

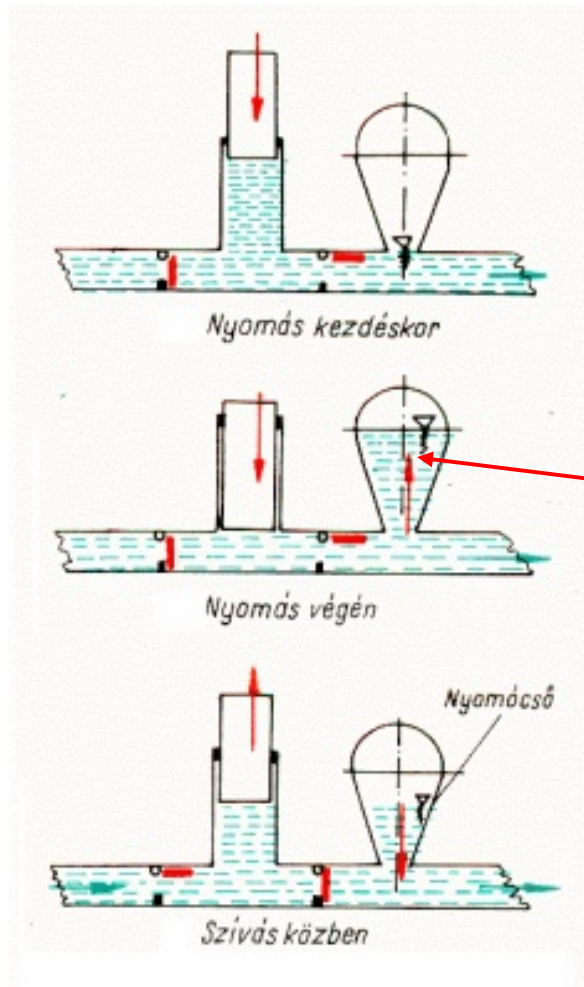
## Mintapélda №6

Kettős működésű dugattyús szivattyú adatai: fordulatszáma  $n = 60$  ford/min, a dugattyú átmérője  $D = 220$  mm, a dugattyúrúd átmérője  $d_r = 50$  mm, löket  $s = 240$  mm, volumetrikus hatásfoka  $\eta_{\text{vol}} = 0,9$ , a szívószelep ellenállás-magassága  $h_{sz} = 0,7$  m.

A szivattyú a következő rendszeren működik (szívó oldal): a cső hossza és átmérője  $l = 8,0$  m és  $d = 150$  mm; helyi ellenállások: három könyök (mindenre  $\xi = 0,3$ ), tolózár  $\xi = 4,5$ , valamint a szívókosár lábszeleppel  $\xi = 2,5$ ; súrlódási tényező  $\lambda = 0,03$ ; a víz hőmérséklete  $t = 20^\circ$  C.

Határozzuk meg a szivattyú maximális megengedett szívómagasságát ( $H_{max}$ ). Mekkora a  $H_{max}$  légüst beiktatásával, amely a szívóvezetéket két részre ( $l_1 = 7$  m és  $l_2 = 1$  m) választja el?

