

Áramlástechnikai gépek

Különböző volumetrikus elven működő gépek, azok szerkezeti megoldásai

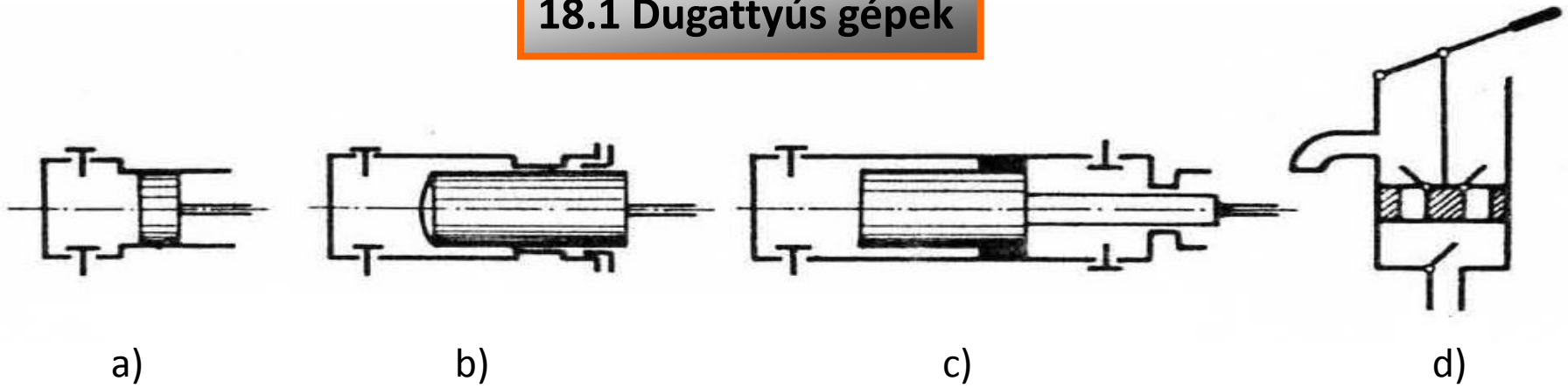
A **térfogatkiszorítás elvén működő gépeknél** az energia átalakítás úgy történik, hogy egy körülhatárolt térben mozgó alkatrész – az energiaátalakítás végző alkatrész – váltakozva a térfogat növeli, ill. csökkenti, és ennek következtében a gépen áthaladó közeg a körülhatárolt térbe be- ill. kiáramlik.

Az áramlástechnikai gépek a családjában a munkagépek és az erőgépek egyaránt megtalálhatók.

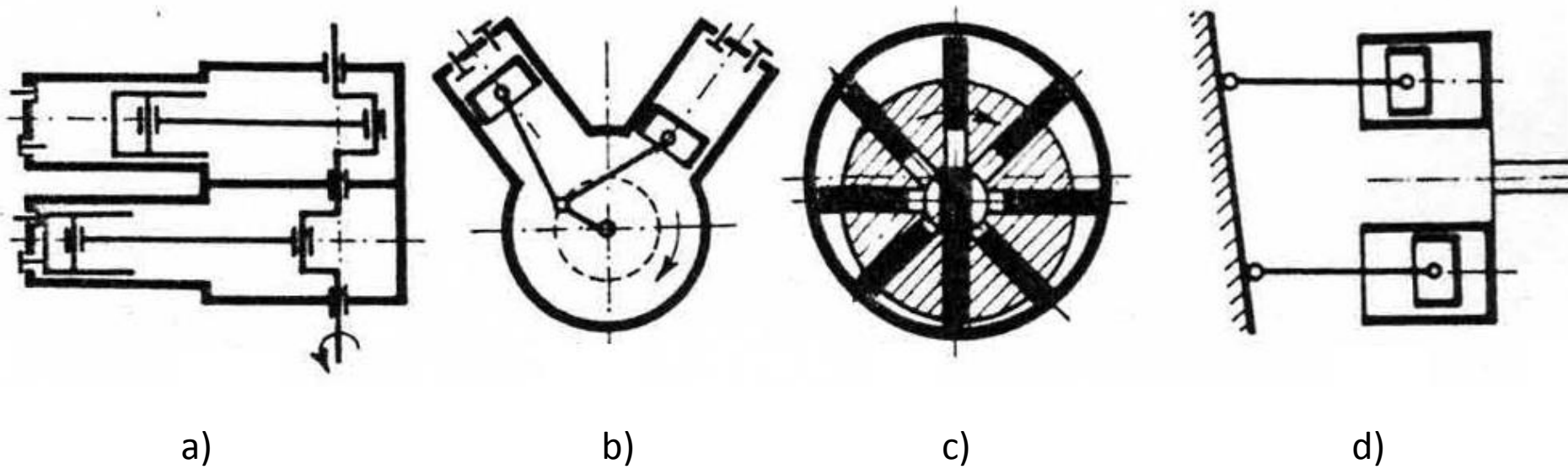
A térfogatkiszorítás elvének felhasználásához a gépben a következőket kell biztosítani:

- α) a közeget be kell juttatni abba a térbe, ahol az energiaátalakítást végző alkatrész munkáját végzi – a munkatérbe – és
- β) a közeg bejuttatása után e teret be kell zárni.
- γ) Az energia átalakítást végző alkatrészek – pozitív, ill. negatív értelemben – el kell végezni kompressziómunkáját. Ennek eredményeként a lezárt térben a közeg nyomása (és hőmérséklete) változik.
- δ) A lezárt teret ki kell nyitni és
- ε) a közeget el kell távolítani a munkatérből.

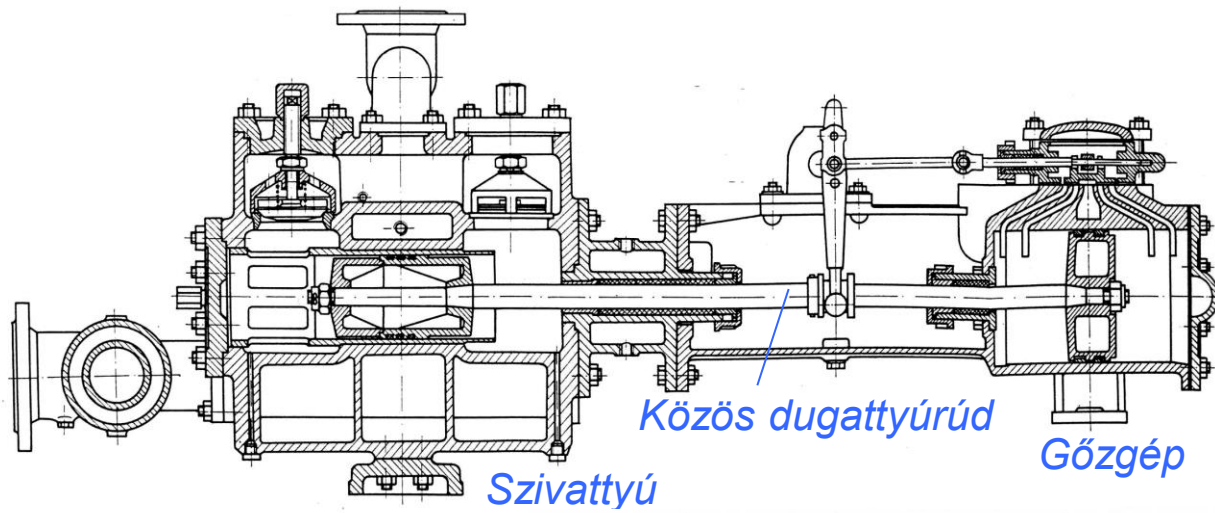
18.1 Dugattyús gépek



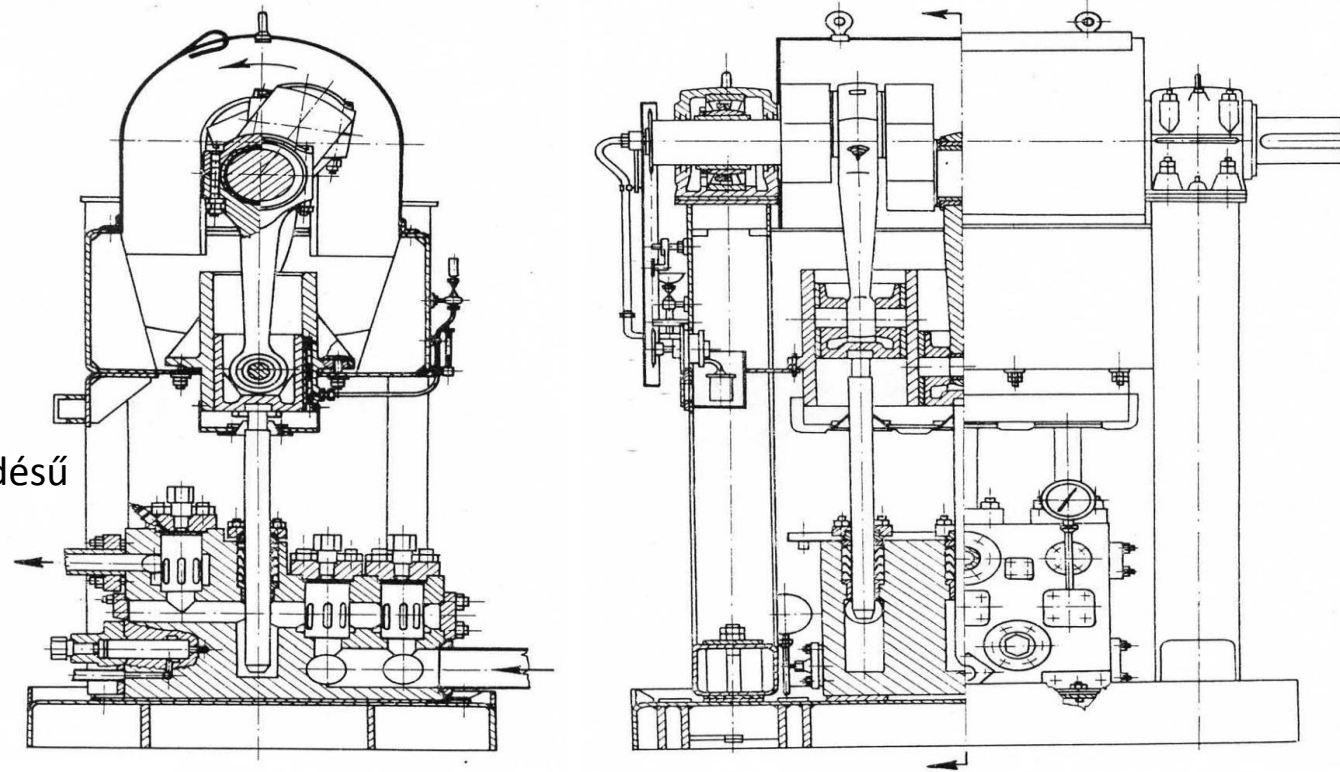
18.1 ábra. A dugattyúk szokásos kiviteli formái



18.2 ábra. Dugattyús gépek hengere rendezésük



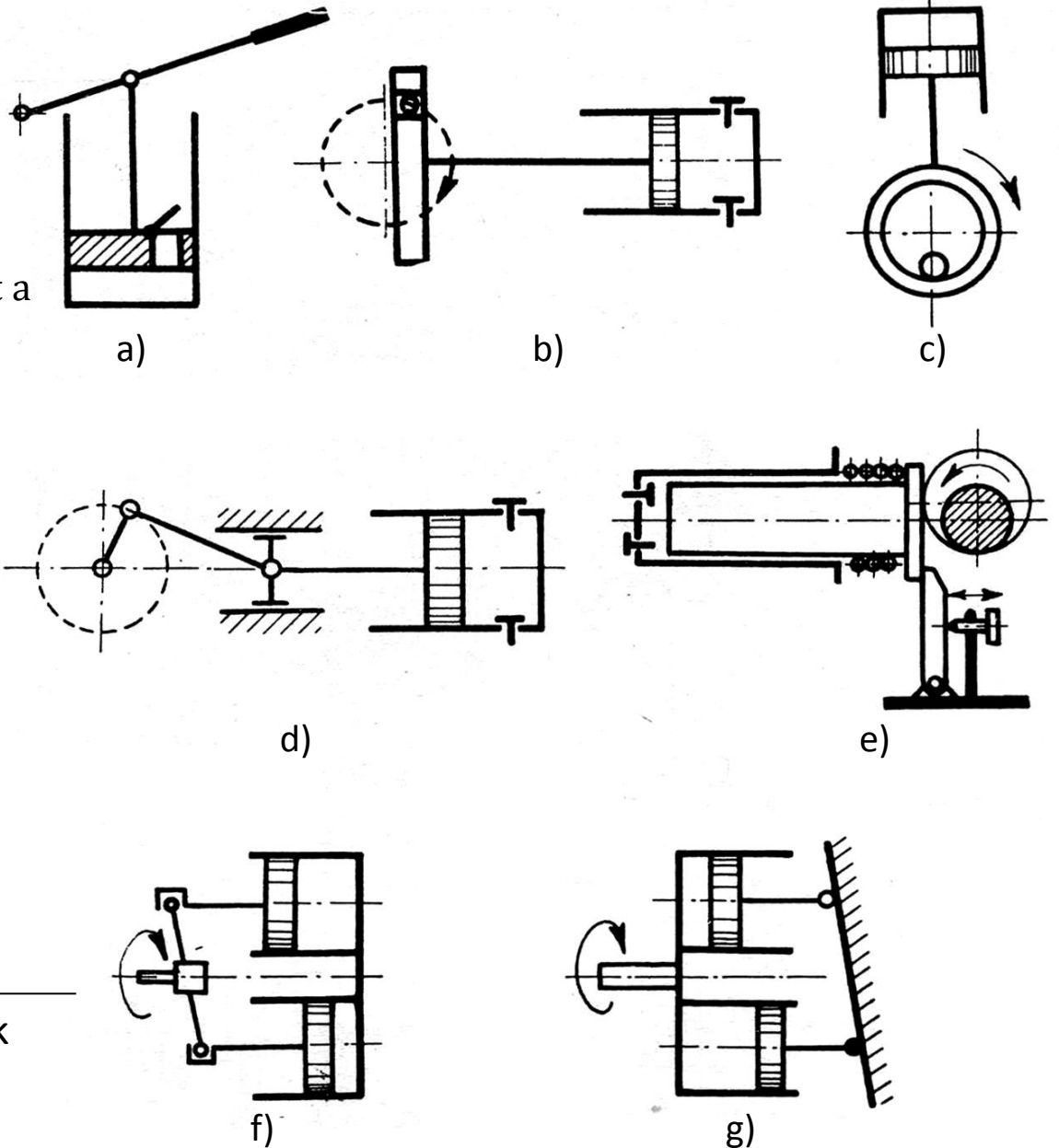
18.3 ábra. Ganz-MÁVAG
gőz hajtású szivattyú



