

Obsah/Contents 28/2023

- 1 **Joseph Gauthier, Anne Gebhardt, Rémy Jeannot, Agnes Stock, Jean-François Bouvier, Estelle Camizuli, Pierre Fluck**
From ore to metal and from the 11th to 18th c.: the Sainte-Barbe mining site, a central working place on the Altenberg (Sainte-Marie-aux-Mines, France)
 Od rudy ke kovu a od 11. do 18. století: důlní lokalita Sainte-Barbe, centrální pracoviště v Altenbergu (Sainte-Marie-aux-Mines, Francie)
- 9 **Jean-Charles Méaudre, Florian Téreygeol, Manon Gosselin, Philippe Dillmann**
Study of the medieval mining tools at Castel-Minier, France, in the European context between the 14th and 15th centuries
 Studie středověkých důlních nástrojů v Castel-Minier, Francie, v evropském kontextu mezi 14. a 15. stoletím
- 25 **Florence Maqueda, Florian Téreygeol, Eddy Foy, Manon Géraud**
The muffle: an innovation around silver refining at Castel-Minier in the 14th century
 Mufle: Inovace kolem rafinace stříbra v Castel-Minier, 14. stol.
- 33 **Alexander Maass:**
„Beautiful“ and „ugly“ stone tools in prehistoric mining Raw materials, preparation, types and functions and functions of a little-studied group of objects
 „Krásné“ a „ošklivé“ kamenné nástroje v pravěkém hornictví, suroviny, typologie a funkce několika vybraných studovaných exemplářů
- 49 **Simon Timberlake:**
New finds of Prehistoric-Roman mining and smelting in the UK: A brief review of the work of the Early Mines Research Group between 2015 and 2022
 Nové nálezy prehistoricko-římského hornictví a hutnictví ve Spojeném království: Stručný přehled práce skupiny Early Mines Research Group v letech 2015 až 2022
- 73 **Roman Mikulec:**
Raně středověká železářská produkce Boskovické brázdy
 Early medieval iron production in the Boskovice Furrow
- 85 **Karel Malý, Karel Pročka, Jiří Doležel:**
Těžba a zpracování stříbra u Rozseče nad Kunštátem
 Extraction and Processing of Silver Near Rozseč nad Kunštátem
- 95 **Kryštof Derner, Petr Bohdál, Jiří Crkal, Knut Kaiser, Petr Lissek:**
Geochemický a archeologický výzkum aluvií v hornickém revíru Přísečnice v Krušných horách (2016-2020)
 Geochemical and archaeological survey of alluvia in the Přísečnice mining district, Ore Mountains (2016-2020)
- 121 **Josef Večeřa, Jan Hrboš, Pavel Malík, Michal Zezula, Petr Kočár, Romana Kočárová, Karel Malý, Viera Večeřová:**
Železářská výroba v Malé Morávce její surovinové zdroje
 Iron production at Malá Morávka and its raw material sources
- 143 **Jozef Labuda, Dávid Augustín, SBM B. Štiavnica, Bergschola N. O.:**
Štiavnické Bane - recyklácia?! Časť rudného mlyna zo 14. storočia v gápli zo 17. storočia
 Štiavnické Bane - recycled(?) part of an ore mill from the 14th century in gin from the 17th century
- 149 **Martin Štefánik:**
Štiavnický, novobanský a kremnický banský gróf Ján/Hansman Eisenrinkel a jeho podnikateľské aktivity v stredoslovenskej banskej oblasti
 Mining count Ján/Hansman Eisenrinkel of Štiavnica, Nová Baňa and Kremnica and his business activities in the Central Slovak mining area

acta rerum naturalium

přírodovědný časopis vysočiny

Stříbrná žihlava 2022

ISSN 1801-5972

acta rerum naturalium 28/2023

přírodovědný časopis vysočiny

Časopis obsahuje původní vědecké práce ze všech základních oborů přírodních věd (geologie, geografie, zoologie, botaniky a ochrany přírody) vztahující se k regionu Českomoravské vrchoviny, krátké zprávy, sdělení, recenze.

Všechny články, s výjimkou personálií, procházejí recenzním řízením.

Šéfredaktor	RNDr. Klára Bezděčková, PhD.
Technický redaktor	Eva Charvátová, Muzeum Vysočiny Jihlava, Masarykovo nám. 55, 586 01 Jihlava
Odpovědní redaktoři za Stříbrnou Jihlavu	RNDr. Karel Malý, PhD. Doc. Mgr. Petr Hrubý, PhD. Mgr. David Zimola
Vydává a distribuci provádí	Muzeum Vysočiny Jihlava, příspěvková organizace Masarykovo nám. 55, 586 01 Jihlava, tel. 567 573 893, e-mail: charvatova@mvji.cz; acta@mvji.cz
Časopis vyšel za finanční spoluúčasti	Kraj Vysočina Statutární město Jihlava Archaia Brno, z. s.
Výtvarný návrh obálky Rok vydání Vytiskla	Oldřich Žaluda 2023 Nová tiskárna, s.r.o., Pelhřimov

Pokyny pro autory

1. Přijímány jsou pouze práce, které nebyly dosud uveřejněny ani zadány do tisku.
2. Příspěvky se přijímají průběžně a budou uveřejňovány dle technických možností redakce.
3. Příspěvky jsou přijímány v českém nebo anglickém (v odůvodněných případech a po předchozím projednání s redakcí) i v jiném jazyce.
4. Příspěvky odevzdávejte v rozsahu maximálně do 30 stran (1800 znaků včetně mezer na stranu) rukopisu (více jen po domluvě s redakcí).
5. Příspěvek zasílejte elektronicky na níže uvedenou adresu (bod 14). V textovém editoru nepoužívejte žádný způsob úpravy textu mimo kurzívu a tučného písma, zejména nepoužívejte oboustranné zarovnávání, ukončení řádku klávesou ENTER a rozdělování slov na konci řádku.
6. Tabulky zařad'te podle uvážení přímo do textu (MS Word), pokud budou v samostatných souborech, vyznačte v textu jejich umístění. Všechny samostatně dodané obrazové materiály musí být označeny číslem, jménem autora, musí mít vyznačen směr, popřípadě požadované zmenšení. Barevné fotografie se přijímají pouze po domluvě s redakcí.
7. Každý příspěvek musí obsahovat název v českém a anglickém jazyce, celé jméno autora (autorů), adresu autora včetně e-mailu, abstrakt v angličtině (max. v rozsahu 30 řádků) a klíčová slova v angličtině (3–10 slov), text článku, dále podle uvážení autora souhrn – summary (u česky psaných v angličtině a u anglicky psaných v češtině). Popisky k přílohám musí obsahovat číslo, český a anglický název, u obrázků i jméno autora.
8. Citace literatury se řídí oborovými pravidly (podrobné informace žádejte v redakci). Použití písma při citaci v textu: v textu u autorů používejte malé písmo např. podle Slavíka (Slavík 1970), stejně tak jako u autorů za druhy rostlin, zvířat aj. např. Thera britannica (Turner, 1925); dále místo symbolu & používejte – et, et al. V seznamu použité literatury používejte kapitálky: Novák J. (2001): Sfalerit z Jihlavy. – Bull. of Geoscience, 24: 18–24. U číselných údajů se používá dlouhá pomlčka bez mezer: alt0150. Při psaní datumu patří za tečkou mezera: 21. 5. 2018.
9. Překlad si zajišťuje autor sám, redakce zprostředkovává pouze jazykovou revizi menšího rozsahu.
10. Za obsahovou a jazykovou správnost textu zodpovídá autor.
11. Redakce si vyhrazuje právo v nutných případech změnit umístění tabulek a obrázků.
12. Korektury se provádějí podle ČSN 880 410. Autor obdrží příspěvek před tiskem ke korektuře.
13. Příspěvky procházejí recenzním řízením. O jejich přijetí k publikování rozhoduje redakce.
14. Kontaktní adresa redakce je: Muzeum Vysočiny Jihlava, příspěvková organizace, Masarykovo náměstí 55, 586 01 Jihlava, tel. 567 573 893, e-mail: acta@muzeum.ji.cz
15. Příspěvky neupravené dle pokynů pro autory budou vráceny!

From ore to metal and from the 11th to 18th c.: the *Sainte-Barbe* mining site, a central working place on the Altenberg (Sainte-Marie-aux-Mines, France)

Od rudy ke kovu a od 11. do 18. století: důlní lokalita Sainte-Barbe, centrální pracoviště v Altenbergu (Sainte-Marie-aux-Mines, Francie)

JOSEPH GAUTHIER^{1, 2, 3, *}, ANNE GEBHARDT^{4, 5, 6}, RÉMY JEANNOT^{1, 7}, AGNÈS STOCK¹,
JEAN-FRANÇOIS BOUVIER², ESTELLE CAMIZULI^{1, 2}, PIERRE FLUCK^{2, 3}

*Laboratoire Chrono-environnement, 16 route de Gray, F-25030 Besançon Cedex, joseph.gauthier@cnrs.fr; ¹ Chrono-environnement, UMR 6249, CNRS, Université de Franche-Comté, Besançon, France; ² Centre de Recherche sur les Sociétés, les Arts et les Techniques, UR 3436, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France; ³ Association Spéléologique pour l'Etude et la Protection des Anciennes Mines (ASEPAM), Sainte-Marie-aux-Mines, France; ⁴ Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux, UMR 7360, Université de Lorraine, Nancy, France; ⁵ Laboratoire Image, Ville et Environnement UMR 7362 Université de Strasbourg, Strasbourg, France; ⁶ INRAP; ⁷ Laboratoire Métallurgies et Cultures - IRAMAT, UMR 7065, CNRS, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Sévenans, France

Keywords: silver mining; ore processing and smelting; galena; France; Vosges mountains; Sainte-Marie-aux-Mines; Middle Ages; Early Modern Period; archaeology

Abstract: The *Sainte-Barbe* mine is located in the middle part of the Altenberg mountain range. This mining sector, continuously exploited between the Carolingian times and the 17th c. was renowned for its lead and silver production. Archaeological investigations on the *Sainte-Barbe* tailing have been led since 2011. Several phases of activity were revealed, as well as all the steps of the lead-silver production chaîne opératoire. A slag heap dates from the 11th–12th c., an ore processing workshop from the 15th c. has been excavated and the current work focuses on a forge, an ore storage hall and a house from the 16th c. Especially during this period, the *Sainte-Barbe* site seems to have served as a technical centre for surrounding mines, due to the size of its infrastructures. During the previous century, the site had an emblematic role for the observation of an important technical modification in ore processing. This is concomitant with a global evolution in the operating processes in Sainte-Marie-aux-Mines. As a consequence, ore treatment operations left the mountain slopes and took place at its foot, close to the rivers.

Abstrakt: Důl *Sainte-Barbe* se nachází ve střední části pohoří Altenberg. Tento důlní segment, nepřetržitě využívaný mezi karolinským obdobím a 17. stoletím, byl proslulý kvůli produkci olova a stříbra. Archeologické průzkumy na hlušině *Sainte-Barbe* jsou prováděny od roku 2011. Odhalilo se několik fází aktivity i všechny kroky provozního řetězce produkce olova a stříbra. Jedna halda strusky pochází z 11.–12. století a byla vykopána jedna zpracovatelská dílna z 15. století. Tato studie se zaměřuje na kovárnu, halu na skladování rudy a dům ze 16. století. Na základě velikosti své infrastruktury se zdá, že lokalita Sainte-Barbe sloužila zejména v tomto období jako technické centrum pro okolní doly. Během předchozího století lokalita hrála emblematickou roli v pozorování důležité technické změny ve zpracování rud, doprovázeno globálním vývojem provozních procesů v Sainte-Marie-aux-Mines. V důsledku toho provoz upravování rud byl posunut ze svahů na úpatí hor, do blízkosti řek.

INTRODUCTION

The *Sainte-Barbe* site is one of the most important mining places of the Altenberg mining sector in Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace, France). As the name of the area suggests, mining was initiated earlier in this area, in comparison with the “Lorraine side” and the Neuenberg, for which exploitation only began at the end of the 15th c. and in the middle of the 16th c. (Fluck 2000). At present, first evidence of mining on the Altenberg dates from the end of the Carolingian Period (Gauthier et al. 2015). The vein system has a NNE-SSW orientation along 4 km. Some tetrahedrites can be found but the main silver-bearing mineralisation is galena (silver content lower than 0.1 %). Ores are hosted in a matrix of siderite and compact quartz. Since mining stopped in the beginning of the 20th c., there are thousands of archaeological sites in this mountain range.

Digs were initiated in 1981 by Pierre Fluck and Jacques Grandemange. Excavations were organised each year until 1996. After a 10-year break, they resumed under the leadership of Pierre Fluck, and then Joseph Gauthier. The *Sainte-Barbe* mine is situated in the Saint-Philippe valley, in the middle part of the Altenberg at an altitude of 600 m asl. The tailing is impressive, one hundred meters in length (before the creation of a forest path in the 1980's). West of the main plateau, two platforms extend over about 30 m long and 5 m large. The mine was reopened by Jacques Grandemange in 1981 (Grandemange et Grandemange 1981). A collapse then halted the exploration after 39 m. In the same year, they dug survey trenches where the forest path cut the tailing. Accumulations of ore processing wastes were observed. New trenches were dug in 2011 and 2012. From then an extensive excavation took place and is still in progress.

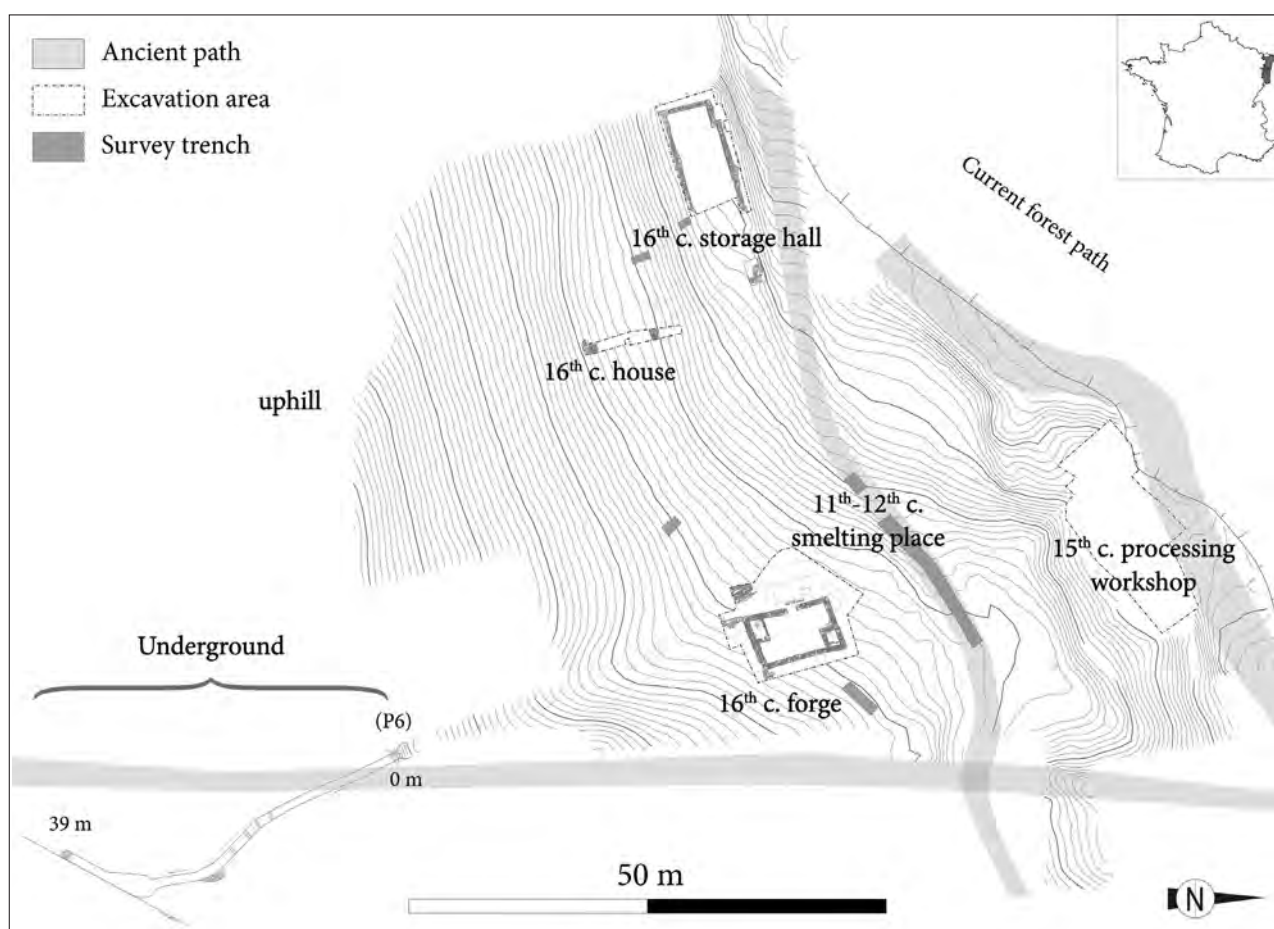


Fig. 1. Overall plan of the *Sainte-Barbe* mine and tailing, with location of the excavated areas (Grandemange 1981, Gauthier et al. 2022).
Obr. 1. Celkový plán dolu a hlušiny *Sainte-Barbe* s umístěním vytěžených ploch (Grandemange 1981, Gauthier et al., 2022).

Oldest evidence on the site dates from the 11th–12th c. Archaeological investigations also point to activity during the 15th c. The 16th c. is largely documented through field-work and also in archives. In fact, the name *Sainte-Barbe* was the one of the mining concession during the first half of the 16th c (Fluck 2012). So far, concerning this site, no more document are known for the 16th c. Archives also mention a resumption of activities on this site from 1730 to 1765 (Grandemange et Grandemange 1983). During this late phase, all the equipment dedicated to ore processing, smelting and supporting (forge) was situated in the town, at the foot of the mountains. Before this period, the structures were set up in front of the mines.

THE SUCCESSIVE ACTIVITIES OF THE SITE

A High Medieval smelting spot

The first occupation of the site dates back from the High Medieval Period (fig. 1). Survey trenches dug during 2012 have revealed an important amount of fayalitic lead-smelting slags which were radiocarbon dated from the 11th–12th c. The smelting activity seems to have been significant, since the thickness of the slag heap is greater than one metre in the

trenches. Furthermore, its base was not reached, since it was too deep. This metallurgical waste clearly indicates the presence of smelting activity on the main area of the tailing. Unfortunately, excavations which were carried out from 2018 to 2022 on this site have not revealed any remains of medieval workshops. The 16th c. reoccupation seems to have cleared the field to build the forge. Further information provided by trial trenches obviously concerns the current *terminus post quem* for the *Sainte-Barbe* mine.

A major technical evolution about ore processing in the 15th c.

At present, no discoveries involve the 13th c. to 14th c. period; however a large part of the site has not yet been excavated. The next activity which evidently took place in front of the *Sainte-Barbe* adit is a mineral processing workshop dating from the 15th c. according to radiocarbon analysis. As it was built on the slope of the medieval tailing, one can question the intensity of extraction from the mine at this time. The workshop layout was quite basic, with no permanent structure and probably no sheltered area. The excavation (2013–2016) revealed two phases of occupation, the first partially sealing the second (Gauthier 2023). In the first half of the 15th c.,

the workshop consisted in a 22 m² platform fitted out on the tailing slope. This surface is minimal, since the lowest part of the site was destroyed by the modern forest path. The soil was studded with galena, calibrated from sands to 1 cm shards. Lead content could reach 7 % in its layers (pXRF analysis). In addition, two stone anvils were discovered in the tailing layers. These objects were easily displaced, and they did not leave any mark on the workshop floor. Nevertheless, it is clear that the main activity of this spot was to crush ore, manually. An open, square, wooden crate was associated to the soil (L 135 × W 95 × D 75 cm). Its filling indicates that its purpose was to clean the ore to remove its earthy elements. Another light structure was found (fig. 2): this involves a circular (diam. 90 cm), with very hard walls of sand and clay reaching about 10 cm high, and placed on five wooden planks. The lead content in this structure reaches 19 % (pXRF analysis). There is yet no substantial interpretation for its presence. It could be the result of a sieving spot, where a small amount of water was used, but this remains an extrapolation.

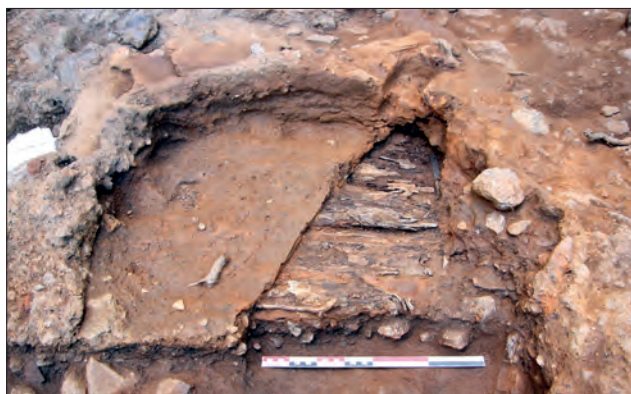


Fig. 2. Light structure found on the crushing floor. Highest lead contents are located back to the circle. Lead contents on the inside sand layer are from 5 to 9 % (pXRF analysis).

Obr. 2. Lehká struktura nalezená na podlaze na drcení. Obsah olova ve vnitřní písčité vrstvě je od 5 do 9 % (analýza pXRF).

The second phase of the ore processing workshop directly continued from the first, with hardly any interruption. Indeed, the workshop itself was built directly on the upper part of the tailing. Only residues of wet sorting of ores were found. Two significant pits were discovered in the slope: they had been dug through the stones of the tailing and were filled with an accumulation of very fine sub-horizontal layers of clay, sand and silt (fig. 3). The maximum depth is 180 cm. ICP-AES analysis provided an average lead content of about 3 %, with peaks of 14.5 %. The micromorphological study of the stratigraphy indicates that the sediment deposits had the time to dry before a new deposit arrived (Gebhardt et al. 2019). A certain amount of ore had obviously accumulated prior to sorting. Visual analysis shows the use of water to sort manually grinded or stamped ore. Nevertheless, on field no trace of equipment was revealed. These must certainly have been destroyed during the early modern occupation of the main tailing platform.

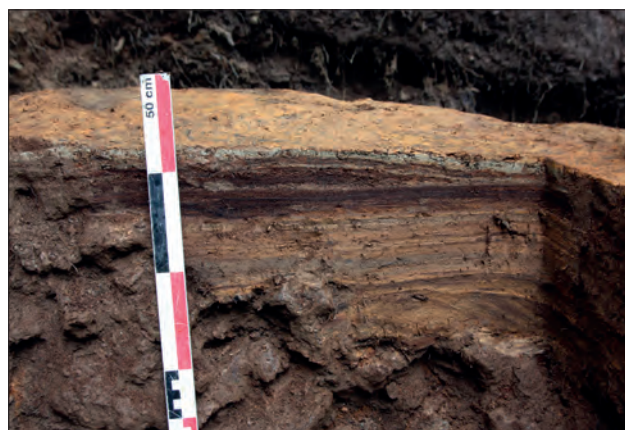


Fig. 3. Filling of one of the settling pits (detail). The thinness of the strata is representative of all the filling.

Obr. 3. Náplň jedné z usazovacích jámek (detail). Tenkost vrstev je reprezentativní pro celou náplň.

Housing, ore storing and blacksmithing in the 16th c.

A new intense period of activity occurred during the 16th c. Investigations were focused on this phase since 2018. Three buildings were excavated: a forge, a hall and a house. The house was only discovered when a trench was dug to characterise the occupation of the upper west platform. The ceramics clearly set the activity into the 16th c. and show a domestic purpose. Walls were not well preserved, but a well-built covered stone gutter was found at the back of the house. This is quite common for 16th c. buildings on the slopes of the Altenberg, and its absence at the back of the forge raises questions.

A noteworthy construction is currently being excavated on the lower platform (2022–2023). It consists in a unique room, 18 m long by 5 m large. Walls are strongly built, although the base of the hall is nearly not prepared. The walls and wooden floor are directly placed on colluvium. Joists are revealed by two linear trenches, 15 cm large, parallel to the long walls. About two metres separate the joists. The floorboards can be observed, or more often guessed, thanks to wood fibres or white linear traces. This is lead oxide powder that has been passed through the gaps between the boards. One can guess that this site was not occupied during a long time, or was strictly cleaned regularly, since there is almost no stratigraphy linked to activities. However, evidence of mineral storage has been found on the floor (fig. 4). Despite the important alteration of the ore, it seems to have been calibrated to the size of walnuts or hazelnuts. No chemical analysis was carried until now, but the ores seems to be mainly galena, in accordance with the mineralogy of the Altenberg veins. No traces of a working place or equipment have been found, so it is unlikely this was a workshop. The only purpose of this hall could have been to store the ore, perhaps between a crushing and a sorting phase at the exit of the mine, and then for a further phase using a stamp mill in the valley. Such a surface dedicated to ore storage (90 sqm) suggests



Fig. 4. Traces of galena on the floor of the ore storage hall.
Obr. 4. Stopy galenitu na podlaze haly na skladování rudy.



Fig. 5. General view of the forge from the north.
Obr. 5. Celkový pohled na kovářnu od severu.

that materials could have been supplied not only from the *Sainte-Barbe* mine but also from surroundings ones.

Unlike the house and the hall, the third building provided a very well preserved stratigraphy in a closed area. The forge is situated on the main platform of the tailing, in front of the mine entrance (fig. 5). It has a surface of about 37 m² (8 × 4.70 m inside). A 1521 coin was found inside a floor level. Two smithing hearths were built at opposite corners of the room. Inside dimensions are about 160 × 105 cm for one (1.65 m²) and about 210 × 135 cm for the other (2.75 m²). Both are divided into two parts: the smallest was used for storing a small amount of charcoal and the main one was the hearth itself. For both structures, working areas were well preserved and there is evidence of the location of the wooden logs supporting the anvils and the quench buckets (fig. 6). Indications of large bellows were discovered close to the biggest hearth.



Fig. 6. Top view of the work area in front of the biggest hearth (wall on the left). The quench bucket is in the middle on top of the picture, along the wall. Two bases of wood log are in the corner and at the cross of the white strings. Two wooden drains begin right to the bucket.

Obr. 6. Pohled shora na pracovní plochu před největší pecí (zeď vlevo). Kbelík na kalení je na obrázku nahoře uprostřed, podél stěny. Dva podstavce z dřevěných kulatin jsou v rohu a u kříže bílých provázků. Přímou u kbelíku začínají dva dřevěné výpusti.

The excavation of the workshop floor revealed other areas with dedicated purposes: a charcoal storage, near the entrance of the room, and an area where slags were probably temporarily rejected, to be evacuated later. Apart from these spots, the ground consisted in a 10 to 20 cm accumulation of hammer scales, slags, metallic scraps and charcoal. These wastes covered several wooden drains fitted out to dry the working areas around the hearths. This task was made all the more difficult by the fact that no external drains had been installed uphill of the building.

The paleometallurgical study of iron artefacts and wastes allows for a better understanding of the blacksmith activities and productions. It appears that the iron used in this workshop had already been well refined: few operations were probably necessary before the shaping of the produced objects. The material could have been imported to

the workshop in the shape of large iron bars. Both basic (shaping) and more complex operations (welding) were conducted at significantly different temperatures. The produced artefacts seem to have been generally diverse, mainly flat hinges but also rods and, naturally, mining chisels. The tools were repaired in the workshop itself, but it is challenging to highlight any recycling practice. According to an estimation made from the wastes a minimum of 10 tons of iron were worked on at this site. Further investigations on these wastes are still ongoing and more definite conclusions should become available.

An original study was also led on the construction of the building. Petrographic characterisation of the stones and micromorphological analysis of its binder provide a local origin for the building materials. Most of the stones consist of solid gneiss, but many veinstones were also used. They clearly cannot guarantee a long-term stability. Moreover, there was no real binder, apart from some basically prepared local earth material (Gebhardt et Blaising 2020). This raises the question of the sustainability of the activity. How long did the miners and shareholders intend to operate? Although the activity was clearly intense, the relative fragility of the walls and the lack of efficient drainage are obvious. An encroaching roof, at least, would seem necessary for the protection of such a construction. One can also imagine cladding, but no trace of wooden remains was found along the walls outside. Whitewash seems to have been employed only on the walls inside: just a few traces were observed. Moreover, splinters of deteriorated bones were discovered only along the walls inside, as if the soil were more alkaline in this area (the global environment being clearly acid).

THE SAINTE-BARBE SITE AND ITS CONTEXT

Since 1981, and even more since 2006, many investigations were conducted in the Saint-Philippe valley. The *Sainte-Barbe* mining area can thus be situated in a local context and compared with other sites. Nothing can yet be expressed for now about the High Medieval smelting spot, since the heap has not yet been excavated. However, this chronology places the mine among the group of the first adits that were dug to access the vein. At present, the oldest known extraction site on the Altenberg is located just 50 m East of the forge (fig. 7). Some materials from a superficial mining excavation have been dated from the early 10th c. Calibrated ¹⁴C dating results in 774-940 cal. AD (ETH-51428) and 894-1015 cal. AD (ETH-58557). Concomitantly, *Pingen* were dug to collect the ore all along the outcrop of the veins. At the turn of the first millennium, the exploitation generally took the form of galleries dug lower on the mountain slopes, in order to crosscut the previously exploited veins from their crests. *Sainte-Barbe* is one of them, and is associated with a smelting spot, as observed at neighbouring sites *Pfaffenloch*, *Patris* and *Charlotte* (Gauthier et al. 2015). Thus, metal was produced at the exit of the mines, although no evidence of cupellation has been found on these sites.

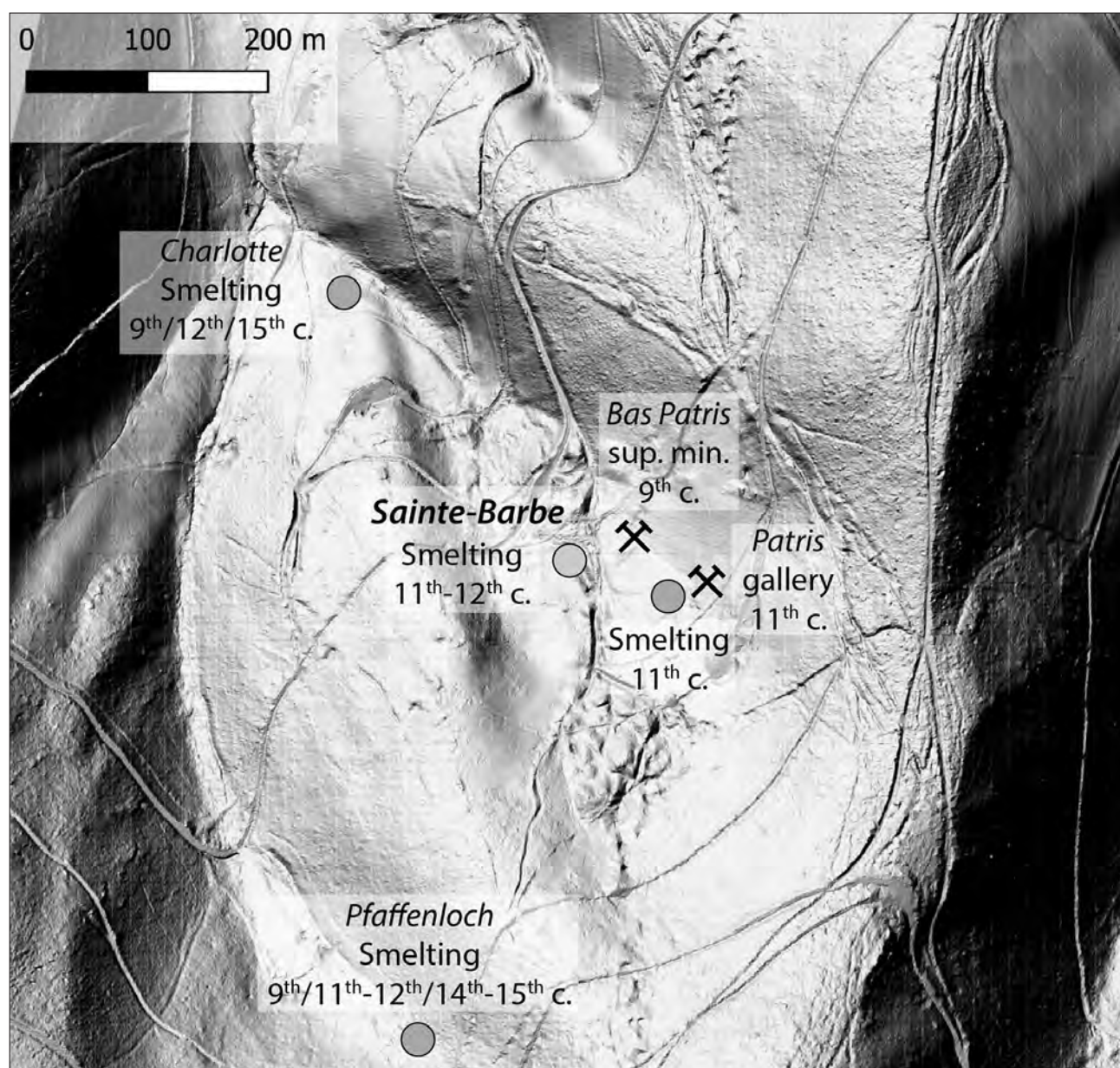


Fig. 7. Map of the medieval mines and smelting places around the *Sainte-Barbe* site (LiDAR Conseils généraux d'Alsace, PAIR, 2007).
Obr. 7. Mapa středověkých dolů a tavicích míst kolem lokality *Sainte-Barbe* (LiDAR Conseils généraux d'Alsace, PAIR, 2007).

During the 15th c., the ore processing workshop illustrates the technical transition in the mining district of Sainte-Marie-aux-Mines from manual and dry sorting ore, with important losses, to a hydro-gravimetric processing. This technique is not an innovation, since it was used for centuries in other mining districts (Hrubý et al. 2012, Téreygeol 2014, Bailly-Maître 2019, Hrubý et al. 2019). But it reveals a local evolution of the chaîne opératoire linked to several parameters. Until the 15th c., ores were smelted on the slopes of the mountain, with no hydraulic ventilation. The siderite contained in the vein mineralisation and placed in the furnaces allowed for quite low smelting temperature (Le Carlier et al. 2010; Gauthier et al. 2015). Consequently, silver production could have been easily performed far

from rivers during centuries. From the 13th to the 16th c., an important evolution occurred, both documented by the installation of smelting spots along the rivers and by the arrival of hydro-gravimetric sorting. Indeed, miners then had the possibility to place pure ore into the furnaces, and siderite was no longer required to lower the temperature. For now, the reasons for this long and late modification in the smelting techniques are not known. They certainly involve a number of factors.

As for other areas on the Altenberg, the intense 16th c. activity erased most of the remains of previous occupations. The 18th c. resumption did not seemingly affect much of the Renaissance *Sainte-Barbe* vestige and the organisation of the site at the beginning of the early modern

period can be well understood. At this time, smelting did not appear to take place on site any longer, and ore processing seems to have been limited to the first part of the required operations. The chaîne opératoire was thus limited to the extraction of the ore and to a first sorting and calibrating phase. The supporting infrastructure had an important role, with a forge bearing out of the ordinary dimensions. Indeed, the surface of the workshop, the two hearths and their respective sizes as well as the estimated quantity of processed iron, rank the site among the largest known in such a mining context (Bailly-Maître 2000). It can be comparable to the forge excavated at the *Samson* mine, on the “Lorraine side”, in the 1980s by Jacques Grandemange (1990). However no comparison is possible for the ore storage hall. Nevertheless, the presence of these two infrastructures implies that they were dedicated to the *Sainte-Barbe* mine and surrounding exploitations. Unfortunately, scraps of mining chisels have not revealed any concession mark which could prove this point. The site could even be considered as a central point for several mines during the 16th c. It may also have work in association with other important site, such as *Berg Armo*, located 250 m south of *Sainte-Barbe* (90 m higher in altitude), where trials trenches revealed an important 16th c. ore processing installation.

CONCLUSION

It is challenging to investigate the medieval remains of the mining activity on the Altenberg. The global resumption during the 16th c. was so important that most of the sites were occupied over again, and consequently older relics were largely impacted, if not completely destroyed. The *Sainte-Barbe* site has provided a chance to investigate all the chronological phases of the exploitation, even though some are less preserved than others. The place is noteworthy for several reasons. First, its location is geographically central on the Altenberg. Secondly, the complete chaîne opératoire from mining to smelting is illustrated on site – with a particular focus on the evolution of ore processing techniques in the late Middle Ages. Finally, the significant size of the buildings for the 16th c. characterises *Sainte-Barbe* as a technical centre for several surrounding mines.

It should be kept in mind that only a part of the site was excavated. Further investigations could provide some insight on the real ore processing operations which were conducted and on the importance of the housing during the 16th c. The next archaeological campaigns will focus on the second half of the storage hall and on the medieval smelting slag heap. Studies on the smithing waste and artefacts and charcoals from the forge are currently ongoing. Another trail for further investigation would be underground; however this cannot presently be accessed by the *Sainte-Barbe* adit. However underground investigations are currently being led at a neighbouring mine, called *Saint-Martin/Giro*.

This mine is most probably connected with *Sainte-Barbe* and shows synchronous chronological phases with outside activities we have presented.

ACKNOWLEDGMENT

We sincerely thank the Association Spéléologique pour l'Etude et la Protection des Anciennes Mines (ASEPAM) in Sainte-Marie-aux-Mines, and *Sainte-Barbe* excavation team.

We are grateful to Joséphine Ras for the numerous improvements of the English.

We also would like to thank the two reviewers who were of great help in improving the paper.

REFERENCES

- BAILLY-MAÎTRE M.-CHR. (2000): Forges villageoises, forges minières: étude comparée – In: M. MOUSNIER (ed.), *L'artisan au village: Dans l'Europe médiévale et moderne*, Presses universitaires du Midi, Toulouse: 203–218. DOI: <https://doi.org/10.4000/books.pumi.24121>.
- BAILLY-MAÎTRE M.-CHR. (dir.) (2019): *L'entreprise minière de Brandes XI^e–XIV^e siècles*, Huez, Oisans (Isère), DARA, Lyon.
- FLUCK P. (2000): *Sainte-Marie-aux-Mines, les mines du rêve*, Éditions du Patrimoine Minier, Soultz.
- FLUCK P. (2012): *Les mines de Sainte-Marie à l'époque de la flambée: le document inespéré!* – *Cahier de la Société d'histoire du Val de Lièpvre*, 34: 23–40.
- GAUTHIER J., FLUCK P., DISSER A., CHÂTEAU C. (2015): *The Alsatian Altenberg: a seven-hundred-year laboratory for silver metallurgy.* – In: A. HAUPTMANN, D. MODARRESSI-TEHRANI (ed.), *Archaeometallurgy in Europe III, Der Anschnitt, Beiheft*, 26: 271–278. <https://hal.science/hal-03070457>
- GAUTHIER J. (2023): *L'atelier minéralurgique du carreau Sainte-Barbe à Sainte-Marie-aux-Mines: une transition technique explicite au cœur du xv^e siècle* – In: E. MEUNIER et al. (ed.), *Mines et métallurgies anciennes. Mélanges en l'honneur de Béatrice Cauuet*, Ausonius Editions, coll. DAN@ 9, Pessac, 315–320. DOI: <https://doi.org/10.46608/dana9.9782356135377.37>
- GEBHARDT A. et BLAISING J.-M. (2020): *Le liant en terre des murs en moellons dans l'habitat vernaculaire. Exemples des Vosges cristallines et des plaines calcaires de Lorraine et du Mâconnais* – *L'Architecture vernaculaire*, 44–45: online, visited on 2023/01/30. http://www.pierreseche.com/AV_2021_gebhardt.htm
- GEBHARDT A., CAMIZULI E., GAUTHIER J., POSZWA A., BARTIER D., GUILLEUX C., FLUCK P. (2019): *Approche interdisciplinaire d'un atelier minéralurgique du xv^e s. à Sainte-Marie aux-Mines (Haut-Rhin, France).* – Poster online, visited on 2023/01/30. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02265799>

- GRANDEMANGE J. et GRANDEMANGE Y. (1981): Rapport de prospection. – *Pierres et terre*, 27: 47–65.
- GRANDEMANGE J. et GRANDEMANGE Y. (1983): Mine du Val de Lièpvre, Sainte-Croix-aux-Mines, Sainte-Marie-aux-Mines, rapport de fouille (archaeological report).
- GRANDEMANGE J. (1990): Le Samson: ateliers et habitats d'une mine d'argent du XVI^e siècle. – *Pierres et terres*, 34: 117–120.
- HRUBÝ P., HEJHAL P., HOCH A., KOČÁR P., MALÝ K., MACHÁŇOVÁ L., PETR L., ŠTELCL J. (2012): Středověký úpravnický a hornický areál Cvilínek u Černova na Pelhřimovsku. – *Památky Archeologické*, 103: 339–418.
- HRUBÝ P., KOŠTÁL P., MALÝ K., TĚŠNOHLÍDEK J. (2019): Středověká úpravna rud u Kojedína na Českomoravské vrchovině: k poznání technologií produkce stříbra ve státě posledních Přemyslovců. – *Archaeologia historica*, 44(2): 949–981.
- MAHÉ-LE CARLIER C., PLOQUIN A., FLUCK P. (2010): Apport de la géochimie et de la pétrologie à la connaissance de la métallurgie primaire du plomb argentifère au Moyen Âge. Les exemples du Mont Lozère (Cévennes) et de *Pfaffenloch* (Vosges). – *ArchéoSciences*, 34: 159–176. DOI: <https://doi.org/10.4000/archeosciences.2728>
- TÉREYGEOL F. (2014): La préparation des minerais argentifères au haut Moyen Âge: le rôle de l'eau – In: *Du monde franc aux califats omeyyade et abbasside: extraction et produits des mines d'argent de Melle et de Jabali*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.

Study of the medieval mining tools at Castel-Minier, France, in the European context between the 14th and 15th centuries

Studie středověkých důlních nástrojů v Castel-Minier, Francie, v evropském kontextu mezi 14. a 15. stoletím

JEAN-CHARLES MÉAUDRE¹, FLORIAN TÉREYGEOL¹, MANON GOSSELIN¹, PHILIPPE DILLMANN¹

¹IRAMAT-LAPA, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, France, e-mail: jean-charles.meaudre@cea.fr

Abstract: Castel-Minier, located in the French Pyrenees, was a polymetallic production site where silver, lead and copper using ores extracted on-site and from neighbouring valleys were produced by metallurgists from the 13th to 15th centuries. Through necessity and opportunism, they also produced iron for export and on-site use. The archaeological excavations carried out over the last twenty years have brought to light a series of tools associated with mining, including chisels, which are emblematic tools of miners. These chisels represent rare specimens in Western Europe for this period and are the only ones discovered in the French Pyrenees. We describe these discoveries and then focus on the chisels to highlight the durability and variability of the manufacturing methods of these tools. Indeed, different skills have been used on the site.

Abstrakt: Castel-Minier, situovaný ve francouzských Pyrenejích, byl polymetalické výrobní místo, kde hutníci vyráběli stříbro, olovo a měď za použití rud vytěžených na místě a ze sousedních údolí od 13. do 15. století. Z nutnosti a oportunismu také vyráběli železo na vývoz i místní použití. Archeologické vykopávky provedené během posledních dvaceti let přinesly na světlo řadu nástrojů spojených s těžbou, včetně dlát jako emblematických nástrojů horníků. Tato dláta jsou exempláře pro toto období vzácné v Západní Evropě a jsou jediné objevené ve francouzských Pyrenejích. Tyto objevy popisujeme, pak se na tato dláta zaměříme a zabýváme se odolností a variabilitou výrobních metod těchto nástrojů. Skutečně byly na tomto místě využívány různé rutiny.

Keywords: Castel-Minier, chisel, galena, iron metallurgy, mine, non-ferrous metallurgy

INTRODUCTION

Castel-Minier was a polymetallic production site situated in the Viscounty of Couserans in the French Pyrenees and isolated in a valley four kilometres upstream from the village of Aulus-les-Bains. From the 13th to 15th centuries, metallurgists produced silver, lead and copper from ores extracted on-site and from neighbouring valleys. Through necessity and opportunism, they also produced iron, using ore extracted from the Rancié mine located in a nearby valley under the control of the Count of Foix. Iron ore crossed the boundaries, despite the historic opposition between the Counties of Foix and Comminges on which the Viscounty of Couserans depended. In 1347–1348, Gaston Count of Foix, the community of Sem and the Viscount of Couserans signed an exchange agreement (Verna 2002, 125). This agreement ratified an exchange of iron ore from Vicdessos (Rancié mine) delivered to the Couserans in exchange for the right to produce charcoal in the forests of the viscounty. Moreover, the archaeometric study conducted confirmed that ore from Rancié was used at Castel-Minier (Leroy 2012).

The main ore extracted at Castel-Minier was galena, a lead ore containing silver. The Castel-Minier site was also characterised by the presence of a group of ores without commercial value such as sphalerite (ZnS). The main host rocks surrounding these ores were schist, a soft rock, as well as dolomite and quartz. Medieval miners

excavated schists with tools and used fire settings for dolomite and quartz. Thus, miners in Castel-Minier used chisels, picks, wedges and hammers. The archaeological excavations carried out over the last 20 years have brought to light a series of tools associated with mining activity, including chisels (Fig. 30 and Fig. 31). These chisels constitute rare specimens in Western Europe for this period and the only ones discovered in the French Pyrenees. We describe these discoveries and focus on the chisels, the miner's emblematic tools. We aim to highlight the persistence and variability of the manufacturing methods of these tools.

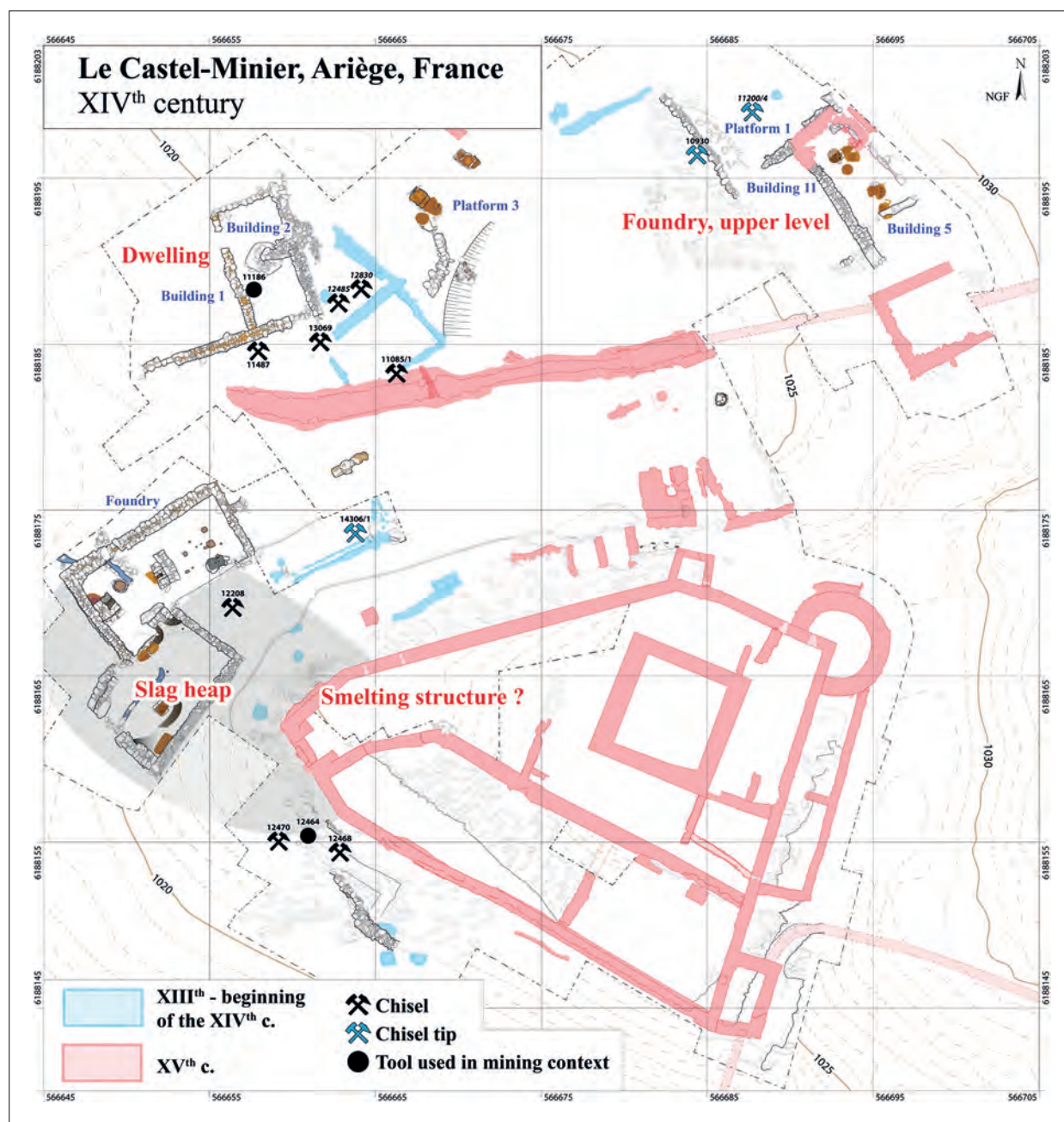


Fig. 1. Location of Castel-Minier and view of the valley.
Obr. 1. Místo Castel-Minier a pohled do údolí.

The 14th century

The layers dated to the 14th century revealed workshops associated with non-ferrous or ferrous metallurgy, as well as dwellings (Fig. 2). These strata yielded eight chisels, three pointed fragments (pre-prepared or broken-off tips), one hoe and one wedge (Fig. 3 to 5). We discovered two pointed fragments in the upper part of the site (foundry, upper level) (Fig. 3/5–6). These items have a square cross-section of 22 mm. The hoe was associated with a dwelling and is 18 cm long and 9 cm wide. The eye of the hoe has not been preserved (Fig. 5/1). Hoes were primarily used by miners to excavate waste from mines. This can be connected to two finds from

the Altenberg in Westphalia. These similar-sized hoes date to the 13th century (Dahm et al. 1998, Tafel 62. 19/20). We also found five chisels in this area: two worn, two re-forged and one broken (Figure 4) and additionally an 11 cm long wedge in the slag heap area (Fig. 5/2). Similar examples come from the French Alps at Brandes (12th–14th centuries) (Bailly-Maitre, Bruno-Dupraz 1994, 66–67 and Figures 38-39, Bailly-Maire 2019, 132 and figure 107/D). The slag heap was associated with a smelting structure destroyed during the construction of the castle in the late 14th century. We discovered three chisels in this area, including the strongly deformed chisel CL12470 and one pointed fragment (Figure 3/1-4).



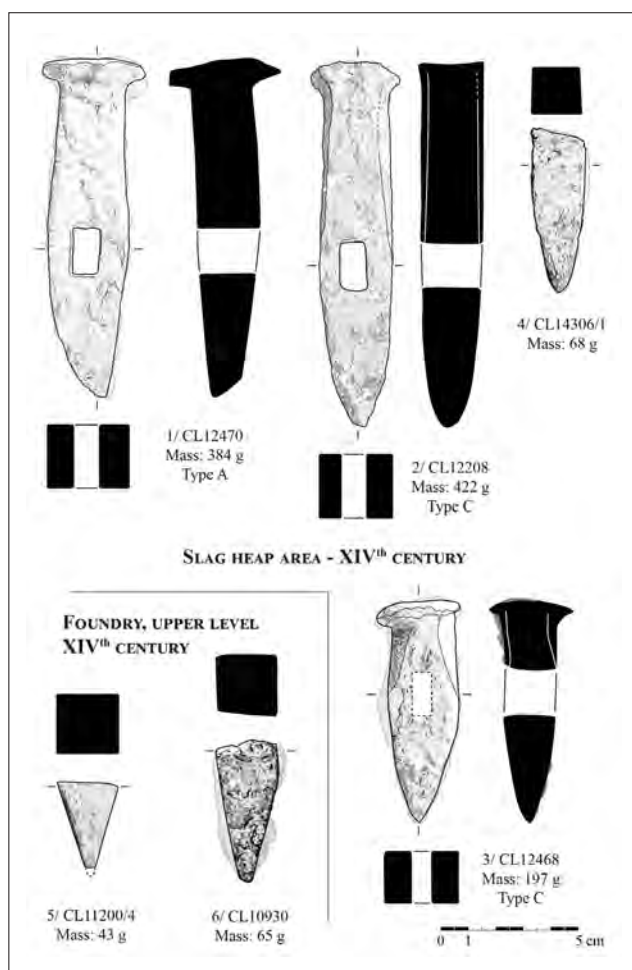


Fig. 3. Castel-Minier, chisels and tips dated to the 14th century.
Obr. 3. Castel-Minier, dláta a hroty datované do 14. století.

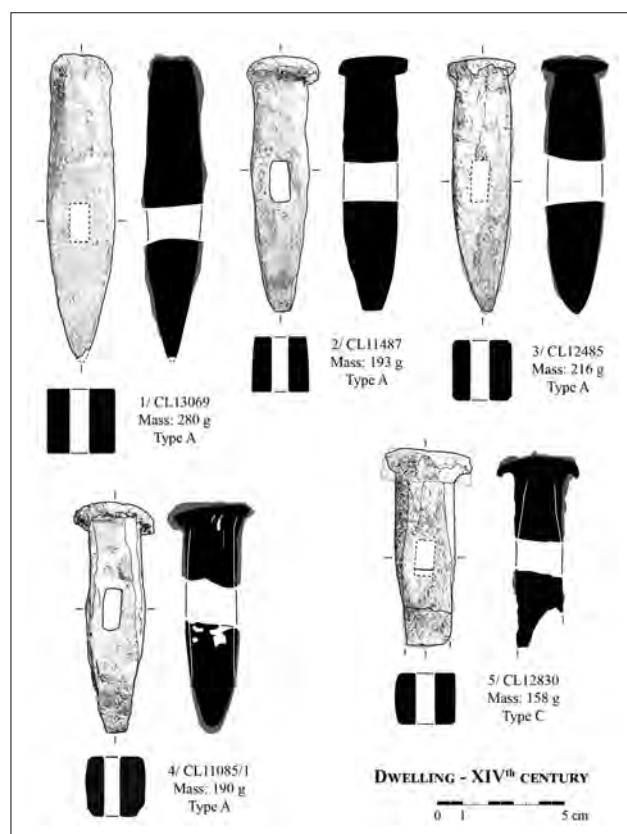


Fig. 4. Castel-Minier, chisels from the dwelling dated to the 14th century.
Obr. 4. Castel-Minier, dláta z obydlí datovaná do 14. století.

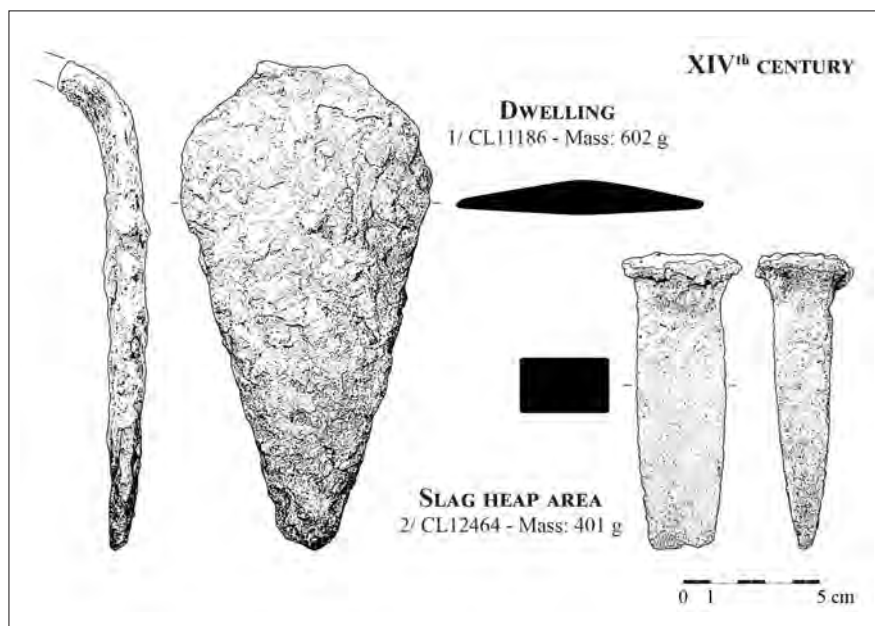


Fig. 5. Castel-Minier, tools dated to the 14th century.
Obr. 5. Castel-Minier, nástroje datované do 14. století.

The 15th century

The 15th century is characterised by the presence of a castrum (Fig. 6). The construction of the castrum followed the takeover of the site by the Viscount of Couserans where a dwelling and a foundry coexisted. Additionally, they established an assayer's workshop to the north of Castel-Minier. Metallurgists intensified iron production with the implementation of a new smelting furnace and a water-powered hammer. All the layers dated to the 15th century yielded many more items, including chisels, pointed fragments (pre-prepared or broken-off tips), chisel scraps, tools used in a mining context (such as a pincers, a miner's lamp, a sledgehammer and axes), as well as some hardware, chain links and a wooden trough.

Les Ouels mining area is located in front of Castel-Minier (Fig. 1). The discoveries made in this area date from its last period of exploitation, i.e. from the second half of the 15th century. We can divide the discoveries made in this area into two groups. The first group includes finds from the

dewatering gallery, which was only connected to the mining network during the modern exploitation attempt (1864–1867) (Téreygeol 2015, 26). Among the twenty-six chisels found in this gallery, one notable set stands out: nine concretion chisels (Fig. 7 and 8). These tools, ready for use, constituted a batch, as shown by their positioning and the remains of the leather used to bind them. Although probably incomplete, this batch corresponds to the daily consumption of a miner. A comparison can be made with the Pampailly mine located in France (Rhône). The mine regulations published in 1455 set the daily consumption of chisels for a miner at twelve (Benoit 1997, 59). The Kutná Hora Hymn Book (1490) also shows a miner with a set of tools tied around his waist.

We found only two handle fragments associated with the chisels, and these were made of wood. However, it is impossible to determine the size and type of wood. The mines also yielded several waterlogged wooden tool handles but, unfortunately, it is impossible to link them to any particular type of tool.

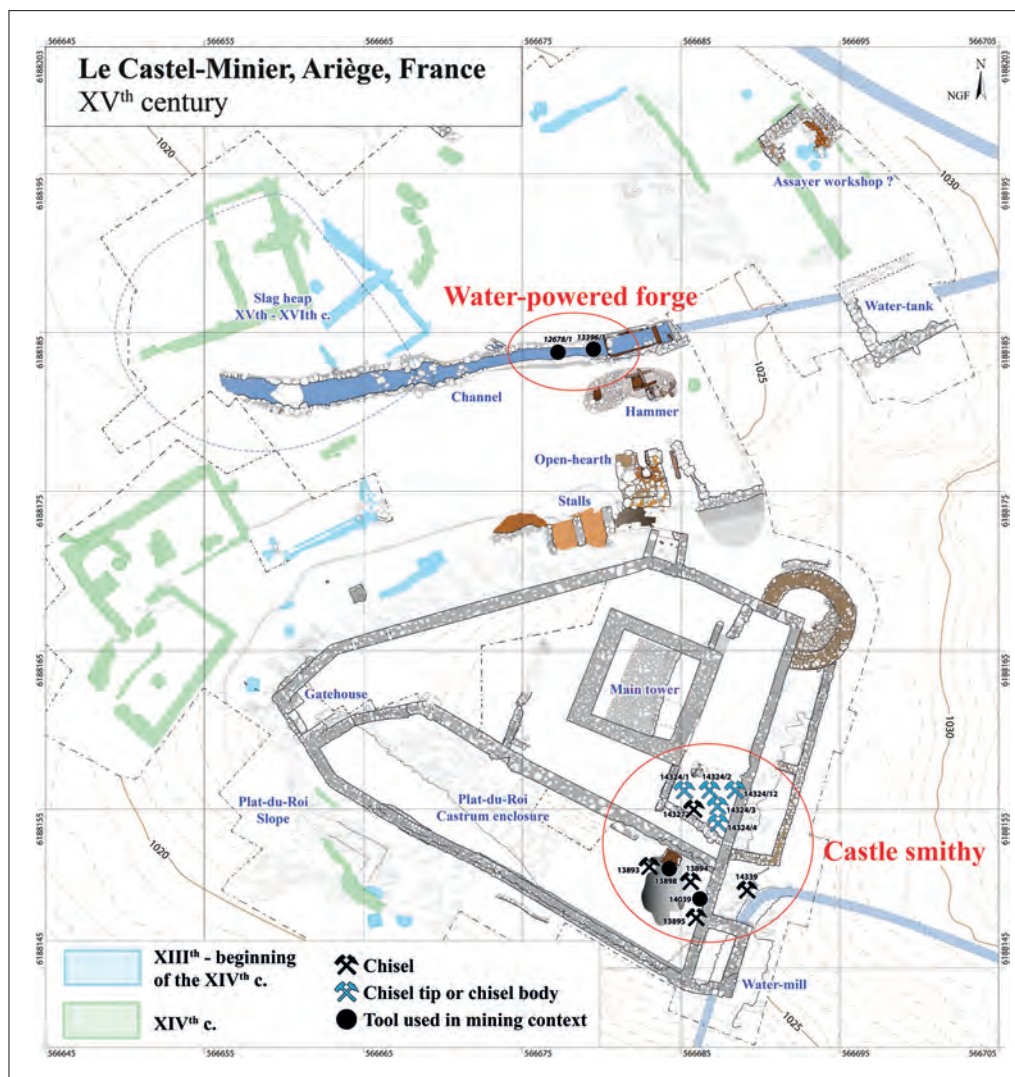


Fig. 6. Castel-Minier, structures dated to the 15th century.
Obr. 6. Castel-Minier, stavby datované do 15. století.

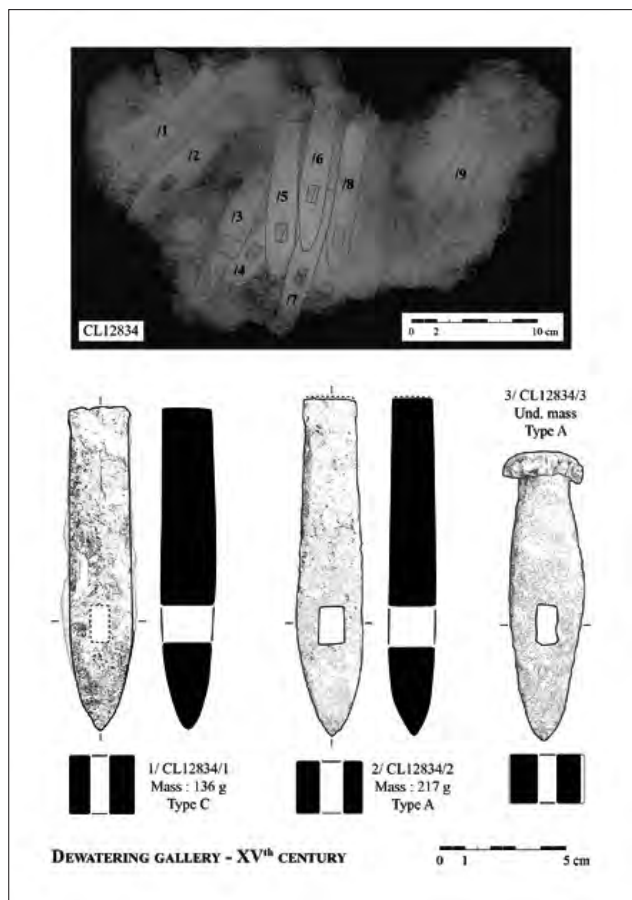


Fig. 7. Les Ouels, chisels from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 7. Les Ouels, dláta z odvodňovací štoly, 15. století.

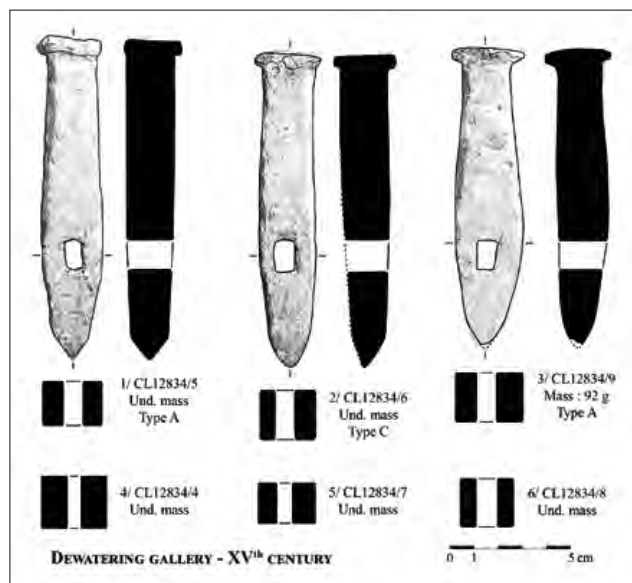


Fig. 8. Les Ouels, chisels from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 8. Les Ouels, dláta z odvodňovací štoly, 15. století.

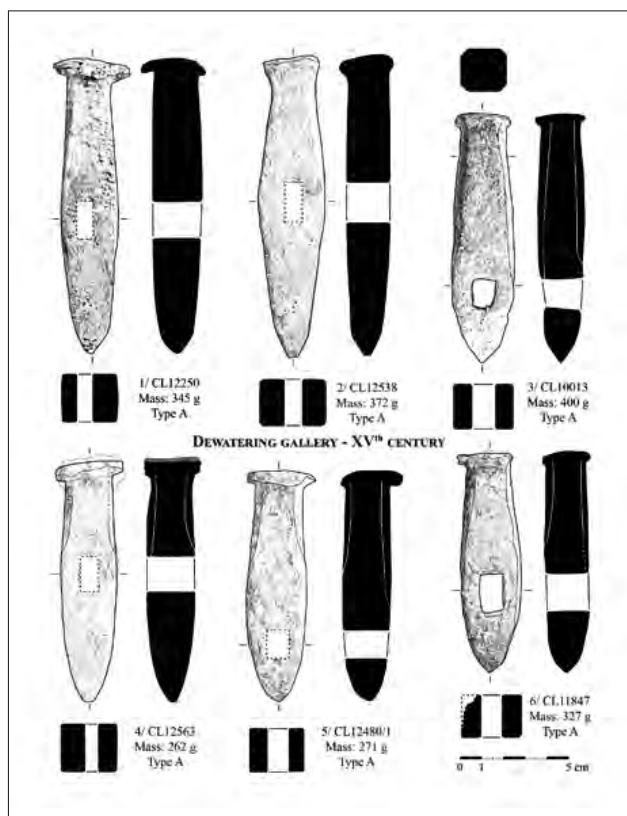


Fig. 9. Les Ouels, chisels from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 9. Les Ouels, dláta z odvodňovací štoly, 15. století.

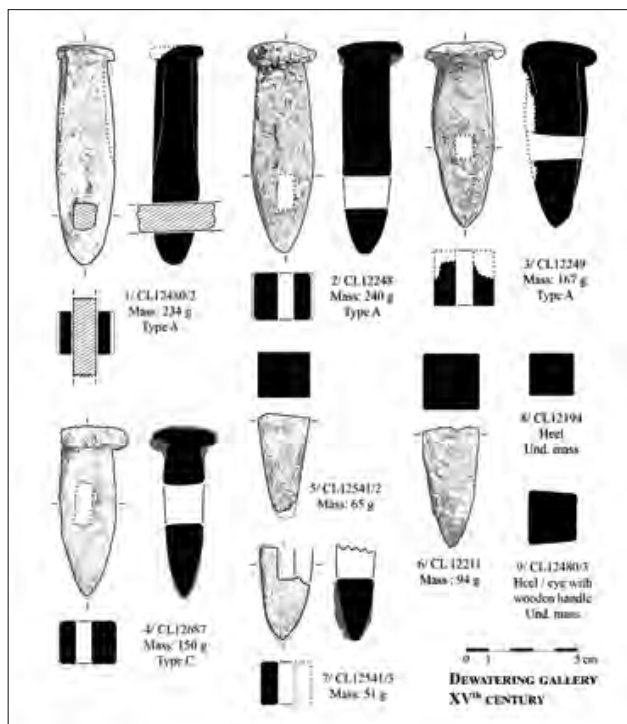


Fig. 10. Les Ouels, chisels from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 10. Les Ouels, dláta z odvodňovací štoly, 15. století.

We also found two picks in the dewatering gallery (Fig. 11). However, compared to the chisels discovered at Castel-Minier, this tool is under-represented. The use of picks can be seen in the details of the Freiburg im Breisgau miner's stained-glass window (1320–1330) (Goldenberg, Frölich 2006, 8). One of the picks has two tips (Fig. 11/1), while the other only shows a worn one (Fig. 11/2). A third pick discovered in the slag heap area could be added, although this tool is difficult to interpret.

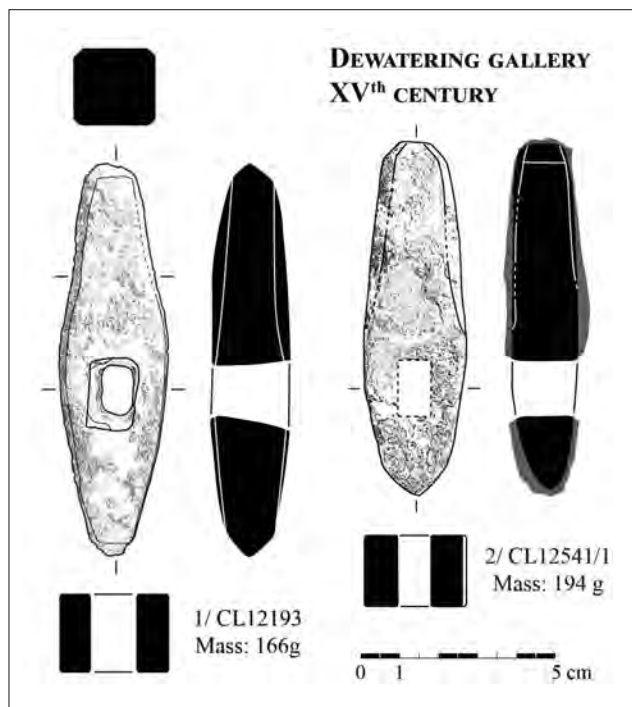


Fig. 11. Les Ouels, picks from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 11. Les Ouels, krumpáče z odvodňovací štoly, 15. století.

An ore trough was also uncovered in the dewatering gallery (Fig. 12), which is a monoxyle trough, 44 cm long and 22 cm wide. Two quadrangular holes are visible, indicating probable repairs. We estimate that the complete object was 61 cm long, 22 cm wide and 10 cm high. Agricola (1556a, VI, 121) mentioned a length of 2 feet and a width of 1 foot for a small trough (*alveus minor*), which closely corresponds to the object found at Les Ouels. Miners used this trough to take ore out of the underground as can be seen in the Kutná Hora Hymn Book. The preserved end has a fold in the upper part with a lower bulge to improve the hand grip. This grip bulge is not shown in Agricola's illustration, which emphasises the monoxyletic nature and coarse size of the object. The trough is one of the oldest known examples and the only one found in the Pyrenees.

The second group includes two adits. Adit +21 served as a means of circulation for the miners. We discovered hardware elements, namely nails, pins, flat bars and an angle iron associated with pincers (Fig. 13). These elements, some of which were found in situ, bear witness to the use of iron for

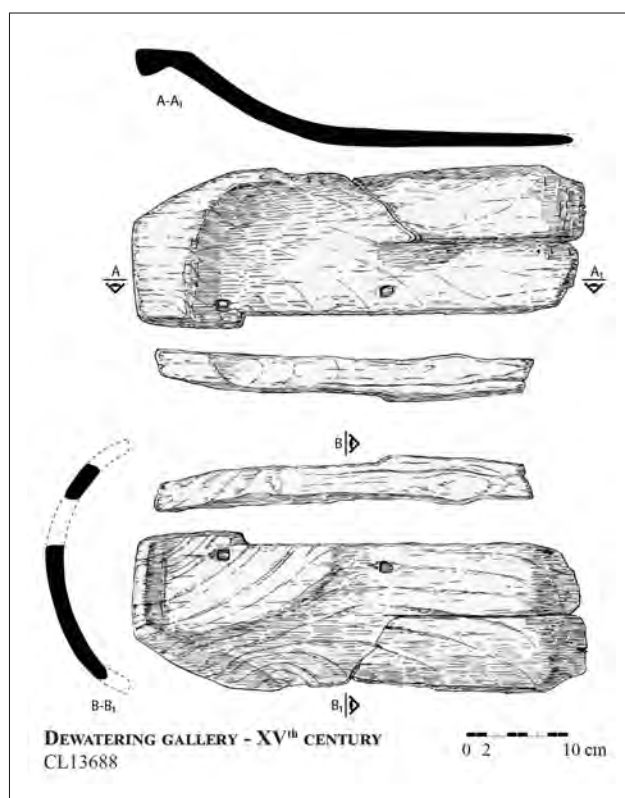


Fig. 12. Les Ouels, a wooden trough from the dewatering gallery, 15th century.
Obr. 12. Les Ouels, dřevěné koryto z odvodňovací štoly, 15. století.



Fig. 13. Les Ouels, pincers from Adit +21, 15th century.
Obr. 13. Les Ouels, kleště ze štoly +21, 15. století.

mining carpentry. Despite the heavy concretion, it was possible to determine the shape of these pincers. It is a 22 cm long tool with jaws with a cross-section of 17×3 mm and levers with a diameter of 9 mm. We found similar hardware in Adit+19, with the addition of chain links (Fig. 14). These items are associated with a lifting device for dewatering. Two timbers, still joined with a flat iron, are probably part of this lifting device (Fig. 15). We found another element probably related to this device (CL12657), which is an 18 cm long, 4 cm wide (at most) and 1 cm thick trapezoidal flat piece. The piece has two square holes and is welded to another piece, which is 25 cm long, 4 cm wide and 2.5 cm thick. These two elements are connected at an angle of about 50 degrees, making their function enigmatic.

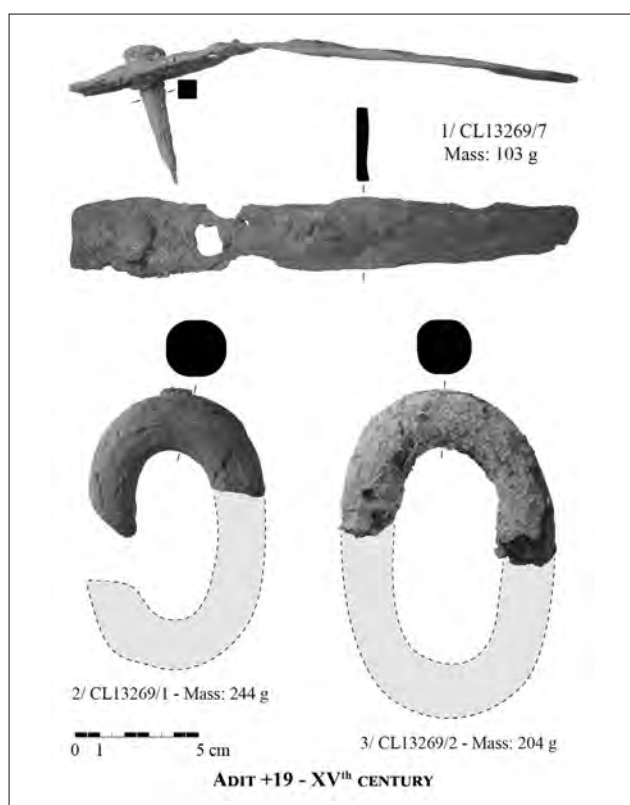


Fig. 14. Les Ouels, hardware from Adit +19, 15th century.
Obr. 14. Les Ouels, technické vybavení ze štoly +19, 15. století.

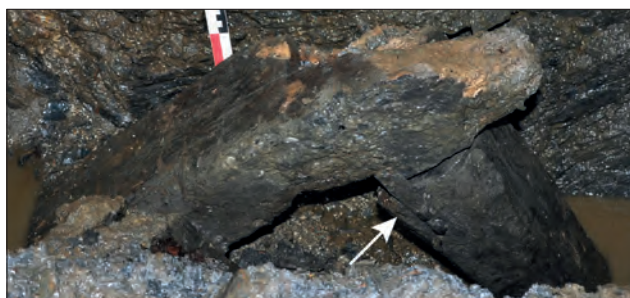


Fig. 15. Les Ouels, timbers joined with a flat iron from Adit +19, 15th century.
Obr. 15. Les Ouels, dřeva spojená s plochým železem ze štoly +19, 15. století.

Metallographic examinations were performed on the fragments of a hook and a ring with a circular cross-section (Gosselin 2021, I, 402–412 and II, 272–276). Their respective diameters are 25 and 20 mm, similar to the same type of circular cross-section produced at Castel-Minier. Their nature and method of shaping are also similar. The metal consists of an alternation of carburised and ferritic zones and was shaped by the gradual folding and hammering of a flat piece of iron.

We also discovered on the surface workshops, specifically in the water-powered forge raceway, further evidence of carpentry work: two pieces of axes (*marlana ferri*) (Fig. 16). The metallographic analysis of the small fragment reveals longitudinal-axis welding of two types of steel (Gosselin 2021, I, 412 and II, 270–271).

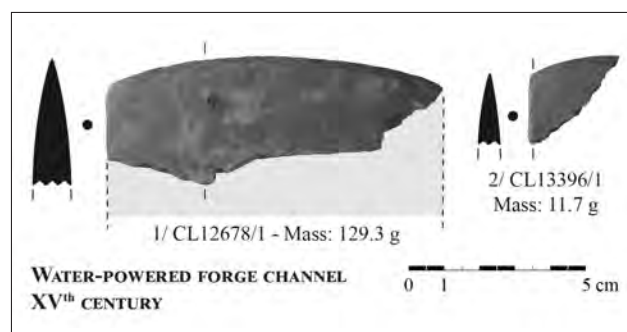


Fig. 16. Pieces of axes from the water-powered forge channel, 15th century.
Obr. 16. Kusy seker z kanálu vodou poháněné kovárny, 15. století.

During excavations of the castrum, we uncovered a set of five re-forged or broken chisels (Fig. 17), three tips (pre-prepared or broken off) and two scraps of square-section bars (Fig. 18). This set is evidence of the presence of a smithy dedicated to mining activities inside the castle foundry. The discovery of a sledgehammer also supports the existence of a blacksmith's smithy (Fig. 19/2). The discovery of a miner's lamp reinforces the connection with the mining activity (Fig. 19/1). This was a tallow lamp similar to discoveries made in Brandes in the Alps and Saint-Laurent-le-Minier located in Le Massif Central (Bailly Maitre 2019, 136–137).

The chisels found in the castle smithy are particularly intriguing (Fig. 17). One of the tools, larger than usual, has a potential rectangular maker's mark (Fig. 17/1). However, this is far less sophisticated compared to the marks visible on tools found in Bohemia-Moravia (Hrazdil et al. 2007, Fig. 14) and in Samson (1542–1610) (Sainte-Croix-aux-Mines, Haut-Rhin) (Conin et al. 1995, 376–377, fig. 10). Another tool, although hugely deformed, is characterised by its small size (Fig. 17/3). These two items represent the upper and lower limits of our corpus in terms of the basic forms encountered. One chisel shows a welded sheet on the heel, a probable but difficult-to-understand repair attempt (Fig. 17/2). This tool also has a potential circular maker's mark. Finally, one chisel is distinguished by

a break at the heel (Fig. 17/4) rather than the usual locations such as the eye or the tip (Fig. 17/5). The break of CL13893 is the probable consequence of a forging defect. We also discovered three tips (Fig. 18/3-5) and distinguishing between pre-prepared and broken-off tips remains challenging.

The presence of two scrap bars (Fig. 18/1-2), which have a cross-section similar to the chisels (20×20 mm) highlights a production dedicated to mining. Among more than 50 kg of by-products found in the 15th-century water-powered forge raceway, no by-products with this type of square cross-section were discovered. This specific production does not match the production of the forge for export. In contrast, the flat bars, pins and round bars (used for chain links) associated with mining, are similar to those produced at Castel-Minier. These discoveries reinforce the evidence of internal use of some of the products intended for export. A smithy intended for mining tools would thus exist within the foundry, operating alongside while a water-powered hammer.

Focus on the chisels

An interesting question is whether the thirty-eight chisels found in Castel-Minier indicate an evolution in forging practices. First, we will examine their typology, which refers to the shape, followed by their metrology. Finally, based on the results of the metallographic examinations, we will consider how these tools were shaped.

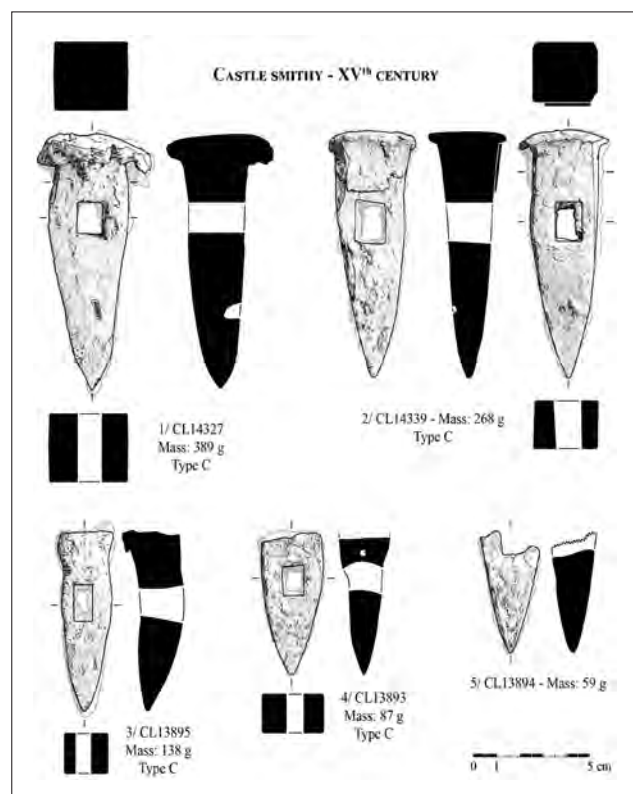


Fig. 17. Castel-Minier, chisels from the castle smithy, 15th century.
Obr. 17. Castel-Minier, dláta ze zámecké kovárny, 15. století.

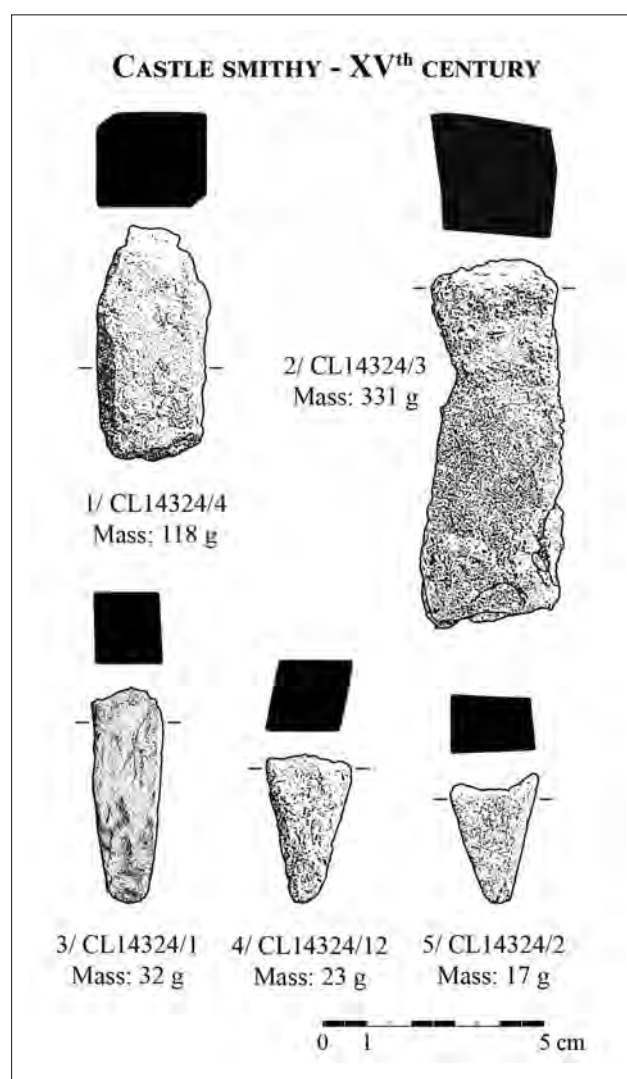


Fig. 18. Castel-Minier, scrap bars and tips from the castle smithy, 15th century.
Obr. 18. Castel-Minier, fragmenty tabulí scrap bars a hrotů ze zámecké kovárny, 15. století.

Fifteen years ago, Jan Luna and David Zimola presented a study on mining tools from the central part of the Bohemian-Moravian Highlands during the *Stříbrná Jihlava 2007* colloquium (Luna et Zimola 2007, 306). They created a typology based on 108 chisels. The first type, A, is the most common with one hundred tools. These tools were characterised by an ovoid shape with a bulge at the eye of the tool, similar to the tools described by Agricola (Agricola 1556a, VI, 114–115). Eight others were classified as type B, characterised by a triangular shape. In the same year, another study appeared that focused on forty-two tools from the Bohemian-Moravian Highlands, some of which had a straight body (Hrazdil et al. 2007, for example, 284, fig. 1/59). We referred to this form as type C. We utilised this typology to classify the chisels from Castel-Minier and two characteristics made the classification possible. The first is the ratio between the widths at the eye (Y2) and at the heel (Y1) (Fig. 20). If

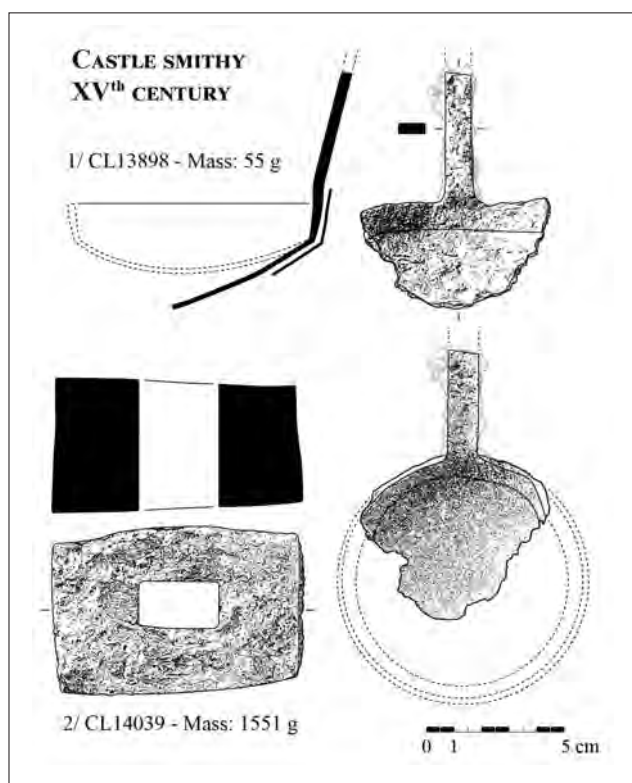


Fig. 19. Castel-Minier, mining tools from the castle smithy, 15th century.
Obr. 19. Castel-Minier, důlní nástroje ze zámecké kovárny, 15. století.

$Y2/Y1$ is higher than 1.1, we considered the chisel to be ovoid-shaped, thus corresponding to type A. If $Y2/Y1$ is lower than or equal to 1.1, we considered the tool to have a straight shape corresponding to type C. This difference in shape is significant because it assumes an additional step in forging. The easiest method for a craftsman is to shape a straight bar. The smith first hammered the bar to achieve the correct cross-section and then sliced this bar to the appropriate length. The next step of the forging process was shaping the tip as mentioned below. The last step was to make the eye using a punch. During the opening of the eye, the metal was pushed to the sides, giving the characteristic ovoid shape of type A. To produce type C, the smith left the punch in place and hammered the bulb formed around the eye. The smith could then make then final quench.

Following this typology, we classified the chisels from Castel-Minier into two families: type A and type C. Of the thirty-eight chisels uncovered, eighteen belong to family A while eleven belong to family C (Fig. 21). Family A, which was easier to forge, was the most common, accounting for around 60 % of the total. The distribution between these two families remained identical for two centuries, reflecting the coexistence of two technical cultures on the Castel-Minier site throughout its history.

Another notable feature we observed was the presence of chamfers between the eye and heel, typically four, sometimes only two. The presence of this chamfer is unusual

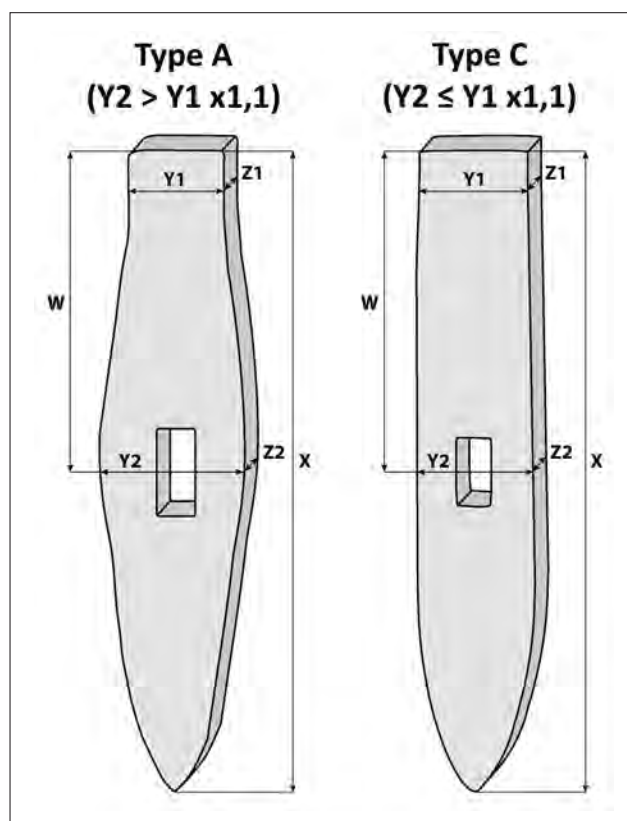


Fig. 20. Typology and measurements of chisels.
Obr. 20. Typologie a míry dlát.

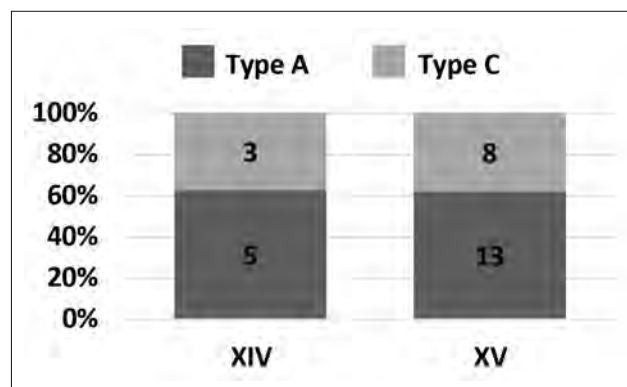


Fig. 21. Typology of chisels.
Obr. 21. Typologie dlát.

in this type of tool. It is likely a shaping mark specific to individual smiths. The two picks found in the dewatering gallery also share this characteristic. The proportion of bevelled chisels decreased by about 20 % in the 15th century, from 57 % to 33 %. However, the proportion remained similar for both types (Fig. 22). Thus, the combination of these two parameters shows that there was no apparent trend. Consequently, we can conclude that the bevelling of chisels was a technical choice made by individual blacksmiths and not the result of chronological evolution.

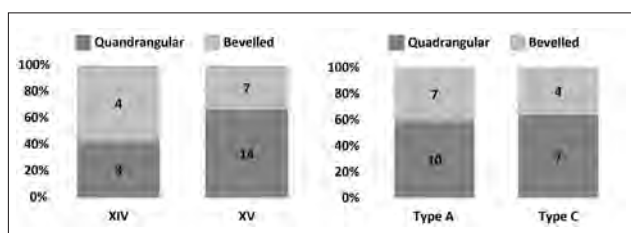


Fig. 22. Distribution of chisels according to the presence of a chamfer.
Obr. 22. Distribuce dlát podle přítomnosti úkosu.

Concerning their dimensions, the sections of heels (Y1-Z1) are consistently square and usually around 20 mm on each side, although their width (Y1) exceeds their thickness (Z1) by an average of 2 mm. There was no change in this trend over time (Fig. 23 left), although type C generally exhibits a heel whose width exceeds its thickness by 3 mm, while in the case of type A, this difference was only 1 mm (Fig. 23 right). The greater thickness of chisel CL14339 (24.5 mm) is due to the sheet metal welded on its surface (Figure 17/2). Thus, only the dimensions of chisel CL14327 are truly above average, with a width of 32 mm and a thickness of 27 mm (Fig. 17/1). Tool

CL12687 is characterised by a width-to-thickness ratio of 1.5 (23×15 mm) (Fig. 10/4).

We observed the total length (X) remains consistent at around 110 mm regardless of the period (Figure 24). However, since the total length of these tools is not a significant factor due to wear, we took into account the length between the eye and the heel (W). There was a slight increase in the 15th century, around 15 mm. Considering that chisels from this century showed more wear, we can conclude that the overall size of chisels increased by more than 30 mm between the 14th and the 15th centuries. A similar increase was observed in the two previously described studies on the Bohemian-Moravian Highlands (Luna et Zimola 2007, Hrazdil et al. 2007). Additionally, it is noteworthy that a constant thickness of about 20 mm was observed between the 13th and 16th centuries.

If we exclude the chisels with a very strong heel crush, such as CL14327 (Fig. 17/1), or heavily worn tips (CL12480/1, Fig. 9/5 and CL12480/2, Fig. 10/1), the average W/X ratio is 0.6. Seven chisels even have a ratio of 0.5 (Fig. 25), indicating relatively balanced chisels. Although our corpus predates *De Re Metallica*, the parallel is

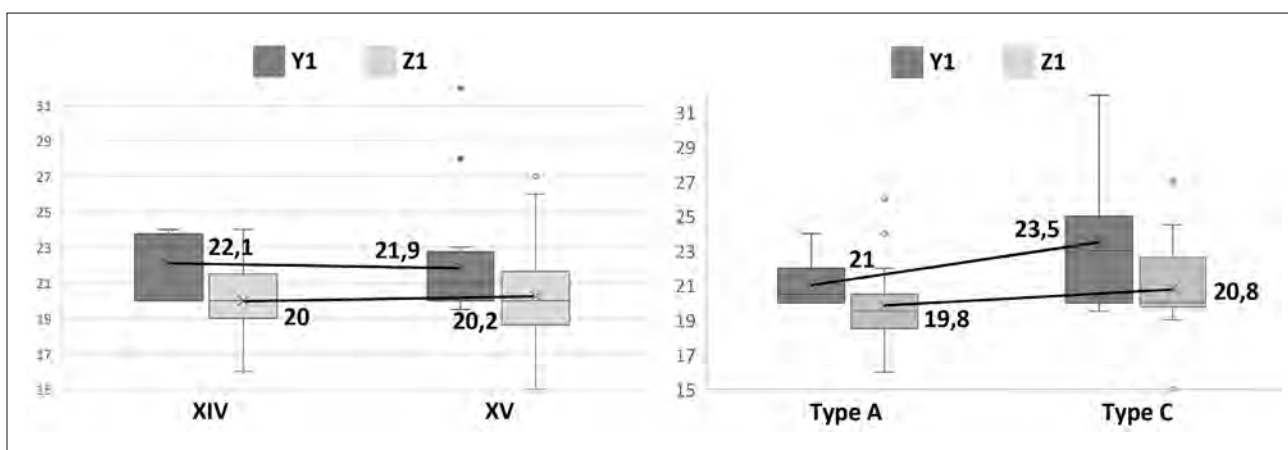


Fig. 23. Sections of heels (Y1-Z1).
Obr. 23. Části pat (Y1-Z1).

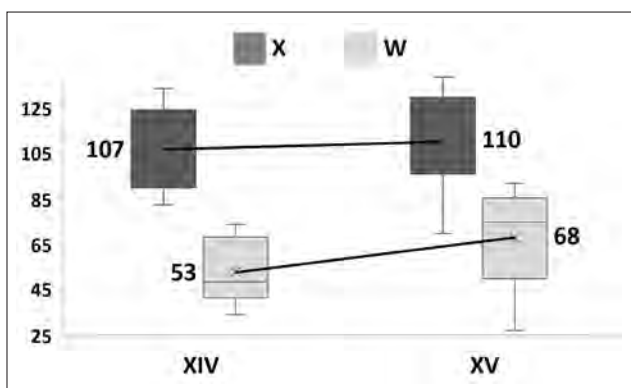


Fig. 24. To the left, total length (X) and length heel-eye (W).
Obr. 24. Vlevo: celková délka (X) a délka od paty k čepci (W).

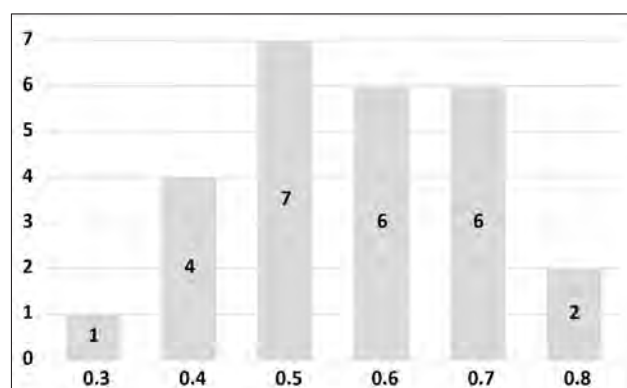


Fig. 25. Ratio W/X (14th-15th centuries).
Obr. 25. Poměr W/X (14.-15. století).

instructive. This position of the eye contradicts the descriptions made by Agricola. The chisels described in book VI have an eye closer to the heel than to the tip, with a W/X value close to 0.4 (Agricola 1556a, VI, 114–115, Guillot et al. 1995, 510). We can explain this difference by the wear on our tools. By applying this ratio of 0.4, the maximum projected length is then 22 cm (CL12834/2, CL12834/5 and CL12834/8: $9 \text{ cm} \times 2.5$).

Agricola defines three basic forms of chisels, each designed for specific uses: for daily use, for „shattering the hardest veins“, and for „digging the bottoms of those shafts which slowly accumulate water“ (Agricola 1556b, VI, 150). The first and second forms have the same cross-section, but the second one is twice as long. The third form has the same length as the second one, but a larger cross-section. Given the wear and tear on the tools, it is impossible to categorise our corpus in this way. Nevertheless, observing the cross-sections and assuming that the back part of the tool is less worn than the tip, it appears that there were different tool sizes at Castel-Minier. There are tools with a cross-section of 20 mm and a length of over 20 cm. On the other hand, tools of lesser length with variable cross-sections, but still around 20 mm, form the majority.

