

Archeometalurgická analýza trosky a železných predmetov z Remetských Hámrov.

Josef Petřík, L'ubomír Mihok, Ján Hetmánek, Ladislav Fröhlich a Marta Soláriková

Slovenská časť bývalej Zemplínskej župy až na malé výnimky zahŕňala najvýchodnejšiu oblasť Slovenska medzi Slanskými vrchmi a hranicou s Ukrajinou. Prírodné podmienky, predovšetkým rovinatý charakter väčšiny územia predurčujú Zemplín na poľnohospodársku výrobu. Remeselná výroba mala iba miestny význam, kovospracujúci remeselníci sa obmedzovali prakticky iba na kováčov [1, s. 173, 211].

Napriek tomu na niektorých lokalitách Zemplína máme doloženú metalurgiu železa, pravdaže, iba v malom rozsahu. Pravdepodobne najstarším dokladom metalurgie železa na Zemplíne je fragment trosky, nájdený v Michalovciach. Sprievodná keramika má neskorogávsky charakter (prelom doby bronzovej a halštatu) [2, s. 11]. Troska z metalurgie železa a lupy, pravdepodobne z neskorého laténu sa našli na okraji obce Zemplín [2, s. 13]. Bohužiaľ, v oboch prípadoch absentuje nález výrobného zariadenia. V Blatných Remetách sa našli v osade z 8.-10. storočia doklady metalurgie železa v nízkych šachtových, ručne dúchaných peciach [3, 4]. Pri výskume Paričovho hradu v Trebišove sa našla nádoba, asi z 13. storočia, so zvyškami železoviny, pravdepodobne pozostatok téglikovej redukcie železa [5, s. 24]. V 16. a 17. storočí sa Zemplín stal dejiskom opakovaných tureckých nájazdov, stavovských a sedliackych povstaní, epidémií a hladomorov. Spustošené územie sa začalo konsolidovať až na závere 18. storočia. V tomto období bola v činnosti huta so slovenskou pecou a hámrami v Zamutove, známa výrobou kôš. V roku 1831 sa časť zamestnancov huty zúčastnila „cholerového“ povstania. Po jeho potlačení „... na zamutovskej hure Havranova menovanej v počtu 6 zavešene boli: Marczin Knoblauch, zamutovsky hamernik, predtím Gölničan, vudce buriču v 6. aug. do Soli i do Čeklova...“ V roku 1815 vznikol v Zemplínskych Hámroch vysokopecný závod so skujňovacími a vykúvacími hámrami. Na podnik nadväzovali huty v Belej nad Cirochou s dvoma pudlovacími pecami a valcovňou, v Kamenici nad Cirochou a Vyšnej Jablonke so skujňovacím hámrom. Podniky zanikli v druhej polovici 19. storočia [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Obec Remetské Hámre vznikla na konci 18. storočia pri železiarni, založenej miestnymi zemepánmi Sztárayovcami. V priebehu 19. storočia sa železiareň stala najväčším hutníckym podnikom v regióne. V roku 1828 sa skladala z vysokej pece s valcovým dúchadlom, skujňovacieho a vykúvacieho hámra. Od roku 1839 mal podnik prenajatý A. Pondelíček. Klinčiareň vznikla v roku 1846. V revolučnom roku 1848/9 sa v podniku vyrábali aj puškové hlavne (asi 100 kusov za týždeň). V 60. rokoch 19. storočia boli nájomcovia podniku B. Grósz, O. Jacobs a znovu A. Pondelíček. Podľa inventára z roku 1867 sa železiareň skladala z vysokej pece, pražiacej pece, buchara, „vetrania“ (vháňanie vysokopecného vzduchu), „klinecovej fabriky“ (klinčiarene), zámočníctva, sústružne, troch hámrov, hámra s valcovňou (mala tri trate), pudlovej huty, sušiarne, lupového hámra, malej kováčne, mlyna a domov pre personál. Skujňovanie vo vyhniach sa spomína ešte v roku 1898. Okolo roku 1900 ukončila činnosť vysokopecná prevádzka, valcovňa bola odstavená v roku 1922, posledné objekty podniku boli zničené pri bojových akciách v roku 1944 [6, 9, 10, 12].

