

## Nagy recirkulációs szélcsatorna

### Sz.1.1. mérés

#### *Nyíróréteg szabályozás vezetőfülke, spoilerok, terelők és a raktér kölcsönhatásának vizsgálata tagolt teherautó modellen.*

A tagolt felépítésű járműveknél az áramlási ellenállás (és így az üzemanyag fogyasztás) tekintetében jelentős szerepe van az egyes elemek (esetünkben a vezetőfülke és a raktér) áramlási kölcsönhatásának. Feladat ezen áramlástanai kölcsönhatás kísérleti vizsgálata, megértése.

A mérés 45 perce alatt a feladat

- a mérleg kalibrálása (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- ezt követően hosszteneggel párhuzamos megfúvásnál 4-6 spoiler, terelő változat vizsgálata:
- olajköd bevezetéssel és fényképek készítésével,
- erőméréssel,
- statikus nyomás mérésével

Rendelkezésre áll

- kb. 1: 10 léptékű teherautó modell nyomáskivezetésekkel, a vezetőfülke modelljére felerősíthető különböző alakú spoilerok, terelők,
- a szélcsatorna mérőterében elhelyezkedő mérleg, amely a jármű modell hosszteneggel párhuzamos erő mérésére alkalmas
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít. Lehetőség van a mérőcsoport által készített vezetőfülke és terelő modellek vizsgálatára

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából 6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

##### **A jármű modellek mérésekkel foglalkozók számára további szükséges ismeretek**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásának CD mellékletében szereplő M.11.2.4. Vehicle aerodynamics PP prezentáció (A tankönyv 4. kiadásában a DVD melléklet M.11.3.1 prezentációja).

**Ajánlott még** a Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák körüli áramlási tér felosztása, a homlokfali ellenállás és csökkentése, 11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok, kamionok körüli áramlás

## Nagy recirkulációs szélcsatorna, vagy az udvari határréteg szélcsatorna

### Sz.1.2.

#### *Egymás után haladó három kamion modell áramlástani kölcsönhatása a távolság és a relatív szélirány függvényében*

Az áramlási eredetű ellenállás miatti üzemanyag fogyasztás csökkenthető, ha a kamionok egymás mögött nem nagy távolsággal haladnak (platooning), ezáltal áramlási kölcsönhatás jön létre az egyes járművek között. Feladat ezen áramlástani kölcsönhatás kísérleti vizsgálata, megértése.

A mérés 45 perce alatt

- először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- ezt követően hossz tengellyel párhuzamos megfúvásnál vizsgálni kell egy egyedülálló kamion modellt: az áramlást olajköd bevezetéssel és fényképek készítésével, az ellenállás erőt erőméréssel.
- a b) vizsgálat megismétlendő egy másik kamion modellt két különböző távolságban a vizsgált kamion elé és mögé helyezve, majd
- három kamion esetén (középső a mért) két távolságnál.

Rendelkezésre áll

- három 1:24 léptékű kamion modell
- a szélcsatorna mérőterében elhelyezkedő mérleg, amely a jármű modell hossz tengelyével párhuzamos erő mérésére alkalmas
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design  
[www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

##### **A jármű modellek mérésekkel foglalkozók számára további szükséges ismeretek**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásának CD mellékletében szereplő M.11.2.4. Vehicle aerodynamics PP prezentáció (A tankönyv 4. kiadásában a DVD melléklet M.11.3.1 prezentációja).

**Ajánlott még** a Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák körüli áramlási tér felosztása, a homlokfalli ellenállás és csökkentése, 11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok, kamionok körüli áramlás

## Nagy recirkulációs szélcsatorna

### Sz.2.1.

#### *Hengerek körüli áramlás vizsgálata*

Körhengerek szerkezetek (hidak, tornyok, daruk, stb.) gyakran használt elemei. Bizonyos feltételek között örvényleválás jön létre ezeken a szerkezeti elemeken, amely nagy áramlási ellenállás erővel párosul, és, ha ennek frekvenciája közel áll a szerkezet sajátfrekvenciájához a szerkezet tönkremenetelt okozó lengése jöhet létre.

