



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Anyagok és Technológiák Doktori Iskola



NEUMANN JÁNOS EGYETEM

FÉLÉVES DOKTORI BESZÁMOLÓ

HANSÁGHY PÁL

1. FÉLÉVES DOKTORANDUSZ HALLGATÓ
ANYAGTUDOMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIÁK DOKTORI ISKOLA

TÉMAVEZETŐK:

DR. RONKAY FERENC, DR. BATA ATTILA

2025.01.23.

- **Kutatási célok**
- **Irodalomkutatás**
 - **Sűrített hidrogéngáz tárolás**
 - **Tartályok anyagai**
 - **Vizsgálati módszerek**
- **Kísérleti terv**
- **Eredmények**
- **Következő félév tervezete**

Hidrogén tárolásra alkalmas műanyagok fejlesztése type 4-és type 5 típusú tartályokhoz

- **Hidrogén- permeabilitás csökkentése:** A különböző polimerek hidrogén áteresztőképességének minimalizálása, hogy a tárolt hidrogén vesztesége minimális legyen.
- **Mechanikai tulajdonságok javítása:** A tartályok nyomásállóságának és mechanikai szilárdságának növelése, hogy azok ellenálljanak a nagy nyomásnak és a mechanikai terhelésnek.
- **Időfüggő tulajdonságok vizsgálata:** Az anyagok hosszú távú stabilitásának és öregedésével kapcsolatos tulajdonságok vizsgálata, különös tekintettel a környezetállóságra és mechanikai jellemzőkre.
- **Töltőanyagok hatásának elemzése:** A polimerekhez adott töltőanyagok hatásának vizsgálata a diffúzió, hőtágulás és víztartalom csökkentésére.

Hidrogén tárolás

Barthelemy H, et al., Hydrogen storage: Recent improvements and industrial perspectives, International Journal of Hydrogen Energy (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.178>

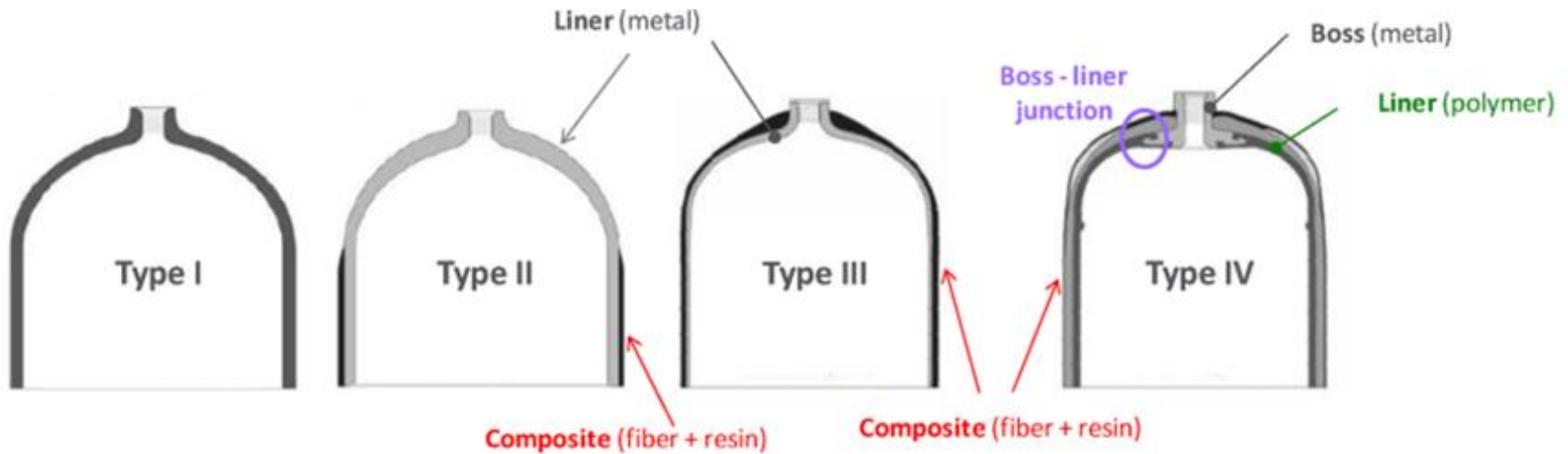


Fig. 1 – Representation of type I, II, III and IV COPV [1].

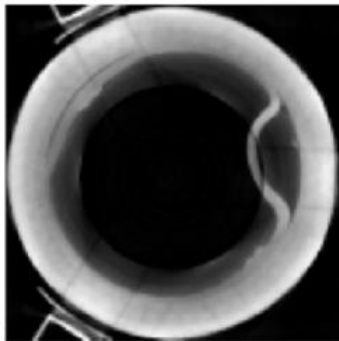


Fig. 4 – X-Ray tomography of a polymer liner COPV with permanent deformation after an emptying.

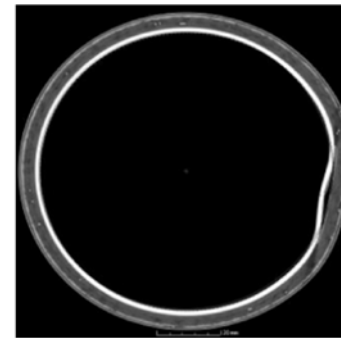


Fig. 6 – Deformation of a metallic liner after subjected to a mechanical impact on the external surface of the COPV.

Hidrogén tárolás

Pepin J, et al., Determination of key parameters responsible for polymeric liner collapse in hyperbaric type IV hydrogen storage vessels, International Journal of Hydrogen Energy (2018), <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.06.177>

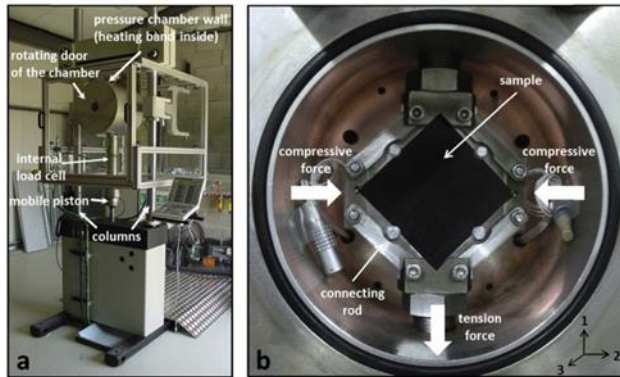


Fig. 1 – (a) global view and (b) magnification of the pressure hydrogen chamber of the experimental testing machine.

