

# Anyagtudomány – 2025/26

Bevezető előadás

Dr. Szabó Péter János  
[szabo.peter.janos@gpk.bme.hu](mailto:szabo.peter.janos@gpk.bme.hu)

# Anyagtudomány (BMEGEMTNG11)

A tantárgy célja bemutatni az anyagtudomány és technológia legújabb eredményeit a fémek, a polimerek és a kerámiák anyagcsaládjánál, valamint ezek kompozitjainál. Fémek, polimerek és kerámiák különleges tulajdonságai és alkalmazási területei. Nagyszilárdságú és nagyrugalmasságú anyagok előállítása, intelligens anyagok anyagszerkezettani mechanizmusa. Alakemlékező polimerek és ötvözetek. Funkcionális polimerek és alkalmazásaik. Nanoszerkezetű anyagok (részecskék, rétegek, tömbi anyagok előállítása és tulajdonságaik). Különleges kompozitok előállítása és tulajdonságai. Hibrid szerkezetű anyagok alkalmazási előnyei.

*„Egy anyagtudomány van!”*

Szemcsehatár-technológiák

Piezoelektromos anyagok

Nagyentrópiájú ötvözetek

Alakemlékező fémek, üvegfémek

Additív gyártástechnológia

Fémmátrixú kompozitok

Finomszerkezetvizsgálat

Polimerek szerkezete

Határfelületi jelenségek

Polimerek termikus tulajdonságai

Polimerek alakemlékező képessége

Polimerek funkcionális tulajdonságai

Polimerek bomlása

Vendégelőadó – esettanulmányok az iparból

- Hallgatói adminisztráció:  
Dr. Kovács Dorina ([kovacs.dorina@gpk.bme.hu](mailto:kovacs.dorina@gpk.bme.hu))  
Dr. Bakonyi Péter ([bakonyi@pt.bme.hu](mailto:bakonyi@pt.bme.hu))
- Laboratóriumok: MT, T és G épület



A laborgyakorlatok teljesítése egyenként kötelező – kivétel, ha a laborgyakorlat oktatási szünetre esik.

A laborgyakorlatok tananyaga a vizsga részét képezi (ajánlott a pótlás alkalmával részt venni a laborgyakorlaton).

A laborgyakorlatok akkor teljesíthetők, ha a hallgató sikeres beugró ZH-t írt (40%-ot meghaladó teljesítés).

A felkészüléshez segédleteket készítettünk ([www.att.bme.hu](http://www.att.bme.hu), [www.pt.bme.hu](http://www.pt.bme.hu)).

A (külön fájlban kiadott, vagy a segédlet végén lévő) jegyzőkönyvet kinyomtatva hozzák magukkal.

A félév során 2 laborgyakorlatot lehet pótlással teljesíteni. A pótlás a pótlási héten lehetséges, előre pótlás nem lehetséges.

Nem lehet ugyanabból a laborgyakorlatból kétszer pótolni!

A gyakorlatok között nincs átjárhatóság, mindenki a saját időpontjában teljesíti a labort.

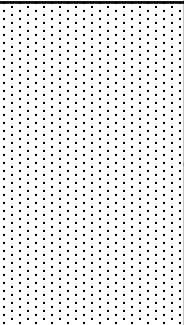
A laborgyakorlatokat a két tanszék a saját laborjaiban tartja, kérjük a megfelelő helyen történő megjelenést.

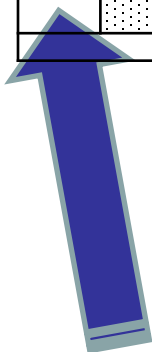
A laborokon az vehet részt, aki balesetvédelmi oktatásban részesült.

Kötelező felszerelés a kitöltetlen jegyzőkönyvön felül a számológép és a személy-azonosság igazolására alkalmas igazolvány.

A jegyzőkönyveket a laborgyakorlat során készíti el a hallgató, amelyet a gyakorlatvezető helyszínen értékel (megfelelő/nem megfelelő).

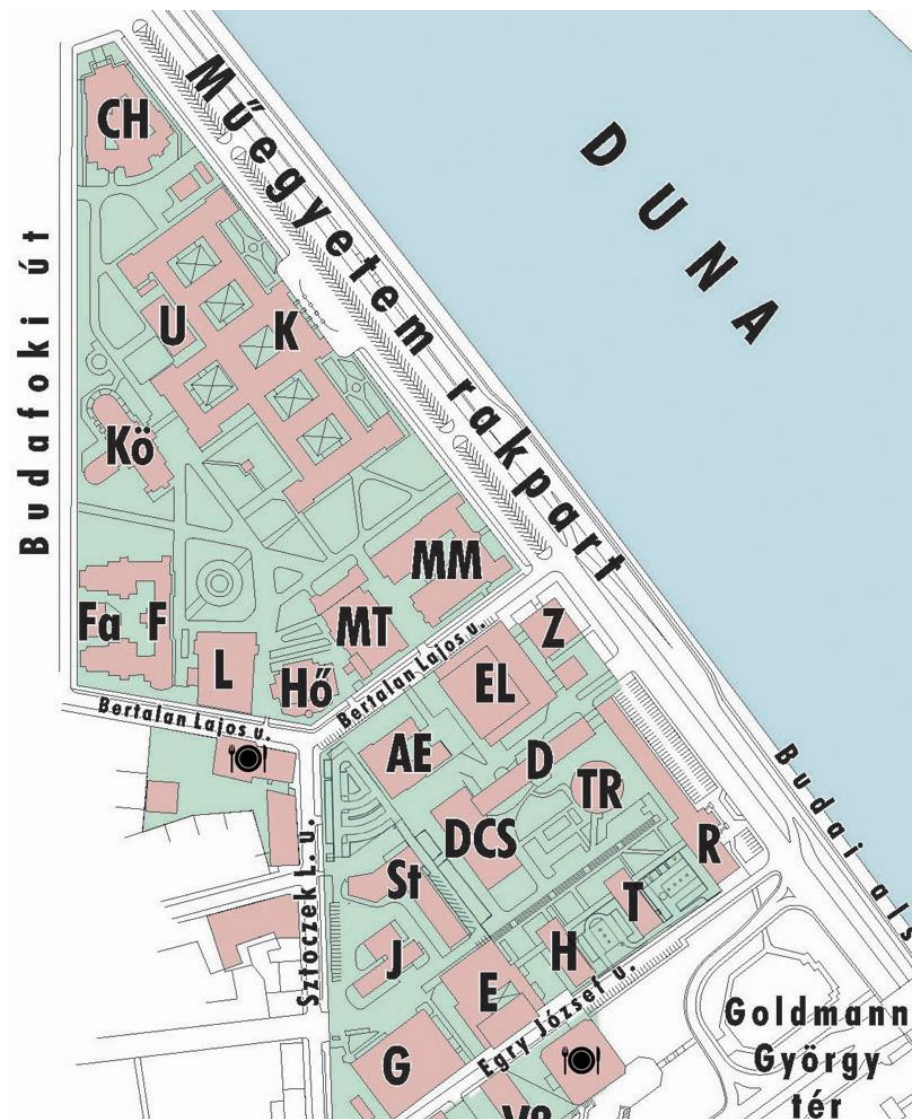
A laborgyakorlatokon időben kell megjeleneni. A késve érkező hallgatók a laborgyakorlaton nem vehetnek részt, és a labort a pótlási időszakban pótolniuk kell.

| Anyagtudomány laborgyakorlatok, BMEGEMTNG11, 2025/26. tanév 2. félév |                                                                                   |                                                         |                                                         |                                              |                                              |                                                                    |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Csoport/hét                                                          | 1. hét                                                                            | 2-3. hét                                                | 4-5. hét                                                | 6-7. hét                                     | 8-9. hét                                     | 10-11. hét                                                         | 12-13. hét                                                         |
| A csoport                                                            |  | ATT<br>Alkalmazott<br>elektronmikroszkópia<br>MT épület | ATT<br>Duplex acélok<br>fázisátalakulása<br>G épület    | ATT<br>Alakemlékező<br>ötvözetek<br>G épület | PT<br>Polimerek<br>morfológiája<br>T épület  | PT<br>Dinamikus mechanikai<br>tulajdonságok<br>PT (MT déli épület) | PT<br>Éghetőség<br>vizsgálata<br>PT (MT déli épület)               |
| B csoport                                                            |                                                                                   | ATT<br>Duplex acélok<br>fázisátalakulása<br>G épület    | ATT<br>Alkalmazott<br>elektronmikroszkópia<br>MT épület | PT<br>Polimerek<br>morfológiája<br>T épület  | ATT<br>Alakemlékező<br>ötvözetek<br>G épület | PT<br>Éghetőség<br>vizsgálata<br>PT (MT déli épület)               | PT<br>Dinamikus mechanikai<br>tulajdonságok<br>PT (MT déli épület) |



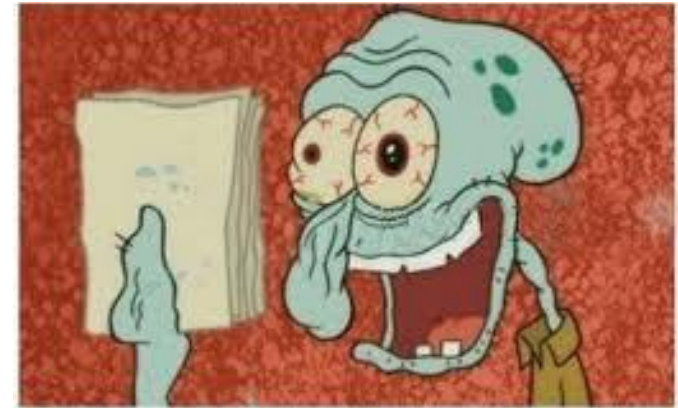
Kurzuskód  
tartalmazza

ATT elektronmikroszkópia - MT épület északi bejárat  
 ATT alakemlékező, hőkezelés – G épület  
 PT morfológia – T épület földszint  
 PT dinamikus, éghetőség – MT épület déli bejárat





**Tantárgyi követelményeket tiltott eszközzel teljesíteni szándékozó hallgatók szankcionálása: A tantárgyi követelményeket tiltott eszközzel vagy szabálytalanul teljesíteni szándékozó hallgatókkal szemben az 1/2013. (I. 30.) dékáni utasítás rendelkezéseinek alkalmazásával kell eljárni.**



A vizsga előtti éjszaka



- A tantárgy vizsgával zárul.
- A vizsga 50%-ban a fémes és 50%-ban a polimeres tananyagra épül
- A sikeres vizsgához a két részből külön-külön el kell érni a 40%-ot meghaladó szintet.
- A vizsga 2-2 rövid és 2-2 esszékérdésből tevődik össze.
- A vizsga időtartama 60 perc.
- A felkészüléshez a két tématerületből felkészítést segítő kérdéseket adunk ki. Fontos, hogy ezek nem tételsorok, a felkészülést segítik.
- Segítségként az előadások diasorait is közzé tesszük.