# A szivattyú légüstje



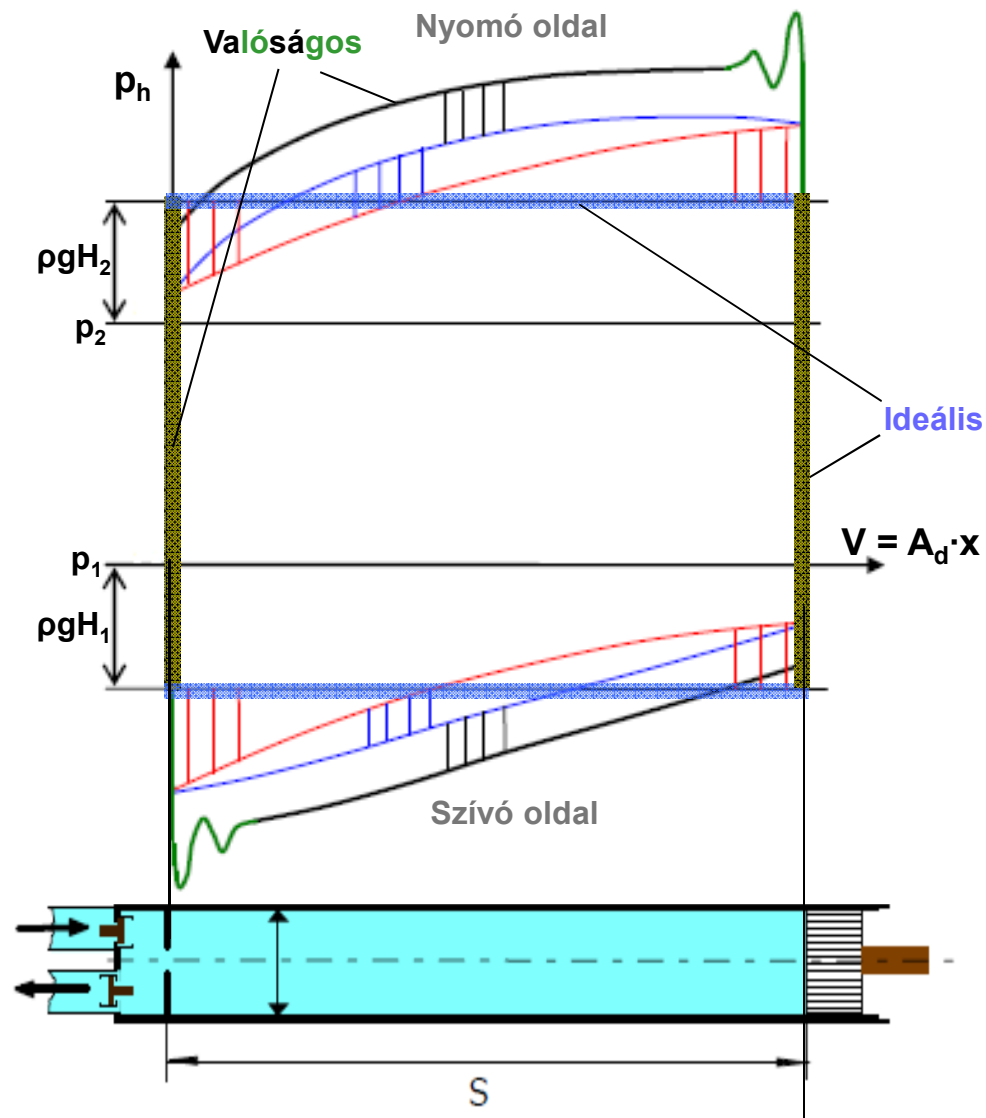
Légüst



17.14 ábra Szivattyú légüsttel







Indikátor diagram; a vonalkézással jelölt metszések:

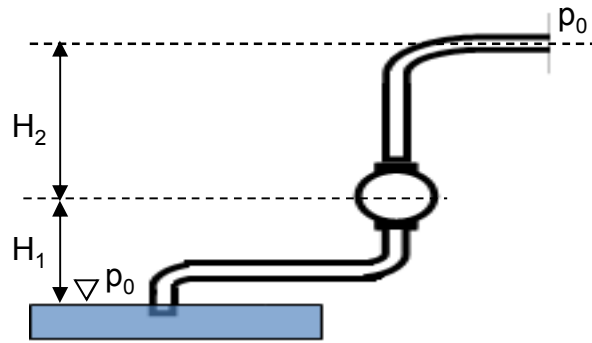
a  $\rho g h_{a1}$ ,  $\rho g h_{a2}$  gyorsító nyomásmagasságot,

a  $\rho g h_1'$ ,  $\rho g h_2'$  áramlási veszteségmagasságot, illetve

a  $\rho g h_{sz}$ ,  $\rho g h_{ny}$  szelepveszteség magasságot jelölik,

a **zöld vonal** a szelep nyitásakor fellép tranziens nyomásváltozás

# Dugattyús szivattyú kavitációjának elemzése



Szivattyú elrendezése

„Váratlan” eredmény:

$$p_{A_2} < p_0 + \rho g H_2 \quad p_{B_1} > p_0 - \rho g H_1$$

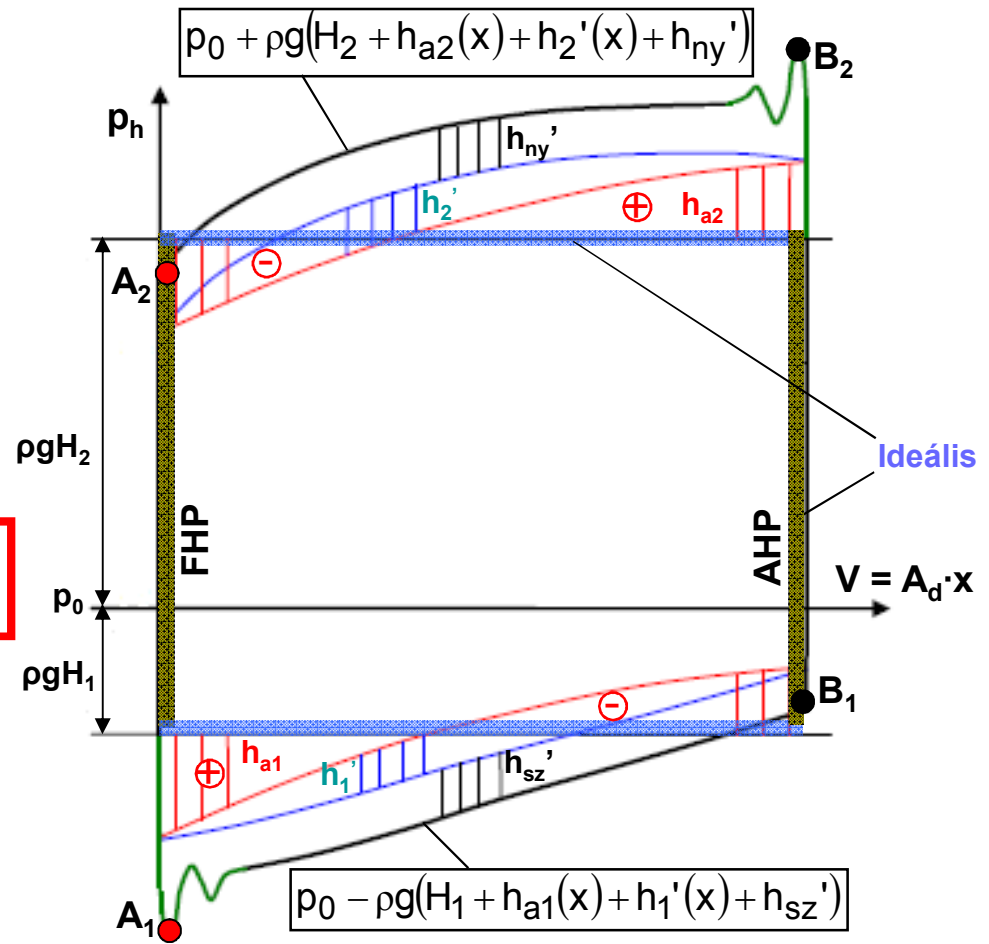
Kavitáció veszélye:

$$\min p < p_g(p, T)$$

$$\min_{A_2 B_2} p_h = p_{A_2}$$

$$\min_{A_1 B_1} p_h = p_{A_1}$$

$$p_{A_2} > p_{A_1}$$



Indikátor diagram kavitációveszély pontjai ( $A_1$  és  $A_2$ )

