

## Materiálová analýza povrchové vrstvy pořízu ze zaniklé středověké vsi Bystřece

Ludvík Belcredi, Vladimír Ustohal, Antonín Buchal

Zaniklá středověká osada Bystřec se nachází 5 km jv. od městečka Jedovnice. Byla založena v polovině 13. století, patrně pány z Holštejna. Její zánik je možné, na základě archeologických nálezů, klást již do počátku 15. století, snad do válek markraběcích, kdy byla vypálena. Je známa vysokým počtem nálezů kovových předmětů, připadajících na jednu usedlost. To, co nám však poskytla komora U18, nás i po mnoha letech archeologického výzkumu překvapilo. Na ploše asi 4 x 5 m se nacházelo přes 40 nálezů keramických a kovových výrobků.

Již po odstranění 30 cm drnu a hlíny se ukázala mohutná mazanícová kra, překrývající celý prostor komory a síně. V této vrstvě stropního výmazu byly nalezeny, jako jedny z prvních nálezů, i 3 různé velké pořízy. Na rozdíl od většiny nálezů se nacházely nikoliv pod, ale na lepenicové vrstvě spolu se značným množstvím střepového materiálu.

Nálezy pořízů nejsou v archeologickém materiálu příliš časté a již vůbec ne v tak dobře zachovaném stavu. Jeden z nejlépe dochovaných pochází ze Semonice (Huml 1967, 20). Jeho délka byla 333 mm, čepel 225 mm a trn 88 x 35 mm. Z ostatních lokalit pocházejí spíše jen jejich části. Tím je význam nálezu 3 pořízů v ZSO Bystřec ještě umocněn. Na první pohled byly pořízy velmi dobře zachovány, jen minimálně zkorodovány, a bylo jasné, že prošly druhotně žářem hořícího domu.

Pro zbytky morfologicky zcela neobvyklé povrchové vrstvy byl jeden z pořízů (obr. 1) vybrán k materiálové analýze. Před jeho restaurováním a konzervací bylo třeba vyloučit či naopak potvrdit, zda tato vrstva je či není zbytkem nějaké původní, záměrně provedené povrchové úpravy. Stejná povrchová vrstva byla i na druhém obdobném pořízu. Ten však analyzován nebyl a jako celkově lépe zachovaný sloužil jen k porovnání. Také na třetím pořízu byly patrné zbytky obdobné vrstvy.

### Metodika materiálové analýzy

Analyzovaný poříz, nástroj k obrábění dřeva, má zachovanou pouze jednu nožku k uchycení do rukojeti. Druhá nožka zcela chybí. List je částečně zdeformován nefunkčním ohnutím. Část jeho břitu je odkorodována. Celý povrch pořízu je silně napaden plošnou korozi, v některých oblastech přecházející v korozi důlkovou a je zbarven černohnědě až oranžově hnědě. Místy je překryt na obou stranách listu zbytky barevně i morfologicky zcela odlišné tenké vrstvy neznámého složení a původu. Tato vrstva šedočerné barvy není výrazně korozně napadena. Je velmi křehká, a protože je podkorodována, snadno ji lze odloupnout nehtem. Pozoruhodný je zejména její hladký, místy až sklovitý povrch, u nálezových předmětů obdobného druhu neobvyklý. Vrstva proto vzbuzuje dojem, že je zbytkem původního nátěru, smaltu či jiné povrchové úpravy pořízu. Z jedné strany pořízu zůstala vrstva zachována asi na polovině plochy, na straně opačné pouze asi na 20 % plochy. Touto vrstvou je pokryt také téměř celý povrch zachované nožky pořízu.

Vážením byla stanovena hmotnost analyzovaného pořízu 82 g a měřením jeho rozměry:

<b>list</b>	– délka	290,0 mm
	– šířka max	15,5 mm
	– tloušťka ve hřbetu	3,7 mm
	– tloušťka v břitu	0,6 mm
<b>nožka</b>	– délka	86,0 mm
	– profil u listu	9,5 x 4,0 mm
	– profil 10 mm od konce	3,3 x 2,0 mm