A kommunikáció hivatalos csatornája:

- *A tanszékektől a hallgatóság irányába: **Neptun***  
(eredmények megjelenítése, csoportos  
üzenetküldés)
- *A hallgatóktól a tanszékek felé: **e-mail***  
(egyéni kérdések, esetleges problémák  
kezelése)



Alapítva 1889



MT épület

# Anyagtudomány és Technológia Tanszék

<https://att.bme.hu>

- Tanszékvezető:

Dr. Szabó Péter János

- Oktatási felelős:

Dr. Kovács Dorina

- Laboratóriumok: MT és G épület

A BSc-s tananyagot összefoglaló hangos ppt-k az alábbi Teams-csoportban érhetők el:

<https://teams.microsoft.com/l/channel/19%3Ag0ZfKZhSGFzug46lZAaagACQbO2aJ6JxlOTAVWtRoWA1%40thread.tacv2/General?groupId=f39d5462-5e41-4869-92cb-ee0547bd65f1&tenantId=6a3548ab-7570-4271-91a8-58da00697029>





## *BSc képzés (alapképzés)*

### **Gépészmérnöki Szak**

**Alaptárgyak:** Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat (330 fő)

Fémek technológiája (200 fő)

**Anyagtechnológia szakirány** (80 fő)

(Képlékeny-) alakítástechnika, Hegesztés,  
Hőkezelés, Roncsolásmentes anyagvizsgálat  
Minőségirányítás

**Villamosmérnöki Szak** – Elektronikai technológia és  
anyagismeret (320 fő)

**Terméktervező Szak** – Anyagismeret (100 fő)

**Energetikai Szak** – Anyagok az energetikában (100 fő)

**Mechatronikai Szak** – Anyagismeret (100 fő)



## *MSc képzés (mesterképzés)*

### **Gépészmérnöki Szak**

**Alaptárgy:** Anyagtudomány (113 fő)

**Anyagtechnológia szakirány** (~10 fő)

Alakítótechnológiák elmélete

Öntészet, porkohászat

Hegesztés

Végeselemes tervezés (MSC MARC)

Kerámiák, kompozitok

Orvostechnikai anyagok

Korrózió, károsodás (fáradás, törés)

Mikroszerkezeti vizsgálatok

## *PhD képzés (doktori)*

**Anyag- és Gyártástechnológia alprogram**

**Anyagtechnológia részprogram**

## *Hegesztő szakmérnök képzés*

2 féléves képzés (~35 fő)

Magyar + EWE és IWE diploma



# Csatlakozz a Polimertechnika Szakosztályhoz!



## Mivel foglalkozunk?

- Gyárlátogatások
- Projektek, workshopok
- Előadások
- Kapcsolatépítés
- Közösségépítés



## Keress minket itt:



polimertechnikaszakosztaly@gmail.com



<https://www.facebook.com/polimertechnikaszakosztaly>



[https://www.instagram.com/polimertechnika\\_szakosztaly/](https://www.instagram.com/polimertechnika_szakosztaly/)

## ***Anyagok***

- ❖ Fémek
- ❖ Kerámiák
- ❖ Fémmátrixú kompozitok, fémhabok
- ❖ Orvostechnikai anyagok
- ❖ Mágneses anyagok

