

Dřevouhelná vysoká pec v Ořechově u Křižanova

Ves Ořechov leží asi 9 km východně od Velkého Meziříčí. Poprvé se v písemných pramenech uvádí k roku 1364 ve vztahu k jv. ležící Osové Bítýšce¹⁾ "...cum integra villa dicta Orziechowe", s níž i později patřil k osovskému panství.²⁾ V roce 1554 se stal středem samostatného panství, které se v druhé polovině 17. století dostalo do rukou Kouniců a stalo se tak součástí panství křižanovského. Vysoká pec byla v Ořechově postavena v roce 1703³⁾ na říčce Bítýšce, nazývané v dolní části toku Bílým potokem, a pracovala nanejvýš do roku 1710^{4,5)}, tj. necelých sedm let. Je velmi pravděpodobné, že vysoká pec byla postavena na místě pily Na hamrech, dosud stojící pod hrází Hamerského rybníka, který, stejně tak jako soustava rybníků nad Ořechovem (Ořechovský, Tvrzský, Chlostůvek, Velký Chlostov aj.), sloužil jako rezervoár vodní energie nevelké říčky. Vedle písemných pramenů o tom svědčí také množství železářských strusek v okolí bývalé pily a na lukách, polích a v říčce pod hrází Hamerského rybníka, zatímco v jiných místech se strusky nenacházejí. Dále pak nález zbytků kamenného zdiva a slitku surového železa o hmotnosti asi 0,5 kg při rekonstrukci obytného stavení pily jejím nynějším majitelem K. Horkým, na přelomu padesátých a šedesátých let tohoto století⁶⁾.

Slitek surového železa (obr. 1) a zbytky kamenného zdiva byly nalezeny při kopání základu pro rozšíření obytného stavení bývalé pily přibližně v pravé přední rohové části dosud stojícího rekonstruovaného domku, jehož snímek je na obr. 2. Jak plyne z obr. 3, plní pila v omezené míře stále svou funkci, i když vodní dílo bylo po ničivé povodni v šedesátých letech, kdy stoletá voda protrhla hráz Hamerského rybníka, zrušeno a odstraněno.

K ověření, jde-li vskutku o dřevouhelné surové železo a vysokopecní strusky, byly vzorky strusek z této lokality a slitek surového železa podrobeny prvkové analýze a slitek navíc

analýze metalografické. K analýze byl využit rtg. disperzní mikroanalyzátor TRACOR-TN 2000 ve spojení s elektronovým rastrovacím mikroskopem JSM-840 a světelný mikroskop ZEISS-Neophot II.

Výsledky analýz železářských strusek jsou uspořádány v tab. 1. Poněvadž použitou metodou není možno rozlišit jednotlivé typy oxidů železa, je třeba počítat s tím, že spolu s wüstitem (FeO) může být ve strusce přítomno i jisté množství hematitu (Fe_2O_3) popř. i kovového železa (Fe). Z tab. 1 plyne, že analyzované strusky obsahují v průměru 6% oxidu železnatého (FeO), 67% oxidu křemičitého (SiO_2), 15% oxidu vápenatého (CaO) a 10% oxidu hořečnatého (MgO). V malém množství je pak ve strusce přítomen oxid draselný (1,1 % K_2O), oxid hlinitý (0,77 % Al_2O_3), oxid manganatý (0,60 % MnO) a 0,07 % S.

Běží tedy o kyselé strusky s indexem bazicity ($\text{CaO}/(\text{SiO}_2) = 0,23$), které mají velmi nízký obsah síry. Překvapující je v těchto struskách poměrně vysoký obsah oxidu vápenatého a hořečnatého, neboť v průměru je $\text{CaO} + \text{MgO} = 25,01$ % (tab. 1). To by nasvědčovalo, že jako struskotvorná přísada mohl být záměrně přísazován vápenec (CaCO_3), popřípadě vápenec ve směsi s dolomitem ($\text{CaO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Je zajímavé, že tyto výsledky se až překvapivě shodují s písemnými záznamy vztahujícími se ke křižanovským hutím⁴⁾, kde se v účtech hutě pravidelně objevuje položka za rudu a vápenec ("von Zufuhren von Ertz - un Kallichstein"⁴⁾ str. 71). To by zároveň znamenalo, že křižanovské hutě, do jejichž teritoria vysoká pec v Ořechově patřila, používaly vápence jako struskotvorné přísady o několik desetiletí dříve, než tomu bylo v hutích českých, kde je povinná přísada vápence doložena až v druhé polovině 18. století⁵⁾ (str. 119).

