



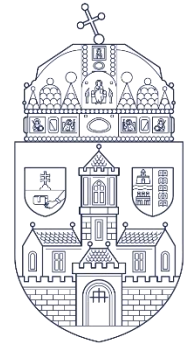
NEUMANN JÁNOS EGYETEM



INNOVATÍV JÁRMŰVEK ÉS
ANYAGOK TANSZÉK



Bay Zoltán
Alkalmazott Kutatási
Közhasznú Nonprofit Kft.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

NAGYENTRÓPIÁS ÖTVÖZETEK ALKALMAZHATÓSÁGA KOPÁSNAK KITETT FELÜLETEK ESETÉBEN

HAREANCZ FERENC

1. FÉLÉVES DOKTORANDUSZ HALLGATÓ
ÓBUDAI EGYETEM - ANYAGTUDOMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIÁK DOKTORI ISKOLA

TÉMAVEZETŐK:
DR. FÁBIÁN ENIKŐ RÉKA, DR. VIDA ÁDÁM

2024.

- A kísérleti munka elkezdéséhez a fémporok beszerzését szeretném lezárni, összegezni a már megrendelt és megérkezett fémporokat.
- Az idei évre vonatkozóan a Cantor típusú ötvözettekkel foglalkozom. Melyből Ni Co Fe Cr X bázist alapul véve egy másik elemet fogok kiválasztani. Az irodalom kutatás alapján Cu, Al, Mo, Ti a leggyakrabban használt elem.
- A féléves részfeladatomban, hogy kiválasszam az alapfém hordozót, amely lehetőség szerint egy olyan ötvözet lesz amelyet jól ismerünk.
- További részfeladat a por és azok keverésének vizsgálata. Össze kell-e a porokat golyós malomban keverni vagy elegendő a porok összekeverése a poradagoló tartályban és a felületre felszórva a lézersugár segítségével összeolvasztva létrejön a kívánt ötvözet.
- A kiválasztott elemet a bázishoz több különböző arányban keverném és vizsgálnám a felrakott réteg keménységváltozását.

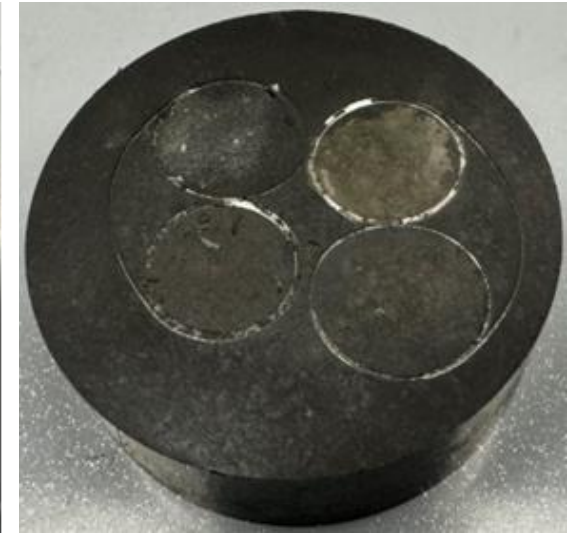
Alapfém hordozó anyag kiválasztása

- Az irodalomkutatási eredmények alapján a 316L Ti stabilizált alaplemezt alkalmazzák a legtöbb kísérlet során.
- 316L: X2CrNiMo17-12-2
- A Co Cr Fe Ni ötvözet lapközepes rácsszerkezetű hasonlóan a 316L ötvözethez,
- 314 vagy 316-hoz képest alacsonyabb karbontartalommal rendelkezik, csökkent a karbidok képződésének esélye
- Jó hőállósággal, biokompatibilitással és korrózióállósággal rendelkezik.

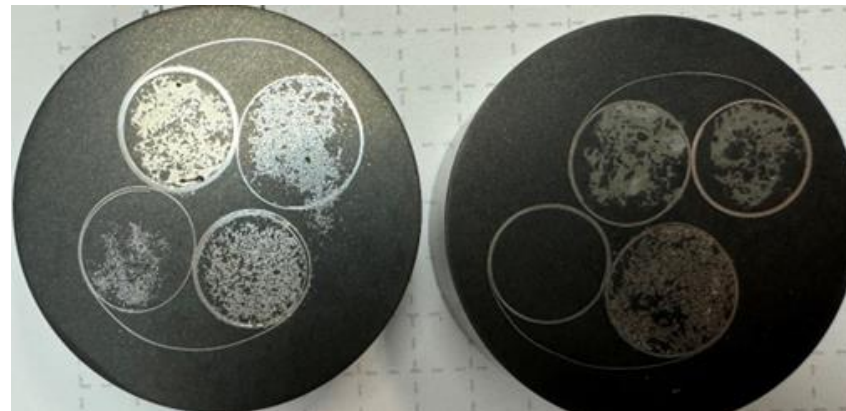
C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Mo	Ni
≤0,03	≤0,03	≤0,03	≤0,03	≤0,03	≤0,03	16,5-18,5	2,00-2,50	10,0-13,0

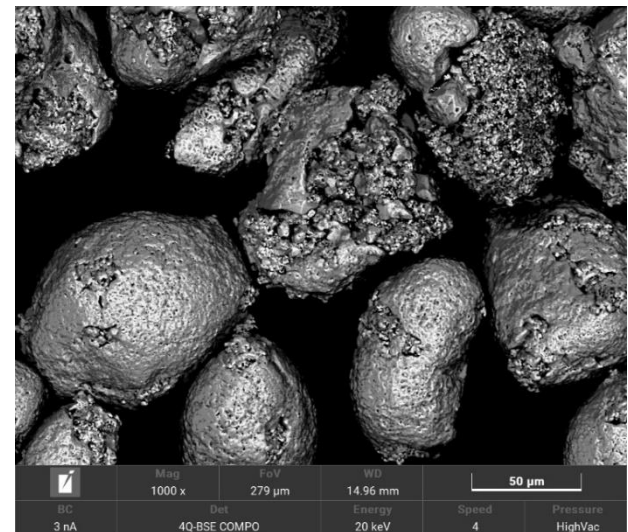
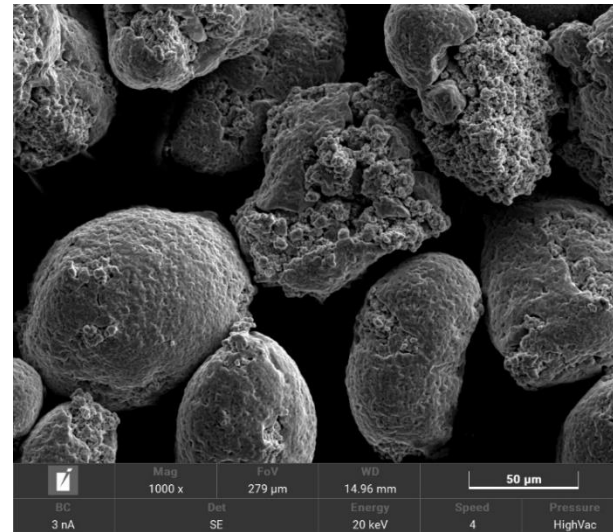
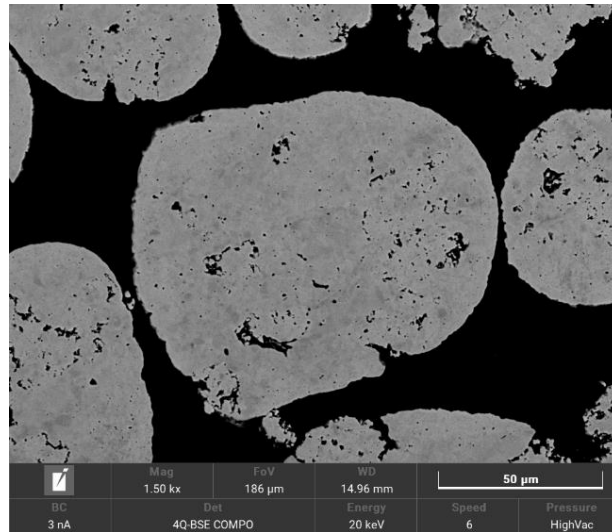
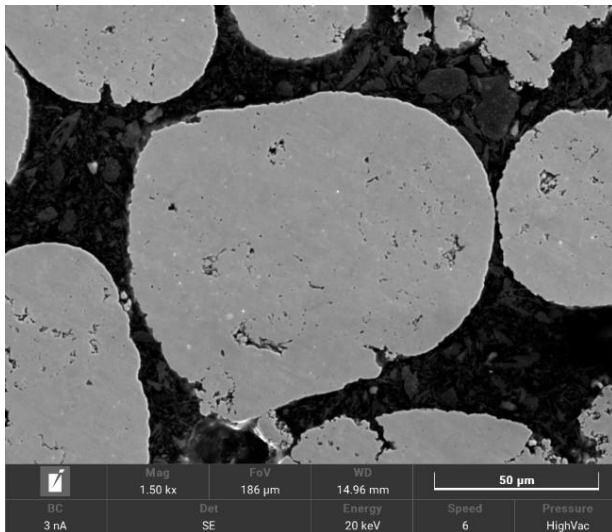
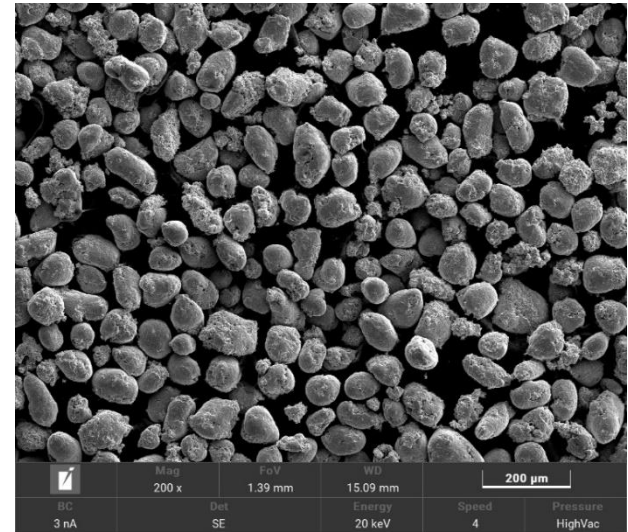
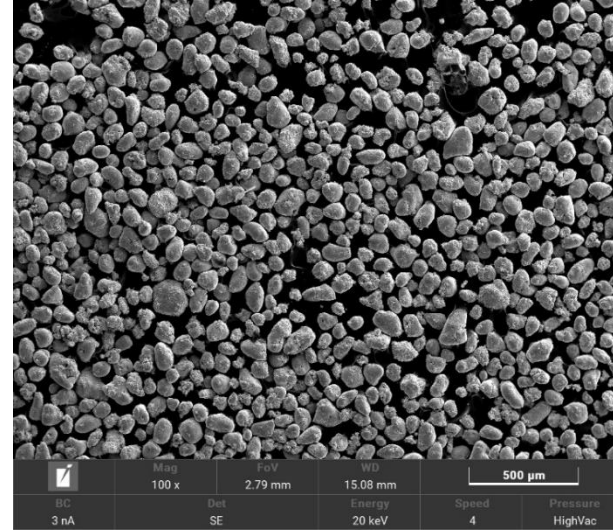
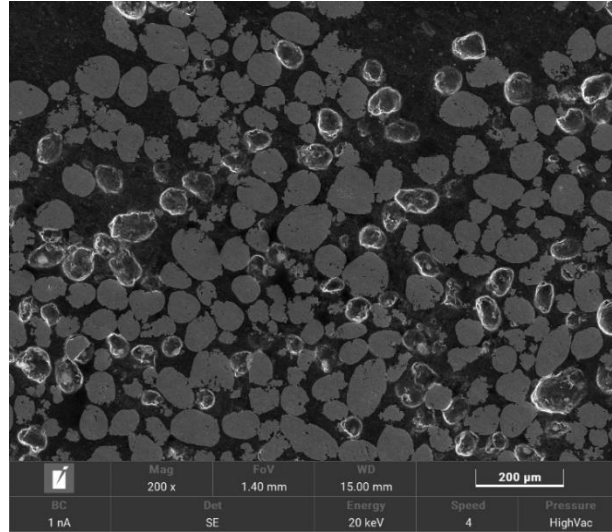
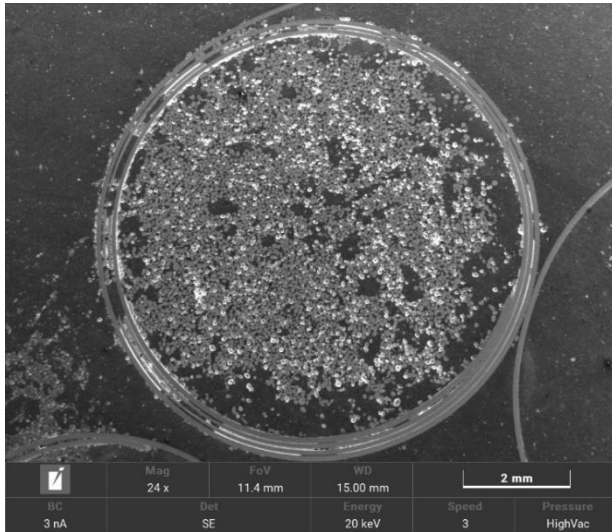
Porok vizsgálata

