

**Dřevouhelná vysoká pec v Dlouhém u Nového Města na Moravě**

Dlouhé leží 7 km jjv. od Nového Města na Moravě a poprvé se uvídí k roku 1407 jako "super medietatem ville Dluha". Jak plyne z časového vývoje názvu vsi, uspořádaného Hosákem a Šránkem<sup>1)</sup>, kolísal název velmi dlouho mezi Dlouhy, Dlouhý, Dlauha, Dlouhá a Dlouhé a teprve po roce 1893 se ustaluje pojmenování vsi jako Dlouhé. Poloha vsi je poprvé zakreslena teprve na Müllerově mapě Moravy z roku 1790 pod názvem Dlouhi. Ves byla vždy česká a patří k ní dvě samoty - myslivna Zátoky na sz. a Ježkov, lidově označovaná také jako Frankfurt, východně od vsi. Na místě této druhé samoty pracovala v 17. a 18. století železná huť, vysoká pec a zkujňovací výheň s hamerským kladivem, která později zanikla.

**Historie**

V roce 1638 se stal majitelem novoměstského statku hospodářský rada dietrichštejnských statků Šimon Kratzer ze Schönsberku<sup>2)</sup>. Ten byl v roce 1645 zastřelen Švédy, když procházeli Novým Městem a panství zdědili jeho synové František Maximilián a František Adam. Správy panství se v roce 1660 ujal starší z nich Fr. Maximilián, který dal mladšímu bratru jako otcovský podíl 15 000 rýnských zlatých, splatných po 30 zl. týdně, a to buď v hotovosti, nebo v dobrém hamerském železe a odevzdal mu dědičně mimo jiné také osadu Dlouhé.<sup>2)</sup> Asi v roce 1650 postavil Fr. Adam vysokou pec s hamrem na pravém břehu Olešenského potoka v katastru obce Dlouhé, to znamená na samém okraji svého panství. Vysoká pec a hamr byly určitě v provozu ještě v roce 1676, neboť si 8. listopadu tohoto roku osadníci z Dlouhého a Křidel při odhadu statku stěžovali, že František Adam Kratzer dal vykácet jejich lesy pro potřebu svých hamrů. Starší bratr zemřel 8.6.1679, mladší 1.11.1693 a ještě před jejich úmrtími přešly statky pro dluhy opět do vlastnictví Dietrichštejnů.<sup>2)</sup> Vysoká pec a snad i hamr v Dlouhém mohly pracovat patrně ještě v roce 1741, neboť na mapě novoměstského panství nakreslené zeměměřičem J.A.Křoupalem roku 1741 je lokalita uvedena jako "Alterhochofen". Huť se nacházela asi 0,5 km pod dosud stojícím bývalým Branišovským

mlýnem a na Křoupalově mapě (obr. 2) je její poloha schématicky vyznačena čtvercem, obdélníkem a kroužkem se šipkou. Výsek této části Křoupalovy mapy z roku 1741 je přikreslen na obr. 3. Huť zanikla patrně někdy mezi léty 1741 až 1835, neboť na mapě stabilního katastru z roku 1835<sup>3)</sup> je v místech bývalé huti zakreslena již jen jedna budova s označením samoty "Jeschko". Svoboda uvádí<sup>2)</sup>, že památkou na vysokou pec s hamrem je "halda strusek a samota Ježkov".

Pro potřeby huti byla také u Dlouhého těžena železná ruda. K roku 1815 se totiž uvádí, že při průzkumných důlních pracích přišli horníci na stopy starých šachet a hald.<sup>4)</sup> V roce 1831 zde byl vybudován důl Seenger, kde se těžilo na nepříliš výnosných nalezištích 900 mír krevelu ročně. Důl byl brzy opuštěn. Od roku 1837 byly zde prováděny nové pokusné kutací práce, ale bezvysledně.

#### Současná situace

Současný stav samoty Ježkov stojící v místech bývalých železáren přibližují obr. 4 a 5. Dnes se na této lokalitě nacházejí tři objekty. Stodola, na obr. 4 vpravo, torzo nedostavěného rekreačního objektu, na obr. 4 vlevo a dřevěná kůlna. Tato kůlna se na obr. 4 nachází za torzem rekreačního objektu a je patrná v popředí obr. 5 vlevo. Na Ježkově (ve Frankfurtě) se bydlelo ještě před 18 až 20 lety. Stavení stálo v těsné blízkosti dnešní stodoly v místech, kde je dnes hromada sutin (na obr. 4 vlevo od stodoly). Nad stodolou byl mělký rybník (na obr. 4 uprostřed), který podmáčel stavení stojící pod ním, takže byla u něj v šedesátých letech prokopána hráz a dnešní majitel hráz odstranil.<sup>5)</sup> Východní hráz bývalého rybníka je však v terénu dosud zřetelně patrná. Západní hráz tvořil přirozeně se zvedající terén směrem k osadě Dlouhé (na obr. 4 vlevo).

Strusky jsou dnes roztroušeny po polích, lukách a v potoce a ve větším množství se nacházejí ve svahu na západní

---

1 míra rudy = 5 kubických stop na pernštejnském panství v 19. století a 1 stopa = 0,3 m<sup>4)</sup>

straně lokality poněkud jižněji od rekreačního objektu. Polní cesta směřující sz. oklikou do Dlouhého, zaznačená již na Křoupalově mapě z r. 1741 (obr. 2 a 3) je v terénu dosud patrna. Zpočátku je silně zahloubená v terénu (obr. 5 vpravo), avšak asi po 100 m je zhruba v rovině s okolním terénem. Struska z hald byla drcena a v Branišově přidávána do omítek. Maltou s podrcenou namodralou struskou jsou omítnuty také nosné vnější zdi dosud stojící stodoly v Ježkově.

Pozoruhodné je množství strusek, roztroušených a rozptýlených po lukách, polích a v potoce. Na první pohled překvapí četnost strusek, která je řádově větší než na lokalitě Ořechov u Křižanova, kde pracovala vysoká pec v letech 1703 až 1710<sup>6)</sup> a rovněž podstatně větší než na lokalitě Kundratická u téhož města, kde byla vysoká pec v provozu od roku 1691, rovněž do r. 1710. Zdá se tedy, že vysoká pec v Dlouhém pracovala podstatně déle než vysoké pece na bývalém křižanovském panství.