V každém případě svědčí složení analyzovaných strusek v tab. 1 o tom, že jde o strusky vysokopecní, a to z pece, u níž bylo jako paliva použito dřevěného uhlí, které je prosté síry.

Výsledky analýz surových želez jsou uspořádány v tab. 2. Analýze byl podroben jednak již zmíněný slitek o hmotnosti

0,52 kg, jednak brok o průměru asi 1,3 mm zalitý v kompaktní strusce modré barvy (viz pozn. u tab. 1). Z analýz v tab. 2 plyne, že obě analyzovaná surová železa mají nízký obsah síry (pod 0,070 hmotn. %), avšak podstatně rozdílný obsah křemíku a uhlíku.

Slitek o hmotnosti 0,52 kg má poměrně nízký obsah křemíku (0,56 %), avšak dosti vysoký obsah uhlíku (4,38 %). Podle staršího třídění⁷⁾ jde o tzv. obyčejné bílé železo hodící se ke zkujňování ve výhních a nikoli k odlévání odlitků. Naproti tomu brok zalitý ve strusce má zřetelně vyšší obsah křemíku (1,67 %) a nižší obsah uhlíku (2,97 %). Podle téhož třídění jde nejspíše o tzv. obyčejné šedé železo, které je možno využít jako železo slévárenské, popř. při lití přímo z pece jako tzv. litinu prvního tavení. Zároveň je zajímavé, že obě železa mají poměrně nízký obsah fosforu (0,16 %) a velmi nízký obsah manganu (pod 0,1 %).

V prvním případě (tj. u slitku) však jde o bílé surové železo jen podle chemického složení a nikoli podle struktury, v níž je uhlík v daném případě vyloučen jednak ve formě lupínkového grafitu, jednak ve formě perlitického cementitu (obr. 4 a 5). Volný (ledeburitický) cementit nebyl ve struktuře slitku nalezen. Také zalitý brok má podobnou mikrostrukturu. Tvoří ji jemný lupínkový grafit (obr. 6) uložený v perlitické základní hmotě (obr. 7). Bílé surové železo je mírně nad-eutektické, šedé surové železo poněkud podeutektické (tab. 2 - stupeň eutektičnosti je 1,1, resp. 0,8).

Závěr

Analýzami strusek a surových želez z lokality u Hamerského rybníka v Ořechově nedaleko Křižanova plyne:

- 1) Strusky pocházejí z dřevouhelné vysoké pece, mají nízký obsah síry, oxidu železnatého a jsou kyselé povahy.
- 2) Poměrně vysoký obsah oxidu vápenatého a hořečnatého však nasvědčuje, že vápenec s příměsí dolomitu mohl být přidáván záměrně jako struskotvorná přísada.
- 3) Poněvadž vysoká pec v Ořechově pracovala jen do roku 1710, znamenalo by to, že vápenec zde mohl být pravidelně přísazován ve značném časovém předstihu, než tomu bylo v ostatních hutích, kde se začínal pravidelně používat až v druhé polovině 18. století.

- 4) Huť vyráběla (ať již náhodně či záměrně) nejméně dva druhy surových želez. Bílé surové železo určené ke zkujnění ve výhních a šedé surové železo slévárenské, jehož mohlo být užito k odlévání jako litiny prvního tavení.

Literatura

- 1) Hosák, L. - Šrámek, R.: Místní jména na Moravě a ve Slezsku II, Academia, Praha 1980, s. 189.
- 2) Kratochvíl, A.: Vel. Meziříčský okres. Vlastivěda moravská. Musejní spolek v Brně 1907, s. 327.
- 3) Kreps, M.: Soupis železných hutí na Moravě a ve Slezsku v období feudalismu. Rozpravy NTM v Praze, 1968, s. 22.
- 4) Kreps, M.: Železářství na Žďársku. Blok, Brno 1970, s. 196.
- 5) Pleiner, R., - Kořan, J. - Kučera, M. - Vozár, J.: Dějiny hutnictví železa v Československu. I. Academia, Praha 1984, s. 100.
- 6) Horký, K.: Osobní sdělení a předání slitku surového železa z "pily Na hamrech" v r. 1986.
- 7) Quadrat, O.: Základy metalurgie železa. SNTL, Praha 1953, s. 86.