Lokalita podniku je v súčasnosti zastavaná rodinnými domami. Niekoľko predmetov (napr. liatinova nádoba na kvety z 30. rokov 19. storočia, trojnožka, naberačka, poľnohospodárske nástroje, ako aj troska), pochádzajúce z Remetských Hámrov sa v súčasnosti nachádza v zbierkovom fonde Slovenského technického múzea v Košiciach (boli predisponované po zániku múzea v miestnej škole v roku 1991).

Metalografické výbrusy boli zhotovené búsením (u trosky za sucha) sadou brúsnych papierov (zrnitosť 220-800) s doleštením diamantovou pastou zvlhčovanou petrolejom. Prítomnosť sulfidických inklúzií sa zisťovala Baumannovým odtlačkom, nehomogenita v distribúcii fosforu sa zvýraznili Oberhoffovým leptadlom. Mikrotvrdosť sa merala Hanemannovým mikrotvrdomerom.

Troska: V kusovosti maximálne 50 x 50 x 50 mm je na povrchu sivá, miestami pastelovozelená až pastelovomodrá, po rozomletí pred analýzou svetlosivá s hustotou 1,03g/cm³. Baumannov odtlačok nepreukázal prítomnosť sulfidických inklúzií.

Výbrus mal sivú farbu s nádychom do pastelovomodrej alebo pastelovozelenej, bol jemne pórovitý s globulitickými inklúziami sivej liatiny s lupienkovým grafitom, priemer inklúzií je až 1 mm (*obr. 1*).

Mikroštruktúra: V základnej fáze – monolitnom železnom skle sú kostrovité resp. kostrovito-dendritické svetlosivé útvary diopsidu, ktorého prítomnosť bola potvrdená röntgenovou analýzou, ťažko odlíšiteľné od základnej fázy, reprezentujúce asi 21% plochy výbrusov (*obr. 2*). Troska neobsahuje primárny wüstit.

Zloženie trosky:

Fec	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	Al ₂ O ₃	S	P	B
5,58	---	67,5	19,04	5,5	0,17	4,08	0,157	0,032	0,28

B – bazicita (CaO + MgO/SiO₂ + P₂O₅)

Teplota tavenia trosky sa zisťovala na vysokoteplotnom mikroskope Leitz-Wetzlar bez ochrannej atmosféry. Pri teplote 1175 °C došlo k redukcii objemu vzorky, teplota mäknutia je 1236°C, teplota tavenia 1367°C.

Semikvantitatívna spektrálna analýza:

Nad 1%: Fe Ca Si, 0.01-1%: Mn Mg Al Sb Cr Pb Ti Zn V, 0.0001-0.01%: Co Cu Ag.

Záver: Troska z nálezov z priestorov huty v Remetských Hámroch bola produktom drevenouhoľnej vysokej pece, o čom svedčí nízky obsah fosforu, ktorý je rádovo nižší ako by bol v prípade skujňovacej trosky [13]. Dosiaľ sa nepodarilo identifikovať zdroj zhutňovanej rudy. Obsah vedľajších a stopových prvkov, predovšetkým Co a V, ktorými sa líši od nálezov z neďalekých Blatných Remiet (asi 15 km, spravidla 0.01-1% Si Sn Cu, 0.0001-0.01%: Cr Pb Al Mn Ti), kde sa využívali pravdepodobne miestne ložiská bahenných rúd [3, 4], môže poukazovať na pôvod z oblasti Slovenského rudohoria [15]. Zdrojov zhutňovanej železnej rudy mohlo byť viac, konkrétne údaje však chýbajú.

Trojnožka (P136, Hu 1884/63/91), vykovaná zo železnej pásoviny s prierezom 11 x 5 mm, na rohoch kováčsky zváraná (*obr. 3*). Výška trojnožky je 90 mm, maximálna šírka 170 mm. Rez A bol vedený spodnou časťou nohy.

Materiál obsahuje v povrchovej vrstve sulfidické inklúzie, vo vnútri nie sú. Pravdepodobne je to dôsledok muzeálnej konzervácie. Vyskytujú sa inklúzie pecnej a kováčskej trosky, ako aj korózne produkty. Bola pozorovaná nehomogenita v distribúcii fosforu vo forme ostrovov.

Rez A: Hrubozrná feritická štruktúra (3°) s mikrotvrdosťou 155 (141-176) HV0.05.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1% Fe, 0.01-1% Si Mn Cu Al, 0.0001-0.01% Ni Ag Mg Sn.

