

ZOBNIŠKA GONILA

splošno

so sestavljena iz enega ali več zobniških parov, ki so v ubiranju. Zobnik je **valjasto** ali **stožčasto** telo, ki ima po obodu zobe.

Zobniška gonila so primerna za prenos tako majhnih kot največjih moči z zelo dobrim izkoristkom. Zavzemajo malo prostora, lego zobniškega gonila pa lahko prilagodimo potrebam delovnega stroja. So pa bolj hrupna.

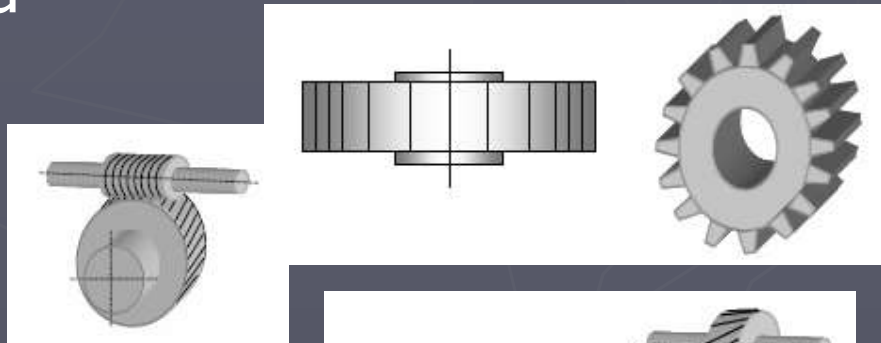


ZOBNIŠKA GONILA

delitev zobnikov

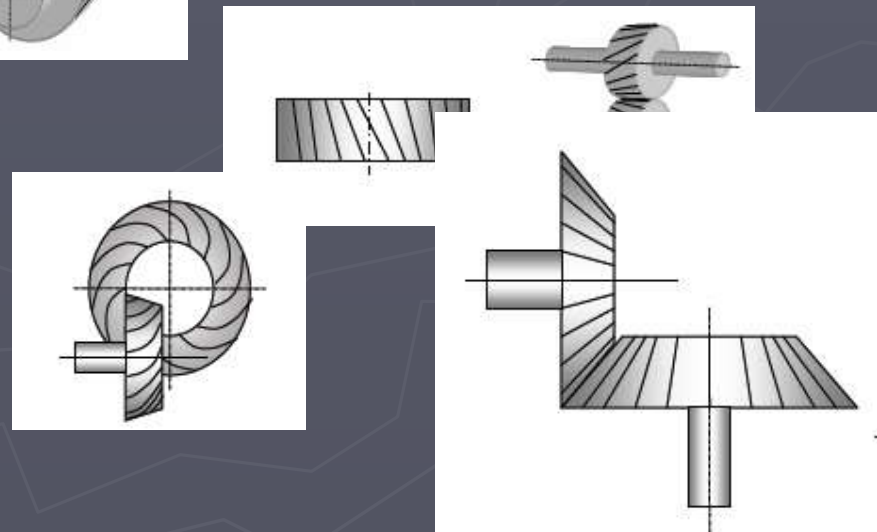
► Glede na obliko telesa

- valjasti,
- stožčasti in
- hiperboloidni



► Glede na obliko ozobja

- z ravnimi zobmi,
- s poševnimi zobmi in
- z zavitimi zobmi



ZOBNIŠKA GONILA

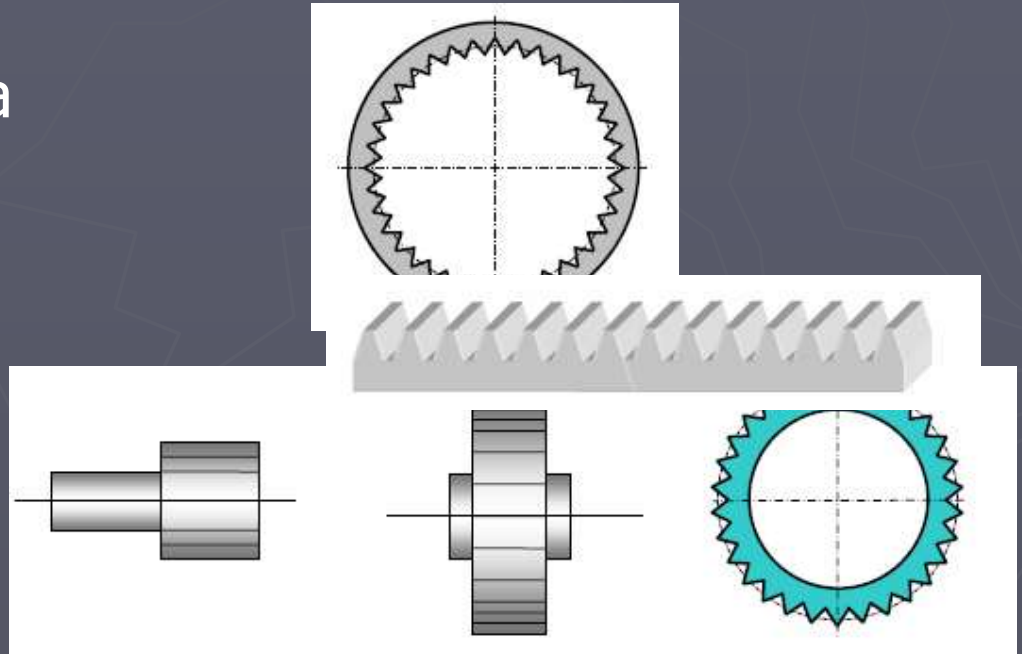
delitev zobnikov

► Glede na položaj ozobja

- z notranjim ozobjem,
- zunanjim ozobjem ter
- zobate letve.

