



Miskolci Egyetem Kőolaj és Földgáz Intézet
Gázmérnöki Tanszék



Galyas Anna Bella, *tanársegéd*

Dr. Szunyog István, *egyetemi docens*

Dr. Vadászi Marianna, *egyetemi docens*



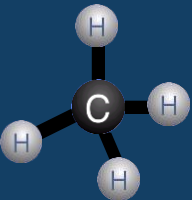
A hidrogén energiatartalomra gyakorolt hatásának vizsgálata a hazai földgázhálózatba történő betáplálás esetén

20
22

06
07

MISKOLCI EGYETEM
Műszaki Földtudományi Kar
Kőolaj és Földgáz Intézet
Gázmérnöki Intézeti Tanszék

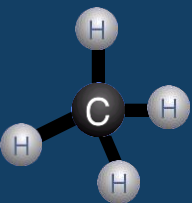
Tématerületi Kiválósági program 2020 – Nemzeti kihívások alprogram
„Társadalmi hasznosság növelő fejlesztések a hazai felszín alatti természeti erőforrások hatékonyabb kiaknázása és hasznosítása területén”



Hidrogén a földgázhálózatban

1. rész

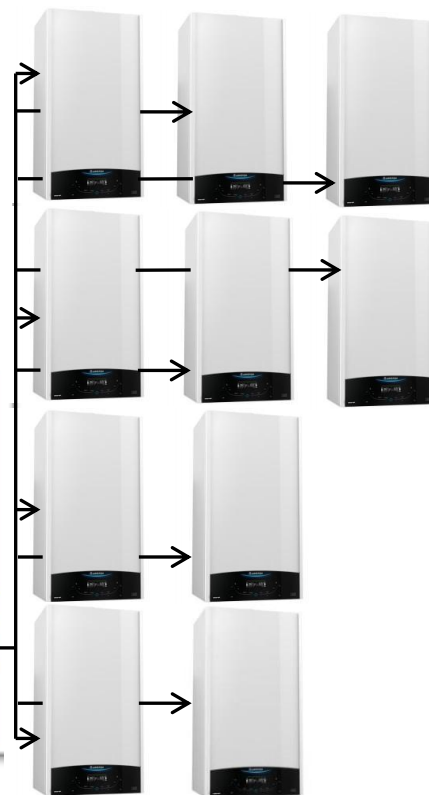
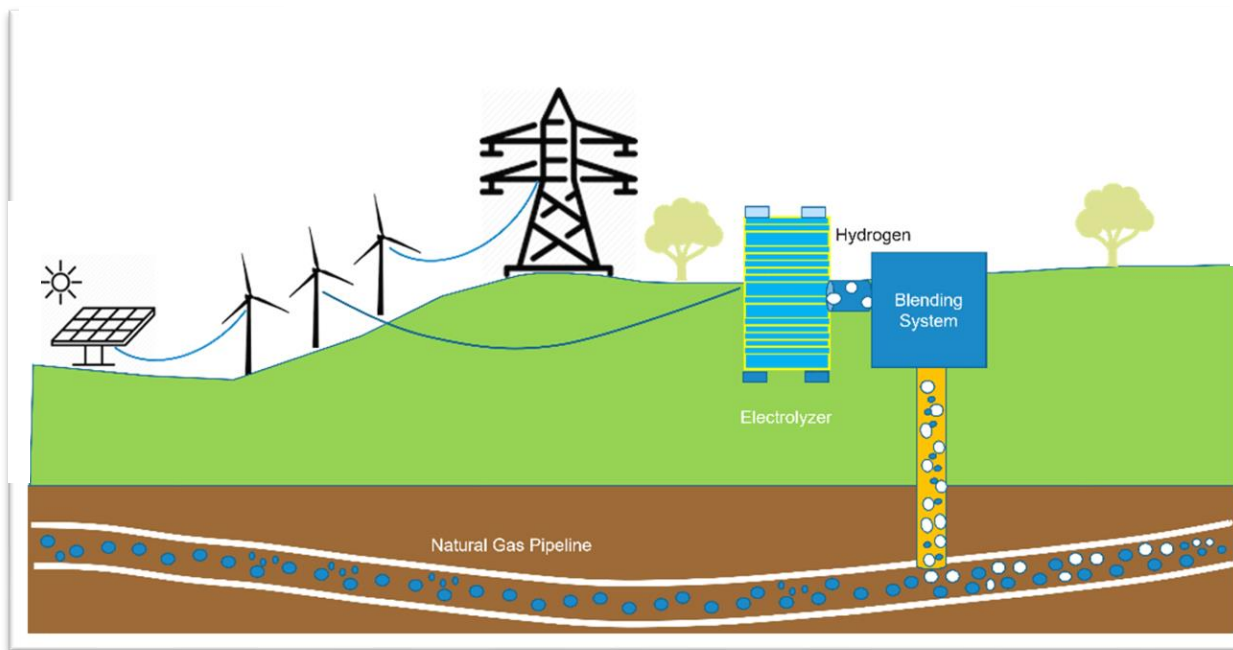


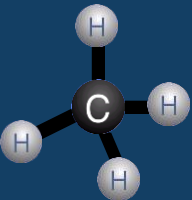


Mi is a probléma?