## ***Technológiák***

- ❖ Hegesztés
- ❖ Hőkezelés
- ❖ Képlékeny alakítás

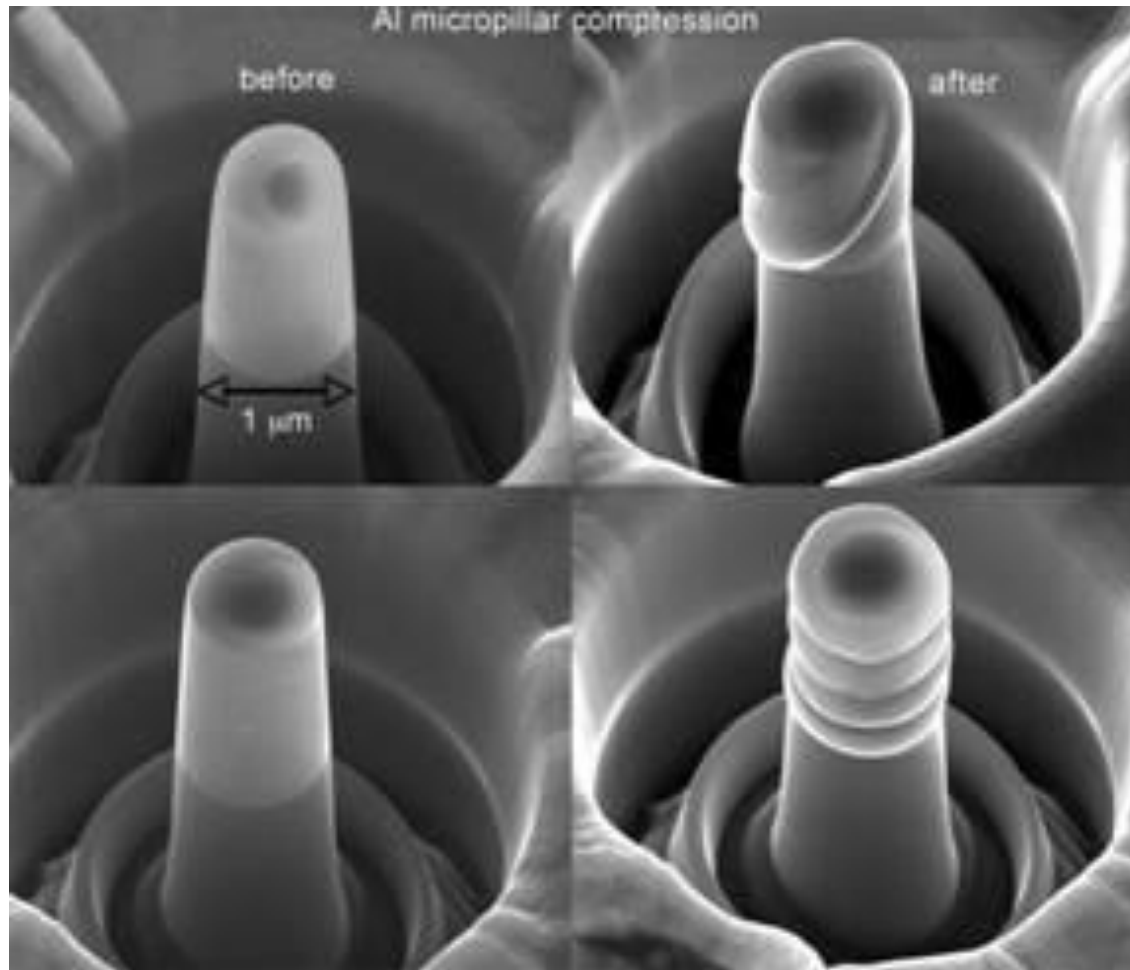
## ***Károsodás, anyagvizsgálat***

- ❖ Mechanikai
- ❖ Mikroszerkezeti
- ❖ Korróziós

# Példák a Tanszéken folyó kutatómunkákból

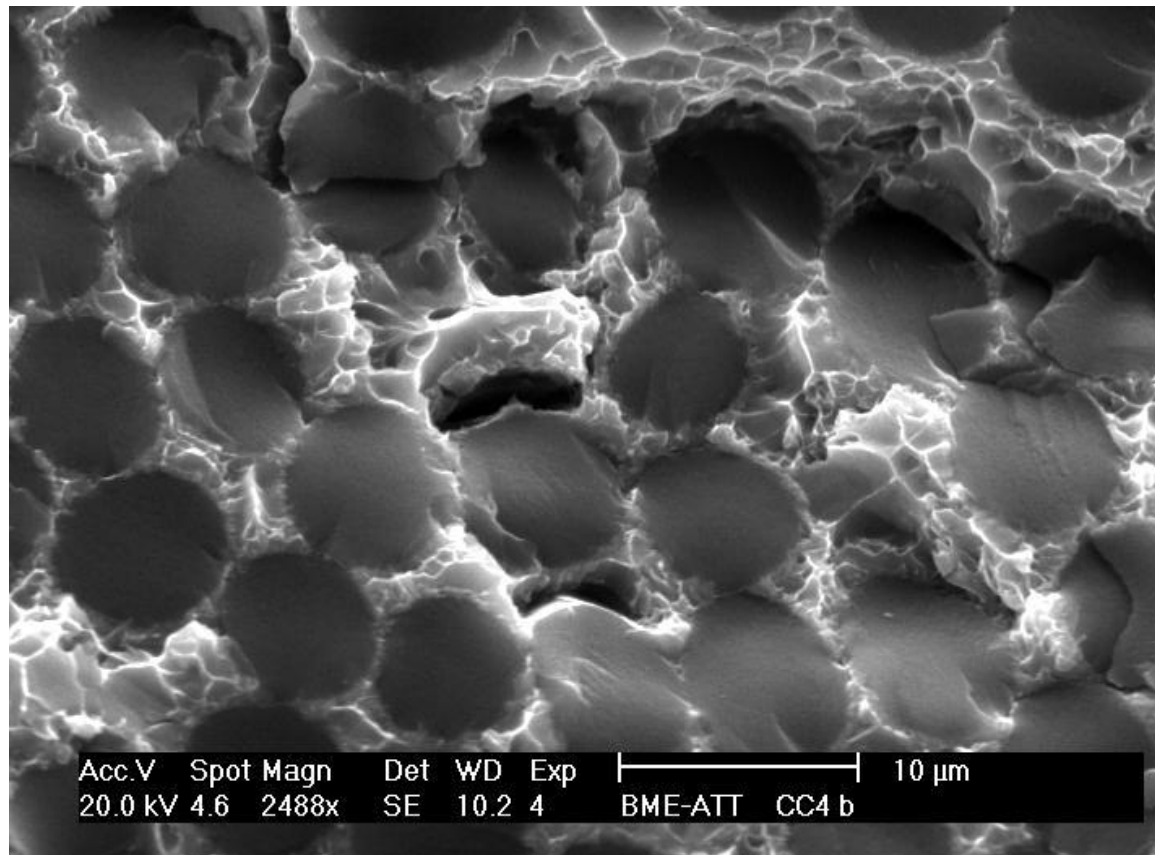
Lehetséges TDK, diplomaterv és  
doktori témák

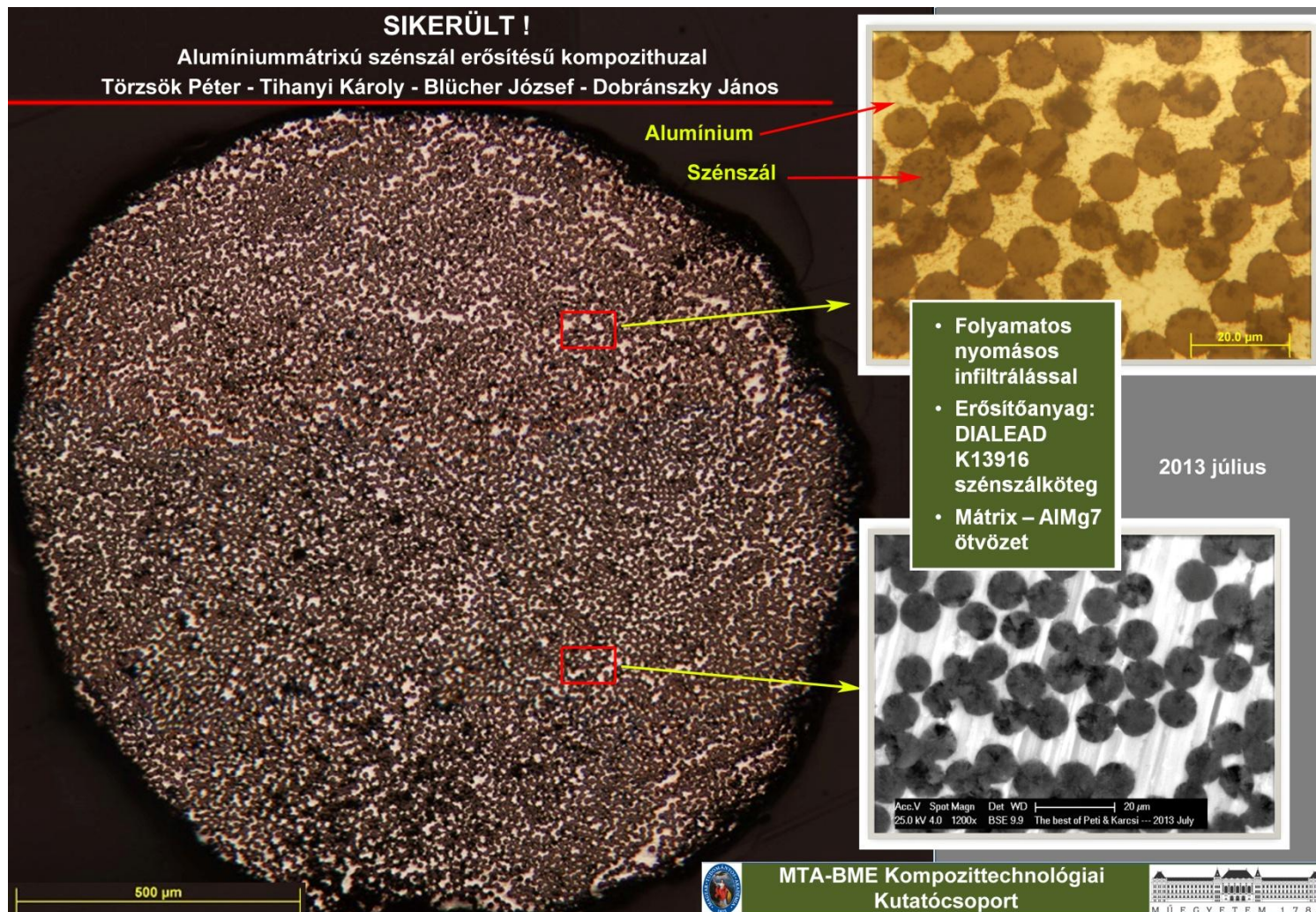




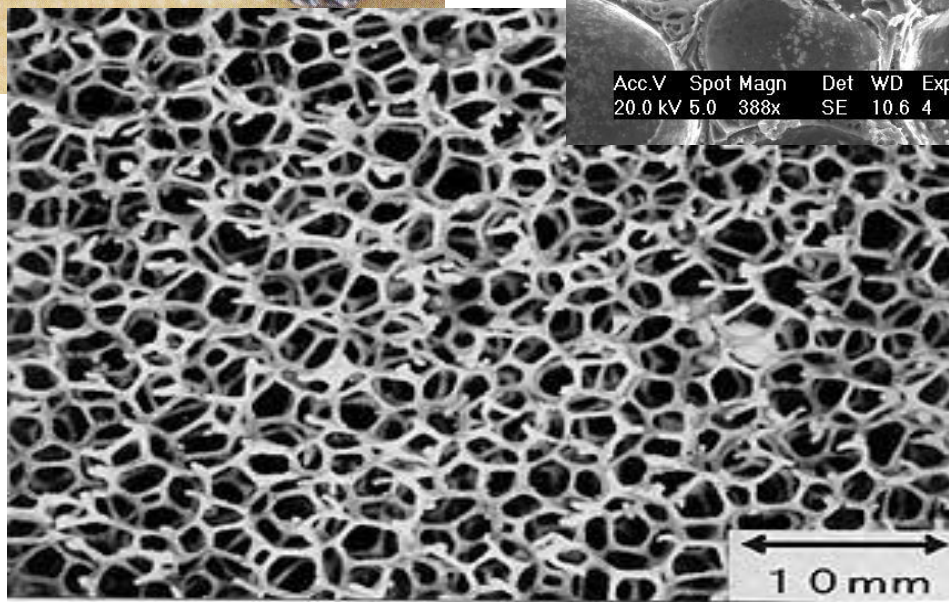
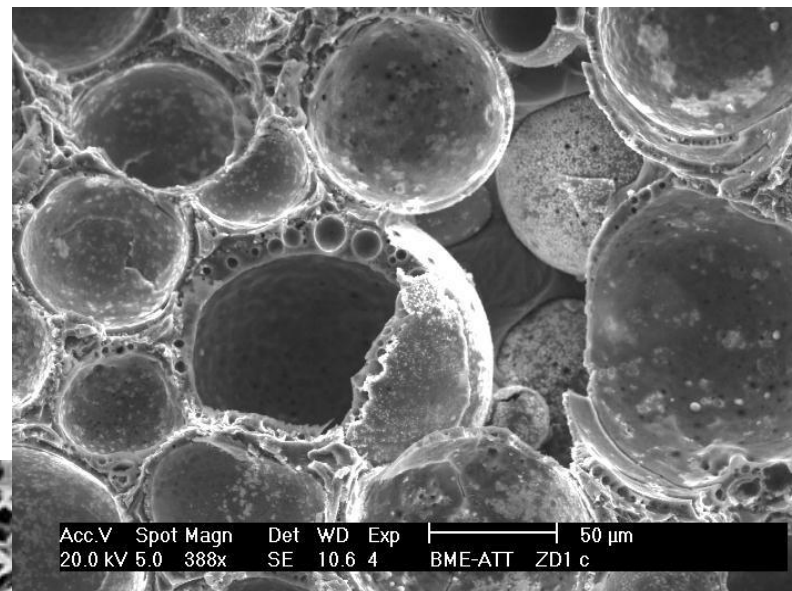
## *Kompozitok*

- ❖ Könnyűfém mátrix
- ❖ Szál, részecske...
- ❖ ~60 tf% térkitöltés
- ❖  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , C, SiC
- ❖ Hibrid kompozitok
- ❖ Dupla kompozitok
- ❖ Folyamatos módszer