Doly na železnou rudu byly jednak u silnice ve směru Branišov-Křídla, jejichž šachty byly zcela zasypány až začátkem tohoto století<sup>5)</sup> (obr. 6) a ssz na pokraji stojícího lesa.

#### Analýzy strusek a surových želez

Analýze bylo podrobena pět druhů strusek pocházejících z povrchového sběru a dva slitky surových želez. První slitek o hmotnosti několika gramů pocházel z nánosů v hloubce asi 30 až 35 cm v erozi obnaženém břehu Olešenského potoka v blízkosti stodoly, druhý slitek o hmotnosti asi 0,25 kg byl nalezen na břehu téhož potoka, kam byl zřejmě vyhozen při hluboké orbě pole, které se nachází v jeho těsné blízkosti.

K chemické analýze strusek bylo využito rtg. energiově disperzního analyzátoru Tracor N 2100 ve spojení s elektronovým rastrovacím mikroskopem JSM 840. Ze strusek sklovité povahy byly zhotoveny metalografické výbrusy a každý vzorek byl analyzován při rastrujícím elektronovém svazku a urychlovacím napětím 25 kV ve třech různých místech ke stanovení

chemického složení i heterogenity v rozložení jednotlivých složek. Ke zpracování primárně změřených intenzit rtg. záření bylo užito programu SSQ (Tracor) a systému korekcí ZAF, který zahrnuje korekce na atomové číslo, absorpci a fluorescenci.

Výsledky analýz jsou uspořádány v tab. 1 a to tak, že první řádek udává střední hodnotu (aritmetický průměr) a druhý střední chybu měření (směrodatnou odchylku), která je v podstatě vyjádřením heterogenity v rozložení příslušného oxidu, popř. prvku, ve strusce.

Strusky jsou v tab. 1 uspořádány podle barvy, a to od jasně až světle modré, přes modrou, tmavě modrou, olivově zelenou až po tmavě šedou až černou.

Poněvadž použitou metodou není možno rozlišit různé typy oxidů téhož prvku, může být pod koncentrací oxidu železnatého (FeO) zahrnuto i jisté množství oxidu železitého (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), i stopy kovově čistého železa, které se v těchto struskách může nacházet ve tvaru kuliček o průměru jednotek mikronů až milimetrů. V tab. 1 je také v závorce uveden obsah kovového železa ve strusce, tj. bez udání jeho vazby na kyslík.

Z výsledků tab. 1 plyne, že strusky mají nízký obsah FeO, který roste v uvedeném pořadí jejich barev od 1,2 až do 16,2%. Zároveň je zřejmé, že v obráceném pořadí klesá oxid křemičitý, a to od 80,7 do 53,2 %. Rozložení ostatních analyzovaných komponent se jeví vcelku již jako nahodilé, s výjimkou oxidu vápenatého, jehož vyšší koncentrace ve strusce korespondují, a to je zajímavé, s vyššími obsahy oxidu železnatého.

V průměru obsahují strusky ve hmotn. %:

2,0 MgO, 4,6 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 67,7 SiO<sub>2</sub>, 0,00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1 S, 2,2 K<sub>2</sub>O, 14,7 CaO, 0,2 TiO<sub>2</sub>, 0,1 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 MnO a 6,9 FeO. Jde o kyselou strusku s indexem zásaditosti (CaO)/(SiO<sub>2</sub>) = 0,217 (v rozmezí 0,112 až 0,379), s velmi nízkým obsahem síry - v průměru 0,11 % a v podstatě prosté fosforu. Tyto skutečnosti svědčí o tom, že jde o vysokopecní strusky, a to z vysoké pece, u níž bylo jako paliva užíváno dřevěného uhlí a nikoliv paliv minerálních (kamenného, černého uhlí, popř.

koksu). Jako rudné vsázky bylo používáno rud s nízkými obsahy fosforu, i když tento závěr nutno brát s jistou opatrností, neboť při vysokopecním procesu se téměř všechn fosfor vyředuje z rud do surového železa.

Je pozoruhodné, že závislost mezi oxidem železnatým a oxidem křemičitým ve strusce je v daném případě, kdy běží o náhodný výběr strusek, významná a je ji možno vyjádřit kvantitativně ve tvaru

$$(\text{FeO}) = 86,88 / (\text{SiO}_2)^{0,157} \quad (1)$$

jemuž odpovídá koeficient korelace  $r = 0,9401$ . Při vyšším obsahu  $\text{SiO}_2$  ve strusce přecházelo více železa ze strusky v nístěji pece do roztaveného surového železa, takže výsledný redukční pochod ve vysoké peci byl úspornější a za jinak stejných podmínek se vyrobilo ze stejného množství rudné vsázky více surového železa.

K analýze vzorků surového železa bylo použito jednak již zmíněné rtg. energiově disperzní mikroanalýzy a také vlnově disperzní mikroanalýzy, jednak analýzy metalografické. U většího slitku byla navíc změřena tvrdost podle Brinella. Uhlík byl v obou vzorcích stanoven metalograficky podle Saltykova <sup>7)</sup>, poněvadž rtg. energiově disperzní metoda jeho stanovení neumožňuje.

Na úlomku surového železa o hmotnosti několika gramů, který byl analyzován jako metalografický výbrus, byl vlnově disperzní mikroanalýzou na mikrosondě JXA-3A stanoven fosfor o koncentraci 0,20 hmotn. % a ve zbytku železo. Metalograficky byl určen uhlík o koncentraci  $3,58 \pm 0,38$  hmotn. %. Zbývající prvky provázející surové železo, tj. Mn, Si a S byly pod mezemi detekovatelnosti za podmínek analýzy, tj. pod 0,1 hmotn. %. Metalografickou analýzou byl zjištěn rovnoměrně rozložený lupínkový grafit o velikosti lupínků  $(183 \pm 107)$   $\mu\text{m}$ , což odpovídá třídě velikosti 4 podle ČSN 42 0461. Typický tvar grafitu je doložen obr. 7 a mikrostruktura téhož místa je znázorněna na obr. 8. Tvoří ji velmi jemný lamelární perlit s ostrůvky feritu v okolí lupínkového grafitu. Fosfidové eutektikum je zrníčkové a tvoří ve struktuře jednotlivé, navzájem nespojené ostrůvky. Typický tvar fosfidového eutetika - steaditu je znázorněn na obr. 9.