Záver: Ide o neakostný výrobok u ktorého sa očakáva malé zaťaženie. Jeho feritická štruktúra bola na tento účel dostatočná. Obsah inklúzií trosky, nehomogenita v distribúcii fosforu mohli byť výsledkom výroby použitého železa priamou redukcii alebo skujnené vysokopecné železo. Absencia sulfidických inklúzií je výsledkom použitia dreveného uhlia ako paliva.

Naberačka, resp. veľká lyžica (P137, Hu 1889/68/91), rúčka je ukončená háčikom, cez ktorý bol vedený rez A (*obr. 4*). Celková dĺžka naberačky je 250 mm.

Materiál má vysoký obsah sulfidických inklúzií. Ojedinele sa vyskytujú troskové inklúzie a nevýrazné nehomogenity v obsahu fosforu, materiál je veľmi čistý.

Rez A: Homogénna jemnozrná (10°) feritická štruktúra s malým množstvom lamelárneho perlitu, (*obr. 5*). Mikrotvrdosť je 228 (228-228) HV0.05.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1% Fe Cu Mn, 0.01-1%: Ag Sn Mg Si Sb Al, 0.0001-0.01%: Ni In.

Záver: Obsah sulfidických inklúzií svedčí, že v metalurgickom procese bolo použité minerálne palivo, ktoré sa v železiarňach v Remetských Hámroch do ich zániku nepoužívalo. Nehomogenity v obsahu fosforu a prítomnosť inklúzií trosku môžu svedčiť o použití skujneného vysokopecného železa,

pravdepodobne pudlovaním. Mohlo ísť aj o použitie dovezeného železa v miestnom nástrojovom hámri.

Srp (P138, Hu 1887/66/91), tvarovo podobný „maďarskému vzoru“ [16, s 24] (*obr. 6*), s mierne zhnutou čepelou so zúbkovaným ostrím. Celková dĺžka je 450 mm. Na čepeli je značka z razených jamôk, pripomínajúca grécke písmeno Φ . Rez A bol vedený kolmo na čepel asi 5 mm od hrotu.

Materiál obsahuje sulfidické inklúzie. Je bez troskových inklúzií, s nevýraznou nehomogenitou v obsahu fosforu.

Rez A: Jemnozrnná (10°) feriticko – troostitická štruktúra, veľmi homogénna s mikrotvrdosťou 336 (328-353) HV0.05 (*obr. 7*), na povrchu lokálne feritické oblasti, pravdepodobne dôsledok sekundárneho oduhlíčenia pri ohreve pred tvárnením. Ferit bol globularizovaný, čo nasvedčuje na tepelné spracovanie.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1% Fe Mn, 0.01-1%: Si Mg Al Cu, 0.0001-0.01%: Ni Sn In Ag

Záver: Prítomnosť sulfidických inklúzií svedčí o použití minerálneho paliva v metalurgickom procese, ktoré sa v železiarňach v Remetských Hámroch do ich zániku nepoužívalo. Mohlo ísť aj o použitie dovezeného železa v miestnom nástrojovom hámri. Vysoká homogenita štruktúry svedčí, že ide o výrobok z 20. storočia. Tvrdosť je na kosák pomerne nízka.

Srp (P139, Hu 1886/69/91), tvarovo podobný „maďarskému vzoru“ [16, s. 24], s mierne zahnutou čepelou a zúbkovaným ostrím (*obr. 8*). Celková dĺžka kosáka je 410 mm. Rez A bol vedený kolmo na čepel, asi 5 mm od hrotu.

Materiál neobsahuje sulfidické inklúzie. V reze je mnoho kováčskej a pecnej trosky, hlavne v oblasti (1), patrné sú aj nehomogenity v obsahu fosforu, zvyšky okovín a korózne produkty.

Rez A: Zmesná feritická štruktúra s obsahom troostitu a perlitu s mikrotvrdosťou 387 (367-413) HV0.05 (1), ktorá tvorí stredový pás, na ktorý je z oboch strán kováčsky navarený pás s martenziticko – bainitickou štruktúrou s mikrotvrdosťou 875 (858-911) HV0.05.