100% FÖLDGÁZ

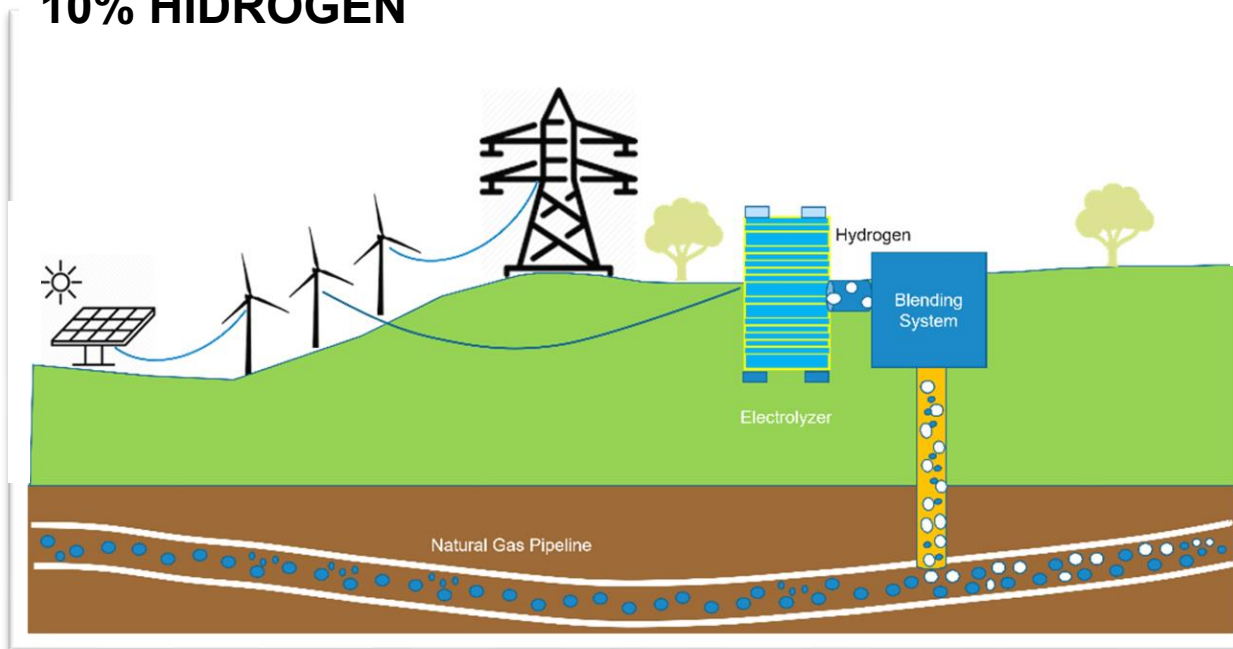


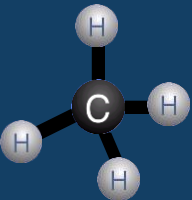


Mi is a probléma?



90% FÖLDGÁZ
10% HIDROGÉN

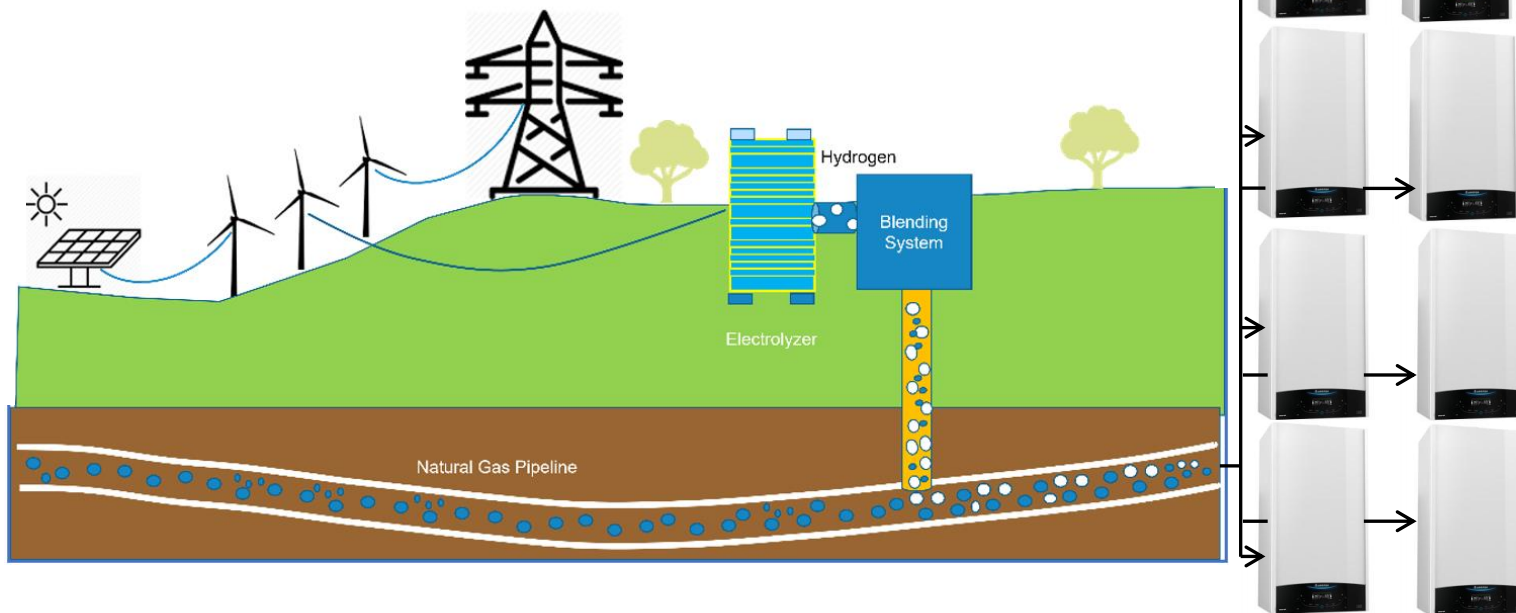


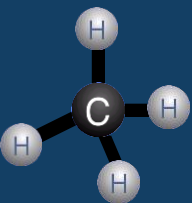


Mi is a probléma?