- Beágyazás



- Mintaelőkészítés





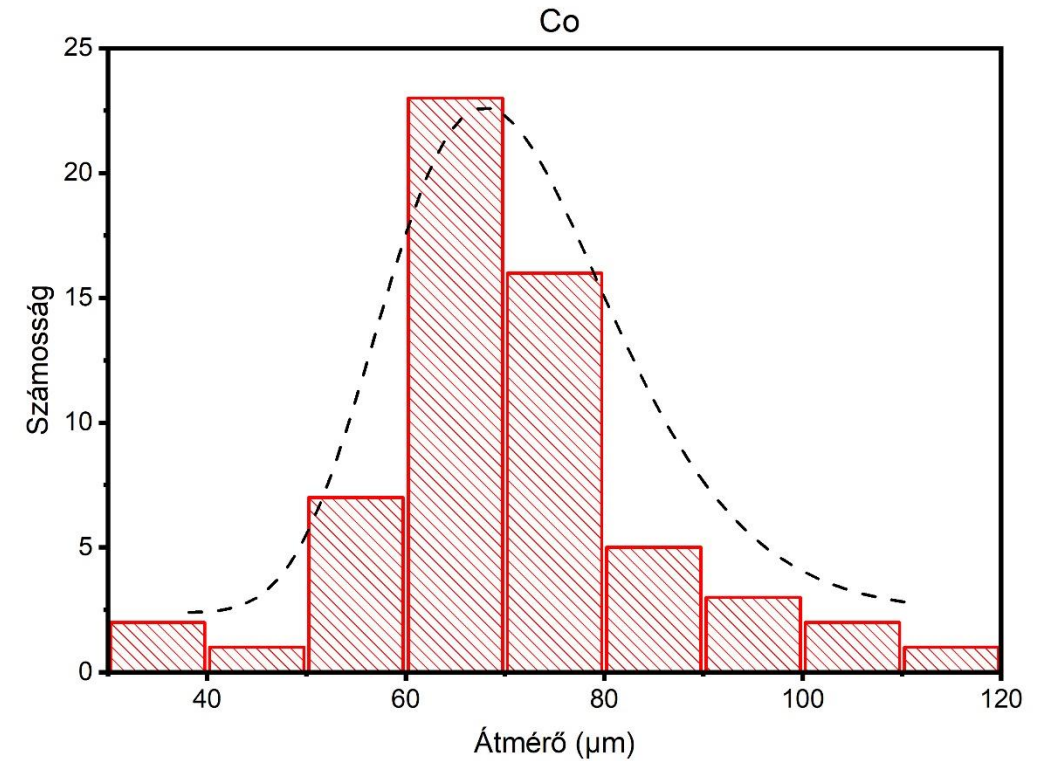
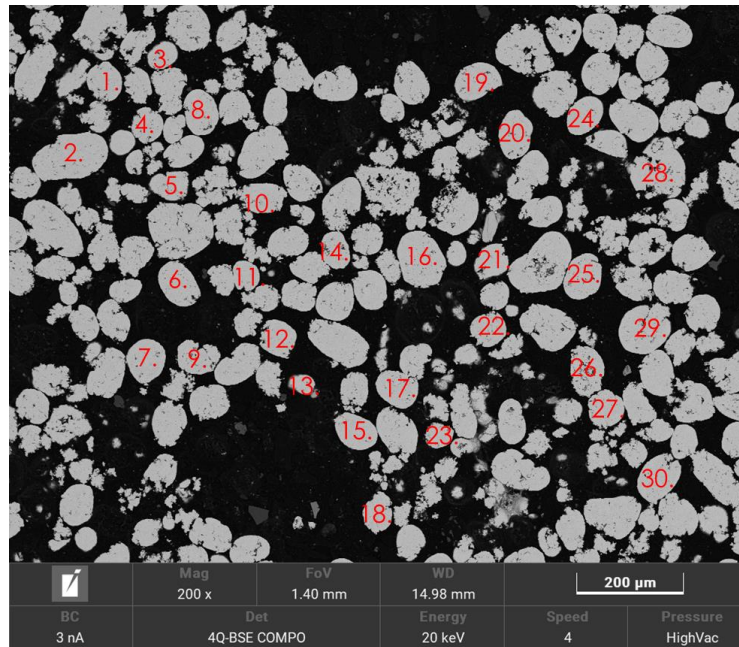
Kobalt mérési eredmények

Kobalt 1. mérés	
1.	39
2.	65
3.	69
4.	84
5.	67
6.	51
7.	63
8.	77
9.	69
10.	55
11.	58
12.	85
13.	59
14.	104
15.	72
16.	68
17.	63
18.	90
19.	87
20.	78
21.	80
22.	65
23.	76
24.	67
25.	104
26.	83
27.	63
28.	75
29.	79
30.	66

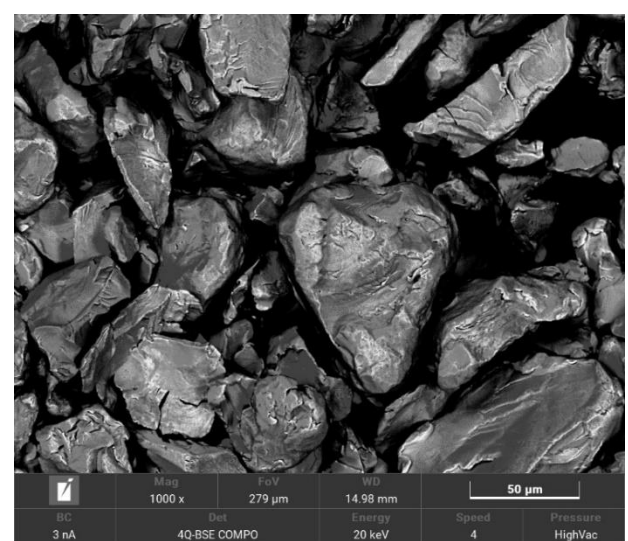
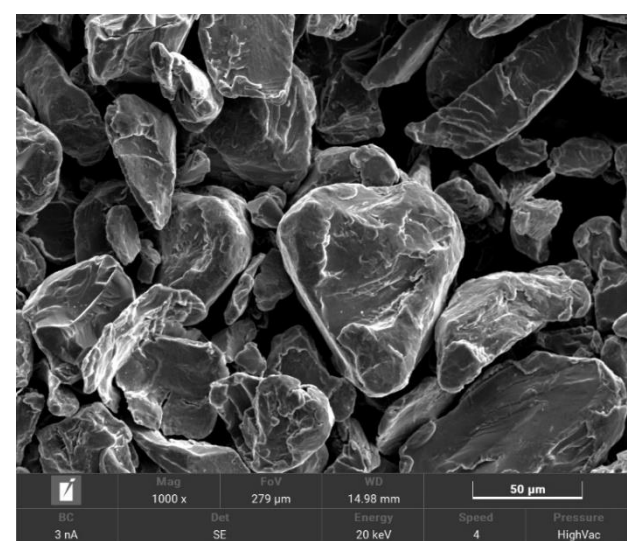
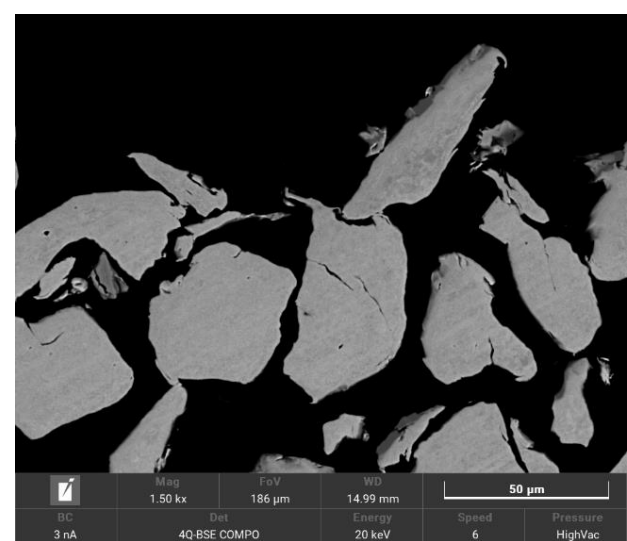
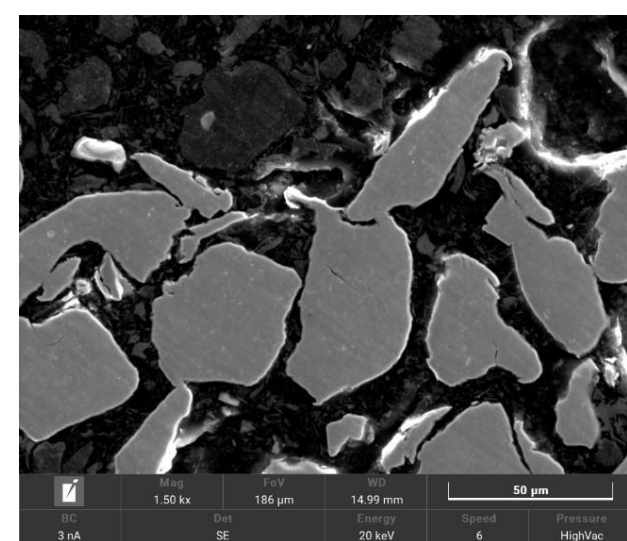
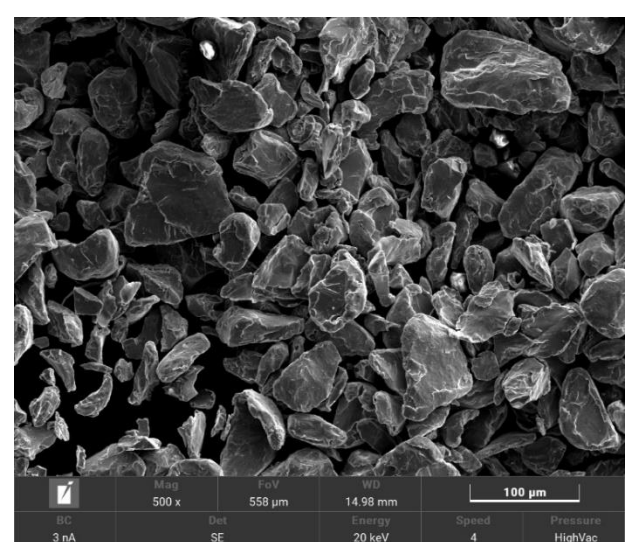
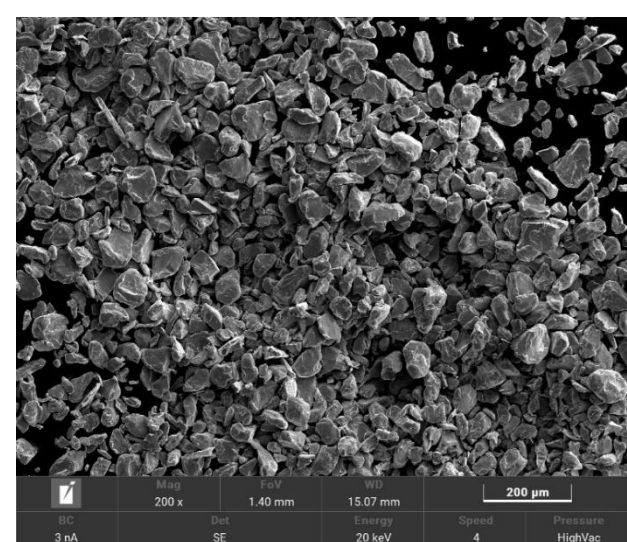
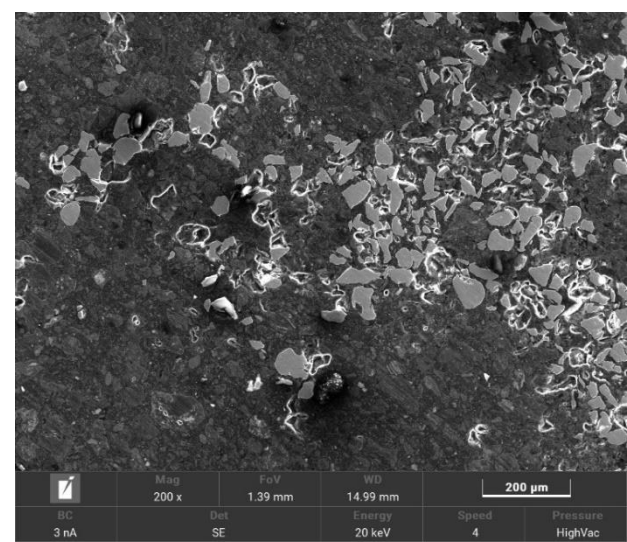
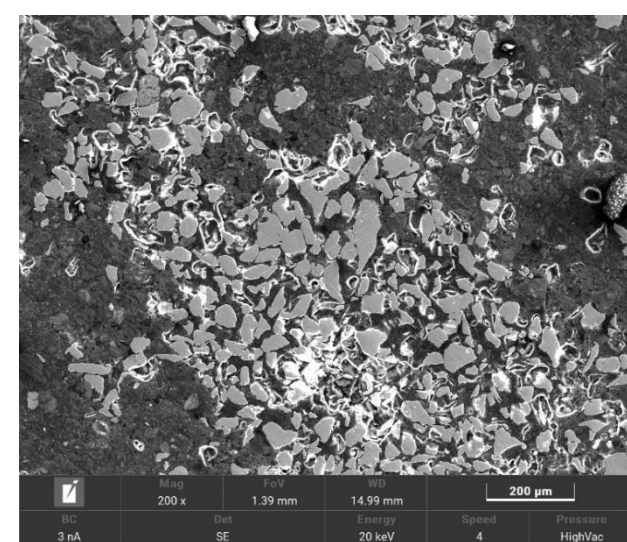
Kobalt 2. mérés	
1.	66
2.	111
3.	48
4.	62
5.	61
6.	73
7.	75
8.	70
9.	65
10.	64
11.	50
12.	73
13.	39
14.	62
15.	71
16.	92
17.	68
18.	65
19.	73
20.	78
21.	59
22.	62
23.	51
24.	66
25.	73
26.	77
27.	62
28.	99
29.	93
30.	76