Feladat: körhenger esetén vizsgálni az áramlási ellenállás erőt, az örvényleválás létét és frekvenciáját, a Strouhal szám értékét, a Re szám növelésével, a hozzááramlás turbulenciájának növelésével és a felületen elhelyezett turbulenciagenerátorral, a nyomban elhelyezett elválasztó lemezzel szub-szuperkritikus átmenet bekövetkeztét és hatását az ellenállástényezőre.

A mérés 45 perce alatt

- a) először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- b) közben meg kell mérni a hengert tartó szerkezet és a véglapok méreteit (a geometriai adatok alapján számítással becsüljük a felfogó szerkezetre ható ellenállás erőt, amelyet később levonunk a hengerrel mért ellenállás erőből),
- c) ezt követően különböző áramlási sebességeknél olajköd bevezetéssel és fényképek készítésével, valamint erőméréssel vizsgáljuk a hengert, hogy különböző Reynolds számoknál meghatározzuk a henger körüli áramlás jellegzetességeit, az örvények leúszását és az ellenállás erőt.
- d) az örvényleválás frekvenciájának becslése az olajköddel készült felvételekkel és a sebesség mérésével.
- e) körhenger esetén a b) mérés megismétlendő adott (szubkritikus) Reynolds számnál kettő huzal-turbulenciagenerátorral, a véglapokra rögzített turbulenciát keltő hengerrel, ill. a henger mögött elhelyezett elválasztó lemezzel.

Rendelkezésre áll

- henger véglapokkal, tartó, kiegészítő elemek
- a szélcsatorna mérőterében elhelyezkedő mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos erő mérésére alkalmas,
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaiával foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design  
[www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

**Az Sz 2.1., K3. és K4. mérést végzők számára ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából: 11.1.2. A körhengerre ható áramlási erő, 11.1.3. Nem kör keresztmetszetű hengerekre, lemezcsíkra, gömbre ható áramlási eredetű erő.

## Nagy recirkulációs szélcsatorna, vagy az udvari határréteg szélcsatorna

### Sz.2.2.

#### *Tompa testekre ható ellenállás erő és a nyomban lévő nyomás vizsgálata*

Tapasztalat, hogy a tompa testek nyomában uralkodó nyomás (amely az áramlási ellenállás nagy, esetenként döntő részét teszi ki) annál kisebb, minél kisebb a zavartalan áramlási sebesség és a határréteg leválás helyén a nyíróréteg érintője által bezárt szög.

Feladat a fenti összefüggés meghatározása gömb és gömbsüvegek körüli áramlás olajköddel történő vizsgálatával (a zavartalan áramlási sebesség és a határréteg leválás helyén a nyíróréteg érintője által bezárt szög fényképezéssel történő közelítő meghatározásával), valamint az áramlási ellenállás és a nyomban lévő nyomás mérésével.

A mérés 45 perce alatt

- először az erőmérő cellát kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- ezt követően két (áramlás irányából domború és homorú félgömbbel) különböző áramlási sebességeknél (ameddig jól látható) áramlást szemléltető felületre ragasztott szálakkal és fényképek készítésével, valamint az ellenálláserő és a nyomban lévő nyomás mérésével vizsgálandó, ill. meghatározandó, hogy milyen megfúvási sebesség felett nem változik az ellenállástényező (szűnik meg a Reynolds szám függőség).
- Egymás után felszereljük a különböző testeket és az adott szélességnél elvégezzük a b) alatti vizsgálatokat.

Rendelkezésre áll

- belül üres  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  és teljes gömb kétféle irányból áramlásba helyezhetően (7 változat),
- a modelleket a mérleghez rögzítő és a statikus nyomás kivezetését lehetővé tevő tartó,
- a tartó és a gömb között elhelyezett erőmérő cella
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- pálca végére rögzített zászlócska, gömbfelületre ragasztott szálak.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít. Lehetőség van a mérőcsoport által készített, felszerelhető kiegészítő elemek (pl. gömb vizsgálatánál turbulenciagenerátor) hatásának vizsgálatára.

