

7. HAGYOMÁNYOS TÉRFOGATÁRAM-MÉRÉS

7.1. Sebességmérésre visszavezetve

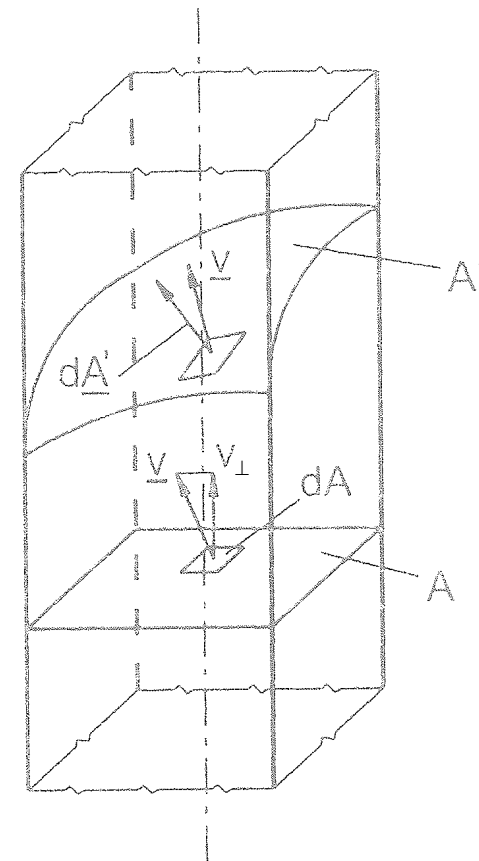
7.1.1. Alkalmazási példa

7.1.2. Mérési elv és kivitelezés

$$q_V = \int_{A'} \underline{v} \cdot \underline{dA}' = \int_A \underline{v} \cdot \underline{dA} = \int_A v_{\perp} dA$$

$$\approx \sum_{i=1}^n v_{\perp i} \Delta A_i = \Delta A_i \sum_{i=1}^n v_{\perp i}$$

$$= n \cdot \Delta A_i \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{\perp i} \right) = A \bar{v}_{\perp}$$

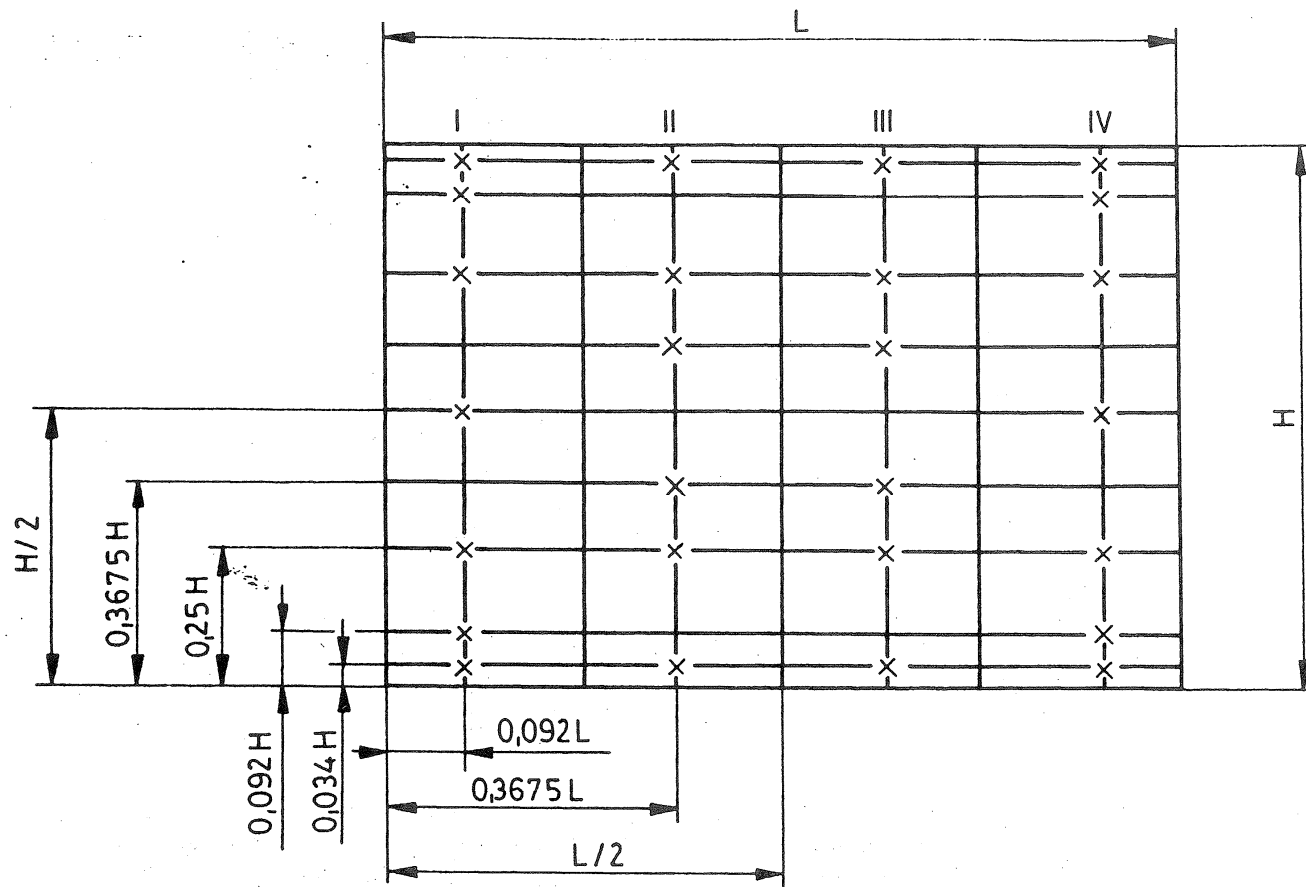


A TERÜLET FELOSZTÁSA:

Téglalap keresztmetszet:

• $k \times k$

• Log-lin módszer ISO 3966-1977



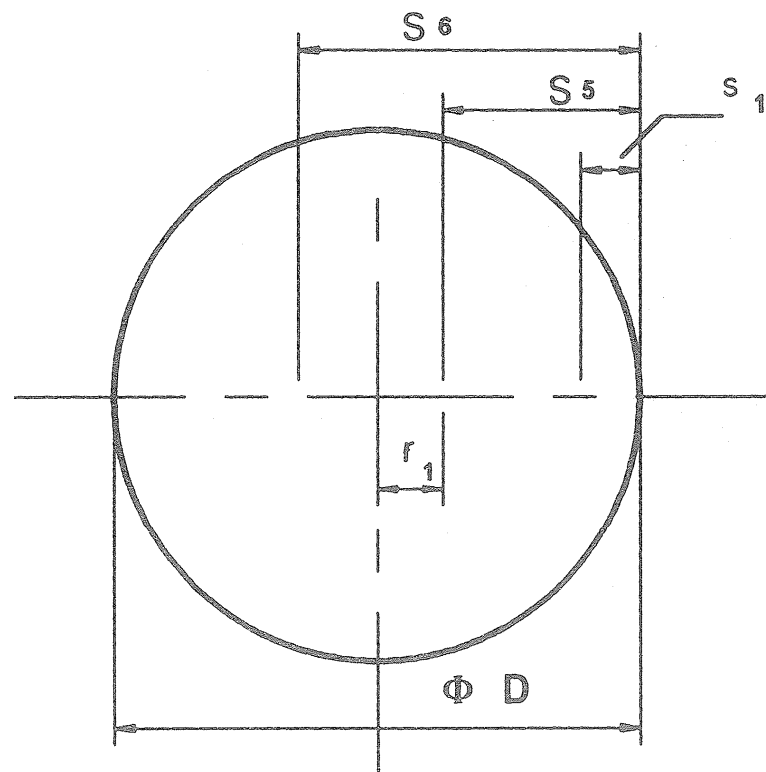
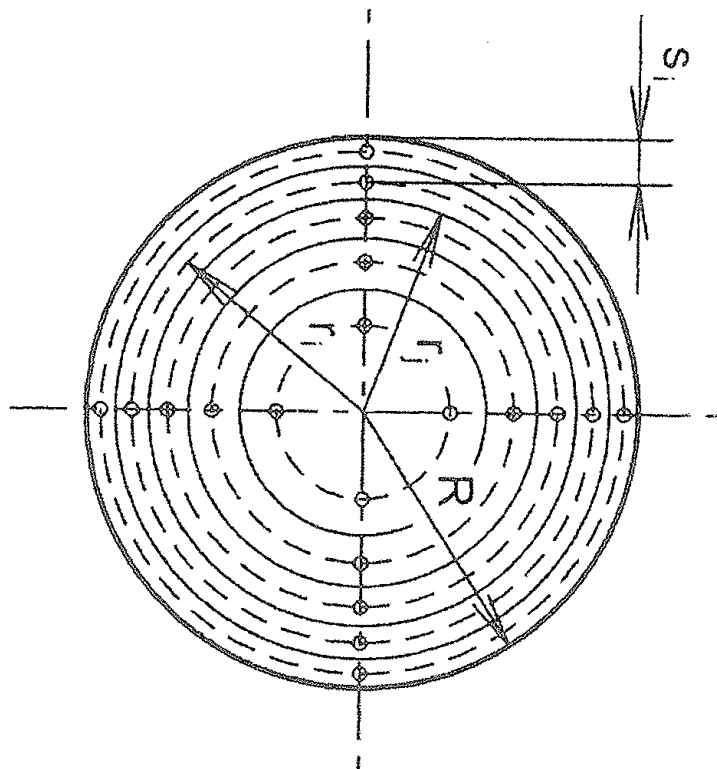
$$\bar{v}_{\perp} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i v_{\perp i}}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

súlyozás

		I	II	III	IV					
v/L		0,092	0,367 5	0,632 5	0,908					
h/H	v/L	0,034	0,092	0,250	0,367 5	0,500	0,632 5	0,750	0,908	0,966
0,034	2	3	3	2						
0,092	2	—	—	2						
0,250	5	3	3	5						
0,367 5	—	6	6	—						
0,500	6	—	—	6						
0,632 5	—	6	6	—						
0,750	5	3	3	5						
0,908	2	—	—	2						
0,966	2	3	3	2						

