



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

TERMIKUS ÉS FESZÜLTSG ALATTI ÖREGÍTÉS HATÁSA A DIAGNOSZTIKAI PARAMÉTEREKRE

Tamus Zoltán Ádám, Cselkó Richárd, Németh Bálint, Berta István

tamus.adam@vet.bme.hu



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



TARTALOM

- Szigetelőanyagok öregedése
- Kábelek öregedése
- Szigetelésdiagnosztika
 - Kémiai vizsgálatok
 - Mechanikai vizsgálatok
 - Villamos vizsgálatok
- Laboratóriumi vizsgálatok
 - Termikus öregítés
 - Feszültség alatti öregítés
- Összefoglalás



SZIGETELŐANYAGOK ÖREGEDÉSE

- A szigetelések legfontosabb tulajdonsága a **villamos szilárdság**.
- A szigeteléseknek (pl. kábelszigeteléseknek) **további követelményeket** (mechanikai, kémiai) is ki kell elégíteniük az élettartamuk során.
- Az üzem közben fellépő igénybevételek miatt a **villamos szilárdság folyamatosan csökken**, amíg eléri a biztonságos üzemelés határát.
- A villamos szilárdsághoz hasonlóan, a **szigetelőanyag egyéb paraméterei is változnak**.
- A szigetelések öregedését kémiai folyamatok okozzák.
- **Az öregedési folyamatok háttérében az anyagszerkezeti változások állnak.**
- **Az anyagszerkezeti változások a kémiai-, a mechanikai- és a villamos tulajdonságok változásában nyilvánulnak meg.**



KÁBELEK ÖREGEDÉSE

- A kábelek szigetelése általában valamilyen szerves anyag, melyet hosszú láncmolekulák (polimerek) alkotnak. A polimerek egyforma elsődleges molekulákból (monomerek) állnak.
- Minden szigetelőanyagnak megvan a rá jellemző kémiai öregedési folyamata:
 - **olaj-papír:**
 - papír: oxidáció és depolimerizáció
 - olaj: oxidáció, üledékképződés és a szennyezőmolekulák disszociációja
 - **PVC:** cipzár hatás, vagyis sósavlehasadás
 - **PE:** oxidáció



SZIGETELÉSDIAGNOSZTIKA I.

- Az anyagszerkezeti változások **kémiai vizsgálatokkal** követhetőek:
 - Olaj-papír:
 - Polimerizációs fok
 - Olaj bomlástermékek megjelenése
 - PVC
 - Hőstabilitás
 - Dynamic Mechanic Thermal Analysis (DMTA)
 - PE
 - Oxidation Induction Time (OIT)
 - Infrared Spectroscopy
 - Differential Scanning Calorimetry (DSC)
- A kémiai vizsgálatokhoz mintát kell venni a szigetelésből, ezért a **kémiai vizsgálatok roncsolásos vizsgálatok.**



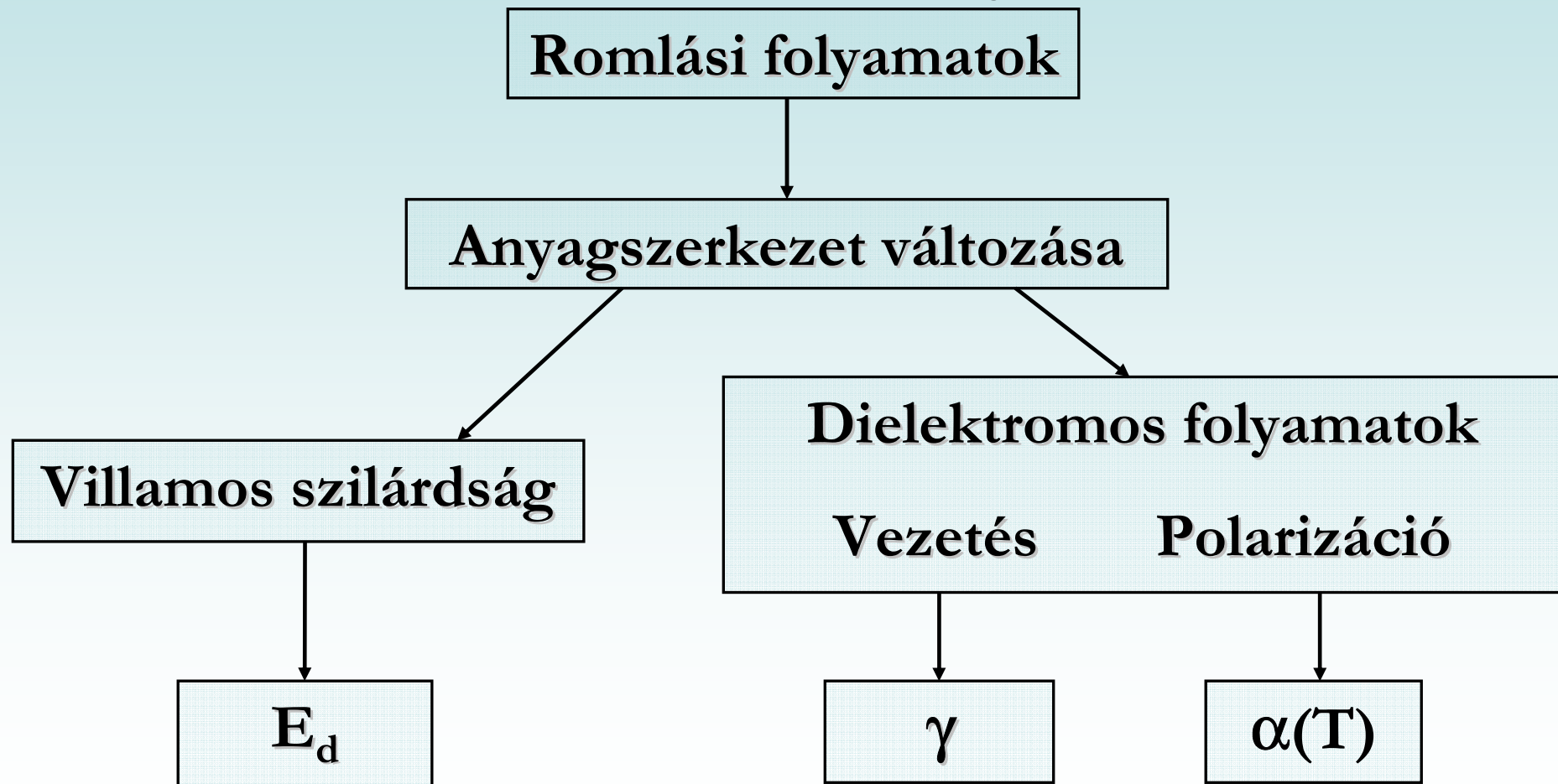
SZIGETELÉSDIAGNOSZTIKA II.

