



Prohászkané Varga Erzsébet

Hogyan válasszunk szivattyút részcsöves rendszerekhez?

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Fluidumszállítás

A követelménymodul száma: 2699-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-010-50

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy műszaki áruházban dolgozik műszaki tanácsadóként, feladata a különböző épületgépészeti rendszerekhez a csővezetékek, szerelvények, szivattyúk, kompresszor kiválasztásához tanácsot adni.

A feladat kapcsán ismernünk kell:

- A szállított közeg tulajdonságait;
- A használható vezetékanyagokat;
- A szivattyúk kialakítását, kapcsolását, szabályozását, üzemeltetését;
- A helyszíni, és üzemeltetési adatokat,
- A méretezési elveket.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A VÍZ TULAJDONSÁGAI

Fizikai tulajdonságok

Légköri nyomáson és szobahőmérsékleten, tiszta állapotban, szennyeződések nélkül, folyadék halmazállapotú. Fagyáspontja 273 [K] (0 °C), forráspontja 373 [K] (100 °C), olvadáshője $s=335$ [kJ/kg], párolgáshője $r=2256$ [kJ/kg].

Hőtágulása a következő összefüggéssel számolható:

$\Delta V = V_0 \beta \Delta t$ [m³], ahol,

- V_0 [m³] a víz kezdeti térfogata,
- $\beta = 4,3 \cdot 10^{-4}$ [1/K] a víz közepes köbös hőtágulási tényezője,
- Δt [K] a kezdeti és végső hőmérséklet különbsége.

Fajlagos hőkapacitása (**fajhője**): $c=4,1868 \text{ [kJ/kgK]}$.

A tiszta víz **sűrűsége** légköri nyomáson és hőmérsékleten $\rho=1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. A sűrűség értéke a benne oldott gázok, illetve szilárd anyagok mennyiségétől függően változhat.

Viszkozitása, ami a folyadékrészecskék közötti elemi belső súrlódás, fontos tulajdonság a víz, vezetékekben való szállítása szempontjából, mert emiatt is szükséges erő a folyadék mozgatásához. Nyugalomban lévő folyadékokra és gázokra a dinamikus viszkozitás jellemző, melynek jele: η , mértékegysége: $[\text{Pa}\cdot\text{s}]$. Mozgásban lévő folyadékokra és gázokra a kinematikai viszkozitás a jellemző, melynek jele: ν , mértékegysége: $[\text{m}^2/\text{s}]$. A két viszkozitás közötti összefüggés:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} [\text{m}^2/\text{s}]$$

Kémiai tulajdonságok:

Vegyjele: H_2O ;

Kémhatása inkább lúgos, pH értéke 6,8 és 8 között változik; az oldott anyagoktól mentes tiszta víz a gyakorlat számára semleges kémhatású. (pH értéke: 7)

Keménysége, melyet a benne oldott kalcium- és magnéziumvegyületek okoznak területenként változó. A keménység értékének meghatározására hazánkban a német keménységi fokot használjuk, jele: $^\circ\text{nk}$

A víz kitűnő oldószer. Ezért a természetben előforduló vizek mindig tartalmaznak további oldott anyagokat, amelyeket általában szennyezőanyagoknak kell tekintenünk.

Néhány szennyezőanyag:

Jellegzetes szennyezőanyag a természetes vizekben a vas- és mangántartalom. Ha a vas-mangán tartalom elenyésző, egészségre ártalmatlan, de a víz ízét kellemetlenné teheti.

Ha a vas-mangán tartalom együttes értéke a $0,3 \text{ mg/liter}$ értéket meghaladja, akkor az a műszaki előírások szerint ivásra alkalmatlan. Ez esetben olyan víztechnológiát kell alkalmazni, amely kivonja az egészségi határérték feletti vas-mangán tartalmat.

A vezetékes ivóvízellátás egyik legsúlyosabb gondja a szervesanyag eredetű szennyeződés: nitrit, nitrát, ammónia. Az alföldi vízbázisoknál továbbá igen nagy gond az arzén szennyezés.

Biológiai tulajdonságok:

A természetben található vizek majdnem mindig tartalmaznak baktériumokat, vírusokat, melyek károsak lehetnek az emberi szervezetre. Különösen veszélyesek a fekáliás szennyeződések, melynek jelenlétét a kolibaktériumok megjelenése jelzi. A vizet egészségügyi szempontból a koli-liter alapján minősítik.

A vezetékes ivóvizet, biztonsági okokból, fertőtlenítik. (klórral, oxigénnel, UV sugárzással)

A FOLYÉKONY TÜZELŐANYAGOK TULAJDONSÁGAI

A folyékony tüzelőanyagokat a következő tulajdonságok jellemzik:

Dermedéspont: az a hőmérséklet, amelyen az olaj szemmel érzékelhető mozgása a vizsgálati edény megdöntésével megszűnik, azaz az olaj megdermed.

Lobbanáspont: az a legkisebb hőmérséklet, amelyen az olajpárák gyújtólánggal meggyújthatók.

Conradson-szám: az az olajmennyiség tömegszázalékban, ami az olaj nagy hőmérsékleten való lepárlása után, mint szilárd halmazállapotú tüzelőanyag visszamarad.

Viszkozitás: az anyagok belső súrlódása. Minél nehezebben folyik egy anyag, annál nagyobb a viszkozitása.

A gyakorlatban az olajok viszkozitását általában °E- ben (fok Englerben) adják meg.

A °E- ben mért, relatív viszkozitás érték azt mutatja meg, hogy a vizsgált folyadék (olaj) hányszor hosszabb idő alatt folyik ki a mérőedényből, mint a víz.

$$^{\circ}\text{E} = \frac{\tau_{\text{olaj}}}{\tau_{\text{víz}}}$$

Ahol:

τ_{olaj} [s] – Az olaj kifolyási ideje,

$\tau_{\text{víz}}$ [s] – A 20 °C-os víz kifolyási ideje

Fűtőérték:

Fűtőolaj: $H_a=40-43$ [MJ/kg]

Gázolaj: $H_a=43$ [MJ/kg]

Biodízel: $H_a=37$ [MJ/kg]

A GÁZ HALMAZÁLLAPOTÚ TÜZELŐANYAGOK:

A FÖLDGÁZ TULAJDONSÁGAI

Színtelen, szagtalan, nem mérgező gáz, főleg metánt tartalmaz, de kis százalékban más szénhidrogének, illetve széndioxid is lehet benne. Alsó fűtőértéke az összetételtől függően $H_a=31-37$ [MJ/m³] érték között változik. Az esetleges gázszivárgás okozta balesetveszély elkerülése érdekében, szagosítják. Sűrűsége kisebb a levegő sűrűségénél, ezért zárt térben a helyiség felső részében gyűlik össze.

PROPÁN-BUTÁN GÁZ TULAJDONSÁGAI

A PB gáz a propánnak és butánnak a keveréke. Légnemű halmazállapotban színtelen, szagtalan gáz, szagosítani kell, hogy felismerjük a jelenlétét. Sűrűsége nagyobb a levegőénél, ezért a talajszintnél mélyebben lévő helyiségekben tilos használni. A légköri nyomásnál nagyobb nyomáson (2...10 bar) már szobahőmérsékleten is cseppfolyós. Alsó fűtőértéke $H_a \cong 100$ [MJ/m³].

BIOGÁZ TULAJDONSÁGAI

Színtelen, szagtalan, nem mérgező gáz, ezért szükséges szagosítani. Átlagosan 60-65 % metánt és 35-40 % széndioxidot, kevés vízgőzt és kénhidrogént tartalmaz, a fűtőértéke, tisztítatlanul: $H_a=17-25$ [MJ/m³].

A PROPILÉNGLIKOL TULAJDONSÁGAI

Napkollektoros rendszerekben, ahol téli üzemmód is lehetséges, a fagyásveszély elkerülése érdekében fagyálló folyadékkal kell feltölteni a kollektorköri hálózatot.

Mivel a vezetékek esetleges meghibásodása esetén a használati melegvízbe is bekerülhet a fagyálló folyadék, olyan anyagot kell választani, ami az egészségre nem veszélyes.

Erre a célra a propilénglikol-víz keverék alkalmas. Javasolt hígítása: 40-45 % propilénglikol, 55-60 % víz. Ebben az esetben a keverék fagyáspontja -22, -26 °C.¹

CSŐVEZETÉKEK ANYAGAI

A csővezetéki szállítási feladatoknál általában a következő anyagú vezetékek közül választhatunk.

¹ Naplopó Kft. Tervezési segédlet 2007/1

Öntöttvas csövek és idomok:

Ma már ritkán használt csőfajta, korrózió elleni védelmét a cső felületére felvitt bitumenréteg adta, tokos és karimás kivitelben készülnek.

Acél nyomócsövek és idomok:

Ingatlanon belül vízvezetésre DN 100 alatt főleg horganyzott acélcsövet alkalmaznak, a csövek mindkét végükön kúpos jobbmenettel készülnek, és kötésük menetes idomokkal szerelendő.

Nagyobb átmérők esetén sima végű, vagy tokos fekete acélcsöveket használunk.

Rézcsövek és idomok:

A rézcsövek három keménységi fokozatban készülnek: lágy, félkemény és kemény. Köthetők forrasztással, hegesztéssel, roppantógyűrűvel, présidomokkal.

A forrasztásos kötés kapilláris forrasztással történik, aminél a forrasztóanyag a függőleges részbe is felszívódik, így helyszíni munkánál is kiválóan alkalmazható.

Kemény polietilén csövek:

Lánggal ég, de nem bocsát ki mérgező gázokat. Kötése lehet hegesztett (tompá és elektrofittinges), de csavarzatos illesztőidomokkal és karmantyúkkal is köthető.

Lágy polietilén csövek:

Leggyakrabban térhálósított, PEX csöveket alkalmaznak. A térhálósítás történhet vegyszeres és besugárzásos eljárással. A vegyszeres térhálósítás hátránya, hogy a víz kioldja a vegyszert és az, az ivóvízben marad, szennyezve azt. Vezethetjük önállóan, illetve védőcsőben. Kötése lehet szorítógyűrűs, roppantógyűrűs, illetve önzáró.

PVC csövek:

Az egyik legrégebben alkalmazott, olcsó csőanyag a vízellátásban és a szennyvíz elvezetésben. Nagy hátránya, hogy tűz esetében klór tartalmú égéstermék keletkezik, amely nagyon mérgező. Ezért a PVC csövek alkalmazása csökkenőben van.

PP csövek:

Újabban, kedvező tulajdonságai miatt alkalmazott csőanyag. Készülnek belőle hideg-meleg vizes nyomócsövek, használják a vízellátásban és a szennyvíz elvezetésben. Készülnek belőle kötőidomok, fittingek. A cső és idom közötti kapcsolatot többnyire polifúziós hegesztéssel hozzák létre.

Lágyacél cső:

A lágyacél csövek külső műanyag burkolatúak, kézi erővel, hajlítósablonnal hajlíthatóak, roppantógyűrűs kötéssel szerelhetők, általában központi fűtéshez használják.

Rozsdamentes acélcsövek:

Az élelmiszeriparban és a vegyiparban gyakran használt cső. Kötése lehet présidomos és védőgáz alatt hegesztett. Nagytisztaságú helyeken csak hegesztett kötést lehet alkalmazni. A fémcsövek közt a legkisebb a hőtágulása.

Többrétegű csövek:

Rétegei a következők: polietilén, kötőanyag, alumínium, kötőanyag, polietilén. A többrétegű csövek rendkívül ellenállóak, jól terhelhetők. A műanyagcsövek közt a legkisebb a hőtágulásuk. Préskötéssel szerelik.²

Rézcsövek

A rézcső az épületgépészet legsokoldalúbb, csúcsminőséget képviselő anyaga, használhatjuk ivó-, használati melegvíz, radiátoros fűtés, padló- és felületfűtés, földgáz, PB-gáz, orvosi és ipari gázok, fűtőolaj, sűrített levegő, klímaberendezés és napkollektorok csővezetékeinek szerelésére.

Rézcsövek előállítása

A rézcsövek előállítása izzó réztuskók rögzített tuskén történő meleghengerléssel vagy melegsajtolásával kezdődik.

A további munkafázisok több lépésben történő hideghúzásokból állnak, miközben repülődugót használnak a belső átmérő beállításához. Ily módon történik a varratmentes, kör keresztmetszetű csövek gyártása.

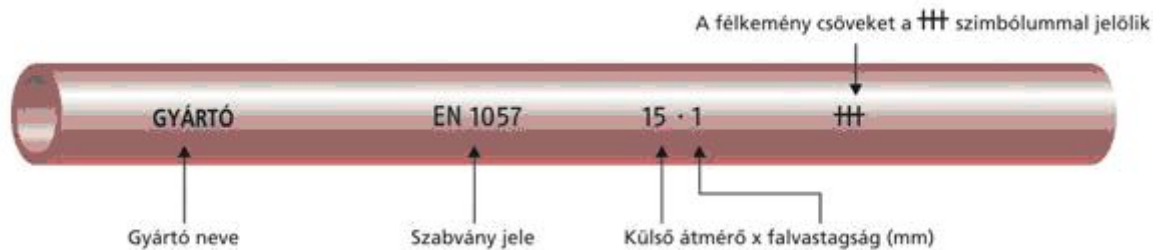
A réz szilárdsága hidegalakítással növelhető és hevítéssel ismét csökkenthető. Lágy és félkemény csövek előállításához a szilárdság közbenső hőkezeléssel, majd ezt követő hidegalakítással tudatosan beállítható.

Rézcsövek felhasználása, szállítása

Az MSZ EN 1057 európai szabványban kerültek rögzítésre a rézcsövek minőségére vonatkozó követelmények. Ez a szabvány a 6–276 mm külső átmérőjű rézcsövekre (a szigetelésekre is) érvényes.

² Cséki István: Épületek vízellátása, csatornázása Skandi-Wald könyvkiadó Kft., Budapest 1998 című könyv felhasználásával

Az MSZ EN 1057 Európában érvényes szabvány a műszaki állapot elismert szabályainak tekinthető, ebből ered az a követelmény, hogy az épületgépészetben a meghatározott területeken csak az MSZ EN 1057 szerinti rézcsövek kerüljenek alkalmazásra. Abból a célból, hogy azonnal felismerhető legyen, hogy a minőségi jegyek ezt a szabványt teljesítik, az MSZ EN 1057 kifejezetten előírja, hogy a csöveket az alábbi adatokkal kell jelölni. (1. ábra)



1. ábra Rézcsövek jelölése MSZ EN 1057 szerint

Az MSZ EN 1057 követelményei mellett a rézcsöveknek rendelkezniük kell az egyszerűsített RAL minőségjellel is.

- Hideg-és melegvizes hálózatokban
- Melegvizes fűtési rendszerekben, beleértve a padlófűtési rendszereket
- Gáznemű és folyékony háztartási tüzelőanyagok hálózatában
- Vízvezetési rendszerekben

Az ivóvízszerezésre vonatkozó tudnivalók: folyási szabály

A tervezés és a kivitelezés során figyelni kell néhány, csak a rézcsőre vonatkozó szabály betartására. Az első ilyen az úgynevezett folyási szabály, melynek értelmében rézcső után nem következhet horganyzott acélcső a víz folyásának irányában, ugyanis a vízben oldott oxigén hatására felszabaduló rézionok a horganyzott acélcső elektrokémiai korrózióját okozhatják. Ez a szabály vonatkozik ivóvíz, használati melegvizes és cirkulációs vezetékekre egyaránt.

