

# 1 Úkol

1. Změřte střední velikost zrna připraveného vyvýbrusu polykrystalického vzorku. K vyhodnocení snímku ze skenovacího elektronového mikroskopu použijte kruhovou metodu.
2. Určete frakční objem dendritických částic v eutektické slitině Mg-Al-Ce. Použijte specializované programové vybavení pro obrazovou analýzu.

# 2 Úvod

Elektronový mikroskop má řadu požití napříč vědními obory. Jeho rozlišovací schopnost je pohybuje v řádu nanometrů, což je hojně používáno ke zkoumání povrchů. Transmisní elektronové mikroskopy se následně užívají ke zkoumání vnitřích struktur materiálu. Jak bylo naznačeno ve fyzice se používá především k analýze materiálů, pozorování jejich struktur a určování vad.

# 3 Měření

## 3.1 Fe<sub>3</sub>Al

Nejprve jsme se zabývali chování Fe<sub>3</sub>Al v závislosti na teplotě. Tento materiál se totiž za pokojových teplot jeví pevný a křehký. Pokud ho však zahřejeme na teplotu okolo 700 °C, materiál se stane tvárným.

Na obrázku (1) můžeme vidět snímek z elektronového mikroskopu za pokojové teploty. Materiál je zjevně tvořen zrny, jejichž hranice jsou slabinou ve struktuře, po které může postupovat porucha. Tak dochází ke křehkému interkristalickému lomu a proto materiál není tvárný.

Naproti tomu při pohledu na obrázek (2), který je pořízen za teploty okolo 700 °C vidíme, že zrnitá struktura byla nahrazena zcela jinou, která již plastickou deformaci umožňuje.

## 3.2 Velikost zrna

Dále jsme zkoumali velikost zrna materiálu na obrázku (3), na kterém jsou zjevné důsledky koroze. Předpokládáme, že materiál je homogení a izotropní. Díky tomu můžeme zrna aproximovat koulemi a použít vzorec

$$d = \frac{3\pi}{2} \frac{D}{n}, \quad (1)$$

kde  $D$  je průměr kružnice a  $n$  počet protnutých zrn kružnicí. Na obrázku můžeme vidět 5 kružnic o poloměrech

$$r_1 = 0.0462 \text{ mm} \quad (2)$$

$$r_2 = 0.0423 \text{ mm} \quad (3)$$

$$r_3 = 0.0407 \text{ mm} \quad (4)$$

$$r_4 = 0.0435 \text{ mm} \quad (5)$$

$$r_5 = 0.0468 \text{ mm} \quad (6)$$

Velikosti zrn určená z jednotlivých kružnic jsou

$$d_1 = (0.009 \pm 0.001) \text{ mm} \quad (7)$$

$$d_2 = (0.009 \pm 0.001) \text{ mm} \quad (8)$$

$$d_3 = (0.008 \pm 0.001) \text{ mm} \quad (9)$$

$$d_4 = (0.008 \pm 0.001) \text{ mm} \quad (10)$$

$$d_5 = (0.009 \pm 0.001) \text{ mm} \quad (11)$$

což nám dá po statistickém vyhodnocení

$$d = (0.0086 \pm 0.0004) \text{ mm} \quad (12)$$

V chybě je zahrnuta nejistota způsobená nejednoznačností zrn mající společnou hranici s kružnicí a neurčitost chybějících zrn vniklých korozí.

### 3.3 MgAlCe

Pro dobré určení frakčního objemu dendrických částí ve sloučenině bychom potřebovali aspoň pět snímků. K dispozici však máme pouze jeden, proto je celé měření zatíženo velkou chybou. Dále jse binarizace obrazu značně subjektivní metoda. Jako poslední jemná chyba se projevila nepřesnost v určení rozměru "čtvercového" obrazu, kde došlo k chybě 0.0005 mm. O vzorku jsme dále předpokládali, že je homogení a izotropní. Výsledná chyba je odhadnuta na 20 procent. Dle použitého programu byl obsa dendrických částic

$$S = 998.9082 \mu\text{m}^2 \quad (13)$$

Po započtení chyb tedy dostáváme poměr dendrických částic ku celku

$$P = 0.16 \pm 0.03 \quad (14)$$

Nakonec jsem pomocí programu vytvořil histogram zastoupení shluků podle velikosti. Výsledky jsou v tabulce 1

počet č.	$S/\mu\text{m}^2$	$P$	průměrná vel./ $\mu\text{m}^2$
153	822.46	0.823	5.37
2	70.98	0.071	35.5
1	105.5	0.106	105.5

Tabulka 1: Histogram zastoupení dendrických částic dle velikosti shluků.

