

AZ ÁRAMLÁSTAN VÁLOGATOTT FEJEZETEI - ÁRAMLÁSMÉRÉS

Dr. Vad János docens

1: Előadás. Bevezetés. Időbeli átlagnyomás és időben változó nyomás mérése. Sebességmérők. Hőmérsékletmérés. Lézer Doppler anemometria. Lézersíkos áramlás vizualizáció. Particle Image velocimetry. Hődrótos sebességmérés. Térfogatáram mérése. „Különleges” ipari áramlásmérők.

2: Ipari esettanulmányok. Gázmotoros erőmű légellátó rendszerének hibafeltárása. Aerob szennyvízkezelő telep zajcsökkentése. Szárítótorony rezgésének vizsgálata. Gyógyszeripari fermentációs folyamat optimalizálása. Földgázkút vezetékébe épített áramlásmérő mérési zajának hatása a gázkitermelésre.

3: Laborbemutató. Nyomás, sebesség, hőmérséklet mérésének eszközei. Térfogatáram mérése. Lézerek. Lézer Doppler Anemometria. Hődrótos sebességmérés.

4: Ipari esettanulmányok. Kazán-aláfúvó ventilátor rezgésdiagnosztikája. Élelmiszeripari hűtőrendszer kapacitásnövelése. Gázturbinás erőmű áramlástechnikai felülvizsgálata. Cementipari füstgázvezetékbe beépített hangtompító mérése.

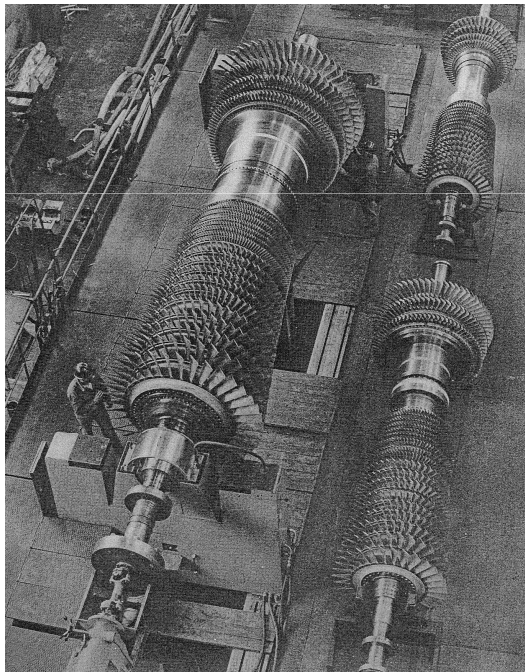
5: Ipari esettanulmányok. Erőművi égésilevegő-ellátó ventilátor üzemállapotának megállapítása. Távhőellátó rendszer méréstechnikai felülvizsgálata. Vegyipari tartálypark szivattyú-rendszerének rekonstrukciója. Acélipari lemezűtő rendszer hatékonyságnövelése.