80% FÖLDGÁZ
20% HIDROGÉN

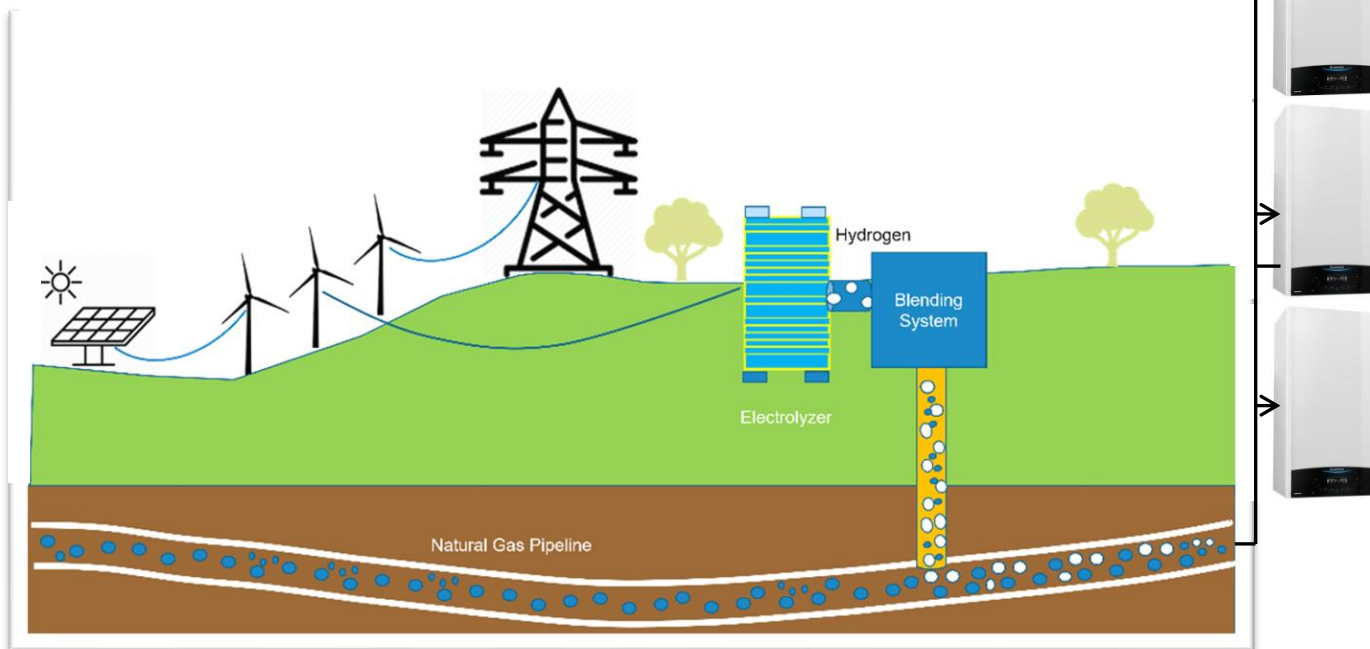


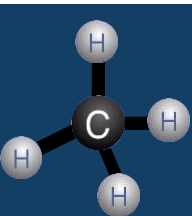


Mi is a probléma?



100% HIDROGÉN

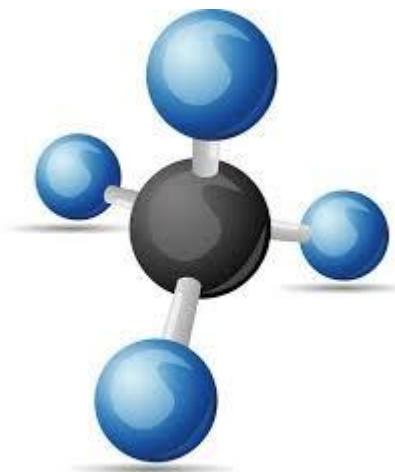




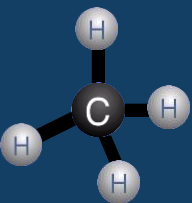
A hidrogén, a metán és a földgáz minőségi jellemzői



vs.

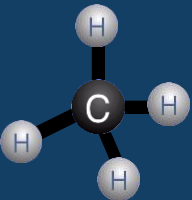


2. rész



Tüzeléstechnikai jellemzők

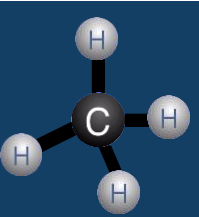
Tulajdonság	Mértékegység	Hidrogén (H ₂)	Metán (CH ₄)	Földgáz (2H orosz)
Moláris tömeg	kg/kmol	2,016	16,043	16,409
Sűrűség (15 °C; p _n)	kg/m ³	0,090	0,717	0,695
Relatív sűrűség	-	0,070	0,555	0,567
Alsó hőérték (15/15 °C)	MJ/m ³ (kWh/m ³)	10,223 (2,840)	34,016 (9,449)	34,205 (9,501)
Felső hőérték (15/15 °C)	MJ/m ³ (kWh/m ³)	12,102 (3,362)	37,781 (10,495)	37,973 (10,548)
Alsó Wobbe-szám	MJ/m ³ (kWh/m ³)	38,758 (10,496)	45,668 (12,686)	45,406 (12,613)
Felső Wobbe-szám	MJ/m ³ (kWh/m ³)	45,880 (12,744)	50,724 (14,090)	50,407 (14,002)
Lángterjedési sebesség	cm/s	~267	~35	~34
Gyulladás koncentrációhatár (20 °C)	tf%	4,0-77,0	4,4-15,0	4,3-15,6
Öngyulladás hőmérséklet	°C	560	595	590
Fajl. elméleti oxigénszükséglet	m ³ /m ³	0,499	2,003	2,014
Fajl. elméleti levegőszükséglet	m ³ /m ³	2,383	9,565	9,614
Keletkező CO ₂	m ³ /m ³	0,001	0,998	1,009
Metánszám	-	0,0	100,0	92,5



Energiatartalom-változás az elosztóhálózaton

3. rész





Az energiatartalom-változás meghatározása

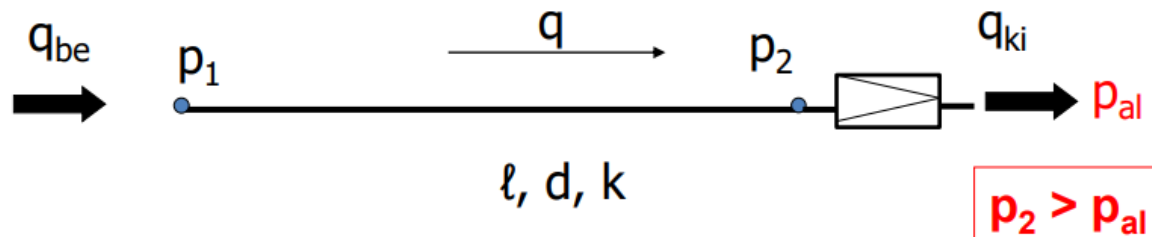
- A csővezetéki gázáramlás alapegyenlete:

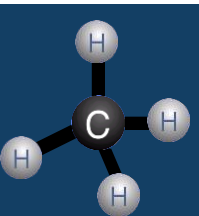
$$p_1^2 - p_2^2 = \left(\frac{p_n}{T_n}\right)^2 \cdot \frac{M_{lev}}{\left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot R_u} \cdot \lambda \cdot \frac{M_{kev}}{M_{lev}} \cdot T \cdot z \cdot \frac{L}{d_b^5} \cdot q_n^2$$



- Számos egyszerűsítés!

$$q_{be} = q = q_{ki}$$





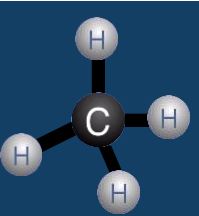
Az energiatartalom-változás meghatározása

- **Alapfeltétel:** a kezdő- és végponti nyomás értéke állandó!

$$\frac{Q_{nCH_4-H_2}}{Q_{nCH_4}} = \sqrt{\frac{\rho_{relCH_4}}{\rho_{relCH_4-H_2}} \cdot \frac{z_{CH_4}}{z_{CH_4-H_2}}}$$