Semikvantitatívna spektrálna analýza: nad 1% Fe Mn, 0.01-1% Si Cu Mg Al Ag, 0.0001-0.01% Ni Sn In

Záver: Srp bol vyrobený kováčskym zvarom troch pásov železa s rôznym obsahom uhlíka, pričom v strede bol paradoxne pás s nižším obsahom a na povrchu pásy s vyšším obsahom uhlíka (u kosákov podobnej konštrukcie bol v strede spravidla pás s maximálnym obsahom uhlíka) [14, s. 91]. Táto technológia sa pri výrobe kosákov používala od stredoveku až do 19. storočia. Umožnila spojenie húževnateho železného jadra s tvrdou, ale krehkou uhlíkovou ocelou, tvoriacou ostrie. Absencia sulfidických inklúzií svedčí o použití dreveného uhlia v procese redukcie. Prítomnosť pecnej trosky a nehomogenita v distribúcii fosforu môže byť výsledkom priamej redukcie použitého železa, prípadne skujňovania vysokopecného železa v skujňovacej vyhni alebo pudlovacej peci. Prítomnosť kováčskej trosky je výsledok jej nedostatočného vypudenia v procese zvárania čepel kosáka.

Spektrálna analýza

Obsah vedľajších a stopových prvkov Mn, Cu, Ni, Ag a Sn je typický pre železo vyrobené zo spišských rúd, sprevádza železné rudy v okolí Matejoviec, Rudnian, Poráča, Spišskonovoveskej Huty a Smolníka [15, s. 207, 489]. Je možné, že železo použité na výrobu niektorých analyzovaných predmetov (P 136, 139) bolo vyrobené z dovezenej rudy v Remetských Hámroch. Predmety P137 a P138 obsahujú sulfidické inklúzie, ktoré sú výsledkom použitia minerálneho paliva (koku) pri redukcii. Nízky obsah troskových inklúzií je výsledkom skujňovania v konvertoroch alebo siemens-martinských peciach. Vzhľadom na obsah vedľajších a stopových prvkov mohli použité železo redukovať v Kropachoch, kde dali do prevádzky koksovú vysokú pec na začiatku 20. storočia. Použitie koksu v Remetských Hámroch do konca vysokopecnej prevádzky sa nespomína.

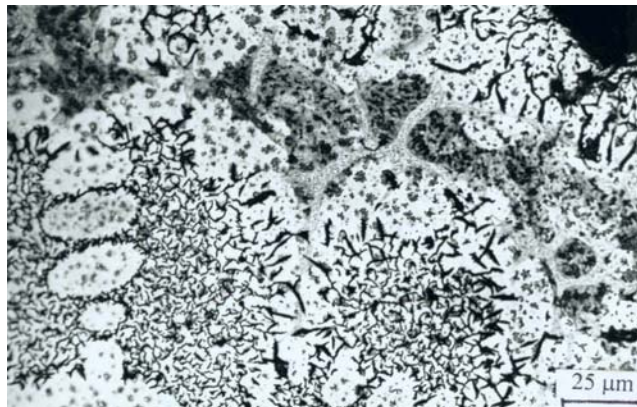
Celkový záver

1. Analyzovaná troska bola produktom drevenouhoľnej vysokej pece v Remetských Hámroch, obsah sprievodných a stopových prvkov svedčí, že sa nepoužila miestna železná ruda.

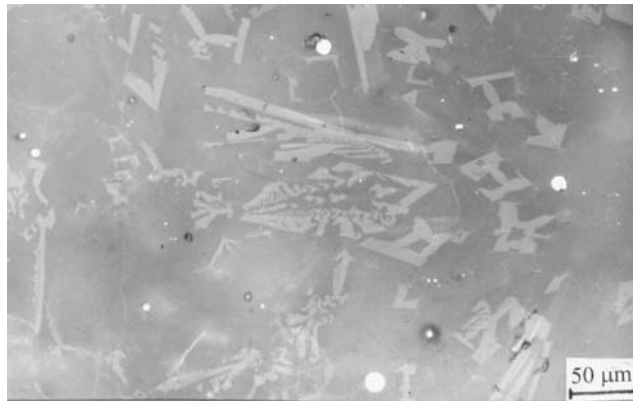
2. Železná trojnožka a pravdepodobne aj srp (P 139) so zvarovanou čepelou mohli byť vyrobené v Remetských Hámroch z miestneho železa.
3. Železné predmety s obsahom sulfidických inklúzií mohli byť vyrobené v nástrojovom hámri v Remetských Hámroch, avšak zo železa redukovaného mimo Remetských Hámrov (do úvahy prichádza železo redukované v Krompachoch).