- **Mechanikai vizsgálatok:**
 - Sűrűségmérés
 - Szakítóvizsgálatok
 - Piskóta formájú szabványosított mintákon, vagy
 - Csőkeresztmetszetűeken, mint termékjellemző
 - Hajlítóvizsgálatok
 - rugóállandó, mint termékjellemző
 - Keménységmérés és indenteres mérés
 - Shore A, Shore D keménység és indenter modulus mérés
- **A legtöbb mechanikai módszer roncsolásos vizsgálat, de vannak roncsolásmentes eljárások is.**



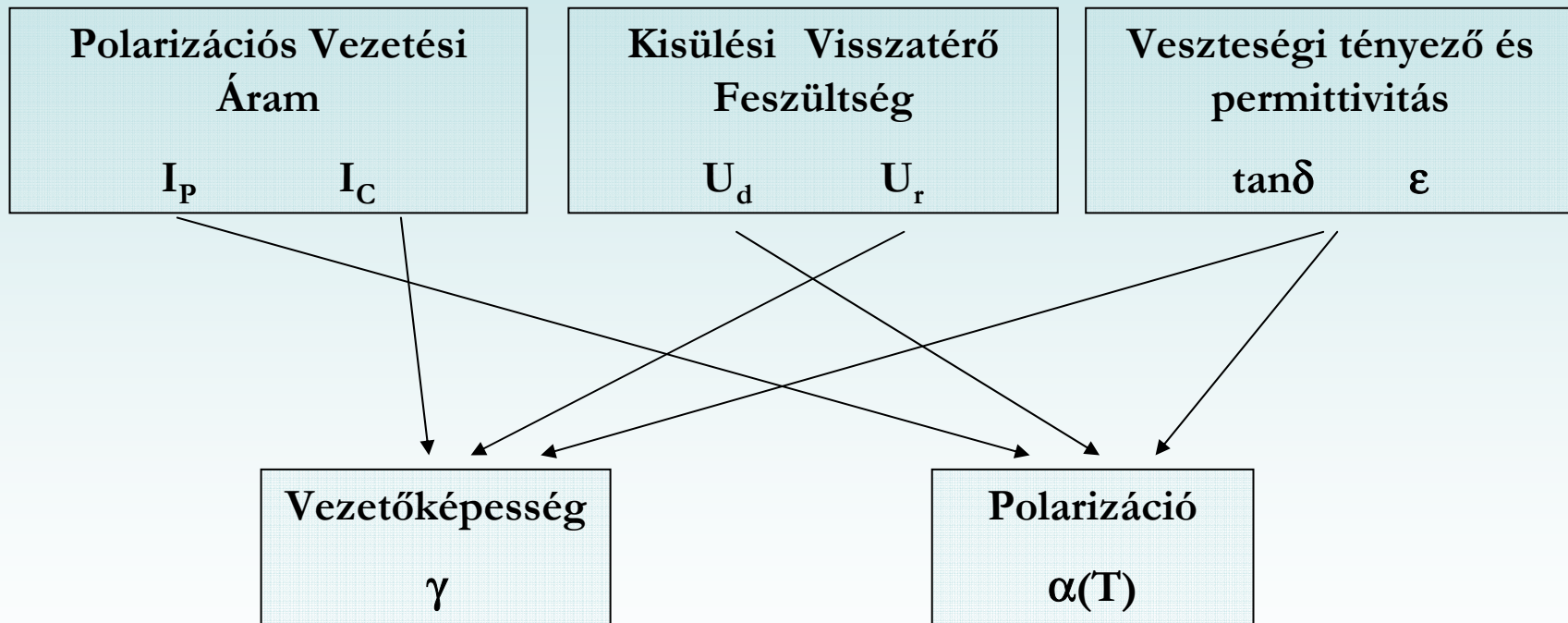
SZIGETELÉSDIAGNOSZTIKA III.

- A villamos módszerek alapja



SZIGETELÉSDIAGNOSZTIKA IV.