1. BEVEZETÉS

1.1. Az áramlástan mérés célja

1.1.1. Globális (integrál) jellemzők

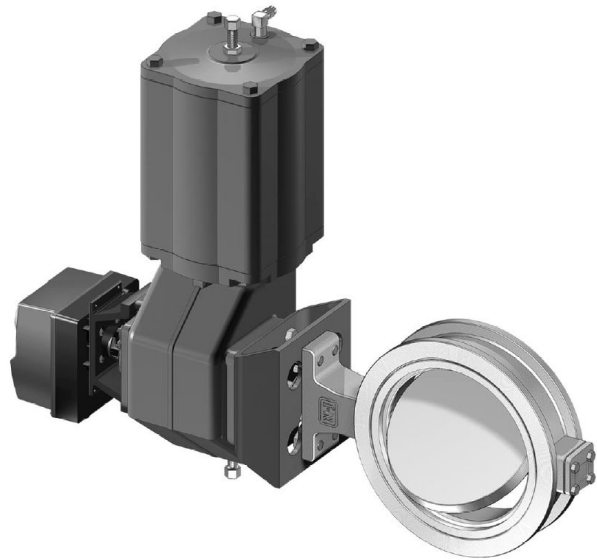
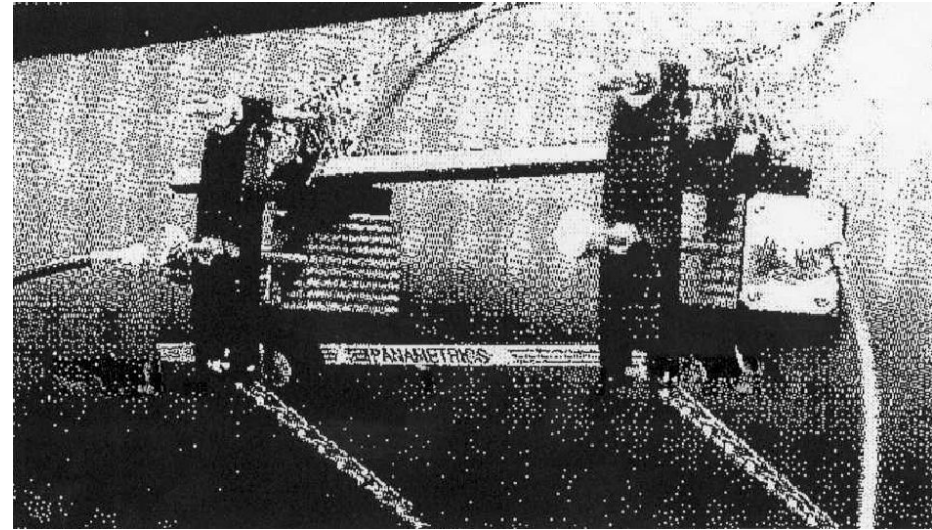
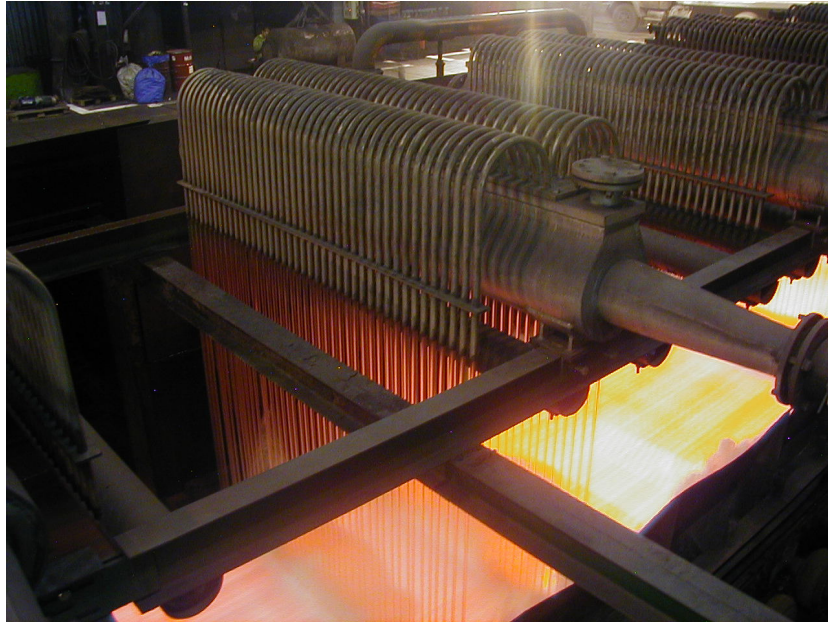
Áramlástechnikai gépek és a csatlakozó rendszer üzemének általános megítélése, hibafeltárás (eseti vizsgálatok)



Tömegáram:

$$q_m = \int_{A_{duct}} \rho \underline{v} \cdot \underline{dA} \approx \rho \sum_{i=1}^n v_{\perp i} \Delta A_i$$

Dr. Vad János: Áramlásmérés



Mérési adatok biztosítása
folyamatirányításhoz és automatizáláshoz

Térfogatáram:

$$q_V = \int_{A_{duct}} \underline{v} \, dA$$

Dr. Vad János: Áramlásmérés

1.1.2. Lokális jellemzők, az áramlási szerkezet jellemzése

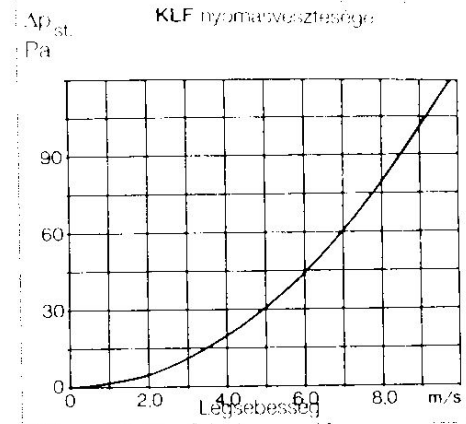
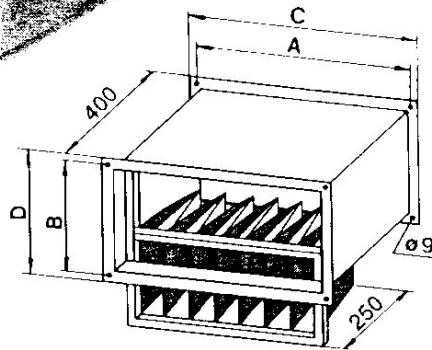
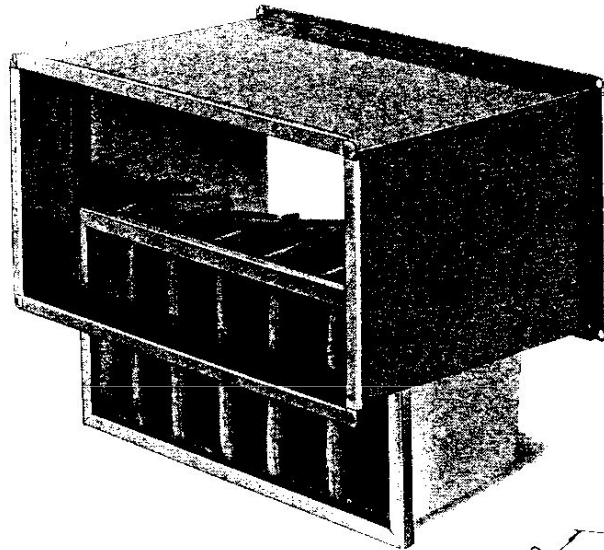
Hibafeltárás, üzemállapot ellenőrzése



Dr. Vad János: Áramlásmérés

Mérési adatok biztosítása ipari folyamatirányításhoz

KLF



□ Nyomásvesztés KLF-nél

A légszűrő tiszta állapotban a fenti diagram szerint nyomásvesztést okoznak. Ezt a ventilátor kiválasztásánál figyelembe kell venni.