Podle chemické analýzy a analýzy metalografické jde o surové železo (litinu prvního tavení) z dřevouhelné vysoké pece, se stupněm eutektičnosti 0,86. S ohledem na nízký obsah křemíku mohl analyzovaný slitek pocházet nejspíše z rozstříku při lití housek surového železa určených ke zkujnění ve výhních, tj. ze surového železa ocelářského.

Výsledky chemické analýzy rozměrnějšího slitku o hmotnosti 0,25 kg jsou v tab. 2. Analýza byla provedena na metalografickém výbruse a podle nízkého obsahu síry lze soudit, že jde o dřevouhelné surové železo. Podle obsahu křemíku, fosforu a uhlíku, jemuž odpovídá stupeň eutektičnosti 1,02, se dá s jistotou přibližností usoudit, že šlo nejspíše o litinu prvního tavení, tj. dřevouhelné surové železo určené k odlévání odlitků. Slitek měl tvar půlměsíce (na polovinu přeražené destičky) o tloušťce asi 5 až 6 mm a průměru necelých 120 mm. Rozložení grafitu bylo smíšené s převážně lupínkovým, místně pavoučkovitým tvarem grafitu o velikosti  $(81 \pm 59) \mu\text{m}$ , což odpovídá třídě velikosti 5 podle citované normy. Tvar grafitu je znázorněn na obr. 10. Strukturu šedé litiny tvoří velmi jemný perlit, ferit nebyl nalezen ani ve stopách. Fosfidové eutektikum má zrníčkovou morfologii a tvoří jednotlivé útvary až částečně spojitě síťoví. V litině je vyloučeno značně nerovnoměrně. Příklad mikrostruktury je na obr. 11. Změřená tvrdost 307 HB je poměrně vysoká, což souvisí s velmi jemným perlitem, který vznikl rychlým ochlazením tenkostěnného slitku. Tvrdost na tyči o průměru 30 mm lité do písku by podle empirických vztahů byla podstatně nižší. Podle vzorce  $\text{HB} = 422 - 251 \text{Sc}$ , který našel DeSy<sup>8)</sup> je to pro stupeň eutektičnosti  $\text{Sc} = 1,02$  asi 166 HB. Pevnost v tahu lité tyče o průměru 20 mm lze odhadnout podle vztahů navržených Jungbluthem a Hellerem<sup>8)</sup> a činí zhruba 220 MPa (viz pozn. u tab. 2).

Podle současných norem šlo o šedou litinu podle ČSN 42 2420 s pevností v tahu nad 200 MPa, která je vhodná k použití na odlitky o tloušťce stěn 8 až 40 mm pro strojní odlitky, součásti motorů, turbín, pístových strojů, válce motorů a kompresorů. Samotný slitek se svou tvrdostí a pevností, nikoli však tažností a houževnatostí, blíží tvárné litině perlitické. Pozornosti zaslouží také poměrně vysoké obsahy chromu

a niklu (0,53 % Cr a 0,23 % Ni) ve slitku, které značně zvyšují tvrdost perlitické matrice, a o tak vysoké koncentraci se v dřevouhelných litinách běžně nevyskytují. Jejich výskyt v litině je nejspíše náhodný.

## Závěr

Vysoká pec v Dlouhém (samota Ježkov) u Nového Města na Moravě stála až dosud mimo oblast pozornosti historiků, přestože jde o jednu z nejstarších dřevouhelných vysokých pecí na teritoriu Českomoravské vrchoviny. Její existence je zhruba vymezena roky 1650 až 1741, což přesahuje 91 let.

Podle množství strusek převyšovala její celková produkce množství vyrobeného surového železa ve vysokých pecích na křižanovském panství, které pracovaly rovněž na přelomu 17. a 18. století.

Analýzami byly identifikovány strusky pocházející z dřevouhelné vysoké pece. Strusky jsou kyselé, mají nízký obsah oxidu železnatého - v průměru 7% FeO a velmi nízký obsah síry - v průměru 0,11 % S. Nepodařilo se však nalézt a tím i prokázat strusky charakteristické pro zkujňovací pochody ve výhních, přestože podle písemných zpráv<sup>9)</sup> byl na téže lokalitě postaven také hamr s kujnicí výhni.

Rozborem surových želez z téže lokality bylo prokázáno, že zde bylo vyráběno jednak dřevouhelné surové železo s nízkým obsahem křemíku určené patrně ke zkujňování, jednak tzv. dřevouhelná litina prvního tavení určená k odlévání odlitků.

Surová železa vyrobená na této lokalitě měla velmi dobrou jakost.

## Literatura

- 1) Hosák, L. - Šrámek, R.: Místní jména na Moravě a ve Slezsku, I. Academia, Praha 1970, s.180
- 2) Svoboda, J.F.: Vlastivěda moravská, Novoměstský okres. Muzejní spolek v Brně, Brno 1948, s.192 a 332.
- 3) Mapy stabilního katastru. Dlouhé u Nového Města na Moravě, 1835. Státní archiv, Brno, D11, 418 /IV/ 9.
- 4) Kreps, M.: Železářství na Žďársku. Blok, Brno 1970.

- 5) Tulis, P.: osobní sdělení, 1986.
- 6) Pleiner, R. - Kořan, J. - Kučera, M. - Vozár, J.: Dějiny hutnictví železa v Československu, 1. Academia, Praha 1984.
- 7) Saltykov, S.A.: Stereometrická metalografie SNTL, Praha 1962, s.92
- 8) David, V. a kol.: Slévárenský kalendář. ČSVTS, Čs. slévárenská společnost, Brno, 1970
- 9) Kreps, M.: Soupis železných hutí na Moravě a ve Slezsku v období feudalismu. Rozpravy NTM, Praha 1968, s.26.
- 10) Mapa Moravy z roku 1790 odvozená z Müllerova díla a doplněná. Vydavatelé Covens a Mortier. Faksimile Dolníček, V. - Kolbábek, V.: Geodézie, Brno
- 11) Křoupal, J.A.: Mapa novoměstského panství, 1741. Městské Muzeum v Novém Městě na Moravě (originál).