- Villamos módszerek összehasonlítása



LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



VIZSGÁLT KÁBELMINTÁK

- 0,5 m hosszú PVC szigetelésű kisfeszültségű jelzőkábelek

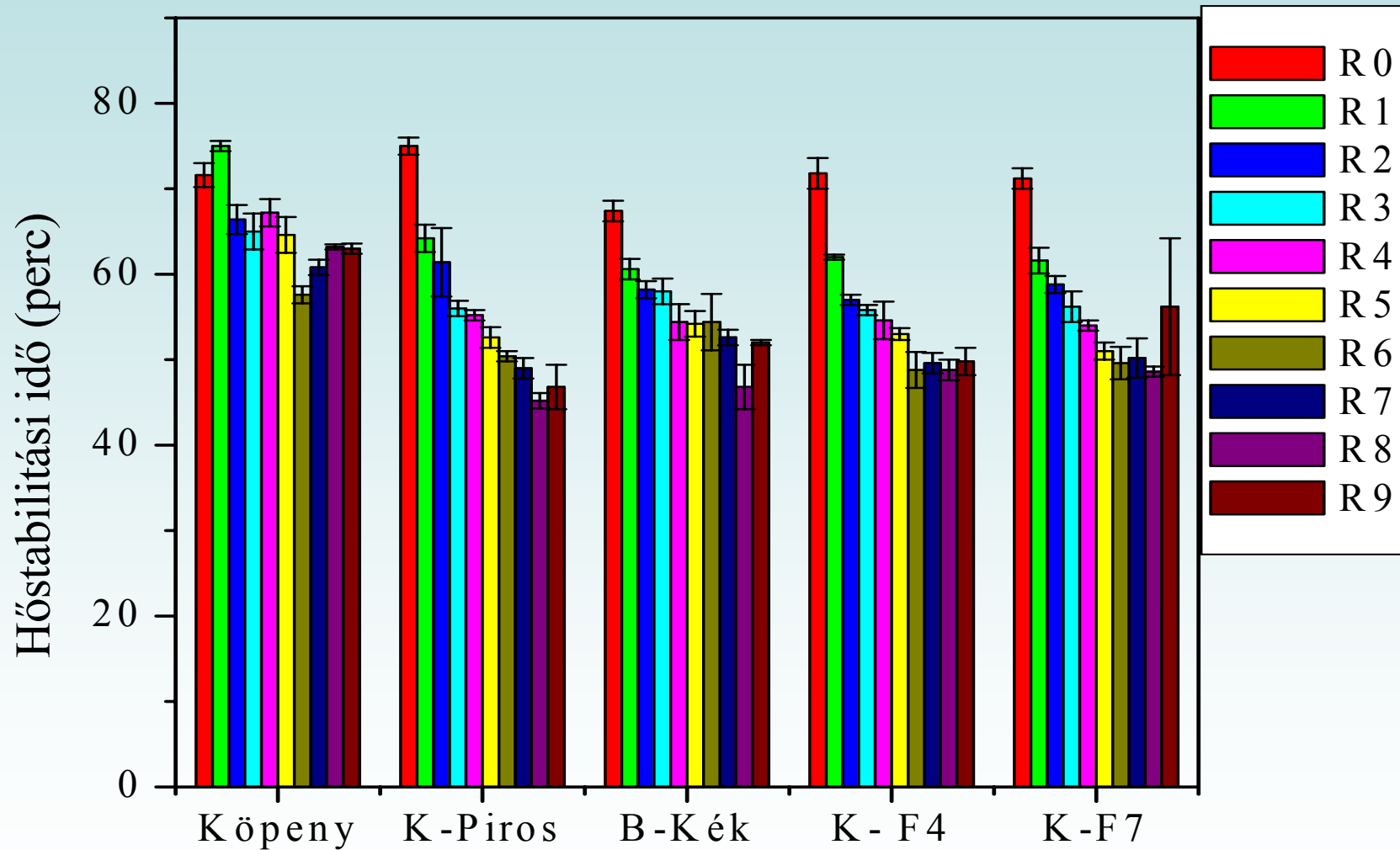


TERMIKUS ÖREGÍTÉS

- 9 egyenként 4 hetes (672 órás) öregítési ciklus
- Minden ciklus végén vizsgálatok:
 - Kémiai (stabilizációs idő)
 - Mechanikai (Indenter modulus, Shore D keménység)
 - Villamos (Kisülési és visszatérő feszültség, $\tan \delta @ 50 \text{ Hz}$)