Measurement of the eye is often difficult due to the corrosion still present on the surface of many tools. On average, chisel eyes are 15 mm long and 8 mm wide. However, these measurements are not representative due to a large fluctuation in the length/width ratio. These elements exhibit great variability, ranging from square (CL14327) to rectangular holes (CL12485, length $3 \times$ width). No trend in eye shape or size is apparent regardless of the type or period.

Metallographic studies

We conducted metallographic examinations on ten chisels: nine complete and one tip (Gosselin 2021, Leroy 2010). The distribution of these tools was identical across the 14th and 15th centuries. Among the nine complete tools, four belong to Family A and five to Family C. All eight identifiable tips consist of quenched steel, but the nature of the bodies varies. Five chisels have a body made of ferritic-pearlitic steel and four have a heterogeneous material composed of

a mixture of steel and ferritic iron (Fig. 26 left). There is wide variability in the way the chisels were provided with their tips; we identified three types: one-piece forged chisels and those with butt welded-on and cleft welded-in tips (Fig. 26 right and 27).

Regardless of the period, we did not observe any significant changes in the nature of the bodies or the methods used to provide them with steel tips (Fig. 26). The absence of cleft welded-in tips in the 14th century is not significant, as three techniques for eight identifiable pieces make any interpretation hazardous. Nevertheless, it is interesting to compare them with five chisels discovered at Pampailly and dated to the 15th century (Benoit 1997, 60–63, Guillot et al. 1995, Gosselin 2021, 468–470). The metallographic studies revealed only one technique: cleft welded-in tips. Additionally, comparing the nature of the bodies or the assembly methods (how the chisels were provided with steel tips) according to their typology does not reveal anything significant (Fig. 28). The distribution of different materials and assembly methods is similar within types A and C. The existence of the two types of chisels is linked to the concomitance of different skills and does not reflect any adaptation to the raw material.

We also found several examples of repairs. Chisel CL13895 has three successive welds, indicative of a repair (Fig. 29). Tool CL14339, as mentioned earlier, has a plate welded onto the heel (Fig. 17/2). It is important to note that these chisels are associated with the castle smithy (Fig. 6). These repairs, along with the advanced degree of wear on many of the chisels (tip wear and heel crush), provide evidence of the attention paid to these tools. They were re-forged and repaired to extend their lifespan as much as possible.

Conclusion

Two notable observations emerge from this study. First, apart from chisels and picks, the metal furniture associated with mining is similar to the other pieces found at Castel-Minier. It is not a specific production but part of a broader production intended for export or on-site use. Everything indicates that the smiths also produced chisels using iron produced on-site. Provenance analysis confirms that chisel

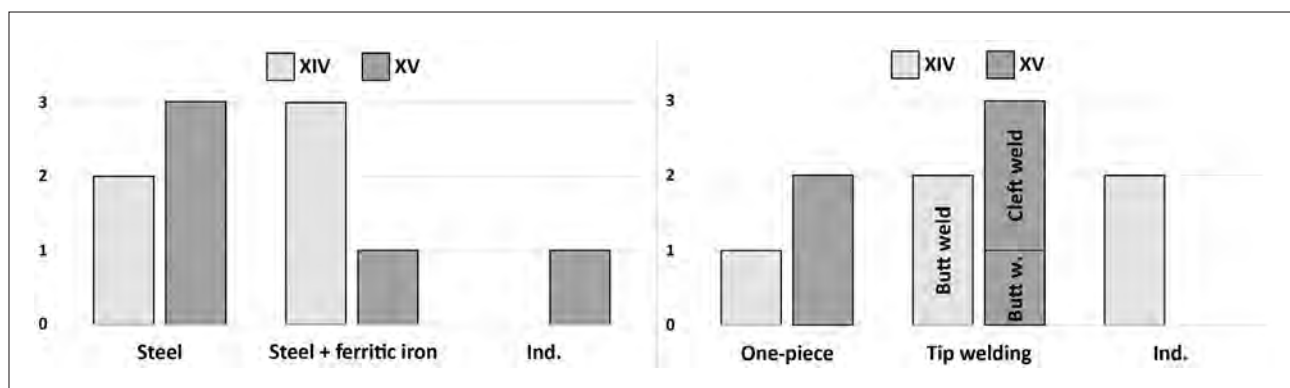


Fig. 26. Left, nature of bodies, right, assembly of tips according to the period.
Obr. 26. Vlevo: druh těles, vpravo: montáže hrotů podle období.

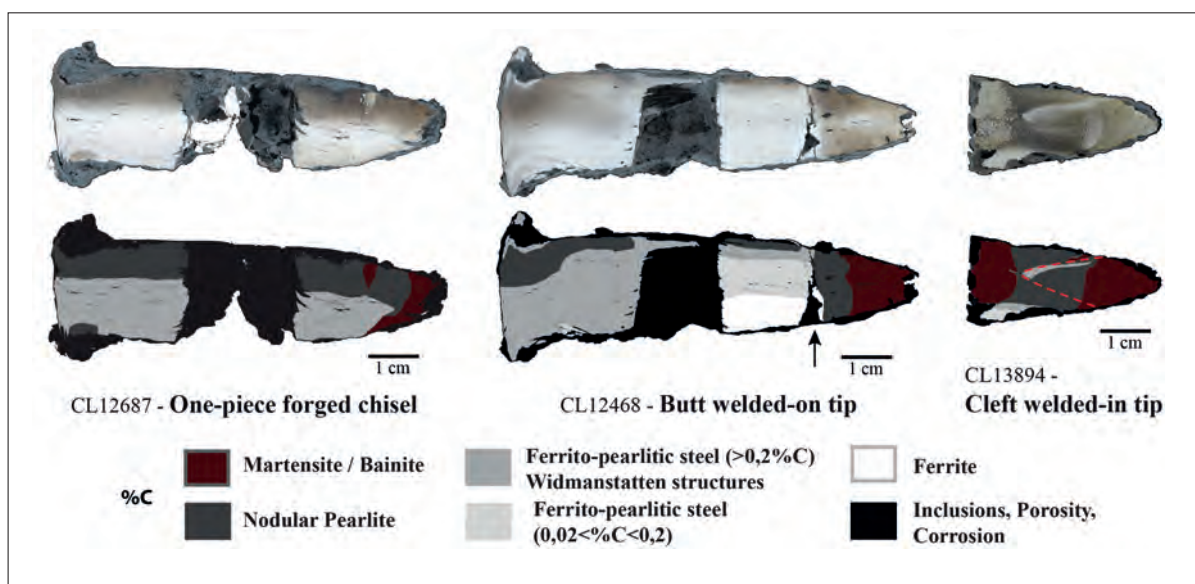


Fig. 27. Metallographic studies showing the three assembly types.
Obr. 27. Metalografické studie ukazující tři typy montáže.

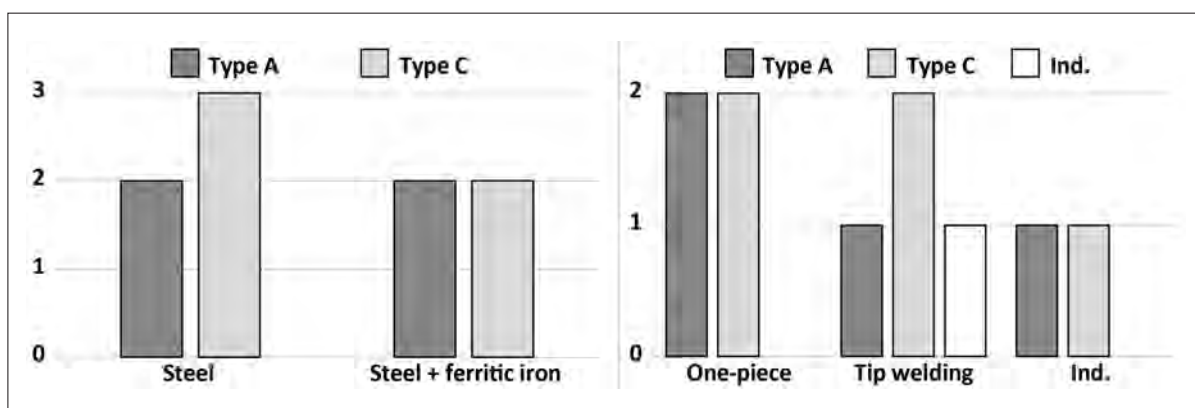


Fig. 28. Left, nature of bodies, right, assembly of tips according to typology.
Obr. 28. Vlevo: druh těles, vpravo: montáž hrotů podle typologie.

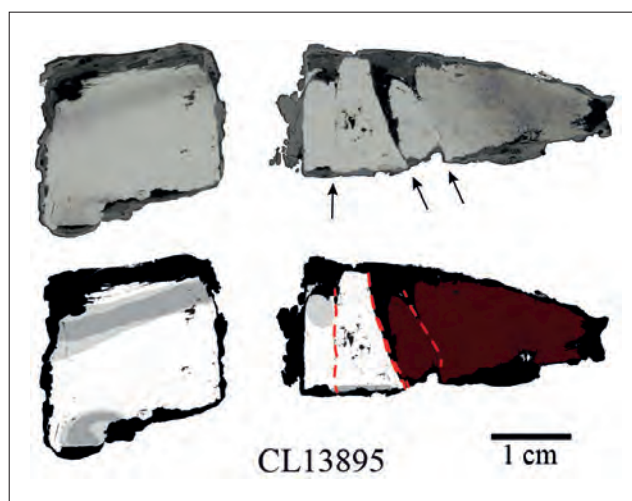


Fig. 29. Metallographic study, chisel CL13895.
Obr. 29. Metalografická studie, dláto CL13895.

CL10013 (Dewatering gallery) was made from Rancié ore, consistent with the by-products found at Castel-Minier (Leroy 2012). However, this production is evidently specific in terms of shaping, as indicated by the distribution of finds on the site, which is disconnected from the iron production areas.

Second, the study of these chisels revealed an absence of evolution in the forging process. However, we can observe the concomitance of several skills, such as types A and C, bevelled and unbevelled chisels. The existence of two types of chisels is linked to the simultaneous presence of different technical skills rather than being an adaptation to the raw material. The presence of a chamfer is uncommon on this type of tool and is likely a shaping mark specific to individual smiths. The only notable change between the 14th and the 15th century is the increase in the size of the chisels. This coexistence of different skills is not unique to Castel-Minier, similar observations were made regarding the shaping of bellow noses (Méaudre, Téreygeol 2018). Thus,

different practices coexisted at Castel-Minier, indicating the presence of craftsmen from various origins.

Two questions remain unanswered: the shaping of eye and the wear on the tools. We will conduct new metallographic studies along an axis perpendicular to the eye to observe the shaping of the eye. Additionally, we will conduct experiments on our experimental platform of “Les

Arts du feu” in Melle (France, Deux-Sèvres) to produce iron with archaeological ore, and then type C shape tools. The second question concerns tool wear. We will use these tools to quantify the daily tool consumption and observe the material losses at the tip and heel. If the heel crush is low compared to the tip wear, we can conclude that there were different tool lengths at Castel-Minier.

CL	Description	Family	Chamfer	Condition	X	W	Y2	Z2	Y1	Z1	Y2/Y1	Eye
Chisels - 14th century												
Castel-Minier - Foundry, upper level												
10930	Tip	---	---	Pre-prepared or broken-off	51	---	---	22 x 22		---	---	---
11200/4	Tip	---	---		35 (estimate)	---	---	22 x 21		---	---	---
Castel-Minier - Dwelling												
11487	Complete	A	0	To be reforged	100	49	23	21	20	20	1.2	16*7
12485	Complete	A	0	Reforged	101	48	24	24	20	16	1.2	15*5
13069	Complete	A	Ind.	Reforged	119	64	27	23	23	19	1.2	15*7.5
11085/1	Complete	A	1	To be reforged	90	41	23	23	20	20	1.2	16*7
12830	Frag.	C	1	Broken	78 min	43	24	20	23	19	1.0	13*7
Castel-Minier - Slag heap area												
12208	Complete	C	1	Reforged	134	74	26	22	24	22	1.1	18*10
12468	Complete	C	1	Worn out	82.5	34	26	19	23	20	1.1	14.5*6.5
12470	Complete	A	0	To be reforged	124.5	70	29	23	24	24	1.2	15.5*8.5
14306/1	Tip	---	0	Pre-pr. or br.-off	60	---	---	19 x 17		---	---	---
Chisels - 15th century												
Castel-Minier - Castle smithy												
13895	Complete	C	0	To be reforged	70	27	22	19	20	20	1.1	14*8
14327	Complete	C	0	Reforged	100	33	34	26	32	27	1.1	12*11
14339	Complete	C	1	Reforged	96	36	29	19	28	24.5	1.0	16*12
13893	Frag.	C	0	Broken	55	18	27	15	26	22	1.0	11*9
13894	Frag.	Ind.	Ind.	Broken	47	---	25	19	---	---	---	Ind.*10
14324/3	Body	---	0	Scrap	82	---	---	26 x 26		---	---	---
14324/4	Body	---	1	Scrap	52	---	---	24 x 22		---	---	---
14324/1	Tip	---	0	Pre-prepared or broken-off	48	---	---	16 x 16		---	---	---
14324/12	Tip	---	0		34	---	---	19 x 16		---	---	---
14324/2	Tip	---	0		30	---	---	20 x 13		---	---	---
Chisels - 15th century												
Les Ouels - Dewatering gallery												
10013	Complete	A	1	Reforged	115	82	28	20	21	20	1.3	13.5*11
11847	Complete	A	1	Reforged	101	64	27	20	21	19	1.3	17*11
12248	Complete	A	0	Worn out	95	68	25	20	23	22	1.2	16*8
12249	Complete	A	1	Reforged	83	48	26	25	22	26	1.2	10*8
12250	Complete	A	0	Reforged	137	75	26	22	20	22	1.3	17.5*7.5
12538	Complete	A	0	Reforged	139	68	30	21	20	19	1.5	18*8.5
12563	Complete	A	1	Reforged	114.5	52	26.5	22	21.5	19	1.2	16*8.5
12687	Complete	C	0	Reforged	78.5	34.5	25	19	23	15	1.1	19*7.5
12480/1	Complete	A	1	Worn out	106.5	81	25.5	20	22	20	1.2	12.5*10.5
12480/2	Complete	A	1	Worn out	102	77	26	19	21	18.5	1.2	15*10
12834/1	Complete	C	0	Reforged	128	86	25	23	23	20	1.1	14.5*7.5
12834/2	Complete	A	0	Reforged	134	90	26	18	20	16	1.3	19*9
12834/3	Complete	A	0	Reforged	115	68	27.5	18.5	20	18.5	1.4	14*8
12834/5	Complete	A	0	Reforged	132	90	25	18	20	20	1.3	12*6.5
12834/6	Complete	C	0	Reforged	130	84	22	18	20	20	1.1	12.5*6
12834/9	Complete	A	0	Reforged	122	86	27	19	20	18	1.4	18*9
12211	Frag.	Ind.	Ind.	Broken	54	---	---	25 x 25		---	---	---
12560	Frag.	Ind.	0	Ind.	---	---	---	21		---	---	---
12834/4	Frag.	Ind.	0	Ind.	Ind.	---	27	22	---	---	---	14*7
12834/7	Frag.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	23	17	Ind.	Ind.	---	13*8
12834/8	Frag.	C	0	Ind.	Ind.	92	22	20	19.5	20.5	1.1	15*9
12194	Heel	Ind.	Ind.	Broken	Ind.	---	---	20		20	---	---
12480/3	Heel-eye	Ind.	Ind.	Broken	85 (preserved)	85 (est.)	23	23	23	20	---	Ind.
12541/2	Tip	Ind.	Ind.	Broken	45 (preserved)	---	---	23 x 20.5		---	---	---
12541/3	Tip	Ind.	Ind.	Broken	45 (preserved)	---	---	24 (estimate x 19)		---	---	Ind.*8
Pick - 14th century - Slag heap area												
12831	Frag.	---	Ind.	Broken	60 (preserved)	34 (pr.)	---	32 x 19		---	---	18*7
Picks - 15th century - Les Ouels - Dewatering gallery												
12541/1	Complete	---	1	Worn out	92	63	---	25 x 18		---	---	14.5*8.5
12193	Complete	---	1	Reforged	100	57/43	---	26.5 x 20		---	---	13*8

Fig 30. Summary table of chisels and picks (mm).
Obr. 30. Souhrnná tabulka dlát a krumpáčů (mm).

CL	Type	Condition	Length	Width	Thickness	Head	Body	Diverse
Tools - 14th century								
Castle-Minier - Slag heap area								
12464	Wedge	Complete	108	--		44*38	32*22	--
Castle-Minier - Dwelling								
11186	Hoe	Frag.	180	91	15		--	
Tools - 15th century								
Castle-Minier - Water-powered forge								
12678/1	Axe	Frag.	95.5	35	11		--	
13396/1	Axe	Frag.	25	25	6		--	
Castle-Minier - Castle smithy								
13898	Lamp	Frag.	--	92 (est.) - 11	--		--	
14039	Sledgehammer	Complete	92	61	46		--	Eye 29*17
Les Ouels - Dewatering gallery								
13688	Wooden trough	Frag.	61 (estimate)	22 (estimate)	10 (estimate)		--	
Les Ouels - Adit +19								
13269/1	Chain link	Frag.	110 (estimate)	--				Ø 25
13269/2	Chain link	Frag.	130 (estimate)	--				Ø 24
13269/6	Flat iron	Complete	144	28			--	
13269/7a	Flat iron	Complete	206	33			--	Eye 11.5*9
13719	Flat iron, nail & timber	Complete					--	
13511	Ind.			--				
13513	Ind.			--				
13269/5	Nail	Complete	75	--		14*13.5	10.5*10.5	--
13269/7b	Nail	Complete	59	--		20*14	9*9	--
13270	Pin	Complete	172	--		28*8	12*10	--
13460	Pin	Complete		--				
13512	Pin	Complete	280	--		31*27	31*18	--
13269/3	Pin	Complete	177	--		22*11	16*11	--
13269/4	Pin	Complete	132	--		19*7	7.5*7.5	--
Les Ouels - Adit +21								
12657/1	Ind.	--	260	--				2 square holes
12670	Ind. & chain link ?			--				
12503/2	Nail ?			--				
12657/2	Nail ?	--	75	--			7*7	--
12503/1	Pincers	Complete	220	Jaw 3	Jaw 17		--	Arm Ø 9

Fig. 31. Summary table of tools (mm).
Obr. 31. Souhrnná tabulka nářadí (mm).

BIBLIOGRAPHY

- AGRICOLA G. (1556a): *De Re Metallica*, VI, Bâle, translation France-Lanord A., 1992, Thionville.
- AGRICOLA G. (1556b): *De Re Metallica*. Translated by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover. Salisbury House, London 1912.
- BAILLY-MAITRE M.-C., BRUNO-DUPRAZ J. (1994): *Brandes en Oisans, La mine d'argent des Dauphins (XII-XIVe s.)*, Isère.
- BAILLY-MAITRE M.-C. (dir.) (2019): *L'entreprise minière de Brandes – XIe-XIVe siècles Huez-Oisans (Isère). – Extraction et transformation de minerais argentifères*, DARA, 47, ALPARA-Maison de l'Orient, Lyon, 318 p.
- BENOIT P. (1997): *La mine de Pampailly, XVe-XVIIIe siècles*, Brussieu – Rhône, Lyon, 137 p.
- CONIN A., GRANDEMANGE J., BENOIT P., GUILLOT I., FLUZIN P. (1995): "La forge minière du Samson (Haut-Rhin)". – In: Benoit P., Fluzin P. (ed.), *Paléométallurgie du fer et cultures*. Symposium international du Comité pour la Sidérurgie Ancienne, Belfort – Sévenans, 1-2-3 novembre 1990, Belfort, Paris, 375–386.
- DAHME C., LOBBEY U., WEISGERBER G. (1998): *Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Sieger land, Band 2, Die Funde*, 1998, 264 p., 89 pl.
- GOLDENBERG G. et FRÖHLICH M. (2006): *Der Birkenberg bei Bollschweil – St. Ulrich. Ein Bergbaurevier aus dem Mittelalter*, 63 p.
- GOSSELIN M. (2021): *Qualités des alliages ferreux : une approche diachronique et statistique*, Thèse de doctorat, Université Paris Nanterre, 2 volumes.
- GUILLOT I., BERTIN F., FLUZIN P., BENOIT P., BERANGER G. (1995): „La pointerolle, outil des mineurs du XVIe siècle: synthèse des études métallographiques“. – In: Benoit P., Fluzin P. (ed.), *Paléométallurgie du fer et cultures*. Symposium international du Comité pour la Sidérurgie Ancienne, Belfort – Sévenans, 1-2-3 novembre 1990, Belfort, Paris, 509–524.
- HRAZDIL V., DOČKAL P. et VOKÁČ M. (2007): *Rudní lokality na Českomoravské vrchovině s nálezy hornických nástrojů. Gezähefundes aus polymetallischen Erzlagertstätten des Böhmischemährischen Berglandes. – Stříbrná Jihlava 2007, Silberne Stadt Jihlava 2007, Archeologické výzkumy na Vysočině, Supplementum 1, Jihlava – Brno 282–305.*
- LEROY S. (2010): *Circulation au Moyen Age des matériaux ferreux issus des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie. Apport du couplage des analyses en éléments traces et multivariées*, Université Technologie Belfort-Montbéliard, 2 volumes.
- LEROY S., COHEN S. X., VERNA C., GRATUZE B., TÉREYGEOL F., FLUZIN P., BERTRAND L., DILLMANN P. (2012): *The medieval iron market in Ariège (France). Multidisciplinary analytical approach and multivariate analyses. – Journal of Archaeological Science*, 39: 1080–1093.
- LUNA J. et ZIMOLA D. (2007): *Historické hornické nástroje z centrální části Českomoravské vrchoviny, Historische Gezähe aus dem Zentralraum des Böhmischemährischen Berglandes. – Stříbrná Jihlava 2007, Silberne Stadt Jihlava 2007, Archeologické výzkumy na Vysočině, Supplementum 1, Jihlava – Brno, 306–325.*
- MEAUDRE J.-CH. et TÉREYGEOL F. (2018): *Discovery of a set of copper tuyere imprints on the site of Castel-Minier (Ariège, France). – Historical Metallurgy*, 52(1): 33–37.
- TÉREYGEOL F. (dir.) (2015): *Le Castel-Minier (Aulus-les-Bains, 09), Rapport intermédiaire*, DRAC Midi-Pyrénées, 187 p.
- TÉREYGEOL F. (2016): *L'apogée de la mouline: Castel-Minier au XVIe siècle*, in Gasquet D., *Actes du colloque Les Chemins du fer*, Belledonne, 22–25 mai 2013, 105–112.
- VERNA C. (2002): *Le temps des moulins, Fer, technique et société dans les Pyrénées centrales (XIIIe-XIVe siècles)*, Paris, 425 p.

The muffle: an innovation around silver refining at Castel-Minier in the 14th century

Muffle: Inovace kolem rafinace stříbra v Castel-Minier, 14. stol.

FLORENCE MAQUEDA¹, FLORIAN TÉREYGEOL¹, EDDY FOY¹, MANON GÉRAUD²

¹IRAMAT, NIMBE, LAPA, Bat 637, CEA Saclay, FR-91191 Gif-sur-Yvette, e-mail: florence.maqueda@cea.fr; ²Laboratoire TRACES – UMR 5608 Université Toulouse Jean Jaurès Maison de la Recherche 5, allée Antonio Machado FR-31058 Toulouse Cedex 9

Abstract: Castel-Minier, situated in the French Pyrenees, was a centre for silver production between the 13th and 15th centuries. Its location on the outskirts of one of the largest European silver production centres, it was not traditionally associated as a place of innovation. However, the discovery of ceramics dating back to the second half of the 14th century that resemble muffles questions this assumption. Through an archaeological and experimental study, we gain a better understanding of the cupellation structure, while an archaeometric survey of the material from experiments and archaeological excavations sheds light on the use of muffles and the cupellation structure.

Abstrakt: Castel-Minier, situovaný ve francouzských Pyrenejích, býval centrem produkce stříbra mezi 13. a 15. stoletím. Díky jeho umístění na okraji jednoho z největších evropských výrobních center stříbra se o něm tradičně neuvažovalo jako o místu inovací. Avšak objev keramiky podobající se muflim pocházející z druhé poloviny 14. století tento předpoklad zpochybňuje. Archeologickou a experimentální studií získáváme lepší znalosti o kupe-lačním procesu, zatímco archeometrický průzkum materiálu z experimentů a archeologické vykopávky vrhají světlo na použití muflí a kupelaci.

Key word: muffle, innovation, refining silver, cupellation, Castel-Minier, archaeological experimentation, archaeometry

INTRODUCTION

The Castel-Minier site, situated in the French Pyrenees (Fig. 1) was a centre for silver production. By the early 14th century, it had become the foremost mine in the kingdom of France (Bailly-Maître et Benoit 1998). However, despite its prominence, it was relatively small in size and located on the outskirts of a European mining and metallurgical centre where significant advancements in mining and metallurgy occurred both before (Menant 1987) and during the late Middle Ages (Suhling 1976). Bringing to light innovative techniques was not the aim of the archaeological excavation carried out in the mine and workshops of Castel-Minier. However, the discovery of a blower dated to the early 16th century identical to that described in Book IX of the *De Re Metallica* (Agricola 1556) cast doubt on this aspect. This discovery shows that the workshop had access to the best technology of that time despite its remote location (Téreygeol and Heckes 2012). It appears that some elements of high technicity can also be observed in the earlier phases of exploitation. This could be explained by the proximity between Castel-Minier and the mining activities of the Aragonese Crown. Instances of pierced ceramics, an open fireplace and some litharge cakes reveal a previously unseen structure of refining for the Middle Ages. Archaeological experimentations followed by modelling and analysing in the field and the laboratory provide the key to understanding this apparatus with the muffle as the centrepiece.



Fig.1. Localisation of Castel-Minier and Melle.
Obr. 1. Lokalizace Castel-Minier a Melle.

THE MUFFLE

The muffle is a ceramic component that served a dual purpose: it protected the work area within the furnace from the surrounding fuel and provided a controlled atmosphere. In the existing literature, a muffle is primarily associated with assay furnaces with a floor. However, only two authors, Ercker in his *Probierebuchlein* in 1556 and the anonymous author of the *Schwazer Bergbuch* (1556) connected the muffle with an open fireplace (Gauthier 2012). The first description of

a muffle dates back to the early 16th century in the *Probi-erbuchlein* from 1524. In this book, the ceramic piece is referred to as a muffle and the manufacturing process of the muffle is described, involving the modelling of the ceramic as a tile (Anonymous 1524, 95–96). In 1540, Biringuccio (Biringuccio 1540) did not provide a specific name for the object, calling it *archetto*, but the accompanying illustration identifies it as a muffle. This might provide a clue to the origin of the object because twenty years earlier in the *Probi-erbuchlein* it had an actual name (muffle in the illustration). Later, in 1556, Agricola also described the object and how it was made (Agricola 1556, 227–228). He used the Latin word *tegula* by analogy with the form of the object. Agricola did not use a new technical word but gave a precise description of the manufacturing process. In his treatise on ore and assay, Lazarus Ercker confirmed a similar method of production as described in *Probi-erbuchlein* (Ercker 1574, 360). He referred to the ceramic piece by its current name: *die Muffel*¹. These four authors all concurred on how the muffle is used in a furnace and on the analogy to a half-round ridge tile.

Archaeologically, the muffle remains little known and there are no examples of it before the second half of the 16th century. The oldest muffle was discovered by Gerd Goldenberger during a survey at Muggenbrunn in Schwarzwald (Goldenberger et al. 1996). It consisted of two sherds from the back of a single muffle. The ceramic paste of these fragments was rough and thick (+/- 1cm, as seen in the picture on p118). An impressive collection of muffles dating back to the late 16th century was unearthed during the excavation of Oberstockstall in Austria. This ensemble comprises seventeen muffles with eleven of them archaeologically complete. According to the drawings, the pieces were crafted by turning². The author of the study referred to the work of an alchemist, although the materials used evoked various ore and metal processes.

It appears that the muffle existed in Central Europe from the early 16th century, as indicated by a combination of historical and archaeological evidence. In their edition of the *Probi-erbuchlein*, Sico and Smith question the invention of

the muffle furnace: “the muffle furnace used for cupelling [...] obviously represents the apex of development over many years”. (p180), but they do not provide further details. It is possible that the muffle previously existed as suggested by the work of Labuda (1997).

At Castel-Minier, we uncovered a batch of nine sherds (Fig. 2). After reassembly, we identified them as muffle fragments. The archaeological context dated the pieces to the second half of the 14th century. The sherds are pierced and the holes were made from the outside of the ceramics before heating. The largest specimen was used to determine the overall shape, which is similar to a half-round ridge tile. The thickness of the paste is between 5 and 7 mm. The base of the arch measures approximately 17 cm and the opening under the muffle bow is about 7 cm. Each fragment has a flat edge used to support the object. We observed two types of muffle ends – one flat and one rounded. The underside of the fragment shows traces of turning but no evidence of use as a glaze or glassy spots. These various indicators provided information about the production method, which we followed in the experiment. A piece of clay was placed on a potter’s wheel used for turning a hollow bottomless cylinder. The cylinder was then removed with a wire that left a flat mark on the edge of the cylinder, while the turning produced a rounded mark on the top. Before heating, the cylinder was cut lengthwise to obtain two muffles with two types of edges: flat and rounded.

In our opinion, the morphology is not sufficient to definitively characterise these pieces. Therefore, we decided to observe the diffusion of the lead in a cross-section of some of the sherds. We assumed that it would be possible to observe the evolution of the lead concentration³. Near the liquid metal inside the muffle, there must be a higher concentration of lead than on the outside of the muffle since it is only in contact with the lead vapour expelled through the holes of the muffle⁴. We conducted a chemical analysis using X-ray fluorescence⁵, which yielded a clear result (Fig. 3). From the inside to the outside of the ceramic, the

1 The term ‘Die Muffel’ is used by Ercker in the first edition of the Beschreibung... of 1574: https://books.google.cz/books?id=r0NdAAAcAAAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

2 In Oberstocksthal, we highlight the use of a half pot also used as a muffle (von Osten 1998, 150–151) as mentioned by Biringuccio (1540), Ercker (1574) and Barba (1640).

3 Prior to this study, a test was conducted using a Portable X-Ray fluorescence (pXRF) on a sherd, and we observed a doubling of the lead concentration from the outside to the inside of the muffle (0.2%massPb on the outside and 0.5%massPb on the inside). Additionally, we performed a pXRF analysis on kitchen pottery found on the same layer, and the lead concentration remained unchanged on both sides of the sherd (0.04%massPb).

4 We have previously demonstrated the relevance of such an approach in characterising crucible fragments for lead metallurgy (TÉREYGEOL F. and CASTRO C.(2008): La metalurgia prehispánica de la plata en Potosi – In: Cruz P. et Vacher J.-A. (eds), *Minería et Metalurgia en los Andes del sud desde tiempos prehispánicos al siglo XVII - 11-28*) or for brass metallurgy (TÉREYGEOL F. (dir) (2014) : Etudes analytiques des vestiges métallurgiques de la fouille du site le Clos Paul à Charleville-Mézières (08) et Expérimentation sur les techniques de production du laiton au III^e s. ap JC, tapuscrit – In : Cellule archéologique départementale de l’Aisne - 51).

5 After sample preparation, we conducted a chemical analysis using X-Ray Fluorescence (XRF). The beam was delivered through a RU-200HB rotating anode from Rigaku, operating at the molybdenum K α energy (17.5 keV). Since we worked in grazing incidence, the beam impinged the surface of the sample over 600 x 30 μ m² (width x height). XRF spectra were recorded using a Vitus-Silicon Drift Detector (SDD) from Ketek GmbH with a 50 μ m step in height and an acquisition time of two minutes. Integrated peak intensities were recorded for every element of interest.

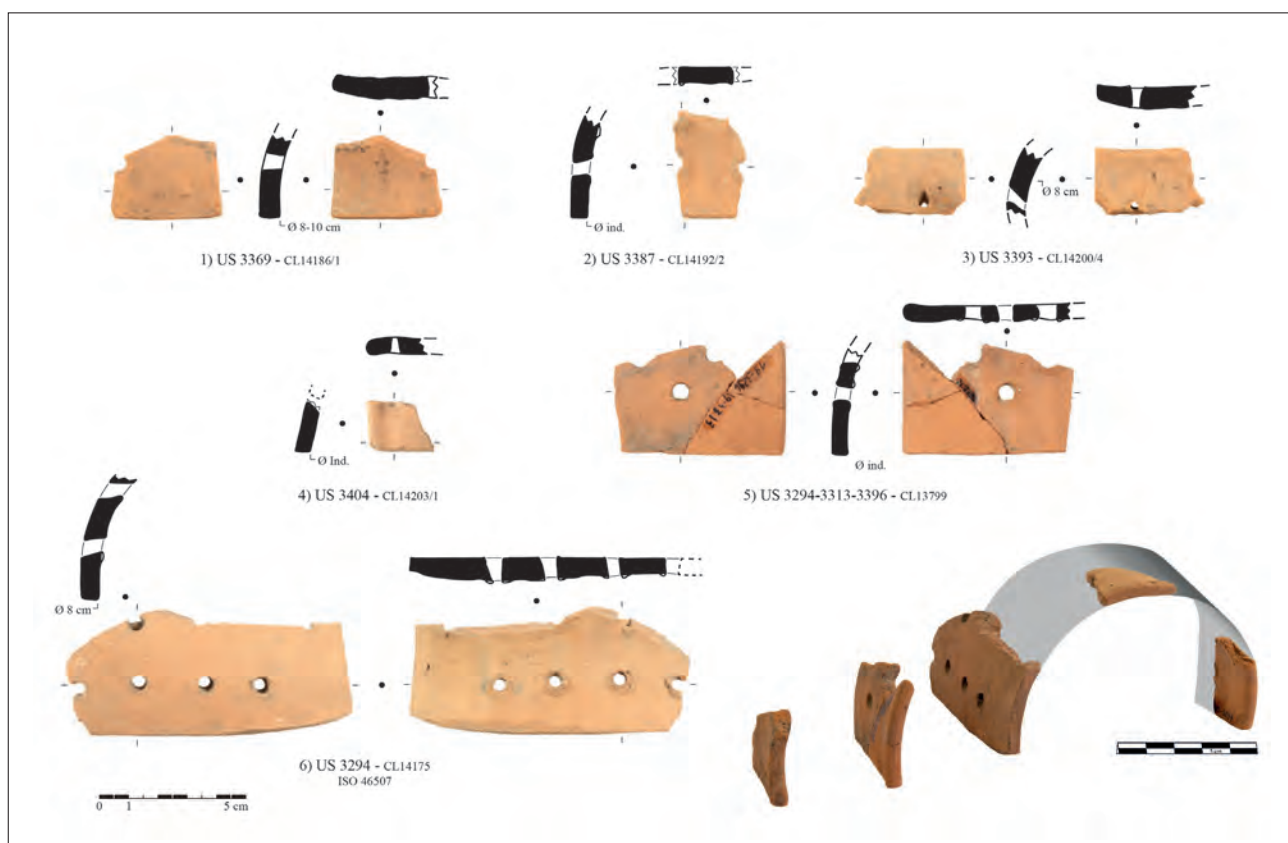


Fig. 2. Muffle ceramics found in Castel-Minier in 2020.

Obr. 2. Muflová keramika nalezená v Castel-Minier v roce 2020.

amount of lead rapidly decreased on the first 3mm. It was minimal in the middle of the paste and this initially excluded the presence of lead in the clay. The amount of lead then increased on the outside edge of the sherd. This concentration of lead was lower than that on the inside edge, thereby indicating the source of lead pollution.

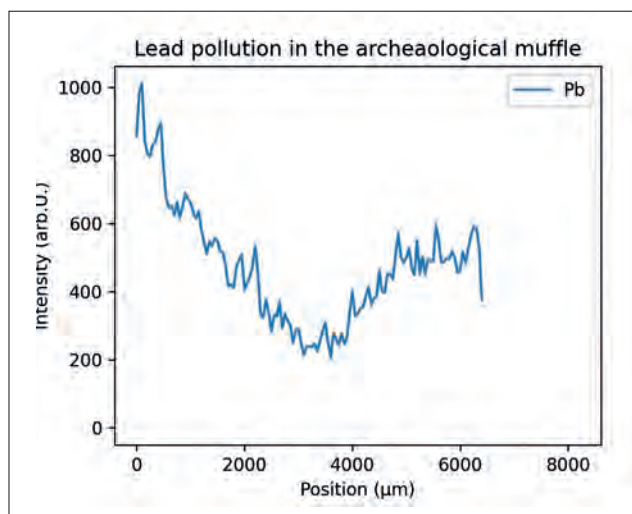


Fig. 3. Intensity of the lead pollution in the thickness of the archaeological muffle (CL14200).

Obr. 3. Relativní obsah olova na řezu muflí (CL 14200).

Based on the morphology of the fragments and the chemical signature of lead in the ceramics, we can therefore identify these sherds.

In addition, we have amassed a significant collection of litharge cakes from the 14th and 15th centuries at Castel-Minier (10.6 kg for 263 fragments). For this study, we only considered the elements found in the immediate vicinity, i.e. 68 fragments with a mass of 4.3 kg. Ten of these objects were sufficiently preserved to identify the shape of a bowl (Fig. 4). Eight of them are round, while two are oblong. Each litharge cake can fit underneath the previously defined muffle. The diameters of those objects are between 6.5 cm and 20 cm. Six of them have diameters between 11 cm and 16 cm.

We also discovered an open fireplace at ground level within the castle, located in the immediate vicinity of the litharge cakes and muffle fragments. This open fireplace is located in a building measuring approximately 50 m² and is positioned against an overhanging rock. Among the corpus of eight open fireplaces found in Castel-Minier between the late 12th and 15th centuries, this particular open fireplace is unusual. First, it is much larger, covering 10,000 cm², whereas the others are between 3,500 and 6,000 cm². In addition, there are no reddish marks on it. There is no drainage pit to prevent water accumulation, which was present in six out of seven cases. Finally, the soil around the structure had



Fig. 4. Litharge cake found in Castel-Minier.

Obr. 4. Lithargit nalezený v Castel-Minier.

a high concentration of lead easily identifiable by its grey to white colouration. The surface containing lead extends over an area of 7 m² with a thickness approaching 1cm. A survey with a portable X-Ray fluorescence (180 analysis on 8 m²) was used to map the lead level (Fig. 5)⁶. The results reveal that the lead concentration is high around the open fireplace (up to 20 % mass of lead), and is lower within it (from 0 to 7 % mass of lead). This supports our assumption that this is a cupellation structure.

The hypothesis of an open fireplace with a muffle for silver refining is supported by three pieces of evidence: the spatialisation, the shapes and the synchronicity of the shards, the litharge cakes and the open fireplace. This hypothesis is consistent with the writings of Biringuccio and Ercker as well as the relevant iconography. In *De la Pirotechnia*, Biringuccio specified this after presenting the assay furnace “*Anchora sono alcuni che usano di fare tal saggio senza fornelli, & senza hauer tanti ordini sol con uno pignato bucarato*” (Biringuccio, 1540,

fol.108v), but concluded that it was not the best practice. Ercker, on the other hand, described how a muffle is used in an open fireplace in Lower Saxony (Ercker 1574). Additionally, one of the illustrations in *Schwazer Berbuch* shows a refiner working on a fireplace rather than a furnace (Anonymous 1556).

To test the robustness of this hypothesis, we conducted an experiment complemented by an analytical approach.

THE EXPERIMENT

Methods

The experiment was conducted in the archaeological experimental platform of Melle in France (Fig. 1).

A professional ceramist, François Peyrat, produced several muffles using the previously discussed turning technique. An open fireplace was also constructed according to the dimensions of the archaeological one. A layer of industrial bone ashes was added to the open fireplace as a floor (Fig. 6).



Fig. 6. Experimental set-up for the cupellation.

Obr. 6. Archeologický experiment – kupelace.

⁶ The portable X-Ray Fluorescence (pXRF) instrument (Niton XI3t 900 GOLDD+) is designed for metal, alloy, ore and soil analysis. It operates with a maximum tension of 50kV and an intensity of 0.1 mA, providing a total power output of 2W. The X-ray generating tube is air-cooled, with a silver anode and a 0.127 mm thick beryllium exit window. The spot had a diameter of 3mm.

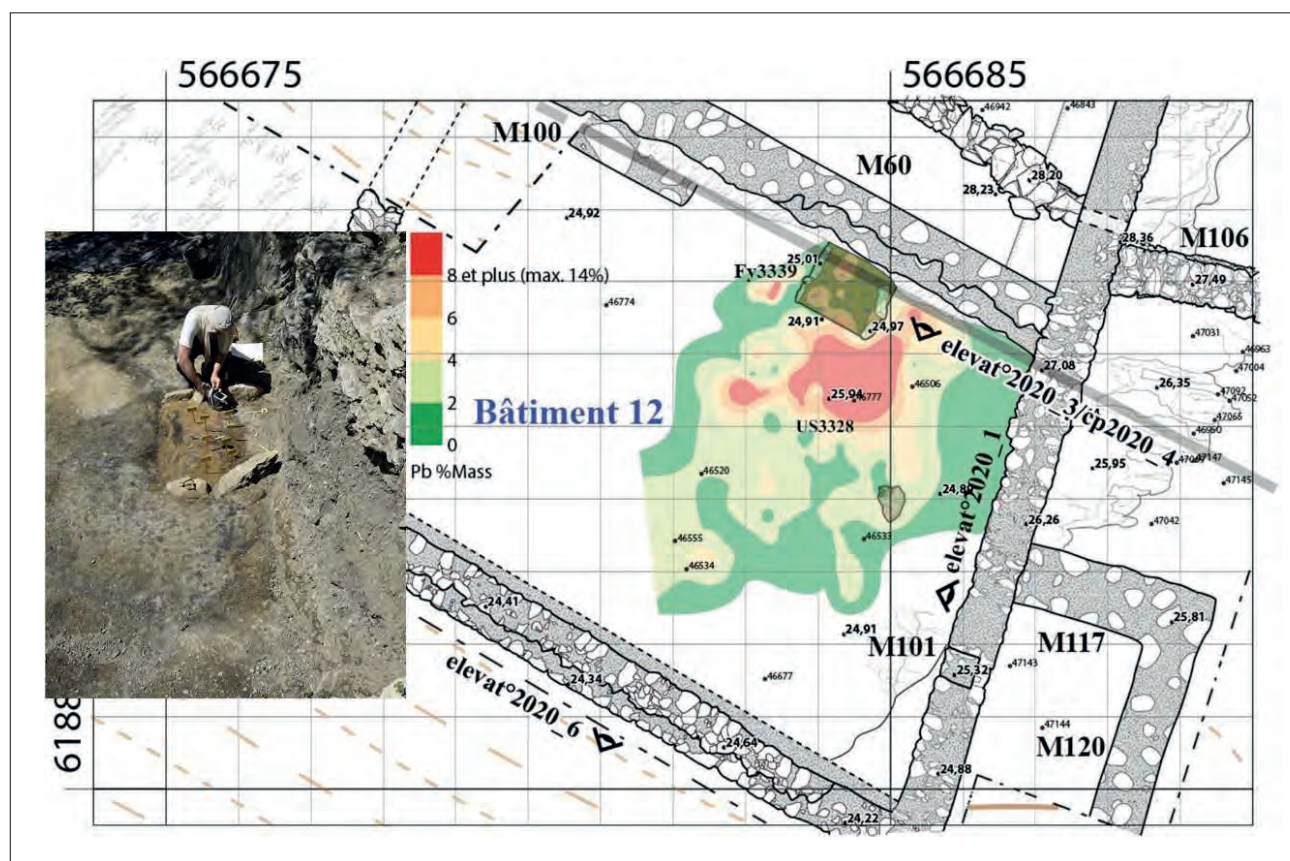


Fig. 5. Map of the lead pollution around the open fireplace in Castel-Minier (pXRF survey).

Obr. 5. Mapa znečištění olovem kolem otevřeného topeniště v Castel-Minier (průzkum pXRF).

We formed a hollow in the ashes and the silver-lead alloy was placed inside it. The muffle was then placed over the alloy and covered with charcoal. The rear opening of the muffle was consistently covered with charcoal, while the front opening was open or closed with charcoal as per the requirements of the process. We provided forced ventilation through bellows with a 6L air volume. The operator adjusted the blowing power to maintain the temperature and ensure an oxidant atmosphere. The airflow was driven by a tuyere directly towards the front of the muffle.

Cupellation started after heating the structure. When finished, we removed the silver bead (the final product) and the litharge cake. The ashes were cleaned from the open fireplace and a new cupellation could be initiated with the muffle. We made ten attempts as described in Table 1.

The same analyses performed on the archaeological remains were also conducted on the experimental materials, i.e. a pXRF analysis of the soil and an XRF analysis of the muffle.

Tab. 1. List of the different attempts and results (analysed by pXRF).

Tab. 1. Přehled experimentů a jejich výsledků (analyzováno pomocí pXRF).

Trial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Es
Estimation of the silver mass percentage by weight	~0.1	~0.1	~0.0	10	10	8,4	8,4	5,7	Und	8,7
Mass of the bullion (g)	923	763	745	129	85	92	89	133	122	109
Forced ventillation	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Silver bead – mass (g)	No	No	No	14	10	8	8	6	11	13
Silver bead - amount of silver (mass percentage)	No	No	No	95,7	89	90,5	Und	98,6	85	81

RESULTS AND DISCUSSION

The cupellation experiment with a muffle on an open fire-place proved successful. Of the ten attempts, seven were successful based on obtaining a silver bead or enriched bullion⁷. The metal went from an average mass of 108 g and a mass percentage of silver of 8.5 % to a mass of 10 g and a percentage of silver of 90 % at the end of the cupellation. The *silberblick*, which indicates the end of the cupellation, was observed four times. The variation in the outcomes appears to be related to the lack of experience of the experimenters and the absence of forced ventilation in the initial attempts.

The loss of lead amounted to 89 % of the initial alloy's mass of lead. Most of it was absorbed by the ashes. The drop in the percentage of lead in the alloy proves that cupellation with a muffle and an open fireplace is viable. However, this was not a demonstration of the use of such a process at Castel-Minier. Nonetheless, this experiment provided material such as the muffle and litharge cakes. In addition, the experimental litharge cakes (Fig. 7) visually resemble the archaeological cakes, even if the experimental litharge appears green due to the presence of copper traces in the experimental alloy.

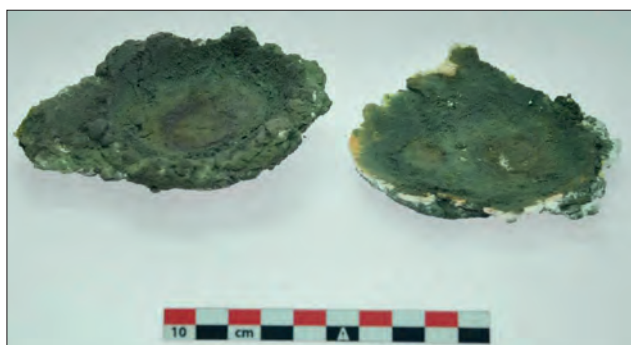


Fig. 7. Experimental litharge cake.
Obr. 7. Lithargit z experimentu.

The muffle was used ten times before it broke, and cracks appeared during the initial heating, alongside the turning marks. This indicates the duration a muffle can be used in experimentation and consequently for how long the archaeological muffle was used. This allows us to compare the amount of lead contained in the archaeological shard and the experimental ceramic.

The lead pollution in the muffle follows a three-part curve (Fig. 3) running from the inside to the outside of the muffle. Near the inside edge of the ceramics, the lead pollution is high, up to 750 arb.U. Inside the material, the pollution is

low, four times less than the pollution on the inside edge. The final step is visible on the outside edge of the ceramic. These observations hold true for the archaeological artefact and the experimental one (Fig. 8), although the maximum concentration in the experimental one is slightly lower.

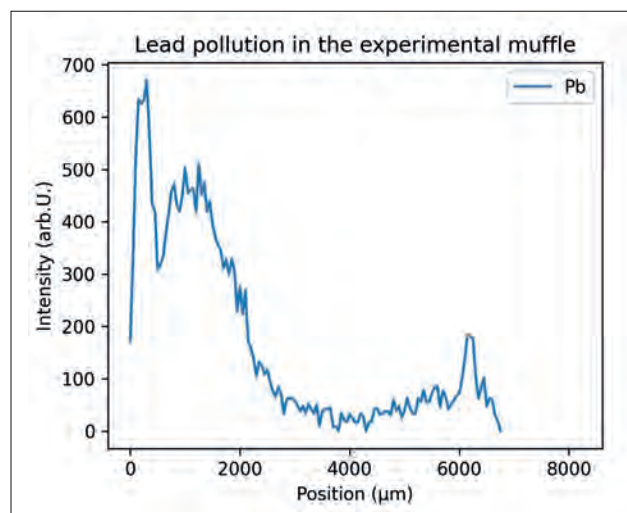


Fig. 8. Intensity of the lead pollution in the thickness of the experimental muffle.

Obr. 8. Intenzita znečištění olovem ve stěně experimentální mufle.

The similarity of the curve between the archaeological and the experimental muffle proves that the presence of lead is not due to the manufacturing process or the burial of the sherd.

Hence, the lead pollution is the result of a metallurgic process involving the muffle. The different parts of the curves can be explained by the use of the muffle during the cupellation process. Near the liquid metal inside the muffle, there is a high concentration of lead in the air. The lead then spreads into the ceramics causing pollution. Therefore, the duration of the use of the muffle is not sufficient for the lead to spread throughout the thickness of the ceramic. This is why there is a high concentration of lead near the inside edge of the ceramic but almost none in the middle of the material.

The airflow over the muffle explains the pollution on the outside of the muffle. There are openings at both ends of the muffle, as well as holes throughout the artefact. This allows the air to circulate with a high concentration of lead leading to pollution on the outside of the muffle. However, this pollution is less intense because the concentration in the airflow is lower on the outside than on the inside of the muffle. A 3D representation of the lead pollution on the inside, outside and middle of the experimental muffle shows what appears to be the airflow (Fig. 9).

⁷ There is difference between the supposed mass percentage of silver in the bullion and the actual measurement. This can be explained by the use of an uncontrolled composition of the bullion. The experiment is focused on lead contamination rather than the efficiency of the process already demonstrated in previous papers.

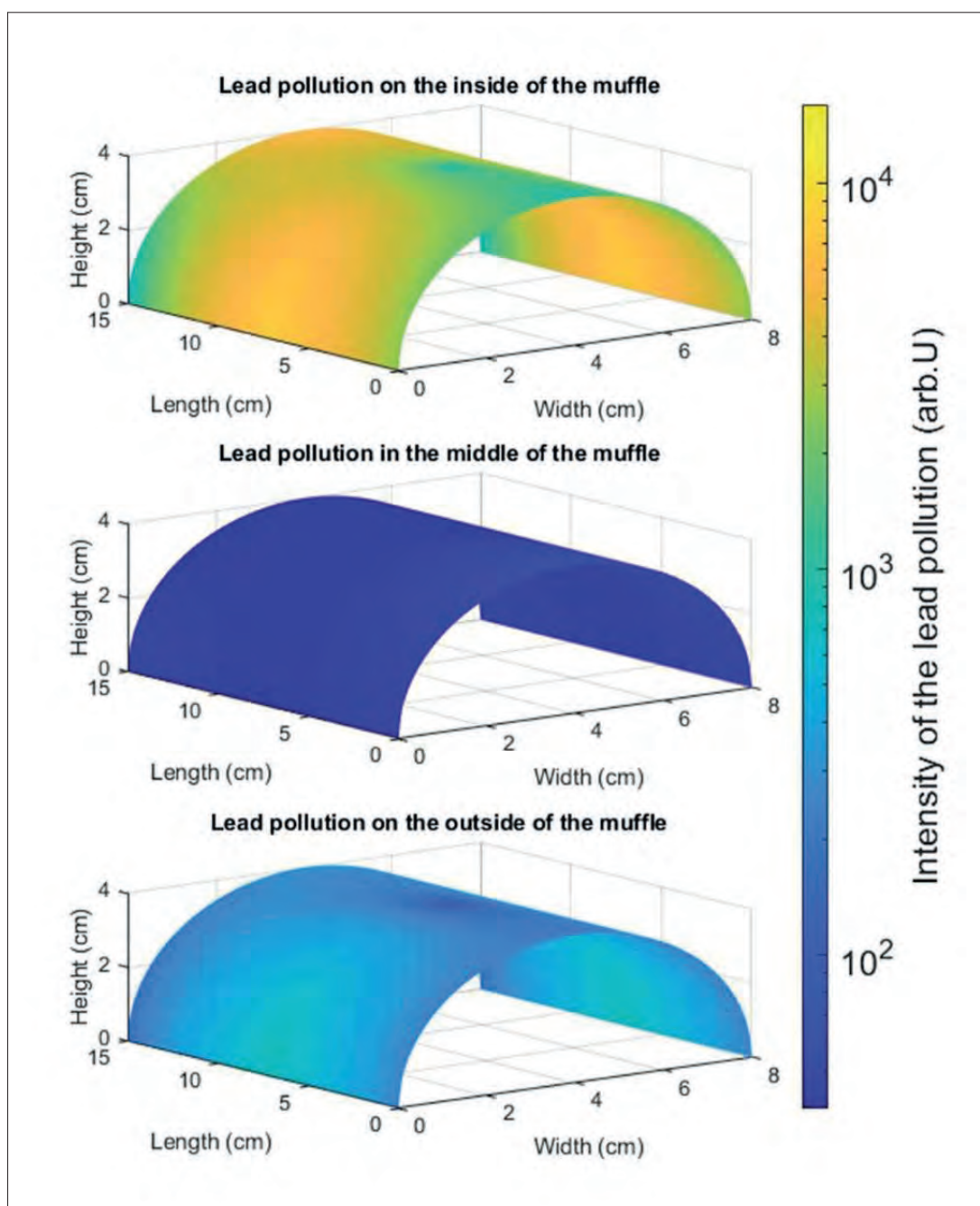


Fig. 9. 3D visualisation of the lead pollution in the experimental muffle.
Obr. 9. 3D vizualizace relativního obsahu olova v experimentální mufli.

SOIL

By analysing the composition of the soil at the archaeological site, we created a map of the intensity of the lead pollution (Fig. 5). The lead pollution is more intense outside the open fireplace than inside. This observation, and the absence of reddish marks, showed that the soil in the open fireplace was protected by something, which supports the hypothesis that the open fireplace was used for cupellation. The ashes placed on the open fireplace serve as thermal protection, with a temperature coefficient of less than

1W/m.K (Zbogar et al. 2005), so they can be regarded as insulating material.

In addition, during the cupellation process, only the layer of ashes became polluted with lead, which was subsequently removed between each cupellation. Therefore, the soil remained relatively unpolluted. The cleaning of the ashes in the open fireplace could explain the high lead pollution outside because the highly polluted ashes were thrown on the ground near the open fireplace, as we also did during the experiment.

Measuring the pollution experimentally proved challenging due to the naturally high concentration of lead in the ground at the experimental platform in Melle, which is also a lead-silver mining site. Therefore, the limited number of experiments conducted was insufficient to create measurable pollution. However, establishing a neutral control point showed the difference in the pollution between the inside and the outside of the open fireplace. The inside of the open fireplace was less polluted than the outside. The experiment further supports the conclusion that the archaeological open fireplace was used as a setting for silver cupellation.

CONCLUSION

The concept of a muffle has been well-documented in literature since the early 16th century. However, the hypotheses formulated following the excavation of a level dating from the second half of the 14th century at Castel-Minier cast doubt on the date of appearance of the muffle. To investigate these assumptions, we devised a protocol for conducting experiments. The implementation of the protocol was successful as we succeed in refining silver thus demonstrating the viability of the process. However, the multi-disciplinary approach (geochemistry, chemical analysis of archaeological materials and experimental archaeology) allows us to draw conclusions about the historicity of this production system. Ceramics identified as muffles are indeed muffles, and the same applies to the cupellation structure. It is evident that cupellation on an open fireplace at ground level was used in Castel-Minier, representing the earliest known evidence of this innovative metallurgical ceramic practice. This also applies to the cupellation process in which a muffle was used. These developments can be observed more than a century later in the metallurgical treatises of the Renaissance.

SUMMARY

Castel-Minier, situated in the French Pyrenees, was a centre for silver production between the 13th and 15th centuries. Despite being located near one of the largest European mining and metallurgical centres, it was not traditionally associated as a place of innovation. However, the discovery of ceramics dating back to the second half of the 14th century that resemble muffles questions this assumption. Through an archaeological and experimental study, we gain a better understanding of the cupellation structure, while an archaeometric survey of the material from experiments and archaeological excavations sheds light on the use of muffles and the cupellation structure.

The study of the concentration of lead was conducted using X-Ray fluorescence. This study concluded that ceramics identified as muffles are indeed muffles. The chemical analysis of the soil on and around the open fireplace by portable X-Ray fluorescence allows to map the lead concentration. The similarity between the archaeology and experiments means we can arrive at a conclusion about the

cupellation structure. The cupellation was done on an open fireplace at ground level, under a muffle.

BIBLIOGRAPHY

- AGRICOLA G. (1556): *De re metallica* – Bâle - Trad. HOOVER H. C. et HOOVER L. H. (1912) – 366–371.
- ANONYMOUS (1524): *Bergwerk und Probierebuchlein* – Magdebourg – Trad. SISCO A. G. and STANLEY C. S. (1949) – New York: 95–96.
- BAILLY-MAITRE M. C. et BENOIT P. (1998): *Les mines d'argent de la France médiévale*. – In: *L'argent au Moyen Âge, Actes du XXVIII^e congrès de la Société des Historiens Médiévistes de l'Enseignement Supérieur Public* - Publications de la Sorbonne: 17–46.
- BARBA A.A. (1640): *El Arte de los Metales*. – Madrid.
- BIRINGUCCIO V. (1540): *De la Pirotechnia* - trad. STANLEY C. S. et GNUDI M. T. (1942) - New York: 139
- ERCKER L. (1574): *Beschreibung Allerfurnemisten Mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks arten...* – Prague - trad. SISCO A. G. and STANLEY C. S. (1951) – Chicago: 360.
- GAUTHIER J. (2012): *Les techniques d'essai des minerais, histoire et archéologie (X^e-XVI^e siècles)*, thèse de doctorat codirigé par Pierre Fluck et Florian Téreygeol - Université de Haute-Alsace: 2, 80–81.
- GOLDENBERG G., OTTO J. et STEUER H. (1996): *Archäometallurgische Untersuchungen zum Metallhüttenwesen im Schwarzwald* – In: coll. *Archäologie und Geschichte* - n°8, ed. Jan Thorbecke Sigmarigen: 114–122.
- LABUDA J. (1997): *Montánna archeologia na Slovensku. (Contribution to the history of the Middle Ages.)* – *Slovenská archeologija XLV-1*: 83–156.
- MENANT F. (1987): *Pour une histoire médiévale de l'entreprise minière en Lombardie*. – In: *Annales Économies, Sociétés, Civilisations*, 42,4: 784.
- OSTEN (von) S. (1998): *Das Alchemistenlaboratorium von Oberstockstall. Ein Fundkomplex des 16. Jahrhunderts aus Niederösterreich*. – Univesitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- SUHLING L. (1976): *Der Seigerhüttenprozess, die technologie des kupferseigerns nach dem frühen metallurgischen schrifttum* – Stuttgart: 194.
- TÉREYGEOL F. et CASTRO C. (2008): *La metalurgia prehispanica de la plata en Potosí*. – In: Cruz P. et Vacher J.-A. (eds), *Mineria et Metalurgia en los Andes del sud desde tiempos prehispanicos al siglo, XVII*: 11–28.
- TÉREYGEOL F. et HECKES J. (2012): *El vent de les manxes i el poder del mall: les eines hidrauliques de la « mouline » del jaciment arqueologic Castel-Minier (XVI^e s., França)* – In: BOSCO DE FERRO, *Actes de les primeres jornades de recerca i desenvolupament de la vall ferrera - Alins*: 51–63.
- ZBOGAR A., FRANDSEN F. J., JENSEN P. A., GLARBORG P. (2005): *Heat transfer in ash deposits: Amodelling toolbox* – In: *Energy Combust* - 31, 371–421.

„Beautiful“ and „ugly“ stone tools in prehistoric mining Raw materials, preparation, types and functions and functions of a little-studied group of objects

„Krásné“ a „ošklivé“ kamenné nástroje v pravěkém hornictví
Suroviny, typologie a funkce několika vybraných studovaných exemplářů

ALEXANDER MAASS

F.I.P.S. - Freiburger Institut für Paläowissenschaftliche Studien, Albertstraße 14a 79104 Freiburg, email: alexander_maass@gmx.de)

Abstract: The most important category of tools in prehistoric mining comprises stone tools used for various exploitation and processing tasks. These tools can be made out of pebbles from river beds or from moraines of former glaciers, some of which have lateral notches or circumferential grooves used to fix them to a handle. Despite the fundamental role they may have in interpreting and reconstructing prehistoric mining techniques, there are few systematic investigations shedding light on the function and operation of such archaeological pieces of evidence. This work proposes an attempt to approach this gap objectively and expeditiously. The basis and the premise of the investigation is the empirical observation that every type of work leaves specific marks on the tool. By systematically analysing the work traces on the stone tools, conclusions can be drawn on their types of use. For the execution of this analysis, scaled 3D models of the tools, produced using the SFM method, were extracted and then further processed and evaluated with the open-source software GigaMesh. The micromorphology of the tools (curvatures and inclination relative to a horizontal surface) was calculated to enhance the different traces of work and their distribution, allowing the distinction between artificial traces and natural ones, supporting, in this way, the separation of the tools from the so-called “geofacts”. During the investigation, three types of tools are clearly distinguished: shafted stone hammers, hand-held stone hammers and stone wedges. The various settings of the method were first tested on clear, “beautiful” tools and then successfully applied to the “ugly” ones, which are roughly shaped chunks of local stones and, therefore, difficult to spot in the terrain.

Abstrakt: Mezi nejdůležitější kategorií nástrojů v pravěkém hornictví patří kamenné nástroje používané k fázi exploatace a zpracování. Tyto nástroje mohou být vyrobené z oblázků z říčních koryt, nebo z morén bývalých ledovců. Tyto artefakty mají z bočních stran menší žlábkové nebo obvodové žlábkové sloužící k upevnění na topůrko. Tyto předměty mohou mít zásadní roli při interpretaci a rekonstrukci specializovaných technik pravěkých horníků. K této hypotéze však existuje málo systematických výzkumů, které by mohly pomoci charakterizovat způsob a styl práce s výše zmíněnými kamennými artefakty. Tato studie navrhuje jedno z východisek přístupu ke studiu problematiky kamenných hornických nástrojů. Základním předpokladem výzkumu je hypotéza, že každá manuální práce s artefakty zanechává na povrchu stopy po opotřebení. Systematickým rozбором pracovních stop na kamenných nástrojích lze vyvodit závěry o jejich použití. K provedení této analýzy byly vytvořeny jejich zmenšené 3D modely vyrobené metodou SFM a pak byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí open-source softwaru GigaMesh. Následně se přistoupilo k mikromorfologické analýze (zakřivení a úhel k vodorovné rovině), která má velký význam k popisu povrchových stop, respektive ke stanovení, jestli se jedná o stopy vytvořené člověkem nebo přírodou. Tato metoda pomáhá k identifikaci artefaktů od tzv. „geofaktů“. Během výzkumu byly jasně rozlišeny tři typy nástrojů: kamenné mlaty se žlábkem, kamenné otloukače a kamenné klíny. Různá nastavení metody byla nejprve testována na „krásných“ nástrojích a potom pak byla aplikována na „ošklivých“ nástrojích, což jsou hrubě tvarované kusy místních kamenů, které lze těžko rozpoznat od geofaktů.

Keywords: working trace analysis, shafted hammers, handheld hammers, wedges, feature enhancement, prehistoric mining

INTRODUCTION

Due to their excellent preservation characteristics, stone tools are among the most important tools for studying prehistoric mining. Contrariwise, tools made of organic materials, such as wood, are only preserved in a few exceptions under peculiar environmental conditions, making them a rarer kind of archaeological evidence. Furthermore, the use of metal tools can be proved mainly indirectly from the traces left by their use. This is because the metal constituting the tools that had become unusable was often re-melted to produce new metal artefacts. The reuse of metals and the susceptibility to wear and decay of organic materials means that mainly only the stone tools are to be found in large numbers on the ancient

heaps, as these are the only types of mining implements that are discarded as soon as they become unusable, remaining mainly untouched in the dump heaps over times. On the one hand, “passive” tools can be found, such as anvil stones on which the ore was crushed, but on the other the majority of the utensils which can be observed in mining workshops are the stone hammers used to work “actively” on the rock. Both tools were used in mining and processing in ore mining or in the preparation of raw forms in Neolithic quarries.

Despite their large number of specimens and importance, which can be proficiently used for the reconstruction of exploitation operations, systematic investigations into their function and use have so far been rare. The subdivision of the stone tools in the available literature is largely

conducted freely, as uniform standards or classification criteria as a basis of interpretation currently need to be formulated. For example, J. Pickin classified the Welsh stone hammers according to their shafting modifications (Pickin 1990), while the Cwmystwyth hammers, found as well in Wales, were divided into 13 types, according to a combined classification that considers shape and shafting modifications (Timberlake 1990). For the stone hammers from the prehistoric mining of Saktrisi in Georgia, the typologies were assessed based on shape and traces of shafting, with five classes being distinguished (Stöllner et al. 2010; Stöllner et al. 2014). Another example is the study of stone tools from the prehistoric tin mines at Karnab in Uzbekistan (Garner 2013). Here, the stone tools were divided into three functional groups – picks, axes and hammers – based on their cross-section and the shafting modifications.

In addition to the typological subdivision of stone tools, other studies are based on the traces of work. These can essentially be divided into two methods: analysis of the micro-traces and macro-analysis of their distribution and visibility.

In the prehistoric pigment quarry of Grotta della Monaca in Italy, the micro-marks on the archaeological stone tools were compared with those obtained in experiments with replica stone hammers (Caricola 2020). Conversely, in his doctoral thesis, D. Gale used a descriptive approach to examine the macro-traces on the stone tools from various mining districts in Wales. In his work, the different types of working traces are defined and described, and differences in the variety and distribution of tools found in several districts have been statistically studied and plotted (Gale 1995).

In this investigation, a 3D computer graphics approach, based on the spatial analysis of tool surfaces, will be applied to classify the type of stone tools, their function and their mode of operation, to be determined with the help of the analysis of working traces. The study is based on the assumption that every type of work leaves specific signs of wear and tear on the tool. This premise would allow approaching the characterization of the function of the archaeological object by a standardized and numerical enhancement of the traces left on its surface.

The first necessary step is the differentiation between artificial marks and natural ones. Most traces of the tools and natural stones are caused by the tools hitting another stone. This action results in smaller and larger chips up to the splitting of the stone, depending on the strength and direction of the impact. However, there are clear differences in the distribution, density and visibility of these marks between tools and natural rock fragments. On the natural rocks, the tracks of the hit marks are impressed on the stone surface when the stone is transported, when it rolls down a slope, when it follows the water stream or falls off a rock. In each case, the location of the impact marks on the natural rock shows no zonation, covering the surface randomly

and, rarely, showing more than two impact scratches side by side.

On the other hand, with regards to tools, the traces of work are concentrated in one, two or rarely three zones since the miner always used and held them in hand in the same way, thus allowing to recognize the gesture indirectly. Therefore, there is always a specific direction from which the operator strikes the hit to convey the strength over the aim of exploitation in the best way. Furthermore, the repetition of the gesture over time leaves a zonation of macro-signs on the tool whose direction and distribution do not differ between different types of rocks, which can be studied on a small scale by applying all-round digital approaches.

The distinction between traces of natural origin and anthropogenic ones is only of secondary importance when considering the “beautiful” tools. In fact, these are immediately recognizable as tools because of the specifically selected and mostly non-local material and their evidently artificial preparation. However the study of the differences between natural and artificial marks is fundamental for recognizing the “ugly” tools. These consist of local, often relatively soft rocks that unclearly distinguish themselves from geofacts for an only rough *mise-en-forme* and can, therefore, easily be confused with natural stones. With the method of working trace spatial analysis presented here, however, these can be clearly distinguished since the macro-traces on the tools presented here are identical for both “beautiful” and “ugly” stone tools. There are universal criteria that can apply to all types of tools, without aesthetic or petrologic distinction.

The analysis of the macro-traces presented here differs from the examination of the micro-traces, which can be carried on using a microscope (optical or electronic). With microanalysis, the type of damage visible on crystals or grains can be used to determine whether the work was percussive or abrasive, or a combination of both. Additionally, from the macro-traces, it is possible to distinguish whether direct or indirect impacts produced them. The macro-analysis of these marks, allows the formulation of characterizations concerning the type of tools and how they were used.

MATERIALS AND METHODS

The specimens under study have been observed and documented digitally during visits and surveys in ancient mining and quarrying areas in Europe, whose descriptions are reported in the catalogue in the Annex.

The essential and pivotal step for the working trace analysis is the extraction of the high-resolution 3D models of the stone tools. In this study, these models are the input data, which have been created using the Structure from Motion (SfM) method to process vast datasets of digital pictures of the objects, taken from each side, with an overlapping of at least 50 %. This process allows the creation

of photomosaics and models without areas of no data and with a negligible deformation. The files were saved in Stanford ply format, as this takes up comparatively little storage space and can be read with several open-source programs. The FBX format was chosen for the rectified display of the models since texture problems could arise with the ply files. The following process is scaling the models, which is also a pivotal step that allows obtaining a photorealistic and measurable digital reproduction of the tools. The open-source software Blender was used to scale and export the models in both formats.

The work trace analysis was carried out with the open-source GigaMesh program, which H. Mara developed at the University of Heidelberg to examine cuneiform tablets (Krömker et Mara 2013; Mara et Krömker 2013; Mara 2016; Schönplüg et Mara 2016) and that can be applied to an extensive range of objects in cultural heritage.

After cleaning the mesh, the Multi-Scale Integral Invariant (MSII) was applied Fig. 1. The algorithm allows computing the curvature by intersecting the model with the volume of multiple spheres. Normalizing the volume descriptors enables a local classification of convex, concave and flat areas. But first of all, the maximum size of the feature width must be estimated by manually pinpointing the borders of a relevant mark. This is a delicate phase because, using smaller values, only the noise will be detected, while using a too big value, fine details are lost. With this method, the greatest possible detail can be achieved, by, at the same time, reducing the “noise” of irregular surfaces (Maass et al. in print for more details on the methodology).

A second helpful method of enhancing work marks in GigaMesh is the application of the slope function, which is the representation of the angle between a horizontal plane and the faces of the model, using different colour gradations. With this method, the horizontal break lines can be particularly emphasized, which is essential for identifying tool types.

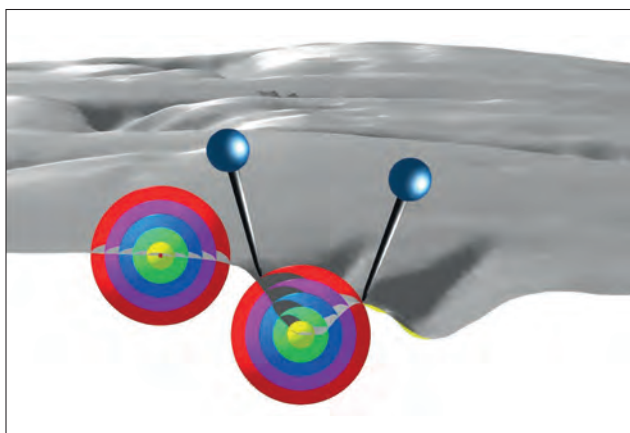


Fig. 1. The Multi-Scale Integral Invariant – MSII (modified from Mara et al. 2010, Fig. 3).

Obr. 1. Multi-Scale Integral Invariant – MSII (upraveno podle Mara et al. 2010, obr. 3). 1. kamenné mlaty s měřítkem.

RESULTS

A preliminary phase of training has been carried out on unambiguous, “beautiful” tools documented from prehistoric mining dumps using the methods described above. This fundamental phase of setting allowed to distinguish three clear patterns of traces of work, which emerged to be attributable to three different types of tools: shafted stone hammers, hand-held stone hammers and stone wedges. In a second step, less clear or “ugly” stone tools, often referred to as geofacts, were subjected to the same investigations, allowing to establish the criteria so long sought for the distinction between a natural stone and a tool, as well as the distinction between different gestures, that is to say, different types of work.

In the following paragraphs, the working traces of each of the three types of tools are described first as how they came about and for which work the tools were used. The so-called shaft modifications and the statistical discussion of forms and sizes are then reported in separate paragraphs.

1. Shafted stone hammers

Shafted stone hammers are usually recognizable by their shaft modifications, which, as will be shown, can also be misinterpreted. These modifications consist of either a circumferential groove in the middle of the hammer or two opposing notches, which prevent the hammer head from slipping out of the shaft. However, even if no shaft modifications are recognizable, as is the case of the stone hammers from Chuquicamata in Chile (Weisgerber 1992; Craddock 2003), the traces of work are so different that they would be alone enough to discern whether a stone implement was used as a shafted or handheld stone hammer Fig. 2. In the case of shafted tools, working marks can appear on one or two sides. The type and distribution of the working marks are mostly asymmetrical: the shape of the working area often appears like a cutting edge with strong impact marks in the form of dents since the stone usually breaks in long, lens-shaped flakes on one flat side, more rarely on both flat sides. On the opposite side, only the traces left by short splits are usually visible.

This asymmetrical arrangement of the working marks can be explained by the shearing forces that propagate in the stone when it is struck with a stone hammer Fig. 3. When handling the hammer with one arm, the user performs several movements simultaneously: the first is done by the arm, which accelerates the hammer forward, with the two axes of rotation located around the shoulder and elbow. This movement only describes a slightly curved track. A rotating motion of the hand at the end of the blow, with which the hammer receives additional momentum and thus the decisive impulse, has a significantly stronger impact on the hammer head. The hammerhead performs a tight circular movement with a radius equal to the handle’s length. When it hits the stone block, the shearing forces in the hammerhead arise due to this narrow circular path, which can

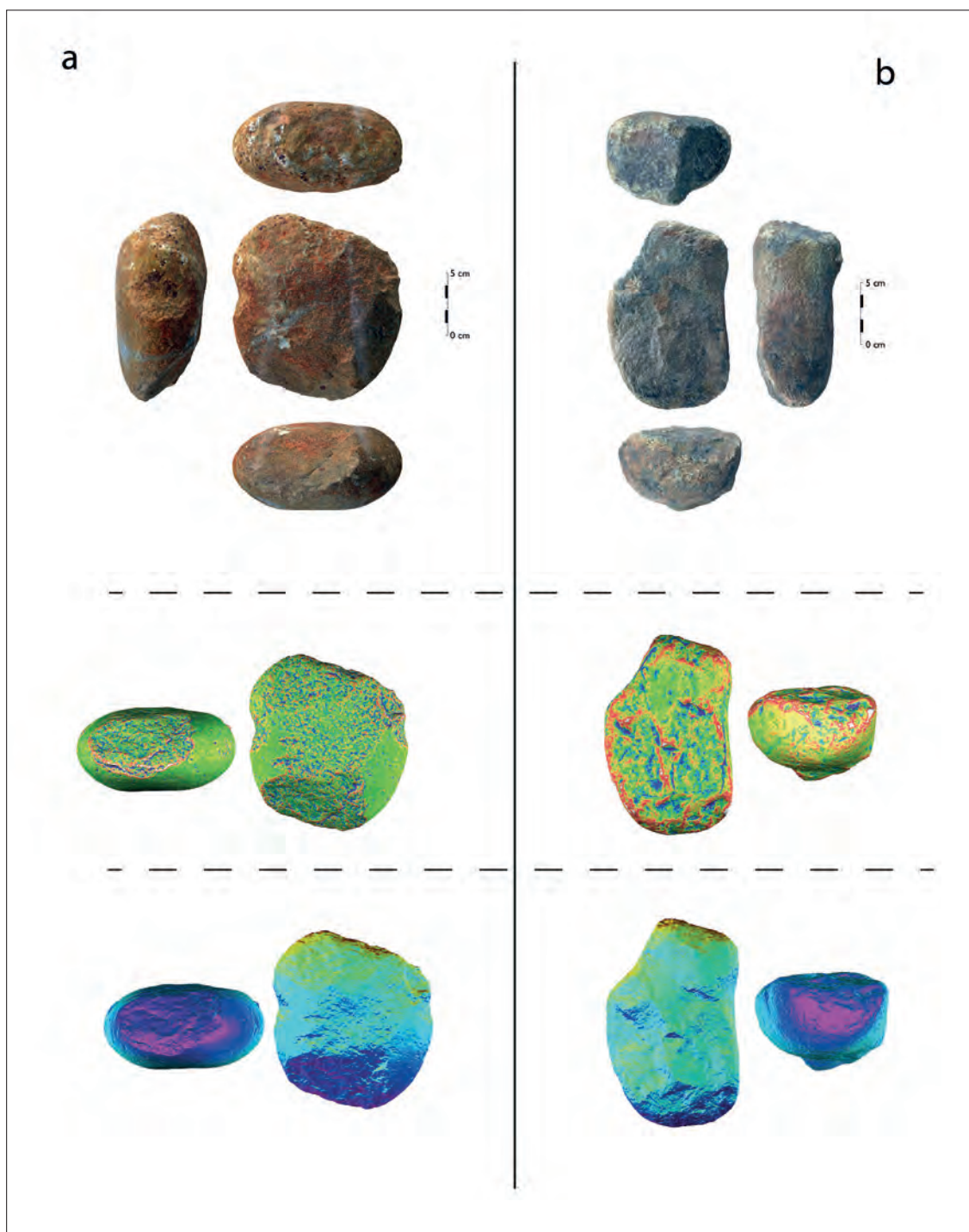


Fig. 2. Examples of shafted stone hammers (a: Inn-valley-1; b: Vosges-1). The following structure is similar for all the figure compositions. The first line shows the tool with texture. The second line shows the tool processed with MSII, in frontal view and view of the working area. The colours symbolise: in light green, a flat surface; in yellow-red-white colour scale, the different degrees of convex surface; and in turquoise-blue-violet colour scale, the different degrees of concave surface. The third line shows the tool (also in frontal view and view of the working area) processed with the slope-function (angle to a horizontal plane in the centre of the tool): the turquoise colour shows the areas perpendicular to the plane, while the yellow-red colour ramp shows the different angles (red is used for the surfaces parallel to the plane) in the zone above the plane and, in blue till violet hues, are represented the areas under the plane (violet is used for the surfaces parallel to the plane).

Obr. 2. Příklady kamenných mlatů se žlábkem (a: údolí Inn 1; b: Vosges 1). Snímky z MSII analýzy z přední a boční strany kamenných předmětů. Barevné škály znázorňují: a) Světle zelená = rovný povrch b) Žluto-červená-bílá barevná škála = stupně konvexního úhlu c) Tyrkysově-modro-fialová barevná škála = stupně konkávního úhlu. Slope-function analýza (měření úhlu k vodorovné rovině ve středu nástroje) realizovaná na předních a bočních stranách předmětů. Tyrkysová barva ukazuje oblasti kolmé k středu, žluto-červená barva označuje šikmou plochu s různými úhly (červená se používá pro plochy rovnoběžné se středem předmětu). Modré až fialové barevné škály označují části nad středem a pod středem předmětu (fialová se používá pro plochy rovnoběžné se středem).

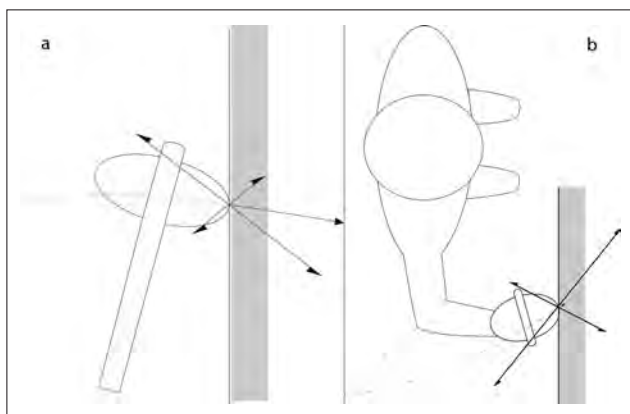


Fig. 3. The shear forces in the hammerhead at the moment when the hammer hits on another surface; a) the drawing shows the vertical motion and b) the horizontal, circular motion of the hammer.

Obr. 3. Smykové třecí síly v kamenném mlatu se žlábkem v okamžiku úderu na jiný povrch; a) kresba znázorňující vertikální pohyb b) horizontální pohyb.

lead to the ejection of long flakes, which, as can be seen in the drawing Fig. 3a, occur on the upper side of the hammerhead and, at the same time, have a significantly more potent effect on the block that has to be processed. Towards the bottom, the direction of the gravitational forces is considerably steeper than the main axis of the hammerhead, which is why only short, superficial chips occur here. A third motion, the one-handed strike, is created by a circular motion of the hammer inward from the side of the miner's body, with the shoulder as the fulcrum (as shown in Fig. 3b). Because of this movement, the long flakes tend not to occur centrally at the top but rather with an offset towards the outside (viewed from the miner's body) of the hammer.

Because of the position of the working marks, it is possible to accurately determine the orientation of use of a stone hammer, which also allows to imply whether the miner was left- or right-handed and, in favourable cases, if the head was turned for a re-using of the fresh side.

Due to the big size of the shafted stone hammers – that generally weigh more than 1 kg – it is possible to argue that these were mainly used to break up large blocks obtained from fire-setting Fig. 4, a preliminary preparation phase that precedes the transport of the block. These stone hammers are of little use for finer work, as the rock splinters burst far away due to the narrow, arc-shaped impact path, which also causes the spread of shear forces in the worked stone.

2. Handheld stone hammers

The second group of working traces is assigned to the unhandled, handheld stone hammers. These tools have a working surface that is rarely regularly convex Fig. 5; Fig. 6. Especially with hard, dense rocks such as quartzite, shattered crystals and impact marks in the form of small depressions can still be seen on the working surface, and there

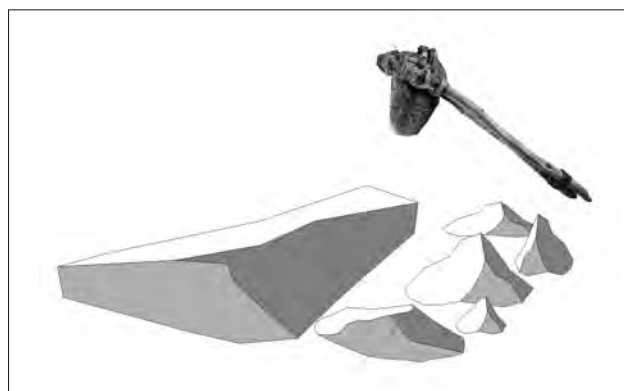


Fig. 4. The work of the shafted stone hammer for breaking big blocks. Obr. 4. Praktické znázornění funkce kamenných mlatů sloužící k rozbíjení velkých částí určité suroviny.

may be small chip marks at the borders. Larger spalling can also occur at weak points in the rock.

As the name of this tool suggests, the hammerstone was held directly in hand and used without a handle in mining operations or in crushing chunks of ore. Holding it directly in hand makes the blow almost straight, as the hammer stone hits the work surface at a right angle Fig. 7. With this blow, the occurring shearing forces are lower than those obtained with a shafted hammer and are symmetrical to the tool axis. This type of action causes the edges of the face to splinter so that the convex working surface forms over time. Lens-shaped flakes, as seen in the shafted stone hammers, do not occur with the handheld ones. In some areas, unhandled stone hammers were also used in mining, such as in the Neolithic hematite mines near Bad Sulzburg (Goldenberg et al. 2003) or in the Chalcolithic copper mines of Cabrières (Maass 2005), where heavier specimens, weighing over a kilogram, were also found.

However, most of the tools can be found in the processing heaps of all prehistoric periods, where they were used for crushing the minerals Fig. 8. In fact, the straight hit with the lower shear forces reduced the spreading of small mineral chips and was, therefore, better suited for crushing works.

3. Stone wedges

The third type of working marks differs clearly from the two previously presented, and it is assigned to the group of stone wedges. In this case, two different forms of working marks are always placed on the two opposite sides of the tool Fig. 9; Fig. 10. On one side, an area with impact marks can be identified, which can appear more explicit or less clear, depending on the hardness of the rock. On tools made of hard and massive rocks, the work area consists of a clearly battered surface with impact marks and shattered crystals, while on less hard or dense rocks, the impact marks are less evident. Flat natural fractures, which were preferentially used as hitting areas, often appear smoothened and flattened because of the repeated hits impressed by a wooden mallet. In addition to smaller and larger

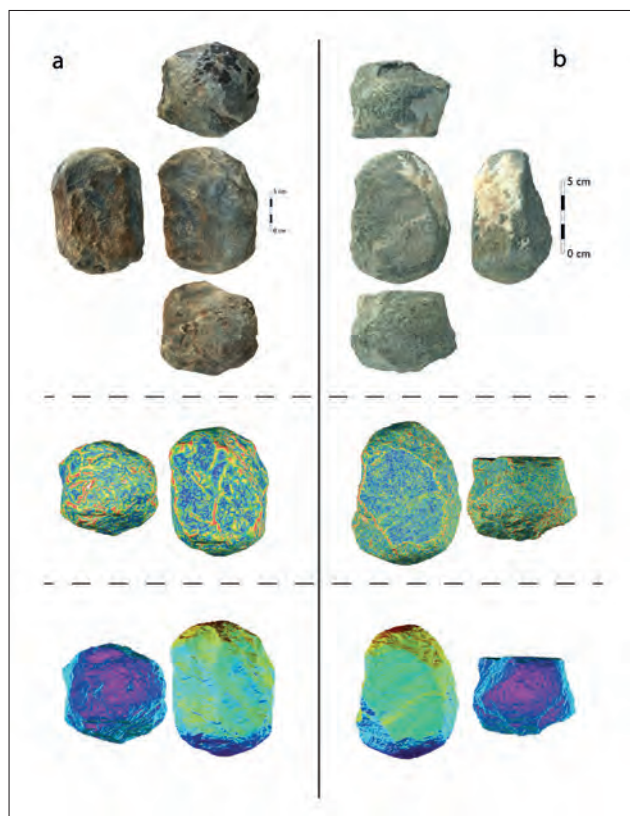


Fig. 5. Examples of „beautiful“ handheld stone hammers (a: Cabrières-1; b: Sierra de Orihuela-1).

Obr. 5. Příklady „krásných“ kamenných otloukačů (a: Cabrières 1; b: Sierra de Orihuela 1).

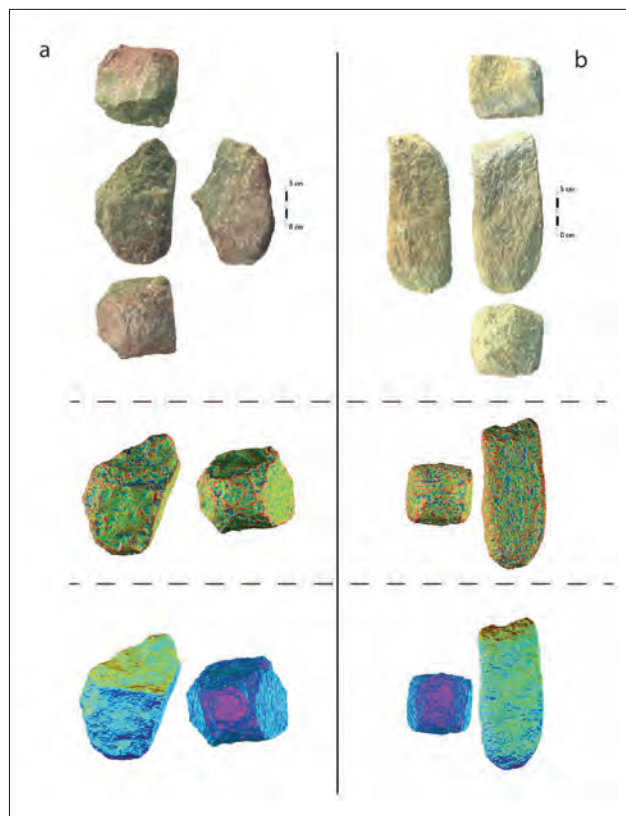


Fig. 6. Examples of „ugly“ stone hammers (a: Harz mountains 1; b: Harz mountains 2).

Obr. 6. Příklady „ošklivých“ kamenných otloukačů (a: pohoří Harz 1; b: pohoří Harz 2).

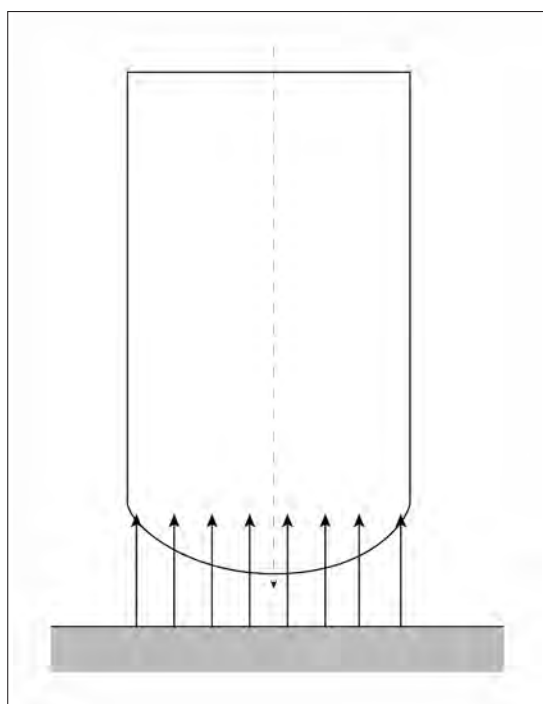


Fig. 7. The direction of the forces in the handheld hammer at the moment of hitting another surface.

Obr. 7. Smykové třecí síly v kamenném otloukači v okamžiku úderu na jiný povrch.

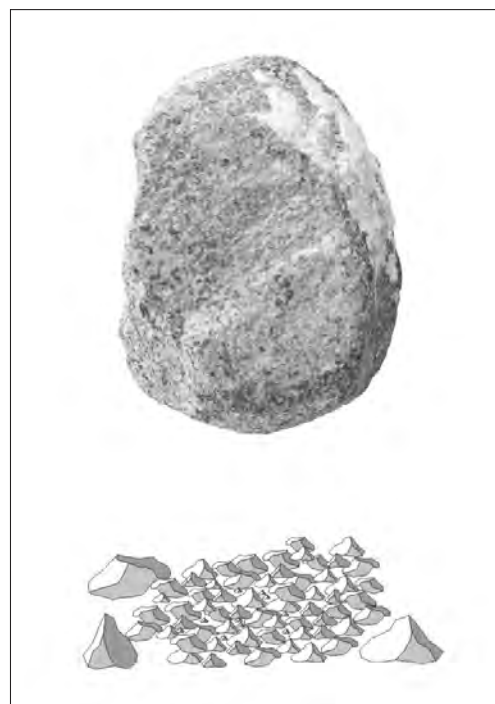


Fig. 8. The work of the handheld stone hammer for crushing minerals.

Obr. 8. Rekonstrukce využití kamenného otloukače na drcení hornin.

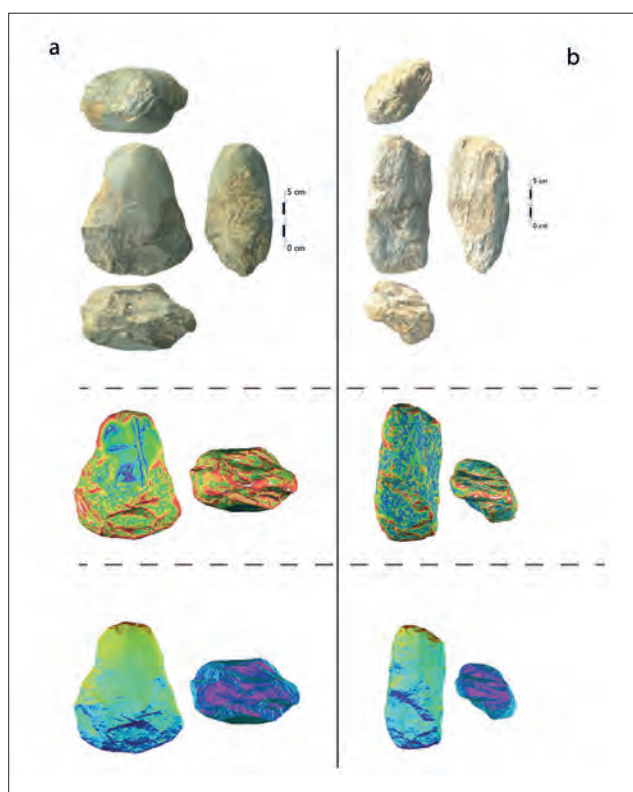


Fig. 9. Examples of “beautiful” stone wedges (a: Inn-valley 2; b: Inn-valley 3).

Obr. 9. Příklady „krásných“ kamenných klínů (a: údolí Inn 2; b: údolí Inn 3).

chips to the side surfaces, which can often be observed, a typical appearance of this type of tools is one side edge of the hitting area visibly rounded, while the others are still sharp-edged Fig. 11.

On the opposite side, the traces of work are much more prominent. The working edge or tip is beaten round and has strong impact marks in the form of depressions. In many cases, the working edge has a slight S-shape caused by the breaking of smaller and larger chips on both sides. In massive rocks, their ends form almost parallel steps that lie on top of each other and can give the wedge shape to the tool. In coarsely crystalline rocks, such as granite, it is possible that the wedge shape forms without any clear steps due to the rock structure.

These two different forms of working marks are pretty easy to interpret. The blurred ones are produced by blows impressed with a hammer, which was probably made of an antler or a wooden mallet. A stone hammer would damage the wedge so much that it would have a very short lifespan. However, the softwood absorbs part of the impact energy so that, although the impulse is the same, the wear on the tool is significantly lower. Several wooden hammers were found in the Bronze Age copper mines at Mitterberg in Austria, which would suit this work well (Klose 1918). They have the same shape as today’s wooden mallets used by sculptors and stonemasons. However, simple branches

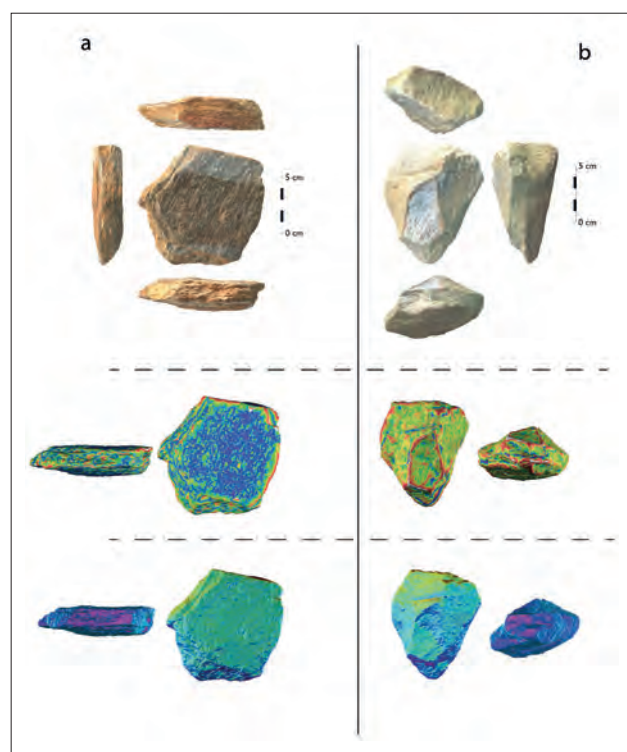


Fig. 10. Examples of “ugly” stone wedges (a: Rhodopes 1; b: Tolfa-mountains 1).

Obr. 10. Příklady „ošklivých“ kamenných klínů (a: Rhodopes 1; b: pohoří Tolfa 1).

were probably also used for hitting, as some stone wedges have a V-shaped surface formed by the impact marks in the centre Fig. 12. The one rounded edge of the hitting face is related to the handling of the tool. Since the miner always holds the wedge in the same way, the hammer mostly hits the same area, leaving the rounded edge at that point.

The deep marks on the opposite side come from the percussion of the tool on the worked stone. The wedge transmits the energy of the mallet to the workpiece, causing the direction of force to diffuse in a straight line in the direction of the blow, with less lateral shear than the ones spread when working with stone hammers Fig. 13. The outbursts are rarely lenticular but mostly flat, parallel to the long axis of the tool and often terminate along transverse fracture planes or zones of weakness in the rock. Over time, the repeated flaking off of smaller and larger fragments results in the typical wedge shape, with parallel broken edges lying one on top of the other in a stepped manner. Very often, the fractures are not distributed symmetrically on the two side surfaces of the stone wedge but occur more frequently on one side, which the holding of the tool at an angle can explain.

Stone wedges were used to split stones in a targeted manner Fig. 14, focusing on a single point and in one direction, for example, along a vein of ore, significantly reducing the wasted material before the actual crushing of the ore. In Neolithic quarries for the production of stone axes, stone

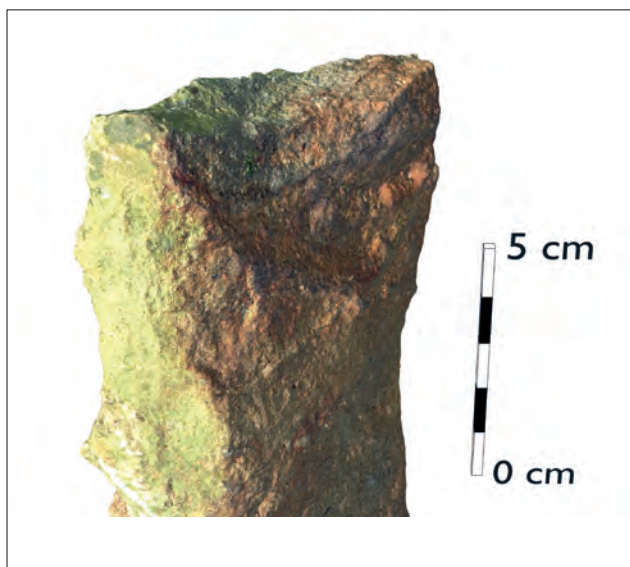


Fig. 11. V-form of the hitting area at a stone wedge (Harz-Mountains 3).
Obr. 11. Úderná plocha na kamenném klínu ve tvaru písmena V (pohoří Harz 3).