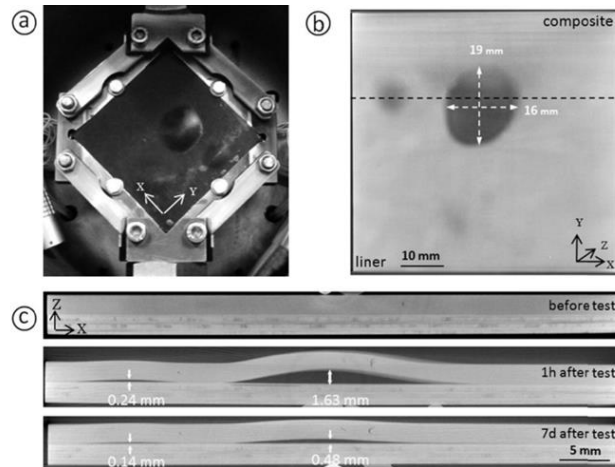


Fig. 4 – (a) Image of the free surface of the liner at the end of the depressurization step and CT scans of (b) the liner/composite interface after the end of the test (through view) and of (c) the assembly (edge views) at different steps - dash line represents the location of the edge view.

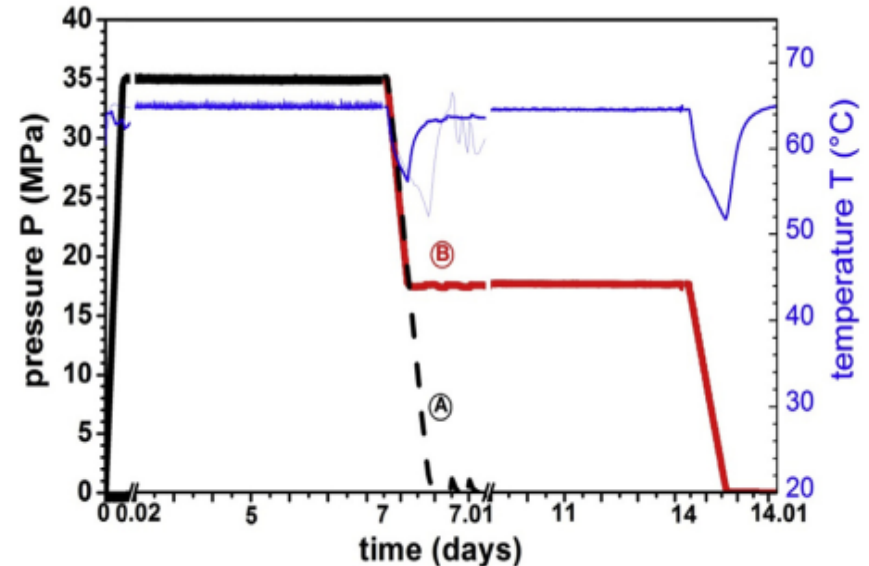


Fig. 2 – Evolution of the temperature and applied pressure during tests performed at 65 °C and under a maximum hydrogen pressure about 35 MPa for a depressurization rate of 5 MPa min⁻¹: (a) with a one-step depressurization down to ambient pressure and (b) with the stabilization at a residual pressure plateau before the complete depressurization down to ambient pressure.

Hidrogén tárolás

Mechanical Properties of Clay-Reinforced Polyamide 6 Nanocomposite Liner Materials of Type IV Hydrogen Storage Vessels

Dávid István Kis, Attila Bata, János Takács, Eszter Kókai

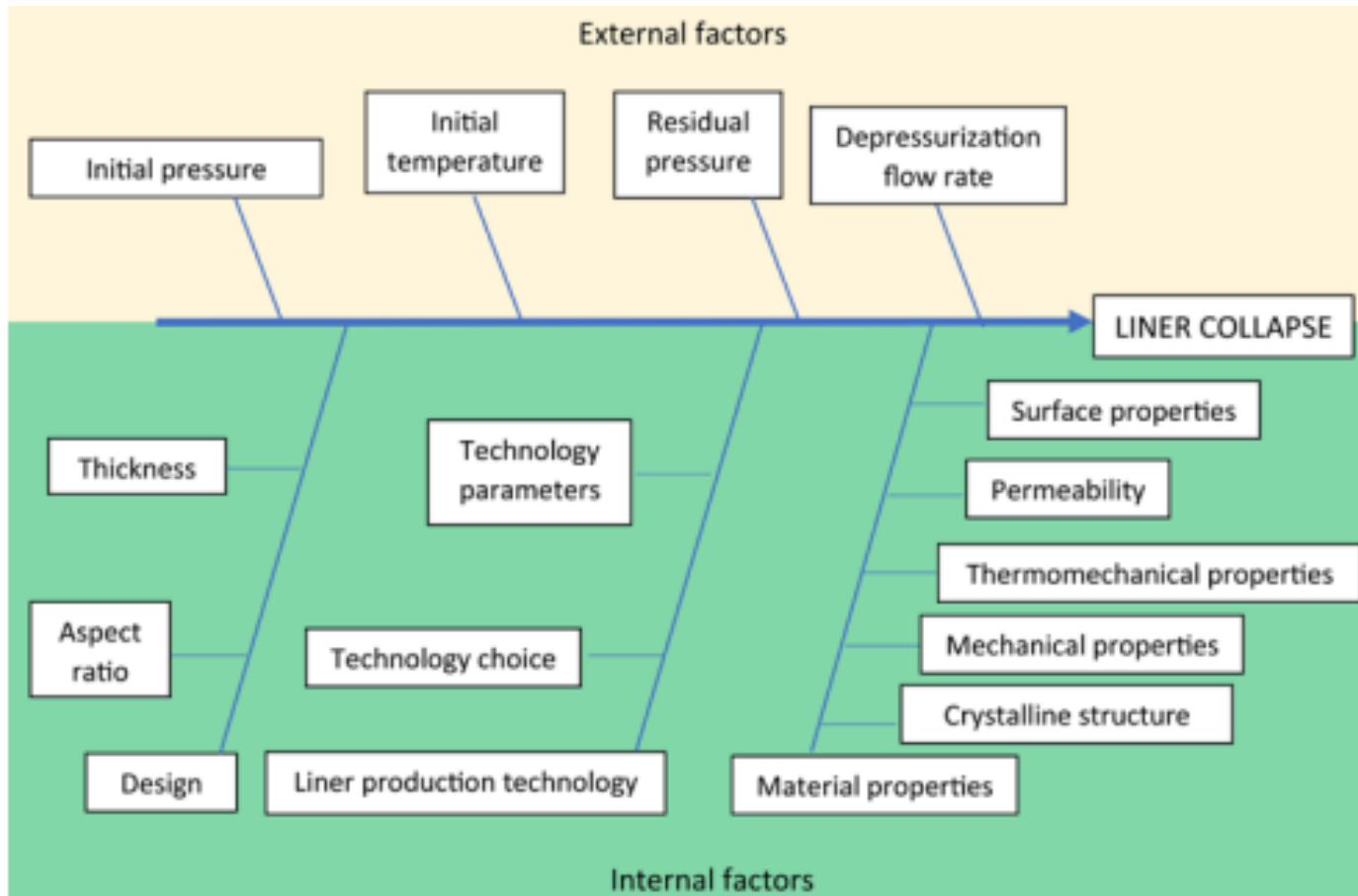


Figure 1. Ishikawa diagram with the effecting factors of liner collapse.

