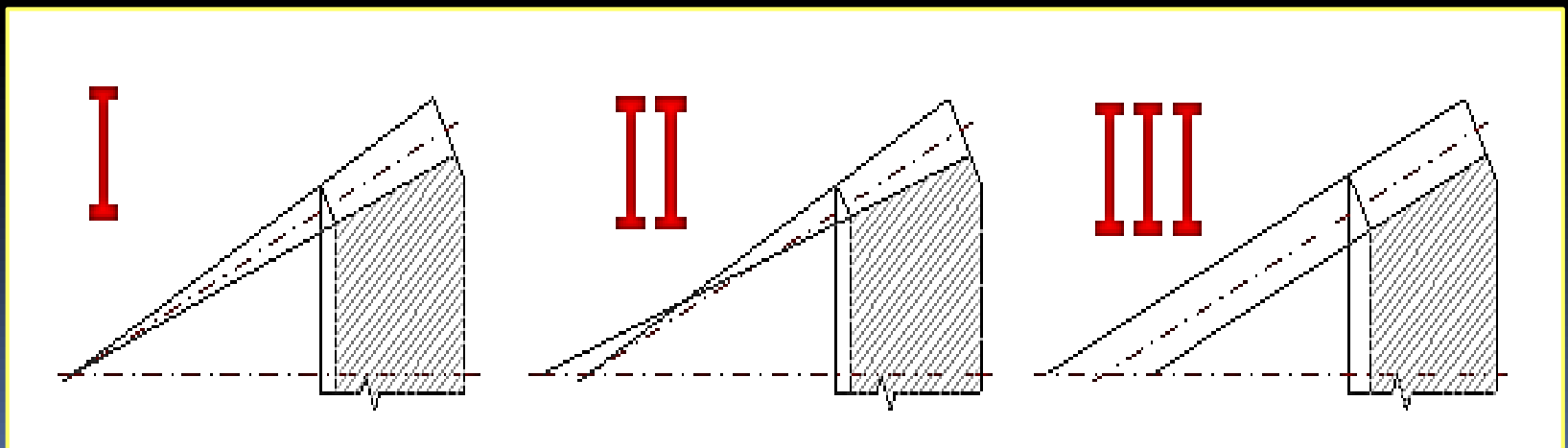


Rozdělení podle polohy patního a hlavového kužele

typ I - hlavová a patní kuželová plocha mají společný vrchol

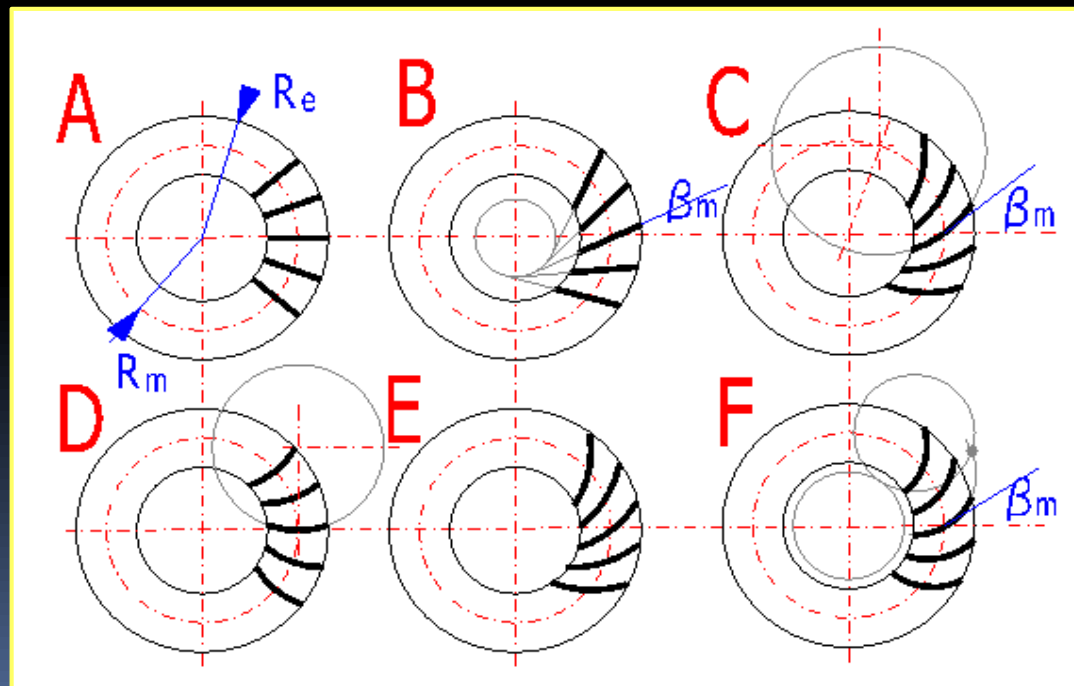
typ II - vrchol patního kužele je posunut tak, aby šířka zubové mezery byla konstantní

typ III - konstantní výška zubů, površky všech kuželů jsou rovnoběžné



Rozdělení kol podle tvaru řídicí křivky zubu

A - přímé zuby, B - šikmé zuby, C - kruhové zuby, D - kruhové zuby ("Zerol")
E - paloidní zuby, F - eloidní zuby

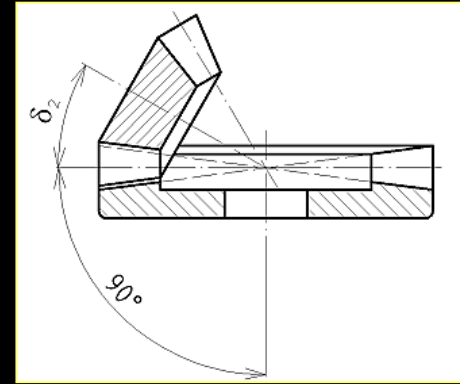
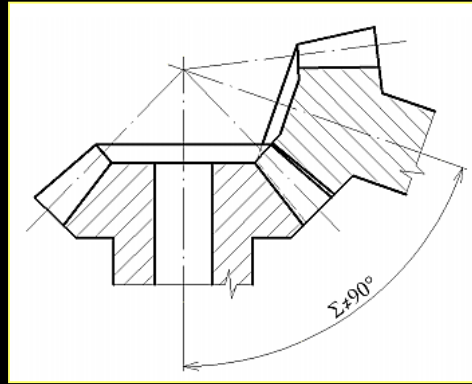
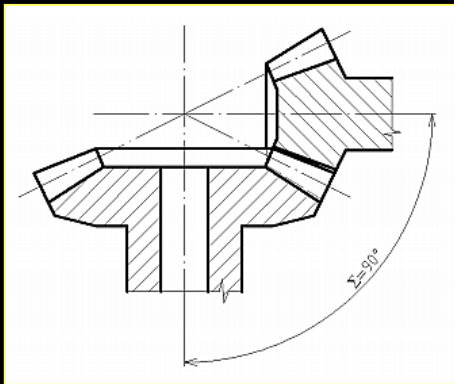