Analysen der Schlacken aus den Lokalitäten am Hammer-Teich in Ořechov bei Křižanov beweisen die Existenz eines Holzkohle-Hochofens. Die Schlacken sind schwefelarm und tragen einen saueren Charakter, aber es konnte auch so sein, dass absichtlich in sie Kalkstein zugegeben wurde. Mit Absicht produzierte die Eisenhütte mindestens zwei Roheisensorten, und zwar das zum Frischen bestimmte Weissroheisen, und Grauroheisen, das zum Giessen des Gusseisens der ersten Schmelze bestimmt war.

Tab. 1 Výsledky analýz železářských strusek různého zbarvení z lokality Ořechov
u Křižanova /hmotn. %/

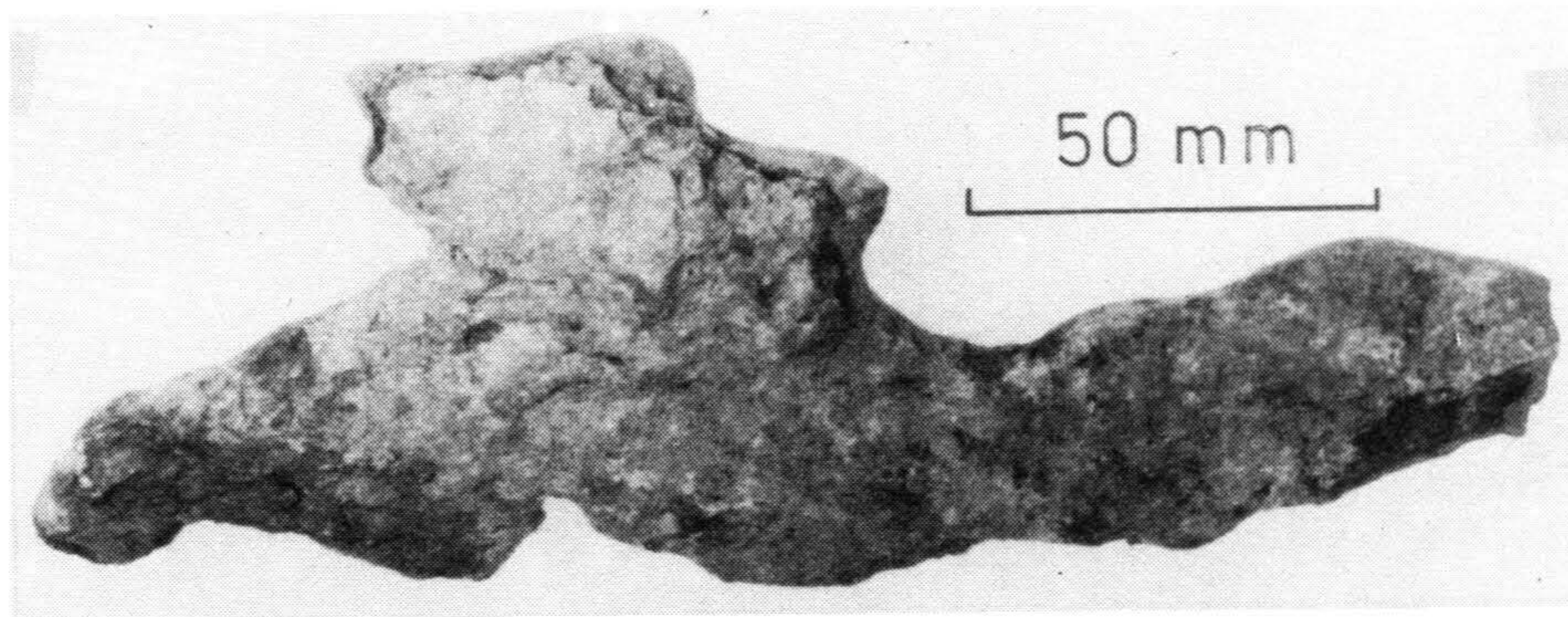
Struska	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S	K ₂ O	CaO	MnO	FeO	(Fe)	Celkem	Počet měření n
šedohnědá, pórovitá	13,17 0,87	0,20 0,17	67,40 2,72	0,03 0,06	0,73 0,06	14,37 2,15	0,40 0,10	3,37 1,40	(3,84) (1,56)	99,67	3
modrozele- ná,pórovitá	11,57 0,47	0,10 0,00	63,40 0,70	0,10 0,00	0,73 0,06	17,03 0,75	0,60 0,17	6,07 0,71	(6,85) (0,84)	99,60	3
modrá, kompaktní	4,67 0,06	2,00 0,10	69,27 0,93	0,07 0,06	1,77 0,12	14,23 0,50	0,80 0,10	6,83 0,47	(7,40) (0,52)	99,64	3
průměrné složení	9,80 4,52	0,77 1,07	66,69 3,00	0,07 0,04	1,08 0,60	15,21 1,58	0,60 0,20	5,42 1,82	(6,03) (1,92)	99,64	

Poznámky : K analýze použito rtg. energiově disperzního mikroanalýzátoru Tracor-TN 2000,
program SSQ s korekcemi ZAF (na atomové číslo, absorpci a fluorescenci); v modré,
kompaktní strusce byla analyzována zalitá kapka surového železa o průměru cca 1,3 mm.