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design  
[www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

## Nagy recirkulációs szélcsatorna

### Sz.3.1.

#### *Emberi testre ható erő, különböző testtartásokban.*

Az emberi testre ható áramlási ellenállás erő és annak testtartástól, ruházattól valamint egymáshoz közel álló, vagy mozgó emberek közötti áramlási kölcsönhatástól való függésének ismerete fontos lehet különböző sportágaknál (pl. ejtőernyőzés, futás, síugrás), magas szerkezeteken dolgozók biztosításánál és pl. ejtőernyős lebegtető tervezésénél.

Feladat egy személy körüli áramlás jellemzői, a rá ható ellenállás erő, az ellenállástényező Reynolds számtól, testtartástól (pl. keletkezik-e a vízszintesen tartott karunk mögött Kármán-féle örvénysor), öltözettől (síruha, felfúvódó szélkabát) való függésének meghatározása, valamint két, és három, egymástól különböző távolságokban különböző hosszakat futó személyek áramlási kölcsönhatásának meghatározása.

A mérés előtt fényképpel rögzíteni kell az egyes személyek adott testtartáshoz tartozó keresztmetszetét, hogy az ellenállástényező számításához szükséges vonatkozási keresztmetszet meghatározható legyen.

A mérés 45 perce alatt

- a) először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- b) ezt követően egy vizsgált személyre merőleges különböző megfúvási sebességeknél, adott ruházatnál és testtartásnál vizsgálni kell az áramlás jellemzőit olajköd bevezetéssel és fényképek készítésével, az ellenállástényező Reynolds számtól való függését pedig erőméréssel.
- c) A b) vizsgálat (ill. csak az ellenállás mérés) megismétlendő az adott személy különböző testtartásainál, olajköddel vizsgálandó, hogy a testtől eltartott karok és terpeszállásban a láb körül kialakul-e örvénysor.
- d) a b) vizsgálat megismétlendő a mérleggel azonos magasságú pódiumon álló 2, ill. 3, egymástól különböző távolságban lévő személy esetén (a 400, 150 és 5000 m síkfutáshoz tartozó átlagsebességek: 9,1, 7,1 és 6,4 m/s) környezetében, miközben a sorban első, második és harmadik személyre ható erőt is mérjük.

Rendelkezésre áll

- a szélcsatorna mérőterében elhelyezkedő mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos erő mérésére alkalmas,
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít. Lehetőség van a mérőcsoport által készített, vagy beszerzett kiegészítő elemek (pl. hátizsák, sisak, stb.) hatásának vizsgálatára.

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

## Nagy recirkulációs szélcsatorna

### Sz.3.2. Vitorla modell mérés, leválás indikálása nyomásméréssel, láthatóvá tétel, a mozgás irányában mutató erőkomponens mérése.

A vitorla körül kialakuló bonyolult, 3 dimenziós áramlás jellemzőinek felderítése hozzájárulhat a sportolók teljesítményének növeléséhez, a vitorla beállítás tudatosabb optimalizálásához.

Feladat információk szerzése a szél ellen, annak irányával adott hegyesszöget bezáró útvonalon haladó, cirkáló (kreuzoló) vitorlás hajó nagyvitorlája körül kialakuló áramlás jellemzőinek megismerése, a vitorla állása és a haladás irányú erő közötti összefüggés felderítése.

A mérés 45 perce alatt

- először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- ezt követően a mérleget alátámasztó körlapot a megfúvási irányhoz képest adott szöggel elforgatjuk, és egy adott árboc beállításnál a bum különböző állásánál (vitorla állásszögnél) az áramlás láthatóvá tételével vizsgáljuk az áramlást (különösen a szívott oldalon a határréteg leválást), és mérjük a „haladási irányba” eső erő komponensét.
- a b) vizsgálatot különböző bum állásnál megismételjük.