Tabulka rozdělení kuželového ozubení

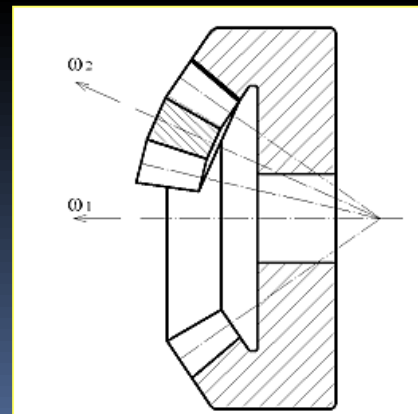
Řídící přímka	Název	Výška zubu	Rozměry, poznámky
1. Radiální přímka	přímé ozubení	proměnlivá	m_{et} -normalizovaný, $a=20^\circ, 15^\circ, 14.5^\circ, 17.5^\circ$, $b=b_m=0^\circ$ Méně náročné převody, vyšší hlučnost, nižší obvodové rychlosti $v=2-3$ m/sec (6- 10ft/sec).
2. Šikmá přímka	šikmé ozubení	proměnlivá	m_{et} -normalizovaný, $a=20^\circ, 15^\circ, 14.5^\circ, 17.5^\circ$, $b=b_m=20^\circ-40^\circ$ (po 5°) Vyšší obvodové rychlosti, tišší chod, vyšší zatížení, vyšší trvanlivost, menší citlivost na nepřesnosti a deformace, dosažení vyššího převodového poměru $i < 10$
3. Kruhový oblouk	Gleason (USA)	proměnlivá; hlavové, roztečné a patní kužele nemají společný vrchol	m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=20^\circ, 17.5^\circ, 14.5^\circ$, $b_m=30^\circ-45^\circ$ (nejčastěji 35°)
	Gleason-Zerol (USA)		m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=20^\circ, 17.5^\circ, 14.5^\circ$, $b_m=0^\circ$
	Modul-Kurvex (Německo)	konstantní	m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=20^\circ, 17.5^\circ, 14.5^\circ$, $b_m=25^\circ-45^\circ$
4. Evolventa (paloida)	paloidní ozubení Klingelberg (Německo)	konstantní	m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=20^\circ$, $17.5^\circ, b_m=30^\circ-38^\circ$
5. Epicikloid a	eloidní ozubení Oerlikon-Spiromatic	konstantní	m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=17.5^\circ, b_m=30^\circ-50^\circ$
	cyklopaloidní ozubení Klingelberg (Něm.)	konstantní	m_{mn} -normalizovaný, $a_{mn}=20^\circ, 17.5^\circ, b_m=0^\circ-$ 45°