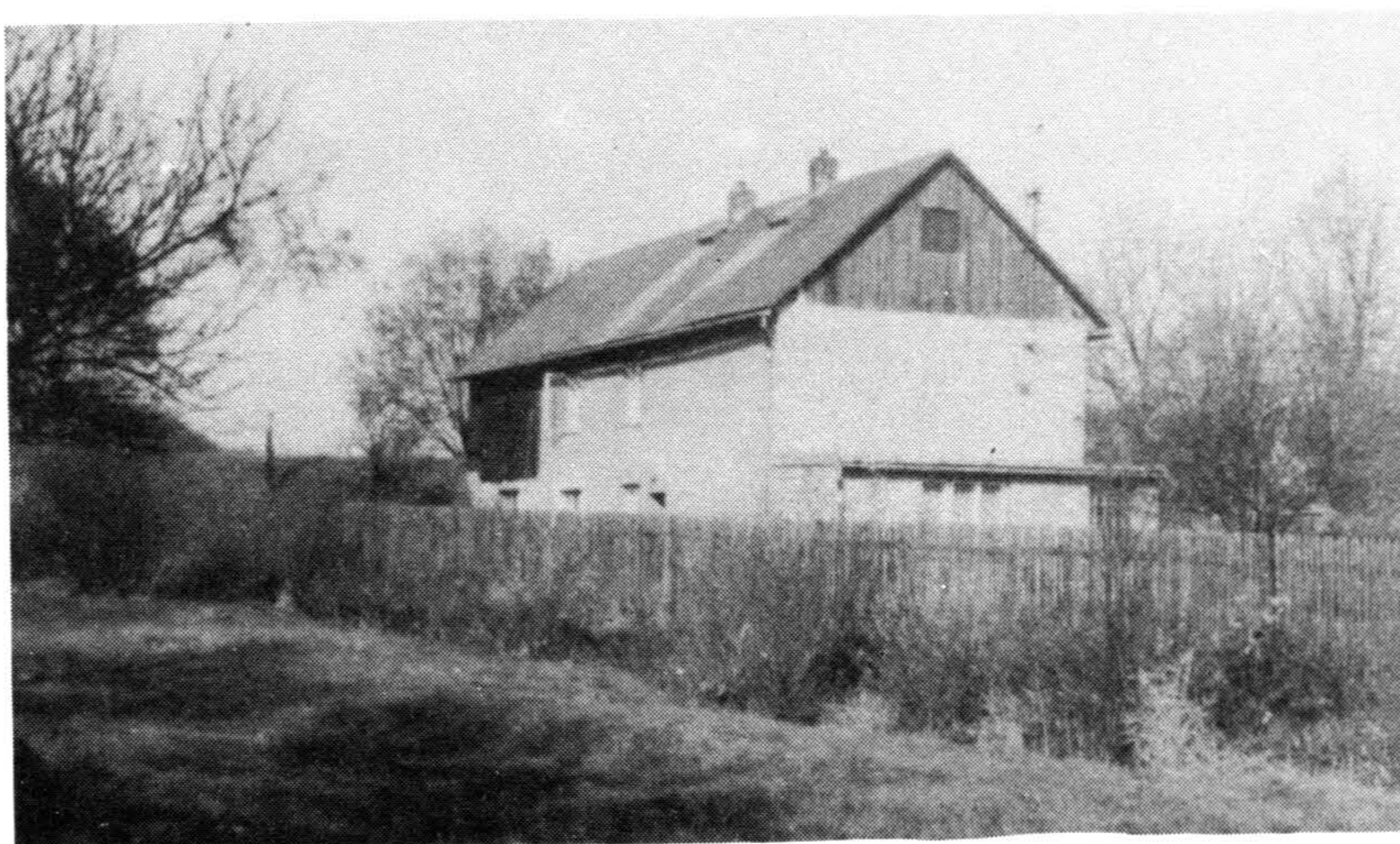
Tab. 2 Výsledky analýz surových želez z lokality Ořechov u Křižanova

