



Blok F – Sekce neželezných kovů a slitin a ekologie

Nové použití termické analýzy v slévárenské branži Al-slitin

Marko GRZINČIČ
7.11.2012



Výrobci odlitků pro motory osobních automobilů jsou certifikováni dle ISO/TS 16949.

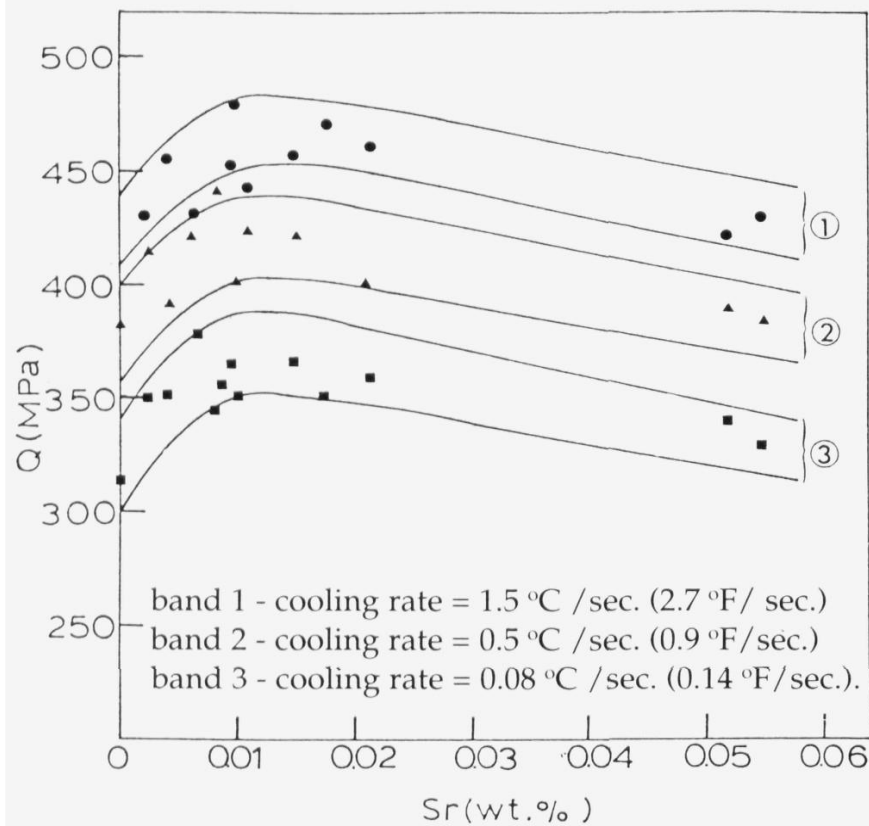
Norma povínuje výrobce stabilizovat výrobní parametry, což je jeden z předpokladů stabilních vlastností odlitků.

Výrobní proces taveniny se kontroluje a řídí standardně analýzou chemického složení.

Odborná literatura rozsáhle popisuje situace, kdy prosté chemické složení není dostatečné pro určení stupně zjemnění zrna a stupně modifikace.

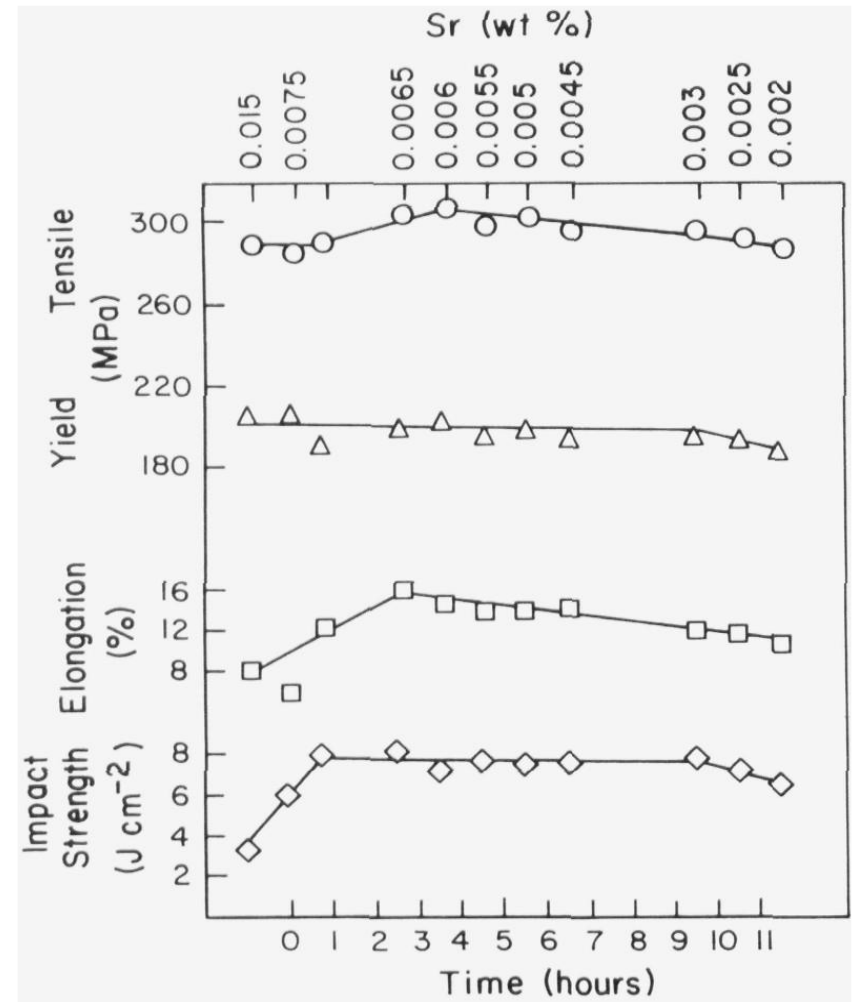
- **Termická analýza** i přes uvedené fakty není běžný kontrolní a řídicí prvek v tavírnách výrobních provozů.
- Na trhu není příliš rozsáhlá nabídka zařízení pro termickou analýzu.
- Investice do zařízení je obvykle v porovnání s provozními náklady dominantní a může brzdit rozšíření metody v praxi.