Kobalt 1. mérés	
Átlagos méret	72
Legnagyobb méret	104
Legkisebb méret	39
Medián	69

Kobalt 2. mérés	
Átlagos méret	69
Legnagyobb méret	111
Legkisebb méret	39
Medián	67



Króm



Króm mérési eredmények

Króm 1, mérés

1.	51
2.	34
3.	43
4.	44
5.	33
6.	46
7.	29
8.	37
9.	36
10.	57
11.	51
12.	42
13.	50
14.	58
15.	49
16.	48
17.	37
18.	61
19.	33
20.	33
21.	46
22.	38
23.	49
24.	46
25.	60
26.	56
27.	63
28.	61
29.	29
30.	34

Kobalt 2, mérés

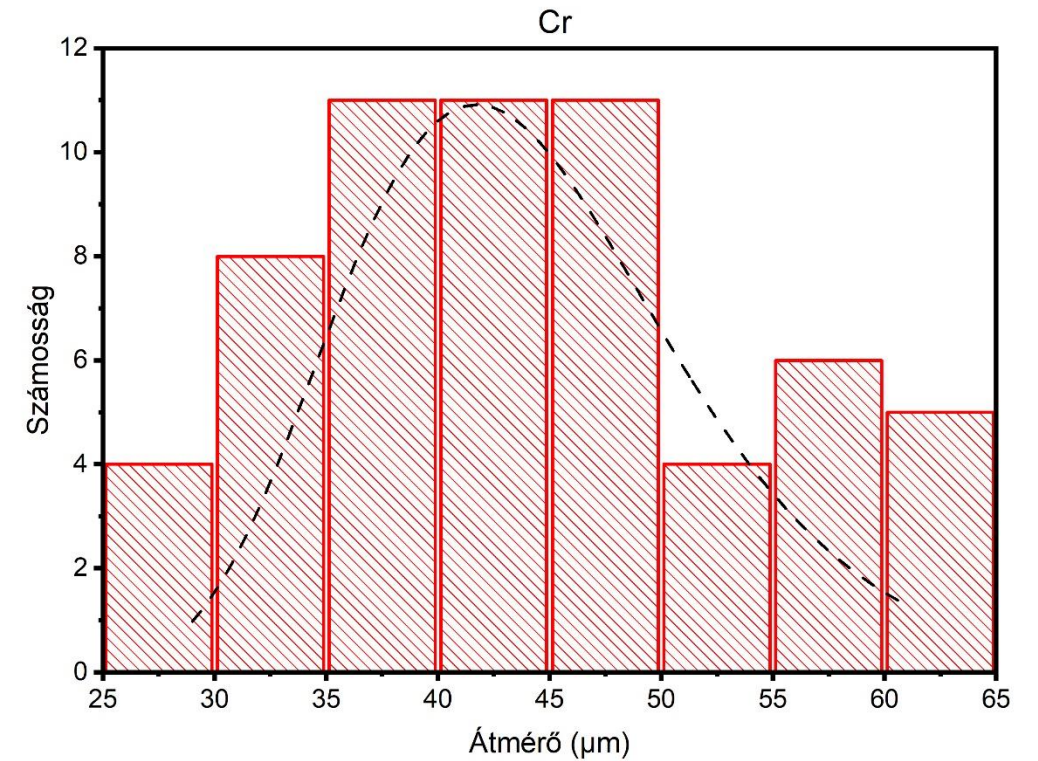
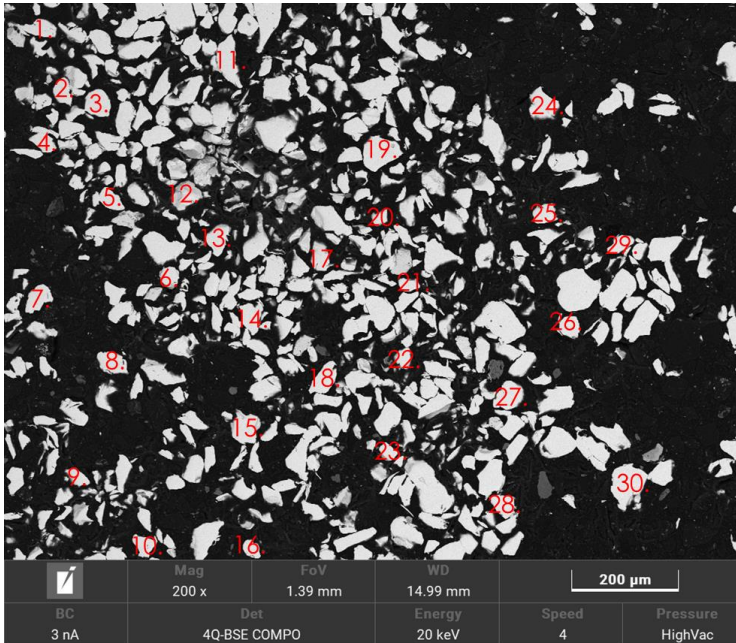
1.	41
2.	40
3.	45
4.	37
5.	39
6.	35
7.	47
8.	56
9.	36
10.	35
11.	57
12.	47
13.	44
14.	44
15.	49
16.	37
17.	42
18.	45
19.	64
20.	27
21.	31
22.	28
23.	35
24.	52
25.	47
26.	42
27.	51
28.	41
29.	33
30.	63

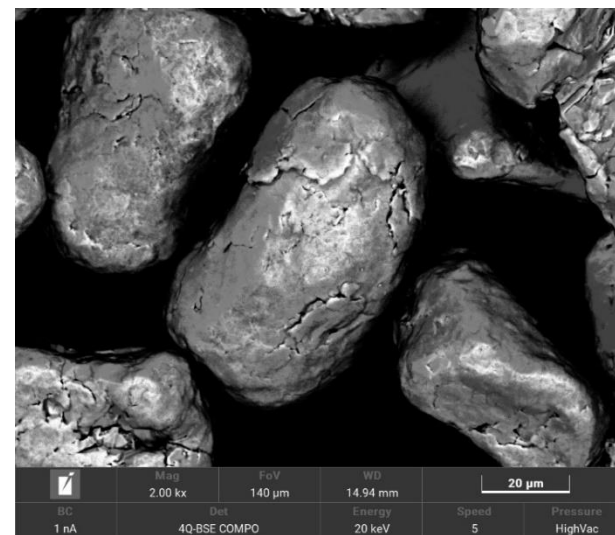
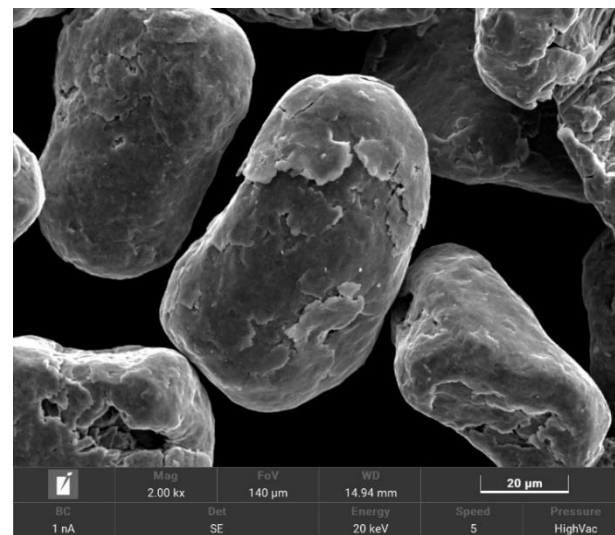
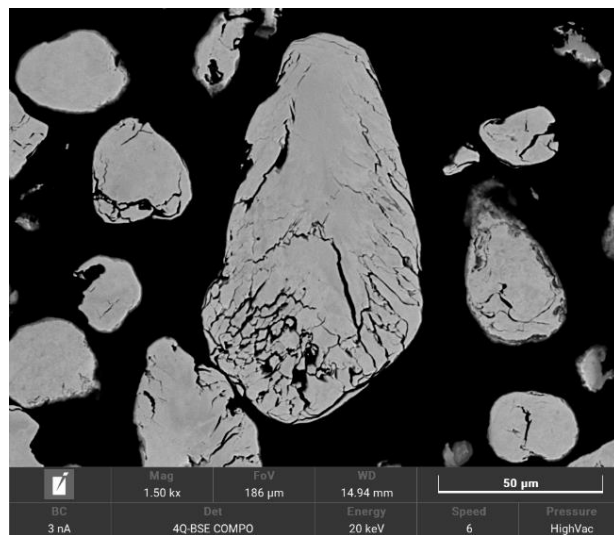
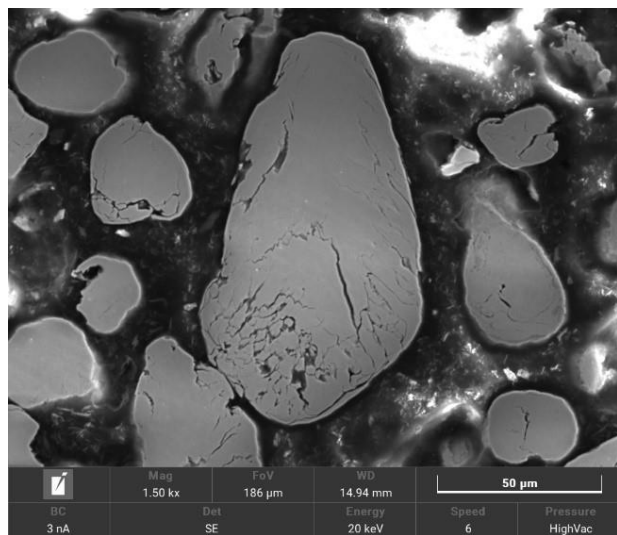
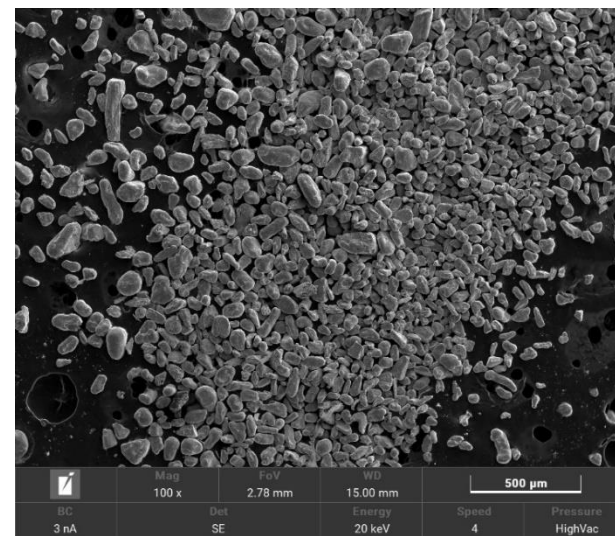
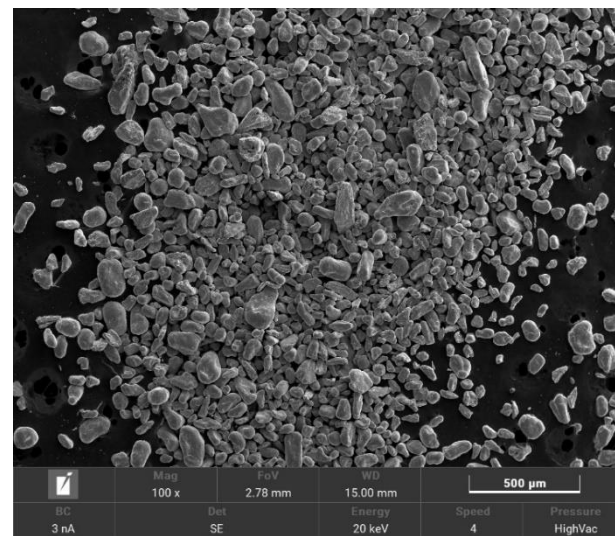
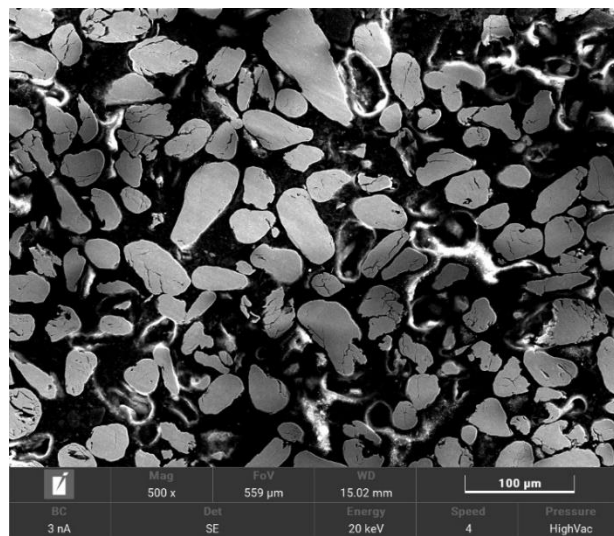
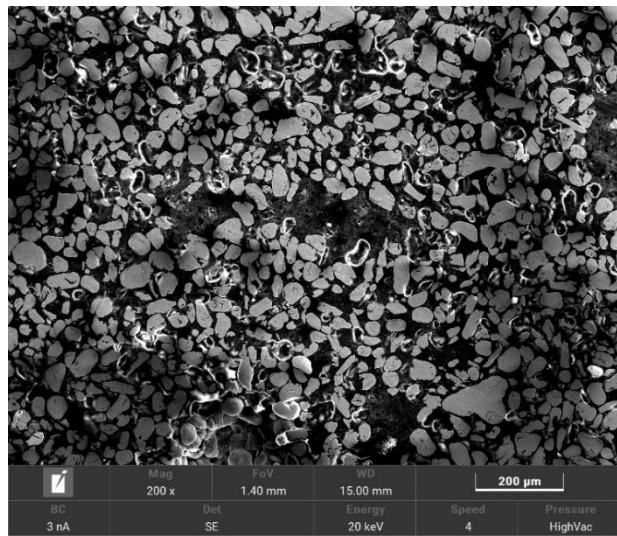
Króm 1. mérés

