

CFD alapjai; BSc (Nappali)

Tantárgy Neptun kódja: Nappali: **GEAHT553-B**

Tárgyfelelős intézet: EVG - Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Tárgyfelelős: Dr. Bolló Betti - egyetemi docens

Óraszám/hét: 2 óra előadás+2 óra gyakorlat

Számonkérés módja: gyakorlati jegy

Kreditpont: 4

Előfeltétel: GEAHT321-B, GEAHT 413-B

Tantárgy feladata és célja:

Az áramlástan és a numerikus módszerek gyakorlati alkalmazásának bemutatása konkrét feladatokon keresztül, felkészülve az iparban alkalmazott programrendszerekben rejlő lehetőségekre. Az ismeretek megszerzése mellett a hallgatók egyéni feladatokon keresztül tapasztalják meg a numerikus módszerek gyakorlati alkalmazásának módját.

Tárgy tematikus leírása:

1. hét: Folyadékmozgások Euler-féle tárgyalásmódja. Sebességtér, gyorsulástér. Sebességtér derivált tenzora. Folyékony közeg mozgásformái. Alakváltozási sebességek derivált tenzora és örvénytenzor. Áramvonalak egyenlete. Sebességi potenciál függvény.
2. hét: Megmaradási tételek: Kontinuitási egyenlet differenciális és speciális esetben érvényes alakjai. Folyadékáramlás általános mozgásegyenlete. Feszültségek, feszültségi tenzor ideális és sűrűlódásos folyadékok esetében. Geometriai jellemzők és numerikus vizsgálatok előkészítése.
3. hét: Mozgásegyenlet alkalmazása ideális folyadékokra: Euler féle mozgásegyenlet.. Bernoulli egyenletek különböző esetekben érvényes alakjai. Navier Stokes féle mozgásegyenlet. Reynolds féle mozgásegyenlet. Turbulencia modellek. FLUENT: alapjai, működése, felépítése, elvégezhető vizsgálatok típusai.
4. hét: Energia egyenletek: mechanikai energiák változásának tétele és az energia megmaradás elve. FLUENT: Utófeldolgozás (Post Processing). Jegyzőkönyv és formai követelmények.
5. hét: Kétdimenziós potenciális áramlás alapegyenletei. Komplex potenciál. Konjugált komplex sebesség. Elemi és összetett síkáramlási feladatok. Áramlási jellemzők meghatározására szolgáló számítási algoritmusok összetett síkáramlási feladatok esetében. Két- és háromdimenziós numerikus vizsgálatok alapjai. Félévközi feladatok ismertetése.
6. hét: Összetett síkáramlási feladatok. Konform leképezés. Zsukovszkij és Kármán-Treffitz leképezés. Számítási algoritmusok Zsukovszkij és Kármán-Treffitz leképezési feladatok esetében. Felhajtóerő, ellenállás. Alkalmazási példa példa 1. – Előkészítés.
7. hét: Gáz áramlása esetén alkalmazható alapegyenletek. Gyenge és erős szakadási felületek. Gáz áramlása változó keresztmetszetű csőben. Gázdinamikai függvények. Alkalmazási példa példa 1. – Megoldás.
8. hét: Laval fúvókában kialakuló áramlás meghatározása gázdinamikai függvények alkalmazásával. Laval fúvóka méretezése. Lökéshullámok számítása. Alkalmazási példa példa 1. - Kiértékelés (FLUENT, EXCEL, WORD)
9. hét: Geometriai jellemzőivel adott Laval fúvóka nyomáseloszlásának meghatározása különböző üzemállapot esetén. Alkalmazási példa példa 2. - Előkészítés
10. hét: Diszkrétizációs módszerek: véges differenciák módszere, véges térfogatok módszere (felületi és térfogati integrálok közelítése, interpoláció és differenciálás), véges elemek módszere. Alkalmazási példa példa 2. - Megoldás (FLUENT)
11. hét: Navier-Stokes mozgásegyenlet megoldási lehetőségei: időátlagolt Navier-Stokes egyenlet (RANS), nagy örvények szimulációja (LES) és direkt numerikus szimuláció (DNS). Alkalmazási példa példa 2. - Kiértékelés (FLUENT, EXCEL, WORD).
12. hét: Rugalmas vékonyfalú csővezeték hálózatban kialakuló tranziens áramlás alapegyenletei: a mozgás- és kontinuitási egyenleteinek előállítás. A nyomáshullámok differenciál egyenletrendszer. Alternatív szoftverek bemutatása. Feladatbeadás.
13. hét: A tranziens csőáramlás differenciál egyenletrendszerének numerikus megoldása karakterisztika módszer alkalmazásával. Zárthelyi dolgozat az előadás anyagából.
14. hét: Határfeltételek: csatlakozási feltételek és peremfeltételek. Alkalmazási példa bemutatása. PótZárthelyi dolgozat írása.