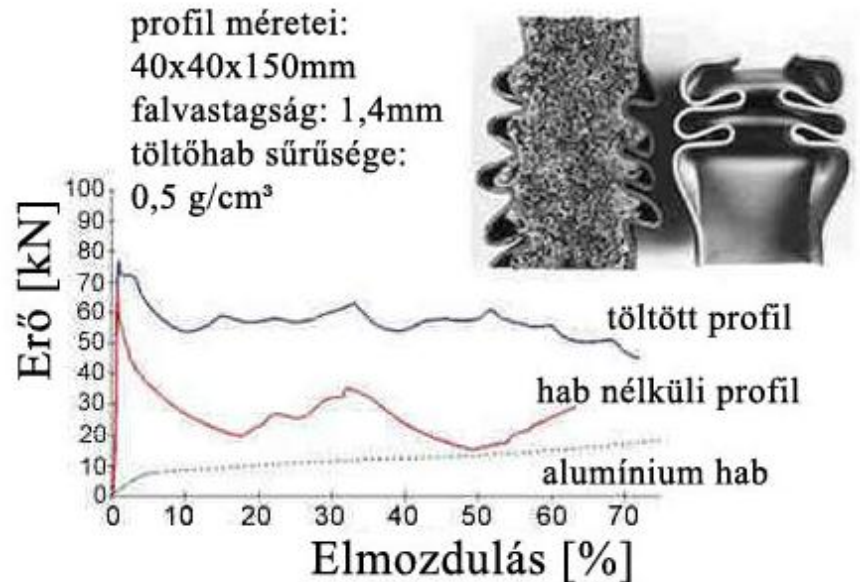
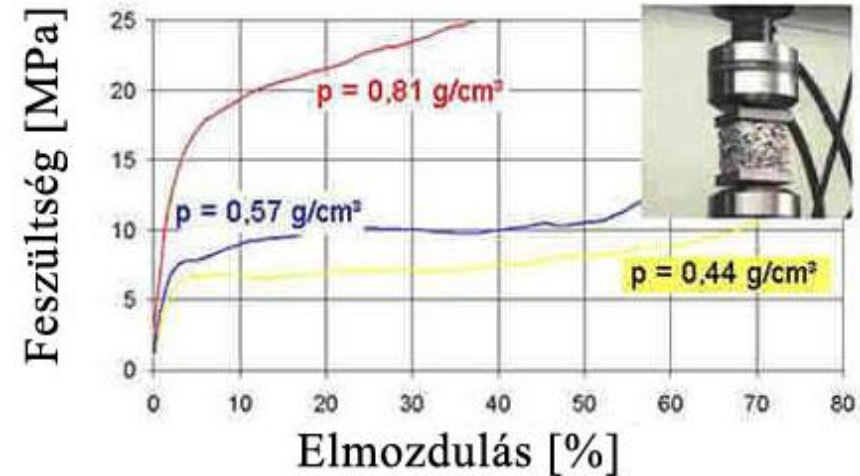








- Hosszú platós szakasz
- Sorozatosan összeroppanó cellák
- A görbe alatti terület arányos az elnyelt energiával
- Optimális sűrűség meghatározása
- Ütközők deformációja



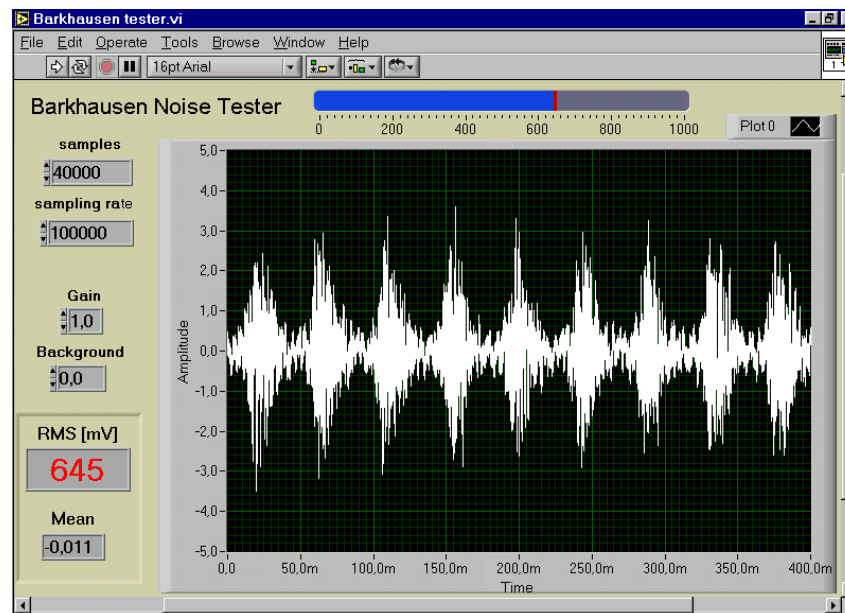
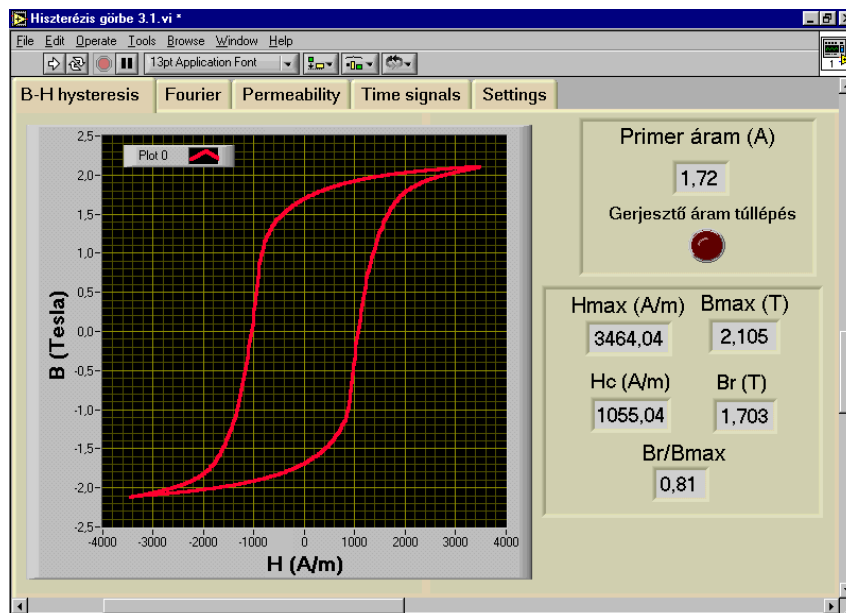
## ***Mágneses vizsgálatok***

- ❖ Dia-, paramágneses anyagok vizsgálata
- ❖ Kemény mágnesek vizsgálata
- ❖ Lágymágneses anyagok vizsgálata (*amorf, nanokristályos*)
- ❖ Magnetostrikció mérése

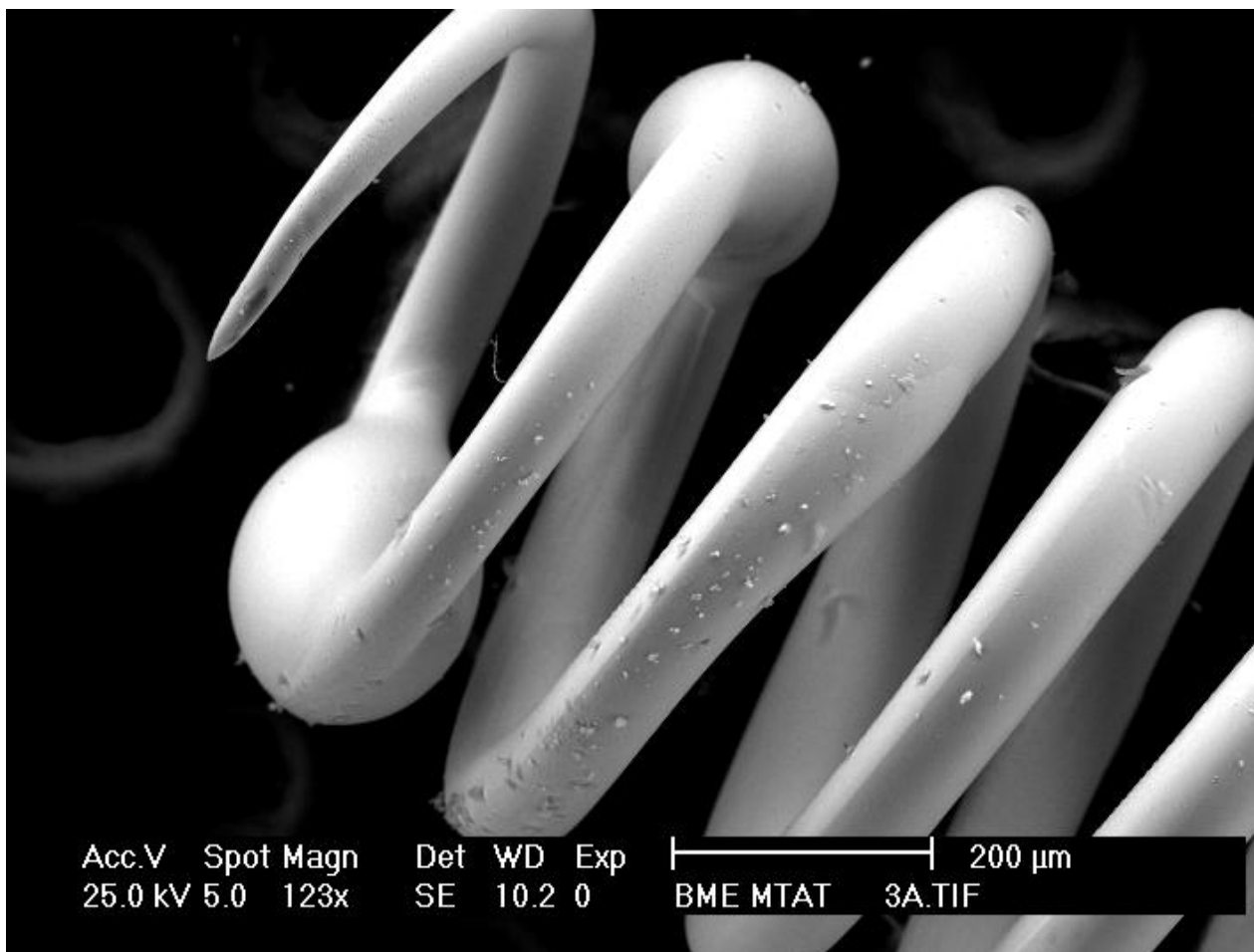
## ***Anyagvizsgálati alkalmazások***

- ❖ Mechanikai feszültségi állapot vizsgálata
- ❖ Szövet ill. diszlokációs szerkezeti változások vizsgálata
- ❖ Mágneses vizsgáló eljárások és mérőeszközök fejlesztése (hardware, software, adatgyűjtés)