Fontos megjegyezni, hogy zárt rendszerű fűtésnél a réz és az acélradiátor, vagy acélcső szabadon összeszerelhető, ugyanis a rendszerben sokkal kisebb a vízben oldott oxigén jelenléte, így nincs korrózióveszély.

Rézcsövek tulajdonságai

A rézcsövek anyaga 99,9 %-nál nagyobb tisztaságú, olvadáspontja 1083 °C, hővezető képessége 339 [W/mK], sűrűsége 8900 [kg/m³]. A csöveket különböző keménységi fokozatban gyártják, melynek adatait a 2. ábra tartalmazza.

Keménységi fokozat	Szakítószilárdság		Nyúlás [%]
	Jele	[N/m ²]	
Lágy	R220	min. 220	min. 40
Félkemény	R250	min. 250	min. 20
Kemény	R290	min. 290	min. 3

2. ábra. A rézcsövek keménységi fokozatai

A cső belsejében megengedhető maximális üzemi nyomás értékét az alábbi összefüggéssel határozhatjuk meg:

$$p_b = \frac{20 \cdot R_m \cdot s}{(d_k - s) \cdot S} [\text{bar}]$$

ahol:

$p_b [\text{bar}]$ – megengedett maximális üzemi nyomás,

20 – mértékegység átszámításából adódó állandó $\left[\frac{\text{bar} \cdot \text{mm}^2}{\text{N}} \right]$,

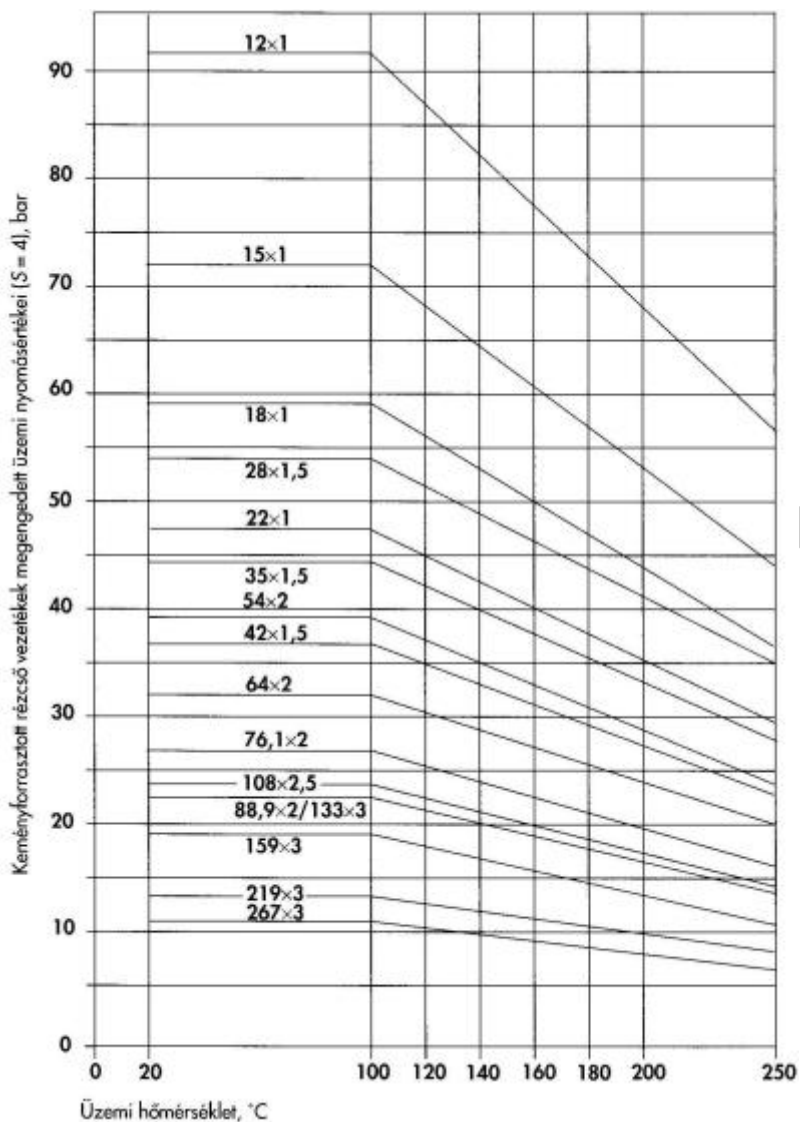
$R_m \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$ – szakítószilárdság, tipikus értéke: $R_m = 200 \div 400 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$

$s [\text{mm}]$ – falvastagság,

$d_k [\text{mm}]$ – külső átmérő,

S – biztonsági tényező.

A keményforrasztott rézcső vezetékek megengedett üzemi nyomását az üzemi hőmérséklet függvényében a 3. ábrán olvashatjuk le.



3. ábra. Keményforrasztott vezetékek megengedett üzemi nyomásértékei³

Kötésmódok

Magyarországon a szabványok még nem tartalmaznak konkrét előírásokat a rézcsöves vízszelésre. Az alábbiakban ismertetett előírások Németországban érvényesek a rézcsövekre, de természetesen ajánlott ezeket itthon is betartani.

- Forrasztás: ivóvízvezetéseknél a rézcsövek 28×1,5 mm átmérőig (beleértve) csak lágyan forraszthatók, e fölött megengedett a lágy- és keményforrasztás egyaránt.

³ Cséki István: Épületgépészeti tervezési segédlet rézcsöves szereléshez I. Magyar Rézpiaci Központ

- Lágyforrasztáshoz ajánlott forrasztanyagok: S-Sn97Cu3 és S-Sn97Ag3. Esetlegesen egyéb forrasztanyag is használható, azonban fontos, hogy ivóvízszereléshez nem alkalmazható ólomtartalmú forrasztanyag. A biztonság kedvéért ajánlott a fenti két anyagnál maradni.
- Folyasztószerkezetek lágyforrasztáshoz: 3.1.1, 3.1.2 és 2.1.2. Ivóvízszerelésnél fontos, hogy a folyasztószer vízben oldódó legyen, és szerelés után a rendszert ajánlott átöblíteni.
- A keményforrasztáshoz (28×1,5 mm méret fölött) használandó folyasztószerkezeteknek szintén vízben oldhatóknak kell lenniük. Az ajánlott folyasztószer az FH10 típusú. Az ivóvízszereléshez alkalmazható keményforraszt anyagok lehetnek foszfortartalmúak (pl. CP105 és CP203) vagy ezüsttartalmúak (pl. AG106, AG104 és AG203). Foszfortartalmú forrasztanyag és réz-réz kötés esetén nem szükséges folyasztószer alkalmazni.
- Idomok nélküli kötést vízszelésnél is lehet alkalmazni, de a manuálisan készített (nyakkihúzás) T-elágazás csak keményen forrasztható, így itt a legkisebb (elágazó) cső méretének is nagyobbaknak kell lennie, mint 28×1,5 mm.
- A félkemény és kemény csövek lágyítása (felmelegítés vörös izzásig majd lehűtés) szintén nem ajánlott ivóvízszerelésnél 28×1,5 mm méretig.
- Ebből adódik, hogy például a kemény csövek tokos kötése, ahol a tokkészítéshez a csövet lágyítani kell csak ettől nagyobb méretű csöveknél lehetséges. Ezt figyelembe kell venni a kemény és félkemény csövek hajlítás előtti lágyításánál is.
- A présidomos kötés, mint a rézcsövek modern kötésmódja természetesen szintén alkalmazható vízszelésnél. Az O-gyűrű színe vízhez és fűtéshez fekete.
- A gyorscsatlakozós csőidom, ahol a csövet és a fittinget csak össze kell nyomni, és kész a kötés, szintén alkalmazható vízre és fűtésre (110 °C-ig) egyaránt. Ennek a kötéstípusnak létezik oldható és nem oldható változata is.
- Alkalmazhatók még ivóvízre a menetes és roppantógyűrűs kötések.⁴

CENTRIFUGÁL SZIVATTYÚK

1. Centrifugál szivattyúk kialakítása, működése

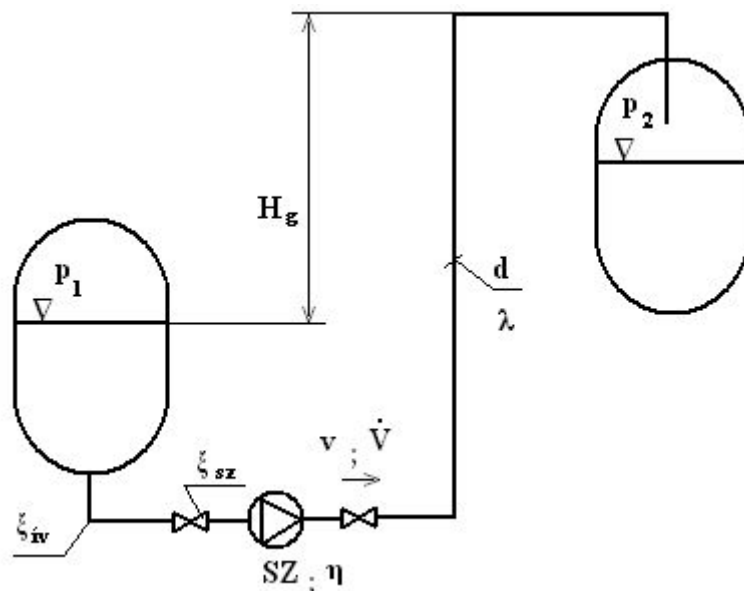
A szivattyú olyan folyadékot szállító munkagép, amely a folyadék munkaképességét növeli, miközben más energiát – gáz, gőz, villamos energiát – használ fel. A szivattyú üzemi jellemzői azok az üzemi adatok, az üzemi tulajdonságokat jelzik.

A centrifugál szivattyúkat csoportosíthatjuk:

- a járókerekek kialakítása (radiális, félaxiális, axiális),
- a járókerekek száma (egyfokozatú, két-, illetve többfokozatú),
- a tengely elhelyezése (vízszintes, függőleges),

⁴ <http://www.rezinfo.hu> (2010. május 24.)

- a nyomótér kialakítása (gyűrű alakú, csigaházas, ferde és álló köpenyes kivitelű) szerint.⁵



4. ábra. Örvényszivattyú üzemi jellemzői

A 4. ábra jelölései:

- H_g [m] – geodetikus emelőmagasság,
- v [m/s] – áramlási sebesség,
- $\dot{V}$ [m³/s] – az áramló közeg térfogatárama,
- d [m] – a csővezeték átmérője,
- ξ_{sz} – a szelep alaki ellenállási tényezője,
- ξ_{iv} – az ív alaki ellenállási tényezője,
- λ – a csővezeték súrlódási tényezője,
- η – a szivattyú összes hatásfoka.

A szivattyú berendezés szállítómagasságát a következő összefüggéssel számíthatjuk:

$$H_{sziv} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt} \text{ [m] (energiamegmaradás törvényéből)}$$

⁵dr. Ujhelyi Jánosné–Haszmann Iván: Mérés és szabályozás Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

- az első tag a szívó-, illetve nyomócsőben lévő sebességekülönbségből adódó veszteség, ami az épületgépészeti gyakorlatban elhanyagolható,
- a második tag a tartályokban lévő (lehetnek nyitott tartályok is) nyomáskülönbségből adódó emelőmagasság,
- a harmadik tag a geodetikus emelőmagasság,
- a negyedik tag a csővezetékben áramló közeg alakí és súrlódási ellenállásából adódó veszteséggmagasság, melynek kiszámítása a következő összefüggéssel történik:

$$H_{veszt} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2g} \text{ [m]}$$

Adathiány esetén a csősúrlódási tényező értékét a Reynolds szám segítségével tudjuk meghatározni. $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$

ahol:

- v [m/s] – áramlási sebesség,
- d [m] – a csővezeték átmérője,
- ν [m²/s] – kinematikai viszkozitás.

A kinematikai viszkozitás a dinamikai viszkozitásból a: $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ összefüggéssel számoljuk,

ahol:

- η [sPa] – dinamikai viszkozitás,
- ρ [kg/m³] – sűrűség.

Ha a $Re < 2230$, akkor az áramlás lamináris, ha a $Re > 2230$, akkor az áramlás turbulens. A gyakorlati fluidum szállítási feladatok esetében mindig turbulens áramlásokkal találkozunk.

A különböző anyagú csővezetékek súrlódási tényezőjét az 5. ábrából olvashatjuk le.

Csővezeték típusa és súrlódási tényezői									
Rézcső		Műanyagcső		Horganyzott		Varrat nélküli		Öntöttvas cső	
Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
0,001	0,0002	0,002	0,007	0,1	0,16	0,02	0,06	0,2	0,6

5. ábra. Csővezetékek súrlódási tényezője⁶

⁶ Cséki István: Rézcsövek alkalmazástechnikai kézikönyve <http://www.rezar.hu> (2010. május 25.)

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Az alaki ellenállási tényezők értékét az alábbi táblázatok (6. és a 7. ábra) segítségével állapíthatjuk meg:

Jelkép	Elnevezés	ζ	Alkal- mazás		
			TW	H	G
	Könyök vagy ív (irányadat a DIN 1988 T3 és a TRGI szerint)	0,70	•	•	•
	90°-os ív $r/d=0,5$ $r/d=1,2$ Csőidomoknál a DIN 29856 T11 szerint]	1,00 0,35 2,0 3,0	• • • •	• • • •	• • • •
	Könyök $\beta=90^\circ$ 60° 45°	1,30 0,80 0,40	• • •	• • •	• • •
	Lépcsős ív	0,50	•	•	•
	Elágazás, derékszögű Áramlás szétválasztása	1,30	•	•	•
	Áramlás egyesítése	0,90	•	•	•
	Átáramlás az áramlás szétválasztásánál	0,30	•	•	•
	Átáramlás az áramlás egyesítésénél	0,60	•	•	•
	Ellenirányú áramlás az áramlás egyesítésénél	3,00	•	•	•
	Ellenirányú áramlás az áramlás szétválasztásánál	1,50	•	•	•
	Elágazás, ív formában Áramlás szétválasztása	0,90	•	•	•
	Áramlás egyesítése	0,40	•	•	•
	Átáramlás az áramlás szétválasztásánál	0,30	•	•	•
	Átáramlás az áramlás egyesítésénél	0,20	•	•	•
	Elosztó kiömlőnyílása	0,50	•	•	•
	Gyűjtő beömlőnyílása	1,00	•	•	•
	Melegvíz tároló Kiömlés	0,50	•	•	•
	Beömlés	1,00	•	•	•
	Szűkítőidom	0,40	•	•	•
	Folyamatos szűkítő $\beta=30^\circ$ 45° 60°	0,02 0,04 0,07	• • •	• • •	• • •
	Folyamatos bővítő $\beta=10^\circ$ 20° 30° 40°	0,10 0,15 0,20 0,20	• • • •	• • • •	• • • •
	Táguló ív	1,00	•	•	•
	Kompenzátor	2,00	•	•	•
	Kompenzátor	2,00	•	•	•
	Tisztító T-idom, 90°-os	1,30	•	•	•
	Tisztító T-ív	0,90	•	•	•
	Kettős T-ív, ellen- áramlással (a „G” rész- szakasz idomdarabbal végződik)	1,30	•	•	•
	90°-os keresztidom Áramlás elválasztása Átáramlás	1,30	•	•	•
	90°-os keresztidom Áramlás elválasztása Elágazás	2,00	•	•	•

6. ábra. Alaki ellenállási tényezők értékei, víznél (TW), fűtésnél (H), gáznál (G)