► Glede na vrsto ozobja

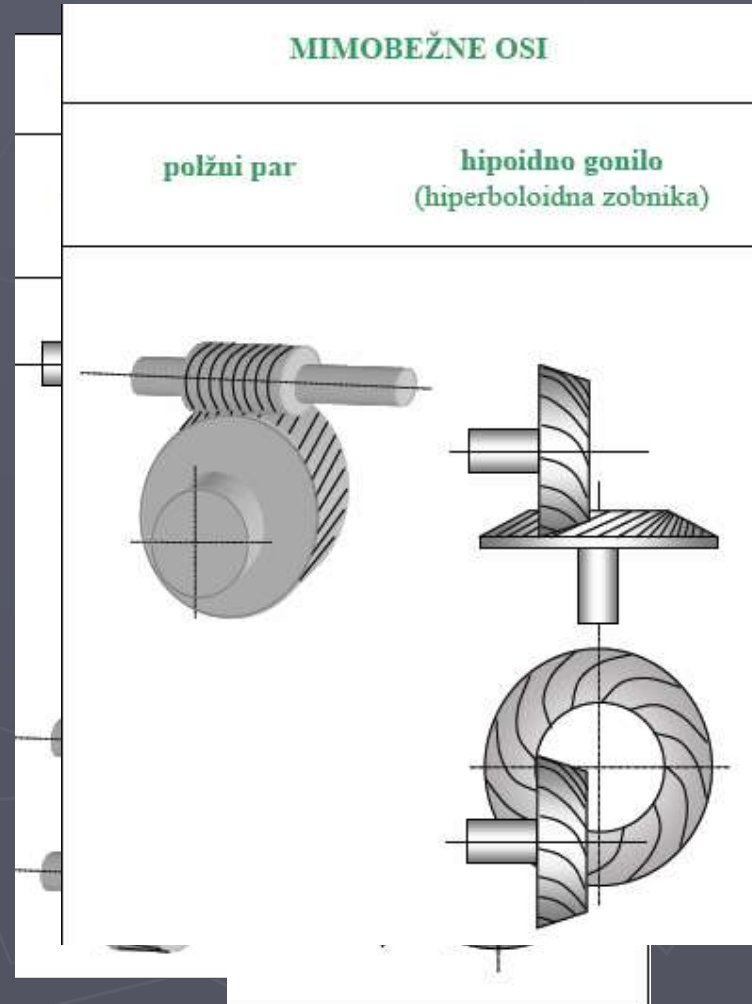
- evolventni in
- cikloidni.