**Kör keresztmetszet:
•10-pont módszer**

$$v(r_i) = v_{\max} \left[1 - \left(\frac{r_i}{R} \right)^n \right]$$



$$s_i/D = 0.026; 0.082; 0.146; 0.226; 0.342; 0.658; 0.774; 0.854; 0.918; 0.974$$

•Log-lin módszer ISO 3966-1977

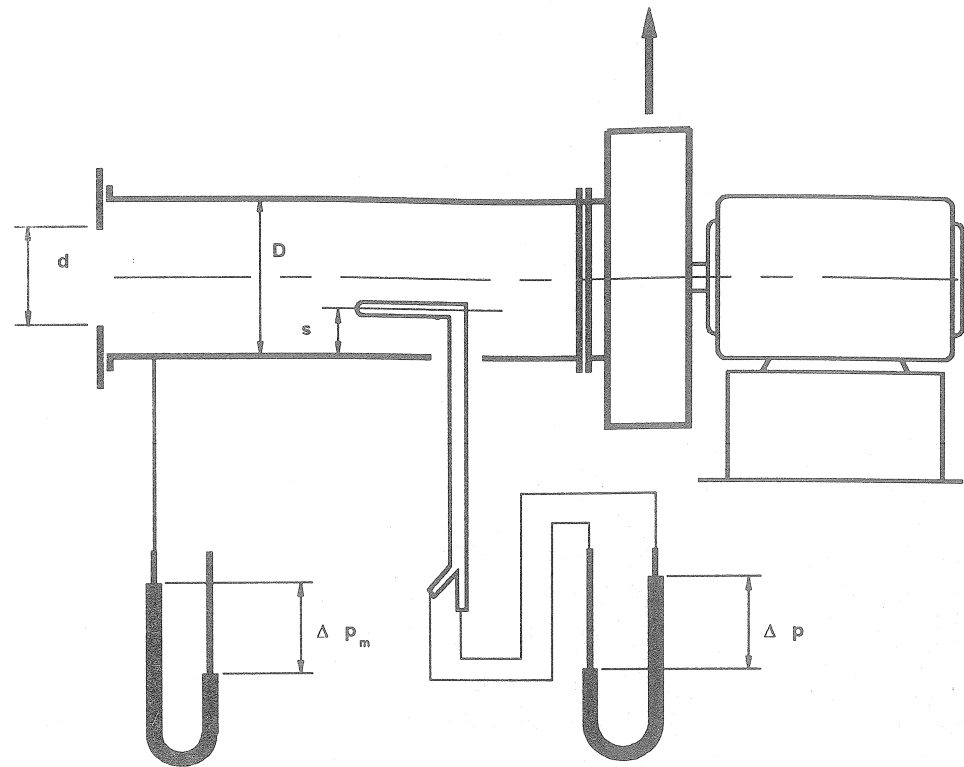
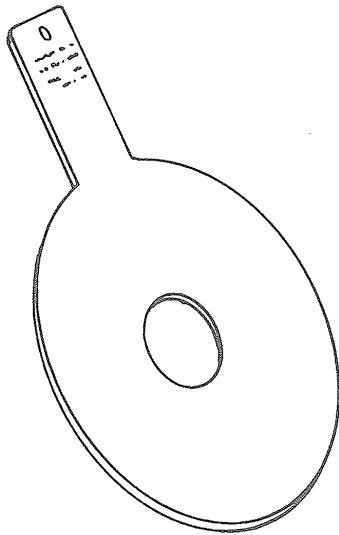
$$s_i/D = 0.032; 0.135; 0.321; 0,679; 0.865; 0.968$$

7.2. Szűkítőelemes mérések

7.2.1. Alkalmazási példa

7.2.2. Mérési elv és kivitel

•Beszívó mérőperem



Ideális közeg feltételezése: súrlódásmentes, összenyomhatatlan

$$p_0 = p + \rho \frac{v^2}{2} \quad v = \sqrt{\frac{2}{\rho}(p_0 - p)} = \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_m}$$

$$q_V = \frac{d^2 \pi}{4} v = \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_m}$$

Valóság: súrlódásos, összenyomható

A/ A súrlódás hatása

Átfolyási szám α

Beszívó mérőperemre: $\alpha = 0.6$

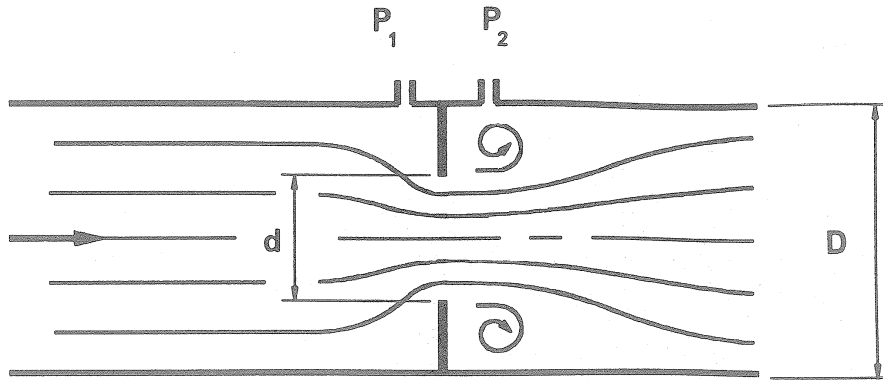
$$q_V = \alpha \varepsilon \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_m}$$