- Az energiatartalom-változást kifejező **konverziós tényező:**

$$KF = \frac{E_{CH_4-H_2}}{E_{CH_4}} = \frac{H_{aCH_4-H_2}}{H_{aCH_4}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{relCH_4}}{\rho_{relCH_4-H_2}}} = \frac{\sqrt{\rho_{relCH_4-H_2}}}{\sqrt{\rho_{relCH_4}}} \cdot \frac{H_{aCH_4-H_2}}{H_{aCH_4}}$$



Az energiatartalom-változás meghatározása

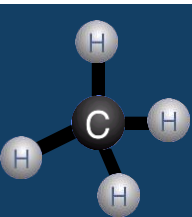
- **Alapfeltétel:** a kezdő- és végponti nyomás értéke állandó!

$$\frac{Q_{n\text{CH}_4-\text{H}_2}}{Q_{n\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{rel CH}_4}}{\rho_{\text{rel CH}_4-\text{H}_2}} \cdot \frac{Z_{\text{CH}_4}}{Z_{\text{CH}_4-\text{H}_2}}}$$

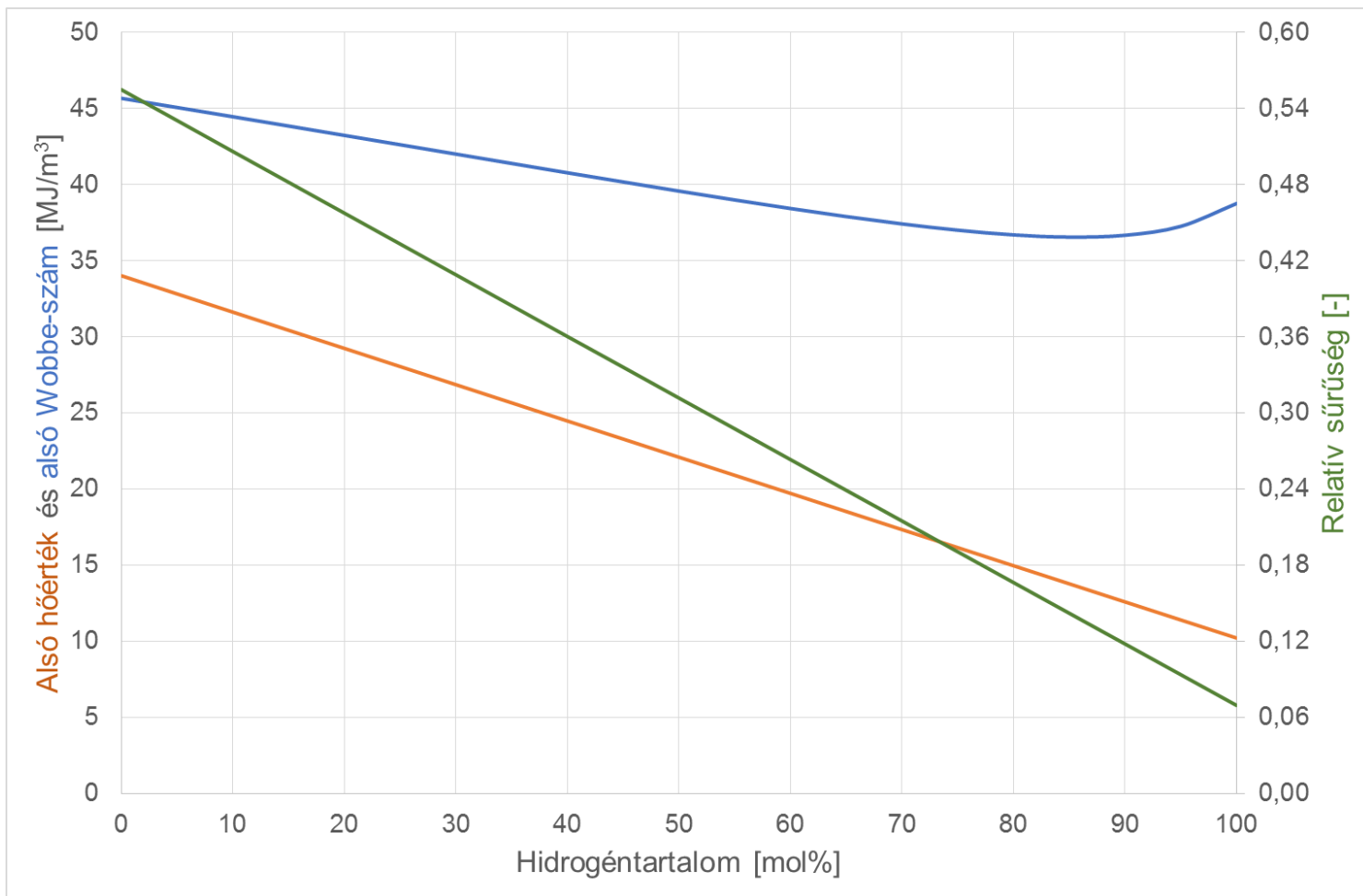


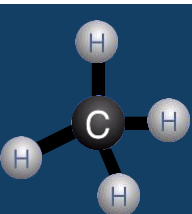
- Az energiatartalom-változást kifejező **konverziós faktor (KF):**

$$KF = \frac{E_{\text{CH}_4-\text{H}_2}}{E_{\text{CH}_4}} = \frac{H_{a\text{CH}_4-\text{H}_2}}{H_{a\text{CH}_4}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{\text{rel CH}_4}}{\rho_{\text{rel CH}_4-\text{H}_2}}} = \frac{\sqrt{\rho_{\text{rel CH}_4-\text{H}_2}}}{\sqrt{\rho_{\text{rel CH}_4}}} \cdot \frac{H_{a\text{CH}_4-\text{H}_2}}{H_{a\text{CH}_4}}$$