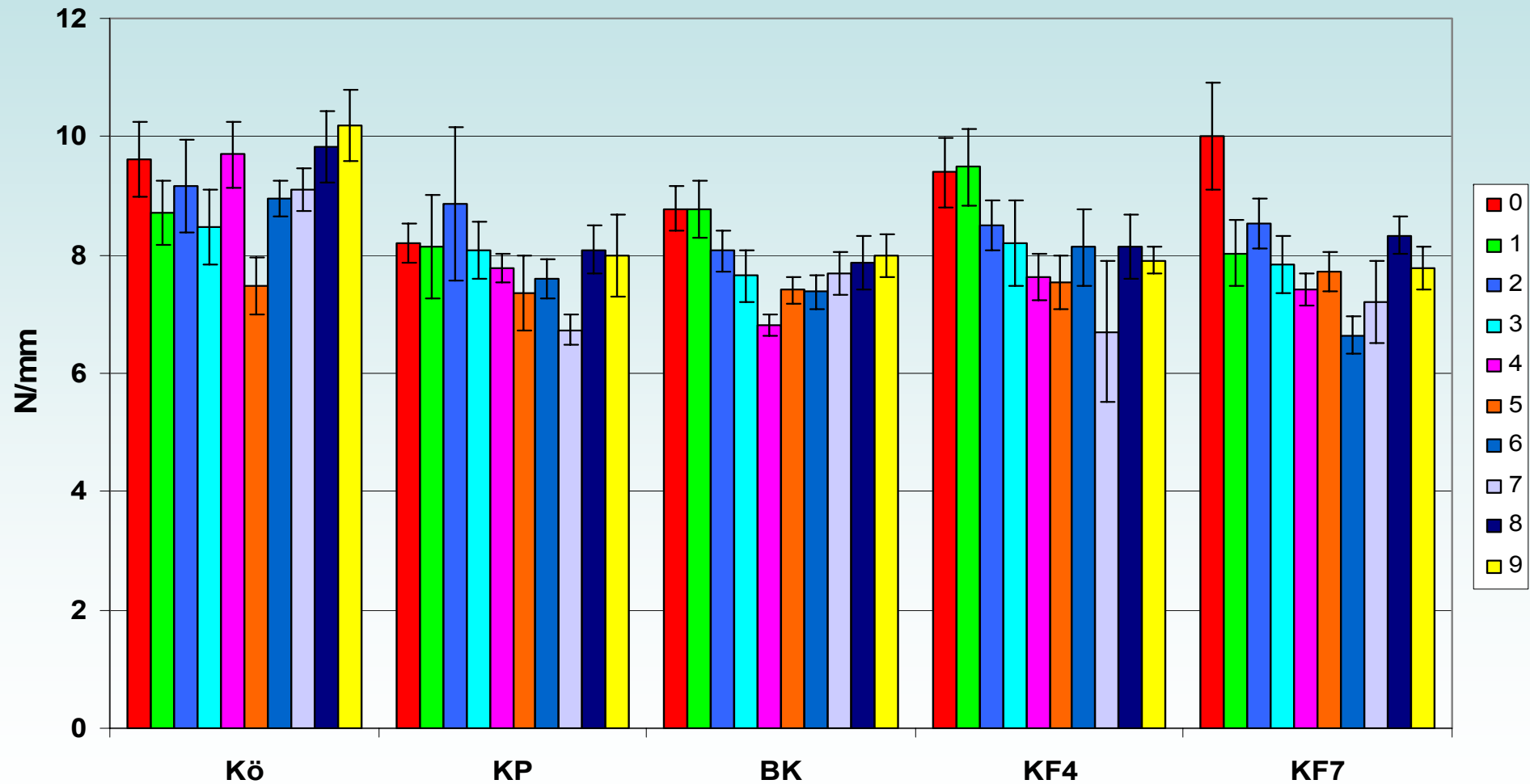


KÉMIAI EREDMÉNYEK



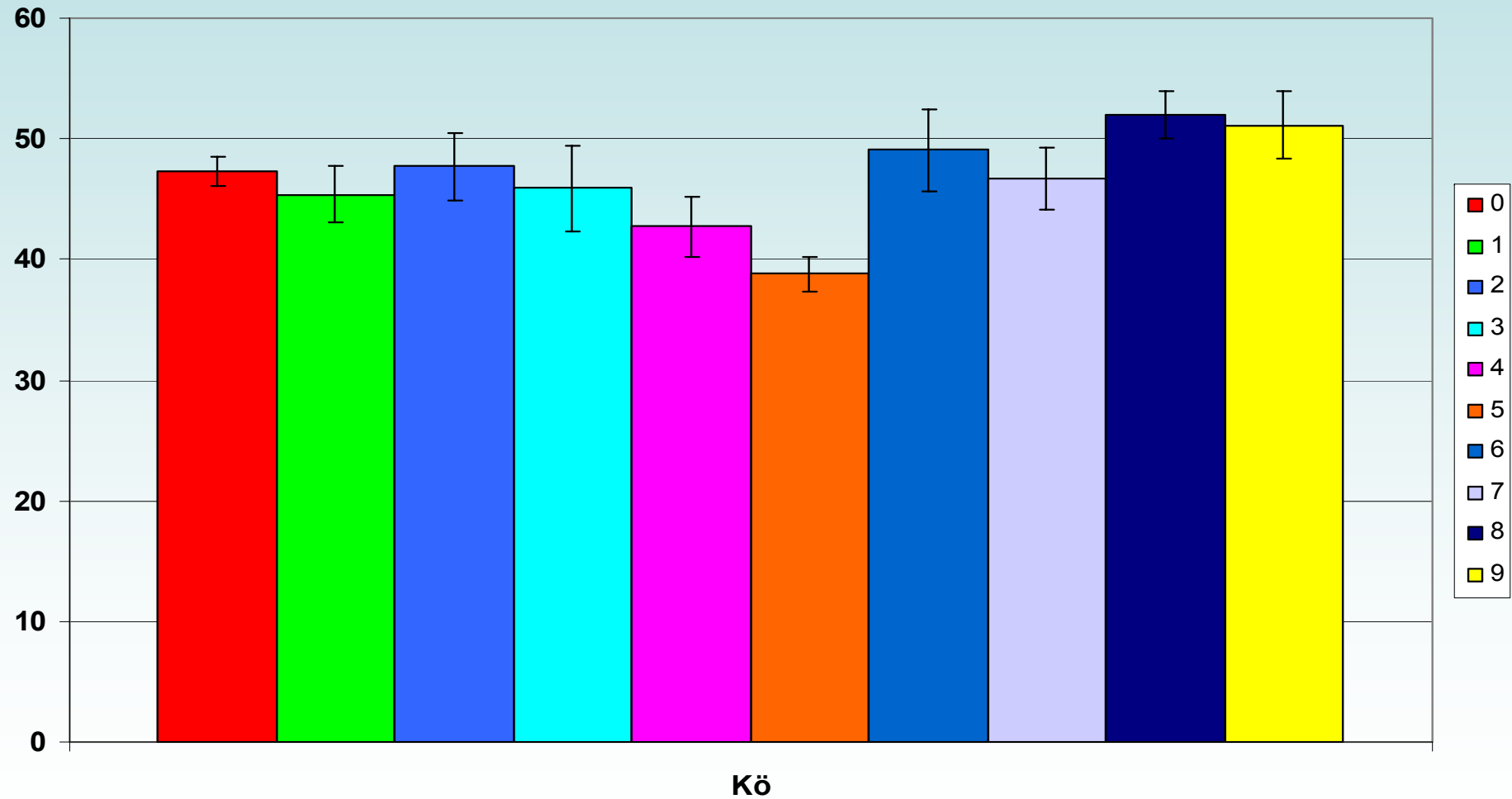
MECHANIKAI EREDMÉNYEK I.

Indenter modulus



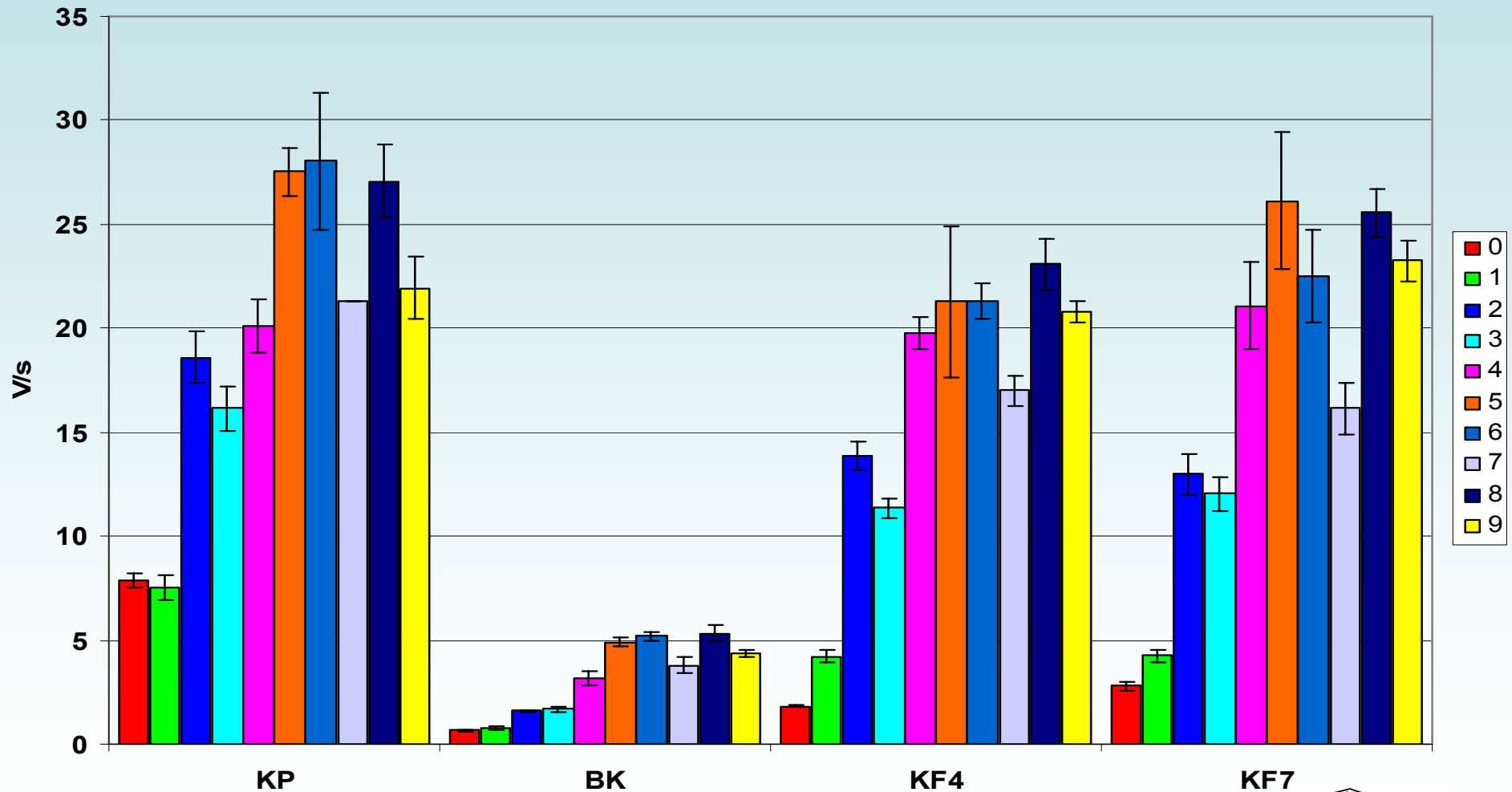
MECHANIKAI EREDMÉNYEK II.