Surové železo	Chemické složení (hmotn. %)								Vlastnosti			Počet měře- ní	
	C ¹⁾	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	HB ⁴⁾	R _m ³⁾		S _c ²⁾
slitek	4,38	0,050	0,56	0,16	0,063	0,040	0,000	0,047	0,000	190	167	1,09	3
0,52 kg	0,62	0,050	0,04	0,03	0,045	0,046	0,000	0,081	0,000	1	-	-	-
zalitý	2,97	0,07	1,67	0,16	0,067	0,027	-	-	-	-	381	0,81	3
brok	0,30	0,06	0,07	0,13	0,015	0,025	-	-	-	-	-	-	-

Poznámky : 1) stanoveno metalograficky podle Saltykova
2) stupeň eutektičnosti $S_c = \% C / \{ 4,23 - 0,3 (\% Si + \% P) \}$
3) pevnost v tahu $R_m = (101 - 77 \cdot S_c) 9,81$ [MPa] na tyči o $\varnothing$ 20 mm dle Jungblutha a Hellera
4) stanoveno měřením HB 2,5/187,5/15



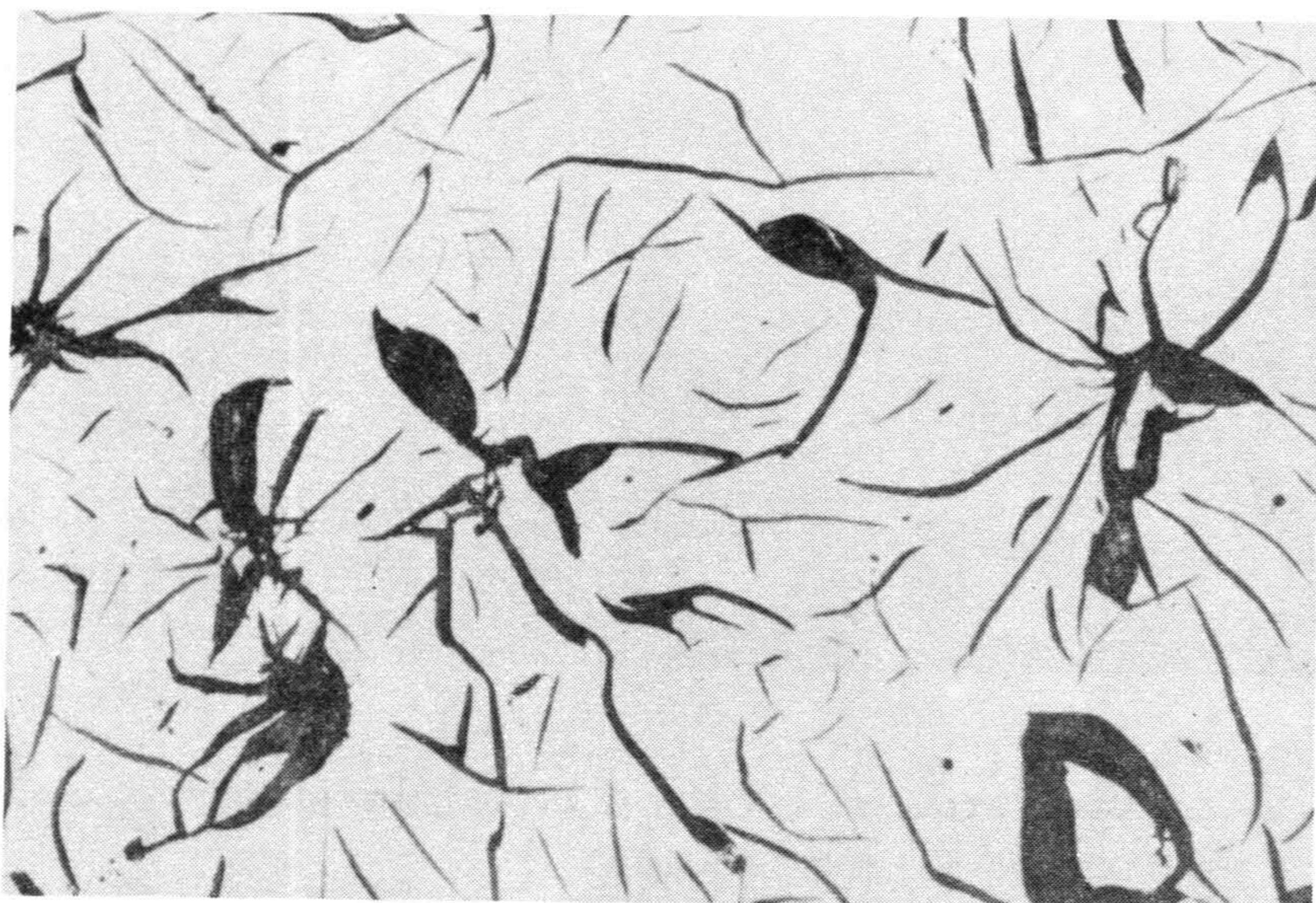
Obr. 1 Slitek surového dřevouhelného železa o hmotnosti 0,5 kg nalezený při kopání základů pro rozšíření obytného stavení pily pod hrází Hamerského rybníka mezi zbytky kamenného zdiva.



