

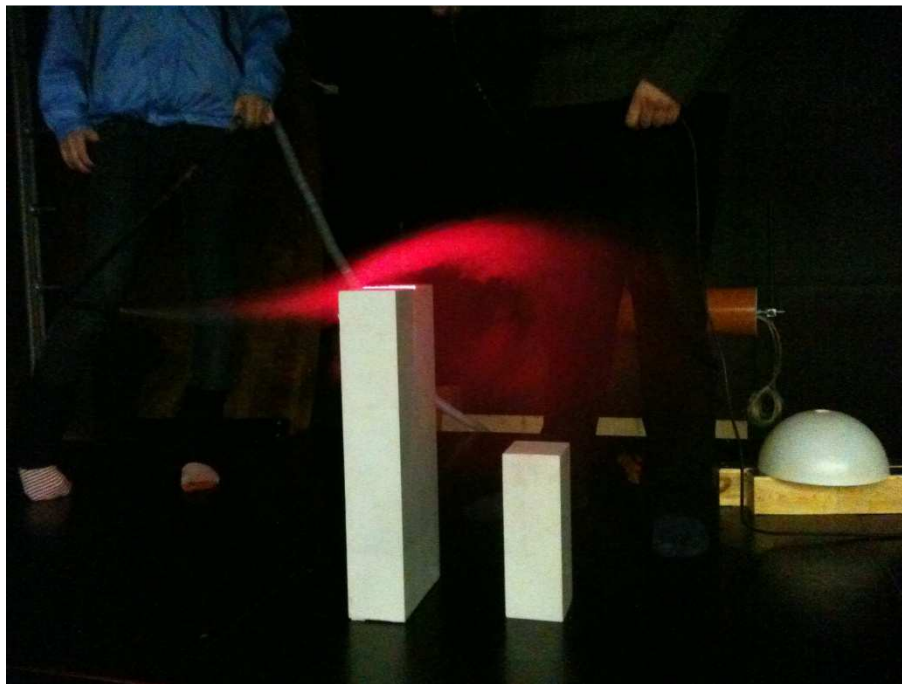


Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gépészmérnöki Kar  
Áramlástan Tanszék

Áramlások modellezése a környezetvédelemben

Zöld Zsófia - ER3X6D

# Vizsgálatok a Kármán Tódor Szélcsatornában



Budapest, 2011

## Tartalomjegyzék

1	Bevezetés .....	3
2	Elméleti áttekintés.....	3
	Szélcsatornák csoportosítása .....	3
	Használt szélcsatorna adatai .....	4
3	Vizsgált modellek .....	4
	Magas épület hatása.....	5
	Utcakanyon örvény .....	5
	Félgömb épület körüli jelenségek.....	6
	Papp László Sportaréna .....	6
	Mercedes modell.....	7
4	Összefoglalás .....	8

## 1 BEVEZETÉS

A környezetünkben lejátszódó folyamatok miértjének megértéséhez szükségesek áramlástani alapismeretek. Ám sokszor többet ér egy szemléletes rajz, egy találó hasonlat vagy egy gyakorlatban bemutatott minta, mint pusztán a száraz differenciálegyenlet-levezetések, melyek természetesen szerves részét képezik a pontos elméleti háttér elsajátításának.

A környezetmérnökként feladatunk lehet a város levegőminőségének vizsgálata, szennyezőanyag terjedések előrejelzése. Ehhez segítséget nyújtanak a szimulációs programok ill. a fizikai kísérletek, amiket pl. szélcsatornában végezve igen pontos eredményekre jutunk. Az egyik legnagyobb környezeti problémát a közlekedés okozza, ezért fontos a hatásának ismerete. A por és gázok mozgását több tényező befolyásolja, mint például az épületek elhelyezkedése, meteorológiai viszonyok, gépjárművek mennyisége, minősége.

Laborlátogatásunk célja az volt, hogy betekintést nyerjünk ezen módszerek alkalmazásába, ill. az egyes áramlástani jelenségek megtekintése.

## 2 ELMÉLETI ÁTTEKINTÉS

Ahhoz, hogy használható adatokat kapjunk a fizikai mérések során, a valóság hasonló mását kell alkalmazni a modellkísérlet során. Ennek érdekében városrész vizsgálata során ált. 1:500 arányú maketteket készítenek, de járművek esetén 1:1 arány is rendszeres végső tesztelés vagy hiba okának keresése esetén.