Shore D

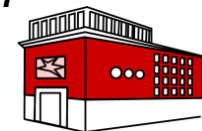


VILLAMOS EREDMÉNYEK I.

Kisülési feszültség kezdeti meredeksége M_k

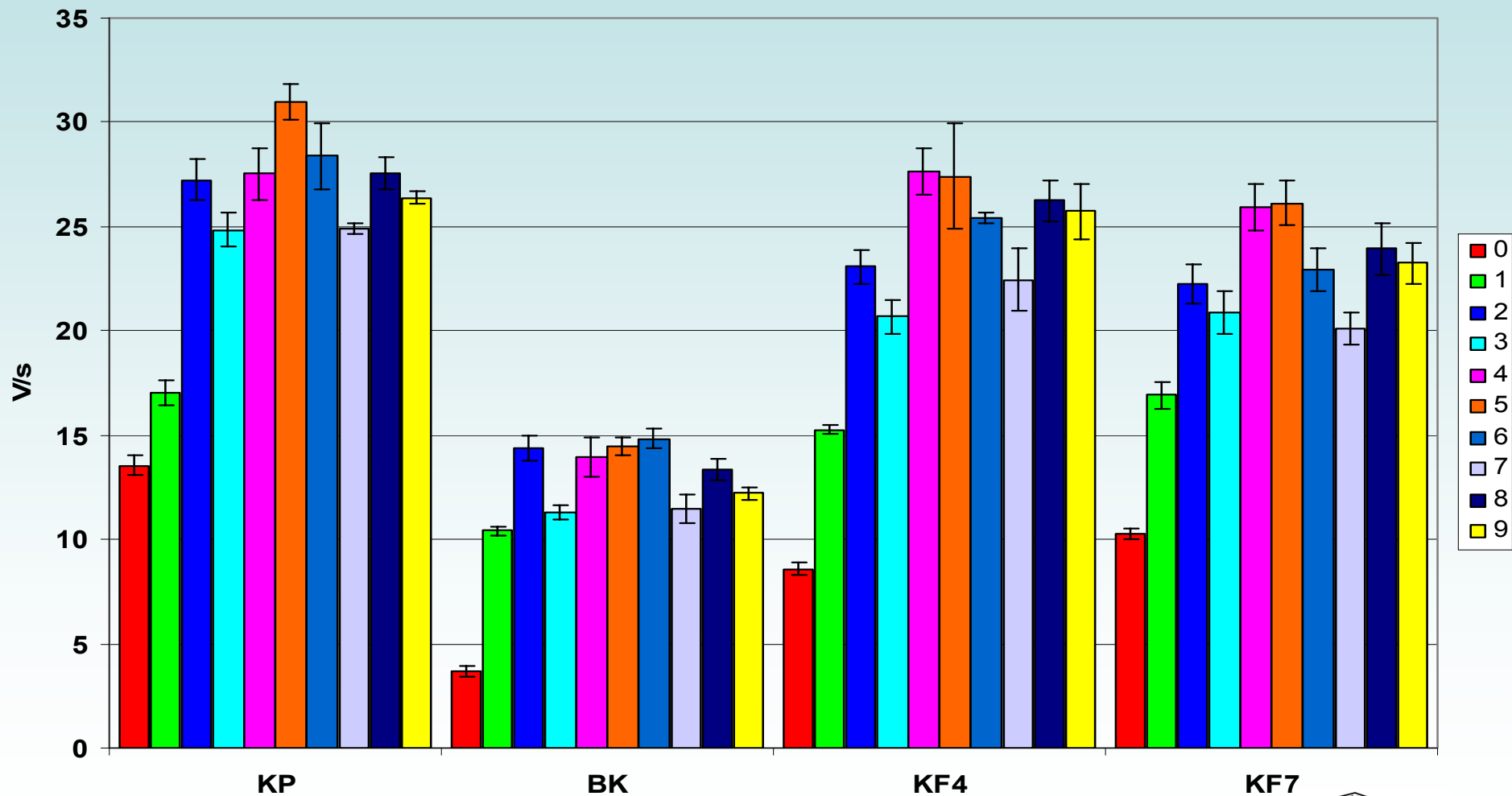


BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



VILLAMOS EREDMÉNYEK II.