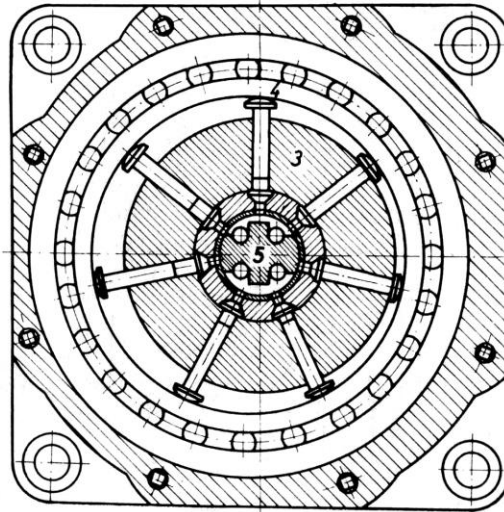
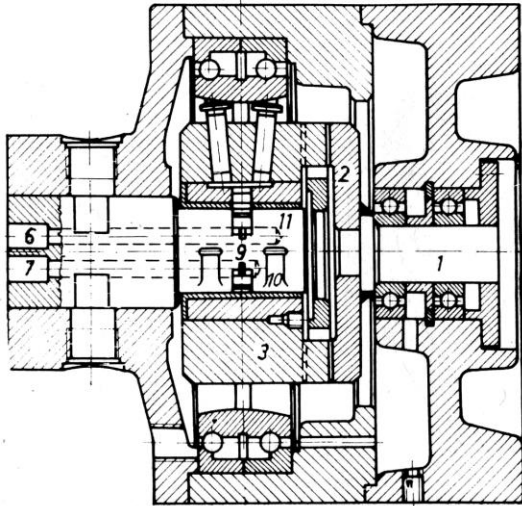
18.4 ábra. Ganz-MÁVAG
kényszerlökötű egyszeres működésű
búvárdagattyús háromhengeres
vegyipari szivattyú
(forgattyús hajtómű hajtással)

A kényszerlökettű gépek hajtó mechanizmusa is igen sokféle lehet. Néhány jellegzetes kivitel elvi vázlatát a 18.6 ábra mutatja:

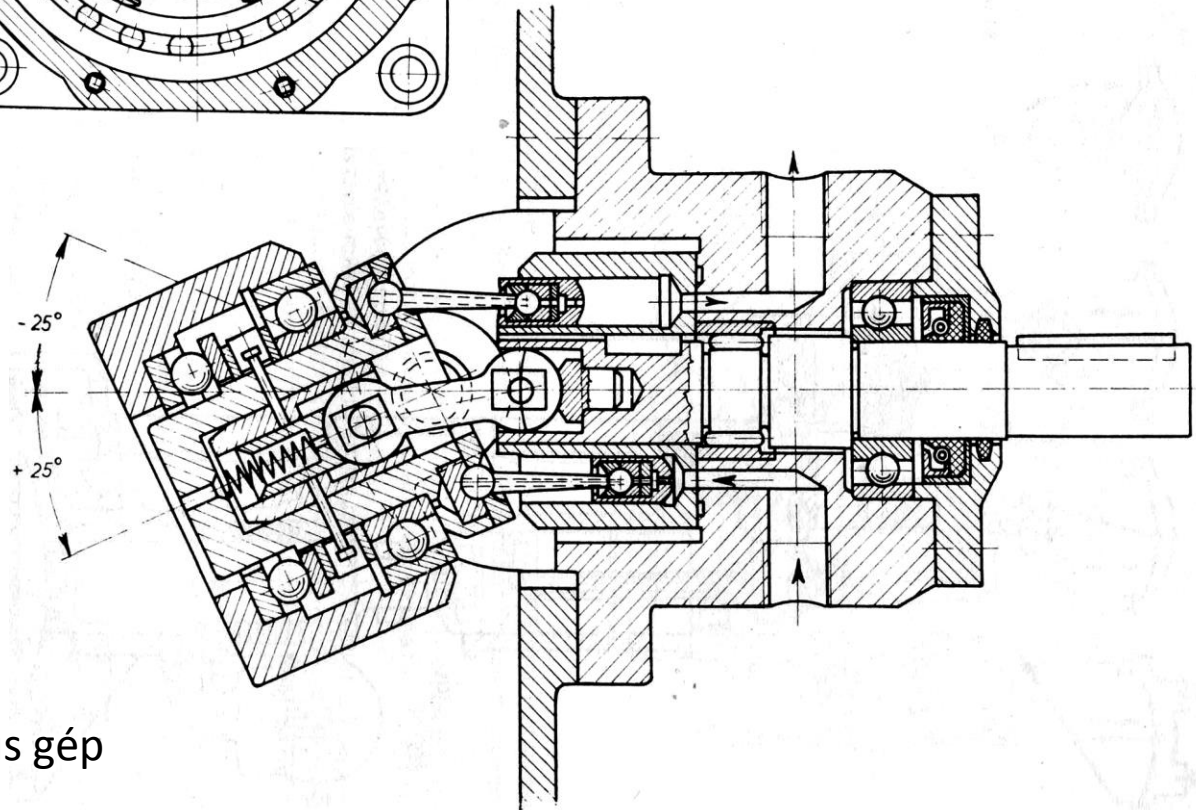
- a) **hajtás kézi emelővel,**
- b) **kulisszás hajtómű,**
- c) **excenteres hajtás,**
- d) **forgattyús hajtómű,**
- e) **bütykös hajtás,**
- f) **ferde bolygótárcsás hajtómű és**
- g) **ferde álló tárcsa forgó hengerekkel.**



18.6 ábra. A kényszerlökettű gépek hajtó mechanizmusa

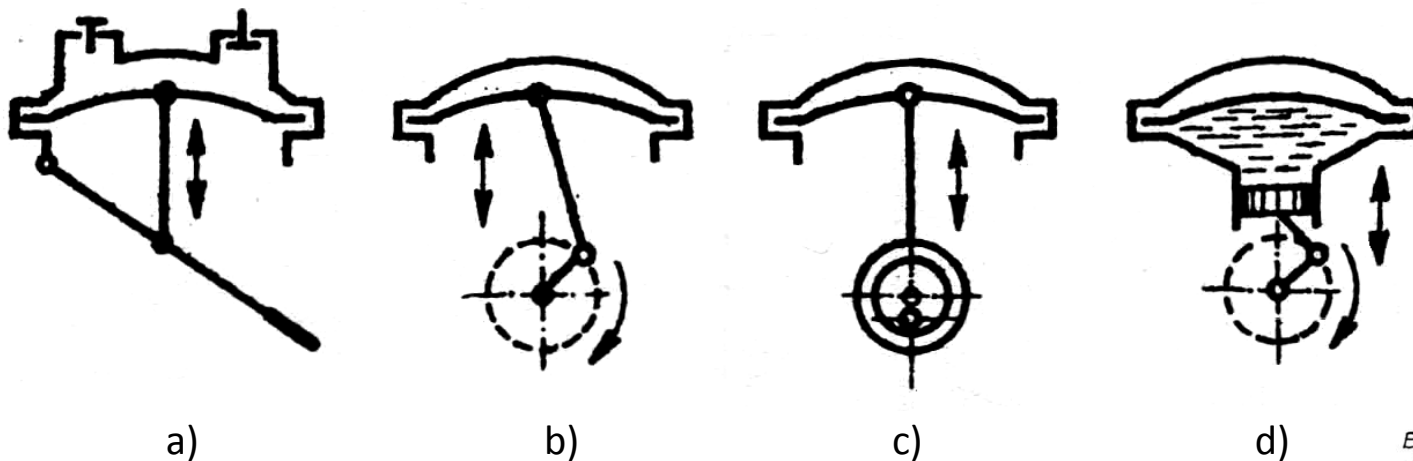


18.7 ábra. Radiáldugattyús
NDK gyártmányú tizenegy
hengeres szivattyú



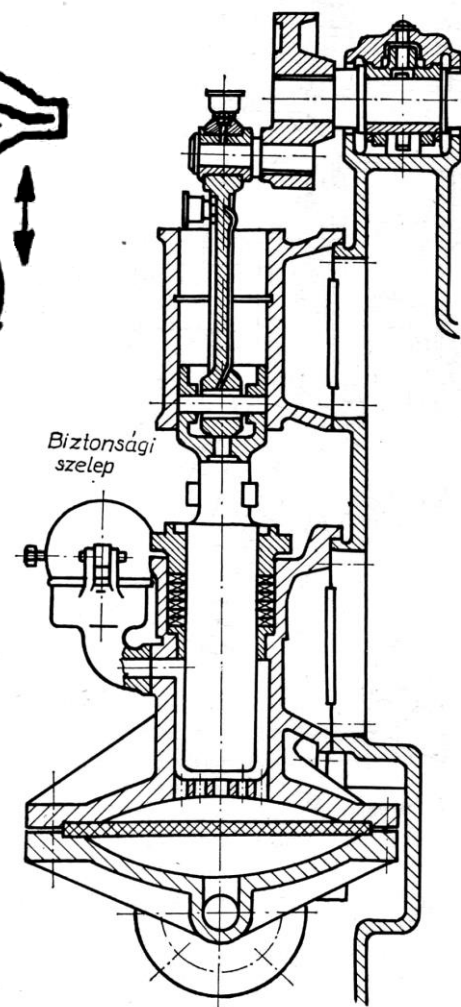
18.8 ábra. Axiális dugattyús gép

18.2 Membrángépek (szivattyúk)



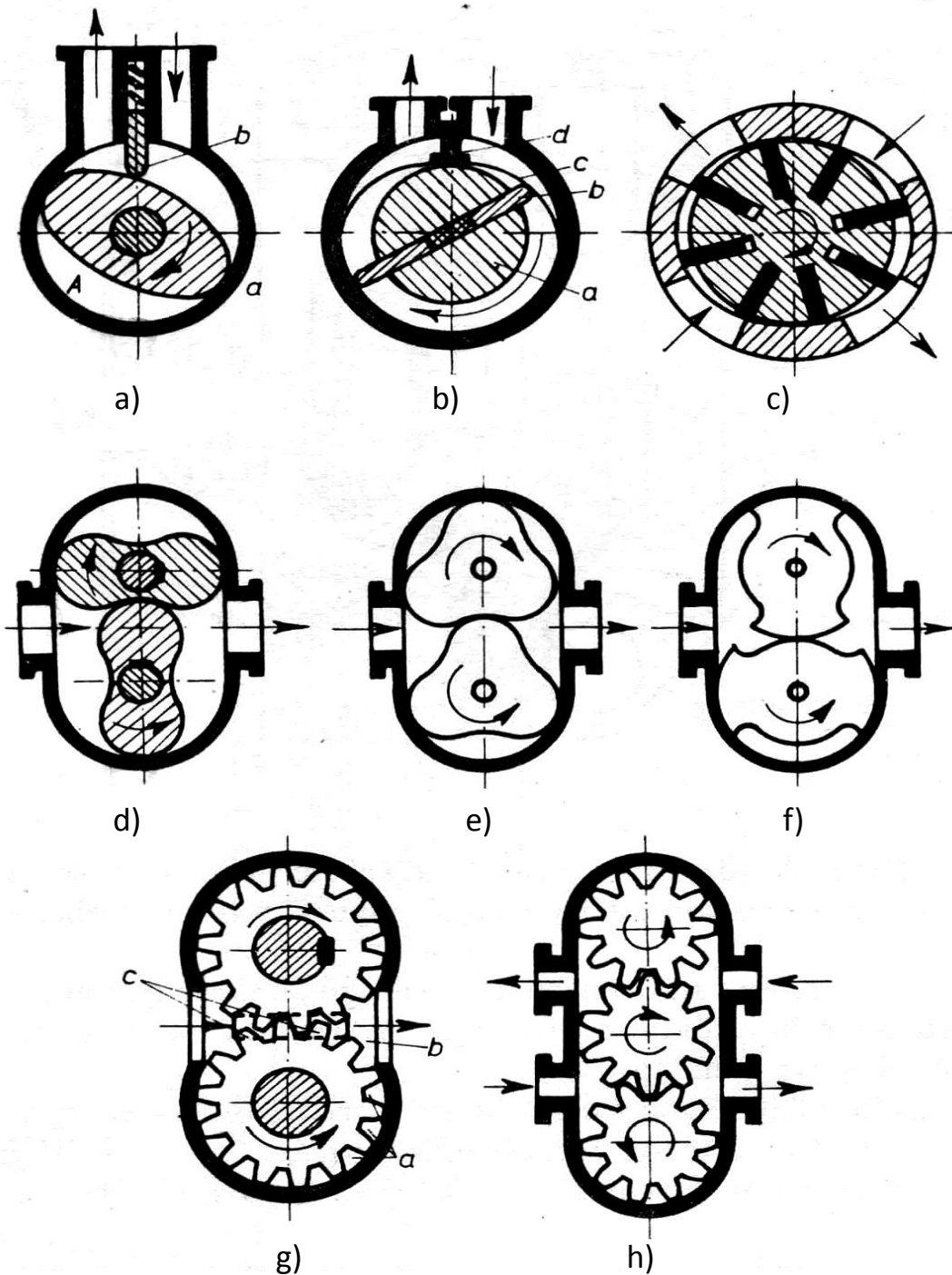
18.9 ábra Membrán szivattyú vázlatai

A **membrán szivattyúknál** az energiaátalakítást végző alkatrész egy hajlékony membrán. Néhány jellegzetes megoldási elvi vázlatát a 18.9 ábra mutatja: a) **hajtás kézi emelővel**, b) **forgattyús hajtómű**, c) **excenteres hajtás**, d) **folyadékáttételes hajtás**.