B/ Az összenyomhatóság hatása

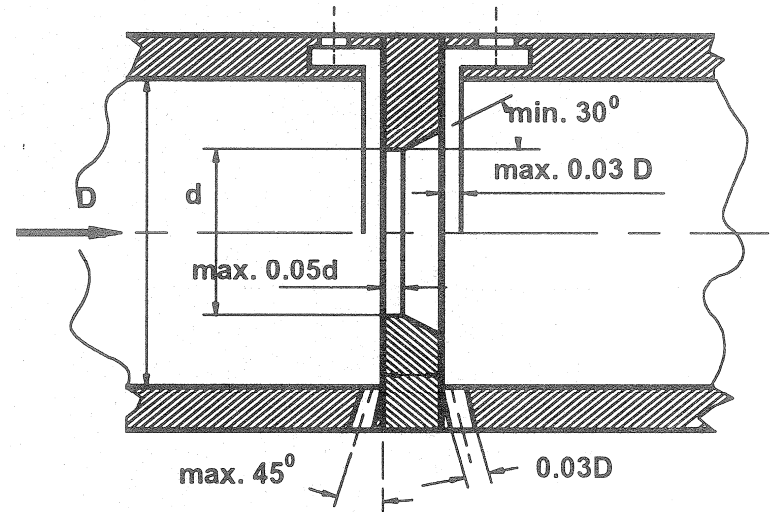
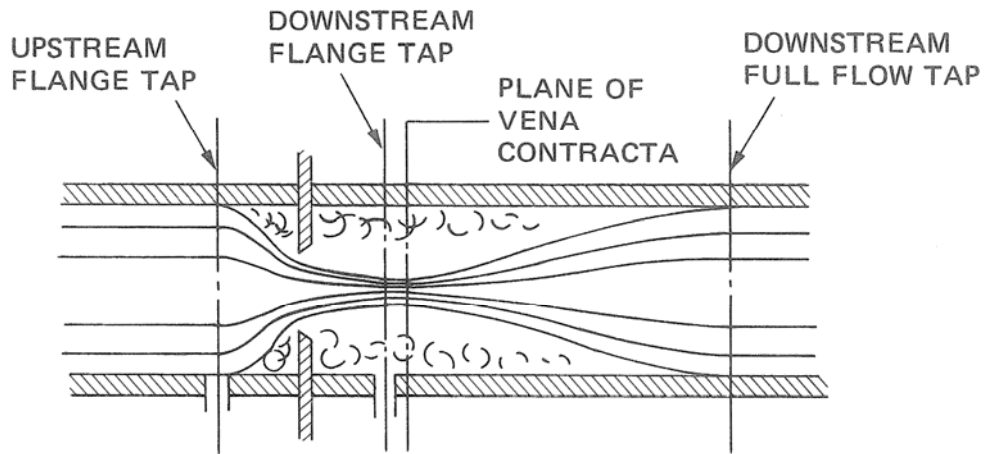
Expanziós szám ε

