

# Gépelemek 3.

## Előadás

MSB144MLGM

- Gyakorlatvezető: Vasvári Gyula Ferenc
- Telefon: +36 72 503 650 / 22812
- email: [vasvari.gyula@mik.pte.hu](mailto:vasvari.gyula@mik.pte.hu)
- Iroda: Pécs, Boszorkány út 2. B202
- Fogadóóra: Kedd 10.00-11.00,



# Előadások célja

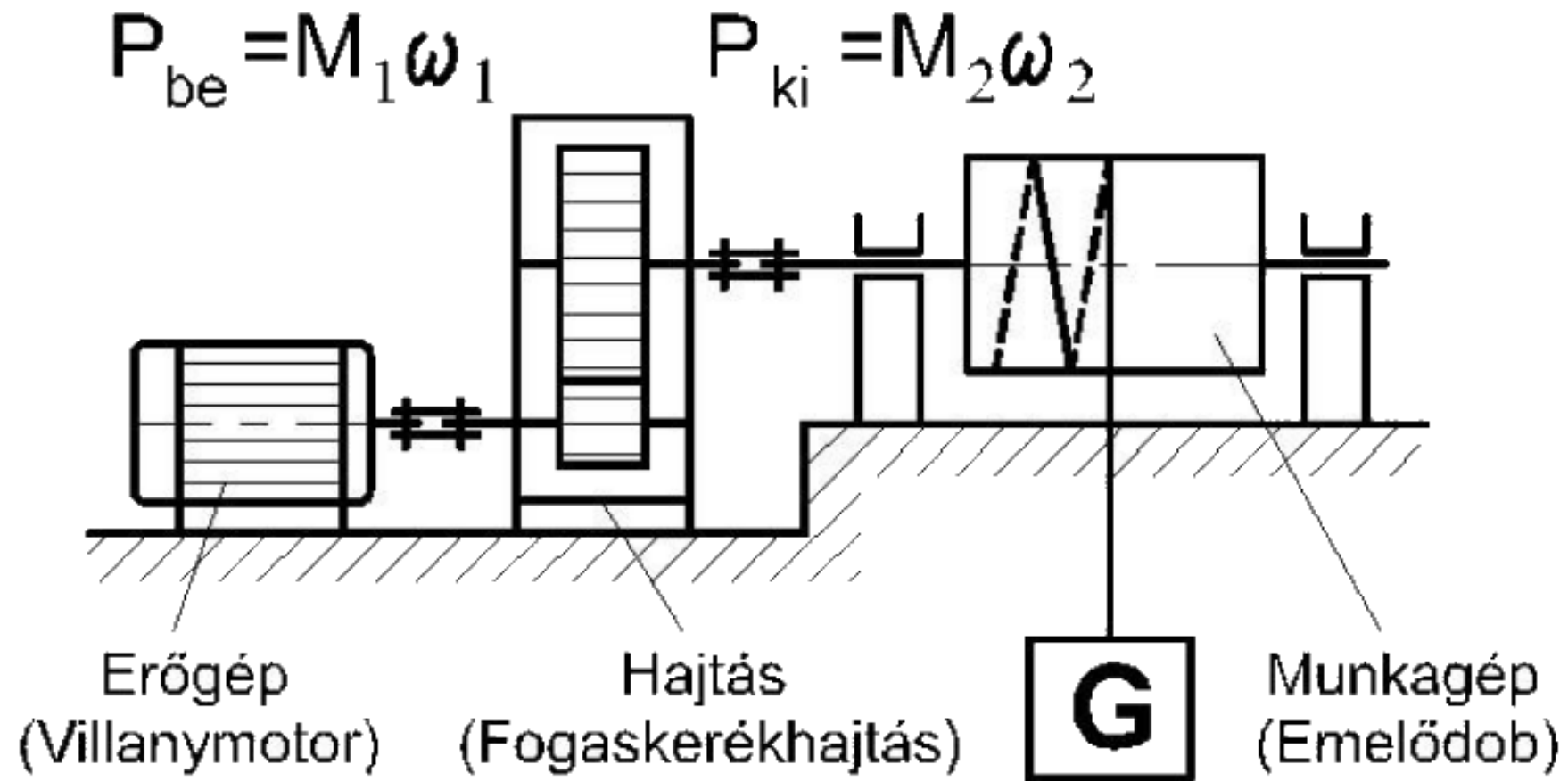
- A hallgatók elméleti tudást szereznek a fogaskerekes hajtások ismeretköréből.
- Gépelemek 4. Hajtómű tervezési feladat
- A hajtóelemekkel ill.hajtásokkal foglalkozó tudományterület a hajtástechnika.

# Hajtóművek

- Összetett gépelem, amely a hajtó és a hajtott gép közötti teljesítmény átvitelt végez
- A hajtómű feladata
  - Nyomaték
  - Erő
  - Fordulatszám
  - Sebesség
- Legtöbb esetben a kívánt módosítást állandó áttétellel alakítják át.
- Nem a fordulatszám terheli a szerkezetet, hanem a nyomaték!

$$T_1 = \frac{P}{\omega_1} \approx \frac{P}{0,1 \cdot n_1}$$

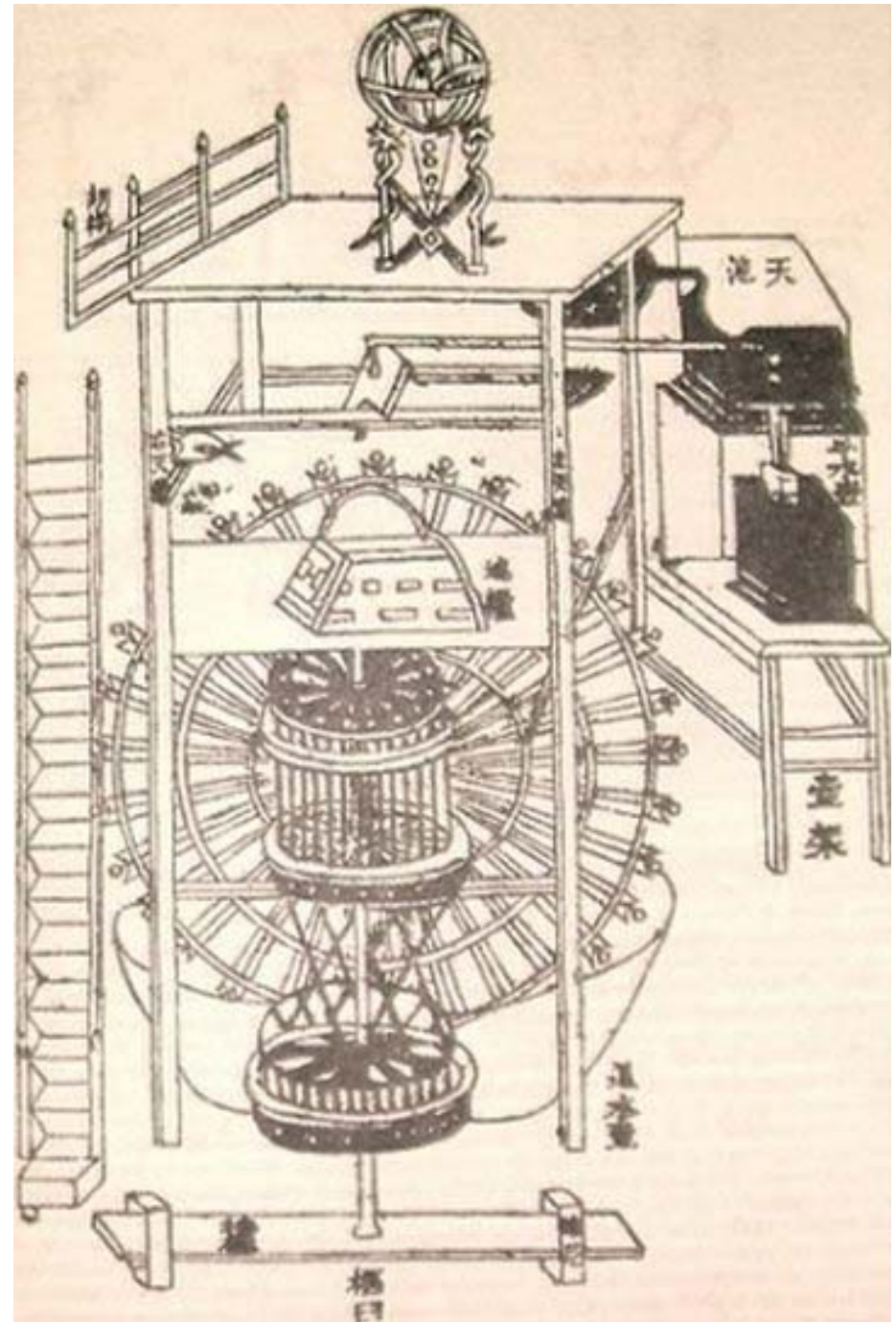
# Hajtás/hajtómű alkalmazása



$$M_1 \neq M_2 \text{ , } \omega_1 \neq \omega_2 \text{ , de } P_1 \approx P_2$$

# Fogaskerékhajtások

- Kína Kr.e. 4.század
- Hérón Kr.u. 1.század



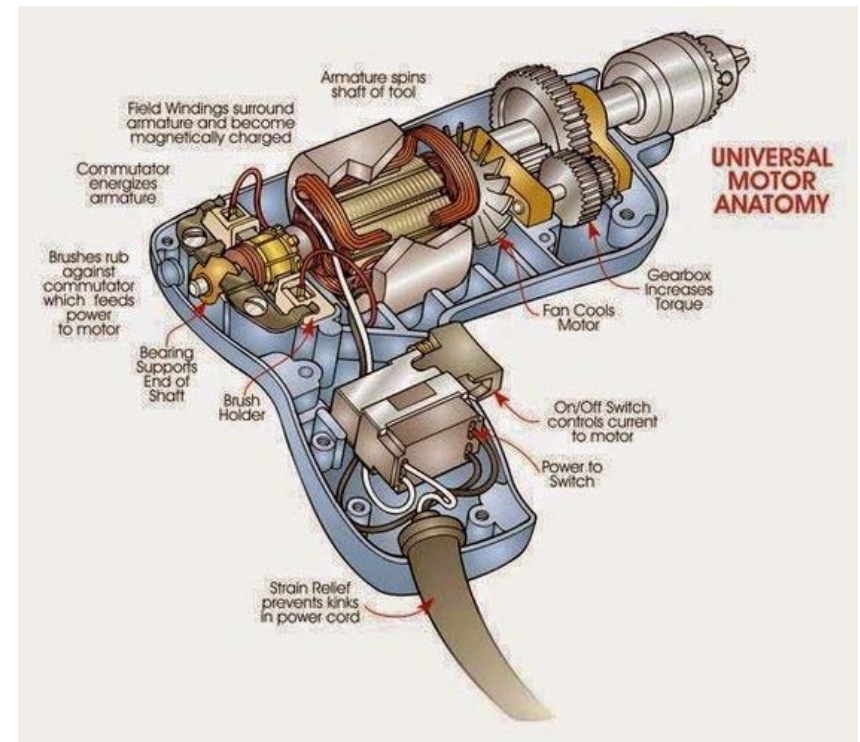
# Fogaskerék-hajtások

- Alakzáró kapcs.  $i = \text{const}$
- Forgó mozgást továbbít
- Cél
  - 2 vagy több gépelem összekapcsolása
  - Fordulatszám-váltás (áttétel)
  - Nyomaték-váltás
  - Teljesítmény leágaztatás
- Az átalakítás módja
  - Fokozatmentes
  - Merev fokozat/áttétel
- Elvárás
  - Kis teljesítmény veszteség mellett átalakítás, azaz jó hatásfok.
  - ~ 2% kapcsolatonként



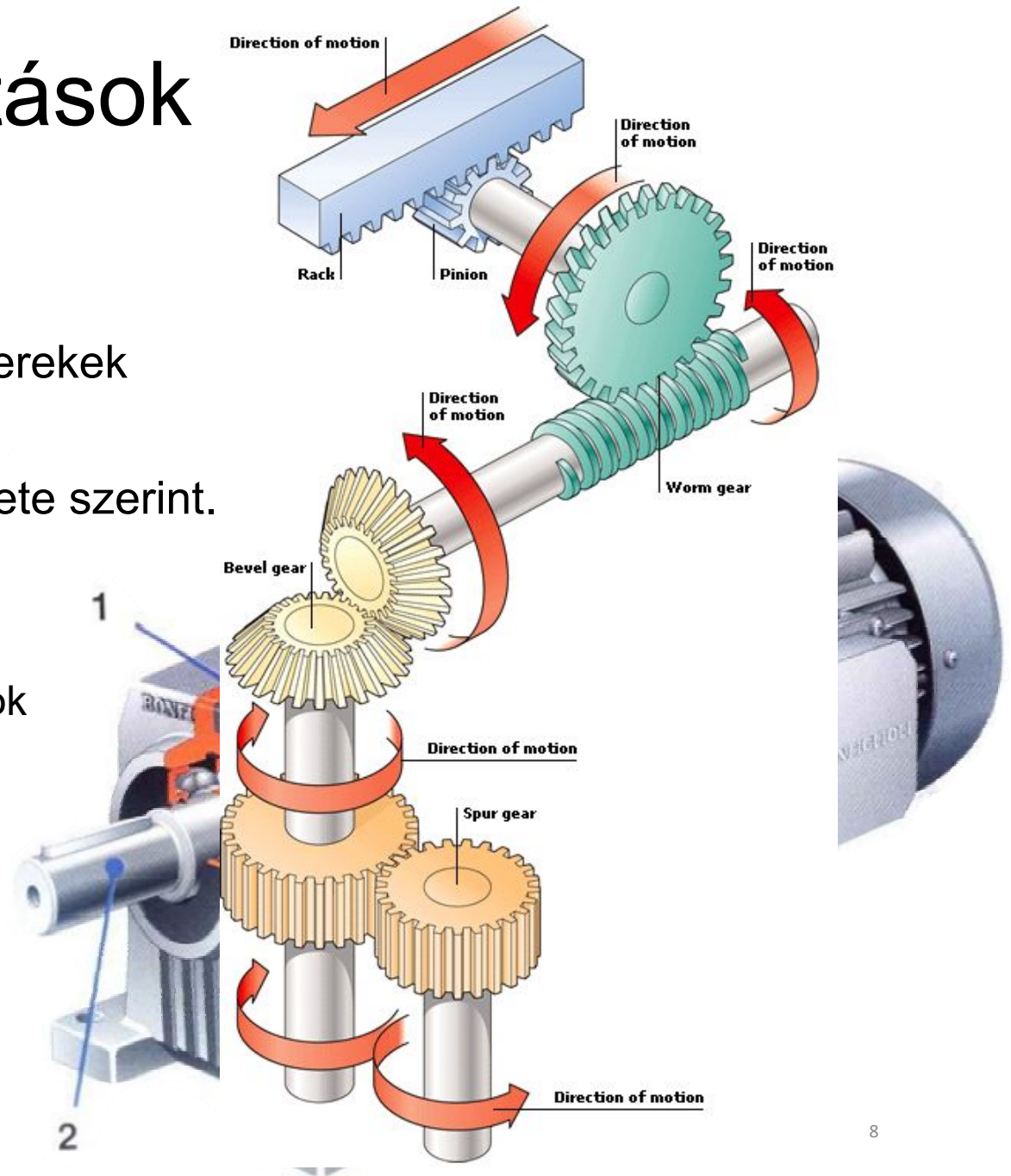
# Fogaskerék-hajtások

- Jellemző
  - Relatív kis befoglaló méretek
  - Széles teljesítmény és ford. tart. alkalmazás
  - Napjainkban a leggyakrabban alk. Hajtások
  - Ált. ford. csökkentés a cél