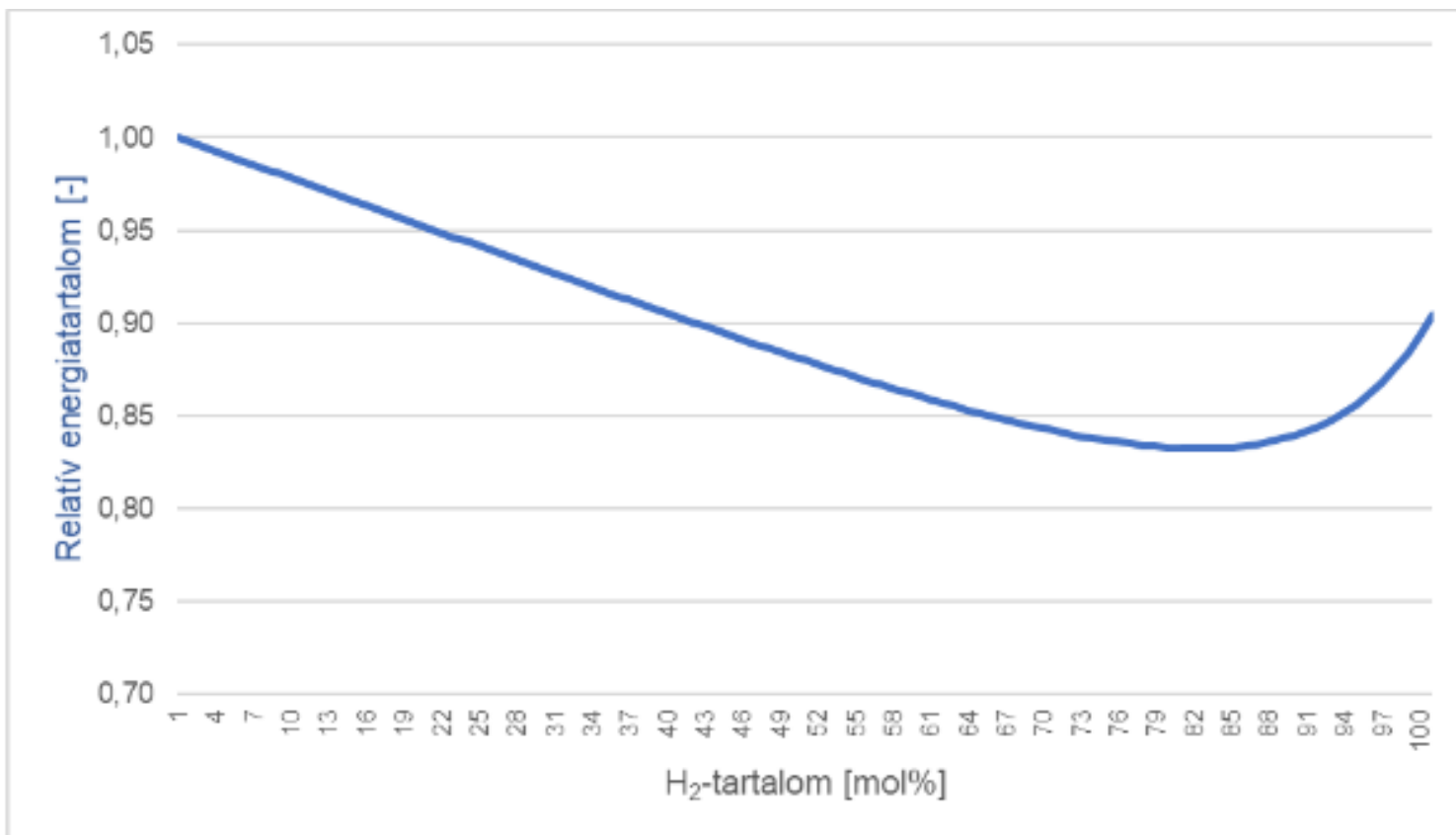


Főbb jellemzők alakulása

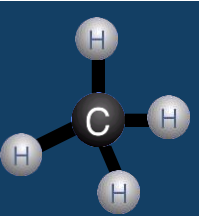




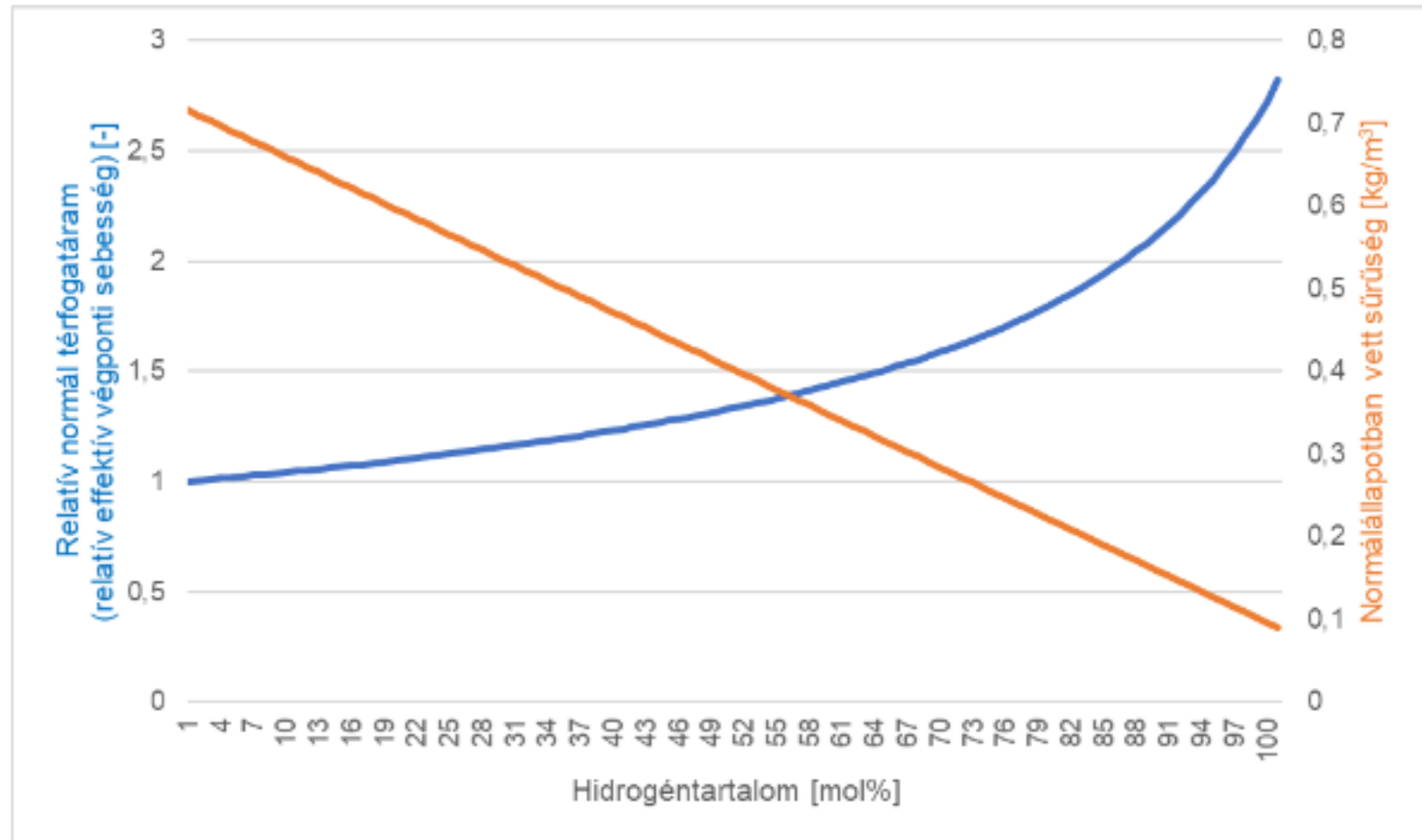
Átszállítható energiatartalom

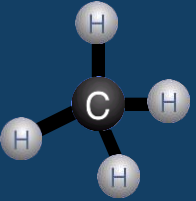


H ₂ [mol%]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
KF [-]	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,86	0,84	0,83	0,84	0,90



