



MISKOLCI EGYETEM

---

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI  
KAR**

**HIDROGÉN-ELLÁTÁSI SZAKMÉRNÖK  
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK**  
Szakindítási dokumentáció

MISKOLC  
2023

# TARTALOM

A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI ÉS KIMENETI KÖVETELMÉNYEI .....	3
Adatok .....	3
Képzési és kimeneti követelmények .....	4
A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS SZEMÉLYI FELTÉTELEI .....	7
A szakirányú továbbképzés felelősei .....	7
A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI PROGRAMJA .....	8
A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tanterv .....	8
A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tantárgyi programok .....	9
A záróvizsga témakörei .....	29
AZ ÉRTÉKELÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI MÓDSZREK, ELJÁRÁSOK .....	30
Korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje .....	30

# A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI ÉS KIMENETI KÖVETELMÉNYEI

## Adatok

1. A kérelmező felsőoktatási intézmény neve és címe:  
Miskolci Egyetem  
3515 Miskolc-Egyetemváros
2. Kari tagozódású felsőoktatási intézmény esetén a képzésért felelős kar:  
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
3. Az indítandó szak megnevezése:  
Hidrogén-ellátási szakmérnök szakirányú továbbképzési szak
4. Az oklevélben szereplő szakképzettség:  
Hidrogén-ellátási szakmérnök
5. A szak javasolt képzési terület szerinti besorolása  
Műszaki képzési terület
6. A képzési idő és összegyűjtendő kreditek száma:  
3 félév, 90 kredit
7. A képzés munkarendje:  
Levelező
8. A szak indításának tervezett időpontja:  
2023. szeptember
9. A szakért felelős oktató megnevezése:  
Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens

## Képzési és kimeneti követelmények

### Hidrogén-ellátási szakmérnök szakirányú továbbképzési szak képzési és kimeneti követelményei

- 1. A szakirányú továbbképzési szak megnevezése:**  
Hidrogén-ellátási szakmérnök szakirányú továbbképzési szak
  - 2. A szakirányú továbbképzésben szerzhető szakképzettség oklevélben szereplő megnevezése:**  
Hidrogén-ellátási szakmérnök
  - 3. A szakirányú továbbképzés besorolása:**  
**képzési terület szerinti besorolása:** Műszaki képzési terület  
**a végzettségi szint besorolása:**
    - ISCED 1997 szerint: 5A szint
    - ISCED 2013 szerint: 6 szint
    - az európai keretrendszer szerint: 6
    - a magyar képesítési keretrendszer szerint: 6**a szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása:**
    - ISCED 1997 szerint: 5A; 44
    - ISCED-F 2013 szerint: 0713
  - 4. A felvétel feltétele(i):** Műszaki képzési területen legalább alapképzésben szerzett mérnöki oklevél.
  - 5. A képzési idő félévekben meghatározva:** 3 félév
  - 6. A szakképzettség megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 90 kredit
  - 7. A képzés célja és a szakmai kompetenciák (tudás, képesség, attitűd, autonómia és felelősség):**  
A képzés célja olyan szakmérnökök képzése, akik mérnöki alapismeretüket jelen képzés keretében kiegészítve, rendelkezni fognak a hidrogén előállításához, szállításához és felhasználásához szükséges technológiai, valamint EBK ismeretekkel, a földgázhálózati infrastruktúra részbeni hidrogénes igénybevételéhez szükséges információkkal, továbbá alkalmassá válnak ezen rendszerek üzemeltetésére és irányítására, rendelkeznek a mérnöki tevékenység végzéséhez szükséges elengedhetetlen ismeretekkel és készségekkel.
- A továbbképzés során szerzhető tudás:**
- Rendelkezik a hidrogéngazdaság szakterületének műveléshez szükséges általános fizikai, kémiai, társadalmi, gazdasági, piaci, és magas szintű elméleti ismeretekkel, amelyek lehetővé teszik a szakterület művelését hazai és nemzetközi szinten;
  - Ismeri a gázipar és a hidrogéngazdaság szakterületéhez kapcsolódó tudományos eredményeken alapuló aktuális elméleteket, széleskörű módszertani ismereteket, szakirodalmat, amelyek lehetővé teszik a szakterületi feladatok magas technikai szinten történő gazdaságos megoldását;
  - Tisztában van a hidrogén- és földgázellátással, szállítással és tárolással összefüggő rendszerek lehetséges fejlődési irányjaival és határaival;
  - Alkalmazói szintű ismeretekkel rendelkezik a számítógépes tervezésben és elemzésben;

- Ismeri a hidrogénellátás gyakorlati kivitelezéséhez kapcsolódó biztonsági előírásokat, a szakterületet érintő EU irányelveket és gyakorlatokat;
- Ismeri a hidrogén- és a földgázipar keretrendszerét és a fenntartható fejlődés alapelveit, a globális társadalmi és gazdasági folyamatokat, a környezetvédelem, a minőségügy, a munkahelyi egészség és biztonság, a műszaki és gazdasági jogi szabályozás keretrendszerét;
- Rendelkezik vezetői, munkairányítói és ellenőrzési ismeretekkel;
- Ismeri a kutatáshoz, tudományos munkához elengedhetetlen, széles körben alkalmazható problémamegoldó technikákat.

**A továbbképzés során ki- illetve továbbfejlesztendő képességek:**

- Alkalmas a hidrogéngazdasághoz kapcsolódó műszaki, jogi és gazdasági folyamatok felmérésére;
- Képes a hidrogénipar szakterületén felmerülő komplex szakmai problémák értelmezésére, a szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására és a probléma felismerésére, megoldására;
- Alkalmas az együttműködésre, a csoportmunkában való részvételre, kellő gyakorlat után vezetői feladatok ellátására;
- Képes a technológiai rendszerekben lejátszódó speciális áramlási folyamatok megértésére, egyszerűsített modellezésére és számítására, a törvényszerűségek, összefüggések megértésére, a megszerzett tudás alkalmazására és gyakorlati hasznosítására, a problémamegoldó módszerek felhasználására;
- Alkalmas a technológiai rendszerek és a környezet kölcsönhatásának elemzésére, a kockázatok becslésére, havária helyzetek kezelésére, komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására;
- Képes a hidrogéngazdaság rendszerét, beleértve a hidrogén előállítás, szállítás, tárolás, elosztás, kereskedelem elemeit átlátni és a fenntartható fejlődés elveinek megfelelően működtetni;
- Széles körű műveltséggel, környezettel szembeni érzékenységgel rendelkezik;
- Alkalmas a hidrogénipar szakterületéhez tartozó projektszintű feladatok megértésére, tervezésére és kivitelezésére, elkötelezett az igényes minőségi munkára, helyesen fel tudja dolgozni a rendelkezésre álló információkat.

**Attitűd:**

- Figyelemmel kíséri a szénhidrogénipar és hidrogénipar szakterületeivel kapcsolatos szakmai változásokat és a technológiai trendeket;
- Megosztja tudását, fontosnak tartja a hidrogéngazdaság szakmai eredményeinek közvetítését;
- Nyitott a szakmai együttműködésre a rokon területeken dolgozó szakemberekkel;
- Fontosnak tartja a környezettudatos magatartás közvetítését, a fenntartható fejlődés támogatását és azt a hidrogénipar eszközeivel segíti;
- Rendelkezik a folyamatos tanulásra és innovációra való törekvés igényével.

**Autonómia és felelősség:**

- Önálló a szakmai kérdések és tervezési feladatok végig gondolását / kidolgozását illetően;
- Felelősséget visel a műszaki értékek megőrzéséért, a szakszerű ismeretközvetítésért;
- A hidrogéniparhoz kapcsolódó tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

**8. A szakirányú továbbképzés szakmai jellemzői, a szakképzettséghez vezető szakterületek és azok kreditaránya, amelyből a szak felépül:**

**8.1. Szakmai törzsanyag: 19 kredit**

*A hidrogén kémiája, Hidrogén infrastruktúrák, Földgáz infrastruktúrák, Hidrogén előállítás technológiák*

**8.2. Speciális szakmai ismeretek (a hidrogéngazdaság elemeinek tervezéséhez, kiépítéséhez, működtetéséhez szükséges speciális szakismeretek): 25 kredit**

*Hidrogén a földgáztároló rendszerekben, Hidrogén a csővezetékes földgáz-infrastruktúrában, Hidrogénes anyagvizsgálatok, Hidrogén biztonságtechnika, Gázipari mérés és elszámolás, Gázelőkészítés*

**8.3. Gazdasági és menedzsment ismeretek 11 kredit**

*Hidrogén szabályozás, Hidrogén kereskedelem, Projekt- és pályázat menedzsment*

**8.4. Gyakorlat-orientált ismeret: 20 kredit**

*Gázipari alapszámítások, Gázok áramlástana, Laborgyakorlat, Gyakorlati foglalkozás ipari üzemekben,*