ZOBNIŠKA GONILA

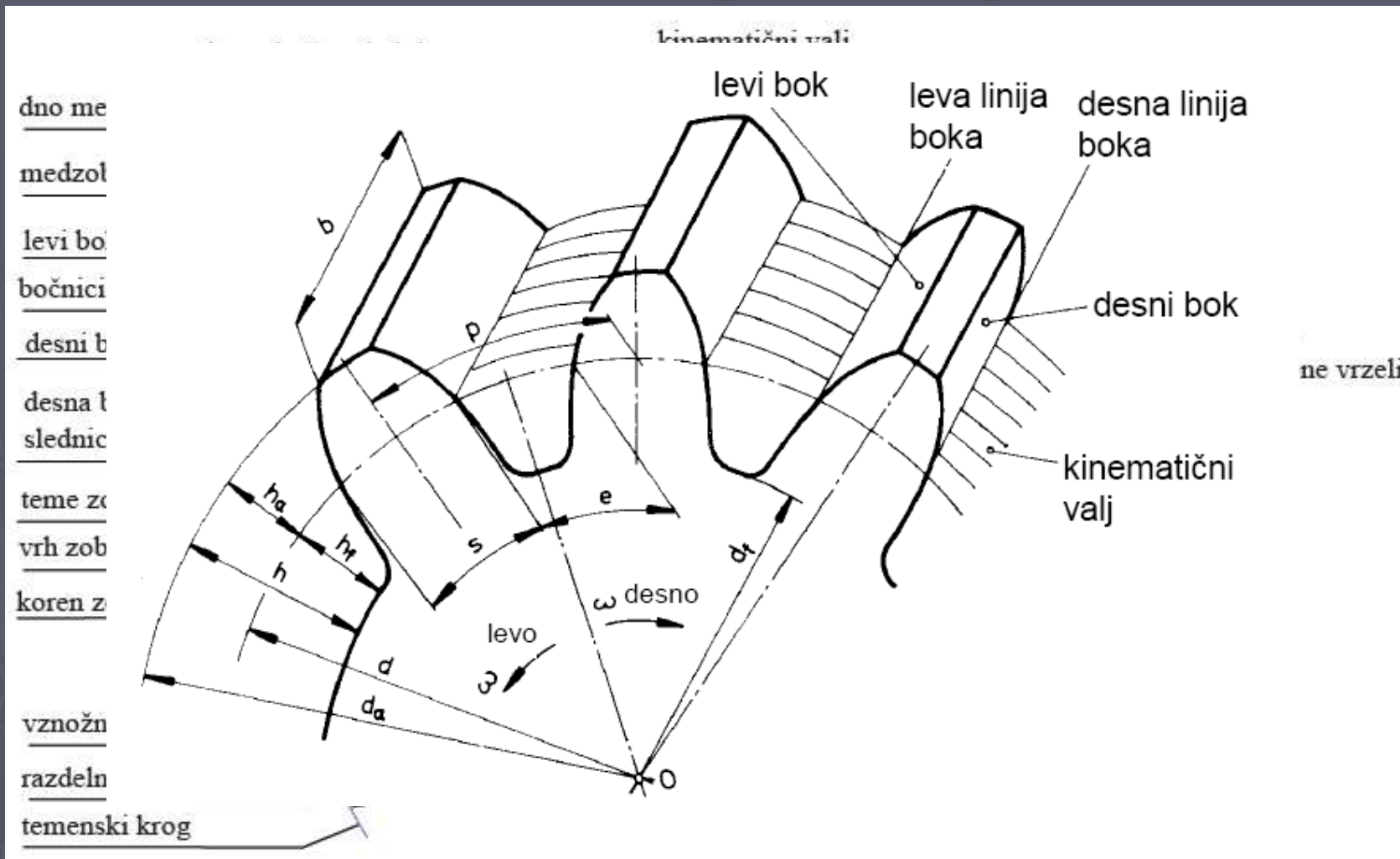
delitev zobnikov

Glede na položaj gredi



ZOBNIŠKA GONILA

geometrijske mere



ZOBNIŠKA GONILA

geometrijske mere

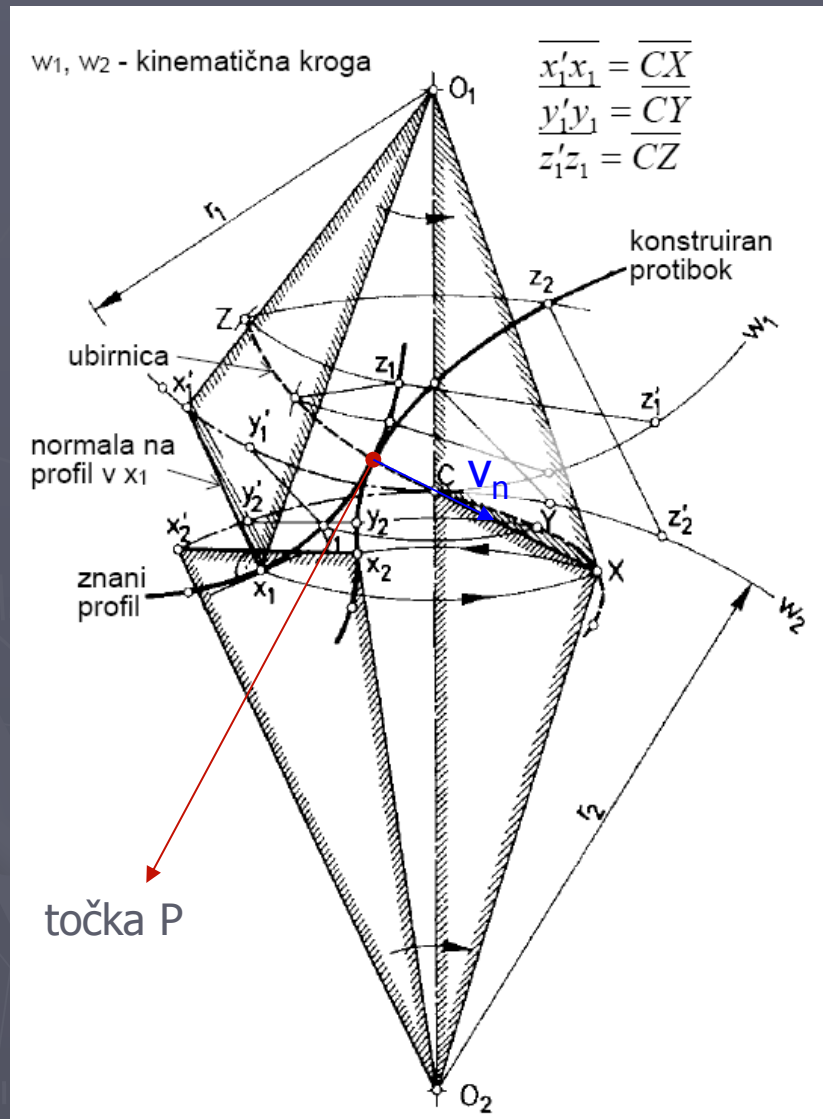
Veličina, ki karakterizira velikost zoba in zobnika, je standardni modul "m". Slednji je tudi osnovni podatek za preračun geometrijskih veličin.

Obseg na razdelnem krogu je enak številu razdelkov z (število zob) in prav tako produktu $d * \varphi$.

$$d * \varphi = p * z \gggg d = p / \varphi * z = m * z$$

ZOBNIŠKA GONILA

profil boka zoba



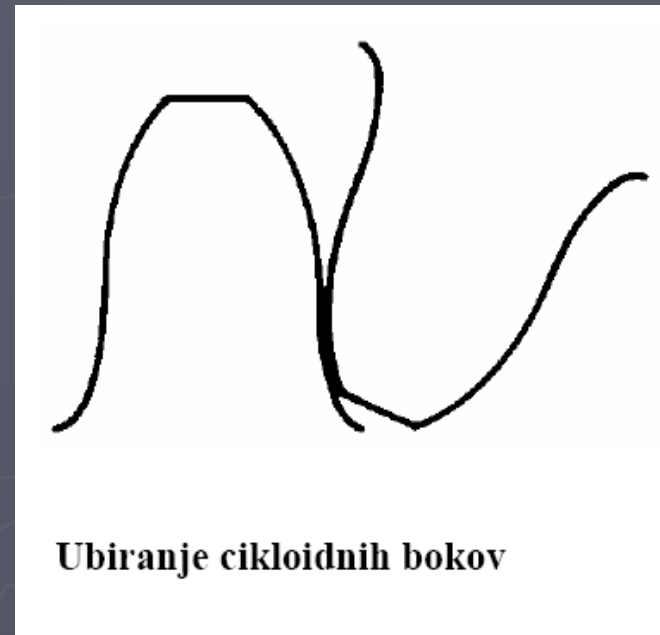
Zobniški dvojici morata omogočiti enakomeren prenos vrtilnega gibanja. To pa je možno le tedaj, ko je tangencialna hitrost v_n v trenutni ubirni točki P enaka za oba boka zoba. Zato mora biti oblika boka zoba takšna, da poteka normala na bok zoba za vsako ubirno točko P tudi skozi točko kotaljenja C. Pri tem ubirna točka P opisuje krivuljo, imenovano "ubirnica". Slednja lahko ima poljubno obliko. Lahko sklepamo, da za izbrano obliko ubirnice (naj bo takšna, da jo lahko matematično opišemo), določimo obliko bočnice zoba (naj bo takšna, da jo lahko izdelamo). Najprimernejša oblika ubirnice je krožni lok ali premica.

ZOBNIŠKA GONILA

vrsta ozobja

► cikloidno ozobje

ima dobre kinematične in dinamične lastnosti. Pri natančni izdelavi je zelo malo bočnega drsenja – manjše izgube. Slabost je v veliki občutljivosti na medosno razdaljo. Pri majhni spremembi le – te se znatno poveča obraba in nemirnost teka. Za izdelavo tega ozobja rabimo zelo zahtevna orodja, zaradi česar se v splošnem strojništvu niso uveljavili v večjem obsegu.

