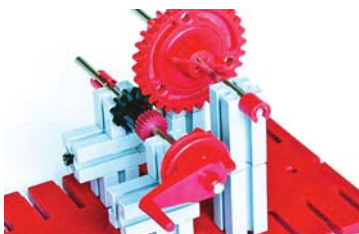
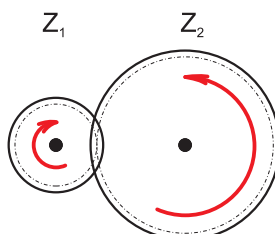


Prav tako naj velja dogovor glede risanja zobnikov. Zobnike rišemo shematsko in ne vsak zob posebej. Takšno risanje bi bilo preveč zamudno, pri risanju zahtevnejših zobniških sklopov pa tudi nepregledno. Iz sheme je razvidno, da zunanji krog predstavlja vrhove zob, notranji krog pa sredino zob.



Dva zobnika v ubiranju



Dva zobnika v ubiranju, narisana shematsko



Dva zobnika v ubiranju

Nekaj zakonitosti gonil bomo spoznali ob modelu, ki ga bomo sestavili iz gradnikov sestavljanke.

Prestavno razmerje

Da bomo lažje spoznali delovanje zobniškega para, se dogovorimo za naslednje oznake:

- Z_1 naj bo oznaka za gonilni zobnik in Z_2 oznaka za gnani zobnik;
- z n_1 označimo število vrtljajev (vrtljino hitrost) gonilnega zobnika, z n_2 pa število vrtljajev gnanega zobnika;
- d_1 naj bo premer gonilnega zobnika in d_2 premer gnanega zobnika;
- z i označimo prestavno razmerje.



Dva zobnika v ubiranju



Dva zobnika v ubiranju

Sestavimo zobniški par, kjer ima pogonski zobnik $Z_1 = 10$ zob, gnani zobnik $Z_2 = 20$ zob. Izmerimo zunanja premera zobnikov: $d_1 = 15$ mm, $d_2 = 30$ mm. Na mestih, kjer se zobnika stikata, narišimo oznaki. Zavrtimo gonilni zobnik Z_1 v smeri urnega kazalca za en vrtljaj (za 10 zob). Gnani zobnik Z_2 je pri tem naredil šele pol vrtljaja (zavrtel se je prav tako za 10 zob). Zavrtimo gonilni zobnik 2-krat. Gnani zobnik se je sedaj zavrtel za en vrtljaj. Pri tem se je zavrtel v nasprotno smer kot gonilni zobnik.



Gonilni zobnik zavrtimo za en vrtljaj



Dva zobnika v ubiranju

Izračunajmo prestavno razmerje: $i = n_1 : n_2 = 2 : 1$

Do enakega rezultata pridemo, če upoštevamo premera zobnikov:

$$i = d_2 : d_1 = 30 \text{ mm} : 15 \text{ mm} = 2 : 1$$

Enako prestavno razmerje dobimo, če računamo s številom zob zobnikov ali z obsegi zobnikov:

$$i = z_2 : z_1 = 20 : 10 = 2 : 1$$
$$i = o_2 : o_1 = 94,25 : 47,12 = 2 : 1$$

Zanimivost

Kako izmerimo obseg zobnika?



1. način:

- zobnik damo na ravno površino,
- naredimo oznako na zobu, ki se dotika površine in na sami površini,
- zobnik počasi zakotalimo, da se zakotali za en vrtljaj (zob z oznako se ponovno dotika mize),
- ponovno naredimo oznako na površini,
- izmerimo razdaljo med oznakama.



2. način:

- s tanko vrvico objamemo zobnik,
- izmerimo dolžino vrvice.



3. način:

- izmerimo premer zobnika,
- izračunamo: $o = \pi \cdot d = 3,14 \cdot d$,
- $o = \dots\dots\dots \text{ cm}$.