Rozdělení kuželových soukolí

- podle vzájemné polohy os hřídelí
- vnější ozubení

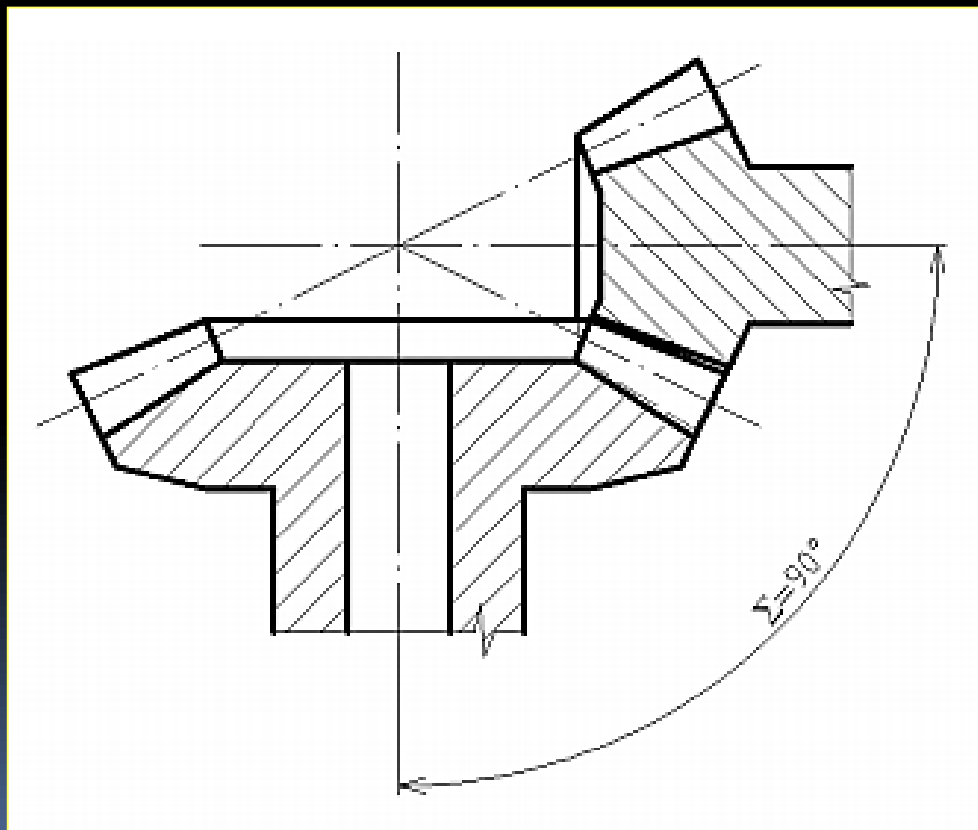


- vnitřní ozubení



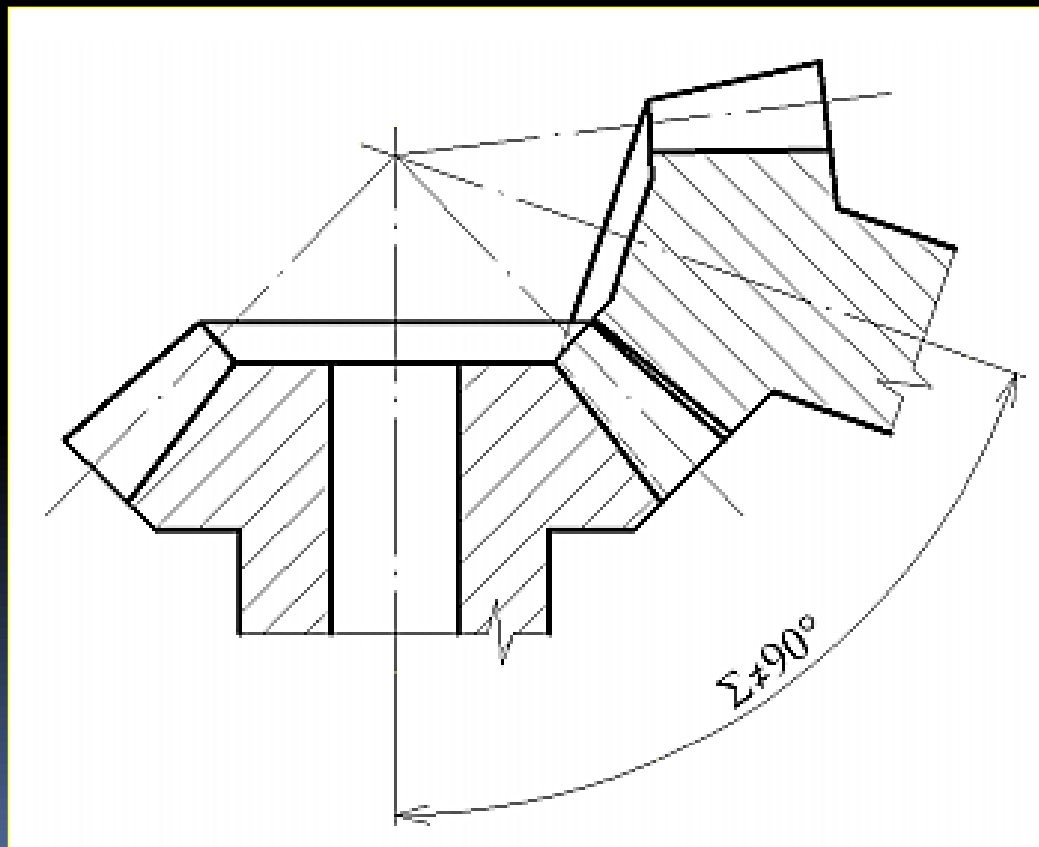
Soukolí s vnějším ozubením pravoúhlé

- nejčastěji používané, úhel os hřídelí je 90°

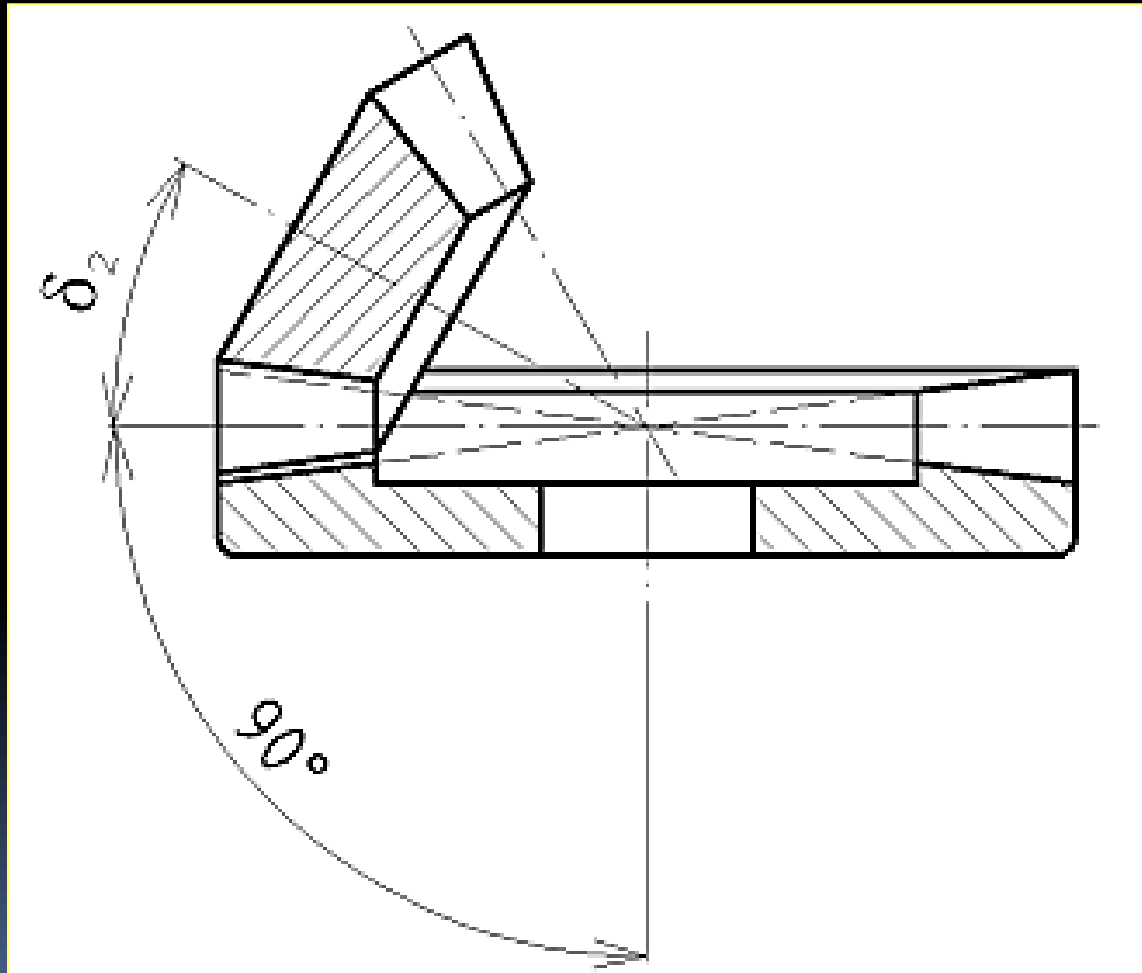


Soukolí s vnějším ozubením kosoúhlé

- úhel os je větší nebo menší než 90°

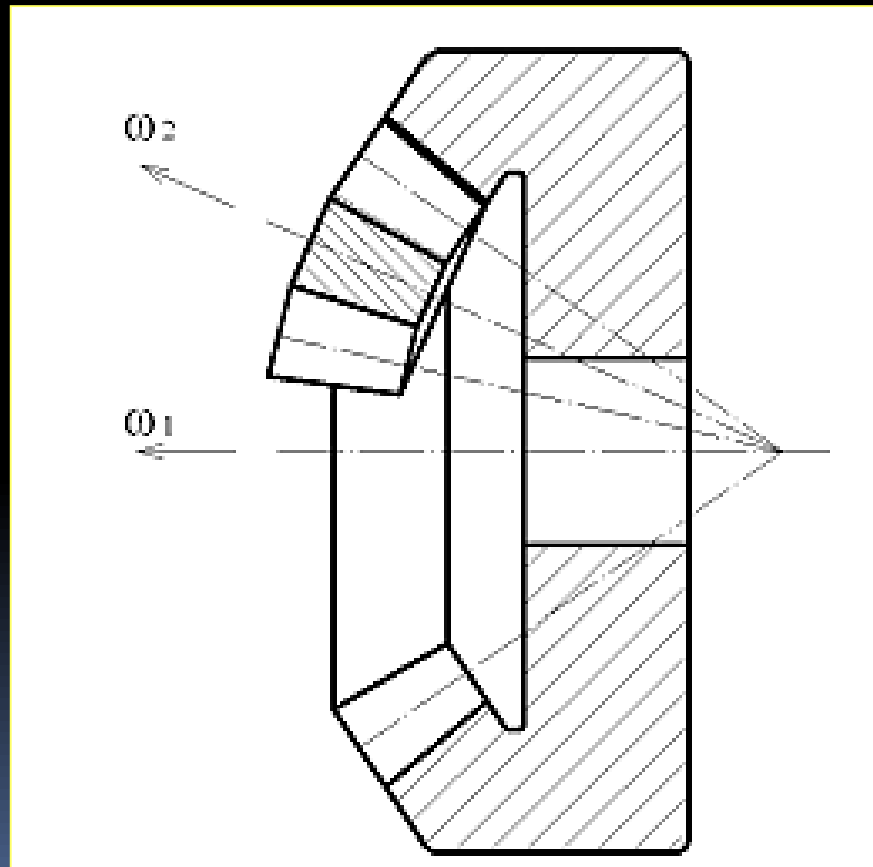


Základní soukolí

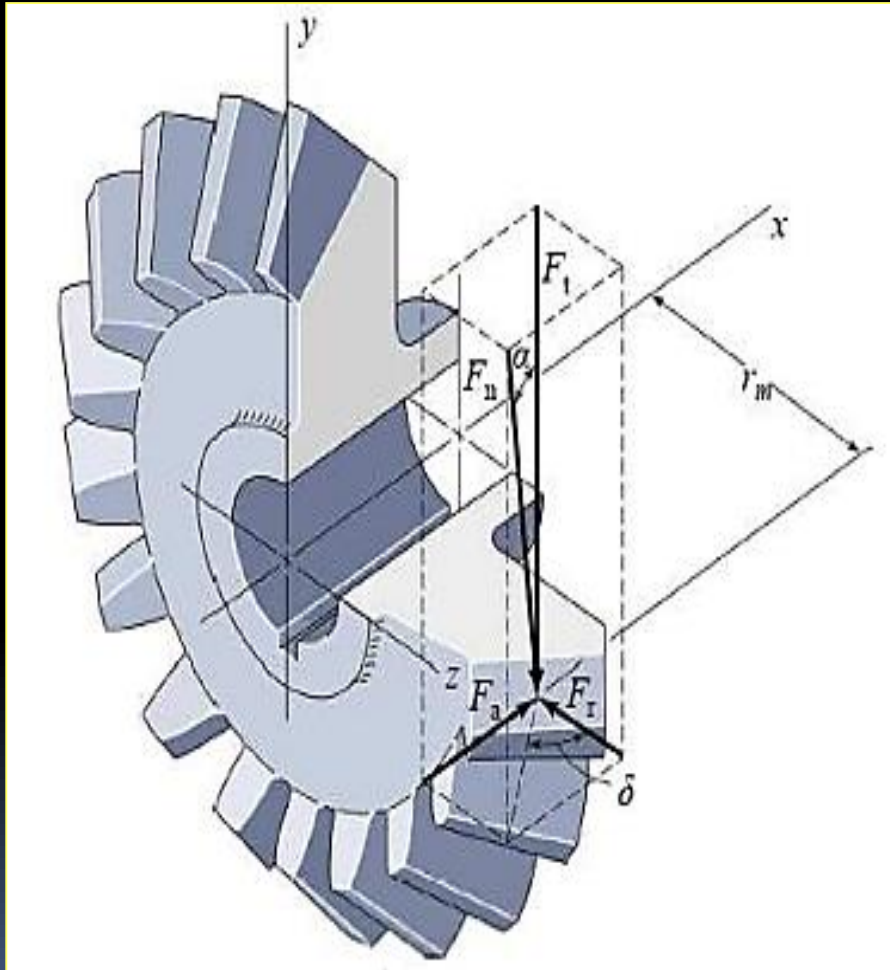