# Fogaskerék-hajtások

- Csoportosítás:  
A fogaskerekeket a kapcsolódó fogaskerekek tengelyvonalainak viszonylagos helyzete szerint.
- Párhuzamos
  - Hengeres hajtások
- Metsződő
  - Kúpos hajtások
- Kitérő
  - Csigahajtások
  - Csavarhajtások



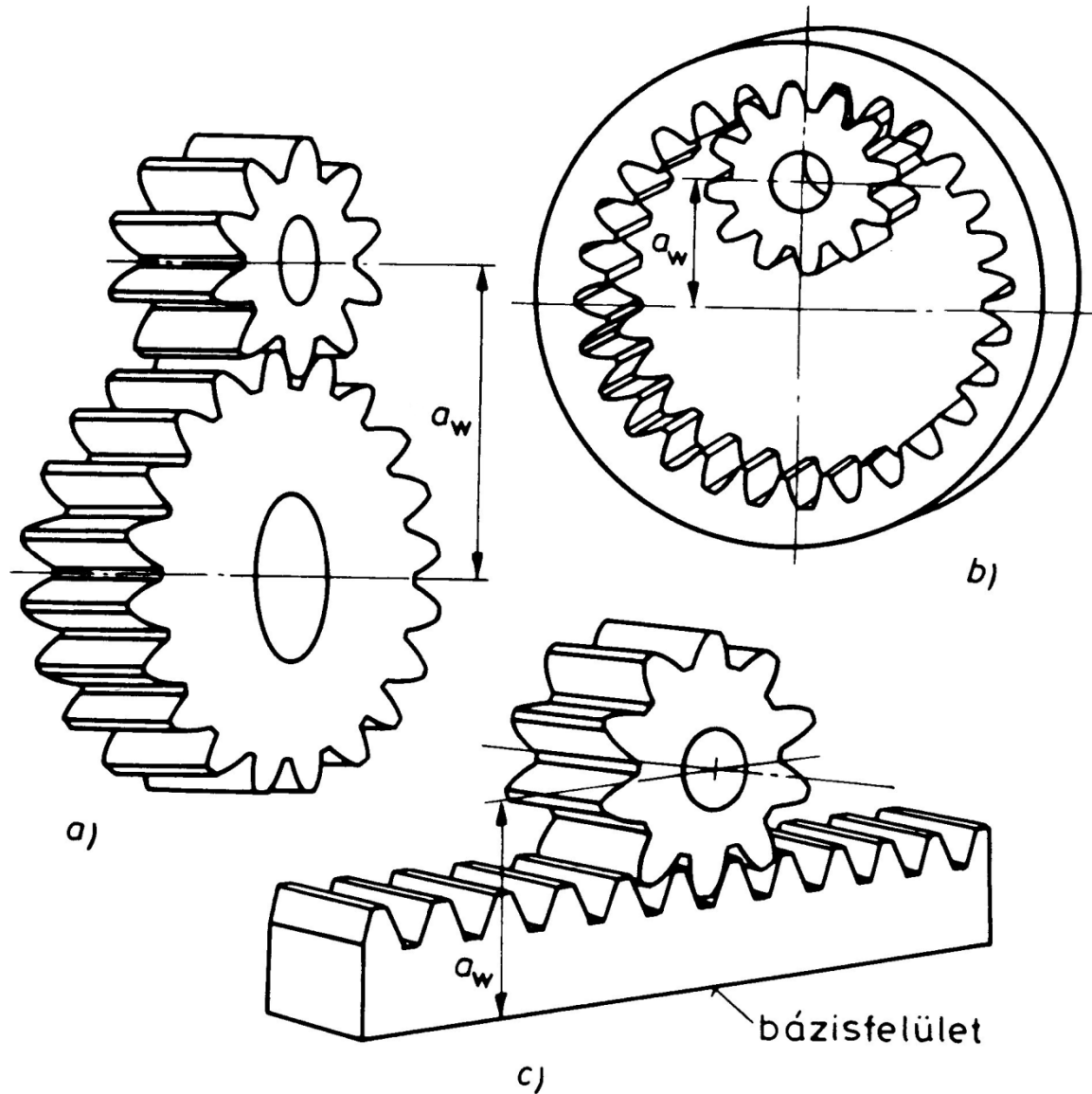


# Párhuzamos tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Egyenes fogazat



# Párhuzamos tengelyvonalú fogaskerékhajtások



# Párhuzamos tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Külső, ferde fogazatú hajtás



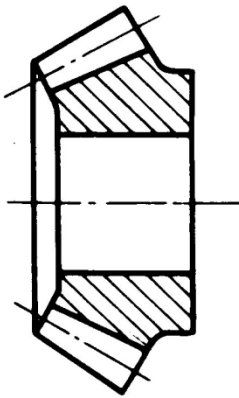
# Párhuzamos tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Külső, nyílfogazatú hajtás

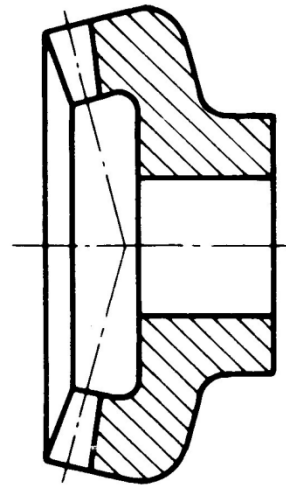


# Metsződő tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Külső, egyenes fogazatú



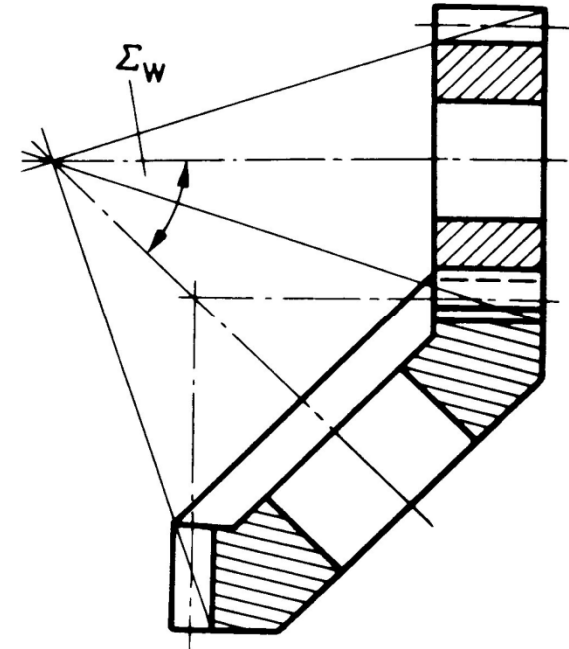
külső fogazatú kúpkerek



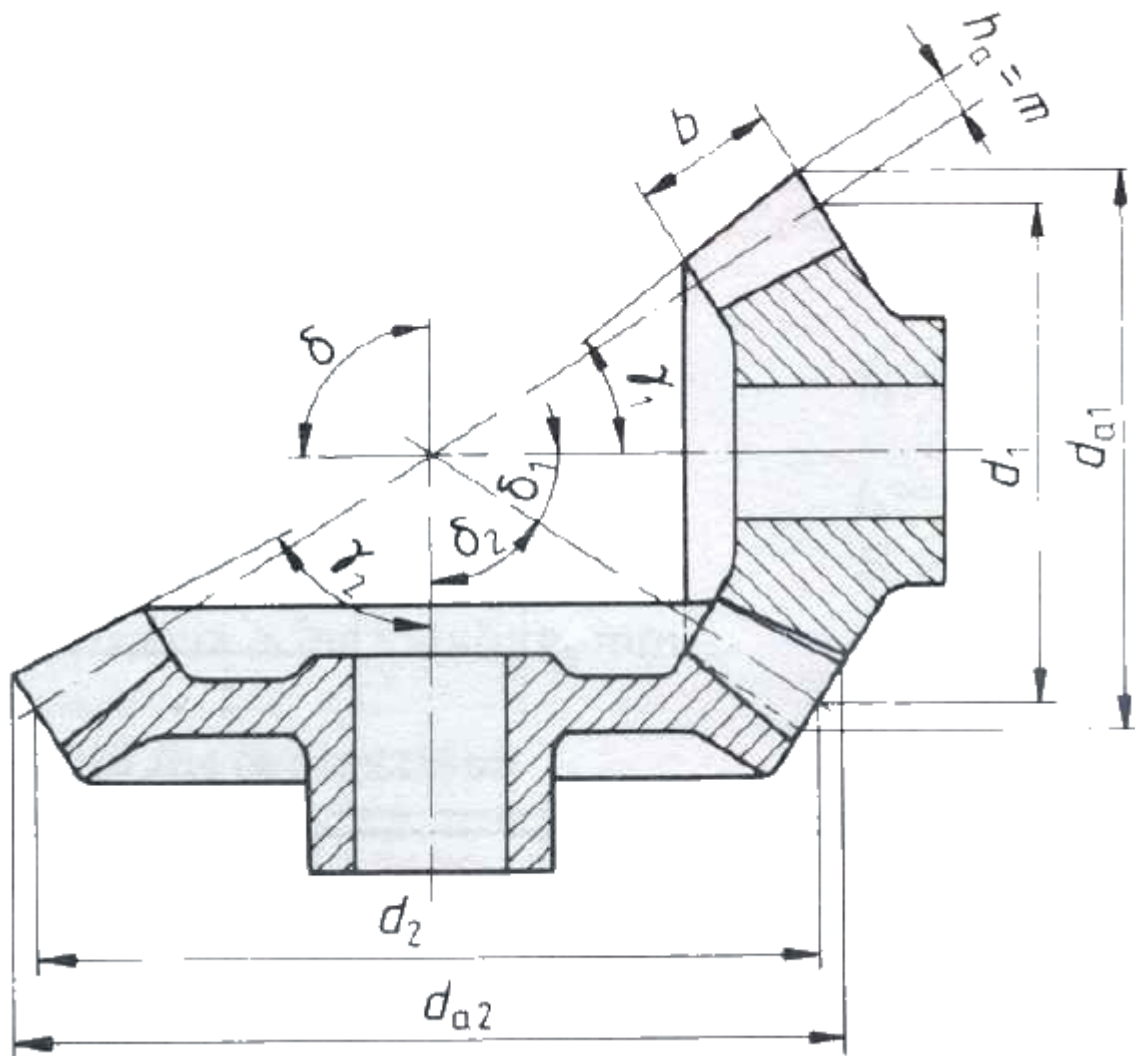
belső fogazatú kúpkerek



síkkerek



# Metsződő tengelyvonalú fogaskerékhajtások



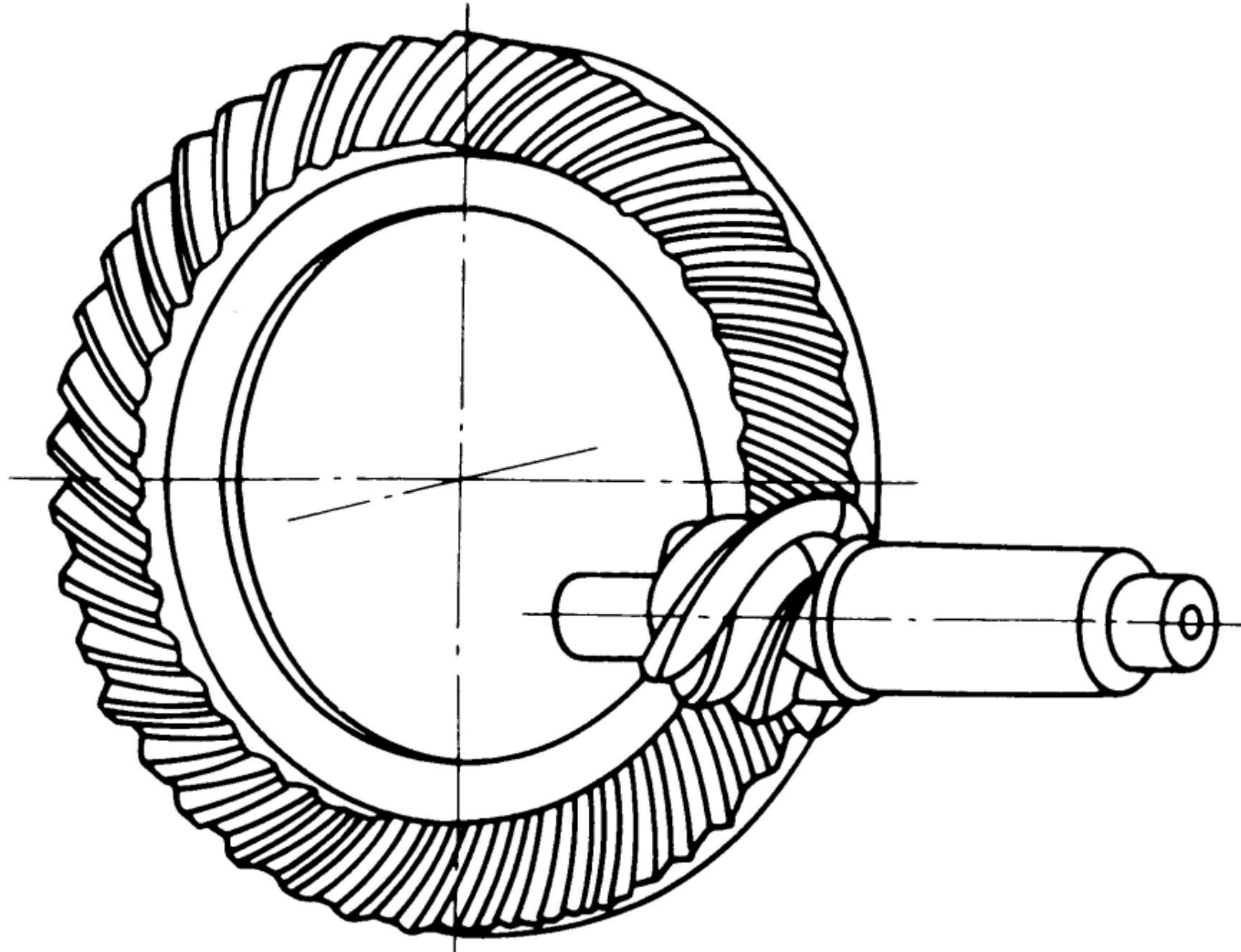
# Metsződő tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Külső, ívelt fogazatú hajtás