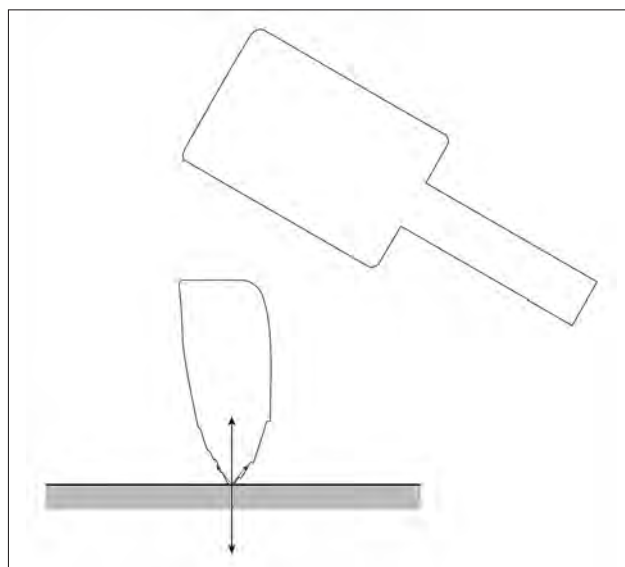


Fig. 13. The direction of the forces in the stone wedge at the moment of the hit of the wooden hammer.
Obr. 13. Směr třecích sil v kamenném klínu v okamžiku úderu pomocí dřevěné palice.

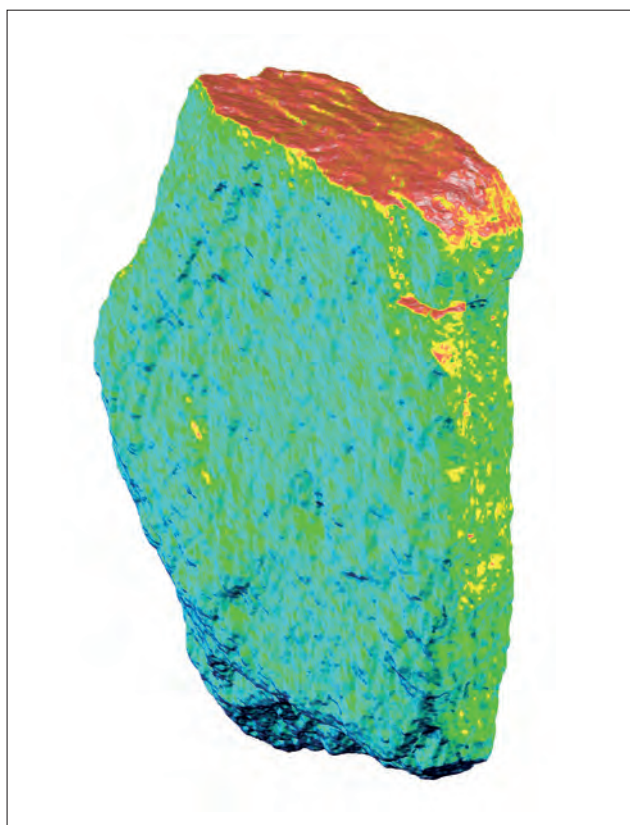


Fig. 12. View of the hitting area of a stone wedge. On the left side, the top and the bottom edges show sharp borders, visible by the abrupt change of the colour from red to turquoise, while, on the right side, the smoother transition from red to yellow shows the rounded surface of the hammering.
Obr. 12. Pohled na údernou plochu kamenného klínu. Levá strana: Horní a spodní okraje mají ostré hrany viditelné změnou barvy z červené na tyrkysovou. Pravá strana: Znárodnění přechodu z červené do žluté u zaoblených povrchů při tření.

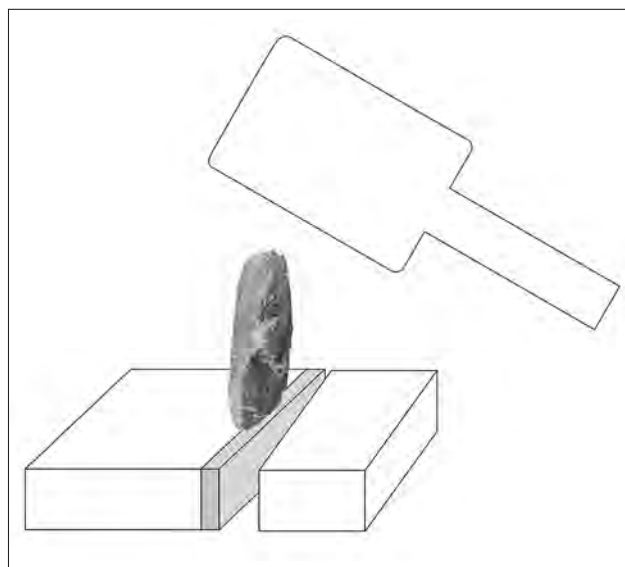


Fig. 14. The work of the stone wedge for splitting stones.
Obr. 14. Rekonstrukce využití kamenného klínu na štípání.

wedges could be used to separate the raw rock plates from the stone slabs more easily and quickly and, in this way, due to the targeted impact, the waste material could be reduced in comparison to the use of hammers for the same operation.

The stone wedges were referred to as stone chisels in an earlier paper (Stöllner et al. 2006). However, since chisels work by cutting while these tools only split, the term stone wedge is proposed here.

3.1. Experiment with a stone wedge

An experiment was carried out to examine the working marks on a stone wedge. For the wedge, a piece of greywacke coming from the heap of a Neolithic quarry in the Harz Mountains has been employed, while for the mallet, a piece of birch weighing 420 g, has been used Fig. 15A. The workpiece was a slab of greywacke, also coming from the Harz Mountains. As theoretically hypothesized in the chapter on stone wedges, small chips quickly chipped off the side of the tool while the working edge got rounder Fig. 15B. Additionally, as a result, the already described step-shaped side surfaces have been observed Fig. 16. The attempt was stopped after a short time because the stone was too short to continue safely holding it. In fact, because of the weathering of the wedge on the surface, the stone was less hard and it wore off faster during the experiment.

4. Size of the tools

The size and sometimes also the shape of the stone tools depend on their purpose. For example, sizeable and weighty tools are better suited for heavy work than lighter ones, while these are better used for finer work due to their easier handling. The following diagram Fig. 17 shows this very clearly, even if only as a trend, as there are inhomogeneities in the numbers of available samples for some of the typologies under study. For example, only the data from three stone hammers were available and, in addition, these

are often severely damaged, so the weight should be significantly higher.

In contrast, the hand-held stone hammers and stone wedges show an inverse distribution. Most of the tools are in the sub-kilo range, as they are sufficient for crushing pieces of mineral that have been pre-sorted, especially since the rock is usually already weakened by the firesetting during exploitation. For the same reason, a smaller size is also sufficient for the stone wedges. However, heavy tools weighing several kilograms also occur with both types of tools but to a lesser extent. Only hand-held rock hammers were found in some areas, such as the Cabrières mining district (Maass 2005): this observation explains that heavy rock hammers were used for breaking big rock slabs. In addition to the “normal” stone wedges, heavy specimens were also found in Neolithic quarries, used to split thick slabs of rock for the shaping of axes’ raw forms. Working with the heavy stone wedges may have required two workers: one to hold the wedge and a second to brandish the heavy mallet.

There are also visible tendencies in terms of shape, with the geological conditions playing an important role here. Fig. 18 clearly shows that the stone wedges in the sample pool are less thick than the hand-held stone hammers. They also usually have a somewhat elongated shape, while the unhandled stone hammers are often more rounded. The elongated shape is better when working with a hammer, but this still needs to be verified with larger samples from different districts, as in this study, most of the stone wedges come from prehistoric quarries in the Harz Mountains



Fig. 15. The experiment with a stone wedge A: the wedge, mallet and workpieces before the experiment; B: The wedge and chipped chips after the experiment.

Obr. 15. Experiment s kamenným klínem. A: klíny, mlaty a polotovary před experimentem; B: klín a rozštípnuté zlomky po experimentu.

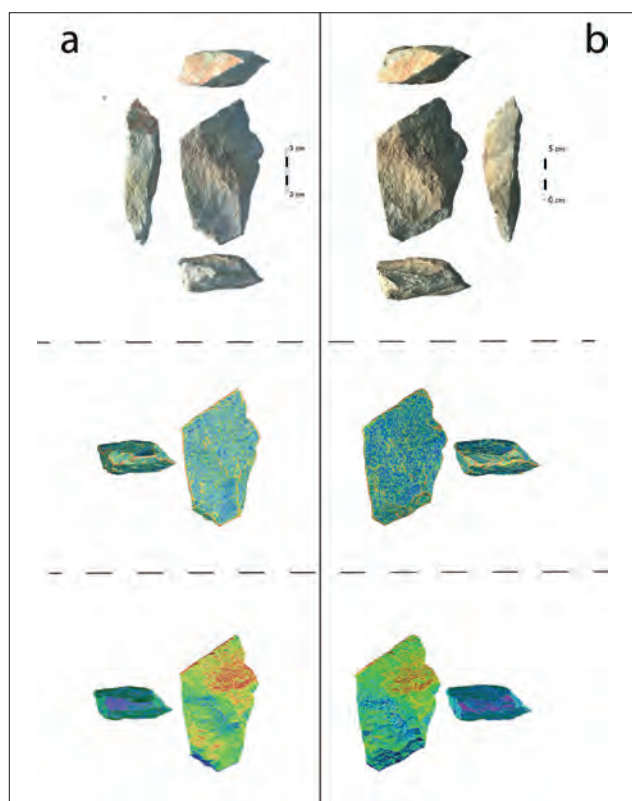


Fig. 16. The wedge of the experiment a: before the experiment; b: after the experiment.
Obr. 16. Experimentálně vyrobený kamenný klín. a: před experimentem; b: po experimentu.

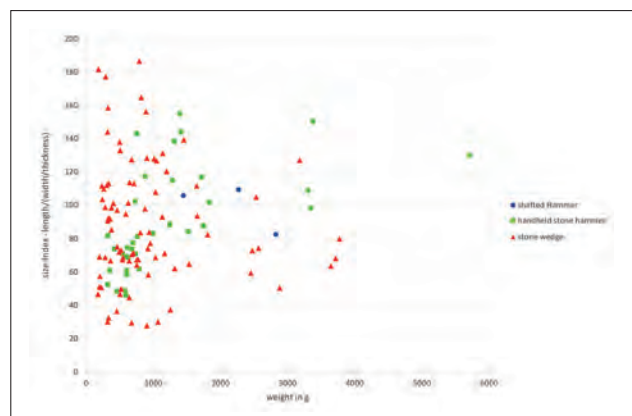


Fig. 17. Diagram with the weight distribution plotted on a size-index of the tools.
Obr. 17. Diagram s rozložením hmotností vynesným na index velikosti nástrojů.

and are composed of sedimentary rocks that favour flatter shapes, especially when waste pieces were used as blanks.

5. Modifications for handling

Shafting modifications are usually referred to as pecked roughening, notches and grooves, with the help of which

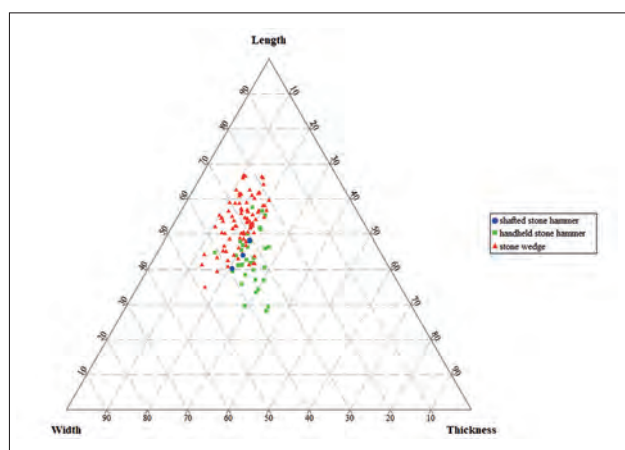


Fig. 18. Triplot-diagram plotting the form of the studied tools.
Obr. 18. Tri-plot diagram s vykresleným tvarem zobrazených nástrojů.

the hammer head was firmly attached to a handle by a strap (probably in leather) either in the groove or the notches, connecting the stone on a branch (Klose 1918). The branch is cut where it widens at the junction to the timber so that its wider part forms the base for the hammerhead. Another form of shafting is documented from the prehistoric copper mining of Chuquicamata in Chile but it is also found in archaeological contexts in Europe. To reproduce this type of shafting, a willow branch is wrapped around the stone and tied tightly underneath so that the hammer is firmly fixed (Weisgerber 1992, Craddock 1990, Craddock 2003). From Egypt, a third type is known, represented both in drawings and testified by archaeological finds, in which two branches directly connected at one end are fixed to the sides of the hammerhead. To do this, straps above and below the stone press the branches so tightly against it that the hammerhead is securely clamped in and does not slip out when brandished. In addition to the pressure of the straps and the branches, the notches in which the straps are fastened ensure that the hammerhead is solidly fixed, even if the attachment should loosen a little. For safe handling of the hammer, the shaft must be attached in the centre of gravity of the hammerhead or, otherwise, it will be overweighed to the front or back, losing stability and tiring the miner who has to compensate for this “imbalance”. Since the direction of impact is transverse to the straps or rods wrapped around the stone, the shaft modifications are attached transversally to the longitudinal axis of the hammerhead.

In some cases, a transverse groove or two opposite notches are placed outside the centre of gravity. In addition, another notch, running from the groove in the direction of the longitudinal axis over one end, is pecked into the stone. This accommodates an additional strap that runs over the rear end of the hammer and provides extra security for the hammerhead, even if the hammer can only be used on one side. This type of shaft can be observed on the stone hammers from Chuquicamata in Chile Fig. 19, which is often still preserved (Craddock 1990; Craddock 2003).



Fig. 19. Two stone hammers from Chuquicamata in the Mining collection of the Mining Academy in Freiberg/Germany (Photo A. Maass).

Obr. 19. Dvě kamenná kladiva z dolu Chuquicamata v hornické sbírce Baňské akademie ve Freibergu, Německo (Foto A. Maass).

On closer inspection, however, not all modifications are suitable for keeping a shaft. On many stone implements, however, one single notch can be observed on one longitudinal edge, which can also be outside the centre of gravity, or there is a notch on one edge and two, three and/or one wide notch on the opposite side. Instead of real notches, only locally rounded edges can be used. These incisions are difficult to interpret as a modification for fixing the hammerhead on the handle. Contrariwise, they are well suited to give the miner's fingers a secure fit and smooth out sharp edges, so they don't cut into the miner's hand. The single notch, often a wide one, is for the thumb, while the opposite ones accommodate the other fingers.

6. Raw materials

The best raw materials selected for stone tools in ancient times were hard and massive rocks such as quartzite or eclogite, as they best withstand heavy work and thus can be used the longest without being replaced. Due to their regular shape, cobbles from streams, rivers and glacial moraines were preferred. If there were no suitable pebbles nearby, these were sometimes supplied to the mining sites from great distances. For example, the quartzite pebbles for the stone hammers used in the Neolithic flint mines of Veaux in southern France were transported over a distance of 20 km from the Rhône valley (Schmid 1999). The Bronze Age copper miners took an even longer route at Cwmystwyth in Wales, probably fetching the cobbles for their stone hammers from the beaches near Aberystwyth, some 30 km away (Thorburn 1990, Craddock 1995).

However, these large distances between the raw material source and the exploitation sites, where the tools were actually used, were the exception. Field evidence in several areas in and out of Europe supports the conclusion

that miners regularly used local rocks, even if they were of poorer quality, if there were no suitable pebble sources in the vicinity or if the transport route was too complicated, such as in the high mountains. In such circumstances, exploiting local rock was “cost-effective”, representing less effort and a more extensive supply basin, even if the tool had a shorter lifespan and the rock had to be actively exploited and then the raw hammers artificially shaped. A good example is the Chalcolithic copper mining area of Cabrières in southern France, where quartzite rocks that protrude within the surrounding limestone were mined as raw material for the stone hammers by means of fire-setting and then processed into rough hammers (Maass 2003). In the field, during surveys, it is often possible to individuate mining structures in the rocks with the typical traces of fire setting, but also the dump heaps of the workshops, consisting of countless flakes and brought-to-size stone hammers, which were not yet used. However, such quarries were not rare but had rather a regular occurrence, as it is testified by surveyed areas in Morocco (Celauro et al. 2016), in Portugal (Celauro et al. 2022) and on the Çanakkale Peninsula in Turkey, where the discovery of about 30 quarries for the extraction of raw material for stone tools (hammers and wedges) has been documented (Erşen et al.). In the Neolithic quarries, large flakes that were discarded from the manufacture of rough axes were therefore available in large numbers as stone wedges or hand-held stone hammers. The sharp edges of such stone tools had to be rounded off a little before their use so they didn't cut into the palms of the hands.

CONCLUSIONS

Analyzing the macro-traces of prehistoric mining tools allows us to determine and reconstruct their function and how they were handled. This approach permits a better understanding of the various operative steps in the exploitation of mineral raw materials and, under certain circumstances, through the spatial distribution of the tools on sites, it allows to recognize the possible organization of the work into different workshops. However, the digital methodology proposed here is suitable for identifying prehistoric mining tools in areas where pebbles were only available in limited numbers due to geographic and geological conditions, but mineral raw materials were in demand. For example, this may be the case of the German low mountain ranges, which are rich in ores and suitable rocks for manufacturing stone axes. However, in this zone, suitable pebbles are difficult to find due to the lack of glaciation during the ice ages and because of the few rivers with good gravel banks. Therefore, some cobbles were quarried from greater distances, as in the case of the Neolithic hematite quarry of Bad Sulzburg, whose stone hammers come from the Rhine Valley. But as the Neolithic quarries of Plancher-les-Mines in the Vosges demonstrate, prehistoric miners also relied on the extensive use of local, ‘ugly’ tools that are less easily identified in

the terrain. In the Harz Mountains in Lower Saxony, too, recently, stone tools made of local rocks that belonged to Neolithic quarries where stone axes were produced could be better described thanks to this approach. This example shows that systematically observing the working traces that distinguish prehistoric tools from natural stones can help filling significant gaps in the prehistoric mining landscape.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank colleagues and friends who supported the research with fruitful discussions: Angela Celauro for valuable insights on aspects related to the specialism of spatial analysis applied to archaeological objects; Daniel Steiniger and Gert Goldenberg for an enduring collaboration on the topic of mining archaeology and mining tools, René Piehl for cooperation in the field; Katharina Malek-Custodis (NLD – Arbeitsstelle Montanarchäologie), responsible of the mining heritage of the Harz Mountains; Hristo Popov for the involvement in the study of Bulgarian mining and Raimar Kory for the fundamental help in the collection of specific literature.

BIBLIOGRAPHY

- CARICOLA I., BREGLIA F., LAROCCA F., HAMON C., LEMORINI C., GILIGNY F. (2020): Prehistoric exploitation of minerals resources. Experimentation and use-wear analysis of grooved stone tools from Grotta della Monaca (Calabria, Italy). – *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12: 259, 1–26.
- CELAURO A., MEROLA P., SUSANNA F. (2016): Les prospections archéométriques et archéologiques. – L.I. MANFREDI et S. FESTUCCIA (Eds.) *AOUAM I - Rapport préliminaire de la première campagne de prospection et de fouille dans la zone minière du Jebel Aouam*, Vol I: 31–45. Rome.
- CELAURO A. et MAASS A. (2022): Mining and quarrying landscapes, mineral potential and raw stone tools in Trás-os-Montes (Portugal) – a preliminary discussion. Oral communication at the International Conference History of Old Mining and Metallurgy from Prehistory into the Modern Age, Stříbrná Jihlava 2022, 29 September – 1 October, 2022. Jihlava.
- CRADDOCK B. (1990): The experimental hafting of stone mining hammers. – In: CREW P. et CREW S.; *Early Mining in the British Isles*, Early mining in British Isles, 58. Plas Tan y Bwlch, Snowdonia National Park Study Centre.
- CRADDOCK B., CARTWRIGHT C. R., CRADDOCK P. T. et WRAY W. B. (2003): Hafted stone mining hammer from Chuquicamata, Chile. – In: CRADDOCK et LANG (eds.), *Mining and Metal Production through the Ages*, The British Museum Press, 52–68. London.
- CRADDOCK P. T. (1995): *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh University Press. Edinburgh.
- ERSEN D. et MAASS A. (in prep.): The stone quarries for stone hammer production on the Peninsula of Çanak-kale/TR.
- GALE D. (1995): *Stone tools employed in prehistoric metal mining - A functional study of cobblestone tools from prehistoric metalliferous mines in England and Wales in relation to mining strategies by use-wear analysis and cobble Morphometry*. - PhD Thesis, University of Bradford. Bradford.
- GARNER J. (2013): *Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien II. Das montanarchäologischen Forschungen an der Zinnlagerstätten*. – *Archäologie in Iran und Turan*, 12. Berlin.
- GOLDENBERG G., MAASS A., STEFFENS G. et STEUER H. (2003): Hematite Mining during the Linear Ceramic Culture in the Area of the Blackforest, South West Germany. – STÖLLNER T., KÖRLING G., STEFFENS G., ČIERNY J. (Eds.), *Man and Mining – Mensch und Bergbau*. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday, 179–186. Bochum.
- KLOSE G. (1918): *Die prähistorischen Funde vom Mitterberge bei Bischofshofen im städtischen Museum Carolino-Augustum zu Salzburg und zwei prähistorische Schmelzöfen auf dem Mitterberge*. – *Österreichische Kunsttopographie*, 17. Salzburg.
- KRÖMKER S. et MARA H. (2013): *Gigamesh Manual*, Universität Heidelberg. Heidelberg.
- MAASS A. (2005): Quelques réflexions concernant les structures minières chalcolithiques de la région de Cabrières, – *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes*, Mémoire XXXVII de la Société préhistorique française, Actes Du Colloque International, 63–70. Carcassonne.
- MAASS A., CELAURO A., MARSELLA M. A. (in print): 3D shape of past human activities: the paradigmatic example of the mining Landscape. – *CAA2021, Digital Crossroads Proceedings*. Limassol.
- MARA H. (2016): Made in the Humanities: Dual integral invariants for efficient edge detection. – *Information Technology*, 58 (2): 89–96.
- MARA H., KRÖMKER S., JACOB S. (2010): GigaMesh and Gilgamesh – 3d Multiscale Integral Invariant Cuneiform Character Extraction. – *The 11th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST*, 1–7.
- SCHMID E. (1999): *Der Silexbergbau bei Veaux-Malaucène in Südfrankreich*. – In: WEISGERBER G. (ed), *5000 Jahre Feuersteinbergbau. Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit*, 21–26, Bochum.
- SCHÖNPFUG R. et MARA H. (2016): Ridge Point Extraction with Non-Maximum Suppression or Irregular Grids. – *40th ÖAGM & ARW Joint Workshop on “Computer Vision and Robotics*. Wels.
- STÖLLNER T., ČIERNY J., EIBNER C., BOENKE N., HERD R., MAASS A., RÖTTGER K., SORMAZ T., STEFFENS G., THOMAS P. (2006): *Der bronzezeitliche Bergbau im Südevier*

- des Mitterberggebietes. Bericht zu den Forschungen der Jahre 2002 bis 2006. – *Archaeologia Austriaca*, 90: 87–137. Wien.
- STÖLLNER T., GAMBAŠIZE I., HAUPTMANN A., MINDIAŠVILI G., GOGOČURI G., STEFFENS G. (2010): Goldbergbau in Südostgeorgien – Neue Forschungen zum früh-bronzezeitlichen Bergbau in Georgien. – S. Hansen, A. Hauptmann, I. Motzenbäcker, E. Pernicka (eds.), *Von Majkop nach Trialeti – Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4.–2. Jahrtausend v. Chr. Beitr. des internationalen Symposiums in Berlin, 1–3 Juni 2006*, 103–138. Köln.
- STÖLLNER T., CRADDOCK B., GAMBASHIDZE I., GOGOTCHURI G., HAUPTMANN A., HORNSCHUCH A., KLEIN F., LÖFFLER I., MINDIAŠVILI G., MURVANIDZE B., SENCZEK S., SCHAICH M., STEFFENS G., TAMASASHVILI K., TIMBERLAKE S. (2014): Gold in the Caucasus: New research on gold extraction in the Kura-Araxes Culture of the 4th millennium BC and early 3rd millennium BC. With an appendix of M. Jansen, T. Stöllner, and A. Courcier. – H. Meller, E. Pernicka, R. Risch (eds.), *Metalle der Macht. Tagungen Landesmus. für Vorgeschichte Halle*, 11:71–110. Halle.
- TIMBERLAKE S. (1990): Firesetting and primitive mining experiment, 1889. – In: CREW P. et CREW S.; *Early Mining in the British Isles, Early mining in British Isles*, 53–55. Plas Tan y Bwlch, Snowdonia National Park Study Centre.
- THORBURN J. (1990): Stone mining tools and the field evidence for early mining in Mid-Wales. – In: CREW P. CREW S.; *Early Mining in the British Isles, Early mining in British Isles*, 43–46. Plas Tan y Bwlch, Snowdonia National Park Study Centre.
- PICKIN J. (1990): Stone Tools and Early Metal Mining in England and Wales. – In: CREW P. et CREW S.: *Early Mining in the British Isles, Early mining in British Isles*. 39–46. PlasTan y Bwlch, Snowdonia National Park Study Centre.
- WEISGERBER G. (1992): *Der Kupfermann: Indianischer Bergbau vor Kolumbus. – Amerika (1492–1992) Neue Welten - Neue Wirklichkeiten*, Braunschweig, 159–167.

Tab. 1. Sizes and informations of the studied stone tools.
Tab. 1. Velikosti a informace o studovaných kamenných nástrojích.

Number	length (mm)	width (mm)	Thickness (mm)	weight (g)	object	hammer use	material	Mining- Mineral	Period
Inn-valley-1	155	150	80	2822	hammer	shafted	amphibolite	copper	Bronze Age
Inn-valley-2	119	100	58	900	wedge		metamorphite	copper	Bronze Age
Inn-valley-3	155	84	53	917	wedge		granite	copper	Bronze Age
Inn-valley-4	90	45	33	180	wedge		gneiss	copper	Bronze Age
Inn-valley-5	150	78	48	904	wedge		shist	copper	Bronze Age
Inn-valley-6	200	119	78	2568	wedge		shist	copper	Bronze Age
Inn-valley-7	145	72	37	458	wedge		greenschist	copper	Bronze Age
Inn-valley-8	102	64	39	373	wedge		metamorphite	copper	Bronze Age
Inn-valley-9	122	99	41	492	wedge		greenschist	copper	Bronze Age
Inn-valley-10	72	87	86	733	hammer	hand-held	quartzite	copper	Bronze Age
Inn-valley-11	78	74	28	196	wedge		gneiss	copper	Bronze Age
Obertauern-1	175	136	85	2268	hammer	shafted	amphibolite	copper	Bronze Age
Rhodopes-1	111	110	30	514	wedge		gneiss	gold	Bronze Age
Rhodopes-2	115	86	52	588	hammer	hand-held	chert	gold	Bronze Age
Rhodopes-3	160	86	59	1028	wedge		micro granite	gold	Bronze Age
Rhodopes-4	144	96	62	750	wedge		quartzite	gold	Bronze Age
Cabrières-1	161	122	114	3378	hammer	hand-held	quartzite	copper	Chalcolithic
Cabrières-2	109	66	62	725	hammer	hand-held	basalt	copper	Chalcolithic
Cabrières-3	69	96	68	573	hammer	hand-held	quartzite	copper	Chalcolithic
Cabrières-4	97	84	53	603	hammer	hand-held	quartzite	copper	Chalcolithic
Cabrières-5	150	162	106	3347	hammer	hand-held	basalt	copper	Chalcolithic
Vosges-1	153	97	67	1446	hammer	shafted	gneiss	quarry	Neolithic
Vosges-2	158	126	96	2531	wedge		micro granite	quarry	Neolithic
Vosges-3	187	158	70	2877	wedge		micro granite	quarry	Neolithic
Vosges-4	203	148	114	3713	wedge		micro granite	quarry	Neolithic
Vosges-5	148	53	24	199	wedge		Knotenschiefer	quarry	Neolithic
Vosges-6	170			1715	hammer	hand-held	Knotenschiefer	quarry	Neolithic
Experiment 1-1	159	92	39	500	wedge		greywacke		
Experiment 1-2	143	92	39		wedge		greywacke		
Harz-mountain-1	144	83	83	1410	hammer	hand-held	diabase	quarry	Prehistoric
Harz-mountain-2	179	74	64	1397	hammer	hand-held	greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-3	161	80	34	626	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-4	143	72	38	516	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-5	153	73	35	588	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-6	135	151	42	1068	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-7	110	76	51	418	hammer	hand-held	lydite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-8	185	56	48	785	wedge		quartzite	quarry	Neolithic

Harz-mountain-9	189	106	72	1531	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-10	177	91	33	1315	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-11	178	95	68	645	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-12	163	72	56	815	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-13	162	103	73	1278	hammer	hand-held	greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-14	193	101	53	1137	wedge		lydite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-15	147	58	55	496	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-16	160	83	59	638	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-17	124	78	23	356	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-18	153	43	36	324	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-19	105	67	38	314	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-20	116	161	56	1251	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-21	174	84	52	935	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-22	94	61	21	174	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-23	204	141	92	2450	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-24	89	74	53	362	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-25	163	140	58	1809	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-26	96	69	20	225	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-27	120	95	74	954	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-28	143	88	44	679	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-29	279	109	71	3178	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-30	209	90	71	1642	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-31	186	126	71	1655	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-32	138	47	47	489	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-33	174	113	52	1194	wedge		gabbro	quarry	Neolithic
Harz-mountain-34	130	110	86	1828	hammer	hand-held	gabbro	quarry	Neolithic
Harz-mountain-35	137	114	60	1029	wedge		diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-36	190	131	75	3306	hammer	hand-held	greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-37	153	53	24	319	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-38	140	102	37	638	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-39	246	180	82	3645	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-40	147	94	30	455	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-41	152	52	25	242	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-42	132	47	36	235	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-43	143	50	39	333	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-44	148	98	60	1130	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-45	205	78	71	1452	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-46	115	55	33	258	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-47	150	79	52	712	wedge		shist	quarry	Neolithic
Harz-mountain-48	137	59	28	281	wedge		shist	quarry	Neolithic

Harz-mountain-49	110	59	37	206	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-50	114	65	48	463	wedge		shist	quarry	Neolithic
Harz-mountain-51	90	80	74	985	hammer	hand-held	gabbro	quarry	Neolithic
Harz-mountain-52	209	100	69	2471	wedge		gabbro	quarry	Neolithic
Harz-mountain-53	144	89	53	886	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-54	162	72	33	543	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-55	131	51	44	378	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-56	286	181	58	3770	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-57	175	66	39	537	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-58	183	72	50	1043	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-59	164	90	62	1168	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-60	148	53	40	402	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-61	167	74	43	675	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-62	160	99	48	922	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-63	107	98	47	772	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-64	210	90	36	872	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-65	113	81	32	306	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-66	155	92	42	753	wedge		greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-67	107	84	64	757	hammer	hand-held	greywacke	quarry	Neolithic
Harz-mountain-68	163	86	50	805	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-69	158	89	33	700	wedge		diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-70	94	75	55	622	hammer	hand-held	diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-71	220	198	117	5700	hammer	hand-held	diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-72	139	122	77	1744	hammer	hand-held	diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-73	102	100	49	673	wedge		diabase	quarry	Neolithic
Harz-mountain-74	155	65	60	750	hammer	hand-held	quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-75	105	56	38	281	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Harz-mountain-76	110	48	43	288	wedge		quartzite	quarry	Neolithic
Tolfa mountains-1	108	84	52	502	wedge		quartzite	copper	Prehistoric
Tolfa mountains-2	132	120	42	586	hammer	hand-held	quartzite	copper	Prehistoric
Oman-1	162	83	71	1307	hammer	hand-held	quartzite	copper	Early Bronze Age
Oman-2	50	65	63	456	hammer	hand-held	slag	copper	Iron Age
Cantabrian Mountains-1	103	106	91	1246	hammer	hand-held	quartzite	copper	Early Bronze Age
Ibiza-1	141	72	60	872	hammer	hand-held	limestone	silver	Prehistoric
Sierra de Orihuela-1	93	69	53	536	hammer	hand-held	metabasite	copper	Early Bronze Age
Turkey-1	77	73	50	317	hammer	hand-held	chert	copper	Early Bronze Age

New finds of Prehistoric-Roman mining and smelting in the UK: A brief review of the work of the Early Mines Research Group between 2015 and 2022

Nové nálezy prehistoricko-římského hornictví a hutnictví ve Spojeném království:
Stručný přehled práce skupiny Early Mines Research Group v letech 2015 až 2022

SIMON TIMBERLAKE

Early Mines Research Group (UK), Cambrian Mines Trust, McDonald Institute, University of Cambridge (Affiliate Scholar),
e-mail: simon.timberlake@gmail.com

Abstract: Archaeological work carried out since 2015 has built upon a substantial body of knowledge gained from the excavations of an important prehistoric copper mine on Copa Hill, within the mining landscape of the Upper Ystwyth valley in Ceredigion, West Wales. This mine cannot be seen in isolation, given that it is one of eleven confirmed mining and prospecting sites all dating from the Early Bronze Age located within the Plynlimon district of the Cambrian Mountains (Ceredigion/ West Montgomeryshire (Powys)). This group is part of a wider spread of Bronze Age mines which includes sites on the North Wales coast and Anglesey, the Isle of Man, Alderley Edge (Cheshire) and Ecton in the English Peak district. In general the start-date for mining becomes later the further east we go, and all mines become inactive around 1600 BC when the rich copper deposits of the Great Orme were found and worked during the Middle Bronze Age. The links between mining and the Beaker incomers at the end of the 3rd millennium BC is examined in the context of the find of the Banc Tynndol disc close to the mine site at Cwmystwyth. Over the last decade renewed work at Cwmystwyth has led to the discovery of yet another mine, whilst work within the Plynlimon hinterland has established that some of these mineworkings were larger than previously thought. Our most recent investigations have confirmed the evidence for Iron Age mining, such as that carried out at Llanymynech on a hillfort setting on the Welsh Borders, whilst at Cwmystwyth the continuation of lead mining into the Roman and early medieval period has been confirmed; with the discovery of lead smelting, charcoal-production sites, and in the last few years early medieval iron smelting – the latter most probably linked to the Cistercian interests of the nearby Strata Florida Abbey which included this mineral-rich area in their grange.

Abstrakt: Archeologické práce prováděné od roku 2015 byly podloženy velkým souborem informací získaných z vykopávek významného pravěkého měděného dolu na kopci Copa v důlní krajině údolí Upper Ystwyth v oblasti Ceredigion v západním Walesu. Tento důl nelze vnímat izolovaně vzhledem k tomu, že jde o jedno z jedenácti potvrzených těžebních a prospekčních míst pocházejících ze starší doby bronzové v oblasti Plynlimon Kambrického pohoří (Ceredigion / West Montgomeryshire (Powys)). Tato skupina je součástí širšího území dolů z doby bronzové, do kterého patří lokality na pobřeží severního Walesu a Anglesey, ostrov Man, dále Alderley Edge (Cheshire) a Ecton v anglickém Peak District. Obecně platí, že data zahájení těžby jsou dále mladší směrem na východ, a všechny doly přestaly fungovat kolem roku 1600 př. Kr., kdy byla nalezena bohatá měděná ložiska Great Orme, která byla zpracována během střední doby bronzové. Spojení mezi těžbou a přistěhovači z kultury zvoncovitých pohárů na konci 3. tisíciletí př. Kr. je zkoumáno v rámci nálezu disku Banc Tynndol blízko dolu u obce Cwmystwyth. Práce u Cwmystwyth obnovená v posledním desetiletí vedla k objevení ještě dalšího dolu, zatímco práce v okolí hory Plynlimon odhalila, že některá z těchto důlních děl byla větší, než se dříve myslelo. Naše nejnovější průzkumy potvrdily těžbu v době železné, např. práce provedené u Llanymynech na hradišti na velšských hranicích. U Cwmystwyth bylo doloženo pokračování těžby olova v římském období a raném středověku, a to díky odkryvu hutnického areálu, mířovišť a (v posledních letech) také raně středověké železářské hutě. Tavba železa je velmi pravděpodobně spojena se zájmy Cisterciáků nedalekého opatství Strata Florida, do jejichž pozemkové držby tato oblast bohatá na nerostné suroviny patřila.

Key words: Cwmystwyth, Bronze Age, copper mine, wood + stone tools, radiocarbon, Llanymynech, lead smelting, Roman, charcoal, bloomery

INTRODUCTION

The current paper is a fully-referenced summary of the talk presented by myself at Stříbrná Jihlava in 2022, providing a review of the most recent work carried out by us which includes some of the latest evidence for Bronze Age to Roman mining and smelting in the UK. This is a useful sequel to the paper given in 2013 at Jihlava and published in *Acta Rerum Naturalium* (28/2023 in press). The latter focused on some of our first investigations of medieval lead mining and smelting, particularly from those sites in Central Wales and the Peak District excavated by the Early Mines Research Group (EMRG) between 1986 and 2012.

It would be fair to say that the paper given here provides just a brief review of an awful lot of work, and that it would be preferable for yourselves to study these accounts in much greater detail within the various UK and European archaeological journals, conference proceedings and monograph books in which they have been fully published (for example Timberlake 1990, 2001, 2003, 2004, 2009a+b, 2014, 2016, 2017, 2021; Timberlake et al. 2018 a+b, 2019, 2020, and 2021; Timberlake et Marshall 2013, 2014, Timberlake et James 2018 and Jenkins et al. 2021). None of these include a specific study of the Great Orme Bronze Age Mine, a site which has always been investigated as a separate project

(SEE Dutton and Fasham 1994; Lewis 1996; Wager et Ottaway 2018; Williams 2019). What we have here then is a precis of just some of the archaeological work carried out by the EMRG in West Wales and the Welsh Borders between 2015 and 2022. Of necessity also has been the inclusion of some of the earlier findings made at these sites, and a discussion of some of the ideas on which the current research is built.

THE INVESTIGATION OF BRONZE AGE MINING AND PREHISTORIC MINING LANDSCAPES IN WEST-CENTRAL WALES

Copa Hill, Cwmystwyth

It would be useful in the context of more recent work to provide a summary here of the archaeological excavations carried out by the EMRG at the Comet Lode Opencast, on Copa Hill (Figures 1 & 2) between 1988 and 2002. This is a site of an Early Bronze Age copper/lead mine worked intermittently between 2100-1650 BC, and largely preserved on account of its degree of burial, waterlogging and lack of later disturbance (Figures 3 & 4). The site is widely-published and is of national and international importance on account of the quality and quantity of finds uncovered (Timberlake 1990, 2003, 2004 and 2016). These include the remains of firesetting and the use of tools made of antler (Figure 5), wood and stone, as including withy ropes (Figure 6a) and basketry (Figure 6b), alongside the use of hollowed-out tree trunk wooden launders for the purposes of draining the mine and for washing activities (Figures 7a+b and 11). The drawings in Figures 8–10 show the various examples and the range of stone tools which appear to have been opportunistically chosen, fabricated, then re-cycled as different tools for the purposes of rock-breaking, wedging, chiselling, picking, crushing, and tool artifacting; in addition to their use as anvils or as mortars in ore preparation. The majority of these tools are made from thousands of beach cobbles (between 1–3 kg in weight) brought up to the site from the coastline at Cardigan Bay. In almost all cases the cobbles show very little evidence of having been artefacted, yet they exhibit plenty of use-wear. To some extent we are witnessing the opportunistic use of the available stone to hand, yet almost all of these appear to have been well-selected at source. A single large grinding stone was also found on site (see also Figure 10 (bottom)). An estimated 5000+ tons of rock was removed from the mine during the Bronze Age, producing as little as 2–4 tons (Timberlake 2009a) though more likely perhaps 7+ tons of Cu metal from the smelting of oxidized (i.e. secondary) copper ores (2009b). Still, the expenditure in effort required would have been enormous, using as many stone tools (estimated as 5000+) intermittently over a 400–500 year period to mine and process the ore. Given the incomplete nature of the excavation of the other Welsh Bronze Age mines, it would be inappropriate here to try and compare this with the number of tools used, the scale of production and the duration of mining at these other sites.



Fig. 1. View of Copa Hill, Cwmystwyth looking east. The Comet Lode (Bronze Age) opencast and mine tip are located at the head of the vertical hush gullies within the photograph (S. Timberlake).

Obr. 1. Pohled ze západu na kopec Copa, Cwmystwyth. Výsypky povrchového dolu Comet Lode (z doby bronzové) jsou ve fotografii situovány v čele svislých splachovacích žlabů (S. Timberlake).



Fig. 2. Comet Lode Opencast. Some 5000 metric tonnes of rock was removed from this during the mining of the quartz veins during the Early Bronze Age (S. Timberlake).

Obr. 2. Comet Lode, ze kterého bylo odstraněno ca 5000 tun horniny při těžbě křemenných žil ve starší době bronzové (S. Timberlake).



Fig. 3. A short fireset mine gallery driven into the shale walls of the opencast using stone tools. The marks of the use of these tools are impeccably preserved in the rock roof (P. Craddock).

Obr. 3. Krátká štola (dobývání metodou sázení ohně) vyražená do břidlicových stěn povrchové dolu za použití kamenných nástrojů. Stopy používání těchto nástrojů jsou dokonale zachované ve skalní střeše (P. Craddock).



Fig. 4. A deep excavation (stepped) section cut through the infilling sediments inside of the main opencast working on Copa Hill. These post-abandonment peat and silt layers range in date from the later Early Bronze Age up to to the Medieval period (S. Timberlake).

Obr. 4. Hluboký úsek (stupňovitý) výkopu prořízný přes výplňové sedimenty uvnitř hlavního povrchového dolu na kopci Copa. Tyto vrstvy rašeliny a bahna vzniklé po opuštění dolu se datují do mladšího období starší doby bronzové až středověku (S. Timberlake).



Fig. 5. An pick/hammer found *in situ*. within the main entrance cutting to the Comet Lode opencast. Made of red deer antler, this tool had been used as a pick until worn, then turned around as a hammer upon the crown (S. Timberlake)

Obr. 5. Špičák/mlat nalezeno *in situ* v zářezu hlavního vchodu do povrchového dolu Comet Lode. Je vyrobeno z jeleního parohu a bylo používáno jako špičák až do jeho opotřebení, pak otočeno a používáno jako mlat (S. Timberlake).



Fig. 6a. A rope made of twisted hazel (*Corylus* sp.) from the Early Bronze Age workings. This may have been used for lifting or for tying up a basket (S. Timberlake).

Obr. 6a. Lano z kroucené lísky (*Corylus* sp.) z dolů ze starší doby bronzové, které mohlo být použito ke zvedávání nebo přivazování koše (S. Timberlake).



Fig. 6b. The burnt remains of a 'kreel-type' basket made of hazel rods, used perhaps for collecting ore or stone (S. Timberlake).

Obr. 6b. Spálené zbytky koše proutěného typu vyrobeného z lískových prutů, možná používaného ke sbírání rudy nebo kamenů (S. Timberlake).



Fig. 7a+b. A 5m+ long split log launder made for carrying water. This was found *in situ*, supported on wood and stone blocks within the entrance cutting to the Bronze Age opencast. The alder log had been hollowed-out when still green using flat metal axes and wooden wedges (S. Timberlake).
Obr. 7a+b. Více než 5 m dlouhá štípaná kláda jako koryto pro odvádění vody. Bylo nalezeno *in situ* v zářezu hlavního vchodu do povrchového dolu z doby bronzové, podepřené dřevěnými a kamennými bloky. Olšová kláda byla vydlabána v zeleném stavu za použití plochých kovových seker a dřevěných klínů (S. Timberlake).

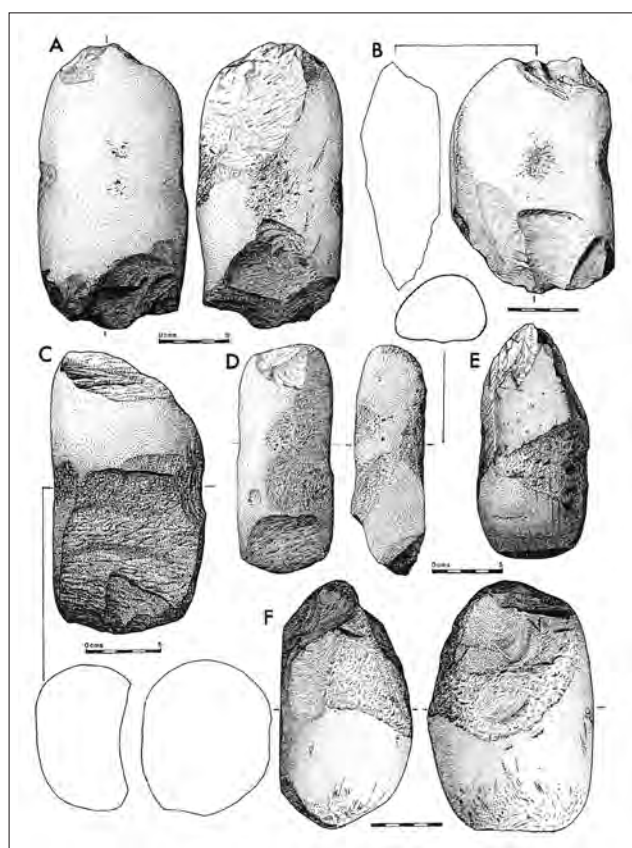


Fig. 8. Drawn examples of stone hammers and crude picks/chisels found in the Comet Lode Opencast. Rarely these are notched or even partially grooved in the middle to assist with hafting, but most were probably hand-held or else hafted without modification (B. Craddock).

Obr. 8. Kreslené příklady kamenných mlatů a hrubých špičáků nalezených v povrchovém dolu Comet Lode. Zřídka jsou uprostřed vroubkované nebo dokonce částečně rýhované, aby se lépe nasadila rukojeť, ale většina byla pravděpodobně ruční nebo rukojeť byla nasazena bez úpravy (B. Craddock).

The primary ores at Cwmystwyth consisted of lead-copper sulphides (galena and chalcopyrite with sphalerite) within a stockwork of quartz-ankerite veins that reached the surface on the outcrop of the Comet Lode, near the summit of the hill. The relatively small extractable pockets of oxidised chalcopyrite (containing up to 30 % copper) may have consisted of less than 1–2 % of the total rock extracted, which when coupled with a minimum recovery rate of 30–40 % after hand-picking, crushing, washing and sorting, followed by smelting, meant that the actual yield of metal from here would have been seen as uneconomic in historical terms; nevertheless this would have been considered useful at a time when locally-sourced metal was rare, and still valuable in minor amounts. An example of the type of fragment of rich easily-smeltable oxidised ore which was being sifted and collected from amongst all this crushed veinstuff is shown in Figure 12 (Timberlake et Marshall 2013, 79–80). This particular piece was collected from the fine crushed fraction within the ancient tips, and is a very rare survival. The small-scale but nevertheless thoroughly executed nature of this extraction is perhaps the very reason

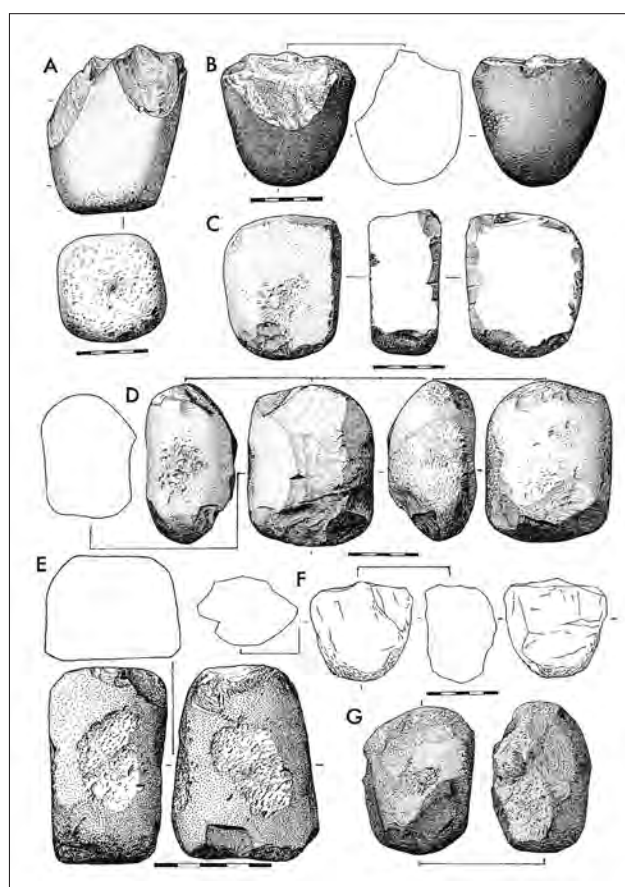


Fig. 9. Smaller cobbles or the broken ends of larger hammers used/re-used as crushing tools (B. Craddock).

Obr. 9. Menší kameny nebo zlomené konce větších mlatů opakovaně používané jako drtící nástroje (B. Craddock).

why this area of ancient mine workings survived the effects of the later and more intensive mining which concentrated on the ore that was left. The site now looks completely sterile of copper, but appearances belie the evidence of the chemical analyses which has proved beyond doubt the ubiquity of this copper, much of which is now invisibly fixed within the extensive iron pan and crushed mining sediment layers now buried within the tips and infilling the ancient working (Jenkins et Timberlake 1997).

In Bronze Age terms, when we compare Copa Hill and some of the other West Wales Early Bronze Age mines or trials to the Great Orme these ventures seem small, without the rich or even moderate amounts of ore and metal typical of the latter. Be that as it may, these types of mine-working do appear to be the norm rather than the exception during this earliest 400–500 year period of exploitation (from c 2000 to 1600 BC); that is, prior to the ‘bonanza’ discovery within the Pyllau Valley deposits on the Great Orme, and the resulting increase in British copper production during the earlier part of the Middle Bronze Age (Williams 2019). Thus this earlier period would appear instead to be the phase of widespread prospection and just small-scale mining; a phenomenon which implies the use of very

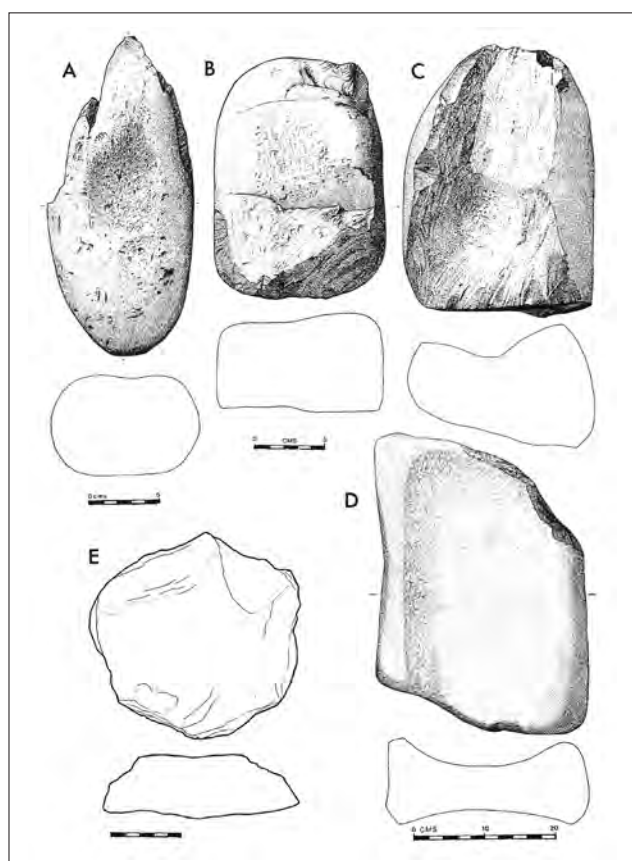


Fig. 10. Flattish cobbles or split hammerstones used/ re-used as anvil stones for crushing the ore. Alongside this is a 'stone lid' and a very large grinding stone found outside of, but associated with the Bronze Age mine (B. Craddock).

Obr. 10. Zploštělé kameny nebo rozštípané kamenné mlaty opakovaně používané jako podložka pro drcení rudy. Vedle toho je „kamenné víko“ a velký brusný kámen nalezený mimo důl z doby bronzové, ale spojený s ním (B. Craddock).

diverse sources of ore, and in many cases just mixtures of well-travelled, amalgamated and in some cases re-melted metal. This could be the very reason why it has been so difficult to see the metal from these mines within the lead isotopic signature of analysed Early Bronze Age metalwork; at least for the period post - the abandonment of the Ross Island Mine (i.e. the Irish Chalcolithic - Early Bronze Age period of arsenical copper production (O'Brien 2004)), and following that, the end of the re-circulation of this metal around 1900 BC (Bray et Pollard 2012). This therefore represents the period before the earliest appearance on the scene of the recognisable MBA (Acton Park) metal type which can be directly provenanced to the Great Orme ores during the period 1600–1400 BC (Williams *ibid.*).

It seems likely to us now that these early upland mine sites in West Wales were re-visited periodically or seasonally (perhaps even on a regular basis) by small groups of miners intent upon extracting minor amounts of the most easily-smelttable ores to pass onto incoming metalworkers, the best means perhaps for these predominantly subsistence-based pastoralist and nomadic peoples to enter



Fig. 11. A reconstruction of the use of the wooden launders within the entrance to the Bronze Age mine. It is thought these were used to carry away water issuing from a spring in the rock wall, as well as for washing and gravity-separation of the ore (B. Craddock).

Obr. 11. Rekonstrukce používání dřevěných koryt ve vstupu do dolu z doby bronzové. Domníváme se, že byly používány k odvádění vody vytékající z pramene ve skalní stěně i pro praní a gravitační separaci rudy (B. Craddock).

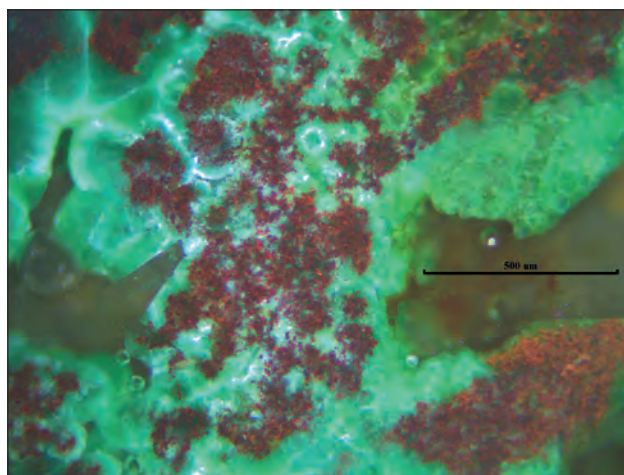


Fig. 12. A microscope thin-section view (in ppl) of a potential copper ore recovered from the Bronze Age mine tip. Here radiating malachite encloses cuprite and native copper in small amounts. Field of view 1.5–2mm (photo courtesy Alan Williams).

Obr. 12. Mikroskopický snímek výbrusu (v PPL) potenciální měděné rudy získané z důlní výsypky z doby bronzové. Paprskovitý malachit zde obklopuje v malých množstvích kuprit a ryzí měď. Zorné pole 1,5–2 mm (foto se souhlasem Alana Williamse).

into a far more extensive Bronze Age exchange economy (Timberlake 2001; see also Shennan (1999) for models of Bronze Age mining in the Alps). There is certainly no evidence from these sites that smelting took place at or anywhere near to the mines. This is the situation that we find at Cwmystwyth, a landscape investigated quite thoroughly through archaeological intervention and geophysics. We can only presume therefore that there was probably no permanent mining settlement or workshop here, and that instead the small amount of processed ore concentrate was carried away at the end of each mining season and given to metalworkers who would smelt it, perhaps in exchange for finished metal products.

The prehistoric mines of Plynlimon

Our archaeological survey team have now identified and confirmed through the radiocarbon dating of mining deposits or tools recovered from these workings a total of eleven Early Bronze Age copper prospection sites and/or small to medium-sized mines within the upland mining district of Plynlimon in West- Central Wales (Tab. 1). There are another 3–4 possible sites which haven't yet been investigated, or for which no dating evidence has been found. These archaeological investigations range from test-pits to trenches to small open-area excavations cut through the ancient buried tips, across infilled openworks on the veins, and areas adjacent to these where other features might have been expected to survive. The primary record for most of this work year by year has been published within the journal *Archaeology in Wales*, and subsequently within more major discussion and review papers within conference papers and books. Fig. 18 (bottom) shows the distribution of these sites across the uplands of Plynlimon within the Cambrian Mountains. Although widely scattered, some degree of nucleation can be seen here which suggests that these sites exist within prospection areas or zones defined by such features as the Dovey Estuary, the lowland-upland margin on the east site of Borth Bog (Cors Fochno) and the east-west river valleys of the Rheidol, Nant Silo and the Ystwyth. Almost all of these sites are associated with small localised occurrences of copper mineralisation present within silver-lead-zinc mineral veins, although most of the main producers of copper during the late historic period are not the mines where we find evidence for prehistoric mining. This would seem to suggest that these deposits remained undiscovered; perhaps because there were no surface outcrops with copper minerals, or perhaps because the areas were covered with forest and were not areas intentionally cleared for grazing.

It is believed that these five prospection areas may have been found through clearance. Small-scale burning and de-afforestation, which we have some evidence for within the pollen record (Mighall et Chambers 1993; Timberlake 2003), may well have been responsible for an increased level of erosion in these areas. This in turn may have exposed the tops of the mineral veins intersecting these rocky

plateaus and steep-sided river valleys. The strongly discoloured quartz and iron carbonate veins so characteristic of this ore field, alongside mineral springs, gossan outcrops, copper staining and vegetation changes were all indicators that would have been noted and subsequently investigated by pastoralists visiting and staying in the area with their animals during the summer months, using the most basic tools available to them; local river pebbles and fire. The high incidence of sites along the coast, lowland bog margin and the estuary of the Dovey may have a similar origin, but equally this may be linked to a maritime influence and to incomers with metalworking interests.

Nantyreira Mine

In 2014–2015 the Early Mines Research re-investigated the mine of Nantyreira (Snowbrook) within the Hafren Forest on the east side of Plynlimon. Located at an altitude of c 500m AOD, this is one of the most isolated mines in mid-Wales (Fig. 13). We first looked at this site in 1988, as it was a strong contender for early mining, with finds of both antler and stone tools at the time of its re-discovery and re-working in 1859. In 2014 we excavated a further eleven test pits, most of which encountered fireset mine spoil containing stone tool fragments (Timberlake et Haylock *ibid.*). The plan of this mine shows the prehistoric opencast which extended for more than 100m along the outcrop of the vein, confirming that this was a much larger Bronze Age mine than previously anticipated. Its location is interesting, given that the mine is situated on the spot where a strong mineral vein has been cut by the gorge of a mountain stream feeding the River Severn; the site lies a short distance below the source of this major British river and on the margins of an Early Bronze Age burial landscape. The stone tool procurement strategy employed at this mine is interesting, reflecting the utilitarian and *ad hoc* usage of what was available to hand, given the mountain barrier separating this particular group of mines from the coast at Cardigan Bay. At most of the Early Bronze Age mines to the west of Plynlimon upon the opposing watershed we find evidence for the preferential use of beach cobbles as mining tools (mauls/ hammerstones); considerable numbers of these quite carefully-selected stones (by size, shape and weight) having been brought inland by the miners with their animals along the valley routes from the coast each mining campaign, resulting in the deposition and re-use of considerable numbers of these non-local stones upon the waste tips of the mines (at Cwmystwyth more than 70 % of the thousands of cobbles identified could be provenanced to this source (Timberlake 2003, 87)). By contrast, the assemblage recovered from the more isolated, but probably equally-important mine at Nantyreira consists largely of locally-sourced river cobbles, with a much smaller number of less-rounded glacial erratic stones, and just a few hammerstones quarried and crudely-fashioned from the bedrock (Fig.14). This particular example was composed of quartz-veined quartzitic greywacke, and was fabricated

Tab. 1. Bronze Age mines in Central Wales investigated by the EMRG (S. Timberlake).

Tab. 1. Doly z doby bronzové ve středním Walesu zkoumané skupinou East Midlands Regional Group (S. Timberlake).

<i>mine</i>	<i>location</i>	<i>finds/C14 date</i>	<i>discovery/excavation</i>	<i>references</i>	<i>date range (2 sigma)</i>
Balkan Hill	Aberdovey, Merioneth	-	mined 1823	Bowen & Gresham 1963; Pickin 1990	Bronze Age?
Panteidal	Aberdovey, Merioneth	mauls, 30 cm opencast, water races	discovered 1899; surveyed/ trenched 1996: no finds, but sample dates 2019 and site re-surveyed in 2020	<i>Mining Journal</i> 1899; Timberlake 2008 (AW36) and 2020 (AW59, 117-119)	1929-1753 cal BC [Beta-536847]
Park Longe (Ogof Wyddon)	Machynlleth, Powys	mauls, opencast, tip, charcoal (C14)	discovered 1856; trench excavation	RCAHM(W) 1911; Timberlake & Mason 1997 (AW37, 62-65); 1998 (AW38, 80)	1890-1630 cal BC [BM-3146]
Llancynfelin	Trer-ddol, Ceredigion	3 sites: Site A (Borth Bog) 44 mauls, mortar, C14 charcoal	mined 1800s; trenched 1992, peat core 2003	Bick 1976; Timberlake 1992 (AW32, 90-91); 1995 (AW35, 42-43)	1745-1645 cal BC [BM-2916]
Pwll Roman	Tre-Taliesin, Ceredigion	west edge of Borth Bog: mauls	mined 1852; surveyed 2004	Timberlake 2004 (AW44, 142-143)	Bronze Age?
Erglodd	Talybont, Ceredigion	NW edge Borth Bog: mauls, charcoal (C14)	mined 1800s; surveyed/ trenched 2005	<i>Mining Journal</i> 1869; Hughes 1981; Timberlake 2006 (AW46, 82-85)	2340-2130 cal BC [BM-214364]
Twll y mwyn (Cwm Darren)	Penrhyncoch, Ceredigion	> 50m long opencast, mauls, charcoal (C14)	discovered 1744; sur- veyed/ trenched 2005	Lewis Morris (1744) in Bick & Davies 1994; Timberlake 2006 (AW46, 79-82)	1940-1700 cal BC [Beta-214943]
Nantyrarian	Goginan, Ceredigion	opencast, tip and mauls, charcoal (C14)	discovered 1866; sur- veyed/ trenched 1992	<i>Cambrian A rch. A ss.</i> 1866; Williams 1866; Timberlake 1992 (AW32,91); 1995 (AW35, 43-44)	1885-1735 cal BC [BM-2930]
Tyn y fron	Cwmrheidol, Ceredigion	opencast, tip (track section), mauls, charcoal (C14)	discovered 1744, mined 1900s; surveyed/ tren- ched 1996	Smyth 1848; Bick & Davies 1994; Timberlake 1996b (AW36, 61-63)	2135-1885 cal BC [Beta-120592]
Nantyreira (Snowbrook)	Plynlimon, Hafren Forest, Powys	opencast > 50m, mauls, mortar, charcoal (C14)	discovered 1859; dug 1937, trenched 1988; re-surveyed and test- pitted in 2014	Jones 1922; Davies 1937; Timberlake 1988 (AW28, 14-17); 1989 (AW29, 41-42) and 2018 (AW 57-58, 173-178)	1856-1610 cal BC [BM-2583]+ 1900-1745 cal BC [Beta- 434950]
Nantyricket	Plynlimon, River Severn, Hafren, Powys	opencast, tip, mauls	discovered 1800s	Jones 1922; Davies 1937; Timberlake 1990; 2018 (AW 57-58, 178-181)	4707-4551 cal BC [SUERC-59891]; Neolithic/ EBA?
Grogwynion	Pontrhydygroes, Ceredigion	maul	1987 survey	Thorburn 1990	Bronze Age casual prospction?
Copa Hill, E. Cwmystwyth (Comet Lode Opencast)	Cwmystwyth, Ceredigion	opencast 10m+ deep and tips; mauls, antler tools, wooden launder, withies; wood, charcoal (C14)	discovered 1813; tips trenched 1930s and 1986, excavated 1989–1999	Smyth 1848; Jones 1922; Davies 1947; Timberlake 1987 (AW27, 18-20) 2003; 1990; 2003 BA R348); 2004 (AW44, 139-141)	x 25 C14 dates: approx. range 2100–1600BC
Penparc, W. Cwmystwyth (Penparc (Comet) Lode opencuts)	Cwmystwyth, Ceredigion	series of shallow infilled opencuts on narrow vein outcrop; stone mauls + flakes, charcoal	first notices in 2015; trenched + excavated in 2017	Timberlake, S. & James, D. 2017 (AW 57-58, 91-100	1881-1696 cal BC [SUERC-77026] 1928-1769 cal BC [SUERC-77027]

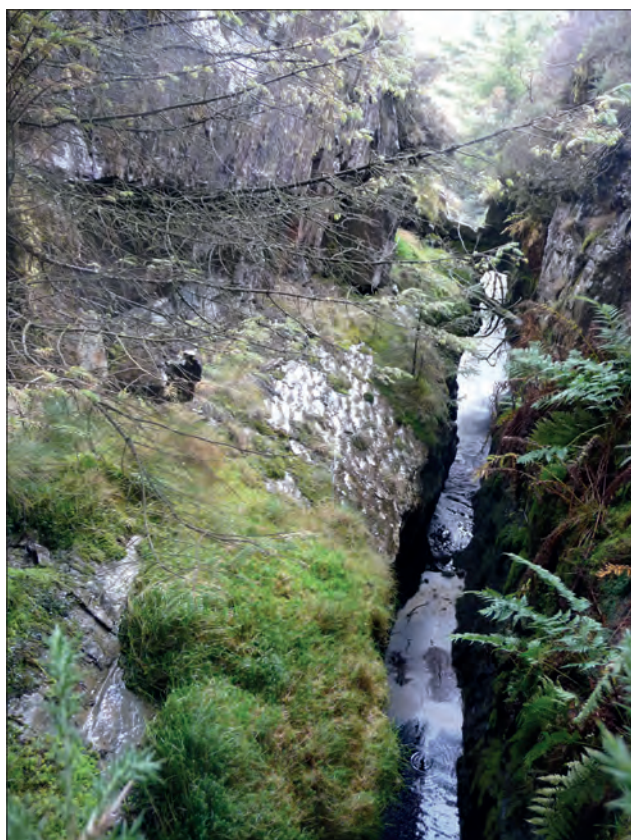


Fig. 13. Bronze Age and later opencast workings at Nantyreira (Snowbrook) Mine on Plynlimon. The small river Eira descends through a chasm (S. Timberlake).

Obr. 13. Povrchová důlní díla z doby bronzové a později u Nantyreira (Snowbrook Mine) na hoře Plynlimon. Říčka Eira sestupuje propastí (S. Timberlake).

from the local Ordovician (Van Formation) outcrop. It seems in this case that the bedrock being removed using the same stone, but following the very intense firing of the rock during the firesetting/ mining process. Quarrying for stone tool material is very unusual at the Welsh metal mines, yet it does resonate with the more ubiquitous evidence for the quarrying and fabrication of such tools reported on by Alex Maas in the Harz Mountains of Central Germany and at Cabrieres in SW France, and again by Angela Celauro, Maas and Preto Gomes at Tras-os-Montes in Portugal (SEE this conference proceedings).

Nantyricket and other potential sites of the pre-metalworking period

Between 2014 and 2016 we also investigated the nearby site of Nantyricket. In contrast to the large workings at Nantyreira, little appears to have survived here apart from a denuded and partly washed-away small mound of un-mineralised spoil and a shallow infilled opencut upon the bank of the River Severn. This was associated with a small handful of stone tools, including one primitively-fabricated stone hammer made from quarried rock. A single radiocarbon date of 4707 to 4551 cal BC (5783 $\pm$ 29 yrs BP)

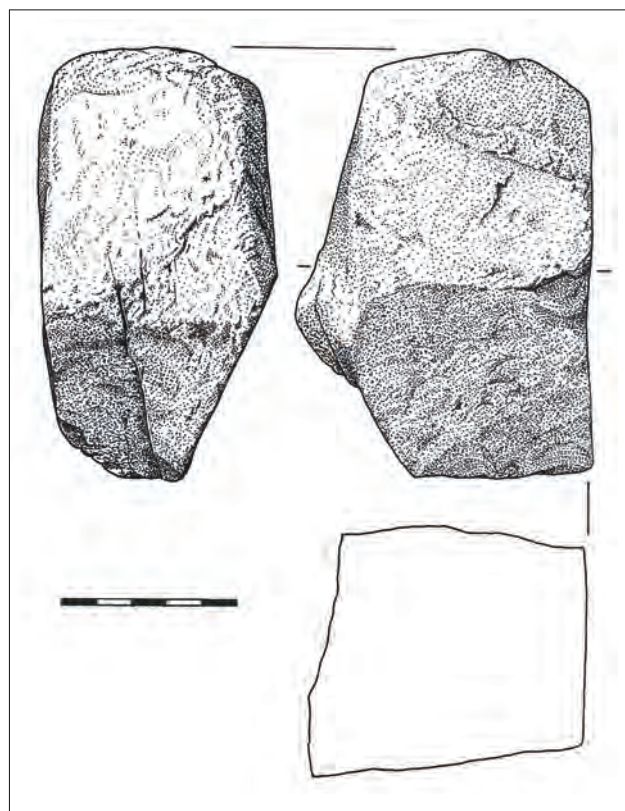


Fig. 14. A crude stone hammer found within the Nantyreira excavations (2014). This tool has been manufactured from the quartzitic sandstone outcrop worked during the Bronze Age (drawing B. Craddock).

Obr. 14. Hrubý kamenný mlat nalezený ve vykopávkách u Nantyreira (2014), vyrobeno z křemencového pískovce opracovaného v době bronzové (kresba B. Craddock).

was recovered from charcoal extracted from the base of this eroded tip, a date which may or may not indicate this to be a prehistoric prospecting site (Timberlake 2018a, 180). It is debateable here whether we are looking at the traces of some quite un-related Early Neolithic activity preserved within the (top) of the buried soil, or actual evidence for pre-metalworking age prospecting; for example for minerals used as pigments or abrasives or for the collection of quartz crystal? There may in fact be a couple of other possible parallels; one in the form of a Mesolithic radiocarbon date recovered from the base of the earliest mining layers on Copa Hill (Timberlake 2003, 55 + 115), and the other the discovery of Mesolithic-Neolithic worked flint within the basal mineralised worked ground at the Bronze Age mine of Engine Vein, Alderley Edge, in Cheshire (Timberlake et Prag 2005). Unfortunately such atypical results as these cannot actually prove or disprove the pigment extraction theory, since in either case the material might be intrusive.

Penparc Bronze Age Mine, Cwmystwyth

Returning to Cwmystwyth, the prehistoric miners appear to have followed the course of the copper-bearing Comet Lode eastwards, beyond where it is downfaulted by the Ystwyth Fault. The chalcopryrite at outcrop here appears to

have been altered to an iron gossan, beneath which may once have survived both oxidised and other supergene copper minerals. With this understanding the group discovered another prehistoric mine nearby in 2017 at Penparc (West Cwmystwyth), a short distance above the valley road, but almost a mile to the west of Copa Hill (Timberlake et James 2018). This smaller mine dates to a similar period, but a slightly shorter time range (i.e. the radiocarbon dates suggest a period of between 1928–1696 BC). The site, though more than 1.5 kilometres distant is intervisible with the Comet Lode Opencast on Copa Hill – which can be seen here on the skyline (Fig. 15). Stone mining tools recovered from the Penparc mine excavations include pounders, ore crushers, anvils and flake debitage. This example of hammerstone debitage (flake/splinters) was all collected from 1 cubic metre of mine spoil excavated from Trench 1 (Fig. 16). These are quite typical finds from these sites, but they often go un-noticed, and are rarely recorded.

Panteidal Mine, Dovey Estuary

In 2020 we re-examined another site located on the hillside high above the north shore of the estuary of the River Dovey at Panteidal, Merioneth (Gwynedd). A date was obtained from a sample of charcoal excavated during a previous investigation of the site in 1996. This was found trapped within mine sediment under the rock preserved on the buried sides of this large openwork pit, confirming that it had been dug, or was still open sometime during the period 3520 $\pm$ 30 BP (1929–1735 cal BC). Many stone



Fig. 15. A view of the Penparc (Comet Lode West) Bronze Age mine/trial at Cwmystwyth (2016). In the distance, and intervisible with it, lies Copa Hill and the main working on the Comet Lode (S. Timberlake).
Obr. 15. Pohled na důl / průzkumné místo Penparc (Comet Lode West) z doby bronzové u Cwmystwyth (2016). V dálce je vidět kopec Copa a hlavní důlní dílo na Comet Lode (S. Timberlake).

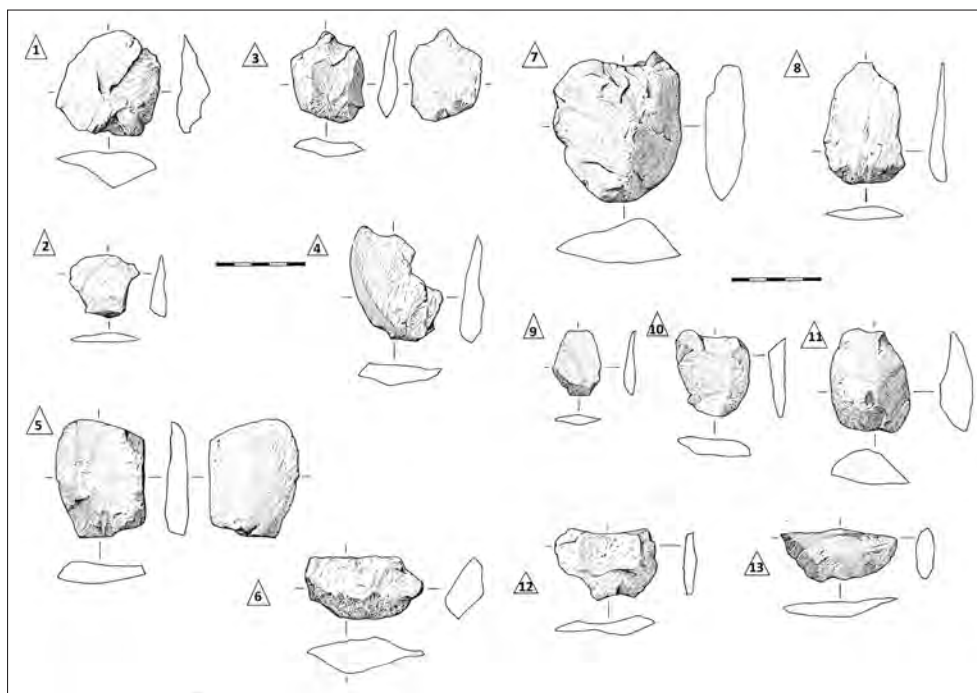


Fig. 16. An example of the small flake/splinter debitage resulting from the use of cobble stone mining tools at Penparc. Some of these fragments were recovered from the finer fraction of mine spoil (drawn by B. Craddock).
Obr. 16. Příklad malých šupinek/úlomků vzniklých používáním kamenných důlních nástrojů v Penparc. Některé z těchto úlomků byly získány z jemnější frakce důlní hlušiny (kresba B. Craddock).

tools were found at this site during the 19th century AD, suggesting that it was once an important Early Bronze Age copper mine (Timberlake et al. 2020). Fig. 17 (LH) shows a section of the 6 inch Ordnance Survey map of 1888 which indicates the position of the opencast, against a modern LiDAR image of the same (Fig. 17 (RH)). The latter suggests the former presence of a much more extensive trench upon the eastern side of this ancient work (J.Pickin *pers com*). This site remains to be fully investigated.

OTHER BRITISH BRONZE AGE MINES

These Central Wales mines really need to be seen in context within the much wider distribution of Early Bronze Age mines linked to this early phase of prospection for copper (and other metals such as tin and gold) which took place across England and Wales during the first half of the 2nd millennium BC (Fig. 18 (TOP)).

These include the larger mines of *Parys Mountain* (Mynydd Parys) on Anglesey (Figure 19), parts of which have been excavated by the EMRG and by David Jenkins (Jenkins et al. 2021) to reveal surface openworks and the surviving traces of ancient underground workings (Figure 20); the latter in the form of the bases of inclined opencasts dug through the gossan and partially-oxidised zone of this sulphide deposit to extract the supergene sulphides, and in places perhaps native copper. Meanwhile, a short distance to the south-east along the North Wales coastline lie the various Bronze Age workings dug into the limestone headland of the *Great Ormes Head* at Llandudno (Fig. 21), the latter mines worked initially in a much smaller capacity from c 1800 BC extracting mixtures of copper carbonate and oxidised ores prior to the ‘bonanza’ strikes of the Middle Bronze Age.

Within Central England the three to four mines at *Allderley Edge* and *Mottram St Andrew* exploited the malachite-impregnated Triassic sandstone and mudstones by means of pit workings and trenches (Figures 22, 23) (Timberlake et Prag 2005). Grooved hammerstones (Fig. 24) made from far-travelled Lake District glacial erratic cobbles were used as hafted mining tools (Timberlake 2005), alongside wooden shovels (Fig. 25) - one of which survives to this day within the collections of the Manchester Museum (Prag, Garner et Housley 1991). Further east on the western side of the Peak District are to be found the mines of *Ecton* in Staffordshire, the early sites being located on the top of the limestone scarp overlooking the Manifold Valley. On the summit of this hill Bronze Age miners were extracting copper-zinc carbonates from the shallow Ecton Pipe, Stone Quarry (Dutchman) and Lumb workings (Fig. 26) using rudimentary hammerstones made from cobbles gathered in the river valley below and picks (or pick-ends) made from red deer antler (Timberlake 2014).

No mines of this period have so far been identified in Scotland, or within areas known to have had rich copper deposits such as Cornwall, Cumbria and Central Snowdonia. However, a couple of as yet undated mines associated with stone tools have been located on the Isle of Man at Bradda Head (Pickin et Worthington 1989) (Fig. 27) and Langness (Doonan et Ely 2000). Recent evidence has also emerged from Cornwall concerning alluvial tin and possibly gold extraction in the Carnon Valley during the Early-Middle Bronze Age (see Fig. 28: the Carnon antler pick), but there aren’t as yet specifically-dated locations for this tinning work (Timberlake et Hartgroves 2018; Borg et Pernicka 2017; Jones et al. 2017). This subject is currently being investigated by Alan Williams and his ‘Project Tin’ study based at the University of Durham, UK.

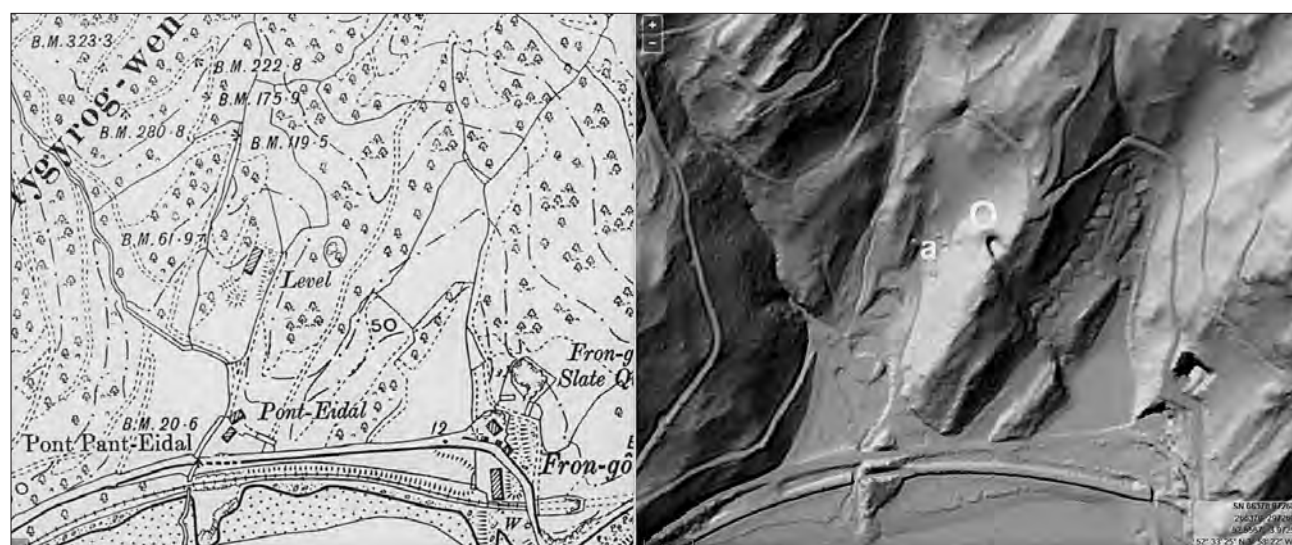


Fig. 17. The Panteidal Mine and ancient opencast (pit), as shown on the 1st Edition OS Map (LH), compared with a LiDAR image of the same showing the pit and other possibly ancient workings on a vein (RH) (reproduced courtesy of John Pickin).

Obr. 17. Důl Panteidal a starobylý povrchový důl (jáma), jak je znázorněno na 1. vydání mapy OS (LH), ve srovnání se snímkem LiDAR stejného místa ukazujícím jámu a další možná starobylá důlní díla na nějaké žile (RH) (reprodukce se souhlasem Johna Pickina).

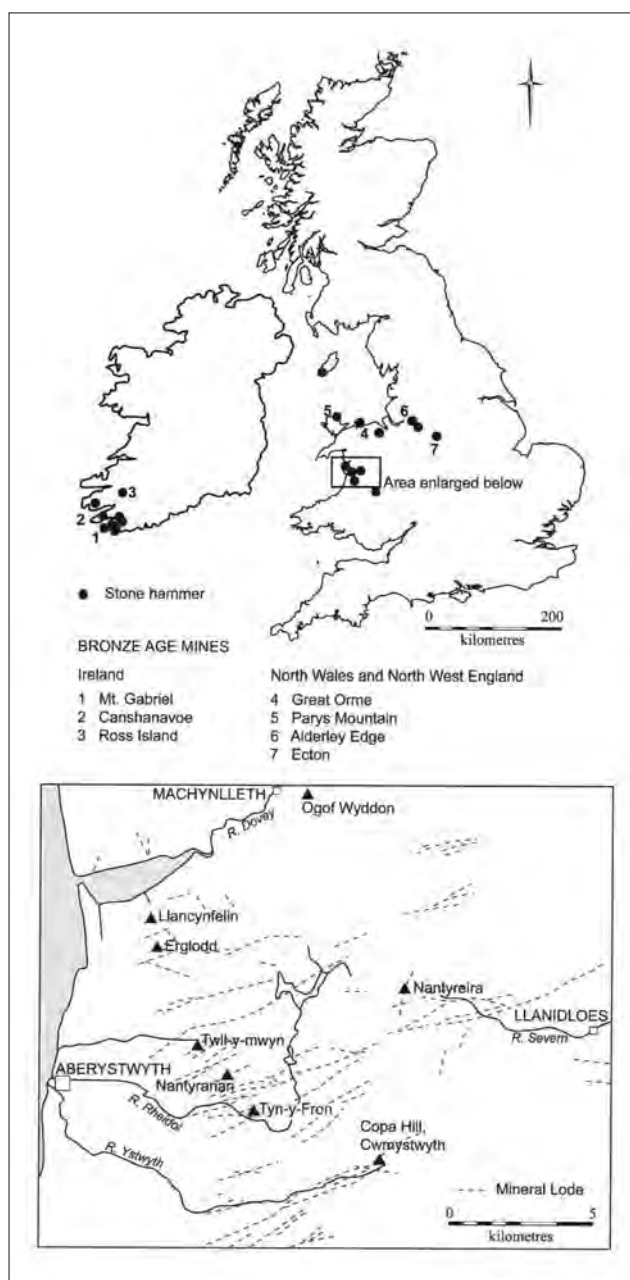


Fig. 18. Map of Britain and Ireland showing the overall westerly distribution of Bronze Age mines. At the bottom is a detailed view of by far the greatest concentration of mines and trials located within the Plynlimon area of West-Central Wales (B. Craddock & S. Timberlake).

Obr. 18. Mapa Británie a Irska ukazující celkovou rozšíření dolů z doby bronzové. Dole je detailní pohled na zdaleka největší koncentraci dolů a průzkumných míst v oblasti Plynlimon ve středozápadním Walesu (B. Craddock & S. Timberlake).



Fig. 19. A panoramic view of the mega-mining landscape of Parys Mountain, NE Anglesey. The only surviving surface Bronze Age workings were found in 1988, just to the left of the summit windmill (S. Timberlake).

Obr. 19. Panoramatický pohled na mega-těžební krajinu Parys Mountain, SV Anglesey. Jediné dochované povrchové doly z doby bronzové byly nalezeny v roce 1988, hned nalevo od vrcholového větrného mlýna (S. Timberlake).

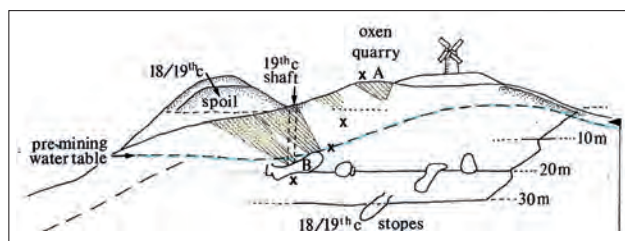


Fig. 20. A suggested model of Bronze Age exploitation on Parys Mountain, showing the driving of inclined opencast drifts to depths of 10-20m into the partially oxidised zone of the ore deposit (S. Timberlake & D. Jenkins).

Obr. 20. Navržený model těžby v době bronzové na hoře Parys Mountain, znázorňující ražení šikmých povrchových štol do hloubek 10–20 m do částečně oxidované zóny rudného ložiska (S. Timberlake & D. Jenkins).



Fig. 21. The Pyllau Bronze Age Opencast, Great Orme's Head, Llandudno. Now open to the public for underground visits, this was the largest prehistoric copper mine in Britain; one which reached its maximum production during the Acton Park period of the Middle Bronze Age (1600–1400 BC) (S. Timberlake).

Obr. 21. Pyllau, Great Orme's Head, Llandudno, povrchový důl z doby bronzové, nyní otevřený veřejnosti pro návštěvy podzemí. Byl to největší prehistorický měděný důl v Británii, který dosáhl své maximální produkce ve střední době bronzové (období Acton Park, 1600–1400 př. Kr.) (S. Timberlake).



Fig. 22. Engine Vein, Alderley Edge, Cheshire. A view of the Roman - Postmedieval trench mine with traces of bisected Bronze Age pit workings exposed upon its northern side (S. Timberlake).

Obr. 22. Engine Vein, Alderley Edge, Cheshire. Pohled na římsko-post-
středověký příkopový důl se stopami půlených jam z doby bronzové,
odkrytý na jeho severní straně (S. Timberlake).



Fig. 23. The excavation of an undisturbed Early Bronze Age pit working (EVB1) on the south side of Engine Vein in 1997 (S. Timberlake and AELP Manchester Museum).

Obr. 23. Výkopávání neporušené jámy ze starší doby bronzové (EVB1) na
jižní straně Engine Vein v roce 1997 (S. Timberlake a AELP Manchester-
ské muzeum).



Fig. 24. A fairly typical Alderley Edge-type grooved stone mining hammer recovered from Pot Shaft, Engine Vein in 1997. This modified glacial erratic cobble is made of Ennerdale Granophyre from the Lake District of NW England (AELP & The Manchester Museum).

Obr. 24. Typické rýhování kamenného mlatu typu Alderley Edge získané
z Pot Shaft, Engine Vein, v roce 1997. Tento upravený ledovcový bludný
valoun je vyroben z ennerdalského granofyru z Lake District v SZ Anglie
(AELP & Manchesterské muzeum).



Fig. 25. The Alderley Edge Shovel; a Bronze Age mining shovel made of oak found in 1878 at Brynlow, Alderley Edge during diggings monitored by William Boyd-Dawkins. This artefact survives in remarkably good condition within the collections of The Manchester Museum. The shovel is 59 cm long; the blade of which is 33 cm (permission courtesy of The Manchester Museum).

Obr. 25. Důlní lopata Alderley Edge z doby bronzové vyrobená z dubu,
nalezena v roce 1878 u Brynlow, Alderley Edge, při výkopech, které vedl
William Boyd-Dawkins. Tento artefakt přezívá ve sbírkách Manchester-
ského muzea v pozoruhodně dobrém stavu. Lopata je 59 cm dlouhá, její
čepel má 33 cm (se souhlasem Manchesterského muzea).

THE BRONZE AGE MINES DATING PROJECT

Peter Marshall of Historic England has been able to graphically show the Bayesian-modelled ranges of radiocarbon dates for all of the excavated and dated UK Bronze Age mines (Table 2). (Timberlake et Marshall 2013, 2014). These mines include Cwmystwyth, Parys Mountain (Anglesey), the Great Orme, Alderley Edge and Ecton (Staffordshire) alongside some of the smaller West Wales sites. It can be seen from the various diagrams depicted here that the earliest mining *probably* took place in West Wales, followed by Parys Mountain, the Great



Fig. 26. A small partially-collapsed Early Bronze Age opencut working on The Lumb, Ecton Hill, Staffordshire (2009). The miners were excavating a copper-bearing dolomite horizon within the Carboniferous Limestone (S. Timberlake).

Obr. 26. Malý částečně zborcený povrchový důl ze starší doby bronzové v lokalitě The Lumb, Ecton Hill, Staffordshire (2009). Horníci zde vykopávali měděný dolomitový horizont v karbonských vápencích (S. Timberlake).

Orme, then the English mines to the east (Timberlake et Marshall 2014, 82–83). This model is based simply on the dates currently available; with more than 100 radiocarbon determinations linked to these mining events we can now suggest a probable shift in prospection and mining from west to east. Might this reflect a movement of people with metalworking knowledge and interests who initiated this mining activity? It would not be unreasonable to suggest perhaps that these people might also have come from SW Ireland to the coast of West Wales looking for new sources of ore following the abandonment of the Ross Island mine in Co. Kerry with its associated Beaker-dated mining camp (O'Brien 2004). The chronology of this makes sense, and there may be a connection also with the enigmatic narrative behind the discovery of the Banc Tynddol gold disc at Cwmystwyth (Fig. 29). Found in 2002 this is one of only two such discs from Wales, and one of the earliest Welsh gold objects known.



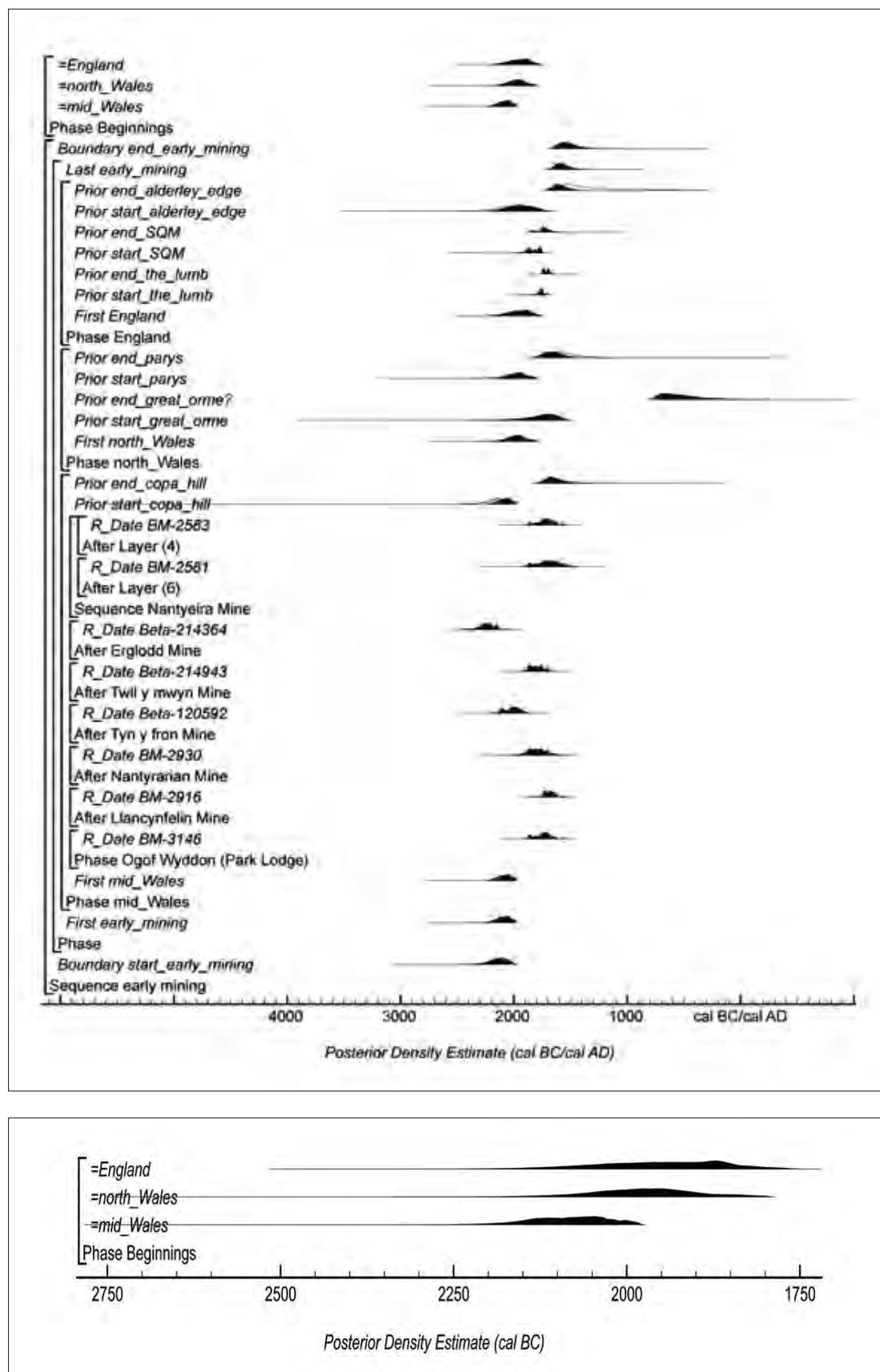
Fig. 27. An exposed copper-bearing quartz vein at North Bradda Head on the Isle of Man, UK. Stone mining tools were found here in 1989, but no excavation has been carried out (D. Jenkins).
Obr. 27. Odkrytá křemenná žíla s mědí v severní části Bradda Head na ostrovu Man, Spojené království. V roce 1989 zde byly nalezeny kamenné těžební nástroje, ale žádné vykopávky nebyly provedeny (D. Jenkins).



Fig. 28. A Bronze Age tin miner's tool? A perforated red deer antler pick found in 1790 during (alluvial) tinning operations carried out on the Carnon River near Truro, Cornwall. The pick is approx. 48 cm long (photo courtesy of The Truro Museum (RIC) and Stephen Hartgroves).

Obr. 28. Nástroj pro těžbu cínu z doby bronzové? Perforovaný špičák z jeleního parohu nalezený v roce 1790 během prací na cín (v aluviích) provedených při řece Carnon u obce Truro, Cornwall. Špičák je ca 48 cm dlouhý (foto se souhlasem Muzea obce Truro (RIC) a Stephena Hartgroves).

Tab. 2. Bayesian-modelled C¹⁴ calibrated start and end dates for early mining in England and Wales (P. Marshall, Historic England).
Tab. 2. Databce počátků a konců těžby v Anglii a Walesu, kalibrovaná data C¹⁴ (P. Marshall).



THE DISCOVERY OF THE BANC TYNDDOL GOLD DISC



Fig. 29. The Banc Tynddol Gold Disc. A repoussé ornamented Bell-Beaker gold foil disc of c. 8cm diameter found within a suggested grave-cut close to the prehistoric mine on Copa Hill, Cwmystwyth (courtesy of the National Museum of Wales, Cardiff).

Obr. 29. Pozlacený kotouč Banc Tynddol z kultury zvoncových pohárů o průměru ca 8 cm, zdobený tepáním, nalezený v domnělém hrobovém zářezu poblíž prehistorického dolu na kopci Copa, Cwmystwyth (se souhlasem Národního muzea Walesu, Cardiff).

This small gold decorative foil ‘sun disc’ has been decorated with a series of concentric repoussé circles and rings of dots in an ‘early’ style which is comparable to other examples of Bell-Beaker foil goldwork. In particular it shares similarities with a number of the gold discs from the Chalcolithic – Early Bronze Age of Atlantic France (Brittany) and NW Spain, and closer to home some of the Irish examples (Fig. 30). It seems likely, therefore, that the link is with Atlantic Europe and the west (Timberlake 2021).

The distribution of Copper Age/Early Bronze Age gold objects in relation to mineral deposits in Britain and Ireland was first commented upon by Taylor in 1994 (39–41). She referred to a correlation between the finds of early flat gold discs at Ballyvourney and at Ballydehob in Co.Cork and the location of primitive copper mines, an observation made prior to the discovery of the Banc Tynddol disc. Whilst it is difficult to give much credence to this observation, given that the majority of the dozen or so finds of gold discs from Britain do not relate to the distribution of ore deposits, it remains possible that at least some of these early examples correlate to some degree with a suggested ‘metal route’ following the Beaker migration or influence emanating from Iberia in the direction Atlantic France > Cornwall > Ireland and Wales (Timberlake 2016, 130; Timberlake 2019, 101–103) during the period 2500 to 2200 BC. We should note however, that these gold foil objects and discs also form part of the general Beaker cultural package which crosses the continent of

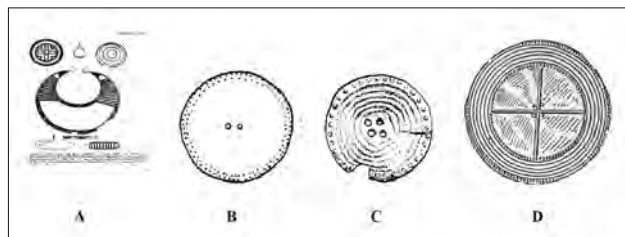


Fig. 30. Examples of similarly ornamented gold ‘sun discs’ found along the Atlantic coastline of Europe: from Ireland, Ballyvourney (A), Brittany, Moëlan, Finistère (B), Belz, Erdeven, Morbihan (C), Oviedo, Spain (D) (reproduced from Case 1977, Eluère 1982 & Savory 1968).

Obr. 30. Příklady podobně zdobených zlatých „slunečních disků“ nalezených podél atlantického pobřeží Evropy: z Irska, Ballyvourney (A), Bretaně, Moëlan, Finistère (B), Belz, Erdeven, Morbihan (C), Ovieda, Španělsko (D) (reprodukce z Case 1977, Eluère 1982 & Savory 1968).

Europe; with the appearance of similar, though certainly not identical objects of this sort at Beaker sites in Moravia.

The metal composition of the Banc Tynddol disc resembles many prehistoric objects made from alluvial gold which could easily be British or Irish in origin (this Welsh example contains 93.5 % gold, 6.5 % silver and less than 0.1 % copper – essentially a naturally high gold amalgam alloy). So we may be looking at something that is locally-made (but which could have come from Ireland) in a style associated with incomers, and with a link to an Atlantic metalwork tradition.