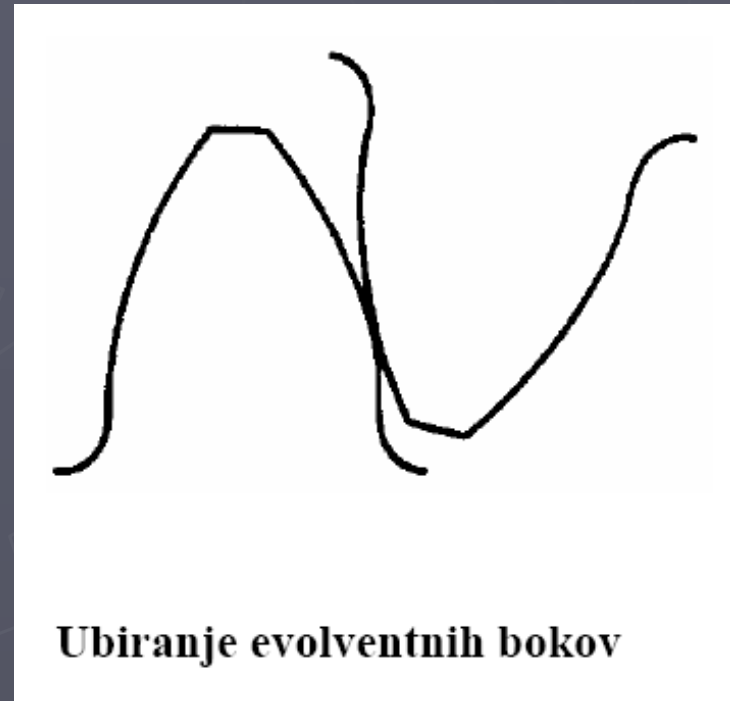


Ubiranje cikloidnih bokov

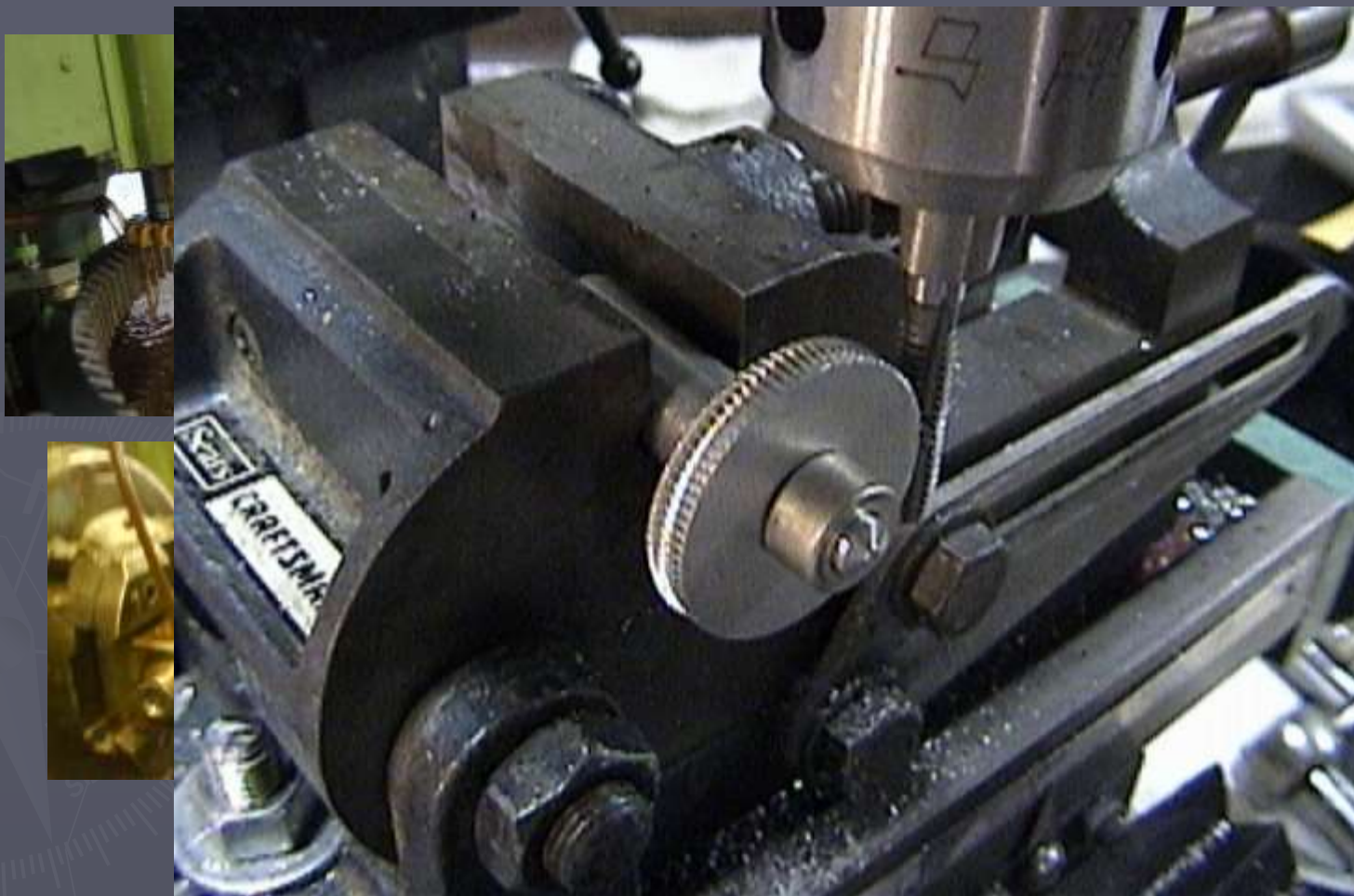
ZOBNIŠKA GONILA

vrsta ozobja

- ▶ evolventno ozobje ima nekoliko slabše kinematske lastnosti, so pa orodja in postopki za izdelavo enostavnejši.