Použitá literatúra

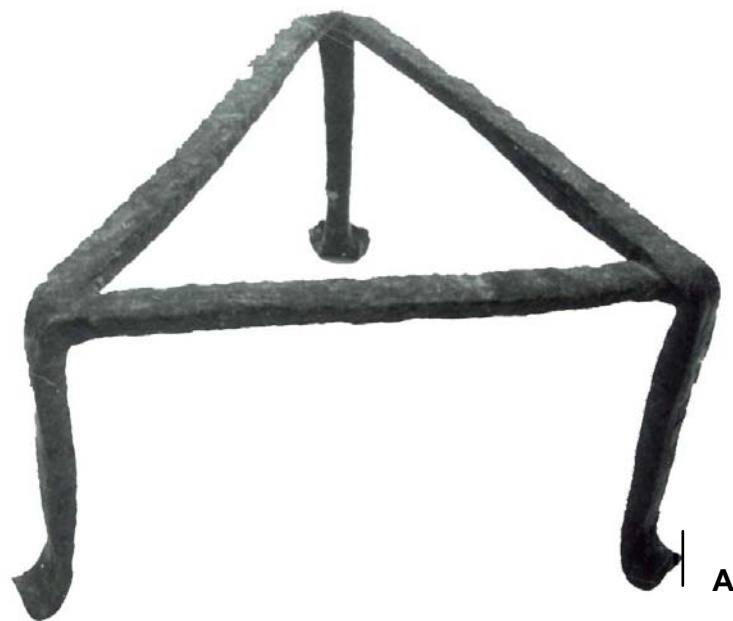
- [1] ŠPIESZ, A. 1972: Remeslo na Slovensku v období existencie cechov. Bratislava.
- [2] MIROŠŠAYOVÁ, E. 1995: K počiatkom výroby a spracovávanía železa na východnom Slovensku. Študijné zvesti archeologického ústavu SAV, 31.
- [3] MIHOK, Ľ. – SOLÁRIKOVÁ, M. – Hollý, A. 1991: Výroba železných predmetov v slovanskej osade v Blatných Remetách. In: Hutnícke listy, č. 1/2, s. 103.
- [4] MIHOK, Ľ. – CENGEL, P. 1983: Štúdium dokladov starej slovanskej výroby železa v Blatných Remetách. In: Zborník vedeckých prác Vysokkej školy technickej v Košiciach, Košice, s. 313.
- [5] SLIVKA, M. 1977-78: Stredoveké hutníctvo a kováčstvo na východnom Slovensku. Filozofická fakulta UK Bratislava, rigorózna práca.
- [6] ŠARUDYOVÁ, M. 1989: Topografia železiarní na Slovensku v 19. storočí, Košice.
- [7] KROPILÁK, M. et al. 1977: Vlastivedný slovník obcí na Slovensku II. Bratislava, s. 484.
- [8] Magyarország iparosainak és kereskedőinek czím és lakjegyzéka, Budapest 1892.
- [9] HAPÁK, P. 1962: Dejiny železiarskeho priemyslu na Slovensku. Bratislava.
- [10] PLEINER, R. et al. 1986: Dějiny hutnictví železa v Československu (II). Praha.
- [11] SEDLÁK, I. 1970: Andrej Čorba a jeho veršovaná kronika o východoslovenskom roľníckom povstaní z roku 1831. In: Nové obzory 12, Košice, s. 369.
- [12] Archívny fond Sztárayovci, ŠOA Prešov, 1996.
- [13] STRÁNSKÝ, K. – REK, A. 1999: Pracovala v ronovském hamru spolu s redukční pecí také kujníci výheň? Slévarenství, XLVII (1999), č. 4, s. 261.
- [14] KOL'ČIN, B. A. 1953: Čjornaja metallurgija i metaloobrabotka v drevnej Rusi. Moskva.
- [15] GRECULA, P. et al. 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, I. Bratislava.
- [16] Cenník veľkoobchodu so železom, Fleischer a Schirger, Košice 1928.



