

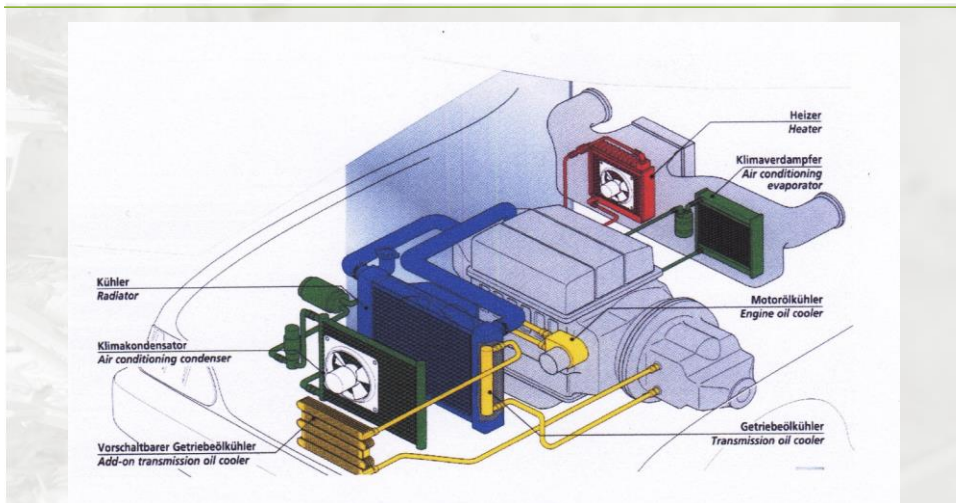
Emelt mangán tartalmú alumínium brazing magötvözet vizsgálata

Roósz A., Barkóczy P., Tranta F., Sólyom J., Zupkó I., Szabó G., Kovács Á.



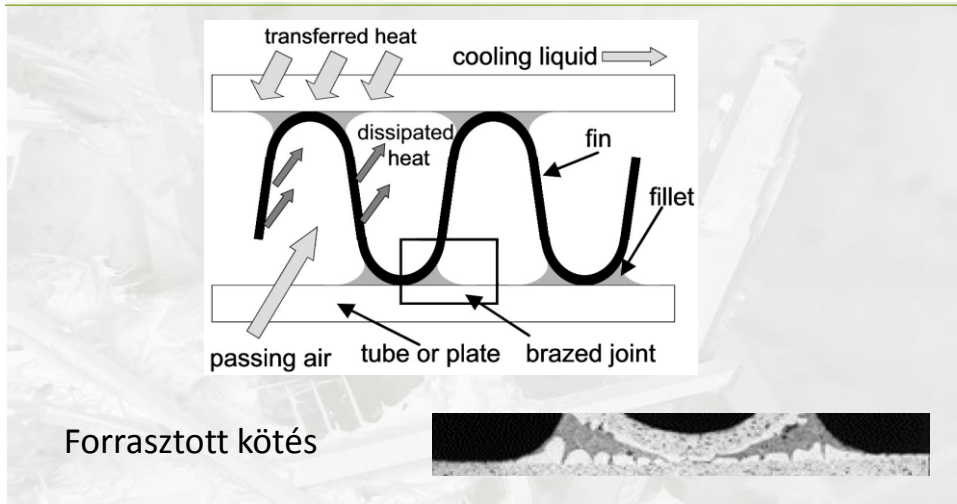
A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
tárfelhasználásával valósult meg.

Víz és olajhűtők a gépkocsikban



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
tárfelhasználásával valósult meg.

Az autóhűtő szerkezete



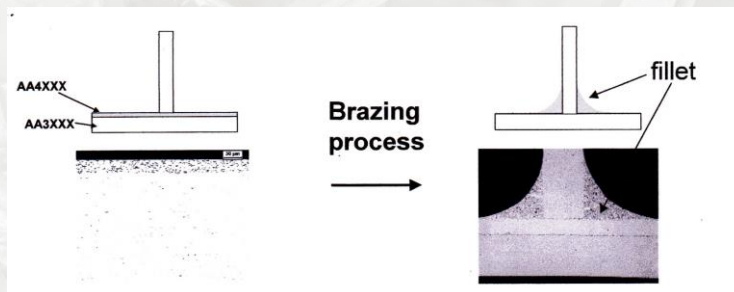
A forrasztás menete



3 vagy 5 rétegű lemez

3: Al-Si, Al ötv., Al-Si

5: Al-Si, Al(99.5), Al ötv., Al(99.5), Al-Si



A többrétegű Al lemez készítés technológiai lépései



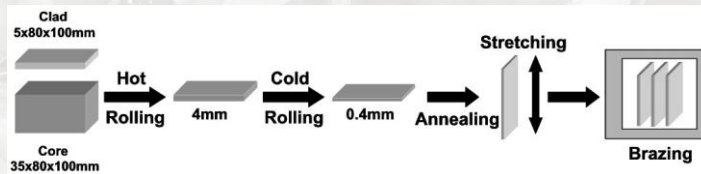
Feladat: a teljes technológia fizikai modellezése, a lejátszódó folyamatok feltérképezése

Kísérletek a magötvözettel

- Öntött szövet vizsgálata
- Homogenizálás után és/vagy a melegalakítás hőmérsékletén a szövetszerkezet vizsgálata
- Melegalakítás
- Hidegalakítás



Három (öt) rétegű lemez gyártásának fizikai szimulációja



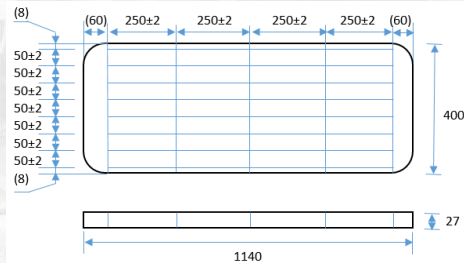
Alapanyag: ALCOA - KÖFÉM

Elem	%
Si	0,770
Mn	1,250
Ni	0,030
Cu	0,520
Cd	0,004
Zr	0,040
Cr	0,040
Fe	0,490
Mg	0,230



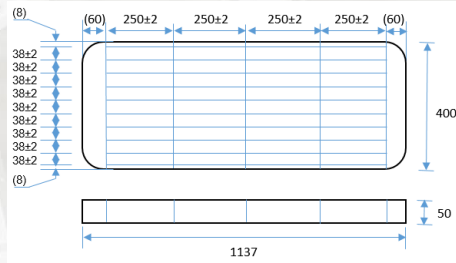
Öntött tuskó szeletek feldarabolása, kísérleti tuskók kialakítása

1. darab

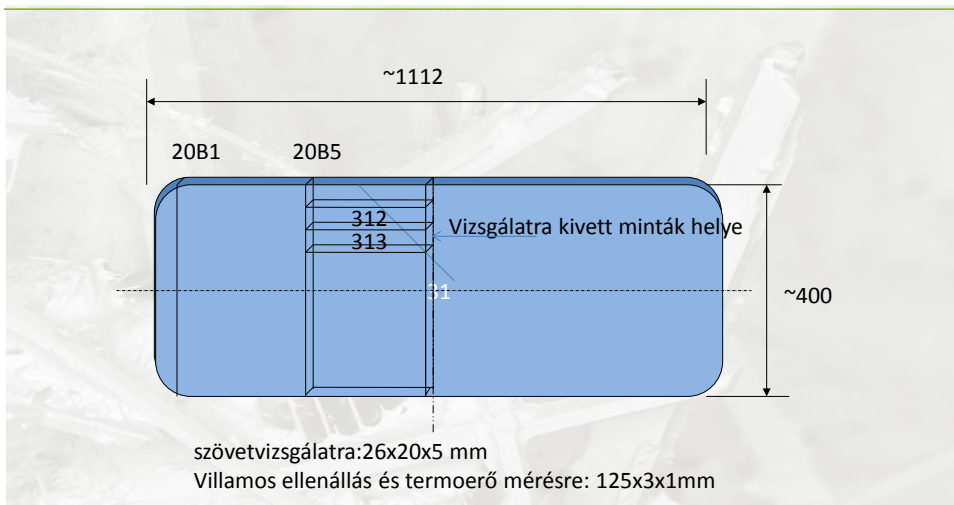


- Összesen: 28 darab hengerlési tuskó

2-3. darab



- Összesen: 72 darab hengerlési tuskó



Elemzett összetétel

Elem	%
Si	0,770
Mn	1,250
Ni	0,030
Cu	0,520
Cd	0,004
Zr	0,040
Cr	0,040
Fe	0,490
Mg	0,230

Eligazítást adhat: Al-Mn-Fe-Si rendszer

A kristályosodás folyamatai:

A lezajló folyamatok	A folyamatok hőmérséklete	
	Lehűlési sebesség	
	0,4K/s	9,0K/s
L → (Al)	652-648	652-649
L → (Al) + Al ₆ (FeMn)	644-643	639
+ Al ₆ (FeMn) → (Al) + Al ₁₅ (FeMn) ₃ Si ₂	630	630
L → (Al) + Al ₁₅ (FeMn) ₃ Si ₂ + Mg ₂ Si + Cu-vegyületek	587	586
megszilárdulás	583	580

**Szövetvizsgálat:**

Al szilárdoldat
eutektikus vegyületfázisok
másodlagos (szilárd oldatból kivált) fázisok

Vizsgálatok:

fénymikroszkóp
scanning elektronmikroszkóp, mikroszonda
Rtg diffrakció

Öntött állapotban és különböző hőkezelések után



Kísérleti hőkezelések és a minták száma

Hőmérséklet, °C	Időtartam, óra				
	0,5	1	4	8	16
480		11	12	13	14
500		21	22	23	24
520		31	32	33	34
540		41	42	43	44
560		51	52	53	54
580	60	61	62	63	64
600	70	71	72	73	74
620	80	81	82	83	84

Hengerlési tartomány

Homogenizációs
tartomány

Öntött állapot: 0

Kísérleti hengerlés előmelegítése után : A lassú hűtés hatása:

490°C A1 620 °C, 8óra, hűtés (15K/óra)

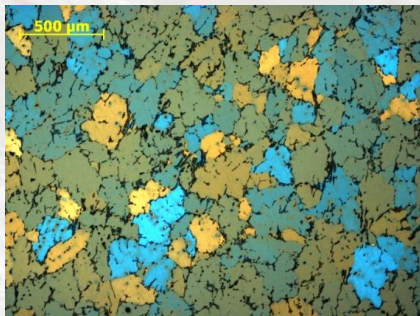
510 °C A2 480 °C-ra VH1

530 °C A3 500 °C-ra VH2

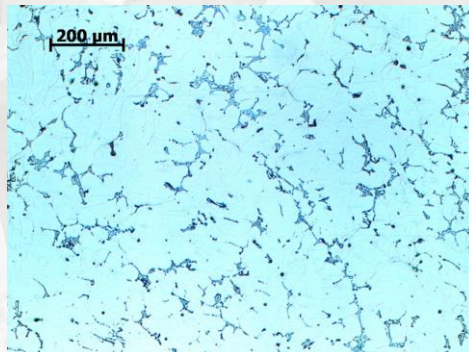
 520 °C-ra VH3



Öntött állapot



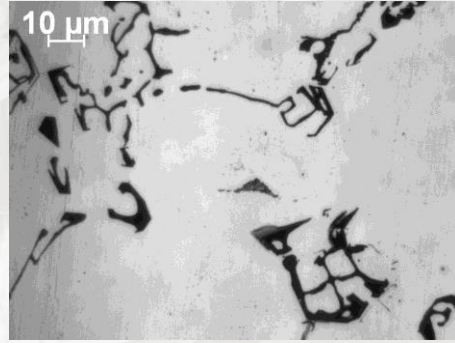
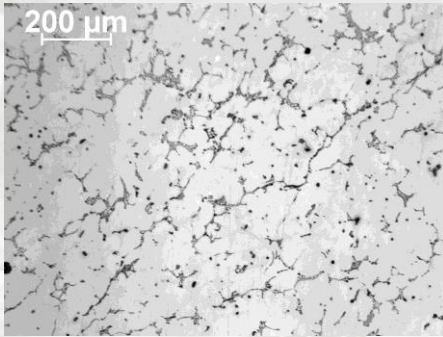
szemcseszerkezet



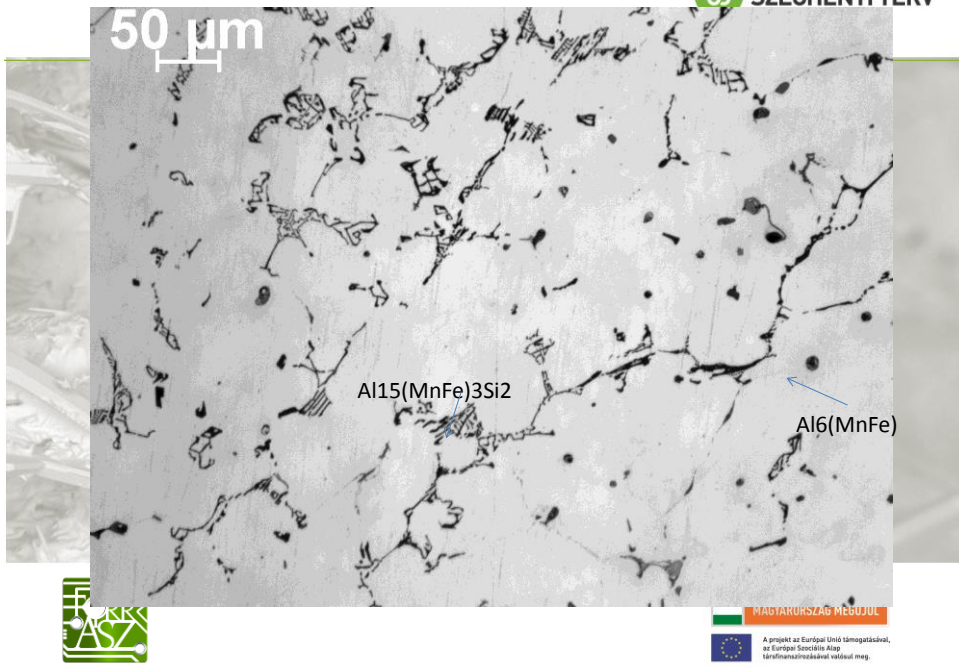
Dúsult dendriték



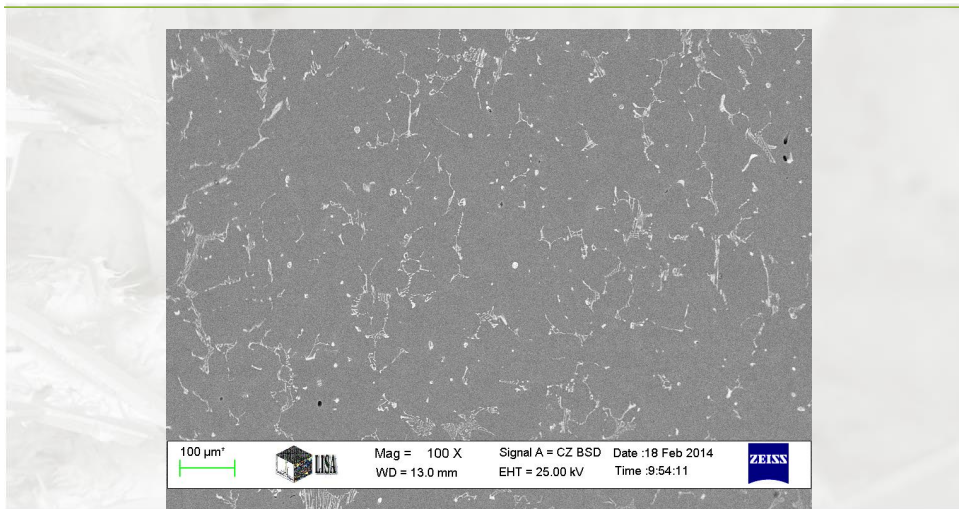
Öntött állapot

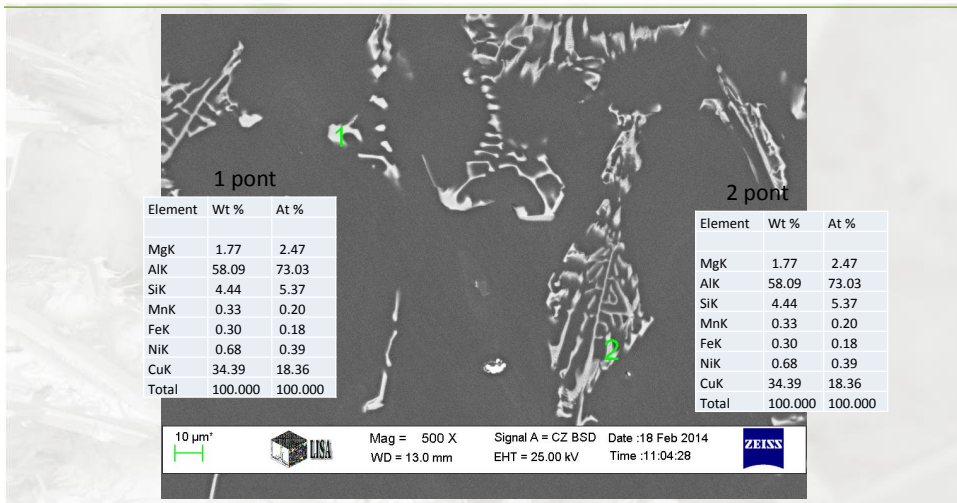
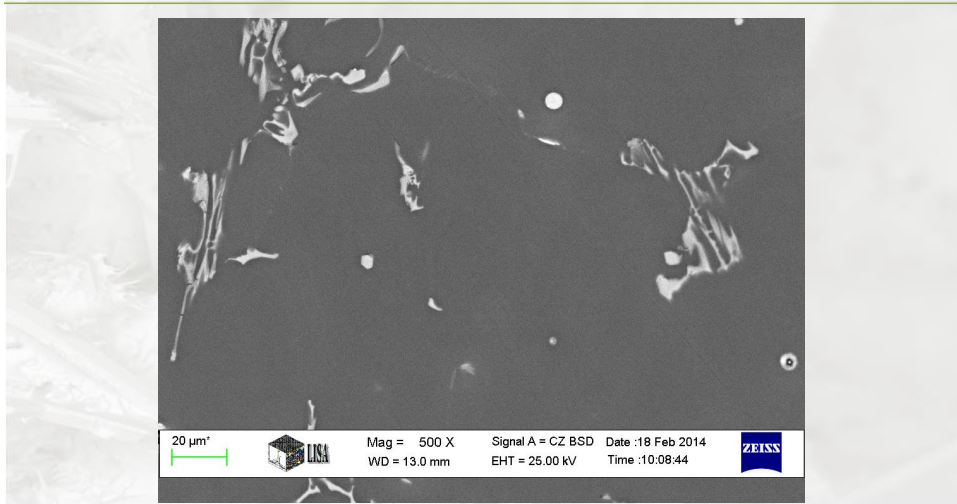


ÚJ SZÉCHENYI TERV



ÚJ SZÉCHENYI TERV





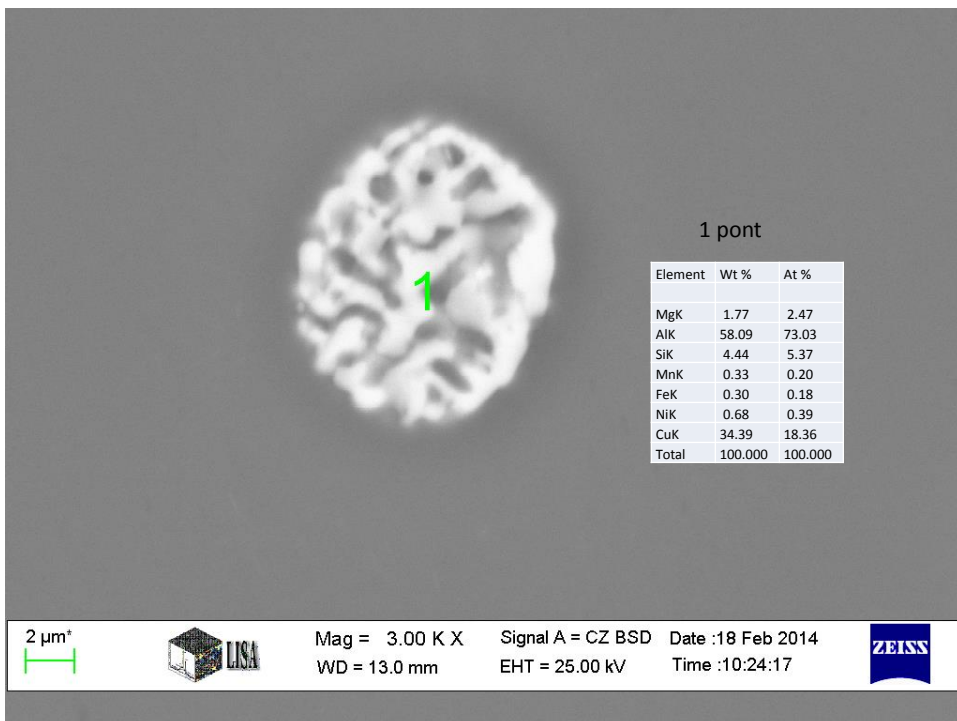
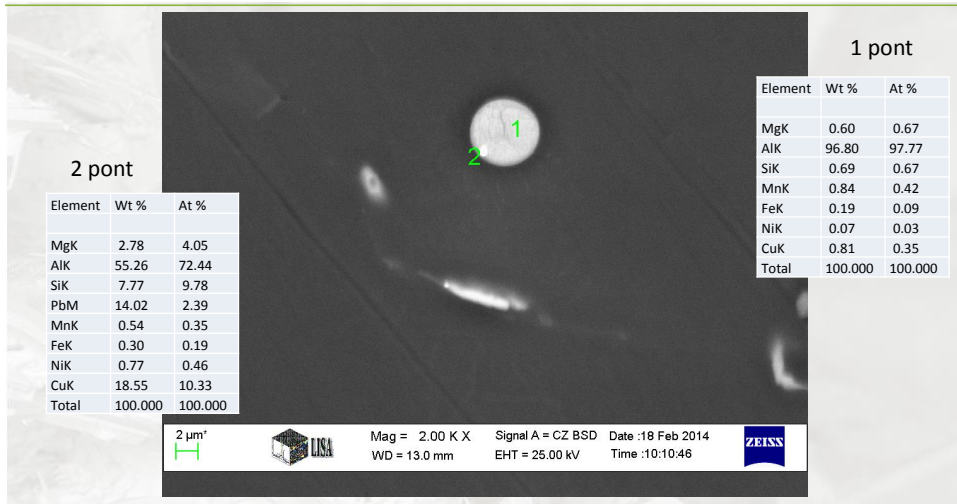
1 pont

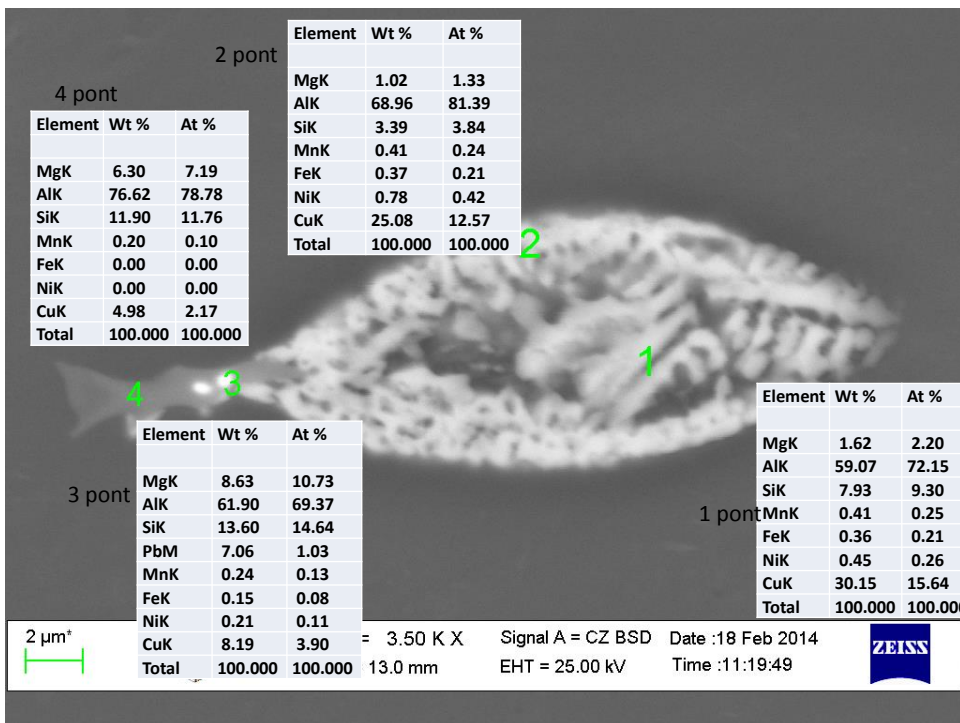
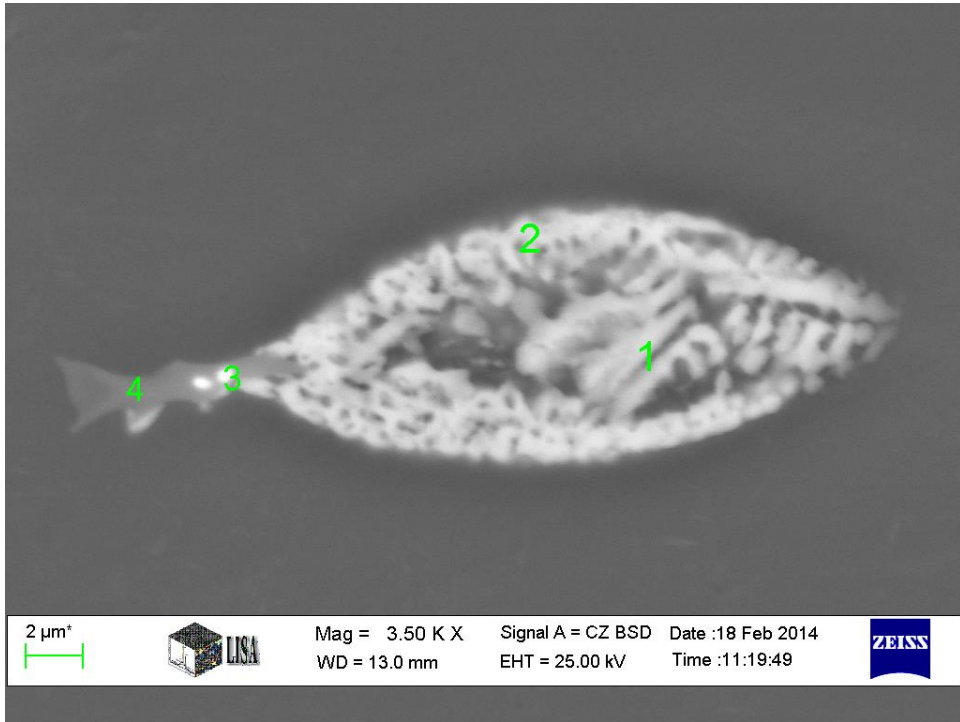
Element	Wt %	At %
MgK	1.77	2.47
AlK	58.09	73.03
SiK	4.44	5.37
MnK	0.33	0.20
FeK	0.30	0.18
NiK	0.68	0.39
CuK	34.39	18.36
Total	100.000	100.000

2 pont

Element	Wt %	At %
MgK	1.77	2.47
AlK	58.09	73.03
SiK	4.44	5.37
MnK	0.33	0.20
FeK	0.30	0.18
NiK	0.68	0.39
CuK	34.39	18.36
Total	100.000	100.000



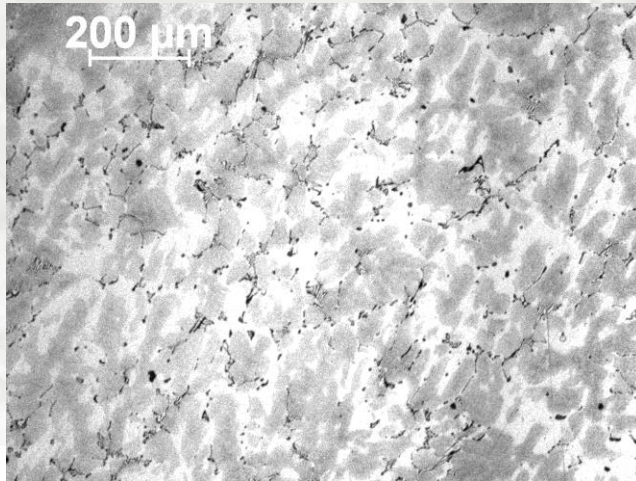




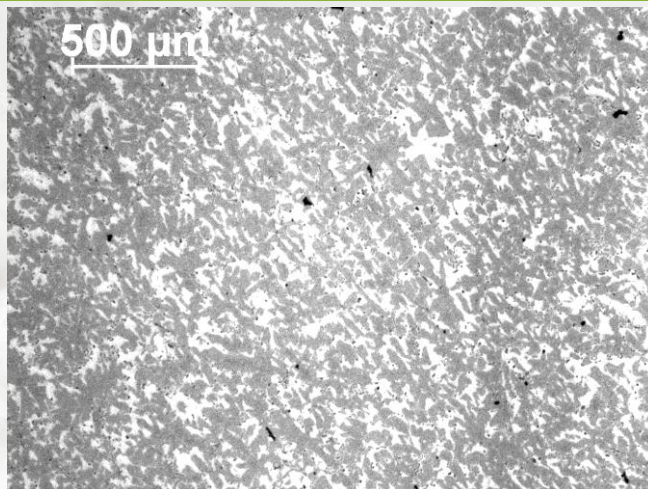
Hőkezelt darabok

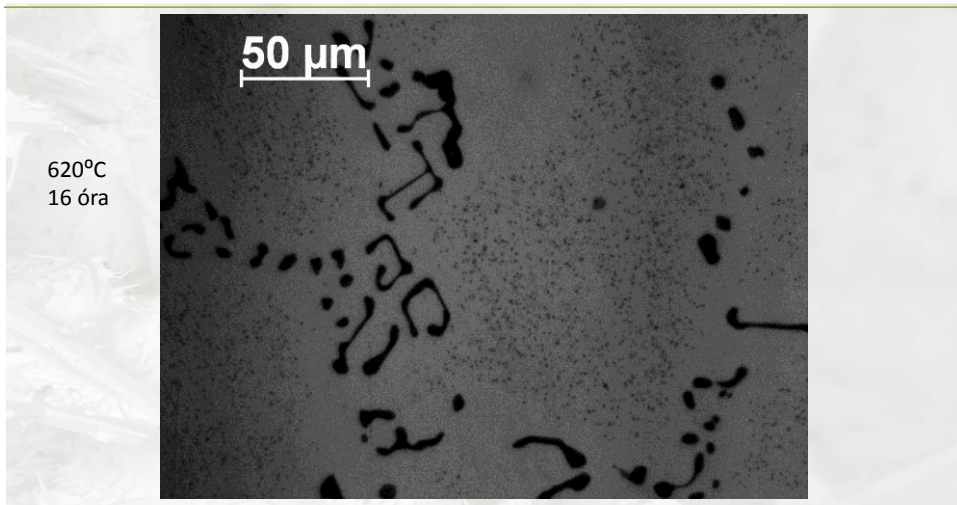
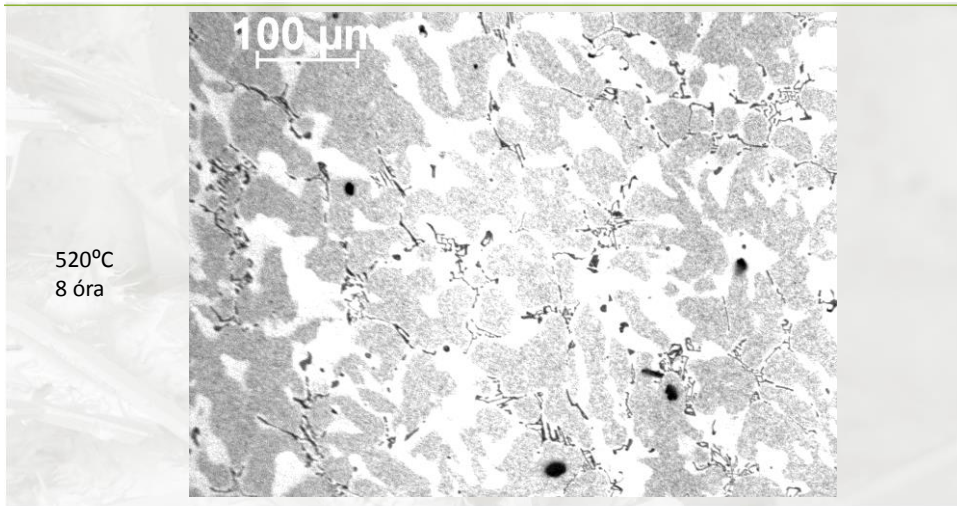


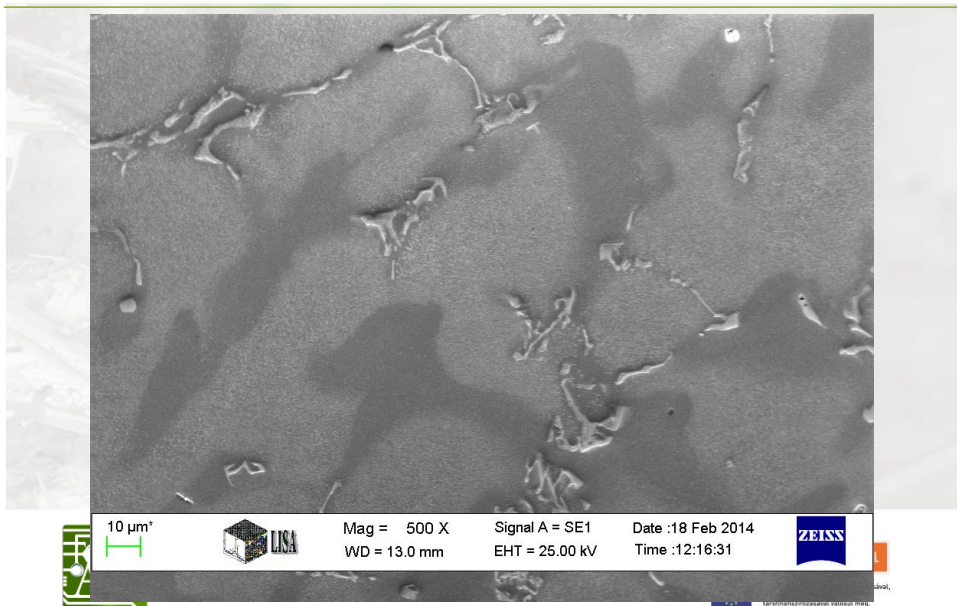
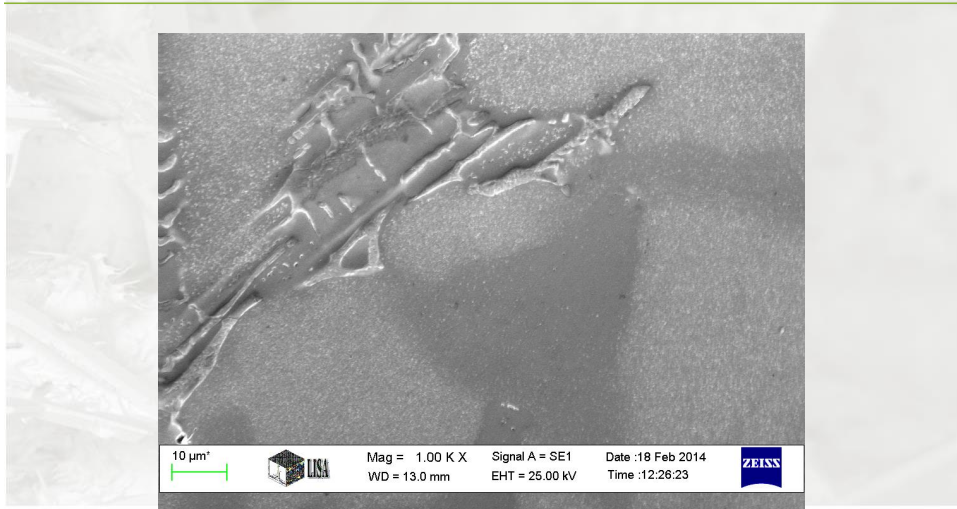
480°C
16 óra

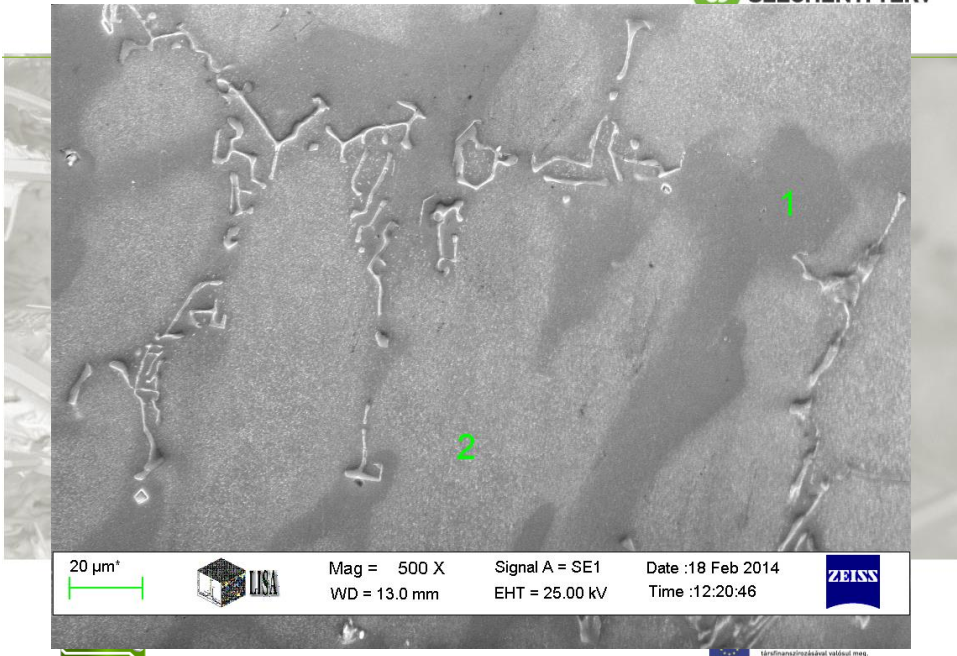
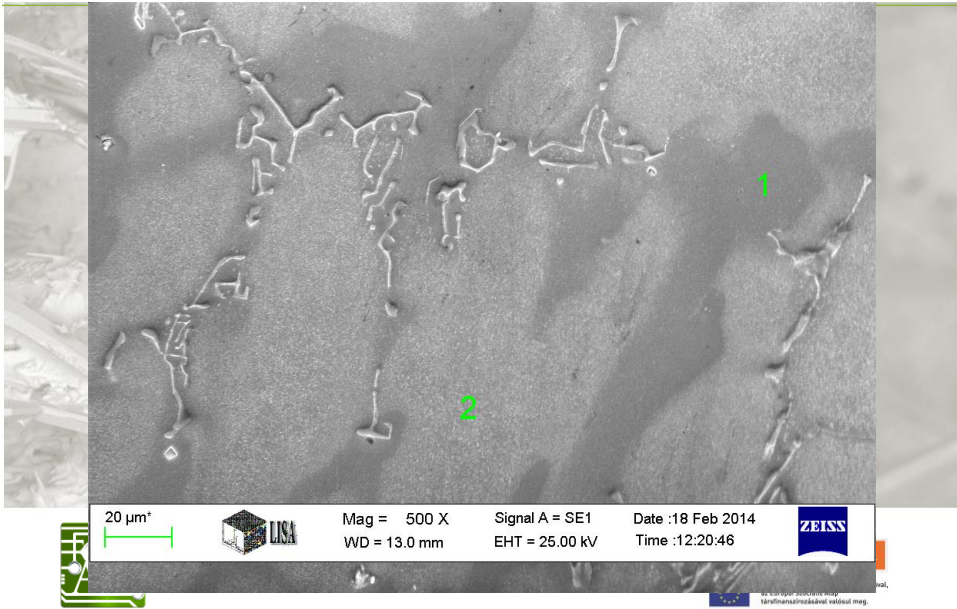


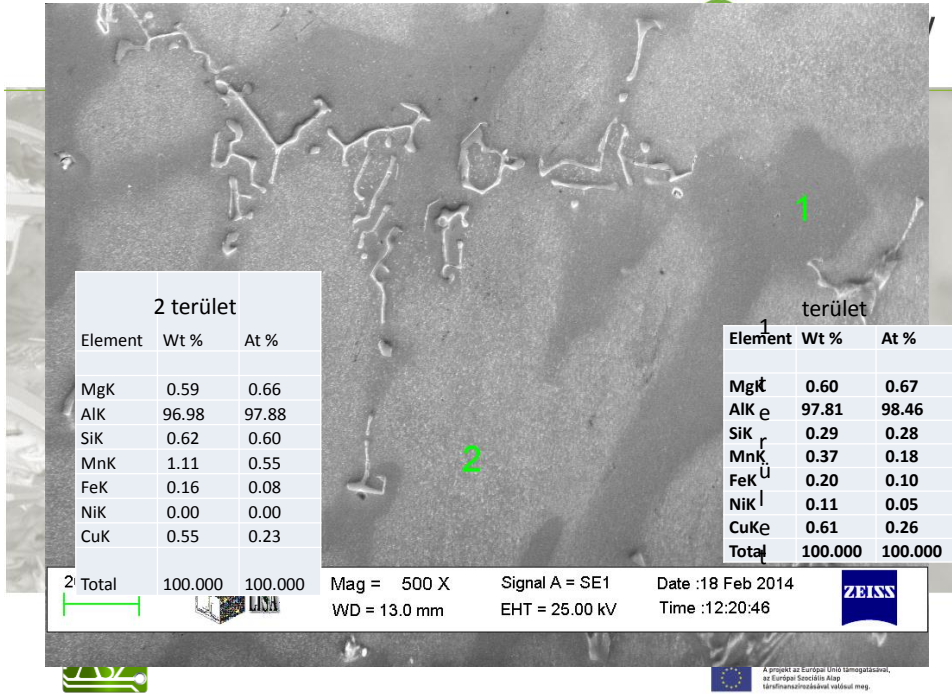
520°C
8 óra



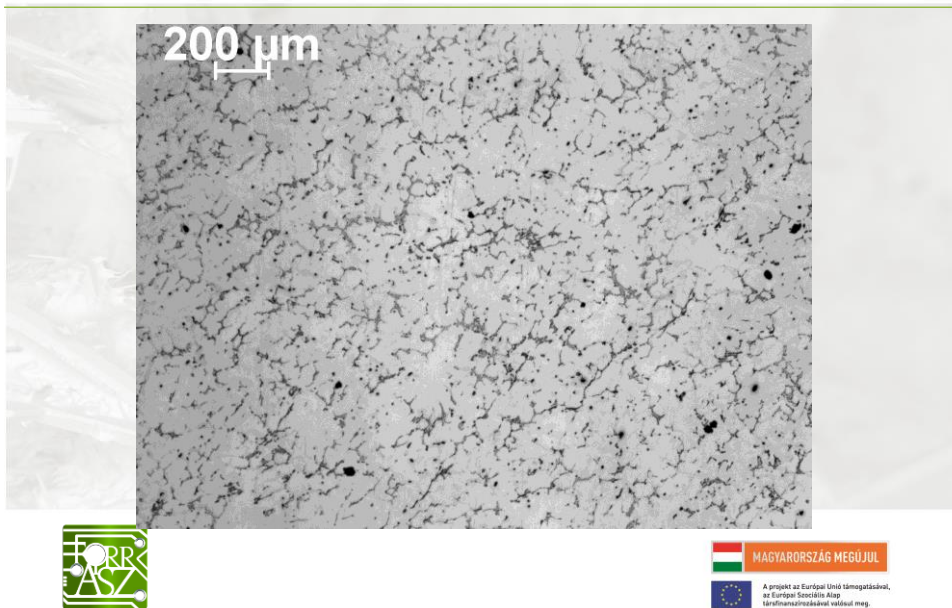








ÚJ SZÉCHENYI TERV



Az ötvözőfém tartalom változásának meghatározása ellenállás és termoerő mérésével

Fémek villamos ellenállása

Fémek termoereje

Mathiessen-szabály :

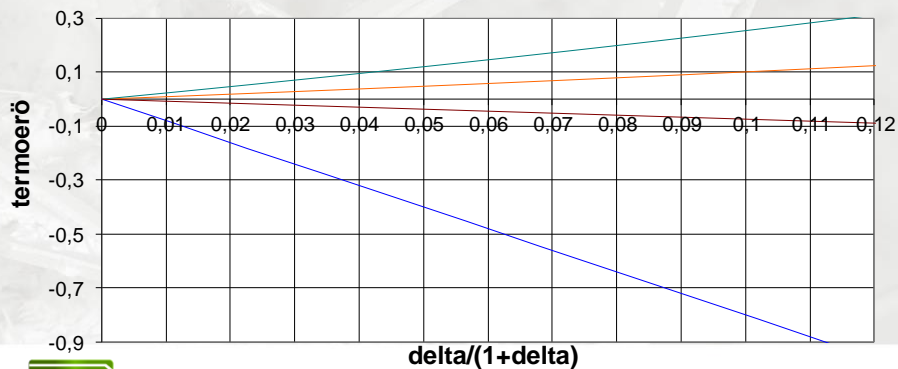
$$\rho_T = \rho_T^0 + \Delta\rho \quad \Delta\rho = \sum_i C_i X_i \quad \Delta U_{AB} = S_{AB} * \Delta T \quad S_{AB} = S_A - S_B$$

Az ötvözetek (szilárdoldatok) fajlagos vill. ellenállásának és termoerejének kapcsolata (Nordheim - Gorter szabály):

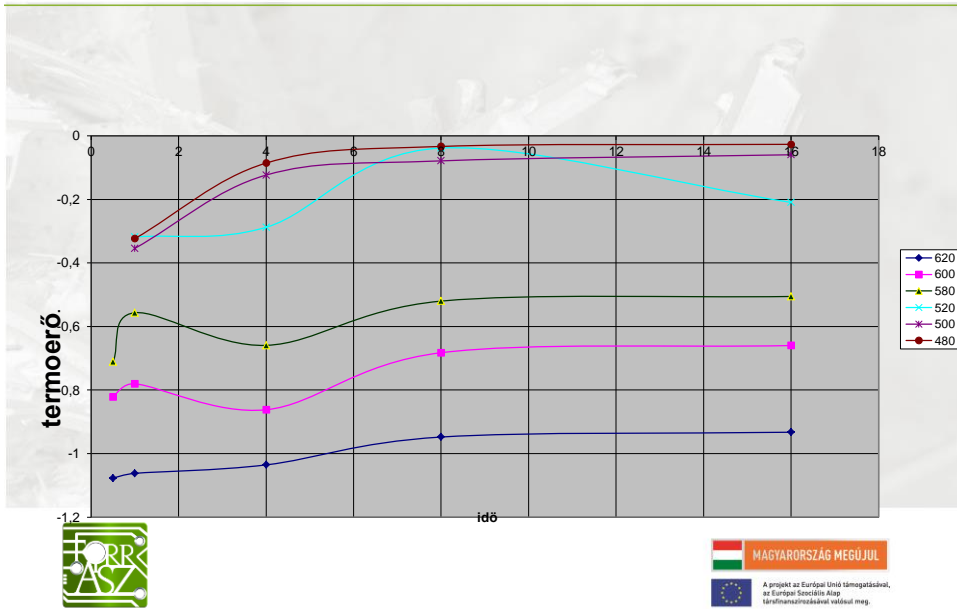
$$S_\delta - S_0 = \Delta S = \frac{\sum_i C_i X_i * S_i}{\rho_T^0 + \sum_i C_i X_i}$$



$$\frac{\Delta\rho}{\rho_{T2}^0 + \Delta\rho} = \frac{\delta}{1 + \delta}$$

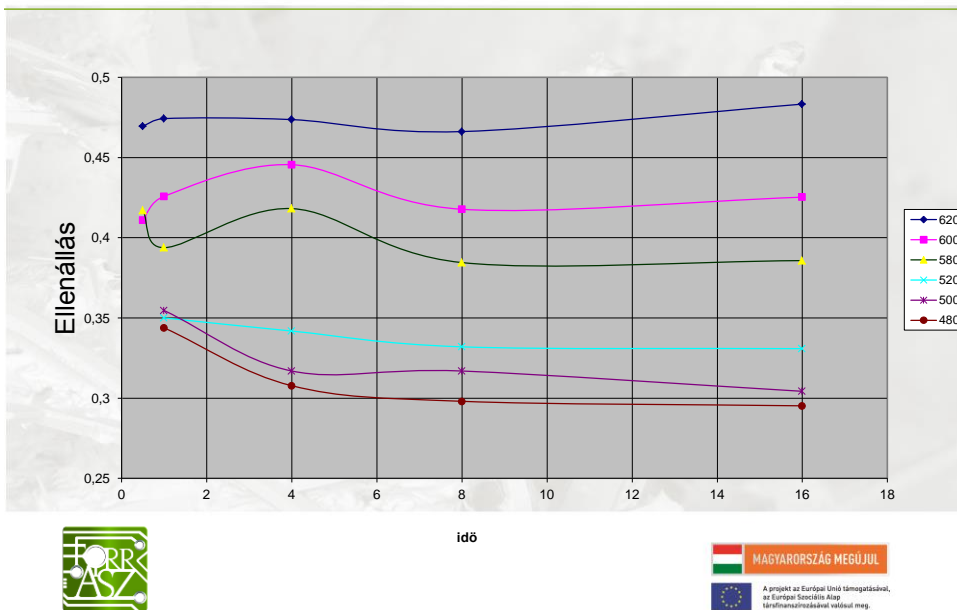


ÚJ SZÉCHENYI TERV

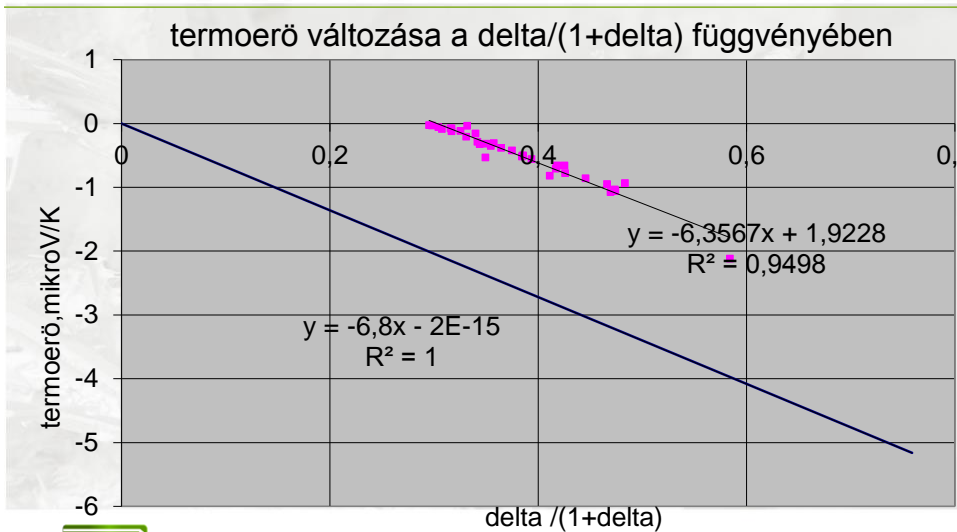
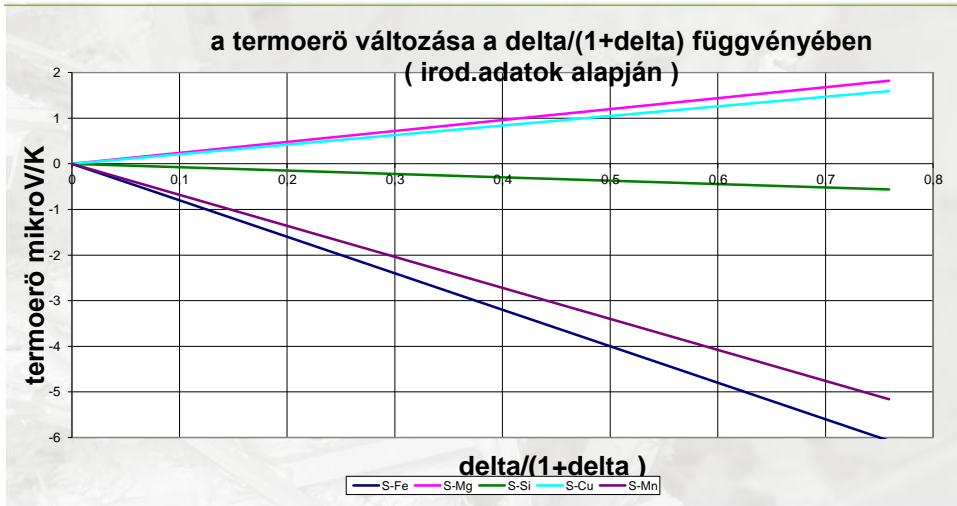


MAGYARORSZÁG MEGÚJUL
 A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

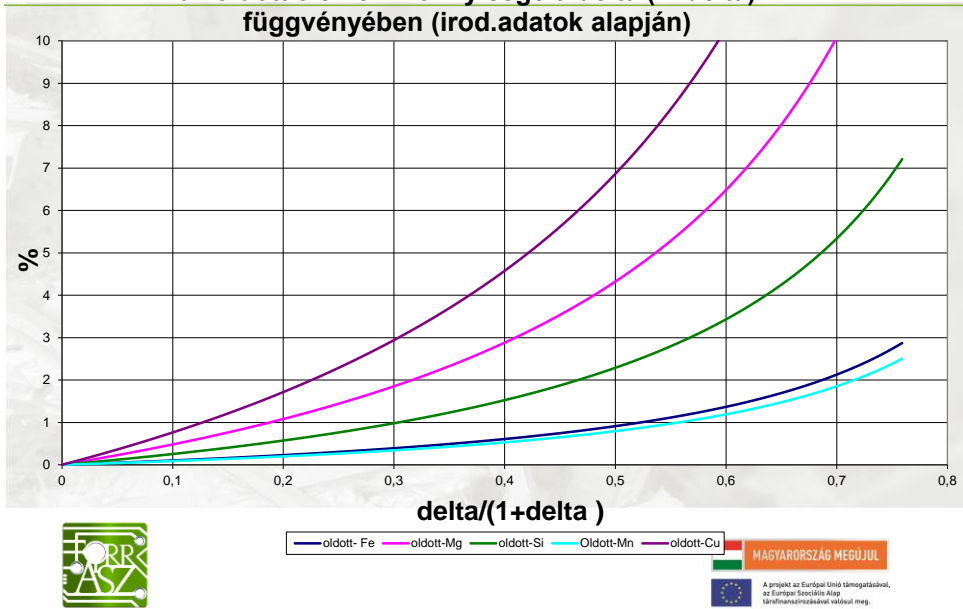
ÚJ SZÉCHENYI TERV



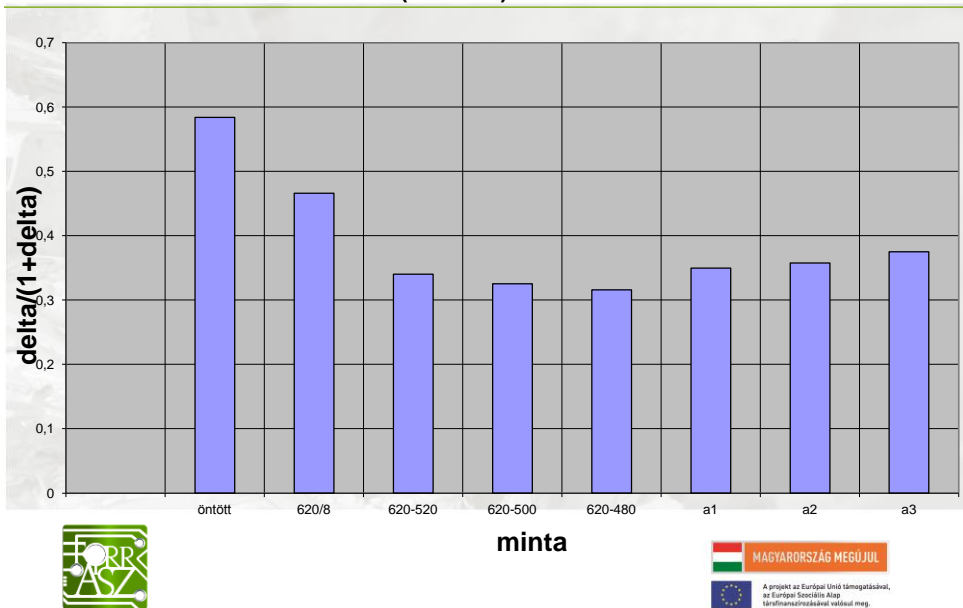
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL
 A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



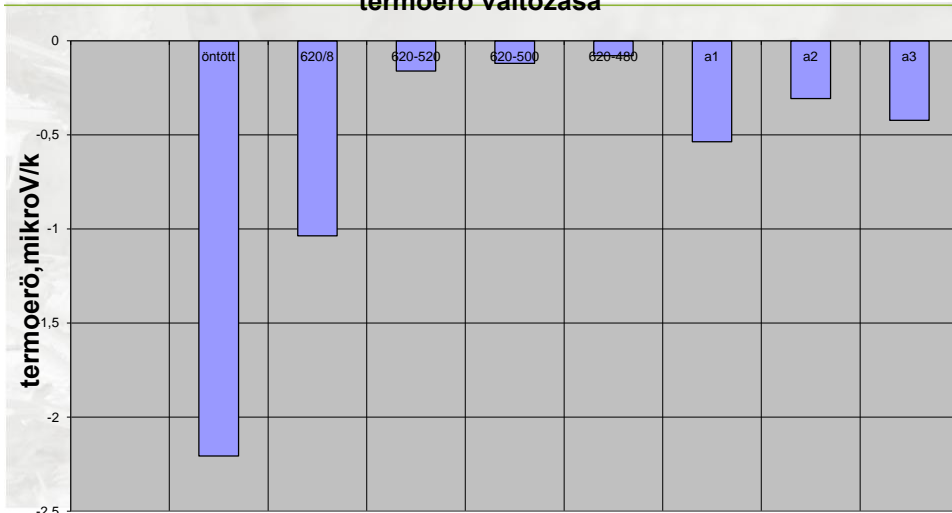
az oldott elemek mennyisége a $\frac{\Delta}{1+\Delta}$ függvényében (irod.adatok alapján)



$\frac{\Delta}{1+\Delta}$ változása



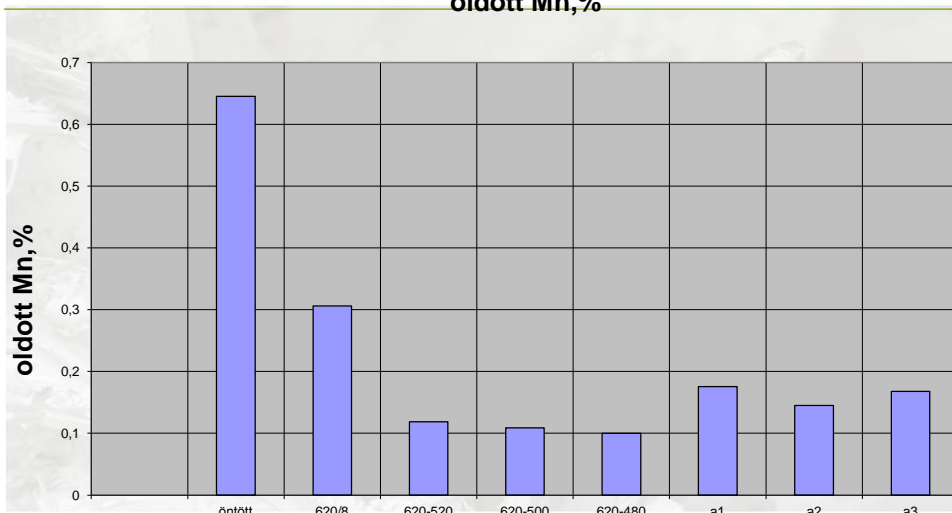
termoerő változása



minta



oldott Mn, %



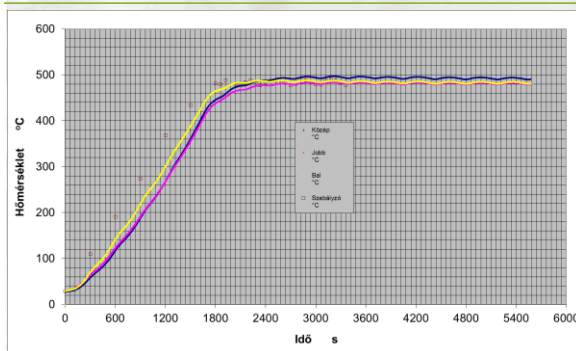
minta



Meleg és hideghengerlés a VON ROLL hengerállványon



Utánmelegítő kemence kimérése



- Térhőmérséklet ingadozása: $\pm 5^{\circ}\text{C}$
- Összekapcsolt állapotban a hőmérséklet 5°C -kal magasabb



Meleghengertés



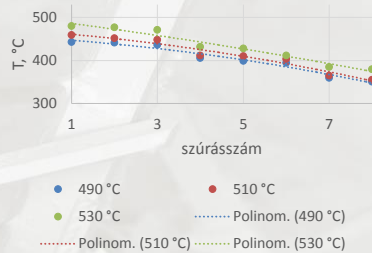
3 különböző alakítási hőmérséklet:

- 490, 510, 530 °C
- Visszamelegítés minden szűrés után

Hengertési szűrásterv (490 °C előmelegítési hőmérséklet esetén):

Kiinduló magasság	26,40			250,00			Kiinduló hőmérséklet	490 °C, 1 óra	
Szűrés	h_{be}	Δh	h_{ki}	l_{be}	l_{ki}	Fogyás, %	$T_{kemence}$ °C	$t_{visszameleg}$ min	
1	26,40	3,70	22,70	250,00	290,75	14%	490	15	
2	22,70	3,60	19,10	290,75	345,55	16%	490	15	
3	19,10	3,20	15,90	345,55	415,09	17%	445	15	
4	15,90	2,70	13,20	415,09	500,00	17%	445	15	
5	13,20	2,40	10,80	500,00	611,11	18%	445	15	
6	10,80	1,90	8,90	611,11	741,57	18%	400	15	
7	8,90	1,70	7,20	741,57	916,67	19%	400	15	
8	7,20	1,40	5,80	916,67	1137,93	19%	400	15	

Felületi hőmérséklet változása



Hideghengertés



Kiinduló magasság	5,80			700,00			Kiinduló hőmérséklet	20 °C	
Szűrés	h_{be}	Δh	h_{ki}	l_{be}	l_{ki}	Fogyás, %	Levett minta hossza		
1	5,80	1,20	4,60	700,00	882,61	21%			
2	4,60	0,96	3,64	882,61	1115,38	21%	350		
3	3,64	0,76	2,88	765,38	967,36	21%			
4	2,88	0,60	2,28	967,36	1221,93	21%	350		
5	2,28	0,48	1,80	871,93	1104,44	21%			
6	1,80	0,38	1,42	1104,44	1400,00	21%	350		
7	1,42	0,30	1,12	1050,00	1331,25	21%			
8	1,12	0,24	0,88	1331,25	1694,32	21%	350		
9	0,88	0,16	0,72	1344,32	1643,06	18%			
10	0,72	0,12	0,60	1643,06	1971,67	17%	350		
11	0,60	0,10	0,50	1621,67	1946,00	17%			
12	0,50	0,08	0,42	1946,00	2316,67	16%	350		
13	0,42	0,06	0,36	1966,67	2294,44	14%			
14	0,36	0,05	0,31	2294,44	2664,52	14%	350		
15	0,31	0,04	0,27	2314,52	2657,41	13%			
16	0,27	0,03	0,24	2657,41	2989,58	11%	350		

Minden 2. szűrés után szakító és szövetszükségi próbák készítése a mechanikai és egyéb tulajdonságok változásának vizsgálatához.



Hideghengerlés



További tervek:

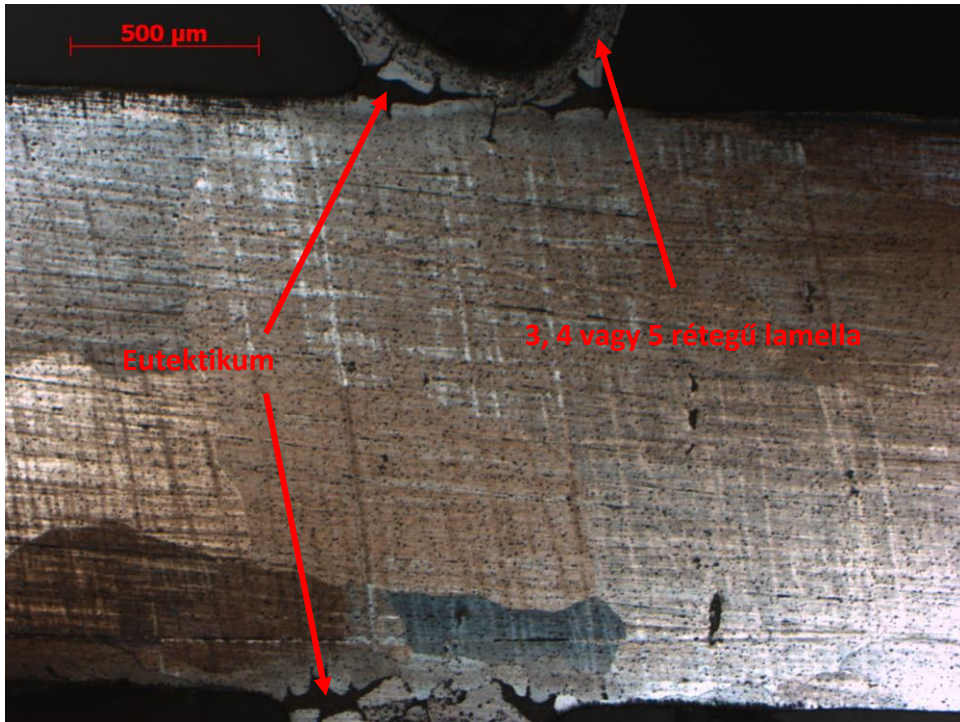
- Meleghengerlés homogenizálás után + hideghengerlés
- A meleg és hideghengerlési próbák részletes vizsgálata
- 3 + és 5 rétegű próbák hengerlése
- Leolvastási kísérletek
- Sókamrás kísérletek
- „Brawn band” jelenség tanulmányozása



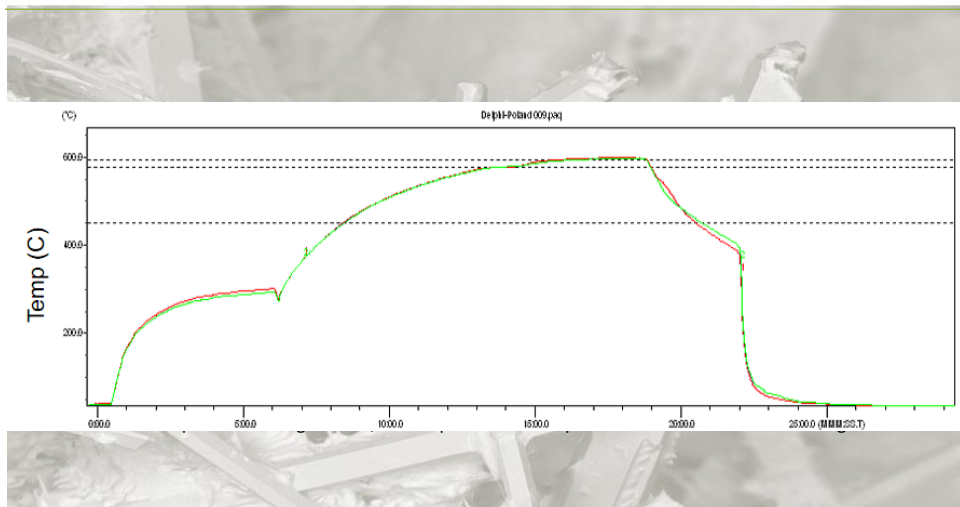
Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"





Forrasztás hőciklusa



Tesztforrasztások eredményei