Átlagos méret	45
Legnagyobb méret	63
Legkisebb méret	29
Medián	46

Kobalt 2. mérés

Átlagos méret	43
Legnagyobb méret	64
Legkisebb méret	27
Medián	42





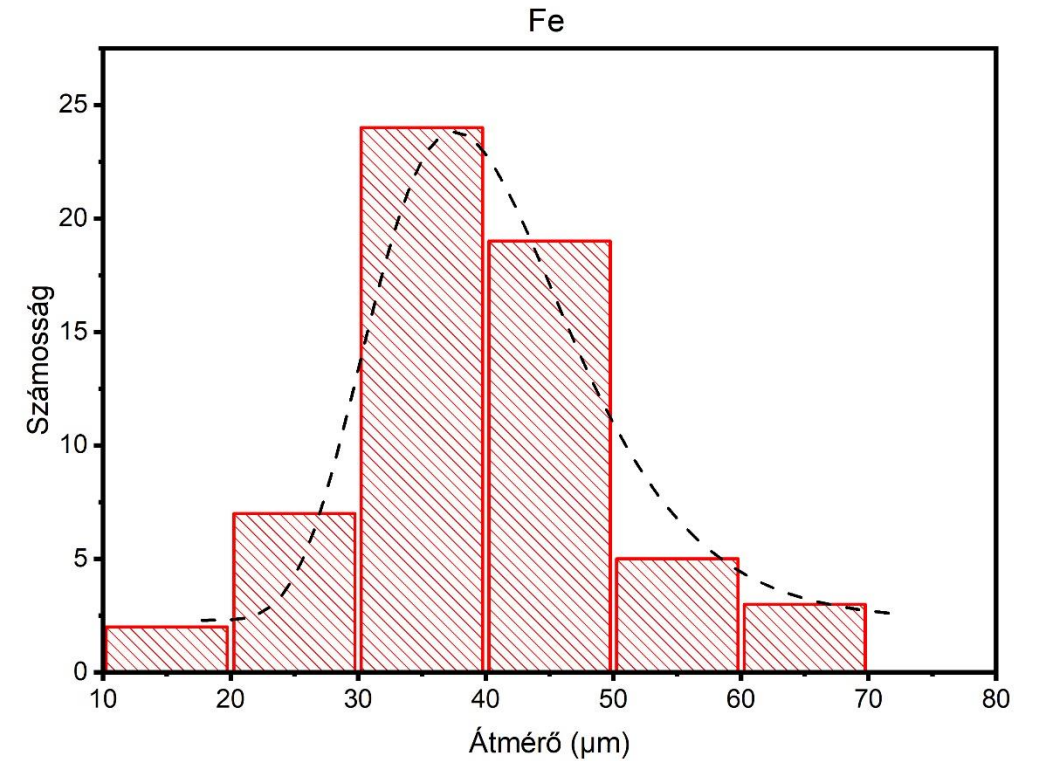
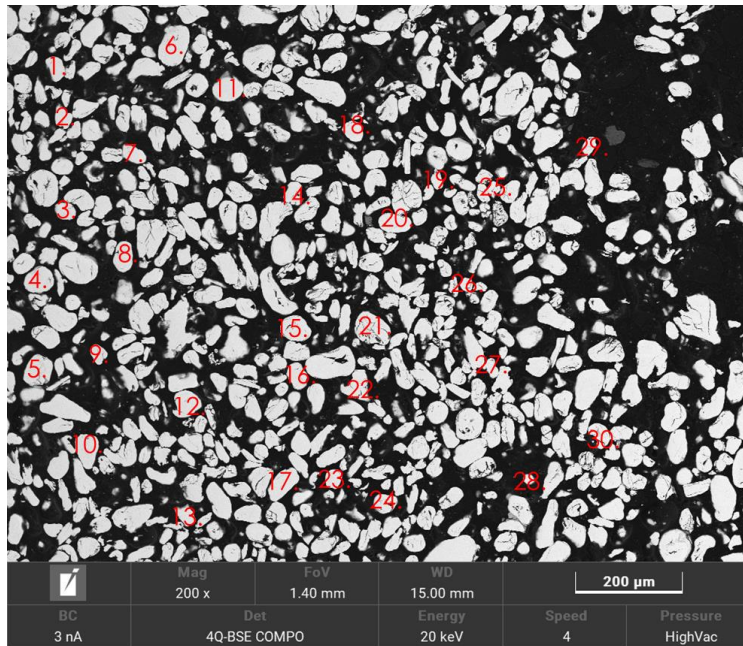
Vas mérési eredmények

Vas 1. mérés	
1.	36
2.	28
3.	34
4.	48
5.	48
6.	60
7.	35
8.	41
9.	29
10.	47
11.	50
12.	43
13.	36
14.	36
15.	50
16.	37
17.	51
18.	42
19.	26
20.	46
21.	65
22.	48
23.	31
24.	40
25.	23
26.	23
27.	25
28.	20
29.	31
30.	41

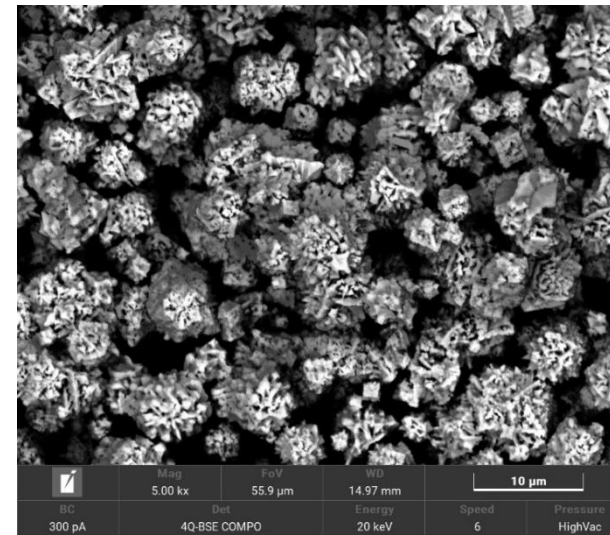
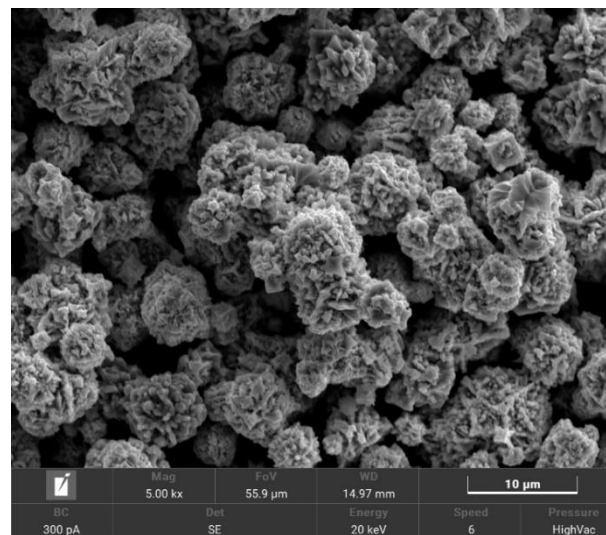
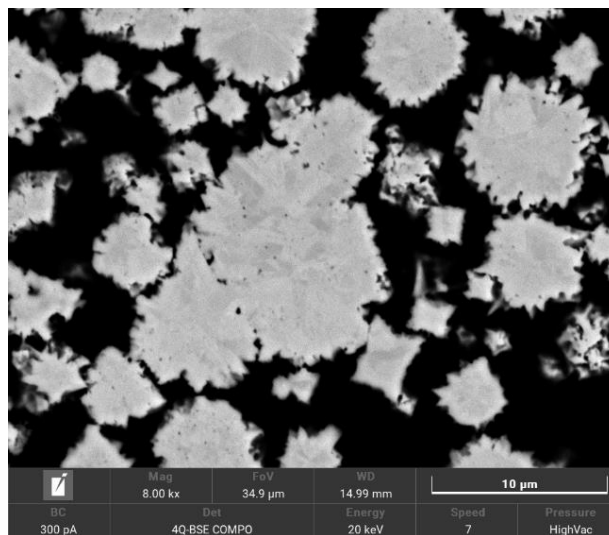
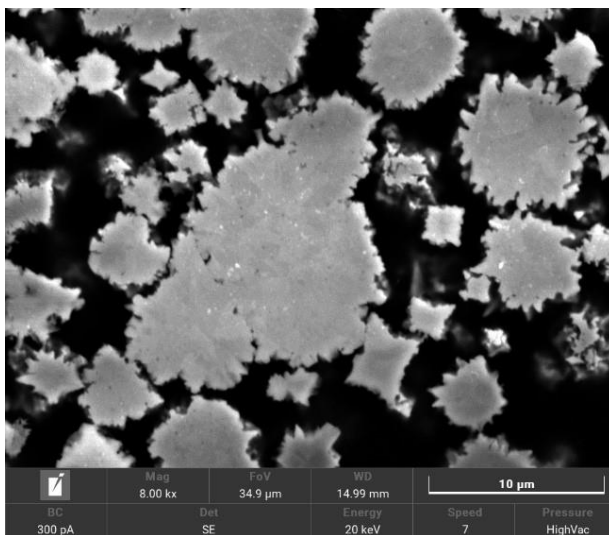
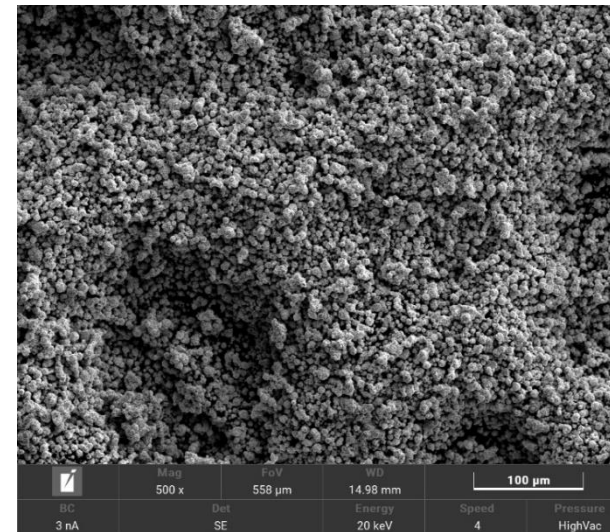
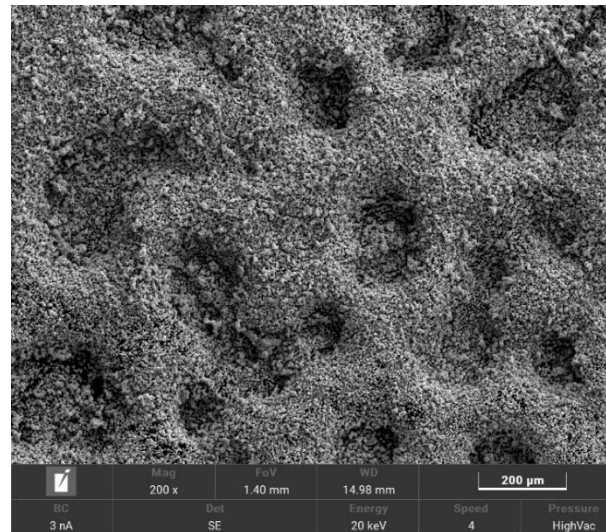
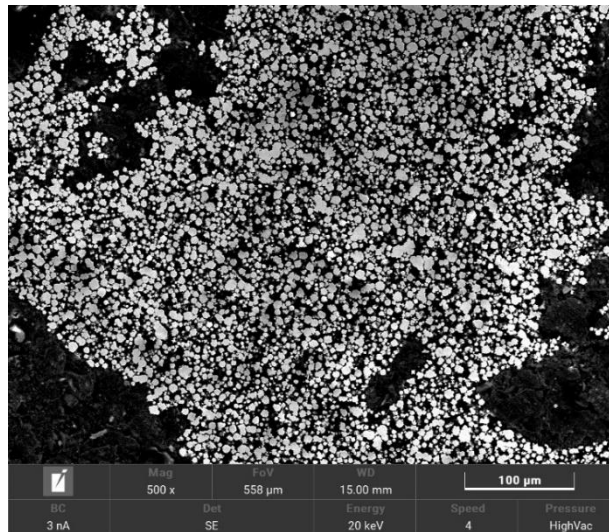
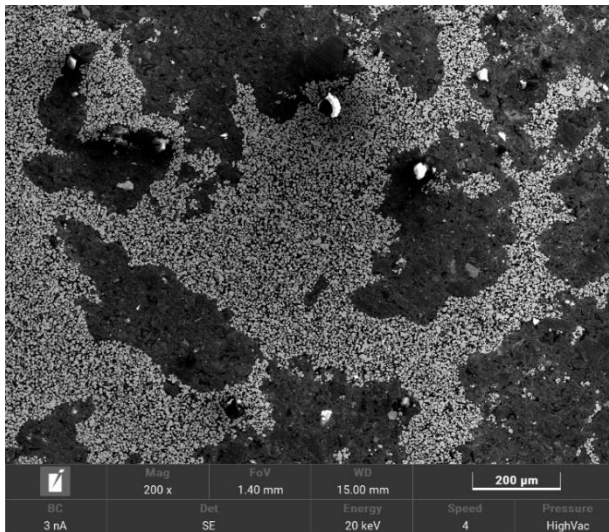
Vas 2. mérés	
1.	59
2.	32
3.	43
4.	39
5.	39
6.	70
7.	43
8.	31
9.	38
10.	51
11.	53
12.	31
13.	41
14.	17
15.	47
16.	42
17.	31
18.	27
19.	40
20.	39
21.	34
22.	39
23.	33
24.	45
25.	30
26.	37
27.	38
28.	44
29.	40
30.	55