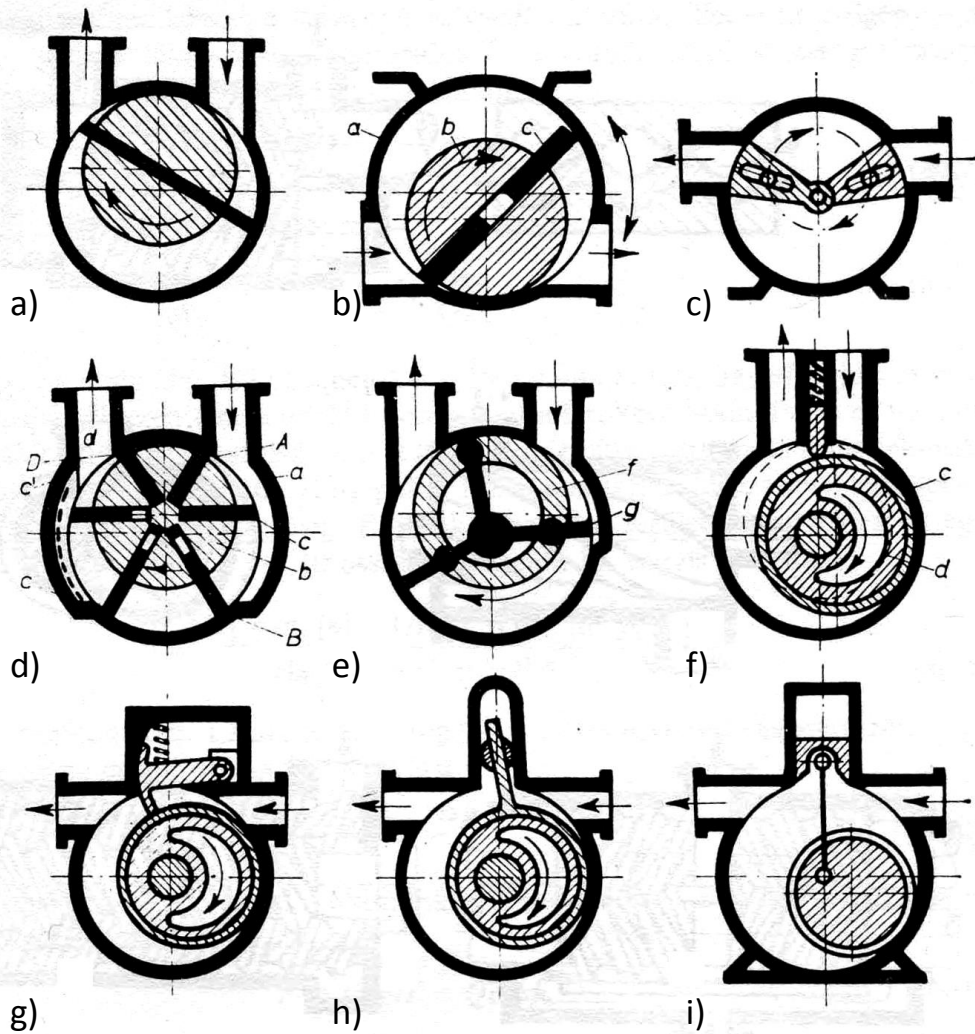


18.10 ábra Folyadékáttételes membrán szivattyú

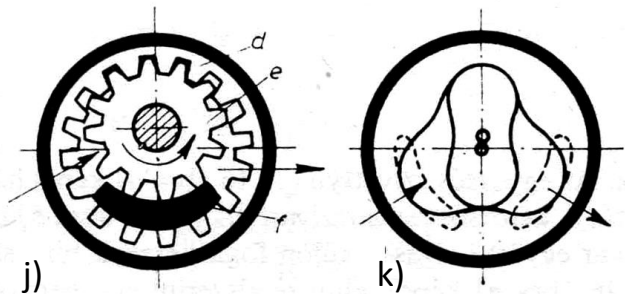
18.3 Gépek, amelyeknél a térfogatkihasználás elvüket forgó alkatrészek valósítják meg

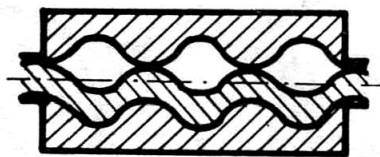


18.11 ábra A kerületi irányban áramoltató és koncentrikusan elhelyezett energiaátalakító alkatrészszel megépített gépek

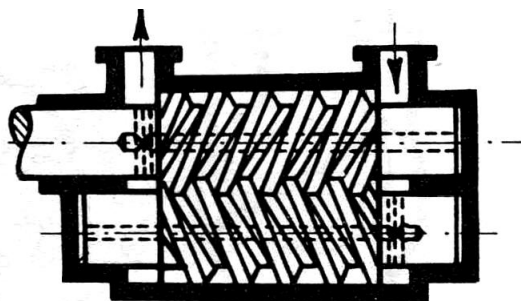


18.12 ábra A kerületi irányban áramoltató és excentrikusan elhelyezett energiaátalakító alkatrészsel megépített gépek

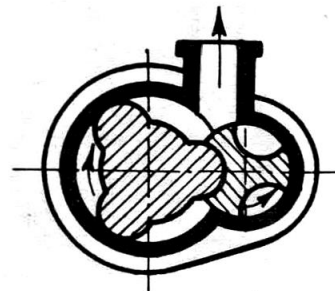
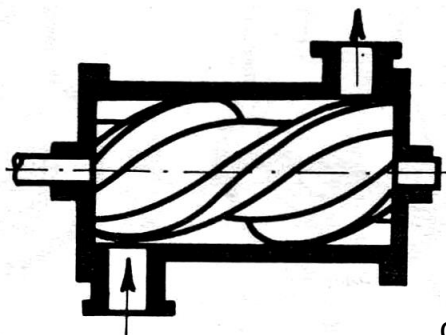




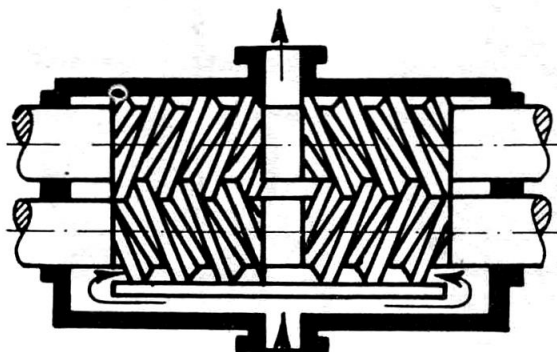
a)



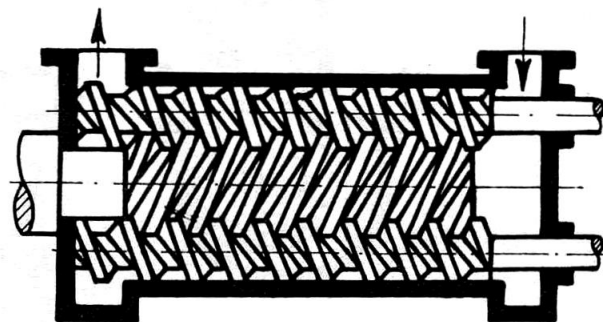
b)



c)



d)



e)

18.13 ábra Tengelyirányban szállító gépek. Csavarszivattyúk

18.4 A volumetrikus szivattyúk szállítása, hatásfokai, teljesítménye és tengelynyomatéka

Geometriai térfogatáram:

$$Q_g = V \cdot n \quad (18.1)$$

Volumetrikus hatásfok:

$$\eta_v = Q_k / Q_g \quad (18.2)$$

A szivattyú hasznos teljesítménye:

$$P = Q_k \rho g H = Q_k \Delta p = \eta_v V n \Delta p \quad (18.3)$$

Hidraulikai hatásfok:

$$\eta_h = \Delta p / \Delta p_e \quad (18.4)$$

Az elméleti teljesítmény:

$$P_e = V n \Delta p_e \quad (18.5)$$

Mechanikai hatásfok:

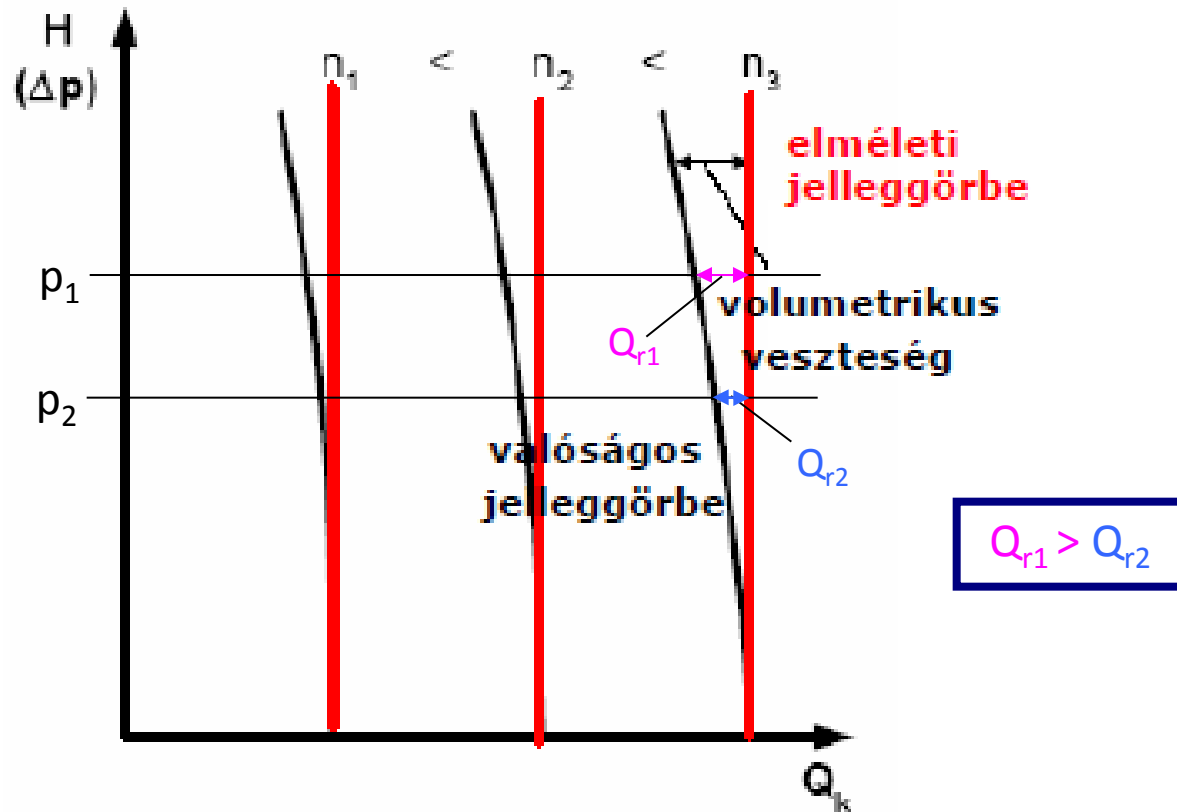
$$\eta_m = P_e / P_{\ddot{o}} \quad (18.6)$$

A szivattyú hasznos- és összteljesítménye, hatásfoka:

$$P = Q_k \Delta p = \eta_v V n \Delta p = \eta_v \eta_h V n \Delta p_e = \eta_v \eta_h P_e = \eta_v \eta_h \eta_m P_{\ddot{o}} \quad \eta = \eta_v \eta_h \eta_m \quad (18.7)$$

A szivattyú hajtásához szükséges tengelynyomaték:

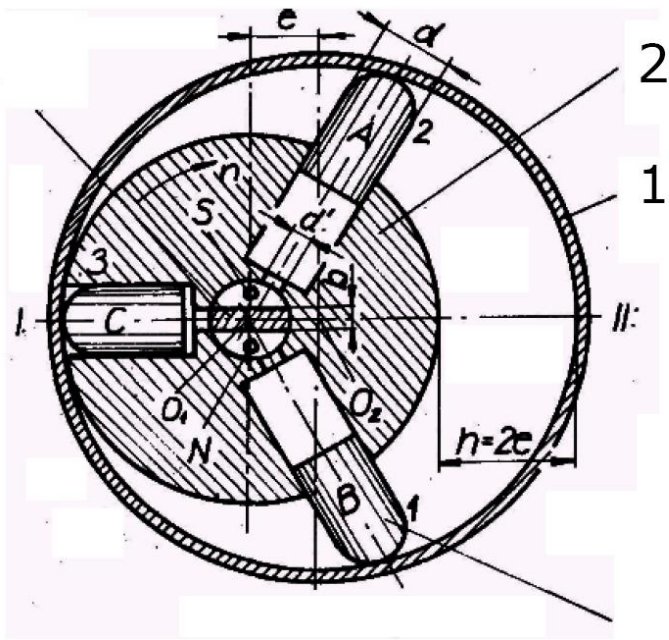
$$M = \frac{P_{\ddot{o}}}{\omega} = \frac{P_{\ddot{o}}}{2\pi n} = \frac{P_e}{2\pi n \eta_m} = \frac{V n \Delta p_e}{2\pi n \eta_m} = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\eta_h \eta_m} V \Delta p \quad M \sim V \Delta p \quad (18.8)$$



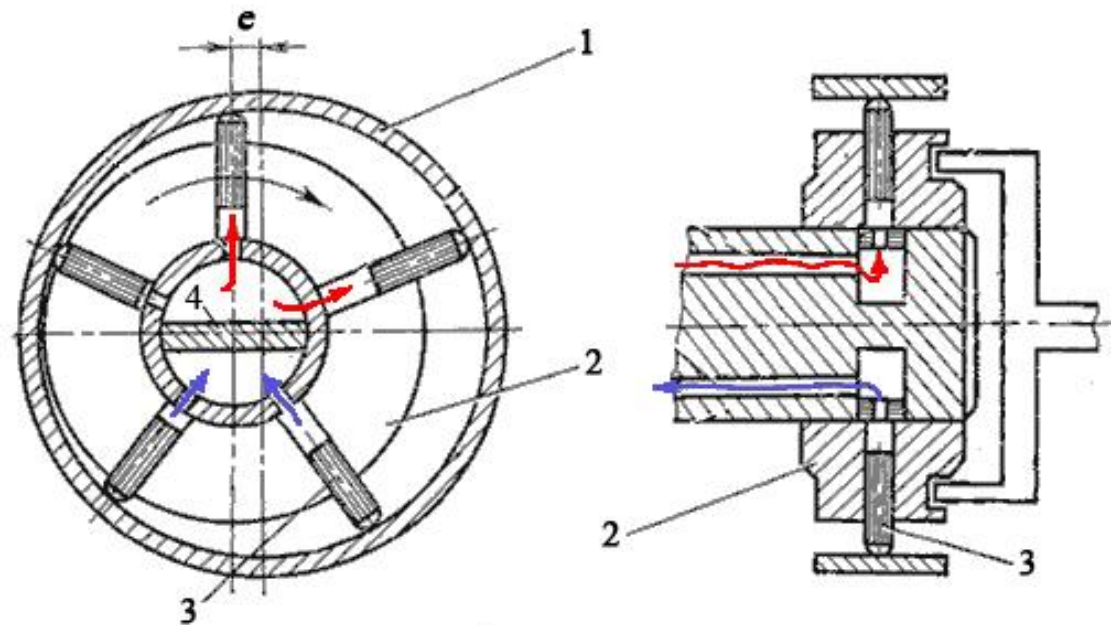
18.14 ábra Volumetrikus elven működő szivattyú **elméleti** és **valóságos** jelleggörbéje

18.5 A radiáldugattyús szivattyú

A **radiáldugattyús szivattyú** esetében egy henger alakú fémtömbbe radiális irányú hengerfuratok munkálnak, ezekbe helyezik a radiál dugattyúkat, amelyek tömbből kiálló végei egy a tömbhöz képest excentrikus pályán mozognak. Így a dugattyúk radiális irányú kibemozgásra vannak kényszerítve. A hengerfuratok előbb a szívó, majd a nyomótérhez kapcsolódnak egy körülfordulás során.