A fordító elemek után elhelyezett párhuzamosító gondoskodik a szélcsatorna mérőterében a lamináris áramlás létrejöttéről. A modell és környezetének makettjét úgy helyezzük el, hogy mind az érdekesség, mind a kialakult határréteg szempontjából a valóságnak megfelelő legyen. A szélirányt a vizsgált modell forgatásával változtatjuk, a szélesebbeséget pedig a ventilátor fordulatszámával.

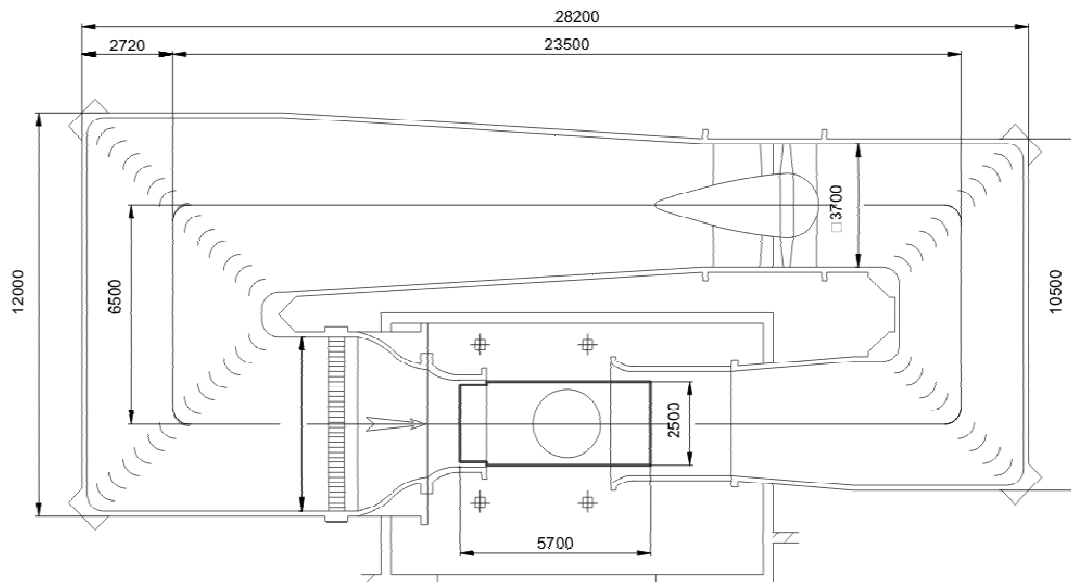
### Szélcsatornák csoportosítása

A szélcsatornákat különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk. A levegő útja szerint lehet visszatérő áramú, kifúvó vagy beszívó elrendezésű. A mérőtér alapján lehet zárt vagy nyitott. Elérhető sebességtől függően megkülönböztetünk szubszonikus, transzszonikus, szuperszonikus és hiperszonikus típust. Ismert függőleges és vízszintes tengelyű kivitel is.

## Használt szélcsatorna adatai

A tanszéken található szélcsatornák közül a nagy vízszintes szélcsatornában végeztünk vizsgálatokat. 1934-38 között épült a Német Repüléskísérleti Intézet tervei alapján. Nyitott mérőterű, göttingeni típusú szélcsatorna. A mérőtér kör keresztmetszetű, 2,6 m átmérőjű. A maximális szélsébség 220km/h. A mérőtér felett beépített aerodinamikai mérleg alkalmas a mérőtérbe helyezett modellekre ható 6 erő- illetve nyomatékkomponens mérésére.

Atmoszférikus áramlások, épületek körüli áramlások vagy szennyezőanyag-terjedés vizsgálatához a mérőtérben egy síklap és egy elforgatható körasztal van beépítve. Az atmoszférikus határréteg modellezése a szélcsatorna konfúzorban elhelyezett változtatható osztású ráccsal, valamint a síklapra rögzített érdességi elemekkel lehetséges.



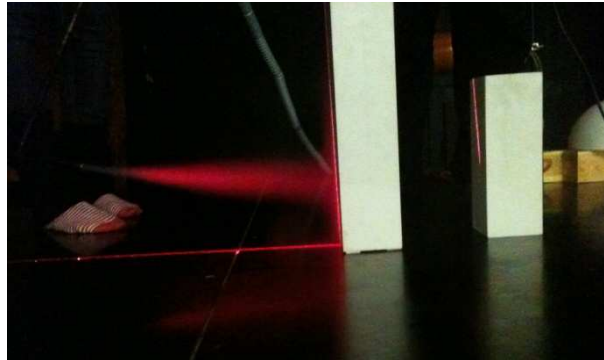
1. ábra – a szélcsatorna elvi felépítése

## 3 VIZSGÁLT MODELLEK

A látogatás során olajköd beporlasztásával és piros lézernyaláb megvilágítás segítségével szemléltették az egyes épület – és járműmodellek körül kialakuló áramlási viszonyokat. Az alábbiakban szereplő képeket Kozma Réka csoporttársam készítette, illetve a Kirisics Ákos csoporttársam által készített videókból vágtam ki.