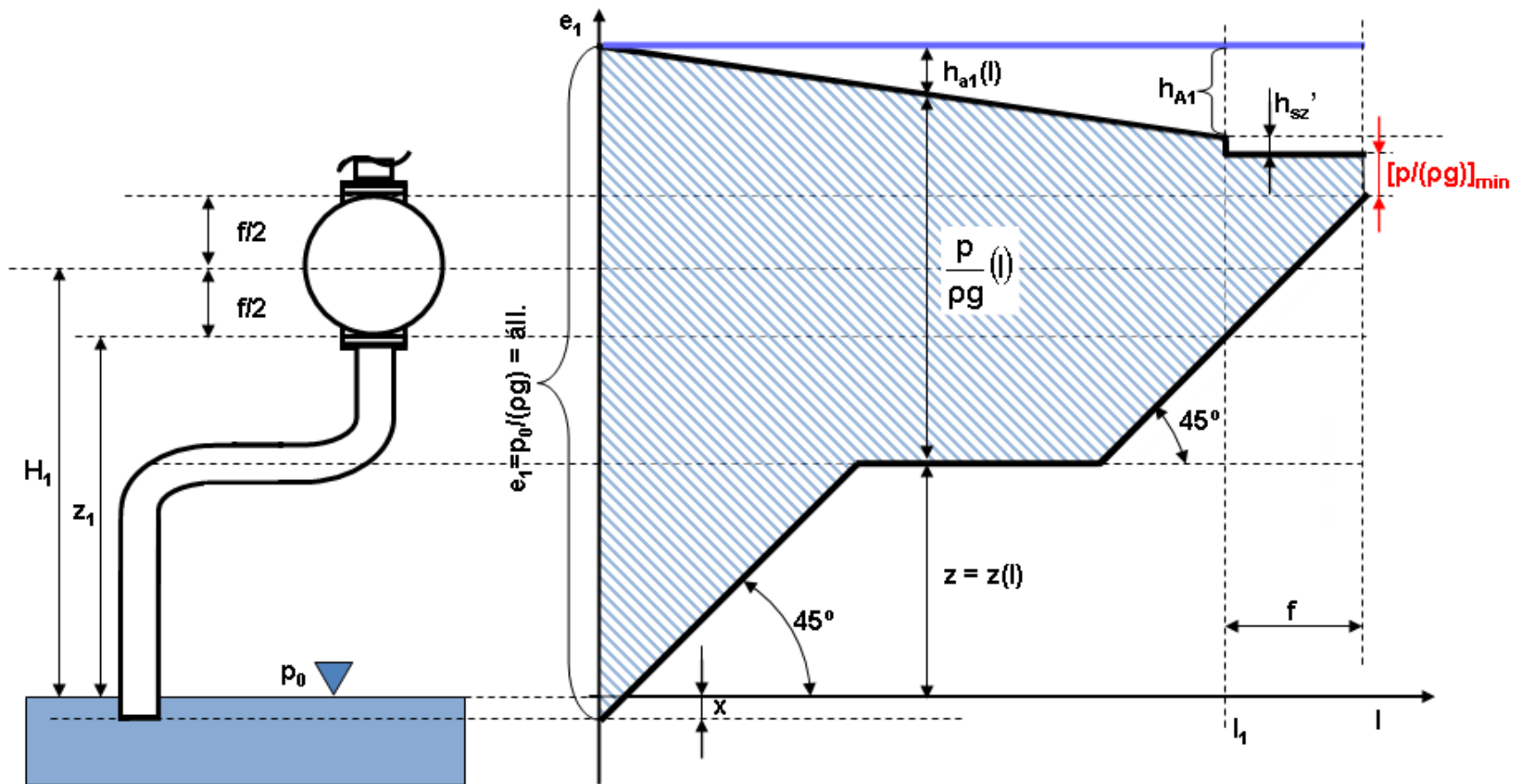


Az energiatartalom a szívócsövön:

$$e = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{c^2}{2g} + h_1' + h_{a1} + h_{sz}' = \text{áll.}$$

