

OTKA 48708

Lézerrel színterelt vagy olvasztott gyorsprototípusok tulajdonságfejlesztése

Zárójelentés

OTKA - T048708 támogatásáért

Vezető kutató:
dr. Takács János
tanszékvezető, egyetemi tanár



Budapest, 2009. május



Vizsgált anyagok, alkalmazott eszközök

Anyagok:

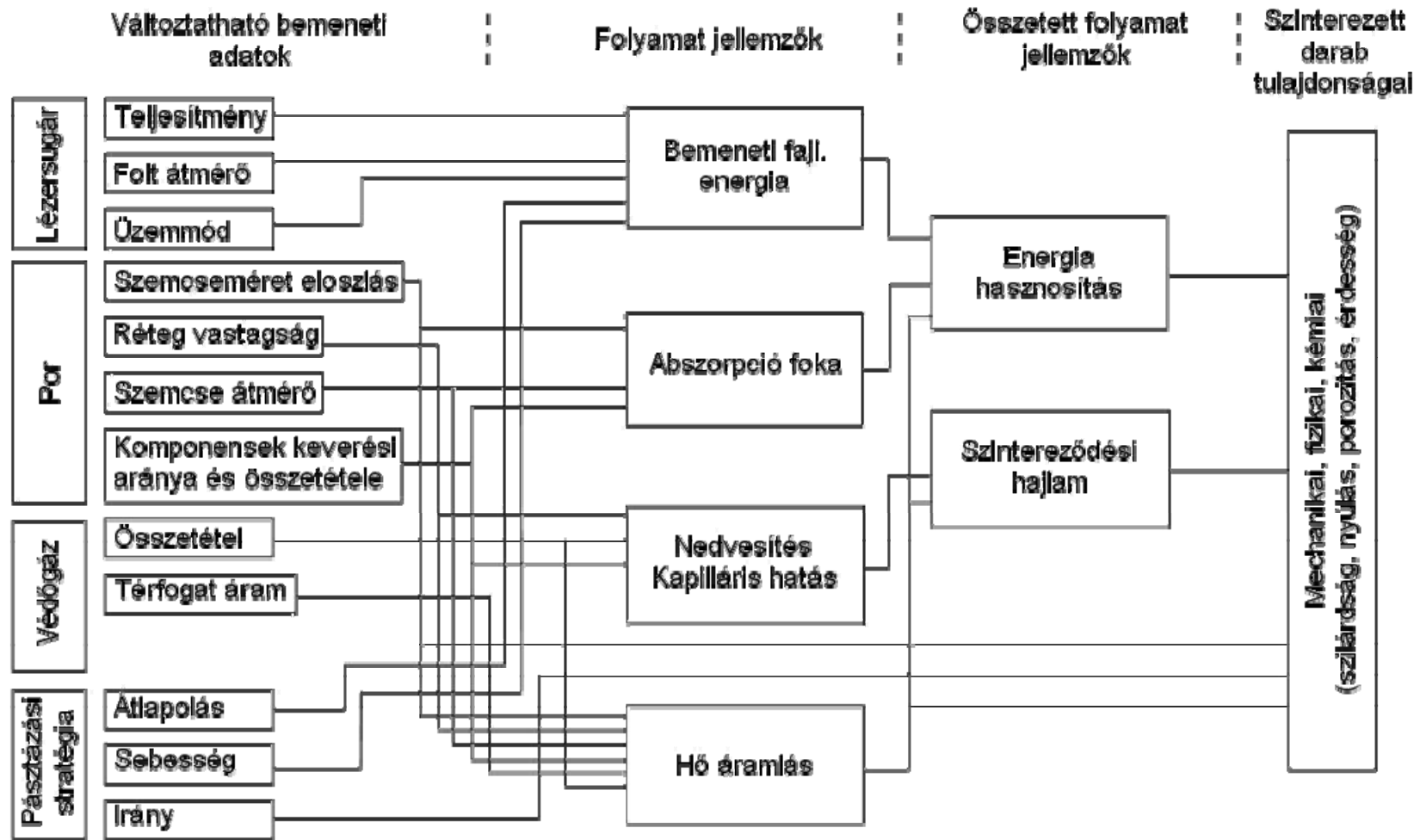
- **Vas-nikkel-foszforbronz** fémporkeverék (72 tömeg% vaspor, 20 tömeg% nikkelpor és 8 tömeg% foszforbronzpor), a foszforbronz eutektikus összetételű, azaz 8,5 tömeg% foszfort tartalmaz a réz.
- A súrlódási viszonyok tanulmányozásához: **Ertalon® 66-GF30 poliamid** (Quadrant)

Eszközök:

- BME JJT: Oerlicon OPL 2000 CO₂ lézer, FRANKE SM2000 CNC vezérlő, ZEISS NEOPHOT 21 mikroszkóp, INSTRON 1195 szakítógép, MITUTOYO SurfTest 301 érdesség mérő, RODENSTOCK RM600 felületi topográf
- BME ATT: PHILIPS XL 30 elektron mikroszkóp és JEOL JSM-840
- AC²T GmbH: Disk-on-cylinder ("tárcsa a hengeren") rendszerű átalakított STEYR SLPG11, Hottinger Baldwin MGCplus adatgyűjtő, HOMMEL TESTER T4000 érdességmérő, NANOFOCUS µSurf® 3 dimenziós felületi topográf, PHILIPS XL 40 elektron mikroszkóp, FUJI DIGITAL TACHO kézi fordulatszám-mérő, SARTORIUS CP2245-0CE mérleg
- ME FKT: D8 ADVANCE (BRUKER AXS) röntgendiffrakciós berendezés



Lézeres szinterezését befolyásoló tényezők meghatározása



Hardver eszközök

Oerlicon OPL 2000 lézertűforrás

Folyamat vezérlő számítógép

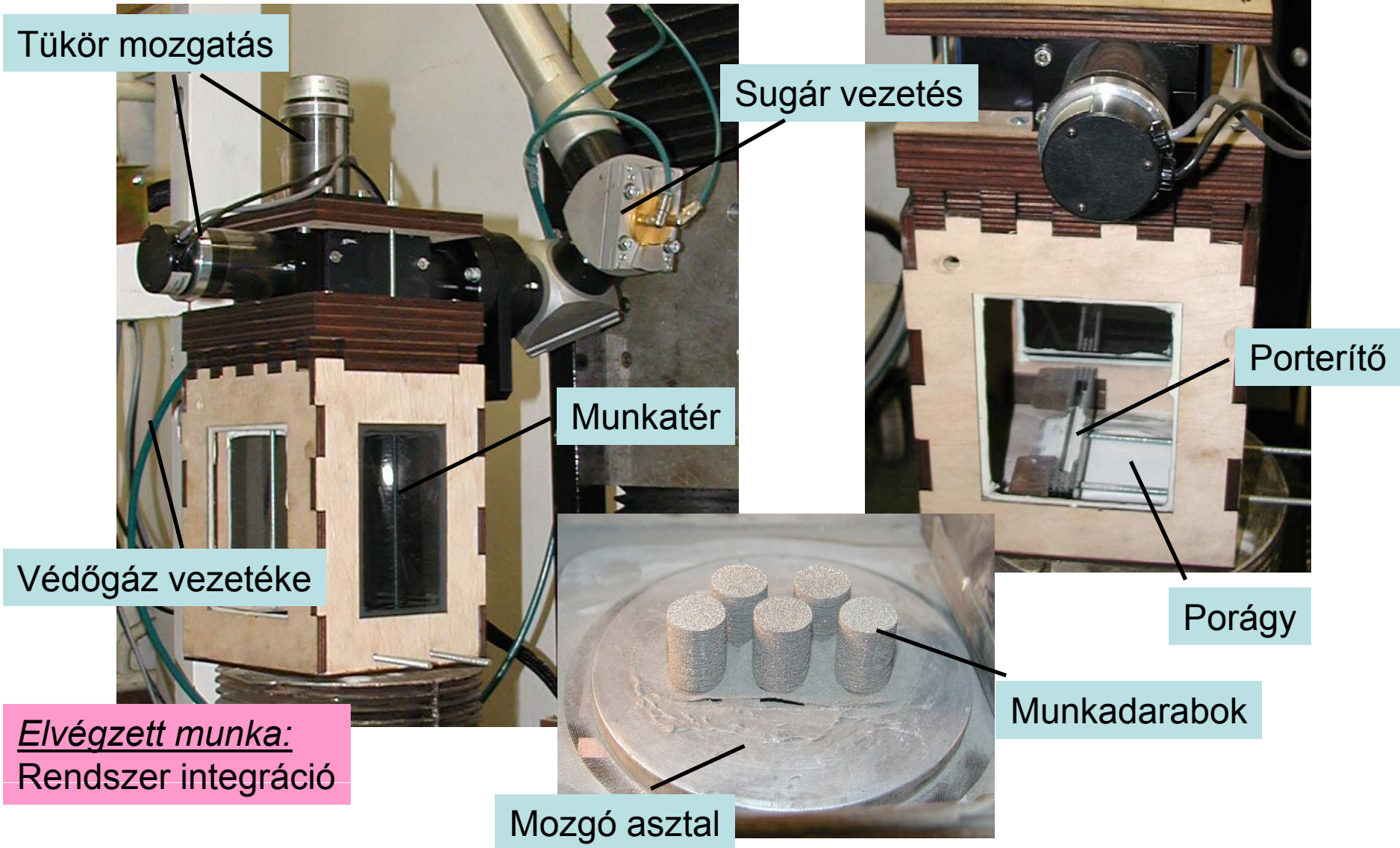


Franke SM2000
CNC vezérlő



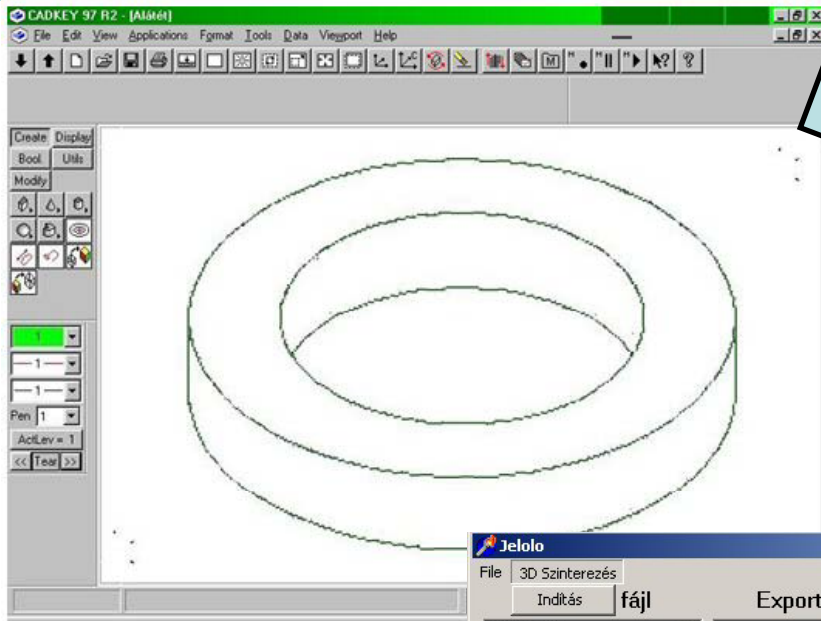
Elvégzett munka:
Rendszerterv
Rendszerépítés

Lézeres szinterező berendezés kamrája

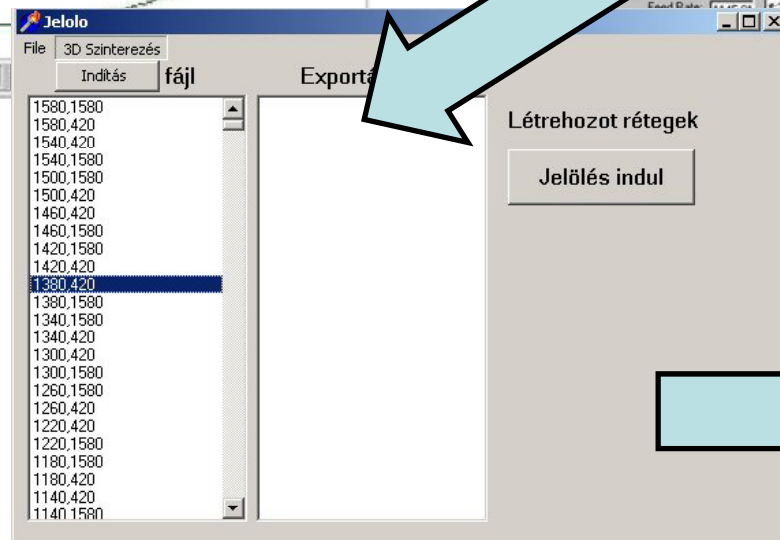
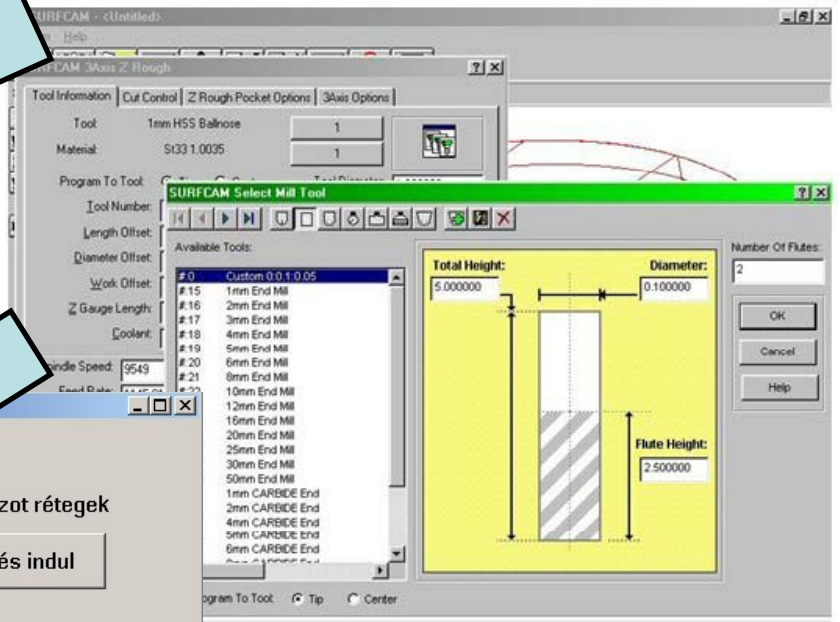


Szoftver eszközök illesztése, program fejlesztés

Modell a CADKEY 3D tervező szoftverben



SurfCAM pályaleképező és postprocesszáló modul



Elvégzett munka:
Illesztés
Program fejlesztés

Hardver

Delphi nyelven megírt jelölő program

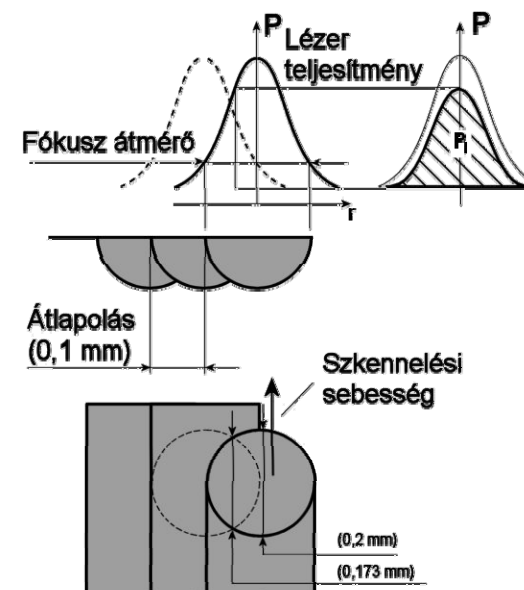
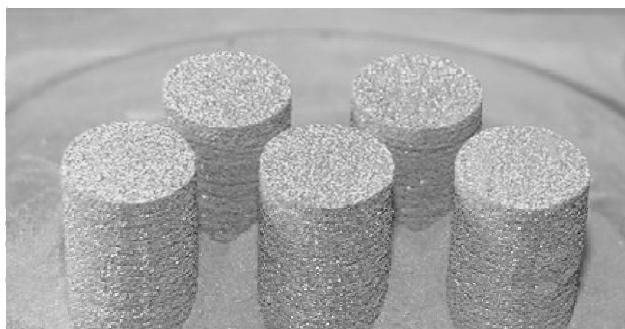
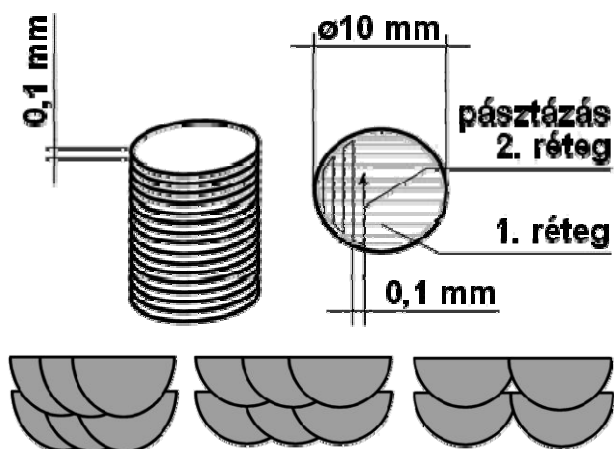
A kutatás eredménye

Integrált hardver és szoftver -- működő kutató rendszer megépítése,

• amely a kereskedelemben kapható gépeknél szélesebb skálájú paraméter beállítást tesz lehetővé, a modell gyártásban, változtatható:

- a pásztázási sebesség, az átfedés, a rétegvastagság;
- lézer fókuszfolt átmérő, teljesítmény, üzemmód;
- védőgázzal feltölthető zárt tér (kis hőelvonási kapacitással);
- amelyben a pontosságot befolyásoló tényezők:
 - szemcseméret
 - fókuszfolt átmérő
 - mozgató mechanizmus pontossága
 - rétegvastagság

A lézer szinterezett munkadarabok gyártása és minősítése



Hengeres alakú ($\varnothing 10$ mm x 15 mm) munkadarabok;

CO₂ lézert, folyamatos (cw) üzemmód, 150 W teljesítmény, 0,2 mm fókuszfolt átmérő, 0,1 mm-es pásztázási távolság (azaz 50%-os átlapolás);

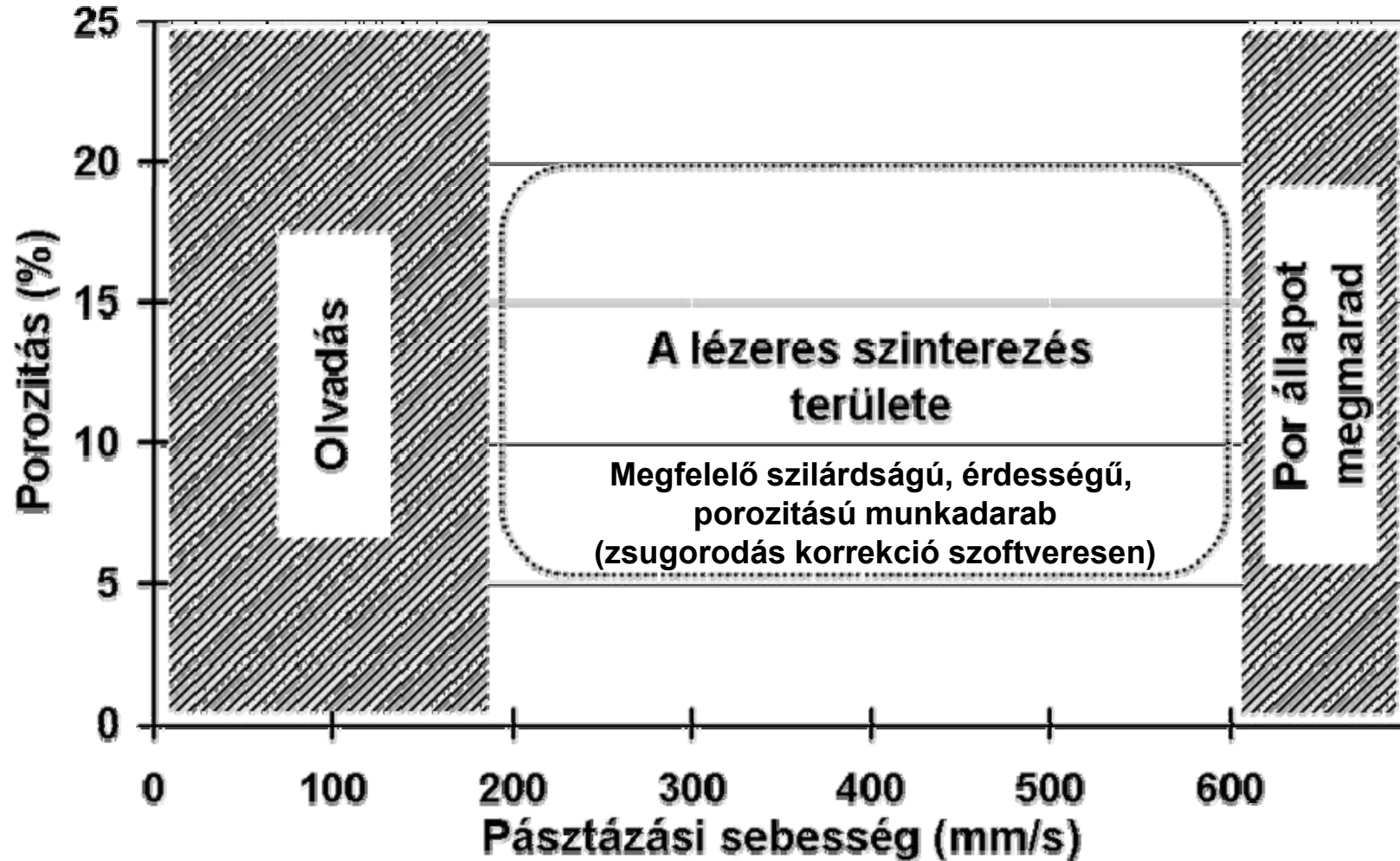
Pásztázási sebesség: 200, 300, 400, 500 és 600 mm/s;

Környezet: argon védőgáz, légköri nyomáson, környezeti hőmérsékleten;

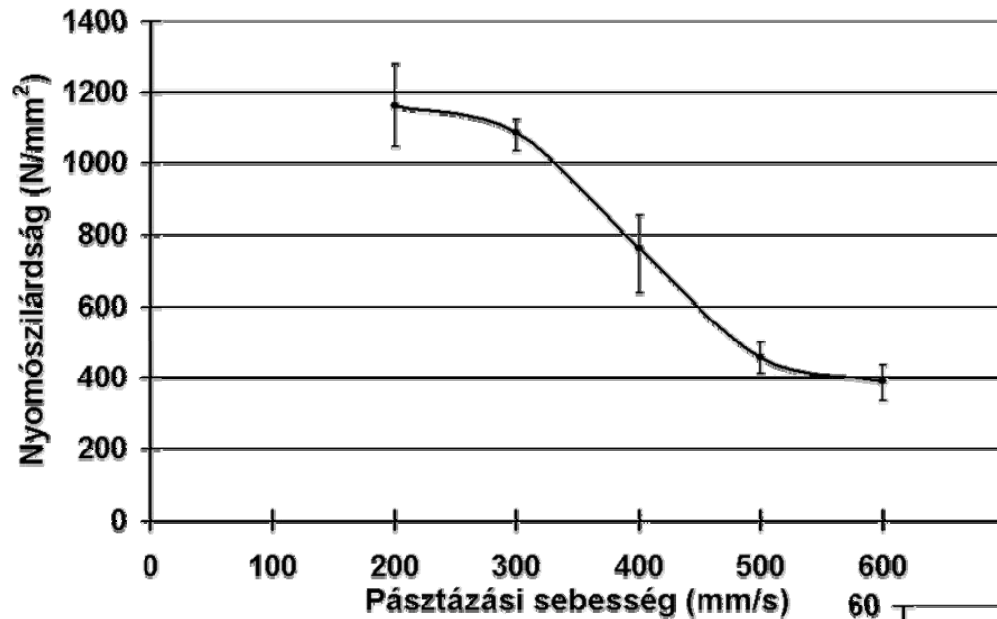
Porterítés: rétegvastagság 0,1 mm;

Pásztázás: egymást követő rétegeknél 90°-os elforgatás;

Az integrált rendszer alkalmazási határai lézeres szinterezésnél



A lézersugár pásztázási sebesség hatása a mechanikai tulajdonságokra

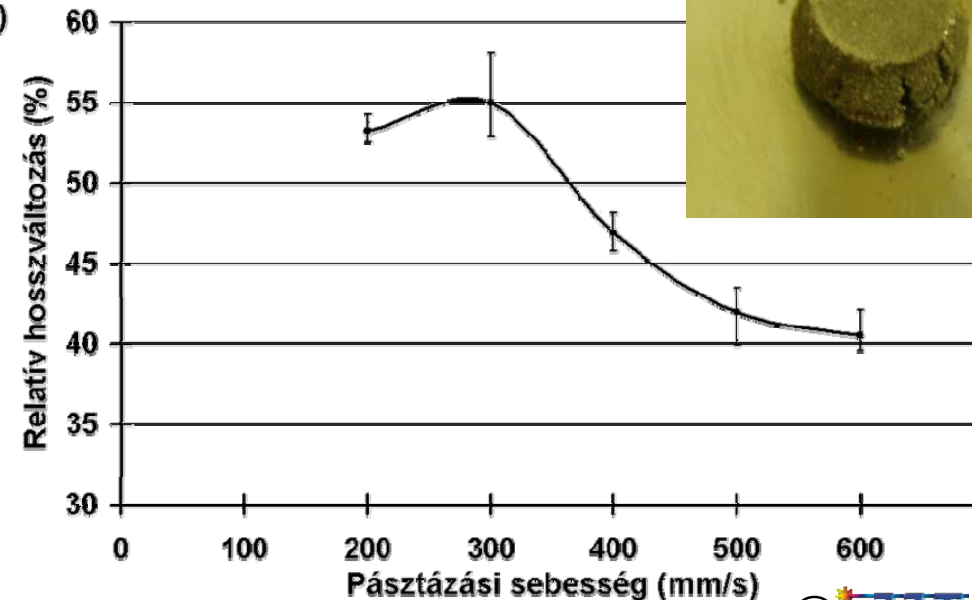


INSTRON 1195 szakítógép

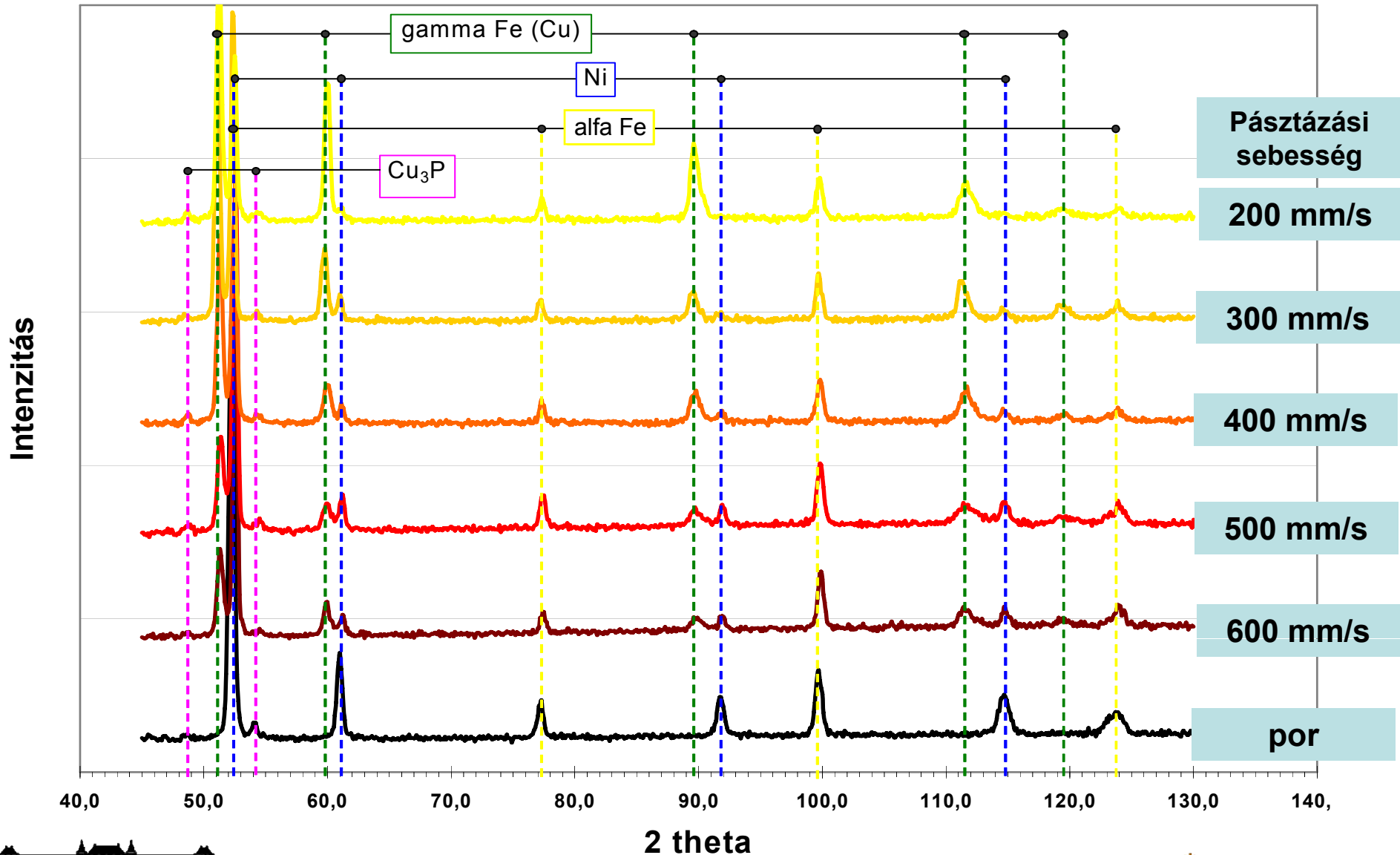
Munkadarab a nyomószilárdsági vizsgálat után



Pásztázási sebesség (mm/s)	Porozitás (%)	Szórás
200	3,4	± 1,17
300	16,7	± 2,89
400	7,3	± 1,20
500	14,7	± 2,64
600	8,3	± 2,26



A szinterezett darabok fázisanalízise a folyamatok nyomon követésére



A tribológiai vizsgálatok módszerei

A tribológiai vizsgálatok közül a **tárcsa a hengeren** ("Disk-on-cylinder") **rendszer**t választottuk, ennek okai:

- + Széles körben elfogadott vizsgálati módszer;
- + Állandó sebességű forgó mozgás (nincs gyorsulás, lassulás);
- + Leváló részecskékre kevésbé érzékeny;

Hátránya:

- Nehezen definiálható kopási felület;
- Érintkezési felület változik (ezért felületi terhelés helyett terhelő erőt kell megadni)

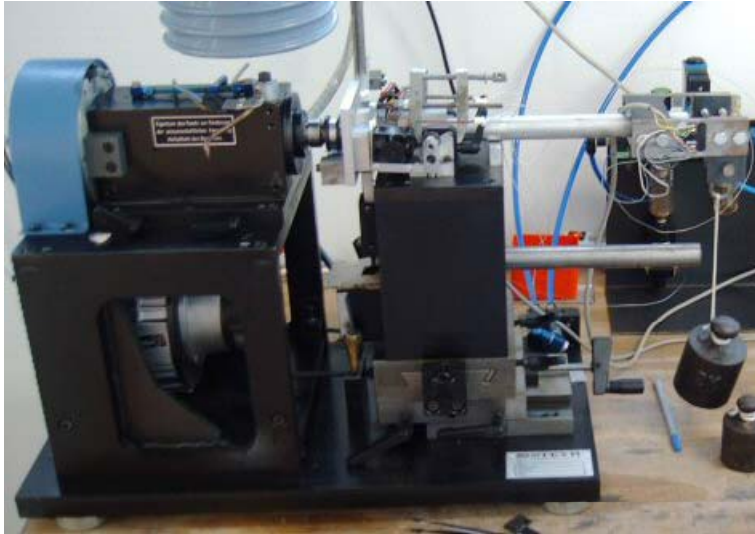
Környezeti körülmények:

- **Légköri nyomáson**
- **Szobahőmérsékleten**
- **Állandó páratartalom mellett**

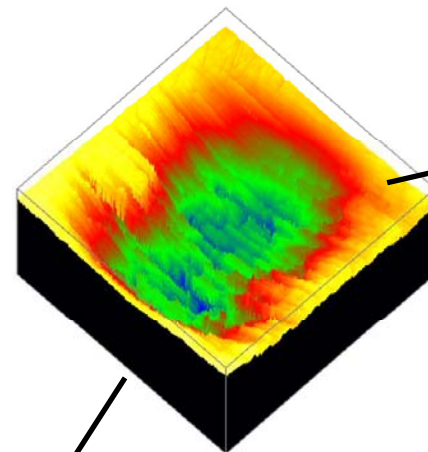
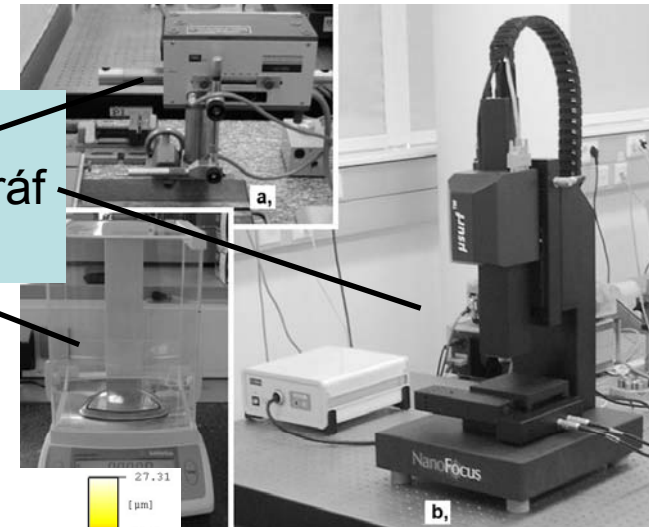


A tribológiai vizsgálatokhoz használt eszközök

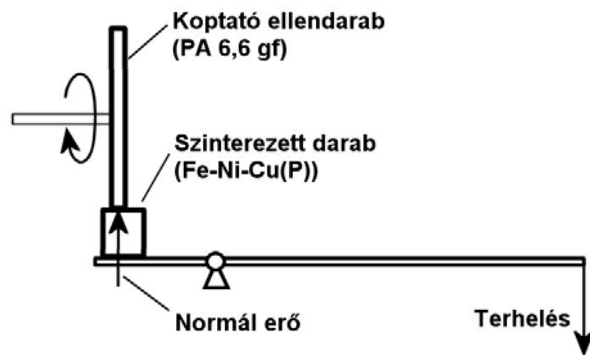
„tárca a hengeren,, koptató rendszer



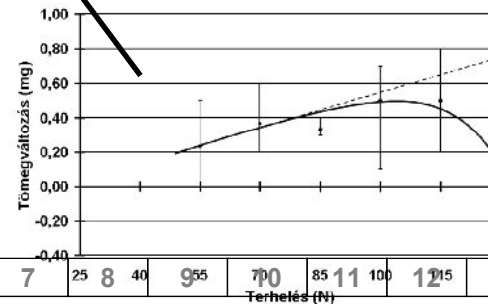
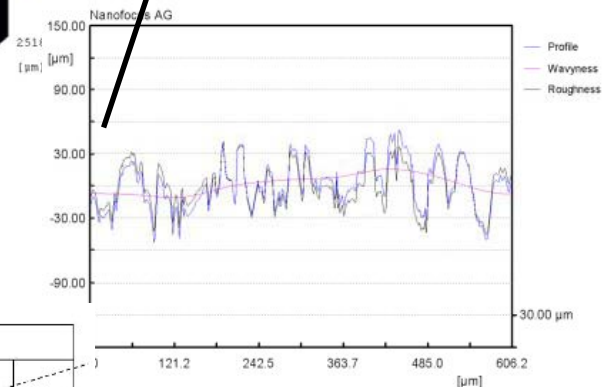
Érdesség mérő
3D felületi topográf
Mérleg



A koptatott felület értékelése



Kopás vizsgálat

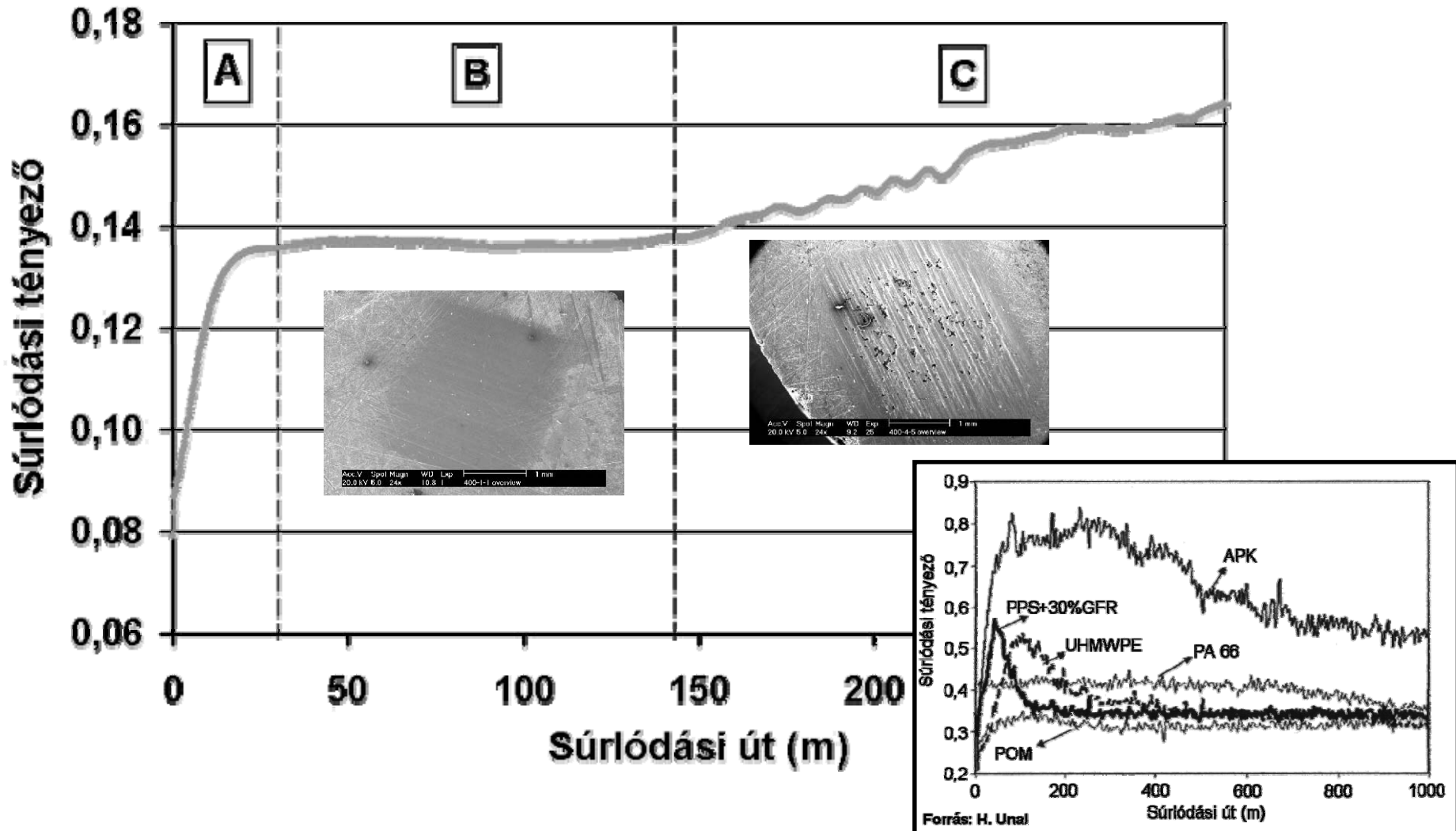


Labor: léghőkéondicionált
állandó páratartalom



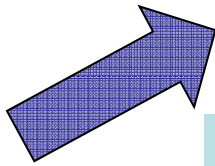
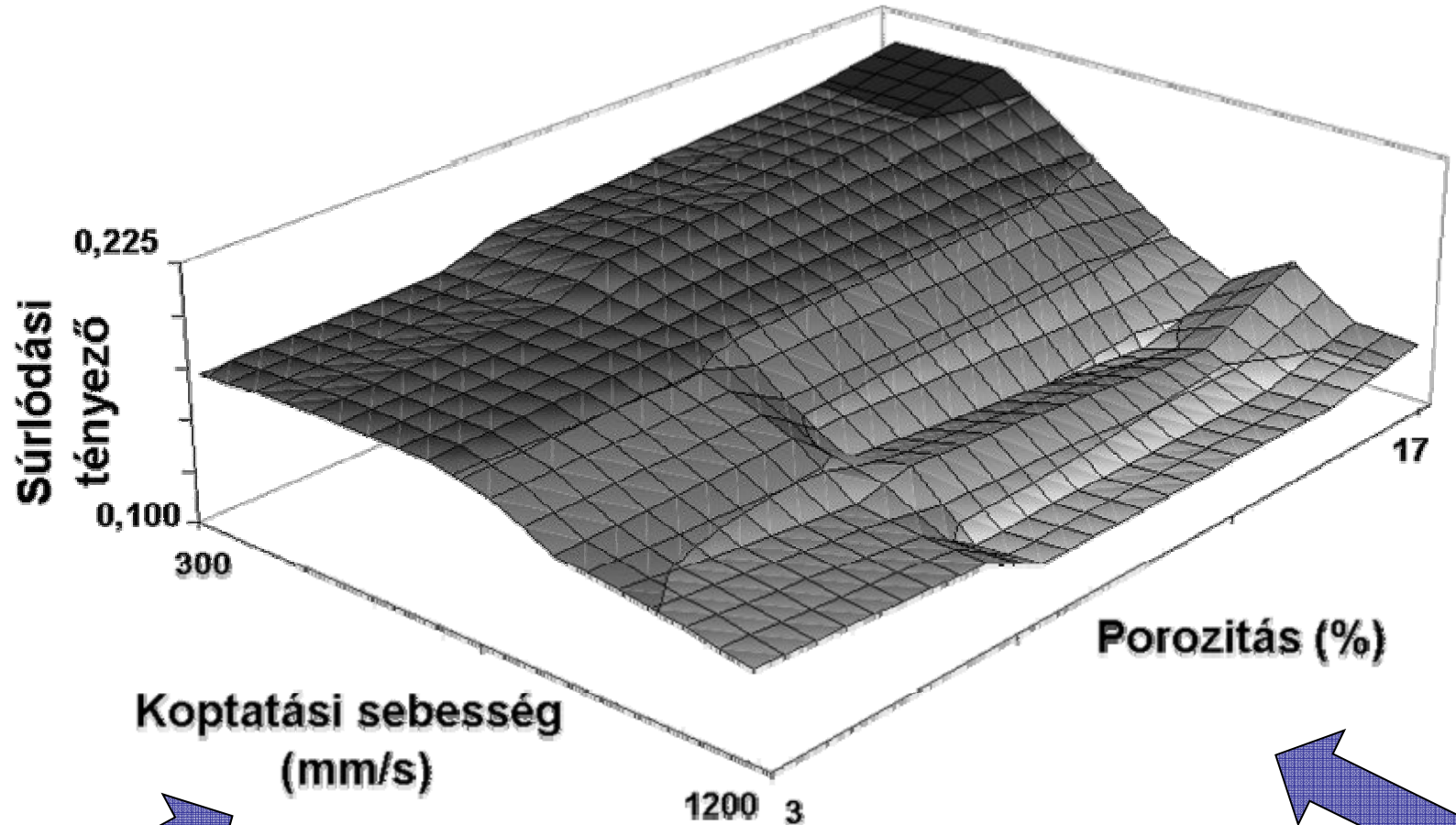
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Lézer szinterezett darab – PA 66-GF30 ellendarabok tribológiai vizsgálata alapján a súrlódási tényező változása a súrlódási út függvényében

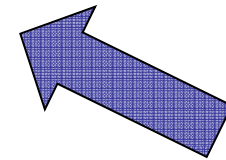


A tribológiai tulajdonságok vizsgálata

A súrlódási tényező 3D-s felülete a mérési pontfelhőre illesztve, a koptatási sebesség és a porozitás vizsgálati területen állandó terhelés (100 N) mellett



„A” nézet

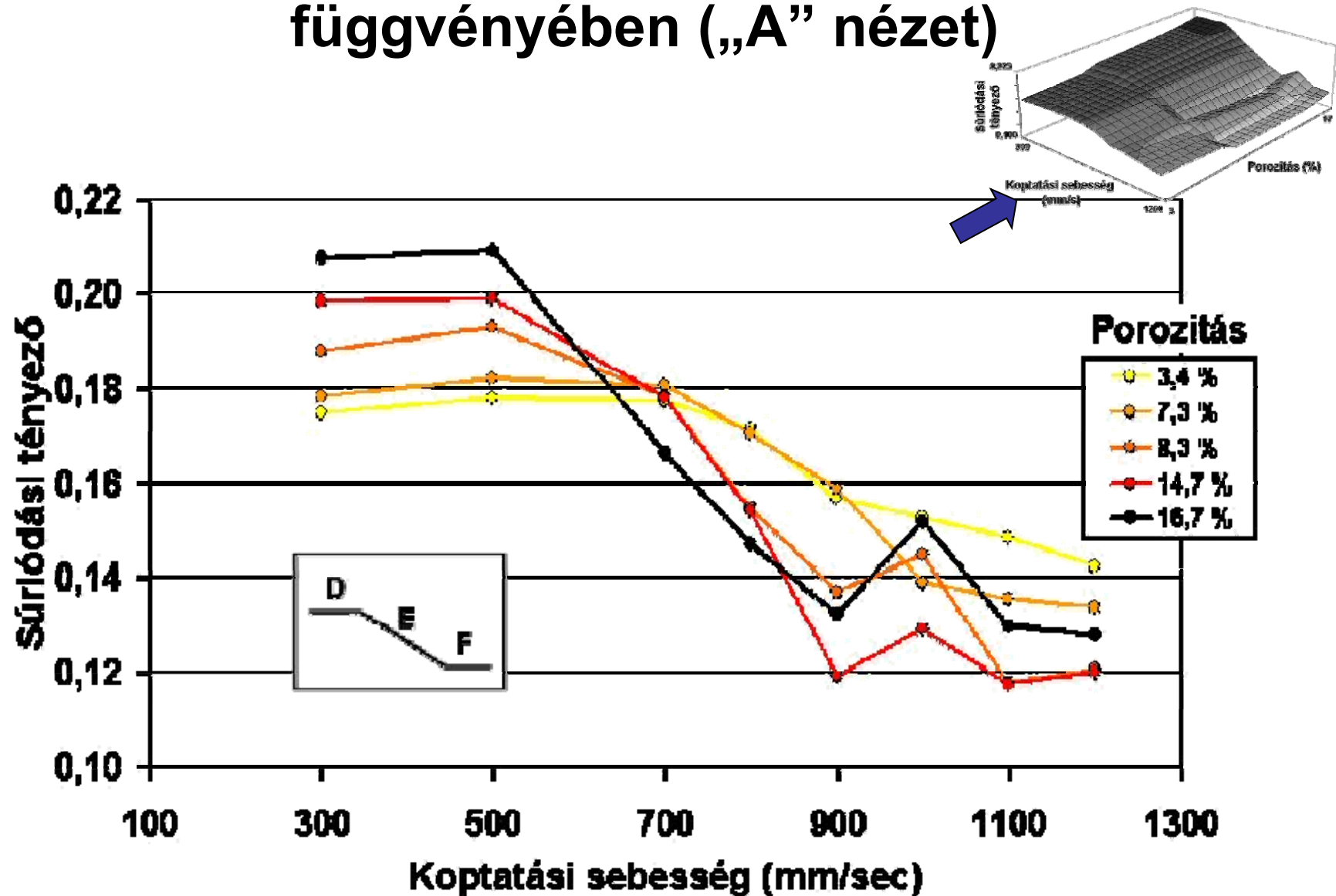


„B” nézet

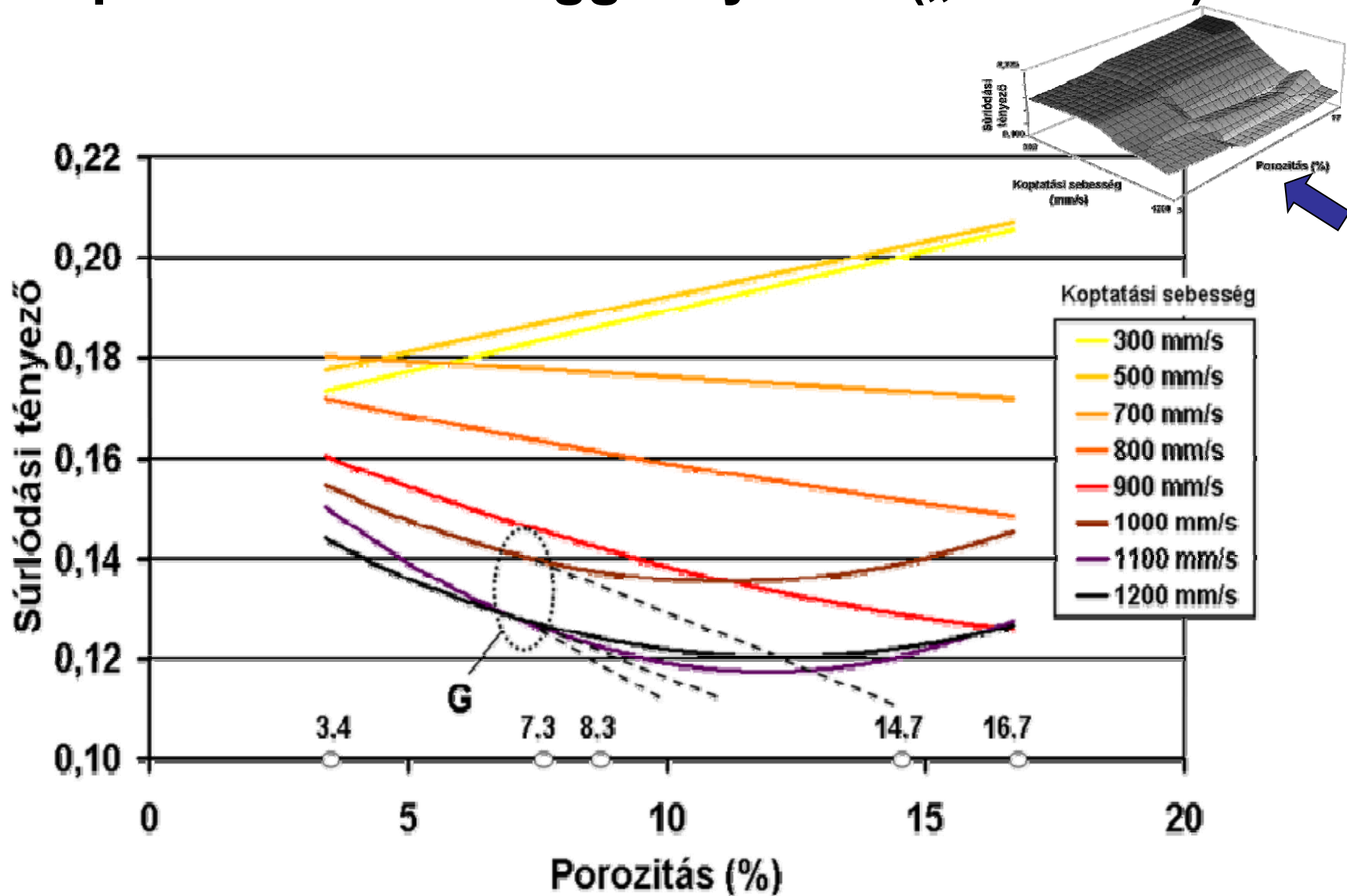


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

A súrlódási tényező változásai a koptatási sebesség függvényében („A” nézet)

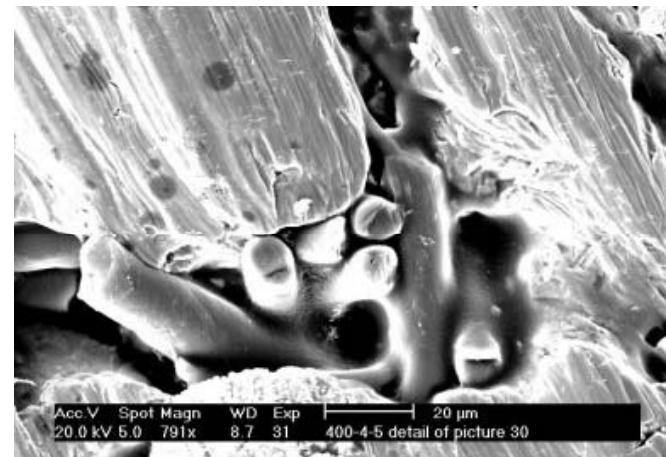
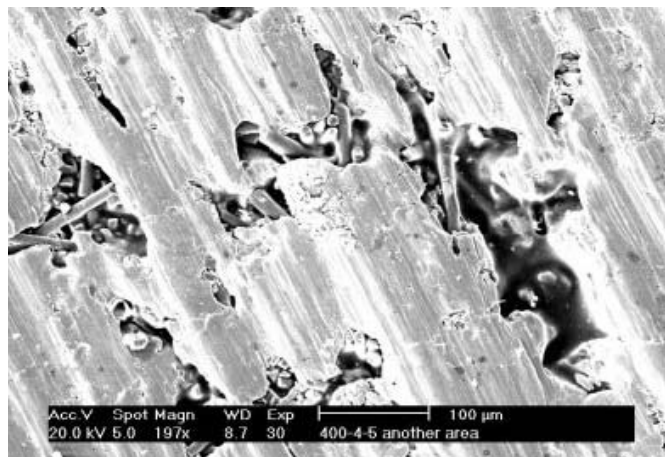
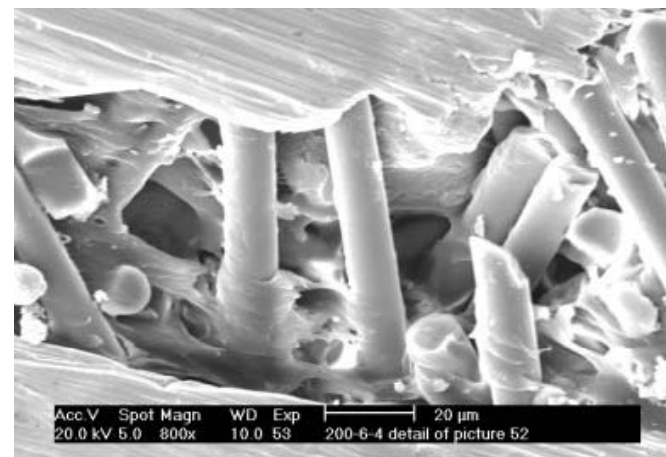
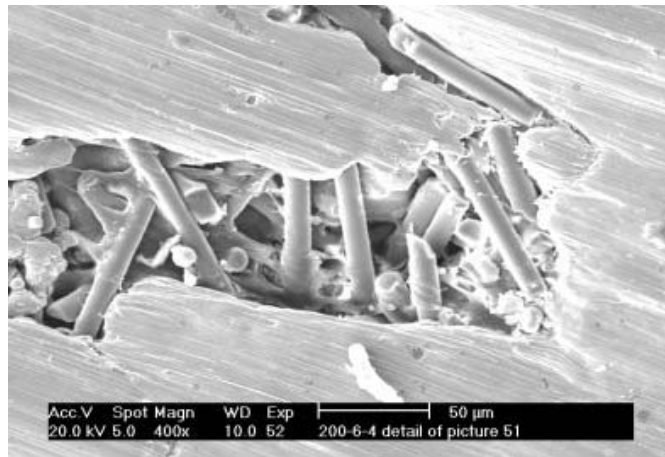


A súrlódási tényező változásai a szinterezett darabok porozitásának függvényében („B” nézet)

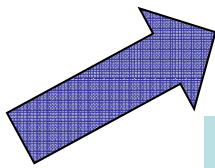
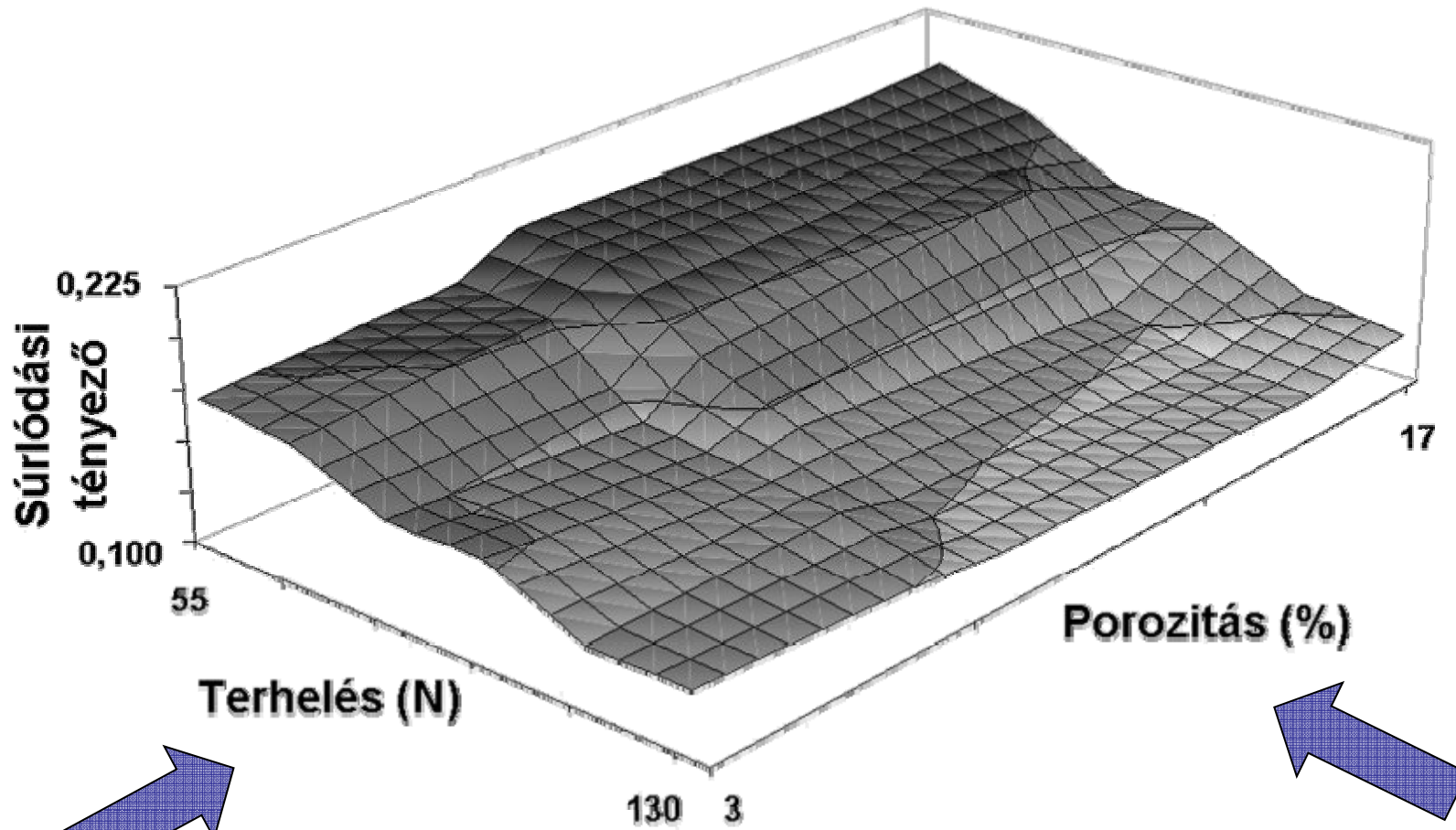


Szálak beágyazódása

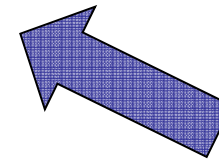
Párban tesztelt szinterezett anyag és szálerősítésű polimer anyagok esetén a szálak beágyazódása megváltoztatja a tribológiai jelenségek lefutását



A súrlódási tényező 3D-s felülete a mérési pontfelhőre illesztve, a terhelés és a szinterezett darabok porozitása vizsgálati területen, állandó koptatási sebesség (1000 mm/s) mellett



„A” nézet

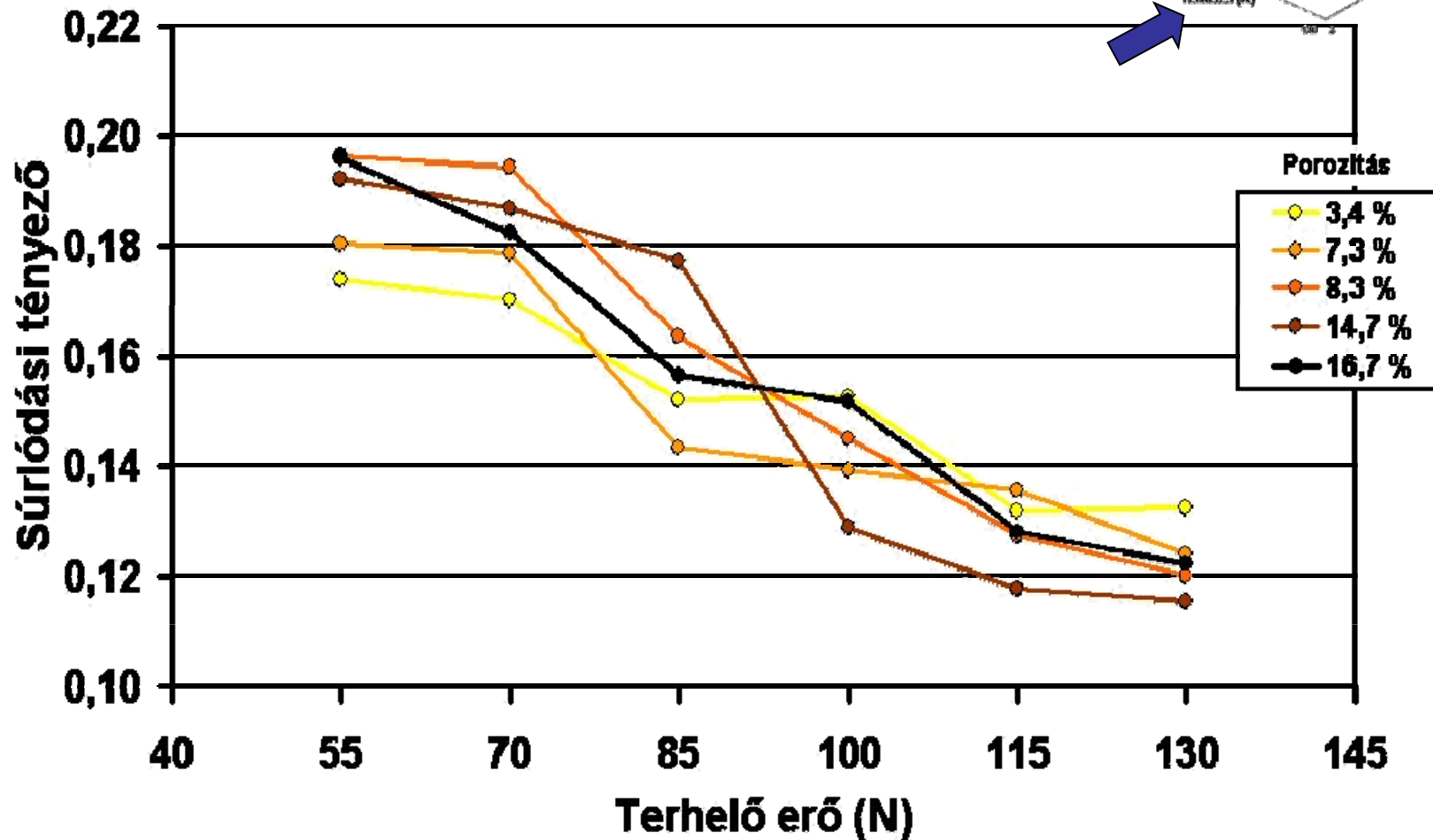
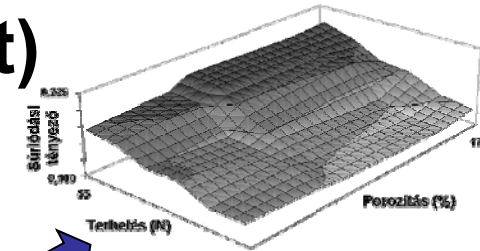


„B” nézet

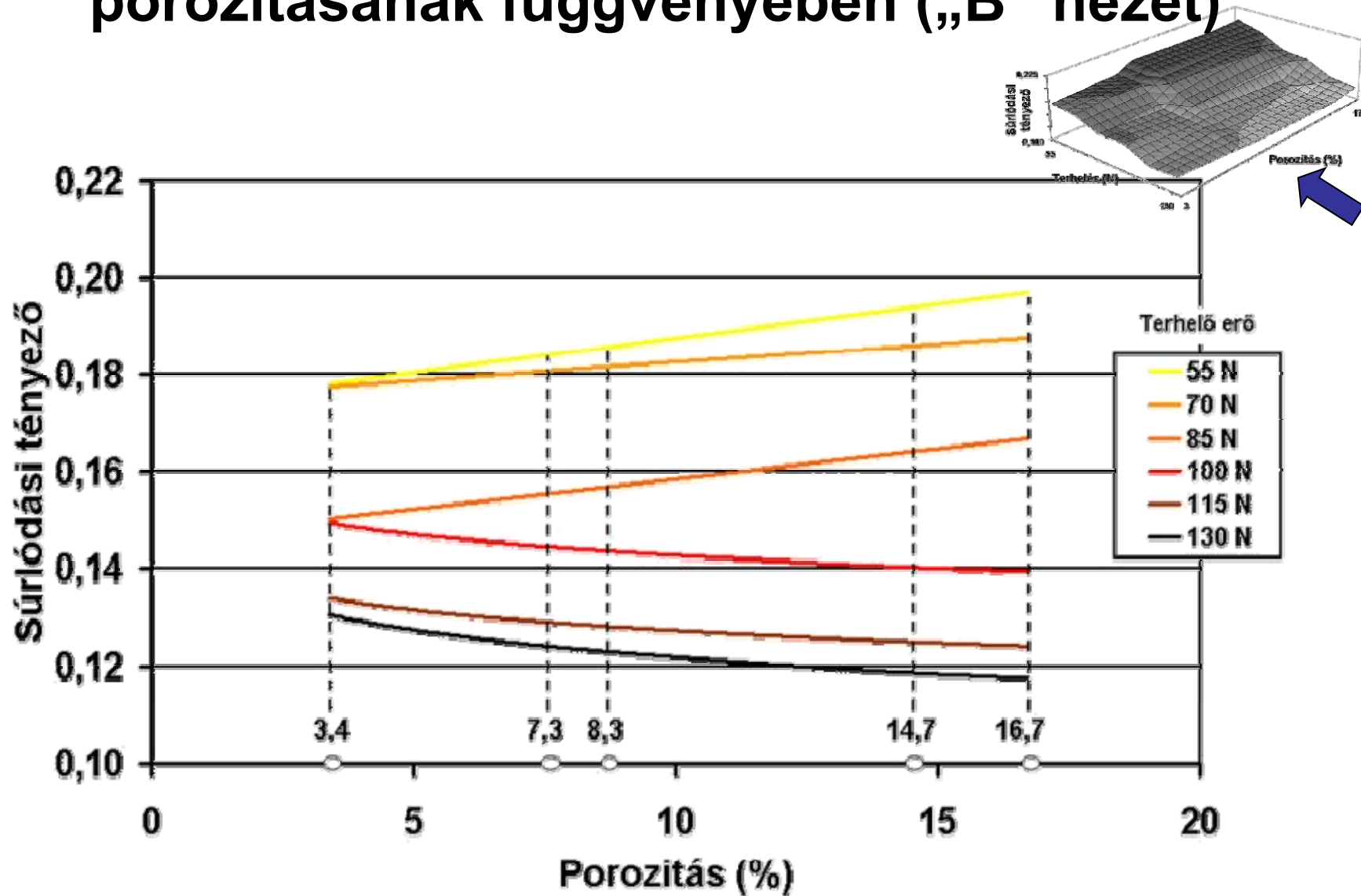


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

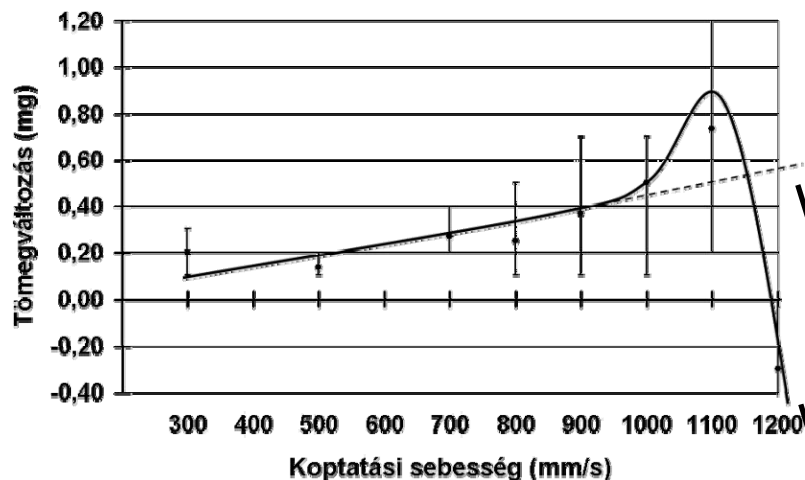
A súrlódási tényező változásai a terhelő erő függvényében („A” nézet)



A súrlódási tényező változásai a szinterezett darabok porozitásának függvényében („B” nézet)

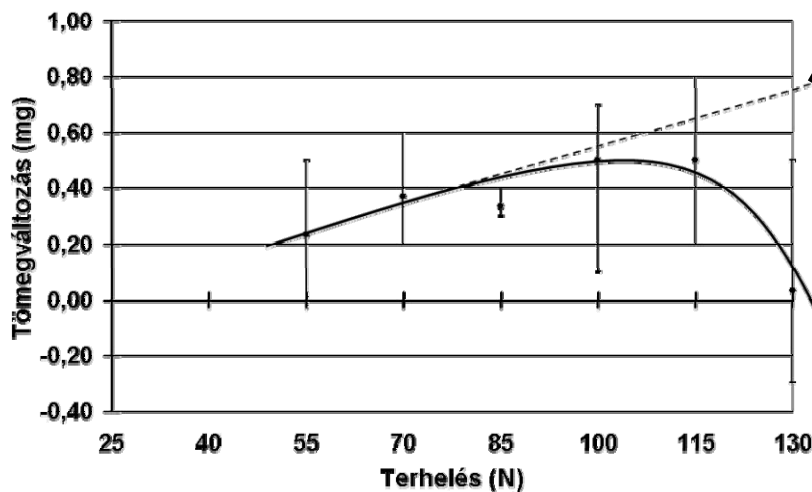


A kopás mérése állandó koptatási sebesség és állandó terhelés mellett



A nagy koptatási sebesség és a nagy terhelésnél megfigyelt beágyazódási jelenség torzítja a munkadarabok a mérési eredményét (300s-os időtartam alatt)

Elméleti (várt) görbe

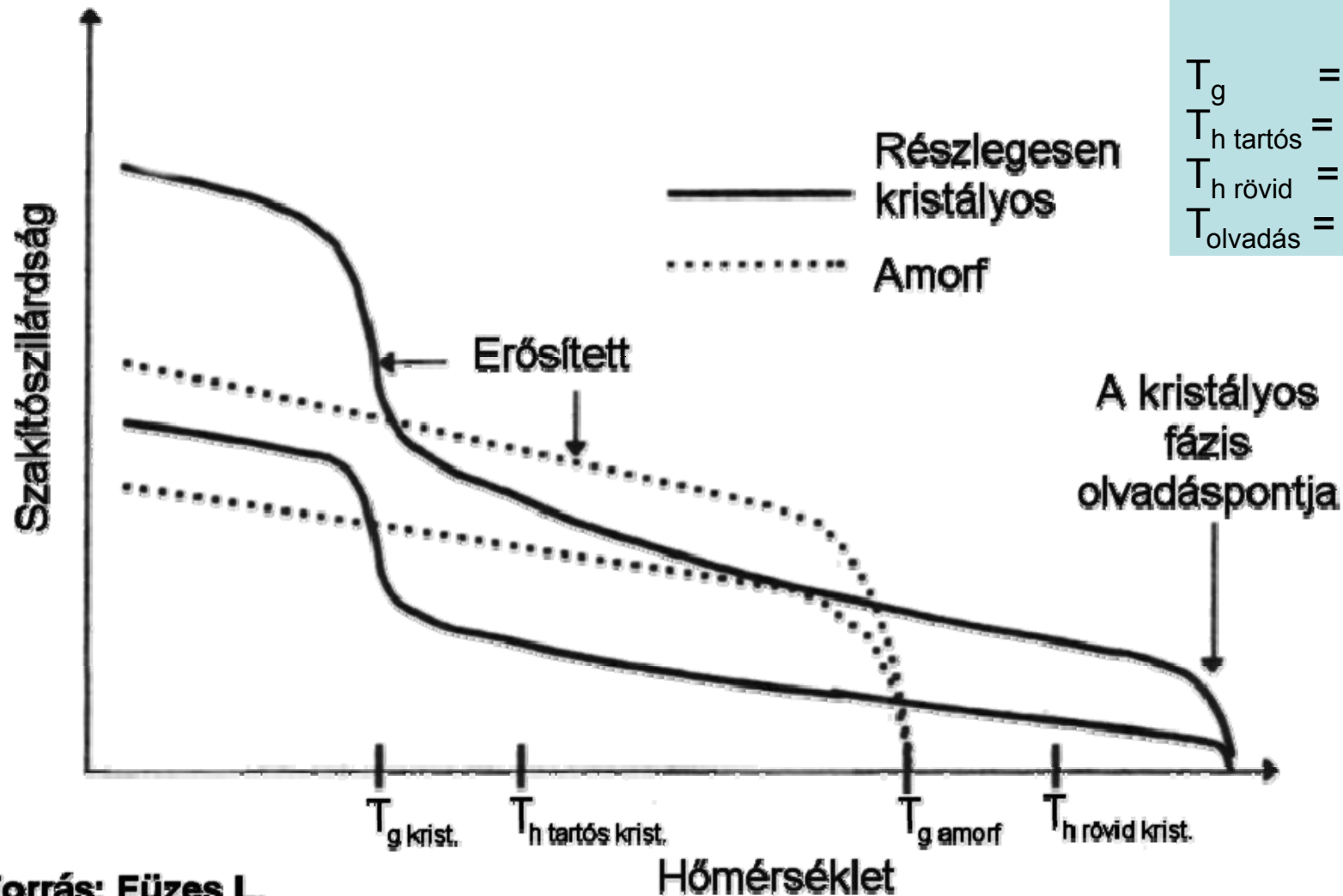


A mért értékek alapján kapott görbe

A polimerek tulajdonságváltozásához tartozó jellegzetes hőmérsékletek értelmezése

Ertalon PA66-GF30

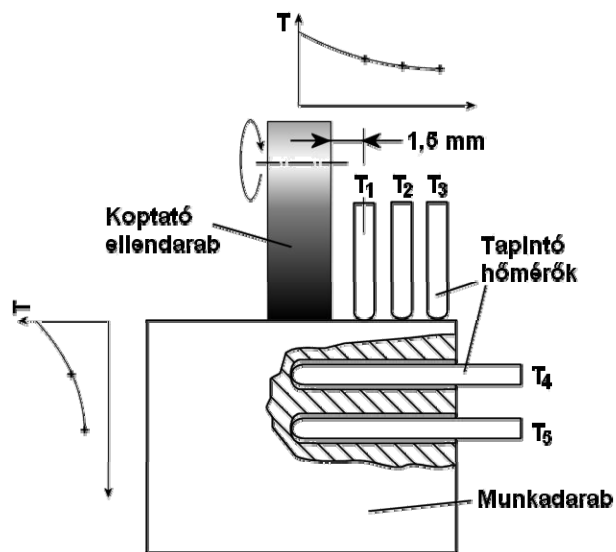
$T_g = 60-70 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_{h \text{ tartós}} = 110-120 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_{h \text{ rövid}} = 160-180 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_{\text{olvadás}} = 255 \text{ }^\circ\text{C}$



Forrás: Füzes L.



Tribológiai vizsgálatok során az érintkezési felületek a hőmérsékletének meghatározása



A szinterezett darabra felrakódott műanyag