Félévközi számonkérés módja és az aláírás megszerzésének feltétele (Nappali):

Az aláírás feltétele a félév során írandó zárthelyin elért legalább 50%-os teljesítmény, az évközi feladat határidőre való elkészítése legalább megfelelő szinten.

Gyakorlati jegy / kollokvium teljesítésének módja, értékelése (Nappali):

A gyakorlati jegyet a zárthelyi eredménye adja, melyet a beadott évközi feladat legfeljebb egy jeggyel módosíthat mindkét irányba.

Osztályozás:

- 0-49% elégtelen;
- 50-60% elégséges;
- 61-74% közepes;
- 75-84% jó;
- 85-100% jeles

Kötelező irodalom:

- [1] Czibere Tibor: Vezetékes hőátvitel I. fejezet - Transzportjelenségek, Miskolci Egyetemi kiadó, 1998. ISBN 9636613117
- [2] Galántai Aurél, Jeney András: - Numerikus módszerek - Miskolc 2008, ETO jelzet: 519.6(075.8).
- [3] ANSYS, Inc.: ANSYS FLUENT Theory Guide, Southpointe, 275 Technology Drive Canonsburg, PA 15317, ansysinfo@ansys.com
- [4] S.C.Somasundaram-Thermal Engineering-New Age International (P) Ltd,1996.
- [5] Ferziger, J.H., Peric, M.: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 1999.

Ajánlott irodalom:

- [1] Frank M. White: Fluid Mechanics, McGraw-Hill International Editions, Mechanical Engineering Series, 1999.
- [2] Bradshaw, T. Cebeci, J.H. Whitelaw, Engineering Calculation Methods for Turbulent Flow, Academic Press, London, 1981.
- [3] J.H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 1999.

MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZAT

Név:	
Neptun:	

--

Σ 36p	Feladat	1.	2.	3.	
	Elérhető	10p	8p	9p	9p
	Elért				

A zárthelyi időtartama: **60perc**. A megfelelt minősítéshez **50%** szükséges.

Jó munkát!

A dolgozatokat - névvel kifelé - kérjük hosszában kettéhajtani! Az mellékelt oldalak számozása kötelező!

1. feladat (10)

Számítsa ki az a térfogati integrálok idő szerinti szubsztanciális deriváltját (5p), melyet alkalmazzon egy helytől és időtől függő vektorfüggvényen. (5p)

2. feladat (8p)

Részletezze a háló kialakítására és méreteire vonatkozó szempontokat, szűk hézagok (4p) és nyírórétegek (4p) esetén

3. feladat (9)

Sorolja fel és jellemezze a legjellemzőbb hálótorzulási mutatókat! (6p) Mi fali határéteg okozta hálótorzulási hiba jellemzője és csökkentésének módja? (3p)

