

Szélcsatorna kísérletek

Beadandó feladat az Áramlások modellezése a környezetvédelemben tantárgyhoz



Készítette: Pálur Szabina

Környezetmérnök MSc.

Neptun: Z22CY0

Tantárgy felelős: Dr. Lajos Tamás

Tárgy kódja: BMEGEÁTMKK4

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Technológia	4
2. Alkalmazási lehetőségek.....	5
2.1 Légszennyezettség terjedés vizsgálata.....	5
2.2 Áramlások vizualizációja	6
2.3 Szélerő meghatározása	7
Források.....	8

Bevezetés

Már a 18. században kísérleteztek a szél keltette áramlások modellezésével, melynek fő eszköze az ún. örvénylő kar volt. Egészen a 19. századig ezzel a módszerrel szereztek aerodinamikai információkat, azonban az alkalmazás során folyamatosan fény derült a módszer hibáira és hiányosságaira. Nagy turbulencia esetén a mérési eredmények nem tükrözték a valóságot, valami jobbra volt szükség. A „jobb” a szélcsatorna modellezés megjelenése volt.



A szélcsatorna, ahogyan a neve is mutatja egy zárt csatorna/folyosó, melyben a meghatározott sebességű levegőt ventilátor vagy más mesterséges hajtórendszer állítja elő. A szélcsatorna legfőbb része, a teszt szakasz, melyben a valóság méretarányos mása van kitéve az általunk beállított légáramnak. A szélcsatorna egyedülálló abból a szempontból, hogy az egyik leghatékonyabb módja az aerodinamikai erők, hatások bemutatásának. Alkalmazása széleskörű, melyről a későbbiekben lesz szó. [1]

A szélcsatorna modellek alkalmazhatóságának alapvető feltételei:

- főbb dimenziómentes konstansok azonossága a modell és a valóság között: Rossby, Richardson, Reynolds, Prandtl, Eckert számok
- torzítatlan geometria
- hasonló felület-peremfeltételek
- hasonló áramlástani megközelítés

Alkalmazási lehetőségei a következők meghatározásában:

- az áramlásba helyezett testre ható légerőkre (felhajtóerő, közegellenállás illetve a légerők nyomatóka)
- nyomáseloszlás az áramlásba helyezett test körül
- a határréteg viselkedésének tanulmányozása
- az áramvonalak alakja
- légáramlás keltette rezgés és zaj tanulmányozására
- áramlásba helyezett test hőátadása

1. Technológia

A szélcsatornáknak 3 fajtája ismert, és alkalmazott.

- visszatérő áramú,
- kifúvó-,
- beszívó elrendezésű.



1. ábra - Nagy vízszintes szélcsatorna
(forrás: <http://www.ara.bme.hu>)

A korszerű szélcsatornák túlnyomó többsége Visszatérő áramú szélcsatorna, csakúgy, mint a laboratóriumi gyakorlat során alkalmazott típus. A berendezésnél a ventilátornak nem kell a nyugvó levegőt felgyorsítania, hanem csak a folyamatosan keringésben lévő légáram energiavesztését kell pótolnia, így üzeme az előbbieknél gazdaságosabb, de a külső környezet sem befolyásolja a vizsgálatok lefolytatását és a szélcsatorna üzeme sem zavarja a környezetet (nincs erős ventiláció

és zaj). A négy fordulókamrákban légtelítő lapátok terelik el az áramlást 90°-kal. Ezek a szélcsatornák sokszor zárt mérőtérrel

épülnek, ellenkező esetben a szabad sugarat tölcserés alakú felfogó száj tereli a csatornába. [2]

A BME Áramlástan Tanszékén a szélcsatornával való modellezések többségénél a nagy vízszintes szélcsatornát használják. A szélcsatorna 1934-38 között épült a Német Repüléskísérleti Intézet tervei alapján. A mérőtér kör keresztmetszetű, 2.6 m átmérőjű. A maximális szélesség 220km/h. A mérőtér felett beépített aerodinamikai mérleg alkalmas a mérőtérbe helyezett modellekre ható 6 erő- illetve nyomatékkomponens mérésére.