Rendelkezésre áll

- a szélcsatorna mérőterében elhelyezkedő, elfordítható mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos erő mérésére alkalmas,
- a mérleghez csatlakoztatható (a levegősugár mérete miatt) gyermek windsurf
- Prandtl cső a megfúvási sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

### A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek

#### A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

## NPL Csatorna

### ***N1. Egyszerűsített, tükrözött autó homlokfal modell körüli áramlás és az ellenálláserő vizsgálata különböző karosszéria geometriáknál***

Az ideális közeg áramlásába helyezett testekre nem hat ellenállás erő. Gyorsuló áramlás esetén, pl. egy személygépkocsi homlokfalán a határreteg vékony, ezért a homlokfal körüli áramlás hasonló a súrlódásmentes áramláshoz tartozó áramképhez, így a jármű homlokfali ellenállása (ami a homlokfali átlagos nyomástényezővel egyenlő) közel zérus, a homlokfal körüli áramlásban az össznyomás a faltól kissé távolabb állandó.

Feladat: a fenti feltevések helyességének ellenőrzése és tapasztalat szerzése a személygépkocsik homlokfala körüli áramlásról. A talaj modellezése érdekében két, egymáshoz képest szimmetrikusan elhelyezkedő, a karosszéria legnagyobb keresztmetszetében levágott autó homlokfal modell áll rendelkezésre, ezek közül az egyiknek a felszínén a szimmetriasíokban és a modell belsejében nyomáskivezetések vannak, így a homlokfali nyomásmegoszlás és a leválási buborékban lévő nyomás mérhető. Ugyancsak mérhető mérleggel a modellekre ható ellenállás erő. Utóbbiból kivonva a modell belsejében, azaz a leválási buborékban lévő depresszió és a modell legnagyobb keresztmetszetének szorzatát, becsülhető a homlokfali ellenállás.

A mérés 45 perce alatt

- először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- ezt követi az áramlás jellemzőinek megismerése olajköddel történő láthatóvá tétellel,
- meghatározandó a modell nélkül a mérlegkarra ható ellenállás erő
- 3 különböző sebességnél meghatározandó a modellekre ható ellenálláserő és a modellben lévő statikus nyomás (a mérőtérben lévő nyomáshoz képest) kerekkel,
- a modellekre ható ellenálláserő, valamint a modellben lévő statikus nyomás d) szerinti meghatározása kerek nélkül nyitott kerékházzal, zárt kerékházzal, a homlokfali geometria változtatása esetén: pl. „éles” belépőél a szélvédő fölött, spoiler a homlokfal alatt.

Rendelkezésre áll

a szélcsatorna mérőterébe benyúló mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos ellenálláserő mérésére alkalmas, és amely mentén a modellben lévő statikus nyomás kivezethető, két autó homlokfal modell, kiszerezhető kerekkel és lefedhető kerékházzal, olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”, manométer.

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

#### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

##### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határretek jellemzői, 9.2.2. A határreteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határretegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határreteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából 6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

##### **A jármű modellek mérésekkel foglalkozók számára további szükséges ismeretek**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásának CD mellékletében szereplő M.11.2.4. Vehicle aerodynamics PP prezentáció (A tankönyv 4. kiadásában a DVD melléklet M.11.3.1 prezentációja).

**Ajánlott még** A Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák körüli áramlási tér felosztása, a homlokfali ellenállás és csökkentése, 11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok, kamionok körüli áramlás

## **NPL Csatorna**

### ***N2. Formal versenyautó első kerekére ható ellenállás-erő, és nyíróréteg szabályozással történő csökkentése***

A Forma 1. versenyautók áramlási ellenállásának nagy részét a két első kerékre ható erő teszi ki. A kerék előtt a talaj közelében elhelyezett, terelőlap a kerék alsó részén csökkenti a nyomást és ezáltal a kerékre ható erőt (nyíróréteg szabályozás, shear layer conditioning).