Vas 1. mérés	
Átlagos méret	39
Legnagyobb méret	65
Legkisebb méret	20
Medián	39

Vas 2. mérés	
Átlagos méret	40
Legnagyobb méret	70
Legkisebb méret	17
Medián	39



Nikkel



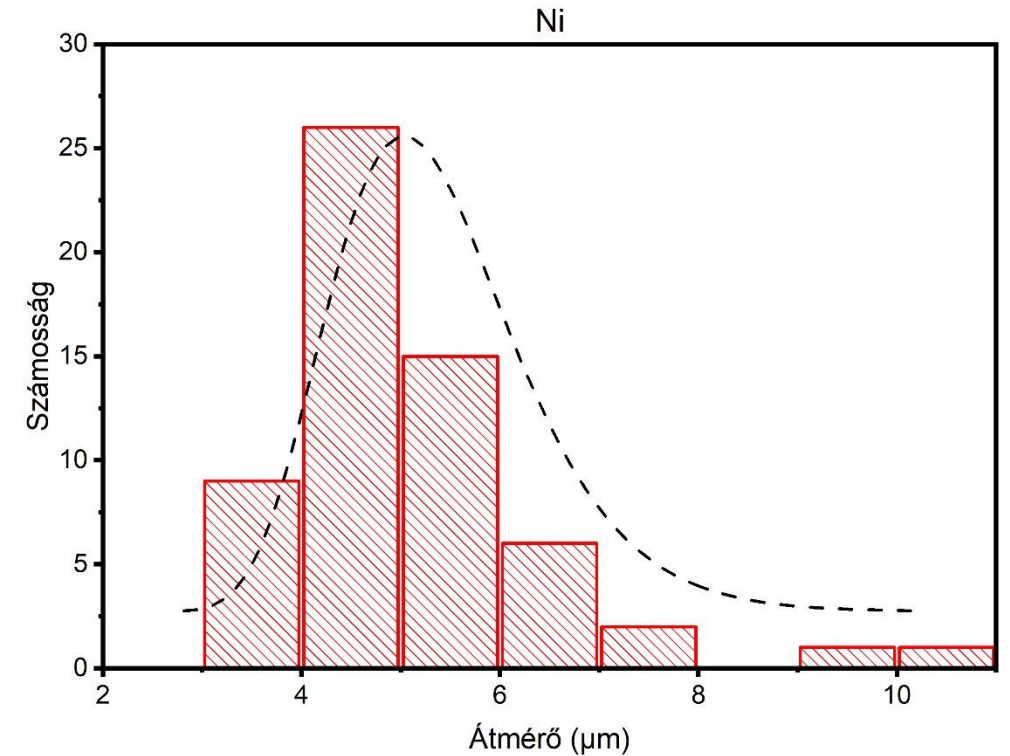
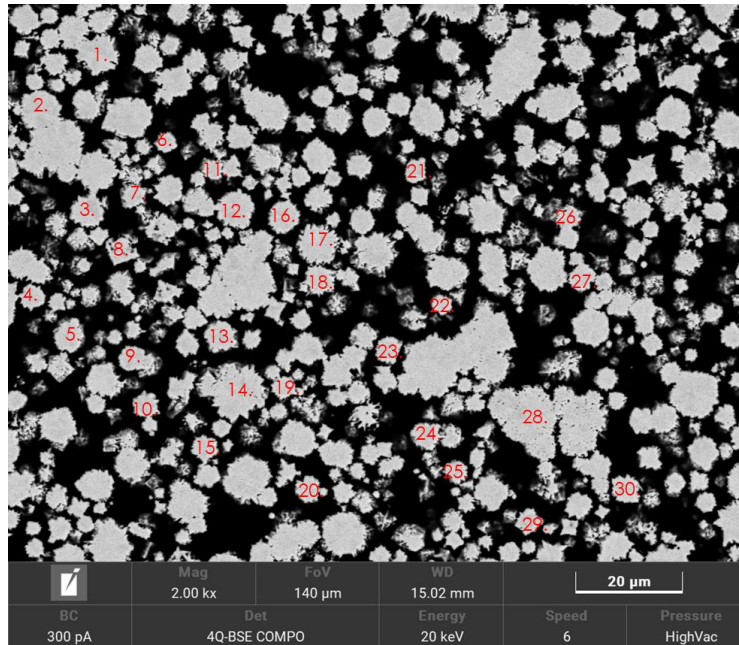
Nikkel mérési eredmények

Nikkel 1. mérés	
1.	5
2.	6
3.	6
4.	5
5.	5
6.	5
7.	7
8.	6
9.	4
10.	4
11.	5
12.	4
13.	7
14.	5
15.	5
16.	5
17.	4
18.	5
19.	5
20.	5
21.	6
22.	4
23.	6
24.	8
25.	5
26.	4
27.	7
28.	5
29.	4
30.	6

Nikkel 2. mérés	
1.	7
2.	7
3.	6
4.	4
5.	5
6.	3
7.	4
8.	5
9.	4
10.	5
11.	4
12.	7
13.	5
14.	9
15.	4
16.	6
17.	6
18.	5
19.	4
20.	4
21.	4
22.	3
23.	4
24.	5
25.	4
26.	11
27.	4
28.	5
29.	5
30.	6

Nikkel 1. mérés	
Átlagos méret	5
Legnagyobb méret	8
Legkisebb méret	4
Medián	5

Nikkel 2. mérés	
Átlagos méret	5
Legnagyobb méret	11
Legkisebb méret	3
Medián	5



Cantor ötvözet létrehozása

- Az ötvözetben az alkotók mennyisége azonos.

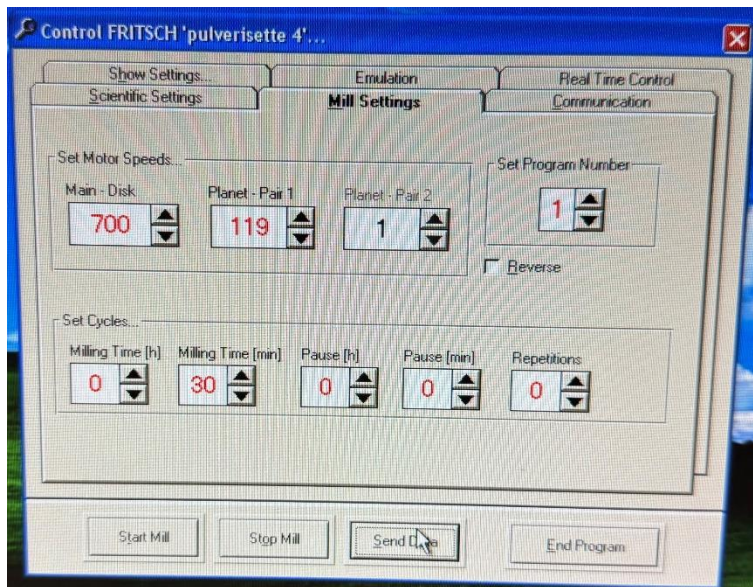
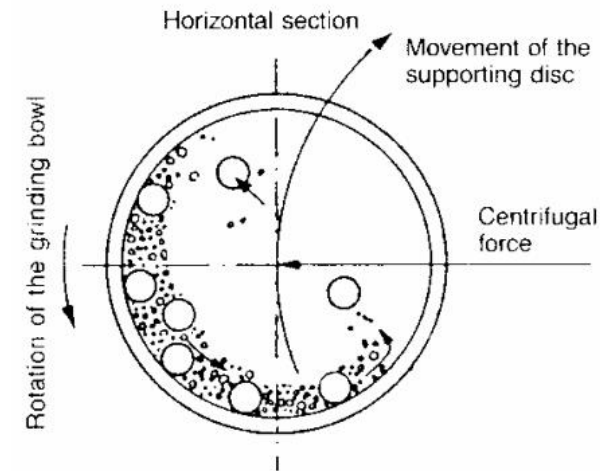
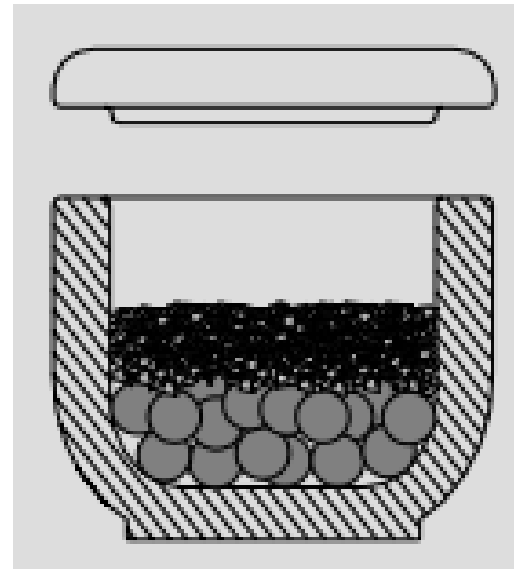
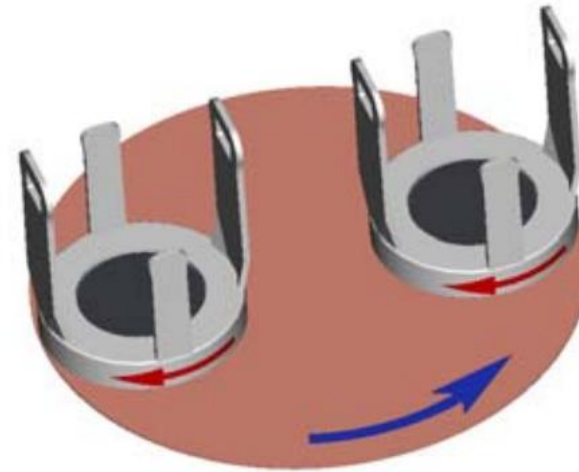
Rendszám	Szimbólum	Megnevezés	Atomtömeg	Atom százalék	Súly százalék
24	Cr	Króm	51,9961	25,00	23,06
26	Fe	Vas	55,845	25,00	24,77
27	Co	Kobalt	58,933195	25,00	26,14
28	Ni	Nikkel	58,6934	25,00	26,03