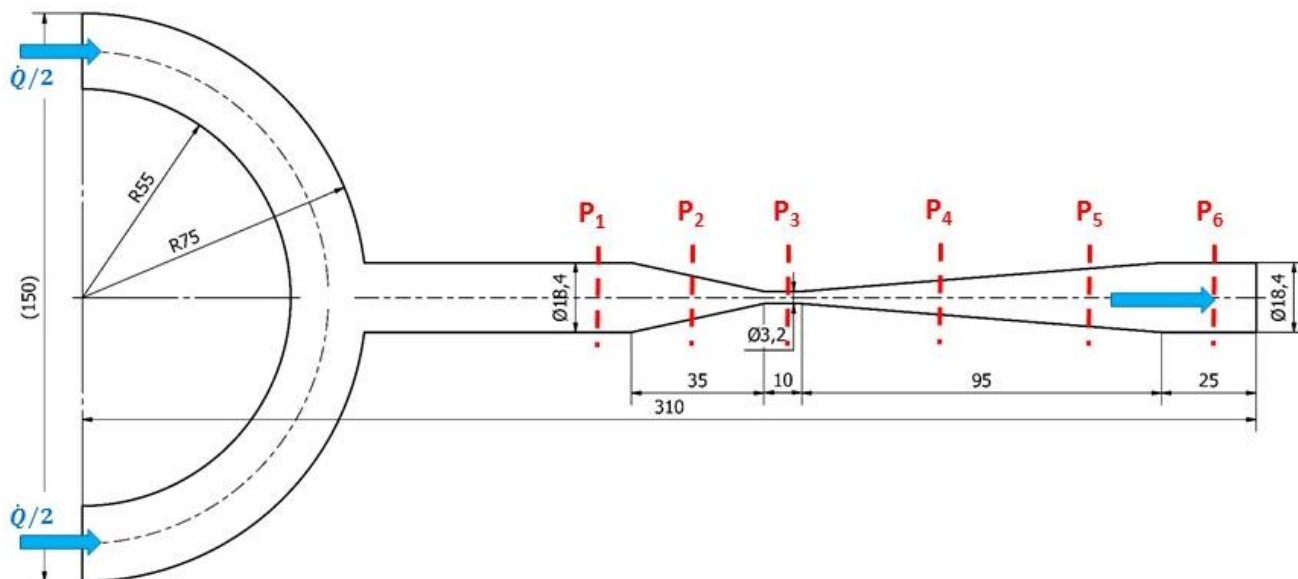
4. feladat (9)

Jellemezze a numerikus számítás hibájának és a valóságos fizikai folyamat változóinak kapcsolatát (6p), ahol térjen ki azidőben változó folyamatokra is (3p)!

MINTA BEADANDÓ FELADATRA

2D numerikus modellezési feladat

A vázolt ábrán látható csövekből összeépített mérőszakaszt numerikusan vizsgálunk. A rendszer környezeti nyomáson üzemel.



Áramlási jellemzők:

- Közeg: víz ($\rho=10^3\text{kg/m}^3$)
- Tömegáram: 1000 liter/h
- Környezeti adatok: 101325Pa; 20°C
- Gravitációs nehézségi erőter: figyelembe veendő

A modellépítés folyamata és a kapott eredmények alapján adjon választ az alábbiakra! A képeket és diagrammokat WORD file-ba dokumentálja!

Megj.: A képek értékelhető ábráknak kell lenniük olvasható feliratokkal!

- Mutassa be az elkészített hálót! (min. 1 kép + adat)
- „Ferdesség”, „aránytorzultság” hálóminőségi paraméterek eloszlás mértéke a teljes vizsgálati tartományon! (min. 1 kép + adat paraméterenként)
- Kép segítségével mutassa meg a legrosszabb elemek helyzetét! (min. 1db kép)
- Sebességeloszlás a síkon!
- Nyomáseloszlás a síkon!
- Ábrázolja a P1-P6 keresztmetszetekben az átlagnyomás alakulását a csőhossz mentén! (1 diagram)