A normál térfogatáram változása

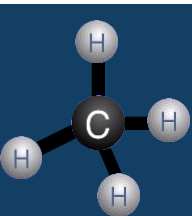




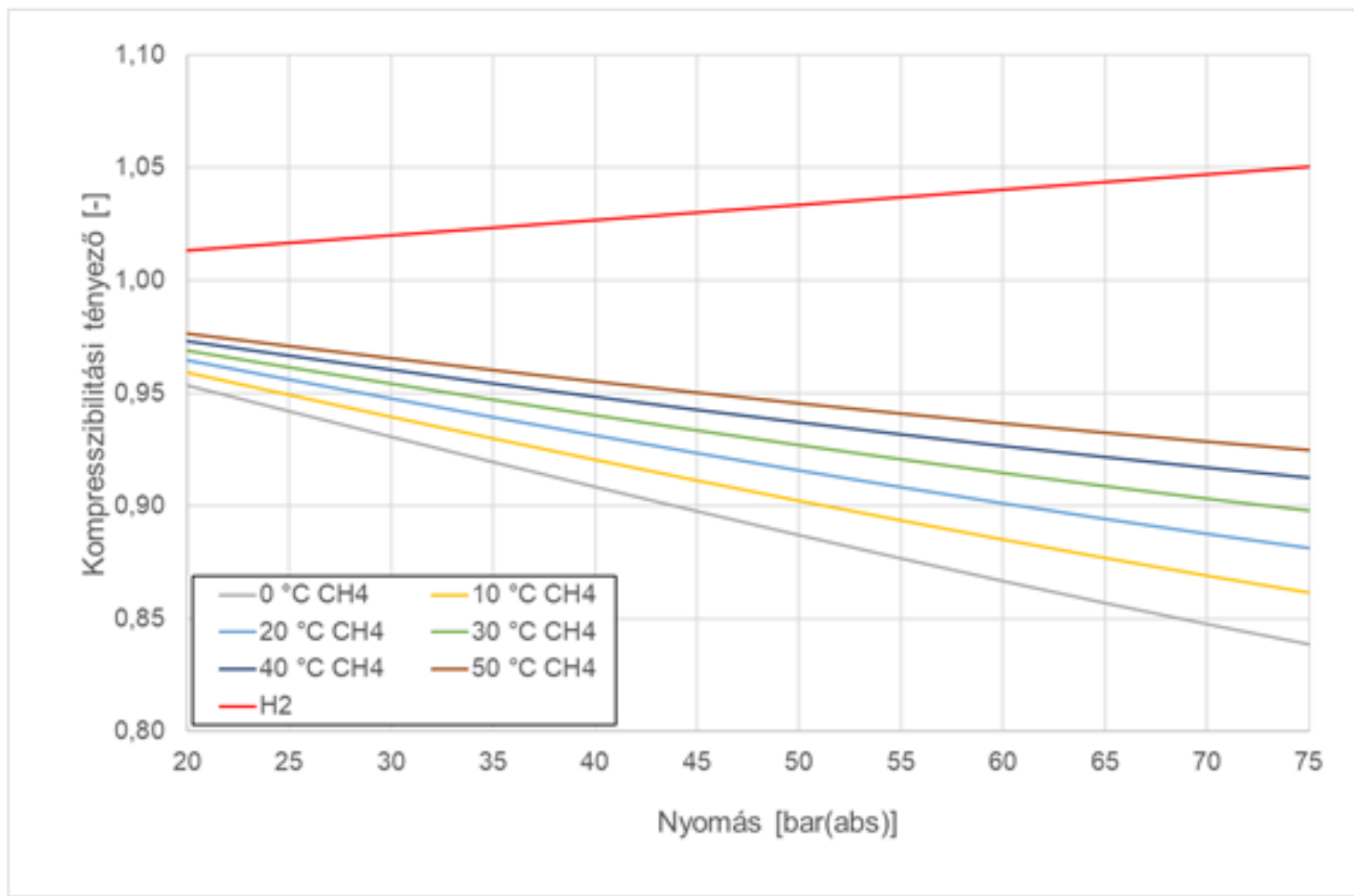
Energiatartalom-változás a szállítóhálózaton

