

TÉRFOGATÁRAM MÉRÉSE**Mérési feladatok**

1. Csővezetékben áramló levegő térfogatáramának mérése **mérőperemmel**
2. Csővezetékben áramló levegő térfogatáramának mérése **Pitot-csővel**
3. **Rotaméter** kalibrálása gázórával
4. Térfogatáram meghatározása **köbözéssel**

A jelölések jegyzéke

q	térfogatáram	κ	adiabatikus kitevő
p_0	légtörési nyomás	ρ_m	a manométerek
t_0	szobahőmérséklet		mérőfolyadékának sűrűsége
$h_1 \dots h_8$	manométer kitérések	ρ	a levegő sűrűsége
h	<i>rotaméter skála</i>	p	nyomás
D	csőátmérő	Δp	nyomáskülönbség
d	torokátmérő	β	átmérőviszony
R	levegő gázállandó	τ	idő
v	levegő kinematikai viszka.	Indexek:	
V	térfogat	MP	mérőperemre vonatkozó
		st	statikus

1. A csővezetékben áramló levegő térfogatáramának mérése mérőperemmel egy beállított térfogatáramnál**1.1. A mérés célja**

A mérőperemes térfogatáram mérésének megismerése

1.2. Mérési feladat

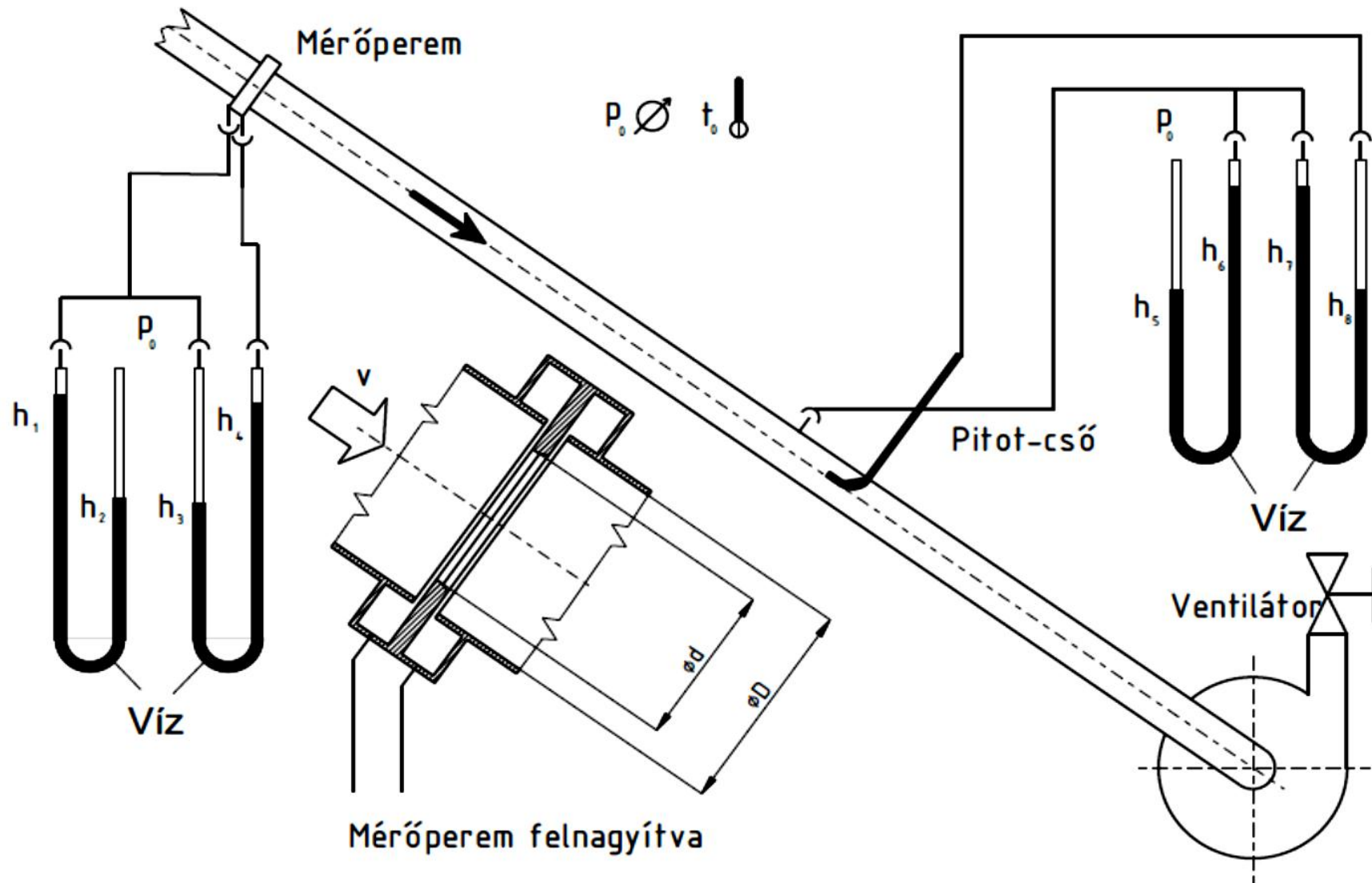
Egy beállított térfogatáramnál, a műszerek leolvasása, és a térfogatáram meghatározása **számítógép** segítségével.

