



Prohászkané Varga Erzsébet

## Hogyan válasszunk szivattyút műanyag, illetve ötrétegű installációs vezetékes rendszerekhez?

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

**Fluidumszállítás**

A követelménymodul száma: 2699-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-009-50

## HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT, MŰANYAG, ILLETVE ÖTRÉTEGŰ INSTALLÁCIÓS VEZETÉKES RENDSZERHEZ

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy kivitelező cég műszaki tanácsadója, feladata a leendő ügyfelek tájékoztatása az épületgépészeti beruházások vezetékrendszereiről, kiegészítő szerelvényeiről.

A feladat kapcsán ismernünk kell:

- A szállított közeg tulajdonságait;
- A használható vezetékhanyagokat, kötéstechnikájukat;
- A szivattyúk kialakítását, kapcsolását, szabályozását, üzemeltetését;
- A helyszíni, és üzemeltetési adatokat;
- A hidraulikus méretezés alapjait;
- A vezetékek hőtágulás elleni védelmét, zaj-, és rezgés elleni védelmi megoldásokat.

### 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:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta t \text{ [m}^3\text{]}, \text{ ahol,}$$

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

Fajlagos hőkapacitása (**fajhője**):  $c=4,1868$  [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:  $\eta$ , mértékegysége:  $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$ . Mozgásban lévő folyadékokra és gázokra a kinematikai viszkozitás a jellemző, melynek jele:  $\nu$ , mértékegysége:  $[\text{m}^2/\text{s}]$ . A két viszkozitás közötti összefüggés:

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

**Kémiai tulajdonságok:**

**Vegyjele:**  $\text{H}_2\text{O}$ ;

A használati vizek kémhatása inkább lúgos, pH értéke 6,8 és 8 között változik;

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

Vas- és mangántartalma elenyésző, egészségre ártalmatlan, de a víz ízét kellemetlenné teheti.

**Biológiai tulajdonságok:**

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

## CSŐVEZETÉK ANYAGAI

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

**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 forrasztanyag a függőleges részbe is felszívódik, így helyszíni munkánál is kiválóan alkalmazható.

### MŰANYAGCSÖVEK

**Wavin Ekoplastik** csőrendszereket a lakóépületek, iroda- és közösségi épületek elosztó rendszereiben, valamint az ipari és mezőgazdasági szerelésekben lehet használni. A csőrendszert használati hideg- és melegvíz szállítására, valamint padlófűtésre tervezték.

#### Ekoplastik PPR rendszer alkatrészeinek jelölése:

- Csövek: WAVIN Ekoplastik PPR, S (PN), méret, falvastagság, gyártási szabvány (CSN EN ISO 15874 es az eu szabványnak megfelelő használati előírások), a gyártás dátuma és a gyártó vonalkódja.
- Szerelvények: Ekoplastik felirat (esetleg az EK vagy EKO PPR rövidítések) és a méretek vannak feltüntetve.
- A fittingek: egységcsomagjai külön-külön csomagcímkével vannak ellátva, melyeken az idom típusjele, a csomagolás dátuma, és csomagolást végző személy azonosítója van feltüntetve.<sup>1</sup>

#### **Rehau vezetékek:**

- Fermentálófűtési csőrendszer: RAUGEO Plus Bio – megoldás a fermentáló gyors és biztonságos fűtéséhez. A fermentálóban lég- és fénymentes környezetben szerves anyagokból erjesztéssel módszerrel biogáz nyerhető. A fermentálóban az erjedési folyamatokhoz a 30°C és 50°C közötti hőmérséklet az optimális, amit a RAUGEO Plus Bio fűtésű csövekkel biztosíthatunk, azokat közvetlenül a biomasszában, vagy a fermentáló falában elhelyezve. Így a baktériumoknak kedvező feltételeket teremtve több biogáz nyerhető.

---

<sup>1</sup>[http://hu.wavin.com/master/master.jsp?FOLDER%3C%3Efolder\\_id=2534374305455852&middleTemplateName=oc\\_middle\\_service\\_sub&bmLocale=hu\\_HU](http://hu.wavin.com/master/master.jsp?FOLDER%3C%3Efolder_id=2534374305455852&middleTemplateName=oc_middle_service_sub&bmLocale=hu_HU) (2010. július 20.)



- Biomassza szállítócsövek: AWADUKT PP SN 10 csövek nyomásmentes biomassza szállításhoz; RAU-PE 100 ill. RAU-PVC nyomócsövek biomassza szállításhoz. A biogáz előállításához biomasszára van szükség (pl. siló, trágya, energia növények stb.), amely együttesen a fermentálóban erjed. REHAU csőrendszerek biztosítják a biogáz berendezés elegendő tápanyaggal való ellátását. Ezt a célt szolgálják az AWADUKT PP SN10 RAUSISTO nagyteljesítményű csatornacsövek és a RAU-PE 100 ill. RAU-PVC nyomócsövek.
- RAUPROTECT gázcsövek: Gázcsövek RAUSISTO pontszerű terhelésvédelemmel. A szerves anyagok lebontásakor keletkező biogáz egy gáztárolóban kerül átmeneti tárolásra. Ezután áramfejlesztésre hasznosítják.
- Távhő vezetékek: INSULPEX – biztosan, több meleget. Az előszigetelt PE-Xa cső távhőellátáshoz. A távhőellátáshoz tartós és biztos a hőszigeteléssel és kötésttechnikával rendelkező csőrendszere van szükség. Az INSULPEX magas színvonalú PE-Xa nyersanyagból készül.
- RAUGEO szonda: Ez a REHAU-rendszer a talajhő egy zárt körforgásban történő begyűjtését biztosítja. Hőszállító közegként a RAUGEO szondákban cirkuláló folyadék szolgál. A RAUGEO PE-Xa szonda a piacon egyedül állóként hegesztésmentesen készül. A kinyert földhő egy hőszivattyú segítségével a fűtéshez kívánt hőmérséleti szintre emelhető.



1. ábra. RAUGEO PE-Xa talajhőszonda<sup>2</sup>

**Wirsbo vezeték:** A vízáramlás a Wirsbo-PEX csövekben szinte hallhatatlan, a fémcsövekkel ellentétben a Wirsbo-PEX vezeték nem károsítja a kemény, agresszív víz, a víz nem kap sem szagot, sem kellemetlen ízt.

A rendkívül jó belső felületi minőség (lerakódás mentességet eredményez), épülettel azonos élettartam jellemző rá.

A T-elágazásos rendszer előnyei:

- Jól ismert, hagyományos elrendezés,
- egyszerű csőszerelés,
- minimális a vezeték hossz.

---

<sup>2</sup><http://www.rehau.hu/epitoipar/melyepites/geotermikus.energia/raugeo.talajhoszonda.shtm> (2010. július 21.)

Az osztós rendszer előnyei:

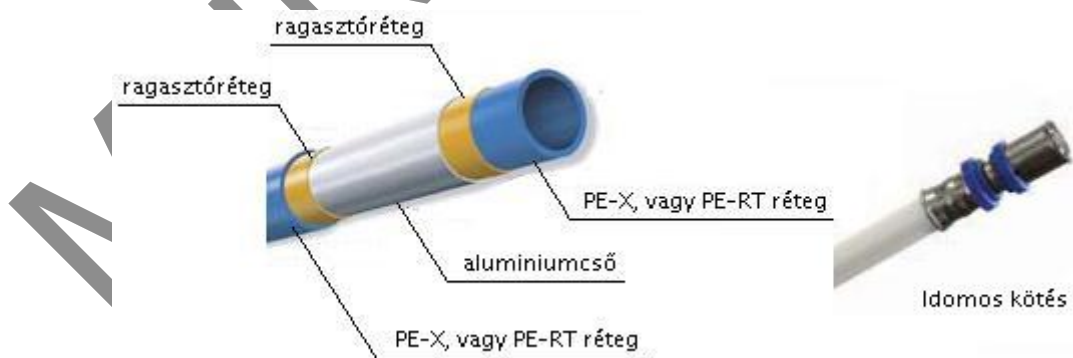
- kiküszöböli a nyomás- és vízlökéseket,
- biztosítható bármelyik ágvezeték lezárása a többi vízvételi hely érintése nélkül,
- kevesebb idom szükséges a szereléshez,
- „cső a csőben” rendszer is kialakítható,
- a kötések könnyen elérhetők.



2. ábra. Wirsbo vezeték T-elágazással, illetve osztóval-gyűjtővel szerelve<sup>3</sup>

**TÖBBRÉTEGŰ CSÖVEK:**

**RADOPRESS cső:** ötvözi a műanyag -térhálósított polietilén- kedvező tulajdonságait: korrózióállóság, rugalmasság, jó feszültségkorróziós ellenállás, nagy szakítószilárdság, kémiai ellenállóság, valamint az alumínium tulajdonságait (magas hő- és nyomásállóság, formatartóság, oxigéndiffúzió-mentesség, csekély hosszanti hőtágulás). Rétegei a következők: polietilén, kötőanyag, alumínium, kötőanyag, polietilén. Könnyen hajlíthatók, kisebb átmérők esetén kézzel ( $5 \times D$ ;  $D$  – a cső külső átmérője), vagy hajlító rugóval ( $3,5 \times D$ ). Ily módon időt és idomokat lehet megtakarítani.



3. ábra. Pipelife ötrétegű csővezeték felépítése<sup>4</sup>

<sup>3</sup>[http://www.proidea.hu/uponor-epuletgepeszeti-83000/uponor-pexa-csorendszer-243375/WIRSBO\\_012\\_2005\\_HU-A5.pdf](http://www.proidea.hu/uponor-epuletgepeszeti-83000/uponor-pexa-csorendszer-243375/WIRSBO_012_2005_HU-A5.pdf) (2010. július 21.)

**Italpex cső:** Olyan alumíniumbetétes többrétegű műanyag cső, amely egyesíti az alumíniumcső megbízhatóságát és a műanyag cső praktikus szerelésének hagyományait. A többrétegű Italpex cső lézer hegesztési eljárással kombinálva teljes mértékben megfelel ezeknek az elvárásoknak.

Az Italpex cső alkalmazható fűtési- és ivóvízhez egyaránt. A lézer típusú hegesztési eljárás az alumínium rétegen valóban újszerű módszer, mely teljes egészében biztosítja a cső belsejében lévő polietilénnel (1) való integrálódását, mialatt az Italpex többrétegű cső megőrzi előnyös tulajdonságait, (formálhatóság, megfelelő hajlítószilárdság, rugalmasság, kedvező hőtágulás).

Szerelés: présidomos kötésekkel történik, könnyen szerelhető, miután legfőbb jellemzői a rugalmasság (kézzel hajlítható), a geometriai stabilitás (a belső alumínium cső megőrzi a kialakított profilt), a kis tömeg (a cső méter/tömeg együtthatója rendkívül alacsony, pl.: egy 200 m-es Ø16x2 méretű tekercs tömege mindössze 24 kg).<sup>5</sup>

Az egymást követő rétegek az 1.-es ábra szerint következnek, térhálósított külső polietiléncső, ragasztó réteg, lézerhegesztett alumíniumcső, ragasztó réteg, térhálósított belső polietiléncső.

**Rehau RAUTITAN flex:** az univerzális PE-Xa cső falsík előtti fűtés- és vízvezeték szerelésre alkalmas, egyesíti a jól bevált REHAU PE-Xa csövek oxigéndiffúzió mentességét és az ivóvízvezetésre való alkalmazhatóságot optimális a hajlékonysága, gyárilag szigetelt csövek is kaphatók, méretek: R 16 – 63<sup>6</sup>

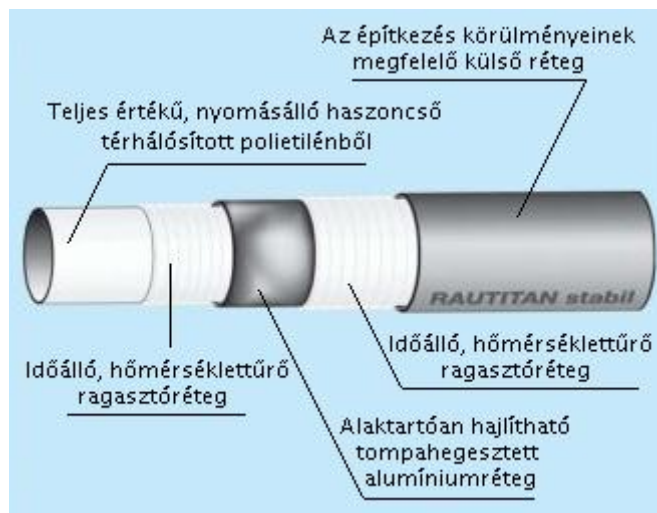
**Rehau RAUTITAN stabil:** csöveket pincei vezetékek, felszálló vezetékek szereléséhez vagy a kedvező költségű, közvetlen fűtőtestbekötéshez alkalmazzák (4. ábra). Az ivóvíznek a vezetékekben mindig tisztának és frissnek kell maradnia. A RAUTITAN rendszer műanyag csövek és idomok, valamint cinkkiválás mentes különleges sárgarézből és nemesacélból készült idomok széleskörű kínálatát biztosítja. Stabil, univerzális ötrétegű csővezeték, fűtés- és vízvezetékrendszerekhez teljes értékű, nyomásálló PE-X haszoncsővel, az alumíniumréteg sérülése esetén is alaktartóan hajlítható és formatartó, a fűtőtestek közvetlenül beköthetők csekély hőtágulású gyárilag szigetelt csövek. Kaphatók méretek: R 16 – 40.

---

<sup>4</sup> <http://www.pipelife.hu/pipelife-hu/header.html> (2010. július 20.)

<sup>5</sup> <http://www.hydro-therm.hu/futes/otretegu.htm> (2010. július 20.)

<sup>6</sup> [http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszereles-258990/Vizvezetek\\_futesszereles\\_Rmo.pdf](http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszereles-258990/Vizvezetek_futesszereles_Rmo.pdf)



4. ábra. RAUTITAN Stabil ötrétegű cső<sup>7</sup>

## 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),
- a nyomótér kialakítása (gyűrű alakú, csigaházas, ferde és álló köpenyes kivitelű) szerint.<sup>8</sup>

Az 5. ábra jelölései:

- $H_g$  [m] – geodetikus emelőmagasság,
- $v$  [m/s] – áramlási sebesség,
- $\dot{V}$  [m<sup>3</sup>/s] – az áramló közeg térfogatárama,
- $d$  [m] – a csővezeték átmérője,

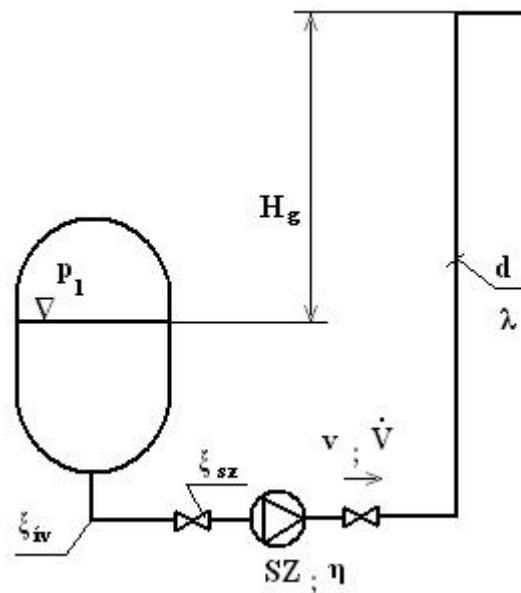
<sup>7</sup>[http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszereles-258990/Vizvezetek\\_futesszereles\\_Rmo.pdf](http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszereles-258990/Vizvezetek_futesszereles_Rmo.pdf) (2010. július 21.)

<sup>8</sup>dr. Ujhelyi Jánosné-Haszmann Iván: Mérés és szabályozás Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989



## HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT MŰANYAG, ILLETVE ÖTRÉTEGŰ INSTALLÁCIÓS VEZETÉKES RENDSZERHEZ?

- $\xi_{sz}$  – a szelep alaki ellenállási tényezője,
- $\xi_{iv}$  – az ív alaki ellenállási tényezője,
- $\lambda$  – a csővezeték súrlódási tényezője,
- $\eta$  – a szivattyú összes hatásfoka.



5. ábra. Örvényszivattyú üzemi jellemzői

A szivattyú berendezés szállítómagasságát a következő összefüggéssel számíthatjuk:

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

- az első tag a szívó-, illetve nyomócsőben lévő sebességkülönbségből 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 alaki és súrlódási ellenállásából adódó veszteségmagasság, 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,
- $\nu$  [m<sup>2</sup>/s] – kinematikai viszkozitás.

A kinematikai viszkozitás a dinamikai viszkozitásból a:

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

Ahol:

- $\eta$  [sPa] – dinamikai viszkozitás,
- $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] – sűrűség.

Ha a  $Re < 2230$ , akkor az áramlás lamináris, a súrlódási tényezőt a:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \text{ összefüggéssel számítjuk.}$$

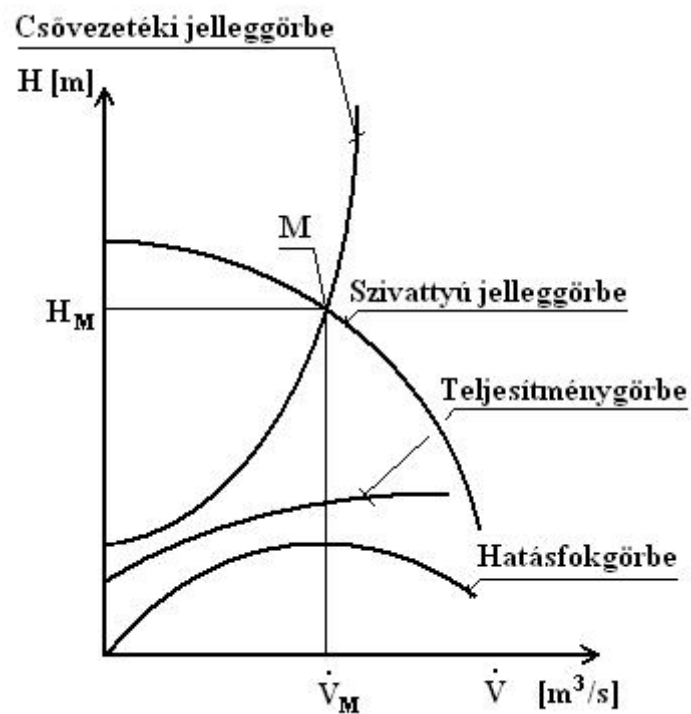
Ha a  $Re > 2230$ , akkor az áramlás turbulens, a súrlódási tényezőt a:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \text{ összefüggéssel számítjuk.}$$

Az üzemi adatokból képzett összetartozó értékek adják a jelleggörbéket. A 6. ábra jelölései szerint:

- 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 (6. ábra). A munkapont szállítómagasságának megfelelő térfogatárammal áramlik a közeg a rendszerben.



6. ábra. Szivattyú munkapontja

A szivattyú teljesítménygömbéje 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:

- $\rho$  [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,
- $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$  [m<sup>2</sup>] a csővezeték keresztmetszete (kör keresztmetszet esetén).

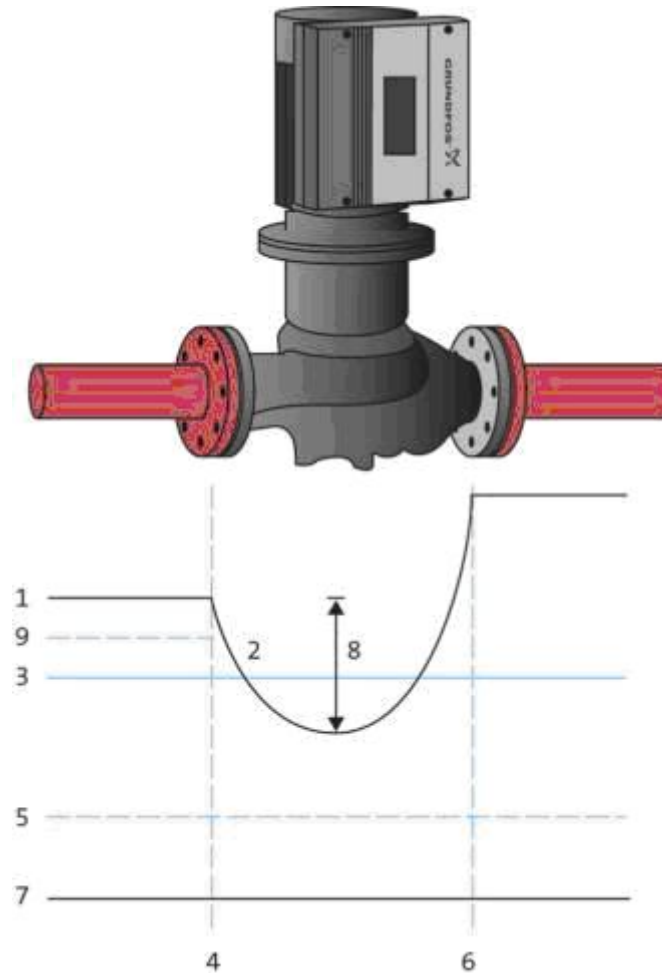
#### NPSH (nettó pozitív szívómagasság)

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.

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 7. ábra szemlélteti.

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

Ez a jelenség a kavitáció.



7. ábra. Szivattyú NPSH értelmezése

1. Szívócsanak-nyomás; 2. Nyomásváltozás; 3. Légköri nyomás; 4. A szivattyú szívócsanakja; 5. Telítési gőznyomás; 6. A szivattyú nyomócsanakja; 7. Vákuum; 8. NPSH; 9. NPSHR<sup>9</sup>

## 2. Centrifugál szivattyúk szabályozása

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

A térfogatáram szabályozások két csoportba sorolhatók:

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

<sup>9</sup> [http://cbs.grundfos.com/GHU\\_Hungary/lexica/HEA\\_NPSH.html](http://cbs.grundfos.com/GHU_Hungary/lexica/HEA_NPSH.html) (2010. 05. 02)

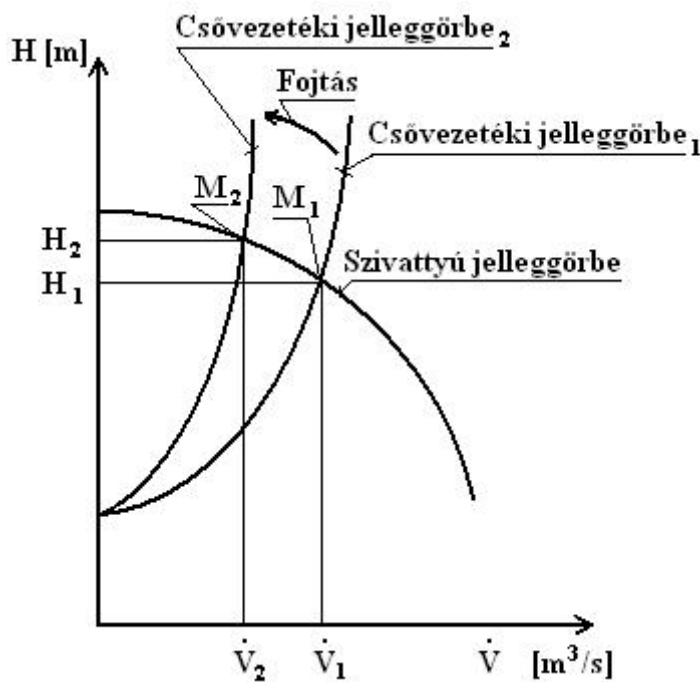


A nyomás változásával kapcsolatban alkalmazott szabályozási módok is kétfélek:

- a gépegység szabályozása: fordulatszám-változtatás, járókerék átmérő-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.



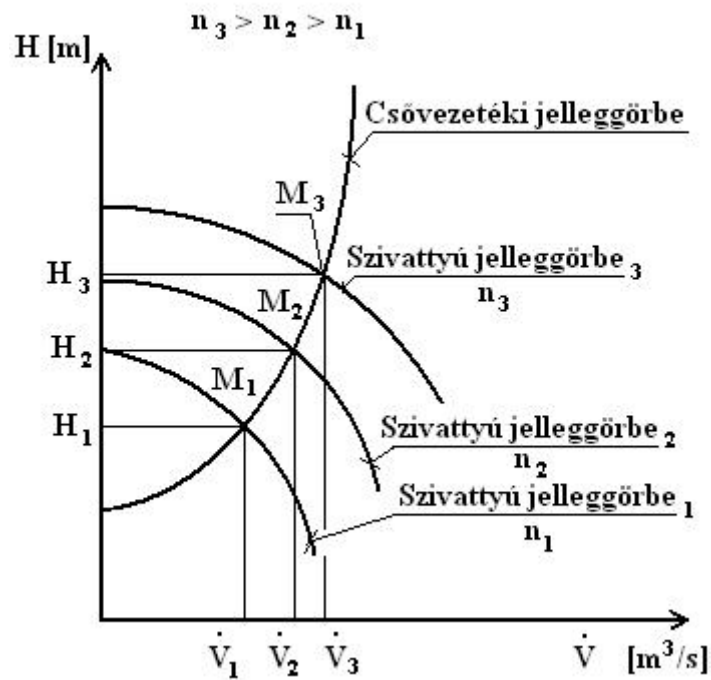
8. ábra. Szivattyú fojtásos szabályozása

Az alaki ellenállás változásának hatására változik a csővezetéki jelleggörbe és az áramló közeg térfogatárama.<sup>10</sup> (8. ábra) Energetikai szempontból nem előnyös ez a szabályozási mód.

### 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 (9. ábra)

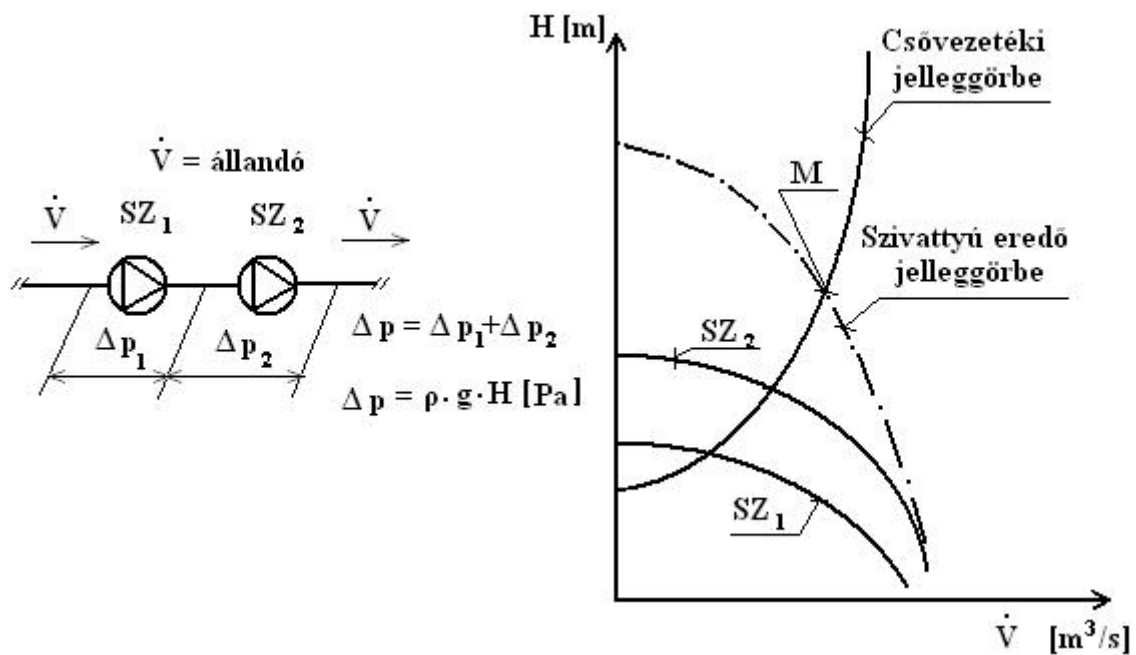
<sup>10</sup> Cséki István: Épületek vízellátása, csatornázása Skandi-Wald Könyvkiadó Kft., Budapest, 1998



9. ábra. Szivattyú fordulatszám szabályozása

### 3. Centrifugál szivattyúk kapcsolása

#### Soros kapcsolás



10. ábra. Szivattyúk soros kapcsolása

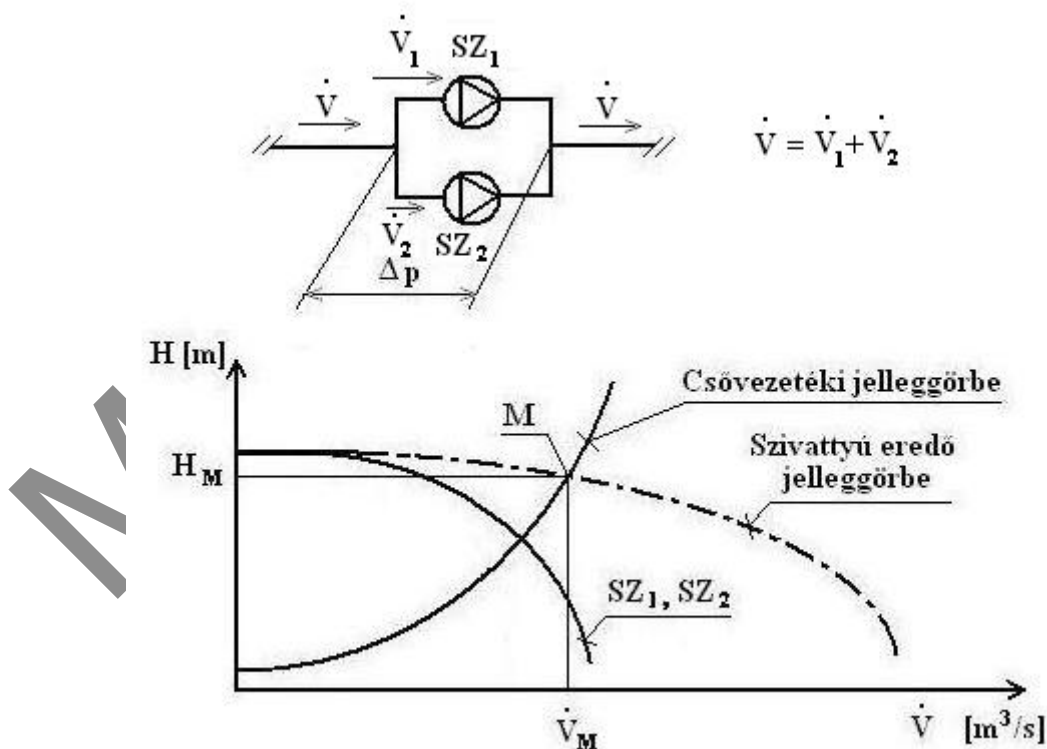
A soros kapcsolás esetén ugyanaz a térfogatáram halad át mindkét szivattyún, az első szivattyú megemeli a folyadék nyomását, a második szivattyú ezt a megemelt nyomást fokozza még tovább.

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 10. ábrán láthatjuk.

### Párhuzamos kapcsolás

A szivattyúkapcsolások másik módja a párhuzamos kapcsolás. Ekkor a szivattyúk elágazás előtti, illetve elágazás utáni csomópontjában tekinthető azonosnak a nyomás, a közöttük lévő nyomáskülönbség, ( $\Delta p$ ) mentén adódnak össze a térfogatáramok. Az így kialakuló pontok összessége adja az eredő jelleggörbét.

Párhuzamos kapcsolást akkor alkalmazunk, ha nagy térfogatáramú folyadék szállítása szükséges kis emelőmagassággal, és ezt egy szivattyú nem tudja biztosítani. A szivattyúk párhuzamos kapcsolását a 11. ábrán láthatjuk. Az eredő jelleggörbét ebben az esetben az állandó emelőmagasságok melletti térfogatáramok összegzésével kapjuk.



11. ábra. Szivattyúk párhuzamos kapcsolása

#### 4. Üzemeltetése

A szivattyút 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.

### CSŐVEZETÉKEK VÉDELME

#### 1. Hőtágulás elleni védelem

Általában a kompenzátorok felhasználására ott van szükség, ahol a csővezetékek a hőingadozás következtében hosszukat változtatják vagy rezgésnek vannak kitéve. A kompenzátorok alkalmazásának főbb ipari területei az építőipar, járműipar, energiaipar és a vegyipar, illetve a gáz blokkgépek bekötése. Az építőiparban távfűtővezetékek hőtágulásainak, lakások központi fűtés és melegvíz-vezetékeinek kiegyenlítésére nagy számban alkalmaznak kompenzátorokat. Változatosan alkalmazhatók a kompenzátorok a járműiparban a motorok magas hőmérsékletű vezetékei hőtágulásainak és rezgéseinek kiegyenlítésére. Ezen kívül kompenzátorok építhetők be a Diesel-motorok kipufogórendszereibe, a turbómotorok feltöltői elé. Az energiaipar területén is jól alkalmazhatók a kompenzátorok, a különböző gáz- és gázturbinák vezetékeiben felhasználhatók. A vegyiparban a nagy hőmérsékletű, agresszív vegyi anyagok, gázok, gőzök vezetékeinek a kiegyenlítésére alkalmazzák.

#### Flexterm kompenzátorok:

A 12. ábrán a csővezetéki kompenzátorok alaptípusait láthatjuk, melyek felszín alatti, illetve feletti vezetékek elhelyezéseknél is használhatjuk, nagyobb vezetéktátmérők, főleg távvezetékek szerelése esetén.



12. ábra. Kompenzátor alaptípusok

**Axiál kompenzátor:** Az axiál típusú kompenzátorok kizárólag csak tengelyirányú elmozdulást vehetnek fel. Ez az elmozdulás típusonként változik. Az axiál kompenzátorok ott alkalmazhatók előnyösen, ahol a vezetékek közel fekszenek egymáshoz, és ott, ahol a vezetékek nyomvonalában irányváltás, leágazás, a vezetékeknek rövid egyenes szakaszai vannak.

**Angulár kompenzátor:** Az agulár kompenzátorok kizárólag szögelfordulás felvételre alkalmasak, innen kapta a nevét is: angulár, vagy szöghkompenzátor. A kompenzátor úgy működik, hogy a hullámtest egy hevederbe van befogva, és egy csap körül elfordulva szimmetriatengelyével egy bizonyos szöget zárhat be. Az angulár kompenzátorok ott alkalmazhatók előnyösen, ahol hosszabb csőszakaszok elmozdulását kell kompenzálni, ezeknek a csőszakaszoknak a megnyúlása elérheti az 1000–2000 mm-t is.

**Laterál kompenzátor:** A laterál kompenzátorok felépítésüknél fogva csak a tengelyükre merőleges löketek felvételére alkalmasak. Innen kapták a nevüket is. A laterál kompenzátorok alapvető eleme a kettős hullámtest, amelyeket egy közbenső cső köt össze. A két hullámtest és a közbenső cső készülhet egy darabból is. Az oldalirányú mozgást a kompenzátor úgy valósítja meg, hogy a kompenzátor két végén elhelyezett karimákat húzórudak kapcsolják össze, amelyek gömbcsuklós felfekvésűek, ezáltal a kompenzátor egyik vége a befogottnak tekintett másik végéhez képest egy gömbfelületen mozdul.

**Univerzál kompenzátor:** Az univerzál kompenzátorok felépítésükben a laterál kompenzátorokhoz hasonlíthatók azzal az eltéréssel, hogy húzórudakkal és csuklóelemekkel nem rendelkeznek. Működésük ebből következően az axiál és a laterál kompenzátorokra megengedhető elmozdulások egyidejű kombinációja.<sup>11</sup>

## Wavin csővezetéki rendszerek kompenzációja

### Hosszirányú hő tágulás és zsugorodás:

A hőmérsékletkülönbsége szereléskor és üzemeléskor, amikor a csővezetékben más hőmérsékletű közeg áramlik, mint szereléskor, az a hossz változását, – hosszabbodását, vagy rövidülését – váltja ki.

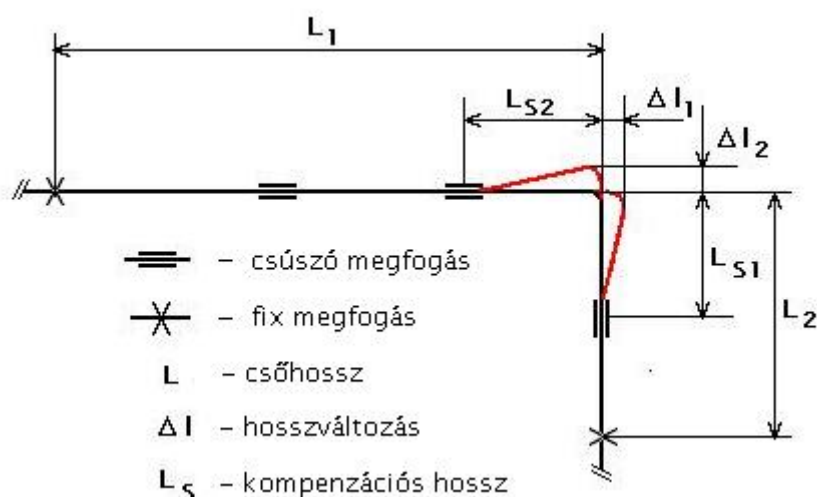
Az előzőekben ismertetett kompenzátorokon kívül a vezeték saját anyagából is kialakíthatóak hőtágulás kiegyenlítő.

### L alakú előfeszítés nélküli kompenzátor

Az L alakú kompenzátor elvi ábráját a 13. ábra mutatja. A hőtágulás kiegyenlítése mindig két fix pont között történik. Az ábrán látszik, hogy két irányú (vízszintes, illetve függőleges) hosszváltozás is létrejön. A csúszó megfogások elhelyezését a két fix megfogáshoz tartozó kompenzációs hosszak határozzák meg.

---

<sup>11</sup> <http://www.flexterm.hu/data/hu.kompenzator.htm> (2010. július 22.)



13. ábra. L alakú előfeszítés nélküli kompenzátor

A csővezeték két fix megfogása közti hőtágulásából adódó hosszváltozást a következő összefüggéssel számolhatjuk:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [mm]}$$

Ahol:

- $\alpha = 0,12 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$  hőtágulási együttható az Ekoplastik PPR vezetéknél,
- $\alpha = 0,05 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$  hőtágulási együttható az Ekoplastik Stabi vezetéknél,
- L [m] két fix megfogás közötti egyenes vezetékszakasz,
- $\Delta t$  [°C] a szerelési és üzemi hőmérséklet közötti különbség.

A kompenzációs vezeték hossz számításának összefüggése:

$$L_{\varsigma} = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} \text{ [mm]}$$

Ahol:

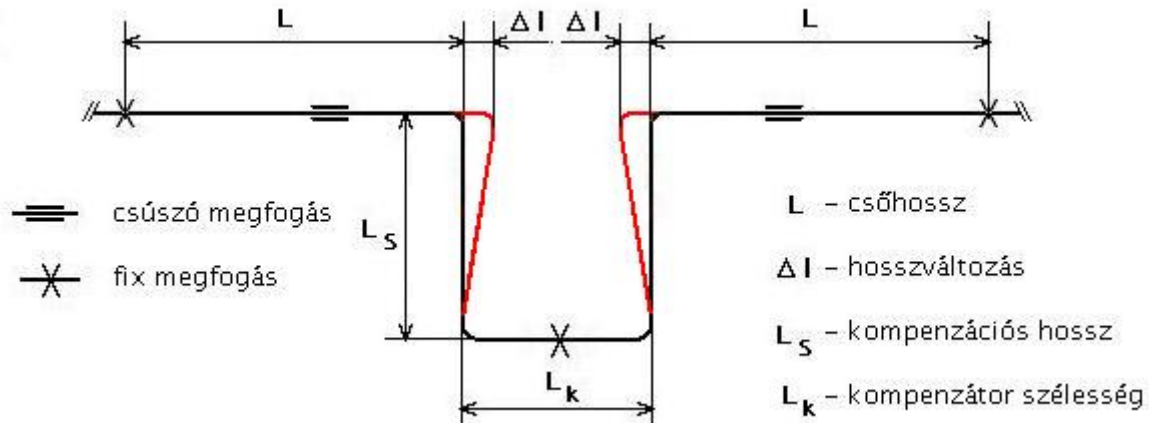
- k anyagállandó,  $k=30$  PPR vezetékre,
- $D$  [mm] a vezeték külső átmérője
- $\Delta l$  [mm] az előző összefüggéssel számított hosszváltozás.<sup>12</sup>

<sup>12</sup>[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf)  
(2010. július 25.)



### U alakú előfeszítés nélküli kompenzátor

A kompenzátor rajzát a 14. ábra mutatja.



14. ábra. U alakú előfeszítés nélküli kompenzátor

A fix pontok közötti hőmérsékletváltozás okozta hosszváltozás és a kompenzációs vezeték hossz számítása ugyanúgy történik, mint az L alakú kompenzátor esetében.

A kompenzátor szélességének számítása:

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ [mm]} \text{ valamint, } L_k \geq 10 \cdot D \text{ [mm]}^{13}$$

## TANULÁSI RÁNYÍTÓ

### 1. Példa

Önnek egy üzemi épület hőcserélőjében előállított 60 [°C] hőmérsékletű használati melegvizet kell elszállítania. Az épület adottságai lehetővé teszik, hogy a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozást előfeszítés nélküli L alakú kompenzátorral oldja meg. A vezeték 90°-os ív előtti egyenes szakaszának hossza 10 [m], az ív utáni 6 [m], a vezeték 40 [mm] átmérőjű Ekoplastik PPR csővezeték-ből készül, a szerelési hőmérséklet 20 [°C], a hőtágulási együttható 0,12 [mm/m°C], az anyagállandó 30. a feladat megoldásához használja a 13. ábra jelöléseit!

<sup>13</sup>[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf)  
(2010. július 25.)

## HOGYAN VÁLASSZUNK SZIVATTYÚT MŰANYAG, ILLETVE ÖTRÉTEGŰ INSTALLÁCIÓS VEZETÉKES RENDSZERHEZ?

- Számítsa ki a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozásokat!
- Határozza meg a szükséges kompenzációs vezeték hosszakat!
- Ellenőrizze a számításait a 10 [m] hosszúságú szakaszra méretezési diagram segítségével!

### Adatok:

- Vezeték hossza:  $L_1 = 10$  [m],
- Vezeték hossza:  $L_2 = 6$  [m],
- Hőtágulási együttható:  $\alpha = 0,12$  [mm/m°C],
- Anyagállandó:  $k = 30$ ,
- Üzemi hőmérséklet:  $t_{\text{ü}} = 60$  [°C],
- Szerelési hőmérséklet:  $t_{\text{sz}} = 20$  [°C].

### Hosszváltozások:

A hőtágulásból adódó hosszváltozást a szerelési és üzemi hőmérséklet különbségéből, valamint a vezeték hőtágulási együtthatójából, illetve a vezeték hosszából számíthatjuk az előzőekben megadott összefüggés segítségével.

A 10 [m]-es vezetékszakra:

$$\Delta l_1 = \alpha \cdot L_1 \cdot \Delta t = \alpha \cdot L_1 \cdot (t_{\text{ü}} - t_{\text{sz}}) = 0,12 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}^\circ\text{C}} \right] \cdot 10 [\text{m}] \cdot (60 - 20) [^\circ\text{C}] = 48 [\text{mm}]$$

A 6 [m]-es vezetékszakra:

$$\Delta l_2 = \alpha \cdot L_2 \cdot \Delta t = \alpha \cdot L_2 \cdot (t_{\text{ü}} - t_{\text{sz}}) = 0,12 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}^\circ\text{C}} \right] \cdot 6 [\text{m}] \cdot (60 - 20) [^\circ\text{C}] = 28,8 [\text{mm}]$$

### Kompenzációs vezeték hosszak

A kompenzációs vezeték hosszak számítása szintén az előzőekben megadott összefüggéssel számolható.

A 10 [m]-es vezetékszakra:

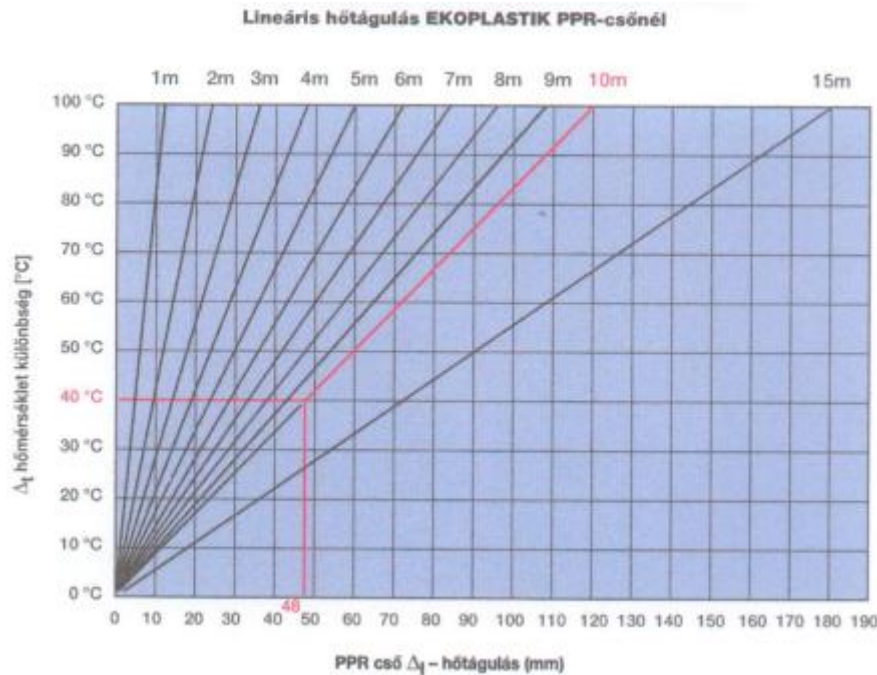
$$L_{s1} = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l_1} = 30 \cdot \sqrt{40 [\text{mm}] \cdot 48 [\text{mm}]} = 1315 [\text{mm}]$$

A 6 [m]-es vezetékszakra:

$$L_{s2} = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l_2} = 30 \cdot \sqrt{40 [\text{mm}] \cdot 28,8 [\text{mm}]} = 1018 [\text{mm}]$$

### Hőtágulás ellenőrzése méretezési diagram segítségével:

Az Ekoplastik PPR tervezési segédlete tartalmazza az ellenőrzéshez szükséges diagramot, melyből a piros vonal mentén olvashatjuk le az eredményt. (15. ábra)



15. ábra. Ekoplastik PPR vezeték hőtágulása<sup>14</sup>

## 2. Példa

Önnek az első példában megadott hőcserélőből kell a 60 [°C]-os használati melegvizet kell elszállítania 40 [mm] átmérőjű Ekoplastik PPR vezetékben. A vezeték két fix megfogás közötti hossza 10 [m]. A kompenzációt előfeszítés nélküli U alakú kompenzátorral kell megoldani. A szerelési hőmérséklet 20 [°C], a hőtágulási együttható 0,12 [mm/m°C], az anyagállandó 30.

- Számítsa ki a hosszváltozást!
- Határozza meg a kompenzációs vezeték hossz értékét!
- Határozza meg a kompenzátor szélességét!

### Adatok:

- Vezeték hossz (U alakú kompenzátor esetén megfelezzük a hosszat):  $L = 5$  [m],
- Hőtágulási együttható:  $\alpha = 0,12$  [mm/m°C],
- Anyagállandó:  $k = 30$ ,
- Üzemi hőmérséklet:  $t_{\text{ü}} = 60$  [°C],
- Szerelési hőmérséklet:  $t_{\text{sz}} = 20$  [°C].

<sup>14</sup>[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf)  
(2010. július 25.)

Hosszváltozás:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t = \alpha \cdot L \cdot (t_{\text{ü}} - t_{\text{sz}}) = 0,12 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}^\circ\text{C}} \right] \cdot 5[\text{m}] \cdot (60 - 20)[^\circ\text{C}] = 24[\text{mm}]$$

Kompenzációs vezeték hossz:

$$L_s = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} = 30 \cdot \sqrt{40[\text{mm}] \cdot 24[\text{mm}]} = 930[\text{mm}]$$

A kompenzátor szélessége:

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 = (2 \cdot 24 + 150)[\text{mm}] = 198[\text{mm}]$$

A kompenzátor szélességének minimális értéke:

$$L_{k \min} = 10 \cdot D = 10 \cdot 40[\text{mm}] = 400[\text{mm}]$$

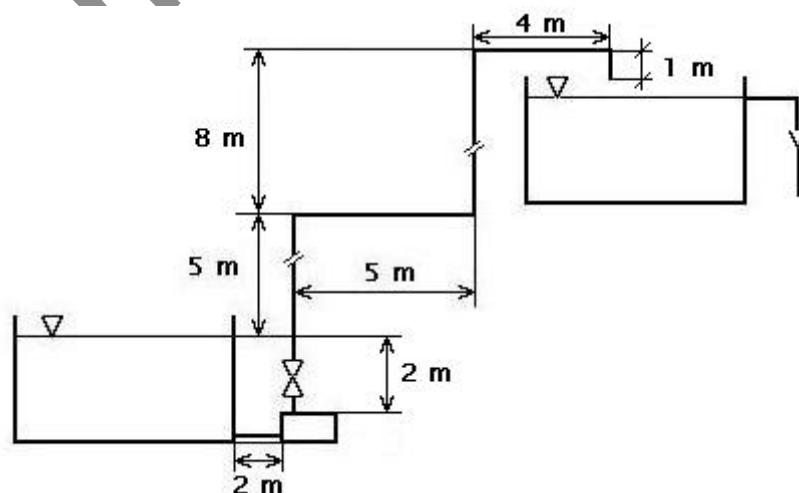
Mivel a kiszámított kompenzátor szélesség:

$$L_k = 198[\text{mm}] < L_{k \min} = 400[\text{mm}]$$

A kompenzátor hossza:  $L_{k\text{új}} = 400[\text{mm}]$

### 3. Példa

Önnek Ekoplastik PPR műanyagcsőből készült vezetékkel kell esővizet egy családi ház udvarán lévő ciszternából az épület padlásán lévő készenléti tartályba juttatnia fél óra alatt. A ciszterna űrtartalma  $1,2[\text{m}^3]$ . A példa elvi kapcsolását a 16. ábrán láthatja. A vezeték átmérője  $40 \times 5,5[\text{mm}]$ , a rendszer  $15[\text{db}]$  karmantyút tartalmaz, a szivattyú előtt és után hollandis csatlakozót helyeztünk el, a szelep alaki ellenállási tényezője  $3,4$ .



16. ábra. 3. Példa kapcsolási rajza

A feladat elkészítéséhez az alaki ellenállási tényezők értékét a 17. ábrából vehetjük.

| FITTING                                                                           |   |                                  | Z    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|------|
|  | → | Karmantyú                        | 0,2  |
|  | → | Szűkítő                          | 0,55 |
|  | ↗ | Könyök                           | 1,5  |
|  | → | T idom átfolyás esetén           | 1,1  |
|  | ↓ | T idom leágazás esetén           | 1,5  |
|  | → | Szűkített T idom átfolyás esetén | 1,1  |
|  | ↓ | Szűkített T idom leágazás esetén | 4,3  |
|  | → | Menetes csatlakozó               | 0,4  |
|  | → | Hollandis csatlakozó             | 8,3  |

17. ábra. Ekoplastik PPR idomok alaki ellenállási tényezői<sup>15</sup>

- Válasszon szivattyút a rendszerhez!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét, ha a hatásfoka 42 [%]!

#### Adatok:

- A ciszterna űrtartalma:  $V = 1,2[m^3]$ ;
- Szivattyúzási idő:  $\tau = 0,5[h]$ ;
- Vezeték hossz:  $L = (2+2+5+5+8+4+1)[m] = 27 [m]$ ;
- Könyök: 4 [db];  $\xi_{könyök} = 1,5$
- Karmantyú: 15 [db],  $\xi_{karmantyú} = 0,2$ ;
- Szelep: 1 [db],  $\xi_{szelep} = 3,4$
- Hollandis csatlakozó: 2 [db]  $\xi_{hollandi} = 8,3$ ,
- Vezetéktér:  $d = (40 - 2 \cdot 5,5)[mm] = 29[mm] = 2,9 \cdot 10^{-2}[mm]$

#### A szivattyú térfogatárama:

A térfogatáramot a szállítandó vízmennyiség és az idő hányadosaként számíthatjuk, a következő összefüggéssel. A térfogatáram más mértékegységre való átszámítása a szivattyúválasztás szempontjából nem szükséges, mivel a szivattyú jelleggörbék térfogatárama általában ebben a mértékegységben van megadva, de a sebesség kiszámítása miatt célszerű megtenni.

<sup>15</sup>[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf)  
(2010. július 25.) (2010. július 29.)

$$\dot{V} = \frac{V}{\tau} = \frac{1,2[m^3]}{0,5[h]} = 2,4[m^3 / h] = 6,7 \cdot 10^{-4}[m^3 / s]$$

A szivattyú emelőmagassága:

A szivattyú emelőmagasságát a következő összefüggés segítségével számíthatjuk.

$$H_{sziv} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt}$$

A nehézségi gyorsulás értéke  $g=9,81 [m/s^2]$ , vizet szállítunk, tehát a sűrűség értéke  $\rho=1000[kg/m^3]$ . Az áramlási veszteség számítását behelyettesítve:

$$H_{sziv} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + \left( \frac{\lambda \cdot l}{d} + \Sigma \xi + 1 \right) \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Az egyenlet veszteségmagasság számítási tagjában a +1 érték azért szerepel, mert nyitott rendszer esetén a szállított folyadék meg kell, hogy tartsa a mozgási energiáját a kifolyás helyén is. Az egyenlet tagjait külön-külön számolva:

A nyomásmagasság:

Mindkét tartály nyitott, mindkettő fölött a légköri nyomás uralkodik, tehát nincs nyomáskülönbség, azaz

$$\frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} = 0[m] .$$

A geodetikus emelőmagasság:

Az alsó, nyitott tartály vízszintje és a rendszer legmagasabban lévő pontja közötti szintkülönbség, azaz:

$$H_g = (5 + 10)[m] = 15 [m]$$

A veszteségmagasság:

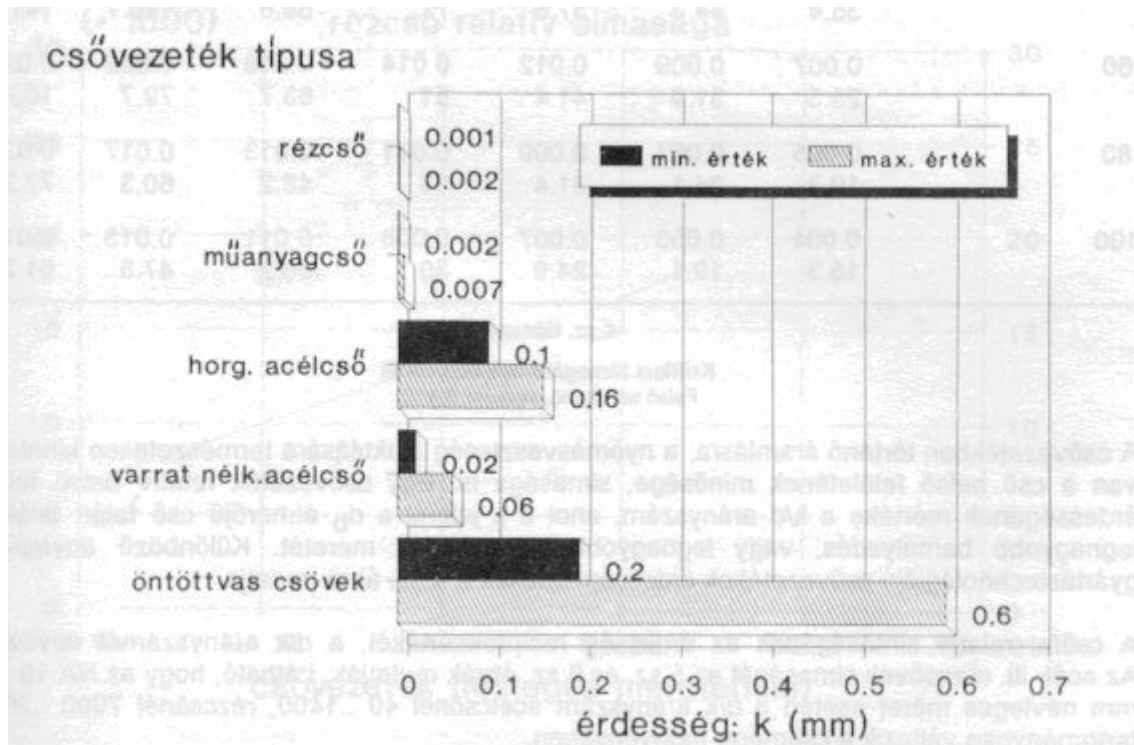
Az adott vezetékátmérővel a keresztmetszet:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{2,9^2 \cdot 10^{-4}[m^2] \cdot 3,14}{4} = 6,6 \cdot 10^{-4}[m^2] ;$$

Az áramlási sebesség a vezetékben:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{6,7 \cdot 10^{-4}[m^3 / s]}{6,6 \cdot 10^{-4}[m^2]} = 1,02[m / s]$$

A veszteségmagasság számításához szükséges a vezeték súrlódási tényezőjének megállapítása, amit a következő (18. ábra) ábra segítségével tehetünk meg.



18. ábra. Csővezetékek súrlódási tényezője<sup>16</sup>

Műanyagcsövekre az átlagos közeli értéket véve,  $\lambda=0,005$  értékkel számolhatunk.

$$H_{\text{veszt}} = \left( \frac{0,005 \cdot 27[m]}{2,9 \cdot 10^{-2}[m]} + 4 \cdot 1,5 + 15 \cdot 0,2 + 3,4 + 2 \cdot 8,3 + 1 \right) \frac{1,02^2 [m/s]^2}{1000 [kg/m^3] \cdot 9,81 [m/s^2]} = 0,004[m]$$

A szivattyú emelőmagassága:

$$H_{\text{sziv}} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{\text{veszt}} = (0 + 15 + 0,004)[m] = 15,004[m] \approx 15[m]$$

A szivattyú hasznos teljesítménye:

A hasznos teljesítményt a sűrűség, nehézségi gyorsulás, a szivattyú emelőmagasságának és térfogatáramának szorzata adja.

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{\text{sziv}} \cdot \dot{V} = 1000 [kg/m^3] \cdot 9,81 [m/s^2] \cdot 15 [m] \cdot 6,7 \cdot 10^{-4} [m^3/s] = 99 [W]$$

<sup>16</sup> Cséki István: Rézcsövek alkalmazástechnikai kézikönyve <http://www.rezar.hu> (2010. május 25.)



A szivattyúmotor teljesítménye:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} = \frac{99[W]}{0,42} = 236[W]$$

$$P_m \cong 240[W]$$

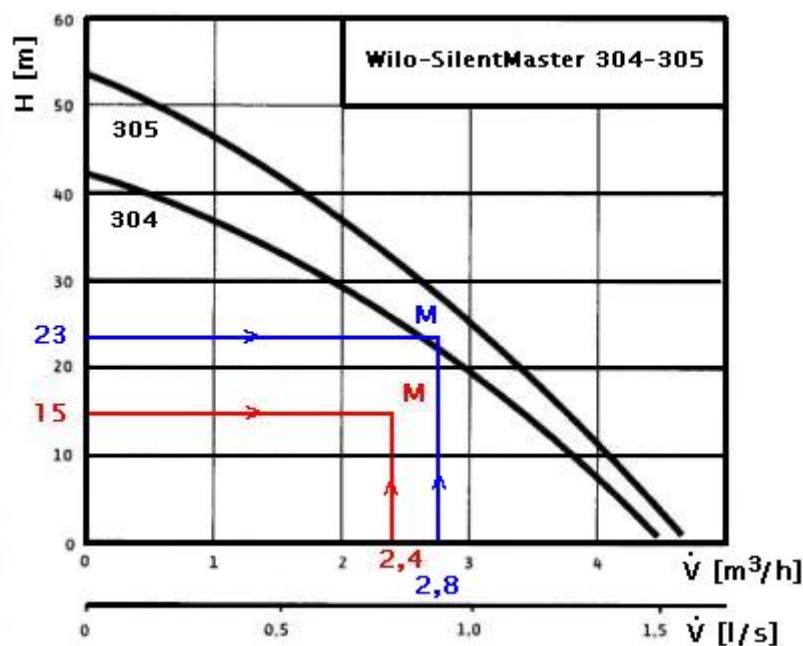
Szivattyúválasztás:

A szivattyú szükséges emelőmagassága:  $H_{sziv} = 15[m]$  ;

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

A két adathoz, amik a szivattyú munkapontját határozzák meg, a 19. ábra alapján választhatunk szivattyút.

Az ábrán piros vonal jelöli ki a térfogatáram és szivattyú emelőmagasságának metszéspontjában az "M" munkapontot, mely szerint a Wilo-SilentMaster 304 szivattyú felel meg a feladatnak.



19. ábra. Wilo-SilentMaster szivattyú jelleggörbe<sup>17</sup>

A szivattyú képe a 20. ábrán látható.

<sup>17</sup> Wilo: Vízellátás Újdonság katalógus 2005



20. ábra. Wilo-SilentMaster szivattyú<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Wilo: Vízellátás Újdonság katalógus 2005

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

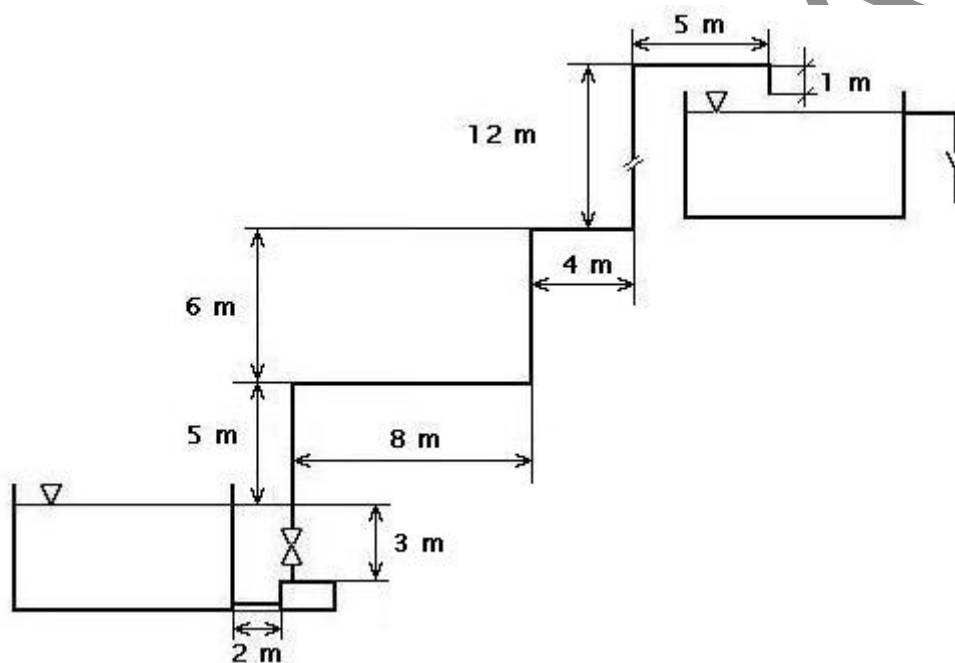
Önnek egy hőcserélő 70 [°C] hőmérsékletű vizét kell szállítania. Az épület adottságai lehetővé teszik, hogy a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozást előfeszítés nélküli L alakú kompenzátorral oldja meg. Határozza meg a vezeték 90°-os ív előtti egyenes szakaszának maximális hosszát, ha az ív utáni csúszó megfogás 1,8 [m] távolságra van. A vezeték 50 [mm] átmérőjű Ekoplastik PPR csővezetékéből készül, a szerelési hőmérséklet 15 [°C], a hőtágulási együttható 0,12 [mm/m°C], az anyagállandó 30. a feladat megoldásához használja a 13. ábra jelöléseit!

- Számítsa ki a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozást!
- Határozza meg a maximális vezeték hosszát!

## 2. feladat

Önnek Ekoplastik PPR műanyagcsőből készült vezetékkel kell esővizet egy lakótömb udvarán lévő ciszternából az épület padlásán lévő készenléti tartályba juttatnia két óra alatt. A ciszterna úrtartalma  $5,6 \text{ [m}^3\text{]}$ . A példa elvi kapcsolását a 21. ábrán láthatja. A vezeték átmérője  $63 \times 8,6 \text{ [mm]}$ , a rendszer 12 [db] karmantyút tartalmaz, a szivattyú előtt és után hollandis csatlakozót helyeztünk el, a súrlódási tényező értéke 0,004, a szelep alaki ellenállási tényezője 5,6.

- Válasszon szivattyút a rendszerhez!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét, ha a hatásfoka 46 [%]!



21. ábra. 2. feladat kapcsolási rajza

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Önnek egy hőcserélő 70 [°C] hőmérsékletű vizet kell szállítania. Az épület adottságai lehetővé teszik, hogy a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozást előfeszítés nélküli L alakú kompenzátorral oldja meg. Határozza meg a vezeték 90°-os ív előtti egyenes szakaszának maximális hosszát, ha az ív utáni csúszó megfogás 1,5 [m] távolságra van. A vezeték 50 [mm] átmérőjű Ekoplastik PPR csővezetékéből készül, a szerelési hőmérséklet 15 [°C], a hőtágulási együttható 0,12 [mm/m°C], az anyagállandó 30. a feladat megoldásához használja a 13. ábra jelöléseit!

- Számítsa ki a hőmérsékletváltozásból adódó hosszváltozást!
- Határozza meg a maximális vezeték hosszát!

#### Adatok:

- Kompenzációs vezeték hossz:  $L_s = 1,8 \text{ [m]} = 1800 \text{ [mm]}$ ,
- Hőtágulási együttható:  $\alpha = 0,12 \text{ [mm/m}^\circ\text{C]}$ ,
- Anyagállandó:  $k = 30$ ,
- Üzemi hőmérséklet:  $t_u = 70 \text{ [}^\circ\text{C]}$ ,
- Szerelési hőmérséklet:  $t_{sz} = 15 \text{ [}^\circ\text{C]}$ ,
- Vezeték átmérő:  $D = 50 \text{ [mm]}$ .

#### Hosszváltozás:

A kompenzációs vezeték hossz összefüggéséből számolhatjuk ki a hosszváltozás maximális értékét.

$L_s = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l}$  összefüggésből a hosszváltozás:

$$\Delta l = \frac{\left(\frac{L_s}{k}\right)^2}{D} = \frac{\left(\frac{1800}{30}\right)^2}{50 \text{ [mm]}} = 72 \text{ [mm]}$$

#### Maximális vezeték hossz:

A maximális vezeték hosszát a hőtágulásból adódó hosszváltozás összefüggéséből számolhatjuk a következő módon.

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t, \text{ tehát } L = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta t} = \frac{72 \text{ [mm]}}{0,12 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right] \cdot (70 - 15) [^\circ\text{C}]} = 10,9 \text{ [m]}$$

## 2. feladat

Önnek Ekoplastik PPR műanyagcsőből készült vezetékkel kell esővizet egy lakótömb udvarán lévő ciszternából az épület padlásán lévő készenléti tartályba juttatnia két óra alatt. A ciszterna űrtartalma  $5,6 \text{ [m}^3\text{]}$ . A példa elvi kapcsolását a 21. ábrán láthatja. A vezeték átmérője  $50 \times 6,9 \text{ [mm]}$ , a rendszer  $12 \text{ [db]}$  karmantyút tartalmaz, a szivattyú előtt és után hollandis csatlakozót helyeztünk el, a súrlódási tényező értéke  $0,004$ , a szelep alaki ellenállási tényezője  $5,6$ .

- Válasszon szivattyút a rendszerhez!
- Számítsa ki a szivattyúmotor teljesítményét, ha a hatásfoka  $46 \text{ [%]}$ !

### Adatok:

- A ciszterna űrtartalma:  $V = 5,6 \text{ [m}^3\text{]}$ ;
- Szivattyúzási idő:  $\tau = 2 \text{ [h]}$ ;
- Vezeték hossz:  $L = (2 + 3 + 5 + 8 + 6 + 4 + 12 + 5 + 1) \text{ [m]} = 46 \text{ [m]}$ ;
- Könyök:  $6 \text{ [db]}$ ;  $\xi_{\text{könyök}} = 1,5$  (17. ábra);
- Karmantyú:  $12 \text{ [db]}$ ,  $\xi_{\text{karmantyú}} = 0,2$  (17. ábra);
- Szelep:  $1 \text{ [db]}$ ,  $\xi_{\text{szelep}} = 5,6$ ;
- Hollandis csatlakozó:  $2 \text{ [db]}$   $\xi_{\text{hollandi}} = 8,3$  (17. ábra);
- Vezetékátmérő:  $d = (50 - 2 \cdot 6,9) \text{ [mm]} = 36,2 \text{ [mm]} = 3,62 \cdot 10^{-2} \text{ [mm]}$ ;
- Súrlódási tényező:  $\lambda = 0,004$ .

### A szivattyú térfogatárama:

A térfogatáramot a szállítandó vízmennyiség és az idő hányadosaként számíthatjuk, a következő összefüggéssel. A térfogatáram más mértékegységre való átszámítása a szivattyúválasztás szempontjából nem szükséges, mivel a szivattyú jelleggörbék térfogatárama általában ebben a mértékegységben van megadva, de a sebesség kiszámítása miatt célszerű megtenni.

$$\dot{V} = \frac{V}{\tau} = \frac{5,6 \text{ [m}^3\text{]}}{2 \text{ [h]}} = 2,8 \text{ [m}^3 \text{ / h]} = 7,8 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \text{ / s]}$$

### A szivattyú emelőmagassága:

A szivattyú emelőmagasságát a következő összefüggés segítségével számíthatjuk.

$$H_{\text{sziv}} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{\text{veszt}}$$

A nehézségi gyorsulás értéke  $g = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$ , vizet szállítunk, tehát a sűrűség értéke  $\rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ . Az áramlási veszteség számítását behelyettesítve:



$$H_{sziv} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + \left( \frac{\lambda \cdot l}{d} + \Sigma \xi + 1 \right) \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Az egyenlet veszteségmagasság számítási tagjában a +1 érték azért szerepel, mert nyitott rendszer esetén a szállított folyadék meg kell, hogy tartsa a mozgási energiáját a kifolyás helyén is. Az egyenlet tagjait külön-külön számolva:

*A nyomásmagasság:*

Mindkét tartály nyitott, mindkettő fölött a légköri nyomás uralkodik, tehát nincs nyomáskülönbség, azaz:

$$\frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} = 0 [m] .$$

*A geodetikus emelőmagasság:*

Az alsó, nyitott tartály vízszintje és a rendszer legmagasabban lévő pontja közötti szintkülönbség, azaz:

$$H_g = (5 + 6 + 12) [m] = 23 [m]$$

*A veszteségmagasság:*

Az adott vezetékátmérővel a keresztmetszet:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{3,62^2 \cdot 10^{-4} [m^2] \cdot 3,14}{4} = 1,03 \cdot 10^{-3} [m^2] ;$$

Az áramlási sebesség a vezetékben:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{7,8 \cdot 10^{-4} [m^3 / s]}{1,03 \cdot 10^{-3} [m^2]} = 0,76 [m / s]$$

A veszteségmagasság számításához szükséges a vezeték súrlódási tényezőjének megállapítása, amit a következő (18. ábra) ábra segítségével tehetünk meg.

Műanyagcsövekre az átlagos közeli értéket véve,  $\lambda = 0,005$  értékkel számolhatunk.

$$H_{veszt} = \left( \frac{0,004 \cdot 46 [m]}{3,62 \cdot 10^{-2} [m]} + 6 \cdot 1,5 + 12 \cdot 0,2 + 5,6 + 2 \cdot 8,3 + 1 \right) \frac{0,76^2 [m / s]^2}{1000 [kg / m^3] \cdot 9,81 [m / s^2]} = 0,0023 [m]$$

A szivattyú emelőmagassága:

$$H_{sziv} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + H_{veszt} = (0 + 23 + 0,0023) [m] = 23,0023 [m] \cong 23 [m]$$

A szivattyú hasznos teljesítménye:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{sziv} \cdot \dot{V} = 1000[\text{kg} / \text{m}^3] \cdot 9,81[\text{m} / \text{s}^2] \cdot 23[\text{m}] \cdot 7,8 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3 / \text{s}] = 176[\text{W}]$$

A szivattyúmotor teljesítménye:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta} = \frac{176[\text{W}]}{0,46} = 383[\text{W}]$$

Szivattyúválasztás:

A szivattyú szükséges emelőmagassága:  $H_{sziv} = 23[\text{m}]$  ;

A szivattyú vízszállítása:  $\dot{V} = 2,8[\text{m}^3 / \text{h}]$  ;

A két adathoz, amik a szivattyú munkapontját határozzák meg, a 19. ábra alapján választhatunk szivattyút.

A 19. ábrán kék vonal jelöli ki a térfogatáram és szivattyú emelőmagasságának metszéspontjában az "M" munkapontot, mely szerint a Wilo-SilentMaster 305 szivattyú felel meg a feladatnak.

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

[http://hu.wavin.com/master/master.jsp?FOLDER%3C%3Efolder\\_id=2534374305455852&middleTemplateName=oc\\_middle\\_service\\_sub&bmLocale=hu\\_HU](http://hu.wavin.com/master/master.jsp?FOLDER%3C%3Efolder_id=2534374305455852&middleTemplateName=oc_middle_service_sub&bmLocale=hu_HU) (2010. július 20.)

<http://www.rehau.hu/epitoipar/melyepites/geotermikus.energia/raugeo.talajhoszonda.shtml> (2010. július 21.)

[http://www.proidea.hu/uponor-epuletgepeszeti-83000/uponor-pexa-csorendszer-243375/WIRSBO\\_012\\_2005\\_HU-A5.pdf](http://www.proidea.hu/uponor-epuletgepeszeti-83000/uponor-pexa-csorendszer-243375/WIRSBO_012_2005_HU-A5.pdf) (2010. július 21.)

<http://www.pipelife.hu/pipelife-hu/header.html> (2010. július 20.)

<http://www.hydro-therm.hu/futes/otretegu.htm> (2010. július 20.)

[http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszerelés-258990/Vizvezetek\\_futesszerelés\\_Rmo.pdf](http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszerelés-258990/Vizvezetek_futesszerelés_Rmo.pdf)

[http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszerelés-258990/Vizvezetek\\_futesszerelés\\_Rmo.pdf](http://www.proidea.hu/rehau-82235/rehau-vizvezetek-es-futesszerelés-258990/Vizvezetek_futesszerelés_Rmo.pdf) (2010. július 21.)

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

[http://cbs.grundfos.com/GHU\\_Hungary/lexica/HEA\\_NPSH.html](http://cbs.grundfos.com/GHU_Hungary/lexica/HEA_NPSH.html) (2010. 05. 02)

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

<http://www.flexterm.hu/data/hu.kompenzator.htm> (2010. július 22.)

[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf) (2010. július 25.)

[https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/\\$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf](https://content.wavin.com/WAXHU.NSF/3392995919048e9dc1256a09002c973e/d1b3923a7ec58298c12576ac00477d41/$FILE/Ekoplastik%20PPR%20-%20Tervezesi%20segedlet.pdf) (2010. július 25.) (2010. július 29.)

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

Wilo: Vízellátás Újdonság katalógus 2005

A(z) 2699–06 modul 009–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