The Banc Tynddol disc was a chance find made during the excavation of a medieval lead smelting bole on a small plateau of glacial till located at the foot of the Comet Lode in the valley directly below the Early Bronze Age mine in 2002. It appears to have been placed within the top half of a disturbed grave cut, which due to the level of the subsequent disturbance and soil conditions was uncondusive to the survival of skeletal remains or other artefacts. Therefore there are no independent dates for this, even though the disc itself clearly survived, sealed beneath this later activity. So, we can only tentatively suggest that this was a moderately high-status grave based upon the artefact itself, with only the comparisons of decoration style suggesting that the date for this likely falls within the period 2300–2100 BC (Timberlake 2016, 130a). The end of this date range does in fact fall within the known period for the earliest mining, or its start date, on the hillside above. This raises the interesting possibility that these events are connected. Could this be a grave of a visiting incomer involved in the work, or one responsible for making links with the miners, either in terms of procuring ore or providing information and advice, or perhaps just trade? We cannot say whether he or she was a metalworker, for we just don’t know; but what we can say is that the deceased person was likely to have been involved in some way, either with the supply end or with the initiation of the mining or prospection for new sources of ore at a time of growing demand. Archaeology cannot prove or disprove any of this, but it can at least raise the relevant questions that we should be asking.

THE INVESTIGATION OF THE CWMYSTWYTH ARCHAEOLOGICAL LANDSCAPE

When investigating prehistoric mining landscapes it is important to look at contemporary monuments nearby. In 2016 we excavated a part-destroyed and denuded kerb cairn circle at Pant Morcell, located on a plateau at 386 m AOD on the hillside facing the mine (Timberlake 2018b). The accompanying photographs show the site under excavation (Figures 31, 32). Amongst the placed finds found here within some of central pits shallowly dug into the underlying bedrock were two re-fitting halves of a polished stone macehead (Fig. 33) and a cup-marked grindstone. There was also considerable evidence beneath the cairn for the *in situ* quarrying of the stone orthostats used in the construction of the monument (Fig. 34). Also shown is an artist's reconstruction of the Pant



Fig. 31. The Late Neolithic-Early Bronze Age kerb cairn circle on Pant Morcell, opposite the prehistoric mine on Copa Hill (S. Timberlake).

Obr. 31. Kruh obrubníkových mohyl z pozdního neolitu a starší doby bronzové na lokalitě Pant Morcell, naproti prehistorickému dolu na kopci Copa (S. Timberlake).



Fig. 32. The kerb cairn circle under excavation in 2016. Note the fallen orthostats (S. Timberlake).

Obr. 32. Výkopy v kruhu obrubníkových mohyl v roce 2016. Všimněte si spadlých ortostatů (S. Timberlake).



Fig. 33. Two broken halves of a polished stone macehead found on the edges of the central pit/stone setting within the cairn. The dimensions of the macehead are $9 \times 7 \times 4$ cm with a 2-4cm diameter hour-glass perforation. (S. Timberlake).

Obr. 33. Dvě zlomené půlky leštěné kamenné palice nalezené na okrajích centrální jámy/kamenného zasazení v mohyle. Palice má velikost $9 \times 7 \times 4$ cm a perforaci s otvory ve formě sypacích hodin o průměru 2-4 cm. (S. Timberlake).



Fig. 34. The negative relief of a removed stone block (orthostat) quarried from the outcrop beneath the cairn (S. Timberlake).

Fig. 34. The negative relief of a removed stone block (orthostat) quarried from the outcrop beneath the cairn (S. Timberlake).

Morcell cairn circle as it probably was sometime during the period 2100-2000 BC (Fig. 35). The latter date is an estimate, as while we have dates for the subsequent deposits and the later disturbance (including the hushing activities carried out by medieval or post-medieval lead miners), we don't have any radiocarbon dates from the original placed deposits, just the finds themselves. There exists no actual evidence to show that the cairn and the mine were contemporary in date, but this remains a possibility.

IRON AGE COPPER MINING IN WALES

Over the 30+year period of the EMRG's existence, it would be fair to say that we have concentrated on the search for, and the investigation of Bronze Age mines. This we have tried to remedy more recently given the apparent absence in the archaeological record for the evidence of Iron

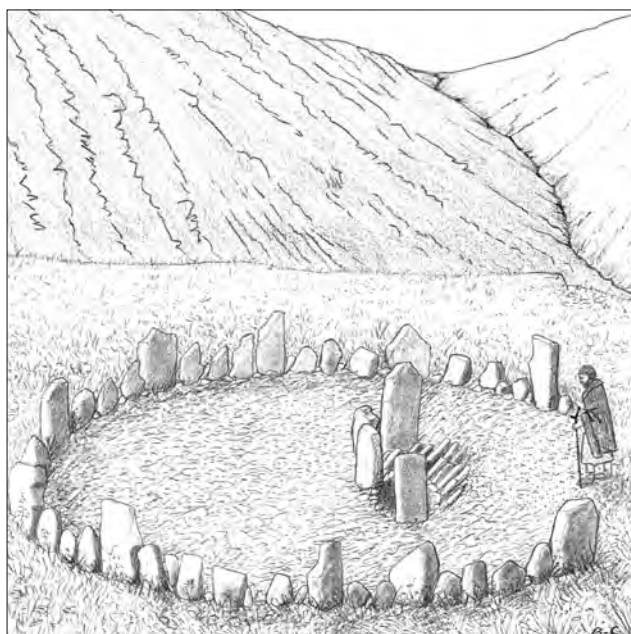


Fig. 35. A reconstruction of the stone circle at Pant Morcell. This assumes the placing of some central stones (B. Craddock).

Obr. 35. Rekonstrukce kamenného kruhu u Pant Morcell. Předpokládá se zde umístění některých centrálních kamenů (B. Craddock).

Age mining prior to the Roman conquest. This has not been easy, given that a fair number of the dates coming out of investigations into this period of mining and smelting in Britain straddle the whole of the Late Iron Age - Conquest (Early Roman) period. We see this for instance in the Mendips (Todd 1996), at Dolaucothi in South Wales (Burnham 1997), Llancynfelin in Ceredigion (Page et al. 2012) and at Pot Shaft, Alderley Edge (Timberlake et Kidd 2005). Apart from the last site was excavated by the author in conjunction with the Derbyshire Caving Club, the only previous investigation of this kind carried out by the EMRG was at the *Darren Mine* and hillfort near Penrhyncoch, Aberystwyth in July 2005 (Timberlake et Driver 2005). At the latter site the western entrance to this Middle Iron Age hillfort was excavated following erosion damage to the earthworks, whilst at the same time the make-up of some of these earthwork banks and their relationship to an ancient opencut working mined for lead and silver which glances the north-west side of the monument was investigated by means of sections dug across the hillfort ditch (Fig. 36), and through a series of ancient tip lines. It could be clearly seen from the latter that the original digging undertaken for the construction of the outer hillfort ditch exposed and dug into the top of the lode, although in this place it was not worked. It remains entirely possible therefore that the mine was discovered and first worked during the tenure of the hillfort occupation – but this couldn't be proved. All that we know from the dating of this early mine is that it post-dates the Late Bronze Age ground surface and pre-dates (by some time) the later phase of medieval mining which overlies it. This ancient mine work could therefore be Iron Age or Roman in date.



Fig. 36. A section cut through one of the rock-cut ditches of the Banc y Darren Iron Age hillfort. Within the base of this the mineral vein was discovered (S. Timberlake).

Obr. 36. Řez přes jeden ze skalních příkopů hradiště Banc y Darren z doby železné. V jeho základě byla objevena minerální žíla (S. Timberlake).

The Ogof Llanymynech

In September 2021 we investigated a very different sort of site, a cave/mine working on Llanymynech Hill near the village of Llanymynech, Oswestry in Powys. The latter lay within the centre of a very large Iron Age hillfort located on the border between England and Wales. Charcoal collected from the workings underground sealed beneath calcite speleothem provided a C14 date of 2120 $\pm$ 26 BP (340–50 cal BC), confirming that this mine was probably first worked for copper ore (in the form of the carbonates malachite, azurite and roasite/ smithsonite) during the Mid – Late Iron Age (Timberlake et al. 2021a). There was also some evidence here for medieval (i.e. Saxon) re-working of the mine which appears to be contemporary with the construction of Offa's Dyke – a large earthwork constructed by the Early Medieval kingdom of Mercia as a defence or boundary to keep out the Welsh along this stretch of the border. Fig. 37 shows the entrance to the Llanymynech Ogof (in Welsh = cave) and Fig. 38a the extent of the known investigated workings in the limestone. The area re-surveyed by the EMRG and the sample sites for charcoal are indicated. Our archaeological survey shows the sampling location underground which is referred to as LMO 21D. From this we obtained evidence for Iron Age mining which seems to have taken place within an existing cave passage (Fig. 38b). An un-mined karstic cavity coated with the copper minerals malachite and azurite was discovered nearby at the Llyncllys Limestone Quarry by the mineralogist Roy Starkey (Fig. 39). This is representative of the type of mineralisation encountered by the first Iron Age miners of Llanymynech.



Fig. 37. The excavation team of the EMRG within the entrance of the Llanymynech Ogof copper mine in 2021 (S. Timberlake).
Obr. 37. Výkopový tým Early Mines Research Group (EMRG) ve vstupu do měděného dolu Llanymynech Ogof v roce 2021 (S. Timberlake).



Fig. 38b. A sub-karstic/ mined passage with speleothem (S. Timberlake).
Obr. 38b. Subkrasová/poddolovaná chodba se speleotémou (S. Timberlake).



Fig. 38a. An annotated plan of the Entrance Series of the Llanymynech Ogof cave/mine, showing the sampling points for dating and stalagmite (P. Andrews & B. Craddock).
Obr. 38a. Komentovaný plán vstupní série jeskyně/dolu Llanymynech Ogof, zobrazující místa odběru vzorků pro datování a stalagmit (P. Andrews & B. Craddock).

ROMAN LEAD MINING AND SMELTING IN WEST WALES

Previous archaeological work carried out by us at Cwmystwyth in 2002–2004 had revealed several Roman and Early Medieval wind-blown lead smelting hearths at a site known as Banc Tynddol in the valley bottom (Timberlake 2002b). One of these appeared to be a Roman pit-bole hearth (Fig. 40) which was re-lined and re-used on several occasions. The plan of this site shows the location of



Fig. 39. A cavity in the dolomite with copper minerals (malachite) at the nearby Llyncllys Quarry, nr Llanymynech. This may be an example of the sort of ore sought and removed during the Iron Age (photo courtesy of Roy Starkey, Russell Society).
Obr. 39. Dutina v dolomitu s minerály mědi (malachitem) v nedalekém lomu llyncllys u obce Llanymynech. Je to možný příklad druhu rudy, který se hledal a těžil v době železné (foto se souhlasem Roye Starkeyho, Russell Society).

the hearth and the tap channel formed by the overflow of metal. This 8m long channel was burnt into the turf by the passage of molten metal descending from the base of the pit bole. Traces of this lead runnel was found to have survived in places. The last use of this hearth can be dated to between 55 cal BC and 245 cal AD (Beta-181059 1920+/-70 yrs BP).

At Cwmystwyth there is also some indirect evidence for Roman - Early Medieval mining and smelting in the form of radiocarbon-dated peat cores taken from the blanket peat mires located above the mine (Mighall et al. 2002). These show very distinct elevations in atmospheric pollution of lead preserved within the peat which corresponds to these particular time periods.

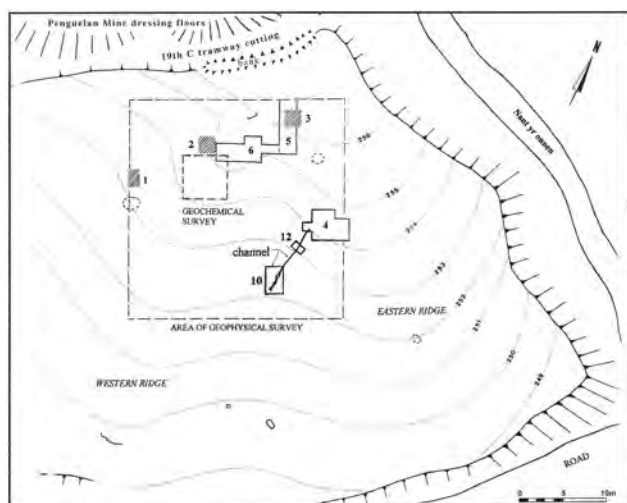


Fig. 40. A plan of the site of the Early Medieval and Roman lead smelting hearths at Banc Tyddol, Copa Hill, Cwmystwyth (B. Craddock & S. Timberlake).

Obr. 40. Plán místa raně středověkých a římských pecí na tavení olova u Banc Tyddol, Copa Hill, Cwmystwyth (B. Craddock & S. Timberlake).

The Penpompren Roman shovel

In 2019 Ioan Lord recovered a primitive wooden mine shovel or spade from underground workings at Penpompren Mine near Talybont in West Wales (Lord et al. 2019). The oak shovel (Fig. 41) was radiocarbon dated to between 37 cal BC and 71 cal AD (OxA-39149 1974 $\pm$ 20 yrs BP), confirming that this mining artefact was most probably Roman, although a Late Iron Age date is possible. The shovel is virtually identical to the ones recovered from underground in the Darren Mine in the 1850s, which were photographed, but are since lost (Williams 1866). Nearby at Erglodd there is a Roman Flavian-period fortlet of approximately the same date (AD 60–70s), and it seems likely therefore that the site for this was specifically chosen because of the mines and the Roman lead smelting site at Llancynfelin nearby (see Page et al. 2012) (Fig. 42).

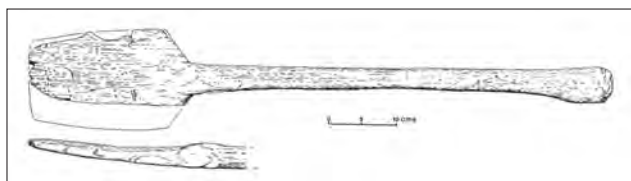


Fig. 41. The Roman mining spade/shovel from Penpompren Mine, Talybont, Ceredigion (B. Craddock courtesy of I. Lord).

Obr. 41. Římský důlní rýč/lopata z dolu Penpompren, Talybont, Ceredigion (B. Craddock se souhlasem I. Lorda).

ROMAN CHARCOAL PRODUCTION

In the same year as this the EMRG re-visited Cwmystwyth to excavate another valley site which was provisionally identified as a hearth based on the results of geophysical prospection (magnetometry). In fact this site turned out to be

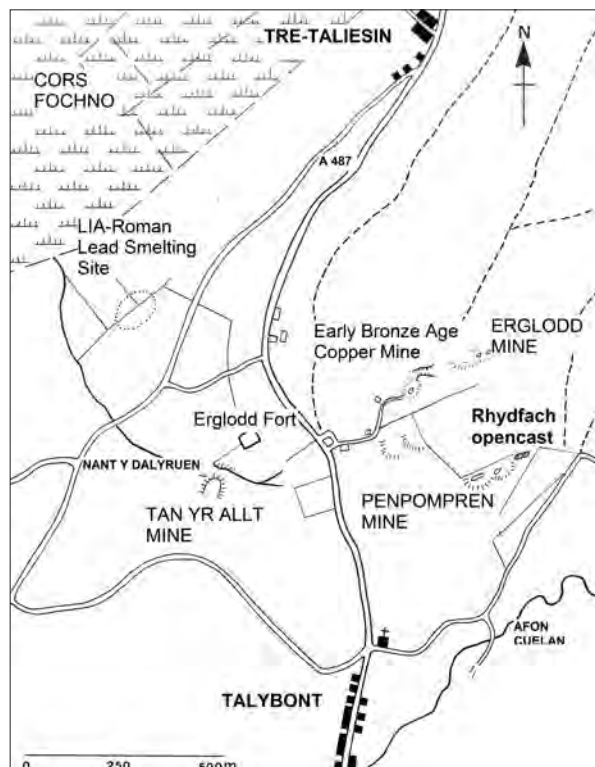


Fig. 42. Map showing the location of Pemponpren Mine, Erglodd and the Roman fort and lead smelting site (S. Timberlake & B. Craddock).
Obr. 42. Mapa s lokalizací dolu Pemponpren, Erglodd, a římské pevnosti s místem tavení olova (S. Timberlake & B. Craddock).

a charcoal production site dating to the Roman period (UBA-40407: cal AD 133–353). This was a circular burnt feature with a thick charcoal layer located above a scorched soil with an inner horseshoe-shaped gully (Fig. 43), and outer gullied enclosure (Timberlake et al. 2019a). In reconstruction this may be compared with similar cone-shaped charcoal clamps described as being in use in the 18th century.

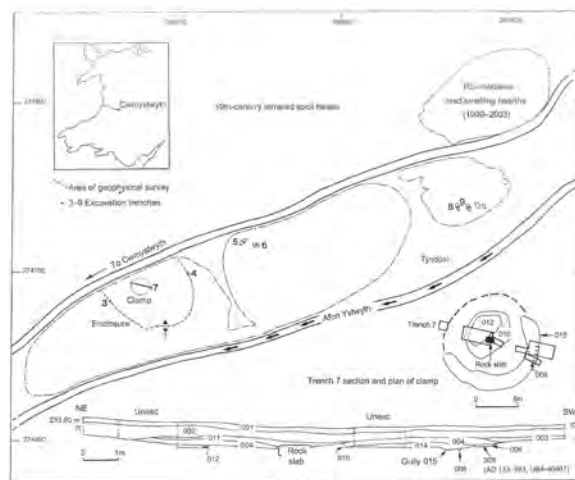


Fig. 43. Location and plan of the Roman charcoal production site close to Banc Tyddol (P. Andrews & B. Craddock).

Obr. 43. Umístění a plán římského výrobního místa dřevěného uhlí v blízkosti Banc Tyddol (P. Andrews & B. Craddock).

AN EARLY MEDIEVAL IRON BLOOMERY FURNACE

In October 2020 we examined another area of the valley floor at Cwmystwyth a little further to the east, this time below the Bronze Age mine workings at Penparc. Guided by the geophysical data we managed to locate a further charcoal clamp dating to the Late Iron Age – Early Roman period, and just beyond this an ironworking site (Timberlake et al. 2020). The latter revealed evidence for smithing as well as smelting, but was dominated by the waste from a tap-slagging furnace. The site was more fully investigated by excavations undertaken in October 2021 (Timberlake et al. 2021b) and September 2022 (Andrews et al. 2022). These revealed a considerable amount (in excess of 200 kg) of bloomery iron smelting slag within a slag dump, a well-preserved slag pit and working floor, a tap channel, and part of the base of a circular shaft furnace of about 300mm internal diameter, with heavily vitrified clay walls preserved below the tuyere level (Fig. 44, 45). Hand bellows would have been used to fire this furnace on the west side, possibly via a single tuyere, the only trace of which are the remains of its opening preserved within one of the collapsed wall fragments. A series of stake holes and an area of trod probably defines the area of the bellows (Fig. 46). An Early Medieval date for these furnaces is suggested by the dating of a piece of charcoal trapped within a piece of tap slag. The radiocarbon date of 874 $\pm$ 27 yrs BP (FTMC-LT01-2 1047 – 1256 AD) probably links this site (and some of those for lead smelting) with the activity of the Cistercians at the nearby Abbey of Strata Florida, who it is recorded had interests in these mines and the natural resources within this valley (Austin 2022). We know for instance that the abbey was first constructed in 1164 AD and re-built in 1201 AD, for which purpose iron and lead would have been required in large amounts (Williams

1899). Williams mentions metallurgical finds including evidence for lead smelting and cupellation, whilst a recent geophysical survey and finds of iron slag suggest that the monks were also smelting or working iron within the abbey precinct (Strata Florida Trust 2019).



Fig. 45. Part of the collapsed vitrified wall of the 30cm diameter shaft furnace at Penparc (S. Timberlake).

Obr. 45. Část zřícené vitrifikované stěny šachtové pece o průměru 30 cm u Penparc (S. Timberlake).



Fig. 46. Stakeholes on the north side of the furnace associated with the position of the bellows and tuyere (S. Timberlake).

Obr. 46. Příkládací otvory na severní straně pece spojená s polohou měchů a dmyšny (S. Timberlake).



Fig. 44. The excavation of an Early Medieval iron smelting furnace at Penparc, Cwmystwyth in 2022 (S. Timberlake).

Obr. 44. Exkavace raně středověké pece na tavení železa u Penparc, Cwmystwyth, v roce 2022 (S. Timberlake).

CONCLUSION

The EMRG has been investigating the evidence for pre-historic and early metal mining in Britain for over 30 years now and has firmly established through a comprehensive archaeological excavation and dating programme the existence of widespread prospection, and in some cases more extensive mining, of surface exposures of copper mineralisation in both West and North Wales and in a small area of Central England from the late Copper Age -Early Bronze Age right through to the beginning of the Middle Bronze Age (c. 1600 BC), following which there was a significant exploitation of copper ore at just one site (the Great Orme) over a 200 year period. It is not clear why certain areas were tried, and other's weren't, but this may phenomenon have a human element (i.e. the presence of metal prospectors or metallurgists), as much as a physical one linked to erosion, exposure and weathering. The best preserved and most thoroughly investigated of these sites is probably the mine of Copa Hill, Cwmystwyth. This has provided us with a wealth of finds and published data, and is amongst the most well-known of Bronze Age mines in Europe. The discovery nearby of a probably associated Bell-Beaker gold disc within a grave-cut adds additional context to the potential significance of this site and its origins. An associated settlement and further ore-processing or smelting evidence has yet to be discovered, and it is possible therefore that partially-processed ore was instead exchanged with visiting metalworkers, and that the miners of these sites were instead transhumant agriculturists. They may thus have brought their animals up into the mountains during the summer months, along with supplies of stone tools, to work these shallow excavations for short intermittent periods on a seasonal basis.

However, we cannot look at these sites in isolation. More emphasis needs to be placed on research into the smaller mines, and mines or trials yet to be discovered, as these may not be detectable by discriminatory methods such as chemistry which might indicate mining or the processing of ores through the record of this preserved within the peat bog archives.

The latter period of our research strategy (from 2015 till the present) has focused on investigating the contemporary landscape of these Bronze Age mines, in particular that of the Upper Ystwyth Valley, and as has already been suggested, a search was conducted for the footprints of prospection activity across the mining area(s).

Looking for the evidence of the earliest mining naturally begs the question of whether there are also traces to be discovered of later activity - from the Late Bronze Age to the Iron Age and Roman periods? Medieval mining in Wales was discussed at the 2013 meeting held at Jihlava, but since then fieldwork (especially in recent years) has delved into the question of identifying Iron Age copper and lead mines (recently confirmed at Llanymynech and possibly also at Darren), and also lead mining and smelting during the

Roman period (at Llancynfelin/ Erglodd, Penpompren and Banc Tynndol). The latest excavation project of the group, however, moves us to a more recent era, though not surprisingly, still within the mining vicinity of Cwmystwyth, this is as site linked to primary metallurgy. The well-preserved Early Medieval iron furnace is unusual because of its small size, yet the date and association here probably links it to another early control of this bleak, mountainous landscape across Wales by the Cistercian order, and the establishment nearby of a religious house at Strata Florida.

The discoveries of the last 20 years have contributed to a new interpretation of early mining and metallurgy within the upland marginal areas of Britain prior to 1500 AD, with its origins some 3500 years before this.

POSTSCRIPT

The Early Mines Research Group UK celebrates its 35th anniversary this year; defining a period of almost un-broken activity, including annual excavations of mining and smelting sites, an involvement in scientific research and the publication of results. All of us have worked either as amateur or professional archaeologists and/or geologists, and alongside our involvement in other UK and foreign archaeological projects, we are still working on the investigation of this one interesting valley in West Wales. We haven't left yet! Each intervention brings something new and more interesting to light. There is a lesson to be learnt here perhaps concerning the depth and complexity of these minescape investigations. It is the potential to uncover what has never even been considered which provides the inspiration to our archaeological research. Yet collectively we all need to attract a new generation of people to this subject. This sort of work, whether in Moravia or in Wales is still in its infancy.

I would like to thank my colleagues of almost half a century, without whom none of this would have been possible: the Early Mines Research Group mining team of Phil Andrews, John Pickin, Anthony Gilmour, Brenda Craddock, Emma Wager and the late David Jenkins.

REFERENCES

- ANDERSON-WHYMARK H. et THOMAS J. (2012): *Regional Perspectives on Neolithic Pit Deposition*, Oxbow Books, Oxford.
- ANDREWS P., TIMBERLAKE S., CRADDOCK B., GILMOUR A., PICKIN J. et ROSEVEARE M. (2019): *A Romano-British Charcoal production Site at Cwmystwyth, Ceredigion: Archaeological Investigations at Banc Tynndol 2017-19*. – *Archaeology in Wales*, 59: 61–62, UK.
- ANDREWS P., TIMBERLAK S., CRADDOCK B., GILMOUR A., PICKIN J. et ROSEVEARE M. (2020): *Cwmystwyth, Pen-parc riverside investigations*. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Roman)*: 117–119, UK.

- ANDREWS P., TIMBERLAKE S., CRADDOCK B., GILMOUR A., PICKIN J., ROSEVEARE M., TREASURE E. et MOLES N. (2022): Possible Cistercian iron smelting at Cwmystwyth, Ceredigion: Archaeological investigations at Penparc 2020-22. – *Archaeology in Wales* 62: 59–72.
- BICK D. E. (1976): The Old Metal Mines of Mid-Wales, Part 3, Cardiganshire north of Goginan, The Pound House, Newent, Glos., UK.
- BICK D. E. et DAVIES P. W. (1994): Lewis Morris and the Cardiganshire Mines, 89pp, National Library of Wales, Aberystwyth.
- BORG G. et PERNIČKA E. (2017): Goldene Zeiten? – Europäische Goldvorkommen und Bezug zur Himmelsscheide von Nebra. – *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte* Band 96: 111–38, Halle, Germany.
- BOWEN E. et GRESHAM C. (1967): History of Merioneth, Volume 1, p. 55 (quote from R. Fenton's 'Tours in Wales 1804–1813' re-published as a Supplement in *Archaeologia Cambrensis* (1917)).
- BRAY P. et POLLARD M. (2012): A new interpretative approach to the chemistry of copper-alloy objects- source, recycling and technology. – *Antiquity*, 86: 853–867, UK.
- BURNHAM B. C. (1997): Roman Mining at Dolaucothi-the implications of the 1991-3 excavations near the Carreg Pumsaint. – *Britannia*, XXVIII: 325–336.
- CAMBRIAN ARCHAEOLOGICAL ASSOCIATION (1866): Stone hammers from Blaendyffryn Mine, Machynlleth Meeting Report (Temporary Museum in Machynlleth, August 1866). – *Archaeologia Cambrensis*, 544.
- CASE H. (1977): An Early Accession to the Ashmolean Museum, In V. Markotic (ed.), *Ancient Europe and the Mediterranean -Studies presented in honour of Hugh Hencken*, Aris & Phillips, Warminster, 18–34.
- DAVIES O. (1938): Ancient Mines in Montgomeryshire - Montgomeryshire Collections 45, 55–60 and 152–157, Powysland Field Club, Welshpool.
- DAVIES O. (1947): Cwm Ystwyth Mines. – *Archaeologia Cambrensis*, 100: 61–66.
- DOONAN R. et ELEY T. (2000): The Langness ancient mining survey – T. DARVILL (ed), *Billown Neolithic Landscape Project (Isle of Man): 5th Report 1999*, 45–53, Bournemouth and Douglas, UK.
- DUTTON L. et FASHAM P. (1994): Prehistoric copper mining on the Great Orme, Llandudno, Gwynedd. – *Proceedings of the Prehistoric Society*, 60: 245–286, UK.
- ELUÈRE C. (1982): L'âge du bronze en France 2: Les Ors Préhistoriques, Picard, Paris.
- HUGHES S. J. S. (1981): Ancient Mining in Mid Wales – *unpublished* MA Thesis, University of Manchester, UK.
- JENKINS D. et TIMBERLAKE S. (1997): Geoarchaeological research into prehistoric mining for copper in Wales - A report to the Leverhulme Trust (F/174/L), 141pp, University of Wales, Bangor, UK.
- JENKINS D., TIMBERLAKE S., DAVIDSON A., MAL K., MARSHALL P., MIGHALL P., MIGHALL T., O'BRIEN C. et SMITH D. N. (2021): Copper Mining in the Bronze Age at Mynydd Parys, Anglesey, Wales. – *Proceedings of the Prehistoric Society*, 87: 261–291, Cambridge University Press [doi: 10.1017/ppr.2021.4].
- JONES A. M., TAYLOR S. et STURGESS J. (2012): A Beaker structure and other discoveries along the Sennen to Porthcurno South West Water pipeline. – *Cornish Archaeology* 51: 1–67.
- JONES O. T. (1922): Lead and Zinc. The Mining District of North Cardiganshire and West Montgomeryshire - *Memoirs of the Geological Survey, Special Reports on the Mineral Resources of Great Britain* 20, 205pp, HMSO, London.
- LEWIS A. (1996): Prehistoric mining at the Great Orme: Criteria for the identification of early mining - *unpublished* MPhil thesis, University of Wales, Bangor.
- LORD I. R., TIMBERLAKE S. et CRADDOCK B. (2019): A Roman Spade Discovered at Penpompren Mine, Talybont, Ceredigion. – *Archaeology in Wales*, 59: 63–66, UK.
- MIGHALL T. M. et CHAMBERS F. W. (1993): The environmental impact of prehistoric mining at Copa Hill, Cwmystwyth, Wales. – *The Holocene*, 3: 260–264.
- MIGHALL T. M., ABRAHAMS P. W., GRATAN J. P., HAYES D., TIMBERLAKE S. et FORSYTH S. (2002): An atmospheric pollution history for lead-zinc mining from the Ystwyth Valley, Dyfed, mid-Wales, UK as recorded by an upland blanket peat. – *Geochemistry: Exploration, Environment and Analysis*, 2: 175–184.
- MINING JOURNAL (1869): Penpompren Mines (June 1869).
- O'BRIEN W. (2004): Ross Island-Mining, Metal and Society in Early Ireland - *Bronze Age Studies* 6, 767pp, University of Galway, Ireland.
- PAGE N., HUGHES G., JONES R. et MURPHY K. (2012): Excavation of a Prehistoric/Roman Lead Smelting Site and a Medieval Track at Llangynfelin, Ceredigion 2002–2005. – *Archaeologia Cambrensis*, 161: 285–356.
- PICKIN J. (1990): Stone Tools and Early Metal Mining in England and Wales - P. Crew and S. Crew (eds.), *Early Mining in the British Isles: Proceedings of the Early Mining Workshop at Plas Tan y Bwlch, Snowdonia National Park Study Centre, 17–19 November 1989*, Plas Tan y Bwlch Occasional Paper 1, 39–42, Maentwrog.
- PICKIN J. et WORTHINGTON T. (1989): Prehistoric mining hammers from Bradda Head, Isle of Man. – *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, 10(5): 274–275, Matlock, UK.
- PRAG J., GARNER A. et HOUSLEY R. (1991): The Alderley Edge shovel-an epic in Three Acts. – *Current Archaeology*, 137: 172–175, UK.
- ROYAL COMMISSION ON ANCIENT AND HISTORICAL MONUMENTS IN WALES (1911): *An Inventory of the Ancient Monuments in Montgomeryshire*, no. 923, HMSO, London.
- SAVORY H. N. (1968): *Spain and Portugal*, Thames + Hudson, London.

- SHENNAN S. (1999): Cost, benefit and value in the organization of early European copper production. – *Antiquity*, 73 (280): 352–363, UK.
- SMYTH W. W. (1848): On the Mining District of Cardiganshire and Montgomeryshire. – *Memoirs of Geological Survey*, Vol.2 (Part 2): 655–684, Geological Survey Museum, London.
- THORBURN J. (1990): Stone Mining Tools and the Field Evidence for Early Mining in Mid-Wales - P. Crew and S. Crew (eds.), *Early Mining in the British Isles: Proceedings of the Early Mining Workshop at Plas Tan y Bwlch*, Snowdonia National Park Study Centre, 17–19 November 1989, Plas Tan y Bwlch Occasional Paper 1, 43–46, Snowdonia.
- TIMBERLAKE S. (1987): An archaeological investigation of early mineworkings on Copa Hill, Cwmystwyth. – *Archaeology in Wales*, 27: 18–20.
- TIMBERLAKE S. (1988): Excavations at Parys Mountain and Nantyreira. – *Archaeology in Wales*, 28: 11–17.
- TIMBERLAKE S. (1990): Excavations and fieldwork on Copa Hill, Cwmystwyth, Dyfed, 1989. P. Crew and S. Crew (eds.) - *Early Mining in the British Isles*, Plas Tan y Bwlch Occasional Publication 1, 22–29. Snowdonia, Wales.
- TIMBERLAKE S. (1992): Llancynfelin Mine and Nantyrarian Mine. – *Archaeology in Wales*, 32: 90–91.
- TIMBERLAKE S. (1995): Llancynfelin and Nantyrarian Mines. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Prehistory)*, 37: 62–65.
- TIMBERLAKE S. (1996): Tyn y fron Mine. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Prehistory)*, 36: 60–63.
- TIMBERLAKE S. (1998): Survey of Early Metal Mines within the Welsh Uplands. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Surveys)*, 38: 79–81.
- TIMBERLAKE S. (2001): Mining and prospecting for metals in Early Bronze Age Britain – making claims within the archaeological landscape. J. Brück (ed) - *Bronze Age Landscapes: Tradition and Transformation*, 179–192, Oxbow Books, Oxford.
- TIMBERLAKE S. (2002): Medieval lead smelting boles near Penguelan, Cwmystwyth, Ceredigion. – *Archaeology in Wales*, 42: 45–59.
- TIMBERLAKE S. (2003): Excavations on Copa Hill, Cwmystwyth (1986–1999) An Early Bronze Age copper mine within the uplands of central Wales - *British Archaeological Reports (BAR British Series)*, 348, 123pp, Oxford.
- TIMBERLAKE S. (2004a): Comet Lode Opencast, Copa Hill, Cwmystwyth. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Prehistory)*, 44: 139–142.
- TIMBERLAKE S. (2004b): Pwll Roman Mine, Tre Taliesin. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites – Prehistory)*, 44: 142–143.
- TIMBERLAKE S. (2005): Stone mining tools from Alderley Edge: a re-examination of hammer-stones in the collections of the Manchester Museum and from archaeological excavations on Engine Vein (1997) - In S. TIMBERLAKE et J. PRAG (eds), *The Archaeology of Alderley Edge: survey, excavation and experiment in an ancient mining landscape*, BAR 396, 58–78, John & Erica Hedges, Oxford.
- TIMBERLAKE S. (2006): Excavations of early mineworkings at Twll y Mwyn (Cwm Darren) and Erglodd, Ceredigion. – *Archaeology in Wales*, 46: 79–86.
- TIMBERLAKE S. (2009a): Copper mining and metal production at the beginning of the British Bronze Age – P. Clark (ed), *Bronze Age Connections*, 96–122, Oxbow, Oxford.
- TIMBERLAKE S. (2009b): The origins of metal mining in Britain-the exploration and archaeological excavations of the Early Mines Research Group in Central Wales. – *Welsh Mines and Mining 1: 3–16*, Welsh Mines Society, Cambrian Press, Aberystwyth.
- TIMBERLAKE S. (2013): The prospecting and extraction of copper ores during the British Bronze Age - archaeological, geological and metallurgical considerations – F. JANOT, G. GIULIATO and D. MORIN (eds), *Indices et traces-la memoire des Gestes*, 105–148, Nancy, France.
- TIMBERLAKE S. (2014): Prehistoric copper extraction in Britain, Ecton Hill, Staffordshire. – *Proceedings of the Prehistoric Society*, 80: 159–206, Cambridge University Press [doi: 10.1017/ ppr.2013.17].
- TIMBERLAKE S. (2016): Copper Mining, Prospecting and the Beaker Phenomenon in Wales – the significance of the Banc Tynddol Gold Disc - KOCH J. T. et CUNLIFFE B. (eds), *Atlantic Europe in the Metal Ages – Questions of Shared Language (Celtic from the West, 3)*, 111–138, Oxbow, Oxford.
- TIMBERLAKE S. (2017): New Ideas on the exploitation of copper, tin, gold and lead ores in Bronze Age Britain – the mining, smelting and manufacture of metal. – *Materials and Manufacturing Processes*, 32 (7–8 (Ancient Metallurgy)): 709–727, Taylor and Francis, London.
- TIMBERLAKE S. (2018a): Nantyricket Mine (Loches y Lladron), River Severn, Hafren Forest. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites-Prehistory)*, volume 57–58: 178–181, UK.
- TIMBERLAKE S. (2018b): An Archaeological Excavation of the Pant Morcell Kerb Cairn/ Kerb Circle, Cwmystwyth Mines, Upper Ystwyth Valley, Ceredigion (2016). – *Archaeology in Wales*, 57–58: 101–116, UK.
- TIMBERLAKE S. (2021): Le disque en or de Banc Tynndol – Prospections métallurgiques campaniformes et exploitation de l’or alluvionnaire au Bronze ancien en Grande-Bretagne – C. Marcigny and C. Mordant (eds), ‘Bronze 2019’ 20 ans de recherches (Actes du colloque international anniversaire de l’APRAB Bayeux (19–22 juin 2019) – Supplément no.7 au Bulletin de l’APRAB – 2021, 93–110, OREP, Nonant, France.
- TIMBERLAKE S., CRADDOCK B., ANDREWS P., PICKIN J. et GILMOUR A. (2019): Aberdovey, Panteidal Copper Mine. – *Archaeology in Wales (Gazetteer of Sites-Prehistory)*, 59: 117–119.

- TIMBERLAKE S. et DRIVER T. (2005): Excavations at Darren Camp and Darren Mine (Opencuts), Banc-y-darren, Trefeurig, Ceredigion. – *Archaeology in Wales* 45: 98–102.
- TIMBERLAKE S. et HAYLOCK K. (2018): Nantyreira Mine, Plynlimon, Hafren Forest. – *Archaeology in Wales*, volume 57–58: 173–178, UK.
- TIMBERLAKE S. et HARTGROVES S. (2018): New evidence for Bronze Age tin/ gold mining in Cornwall: the date of the antler pick from the Carnon Valley Streamworks, Devoran nr. Truro. – *Cornish Archaeology*, 57: 107–122, Truro.
- TIMBERLAKE S. et JAMES D. (2018): A New Early Bronze Age Mine Site at Cwmystwyth, Ceredigion-Archaeological Excavations at Penparc (Comet Lode(W)) in 2017. – *Archaeology in Wales*, volume 57–58: 91–100, UK.
- TIMBERLAKE S. et KIDD A. D. (2005): The Archaeological Excavation of a Roman Mine Shaft and Gallery ('Pot Shaft') at Engine Vein, Alderley Edge - TIMBERLAKE S. et PRAG, A.J.N.W. (eds.), *The Archaeology of Alderley Edge- Survey, Excavation and Experiment in an Ancient Mining Landscape*, British Archaeological Reports (BAR British Series) 396, 79–97, Oxford.
- TIMBERLAKE S. et MARSHALL P. (2013): Understanding the chronology of British Bronze Age mines – Bayesian modelling and theories of exploitation – P. ANREITER *et al* (eds) *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies (HiMAT- MEH 2012)*, Session 2: Production and Technology, 57–64, Innsbruck, Austria.
- TIMBERLAKE S. et MARSHALL P. (2014): The beginnings of metal production in Britain-A new light on the exploitation of ores and the dates of Bronze Age mines - P. CRADDOCK (ed.), *The Origins of Metallurgy in Europe*. – *Historical Metallurgy*, 47(1): 93–109, Institute of Metals, London.
- TIMBERLAKE S. et MASON J. (1997): Ogof Wyddon (Machynlleth Park Copper Mine), Machynlleth. – *Archaeology in Wales*, 37: 62–65.
- TIMBERLAKE S., PICKIN J., ANDREWS P., CRADDOCK B., GILMOUR A. et THEASURE E. (2021): An Archaeological Investigation of the Ogof Llanymynech Copper Mine, Powys. – *Archaeology in Wales*, 61: 71–82.
- TIMBERLAKE S. et PRAG A. J. N. W. (2005): *The Archaeology of Alderley Edge- Survey, Excavation and Experiment in an Ancient Mining Landscape*. – British Archaeological Reports (BAR British Series), 396: 79–97, John & Erica Hedges, Oxford.
- TODD M. (1996): *Ancient Mining on Mendip, Somerset-Preliminary Report on Recent Work* - P. NEWMAN (ed.), *The Archaeology of Mining and Metallurgy in South-West Britain*, Mining History (Bulletin of the Peak District Mines Historical Society), volume 13(2) and Historical Metallurgy Society Special Publication, 47–51, Matlock, UK.
- WAGER E. et OTTAWAY B. (2018): Optimal versus minimal preservation-two case studies of Bronze Age ore processing sites. – *Historical Metallurgy*, 52 (1): 22–23, Institute of Metals, London.
- WILLIAMS J. G. (1866): *A short account of the British Encampments lying between the Rivers Rheidol and Llynfnant in the County of Cardigan and their connection with the mines*, 56pp, Cambrian Press, Aberystwyth.
- WILLIAMS R. A. et C. LE CARLIER DE VESLUD (2019): Boom and bust in Bronze Age Britain-Major Copper Production from the Great Orme Mine and European Trade. – *Antiquity*, 93(371): 1178–1196.

Raně středověká železářská produkce Boskovické brázdy

Early medieval iron production in the Boskovice Furrow

ROMAN MIKULEC

Ústav archeologie a muzeologie, Filozofická fakulta Masarykovy univerzity, Arne Nováka 1, CZ-602 00 Brno; e-mail: 472045@mail.muni.cz

Abstract: This article is a summary of my diploma thesis dealing with early medieval (c. 550–1200 AD) iron production in the Boskovice Furrow. Thirteen localities are known from this area and to date, the assemblages of nine of them have been evaluated. Thanks to this evaluation, it was possible to get a better understanding of the iron production not only at individual sites, but also in the region as a whole. This has also enabled a more detailed comparison with information available from the neighbouring Moravian Karst area. Concluding, it looks like iron production in the Boskovice Furrow was carried out on a rather small scale and was mainly focused on the needs of local communities, in the vicinity of whose settlements the ironworks sites are usually being found. The entire production chain, from iron ore smelting to final work in smithies, can be expected in this area.

Key words: early middle ages, ironmongery, Boskovice Furrow, slags, tuyères

ÚVOD

Přestože je pro poznání fungování raně středověké společnosti bližší pochopení nastavení dobové ekonomiky naprosto klíčové, panuje v této oblasti, a to nejen v případě našeho území, stále spousta nejasností. K rozuzlení této problematiky by mohlo být značně přínosné zaměřit se více detailněji na charakter tehdejší řemeslné produkce a distribuce. Důležitými otázkami je pak například míra mocenského dohledu; regionální různorodost; proměny ve zlomových obdobích, jako byl například vznik a zánik Velké Moravy nebo počátek vrcholného středověku (13. stol. n. l.). Velice slibně v tomto ohledu vypadá právě operační řetězec železářské produkce, který poskytoval značně důležitou komoditu, železo, pro tehdejší společnost. Železářská výroba zajišťovala klíčové produkční prostředky pro dva důležité pilíře dobové ekonomiky: zintenzivňující se zemědělskou produkci (Měřínský 2014, 105–110) a vojenství, resp. kořistnictví (Třeštík 2001, 104–107, Macháček 2021). Díky masivní poptávce, nerovnoměrnému rozmístění vhodných surovin a potřebě samotných znalostí k výrobě, mohlo být železo pravděpodobně postaveno do pozice ceněné komodity, u jejíž výroby a následné distribuce se nabízí právě i možnost mocenské kontroly (Hlavica et Procházka 2020, 76). Bohužel i v případě tohoto odvětví je však naše poznání stále dosti útržkovité. Větší pozornost mu byla věnována zejména badateli minulého století (Pleiner 1958, 1962, 2000, Souchopová 1986, 1995, Souchopová et Stránský 2008). Následně zájem o tuto problematiku dosti opadnul a vrací se více až nyní (Hlavica et Bárta 2021, Merta et Merta 2000, Mikulec et al. 2022a). Určitým východiskem by mohlo být postupné podrobné vyhodnocení materiálové

základny (získané dřívějšími i novými výzkumy) z jednotlivých železářských oblastí/lokalit a následné vzájemné porovnání, čímž bude ve výsledku umožněno vyslovit se více obecně i k samotné železářské produkci jako celku, potažmo k dobové ekonomice. Z tohoto důvodu jsem se také rozhodl sesbírat a následně vyhodnotit dostupné doklady/prameny raně středověké železářské produkce z oblasti Boskovické brázdy. Část tohoto dlouhodobého procesu jsem uskutečnil v rámci svých diplomových prací (Mikulec 2020, 2022), které jsou shrnuty právě v tomto příspěvku.

VYMEZENÍ ZKOUMANÉ OBLASTI

Článek je zaměřen na raně středověké železářské lokality z oblasti Boskovické brázdy a bezprostředního okolí. Samotná Boskovická brázda je součástí Brněnské vrchoviny a rozkládá se přibližně od Moravského Krumlova k městečku Trnávka (viz obr. 1).¹ Z hlediska geologického se jedná o příkopovou propadlinu vyplněnou permokarbonskými a neogenními usazeninami s ostrůvky usazenin křídových. V krajině je tento útvar reprezentován nezalesněným pruhem terénu, širokého přibližně 3 až 10 km. Okolí této propadliny je tvořeno vyšším zalesněným terénem, a to zejména Českomoravskou vrchovinou, Podorlickou pahorkatinou a Brněnskou vrchovinou. Žernovickou hrástí je poté Boskovická brázda rozdělena na dvě části: Oslavanskou brázdu (jižní) a Malou Hanou (severní; Demek et al. 2006, 79). Vzhledem k železářské produkci je tato oblast významná zejména výskytem drobných povrchových ložisek železné rudy, která byla v minulosti často využívána. Jednalo se pravděpodobně převážně o oxidické železné rudy² (Souchopová 1995, 45).

1 Bráno od JZ k SV.

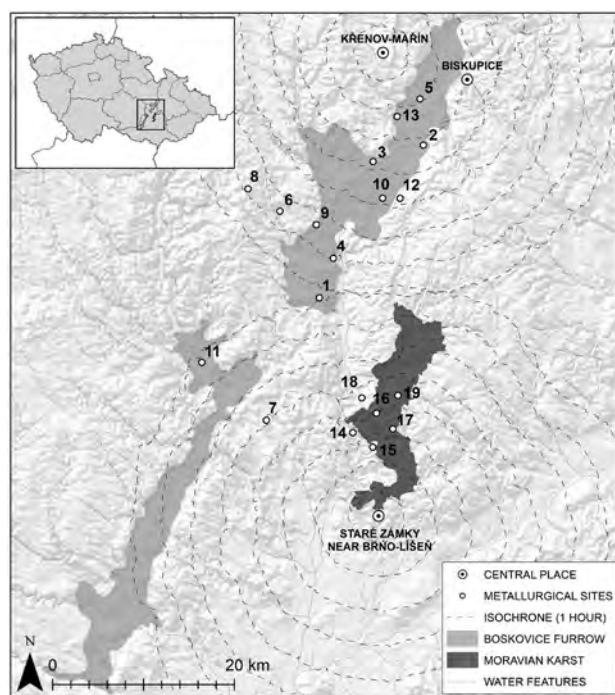
2 Zejména limonit a hematit.

Tab. 1. Soupis jednotlivých lokalit z Boskovické brázdy (PS = povrchový sběr).
Tab. 1. List of localities from the Boskovice Furrow.

Číslo	Lokalita	Typ lokality	Datace	Vyhodnoceno
1	Bořitov	sídliště; "kovárna" a odpadní jáma; pec, vyhřívačka a jáma u ní	starohradištní – mladohradištní	Ano
2	Cetkovice	sídliště/PS	středohradištní – pozdněhradištní	Ano
3	Drválovice/Vanovice	sídliště; 2 × "topeniště"	středohradištní/mladohradištní	Ano
4	Jabloňany/Obora	sídliště/PS	středohradištní, pozdněhradištní	Ano
5	Jevíčko	sídliště/PS	mladohradištní	Ne
6	Kunštátsko	těžební relikty; železářské nálezy	středohradištní nebo mladohradištní	Ne
7	Kuřim	sídliště; 2 × vestavěná dýmačka s tenkou hrudí	středohradištní nebo mladohradištní	Ne
8	Rozseč nad Kunšátém	sídliště/PS	neurčeno	Ano
9	Sebranice	sídliště/PS	starohradištní – mladohradištní	Ano
10	Sudice	PS	neurčeno	Ano
11	Tišnovsko	těžební relikty	neurčeno	Ne
12	Vážany	sídliště/PS	starohradištní – mladohradištní?	Ano
13	Velké Opatovice	PS	mladohradištní	Ano

Je však nutné zmínit, že problematice výskytu a využívání železných rud se v rámci Boskovické brázdy prozatím bohužel nikdo příliš nevěnoval, a tak je naše poznání v této oblasti stále značně nedostačující.³

Boskovická brázda je značně úrodnou a výrazně osídlenou oblastí, a to nejen v době raného středověku (Soucho-
pová 1976, 153). Právě i v případě železářské produkce se zde tedy setkáváme s dlouhodobější tradicí. Zmínit musíme zejména velice významné doklady ze Sudic, kde bylo pro období mladší doby římské nalezeno 136 železářských pecí spolu s dalšími provozními objekty (viz Ludikovský et Soucho-
pová 1978, Ludikovský et Soucho-
pová et Hašek 1978). Důležitou roli hrála v této oblasti železářská produkce například i v období vrcholného středověku, kdy zde fungovalo i několik hamrů, a to zejména v rámci pozdějšího veverského panství, v údolí Bílého potoka a části toku Svratky (Merta 2007, 185–186, Merta et Hlavica 2022, 21–22). Pro námi sledované období pak bylo v Boskovické brázdě prozatím, vzhledem k železářské výrobě, rozpoznáno kolem třinácti lokalit (viz obr. 1 a tab. 1; Mikulec 2020, 9–23, Mikulec 2022, 8–17). Jedná se zejména o lokality známé z povrchových průzkumů. Archeologický výzkum/odkryv, většího rozsahu, byl proveden jen u lokality Bořitov, Drválovice/Vanovice a Kuřim (Kos et Parma 2008, Procházka 1992, 317–341, Soucho-
pová 1975, 48, 1976, 153–157). Příspěvek se blíže věnuje 9 lokalitám, pro které jsem vyhodnotil dostupnou materiálovou základnu (viz tab. 1).



Obr. 1. Boskovická brázda a Moravský kras s vyznačenými lokalitami souvisejícími s raně středověkým železářstvím (pro soupis jednotlivých lokalit viz tab. 1). Autoři: R. Mikulec a M. Hlavica.

Fig. 1. Boskovice Furrow and Moravian Karst with locations of early medieval iron production sites (for a list of sites, see Tab. 1). Del. R. Mikulec and M. Hlavica.

³ Tomuto tématu bychom se chtěli, mimo jiné, věnovat právě v rámci následujícího bádání.

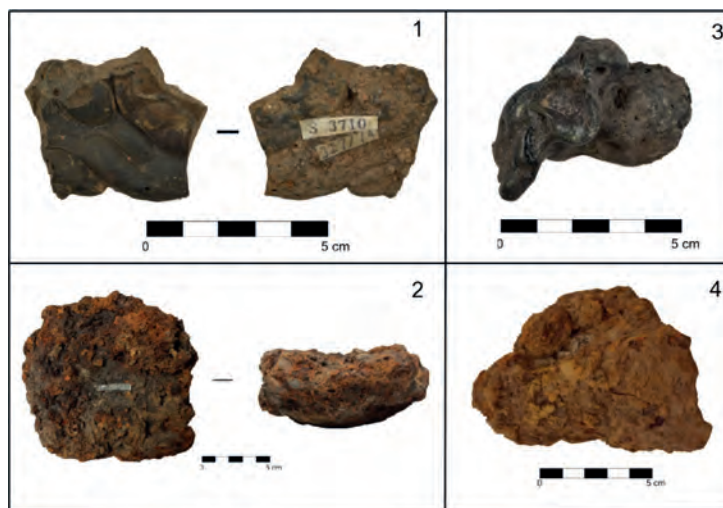
MATERIÁL A METODY

Materiál byl pro potřeby práce zapůjčen z muzea v Boskovicích⁴ a Blansku⁵. V případě lokality Jabloňany/Obora byl následně ještě proveden povrchový sběr, v trati Sedliska, zaměřený přímo na raně středověkou železářskou produkci (Mikulec 2022, 15, 36, Mikulec et al. 2022b, 167–168). K vyhodnocení souboru bylo využito vizuálního průzkumu, který je zejména důležitý u železářské strusky (viz níže), základní metrologie a početních operací. Dále také databázových vyhodnocení (hmotnostní a početní zastoupení), a na vybrané části souboru pokročilých materiálových analýz (ED-XRF, pXRF, XRD a metalografické analýzy v kombinaci s SEM/EDS, viz Mikulec et al. 2022a)⁶.

Nejdůležitější a zároveň největší část zkoumaného souboru byla tvořena železářskou struskou. U tohoto druhu artefaktu je možné využít vizuálního průzkumu a na základě morfologických vlastností rozdělit jednotlivé exempláře do několika kategorií (viz např. Hauptmann 2021, 222–248). Pro potřeby tohoto příspěvku bylo nakonec využito rozdělení do tří, respektive čtyř základních kategorií strusky: hutnické, kovářské, sklovité a neurčité (viz obr. 2; Hauptmann 2021, 233–238, 244–246, Mikulec 2022, 24–26, Souchopová 1986, 69–70, Pleiner 2000, 216–217, 251, 254–255; 2006, 112–121). Tato metoda není pochopitelně bezchybná a má své určité limity. Zejména problematická je značná podobnost mezi některými druhy zástupců jednotlivých

kategorií.⁷ Z tohoto důvodu, společně se značnou variabilitou, špatným stavem dochování⁸ a nedostatečným poznáním kontextu⁹ těchto nálezů, byly do tří výše zmíněných kategorií zařazovány jen jednoznačně určitelné exempláře. Ostatní, u kterých nebylo možné kategorii určit, byly zařazeny mezi strusky neurčité. K určitému ověření tohoto rozdělení byly poté u 10 vybraných exemplářů, z lokality Bořitov, provedeny výše zmíněné materiálové analýzy.

1. Do první z kategorií byly zařazeny „asfaltové“ hutnické strusky, které vznikají u pecí schopných odpichu strusky (viz obr. 2:1). Svrchní strana u těchto exemplářů bývá hladká, tmavě šedé až černé barvy, často s patrnými stopami tečení. Oproti tomu spodní strana je o něco světlejší a zpravidla obsahuje drobné kamínky, zeminu a kusy mazanice, které se do strusky dostaly při odpouštění do prostoru před pecí.
2. Kategorie druhá je tvořena struskou kovářskou, která je reprezentována koláčovitými, bočníkovitými slitky a jejich zlomky (viz obr. 2:2). Takovéto strusky se postupně formovaly v uhlíkatém a popelovém loži výhně těsně pod ústím dyzny.
3. Pro strusky náležející do třetí kategorie je typický sklovitý vzhled (bílá až nazelenalá barva; leskle černé...), značná pórovitost a nízká hmotnost (viz obr. 2:3).
4. Kategorie obsahující blíže neurčitelné exempláře amorfních tvarů (pro názorný příklad viz obr. 2:4).



Obr. 2. Ukázkové exempláře jednotlivých druhů železářské strusky: 1. hutnická; 2. kovářská; 3. sklovitá; 4. neurčitá. Autor: R. Mikulec.

Fig. 2. Sample specimens of iron slag categories: 1. smelting slag; 2. smithing slag; 3. ceramic slag; 4. uncategorised slag. Photo R. Mikulec.

4 Muzeum regionu Boskovicka, p. o.

5 Muzeum Blanenska, p. o.

6 Analýzy provedli: M. Kmošek (ARÚB AV ČR, Brno), J. Kmošek (Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování) a J. Másilko (VUT Brno, Fakulta chemická).

7 Týká se zejména amorfních kovářských strusek a strusek hutnických pocházejících z nístěje pece.

8 Velmi často jsou uloženy exempláře jen velmi drobné zlomky strusky neurčitého tvaru.

9 Povrchové sběry, chybějící dokumentace...

Neméně významné jsou keramické dyzny, u kterých je důležité sledovat zejména tloušťku jejich stěny. Dle teorie V. Souchopové by mělo být teoreticky možné na základě tohoto údaje určit dataci (Souchopová 1979, 81–82, 1986, 32). Dle poznatků z oblasti Moravského krasu se zdá, že tenkostěnné dyzny by mohly být typické pro středohradištní období a tlustostěnné naopak pro dobu mladohradištní. Jelikož tato teorie byla stanovena právě na základě nálezů ze sousední oblasti, je porovnání s nálezem z Boskovické brázdy přímo nasnadě. Opomenout nelze také názor R. Pleinera, který naopak přičítal rozdílnost keramických dyzen odlišnému charakteru železářské produkce, respektive metalurgickým zařízením, u kterých byly využívány (Pleiner 1958, 262). Bohužel však doposud nikdo nedokázal rozpoznat/určit, jaký druh dyzen by byl typický, pro jakou činnost, fázi výrobního procesu železa. Problematické je také samotné

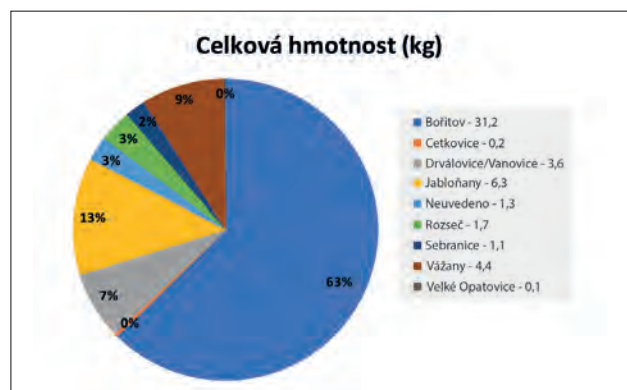
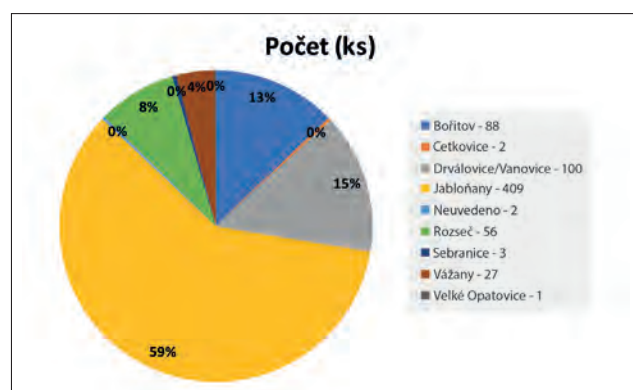
rozdělení na tenkostěnné a tlustostěnné dyzny, jelikož stále nebyla stanovena jasná předělující hranice¹⁰ a rozměry dyzen navíc bohužel často nebyvají vůbec publikovány.

VÝSLEDKY

Celkově jsem měl pro Boskovickou brázdu možnost vyhodnotit kolem 690 kusů železářské strusky o hmotnosti cca 50 kilogramů, 12 kg Fe rudy (125 ks) a jen 26 fragmentů keramických dyzen. Jak již bylo zmíněno, jedná se o nálezy celkem z 9 lokalit, nicméně početní ani hmotnostní rozdělení není rovnoměrné. Nejlépe patrný je tento jev u železářské strusky, která pochází ze všech lokalit kromě Sudic. Vzhledem k ostatním lokalitám však výrazně vystupují tři hlavní, a to Bořítov, Drválovice/Vanovice a Jablonoňany/Obora (viz tab. 2 a graf 1). Jako lokality většího

Tab. 2. Soupis počtu a hmotnosti železářské strusky, železné rudy a keramických dyzen ze zkoumaných lokalit.
Tab. 2. Quantity (pcs) and weight (kg) of iron slags, iron ore and tuyères from the studied localities.

Lokalita	Struska		Ruda		Dyzny
	Počet (ks)	Hmotnost (kg)	Počet (ks)	Hmotnost (kg)	Počet (ks)
Bořítov	88	31,2	17	2,1	23
Cetkovice	2	0,2			
Drválovice/Vanovice	100	3,6	10	5,1	
Jablonoňany/Obora	409	6,3	98	4,9	2
Neuvedeno	2	1,3			
Rozseč	56	1,7			
Sebranice	3	1,1			
Sudice					1
Vážany	27	4,4			
Velké Opatovice	1	0,1			
Celkem	688	49,9	125	12,1	26



Graf 1. Početní a hmotnostní zastoupení železářské strusky na jednotlivých lokalitách.
Graph 1. Total quantity (pcs) and weight (kg) of iron slags at individual sites.

¹⁰ Šířka stěny by se u jednoznačně tenkostěnných dyzen měla pohybovat snad kolem 3 až 4 mm a u dyzen tlustostěnných pak naopak kolem 15 mm.

významu poté můžeme zmínit ještě Vážany a Rozseč. Ve zbylých případech se však skutečně jedná, již jen o ojedinělé zlomky železářské strusky nevelké hmotnosti.

Rozdělení železářské strusky dle morfologických vlastností dopadlo poté následovně (viz tab. 3 a graf 2). I přes větší zastoupení exemplářů, které nebylo možné jednoznačně zařadit, převažuje struska hutnická v oblasti početního zastoupení a kovářská naopak vzhledem k hmotnosti. I když se v obou případech jedná o nadpoloviční většinu, je nutné dodat, že je tento jev způsoben zejména dvojicí lokalit (viz tab. 3). Většina hutnických strusek pochází totiž z lokality Jabloňany/Obora a u hmotnosti dominují naopak

kovářské strusky z Bořitova. Kovářské strusky máme dále doloženy jen z Rozseče, Vážan a Jabloňan/Obory. Překvapivé zjištění nastává u strusky hutnické, která byla naopak nalezena skoro na všech lokalitách.¹¹ Ve většině případů sice jen ve velmi malém množství, ale i tak se jedná o doklad toho, že hutnická produkce byla v Boskovické brázdě pravděpodobně více významná, než by se mohlo na první pohled zdát. Přeci jen jí do určité míry nasvědčují také nálezy železné rudy, které byly prozatím zaznamenány alespoň na třech lokalitách: Bořitov, Drválovice/Vanovice a Jabloňany/Obora (viz tab. 2).¹²

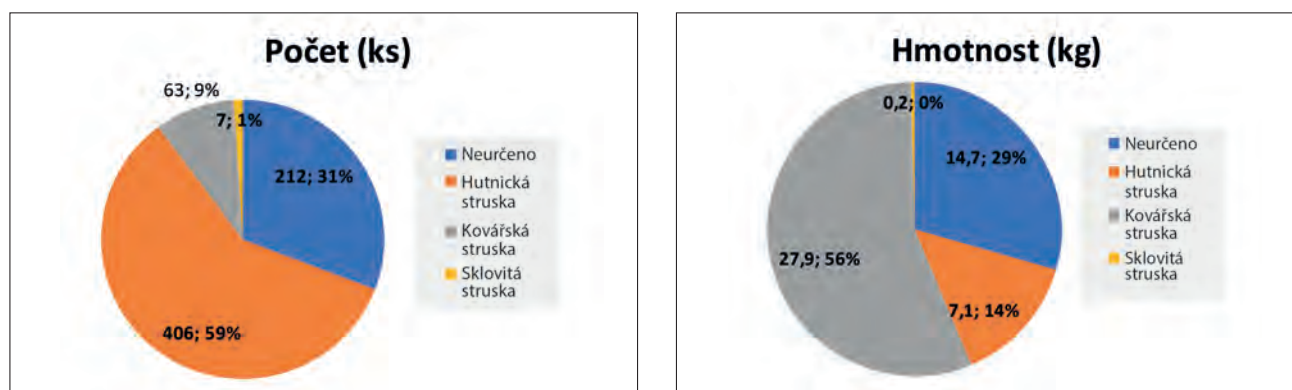
Tab. 3. Zastoupení jednotlivých druhů železářské strusky na lokalitách.

Tab. 3. Representation (pcs; g) of different kinds of slags at the sites.

Počet (ks)				
Lokalita	Neurčeno	Hutnická struska	Kovářská struska	Sklovitá struska
Bořitov	32	11	42	3
Cetkovice	1	1		
Drválovice/Vanovice	90	7		3
Jabloňany/Obora	25	381	3	
Neuvedeno	1	1		
Rozseč	40	1	15	
Sebranice	3			
Vážany	19	4	3	1
Velké Opatovice	1			
Celkem	211	406	63	7
Hmotnost (g)				
Lokalita	Neurčeno	Hutnická struska	Kovářská struska	Sklovitá struska
Bořitov	4479	860	25668	168
Cetkovice	144	43		
Drválovice/Vanovice	3507	61		25
Jabloňany/Obora	1061	4932	272	
Neuvedeno	871	442		
Rozseč	1115	51	575	
Sebranice	1084			
Vážany	2312	662	1389	42
Velké Opatovice	88			
Celkem	14573	7051	27904	235

11 Jedinou výjimkou jsou lokality Sebranice a Velké Opatovice, které však dohromady poskytly jen 4 kusy železářské strusky, které navíc nebylo možné dle vizuálního průzkumu jednoznačně zařadit.

12 Druh železné rudy, spolu s dalšími charakteristikami, nebyl bohužel u žádné z lokalit prozatím určen.



Graf 2. Celkové početní a hmotnostní zastoupení jednotlivých druhů železářské strusky.
Graph 2. Total quantity (pcs) and weight (kg) of iron slag categories.

Keramických dyzen poskytly soubory z jednotlivých lokalit nacházejících se v Boskovické brázdě překvapivě malé množství. Osobně prozkoumat jsem měl možnost jen 26 exemplářů, z čehož 23 pocházelo z Bořitova. Zbýlé tři exempláře poté pocházejí z Jabloňan/Obory (2 ks) a Sudic (1 ks). Obecně lze tyto exempláře zařadit spíše mezi dyzny tlustostěnné (viz tab. 4). V případě Jabloňan/Obory a Sudic se jedná o skutečně masivní jedince (tloušťka stěny: 9–19 mm). U Bořitova byly nalezené dyzny o něco více tenkostěnné, také u trati Niva. Zajímavá je u této lokality zejména odlišnost nalezených exemplářů mezi sousedními tratěmi: Niva a Zádvoří (viz obr. 3). Dyzny pocházející z trati Niva jsou více tenkostěnné (4–12 mm) a dochovány ve většině případů v delších fragmentech (až 180 mm). Exempláře z trati Zádvoří jsou naopak více tlustostěnné (8,5–15 mm), dochované v menších segmentech (do 70 mm) a s masivními struskovými nálitky. Tato odlišnost by teoreticky mohla nasvědčovat výše zmíněné teorii R. Pleinera. V trati Zádvoří měla být totiž nalezena „kovárna“¹³ a v trati Niva naopak vyhřívací výheň a pec neznámého druhu (viz Mikulec 2020, 77, 82, Procházka 2014, 238, Souchopová 1975, 1976, 153–155, 1979, 14, 1986, 9, 76). Vzhledem k malé velikosti souboru a nedostatečnému stavu poznání¹⁴ však prozatím s jistotou nelze spojit určitý druh dyzen s nějakým specifickým procesem/zařízením v rámci železářské produkce. Také využití keramických dyzen k dataci se v případě Boskovické brázdy ukazuje prozatím jako nemožné, jednak pro nedostatek tohoto druhu materiálu a dále také zejména pro větší různorodost. Šířka stěny u dyzen z oblasti Boskovické brázdy, i v rámci jednoho exempláře, často dosti kolísá a je tedy obtížné je jednoznačně zařadit (viz tab. 4). Jak již bylo řečeno, obecně se jedná spíše o dyzny tlustostěnné (typické pro mladohradištní období), což je například u lokality Bořitov, zejména u trati Zádvoří, v naprostém rozporu s datací

určenou dle nalezené keramiky (středohradištní období, s možnými počátky již v době starohradištní; Mikulec 2020, 79–85). Teorii V. Souchopové nelze tedy nekriticky použít, zejména mimo oblast Moravského krasu, a vždy by mělo dojít ke kombinaci s dalšími metodami datování.



Obr. 3. Ukázkové exempláře dyzen z lokality Bořitov: trať Niva (nahore) a Zádvoří (dole). Autor: R. Mikulec.

Fig. 3. Sample specimens of tuyères from Bořitov: field Niva (top) and Zádvoří (below). Photo R. Mikulec.

Výsledky materiálových analýz¹⁵

Na základě získaných výsledků byly exempláře rozděleny do tří kategorií (viz tab. 5). Obecně lze, na základě přítomnosti draslíku a nízkého obsahu síry, u všech zkoumaných exemplářů potvrdit využití dřevěného uhlí, a naopak absenci struskotvorných přísad založených na CaO, jehož obsah je zde velmi nízký.

Kategorie 1: Hutnická odpichová struska – strusky č. 1, 2 a 3

Do první kategorie byly na základě analýz shodně s vizuálním průzkumem zařazeny první tři exempláře (viz tab. 5). Strusky této kategorie mají obecně velmi blízké složení:

¹³ Možná interpretace navržená, u objektu A, autorkou výzkumu V. Souchopovou, kterou však prozatím nelze jednoznačně potvrdit či vyvrátit.

¹⁴ U výzkumu V. Souchopové a K. Ludikovského na této lokalitě chybí zaměření jednotlivých artefaktů. Neexistuje bohužel ani plán výzkumu či dokumentace (viz Mikulec 2020, 77–78, 82–83).

¹⁵ Pro kompletní data viz Mikulec et al. 2022a, 780–790, nebo přílohu diplomové práce Mikulec 2022.

Tab. 4. Soupis dyzen z oblasti Boskovické brázdy se základními údaji.
Tab. 4. List of tuyères from the Boskovice Furrow with basic data.

Inv. č.	Lokalita	Objekt	Síla stěny (mm)	Dochovaná délka (mm)
S 1638	Bořitov-Niva	jáma při vyhříváče	7–10	70
S 3673	Bořitov-Zádvoří	objekt A (kovárna)	8,5–10	65
S 3674	Bořitov-Zádvoří	objekt A (kovárna)	10–15	56
S 3675	Bořitov-Zádvoří	objekt A (kovárna)	13–15	67
S 3727	Bořitov-Zádvoří	objekt A (kovárna)	11–14	70
S 3782	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	5–10	180
S 3783	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	4–10	145
S 3784	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	4–12	94
S 3785	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	4–8	145
S 3786	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	4–8	140
S 3787	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	6–11	70
S 3788	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	5–7	45
S 3789	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	8–9,5	94
S 3790	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	11	45
S 3791	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	10	46
S 3863	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	4–9,6	50
S 3864	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	7	30
S 3865	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	11	33
S 3866	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	6	25
S 3867	Bořitov-Niva	slovanská vyhříváčka	6	40
A 22818	Bořitov-Niva	SBĚR	8–9,5	25
A 22796	Bořitov-Niva	SBĚR	10	39
A 22798	Bořitov-Niva	SBĚR	7,5	39
A 66	Sudice	SBĚR	13–18	55
Bez	Jabloňany-Sedliska	SBĚR	14,5–19	63
Bez	Jabloňany-Sedliska	SBĚR	9–17	35

Tab. 5. Základní informace u strusek podrobených materiálovým analýzám.
Tab. 5. Basic information on slags subjected to material analyses.

Č.	Trat'	Objekt	Inv. č.	Hmotnost (g)	Hustota (g/cm ³)	Původní klasifikace	Finální klasifikace
1	Zádvoří	"kovárna"	S 3712	164	1,9	hutnická struska	kategorie 1
2	Niva	slovanská vyhříváčka	S 3840	59	2,2	hutnická struska	kategorie 1
3	Niva	jáma u slovanské vyhříváčky	S 1648	49	2,6	hutnická struska	kategorie 1
4	Zádvoří	"kovárna"	S 3707	219	2,1	kovářská struska	kategorie 2
5	Niva	jáma u slovanské vyhříváčky	S 3886	49	2,0	kovářská struska	kategorie 2
6	Zádvoří	odpadní jáma	S 3596	34	1,5	kovářská struska	kategorie 2
7	Zádvoří	"kovárna"	S 3728	83	1,3	struska sklovitá	kategorie 3
8	Zádvoří	"kovárna"	S 3730	19	1,2	struska sklovitá	kategorie 3
9	Niva	slovanská vyhříváčka	S 3849	13	1,8	neurčitá	kategorie 2
10	Niva	slovanská vyhříváčka	S 3854	11	1,7	neurčitá	kategorie 2

silně je u nich zastoupeno železo (cca 70–80 %, zejména v podobě fayalitu a wüstitu) a mangan (cca 4–7 %). Přítomnost wüstitu svědčí o rychlém ochlazení, a to z teploty nad 567 °C (Cornell et Schwertmann 2003), ke kterému pravděpodobně došlo právě při odpichu strusky. Vyšší obsah manganu pak poukazuje na hutnický původ, kdy se v průběhu redukce železa uvolňuje z rudy do strusky a do dalšího kovářského zpracování ho tak přechází již výrazně menší množství (Pleiner 2006, 116). Na základě výsledků analýz a morfologických znaků můžeme říci, že se pravděpodobně skutečně jedná o hutnickou strusku, která vznikla při tavbě železných rud bohatých na mangan, a to v hutnické peci/pecích schopných odpichu.

Kategorie 2: Kovářská struska, případně struska z prvotního zpracování vyhutněného železa – strusky č. 4, 5, 6, 9 a 10

I u této kategorie bylo potvrzeno předcházející rozdělení na základě vizuálního průzkumu, nicméně jen do určité míry (viz níže). Na základě výsledků analýz byly také do této kategorie nakonec přiřazeny strusky, u nichž nebylo původně možné druh určit (viz tab. 5). Strusky v této kategorii jsou oproti předcházející více různorodé, a to jak vzhledem, tak i složením. Jedná o strusky bohaté na železo (cca 72–86 %, fayalit, wüstit a ve větší míře oproti předcházející kategorii i magnetit), ale chudé na mangan (cca 0,4–1,7 %). Oproti první kategorii se dále odlišují také přítomností fází železa vzniklých zvětřováním: v podobě goethitu (přítomný s výjimkou strusky č. 10) a lepidocrocitu (přítomný u strusek č. 5 a 9). Obecně se však svým složením značně podobají struskám z předcházející skupiny. Zařazení této kategorie je tedy obtížnější, než se původně zdálo. Nízký obsah manganu, větší zastoupení železa i přítomnost korozních produktů železa indikují kovářské zpracování, nicméně jejich chemické složení nenasvědčuje vzniku při finálních kovářských pracích (vysoký obsah fayalitu a naopak absence okují a metalického železa). Mohlo by se tedy spíše jednat o strusky vzniklé při kovářském zpracování vyhutněného železa, tedy odpad vzniklý při opětovném ohřevu a prokovávání železné houby, čemuž by do určité míry napovídal i jejich nálezový kontext¹⁶.

Kategorie 3: Sklovitá struska – strusky č. 7 a 8

Také u strusek náležejících do této kategorie se původní rozdělení, na základě vizuálního průzkumu, potvrdilo a díky analýzám bylo navíc možné získat více informací o jejich původu. Charakteristická je pro ně nízká hustota (1,2 a 1,3 g/cm³), vysoká poréznost, nejslabší magnetismus,

amorfní tvar a převážně modrošedé zbarvení. Složením se jedná zejména o skelnou matici v podobě křemene a jeho vysokoteplotní modifikace cristobalitu. Tyto strusky obsahují také vyšší množství hliníku, draslíku, sodíku, hořčíku a dalších prvků. Naopak obsah železa (cca 26–27 %) i manganu (cca 0,4–0,6 %) je dosti nízký. Dle chemického složení pocházejí ze silně oxidačního prostředí a vznikly pravděpodobně přetavením nějakého materiálu bohatého na křemík, ve kterém byla uvězněna zrna metalického železa nebo jeho oxidů. Jednat se může pravděpodobně o kovářskou strusku vzniklou přetavením tavidla (písek, jíl); vyzdívkou pece/výhně případně obyčejnou zeminu přeměněnou za vysokých teplot.

DISKUSE

Celkové množství prozkoumaného materiálu by se na první pohled mohlo zdát celkem velké. Nicméně při porovnání s doklady ze sousední oblasti Moravského krasu, zjistíme, že opak je pravdou. Z této oblasti, zejména pro období Velké Moravy, jsou známy plánovitě uspořádané rozsáhlé železářské dílny s bateriemi pecí a velkými odpadovými haldami (viz např. Souchopová 1979, 1986, Souchopová et Merta 2000). Jen na jedné z nich bylo například v odpadové haldě pod pecí č. IX nalezeno cca 902 kg železářské strusky (Souchopová 1986, 31),¹⁷ tedy mnohonásobně více než v celé Boskovické brázdě prozatím dohromady. Takovéto nálezy nám z oblasti Boskovické brázdy stále chybí a zdá se, že železářská produkce zde tedy byla pravděpodobně méně intenzivní.¹⁸ I z toho důvodu jsem v rámci bakalářské práce, na základě rešerše dostupné literatury a vyhodnocení nalezeného materiálu z lokality Bořítov (Niva, Zádvoří), pro železářskou produkci v Boskovické brázdě předpokládal spíše kovářský charakter. O to překvapivější je výskyt hutnické strusky skoro na všech zkoumaných lokalitách. Hutnickou produkci potvrzují do určité míry i nálezy železné rudy a výše zmíněné materiálové analýzy. Tři z testovaných jedinců strusky bylo dle analýz možné, v souladu s rozdělením dle vizuálního průzkumu, jednoznačně určit jako strusku hutnickou. Menší množství dokladů máme tedy nakonec naopak pro výrobu kovářskou. Struska tohoto charakteru byla nalezena jen na 4 lokalitách. Materiálové analýzy pak sice u pěti z deseti testovaných exemplářů¹⁹ prokázali, že se nespíše jedná o strusku kovářskou, nicméně pravděpodobně pocházející z prvotního zpracování vyhutněného železa (opětovný ohřev, zbavování

16 Strusky č. 9 a 10 pochází z vyhřívací výhně a struska č. 5 poté z jámy nacházející se vedle této vyhřívačky.

17 Jedná se o lokalitu polesí Olomučany lesní odd. 98/1.

18 Pyrotechnologických železářských zařízení bylo například prozatím nalezeno jen šest (vždy po dvou: Bořítov, Drválovice/Vanovice, Kuřim) a jediným jednoznačně určeným druhem jsou vestavěné dýmačky s tenkou hrudí z Kuřimi (Kos et Parma 2008, 3–4, 10–11, Procházka 1992, 321, Souchopová 1975, 48; 1976, 153, 155; 1979, 14; 1986, 9).

19 Dle vizuálního průzkumu byly tři z těchto strusek původně zařazeny mezi strusku kovářskou a u zbývajících dvou nebylo možné druh určit.

nečistot atp.). Očekávat však nejspíš můžeme celý výrobní řetězec, tedy od redukce železné rudy až po finální kovářské práce, jelikož hutnická produkce v takto malé míře by pravděpodobně neměla většího významu. Navíc nějaké doklady pro kovářské práce přeci jen máme, a to hlavně z Bořitova, kde kromě množství koláčovitých strusek bylo nalezeno i několik dalších důležitých artefaktů: „čtverhranná železná tyč²⁰“; zkorodovaný kus železa se struskovými vměstkami²¹; zlomky rotačních brusů a brousků, železné předměty... (viz Mikulec 2020, 77–85; 2022, 34, Souchopová 1976, 155). Popsání diachronního vývoje je prozatím dosti obtížné až nemožné, a to zejména vzhledem k obšírné dataci u většiny lokalit (viz tab. 1). Jak již bylo zmíněno, naprostá většina z nich je známa jen z povrchových sběrů, což nám neumožňuje přesně určit, kdy na daném místě železářská produkce skutečně probíhala. Prozatím se však zdá, že v oblasti Boskovické brázdy mohla železářská výroba probíhat nepřerušeně skoro po celou dobu raného středověku, konkrétně od závěru starohradištního období až do pozdní doby hradištní. Tento rozsah je de facto pokryt i jen nejlépe poznanými lokalitami: Bořitov (starohradištní/středohradištní, pozdně hradištní?); Drválovice/Vanovice (středohradištní/mladohradištní); Jablonoň/Obora (středohradištní, pozdně hradištní). U některých lokalit je pak dokonce patrná i dlouhodobá tradice, jen například s určitými prostorovými přesuny. Ukázkovým příkladem je lokalita Jablonoň/Obora, u které byly doklady železářské produkce zachyceny v rámci dvou tratí, a to v odlišných obdobích: trať Čtvrtě (středohradištní období), trať Sedliska (pozdně hradištní období; Malach 2010, 28, 29, 59, Mikulec 2022, 12–15, 37, Procházka 2014, 269, Procházka et Štrof 1986, 59–61, Pleiner 1958, 261–262). U technologického vývoje se potýkáme bohužel ještě s větším množstvím neznámých. Vzhledem k absenci většího množství pyrotechnologických zařízení můžeme jen prozatím, na základě odpichové hutnické strusky, určit, že využíváno bylo pecí schopných odpichu, a to opět de facto po celou dobu raného středověku. I zde tedy panuje značný rozdíl oproti situaci v sousedním Moravském krasu, kde je naopak patrný přelom v závěru 9. století a 1. pol. 10. století n. l., tedy v době pádu Velkomoravské říše. V této době se v Moravském krasu vytrácejí systematicky uspořádané dílny s bateriemi pecí a velkými odpadovými haldami. Ve druhé polovině desátého století je železářská produkce sice obnovena, ale již v mnohem menším měřítku a s určitým technologickým

úpadkem. Mladohradištní dílny nejsou totiž již systematicky uspořádány a využívány jsou nadzemní šachtové pece s kotlovitě zahloubenou nístějí, které neumožňují odpouštění strusky (Souchopová 1979, 81–82, 1986, 32, 80–82, Souchopová et Stránský 2008, 39–40).

Obecně se tedy zdá, že lze v oblasti Boskovické brázdy pro raný středověk očekávat lokální nezávislou železářskou produkci zaměřenou na potřeby místních komunit. Výroba je tedy situována zpravidla v blízkosti trvalých sídlišť a nalezené pozůstatky nebývají příliš výrazné. V případě významnějších sídlišť (Bořitov, Jablonoň/Obora) lze poté uvažovat i o případném příležitostném podílení na směně. Takřka v nezměněné podobě pravděpodobně probíhala tato výroba po celou dobu raného středověku. Nutné je však zmínit, že tyto závěry nejsou rozhodně absolutní a neustále zde panuje množství neznámých. Náš pohled může být do určité míry zkreslen například rázem krajiny²² a také stavem výzkumu. Nedostatečné je zejména poznání většiny lokalit, které známe jen prostřednictvím povrchových sběrů. To by nemuselo být nutně samo o sobě problémem, jak se ukázalo v rámci povrchového sběru zaměřeného přímo na tuto problematiku,²³ jako spíše zainteresovanost badatelů. Respektive neatraktivnost a větší hmotnost artefaktů, souvisejících se železářskou produkcí, může vést k tomu, že se do muzeí dostane jen pár vybraných exemplářů, a to i navzdory bohatosti dané lokality.

ZÁVĚR

V příspěvku jsem se pokusil shrnout dosavadní poznání v oblasti raně středověké železářské produkce v rámci Boskovické brázdy a přispět tak zase určitým dílem k obecnému poznání v této problematice a tím i k lepšímu pochopení celkového fungování tehdejší ekonomiky, respektive společnosti. Na základě vyhodnocení materiálové základny z devíti raně středověkých železářských lokalit se například ukázalo, že hutnická výroba byla v Boskovické brázdě významnější, než se na první pohled zdálo. Dle doposud získaných poznatků se prozatím jako nejpravděpodobnější jeví lokální produkce zaměřená na potřeby místních komunit, v jejichž blízkosti se zpravidla i doklady železářských prací nachází. Přítomen byl nejspíš celý výrobní řetězec a u významnějších lokalit (prozatím Bořitov a Jablonoň/Obora) nelze vyloučit i o něco intenzivnější produkci, která mohla být alespoň částečně orientovaná na směnu. V takovéto podobě probíhala železářská produkce

20 Možný polotovár spojený ze dvou železných prutů.

21 Potencionální poloprodukt/polotovár výroby železa, který mohl vzniknout například při zpracovávání vyhutněného železa.

22 Jedná se o úrodnou silně osídlenou oblast a nelze tedy vyloučit významnou destrukci památek/pramenů souvisejících s touto problematikou.

23 Během povrchového průzkumu na lokalitě Jablonoň/Obora, v trati Sedliska, se nám celkově podařilo nasbírat přes 600 artefaktů (viz Mikulec et al. 2022b). Z toho celkem například 397 kusů železářské strusky (cca 5,9 kg). Bez provedení této akce by však pro tuto lokalitu bylo známo jen 12 kusů strusky a 11 zlomků Fe rudy.

v Boskovické brázdě pravděpodobně po celou dobu raného středověku, a to často i dlouhodobě v rámci jedné lokality, například jen s určitými prostorovými přesuny. K samotnému technologickému vývoji se nelze prozatím pro nedostatek pramenů více detailněji vyjádřit, každopádně pro celé období raného středověku máme alespoň díky hutnickým struskám doloženo využívání odpichu strusky při tavbě železné rudy.

Naše poznání je však každopádně stále dosti útržkovité a obzvlášť v některých oblastech značně nedostatečné (zejména prvotní články operačního řetězce). Do budoucna je tedy rozhodně potřeba dalších výzkumů a případné revize těchto závěrů.

LITERATURA

- CORNELL R. M. et SCHWERTMANN U. (2003): The iron oxides. Structure, properties, reactions, occurrences and uses, Weinheim.
- DEMEK J. et al. (2006): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR, Brno.
- HAUPTMANN A. (2021): Archaeometallurgy – Materials Science Aspects, Cham: Springer.
- HLAVICA M. et PROCHÁZKA R. (2020): Basic Principles of the Great Moravian Economy. – In: L. POLÁČEK (ed.), Great Moravian Elites from Mikulčice, Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 75–78.
- HLAVICA M. et BARTA P. (2021): The evolution of early medieval Moravian axe-shaped currency through the perspective of an archaeological experiment. – Přehled výzkumů, 62: 11–21.
- KOS P. et PARMA D. (2008): Vanovice 2007. Kanalizační přípojka v k.ú. Drválovice, NZ č.j. 2/08, Brno: Ústav archeologické památkové péče Brno.
- LUDIKOVSKÝ K., SOUCHOPOVÁ V. et HAŠEK V. (1978): Druhá etapa výzkumu hutnického střediska z mladší doby římské v Sudicích (okr. Blansko). – Přehled výzkumů 1976: 49–50.
- LUDIKOVSKÝ K. et SOUCHOPOVÁ V. (1978): Hutnické středisko z mladší doby římské v Sudicích (o. Blansko). – Vlastivědný věstník moravský, XXX: 313–314.
- MACHÁČEK J. (2021): Slave Trade in Great Moravia: Reality or Fiction? – In: F. BIERMANN, M. JANKOWIAK (eds.), The Archaeology of Slavery in Early Medieval Northern Europe: The Invisible Commodity, Cham: Springer, 113–126.
- MALACH R. (2010): Raně středověké osídlení Lysické sníženiny a Malé Hané. – Ms. [Bakalářská diplomová práce, depon. In: Filozofická fakulta, Masarykova univerzita Brno].
- MERTA D. et MERTA J. (2000): Archeologický výzkum raně středověké železářské huti v Habrůvecké bučině. – Archeologia technica, 11: 33–42.
- MERTA J. (2007): Zásobování města Brna železem v období středověku. – Forum Urbes Medii Aevi, VI: 184–193.
- MERTA O. et HLAVICA M. (2022): Doklady středověkého železářství z Lažánek u Veverské Bítýšky. – Archeologia technica, 33: 21–32.
- MĚŘÍNSKÝ Z. (2014): Production, Crafts and Trade in the Pre-Great Moravian and Great Moravian Periods in Moravia and Silesia. – In: P. KOUŘIL (ed.), Great Moravia and the Beginning of Christianity, Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 105–131.
- MIKULEC R. (2020): Raně středověká železářská produkce v oblasti Boskovické brázdy a Moravského krasu. – Ms. [Bakalářská diplomová práce, depon. in: Filozofická fakulta, Masarykova univerzita Brno].
- MIKULEC R. (2022): Železářská produkce v Boskovické brázdě jako ukazatel proměn raně středověké ekonomiky. – Ms. [Magisterská diplomová práce, depon. in: Filozofická fakulta, Masarykova univerzita Brno].
- MIKULEC R., HLAVICA M. et KMOŠEK M. (2022a): Archaeological evidence of independent iron production from the 9th-century rural settlement of Bořitov (Blansko District, Czechia). – Archaeologia historica, 47: 763–794.
- MIKULEC R., HLAVICA M. et MERTA O. (2022b): Obora (okr. Blansko), trať Sedliska. – Přehled výzkumů, 63: 167–168.
- PLEINER R. (1958): Základy slovanského železářského hutnictví v českých zemích, Praha.
- PLEINER R. (1962): Staré evropské kovářství: stav metalografického výzkumu, Praha: Československá akademie věd.
- PLEINER R. (2000): Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters, Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- PLEINER R. (2006): Iron in Archaeology, Early European Blacksmiths, Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- PROCHÁZKA R. (1992): Záchraný výzkum slovanského sídliště v Kuřimě, okr. Brno-venkov. – Pravěk NŘ, 2: 317–341.
- PROCHÁZKA R. (2014): Raně středověké osídlení (2. pol. 6. století – 1200). – In: Z. JARUŠKOVÁ et A. ŠTROF (eds.), Pravěk Boskovicka, Vlastivěda Boskovicka, Svazek 3, Boskovice: Muzeum Boskovicka v nakladatelství Alibert, 231–272.
- PROCHÁZKA R. et ŠTROF A. (1986): Železářská sídliště u Jablonan, Regionální sborník okresu Blansko 86: 59–64.
- SOUCHOPOVÁ V. (1975): Sídlíště ze střední doby hradištní u Bořitova. – Přehled výzkumů, 19: 48.
- SOUCHOPOVÁ V. (1976): Vesnické osídlení z 10. století v Bořitově, trať Niva. – Archaeologia historica, 1: 153–157.
- SOUCHOPOVÁ V. (1979): Hutnictví železa v 9.–11. století na území ČSSR ve světle nových výzkumů. – Ms. [Disertační práce, depon. in: Filozofická fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Brno].
- SOUCHOPOVÁ V. (1986): Hutnictví železa v 8.–11. století na západní Moravě, Praha: Academia.

- SOUCHOPOVÁ V. (1995): Počátky západoslovanského hutnictví železa ve světle pramenů z Moravy, Brno.
- SOUCHOPOVÁ V. et MERTA O. (2000): Z historie archeologických výzkumů hutnických dílen ve střední části Moravského krasu. – *Archeologia technica*, 11: 88–89.
- SOUCHOPOVÁ V. et STRÁNSKÝ K. (2008): Tajemství dávného železa: archeometalurgie objektivem mikroskopu, Brno: Technické muzeum.
- TŘEŠTÍK D. (2001): Eine grosse Stadt der Slawen namens Prag. – In: P. SOMMER (ed.), Boleslav II. Der tschechische Staat um das Jahr 1000, Praha, 93–138.

Těžba a zpracování stříbra u Rozseče nad Kunštátem

Extraction and Processing of Silver Near Rozseč nad Kunštátem

KAREL MALÝ¹, KAREL PROČKA^{1, 2}, JIŘÍ DOLEŽEL³

¹Muzeum Vysočiny Jihlava, Masarykovo náměstí 55, CZ-586 01 Jihlava; e-mail: maly@mvji.cz; ²Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: kprockaml@outlook.cz; ³Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i., Čechyňská 363/19, CZ-602 00 Brno; e-mail: dolezel@arub.cz

Abstract: The mining, processing and smelting of silver ores near Rozseč nad Kunštátem (Czech Republic) took place from the second half of the 13th to the first half of the 14th century, with a temporary resumption of mining at the turn of the 15th and 16th centuries. The preserved mining remains and evidence of processing are among the best-preserved sites of medieval precious metal mining in the Bohemian-Moravian Highlands.

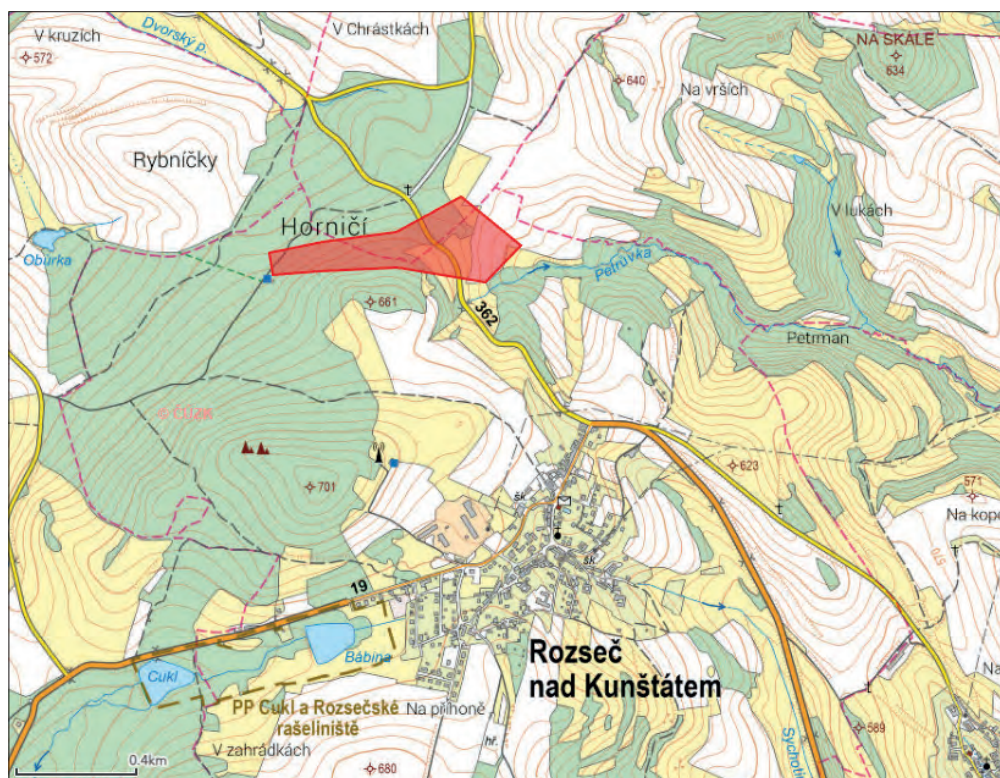
Key words: extraction, processing, silver, Middle Ages, slag, Rozseč nad Kunštátem

ÚVOD

Lokalita staré těžby polymetalických rud u Rozseče nad Kunštátem se nachází na východním okraji Českomoravské vrchoviny. Relikty starých důlních prací jsou situovány 1,0 km ssz. od Obecního úřadu v Rozseči nad Kunštátem (okr. Blansko). Rozkládají se v nadmořské výšce 610 až 640 m n. m. na ploše 4,5 ha na obou stranách hranice katastrálních území Rozseč nad Kunštátem a Rozsíčka (obr. 1). K lokalitě se vztahuje mikrotoponymum Horniči, zřetelně

odkazující na dřívější důlní činnost. Lokalitu protíná silnice II/362 spojující Rozseč nad Kunštátem a Olešnici. Do roku 2020 se pozůstatky starých důlních prací nacházely ve vzrostlém lese, ten byl v důsledku napadení dřeva kůrovcem vykácen (obr. 2). V současnosti (2023) je lokalita osázena mladými stromky a částečně oplocena, přístupnost komplikuje hustá přizemní vegetace.

Lokalita byla v minulosti předmětem prospekčních prací na polymetalické rudy (Mátl 1974). Nejnověji ji mineralogicky



Obr. 1. Rozseč nad Kunštátem – Horniči, poloha lokality na výřezu ze Základní mapy České republiky 1 : 10 000.
Fig. 1. Rozseč nad Kunštátem – Horniči, location on an inset from the Basic Map of the Czech Republic 1 : 10 000.



Obr. 2. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Aktuální stav dobývek – seskupení 3 (Foto J. Doležel, 2022).

Fig. 2. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Current state of old mines – concentration no. 3 (Photo J. Doležel, 2022).

a částečně i z montánního pohledu zpracoval Malý (1999, 2003); souhrnně pak Houzar et al. (2021). Předložená práce popisuje výsledky první etapy komplexního zhodnocení lokality: předloženy jsou zejména výsledky terénní dokumentace, povrchových sběrů a úvodní výsledky laboratorního zpracování vzorků.

METODY

Mapování bylo prováděno pozemním průzkumem lokality (provedl Karel Pročka). Při průzkumu byly zaměřovány jednotlivé reliktové důlní díla. Směrná orientace lineárních prvků byla zjišťována pomocí busoly značky Suunto (řada MCB). Souřadnice bodů ve tvaru WGS 84 byly importovány do volně dostupné mapové aplikace Důlní díla a poddolovaná území, kterou poskytuje Česká geologická služba. Tato aplikace dovoluje promítnutí na různé mapové podklady, mimo jiné i na DMR 5G (dále jen „lidar“). Při srovnání zaměřených bodů s depresemi a elevacemi na lidarových snímcích byla ověřena přesnost měření. Pomocí sítě zobrazených bodů byly v běžných grafických a textových editorech (Microsoft Office) doplněny tvary obvalů, vrstevnice, síť lesních cest a asfaltových komunikací. Tyto prvky reliéfu, případně jejich průběh, byly opět porovnány s přístupným lidarovým snímkováním. Použité podkladové vrstvy byly odfiltrovány a výsledný soubor uložen jako typ PNG.

Povrchové sběry v místě starých důlních prací a na přilehlých polích opakovaně prováděli všichni autoři v letech 2010 až 2022. Rudní vzorky byly studovány v nábrusech v odraženém světle (mikroskop Olympus BX51) a na elektronovém mikroskopu s EDX analyzátořem (elektronový rastrovací mikroskop JEOL JSM-6490LV) v Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity analytikem Jindřichem Štelclem. Na stejných přístrojích byly zkoumány v nábrusech a leštěných výbrusech také

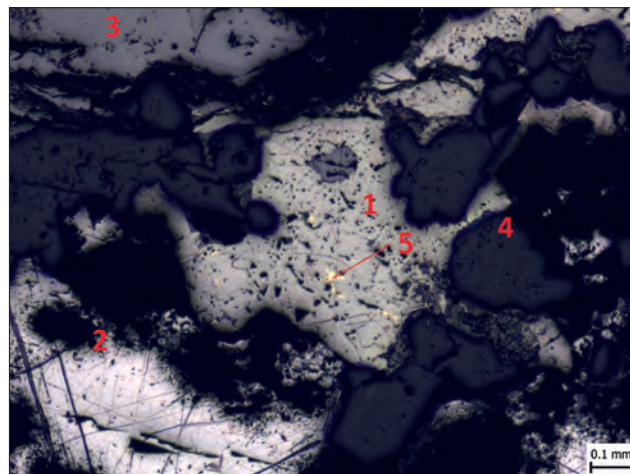
strusky. Orientační chemické analýzy strusek a slitků byly provedeny na pXRF analyzátořu Vanta Olympus.

