BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

TANTÁRGYI ADATLAP

I. TANTÁRGYLEÍRÁS

1. ALAPADATOK

1.1. Tantárgy neve (magyarul, angolul)

Áramlások numerikus modellezése ● Computational Fluid Dynamics

1.2. Azonosító (tantárgykód)

BMEGEÁTBG36

1.3. A tantárgy jellege

kontaktórás tanegység

1.4. Kurzustípusok és óraszámok (heti/féléves)

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

1.5. Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa

félévközi érdemjegy

1.6. Kreditszám

4

1.7. Tantárgyfelelős

neve:	Dr. Kristóf Gergely János
beosztása:	egyetemi tanár
elérhetősége:	kristof.gergely@gpk.bme.hu

1.8. Tantárgyat gondozó oktatási szervezeti egység

Áramlástan Tanszék (http://www.ara.bme.hu)

1.9. A tantárgy weblapja

http://www.ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATBG36

1.10. A tantárgy oktatásának nyelve

magyar, angol

1.11. A tantárgy elsődleges mintatantervi jellege

kötelező

1.12. Közvetlen előkövetelmények

Erős előkövetelmény:	BMEGEÁTBG11
Gyenge előkövetelmény:	-
Párhuzamos előkövetelmény:	-
Mérföldkő típusú előkövetelmény:	-
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 oktatásának célja, hogy megismertesse a különböző áramlási kategóriákban alkalmazható közelítési rendszereket, a turbulencia modellezés elméleti alapjait, a numerikus megoldási módszereket és a numerikus modellezés hibáit. Összességében fejleszti a műszaki gondolkodást és szemléletmódot. Az oktatás célja továbbá, hogy a tanult ismeretek alapján a hallgató legyen képes a tananyaghoz kapcsolódó gépészeti problémák felismerésére, egyszerű feladatok önálló megoldására, valamint komplex modellezési feladatok esetében tudása önálló bővítésére.

2.2. Tanulási eredmények

A tantárgy sikeres teljesítésével elsajátítható kompetenciák:

A. Tudás

- Ismeri a végesdifferencia módszert, és használatának módját peremérték feladatokra.
- Ismeri az explicit és implicit kezdeti érték megoldó technikákat, azok stabilitási tulajdonságait.
- Ismeri az általános konvektív-diffúzív egyenlet megoldási módszereit, annak stabilitási tulajdonságait.
- Tájékozott a kompresszibilis és inkompresszibilis áramlások általános numerikus megoldási módszereivel kapcsolatban.
- Tájékozott a véges térfogatok módszerének elméleti alapjaival és a CFD elemzés folyamatával kapcsolatban.
- Tájékozott a peremfeltételek matematikai hátterét és fizikai értelmezését, továbbá az áramlástechnikai gépek modellezésének lehetséges módszereit illetően.
- Felidézi a forrástagok és szakadási feltételek szerepét az áramlástani modellezésben.
- Felidézi a turbulencia modellezés elméleti alapjait és az egyes modellek főbb sajátosságait.
- Tudomása van a termikus folyamatok modellezéséről, a hőátadás számításáról.
- Rendszerezi a numerikus háló sűrítésével és minőségével kapcsolatos szempontokat, a határrétegek hálózását és egyéb hálógenerálási módszereket.
- Tisztában van a CFD elemzésre jellemző hibák és bizonytalanságok lehetséges forrásaival.
- Tisztában van a CFD elemzésre jellemző hibák és bizonytalanságok hibabecslésének módszereivel.

B. Képesség

- Képes egy numerikus módszer pontosságának rendjét meghatározni.
- Képes egy általános kezdeti és peremérték feladat diszkretizálására és numerikus megoldására.
- Képes megoldani az általános konvektív-diffúzív egyenletet.
- Kiválasztja a megfelelő modellezési megközelítést.
- Kiválasztja a műszaki problémákban a szimulációs elemzésre megfelelő modellezési megközelítést.
- Elkészíti a két és háromdimenziós áramlástani modelleket.
- Elkészíti a termikus folyamatok modellezését, a hőátadás számítását.
- Elkészíti a CFD elemzésre vonatkozó konvergencia teszteket.
- Alkalmazza a két és háromdimenziós áramlástani modelleket.
- Értékeli a műszaki problémákban a szimulációs elemzés alkalmazhatóságát.

- Elemzi a műszaki problémákban a szimulációs elemzés alkalmazhatóságát.
- Elemzi a numerikus áramlásmodell hibáit és megbízhatóságát.