NEKAJ POSTOPKOV IZDELAVE ZOBNIKOV



VALJASTI ZOBNIKI Z RAVNIMI ZOBMI

geometrijske mere

višina vrha zoba: $h_{ap} = m$

višina korena zoba: $h_{fp} = m + c$

priporočeno: $h_{fp} = 1,2 * m$

faktor višine zaokroženega

dela: $c = 0,1 - 0,3$

standardni modul: m

premer razdelnega kroga:

$$d = m * z$$

premer vznožnega kroga:

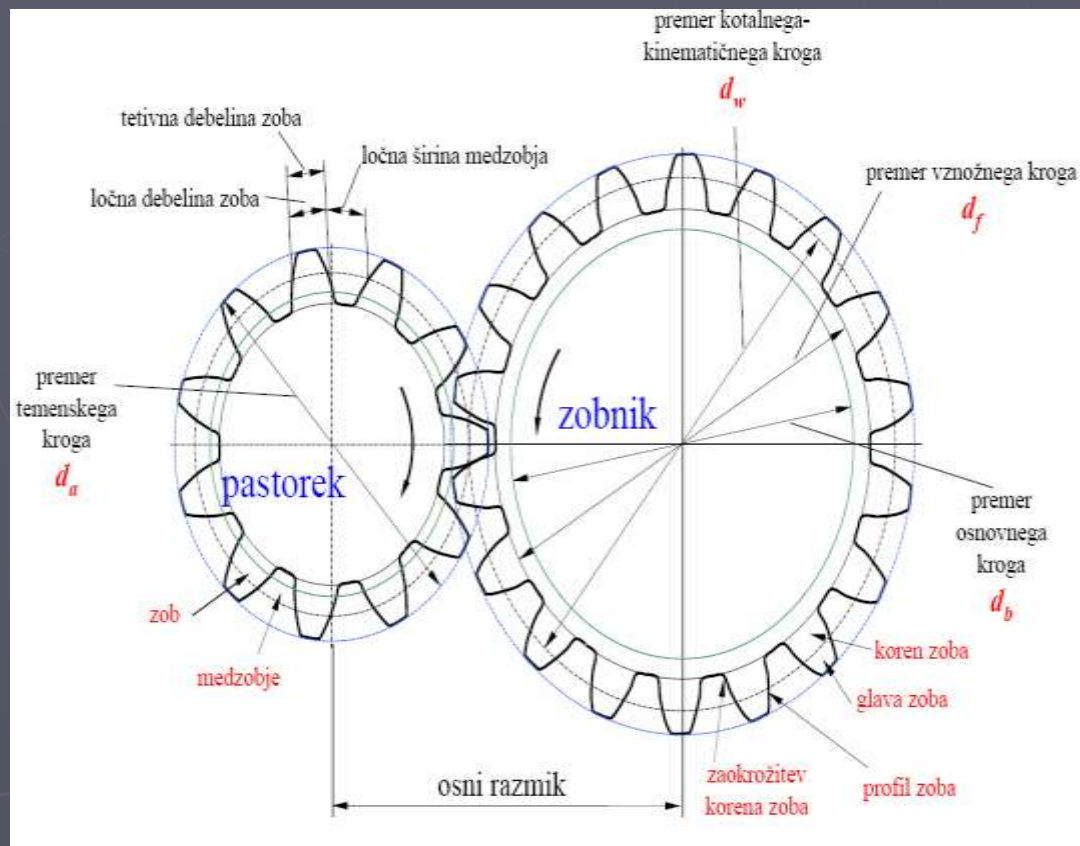
$$d_f = d - 2 * h_{fp} = d - 2,4 * m$$

premer temenskega kroga:

$$d_a = d + 2 * h_{ap} = d + 2 * m$$

razdelek na razdelnem krogu:

$$p = \pi * m$$



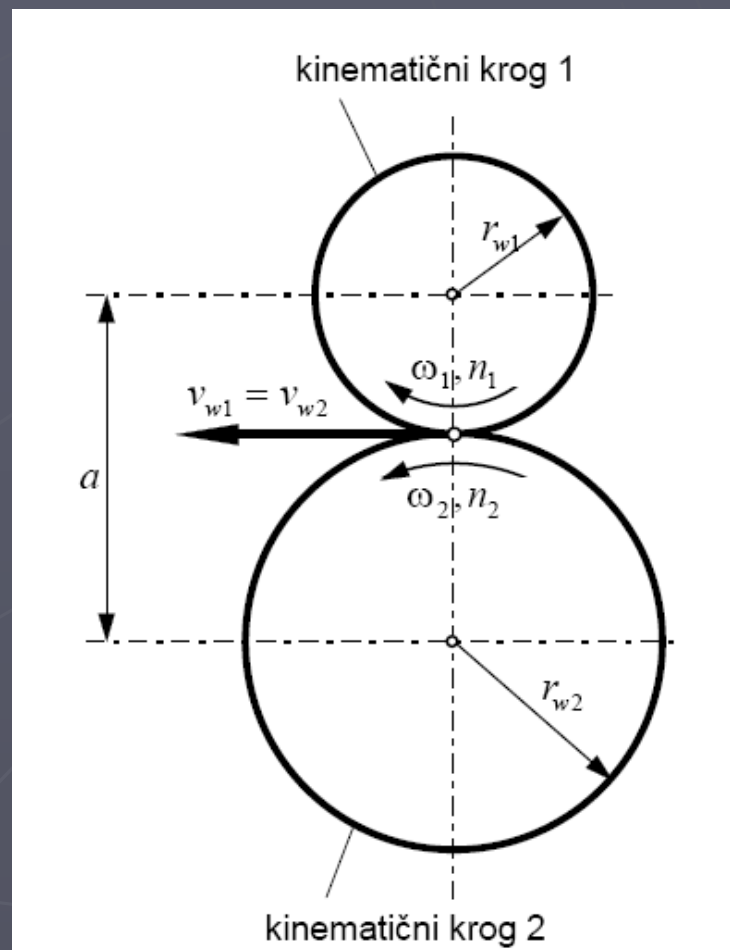
VALJASTI ZOBNIKI Z RAVNIMI ZOBMI

geometrijske mere

Kinematični krog je lahko enak ali različen od razdelnega. Če je enak dobimo medosno razdaljo po enačbi:

$$a = (d_1 + d_2)/2 = m/2 * (Z_1 + Z_2)$$

Če sta ta dva premera različna, govorimo o spremembi ubirnega kota α in s tem tudi o spremembi medosne razdalje.



