

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



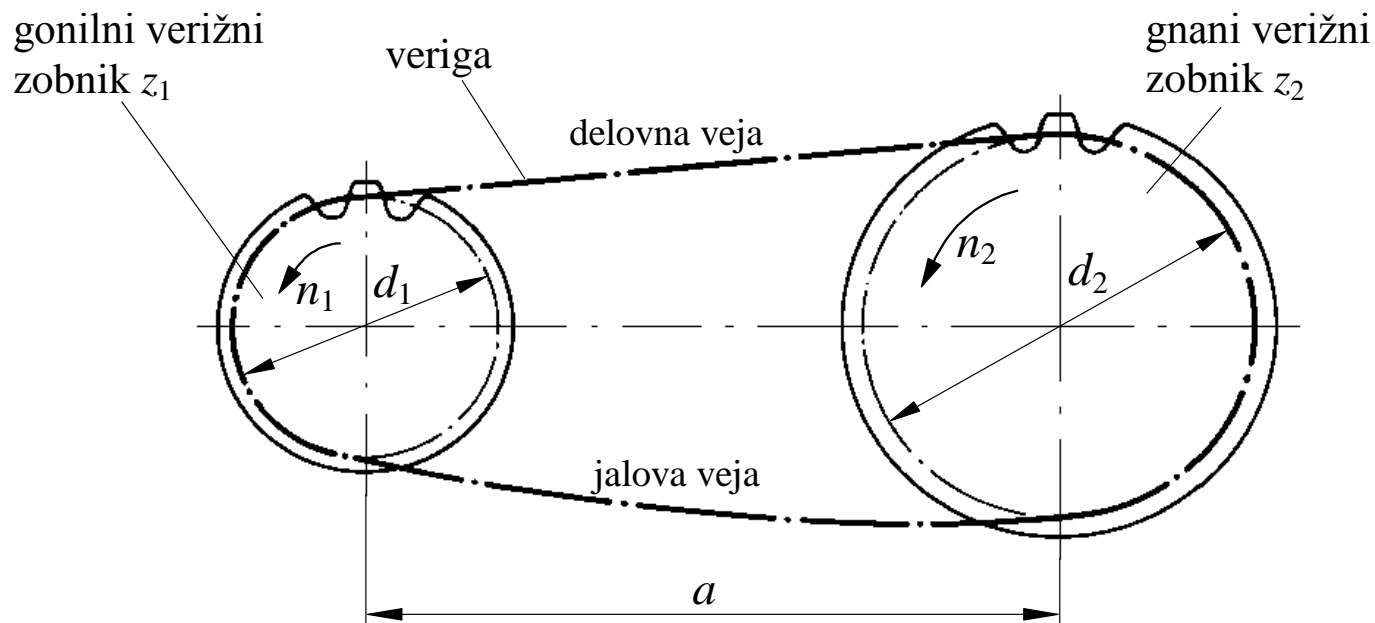
Katedra za strojne elemente in razvojna vrednotenja



Strojni elementi 2

Verižna gonila

Gorazd Fajdiga, Marko Nagode



Prednosti verižnih gonil:

- prenos vrtilnega gibanja brez zdrsa,
- enostavno premagovanje večjih medosnih razdalj,
- majhen vgradni prostor (v primerjavi z jermenskimi gonili),
- z eno verigo je mogoče poganjati več gredi z isto ali nasprotno smerjo vrtenja,
- manjše obremenitve gredi in ležajev v primerjavi z jermenskimi in tornimi gonili,
- verižna gonila niso občutljiva na povišano temperaturo, vlago in umazanijo.

Slabosti verižnih gonil:

- neenakomerni prenos vrtilnega gibanja zaradi poligonskega efekta,
- razmeroma velik hrup gonila,
- možnost preskakovanja verige zaradi prekomerne obrabe členov verige,
- dražja izvedba in zahtevnejše vzdrževanje v primerjavi z jermenskimi gonili,
- možnost pogona samo vzporednih gredi.



Glede na konstrukcijsko izvedbo:

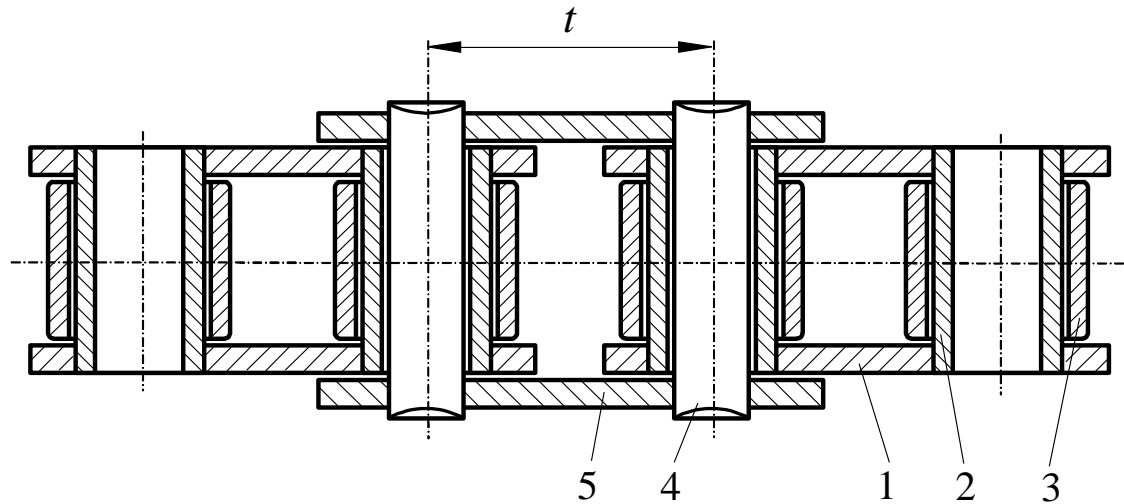
- veriga s kotalko (valjčkom),
- veriga s pušo,
- veriga s sornikom,
- zobata veriga,
- posebne izvedbe verig

Glede na namen uporabe:

- pogonske verige,
- bremenske verige,
- transportne verige.

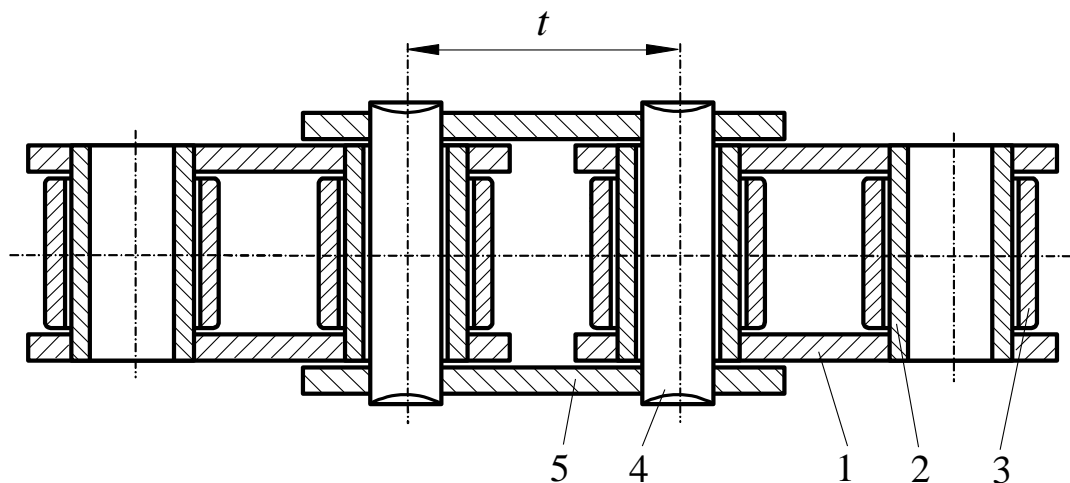


Vrste verig - Veriga s kotalko (valjčkom)