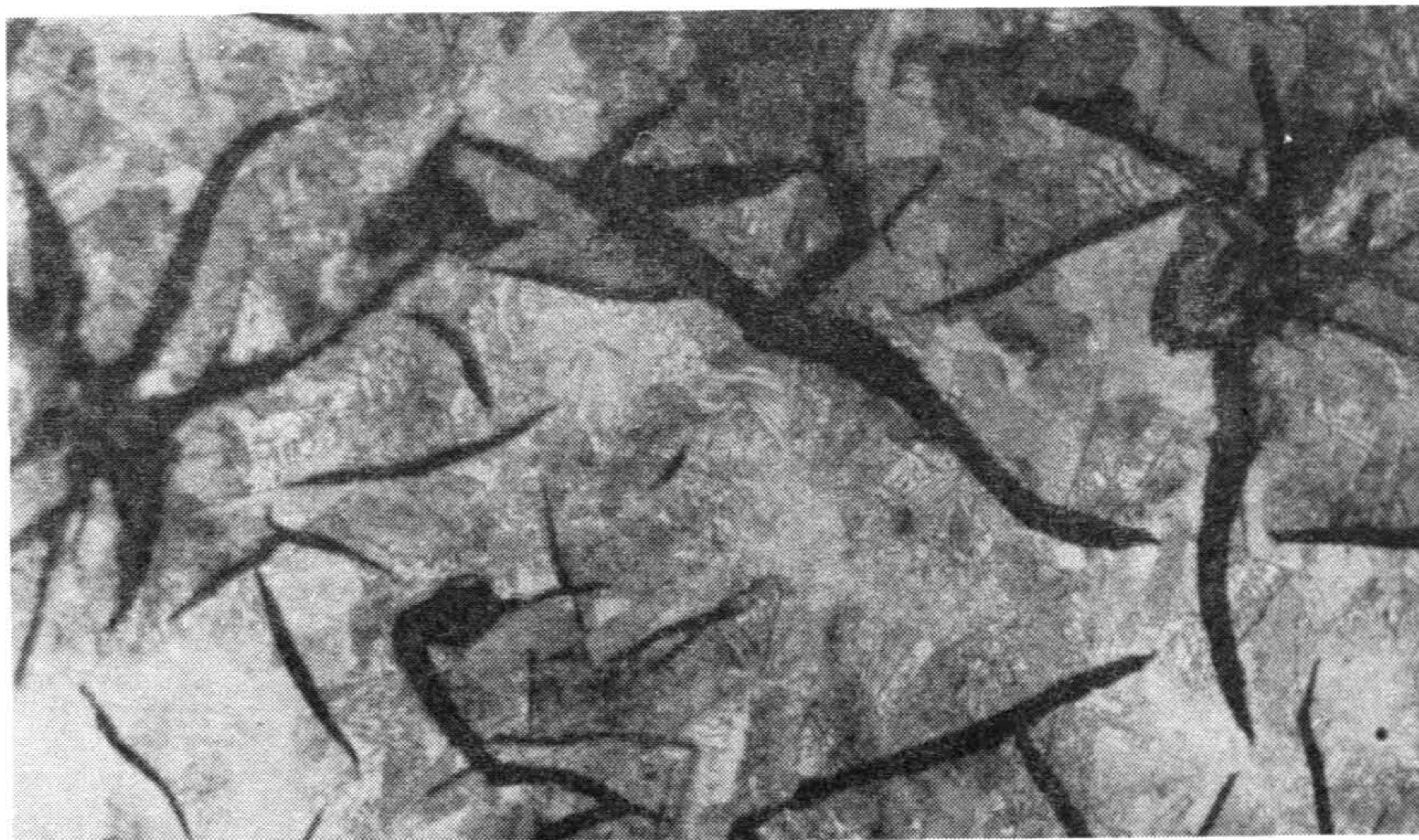
Obr. 2 Obytné stavení bývalé pily u Hamerského rybníka v Ořechově (foto r. 1986)