C. Attitűd

- Kezdeményez együttműködést az ismeretek bővítése során az oktatóval és hallgató társaival.
- Folyamatos ismeretszerzéssel, széleslátókörű hozzáállásával bővíti tudását.
- Nyitott a korszerű információtechnológiai eszközök elmélyült használatára.
- Törekszik az áramlástani problémamegoldáshoz szükséges eszközrendszer megismerésére és rutinszerű használatára.
- Törekszik az önálló, pontos, hibamentes és felelősségteljes feladatmegoldásra.
- Törekszik a megbízható üzemvitel, termelékenység, költség- és időhatékonyság, energiahatékonyság, környezettudatosság elvének áramlástechnikai feladatok megoldásában való érvényesítésére.
- Fejleszti képességét, hogy a piaci versennyel összhangba hozza az etikus mérnöki attitűd és a hosszú távú win-win szempontok érvényesülését.

D. Önállóság és felelősség

- Önállóan végzi a tantárgyban meghatározott feladatok és problémák végiggondolását és adott források alapján történő megoldását.
- Elfogadja a megalapozott kritikai észrevételeket, bírálatokat.
- Egyes helyzetekben – csapat részeként – együttműködik hallgatótársaival a feladatok megoldásában.
- Támogatja gondolkozásában a rendszerelvű megközelítést és komplex gondolkodást.
- Kritikával illeti a nem megfelelő minőségben elkészített mérnöki vállalásokat.

2.3. Oktatási módszertan

Előadások, számítási gyakorlatok, kommunikáció írásban és szóban, IT eszközök és technikák használata, opcionális önállóan és csoportmunkában készített feladatok, munkaszervezési technikák. Az előadásokat elektronikus jegyzettel és a Teams konzultációs csatornával támogatjuk. A számítógépes laborgyakorlatok mellett ösztönözzük a szoftverek saját hardveren történő telepítését, valamint az órarenden kívüli önálló kísérletezést, tanulást, az önálló feladatok otthoni részletesebb kidolgozását.

2.4. Tanulástámogató anyagok

a) Tankönyvek

Lajos Tamás: Az áramlástan alapjai. 2015, ISBN 978 963 12 2885 4.

J. H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics. 2002, ISBN 3-540-42074-6

b) Jegyzetek

Kristóf G. (2019). Áramlások numerikus modellezése. Akadémiai Kiadó. https://doi.org/10.1556/9789634544128.

c) Letölthető anyagok

https://mersz.hu/hivatkozas/m543anm_0_p1/#m543anm_0_p1

2.5. A tantárgyleírás hatályossága

Hatályosság kezdete:	2025. január 1.
Hatályosság vége:	2029. július 15.

II. TANTÁRGYKÖVETELMÉNYEK

3. A TANULMÁNYI TELJESÍTMÉNY ELLENŐRZÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

3.1 Általános szabályok

A tanulási eredmények értékelése két évközi írásbeli teljesítménymérés (két összegző tanulmányi teljesítményértékelés), három részteljesítmény-értékelés (házi feladatok és prezentáció) és a gyakorlatokon való részvétel alapján történik. A tantárgy félévközi jeggyel zárul, melynek összpontszámába (max. 100 pont) az összegző tanulmányi teljesítményértékelések eredményét maximum 50 ponttal, a részteljesítmény-értékelések eredményét szintén max. 50 ponttal vesszük figyelembe.

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 célja az előadáson átadott elméleti alapismeretek számonkérése. A félévközi jegy megszerzésének feltétele legalább 40%-os eredmény elérése mindkét elméleti zárthelyi pontszámából. Az elméleti zárthelyikre a szorgalmi időszak közepén és végén (jellemzően 7. és 14. oktatási héten) kerül sor. Az összegző tanulmányi teljesítményértékelések pótlására a 8. héten és a pótlási héten biztosítunk egy-egy alkalmat.

2. Évközi teljesítményértékelés

típusa: részteljesítmény (formatív) értékelés, egyszerű

darabszáma: 3

célja, leírása: Az 1. és 2. részteljesítmény-értékelés önálló modellezési feladatot és annak PowerPoint formátumú írásos összefoglalóját foglalja magában, melyekkel egyenként maximálisan 20 pont szerezhető. Az 1. összefoglalót a 9., a 2. összefoglalót a 13. oktatási hét végéig kell beadni a fájlok Moodle rendszerbe való feltöltésével. Az összefoglalók késedelmes benyújtása esetén az eredmény 20%-kal csökken. Az 1. összefoglaló benyújtása legfeljebb a 11. oktatási hét végéig, a 2. összefoglaló benyújtása a pótlási időszak 3. napján 12:00-ig elfogadható. A 3. részteljesítmény értékelés az 1. vagy 2. összefoglaló témájából (melyet a gyakorlatvezető jelöl ki) megtartott 6-8 perc időtartamú prezentációt foglalja magában, mellyel legfeljebb 10 pont szerezhető. A prezentációk pótlása a pótlási időszak 4. napján lehetséges. A tárgy teljesítésének feltétele az összegző és részteljesítmény értékelések mindegyikének legalább 40%-os teljesítése.

