



TANTÁRGYI ADATLAP

I. TANTÁRGYLEÍRÁS

1 ALAPADATOK

1.1 *Tantárgy neve (magyarul, angolul)*

CFD módszerek és alkalmazások • CFD Methods and Applications

1.2 *Azonosító (tantárgykód)*

BMETE80NE10

1.3 *A tantárgy jellege*

kontaktórás tanegység

1.4 *Kurzustípusok és óraszámok (heti/féléves)*

kurzustípus	óraszám (heti)	jelleg (kapcsolt/önálló)
előadás (elmélet)	2	
gyakorlat	1	kapcsolt
laboratóriumi gyakorlat		

1.5 *Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa*

félévközi érdemjegy

1.6 *Kreditszám*

4

1.7 *Tantárgyfelelős*

neve: Dr. Tóth Sándor (71525335621)

beosztása: Egyetemi docens

elérhetősége: toth@reak.bme.hu

1.8 *Tantárgyat gondozó oktatási szervezeti egység*

Nukleáris Technikai Intézet (<http://www.reak.bme.hu/>)

1.9 *A tantárgy weblapja*

<http://oldweb.reak.bme.hu/oktatas/tantargykoevetelmenyek/oszi-felevben-meghirdetheto-tantargyaink.html>

1.10 *A tantárgy oktatásának nyelve*

magyar,

1.11 *A tantárgy elsődleges mintatantervi jellege*

kötelező

Erős előkövetelmény:

Gyenge előkövetelmény:

Párhuzamos előkövetelmény:

Mérföldkő típusú előkövetelmény: legalább megszerzett kredit.

Kizáró feltételek:

(nem vehető fel a tantárgy, ha korábban teljesítette az alábbi tantárgyak vagy tantárgycsoportok bármelyikét)

2 CÉLKITŰZÉSEK ÉS TANULÁSI EREDMÉNYEK

2.1 Célkitűzések

A tantárgy a háromdimenziós CFD (Computational Fluid Dynamics) technika alapjait és atomenergetikai alkalmazásait mutatja be a hallgatóknak. A tantárgy keretében áttekintjük a hő- és áramlástan folyamatokat leíró megmaradási egyenleteket és azok tulajdonságait. Részletesen kitérünk az atomenergetikai berendezésekben kialakuló turbulens áramlások leírásának lehetőségeire, és ismertetjük a fontosabb turbulenciamodelleket. Áttekintjük az egyenletek megoldásához használható numerikus módszereket és az azokkal kapcsolatos alapfogalmakat. A módszerek ismertetésénél a hangsúlyt a kereskedelmi CFD kódokban leggyakrabban alkalmazott véges térfogatok módszerére helyezzük. Az előadások során bemutatjuk a CFD technika nukleáris energetikai alkalmazásait a BME Nukleáris Technikai Intézetben végzett kutatások eredményein keresztül. Az előadásokat gyakorlat egészíti ki, amely során a hallgatók feladatokat oldanak meg, és elsajátítják az ANSYS CFX kommersziális CFD kód használatát.

2.2 Tanulási eredmények

A tantárgy sikeres teljesítésével elsajátítható kompetenciák

A. Tudás

Ismeri a háromdimenziós termohidraulikai folyamatokat leíró megmaradási egyenleteket, azok elvét, tulajdonságait és peremfeltételeit.

Tisztában van a turbulens áramlások, örvények fő jellemzőivel, statisztikai leírásával.

Átfogó ismeretekkel rendelkezik az atomenergetikai berendezésekben történő turbulens áramlások modellezési módszereiről, turbulenciamodellekről.

Ismeri a fontosabb differenciasémákat, véges térfogatos diszkretizációs eljárásokat, azok tulajdonságait.

Tájékozott a véges térfogatok módszerét alkalmazó CFD kódok jellemzőivel és korlátaival kapcsolatban.

Tudja, hogy a CFD számításoknak milyen hibái és bizonytalanságai lehetnek. Érti azok okát.

Tájékozott arról, hogy a szimuláció hibái hogyan küszöbölhetők ki, illetve bizonytalanságai hogyan csökkenthetők megfelelő szintre nukleáris energetikai alkalmazások esetén.