Sedaj zamenjajmo vlogi zobnikov: zobnik Z_1 ima sedaj 20 zob, zobnik Z_2 pa 10 zob. Zavrtimo gonilni zobnik. Vidimo, da se gnani zobnik zavrti 2-krat, ko naredi gonilni zobnik en vrtljaj.



Prestavno razmerje - gonilni zobnik je večji



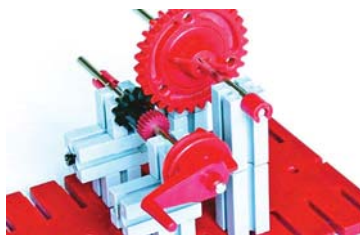
Dva zobnika v ubiranju

Prestavno razmerje je sedaj: $i = n_1 : n_2 = 1 : 2$

Gnani zobnik se zavrti dvakrat, ko gonilni zavrtimo za en vrtljaj.

V naslednjem primeru naj ima gonilni zobnik premer 15 mm, gnani zobnik pa 60 mm. Prestavno razmerje je:

$$i = 15 \text{ mm} : 60 \text{ mm} = 1 : 4$$



Dva zobnika v ubiranju



Dva zobnika v ubiranju



Iz rezultatov, ki smo jih dobili, lahko povzamemo naslednje ugotovitve:

- ko je gonilni zobnik manjši, gnani zobnik pa večji, se število vrtljajev (vrtljna hitrost) gnanega zobnika zmanjša. Dobimo **reduktor**,
- kolikokrat je premer gnanega zobnika večji, tolikokrat je število vrtljajev tega zobnika manjše,
- ko je gonilni zobnik večji, gnani zobnik pa manjši, se število vrtljajev (vrtljna hitrost) poveča,
- pri zobniškem gonilu z dvema zobnikoma se smer vrtenja gnane gredi spremeni.

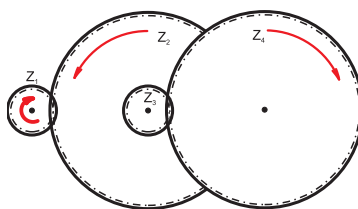


Sistem zobnikov pri ročnem vrtalnem strojčku

Pri nekaterih napravah in strojih nam zobniški par ne zmanjša dovolj števila vrtljajev. V ta namen sestavijo cel sklop zobnikov. Kako deluje tak sistem zobnikov in kakšno je prestavno razmerje, si pogledajmo na primeru, prikazanem na shemi.



Sklop zobnikov v ubiranju



Sklop zobnikov v ubiranju narisanih shematsko



Sklop zobnikov v ubiranju

Sistem sestavljajo tri gredi, ena gonilna in dve gnani, ter dva zobniška para; zobnika Z_1 in Z_2 sta prvi zobniški par, zobnika Z_3 in Z_4 pa drugi zobniški par. Premeri zobnikov so naslednji:

$$d_1 = 15 \text{ mm}, d_2 = 60 \text{ mm}, d_3 = 15 \text{ mm}, d_4 = 60 \text{ mm}$$

Prestavno razmerje za prvi zobniški par je torej:

$$i_1 = d_2 : d_1 = 60 : 15 = 4 : 1$$

Hitrost vrtenja druge gredi je štirikrat manjše od prve gredi. Ko se je zobnik Z_1 zavrtel 4-krat, se je zobnik Z_2 zavrtel 1-krat, prav tako se je enkrat zavrtel zobnik Z_3 , saj sta pritrjena na isti gredi. Prestavno razmerje zobniškega para Z_3 in Z_4 (i_{II}) je prav tako 4 : 1. Skupno prestavno razmerje izračunamo:

$$i = i_1 \cdot i_{II} = (60 : 15) \cdot (60 : 15) = 4 \cdot 4 = 16$$

V našem primeru nam zobniško gonilo zmanjša hitrost vrtenja. Primer takšnega gonila najdemo v vrtalnem stroju, v menjalniku avtomobila, v mehanskih urah ... Če zamenjamo vlogi zobnikov Z_1 in Z_4 , se hitrost vrtenja 16-krat poveča. Ker se je smer vrtenja dvakrat spremenila, se prva (gonilna) in tretja (gnana) gred vrtita v isti smeri.