---

Der Hochofen in Dlouhé arbeitete ungefähr seit 1650 bis 1741. Die Schlackenanalysen bestätigten den Betrieb des Holzkohle-Hochofens; sie tragen einen saueren Charakter, sind FeO- (7%) und schwefelarm (0,11%). Die Analyse des Roheisens hat nachgewiesen, dass hier siliziumarmes, zum Frischen bestimmtes Roheisen produziert wurde, ferner auch Gusseisen zum Abgiessen der Gussstücke, wobei beide hochwertig waren.



Tab. 1 Analýzy strusek z lokality Dlouhé, samota Ježkov, u Nového Města na Moravě /hmotn.%/

Struska	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO	(Fe) celk.	Σ	Pozn.: n
světle modrá	2,70 0,79	3,07 1,27	80,70 6,95	0,00 0,00	0,10 0,10	2,03 0,76	9,07 3,37	0,07 0,06	0,07 0,06	0,50 0,40	1,23 0,57	(1,34) (0,60)	99,54	3
modrá	2,57 0,57	3,53 1,18	70,20 5,54	0,00 0,00	0,17 0,12	2,00 0,35	14,47 3,87	0,10 0,10	0,07 0,06	1,10 0,53	5,23 2,48	(5,61) (2,60)	99,44	3
tmavě modrá	2,17 0,15	4,13 0,15	70,83 0,78	0,00 0,00	0,10 0,00	2,83 0,15	12,80 0,44	0,17 0,06	0,03 0,06	1,17 0,15	5,53 0,60	(5,72) (0,67)	99,76	3
olivově zelená	1,43 0,84	7,13 2,83	63,67 8,70	0,00 0,00	0,10 0,10	2,27 0,84	16,87 9,50	0,37 0,32	0,13 0,06	1,03 0,64	6,50 1,14	(7,08) (1,02)	99,50	3
černá	0,90 0,10	5,33 0,49	53,23 2,03	0,00 0,00	0,10 0,10	1,97 1,15	20,17 1,33	0,43 0,66	0,13 0,06	1,07 0,15	16,17 1,21	(17,44) (1,14)	99,50	3
průměr z loka- lity	1,95 0,77	4,64 1,63	67,73 10,13	0,00 0,00	0,11 0,03	2,22 0,36	14,68 4,18	0,23 0,16	0,09 0,04	0,97 0,27	6,93 5,54	(7,44) (5,29)	99,55	

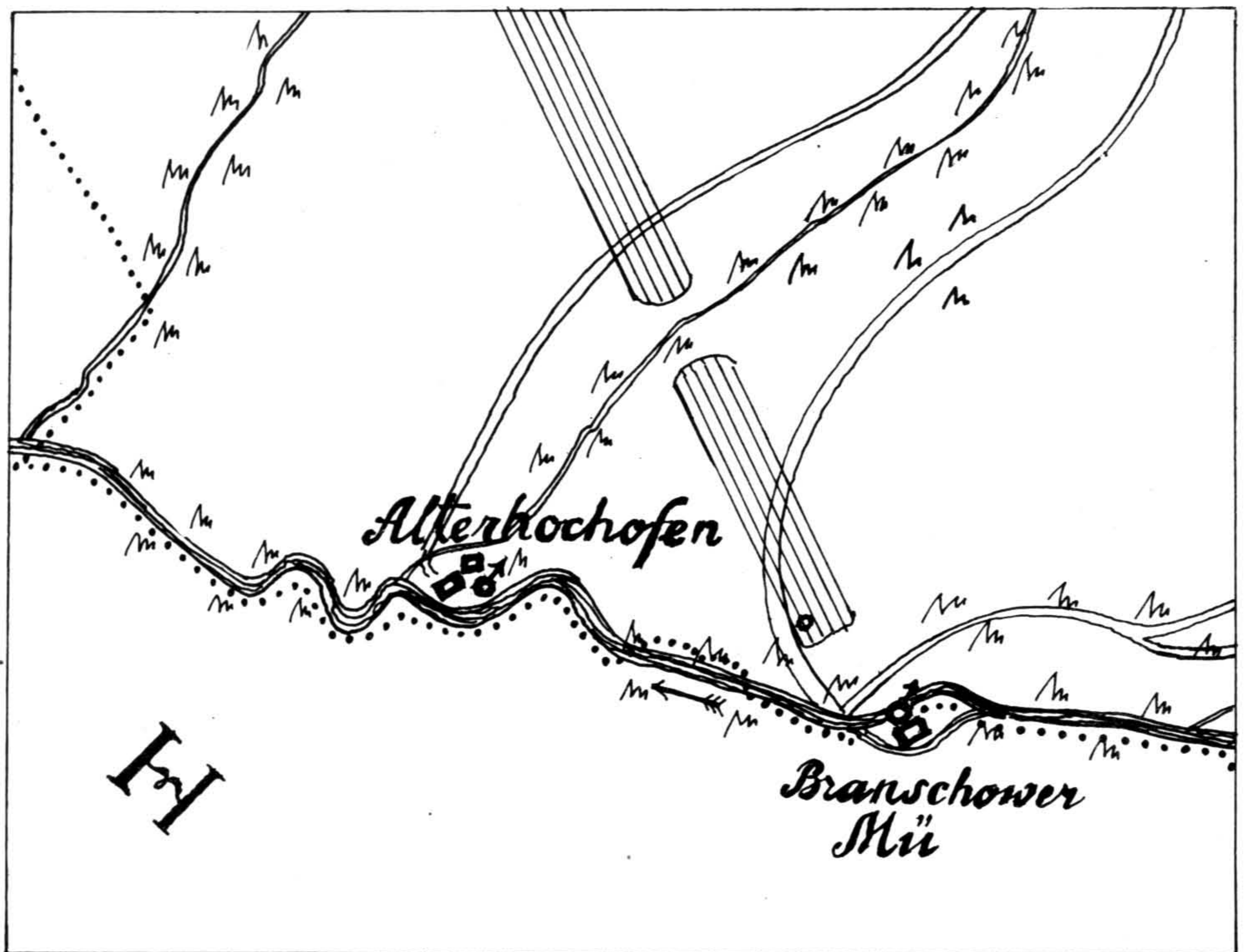
Tab. 2 Chemické složení, tvrdost, pevnost v tahu a stupeň eutektičnosti surového železa z lokality Dlouhé (samota Ježkov)