Visszatérő feszültség kezdeti meredeksége M_v

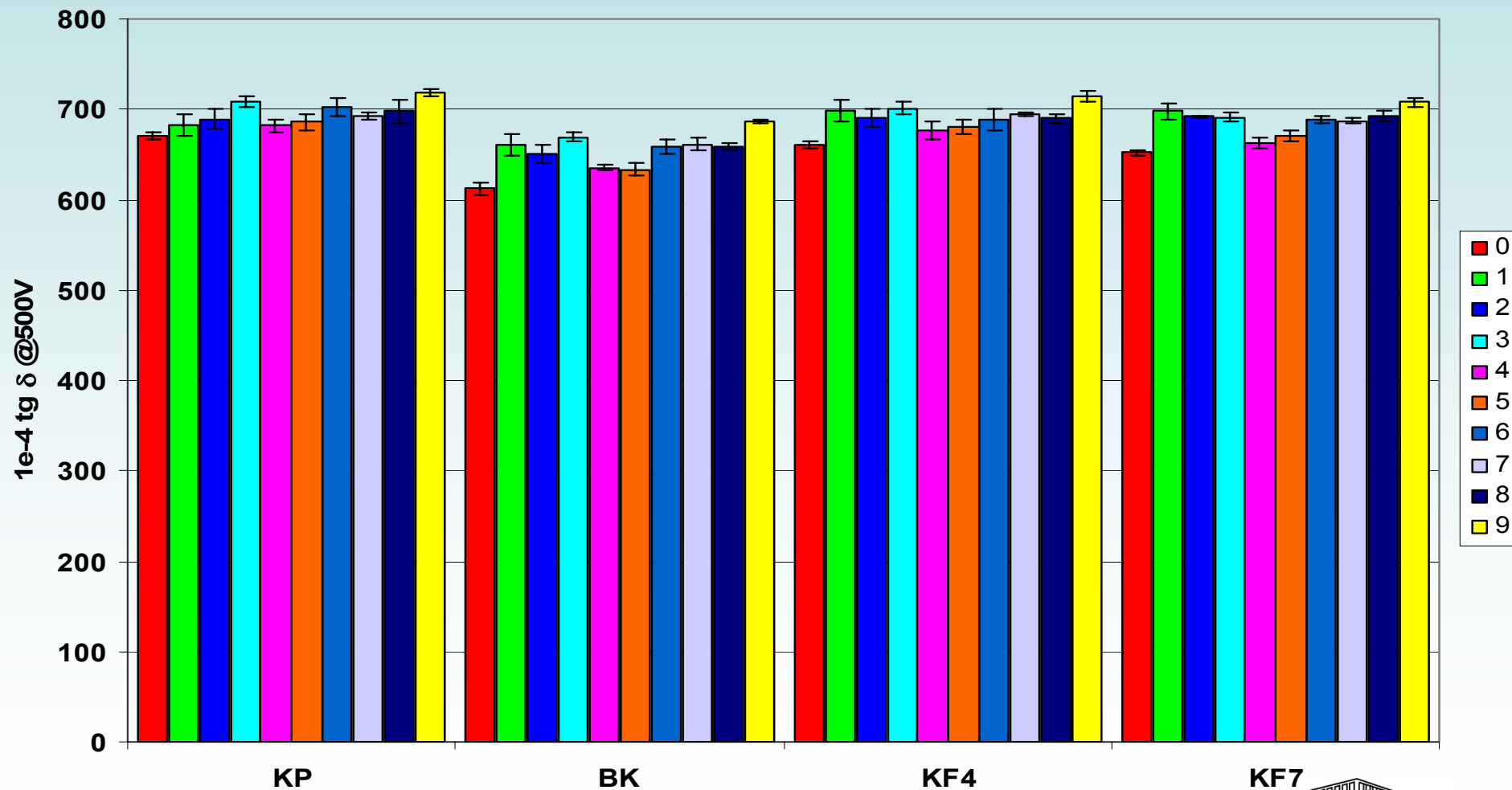


BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



VILLAMOS EREDMÉNYEK III.

tg δ (500 V)