Rendelkezik ismerettel a CFD számítások atomenergetikai alkalmazásait illetően.

Birtokában van az ICEM CFD program alkalmazásához szükséges ismeret.

Alkalmazói szinten ismeri az ANSYS CFX programcsomagot.

B. Képesség

Vizsgálja a CFD szimuláció atomenergetikai berendezés elemzésére történő alkalmazhatóságának lehetőségét.

Azonosítja és gyűjti a szükséges információt a vizsgálandó berendezésről műszaki rajz és üzemi, illetve laboratóriumi adatok alapján.

Megtervezi a CFD modellt az elméleti ismereti és a gyűjtött információk alapján.

Létrehozza a berendezés háromdimenziós geometriai modelljét. A geometriai modellre megfelelő részletességű rácsot fejleszt.

Kiválasztja a probléma leírásához megfelelő időskálát, fizikai, numerikus modelleket, definiálja a szimuláció kezdeti- és peremfeltételeit, az áramló közeg anyagjellemzőit.

A CFD modellel szimulációt végez az ANSYS CFX program alkalmazásával a termohidraulikai folyamatok meghatározása céljából.

Értelmezi a szimuláció eredményeit a kiértékelést követően.

Feltárja a modell esetleges hibáit és bizonytalanságait.

Feltárja a modell esetleges hibáit és bizonytalanságait.

Fejleszti a modellt a vizsgálat alapján, amennyiben szükséges.

Elkészíti a dokumentációt a CFD modellről és annak eredményeiről.

C. Attitűd

Munkáját, eredményeit és következtetéseit folyamatosan ellenőrzi.

Folyamatos ismeretszerzéssel bővíti a CFD modellezéssel kapcsolatos tudását.

Nyitott az információtechnológiai eszközök használatára.

Törekszik a szükséges eszközrendszer megismerésére és rutinszerű használatára.

Fejleszti a pontos és hibamentes feladatmegoldást, a mérnöki precizitást és szabatosságot szolgáló képességeit.

Érvényesíti a biztonságra való törekvés, az energiahatékonyság, a fenntarthatóság és a környezettudatosság elvét a feladatok megoldása során.

Figyelemmel követi a CFD tudományterület fejlődését.

Eredményeit a szakmai szabályainak megfelelően publikálja.

Véleményét és nézeteit másokat nem sértve közzéteszi.

D. Önállóság és felelősség

Együttműködik az ismeretek bővítése során az oktatóval és hallgatótársaival.

Elfogadja a megalapozott szakmai és egyéb kritikai észrevételeket.

Egyes helyzetekben – csapat részeként – együttműködik hallgatótársaival a feladatok megoldásában.

Ismeretei birtokában, elemzései alapján felelős, megalapozott döntést hoz.

Felelősséget érez az energetika, az energiagazdálkodás problémái, valamint a biztonság, a fenntartható környezethasználat, továbbá a jelen és a jövő nemzedékei iránt.

Elkötelezett a rendszerelvű gondolkodás és problémamegoldás elvei és módszerei iránt.

2.3 Oktatási módszertan

A tantárgy heti két elméleti és egy gyakorlati órából áll. Oktatástechnikai szempontok miatt az órák blokkokban kerülnek megtartásra heti három előadással, illetve gyakorlattal. Körülbelül két hét három-három órás előadása után következik egy hét három órás gyakorlattal. Az előadások a tudás kompetenciaelemek által meghatározott információkkal ismertetik meg a hallgatókat a frontális oktatás technikáját alkalmazva. Az előadások során a tananyag a táblára kerül felírásra, amely és a hozzá fűzött magyarázat alapján a hallgatók órai jegyzetet készítenek, amelyből elsajátítják az elméleti anyagot. Bizonyos előadásokhoz diasorok tartoznak, amelyek segítik a tananyag megértését ábrákkal, képekkel és videókkal. A gyakorlatok során a hallgatók feladatokat oldanak meg számítógépen az ANSYS CFX kóddal a gyakorlatvezető útmutatása szerint, így elsajátítva a képesség kompetenciaelemeket. A gyakorlatokhoz a megértést segítő diasorok tartoznak. A tudás elmélyítése érdekében a hallgatók önállóan házi feladatot is megoldanak, és eredményeiket dokumentálják.

