

## TANTÁRGY ADATLAP ÉS TANTÁRGYKÖVETELMÉNYEK

Utolsó módosítás: 2013.08.29. Érvényes: 2013-2014-I. félévtől

# ÁRAMLÁSOK MODELLEZÉSE A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN MODELLING FLUID FLOW IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

| 1. | Tárgykód        | Szemeszter Nr.<br>vagy ősztavas | Kiméret<br>(ea+gyak+lab) | Követelmény<br>f / v | Kredit   | Nyelv         |
|----|-----------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|----------|---------------|
|    | <b>GEÁTMKK4</b> | <b>Os</b>                       | <b>1+1+0</b>             | <b>v</b>             | <b>3</b> | <b>magyar</b> |

### 2. A tantárgyfelelős személy és tanszék:

| Név:            | Beosztás:      | Tanszék:           |
|-----------------|----------------|--------------------|
| Dr. Lajos Tamás | egyetemi tanár | Áramlástan Tanszék |

### 3. A tantárgy előadója:

| Név:            | Beosztás:      | Tanszék:           | Arány |
|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| Dr. Lajos Tamás | egyetemi tanár | Áramlástan Tanszék | 70 %  |
| Berbekár Éva    | Ph.D. hallgató | Áramlástan Tanszék | 15 %  |
| Rákai Anikó     | Ph.D. hallgató | Áramlástan Tanszék | 15 %  |

### 4. A tantárgy az alábbi témakörök ismeretére épít:

Matematika, fizika, áramlástan alapjai, géptan,

### 5. Kötelező/ajánlott előtanulmányi rend:

### 6. A tantárgy célkitűzése:

Megismertetni a hallgatókkal azon áramlástan alapismereteket és korszerű módszereket, amellyel a környezetvédelemben gyakran felmerülő áramlástan feladatok megoldhatók. A hallgatók megismerkednek a modellezés áramlástan alapjaival, a szélcsatorna mérés technikával, a turbulencia modellezéssel és a szennyezőanyag légkörben történő terjedésének szimulálására kifejlesztett numerikus áramlástan szoftver alkalmazásával.



## **7. A tantárgy oktatásának módja:**

8 alkalommal 2 órás előadás, 4 alkalommal 2 órás tantermi gyakorlat, 2 alkalommal 2 órás laboratóriumi gyakorlat.

## **8. A tantárgy részletes tematikája (min.800 karakter):**

1. hét A folyadékok jellemzői, Newton viszkozitási törvénye, az áramlások leírása, Euler-féle áramlás leírási mód, skalár- és vektormennyiségek, műveletek, pálya, áramvonal, nyomvonal, az áramlások időfüggése, az áramlások szemléltetése, a kontinuitás tétele, alkalmazása egy áramcsőre.

2. hét A jellemzők lokális és konvektív megváltozása, a folyadék rész lokális és konvektív gyorsulása, az Euler egyenlet, az Euler egyenlet természetes koordinátarendszerben. A Bernoulli egyenlet, nyomás- és áramlási sebesség mérés,

3. hét A portartalmú gázok keletkezésének áramlástan alapjai. A portalanító rendszer elemei. Elszívóernyő méretezés, metallurgiai üst elszívás. A sűrűdésos közegekre felírt mozgásegyenlet, a feszültségek kifejezése a deformációsebességgel, a Navier-Stokes egyenlet.

4. hét Szennyezőanyagok városi környezetben történő terjedésének modellezése numerikus szimulációval, a MISKAM terjedésszámítási kód jellemzői.

5. hét Az áramlások hasonlósága, alkalmazás: a konverter portalanítás modellezése. Impulzustétel, a szabadsugarak jellemzői. Légfüggöny és méretezése, dimenzióanalízis.

6. hét Az örvénytételek, a potenciális örvény, előleválasztó méretezése. Az örvénytételek alkalmazása víztároló medencében kialakuló áramlásra. Lamináris és turbulens áramlások, a turbulencia jellemzői, mozgásegyenlet turbulens áramlásokra, Reynolds feszültségek, Boussinesq megközelítés.

10. hét A határretegek, jellemzőik, hatásaik, a határreteg leválása. A keveredési úthossz elmélet, az univerzális faltörvény, a turbulencia modellezése.