Beszívó mérőperemre: $\varepsilon = 1$

•Átfolyó mérőperem

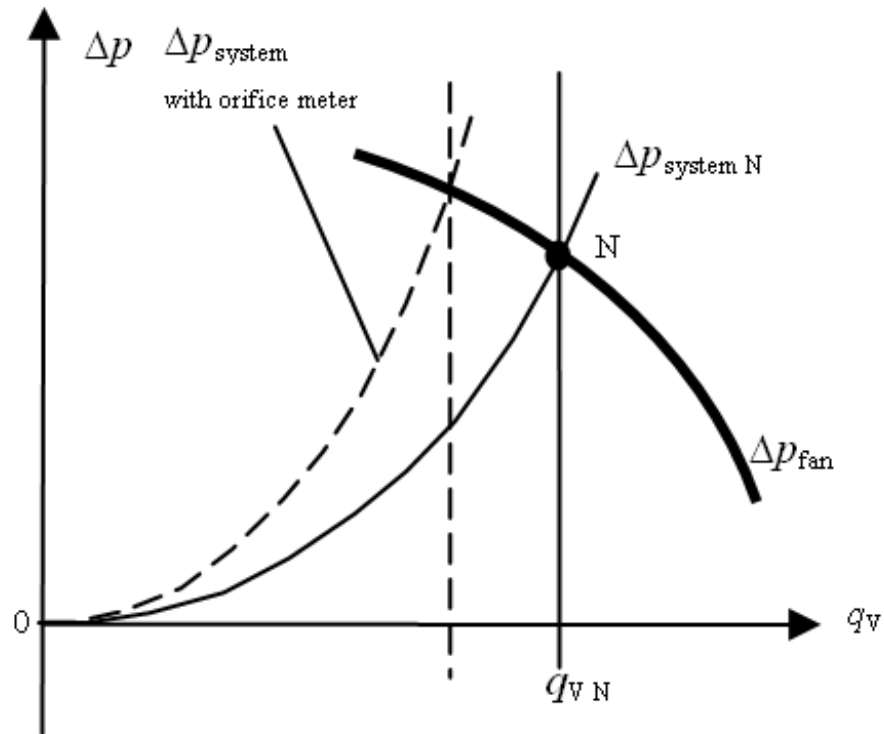


ISO 5167-1:1991

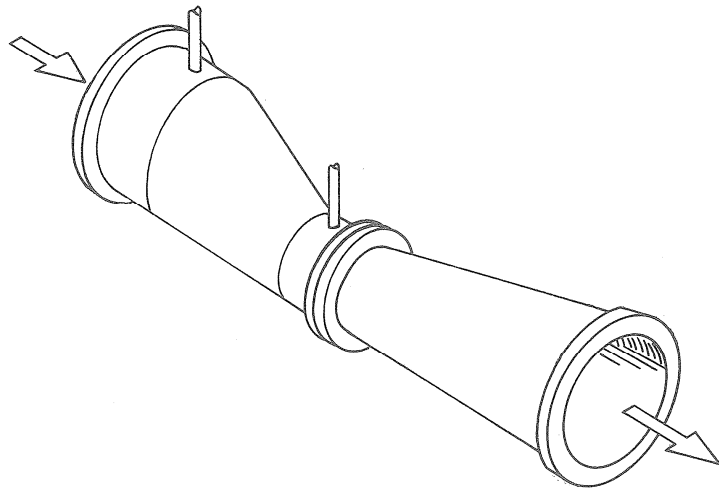
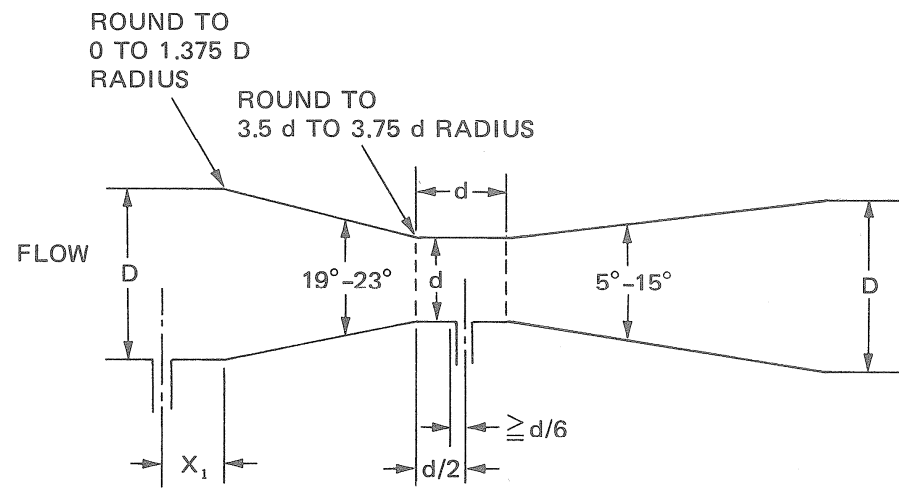


- Geometria
- α, ε
- Beépítés – Példák
- Pontosság – Példák
- Problémák

$$q_V = \alpha \varepsilon \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_m}$$



•Venturi-cső ISO 5167-1:1991

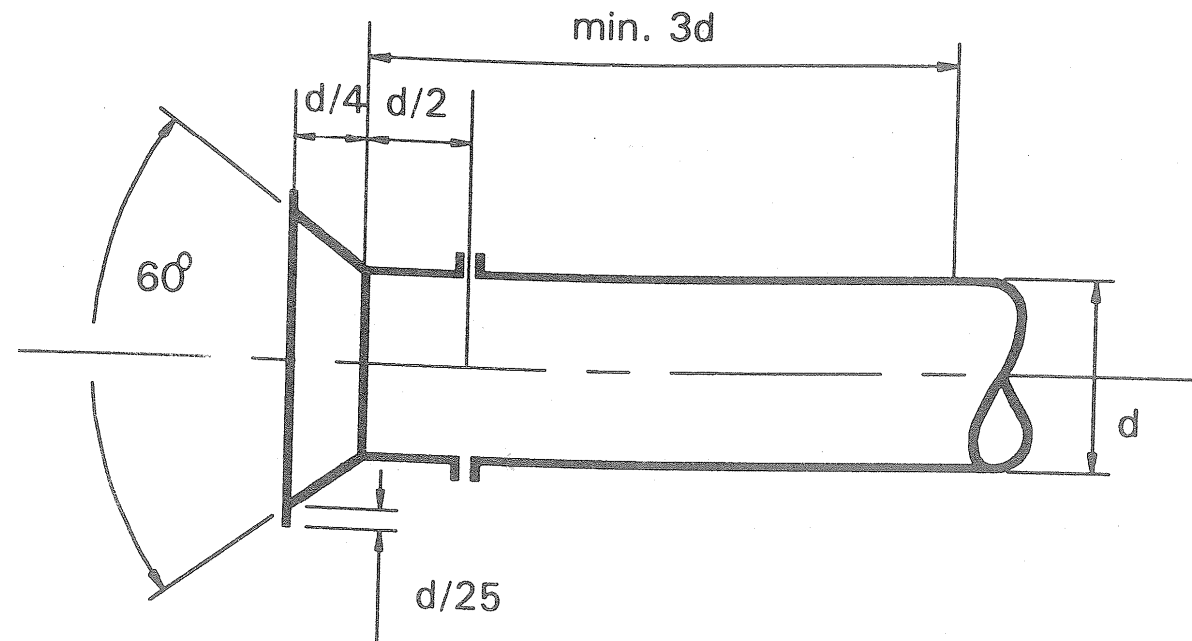


• **Beszívó kúp** ISO 5221-1984 (E)

$$Re = \frac{4q_v}{\pi \rho d v}$$

$$(\alpha \varepsilon) = 0.955 \pm 0.020 \quad \text{ha} \quad 2 \cdot 10^5 < Re < 3 \cdot 10^5$$

$$(\alpha \varepsilon) = 0.960 \pm 0.015 \quad \text{ha} \quad Re > 3 \cdot 10^5$$