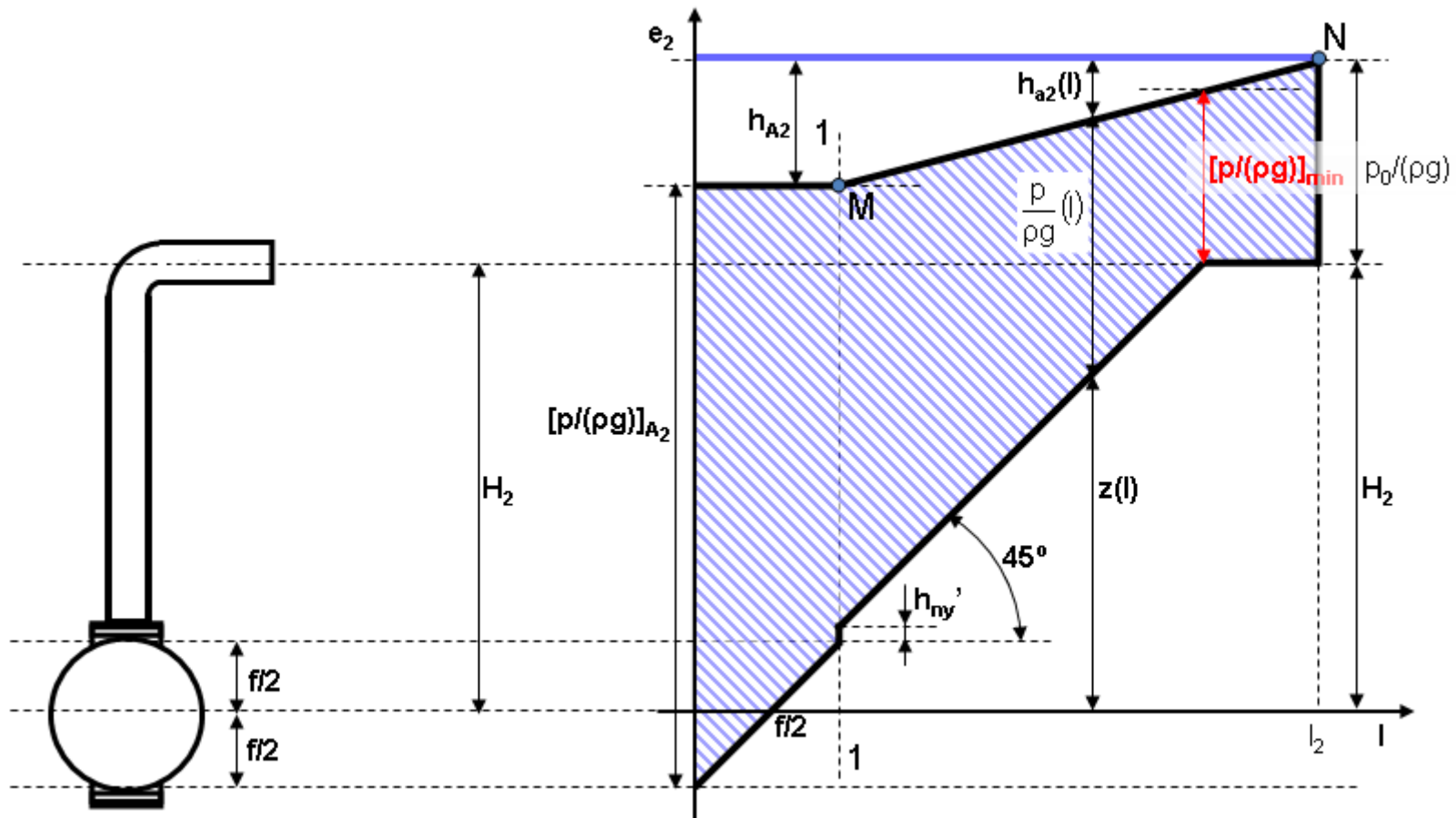
Az energiatartalom ( $e_1$ ) a szívócsövön a szívólöket elején ( $c=0$ ):

$$e_1 = z + \frac{p}{\rho g} + h_{a1} = \text{áll.} \quad l \in [0, l_1]$$



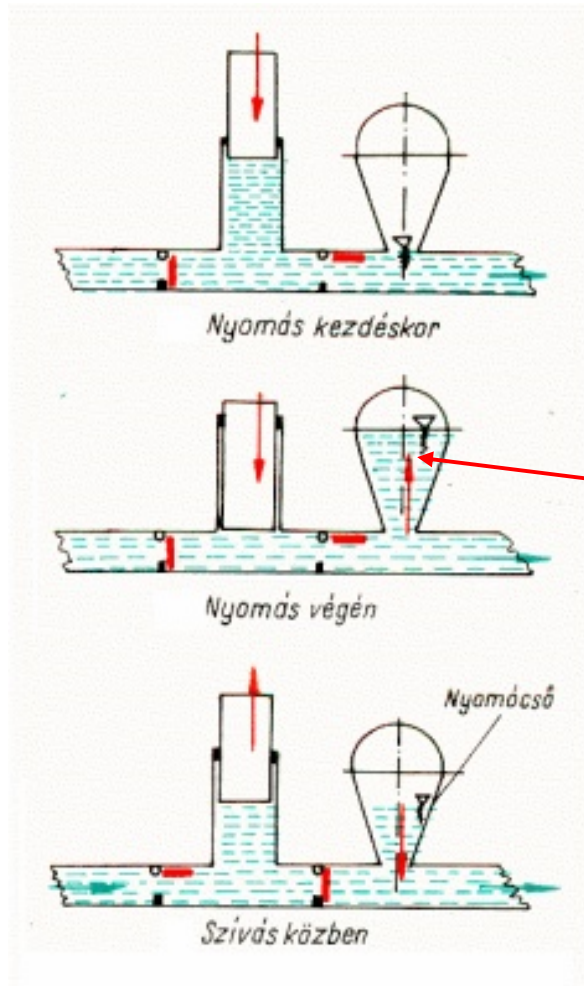
A szivattyú szívócsőnek az  $A_1$  holtpontra (az előző ábrából) vonatkozó energiadiagramja