## 4 Diskuze

Užité metody a zařízení jsou dobré ke kvalitativní analýze problému a seznámení s použitím elektronového mikroskopu. Pokud bychom však chtěli data s použitelnou chybou, muselo by proběhnout výrazně více měření na více vzorcích, především pro to, abychom ověřili homogenitu a izotropii zkoumaných materiálů. Subjektivní faktor by však omezila pouze změna metody.

## 5 Závěr

I jsem velikost zrna vzorku, která byla

$$d = (0.0086 \pm 0.0004)\text{mm} \quad (15)$$

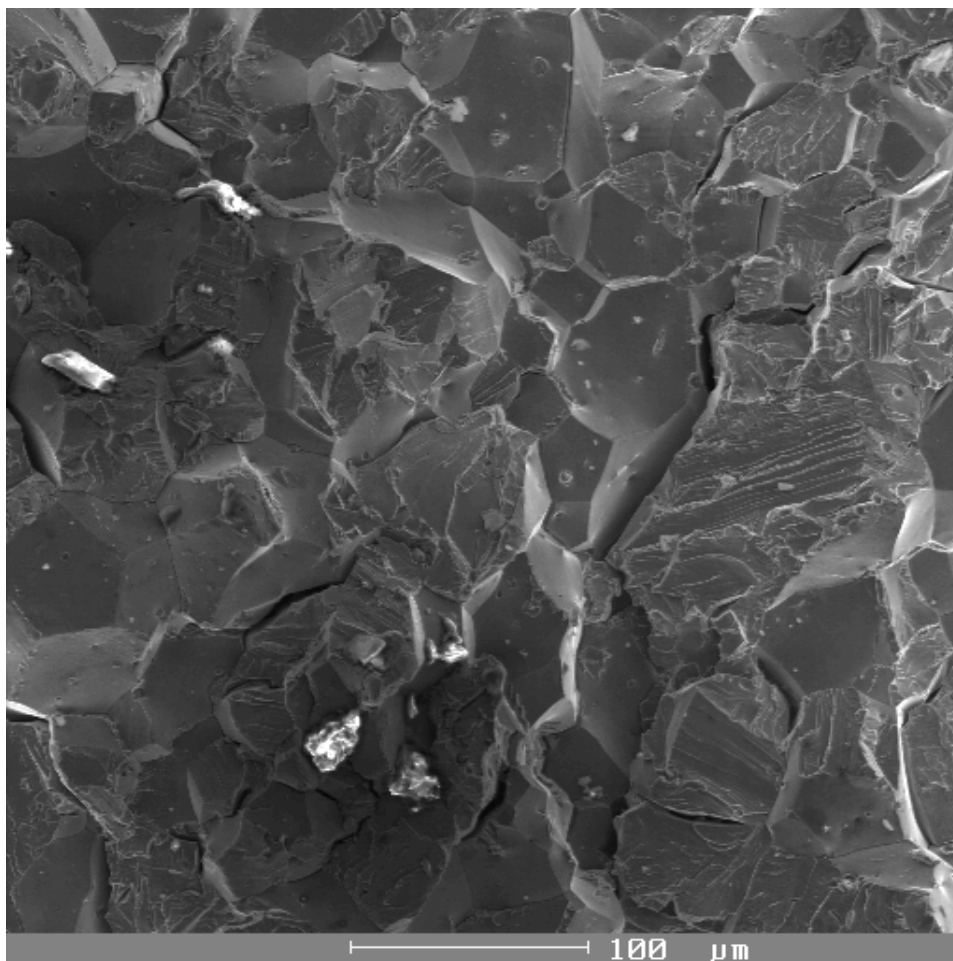
Určil jsem frakční objem dendrických částic ve slitině MgAlCe