2.4 Tanulástámogató anyagok

a) Tankönyvek

C. Hirsch, Numerical computation of internal and external flows, Fundamentals of computational fluid dynamics, Elsevier, 2007, Oxford, UK, ISBN 978-0-7506-6594-0

J. H. Ferziger, M. Peric, Computational methods for fluid dynamics, Springer-Verlag, 2002, Berlin, Germany, ISBN 3-540-42074-6

b) Jegyzetek

Tóth S., A CFD elemzések bizonytalanságai, Best Practice Guidelines (BPG), ppt, 2017., Budapest

Kiss B., Gyakorlatok a CFD módszerek és alkalmazások tárgyhoz, ppt, 2017., Budapest

c) Letölthető anyagok

<https://www.ansys.com/products/fluids>

2.5 A tantárgyleírás hatályossága

Hatályosság kezdete: 9/1/2019

Hatályosság vége: 12/31/2024

II. TANTÁRGYKÖVETELMÉNYEK

3 A TANULMÁNYI TELJESÍTMÉNY ELLENŐRZÉSE ÉS ÉRTKELÉSE

3.1 Általános szabályok

A hallgatók tudásának értékelése három évközi írásbeli teljesítménymérés (egy rész- és két összegző) alapján történik. Az összegző tanulmányi teljesítményértékelésekkel a tudás és a képesség kompetenciaelemeit mérjük zárhelyi dolgozat formájában. A számonkérésekkel egyrészt az ismeretek elsajátítását, másrészt azok megértését vizsgáljuk. A dolgozatok feladatának megoldására 75-75 perc munkaidő áll rendelkezésre. A részteljesítmény értékelés a tudás, a képesség, az attitűd, valamint az önállóság és a felelősség típusú kompetenciaelemek komplex értékelési módja. A részteljesítmény értékelés önállóan megoldandó házi feladattal történik, amely a megszerzett ismeretek alkalmazására fókuszál.

3.2 Teljesítményértékelési módszerek

A. Szorgalmi időszakban végzett teljesítményértékelések részletes leírása:

1. Évközi teljesítményértékelés

típusa: összegző (szummatív) értékelés

darabszáma: 2

célja, leírása: Az összegző teljesítményértékelések a hallgatók tudás és képesség kompetenciaelemekkel meghatározott ismeretét vizsgálják zárhelyi dolgozat formájában. A dolgozatokkal a kijelölt ismeretek elsajátítását és megértését mérjük. A dolgozatok feladatának körülbelül 75%-a a hallgató elméleti, míg 25%-a gyakorlati tudását méri fel. Az összegző értékelésekre a tanulmányi teljesítményértékelési tervben meghatározott időpontban, előreláthatólag a 7. és 14. oktatási héten kerül sor. A dolgozatok eredménye egyharmad-egyharmad részben számít be a félév végi érdemjegyre.

2. Évközi teljesítményértékelés

típusa: részteljesítmény (formatív) értékelés, projekt jellegű, komplex

darabszáma: 1

célja, leírása: A részteljesítmény értékelés alapvető célja a képesség, az attitűd, valamint az autonómia és a felelősség kompetenciaelemek meglétének vizsgálata. Az értékelés módja egy önállóan megoldandó házi feladat, amely a megszerzett ismeretek alkalmazására fókuszál. A házi feladat a gyakorlatvezető által megadott feladatokból választható, de lehetőség van egyedi témaválasztásra is előzetes egyeztetést követően. A feladat véglegesítésének legkésőbbi határideje a hetedik oktatási hét. A CFD modellt és az eredményeket megfelelő értelmezéssel dokumentálni kell az utolsó oktatási hét végéig. A házi feladat eredménye egyharmad részben számít bele a félév végi érdemjegyre.