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Jelkép	Elnevezés	ζ	Alkal- mazás		
			TW	H	G
	Tisztító keresztidom, 90°-os Áramlás elválasztása Átáramlás	0,5			•
	Tisztító keresztidom, 90°-os Áramlás elválasztása Elágazás	1,3			•
	Csatlakozó idom	NÁ 25			•
	Betorkolás GZ	>NÁ 25			•
	Elzárószelepek				
	Egyenes üléssű szelepek				
	NÁ 15	10,0	•	•	
	NÁ 20	8,5	•	•	
	NÁ 25	7,0	•	•	
	NÁ 32	6,0	•	•	
	NÁ 40-től NÁ 100-ig	5,0	•	•	
	Ferde üléssű szelepek				
	NÁ 15	3,5	•	•	
	NÁ 20	2,5	•	•	
	NÁ 25-től NÁ 50-ig	2,0	•	•	
	NÁ 65	0,7	•	•	
	Sarokszelepek				
	NÁ 10	7,0	•	•	
	NÁ 15	4,0	•	•	
	NÁ 20	2,0	•	•	
	NÁ 50	3,5	•	•	
	NÁ 65-től NÁ 100-ig	4,0	•	•	
	Membránszelepek				
	NÁ 15	10,0	•	•	
	NÁ 20	8,5	•	•	
	NÁ 25	7,0	•	•	
	NÁ 32	6,0	•	•	
	NÁ 40-től NÁ 100-ig	5,0	•	•	
	Tolózárok, dugattyús tolattyúk, golyóscsapok				
	NÁ 10-től NÁ 15-ig	1,0	•	•	•
	NÁ 20-től NÁ 25-ig	0,5	•	•	•
	NÁ 32-től NÁ 150-ig	0,3	•	•	•
	Radiátorszelep	4,0			•
	Átömlőszelep				
	Radiátorszelep	2,0			•
	Sarokszelep				
	Elzárócsap (kúpos) Átömlőforma	2,0			•
	Elzárócsap (kúpos) Sarakforma (biztonsági csatlakozószerelvénnyel)	5,0			•
	Elzárócsap (kúpos) Átömlőforma	0,5			•
	Elzárócsap (kúpos) Sarakforma	1,3			•
	Visszafolyásgátló				
	NÁ 15-től NÁ 20-ig	7,7	•	•	
	NÁ 25-től NÁ 40-ig	4,3	•	•	
	NÁ 50	3,8	•	•	
	NÁ 65-től NÁ 100-ig	2,5	•	•	
	Átömlőszelep visszafolyásgátlóval				
	NÁ 20	6,0	•	•	
	NÁ 25-től NÁ 50-ig	5,0	•	•	
	Fűtőcsőbilincs szelephez				
	NÁ 25-től NÁ 80-ig	5,0	•	•	
	Nyomáscsökkentő, teljesen nyitva	30,0			•
	Fűtőkazán	2,5			•
	Fűtőttest, radiátor	2,5			•
	Lemezfűtőttest	3,0			•

7. ábra. Alaki ellenállási tényezők értékei, víznél (TW), fűtésnél (H), gáznál (G)⁷

Az üzemi adatokból képzett összetartozó értékek adják a jelleggörbéket. A 8. ábra jelölései szerint:

⁷ Cséki István: Rézcsövek alkalmazástechnikai kézikönyve <http://www.rezar.hu> (2010. május 25.)

- Szivattyú jelleggörbe: $H - \dot{V}$,
- Csővezetéki jelleggörbe: $H - \dot{V}$,
- Hatásfokgörbe: $\eta - \dot{V}$,
- Teljesítménygörbe: $P - \dot{V}$

A szivattyú jelleggörbe és a csővezetéki jelleggörbe adja rendszer munkapontját. A munkapont szállítómagasságának megfelelő térfogatárammal áramlik a közeg a rendszerben. A szivattyú teljesítménygörbéje önmagával párhuzamosan, felfelé tolódik el növekvő fordulatszámok esetén. Az üzemi jellemzők és a fordulatszám (n [1/s]) között a következő összefüggések írhatók fel, ha $n_2 > n_1$:

- $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 \frac{n_2}{n_1}$ [m³/s],
- $H_2 = H_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$ [m],
- $P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$ [W].

A szivattyú hasznos teljesítménye a következő összefüggéssel számolható:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{sziv} \cdot \dot{V} \text{ [W]}$$

Ahol:

- ρ [kg/m³] a folyadék sűrűsége,
- g [m/s²] nehézségi gyorsulás,
- H_{sziv} [m] a szivattyú emelőmagassága,
- $\dot{V}$ [m³/s] a folyadék térfogatárama.

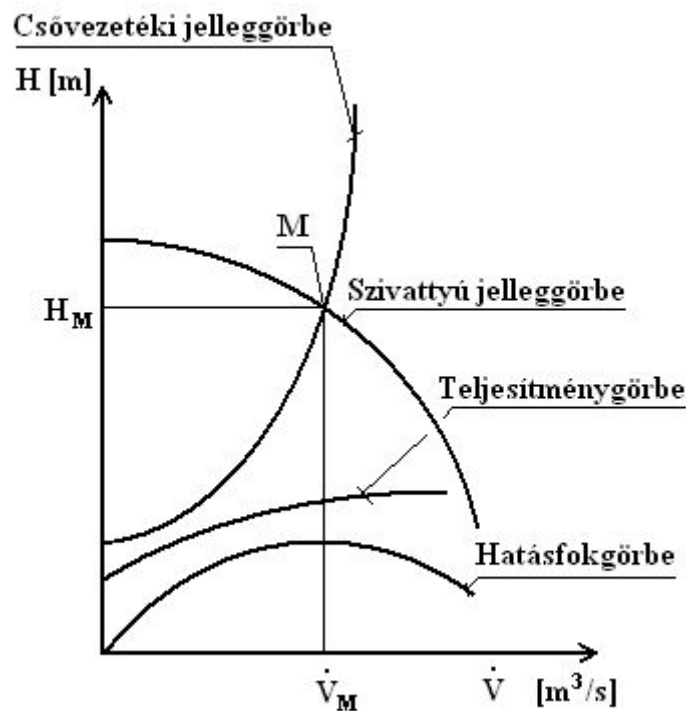
A szivattyúmotor teljesítménye:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} \text{ [W].}$$

A folyadék térfogatárama kontinuitási (anyagmegmaradás) tételből a következő összefüggéssel számolható:

$$\dot{V} = v \cdot A \text{ [m}^3\text{/s],}$$

Ahol: v [m/s] az áramló folyadék sebessége, $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$ [m²] a csővezeték keresztmetszete (kör keresztmetszet esetén).



8. ábra. Szivattyú munkapontja

NPSH (nettó pozitív szívómagasság)

A szívócsonkban mért nyomás és a szivattyú belsejében mérhető legalacsonyabb nyomás közötti különbség az NPSH (nettó pozitív szívómagasság) érték. Az NPSH érték tehát a szivattyúház első szakaszában keletkező nyomásvesztést fejezi ki.

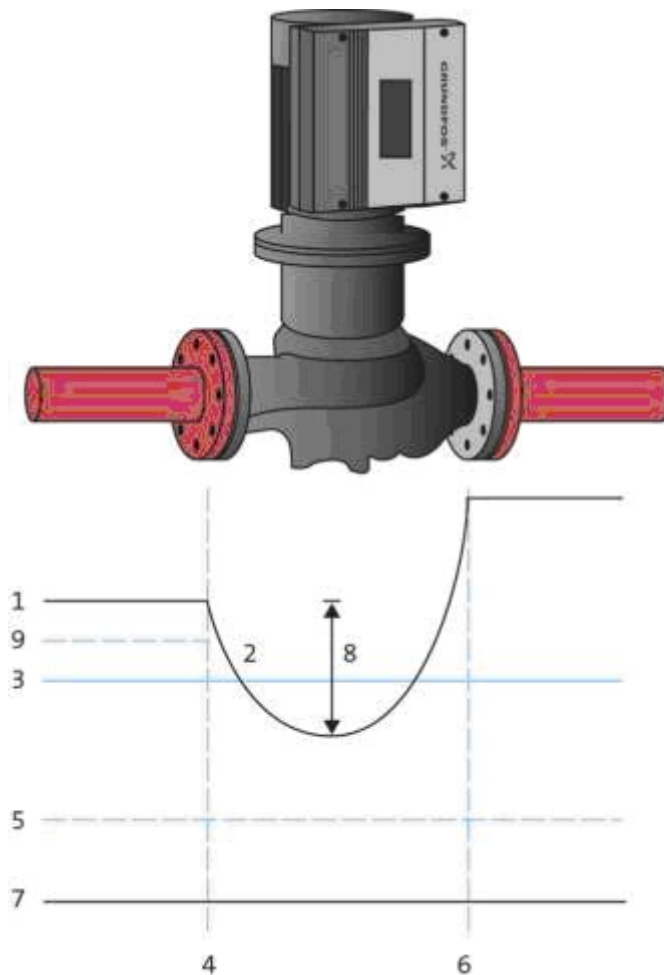
A szivattyú belsejében a szívócsonk és a nyomócsonk között változó nyomás uralkodik. A szivattyú első szakaszában a nyomás először csökken, majd a nyomóoldalon a szívóoldali nyomásnál nagyobb értéket vesz fel. (9. ábra)

A szívócsonkban mért nyomás és a szivattyú belsejében mérhető legalacsonyabb nyomás közötti különbség az NPSH (nettó pozitív szívómagasság) érték. Az NPSH érték tehát a szivattyúház első szakaszában keletkező nyomásvesztést fejezi ki. Az NPSH mértékét a 9. ábra szemlélteti.

A szívócsonki depresszió hatására a folyadékban (vízben) gőzbuborékok alakulnak ki. A szivattyú belsejében a nyomás megnő. A buborékok kondenzálódnak, térfogatuk nagyon gyorsan kb. ezred résznyire csökken. Ez nagysebességű nyomás hullámokat kelt, amelyek kalapácsütés szerűen roncsolják a szivattyú házát és járókereket.

Ez a jelenség a kavitáció.

Az NPSHR (a nettó pozitív szívómagasság elvárt értéke) valamennyi szivattyú adatlapján megtalálható. Az NPSHR érték azt a legkisebb szívócsonk-nyomást jelzi, amelyre az adott szivattyúnak a kavitáció elkerüléséhez szüksége van.



9. ábra. Szivattyú NPSH értelmezése

1. Szívócsonk-nyomás; 2. Nyomásváltozás; 3. Légköri nyomás; 4. A szivattyú szívócsonkja; 5. Telítési gőznyomás; 6. A szivattyú nyomócsonkja; 7. Vákuum; 8. NPSH; 9. NPSHR⁸

2. Centrifugál szivattyúk szabályozása

A szivattyúk csak bizonyos határok között tudják az üzemi feladatokat teljesíteni. A nyomás vagy a vízszállítási igény változása szabályozást igényel.

A térfogatáram szabályozások két csoportba sorolhatók:

⁸ http://cbs.grundfos.com/GHU_Hungary/lexica/HEA_NPSH.html (2010. 05. 02)

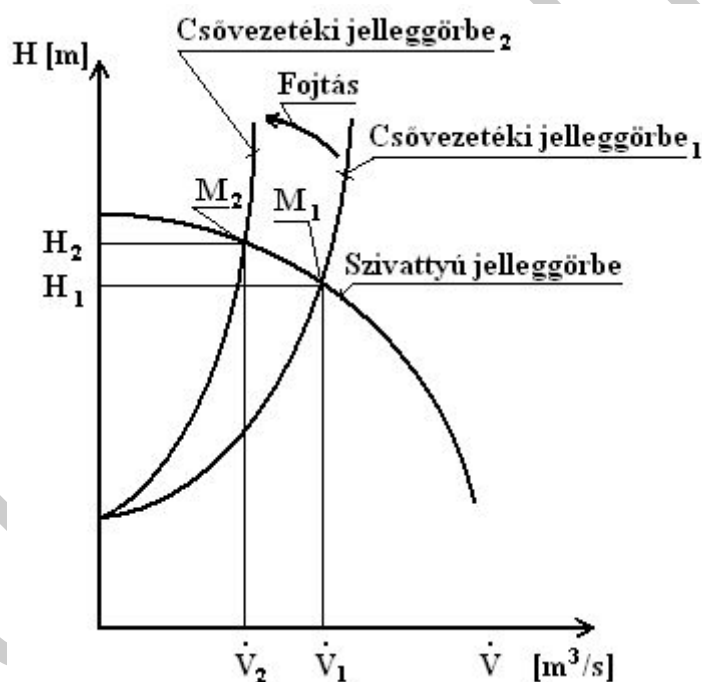
- a gépegység szabályozása: fojtás, megcsapolás, fordulatszám-változtatás, lapátszög-állítás;
- a gépegységek be- és kikapcsolása: üzemidő-szabályozás, szivattyúk párhuzamos kapcsolása, gépváltás.

A nyomás változásával kapcsolatban alkalmazott szabályozási módok is kétfélek:

- a gépegység szabályozása: fordulatszám-változtatás, járókerékátmérő-változtatás;
- a gépegységek be- és kikapcsolása: szivattyúk sorba kapcsolása, gépváltás.

Fojtásos szabályozás

A fojtásos szabályozás, esetén a nyomóvezetékbe épített szelep zárásával (fojtásával), illetve nyitásával változtatjuk az alaki ellenállást.



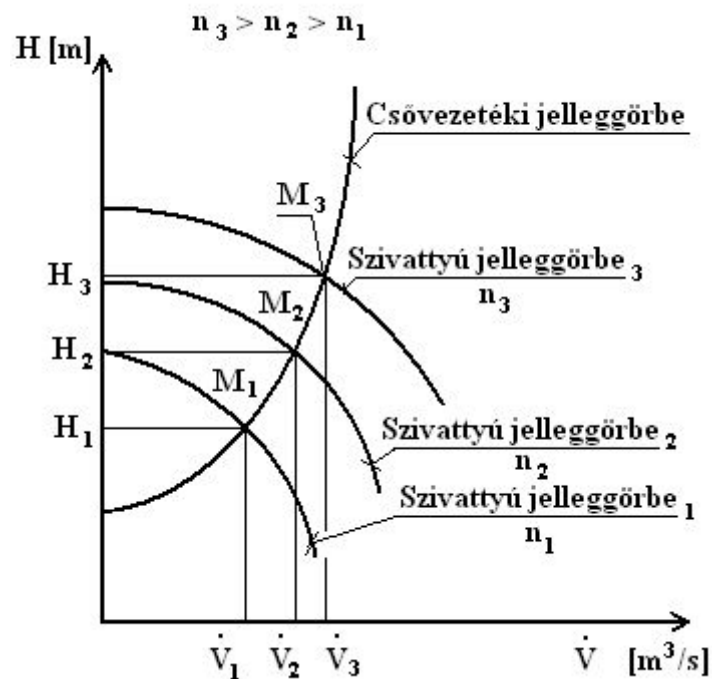
10. ábra. Szivattyú fojtásos szabályozása

Az alaki ellenállás változásának hatására változik a csővezetéki jelleggörbe és az áramló közeg térfogatárama.⁹ (10. ábra)

⁹ Cséki István: Épületek vízellátása, csatornázása Skandi-Wald Könyvkiadó Kft., Budapest, 1998

Fordulatszám szabályozás

A másik mód a fordulatszám szabályozás. Ha a szivattyú fordulatszáma megváltozik, akkor a jelleggörbéje, mintegy önmagával párhuzamosan eltolódik. Ezzel a munkapont is megváltozik, ami a térfogatáram és az emelőmagasság változását vonja maga után (11. ábra)



11. ábra. Szivattyú fordulatszám szabályozása

3. Centrifugál szivattyúk kapcsolása

A centrifugál szivattyúkat köthetjük sorosan és párhuzamosan.