$$P = 0.16 \pm 0.03 \quad (16)$$

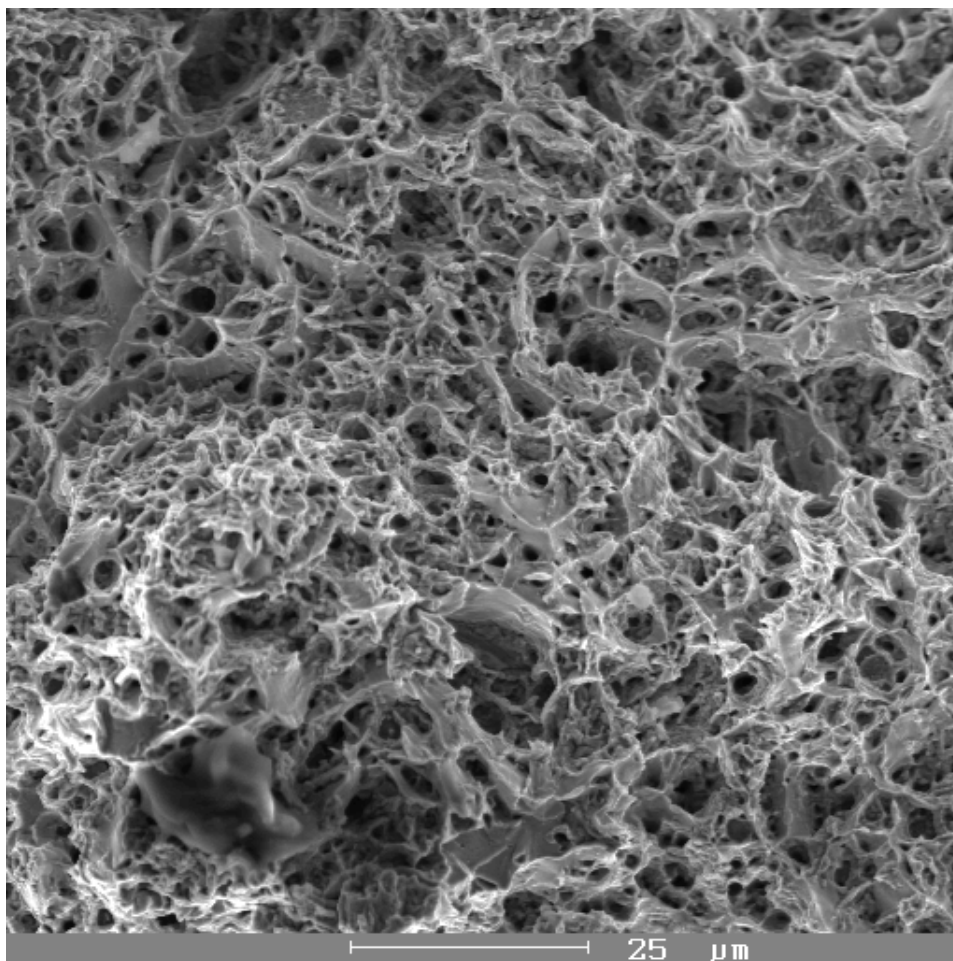
## Reference

[1] **Studijní text na praktikum IV**

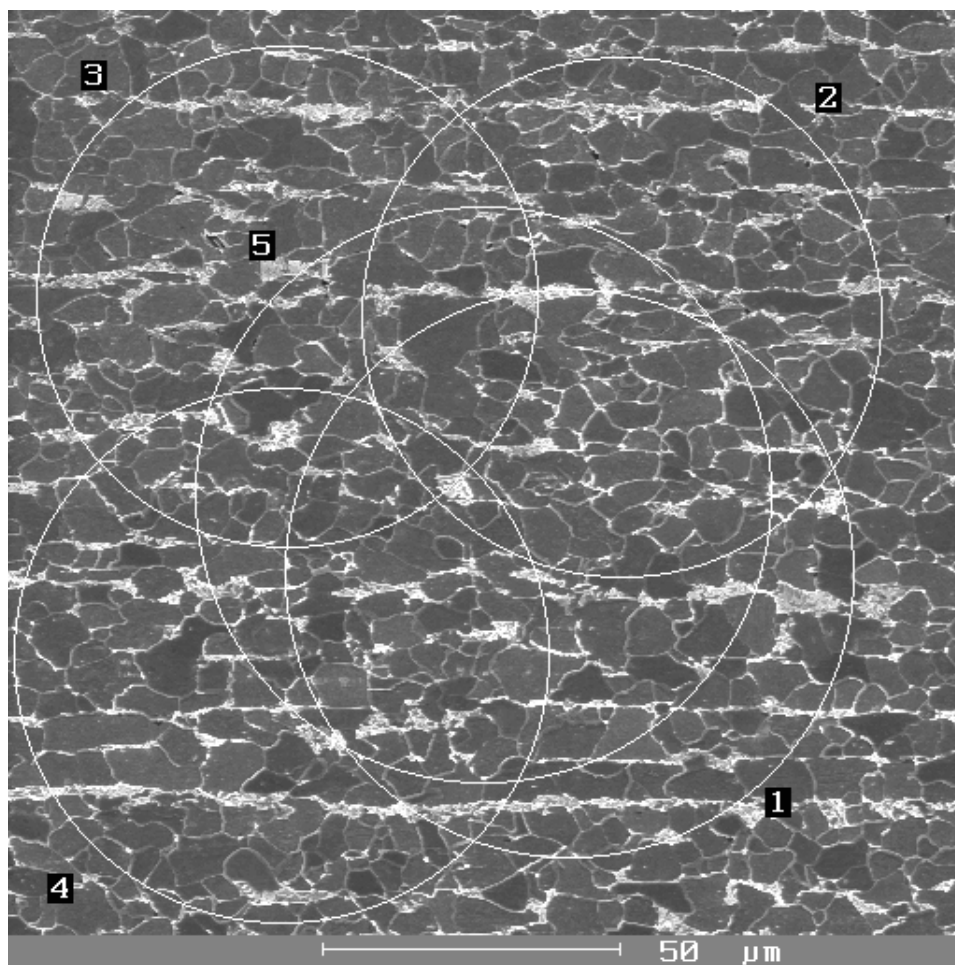
[http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt\\_418.pdf](http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_418.pdf) (17. 12. 2012)



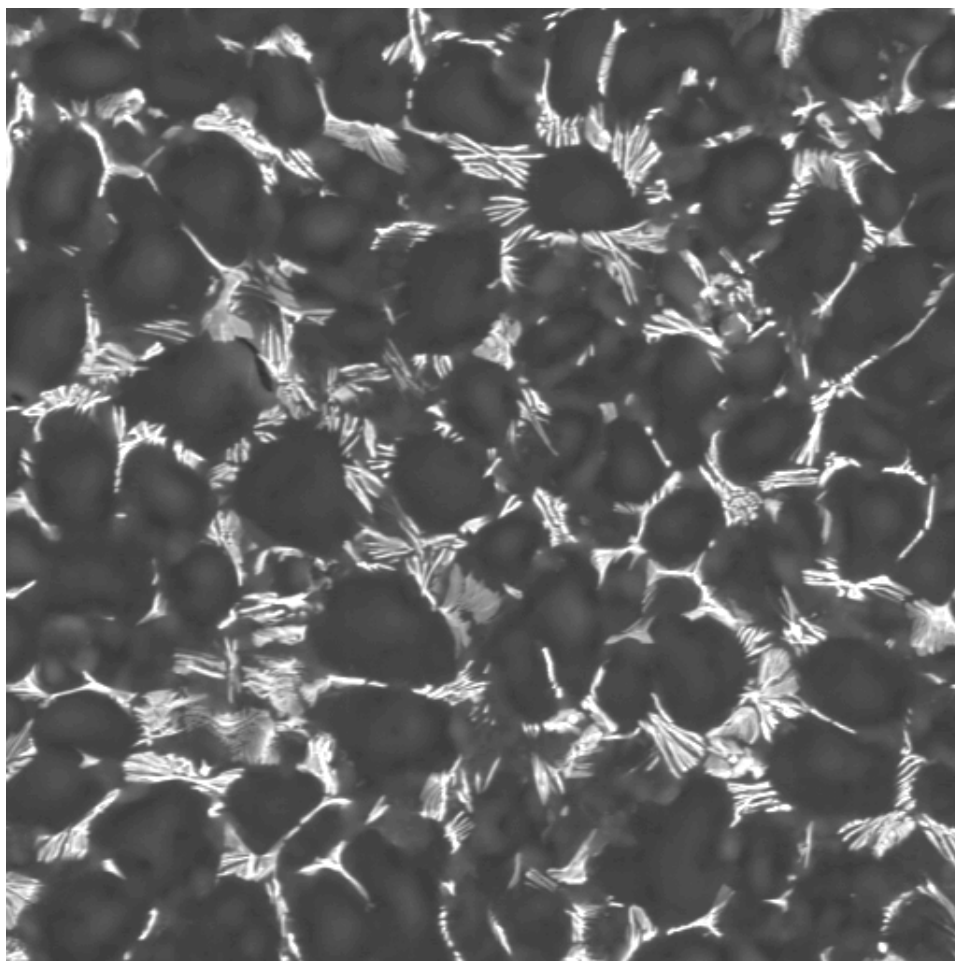
Obrázek 1: Snímek  $\text{Fe}_3\text{Al}$  za pokojové teploty