18.15a ábra A radiáldugattyús szivattyú



18.15b ábra A radiáldugattyús 5-hengeres szivattyú (a jelölések azonosak a 18.15a ábrára valókkal)

Geometriai térfogatáram:

$$Q_g = i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot z \cdot \frac{n}{60}$$

$$\left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right]$$

(18.9)

A (18.9) kifejezésben szereplő lökethossz az excentricitással (e) is kifejezhető:

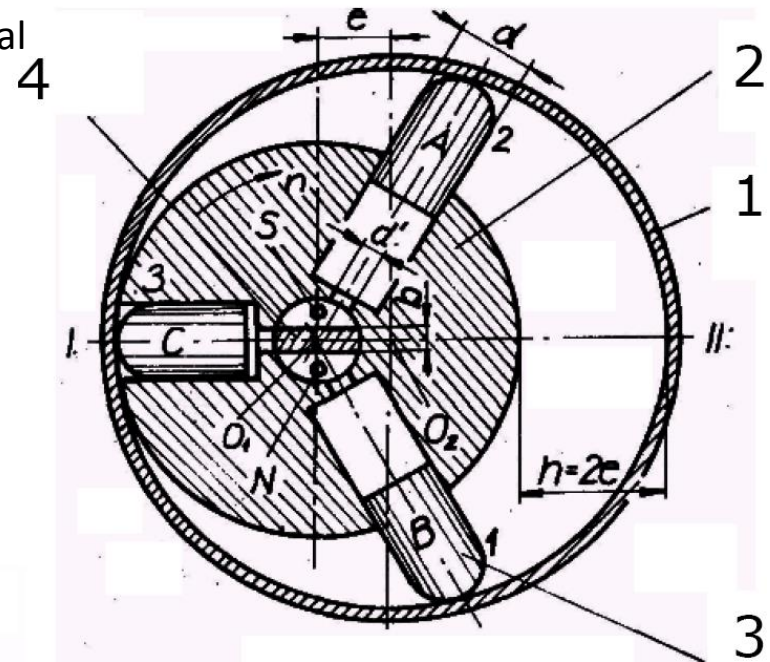
$$h = 2 \cdot e$$

(18.10)

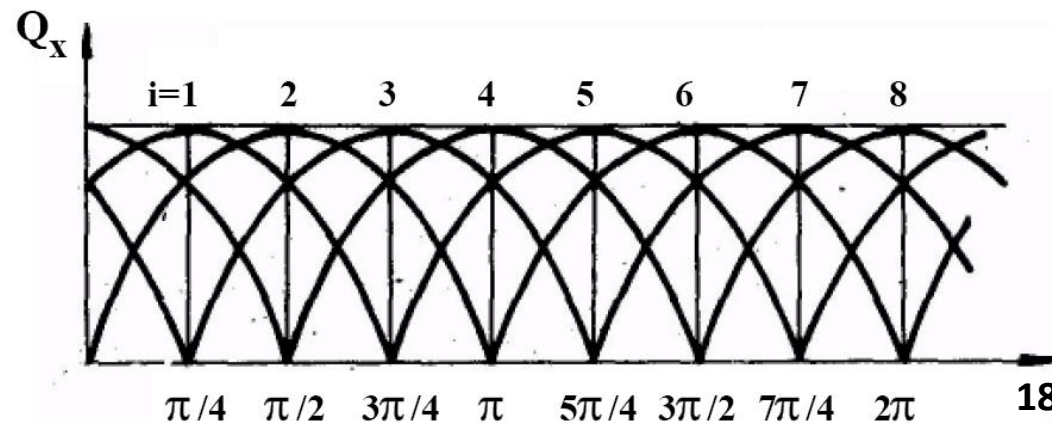
(18.10) \rightarrow (18.9):

$$Q_g = i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2 \cdot e \cdot z \cdot \frac{n}{60}$$

(18.11)