3. Évközi teljesítményértékelés

típusa:

darabszáma:

célja, leírása:

4. Évközi teljesítményértékelés

típusa:

darabszáma:

célja, leírása:

5. Évközi teljesítményértékelés

típusa:

darabszáma:

célja, leírása:

B. Vizsgaidőszakban végzett teljesítményértékelés (vizsga, ha releváns)

A vizsga elemei:

1. írásbeli részvizsga
 - a. kötelezettség:
 - b. leírása:
2. szóbeli részvizsga
 - a. kötelezettség:
 - b. leírás:
3. gyakorlati részvizsga
 - a. kötelezettség:
 - b. leírás:
4. évközi eredmények beszámítása
 - a. kötelezettség:
 - b. leírás:

3.3 Szorgalmi időszakban végzett teljesítményértékelések részaránya a minősítésben, aláírás megadásában

azonosítója	részarány
1. Évközi teljesítményértékelés	67%
2. Évközi teljesítményértékelés	33%
3. Évközi teljesítményértékelés	0%
4. Évközi teljesítményértékelés	0%
5. Évközi teljesítményértékelés	0%

Amennyiben a tantárgy vizsgával zárul, úgy az aláírás megadásának feltétele, hogy az évközi teljesítményértékeléseken szereshető pontszám legalább **0%-át** elérje.

3.4 Vizsgaelemek részaránya a minősítésben (ha releváns)

típus	részarány
írásbeli részvizsga	0%
szóbeli részvizsga	0%

gyakorlati részvizsga	0%
évközi eredmények beszámítása	0%

3.5 Érdemjegy megállapítás

érdemjegy • [ECTS minősítés]	teljesítmény %-ban kifejezve
jeles(5) • Excellent [A]	90% felett
jeles(5) • Very Good [B]	85%..90%
jó(4) • Good [C]	70%..85%
közepes(3) • Satisfactory [D]	55%.. 70%
elégéses(2) • Pass [E]	40%..55%
elégtelen(1) • Fail [F]	39% alatt

Az egyes érdemjegyeknél megadott alsó határérték már az adott érdemjegyhez tartozik.

3.6 Jelenléti és részvételi követelmények

Az előadások (ha vannak) legalább **0%-án** (lefelé kerekítve) jelen kell lenni (a 0 érték vagy érték hiánya azt jelenti, hogy nincs jelenléti követelmény az előadáson).

A gyakorlatok (ha vannak) legalább **70%-án** (lefelé kerekítve) tevőlegesen részt kell venni (a 0 érték vagy az érték hiánya azt jelenti, hogy TVSz szerinti, legalább 70%-os részvételi követelmény érvényes vagy a tantárgyban nincs gyakorlati foglalkozás).

A laboratóriumi gyakorlatok (ha vannak) legalább **0%-án** (lefelé kerekítve) tevőlegesen részt kell venni (a 0 érték vagy az érték hiánya azt jelenti, hogy TVSz szerinti, legalább 70%-os részvételi követelmény érvényes vagy a tantárgyban nincs laboratóriumi gyakorlati foglalkozás).

3.7 Javítás, ismétlés és pótlás különös szabályai

A javításra, ismétlésre és pótlásra vonatkozó különös szabályokat a TVSz általános szabályaival együttesen kell értelmezni és alkalmazni.

Évközi összegző teljesítményértékelések egyenként eredményesen teljesítendő-e?

NEM

Beadott és elfogadott részteljesítmény értékelés a jobb eredmény elérése érdekében a pótlási időszak végéig ismételten benyújtható-e?

IGEN

Összegző teljesítményértékelés javítási, illetve ismétlési módja első alkalommal:

az összegző (szummatív) teljesítményértékelések csak ÖSSZEVONTAN javíthatók, illetve ismételtetők

Összegző teljesítményértékelés ismétlő-javítási lehetősége engedélyezett-e, ha igen, milyen formában:

az ismétlő-javítás összevont formában lehetséges

Korábbi eredmény figyelembevétele javítás, ismétlés-javítás esetén:

több eredmény közül a hallgató számára kedvezőbbet kell figyelembe venni

Részteljesítmény értékelés javítási, illetve ismétlési módja első alkalommal:

a részteljesítmény értékelés egy alkalommal javítható, illetve ismételhető (ide értve a késedelmes benyújtást is) a pótlási időszak végéig