Proč modifikace? Mechanické vlastnosti



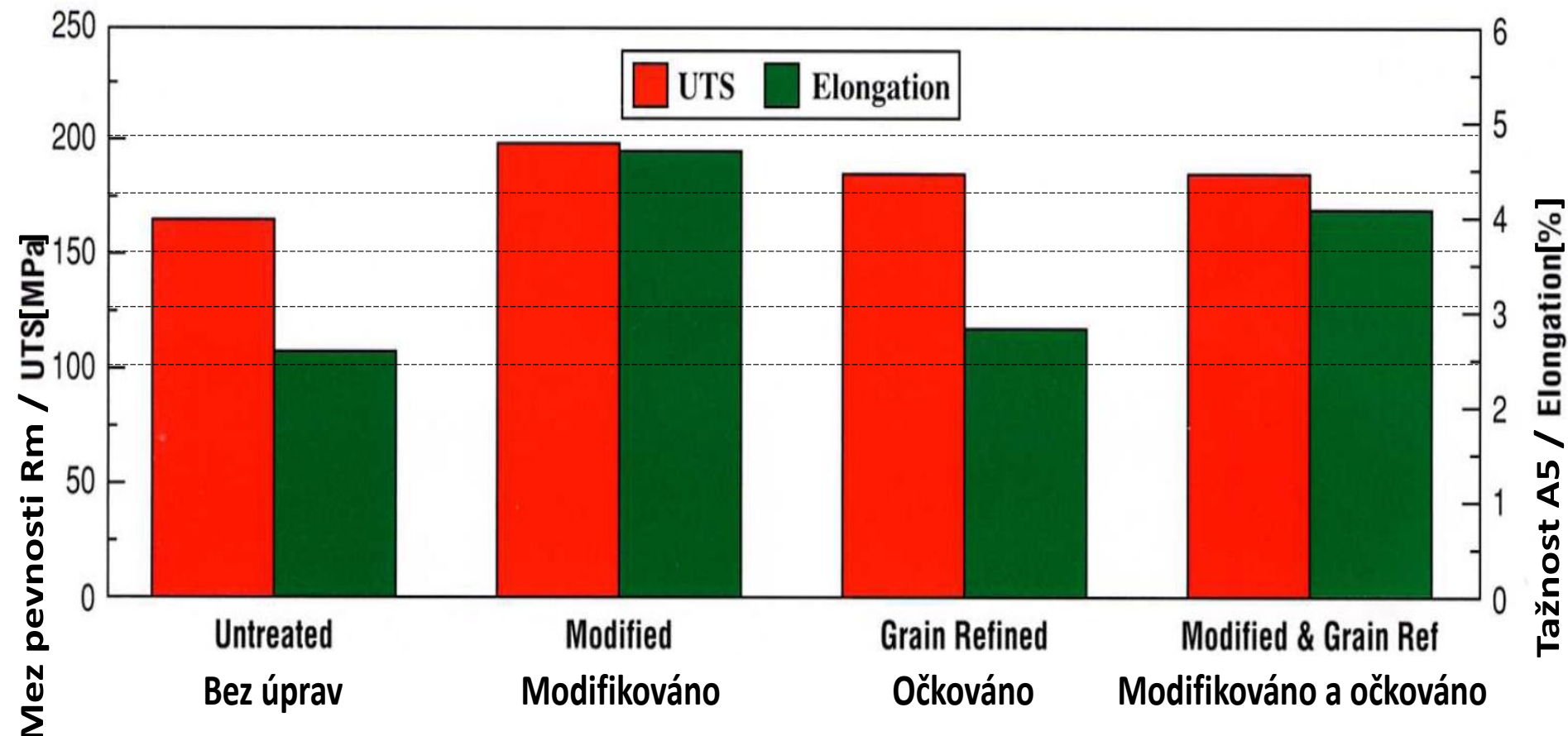
Vliv obsahu stroncia na hodnotu indexu kvality Q slitiny AlSi7Mg0,3 (A356) tuhnoucí při třech rychlostech tuhnutí

$$Q = Rm + K \log A$$



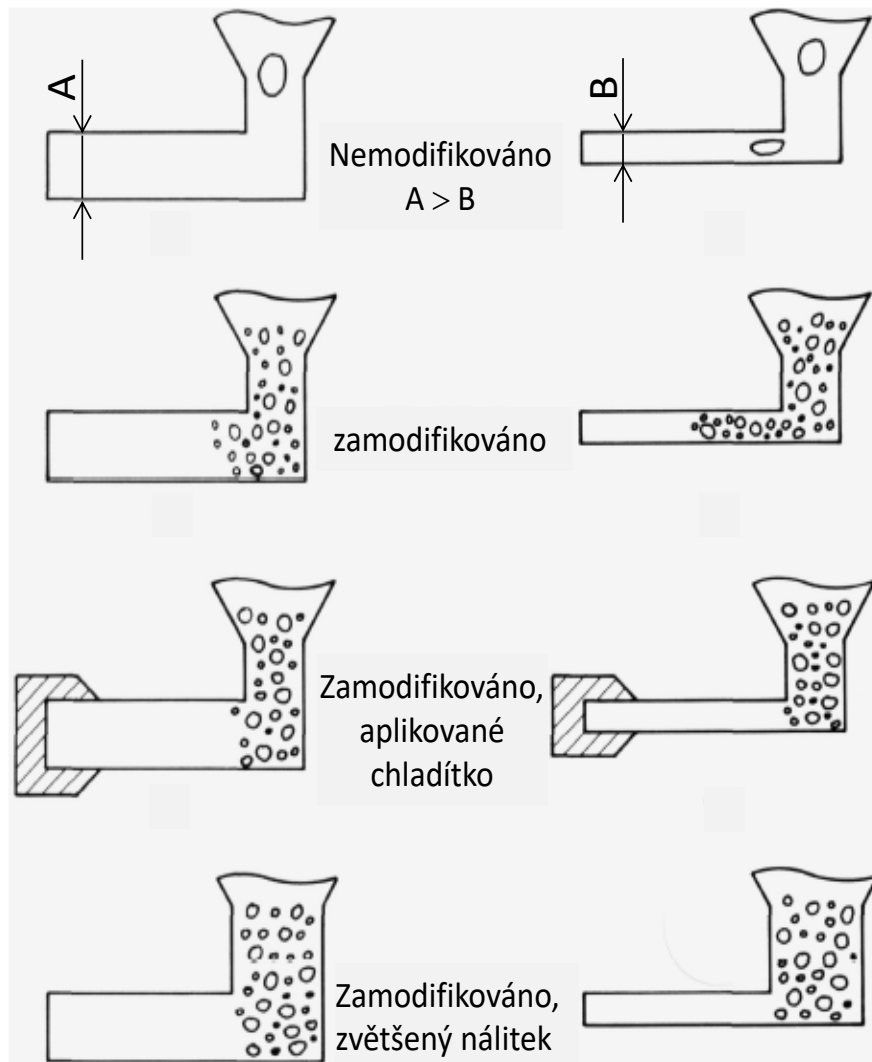
Mechanické vlastnosti Al-slitiny modifikované Sr a udržované 11hod na teplotě