1.3. A mérőberendezés az 1. ábrán látható.

Egy ventilátor csővezetéken át levegőt szállít. A szívócsőbe a térfogatáram mérésére **mérőperemet**, és a cső tengelyvonalába **Pitot-csővet** (ld. **2.** mérés) építettünk be. A térfogatáramot a nyomóoldalon fojtószeleppel tudjuk szabályozni. A nyomáskülönbségeket víztöltésű U-csöves manométerekkel mérjük. A berendezés része a barométer, és a hőmérő.

A berendezés elemeinek adatai:

A ventilátor típusa:	száma:
Barométer típusa:	száma:
Hőmérő típusa:	száma:



1. ábra

<p>1.4. Egyszer mérendő mennyiségek, konstansok:</p> <p>$p_0 =$</p> <p>$t_0 =$</p> <p>$d = 46,7 \text{ mm} =$</p> <p>$D = 59,3 \text{ mm} =$</p> <p>$\kappa = 1,4$</p> <p>$\rho_m = 1000 \text{ kg/m}^3$</p> <p>$R = 287 \text{ m}^2/\text{s}^2\text{K}$</p>	<p>1.5. Mérőperemhez kapcsolt manométerek kitérései:</p> <p>$h_1 =$ mm = m</p> <p>$h_2 =$ mm = m</p> <p>$h_3 =$ mm = m</p> <p>$h_4 =$ mm = m</p>
--	---

1.6. Számítási egyenletek, a kiértékelés menete

A számítást az alább megadott összefüggések felhasználásával *számítógéppel* végezzük el. Csak a program által kért *kiindulási adatokat* kell beírni a gépbe.

Az eredményül kapott adatokkal a számítógép elvégzi az un. **iterációt is**. A térfogatáram ugyanis az átfolyási egyenlettel közvetlenül nem határozható meg, mert az egyenletben szereplő **C** függ a sebességtől (**Re**-számtól).

Az iteráció menete a következő:

1. Felveszünk egy tetszőleges kiindulási áramlási sebességet, pl. 15 m/s-ot.
2. A számítógép meghatározza a **Re** számot.
3. Kiszámítja a kapott **Re** számmal a **C** sebességi tényezőt, majd a térfogatáramot, **q**-t.
4. Kiszámítja az áramlási sebességet. Ha az új és a régi sebesség közötti eltérés nagyobb, mint 2%, akkor a 2. lépéstől kezdve megismétli a számítást az új sebességgel!

A számítógéppel kapott eredményeket írjuk be az alábbi táblázatba!

	v (m/s)	Re	C	q (m ³ /s)	v (m/s)
1.	15.0				
2.					
3.					
4.					

i A számítógép a következő összefüggésekkel dolgozik:

Átmérőviszony: $\beta = \frac{d}{D}$

Nyomásesés a mérőperemen: $\Delta p_{MP} = \rho_m g (h_4 - h_3)$

Statikus nyomás a mérőperem előtt: $p_{st} = p_0 - \rho_m g (h_1 - h_2)$

A levegő kinematikai viszkozitása: m^2/s -ban: $\nu = \frac{101300}{p_{st}} (13,3 + 0,1t_0) 10^{-6}$

A levegő sűrűsége: $\rho = \frac{p_{st}}{R(273+t_0)}$, Belépési tényező: $E = (1 - \beta^4)^{-0.5}$

Expanziós szám: $\varepsilon = 1 - (0.41 - 0.35\beta^4) \frac{\Delta p_{MP}}{\kappa p_{st}}$

$$\text{Reynolds szám: } \text{Re} = \frac{vD}{\nu}$$

$$\text{Sebességi tényező: } C = 0.5959 + 0.0312\beta^{2.1} - 0.184\beta^8 + 0.0029\beta^{2.5} \left[\frac{10^6}{\text{Re}} \right]^{0.75}$$

$$\text{Térfogatáram az átfolyási egyenlettel: } q = CE\varepsilon \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p_{MP}}{\rho}}$$

$$\text{Az áramlás átlagsebessége: } v = \frac{q}{\frac{D^2 \pi}{4}}$$

2. Csőben áramló levegő sebességének mérése a cső közepén, ebből térfogatáram számítása

2.1. A mérés célja

A sebességmérő szonda (**Pitot cső**) és az átlagsebesség megismerése.

2.2. Mérési feladat

Egy beállított pontban, a műszerek leolvasása, és a térfogatáram meghatározása.