**8.5. Szakdolgozat-konzultáció: 15 kredit**

# A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS SZEMÉLYI FELTÉTELEI

## A szakirányú továbbképzés felelősei

Szakfelelős neve	Tudományos fokozat/cím	Munkakör	Munkaviszony típusa
Dr. Vadászi Marianna	PhD	egyetemi docens	főállású
Felelősök neve	Tudományos fokozat/cím	Munkakör	Munkaviszony típusa
Bali Gábor	-	földgázpiaci szakértő, címzetes egyetemi docens	meghívott előadó
Chován Péter	-	csővezeték integritás tanácsadó	meghívott előadó
Dócs Roland	-	egyetemi tanársegéd	főállású
Dr. Káldi Zoltán	-	országos bányakapitány, címzetes egyetemi docens	meghívott előadó
Dr. Kis László	PhD	egyetemi adjunktus	főállású
Dr. Lakatos János	PhD	egyetemi docens	meghívott előadó
Dr. Lebó Györgyi	-	bányafelügyeleti ügyintéző	meghívott előadó
Prof. Dr. Lukács János	PhD	egyetemi tanár	főállású
Metszősy Gabriella	-	egyetemi tanársegéd	főállású
Szombati-Galyas Anna Bella	-	egyetemi tanársegéd	főállású
Dr. Szunyog István	PhD	egyetemi docens	főállású
Dr. Turzó Zoltán	PhD	egyetemi docens	főállású
Dr. Vadászi Marianna	PhD	egyetemi docens	főállású
Dr. Zákányi Balázs	PhD	egyetemi docens	főállású
Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta	PhD	tudományos főmunkatárs	főállású

# A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI PROGRAMJA

A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tanterv

Tantárgyak	Kontakt órák és kreditek megoszlása félévi bontásban			Számonkérés módja			
	I. E+Gy/Kr	II. E+Gy/Kr	III. E+Gy/Kr	K	GY	B	A
<b>Szakmai törzsanyag</b>							
A hidrogén kémiája	15+0/5			+			+
Hidrogén infrastruktúrák		15+0/5		+			+
Földgáz infrastruktúrák	15+0/5			+			+
Hidrogén előállítás technológiák	12+0/4			+			+
<b>Speciális szakmai ismeretek</b>							
Hidrogén a földgáztároló rendszerekben		12+0/4		+			+
Hidrogén a csővezetékes földgáz-infrastruktúrában		12+0/4		+			+
Hidrogénes anyagvizsgálatok		15+0/5		+			+
Hidrogén biztonságtechnika	12+0/4			+			+
Gázipari mérés és elszámolás		12+0/4		+			+
Gázelőkészítés	12+0/4			+			+
<b>Gazdasági és menedzsment ismeretek</b>							
Hidrogén-szabályozás			9+0/3	+			+
Hidrogén-kereskedelem		12+0/4		+			+
Projekt- és pályázat menedzsment			12+0/4	+			+
<b>Gyakorlat-orientált ismeretek</b>							
Gázipari alapszámítások	0+12/4				+		+
Gázok áramlástan	0+12/4				+		+
Laborgyakorlat		0+12/4			+		+
Gyakorlati foglalkozás ipari üzemekben	0+8/0	0+8/0	0+24/8			+	+
<b>Szakdolgozat-konzultáció</b>	0+4/0	0+4/0	0+45/15			+	+
<b>Összesen</b>	<b>66+36/30</b>	<b>78+24/30</b>	<b>21+69/30</b>				
<b>Mindösszesen</b>	<b>165+129/90</b>						

Magyarázat:

- E előadás
- Gy gyakorlat
- Kr kredit
- K kollokvium
- GY gyakorlati jegy
- B beszámoló
- A aláírás



## A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tantárgyi programok

<b>Tantárgy neve:</b> A hidrogén kémiája	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Kémiai Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Lakatos János, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 15+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 5	<b>Tagozat:</b> levelező

### Tantárgy feladata és célja:

A tárgy feladata, hogy a hallgatók megismerjék a hidrogén előfordulását, legfontosabb fizikai, kémiai tulajdonságait, mindazokat a vegyületeket, amelyek a hidrogén forrásai lehetnek, illetve a hidrogén tárolás szempontjából szerepet kaphatnak. Az anyag tárgyalja a hidrogén előállítás legfontosabb kémiai reakcióit, a hidrogén oldódását, adszorpcióját különböző anyagokon, amelyek a szerepet kaphatnak a hidrogén gáz tisztítása és tárolása szempontjából.

### Fejlesztendő kompetenciák:

**tudás:** Ismeri a szakterülethez kötődő fogalomrendszert, a legfontosabb összefüggéseket és elméleteket. Ismeri a hidrogén és egyéb anyagok legfontosabb kémiai reakcióit.

**képesség:** Képes felismerni a hidrogén és kapcsolódó rendszer elemek közötti lehetséges kölcsönhatásokat, azok minőségét és intenzitását. Képes az ide vonatkozó alapvető kémiai reakciók leírására, folyamatainak megértésére és a komplex rendszerre gyakorolt hatásainak értelmezésére.

**attitűd:** Munkája során érvényesíti a hatékonyság, a fenntarthatóság, valamint a környezet- és egészségtudatosság követelményeit. Megszerzett műszaki ismeretei alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására.

**autonómia és felelősség:** Feltárja az alkalmazott technológiák hiányosságait, a folyamatok kockázatait és kezdeményezi az ezeket csökkentő intézkedések megtételét.

### Tantárgy tematikus leírása:

A hidrogén előfordulása, legfontosabb fizikai és kémiai tulajdonságai. A hidrogént tartalmazó vegyületek stabilitása, felbonthatósága, kémiai kötéseinek típusa és erőssége. A hidrogén laboratóriumi és ipari előállításának lehetőségei. A hidrogén tárolás szempontjából szóba jöhető vegyületformák, folyó kutatási irányok. A hidrogén oldódása különböző folyadékokban és szilárd anyagokban. A hidrogén cseppfolyósítása, adszorpciója ezek felhasználása a hidrogén elválasztásában tisztításában és tárolásában. Katalitikus reakciók szerepe a hidrogén tisztításában. A hidrogén ipari felhasználása, tisztasági követelmények. A hidrogént tartalmazó gázelegyek tisztítása, membrán szeparációs technológiák.

### Számonkérés módja:

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

### Értékelési határok:

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

### Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:

A. Earnshaw, N.N Greenwood: Hidrogén és vegyületei fejezet az Az elemek kémiája I-III. Nemzeti Tankönyvkiadó RT, (2004) ISBN:9789631952551.

Kiss F.: Hidrogén, <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/Hidrogen/Hidrogen.html>

P. Dantzer: Metal-hydride technology: a critical review, In Hydrogen in Metals III. Properties and Applications, Ed. H. Wimpf, Topics in Applied Physics Vol 73. Springer Verlag (1996)

Zhemina D., Congmin Liu, Junxiang Zhai, Xiuying Guo, Yalin Xiong, Wei Su and Guangli He, A Review of Hydrogen Purification Technologies for Fuel Cell Vehicles, Catalysts (2021), 11, 393. <https://doi.org/10.3390/catal11030393>

H Wipf. Solubility and diffusion of hydrogen in pure metals and alloys 2001 Phys. Scr. 2001 43 DOI 10.1238/Physica.Topical.094a00043

A. Celzard, V. Fierro, J.F. Mareché and G. Furdin: Advanced Preparative Strategies for Activated Carbons Designed for the Adsorptive Storage of Hydrogen, <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1260/026361707782398254>

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén infrastruktúrák	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 15+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 5	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A hidrogén, mint lehetséges zöld energiahordozó energiarendszerünkbe történő integrálásának bemutatásával a hallgatók képet kapnak a karbonsemleges technológiák megvalósíthatóságáról. A tárgy keretében bemutatásra kerül a hidrogén, mint az alternatív energiatárolás formája. Fontos cél a különböző halmazállapotban történő hidrogéntárolási módszerek megismertetése.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik a hidrogéngazdaság szakterületének műveléséhez szükséges általános fizikai, kémiai, mérnöki, gazdasági, piaci és kereskedelmi ismeretekkel. Ismeri a szénhidrogénipar keretrendszerét, és a fenntartható fejlődés alapelveit. Ismeri a különböző módszerekkel előállított hidrogén tárolási formáit és a kapcsolódó technológiák gyakorlati kivitelezéséhez kötött előírásokat. Ismeri a földalatti rezervoárok, a bennük található fluidumok, valamint a tároló közetek tulajdonságait, az ilyen telepekben történő szivárgás jellemzőit, a földalatti rezervoárok termelési mechanizmusait, az optimális kitermelést biztosító elsődleges vagy fokozott kitermelési mechanizmusokat, a földalatti tárolók numerikus szimulációjának alapjait.

**képesség:** Képes a hidrogéngazdaság rendszerét átlátni és a fenntartható fejlődés elveinek megfelelően működtetni. Alkalmas az egyes előállítási módszerekkel megtermelt hidrogéntárolási módszerek alkalmazására. Képes a felszín alatti hidrogéntárolás műszaki paramétereit meghatározni, a természeti, társadalmi és gazdasági folyamatok, valamint a helyi közösség igényeinek felmérését figyelembe véve. Képes a hidrogénpiac szakterületén felmerülő komplex szakmai problémák értelmezésére, a szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására és a problémák megoldására.

**attitűd:** Nyitott a szakmai együttműködésre a rokon területeken dolgozó szakemberekkel. Fontosnak tartja a környezettudatos magatartás közvetítését, a fenntartható fejlődés támogatását és azt a gáz- és olajipar eszközeivel segíti. Munkája során vizsgálja a kutatási, fejlesztési és innovációs célok kitűzésének lehetőségét és törekszik azok megvalósítására.