11. hét Az atmoszférikus határreteg sajátosságai, hatásai, modellezése, a szélcsatornák típusai, alkalmazásuk a terjedési folyamatok modellezésére. Az épületek körüli áramlás jellemzői.

12. Szennyező terjedés városokban, a magas épületek és a növényzet hatása. A szélcsatorna vizsgálat előkészítése. A hősziget jelenség, Esettanulmányok: M0 körgyűrű északi szakasza, alagút kijáratok, budapesti csomópontok, Millenniumi városközpont, XI. kerület átszellőzés, mélygarázs, ingatlanfejlesztés, szennyezők terjedése havaria esetén, magas épületek hatása, belső terek numerikus szimulációja. Sportaréna, URSA, MüPa, Operaház.

13. Az áramlások numerikus szimulációja, a szennyező városi terjedésének számítására kifejlesztett MISKAM numerikus szimulációs kód bemutatása, numerikus szimulációs feladatok elvégzése MISKAM kóddal.

14. hét Laborlátogatás, áramlási jelenségek, szennyező terjedés megfigyelése a szélcsatornában.

A NS egyenlet linearizálása, Stokes összefüggés a porszemcsékre ható ellenállás erőre, süllyedési sebesség, aerodinamikailag egyenértékű átmérő.

6. hét A porszemcse mozgásegyenlete. A por gázok áramlására gyakorolt hatásának becslése.

7. hét Mintavétel portartalmú gázból. A porszemcse halmaz tömeg szerinti eloszlás gyűjtőfüggvényének meghatározása szedimentálással. A por leválasztásának áramlástan alapjai, a leválasztók áttekintése.

8. Áramlás és szemcsék lerakódása mélyégi szűrőkben, nyomáscsökkenés szűrőrétegen keresztül (Kuwabara módszer). A felületi szűrők és jellemzőik, a szűrőzsákok visszatisztítása. Célszerűen a félfévre 14 heti bontásban min. 800 karakter (általános félfévebeosztás)

**A tantárgy keretében oktatott alkalmazói, gyakorlati ismeretek részaránya: 60 %**

## **9. Követelmények (félévközi ellenőrzések, számonkérések, ill. azok pótlási / javítási lehetőségeinek módja, értékelése és ütemezése, valamint az aláírás / félévközi jegy / vizsgajegy megszerzésének feltételei és kiszámításának módja):**

a) Félévközi önálló munka

Minden hallgató részt vesz egy számítógépes (CFD) laboratóriumi gyakorlaton, amelyen a MISKAM szoftver alkalmazásával, numerikus szimulációval modellezi az épületek környezetében keletkező, közlekedési eredetű szennyező terjedését. Egy másik, laboratóriumi gyakorlaton pedig az áramlás láthatóvá tételével figyel meg szennyező terjedéssel és épületek körüli áramlással kapcsolatos jelenségeket a nagy szélcsatorna mérőterében, megismeri az áramlás mérésére használt műszerek jellemzőit és működésüket, valamint az Áramlástan Tanszék környezetvédelemmel kapcsolatos laboratóriumi kutatási-fejlesztési projektjeit.

A hallgatók két fős csoportokat alkotnak. A csoport egyik tagja a szélcsatorna mérésről és az annak során szerzett tapasztalatokról, a másik pedig a numerikus modellezésről és annak eredményeiről készít 5-10 oldal terjedelmű tanulmányt. A tanulmányokat értékelő pontszámnak el kell érnie 12 pontot (a maximális 30 pontból). Akinek a

tanulmánya nem éri el a minimálisan szükséges 12 pontot, annak a tanulmányt az oktató megjegyzései alapján ki kell javítania és újból be kell nyújtania. A vizsgán max. 70 pont-ot lehet elérni. A vizsgán elért legalább elégséges (70 pontból 28) pontszámhoz adódik hozzá a tanulmányra kapott (max. 30) pontszám. Ha az összpontszám 40-54%, az érdemjegy elégséges, ha 55-69%, közepes, ha 70-84% jó és ha  $\geq 85$ , jeles.