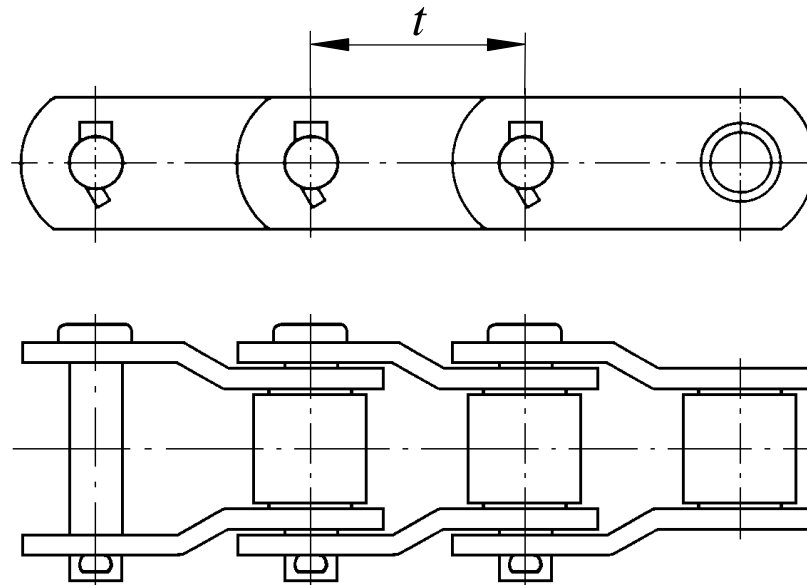


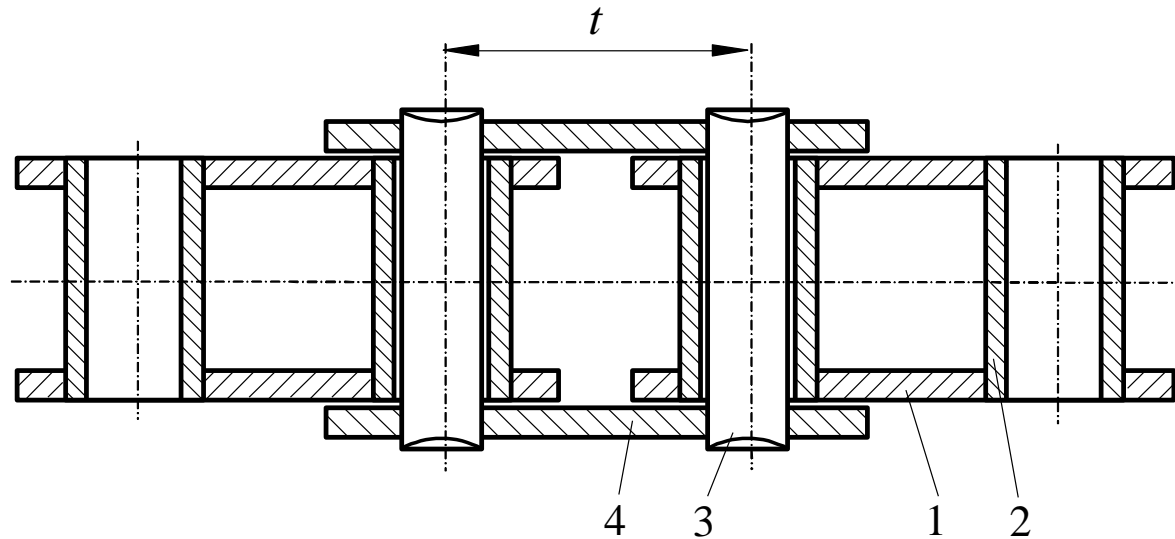
Material:

- **zunanje in notranje lamele** - jekla za poboljšanje
- **sorniki** - iz okroglih palic iz hladno vlečenega jekla za cementiranje, tudi iz jekla za poboljšanje
- **puše** - iz trakov iz hladno valjanega jekla za cementiranje, tudi iz umetnih snovi
- **kotalka** (valjček) - iz jekel za cementiranje ali jekel za poboljšanje

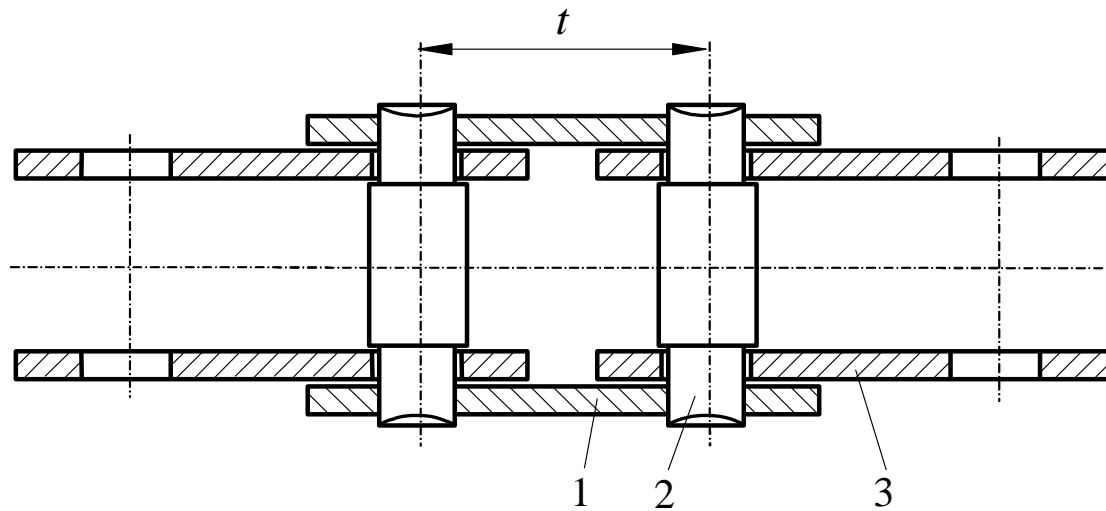


Rotary verige po DIN 8182

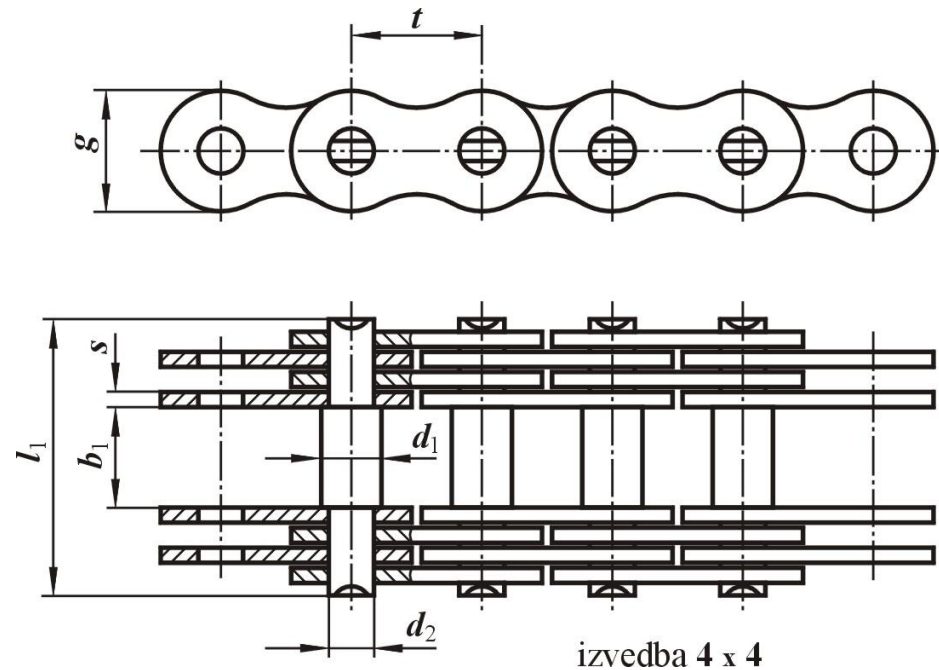




Vrste verig - Veriga s sornikom



Gallove verige po DIN 8150



-uporaba:

- kot verige s kotalko
- za zahtevnejše pogone predvsem pri motornih vozilih in obdelovalnih strojih z močjo do 600 kW in
- za hitrosti verige do 35 m/s.

- slabost v primerjavi z verigami s kotalkami so:

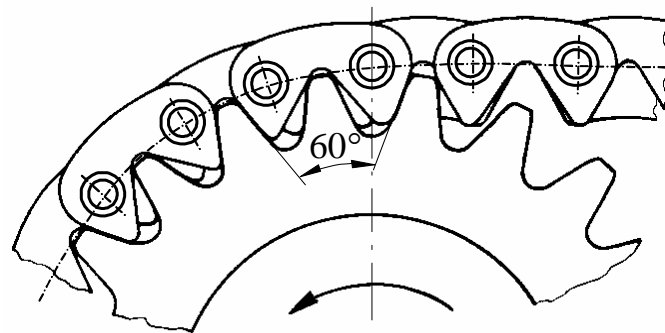
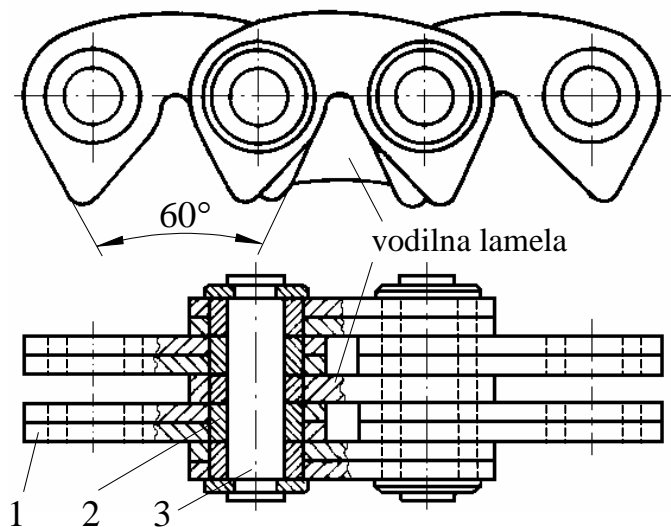
- visoka cena,
 - večja teža,
 - večja občutljivost na izdelovalne in obratovalne nenatančnosti ter
 - zahtevano rednejše vzdrževanje.
- tečejo mirno in tiho,
- zobate verige prenašajo moč preko posebno oblikovanih (zobatih) lamel

Glede na konstrukcijsko izvedbo členka verige ločimo:

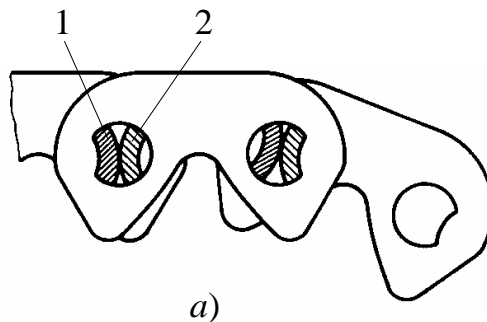
- zobate verige s pušami,
- zobate verige z zgibnim členom.