# Kitérő tengelyvonalú fogaskerékhajtások

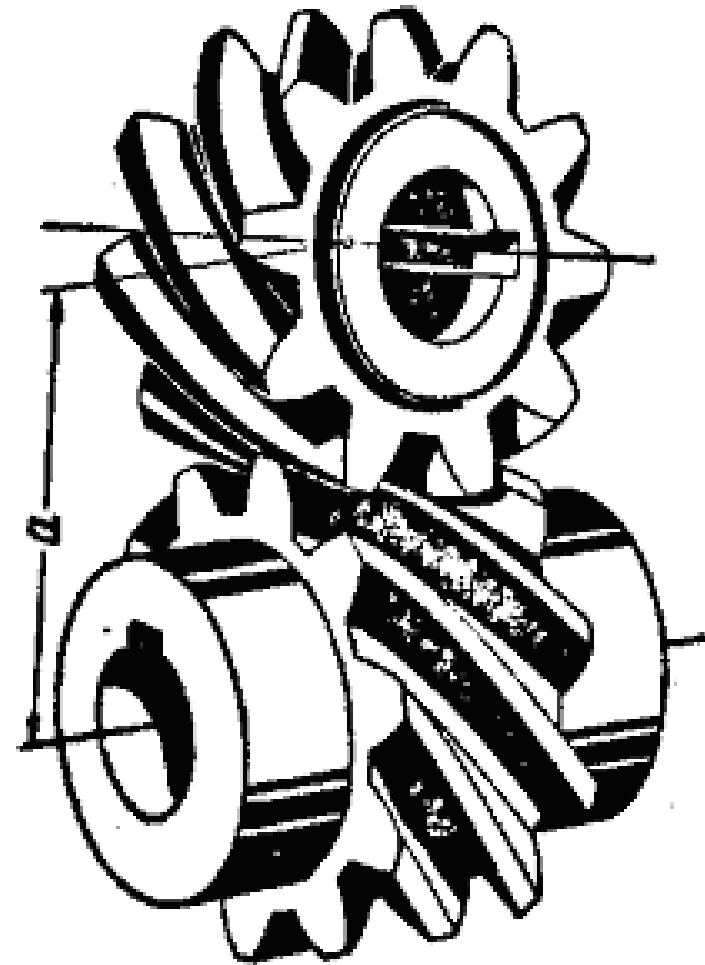
- Hipoid hajtás





# Kitérő tengelyvonalú fogaskerékhajtások

- Csavarkerék hajtás



# Hajtóművek csoportosítása

- Kitérő tengelyű
  - Csigahajtás ~50% hatásfok
  - Csavarkerék-hajtás



# Kitérő tengelyvonalú fogaskerékhajtások

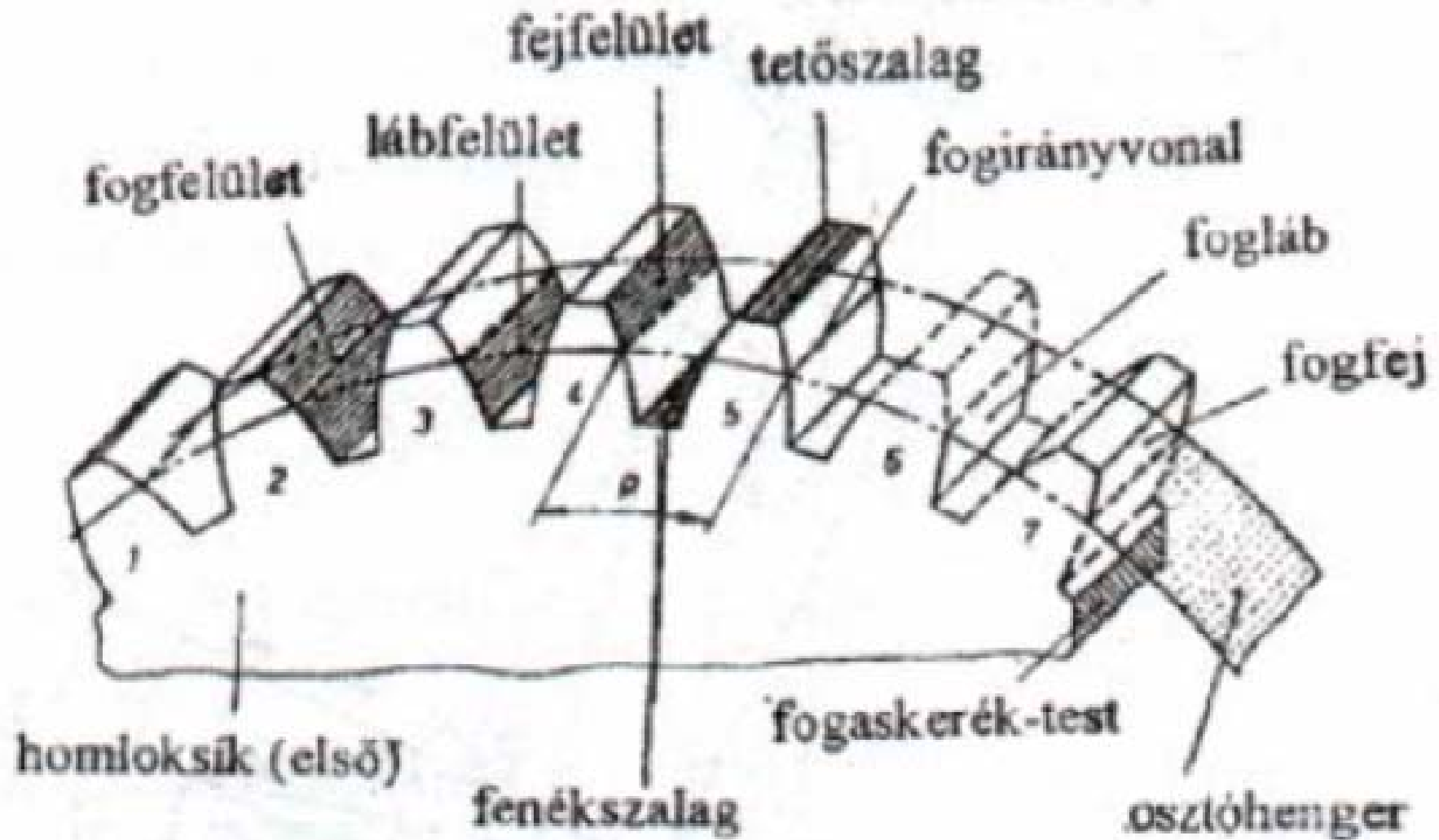
- Csigahajtás



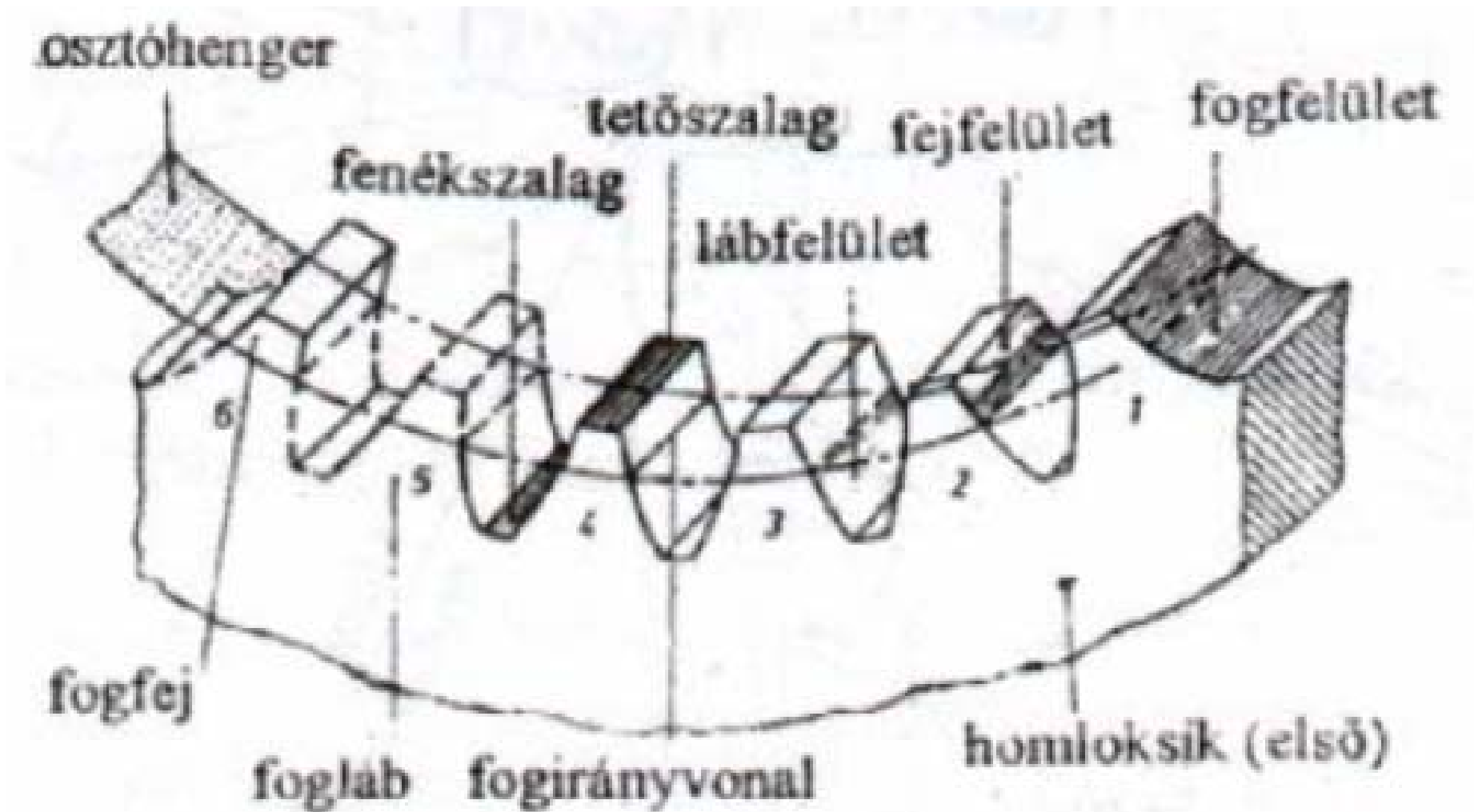
# Fogaskerékhajtások

- Csoportosítás:
- A fogprofil alakja szerint.
- Evolvens profilú fogazat
  - Legelterjedtebb
- Ciklois profilú fogazat
  - Óraipar
  - Nagy kapcsolószám(fogasléchajtás)
- Novikov fogazat
  - Teherbírás növelhető
  - Költséges gyártás

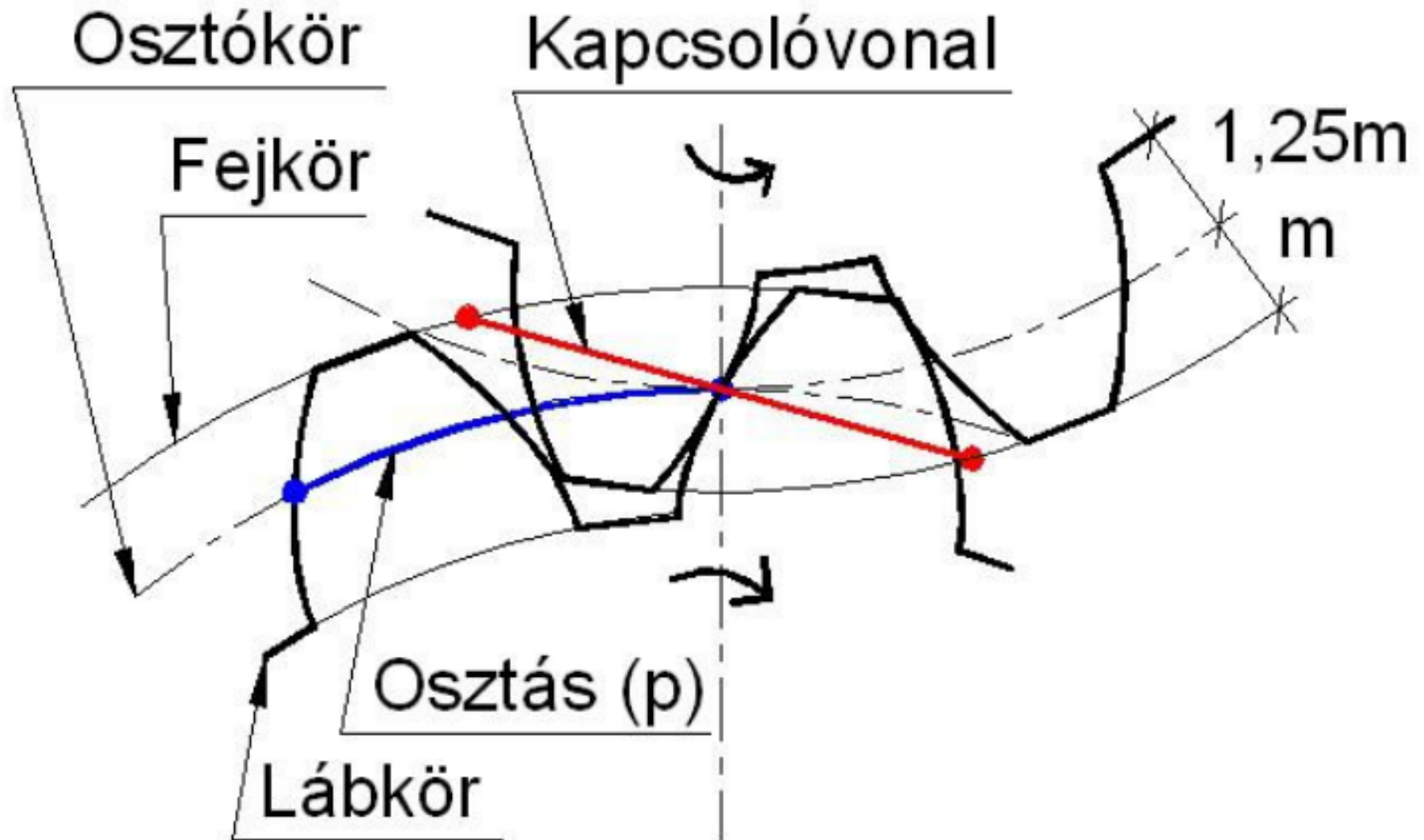
# Külső fogazatú hengeres kerék



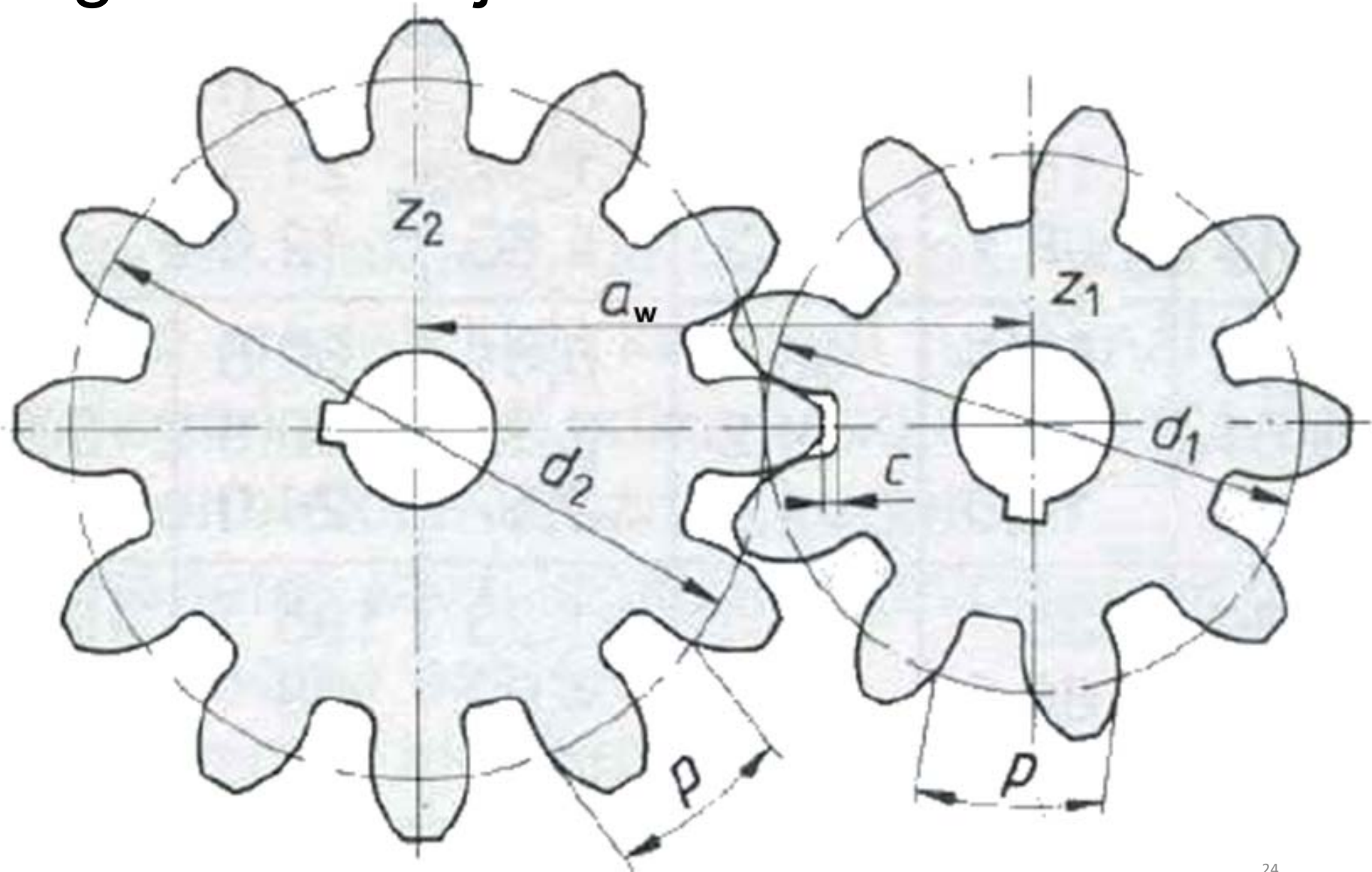
# Belső fogazatú hengeres kerékpárok



# Fogaskerékhajtások



# Fogaskerékajtások





# Fogaskerékajtások

- Jellemző geometriai adatok:

- Fogszám,  $z$
- Modul,  $m$
- Osztás,  $p$
- Osztókör átmérő,  $d$

$$p \cdot z = d \cdot \pi \quad \longrightarrow \quad d = \frac{p}{\pi} \cdot z = m \cdot z$$

$$m = \frac{p}{\pi}$$

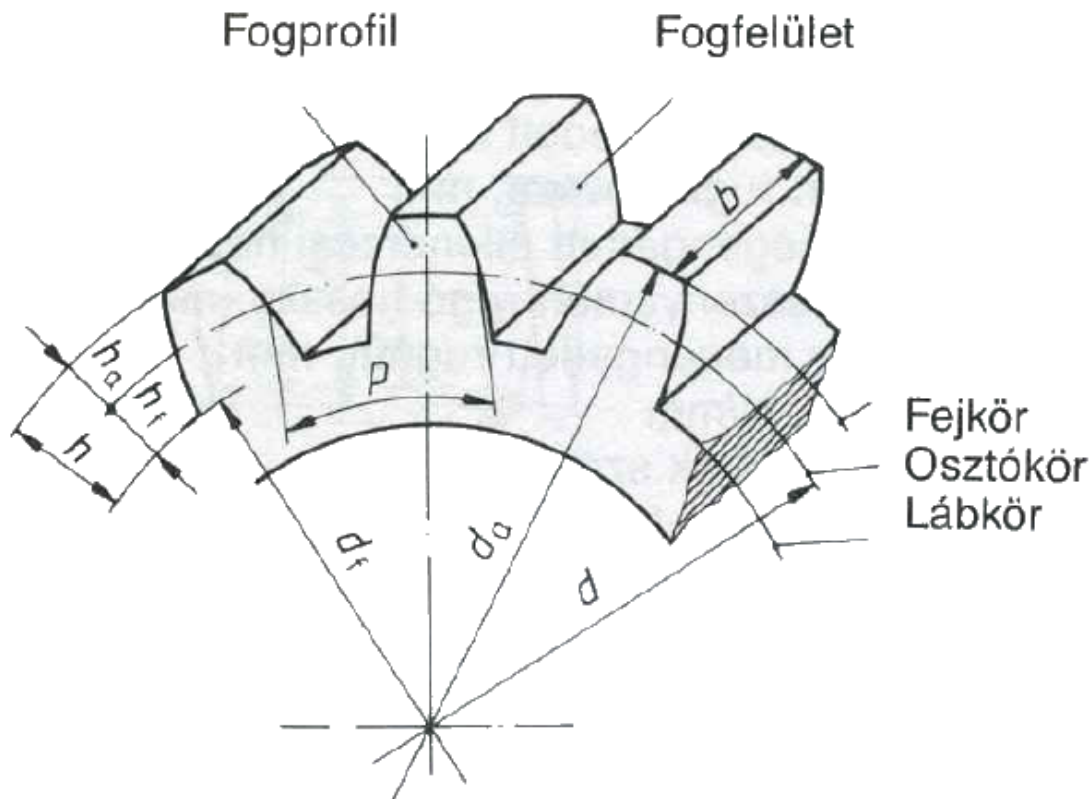
$$p = m \cdot \pi$$

$$d = m \cdot z$$

$$d_a = d + 2m$$

$$d_1 = d - 2(m + c)$$

$$h_a = m$$



# Fogaskerékhajtások

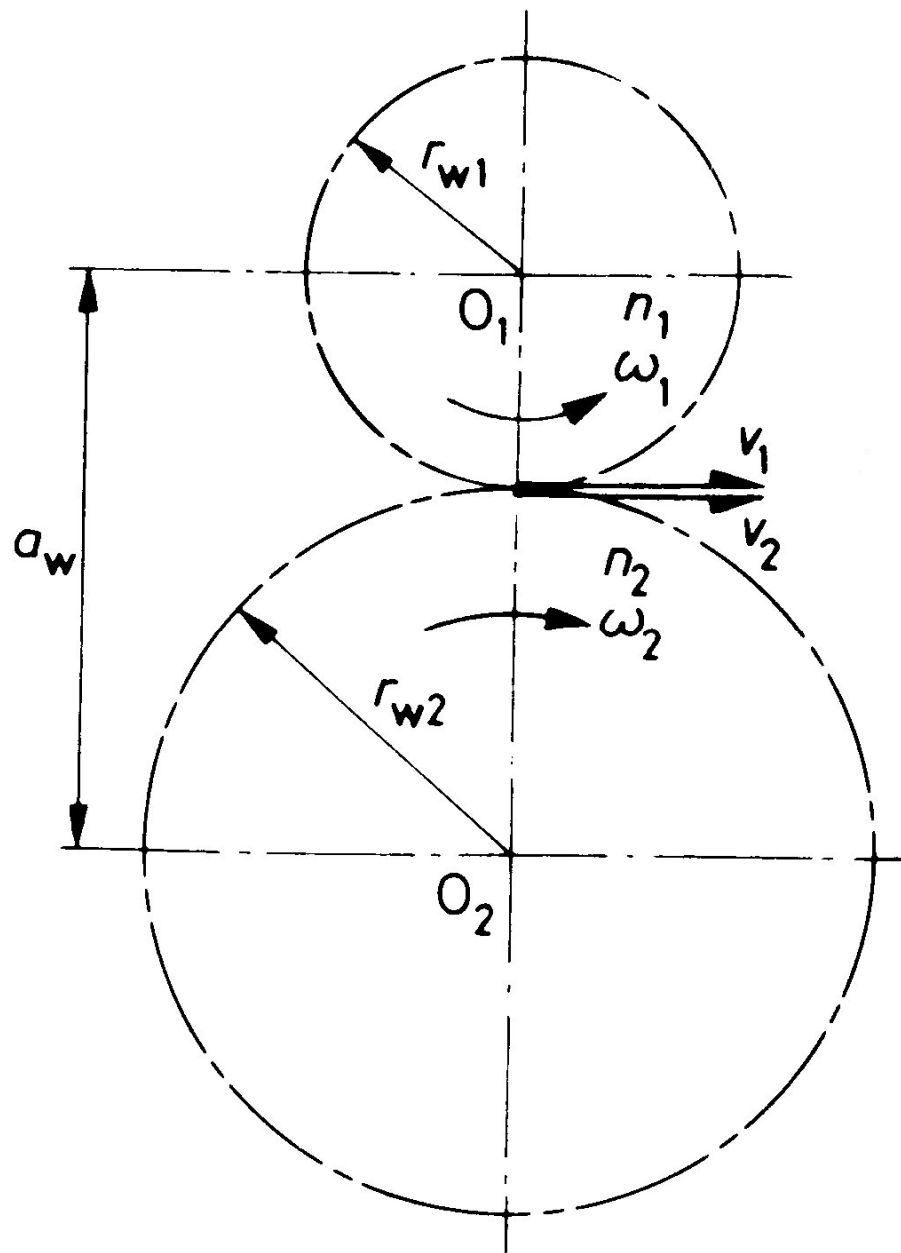
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} \geq 1$$



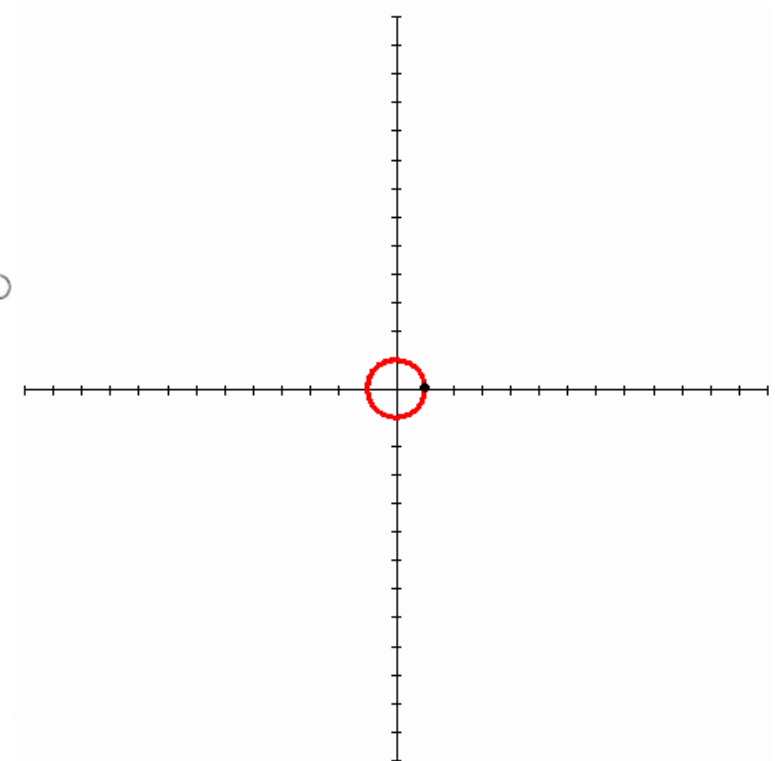
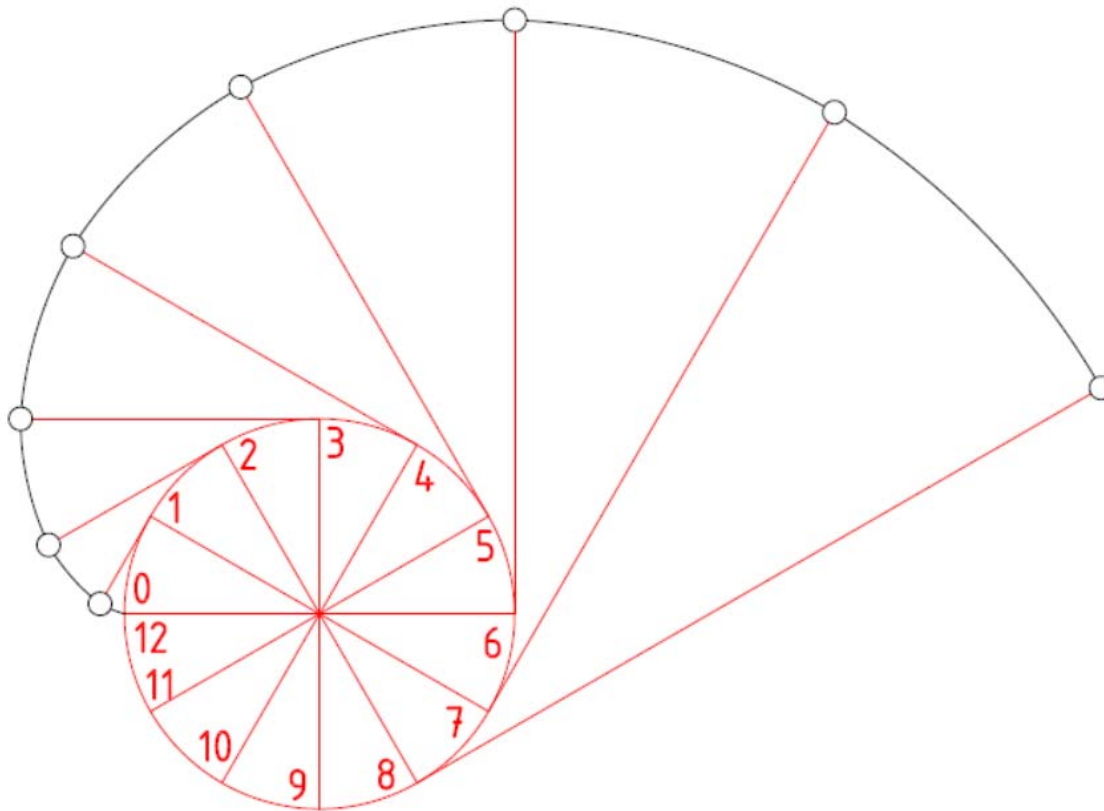
$u = i$  – lassítás