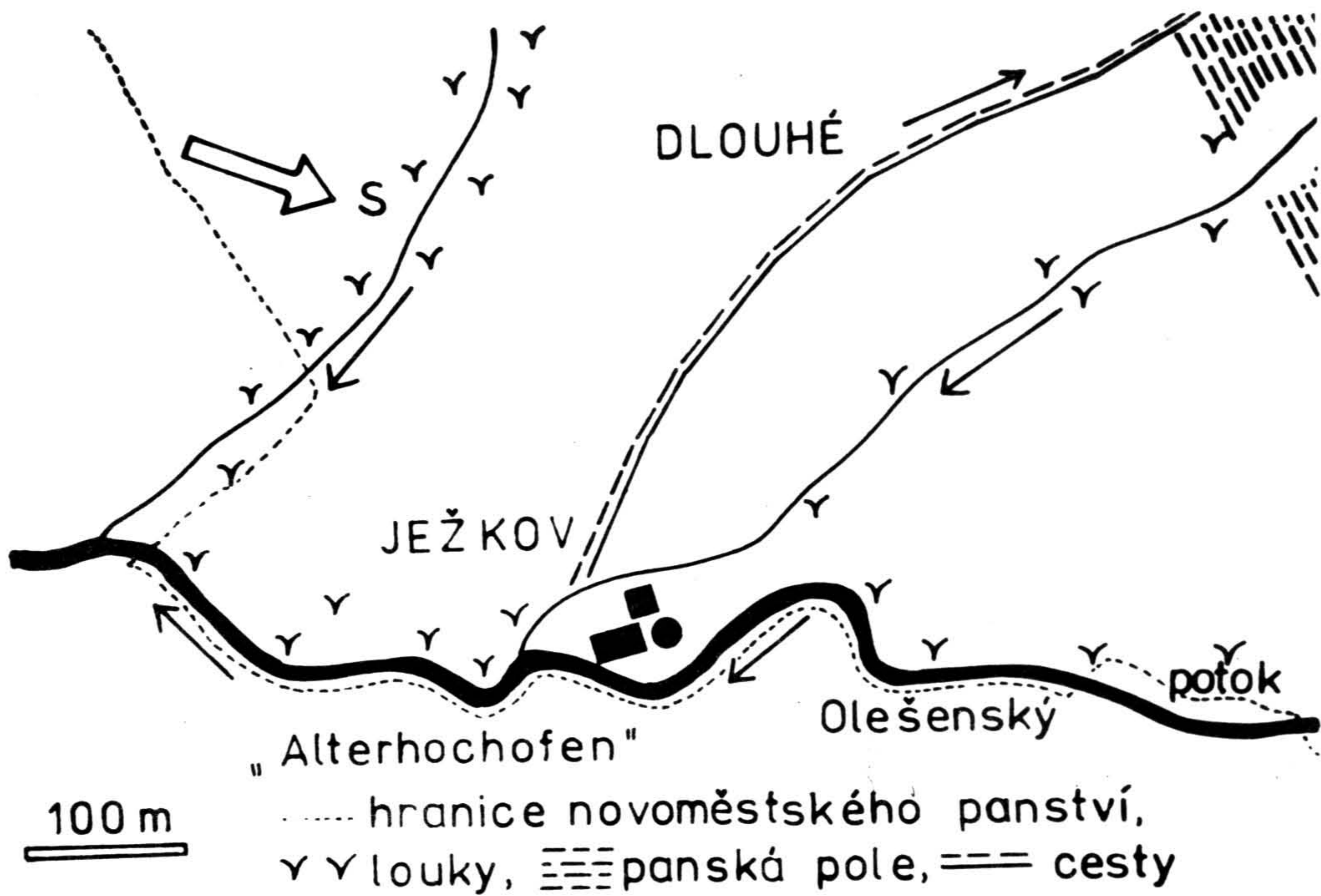
Veličina	Chemické složení (hmotn.%)										Počet měření		
	C <sup>1)</sup>	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	HB <sup>4)</sup>	R <sub>m</sub> <sup>3)</sup>	S <sub>C</sub> <sup>2)</sup>	
$\bar{x}$	3,85	0,32	0,98	0,55	0,053	0,53	0,23	0,11	0,06	307	220	1,02	3
s <sub>x</sub>	0,20	0,05	0,26	0,12	0,047	0,04	0,07	0,08	0,10	12	38	0,05	

- Pozn.:
- 1) stanoveno metalograficky
  - 2) podle vztahu  $S_C = \%C / \{ 4,23 - 0,3 (\%Si + \%P) \}$
  - 3)  $R_m = (101 - 77 \cdot S_C) 9,81$  /MPa/
  - 4) Stanoveno měřením HB 2,5/187,5/15