Összehasonlítás a sebességmérésre visszavezetett (SEB) és a szűkítőelemes (SZŰK) módszerek között

SZEMPONT	SZŰK	SEB
1/ Beavatkozás a rendszerbe	<p style="text-align: center;">“ _ ”</p> <p>Veszteségek \Rightarrow az üzemállapot módosulhat \Leftrightarrow eleve betervezni a rendszerbe</p>	<p style="text-align: center;">“ + ”</p> <p>Elhanyagolható (fali furatok)</p>
2/ Időben változó üzemállapot követése	<p style="text-align: center;">“ + ”</p> <p>Folyamatosan leköveti</p>	<p style="text-align: center;">“ _ ”</p> <p>Nem követi (felületen összegez) (\Leftrightarrow korrekció..?)</p>
3/ Előírások, követelmények	<p style="text-align: center;">“ _ ”</p> <p>Szigorúak (gyártás, beépítés, a rendszer leállítása...)</p>	<p style="text-align: center;">“ + ”</p> <p>Mérsékelt (nincsenek előírások, csak ajánlások; folyamatos rendszerüzem...)</p>

4/ Költségek	<p style="text-align: center;">“ - ”</p> <p>Magasak (gyártás, beépítés; üzemeltetés: a veszteségek fedezése)</p>	<p style="text-align: center;">“ + ”</p> <p>Mérsékeltek</p>
5/ Pontosság	<p style="text-align: center;">“ + ”</p> <p>Fokozott (mérsékelt, szabványban szavatolt bizonytalanság) Jogilag <u>védhető!</u></p>	<p style="text-align: center;">“ - ”</p> <p>Mérsékelt (a bizonytalanság mértéke nem szavatolt) Jogilag <u>támadható!</u></p>

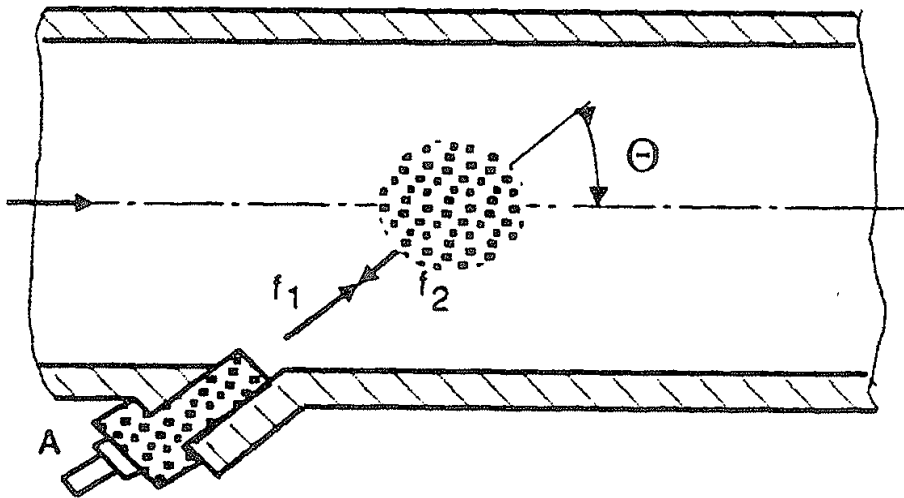
SZŰK: nagy pontosságú, folyamatos, jogilag védhető mérések (elszámolási mérések, folyamatirányítás stb.)

SEB: alkalmi (esettanulmány-jellegű) mérések, durva becslés (hibafeltárás, állapotfelmérés)

8. KÜLÖNLEGES ÁRAMLÁSMÉRŐK

8.1. Ultrahangos áramlásmérők

8.1.1. *Alkalmazási példa: kitermelt földgáz, hidrát dugókkal: nem-kontakt mérés*