$u = \frac{1}{i}$  – gyorsítás



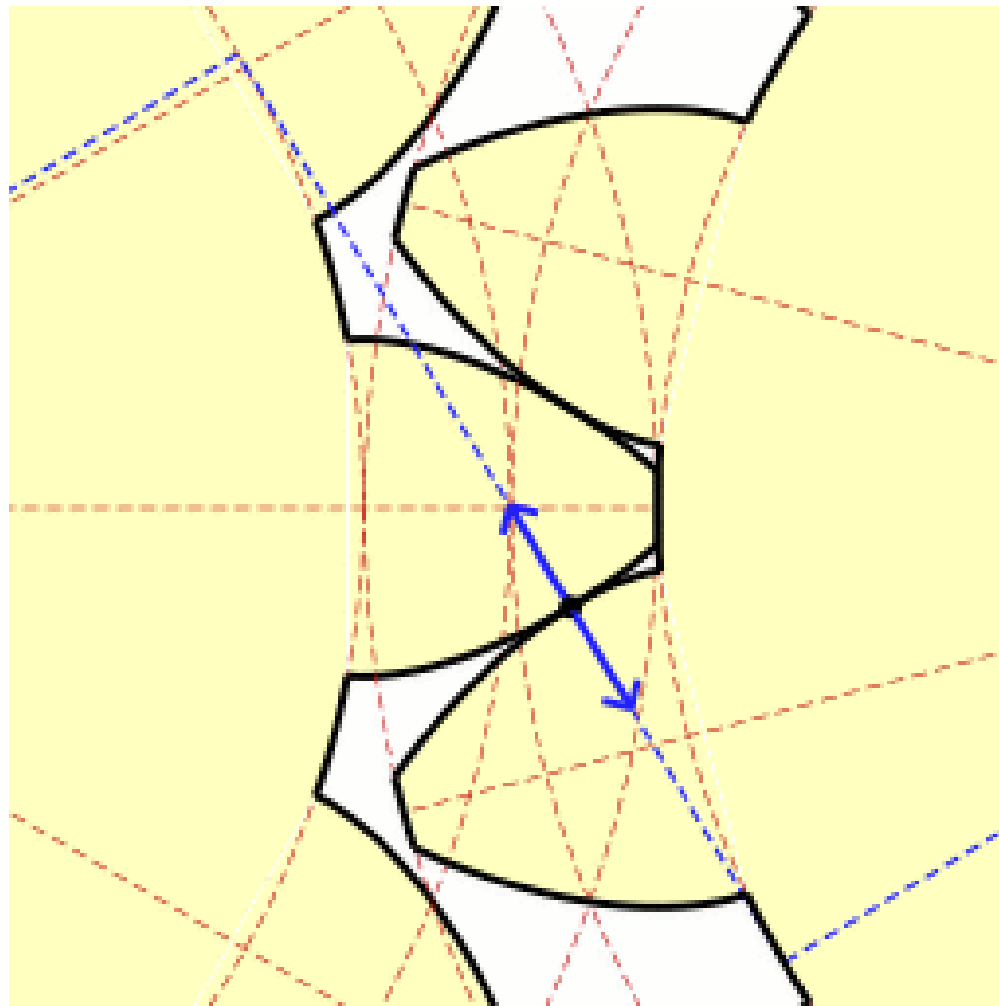
# Fogaskerékhajtások

- Evolvens profilú fogazat



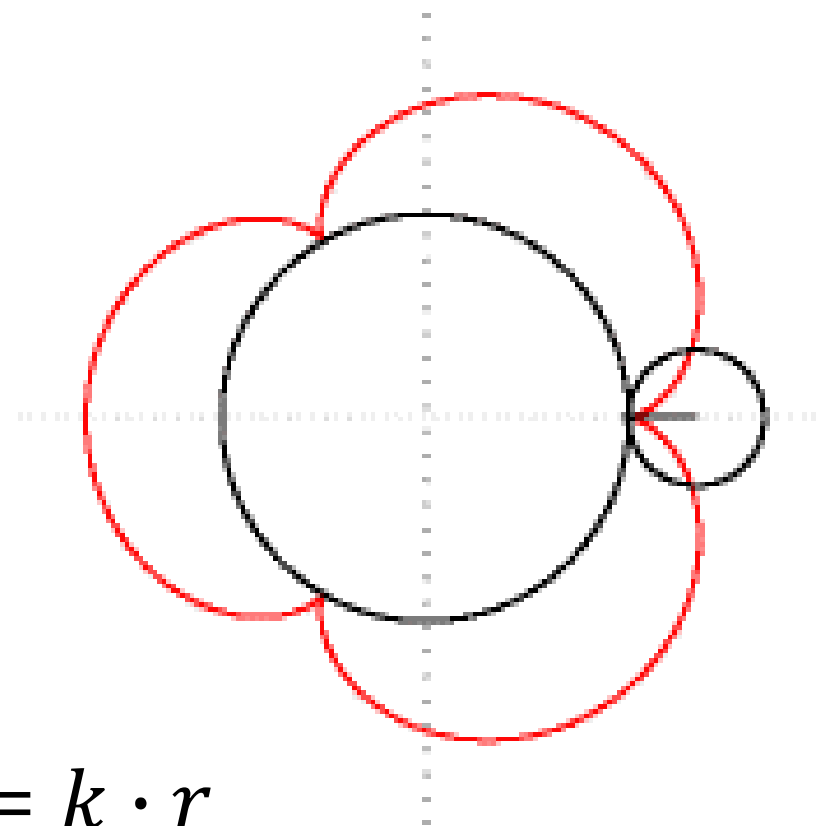
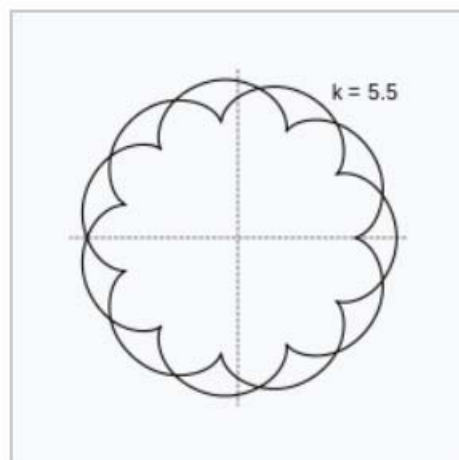
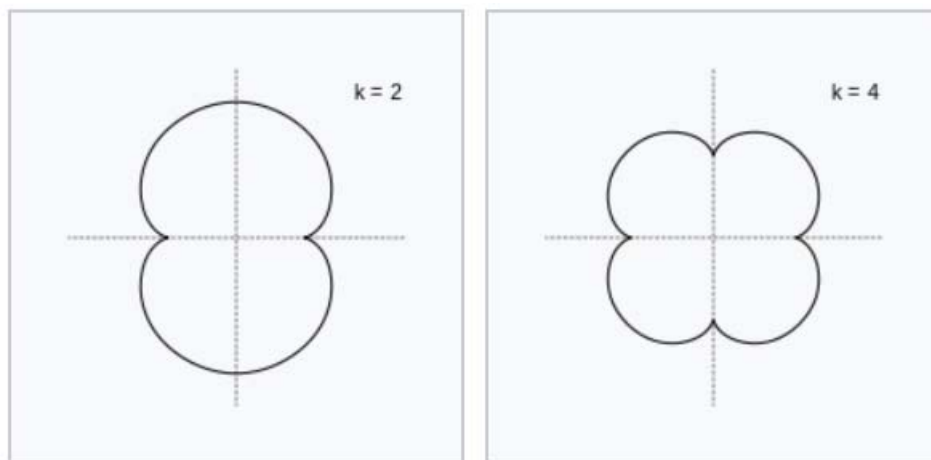
# Fogaskerékhajtások

- Evolvens profilú fogazat



# Fogaskerékhajtások

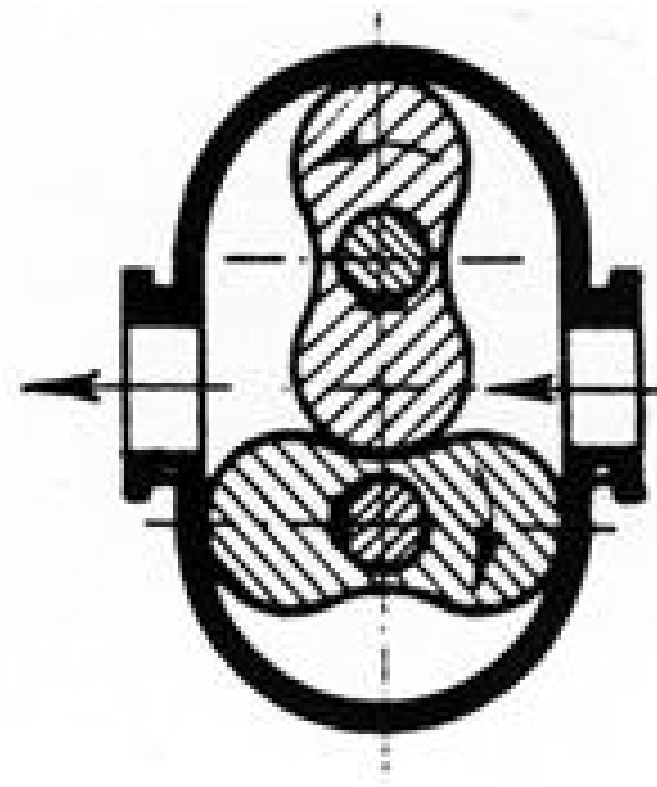
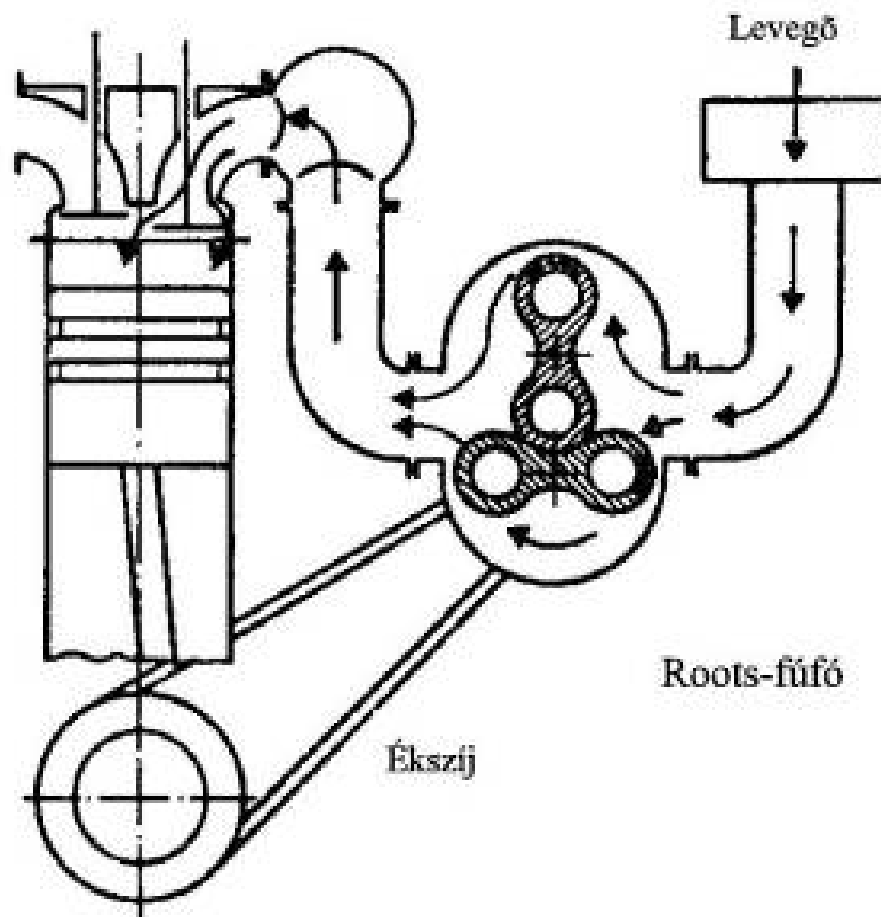
- Ciklois profilú fogazat
  - Kör kerületén egy másik kört gördítünk le.



$$R = k \cdot r$$

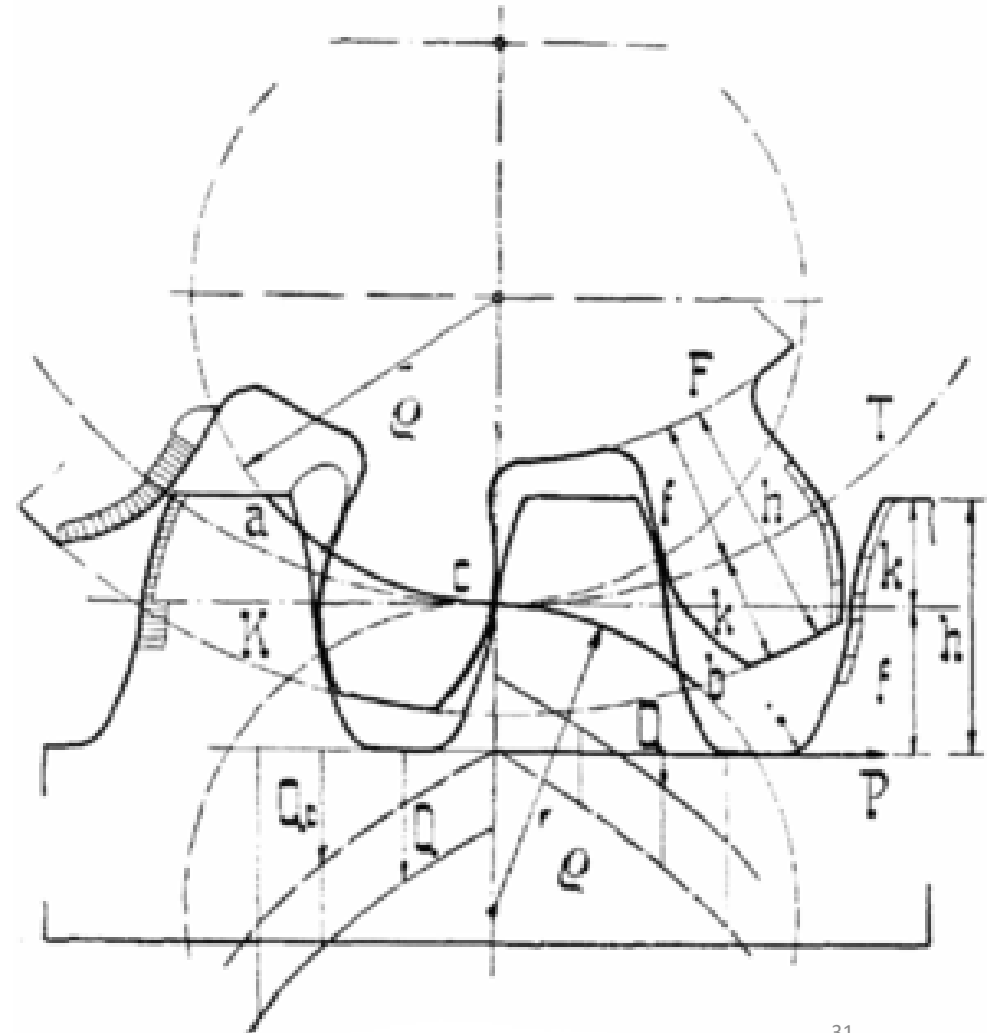
# Fogaskerékhajtások

- Ciklois profilú fogazat
  - Kör kerületén egy másik kört gördítünk le.