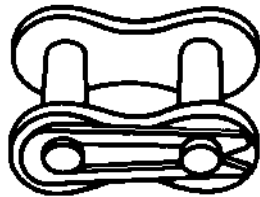


Zobate verige s pušami

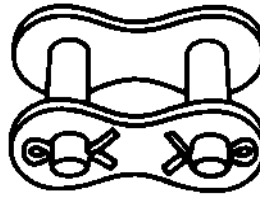


Zobate verige z zgibnim členom

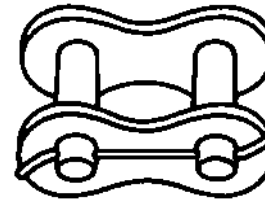




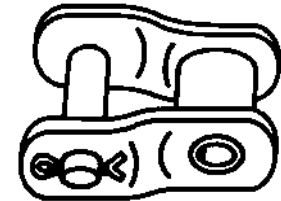
a) z zaskočko



b) z razcepko



c) z jekleno žico

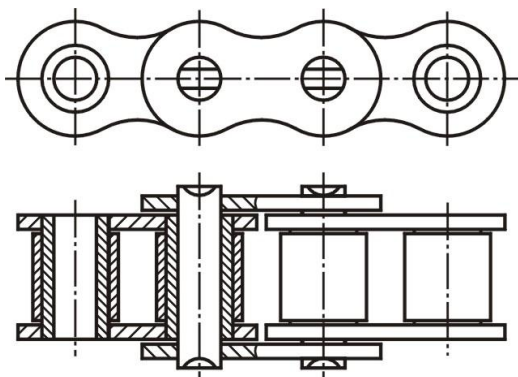


d) z upognjenima lamelama

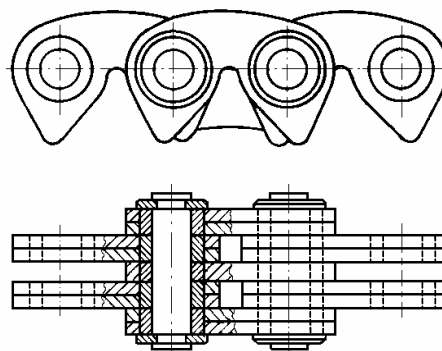


Vrste verig - Pogonske verige

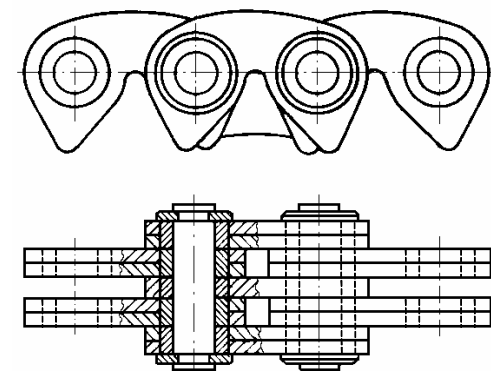
Verige s kotalkami (valjčki)



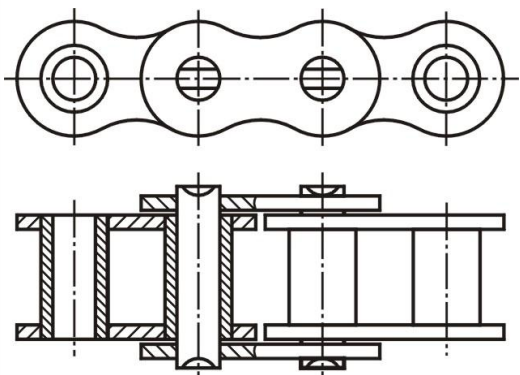
Zobate verige s pušami



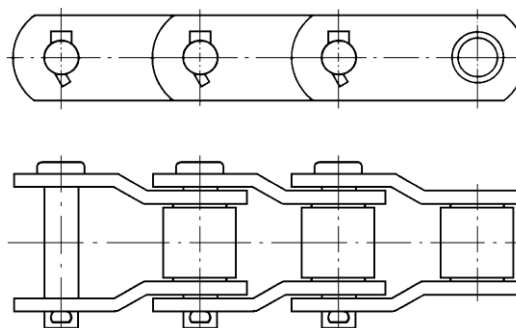
Zobate verige z zgibnim členom



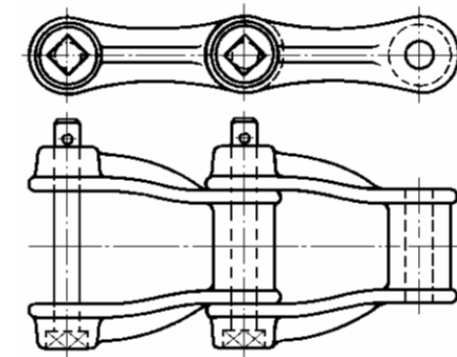
Verige s pušami



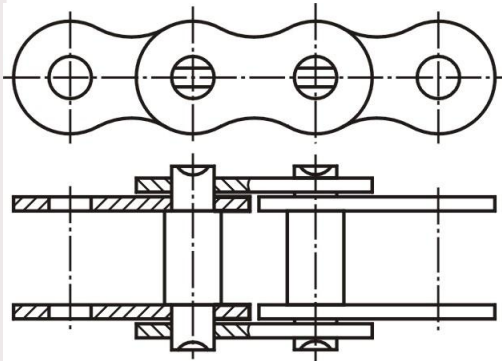
Rotary verige



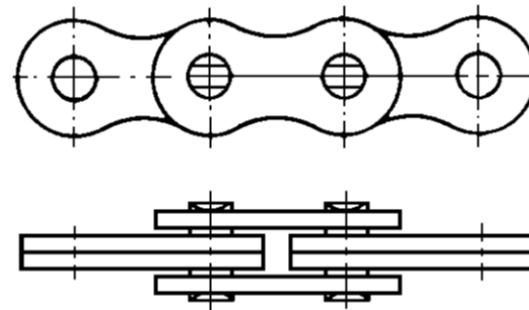
Verige z jeklenimi sorniki



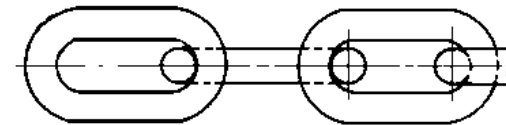
Gallove verige



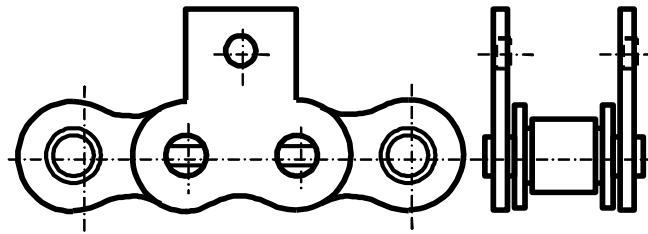
Fleyer verige



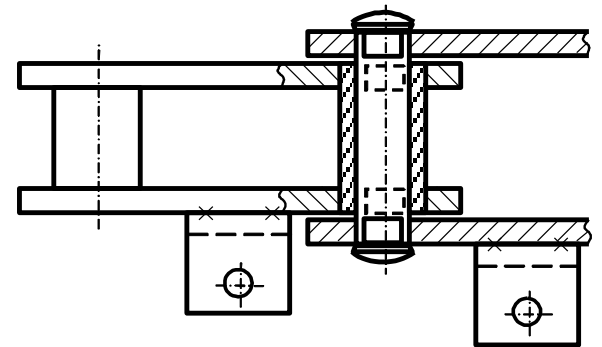
Okrogle členkaste verige

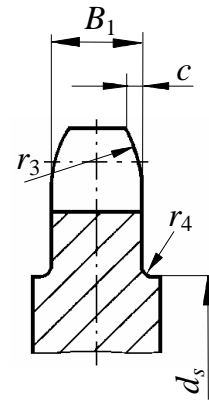
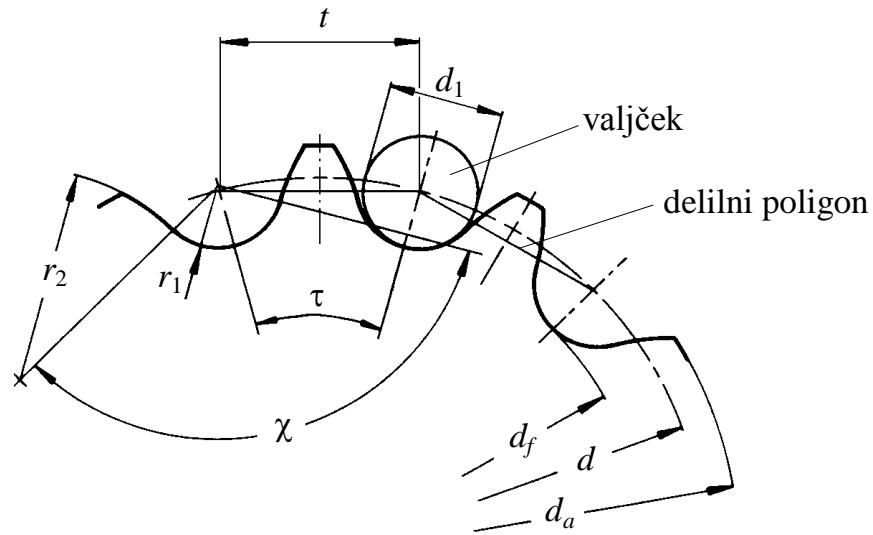