Proč modifikace? Mechanické vlastnosti



Výsledky tahové zkoušky metalurgicky nezpracované a zpracované slitiny AlSi6Cu4

Proč modifikace? Slévárenské chyby



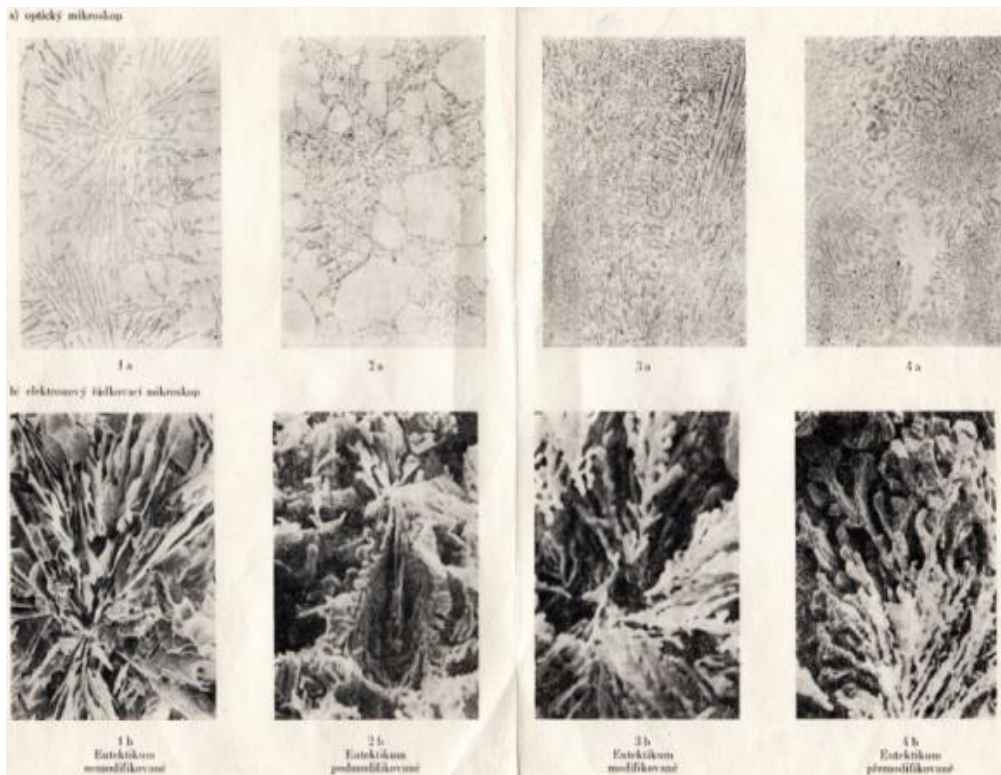
PLUS zhoršená
zabíhavost slitiny

Schematicky znázorněný vliv modifikace na charakter porozity s ohledem na design odlitku a technologii