# Fogaskerékajtások

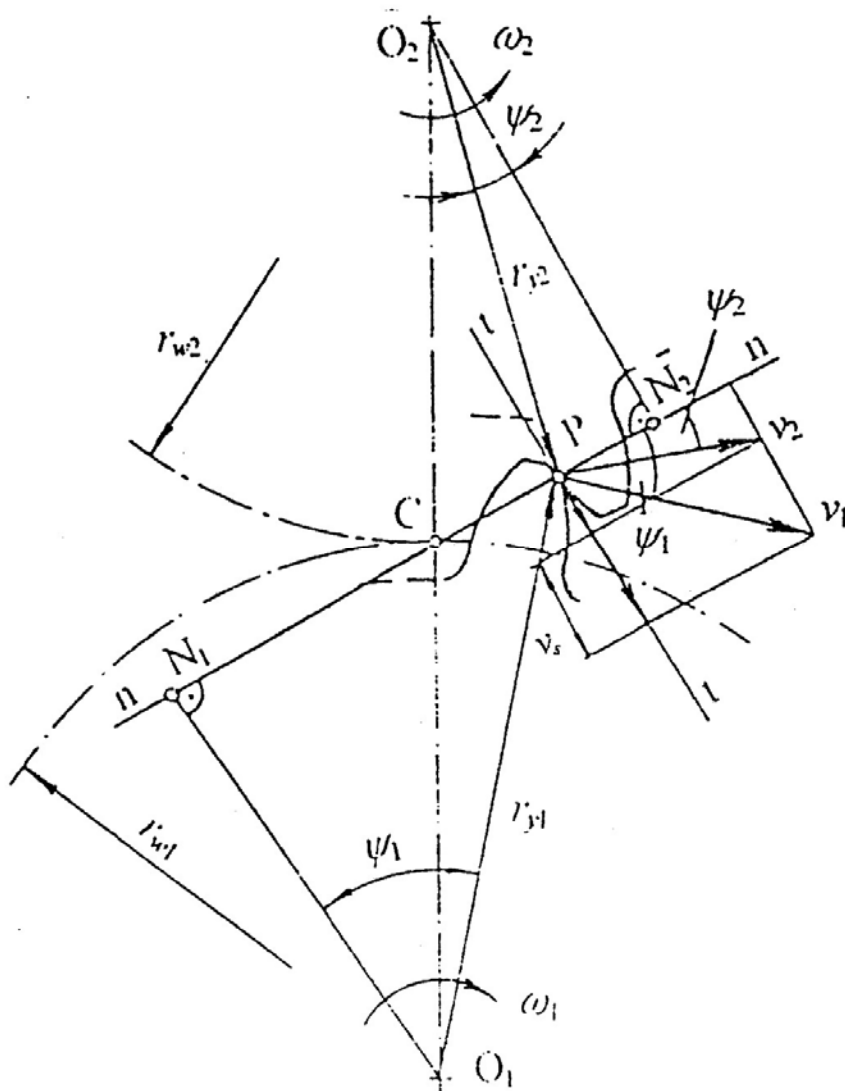
- Ciklois profilú fogazat
  - Órák
  - Műszerek
  - Kis méret + nagy  $i$
  - Magas költség
  - Tengelytáv  $\rightarrow n$



# A kapcsolódás alaptörvénye

- A helyes kapcsolódás feltételei

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \text{állandó}$$

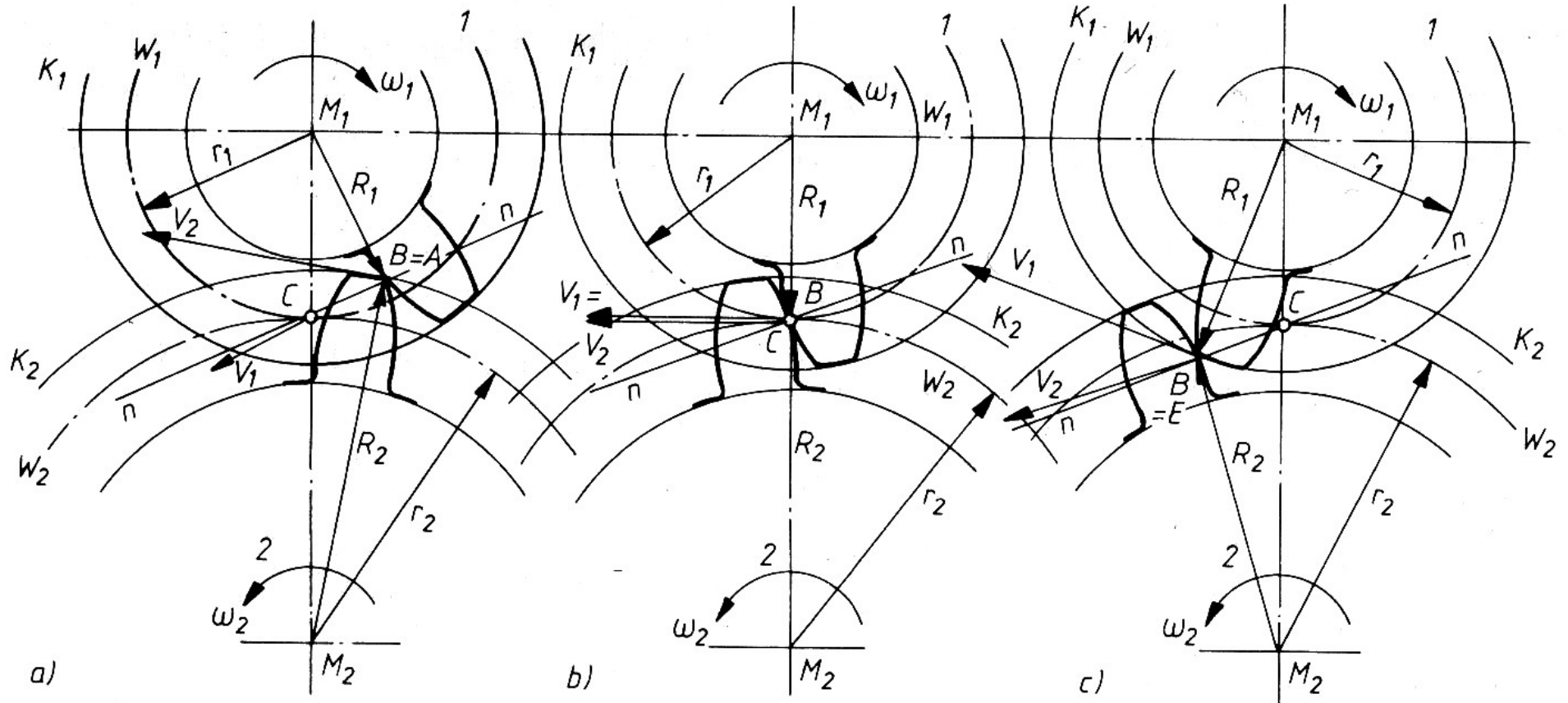




# A kapcsolódás alaptörvénye

- A helyes kapcsolódás feltételei

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \text{állandó}$$



# Hajtómű tervezés

- A hajtómű felépítését elsősorban a fogaskerekek fajtája és a fokozatok (fő elempárok) száma befolyásolja.
- Kapcsolatonként: ~2% teljesítmény veszteség

Pl.:3 kapcsolat:  $2*2*2=8\%$

- Az esetek többségében a hajtást hengeres fogaskerekekkel valósítjuk meg.
- Az irodalomban és a gyakorlatban esetenként a hengeres kerekek kifejezés helyett a "homlok kerekes" kifejezéssel is találkozhatunk (a német "Stirnrad" szószerinti fordításából ered).

# Hajtómű tervezés

- A hajtómű felépítését elsősorban a fogaskerekek fajtája és a fokozatok (fő elempárok) száma befolyásolja.
- Kapcsolatonként: ~2% teljesítmény veszteség

Pl.:3 kapcsolat:  $2*2*2=8\%$

- Az esetek többségében a hajtást hengeres fogaskerekekkel valósítjuk meg.
- Az irodalomban és a gyakorlatban esetenként a hengeres kerekek kifejezés helyett a "homlok kerekes" kifejezéssel is találkozhatunk (a német "Stirnrad" szószerinti fordításából ered).

# Hajtómű választás

- Tengelytáv
- Átviendő teljesítmény mértéke
- Áttételezés
  - Állandó
  - Periódikus
- Költség
- Helyszükséglet, szerkezeti kialakítás
- Zajtalan járás
- Hatásfok

# Hajtástechnikai jellemzők

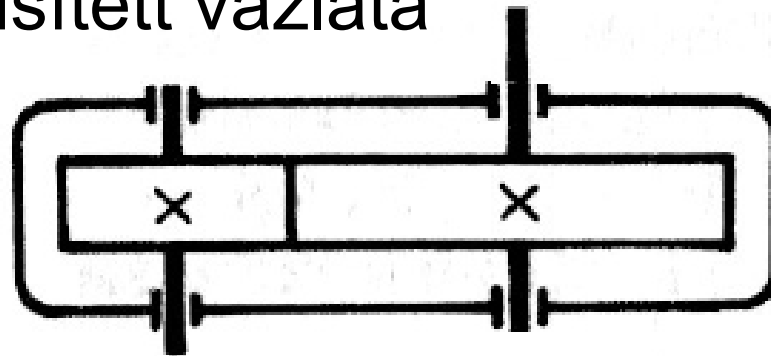
- A hajtásláncon keresztülmennő teljesítmény-, ill. energiafolyam jellemzésére az alábbi jellemzőket használjuk:
  - Hajtónyomaték,  $T$
  - Szögsebesség,  $\omega$
  - Fordulatszám,  $n$

$$i_{1n} = \frac{\omega_1}{\omega_n} = \frac{n_1}{n_n}$$

$$\eta_{12} = \frac{P_2}{P_1}$$

# Hajtómű kialakítások

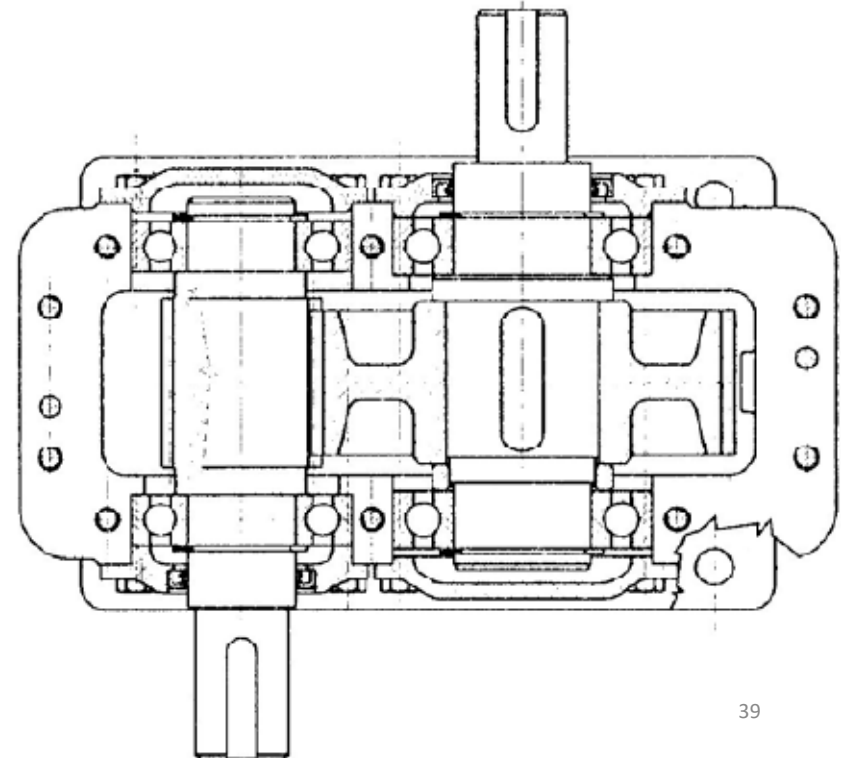
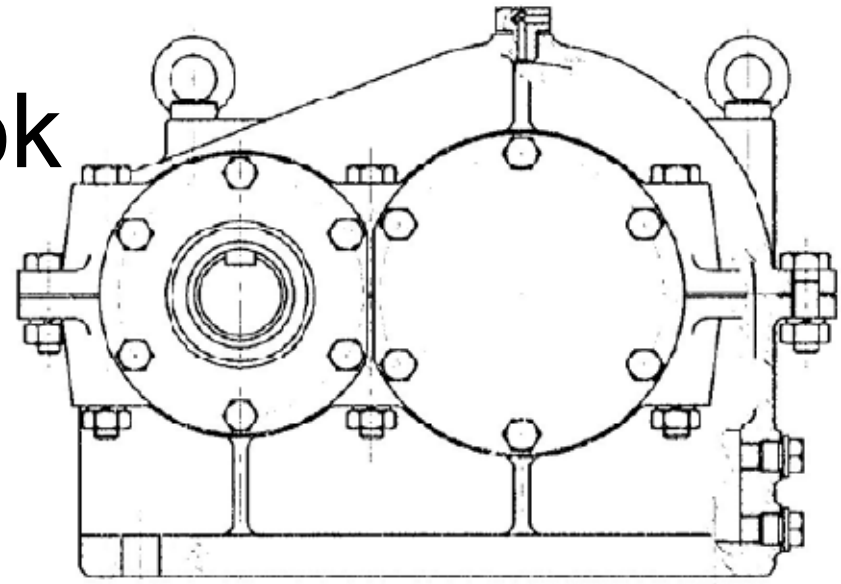
- Egyfokozatú hajtóművek lehetnek álló vagy fekvő elrendezésűek
- Egyfokozatú, fekvő elrendezésű hajtómű egyszerűsített vázlat



- Ált. osztott házzal készítik
  - nagymértékben megkönnyíti a nagyméretű hajtóművek szerelését
  - a hajtóműház megmunkálási költsége jelentősen nagyobb mint osztatlan ("monoblock") ház esetén.

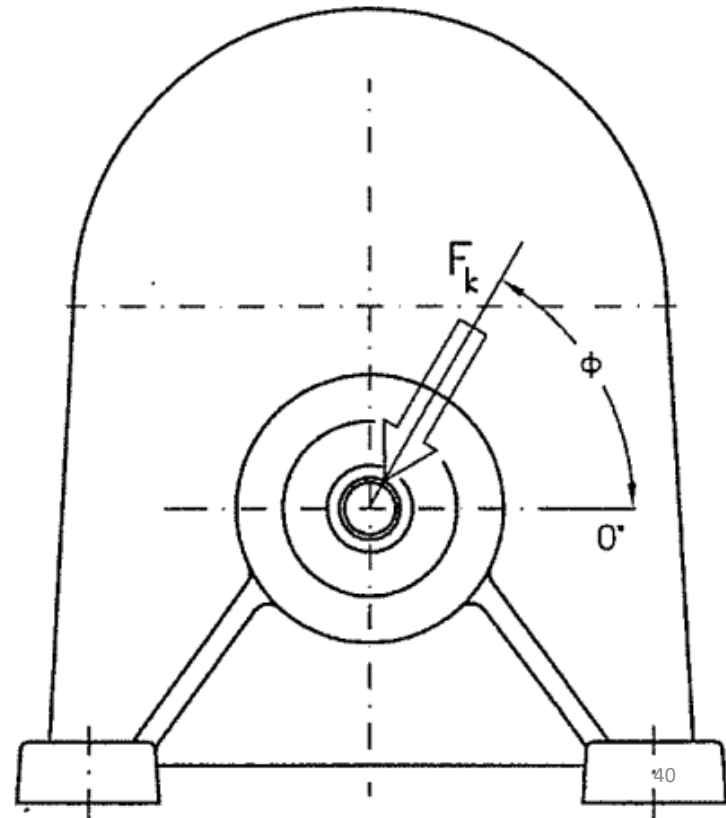
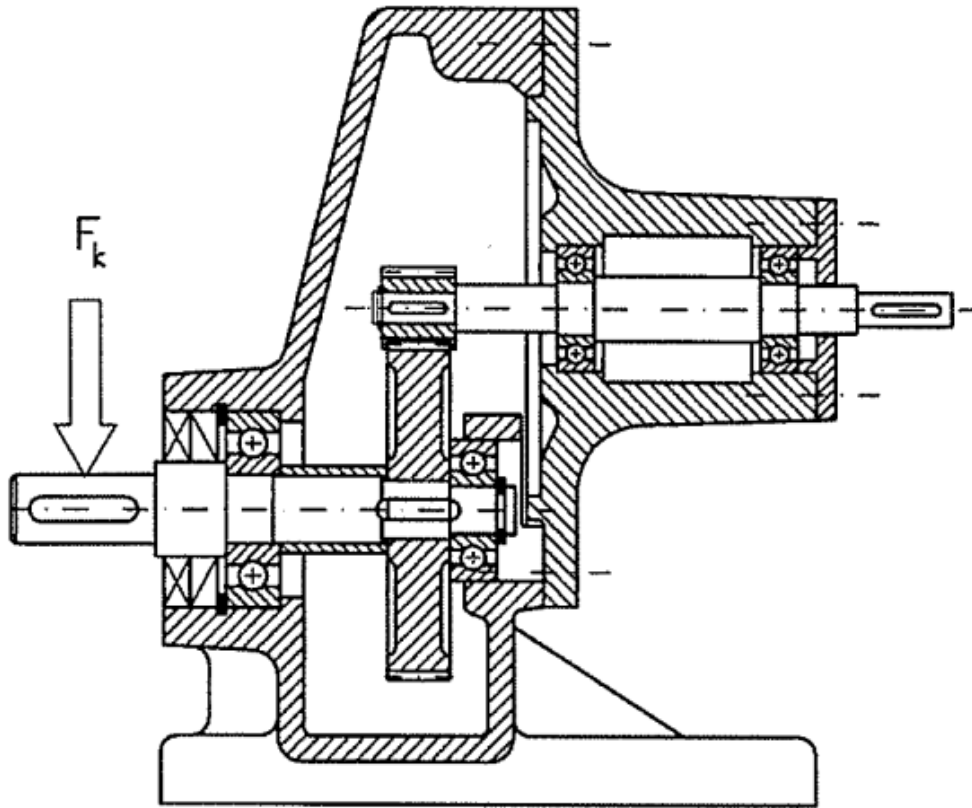
# Tervezési szempontok