Tartályok liner anyagai

Mechanical Properties of Clay-Reinforced Polyamide 6 Nanocomposite Liner Materials of Type IV Hydrogen Storage Vessels

Dávid István Kis, Attila Bata, János Takács, Eszter Kókai

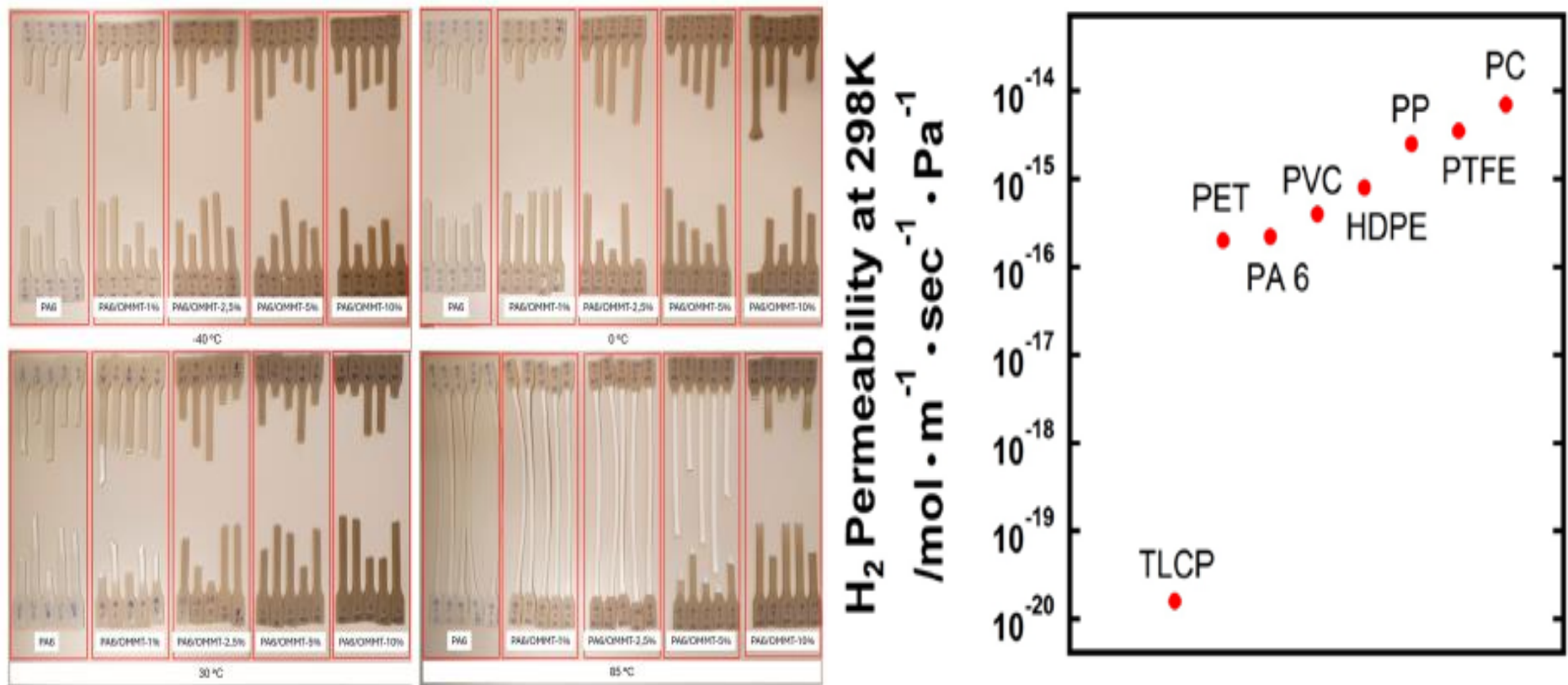


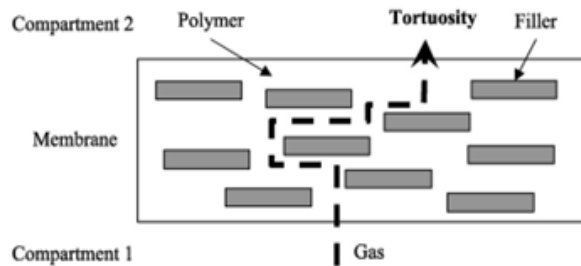
Figure 2. Tensile specimens after testing between -40°C and 85°C .

Tartályok liner anyagai

High-pressure hydrogen permeability model for crystalline polymers

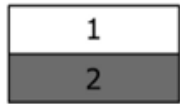
Hiroyuki Kanetsugi, Keiko Ohyama, Hirotada Fujiwara, Shin Nishimura

(a) Tortuosity model

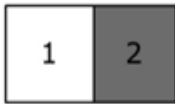


- A hidrogén áteresztési együttható függ a:
- polimer kristályossági fokától
 - a nyomástól
 - az amorf és kristályos részek szerkezetétől

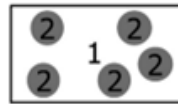
(b) Series model



(c) Parallel model

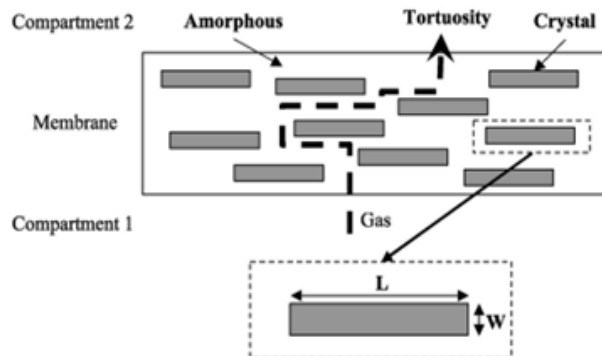


(d) Spherical dispersive model



Nielsen-modell és az áteresztési modell egész jól működött a nagy nyomású környezetben tapasztalt áteresztést jól lehetett becsülni velük.

(e) Our proposal model (The modified Nielsen model)



Az alacsonyabb kristályossági fokú polimereknél a szabad térfogat könnyebben összenyomható így ez a jelenség befolyásolja a diffúziós együtthatókat és az áteresztést.