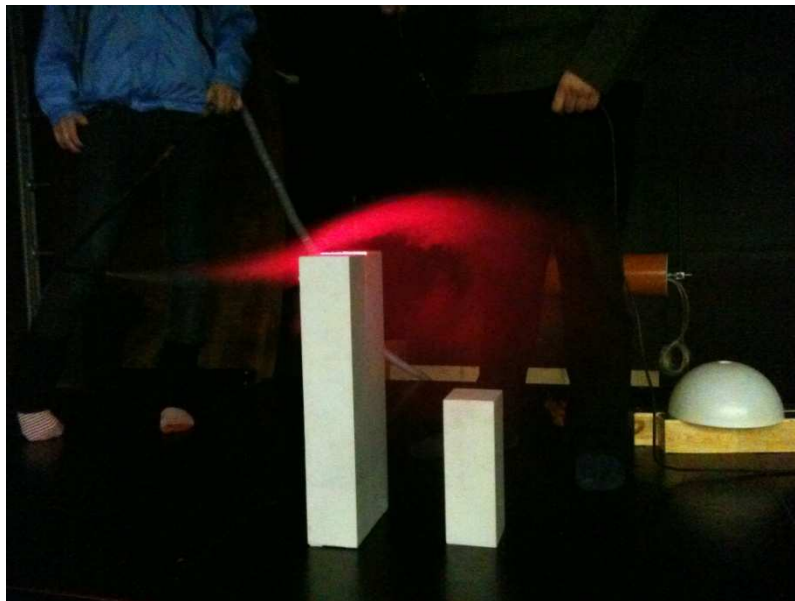
## Magas épület hatása

Az épületet egy hasáb modellezi, tehát éles éllel rendelkezik. Az épület falára merőleges áramlást vizsgáltuk. Az épület homlokfalán torlópont keletkezett és az áramlás felgyorsult a homlokfal szélei irányába.



1. kép - torlópont

Az épület tetején és az oldalfelületein leválási tartományok alakultak ki. Az épület mögött leválási buborék keletkezett. Az épület felett, illetve mellett zavartalan volt az áramlás.

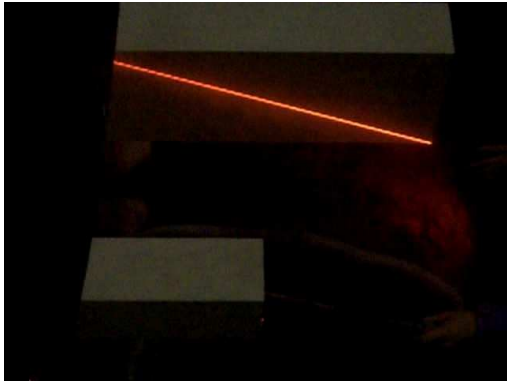


2. kép – leválási buborék

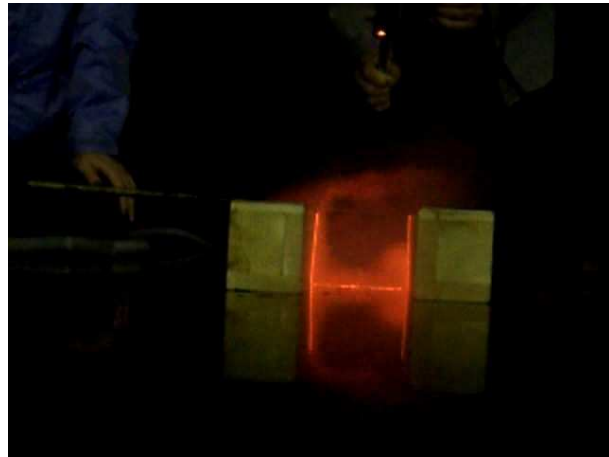
## Utcakanyon örvény

Az utca örvény-hatásnak nevezett jelenség akkor lesz megfigyelhető, ha kétoldalt körülbelül egyforma és viszonylag magas, összefüggő épületekkel határolt utcában az utca tengelyével közel derékszöget bezáró megfúvás következik be és emiatt egy nagy örvény alakul ki,

amelynek tengelye közelítően párhuzamos az utca hossz tengelyével. Az örvény a szél felőli oldalra viszi a közlekedési eredetű szennyezőanyagot, így ott a szél alatti oldalon lévő koncentráció 4-6 szoros is kialakulhat.