- Egyfokozatú, fekvő elrendezésű hajtómű
- A két felet külön-külön megmunkálni → többletköltség
- Tömítés → tömítőpaszta
- Szellőző furat  $\text{Ø}1,5\text{-}2\text{mm}$
- Olaj leeresztő csavar
- Szintjelző csavar
- Olajzás
- Emelő szemek



# Tervezési szempontok

- Álló elrendezésű hajtómű
  - Egyfokozatú motoros hajtómű → Axiális terhelés
  - Szerelhetőség
  - Illesztési pontosság → melegedés hatása





# Tervezési szempontok

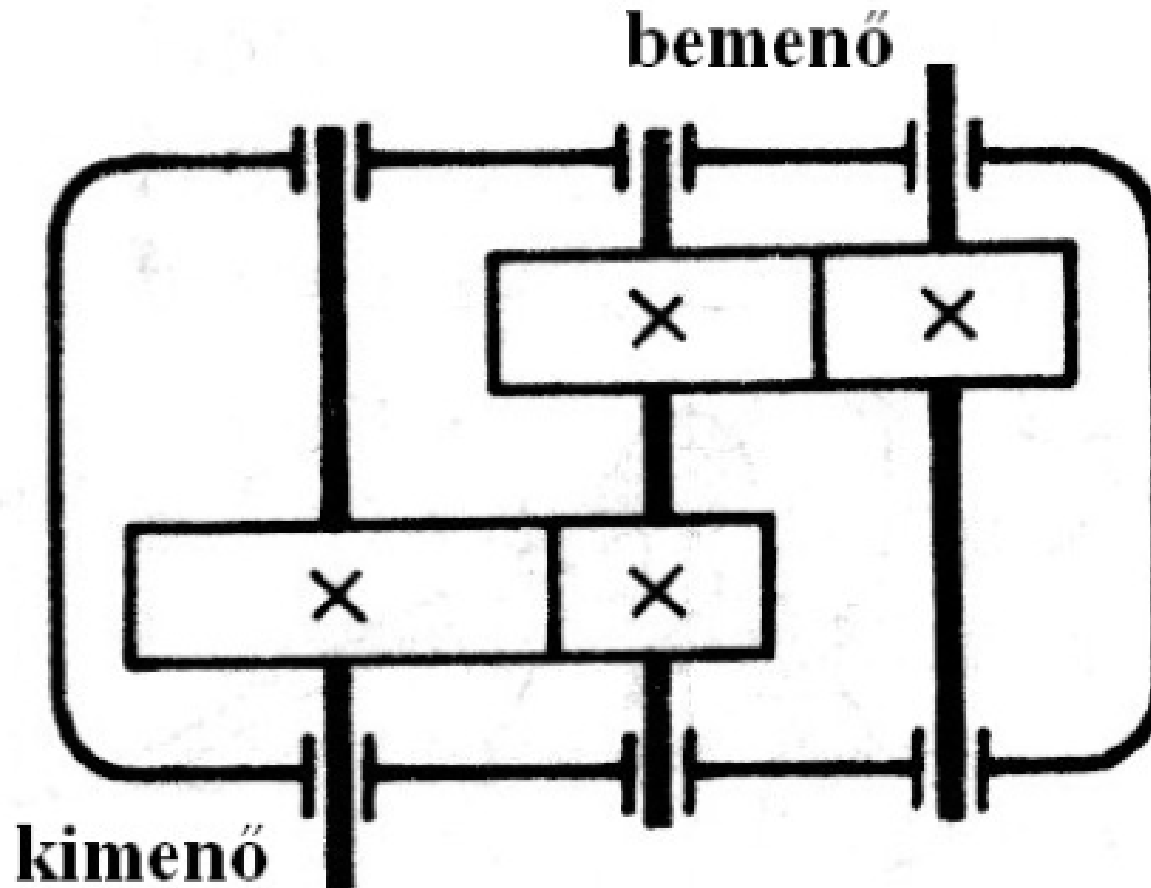
- Túlzó méretezést kerüljük
- Túlzottan nagy igények
  - Bonyolult kialakítás
  - Nehéz gyárthatóság
  - Költség növekedés

Mindig annyit teljesítsen a szerkezet, amennyi az előírás!