b) A vizsgaidőszakban: szóbeli vizsga

### 10. A tanulmányi követelmények teljesítése során tiltott eszközöket használó hallgatók szankcionálása

A jelen *Tantárgy adattlap és tantárgykövetelmények* elválaszthatatlan része a tanulmányi követelmények teljesítéséhez kapcsolódó szabálytalanságok egységes kezeléséről szóló 1/2013 (I.30) sz. dékáni utasítás alábbi Záradéka:

„Az a hallgató, aki

- (a) a félévközi írásbeli számonkéréseken a tárgykövetelményekben megengedett, ill. a számonkérés felelős oktatója által felsoroltakon kívül bármely más segédeszközt (könyv, jegyzet stb.) igénybe vesz és/vagy más hallgató bármilyen segítségét – kivéve az engedélyezett eszköz kölcsönzését – kéri és/vagy azt elfogadja, a félév során a fenti tettet követő számonkérésekből kizárja magát, az addig szerzett eredményei elvesznek, aláírást nem kaphat, pótlási lehetőséggel nem rendelkezik; félévközi jeggyel záruló tárgy esetén végleges eredménye: elégtelen(1), vizsgajeggyel záruló tárgy esetén: Megtagadva.
- (b) az otthoni házi feladatot bizonyíthatóan nem saját maga készítette el, vagy abban olyan részt is saját eredményként, ill. munkaként (alkotásként) tüntet fel mely bizonyíthatóan nem az, a félév során a fenti tettet követő számonkérésekből kizárja magát, az addig szerzett eredményei elvesznek, aláírást nem kaphat, pótlási lehetőséggel nem rendelkezik; félévközi jeggyel záruló tárgy esetén végleges eredménye: elégtelen(1), vizsgajeggyel záruló tárgy esetén: Megtagadva.
- (c) az írásbeli vizsga megírása során a tárgykövetelményekben megengedett, ill. a számonkérés lebonyolításáért felelős oktató által meghatározottakon kívül más segédeszközt (könyv, jegyzet stb.) igénybe vesz és/vagy más hallgató bármilyen segítségét – kivéve az engedélyezett eszköz kölcsönzését – kéri és/vagy azt elfogadja, a vizsgán azonnal felfüggesztésre kerül, elégtelen(1) érdemjegyet kap, valamint az adott vizsgaidőszakban e tárgy további vizsgáin nem vehet részt;
- (d) az írásbeli számonkérés eredményhirdetése során a kézhez kapott kijavított és értékelt dolgozaton, ill. feladaton utólag változtat vagy változtatni próbál,
  - i. a félév során a fenti tettet követő számonkérésekből kizárja magát, az addig szerzett eredményei elvesznek, aláírást nem kaphat, pótlási lehetőséggel nem rendelkezik; félévközi jeggyel záruló tárgy esetén végleges eredménye: elégtelen(1), vizsgajeggyel záruló tárgy esetén: Megtagadva.
  - ii. a vizsgán azonnal felfüggesztésre kerül, elégtelen(1) érdemjegyet kap, valamint az adott vizsgaidőszakban e tárgy további vizsgáin nem vehet részt.”

### 11. Konzultációs lehetőségek:

- Félév elején egyeztetett konzultációs időpontokban.

### 12. Jegyzet, tankönyv, felhasználható irodalom és hozzáférhetőség:

- Lajos Tamás: Az Áramlástan alapjai (2008) tankönyv
- Lajos Tamás: Por leválasztása gázokból, jegyzet.
- Az Áramlástan Tanszék honlapján a tárgyhoz tartozó letölthető anyagok

### 13. A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka (óra/szemeszter):

|                                       |           |                  |
|---------------------------------------|-----------|------------------|
| Kontakt óra                           | 28        | ó/félév          |
| Félévközi készülés órákra             | -         | ó/félév          |
| Félévközi felkészülés számonkérésekre | -         | ó/számonkérés    |
| Félévközi feladat elkészítése         | 15        | ó/feladat        |
| Kijelölt írásos tananyag elsajátítása | -         | ó/félév          |
| Vizsgafelkészülés                     | 30        | ó/félév          |
| <b>Összesen:</b>                      | <b>73</b> | <b>óra/félév</b> |

### 14. A tantárgy tematikáját kidolgozta:

|                 |                    |                    |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| Név:            | Beosztás:          | Tanszék:           |
| Dr. Lajos Tamás | professor emeritus | Áramlástan Tanszék |