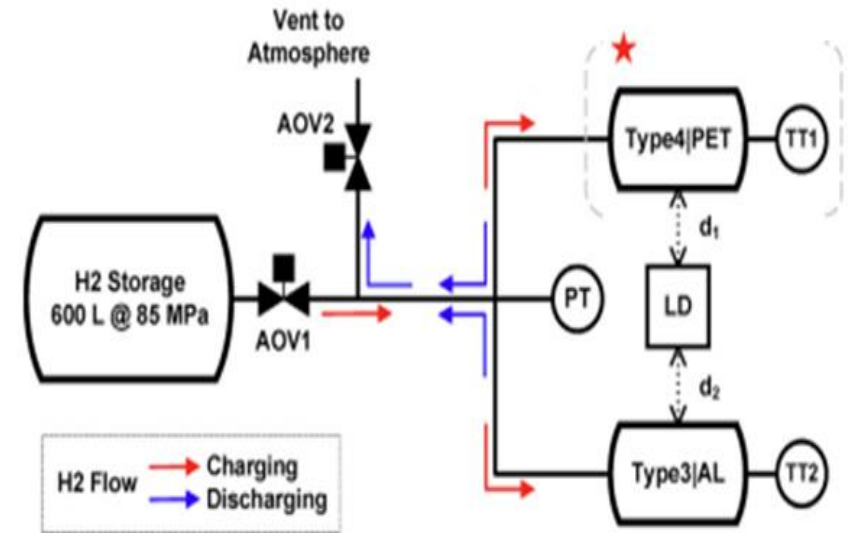
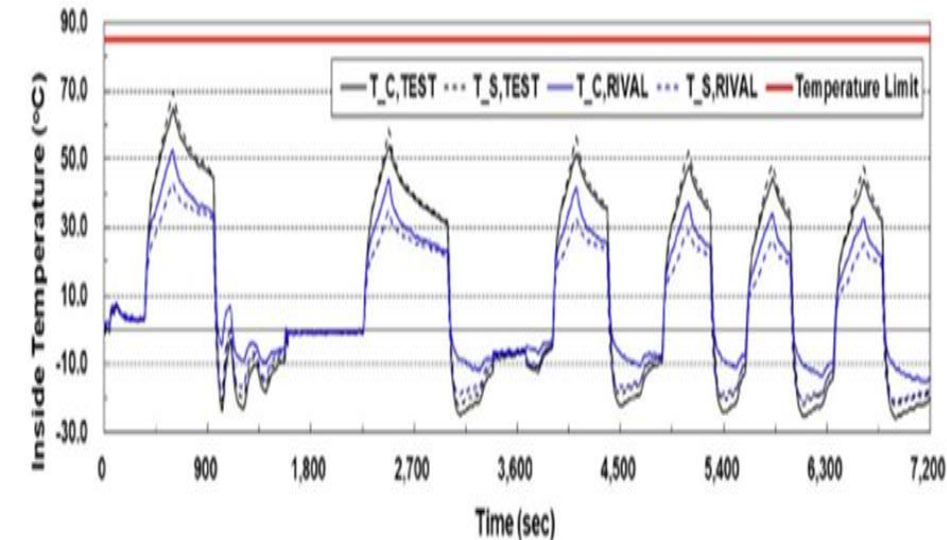
Tartályok liner anyagai

Application of PET as a non-metallic liner for the 6.8 L type-4 cylinder based on the hydrogen cycling test 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.12.061>

PET liner összehasonlítása

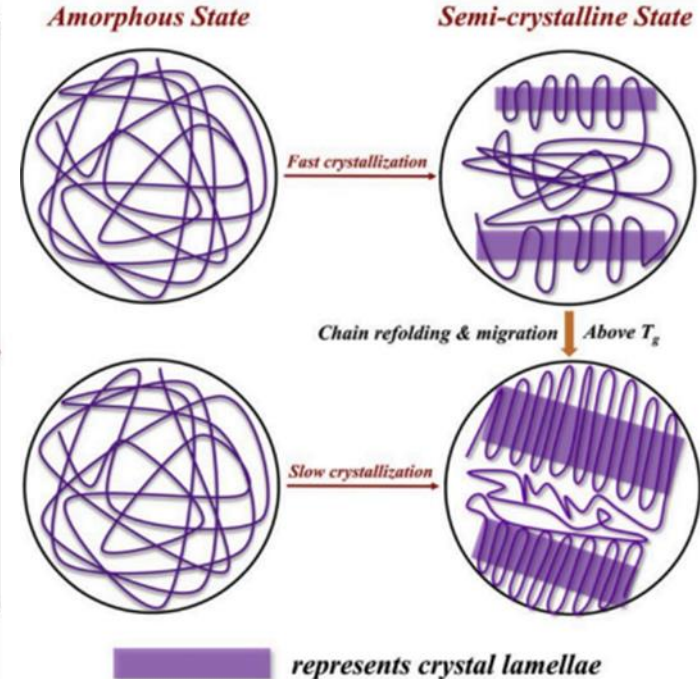
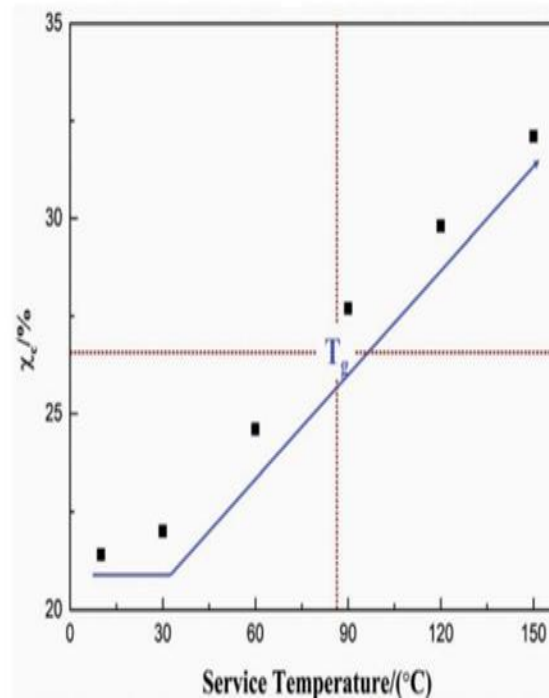
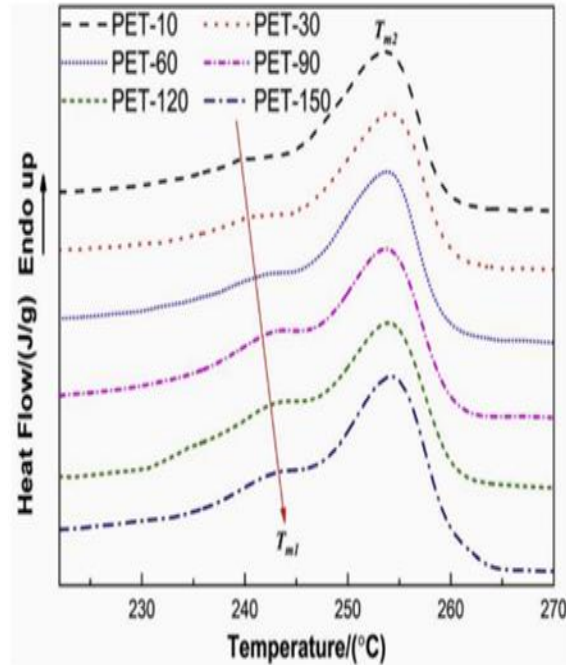
A tanulmány konklúziója, hogy a PET liner meggátolta a szivárgást a ciklikus tesztek során.

A tartály hőmérséklete nem haladta meg a 65°C -t (85°C a felső határ) és ebből következtet arra, hogy termikus sérülést sem szenved a liner.