Feladat: a kerékre ható ellenállás erő (ellenállástényező) és a kerék körüli nyomásmegoszlás meghatározása, valamint az ellenállás erő kerék elé helyezett terelő alkalmazásával (nyíróréteg szabályozással) történő csökkentése lehetőségének vizsgálata.

A mérés 45 perce alatt

- a) először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- b) meghatározandó a mérlegkarra ható ellenállás erő,
- c) ezt követi az áramlás jellemzőinek megismerése olajköddel történő láthatóvá tétellel,
- d) 3 különböző sebességnél meghatározandó a kerék modellekre ható ellenállás-erő
- e) a kerekre ható ellenállás-erő mérendő terelő alkalmazásával,
- f) egy megfúvási sebességnél mérendő a nyomásmegoszlás a kerék körül terelő nélkül és terelővel.

Rendelkezésre áll

- a szélcsatorna mérőterébe benyúló mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos ellenállás-erő mérésére alkalmas
- két F1 kerék modell
- a kerekre felszerelhető terelő
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

#### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

#### **A jármű modellek mérésekkel foglalkozók számára további szükséges ismeretek**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásának CD mellékletében szereplő M.11.2.4. Vehicle aerodynamics PP prezentáció (A tankönyv 4. kiadásában a DVD melléklet M.11.3.1 prezentációja).

**Ajánlott még** a Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák körüli áramlási tér felosztása, a homlokfali ellenállás és csökkentése, 11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok, kamionok körüli áramlás



## **NPL Csatorna**

### ***N3. A homlokfali nyíróréteg szabályozás vizsgálata hossztenegelyével párhuzamosan megfújt hengernél***

A nyíróréteg szabályozás lehetővé teszi, hogy hossztenegelyével párhuzamosan megfújt henger ellenállástényezőjét egyszerű eszközzel jelentősen csökkenthessük.

Feladat: a nyíróréteg szabályozás mechanizmusának megismerése, valamint „éles” be- és kilépő élekkel rendelkező henger ellenállástényezőjének csökkentése a homlokfalra erősített különböző méretű, és homlokfalhoz képest változtatható távolságú kör alakú lemez terelővel és segítségével

A mérés 45 perce alatt

- a) először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- b) meghatározandó a mérlegkarra ható ellenállás erő,
- c) ezt követi a nyíróréteg szabályozás nélküli áramlás jellemzőinek megismerése olajköddel történő láthatóvá tétellel és a modell homloklapján statikus nyomásmegoszlás, hátlapján nyomás meghatározásával,
- d) nyíróréteg szabályozás nélkül és két, különböző méretű körlapot a homlokfaltól 3-3 különböző távolságban rögzítve, ill. a kerítést a homlokfalra erősítve meghatározandó az ellenállás erő,
- e) a legkisebb ellenállás erőnél az áramlás jellemzőinek megismerése olajköddel történő láthatóvá tétellel és homloklapi nyomásmegoszlás és hátfali nyomás mérésével.

Rendelkezésre áll

- a szélcsatorna mérőterébe benyúló mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos ellenállás erő mérésére alkalmas
- henger alakú test a homlokfal elé felszerelhető kör alakú lemezekkel és a homlokfalon és a hátfalon statikus nyomáskivezetésekkel
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

#### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

## NPL Csatorna

### ***N4. Autóbusz karosszériához hasonló négyzetes hasáb ellenállástényezőjének csökkentése a homlokfal lekerekítésével és a hátsó rész „összehúzásával”***

A hossz tengelyével párhuzamosan megfújtt „éles” éllel rendelkező, autóbusz egyszerűsített karosszériájához hasonló hasáb ellenállástényezőjét jelentősen csökkenthetjük a homlokfal lekerekítésével és a hasáb hátsó részének összehúzásával.

Feladat: különböző hosszúságú hasábok körüli áramlás sajátosságainak, valamint adott hasáb esetén a homlokfal „ajakkal” való lekerekítése és a hátsó rész összehúzása hatásának megismerése az áramlás láthatóvá tételével és az ellenállástényező mérésével.