- A malomban az egyszerre keverhető mennyiség: 2 x 28g

Megnevezés	Tömeg [g]
Cr	6,46
Fe	6,94
Co	7,32
Ni	7,29

Fémporok malmozása

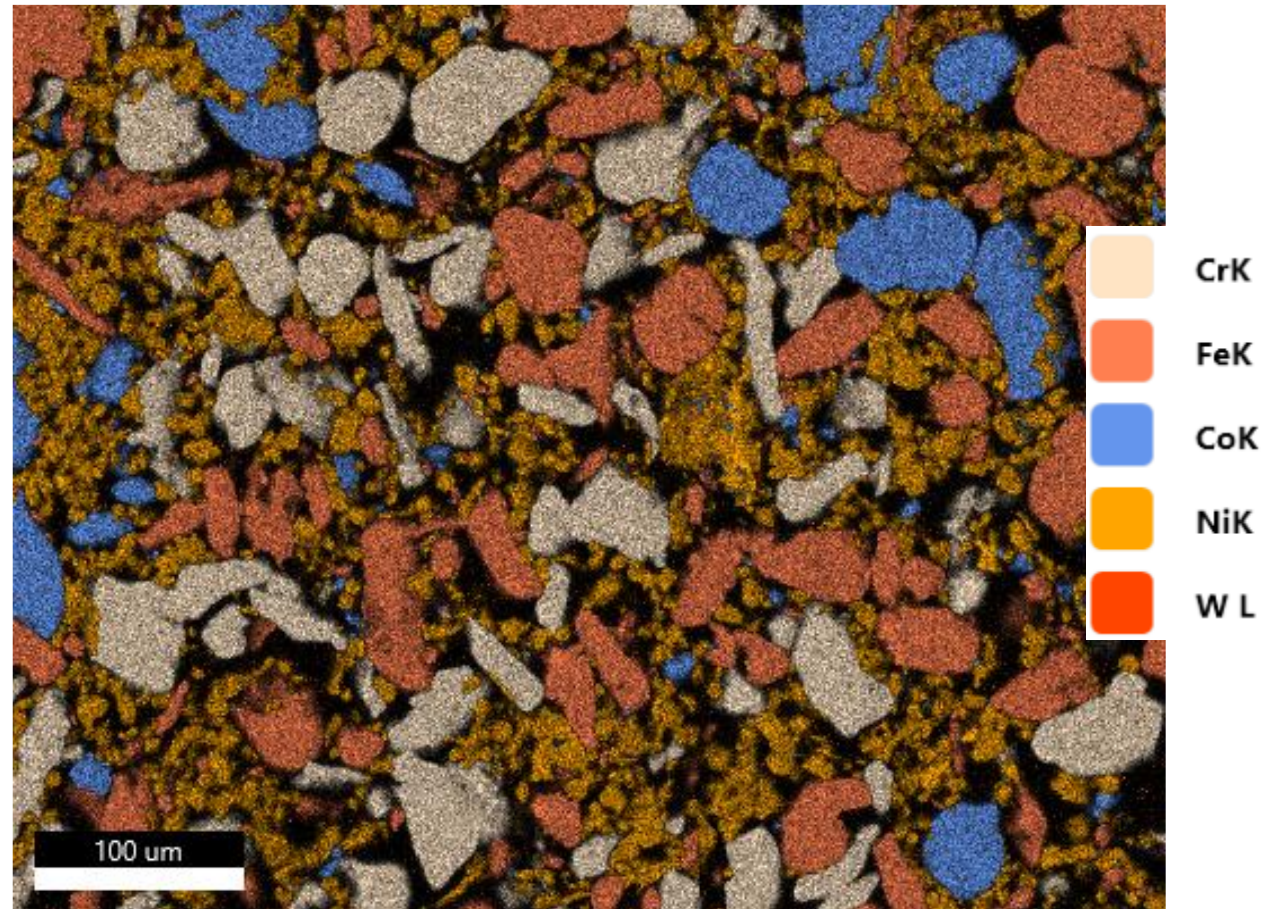
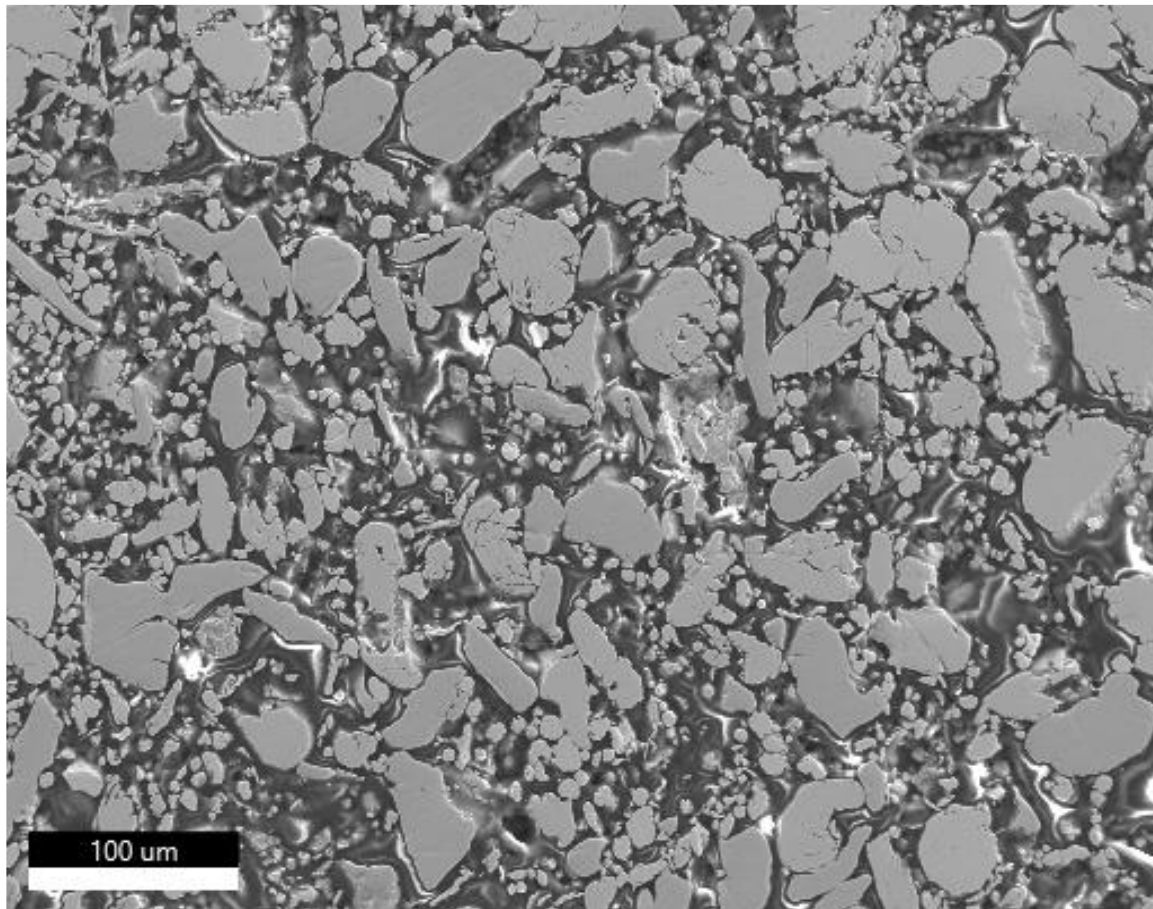
- A fémporok keverése planetáris malmot használtam.
- Típus: FRITSCH PULVERISETTE 4
- A malmozáshoz használt golyók alapanyaga: Volfrámkarbid (93%WC+6%Co)



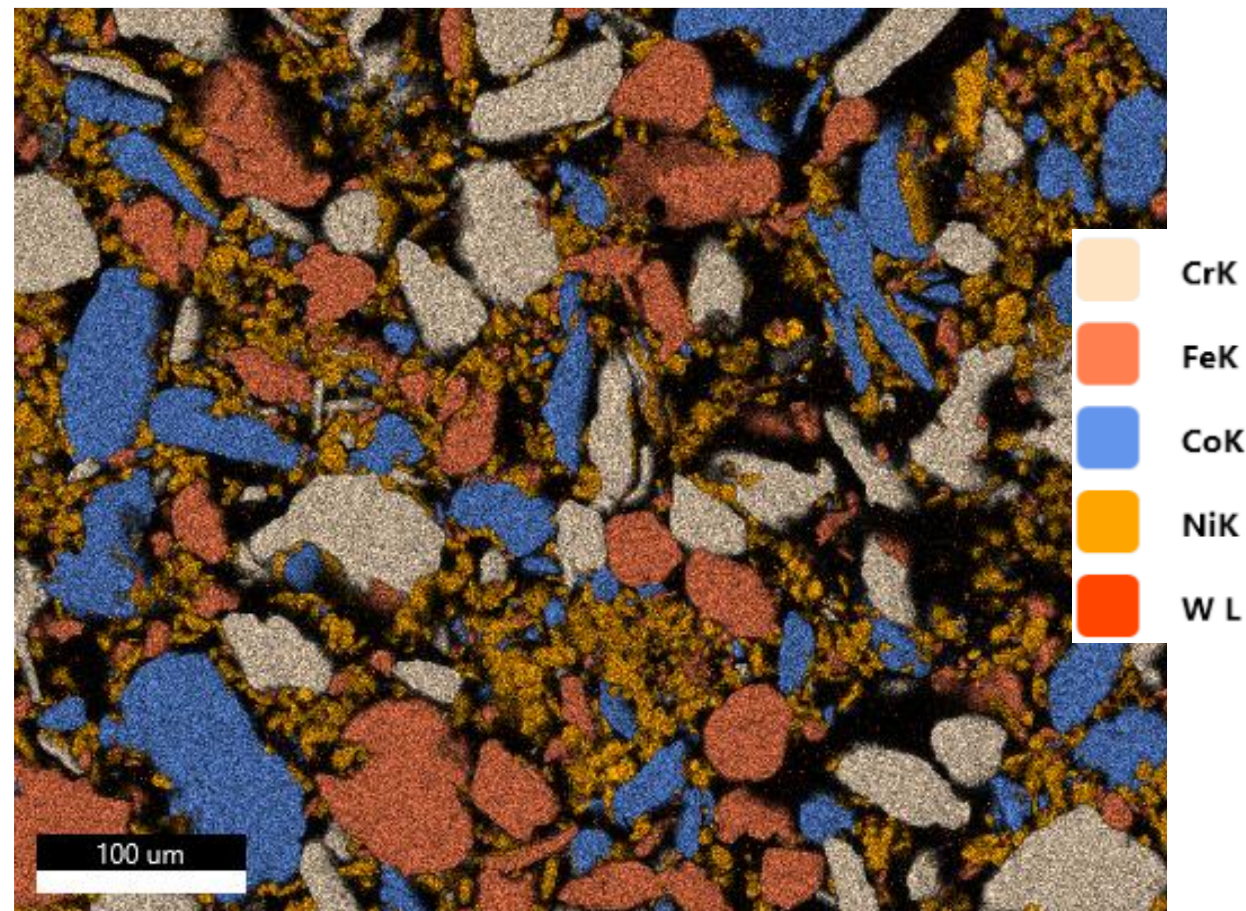
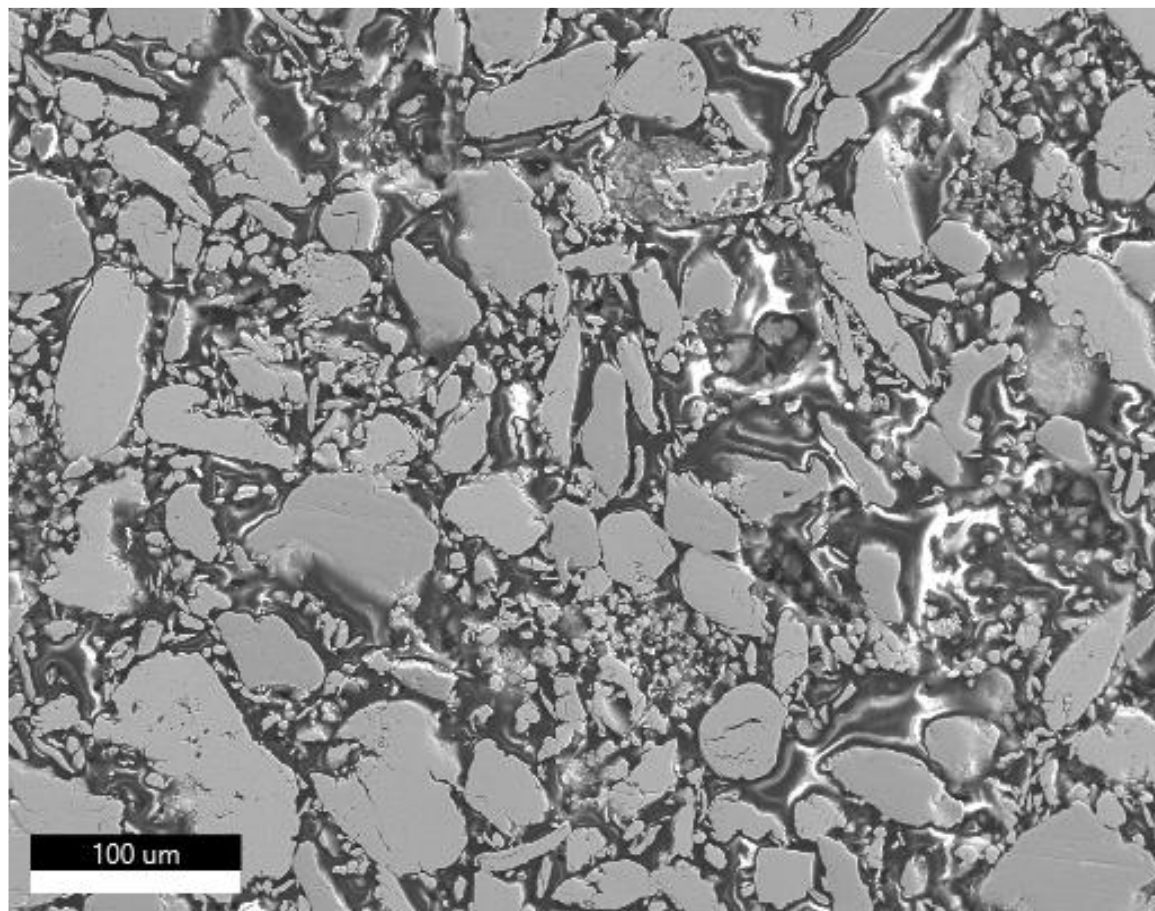
Keverési idők

- A fémporok méretkülönbségéből adódóan a különböző porokat egy planetáris malomban előkevertem.
- Egy minta elkészítéséhez előzetes becsléseink alapján 150-200g fémpor szükség.
- A szükséges adag előkészítéséhez több adagban kell végrehajtani keverést.
- Egyszerre csak kis mennyiségű adag állítható elő → keverési idő optimalizálása
- A keverést 5 szakaszra bontottam 15-30 perc mintavételezéssel.
- 1. mintavétel: 15 perc után
- 2. mintavétel: 30 perc után
- 3. mintavétel: 45 perc után
- 4. mintavétel: 60 perc után
- 5. mintavétel: 90 perc után
- A mintavételezés után a pormintát előkészítettem és EDS elemzést végeztem.