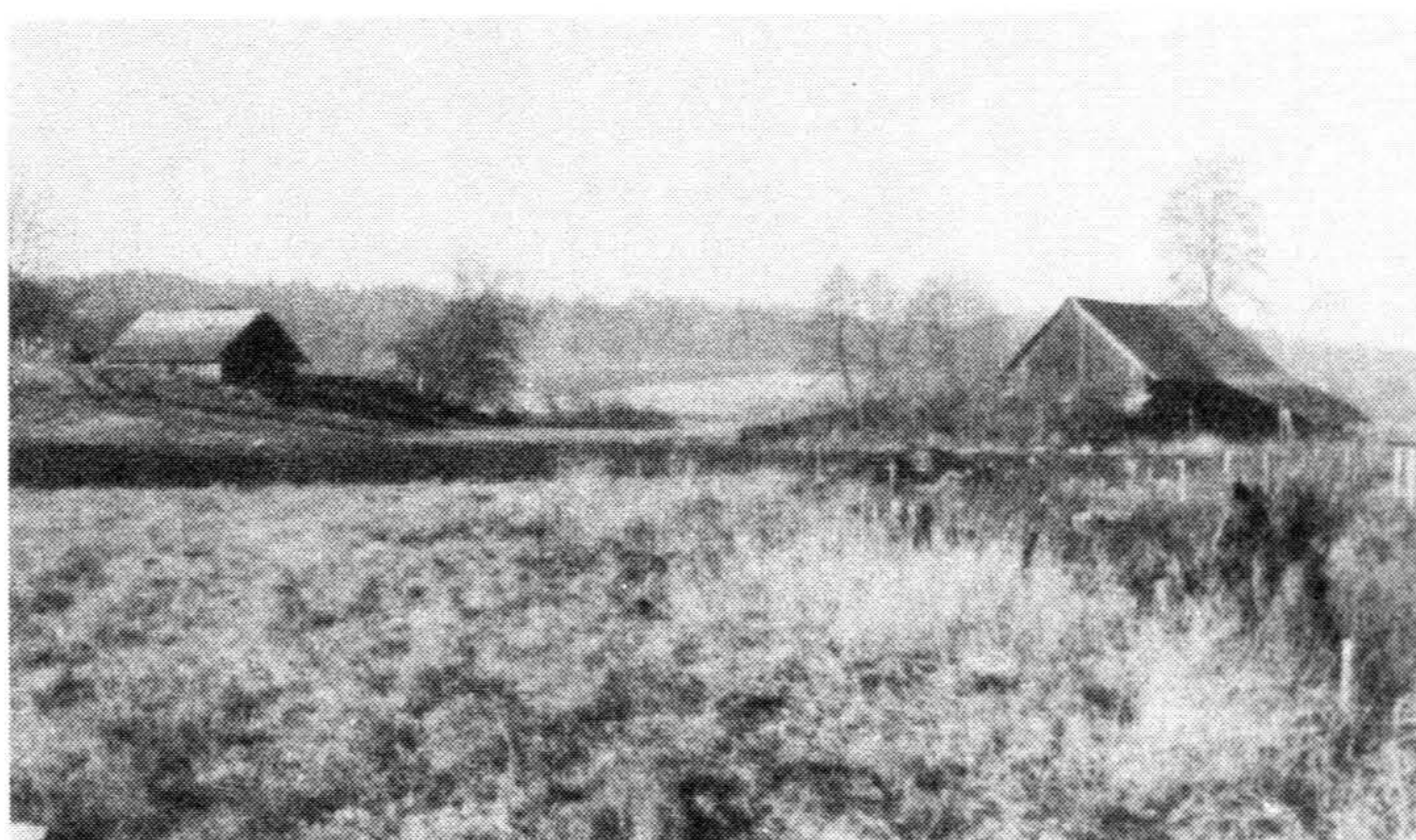


Obr. 1

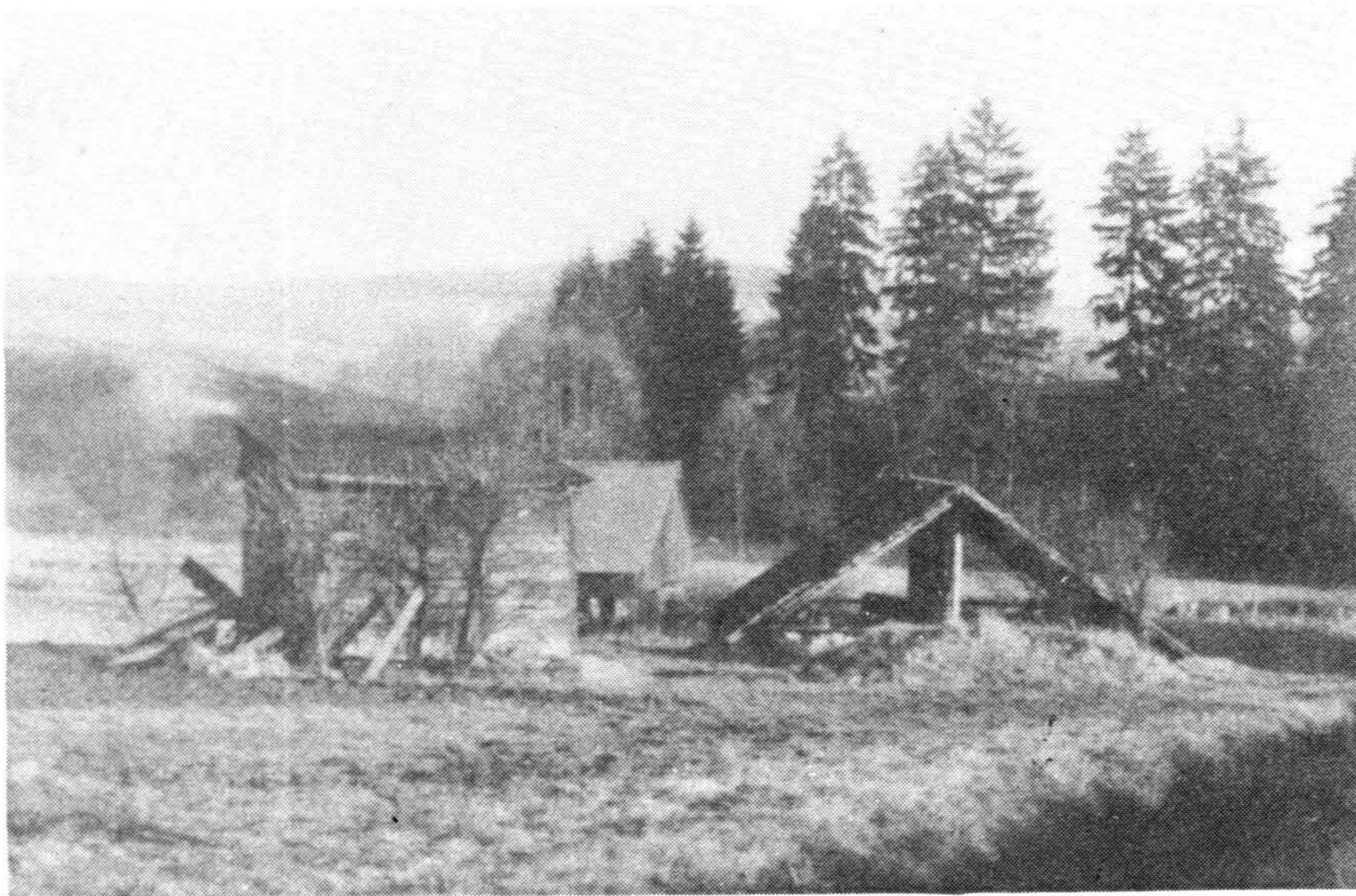




Obr. 3