A mérés 45 perce alatt

- a) először a mérleget kell kalibrálni (súlyok segítségével 2-3 pontban),
- b) meg kell határozni a mérlegkarra ható ellenállás erőt,
- c) ezt követi 4, különböző hosszúságú hasáb, majd „éles” és a legnagyobb hasáb hosszánál a homlokfalra felerősített „ajakkal” lekerekített belépőélű és hátul „összehúzott” változatok körüli áramlás jellemzőinek megismerése olajköddel történő láthatóvá tétellel
- d) c) alatti hasáb változatok áramlási ellenállásának mérése

Rendelkezésre áll

- a szélcsatorna mérőterébe benyúló mérleg, amely az áramlási iránnyal párhuzamos ellenálláserő mérésére alkalmas
- elemekből álló hasáb, felszerelhető lekerekítéssel, hátsó összehúzással
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső és „fésű”.
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

#### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

#### **A jármű modellek mérésekkel foglalkozók számára további szükséges ismeretek**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásának CD mellékletében szereplő M.11.2.4. Vehicle aerodynamics PP prezentáció (A tankönyv 4. kiadásában a DVD melléklet M.11.3.1 prezentációja).

**Ajánlott még** a Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák körüli áramlási tér felosztása, a homlokfali ellenállás és csökkentése, 11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok, kamionok körüli áramlás

# 1. Kocsi

## K.1.1. Sík szabadsugár sebességmegoszlásának mérése

A sík szabadsugarakat igen gyakran alkalmazzák (légfüggöny, szárítás, hűtés, stb.) ezért fontos jellemzőinek ismerete

Feladat: a sík szabadsugár sebességmegoszlásának meghatározása legalább négy metszetben. Meghatározandó a maximális sebesség, az impulzusáram, a szabadsugárban áramló levegőmennyiség a kifúvástól való távolság függvényében 3 metszetben. Ugyancsak feladat a Coanda hatás vizsgálata (a sugárral párhuzamosan elhelyezett lapra milyen távolság esetén tapad fel a sugár). Vizsgálandó a kifúvás módjának (éles és lekerekített rész) hatása egy második mérésorozattal, valamint a turbulens diffúzió (és az ezzel analóg hőátvitel) a sugáron keresztül füst megfigyelésével. (E feladatok közül a mérésvezető által kiválasztottakat kell elvégezni.)

A mérés 45 perce alatt

- a lekerekített kifúvóréstől mért 3 különböző távolságban lévő metszetben méréssel meghatározandó a sík szabadsugárban a sebességmegoszlás.
- az a) alatti feladat megismétlendő 3 metszetben éles kiömlőnyílás esetén
- megfigyeléssel meghatározandó, hogy milyen távolságban elhelyezett, sugár tengelyével párhuzamos lapra tapad fel a sugár, és ez a távolság hogy függ a kifúvó sebességtől.
- füst bevezetésével és fényképezéssel vizsgálandó az anyagátadás a sugáron keresztül

Rendelkezésre áll

- a sík szabadsugár előállítására alkalmas berendezés
- Pitot cső és Prandtl cső a sebesség mérésére
- szondamozgató szerkezet
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

**A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

**A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

**A K.1.1. mérést végzők számára szükséges:** Az áramlástan alapjai tankönyv 3., vagy 4. kiadásából a 7.5. lecke (Szabadsugarak) anyagának az ismerete.

# 1. Kocsi

## **K.1.2. Sík szabadsugar görbülete nyomáskülönbség hatására, üzemcsarnok légfüggöny vizsgálata**

A közlekedés miatt nyitva tartandó kapuk „lezárására”, a csarnok és a környezet közötti hő- és anyagátvitel csökkentésére használják az oldalbefúvást, hideglevegős légfüggönyöket, amelyek a külső és belső nyomás közötti különbséget egy, a kapu egyik oldalán elhelyezett függőleges résen keresztül vízszintesen kifújó sík szabadsugar görbületével ellensúlyozzák.