**autonómia és felelősség:** Felelősséget visel a szakszerű ismeretközvetítésért. Tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A hidrogén, mint az energiatárolás alternatív formája. Gáz halmazállapotú hidrogén tárolása. Hidrogéntárolás porózus közettestben. Hidrogéntárolás folyékony halmazállapotban. Hidrogéntárolás szilárd fázisban. A hidrogéngazdaság kiemelt példaértékű projektjei.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

≥ 90%: jeles; 80 – 89,9%: jó; 70 – 79,9%: közepes; 60 – 69,9%: elégséges; < 60%: elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Vadászi Marianna: A hidrogén technológiák szerepe a gáziparban; egyetemi jegyzet kézirat, 2023.  
N. Heinemann, J. Alcalde, J. M. Mioci: Enabling large scale hydrogen storage in porous media – the scientific challenges,  
Gas Infrastructure Europe: Picturing the value of underground gas storage to the European hydrogen system, June 2021.  
N. S. Muhammed, B. Haq, D. A. Shahri, A. Al-Ahmed, M. M. Rahman, E. Raman: A review on underground hydrogen storage: Insight into geological sites, influencing factors and future outlook, 2021.

<b>Tantárgy neve:</b> Földgáz infrastruktúrák	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	Bányászat és Energia Intézet
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 15+0	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Kreditpont:</b> 5	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja megismertetni a képzésben részt vevő hallgatókat a földgáz infrastruktúra teljes vertikumával a termeléstől a felhasználásig, a legfontosabb elemekkel és azok működésével annak érdekében, hogy a rendszerbe betáplálásra kerülő hidrogén teljes útvonala átlátható és értelmezhető legyen számukra.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik a komplex földgázvezetési rendszer felépítésének és alapvető működési elveinek ismeretével. Ismeri a hidrogén és a földgáz, mint kémiai elem közötti eltéréseket és ezeket vonatkoztatni tudja a földgázvezetési rendszer egyes elemeire is. Ismeri a rendszer üzemeltetésének alapvető elveit, megoldásait.

**képesség:** Képes a teljes földgázvezetési vertikum átlátására és az abban rejlő összefüggések felfedezésére. Képes megkülönböztetni a földgázból és hidrogénből adódó lehetséges rendszerbeli működési eltéréseket. Képes műszaki tervek alapján értelmezni az egyszerűbb földgáz rendszereket.

**attitűd:** Nyitott a földgázvezetési és hidrogénvezetési szereplők közötti szakmai együttműködésre. Fontosnak tartja a rendszer működtetése közben a környezettudatos magatartást, a fenntartható és megújuló energiákra alapozott fejlődést. Törekedik a szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok, új szakmai ismeretek és módszerek megismerésére.

**autonómia és felelősség:** Tudása birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel, valamint a kapcsolódó társadalmi csoportokkal. Felelősséget vállal az általa készített, illetve közvetített szakmai döntésekért, az irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A földgáz, mint energiahordozó. Szabvány szerinti csoportosítása, lehetséges összetevők. Az upstream, a midstream és a downstream rendszerek fogalma. Földgázszállító rendszerek felépítése, elemei: vezetékrendszer, csomópontok, kompresszor és gázátadó állomások. Földgáztároló rendszerek felépítése, elemei, tároló alaptípusok. Földgázelosztó rendszer felépítése, anyagai, kötései. Vezeték létesítés és nyomvonal. Gázfogadó és nyomásszabályozó állomások. Telekhatáron belüli földgázrendszerek, elemei. Nyomásszabályozás, gázmennyiség mérés, készülék típusok. Tipikus fogyasztói jellegzetességek.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhethető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

≥ 90%: jeles; 80 – 89,9%: jó; 70 – 79,9%: közepes; 60 – 69,9%: elégséges; < 60%: elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7

Vida M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

Farkas, O. - Nagy, G.: Tüzeléstan; Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.

Homonnay Gy.né. (szerk.): Épületgépészet 2000. II. Fűtéstechnika; Épületgépészeti Kiadó Kft., Budapest, 2001. ISBN 963 00 8367 1

Meszléri, C.: Gáztechnikai példatár, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

Zöld, A. (szerk.): Épületgépészet 2000. I. Alapismeretek; Épületgépészeti Kiadó Kft., Budapest, 2000. ISBN 963 03 97102

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén előállítás technológiák	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

A kurzuson résztvevőkkel megismertetni a különböző primer energiaforrásokkal történő hidrogén előállítási módszereket. A megújuló energiák felhasználásával történő hidrogén előállítás módszereinek elsajátítása a vízbontás különböző technológiáinak megismerésével. A hallgatók megismerkednek az egyes előállítási módok költségcsökkentési lehetőségeivel, a hidrogén termelés legújabb trendjeivel, a különböző pilot és már üzemelő projekteken keresztül.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik a hidrogéngazdaság szakterületének műveléséhez szükséges általános fizikai, kémiai, mérnöki, gazdasági, piaci és kereskedelmi ismeretekkel. Ismeri a szénhidrogénipar keretrendszerét, és a fenntartható fejlődés alapelveit. Ismeri a különböző módszerekkel előállított hidrogén és kapcsolódó technológiák gyakorlati kivitelezéséhez kötött előírásokat.

**képesség:** Képes a hidrogéngazdaság rendszerét átlátni és a fenntartható fejlődés elveinek megfelelően működtetni. Alkalmos a hidrogén földgázhálózati bekeverésének műszaki paraméterét meghatározni, a természeti, társadalmi és gazdasági folyamatok, valamint a helyi közösség igényeinek felmérését figyelembe véve. Képes a hidrogénpiac szakterületén felmerülő komplex szakmai problémák értelmezésére, a szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására és a problémák megoldására.

**attitűd:** Nyitott a szakmai együttműködésre a rokon területeken dolgozó szakemberekkel. Fontosnak tartja a környezettudatos magatartás közvetítését, a fenntartható fejlődés támogatását és azt a gáz- és olajipar eszközeivel segíti.

**autonómia és felelősség:** Szénhidrogén ipari tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A hidrogén előállítási módszerek csoportosítása. Fosszilis energiahordozókból történő hidrogén előállítás. A víz elektrolízise. Az elektrolizáló cellák típusai. A különböző előállítási módok költségtényezőinek elemzése. Megvalósult projektek ismertetése.

**Számonkérés módja:** Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Vadászi Marianna: A hidrogén technológiák szerepe a gáziparban; egyetemi jegyzet kézirat, 2023.

IRENA: Accelerating Hydrogen Deployment in the G7 Recommendations for the Hydrogen Action Pact I. Eames, M. Austin, A. Wojcik: Injection of gaseous hydrogen into a natural gas pipeline

Connor Smith\*, Julien Mouli-Castillo, Dan van der Horst, Stuart Haszeldine, Matthew Lane: Towards a 100% hydrogen domestic gas network: Regulatory and commercial barriers to the first demonstrator project in the United Kingdom

JRC Technical Report: Blending hydrogen from electrolysis into the European gas grid, 2022.

Aline Léon: Hydrogen Technology, Mobile and Portable Applications, 2008.

K. Sasaki, H. W. Li, Ak. Hayashi, J. Yamabe, T. Ogura, S. M. L. Lyth: Hydrogen Energy Engineering, 2016.

International Energy Agency: Global Hydrogen Review, 2022.

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén a földgáztároló rendszerekben	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Olajmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Turzó Zoltán, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy feladata a földgáztároló rendszerek elemeiben a hidrogén részleges megjelenése által okozott változások és problémák bemutatása, valamint az okozott változások, problémák hatásainak és azok lehetséges kezelési módjainak ismertetése. A tantárgy célja, a földgáz tárolás területén dolgozó mérnökök felkészítése a hidrogén földgáztárolói infrastruktúrán való megjelenése okozta változások kezelésére.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a komplex gáztároló, földgázszállító rendszerek tervezéséhez és üzemeltetéséhez szükséges módszereket, eszközöket és folyamatokat. Ismeri a komplex szénhidrogén ipari létesítmények tervezéséhez és irányításához alkalmazható módszereket, folyamatokat, berendezéseket. Ismeri a földalatti rezervoárok, a bennük található fluidumok, valamint a tároló kőzetek tulajdonságait, az ilyen telepekben történő szivárgás jellemzőit, a földalatti rezervoárok termelési mechanizmusait, az optimális kizozatalt biztosító elsődleges vagy fokozott kitermelési mechanizmusokat, a földalatti tárolók numerikus szimulációjának alapjait.

**képesség:** Képes földalatti rezervoárok művelési mechanizmusainak célszerű megválasztására, a legkedvezőbb "reservoir management" megvalósítására. Képes szénhidrogén ipari komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre. Képes a kreatív problémakezelésre és összetett feladatok rugalmas megoldására, csoportmunkában való együttműködésre, továbbá az élethosszig tartó tanulásra.

**attitűd:** Törekszik szakmailag magas szinten önállóan vagy munkacsoportban megtervezni és végrehajtani a feladatait. Törekszik arra, hogy a munkáját rendszerszemléletű és folyamatorientált gondolkodásmód alapján komplex megközelítésben végezze. Elkötelezett az olaj- és gázmérnöki és energetikai területek új ismeretekkel, tudományos eredményekkel való gyarapítására.

**autonómia és felelősség:** Önállóan képes szénhidrogén ipari komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre. Önállóan képes földalatti rezervoárok művelési mechanizmusainak célszerű megválasztására, a legkedvezőbb "reservoir management" megvalósítására. Önállóan képes hidrogénnel kevert fluidumok szállításának tervezésére és a szállítóberendezések üzemeltetésére.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel és a gyakorlatok teljesítése. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A földalatti gáztároló típusok. Kőzetfizikai alapok. Földalatti áramlástan alapjai. A földalatti gáztárolás rezervoármekanikai alapjai. A földalatti gáztárolók felszín alatti elemei és működésük leírása. A földalatti gáztárolók felszín feletti berendezései és működésük leírása. A hidrogén megjelenésének a hatása a tároló kőzetben. A hidrogén megjelenésének a hatása a tároló felszín alatti elemeiben. A hidrogén megjelenésének a hatása a felszín feletti tároló elemeken. Gázhidrátok hidrogénes gázkeverékben.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Dr. Bódi Tibor: Rezervoármérnöki alapok, oktatási segédlet, Miskolci Egyetem, 2006.