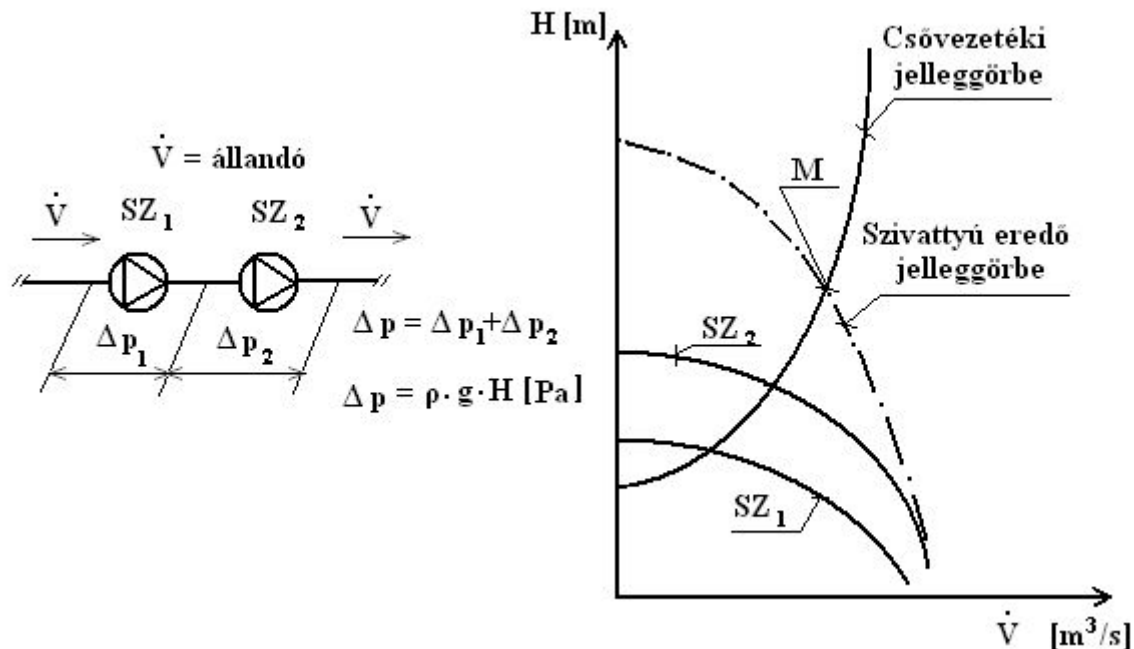
Soros kapcsolás

A soros kapcsolás esetén ugyanaz a térfogatáram halad át mindkét szivattyún, az első szivattyú megemeli a folyadék nyomását, a második szivattyú ezt a megemelt nyomást fokozza még tovább.

Az eredő jelleggörbét adott térfogatáramnál az emelőmagasságok összegzésével kapjuk. Ezt a kapcsolást akkor használjuk, ha nagy emelőmagasságra van szükségünk a rendszerben kis térfogatáram mellett, és azt egy szivattyúval nem tudjuk biztosítani. A kapcsolást a 12. ábrán láthatjuk.

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

A gyakorlati életben gyakran alkalmazott többlépcsős szivattyúk is sorbakapcsolt szivattyúk, amelyek közös tengelyre vannak felfűzve.



12. ábra. Szivattyúk soros kapcsolása

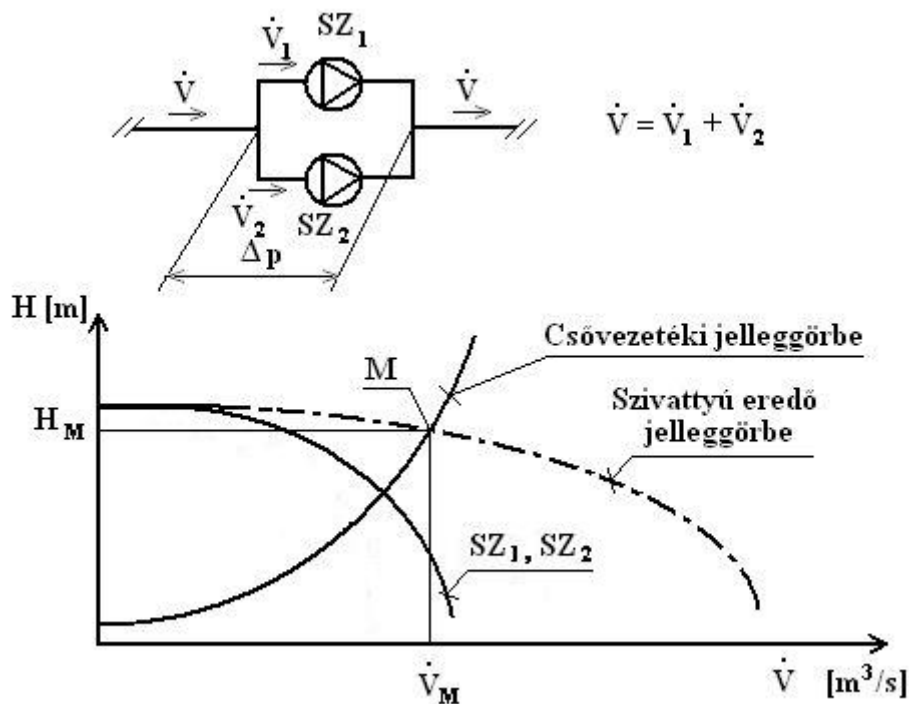
Párhuzamos kapcsolás

A szivattyúkapcsolások másik módja a párhuzamos kapcsolás. Ekkor a szivattyúk elágazás előtti, illetve elágazás utáni csomópontjában tekinthető azonosnak a nyomás, a köztük lévő nyomáskülönbség, (Δp) mentén adódnak össze a térfogatáramok. Az így kialakuló pontok összessége adja az eredő jelleggörbét. A nyomáskülönbség értékéből az emelőmagasság a következő összefüggéssel számolható:

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} \text{ [m]}.$$

Párhuzamos kapcsolást akkor alkalmazunk, ha nagy térfogatáramú folyadék szállítása szükséges kis emelőmagassággal, és ezt egy szivattyú nem tudja biztosítani. A szivattyúk párhuzamos kapcsolását a 10. ábrán láthatjuk. Az eredő jelleggörbét ebben az esetben az állandó emelőmagasságok melletti térfogatáramok összegzésével kapjuk.

Csak azonos jelleggörbével rendelkező szivattyúkat szabad párhuzamosan kapcsolni!



13. ábra. Szivattyúk párhuzamos kapcsolása

4. Üzemeltetése

A szivattyúkat gazdaságossági és környezetvédelmi okokból a maximális hatásfok környékén célszerű üzemeltetni. A 2. ábrán látható, hogy a hatásfokgörbe maximuma a szivattyú jelleggörbe harmadik harmadára esik. Adott szállítási feladat esetén érdemes a szivattyút úgy választani, hogy a munkapontja erre a területre essen.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

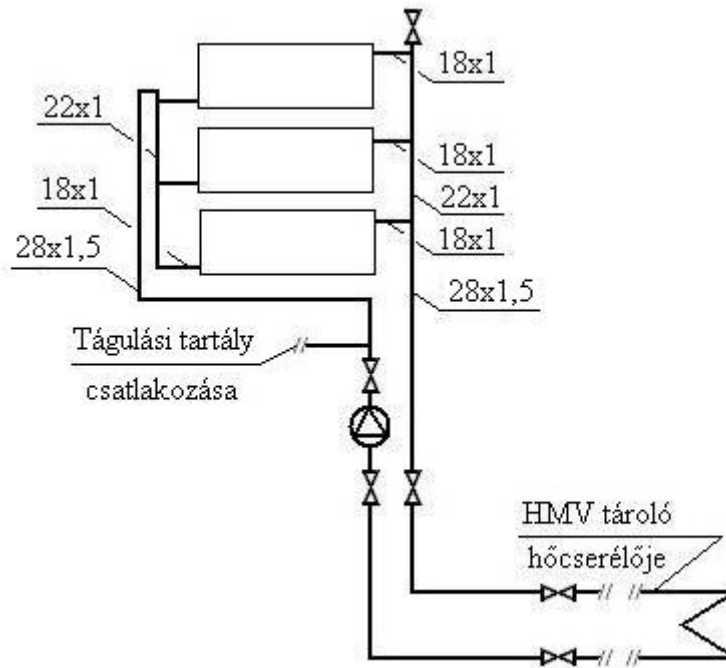
1. Példa

Válasszon szivattyút a 14. ábra szerinti napkollektoros rendszer propilénglikol köréhez! Kollektorkörönként, melyekben 5–5–db THERMOSOLAR TS 300 típusú kollektort helyeztünk el, a térfogatáram $0,4 \text{ [m}^3/\text{h}]$. A 18×1 -es vezeték összes hossza 5 [m] , a 22×1 -es vezeték összes hossza 4 [m] , a 28×1 -es vezeték összes hossza 16 [m] , a propilénglikol sűrűsége $1015 \text{ [kg/m}^3]$, dinamikai viszkozitása $1,54 \text{ [mPas]}$ $50 \text{ [}^\circ\text{C}]$ körüli hőmérsékleten, a rendszerbe egy darab EMMETI gyártmányú EURÓ típusú, 500 literes , két hőcserélős használati melegvíztárolót alkalmaztunk.

- Számítsa ki a csővezetési szakaszokban az áramlási sebességet!
- Vizsgálja meg az áramlás fajtáját!

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Számítsa ki a szivattyú hasznos teljesítményét!
- Válasszon szivattyút!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét!



14. ábra. 1. Példa

Adatok:

- Térfogatáram a 18x1-es vezetékben:

$$\dot{V}_1 = 1,1 \cdot 10^{-4} [m^3 / s];$$

- Térfogatáram a 22x1-es vezetékben:

$$\dot{V}_2 = 2,2 \cdot 10^{-4} [m^3 / s];$$

- Térfogatáram a 28x1-es vezetékben:

$$\dot{V}_3 = 3,3 \cdot 10^{-4} [m^3 / s];$$

- 18x1-es vezeték összes hossza: $l_1 = 5$ [m];

- 22x1-es vezeték összes hossza: $l_2 = 4$ [m];

- 28x1-es vezeték összes hossza: $l_3 = 16$ [m];

- Az egyes vezetékszakaszokban az alak ellenállási tényezők száma és értékei:

18x1-es vezeték: 2 db 90°-os ív $\xi_1 = 0,7$; egy elágazás szétválasztásban $\xi_2 = 1,3$; egy elágazás egyesítésre $\xi_3 = 0,9$;

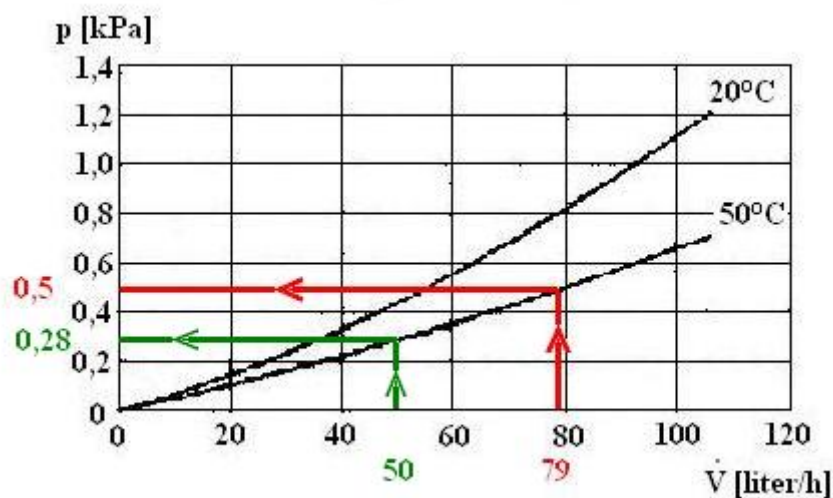
22x1-es vezeték: 2 db elágazás szétválasztásban $\xi_4 = 1,3$; 2 db elágazás egyesítésre $\xi_5 = 0,9$;

28x1-es vezetékek: 6 db 90°-os ív $\xi_6=0,7$; 5 db szelep $\xi_7=7$ (az alaki ellenállási tényezők értékeit a 6. és 7. ábra táblázatai tartalmazzák);

- A propilénglikol sűrűsége $\rho=1015 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, a dinamikai viszkozitása: $\eta=1,54 \text{ [mPas]}$,
- A szivattyú hatásfoka: $\eta=0,42$
- A csőszúrlódási tényező értéke az 5. ábrából átlag értéket figyelembe véve: $\lambda=0,0015$,
- A napkollektor nyomásvesztése a 15. ábra alapján: $\Delta p_{\text{kollektor}} = 0,5 \text{ [kPa]}$

Egy kollektor térfogatárama:

$$\dot{V}_{\text{kollektor}} = \frac{\dot{V}_1}{5} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 / \text{s}]}{5} = 2,2 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3 / \text{s}] = 79 [\text{l} / \text{h}]$$



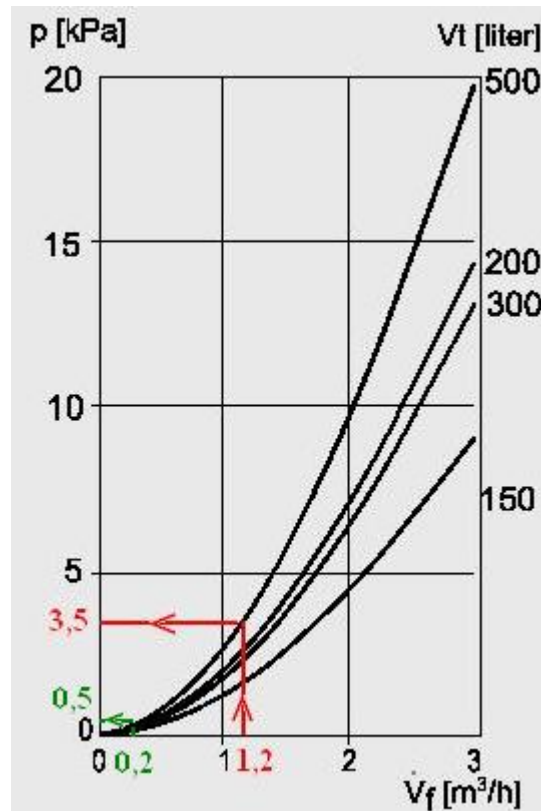
15. ábra. THERMOSOLAR TS 300 napkollektor nyomásvesztése¹⁰

- A hőcserélő nyomásvesztése a 16. ábra szerint: $\Delta p_{\text{hőcserélő}} = 3,5 \text{ [kPa]}$

A hőcserélőn az összes propilénglikol átfolyik, tehát a térfogatáram:

$$\dot{V}_3 = 3,3 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 / \text{s}] = 1,2 [\text{m}^3 / \text{h}];$$

¹⁰ Naplopó Kft. Tervezési segédlet



16. ábra. EMMETI gyártmányú EURÓ típusú HMV tároló hőcserélőjének nyomásvesztesége¹¹