Obr. 1 Struska – výbrus



Obr. 2 Struska – výbrus



Obr. 3 Trojnožka – vyznačený řez



Obr. 5 Naběračka – řez, detail



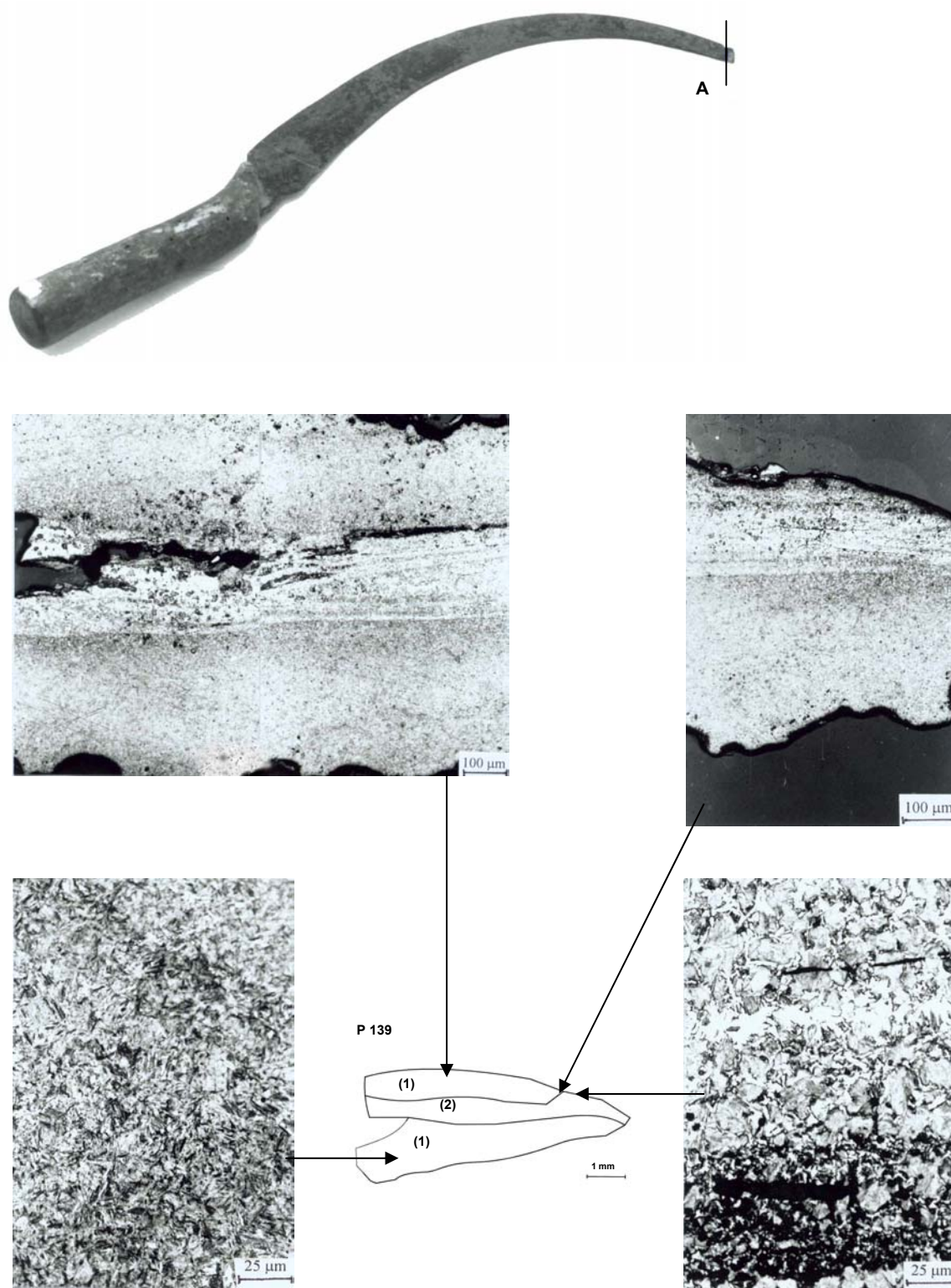
Obr. 4 Naběračka – vyznačený řez



Obr. 6 Srp – vyznačený řez



Obr. 7 Srp – řez, detail



Obr. 8 Srp s vyznačeným řezem, detaily řezu – bližší popis viz text