Vizsgálati módszerek

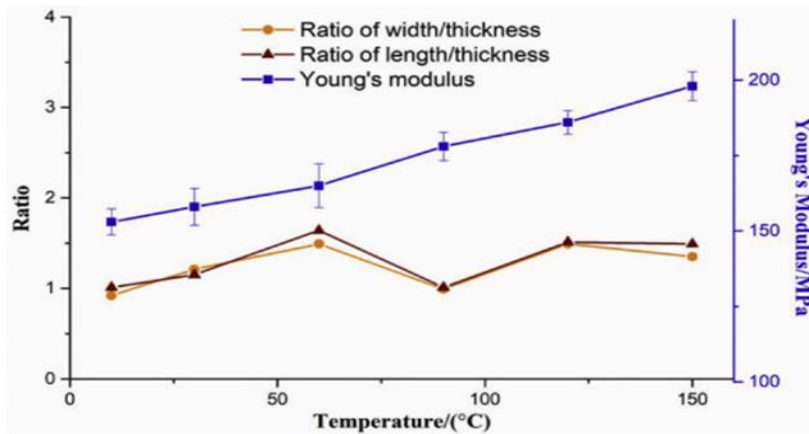
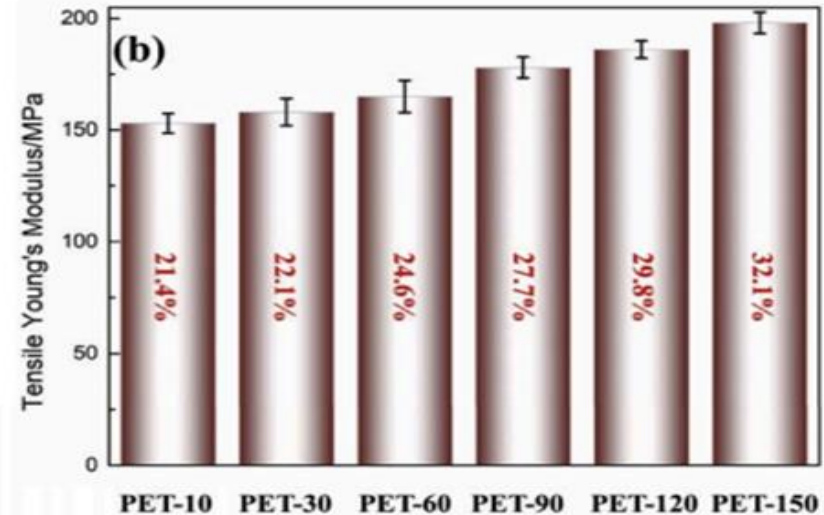
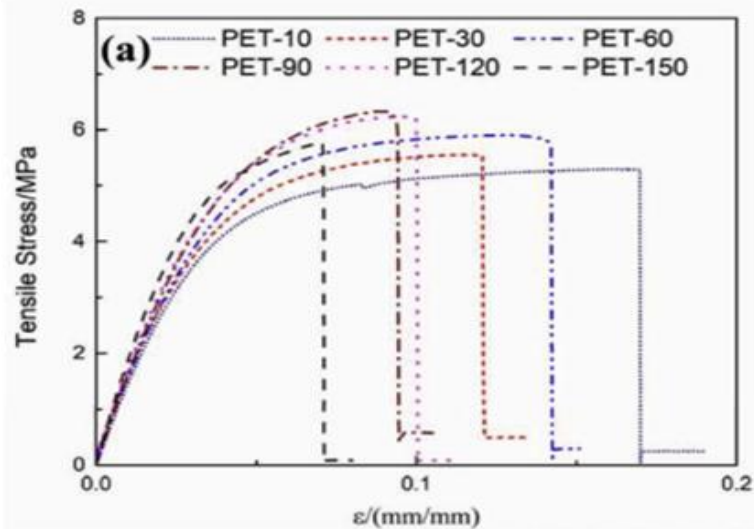
Effect of crystallization on tensile mechanical properties of PET foam: Experiment and model prediction 2020, <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106649>



A minták DSC mérései (balra) valamint a kristályossági fok a temperálót hőmérséklet függvényében (jobbra)

Vizsgálati módszerek

Effect of crystallization on tensile mechanical properties of PET foam: Experiment and model prediction 2020, <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106649>



WAXD során kimért kristály W/T szélesség/vastagság arány, valamint az L/T hosszúság/vastagság arányok változása elüt a megszokott arányosságtól és közvetlenül nem lehet kapcsolatba hozni a szakítómodulussal.

Study of crystallinity and thermomechanical analysis of annealed poly(ethylene terephthalate) films Panagiotis G. Karagiannidis, Anagnostis C. Stergiou, George P. Karayannidis,