Dr. Bódi Tibor: Földalatti gáztárolás, gáztermelés, oktatási segédlet, Miskolci Egyetem, 2006.

M. R. Tek: Underground Storage of Natural Gas: Theory and Practice, Kluwer Academic Publishers, 1988.

O. Flanigan: Underground Gas Storage Facilities: Design and Implementation, Gulf Publishing Company, 1995.

Nasiru Salahu Muhammed et. al.: A review on underground hydrogen storage: Insight into geological sites, influencing factors and future outlook, Energy Reports 8 (2022) 461–499

Kevin Topolski et al.: 2022. Hydrogen Blending into Natural Gas Pipeline Infrastructure: Review of the State of Technology. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-5400-81704. <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/81704.pdf>

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén a csővezetékes földgáz- infrastruktúrában	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 2	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja a hidrogén csővezetékes földgázrendszerben történő különböző koncentrációjú megjelenésével összefüggő hatások megismerése, az egyes szerkezeti elemekre gyakorolt várható hatások előrejelzése, megelőzése. Célja továbbá a felhasználói berendezésekre gyakorolt hatások bemutatása, a jelenlegi és a piacon elérhető készülék technológiák megismertetése.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik földgáz és a hidrogén égésméleti paramétereinek különbözőségéből adódó lehetséges hatások ismeretével. Ismeri a földgázhálózatban megengedhető minőségi követelményeket. Ismeri mely elemek kiemelt kockázatúak a földgázhálózatban a hidrogén toleranciával szemben. Ismeri a beépített és a piacon elérhető alapvető gázkészülék technikákat és azok hidrogén tűrő képességét.

**képesség:** Képes felismerni a hidrogénből adódó kockázati helyeket és megbecsülni azok tényleges hatásait. Képes meghozni a helyes biztonsági intézkedéseket. Képes a szakterülethez kapcsolódó műszaki folyamatokat átlátni és munkafolyamatokat szervezni.

**attitűd:** Nyitott új eljárások és berendezések megismerésére, munkája során kreatív megoldásokat is alkalmaz. Betartja a biztonságos munkavégzéshez szükséges követelményeket. Törekedik a szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok, új szakmai ismeretek és módszerek megismerésére.

**autonómia és felelősség:** Tudása birtokában felelősséggel működik együtt kollégáival és más szakterületek szakembereivel. Felelősséget vállal az általa készített, illetve közvetített szakmai döntésekért, az irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A hidrogén és a földgáz, valamint keverékei égésméleti tulajdonságainak megismerése, sztöchiometrikus arányok, levegőszükséglet és füstgáz összetétel, valamint a láng paramétereinek változása. A gázminőség változási mértéke és a földgázra vonatkozó előírásnak való megfeleltethetősége. Gázkeverékek cserélhetősége. A bekevert hidrogén földgázszállító rendszerre és elosztó rendszerre gyakorolt hatásának elemzése. Az egyes vezetékes hálózati elemek számba vétele és kockázati értékelése a hidrogén tűrő képesség szempontjából. Földgázszállítói és elosztói engedélyes ide vonatkozó gyakorlati tapasztalatainak és vizsgálatainak bemutatása, elemzése iparági szereplők bevonásával. A felhasználó berendezések viselkedése a hidrogén bekeverés hatására: teljesítmény változás, levegőszükséglet és égési paraméterek eltérései, megengedhető határértékek, gázkészülék technológiák és tolerancia képességük.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

≥ 90%: jeles; 80 – 89,9%: jó; 70 – 79,9%: közepes; 60 – 69,9%: elégséges; < 60%: elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7  
Vida M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

THyGA project jelentések:

*Deliverable D2.2: Impact of hydrogen admixture on combustion processes – Part I: Theory, 2021.11*  
*Article “The Impact of Hydrogen Admixture into Natural Gas on Residential and Commercial Gas Appliances” 2022.01*

*D3.5 Intermediate report on the test of technologies by segment – Impact of the different H2 concentrations on safety, efficiency, emissions and correct operation 2022.02*

*D3.6 Intermediate report on the progress of the long-term tests 2022.02*

*D3.7 Tightness testing of gas distribution components in 40%H2+60%CH4 2022.10*

Zöld, A. (szerk.): Épületgépészet 2000. I. Alapismeretek; Épületgépészeti Kiadó Kft., Budapest, 2000. ISBN 963 03 97102

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogénes anyagvizsgálatok	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Prof. Dr. Lukács János, egyetemi tanár	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Oktató:</b> Chován Péter, távvezeték diagnosztika szakértő	
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 15+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 5	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy alapvető célja a hidrogén és hatásainak bemutatása a legfontosabb szerkezeti anyagok tulajdonságaira. Cél a hidrogén okozta károsodások megismertetése, szerkezeti anyag és szerkezet megközelítésben; a károsodási hajlam és a károsodások kimutatási módszereinek, valamint a károsodások megelőzési lehetőségeinek a bemutatása.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik a hidrogénnel és a hidrogén szerkezeti anyagokra gyakorolt hatásaival összefüggő anyagtudományi ismeretekkel. Ismeri a hidrogén okozta károsodásokat, azok anyagszerkezeti, valamint szerkezetekre gyakorolt hatásait és következményeit. Rendelkezik azokkal az anyag és szerkezet specifikus ismeretekkel, amelyek alapján a hidrogén okozta károsodások elkerülhetők, illetve csökkenthetők.

**képesség:** Képes a hidrogén okozta potenciális és valós károsodások felismerésére, okainak feltárására. Ezek alapján képes a károsodások megelőzésére és csökkentésére vonatkozó döntések meghozatalára, valamint a releváns műszaki intézkedések megfogalmazására.

**attitűd:** Nyitott az új ismeretek befogadására, vonatkozó tudásának folyamatos bővítésére és elmélyítésére. Megismeri, feldolgozza és munkájába illeszti a szakterületen megjelenő esettanulmányokat, illetve legjobb gyakorlatokat. Érvényesíti a biztonságra való törekvés követelményeit.

**autonómia és felelősség:** Tudása birtokában felelősséggel működik együtt saját területe és más, kapcsolódó területek szakembereivel. Felelősséget vállal az általa közvetített, előkészített, illetve meghozott szakmai döntésekért.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A hidrogén tulajdonságai. A hidrogén forrásai a szerkezeti elemek anyagaiban és hegesztett kötéseiben; az ideális és a reális kristály, a hidrogén anyagszerkezeti csapdái. A hidrogén feltérképezésének módszerei. Hidrogén okozta károsodások: hidrogén okozta hólyagosodás, magas hőmérsékletű hidrogén „támadás”, fémhidrid képződés, alakváltozó képesség csökkenése, hidrogén okozta elridegedés. A hidrogén okozta károsodások modellezése és vizsgálata, mechanikai és törésmechanikai vizsgálatok. Az ipari csővezetékek és a csőtávvezetékek anyagai: hidrogén fókuszú megközelítés. A nyomástartó edények és berendezések anyagai: hidrogén fókuszú megközelítés. A hidrogén tárolásának anyagszerkezeti vonatkozásai. Esettanulmányok.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli és/vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg az érdemjegy.

#### **Értékelési határok:**

eredmény  $\geq 90\%$ : jeles;  $80\% \leq$  eredmény  $< 90\%$ : jó;  $70\% \leq$  eredmény  $< 80\%$ : közepes;  $60\% \leq$  eredmény  $< 70\%$ : elégséges; eredmény  $< 60\%$ : elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Motomichi Koyama, Michael Rohwerder, Cemal Cem Tasan, Asif Bashir, Eiji Akiyama, Kenichi Takai, Dierk Raabe, Kaneaki Tsuzaki (2017) Recent progress in microstructural hydrogen mapping in steels: quantification, kinetic analysis, and multi-scale characterisation, *Materials Science and Technology*, 33:13, 1481-1496, <https://doi.org/10.1080/02670836.2017.1299276>

Milos B. Djukic, Gordana M. Bakic, Vera Sijacki Zeravcic, Aleksandar Sedmak, Bratislav Rajcic (2019) The synergistic action and interplay of hydrogen embrittlement mechanisms in steels and iron: Localized plasticity and decohesion, *Engineering Fracture Mechanics*, 216, 106528, <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2019.106528>.

Li, X., Ma, X., Zhang, J. et al. (2020) Review of Hydrogen Embrittlement in Metals: Hydrogen Diffusion, Hydrogen Characterization, Hydrogen Embrittlement Mechanism and Prevention, *Acta Metallurgica Sinica* 33, 759-773, <https://doi.org/10.1007/s40195-020-01039-7>

San Marchi, C.; Somerday, B. P. (2012) Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials, Sandia National Laboratories, SAND2012-7321.

Global Hydrogen Review 2022, International Energy Agency, [www.iea.org](http://www.iea.org).

