



## TANTÁRGY ADATLAP ÉS TANTÁRGYKÖVETELMÉNYEK

Utoljára módosítva: 2017. szeptember 4.

## ÁRAMLÁSTAN

## FLUID MECHANICS

1.	Tantárgy kódja	Szemeszter	Óraszám / Követelmény	Kredit	Nyelv	Tárgyfélév
	BMEGEÁTAT01	5.	2+0+1 / v	3	magyar	ősz

## 2. A tantárgy felelőse (személy és tanszék):

Név:	Beosztás:	Tanszék:
Dr. Suda Jenő Miklós	adjunktus	Áramlástan Tanszék

## 3. A tantárgy előadója:

Név:	Beosztás:	Tanszék:
Dr. Suda Jenő Miklós	adjunktus	Áramlástan Tanszék

4. A tantárgy az alábbi témakörök ismeretére épít: fizika, mechanika, matematika.

## 5. Kötelező/ajánlott előtanulmányi rend:

Kötelező: Matematika A2a (BMETE90AX26), (2.szem.), Mechanika II. (BMEGEMMAT02), (2.szem.)

6. A tantárgy célkitűzése: A hallgatók elsajátítják a ipari termék- és formatervező mérnök számára fontos áramlástan ismeretek és készségek alapjait, képesek lesznek áramlástanal összefüggő problémákat megoldani ill. azok megoldásához szükséges további ismereteket és készségeket elsajátítani. A tantárgy hozzájárul számos szakmai tantárgy áramlástan ismereteket igénylő anyagrészének megértéséhez és elsajátításához, felkészíti a hallgatókat az áramlástan alapegyenleteinek alkalmazására egyszerűbb műszaki tervezési feladatok megoldásánál az áramlástan jelenségek felismerésére, értékelésre. A tantárgy jellegzetességei (a matematikai, fizikai és gyakorlati műszaki szempontok összekapcsolódása) lehetővé teszik a hallgatók mérnöki habitusának kifejlesztését, az igényes megközelítések iránti elkötelezettségük megerősítését. Megismerteti a hallgatókat az áramlástan alapvető jelenségeivel, a leggyakoribb áramlástechnikai mérési módszerekkel, a folyadékmozgást leíró fontosabb matematikai összefüggésekkel és törvényekkel.