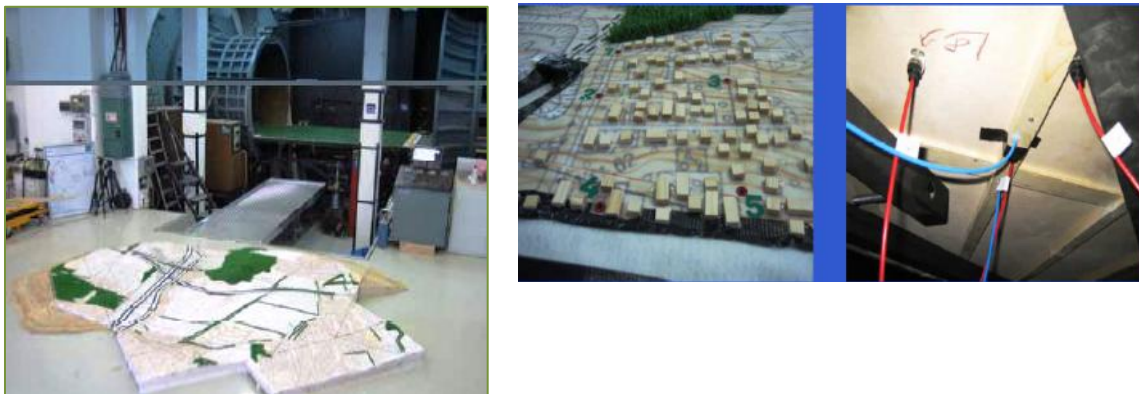
Atmoszférikus áramlások, épületek körüli áramlások vagy szennyezőanyag-terjedés vizsgálatához a mérőtérben egy síklap és egy elforgatható körasztal van beépítve. Az atmoszférikus határréteg modellezése a szélcsatorna konfúzorban elhelyezett változtatható osztású ráccsal, valamint a síklapra rögzített érdességi elemekkel lehetséges. [3]

2. Alkalmazási lehetőségek

2.1 Légszennyezettség terjedés vizsgálata

A légszennyezettség modellezés bemutatására a BME Áramlástan Tanszékének M0-ás útgyűrű szélcsatorna vizsgálatáról készült tanulmányokat használtam fel.

Egy adott település adott helyén a mértékadó (teljes) levegőszennyezettség, az immisszió mértéke a várható szennyezéssel járó beruházás után két részből tevődik össze: az alap légszennyezettségből az elkészült autópályán, valamint a főutakon haladó járművek által okozott kiegészítő légszennyezettségből. Amíg az alap légszennyezettség mérhető, addig a kiegészítő légszennyezettség csak modellezéssel határozható meg. A valóságos szennyezőanyag-terjedés viszonyok helyes előrejelzése az atmoszférikus határréteg korrekt modellezésén kívül megköveteli a valóságos domborzathoz, az áramlást befolyásoló épületekhez, növényzethez geometriailag hasonló modell elkészítését és meghatározott áramlási sebesség alkalmazását. [4]



2. ábra - Kisminta, illetve a modell felépítés furatokkal, mintavételi helyekkel
(forrás: <http://www.ara.bme.hu>)

A mérés menete:

- a megvalósuló beruházás területének méretarányos modelljének elkészítése
- nyomgáz források beépítése, a valóságban legnagyobb levegőszennyezést okozó helyekre
- a térkép alapján az épületek modellre telepítése
- uralkodó szélirányok meghatározása, ennek megfelelően a modell szélcsatornába helyezése
- mérés a szélesebbésség beállításával, a valósághoz hasonló áramlás jön létre
- főbb vonal és pontforrások mentén nyomgáz kibocsátása
- mintavételi helyeken a nyomgáz koncentrációjának mérése

2.2 Áramlások vizualizációja

A laboratóriumi gyakorlat során az áramlási mechanizmusok megértését elősegítő áramlásmegjelenítéseket figyeltünk meg. Az áramlásba olajkód csíkokat vezettek, és ezeket lézerekkel világították meg.

Megfigyelések:

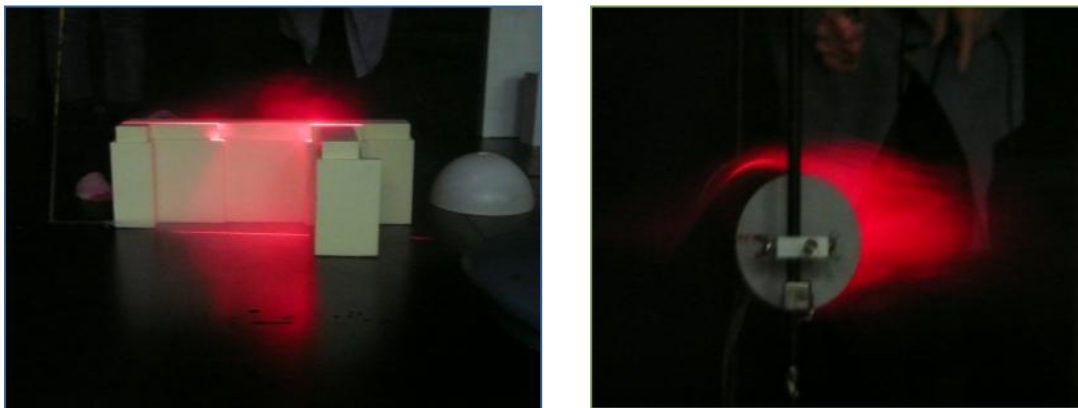
Épület elrendezés - magas épület hatása: a magas épület felemeli a levegőt, az utca terhelését ez által csökkenti. Az épület elejét vizsgálva patkóörvény figyelhető meg. Az épület mögött leválási buborék alakul ki.