ASME B31.12-2014: Hydrogen Piping and Pipelines (Revision of ASME B31.12-2011)

API RECOMMENDED PRACTICE 941: Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants. EIGHTH EDITION, FEBRUARY 2016

CEN/TR 17797:2022 Gas infrastructure - Consequences of hydrogen in the gas infrastructure and identification of related standardisation need in the scope of CEN/TC 234

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén biztonságtechnika	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet
<b>Tárgyjegyző:</b> Dr. Zákányi Balázs, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Oktató:</b> Dr. Zákányi Dr. Mészáros Renáta, tudományos főmunkatárs	
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a tűz-, robbanás- és munkavédelem alapjaival, kiemelten kezelve a hidrogénhez kapcsolódó előírásokat és biztonsági elveket.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a földgázhoz és hidrogénhez kapcsolódó tűz-, robbanás- és munkavédelmi alapismereteket, előírásokat. Ismeri a hidrogén- és a földgázipar és a fenntartható fejlődés alapelveit, a környezetvédelem, a minőségügy, a munkahelyi egészség és biztonság keretrendszerét.

**képesség:** Képes felismerni a földgáz és hidrogén rendszerek üzemeltetése során a közegek jellegéből adódó tűz-, robbanás- és munkavédelmi kockázatokat és képes azokat megfelelő módon kezelni. Alkalmas a technológiai rendszerek és a környezet kölcsönhatásának elemzésére, a kockázatok becslésére, havária helyzetek kezelésére, komplex munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására.

**attitűd:** Munkája során az SHE, illetve a QA/QC (biztonsági egészségvédelmi, környezetvédelmi, illetve a minőségbiztosítási és ellenőrzési) követelményrendszereket betartja és betartatja. Törekszik szakmailag magas szinten önállóan vagy munkacsoportban megtervezni és végrehajtani a feladatait. Nyitott a szakmai együttműködésre a rokon területeken dolgozó szakemberekkel.

**autonómia és felelősség:** Felelősséget vállal szakmai döntéseiért, az általa, illetve irányítása alatt végzett munkafolyamatokért, felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

Tűz- és robbanásvédelem: Égésméleleti alapok. Különböző anyagok égése, öngyulladások. Robbanás elleni védekezési lehetőségek. Hasadó nyíló felületek kialakításának szabályai és méretezése. A tűz elleni védekezés. Munkavédelem és biztonságtechnika: a munkavédelem jogi háttere és szabályozása. Az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés követelményei. A szabálytalan munkavégzés egészségügyi következményei. A munkavégzés tárgyi és személyi feltételei. A munkafolyamatokra vonatkozó speciális követelmények. A munkavállalók és a munkáltatók legfontosabb jogai és kötelességei. Kémiai biztonság. Egyéni védőeszköz ismeretek. Biztonságtechnika: a nyomástartó és egyéb berendezések, gépek és folyamatok biztonságtechnikája: biztonsági szerelvények, a telepítés és az üzemeltetés biztonsági kérdései.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás feltétele az órákon történő aktív részvétel. Írásbeli vizsga a félév anyagából.

#### **Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

National Safety Council: Handbook of Occupational Safety and Health. CRC Press, Chicago, 2010.  
Nagy László Zoltán: Tűzvédelmi előadó, főelőadó képzés Jegyzet, pp. 1-491. 2013  
Thomas D. Schneid: Creative Safety Solutions. SECOND EDITION. CRC Press, 2016  
Bujnóczki Tibor: Munkavédelem munkáltatóknak, munkavállalóknak. Műszaki kiadó, pp. 1,216, ISBN 9789631666106, 2017  
BM OKF: Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Robbanás elleni védelem. 2021.01.15



<b>Tantárgy neve:</b> Gázipari mérés és elszámolás	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	Bányászat és Energia Intézet
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja megismertetni a hallgatókat a gáziparban alkalmazott mérési módszerekkel és eszközökkel, kiemelt hangsúlyt helyezve a mennyiség és minőség mérés berendezéseire, működési elveire és pontossági követelményeire a hidrogénes közeg mérést módosító hatásait is figyelembe véve, a vonatkozó jogszabályi, szabványban rögzített és üzemeltetési utasításoknak megfelelően.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkezik a gáznemű közegek fizikai paramétereinek mérési ismereteivel. Ismeri a mérési eljárásokat és azok hibáit. Ismeri az elszámolási mérések elveit, megvalósítási gyakorlatait. Ismeri a mérések pontosságára vonatkozó előírásokat.

**képesség:** Képes felismerni a hibás mérési elveket és a hibás mérési adatokat. Képes megbecsülni a várható mérési eredmények nagyságrendjét. Képes a mérésekhez kapcsolódó műszaki folyamatokat átlátni és munkafolyamatokat szervezni.

**attitűd:** Törekedik a mérési szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok és új szakmai ismeretek megszerzésére, új módszerek megismerésére. Törekedik arra, hogy feladatainak megoldása során betartsa a mérési elvek jogszabályi kötöttségeit.

**autonómia és felelősség:** Képesítésének megfelelően képes önálló munkavégzésre, döntéseit az ágazati szabályoknak megfelelően hozza meg. Felelősséget vállal az általa készített, illetve közvetített szakmai döntésekért, az irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A mérendő közegek jellemzői. A mérési eljárások jellemzői. Elszámolási mérések követelményei. A nyomás, és hőmérséklet mérés eszközei, pontosságuk. Gáz mennyiség mérés eszközei, működési elvük. A gázmérő kiválasztás alapelvei. Gáztérfogató korrekció és szabványnak megfelelő számítása. Gázminőség mérő eszközök és pontosságuk. Gázminőségi összetevők szabványos számítása a gázösszetételből. Szaghatás, és kéntartalom mérés. Víz- és szénhidrogén harmatpont mérés. A mérési adatok feldolgozása, hibaszámítás. Kalibrálás és hitelesítés. Földgázszállítói és elosztói engedélyes ide vonatkozó gyakorlati tapasztalatainak és vizsgálatainak bemutatása, elemzése iparági szereplők bevonásával.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhethető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

≥ 90%: jeles; 80 – 89,9%: jó; 70 – 79,9%: közepes; 60 – 69,9%: elégséges; < 60%: elégtelen.

#### **Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7

Szilágyi, Zs., Szunyog, I.: Mérések a gáziparban; Mérnökönnyvtár, Magyar Mérnöki Kamara, Budapest 2017.096 ISBN 978-615-80452-7-8

Vida M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

Zöld, A. (szerk.): Épületgépészet 2000. I. Alapismeretek; Épületgépészeti Kiadó Kft., Budapest, 2000. ISBN 963 03 97102

<b>Tantárgy neve:</b> Gázelőkészítés	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

#### **Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja a gázkezelési eljárások közül a gyakorlat szempontjából jelentős technológiai berendezések megismertetése. A kurzus átfogja mindazon technológiákat, elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt, amelyek a hidrogénnel kevert földgáz későbbi szállítása és felhasználása céljából lényegesek. Foglalkozik a gázszárítás, -kezelés és -feldolgozás berendezéseivel. A témakörébe tartozó szakismeretek elsajátításával a hallgatók képesek lesznek a gázelőkészítő technológiák üzemeltetésére, a rendszer zavartalan működésének biztosítására.

#### **Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a komplex gáztároló, földgázszállító rendszerek tervezéséhez és üzemeltetéséhez szükséges módszereket, eszközöket és folyamatokat. Ismeri a komplex szénhidrogén ipari létesítmények tervezéséhez és irányításához alkalmazható módszereket, folyamatokat, berendezéseket, melyeket alkalmazni tud hidrogénnel kevert földgáz rendszerekre is.

**képesség:** Képes komplex gáztároló, földgázszállító rendszerek tervezésére és üzemeltetésére. Képes szénhidrogén ipari komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre.

**attitűd:** Törekszik a fenntarthatóság és energiahatékonyság követelményeinek érvényesítésére.

**autonómia és felelősség:** Bekapcsolódik komplex gáztároló, földgázszállító rendszerek tervezésére létrehozott projektekbe. A projektcsoporthoz munkáját autonóm módon irányítja vagy abban autonóm módon, a csoport többi tagjával együttműködve vesz részt.

#### **Tantárgy tematikus leírása:**

A gázelőkészítés lépései, folyamatának elemzése, különös tekintettel a tisztítás, a szárítás, és a kénmentesítés kérdéskörére. A gázelőkészítés hazai és nemzetközi gyakorlata. Hidrogénnel kevert földgáz előkészítésének módszerei. Nemzetközi projektek, példák, esettanulmányok.

#### **Számonkérés módja:**

Az aláírás feltétele órák rendszeres látogatása, valamint a félév során kiadott egyéni feladat elkészítése. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szereshető meg a kollokviumi jegy.

#### **Értékelési határok:**

>85%: jeles; 75–84%: jó; 63–74%: közepes; 50–62%: elégséges; <50%: elégtelen.

#### **Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:**

International Petroleum Encyclopedia, Penwell Pulication, 1983.

Maddox, R. N.: Gas Conditioning and Processing Vol. 4., Campbell Petroleum Series, 1985.

Mokhatab, S. – Poe, W. – Mak, J.: Handbook of Natural Gas Transmission and Processing, Elsevier, 2015, ISBN: 9780128014998

Vida M.: Gáztechnikai kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, 1991.

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén-szabályozás	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Káldi Zoltán, országos bányakapitány	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Oktató:</b> Dr. Lebó Györgyi, bányafelügyeleti ügyintéző	
<b>Javasolt félév:</b> 3	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 9+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 3	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

Az energiával, valamint kifejezetten a hidrogéntechnológiával összefüggő európai uniós és nemzeti szintű jogi háttér bemutatása, a jogalkotó és jogérvényesítő szervezetek döntési, beavatkozási lehetőségei.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkeznek a szakterülethez kapcsolódó jogi ismeretekkel. Tisztában vannak a hidrogéngazdaság szakterületének lehetséges fejlődési irányával és határaival a szabályozási rendszer keretein belül. Ismerik és használják a rendelkezésre álló jogszabályokat, rendeleteket, az elérhető adatbázisokat.