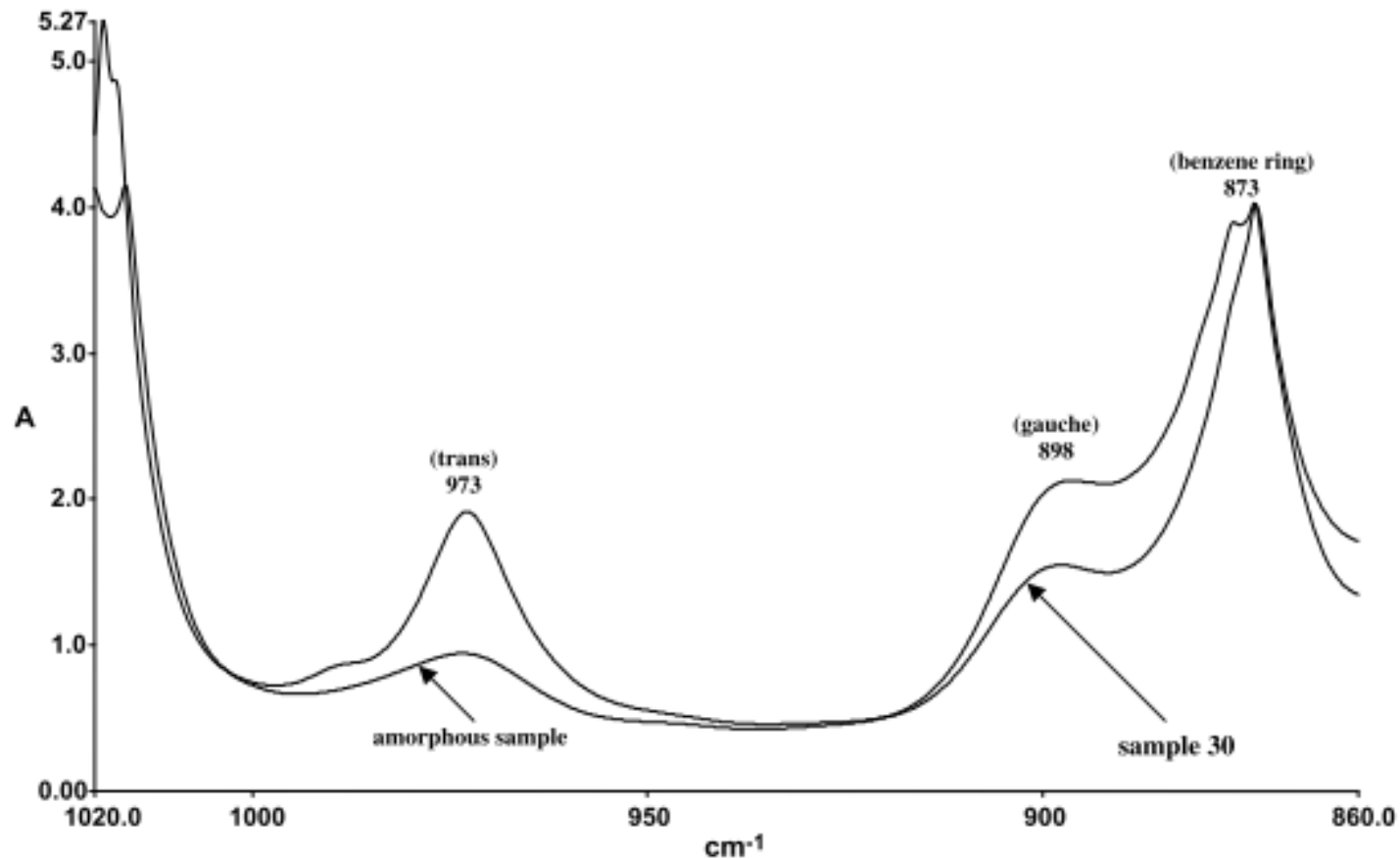


Fig. 4. Normalized FT-IR spectra of the amorphous Mylar film and the film annealed for 30 min at 115 °C.

Módszerek:

- Hőkezelés: 65°C, 75°C, 90°C, 120°C, 150°C

5, 10, 15, 30perc

- Szakítóvizsgálatok

- Alakváltozási sebesség hatása (5, 10, 20, 50, 100, 200, 500mm/min)
- Hőkezelés hatása

- DSC analízis

- Kristályos hányad meghatározása
- Mag és héj réteg vizsgálata
- Alakváltozott rész vizsgálata

Cél:

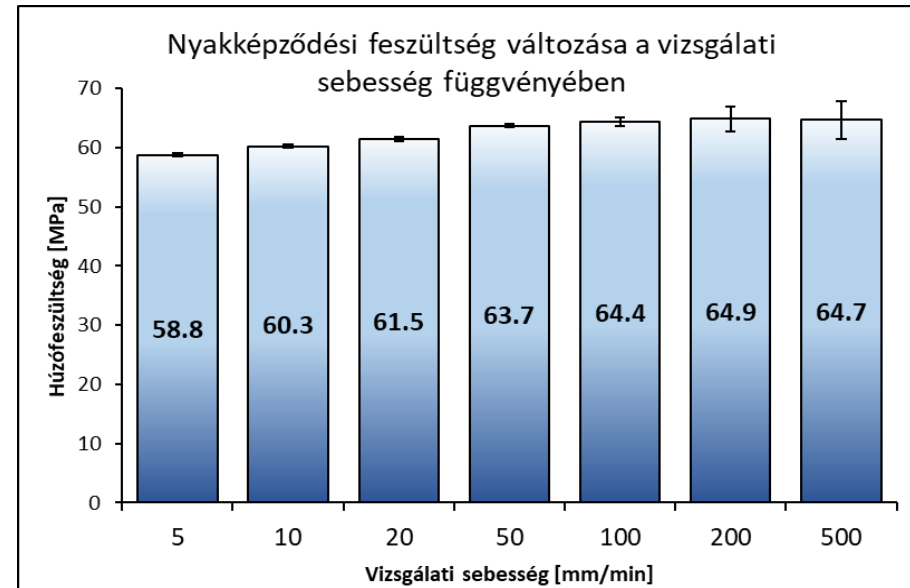
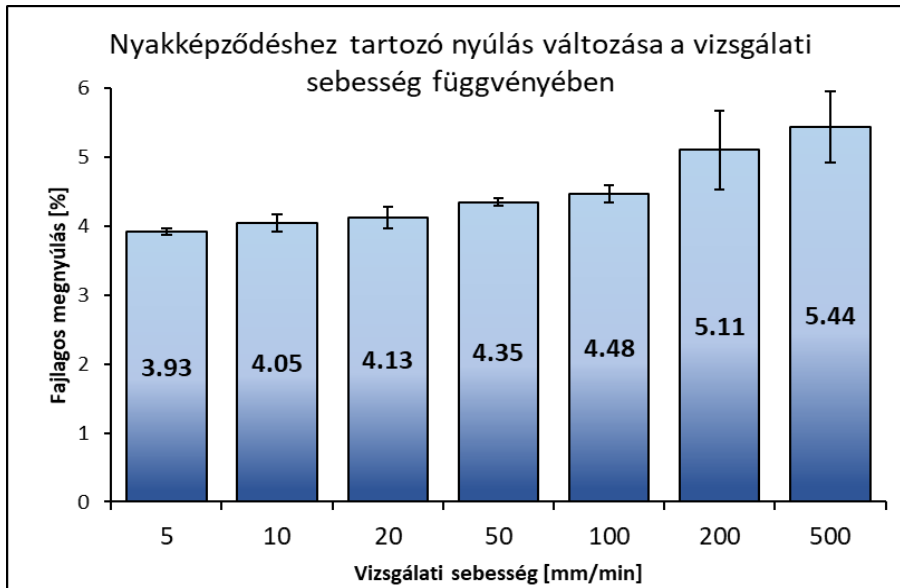
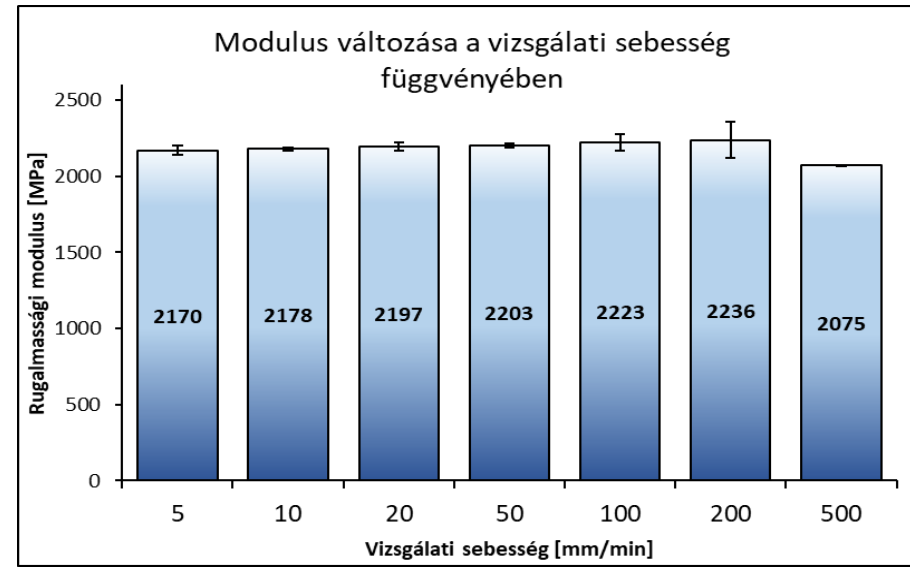
Összefüggések feltárása a mechanikai tulajdonságok, a kristályos hányad és a hidegkristályosodás között.