2.3. A mérőberendezés az 1. ábrán látható (A berendezés adatait ld. mérőperem mérésnél!)

<p>2.4. Egyszer mérendő mennyiségek, konstansok:</p> <p>$p_0 =$</p> <p>$t_0 =$</p> <p>$D = 59,3 \text{ mm}$</p> <p>$\rho_m = 1000 \text{ kg/m}^3$</p> <p>$R = 287 \text{ m}^2/\text{s}^2\text{K}$</p>	<p>2.5. Pitot csőhöz kapcsolt manométerek kitérései:</p> <p>$h_5 =$ mm = m</p> <p>$h_6 =$ mm = m</p> <p>$h_7 =$ mm = m</p> <p>$h_8 =$ mm = m</p>
---	---

2.6. Számítási egyenletek és a kiértékelés menete

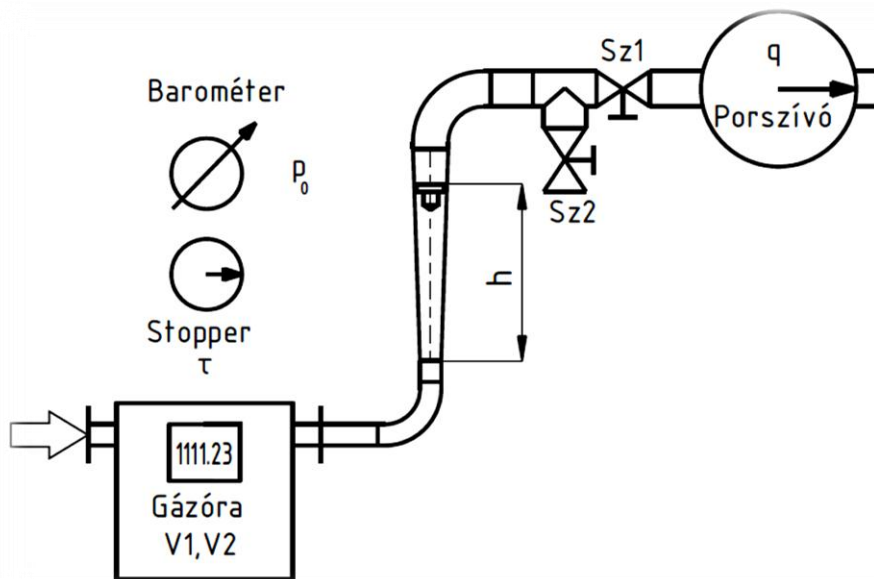
A számításokhoz végezzük el a behelyettesítéseket, majd a kiszámított értékeket írjuk át a következő táblázat megfelelő oszlopaiba:

$$\text{A statikus nyomás: } p_{st} = p_0 - \rho_m g(h_6 - h_5) =$$

$$\text{A levegő kinematikai viszkozitása m}^2/\text{s-ban: } \nu = \frac{101300}{p_{st}} (13.3 + 0.1t_0) 10^{-6} =$$

$$\text{A levegő sűrűsége: } \rho = \frac{p_{st}}{R(273 + t_0)} =$$

$$\text{A dinamikus nyomás: } p_{din} = \rho_m g(h_7 - h_8) =$$



2. ábra

3.5. A mért és számított adatok:

Sorszám	V_1 m^3	V_2 m^3	τ s	h osztás	ΔV m^3	q m^3/s
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

4. Térfogatáram mérés köbözéssel

Ismert keresztmetszetű tartályban mérjük egy tetszés szerinti szintemelkedés idejét. A szintemelkedést a tartályhoz kötött, a közlekedőedények törvénye alapján működő üvegcsőben figyeljük. Az üvegcső mellé skálát helyezünk. Az időmérésre stopperóra szolgál. A folyadékáram:

$$Q_{\text{köböz}} = \alpha \frac{\Delta m}{\Delta t}, \left[\frac{dm^3}{s} \right],$$

ahol $\alpha \left[\frac{dm^3}{mm} \right]$ a tartályállandó, az 1 mm magas tartályszelet térfogata, azaz a tartály keresztmetszete, a Δm a mért szintemelkedés mm-ben, a Δt a szintemelkedés ideje s-ban.

A **köbözés** csak akkor használható, ha a rendszer nyitott, vagy megszakítható.

A köbözés során egyszerre kell figyelni a szintemelkedést és kezelni a stopperórát, ezért célszerű csak az előbbit nézni és kerek mm-szint-értékeknél az órát elindítani, illetve megállítani, és a stopper által mért időt tized, század sec értékkel együtt leolvasni. A véletlen hiba csökkentése érdekében lehetőleg **ne mérjünk 30 másod-percnél rövidebb ideig!** (Itt ez megvalósul, ha legalább $\Delta m = 100$ mm emelkedés idejét mérjük!) Állítsunk be egy tetszőleges térfogatáramot, és rögzítsük a hozzá tartozó Δm és Δt adatokat az alábbi táblázatban:

Δm	Δt	α	$Q_{\text{köböz}}$
mm	s	$\frac{dm^3}{mm}$	$\frac{dm^3}{s}$