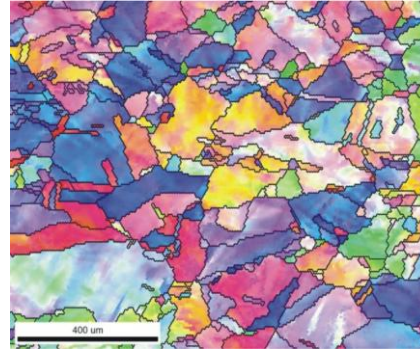


- ❖ AISI 430 ferrites , AISI 304 ausztenites, SAF 2507 duplex, Lean-duplex korrózióálló acél vizsgálata
- ❖ Hőerőművi kazán túlhevítő csövek , ipari csővezetékek feszültségi állapotának vizsgálata
- ❖ Amorf és nanokristályos anyagok, Fe-Si transzformátor lemezek vizsgálata

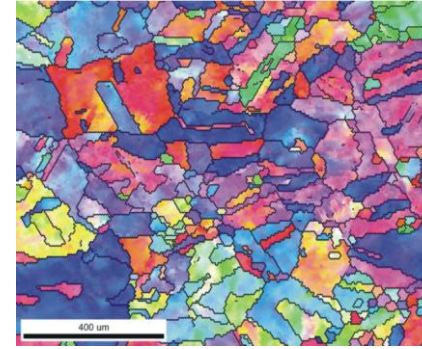




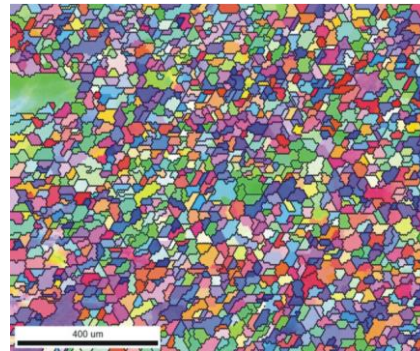
- Nagy diszlokációsűrűségű anyagok hőkezelése
- Diszlokációsűrűség növelése
  - erőteljes képlékeny alakítással
  - martenzit létrehozásával
- Cél lehet még a speciális szemcsehatárok arányának növelése



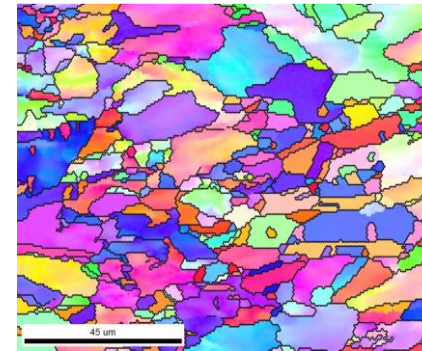
a



b



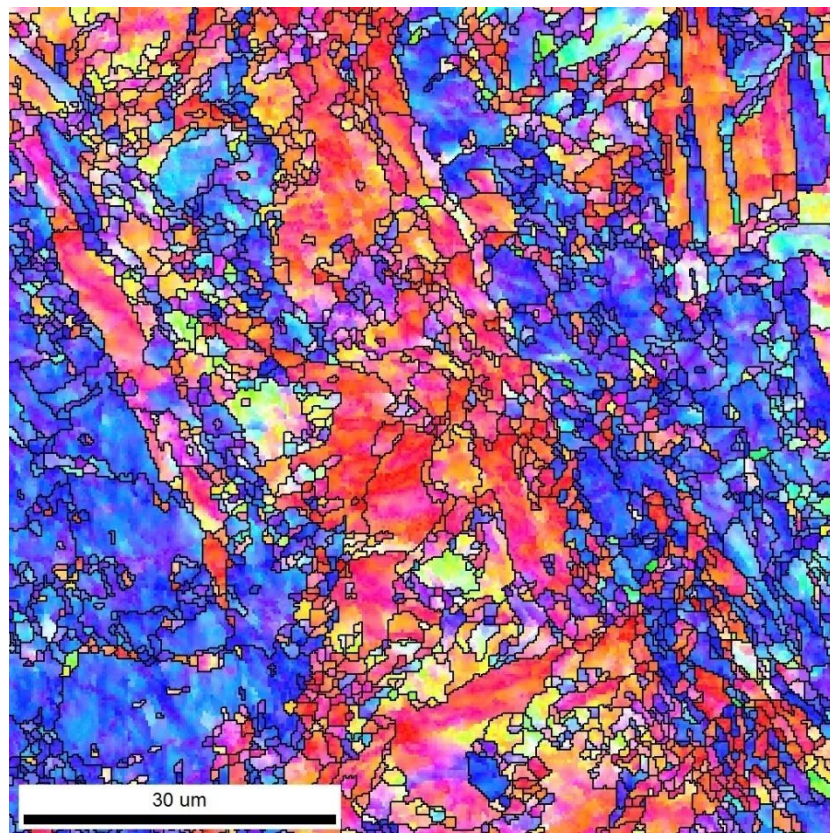
c



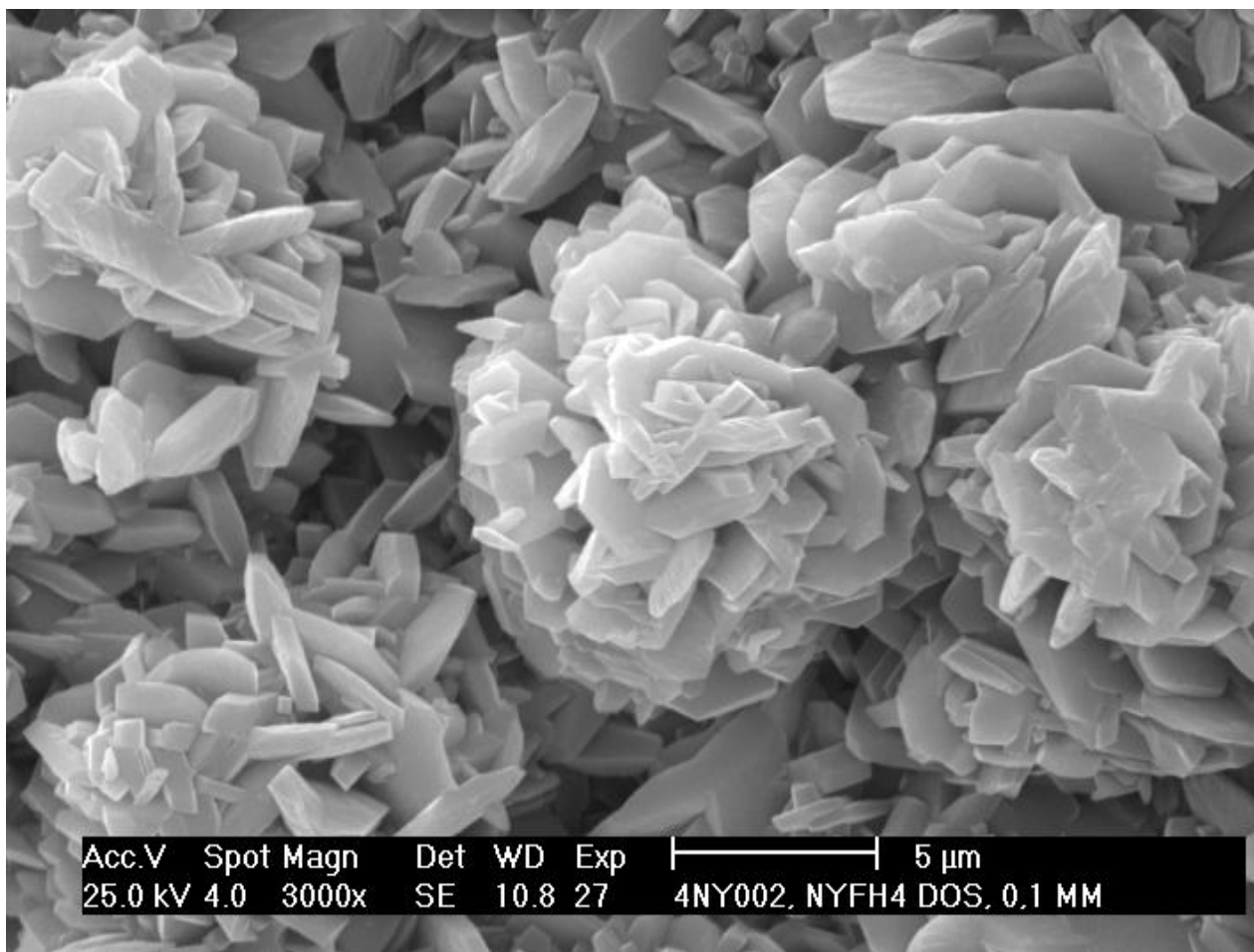
d

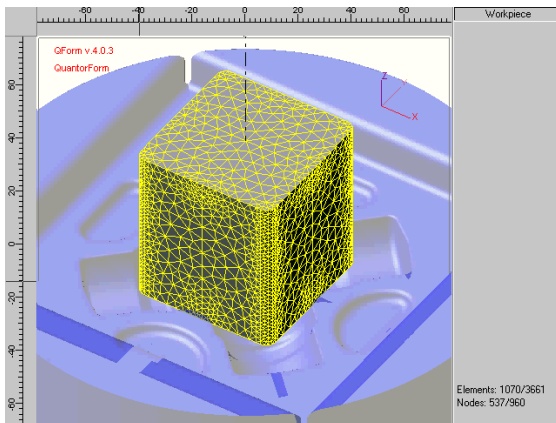
| Ciklusok száma                        | 1    | 2    | 3    | 4   |
|---------------------------------------|------|------|------|-----|
| Átlagos szemcsenagyság, $\mu\text{m}$ | 44   | 45   | 17   | 2,5 |
| Kisszögű határok aránya, %            | 49,2 | 49,7 | 10,4 | 4,3 |