VALJASTI ZOBNIKI Z RAVNIMI ZOBMI

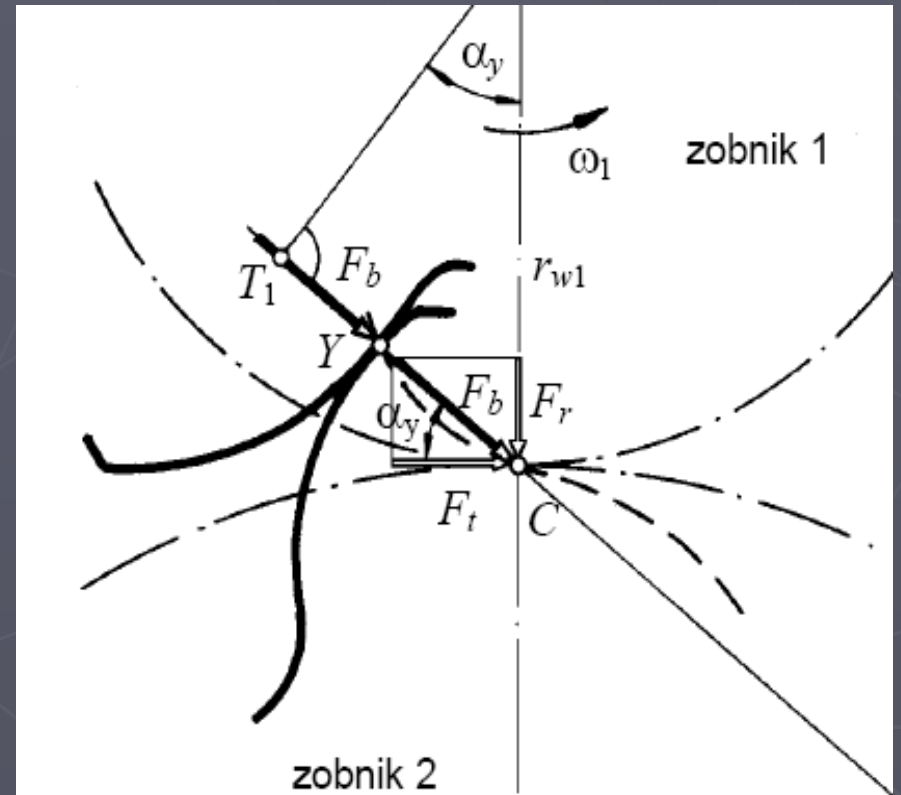
sile na zobe

Normalna sila:

$F_b = F_t / \cos \alpha$, pri čemer je F_t
tangencialna sila, ki jo dobimo iz
momenta.

Radialna sila:

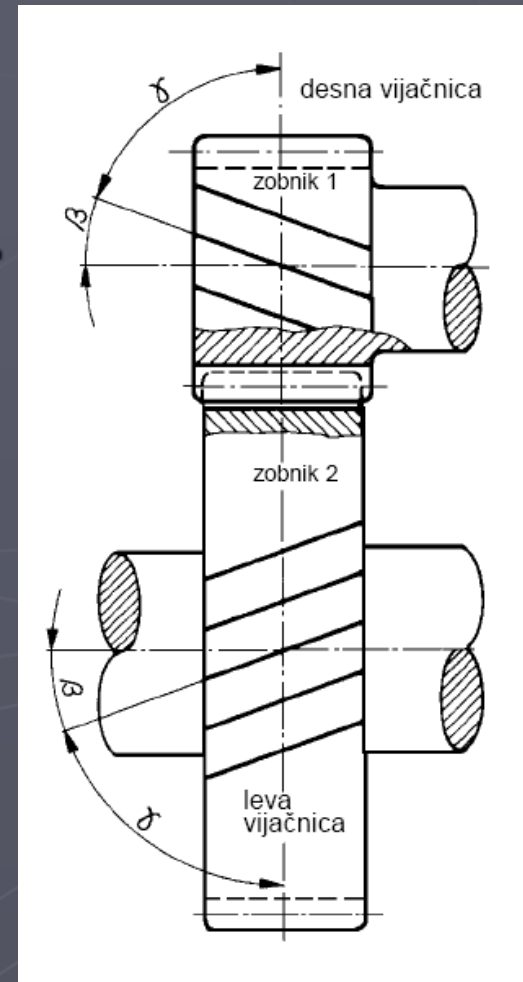
$F_{fr} = F_t * \tan \alpha$



VALJASTI ZOBNIKI S POŠEVNIMI ZOBMI lastnosti

Pri teh zobnikih potekajo zobje po obodu valja v obliki vijačnice, ki je nagnjena za kot β glede na os zobnika. Zobnika v ubiranju imata zobe nagnjene v nasprotnih smereh levo – desno.

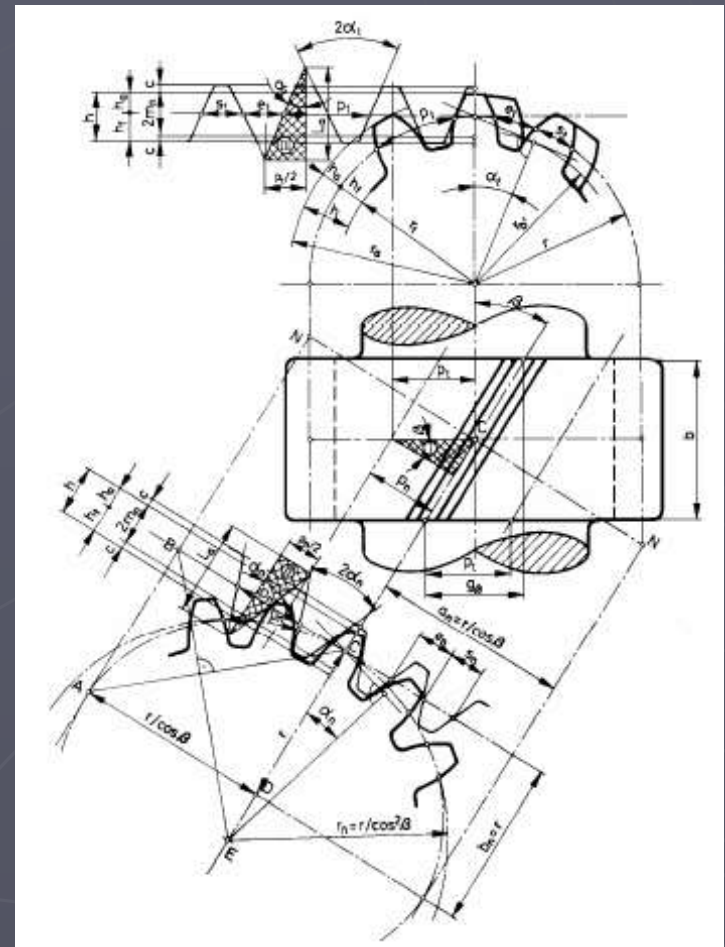
Tek teh zobnikov je mirnejši in tišji, stopnja ubiranja je večje. Slabost je v tem, da se pojavljajo aksialne sile.