Z povrchu pořízu byl odloupením odebrán vzorek vrstvy šedočerné barvy o ploše asi 0,5 cm<sup>2</sup> a tloušťce 0,35 mm. Jeho prvkové složení bylo stanoveno kvantitativní rentgenovou spektrální mikroanalýzou rastrovacím elektronovým mikroskopem typu PHILIPS XL 30 spojeným s analyzátozem – energiově disperzním spektrometrem. Poté byl vzorek rozlomen a jedna polovina

byla zalisována do speciálního plastu tak, aby po vybroušení a vyleštění bylo možno světelným metalografickým mikroskopem pozorovat strukturu příčného řezu. Druhá polovina vzorku byla rozetřena v achátovém mlýnku na prach, jehož fázové složení bylo stanoveno rentgenovou difrakční fázovou analýzou na rentgenovém spektrometru SIEMENS D500.

Pro metalografickou analýzu pořízu byl z jeho břitu naříznutím a dolomením odebrán vzorek železného materiálu o rozměrech asi 2 x 3 x 5 mm. Lomová plocha vzorku byla pozorována a fraktograficky vyhodnocena v rastrovacím elektronovém mikroskopu typu PHILIPS XL 30. Poté byl vzorek zalisován do plastu, vybroušen za mokra na metalografických papírech, vyleštěn diamantovou pastou se zrnitostí 1 µm a naleptán leptadlem nital (2 % roztok kyseliny dusičné v etylalkoholu).

## Výsledky analýzy

Prvky obsaženými ve vrstvě, stanovenými *kvantitativní rentgenovou spektrální mikroanalýzou*, jsou [hmot. %]: 58,9 železo, 3,4 hliník, 31,7 kyslík a 4,1 uhlík. Obsahy ostatních identifikovaných prvků (křemík, hořčík, vápník a draslík) jsou pod hranicí přesnosti stanovení použitou metodou. Lze je považovat za prvky z okolní půdy, které analyzovanou vrstvu na pořízu pouze znečišťují, aniž by se významně podílely na jejím fázovém složení. Podobně uhlík, který zřejmě pochází z organických látek v půdě, se na fázové skladbě vrstvy přímo nepodílí. Lze tedy soudit, že hlavními strukturálními částmi tvořícími vrstvu jsou oxidy železa a příměsovou částí je oxid hliníku.

Druhy těchto oxidů železa v analyzované vrstvě byly stanoveny *rentgenovou difrakční fázovou analýzou*. Ve vrstvě převládá oxid železa FeO (wüstit), v menším množství jsou zastoupeny oxidy železa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit) a MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (magnesioferit). Výsledek fázové analýzy vrstvy je tedy v plném souladu s prvkovou analýzou.

Na základě výsledků prvkové a fázové analýzy lze předpokládat, že povrchová vrstva s neobvyklou morfologií nebyla vytvořena záměrně voleným postupem, ale vznikla samovolně, teprve poté, kdy poříz již nebyl používán. Potvrzením správnosti tohoto předpokladu je skutečnost, že vrstva místy rovnoměrně pokrývá povrch listu od hřbetu až k okraji břitu a téměř bez poškození zůstala zachována na nožce pořízu, původně vsazené do dřevěné rukojeti. To by však znamenalo, že poříz s takovou povrchovou úpravou nikdy nebyl funkčně použit.

Druhý poříz, sloužící k porovnání, má hmotnost 216 g a rozměry:

<b>list</b>	– délka	222,0 mm
	– šířka max	24,0 mm
	– tloušťka ve hřbetu	6,3 mm
	– tloušťka v břitu	0,8 mm
<b>nožka</b>	– délka	110,0 mm
	– profil u listu	8,0 x 4,8 mm
	– profil 10 mm od konce	2,8 x 1,6 mm
<b>celková délka</b> pořízu bez nožek		314,0 mm

