

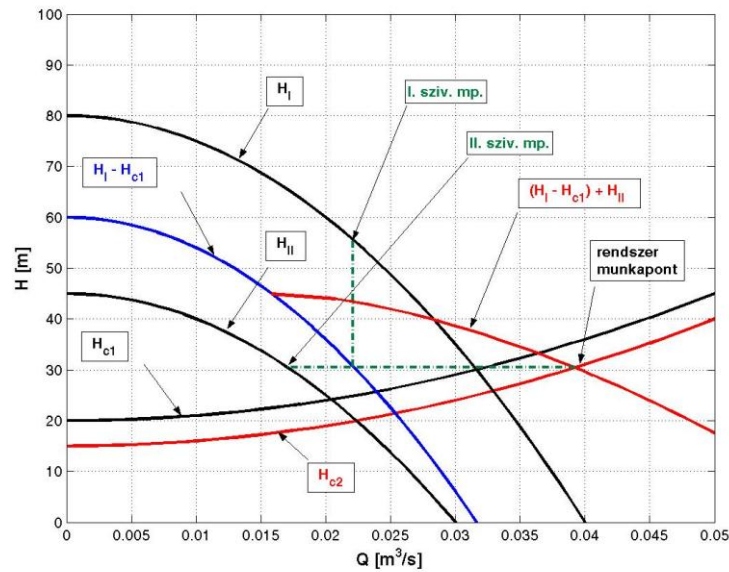
Áramlástechnikai gépek soros és párhuzamos üzeme, grafikus és numerikus megoldási módszerek

(13. fejezet)

1. Egy $H_I = 70 \text{ m} - 50000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$ jelleggörbájű szivattyú a $H_c = 20 \text{ m} + 10000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$ jelleggörbájű csővezetékben vizet szállít. Mekkora a térfogatáram? ($0,0285 \text{ m}^3/\text{s}$) A térfogatáramot $0,032 \text{ m}^3/\text{s}$ ra kívánják növelni. Rendelkezésre áll egy $H_{II} = 80 \text{ m} - 50000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$ jelleggörbájű második szivattyú. A kívánt munkapontot a közös nyomóvezetékbe beépített fojtás segítségével kívánjuk beállítani. A szivattyúkat sorosan vagy párhuzamosan kapcsolva oldható meg a feladat kisebb fojtási veszteséggel? Válaszát diagram segítségével grafikusán igazolja! (Soros kapcsolás: $P'_f=5,45 \text{ kW}$, párhuzamos kapcsolás: $P'_f=9,88 \text{ kW}$.)
2. Két szivattyú párhuzamos üzemben dolgozik. A szivattyúk között, hosszú emelkedő összekötő cső van, ennek jelleggörbe egyenlete $H_{c1} = 20 \text{ m} + 10000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$. Az alacsonyabban lévő szivattyú jelleggörbéje $H_I = 80 \text{ m} - 50000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$, a másik szivattyú jelleggörbéje $H_{II} = 45 \text{ m} - 50000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$ (mindkét esetben a szívócsövet is beleértve). A közös nyomócső a II jelű szivattyútól indul, jelleggörbéje $H_{c2} = 15 \text{ m} + 10000 \text{ s}^2/\text{m}^5 Q^2$. Rajzolja meg a kapcsolást és a jelleggörbéket léptékhelyesen, fekvő A4 lapon (Az ábrázoláshoz a jelleggörbe pontokat elegendő $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ -onként kiszámítani). Határozza meg az egyes szivattyúk saját munkapontját (H_I, Q_I , illetve H_{II}, Q_{II}) a fenti kapcsolás esetén.

Megoldás:

- Meghatározzuk az I. szivattyú és a közös csővezeték eredő jelleggörbáját: $H_I - H_{c1}$
- Ezt az eredő jelleggörbét (párhuzamosan) összeadjuk a II. szivattyúval, így kapjuk a $(H_I - H_{c1}) + H_{II}$ jelleggörbét.
- Ezt a jelleggörbét vesszük el a H_{c2} csővezeték jelleggörbével, így megkapjuk a rendszer munkapontját.
- Végül a munkapontot (vízszintesen) vetítjük vissza a H_{II} ill. a $H_I - H_{c1}$ jelleggörbére, és onnan függőlegesen a H_I jelleggörbére.