El nem végzett laboratóriumi gyakorlatok teljesítése:

Hibásan (pl. jegyzőkönyvhiba) teljesített laboratóriumi gyakorlatok ismétlése:

3.8 A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka

Tevékenység	óra/félév
részvétel a kontakt tanórákon	42
félévközi készülés a gyakorlatokra	6
felkészülés a laboratóriumi gyakorlati foglalkozásokra	0
felkészülés az összegző teljesítményértékelésekre	48
részteljesítmény értékelés feladatának kidolgozása	24
vizsgafelkészülés	0
további, a teljesítéshez szükséges munkaidő ráfordítás	2
összesen	122

3.9 Tantárgykövetelmények hatályossága

Tantárgykövetelmények hatályosságának kezdete: 9/1/2019

Tantárgykövetelmények hatályosságának vége: 12/31/2024

4 KIEGÉSZÍTŐ INFORMÁCIÓK

4.1 Elsődleges szak

A tantárgy elsődleges (fő) szakja, amelyen meghirdetésre és kerül és amelyhez a kompetenciák kapcsolódnak:

minden_mesterszakon_közös

4.2 Kapcsolódás a KKK rendelet céljához és (szakos) kompetenciáihoz

Ez a tantárgy a KKK rendeletben meghatározott, következő kompetenciák fejlesztését szolgálja:

a) tudás

- Ismeri szakterülete általános és specifikus jellemzőit, határait, legfontosabb fejlődési irányait, a szakterület kapcsolódását a rokon szakterületekhez.

- Részletekbe menően ismeri az adott szakterület összefüggéseit, elméleteit és az ezeket felépítő terminológiát.

- Részletekbe menően ismeri a szakterületéhez kapcsolódó jogi szabályozást, az etikai normákat.

b) képesség

- Elvégzi az adott szakterület ismeretrendszerét alkotó különböző elképzelések részletes analízisét, az átfogó és speciális összefüggéseket szintetizálva megfogalmazza és ezekkel adekvát értékelő tevékenységet végez.

- Sokoldalú, interdiszciplináris megközelítéssel azonosít speciális szakmai problémákat, feltárja és megfogalmazza az azok megoldásához szükséges részletes elméleti és gyakorlati hátteret.

- Magas szinten használja a szakterület ismeretközvetítési technikáit, és dolgozza fel a magyar és idegen nyelvű publikációs forrásait, rendelkezik a hatékony információkutatás, -feldolgozás ismereteivel a szakterülete vonatkozásában.

c) attitűd

- Új, komplex megközelítést kívánó, stratégiai döntési helyzetekben, illetve nem várt élethelyzetekben is a jogszabályok és etikai normák teljes körű figyelembevételével hozza meg döntését.

- Törekszik arra, hogy szakterülete legújabb eredményeit saját fejlődésének szolgálatába állítsa.

- Szakterülete legfontosabb problémái kapcsán átlátja és képviseli az azokat meghatározó aktív állampolgári, műveltségi elemeket.

d) önállóság és felelősség

- Jelentős mértékű önállósággal végzi átfogó és speciális szakmai kérdések végiggondolását és adott források alapján történő kidolgozását.

- Bekapcsolódik kutatási és fejlesztési projektekbe, a projektcsoportban a cél elérése érdekében autonóm módon, a csoport többi tagjával együttműködve mozgósítja elméleti és gyakorlati tudását, képességeit.

- Különböző bonyolultságú és különböző mértékben kiszámítható kontextusokban a módszerek és technikák széles körét alkalmazza önállóan a gyakorlatban.

4.3 *A tantárgy teljesítéséhez ajánlott előzetes ismeretek*

Tudás típusú kompetenciák

(azon előzetes ismeretek összessége, amelyek megléte nem kötelező, de a tantárgy eredményes teljesítését nagyban elősegíti)

Képesség típusú kompetenciák

(azon előzetes képességek és készségek összessége, amelyek megléte nem kötelező, de a tantárgy eredményes teljesítését nagyban elősegíti)