Soukolí s vnitřním ozubením

- zachovává se směr otáčení, použití výjimečně



Silové poměry kuželového soukolí



F_t ...obvodová síla

F_n ...normálová síla

F_r ...radiální síla

F_a ...axiální síla

δvrcholový úhel

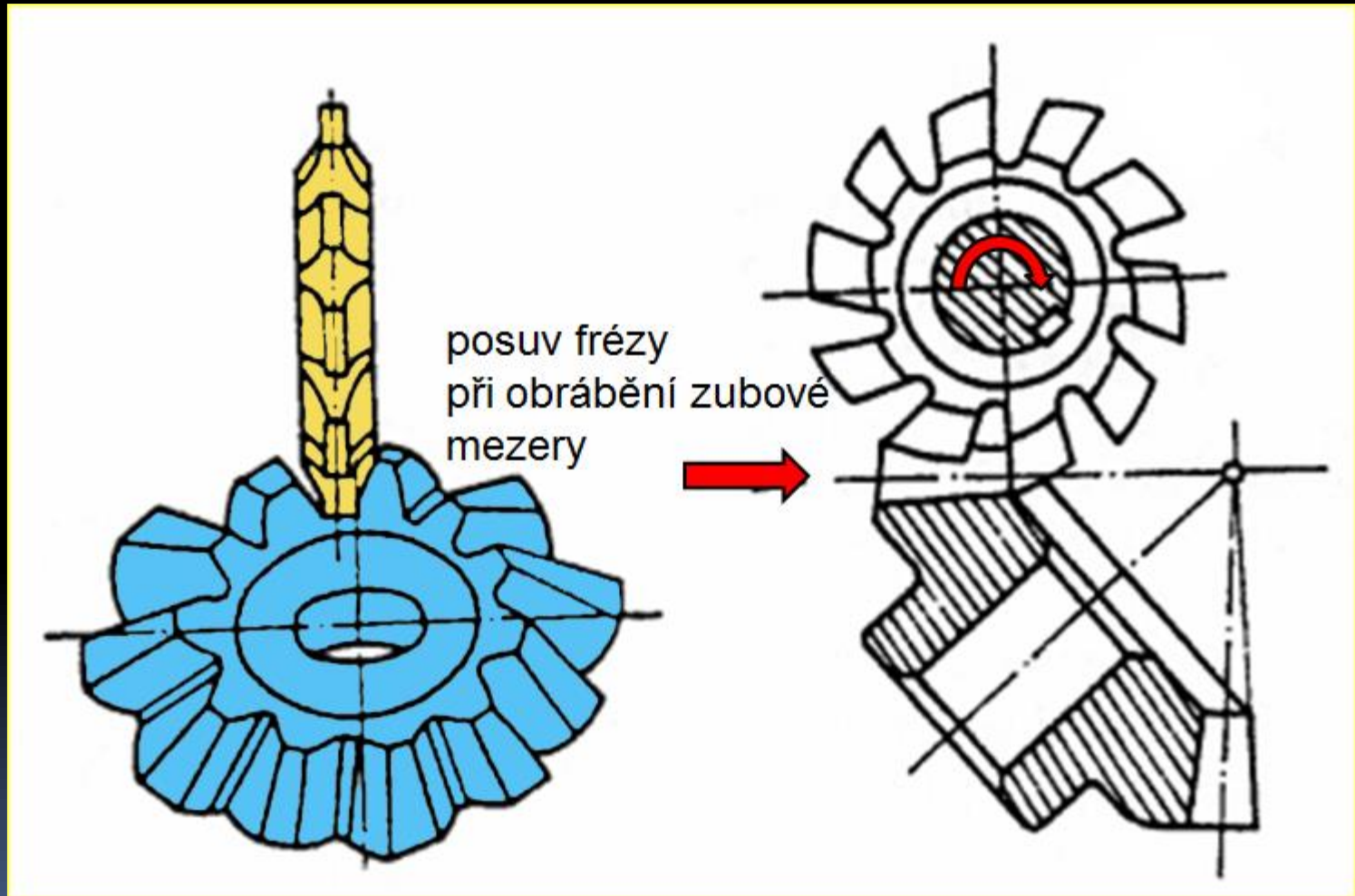
αúhel profilu

Výroba kuželových ozubených kol

- **zuby ozubeného kola přímé a šikmé**
 - frézování čepovou nebo kotoučovou frézou dělicím způsobem
 - hoblováním (obrážení) jedním nebo dvěma noži odvalem
 - hoblováním jedním nožem podle šablony