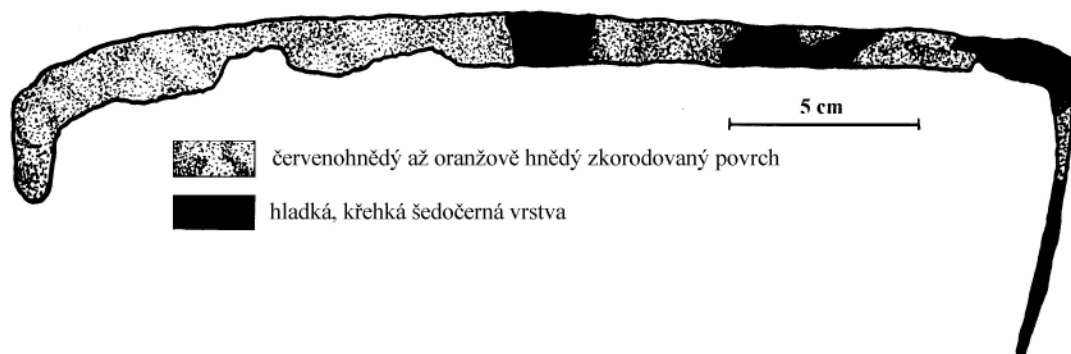
Také na tomto pořízu je pozoruhodné zachování vrstvy na téměř celém povrchu jedné nožky, jejíž zúžená koncová část je ohnuta do protisměru. V případě, že by toto ohnutí bylo provedeno při nasazování rukojeti, aby se z nožky samovolně nesvlékala, pak by křehká povrchová vrstva musela při ohybu odprýsknout. Jestliže však k ohybu konce nožky došlo záměrně nebo náhodně až poté, co poříz už nebyl používán a teprve pak vznikla povrchová vrstva, mohla na ohnuté nožce zůstat zachována. Vrstva je značně pórovitá, nekompaktní, což je, kromě fázového složení, příčinou její křehkosti. Fázové složení vrstvy naznačuje, že vrstvu původně tvořily okuje. K okujení pořízu mohlo dojít, byl-li vystaven vysoké teplotě.

Materiálem pořízu je uhlíková ocel s velmi nízkým obsahem uhlíku (obsah C asi 0,1 až 0,2 hmot. %), tedy materiál pro poříz nevhodný, neboť je měkký a nedal se zakalit na vyšší tvrdost. Lom probíhající v břitové části pořízu má charakter lomu tvárného (*obr. 2*). Strukturu použité oceli tvoří zrna feritu, tedy měkkého nízkouhlíkového železa, a nepatrné ostrůvky tmavé strukturální složky zvané perlit (*obr. 3*). Mikrotvrdost této struktury stanovovaná při zatížení 0,025 g přístrojem LECO je v aritmetickém průměru z 24 měření pouze 146,7 HV 0,025, což je pro břit nástroje k opracování dřeva nízká hodnota. Kdyby byl břit pořízu vykován za studena, mohla by být v důsledku deformačního zpevnění jeho tvrdost poněkud vyšší. Mikrostruktura vzorku z břitové části pořízu však žádnou

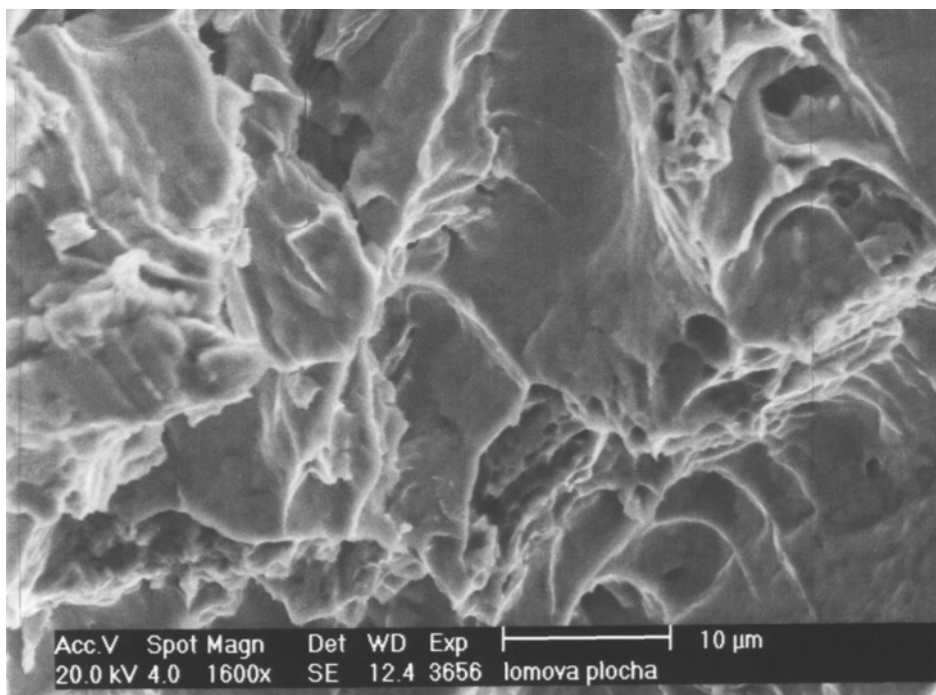
plastickou deformaci zrn feritu nepotvrzuje. Feritická zrna v břitu jsou naopak rovnoosá a velice hrubá (dle normy ČSN 42 0462 pro stanovení velikosti zrna odpovídají extrémní velikosti 1 až 2). Taková makrozrna stěží byla v břitové části pořízu po jeho zhotovení, protože list, a zejména jeho břitová část, byly tvarovány rozkováním se značným stupněm plastické deformace. Při následujícím ohřevu v kovářské výhni by proto právě v těchto částech pořízu bylo možno očekávat značné zjemnění zrna feritu v důsledku rekrystalizace. Znamená to tedy, že k velkému zhrubnutí zrn feritu v břitu pořízu muselo dojít teprve během déle trvajícího ohřevu pořízu za teplot 1000 až 1200 °C. Tak vysoké teploty mohly být dosaženy v žáru hořícího dřevěného objektu. Okuje vzniklé na pořízu pak během jeho staletého uložení v půdě zmineralizovaly v morfologicky neobvyklou hladkou vrstvu budící dojem, že byla vytvořena záměrně provedenou povrchovou úpravou.