Feladat a légfüggöny modell viselkedésének vizsgálata a kifúvási sebesség, a kifúvó rész szélesség, a kifúvási szög, a kapuszélesség, és a nyomáskülönbség függvényében, valamint a légfüggöny nyomáskülönbség – védett helyiségbe áramló külső levegő térfogatáram karakterisztikájának meghatározása, végül az anyag- és hőátadás megfigyelése olajköddel való szemléltetéssel.

A mérés 45 perce alatt

- adott lekerekített kifúvórész méreténél, kifúvási sebességnél és szögnél, kapu modell szélességnél a védett csarnok modelljéből a levegőt elszívó ventilátor által létesített különböző depresszió esetén meghatározandó a helyiségbe belépő külső levegő térfogatárama, és a zérus átáramláshoz tartozó üzemi pont paraméterei.
- az a) alatti feladat megismétlendő 1 további kifúvási szögnél és 1 további kifúvási sebességnél
- adott kifúvási szögnél vizsgálandó a kapuszélesség hatása
- füst bevezetésével és fényképezéssel vizsgálandó a görbült sugar alakja és az anyagátadás a sugáron keresztül.

Rendelkezésre áll

- a légfüggöny előállítására alkalmas berendezés,
- üzemcsarnok modell változtatható szabadsugar kifúvási szöggel és kapuszélességgel, valamint a teremben depressziót okozó, változtatható fordulatszámú ventilátorral, és az elszívott levegő mennyiségét mérő kalibrált beszívó elemmel.
- Pitot cső és Prandtl cső a sebesség mérésére
- olajköd generátor és olajköd bevezetésére alkalmas cső
- manométer

Fényképezőgépet a mérőcsoport biztosít.

### **A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

#### **A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

**A K.1.2. mérést végzők számára szükséges** Az áramlástan alapjai tankönyv 3., vagy 4. kiadásából a 7.5. lecke (Szabadsugarak) és a 7.5. lecke (Légfüggönyök működése) anyagának az ismerete.

## 2. kocsi

### **K.2.1. Körhenger körüli nyomásmegosztás és nyomáskülönbség ingadozás (ellenállás és oldalerő) mérés, a henger mögötti sík lap hatása**

Körhengerek körüli áramlás jellemzőinek ismerete számos műszaki alkalmazásnál szükséges. Kis Reynolds számok esetén a henger mögött kialakul a Kármán-féle örvénysor.

Feladat a henger körbeforgatásával meghatározni a csatornában lévő nyomáshoz képesti nyomáskülönbség és nyomáskülönbség ingadozás henger kerület menti változását (amplitúdó és frekvencia), valamint a henger mögött elhelyezett, különböző méretű, áramlással párhuzamos sík lap (splitter plate) hatását a nyomáskülönbség és -ingadozás megosztás változására.

A mérés 45 perce alatt

- a) a négyzet keresztmetszetű csatornában lévő adott áramlási sebességnél a henger körbeforgatásával és nyomásingadozás méréssel meghatározandó a henger felületén lévő nyomás és a csatornában lévő nyomás időben ingadozó különbsége, amelyből az időbeli átlagnyomás és a nyomásingadozás amplitúdójának és frekvenciájának kerület menti eloszlása meghatározható
- b) az a) pont alatti mérés elvégzendő 2 további áramlási sebességnél
- c) az a) pont alatti mérés elvégzendő adott sebességnél a henger mögött elhelyezett, 2 különböző méretű áramlásirányú lemezzel.

Rendelkezésre áll

- négyzet keresztmetszetű csatorna, amelyben különböző sebességű áramlás állítható elő
- tengelye körül forgatható henger, nyomáskivezetéssel és ingadozó nyomás mérésére alkalmas nyomástávadóval, valamint az adatok rögzítésére alkalmas PC-vel
- a nyomásjelek kiértékelésére alkalmas szoftver
- a henger mögött elhelyezhető 2, különböző méretű lemez
- Prandtl cső a csatornában lévő sebesség mérésére
- manométer

**A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

**A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

**Az Sz 2.1., K3. és K4. mérést végzők számára ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából: 11.1.2. A körhengerre ható áramlási erő, 11.1.3. Nem kör keresztmetszetű hengerekre, lemezcsíkra, gömbre ható áramlási eredetű erő.