VÝSLEDKY

Geologie a mineralogie

Z regionálně geologického hlediska leží lokalita na severovýchodním okraji svratecké klenby moravika v horninách olešnické skupiny. Ty jsou zastoupeny především grafitickými fylity, méně pak mramory a svory či svorovými rulami.

Texturně je zrudnění dvou základních typů: 1) vtoušené metasomatické zrudnění s převládajícím sfaleritem v mramorech. Bylo prostorově omezené a při nové dokumentaci lokality nebyly již tyto vzorky nalezeny. 2) Žilkovité zrudnění v grafitických fylitech provážené jejich prokřemeněním. Žilky mají mocnost do maximálně 2 cm, ze sulfidů jsou běžněji zastoupeny sfalerit, galenit a pyrit, méně často pak makroskopicky tetraedrit, bournonit a chalkopyrit. Mikroskopicky byl z rudních nerostů doložen také arzenopyrit. Hlavním nositelem stříbra je na lokalitě galenit a tetraedrit – viz obr. 3 (ten obsahuje asi 15–17 hmot. % Ag; Malý 1999).



Obr. 3. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Struktura rudniny, nábrus: 1 tetraedrit, 2 galenit, 3 sfalerit, 4 křemen, 5 chalkopyrit (Foto K. Malý).

Fig. 3. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Structure of the ore, polished section: 1 tetraedrite, 2 galena, 3 sphalerite, 4 quartz, 5 chalcopyrite (Photo K. Malý).

V rámci samotného komplexu pozůstatků důlních děl jsou výskyty rudních vzorků vázány prakticky pouze na odval novodobé průzkumné šachtice při východním konci pozůstatků těžby. Jižně od jejího dnes propadlého ústí se pravděpodobně v době průzkumu nacházela skládka vyrubané „žiloviny“. V těchto místech je oproti jiným částem odvalu patrná výrazně zvýšená koncentrace úlomků horniny (jednotky cm) s výrazným zastoupením karbonátů. Na povrchu mají tyto úlomky nápadnou vrstvu oxidů a hydroxidů železa.

Druhým místem výskytu rudní mineralizace na lokalitě je pole jihovýchodně od východního zakončení důlních prací. V asociaci s výrazným množstvím strusek se sporadicky vyskytují podobné úlomky karbonátem bohaté horniny jako na odvalu novodobé šachtice. Vzorčky z pole dosahují obvykle větších rozměrů (kolem 10 cm) a na svém povrchu mají také výraznou vrstvu oxidů a hydroxidů železa. Vtroušená zrna rudních nerostů v těchto vzorcích vykazují obvykle větší velikost (maximálně 2–3 cm) než z odvalu novodobé šachtice.

Topografie reliktů starého dolování

Staré důlní práce sledují zrudnělé pásmo dlouhé 630 m přibližně ve směru VSV–ZJZ. Relikty důlních děl reprezentované zasutými šachticemi s obvaly jsou seskupeny do čtyř téměř samostatných celků. Tyto celky se liší svými rozměry, směrnou orientací i charakterem jednotlivých starých důlních děl. Navzájem jsou tato seskupení oddělena několik středních až vyšších desítek metrů dlouhými úseky bez výskytu reliktů důlních děl. Pravděpodobně lze tato seskupení interpretovat jako jednotlivá důlní pole vyměřená na základě středověké báňské legislativy. Dokumentaci a topografii důlních objektů shrnujeme na obr. 4.

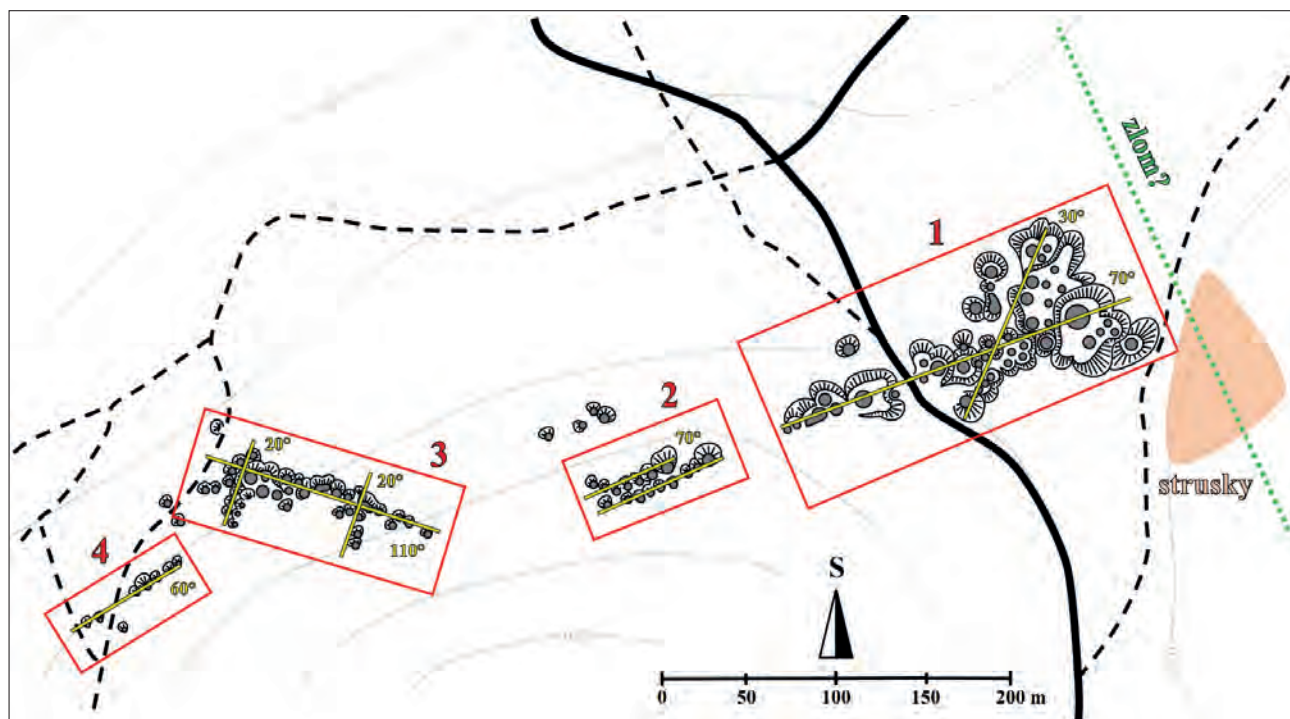
Seskupení 1 – délka 210 m, převažující směr 70°

Největší celek starých důlních prací se nachází v nejvýchodnější části lokality. Přibližně ve dvou třetinách

délky tohoto seskupení jím prochází těleso silnice č. 362 Rozseč nad Kunštátem – Olešnice. Během výstavby silnice byly pravděpodobně zničeny některé pozůstatky důlních děl. Zachovalé relikty horních otvírek jsou zde reprezentovány charakteristickými trychtýřovitými depresiemi v místech ústí jednotlivých šachtic. Oproti níže popsaným celkům jsou zde jednotlivé pinky výrazně hlubší, mezi 4 až 5 m. Singulární obvaly jsou pak také vzájemně propojeny a vytvářejí rozlehlé terasovité vyvýšeniny nad okolním plochým terénem. Pravděpodobně zde byly starší dobývky, podobné těm ve zbytku lokality, překryty mladší etapou hornické činnosti. V rámci tohoto seskupení se nachází i rozměrný pozůstatek zasuté průzkumné šachtice z přelomu 50. a 60. let 20. století. Tato deprese je přibližně kruhového tvaru o průměru 13 m a hloubce 8 m.

Lineární uspořádání starých důlních děl dovozuje přibližně odhadovat průběhy těžených směrných struktur. Kromě zřetelné orientace nejvíce rozfázané zrudnělé struktury ve směru 70° je možné vyčlenit i méně intenzivně exploatovanou strukturu směru 30°, která ji asi v polovině délky kříží. Staré práce sledující tuto druhou strukturu se v jejím severním pokračování zřetelně rozbíhají, lze tedy usuzovat na její rozmrštění.

Celkově působí první seskupení starých důlních prací výrazně asymetricky. Na západě za silnicí vyznívá první seskupení přirozeně zmenšením rozsahu důlních děl a pozvolným přechodem v hluché pásmo. Naopak východní



Obr. 4. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Mapa pozůstatků starých prací (zaměření K. Pročka, 2022).

Fig. 4. Rozseč nad Kunštátem – Horníci. Map of the remains of old mining works (mapping K. Pročka, 2022).

zakončení je velmi náhlé. Seskupení zde končí těmi nejrozsáhlejšími pozůstatky důlních děl, chybí jakékoli stopy po postupném úbytku zrudnění, který by reflektovala snižující se velikost důlních děl.

Pravděpodobně je tento jev způsoben přítomností významnějšího zlomového rozhraní velmi přibližného směru SZ–JV. Hypotéza o možné zemědělské aplanaci středně a méně rozsáhlých důlních děl, která se mohla v minulosti v dalším východním pokračování nacházet, je nepravděpodobná. Současný stav je téměř totožný se situací zachycenou na I. vojenském mapování z 60.–80. let 18. století i na mapách stabilního katastru z roku 1826. V periferní sídelní oblasti, ve které se lokalita nachází, není dřívější rekultivace pravděpodobná. Terénní prospekce v polních terénech, kam by mohlo pokračování zasahovat, příznačně nebyl zjištěn rozvlečený haldový materiál.

Seskupení 2 – délka 90 m, převažující směr 70°

Druhé seskupení, v rámci komplexu důlní lokality dále k jihozápadu, je od prvního odděleno 40 m dlouhým úsekem bez výskytu pozůstatků důlních děl. Je tvořeno charakteristickými trychtýřovitými jámami jako relikty ústí jednotlivých šachtic. Deprese v tomto seskupení dosahují hloubky 2 až 3 m. Odvaly hlušiny kolem ústí šachtic jsou zde navršeny samostatně, nejsou vzájemně propojeny do teras. Poblíže druhého seskupení se v severním směru nachází také několik drobnějších samostatných obvalů patrně prospekčního charakteru.

Rovněž na tomto seskupení je možné na základě lineárního uspořádání důlních děl odhadovat průběh těžených struktur. V této části lokality byly pravděpodobně sledovány a těženy dvě zrudnělé struktury paralelního průběhu, nacházející se velmi blízko od sebe, ve shodném směřování 70°. Jinou interpretační možností zde dochovaných dobytých je pak exploatace jediné žilné struktury, hloubkově upadající k SZ či JV a otvírané v jejím hlubším průběhu druhou, paralelní řadou šachtic. Drobná skupina prospekčních obvalů, které se nacházejí severně, vzhledem k velmi malému rozsahu nedává významnější informaci o směru jimi ověřované struktury.

Seskupení 3 – délka 140 m, převažující směr 110°

Třetí, západněji situovanou skupinu důlních prací, dělí od druhé rovněž poměrně rozsáhlá pasáž s absencí stop po exploataci, dosahující délky 100 m. Tento celek opět tvoří sestava typických trychtýřovitých jam, 2 až 3 m hlubokých, vytvořených v ohlubených jednotlivých šachtic. Haldy hlušiny při ústích bývalých šachtic jsou zde navršeny převážně samostatně. Pouze v nejvíce rozfárané centrální části tohoto seskupení je patrné spojení několika sousedících obvalů do terasy ve výrazně svažitém terénu. V západním závěru tohoto seskupení prochází lesní cesta, která se významně zařezává do pat obvalů. Je pravděpodobné, že část materiálu z těchto deponií byla využita při zpevňování této lesní cesty.

Co se týká rekonstrukce průběhu zrudněných struktur, které byly sledovány a těženy, je třetí seskupení patrně nejzajímavější v rámci celé lokality. Zřejmě nejperspektivnější sledovaná struktura byla směru 110°. Tento směr je zcela odlišný od převažujících orientací ostatních na lokalitě zastížených a zde popisovaných struktur. Tuto hlavní strukturu kolmo kříží dvě vzájemně rovnoběžná lineární uskupení starých důlních děl ve směru 20°. Kratší linie starých důlních děl lze interpretovat jako prospekční práce nebo (méně pravděpodobně) jako dvě nepřilís významné struktury, které jsou sledovány nevelkými odkryvy v podstatně menší délce.

Seskupení 4 – délka 70 m, převažující směr 60°

Nejvíce na západě položená poslední koncentrace starých horních otvírek je od třetí oddělena pouze krátkým, 30 m dlouhým úsekem s občasným výskytem drobných jam pravděpodobně prospekčního charakteru. Rovněž zde jde o sestavu obvyklých trychtýřovitých, 2 až 3 m hlubokých pinek, pozůstatků jednotlivých šachtic. Odvaly hlušiny při bývalých ohlubených šachtic jsou zde navršeny samostatně. Vzdálenosti jednotlivých důlních děl a jejich odvalů jsou větší než v ostatních výše popsanych celcích.

Pouze na základě přibližného lineárního uspořádání početných stařin by bylo obtížné stanovit průběh sledované a nejspíše pouze pokusně těžené struktury. Vzhledem ke dvěma téměř analogickým situacím na seskupeních 1 a 2 ale lze i zde odhadnout směr průběhu zrudnělé struktury na 60°. V dalším západním pokračování je možné pozorovat větší množství nevýrazných obtížně identifikovatelných depresí a elevací v lesním terénu. Tyto relativně náhodně situované prvky v reliéfu je snad možné spojit s přípovrchovou prospekci. Může se jednat o pozůstatky kutacích příkopů nebo nehlubokých kutacích jam. Toto postupné ukončení – vytracení pozůstatků důlních děl je v přímém kontrastu se zakončením opačného konce celého na lokalitě sledovaného pásma.

Archeologické a archeometalurgické nálezy

Strusky

Jako velmi hojný materiál jsou strusky nacházeny na poli v těsném sousedství východního ukončení zachovaných hornických prací (přibližně 49°32'0.757"N, 16°27'28.820"E). Nejčastěji černé nebo šedo-zelené strusky jsou fragmentovány do zlomků o velikosti do cca 9 cm, obvykle o velikosti 3–5 cm. Makroskopicky jsou sklovité, relativně málo porézní, běžně se stopami tečení. Jejich magnetická susceptibilita je nízká (průměrně 1,4 jednotek SI). Mikroskopicky v nich lze identifikovat sklo, fayalit, reliktní zrna křemene a inkluze tvořené sulfidy, metaloidy As a Sb a ryzími kovy (viz obr. 5). Pomocí rentgenové práškové difrakce v nich byl dále zjištěn pyroxen blízký ferosilitu a cristobalit. Podle parciálních chemických analýz (pXRF) jsou pro ně charakteristické vyšší obsahy Zn (cca 1 hmot. % Zn), Pb (0,4 až 2,5 hmot. %), Sb



Obr. 5. Rozseč nad Kunštátem – Horniči. Strusky (Foto K. Pročka).

Fig. 5. Rozseč nad Kunštátem – Horniči. Slag (Photo K. Pročka).

(55 až 852 ppm), Cu (0,1 až 0,7 hmot. %) a nízké obsahy Ag (X0 ppm) a As.

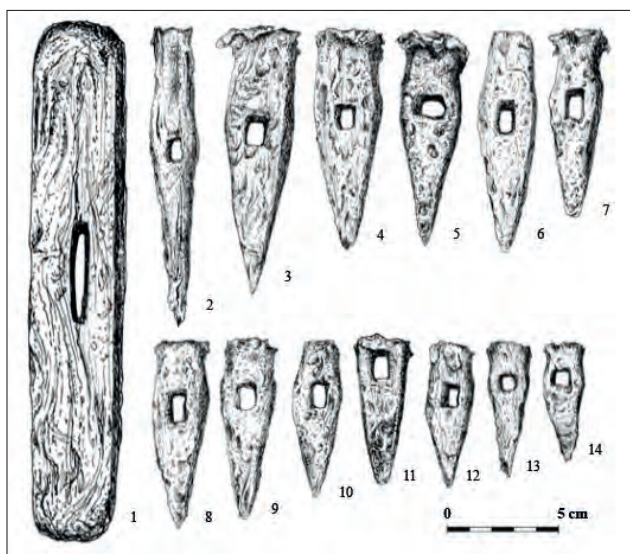
Hornické nástroje

Ze starších prospekčních akcí, využívajících geomagnetických detektorů kovů, pochází z obvalů na rozsečském Horniči obsáhlá kolekce klasických hornických železek (44 kusů), spolu s masivním mlátkem (Hrazdil et al. 2007; též např. Houzar et al. 2021; viz obr. 6 a, b). V souboru dominují poměrně archaické krátké klínové, nebo středně dlouhé exempláře souměrně oblých boků, tvarově plně odpovídající výbavě havířů na horních dílech 13. a 14. století na Českomoravské vrchovině i v jiných středoevropských důlních regionech (srov. např. Hrubý et al. 2012, Schröder 2018). Ojedinele lze ovšem zaznamenat také typově pokročilejší, výrazně protažený štíhlejší nástroj, s výrazně rozšířenými a odsazenými boky v místě otvoru pro násadu, typický pro báňské podniky pozdního 15. a 16. věku (obr. 6 a: 2; Hrazdil et al. 2007, srov. např. Malina et al. 2018).

Keramika

Z plochy asi 30 m severozápadně od východní čtvrtiny rozsečského obvalového tahu (přibližně bod 49.533433184N, 16.456115741E) pochází část plecí třmenové konvice z tuhové hmoty, zařaditelná do poslední třetiny 13. století (obr. 7: 1). Další, četnější nálezy pak povrchové sběry přinesly na polním pozemku, bezprostředně přiléhajícím k východnímu závěru obvalového tahu. Zlomky keramiky se zde spolu s hojnými fragmenty hutních strusek vyskytují na trojúhelníkové ploše, se základnou cca 90 m při okrajové cestě a až 50 m dále k východu (49.5328692N, 16.4578233E; 49.5336769N, 16.4579681E; 49.5332767N, 16.4585797E). Nálezová koncentrace přitom sleduje k východu vybiňující terénní hřebítek 608–611 m n. m, a lze ji stopovat i v půdních příznacích, s charakteristickým intenzivnějším probarvením ornice. Spíše než o organiku ale může jít o vyšší přítomnost určitých minerálních složek, patrně ze zpracovávaných rud vázaných na grafitické fylity; s tím korespondují výše zmíněné nálezy rudních minerálů na této ploše.

Zatímco strusky, ale nejspíše i dva kusy do tvrda vypálené hliněné výmazávky z popsání areálu patrně



Obr. 6 a. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Hornické nástroje – upraveno podle Hrazdil et al. 2007, 293, obr. 6.

Fig. 6 a. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Old mining tools – after Hrazdil et al. 2007, 293, fig. 6.

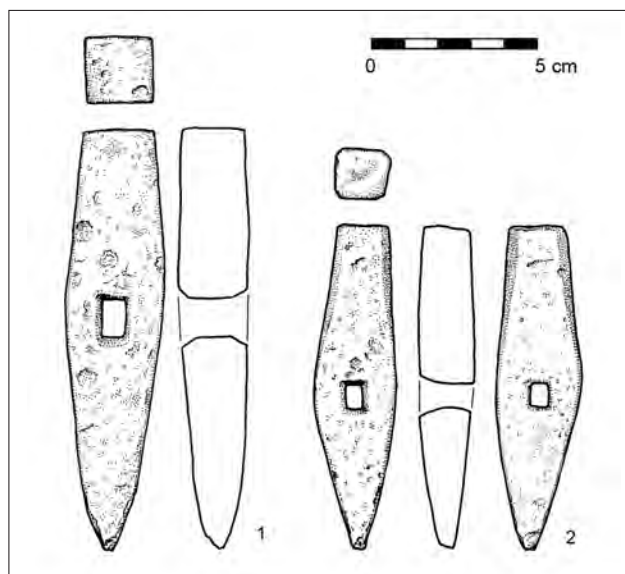
dokládají tavbu těžených rud přímo na místě, pro dataci důlních prací na Horničí u Rozseče mají značný význam shromážděné keramické zlomky. Jedná se o dva úlomky cihel či dlaždic, dva zlomky kamenných kachlů a 48 fragmentů kuchyňské hrnčiny (hrnky a hrnce, džbán, mísa, poklice, trojnožka). Nejstarší tuhová keramika náleží opět obecně druhé polovině 13. století (obr. 7: 2), další nálezy konci 13. a starším úsekům 14. věku (obr. 7: 3). Samostatnou, ostře se vydělující skupinu pak představuje pokročilé keramické zboží nejspíše z poslední třetiny 15. a počátku 16. století, kam lze zařadit také zlomky kachlů a cihel/dlaždic (obr. 7: 4–17).

Slitky

Z míst s výskytem strusek pocházejí i nové nálezy tvarově nepravidelných kovových slitků (viz obr. 8). Podle předběžné analýzy je jeden ze slitků (velikost $6 \times 4 \times 3$ cm, hmotnost 155 g) tvořen slitinou Cu-Pb-Sb. Další dva relativně malé, ploché slitky (hmotnost 31 a 18 g) jsou tvořeny Pb s podílem Zn a stopami Sb, Ag a Cu.

Horničí u Rozseče v historické sídelní struktuře a dobových písemných pramenech

Geografické pozici rozsečského Horničí na náhorním hřebetu na rozvodí Svatky a Svitavy odpovídala v minulosti i jeho poloha na rozhraní dvou historických sídelních oblastí, Kunštátska a Olešnicka. Při předpokládaném otevření ložiska někdy po polovině 13. věku se důlní okrsek tehdy nacházel na hranici dvou domén významných moravských rodů: kunštátského panství pánů ze Zbraslavi, a severnějšího Olešnicka jako vlastnictví pánů z Lomnice. Ti také vystavěli na dohled od Horničí, 1,7 km západně, jako správní a rezidenční centrum svých statků hrad Louka (srov. např.

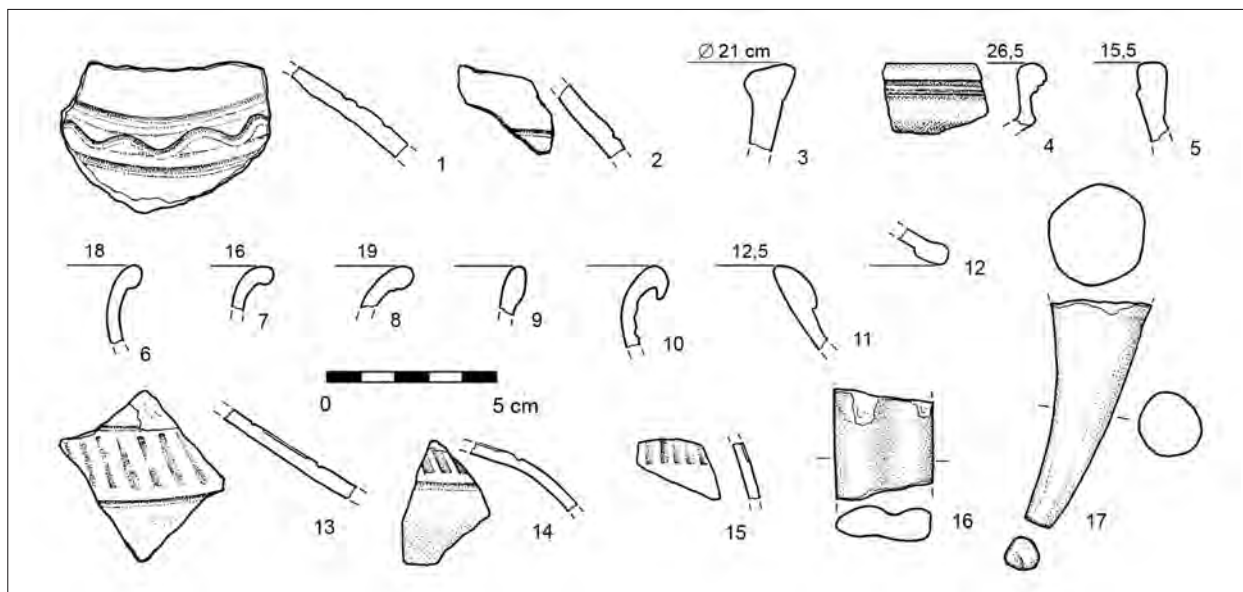


Obr. 6 b. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Dvě hornická želízka z 13./14. století z druhého seskupení obvalů; nález okolo roku 2007 z detektorové prospekce Ferdinanda Berkiho z Olešnice. Kresba S. Plchová. Fig. 6 b. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Two mining picks (“irons”) from the 13th/14th. century from the second group of old mining works; find around 2007 from the detector prospecting of Ferdinand Berki from Olešnice. Drawing S. Plchová.

Hosák 1952, 1954, Plaček 2001, Plaček et Futák 2006, Bolina 2005).

Horní dílo vzniklo v již osídlené a kultivované krajině, s dotvářenou sídelní strukturou. Značná vzdálenost okolních vsí (Rozseče, Rozsíčky, Crhova, Louky) dává opět vyniknout hraniční poloze báňského areálu; spolu s rozměněním důlních polí navozuje také možnost existence hornické osady přímo u dolů. Alespoň část otvírek byla původně situována na olešnickém dominiu: podle jediné dochované přímé písemné zprávy z roku 1350 odkoupil Smil z Kunštátu ves Rozseč „kromě stříbrných jam a šache“, ztotožnitelných s dobývkami na rozsečském Horničí, právě od Jence z Lomnice (*villam Rossecz ... preter foveas et fodinas argenti*; ZDO I, 7, č. 153). Jestliže si Jenec ponechával užitky, plynoucí mu jako pozemkové vrchnosti podle jihlavského horního práva i *Ius regale montanorum* z výtěžků rozsečských hor, mohla být tehdy těžba ještě považována za (eventuálně) perspektivní. Spíše však šlo (obdobně jako u důlních podniků na blízkém Štěpánovsku) o zajištění zisků z případně obnovené exploatace (srov. Doležel et Sadílek 2004, 81–87). Většina důlního cechu však zřejmě od počátku připadala k území kunštátské Rozsíčky; indikují to jak asymetrická skladba rozsíčského katastru, tak německá mikrotoponyma, zčásti přímo montánní, doložená v prostoru mezi vlastní Rozsíčkou a báňským areálem (Kumperek – „Zum Berg“, Frevize – „Freiwiesen“; srov. Tenora 1903, 141, MZA, D 9, sign. 2258).

Obnovenému dolování na rozsečském Horničí na přelomu 15. a 16. století nepřímě nasvědčuje listina z 26. prosince 1502 (AČ XVII, 24, č. 789). Hynek z Kunštátu a na Polné, v té době vlastník spojeného kunštátsko-lysického



Obr. 7. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Keramické nálezy z povrchových sběrů (1: lesní plocha sz. od nejvýchodnější skupiny obvalů, 2–17: pole navazující na východní zakončení obvalů). 1, 2: tuhá keramika druhé poloviny 13. století, 3: okraj misky z 14. věku, 4–17: hrnčičina poslední třetiny 15. a první čtvrtiny 16. století. Kresba S. Plchová.

Fig. 7. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Ceramic finds from surface collections (1: woodland area NW of the easternmost group of shafts, 2–17: field adjacent to the eastern end of the shafts). 1, 2: graphite pottery of the second half of the 13th century, 3: rim of a bowl from the 14th century, 4–17: pottery of the last third of the 15th and first quarter of the 16th century. Drawing S. Plchová.



Obr. 8. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Slitky barevných kovů (Foto K. Pročka).

Fig. 8. Rozseč nad Kunštátem – Horničí. Alloys of non-ferrous metals (Photo K. Pročka).

panství, tímto pořízením dal svému strýci Vilémovi II. z Pernštejna k volné těžbě a užívání veškeré doly na stříbro i jiné kovy, nacházející se na obou statcích; rozšíření koncese i na lysické dominium se může týkat počátků (nebo vymáhání?) důlních děl na rudním ložisku v Lačnově u Lysic (srov. Malý 1999, Zřídka Veselý 2022). Oživené horní práce, vedené tentokrát zřejmě plně v režii Pernštejnů a na Horníci u Rozseče doložené i archeologicky, mohly trvat i v druhém decenniu 16. věku (AČ XVII, 151–152, č. 942). Doklady pro další období však již chybějí.

DISKUZE A ZÁVĚR

Výsledky terénní dokumentace, povrchového průzkumu hornických stařin i laboratorní výzkum získaného materiálu na rozsečském Horníci přinášejí k diskusi a dalšímu studiu více témat.

Mineralogickým problémem je vizuální vzácnost minerálů s Ag (galenitu, tetraedritu) v porovnání se značným rozsahem dobývek. Je samozřejmě možné, že svrchní partie ložiska byly na rudní minerály obecně bohatší, než jak se nám to jeví dnes. Lze však uvažovat i o tom, zda stříbro nemohlo být vázáno i na tzv. stříbrné černě – tj. druhotně elektrolyticky vyredukované stříbro či jiné Ag-minerály. Vzhledem k naprosto běžné přítomnosti grafitu na lokalitě bude vhodné tuto hypotézu v budoucnu ještě ověřit.

Z pohledu montanistiky a archeologie jde zejména o problém odvodnění celého důlního díla, stejně jako o otázku dobového hornického osídlení přímo v areálu těžby. Značný rozsah otvírek a intenzita rozfárání ložiska navozuje možnost odvodnění dobývek jednou či více odvodňovacími štolami, které při splnění příslušných technických normativů nabývaly právní status štol dědičné (srov. Zycha 1900). Směrování rozsečské rudní akumulace napříč plochým sedlem efektivní založení dědičné štol přímo v linii rudní struktury prakticky znemožňovalo, do úvahy na Rozseči připadala patrně pouze ražba štol „přes skálu“, z nižších úbočí buď od jihovýchodu, nebo severozápadu. O podfárání obou západnějších seskupení stařin štolou ze severozápadní strany uvažoval Malý (1999), aktuálně byla zkoumána i možnost vedení dědičné štol od jihovýchodu, z prameniště Petrůvky. Ani jedna z obou eventualit však zatím nebyla ověřena, případné prokázání dědičné štol na rozsečském kutišti zůstává úkolem dalšího výzkumu.

Stejně tak může jen další prospekce bezpečněji lokalizovat stopy hornického sídliště při dolech, které lze předpokládat vzhledem k zřejmému rozměření dobývek do tří až čtyř standardních „sedmilánových“ důlních měř, z nichž každá zakládala právo na zřízení šestnácti svobodných obytných areálů (Zycha 1900).

Horní stařiny v trati Horníci u Rozseče nad Kunštátem náleží k vůbec nejlépe dochovaným areálům středověké těžby drahých kovů v rámci celé Českomoravské vrchoviny, s možností detailnějšího studia rozměření důlního cechu, prospekčních prací, postupů a technologie dobývek i navazujících procesů. Značný rozsah báňských aktivit,

dobové písemné prameny i archeologické nálezy dovolují uvažovat o dvou základních etapách exploatace ložiska. Zahájení i primární rozmach těžby v celém dochovaném rozsahu je možné zařadit do průběhu druhé poloviny 13. století, její doznívání pak zřejmě do první poloviny 14. věku. K dočasné obnově určitých důlních děl na Horníci pak došlo zřejmě na přelomu 15. a 16. století, patrně především v nejvýchodnější části areálu, s charakteristickými koncentrovanými odvaly.

Lokalita má značný další výzkumný potenciál, ať již jde o detailnější poznání důlní infrastruktury a organizace prací, otázky spojené s možnou další úpravou a hutněním vytěžených rud či s přítomností stabilnějšího hornického osídlení v rámci areálu – další výzkumné aktivity jsou zde proto plánovány v letech 2023–2024. Svojí komplexností důlní stařiny na rozsečském Horníci nesporně splňují i předpoklady pro zákonnou památkovou ochranu.

SUMMARY

Remnants of early mining of polymetallic ores near Rozseč nad Kunštátem are located at the eastern edge of the Bohemian-Moravian Highlands, in flat terrain at the watershed, on an area of 4.5 ha, 1.0 km NNW from the municipal office in Rozseč (Fig. 1). In 2022, the authors conducted the first phase of a complex evaluation of the site: terrain survey, surface archaeological investigation and laboratory processing of ore samples.

Geologically, it is the northeastern edge of the Svratka Dome, Moravicum, in the rocks of the Olešnice group, mainly graphitic phyllites, smaller amounts of marble and mica schist or gneiss cluster. Mineralisation is of two basic types: intercalated metasomatic, with predominant sphalerite in marble, or veined in graphitic calcareous phyllites. Among sulphides, sphalerite, galena and pyrite are more commonly represented; tetrahedrite, bournonite and chalcopyrite less macroscopically, arsenopyrite microscopically. Galena and tetrahedrite are the main silver ores at the site (Fig. 3; c. 15–17 wt. % Ag).

The old mine works follow a 630-metre-long ore-bearing zone in roughly the ENE-WSW direction. Mine relics represented by series of buried shafts with piles are grouped in four nearly separate units. These concentrations can probably be interpreted as individual mine fields measured on the basis of medieval mining legislation (Fig. 2, 4).

Archaeological and archaeometallurgical finds were made by surface collections at the site. Slag (Fig. 5) is recorded in abundant quantities in the field in the immediate vicinity of the eastern end of the preserved mine workings. According to partial chemical analyses (pXRF), they are characterised by higher contents of Zn (c. 1 wt. % Zn), Pb (0.4 to 2.5 wt. %), Sb (55 to 852 ppm), Cu (0.1 up to 0.7 wt. %) and low Ag (X0 ppm) and As contents. Metal ingots also come from the same locations (Fig. 8). According to preliminary analysis, one of the ingots (6 × 4 × 3 cm, weight 155 g) is a Cu-Pb-Sb alloy. Another two smaller, flat

ingots (weight 31 and 18 g) are made of Pb with a share of Zn and traces of Sb, Ag and Cu.

With the help of metal detectors, a collection of mining irons (44 pieces), together with a massive hammer, were retrieved from the mining works near Rozseč (Fig. 6 a, b). Archaic shapes, which can be dated to the 13th and 14th centuries, predominate; only rarely are more advanced tools typical for the late 15th century and the 16th century recorded (Fig. 6 a: 2). Ceramic fragments from surface collections in the eastern part of the site date to the second half of the 13th century and earlier parts of the 14th century (Fig. 7: 1–3), but mainly to the last third of the 15th century and the beginning of the 16th century, including fragments of stove tiles and bricks/floor tiles (Fig. 7: 4–17).

In the Middle Ages, the mining area near Rozseč was located on the border of two domains, Kunštát and Olešnice; according to the only surviving direct written report from 1350, Smil of Kunštát bought the village of Rozseč ‘except for the silver pits and shafts’, from the Olešnice domain. Renewed mining at the Rozsec deposit at the turn of the 16th century is indirectly indicated by a document dated 26 December 1502, which speaks of the transfer of rights to free mining and the use of all mines for silver and other metals in both domains.

The start and primary boom in silver ore mining near Rozseč in its entire preserved extent can therefore probably be dated to the course of the second half of the 13th century, with a decline in the first half of the 14th century. A temporary renewal of mining apparently took place at the turn of the 15th and 16th centuries, especially in the easternmost part. The location is one of the best-preserved areas of medieval exploitation of precious metals in the Bohemian-Moravian Highlands, with the potential for a more detailed study for measuring mine works, prospecting work, mining technology and subsequent operations. Further research activities are planned here in 2023–2024.

PODĚKOVÁNÍ

Text vznikl s finanční podporou projektu „Historická důlní díla na Vysočině“, reg. č. DH23P03OVV057 v rámci programu Ministerstva kultury NAKI III (Karel Malý, Karel Pročka, Muzeum Vysočiny Jihlava), a jako součást prací na výzkumném programu Strategie AV21 – Město jako laboratoř změny; stavby, kulturní dědictví a prostředí pro bezpečný a hodnotný život – č. 23, modul Město jako dynamický prostor (Jiří Doležel, Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i.). Autoři děkují recenzentům za podnětné připomínky.

PRAMENY A LITERATURA

AČ: F. DVORSKÝ (ed.): Listinář pana Viléma z Pernšteina z let 1304–1521. – In: J. KALOUSEK (red.): Archiv český čili staré písemné památky české i moravské, sebrané

z archivů domácích cizích. – Kommissie při Královské české společnosti nauk, Praha 1899, 1–283.

BOLINA P. (2005): Byl hrad Svojanov u Poličky posledním centrem tzv. úsobrnské provincie? (Příspěvek k historii moravsko-českého pomezí II.). – Časopis Matice moravské, CXXIV/1: 3–46.

DOLEŽEL J. et SADÍLEK J. (2004): Středověký důlní komplex v trati Havírna u Štěpánova nad Svatkou. Příspěvek k dějinám těžby stříbra v oblasti severozápadní Moravy ve 13. a 14. století. I. Výsledky průzkumu v letech 1990–2001, edice písemných pramenů. – In: K. NOVÁČEK (ed.): Mediaevalia archaeologica, 6 – Těžba a zpracování drahých kovů: sídelní a technologické aspekty. – Archeologický ústav AV ČR Praha, Archeologický ústav AV ČR Brno, Západočeská univerzita v Plzni, Praha – Brno – Plzeň, 43–119.

HOSÁK L. (1952): K středověké kolonizaci poříčí horní Svatky a Oslavy. – Časopis Společnosti přátel starožitností, LX/2: 64–81.

HOSÁK L. (1954): Středověká kolonizace na horní Svítavě. – Časopis Společnosti přátel starožitností, LXII/1: 21–27.

HOUZAR S., HRAZDIL V., HRŠELOVÁ P., TOMAN J., BUŘIVALOVÁ L., GROSSMANNOVÁ D., HLADIŠOVÁ T., LITOCHEB J., MALÝ K., ŠKRDLA P., ŠMERDA J., VEDRA P., VÍŠKOVÁ E. et VOKÁČ M. (2021): Historické dolování drahých kovů na Českomoravské vrchovině. – Moravské zemské muzeum, Brno, 480 p.

HRAZDIL V., DOČKAL P. et VOKÁČ M. (2007): Rudní lokality na Českomoravské vrchovině s nálezy hornických nástrojů. – In: P. HRUBÝ (ed.): Stříbrná Jihlava 2007. Studie k dějinám hornictví a důlních prací. Příspěvky z konference Stříbrná Jihlava 04.–07. 10. 2007 v Jihlavě. Věnováno Pavlu Rousovi k 60. narozeninám. – Obecně prospěšná společnost Archaia Brno, příspěvková organizace Muzeum Vysočiny Jihlava, Jihlava – Brno, 282–305.

HRUBÝ P., HEJHAL P., HOCH A., KOČÁR P., MALÝ K., MACHÁŇOVÁ L., PETR L. et ŠTELCL J. (2012): Středověký úpravnický a hornický areál Cvilínek u Černova na Pelhřimovsku. – Památky archeologické, CIII: 339–418.

MALÝ K. (1999): Mineralogie rudních výskytů u Rozseče nad Kunštátem a Štěchova-Lačnova (svratecká klenba moravika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, LXXXIV(1999): 61–70.

MALÝ K. (2003): Mineralogická charakteristika strusky z lokality Horniči u Rozseče nad Kunštátem. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, sect. natur., 16: 53–58.

MALINA O., SCHNEIDERWINKLOVÁ P., AUGUSTÝNOVÁ M. et ČERNÝ D. (2018): Středověká a novověká kolonizace v západním Krušnohoří – Hornictví jako příčina a následek – Mittelalterlicher und neuzeitlicher Landsausbau im Westteil des böhmischen Erzgebirges – Der Bergbau als Ursache und Auswirkung. – In: CH. HEMKER, O. MALINA et M. SCHUBERT (eds.): ArchoMontan 2018. Krušné Hory v centru zájmu montánní

- archeologie. Mezinárodní konference Dippoldiswalde, 23. až 24. srpna 2018 – Das Erzgebirge im Fokus der Montanarchäologie. Internationale Fachtagung Dippoldiswalde, 23. bis 24. August 2018. – Landesamt für Archäologie Sachsen, Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Lokti, Dresden – Loket, 349–388.
- MÁTL V. (1974): Metalogeneze moravika. – Sborník Geologického průzkumu Ostrava, 7: 41–51.
- MZA, D 9: Moravský zemský archiv v Brně, fond D 9 – Indikační skizzy 1824–1835.
- PLAČEK M. (2001): Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí. – Nakladatelství Libri, Praha, 768 p.
- PLAČEK M. et FUTÁK P. (2006): Páni z Kunštátu. Rod erbu vrchních pruhů na cestě k trůnu. – Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 706 p.
- SCHRÖDER F. (2018): Funde aus den mittelalterlichen Bergwerken von Niederpöbel. – Landesamt für Archäologie Sachsen, Dresden, 320 p.
- TENORA J. (1903): Vlastivěda moravská. II. Místopis. Kunštátský okres. – Musejní spolek, Brno, 196 p.
- ZDO: P. R. v. CHLUMECKÝ, J. CHYTL, C. DEMUTH et A. R. v. WOLFSKRON (eds.): Die Landtafel des Markgrafthumes Mähren. Olmützer Cuda. – Auf Kosten vieler Mitglieder des begüterten Erbadels dieses Landes, Brünn 1856, CLIII + 450 p.
- ZŘÍDKAVESELÝ F. et alii (2022): Dějiny obce Lysice. – Host, vydavatelství, s. r. o., Brno, 598 p.
- ZYCHA A. (1900): Das böhmische Bergrecht des Mittelalters auf Grundlage des Bergrechts von Iglau. Zweiter Band: Die Quellen des Iglauer Bergrechts. – Verlag von Franz Vahlen, Berlin, 518 p.

Geochemický a archeologický výzkum aluvií v hornickém revíru Přísečnice v Krušných horách (2016–2020)

Geochemical and archaeological survey of alluvia in the Přísečnice mining district, Ore Mountains (2016–2020)

KRYŠTOF DERNER¹, PETR BOHDÁLEK², JIŘÍ CRKAL¹, KNUT KAISER³, PETR LISSEK¹

¹Ústav archeologické památkové péče severozápadních Čech, v. v. i. ²Česká geologická služba, ³Geoforschungszentrum Potsdam

Abstract: In this contribution, we present the results of an analysis of the concentration of microslags and scalings as well as As, Cu, Zn and Pb pollution in the historical ore district of Přísečnice from 8 profiles in the alluvium of 4 small streams. The dating was based on radiocarbon dating of microcharcoals. The amount of microslag well differentiates areas with different intensity of metallurgical activity. In the area, they are found already in the oldest sediments from the 13th century. The human influence on metal contamination was analysed using the enrichment factor (EF), which takes into account both the ratio of the concentration of an element to the normative Ti or Al, and the increase of this ratio compared to the local geological background. We discovered a significant EF only in the centre of the area, where it newly indicates silver mining already in the 13/14th century and indicates a more complex paragenesis of the upper parts of the deposits than what was assumed to date.

Key words: ore mountains, alluvium, soil geochemistry, microslags, hammerscales, mediaeval mining

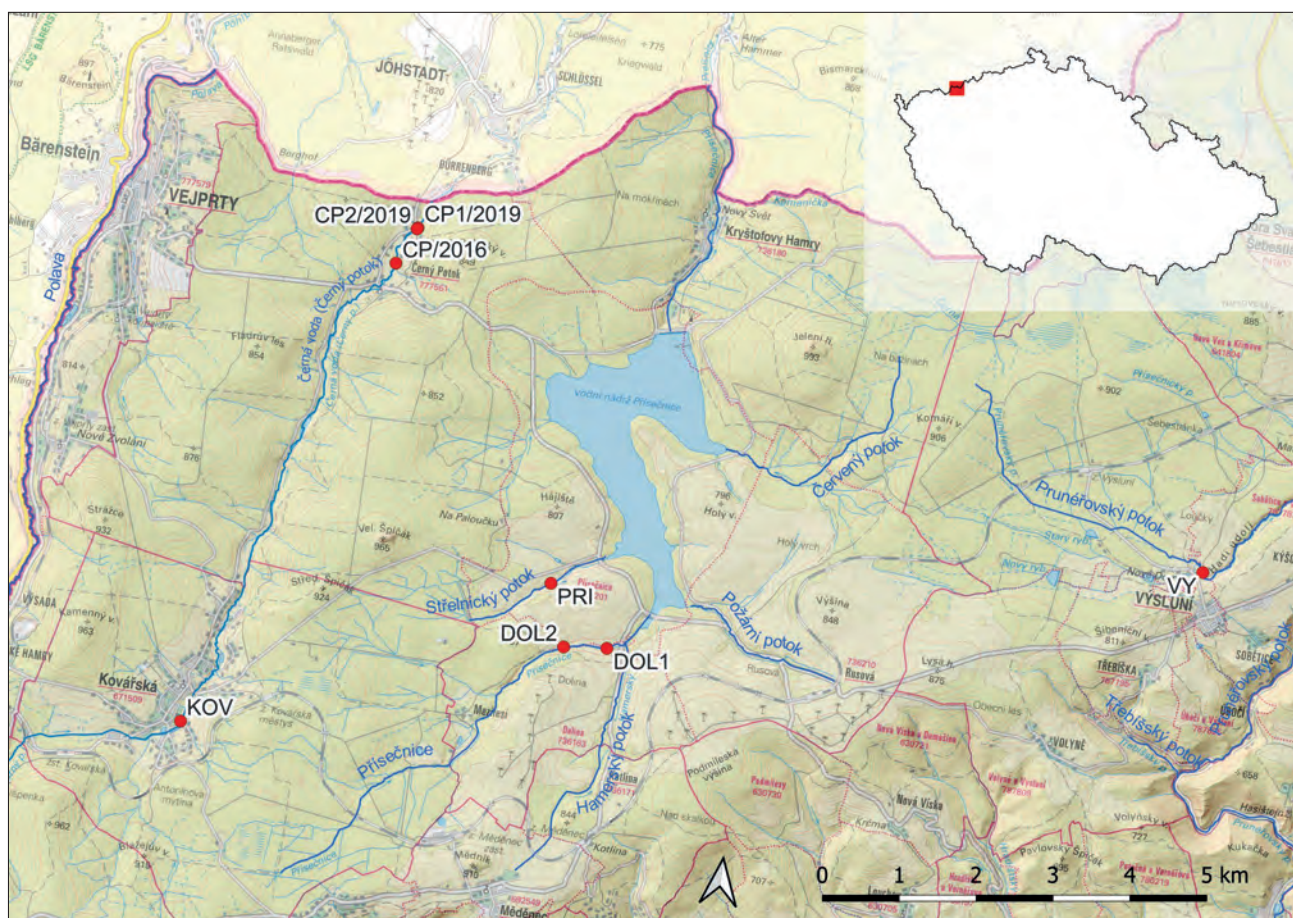
ÚVOD

Multidisciplinární výzkum aluvií v mikroregionu Přísečnice

Hlavním problémem montánního výzkumu (nejen) v českých Krušných horách je stále ještě nedostatečná evidence středověkých a případných starších důlních děl (Derner et al. 2018). Vedle extenzivního plošného a povrchového archeologického průzkumu se nabízí jako metoda identifikace a datování starého hornictví a hutnictví interdisciplinární výzkum říčních sedimentů – aluvií. Tematický záběr tohoto druhu výzkumu na pomezí archeologie a přírodních věd je samozřejmě širší a směřuje k poznání interakce člověka a životního prostředí v minulosti v rámci geo-archeologie (Stolz et al. 2022). Z logiky věci vyplývá, že na daném odběrovém místě se projeví lidské aktivity a přírodní děje z celého povodí dále proti proudu vodního toku (více ovšem nejbližšího okolí). Je tak možná evidence minulých lidských aktivit v povodí i bez nelezení jednotlivých, často dnes již zaniklých, montánních provozů. Datace spočívá na dendrochronologii případných nalezených dřev, či radiokarbonové dataci nejlépe zuhelnatělých makrozbytků, případně na finančně náročné metodě OSL (optical stimulated luminescence). Nevýhodou aluvií jako přírodního archivu je nespolehlivá datace v důsledku nelineární sedimentace s častými přerušeními sedimentace, či dokonce případy obrácené stratigrafie při odpavení a přenesení starších sedimentů přes mladší, což v prostředí meandrujících potoků není nic neočekávatelného. Dále pak různý stav dochování ekofaktů v různě zvodněných vrstvách. V montánně archeologickém kontextu byly takovéto výzkumy v posledních letech prováděny

na Českomoravské vrchovině (Hrubý et al. 2014; Hrubý 2019, 194–199), či v saském Krušnohoří (Tolksdorf et al. 2015; Tolksdorf et al. 2018).

K provedení tohoto druhu sondáže jsme přistoupili roku 2016 v rámci interdisciplinárního výzkumu středověkého hornického mikroregionu Přísečnice v Krušných horách v přeshraničním Česko-Saském montánně archeologickém projektu EU ArchaeoMontan (k výsledkům projektu na české straně: Derner 2018). Vedoucím výzkumu byl Petr Lissek z Ústavu archeologické památkové péče Severozápadních Čech, v. v. i. Cílem bylo dokumentovat vývoj přírodního prostředí před a v době prvotního lidského zásahu, v dosud málo zkoumaném prostředí pro středověké osídlení limitních poloh hor. Sondovány byly profily DOL1 a DOL2 na katastru ve 20. století zaniklé vsi Dolina na Hamerském potoce (dnes nesprávně označován jako horní tok Přísečnice); profil na katastru zaniklého města Přísečnice na Střelnickém potoce; profil CP na katastru Černého Potoka na Černé vodě a pro srovnání čistě „zemědělský“ profil VYS na okraji středověké plužiny vsi Sobětitce, dnes za městem Výsluní na horním toku Pruněřovského potoka (obr. 1). Dosud byly publikovány pouze výsledky palynologické a archeobotanické analýzy (Kočár et al. 2018), nikoliv současně provedené geochemické analýzy. V roce 2019 meandrující říčka Černá voda odkryla situaci s kmeny stromů ležícími v nejnižší vrstvě říčního profilu na jižním, výsepním břehu potoka v intravilánu obce Černý potok. Domnívali jsme se, že by se mohlo jednat o vzácný příklad kácení primárního lesa na počátku lidského zásahu do krajiny. Začistěny a podrobeny multidisciplinárnímu výzkumu byly zde dva delší profily: CP1/2019 a CP2/2019. Počátkem roku 2020 byly znovu začistěny či otevřeny sondy z roku 2016 (s výjimkou kopané sondy



Obr. 1. Poloha environmentálních odběrů na podkladu ZM 1:50 000 (©ČÚZAK).

Fig. 1. Location of environmental sampling points on topographical base map 1: 50 000 (© ČÚZAK).

v Kovářské, kterou se nepodařilo nelézt) za účelem odebrání sedimentologických vzorků, které zpracoval Knut Kaiser (Geoforschungszentrum Potsdam) a vzorků na analýzu mikrostrusek zpracovaných Kryštofem Dernerem. Evidentním nedostatkem tohoto postupu bylo, že za 4 roky se meandrující říčky u některých profilů více zařizly do břehu a nové odběry tak jednoduše podle hloubky nelze korelovat se staršími archeobotanickými nálezy.

V tomto příspěvku předkládáme výsledky výzkumu mikroartefaktů, zejména mikrostrusek a geochemické analýzy jílovité frakce sedimentů. Cílem této dílčí části projektu bylo zjistit, zda jsme uvedenými metodami schopni identifikovat a datovat hornictví a hutnictví stříbra a železných rud v povodí jednotlivých potoků v historickém stříbrnorudném a železnorudném hornickém revíru Přísečnice.

ZKOUMANÉ ÚZEMÍ

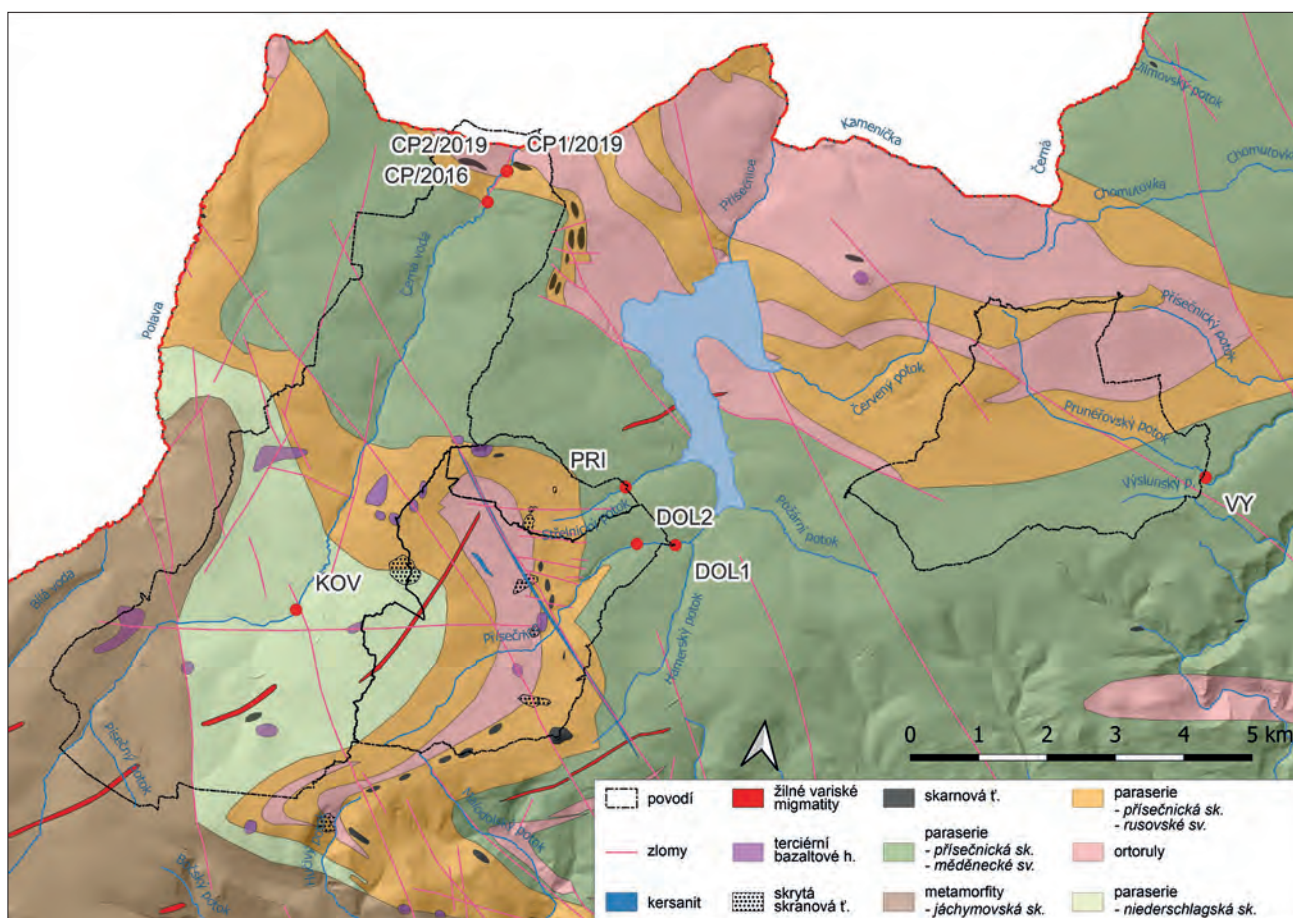
Geografické vymezení

Zkoumané území se nachází v hřebenové partii české části Krušných hor, na hranicích se Saskem, v nadmořské výšce cca 720–900 m. Z morfologického hlediska patří území do Krušnohorské plošiny. Jeho povrch není příliš členitý, svahy jsou mírné. Morfologicky nápadné vrcholy

jsou tvořeny odolnějšími horninami, jako jsou amfibolity, čediče a skarny. Osu tvoří mělké údolí říčky Přísečnice tekoucí na severovýchod a opouštějící v Kryštofových Hamrech české území se svými levobřežními přítoky Hamerským, Střelnickým potokem, s pravobřežním Požárním potokem a dalšími bezejmennými přítoky; a dále paralelní, na horním toku více sevřené, údolí Černé vody (též Černý potok) vlévající se jako další levobřežní přítok do Přísečnice v osadě Schmalzgrube v Sasku. Prostor někdejšího centra oblasti, městečka Přísečnice a celé údolí stejnojmenné říčky až ke Kryštofovým Hamrům jsou dnes zaplaveny vodami vodní nádrže Přísečnice.

Geologické poměry

Území patří do geotektonické jednotky Krušné hory, dříve známé jako krušnohorské krystalinikum (součást tzv. Saxothuringica). Zkoumané území patří k horninám dříve vymezené přísečnické skupiny (Škvor, 1975; Sebastian, 2012) tvořené mezozonálně metamorfovanými horninami různého původu a složení. Bazické horniny jsou původně sedimentárním komplexem slídových břidlic, slídových rul, kvarcitů, drobových rul a metakonglomerátů. Velmi hojné jsou vložky karbonátů, skarnů, amfibolitů a eklogitů. V tomto komplexu leží tělesa rulových hornin vyvěřého



Obr. 2. Poloha environmentálních odběrů a rozsah jejich povodí na podkladu geologické mapy oblasti (podle Bohdálka et al. 2018, 83, obr. 31).

Fig. 2. Location of environmental sampling points and their water catchment area (WCA) on geological base map (after Bohdálka et al. 2018, 83, Fig. 31).

původu (dynamicky vzniklé granitoidní horniny) - ortoruly, obklopené migmatity (obr. 2). Tektonická stavba oblasti je velmi složitá a vyznačuje se větším počtem megazáhřebů a dislokací. Mohutný komplex skládané ortorulové desky s migmatizovaným obalem a paraseriemi je složen do strukturního celku zvaného vrása Kovařská–Halže (Zemánek, 1959). Synklinorium je umístěno v oblasti mezi Velkým Špičákem, Orpusem a Horní Halží a antiklinorium v oblasti Mědenec, Dolní Halže a Rájov. Kontaktní zóna mezi ortorulami a paraseriemi je narušena velkým počtem dislokací probíhajících kolmo na kontaktní linii. Osa vrásy Kovářská–Halže klesá pod úhlem 20° k západu.

Metamorfované horniny v oblasti jsou složeny z běžných horninotvorných minerálů (křemen, draselný živec, sodno-vápenatý živec, biotit, muskovit), liší se pouze vzájemným poměrem (např. křemen a slída převládají ve slídových břidlicích, živec v rule). Existují však i horniny s výrazně odlišnou mineralogií a geochemií ve srovnání s převládajícím horninovým prostředím. Mezi tyto horniny patří především skarny (Šrein 1992), částečně amfibolity (pokud obsahují nějaké sulfidy) a zejména mineralizované liniové struktury – rudní žíly.

Jestliže jsou si všechna povodí jednotlivých odběrových míst podobná geologickým pozadím, mohou se naopak

významně lišit přítomností těchto v minulosti těžených mineralizovaných těles a struktur, které se od sebe geochemicky liší (detailněji Bohdálka et al. 2018). V oblasti lze v zásadě rozlišit následující typy mineralizace: 1) žilní hydrotermální ložiska s tzv. pětiprvkovou formací jáchymovského typu (Ag-As-Bi-Co-Ni); 2) magnetitová ložiska skarnu; 3) magnetitová skarnová ložiska s polymetalickou mineralizací; 4) křemen - hematitová hydrotermální žilní ložiska.

Dějiny osídlení, hornictví a hutnictví

Souvislé osídlení vrcholové plošiny Krušných hor na Chomutovsku lze podle současných poznatků datovat nejdříve do druhé poloviny 13. století (obr. 3). Těsně je předcházely kolem poloviny století založené sklárny (Černá 2016). Nejpozději ve druhé polovině 13. století je na starší dálkové cestě do saského Zwickau založeno městečko Přísečnice (Crkal et Volf 2014, Černá 2014) a přibližně v téže době vznikají i okolní zemědělské vsi. Ze sedmdesátých let 13. století pocházejí hmotné doklady těžby stříbrných a železných rud, jejichž nejpůsobivějším dokladem jsou archeologicky zkoumané zaniklé hornické sídliště na tzv. Kremsigeru a železářské hutě na Černé vodě (Derner 2018c; Crkal 2018, 162–188).

Písemné prameny se poprvé zmiňují o těžbě stříbra v okolí šumburského poddanského města Přísečnice roku 1339 kdy mj. vymezují kutací obvod kolem Přísečnice na 4 míle (k listině dochované jen v novověkém opisu blíže Balášová et Burghardt 2014, k historii středověkého dolování Derner 2018b). Roku 1352 jsou v lenní listině pro Šumburky na jejich panství poprvé zmiňovány železné hamry jako *malleos minerarum ferri* (AČ II, 271, č. 226). Jejich archeologickými pozůstatky jsou četné struskové haldy na Černé vodě. Stopy středověkého hutnictví stříbra oproti tomu nebyly dosud nalezeny. Stříbrná huť bez bližší lokalizace je zmiňována poprvé při prodeji panství Šlikům roku 1533. Po roce 1544 byla nová huť postavena na místě staršího hamru pod Přísečnicí (místní část Na Dvoře), které je dnes pod hladinou přehrady (Crkal 2018, 148). Hlavní etapou stříbrnorudného hornictví byla pravděpodobně první polovina 16. století, kdy Přísečnické panství patřilo Lobkovicům a po r. 1533 Šlikům (do r. 1545), neboť vizitace ve druhé polovině století evidují na většině známých míst těžby převážně jen velké množství stařin (k novověké etapě hornictví a topografii dolů Bílek et al. 1976, Bohdál et al. 2018, Příbyl et Velebil 2019, Müller 2001, Müller et al. 2015). Od 16. století postupně vzrůstal objem těžby železných rud, což se odráží i v založení v pořadí druhé vysoké pece v Českých zemích v Kovářské a obnovou dalších hamrů (spojených s hutěmi) na Černé vodě v Kovářské, Pleilu, Sorgentalu a Kryštofových Hamrech. Oproti tomu mladší etapy těžby stříbra byly jen epizodické (na počátku 18. století a na počátku 19. století).

PROFILY, JEJICH POLOHA, POPIS, DATA

Podrobný popis profilů z roku 2016 byl podán při publikaci archeobotanických analýz (Kočár et al. 2018).

Profil na Černé vodě

Povodí je charakterizováno intenzivní železářskou hutnickou činností ve středověku i raném novověku, s dodnes dochovanými struskovými haldami z těchto období. Intenzivní těžba magnetitu a hematitu probíhala na nejdolnějším toku u osady Sorgental (dnes Černý Potok), kde Černá voda (nazývaná též Černý potok) protéká mezi dvěma velkými skarnovými čookami. Je ale pravděpodobné, že v údolí se hutnily i rudy z jiných míst na Přísečnicku. Nepočtené štoly sledující žíly křemenné a fluorit-barytové s polymetalickou mineralizací a Ag rudami většinou neznámé datace se

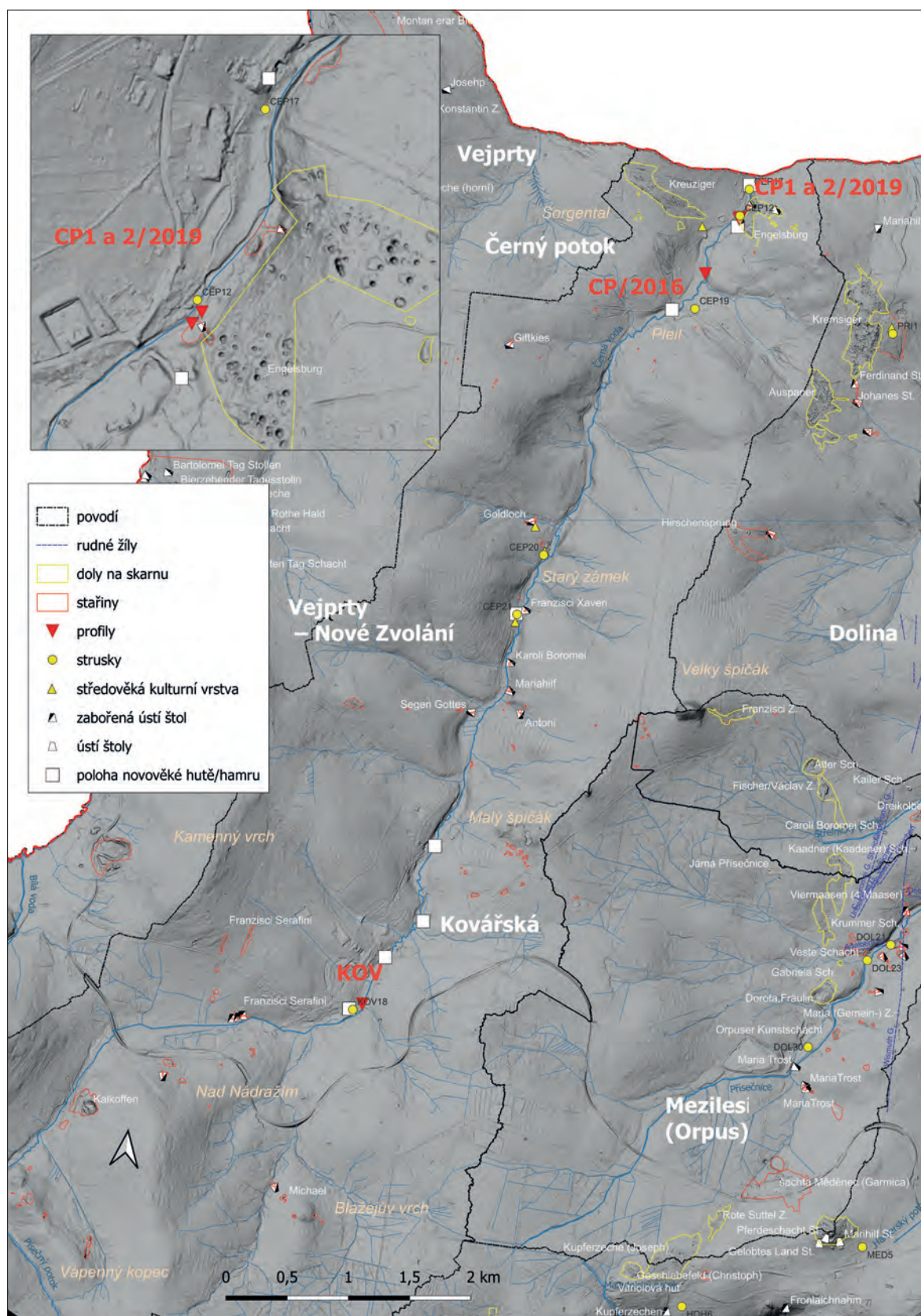
nacházely hlavně na západním svahu Velkého Špičáku a na horním toku potoka. Rozsah těchto prací odpovídá spíše experimentální těžbě (obr. 3).

Profil Kovářská (KOV). Jednalo se o kopanou sondu v jižní části intravilánu stejnojmenné novověké obce na levém břehu toku, pod hrází ochranné vodní nádrže, v níže několik desítek metrů po proudu pod někdejší vysokou pecí postavenou po r. 1594 a uvedenou do provozu před r. 1600 (Kloub 2014, 112; Kloub 2016, 117–119). Dále proti proudu a na přítocích Černé vody na Kamenném vrchu se nacházejí ústí štol železnorudného dolu *František Serafínský* na křemen-hematitových žílách (Bílek et al. 1976, 74); a dolu *Michael* na Blažejově vrchu, kde byl těžen galenit a fluorit (Bílek et al. 1976, 33). Na bázi profilu vysokého 143 cm se nacházela organická vrstva rozloženého dřeva odpovídající snad mýcení lesa v těchto místech, následovaly aluviální vrstvy jílovitopísčité až písčitojílovité. Od nejnižších vrstev se vyskytovaly hojně uhliky a mezi makrozbytky synantropní druhy (Kočár et al. 2018, 56–57). Datace byla inverzní: v hloubce 131–139 cm 1645–1950 cal AD, ve vrstvě 89–95 cm 1256–1285 cal AD. Středověké datum ukazuje na lidské aktivity staršího data, než jaké jsou zatím doloženy písemnými prameny, či archeologicky.

Profil Černý Potok 2016 (CP/2016). Profil se nacházel na levém břehu, 400 m po proudu od středověkého hamru Pleil. Ten lze podle keramiky ve struskové vrstvě datovat do druhé poloviny 13. až první poloviny 14. století (Crkal 2018, 153–154). V písemných pramenech se objevuje jako statek¹ poprvé roku 1431; jako hamr byl obnoven na krátko po roce 1532; po roce 1617 zde byla postavena vysoká pec a dvě stoupy (NA Praha, ČG-L, inv. č. 145; Crkal 2018, 153; Kloub 2014, 111–113). Dále proti proudu ležela středověká železářská hutniště Starý zámek I a II (Crkal 2018, 162–188) a několik štol raně novověké, případně i starší datace, a (minimálně) jedna středověká s polymetalickým zrudněním – důl *Goldloch* (Crkal 2018, 381–385). Profil v době nového popisu roku 2020 byl vysoký 210 cm. Od 180 cm níže se nacházely aluviální písky, ve 165–180 cm písčito - organická vrstva: gyttja², pocházející pravděpodobně z horizontu mýcení lesa, ve 115–165 cm aluviální prachové vrstvy, ve 75–115 cm technogenní oranžová vrstva tvořená železitým výluhem ze strusek, výše pak další písčité sedimenty a drn. Palynologický, archeobotanický, geochemický rozbor a radiokarbonová datace roku 2016 byly prováděny z půdního sloupce v hloubce profilu ca 107–194 cm.

1 Vzhledem k poloze uprostřed lesů a starší i pozdější historii se nepochybně jednalo již tehdy o hamr (Crkal 2018, 153)

2 Gyttja neboli sapropel je současný či subfossilní koloidní sediment pevninských vod, jemnozrné struktury, s významným podílem organické hmoty a příměsí minerálů o velikosti písku až jílu. Vzniká ve stojatých vodách zpravidla v anaerobních podmínkách rozkladem vodních organismů, a organické hmoty zanesené do prostředí z blízkého okolí. Jedna jeho facie: rašelinný sapropel vzniká zavodněním rašeliny a jejím rozkladem. Je hnědě zbarvený, obsahuje rostlinné zbytky (Stankevic et al. 2016, 391,392, tab. 1).



Obr. 3. Projevy hornické činnosti a struskové haldy v povodí Černé vody na podkladu DMT vytvořeného na základě LIDARu v projektu EU ArchaeoMontan.

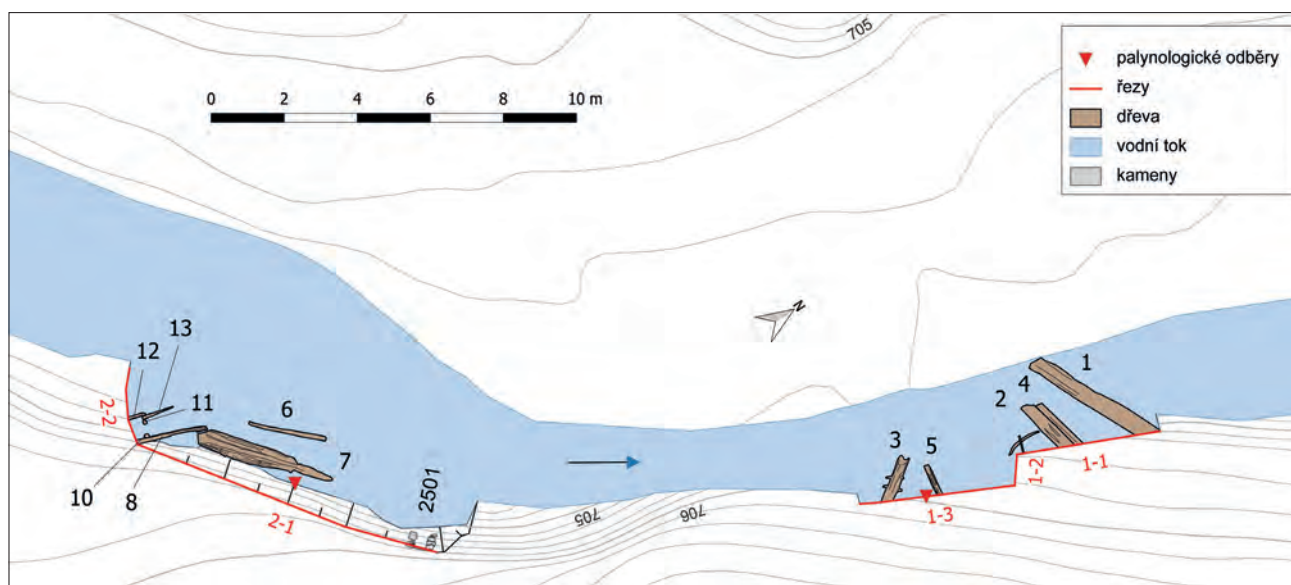
Fig. 3. Old mining and slag heaps in the WCA of Černá voda stream on base map: DTM created from LIDAR data under the EU Archaeo-Montan Project.

Datace profilu byla inverzní. Z hloubky 196–198 cm byla získána datace 1424–1468 cal AD, odpovídající období první písemné zmínky o hamru; z menší hloubky: 172–178 cm datace 1287–1395 cal AD korespondující s nálezy keramiky ve struskové haldě u hamru; nezuhebnatělá větve přibližně v těžbě vrstvě (170 cm) pak poskytla dataci 1075–1157 cal AD.

Profily Černý Potok 2019 (CP1/2019 a CP/2019). Vznikly začištěním východního, jeseptního břehu potoka; ležely jen 11 m za sebou (obr. 4). Ze srovnání s mapou z r. 1842 vyplývá, že odběrové místo se nachází východně od tehdejšího toku; vodou tedy bylo znovu proraženo až v posledních 150 letech. Profil 2 byl začištěn cca 100 m po proudu pod někdejší raně novověkou železárnou Sorgental, vzniklou v dosud neosídlené části údolí krátce po roce 1604. Počátkem 17. století sestával provoz z vysoké pece, dvou kovářských hutí s hamry, pivovaru, hospody, mlýna a dvou obytných domů (Kloub 2014, 112–113). V intravilánu novověké osady Sorgentalu (dnes severní část obce Černý Potok) se měly nacházet středověké struskové haldy (Crkal 2018, 154). Ke starší etapě hornictví a hutnictví, snad k hornicko/hutnickému sídlišti lze řadit i nálezy keramiky druhé poloviny 13. až 14. století ve svahu pod rozsáhlým pinkovým polem Kreuziger učiněné cca 200 m vzdušnou čarou proti proudu (Crkal 2018, 156–158). Doly na Kreuzigeru otvíraly rozsáhlou skarnovou čočku na levobřeží Černé vody. Přímo do našeho profilu 2 ústilo odvodnění štoly dolu *Engelsburg*³ podsedající

skarnovou čočku na pravém břehu potoka. V obou tělesech byly v novověku těženy polohy s magnetitem a hematitem, vzniklým přeměnou magnetitu ve skarnovém tělese, i v křemen-hematitových žilách. Pouze v dole *Prinz Friedrich Silberzeche* (pozdější součást spojeného dolu Engelsburg, východně od pinky *Engelsburg*) byla těžena i výplň poruchy se stříbrným zrudněním (Bílek et al. 1976, 43–44; Velebil et al. 2019, 175, 185, 186; Bohdál et al. 2018, 87, Müller 2001, 14).

V nejnižších vrstvách profilu 1 do něj zabíhala dřeva w1 až w5 (obr. 5, 6). Mezi nimi se nacházely hojně uhliky a odštěpky dřeva, některá dřeva byla ohořelá, jiná opracovaná. Dřeva 1, 3, a 5 byly přírodní kmeny, dřevo 2 byl podélně rozštípnutý a na konci šikmo otesaný kmen s výběžky větví (obr. 7), dřevo 4 byl otesaný trám. Mezi dřevy byla ve vrstvě 1020 nalezena makroskopická struska (1 ks). Všechna dřeva byly smrky. Vzhledem k neexistenci validní dendrochronologické křivky pro krušnohorské smrky se dendrochronologická datace všech 13. odebraných dřev z obou profilů nezdařila – a to jak dřev z báze profilů, tak z dřevěného kanálu na profilu 2.⁴ Dvě dřeva z profilů 1 a 2 jsme se pokusili datovat radiokarbonovou metodou s kombinací dat ze dvou vzdálených letokruhů metodou wiggle matching. Vybrána byla proto dřeva s nejvíce letokruhy: z profilu 1 to bylo dřevo w2 a letokruhy: 6/7 a 168/169. Vzhledem k tomu, že dřevo bohužel nemělo podkorní letokruh musíme se spokojit s datací post quem pro interval 1047–1149 cal. AD. Stará datace je zarážející,

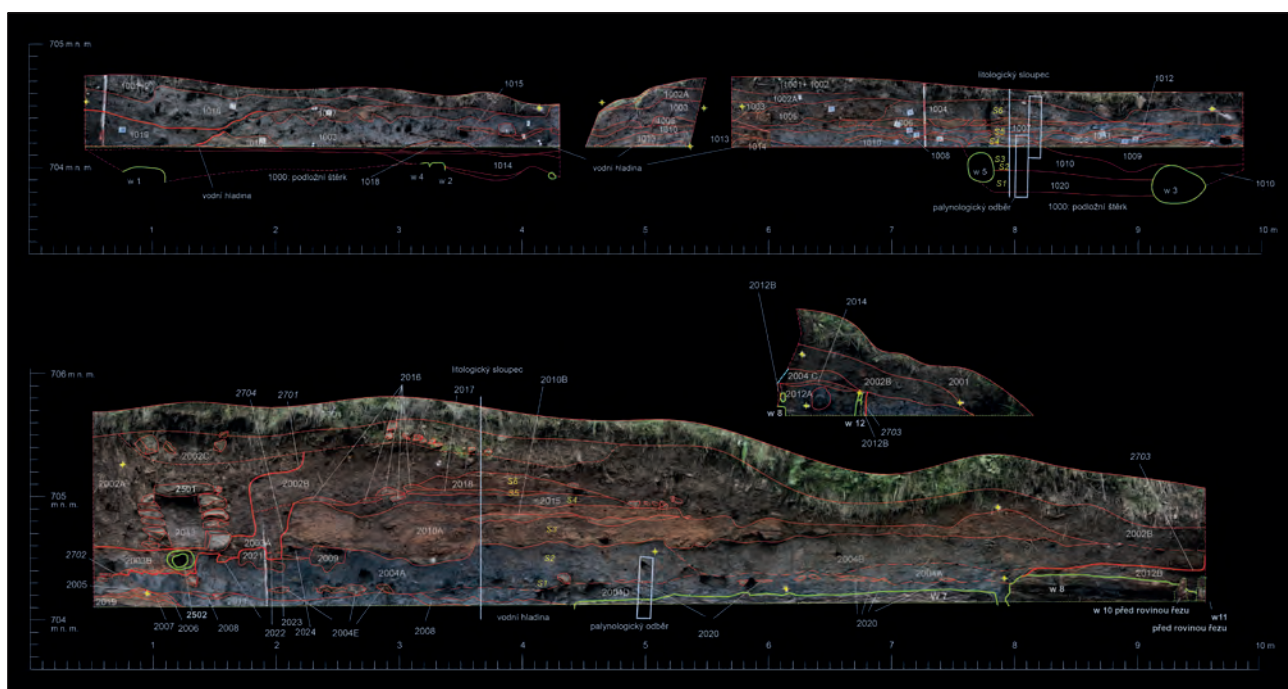


Obr. 4. Půdorys situace odběrů CP 1/2019 a CP 2/2019 v intravilánu Černého Potoka.

Fig. 4. Groundplan of profiles CP 1/2019 and CP 2/2019 in the village of Černý Potok.

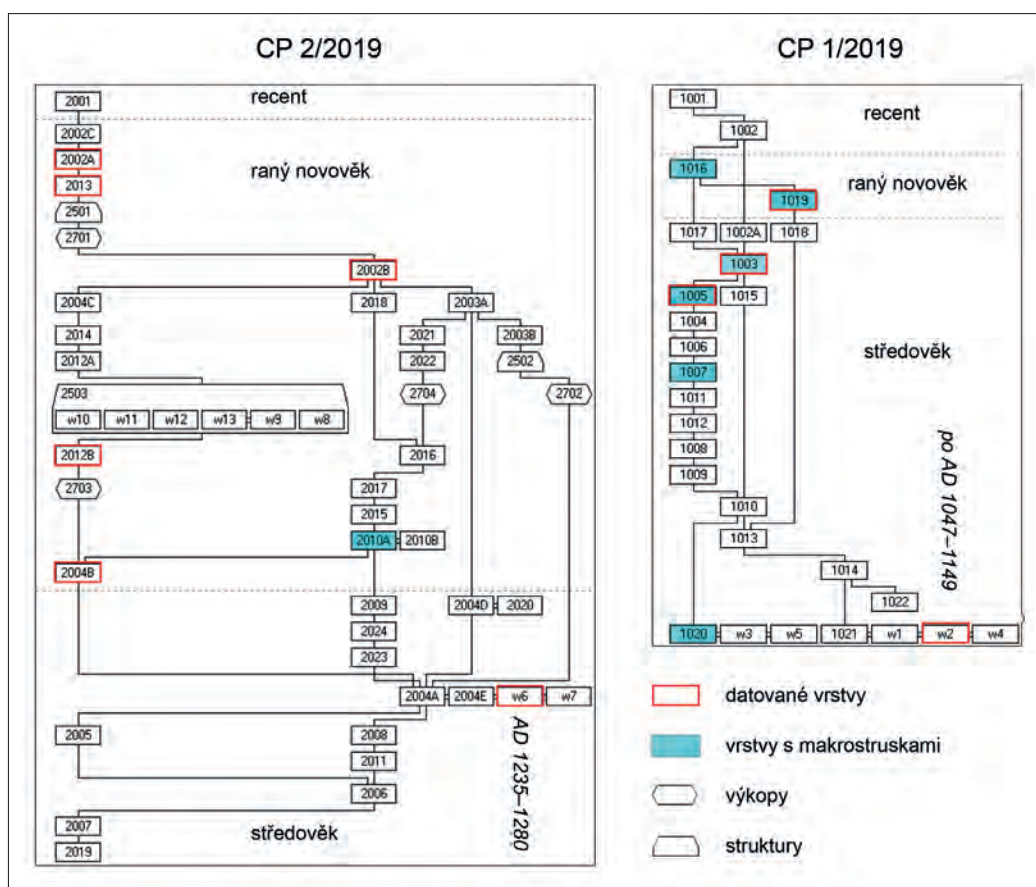
3 Takto ji označují Příbyl a Velebil (2019, obr. 20 na s. 185).

4 Analýzy mají čísla Y8141–8153 (Kyncl 2020). Zpráva o nespolehlivosti dosavadních křivek pro Krušné hory byla v připojené e-mailové komunikaci a byla též sdělena autorovi i později T. Kynclm ústně.



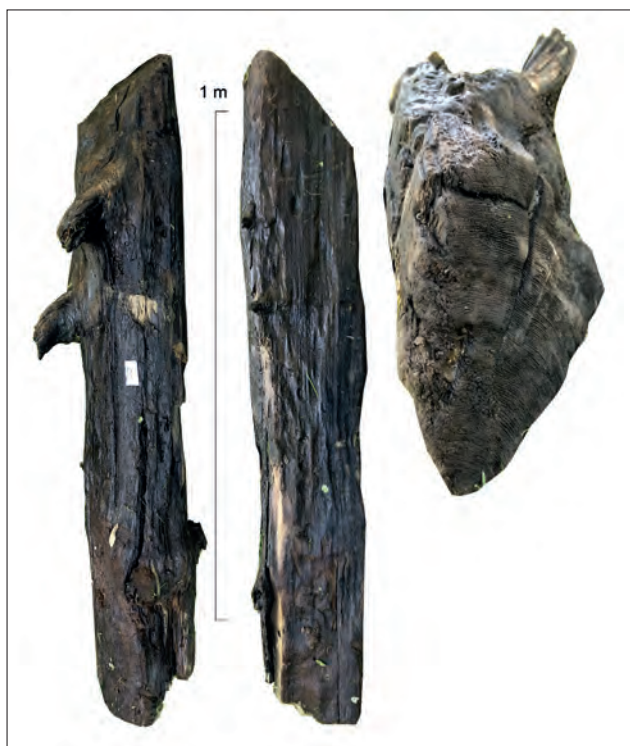
Obr. 5. Fotogram profilů CP1/2019 a CP 2/2019.

Fig. 5. Photogrammetry of profiles CP1/2019 and CP2/2019.



Obr. 6. Harrisův diagram stratigrafie v profilech CP 1/2019 a CP 2/2019.

Fig. 6. Harris diagram of profiles CP 1/2019 and CP2/2019.



Obr. 7. Podélně štípané a dotesávané a na konci otesané smrkové dřevo w2 bylo radiokarbonově datované s použitím metody wiggle matching do doby po 1047–1149 n. l.

Fig. 7. Longitudinally split and hand-hewn spruce wood no. 2 was radiocarbon dated to 1047–1149 AD (using the wiggle matching method).

snad ji lze přičíst na vrub chybějícím letokruhům. Tuto vrstvu můžeme interpretovat jako horizont mýcení lesa v těchto místech, prováděnému však již v prostředí s probíhajícím hutnictvím, či kovářstvím proti proudu potoka. Vyšší vrstvy byly tvořeny jemnými říčními sedimenty s různým podílem prachu a písku a nálezy četných drobných úlomků dřeva a uhlíků. Z nich uloženy 1003 a 1005

obsahovaly hojné makroskopické kovářské strusky a ojedinělou kvalitně redukčně pálenou vrcholně středověkou keramiku s tmavošedým povrchem a světlešedým jádrem tzv. „blaugraue Ware“ v oblasti typickou pro 13. a 14. století (k místní keramice nejnověji Geupel et Hoffmann 2018, 118–121; Derner 2018c, 265–288; Crkal et Derner 2020). Tyto vrstvy vznikaly ve vodním prostředí v souvislosti s pokračujícím provozem hutí a hamrů. Vrstva 1019, rovněž s makroskopickými struskami, byla podle keramiky již novověká a její vznik souvisel s produkcí vysoké pece a hamru v 17. století.

Profil Černý Potok 2/2019 měl na bázi ve vrstvě 1004D kmen stromu: w 7 (obr. 8, 9). Pravděpodobně odpovídá obdobné vrstvě 1020 z profilu 1. Soudobé bylo nejspíš i dřevo w 6 ležící ovšem na dně potoka, již před profilem. Skácení tohoto dřeva s podkorním letokruhem bylo radiokarbonovou metodou a za použití analytické metody wiggle matching (letokruhy 5 a 81/82) datováno do intervalu let 1235–1280 cal AD, což dobře odpovídá ostatním tvrdým datům k počátku hornictví a hutnictví v oblasti ze 70. let 13. století (s jistotou z druhé poloviny 13. století). Na profilu je patrné postupné narůstání této vrstvy (2004D a 2004A) s různým podílem písku a prachu ve vodním prostředí za redukčních podmínek. Za již sušších podmínek se ukládala i novověká šedohnědá vrstva 2004B s větším podílem hlíny. Na ní ležela oranžová technogenní vrstva 2010A tvořená rozpadlými struskami spojenými železitým výluhem v kompaktní hmotu. Nepochybně byla výsledkem činnosti novověké železářské hutě. Do novověkých vrstev byl veden výkop 2704 pro vydřevený kanál (konstrukce 2503), který by mohl souviset s odtokem vody z hutě. Novověká keramika byla nalezena i ve výplni jeho základového vkopu, vně vlastní konstrukce. Výkop 2701 by mohl být štolovým zářezem ústí štoly *Engelsburg*, zatímco výkopy 1702 s dřevěnou rourou a 1703 s kamenným kanálem budou souviset se zajištěním odtoku důlních vod po zasutí štoly. Tyto drenáže byly vedeny přímo



Obr. 8. Profil CP 2/2019 s patrným ústím kamenného odvodňovacího kanálu štoly Engelsburg.

Fig. 8. In profile CP 2/2019, the stone drainage channel of the Engelsburg gallery is well visible.



Obr. 9. Západní část profilu CP 2/2019 s vydřevěným korytem, patrně odtokového kanálu hutě Sorgental.

Fig. 9. Western part of profile CP 2/2019 with wooden channel, probably the outlet channel of the Sorgental smelter.

odvalem štoly, jak dokládají velké lomové kameny v horních vrstvách souvrství.

Profily v centrální části přísečnického revíru

V povodí se nacházejí ústí štol významných dolů na polymetalických žilách (obr. 10). V horní části povodí Hamerského potoka (dnes na mapách chybně pojímaného jako horní tok Přísečnice) se nachází skarnové těleso *Orpus*. Strusky (novověké neželezné i nedatované železářské) byly nad odběrovými místy nalezeny jen sporadicky, v menším množství než na Černé vodě (viz níže).

Profil Přísečnice (PRI). Profil byl začístěn na levém břehu Střelnického potoka (obr. 11). Místo se nachází mezi nízkým hřbetem Keil(-berg) na severu a Scheibe(-nberg) na jihu. Pod uvedenými návršími byly těženy polymetalické žíly řadou šachet, odvodňovaných dědičnou štolou zvanou původně *Dreifaltigkeit* (později *Haus Österreich*) zaraženou v intravilánu Přísečnice roku 1540. Profil leží cca 85 metrů po proudu mezi odvalem stříbrorudných dolů *Harnischkammer* na severu a *Knacker* na jihu. Dále proti proudu křížila údolí žíla *Caroli Boromei*. V povodí se též těžil magnetit a hematit ve skarnu v prostoru dolu *Fischer*⁵ prokazatelně od 18. století (Bohdálek et al. 2018, 87). Na temeni návrší Scheibe se na hranici povodí nachází rovněž bezejmenné větší sníženiny nad žilami *Caroli Boromei Gang Streichen*, *Unbekannten Gang Streichen* a *Fundgruben Gang Streichen*.

Profil byl vysoký 230 cm (220 cm roku 2020). Archeobotanické a geochemické analýzy byly prováděny na půdním sloupci až od 105 do 195 cm. Horních 120 cm profilu bylo tvořeno navezenou kamenitou haldovinou a drnem. Haldovina tvořila jakýsi násep, snad původně nájezd na dřevěný můstek přes potok. Na bázi profilu se v tmavě šedé (jílovité) jemně písčité vrstvě (191–195 cm) vedle jiných organických dřevěných pozůstatků nacházelo jedlové dřevo kulatého průřezu; dendrochronologicky se jej ale nepodařilo datovat⁶. Radiokarbonová datace uhlíku z vrstvy spadá do let 1270–1375 cal AD. Vyšší vrstvy byly písčitohlinité, různě zabarvené. Z hloubky 179–185 cm byl datován zuhelnatělý makrozbytek do intervalu 1279–1385 cal AD.

Profily Dolina 1 a Dolina 2 (DOL1 a DOL2). Nacházely se v nivě Hamerského potoka⁷ mezi nízkými hřbety Scheibe na severu a Hammerberg na jihu v místě nazývaném Hammerle (od Hammerlehen, díky původní příslušnosti k hamru v zaniklé obci Dolina; k archeologii lokality Crkal 2018, 139–141). Profil DOL2 se nacházel na levobřeží přímo pod čelem odvalu štoly stříbrorudného dolu *Maria*

Kirchenbau, 50 m po proudu od stanoviště rudné stoupy patrně na Mashauerově montánní mapě z roku 1720 (NA Praha, SMP, 899, B IV 4). Podél lesní cesty vedoucí kolem ústí těchto dolů byly při terénní prospekci nalezeny na dvou místech nevelké kumulace strusky (kód DOL3 a DOL51) doprovázené středověkou keramikou druhé poloviny 13. až 14. století. S největší pravděpodobností nejsou původní, ale byly sem ale transportovány z hamru v intravilánu Doliny (DOL1), patrně při opravách cesty (Crkal 2018, 143). Výše proti proudu se nacházely na obou návrších doly sledující polymetalickou tzv. Vismutovou žílu (*Wismuthgang*) a ještě výše na skarnové čočce osada a doly Orpus (dnes Mezilesí) zmiňované již roku 1449 (NA Praha, DD 61, p. 366–367). Pod *Novou vizmutovou štolou* byla ve vzdálenosti 800 m vzdušnou čarou od profilu DOL2 nalezena strusková halda neželezných strusek vzniklých druhotným přetavením starších strusek doprovázená novověkou keramikou (kód DOL21). O dalších 200 m dále proti proudu byla při povrchovém průzkumu nalezena hrázka starší blíže nedatované vodní nádržky (nezachycené ale již na mapách z 18. století), obsahující železářskou strusku (DOL23). Výše proti proudu se nacházely nedatované železářské strusky již nad osadou Orpus (DOL 30). Další struskové haldy měly být použity při stavbě hráze vodní nádrže v Orpusu roku 1908.⁸ Písemné prameny zmiňují stavbu (železářské?) huti v Orpusu až roku 1622 (Crkal 2018, 144). Profil DOL1 mohl být ovlivněn ještě ústím štoly *Baumgartner* na Hammerbergu a šachtovým tahem *Wenzel* na Scheibe.

DOL1 je západním profilem kopané sondy, DOL2 vznikl začístěním výsepního potočního břehu. Zvrstvení obou 1 m vysokých profilů je velmi podobné. Horních 50 cm tvoří koluvium, prostřední část aluviální písky a spodní vrstvu organika. V profilu DOL1 se roku 2020 jednalo o gytiju s dobře dochovanými větvemi a šiškami na bázi profilu roku 2016 byla na samé bázi profilu zachycena ještě tenká vrstva s nerozloženými větvemi a šiškami. Datace je inverzní. Vrstva 96–100 cm má v zásadě novověkou dataci 1450–1630 cal AD, vyšší vrstva 79–85 cm 1412–1445 cal AD.

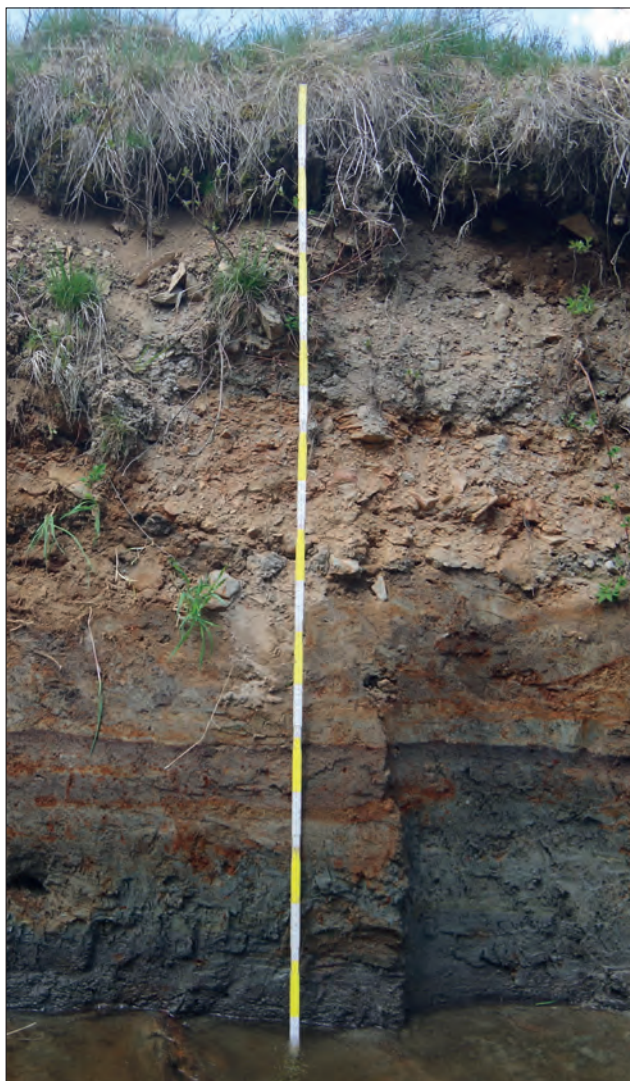
V profilu DOL2 je pod gytijou je od 85 cm níže dochována ještě vrstva málo rozložené zrašeliněné vegetace s dřevěnými makrozbytky. Z této nižší vrstvy (92–98 cm) pochází datace 420–552 cal AD a 922–1030 cal AD. Vrstva by mohla podle archeobotanické analýzy být pozůstatkem původního lesa (Kočár et al. 2018, 54). V hloubce 85 cm, na rozhraní s vyšší vrstvou byla nalezena novověká keramika. Tomu odpovídá radiokarbonová datace z hloubky 68–74 cm (1667–1949 cal AD).

5 První zmínka o těžbě na ložisku je z roku 1706, kdy zde byl v provozu důl *Johannes am Berg* (Müller 2001, 87)

6 Vzorek MA: 165211, MAD: 712. Dataci dřev z profilů z roku 2016 prováděl T. Westphal z Curt Engelhorn Zentrum Mannheim. Všechny výsledky byly negativní.

7 Na mapách dnes chybně veden jako Přísečnice.

8 Zrušena byla kvůli kontaminaci těžkými kovy v 90. letech 20. století.



Obr. 11. Profil Přísečnice byl v horní části tvořen haldovinou. Spodní aluviální vrstvy datované do středověku byly kontaminovány těžkými kovy v důsledku těžby polymetalických ložisek.

Fig. 11. The upper part of the Přísečnice profile was formed of mining heap material. The lower, alluvial layers, dating back to mediaeval times, were contaminated by heavy metals as a result of mining polymetal ore deposits.

Profil Výsluní na Pruněrovském potoce

Profil Výsluní (VYS) byl začištěn a vzorkován jako zastupce čistě agrárního kontextu. Nachází se na severním břehu Pruněrovského potoka v takzvaném Hadím údolí, pod novověkou pilou a těsně pod začátkem náhonu novověkého mlýna Fleckelmühle ležícího dále po proudu. Od jihozápadu sem dohánějí mezní pásy náležící ve středověku plužině vsi Sobětice. V novověku bylo do plužiny Sobětic vloženo hornické městečko Výsluní. Nejbližší štola se nachází až několik set metrů dále po proudu. 1 m vysoký profil sestával od 60 cm níže z prachové a na bázi písčité šedé vrstvy, datované v hloubce 86–92 cm do intervalu 1266–1293 cal AD. Vyšší vrstvy, s vysokým obsahem dřev jsou novověké (v hloubce 56–62 cm datované 1463–1633 cal AD). Mohou souviset s činností pily.