**képesség:** Képesek a hidrogénpiac szakterületén felmerülő komplex szakmai problémák értelmezésére, a szükséges elvi, jogi és gyakorlati háttér feltárására és a problémák megoldására. Képesek kezdeményező együttműködésre, a szakterület jogi környezetében lezajló projektmunkára és csoportmunkára a műszaki tudományok és más rokon szakterületek szakembereivel.

**attitűd:** Nyitottak a szakmai együttműködésre a rokon területeken dolgozó szakemberekkel. Rendelkeznek a folyamatos tanulásra és innovációra való törekvés igényével.

**autonómia és felelősség:** Önállóak a szakmai kérdések és tervezési feladatok végig gondolását, kidolgozását illetően. Tudásuk és képességeik birtokában felelősséggel működnek együtt más szakterületek szakembereivel.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A magyar jogrendszer, jogszabályi hierarchia, a hazai földgázszektor szabályozásának jogforrásai, a földgázszektor alapvető jogszabályai, a hazai földgázszektor hatósági felügyelete. Uniós és hazai energiapolitika – különös tekintettel a gáziparra: a gázipar kialakulása; az energiapolitika fő célkitűzései; nemzeti energiastratégia. A hazai hidrogén stratégia és a jogi környezet összefüggései: melyek lehetnek az érintett jogszabályok a szabályozás során; hogyan alakul a földgázellátásról szóló törvény és a bányatörvény hatályának módosulása a hidrogén stratégia alapján; milyen hatóságokat érinthet a hidrogéntechnológia hatósági felügyelete; a Biztonsági Szabályzatokról szóló rendeletek módosításának igénye a hidrogén földgázhálózatba történő táplálása kapcsán.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról

2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról

2008. évi XL. törvény a földgázellátásról

A Magyar Földgázrendszer Üzemi és Kereskedelmi Szabályzata

1372/2021. (VI. 10.) Korm. határozat a Nemzeti Hidrogén Stratégia 2030 elfogadásáról

<b>Tantárgy neve:</b> Hidrogén-kereskedelem	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Bali Gábor, gázipari szakértő	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

A tárgy célja, hogy bemutassa a hidrogén kereskedelem múltját, jelenét és jövőképét Világ, Európa és Magyarország tekintetében a földgáz-kereskedelemmel összehasonlítva. A tantárgy elsajátításával a végzett mérnökök alkalmasak lesznek a liberalizált földgázpiac engedélyeseinél különböző kereskedelmi feladatok ellátására, gázbeszerzési és értékesítési folyamatok menedzselésére. A hallgatók el kell sajátítsák a földgáz kereskedelem alapjait, és erre építve kell feldolgozni a hidrogén kereskedelem jövőbeni lehetőségeit. A gyakorlat során szert kell tenni a földgáz-kereskedelemmel összefüggő alapszámítások megismerésére, elsajátítására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Rendelkeznek a földgáz-kereskedelemmel kapcsolatos alapszámítások elvégzéséhez szükséges szakmai ismeretekkel.

**képesség:** Alkalmasak a legfontosabb kereskedelmi számítások elvégzésére.

**attitűd:** Figyelemmel kísérik a földgáz és a hidrogén piacok kereskedelmi lehetőségeit.

**autonómia és felelősség:** A hidrogén kereskedelem alapjainak elsajátítása, a megszerezett tudás alkalmazása.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A Hidrogén és a Földgáz, mint árucikkek. A Világ földgázkészletei, a Világ földgáz-kereskedelme, termelési és felhasználási tényadatok. A H<sub>2</sub> szerepe a Világban. A Világ Földgázkereskedelme. Európa földgázkereskedelme, a H<sub>2</sub> szerepe Európában. Ár- és tarifarendszerek. Földgáztőzsdei műveletek. Árazás és ár alkalmazás. A földgáz-kereskedelmi engedélyes tevékenysége. Rendszerhasználati díjak meghatározása, alapszámítások. A hidrogén kereskedelme ma, jövőbeni lehetőségek.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel és a feladatok teljesítése. A vizsgán szóbeli vagy írásbeli számonkérés során szerezhető meg a kollokviumi jegy.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

A Magyar Földgázrendszer Üzemi és Kereskedelmi Szabályzata - 2023

A 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról, 11/2016 MEKH rendelet.

<b>Tantárgy neve:</b> Projekt- és pályázat menedzsment	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Vezetéstudományi Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Metszős Gabriella, egyetemi tanársegéd	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 3.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 12+0	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és vizsga
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy célja a projektszemlélet és a projektmenedzsment módszertani elemeinek megismertetése a hallgatókkal. Feladata a projektmenedzsment eszköztára mentén begyakoroltatni a főbb projekttervezési és -monitoring elvek alkalmazását és módszereket gyakorlati példákon, illetve számítógépes feladatokon keresztül.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a vállalkozás, gazdálkodó szervezet és projekt tervezési és vezetési szabályait, szakmai és etikai normáit. Elsajátította a képzésnek megfelelő területeken az alapvető (funkcionális) gyakorlati módszereket és megoldásokat, valamint ezek hasznosításának lehetőségeit.

**képesség:** Önálló, új következtetéseket, eredeti gondolatokat és megoldási módokat fogalmaz meg, képes az igényes elemzési, modellezési módszerek alkalmazására, komplex problémák megoldására irányuló stratégiák kialakítására, döntések meghozatalára, változó hazai és nemzetközi környezetben, illetve szervezeti kultúrában is. Nemzetközi, multikulturális környezetben is képes hatékony munkavégzésre.

**attitűd:** Törekszik tudásának és munkakapcsolatainak fejlesztésére, erre munkatársait és beosztottjait is ösztönzi, segíti, támogatja.

**autonómia és felelősség:** Szervezetpolitikai, stratégiai, irányítási szempontból jelentős területeken is önállóan választja ki és alkalmazza a releváns probléma megoldási módszereket, önállóan lát el elemző, döntés-előkészítő, tanácsadói feladatokat. Önállóan azonosítja, tervezi és szervezi saját és beosztottjai szakmai és általános fejlődését, azokért felelősséget vállal és visel.

**Tantárgy tematikus leírása:**

Projektmenedzsment alapfogalmak, projektciklus. Projektek behatárolása. Projektteljesítési stratégia. Projektmenedzsment funkciói. Érintettek vizsgálata. Projektdokumentumok. Időtervezés. Erőforrás- és költségtervezés. Kockázatmenedzsment. Projektmonitoring, formalizált projektkontroll. Megvalósíthatósági tanulmány.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzése: Házi projektfeladat legalább 50%-os teljesítése. Kollokvium teljesítésének módja, értékelési szempontjai: Írásbeli vizsga. Félévközi számonkérés beszámítása a vizsgajegybe: 30%.

**Értékelési határok:**

Értékelés ötfokozatú skálán: 0-50%: elégtelen (1); 51-62%: elégséges (2); 63-74%: közepes (3); 75-87%: jó (4); 88-100%: jeles (5).

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Görög M.: A projektvezetés mestersége, Aula, 2003.

Verzuh, E: Fast forward in project management, Wiley, 2016.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMI Standards Committee, 2017.

J. G. Monks: Operations Management, McGraw-Hill, 1982. Chapters 12, 13.

<b>Tantárgy neve:</b> Gázipari alapszámítások	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázműmőki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Szombati-Galyas Anna Bella, tanársegéd	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+12	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és gyakorlati jegy
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

A hallgatók alapvető gázipari számítási eljárásokban való jártasságának elősegítése, a komplex gondolkodás készségének fejlesztése. A hidrogént, mint a földgáztól eltérő tulajdonságú éghető gázt előtérbe helyezve.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a földgázellátó rendszer egyes részegységeihez tartozó berendezések működésében történő fizikai kémiai folyamatok számítási módszerekkel történő leképezését. Ismeri ezek megoldásához szükséges eljárásokat, valamint ismeri a gyakorlatban előforduló mennyiségbeli peremfeltételeket.

**képesség:** Képes felismerni a berendezésekben lezajló fizikai kémiai folyamatokat. Értelmezi a folyamatok fizikai hátterét, és képes ezek alapján felírni a folyamatokra vonatkozó alapvető matematikai számítási összefüggéseket.

**attitűd:** Rendelkezik a folyamatos tanulásra és innovációra való törekvés igényével. Megosztja tudását, fontosnak tartja a szénhidrogén és hidrogén ipar szakmai eredményeinek közvetítését.