Amennyiben  $\left(\frac{p}{\rho g}\right)_{\min} > \frac{p_g}{\rho g}$ , nincs kavitációveszély



17.13b ábra A 17.11 ábrán vázolt szivattyú szívócsőnek az  $A_2$  holtpontra (a 17.12 ábrából) vonatkozó energiadiagramja

## 17.6 A szivattyú légüstje

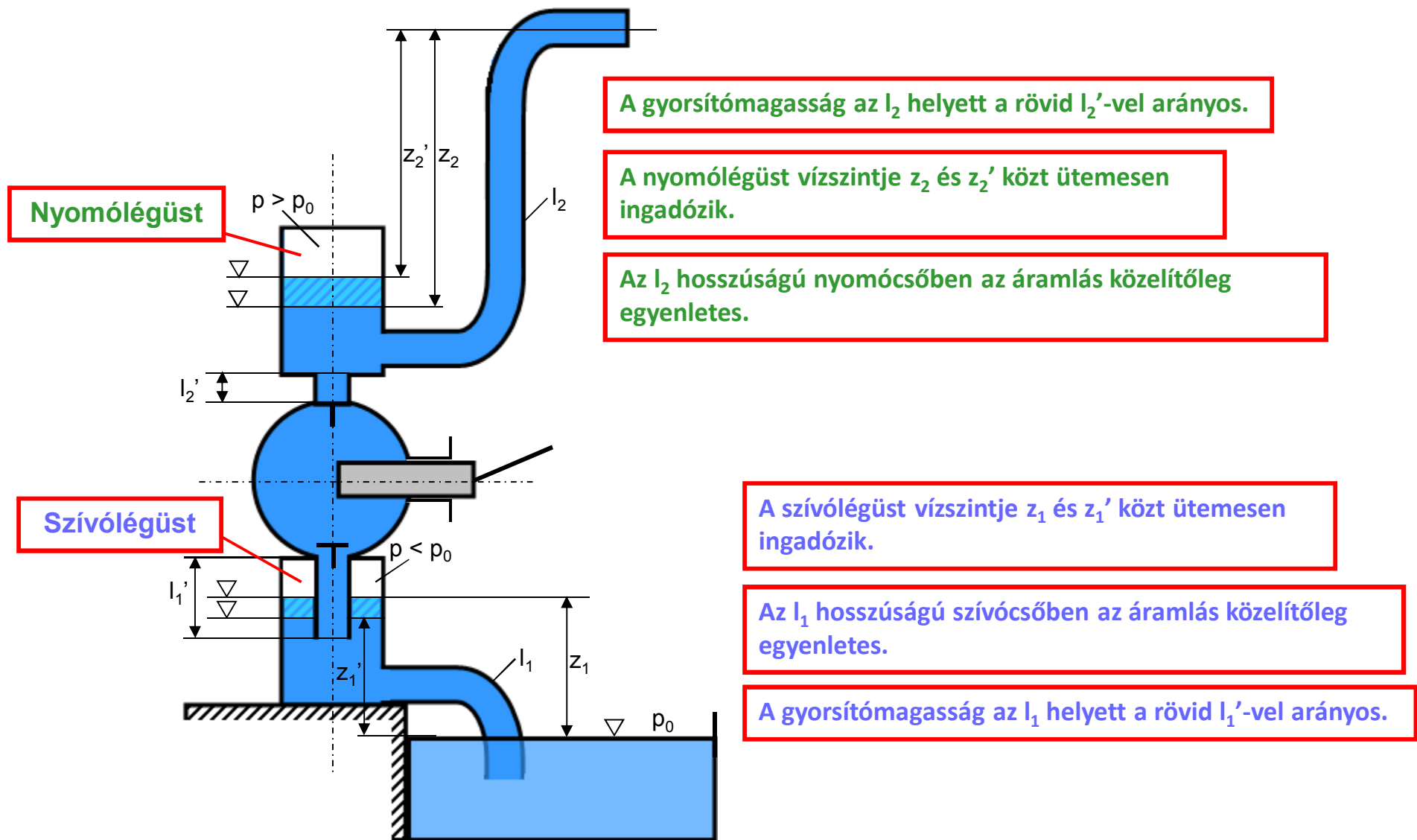


Légüst



17.14 ábra Szivattyú légüsttel





A gyorsítomagasság az  $l_2$  helyett a rövid  $l_2'$ -vel arányos.

A nyomólégüst vízszintje  $z_2$  és  $z_2'$  közt ütemesen ingadozik.

Az  $l_2$  hosszúságú nyomócsőben az áramlás közelítőleg egyenletes.

Szívólégüst

A szívólégüst vízszintje  $z_1$  és  $z_1'$  közt ütemesen ingadozik.

Az  $l_1$  hosszúságú szívócsőben az áramlás közelítőleg egyenletes.

A gyorsítomagasság az  $l_1$  helyett a rövid  $l_1'$ -vel arányos.

Egyszeres működésű dugattyús szivattyú szívó- és nyomólégüstrrel

A folyadékoszlopot gyorsító nyomásmagasság:

$$h_a = \frac{A_d}{A} a_{d \max} \cdot \frac{l}{g} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 r \omega^2 \frac{l}{g} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \frac{s}{2} \omega^2 \frac{l}{g} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \frac{s}{2} \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \frac{l}{g} =$$
$$= \left(\frac{0,22}{0,15}\right)^2 \cdot \frac{0,24}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 60}{30}\right)^2 \cdot \frac{8,0}{9,81} = 8,3 \text{ m}$$

Véve, hogy légköri nyomás  $p_0 = 1 \text{ bar}$ , és, hogy a  $20^\circ \text{ C}$  hőmérséklethez tartozó telített gőz nyomása  $p_g = 2,4 \text{ kPa}$ , a maximális megengedett szívómagasság:

$$H_{\max} = \frac{p_0}{\rho g} - \frac{p_g}{\rho g} - h_a - h_{sz} = \frac{10^5}{10^3 \cdot 9,81} - \frac{2,4 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 9,81} - 8,3 - 0,7 = 0,95 \text{ m}$$

## Légüsttel:

A szívóoldali csővezeték ( $l = 7 \text{ m}$ ) térfogatárama ( $Q$ ), áramsebessége ( $v$ ) és áramlási veszteségei ( $h'$ ):

$$Q = V_g n \eta_{vol} = \frac{\pi(2D^2 - d_r^2)sn}{4 \cdot 60} \eta_{vol} =$$
$$= \frac{3,14 \cdot (2 \cdot 2,2^2 - 0,5^2) \cdot 2,4 \cdot 60}{4 \cdot 60} \cdot 0,9 = 16 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$c = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,15^2} = 0,9 \text{ m/s}$$

$$h' = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{c^2}{2g} = \left( 0,03 \cdot \frac{7}{0,15} + 3 \cdot 0,3 + 4,5 + 2,5 \right) \frac{0,9^2}{2 \cdot 9,81} = 0,397 \text{ m}$$

A folyadékoszlopot gyorsító nyomásmagasság a légüst beiktatása után:

$$h_a = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \frac{s}{2} \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \frac{l_2}{g} = \left(\frac{0,22}{0,15}\right)^2 \cdot \frac{0,24}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 60}{30}\right)^2 \cdot \frac{1}{9,81} = 1,04 \text{ m}$$

A légüst beiktatásával, a maximális megengedett szívómagasság ( $H_{\max}'$ ):

$$\begin{aligned} H_{\max}' &= \frac{p_0}{\rho g} - \frac{p_g}{\rho g} - h_a - h_{sz} - h' = \\ &= \frac{10^5}{10^3 \cdot 9,81} - \frac{2,4 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 9,81} - 1,04 - 0,7 - 0,397 = 8,21 \text{ m} \end{aligned}$$