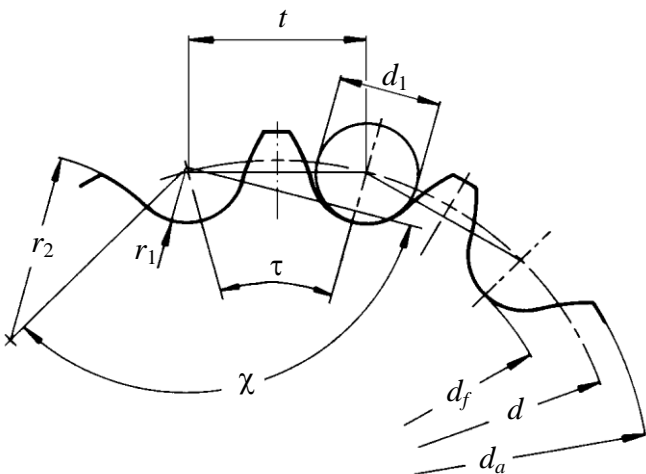
Transportne verige s kotalkami



Transportne verige s pušami







- izhodišče konstruiranja verižnih zobnikov je premer razdelnega kroga d

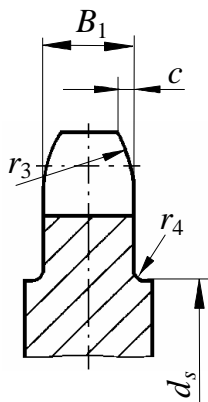
- premer korenškega kroga d_f

- premer temenskega kroga d_a

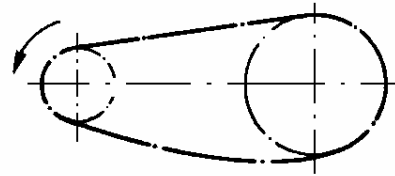
- premer zobnikovega telesa d_s je navzgor omejen

- profil ozobja sestavljata zaokroženo medzobje z radijem r_1 , ki na kotu χ glede na simetralo medzobja prehaja v ukrivljeni bok zoba z radijem r_2

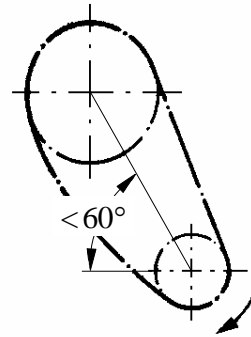
- ostale geometrijske izmere verižnih zobnikov (r_3 , B , ...) se odčita iz tabel



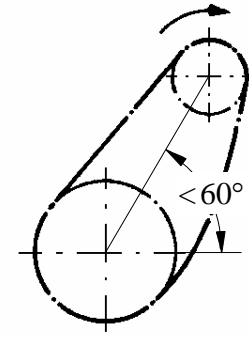
Konstruktivske izvedbe verižnih gonil



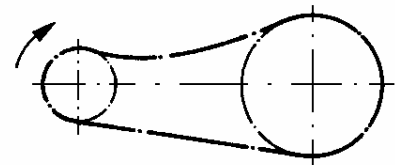
a)



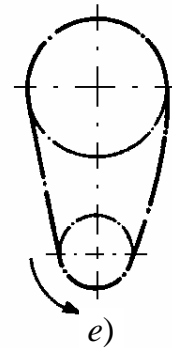
b)



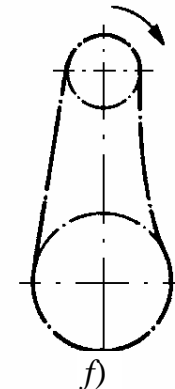
c)



d)



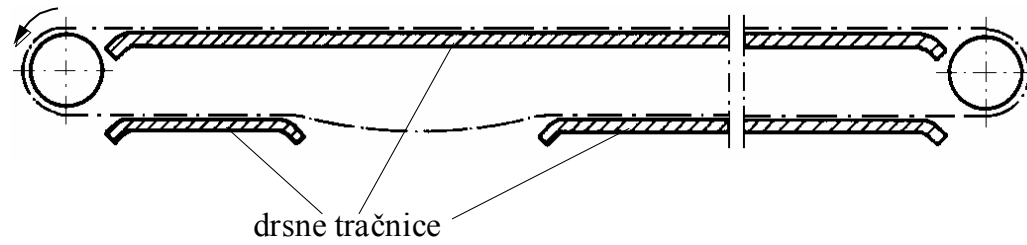
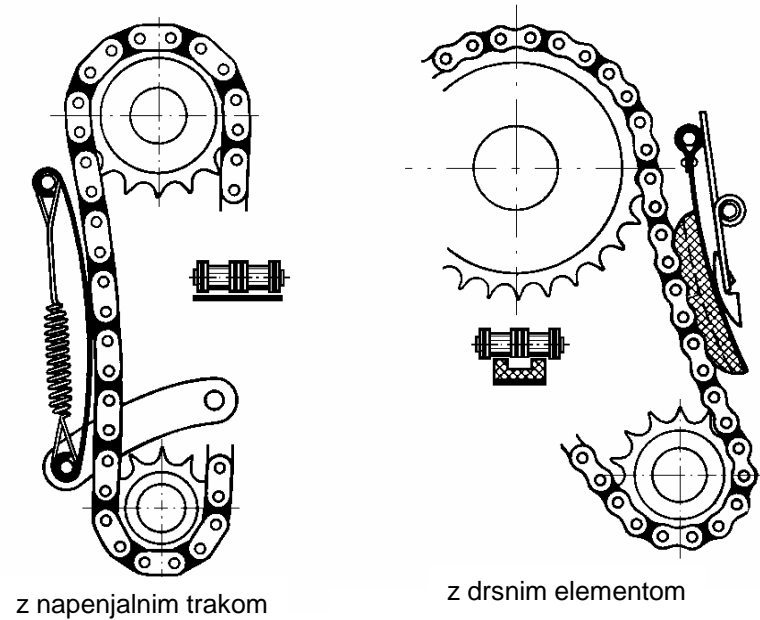
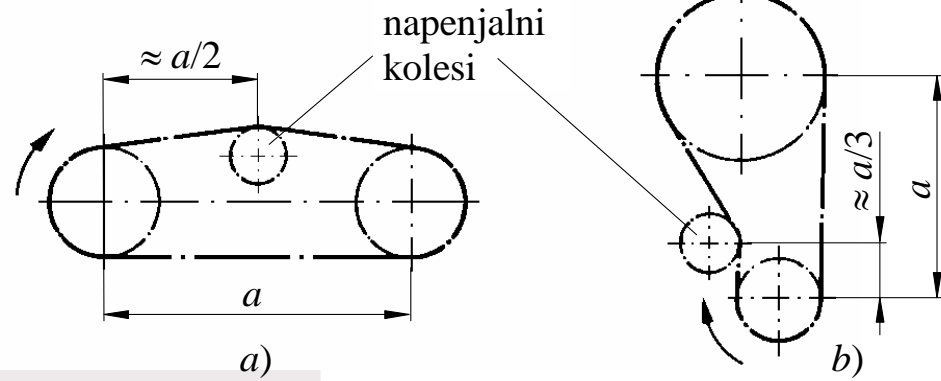
e)



f)



Konstruktivske izvedbe verižnih gonil



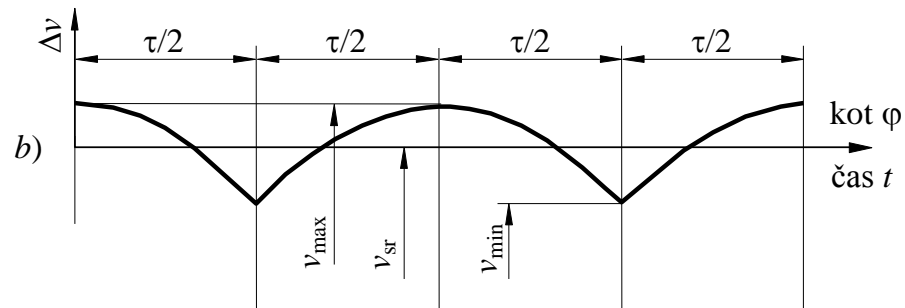
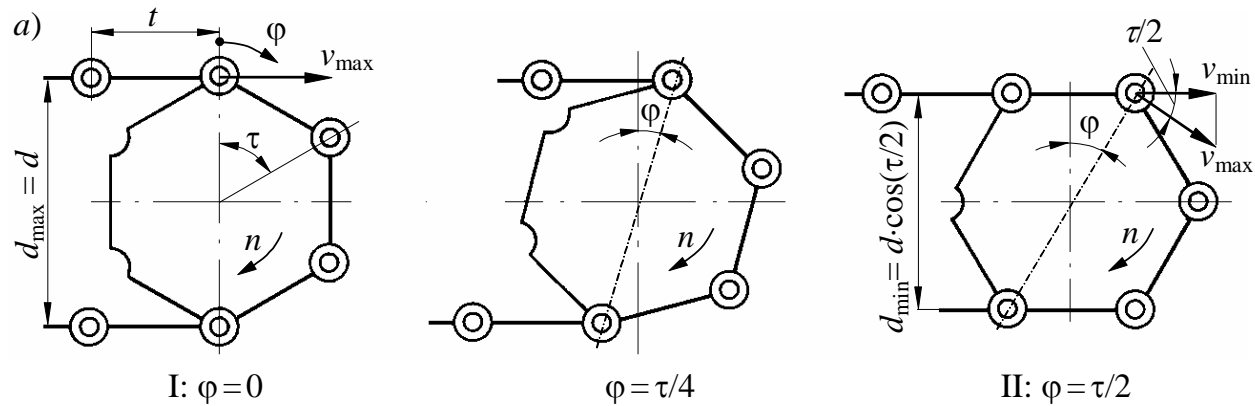
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