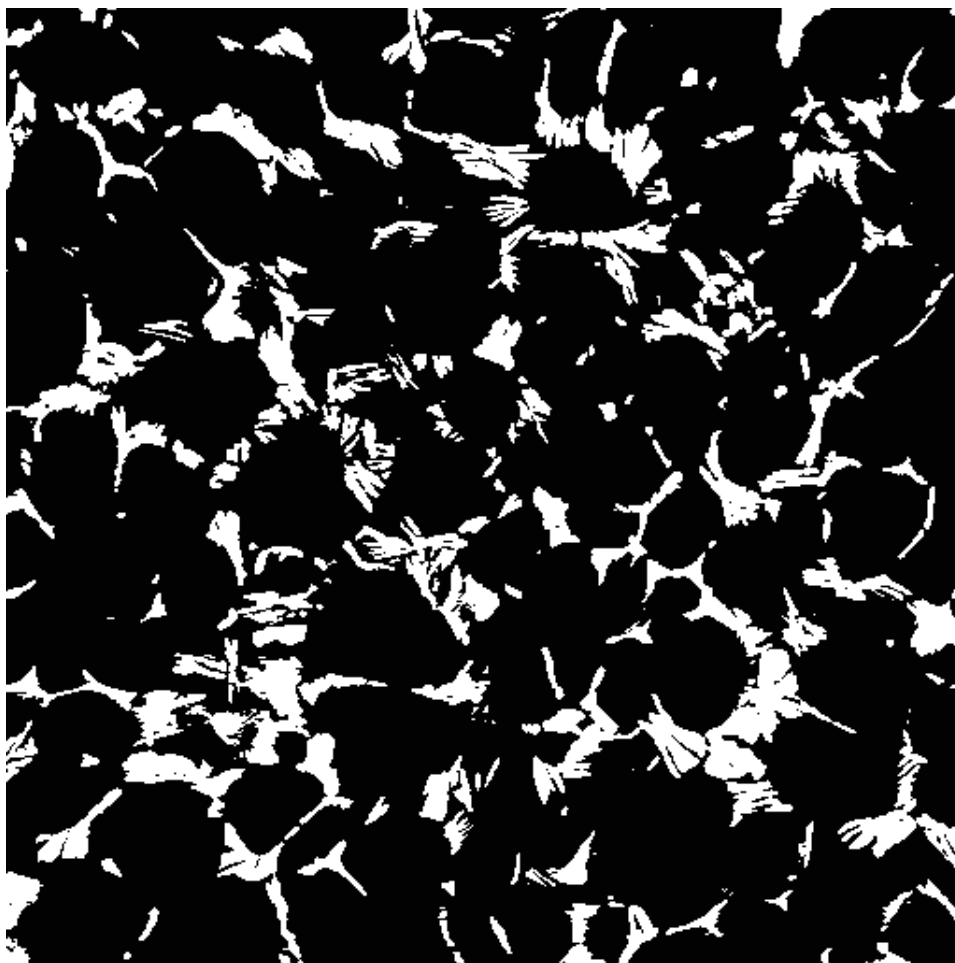
Obrázek 2: Snímek Fe<sub>3</sub>Al za teploty 700 °C



Obrázek 3: Snímek výbrusu.



Obrázek 4: Snímek slitiny MgAlCe



Obrázek 5: Binarizovaný snímek slitiny MgAlCe