A csővezetéki szakaszok áramlási sebességei:

$$v_1 = \frac{\dot{V}_1}{A_1} = \frac{4 \cdot \dot{V}_1}{d_1^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 / \text{s}]}{(1,6 \cdot 10^{-2})^2 [\text{m}^2] \cdot 3,14} = 0,55 [\text{m} / \text{s}];$$

$$v_2 = \frac{\dot{V}_2}{A_2} = \frac{4 \cdot \dot{V}_2}{d_2^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2,2 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 / \text{s}]}{(2 \cdot 10^{-2})^2 [\text{m}^2] \cdot 3,14} = 0,7 [\text{m} / \text{s}];$$

$$v_3 = \frac{\dot{V}_3}{A_3} = \frac{4 \cdot \dot{V}_3}{d_3^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 3,3 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 / \text{s}]}{(2,5 \cdot 10^{-2})^2 [\text{m}^2] \cdot 3,14} = 0,67 [\text{m} / \text{s}].$$

Az áramlás fajtája:

A kinematikai viszkozitás értéke:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{1,54 \cdot 10^{-3} [\text{Pas}]}{1,05 \cdot 10^3 [\text{kg} / \text{m}^3]} = 1,5 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2 / \text{s}]$$

¹¹ <http://www.hungary-solar.com/920b.emmetieuro.pdf> (2010. június 27.)

$$Re_1 = \frac{v_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{0,55[m/s] \cdot 1,6 \cdot 10^{-2}[m]}{1,5 \cdot 10^{-6}[m^2/s]} = 5866 > 2230,$$

$$Re_2 = \frac{v_2 \cdot d_2}{\nu} = \frac{0,7[m/s] \cdot 2 \cdot 10^{-2}[m]}{1,5 \cdot 10^{-6}[m^2/s]} = 9333 > 2230,$$

$$Re_3 = \frac{v_3 \cdot d_3}{\nu} = \frac{0,67[m/s] \cdot 2,5 \cdot 10^{-2}[m]}{1,5 \cdot 10^{-6}[m^2/s]} = 11167 > 2230, \text{ tehát az áramlás mindhárom vezetékszakaszban turbulens.}$$

A szivattyú emelőmagassága:

A szivattyú emelőmagasságát a következő összefüggés segítségével számíthatjuk.

$$H_{sziv} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt. \text{összes}}$$

Mivel a propilénglikol zárt körben kering, így a következő összefüggés marad:

$$H_{sziv} = H_{veszt. \text{összes}}$$

$$H_{sziv} = H_{veszt. \text{összes}} = \sum \left(\frac{\lambda \cdot l_i}{d_i} + \sum \xi \right) \frac{v_i^2}{2 \cdot g} + H_{kollektor} + H_{hőcserélő}$$

A szakaszonkénti veszteség:

$$H_{veszt1} = \left(\frac{\lambda \cdot l_1}{d_1} + \sum \xi_1 \right) \frac{v_1^2}{2 \cdot g}$$

$$H_{veszt1} = \left(\frac{0,0015 \cdot 5[m]}{1,6 \cdot 10^{-2}[m]} + 2 \cdot 0,7 + 1,3 + 0,9 \right) \frac{0,55^2 [m/s]^2}{2 \cdot 9,81 [m/s^2]} = 0,063[m]$$

$$H_{veszt2} = \left(\frac{\lambda \cdot l_2}{d_2} + \sum \xi_2 \right) \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$H_{veszt2} = \left(\frac{0,0015 \cdot 4[m]}{2 \cdot 10^{-2}[m]} + 2 \cdot 1,3 + 2 \cdot 0,9 \right) \frac{0,7^2 [m/s]^2}{2 \cdot 9,81 [m/s^2]} = 0,12[m]$$

$$H_{veszt3} = \left(\frac{\lambda \cdot l_3}{d_3} + \sum \xi_3 \right) \frac{v_3^2}{2 \cdot g}$$

$$H_{veszt3} = \left(\frac{0,0015 \cdot 16[m]}{2,5 \cdot 10^{-2}[m]} + 6 \cdot 0,7 + 5 \cdot 7 \right) \frac{0,67^2 [m/s]^2}{2 \cdot 9,81 [m/s^2]} = 0,92[m]$$

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

A kollektor veszteségmagassága:

$$H_{\text{kollektor}} = \frac{\Delta p_{\text{kollektor}}}{\rho \cdot g} = \frac{500 [Pa]}{1015 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,05 [m]$$

A hőcserélő veszteségmagassága:

$$H_{\text{hőcserélő}} = \frac{\Delta p_{\text{hőcserélő}}}{\rho \cdot g} = \frac{3500 [Pa]}{1015 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,35 [m]$$

A szivattyú emelőmagassága:

Az emelőmagasságot az előző három érték összegzésével kapjuk.

$$H_{\text{sziv}} = H_{\text{veszt1}} + H_{\text{veszt2}} + H_{\text{veszt3}} + H_{\text{kollektor}} + H_{\text{hőcserélő}} = (0,063 + 0,12 + 0,92 + 0,05 + 0,35) [m] = 1,43 [m]$$

A szivattyú hasznos teljesítménye:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{\text{sziv}} \cdot \dot{V}_3 = 1015 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2] \cdot 1,43 [m] \cdot 3,3 \cdot 10^{-4} [m^3 / s] = 4,7 [W] \cong 5 [W]$$

A szivattyúmotor teljesítménye:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} = \frac{5 [W]}{0,42} = 12 [W]$$

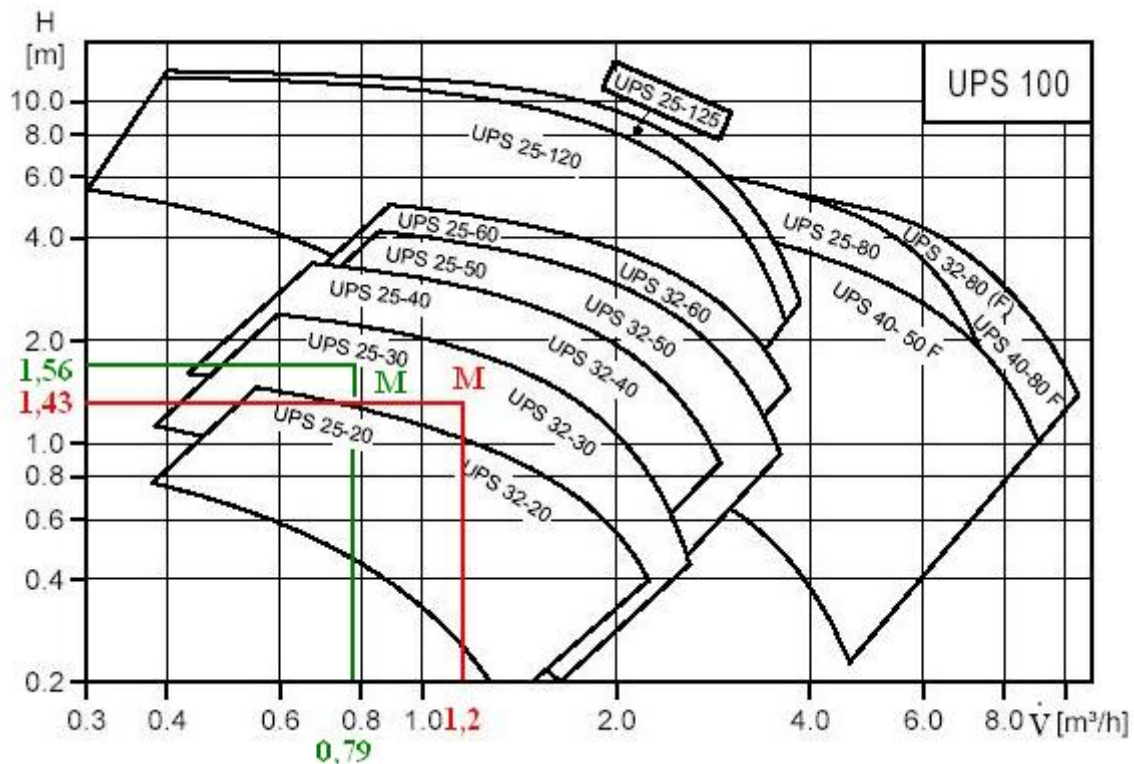
Szivattyúválasztás:

A szivattyú szükséges emelőmagassága: $H_{\text{sziv}} = 1,43 [m]$;

A szivattyú vízszállítása: $\dot{V} = 3,3 \cdot 10^{-4} [m^3 / s] = 1,2 [m^3 / h]$;

A két adathoz, amik a szivattyú munkapontját határozzák meg, a 17. ábra alapján választhatunk szivattyút.

Az ábrán piros vonal jelöli ki a térfogatáram és szivattyú emelőmagasságának metszéspontjában a számított "M" munkapontot, mely szerint a GRUNDFOS UPS 32-30 típusú szivattyú felel meg a feladatnak. A valóságos munkapont ettől kissé eltérően alakul, a csővezetéki jelleggörbe és a szivattyú jelleggörbe metszéspontjában.



17. ábra. GRUNDFOS UPSD 100 szivattyú jelleggörbe sereg¹²

2. Példa

Önnek egy mosópisztoly és egy lefúvó pisztoly működéséhez kell biztosítani a sűrített levegő-ellátást. A két szerszám egyidejűleg is üzemelhet. A mosópisztoly levegőigénye 150[l/min], a lefúvó pisztolyé 200[l/min] 6,3[bar] üzemi nyomású levegő. A megengedett nyomásingadozás 1[bar], a kapcsolási szám óránként 15, a kompresszor működési időtartama 50[%], a biztonsági tényező 1,2. A kompresszor és a szerszámok között a 18. ábra kapcsolási rajza szerinti vezetéket alakítottak ki. Határozza meg a légtartály méretét!

- Határozza meg a kompresszor levegőszállítását!
- Válasszon kompresszort!

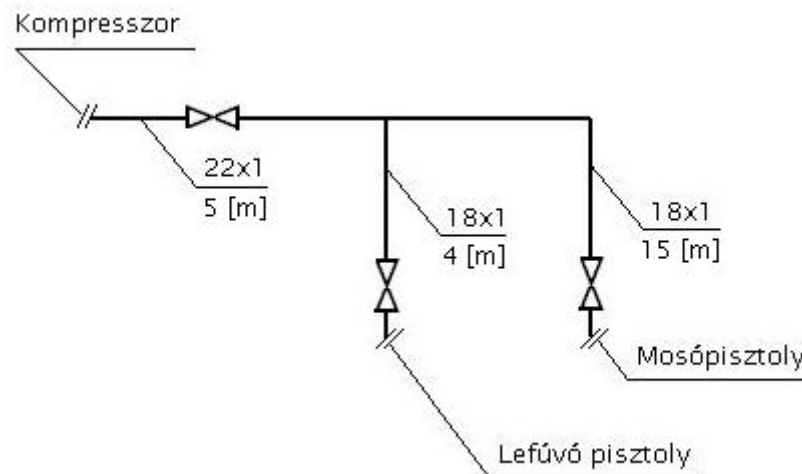
Adatok:

- A mosópisztoly levegőigénye: $\dot{V}_1 = 150[l/min] = 0,15[m^3/min] = 2,5 \cdot 10^{-3}[m^3/s]$;
- A lefúvó pisztoly levegőigénye: $\dot{V}_2 = 200[l/min] = 0,2[m^3/min] = 3,3 \cdot 10^{-3}[m^3/s]$;
- A kompresszor üzemi nyomása: $p_{üzemi} = 6,3[bar]$
- A megengedett nyomásingadozás: $\Delta p = 1,1[bar] = 1,1 \cdot 10^2[kPa]$;
- A kapcsolási szám óránként: $z = 15$;

¹² http://www.gepeszbolt.hu/product_info.php?products_id=2057 (2010. június 27.)

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

- A kompresszor működési időtartama: $ED\%=50\%$;
- A biztonsági tényező: $s=1,2$;
- 18x1-es vezeték: $l_1=15$ [m], 1 db 90°-os ív, $\xi=0,7$; 1 db szelep, $\xi=10$;
- 18x1-es vezeték: $l_2=4$ [m], 1 db elágazás áramlás szétválasztására, $\xi=1,3$; 1 db szelep, $\xi=10$;
- 22x1-es vezeték: $l_3=5$ [m], 1 db szelep $\xi=8,5$.



18. ábra. 2. példa kapcsolási rajza

A szállítandó térfogatáram:

$$\dot{V}_{\text{összes}} = \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = (0,15 + 0,2)[m^3 / \text{min}] = 0,35[m^3 / \text{min}] = 5,8 \cdot 10^{-3}[m^3 / s]$$

Áramlási veszteség a vezetékhálózaton:

$$H_{\text{veszt. összes}} = \sum \left(\frac{\lambda \cdot l_i}{d_i} + \sum \xi \right) \frac{v_i^2}{2 \cdot g}$$

Sebességek a vezetékekben:

$$v_1 = \frac{\dot{V}_1}{A_1} = \frac{4 \cdot \dot{V}_1}{d_1^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}[m^3 / s]}{(1,6 \cdot 10^{-2})^2[m^2] \cdot 3,14} = 12,44[m / s];$$

$$v_2 = \frac{\dot{V}_2}{A_2} = \frac{4 \cdot \dot{V}_2}{d_2^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}[m^3 / s]}{(1,6 \cdot 10^{-2})^2[m^2] \cdot 3,14} = 16,42[m / s];$$

$$v_3 = \frac{\dot{V}_3}{A_3} = \frac{4 \cdot \dot{V}_3}{d_3^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 5,8 \cdot 10^{-3}[m^3 / s]}{(2 \cdot 10^{-2})^2[m^2] \cdot 3,14} = 18,47[m / s].$$

A kiszámított sebességek segítségével számíthatjuk az áramlási veszteségeket.