- Egy fokozatban max.  $i=8-9$

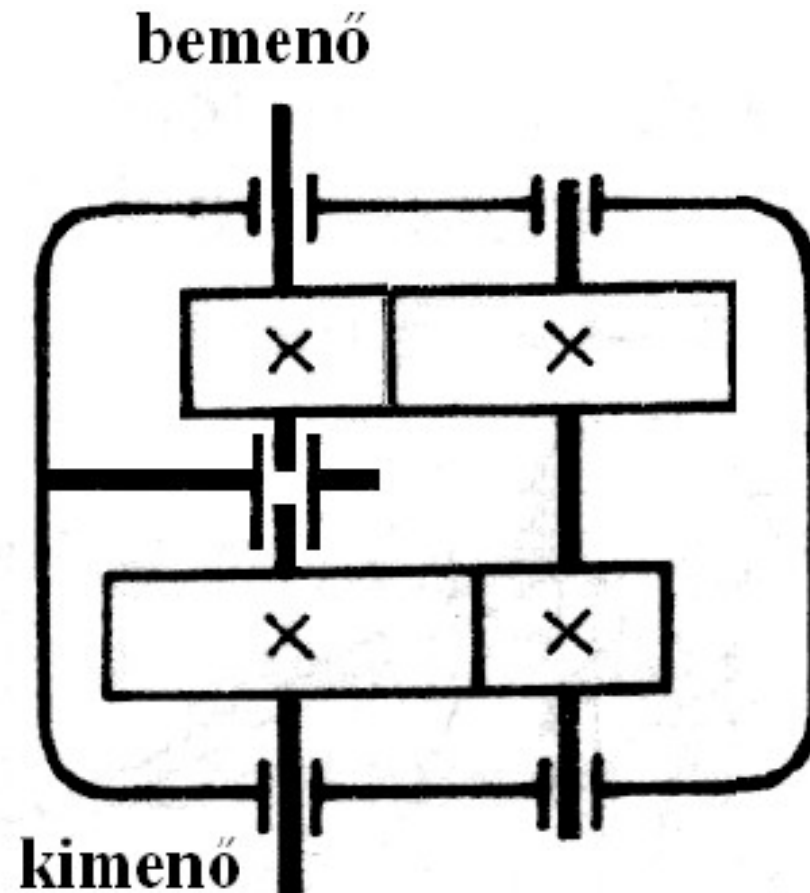
# Tervezési szempontok

- Kétfokozatú hajtómű párhuzamos tengelyelrendezéssel



# Tervezési szempontok

- Kétfokozatú hajtómű koaxiális tengelyelrendezéssel



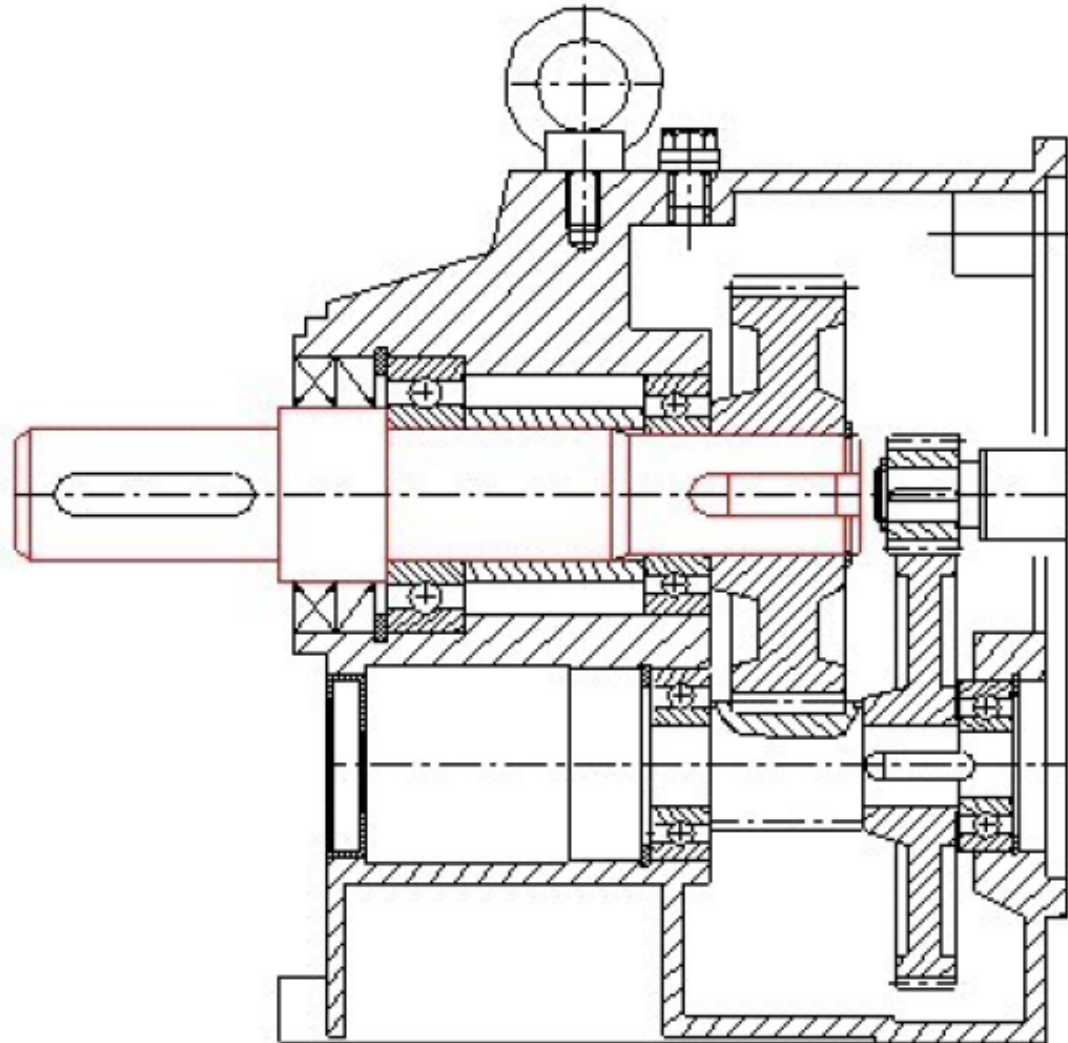
# Tervezési szempontok

- Kétfokozatú párhuzamos tengelyelrendezésű hajtómű



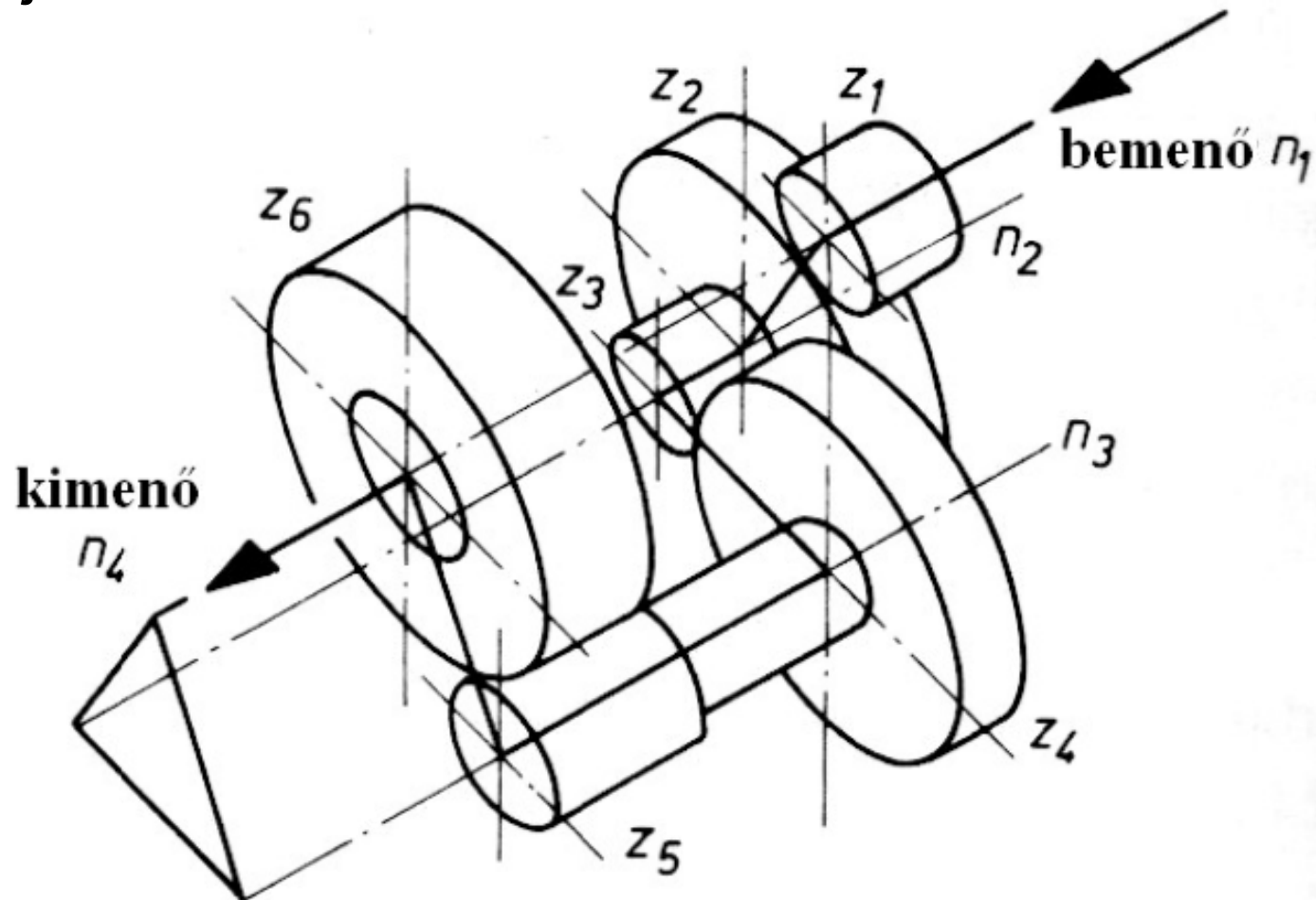
# Tervezési szempontok

- Kétfokozatú koaxiális tengelyelrendezésű hajtómű



# Tervezési szempontok

- Háromfokozatú koaxiális tengelyelrendezésű hajtómű

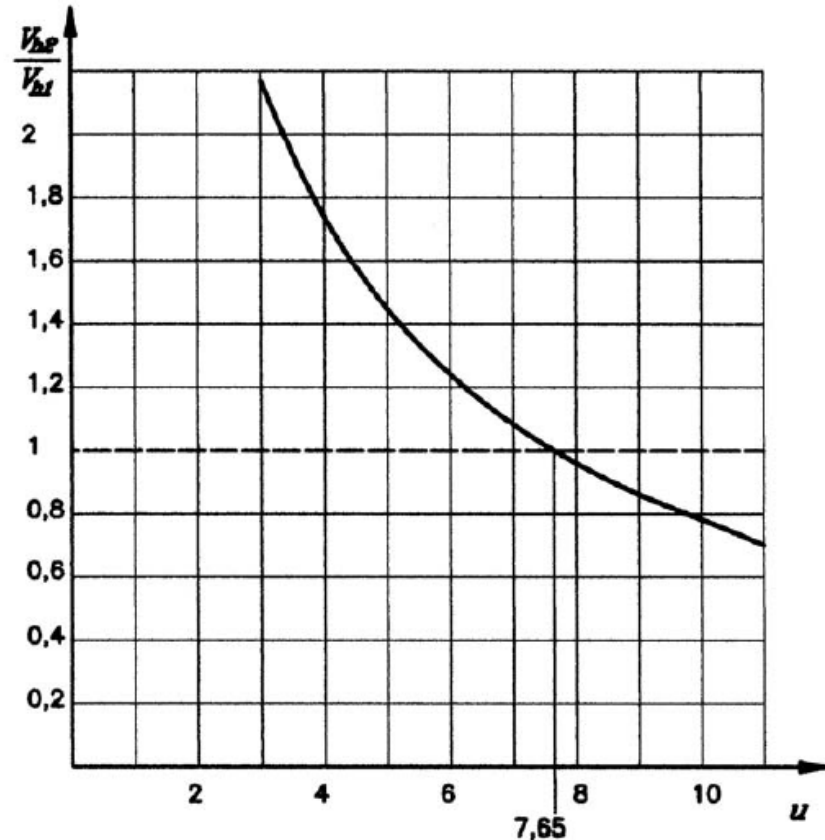


# Tervezési szempontok

- Fokozatszám megválasztása
  - Stampfer M.: A fogaskerekes hajtóművek lépcsőszámának meghatározása, Gép, 2010. (61. évf.) 4. sz. 28-34. old.).
  - Egy fokozatban az áttétel legnagyobb értéke ne legyen nagyobb mint 8 (10).

# Tervezési szempontok

- Fokozatszám megválasztása
  - Stampfer M.: A fogaskerekes hajtóművek lépcsőszámának meghatározása, Gép, 2010. (61. évf.) 4. sz. 28-34. old.).
  - Egy fokozatban az áttétel legnagyobb értéke ne legyen nagyobb mint 8 (10).
  - Nagy forgó tömeg
  - Nagy térfogat
  - Gyártási költség



A térfogatigények viszonya koaxiális elrendezés estén

$V_{h1}$  egyfokozatú hajtómű térfogata

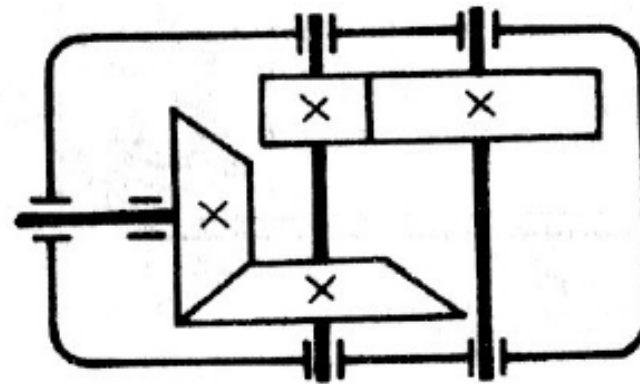
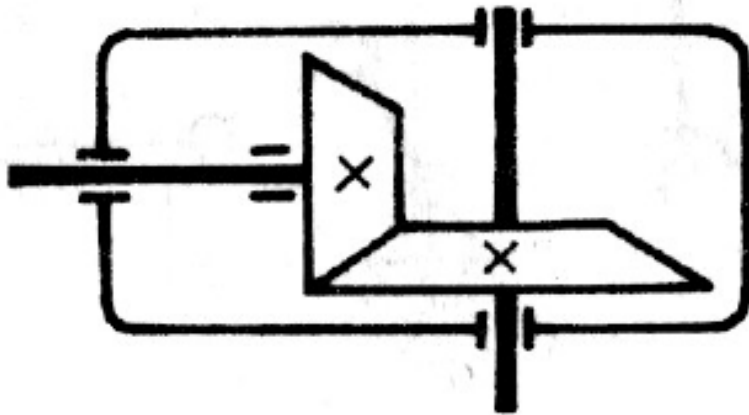
$V_{h2}$  kétfokozatú hajtómű térfogata

$u$  áttétel (fogsorszám-viszony)



# Tervezési szempontok

- Kúpkeres hajtómű kialakítások
  - Javasolt legnagyobb áttétel:  $i=5$
  - Ha nagyobb, akkor a másod áttétel legyen hengerkeres



# Tervezési szempontok

- Kúpkeres hajtómű kialakítások



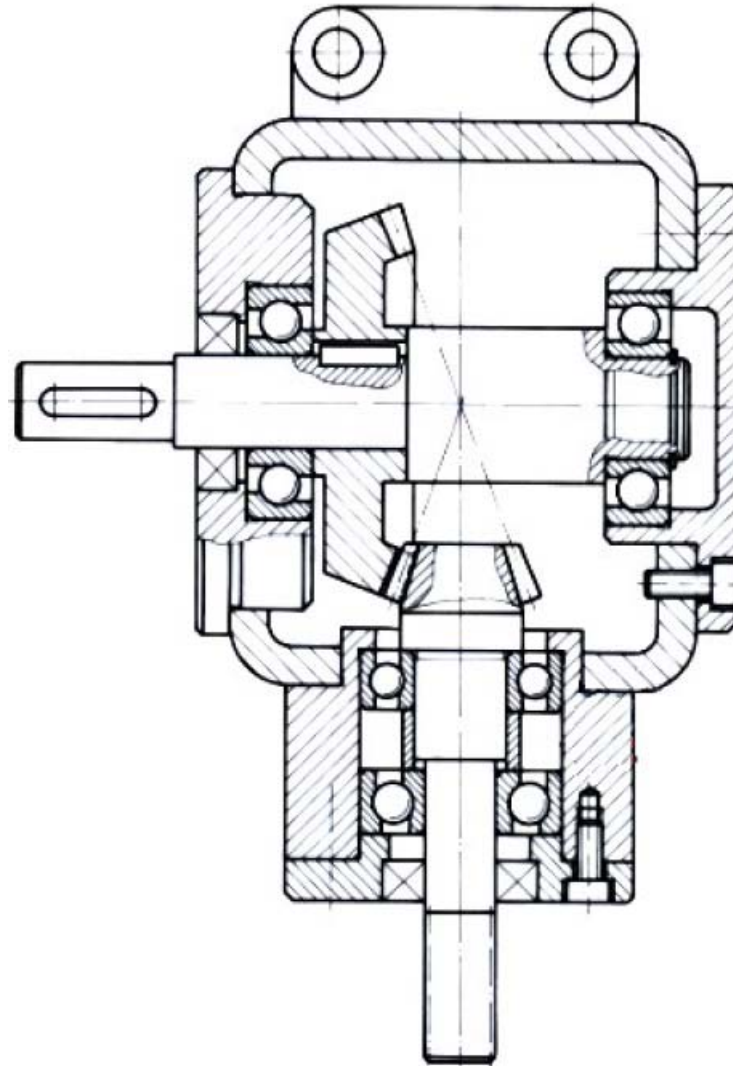
# Tervezési szempontok

- Kúpkeres hajtómű kialakítások



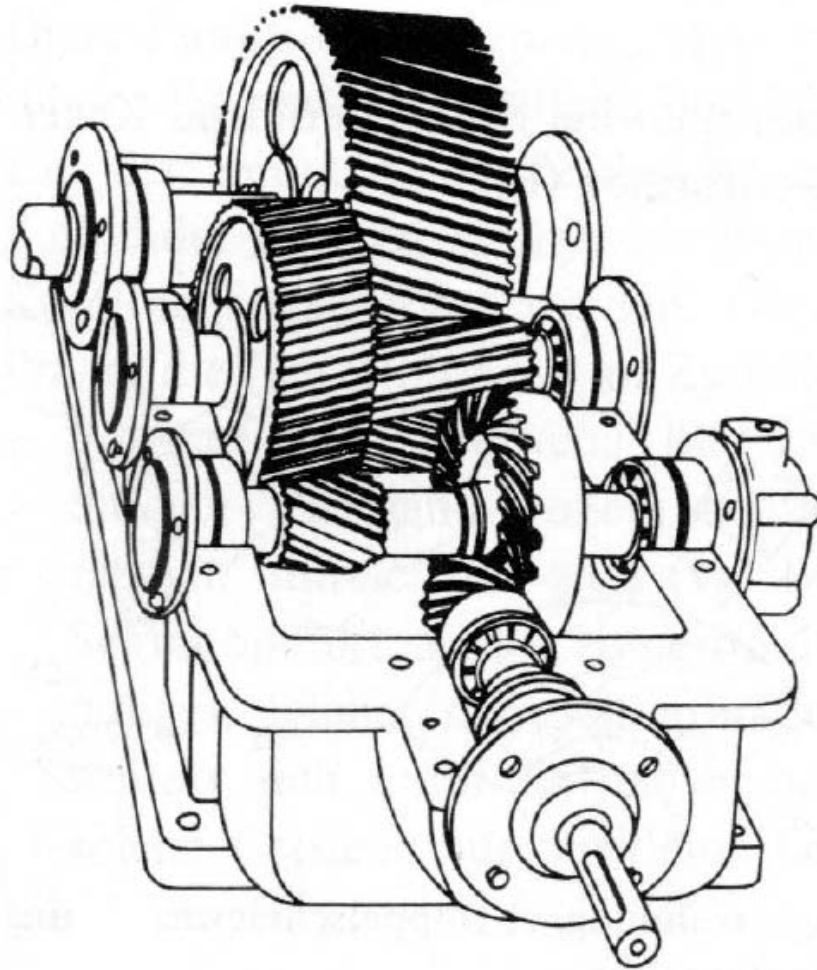
# Tervezési szempontok

- Kúpkerekes hajtómű kialakítások



# Tervezési szempontok

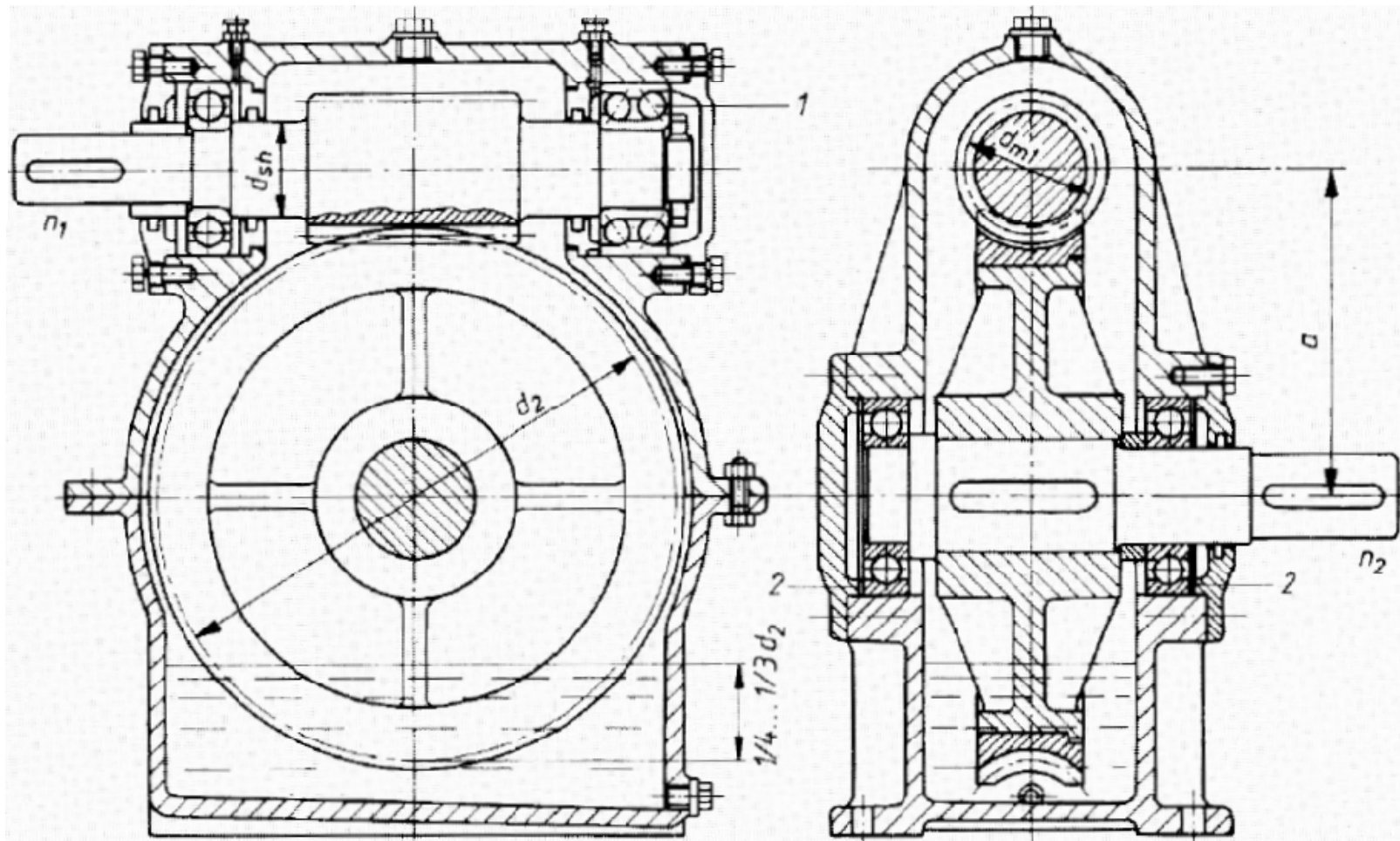
- Kúpkeres hajtómű kialakítások



Háromfokozatú hajtómű kúpkeres első fokozattal

# Tervezési szempontok

- Csigahajtómű kialakítások



Köszönöm a figyelmet!