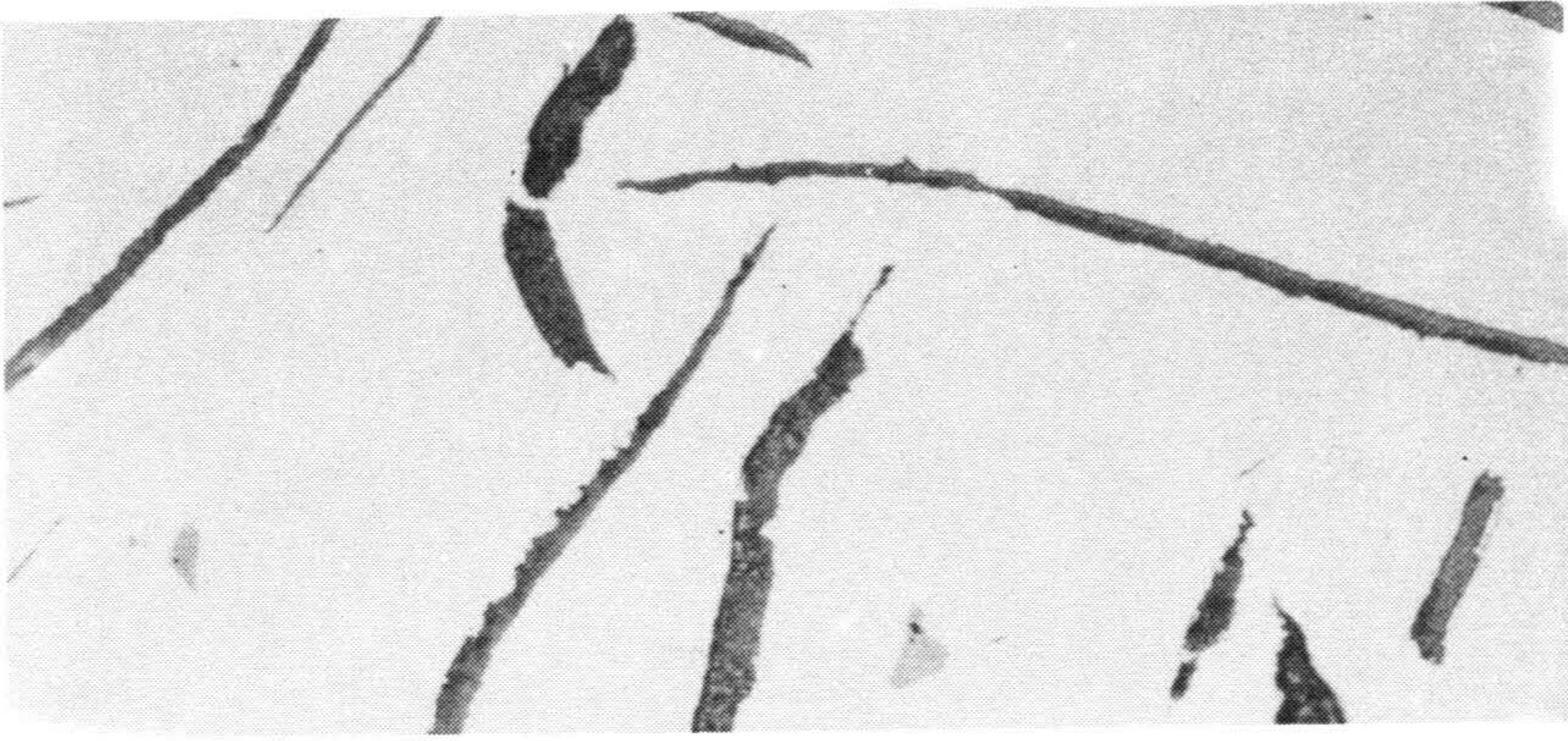
Obr. 4



Obr. 5



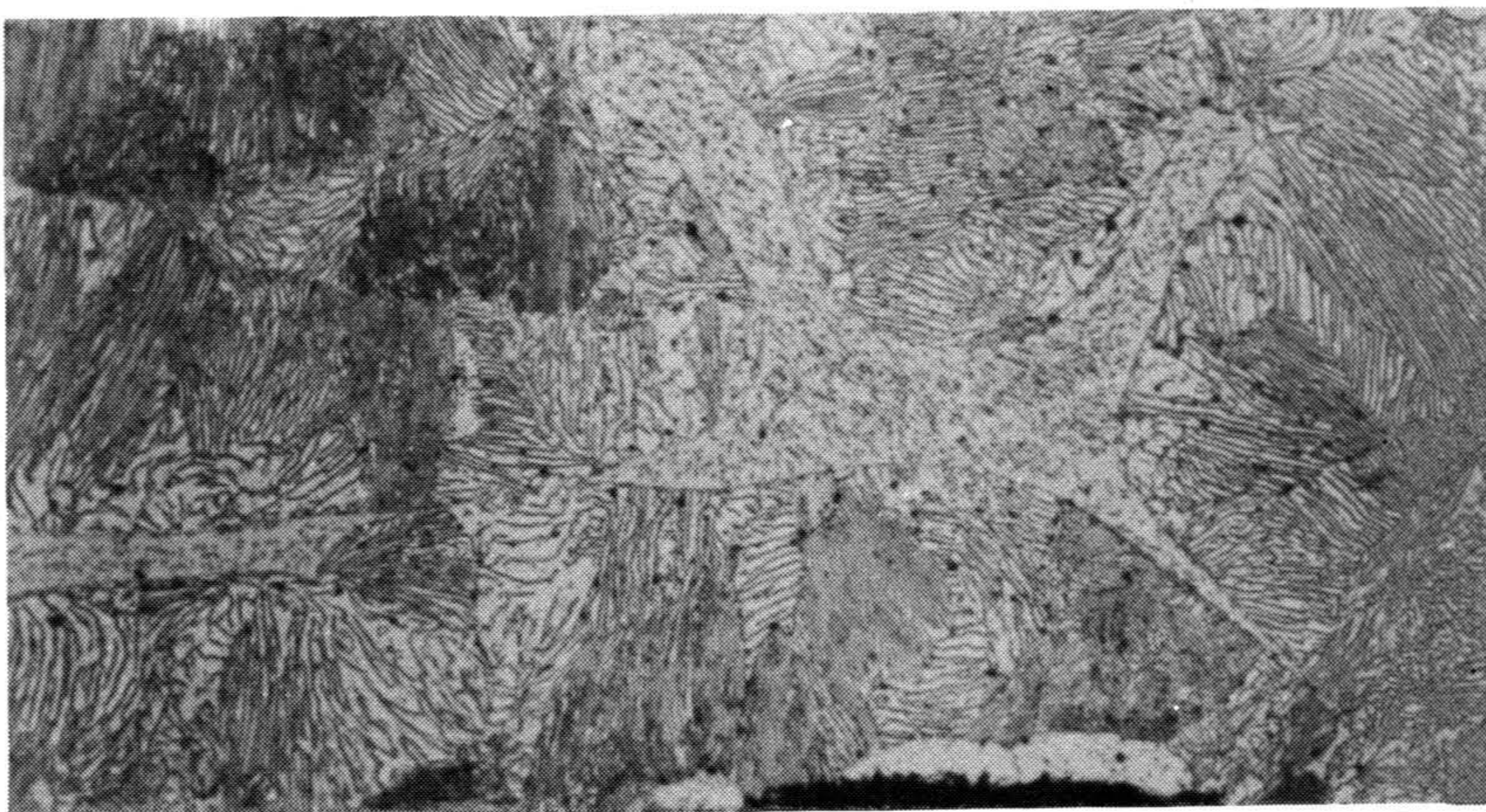