ANALÝZA KOVÁŘSKÉHO A HUTNICKÉHO ODPADU

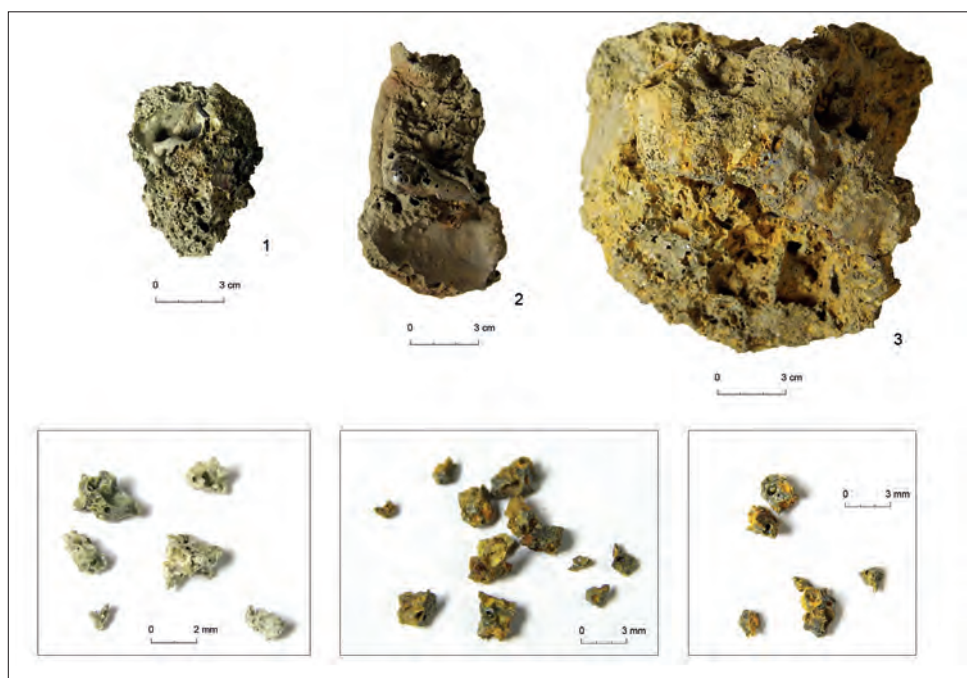
Metoda

Makrostrusky větší než 3 cm viditelné při začišťování profilu byly odebírány v terénu. Vzorky sedimentů z vybraných vrstev byly odebírány v množství 0,25–6 l. Mokřým síťováním byl oddělen sediment s částicemi většími než 0,5 mm, z jemnější frakce byly magnetem ještě v mokřém stavu extrahovány magnetické částice (srv. Houbrechts et al. 2020). Po usušení byla hrubá frakce rozdělena síťováním na částice o velikosti 0,5–4 mm, 4–8 mm a nad 8 mm. Z částic nad 4 mm byly strusky vybírány a počítány bez použití optiky. Vzhledem k malému množství strusek této velikosti byly tyto dvě velikostní kategorie při vyhodnocení sloučeny do jedné. Z frakce 0,5–4 mm byla pomocí magnetu s odtrhovou silou 160 kg extrahována magnetická frakce. Strusky byly počítány pomocí optického mikroskopu v odraženém světle při zvětšení 1×20 v 5 ml objemu sušené magnetické frakce a v 5 ml nemagnetické frakce, pokud to množství materiálu umožňovalo. Počet strusek byl přepočítán na 1 l původního mokřého sedimentu. Přítomnost globulárních a plochých okujů byla pouze evidována, vzhledem k jejich zanedbatelnému množství. Rovněž přítomnost mikrostrusek v magnetické frakci menší než 0,5 mm byla hodnocena pouze semikvantitativně. Vzhledem k tomu, že jejich výskyt kopíroval četnost nadsítových strusek do výsledků je nezahrnujeme. Výbrusy a chemická analýza nebyly zatím prováděny.

Nálezy

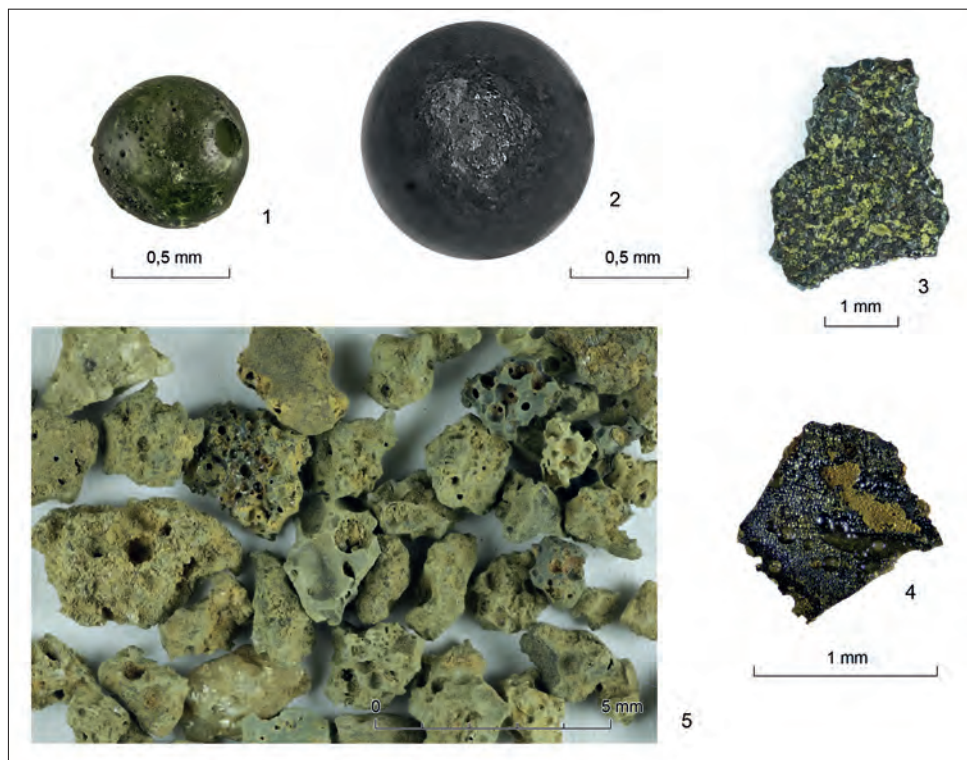
Makrostrusky měly max. rozměr 3 až 13 cm, průměrně 7 cm. 5 z nich bylo zlomky plankonvexních útvarů – tzv. PCB – plano convex bottoms (Pleiner 2006, 112–120), zbytek (28 ks) beztvare struskové koláče. Povrch byl rzivě písčitý, hrbolatý, na lomu byly silně porézní. Jedná se o typické kovářské strusky (obr. 12/3). Struska z nejnižší vrstvy 1020 z profilu Černý Potok 1/2019 byla napěněná, silně porézní, lehká, sklovitá, bílá až šedobílá (obr. 12/1). Pocházela nejspíš z natavené stěny pece či výhně.

V sedimentech byly prokázány sklovité porézní mikrostrusky: bílé, černé a modré barvy, většinou zastižené v magnetické frakci (obr. 13/5). Tyto sklovité fáze strusek bývají přítomny jak v kovářských, tak v hutnických struskách. Sporné byly ohlazené zlomky rzivě písčitého povrchu v magnetické frakci, které mohly představovat zlomky zvětralých kovářských strusek. Kovářské, hutnické strusky z přímé výroby železa a vysokopecní, a dále strusky vzniklé natavením stěn jsme v takto malých zlomcích nebyli schopni rozlišit. Dodatečně jsme se pokusili drcením makroskopicky dobře určených strusek získat pro příští srovnávání referenční vzorky. Hutnická struska ze Starého zámku dala porézní zlomky kovového vzhledu (obr. 12/2); kovářská struska z vrstvy 1003 z profilu Černý Potok 1/2019 poskytla obdobné mikroartefakty (obr. 12/3), jen více rzivé; sklovitá struska z vrstvy 1020 z Černého



Obr. 12. Strusky z povodí Černé vody a z nich experimentálně vytvořená drť. 1: napěněná lehká struska z profilu CP 1/2019 (středověká vrstva 1020); 2: hutnická železářská struska ze středověkého hutniště Starý zámek II (sběr z haldy); 3: amorfni patrně kovářská struska z profilu CP1/2019 (středověká vrstva 1005).

Fig. 12. Slags from the WCA of the Černá voda stream, and rubble experimentally made from them; 1: light foamy slag from profile CP 1/2019 (mediaeval layer 1020); bloomery iron slag from mediaeval smelter Starý Zámek II (find from the surface of a slag heap); 3: amorphous, probably smithing slag from profile CP1/2019 (mediaeval layer 1005).



Obr. 13. Mikrostrusky a okuje: 1: sklovitá kulička; 2: globulární okuje; 3: plátková okuje; 4: sklovitý plátek; 5: mikrostrusky.

Fig. 13. Microslags and hammerscales: 1: glassy globule; 2 globular hammerscale; 3: flake hammerscale; 4: glassy flake; 5: microslags.



Obr. 14. Příklad recentních plátkových okují vzniklých u stánku uměleckého kováře.

Fig. 14. Example of recent hammerscales, originated at the stand of a craft forger.

Potoka se rozpadala na kostrovité sklovité porézní zlomky nejlépe odpovídající nejvýraznějším nálezům ze sedimentů (obr. 12/1). Jasně světle modré strusky by měly pocházet z vysokých pecí.

Ojedinele byly nalezeny plátky kovového vzhledu, které mohou být plochými okujemi a to čistě hladkými či s bublinatým povrchem (srv. Dieudonné-Glad et Conte 2011, 5–6; Pleiner 2006, 110–111) (obr. 13/, obr. 14). Vzhledem kovové kuličky jsou globulární okuje vzniklé roztavením rychlým ztuhnutím kovu při kování (obr. 13/2). Nekovovým technogenním nálezem jsou sklovité kuličky nazelenalého až černého zbarvení průměru 1–4 mm a tenké skleněné plátky s tmavým povrchem (obr. 13/1, 4). Domníváme se, že vznikaly podobně jako kovové globulární okuje roztavením a rychlým zchladnutím hmoty při úderu kovářského kladiva, či kladiva hamru na povrch kovaných předmětů, na rozdíl od pravých okují však jsou tvořeny roztaveným křemenem z písku používaného jako tzv. flux: posyp povrchu kovaných předmětů, který je měl chránit před nežádoucí oxidací (k procesu vzniku kovářského odpadu Mc. Donnel 1991). Druhým možným procesem jejich vzniku je vytlačování strusky z železné houby v tzv. primárním kovářství, které ve sledované době probíhalo nejspíše v hamrech. Struska se při úderu mohla roztavit opět za vzniku více či méně sklovitých kuliček (Jouttijärvi 2009, Houbrechts et al. 2020). Tyto nálezy dokládají původ dotyčných vrstev v kovářském/hamernickém prostředí. Faktem ovšem je, že hamry a kovářny byly častou součástí hutí, takže u doprovodných strusek nelze vyloučit ani jejich hutnický původ. Mimoto byly zachyceny též mikroskopické zlomky

artefaktů jako keramiky, skla a cihel, které pomáhají k dataci vrstev.

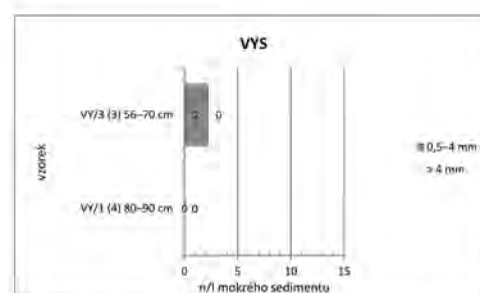
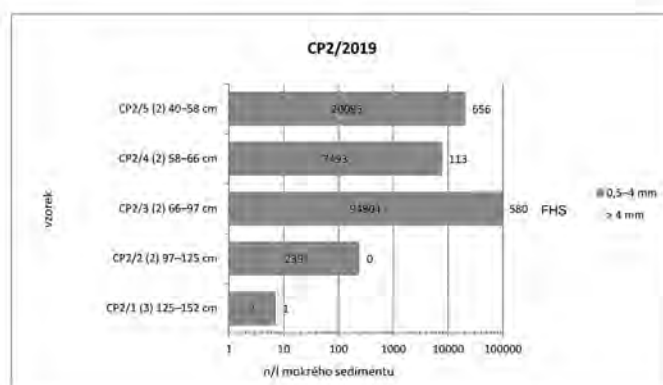
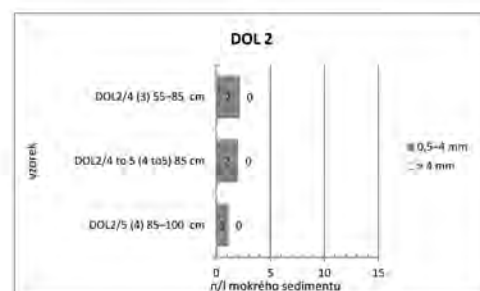
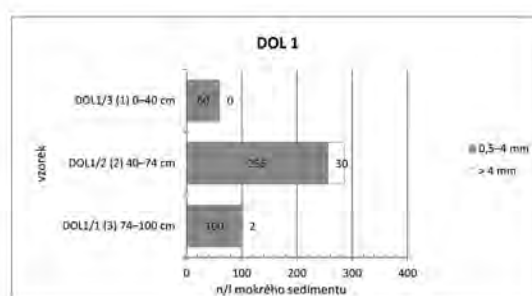
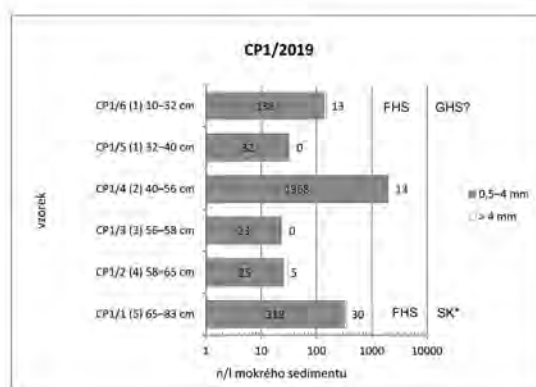
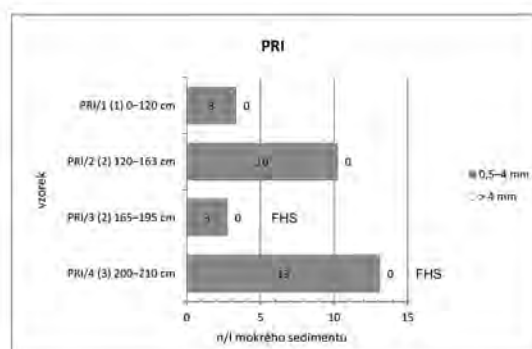
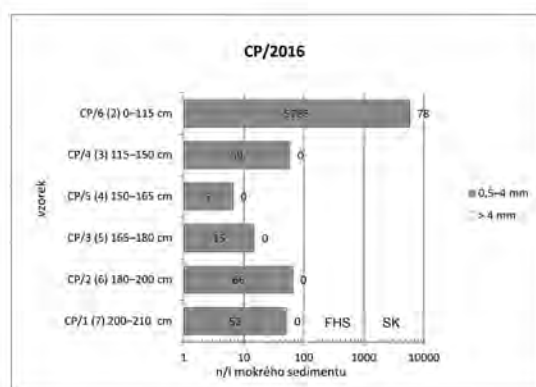
Výsledky a jejich interpretace

Pozoruhodné je, že strusky se nacházely v každém z profilů, a to i v těch, kde makroskopicky nebyly patrné. To dokazuje velkou citlivost metody. Jednotlivé profily se nicméně výrazně odlišovaly co do nasycení vrstev mikrostruskami (obr. 15).

Všechny tři profily na Černé vodě: CP/2016, CP1 a CP2/2019 obsahovaly řádově desítky až stovky strusek na litr již v nejnižších vrstvách, přičemž v technogenních rzič písčitých vrstvách v horní části profilů se jednalo již o řádově tisíce až desítky tisíc. Tyto sedimenty byly tvořeny prakticky čistou struskovou drtí stmelenu na profilech 2/2019 a 2016 železitým výluhem v pevnou hmotu. Profily CP1/2019 a CP2/2019 se nacházejí 100 m po proudu pod novověkou hutí Sorgental stavěnou parně v místě starší zaniklé středověké hutě. Profil CP 2016 400 m po proudu pod středověkou hutí v tzv. Pleilu obnovenou v novověku. Rozdíl mezi oběma místy je v podílu makrostrusek, které byly pozorovány jen v Sorgentalu, zatímco z hamru Pleil na uvedenou vzdálenost již nebyly vodou transportovány. Na druhou stranu železitá technogenní vrstva je patrná na obou profilech, strusková drť se tedy v obou případech v povodí hromadila. Množství mikrostrusek a nálezy strusek již ve středověkých vrstvách v profilu CP1/2019 potvrdily existenci starší hutě a současnost mýcení lesa a hutnické činnosti na počátku dokumentovaného lidského zásahu. Na hutnictví a/nebo kovářství ukazuje i selektivně zvýšené zastoupení výhřevného buku mezi uhlíky (Kočár et Kočárová 2022), který nepatří k dřevinám přímo z nivy ani mezi běžné konstrukční dřevo. Technogenní vrstva v horní části profilu CP/2016 by mohla souviset s obnovením činnosti hutě v Pleilu v novověku.

Profily na Hamerském potoce obsahují strusky v řádu jednotek (DOL1) až stovek (DOL2) s výskytem už v nejnižších vrstvách. Je to citelně méně než pod hamry na Černé vodě. Zdrojem strusek mohly být strusky zavlečené do krajiny podél cesty, či výše proti proudu uložené struskové haldy. Nelze vyloučit, že nálezy strusek souvisí s činností důlní kovářny u dolů *Baumgartner* a *Maria Kirchenbau* nacházejících se bezprostředně u profilu DOL2. Překvapivě je ale v profilu DOL2 méně strusek než ve vzdálenějším DOL1. Profil DOL 1 je datován inverzně, datace výše uloženého uhlíku do první poloviny 15. století ale přeci jen dokládá lidskou činnost proti proudu ještě ve středověku a datace je i v souladu s písemnými zmínkami o těžbě na Orpusu ležícím na témže vodním toku.⁹ Nejnižší vrstva profilu DOL2 se utvářela zřejmě dlouhou dobu (viz radiokarbonová datace báze vrstvy do doby stěhování

⁹ Na rozdíl od strusek u uhlíků velkou vzdálenost profilu od Orpusu jako problematickou nevidíme, protože uhlíky jsou lehčí a mohou plavat na hladině i dosti daleko.



Obr. 15. Počet mikrotrusek a přítomnost okují v jednotlivých profilech a vrstvách.
Fig. 15. Numbers of microslags and occurrence of hammerscales in individual profiles and layers.

národů a její rozhraní k další vrstvě již do novověku). Nelze tedy potvrdit ani vyloučit, zda se v ní strusky začaly objevovat již ve středověku. Původ nevelkého množství strusek v důlní kovárně je pravděpodobný i pro profil PRI na Střelnickém potoce datovaný do středověku. Geochemická analýza ale nevylučuje ani hutnění stříbrných rud. Každopádně jsou tato zjištění důležitou indicií středověké těžby na tomto toku.

Beze strusek je podle očekávání středověká část profilu VYS na Prunérovském potoce, kde hornictví není doloženo.

GEOCHEMICKÁ ANALÝZA SEDIMENTŮ

Metoda

Roku 2016 byly analyzovány vzorky z jednotlivých vrstev, na které byly do plechových krabic odebrané půdní sloupce rozděleny pro účely palynologie a makrozbytkové analýzy. Odběry z profilů roku 2019 (CP1/2019 a CP2/2019) byly prováděny bodově z vybraných vrstev přímo z profilu. Analyzována byla jílová frakce (< 0,1 mm). Po sušení a homogenizaci byly vzorky měřeny stacionárně umístěným pXRF v laboratoři ČGS v Praze (tab. 1).

Obsahy vybraných stopových prvků v geochemických profilech jsou znázorněny pomocí křivek faktorů obohacení (Enrichment Factor, dále jen EF), které vyjadřují poměr obsahu jednotlivých prvků ve vzorcích ve vztahu k jejich regionálnímu geochemickému pozadí. Faktor obohacení (EF) v kovech je indikátor používaný k posouzení přítomnosti a intenzity akumulace antropogenních kontaminantů v sedimentech nebo půdě. Tento index vyjadřující stupeň antropogenní kontaminace se vypočítá normalizací pomocí poměrů obsahů referenčního prvku k antropogennímu kontaminantu vztaženému ke stejnému poměru pro regionální geochemické pozadí. Faktor obohacení (EF), který reprezentuje hodnotu možných přírůstků sledovaných antropogenních kontaminantů ve srovnání s přirozenou koncentrací v povrchové vrstvě pomocí následující rovnice: $EF = [X_{\text{vzorek}}/Y_{\text{vzorek}}] / [X_{\text{n}}/Y_{\text{reg}}]$ (Wu et al. 2014; Muzerengi 2017), kde X je koncentrace prvku ve vzorku; X_n je koncentrace prvku odpovídající koncentraci v místním pozadí, Y je obsah referenčního prvku ve vzorku a Y_{reg} je obsah referenčního prvku v místním pozadí. Jako referenční prvek pro normalizaci je nutno zvolit prvek, jehož obsah je vázán pouze na horninové pozadí a produkty zvětrávání hornin v sedimentech. Typickými prvky používanými v mnoha studiích jsou hliník, titan, yttrium nebo rubidium. Vzhledem ke zvolené analytické metodě i dostupným datům z literatury pro horninové pozadí byl pro tuto práci zvolen hliník. Pro profily CP1/2019 a CP2/2019 byl pro normalizaci zvolen titan, protože hliník nebyl v těchto

vzorcích analyzován. V naší oblasti jde o prvky vázané výhradně na horninové prostředí, jejichž obsahy vykazují ve všech zkoumaných složkách (horniny, mineralizovaná tělesa, strusky, analyzované sedimenty) nejnížší koeficient variability ze všech prvků a významnou měrou se podílí také na složení minerálů tvořících jílovou frakci sedimentů, která byla chemicky analyzována. Za antropogenní kontaminanty byly vybrány prvky, které mají přímou souvislost s těžbou stříbrných rud z místních hydrotermálních žilných ložisek (Bi-Co-Ni-As) a s jejich hutnickým zpracováním - arsen, zinek, olovo, měď. Stříbro bylo v naprosté většině vzorků pod detekčním limitem a jeho obsahy tedy nemohly být pro účely studie použity. Další důležitou vlastností zvolených prvků je jejich relativně nízká mobilita v sedimentech, neboť jsou převážně sorpčně vázány na jílové minerály.

Charakteristické obsahy stopových prvků pro regionální horninové pozadí byly převzaty z práce Kořistkovy (1991; tab. 1)¹⁰ (tab. 2). Pro srovnání byly analyzovány i strusky železářské a z hutnění neželezných kovů a skarny lokální provenience, tato data byla získána v rámci projektu ArchaeoMontan2014 a ArchaeoMontan2018 (tab. 3–5, obr. 16). Pro geochemickou analýzu profilu je znalost obsahu stopových prvků v geochemickém (horninovém) prostředí zájmové oblasti i geochemie mineralizovaných struktur (ložisek) zásadním faktorem, stejně jako hranice spádového povodí příslušné sondy. Jen tak mohou být vyloučeny vlivy přírodních faktorů na zvýšení EF v aluviálních sedimentech a chybná interpretace výsledků.

Ve studii bylo stanoveno pět kategorií hodnot EF, které postihují intenzitu kontaminace (Sutherland, 2000) takto:

- EF < 2 je nedostatek k minimálnímu obohacení
- EF 2-5 je mírné obohacení
- EF 5-20 představuje významné obohacení
- EF 20-40 je velmi vysoké obohacení
- EF > 40 je extrémně vysoké obohacení

Výsledky a jejich interpretace

Mezi jednotlivými profily jsou výrazné rozdíly v hodnotách EF (faktor obohacení – viz výše) pro sledované prvky (obr. 17, 18, 19). Stejně tak se liší absolutní hodnoty EF pro jednotlivé prvky v rámci jednoho profilu, ale jejich lokální maxima se nacházejí přibližně ve stejné hloubce profilu. Většina profilů, až na 3 (PRI, DOL1 a DOL2) má překvapivě nízké hodnoty faktoru obohacení (<5), a to i v místech nevýrazných lokálních maxim.

Z geochemického hlediska byly nejzajímavější výsledky zjištěny v profilech PRI, DOL1 a DOL2. Jejich povodí zahrnují území centrální části stříbrorudného revíru

10 Data zahrnují 9 vzorků biotitu nebo biotiticko-muskovitické ortoruly, 11 vzorků pararuly (2 slidy, biotit), 7 vzorků přechodové horniny slidové břidlice-pararuly a 8 vzorků slidové břidlice (někdy s granátem)

v Přísečnici. Ložisko patří do skupiny hydrotermálních žilných rudních ložisek tzv. pětiprvkové formace jáchymovského typu (Ag-As-Bi-Co-Ni). Předpokládáme, že hlavní stříbrnou rudou byl pravděpodobně argentit. Mezi rudy patřily také ušlechtilé stříbrné rudy (sulfosoli stříbra), které tvoří agregátové srůsty s arsenidy Ni(Co) i bismutem. Lokálně jsou přítomny také běžné sulfidy – zejména pyrit a sfalerit; chalkopyrit, galenit se vyskytují pouze řídce.

Z geochemického hlediska nejzajímavější a velmi náznorný je zejména profil PRI. Výrazné jsou v něm křivky EF arsenu a olova, jejichž lokální maxima dosahují vysokých hodnot (> 20) a velmi dobře tak indikují antropogenní ovlivnění profilu v konkrétní hloubce. V profilu PRI vytvářejí hodnoty EF arsenu 3 zřetelná lokální maxima s hodnotami EF vyššími než 20 (označená 1, 2, 3 - viz obr. 19), pouze maxima 2 a 3 jsou doprovázena také zvýšenými hodnotami EF olova. Výrazně zvýšená hodnota (> 20) olova je pouze u vrcholu 3. Maxima EF zinku nejsou příliš výrazná (EF v rozmezí 5–10) a vyskytují se pouze spolu s maximy 2 a 3 arsenu. Zvýšené hodnoty EF mědi (max EF 10) byly zjištěny také v oblasti maxima 3, obsah mědi byl jinak v ostatních částech profilu a také v jiných profilech pod detekčním limitem. Hodnoty EF v profilech DOL1 a DOL2 jsou nižší než v profilu PRI, lokální maxima sledovaných prvků, zejména As se vyskytují v místech časově sousledných s profilem PRIS.

Je zřejmé, že geochemický záznam těchto tří profilů vyjádřený pomocí křivky hodnot EF odpovídá předpokládaným dvěma hlavním etapám těžby a zpracování rud v povodí ve 13./14. století a v 16. století, jak naznačují lokální maxima EF ve vztahu k dataci vzorků v jednotlivých profilech. Charakteristický je průběh křivky EF arzénu. Nejvyšší hodnoty EF arzénu v nejstarším období odpovídá skutečnosti, že první otvírka rudních žil zasáhla supergenní zónu obohacenou arzenem uvolněným z arzenidů, který je v této zóně často vázán sorpcí na jílové minerály. Významné maximum křivky EF arsenu v období odpovídajícímu 16. století lze přičíst zmáhání starých zabořených děl s jílovitými sedimenty

nabohacenými těžkými kovy a usazenými v důlních dílech a v kombinaci s otvírkou nově nalezených rudních žil. Část kontaminace arzenem může také souviset s pražením rudy, které bylo nutno používat pro Ag rudy s větší příměsí arzenidů. EF olova má lokální maxima v profilech PRIS a DOL2 v různých hloubkách profilu, což může souviset s přemístěním hutnických provozů na různá místa, neboť oba profily mají svá povodí v oblasti ložiska Přísečnice, avšak na jiných tocích a kontaminaci Pb lze spíše přičítat hutnické činnosti než samotné otvírce a těžbě ložiska.

Ostatní profily nevykazují žádnou významnou variabilitu EF křivky. EF jsou obecně nízké, většinou nepřekračují hodnotu 5, žádný vzorek pak hodnotu 10. Navíc zde nejsou žádné výrazné píky. To je překvapivý výsledek v profilech KOV1, ČP/2016, ČP1/2019 a ČP2/2019, které se nacházejí na břehu potoka Černá voda. Na toku se nacházely významné železářny a hutě, které byly v provozu od 13. do 19. století a na několika místech v bezprostřední blízkosti koryta zůstaly dodnes velké haldy hutnické strusky. V povodí byly experimentálně těženy i křemené a fluorit-barytové žíly s možnou, ale pravděpodobně neekonomickou polymetalickou mineralizací stříbrnými rudami. Z geochemického hlediska představují železářské strusky geochemicky fádni materiál (viz tab. 4), oproti horninovému pozadí popř. skarnovým horninám v nich sice dochází k obohacení stopových prvků při tavném procesu, ale ty jsou vázány v silikátové sklovině, odkud se chemicky neuvolňují. Průzkumná a těžební činnost byla v oblasti spádového povodí malého rozsahu, neovlivnila aluviální sedimenty.

Zhruba uprostřed profilu KOV je mírně zvýšené EF olova i zinku, které však netvoří žádné zřetelné lokální maximum. Tento záznam může být interpretován jako odraz báňské činnosti na ložisku polymetalických rud v oblasti Blažejova vrchu (stříbrnosný galenit na dole *Michal*) popř. starších těžebních pokusů v oblasti novodobě těžného ložiska fluoritu Kovářská – U nádraží (rovněž s příměsí polymetalických rud).¹¹

11 Epizodické hutnění kovů z polymetalických ložisek mohlo probíhat v měděném hamru, činném v Kovářské nakrátko po r. 1617 (Kloub 2014, 112).

Tab. 1. Obsah vybraných prvků ve vzorcích (v ppm).

Tab. 1. Content of selected elements in samples (in ppm).

Černý Potok 1/2019 (vzorky ČPSO-1)								Černý Potok 2/2019 (vzorky ČPSO-2)								Kovářská (vzorky Kov)							
vz.	hl. (cm)	Ti	Ag	Cu	Zn	As	Pb	vz.	hl. (cm)	Ti	Ag	Cu	Zn	As	Pb	vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb
1_7	32–40	3 379	x	70	245	33	50	2_6	40–60	5 454	x	39	261	33	62	1	1	66 397			463	32	63
1_6	40–56	3 415	x	43	273	73	50	2_5	60–80	6 234	x	44	256	26	71	5	5	70 904			293	37	69
1_5	56–58	3 523	x	33	230	34	47	2_4	80–90	2 817	x	83	204	22	46	10	10	74 090			318	38	75
1_4	58–65	3 774	x	49	231	84	121	2_3	90–120	4 795	x	71	374	38	118	15	15	75 789			291	36	79
1_3	65–83	3 379	x	41	266	22	57	2_2	120–160	3 656	x	96	418	59	88	20	20	78 238			367	41	86
1_2		3 343	x	41	269	31	59	2_1	160–180	4 016	x	81	372	58	152	25	25	74 958		29	324	43	79
1_1		3 598	x	62	361	46	152									30	30	79 607			259	31	64
Černý Potok/2016 (vzorky Č.P.)								Dolina 1 (vzorky Dolina 1)															
vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb	vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb								
5	5	95464,7			213	28,8	56,6	5	5	85 811	6		189	80	62	40	40	72 970		37	373	43	100
10	10	92545,9			228	28,3	48,5	10	10	86 864	6		194	81	67	45	45	88 900		59	494	55	101
15	15	95604,6			224	28	59,6	15	15	84 449			196	78	61	50	50	77 994			416	48	95
20	20	83849,7			178	49,2	46,4	20	20	91 360	5		201	84	70	55	55	68 932			353	50	101
25	25	71761,6			121	37	50,8	25	25	86 202	7		173	70	59	60	60	75 482			416	45	112
30	30	83599,5			139	13,1	25	30	30	85 566	6		159	73	58	65	65	75 524			387	35	112
35	35	93767,1			187	12,8	32,8	35	35	87 666	5		157	73	47	70	70	71 345			314	60	88
40	40	101442			186	17,4	43,8	40	40	87 728	5		172	96	52	73	73	74 919			289	57	86
45	45	90492			156	12,7	34,6	45	45	86 982	6		166	148	53	76	76	76 608			283	36	70
50	50	93667,3			191	25,1	53,9	50	50	92 153	7		170	41	57	79	79	79 504			287	46	69
53	53	91067,6			225	30,5	64	55	55	94 953	6		175	38	53	85	85	80 969			271	54	74
56	56	96286,8			221	31,6	59,1	60	60	98 654			195	51	68	88	88	84 904			282	56	81
59	59	85906,3			240	28,7	45,2	65	65	96 033	12		217	31	78	91	91	85 557			280	54	64
62	62	90810,8			276	26,5	45	68	68	87 759	8		168	54	58	94	94	91 396			270	27	69
65	65	82499			250	26,2	38,9	71	71	85 812	7		170	111	54	97	97	87 741			244	32	57
68	68	83312			228	29,6	50,8	74	74	92 553	10		198	28	63	100	100	93 763			245	42	66
71	71	86184			248	26,3	48,7	77	77	83 923	6		143	34	50	103	103	96 866			208	36	52
74	74	84064			228	24,8	56,7	80	80	78 846	9		169	63	63	106	106	98 813			237	23	51
77	77	88408,6			248	20,9	56,2	83	83	86 598	13		204	29	70	109	109	96 466			208	22	54
80	80	82946,6			248	25,2	55,6	86	86	86 454	11		168	39	64	112	112	93 867			196	24	48
								89	89	83 176	14		170	30	69	115	115	90 218			198	28	50
								92	92	88 915	8		182	42	65	118	118	92 162			215	19	49
								95	95	89 633	8		217	50	69	121	121	88 507			208	31	44
								98	98	83 400	12		205	55	76	124	124	91 602			206	18	36
																127	127	91 177			208	21	41
																130	130	93 026			247	19	48
																133	133	81 735			180	20	37
																136	136	83 071			126	12	25
																139	139	78 928			90	5	20

Tab. 1. (dokončení) Obsah vybraných prvků ve vzorcích (v ppm).
Tab. 1. (finish) Content of selected elements in samples (in ppm).

Přísečnice (vzorky Přis)								Dolina 1 (vzorky Dolina 2)								Výsluní (vzorky Výsl)							
vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb	vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb	vz.	hl. (cm)	Al	Ag	Cu	Zn	As	Pb
5	105	95 036			297	75	71	2	2	48 160			631	51	42	1	1	68 298			128	39	47
10	110	93 722	7		329	67	124	5	5	83 859			195	67	69	5	5	68 079			147	62	56
15	115	96 107			326	129	85	10	10	90 357			202	71	73	10	10	72 023			110	50	61
20	120	93 442			314	121	97	15	15	85 247	5		162	65	54	15	15	76 326			144	74	71
25	125	98 764	4		311	85	82	20	20	84 213	5		151	69	52	20	20	76 095			147	53	89
30	130	97 608			324	77	80	25	25	87 270	6		171	71	60	25	25	78 717			102	53	55
35	135	90 963	20	53	495	318	318	30	30	82 107	4		119	68	39	30	30	78 031			106	47	46
40	140	100 923	27	155	585	212	433	35	35	85 443			122	53	39	35	35	78 451			98	48	47
45	145	97 916	30	108	337	137	305	40	40	82 667	4		125	83	43	40	40	77 760			104	37	50
50	150	105 486	17	120	493	143	258	45	45	72 379			67	15	28	43	43	76 782			99	68	77
53	153	95 022	6	70	483	140	144	50	50	79 380			98	13	32	46	46	77 193			89	36	39
56	156	92 095			402	139	75	53	53	99 191			209	18	60	49	49	70 280			57	15	33
59	159	96 998			330	84	60	56	56	87 329	5		163	19	74	52	52	73 388			144	30	73
62	162	98 975			358	106	68	59	59	94 740			199	18	63	55	55	78 795			168	15	62
65	165	80 666	5		399	249	78	62	62	97 775			196	17	68	58	58	73 606			153	19	62
68	168	96 355			362	104	85	65	65	90 449	9		251	17	115	61	61	76 505			140	15	63
71	171	91 617			210	55	61	68	68	91 077	13		247	15	133	64	64	82 458			240	96	75
74	174	98 313	5		257	70	79	71	71	85 200	16		235	21	150	67	67	78 972			285	45	78
77	177	105 243			296	84	89	74	74	75 005	19		218	20	194	70	70	89 885			110	28	75
80	180	93 951			240	197	76	77	77	79 374			99	26	80	73	73	93 116			102	33	91
82	182	75 455			272	56	67	80	80	71 355		27	238	23	131	76	76	94 325			75	27	60
83	183	111 498			347	494	98	83	83	74 107			144	16	74	79	79	87 440			72	25	50
86	186	101 658			351	333	84	86	86	79 726			108	12	56	82	82	93 831			71	21	46
89	189	93 378			216	221	71	89	89	71 704			136	13	31	85	85	93 680			65	23	43
								92	92	69 360			166	11	30	88	88	81 254			36	17	28
								95	95	71 427			230	16	34								
								98	98	67 482			165	14	30								

Tab. 2. Obsah vybraných prvků v horninách (v ppm).
Tab. 2. Content of selected elements in rocks (in ppm).

horniny	TiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Rb [ppm]	Y [ppm]	Zr [ppm]	Nb [ppm]	Ba [ppm]
průměr	0,60	15,43	167	36	154	19,00	641,00
medián	0,70	15,21	128	36	167	18,00	770,00
maximum	2,54	21,67	397	51	335	43,00	1393,00
minimum	0,06	12,26	37	5	46	13,00	55,00
standardní odchylka	0,4437	2,2957	95,0656	9,0714	58,0915	5,9741	345,8434
koeficient variability	74,03%	14,87%	56,82%	24,94%	34,74%	31,92%	53,92%
	Sn [ppm]	Ag [ppm]	Cu [ppm]	Zn [ppm]	As [ppm]	Pb [ppm]	
průměr	6	x	15,00	63	15,00	18	
medián	0	x	13,00	57	11,00	14	
maximum	44	x	60,00	162	88,00	62	
minimum	0	x	0,00	0	0,00	0	
standardní odchylka	12,4358	x	15,9641	43,9301	16,8346	15,2589	
koeficient variability	210,27%	x	106,83%	70,27%	114,41%	86,14%	

Tab. 3. Obsah vybraných prvků ve skarnech (v ppm).
 Tab. 3. Content of selected elements in skarns (in ppm).

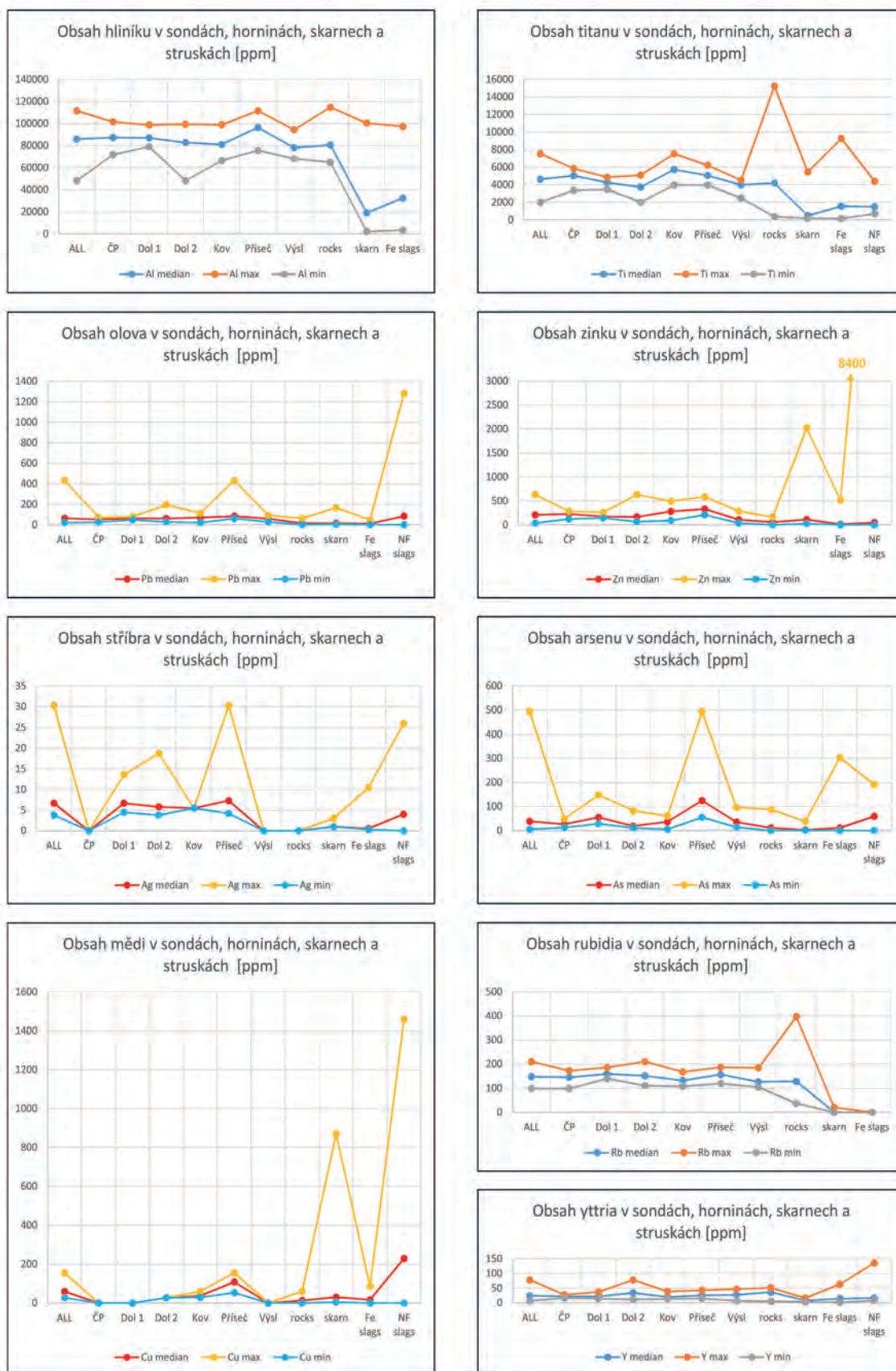
skarny	TiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Rb [ppm]	Y [ppm]	Zr [ppm]	Nb [ppm]	Ba [ppm]
průměr	0,14	5,67	3,00	3,06	26,26	2,68	x
medián	0,08	3,595	0	8	28	2	x
maximum	0,91	18,95	20	16	114	10	x
minimum	0,03	0,4	0	3	0	0	x
standardní odchylka	0,156211	4,710031	4,970883	4,850713	58,83055	2,146071	x
koeficient variability	112,69%	83,01%	165,70%	158,52%	224,04%	80,15%	x
	Sn [ppm]	Ag [ppm]	Cu [ppm]	Zn [ppm]	As [ppm]	Pb [ppm]	
průměr	135,65	1,16	87,35	191,40	2,28	26,87	
medián	92	1	30	111	3	15	
maximum	618	3	870	2020	38	165	
minimum	3	1	5	25	1	5	
standardní odchylka	138,1324	0,446981	162,5529	366,0681	8,812869	34,2738	
koeficient variability	101,83%	38,49%	186,08%	191,26%	386,53%	127,55%	

Tab. 4. Obsah vybraných prvků v železářských struskách (v ppm).
 Tab. 4. Content of selected elements in bloomery slags (in ppm).

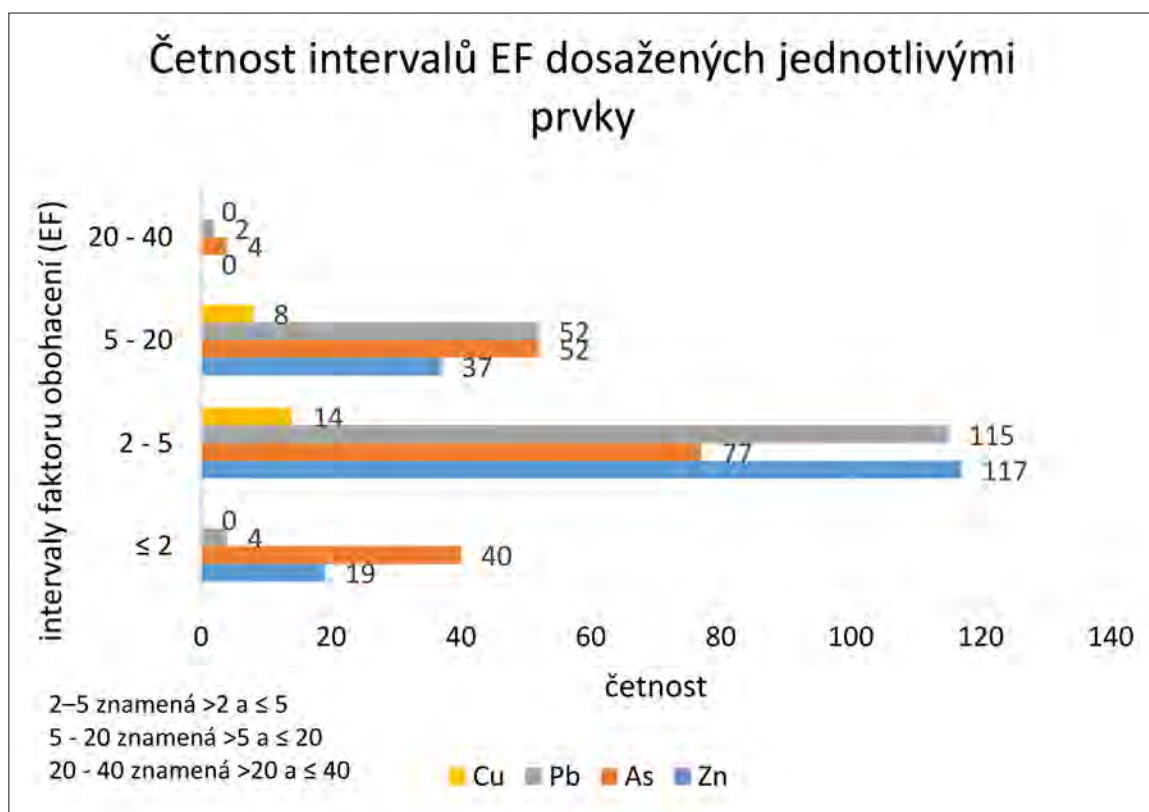
železářské strusky	TiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Rb [ppm]	Y [ppm]	Zr [ppm]	Nb [ppm]	Ba [ppm]
průměr	0,27	5,63	x	19	85	x	671
medián	0,26	6,10	x	14	89	x	644
maximum	1,54	18,39	x	63	231	x	1244
minimum	0,02	0,62	x	1	20	x	65
standardní odchylka	0,199	2,641	x	16,507	35,116	x	317,669
koeficient variability	73,42%	46,93%	x	88,64%	41,54%	x	47,33%
	Sn [ppm]	Ag [ppm]	Cu [ppm]	Zn [ppm]	As [ppm]	Pb [ppm]	
průměr	8	1	10	19	13	3	
medián	0	1	17	14	11	9	
maximum	90	11	86	513	303	48	
minimum	0	0	0	0	0	0	
standardní odchylka	19,120	2,497	25,968	108,982	67,264	12,669	
koeficient variability	241,17%	250,65%	264,11%	564,60%	502,02%	385,84%	

Tab. 5. Obsah vybraných prvků v neželezných struskách (v ppm).
 Tab. 5. Content of selected elements in non-ferous slags (in ppm).

neželezné strusky	TiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Rb [ppm]	Y [ppm]	Zr [ppm]	Nb [ppm]	Ba [ppm]
průměr	0,28	6,52	x	29	84	x	8929
medián	0,25	5,84	x	16	82	x	864
maximum	0,737	12,04	x	135	159	x	84110
minimum	0,117	3,06	x	8	22	x	90
standardní odchylka	0,1338	2,4916	x	31,00887	30,80791	x	19252,65
koeficient variability	47,82%	38,19	x	108,80%	36,52%	x	215,63%
	Sn [ppm]	Ag [ppm]	Cu [ppm]	Zn [ppm]	As [ppm]	Pb [ppm]	
průměr	191	x	392	1381	43	254	
medián	14	4	229	47	59	83	
maximum	2200	26	1460	8400	191	1280	
minimum	0,002	0	0,038	0,39	0,01	0,04	
standardní odchylka	564,2993	x	443,1777	2682,036	48,8045	403,3212	
koeficient variability	295,06%	x	113,03%	194,21%	113,37%	158,78%	

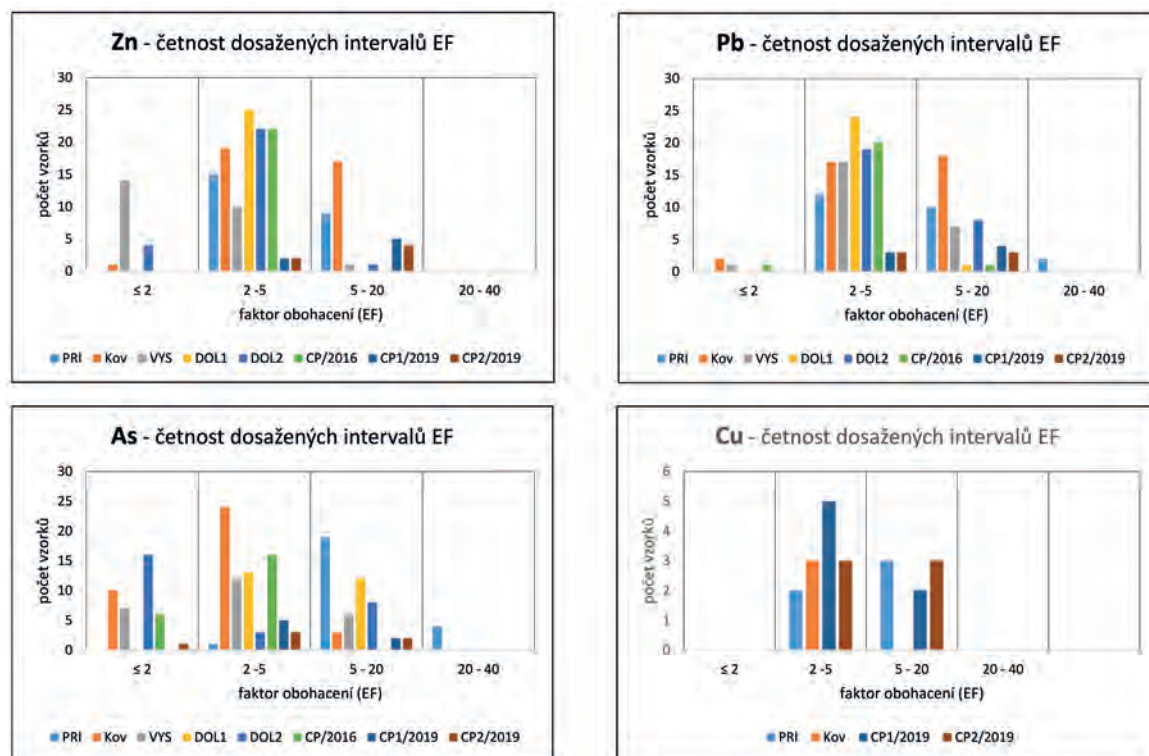


Obr. 16. Obsah vybraných prvků v horninovém pozadí, skarnech, železářských a neželezných struskách.
Fig. 16. Content of selected elements in rocks, skarns, ferrous slags and non-ferrous slags.



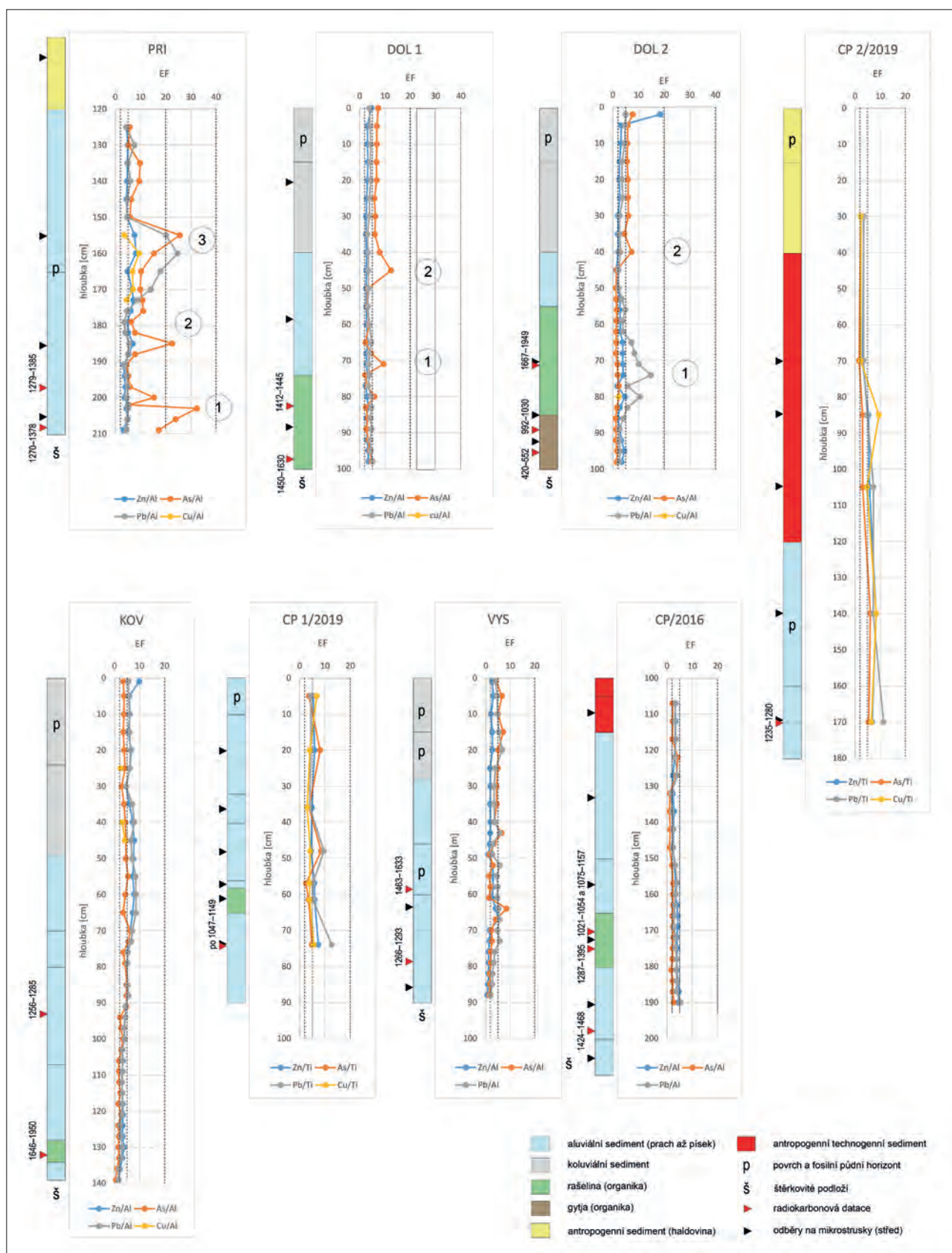
Obr. 17. Četnost intervalů faktoru obohacení dosažených jednotlivými prvky.

Fig. 17. Frequency of enrichment factor (EF) intervals reached by individual elements.



Obr. 18. Četnost dosažených intervalů faktoru obohacení v jednotlivých profilech pro Zn, As, Pb, Cu.

Fig. 18. Frequency of enrichment factor (EF) intervals reached by Zn, As, Pb and Cu in individual profiles.



Obr. 19. Faktory obohacení dosažené Zn, As, Pb, Cu v různých hloubkách profilů. Jako reference jsou použity zjednodušené litologické diagramy.
Fig. 19. Frequency of enrichment factor (EF) intervals reached by Zn, As, Pb and Cu at particular depths of the profiles. Simplified lithological logs were used as reference.

DISKUZE

Cílem studie bylo využití analýzy mikrostrusek a geochemie sedimentů na malých tocích k identifikaci starého hornictví a hutnictví. Problémy starších než vrcholně středověkých datací a převrácené stratigrafie budou pojednány v jiném článku. Rovněž archeobotanický rozbor není předmětem tohoto příspěvku, je ale třeba alespoň upozornit na situaci v profilech CP1/2019 a CP2/2019, která by mohla být dalším dokladem mýcení primárního lesa v montánních oblastech (srv. Kaiser et al. 2020). Nálezová situace je podobná jako u profilu v Koječíně na Českomoravské vrchovině v tom, že se do říčního koryta dostalo velké množství dřeva včetně neodvětvěných kmenů (tam jedle, ve vyšší nadmořské výšce ležícím Černém Potoce smrku), které nebylo jinak využito (Hrubý et al. 2019). Mohlo by to podobně jako v Koječíně svědčit o dostatku dřeva na počátku první hornické periody, kdy k odlesnění někdy docházelo i jen proto, aby se uvolnily plochy pro neagrární provozy. V našem případě pro hutě, resp. možná hornicko/hutnické sídliště (viz výše). Odlišnost lze spatřovat v tom, že v profilech v našem regionu až na DOLII nebyly nikde zachyceny horizonty primárního lesa a samotného mýcení v panenské krajině. Již v nejstarších vrstvách jsou přítomny strusky, pyl žita (Kočár et al. 2018) v CP1/2019 i opracovaná dřeva.

Analýza strusek ukázala velké rozdíly mezi profilem v různých povodích. Otázkou je, jaké množství považovat za potvrzení hutnické či intenzivní kovářské produkce. Kromě nejnížší, středověké vrstvy v agrárním kontextu profilu Výsluní se strusky vyskytovaly všude alespoň v minimálním množství. U velmi malých obsahů (DOL2, VYS – horní část) ale nelze vyloučit, že se sem dostaly spolu se svahovinami, které v montánních revírech mohly být struskami nasyceny díky jejich záměrnému nebo náhodnému transportu po celé krajině (při zpevňování cest, náhodným způsobem třeba ze dvora hamru při hnojení apod.) Řešením této otázky by byla analýza svahovin v okolí toků. V mokřím měkkém sedimentu je v případě jednotlivých zlomků strusek také možný vertikální transport například při bioturbacích. Pro odhad zdroje strusky je důležité, z jaké vzdálenosti mohly být strusky dané velikosti (nad 1 mm) transportovány. Množství, velikost usazených strusek v daném místě a vzdálenost transportu vodním proudem jistě závisely na rychlosti toku, která se dá odhadnout z velikosti doprovodného sedimentu. V hrubých rysech lze postihnout, že se vzdáleností od hamru/huti množství strusek poněkud klesá (v ČP/2016 400 m od hamru je jich celkově méně než v profilu CP2/2019 100 m od hamru). Skutečně masivní je její výskyt v novověkém odpadu z vysokých pecí a hamrů (tisíce až desítky tisíc/l), menší ve středověkých vrstvách (desítky až stovky/l). K opatrnosti by mělo vést srovnání sousedních profilů: DOL1 s DOL2 a CP1/2019 s CP2/2019, které vykazují různé hodnoty. Je to dáno pravděpodobně tím, že vrstvy podobných hloubek i na sousedních profilech nejsou ve skutečnosti úplně současné. Jednotlivé vrstvy se

navíc mohly ukládat různě rychle. V případě vzniku tůň se koryto mohlo rychle zaplnit i v krátkém časovém úseku a je věcí náhody jak intenzivní v té době byl vklad hutnického/kovářského odpadu. Z metodologického hlediska je nevýhodou naší studie, že jsme mezi mikrostruskami nerozlišovali strusky kovářské, hutnické z přímé výroby železa a vysokopecní, třebaže by to v tak zlomkovitém materiálu bylo obtížné. Vzhledem k velmi malé četnosti okují je jejich zachycení v uvedeném objemu vzorků věcí náhody. Jakkoliv tedy jejich nález potvrzuje kovářství, jejich absence mnoho neznamená.

Nejvýraznější geochemický záznam vyjádřený křivkou EF byl zjištěn v sondě PRI a méně výrazné, avšak také zřetelné, ale zčásti geochronologicky odlišné k záznamu ze sondy PRI, jsou záznamy z profilů DOL 1 a DOL 2. Společnou geochemickou korelaci ve vztahu ke geochronologii vykazují zejména profily PRI a DOL 2. Všechny tři profily leží v centru Přísečnického rudného revíru. Přísečnické rudní žíly patří tzv. pětiprvkové formaci Ag-Bi-Co-Ni-As rud, jejichž typickou součástí jsou ušlechtilé (bohaté) rudy stříbra (argentit a sulfosoli stříbra s obsahy 60–87 % Ag), které jsou v paragenezi s arzenidy niklu a kobaltu a ryzím bismutem. V revíru je toto zrudnění vyvinuté v naprosté převaze v žilách severojižního směru, jak naznačují i směry jednotlivých tahů pinek a odvalů. Podřízeně a pouze lokálně se vykytují také rudy polymetalické (Pb-Zn-Cu) formace na východozápadních (jižních) žilách.

Nejbohatší stříbrné rudy byly vyvinuty na křížení severojižních a východozápadních žilných struktur. Je tedy zřejmé, že těžbou byly zasaženy v místech křížení rudních žil obou směrů i supergenní zóny východozápadních žil (v místech křížení) a do sedimentů tedy došlo i k uvolnění olova a zinku, které jsou na žilách pětiprvkové formace nepřítomné, nebo se vyskytují jen vzácně.

3 lokální maxima sledovaných prvků, z nichž nejvyšší hodnoty EF vyazuje As lze interpretovat jako projevy počátků jednotlivých historických období těžby ložiska. Geochemicky záznam odráží narušení supergenní připovrchové části rudních žil, kde byly primární rudní minerály alterovány do podoby sekundárních minerálů stříbra, arzenu, zinku a v případě přítomnosti měděných a olověných rud (polymetalická formace) také olova a mědi. Při moderních geologických výzkumech nebyla sekundární mineralizace popsána, neboť tyto práce byly zaměřeny především na hlubší, starší těžbou nedotčené části rudních žil a svrchní části historických prací nejsou v současné době přístupné. Podrobnější výčet supergenních minerálů je uveden pouze v práci Lozavogové (1903). Pestrá parageneze zde uvedená potvrzuje interpretaci geochemického záznamu jako projevu otvírky ložiska v několika etapách historické těžby.

S výjimkou zmíněných tří profilů z oblasti povodí drénujících území žilného ložiska Přísečnice (PRI, DOL1 a DOL2) je geochemický záznam ostatních profilů nevýrazný. To překvapuje zejména v protoindustriální krajině údolí Černé vody, kde sedimenty obsahují velké množství strusek a struskové haldy po hutnění železných rud jsou

situovány prakticky na březích toku. Tato skutečnost, jak bylo výše naznačeno, velmi dobře ilustruje fakt, že vzhledem k fádňimu geochemickému charakteru místních primárních železných rud (magnetit, hematit) jsou i železářské strusky geochemicky fadní a i když dochází k určité koncentraci stopových prvků ve struskách při hutnickém procesu (viz srovnání obsahů stopových prvků ve skarnech a struskách na obr. 16), jsou tyto prvky chemicky pevně vázány ve sklovité fázi strusek a nedochází k jejich geochemickému uvolňování do přírodního prostředí a sorpci těchto prvků na jílovou frakci. V případě profilů CP1/2019 a CP2/2019 byly zvoleny pro jednotlivé vzorky příliš vysoké mocnosti (kolem 10 cm ze středu širších vrstev), což zřejmě vedlo k určité homogenizaci. Celkově jsou však hodnoty EF jednotlivých prvků v těchto profilech velice nízké, což platí i pro profil CP/2016 odebraný na stejném toku relativně blízko proti proudu, ve kterém byl dodržen interval vzorů 5 cm. Ve srovnání s toky, v jejichž březích byly situovány sondy PRI, DOL1 a DOL2 je také povodí Černé vody daleko rozsáhlejší a celkově je tok výrazně vodnatější. Sedimenty v místech sond tu mají dominantně povodňový charakter na rozdíl od krátkých a méně vodnatých povodí sond PRI, DOL1 a DOL2. Charakteristickou vlastností povodňových sedimentů je, že bývají střídavě akumulovány a denudovány a často i přemísťovány v rámci jednotlivých úseků vodního toku. To může částečně homogenizovat nebo pozměnit geochemický záznam. Navzdory uvedeným metodologickým problémům je ale zjevné, že železářství a obecně hutnictví železa zanechává jen nepatrnou geochemickou stopu v sedimentech vodních toků; a jednoznačným dokladem této činnosti pak zůstává přítomnost mikrostrusek v říčních sedimentech.

Geochemický záznam v žádném z profilů neindikuje ale ani hutnění stříbrných rud. Jak jsme uvedli výše, lze v revíru poněkud překvapivě maxima olova (a dalších v oblasti vzácných kovů: zinku a mědi) vysvětlit nejlépe paragenezí ložisek, která je pestřejší, než jak se o ní dosud uvažovalo. Není tedy třeba maxima olova v profilech považovat za doklad zolovňování rud při tavení. Proti hutnictví na přítocích Přísečnice také svědčí, že žádné středověké neželezné strusky nebyly dosud na tomto území nalezeny (a s výjimkou přetavovaných strusek - lokality DOL25 vlastně ani novověké). Za hlavní zdroj kontaminace v sedimentech vodních toků lze proto považovat především hornickou činnost a úpravu rud barevných kovů. Otvírkou ložiska (i opakovanou po přerušení) a drcením rud dochází k nárazovému uvolňování prvků geochemické aureoly ze zvětrávací zóny ložisek a při úpravě (drcením, promýváním a pražením) také k uvolňování těžkých prvků (arzén, zinek i olovo) do sedimentů vodních toků ve spádovém povodí.

ZÁVĚRY

Geochemie břehových sedimentů a analýza mikrostrusek jsou užitečným nástrojem pro průkaz regionální těžební a úpravnické činnosti ovlivňující přesně vymezené povodí

odběrových míst. Interpretace výsledků dává nejlepší výsledky, pokud jsou geochemická pozorování konfrontována a kombinována s výsledky jiných přírodních vědních metod, např. datování mikrouhlíků, palynologie spolu s historickými poznatky, archeologickými nálezy a dobrou geologickou znalostí zkoumané oblasti. Může sloužit jako první krok k identifikaci nadějných oblastí vhodných pro podrobnější povrchový průzkum s cílem nalézt zdrojové lokality.

Z geochemického hlediska můžeme konstatovat, že použití faktoru obohacení (EF) založené na dobře zavedených znalostech místních geochemických horninových vzorů je velmi cenným nástrojem pro interpretaci dat. Antropogenní kontaminace je obvykle pozorována na základě několika vybraných prvků s ohledem na místní typ mineralizace. Faktor obohacení tak umožňuje odlišit antropogenní a přírodní původ zvýšené koncentrace vybraných kontaminantů v geochemickém profilu. Je zřejmé, že geochemické záznamy v oblasti sedimentů jsou také zřetelně projevem báňské činnosti a zčásti možná i úpravy rud barevných kovů, těžba ani hutnictví geochemicky fadních železných rud se v geochemickém záznamu neprojevují, a své stopy zanechávají v podobě mikrostrusek, které však neovlivňují složení jílové frakce sedimentů, která je chemicky analyzována.

Z výsledků je také patrná nutnost komplexního zpracování odebraných vzorků. Bez příslušné datace nelze přiřadit lokální maxima v geochemickém profilu příslušnému období. Hutnictví železa a těžba železných rud nezanechává zřetelné geochemické stopy, jejich přítomnost lze doložit pouze důkladným mineralogicko-petrologickým výzkumem odebraných vzorků. Pomocí těchto rozborů byla zjištěna přítomnost mikrostrusek v určitých vrstvách profilu, což prokazuje intenzivní hutnictví železa v zájmové oblasti, které bylo pro zájmové území velmi typickou činností, která probíhala nezávisle na těžbě a zpracování stříbrných rud a na rozdíl od této činnosti nezanechala stopu v geochemickém záznamu v profilech.

Významným příspěvkem k poznání regionu je především datace prvního masivního lidského zásahu do krajiny v období nejdříve od druhé třetiny 13. století. Sporná starší radiokarbonová datace by měla být doplněna dalšími odběry a sběrem dalších proxy-dat k případným méně intenzivním lidským aktivitám ve starší minulosti. Prostřednictvím analýzy profilu na Střelnickém potoce (PŘI) se podařilo vytipovat druhé ve středověku těžené stříbrorudné ložisko, vedle dosud potvrzeného na Kremsigeru. Z hlediska vývoje sídelní sítě v hornickém regionu to znamená, že vedle hornického sídliště na Kremsigeru fungovala i Přísečnice jako skutečné hornické městečko, a ne jen jako administrativně-zásobovací centrum oblasti. Dosavadní průzkum nenalezl v revíru žádné signifikantní stopy po hutnění stříbra ve středověku ani v novověku. Závěry zatím potvrzují domněnku, že hutnictví stříbra bylo centralizováno do hutě/hutí v blízkosti vlastní Přísečnice, do míst zatopených dnes stejnojmennou vodní nádrží.

PODĚKOVÁNÍ

Analýzy byly prováděny v projektech ArchaeoMontan, ArchivNet podporovaných EU v programu přeshraniční spolupráce Česko/Sasko. Díky patří také Petru Hrubému, Liboru Petrovi a Petru Kočárovi, Martinu Volfovi, Marku Kasprzakovi a Michalu Łopuchovi, kteří se odborně podíleli na odběrech a analýzách profilů. Dále pak Janě Šilové a Martinu Šilovi za poskytnutí zázemí při výzkumu. Za poskytnutí podkladů ke geologické mapě děkujeme Janu Budovi.

PRAMENY

- AČ II: Archiv český, čili, Staré písemné památky české i moravské, sebrané z archivů domácích i cizích. Díl II. Ed. F: Palacký (Praha 1842).
- KOČÁR, P. et KOČÁROVÁ, R. (2022): Černý Potok (okr. Chomutov). – Zpráva o Archeobotanické analýze. Archiv ÚAPPSZČ, v. v. i. Most: čj. 2383/2022.
- KOŘISTKA, J. (1991): Distribuce chemických prvků ve vrtu K-1/88, geochemické studium hornin vrtu a okolí. – Ms. [Diplomová práce PfUK, depon. in.: Geofond Praha. Praha, č. P075239].
- KYNCL, T. (2020): Zpráva o dendrochronologické analýze. Černý Potok 2019. Archiv ÚAPPSZČ, v. v. i. Most: čj. 2036/2020.
- NA PRAHA, DD: Národní archiv Praha, fond Desky dvorské.
- NA PRAHA, ČG-L: Národní archiv Praha, fond České gubernium, Listy.
- NA PRAHA, SMP: Národní archiv Praha, Sbirka map a plánů.

LITERATURA

- BÍLEK L., JANGL J. et URBAN J. (1976): Dějiny hornictví na Chomutovsku. Chomutov.
- BALÁŠOVÁ M. et BURGHARDT I. (2014): Neznámá listina z roku 1339 jako nejstarší písemný doklad o těžbě stříbra v českém Krušnohoří. Eine unbekannte Urkunde aus dem Jahr 1339 als ältester schriftlicher Nachweis von Silberbergbau im böhmischen Erzgebirge. – In: SMOLNIK R. (Hrsg.): ArchaeoMontan 2014. Ergebnisse und Perspektiven. Výsledky a výhledy. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih., 29. Dresden: 167–180.
- BOHDÁLEK P., CRKAL J., DERNER K., KOČÁR P. et ŠREIN V. (2020): Rudník Chvalata a ti druží. Nové objevy železářských pracovišť 11. až počátku 13. století v Podkrušnohoří. – In: Stříbrná Jihlava 2019 – Acta rerum naturalium, 25: 79–106.
- BOHDÁLEK P., ŠREIN V. et BUDA J. (2018): Geologické poměry a ložiska přísečnické oblasti. Geologische Verhältnisse und Lagerstätten der Region Preßnitz. – In: DERNER K. (2018): 79–105.
- ČERNÁ E. (2016): Středověké sklárny v severozápadních Čechách. Přínos archeologie k dějinám českého sklářství. Mittelalterliche Glashütten in Nordwestböhmen: Beitrag der Archäologie zur Geschichte des böhmischen Glashüttenwesens. Most.
- CRKAL J. (2018): Středověké hutnictví a hamernictví na Přísečnicku. Mittelalterliches Hütten- und Hammerwesen. – In: K. DERNER 2018a: 139–216.
- CRKAL J. et VOLF M. (2014): Počátky města Přísečnice. Anfänge der Stadt Preßnitz. – In: SMOLNIK, R. (Hrsg.): ArchaeoMontan 2013. Krušná krajina. Erz(gebirgs)landschaft. Ore Landscape. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih., 28. Dresden: 95–108.
- CRKAL J. et DERNER K. (2020): Dendrochronologicky datovaná keramika 13. století z Kadaně. – In: TOMKOVÁ K. et VENCLOVÁ N. (eds.): Krajinou archeologie, krajinou skla. Through the Landscape of Archaeology, Landscape of Glass. Praha – Most: 37–54.
- ČERNÁ E. (2014): Archeologie Krušných hor – výpověď hmotných pramenů k dějinám města Přísečnice. Archäologie des Erzgebirges – Aussagen der materiellen Quellen zur Geschichte der Stadt Preßnitz (Přísečnice). – In: SMOLNIK R. (Hrsg.): ArchaeoMontan 2013. Krušná krajina. Erz(gebirgs)landschaft. Ore Landscape. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih. 28. Dresden: 69–82.
- DERNER K. (2018a): Středověké hornictví a hutnictví na Přísečnicku ve středním Krušnohoří. Mittelalterlicher Bergbau und Hüttenwesen in der Region Preßnitz im mittleren Erzgebirge. ArchaeoMontan 5. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie Sachsen, Bd. 68, LfA Sachsen, Dresden.
- DERNER K. (2018b): Středověké dolování v Krušných horách nad Kadaní. Mittelalterlicher Bergbau im Erzgebirge oberhalb von Kaaden. – In: DERNER K. (2018a): 129–136.
- DERNER K. (2018c): Hornické sídliště na Kremsigeru. Die Bergbausiedlung auf Kremsiger. – In: DERNER K. (2018a): 329–379.
- DERNER K. et LISSEK P. (2018): Středověké hornictví v českém Krušnohoří. Mittelalterlicher Bergbau im tschechischen Erzgebirge. – In: SMOLNIK R. et GORYCZKOVÁ N. (Hrsg.): ArchaeoMontan 2018. Das Erzgebirge im Fokus der Montanarchäologie. Krušné hory v centru zájmu montánní archeologie. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih. 32. Dresden: 209–240.
- DIEUDONNÉ-GLAD N. et CONTE P. (2011): Smithing at the priory of Lavinadière, Corrèze, France, 13th and 16th centuries. – Historical Metallurgy, 45(1): 1–7.
- GEUPEL V. et HOFFMANN Y. (2018): Archäologie und Baugeschichte des ehemaligen Benediktinerklosters Chemnitz. Die Ausgrabungen im Schlossbergmuseum 1981–1983. Dresden.
- HOUBRECHTS G., PETIT F., NOTEBAERT B., KALICKI T. et DENIS A.-C., (2020): Microslag as a stratigraphic tracer to quantify floodplain processes (Lienne catchment, Belgium). – Geomorphology 360. DOI: 10.1016/j.geomorph.2020.107166

- HRUBÝ P. (2019): Metalurgická produkční sféra na Českomoravské vrchovině v závěru přemyslovské éry. – *Spisy Masarykovy univerzity v Brně, Filozofická fakulta = Opera Universitatis Masarykianae Brunensis, Facultas philosophica*; 487. Brno.
- HRUBÝ P., HEJHAL P., MALÝ K., KOČÁR P. et PETR L. (2014): Centrální Českomoravská vrchovina na prahu vrcholného středověku: archeologie, geochemie a rozbor sedimentárních výplní niv. Central Bohemian-Moravian Highlands on the threshold of the High Middle Ages : archaeology, geochemistry and the analyses of alluvial sediments. – *Spisy Masarykovy univerzity v Brně, Filozofická fakulta = Opera Universitatis Masarykianae Brunensis, Facultas philosophica*; 422. Brno.
- HRUBÝ P., KOČÁR P., MALÝ K. et TĚSNOHLÍDEK J. (2019): Středověká úprava rud u Koječína na Českomoravské vrchovině: k poznání technologií produkce stříbra ve státě posledních Přemyslovců. – *Archaeologia Historica* 2019, 44 (2): 949–981.
- JOUTTUÄRVI A. (2009): The Shadow in the Smithy. – *Materials and Manufacturing Processes*, 24/9: 975 — 980.
- KAISER K., HRUBÝ P., TOLKSDORF J. -F., ALPER G., HERBIG CH., KOČÁR P., PETR L., SCHULZ L. et INGO H. (2020): Cut and covered: Subfossil trees in buried soils reflect medieval forest composition and exploitation of the central European uplands. – *Geoarchaeology*, 35: 42–62.
- KLOUB J. (2014): Pozůstatky železářské výroby v údolí Černé vody. Überreste der Eisenproduktion im Tal des Schwarzwassers. – In: SMOLNIK, R. (Hrsg.): *ArchaeoMontan 2013. Krušná krajina. Erz(gebirgs)landschaft. Ore Landscape. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih.*, 28. Dresden: 109–120.
- KLOUB J. (2016): Vývoj Kovářské do poloviny 17. století. – In: RAK P. (ed.): *Comotovia 2015. Chomutov*: 107–134.
- KOČÁR P., PETR L. et KOČÁROVÁ R. (2018): Změny vegetace v hornickém revíru Přísečnice. Vegetationswandel im Bergrevier Preßnitz. – In: DERNER K. (2018a): 47–78.
- LOWAG J. (1903): Die Vorkommen von silberhaltigem Bleiglanz, Kobalt und Nickelerz bei Pressnitz im böhmischen Erzgebirge. – *Öster. Zeitschr. Berg- Hüttenwes.*, 51: 532–534.
- MÜLLER H. (2001): Beschreibung der Grubengebäude im Revier Pressnitz (Lokalitäten Orpus, Graukopf - Hammerberg - Taubenberg, Dörsdorf - Schwarzer Busch, Reichsdorf, Höllberg - Bastelberg - Hassberg). Manuscript Hans Müller, München, Tessinerstrasse 134.
- MÜLLER H., CRKAL J. et URBAN M. (2015): Přísečnice. – In: URBAN M. (ed.): *Horní města Krušných hor. Ústecký kraj*. Sokolov: 244–271.
- MC. DONNEL G. (1991): A model for the formation of smithing slags. – In: RADWAŃSKI K. (ed.): *From bloom to knife. – Materialy archeologiczne*, 26: 23–26.
- MUZERENGI C. (2017): Enrichment and Geoaccumulation of Pb, Zn, as, cd and Cr in soils near new union gold mine, Limpopo Province of South Africa. – In: WOLKERSDORFER CH., SARTZ L., SILLANPÄÄ M. et HÄKKINEN A. (eds.): *IMWA 2017 – Mine water & circular economy*: 720–727.
- PLEINER R. (2006): *Iron in Archaeology, Early European Blacksmiths*. Praha.
- PŘIBYL M. et VELEBIL D. (2019): Historický rudní revír Přísečnice v Krušných horách - geologické, ložiskové a mineralogické poměry, topografie dolů a historie dolování. Historical ore deposit Přísečnice (Pressnitz) in Krušné hory Mts. (Erzgebirge): geological and mineralogical settings, topography of mines and history of mining. – *Bull. Mineral. Petrolog.*, 27(1, 2019): 172–192.
- STOLZ CH. et MILLER CH. E. (eds.) (2020): *Geoarchäologie*. Springer, Berlin/Heidelberg.
- SEBASTIAN U. (2012): *Die Geologie des Erzgebirges*. Berlin/Heidelberg.
- STANKEVICA K., V.-GAILE Z. et KLAVINS M. (2016): Freshwater sapropel (gyttja): Its description, properties and opportunities of use in contemporary agriculture. – *Agronomy Research*, 14(3): 929–947.
- SUTHERLAND R. A. (2000): Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. – *Environmental geology*, 39: 611–627.
- ŠKVR V. (1975): *Geologie České části Krušných hor a Smrčin*. – Knihovna Ústř. úst. geol., 48. Praha.
- ŠREIN V. (1992): *Skarny Krušných hor*. – Ms. [Kandidátská dizertační práce, Geologický ústav ČSAV, Praha.]
- TOLKSDORF J. F., ELBURG R., HÖNIG H. et KNAPP H. (2015): Geomontanarchäologie: Konzepte und Erfahrungen aus dem Bergbauareal von Niederpöbel. – In: SMOLNIK R. (Hrsg.): *ArchaeoMontan 2015. Montanarchäologie im Osterzgebirge – Montánní archeologie ve východním Krušnohoří*. – Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl. Beih.30. Dresden: 189–205.
- TOLKSDORF J. F. et BERTUCH M. (2018): Die Besiedlungsphasen des Osterzgebirges aus landschaftsarchäologischer Perspektive. Fáze osídlování východního Krušnohoří z pohledu krajinné archeologie. In: R. Smolnik/N. Goryczková (Hrsg.) *ArchaeoMontan 2018: Das Erzgebirge im Fokus der Montanarchäologie. Krušné hory v centru zájmu montánní archeologie. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege (Beiheft 32) (Dresden 2020)* 335–348.
- WU J., TENG Y., LU S., WANG Y. et JIAO X. (2014): Evaluation of soil contamination indices in a mining area of Jiangxi, China. – *PLoS ONE* 9(11): e112917. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112917>
- ZEMÁNEK V. (1959): Skarny v širokém okolí Přísečnice a Měděnce. – *Sborník ÚÚG, oddíl geologický*, 2. díl XXVI.
- SOUCHOPOVÁ V. et MERTA O. (2000): Z historie archeologických výzkumů hutnických dílen ve střední části Moravského krasu. – *Archeologia technica*, 11: 88–89.
- SOUCHOPOVÁ V. et STRÁNSKÝ K. (2008): Tajemství dávného železa: archeometalurgie objektivem mikroskopu, Brno: Technické muzeum.
- TŘEŠTÍK D. (2001): Eine grosse Stadt der Slawen namens Prag – In: P. SOMMER (ed.), *Boleslav II. Der tschechische Staat um das Jahr 1000*, Praha, 93–138.

Železářská výroba v Malé Morávce její surovinové zdroje¹

Iron production at Malá Morávka and its raw material sources

JOSEF VEČEŘA¹, JAN HRUBOŠ², PAVEL MALÍK³, MICHAL ZEZULA⁴,
PETR KOČÁR⁵, ROMANA KOČÁROVÁ⁶, KAREL MALÝ⁷, VIERA VEČEŘOVÁ⁸

¹Česká geologická služba, pracoviště Jeseník, Erbenova 1, CZ-790 01 Jeseník, e-mail: josef.vecera@geology.cz; ²Státní okresní archiv Uherské Hradiště, Velehradská 124, CZ-686 01 Uherské Hradiště, e-mail: hrubos@mza.cz, jan.hrubos@centrum.cz; ³Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě, ul. Odboje 1941/1, CZ-702 00 Ostrava – Moravská Ostrava, e-mail: malik.pavel@npu.cz, zezula.michal@npu.cz; ⁴Archeologický ústav AV ČR Praha, v.v.i., Letenská 123/4, CZ-118 00 Malá Strana, e-mail: kocar@arup.cas.cz; ⁵rkocarova@seznam.cz; ⁶Muzeum Vysočiny Jihlava, p. o., Masarykovo náměstí 1224/55, CZ-586 01 Jihlava, e-mail: maly@mvji.cz; ⁷RNDr. Viera Večeřová - PINKA, 28. října 857/33, CZ-790 01 Jeseník, e-mail: vieravecerova@seznam.cz

Abstrakt: Železářská výroba v prostoru Malé Morávky je doložena poprvé k roku 1579. Nejstarší doly se nacházely přímo v Malé Morávce a na severně ležícím Javorovém vrchu. Význam prudce narostl v době třicetileté války, kdy doly i hutě vlastnil řád německých rytířů. Okolo roku 1876 skončila těžba rud a v roce 1914 i nekonkurenceschopné železářny. Studie věnuje pozornost zvláště dolům na severním svahu Javorového vrchu a míliřistům jihovýchodně od sedla Hvězda. Díky interdisciplinárnímu přístupu (studium archiválií, mineralogie, archeologická sondáž, C14, analýza DMR) se podařilo doplnit doposud neznámé historické informace k provozu dolů i železáren v Malé Morávce i Hubertově, identifikovat druh a kvalitu v železárnách používané železné rudy a poprvé byly doplněny informace k výrobě dřevěného uhlí. S úspěchem přitom bylo využito pozemní laserové skenování k vytvoření trojrozměrných modelů dolů i míliřist.

Abstract: Iron production in the area of Malá Morávka was first documented in 1579. The oldest mines were located at the village of Malá Morávka and on Mt Javorový vrch to the north. Their importance grew sharply during the Thirty Years' War, when the mines and smelters were owned by the Order of the Teutonic Knights. Around 1876, the ore mining ended, and in 1914, also the uncompetitive ironworks terminated. The study pays particular attention to the mines on the northern slope of Mt Javorový vrch and the charcoal kilns southeast of the Hvězda saddle. Thanks to an interdisciplinary approach (study of archival documents, mineralogy, archaeological probes, ¹⁴C, DMR analysis), previously unknown historical information on the operation of mines and ironworks at Malá Morávka and Hubertov was added, the sort and quality of iron ore used in the ironworks was identified, and for the first time, information on charcoal production was added. Also terrestrial laser scanning was successfully applied to create three-dimensional models of mines and charcoal kilns.

Key word: Malá Morávka, Geology, Iron ores, History - Iron ore mines, - Ironworks, - Charcoal, Archeology - Hvězda saddle, Javorový vrch, Digital relief model, Paleocology.

GEOLOGIE

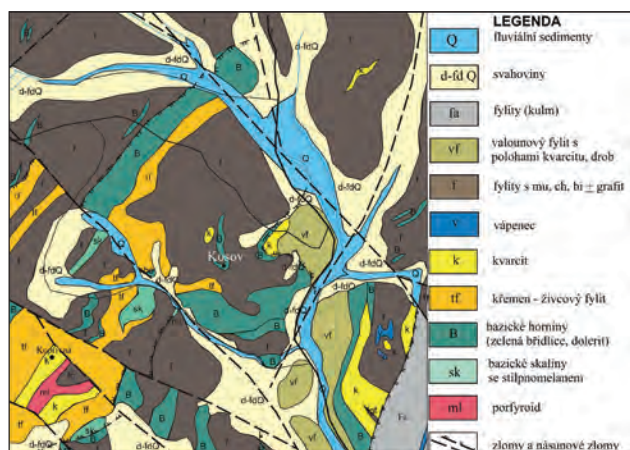
Vznik železáren v prostoru Malé Morávky a Ludvíkova byl podmíněn přítomností kvalitních železných rud. Ty vznikly v systému sedimentačních pánví před 390 mil. lety napříč celou Evropou (od Portugalska a Cornwallu přes Německo, Moravu a dále až k jihozápadnímu okraji Uralu).² Jednotlivé pánve byly během devonu vyplňovány střídavě vulkanickými a sedimentárními horninami, které byly během karbonu a spodního permu zvrátněny. V oblasti Jeseníků tak vznikla vrbenská skupina, která tvoří obal desenské jednotky. Sled hornin začíná drakovskými kvarci-ty. Nad drakovskými kvarci se střídají souvrství převážně sedimentárních hornin (různé typy břidlic a fylitů, často

grafitických) s vulkanickými horninami. Na horniny kyselého vulkanismu (původně ryolity, andezity, keratofyry a jejich tufty) jsou vázány polymetalické rudy, s horninami bazického vulkanismu jsou spojovány výskyty železorudných rud, řazených k exhalačně-sedimentárním ložiskům typu Lahn-Dill.³ Sedimentace je ukončena polohou heřmanovických vápenců, po nichž následuje již kulmská flyšová sedimentace, reprezentovaná jednotlivými souvrstvími (od západu andělskohorským, hornobenešovským, moravickým a hradecko-kyjovickým), které budují Nízký Jeseník a Oderské vrchy.

Prostor Javorového vrchu je tvořen vulkanosedimentární skupinou basického charakteru (metadiabasy a metatufy v různém stupni proměny, zelené až zelenomodré

- 1 Studie vznikla v rámci výzkumné oblasti Industriální dědictví (dílčí cíl Industriální archeologie), financované z institucionální podpory Ministerstva kultury ČR na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace (IP DKRVO).
- 2 Ziegler, P. A. 1988: *Laurussia – the old red continent*. Devonian of the World: Proceedings of the 2nd International Symposium on the Devonian System. Memoir 14, Volume I: Regional Syntheses, s. 15–48.
- 3 Skácel, J. 1966: *Železorudná ložiska moravskoslezského devonu*. Rozpravy ČSAV, Řada matematických a přírodních věd 76 /11, s. 27–33.

chloritické, chloriticko-albitické břidlice, většinou jemnozrnné, místy hrubozrnnější, karbonatizované, prokřemenělé, jemnozrnné kvarcické horniny až jaspilitového typu – „skaliny“ prostoupené velkým množstvím křemenných a křemen-karbonátových žilek místy se sulfidy, především s pyritem). Horniny jsou detailně provrásněné a následně postižené tektonikou s přínosem především křemenného materiálu. Z dalších hornin se nepatrně uplatňují kvarcitty, často živcové (při východním úpatí) a dále porfyroidy, tvořící ložní pásmo při severozápadním okraji basické skupiny, na které jsou vázány indicie barevných kovů.⁴ Hlavní dobývky jsou založeny v silně vápnitých horninách (obr. 1). Základní hmota je světlezelená, tvořená převážně fylosilikáty (chlorit, sericit, biotit), obklopuje pásy nebo čočky šedé karbonátové hmoty. Při výrazném tektonickém postižení tvoří základní hmota tmavozelené až černé ohlazové plochy. Původně se pravděpodobně jednalo o vápnité sedimenty, prokládané četnými vložkami tuftických hornin bazického charakteru. Místy (např. oblast dolu Hedvika) je možno tyto horniny označit již jako příměsmi bohaté mramory, místy se známkami zkrasovatění.



Obr. 1. Geologická mapa oblastí kót Koprivná a Kosov, severně od Malé Morávky (podle mapy 1 : 25000 Opletal, M. a kol. 1987).
Fig. 1. Geological map of the area around Koprivná and Kosov hills, north of Malá Morávka (based on map 1 : 25000 – Opletal, M. et al. 1987).

RUDY

Rudy ložisek typu Lahn-Dill můžeme rozdělit podle minerálního složení na dvě skupiny. První je zastoupena převážně oxidickými rudami s magnetitem a hematitem.

Rudy jsou často prokřemenělé a podřadně mohou obsahovat Fe-chlority nebo karbonáty. Druhou skupinou jsou převážně silikátové rudy, v nichž výrazně převažují Fe-chlority doprovázené často karbonáty.⁵ Pro Fe-rudy moravskoslezského devonu se vžil rozdělení na rudy kyselé, s vysokým podílem SiO_2 a nízkým podílem Fe (hematit, magnetit), a rudy zásadité, tvořené Fe-chlority, magnetitem místy i hematitem a častým karbonátem. Na základě struktury, textury a minerálního složení charakterizoval J. Skácel 13 typů rud, které je možno brát jako krajní členy, neboť blízké typy se vzájemně střídají.⁶ Mnohé z vyčleněných typů se vyskytují pouze v méně metamorfovaném devonském šternbersko-hornobenešovském pruhu, který je vsunut jako šupina mezi mladší hornobenešovské a moravické souvrství. V horninách vrbské skupiny, které jsou postiženy výraznější metamorfózou, převažují typy s hematitem a s přibývajícím metamorfózou směrem k severu přibývá i magnetit. Rudy s Fe-chlority jsou zastoupeny pouze podřadně. Oba typy se vyskytují společně, v nepravidelných, tektonikou rozposunovaných pásmech sv.-jz. směru. Horniny jsou intenzivně provrásněné a ruda je vyhněta do strmých čočkovitých těles nepravidelných tvarů, dosahujících mocnosti až 8 m. Magnetitová ruda je litá až jemnozrnná, mocnosti až několik dm, častěji však tvoří žilky a závalky kolem 1-5 cm. Jen zřídka byly pozorovány reliktů větších krystallů (0,5 mm). Hematitové rudy, doprovázené šedým jaspitem jsou vzácnější.⁷

Martin Kleinwächter rozlišil v prostoru Javorového vrchu rudy vázané na karbonátové horniny (magnetit-ilmenit, magnetit-hematit), jaspility s magnetitem a hematitem, masivní hematit-magnetitové rudy a chlorit-magnetitové rudy.⁸

V oblasti Malé Morávky lze vyčlenit tři hlavní pruhy (obr. 2). Západní se táhne od koryta Bělokaenného potoka přes kótu Javorový vrch (1024 m) na kótu Koprivná. Další pruh probíhá mezi Železným vrchem – Malou Morávkou – Solným vrchem a pokračuje přerušovaně přes Horní a Dolní Moravici, Janovice, Horní Město až po Rudu u Rýmařova. Východní pruh probíhá od Podlesí do prostoru západně od železniční stanice Nová Rudná. Jako zdroj železné rudy pro vysokou pec v Hubertově byly využívány hlavně rudy ze západního pruhu, z oblasti Kosova.

Nejstarší informace o zdejších rudách pocházejí ze zpráv o zkoušení rud z let 1684 a 1689. Rudy byly charakterizovány podle tavitelnosti.⁹

V roce 1767 rozdělovali podle Relace sepsané v Karlově Studánce rudy na kusové šedé, více nebo méně prorostlé

4 Skácel, J. a kol. 1958: *Výroční zpráva o podrobném výzkumu na lokalitě Malá Morávka*. Rukopis. Ústřední ústav geologický Praha.

5 Koutek, J. 1950: *Ložiska železných rud v nemetamorfovaném devonu Moravsko-slezských Jeseníků*. Rukopis. Praha, s. 8–15.

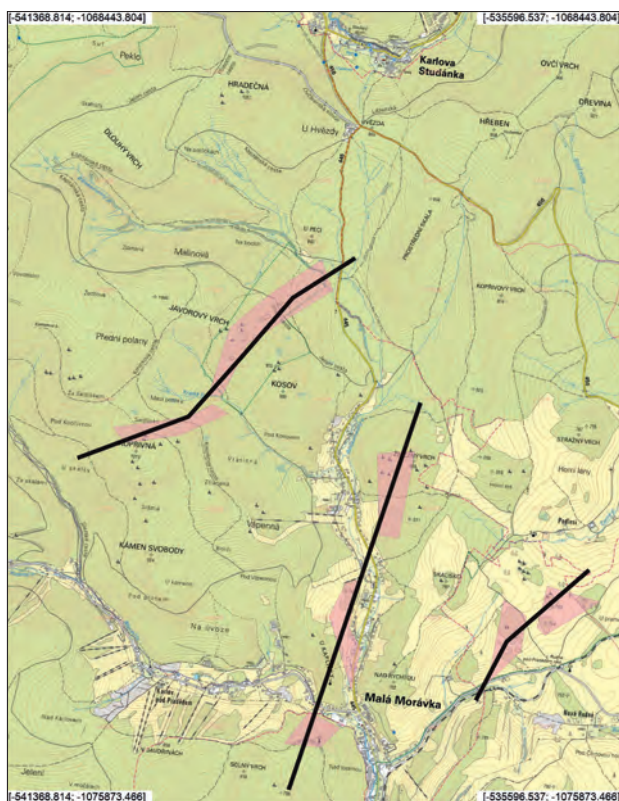
6 Skácel, J. 1966: *Železorná ložiska*.

7 Skácel, J. a kol. 1958: *Výroční zpráva o podrobném výzkumu na lokalitě Malá Morávka*. Rukopis. Ústřední ústav geologický Praha; Skácel, J. a kol. 1968: *Regionální surovinová studie Jeseníků a přilehlých oblastí, část II. – Jeseníky*. Rukopis. Geologický průzkum Ostrava, s. 296–299.

8 Kleinwächter, M. 1982: *Mineralogické studium magnetitu na Javorovém vrchu u Malé Morávky*. Diplomová práce vypracovaná na přírodovědecké fakultě Univerzity Jana Evangelisty Purkyně. Brno.

9 Demčík, Z. 1979: *Železářny v Malé Morávce na bruntálském panství*. Rozpravy NTM sv. 73, Z dějin hutnictví 5, s. 87–89.

ruda	tavitelnost	kvalita %	důl
kusová s vápencem	snadno	40,8	Sv. Řehoř
kusová s vápencem	snadno	31,2; 21,3	Sv. Matyáš
kusová	snadno	27,4	Sv. Lukáš
kusová	těžce bez přísady	23,1	Sv. Lukáš
kusová vláknitá	dobře s přísadou	35,8	Všech Svatých
kusová žlutá	dobře s přísadou	32,2	Všech Svatých
pevná a tvrdá	těžce i s přísadou	25,1	Všech Svatých
kusová	dobře bez přísady	30,2; 27,0	Sv. Šimon Juda
kusová, pevná	dobře s přísadou	35,5+ 39,2	Sv. Jan
kusová	dobře s přísadou	28,4	Sv. Kryštof
kusová	dobře bez přísady	18,1; 37,2	Sv. Kryštof



Obr. 2. Topografická mapa s vyznačenými pruhy s výskytem železných rud u Malé Morávky.

Fig. 2. Topographic map with strips indicating occurrence of iron ore at Malá Morávka.

vápencem, případně křemenem. Těžily se hlavně na Ulrichu (Javorový vrch), byly dobře tavitelné a při těžbě se používalo sázení ohněm. Druhou skupinu tvořily hnědočervené rudy se žlutorezavými okraji a hnědočerná zemitá ruda. Těžily se na obou úbočích nad Malou Morávkou, byly bohatější, ale bez přísad hůře tavitelné. Při těžbě nebylo potřeba používat sázení ohněm.¹⁰ Toto členění odpovídá přibližně dnešnímu rozdělení na magnetitové (šedé), hematitové (červené) a limonitové (zemité) rudy.

Na začátku 19. století těžaři rozlišovali podle zpráv Raa-ba a Aschera několik typů rud hlavně podle vzhledu.¹¹

Schirmigen – prokřemenělá rohovině podobná ruda, tmavomodré barvy, velmi tvrdá, hůře tavitelná, s dobrým obsahem železa. Jedna hýle rudy dávala okolo 8 centýřů litiny. Jméno „Schirmiges Erz“ pochází pravděpodobně od toho, že se při sázení ohněm rozpadala na střípkovitou drť. Na dole Bartolomeus byla nepoužitelná kvůli znečištění křemenem a pyritem. K tavbě potřebuje vyšší teplotu a dává pouze křehké bílé železo. Smíchaná s rudou Sperber ze Simona a Judy a se žlutou rudou z dolu Karolí byla velmi dobře tavitelná. Těžená byla na nadložní i podložní žíle dolu Bartolomeus, Wortgottes a Schlögel, kde převažuje.

Sperber – Jedná se o prokřemenělou rudu „tmavě modré“ barvy s vysokým obsahem magnetitu (pravděpodobně prokřemenělý magnetit až jaspilit). Při sázení ohněm se rozpadala na střípkovitou drť. Používala se jako tavící přísada. Ve starých pecích s nízkým bodem tavby dávala nekvalitní bílou litinu. Jedna hýle rudy dala necelé 3 centýře litiny.

Spiegel Erz – lesklá ruda v křemeni, se těžila v celém revíru, ale výskyty nebyly příliš rozsáhlé a byly vázány na „klufty“ – poruchy s jílovitou drolivou horninou a s přítoky vody. Na dole Hylari tvořila jen slabé odžilky v pevných a částečně drůzovitých křemenných horninách. Z jedné hýle rudy dávala 8–9 centýřů litiny nebo surového železa. Lze ji ztotožnit s hematitovou (spekularitovou) rudou.