7. A tantárgy oktatásának módja: 2 ó/h előadás, 0 ó/h gyakorlat, 1 ó/h labor.

## 8. A tantárgy részletes tematikája:

1. hét	1.EA: Bevezető előadás. 1.LAB: + heti kurzusok: 1. mérés-előkészítő óra: mérési módszerek és mérőműszerek bemutatása
2. hét	2.EA: Áramlástanban alkalmazott fizikai mennyiségek, leírásuk, folyadékok sajátosságai, példák. 1.LAB: # heti kurzusok: 1. mérés-előkészítő óra: mérési módszerek és mérőműszerek bemutatása
3. hét	3.EA: Anyagmodellek, Newton viszkozitási törvénye; való/ideális folyadék; nyomás; sebesség; matematikai alapfogalmak, példák. 2.LAB: + heti kurzusok: 2. mérés-előkészítő óra: mérési módszerek és mérőműszerek bemutatása
4. hét	4.EA: Kinematika, folytonosság, stac. / instac. áramlások; folyadék deformáció; átlagsebesség és térfogat- ill. tömegáram, példák 2.LAB: # heti kurzusok: 2. mérés-előkészítő óra: mérési módszerek és mérőműszerek bemutatása
5. hét	5.EA: Hidrosztatika; erők, potenciál; nyugvó folyadék egyensúlya; izoterm atmoszféra, példák. 3.LAB: + heti kurzusok: 3. mérés-előkészítő óra: +heti kurzus: <b>mérés zárthelyi dolgozat</b> , mérési feladatok és berendezések megismerése.
6. hét	6.EA: Euler-egyenlet; jellemzők lokális / konvektív változása; Euler-egyenlet levezetése elemi folyadékra ható erő vizsgálatával; példák 3.LAB: # heti kurzusok: 3. mérés-előkészítő óra: #heti kurzus: <b>mérés zárthelyi dolgozat</b> , mérési feladatok és berendezések megismerése. <b>PÓTLÁS ÓRARENDEN KÍVÜLI IDŐPONTBAN: + heti mérés pótZH</b>
7. hét	7.EA: Bernoulli-egyenlet; statikus, dinamikus és az össznyomás. Áramlástechnikai gépek jellemzői; Euler-turbinaegyenlet; példák. 4.LAB: + heti kurzusok: „+A” mérési feladat <b>PÓTLÁS ÓRARENDEN KÍVÜLI IDŐPONTBAN: # heti mérés pótZH</b>
8. hét	8.EA: Bernoulli-egyenlet instacioner alakja. Példák 4.LAB: # heti kurzus: „#A” mérési feladat <b>1. FAK. ZH órarenden kívüli időpontban</b>
9. hét	9.EA: Áramlástechnikai mérések. Örvénytételek Euler-egyenlet normális irányú komponens-egyenlete. Példák 5.LAB: + heti kurzus: „+B” mérési feladat, „+A” mérési jegyzőkönyv leadása.
10. hét	10.EA: Impulzustétel és alkalmazásai: impulzustétel; Borda-féle kifolyónyílás, Borda-Carnot idom, csőtoldatra ható erő; stb. Példák 5.LAB: # heti kurzus: „#B” mérési feladat, „#A” mérési jegyzőkönyv leadása
11. hét	11.EA: Viszkózus folyadékok áramlása: Navier-Stokes-egyenlet; Reynolds-féle kísérlet, lam./turb. áramlások; áramlások hasonlósága; Példák 6.LAB: + heti kurzus: „+B” mérési jegyzőkönyv leadása, Pótmérés. Konzultáció.
12. hét	12.EA: Határreteg tulajdonságai. Hidraulika: súrlódási veszteségek; hidraulikailag sima / érdes csövek. Példák 6.LAB: # heti kurzus: „#B” mérési jegyzőkönyv leadása, Pótmérés. Konzultáció.
13. hét	13.EA: Hidraulika: súrlódási veszteségek; hidraulikailag sima / érdes csövek. Példák. (folyt.)



## 9. Követelmények

- a) **A szorgalmi időszakban:** Az aláírás megszerzésének feltétele: az előadásokon és a labor foglalkozásokon a részvétel kötelező, melyet ellenőrzünk a TVSZ előírásai szerint. A félévközi folyamatos készülést és a sikeres vizsga letételét segítve a szorgalmi időszakban tartott, 4db, egyenként 60 perces fakultatív zárthelyi (fakZH) dolgozat megírására van lehetőség. A fakZH-n való részvétel feltétele az előadásokon való részvétel. A mérési feladat (max.20p) és a fakZH-k (max.100p) összeredménye (max.100p=100%) alapján, kiváló eredmény /70%≤pontszám<85% esetén/ jó(4) illetve /85%≤pontszám<100% esetén/ jeles(5) megajánlott vizsgajegy szerezhető. Amennyiben az összpontszám 70% alatti, az sikeres szóbeli esetén a vizsgapontszámába max.15%-ra átszámítva - ezzel érdemjegyváltást lehetővé téve – hallgatói kérésre beszámítható. A fakZH nem pótolható, nem javítható. A fakultatív zárthelyi írás lehetőségét a vizsgakurzus hallgatóinak is biztosítjuk.