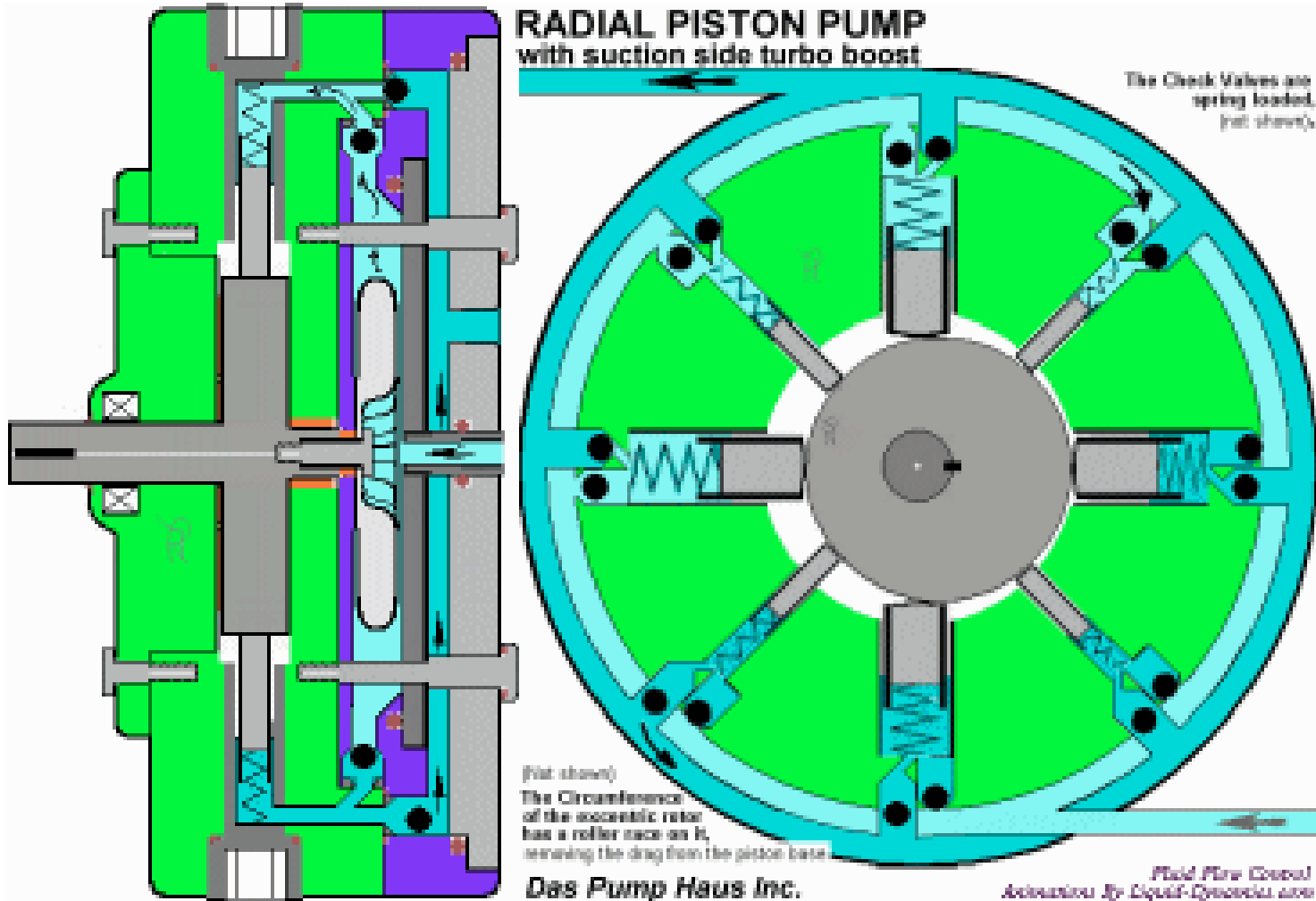


18.16 ábra A radiáldugattyús szivattyú

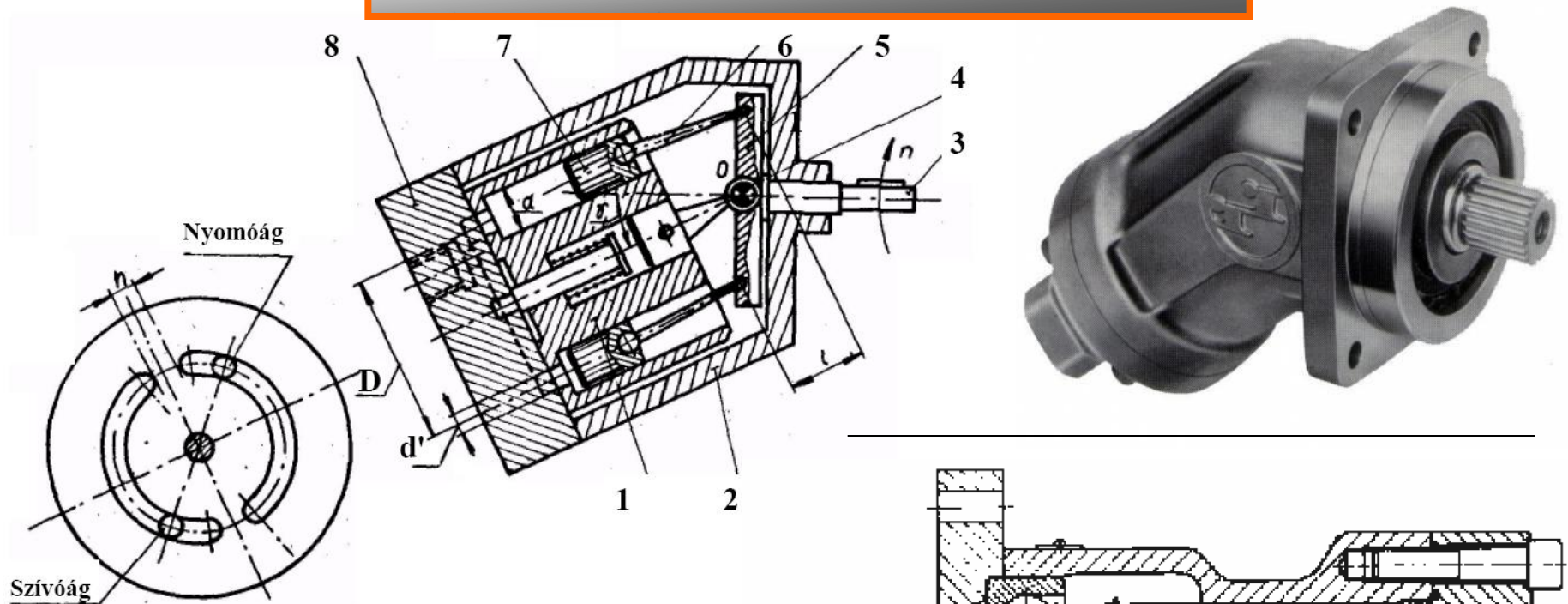


18.17 ábra A radiáldugattyús szivattyú szállítása a szögelfordulás függvényében

RADIAL PISTON PUMP with suction side turbo boost



18.6 Az axiáldugattyús szivattyú

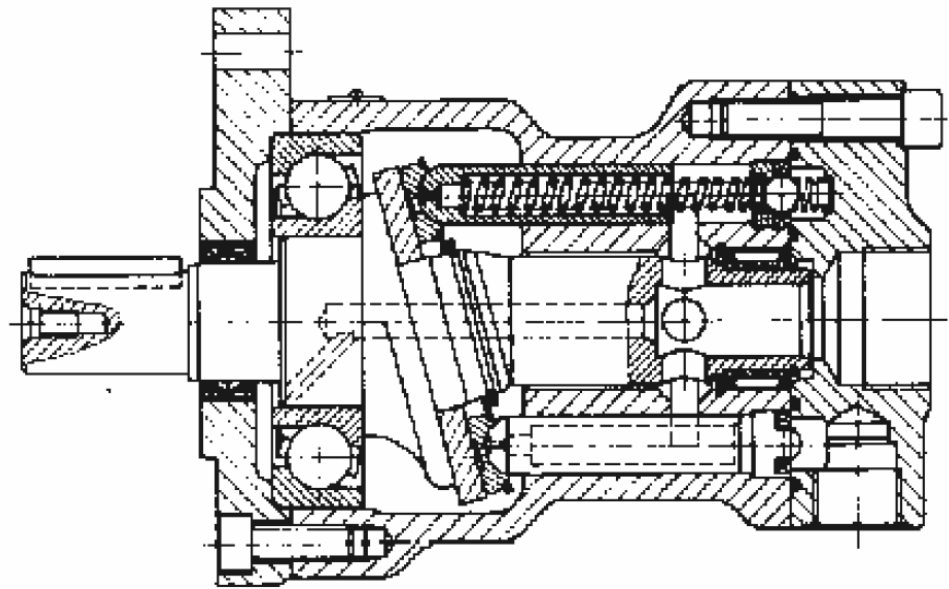


18.18 ábra Axiáldugattyús szivattyú

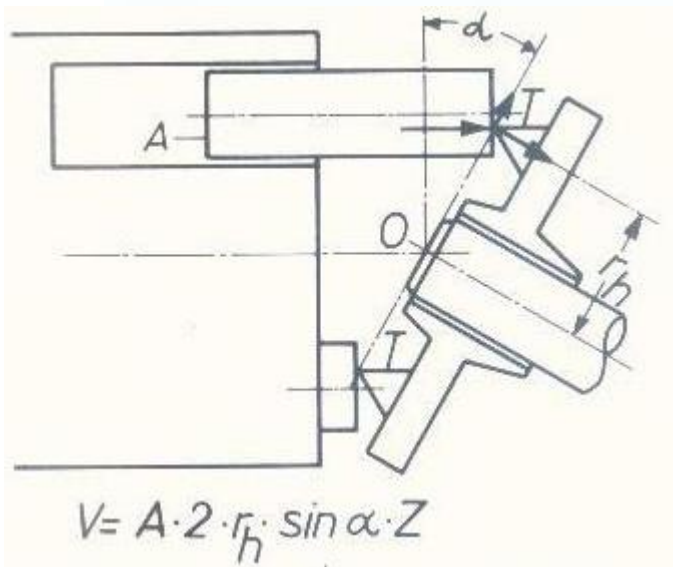
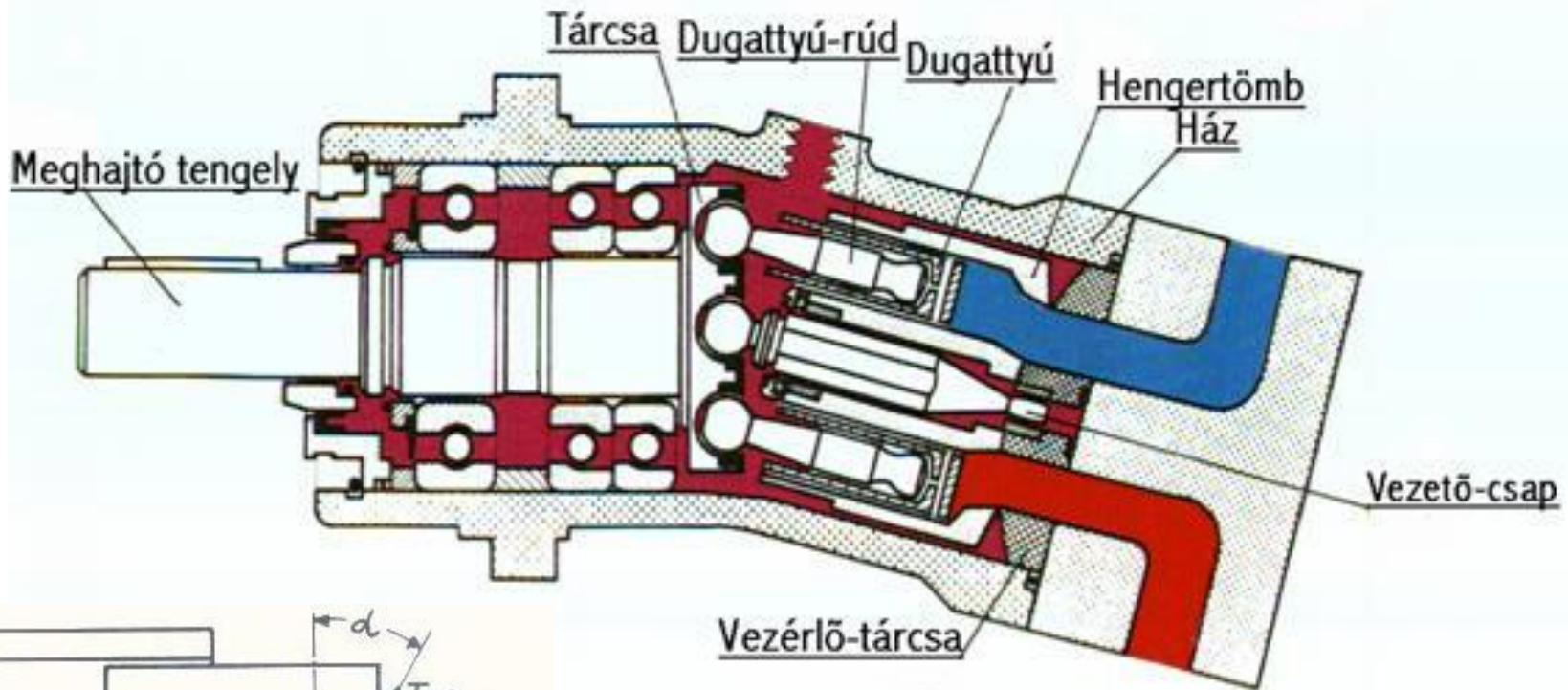
Az axiáldugattyús szivattyú munkatér térfogata és térfogatárama:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot z$$

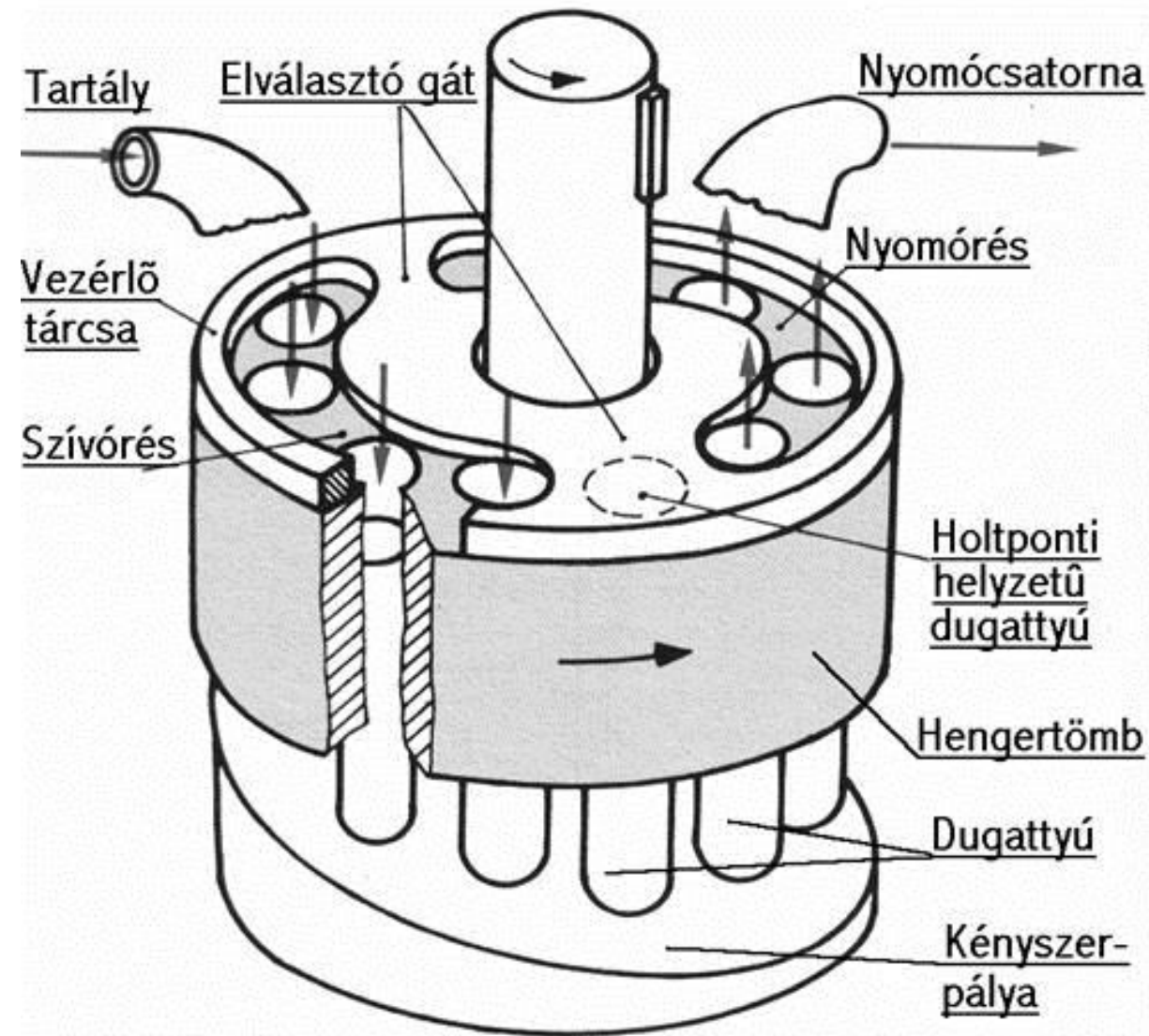
$$Q_g = V \cdot n$$



18.19 ábra Axiáldugattyús szivattyú sánta tárcsás meghajtással



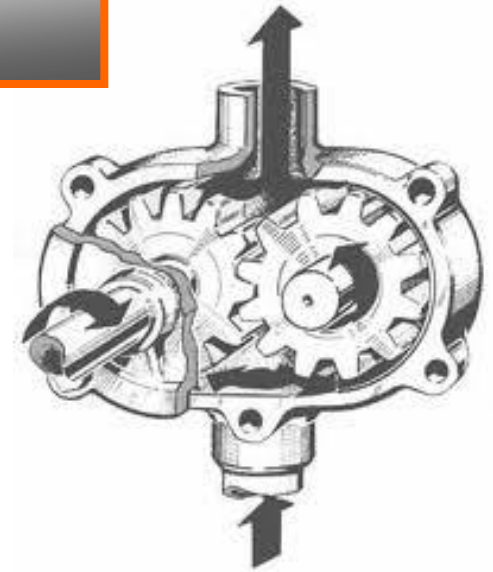
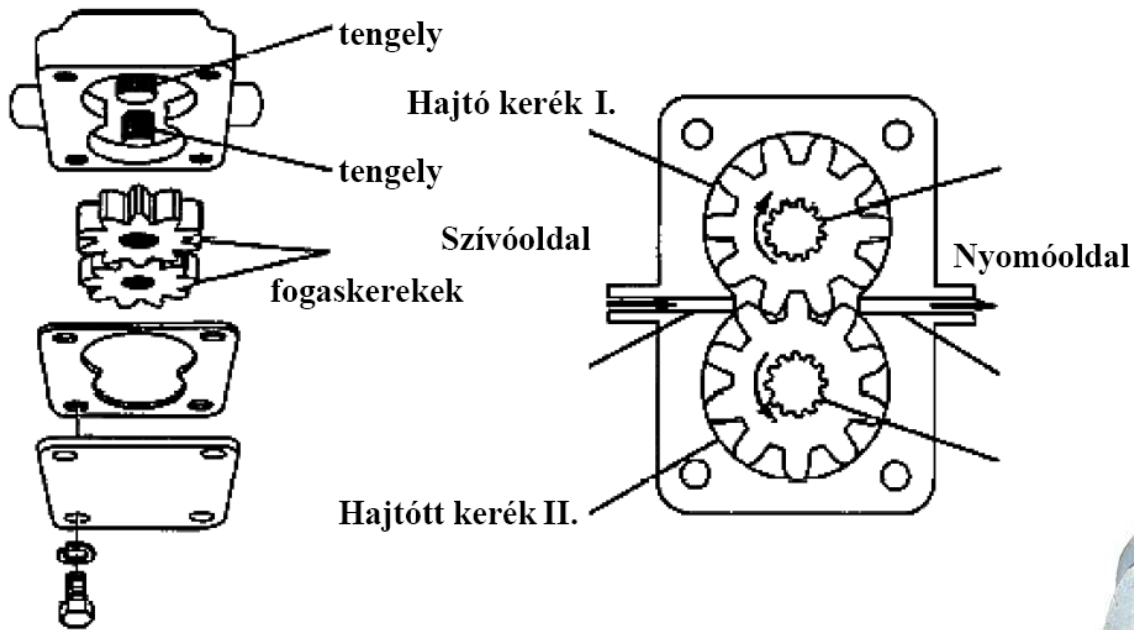
Ferdetengelyes axiáldugattyús energiaátalakító



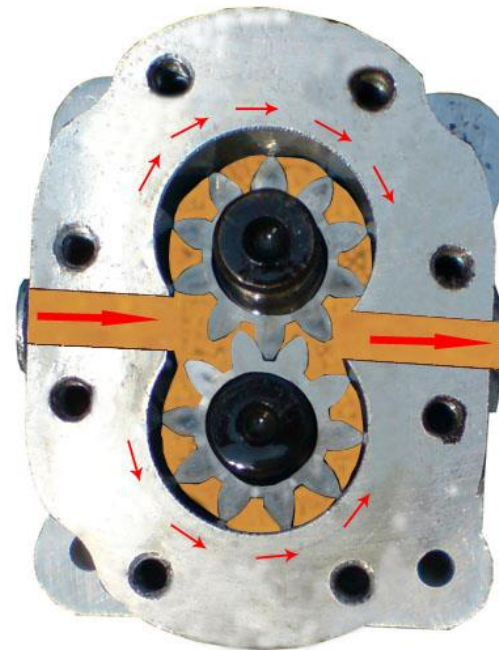
A nagynyomású hidraulikus rendszerekhez dugattyús szivattyúkat használnak. Szerkezeti kialakításukat tekintve megkülönböztetünk axiáldugattyús és radiáldugattyús, valamint állandó és változó fajlagos folyadékhozamú kiviteleket. Az axiáldugattyús szivattyúk készülnek ferdetárcsás és ferdetengelyes kivitelben egyaránt. Kisebb teljesítmény kategóriájú axiáldugattyús szivattyúk névleges nyomása 250 bar, fordulatszáma 3600 1/min, míg a nagyobb teljesítményűek 350-500 bar-ig terhelhetők 1800 1/min fordulatszám mellett.

AXIAL_A,B,C,D

18.7 Fogaskerék szivattyú



Szívóoldal



Nyomóoldal

18.20 ábra Fogaskerék szivattyú vázlata

Egyenes, külsőfogazású, egyező fogszámú kerek esetén a szivattyú által időegység alatt szállított közepes folyadékhozam közelítő értéke:

$$Q_g = 2 \cdot \pi \cdot D \cdot m \cdot b \cdot \frac{n}{60} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right] \quad (18.12)$$

ahol D az osztókör átmérője [m], $K = \pi \cdot D$ osztókör területe [m], z fogszám, $t = K/z$ osztás [m], $m = t/\pi$ modul [m], b fogszélesség [m], n a fordulatszám [1/min].

Ferde vagy nyílfogazású fogaskerek esetén a (18.12) kifejezés „ m ” értéke helyett a homlokmodul helyettesíthetjük. A homlokmodul:

$$m_h = \frac{m}{\cos \beta} \quad (18.13)$$

ahol β a ferde fogazás ferdeségének szöge [fok]; egyenes fogazásnál $\beta = 0$.

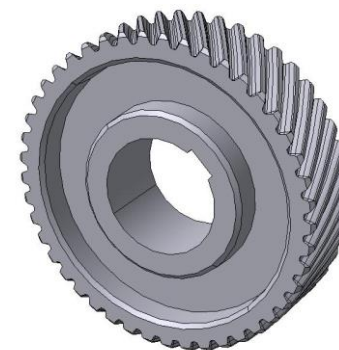
A szivattyú közepes valódi folyadékszállítása:

$$Q_k = \eta_v \cdot 2 \cdot \pi \cdot D \cdot m \cdot b \cdot \frac{n}{60} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right] \quad (18.14)$$

ahol η_v a volumetrikus hatásfok.