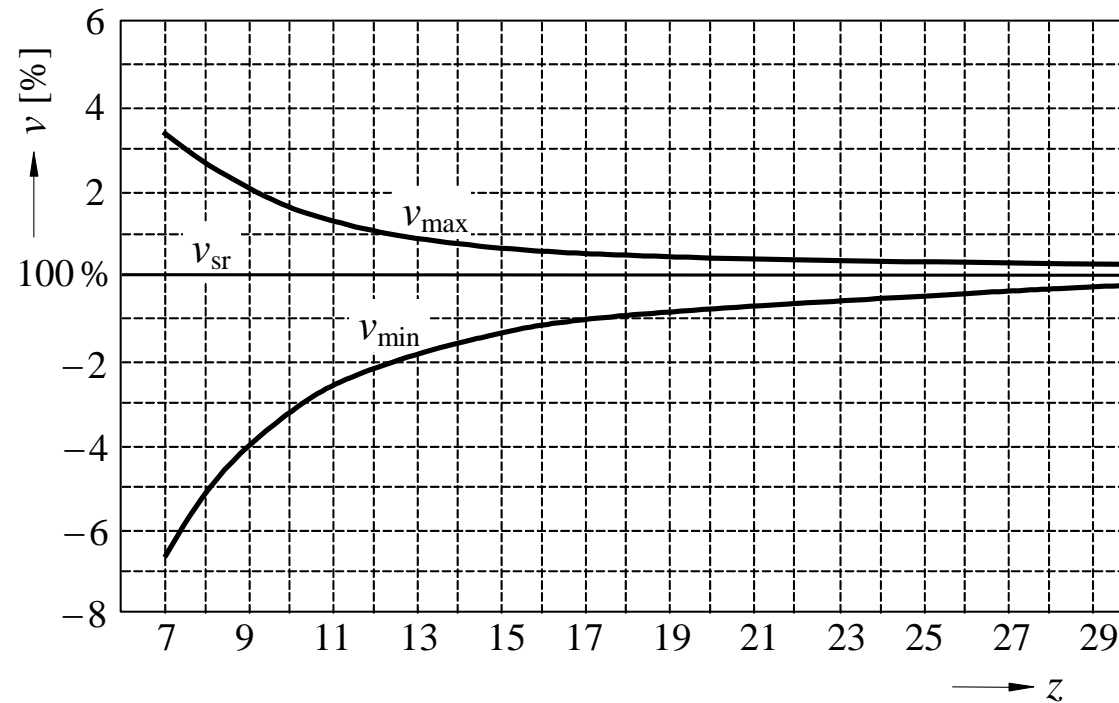


Katedra za strojne elemente
in razvojna vrednotenja



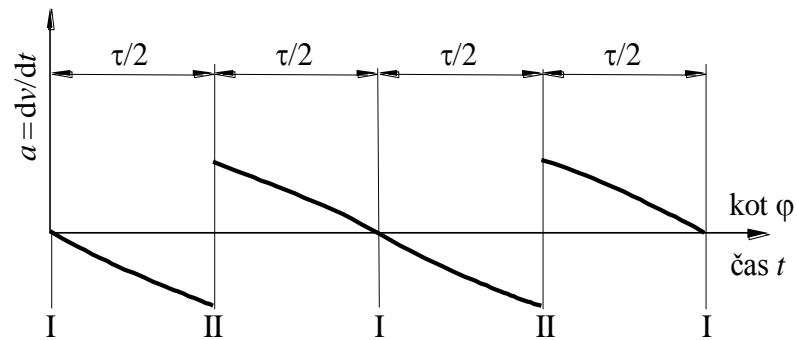
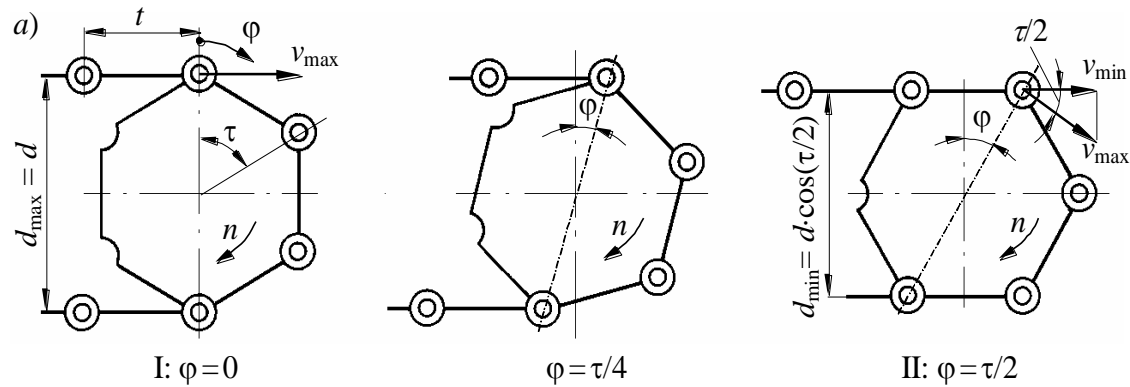
$$\delta = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{v_{sr}}$$



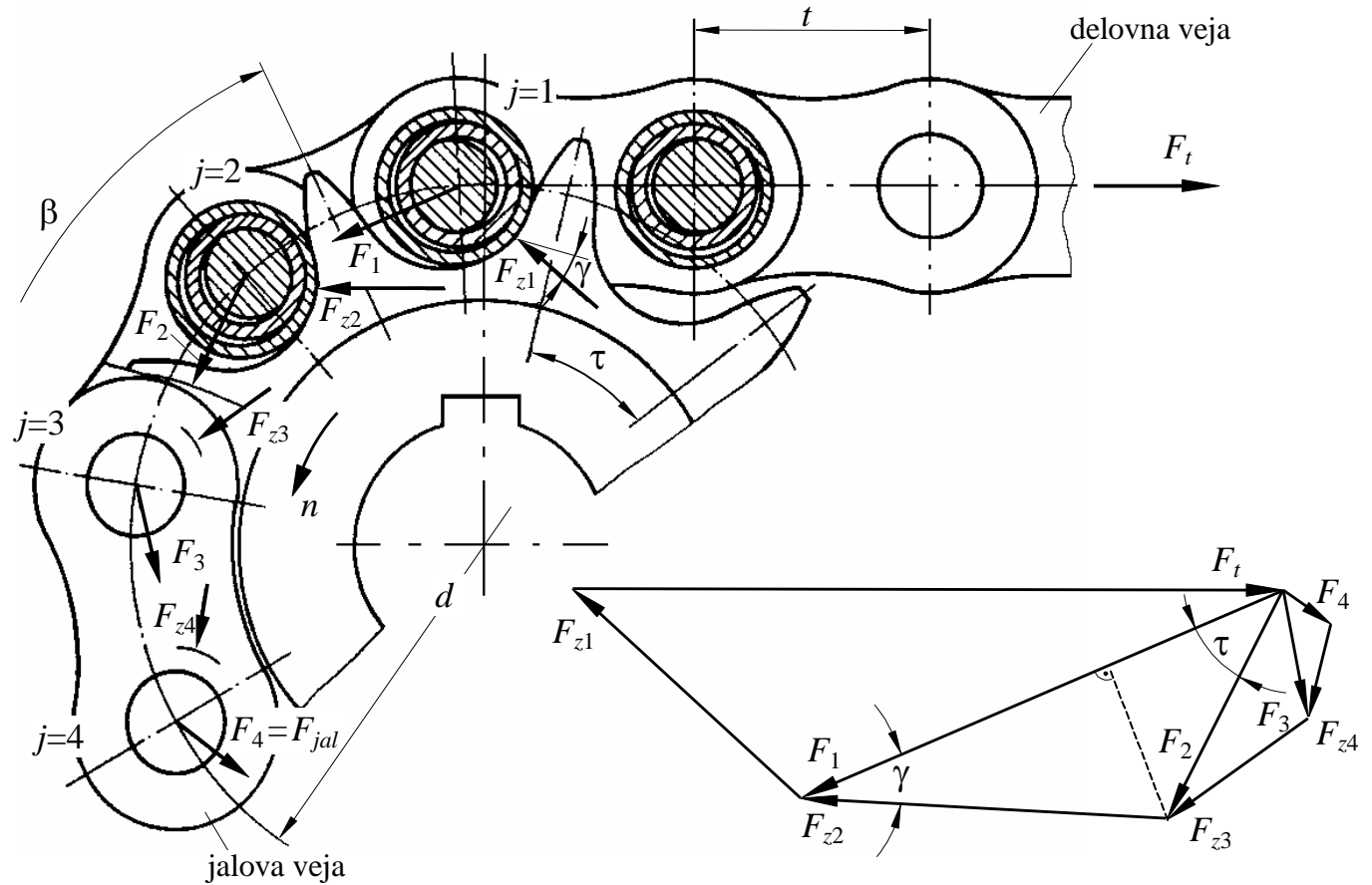


- pospeški oziroma pojemki so največji v mejnih točkah intervala vrtilnega kota $-\tau/2 \leq \varphi \leq \tau/2$

$$a_{\max} = \frac{t \cdot \omega^2}{2 \cdot 10^3} = \frac{2 \cdot t \cdot (\pi \cdot n)^2}{10^3}$$