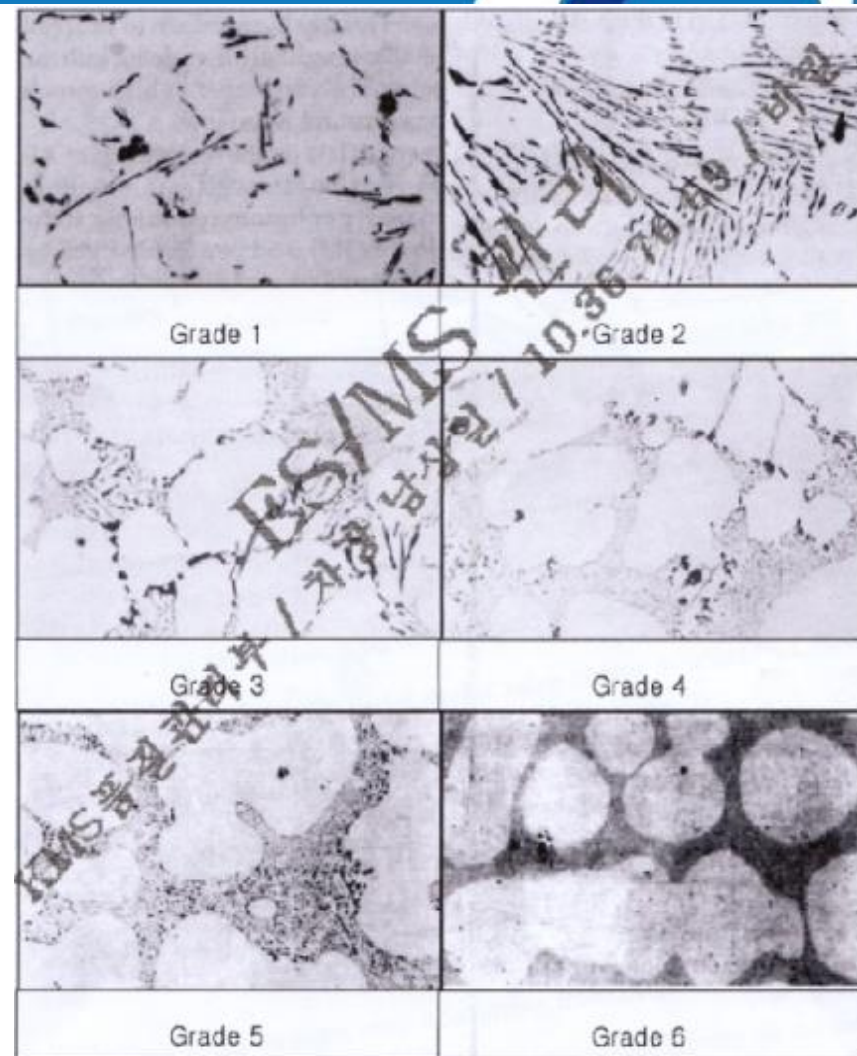
Určení stupně modifikace



Popis normami

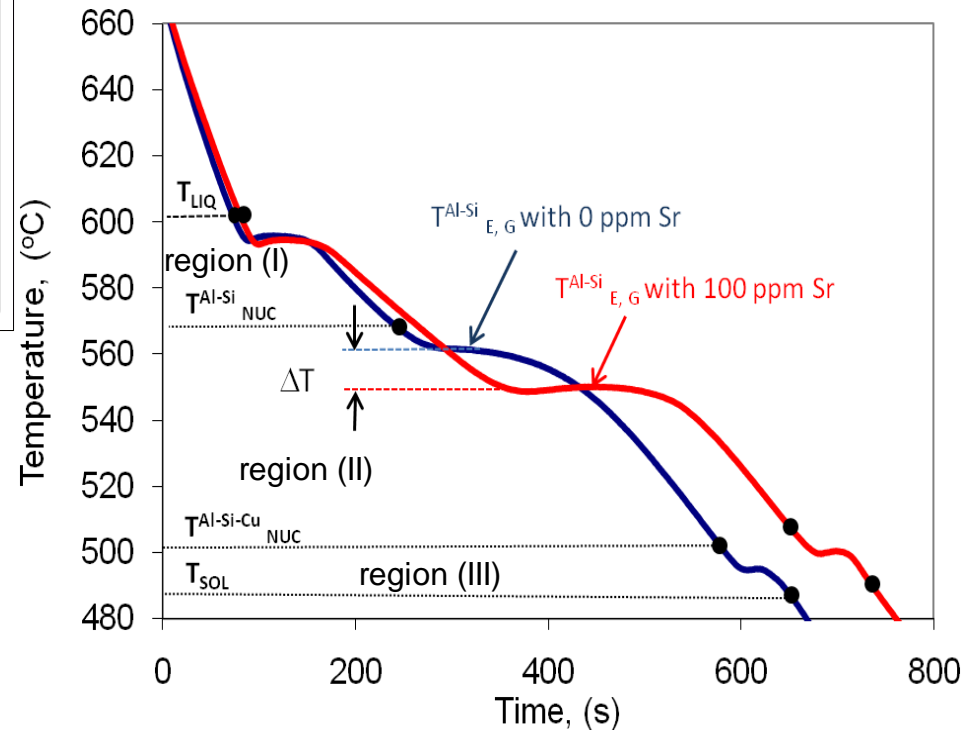
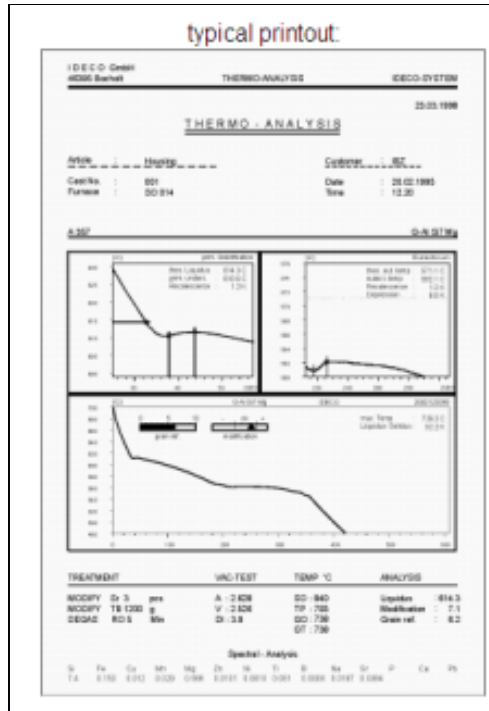