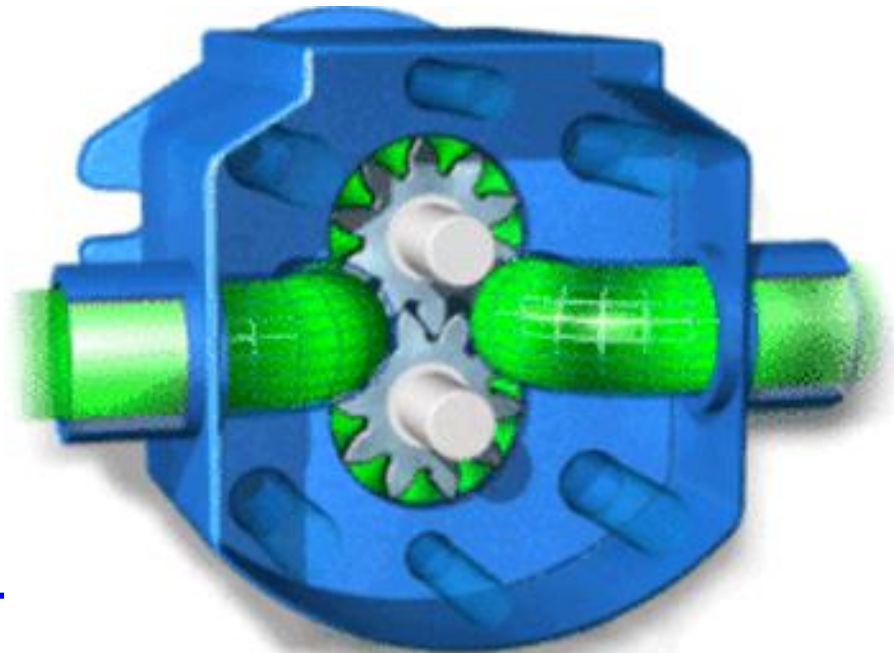
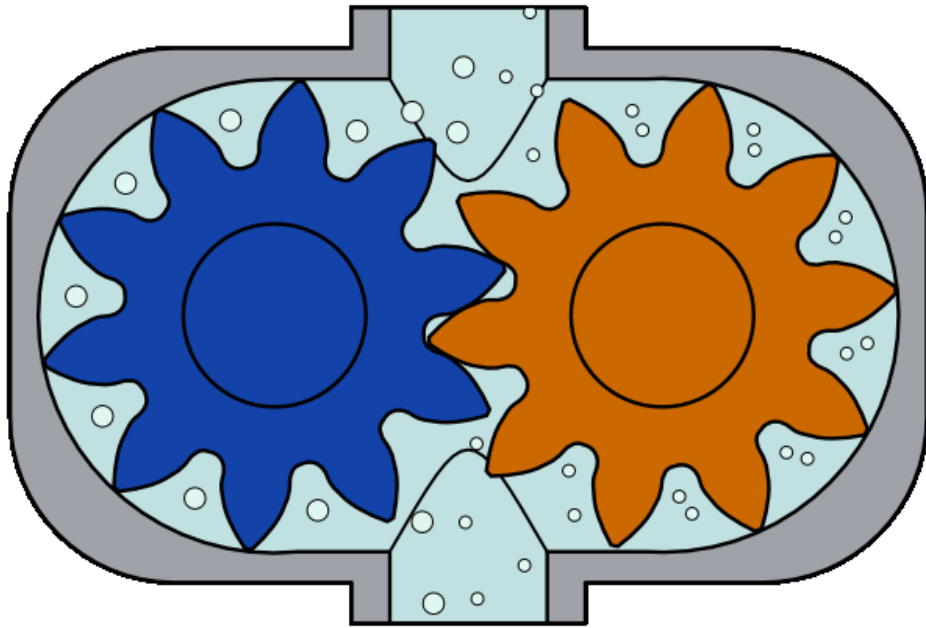
(a)



(b)

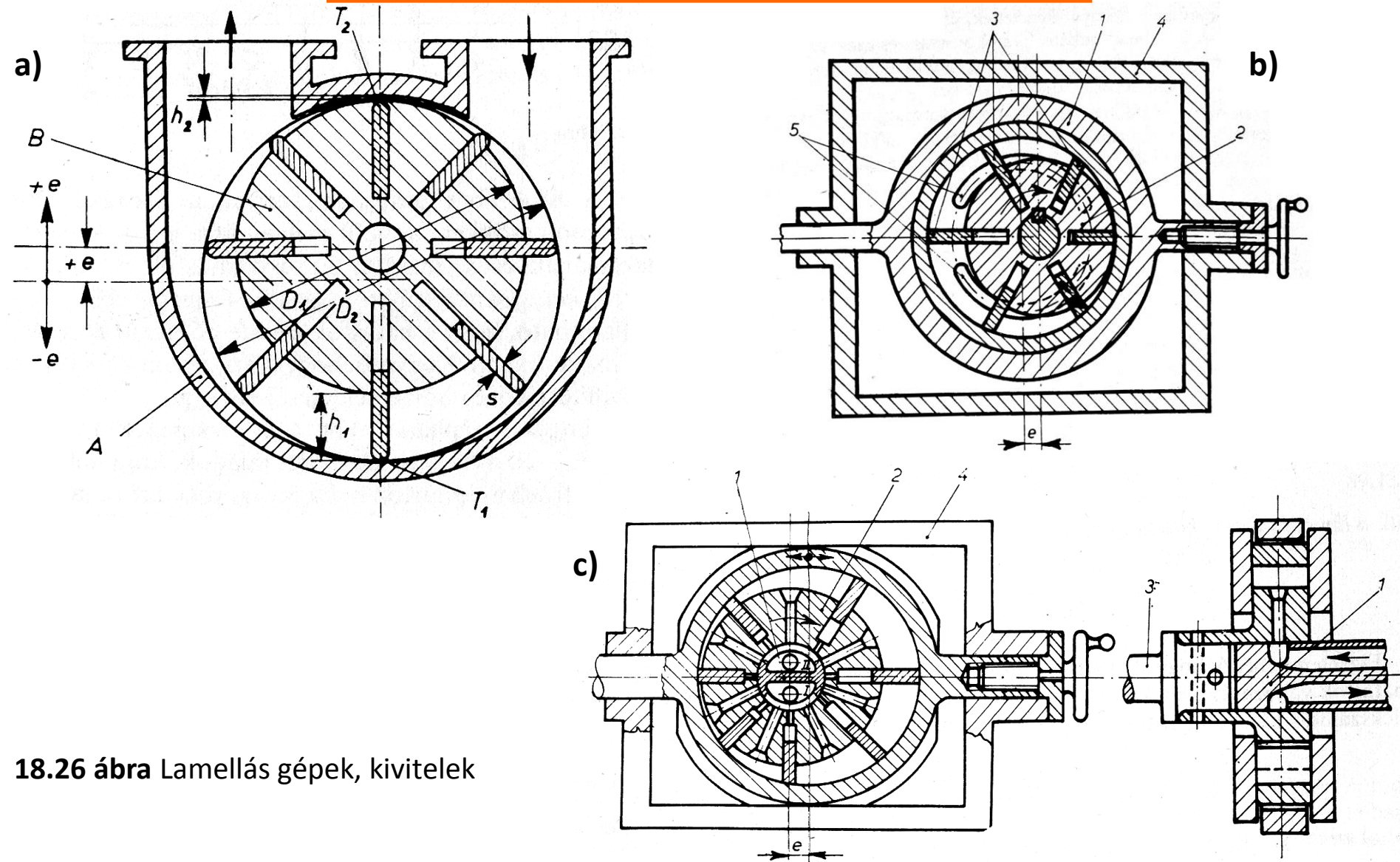


18.21 ábra Ferde (a) és nyílfogazású (b) fogaskerék

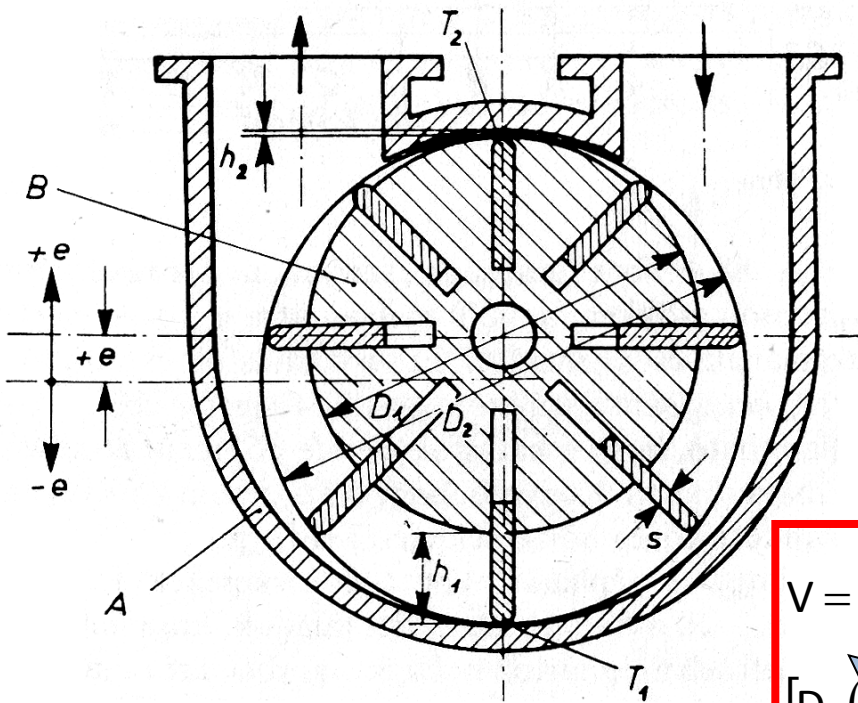


ROOT_2, ROOT_3

18.8 Lamellás szivattyú



18.26 ábra Lamellás gépek, kivitelek



18.27 ábra Lamellás szivattyú

A 18.27 ábra jelöléseivel:

$$\begin{aligned}
 e + D_2/2 &= D_1/2 + h_1 \Rightarrow \\
 \Rightarrow e + D_1/2 + h_2 &= D_2/2 \quad \text{vagy} \\
 h_1 &= (D_2 - D_1)/2 + e \quad \text{vagy} \\
 h_2 &= (D_2 - D_1)/2 - e
 \end{aligned}
 \tag{18.15}$$

Az egy fordulatra eső folyadékszállítás:

$$\begin{aligned}
 V &= \left[\frac{D_2 - h_2}{2} h_1 2\pi - z h_1 s - \left(\frac{D_2 - h_1}{2} h_2 2\pi - z h_2 s \right) \right] b = \\
 &= [D_2(h_1 - h_2)\pi - (h_2 h_1 - h_1 h_2)\pi - z s(h_1 - h_2)] b = \\
 &= (h_1 - h_2)(D_2\pi - z s) b = 2e(D_2\pi - z s) b
 \end{aligned}
 \tag{18.16}$$

A szivattyú közepes geometriai szállítás:

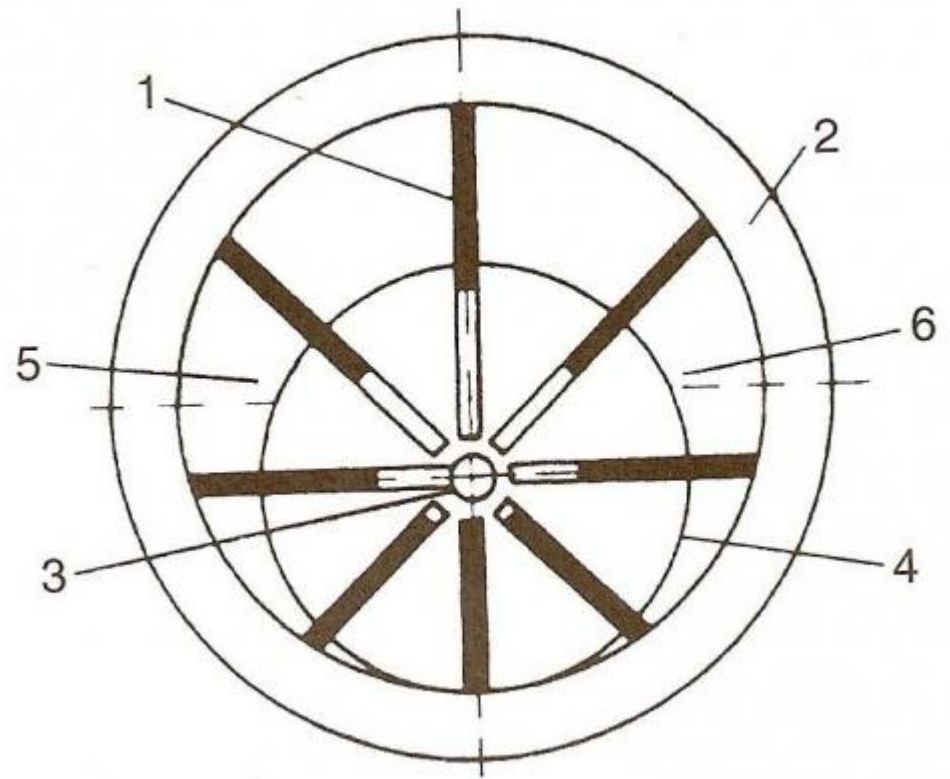
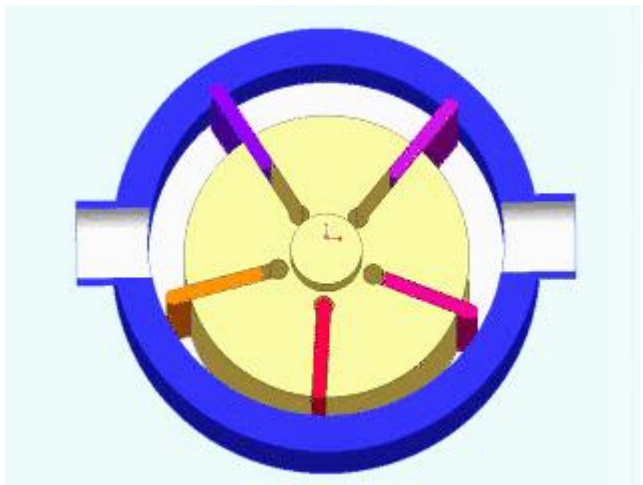
$$Q_g = V \cdot n = 2(D_2\pi - z s) e b n \tag{18.17}$$

A közepes valódi folyadékszállítás:

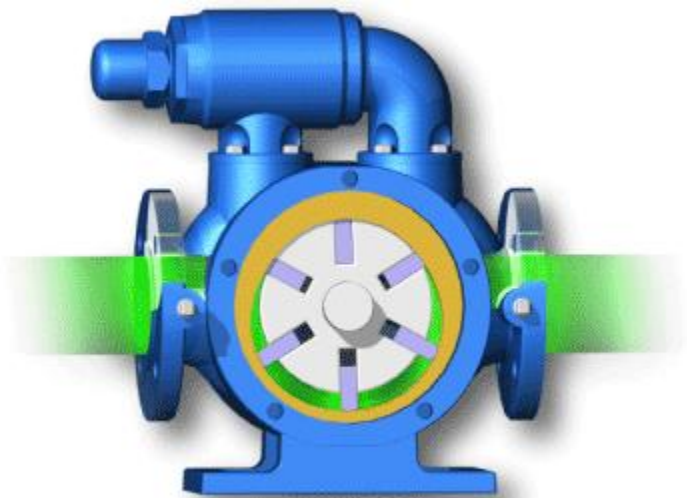
$$Q_k = \eta_v Q_g = 2\eta_v (D_2\pi - z s) e b n \tag{18.18}$$

$$\frac{Q_k}{n} = C_q e$$

$$C_q = 2\eta_v (D_2\pi - z s) b \tag{18.19}$$

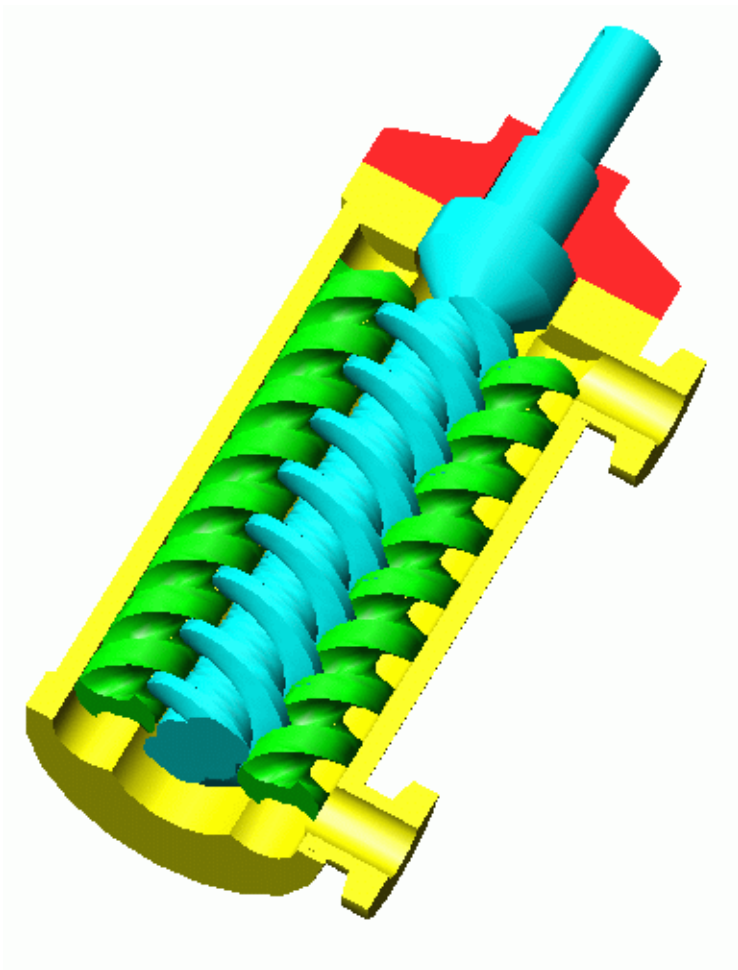


1-lapát, 2-álló gyűrű, 3-hajtótangely, 4-forgórész, 5-növekvő térfogat, 6-csökkenő térfogat

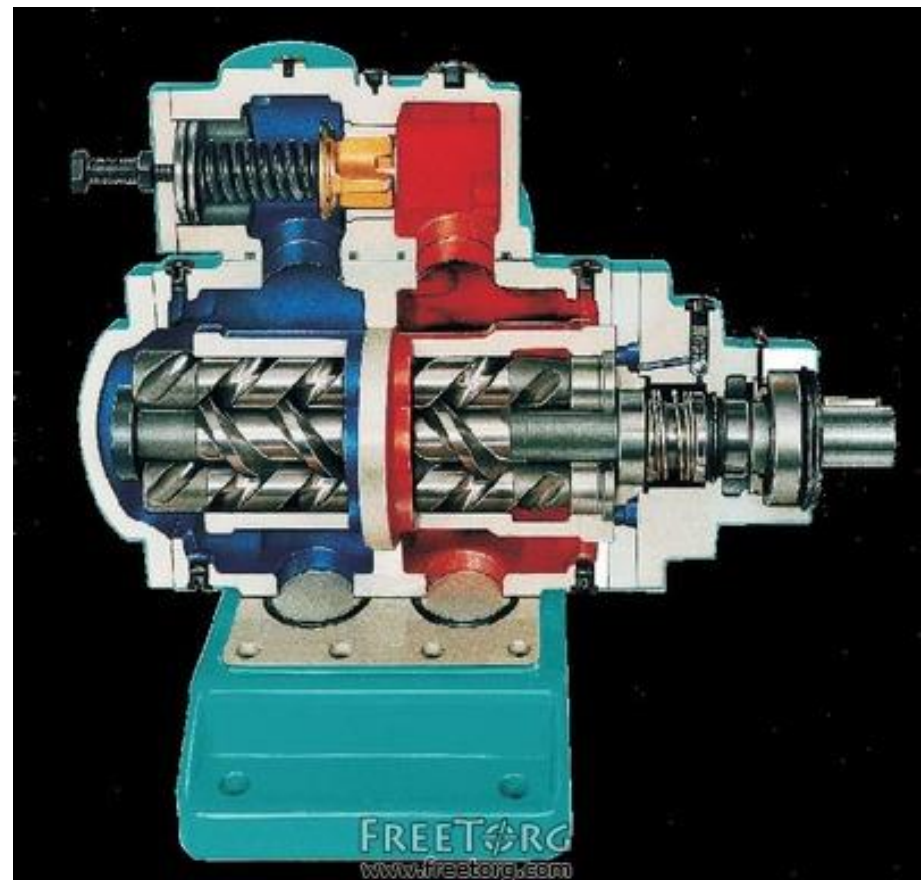


A csúszólapátos szivattyúknál (ábra) egy álló házban csapágyazott forgórészen radiális irányban lapátokat találunk. Az állórész (sztátor) és a forgórész (rotor) tengelyvonala nem esik egybe. A forgórész bevágásaiban elhelyezett lapátok és a házzal egybeépített állórész együtt egymástól elválasztott kamrákat alkot, melyek térfogata a rotor forgása következtében változik. A csúszólapátos szivattyúkat általában kis és középnyomású tartományban használják (100-160 bar), fordulatszám-tartománya 50-3000 1/min közötti. Élettartamuk kisebb, mint a fogaskerekes szivattyúké.

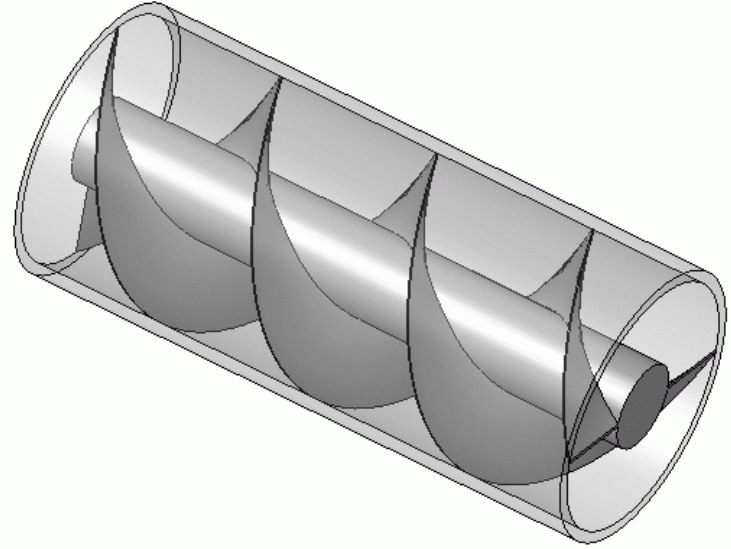
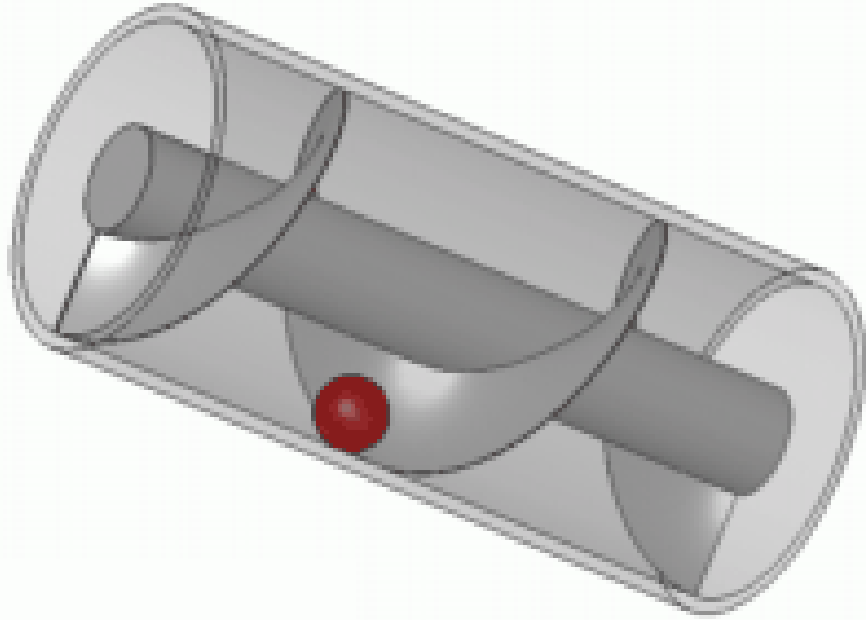
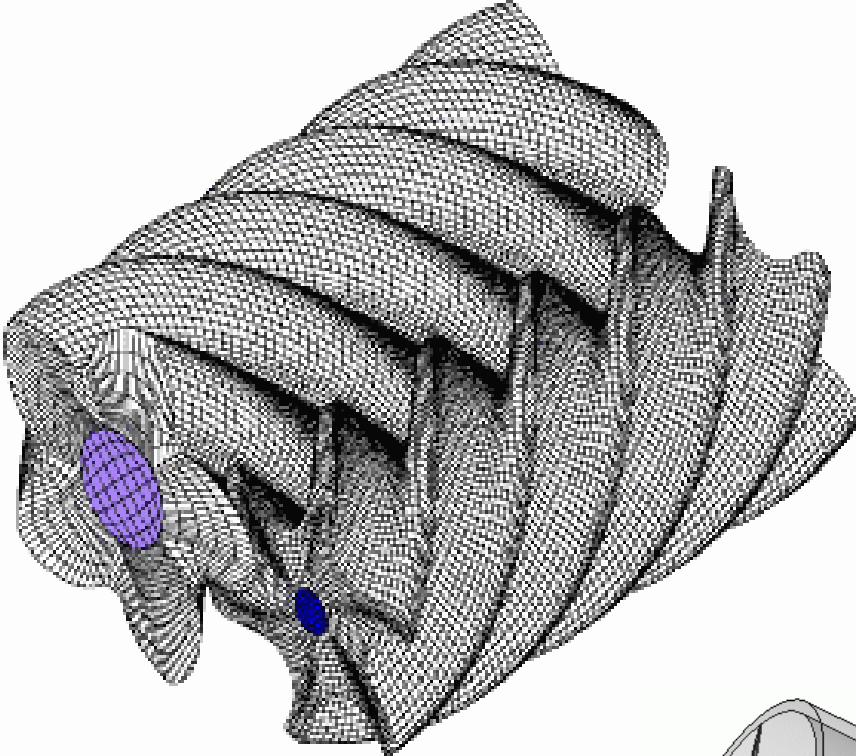
18.9 Csavarszivattyú



ANIMÁCIÓ 7 Csavarszivattyú



18.28 ábra Csavarszivattyú

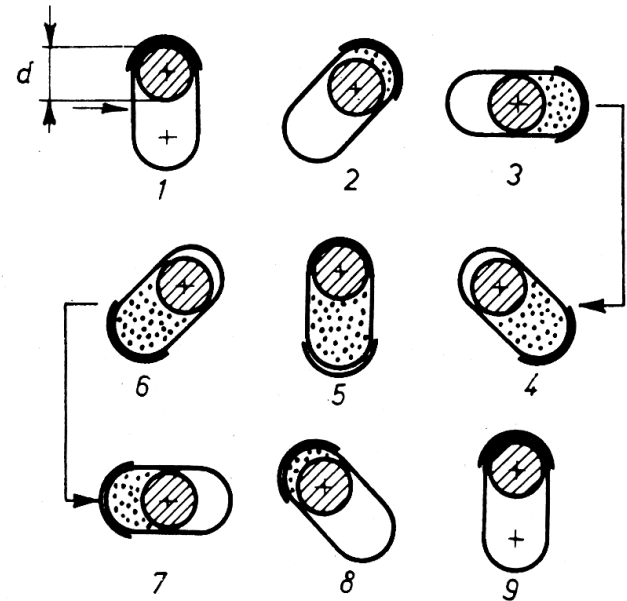
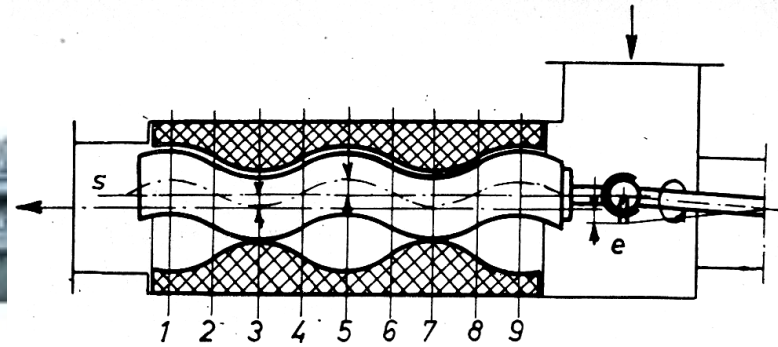


Elasztikus anyagú ház
(két bekezdésű anyamenet)

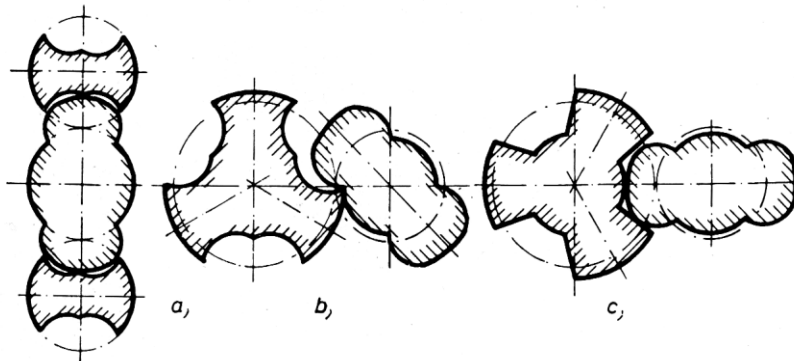
(két bekezdésű anyamenet)

Excentrikusan forgó orsó
(egy bekezdésű orsó)