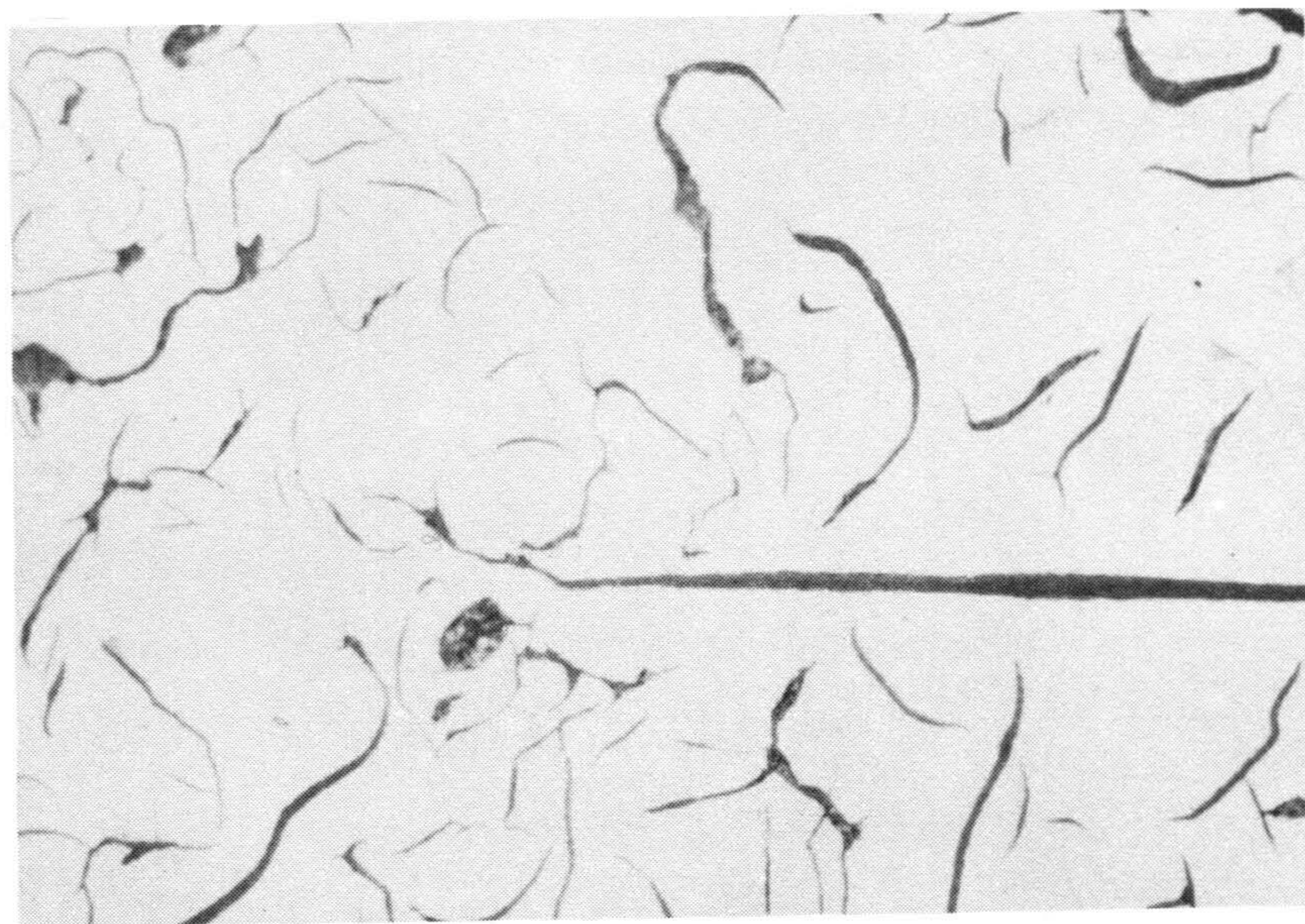
Obr. 3 Situace na bývalé pile u Hamerského rybníka (foto r. 1986).