Blaue Erz – byla ruda bohatá na železo (obdoba Spiegel Erz), lehce tavitelná, ale litina je velmi bílá a křehká, takže se sama nedala upotřebit. Pražením a několikaletým zvětráním na čerstvém vzduchu byly výsledky o něco lepší. Jedna hýle dávala 4–5 centýřů litiny. Těžena byla na dole Wortgottes (Hauptförderungsschacht), ve střední poloze dolu Bartolomeus, ve štole k dolu Martin, a dolech Simon-Juda, Hedvika, Urlenschacht, Wasserschacht, Christoph-Rochus, Ulrichhäusel, Andreas, Kalkzeche, Caroli, Michael.

Graue Erz – byla šedá ruda, použitelná jako přísada k bohatějším rudám. V pecích vytvářela velmi zpěněnou strusku s velkými praskajícími bublinami a bylo třeba smíchat ji s jinými typy rud, proto o ni v hutích nebyl zájem. Na dole Wasserschacht ji byly dostatečné zásoby a proto zde byly další práce zastaveny.

Fluss Erz – ruda s nízkým obsahem železa, prostoupená tenkými žilkami magnetitu, snad podobná nebo identická s Graue Erz, kde žilovinu tvořil karbonát a ruda v ní byla vtroušena v tenkých žilkách nebo zrnech. Flussersz využívali v hutích jako tavidlo a stejně jako Graue Erz se těžila jen příležitostně, dle potřeby hutí. Těžaři o ni neměli zájem, protože se za ni málo platilo, přičemž její těžba nebyla o nic méně nákladná než těžba hematitové rudy.

10 Demčík, Z. 1979: Železářny v Malé Morávce, s. 74.

11 Zemský archiv v Opavě, fond Velkostatek Bruntál – Akta horní substitute, nesignované doplňky.

Schwarze Erz – těžce tavitelné rudy hnědé až černé barvy. Dle popisu to byla jiná barevná varieta jaspilitů.

Braun Erz – pevná ruda hnědé barvy, někdy s náběhovitými barvami („barvy pavího oka“). Vyskytovala se v okrajových žilách kolem „Spiegelerz“. Ruda byla „podobná rohovině“. Byla samotavitelná, používala se jako tavidlo, struska byla příliš vazká a dělala traskavé bubliny. Při smíchání s těžkotavitelnými rudami nebyla tak škodlivá. Těžila se na dole Wasserzeche, Andreas a Hylari

Gelbe Erz – žlutá ruda v připovrchových částech ložiska (pravděpodobně limonit). Jedna hýle dávala necelé 3–4 centýře surového železa. Těžila se v prostoru dolu Kalkzeche a štolý Karel.

Frischartige Erz – ruda v čerstvém stavu hnědá, velmi písčitá. Těžila se na Předním poli (doly Karl, Ursula, Ludwig).

Sandartige Braun Erz – zvětřalá, pravděpodobně limonitová ruda rozpadající se na písek. Měla slabý obsah železa a poskytovala jen bílou litinu. Těžila se na dole Martin a Andreas

Josef Melion uvádí na základě písemné komunikace s úřadem ludvíkovských dolů a železných hutí přehled dolů, z nichž se zpracovávaly rudy v Ludvíkově a Malé Morávce ve 40. letech 19. století. U každého dolu je uveden typ rudy a jeho kovnatost.¹² K seznamu je potřeba přistupovat obezřetně, neboť jsou zde jmenovány i doly, které nejsou v Malé Morávce. Příkladem může být stříbrnosný galeinit ze štolý Barbara a arsenopyrit ze štolý Lazarus, které se pravděpodobně vztahují k revíru Georg u Suché Rudné.

Z přehledu vyplývá, že byly těženy následující typy rud: magnetitová (Magnetiteisenstein) – s nejvyšším obsahem Fe (53 %) z jižní části revíru Malé Morávky (štola Josefa na Solném vrchu),

spekularitová (blättrige Eisenglanz) – s obsahy Fe od 35 do 49 % se těžila u Nové Rudné (štola Francisci) a na Javorovém vrchu (štoly Hilary a Wortgottes),

hematitová (körnige Eisenglanz) – s obsahy 11–37 % Fe, která byla nejrozšířenější a těžila se v celém revíru Malé Morávky (Solný vrch, Nová Rudná, Malá Morávka-střed, Kopřivná, Javorový vrch). Na Javorovém vrchu jsou zmiňovány, a tedy těžily, doly Bartolomäi (37 %), Ulrichhäusel (27 %), Gallus (16 %), Allerheiligen (21 %), Sarcander (31 %), Simon-Juda (27 %), Hedwig (24 %), Antoni (19 %), Wasserzeche (11 %), Martin (17 %), Kajetan (11 %), Rochus (26 %).

limonitová (Thoneisenstein) – s obsahy 13–31 % Fe se těžila v Malé Morávce (Dominik), na Solném vrchu (Karolina a Florian) a na dolech Methudi a Gabriel nejasné polohy.

Průměrně se z rudy vytavilo 26–28 % železa, k vytavení 100 pfundů (50 kg) surového železa se spotřebovalo 25 kubiků uhlí, z něhož bylo $\frac{2}{3}$ měkkého /dřevěného/ a $\frac{1}{3}$ kamenného.

HISTORIE DOLOVÁNÍ

Archeologický průzkum na území obce Malá Morávka a v jejím bezprostředním okolí, prováděný v roce 1984, prokázal osídlení na 3 lokalitách kolem soutoku Moravice a Bělokamenného potoka přibližně od poloviny 14. století. Nálezy strusky napovídají, že se zde zpracovávalo železo, které se muselo získávat z nedalekého okolí. Prvním prokazatelným záznamem o existenci vsi je vyobrazení tří mlýnů, snad hamrů na železo (Puschmil, Bretmilan der Mor), v místech dnešní obce na mapě bruntálského panství z roku 1579. Vesnice neměla podle mapy jméno a nevedla k ní žádná přístupová cesta.¹³

Počátky dolování v oblasti Malé Morávky můžeme hledat pravděpodobně na počátku 17. století, kdy Hynek mladší Bruntálský z Vrbna začal s výstavbou nového města Vrbna.¹⁴ V červenci roku 1621 získal Malou Morávku společně s celým bruntálským panstvím coby pobělohorský konfiskát po Janu ml. Bruntálském z Vrbna do svého držení řád německých rytířů.¹⁵ Později se zde připomínají doly Heilige Dreifaltigkeit, Kalchzeche a řada blíže nejmenovaných dolů na „Nieder und Ober Orlicht“ (dnešní Javorový vrch). Těžba v nich ovšem nestačila k zásobení třech hutí (dolní hamr, prostřední hamr a horní hamr) v Malé Morávce, zmíněných v urbáři z roku 1618,¹⁶ a musela se dovážet z Horních Životic a z panství Ruda u Rýmařova. Na dopravě železné rudy z dolů do hutí v Malé Morávce se významnou měrou podílelo poddanské obyvatelstvo v rámci potažních robot. Během let 1611–1633 bylo celkově dovezeno ke zpracování okolo 20000 hýlí (1 hýle = cca 250 kg) železné rudy.

Provoz hutí a železorudných dolů nebyvale vzkvétal v průběhu třicetileté války, neboť objem hutní výroby dočasně zvyšovala poptávka po zbraních a střelivu. Kupříkladu v roce 1641 zdejší hutě zpracovaly 4677 hýlí železné rudy, přičemž roční výnos místních šesti železorudných dolů činil dokonce 5632 hýlí. V letech 1648–1650 došlo k útlumu těžby v důsledku poničení hutí v Malé Morávce

12 Melion, J.: 1852: Der Eisenbergbau in den mährisch-schlesischen Sudeten (Klein Mohrau). Lotos 2/1852, s. 107–114. Praha, zde s. 112–113.

13 Hornišer, I. 1997: Archeologické doklady hornické činnosti v Malé Morávce z počátku 14. stol. Sborník Montanisticko-geologická nadace Terra, 3, s. 13.

14 Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft des Deutschen Ordens 1621–1725. Bonn-Godesberg, s. 25.; Novák J. 1980: Rudný revír Andělská Hora. Báňsko-historická studie. Zprávy Okresního archivu v Bruntále za rok 1977, Bruntál, s. 28.

15 Hosák, L. 2004: Historický místopis země Moravskoslezské. Praha, s. 849–850; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 31 a násl.; Fukala, R. 1955: Bruntálský, Jan ml. z Vrbna. In: In: Biografický slovník Slezska a severní Moravy 4. Opava – Ostrava, s. 21–22; Stibor, J. 1998: Bruntálští z Vrbna. In: Biografický slovník Slezska a severní Moravy 10. Ostrava, s. 44–45.

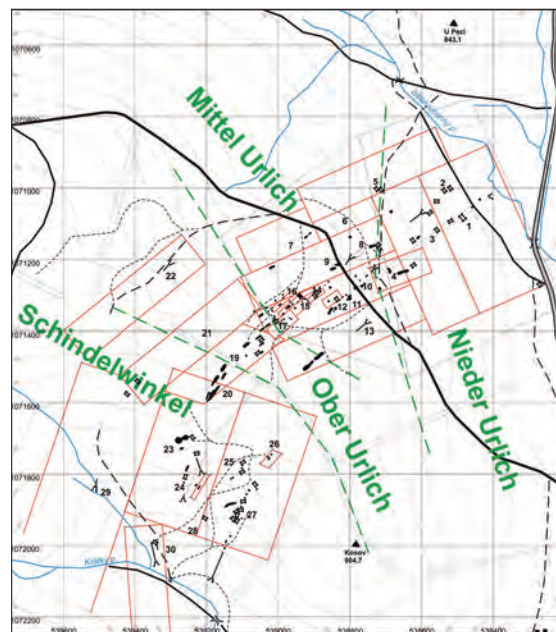
16 Zemský archiv v Opavě, fond Velkostatek Bruntál, inv. č. 2, fol. 166, 169–170.

švédskými vojsky počátkem roku 1648. Doly byly zpustlé a k postupné obnově došlo v průběhu roku 1650. Již v roce 1653 pracovalo v dolech v Malé Morávce 15 horníků a 30 poddaných, pracujících hlavně pomocí hornických nástrojů (mlátek, želízko), jen výjimečně sázením ohněm. Práci v dole řídil horní štajgr (Bergleuthsteiger).¹⁷ Vytěžená ruda nestačila zásobovat zdejší hutě a tak se musela dovážet hlavně z dolů u Rudy u Rýmařova a od roku 1654 i z Horních Životic.¹⁸ Koncem sedmdesátých let 17. století již zdejší hutě zpracovávaly ze 70 % výhradně jen místní rudu z několika hlubinných a jednoho povrchového dolu, což představovalo cca 550–600 hýlí ročně. Kupříkladu v roce 1682 vytěžilo 21 zaměstnanců přibližně 560 hýlí, roku 1687 pak vytěžilo 17 zaměstnanců 700 hýlí. Dodejme, že na svazích Urlichu se v té době těžilo v osmi dolech a objem těžby dosáhl v tomto období svého vrcholu, když bylo vytěženo 700 hýlí ročně. Pro ilustraci uvedme, že v polovině 18. století poklesla průměrná výtěžnost na 600 hýlí rudy ročně.¹⁹ Počátkem osmdesátých let 17. století měl důlní činnost na starost horní mistr, jemuž byli nápomocni dva tzv. přísežní, z nichž jeden byl zároveň slévarenským mistrem, v jehož kompetenci byla analýza vlastností železné rudy, čímž byly zajištěny dodávky kvalitní rudy do zdejších hutí.²⁰

V letech 1689–1690 zřídil hrabě Harrach konkurenční hutě v Karlově, které odčerpávaly z okolních lesů značné množství dřeva. Velmistř řádu německých rytířů, Ludvík z Ampringenu se snažil tuto situaci řešit přesunem hutní výroby do Ludvíkova. Problém s nedostatkem dřeva narůstal, o čemž svědčí popis bruntálského panství z roku 1747, kde se uvádí, že při zdejších dolech byla zásoba železné rudy 9 991 hýlí, a při slévárnách dokonce 10 838 hýlí, která nemohla být kvůli nedostatku dřevěného uhlí zpracována, a proto byly práce na některých dolech na několik let zastaveny. Popis panství z roku 1748 pak uvádí roční výtěžek důlní činnosti ve výši 600 hýlí, přestože počet dolů vzrostl na 13. Později některé tyto doly vrchnost pronajímala a pouze část rudy se zpracovávala v ludvíkovských železárnách. Zbytek důlní produkce se prodával do železáren na nedalekém janovickém panství. Železná ruda se tehdy vozila pouze v zimě, a to prostřednictvím saní tažených koňským spřežením.²¹

V druhé polovině 18. století dochází opět k rozvoji dolování. Rozsah těžby železné rudy dokládá fakt, že v roce

1780 bylo mezi Malou Morávkou a Ludvíkovem v provozu 25 dolů a jam s roční výtěžností okolo 840 hýlí. Kromě dvou štajgrů zde bylo zaměstnáno 25 havířů. Počátkem 19. století bylo na svazích Kosova již 37 dolů (obr. 3, 4, 5). Kupříkladu na severním svahu Dolního Urlichu to byly doly Wortgottes, Alte Zeche, Sarcander, Spiegelgrub, Bartholomei, Schirmigegrub, Hinterfeld, Vorderfeld (Karl Ludwig), Martin. Nad nimi v Prostředním Urlichu se pak nacházely doly Neu Simon-Juda, Simon-Juda-Hedwig, Philippi-Jakobi, Karoly, Allerheiligen Zeche, Johannes, Schlögel, Feik und Kajetan, St. Klara, Neuer Schurf, St. Veit, Heinrich, St. Ursula. Výše pod hřebenem v oblasti Horního Urlichu byly v provozu doly Wasserzech, St. Christoph, Rochus, Jakob, Philippus. Na jižním svahu v tzv. Schindelwinklu se pak železná ruda dobývala v dolech St. Gallus, Barbara, Veit, Urlichhäusel, Andreas, Lukas, Hylari, Marcus, Georg a Alexander. Na základě nového Obecného horního zákona z roku 1854 byl počet zdejších dolů zredukován na 19 dolo- vých měř, pokrývajících celé území.²² Ještě v roce 1874 zde



Obr. 3. Pozice známých dolů na svazích Kosova v 1. polovině 19. století.

Fig. 3. Position of known mines on the slopes of Kosov hill in the first half of the 19th century.

17 Zemský archiv v Opavě, fond Němečtí rytíři - ústřední správa velmistrovských statků na Moravě a ve Slezsku, Bruntál, místodržitelství, inv. č. 441, sign. Rub. 40, karton 69; tamtéž, inv. č. 442, sign. Rub. 40, karton 69.

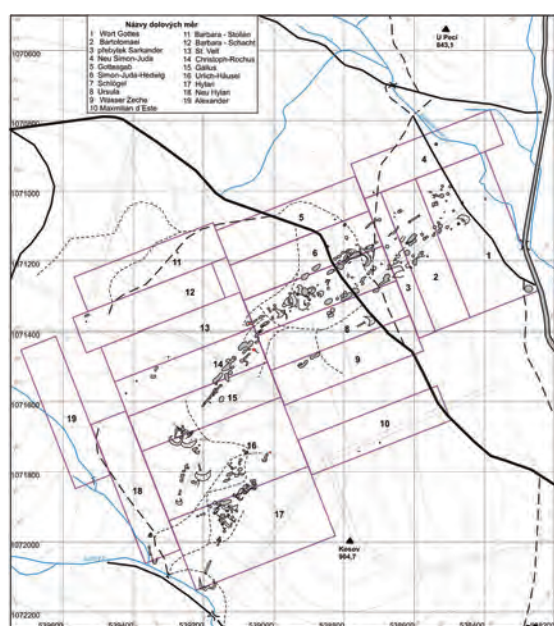
18 ZAO, fond Velkostatek Bruntál, inv. č. 646, karton 196; Myška, M. 1954: Dějiny železáren v Malé Morávce v XVII. století. Časopis přátel starožitností, 62, č. 4, s. 201.

19 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 443, sign. Rub. 40, karton 69.

20 ZAO, fond Velkostatek Bruntál, inv. č. 628, sign. 14; tamtéž, inv. č. 538, sign. IV 27, karton 538; tamtéž, fond Němečtí rytíři, inv. č. 445, sign. Rub. 40, karton 69; Myška, M. 1954: Dějiny železáren, s. 202; Demčík, Z. 1979: Železářny v Malé Morávce, s. 73.

21 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 344, sign. Rub. 20, karton 52; Lomič, V. 1955: Seznam historických podkladů pro prospekční práce na lokalitě Malá Morávka. Rukopis, s. 2–3.

22 ZAO, fond Velkostatek Bruntál, inv. č. 73, tamtéž, inv. č. 538, sign. IV 27, karton 106; tamtéž, inv. č. 548, sign. VII 1, karton 110; tamtéž, inv. č. 549, sign. VII 2, karton 113; Zemský archiv v Opavě, pob. Olomouc, fond Krajský soud – Horní senát, kn. 20; MZA, fond D16-mapy, č. 486 a 491; Večeřová, V. 2005: Malá Morávka – Javorový vrch, přírodní památka – Zpráva o výsledcích mapování pozůstatků hornické činnosti v historickém železnorudném revíru s důrazem na výskyt potenciálních zimovišť netopýřů. Rukopis.



Obr. 4. Přehled evidovaných dolových měr na svazích Kosova v druhé polovině 19. století.

Fig. 4. Overview of documented extraction paths on the slopes of Kosov hill in the second half of the 19th century.



Obr. 5. Výřez z mapy dolových měř a jednotlivých dolů na svazích Kosova (východní část, orientace mapy směrem k západu) z 19. století (Moravský zemský archiv).

Fig. 5. Section of map of extraction paths and mines on the slopes of Kosov hill (eastern part, map oriented towards the west) from the 19th century (Moravian Land Archives).

pracovalo asi 50 horníků a zpracovalo se 18 482 centýřů rudy. O dva roky později byly však doly neposkytující zisk, uzavřeny a nadále byly jen udržovány většinou pouze 2 až 3 dělníky do roku 1937.²³

Doly na Javorovém vrchu spolu i jejich infrastrukturu zachytilo mapování Stablinního katastru v roce 1836 (obr. 6).²⁴ Při západní hranici rozlehlého katastru Malé Morávky na pravém břehu Bělokamenného potoka poblíž Hradeckého mostu (Grätzerbrücke) se zde nachází stavební soubor sestávající ze tří dřevěných a jedné zděné stavby. Dvě menší dřevěné budovy na pozemcích č. 202 a 204 jsou identifikovány jako Wort Gottes a Sarkander stollen a jedná se tedy nepochybně o jámové budovy, zděnou stavbu na stavební parcele č. 203 pak můžeme ztotožnit podle plánu dolových měř pravděpodobně z 50. let 19. století s kovárnou (Bergschmiede), zatímco větší dřevěná stavba s parcelním č. 205, která se průčelím přimyká ke komunikaci, je zde označena jako cechovna (Zeichenhaus).²⁵ O něco severněji, na levém břehu potoka, je pak v indikační skice stablinního katastru zobrazen menší obdélný útvar označený jako roštová pec (Roest Offen). Cechovna s kovárnou je vynesena i v dalším plánu dolových měř z roku 1850 a následně pak i v dalších mapových podkladech (např. 3. vojenské mapování, topografická mapa 1:50000 z roku 1952), zatímco kolmé letecké snímky z let 1937 a 1946, jakož i mapa evidence nemovitostí z let 1976–1985, již kovárnu nezachytily,²⁶ takže je pravděpodobná její demolice někdy v průběhu 1. poloviny 20. století. Cechovnu zaznamenal letecký měřičský snímek naposledy v roce 1962, na dalším z roku 1971 již chybí a dnes se na jejím místě nachází vegetací zarostlá destrukce.



Obr. 6. Výřez z indikační skici Stablinního katastru z roku 1836 s jámovými budovami dolů Sarcander a Wortgottes, cechovnou a kovárnou (Zemský archiv Opava).

Fig. 6. Section of indicative sketch of the Franciscan Cadastre from 1836 with pit buildings of the Sarcander and Wortgottes mines, a guild-hall and a forge (Land Archives, Opava).

23 Moravský zemský archiv, fond D16, sign. S-2, pol. S 7, karton 170.

24 Zemský archiv Opava, fond Stablní katastr slezský, inv. č. 191, sign. Sl. 270, karton 46.

25 MZA, fond D16-mapy, č. 484-3.

26 <https://ags.cuzk.cz/archiv/>

ŽELEZÁŘSTVÍ

Hutě v Malé Morávce včetně železorudných dolů v okolí byly uvedeny do provozu patrně již před rokem 1610, a to zásluhou Hynka mladšího Bruntálského z Vrbna.²⁷ Doly zásobovaly tři hutě (dolní hamr, prostřední hamr a horní hamr) v Malé Morávce, zmíněné v urbáři z roku 1618.²⁸ Ty tvořila kromě nejméně sedmi dýmaček rovněž jedna vysoká pec.

Provoz hutí a železorudných dolů nebyvale vzkvétal v průběhu třicetileté války, Do konce třicetileté války (tj. během sedmi let do roku 1648) pak bylo zdejšími hutěmi vyprodukováno celkem 33 795 centýřů (jeden centýř = 52,9 kg) zkujněného železa. Vliv na nebyvalý rozmach produkce zdejších hutí měla bezpochyby skutečnost, že velmistrem řádu německých rytířů se roku 1642 stal olomoucký biskup, habsburský arcikníže Leopold Vilém, jemuž bylo zároveň dočasně svěřeno vrchní velení nad habsburskou armádou. Její materiální zajištění zbraněmi, a zejména municí, pochopitelně velmi ochotně saturoval produkcí vlastních podniků, což se týkalo nejen hutí v Malé Morávce, nýbrž také hutí ve Frýdlantě nad Ostravicí na hukvaldském panství, jedné z mnoha mensálních držav olomouckého biskupství. Podnik v Malé Morávce sestával v závěru třicetileté války ze dvou sléváren (vysokých pecí) a tří hamrů, v nichž pracovalo kromě šesti huťmistrů rovněž 12 hutníků obsluhujících vysoké pece, dále 15 hamerníků (kovářů), tři leštiči kovů a pět sypačů dřevěného uhlí. Při hutích byli kromě tohoto personálu zaměstnání rovněž dva hlídači. V roce 1643 byl sice provoz hutí dočasně zastaven s ohledem na přítomnost švédských vojsk, avšak za několik týdnů byla jejich činnost opět obnovena a podnik neutrpěl na rozdíl od vrchnostenských dvorů a bruntálského zámku takřka žádné škody. Týdenní produkce v roce 1647 tak činila dokonce 125 centýřů tyčového železa.²⁹ Značné škody utrpěly hutě v Malé Morávce teprve důsledkem plundrování švédskými vojsky počátkem roku 1648, takže výroba musela být dočasně ukončena. K obnově důlní činnosti a provozu hutí došlo v průběhu roku 1650. V Malé Morávce se počátkem padesátých let 17. století nacházely tři vysoké pece a pět fryšovacích hamrů, jejichž roční produkce představovala okolo 3600 centýřů tyčového železa.

V důsledku vybudování konkurenčního podniku v Karlově počátkem devadesátých let 17. století došlo k citelnému

nedostatku dřevěného uhlí v okolí Malé Morávky. Velmistř řádu německých rytířů, Ludvík z Ampringenu, tedy rozhodl o přesunutí výroby do Ludvíkova. Zde byla v letech 1703–1704 zřízena huť s vysokou pecí, hamrem a kovárnou, zpracovávající železnou rudu z oblasti Malé Morávky³⁰ a zásobovaná dřevěným uhlím z blízkého okolí Ludvíkova a Hubertova (dnešní Karlova Studánka).

Po roce 1876 byla ukončena těžba ve zdejších dolech a do útlumu se dostaly i zdejší železářny. Na úpadku se podepsaly zastaralé zpracovatelské technologie založené na spotřebě dřevěného uhlí, a tím i nekonkurenceschopnost zdejších železáren vůči třineckým a vítkovickým železárnám, jejichž provoz byl spjat s kamenným uhlím a zpracováním lehce tavitelných sideritových rud z Uher. Železářny v okolí Malé Morávky byly definitivně opuštěny v roce 1914.³¹

VÝROBA DŘEVĚNÉHO UHLÍ

Železářny v Malé Morávce byly od počátku závislé na produkci kvalitního dřevěného uhlí, získávaného pálením dřeva z okolních lesů. Kupříkladu v roce 1622 bylo zapotřebí povozy k hutím dopravit 40 mázů dřevěného uhlí (1 máz = 419,1 l o váze 68,6 kg).³² Se zvýšením objemu produkce se zvyšovala rovněž nutnost zajistit pravidelné dodávky dřevěného uhlí. V roce 1642 činila čtvrtroční spotřeba dřeva nutného k výrobě dřevěného uhlí pro zdejší hutě více než 170 kop a půl sáhu. Na kácení okolních lesů a dovozu této strategické suroviny byla v plné míře využívána práce poddaných, přičemž kupříkladu v roce 1643 byli poddaní povinni tři dny v týdnu k milířístům stahovat pokácené dřevo, a zároveň museli do hutí v Malé Morávce povozy (v zimě pomocí tažných saní) dopravit týdně 24 fůr dřevěného uhlí. Neustále rostoucí požadavky přísunu dřevěného uhlí vypalovaného v okolních lesích v posledních letech třicetileté války zajišťovalo celkem osm uhlířských mistrů, 16 pacholků a chlapců, 24 nakládačů a 16 povozníků. Na výrobě dřevěného uhlí a jeho dopravě k hutím se kromě těchto zaměstnanců podílela v rámci povinností vůči vrchnosti rovněž část poddaných z bruntálského panství, zejména z Malé Morávky a okolních vsí. Dodejme, že ve čtyřicátých letech 17. století zdejší hutě potřebovaly ke svému provozu okolo 400 kop dřevěného uhlí.³³ Po nucené přestávce v plném provozu hutí v letech 1648–1650 byla obnovena v plném rozsahu rovněž produkce dřevěného uhlí.³⁴

27 Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 25.

28 ZAO, fond Velkostatek Bruntál, inv. č. 2, fol. 166, 169–170.

29 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, fasc. 20, karton 69; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 124, 126. Nelze tedy souhlasit s tvrzením Milana Myšky, že již tehdy činnost zdejších hutí až do počátku padesátých let ustala. Viz Myška, M. 1954: Dějiny železáren, s. 198.

30 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, karton 69; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 183.

31 Demčík, Z. 1979: Železářny v Malé Morávce, s. 75.

32 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, fasc. 20, karton 69; Dosoudil, J.: Das Bergwerck in Klein Mohrau in Schlesien im Jahre 1618. Zeitschrift des Deutschen Verein für Geschichte Mähren und Schlesien 1938, č. 1, s. 131–132; Lomič, V.: Seznam historických podkladů, s. 2; Myška, M.: Dějiny železáren, s. 196–197; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 88–89.

33 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, fasc. 20, karton 69; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 118.

34 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 1376, sign. Odd. IV, lit C, příhr. 27, karton 147; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 133, 141–142.

V důsledku vybudování konkurenčního podniku v Karlově počátkem devadesátých let 17. století došlo k citelnému snížení potenciálu surovinové základny nutné k provozu hutí (dřevěného uhlí). Velmistr řádu německých rytířů, Ludvík z Ampringenu, tedy rozhodl o přesunutí výroby do Ludvíkova.³⁵ Přenesením hutní výroby do Ludvíkova utrpěli především poddaní, na jejichž bedrech nadále zůstávala povinnost podílet se na mýcení lesů, stahování dřeva k milířistům a následné dopravy dřevěného uhlí do hutí, nyní vzdálených od milířist více, než tomu bylo dříve. V průběhu druhé dekady 18. století tak musela správa bruntálského panství i sám velmistr řádu německých rytířů řešit četné stížnosti na zvýšenou náročnost obvyklých potažních robot a vůbec všech prací spojených s produkcí dřevěného uhlí. Této suroviny byl stále citelnější nedostatek, což vedlo k vynucenému snižování objemu hutní výroby.³⁶

V průběhu druhé čtvrtiny 18. století bylo dřevěné uhlí pro potřeby ludvíkovského hutního podniku vyráběno převážně v milířistích v bezprostředním okolí Hubertova. Zvyšující se objem výroby kladl přirozeně vysoké nároky na přísun dřevěného uhlí, o čemž výmluvně svědčí smlouva z roku 1774 mezi řádem německých rytířů a správou statků vratislavského biskupství o odběru 4000 sáhů dřeva.³⁷

Výroba dřevěného uhlí neunikla ani pozornosti geometrů pořizujících v roce 1836 indikační skici stabilního katastru obce Malá Morávka.³⁸ Poblíž západní hranice katastru, na levém břehu Moravice, nedaleko jejího pramene ve Velkém kotli je místo označené jako Kohlstaedte (uhlíště), od kterého vychází cesta s názvem Kohlweg (Uhlířská cesta) sledující tok Moravice, jež byla v 19. století zároveň hranicí Bruntálského a Janovického dominia a také zemskou hranicí. O něco jižněji je na tuto cestu napojeno další uhlíště, na kterém jsou již vyznačeny dva milíře (obr. 7). Kohlweg se pak západně od Kapličkového vrchu napojuje na cestu do Karlova v místech, kde se dle topografické mapy II. vojenského mapování nacházely železářské provozy. Tatáž mapa pak ještě zachytila poblíž vrchu Kosova menší budovu označenou jako Köhlerhaus (Uhlířský dům).³⁹

TERÉNNÍ VÝZKUMY

1. Rudy

V letech 2019–2020 probíhal na Javorovém vrchu terénní výzkum zaměřený na vysbírání jednotlivých typů rud z odvalů a rudních hald. Zajímavým zjištěním je převažující výskyt spekulitových rud u dolů na jižním svahu Javorového vrchu a naopak vyšší zastoupení rud s magnetitem



Obr. 7. Výřez z indikační skici Stabilního katastru z roku 1836 s milířistěm a Uhlířskou cestou (Zemský archiv Opava).

Fig. 7. Section of indicative sketch of the Franciscan Cadastre from 1836 with a charcoal kiln and Coal Road [Uhlířská cesta] (Land Archives, Opava).

na severním svahu. Následoval makroskopický popis nalezených rud a pokus o identifikaci s historickými názvy.

Oxidické rudy

Nejrozšířenější jsou hematitové rudy. Jedná se o rudy obsahující hematit a křemennou složku. Výše metamorfované typy mohou obsahovat i magnetit. Čistý jemnozrnný až masivní hematit červenohnědé barvy byl nalezen pouze na jednom vzorku u dolu Schützenzeche (obr. 8). Nejčastěji se jedná o jemnozrnnou až masivní tmavohnědou, hrubě páskovanou rudu, v níž se střídají nezřetelné pásy s různým poměrem hematitu a křemene, místy doprovázené jemně vtroušeným magnetitem. Tento typ postupně přechází až do typu prokřemenělé hematitové rudy, v níž jsou uzavřena očka nebo pásy červeného jaspilitu (obr. 9). V různých formách byla zaznamenána jak na jižním, tak na severním svahu Javorového vrchu. Podle vzhledu by mohla odpovídat historickému typu Braun Erz.

Ve výše metamorfovaných zónách se hematit mění na spekulit, což je složením stejný minerál, který je černý,

35 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, karton 69; Irgang, W. 1971: Freudenthal als Herrschaft, s. 183.

36 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 444, sign. Rub. 40, karton 69.

37 ZAO, fond Němečtí rytíři, inv. č. 338, sign. Rub. 17, fasc. 20, karton 51.

38 ZAO, fond Stabilní katastr slezský, inv. č. 191, sign. Sl. 270, karton 46.

39 <https://mapy.cz/19stoleti>



Obr. 8. Hnědý masivní hematit s žilkami pyritu (důl Schützen).
Fig. 8. Brown massive hematite with pyrite veins (Schützen Mine).



Obr. 10. Spekularit na křemenu (jáma Antoni).
Fig. 10. Specularite on quartz (Antoni Pit).



Obr. 9. Masivní hematit s červenými oky jaspilitu (jáma Ulrich).
Fig. 9. Massive hematite with red jaspilite eyes (Ulrich Pit).



Obr. 11. Červený jaspis (jáma Martin).
Fig. 11. Red jasper (Martin Pit).

silně stříbřitě lesklý. Spekularitové rudy tvoří málo mocné polohy na kontaktu s křemennou žilovinou nebo i v ní, na rozhraní zrn (obr. 10). Žilovina někdy obsahuje zakalené živce. Spekularit se olupuje ve vrstvičkách, které možno najít i samostatně na odvalech, lehce se lámou a zvětvávají. Podle popisů lze tuto rudu identifikovat jako Spiegelerz. Nalezena byla u jámy Wortgottes- Hauptschacht a hlavně na dolech na jv. svahu Javorového vrchu (štola Hylari s jámami a Wasserschacht).

Méně časté jsou jaspilitové rudy tvořené křemennou hmotou (jaspilitem), v níž je jemně rozptýlen hematit nebo i magnetit, který ji zbarvuje (obr. 11). Typický je lasturnatý lom. Na dole Schützenzeche je jaspilit tmavý až černý s jemně rozptýleným magnetitem, odpovídající historickému typu Schirmigen nebo Sperber. Podobná ruda byla nalezena i na rudní haldě dolu Wasserzeche. Na odvalu dolu Martin byl nalezen jeden vzorek jaspilitové červené masivní rudy.

Zásadité rudy

Jde o typ rud tvořený hlavně magnetitem chloritem, případně karbonátem. Ze zásaditých rud jsou častější magnetitové rudy s obsahem karbonátů (jáma Georg). Vyskytují se ve dvou základních typech, jako páskované, kdy černé pásy jemnozrnného magnetitu se střídají s bílým nebo narůžovělým karbonátem (obr. 12), a rudy s vtroušeným magnetitem v karbonátové hmotě, která bývá zbarvena do zelena příměsí chloritu (obr. 13). Tento typ jsme našli na odvalu jámy Martin, který se co do nálezů rud vyznačoval velkou pestrostí. Podle přítomnosti karbonátů lze soudit, že tento typ může odpovídat samotavitelným rudám typu Blaue Erz nebo Fluss Erz.

Rudy s magnetitem a chloritem jsou častější (doly Schlögel, Wasserzeche, Chrystof, Rochus a Georg, Gallus). Jedná se o tmavozelené až černé jemnozrnné páskované rudy, kde se střídají prokřemeněné pásy bohaté magnetitem s pásy magnetit-chloritovými (obr. 14). Pouze ojediněle byly nalezeny vzorky s většími idiomorfními krystalky



Obr. 12. Šedý karbonát s jemným magnetitem a útržky hematitu (Gallus).
Fig. 12. Grey carbonate with fine magnetite and fragments of hematite (Gallus).



Obr. 14. Kontakt zelené chloritové rudy s magnetitem a šedohnědé magnetitové rudy (důl Rochus).
Fig. 14. Contact of green chlorite ore with magnetite, and grey-brown magnetite ore (Rochus Mine).



Obr. 13. Impregnace hrubozrnného magnetitu (Wasserzeche).
Fig. 13. Impregnation of coarse-grained magnetite (Wasserzeche).



Obr. 15. Masivní zelená chloritová ruda (důl Schlögel).
Fig. 15. Massive green chlorite ore (Schlögel Mine).

magnetitu (1–2 mm). Z historických názvů lze tomuto typu rud přiřadit názvy Graue Erz. Na rudní haldě dle Wasserzeche a Schützenzeche (severní svah Kopřivné) tvoří prokřemenělý magnetit i samostatné mocnější polohy, místy prorážené příčnými tenkými žilkami křemene. Kusy rudy jsou masivní, matné, až s lasturnatým lomem a s převahou křemenné složky přechází až do jaspilitových rud. Svým charakterem by mohly odpovídat historickému typu Schirmigen nebo Sperber.

Chloritické rudy jsou vzácné a tvoří pouze menší polohy. Chlorit tvoří masivní polohy nebo vrstvičky střídající se s magnetitem. Čistě chloritické rudy jsme našli jen na odvalu dolu Schlögel. Šlo o téměř masivní, měkkou, tmavozelenou rudu bez páskování nebo zřetelných zrn (obr. 15).

Zvětralinové rudy

Zemité limonit byl nalezen jen sporadicky v malém množství např. na dolech Kajetán nebo Alte Zeche (Ursula).

U těžitelných poloh muselo jít o nahromadění limonitu v krasových dutinách, v přípovrchových částech nebo podél tektonických linií, kde mohlo probíhat intenzivnější zvětrávání primárních rud. Historicky se pravděpodobně jednalo o typ Gelbe Erz, nebo Sandartige Braun Erz. Pokud byl limonit zpevněný, šlo zřejmě o typ Frischartige Erz. Tento typ nebyl na odvalech nalezen.

Ostatní

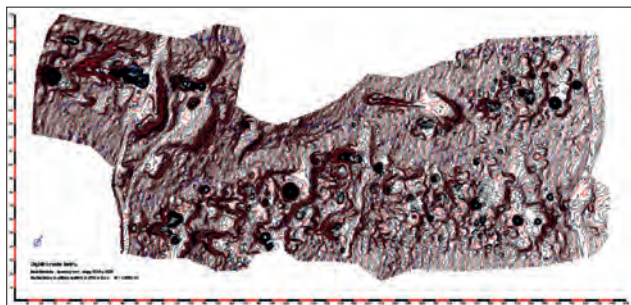
Nálezy sulfidických rud jsou vesměs mineralogického významu. Pyrit byl nalezen na odvalech dolu Martin, na odvalu u dolu Alte Zeche (Ursula), chalkopyrit společně s pyritem na odvalu jámy Hilari – Förderschacht a mezi doly Rochus a Gallus. Zajímavý byl vzorek z odvalu štol Schützenzeche, na němž jemné (vlasové) pyritové žilky prorážejí polohu hematitové rudy a přilehlou horninu.

2. Digitální model reliéfu

V letech 2018–2020 byla plocha na severovýchodním svahu Javorového vrchu detailně zaměřena Milošem Tejkalem s použitím pozemního laserového skeneru FARO Focus 3D S120. Jednalo se o plochu 150×100 m důlního komplexu Simon-Juda a plochu 330×130 m důlního komplexu Bartolomeus – Martin. Z digitálního modelu reliéfu byly následně interpretovány terénní hrany, u nichž byl učiněn pokus jejich interpretace (obr. 16).

Centrálním objektem u komplexu Simon-Juda je výrazná povrchová dobývka – Simon-Juda Grossen Pinggen (obr. 17). Velmi dobře je možno interpretovat tři důlní tahy severovýchodního směru, přičemž prostřední a jihovýchodní je podfáráván otvirkovými štolami. Jižně od velké dobývky byl vymezen prostor technického zázemí, vhodný k následnému archeologickému průzkumu. Kromě zřetelných morfologických tvarů byly zaznamenány úzké plošiny ve směru vrstevnic oddělené nízkými svahy, porušované hornickými díly. Tvary je tak možno označit za starší a mohou reprezentovat prvotní průzkumné práce (obr. 18).

Druhá plocha komplexu dolů Bartolomeus a Martin je z hlediska morfologické analýzy pestřejší, i když postihuje stejné fenomény. V oblasti dolu Martin lze interpretovat dvě sbíhající se rudní struktury, které byly těženy zprvu



Obr. 16. Digitální model terénu zaměřený Milošem Tejkalem.
Fig. 16. Digital terrain model surveyed by Miloš Tejkal.



Obr. 17. Důl Simon-Juda, část Grossen Pinggen, pohled od západu (foto M. Zezula).
Fig. 17. Simon-Juda Mine, section Grossen Pinggen, view from the west (photo M. Zezula).



Obr. 18. Interpretace digitálního modelu terénu z oblasti dolu Simon-Juda (1 – Grossen Pinggen, 2 – Urlenschacht, 3 – Alter Kunstscht, 4 – Gebrächenschacht, 5 – Hedwig Stollen; čárkovaně – důlní tahy, žlutě – terénní plošiny po vrstevnici, zeleně – technické zázemí).
Fig. 18. Interpretation of digital terrain model of the Simon-Juda Mine area (1 – Grossen Pinggen, 2 – Urlenschacht, 3 – Alter Kunstscht, 4 – Gebrächenschacht, 5 – Hedwig Stollen; lines – mine corridors, yellow – terrain plateaus along contour lines, green – technical facilities).

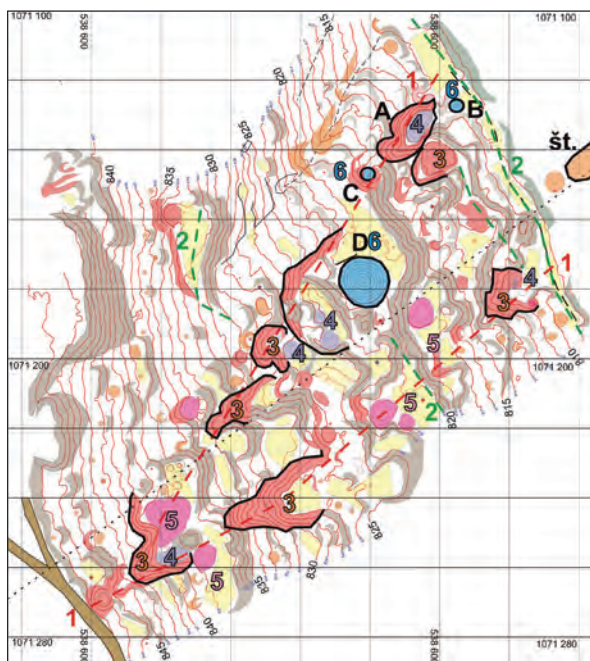
povrchovými dobývkami typu zužujících se zářezů, v jejichž uzávěrech byla rudní struktura sledována úklonnými jámami. Zářezy porušují terénní stupně protažené po vrstevnicích. Na rozdíl od stupňů u komplexu Simon-Juda jsou širší a průběžnější. Pod dolem Schirmigen se tento stupeň podobá plužině. Dále je možno interpretovat několik zasutých jam doprovázených odvaly. Nejmladší jsou pak jámy související s ražbou štol. Největší je jáma dolu Martin (obr. 19).

Spodní část proměřované plochy zobrazuje stejné fenomény, ale vzhledem ke značnému narušení nejmladší etapou jam souvisejících se štolou Wortgottes je méně instruktivní. Zvláště terénní stupně jsou zachovány pouze v reliktech. Novým prvkem je identifikace plošin, které mohly být využívány jako pracovní při těžbě nebo úpravě rud, ale není možné vyloučit ani jiné využití, např. sídelní (obr. 20).

3. Archeologický výzkum

1. Milířiště v okolí sedla Hvězda

Archeologický výzkum se v první fázi zaměřil na evidenci pozůstatků po výrobě dřevěného uhlí v severozápadní části katastru obce Podlesí pod Pradědem, která byla podobně jako sousední Malá Morávka a Ludvíkov součástí Bruntálského panství, a zdejší lesní porosty byly součástí surovinové a energetické základny železáren činných v obou obcích. Identifikátorem výroby dřevěného uhlí jsou zde četná milířiště, tedy v terénu vytvořené plošiny kde stával milíř, v němž se dřevěné uhlí vyrábělo karbonizací dřeva za vysokých teplot bez přístupu vzduchu. Terénní výzkum byl proto zaměřen na cílené vyhledávání těchto pracovních plošin. Jako hlavní výzkumná oblast byly zvoleny svahy Prostřední skály (ostrožna 894–882 m. n. m.) a západně navazující mírně k jihu klesající údolí bezejmenných potoků

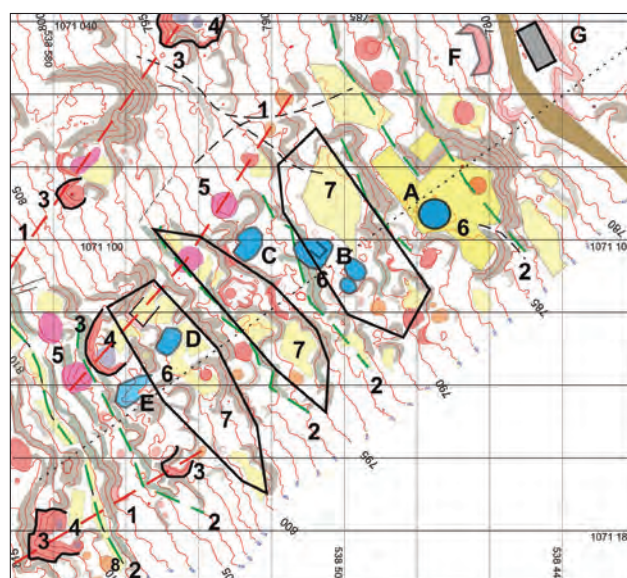


Obr. 19. Interpretace digitálního modelu terénu z oblasti dolu Martin (A – Schirmigenzeche, B – Bartolomeischacht, C – Bartolomei Neu Wetterschacht, D – jáma Martin, 1 – rudní polohy, 2 – terasové stupně, 3 – zářezy, 4 – prohloubení zářezů jámami, 5 – mladší jámy, 6 – jámy s vazbou na štolu).

Fig. 19. Interpretation of digital terrain model of the Martin Mine area (A – Schirmigenzeche, B – Bartolomeischacht, C – Bartolomei Neu Wetterschacht, D – Martin Pit, 1 – ore locations, 2 – terrace steps, 3 – incisions, 4 – pit depressions, 5 – younger pits, 6 – pits linked to gallery).

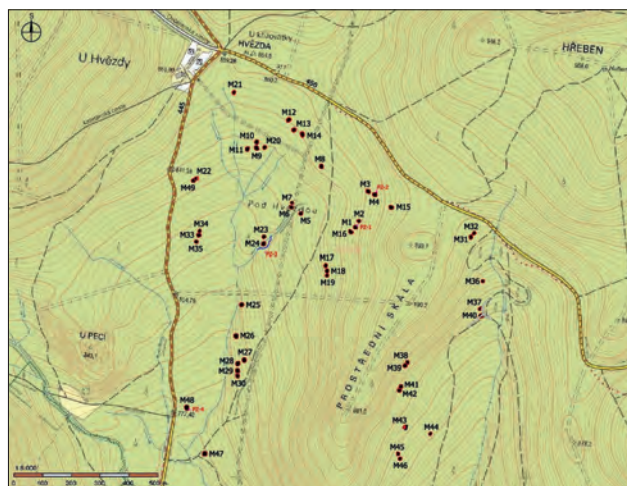
pod Hvězdou (865 m. n. m.), nacházející se v severozápadním výběžku katastru. Zkoumaný prostor byl na severu vymezen silnicí č. 450 z Karlovy Studánky do Podlesí a na západě silnicí č. 445 z Karlovy Studánky do Malé Morávky (silnice jsou i hranicemi katastru). Tyto komunikace pravděpodobně sloužily již jako historické cesty pro převoz dřevěného uhlí do Malé Morávky a Ludvíkova. Zájmové území se nachází ve svažitém terénu v nadmořské výšce 875–765 m. n. m. a má rozlohu cca 1,22 km². Výsledky detailního vizuálního průzkumu mohou být v budoucnu komparovány s daty, které přinesla analýza digitálního modelu reliéfu z dat laserového leteckého skenování, které prostor mezi Malou Morávkou a Ludvíkovem ukazuje jako výrazné centrum výroby dřevěného uhlí s řádově stovkami milířišť, koncentrovaných v polygonu o rozloze cca 50 km².⁴⁰

Při rekognoscaci terénu bylo identifikováno 49 milířišť (M1-M49, M43 je ale nejisté) spolu se soustavou úvozových cest, které sloužily k transportu dřeva a dřevěného uhlí (obr. 21). Většina milířišť se nacházela v blízkosti vodního zdroje, jednotlivé plošiny byly umístěny ve vyšších polohách nad vodotečí nebo přímo nad prameništěm.



Obr. 20. Interpretace digitálního modelu terénu z oblasti dolu Bartolomeus (A – Wortgottesschacht, B – Alteschacht, C – Spiegelschacht I., D – Spiegelschacht II, E – štolu Martin, F – kovárna, G – cechovna, 1 – rudní polohy, 2 – terasové stupně, 3 – zářezy, 4 – prohloubení zářezů jámami, 5 – mladší jámy, 6 – jámy s vazbou na štolu, 7 – plošiny).

Fig. 20. Interpretation of digital terrain model of the Bartolomeus Mine area (A – Wortgottesschacht, B – Alteschacht, C – Spiegelschacht I., D – Spiegelschacht II, E – Martin Gallery, F – forge, G – guildhall, 1 – ore locations, 2 – terrace steps, 3 – incisions, 4 – pit depressions, 5 – younger pits, 6 – pits linked to gallery, 7 – plateaus).



Obr. 21. Dokumentovaná milířišť (M1 – M49) a polozemnice (PZ1 – PZ4) v severozápadní části katastru Podlesí pod Pradědem (P. Malík, podklad ČÚZK).

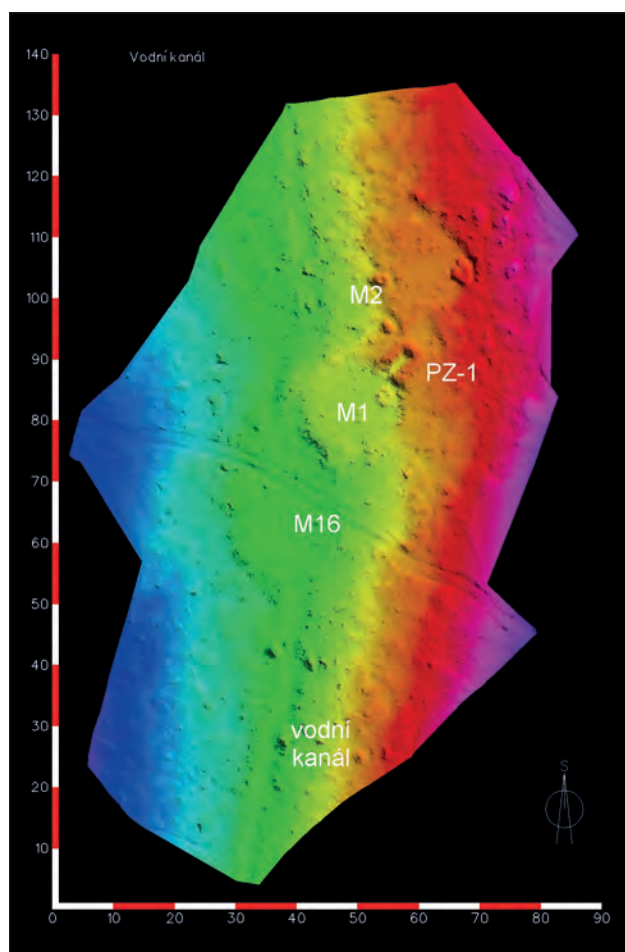
Fig. 21. Documented charcoal kilns (M1–M49) and pit-house (PZ1–PZ4) in the northwestern part of the Podlesí pod Pradědem cadastre (P. Malík, basic map ČÚZK).

40 Bobek, P. – Brejcha, R. – Dejmal, M. – Houška, J. – Johanis, H. – John, J. – Příbylová, M. – Sedláčková, L. – Suchánková, S. – Szabó, P. – Šimík, J. 2021: *Uhlířství a jeho archeologické doklady – historicko-archeologický pohled na provozování řemesla*. Archeologia technica 32, s. 31–56.

Větší vzdálenost od vodního zdroje (cca 150 m) vykazovaly pouze milířiště M17–M19 na západním a M43–M46 na jihovýchodním svahu Prostřední skály. Nalezená milířiště byla situována co nejblíže surovinového zdroje, tedy přímo v zalesněném území, kde dřevorubci dodávali potřebné pokácené stromy pro pálení dřevěného uhlí.⁴¹ Milířiště byly v terénu rozeznány jako kruhové nebo oválné plochy o průměru v rozmezí cca 10–20 m, opticky vodorovně zaříznuty do svahu. Pro ověření jejich správné interpretace byla vždy v milířišti provedena sondáž pedologickou tyčí nebo vyhloubena drobná sonda, která zachytila různě mocnou vrstvu uhlíků.

Plocha milířiště sloužila i jako pracovní plošina – prostor pro práci s dymníky a dalším udržováním nestabilního příkrovu milíře, který se musel kontrolovat a hlídat po celém svém obvodu. Velikost samotného milíře můžeme odhadovat podle plochy milířiště, tedy milíře, které stály uprostřed námi zjištěných plošin, mohly dosahovat průměru od 5 m do 15 m (pokud se jednalo o základní typy milířů slovanického, německého nebo vlašského typu s kruhovým půdorysem, tzv. stojaté milíře⁴²). Jejich velikost byla ovlivněna i využitím obvodové plochy terénu kolem tělesa milíře, kterou uhlíř potřeboval jako manipulační a kontrolní prostor. Výška milíře se taky různila a mohla činit například od 2 m až do 4 m.

O celý výrobní proces se staral uhlíř, který měl pomocníka (pomocníky) a v rámci efektivity výroby pracoval i na několika milířích najednou.⁴³ Práce u milířů byla rozfázována na několik činností, například jeden milíř byl zapálen a probíhala zde hlídání karbonizace dřeva, druhý milíř se stavěl a další, již vypálený milíř byl rozebírán, kde vyrobené dřevěné uhlí bylo pytlováno a připravováno pro distribuci.⁴⁴ Proto zde byly některé milíře soustředěny do tzv. baterií, které se skládaly ze dvou (osm baterií), tří (pět baterií) a čtyř (dvě baterie) milířů. Samostatných milířišť bylo v terénu nalezeno deset.⁴⁵ U milířišť M1, M4, M24 a M48 byly nalezeny terénní anomálie v podobě obdélných zahluobených jam (PZ-1 – PZ-4), které po třech obvodových stranách lemovaly valy z vyhloubeného materiálu (obr. 22).⁴⁶ Tyto terénní relikty interpretujeme jako



Obr. 22. Milířiště M1 s PZ1, M2 a M16 v superpozici se středověkým vodním kanálem v digitálním stínovaném modelu terénu zaměřený Milošem Tejkalem.

Fig. 22. Charcoal kilns M1 with PZ1, M2 and M16, superimposed with medieval water channel in digital shaded terrain model surveyed by Miloš Tejkal.

pozůstatek polozemnic,⁴⁷ které mohly sloužit jako úkryty před nepřízní počasí pro uhlíře a jeho pomocníky.

V rámci zkoumání milířišť byl proveden i namátkový detektorový průzkum, který v samotné ploše a v přilehlém prostoru

41 Na historických mapách I., II. a III. vojenského mapování a císařských otiscích stabilního katastru je zkoumaný prostor vyobrazen jako rozsáhlé a v podstatě celistvě zalesněné území, na leteckých fotografiích od r. 1937 je zaznamenána průmyslová pásová těžba lesa, v roce 1955 je již dotčené území značně odlesněno (<https://geoportal.gov.cz/>, <https://ags.cuzk.cz/>, <http://oldmaps.geolab.cz/>).

42 Kadera, J. 2014: *Technologie výroby dřevěného uhlí pod nestabilním příkrovem*. Archeologia Technica 25, s. 40.; Bobek, P. – Matoušek, V. 2015: *Mokřina. Příspěvek ke studiu pálení dřevěného uhlí v Čechách v novověku*. In: V. Matoušek – T. Blažková (eds.). *Les a industrializace*. Praha, s. 62–63.

43 Kaucká, K. 2015. *Uhlíři na Křivoklátsku v 19. století*. In: V. Matoušek – T. Blažková (eds.). *Les a industrializace*. Praha, s. 89–90.

44 Knechtová, A. 2016: *Povrchový průzkum milířišť a dalších možných marginálních archeologických relikvů v jihozápadní části Drahanské vrchoviny*. Zprávy památkové péče 75/6, s. 549–550.

45 Počet nalezených milířišť nemusí odpovídat skutečnému původnímu počtu vytvořených plošin. Někdy bylo blízké okolí milířišť značně poničeno průmyslovou těžbou dřeva a její infrastrukturou (zejména lesní cesty a svážnice, shluk vývrátů), a tak potenciální další plošina nemusela být již v terénu rozeznána (např. u M31, M40, M44).

46 Jámy i po erozi svých vnitřních stěn dosahovaly hloubky cca 0,6–0,9 m (od vrcholu valu), vnitřní délka činila 2–3 m, příčný profil měl tvar V. Val převyšoval okolní terén o 0,4–0,6 m. Kratší stranu jámy bez valu interpretujeme jako vstup.

47 Černý, E. 1979: *Zaniklé středověké osady a jejich plužiny*. Studie ČSAV č. 1. Praha, s. 64–65.

milířišť zachytil železné předměty. Veškeré získané archeologické nálezy se nacházely v hloubce max. 10 cm v humusovité hlíně, spočívající pod tenkým horizontem svrchního lesního humusu, tedy v malé hloubce. U milířiště M1 a zejména v polozemnici PZ-1 byly např. nalezeny 10–15 cm dlouhé průmyslově vyráběné hřebíky, které pravděpodobně souvisely se zastřešením polozemnice. Datují tedy její využívání i v 19.–1. poloviny 20. století. V prostoru milířišť M2 a M3 byly nalezeny kované objímky z vozů a jejich kol, náboj kola a obruč kola vozíku. V náboji kola a na jedné obruči kola vozíku byla stále zachovaná původní hmota dřeva, to svědčí o malém stáří nálezu (max. 19. století). Další obruč kola vozíku byla nalezena v úvozové cestě mezi milířištěm M2 a M4. V milířišti M5 se nacházely tři menší kousky strusky a v prostoru milířiště M31 byly nalezeny dvě skluznice ze saní (obr. 23). Jediný keramický nálezy byl získán z polozemnice PZ-1. Jednalo se o drobný novověký zeleně glazovaný okraj nádoby.

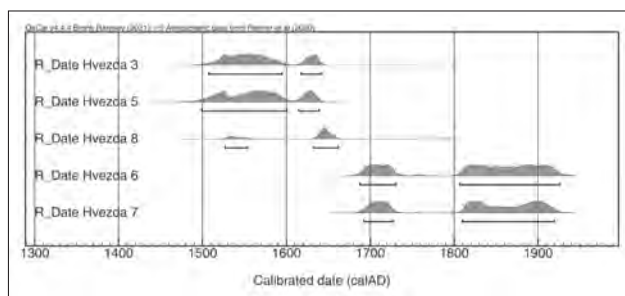


Obr. 23. Skluznice saní nalezené v prostoru milířiště M31 (foto P. Malík).
Fig. 23. Sleigh slides found in the area of charcoal kiln M31 (photo P. Malík).

Při drobné sondáži v ploše milířišť za účelem zjištění přítomnosti uhlíků, byly odebrány vzorky uhlíků pro antrakologickou analýzu a analýzu radiokarbonového datování ^{14}C . Výsledky datace metodou ^{14}C (po kalibraci) třech vybraných milířišť ukázaly časový rozptyl stáří uhlíků do let 1507–1642 n. l. (milíř M3), 1507–1642 n. l. (milíř M5), 1684–1929 n. l. (milíř M6), 1691–1924 n. l. (milíř M7) a 1526–1662 n. l. (milíř M8)⁴⁸. Vzhledem k dobré zachovalosti ploch většiny milířišť v terénu (zejména M3, M5 a M8) a novověkým kovovým předmětům získaných detektorovým průzkumem, lze díky radiokarbonovému datování ^{14}C uvažovat o dlouhodobém využívání vybudovaných ploch milířišť k pálení dřevěného uhlí, a to v rámci staletí (obr. 24).

2. Dolů na Javorovém vrchu

V návaznosti na detailní zaměření dolů na severovýchodním úbočí Javorového vrchu metodou leteckého a výběrově i pozemního laserového skenování byly vybrané terénní útvary archeologicky zkoumány metodou plošně omezeného



Obr. 24. Radiokarbonová datace vzorků odebraných z milířišť M3, M5, M6, M7 a M8 (University of California a Hertelendi Laboratory Debrecen, kalibrace L. Petr).

Fig. 24. Radiocarbon dating of samples taken from charcoal kilns M3, M5, M6, M7, and M8 (University of California and Hertelendi Laboratory Debrecen, calibration L. Petr).

terénního odkryvu sondážního charakteru. Cílem bylo získat archeologický materiál, který by umožnil časově zařadit jednotlivé etapy těžby v prostoru uměle vytvořených plošin a dalších terénních tvarů (obr. 25 / S3, S4, S6), ověřit charakter náleзовé situace v prostoru tzv. kovářny (obr. 25 / S1) a funkčně interpretovat lineární zděné substrukce u ústí jámy Martin a nad jámou Spiegelschacht II (obr. 25 / S2 a S5). Celkem tak bylo realizováno 6 sond o plošné rozloze 1,5–7,2 m², které byly ihned po ukončení jejich exkavace zahrnuty, a reliéf terénu byl uveden do původního stavu. Odebírány byly rovněž vzorky pro specializované přírodovědné analýzy (archeobotanickou, mineralogickou a archeometalurgickou). Na lokalitě proběhl, jako součást archeologického výzkumu, rovněž průzkum detektorem kovů. Získané nálezy byly přesně zaměřeny totální geodetickou stanicí.



Obr. 25. Poloha sond archeologického výzkumu S1 – S6 v digitálním modelu terénu z dat laserového leteckého skenování (CzechGlobe, vizualizace O. Malina).

Fig. 25. Location of archaeological research probes S1–S6 in digital terrain model from aerial laser scanning data (CzechGlobe, visualisation O. Malina).

⁴⁸ Analýzy byly provedeny v laboratořích University of California, Irvine, CA, USA. Earth System Science Dept. (20. 3. 2020, milíře M3, M5, M8) a v Hertelendi Laboratory of Environmental Studies, Debrecen, Hungary (24. 4. 2020, milíře M6, M7). Protokoly jsou uloženy v archivu Odboru archeologie NPÚ ÚOP v Ostravě.

Sonda S1

Sonda byla vytyčena v prostoru zatravněného palouku u lesní cesty, kde se dle archivních map měla nalézat budova kovárny (viz výše). Při exkavaci povrchové vrstvy hnědé hlíny s travním drnem se objevil recentní výkop s. j. 500 vytvořený při geologickém průzkumu, vyplněný nalámanými vývrty horniny. Tento zásah v severní polovině sondy částečně narušil archeologické situace nalézající se v těchto místech. Již 15 cm pod stávajícím povrchem, po sejmutí následné vrstvy hliněné planýrky z 20. století s. j. 102 se objevil první horizont zbytku novověkého kamenného zdiva s. j. 901, pojeného žlutým jílem s. j. 108 (na povrchu zdi – zplanýrované pojivo). Následným snížením ke zdi z jihu přilehlé uhlíkaté vrstvy s. j. 105 (součást s. j. 110 – čistá koncentrace uhlíků), která může být zánikovým horizontem, byly odkryty další části jiných zdí. Tento nalezený pozůstatek základů kovárny ukázal systém čtyř navzájem propojených zdí, založených do jílovitého podloží s. j. 111 (obr. 26). Ze severní strany se jednalo o vnější zeď budovy s. j. 900 a dva pásy zdiva nacházejícího se na jihu s. j. 902 a s. j. 903, byly součástí vnitřního zařízení architektonického nebo technologického prostoru. Východní zeď s. j. 901, která navzájem propojovala tyto tři souběžná zdiva, mohla být také zdí vnější. Před severní obvodovou zdí kovárny se dále nalézal menší horizont zásypů, složený převážně z přemístěného podloží s. j. 103 a s. j. 114, pod kterým se nacházela do podloží vyjetá dvojice kolejí s. j. 501 a s. j. 502. Západní vyjetá kolej s. j. 501 směřovala pod severní základovou zeď kovárny. Tato zjištěná situace poukázala na přítomnost cesty, která zde existovala ještě před výstavbou kovárny. Nejstarší novověkou situací byl zahroubený objekt do podloží s. j. 503 před severní zdí kovárny, nacházející se uprostřed mezi vyjetými kolejemi, které objekt z obou stran narušily. Při severním okraji měl tento objekt místy do červena vypálené stěny. To v souladu s účelem budovy potvrzuje, že zde probíhal nějaký pyrotechnologický proces.



Obr. 26. Fotogrammetrické zaměření sondy S1 s odkrytými zděnými konstrukcemi kovárny v superpozici s vyjetými kolejemi ve starší komunikaci (R. Kadlubiec).

Fig. 26. Photogrammetrically measured probe S1 with exposed masonry structures of factory superposed with ruts in older road (R. Kadlubiec).

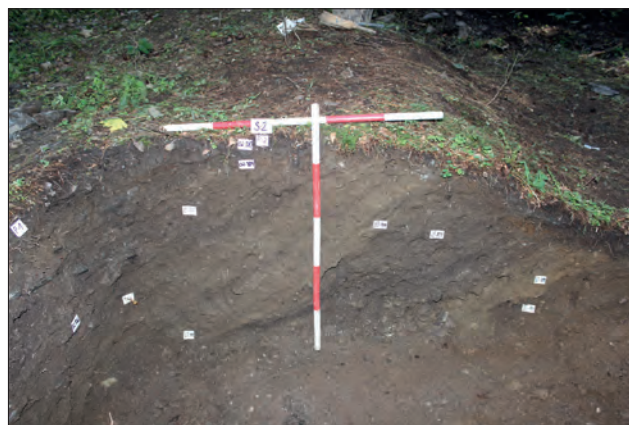
Sonda S2

Sonda měla ověřit nízkým valem vymezený obdélný zářez v prostoru jámy Spiegelschacht II (obr. 27). Při exkavaci sondy bylo zjištěno, že uvedený útvar byl vlastně odval – násep (obr. 28), složený z kose deponovaných tmavých písčitých hlín s drobnou hlušinou a kamením, s velkým obsahem fylitů (s. j. 102, 111, 108, 109, 110). Při severovýchodním okraji sondy byl již 10 cm pod povrchem částečně



Obr. 27. Sonda S2 od severu (foto M. Zezula).

Fig. 27. Probe S2 from the north (photo M. Zezula).



Obr. 28. Stratigrafie valu vymezujícího pracovní plošinu na profilu sondy S2, pohled od severovýchodu (foto P. Malík).

Fig. 28. Stratigraphy of dike delimiting working floor on the profile of probe S2, view from the northeast (photo P. Malík).

zachycen oválný nebo kruhový objekt s. j. 500 zahroubený do zásypů odvalu, pokračující dále mimo vytyčenou sondu. Výplň objektu se skládala z přemístěného podloží s. j. 112 a s. j. 106, tvořeného žlutým kamenitým jílem a nepravidelnými vrstvami uhlíků s. j. 103. Dále bylo u severozápadního okraje sondy zachyceno ohořelé menší dřevě s. j. 700. Zásyp v severní části sondy byl spíše horizontálně uložen a tvořil planýrku tohoto prostoru a směrem k jihu přecházel v odval. Sonda nebyla dokopána na podloží.

Sonda S3

Sonda byla umístěna na rovné plošině, která se nacházela ve svahu v zalesněném prostoru dobývek, severozápadně od jámy Bartolomeus. Po sejmutí povrchové vrstvy lesního humusu se objevily tenké planýrky kamenitých hlín (s. j. 101, 102, 103, 105), promísených většími kameny a drobnější frakcí hlušiny. Následovala mocná vrstva kamenité hlušiny s. j. 104 nasedající na mocnou hlinitou uloženinu s velkými kameny s. j. 106. Tyto dva zásypy s velkým sklonem padající šikmo k severu a doléhající až ke hraně

plošiny, utvářely samotný prostor plošiny v původním svažitém terénu lesa (obr. 29). Níže se nacházela již jen jedna hlinitá vrstva s. j. 109, spočívající na okrovém kamenitém jílovitém podloží s. j. 107.



Obr. 29. Komponenty násypů s. j. 104 a 106 vytvářejících plošinu zkoumanou sondou S3, pohled od jihu (foto P. Malík).
Fig. 29. Filling components of stratigraphic units 104 and 106, forming a surface explored by probe S3, view from the south (photo P. Malík).

Sonda S4

Sonda byla otevřena přibližně uprostřed dlouhého terasového stupně nad ústím štoly Martin. Pod povrchem lesního humusu se nalézala okrová vrstva hodně kamenitého přemístěného podloží s. j. 102, které překrylo lokální tenkou vrstvu zuhelnatělého dřeva s. j. 105. Následovala cca 0,45 m mocná vrstva hnědé jílovité hlíny s. j. 103, u které nelze spolehlivě prokázat antropogenní původ. Může se jednat o původní přírodní horizont erozní hlíny. Následovalo světlé hnědé kamenité jílovité podloží s. j. 104 (obr. 30).

Sonda S5

Sonda byla vytyčena na rovné plošině, v přímém dotyku se severozápadním okrajem zasuté jámy Martin (obr. 31). Jihovýchodní okraj sondy byl položen přes viditelnou obvodovou ohradní zeď těžební jámy. Minimálně 1,2 m



Obr. 30. Jihozápadní profil sondy S4 (foto P. Malík).
Fig. 30. Southwestern profile of probe S4 (photo P. Malík).



Obr. 31. Sonda S5 při severním okraji jámy Martin, pohled od severu (foto M. Zezula).
Fig. 31. Probe S5 at northern margin of Martin Pit, view from the north (photo M. Zezula).

široká zeď s. j. 900 (vnitřní okraj zdi mohl být již zborcen do jámy) byla z vnější strany částečně lícována velkými kameny. Vnitřní část zdi byla tvořena menšími skládanými kameny promíchanými hnědou hlínou. Před zdí se pod povrchem lesního humusu nacházela vrstva magnetitové rudy s. j. 101, kompaktně nalámaná na frakci do cca 15 cm, která spočívala na mocné vrstvě přemístěné hlíny s. j. 103, promísené s drobnější hlušinou (obr. 32). Tato hlinitá uloženina překryla a vyplnila výkop s. j. 500 zařízlý do následného horizontu přemístěného podloží s. j. 104, spočívajícího na zásypu hnědé hlíny s obsahem velkých kamenů s. j. 105. Zjištěný výkop, jehož hrana byla 0,6 m vzdálena od líce ohradní zdi, byl pravděpodobně manipulační prostor na hraně jámy Martin, sloužící k bezpečnému pohybu okolo jámy při výstavbě zdi. Poslední zjištěnou uloženinou na dně sondy byl další hlinitý zásyp promísený hlušinou s. j. 106. Sonda nebyla dokopána na podloží. Ústí jámy Martin bylo při severním okraji lemováno ca 1 m vysokými haldami nalámané rudy o průměru ca 2 až 2,5 cm (obr. 33).



Obr. 32. Jihozápadní profil sondy S5 s deponií magnetitové rudy s. j. 101 (foto M. Zezula).

Fig. 32. Southwestern profile of probe S5 with a deposit of magnetite ore of stratigraphic unit 101 (photo M. Zezula).



Obr. 34. Jihozápadní profil sondy S6 (foto P. Malík).

Fig. 34. Southwestern profile of probe S6 (photo P. Malík).



Obr. 33. Fotogrammetrické zaměření sondy S5 s odkrytou zdí při ústí jámy Martin a s haldami rudy v okolí (R. Kadlubiec).

Fig. 33. Photogrammetrically measured probe S5 with exposed wall at the mouth of Martin Pit and with ore heaps in the vicinity (R. Kadlubiec).

Sonda S6

Sonda byla otevřena v nejnižším místě prohlubně, nacházející se ve svahu lesa uprostřed dobývek a byla lemována odvalet. Pod lesním humusem se nacházel zásyp hlín a kamení (s. j. 103–107) šikmo padající k jihozápadu, který v severovýchodní části sondy nasedal v hloubce cca 1,1 m na zvětřalou skálu tvořenou fylity s j. 110. Ve zvětřalé skále se nacházelo zahloubení s. j. 500, které se příkře svažovalo k jihozápadu a bylo vyplněno dalším hlinitým kamenitým zásypem s. j. 108 (obr. 34). Jednalo se o okraj neznámého dobývaného prostoru. Tento montánní útvar mohl být starší jámou nebo hlubší dobývkou, také není vyloučeno, že se jednalo o propad. Sonda nebyla dokopána na podloží.

Nálezky

Z archeologického výzkumu pochází nepříliš početný soubor nálezů z vrstev zkoumaných v jednotlivých sondách, další část pak byla získána detektorovým průzkumem jejich okolí i jinde v prostoru lokality. Nejvíce artefaktů poskytla svrchní část stratigrafie sondy S1 otevřená v prostoru kovárny zbořené někdy v průběhu 1. poloviny 20. století. Zdá se, že její pozůstatky mohly později sloužit k deponování odpadu produkovaného při provozování sousední cechovny, nálezový soubor tak zahrnuje části cihel, hřebíky kované i tažené z drátu, zlomky skleněných lahví a několik litinových zlomků (např. část příruby) může mít i souvislost s geologickým průzkumem. S dobou provozu jiného využití kovárny v průběhu 19. století a na počátku 20. století naopak můžeme spojit strusku, zlomky nádob z šedé póroviny s hnědou polevou, zkorodované okenní sklo a několik železných předmětů – dveřní závěs, různá stavební kování (obr. 36 / 3).⁴⁹

Naproti tomu ze sond (S2 – S5) umístěných v prostoru výše položených dolů pochází jen ojedinělé nálezy. Ze sondy S3 byl získán jeden keramický fragment nádoby, který se nacházel hned několik centimetrů pod povrchem ve zplanýrované jílovité hlíně s. j. 102. Jednalo se o zlomek okraje hrnce opatřeného hnědou polevou, který můžeme na základě regionálních analogií datovat do období 18. až 1. poloviny 19. století. Do stejného časového rámce můžeme zařadit i fragment okraje pokličky, nalezený v severním okraji sondy S1 před budovou kovárny, v hlinité vrstvě s. j. 107 spočívající na podloží (obr. 35).⁵⁰ Z nekeramických nálezů pak byly získány již jen menší zlomky železářské strusky, a to z planýrek hlušiny s. j. 101 a s. j. 102

49 Jedná se o málo chronologicky citlivé předměty, ke kterým nalezneme četné analogie v souhrnných zpracováních železných artefaktů z různých lokalit, viz např. Krajc, R. 2003: Sezimovo Ústí. *Archeologie středověkého poddanského města 3. Kovárna v Sezimově Ústí a analýza výrobků ze železa, díl I.* Praha.

50 Srov. např. soubor z novověké jámy v Horním Benešově (Kiecoň, M. – Prix, D. – Zezula, M., 2006: *Měšťanské domy čp. 30 a 31 v Horním Benešově. Výsledky stavebně historického průzkumu a archeologického výzkumu.* Průzkumy památek XIII-2, s. 63–65).

nacházejících se v sondě S2 bezprostředně pod povrchem lesního humusu.

Detektorový průzkum zaznamenal největší koncentraci kovových předmětů v okolí sondy S1 v prostoru kovárny, kromě recentního odpadu se jednalo většinou o hřebíky, fragmenty různých stavebních kování a obruč o průměru 40 cm pocházející dle kónického tvaru z dřevěné nádoby (sudu). Namátkový průzkum oblasti Dolního Ulrichu mezi Jelení cestou a Bělokamenným potokem přinesl podstatně méně předmětů, některé z nich souvisí s obsluhou dolů koňskými povozy a byly nalezeny přímo v cestě, nebo v její blízkosti, spojující obloukem údolí Bělokamenného potoka a oblast Středního Ulrichu. Přímou v cestě nalezený zlomek podkovy se silným hmatcem a ozubem náleží k typu spojovanému s tažnými koni pro těžkou práci vyskytujícímu se od pozdního středověku po novověk (obr. 36 / 7),⁵¹ severně pod cestou pak byl nalezen plochý zákolník a část oválného oka řetězu (obr. 36 / 2, 4), který mohl souviset s brzděním vozů ve svažitém terénu.⁵² V okolí sond S2 až S6 pak bylo nalezeno několik fragmentů stavebních kování a zlomky dalších neidentifikovaných předmětů (obr. 36 / 5, 6, 8, 9). Neželezné nálezy zastupuje plochý nezdobený knoflík se subtilním okem (obr. 36 / 1).⁵³

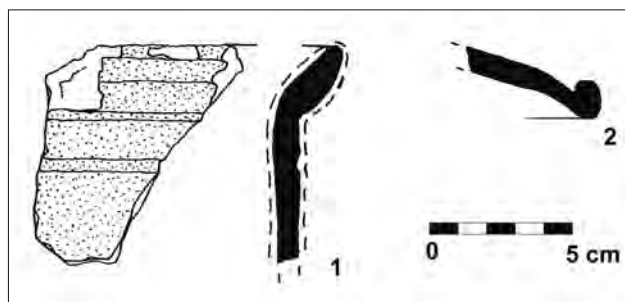
4. Paleoekologie

Vzorky pro antrakologickou analýzu (taxonomickou determinaci uhlíků) byly odebrány na dvou lokalitách, a to ze sond položených v prostoru dolů nacházejících se na severním svahu Javorového vrchu, a dále z milířišť zkoumaných jihovýchodně od sedla Hvězda. Získané zlomky uhlíků byly analyzovány standardní metodou pomocí světelného mikroskopu upraveného pro pozorování v dopadajícím světle. Po provedení čerstvých lomných ploch (transversální, radiální a tangenciální zlom) byly uhlíky přímo prohlíženy při zvětšení 50×, 100× a 200×.

Uhlíky a zuhelnatělé rostlinné makrozbytky z prostoru Javorového vrchu v Malé Morávce

Soubor uhlíků z prostoru dolů je tvořen zejména uhlíky jehličnanů. Dominantou je smrk (48 % analyzovaných uhlíků) a jedle (36 %), v menší míře (cca 8 %) se vyskytují uhlíky taxonu smrk/jedle. Listnáče tvoří jen menší příměs, zaznamenan byl buk (7 %) a minoritně jasan a jilm (obr. 37).

Získané spektrum uhlíků odpovídá značně pozměněné skladbě lesů s převahou člověkem preferovaných konifer

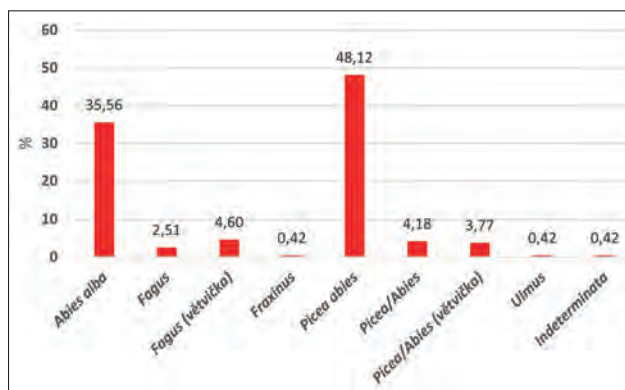


Obr. 35. Keramické nálezy 1 – sonda S3, 2 – sonda S1 (kresba H. Pravdová).
Fig. 35. Ceramic finds. 1 – probe S3, 2 – probe S1 (drawing H. Pravdová).



Obr. 36. Kovové nálezy 1, 4–8 – detektorový průzkum, 3 – sonda S1 (foto O. Schejbal, M. Kahoun, úpravy M. Zezulová).

Fig. 36. Metal finds. 1, 4–8 – detector survey, 3 – probe S1 (photo O. Schejbal and M. Kahoun, editing M. Zezulová).



Obr. 37. Výsledky antrakologické analýzy, zastoupení uhlíků dřevin ze vzorků odebraných v sondách archeologického výzkumu v prostoru dolů na Javorovém vrchu (P. Kočár, R. Kočárová).

Fig. 37. Results of anthracological analyses, representation of wood carbon in samples taken from archaeological research probes in the mine area on Mt Javorový vrch (P. Kočár and R. Kočárová).

- 51 K typologii a datování součástí podkov srov. přehled J. Kaźmierczyka (1978): *Podkowy na Śląsku w X-XIV wieku*. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk a R. Krajice (2003): Sezimovo Ústí. *Archeologie středověkého poddanského města* 3, s. 100–109, ze kterých vycházejí zpracování souborů z mnoha dalších lokalit a regionů, např. Drnovský, P. – Guricová, L., 2016: Podkovy z tzv. staré sbírky Muzea východních Čech v Hradci Králové. *Poznámky k typologii středověkých a novověkých nálezů*. In: *Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii*: Katedra archeologie Filozofické fakulty Univerzity Hradec Králové, sv. 18, s. 53–61, kde nacházíme k našemu nálezu analogický typ VIIb.
- 52 k součastem vozu viz Vermouzek, R. 1983: *Středověký vůz*. *Archaeologia historica*, 8, 311–325; Vermouzek, R. 1984: *Kování středověkého vozu*. *Zkoumání výrobních objektů a technologií archeologickými metodami* 3. Brno, 110–122.
- 53 srov. podobné exempláře z raně novověké Vratislavi: Konczewska, M. – Konczewski, P. 2004: *Zabytki metalowe z fosy miejskiej we Wrocławiu*. In: *Wrocław na przełomie średniowiecza i czasów nowożytnych. Materialne przejawy życia codziennego* (eds. J. Piekalski – K. Wachowski). *Wratislavia Antiqua* 6, Wrocław, s. 89–206.

smrku a jedle. Smrk v raném novověku expandoval na holinách, jedle spíše v podrostu člověkem prosvětlených lesů. Bohužel interpretace výsledků antrakologické analýzy není jednoznačná, vyšší podíl smrku může být i důsledkem tafonomických procesů, zejména dovozu dřeva či dřevěného uhlí z větší vzdálenosti od zkoumané lokality z vyšších poloh pohoří, či selekcí dřeva pro konstrukční účely. Obojí můžeme v případě dolů předpokládat.

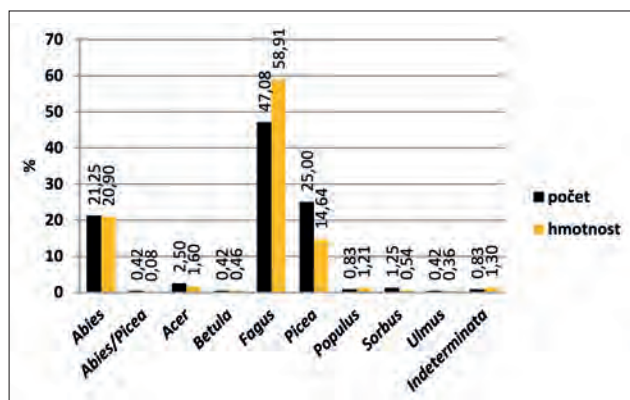
Nepočtený soubor rostlinných makrozbytků obsahoval pouze jehlice smrku a jedle a semena smrku. Tato část nálezů pravděpodobně dokládá, že alespoň část dřeva byla zpracovávána přímo na místě. To by mohlo například naznačovat využívání čerstvě nakáceného dřeva určeného pro výdřevu dolů.

Výroba dřevěného uhlí v blízkosti sedla Hvězda

K antrakologické analýze bylo odebráno 8 vzorků ze stejného počtu milířů zkoumaných v lokalitě Hvězda v k. ú. Podlesí pod Pradědem. Vzorky pocházely z výzkumu milířů na parcele č. 627/1. Nadmořská výška zkoumané situace byla cca 800–850 m. Vzorky byly flotačně proplaveny přes síto o průměru ok 1 mm. Materiál byl předběžně datován do novověku (17. až 19. století).

Vzorky obsahovaly zlomky uhlíků jedle (*Abies*), jedle/smrku (*Abies/Picea*), javoru (*Acer*), břízy (*Betula*), buku (*Fagus*), smrku (*Picea*), topolu (*Populus*), jeřábu (*Sorbus*), jilmu (*Ulmus*) a blíže neurčitelné dřeviny (*Indeterminata*). Dominantou souboru je buk (47 %) s významnou příměsí jedle (21 %) a smrku (25 %). Ostatní dřeviny byly zastoupeny jako příměs (obr. 38).

Na základě provedené analýzy lze v lokalitě rekonstruovat jedlobučiny s přírodě blízkým podílem jedle, buku a smrku.



Obr. 38. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (okr. Bruntál), výsledky analýzy uhlíků (n=240, celkem 518 g) uhlíků dřevin ze vzorků odebraných z milířů M1–M8 vrchu (P. Kočár, R. Kočárová).

Fig. 38. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (Bruntál Distr.), results of analyses (n=240, total 518 g) of wood carbon in samples taken from charcoal kilns M1–M8 (P. Kočár and R. Kočárová).

Jedlobučiny jsou v Jeseníkách společenstvem dřevin vázaných na submontánní až supramontánní vegetační stupeň s optimem v nadmořské výšce 800–900 m n. m., což odpovídá zkoumané lokalitě. To pravděpodobně indikuje lokální původ zkoumaných uhlíků. Zdroje dřeva pro stavbu milířů jsou klíčové při interpretacích antrakologického spektra z těchto situací, zkoumaných např. v Krušných horách.⁵⁴ V menší míře byly zaznamenány indikátory suťových lesů (javor, jilm) a lidské aktivity indikující dřeviny lesních pasek, porostlin a světlin (bříza, topol, jeřáb). Rozdíly mezi jednotlivými zkoumanými milíři nejsou velké.

Antrakologická analýza uhlíků ze dvou tafonomicky odlišných situací (vrstvy v blízkosti dolů a uhlířského pracoviště) ukazuje zejména na odlišnosti při vzniku těchto souborů. Zdroje uhlíků získaných z milířů můžeme hledat v těsném okolí zkoumaných míst. Milíře byly v raném novověku stavěny ze dřeva z těsného sousedství milíře, zatímco uhlíky z okolí dolů souvisejí se zdroji dřeva, jejichž původ můžeme hledat v širokém okolí zkoumané lokality, mohou být ovlivněny selekcí dřeva i dálkovým transportem vhodných sortimentů dřeva či dřevěného uhlí.

5. Archeometalurgie

Podrobněji zkoumány byly strusky získané v sondě S1. Z širšího souboru, který původně obsahoval i petrografické vzorky (běžně s magnetitem) a silně nebo zcela korodované zlomky železných předmětů, bylo získáno 20 ks strusek. Přítomnost magnetitu v horninách, zbytků nekorodovaného železa a běžné zastoupení ryzího železa ve struskách (viz dále) jsou pravděpodobně i příčinou toho, že vzorky reagovaly v detektoru kovů.

Ve vzorcích strusek jsou významně zastoupeny miskovitě (plankonvexní) celotvary o průměru asi 12 cm (a menší), běžné jsou i nepravidelné zlomky. Barva strusek je hnědá, šedá až černá; na lomu jsou černé, až sklovitě lesklé. Na povrchu jsou vzorky strusek běžně velmi členité, jen v detailu hladké a až sklovité. Strusky jsou silně porézní, běžně obsahují uzavřeniny uhlíků a otisky po uhlících; časté jsou i ostrohranné nebo natavené uzavřeniny hornin o velikosti do cca 1 cm. Magnetická susceptibilita strusek silně kolísá, celkově je zvýšená (v průměru $23,1 \cdot 10^{-3}$ SI).

Fázové a chemické složení strusek bylo ověřeno mikroskopickým výzkumem v odraženém a procházejícím světle, v elektronovém mikroskopu a pomocí rentgenové práškové difrakce. Ve struskách byly rozlišeny dva hlavní typy struktury: 1) sklovitá – v ní velmi výrazně převažuje sklo, jen zcela ojediněle jsou v něm zachována korodovaná zrna křemene; 2) krystalická – v ní je sklo zastoupeno v proměnlivém množství (cca od 20 do 50 %) a vysoké zastoupení mají krystalické fáze. Z nich byl spolehlivě identifikován fayalit (je běžně v podobě listovitých krystalů),

54 Kočár, P. – Petr, L. – Kočárová, R., 2018: *Změny vegetace v hornickém revíru Přísečnice*. In: K. Derner (ed.), *Středověké hornictví a hutnictví na Přísečnicku ve středním Krušnohoří*, *ArcheoMontan* 2018. Band 68, Landesamt für Archäologie Sachsen, s. 47–77. Dresden.

leucit (ojedinělý, v nepravidelných zrnech), wüstit (ojedinělý, v kostrovitých agregátech; podle stechiometrických poměrů Fe/O je pravděpodobné, že jsou ve vzorcích zastoupeny i další oxidické fáze Fe – magnetit, hematit) a ryzí železo (běžné, celkově však podružně zastoupené; jeho agregáty jsou tvarově nepravidelné i na řezu kruhové). Magnetit a hematit byly ve vzorcích potvrzeny i rentgenovou práškovou difrakční analýzou. Spolehlivě neurčena zůstává fáze, která se složením blíží některému Fe-pyroxenu: ve vzorcích je relativně běžná. Pouze práškovou difrakcí byly v některých vzorcích a jako zcela minoritní fáze zjištěny pravděpodobný bytownit, hercynit a kalcit.

Fayalit obsahuje podle výsledků EDX analýz asi mezi 7 a 10 hmot. % MgO, cca 1 hmot. % CaO a do 0,7 hmot. % MnO. Wüstit je v rámci možností EDX analýzy bez dalších příměsí, jen výjimečně obsahuje do 2 hmot. % Al₂O₃. Také ryzí Fe je čisté, pouze v jednom případě v něm bylo zjištěno 2,58 hmot. % P₂O₅.

Orientační XRF analýza vykazovala ve vzorcích vysoké obsahy Fe (cca 45-55 hmot. % FeO); v množství přesahujícím 1 hmot. % je zastoupen už pouze Si (cca 21 až 63 hmot. % SiO₂) a Al (do 19 hmot. % Al₂O₃). V řádu desetin hmot. % obsahují strusky Mg, K, Ca, Ti, Mn a Cr. Strusky jsou chemicky silně nehomogenní.

Chemické i fázové složení strusek jednoznačně dokládají, že strusky vznikaly v souvislosti s metalurgií železa. Spíše z nepřímých indicií (tvar, vysoká porozita, zvýšená magnetická susceptibilita, běžné zastoupení ryzího Fe a současně zastoupení fází s trojmocným Fe apod.) můžeme dovozovat, že strusky vznikly při kovářských (oxidačních) pochodech zpracování železa.

6. Zhodnocení výsledků archeologického výzkumu

Archeologie se rudních revírů moravskoslezského pomězí začala dotýkat teprve v posledních letech. Pozornost byla věnována těžbě zlata ze sekundárních ložisek (Suchá Rudná, Nová Véska), tak i těžbě zlata a polymetalických rud z primárních zdrojů (Starohoří–Altenberg, Poštovní štola).⁵⁵ Kromě záchranného výzkumu v Suché Rudné, a z metodického hlediska specifické dokumentace pozůstatků vodotěžního zařízení v Poštovní štolě, se prozatím jednalo o plošně omezené výzkumné akce, prováděné za účelem odběru vzorků pro specializované analýzy, upřesnění datace a interpretace vybraných terénních reliktů.

Stejný charakter měl i sondážní výzkum v oblasti Javorového vrchu v Malé Morávce, který přímo navazoval na montanistické zhodnocení nově pořízeného digitálního modelu reliéfu. Časové zařazení zkoumané části dolů na základě získaných nálezů potvrdilo předpoklad, že většina povrchových projevů dolování má spojitost se závěrečnými fázemi těžby i návazné železářské výroby v 18. a 19. století, což je doba, kam spadá i možná datace minimálně části milířišť v okolních horských lesích. Charakter nálezového souboru nasvědčuje tomu, že zde neprobíhaly žádné sídlitelské aktivity a zázemí těžební činnosti tedy bylo v dobře dostupné Malé Morávce. Přímou na lokalitě byla zřejmě činná jen kovářna. Pozoruhodné je dochování stop některých pracovních operací (skládka vytěžené rudy) a mnoho dalších informací v budoucnu jistě přinese i průzkum a dokumentace důlního podzemí, která by měla na evidenci povrchových částí lokality navázat.⁵⁶

SHRNUTÍ

Prostor Javorového vrchu je tvořen devonskými vulkanosedimentárními horninami, na které jsou vázány kvalitní železné rudy typu Lahn-Dill, tvořené převážně hematitem, magnetitem a méně Fe-chlority. Jejich dobývání je časově spjato s počátky osídlení, které je kladeno do poloviny 14. století. Masová těžba začala na začátku 17. století a je spojena s rozvojem železáren v Malé Morávce, včetně tří hutí. Množství vytěžené rudy se pohybovalo v rozmezí 500 až 800 hýlí za rok a v některých obdobích ani nestačilo pokrývat spotřebu místních železáren. Na konci 17. století byly hutě přesunuty kvůli nedostatku dřevěného uhlí do Ludvíkova a Hubertova (dnes Karlova Studánka). V druhé polovině 19. století, pod tíhou konkurence využívající černé uhlí a lehce tavitelné sideritové rudy, skončilo roku 1876 dolování a roku 1914 i zdejší železářna.

Důležitým předpokladem výroby železa byl dostatek kvalitního dřevěného uhlí, kterou zachytily jak písemné a kartografické prameny, tak i terénní výzkumy. Podrobněji dokumentovaný polygon jihovýchodně od sedla Hvězda přinesl informace o charakteru zdejších milířišť a pochází z něj nálezy související s jejich obsluhou (lyžiny saní aj.). Antrakologické analýzy odebraných vzorků zuhelnatělého dřeva ukázaly, že v lokalitě lze rekonstruovat jedlobučiny (jedle, buk, smrk) a v menší míře suťové lesy (javor, jilm) a lesní

55 srov. Prix, D. – Večeřa, J. – Zezula, M. (edd.), *Těžba zlata na Bruntálsku. Montánní region pohledem mezioborového výzkumu*. Ostrava 2017; Zezula, M. – Brhelová, J. – Kočár, P. – Petr, L. – Večeřa, J., *Archeologický výzkum rýžoviště v Nové Věsce (m. č. obce Staré Město, okr. Bruntál)*. *Archaeologia historica* 46, 2, 2021, s. 487–511; Prix, D. – Večeřa, J. – Zezula, M. (eds.): *Zlatohorský rudní revír, montánní region a jeho mezioborový výzkum*. Opava 2022; v uvedených publikacích jsou dostupné odkazy na další literaturu k předmětným rudním revírům.

56 Metodicky lze přitom využít postupy aplikované při výzkumech v Krušnohoří (např. Scholz, V. 2013: *Versuch einer beschreibender Rekonstruktion der Bergbautechniken und Abbautechnologien im hochmittelalterlichen Bergbau von Dippoldiswalde – Pokus o popisnou rekonstrukci hornických technologií a technologií těžby ve vrcholně středověkém dolu v Dippoldiswalde*. In: R. Smolnik (Hrsg.): *Erkunden – Erfassen – Erforschen. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, ArchaeoMontan* 2013, Beiheft 26. Dresden, s. 237–248, nebo i menší výzkumné akce v našem prostředí, z nichž některé byly realizovány přímo v prostředí novověkých železnorudných dolů (Šmehil, K., Wlosok, J., Dostál, B., Čuba, J. 2012: *Spešovské železnorudné doly na lokalitě Kešůvka – experimentální ražba*. *Archeologia technica* 23, s. 99.

paseky, porostliny a světliny (bříza, topol, jeřáb). Rozdíly mezi jednotlivými zkoumanými milíři nejsou velké.

Archeologický výzkum dolů na severovýchodním úbočí Javorového vrchu (dílčí revír Dolní Ulrich) umožnil studovat stratigrafii lokality a pochopit vznik zdejšího velmi členitého montánního reliéfu. Ten je tvořen takřka výhradně antropogenními tvary sestávajícími z materiálu přemístěného v důsledku těžby (skrývky, odvaly), dochovány jsou i zděné

konstrukce (zídka vymezující pracovní prostor při ústí jámy Martin, objekt kovárny) a situace související se závěrečnou fází těžby (deponie železné rudy). Praktická absence keramických nálezů v prostoru dolů ukazuje, že lokalita patrně nebyla ani krátkodobě osídlena, kovové nálezy vykazovaly souvislost s dobýváním a transportem suroviny pro výrobu železa (podkovy, různá kování, části řetězů, hřeby), resp. jeho kovářským zpracováním v prostoru kovárny (struska).

Tab. 1. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (okr. Bruntál), výsledky analýzy uhlíků, počty fragmentů (P. Kočár, R. Kočárová).

Tab. 1. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (Bruntál Distr.), results of carbon analyses, numbers of fragments (P. Kočár and R. Kočárová).

	<i>Abies</i>	<i>Abies/Picea</i>	<i>Acer</i>	<i>Betula</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>	<i>Populus</i>	<i>Sorbus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Indeterminata</i>
č. vzorku	jedle	jedle/smrk	javor	bříza	buk	smrk	topol	jeřáb	jilm	kůra
1/M1	5			1	12	12				30
2/M2	7		1		11	11				30
3/M3	9		3		18					30
4/M4	5				23	1				1 30
5/M5	10	1			7	12				30
6/M6	3				15	7	2	1	1	1 30
7/M7	7		2		8	11		2		30
8/M8	5				19	6				30
	51	1	6	1	113	60	2	3	1	2 240

Tab. 2. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (Bruntál Distr.), results of carbon analyses, weights of fragments (g) (P. Kočár and R. Kočárová).

Tab. 2. Podlesí pod Pradědem - Hvězda (okr. Bruntál), výsledky analýzy uhlíků, hmotnost fragmentů (g) (P. Kočár, R. Kočárová).

	<i>Abies</i>	<i>Abies/Picea</i>	<i>Acer</i>	<i>Betula</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>	<i>Populus</i>	<i>Sorbus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Indeterminata</i>	
č.vzorku	jedle	jedle/smrk	javor	bříza	buk	smrk	topol	jeřáb	jilm	kůra	zbytek
1/M1	12,7383			2,3902	31,1376	11,0543					198,9173
2/M2	7,0779		1,5521		26,2076	21,0778					199,1089
3/M3	40,9874		5,1394		58,674						317,2118
4/M4	8,7878				96,9702	3,7433				4,7246	178,0995
5/M5	16,5096	0,3967			13,8143	13,1159					171,4175
6/M6	5,6668				29,8699	9,6578	6,2541	1,2541	1,8423	2,01119	193,7547
7/M7	8,4789		1,6146		12,0827	10,8791		1,5533			147,3013
8/M8	8,0089				36,3273	6,2717					176,8349
	108,2556	0,3967	8,3061	2,3902	305,0836	75,7999	6,2541	2,8074	1,8423	6,73579	517,87169

LITERATURA

- BOBEK P., BREJCHA R., DEJMAL M., HOUSKA J., JOHANIS H., JOHN J., PŘIBYLOVÁ M., SEDLÁČKOVÁ L., SUCHÁNKOVÁ S., SZABÓ P., ŠIMÍK J. (2021): Uhlířství a jeho archeologické doklady – historicko-archeologický pohled na provozování řemesla. – *Archeologia technica*, 32: 31–56.
- BOBEK P. et MATOUŠEK V. (2015): Mokřina. Příspěvek ke studiu pálení dřevěného uhlí v Čechách v novověku. – In: V. MATOUŠEK, T. BLAŽKOVÁ (eds.), *Les a industrializace*. – Praha, 2–63.
- ČERNÝ E. (1979): Zaniklé středověké osady a jejich pluziny. – *Studie ČSAV č. 1*, Praha, 64–65.