A szakaszonkénti veszteség:

$$\Delta p_{veszt1} = \left(\frac{\lambda \cdot l_1}{d_1} + \sum \xi_1 \right) \frac{v_1^2 \cdot \rho}{2}$$

$$\Delta p_{veszt1} = \left(\frac{0,0015 \cdot 15[m]}{1,6 \cdot 10^{-2}[m]} + 0,7 + 10 \right) \frac{12,44^2 [m/s]^2 \cdot 1,293[kg/m^3]}{2} = 1211[Pa]$$

$$\Delta p_{veszt2} = \left(\frac{\lambda \cdot l_2}{d_2} + \sum \xi_2 \right) \frac{v_2^2 \cdot \rho}{2}$$

$$\Delta p_{veszt2} = \left(\frac{0,0015 \cdot 4[m]}{1,6 \cdot 10^{-2}[m]} + 1,3 + 10 \right) \frac{16,42^2 [m/s]^2 \cdot 1,293[kg/m^3]}{2} = 2035[Pa]$$

$$\Delta p_{veszt3} = \left(\frac{\lambda \cdot l_3}{d_3} + \sum \xi_3 \right) \frac{v_3^2 \cdot \rho}{2}$$

$$\Delta p_{veszt3} = \left(\frac{0,0015 \cdot 5[m]}{2 \cdot 10^{-2}[m]} + 8,5 \right) \frac{18,47^2 [m/s]^2 \cdot 1,293[kg/m^3]}{2} = 1957[Pa]$$

Az összes veszteség:

$$\Delta p_{\text{összes}} = \Delta p_{veszt1} + \Delta p_{veszt2} + \Delta p_{veszt3} = (1211 + 2035 + 1957)[Pa] = 5203[Pa] \cong 0,052[bar]$$

A kompresszor szükséges nyomása:

$$p_{kompr} = (6,3 + \frac{1,1}{2} + 0,052)[bar] = 6,902[bar] \cong 6,9[bar]$$

A kompresszor levegőszállítása:

$$\dot{V}_k = \dot{V}_{\text{összes}} \cdot \frac{100}{ED\%} \cdot s[m^3/h] = (9 + 12)[m^3/h] \cdot \frac{100}{50[\%]} \cdot 1,2 = 50,4[m^3/h] = 840[l/min]^{13}$$

Internet használatával katalógusból, az egyik lehetséges kompresszor:

Kaeser EUROCOMP EPC 1100–500

¹³ Tervezési segédlet Magyar Rézpiaci Központ



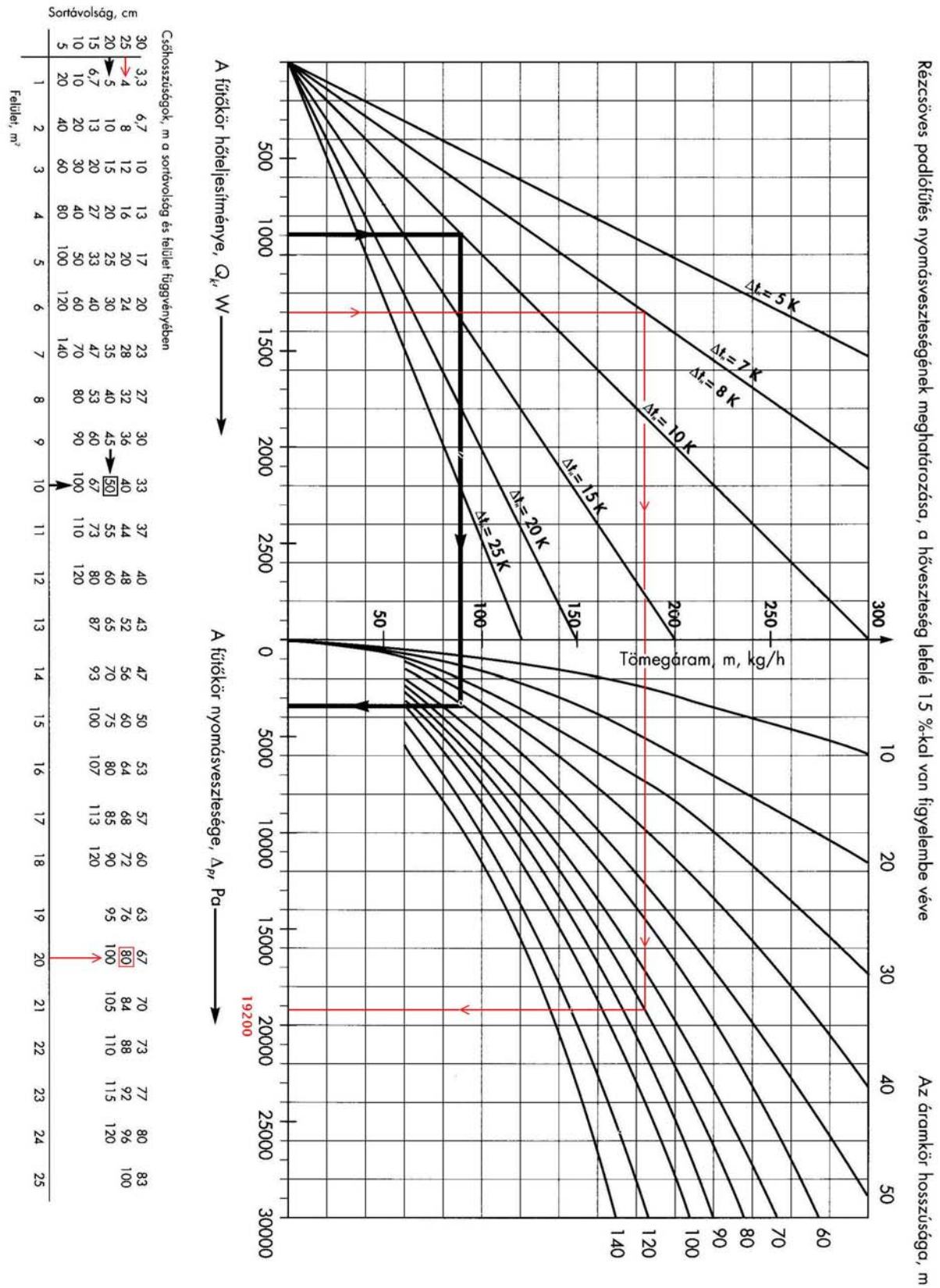
19. ábra. Kaeser EUROCOMP 1100-500 kompresszor¹⁴

3. Példa

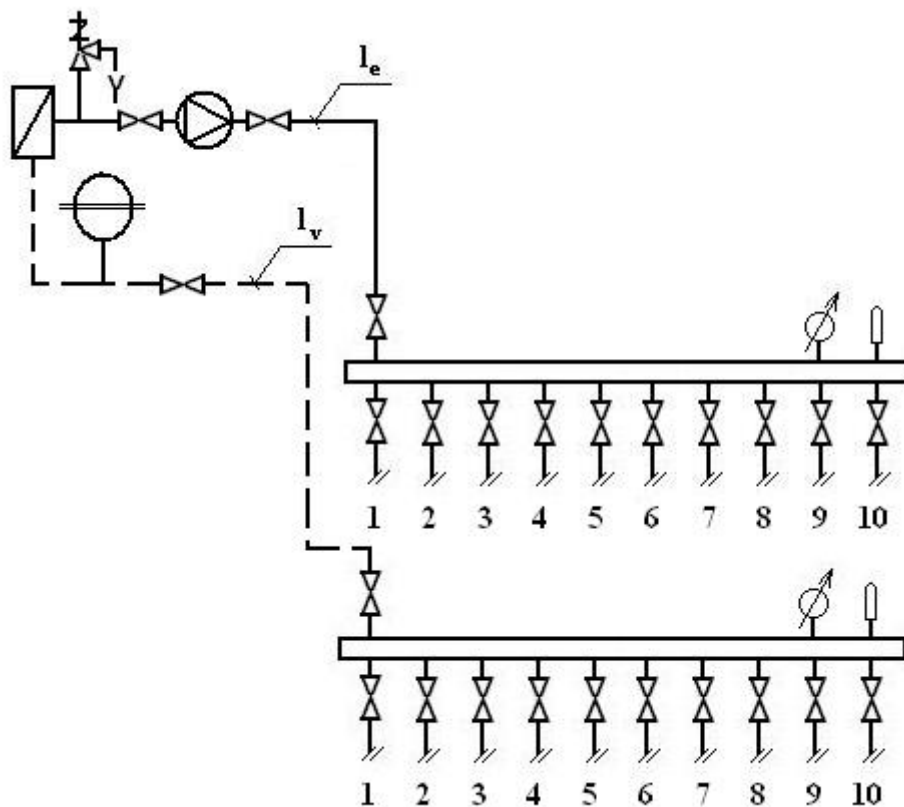
Önnök egy 100 [m²] alapterületű aula padlófűtési köreihez kell szivattyút választania a 20. ábra¹⁵ segítségével. A padlófűtési körök osztóját, illetve gyűjtőjét hőcserélő választja el a kazántól. A feladat kapcsolási rajza a 21. ábrán látható. A hőcserélő és az osztó közötti vezeték 22x1 mm-es félkemény rézcső, melynek hossza 8 [m], a gyűjtő és a hőcserélő közötti visszatérő vezeték szintén 22x1 mm-es félkemény rézcső vezeték, melynek hossza 8 [m]. A padlófűtési körök 14x0,6 mm-es bevonatos rézcső vezetékből készülnek 200 [mm] osztással. Az aula hővesztése 9000 [W]. Az aula alapterületét ossza tíz mezőre, a hőfoklépcső 10 [K]!

¹⁴http://www.kaeser.hu/Products_and_Solutions/Reciprocating_compressors/EUROCOMP/default.asp (2010. július 2.)

¹⁵ Tervezési segédlet Magyar Rézpiaci Központ



20. ábra. Padlófűtési körök nyomásdiagramja



21. ábra. Padlófűtés kapcsolási rajza

- Számítsa ki egy mező szükséges hőleadását!
- Diagramból határozza meg egy mező szükséges vezeték hosszát!
- Diagramról olvassa le egy mező nyomásvesztését!
- Számítsa ki a szivattyú térfogatáramát!
- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Válasszon szivattyút a rendszerhez!

Adatok:

- Az aula hővesztése: $\dot{Q}_{\text{összes}} = 9000 \text{ [W]}$;
- Az előremenő és visszatérő vezeték csőhossza: $l_e = 8 \text{ [m]}$ $l_v = 8 \text{ [m]}$;
- Egy mező alapterülete: $A_1 = 10 \text{ [m}^2\text{]}$;
- Előremenő, visszatérő vezeték mérete: $22 \times 1 \text{ [mm]}$, azaz $d = 20 \text{ [mm]}$;
- Padlófűtés vezetékek mérete: $14 \times 0,6 \text{ [mm]}$, sortávolsága 20 [cm] .

Egy mező hőleadása:

$$\dot{Q}_1 = \frac{\dot{Q}_{\text{összes}}}{10} = \frac{9000 \text{ [W]}}{10} = 900 \text{ [W]}$$

Egy mező vezetékossza:

A 20. ábra táblázatában a fekete nyilat követve egy kör vezetékossza: 50 [m].

Egy mező nyomásvesztesége:

A 20. ábra diagramjában a 900 [W] hőleadásból kiindulva, a fekete nyilat követve, a 10 [K]-es hőfoklépcsőnél elfordulva, az 50 [m] vezetékosszat elérve, a vízszintes tengelyen leolvashatjuk egy kör nyomásveszteségét, ami a következő:

$$\Delta p_1 = 3500 \text{ [Pa]}$$

A szivattyú térfogatárama:

A tömegáram:

$$\dot{m}_{sziv} = \frac{\dot{Q}_{\text{összes}}}{c \cdot \Delta t} = \frac{9 \text{ [kJ / s]}}{4,19 \text{ [kJ / kgK]} \cdot 10 \text{ [K]}} = 0,22 \text{ [kg / s]}$$

A térfogatáram:

$$\dot{V}_{sziv} = \frac{\dot{m}_{sziv}}{\rho} = \frac{0,22 \text{ [kg / s]}}{1000 \text{ [kg / m}^3\text{]}} = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \text{ / s]} = 0,79 \text{ [m}^3 \text{ / h]}$$

A szivattyú emelőmagassága:

$$H_{sziv} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2 \cdot g} + \frac{\Delta p_1}{\rho \cdot g}$$

Az 5., 6., 7. ábra értékeit felhasználva:

$$\lambda = 0,0015; \xi_{\text{könyök}} = 0,7; \xi_{\text{szelep}} = 8,5$$

A sebesség a kontinuitási tételből:

$$v = \frac{\dot{V}_{sziv}}{A} = \frac{4 \cdot \dot{V}_{sziv}}{d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \text{ / s]}}{(2 \cdot 10^{-2})^2 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 3,14} = 0,7 \text{ [m / s]}$$

$$H_{sziv} = (0,0015 \cdot \frac{(8+8) \text{ [m]}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}} + 5 \cdot 0,7 + 5 \cdot 8,5) \cdot \frac{0,7^2 \text{ [m / s]}^2}{2 \cdot 9,81 \text{ [m / s}^2\text{]}} + \frac{3500 \text{ [Pa]}}{1000 \text{ [kg / m}^3\text{]} \cdot 9,81 \text{ [m / s}^2\text{]}} = 1,56 \text{ [m]}$$

Szivattyúválasztás:

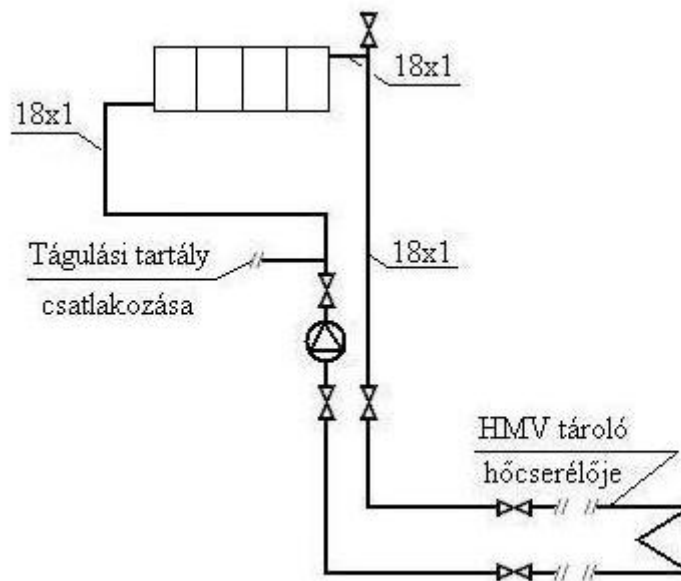
A 17. ábrán a szükséges térfogatáramhoz és emelőmagassághoz zöld vonal jelöli ki a szivattyú számított munkapontját, mely szerint a Grundfos UPS 25–30 szivattyú felel meg a feladatnak. A valóságos munkapont ebben az esetben is ettől kissé eltér.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

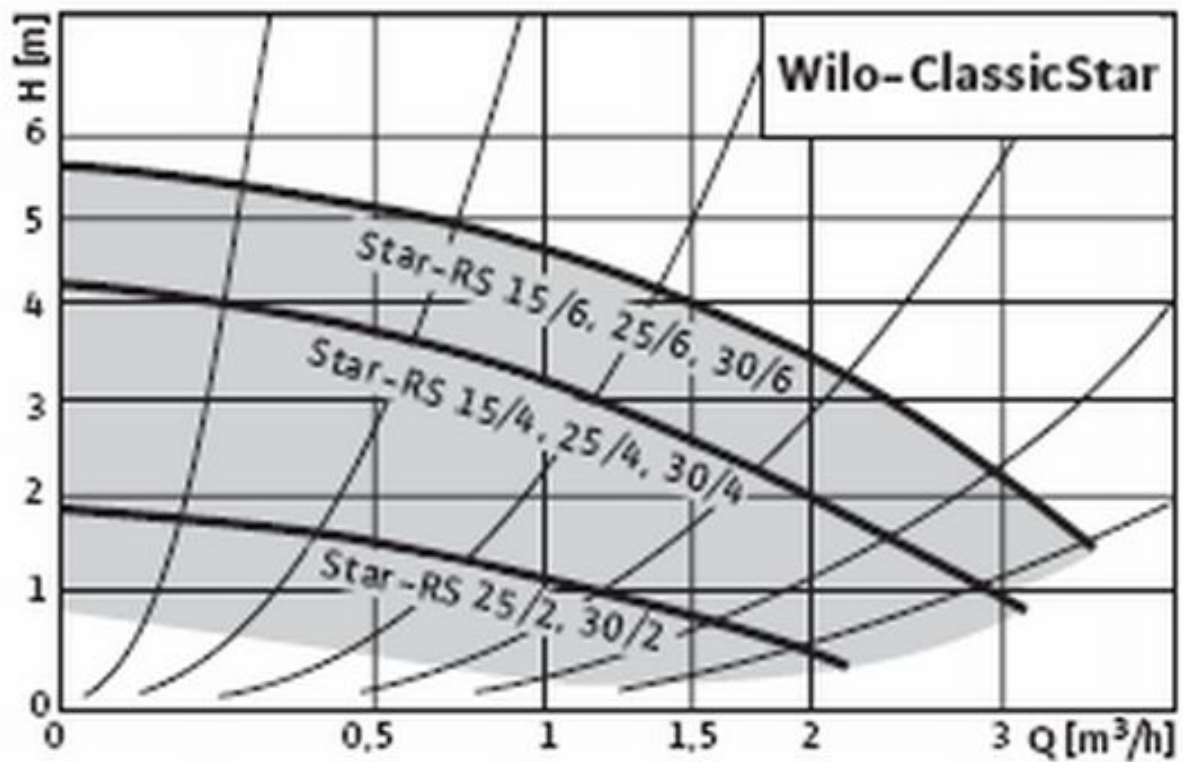
Válasszon szivattyút a 22. ábra szerinti napkollektoros rendszer propilénglikol köréhez! A rendszerben 4 db THERMOSOLAR TS 300 típusú kollektort helyeztünk el, a térfogatáram $0,2 \text{ [m}^3/\text{h]}$. A 18×1 -es vezeték összes hossza 18 [m] , a propilénglikol sűrűsége $1015 \text{ [kg/m}^3]$, dinamikai viszkozitása $1,54 \text{ [mPas]}$, a rendszerbe egy darab EMMRTI gyártmányú EURÓ típusú, 200 literes, két hőcserélős használati melegvíztárolót alkalmaztunk.