B. Vizsgaidőszakban végzett teljesítményértékelés (vizsga, ha releváns)

A vizsga elemei:

1. írásbeli részvizsga
   -
2. szóbeli részvizsga
   -
3. gyakorlati részvizsga
   -
4. évközi eredmények beszámítása
   -

3.3 Szorgalmi időszakban végzett teljesítményértékelések részaránya a minősítésben, aláírás megadásában

azonosítója	részarány
1 . Évközi teljesítményértékelés	50 %
2 . Évközi teljesítményértékelés	50 %

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]	85% felett
jeles(5) ● Very Good [B]	85% .. 85%
jó(4) ● Good [C]	70% .. 85%
közepes(3) ● Satisfactory [D]	55% .. 70%
elégséges(2) ● Pass [E]	40% .. 55%
elégtelen(1) ● Fail [F]	40% alatt

Az egyes érdemjegyeknél megadott alsó határérték már az adott érdemjegyhez tartozik

3.6 Jelenléti és részvételi követelmények

Az előadások legalább **70%**-án (lefelé kerekítve) jelen kell lenni.

A laboratóriumi gyakorlatok legalább **70%**-án (lefelé kerekítve) tevőlegesen részt kell venni.

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 teljesítendők-e?

igen

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

NEM

Összegző teljesítményértékelés javítási, illetve ismétlési módja első alkalommal:

az összegző (szummatív) teljesítményértékelések egyenként javíthatók, illetve ismételhetők

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

az ismétlő-javítás teljesítményértékelésenként egyenként 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:

az el nem végzett laborgyakorlatok a szorgalmi időszakban kijelölt pótlási alkalommal elvégezhetők, de ez nem kötelező

Hibásan (pl. jegyzőkönyvhiba) teljesített laboratóriumi gyakorlatok ismétlése:

a hibásan (pl. jegyzőkönyvhiba) teljesített laborgyakorlat a hibás rész kijavított formában történő benyújtásával teljesíthető

3.8 A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka

Tevékenység	**óra/félév**
részvétel a kontakt tanórákon	56
felkészülés a laboratóriumi gyakorlati foglalkozásokra	14
felkészülés az összegző teljesítményértékelésekre	32
részteljesítmény értékelés feladatának kidolgozása	12
további, a teljesítéshez szükséges munkaidő ráfordítás	6
összesen	**120**

3.9. Tantárgykövetelmények hatályossága

Tantárgykövetelmények hatályosságának kezdete: 2025. január 1.

Tantárgykövetelmények hatályosságának vége: 2029. július 15.

4. KIEGÉSZÍTŐ INFORMÁCIÓK

4.1 Elsődleges szak

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

Gépészmérnöki

4.2 Kapcsolódás a KKK rendelet céljához és (szakos) kompetenciáihoz

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

a) tudás

- Ismeri a műszaki szakterület műveléséhez szükséges általános és specifikus matematikai, természet- és társadalomtudományi elveket, szabályokat, összefüggéseket, eljárásokat.
- Átfogó ismeretekkel rendelkezik a globális társadalmi és gazdasági folyamatokról.
- Ismeri a műszaki szakterület alapvető jelentőségű elméleteit, összefüggéseit és az ezeket felépítő terminológiát.

b) képesség

- Műszaki szakterületen felmerülő problémák megoldásában képes alkalmazni a megszerzett általános és specifikus matematikai, természet- és társadalomtudományi elveket, szabályokat, összefüggéseket, eljárásokat.
- Képes az adott műszaki szakterület elméleteit és az azokkal összefüggő terminológiát a problémák megoldásakor innovatív módon alkalmazni.
- Képes a szakterületén belül felmerülő speciális problémák sokoldalú interdiszciplináris megközelítésére és megoldására.

c) attitűd

- Nyitott és fogékony a műszaki szakterületen zajló szakmai, technológiai fejlesztés és innováció megismerésére és elfogadására, hiteles közvetítésére.
- Felvállalja a műszaki szakterülethez kapcsolódó szakmai és etikai értékrendet.

- Törekszik a műszaki szakterülettel összefüggő új módszerek és eszközök fejlesztésében való közreműködésre. Hivatástudata elmélyült.

d) önállóság és felelőség

- Megszerzett tudását és tapasztalatait formális, nem formális és informális információátadási formákban megosztja szakterülete művelőivel.
- Értékeli beosztottjai munkáját, kritikai észrevételeinek megosztásával elősegíti szakmai fejlődésüket.
- Önállóan képes mérnöki feladatok megoldására.

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)	Áramlástan
Képesség típusú kompetenciák (azon előzetes képességek és készségek összessége, amelyek megléte nem kötelező, de a tantárgy eredményes teljesítését nagyban elősegíti)	Alapfokú PC és CAD ismeretek.