■ Tartozék

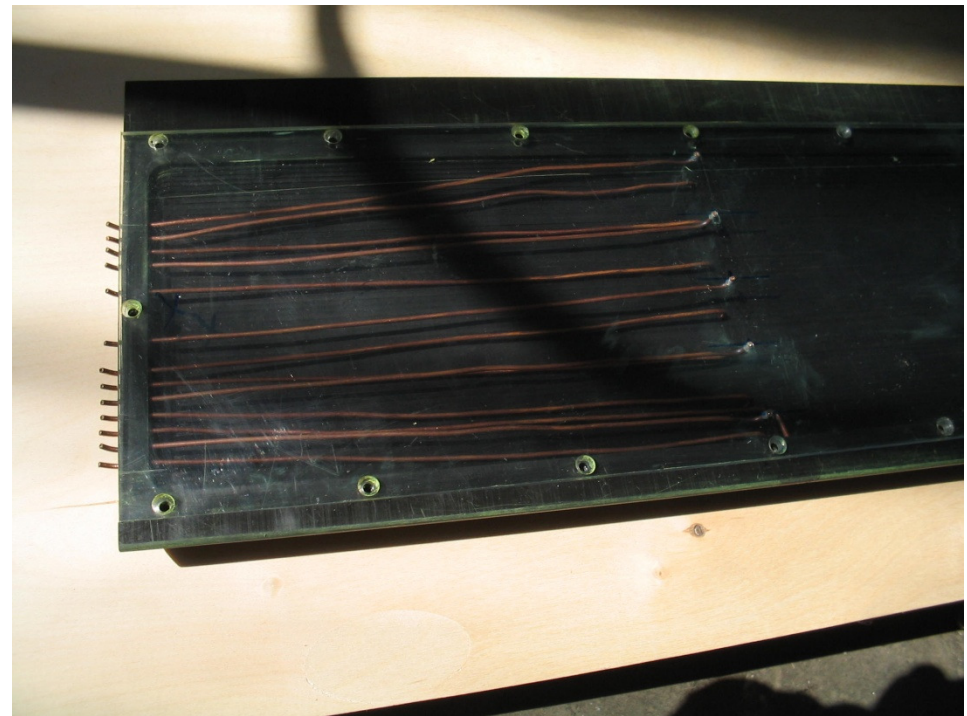
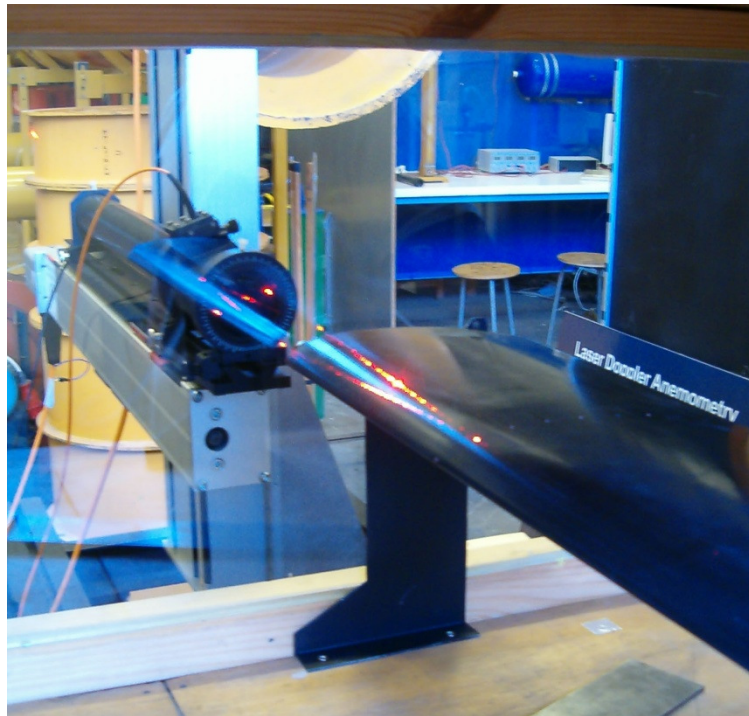
Nyomáskülönbség kapcsoló

DDS

Rend.szám 0445

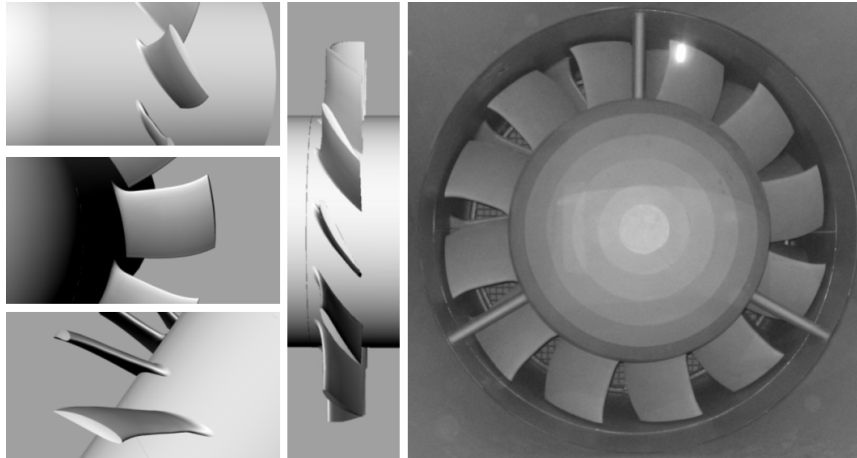
Légszűrők felügyeletét szolgáló komplett mérő-kapcsoló egység: mérési tartomány 100-1000 Pa-ig.