4. kép – utcakanyon örvény

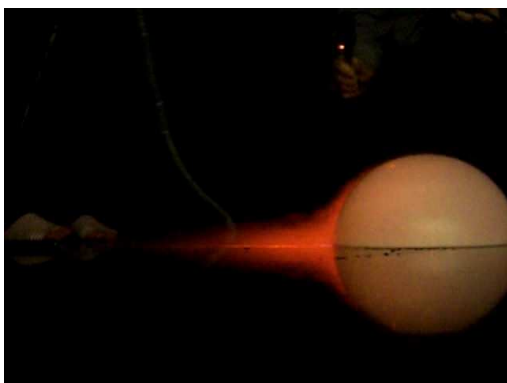


örvény

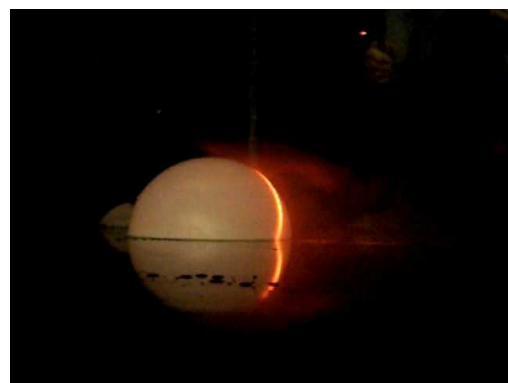
### Félgömb épület körüli jelenségek

Gömb alakú testek – mint pl. a Star Wars-ból jól ismert mesterséges bolygók (pl. Halálcsillag) – körül kialakuló áramlási viszonyokat szemlélteti az alábbi két kép. Az elsőn a megfűväs oldalán kialakuló torlópon és emiatt az áramvonal párhuzamostól való elhajlása látszik, míg a másodikon a kialakuló leválási tartomány.

A modellünk egy fektetett félgömb volt, pusztán optikai jelenség, hogy gömbnek látjuk.



5. kép – megfűväs oldal



6. kép – ellentétes oldal

### Papp László Sportaréna

Sokak által csak kavicsként emlegetett építészeti műrecek, vagy monstrum. Mindenesetre áramlástanai szempontból érdekes tanulmány. A bemutató során szépen látszottak, jól

megfigyelhetőek voltak az egyes jelenségek, mint például az épület megfűtt oldalán létrejövő patkóörvény vagy az ábrán látható épület mögött kialakuló leválási buborék.



7. kép – Sportaréna leválási buboréka

### Mercedes modell

Végül, de nem utolsó sorban egy gépjármű modellt elemeztünk, amit egy külföldi egyetem ipari termék és formatervező hallgatói készítettek a Mercedes számára. Általában elmondható, hogy az autónál megszokott jelenségeket tapasztaltuk:

A motorháztetőt és szélvédőt követve emelkedik az áramvonal a tetőig. A tervező ide tervezett egy kiálló kis „silt-szerű” kiszögellést, ami egy kisebbfajta leválási buborékot eredményez a tetőn. Áramlástan szempontból nem kedvező a hatása.



8. kép – autó eleje

A kerék kivágás körül rendezetlen áramlási viszonyok alakulnak ki a görbült forma és éles élek miatt. A gépjármű mögött egy intenzíven kavargó, gyorsan változó áramlási képet láthattunk.



10. kép - kerék



ötti tér

## 4 ÖSSZEFOGLALÁS

Ahogy azt a bemutató során láttuk (és többé - kevésbé a képek is visszaadják), a szél útjába helyezett különböző formájú és méretű tárgyak jelentősen befolyásolják az áramlást. Ennek megfelelően a szennyezőanyag terjedését is. Az örvények, leválási buborékok, torlópontok különböző hatásúak, így más-más koncentráció profilt eredményeznek. Házak, szellőztető rendszer, játszótér, fasor tervezésekor ezek figyelembe veendő szempontok, akárcsak városrendezéskor. Így sok esetben elkerülhető a későbbi panaszáradat a nem megfelelő levegőminőség, és a közvetetten okozott általános egészségromlás és az épületek állagromlása miatt.

A szélcsatorna vizsgálatok önállóan is megállják a helyüket, ill. szimulációs szoftver kiegészítőjeként is.

## 5 FELHASZNÁLT IRODALOM:

<http://www.ara.bme.hu/cms/index.php?lang=hu>

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%A9lcsatorna>

<http://www.emt.ro/downloads/firka/firka5-2004-2005.pdf>