

**POROVNÁNÍ SAUVEROVÝCH DIAGRAMŮ METASTABILNÍ A STABILNÍ  
SOUSTAVY ŽELEZA A UHLÍKU**  
COMPARISON SAUVEUR'S DIAGRAMS OF METASTABLE AND STABLE SYSTEMS  
IRON AND CARBON

**Novotný Karel – Filípek Josef**  
**MZLU V BRNĚ**

---

**Abstrakt:** Příspěvek se zabývá porovnáním dynamických Sauverových diagramů metastabilní a stabilní soustavy železa a uhlíku. Uvedené téma bylo řešeno pomocí programu Macromedia Flash MX a najde uplatnění při výuce v předmětu Nauka o materiálu.

**Klíčová slova:** Sauverovy diagramy, soustava Fe – Fe<sub>3</sub>C, soustava Fe – grafit

**Abstract:** The article presents details of information about comparison dynamic Sauveur's diagrams of metastable and stable systems iron and carbon, by the help of multimedia program the Macromedia Flash MX and its incorporation to lessons speciality Material properties in the university.

**Key words:** Sauveur's diagrams, system Fe – Fe<sub>3</sub>C, system Fe – graphite

### ÚVOD

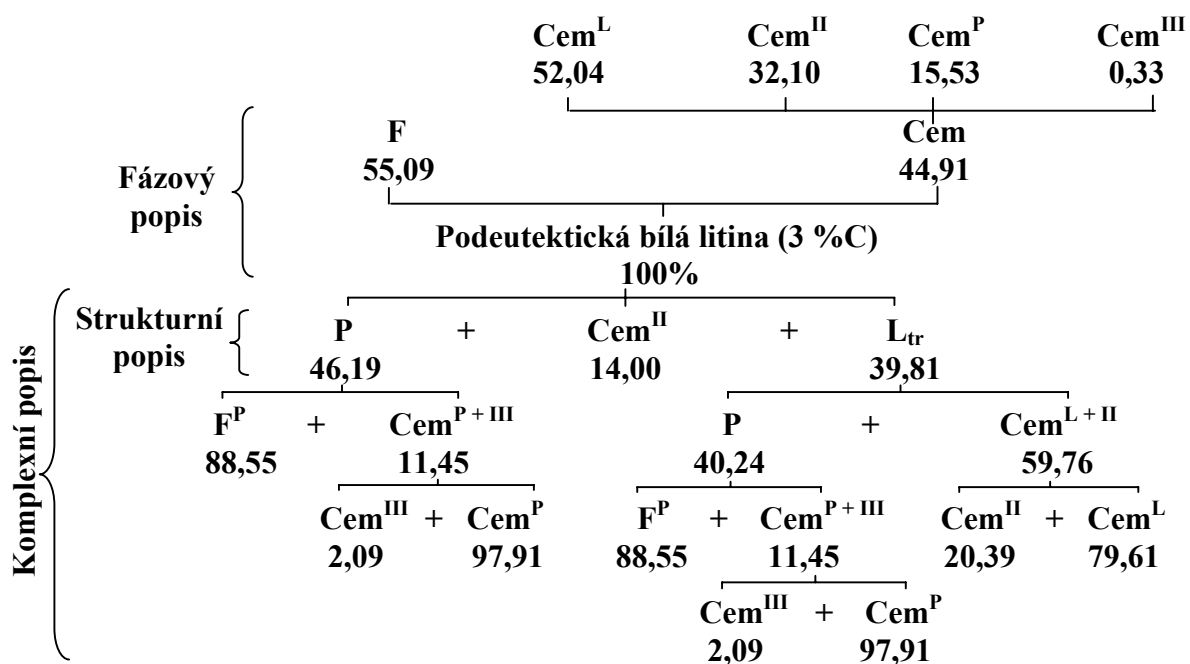
V současné době představuje moderní nauka o kovech jednu ze základních disciplín strojního inženýra. Znalost vlastností materiálu za daných podmínek v provozu i při jeho zpracování je důležitá pro konstruktéra a technologa.

Moderní počítačový software umožňuje plynulou změnu Sauverových diagramů, rovnovážných i nerovnovážných binárních diagramů, křivek chladnutí, případně i struktury, což vytváří vhodné podmínky pro podrobné studium kovových slitin a následné využití získaných poznatků ve výuce odborných předmětů, jako je např. Nauka o materiálu na vysokých školách technického zaměření.

### POROVNÁNÍ SAUVEROVÝCH DIAGRAMŮ

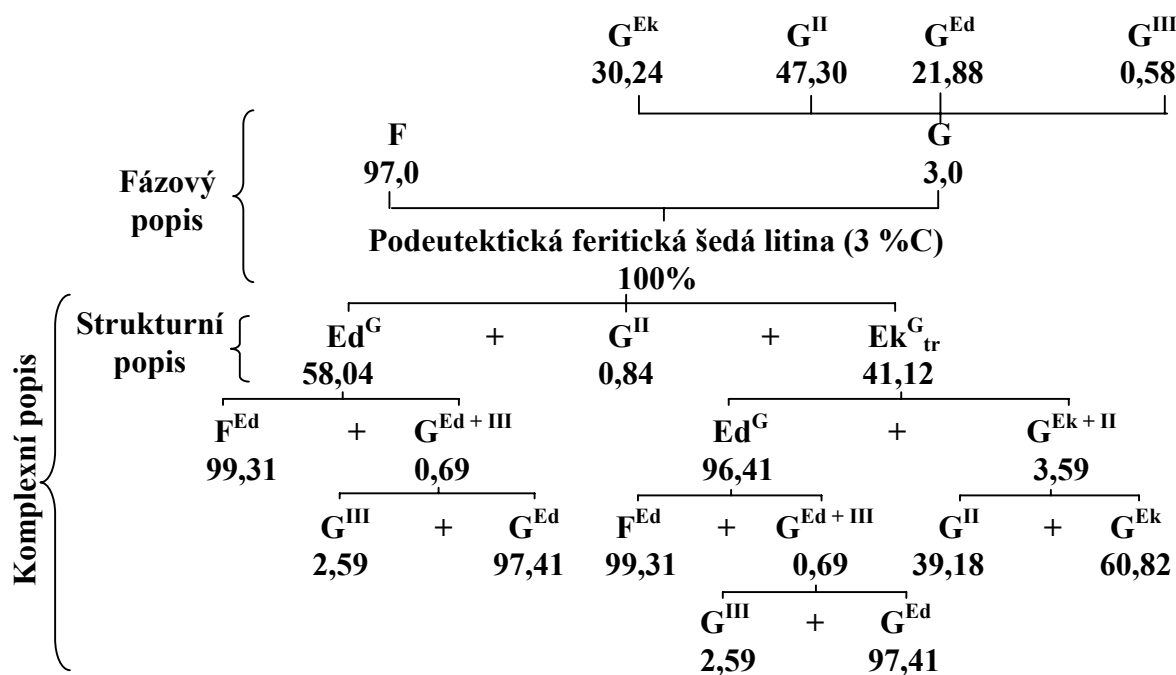
Příspěvek se zabývá porovnáním dynamických Sauverových diagramů k metastabilnímu Fe - Fe<sub>3</sub>C a stabilnímu Fe - grafit diagramu a byl řešen pomocí programu Macromedia Flash MX jako interaktivní výukový program. Rovnovážný diagram Fe - grafit a k němu příslušný Sauverův diagram jsme z proporcionálních důvodů zhotovili pouze do koncentrace 6,68 % C.

Obr. 1 a 2 uvádí fázový, strukturní a komplexní popis podeutektické bílé litiny a podeutektické feritické šedé litiny za teploty okolí. Hmotnostní procentické zastoupení jednotlivých složek jsme získali výpočtem pomocí pákového pravidla a je nezbytné pro zhotovení Sauverových diagramů. Strukturu obou slitin ukazuje Obr. 3a, b. Je zde zanesen fázový popis slitiny, ale i komplexní popis, který zobrazuje lupa nad danou strukturou.



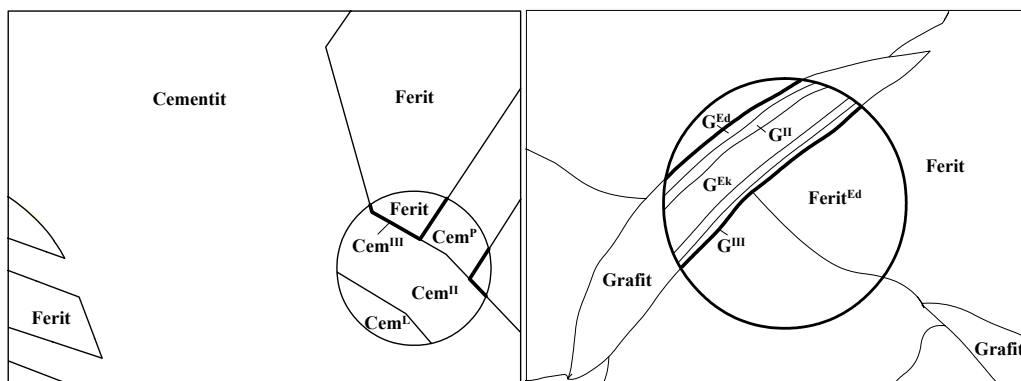
Obr. 1 Popis podeutektické bílé litiny

Fig. 1 Comparison of hypoeutectic white cast iron



Obr. 2 Popis podeutektické feritické šedé litiny

Fig. 2 Comparison of hypoeutectic ferritic grey cast iron



Obr. 3 Struktura litin  
 a) podeutektické bílé litiny      b) podeutektické feritické šedé litiny

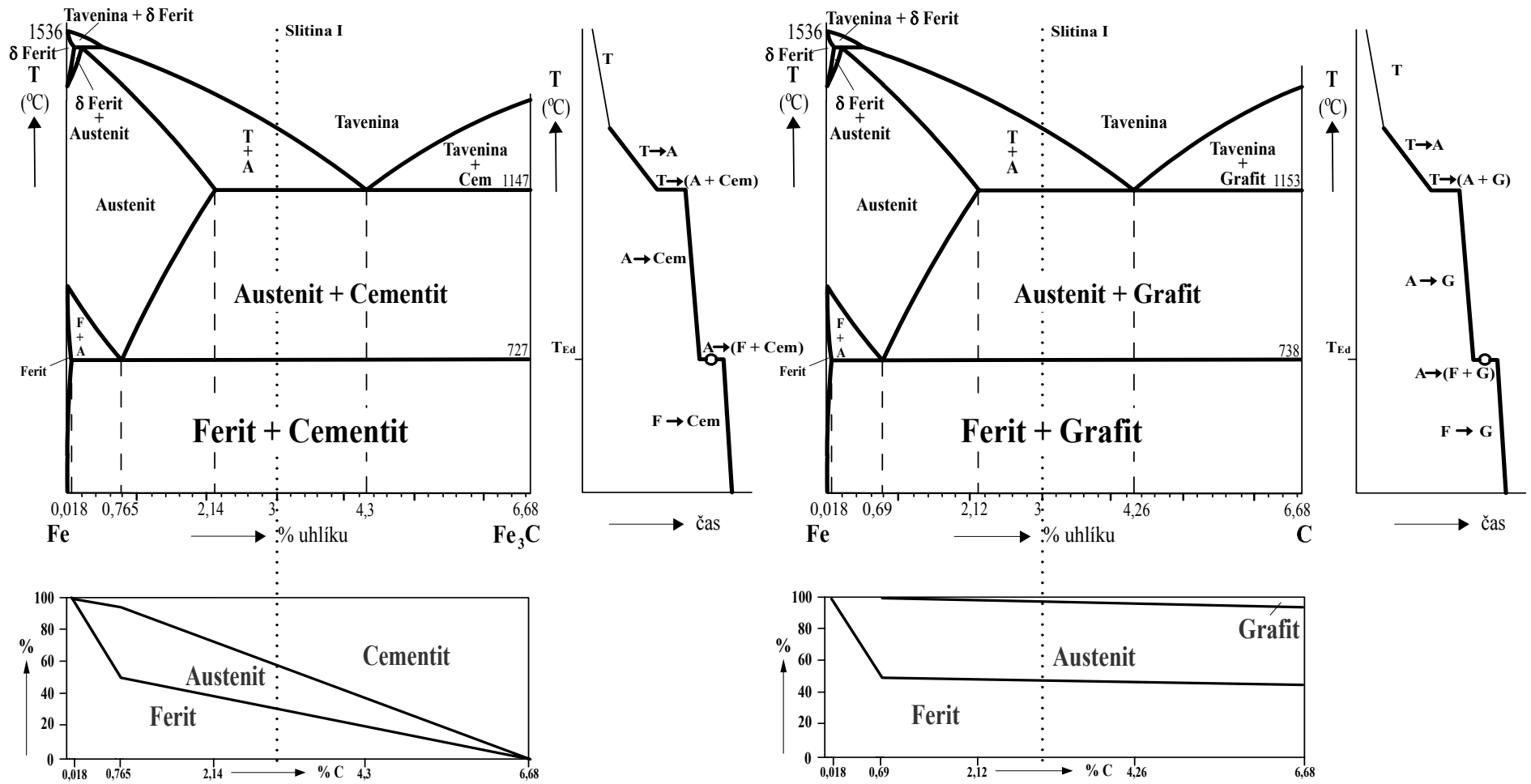
Fig. 3 Structure of cast iron  
 a) hypoeutectic white cast iron    b) hypoeutectic grey cast iron

Na Obr. 4a, b jsou zobrazeny fázové rovnovážné diagramy Fe - Fe<sub>3</sub>C a Fe - C, doplněny Sauverovými diagramy a křivkami chladnutí. Sauverovy diagramy jsou zachyceny asi v polovině eutektoidní přeměny, což je patrné z příslušných křivek chladnutí zobrazeným kroužkem. Na Obr. 5a, b jsou tytéž diagramy a křivky chladnutí se strukturním popisem. V Sauverových diagramech nejsou vyznačeny složky cementit<sup>III</sup> a grafit<sup>III</sup>, které nemají v litinách pro své minimální zastoupení význam.

## DISKUSE

V čistě binárních slitinách železa s uhlíkem je charakter výsledné struktury ovlivněn rychlostí chladnutí. Podeutektická bílá litina s 3 % uhlíku obsahuje ve struktuře téměř 45 % tvrdého cementitu, zatímco šedá feritická litina stejného chemického složení má 3 % měkkého grafitu (Obr. 1, 2).

Fázový rozbor výsledných struktur při dostatečném zvětšení (Obr. 3) je v souladu s fázovými rovnovážnými a Sauverovými diagramy (Obr. 4). Strukturní rovnovážné a Sauverovy diagramy názorně zachycují fázové přeměny v průběhu chladnutí (Obr. 5). Avšak srovnání výsledných struktur (Obr. 3) plně nekoresponduje s popisem těchto diagramů. U podeutektické bílé litiny (Obr. 3a) splývá cementit sekundární s cementitem ledeburitickým a stává se součástí ledeburitu transformovaného. Ve struktuře šedé feritické litiny (Obr. 3b) pod mikroskopem vidíme pouze ferit a grafit což rovněž není v souladu s popisem ve strukturních diagramech. Sekundární grafit se v průběhu chladnutí připojil ke grafitu eutektickému.

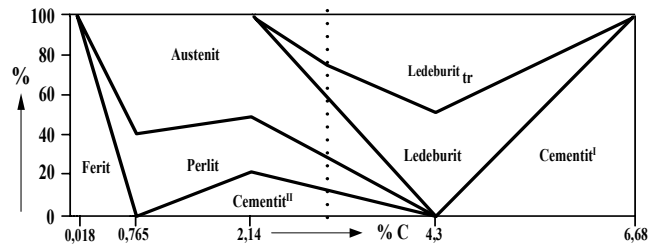
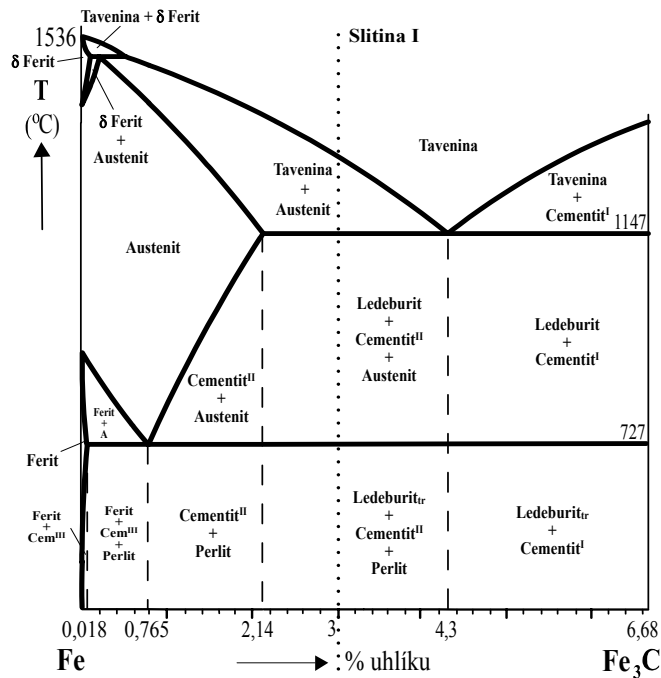


Obr. 4 Fázový popis soustav  
 a) Metastabilní soustava Fe - Fe<sub>3</sub>C

b) Stablní soustava Fe - C

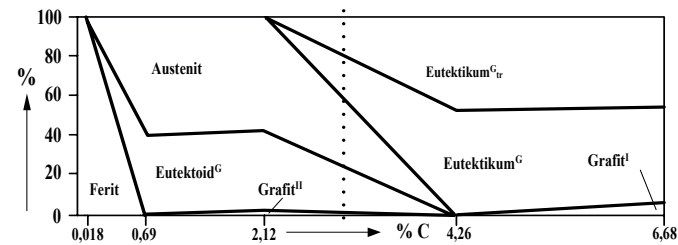
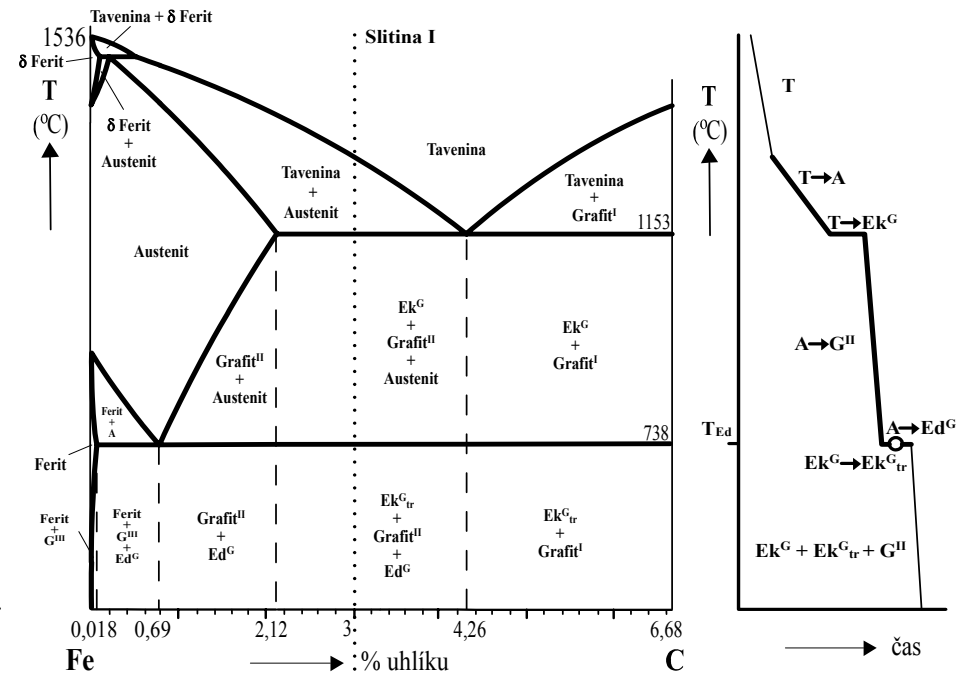
Fig. 4 Phasic description of systems  
 a) Metastable system Fe - Fe<sub>3</sub>C

b) Stable system Fe - C



**Obr. 5** Strukturní popis soustav  
a) Metastabilní soustava Fe - Fe<sub>3</sub>C

**Fig. 5** Structural description of systems  
a) Metastable system Fe - Fe<sub>3</sub>C



**b) Stabilní soustava Fe - C**

**b) Stable system Fe - C**



Eutektoid ve výsledné struktuře také nenalezneme, protože eutektoidní grafit se vyloučil vlivem difúze na povrchu již existujících lupínek grafitu.

## ZÁVĚR

Vývoj lidstva s sebou přináší i nové učební metody, které se stávají nepostradatelnou součástí moderní výuky, a proto využívání interaktivních multimediálních programů při studiu Nauky o materiálu nabývá na významu.

## LITERATURA

1. FILÍPEK, J.: Nauka o materiálu. MZLU Brno, 1999, s. 43 – 50. ISBN 80-7157-351-5.
2. FOTR, J.: Macromedia FLASH MX. Computer Press Praha, 2002, s. 355. ISBN 80-7226-677-2.
3. KUBÍČEK, L.: Krystalizace kovů a slitin. VŠCHT Praha, 1991, s. 238. ISBN 80-7080-130-1.

---

**Kontaktní adresa:**

*Karel Novotný, Ing., Ústav základů techniky a automobilové dopravy Agronomická fakulta MZLU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR tel. 545 132 125*

*Josef Filípek, Doc. Ing. CSc, Ústav základů techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, MZLU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR tel. 545 132 123*