Kardán csukló

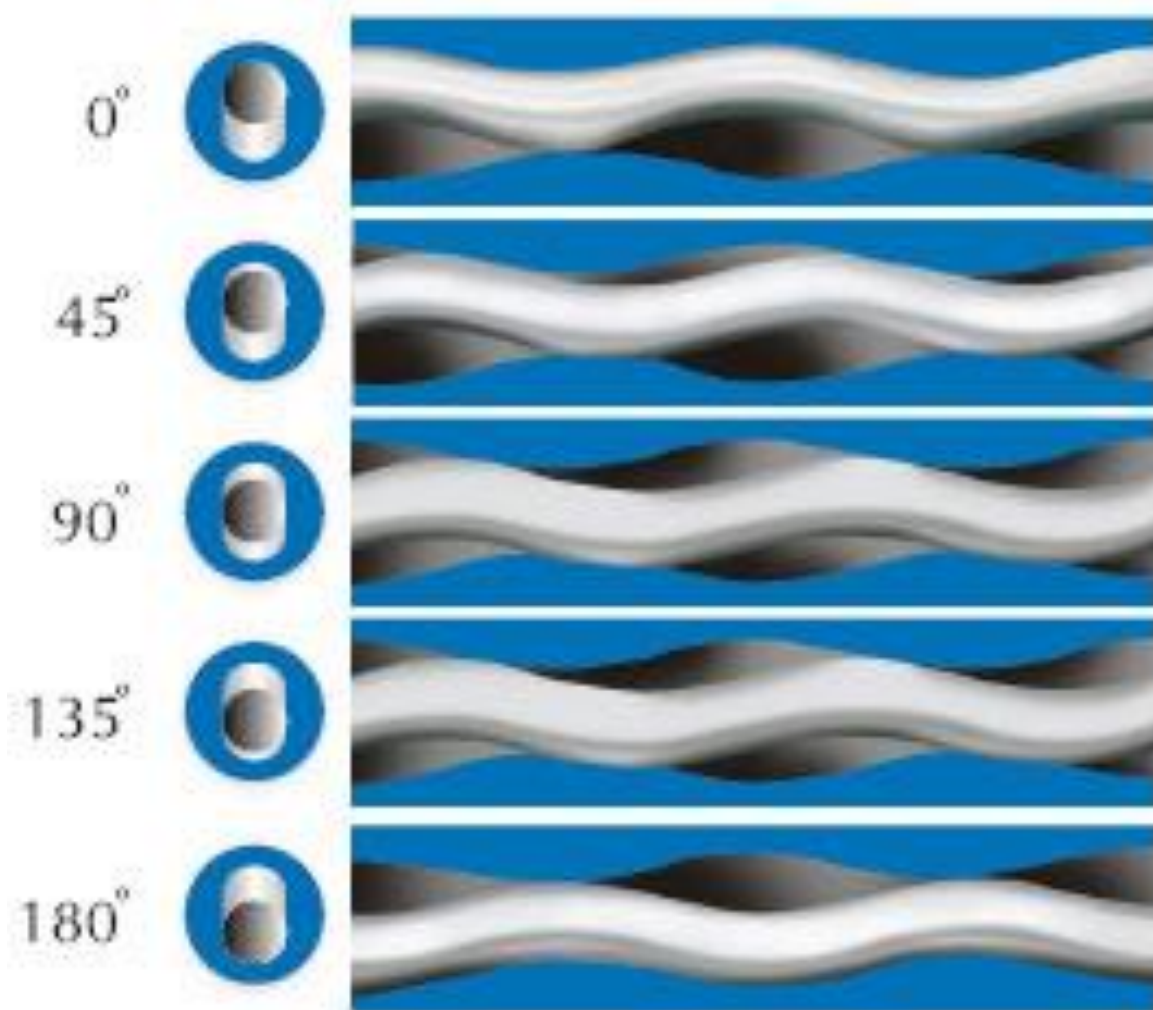


18.29 ábra Csavarszivattyú, egyorsós kivitel

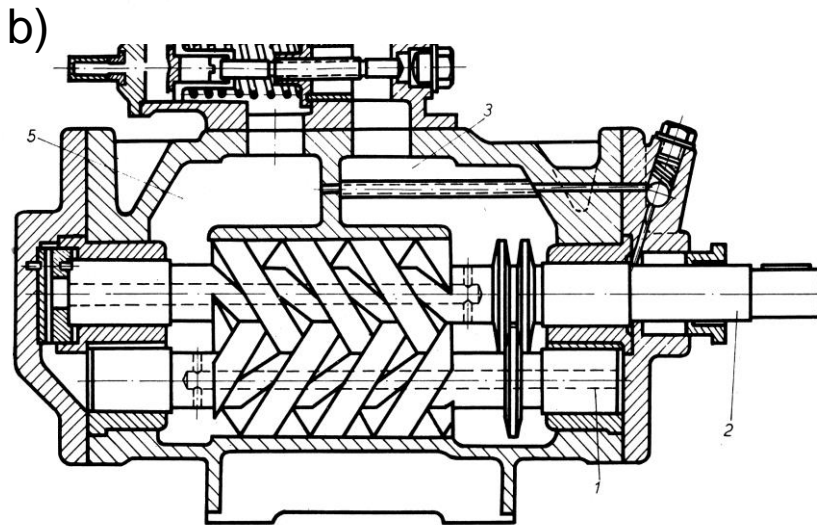
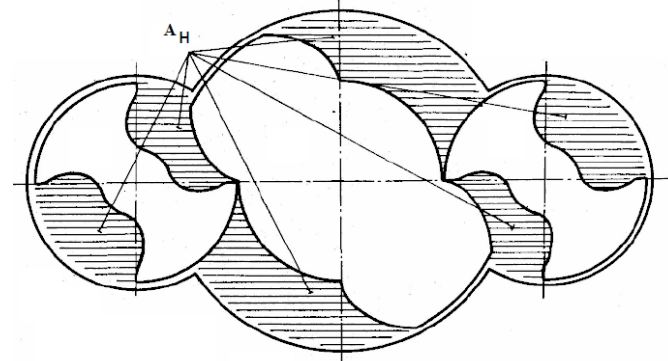
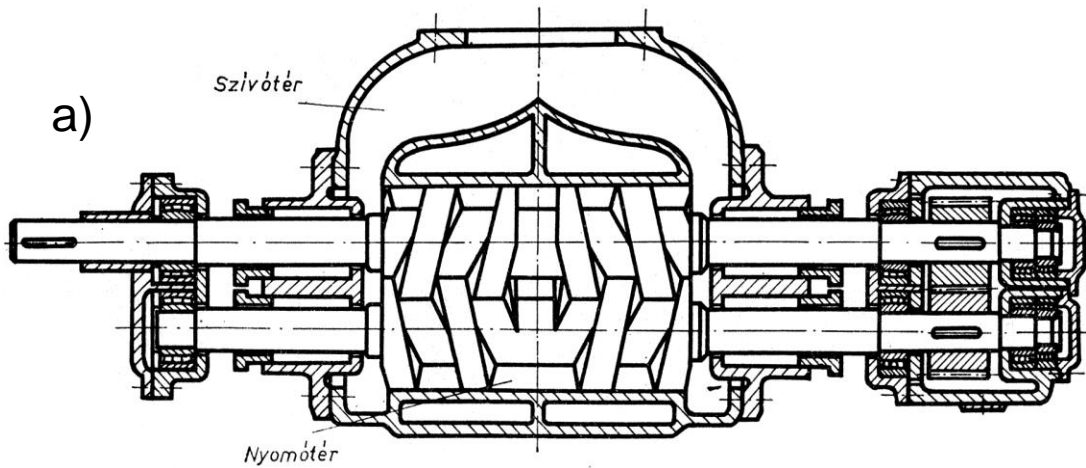


18.31 ábra Többorsós kivitel

18.30 ábra Az orsómozgás fázisai



Cavity movement through
180° of Rotor rotation



18.32 ábra Csavarszivattyú, többsós kivitel

18.33 ábra Csavarszivattyú hasznos szállító keresztmetszete

A szállított folyadékhozam:

$$Q_k = \eta_v \cdot Q_g = \eta_v \cdot A_H \cdot h \cdot \frac{n}{60} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right] \quad (18.20)$$

$$A_H = A_f - A_{cs} \quad (18.20a)$$

$$A_H = \frac{3}{16} \pi (D^2 - d^2) \quad (18.20b)$$

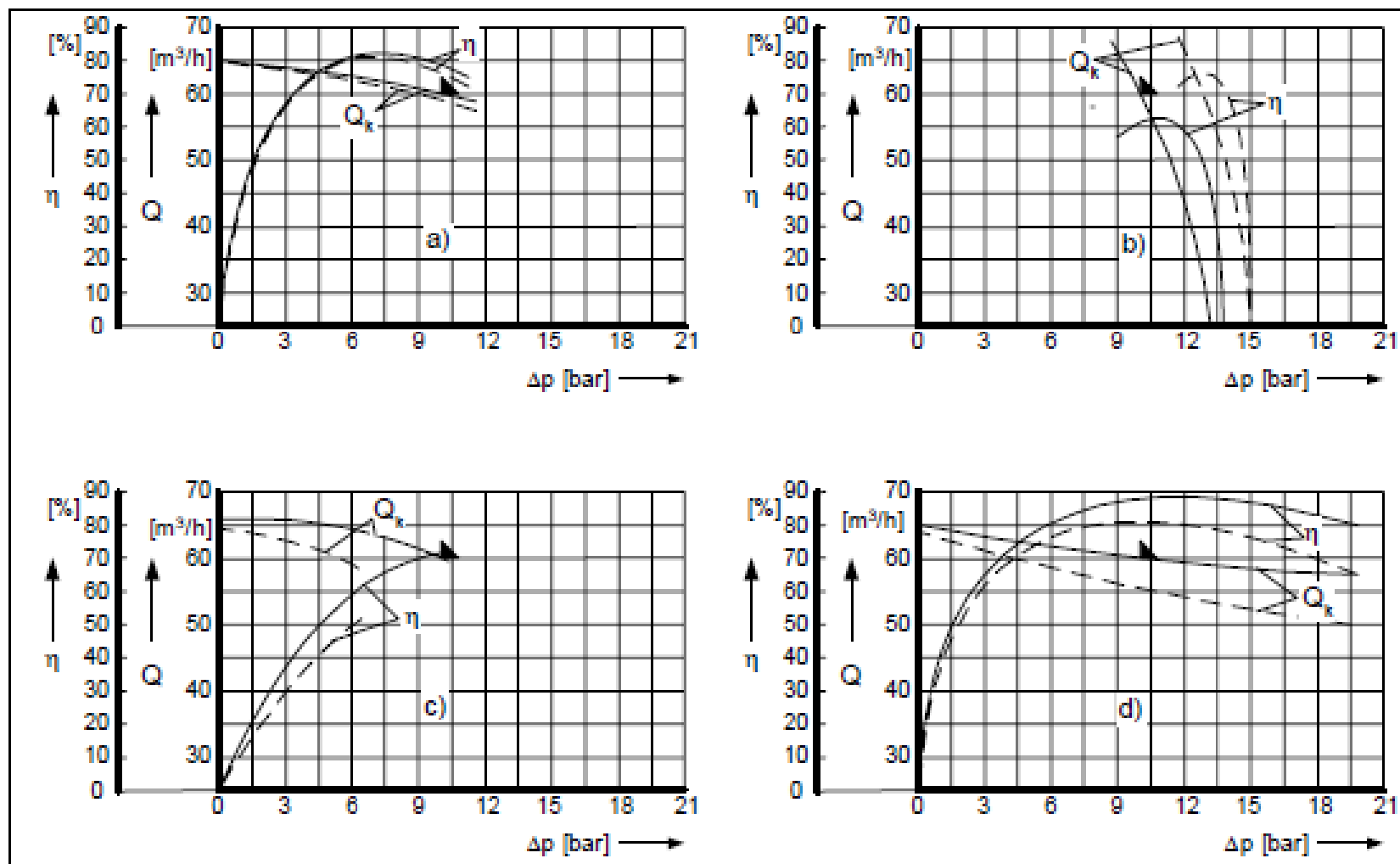
$$A_H = 1,243 \cdot d^2 \quad (18.20c)$$

$$h = \frac{10}{3} d \quad (18.20d)$$

CSAV_A,B,C,D,E

Gerotor szivattyú





a) dugattyús szivattyú, b) centrifugál szivattyú, c) fogaskerék szivattyú, d) háromorsós csavarszivattyú

----- víz: $(\nu \cong 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}; \rho = 998 \text{ kg} / \text{m}^3)$
 ————— gépolaj: $(\nu \cong 3,74 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}; \rho = 920 \text{ kg} / \text{m}^3)$

————— $\left\{ \begin{array}{l} Q = 60 \text{ m}^3 / \text{h} \\ \Delta p = 10 \text{ bar} \\ n = 1450 \text{ 1/min} \end{array} \right.$

HIDRAULIKUS RENDSZEREK ENERGIA ÁTALAKÍTÓI

FORGÓ ÁTALAKÍTÓK

a./ fogaskerekes

$p=63-250$ bar, $V_g = 1,2-250$ cm³

b./ csavarorsós

$p=25-160$ bar, $V_g = 4-630$ cm³

c./ lapátos

$p=100-175$ bar, $V_g = 5-160$ cm³

DUGATTYÚS ÁTALAKÍTÓK

a./ soros dugattyús

$p=160-360$ bar, $V_g = 25-400$ cm³

b./ radiál dugattyús

$p=160-700$ bar, $V_g = 5-160$ cm³

c./ axiál dugattyús

$p=160-400$ bar, $V_g = 25-2000$ cm³

18.1 táblázat Szivattyúk szokásos felhasználási paraméterei

Szivattyú	Folyadékszállítás Q, l/min	Üzemi nyomás p, bar	Térfogatkiszorítás V, cm ³ /ford	Fordulatszám n, 1/min	Legnagyobb hatásfok η_0
Fogaskerekes, külsőfogazat, állandó réssel, réskiegyenlítéssel	6,5-800	100	5,3-200	800-3000	0,89
	6-27	250	4-19	500-3000	0,9
Fogaskerekes, belsőfogazat, réskiegyenlítéssel	5,4-189	300	3,6-125	750-3000	0,93
Csúszólapátos, állandó folyadékszálítással, nyomáskompenzálás állítható szállítással	2,7-42	100	2,8-40	500-3000	0,8
	4,3-294	175	3-196	600-1800	0,85
	12-63	100	8-43	1000-1800	0,8
Csúszólapátos álló lapáttal	3,3-313	175	4,4-226	1500-3900	0,92
Csavar	2,5-12800	80-175	1,7-8570	3000-5000	0,75
Axiáldugattyús: Sántatárcsás, Ferdetárcsás, Ferdetengelyes	8,6-74	250	6-52	500-2000	0,9
	26-368	320	18-250	1500-3000	0,89
	14-1230	160-320	9,4-865	800-2400	0,9
Radiáldugattyús: Külső beömlésű belső beömlésű	1,7-198	50-630	1,2-133	300-2000	0,9
	21-328	450	16-220	1500-3000	0,9
Soros dugattyús	0,55-24,7	200-1200	0,37-16,5	1000	0,7