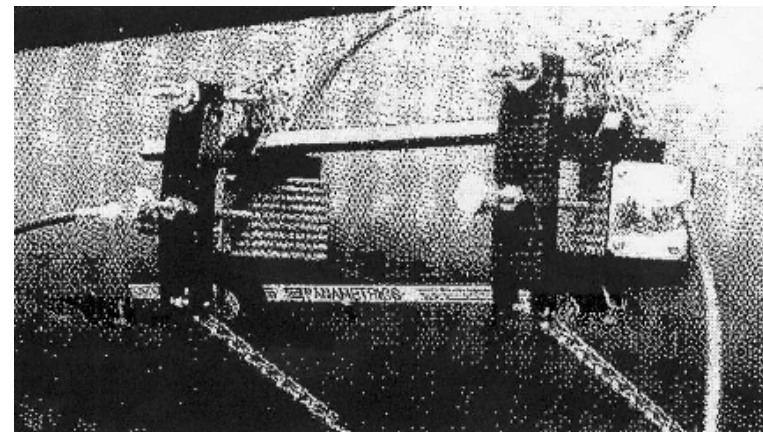


Doppler elv

$$f_1 - f_2 = 2 \bar{v} f_1 \frac{\cos \theta}{a}$$

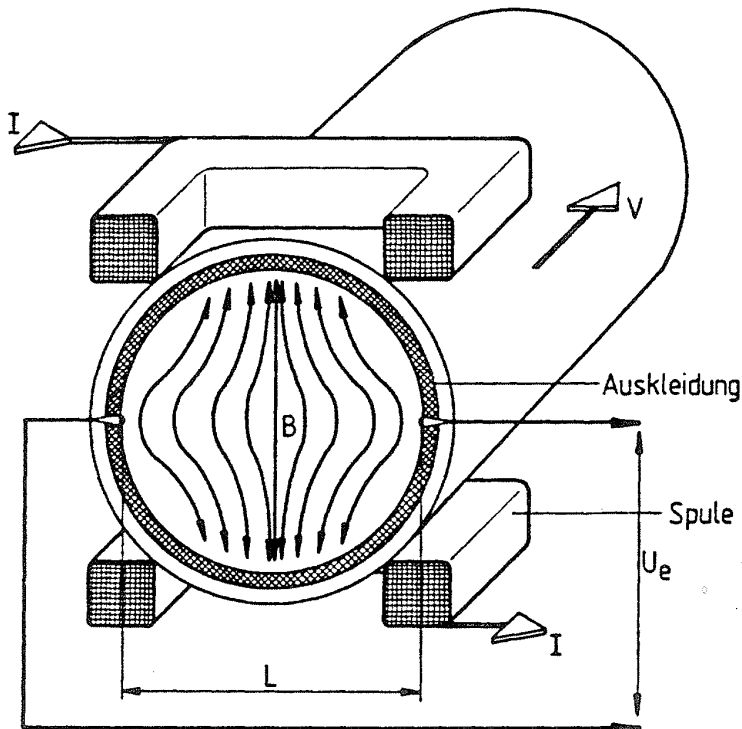
$$\frac{f_1 - f_2}{f_1} \ll 1$$

$$q_V = \bar{v} A$$



8.2. Magneto-induktív (magneto-hidrodinamikus, MHD) áramlásmérők

8.2.1. Alkalmazási példa: viszkózus, szennyezett (iszap, papírpép)



$$u = B L v \quad q_V = \frac{u D \pi}{4 B}$$

Faraday effektus



Integral Flowmeter



Remote Flowtube

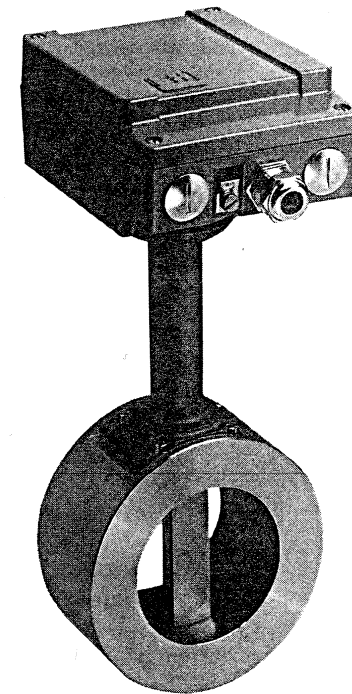
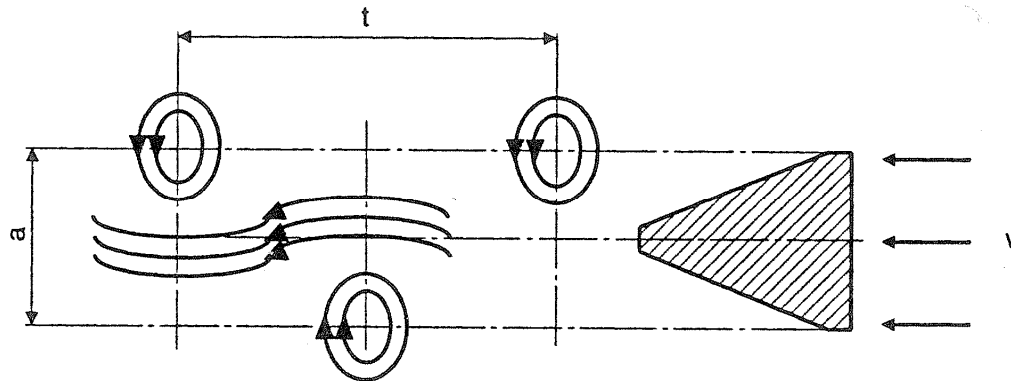
8.3. Örvényhagyó (Vortex) áramlásmérők