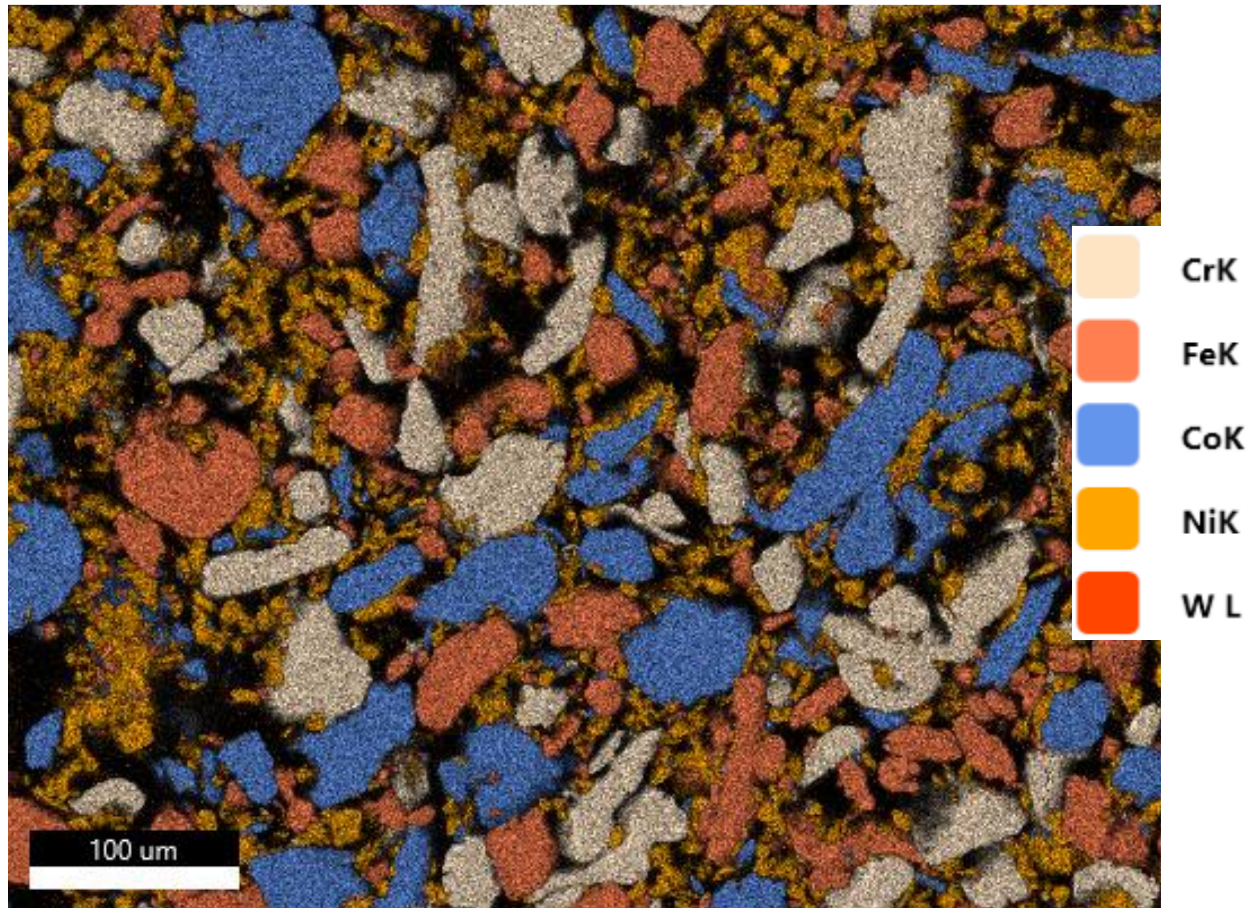
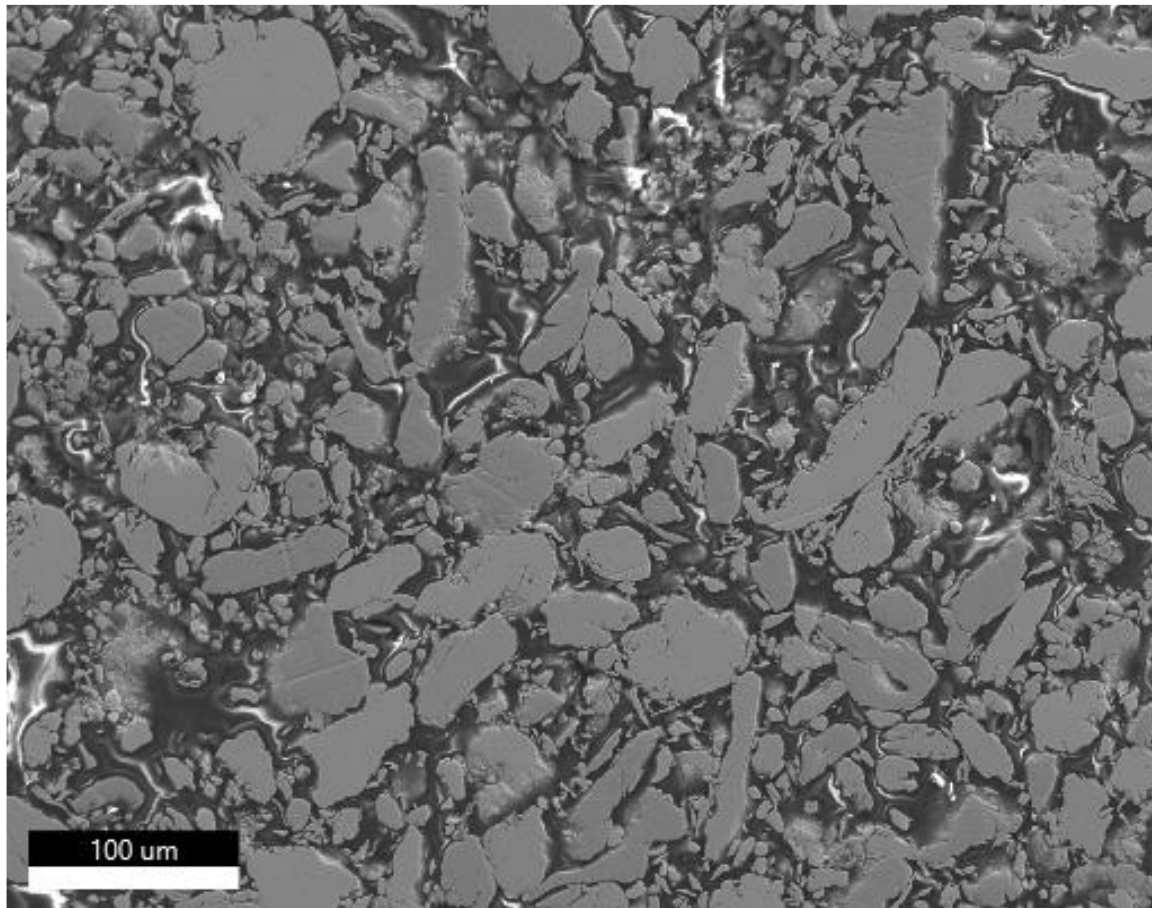
15 perc keverés után



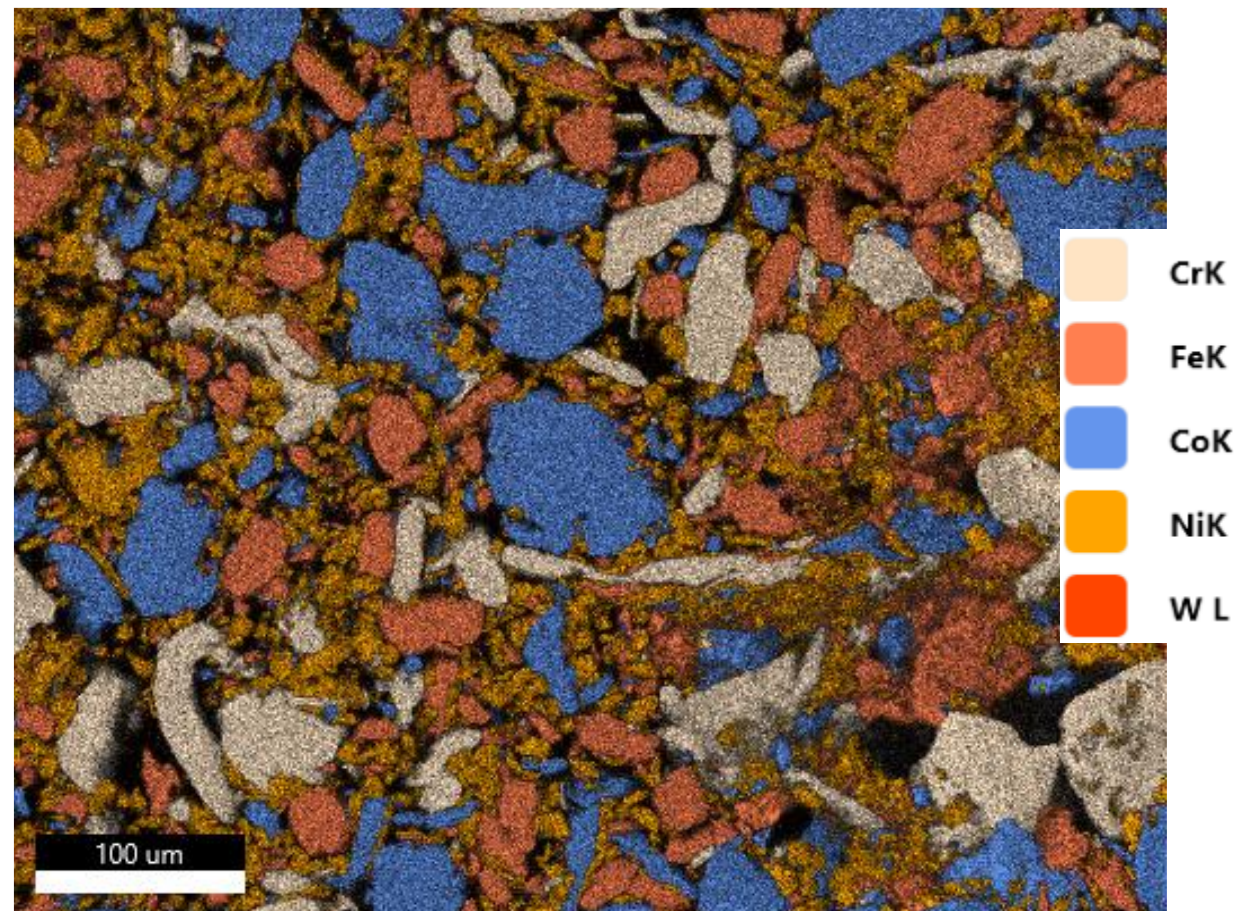
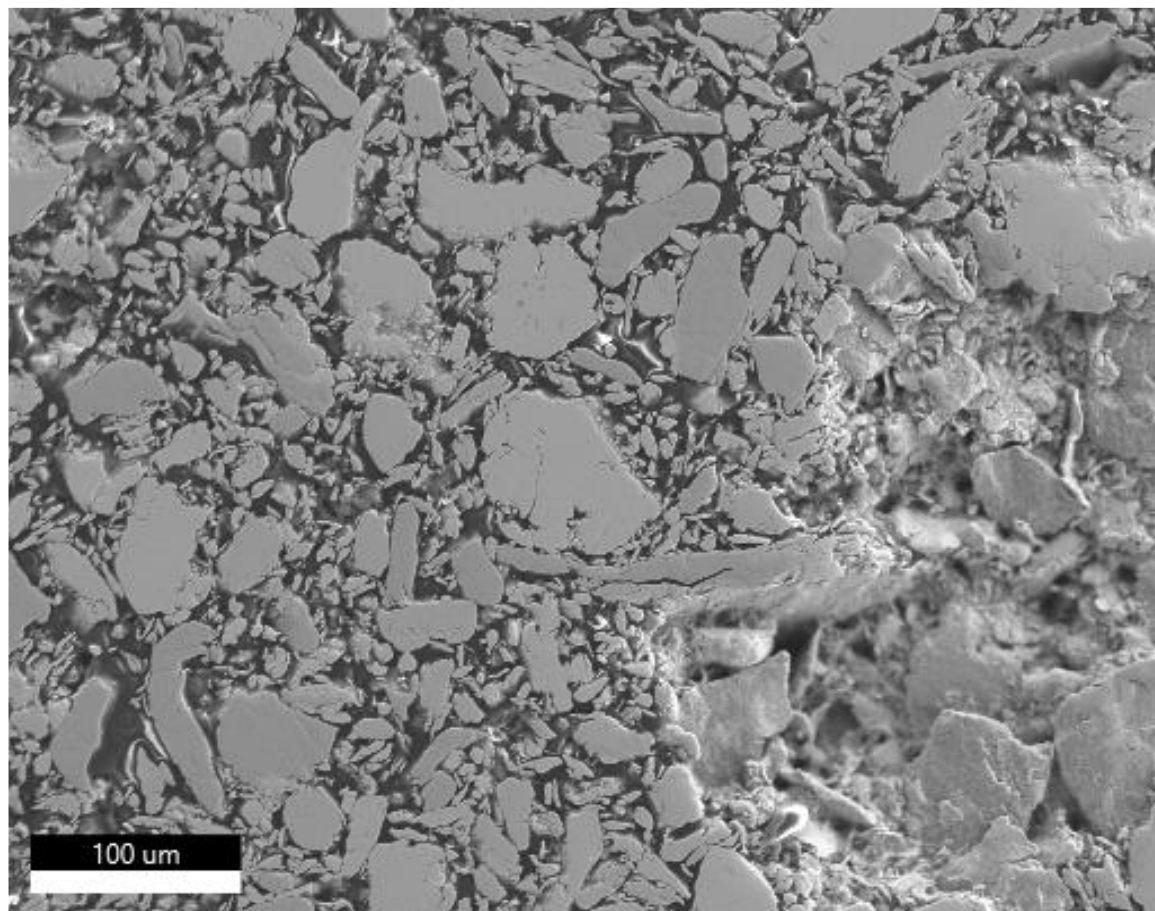
30 perc keverés után



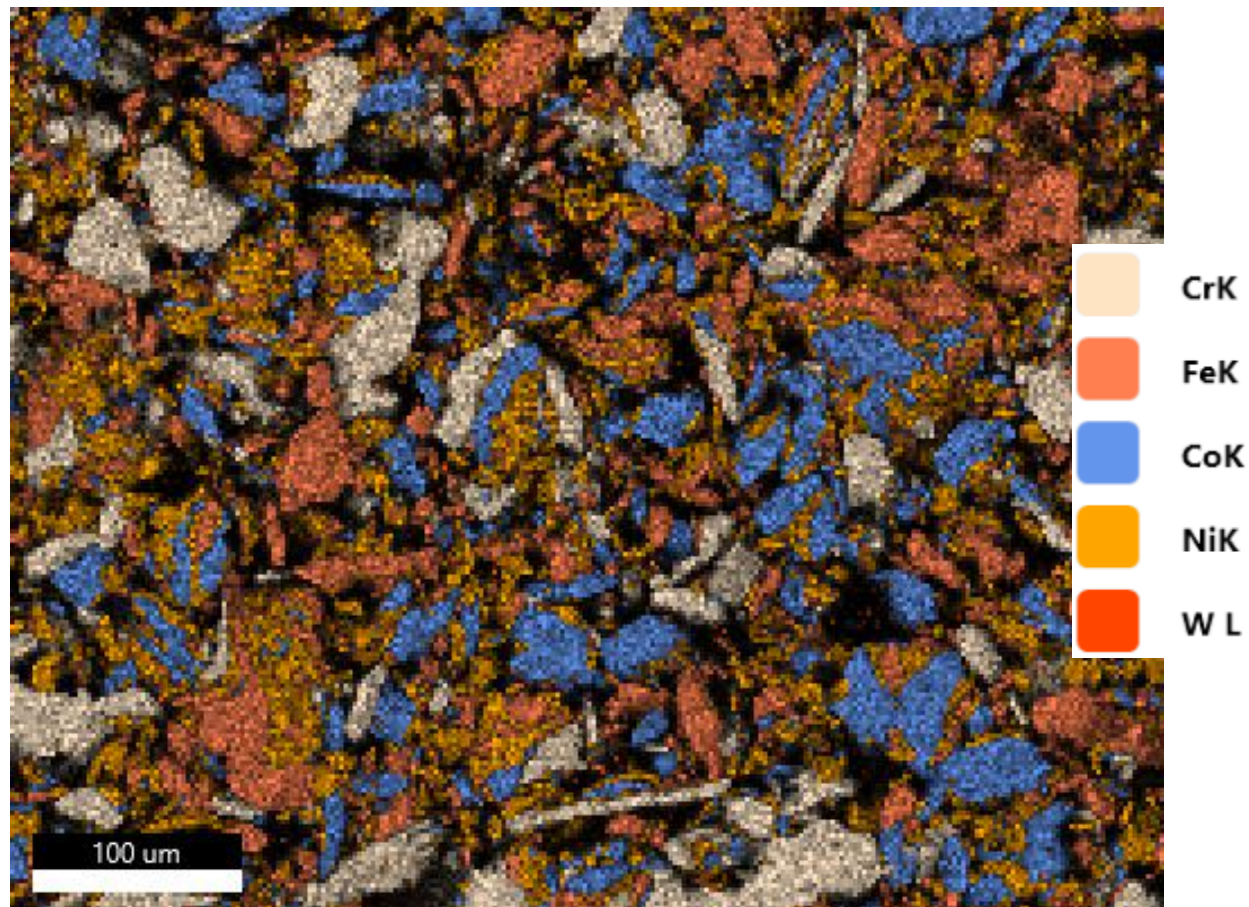
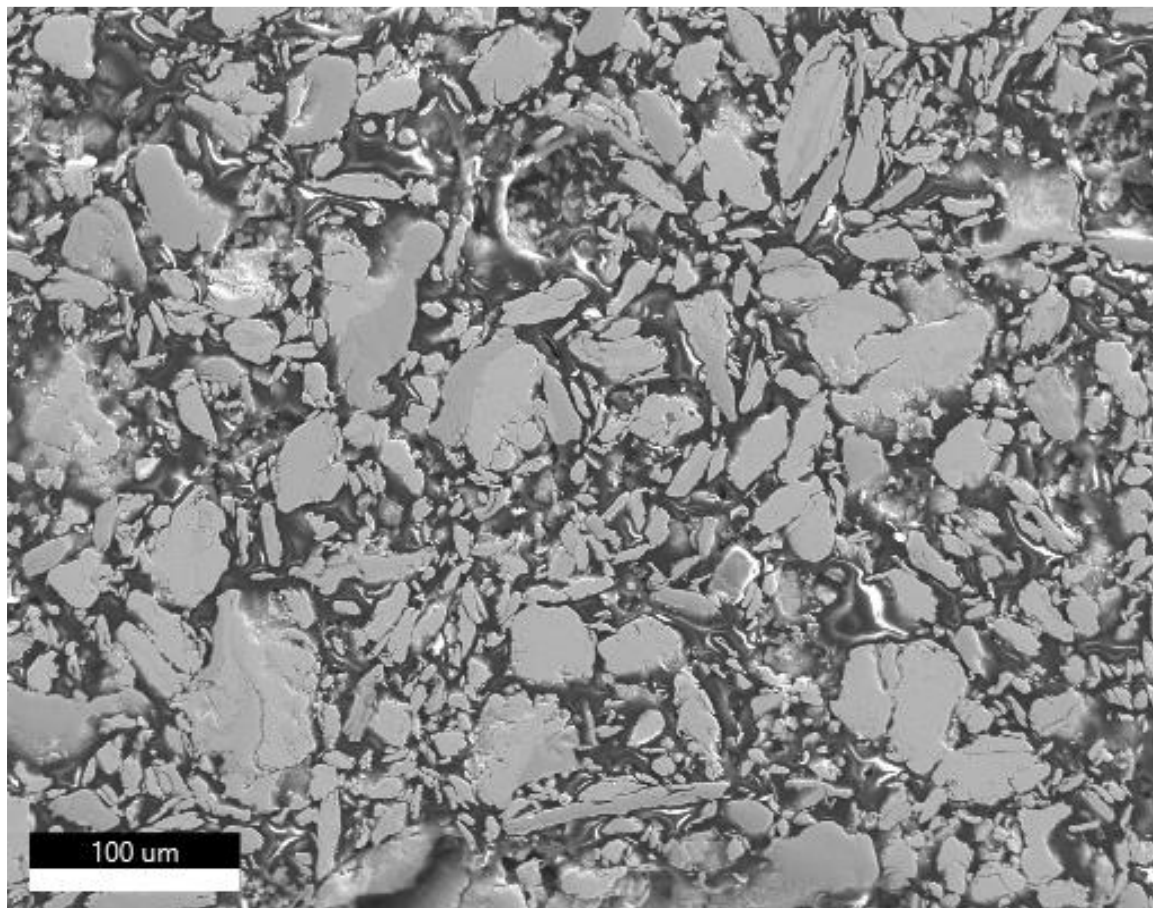
45 perc keverés után



60 perc keverés után



90 perc keverés után



Tanterv szerinti előrehaladás és oktatási tevékenység

- Tantárgyak

Tantárgyak	Félév	Kredit
Különböző anyagok szerkezeti vizsgálata transzmissziós elektronmikroszkópiával	2. félév	6
Válogatott fejezetek az anyagvizsgálati módszerekből I.	2. félév	6
Portechnológiai ismeretek	2. félév	6
Kutatási beszámoló II.	2. félév	6
Kutatási project II.	2. félév	10

- Oktatási tevékenység

- Neumann János Egyetem:

- Mechanikai technológiák (GGEPBAL-MECHATEC-1) 8 óra/félév
 - Anyagtudomány MSc (GJARBAL-JARANYTE-1) 8óra/félév
 - Mechanikai technológiák (GGEPBAN-MECHATEC-1) 8 óra/hét

Tudományos tevékenység

Konferencia részvétel

XXXII. Nemzetközi Hegesztési Konferencia

Előadás és publikáció

Publikáció címe

Cr-Co réteg létrehozása ausztenites rozsdamentes acélon

Megjelenés helye

XXXII. Nemzetközi Hegesztési Konferencia kiadványa

Státusz

beküldve

- Folytatni az eddigi eredmények kiértékelését.
- Ni Co Fe Cr fémpor keverékből réteg létrehozása LMD technológiával.
- Vizsgálni a felrakott réteg és a alaplemez felkavarodásának hatását.
- Ni Co Fe Cr X bázist alapul véve egy másik elemet hozzákeverése különböző mennyiségben és vizsgálni fogom a létrejövő réteg tulajdonságát.

- Kumar, A.; Chandrakar, R.; Dubey, V.: High-entropy Alloys: Processing, Alloying Element, Microstructure and Properties, Michalska-Domańska, M., 2023
- D.B. Miracle, O.N. Senkov,: A critical review of high entropy alloys and related concepts, *Acta Materialia*, Volume 122, 2017, Pages 448-511
- Tsai, Ming-Hung, Yeh, Jien-Wei: High-Entropy Alloys: A Critical Review, *Materials Research Letters*
- Yadav, T.P., Kumar, A., Verma, S.K. et al. High-Entropy Alloys for Solid Hydrogen Storage: Potentials and Prospects. *Trans Indian Natl. Acad. Eng.* **7**, 147–156 (2022)
- Calvin P., Michael M., Mohamed E., Chuan Z., Wei-Ying C., Kumar S., Adrien C: Heavy Ion Irradiation of FCC and BCC High Entropy Alloys for Advanced Nuclear Reactor Applications, presentation
- Maosen Fu, Xiao Ma, Kangning Zhao, Xiao Li, Dong Su,: High-entropy materials for energy-related applications, *iScience*, Volume 24, Issue 3, 2021
- Sonal, S.; Lee, J. Recent Advances in Additive Manufacturing of High Entropy Alloys and Their Nuclear and Wear-Resistant Applications. *Metals* 2021
- Sheetal Kumar Dewangan, Ananddev Mangish, Sunny Kumar, Ashutosh Sharma, Byungmin Ahn, Vinod Kumar,: A review on High-Temperature Applicability: A milestone for high entropy alloys, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, Volume 35, 2022



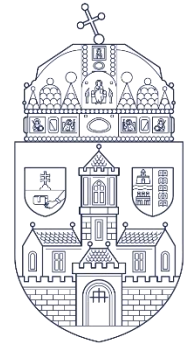
NEUMANN JÁNOS EGYETEM



INNOVATÍV JÁRMŰVEK ÉS
ANYAGOK TANSZÉK



Bay Zoltán
Alkalmazott Kutatási
Közhasznú Nonprofit Kft.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

2024.