**autonómia és felelősség:** Önálló a szakmai kérdések és feladatok végig gondolását, kidolgozását illetően. Műszaki tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A gáztechnika alapjai. Gázelegyek anyagjellemzői, állapotjellemzői, tüzeléstechnikai jellemzői. Gáztörvények és alkalmazásuk. A hidrogéntartalmú gázelegyek égésének fizikai-kémiai jellemzői. Tüzelésellenőrzési számítások. Gázvezetékek áramlástanai számítása, gázelosztó vezetékek méretezésének gyakorlata, kiemelten kezelve a hidrogént, valamint a hidrogéntartalmú gázelegyeket. A gázelosztó hálózatok hidraulikai szimulációja, szimulációs modellek és alkalmazásuk.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A félév végi gyakorlati jegy feltétele az önálló órai, valamint beadandó számítási gyakorlatok teljesítése. A feladatok értékelése után áll elő a félév végi gyakorlati jegy az alábbiak szerint.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Bátor B.: Égés és robbanáselmélet; NME Gépészmérnöki Kar, 1980.  
 Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7  
 Farkas, O. - Nagy, G.: Tüzeléstan; Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.  
 Meszléri, C.: Gáztechnikai példatár, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.  
 Szabványok gázkészülékek méréséhez kapcsolódóan (tanszéken elérhető)  
 Szunyog, I.: Gázipari laboratóriumi gyakorlatok, Oktatási segédlet, ME KFGI, 2007.  
 Vida M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

<b>Tantárgy neve:</b> Gázok áramlásana	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Olajmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Kis László, egyetemi adjunktus	Bányászat és Energia Intézet
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+12	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és gyakorlati jegy
	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

Megismertetni a hallgatókat a gázok, illetve éghető gázok, különösen a hidrogén és a földgázkeverék csővezeteki áramlásának alapvető tulajdonságával, mintapéldákon keresztül. A folyadékok és gázok mechanikájának alapvető törvényszerűségeit kívánjuk megtanítani a matematikai tárgyalásmód lehető legegyszerűbb alkalmazásával. Mindezt a fizikai tartalom csorbítása nélkül, minden témakörre konkrét szám példák demonstrálva tesszük. Alapvetően az egydimenziós esetekre fókuszálunk, amelyek a különböző szaktárgyak szükséges és elegendő elméleti alapját képezik. Számítógépes szimulációs szoftver használata áramlástechnikai problémák megoldására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Tisztában van a hidrogén- és földgázellátással, szállítással és tárolással összefüggő rendszerek felépítésével, az azokban lejátszó áramlási folyamatokkal. Alkalmazói szintű ismeretekkel rendelkezik a számítógépes tervezésben és elemzésben, ismert a problémamegoldó technikákat.

**képesség:** Képes a hidrogénipar szakterületén felmerülő komplex szakmai problémák értelmezésére, a szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására és a probléma felismerésére, megoldására. Képes a technológiai rendszerekben lejátszó speciális áramlási folyamatok megértésére, egyszerűsített modellezésére és számítására, a törvényszerűségek, összefüggések megértésére, a megszerzett tudás alkalmazására és gyakorlati hasznosítására, a problémamegoldó módszerek felhasználására.

**attitűd:** Figyelemmel kíséri a szénhidrogén- és hidrogénipar szakterületeivel kapcsolatos szakmai változásokat és a technológiai trendeket. Rendelkezik a folyamatos tanulásra és innovációra való törekvés igényével.

**autonómia és felelősség:** A hidrogéniparhoz kapcsolódó tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.

**Tantárgy tematikus leírása:**

Kinematikai alapfogalmak. Mérlegegyenletek: tömegmegmaradás, impulzustétel, kinetikus energia-mérleg, energiamegmaradás, entrópia-mérleg. Bernoulli-egyenlet. A gázdinamika alapjai. Lamináris áramlás. Turbulens áramlás. Reynolds-egyenlet. Turbulens áramlás csőben, energia-egyenlet csőben. Áramlási veszteségek számítása. Kritikus áramlás. Izentrópikus áramlás fűvókában. Nagy sebességű, súrlódásos gázáramlás. Számítógépes áramlási szimuláció.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A félév végi gyakorlati jegy feltétele a féléves tematikából összeállított zárthelyi dolgozat legalább elégséges szintre történő megírása.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

- Bobok, E.: Áramlástan bányamérnököknek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987. ISBN 963 10 6760 2  
 Bobok, E.: Fluid Dynamics, Gazdász-Elasztik Kft., Miskolc, 2012. ISBN 978-963-358-009-7  
 Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7  
 Vida M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.  
 Dr. Tóth Anikó Nóra: Bevezetés az áramlástanba, Miskolci Egyetem, 2013.  
 Dr. Bobok Elemér: Áramlástan Miskolci Egyetemi Kiadó, 1995.  
 Dr. Lajos Tamás: Áramlástan Tankönyvkiadó, 2004.  
 Dr. Bobok Elemér: Fluid dynamics, Miskolci Egyetem, 2012  
 Dr. Bobok Elemér, Dr. Navratil László: Műszaki fizika I., Áramlástan, Tankönyvkiadó, 1990  
 Dr. Bobok Elemér, Dr. Navratil László: Műszaki fizika II, Miskolci Egyetem, 1993

<b>Tantárgy neve:</b> Laborgyakorlat	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Turzó Zoltán, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Oktató:</b> Dócs Roland, tanársegéd	
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+12	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és gyakorlati jegy
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy feladata a hidrogén-ellátáshoz kapcsolódó infrastruktúrákkal kapcsolatos laboratóriumi mérések ismertetése. A tantárgy célja, a hidrogén-ellátás valamely területén dolgozó mérnökök felkészítése a kapcsolódó laboratóriumi mérések elvégzésére, illetve a mérések értelmezésére, értékelésére.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Ismeri a komplex gáztároló, földgáz, illetve hidrogén szállító rendszerek üzemeltetéséhez szükséges laboratóriumi mérési módszereket, eszközöket és folyamatokat. Ismeri a üzemeltetéséhez szükséges módszereket, eszközöket és folyamatokat. Ismeri a komplex szénhidrogén ipari létesítmények tervezéséhez és irányításához alkalmazható módszereket, folyamatokat, berendezéseket.

**képesség:** Képes ipari munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre. Meg tudja határozni mely laboratóriumi mérések elvégzésére van szükség az adott technológia alkalmazása során. Jártas a mérési módszerek kidolgozásában, végrehajtásában. Képes a méréseket a projekt szintű feladatok értékrendjébe beilleszteni.

**attitűd:** Törekszik a fenntarthatóság és energiahatékonyság követelményeinek érvényesítésére a laboratóriumi mérések kidolgozása és végrehajtása során. Munkája során vizsgálja a kutatási, fejlesztési és innovációs célok kitűzésének lehetőségét és törekszik azok megvalósítására.

**autonómia és felelősség:** Önállóan képes csoportokat, szervezeteket irányítani, illetve azok munkájába autonóm módon képes bekapcsolódni a laboratóriumi mérési folyamatok megtervezése és kivitelezése során. Felelősséget vállal szakmai döntéseiért, az általa, illetve irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A laborgyakorlatok során bemutatott és hallgatók által mérések, kiértékelések: Térfogatáram mérés. Gázösszetétel mérése. Közvetfizikai mérések: porozitás, permeabilitás, kapilláris nyomás. Fluidumok PVT mérései. Roncsolásos és roncsolás mentes anyagvizsgálatok. Berendezések hidrogén-biztonságtechnikai besorolásához kapcsolódó mérések.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel. A félév végi gyakorlati jegy feltétele az önálló órai, valamint beadandó számítási gyakorlatok teljesítése. A feladatok értékelése után áll elő a félév végi gyakorlati jegy az alábbiak szerint.

**Értékelési határok:**

> 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

Szilágyi Zs., Szunyog I.: Mérések a gáziparban, Magyar Mérnöki Kamara, 2017.

J. Török, L. Fürcht, T. Bódi: PVT Properties of Reservoir Fluids, Miskolci Egyetem, 2012.

D. Tiab: Petrophysics: Gulf Professional Publishing, 2012.

Dr. Cziel György - Kollár Mariann: Anyagvizsgáló gyakorlati kézikönyv, Sunpalnt 2008



<b>Tantárgy neve:</b> Gyakorlati foglalkozás ipari üzemekben <b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázméző Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet <b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1., 2., 3.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+8; 0+8; 0+24	<b>Számonkérés módja:</b> 1. és 2. félév: aláírás; 3. félév: aláírás és beszámoló
<b>Kreditpont:</b> 8	<b>Tagozat:</b> levelező
<b>Tantárgy feladata és célja:</b> A tárgy célja, hogy bemutassa azokat az ipari létesítményeket, eljárásokat, követendő gyakorlatokat, melyek alapul szolgálnak Magyarországon és a Világban a hidrogéngazdaság működésének. Az egyes technológiai folyamatok projekt szintű megismerése gázipari, vegyipari és hidrogén ipari üzemekben.	
<b>Fejlesztendő kompetenciák:</b> <b>tudás:</b> Ismeri az ipari léptékű hidrogén előállításra és felhasználásra szolgáló alapvető technológiákat, felismeri az egyes technológiai elemeket, rendszerszemléletben látja a földgáz és hidrogén infrastruktúrákat. <b>képesség:</b> Képes a kreatív problémakezelésre és összetett feladatok rugalmas megoldására a gyakorlati feladatok kapcsán, csoportmunkában való együttműködésre. <b>attitűd:</b> Figyelemmel kíséri a gázipar szakterületével kapcsolatos szakmai változásokat és ipari technológiai fejlődési trendeket. Rendelkezik a folyamatos tanulásra és innovációra való törekvés igényével. Megosztja tudását, fontosnak tartja a szakmai eredményeinek közvetítését. <b>autonómia és felelősség:</b> Önálló a szakmai kérdések és feladatok végig gondolásában, a megoldások kidolgozásában. Gázipari tudása és képessége birtokában felelősséggel működik együtt más szakterületek szakembereivel.	
<b>Számonkérés módja:</b> Az aláírás megszerzésének feltétele a gyakorlati foglalkozásokon történő aktív részvétel. A harmadik félév során három napos ipari üzembe kihelyezett gyakorlati foglalkozásra kerül sor, melynek végén egy valós gyakorlati feladat megoldásáról kell jegyzőkönyvet készíteni. A feladatok értékelése után áll elő a félév végi beszámoló értékelése az alábbiak szerint.	
<b>Értékelési határok:</b> ≥ 80%: kiválóan megfelelt; 60,0-79,9%. megfelelt; < 60%: nem felelt meg.	
<b>Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:</b> nincs	

<b>Tantárgy neve:</b> Szakdolgozat-konzultáció 1	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 1.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+4	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás
<b>Kreditpont:</b> 0	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

Felkészíteni a hallgatót a képzés kimeneti követelményeként megjelenő önálló munka, a szakdolgozat megírására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Elegendő ismerettel rendelkezik egy önálló munka formai és tartalmi összeállítására.