Mérés-alapú kutatás-fejlesztés (K+F)

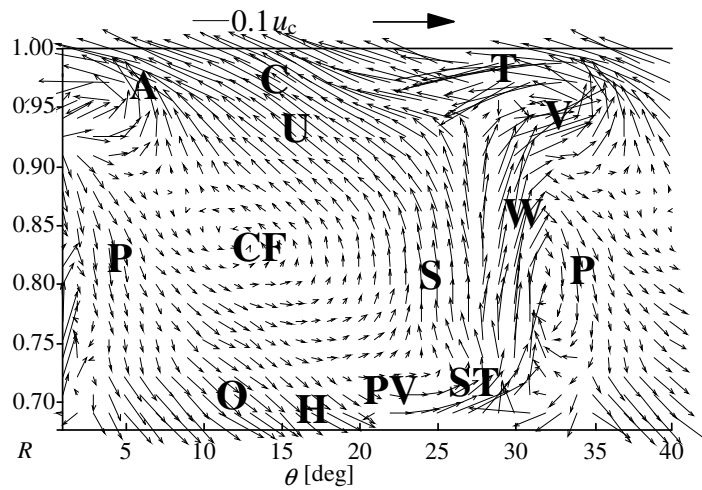


Dr. Vad János: Áramlásmérés

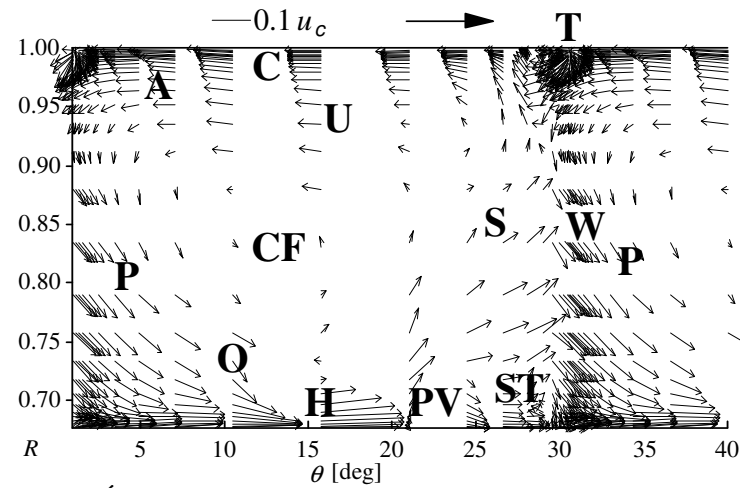
Numerikus áramlástan (Computational Fluid Dynamics, CFD) eszközök mérési validációja



LDA:



CFD:



Dr. Vad János: Áramlásmérés

1.2. Tárgyalt mennyiségek

Ipari alkalmazásokhoz és K+F-hez kötődően:

Globális jellemzők:

- Térfogatáram
- Tömegáram

Lokális jellemzők:

Skalárjellemezők:

- Nyomás (időben átlagolt és ingadozó)
- Hőmérséklet
- Másik fázis koncentrációja

Vektorjellemezők:

- Sebesség (időben átlagolt és ingadozó)

1.3. “Igényes áramlásmérés”: mitől “igényes”?

| Igény | Példák műszerezettségre |
|---|--|
| “Kis” mérési bizonytalanság | Lézer Doppler Anemometria (LDA): sebességmérés 0.1 % relatív bizonytalansággal |
| “Széles” mérési tartomány | LDA gyors adatgyűjtő kártyával ellátva, előjeles sebesség mérésére: 0 m/s-től szuperszónikus áramlásig |
| “Nagy” térbeli felbontás | LDA: mérőtérfogat mérete: 0.1 mm nagyságrendű (\Leftrightarrow Prandtl-cső) |
| “Nagy” időbeli felbontás időfüggő folyamatok vizsgálatára (pl. turbulencia) | Hődrótos áramlásmérés (Constant temperature anemometry: CTA) (\Leftrightarrow Prandtl-cső) |

| | |
|--|---|
| “Nagy” irányérzékenység vektorjellemzők mérésekor | LDA: interferencia-csíkozat: definiálja a mért sebességkomponens irányát (\Leftrightarrow Prandtl-cső) |
| “Kis” irányérzékenység skalárjellemzők mérésekor | Prandtl-cső a dinamikus nyomás méréséhez: irányérzéketlen $\pm 15^\circ$ tartományban (ez hátrány, ha a sebességadatból térfogatáramot számítunk) |
| Többkomponensű mérések | 1D, 2D, 3D LDA és CTA, PIV, stereo PIV |
| Mérsékelt kalibrációs igény / nincs kalibráció (stabil belső paraméterek) | LDA: NINCS kalibráció, “black box”: NEM SZABAD állítani (\Leftrightarrow CTA) |
| Könnyen használható, “plug and play” | Szárnylapátos anemométer (\Leftrightarrow LDA) |

