

# ZÁRÓVIZSGA TÉTELEK

*a Hidrogénellátási Szakmérnök és Szakember Továbbképzési szakok  
hallgatói részére*

Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika témacsoport

Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban témacsoport

### **1. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Vázlatosan mutassa be a fosszilis energiahordozókból történő hidrogén előállítás módszereit! Ismertesse a földgáz reformálásával történő hidrogén előállítás technológiáját! Térjen ki az előállított gázok fajtáira, a technológia előnyeire, hátrányaira!

### **2. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse az elektrolízis folyamatát, milyen lehetséges módszerei ismertek a hidrogén előállításának vízbontással? Részletesen mutassa be a protoncserélő membrános hidrogén előállítás módszerét, a PEM elektrolízis üzemrendszerét!

### **3. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse az elektrolízis folyamatát, milyen lehetséges módszerei ismertek a hidrogén előállításának vízbontással? Részletesen mutassa be az alkáli elektrolízis hidrogén előállítás technológiáját, üzemi körülményeit!

### **4. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Hasonlítsa össze az egyes elektrolízis technológiákat, térjen ki azok előnyeire, hátrányaira. Ismertesse az egyes technológiák során kibocsátott üvegházhatású gázok mértékét! Ismertesse az egyes technológiákhoz kapcsolódó költség tényezőket!

### **5. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse az élettartamra vetített fajlagos energia költségeit! Milyen tényezőket szükséges figyelembe venni a hidrogén előállítás élettartamra vetített költségeinek tekintetében?

---

### **6. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a hidrogén porózus, felszín alatti tárolásának szempontjait! Térjen ki a lehetséges hidrogén veszteségek okaira!

---

### **7. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a hidrogén tárolásának módszereit, a befolyásoló tényezőket! Részletesen ismertesse a folyadék és szilárd halmazállapotban történő hidrogéntárolást!

---

### **8. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a hidrogén tárolásának módszereit, a befolyásoló tényezőket! Részletesen ismertesse a gázhalmazállapotban történő hidrogén tárolását!

---

### **9. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertessen egy hidrogén termelő egységet! Részletesen mutassa be a rendszer egyes elemeit, a villamos hálózat felől kiindulva a hidrogén felszín alatti besajtolásáig bezárólag!

### **10. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a hidrogén gazdaság elemeit, kezdje a létrehozásának okaival. A teljes vertikum átfedése során ismertesse az egyes hidrogén alkalmazásokat, azok előnyeivel és hátrányaival. Értékelje a hidrogéngazdaság jelenlegi állapotát, térjen ki az egyes rész elemek segítő és akadályozó tényezőire!

### **11. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Mutassa be a hidrogén fizikai tulajdonságait és a kapcsolódó munkavédelmi veszélyforrásokat!

### **12. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a Hidrogén és keverékeinek biztonsági szempontból fontos jellemzőit! Ismertesse a hidrogén fiziológiai veszélyeit!

### **13. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Mutassa be tűz- és munka-védelemből fontos hidrogénre jellemző tulajdonságokat! Milyen halmazállapotban használják az iparban a hidrogént? Mutassa be ezen halmazállapotok égésméletei alapjait!

### **14. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Ismertesse a robbanás elleni védelem módszertanát! Mutassa be, hogy tervezés során mit kell tartalmaznia a zónabesorolási dokumentációnak? Milyen zónákat különböztetünk meg?

### **15. tétel**

#### **Hidrogén előállítás, -infrastruktúrák, -biztonságtechnika**

Mik okozták a hidrogén alkalmazásakor eddig bekövetkező baleseteket? Milyen védőintézkedéseket ismer a robbanás elleni védelemben? Mire kell nagy hangsúly fektetni a robbanás elleni védelem során?

### **1. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a földgázszállító infrastruktúra egyes elemeit! Mutassa be a hidrogén megjelenésével ezen elemeknél jelentkező kockázatokat és lehetséges kezelésüket!

### **2. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a földgázelosztó infrastruktúra egyes elemeit! Mutassa be a hidrogén megjelenésével ezen elemeknél jelentkező kockázatokat és lehetséges kezelésüket!

### **3. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a telekhatáron belüli földgáz infrastruktúra egyes elemeit! Mutassa be a hidrogén megjelenésével ezen elemeknél jelentkező kockázatokat és lehetséges kezelésüket!

### **4. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Sorolja fel és röviden mutassa be az egyes gázmennyiség mérési elveket, mérő alaptípusokat! Mutassa be a hidrogén megjelenésével ezen elemeknél, mérési elveknél jelentkező kockázatokat és lehetséges kezelésüket!

### **5. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a gáziparban használt minőség mérési módszereket, azok ÜKSZ szerint definiált peremfeltételeit! Mutassa be milyen problémák merülhetnek fel a minőségmérés és energiatartalom elszámolása során a hidrogén földgázban történő megjelenésével!

### **6. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a hidrogén okozta károsodások típusait és azok anyagszerkezettani hátterét!

### **7. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Mutassa be a szakítóvizsgálatokat, majd azok alkalmazásait a hidrogén okozta károsodási hajlam, illetve károsodások kimutatására!

### **8. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Mutassa be a hajlítóvizsgálatokat, majd azok alkalmazásait a hidrogén okozta károsodási hajlam, illetve károsodások kimutatására!

### **9. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Mutassa be a fárasztóvizsgálatokat, majd azok alkalmazásait a hidrogén okozta károsodási hajlam, illetve károsodások kimutatására!

### **10. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a magas hőmérsékletű hidrogén „támadás” típusait, a Nelson diagramot és annak alkalmazási lehetőségeit!