 - frézováním dvěma nožovými hlavami
 - protahováním



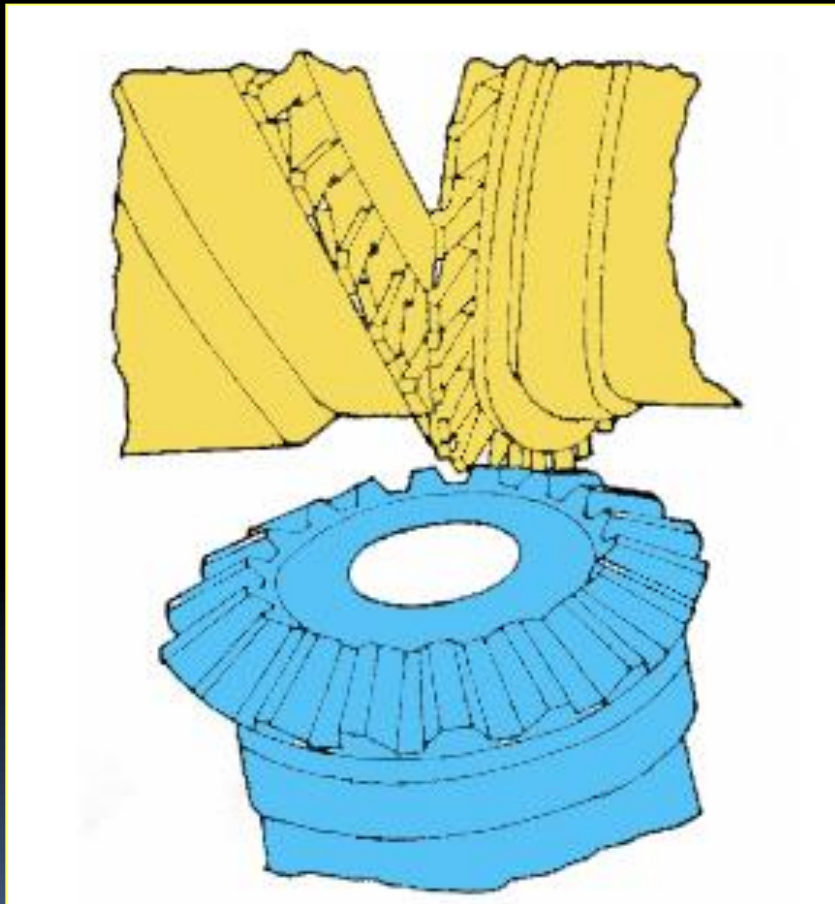
Frézování tvarovou frézou



Frézování tvarovou frézou

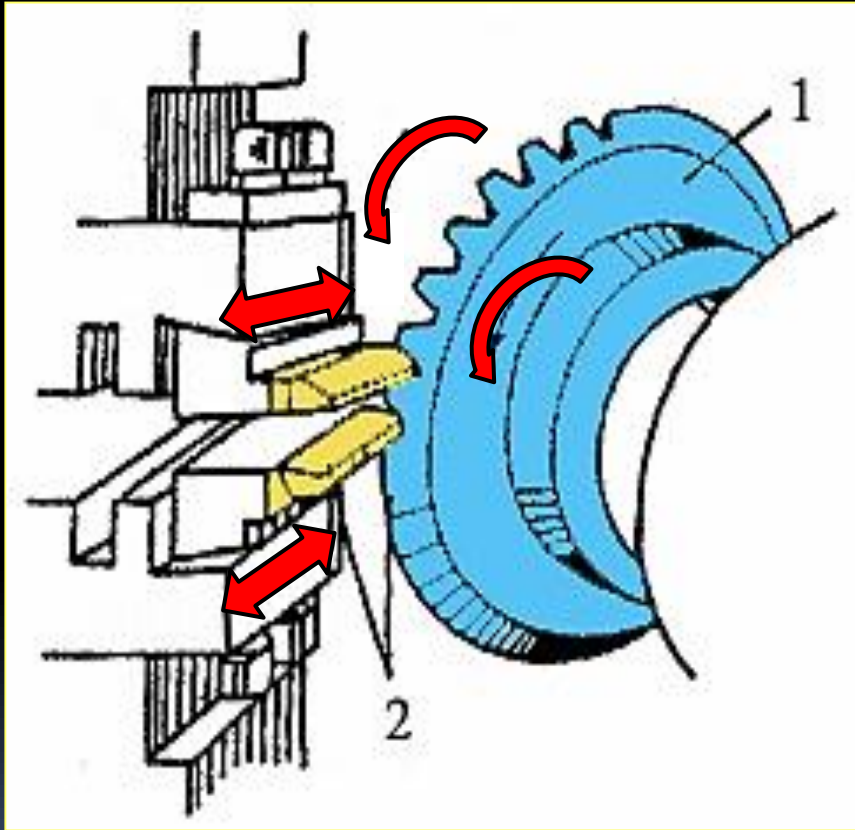
- fréza kotoučová či čepová
- dělicí způsob frézování s malou přesností
- **postup**
 - obrábění zubové mezery na třikrát
 - vyhrubování středu zubové mezery
 - natočení ozubeného kola, obrobení jednoho boku zubu
 - stejný postup pro druhý bok zubu
 - pootočení obrobku o jednu zubovou rozteč