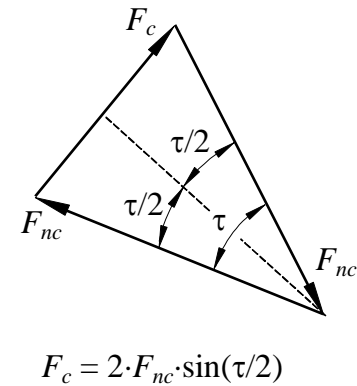
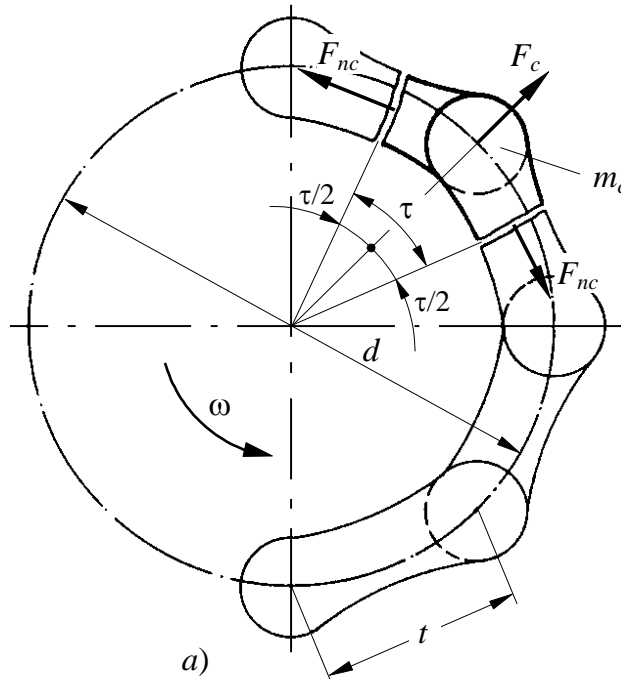


Sile na verižnem gonilu pri verigah s kotalkami-valjčki, pušami in sorniki



Sile na verižnem gonilu pri verigah s kotalkami-valjčki, pušami in sorniki

- natezna sila v verigi zaradi centrifugalne sile F_{nc}

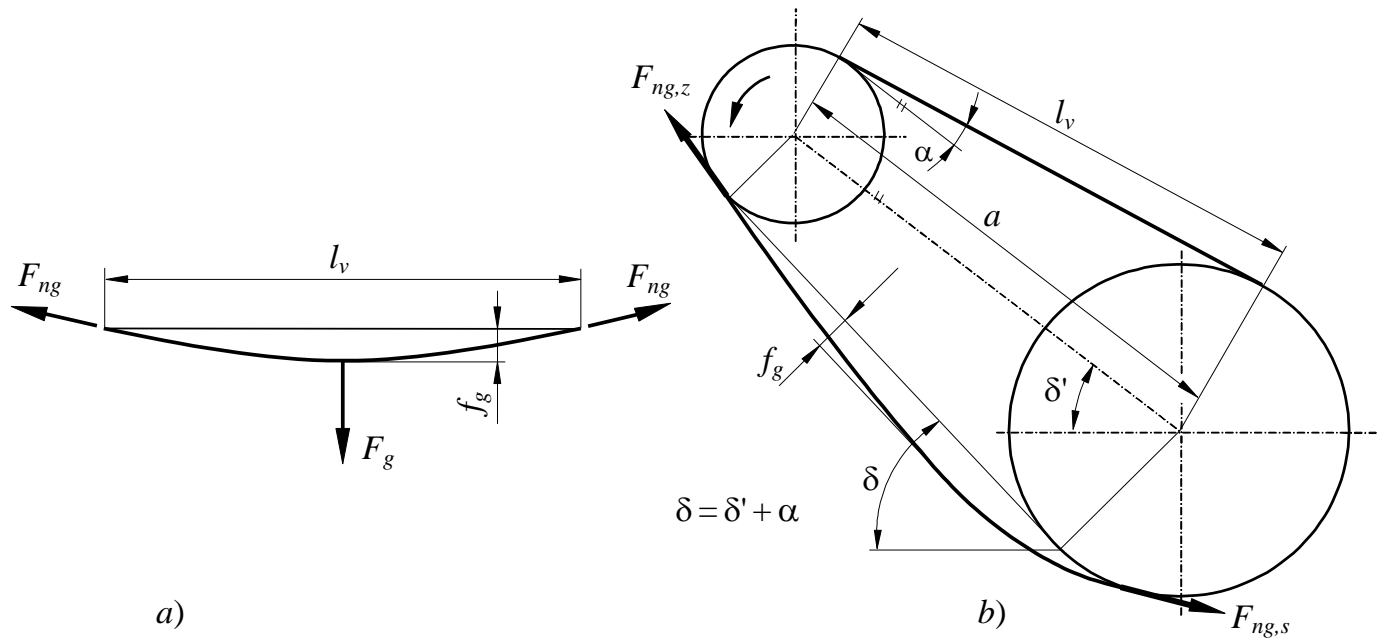


b)



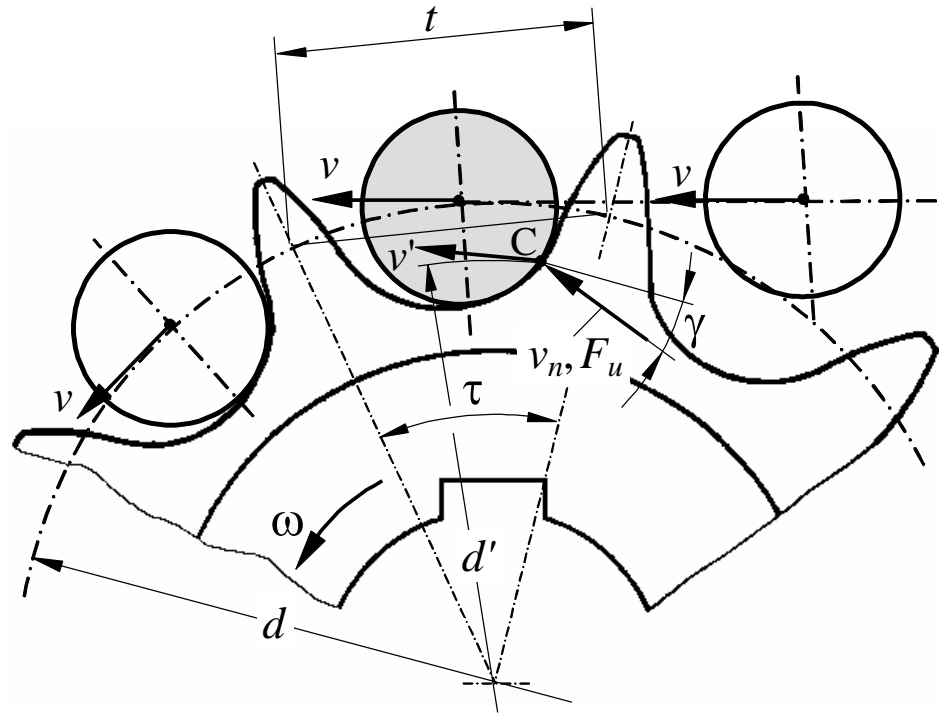
Sile na verižnem gonilu pri verigah s kotalkami-valjčki, pušami in sorniki