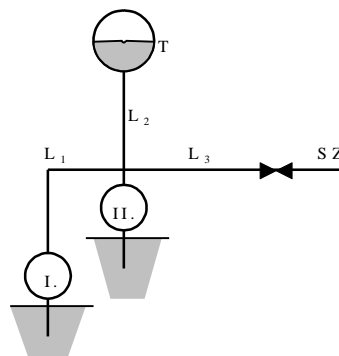
Tehát a két szivattyú munkapontja $(0,022 \text{ m}^3/\text{s}; 56,5 \text{ m})$, illetve $(0,0167 \text{ m}^3/\text{s}; 31 \text{ m})$.

3. Az ábra szerinti elrendezésben két szivattyú egy víztorony töltését és az SZ jelű szerelvényágban lévő fogyasztók ellátását végzi. Az elemek jelleggörbéi (H [m]-ben, Q [lit/min] –ben helyettesítendő):

$$H_I = 50 - 0,2 Q^2; \quad H_{II} = 35 - 0,3 Q^2; \quad H_{L1} = 10 + 0,3 Q^2;$$

$$H_{L2} = 2,5 + 0,4 Q^2; \quad H_{L3} = 5 + 1 Q^2.$$

Rajzolja meg a jelleggörbéket néhány pont alapján és grafikusan határozza meg az L_i ágakban kialakuló térfogatáramokat (Q_1, Q_2, Q_3) (5,7, 7,3, 4,4 lit/min), az eredő munkapont adatait (Q, H) (11,7 lit/min, 24,2 m) és a szivattyúk saját munkapontját (Q_I, H_I), (Q_{II}, H_{II}). (5,7 lit/min, 43,6 m; 6 lit/min, 24,2 m)



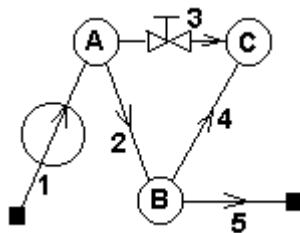
4. Egy kis méretű települést a $H_s = 70 - 330 Q^2$ jelleggörbéjű szivattyú látja el vízzel. Nappali üzemben a $H_{ce1} = 25 + 30 Q^2$, éjszakai üzemben a $H_{ce2} = 25 + 750 Q^2$ eredő jelleggörbe helyettesíti a település vízálózatát. A szivattyú

nyomócsomkjához kapcsolódó magas tározó jelleggörbéje $H_T = 40 + 55 |Q| Q$. A szállítomagasságokat megadó összefüggésekben $[Q] = m^3/s$; $[H] = m$. Készítsen vázlatot a település vízművéről! Határozza meg szerkesztéssel a szivattyú ($0,33 m^3/s$; $0,29 m^3/s$), a település ($0,6 m^3/s$; $0,15 m^3/s$) és a tározó térfogatáramát ($0,275 m^3/s$; $-0,14 m^3/s$) és a szivattyú szállítomagasságát ($36 m$; $41 m$) mindkét üzemiállapotban! (A szerkesztéshez használjon milliméter papírt.)

5. Két szivattyú párhuzamos üzemben dolgozik. A szivattyúk között C_1 jelű hosszú, emelkedő összekötő cső van. Az alacsonyabban lévő S_1 szivattyú jelleggörbéje és az S_2 jelű szivattyú jelleggörbéje (mindkét esetben a szívócsövet is beleértve) grafikonon van megadva. A közös C_2 nyomócső az S_2 jelű szivattyútól indul. Határozza meg az egyes szivattyúk saját munkapontját (H_{S1} , Q_{S1} , illetve H_{S2} , Q_{S2}).