Frézování dvěma kotoučovými nožovými hlavami



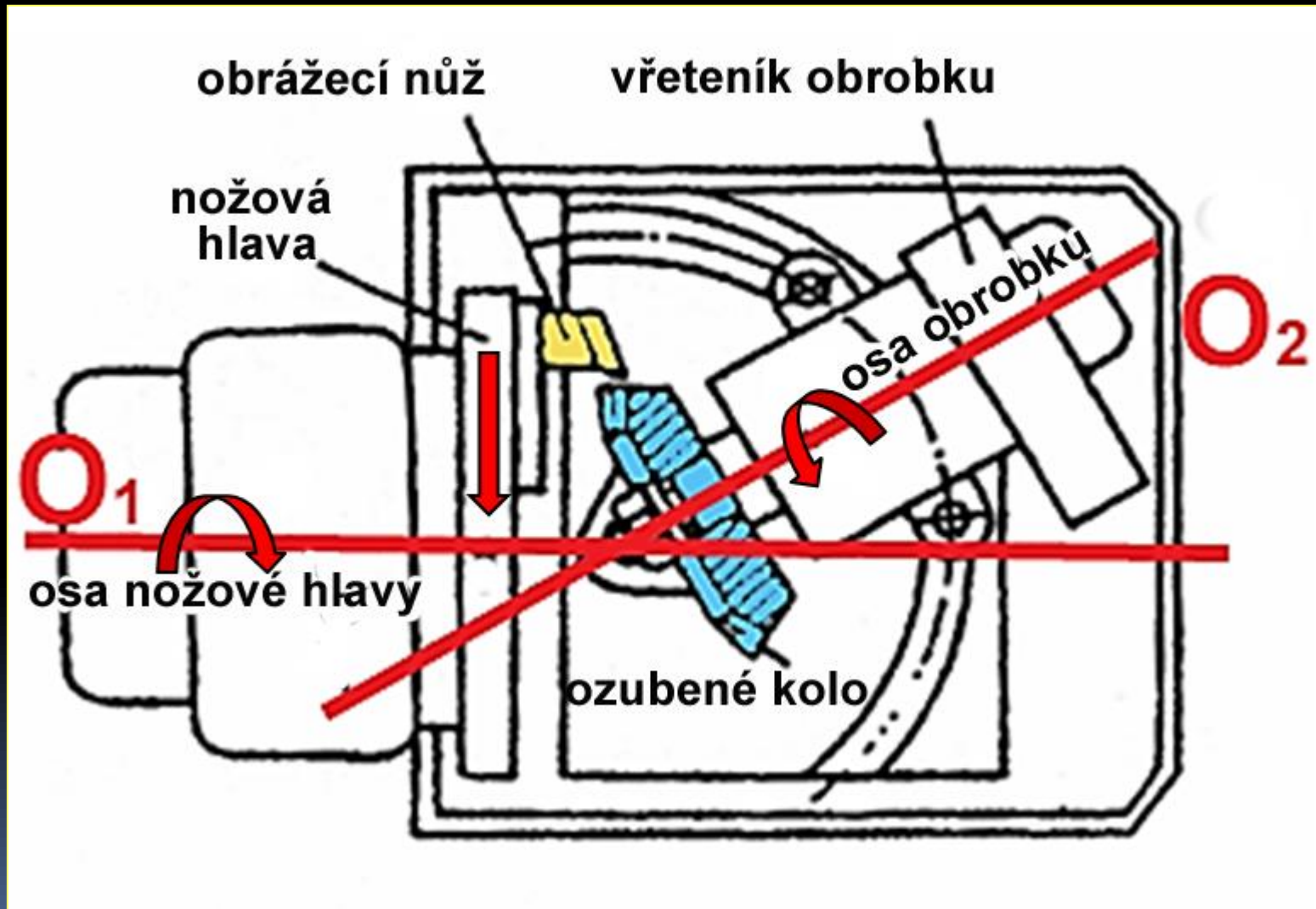
- dělicí způsob
- větší produktivita
- frézovací hlavy (pravá a levá) se v zubové mezeře překrývají
- mezera se vyrobí zapichováním (obrobek koná přísuv na hloubku mezery) a odvalováním