**Áramlástan mérések:** A hallgatók az Áramlástan Tanszék laboratóriumában tartott méréseken vesznek részt. A laborfoglalkozások mindegyikén kötelező a részvétel. Az 1 ó/h kiméretű labor kurzust 7 × 2 ó/h, azaz 7db 2órás labor alkalomra összevonva tartjuk páros ill. páratlan heteken, beosztás szerint. Az első három labor foglalkozás méréselőkészítő laborfoglalkozás. A hallgatói mérések megkezdésének előfeltétele a 3. foglalkozáson megírt, az áramlástan mérésekkel kapcsolatos ismeretek elsajátítását ellenőrző mérés zárthelyi dolgozat (MZH) „megfelelt” (min.50%) eredménye. „Nem megfelelt” MZH eredmény a következő heti órarenden kívüli időpontban tartott mérés pót-zárthelyin, illetve annak sikertelensége (<50%) esetén a labor kurzus oktatójánál vagy a tárgy előadójánál egy alkalommal – különjárás díj ellenében – szóbeli beszámolón javítható. A hallgatónak az első mérése megkezdése előtt sikeres mérés ZH eredménnyel (min.50%) kell rendelkeznie, különben „aláírás megtagadva” a bejegyzése és vizsgára nem bocsátható. A mérésekről mérési jegyzőkönyvet és prezentációt kell készíteni. Az aláírás megszerzésének egyik feltétele külön min. 40%-40%-ra értékelt mérési jegyzőkönyv, ill. prezentáció. A vizsga érdemjegybe a sikeres MZH pont vagy % eredménye nem számít be. A mérési jegyzőkönyv és prezentáció összpontszáma (=méréspontszám) a vizsga érdemjegybe 20% részarányban számít be. A mérések lebonyolításáról és értékeléséről lásd az "Áramlástan tárgy laboratóriumi gyakorlat követelményrendszere" c. dokumentumot.

- b) **A vizsgaidőszakban:** A max.100pontra értékelhető vizsga két részből: írásbeli (max.70pont, 120 perc) és szóbeli (max.10pont) részből áll. Az írásbeli vizsga számpéldákat és elméleti kérdéseket tartalmazhat. Sikeres írásbeli vizsga feltétele a legalább 40% (min.28pont) eredmény. Ez a szóbeli vizsgára bocsáthatóság feltétele is egyben. A vizsganap délután az eredményhirdetést szóbeli vizsga követi, melyen előre kiadott szóbeli tételsor alapján a hallgató tételhúzás és max.15 perc felkészülési idő után szóban vizsgázik. Sikeres szóbeli vizsga feltétele a szóbeli részből legalább 40% (min.4pont) eredmény. Sikertelen szóbeli vizsga esetén lehetőséget biztosítunk a hallgatónak egy újabb tételhúzással ismételt szóbeli vizsgára, amelyen már csak max. 4pont szerezhető. Sikertelen vagy javító céllal tett szóbeli vizsga esetén az írásbeli vizsga pontszáma adott vizsgaidőszakon belül megtartható, és a javításon elért szóbeli eredmény kerül a javítandó eredmény helyére, ld. TVSZ 16.§(1). A megajánlott vizsgajegy kivételével a félévközi mérés pontszáma (max.20 pontra átszámítva), az írásbeli (max.70p) és a szóbeli vizsga (max.10p) összpontszáma alapján (ill. az esetleges fakZH pontszámának hozzáadásával) a vizsgajegy kiszámításának módja:

összpontszám < 40 % elégtelen(1)      40 % ≤ összpontszám < 55 % elégséges(2)      85 % ≤ összpontszám ≤ 100 % jeles(5)  
55 % ≤ összpontszám < 70 % közepes(3)      70 % ≤ összpontszám < 85 % jó(4)

- c) **Tantárgyi követelményeket tiltott eszközzel teljesíteni szándékozó hallgatók szankcionálása: A tantárgyi követelményeket tiltott eszközzel vagy szabálytalanul teljesíteni szándékozó hallgatókkal szemben az 1/2013. (I. 30.) dékáni utasítás rendelkezéseinek alkalmazásával kell eljárni.**

**10. Pótlási lehetőségek:** A TVSZ előírásai szerint. Mérési jegyzőkönyv a pótlási héten nem adható be. Pótlási héten csak mérési prezentáció pótolható különjárás díj ellenében, de ehhez már elfogadott (legalább 40%-ra értékelt) mérési jegyzőkönyv szükséges. Aláírás feltétele a legkésőbb a szorgalmi időszak utolsó nap 16h-ig beadott és elfogadott (min. 40%-ra értékelt) mérési jegyzőkönyv, valamint a sikeres (min. 40%-ra értékelt) prezentáció. Részletesebben ld. „Áramlástan tárgy laboratóriumi gyakorlatok követelményrendszere” c. leírást.