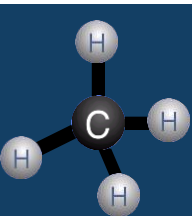
4. rész





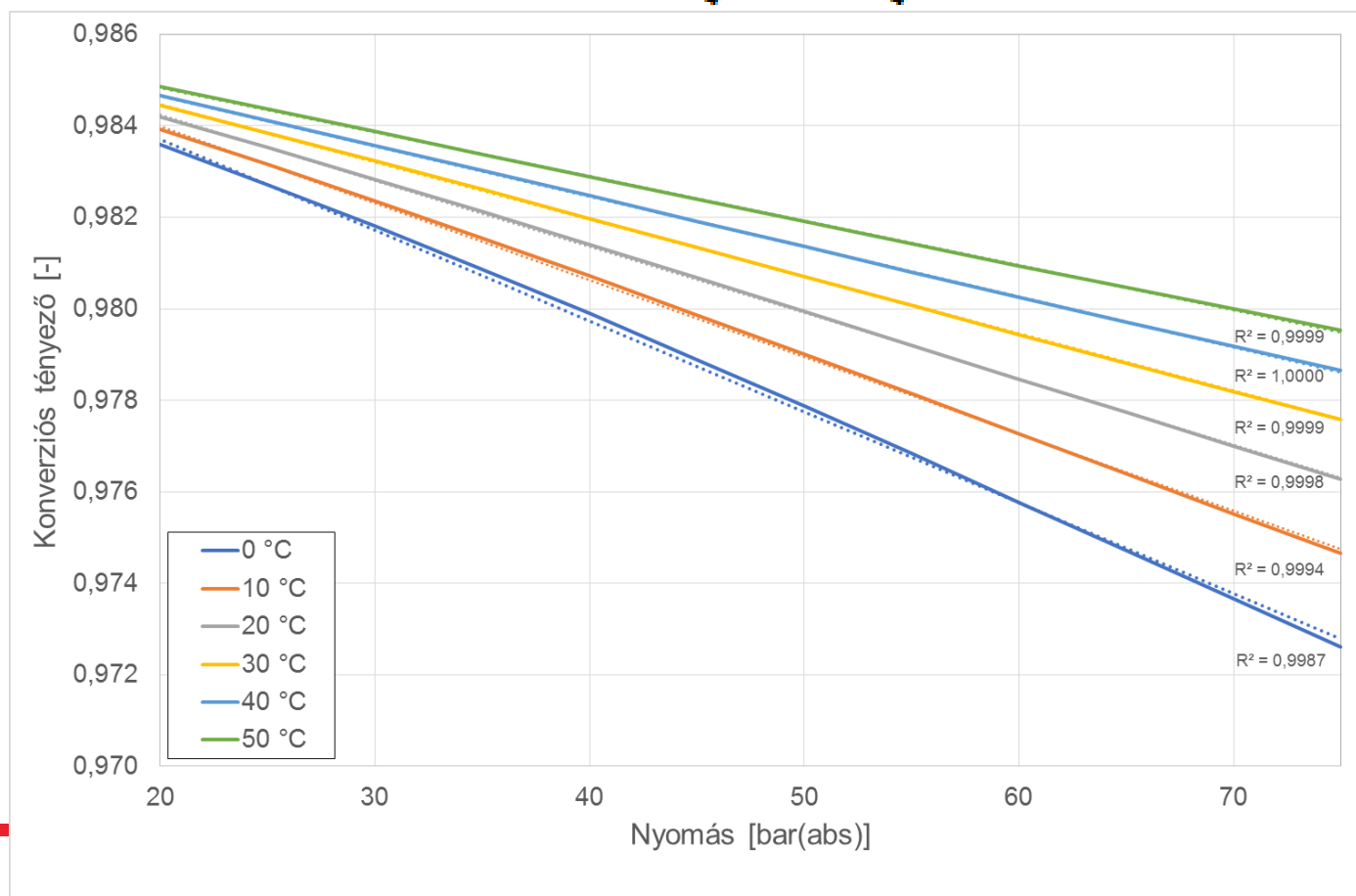
A kompresszibilitási tényező-görbék eltérő nyomás- és hőmérsékletértékeken

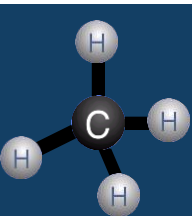




A konverziós tényező alakulása 5 mol% H₂-tartalom esetén a nyomás és hőmérséklet függvényében

$$KF = \frac{E_{CH_4-H_2}}{E_{CH_4}} = \frac{H_{aCH_4-H_2}}{H_{aCH_4}} \cdot \frac{Q_{lnCH_4-H_2}}{Q_{lnCH_4}}$$





A konverziós tényező meghatározására szolgáló összefüggés

$$KF = \alpha \cdot p + \beta$$

$$\alpha = \gamma \cdot T^2 + \delta \cdot T + \varepsilon$$

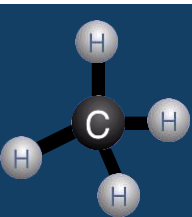
$$\beta = \beta_1 \cdot (H_2)^3 + \beta_2 \cdot (H_2)^2 + \beta_3 \cdot (H_2) + \beta_4$$

$$\gamma = \gamma_1 \cdot (H_2)^3 + \gamma_2 \cdot (H_2)^2 + \gamma_3 \cdot (H_2) + \gamma_4$$

$$\delta = \delta_1 \cdot (H_2)^3 + \delta_2 \cdot (H_2)^2 + \delta_3 \cdot (H_2) + \delta_4$$

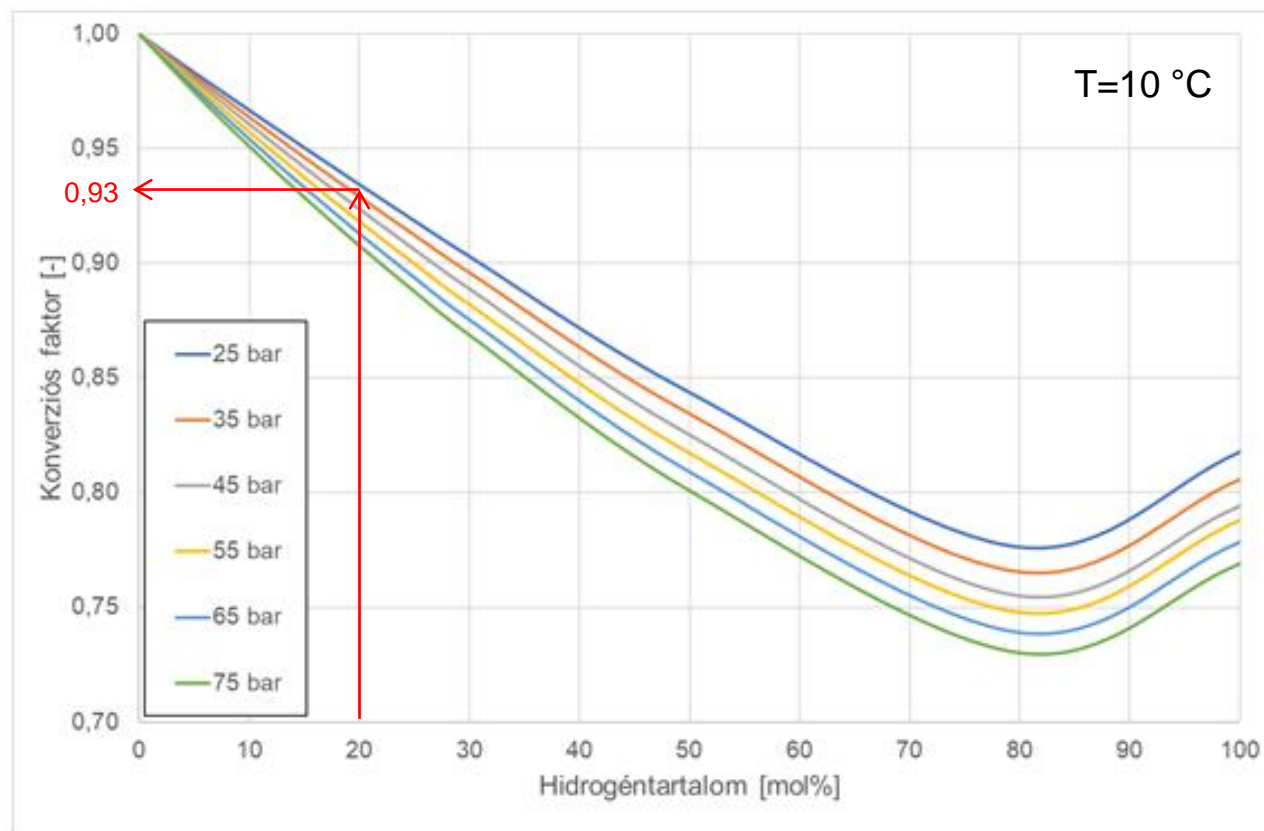
$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot (H_2)^3 + \varepsilon_2 \cdot (H_2)^2 + \varepsilon_3 \cdot (H_2) + \varepsilon_4$$