8.3.1. Alkalmazási példa: olajkútból kísérogáz (1F)

$$Str = \frac{f \cdot d}{\nu}$$

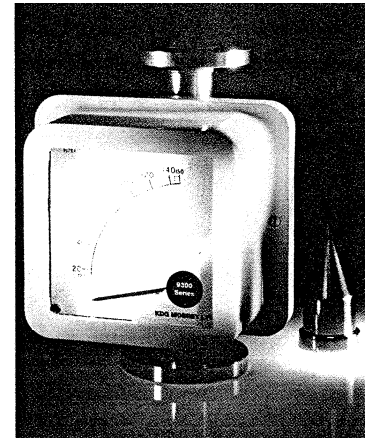
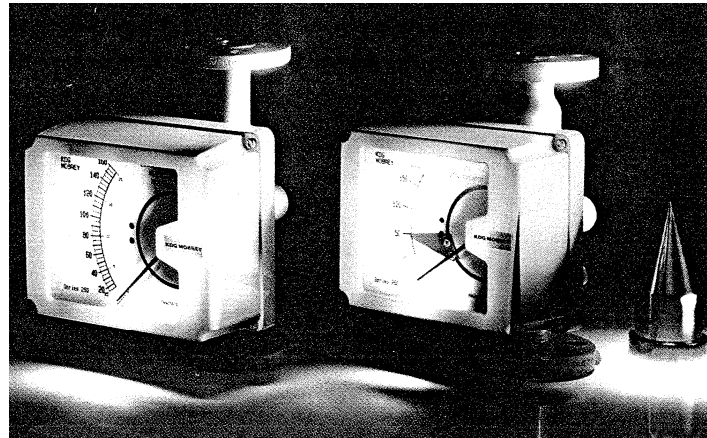
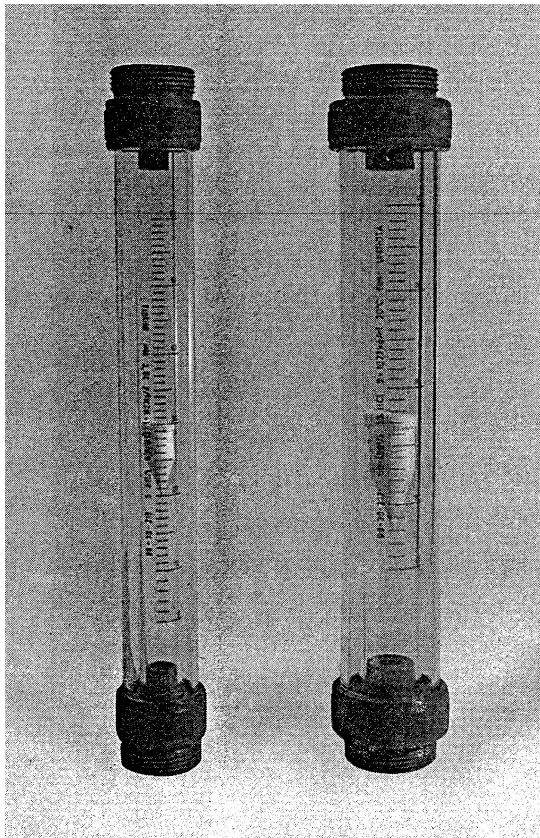
$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$v = \frac{d}{Str} \cdot f$$



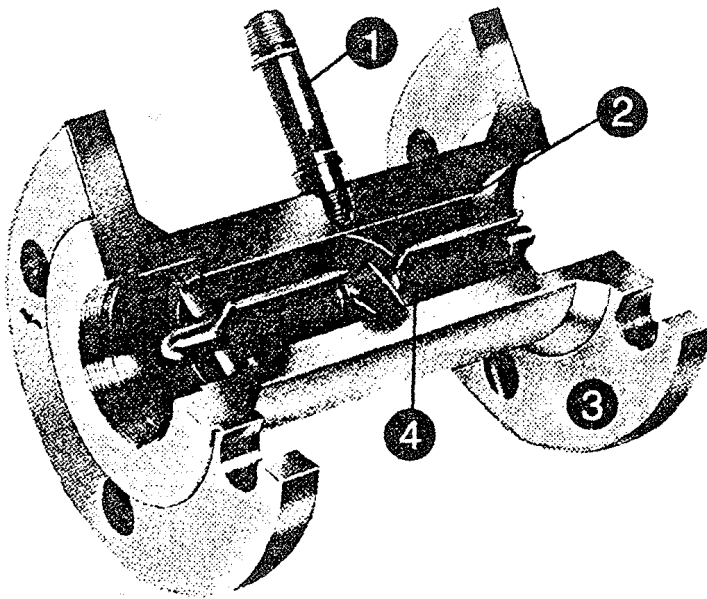
8.4. Lebegőtestes áramlásmérők („rotaméterek”)

8.4.1. *Alkalmazási példa: technológiai folyamat egyszerű ellenőrzése leolvasással (pl. kompresszor-öntvényblokkok gáztömörségi tesztje)*



8.5. Turbinás áramlásmérők

8.5.1. *Alkalmazási példa: kőolajszármazékok elszámolási mérése*

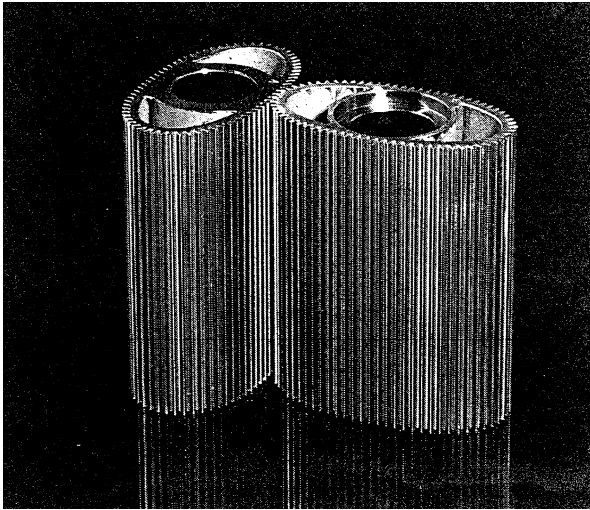


$$q_V \sim n$$

Korrektció, kalibráció

8.6. Volumetrikus áramlásmérők

8.6.1. Alkalmazási példa: kis mennyiségű folyadékkomponens pontos beadagolása



*Pl. oválkerekes
áramlásmérő*

$$q_V \sim n$$