**11. Konzultációs lehetőségek:** Személyesen vagy emailen előzetesen egyeztetett időpontban.

**12. Jegyzet, tankönyv, felhasználható irodalom:**

Lajos T.: Az áramlástan alapjai, Budapest, 2015 (5. kiadás), ISBN 978 963 12 2885 4

Tantárgy honlapja: <http://www.ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATAT01/>

**13. A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka:**

kontakt óra	42	h/félév
félévközi készülés az órákra	14	h/félév
felkészülés zárthelyire	-	h/számonkérés
házi feladat elkészítése	14	h/feladat
kijelölt írásos tananyag elsajátítása	-	h/félév
vizsgafelkészülés	20	h/félév
összesen	90	h/félév

**14. A tantárgy tematikáját kidolgozta:**

Név:	Beosztás:	Tanszék:
Dr. Suda Jenő Miklós	adjunktus	Áramlástan Tanszék



## Áramlástan tárgy laboratóriumi gyakorlatok követelményrendszere

### L.1. A mérések lebonyolítása

- L.1.1. A gépészmérnöki gyakorlatban előforduló áramlástechnikai feladatok mérések útján történő megoldására való felkészülés céljából 7 alkalommal (+/heti kurzus-osztásban) laboratóriumi gyakorlatokat tartunk az Áramlástan Tanszék laboratóriumában (BME „Ae” ép. földszint, H-1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 4-6.). A mérések megkezdésének előfeltétele „megfelelt” ( $\geq 50\%$ ) eredményű írásbeli **mérési zárthelyi dolgozat**. Sikertelen mérési zárthelyi a következő héten írásban (órarenden kívül csüt.18h) pótolható. Sikertelen ( $<50\%$ ) mérés pót-zárthelyi az előadónál – különjárási díj ellenében – egy alkalommal szóbeli beszámolón javítható. A „megfelelt” mérési zárthelyi eredmény a mérések megkezdésének, így az aláírás és közvetve a vizsga érdemjegye megszerzésének egyik feltétele.
- L.1.2. A Tanszék minden, sikeres mérési zárthelyivel rendelkező hallgató számára mérési feladatot jelöl ki. A Tanszék adott kurzus hallgatóit 4 fős mérőcsoportokba osztja. A 4 fős mérési csoportok mindegyike két („A” és „B” jelű) mérési feladatot kap. Az első ún. „A” mérési feladattal a 4 hallgatóból előzetes beosztás szerint kijelölt 2 hallgató (ún. mérésvezető hallgató) a felelős, míg a mérőcsoport másik két tagja a mérési feladat elvégzésében segítőként vesz részt. A második ún. „B” mérési feladat 2 fő mérésvezető hallgatója az „A” mérésen segítőként résztvevő 2 hallgató lesz, így a „B” mérés segítői pedig az „A” mérés mérésvezetői lesznek.
- L.1.3. Ha nem osztható be minden hallgató a fentiek szerint, akkor a mérésvezető oktató más beosztást is alkalmazhat.
- L.1.4. A 3. oktatási hét végéig a hallgatóknak – pl. előre nem látott óraütközés stb. esetén – lehetősége van a NEPTUN rendszerbeli labor kurzusra való jelentkezésüktől eltérni, szabad férőhely esetén ez akár labor kurzus időpont változtatást is jelenthet. Fentieket a tanszéki honlapon, a "Mérés regisztráció" menüpont alatt tehetik meg. **Azokat a hallgatókat, akik valamely előző félévben már sikeresen teljesítették a tantárgy labor MINDEN követelményét, arra kérjük, hogy legyenek szívesek ezen a felületen jelezni a laborkurzusról, ezzel felszabadítva kollégáik számára az adott időpontot.