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

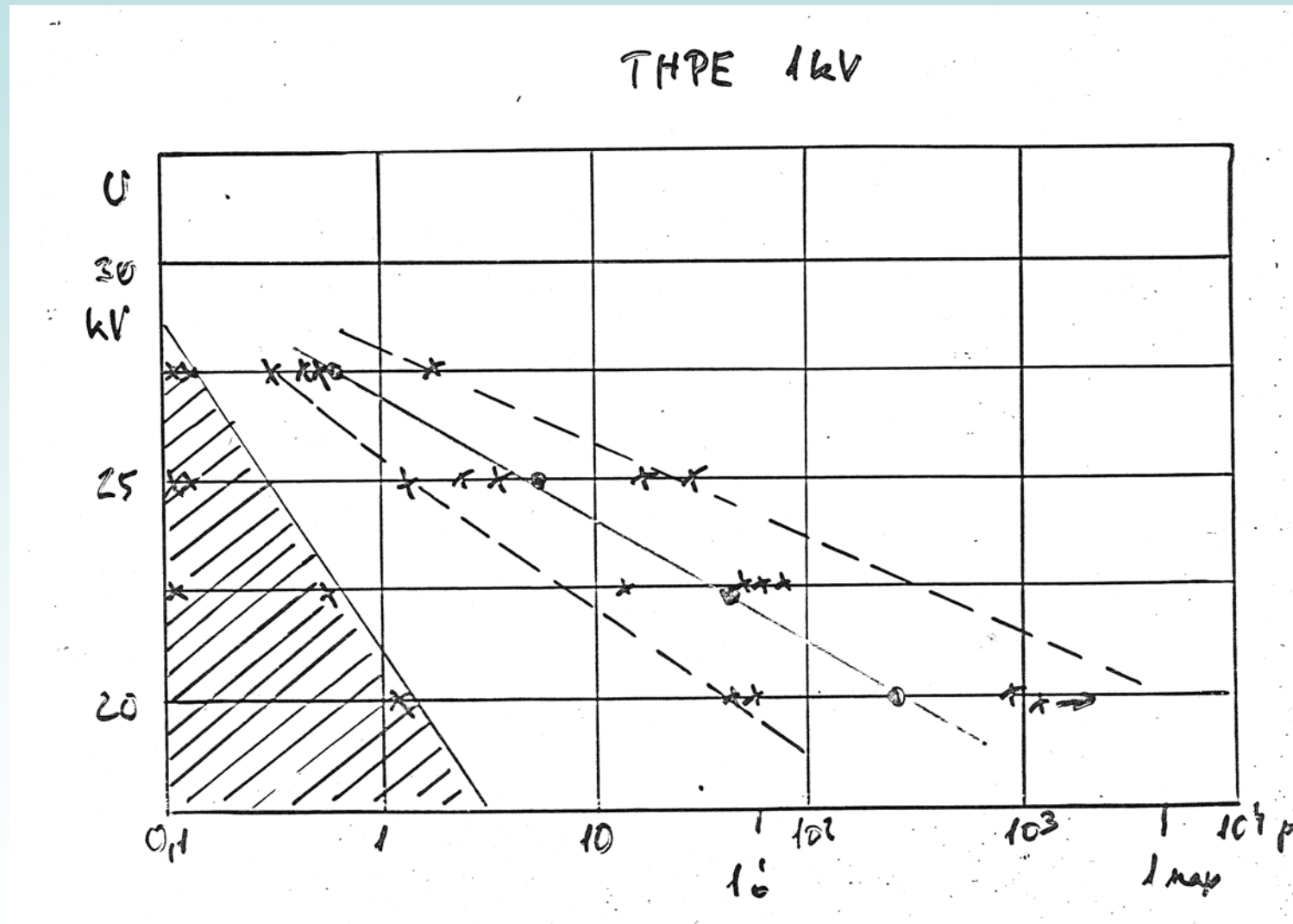


FESZÜLTSG ALATTI ÖREGÍTÉS

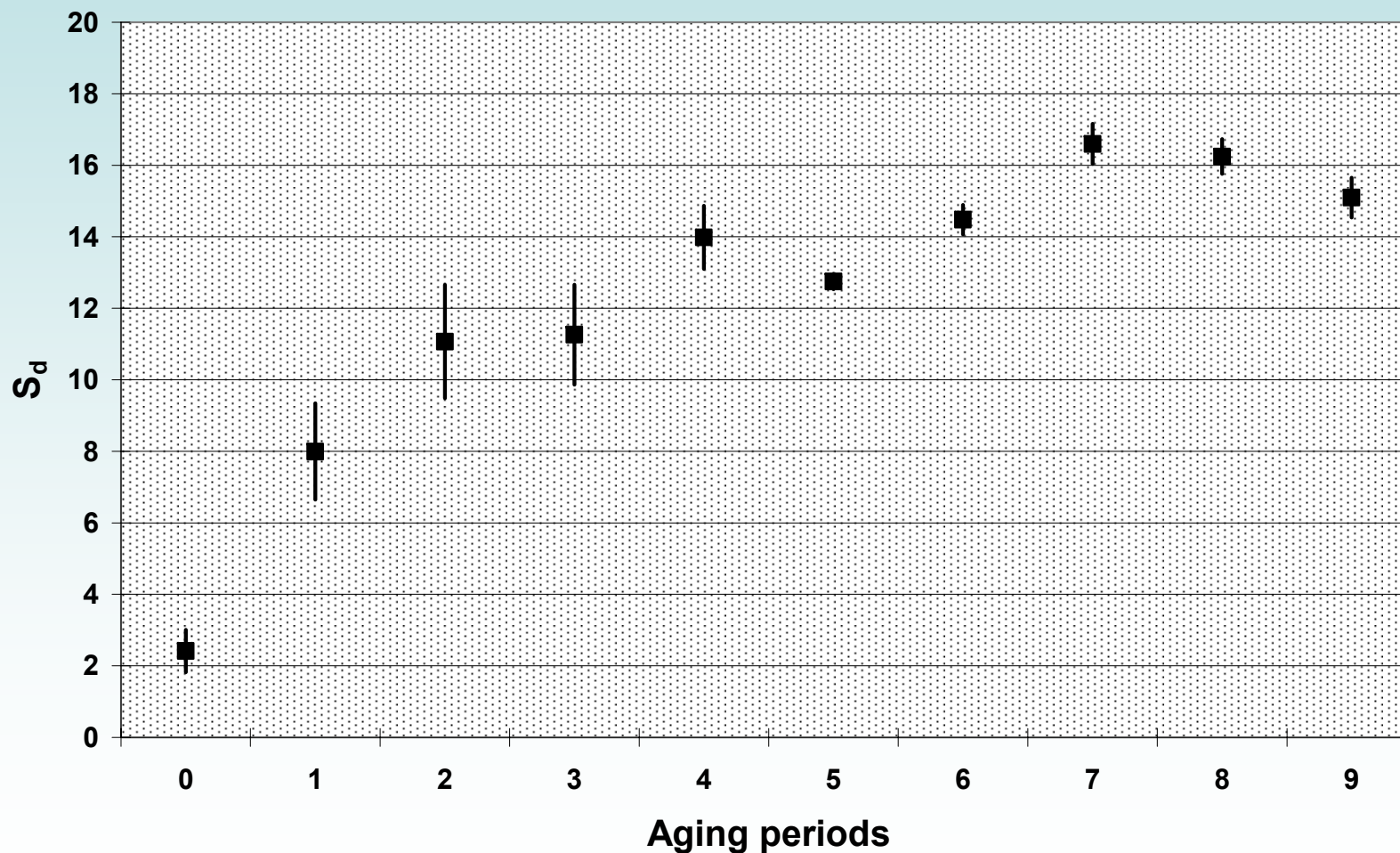
- 9 egyenként 1 órás 25 kV AC alatti öregítési ciklus
- Minden ciklus végén villamos vizsgálatok:
 - Kisülési és visszatérő feszültség
 - $\tan \delta @ 50 \text{ Hz}$