Obr. 6



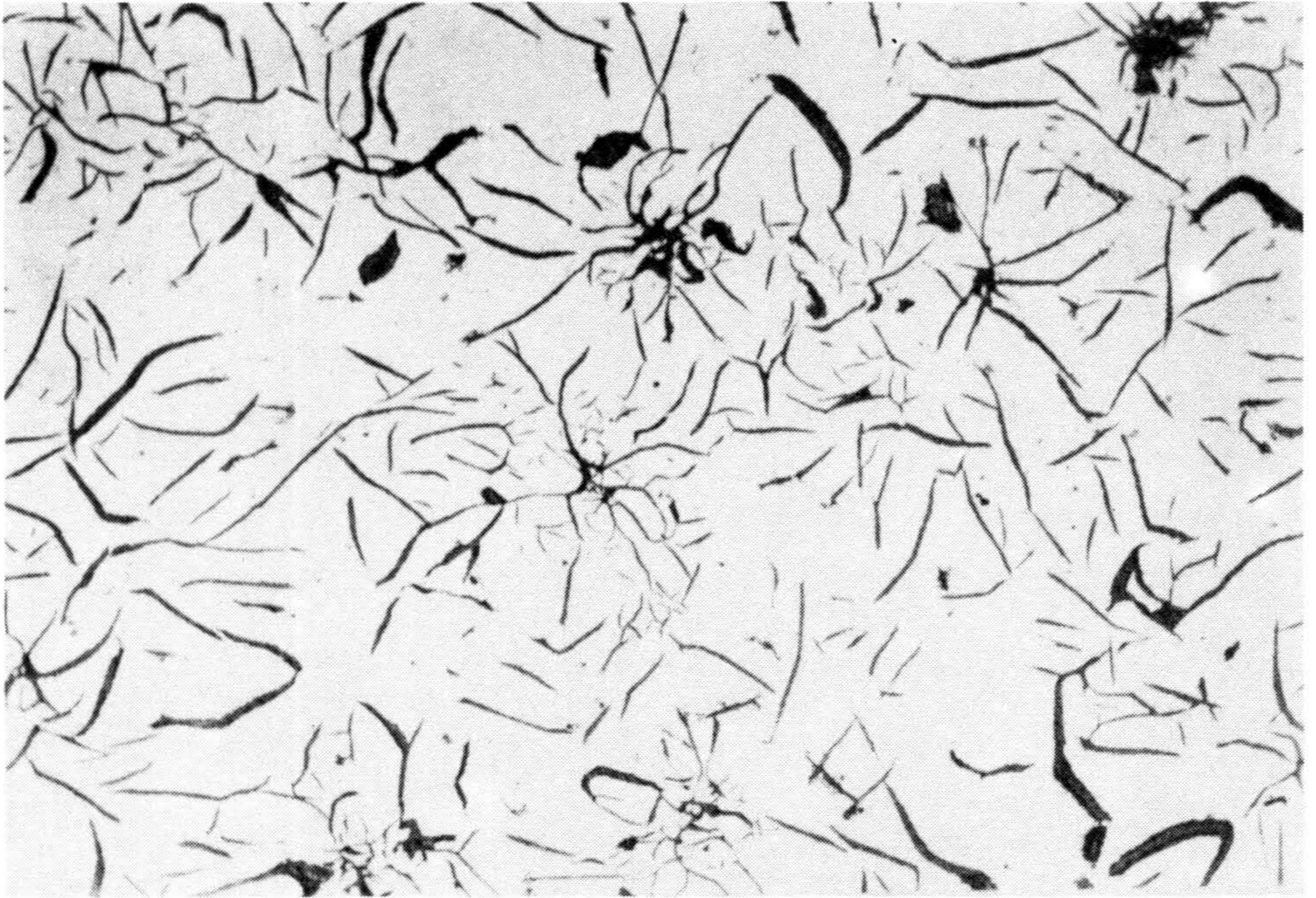
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11