Obrážení odvalem dvěma noži

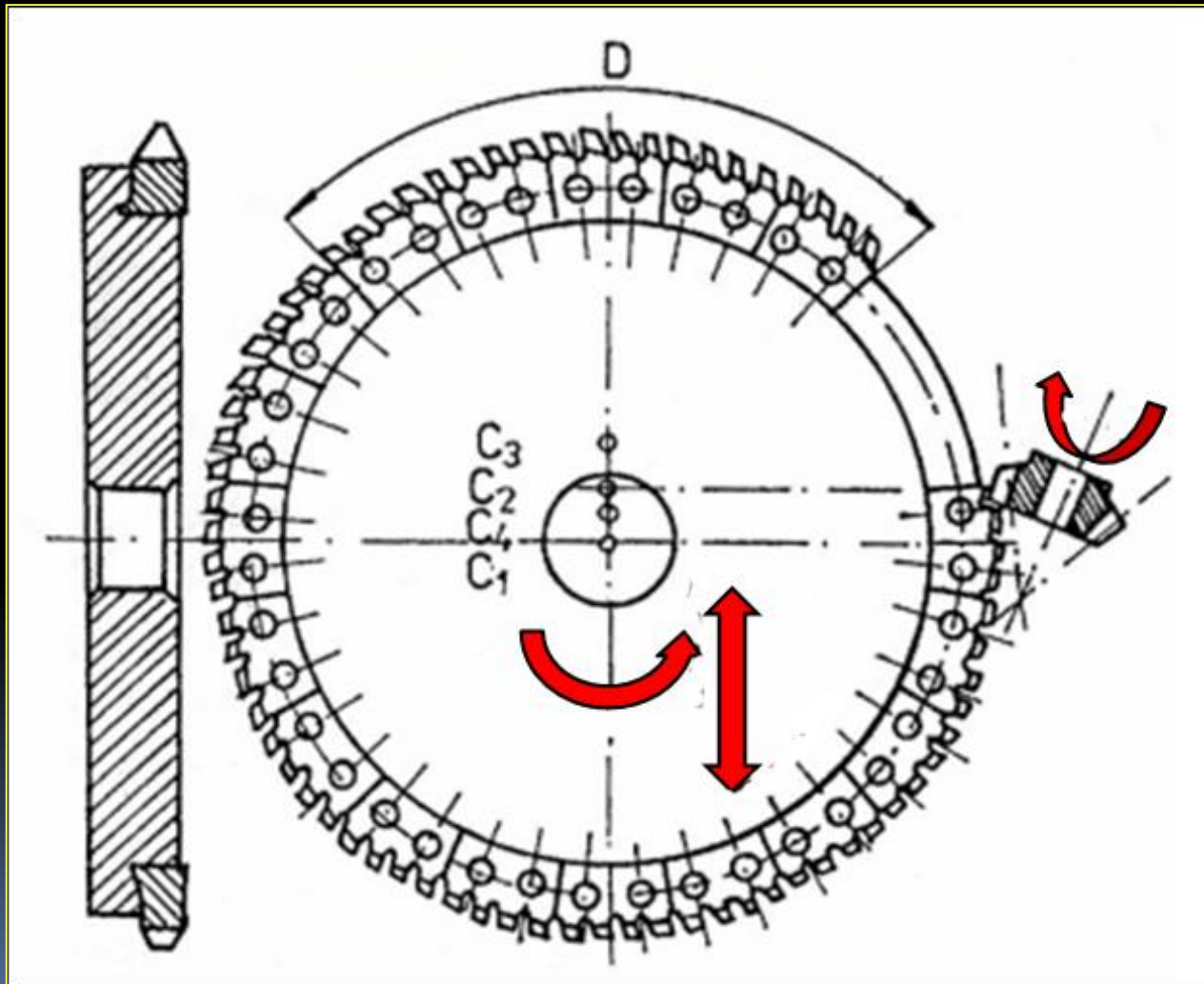


- dva nože tvoří dva zuby kola
 - lichoběžníkový tvar
 - pohyb nožů přímočarý vratný

Obrážení odvalem dvěma noži



Protahování kuželových kol



Protahování kuželových kol

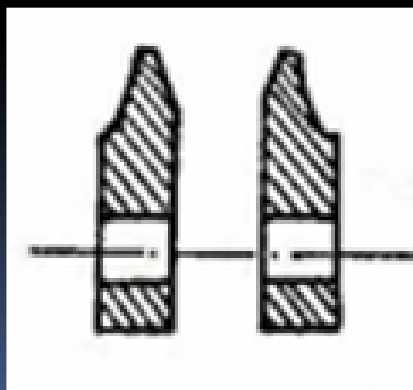
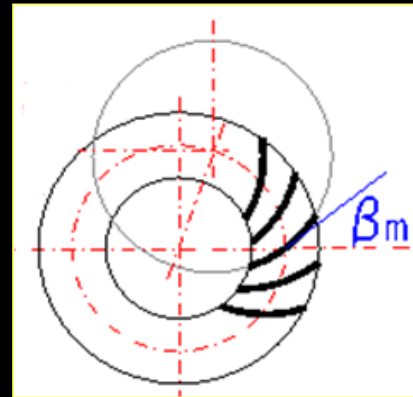
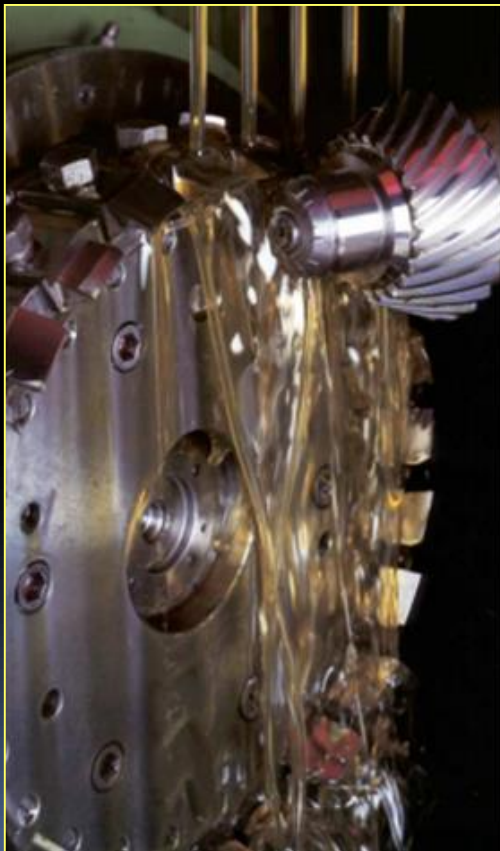
- **nástroj**
 - kruhový protahovák \varnothing (450 až 600) mm
 - po obvodu zubové segmenty s profilem zubové mezery
- **kinematika**
 - protahovák se otáčí řeznou rychlostí a mění výšku vůči stojícímu obrobku => vytvoření správného profilu zubu
 - po dokončení zubové mezery pootočení kola o 1 rozteč

Zuby ozubeného kola zakřivené

- klidnější záběr
 - v záběru současně několik zubů
- přenášejí větší kroutící momenty
 - stejný modul, ale menší rozměr
- rychlá a přesná výroba odvalovacím způsobem
 - Gleason
 - Oerlikon
 - Klingelnberk
 - pětiosé CNC