- natezna sila v verigi zaradi lastne teže F_{ng}



Sile na verižnem gonilu pri verigah s kotalkami-valjčki, pušami in sorniki

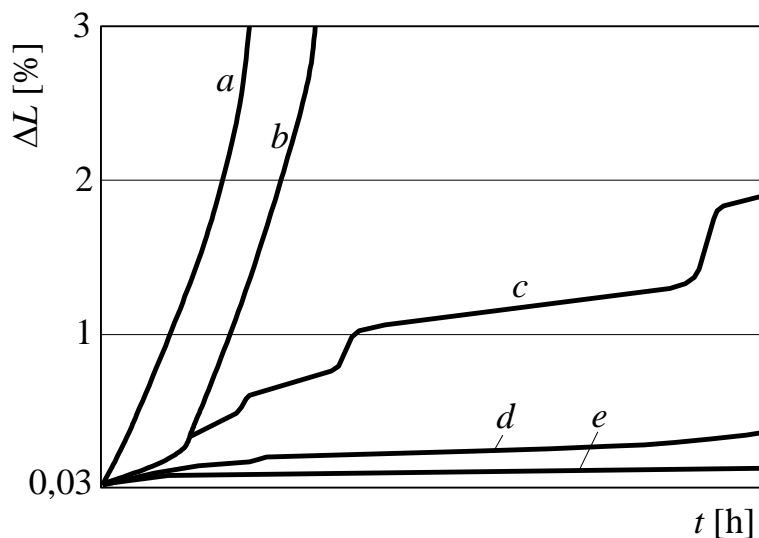
- udarna sila F_u



- sila na gredi in ležaje F_g



- podaljšanje verige v odvisnosti od časa obratovanja in mazanja



a- brez mazanja

b- začetno mazanje s strani proizvajalca

c- občasno mazanje v intervalih

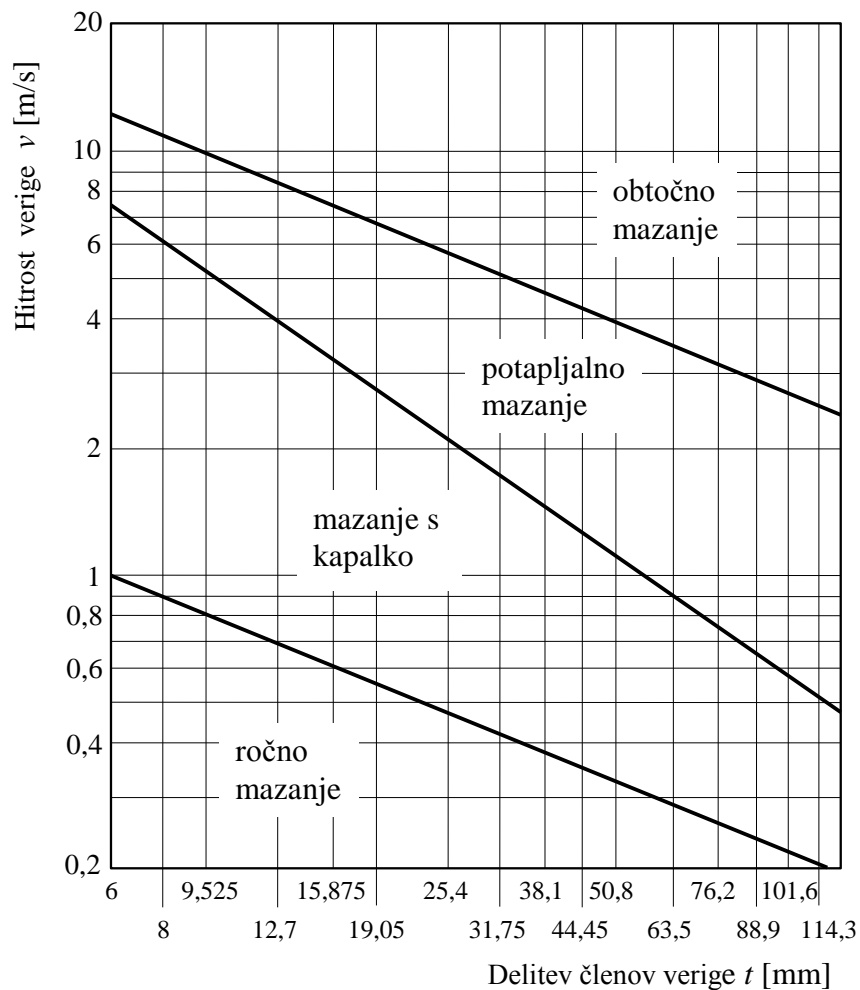
d- trajno, vendar nezadostno mazanje

e- trajno mazanje z dosego optimalnih mazalnih lastnosti

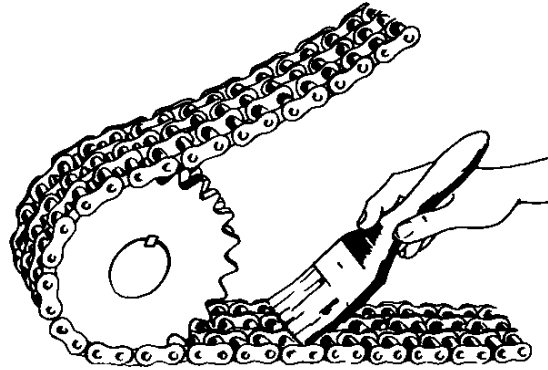
L - dolžina verige, t - čas obratovanja



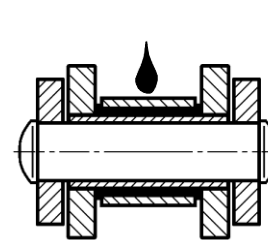
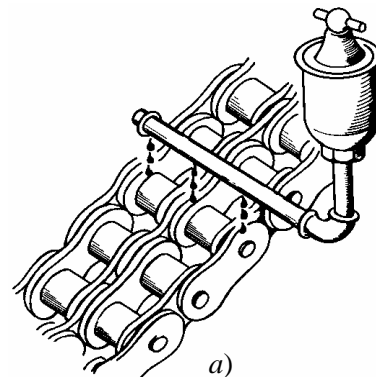
- izbira načina mazanja



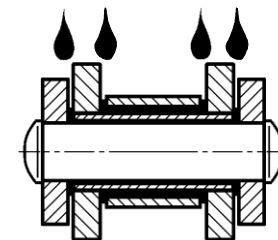
Ročno mazanje



Mazanje s kapalko



Nepravilno

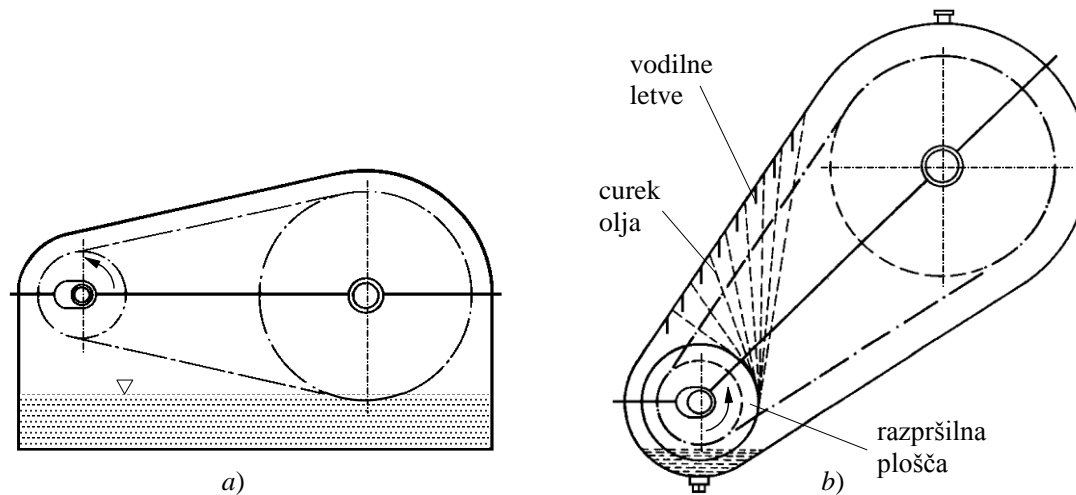


Pravilno

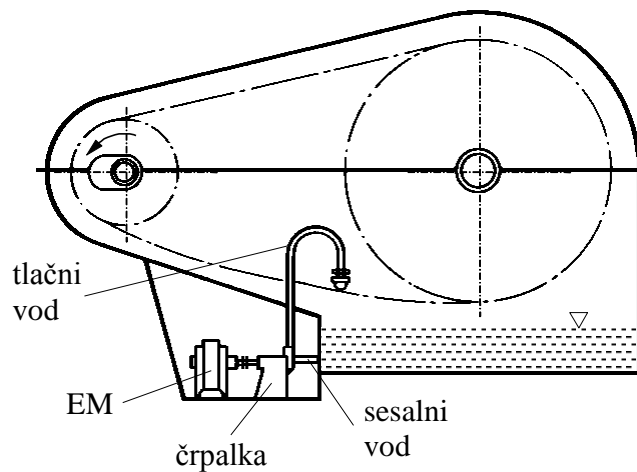
b)



Potapljalno mazanje



Obtočno mazanje



Izbira maziva

- odvisno od načina mazanja in temperature okolice
- mineralna olja s priporočeno viskoznostjo
- pri specifičnih obratovalnih pogojih (ekstremno visoke ali nizke temperature, visoki površinski tlaki v členkih verige, agresivni mediji itd.) mineralnim oljem dodamo dodatke ali uporabimo kvalitetnejša sintetična olja

ϑ_o [°C]	ISO-razred viskoznosti	ν_{40} [mm ² /s]
-5 do +25	VG 100	100
+25 do +45	VG 150	150
+45 do +65	VG 220	220

ϑ_o temperatura okolice
 ν_{40} kinematična viskoznost olja pri 40 °C

Maziva za dolgotrajno ohranitev mazalnih lastnosti

Maziva za visoke površinske tlake

Maziva za visoke obratovalne temperature

Maziva za nizke obratovalne temperature



Izhodišče so projektni vhodni podatki:

- nazivna moč P ,
- vrtilna frekvenca gonilne gredi n_1 ,
- vrtilna frekvenca gnane gredi n_2 ali prestavno razmerje i ,
- karakteristike pogonskega in delovnega stroja,
- obratovalni pogoji

Sledi:

- določitev ostalih osnovnih veličin gonila (upoštevamo priporočene vrednosti)
- zasnova gonila (izbrati vrsto verige in ustrezno velikost-delitev členov)
- določitev geometrijskih veličin (medosje, število členov verige, premeri verižnih zobnikov..)
- trdnostni preračun verige in verižnih zobnikov



Prestavno razmerje

- če prestavno razmerje i ni podano (npr. pri snovanju novih gonil)

$i \leq 5$ običajno za verižna gonila

$5 < i \leq 7$ manj priporočljivo

$i > 7$ samo izjemoma

Število zob verižnih zobnikov

- najprej se izbere število zob manjšega zobnika z_m , priporočljive vrednosti so v tabeli

Vrsta verige	Običajna verižna gonila						Verižna gonila z majhnimi hitrostmi verige		Ročni pogoni
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	$i=6$	$v < 7$ m/s	$v < 4$ m/s	
Verige z valjčki	31	27	25	23	21	17	14 ... 16	11 .. 13	$\geq 7 \dots 9$
Verige s pušami									≥ 13
Zobate verige	35	31	27	23	21	17			

Hitrost verige

- z večanjem hitrosti verige se povečujeta natezna obremenitev verige zaradi centrifugalne sile ter površinski tlak na kontaktnih površinah med verigo in verižnim zobnikom