6. Egy 1440/min fordulatszámmal járó ventilátor jelleggörbéje $\Delta p_{\bar{v}} = 1,6 - 0,331 q^2$, hatásfoka $\eta = 58 q(2,2 - q)$. A csővezeték jelleggörbe: $\Delta p_{\bar{v}} = 0,5 + 0,124 q^2$. Az összefüggésekben használt mértékegységek: $[\Delta p_{\bar{v}}] = kPa$; $[q] = m^3/s$; $[\eta] = \%$. Meghatározandók a munkapont adatai ($q_{M1} = 1,556 m^3/s$, $\Delta p_{\bar{v}M1} = 0,8 kPa$, $\eta_{M1} = 58,1\%$, $P_{beM1} = 2,143 kW$). Meghatározandók két párhuzamosan kapcsolt ventilátor esetén a munkapont (M_2) adatai és a hajtás teljesítményszükséglete ($q_{M2} = 2,307 m^3/s$, $\Delta p_{\bar{v}M2} = 1,16 kPa$, $\eta_{M2} = 70\%$, $P_{beM2} = 2 \times 1,912 kW$). Az M_2 munkapontot egy ventilátorral milyen fordulatszámon lehet megvalósítani ($n_{új} = 1945/min$)? (Az affinitás törvénye érvényes)

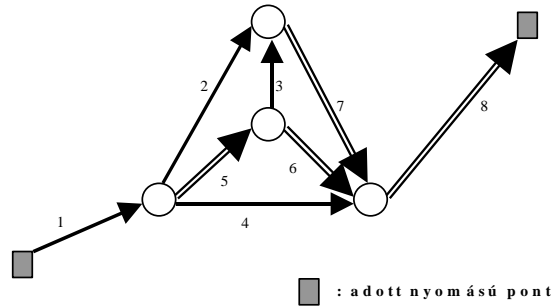
7. Írja fel a rajzon látható egyszerű csőhálózat H hurok-mátrixát és azt a G mátrixot, amely megadja, hogy hogyan fejezhetők ki a térfogatáramok a bázis térfogatáramokkal.



$$\left(\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \end{array} \right) \quad G = H^T$$

Mit jelentenek e mátrixok sorai, illetve oszlopai?

8. Írja fel az alábbi csőhálózat hurokmátrixát.



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0	0	0	1	1	0	1
2	0	1	0	0	-1	-1	1	0
3	0	0	1	0	0	-1	1	0
4	0	0	0	1	-1	-1	0	0

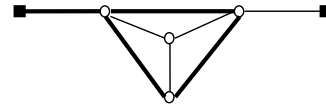
Mit jelentenek a hurokmátrix sorai, például a 2. sor esetében?

A 2., zárt hurok a 2., 7., 5., 6. ágat tartalmazza, utóbbi kettőt az ág irányításával ellentétes irányban járva be.

Mit jelentenek a hurokmátrix transzponáltjának sorai például az 5-ödik sor esetében?

$$Q_5 = Q_1 - Q_2 - Q_4$$

9. Számozza be célszerűen a mellékelt hurkolt hálózat éleit. Jelölje nyílhegygel a feltételezett áramlási irányt. Írja fel a hálózat Kontinuitási- és Hurok-mátrixát. A vastagon rajzolt élek bázisáramokat, a többi él egyéb áramokat jelöl. Milyen számszerű kapcsolat van a bázisáramok, az élek és a csomópontok száma között? Melyek a felnyitó ágak?



10. Hány él – ezen belül hány belső és hány felnyitó él – van az alábbi rajzon látható hálózat gráfjában? Mennyi a belső – ismeretlen nyomású – csomópontok száma? Hány független bázis térfogatáram választható? Írja fel a rajzon látható csőhálózat H hurok-mátrixát és azt a G mátrixot, amely megadja, hogy hogyan fejezhetők ki a térfogatáramok a bázis térfogatáramokkal. Mit jelentenek e mátrixok sorai, illetve oszlopai?