## Lemezalakító technológiák

Alakíthatósági vizsgálatok

Lemezanyag minősítése

## Térfogatalakító technológiák

Hidegfolytatás, redukálás, zömítés

Süllyesztékes kovácsolás tervezése

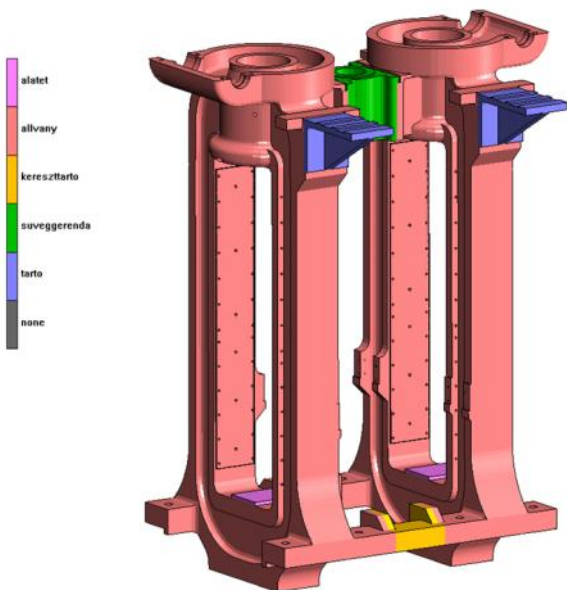
Anyagjellemzők meghatározása

Súrlódás, kenőanyag minősítése

## Folyamatmodellezés

Szerszám és berendezés terhelhetőségi vizsgálata

## Görgőzött termék

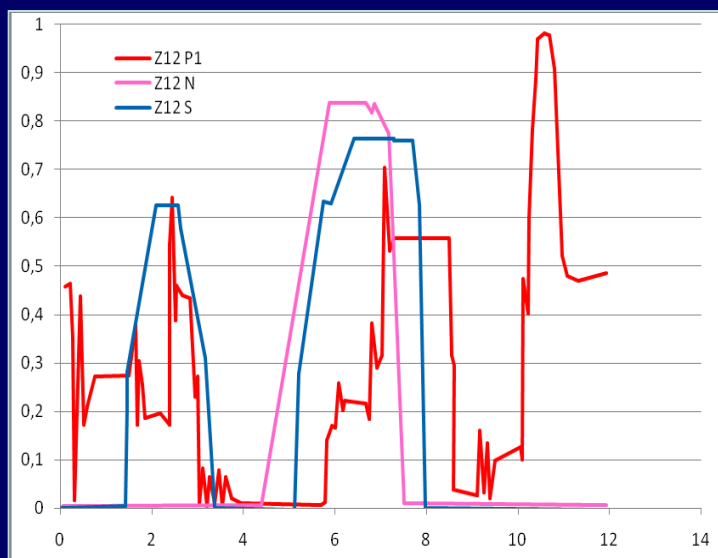
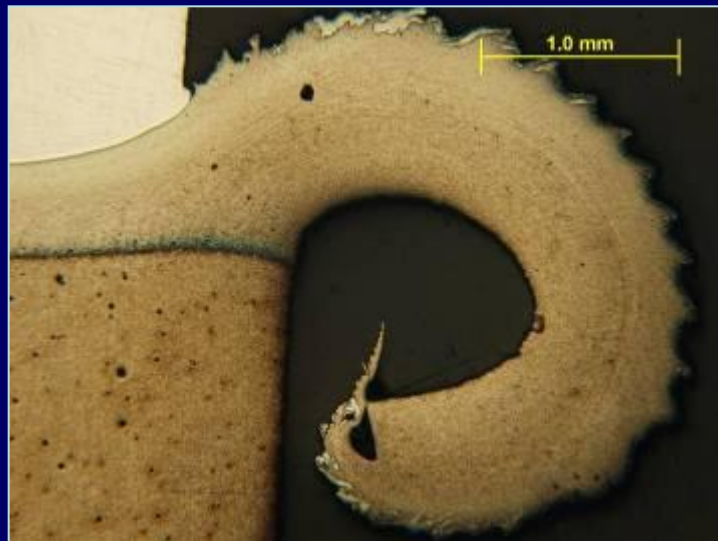


Üzemi hengerállvány

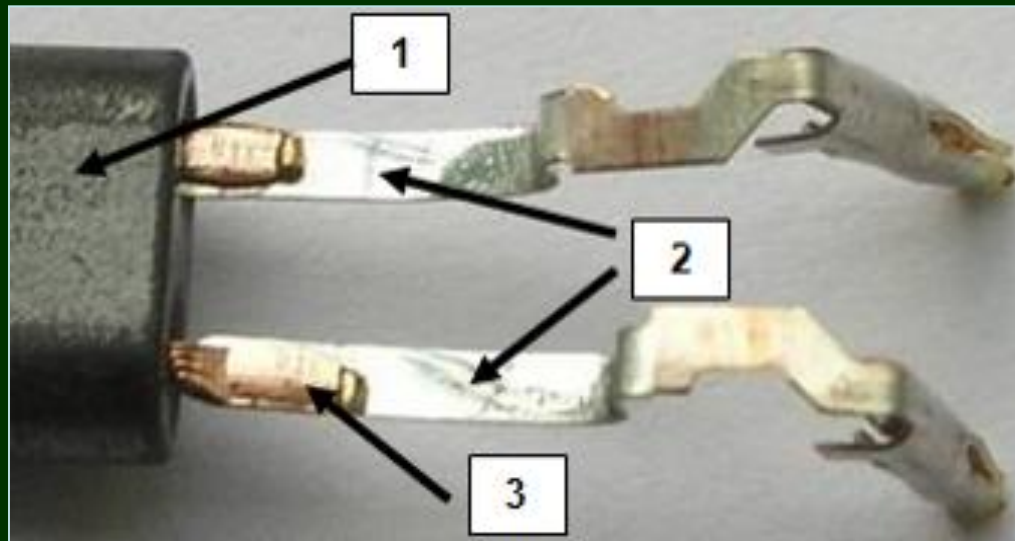




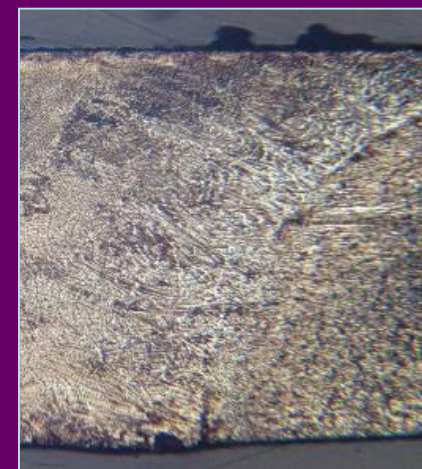
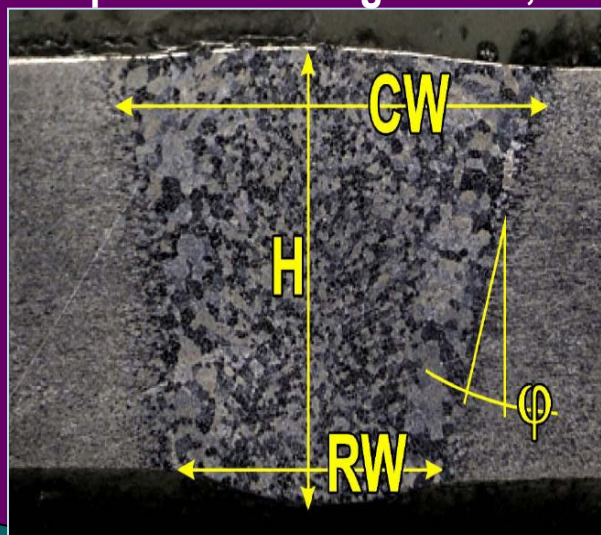
## Dörzshegesztési folyamat elemzése