| | |
|---|--|
| Megbízható üzem széles alkalmazási körben: nehéz körülmények között (poros, forró, nedves, agresszív ipari környezet) | S-szonda (\Leftrightarrow LDA) |
| Más módszerekkel nem elérhető zónák mérése, távoli mérés | Lézer vibrométer (\Leftrightarrow piezoelektromos gyorsulásmérő) |
| A mérendő áramlás „mérsékelt” megzavarása: „érintésmentes”, „nem-beavatkozó”, „nem-invazív” technika | Ultrahangos áramlásmérő (\Leftrightarrow Szilárdtest-szondák) |
| A mérendő berendezés minimális módosítási igénye | Lézer vibrométer, ultrahangos áramlásmérő (\Leftrightarrow átfolyó mérőperem) |

| | |
|---|--|
| Elektronikus kimenőjel az adatok igényes bemutatásához és folyamatirányításhoz | Elektronikus nyomásszenzor (\Leftrightarrow U-csöves manométer) |
| Számítógéppel támogatott, automatizált mérés (kalibráció, mozgatás, adatgyűjtés, adatfeldolgozás, adattárolás, adatmegjelenítés...) | Particle Image Velocimetry (PIV) (\Leftrightarrow Prandtl-cső) |
| “Mérsékelt” költségek | Prandtl-cső (\Leftrightarrow LDA) |

1.4. Igényes áramlásmérés: általános tudnivalók

A/ Mérési módszerek: a követelmények szerint

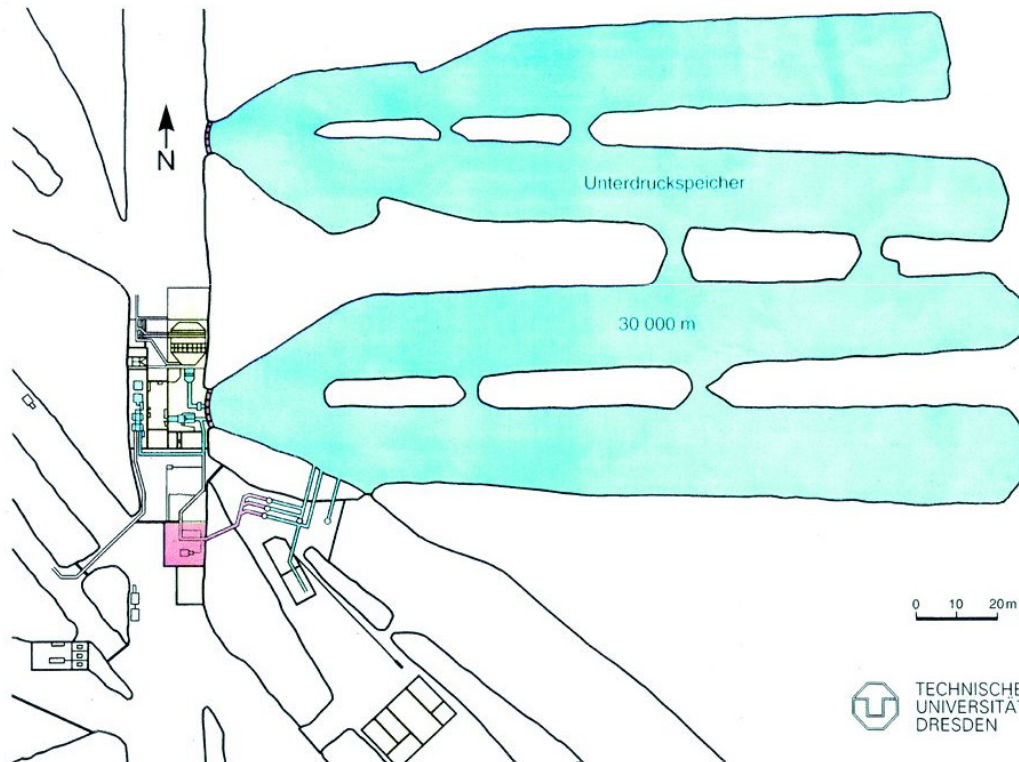
Sebességmérés:

| | | | |
|------------------------|--|---|---|
| Technika | Prandtl-cső | 1-komponensű CTA vagy LDA | 2- komponensűLDA |
| Mérés | Átlagsebesség nagysága, pontoszerű | 1 átlag (és ingadozó) sebesség- komponens, pontoszerű | 2 sebesség- komponens, pontoszerű |
| Költség nagysr. | 0.5 kEUR | 25 kEUR | 100 kEUR |

| | | | |
|------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Technika | 3-komponensű LDA | 2-komponensű PIV | Stereo PIV |
| Mérés | 3 sebesség- komponens, pontoszerű | 2 sebesség- komponens, síkban | 3 sebesség- komponens, síkban |
| Költség nagysr. | 200 kEUR | 200 kEUR | 400 kEUR |

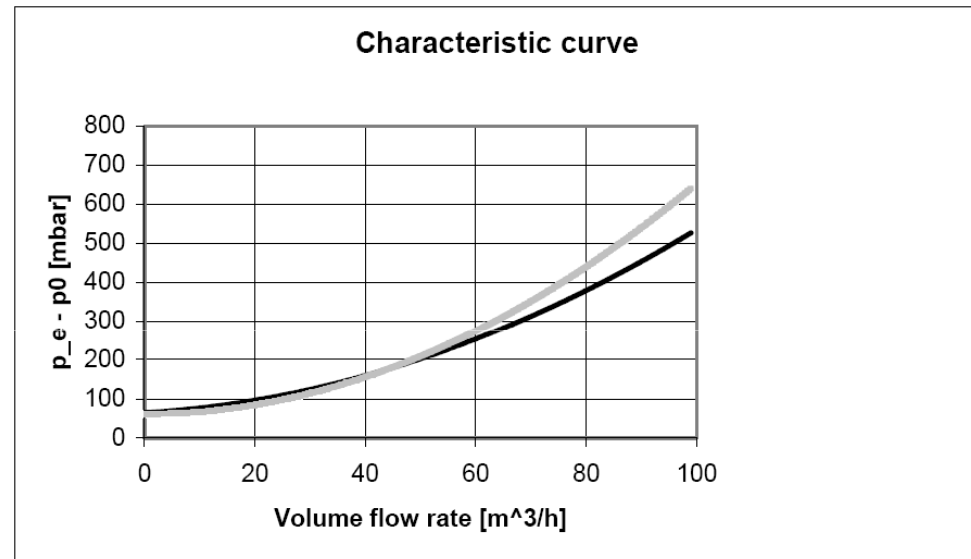
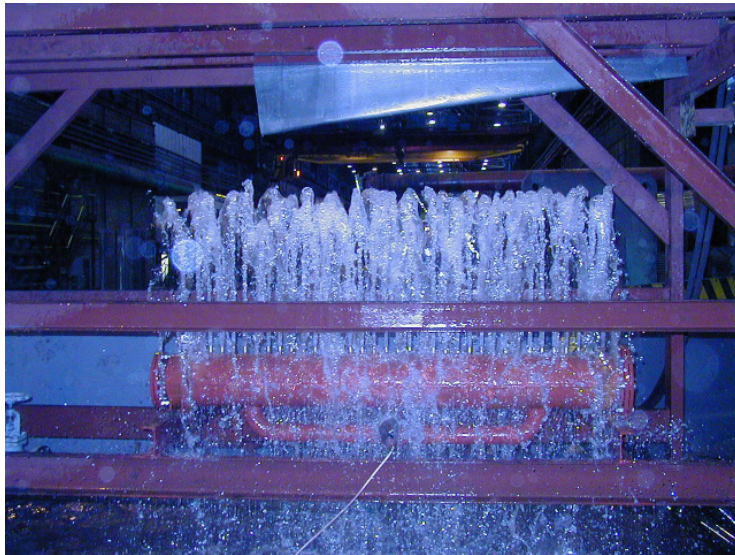
B/ “Igényes” csak HA: a teljes kísérleti eljárás és kiértékelés is igényes