**képesség:** Képes gondolatait összefüggéseiben megfogalmazni, logikailag áttekinteni, szakdolgozat témáját vázlatpontokba szedve megjeleníteni, illetve kifejtetni.

**attitűd:** Nyitott új elemző munkamódszerek megismerésére, az ismeretek hatékonyabb összerendezésére, áttekintésére.

**autonómia és felelősség:** Felelősséget vállal az általa leírt gondolatokért, számítási eredményekért. Törekedik az általa megszerzett tudás írott formában történő átadására szakmai közönség számára.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A hallgató felkészítése a szakdolgozat írás munkára. A szakdolgozat formai és tartalmi követelmények ismertetése, a szakdolgozati tématerület közös kijelölése, a feladat kiírás tartalmi vázlatának összeállítása, ipari konzulens szervezése.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel.

**Értékelési határok:**

Nem értelmezhető.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

nincs

<b>Tantárgy neve:</b> Szakdolgozat-konzultáció 2	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 2.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+4	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás
<b>Kreditpont:</b> 0	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

Felkészíteni a hallgatót a képzés kimeneti követelményeként megjelenő önálló munka, a szakdolgozat megírására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Elegendő ismerettel rendelkezik egy önálló munka formai és tartalmi összeállítására.

**képesség:** Képes gondolatait összefüggéseiben megfogalmazni, logikailag áttekinteni, szakdolgozat témáját vázlatpontokba szedve megjeleníteni, illetve kifejtetni.

**attitűd:** Nyitott új elemző munkamódszerek megismerésére, az ismeretek hatékonyabb összerendezésére, áttekintésére.

**autonómia és felelősség:** Felelősséget vállal az általa leírt gondolatokért, számítási eredményekért. Törekedik az általa megszerzett tudás írott formában történő átadására szakmai közönség számára.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A hallgató felkészítése a szakdolgozat írás munkára. A szakdolgozat feladat kiírás véglegesítése, a dolgozat fő tartalmi részeinek kifejtése, elemzése, értékelése, konzulenssel történő megvitatása.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele az órákon való részvétel.

**Értékelési határok:**

Nem értelmezhető.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

nincs

<b>Tantárgy neve:</b> Szakdolgozat-konzultáció 3	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Gázmérnöki Intézeti Tanszék Bányászat és Energia Intézet
<b>Tárgyjegyző oktató:</b> Dr. Szunyog István, egyetemi docens	<b>Tantárgyelem:</b> kötelező
<b>Javasolt félév:</b> 3.	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Óraszám (ea+gyak):</b> 0+45	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás és beszámoló
<b>Kreditpont:</b> 15	<b>Tagozat:</b> levelező

**Tantárgy feladata és célja:**

Felkészíteni a hallgatót a képzés kimeneti követelményeként megjelenő önálló munka, a szakdolgozat megírására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:** Elegendő ismerettel rendelkeznek egy önálló munka formai és tartalmi összeállítására.

**képesség:** Képes gondolatait összefüggéseiben megfogalmazni, logikailag áttekinteni, szakdolgozat témáját vázlatpontokba szedve megjeleníteni, kifejezni.

**attitűd:** Nyitott új elemző munkamódszerek megismerésére, az ismeretek hatékonyabb összerendezésére, áttekintésére.

**autonómia és felelősség:** Felelősséget vállal az általa leírt gondolatokért, számítási eredményekért. Törekedik az általa megszerzett tudás írott formában történő átadására szakmai közönség számára.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A hallgató segítése a szakdolgozat megírása során formai és tartalmi tanácsokkal. A szakdolgozat feladat teljes körű kidolgozása, a szükséges kutatások és szakirodalmi elemzések elvégzése, a szakmai terület bemutatása, a konkrét téma elhelyezése ebben. A feladatkiírás érdemi részének kidolgozása, önálló elemzések, számítások, eljárások ismertetése, összehasonlítás, értékelés, következtetés, összegzés.

**Számonkérés módja:**

Az aláírás megszerzésének feltétele a folyamatos és aktív konzultáció. A beszámoló érdemjegyének megszerzése, a szakdolgozat közel végleges formában történő elkészítése és beadása.

**Értékelési határok:**

≥ 80%: kiválóan megfelelt; 60,0-79,9%. megfelelt; < 60%: nem felelt meg.

**Kötelező és ajánlott irodalom jegyzéke:**

nincs

## A záróvizsga témakörei

A záróvizsgára bocsátás feltételei a Miskolci Egyetem Szervezeti és Működési Szabályzat III. kötet Hallgatói követelményrendszer hatályos szabályozása értelmében:

- az abszolutórium megszerzése és
- az opponens és a szaktanszék által elfogadott, védésre bocsátható szakdolgozat.

A szakdolgozat a szakirányú továbbképzés tantárgyaihoz kapcsolódó elméleti-általános témakört feldolgozó, vagy a gyakorlathoz kapcsolódó, gyakorlati témát elemző önálló munka. A hazai és nemzetközi szakirodalomban való jártasságon túlmenően azt is tanúsítja, hogy a hallgató képes a szakirodalom feldolgozásával ismereteit önállóan alkalmazni. Az opponensi vélemény a Bányászat és Energia Intézet által alkalmazott egységes bírálati szempontok alapján kerül kialakításra.

A záróvizsga tantárgyai:

- Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika
- Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban

A végbizonyítvány minősítése: 
$$M = \frac{S + \frac{Z_1 + Z_2}{2}}{2},$$

ahol:

M = a végbizonyítvány minősítése a Tanulmányi és Vizsgaszabályzat szerint

S = a szakdolgozat érdemjegye a záróvizsga bizottság szerint

Z<sub>1</sub> és Z<sub>2</sub> = a két záróvizsga tantárgy érdemjegye

A kitüntetéses végbizonyítvány feltételei a Miskolci Egyetem Szervezeti és Működési Szabályzat III. kötet Hallgatói követelményrendszer értelmében:

- az összes vizsga és gyakorlati jegy tanulmányi átlaga legalább 4.00,
- a szakdolgozat jeles minősítése,
- a záróvizsgán valamennyi tantárgyból jeles érdemjegy.

Záróvizsgára csak végbizonyítvány (mintatanterv szerinti 90 megszerzett kredit) és a témavezető által beadhatónak minősített szakdolgozat birtokában bocsátható a hallgató. A záróvizsga két részből tevődik össze: szakdolgozat védés és záró tantárgyi vizsgák. A szakdolgozat védés alkalmával a hallgató rövid, technikai eszközökkel támogatott előadás keretében mutatja be és védi meg szakdolgozat eredményeit. A szakdolgozat osztályzatát a témavezető és a bíráló által javasolt jegy alapján, de a hallgató szóbeli teljesítményét is figyelembe véve a záróvizsga bizottság állapítja meg.

# AZ ÉRTÉKELÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI MÓDSZREK, ELJÁRÁSOK:

## **Általános szabályok**

Az értékelési és ellenőrzési módszerek általános érvényű szabályait felsőbb kari és egyetemi szabályozás határozza meg. Az alábbiakban az érvényes szabályozás releváns részei kerülnek bemutatásra.

## **Óralátogatás**

A gyakorlati órákon való részvétel kötelező, az elméleti órákról maximum 30% hiányzás megengedett.

## **Félévközi teljesítmény**

A félévközi jegyek megállapításának szabályai, valamint vizsgával záruló tantárgy esetén az aláírás megszerzésének feltételei a tantárgyi követelményekben kerültek meghatározásra.

A dolgozatokat, illetve a beadandó feladatokat a tantárgy előadója javítja, minősíti.

## **Tantárgyi vizsgák**

A vizsgával záruló tantárgyak esetén a vizsgára bocsátás feltétele az aláírás, a vizsgajegy kialakításának szabályait a tantárgyi követelmények rögzítik.

## **Szakedolgozat**

A hallgató a szakedolgozat készítése során összegzi a képzésben tanult ismeretanyagokat és önállóan alkalmazza egy hidrogén-ellátási szakmérnök képzettségnek megfelelő alkotó jellegű, elméleti megalapozottságú, szakirodalomra építő, tudományos eszköztárt és gyakorlati megközelítést alkalmazó szakmai feladatra.

A szakedolgozat (tanszéki) témavezető és/vagy külső, ipari konzulens szakmai kontrollja mellett dolgozható ki. A témavezető nyilatkozik a dolgozat beadhatóságáról és bírálatra bocsáthatóságáról. A Tanulmányi Rendszerben szereplő szakedolgozat-konzultáció I és II. tantárgyak vonatkozásában a tantárgy jegyzője a féléves munka alapján ad aláírást. A szakedolgozat-konzultáció III. tantárgy vonatkozásában a beadásra közel végleges formában előkészített szakedolgozatot a szakvezető minősíti a tantárgy beszámoló jellegének megfelelően. A bírálatra kiküldött szakedolgozat minősítésére az opponens (bíráló) tesz javaslatot. A független, szakterületi gyakorlattal rendelkező, a képzés felvételi feltételeinek megfelelő bíráló értékeli a szakedolgozatot és javaslatot tesz a szakedolgozat minősítésére.

## **Korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje:**

A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény 49. § (6) bekezdése és a hatályos egyetemi szabályozás szerint.