## Réz-réz mikrohegesztés: lézersugaras és ellenállás- ~

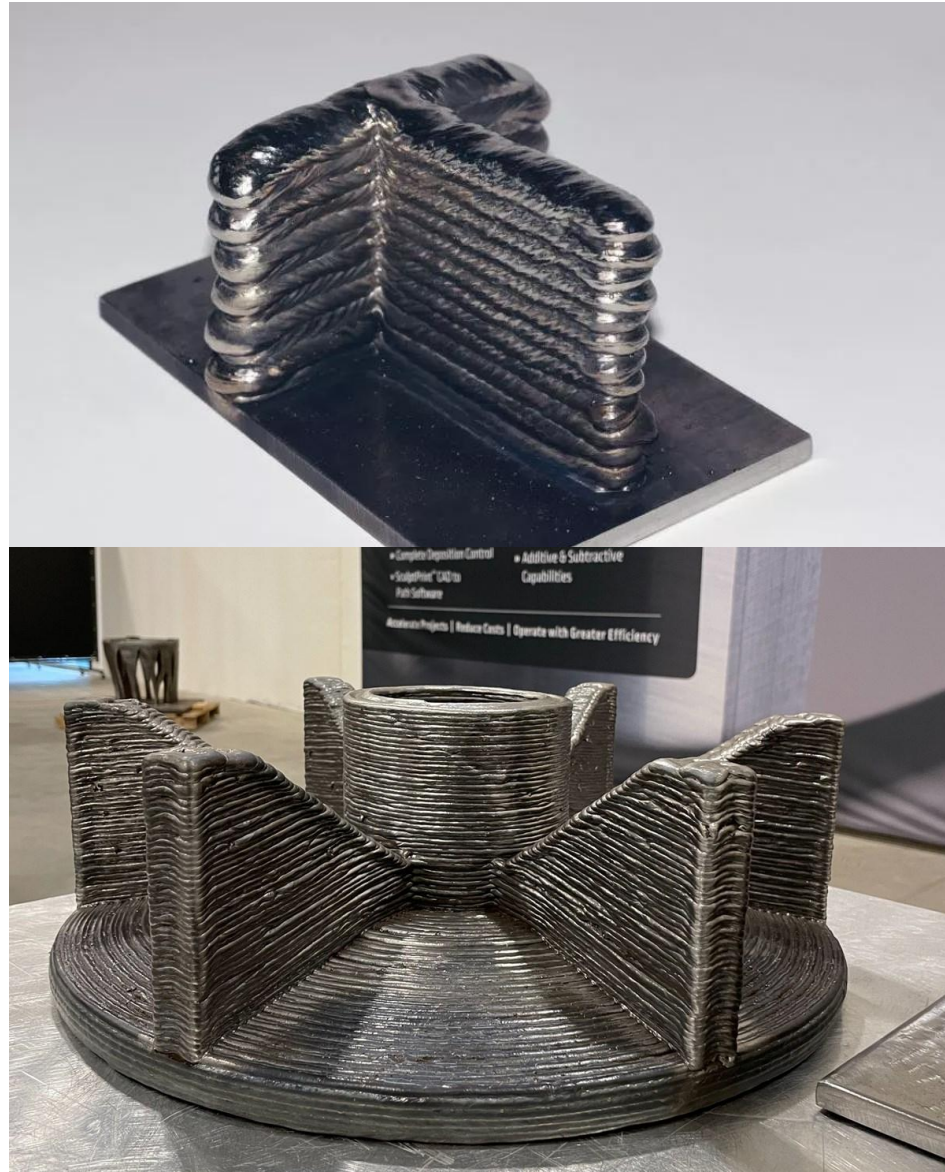
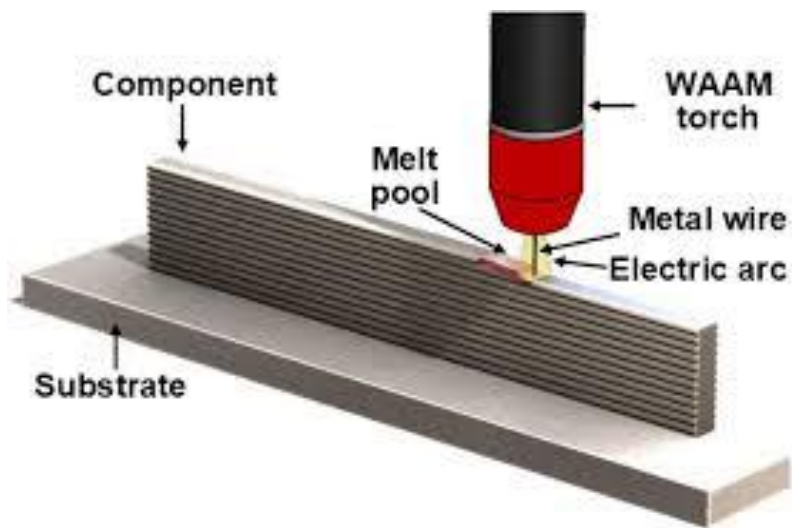


## Duplex acélok hegesztése, ATIG, termikus öregítése

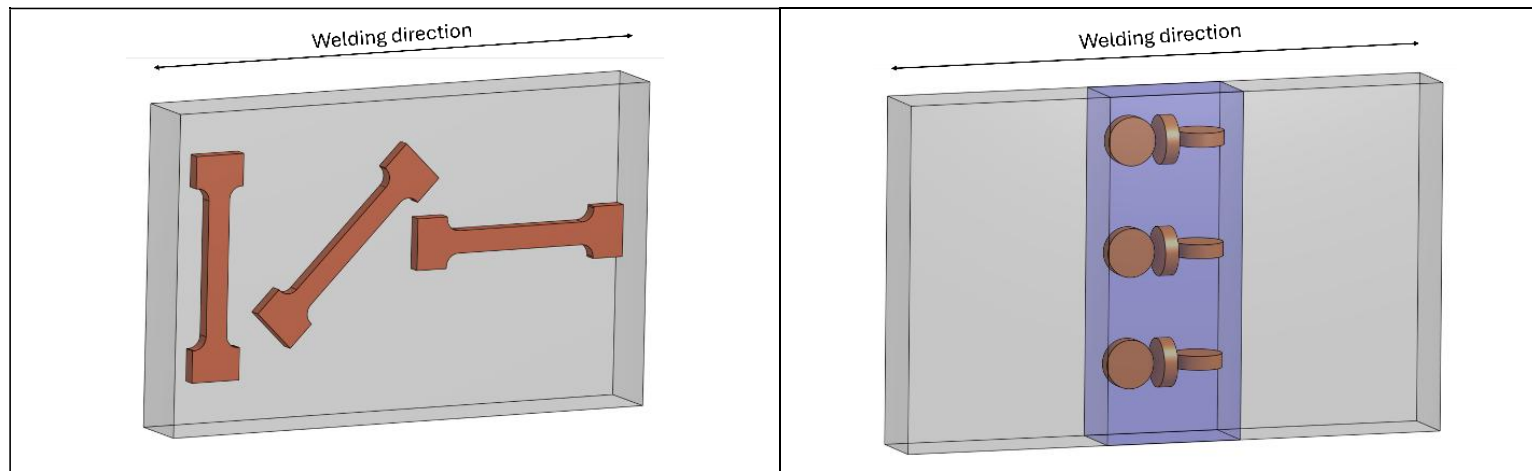




## Wire Arc Additive Manufacturing



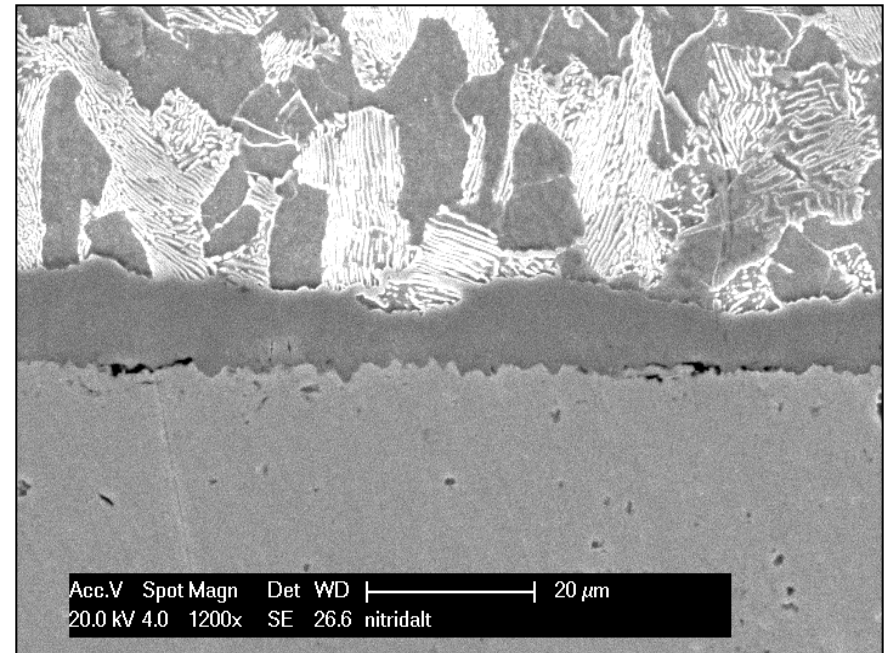




A rétegről rétegre történő felépítés összetett hőciklusokat eredményez, amelyek lokális mikrostrukturális inhomogenitáshoz és irányfüggő mechanikai viselkedéshez vezetnek. Ezek a jelenségek hagyományos, nagyméretű próbatesteken végzett vizsgálatokkal csak részben tárhatók fel, különösen akkor, ha a WAAM-mal gyártott szerkezeteket utólagos hőkezelésnek vagy képlékeny alakításnak vetik alá.

Fontos feladat a WAAM-eljárással előállított duplex acélok makroszkopikus és lokális anizotrópiájának feltárása, valamint a háttérben álló fázisspecifikus deformációs mechanizmusok azonosítása.