**Výňatek z normy ČSN 42 0491
“Příklady struktur různě
modifikovaného eutektika“**

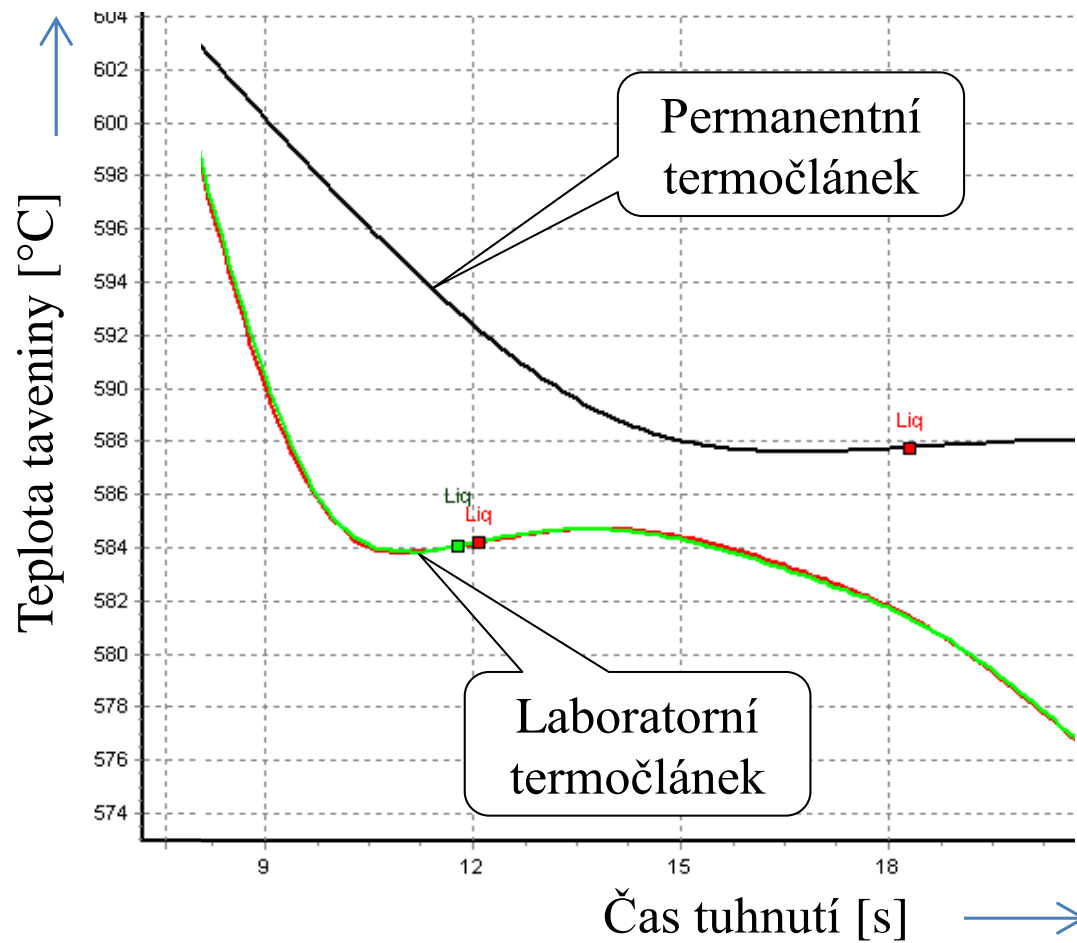


**Zákaznický standard MS 141-28
koncernu Hyundai/KIA s 6 stupni modi-
fikace (předepsané zvětšení 200x)**

Průmyslová aplikace

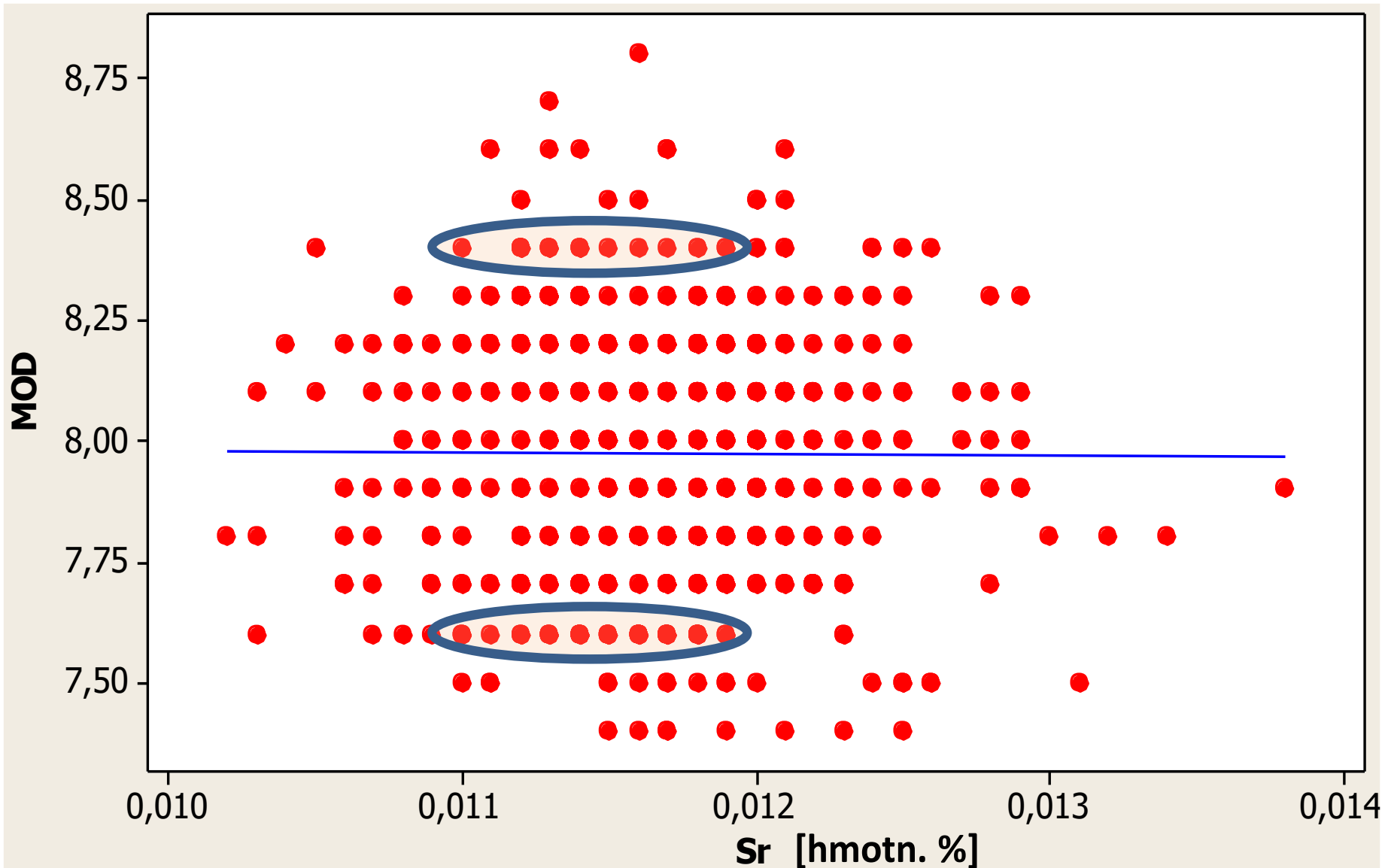


Vliv konstrukce zařízení na přesnost měření



		Teplota [°C]		
		Naměřené hodnoty		
Označení Ideco	Označení Nemak	Ideco	Nemak	Zjištěný rozdíl
Likvidus teoretický	T_{liq}	607,4	608,5	1,07
Primární podchlazení	T_{amin}	604,8	606,6	1,83
nevyhodnocuje	T_{amax}	604,9	606,8	1,87
Teoretická eutektická teplota	$T_{AlSi eu}$	562,5	559,1	3,4
Eutektické podchlazení	$T_{AlSi eu, min}$	548,3	549,8	1,54
Eutektická teplota	$T_{plateau}$	550,8	553	2,21
nevyhodnocuje	$T_{AlSiCu eu}$		511,1	
nevyhodnocuje	T_{sol}		488,9	

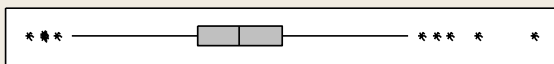
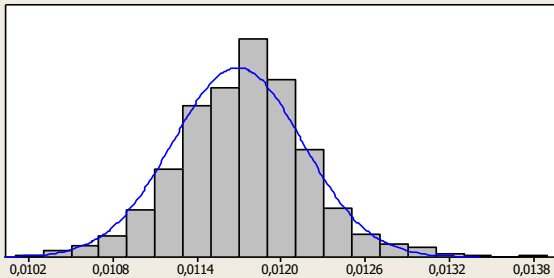
Experiment



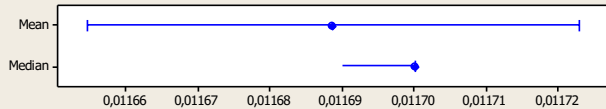
Statistické hodnocení sériových procesních parametrů



Summary for Sr



95% Confidence Intervals



Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 2,70
P-Value < 0,005

Mean 0,011689
StDev 0,000464
Variance 0,000000
Skewness 0,14015
Kurtosis 1,11878
N 710

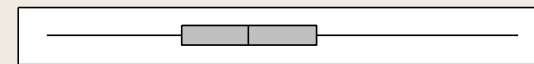
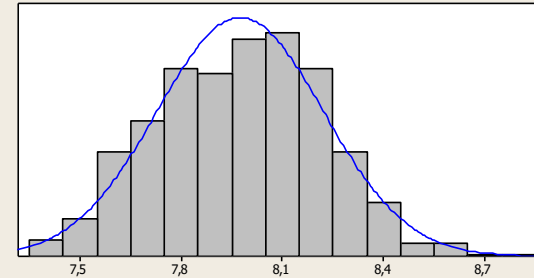
Minimum 0,010200
1st Quartile 0,011400
Median 0,011700
3rd Quartile 0,012000
Maximum 0,013800

95% Confidence Interval for Mean
0,011655 0,011723

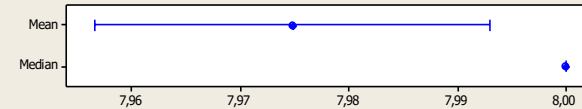
95% Confidence Interval for Median
0,011700 0,011700

95% Confidence Interval for StDev
0,000441 0,000489

Summary for MOD



95% Confidence Intervals



Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 5,61
P-Value < 0,005

Mean 7,9748
StDev 0,2474
Variance 0,0612
Skewness 0,027410
Kurtosis -0,348059
N 710

Minimum 7,4000
1st Quartile 7,8000
Median 8,0000
3rd Quartile 8,2000
Maximum 8,8000

95% Confidence Interval for Mean
7,9566 7,9930

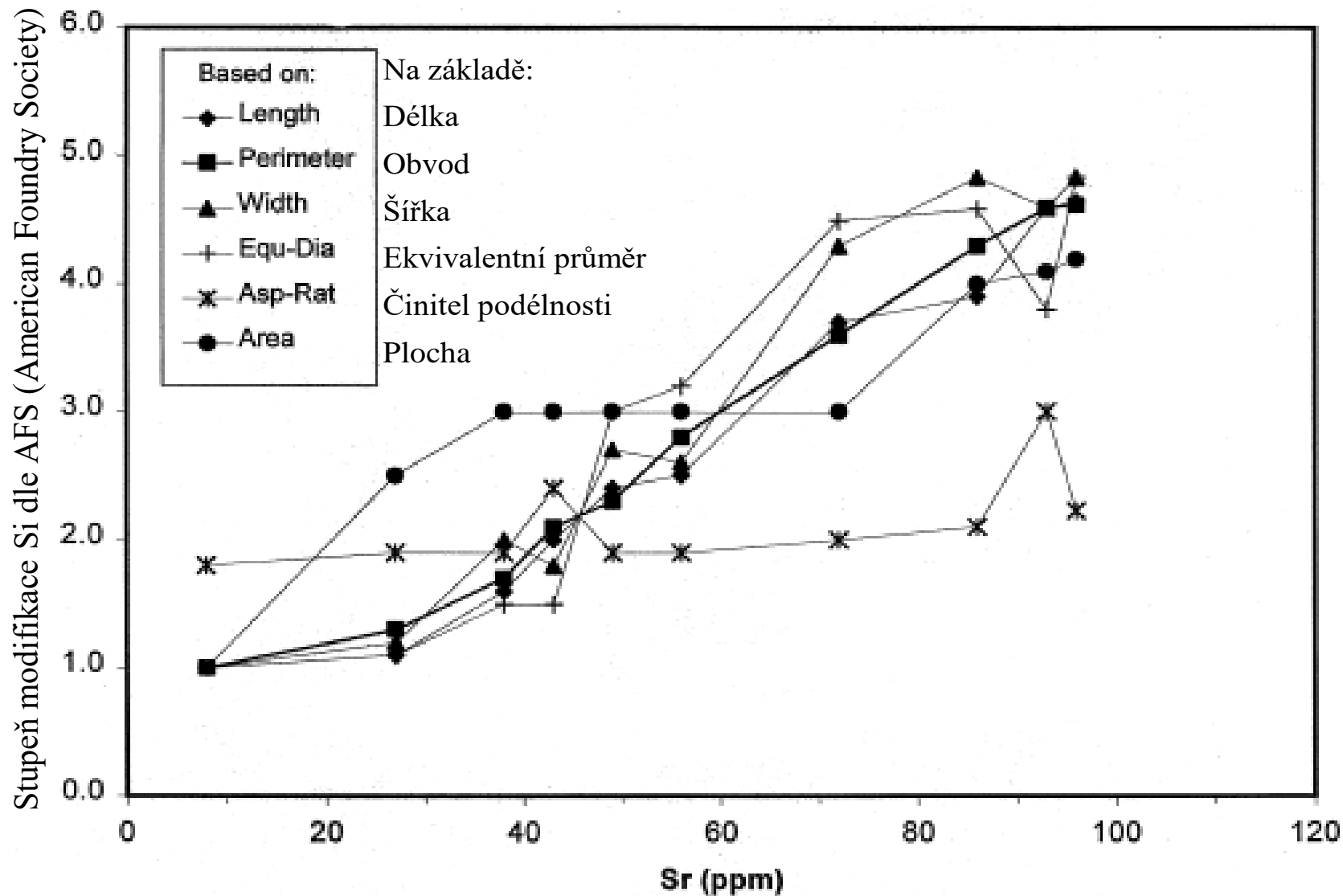
95% Confidence Interval for Median
8,0000 8,0000

95% Confidence Interval for StDev
0,2351 0,2609

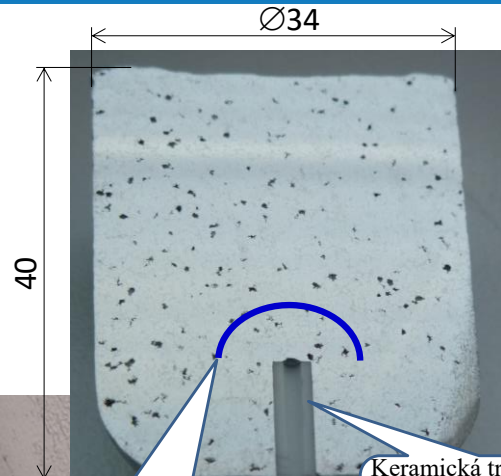
Metalografická analýza



Možnosti hodnocení Si-částic



Kvantitativní analýzy struktury vzorků



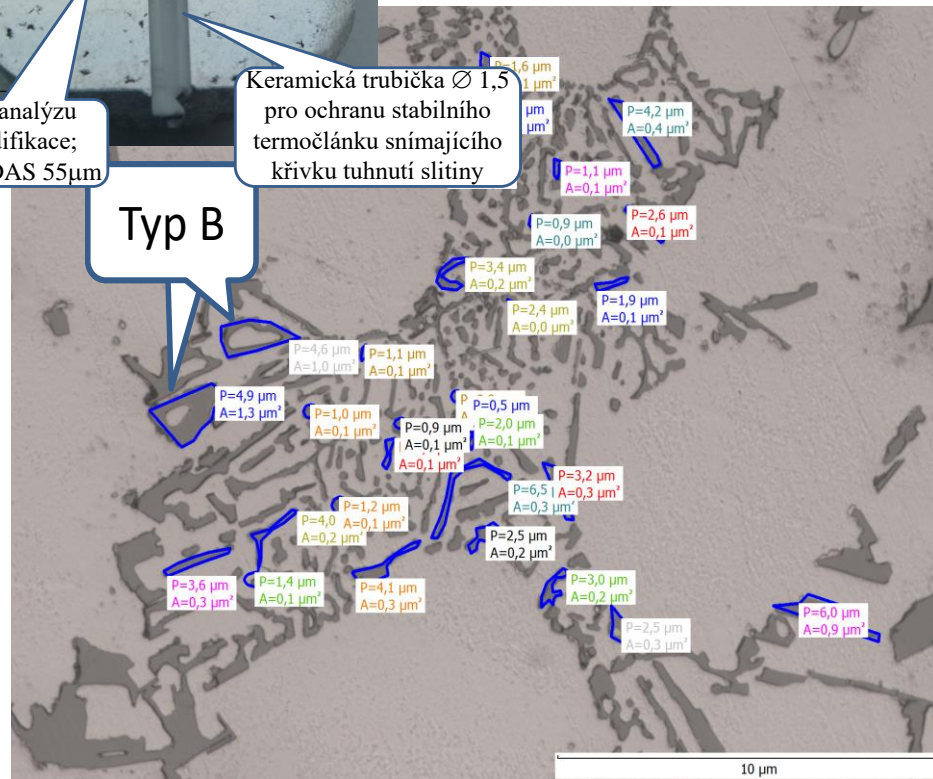
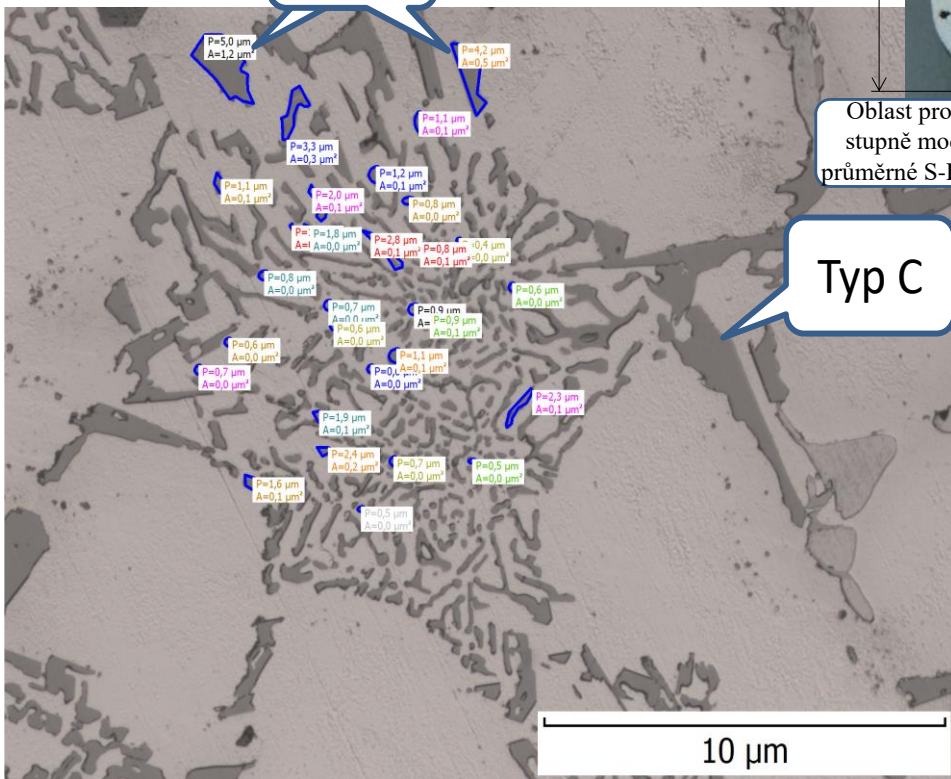
Typ A

Oblast pro analýzu
stupně modifikace;
průměrné S-DAS 55 μ m

Keramická trubička \varnothing 1,5
pro ochranu stabilního
termočlánku snímajícího
křivku tuhnutí slitiny