Eredmények

Vizsgálati sebesség hatása:

- Modulus \uparrow
- Nyakképződési feszültség \uparrow
- Nakképződéshez tartozó nyúlás \uparrow

A hőkezelt minták vizsgálatához meghatározott alakváltozási sebesség:
10 mm/min



Eredmények

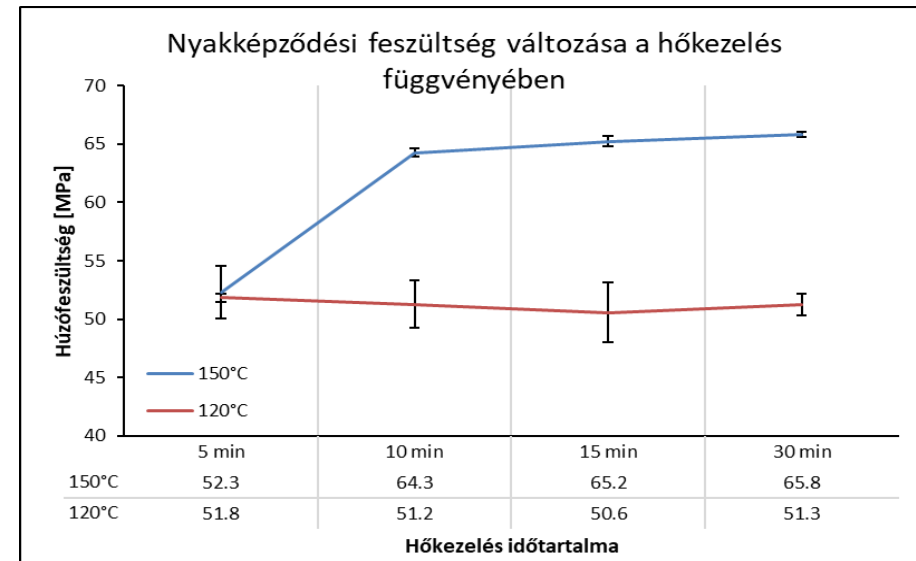
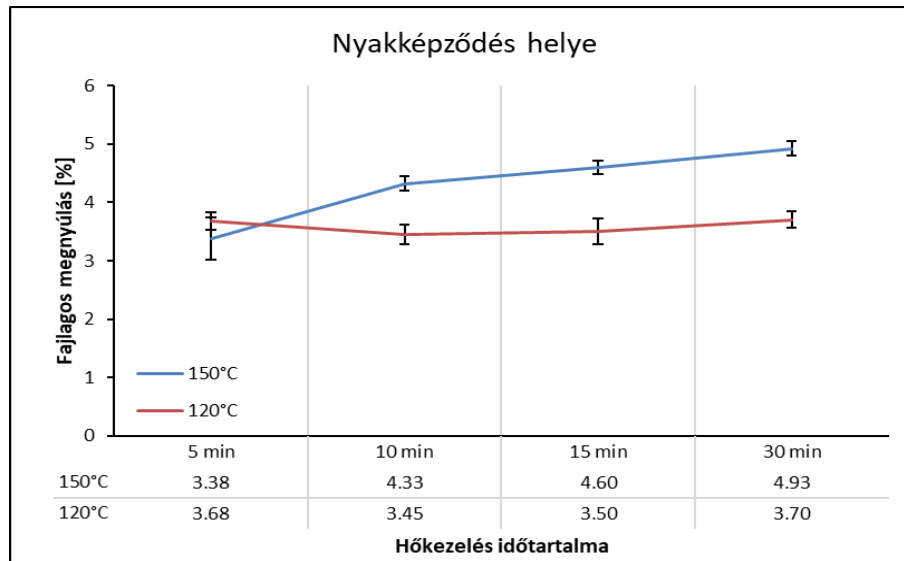
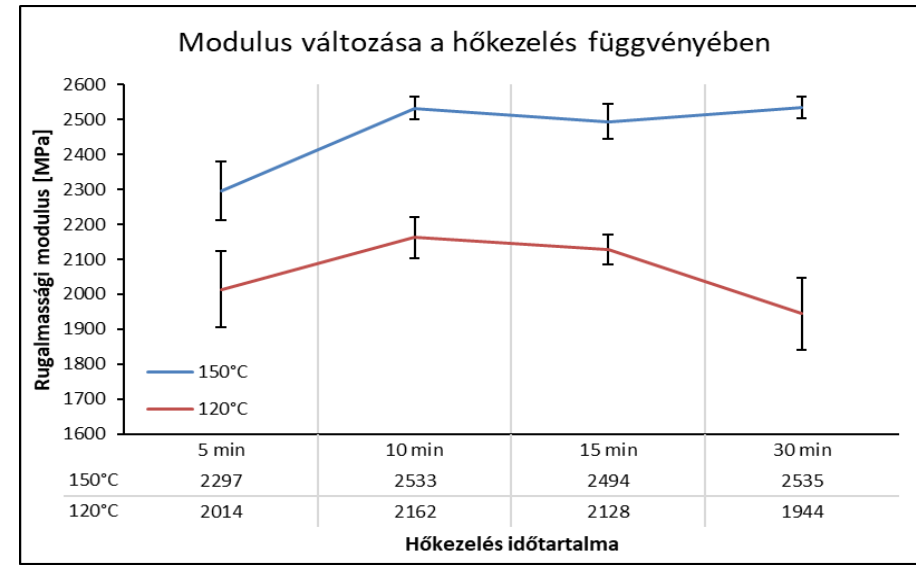
Hőkezelés hatása:

120°C

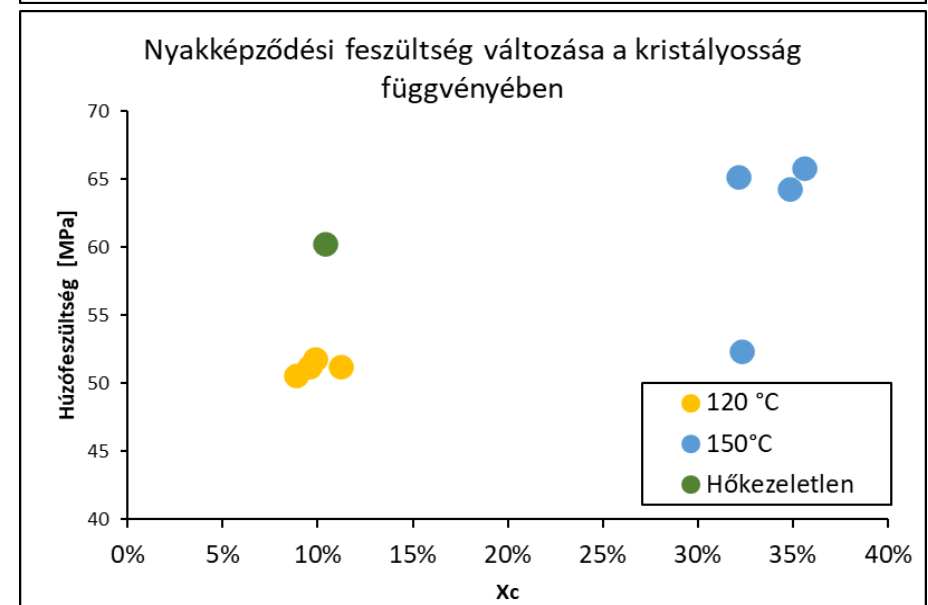
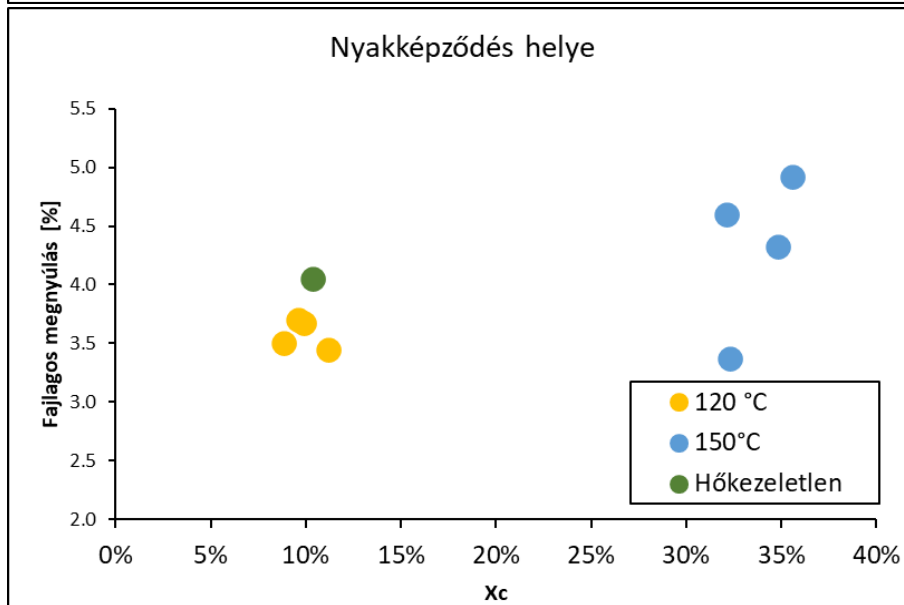
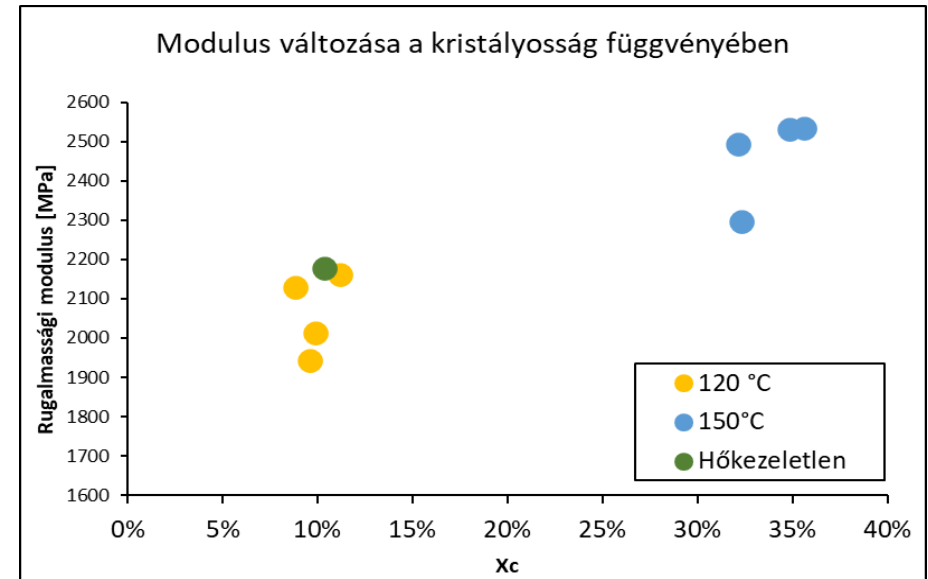
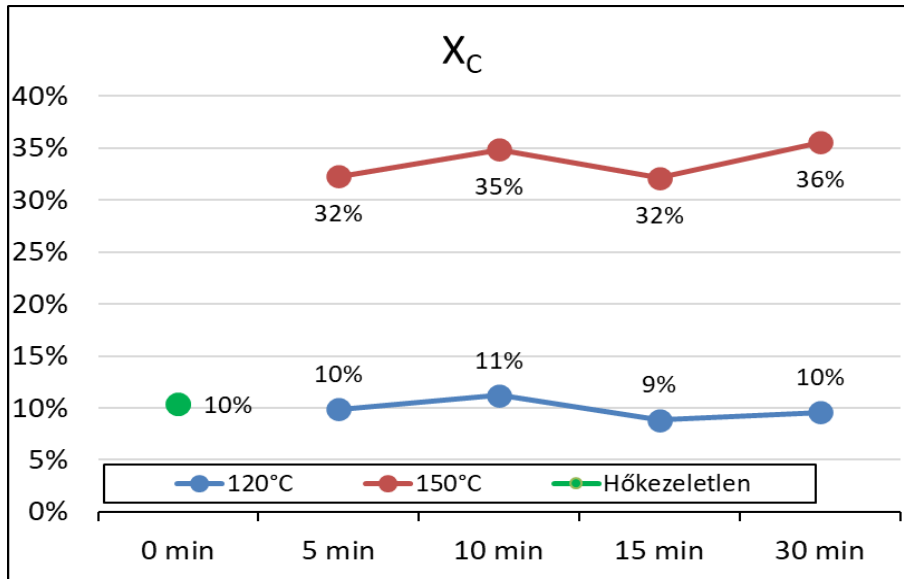
- Modulus -
- Nyakképződési feszültség -
- Nakképződéshez tartozó nyúlás -

150°C

- Modulus ↑
- Nyakképződési feszültség ↑
- Nakképződéshez tartozó nyúlás ↑



Eredmények



- Irodalomkutatás és feldolgozás folytatása
- Kísérleti terv bővítése optimalizálása
- Vizsgálatok folytatása
- Eredmények kiértékelése, összefüggések feltárása
- Eredmények publikálása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Anyagok és Technológiák Doktori Iskola



NEUMANN JÁNOS EGYETEM

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!

HANSÁGHY PÁL

1. FÉLÉVES DOKTORANDUSZ HALLGATÓ
ANYAGTUDOMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIÁK DOKTORI ISKOLA

TÉMAVEZETŐK:

DR. RONKAY FERENC, DR. BATA ATTILA

2025.01.23.