Druge vrste gonil

Zobniki niso edini način, s katerim spreminjamo smer ali hitrost vrtenja. Kolesarski dinamo, ima gumijast kolesček, ki ga zavrti plašč kolesa, ki je prav tako iz gume. Guma v tem primeru omogoča, da se gred dinama vrti in ne drsi po plašču kolesa. Takšnemu gonilu pravimo **torno gonilo**. Najdemo ga pri različnih strojih in napravah, npr. pri šivalnem stroju za previjanje sukanca.



Tudi pri kolesu najdemo gonila. Kolesa brez menjalnika v trgovinah skoraj ne najdemo. Razdalja med gonilno in gnano gredjo je pri kolesu prevelika, da bi lahko namestili zobnike. Gibanje se iz gonilne na gnano gred prenaša prek verige. Dobili smo **verižno gonilo**, ki poleg možnosti spreminjanja hitrosti ohranja smer vrtenja gnane gredi. Zelo podobno deluje tudi **jermensko gonilo**, le da imamo namesto zobnikov jermenice, namesto verige pa jermen. Večina obdelovalnih strojev uporablja jermenski prenos (žage, stružnice, namizni vrtalni stroji, šivalni stroji, gramofoni ...).



Torno gonilo pri kolesarskem dinamumu

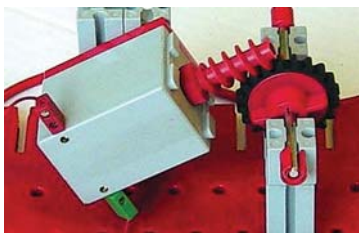


Verižno gonilo pri kolesu

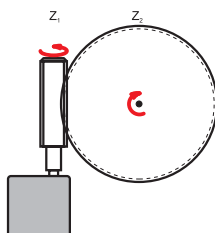


Jermensko gonilo pri stružnici

Pri naštetih primerih gonil smo gonilno in gnano gred zlahka zamenjali. Če bi iz sestavljanke naredili model viličarja, zapornice ali dvigala, nam takšni prenos gibanja ne bi ustrezali, saj bi zapornica sama padla nazaj v prvotno lego, vilice viličarja bi se same spustile in dvigalo bi se samo vrnilo nazaj. Problem rešimo z uporabo **polžastega gonila**.



Model polžastega gonila



Shematski prikaz polžastega gonila



Model polžastega gonila

Ves čas se ujema en sam zob polžastega gonila ($Z_1 = 1$), gnani zobnik pa ima 40 zob ($Z_2 = 40$). Ko se je gonilni zobnik zavrtel za en vrtljaj, se je gnani zobnik premaknil šele za en zob. Torej se mora polžasti zobnik zavrteti 40-krat, da se gnani zobnik zavrti za en vrtljaj. Z lahkoto izračunamo prestavno razmerje:

$$i = n_1 : n_2 = 40 : 1$$

Če zamenjajmo vlogo gredi in gnani zobnik Z_2 poskusimo zavrteti z roko, nam to ne uspe. Pri polžastem gonilu je polž običajno gonilni zobnik.



Zanimivost

Glavne značilnosti polžastega gonila:

- gonilna in gnana gred nista vzporedni, ampak mimobežni,
- z uporabo polžastega gonila dosežemo veliko prestavno razmerje, ki v našem primeru predstavlja kar 40 : 1,
- ko se polž neha vrteti, se celoten sistem ustavi in ga ne moremo zavrteti, ne da bi ponovno zavrteli polža (samozapornost).

Na fotografijah sta primera polžastega gonila:

