

### Analýzy strusek a železa z tasovského Hrádku

Městečko Tasov se nachází asi 10 km jihovýchodně od Velkého Meziříčí při hranici současného okresu Třebíč. Tasov je zajímavý po stránce historické i uměleckohistorické, neboť se zde nacházejí zbytky dvou profánních fortifikací, kromě Hrádku také hrad Dub nad řekou Oslavou, a archivně jsou doloženy také tři středověké sakrální stavby<sup>1 až 4)</sup>. Hrádkem i hradem se nověji zabývá literatura<sup>5,6)</sup>.

Problematika lokalizace původního sídla pánů z Tasova, stejně jako vzájemné funkční vztahy mezi sakrálními a profánními stavbami a s tím související určení doby a podmínek jejich vzniku, nebyla dosud spolehlivě vyřešena. První zpráva o Tasovu pochází z roku 1233, kdy se uvádí Záviš z Tasova z rodu erbu křídla<sup>7)</sup>. O rok později je připomínán Mladota z Tasova<sup>8)</sup> a krátce nato<sup>9)</sup> z roku 1237 je zmiňován Bohuš z Tasova. Později dochází k místy nepřehlednému rozrodu a ke změnám v držení majetku<sup>10)</sup>.

K tasovskému Hrádku, který stojí asi 150 m jv. od obce na ostrožně nad bezejmenným potokem, přítokem říčky Polomy, lze nejspíše vztáhnout zmínku z roku 1390 a listinu danou "in municione mea" dne 11. ledna 1401<sup>11)</sup>, v níž Sazema z Tasova zakládá dva nové oltáře ve farním kostele v Tasově. Roku 1569 je Hrádek již označen jako "tvrz pustá".<sup>12)</sup>

V letech 1986 a 1987 byl na Hrádku proveden zjišťovací archeologický výzkum. Jeho cílem bylo objasnit funkci zachovaného zbytku věžovitého objektu a celkové půdorysné dispozice typologicky obtížně zařaditelného hybridního útvaru. Při řezu obvodem areálu na ostrožně byla obnažena část půdorysu výrobního objektu, v němž bylo nalezeno značné množství strusek a železných předmětů, ponejvíce hřebíků. Podle nálezové situace šlo nejspíše o dřevěný objekt omazaný mazanicí na kamenné podezdívce, který zanikl požárem. Ojedinělé úlomky keramiky nalezené pod úrovní objektu bylo možno zařadit ještě před rok 1250. Většina získaného materiálu pochází z druhé poloviny 13. století a ze století 14.

Ke zpřesnění původu výrobního objektu byl k prvkové a metalografické analýze vybrán úlomek silně feromagnetické strusky s granulemi železa. Úlomek strusky vybraný k analýze je znázorněn na obr. 1. Zrna železa se nacházela pevně stavena se struskou na jeho pravé straně. Ze strusky odebrané z okolí jednoho většího zrna železa o velikosti asi 10x7x5 mm a z těchto zrna železa byly zhotoveny metalografické výbrusy a podrobeny nejprve prvkové analýze.

K této analýze bylo využito rtg. energiově disperzního mikroanalyzátoru Tracor-TN 2000 ve spojení s elektronovým rastrovacím mikroskopem JSM-840. Výsledky analýz strusek jsou spolu s podmínkami analýzy v tab. 1. Z výsledků analýz je patrné, že strusky neobsahují síru a mají velmi nízký obsah fosforu. Podíl oxidu železnatého a železitého se pohybuje od 19,0 do 40,6 % s vyšší koncentrací ve strusce tmavě šedozeleňého zbarvení. Struska obsahuje dále ve hmotn % 38,8 až 57,9  $\text{SiO}_2$ , 5,3 až 8,5  $\text{K}_2\text{O}$ , 5,3 až 7,4  $\text{CaO}$ , 4,9 až 7,8  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,4 až 1,6  $\text{MgO}$  a v desetinách procenta  $\text{TiO}_2$  a  $\text{MnO}$ . Je kyselé povahy s indexem zásaditosti  $(\% \text{CaO})/(\% \text{SiO}_2) = 0,14 \pm 0,05$ .

Podle toho, že strusky neobsahují síru lze usoudit, že struska nepřišla v peci do styku s minerálním palivem a podle nízkého obsahu fosforu se dá předpokládat, že mohlo jít spíše o redukční nežli o oxidační proces.

Tyto závěry, vyplývající ze složení strusky, se jeví v dobré shodě s nalezeným složením zrna železa. Analyzované zrno železa mělo zanedbatelně nízký obsah síry (tab. 2), avšak poměrně vysoký obsah fosforu - 0,34 hmotn. %. Z tab. 2 dále plyne, že analyzované zrno má také nízký obsah křemíku a neobsahuje mangan. Na redukční proces je možno usuzovat právě podle vyššího obsahu fosforu v železe než ve strusce, neboť při redukčním procesu přechází většina fosforu ze strusky do železa, zatímco při oxidačním pochodu je tomu obráceně. Použití dřevěného uhlí jako paliva potvrzují shodně velmi nízké obsahy síry v železe i strusce. Obsah síry ve strusce i v železe je pod mezí detekovatelnosti použité analytické metody.

Mikrostruktura granule železa je zobrazena na obr. 2. Struktura je v celém průřezu tvořena čistým železem, tj. feritem, takže je možno usoudit, že obsah uhlíku je velmi nízký,

pod 0,02 hmotnostních %. Ferit je prostoupen četnými struskovými vměstky vyloučenými uvnitř i po hranicích feritických zrn (obr. 2), ve formě obálek. Nejde tedy o strukturu, která je charakteristická pro železo vyrobené přímo z rud ve výhňových nebo šachtových pecích.<sup>13,14)</sup>

Mineralogické složení strusek je doloženo snímky jejich mikrostruktur na obr. 3 a 4. Obě struktury jsou tvořeny drobnými bílými zrny wüstitu, vcelku rovnoměrně rozloženými po průřezu. Strukturu vzorků strusek dále charakterizují šedé krystality fayalitu uložené v tmavé sklovité hmotě (obr. 3) a v tmavošedé melilitové hmotě (obr. 4). Pórovitost strusky je v průměru menší než asi 10 %. Podle mineralogického složení strusky lze usuzovat, že struskový koláč nebyl příliš rychle ochlazen. Mohl chladnout na vzduchu, nikoli však ve vodě.

Podle složení železa i strusek a jejich struktur může nejspíše jít o kovářské zpracování již hotového železa ve výhňové peci, v níž bylo jako paliva použito dřevěného uhlí. Původní železo bylo vyrobeno primitivní technologií přímo z železných rud. Analyzovaná granule železa se utvořila pravděpodobně tak, že středověký kovář svařoval kusy železa v těstovitém stavu (tak zvané "svařování z ohně")<sup>15)</sup>, přičemž se při ohřevu lokálně zvýšila teplota svařovaných částí a roztažené železo skápllo na strusku, v níž ulpělo. O vysokém přehřátí svědčí také velmi hrubé feritické zrno, jehož velikost je podle ČSN 42 0642 stupně - 1, což odpovídá průměru feritického zrna 0,5 mm.

## Závěr

Na podkladě analýz strusky a železa z výrobního objektu odkrytého v tasovském Hrádku je možno usoudit, že se jedná o produkty provázející kovářské zpracování již hotového železa. Zpracovávané železo - prosté síry a s obsahem fosforu 0,3 % - bylo nejspíše vyrobeno primitivní technologií přímo z železných rud. Nálezy strusek a železa a jejich rozbory tedy ukazují, že v tasovském Hrádku mohla pracovat kovářská dílna.

## Literatura

- 1) Kudělka, Z.: Románská a barokní architektura na Jižní Moravě. Výzk. zpráva SPZV VIII-08-05/01, Brno 1983.
- 2) Kudělka, Z.: Tasov (okr. Třebíč), hrad (tzv. Hrádek). Výzkum románské architektury na Moravě III, SPFFBU F 26/27, Brno 1982.
- 3) Kratochvíl, A.: Vel. Meziříčský okres. Vlastivěda moravská, Muzejní spolek, Brno 1907.
- 4) Wolný, G.: Kirchliche Topographie von Mähren, Bd III, Brünn 1860.
- 5) Plaček, M.: Hradky na Oslavě a ekonomické podmínky jejich vzniku a existence. AH 10, Brno 1985.
- 6) Nekuda, V. - Unger, J.: Hrádky a tvrze na Moravě. Blok, Brno 1981.
- 7) CDB III, s. 51, č. 50
- 8) CDB III, s. 106, č. 90
- 9) CDB III, s. 207, č. 165.
- 10) Hosák, L.: Příspěvky k starému rodopisu moravskému IV. Erb křídla. ČSPS XLV, 1937.
- 11) ZDB VII, č. 984; CDM XIII, s. 97, č. 83
- 12) ZDB XXIX, s. 28, č. 70
- 13) Stránský, K.-Souchopová, V.-Ludikovský, K.: Pokusné tavby s přímou výrobou železa z rud v šachtových pecích na Blanensku. Slevárenství, 1978, č. 11, s. 464-467.
- 14) Souchopová, V.-Stránský, K.: Poznatky z experimentálních tavbeb železa v rekonstrukcích šachtových pecí z Blanenska. Památky archeologické (PA), LXXIV, Praha 1983, s. 527-544.
- 15) Dobrovolný, B.: Mechanická technologie. Práce, Praha 1952, s. 160.

---

Die vorgefundenen Schlacken belegen die Schmiedebearbeitung des im direkten Produktionsprozess gefertigten Eisens. Sie beweisen, dass auf der Burg von Tasov eine Schmiedewerkstatt arbeitete.

Tab. 1 Výsledky analýz železářských strusek z Tasovského hrádku v /hmotn. %/

| Struska              | MgO          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | TiO <sub>2</sub> | MnO          | FeO<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|----------------------|--------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|---------------------------------------|
| tmavě<br>šedozeleňá  | 1,60<br>0,66 | 4,90<br>1,80                   | 38,77<br>9,95    | 0,03<br>0,06                  | 5,30<br>1,68     | 7,37<br>1,65 | 0,57<br>0,21     | 0,43<br>0,12 | 40,60<br>14,10                        |
| světle<br>šedozeleňá | 0,37<br>0,21 | 7,83<br>3,67                   | 57,90<br>1,56    | 0,00<br>0,00                  | 8,53<br>3,15     | 5,33<br>1,80 | 0,57<br>0,25     | 0,10<br>0,17 | 19,03<br>9,93                         |

Pozn.: - n = 3 měření, uveden aritmetický průměr  $\bar{x}$ , směrodatná odchylka  $s_x$

- Tracor - TN 2000, program SSQ 3, korekce ZAF

- urychlovací napětí svazku 25 kV

Tab. 2 Výsledky analýz granulí železa v železářských struskách z Tasovského hrádku /hmotn. %/

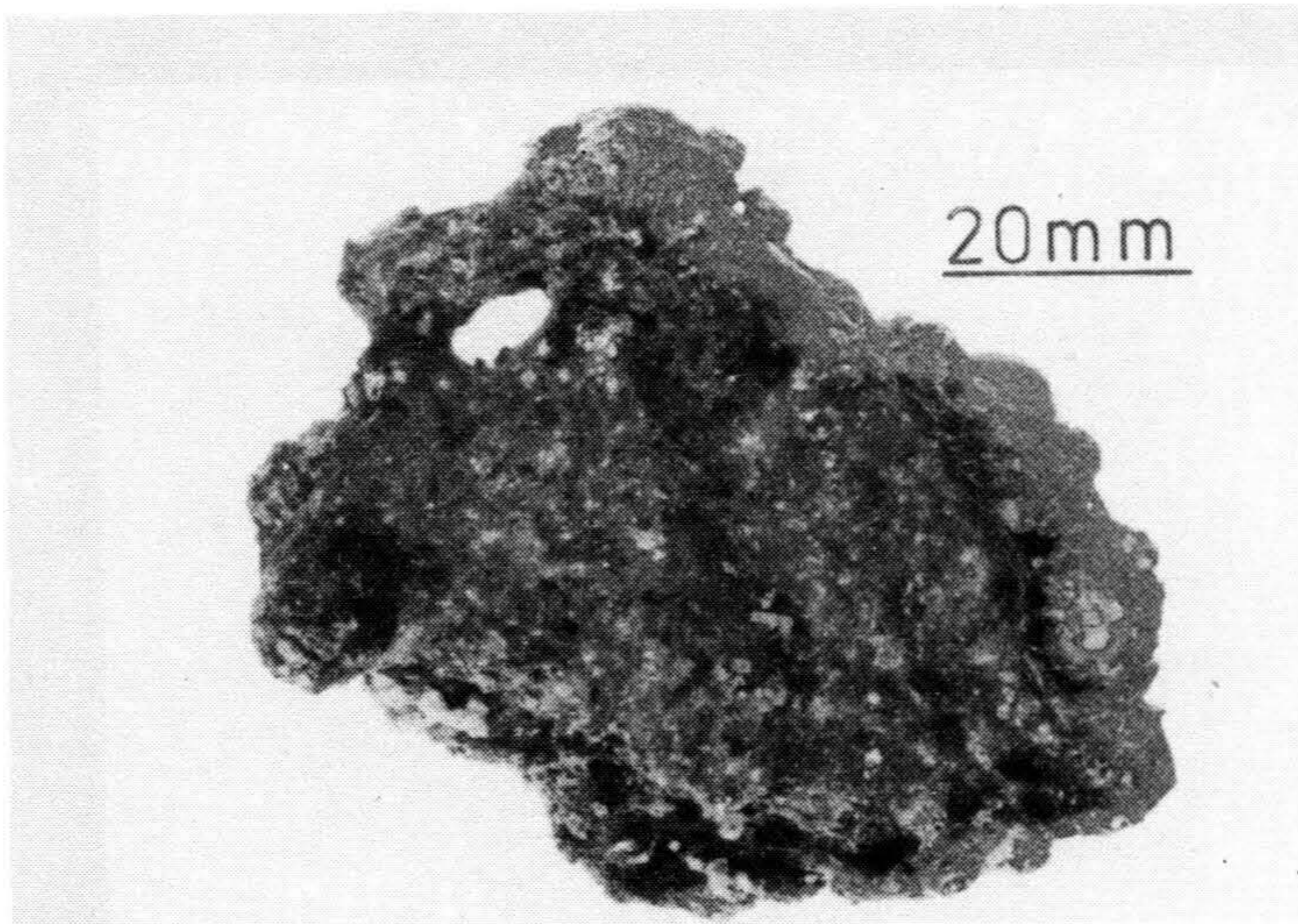
| Granule<br>železa               | C 1) | Si           | Mn           | P            | S            | Fe            |
|---------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| velikost ca<br>10 x 7 x 5<br>mm | 0,02 | 0,10<br>0,08 | 0,00<br>0,00 | 0,34<br>0,04 | 0,00<br>0,00 | 99,59<br>0,11 |
|                                 |      |              |              |              |              | 100,05        |

Pozn.: - 1) odhadnuto metalograficky

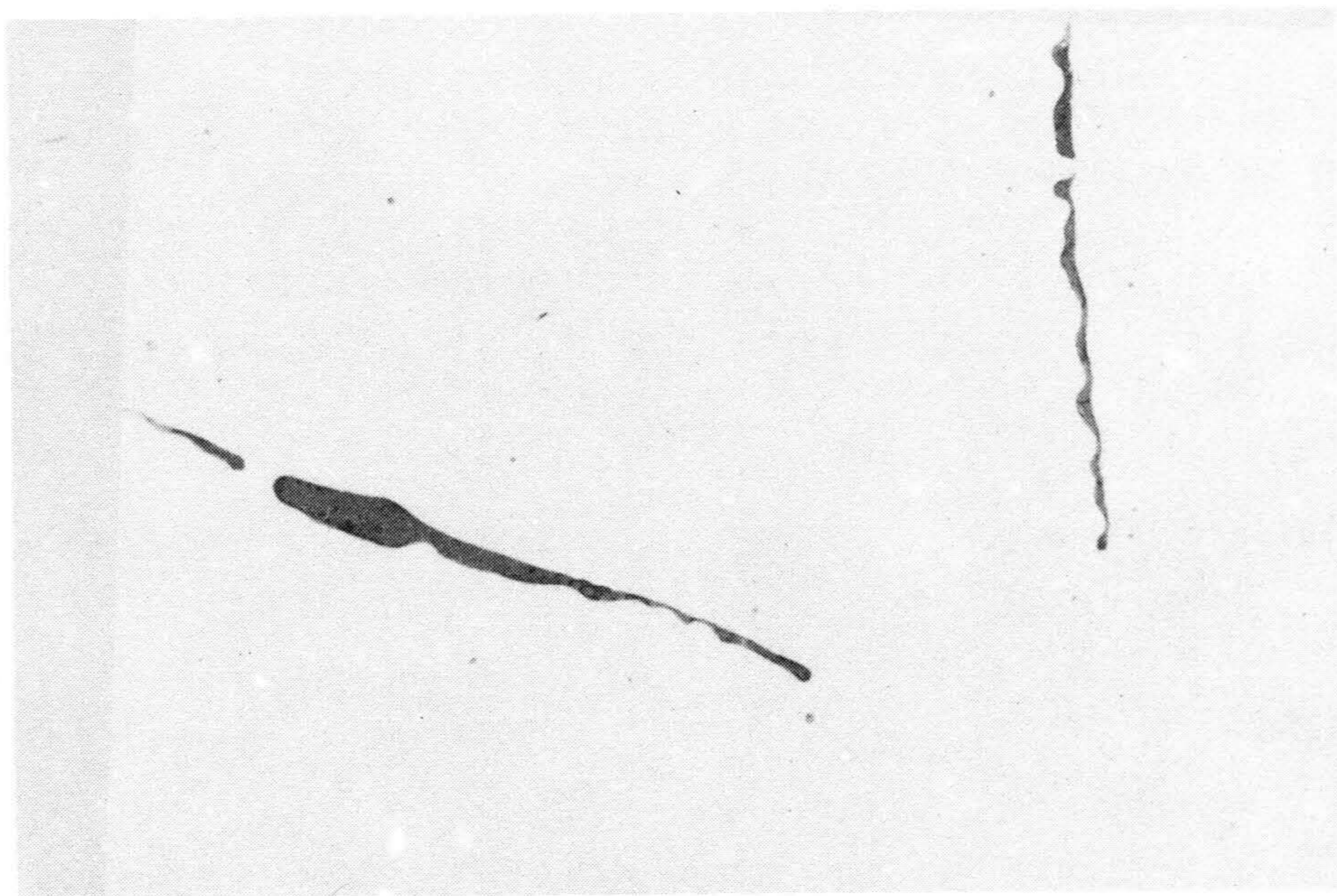
- Tracor - TN 2000; program SSQ 3, korekce ZAF

- urychlovací napětí svazku 25 kV

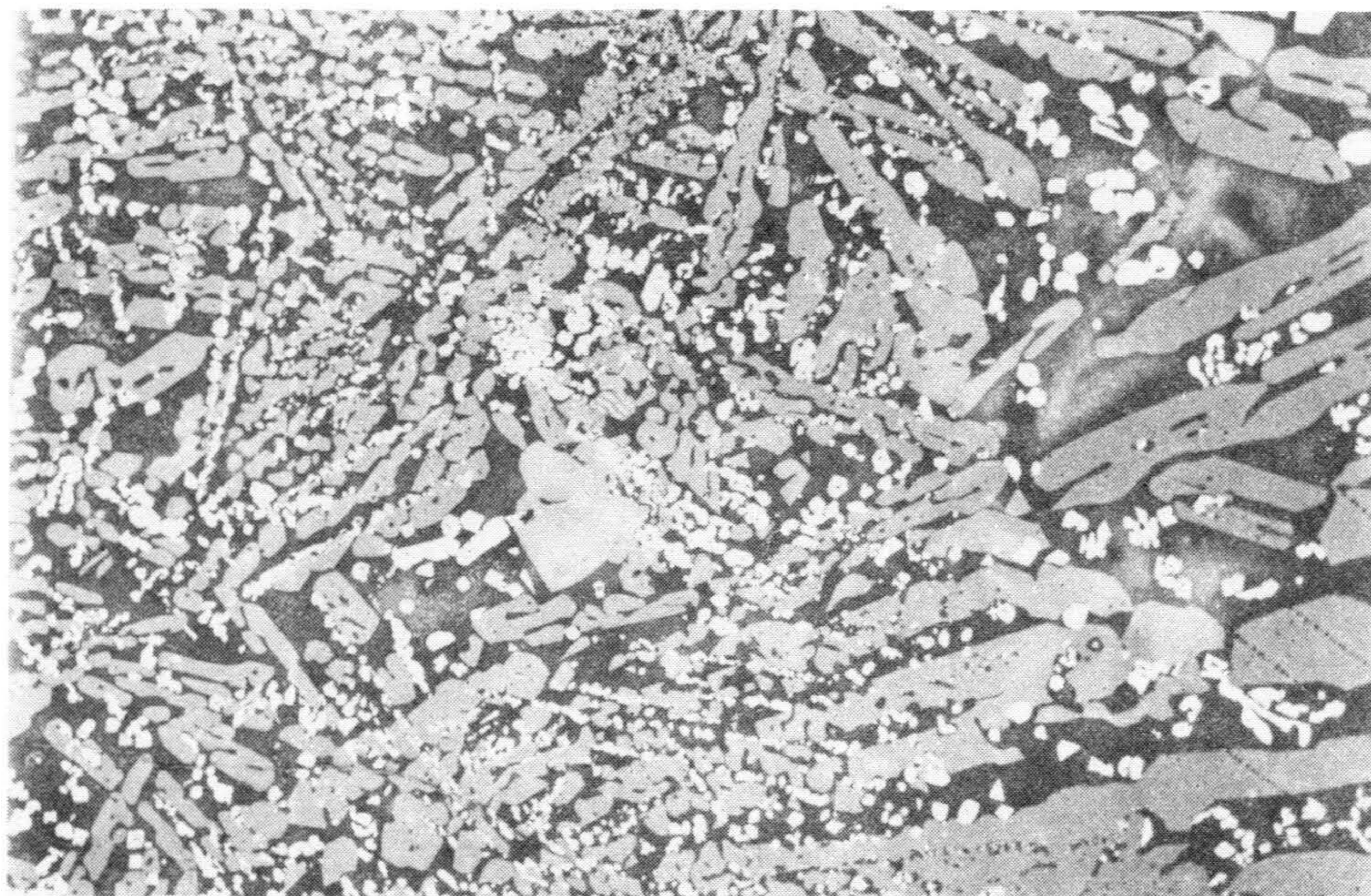
- uveden aritmetický průměr  $\bar{x}$ , střední chyba aritm. průměru  $s'_x$ , n = 3 měření



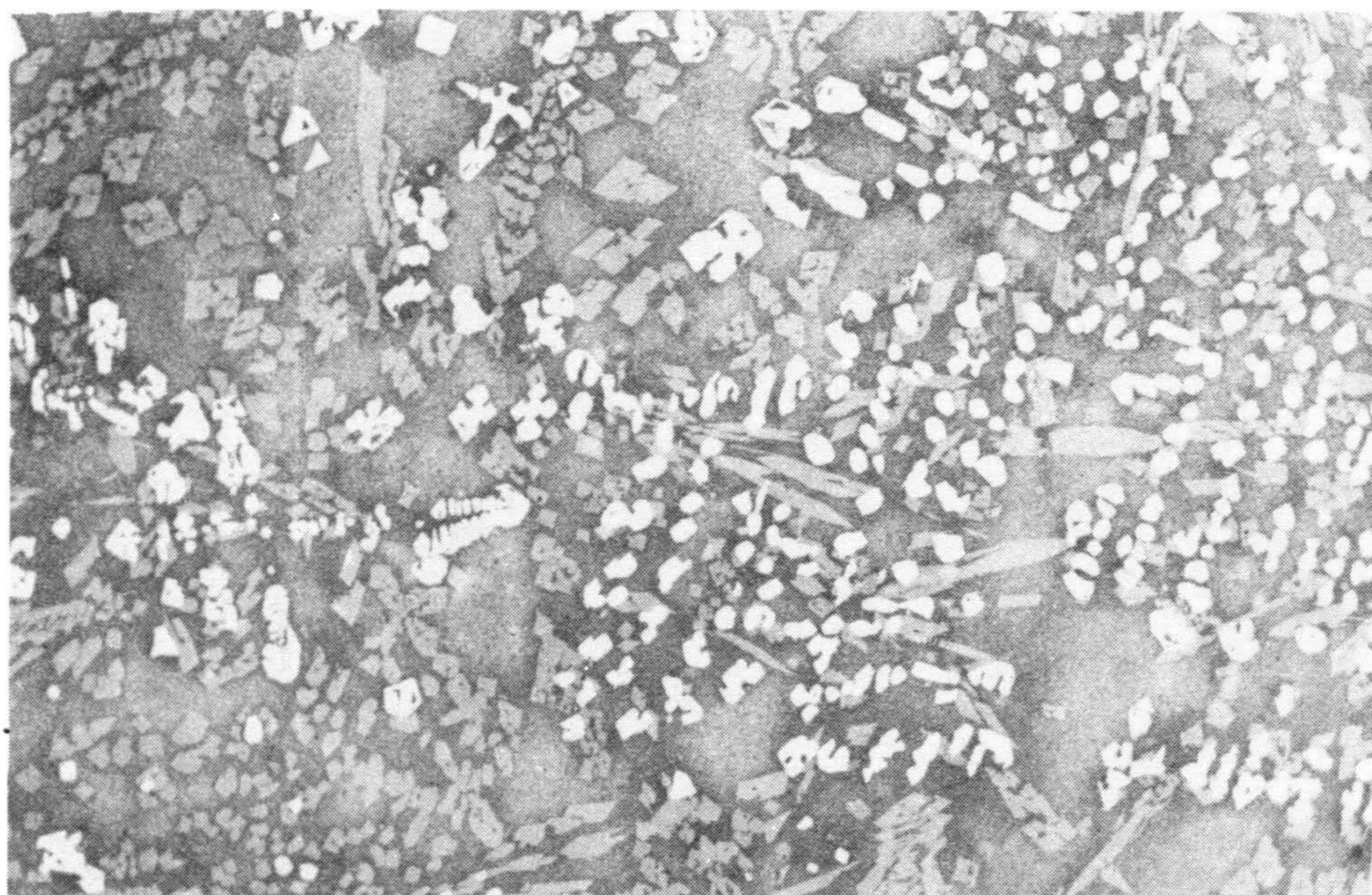
Obr. 1 Hrádek. Úlomek strusky s granulemi železa, vybraný k rozborům



Obr. 2 Hrádek. Struktura granule železa. Ferit se struskovými vměstky po hranicích zrn. Leptáno nitalem. Zvětšeno 200x



Obr. 3 Hrádek. Železářská struska tvořená bílými zrny wüstitu a světlešedými krystality fayalitu uloženými v tmavé sklovité hmotě. Zvětšeno 400x



Obr. 4 Hrádek. Železářská struska tvořená bílými zrny wüstitu a světlešedými zrny a krystality fayalitu uloženými v melilitové hmotě. Zvětšeno 400x