## 2. koci

### **K.2.2. Nyomásmegosztás és nyomáskülönbség ingadozás mérés áramlásba helyezett négyzet alapú henger felületén**

Négyzet keresztmetszetű hengerek (zártszelvények) körüli áramlás jellemzőinek ismerete számos műszaki alkalmazásnál szükséges. A zártszelvény mögött is kialakul a Kármán-féle örvénysor.

Feladat a zártszelvény körbeforgatásával meghatározni a csatornában lévő nyomáshoz képesti nyomáskülönbség és nyomáskülönbség ingadozás zártszelvény kerület menti változását (amplitúdó és frekvencia), valamint a henger mögött elhelyezett, különböző méretű, áramlással párhuzamos sík (splitter plate) hatását a nyomáskülönbség és -ingadozás megosztás változására.

A mérés 45 perce alatt

- d) a négyzet keresztmetszetű csatornában lévő adott áramlási sebességnél a zártszelvény körbeforgatásával és nyomásingadozás méréssel meghatározandó a henger felületén lévő nyomás és a csatornában lévő nyomás időben ingadozó különbsége, amelyből az időbeli átlagnyomás és a nyomásingadozás amplitúdójának és frekvenciájának kerület menti eloszlása meghatározható
- e) az a) pont alatti mérés elvégzendő 2 további áramlási sebességnél
- f) az a) pont alatti mérés elvégzendő adott sebességnél a zártszelvény mögött elhelyezett, 2 különböző méretű áramlásirányú lemezzel.

Rendelkezésre áll

- négyzet keresztmetszetű csatorna, amelyben különböző sebességű áramlás állítható elő
- tengelye körül forgatható zártszelvény, egyik oldalán 4 nyomáskivezetéssel, és ingadozó nyomás mérésére alkalmas nyomástávadóval, valamint az adatok rögzítésére alkalmas PC-vel
- a nyomásjelek kiértékelésére alkalmas szoftver
- a zártszelvény mögött elhelyezhető 2, különböző méretű lemez
- Prandtl cső a csatornában lévő sebesség mérésére
- manométer

**A Hő- és áramlástan tantárgy áramlástan laboratóriumi méréseihez szükséges ismeretek**

**A méréseken résztvevők számára szükséges általános ismeretek:**

Az áramlástan alapjai tankönyv 3. kiadásából 2.1.1. Pálya, áramvonal, nyomvonal, 2.1.3. Az áramlások szemléltetése 3.3.3. A statikus, a dinamikus és az össznyomás, 3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt Euler komponensegyenletek, 3.4.2. Alkalmazások 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák, 6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján, 8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei, 9.1.1. A határrétegek jellemzői, 9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése, 9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek, 9.3.2. A határréteg leválása, 9.3.3. Áramlás henger körül, 9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 10.1.2. A dimenzióanalízis, 10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása 11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A hengerre ható áramlási erő, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő, valamint a mérések előtt kiosztott, a tompa testek körüli áramlás sajátosságaival foglalkozó angol nyelvű anyag.

**Ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából

6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja, 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint, 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások, 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata, vagy/és Bradshaw, P., Mehta, R.: Wind tunnel design [www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/](http://www-htgl.stanford.edu/bradshaw/tunnel/)

**Az Sz 2.1., K3. és K4. mérést végzők számára ajánlott még** Az áramlástan alapjai tankönyv 4. kiadásából: 11.1.2. A körhengerre ható áramlási erő, 11.1.3. Nem kör keresztmetszetű hengerekre, lemezcsíkra, gömbre ható áramlási eredetű erő.