Budapest Sportaréna: itt is megfigyelhető a patkóörvény jelensége, az épület eleje úgy viselkedik, mint egy tompa test.

Utcakanyon: az út mentén hosszú elnyúló örvény jelentkezik, mely megakadályozza a szennyezőanyag kikerülését.

Félgömb épület: áramlás szempontjából kedvező kialakítás, az áramlás szépen követi az épület alakját, és nem jellemző patkóörvény kialakulás.

„Bonyolult épület”: az épület előtt patkóörvény, 45°-os szögben vizsgálva pedig egy függőleges tengelyű örvény kialakulása figyelhető meg, melyek eredő következménye, hogy az udvarban ragad a szennyező anyag.



3. ábra - "Bonyolult" épület és henger körüli áramlás (forrás: Takó Szabolcs)

Henger test: bizonyos Re szám tartományban megfigyelhető a Kármán féle örvénysor leválása. [5]

Autó karosszéria: a spoiler csökkenti a nyomást a karosszéria alján, így csökken az autóra ható felhajtóerő, és nő a kerekek és talaj közti erő. A motorháztető és szélvédő találkozásánál az áramvonalak görbületéből megállapítható, hogy túlnyomás van, ezért itt vezetnek be a szellőzőlevegőt az utastérbe.

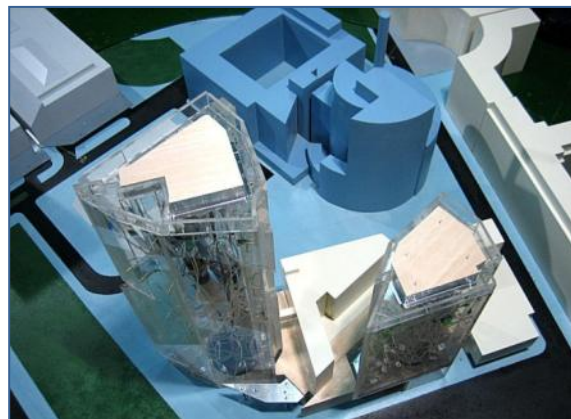
Más alkalmazás

Homokerózió vizsgálata: A vizsgált modell feketére festett felületét fehér, azonos szemcseméretű homokkal szórják be. A különböző sebességű szél által elhordott homok helyén megjelenő fekete foltok fényképezésével a helyi szélviszonyokat jellemző digitális intenzitásképek készíthetők.

2.3 Szélerő meghatározása

A szélesebb és szélirány időbeni ingadozások (pl. örvények keletkezése következtében) az épületek felületén időben ingadozó nyomásokat (szélterhet) okoznak. Ha ezek az ingadozások periodicitást mutatnak, és a domináns frekvencia az épület, vagy valamely elemének sajátfrekvenciája közelébe esik, az veszélyeztetheti a szerkezet, vagy egy részének állékonyságát.

A BME Áramlástan Tanszékének projektje volt a Raiffeisen épületegyüttes két (110 m és 74 m) magas tornyára ható szélerő meghatározása volt szélcsatorna modellkísérletekkel 16 széliránynál és az áramlás szemléltetése.



4. ábra - Mérési szögek, tornyok
(forrás: <http://www.ara.bme.hu>)

A mérés előkészítés menete a szennyezőanyag terjedés vizsgálatához hasonlóan alakult. Az időben változó szélterhelést az épület modell felületén keletkező, időben változó nyomásmegoszlás mérésével határozták meg. Adott széliránynál és referencia magasságban adott referencia szélesebbégnél mérték a modell felületén kialakított közel 200 nyomásmérési pontban az időben változó nyomást, amiből időbeli átlagnyomást és a nyomásingadozásra jellemző nyomásértéket határozták meg. [6]]

Források

[1] <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/WindTunnel/history.html>

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

[3]- [4]-[6] Kármán Tódor Szélcsatorna Laboratóriumának honlapja: <http://www.ara.bme.hu/>

[5] Laboratóriumi gyakorlat során készített fényképek, feljegyzett megfigyelések