- priporočena hitrost verige je $v \leq 12$ m/s (do 30 m/s pri visoki izdelovalni natančnosti)



Preračun verižnih gonil z verigami s kotalkami – valjčki

Zasnova gonila (izbrati vrsto verige in ustrezno velikost-delitev členov)

- najprej glede na diagramsko moč P_D in vrtilno frekvenco manjšega verižnega zobnika n_m iz diagrama izberemo ustrezno velikost verige s pripadajočo delitvijo členov verige t
- diagram je zasnovan na podlagi preskusov na testnih verižnih gonilih ob predpostavki, da je v predvideni življenjski dobi $L_{h0} = 15000$ ur podaljšanje verige zaradi obrabe členkov manjše od 3 %

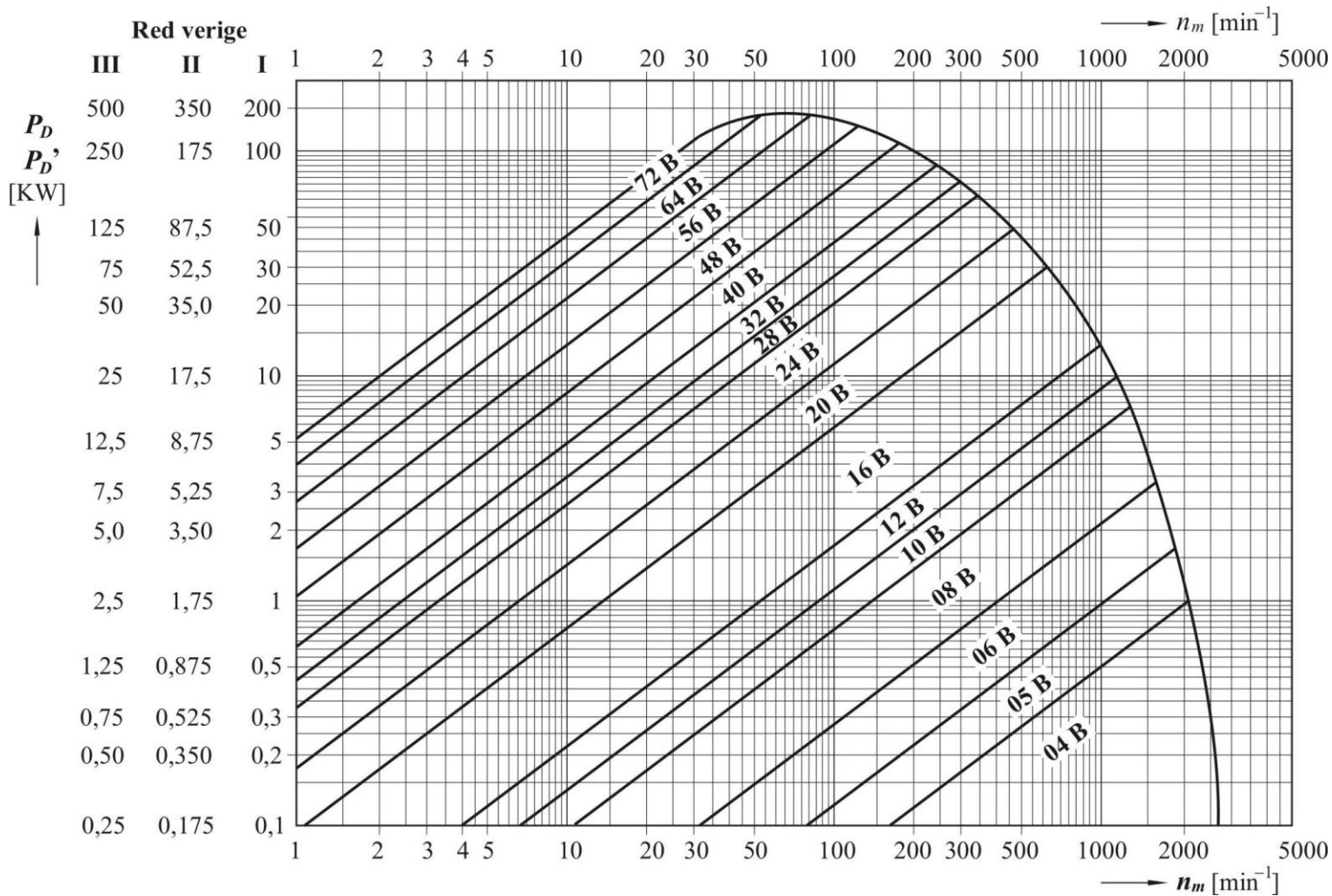
Podatki testnega verižnega gonila:

- verižno gonilo z dvema gredema, ki sta vodoravni in med seboj vzporedni,
- število zob manjšega verižnega zobnika $z_m = 19$,
- prestavno razmerje gonila $i = 3$,
- število členov verige $X = 100$,
- medosje $a = 40 \cdot t$ (t je delitev členov verige),
- enakomerno obratovanje brez dodatnih zunanjih obremenitev ($KA = 1$),
- zadostno mazanje verige in verižnih zobnikov.



Preračun verižnih gonil z verigami s kotalkami – valjčki

Zasnova gonila (izbrati vrsto verige in ustrezno velikost-delitev členov)



Izbira standardnih verig z valjčki po DIN 8187

n_m -vrtlina frekvenca manjšega verižnega zobnika P_D -diagramska moč P_D -korigirana diagramska moč



Preračun verižnih gonil z verigami s kotalkami – valjčki

Zasnova gonila (izbrati vrsto verige in ustrezno velikost-delitev členov

- za navedene podatke in obratovalne pogoje je diagramska moč P_D enaka nazivni moči P ($P_D = P$)
- v praksi izmere gonila in obratovalni pogoji odstopajo od omenjenih zato se upošteva ta odstopanja s posameznimi vplivnimi veličinami

$$P_D = P \cdot K_A \cdot k_z \cdot k_i$$

k_z koeficient števila zob, tabela

z_m	11	13	15	17	19	21	23	25	27	31	37
k_z	1,81	1,51	1,29	1,13	1,0	0,9	0,81	0,74	0,68	0,59	0,47
z_m število zob manjšega verižnega zobnika											

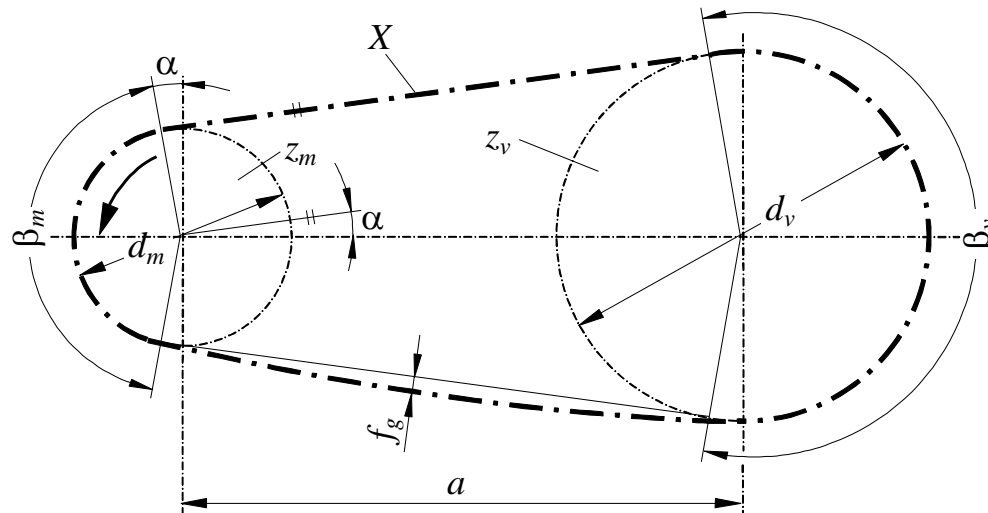
k_i koeficient prestavnega razmerja

i (redukcija)	1	2	3	4	5
$1/i$ (multiplikacija)					
k_i	1,22	1,08	1	0,95	0,92
i prestavno razmerje					



Znano:

- ustrezna veriga s pripadajočo delitvijo členov t ✓
- število zob verižnih zobnikov z_m in z_v ✓



- računski premera verižnih zobnikov d_m, d_v

- orientacijsko medosje a_0 $(30 \dots 50) \cdot t \leq a_0 \leq (80 \dots 100) \cdot t$

- število členov verige X_0 (zaokrožimo na celo, po možnosti sodo število členov)

- dejansko medosje a

- kot nagiba veje verige α

- objemna kota verižnih zobnikov β_m, β_v



Preračun verižnih gonil z verigami s kotalkami – valjčki

Kontrola izbrane verige

Znano:

- ustrezna veriga ✓
- geometrijske izmere verižnega gonila ✓
- izbrano verigo kontroliramo z upoštevanjem ostalih vplivnih veličin
- korigirana diagramska moč P_D , ki jo mora gonilo prenašati

$$P_D' = \frac{P_D}{k_a \cdot k_X \cdot k_G \cdot k_L \cdot k_m}$$

k_a

koeficient medosja

k_X

koeficient števila členov verige

$k_X = 1,0$

verige s sodim številom členov

$k_X = 0,8$

verige z lihim številom členov

k_G

koeficient števila gredi

k_L

koeficient življenjske dobe

k_m

koeficient mazanja, tabela

na osnovi P_D in n_m



preverimo prvotno izbiro verige iz diagrama



veriga ustreza, če ne potrebno izbrati novo in ponoviti postopek