VALJASTI ZOBNIKI S POŠEVNIMI ZOBMI lastnosti

Pri teh zobnikih ločimo dva prereza:

- ▶ **normalni**, ki je pravokoten na bok zoba in
- ▶ **profilni**, ki je pravokoten na os zobnika.



VALJASTI ZOBNIKI S POŠEVNIMI ZOBMI

geometrijske mere

Pomembno vlogo pri določanju velikosti zobnika s poševnimi zobmi ima nagibni kot β . Njegova velikost je med 8° in 20° . Ker za izdelavo zobnikov izhajamo iz normalnega prereza zobnika, moramo izhajati iz teh veličin, da dobimo veličine v profilnem preseku.

Veličine v profilnem prerezu so označene z indeksom t .

Modul: $m_t = m / \cos \beta$.

Premer razdelnega kroga: $d = m_t * z = (m / \cos \beta) * z$

Premer osnovnega kroga: $d_b = (m / \cos \beta) * z * \cos \alpha_1$

Premer temenskega kroga: $d_a = d + 2 * m = m * (z / \cos \beta + 2)$

Premer vznožnega kroga: $d_f = d - 2,4 * m$

IZKORISTEK ZOBNIŠKEGA GONILA

Odvedena moč zobnika z_2 je $P_2 = T_2 \cdot \omega_2$, zobniku z_1 pa se dovede večja moč $P_1 = T_1 \omega_1$.

Razlika moči $P_1 - P_2$ se porabi za premagovanje trenja v prenosniku. Brez trenja bi bilo mogoče zapisati $P_1 = P_2$. Razmerje odvedene moči P_2 v primerjavi z dovedeno močjo P_1 imenujemo mehanski izkoristek zobniškega prenosa:

$$\eta = P_2 / P_1 = \dots$$

Glede na obdelavo zobnikov in obratovalne razmere zobniškega gonila je mehanski izkoristek različen in eksperimentalno določen.

- neobdelani zobje $\eta_z = 0,9$ do $0,92$
- obdelani in mazani zobniki $\eta_z \approx 0,92$
- zelo fina obdelava zobnikov in tekočinsko trenje $\eta_z \approx 0,94$

POŠKODBE ZOB

- ▶ lom zoba in
- ▶ poškodba boka zoba

Lom zoba je lahko nasilen (preobremenitev-groba struktura preloma) ali kot posledica utrujenosti materiala (finozrnata struktura preloma).

Poškodbe bokov zoba se kažejo kot:

- **zajedanje bokov** – nastane na neposrednem stiku, kjer se kovini močno segrejeta in trenutno zavarita, nato pa odtrgata. Nastane, če ni mazanja.
- **jamičenje bokov** – površina zoba se začne luščiti – nastanejo jamice.
- **obraba bokov** – poškodba, ki odnaša material po celotni širini in višini boka zoba. Nastane pri drsenju in pomanjkljivem mazanju.

STOŽČASTI ZOBNIKI

splošno

Uporabljamo jih, kadar želimo prenašati vrtilni moment z gonilne (pogonske) na gnano gred, katerih osi se sekata pod kotom ali pa sta mimobežni. Stožca imata vrh v presečišču osi obeh gredi.



STOŽČASTI ZOBNIKI

splošno

Stožčaste zobnike z ravnimi zobmi uporabljamo za majhne obodne hitrosti (do 6 m/s, če so brušeni do 20 m/s). Uporabljamo jih pri dvigalih, ročnih dvigalkah, univerzalnih gonilih majhnih moči.

Stožčasti zobniki s poševnimi zobmi imajo večjo stopnjo ubiranja, tečejo bolj tiho in se uporabljajo za večje moči. Dosegajo obodne hitrosti 40 – 50 m/s.

Za največje hitrosti in moči pa uporabljamo stožčaste zobnike z ločnimi zobmi.

STOŽČASTI ZOBNIKI

geometrijske mere

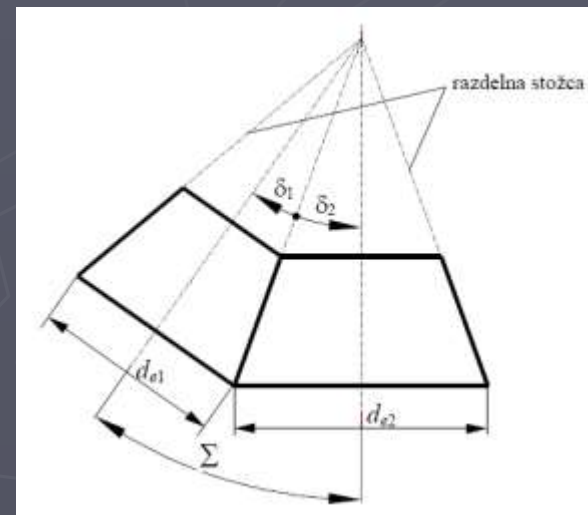
Dolžina zob na stožčastih zobnikih je omejena z zunanjo in notranjo čelno ravnino. Efektivna dolžina zoba b je približno ena tretjina dolžine stranice stožca R_e .

Za preračun kinematike in kinetike upoštevamo srednji premer zobnika d_m in srednji modul m_m .

V ubiranju sta osi stožčaste zobniške dvojice pod kotom Σ , ki je lahko različen od 90° .