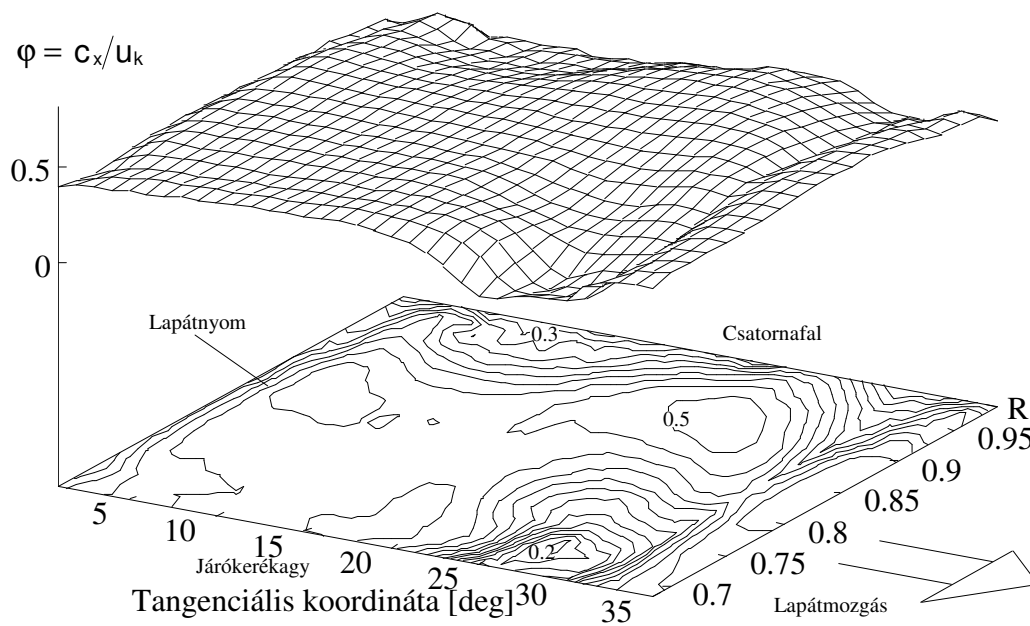
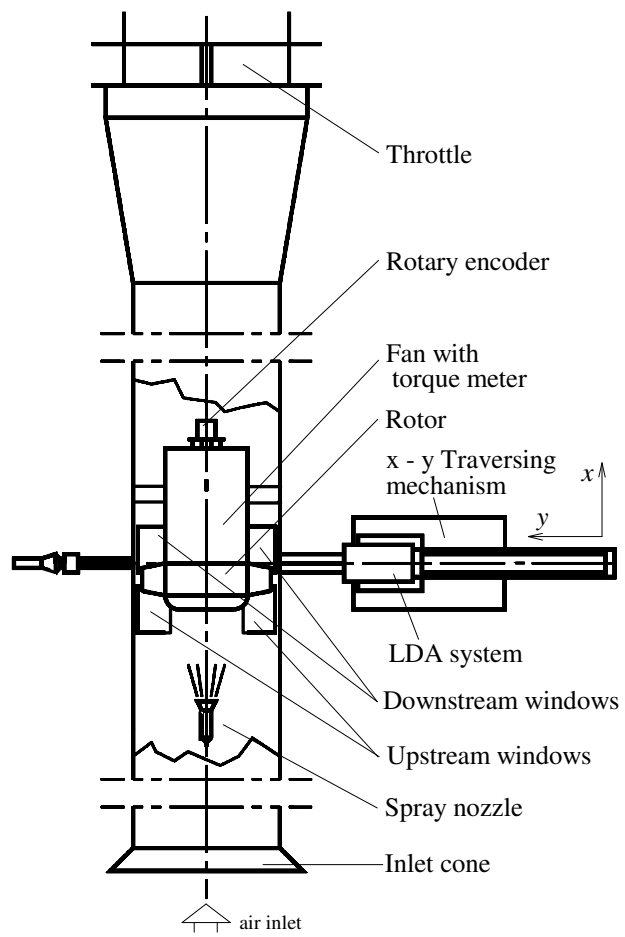
- Hangsebesség feletti szélcsatorna:



- Belsőégésű tesztmotor

C/ Paradoxon: „Tudnunk kell az eredményt, mielőtt nekikezdünk.”
“Elmélet nélkül hallgatnak a tények.”





D/ Az információ adta lehetőségek teljeskörű kihasználása