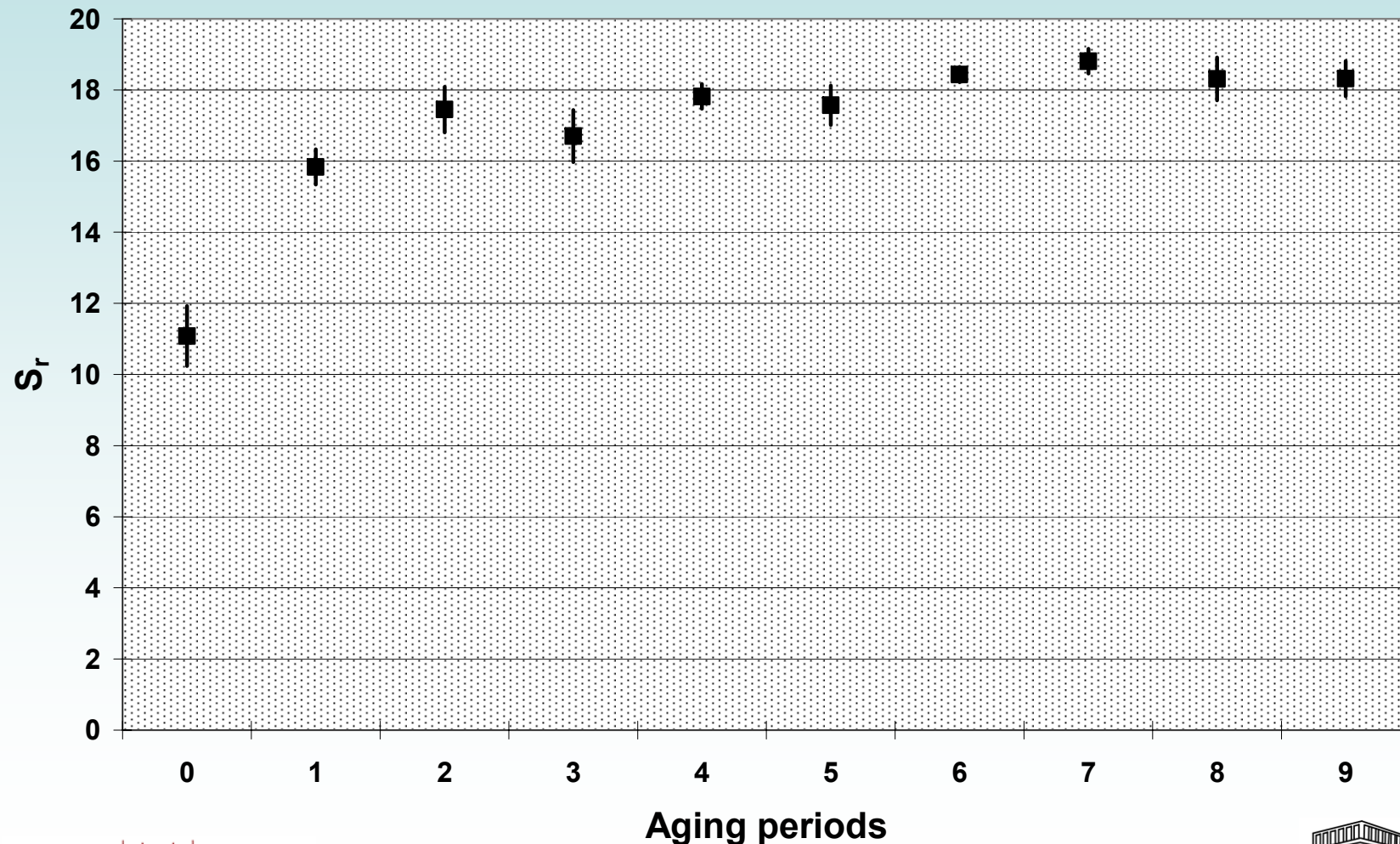
KIINDULÁS



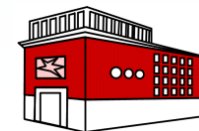
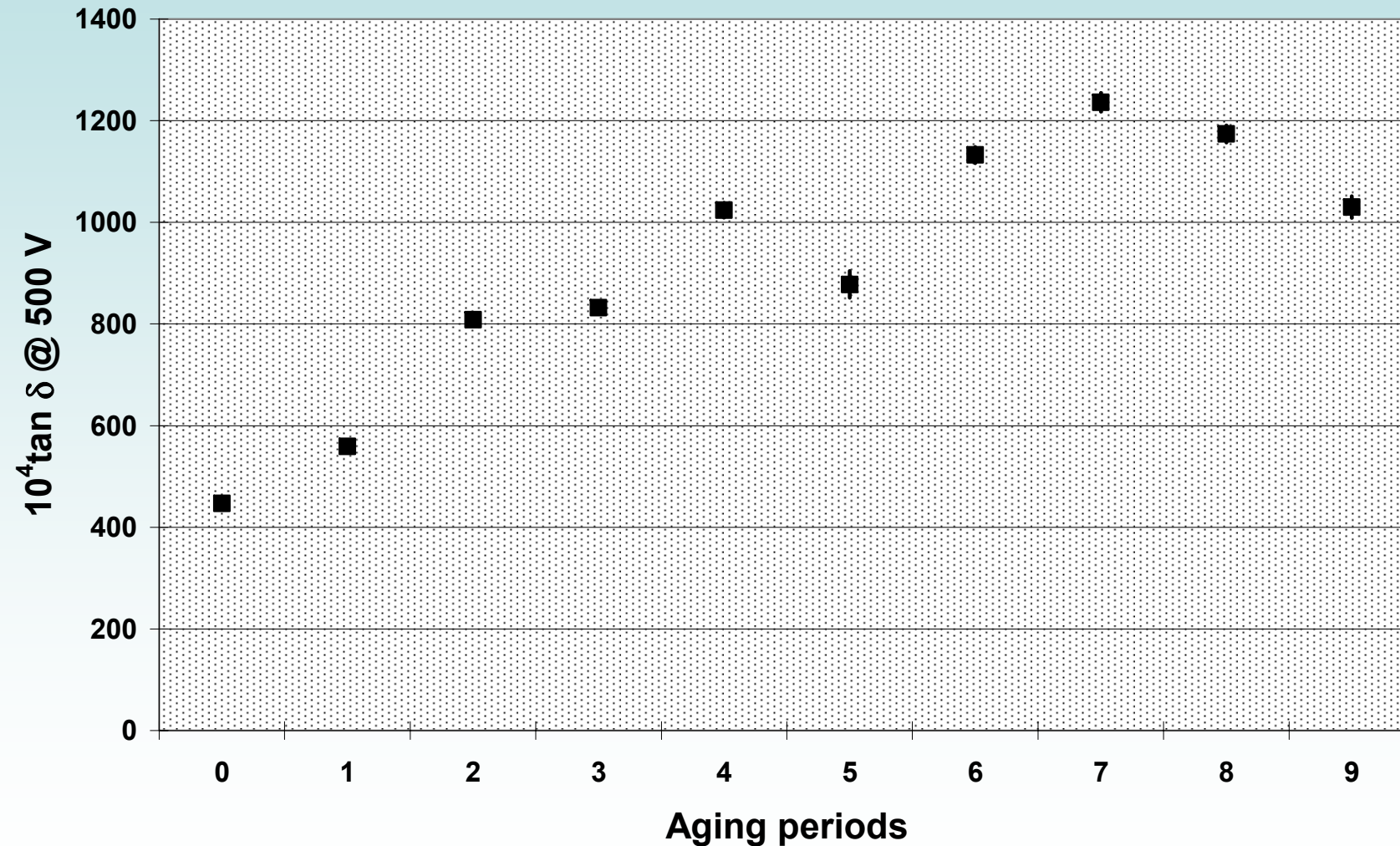
KISÜLÉSI FESZÜLTTSÉG MEREDKSÉGE



VISSZATÉRŐ FESZÜLTSG MEREDEKSÉGE



VESZTESÉGI TÉNYEZŐ



ÖSSZEFOGLALÁS

- Az öregedés hatása komplex vizsgálattal (kémiai, mechanikai és villamos) jól nyomon követhető.
- A komplex vizsgálatok segítségével kiválasztható a legérzékenyebb diagnosztikai módszer (roncsolásmentes).
- A kisfeszültségű kábelek szigetelése villamos szempontból túlméretezett.
- A villamos öregítés hatására változnak a diagnosztikai paraméterek.
- A feszültségigénybevétel anyagszerkezetre gyakorolt hatásának tisztázására további vizsgálat szükséges.
- A vizsgálatok kiterjesztése PE és XLPE szigetelésekre is.




Készült

- az **ISH 2007** konferencián (2007. aug. 27-31. Ljubljana, Szlovénia) elhangzott ***Tamus Zoltán Ádám és Németh Endre: Measurement of Dielectric, Mechanical and Chemical Properties of the Insulation in Cable Diagnostics***, valamint
- az **ISEI 08** konferencián (2008. jún. 8-11. Vancouver, Kanada) megjelenő ***Tamus Zoltán Ádám, Németh Bálint és Berta István: Effect of Voltage Stress on Diagnostic Parameters of Low Voltage Cables***

előadások alapján.



A photograph of two women sitting on wooden benches inside a sauna. They are both wrapped in white towels. The woman on the right is laughing heartily, while the woman on the left is looking towards her. The sauna walls are made of vertical wooden planks.

Köszönöm a figyelmet!

Folytatás a szaunában...