- Számítsa ki a csővezetékben az áramlási sebességet!
- Vizsgálja meg az áramlás fajtáját!
- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Számítsa ki a szivattyú hasznos teljesítményét!
- Válasszon szivattyút!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét!



22. ábra. 1. feladat kapcsolási rajza

A szivattyúválasztáshoz használja a 23. ábra jelleggörbéjét!



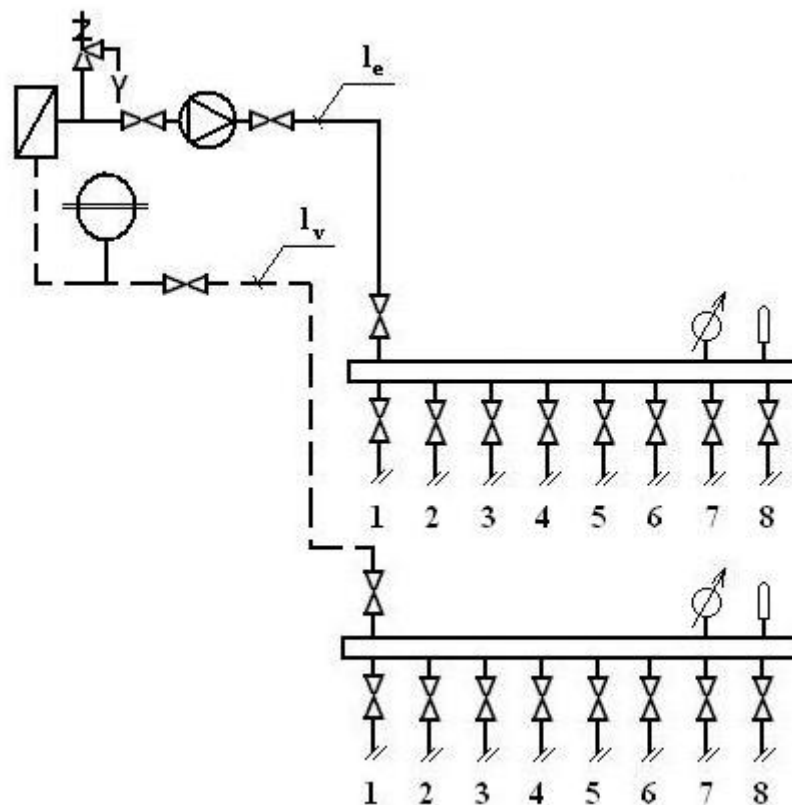
23. ábra. Wilo-Star szivattyú jelleggörbéi¹⁶

¹⁶ http://www.gepeszbolt.hu/product_info.php?products_id=2053 (2010. július 7.)

2. feladat

Önnek egy 160 [m²] alapterületű tornaterem padlófűtési köreihez kell szivattyút választania a 20. ábra segítségével. A padlófűtési körök osztóját, illetve gyűjtőjét hőcserélő választja el a kazántól. A feladat kapcsolási rajza a 24. ábrán látható. A hőcserélő és az osztó közötti vezeték 22x1 mm-es félkemény rézcső, melynek hossza 14 [m], a gyűjtő és a hőcserélő közötti visszatérő vezeték szintén 22x1 mm-es félkemény rézcső vezeték, melynek hossza 12 [m]. A padlófűtési körök 14x0,6 mm-es bevonatos rézcső vezetékből készülnek 25 [cm] osztással. A tornaterem hővesztesége 10400 [W]. A tornaterem alapterületét ossza nyolc mezőre, a hőfoklépcső 7 [K]!

- Számítsa ki egy mező szükséges hőleadását!
- Diagramból határozza meg egy mező szükséges vezetékhozzát!
- Diagramról olvassa le egy mező nyomásvesztését!
- Számítsa ki a szivattyú térfogatáramát!
- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Válasszon szivattyút a rendszerhez!

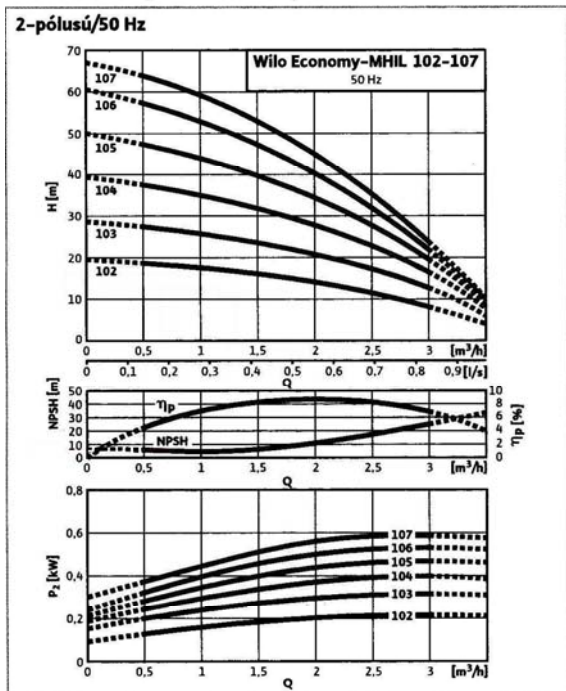


24. ábra. 2. feladat kapcsolási rajza

A szivattyút a 25. ábrából válassza!

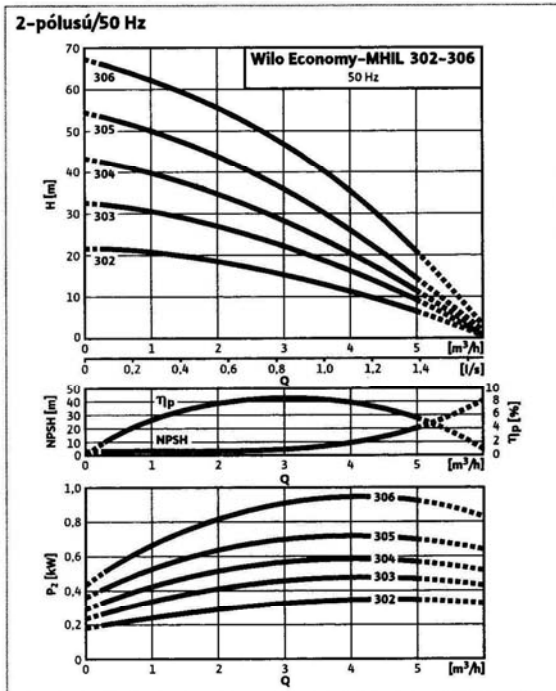
HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Wilo-Economy MHIL 102 .. MHIL 107



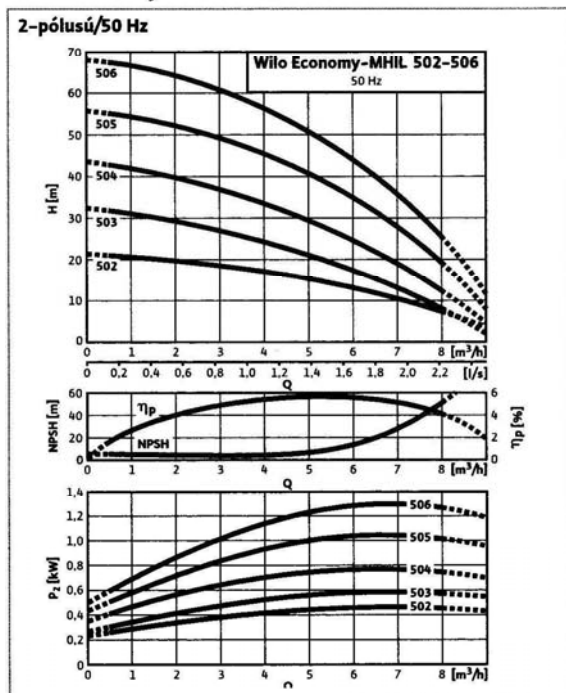
Jelleggörbék az ISO 9906, 2. osztály szerint

Wilo-Economy MHIL 302 .. MHIL 306

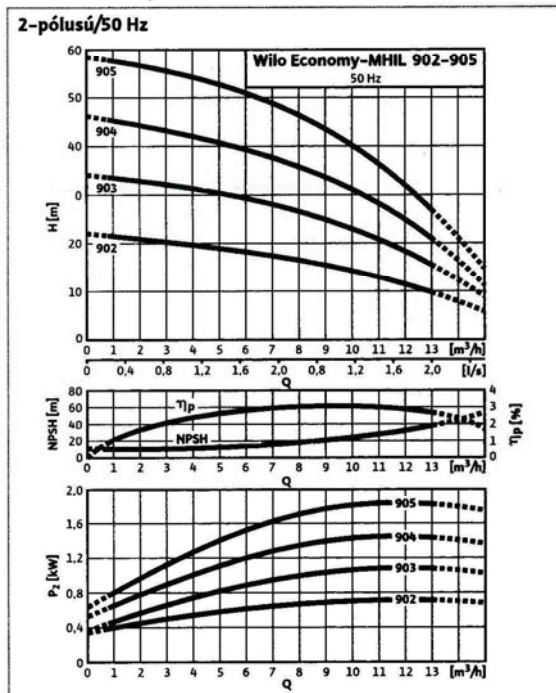


Jelleggörbék az ISO 9906, 2. osztály szerint

Wilo-Economy MHIL 502 .. MHIL 506



Wilo-Economy MHIL 902 .. MHIL 905



25. ábra. Wilo szivattyú jelleggörbéi

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Válasszon szivattyút a 22. ábra szerinti napkollektoros rendszer propilénglikol köréhez! A rendszerben 4 db THERMOSOLAR TS 300 típusú kollektort helyeztünk el, a térfogatáram $0,2[m^3/h]$. A 18×1 -es vezeték összes hossza $18[m]$, a propilénglikol sűrűsége $1015 [kg/m^3]$, dinamikai viszkozitása $1,54 [mPas]$, a rendszerbe egy darab EMMRTI gyártmányú EURÓ típusú, 200 literes, két hőcserélős használati melegvíztárolót alkalmaztunk.

- Számítsa ki a csővezetékben az áramlási sebességet!
- Vizsgálja meg az áramlás fajtáját!
- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Számítsa ki a szivattyú hasznos teljesítményét!
- Válasszon szivattyút!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét!

Adatok:

- Térfogatáram a 18×1 -es vezetékben:
- $\dot{V} = 0,2[m^3/h] = 5,6 \cdot 10^{-5}[m^3/s] = 200[l/h]$;
- 18×1 -es vezeték összes hossza: $l=18 [m]$;
- A 18×1 -es egyes vezeték alaki ellenállási tényezőinek száma és értékei:
6 db 90° -os ívet $\xi_1=0,7$; és 5 db szelepet $\xi_7=10$ (az alaki ellenállási tényezők értékeit a 6. és 7. ábra táblázatban találhatók) tartalmaz;
- A propilénglikol sűrűsége $\rho=1015 [kg/m^3]$, a dinamikai viszkozitása $\eta=1,54 [mPas]$,
- A szivattyú hatásfoka: $\eta=0,42$
- A csőszűrlődési tényező értéke az 5. ábrából átlag értéket figyelembe véve: $\lambda=0,0015$,
- A napkollektor nyomásvesztesége a 15. ábra alapján (zöld vonal jelzi):

Egy kollektor térfogatárama:

$$\dot{V}_{\text{kollektor}} = \frac{\dot{V}}{4} = \frac{200 [l/h]}{4} = 50 [l/h]$$

$$\Delta p_{\text{kollektor}} = 0,28 [kPa]$$

- A hőcserélő nyomásvesztesége a 16. ábra szerint (zöld vonal jelzi):

A hőcserélőn az összes propilénglikol átfolyik, tehát a térfogatáram:

$$\dot{V} = 0,2[m^3/h]; \text{ azaz, } \Delta p_{\text{hőcserélő}} = 0,5 [kPa]$$

A csővezeték áramlási sebessége:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{V}}{d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 5,6 \cdot 10^{-5} [m^3/s]}{(1,6 \cdot 10^{-2})^2 [m^2] \cdot 3,14} = 0,28 [m/s];$$

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Az áramlás fajtája:

A kinematikai viszkozitás értéke:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{1,54 \cdot 10^{-3} [Pas]}{1,05 \cdot 10^3 [kg / m^3]} = 1,5 \cdot 10^{-6} [m^2 / s]$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{0,28 [m / s] \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} [m]}{1,5 \cdot 10^{-6} [m^2 / s]} = 2987 > 2230,$$

tehát az áramlás a vezetékszakaszban turbulens.