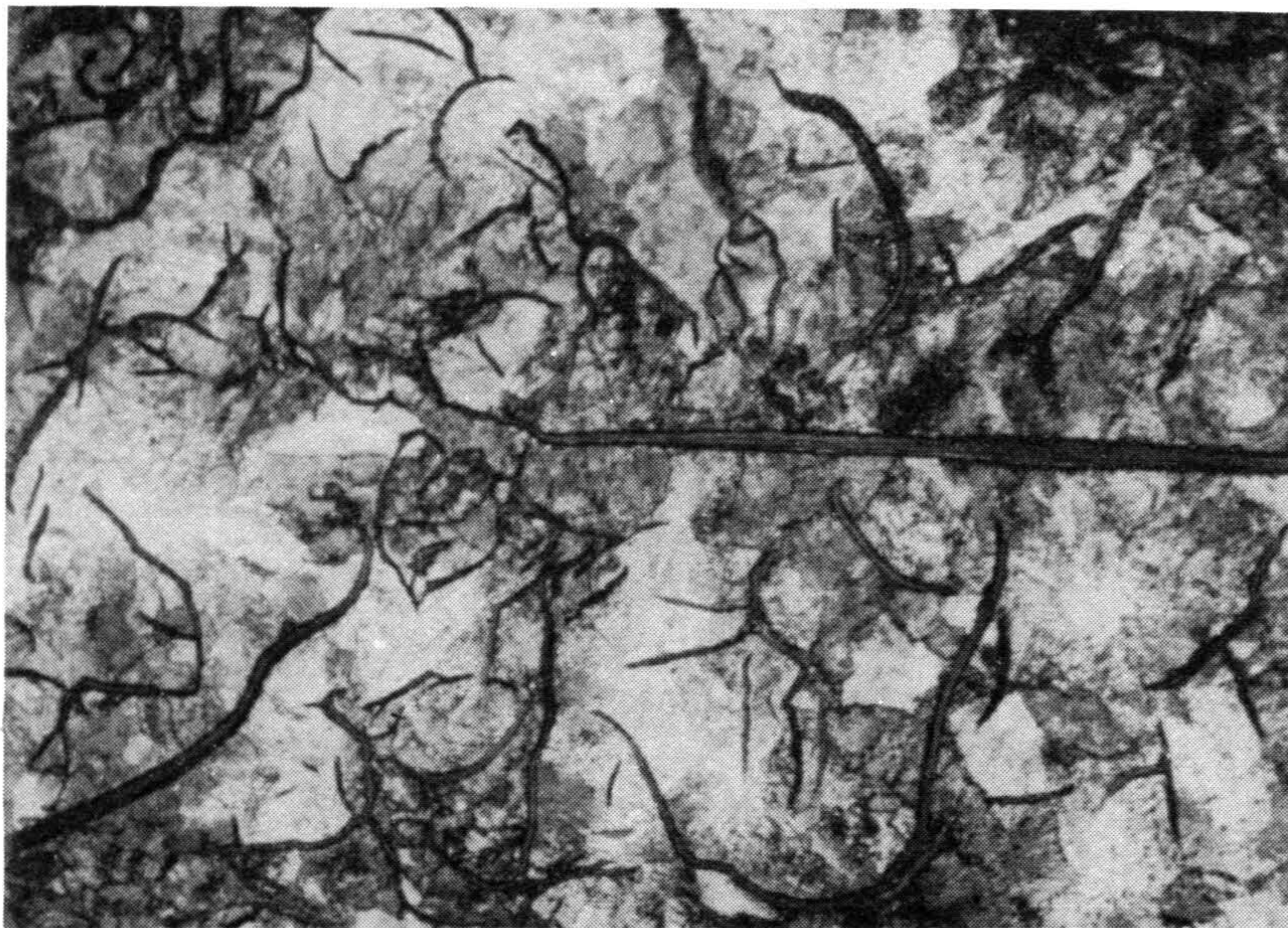
Obr. 4 Lupínkový a pavoučkovitý grafit ve struktuře slitku dřevouhelného surového železa. Neleptáno, zvětšeno 200x.



Obr. 5 Perlitická struktura slitku dřevuhelného surového železa. Leptáno nitalem, zvětšeno 400x.



Obr. 6 Lupínkový grafit ve struktuře broku dřevuhelného surového železa zalitého ve strusce. Neleptáno, zvětšeno 500x.



Obr. 7 Perlitická struktura broku dřevouhelného surového železa; přibližně totéž místo jako na obr. 6. Leptáno nitalem, zvětšeno 500x.