Prestavno razmerje je odvisno tudi od velikosti razdelnega stožca:

$$i = n_1/n_2 = d_{e2}/d_{e1} = \sin\delta_2/\sin\delta_1$$



STOŽČASTI ZOBNIKI

geometrijske mere

Osnovne mere se nanašajo na zunanjo čelno ravnino.

premer razdelnega kroga: $d_e = m \cdot z$

premer temenskega kroga:

$$d_{ae} = d_e + 2 \cdot h_{ae} \cdot \cos \delta$$

premer vznožnega kroga:

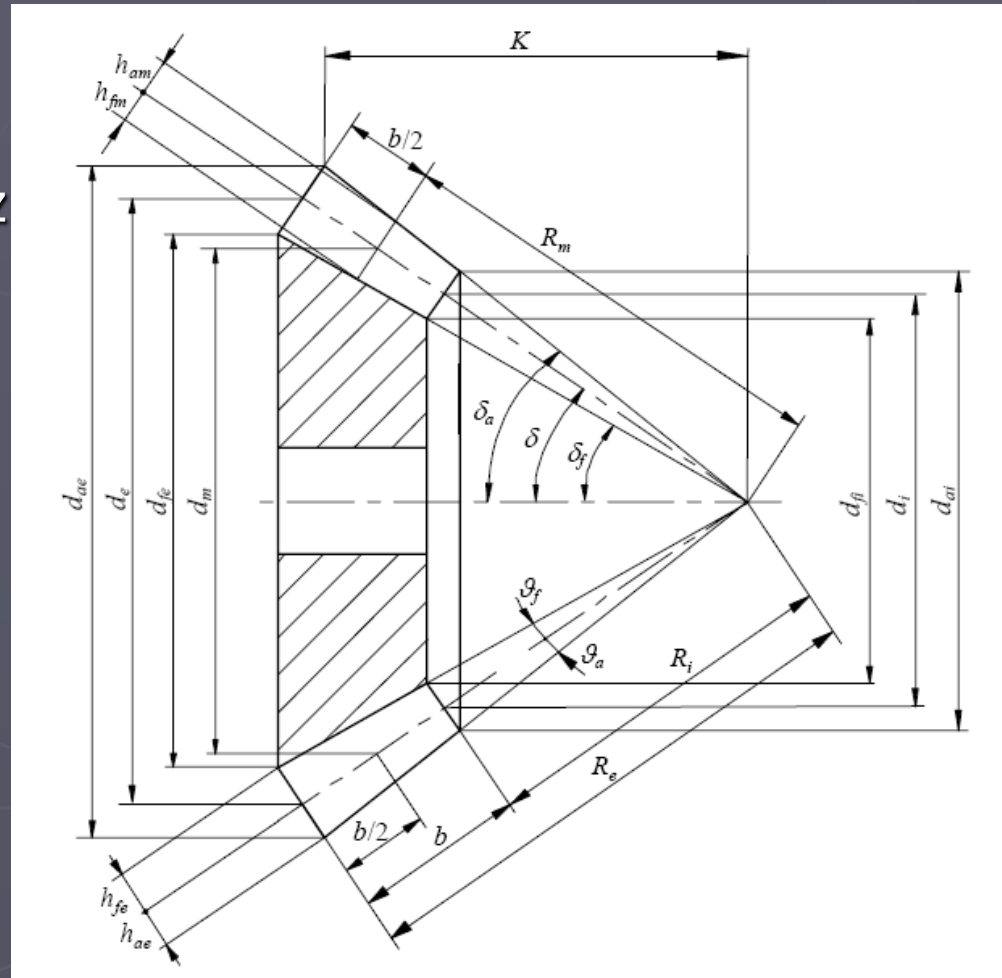
$$d_{fe} = d_e - 2 \cdot h_{fe} \cdot \cos \delta$$

dolžina stranice stožca na razdelnem premeru:

$$R_e = d_e / (2 \cdot \sin \delta)$$

srednji premer: $d_m = d_e - b \cdot \sin \delta$

srednji modul: $m_m = d_m / z$



KONSTRUKCIJSKE OBLIKE ZOBNIKOV

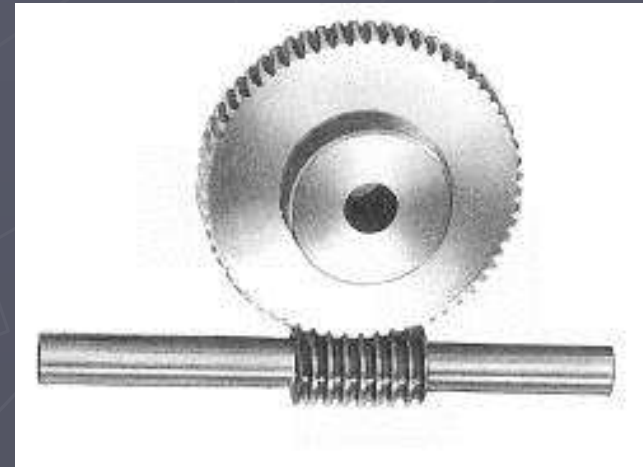
- ▶ PASTOREK naredimo iz enega kosa s struženjem ali kovanjem. Največ se uporablja kot pogonski zobnik
- ▶ VEČJE zobnike pritrdimo na gred z moznikom, utorno gredjo ali krčnim nasedom
- ▶ Jeklenim zobnikom večjega premera zmanjšamo težo s kovanjem dela med pestom in vencem ali pa jih ulijemo z rebri.



POLŽASTA GONILA

splošno

so posebna oblika vijačnih gonil, pri katerih se osi sekata pod kotom 90° . Gonilni del je največkrat polž, ki je eno ali več stopenjski. Gnani del je polžasti zobnik. Uporabni so za gonila z velikim prestavnim razmerjem. Število zob polža z_1 je enako številu vijačnic na polžu



POLŽASTA GONILA

lastnosti

PREDNOSTI

- ▶ omogočajo velika prestavna razmerja ($i \leq 100$) in moči do 1MW;
- ▶ mirno in tiho obratovanje gonila pri vseh vrtilnih hitrostih;
- ▶ dovoljujejo največje obremenitve;
- ▶ dolga življenjska doba pri pravilni izbiri gradiv in ustreznem mazanju;
- ▶ gonilo je lahko samozaporno;
- ▶ v primerjavi z drugimi gonili za enake moči so lažja in cenejša.

POMANKLJIVOSTI

- ▶ izkoristek je manjši;
- ▶ v določenih primerih se razvija toplota, ki jo moramo odvajati.

POLŽASTA GONILA

oblike

- ▶ valjasti polž in globoidni polžnik – najpogostejša oblika;
- ▶ globoidni polž in polžnik – za zelo obremenjene pogone;
- ▶ globoidni polž in valjasti polžnik – z večjo stopnjo ubiranja in za večje obremenitve – redko v uporabi;
- ▶ valjasti polž in polžnik – za manjše obremenitve, enostavnejša izdelava