A szivattyú emelőmagassága:

A szivattyú emelőmagasságát a következő összefüggés segítségével számíthatjuk.

$$H_{sziv} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt. \text{összes}}$$

Mivel a propilénglikol zárt körben kering, így a következő összefüggés marad:

$$H_{sziv} = H_{veszt. \text{összes}}$$

$$H_{sziv} = H_{veszt. \text{összes}} = \left(\frac{\lambda \cdot l}{d} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2 \cdot g} + H_{kollektor} + H_{hőcserélő}$$

Az áramlási veszteség:

$$H_{veszt} = \left(\frac{\lambda \cdot l}{d} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$H_{veszt} = \left(\frac{0,0015 \cdot 18 [m]}{1,6 \cdot 10^{-2} [m]} + 6 \cdot 0,7 + 5 \cdot 10 \right) \frac{0,28^2 [m / s]^2}{2 \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,22 [m]$$

A kollektor veszteségmagassága:

$$H_{kollektor} = \frac{\Delta p_{kollektor}}{\rho \cdot g} = \frac{280 [Pa]}{1015 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,028 [m]$$

A hőcserélő veszteségmagassága:

$$H_{hőcserélő} = \frac{\Delta p_{hőcserélő}}{\rho \cdot g} = \frac{500 [Pa]}{1015 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,048 [m]$$

A szivattyú emelőmagassága:

Az emelőmagasságot az előző három érték összegzésével kapjuk.

$$H_{\text{sziv}} = H_{\text{vesz}} + H_{\text{kollektor}} + H_{\text{hőcserélő}} = (0,22 + 0,028 + 0,048)[\text{m}] = 0,296[\text{m}]$$

A szivattyú hasznos teljesítménye:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{\text{sziv}} \cdot \dot{V} = 1015[\text{kg}/\text{m}^3] \cdot 9,81[\text{m}/\text{s}^2] \cdot 0,296[\text{m}] \cdot 5,6 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3/\text{s}] = 0,17[\text{W}]$$

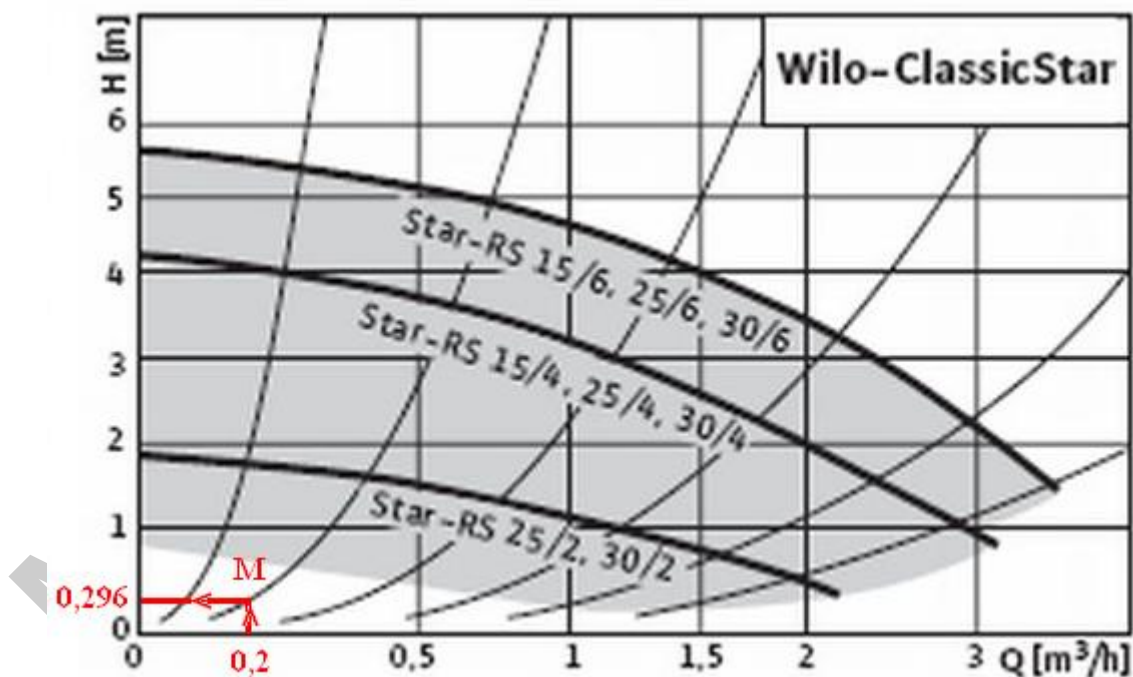
A szivattyúmotor teljesítménye:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} = \frac{0,17[\text{W}]}{0,42} = 0,4[\text{W}]$$

Szivattyúválasztás:

A szivattyú szükséges emelőmagassága: $H_{\text{sziv}} = 0,296[\text{m}]$;

A szivattyú vízszállítása: $\dot{V} = 5,6 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3/\text{s}] = 0,2[\text{m}^3/\text{h}]$;



26. ábra. Wilo szivattyú kiválasztása

A két adathoz, amik a szivattyú munkapontját határozzák meg, a 24. ábra alapján választhatunk szivattyút. Látszik, hogy igen kis emelőmagasság szükséges, a kívánt jellemzőket fojtós szabályozással állíthatjuk be, amire a rendszerben lévő szelepek alkalmasak.

HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Az ábrán piros vonal jelöli ki a térfogatáram és szivattyú emelőmagasságának metszéspontjában az "M" munkapontot, mely szerint a GRUNDFOS UPS 32-30 típusú szivattyú felel meg a feladatnak.

2. feladat

Önnek egy 160 [m²] alapterületű tornaterem padlófűtési köreihez kell szivattyút választania a 20. ábra segítségével. A padlófűtési körök osztóját, illetve gyűjtőjét hőcserélő választja el a kazántól. A feladat kapcsolási rajza a 24. ábrán látható. A hőcserélő és az osztó közötti vezeték 22x1 mm-es félkemény rézcső, melynek hossza 14 [m], a gyűjtő és a hőcserélő közötti visszatérő vezeték szintén 22x1 mm-es félkemény rézcső vezeték, melynek hossza 12 [m]. A padlófűtési körök 14x0,6 mm-es bevonatos rézcső vezetékből készülnek 25 [cm] osztással. A tornaterem hővesztesége 10400 [W]. A tornaterem alapterületét ossza nyolc mezőre, a hőfoklépcső 7 [K]!

- Számítsa ki egy mező szükséges hőleadását!
- Diagramból határozza meg egy mező szükséges vezeték hosszát!
- Diagramról olvassa le egy mező nyomásvesztését!
- Számítsa ki a szivattyú térfogatáramát!
- Számítsa ki a szivattyú emelőmagasságát!
- Válasszon szivattyút a rendszerhez!

Adatok:

- Az aula hővesztesége: $\dot{Q}_{\text{összes}} = 10400 [\text{W}]$;
- Az előremenő és visszatérő vezeték csőhossza: $l_e = 14 [\text{m}]$ $l_v = 12 [\text{m}]$;
- Egy mező alapterülete: $A_1 = 20 [\text{m}^2]$;
- Előremenő, visszatérő vezeték mérete: 22x1 [mm], azaz $d = 20 [\text{mm}]$;
- Padlófűtés vezetékek mérete: 14x0,6 [mm], sortávolsága 25 [cm].

Egy mező hőleadása:

$$\dot{Q}_1 = \frac{\dot{Q}_{\text{összes}}}{8} = \frac{10400 [\text{W}]}{8} = 1300 [\text{W}]$$

Egy mező vezeték hossza:

A 20. ábra táblázatában a piros nyilat követve egy kör vezeték hossza: 80 [m].

Egy mező nyomásvesztése:

A 20. ábra diagramjában az 1300 [W] hőleadásból kiindulva, a piros nyilat követve, a 7 [K]-es hőfoklépcsőnél elfordulva, a 80 [m] vezeték hosszát elérve, a vízszintes tengelyen leolvashatjuk egy kör nyomásvesztését, ami a következő:

$$\Delta p_1 = 19200 \text{ [Pa]}$$

A szivattyú térfogatárama:

A tömegáram:

$$\dot{m}_{sziv} = \frac{\dot{Q}_{összes}}{c \cdot \Delta t} = \frac{10,4 \text{ [kJ / s]}}{4,19 \text{ [kJ / kgK]} \cdot 7 \text{ [K]}} = 0,36 \text{ [kg / s]}$$

A térfogatáram:

$$\dot{V}_{sziv} = \frac{\dot{m}_{sziv}}{\rho} = \frac{0,36 \text{ [kg / s]}}{1000 \text{ [kg / m}^3\text{]}} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \text{ / s]} = 1,3 \text{ [m}^3 \text{ / h]}$$

A szivattyú emelőmagassága:

$$H_{sziv} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2 \cdot g} + \frac{\Delta p_1}{\rho \cdot g}$$

Az 5., 6., 7. ábra értékeit felhasználva:

$$\lambda = 0,0015; \xi_{könyök} = 0,7; \xi_{szelep} = 8,5$$

A sebesség a kontinuitási tételből:

$$v = \frac{\dot{V}_{sziv}}{A} = \frac{4 \cdot \dot{V}_{sziv}}{d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \text{ / s]}}{(2 \cdot 10^{-2})^2 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 3,14} = 2,3 \text{ [m / s]}$$

$$H_{sziv} = \left(0,0015 \cdot \frac{(14 + 12) \text{ [m]}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}} + 5 \cdot 0,7 + 5 \cdot 8,5 \right) \cdot \frac{2,3^2 \text{ [m / s]}^2}{2 \cdot 9,81 \text{ [m / s}^2\text{]}} + \frac{19200 \text{ [Pa]}}{1000 \text{ [kg / m}^3\text{]} \cdot 9,81 \text{ [m / s}^2\text{]}}$$

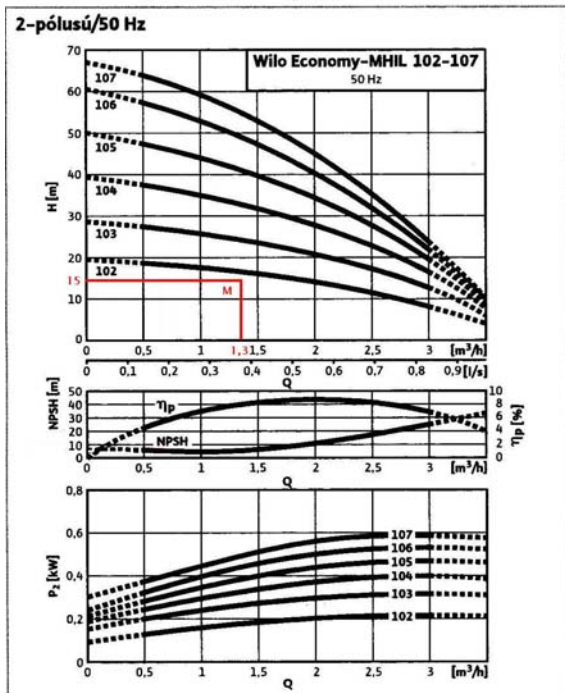
$$H_{sziv} = 15,51 \text{ [m]} \cong 15 \text{ [m]}$$

Szivattyúválasztás:

A 27. ábrán a szükséges térfogatáramhoz és emelőmagassághoz piros vonal jelöli ki a szivattyú munkapontját, mely szerint a Wilo Economy-MHIL 102 szivattyú felel meg a feladatnak.

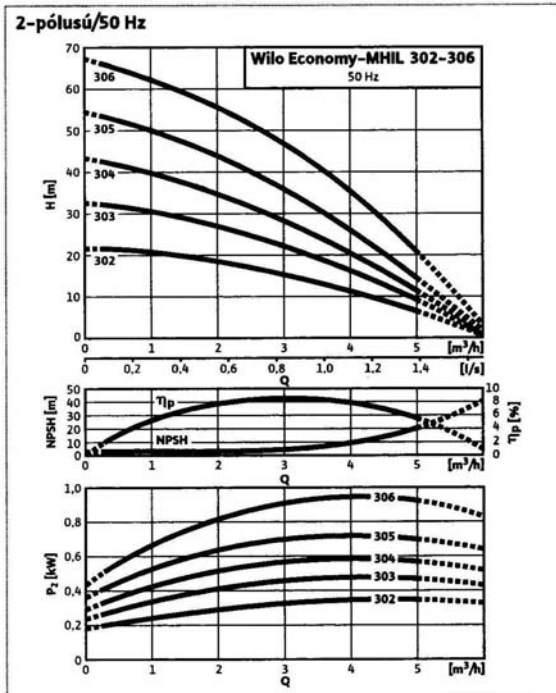
HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, ILLETVE KOMPRESSZORT ADOTT SZÁLLÍTÁSI FELADATHOZ RÉZCSÖVES SZERELÉS ESETÉN?

Wilo-Economy MHIL 102 .. MHIL 107



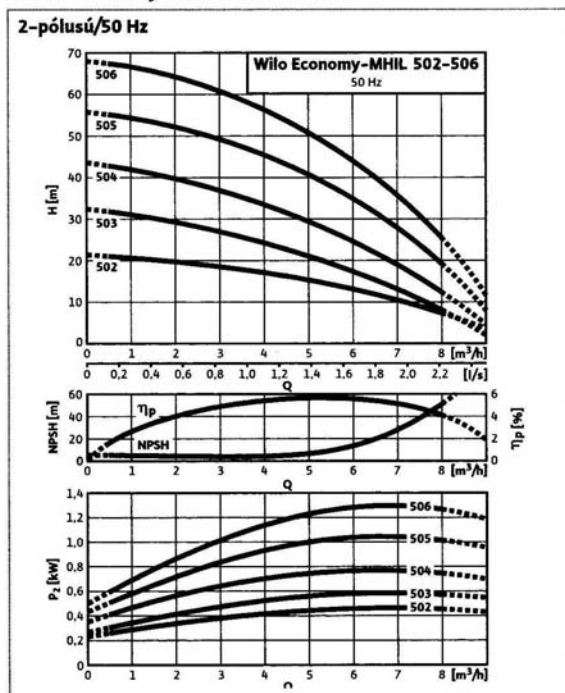
Jelleggörbék az ISO 9906, 2. osztály szerint

Wilo-Economy MHIL 302 .. MHIL 306

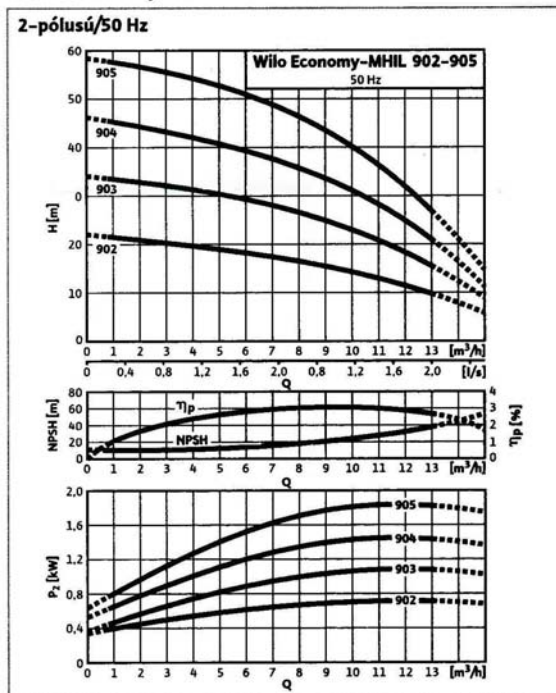


Jelleggörbék az ISO 9906, 2. osztály szerint

Wilo-Economy MHIL 502 .. MHIL 506



Wilo-Economy MHIL 902 .. MHIL 905



27. ábra. Wilo szivattyú jelleggörbe

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Naplopó Kft. Tervezési segédlet 2007/1

Cséki István: Épületek vízellátása, csatornázása Skandi-Wald könyvkiadó Kft., Budapest 1998
című könyv felhasználásával

Cséki István: Épületgépészeti tervezési segédlet rézcsöves szereléshez I. Magyar Rézpiaci
Központ

<http://www.rezinfo.hu> (2010. május 24.)

dr. Újhelyi Jánosné-Haszmann Iván: Mérés és szabályozás Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
1989

Cséki István: Rézcsövek alkalmazástechnikai kézikönyve <http://www.rezar.hu> (2010. május
25.)

http://cbs.grundfos.com/GHU_Hungary/lexica/HEA_NPSH.html (2010. 05. 02)

Naplopó Kft. Tervezési segédlet

<http://www.hungary-solar.com/920b.emmetieuro.pdf> (2010. június 27.)

http://www.gepeszbolt.hu/product_info.php?products_id=2057 (2010. június 27.)

Tervezési segédlet Magyar Rézpiaci Központ

http://www.kaeser.hu/Products_and_Solutions/Reciprocating_compressors/EUROCOMP/default.asp (2010. július 2.)

http://www.gepeszbolt.hu/product_info.php?products_id=2053 (2010. július 7.)

A(z) 2699–06 modul 010–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 544 02 0010 54 01	Fluidumkitermelő technikus
54 544 02 0010 54 02	Gázipari technikus
54 544 02 0010 54 03	Megújulóenergia-gazdálkodási technikus
54 544 02 0010 54 04	Mélyfúró technikus
54 544 02 0100 31 01	Cső-távvezeték üzemeltető (olaj, gáz)
54 544 02 0100 31 02	Fluidumkitermelő
54 544 02 0100 31 03	Mélyfúró

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

16 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató