



Csővezeték veszteségeinek mérése vízzel

Név:

Neptun kód:

Kurzus:

Oktató:

Mérés helye:

Dátum:

Aláírás:

Eredmények (Oktató tölti ki):

Beugró pontszám	Jegyzőkönyv pontszám	Ellenőrizte

Fontos információk:

Mindenki a gyakorlatvezető által kijelölt mérési sort értékeli ki, majd a csoport többi f és Re adatát is beírja a saját mérési táblázatába, hogy a diagramot meg tudja rajzolni.

A mért mennyiségeket a mért pontossággal és mértékegységben írjuk be a táblázatokba. Az egyenletekbe a mennyiségeket azonban már SI alapegységekben helyettesítjük be, így az eredmények is ilyen egységekben adódnak. A Pa-ban megkapott nyomásértékeket és a Reynolds számot kerekítjük egész számra.

A pontokat nem milliméterpapíron, hanem a csatolt (Moody-diagramhoz hasonló) diagramon ábrázoljuk. Az ábrázolás során figyelni kell, mert a diagram mindkét tengelye logaritmikus léptékű.

Jelölések jegyzéke:

Jelölés	Megnevezés	Mértékegység
C	konstans	13,407 cm ³ /s/ $\sqrt{\text{mm}}$
d	cső átmérő	m
f	csősúrlódási tényező	-
g	gravitációs gyorsulás	9,81 m/s ²
h	manométer kitérés	m
l	csővezeték hossza	m
l_e	egyenértékű csőhossz	m
$l_{ív}$	a vizsgált ív hossza	m
p	nyomás	Pa
q	térfogatáram	cm ³ /s
R	görbületi sugár	m
Re	Reynolds-szám	-
t_v	víz hőmérséklete	°C
$\zeta_{ív}$	a csőív veszteségtényezője	-
ρ	víz sűrűsége	kg/m ³
$\nu_{víz}$	a víz kinematikai viszkozitása	m ² /s

1. Mérés célja:

A mérés célja csővezeték rendszer veszteségeinek meghatározása víz közeggel egyenes csőszakaszon és csőívben.

2. Mérés leírása:

A csőszakasz veszteségeinek mérését több részfeladatra bontjuk. Ezekben meg kell határozni, hogyan változik a Re-szám függvényében

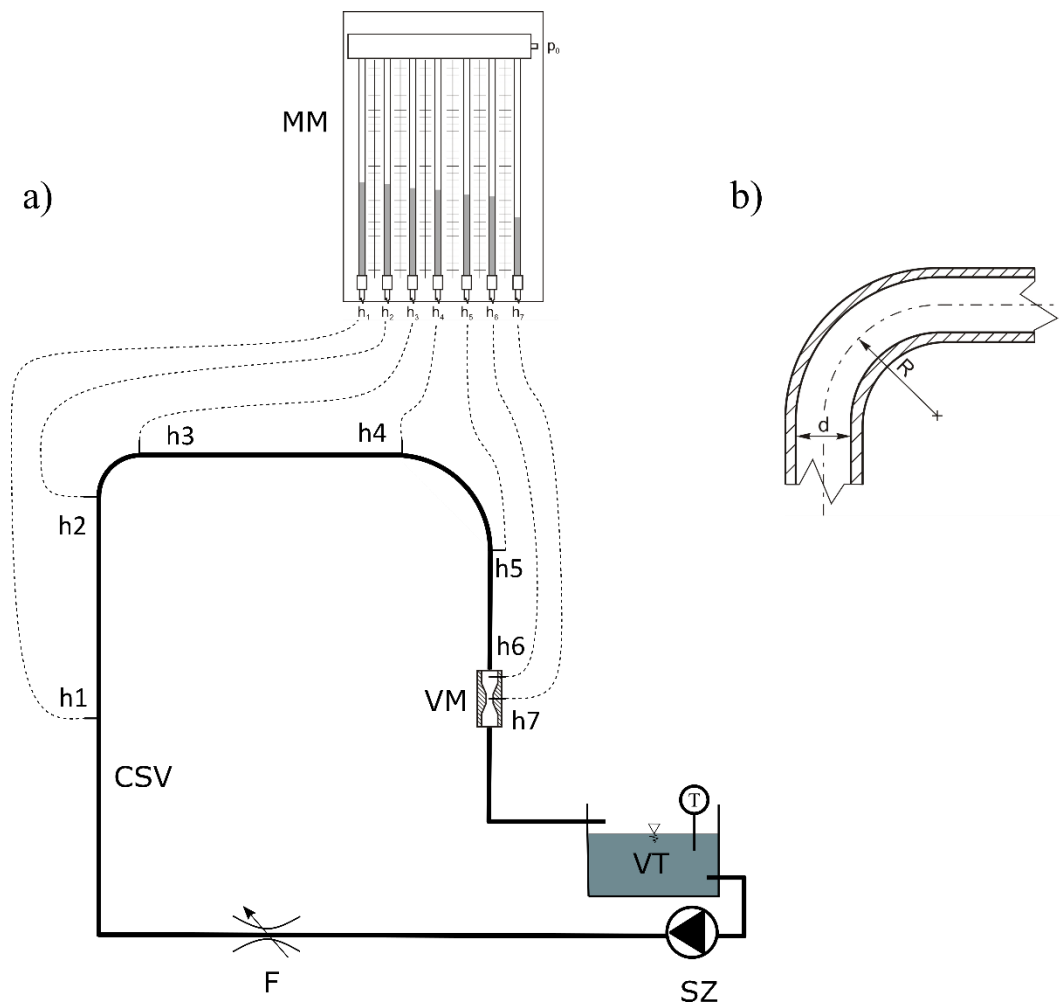
- a csősúrlódási tényező : $f(Re)$,
- a kiválasztott csőív veszteségtényezője: $\zeta_{sz}(Re)$,
- a kiválasztott csőív egyenértékű csőhossza: $l_e(Re)$.

2.1 A mérőberendezés bemutatása

A méréshez használt berendezés vázlata az 1. ábrán látható. A berendezésbe szerelt WILO gyártmányú fűtési melegvíz keringető szivattyú (Sz) egy víztartályból (VT) szív. Miután végighalad a rendszeren, a víz a tartályba ömlik vissza.

A d átmérőjű csővezeték-rendszer (CSV) elemei mind egy vízszintes síkban helyezkednek el, hogy a geodetikus magasság hatása ne játsszon szerepet. A térfogatáramot fojtószeleppel (F) állítjuk be a kívánt értékre, és a Venturimérő (VM) által mutatott nyomáskülönbségből határozzuk meg. A $h_1 - h_7$ jelöléssel ellátott nyomásmegcsapolások

polimer csövekkel kapcsolódnak a nyomásmérésre szolgáló, másik oldalán légkörre nyitott multimanométerhez (MM). A tartályban lévő víz hőmérsékletét a T jelű hőmérő segítségével mérjük. A berendezésen található két csőív közül csak az egyik mérése a feladat. A kiválasztott csőívhez tartozó görbület sugara: R .



1. ábra: A csővezeték rendszer veszteségeit mérő berendezés bemutatása: a) a berendezés vázlatja; b) egy csőív vázlatja

2.2. A mérés menete

Először az egyszer mérendő mennyiségeket rögzítjük, amik a víz hőmérséklete (t_v [°C]); a mérendő egyenes csőszakasz hossza, ami a $h1$ és $h2$ nyomásmegcsapolás távolsága (l , [mm]); mérendő csőív hossza, vagyis a $h2$ és $h3$ pontok távolsága (l_{iv} , [mm]); és a mérendő csőív sugara (R , [mm]).

A szivattyút zárt szeleppel indítjuk. A bekapcsolása után, a fojtószelep teljesen nyitott állapotában, a legnagyobb térfogatáramnál vesszük fel az első mérési pontot, majd a szelep zárásával összesen 7-8 pontban mérünk. Minden beállított térfogatáramnál leolvassuk a multimanométer ágait mm pontossággal, melyet a 4. fejezetben lévő mérési táblázat bal oldali oszlopaiban rögzítünk. A mérés végén a fojtás teljes elzárása után állítjuk le a berendezést.

A térfogatáram a Venturi-mérő tulajdonságainak megfelelően a $h6$ és $h7$ megcsapolási pont között mért magasságkülönbséggel gyökös arányosságban van: $q = C\sqrt{\Delta h_{6-7}}$. A mérőműszer kalibrálása után az arányossági tényező adott, értéke a 4. fejezetben található. A térfogatáram és a cső belső átmérője (d [mm]) ismeretében a csőben lévő átlagsebesség számítható: $\bar{v} = q/A = \frac{q}{\frac{d^2\pi}{4}}$.

A víz kinematikai viszkozitása változik a hőmérséklet függvényében. A 4. fejezetben található táblázat alapján, lineáris interpolációval meghatározzuk a mért hőmérséklethez tartozó pontos értéket. Az átlagsebesség, a viszkozitás és a cső átmérője ismeretében számoljuk ki a Reynolds-számot.

A h_1 és h_2 megcsapolási pont közötti nyomáskülönbségből számítjuk ki az l hosszúságú csőszakasz f csősúrlódási tényezőjét a $\Delta p_{1-2} = \Delta h_{1-2} \rho g = f \frac{l \rho}{d} \bar{v}^2$ összefüggésből, mert az egyenes szakaszon csak a csősúrlódás miatt lép fel nyomásvesztés.

A kiválasztott csőív (h_2 és h_3) megcsapolási pontjai közötti nyomáskülönbség két részre bontható: egyrészt ezen a szakaszon is van súrlódásból származó veszteség, de itt fellép a csőív alakjából származó nyomásesés is. Így a $\Delta p_{2-3} = \Delta h_{2-3} \rho g = f \frac{l_{iv} \rho}{d} \bar{v}^2 + \zeta_{iv} \frac{\rho}{2} \bar{v}^2 = \left(f \frac{l_{iv}}{d} + \zeta_{iv} \right) \frac{\rho}{2} \bar{v}^2$ összefüggésből fejezhető ki a ζ_{iv} veszteségtényező.

Illetve meghatározható az l_e egyenértékű csőhossz $f \frac{l_e}{d} = f \frac{l_{iv}}{d} + \zeta_{iv}$, ami annak az azonos átmérőjű egyenes csőszakasznak a hossza, amelynek azonos Reynolds-számmal a vesztesége megegyezik a csőszerelvény veszteségével.

A felsorolt mennyiségeket soronként kiszámoljuk, és a 4. fejezet mérési táblázatának számolt (jobb oldali) részében rögzítjük.

A csoport által meghatározott csősúrlódási tényezőket a jegyzőkönyvhöz csatolt Moody-diagramon vesszük fel.

3. A mérés során használt berendezések és eszközök adatai:

Az alkalmazott berendezések és eszközök:

Eszköz neve	Eszköz típusa	Eszköz gyári száma
Villamos motorral egybeépített szivattyú		
Hőmérő		

4. Mért és számított mennyiségek:

Egyszer mért mennyiségek és adatok:

A víz hőmérséklete	$t_{v\acute{z}}$ [°C]	
A víz sűrűsége	ρ [kg/m ³]	1000
A térfogatáram-mérő konstansa	C [$\frac{cm^3}{s\sqrt{mm}}$]	13,407
A csővezeték belső átmérője	d [mm]	20
Az egyenes csőszakasz hossza	l [mm]	
Az ív görbületi sugara	R [mm]	
Az ív hossza	l_{iv} [mm]	

A víz kinematikai viszkozitása a hőmérséklet függvényében:

$t_{v\acute{z}}$, °C	10	20	40	60
$\nu_{v\acute{z}}$, m ² /s	$1,31 \cdot 10^{-6}$	$1,01 \cdot 10^{-6}$	$0,658 \cdot 10^{-6}$	$0,478 \cdot 10^{-6}$

	Mért mennyiségek és mértékegységük							Számított mennyiségek és mértékegységük					
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	q	\bar{v}	Re	f	$\zeta_{ív}$	l_e
Sorszám	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ³ /s	m/s	-	-	-	m
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

5. A számítások bemutatása

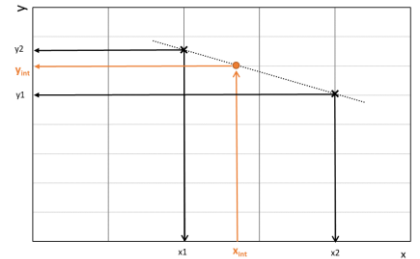
A számításokat részletesen egy sor behelyettesítésével végezzük, ennek sorszáma: sor.

A h_6 és h_7 manométerágak magasságkülönbsége: $\Delta h_{6-7} = h_6 - h_7$ [mm]=.....

A **térfogatáram** a mérési pontban: $q = C\sqrt{\Delta h_{6-7}}$ [cm³/s]=

Az **átlagsebesség** ebből: $\bar{v} = \frac{q}{A} = \frac{q}{\frac{d^2\pi}{4}}$ [m/s] =

A hőmérsékletéhez tartozó kinematikai viszkozitás számítása lineáris interpolációval történik, a mért hőmérsékletéhez két legközelebb eső viszkozitásiérték alapján: $\nu_{v\acute{e}z}$ [m²/s] =



A **Reynolds-szám** a munkapontban: $Re = \frac{\bar{v}d}{\nu_{v\acute{e}z}}$ =

A h_1 és h_2 manométerágak magasságkülönbsége: $\Delta h_{1-2} = h_1 - h_2$ [mm]=.....

A h_1 és h_2 pontok közötti nyomáskülönbség: $\Delta p_{1-2} = \Delta h_{1-2}\rho g$ [Pa] =

Ebből a **csősúrlódási tényező**: $f = \frac{\Delta p_{1-2}}{\frac{l}{d} \frac{\rho}{2} \bar{v}^2}$ [-] =

A h_2 és h_3 manométerágak magasságkülönbsége: $\Delta h_{2-3} = h_2 - h_3$ [mm]=.....

A h_2 és h_3 pontok közötti nyomáskülönbség: $\Delta p_{2-3} = \Delta h_{2-3}\rho g$ [Pa] =

Ebből az ív alakja miatti nyomásesés: $\Delta p_{iv} = \Delta p_{2-3} - f \frac{l_{iv}}{d} \frac{\rho}{2} \bar{v}^2$ [Pa] =

Ebből az ív **vesztégtényezője**: $\zeta_{iv} = \frac{\Delta p_{iv}}{\frac{\rho}{2} \bar{v}^2}$ [-] =

Az ív **egyenértékű csőhossza**: $l_e = \frac{\Delta p_{2-3}}{f \frac{\rho}{d} \bar{v}^2}$ [m] =

6. A mérés összefoglalása (néhány mondatban)

.....

.....

.....

.....

.....