## Závěr

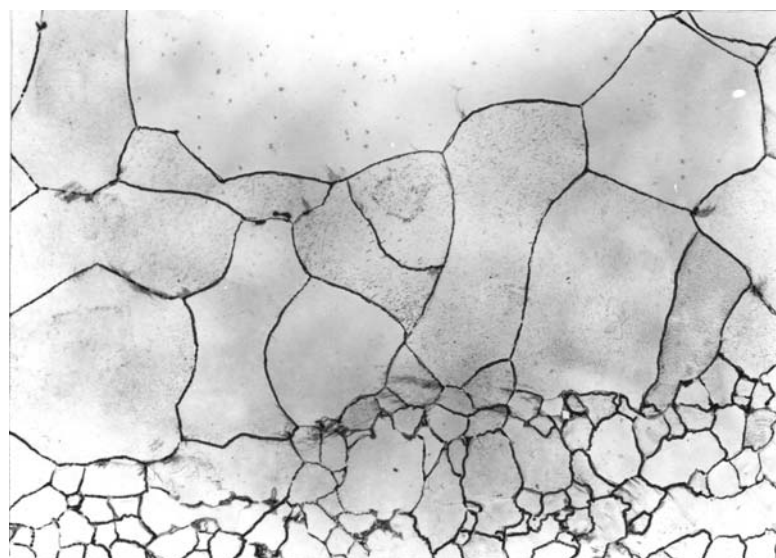
Morfologicky velmi pozoruhodná, sklovitě hladká povrchová vrstva na analyzovaném pořízu z měkké nízkouhlíkové oceli ze zaniklé středověké vsi Bystřece u Jedovnic není výsledkem záměrně provedené povrchové úpravy tohoto nástroje. Vznikla samovolně až poté, kdy poříz už nebyl používán. Tvoří ji zmineralizované oxidy železa FeO (wüstit), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit) a MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (magnesioferit), původně okuje, které vznikly, byl-li poříz po delší dobu vystaven vysokému žáru. Taková situace mohla nastat v hořícím dřevěném objektu. Při archeologickém výzkumu lokality, periodicky prováděném od roku 1975, byla nacházena vypálená vymazávka, uhlíky a ohořelé trámce, které ukazovaly, že ves Bystřec byla zničena požárem. Výsledky materiálové analýzy povrchové vrstvy železného pořízu a jeho struktury oprávněnost takového předpokladu jednoznačně potvrzují.



**Obr. 1** Zbytky povrchové vrstvy zmineralizovaných oxidů FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> na analyzovaném železném pořízu



**Obr. 2** Tvárný lom v břitu pořízu z měkké oceli s hrubozrnnou feritickou strukturou



**Obr. 3** Hrubozrnná feritická struktura břítové části pořízu vzniklá dlouhodobým ohřevem v hořícím objektu. Zvětšeno 100x