Typ B

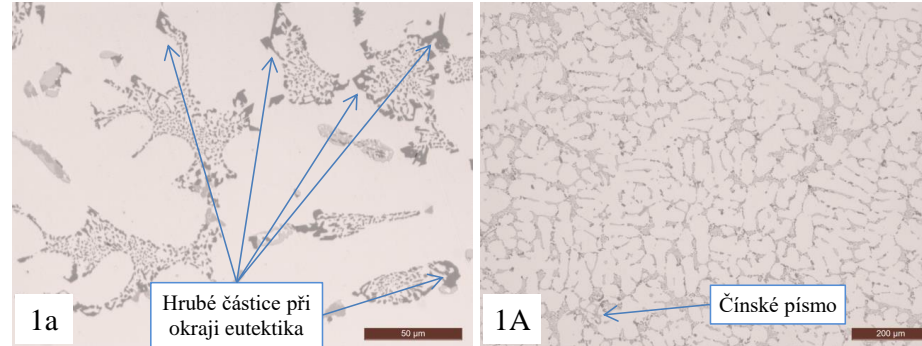
Typ C



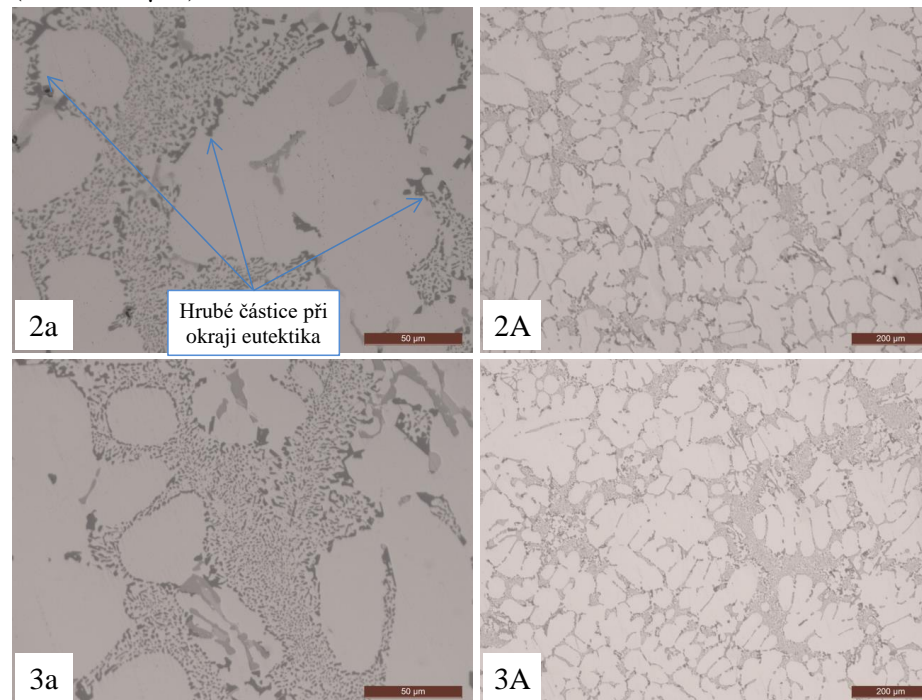
Studium struktury reálného odlitku



Oblast nejrychlejšího tuhnutí (S-DAS 26 μ m)

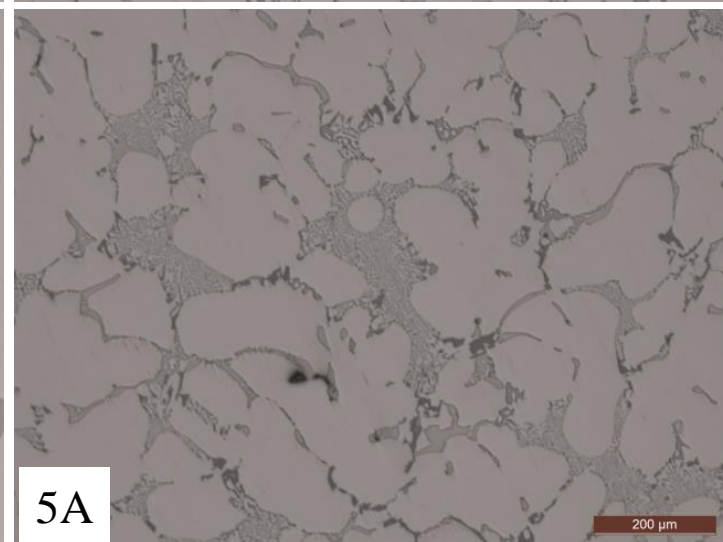
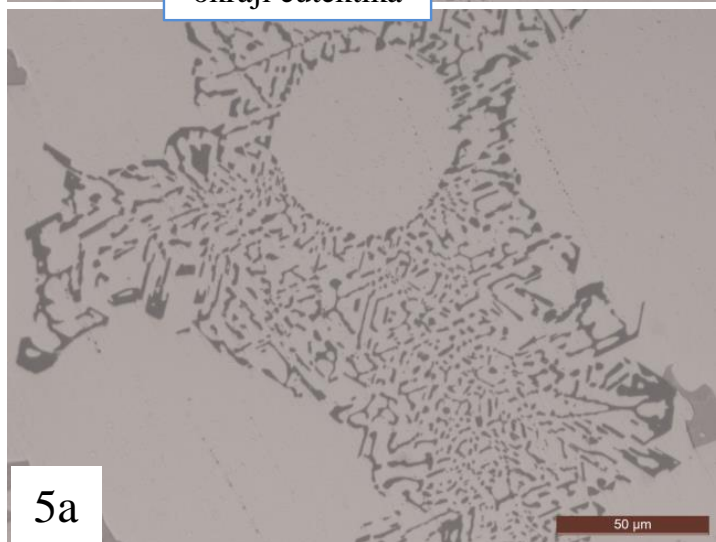
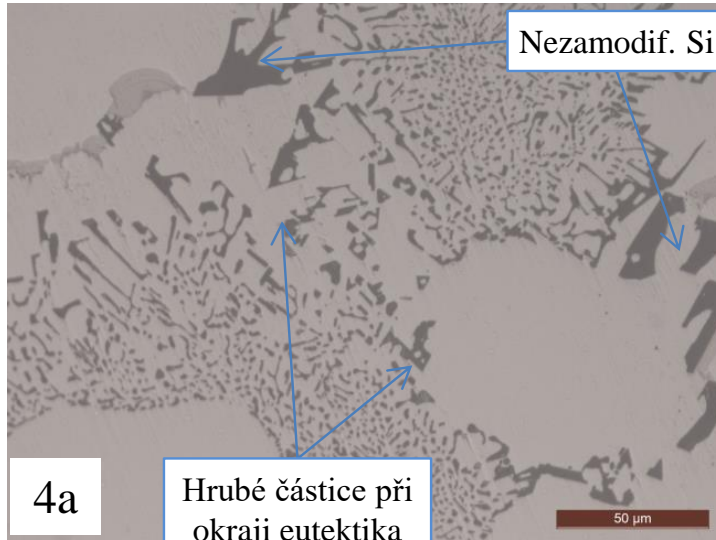


Oblast obklopená systémem jader bez přímého napojení na nálitek (S-DAS 34 μ m)



Studium struktury v pomalu tuhnoucí oblasti odlitku

Oblast podnálitková tuhnoucí nejdéle (S-DAS 65 μ m)





Kvalitu tekutého kovu ovlivňujeme:

- kvalita vstupního kovu
- režim práce s vratným materiálem
- proces tavení
- režim odběru tekutého kovu slévárnou

Určitý režim výroby zajistí velmi stabilní procesní parametry.

První z provozních analýz v Nematik Slovakia identifikovala **termickou analýzu** jako doplňkovou kontrolní metodu kvality tekutého kovu.

Stupeň modifikace je odvislý od rychlosti ochlazování.