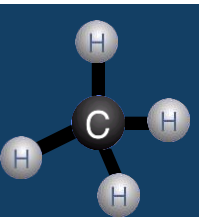




A konverziós tényező meghatározására szolgáló összefüggés

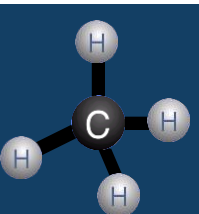
$$KF = \alpha \cdot p + \beta$$



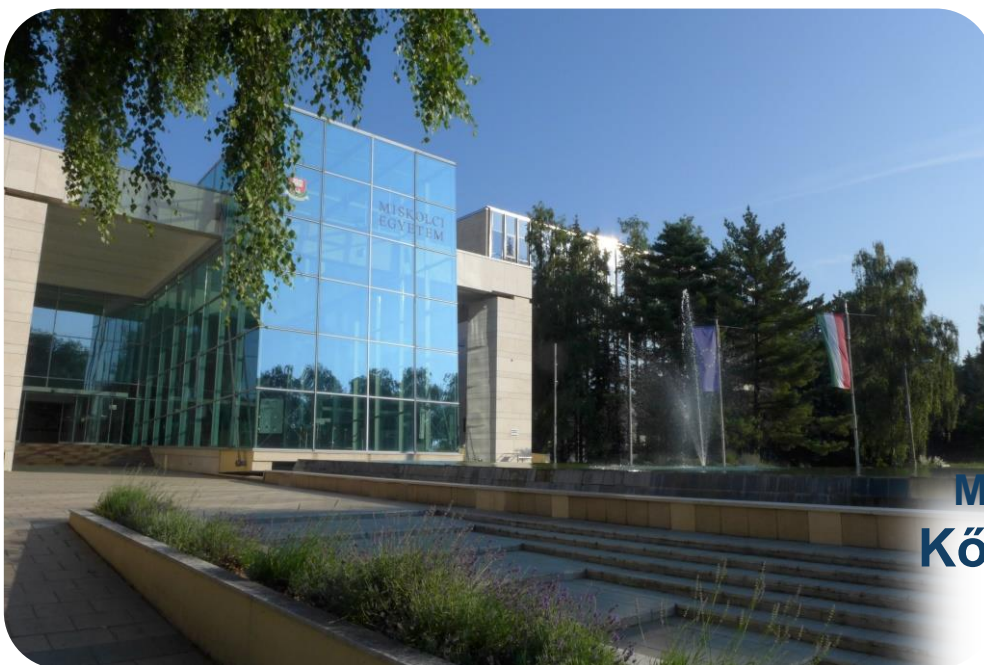


és azoknak akiket mélyebben érdekel a téma... az Intézet kutatási eredményei hidrogén területen

- Galyas A. B. – Kis L. – Tihanyi L. – Szunyog I.: **A víztelítettség hatása a földgáz hidrogéntartalmának függvényében**; Magyar Épületgépészet, LXIX. évfolyam: 2020/9. szám pp. 10-15., 6 p. (2020) ISSN 1215 9913
- Galyas A. B. – Szunyog I. – Kis L. – Tihanyi L. – Vadászi M.: **A hidrogén energiatartalomra gyakorolt hatásának vizsgálata a hazai földgázelosztó hálózatba történő betáplálás esetén**; Energiagazdálkodás 62. évf. 2021. 2-3. szám pp. 42-44., 3 p. (2021) ISSN 0021-0757
- Galyas A. B. - Szunyog I.: **A hidrogén hatása a földgázhálózati gázminőségre**; Műszaki Földtudományi Közlemények, 89. kötet, 1. szám, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2020. HU ISSN 2063-5508 (221-226. o.)
- Galyas A. B. – Szunyog I.: **A metán-hidrogén gázelegy kereskedelmi propánnal történő minőségjavításának peremfeltételei a hazai földgázellátó rendszeren**; Magyar Épületgépészet, LXX. évfolyam, 2021/3. szám pp. 9-16; 8 p. (2021) HU ISSN 1215 9913
- Galyas A. B.– Kis L.– Szunyog I. – Tihanyi L.: **Investigation of the Water Content of CH₄-H₂ System**; Acta Technologia - International Scientific Journal about Technologies Volume: 7 2021 Issue: 1 Pages: 1-8 ISSN 2453-675X
- Molnár Z. – Lékó Cs. – Galyas A. B. – Szunyog I.: **A hidrogéntartalmú földgáz hatása az expanziós gázelőkészítő technológiára**; Magyar Energetika XXVIII. évfolyam 3. szám, 2021. október pp. 25-29 (2021) ISSN 1216-8599
- Szunyog I. – Galyas A. B.: **A biometán és a hidrogén hatása földgázra beszabályozott gázkészülékekben**; A miskolci IPW – IV. Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodás Projekthét Kiadványa, 2020. november 25-27. Miskolc, Magyarország, 1-10 pp. (2020) ISBN 978-963-358-222-0
- Szunyog I. - Galyas A. B.: **A földgáz hidrogénnel történő helyettesítésének potenciálja Magyarországon**; Műszaki Földtudományi Közlemények, 89. kötet, 1. szám, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2020. HU ISSN 2063-5508 (227-233. o.)
- Szunyog I. - Galyas A. B.: **Reduction of Pollutants in the Residential Sector by Mixing Hydrogen into the Natural Gas Network in Hungary**; Acta Technologia - International Scientific Journal about Technologies Volume: 6 2020 Issue: 4 Pages: 111-117 ISSN 2453-675X



Köszönjük a figyelmet!



MISKOLCI EGYETEM
Műszaki Földtudományi Kar
Kőolaj és Földgáz Intézet

Telefon (36) 46 565 078

Email gazgab@uni-miskolc.hu

szunyog.istvan@uni-miskolc.hu

vadaszi.marianna@uni-miskolc.hu

Web www.gas.uni-miskolc.hu