### **11. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Mutassa be milyen problémákat okoz a szén-dioxid és kén-hidrogén tartalom a gázösszetételben! Milyen technológiai megoldása lehetséges a fenti összetevők eltávolításának egy gázelőkészítő üzemben?

### **12. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Mutassa be a szilárdgáz gázszáritási eljárást, a technológia folyamatát a rendszer elemeit. Határozza meg mit jelent a molekulaszűrő fogalma, az áttörési görbe és a zónavándorlás menete. Mutassa be egy szilárdgáz eljárás tervezési lépéseit, a regenerálás folyamatát.



### **13. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a glikolos szárítási eljárást, a technológia elemeit, tervezési szempontjait, mutassa be a glikol regenerálást, a veszteségeket is vázolja fel!

### **14. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Hasonlítsa össze az európai hidrogénpiacot és a -kereskedelmet a földgázpiaccal és -kereskedelemmel! Melyek a főbb különbségek, melyek a főbb hasonlóságok?

### **15. tétel**

#### **Hidrogén a földgáz infrastruktúrákban**

Ismertesse a földgázpiac működési modelljét! Mutassa be a rendszerüzemeltetőket, és sorolja fel egy-egy rendszerüzemeltetői engedélyeshez tartozó rendszerhasználati díj elemeket, ismertesse azok ár képzési metódusát!

## **Tudnivalók**

A záróvizsgán a tételek kidolgozásához nem áll rendelkezésre felkészülési idő.  
A záróvizsgán az Intézet által összeállított képletgyűjtemény használható.

## **Ajánlott szakirodalom a témákhoz**

- Aline Léon: Hydrogen Technology, Mobile and Portable Applications, 2008.
- A 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról, 11/2016 MEKH rendelet.
- A Magyar Földgázrendszer Üzemi és Kereskedelmi Szabályzata (ÜKSZ) 2023.
- BM OKF: Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Robbanás elleni védelem. 2021. 01. 15
- Bódi, T.: Föld alatti gáztárolás, gáztermelés. (Oktatási segédlet) Kőolaj és Földgáz Intézet
- Bujnóczi Tibor: Munkavédelem munkáltatóknak, munkavállalóknak. Műszaki kiadó, pp. 1,216, ISBN 9789631666106, 2017
- Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007.
- 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
- Gas Infrastructure Europe: Picturing the value of underground gas storage to the European hydrogen system, June 2021.
- I. Eames, M. Austin, A. Wojcik: Injection of gaseous hydrogen into a natural gas pipeline
- International Energy Agency: Global Hydrogen Review, 2024.
- International Petroleum Encyclopedia, Penwell Pulication, 1983.
- IRENA: Accelerating Hydrogen Deployment in the G7 Recommendations for the Hydrogen Action Pact
- 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>
- JRC Technical Report: Blending hydrogen from electrolysis into the European gas grid, 2022.
- K. Sasaki, H. W. Li, Ak. Hayashi, J. Yamabe, T. Ogura, S. M. L. Lyth: Hydrogen Energy Engineering, 2016
- Maddox, R. N.: Gas Conditioning and Processing Vol. 4., Campbell Petroleum Series, 1985.
- M. Rasin T.: Natural Gas Underground Storage: Inventory and Deliverability; PennWell
- Meszléri, C.: Gáztechnikai példatár, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- Milos B. Djukic, Gordana M. Bakic, Vera Sijacki Zeravcic, Aleksandar Sedmak, Bratislav Rajjicic (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>.
- Mokhatab, S. – Poe, W. – Mak, J.: Handbook of Natural Gas Transmission and Processing, Elsevier, 2015, ISBN: 9780128014998
- 3/2020. (I. 13.) ITM rendelet a csatlakozóvezetékekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetékekre, az olajfogyasztó technológiai rendszerekre és a gáztárolókra vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról ...
- Nagy László Zoltán: Tűzvédelmi előadó, főelőadó képzés Jegyzet, pp. 1-491. 2013
- National Safety Council: Handbook of Occupational Safety and Health. CRC Press, Chicago, 2010.
- N. Heinemann, J. Alcalde, J. M. Miocic...: Enabling large scale hydrogen storage in porous media – the scientific challenges,
- 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.
- San Marchi, C.; Somerday, B. P. (2012) Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials, Sandia National Laboratories, SAND2012-7321.
- Radoslaw Tarkowski: Underground hydrogen storage: Characteristics and prospects, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 105, May 2019, Pages 86-94
- Révész Á, Gajdics M.: Hidrogén szilárd fázisú tárolása
- Thomas D. Schneid: Creative Safety Solutions. SECOND EDITION. CRC Press, 2016
- Tihanyi, L.: Gázgazdálkodás; Egyetemi jegyzet, 2004.
- Tihanyi, L., Zsuga, J.: Földgázzsállító rendszerek tervezése és létesítése; megjelent a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 keretén belül, Miskolc, 2012. ISBN 978-963-661-999-2
- Tihanyi, L., Zsuga, J.: Földgázzsállító rendszerek üzemeltetése; megjelent a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 keretén belül, Miskolc, 2012. ISBN 978-963-358-010-3
- Vida, M. (fősz.): Gáztechnikai Kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1991.

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

18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet a gázelosztó vezetékek biztonsági követelményeiről és a Gázelosztó Vezetékek Biztonsági Szabályzatáról (GVBSz)

26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzatáról

Vadászi Marianna: A hidrogén technológiák szerepe a gáziparban jegyzet

Vadászi Marianna: A hidrogén technológiák szerepe a gáziparban jegyzet

W. Peschka: Liquid Hydrogen, Fuel of the Future

Miskolc, 2024. november 01.

Dr. Szunyog István sk.  
*intézetigazgató egyetemi docens*