- Reaktív gázközegben történő izzítás
  - Felületi karbontartalom növelése → cementálás
  - Felületi nitrogéntartalom növelése → nitridálás
  - Cél: kopásállóbb, keményebb felületek létrehozása





# Zatt Mechanikai anyagvizsgálat

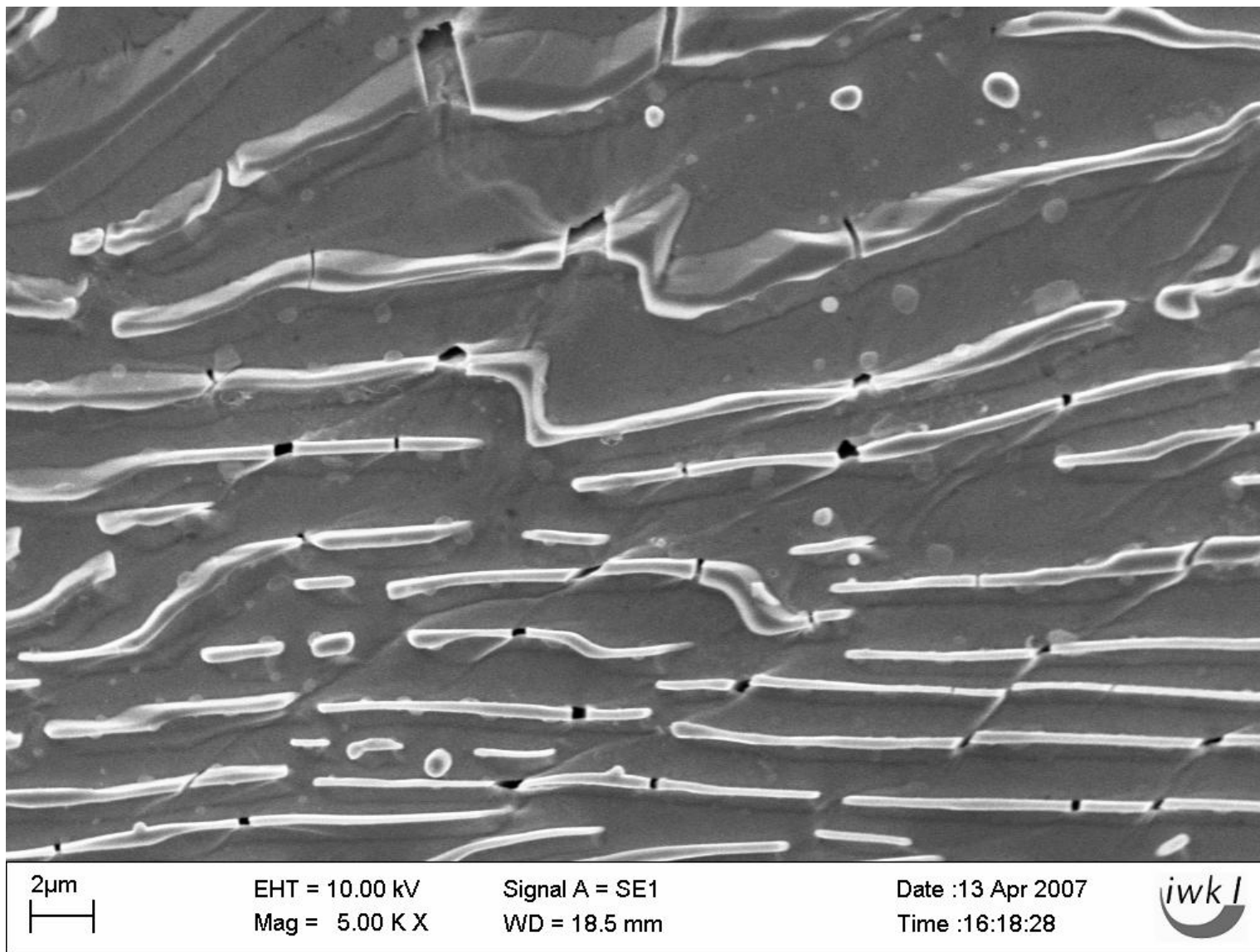
- ❖ Szakítóvizsgálat
  - 5 kN, 100 kN, 250 kN
- ❖ Törésmechanika
  - $K_{Ic}$ , J, da/dN
  - CT, TPB
- ❖ Kisciklusú fárasztás
- ❖ Univerzális gépek
- ❖ Keménységmérés
  - HR, HB, HV, HK, ...
  - mikrokeménység
- ❖ Ütőmunka (300 J)



*spektrométer*

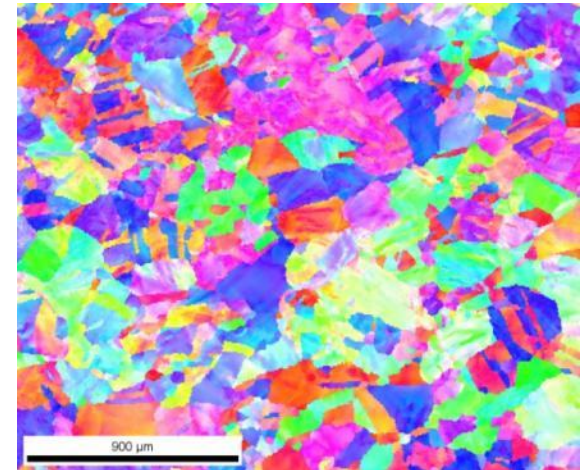
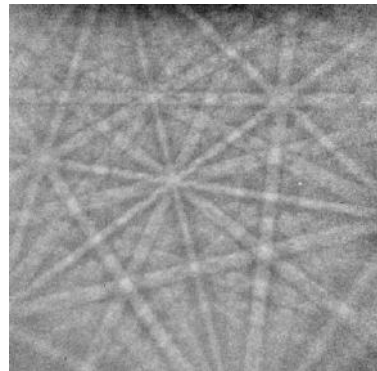
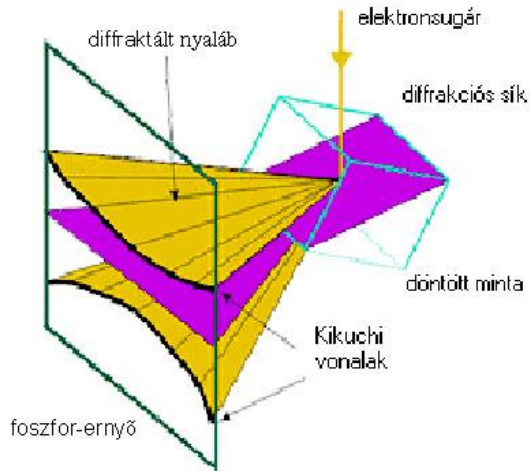






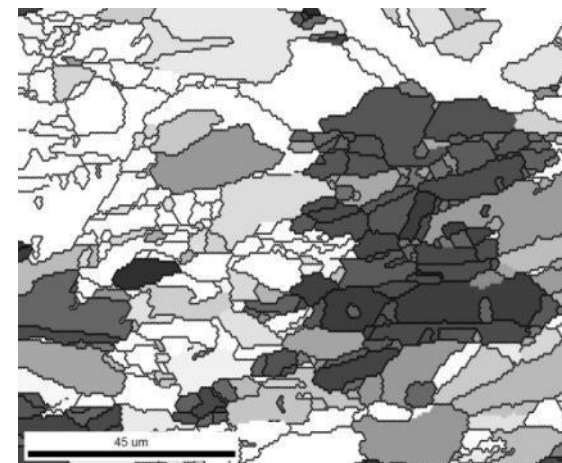
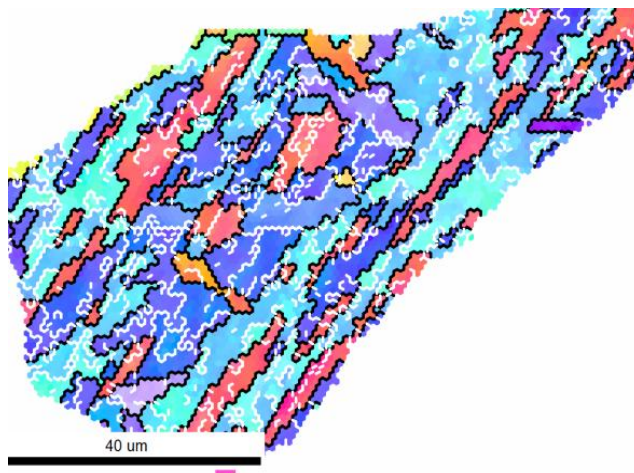
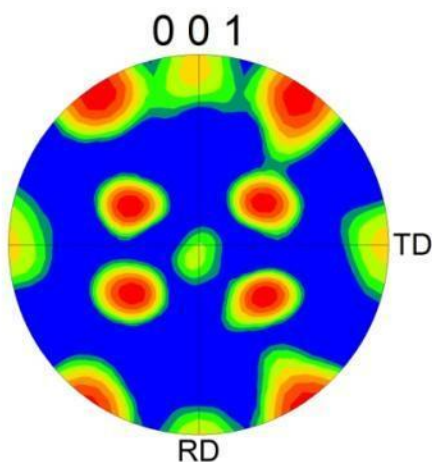
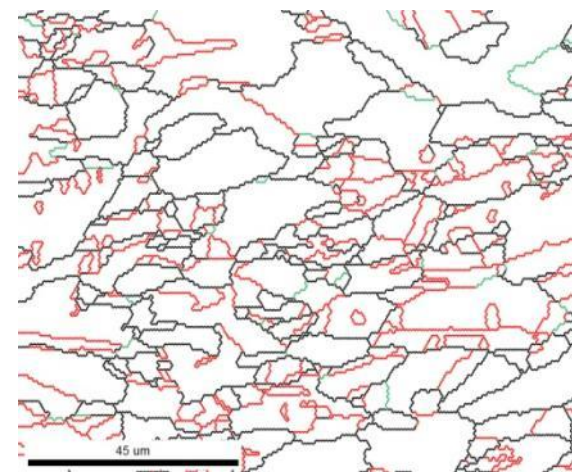


## Visszaszórt elektron-diffrakció, EBSD



- ❖ Egyedi mérési pontok orientációjának gyors meghatározása
- ❖ Statisztikus mennyiségű adat
- ❖ Textúra meghatározás
- ❖ Szemcsehatárok vizsgálata
- ❖ Szemcsék belső deformációjának vizsgálata

- ❖ fémek szemcsehatár-szerkezetének tudatos módosítása
- ❖ léces martenzit orientációs viszonyainak vizsgálata
- ❖ újrakristályosodás mértékének meghatározása
- ❖ intenzív képlékeny alakítás hatásának vizsgálata a szemcsehatár-szerkezetre és a textúrára



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,  
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 7. MT épület

Tel.: +36 1 463 1234

Fax: +36 1 463 1366

E-mail: [matsci@eik.bme.hu](mailto:matsci@eik.bme.hu)  
[att.bme.hu](mailto:att.bme.hu)