** (Ez a kurzus időpont-változtatás, át- vagy lejelentkezés nem változtatja meg a NEPTUN kurzusjelentkezés adatokat, nem módosítja a NEPTUN labor kurzus jelentkezést, mivel ezek a NEPTUN rendszerből a szemeszter első napján kimásolt adatokból attól elkülönített, saját (POSEIDON nevű) adatbázisunkban kezelt adatok.)
- L.1.5. Egy adott mérés sikeres elvégzéséhez a csoport minden tagja számára szükséges az adott mérésre vonatkozó, a tanszéki honlapról letölthető „Mérési segédlet” megfelelő szintű ismerete. A mérésre való felkészülést a mérésvezető oktató a mérés megkezdése előtt szóbeli kérdésekkel ellenőrzi, és felkészületlenség esetén pótmérésre utasíthatja a mérőcsoportot. A 4 fős mérőcsoport a méréseket a 2 fő mérésvezető hallgató irányításával és 2 fő segéd közreműködésével közösen végzi el. A mérési feladat elvégzéséért az egész mérőcsoport felelős, a jegyzőkönyv és prezentáció elkészítéséért mindkét mérésvezető hallgató a felelős. Előzetes beosztás alapján a mérőcsoport mérésvezető hallgatói közötti megállapodás szerint a 2 mérésvezető hallgató egyike felel a jegyzőkönyv leadásáért, a másik mérésvezető a prezentáció leadásáért és megtartásáért. Késedelmes leadás, pótlás stb. esetén ez alapján történik a különjárási díj kirovása. A mérési jegyzőkönyvet a tanszéki honlapról letölthető „Mérési jegyzőkönyv és prezentáció tartalmi és formai követelményei” c. dokumentumban foglalt követelményeknek megfelelően kell elkészíteni és azt a 2 mérésvezető közül a jegyzőkönyv leadásáért felelős mérésvezető hallgatónak határidőre (a mérés napját követő második vasárnap éjfélig) a tanszéki honlapon fel kell töltenie.
- L.1.6. Minden mérésről annak a 2 mérésvezetője közül a prezentációt felelős mérésvezető hallgató a szorgalmi időszak utolsó két (13.-14.) hetén a Tanszék beosztása szerint a „Mérési jegyzőkönyv és prezentáció tartalmi és formai követelményei” c. dokumentumban foglalt követelményeknek megfelelően elkészített, határidőre feltöltött mérés prezentációt tart, amelyen számítógépes bemutatóval segített előadás formájában szóban beszámol a mérésről. Az előadás megtartásának feltétele az elfogadott mérési jegyzőkönyv, és a határidőre feltöltött mérés prezentáció. Az elektronikus formátumú prezentáció feltöltésének határideje a prezentációra kijelölt nap reggel 8h.
- L.1.7. A mérés elvégzése után a mérésvezető és mérési jegyzőkönyvet javító oktatók a hallgatók rendelkezésére állnak a hivatalos konzultációs időpontjukban a mérés kiértékelésével kapcsolatban. A + / # beosztás szerinti 6. laborfoglalkozásokon (+11. és #12. oktatási heteken) a prezentációval kapcsolatos személyes konzultációra, az esetlegesen elmaradt mérések pótlására, vagy mérések még a prezentáció elkészítés és leadás, beszámoló előadás megtartása előtti javítására van lehetőség.