Gleason

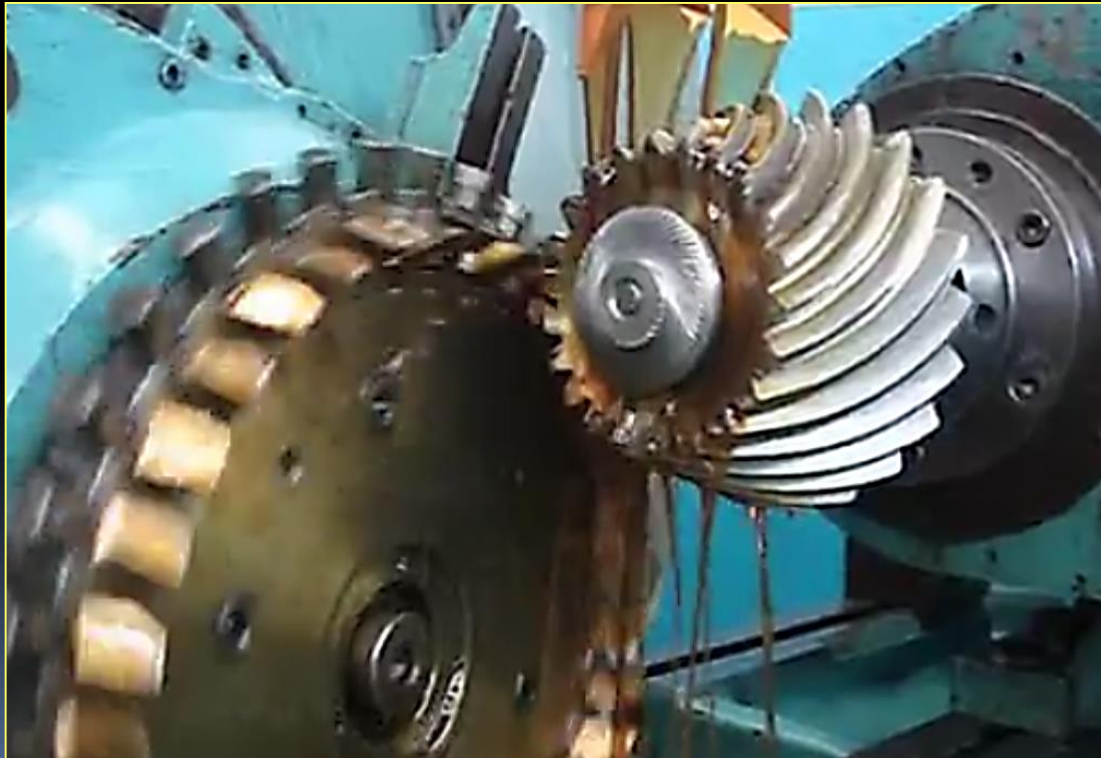
- zakřivení zubů ve tvaru kruhového oblouku



- nástroj **frézovací hlava** se otáčí řeznou rychlostí
- nože lichoběžníkového tvaru uspořádány za sebou s vnějším a vnitřním břitem

Gleason

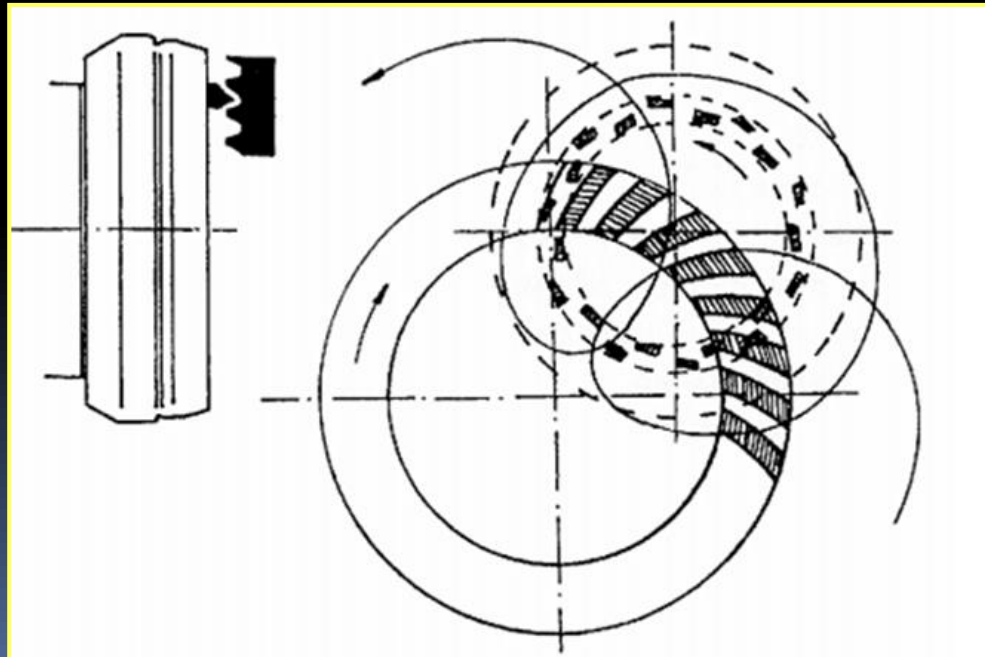
- odvalovací pohyb vzniká kombinací otáčivého pohybu obrobku a natáčením unášecí desky s nožovou hlavou



Oerlikon

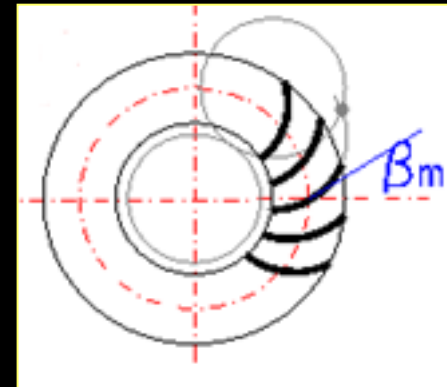
ozubení vzniká kombinací tří nezávislých pohybů

1. rotační pohyb nožové hlavy
2. otáčení obrobku se současně dělicím pohybem
3. natáčení výstředně upnuté čelní nožové hlavy



Oerlikon

- zakřivení zubů eloidní - nástroj nožová hlava



tři typy nožů
lichoběžníkového profilu
pro předřezávání, řezání
pravého a levého boku

Klingelnberk

nástroj - kuželová odvalovací fréz



**princip odvalování
probíhá**

- otáčením frézy a jejím natáčením
- otáčením obráběného kola

Použití kuželových kol



- přenos výkonu mezi dvěma hřídeli
- tvar zubů je navržen tak, aby velikost kontaktu mezi dvěma ozubenými koly byla max.
- kuželová kola s přímými zuby přenášejí výkon efektivně, ale nemohou pracovat při velmi vysokých otáčkách
- kuželová ozubená kola se spirálními zuby pracují plynuleji a s menším hlukem při mnohem vyšších otáčkách a s většími zátěžemi