### L.2. A laboratóriumi munka értékelése

- L.2.1. A határidőre beadott jegyzőkönyvet az oktató 2 munkanapon belül értékeli: elfogadja ( $\geq 40\%$ ), vagy nem fogadja el ( $<40\%$ ). Döntéséről a tanszéki honlap POSEIDON rendszerén keresztül szöveges értékelés formájában tájékoztatja a mérésvezető hallgatókat. Az elfogadás előfeltétele a mérési eredmények dokumentálásán túl azok áramlástechnikai szemléletű kiértékelése és a releváns következtetések levonása és hibaszámítás. Részletesen ld. a „Mérési jegyzőkönyv és prezentáció tartalmi és formai követelményei” c. dokumentumban. A jegyzőkönyv esetleges hibáiról - akár elfogadott, akár nem elfogadott - a mérésvezető hallgatók személyesen érdeklődhetnek a mérési jegyzőkönyvet javító oktatónál az eredmény kézhezvételét követő egy héten belül, az oktató által kijelölt hivatalos fogadóórán.
- L.2.2. Ha az oktató a jegyzőkönyvet nem fogadja el ( $<40\%$ ), annak javítására egy alkalommal van lehetőség. A javított mérési jegyzőkönyvet az értékelést követő egy héten belül kell benyújtani. Ha az ismételt beadott jegyzőkönyv továbbra sem fogadható el ( $<40\%$ ), azt különjárási díj kirovása ellenében a szorgalmi időszak utolsó napján 16h-ig a hallgató még beadhatja. Ennek elmulasztása, vagy így beadott, de továbbra sem elfogadhatóra értékelt jegyzőkönyv esetén további javításra nincs lehetőség, így mérés prezentáció sem tartható. A mérési beszámoló előadást a szorgalmi időszakban beosztás szerint 13. és 14. heti laborfoglalkozáson tartott mérés prezentáción teljesíteni kell. Ha a beosztás szerint a hallgató nem teljesíti a prezentációt (ld. a „Mérési jegyzőkönyv és prezentáció tartalmi és formai követelményei” c. dokumentum: pl. a prezentáció értékelése  $<40\%$ ; vagy TVSz szerinti hiányzás stb. esete áll fenn, vagy nincs még elfogadott leadott mérési jegyzőkönyv, ezért nem tudott beosztás szerint prezentálni), de legkésőbb a szorgalmi időszak utolsó napja 16h-kor leadva, azt értékelve elfogadott mérési jegyzőkönyvvel rendelkezik, akkor azt különjárási díj ellenében a pótlási héten rendezett pót-prezentáción egyszer pótolhatja. A prezentáció ismételt pótlására, javítására nincs további más lehetőség.
- L.2.3. A mérések után az L.1.7. pontban megadott vagy a mérésvezető oktatóval egyeztetett időpontban tartott pótmérési alkalmon van lehetőség a mérés pótlására, illetve javításra. Az elfogadott mérési jegyzőkönyvvel rendelkező csoport az oktató megjegyzéseinek figyelembe vételével, szükség esetén egyeztetett –de még a mérés prezentáció előtti – pótmérési időpontban végzett kiegészítő mérésekkel többlet-pontszám megszerzése érdekében egy alkalommal javíthatja mérési munkájának színvonalát.
- L.2.4. A mérési jegyzőkönyv pontszám (max.20p) és a prezentáció pontszám (max.20p) összegét kapja mindkét mérésvezető hallgató. Különjárási díj kirovás terhe mellett a mérési jegyzőkönyv késedelmes beadása ill. késedelmes prezentáció leadás esetén az adható maximális pontszám legfeljebb 50%-ának megfelelő legfeljebb 10pont ill. 10pontra értékelhető külön a mérési jegyzőkönyv ill. prezentáció.
- L.2.5. A 3/2011. sz. Rektori Utasítás szerinti pl. elégtelen (1) eredmény ill. fegyelmi eljárás indítás a következők azon mérésvezető hallgatók számára, aki esetében az írásbeli vagy szóbeli számonkérés (mérés zárthelyi, mérési jegyzőkönyv, mérés prezentáció) során bezonyosodott, hogy azokat nem önállóan (részletezve ld. a vonatkozó 2§) készítették.
- L.2.6. Az érdemi mérési közreműködés hiánya pótmérésre való utasítást von maga után. A mérésről való igazolatlan távollét nem pótolható. A TVSz szerint igazolatlan elmulasztott mérést pótmérési alkalmon kell pótolni (ld. még L.1.7.), de legkésőbb a szorgalmi időszak utolsó napja 16h-ig le kell adni a mérési jegyzőkönyvet.

### L.3. A hallgatók egyéni mérési pontszámainak meghatározása

- L.3.1. Mérési pontszámot az a hallgató kaphat, aki megfelelt (min.50%) mérés zárthelyi minősítéssel és mérésvezető hallgatóként végzett saját mérési feladatából min.40%-ra értékelt mérési jegyzőkönyvvel és min.40%-ra értékelt prezentációval rendelkezik.

A mérések sikeres elvégzéséhez Lajos T.: Az áramlástan alapjai egyetemi tankönyv megfelelő fejezeteinek ismerete szükséges. A hivatkozott dokumentumok a tantárgy honlapjának aktuális félévi alkönyvtárából letölthetők:

<http://www.ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATAT01/>

Budapest, 2017. szeptember 4.

Dr. Suda Jenő Miklós, adjunktus, tárgyfelelős, előadó