- DEMČÍK Z. (1979): Železářny v Malé Morávce na bruntálském panství. – *Rozpravy NTM*, sv. 73, Z dějin hutnictví č. 5: 72–91. Národní technické muzeum.
- DOSOUDIL J. (1938): Das Bergwerck in Klein Mohrau in Schlesien im Jahre 1618. – *Zeitschrift des Deutschen Verein für Geschichte Mähren und Schlesien*, 1, 131–132.
- DRNOVSKÝ P. et GURICOVÁ L. (2016): Podkovy z tzv. staré sbírky Muzea východních Čech v Hradci Králové. Poznámky k typologii středověkých a novověkých nálezů. – In: *Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii: Katedra archeologie Filozofické fakulty Univerzity Hradec Králové*, sv. 18, 53–61.

- FUKALA R. (1995): Bruntálský, Jan ml. z Vrbna. – In: Biografický slovník Slezska a severní Moravy 4. – Opava–Ostrava 1995, 21–22.
- HORNIŠER I. (1997): Archeologické doklady hornické činnosti v Malé Morávce z počátku 14. stol. – Sborník Montanisticko-geologická nadace Terra, 11–13.
- HOSÁK L. (2004): Historický místopis země Moravskoslezské. Praha.
- CHYTRÝ M. (ed.) (2011): Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace. – Academia, Praha.
- IRGANG W. (1971): Freudenthal als Herrschaft des Deutschen Ordens 1621–1725. – Bonn-Godesberg.
- NOVÁK J. (1980): Rudný revír Andělská Hora. Báňsko-historická studie. – Zprávy Okresního archivu v Bruntále za rok 1977, Bruntál.
- KADERA J. (2014): Technologie výroby dřevěného uhlí pod nestabilním příkrovem. – Archeologia Technica, 25: 40.
- KAUCKÁ K. (2015): Uhlíři na Křivoklátsku v 19. století. – In: V. MATOUŠEK et T. BLAŽKOVÁ (eds.). Les a industrializace. Praha, 89–90.
- KAŹMIERCZYK J. (1978): Podkowry na Ślasku w X–XIV wieku. – Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- KIECOŇ M., PRIX D. et ZEŽULA M. (2006): Měšťanské domy čp. 30 a 31 v Horním Benešově. Výsledky stavebně historického průzkumu a archeologického výzkumu. – Průzkumy památek, XIII-2: 53–90.
- KLEINWÄCHTER M. (1982): Mineralogické studium magnetitu na Javorovém vrchu u Malé Morávky. – Ms. [Dipl. Práce, depon. in: UJEP Brno].
- KNECHTOVÁ A. (2016): Povrchový průzkum milířišť a dalších možných marginálních archeologických reliktů v jihozápadní části Dražanské vrchoviny. – Zprávy památkové péče 75/6: 549–550.
- KOČÁR P., PETR L. et KOČÁROVÁ R. (2018): Změny vegetace v hornickém revíru Přísečnice. – In: K. DERNER (ed.), Středověké hornictví a hutnictví na Přísečnicku ve středním Krušnohoří. – ArcheoMontan 2018. Band 68, Landesamt für Archäologie Sachsen, Dresden, 47–77.
- KONCZEWSKA M. et KONCZEWSKI P. (2004): Zabytki metalowe z fosy miejskiej we Wrocławiu. – In: J. PIEKALSKI et K. WACHOWSKI (eds.), Wrocław na przełomie średniowiecza i czasów .nowożytnych. Materialne przejawy życia codziennego – Wratislavia Antiqua 6, Wrocław, 89–206.
- KOUTEK J. (1950): Ložiska železných rud v nemetamorfovaném devonu Moravsko-slezských Jeseníků. – Ms. Praha
- KRAJÍČ R. (2003): Sezimovo Ústí. Archeologie středověkého poddanského města 3. Kovárna v Sezimově Ústí a analýza výrobků ze železa, díl I. Praha.
- LOMIČ V. (1955): Seznam historických podkladů pro prospekční práce na lokalitě Malá Morávka. – Ms. [Depon. in: Ústav pro výzkum rud Kutná Hora].
- MELION J. (1852): Der Eisenbergbau in den mährisch-schlesischen Sudeten (Klein Mohrau). – Lotos 2/1852: 107–114.
- MYŠKA M. (1954): Dějiny železáren v Malé Morávce v XVII. století. – Časopis přátel Starožitností, 62/1954, č. 4: 193–206.
- OPLETAL M. et al. (1987): Základní geologická mapa ČSSR 1:25 000 List 14-422 Dolní Moravice. – Archiv České geologické služby. Praha.
- PRIX D., VEČEŘA J. et ZEŽULA M. (eds.) (2017): Těžba zlata na Bruntálsku. Montánní region pohledem mezioborového výzkumu. Ostrava.
- PRIX D., VEČEŘA J. et ZEŽULA M. (eds.) (2022): Zlatohorský rudní revír, montánní region a jeho mezioborový výzkum. Opava.
- SCHOLZ V. (2013): Versuch einer beschreibenden Rekonstruktion der Bergbautechniken und Abbautechnologien im hochmittelalterlichen Bergbau von *Dippoldiswalde* – Pokus o popisnou rekonstrukci hornických technologií a technologií těžby ve vrcholně středověkém dolu v Dippoldiswalde. – In: R. SMOLNIK (Hrsg.): Erkunden – Erfassen – Erforschen. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege. – Archaeomontan 2013, Beiheft 26, Dresden, 237–248.
- SKÁČEL J. (1958): Výroční zpráva o podrobném výzkumu na lokalitě Malá Morávka. – Ms. [Depon. in: ÚUG, Praha].
- SKÁČEL J. (1966): Železorná ložiska moravskoslezského devonu. – Rozpr. ČSAV, Ř. math.-přír. Věd, 76/1966, seš. 11, Praha.
- SKÁČEL J. et al. (1968): Regionální surovinová studie Jeseníků a přilehlých oblastí, část II. – Jeseníky. – Ms. [Geologický průzkum Ostrava].
- STIBOR J. (1998): Bruntálští z Vrbna. – In: Biografický slovník Slezska a severní Moravy 10. – Ostrava, 44–45.
- ŠMEHL K., WŁOSOK J., DOSTÁL B., ČUBA J. (2012): Šešovské železnorudné doly na lokalitě Kešůvka – experimentální ražba. – Archeologia Technica, 23: 99–104.

PRAMENY

- Moravský zemský archiv, fond C 13 Krajský soud Olomouc – Horní knihy.
- Moravský zemský archiv, fond D16, Báňské hejtmanství.
- Zemský archiv v Opavě, fond Němečtí rytíři – ústřední správa velmistrovských statků na Moravě a ve Slezsku, Bruntál, místodržitelství.
- ZAO, fond Stabilní katastr slezský.
- Zemský archiv v Opavě, fond Velkostatek Bruntál.
- Zemský archiv v Opavě, fond Velkostatek Bruntál, Akta horní substituce, nesignované doplňky.
- Zemský archiv v Opavě, pob. Olomouc, fond Krajský soud, Horní senát.
- Zemský archiv v Opavě, pob. Olomouc, fond Báňsko-historický výzkum na Severní Moravě.
- Zemský archiv v Opavě, pob. Olomouc, fond KNV Olomouc.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- <https://ags.cuzk.cz/archiv/>
<http://oldmaps.geolab.cz>
<https://geoportal.gov.cz>

Štiavnické Bane – recyklácia/?/ časti rudného mlyna zo 14.storočia v gápli zo 17.storočia

Štiavnické Bane – recycled(?) part of an ore mill from the 14th century in gin from the 17th century

JOZEF LABUDA¹, DÁVID AUGUSTÍN², SBM B.ŠTIAVNICA, BERGSCHOLA N.O.

¹Energetikov 10, SK–969 01 Banská Štiavnica; e-mail: labudaj54@gmail.com; ²č.84, SK–969 81 Štiavnické Bane; e-mail: davidaugustin08@gmail.com

Abstract: In connection with the planned presentation of the mine area of the Karol Shaft in Štiavnické Bane at the end of the 17th century, archaeological research was carried out for scientific purposes. The course of the research work was determined by preserved archival documents and included initial mechanical removal of a humus-like layer. Three probes were located on the circular floorplan of the horse-gin, which verified the construction's sewage system and the existence of an operational object. Probe 3/21 brought insight into the use of part of a medieval ore mill for fixing the central axis of the horse-gin shaft.

Keywords: Middle-Modern ages, millstone, Horse-gin, shaft Karol in Štiavnické Bane, Slovakia

ÚVOD

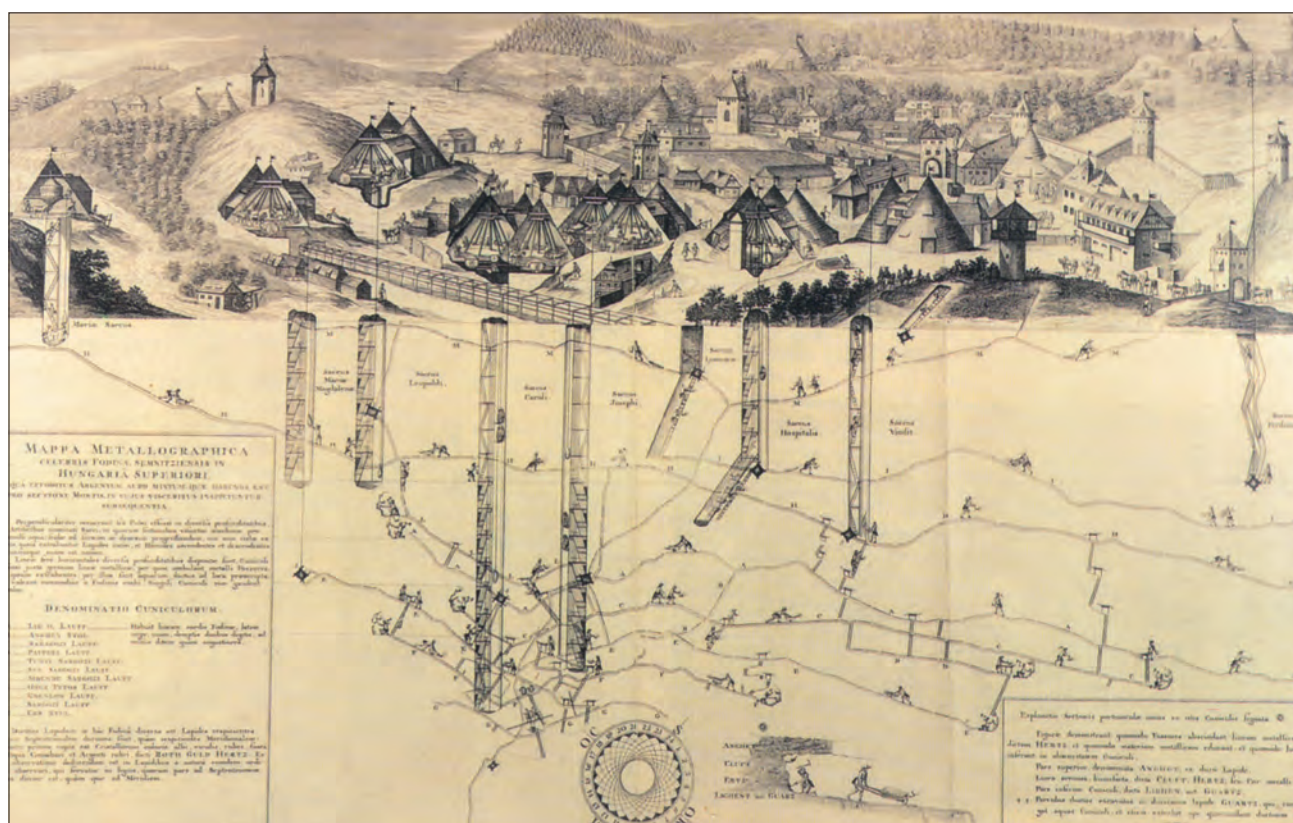
Pre záujmovú oblasť montánnej archeológie predstavuje obec Štiavnické Bane v okrese Banská Štiavnica významnú lokalitu. Archeologické výskumy sa tu zatiaľ realizovali len v súvislosti s overovaním toponymických údajov niekoľkých miestnych názvov polôh – Peciny, Ofenhübel (Labuda 1986, 148), ďalej počas záchranných výskumov pri objektoch, ktoré sa stali predmetom stavebnej obnovy a rekonštrukcie či fortifikácie (Labuda 2015). Nezisková organizácia Bergschola v Štiavnických Baniach, pod vedením D. Augustína, si pred rokmi predsavzala spracovať a realizovať projekt výskumu a stavebnej rekonštrukcie šachty Karol, situovanej v južnej časti dnešného centra obce a datovanej do 17.–20. storočia.

V 17. storočí sa začali na dnešnom katastri obce postupne hľbiť šachty na línii žil Terézia a Špitáler. Jednou z nich bola aj šachta Karol z roku 1687 (Smolka 2005). Spolu s ďalšími šachtami (napríklad Jozef, Leopold, Magdaléna...) tak už na konci 17. storočia vznikol na území dnešnej obce komplex technických zariadení, ktorý s ďalšími budovami prevádzky, obrovskými haldami hlušiny a pod., vytvoril špecifický charakter priemyselnej krajiny (Labuda 2022). K vytvoreniu si obrazu o tejto technicko – sídliskovej aglomerácii nám pomáhajú ikonografické pramene územia z obdobia 17.–18. storočia (Kašiarová 2010, 20, 46). Preto možno len uvítať pokus n. o. Bergschola Štiavnické Bane o budúcu rekonštrukciu či konzerváciu architektúr aspoň jedného ťažobného komplexu Štiavnických Baní, ktorého rozkvet spadol do 17.–18. storočia. Pre naplnenie tejto myšlienky musel byť vykonaný archeologický výskum pre vedecké a dokumentačné účely z rozhodnutia Krajského pamiatkového úradu Banská Bystrica a ktorého výsledky 1. etapy sú prezentované na stránkach tohto zborníka.

HISTÓRIA SKÚMANÉHO AREÁLU

Ako bolo konštatované v úvode, skúmaný areál šachty Karol bol súčasťou rozsiahleho komplexu šácht, štôlní a nadzemných pamiatok technického a sídliskového charakteru 17.–20. storočia. Ako najvierohodnejší prameň pre potvrdenie tejto konštatácie treba uviesť známu a ilustračne často používanú banskú kolorovanú mapu dnešnej obce Štiavnických Baní z roku 1696 od neznámeho autora (obr. 1), s rozmermi 129 × 58 cm, uloženú v SBA v Banskej Štiavnici pod inv. číslom 7165 (za poskytnutie archívnych údajov k lokalite, ale aj úzku spoluprácu a konzultácie k danej téme vyslovujem poďakovanie vedúcemu SBA v Banskej Štiavnici Mgr. Petrovi Konečnému, PhD.) Ikonografické doklady zo 17.–18. storočia prinášajú vyobrazenia objektov šácht, dopravných zariadení - vrátkov, konských gápľov, kolesovní s pohonom vody a podobne, ktoré slúžili v časoch prevádzky pre čerpanie spodných vôd žilného zrudnenia a dopravy rudy na povrch či fárание baníkov do podzemia. Archeologický výskum predmetnej plochy bývalého technického komplexu sa uskutočnil po prvýkrát.

Dnešná obec Štiavnické Bane v okrese Banská Štiavnica prešla pozoruhodným osídľovacím procesom, na ktorý mali vplyv majetko-právne pomery vlastníkov tohto územia a záujem o využitie jeho surovinového bohatstva pri podnikaní. Pri príležitosti vyhlásenia obce Štiavnické Bane za pamiatkovú rezerváciu sa v októbri 1995 uskutočnil odborný seminár, na ktorom M. Čelko zo Štátneho archívu Banská Bystrica, pobočka Banská Štiavnica, publikoval historický vývoj obce do roku 1526 (Čelko 1995, 30–37). Autor konštatuje, že k roku 1352 sa viaže prvá konkrétna písomná zmienka o časti územia dnešných Štiavnických Baní, osade Sigelsberg. V roku 1388 sa pri donácii majetku kráľa Žigmunda pre



Obr. 1. Mapa dnešnej obce Štiavnických Baní z roku 1696 od neznámeho autora, uložená v SBA v Banskej Štiavnici pod inv. číslom 7165.

Fig. 1. Map of today's village of Štiavnické Bane from 1696 drawn by an unknown author, deposited at the Slovak Mining Archive in Banská Štiavnica under no. 7165.

magistra Franka spomína hrad Šášov s jeho majetkami, kde sa uvádza osada Pergh (neskôr Pjerg). Táto osada je totožná so Sigelsbergom. Dnešné Štiavnické Bane (názov z 20. storočia) tak podľa M. Čelku sa formovali z jednej osady, označenej v historických prameňoch ako Sigelsberg či Pergh (Čelko 1995, 33).

Pri analýzach archívneho charakteru, v spojitosti s datovaním danej lokality, sa kladú oprávnené očakávania z oblasti archeológie. Ako už bolo konštatované, doterajšie archeologické nálezy a prieskumy z katastra obce Štiavnické Bane sa koncentrovali na oblasť záchranných archeologických výskumov pri skúmaní fortifikačných objektov a výskumy pre vedecké a dokumentačné účely, v spojitosti s overovaním miestnych toponymických názvov. Zo všetkých uvedených výskumov disponujeme zatiaľ najstaršími nálezmi archeologického charakteru z obdobia 16. storočia. Treba si uvedomiť skutočnosť, že exponované územie centra dnešnej obce bolo v 17.–19. storočí totálne prekryté haldovaním v súvislosti s enormnou ťažbou rúd drahých a farebných kovov. Perspektívne sa javí ako nádejná lokalita pre poznanie najstarších dejín obce jej miestna časť Horná Roveň, ako aj poloha Ofenhübel, kde sa už v 80. rokoch 20. storočia zachytili fragmenty (hutníckej ?) trosky (Labuda 1996).

Výskum areálu šachty Karol v roku 2021

Bergschola, n.o. Štiavnické Bane, zabezpečila všetky právne práce pred samotným začiatkom archeologického výskumu SBM na lokalite, a to skrívkou zeminy predpokladaného rozsahu pôdorysu gápl'a a prísluších stavieb. Predtým písomne odkomunikovala potrebné administratívne úkony, týkajúce sa súhlasného stanoviska vlastníkov pozemkov s realizáciou výskumu a rozhodnutia KPÚ Banská Bystrica pre možnosť realizácie archeologického výskumu pre vedecké a dokumentačné účely. Nakoľko v SBA Banská Štiavnica sa nachádza dokumentácia pôdorysu všetkých stavieb súvisiacich s areálom šachty Karol (gápel', miestnosť hlavného dozorca, haviarska miestnosť, stolárska dielňa, kolesovňa...), po realizovanej skrívke zeminy v priestore pôdorysu gápl'a sa čiastočne obnažili kamene zo základového muriva kruhovej stavby. Preto boli postupne vymerané sondy v jednotlivých dôležitých častiach gápl'a, najmä pre overenie reálnej pozície v teréne odkrytých architektur s kresbnou dokumentáciou, uloženou v banskom archíve (obr. 2).

Sonda 1/21 bola situovaná v severnej časti 8-bokého pôdorysu gápl'a tak, aby zachytila lícované murivo interiérovej a exteriérovej časti. Mala obdĺžnikový pôdorys o rozmeroch 500 × 250 cm. Jej úlohou bolo zistiť pomery sterilného podlažia voči stavbe, resp. prípadne zistiť existenciu ďalších múrov. Týmto spôsobom sa podarilo



Obr. 2. Situovanie sond 1–3/21 v pôvodnom priestore gápl'a. Foto J. Labuda.

Fig. 2. Location of Probes 1–3/21 in the original space of the horse-gin. Photo J. Labuda.

zachytiť existenciu kanálu, ktorý odvádzal vodu z celej plochy strechy objektu gápl'a. Samotný kanál vytvorili vymurovaním dvoch paralelne prebiehajúcich murív, z ktorých jedno tvorilo základ strešnej krytiny gápl'a a priestor medzi nimi tvorilo úžľabie pre odvádzanie vody (obr. 3). Základové murivo strechy i príľahlého kanála bolo tvorené z lomových kameňov rôznej veľkosti, spájaných hlinou a vápennou maltou. Základové murivo pre ukotvenie strechy i murivo kanála boli zapustené do hĺbky 100–150 cm vtedajšej nivelety terénu, tým sa dosiahla väčšia stabilita celej konštrukcie gápl'a. Treba si uvedomiť, že vnútorná svetlosť priemeru gápl'a bola 19 m, čo vyvolalo potrebu jeho stability pomocou základových murív.

Sonda 1/21 bola situovaná tak, aby sa preskúmala aj časť interiérovej plochy gápl'a. Tu sa objavili zásypové vrstvy, umiestnené nad úrovňou pôvodnej podlahy stavby, súvisiace so stavebnými zmenami gápl'a. Najvýraznejšiu vrstvu predstavovala silne prepálená vrstva po veľkom požiari, ktorý lokalitu postihol začiatkom 20. storočia.

Sonda 2/21, o rozmeroch 400 × 300 cm, bola situovaná v juhovýchodnej časti základového muriva stavby. V týchto miestach, pomocou bagra a ručného dočistenia, bolo čiastočne obnažené základové murivo gápl'a. Zároveň bolo potrebné overiť pozíciu pôdorysu príľahlej stavby domu dozorcú s izbou haviarov, ktorá je zobrazená na archívnej mape, uloženej v SBA Banská Štiavnica (Fond HKG V, inv. č. 12047, strana 7). Už po prvom začistení sondy sa postupne obnažilo murivo jednak základov strechy gápl'a, jednak pristavaného domu dozorcú a haviarov. Pristavaného preto, lebo Sondou 2/21 sa potvrdila škára v murive medzi základovým murivom gápl'a a príľahlej stavby obdĺžnikového pôdorysu. Pri výskume uvedenej sondy sa v jej výplni objavili nálezy kuchynskej keramiky 18.–19. storočia, ale aj medenej mince: 3 grajciar 1800 S František II./1792–1835/, vyrazenej v Smolníku (!), ktoré tak potvrdili datovanie existencie obidvoch stavieb.

Sonda 3/21, o rozmeroch 390 × 200 cm, bola počas výskumnej sezóny 2021 vytýčená ako posledná, a to



Obr. 3. Štiavnické Bane- detail Sondy 1/21 v severnej časti gápl'a. Foto J. Labuda.

Fig. 3. Štiavnické Bane – detail of Probe 1/21 in northern part of the horse-gin. Photo J. Labuda.

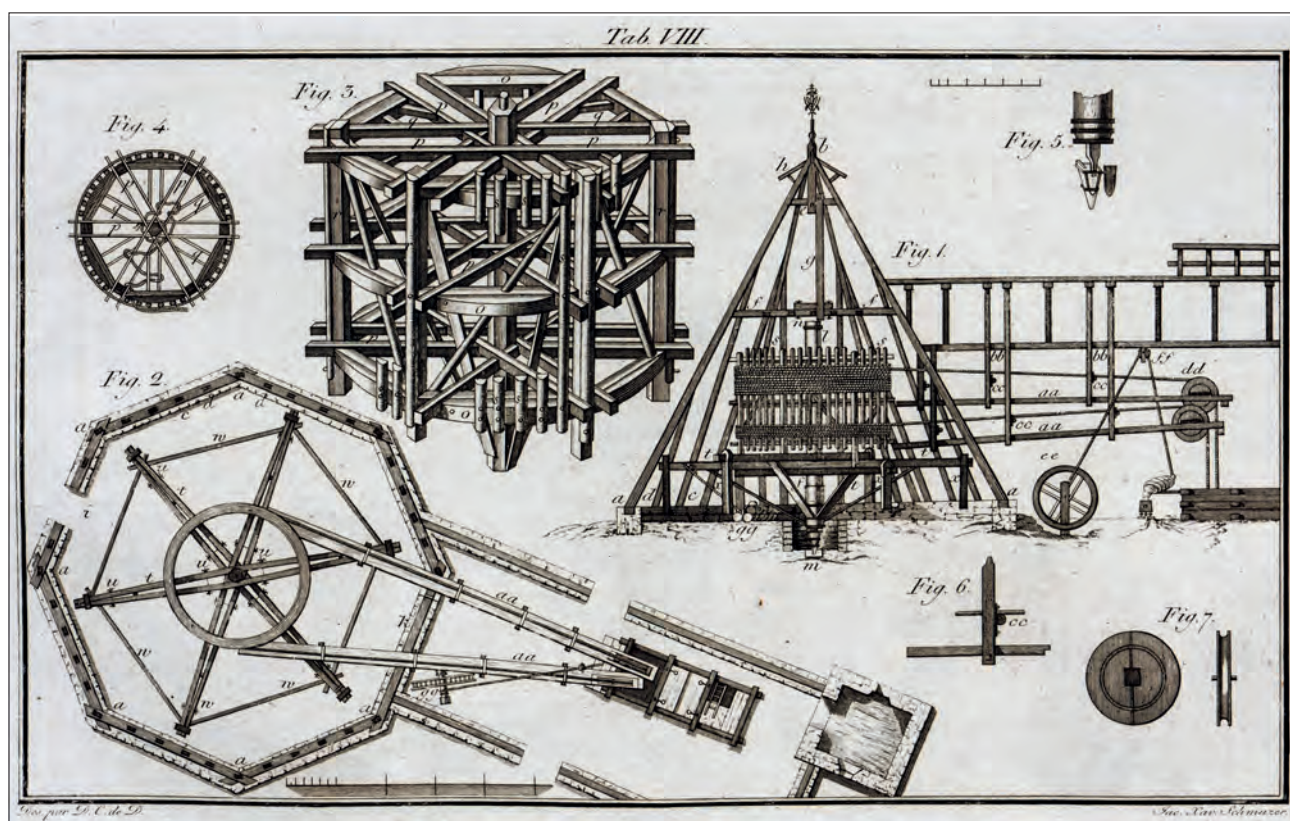
v stredovom priestore stavby. Logickým dôvodom pre toto umiestnenie sondy bol záujem o zistenie podoby ukotvenia osi hriadeľa pre jeho otáčavý pohyb, ktoré zobrazenia poznáme napríklad z odbornej literatúry 18. Storočia a kde sú detailne zakreslené jednotlivé časti objektu gápl'a, aj so stredovou komorou (Delius 2012). V tejto knihe tvorí stredové lôžko komora, vymurovaná z kameňa alebo tehál, na ktorej dne je položený kameň s otvorom pre osadenie železného hrotu osi hriadeľa (obr. 4, fig.1, písmeno m).

V prípade S-3/21 sa rovnako potvrdila existencia stredovej komory o rozmeroch 180 × 160 cm, ktorej steny boli vyhotovené z drevených dosiek a vnútro komory tvoril pozoruhodný nález masívneho kameňa – limnokvarcitu, „obalený“ v ílovitej vrstve. V spomenutom kameni bol vysekaný malý otvor (jamka) do hĺbky 10 cm, s rozmermi 10 × 10 cm, na jednej strane oblúkovite posunutou časťou, čo zrejme spôsobil otáčavý pohyb hrotu osi hriadeľa (obr. 5).

Nález kameňa z limnosilicitu ako lôžka pre os hriadeľa

Osobitú pozornosť výskumnej sezóny 2021 pútal na seba nález limnokvarcitu, ktorý bol pôvodne súčasťou rudného mlyna, konkrétne jeho spodnej časti, tzv. statora. V jeho hornej časti, ktorá je po mletí rudy spolu s vrchným otáčavým kameňom (tzv. rotor) vyhladená, možno pozorovať koncentrické rýhy. Tieto napomohli jednoznačne určiť pôvodnú funkciu kameňa. Nález bol teda pôvodne súčasťou rudného mlyna kruhového tvaru s priemerom cca 120 cm, výškou 40–45 cm. Tieto tvary rudných mlynov boli používané nielen v oblasti kremnického baníctva v 14. storočí, ale poznáme ich aj v montánnom prostredí Banskej Štiavnice, napríklad nález časti rudného mlyna zo 60. rokov 20. storočia na južnom toku potoka Štiavnica, dnes sú uložené v SBM (Fajta 2015, 89).

Surovinovou provenienciou týchto kameňov je oblasť severne mesta Žiar nad Hronom pri obciach Slaská a Lutíla. Viacero kompletných nálezov alebo len častí poznáme priamo z Kremnice alebo jej okolia /napríklad Dolná Ves/.



Obr. 4. Detail stredovej komory pre ukotvenie osi hriadeľa. Podľa knihy CH. T. Delia 2012.

Fig. 4. Detail of the central chamber for anchoring the shaft axis. After Ch. T. Delia (2012).



Obr. 5. Sonda 3/21 – nález limnokvarcitu ako sekundárne použitej roznášacej pätky gápl'a. Foto J. Labuda.

Fig. 5. Probe 3/21 – find of limno-quartzite as a secondarily used spreading foot of the horse-gin. Photo J. Labuda.

Téme rudných mlynov sa venoval aj český archeológ Jiří Fröhlich, pričom prvýkrát publikoval i fragment rudného mlyna, sekundárne zamurovaného v opevnení mesta Kremnice (Fröhlich 2005, 88). J. Fröhlich zaraďuje používanie týchto nálezov z európskych banských regiónov do obdobia 13.–16. storočia (Fröhlich 2005, 88).

Výskum areálu šachty Karol v roku 2022

Slovenské banské múzeum realizovalo v roku 2022 v areáli šachty Karol druhú etapu archeologického výskumu na vedecké a dokumentačné účely. Práce boli situované výlučne v Sonde 3/21, kde sa v roku 2021 objavil vyššie spomenutý a opisovaný nález časti rudného mlyna z limnokvarcitu. Zámerom výskumnej sezóny 2022 bolo zistenie spôsobu jeho uloženia v komore lôžka, prípadne ďalšie súvislosti k tomuto nálezu. Preto sa realizovalo prehĺbenie sondy tzv. rezom vo východnej časti sondy. Výskumom sa zistilo, že kameň bol uložený v komore s výdrevou a jej dno tvorili ploché andezitové kamene, spájané ilom a vápennou maltou. Kameň neležal priamo na kamennej podlahe, ale ho od nej oddeľovala 8–10 cm vrstva ílu a vápennej malty (obr. 5). Aj týmto spôsobom chceli konštruktéri zrejme dosiahnuť určitú pružnosť pri namáhavom pohybe osi hriadeľa gápl'a. Lôžkový kameň z limnokvarcitu – ako niekdajší stator rudného mlyna – mal spodnú časť veľmi nerovnú. Tieto miesta kamenného lôžka pri vložení do komory vyplnili menšími kameňmi, spájanými ilom. Aj toto ukázal rez vo východnej časti Sondy 3/21 v roku 2022.

ZÁVER

SBM v Banskej Štiavnici realizovalo v rokoch 2021–2022 archeologický výskum pre vedecké a dokumentačné účely v areáli bývalej šachty Karol v Štiavnických Baniach,

okres Banská Štiavnica. Výskum sa koncentroval na plochu bývalého pôdorysu gápl'a, ktorý poznáme z dokumentácie SBA v Banskej Štiavnici.

Hlavné výsledky výskumu:

1. Archeologickými sondami sa potvrdilo situovanie technického objektu gápl'a a vedľa stojacej prevádzkovej budovy podľa kresebnej dokumentácie 19. storočia, uloženej v Slovenskom banskom archíve v Banskej Štiavnici (obr. 6). Datovanie prevádzky objektu do 17.–20. storočia potvrdili aj nálezy kuchynskej keramiky, fragmenty kachlíc a nález medenej mince.
2. Najzaujímavejším nálezom výskumu sa stala stredová komora gápl'a s roznášacou pätkou v podobe masívneho kameňa – limnokvarcitu. Tento bol pôvodne súčasťou rudného mlyna zo 14. storočia, ako to dokazujú okružné rýhy na vyhladenom povrchu po mletí rudy. Limnokvarcit bol sekundárne recyklovaný v 17. storočí, kedy v jeho hornej časti vysekali jamku pre osadenie železného hrotu hriadeľa.

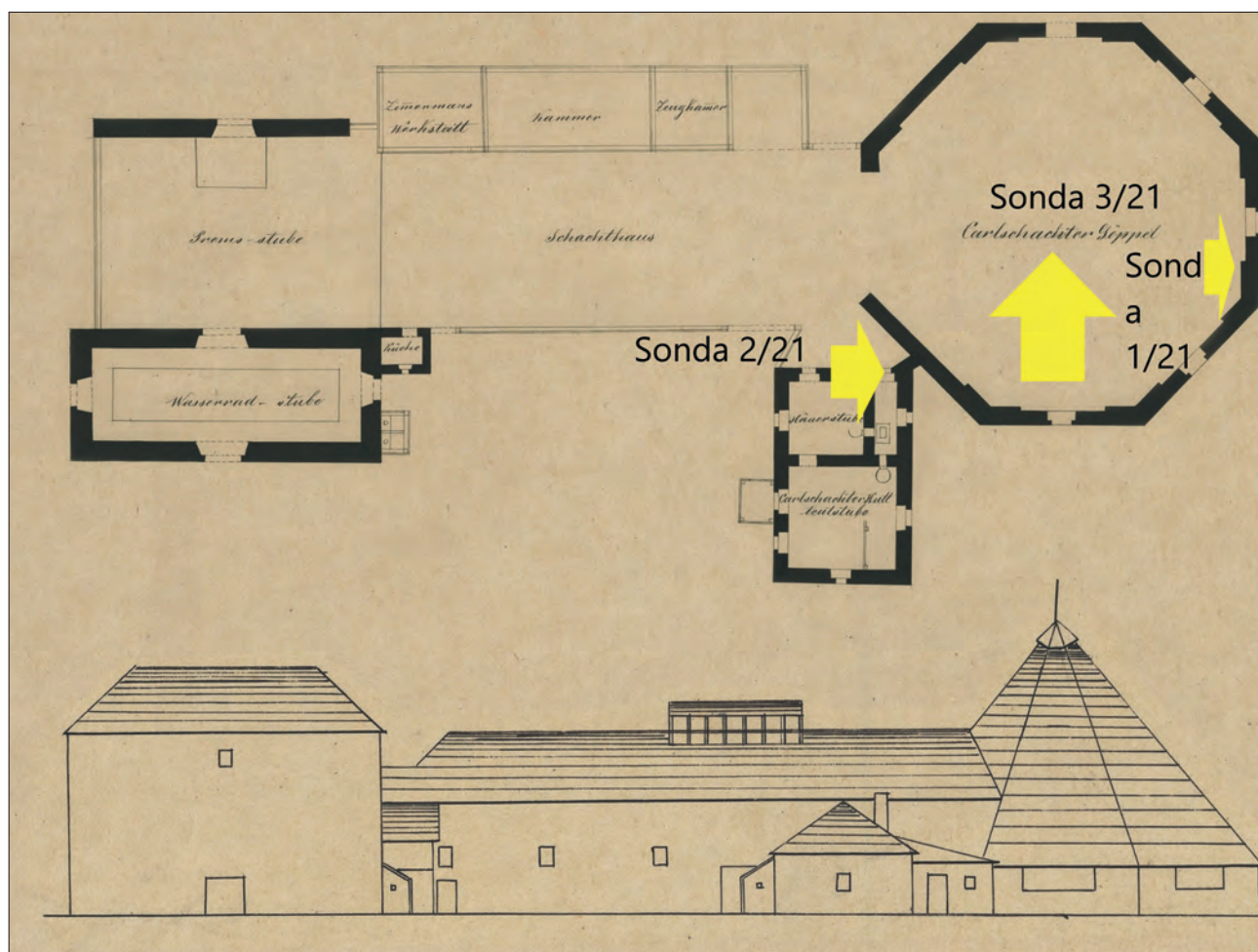
3. Je takmer symbolické, že nález limnokvarcitu v Sonde 3/21 slúžil niekedy v 14. storočí ako sator rudného mlyna na drvenie rudy a v 17.–18. storočí zase ako sator stredovej osi gápl'a.

SUMMARY

The Slovak Mining Museum in Banská Štiavnica carried out archaeological research for scientific and documentation purposes in the area of the former Karol Mine in Štiavnické Bane, Banská Štiavnica District. The research concentrated on the former floorplan of the horse-gin, which is known from documentation of the Slovak Mining Archive in Banská Štiavnica.

Main research results:

1. Archaeological excavations confirmed the location of the horse-gin and the operation building standing next to it according to the 19th-century drawing documentation stored in the Slovak Mining Archive in Banská Štiavnica (Fig. 6). The dating of the



Obr. 6. Pôdorys gápl'a a ďalších objektov komplexu šachty Karol. Originál v SBA B. Štiavnica, HKG V, inv. č. 12047.

Fig. 6. Floorplan of the horse-gin and other objects in the Karol Shaft complex. Original at Slovak Mining Archive, Banská Štiavnica under no. HKG V 12047.

building's operation to the 17th–20th centuries was also confirmed by finds of kitchen pottery, tile fragments and the discovery of a copper coin.

2. The most interesting find of the research was the central chamber of the horse-gin with a spreading foot in the form of a massive limno-quartzite – This was originally part of an ore mill from the 14th century, as evidenced by circular grooves on the smoothed surface after ore grinding. Limno-quartzite was secondarily used in the 17th century, when a hole was cut in its upper part for fitting an iron shaft tip on.
3. It is almost symbolic that the discovered limno-quartzite in Probe3/21 sometimes served as the stator of an ore mill for crushing ore in the 14th century, and again as a stator of the central axis of a whim in the 17th–18th centuries.

LITERATURA

ČELKO M. (1995): Dejiny Štiavnických Baní do roku 1526 vo svetle písomných prameňov. In: *Štiavnické Bane v hostórii*, Seminár 25.–26. 10. 1995. Prednášky, Štiavnické Bane, 30–37.

DELIUS CH. T. (2012): Poučení o zručnosti hornické. – *Academia*, 656 strán.

FAJTA M. (2015): Fenomén vody v baníctve – ryžovanie zlata, nálezy rudných mlynov na Slovensku. – Ms. [Diplomová práca, depon. in.: FFUK Praha, 123 strán].

FRÖHLICH J. (2005): Archeologické doklady rudných mlynu a stoup. In: *Montánna archeologia na Slovensku*. – Zborník prednášok, SBM Banská Štiavnica, 87–90.

FRÖHLICH J. (2007): Zlatorudné mlýny v kremnické rudné oblasti na Slovensku. – In: P. HRUBÝ (ed.):

Stříbrná Jihlava 2007. Studie k dějinám hornictví a důlních prací. Příspěvky z konference Stříbrná Jihlava 4.– 07. 10. 2007 v Jihlavě. Věnováno Pavlu Rousovi k 60. narozeninám. Jihlava – Brno: Archaia Brno, Muzeum Vysočiny Jihlava, 82–89.

FRÖHLICH J. (2012): Stoupové a mlýnské kameny z rudných úpraven v Evropě. – *Acta Rerum Naturalium*, 12 (Stříbrná Jihlava 2010): 119–125.

FRÖHLICH J. (2017): Středověké a raně novověké mlýny na zlatou rudu v Čechách. – *Zlatá stezka*, 24: 205–219.

KAŠIAROVÁ E. (2010): Banická a hutnícka minulosť Slovenska v kartografických pamiatkach. Banská agentúra Košice, 191 strán.

LABUDA J. (1986): Zisťovací výskum v Štiavnických Baniach. – *Arch. Výskumy a nálezy na Slovensku v r. 1985*: 148–149.

LABUDA J. (1996) Najstaršie osídlenie Štiavnických Baní z pohľadu archeológie. – In: *Štiavnické Bane v histórii*. Štiavnické Bane: Obecný úrad, 26–29.

LABUDA J. (2015): Objav hradbového múru v Štiavnických Baniach. – *Zborník SBM XXIV*, Banská Štiavnica, 7–12.

LABUDA J. (2022): Človek a montánna krajina neskorého stredoveku a novoveku – príklad Banskej Štiavnice. – *Archaeologia historica*, 47: 719 – 730.

SMOLKA J. (2005): Záverečná správa geologickej úlohy č. 0400 „Zriadenie banskoštiavnického Geoparku“. Geofond, Bratislava.

Seznam zkratek:

HKG 0 Hlavný komorsko-grófsky
KPÚ Krajský pamiatkový úrad
SBA Slovenský banský archív
SBM Slovenské banské múzeum

Štiavnický, novobanský a kremnický banský gróf Ján/Hansman Eisenrinkel a jeho podnikateľské aktivity v stredoslovenskej banskej oblasti

Mining count Ján/Hansman Eisenrinkel of Štiavnica, Nová Baňa and Kremnica and his business activities in the Central Slovak mining area

MARTIN ŠTEFÁNIK

Historický ústav SAV, v. v. i., Klemensova 19, P. O. BOX 198, SK-Bratislava

Abstract: John/Hansman Eisenrinkel, originally a citizen of Banská Štiavnica, is documented in 16 source references over a period of 30 years, from a tax list dated 1364 to inheritance negotiations in 1393 after his death. During his career, he held the office of mining count (royal official) as head of the Mining Chamber in several mining centres in central Slovakia in various periods: Banská Štiavnica (1386–1387, 1390–1392), Kremnica (1390–1391 and 1393) and Nová Baňa (1391). As such, he looked after the regulation of mining, the collection of royal mining tax (the so-called *urbura*) and co-decided in miners' disputes. In Kremnica, he owned at least two mining mills and did business as a co-shareholder of the Municipal Hereditary Adit (1385). He also acquired burgher rights in Nová Baňa, where he ran a hereditary adit (german *Erbstollen*) in 1383 and became a (sworn) member of the town council. In addition, he founded, managed and financed a hospital in the town. He died in 1393, survived by his daughter and heir Margaret.

Key word: Chamber Count, gróf, mining towns, middle ages, History of Slovakia

Komorský gróf (lat. *comes camerae*, nem. *Kammergraf*, v maďarčine *kamaragróf*) bol úradník (bez súvislosti so šľachtickým titulom), ktorý spravoval kráľovské príjmy v rôznych oblastiach hospodárstva, obchodu, daní a meny. Jednotlivé úrady sa nazývali komorami. Napr. solný gróf ako predstavený solnej komory (alebo komôr) bol poverený organizáciou kráľovského monopolu pri výrobe, dovoze, distribúcii a predaji soli (*comes camerarum salium*), tridsiatkový gróf (*comes tricesimarum*) zabezpečoval výber zahraničného cla (tridsiatku), gróf pre tzv. komorský zisk (*comes lucri camerae*) vyberal takto nazvanú daň a pod. Keďže ťažba a spracovanie nerastných surovín (osobitne drahých kovov) aj razba mincí predstavovali jeden z najdôležitejších kráľovských monopolov, boli takisto spravované komorskými grófmami. Banská komora reprezentovaná banským grófom mal v širšom zmysle na starosti dohľad nad baníctvom a ťažbou: platila banského majstra, jej zástupca sa zúčastňoval na vymieriavaní banských polí, otváraní baní a posudzovaní sporov medzi ťažiarimi, kontrolovala dodržiavanie kráľovských nariadení týkajúcich sa režimu drahých kovov v banských mestách (komorský gróf mohol dokonca prehľadávať v spolupráci s richtárom súkromné domy mešťanov).¹ V užšom zmysle mal na starosti najmä výber banskej dane

(urbury, ktorá predstavovala bola podľa banskobystrického privilégia z roku 1255 desatina z vyťaženého zlata a osmina zo striebra a iných kovov), nazýva sa preto aj gróf urbúr. Mincový gróf razil a uvádzal do obehu v obvode svojej mincovej komory každoročne nové mince, zložitým spôsobom ich vymieňal za staré a súčasne vykonával výber špeciálnych daní.²

Terminológia vzťahujúca sa k úradu komorského grófa je obvykle nejednoznačná a najčastejšie sa vyskytuje nešpecifické všeobecné označenie *comes* (prípadne *comes camerae/comes camerarum*). Z pomenovania úradu sa často nedá zistiť, či šlo o banského, alebo mincového grófa. Na konkrétnu kompetenčnú oblasť je potrebné usudzovať z kontextu zmienky, popisu právomocí, a pod. Jednou z indícií je aj sídlo komorského grófa. Banské komory boli početnejšie a zdá sa, že boli istým spôsobom podriadené mincovým. Kým totiž banské komory a banský gróf poverený výberom urbury (*comes urburarum, exactor urburarum*) boli v každom významnom banskom centre, mincové komory sa nachádzali len vo vybraných sídlach, kde sa drahé kovy z jednotlivých banských lokalít zhromažďovali a kde sa obvykle nachádzala aj mincovňa, teda manufaktúra, kde sa razili mince. Oddelené vnímanie banskej a mincovej komory potvrdzujú aj kráľovské listiny už v 30-tych rokoch

1 PIIRAINEN, Ilpo Tapani, *Das Stadt- und Bergrecht von Banská Štiavnica/ Schemnitz: Untersuchungen zum Frühneuhochdeutschen in der Slowakei*, Oulu 1986, s. 34 (§ 7), s. 46 (§ 43, 45), s. 47–48 (§ 47).

2 Čo sa týka všeobecného vývoja komôr a komorských grófov, por. ŠTEFÁNIK, Martin. Banské a mincové komory na území dnešného Slovenska za Arpádovcov a Anjouovcov. In *Argenti fodina 2017: zborník prednášok z medzinárodnej konferencie Argenti Fodina 2017* (zost. LABUDA, Jozef – HARVAN, Daniel), Banská Štiavnica 2017, s. 88–100; Tenže, Daňové a menové reformy kráľa Karola Róberta z Anjou po smrti Matúša Čáka Trenčianskeho v 20-30-tych rokoch XIV.st. In *Zborník Trenčianskeho múzea v Trenčíne 2022*, s. 121–140. (v tlači).. Tam aj príslušná literatúra a pramene.

14. st., kedy sa urbura prenajímala osobitnými listinami oddelene od prenájmu mincovej komory a za inú sumu (*pro alia sumpma speciali*). Kráľovstvo bolo od čias Karola Róberta rozdelené na 8 resp. 10 obvodov mincových komôr (niektoré mali dve sídla): ostrihomsko-budínska, sriemsko-päťkostolská, kremnická, smolnícka, sedmohradská, satmárska, lipovská a záhrebská. Pod každú komoru patrilo niekoľko žúp. Najvýznamnejšou osobnosťou uhorského baníctva a mincovníctva okolo polovice 14. st. bol (banský a mincový) komorský gróf Leopold-Hyppolitus, ktorý založil a dlhé roky viedol kremnickú kráľovskú komoru, územne najväčšiu spomedzi uhorských komôr. V niektorých rokoch sa angažoval aj v budínskej a smolníckej komore. Pod kompetenciu kremnickej komory patrili župy: Bratislavská, Nitrianska, Trenčianska, pôvodná veľká Zvolenská (ešte predtým, ako sa z nej vyvinuli Turčianska, Liptovská a Oravská župa), ďalej Tekovská, Hontianska, Novohradská a ľavobrežná časť Dunaja z Peštianskej a Komárňanskej župy. Do jej obvodu teda patrili aj banské centrá Banská Štiavnica nachádzajúca sa v Honte a Nová Baňa (Tekov), o ktorých bude reč v tomto príspevku. Spomínaný prvý kremnický komorský gróf Leopold vlastnil v Novej Bani hutu a mal spory s okolitými šľachticmi, ktorým zabral a (podľa ich sťažností protiprávne držal) majetok Magasmarth (= osada Brehy na protíľahlom brehu Hrona v bezprostrednej blízkosti Novej Bane). Krátko pred smrťou odkázal r. 1347 časť výnosov svojej novobanskej huty (32 fl./ročne) hronskobeňadickému opátstvu, ktoré malo naňho za to myslieť vo svojich modlitbách. Zomrel pravdepodobne okolo r. 1348/1349.³

Systém baníctva a mincovníctva regulovali prenájomné zmluvy komôr, ktorými si banskí podnikatelia úrad na jeden rok za pevnú sumu prenajali a potom ho už riadili vo vlastnej réžii na základe veľmi presne stanovených klauzúl a pravidiel. Celkovo sa zachovalo šesť exemplárov zmlúv na prenájom mincovej komory z posledných rokov panovania Karola Róberta a prvých rokov vlády jeho syna Ľudovíta Veľkého: z rokov 1335, 1338 a 1342 kremnickej,⁴ 1336 sedmohradskej⁵ a 1342 a 1345 spojenej sriemsko-päťkostolskej

komory.⁶ Polovica všetkých zachovaných zmlúv je teda z obvodu kremnickej komory. Ilustrujú postupné zavádzanie reforiem a modifikovanie jednotlivých opatrení, mimoriadne detailne regulujú razbu a výmenu mincí. Väčšina klauzúl sa týka mincovníctva a kompetencií mincových komôr (mincových grófov), no v mnohých ohľadoch obsahujú aj reguláciu banských komôr: príslušné časti sa týkajú najmä režimu výkupu drahých kovov a spravovania baníctva v banských lokalitách.

Už podľa prvej kremnickej zmluvy v r. 1335 fungovali v jednotlivých banských mestách kráľovské domy (*domus regia*), kam boli ťažiar povinní prinášať zlato a striebro na spracovanie, kde zaň dostali nové mince a z týchto „domov“ (vlastne pracovísk banských komôr) boli potom odosielané do centrálnej mincovej komory.⁷ V druhej kremnickej zmluve grófa Frička z r. 1338 sa aj konkrétne uvádzajú niektoré lokality, v ktorých sa tieto pracoviská komory majú zriadiť, v rámci v stredoslovenskej banskej oblasti sa spomínajú v Kremnici, Banskej Štiavnici, Pukanci a Bátorciach. Pokiaľ by sa nedodržiaval monopolný výkup v kráľovských domoch, teda by ho mešťania a ťažiar predávali cudzím kupcom, mal komorský gróf podľa ustanovení tejto druhej zmluvy dokonca oprávnenie obmedziť dovoz potravín do banských miest. To v prípade odľahlejších lokalít, akými banské mestá obvykle boli, mohlo znamenať ich faktické vyhladovanie. Proti takým osobeám, ktoré by neuposlúchli, mohol komorský gróf zakročiť násilím a povolať ozbrojené sily palatína. Okrem toho mali obchodníci prichádzajúci do banských miest stanovený limit hotovosti, ktorý si mohli so sebou priviesť (2 hrivny denárov) a museli hlásiť svoj príchod komorskému grófovi. Zmysel opatrení bol, aby nemohli za hotovosť vo veľkom nakupovať a vyvážať vzácne kovy.⁸ V tretej (Leopoldovej) kremnickej zmluve z r. 1342 aj v sriemsko-päťkostolskej (Mikuláša zo Satmáru) v r. 1345 sa tieto nariadenia v zásade opakujú, len bez ustanovení ohľadom potravín.⁹

Z nasledujúcich desaťročí štyridsaťročnej vlády Ľudovíta Veľkého sa ďalšie zmluvy mincových komôr

3 ŠTEFÁNIK, Martin. Prvý kremnický komorský gróf Leopold – Hyppolitus ako predstaviteľ kráľovskej moci za Karola Róberta z Anjou a Ľudovíta Veľkého. In *Panovnícka moc v stredoveku : legitimita – atribúty – reprezentanti*. Bratislava 2022, s. 265–275, tu s. 265–269, 273–275.

4 DRH I, s. 85–89: 26. 3. 1335; s. 95–102: 29. 3. 1338; B: s. 116–117: 2. 2. 1342.

5 DRH I, s. 90–94: 25. 3. 1336.

6 DRH I, A: s. 106–115: 2. 2. 1342; s. 118–123: 25. 3. 1345.

7 *Totum aurum et argentum ibi repertum ad finandum portetur et abinde ad nostram cameram et non alias deferatur et pro nova moneta nostra cambiatur modo prenotato*. DRH I, s. 87 ods. IV: 26. 3. 1335.

8 *...si homines in montanis et civitatibus et specialiter in Smulnuch, in Cossa, in Cremnuch, Baath, Baka, Sebnich et Lonya ac in aliis quibuscunque civitatibus et montanis ad easdem cameras nostras Smulnuch et Cremnuch pertinentibus totum aurum et argentum ad cameram regiam non portarent, commisimus ipsi comiti...ut quoslibet victualia ad Montana transferentes prohibeat et potestatem habeat inhibendi. Si autem contra prohibitionem eius aliqui victualia deferrent ad montana, universa bona eorum perdant et in personis puniantur, et in hoc magnificum virum Villerum Drugeth palatinum eidem comiti camerarum nostrarum dedimus protectorem et adiutorem, ita ut ipse gentem suam semper ad requisitionem ipsius comitis camerarum cum eodem vel officialibus suis contra predictos rebelles transmittat, qui facere debeant, quicquid ipsis idem comes camerarum nostrarum legitime iusserit faciendum*. DRH I, s. 97–98 ods. VI: 29. 3. 1338; *... Nullus mercator vel quilibet alter ultra duas marcas denariorum ad montana secum deferre presummat pro expensis...* tamže ods. VII.

9 DRH I, s. 109 ods. XII, s. 112–113 ods. XXVII, XXIX: 2. 2. 1342; tamže s. 121–122 ods. X: 25. 3. 1345.

nezachovali a možno predpokladať, že sa vytvorený systém ustálil. V stredoslovenskom banskom regióne zachovalo viacero dokladov na existenciu komorských grófov z banských lokalít, kde neskôr pôsobil Ján Eisenrinkel: v mestách Nová Baňa, Banská Štiavnica aj v samotnej Kremnici. Okrem toho sú banskí grófi v 14. st. doložení aj v Pukanci a Ľubietovej. Prevažná väčšina údajov pochádza z najlepšie zachovaného kremnického archívu, nakoľko novobanský je zachovaný len zlomkovo a zo štiavnického archívu pred r. 1500 nezostalo takmer nič.¹⁰ Ide spravidla o riešenia sporov, alebo svedectvá vo veci majetkových aktov (predaje/kúpy, prenájmy, vyúčtovania) týkajúcich sa banských prevádzok a objektov (baní, mlynov, hút atď.), ktoré vydávala príslušná mestská rada v súčinnosti s komorským grófom mesta. Ten reprezentoval kráľa, preto býva uvedený na prvom mieste ešte pred zástupcami mesta, nakoľko tým právny akt nadobúdal vyššiu silu a baníctvo spadalo pod jeho kompetenciu. Horeuvedený druhý kremnický mincový gróf Fričko (1338) pôsobil v r. 1350–1352 v úrade banského grófa v Novej Bani a spolu s mestskými funkcionármi riešil spory ťažiarov ohľadom neplatenia nájomného za banské mlyny hronskobeňadickému opátstvu.¹¹ Podľa kremnického archivára Michala Matunáka kremnický gróf Fridrich Kraczer (*Fridericus Chraczer comes*) spomínaný r. 1361 pri predaji dedičného richárstva na Kremnických Baniach¹² aj gróf Fridlin (*Fridlinus Comes*) pri predaji dvoch banských mlynov na Dolnom Turčeku pri Kremnici r. 1371¹³ – bol totožný s týmto Fričkom,¹⁴ hoci možno vzniesť námietku vzhľadom na veľké časové rozpätie údajov, musel by sa totiž dožiť veľmi vysokého aktívneho veku. Mohlo ísť v každom prípade o príbuzných.

V r. 1366 zastával úrad kremnického komorského grófa Ján Mochel (Muchel).¹⁵ V Kremnici je ďalej doložený komorský gróf Konrád Tolbay, ktorý spoločne s mestskou radou potvrdzoval kúpu domu na námestí r. 1379 (*in acie circuli*). Listina obsahujúca viacero údajov o polohe domu a s ním susediacich nehnuteľností je významným prameňom k topografii mesta v 14. st.¹⁶ V r. 1385 je doložený ako kremnický komorský gróf Ján (Johelinus), ktorý podľa Matunáka bol synom vyššieuvedeného Frička/Fridricha Kratzera.¹⁷ Sídlo komorských grófov v Kremnici bola v 14. st. pravdepodobne tzv. Stará radnica (obr. 1), t.j. štvorpodlažný vežový obytný objekt včlenený do opevnenia mestského hradu (po asanácii koncom 19. st. v dôsledku statických problémov je v súčasnosti už len dvojpodlažný).¹⁸

Ako pukanecký komorský gróf poverený vyberaním urbury je už r. 1345 doložený istý Kadold, ktorý menom Pukančanov uzavrel zmluvu na prenájom miest na postavenie banských mlynov na potoku pri Novej Bani. Jeho významné postavenie dokladá aj existencia familiárov.¹⁹ Kadold vlastnil banský mlyn v Kremnici aj huty v Banskej Štiavnici, kde po ňom ostalo značné dedičstvo (*hereditas Kadoldi in Schebnicz*).²⁰ Pukanecký richtár Tirman bol roku 1387 súčasne aj pukaneckým komorským grófom.²¹

V Novej Bani je doložený v polovici 14. st. komorský gróf Ján (Johannes) Iuvenis. Pred r. 1351 upravil tok potoka a nasmeroval ho k svojmu banskému mlynu tak, že odkrojil kus pozemku patriaceho hronskobeňadickému opátstvu, ktoré sa prostredníctvom svojho opáta sa sťažovalo priamo u panovníka.²² Ďalší komorský gróf v Novej bani bol Mikuláš Smit, ktorý vlastnil mlyn nielen v novobanskom chotári (doložený pri obchôdzke r. 1355),²³

10 LSMS, s. 66, 229, 300.

11 MES IV, s. 38–39 Nr. 3: 6. 4. 1350; s. 44–46 Nr. 13: 23. 1. 1351; s. 75–77, Nr. 44: 4. 6. 1352; Nr. 46: 27. 7. 1352.

12 MMKr I.3.1.1: 13.12.1361, publ. MATUNÁK, Michal. *Z dejín slobodného a hlavného banského mesta Kremnice*, Kremnica 1928, s. 461–462, č. 9.

13 MMKr I.10.1.1: 24. 7. 1371 publ. MATUNÁK (ref. 12), *Z dejín*, s. 462–463, č. 10.

14 MATUNÁK (ref. 12), *Z dejín*, s. 134–135.

15 Listina vydaná 24. 7. 1366, zachovaná ako druhý inzert v odpise MMKr I.1.3: 26. 3. 1372.

16 MMKr I.1.1.5: 30.11.1379.

17 MMKr I.36.1.3: 22. 9. 1385. Listina je na mieste priezviska poškodená a nečitateľná, túto pasáž interpretuje kremnický archivár M. Matunák ako Kratzer, maďarský historik G. Wenzel ako *Carnifex*. MATUNÁK (ref. 12), *Z dejín*, s. 135. MBKT, s. 272. Znenie listiny por. pozn. 38.

18 ŠTEFÁNIK, Martin. Mestské hrady v Banskej Štiavnici a Kremnici do konca stredoveku. In *Stredoveké hrady na Slovensku: život, kultúra, spoločnosť*. - Bratislava 2017, s. 187–202, tuná s. 199–200. BÓNA, Martin – ŠTEFÁNIK, Martin – MALINIAK, Pavol – ŠIMKOVIC, Michal – BELJAK PAŽINO-VÁ, Noémi. Mestské hrady = Town castles. In *Stredoveké hrady na strednom Pohroní*. Nitra – Zvolen 2021, s. 199–236, tuná s. 211.

19 *Kadoldus urbararius domini regis, civis de Bakabanya* MES III, s. 565, Nr. 745: 16. 8. 1345; *...concessimus sev condonavimus Jacobo, famulo Kadoldi urbararii domini regis, civi de Bakabania...unum fundum, sev locum molendini...*s. 592–593, Nr. 776: 1345. Kadoldov mlyn v Kremnici existoval už v 30-tych rokoch 14.st. bezprostredne po založení mesta (*molendinum Kadoldi*), zrejme ho Kadold dal postaviť, pretože ho ešte dlho potom označovali jeho menom. MMKr I.37.1.1: 14. 7. 1331. Publ. MATUNÁK, *Z dejín* (ref. 12), s. 455–457, č. 4: 14. 7. 1331. Ku Kadoldovmu mlynu por. tiež pozn. 24.

20 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 37, 44, 46: 1383, 1387, 1388 (= publ. FEJÉRPATAKY, László (ed.). *Magyarország városok régi számadáskönyvei*, Budapest 1885, s. 28, 33, 35...*hutzen gelegen czu neest obirhalb dem spetal dy do vormals gewest ist des Kadolt...* mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 51: 1397 (pasáž nie je zaradená vo Fejérpatakyho edícii).

21 *...Tirmanus dictus Slicher Comes et Judex de Bakabania*, MBKT, s. 268, nr. I.b-c: 19. 6. 1387.

22 Prešetrením záležitosti bola poverená nitrianska kapitula a zoborský kláštor. MES IV, s. 53–54, č. 20–21: 6–7. 5. 1351

23 *itur usque molendinum Nicolai dicti Smit...* MMNB, č. 1a: 20. 12. 1355, zachovaná v odpise z r. 1364. Publ. BOTKA, Tivadar. *Bars vármegye hajdan és most*. I.kötet. Regesták és okmányok. II.osztály. La 68, s. 46–49, Nr. XLIII: 1364..



Obr. 1. Stará radnice v Kremnici.
Fig. 1. Town hall in Kremnica.



Obr. 2. Mestský hrad v Novej Bani.
Fig. 2. Nová Baňa town castle.



Obr. 3. Banská Štiavnica – Kammerhof.
Fig. 3. Banská Štiavnica Kammerhof.

ale aj niekdajší Kadoldov mlyn v Kremnici. Mlyn dal r. 1365 do zálohu svojmu príbuznému Ulrichovi Eysvogelovi a následne ho nadobudli cudzinci.²⁴ Sídlo komorských grófov v Novej bani bol v 14. st. štvorpodlažný mestský hrad (stará radnica), dnes sídlo Pohronskeho múzea (obr. 2).²⁵

V samotnej Banskej Štiavnici je doložených prostredníctvom jediného zachovaného relevantného prameňa – mestskej knihy *Notationes iudicarie* od 60-tych do 80-tych rokov 14. st. viacero komorských grófov: 1365–1367 Mikuláš (*Nicolaus comes, comes Nikusch, Nicusschius comes*),²⁶ 1372–1378 komorský gróf Peter, ktorý vyberal daň²⁷ a rozhodoval o prepožičaní banských diel;²⁸ 1377–1382 tu pôsobili dvaja komorskí grófi (Jakub a Pavol, neskôr to boli dvaja Mikulášovia), ktorí vzájomne spolupracovali a spoločne s mestskou radou napr. schvaľovali vyúčtovanie mesta, ktoré predkladal richtár. Úzku previazanosť mestskej a komorskej správy dokladá tiež skutočnosť, že jeden z komorských grófov bol súčasne synom úradujúceho richtára.²⁹ V r. 1385 je doložený ešte štiavnický komorský gróf Ján (Henzel) Schentel.³⁰ Sídlo komorského grófa v Štiavnici bol tzv. Komorský dvor (*Kammerhof*) – (obr. 3), ktorý vyrástol na mieste

niekdajších opevnených vežových objektov pochádzajúcich ešte z 13. st. Prvé zmienky o ňom pochádzajú z r. 1366 (*Hensel Smelczler im Kamerhof*).³¹

Ján (obvykle uvádzaný v rôznych variantách mena Hansman) Eisenrinkel (resp. Ezrinkel, Isrinkel, Isenrinkel), ako dokladajú aj neskoršie zápisy, bol pôvodom Štiavničan (*de Sebnicia*).³² O jeho živote a pôsobení je celkovo známych 16 zmienok zo štiavnického, novobanského a kremnického archívu. Už v prvých zápisoch štiavnickej mestskej knihy sa v daňovom zozname r. 1364 objavuje mešťan *Ezrinkel* s daňou 1 hrivna,³³ o 2 roky neskôr ako *Isrinkel* s daňou 1½ hrivny³⁴ a po dlhšej prestávke až r. 1380 s daňou 1 florén.³⁵ Od 80-tych rokov sa mu zrejme začalo výrazne dariť a postupne prenikal prostredníctvom svojich podnikateľských aktivít do okolitých banských miest. Súčasne tiež získal tamjšie mešťanstvo. Ako prvý cieľ zvolil neďalekú Novú Baňu, kde sa stal najneskôr r. 1383 aj členom mestskej rady. Ako prisázný si teda sám sebe schvaľoval spoločne s ďalšími prisáznymi a kráľovským banským štajgrom pridelenie novobanskej dedičnej štôľne zvanej *Reissenschuh* so všetkými príslušiacimi právami na vyťaženie rudy v podloží aj nadloží. Hansman bol jedným zo spoločníkov viacčlenného konzorcia, okrem

24 *Nos iudex et iurati cives in Chremniczia damus pro memoria...quod Nicolaus filius Nicolai dicti Smit comitis et urburarii in Chungesperg suas litteras nobis direxit in hunc modum, quod ipse Molendinum suum superius in curia quondam Kadoldi ac fundum Curie eidem molendino situatam pleno iure et proprietate sicut ad ipsum dinoscitur pertinere cum omnibus censibus et utilitatibus pro sexingentis et quinquaginta florenis puri auri et iusti ponderis obligasset discreto viro Ulricho Eysvogel cognato suo... Cuius rei memoriam ... ad instanciam suprascripti Nicolai Comitis montis regis prefato Ulricho Eysvogel et suis successoribus presentes patentes litteras nostre communitatis sigilli imporessionem dedimus consignatas.* MMKr I.1.1.2: 14. 10. 1365 (znenie listiny zachované tiež ako prvý inzerť v odpise MMKr I.1.1.3: 26. 3. 1372). Záloh bol anulovaný o rok neskôr: 24. 7. 1366 (znenie listiny zachované ako druhý inzerť v odpise MMKr I.1.1.3: 26. 3. 1372). Mlyn stále označovaný ako „*molendinum quatuor rotarum quondam molendinum Nicolai Smit que sua est in curia olim comitis Kadoldi*“ medzičasom nadobudli viedenski kupci Štefan a Peter Phoffingerovci a neskôr ho kúpil mešťan Halman. MMKr I.1.1.4: 2. 11. 1373.

25 BÓNA – ŠTEFÁNIK – MALINIÁK – ŠIMKOVIC – BELJAK PAŽINOVÁ, Mestské hrady = Town castles (ref. 18), s. 222–224.

26 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 8, 10, 11, 14 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 7, 10–11, 14). R. 1375 je zmieneny ako *discretus vir Nycus Plogil quondam comes et urburarius in Schebnitz*. Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, MMBŠ, MOL IV-759, Nr. 1101, s. 24 (pasáž nie je zaradená vo Fejérpatakyho edícii).

27 1372: *computatione facta coram comite Petro et duobus iuratis...* 1373: *comes Petrus dat...* 1375: *comes Petrus Urburarius dedit rationem collectae...de nova et antiqua collecta*. Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, MMBŠ, MOL IV-759, Nr. 1101, s. 18, 21, 25 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 16, 19, 20).

28 pred 1378:.... *Den Slag, den der Mertel mit dem czop und sein Gesellschaft hant angehaben czu pewen...daz hat yn gegeben graf Peter urbarer und seyn Rat... und auch dy ander graven nach yn, daz ist Tomel Schaller und Nykusch Richter...* Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 28 (pasáž nie je zaradená vo Fejérpatakyho edícii).

29 ... *Item Ulusch sutor iudex fecit rationem coram comite Iacobo et comite Paulo et toto consilio qui sunt contenti...*(1377)*und auch daz gebent yn Graf Jakusch urbarer und graf Pauel mit wissen des gancen rates... wir Jakusch graf und Pauel Graf...zowol wirs leihen um des kuniges urbar...* *Nos comes Iacusch et Paulus urbararius etiam comes in Schebnitz...* (1379) *nos comites et urburarii videlicet Nycolaus Kursner et Nycolaus filius Ulusch Sutoris et Iudex Ulusch Sutor una cum civibus iuratis in Schebnitzbania tunc temporis constituti recognoscimus presentium per tenorem...* (1382). Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 26, 30, 36 (pasáže nie sú zaradené vo Fejérpatakyho edícii).

30 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, MMBŠ, MOL IV-759, Nr. 1101, s. 41 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 30).

31 Prvá zmienka o *Kammerhofe*: Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 9, 12: 1366 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 9). Architektonický vývoj por. CHOVANOVÁ, Iveta. Urbanistické a architektonické hodnoty Banskej Štiavnice. In LICHNER, Marián a kol. (ed.). *Banská Štiavnica – svedectvo času*. Banská Bystrica 2002, s. 148 – 161, tuná s. 156.

32 Por.pozn. 49.

33 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 1 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 1)

34 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 8 (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 8).

35 Mestská kniha *Notationes iudicariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 34. (publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei, ref. 20, s. 26).

neho je po mene známy len jeden ďalší, ktorým bol Hensel Schaffer.³⁶

1385 už ako novobanský mešťan Heinczmann zvaný Ysenrincel spolu s Kremničanom Hunczmanom Tolbayom³⁷ (zrejme príbuzným niekdajšieho komorského grófa Konráda Tolbaya, por. vyššie) dostali od vtedajšieho kremnického komorského grófa Jána (Johelinus, por. vyššie) a od mesta Kremnica už niekoľko rokov opustenú mestskú dedičnú štôľňu (dnes známa ako Horná dedičná štôľňa), ktorú mali udržiavať a zveľaďovať (okrem jednej štvrtiny, ktorú si podľa zvyklosti ponechal komorský gróf). Pokiaľ s jej pomocou odvodnia alebo odvetrajú okolité opustené a zaplavené banské diela, tieto prejdú do ich vlastníctva. Žiaden banský úradník nesmie umožniť raziť prerážky ani udeľovať banské koncesie, ktoré by práva nových držiteľov dedičnej štôľne poškodili.³⁸

V r. 1386–1387 je Hansman po prvý raz doložený už ako komorský gróf v dvoch súvislostiach. V daňových zoznamoch Banskej Štiavnice sa uvádza ako Comes Eysenrinkel s daňou 2 a 3 hrivny.³⁹ Z titulu svojej funkcie sa zúčastnil na dôležitej udalosti v dejinách banských miest, ktorá vyústila do založenia ich neformálneho zväzu (spolku). Išlo o komplikovaný spor, ktorý sa ťahal

tri roky. Najprv sa niekedy v r. 1386 pred Hansmana, štiavnického richtára Mikuláša a viacerých nemenovaných členov mestskej rady Banskej Štiavnice dostavili dvaja ťažiar, resp. zástupcovia dvoch konzorcií, ktorých banské diela sa stretli v podzemí a bolo treba vyriešiť spor, ako podeliť vyťaženú rudu s ohľadom na to, že nižšie položená štôľňa (patriaca Petrovi z Györu so spoločníkmi) odvodnila vyššie položenú (vlastnili ju Goczlin Walwurth a Konrád Punpan so spoločníkmi). Vyššie položená štôľňa teda výrazne profitovala z práce vykonanej Petrom z Györu a jeho spoločníkmi. Na prvý raz sa strany pred oboma funkcionármi dohodli: popri obligátnej sedmine výťažku prináležiacej prevádzkovateľovi odvodňovacej štôľne od majiteľov odvodnených alebo odvetraných baní podľa ustanovení štiavnického banského práva,⁴⁰ mali Goczlin a spol. navyše prispievať aj kompenzáciou tretiny nákladov na udržiavanie úsekov baní nad úrovňou vody po dobu, na ktorej sa spoločne zhodnú.⁴¹ V praxi šlo zrejme o to, že dve tretiny nákladov odvodňovacích prác mali niesť prevádzkovatelia nižšie položenej štôľne, čo bolo pre nich stále neúnosné, takže sa už nasledujúci rok sa opäť dostavili pred Hansmana. Tentoraz už veci prejednávali nielen pred ním

36 *Ich Jacob Rollo czu den czeiten unsers herrn des kwniges steiger, mitsamt Prottelm richter auf dem Konigesperg, vnd seyn gesworen purger auf dem selben Kunigesperg mit namen Henzel Schaffer, Eysenrinkel, Heyurich Knolblauch, Henzel mit dem Ertze, Steffel Nikusch, Sliczers sun Prorcels eydem, des Pochels sun;... vor vns kummen synd Henzel Schaffer vnd Eysenrinkel, mitsamt andern yren gewerchen, vnd haben vns gepeten um eyn recht, daz do gehoret czu eynem rechten erbstollen... und haben yn gegeben eyn rechtes recht nach gewolichem rechte aller erbstollen, alzo alles daz sey ubervaren auf iren gengen, iz sey oben edder vnten; edder sey in hangedens edder ligens, daz zal ir seyn... Auch hab wir y^en mer gegeben, wo sey hyn komen mit irem stollen orte, is sey in der trunken perchwerch, edder der stickecte perchwerch in dem selben stollen, der erwenne der Reissenschuch genant ist, dy schullen auch ir seyn... Alles daz wir y^en gegeben haben czu eyme rechten, daz selbe ist y^en auch vorgegeben, bei Michel Sch^etnickers czeiten dez kwniges steiger, mit samt andern erbern leuten. Auch hab wir y^en gegeben dy weile se denselben stollen Reissenschuch genant pauhaft halten, alz eyn recht ist, daz kayn vrbarer nicht longer dyne ha^et czu verleyen, den m^er auf dy urbar. MMKr I.36.1.2: 18. 5. 1383. Publ. MBKT, s. 290–291, Nr. 6: 18. 5. 1383.*

37 Početné rodinné prepojenia v banskom podnikaní stredoslovenských banských miest dokladá, že podľa odpisu dvoch kremnických listín (k obom odpisom por. pozn. 24) bol novobanský komorský gróf Mikuláša Smit zaťom Kunczman Tolvaya: *Nicolaus filius Nicolai generi videlicet Cunczmani Tholvay nominati civis de Crempniczia...* MMKr I.1.1.3: 26. 3. 1372.

38 Listina je v niektorých častiach nečitateľná a vyžaduje si rekonštruovanie chýbajúcich pasáží. Týka sa to aj mena komorského grófa, ktoré pripúšťa viacerú interpretáciu (por. pozn. 17): *Nos Johlinus dictus [Cratzer?, Carnifex?] tunc temporis Comes et Vr[burarius] Civitatis Chrempnicie, Nicolaus dictus Gring Judex, Jurati et universi cives de eadem... Stollonem hereditarium stollonem Civitatis nuncupatum... plura tempora desertum et derelictum... Heinczmanno dicto Ysenrincel civi de Kunigsperch et Hunczmanno dicto Tolbay nostro concivi ac eorum concultoribus... perpetuo et hereditario iure irrevocabiliter ac pacifice possidendum, habendum, laborandum, vendendum et permutandum... quarta cum parte dicti stollonis pro obnotato Comite accepta et reservata... Si vero concultores praemissi cum predicto stollone ad montana submersa vel deserta pervenerint, aut vbi ipsi cum eiusdem stollonis a[ctu] ve[]l acie ipsius in montana submersa vel deserta nondum perducta, sed per scissuras, rimas aut fracturas quascunque lapidum, saxorum, parietum, vel meatuum aquam, quam ipsi cultores stollonis [pro]bare poterunt, eduxerint vel emisierint, vel ventum introduxerint, Illa quidem montana simpliciter et sine omni contradictione predicti stollonis cultorum existant propria, jure perpetuo et hereditario ipsis simpliciter applicata.... nec aliquis Comitum, Vrberariorum, Scansorum, [Magistro]rum Moncium... plagas eciam sleg wlgariter vocatas, in ipso stollone incipere, instaurare... vel illa montana quecunque d[irigere] concessionarios... inducere, aut concessionones cuipiam hominum locare in premissis stollone... [minime] teneantur. MMKr I.36.1.3: 22. 9. 1385. Publ. MBKT s. 272–273, Nr. II.2: 1385.*

39 Mestská kniha *Notationes iudiciariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 43, 47. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei (ref. 20), s. 32, 34.

40 *Item Vo derschikt ader dertrunckn tsechen sindt, dy Khain Radt Nach Khain Gappel geweldign Khan ader Gewinnen, vnd wirt das mit dem Erbstollen gewonnen, vnd wil er sein Recht tzu In habn, das ist als das er gewint vnd tzeugt vnd dartzu annemet das do frey ist mitzamt der zol das das gipt man Im dartzu vnd ymandt darpey pawt er sindt vil adr wenigk vnd ap es der stolln tzeugt zo sal man dem stolln dienen mit dem sibenden: PIIRAINEN (ref. 1), Das Stadt- und Bergrecht von Banská Štiavnica/ Schemnitz, s. 48–49 (§ 48).*

41 *Ego Henczmanus Comes Eysenrinkel, nec non Nicolaus Judex, vnacum Juratis in Schebnicz recognoscimus... quod Petrus de Raba vna cum concultoribus suis, videlicet Czudahenel et ceteri parte ab una, parte vero ab altera Goczlinus Waltwurth et Cunradus Pumpan una cum concultoribus ipsorum ad nostram presenciam uno vrtail quorundam montanorum... quod amicaliter coucordati sunt in hac forma, quod Comes Petrus de Raba et concultores sui debent recipere vnum septimale de illis montanis, et super hoc quod quid transit super aquam ad tenendum, ipse Goczlinus Waltwurth et Cunradus Pumpan unacum concultoribus ipsorum debent subvenire cum una tertia parte tam diu, sicut ex utraque per ipsis placebit, et possunt adimplere, et alia tertia pars etiam debet subvenire ad septimale. Mestská kniha *Notationes iudiciariae* MMBŠ-MOL, IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 43: 1386. S niekoľkými chybami publ. MBKT s. 267 Nr. I.a*

(Hanczmannus dictus Ysrinchel Comes Schebnicensis) a novým štiavnickým richtárom Jánom (Hansmanom) Salczerom, ale aj vrchným kráľovským banským štajgerom Bernardom, bývalým banským štajgerom Jakubom, a pukaneckým komorským grófom a richtárom Tirmanom. Prítomní boli aj viacerí štiavnickí prísažní. Vec bola zložitá, keď sa museli zúčastniť toľkí odborníci a vysokí banskí úradníci. Ešte raz sa podarilo dňa 19. 3. 1387 dosiahnuť v dohodu a zvýšiť príspevok od ťažiarov z vyššie položenej štôlne z tretiny na polovicu,⁴² no čoskoro ani to nestačilo. O rok sa konštatuje, že v bani „stojí voda“. Dá sa tomu rozumieť tak, že ťažiar v nižšie položenej štôlni prestali odvodňovať, pretože vyššie položená štôlna na ich práci stále príliš profitovala. Záverečné a definitívne zasadanie na príkaz samotného kráľa (Žigmunda) sa konalo v Banskej Štiavnici dňa 7. apríla 1388. Zúčastnili sa ho zástupcovia všetkých (v tom čase šiestich) stredoslovenských banských miest (Kremnica, Banská Štiavnica, Nová Baňa, Banská Bystrica, Ľubietová a Pukanec). Menovite sa neuvádzajú, takže nevieme s istotou, či sa aj Hansman Eisenrinkel zúčastnil. Je to však veľmi pravdepodobné, keďže o prípade vedel najviac a určite mal k veci čo povedať, hoci jeho dovtedajšie snahy priviesť dve ťažiarne spoločnosti k dohode neuspeli. Súd vydal meritórne rozhodnutie, ktorým určil, že sa má vyznačiť „demarkačná“ línia výšky stojacej vody (flache marchesheyde). Všetko, čo bude pod ňou, prináleží prevádzkovateľom dedičnej odvodňovacej štôlne (teda Petrovi z Györu). To, čo bude nad ňou, zasa Petrovi Sartorovi a spoločníkom (jedna zo strán medzičasom zmenila osoby, ktoré ju zastupovali), s tým, že z výťažku nad uvedenou „demarkačnou“

líniou museli platiť Petrovi z Györu ešte obvyklú sedminu podľa práva dedičných štôlní. Kto nebude rešpektovať rozsudok, bude musieť zaplatiť pokutu 100 hrvien striebra. Rozhodnutie zapísali do mestských kníh zúčastnených miest, z nich sa v plnom znení zachovalo len v štiavnickom exemplári, a v bystrickom v čiastočnom (obhorenom) stave.⁴³ Mestské knihy ostatných zúčastnených miest sa nezachovali. Od tohto prípadu, ktorý začal pred komorským grófom mesta Banskej Štiavnice Hansmanom, sa sa čoraz častejšie stávalo, že stredoslovenské banské mestá (ku ktorým v prvých desaťročiach 15. st. od 1425 pribudla aj Banská Belá) boli z pohľadu panovníka vnímané ako ucelená špecializovaná skupina (=Zväz stredosl. bans. miest), ktorá nielen pri súdnych sporoch, ale aj v iných záležitostiach vystupovala spoločne, napríklad pri udeľovaní privilégii, pri vypisovaní špeciálnych daní alebo naopak pri odpúšťaní daní a pod.

Podľa údajov banskoštiavnickej mestskej knihy boli financie mesta a komory previazané a vyúčtovali sa spoločne.⁴⁴ Začiatkom 90-tych rokov sa komorský gróf Hansman Eisenrinkel tri razy spomína v štiavnickej mestskej knihe v súvislosti s vyrovnávaním pohľadáviek medzi ním a mestom, prípadne komorou a mestom. Dialo sa tak na sedeniach význačných mešťanov (niekedy, ale nie vždy šlo o členov mestskej rady), ktoré sa konávali v dome jedného z nich a vyúčtovali sa dane (ratio / satisfactio / summa collectarum) alebo iné finančné záväzky. Po vyrovnaní sa dlžoby/pohľadávky preškrtili. Titul comes pred jeho menom neznamenal vždy, že v danom roku aj úrad skutočne zastával, pretože na sedeniach sú doložené aj iné osoby s týmto titulom. Zrejme tak označili každého, kto niekedy v minulosti takú funkciu mal. Napr. na zasadnutí

42 *Nos Bernhardus Scansor Montanorum a regni Ungarie, Hanczmannus dictus Ysrinchel Comes Schebnicensis, Hanczmannus dictus Salczer Judex, ceterique Jurati de eadem; Item Jacobus dictus Rolle olim Scansor regius, Tirmannus dictus Slicher Comes et Judex de Bakabanya, significamus vniuersis, quod discretus vir Petrus de Jaurino cum Czuda Honel suo concultore parte ex vna, parte ver ex altera Goczlinus Waltwueirth et Conradus dictus Pumpann vna cum concultoribus ipsorum nostram venientes ad presenciam pro sententia... ad talem de bona voluntate partium ambarum sunt concordati, quod Petrus de Jaurino cum concultores suos debent recipere septimale de montanis predictorum; Insuper quod quid transit super aquam, debent subvenire cum media parte. Et hoc debent facere, quam diu placebit ambabus partibus, et quamdiu possunt tollerare. Et hoc factum est anno Domini MCCCCLXXXmo septimo in die Beatorum Geruasii et Protasii.* Mestská kniha Notationes iudiciariae MMBŠ-MOL, IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 43: 19.6.1387. S niekoľkými chybami publ. MBKT s. 268, Nr. I.b-c.

43 *Nos Bernhardus Scansor domini Regis et Montanorum Regui Ungarie ex mandato Regali vna cum Civitatibus ad hoc convenientibus, videlicet Kremnicenses, Baccabaniense, item de Monte Regis, Bistricenses, Lubetinenses... convenimus iu Schebniczbania, et ibidem sedimus unum Iudicium secundum mandatum regaliu inter Petrum de Raba et concultores suos parte ab una, parte vero ab altera inter Petrum Sartorem etiam concultores suos... Ita sicut aqua pro nunc stat in eodem montano, illa aqua debet designari, et hoc debet nuncupari eyn flache marchesheyde, et hec flache marchesheide semper debet procedere ante se, et quod quid est sub eadem flache marchesheide, hoc fuit submersum montanum, et hoc contulimus Petro de Rab et concultoribus suis ad suum stollonem hereditarium; item super hoc dedimus Petro Sartori et concultoribus suis. Hoc quod quid est super hanc flachmarchesheide, de illo debent porrigere Petro de Raba vnum septimale sine recusa omnimoda. Hec concordia facta est in Schebnicia, presentibus houestis viris de Civitatibus predictis... Et ideo causa pacis unionis invenimus et posuimus unum vinculum super partes utrasque, ut quicumque inventus fuerit fractor illius compositionis, ille debet esse convictus domino Regi in centum marcis fini argenti.* Mestská kniha Notationes iudiciariae MMBŠ-MOL, IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 43: 7. 4. 1388. S nepresnosťami publ. MBKT s. 268, Nr. I.d. Zápis v banskobystrickej mestskej knihe MBB-370/16, s. 66. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadás-könyvei (ref. 20), s. 89. Regest publ. MATULAY, Ctibor. Mesto Banská Bystrica. Katalóg administratívnych a súdnych písomností I. (1020) 1255 – 1536, Bratislava 1980, s. 31 – 32, č. 57, 58.

44 1387: *Item notandum est, quod iudex Hanczmannus Salczer fecit rationem coram iuratis civibus pro collecta civitatis et pro pecunia camerae et pro omnibus rationibus...* Mestská kniha Notationes iudiciariae, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 47. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadás-könyvei (ref. 20), s. 34.

na 29.septembra 1390 konanom v dome mešťana Wynanda sa zúčastnil comes Eysenryinkel aj comes Ploczel.⁴⁵

Zhruba v tom istom čase (zápis je nedatovaný, ale muselo to byť pred júlom 1392) vzal Hansman Eisenrinkel do zálohu niekoľko nehnuteľností štiavnických mešťanov za úhradu ich dlžôb alebo za požičané peniaze. Išlo o štiavnického prisažného Ulscha Sutora,⁴⁶ ktorý založil svoj dom za dve dlžoby vo výške 150 a 63 červených florénov. Ďalej vzal Hansman do zálohu dom mešťana Mikuláša an dem Steg za viacero dlžôb v rôznej výške. Najviac údajov sa zo zápisu dozvedáme o dlžníkovi pekárovi Matejovi. Zaňho totiž komorský gróf Hansman Eisenrinkel prevzal dlžobu vo výške 18 červených florénov voči Jánovi Knoblauchovi,⁴⁷ ktoré mu (Knoblauchovi) vyplatil v prítomnosti samého Mateja vo Zvolene. Zrejme šlo o dlžobu na daniach, ktoré zaňho niekedy predtým Ján Knoblauch uhradil. Za ďalšie nešpecifikované dlžoby Matej založil aj svoj dom a všetky nehnuteľnosti, ktoré mal v okolí (in montibus et vallibus). Matej mal dlžobu aj voči ďalšiemu komorskému grófovi Mikulášovi Ploczelovi vo výške 9550 denárov, za ktorú predtým na jeden rok a deň založil svoj mlyn pri Štiavnických Baniach a zaviazal sa ho opraviť. Pokiaľ by tak neučinil, komorský gróf mal záležitosť predložiť mestskej rade.⁴⁸ Vzhľadom na uvedené je zrejmé, že tieto dlžoby nepreberali komorskí grófi na seba ako na súkromné

osoby, ale v mene inštitúcie (teda komory) a v súčinnosti s mestom.

Najvýznamnejší dokument vzťahujúci sa k Hansmanovi Eisenrinkelovi pochádza z r. 1391. Kremnický, novobanský a štiavnický kráľovský banský gróf Henczmannus, ktorý na vlastné náklady postavil na juhovýchodnej strane mesta Nová Baňa špitál s oratóriom s patrocínion svätej Alžbety, žiada ostrihomského kanonika vikára ostrihomského arcibiskupa Leonarda o súhlas s rozšírením špitála o ďalšie stavby. Na financovanie špitála poskytuje Hansman výnosy svojho budínskeho domu vo výške 100 zlatých florénov ročne, ktoré rozdelil tak, že predstavenému špitála bude vyplácaných 40 fl. ročne a zvyšných 60 bude použitých pre potreby chorých alebo chudobných klientov. Špitál s oratóriom budú fungovať oddelene od novobanskej fary a predstaveného bude vyberať sám Hansman a po jeho smrti jeho dedičia v spolupráci s mestskou radou a banským grófom, ktorý bude jeho nasledovníkom v úrade. Výber bude musieť schváliť ostrihomský arcibiskup.⁴⁹ Špitálsky kostolík je v meste Nová Baňa zachovaný dodnes a na jeho priečelí je umiestnený Hansmanov erb. (obr. 4–5). O necelé dva roky neskôr - dňa 23. februára 1393 mu kráľ Žigmund Luxemburský daroval dedinu Magasmarthon – Vysoké Brehy (dnes Brehy) ležiacu na protihľej strane Hrona, ktorá bola dovtedy majetkom

- 45 1390: *Comes Eysenrinkel tenetur pro collecta sua 24 flor. ruffos* (preškrtnutý). Mestská kniha *Notationes iudiciariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 47. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei (ref. 20), s. 36; 9. 9. ...*Item A.D. 1390 in die Michaelis in domo Wynandi cum fuimus congregati, tunc fecimus rationem pro illis hominibus qui concesserunt pecuniam ipsorum ad civitatem:...* *Item comes Ploczel habet super civitatem XXXVII flor. ruffos et 1 ruffum florenum....* *Item pecuniam camerae L florenos rufos tenet comes Eysenryinkel.* (preškrtnutý). ... 21. 2. 1391: ...*de summa antecedenti....* *Plocelino comiti etiam civitas tenetur XXI ruffos florenos ... quod illi supradicti homines habent in vasa super civitatem illos predictos florenos.* (preškrtnutý). Tamže, s. 49. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei (ref. 20), s. 36; 18. 4. 1392: *Item notandum est quod civitas tenetur comiti Henczmanno Eysenrinkil 33 ruf. flor. Anno praesenti videlicet 1392 feria V infra oct. Pascae* (preškrtnutý). Tamže, s. 49. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei (ref. 20), s. 37.
- 46 Ulsch Sutor (*Schuster/Schistyr*) bol zavraždený v Štiavnici 29.7.1392. Jeho vražda bola predmetom veľkého súdneho prípadu s viacerými obvinenými. Mestská kniha *Notationes iudiciariae*, MMBŠ-MOL, IV–759, škat. 15, č. 1101, s. 23. Zápis o uvedených dlžobách teda musel vzniknúť pred júlom 1392.
- 47 Mohlo ísť o príbuzného novobanského prisažného Henricha Knoblaacha spomínaného 1383, teda Hansmanovho kolegu v mestskej rade (por. pozn. 36). V Kremnici sa r. 1393 spomína tiež mlyn Petra Knoblaacha (*molendinum quondam Petri Knoblach*). MMKr I.23.1.2: 29. 8. 1393.
- 48 *Item notandum quod comes Henczmannus Eysenryinkel persolvit ante Mathiam pistorem honesto viro Knoblauch in Antiquo Solio XVIII ruffos florenos pro censutragio. Item etiam pro aliis debitis quos idem Matias pistor tenetur idem comiti Henczmanno Eysenryinkel etiam stat pro pignore idem domus et omnia que habet et possidet in montibus et in vallibus. / Item domus Nycolai an dem Stege stat pro pignore comiti Henczmanno Eysenryinkel pro C ruffis florenis et pro uno floreno et pro Ij floreno et pro C florenis per L grossos. / Item domus Ulsch Sutoris stat Henczmanno Eysenrinkel Ij^C ruffos florenos et LXIII ruffos florenos.* Mestská kniha *Notationes iudiciariae*, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 45. ...*Item sciendum est quod Mathias pistor tenetur honesto domino Nycolao comiti Ploczel lxxxvj^C denarios ante illam pecuniam obligavit coram iudicio unum molendinum situatum in Sygelspach pro pingnore ita quod debet tenere annum et diem et quod ipse Mathias pistor debet istud molendinum emendare et non destruere et si ipse illud molendinum non vellet emendare ex tunc ipse Nycolaus Ploczel debet se intermittere de illis pignoribus faciendi et dimittendi sicut ipse interscriptus pistor coram iudice et Iuratis se obligavit.* Tamže, s. 49. Cit. pasáže nie sú zahrnuté vo Fejérpatakyho edícii.
- 49 ...*honestus vir Henczmannus Isenrincel de Sebnicia, pronunc Comes et Urburarius regius de Crempnicia, de Konigsperk et de dicta Sebnicia... Hospitale cum oratorio eidem annexo in honore beate Elisabeth in fine dicte Civitatis Konigsperk versus orientem suis expensis et laboribus edificari et construi procurasset, velit quod illud iuxta possibilitatis sue facultatem amplioribus edificiis et structuris decorare... ymo pro nunc quandam domum suam in civitate Budensi propr ecclesiam beati Georgii martiris... dicto hospitali et Magistro eiusdem pro tempore constituendo dedisset et in perpetuum donasset, tali modo quod de censu annuali eiusdem domus cuius quantitas se ad centum florenos aureos extendit, Quadraginta floreni aurei Magistro dicti hospitalis pro tunc constituto qui per se vel per alium perpetue diebus singulis in dicta ecclesia sev oratorio missam celebrare tenebuntur; residua vero pars dicti census pro infirmis et pauperibus eiusdem hospitalis per Conventorem dicte domus administrari debebunt et exhiberi. Ita tamen, quod idem magister hospitalis cum eodem hospitali et oratorio a Iurisdictione Ecclesie Parochialis in dicta Konigsperk ac Plebani eiusdem protunc seu perpetue existentis, separati, sequestratique existant penitus et exempti. Quorum etiam ipse Henczmannus Comes quo ad tempora vite sue et post mortem ipsius proximi consanguinei sui de consilio Comitum ac Iudicis et Juratorum civium de eadem Konigsperk magistrum ydoneum prefati hospitalis eligendi, constituendi et presentandi Ius habeant Patronatus per Archiepiscopum Strigoniensem confirmandum.* MMNB, č. 1b: 15. 6. 1391. ed. s chybami CDH X/3, s. 117–119, Nr. CXVIII: 1391.

banskej komory.⁵⁰ Všetky príjmy z nej (okrem kráľovho príjmu z urbúr, teda z banských daní) mali byť použité na financovanie špitálskeho kostolíka (sv. Alžbety) a bude ich spravovať on, jeho zakladateľ, banský gróf v Kremnici (Hanchmann Izrenkel, Comes urburarum de Krempnichia) a po jeho smrti jeho najbližší príbuzní v spolupráci s novobanskou mestskou radou.⁵¹

Hansman bol v tomto čase už možno chorý, možno starý, preto sa orientoval v zvýšenej miere na duchovné záležitosti. Nasledujúci a posledný dokument, ktorý sa ho týka, dokladá, že zomrel krátko po darovaní Vysokých Brehov, pretože v auguste 1393 je už zmienený ako nebohý. Pred jeho nástupcom vo funkcii, novým komorským grófom v Kremnici Jánom Cwikilom a kremnickou mestskou radou sa riešila časť jeho dedičstva, konkrétne dva banské mlyny na Kremnickom potoku. Hansmanovou legitímnou dedičkou bola jeho dcéra Margaréta, zastupovaná svokrom Jakubom, teda otcom Hansmanovej manželky, o ktorej nie je inak známe nič. Listina mala chrániť ich dedičstvo voči prípadným požiadavkám bližšie nešpecifikovaného Ondreja, ktorého nároky boli prehlásené za neplatné.⁵² Ide zároveň

o jediný doklad vzťahujúci sa na Hansmanovu rodinu a svedčí o úzkych väzbách a vzájomných prepojeniach elitných rodín zámerne budovaných aj svadobnou politikou. Hansmanov svokor Jakub bol totiž richtárom Bátoviec, tri mesiace po prejednaní dedičstva sa spolu so štiavnickými prisáznymi zúčastnil na stretnutí, kde schvaľovali vyúčtovanie daní predkladané richtárom Banskej Štiavnice.⁵³ Okrem toho je v iných rokoch aj on sám doložený ako banský gróf v Banskej Štiavnici aj v Kremnici.⁵⁴

Hansman Eisenrinkel je spomedzi komorských grófov⁵⁵ a banských podnikateľov najväčším počtom pramenných zmienok doložený, bezpochyby najvýznamnejšia osobnosť stredoslovenskej banskej oblasti poslednej tretiny 14. storočia. Richtárom Banskej Štiavnice nikdy nebol. Štiavnický archivár Vojtech Baker ho síce uvádza aj ako richtára r. 1390 vo svojich zoznamoch publikovaných v časopise Karpatenland v 30-tych rokoch 20. storočia, ide však o omyl:⁵⁶ iudex Henzel Eysereyn má totiž len podobné meno, no ide o inú osobu, obaja sú napr. v mestskej knihe v rovnakých súpisoch daní uvádzaní vo viacerých rokoch (1386, 1387, 1390) osobitne.⁵⁷

50 Dedina Brehy sa spomína už v súvislosti s prvým kremnickým komorským grófom Leopoldom, ktorý ju násilne zabral. Por. vyššie, pozn. 3.

51 ... providi viri Hanchmanni, Izrenkel dicti, Comitibus urburarum nostrarum de Krempnichia ... ad beatam Elisabeth, in cuius nomine Ecclesia hospitalis de Kunisberg infrascripta constituta fore perhibetur ... Quondam possessionem nostram Magasmarthon vocatam, prope ipsam ciuitatem nostram Kensperg existentem alias per urbuarios nostros de eadem Kunisberg possessam cum omnibus vtilitatibus, redditibus proventibus et daciis ac aliis quibuslibet pertinentiis eiusdem sub suis veris metis et antiquis quidam per ipsos urbuarios nostros hucusque usa tenta fuit et possessa, memoratae Ecclesiae hospitalis beate Elysbeth de ipsa Kunisberg per ipsum Hanchmannum constructe, ... ymo damus donamus et conferimus per ipsam Ecclesiam perpetuo et irrevocabiler possidendam.... Hoc expresse, ut idem Hanchmannus Izrenkel vniversos redditus et proventus, ... eydem Ecclesiae et pauperibus in eadem degentibus vsque vitam suam debitis semper in temporibus debeat amministrare. Mortuo autem ipso Hanchmano proximiores ipsius consanguinei cum consilio Iudicis et Iuratorum de dicta Kunisberg eosdem redditus et proventus possessionis antefatae, modo simili dictae Ecclesiae et Pauperibus antefatis administrare plenarie, et sine defectu valeantur et teneantur. Volumus tamen ut per hoc redditus et proventus urburarum nostrarum predictarum diminucionem non paciantur aliqualem. MMNB, č. 12: 23. 2. 1393, ed. so značnými nepresnosťami CDH X/2, s. 106 – 108, Nr. XLV.

52 ... providus vir Jacobus Iudex de Badd wlgariter FFrawinmargt in personis puelle filie condam Henczmani Issrink et sui ipsius...supplicando, quatenus predictae puelle Margarethe filie condam Henczmani et Jacobo awo ipsius puelle ac hereditibus suis ... super possessionibus in limitibus nostre civitatis per mortem condam Henczmani Issrink Generi sui ... iure successorio... videlicet duobus molendinis in Magna aqua in medio molendinorum llangerynne et condam Petri Urbarer habitis sitis et locatis. Que molendina per mortem predicti condam Henczmani Issrink ad dictam puellam Margaretham filiam ipsius condam Henczmani Issrink et ad prenotatum Jacobum awo dictae puelle, iuxta compositionem arbitralem iuridice dignoscitur devoluisse... Nos itaque iustis ipsius petitionibus racionabiliter approbatis ... predicta duo molendina ex arbitrali et iuridica compositione predictae puelle Margarethe ac Jacobo awo ipsius ... cum omnibus suis limitibus pertinentiis usu fructibus ... apparamus perpetuamus iure nostro civili perpetue hereditarieque possidenda ... Etiam si super possessione predictorum molendinorum quecumque littere scripture karthe presentes emanate causa litteris contra predictum Andream vel suos heredes ac ipsius legitimos successores producentur presentibus non preiudicentur, sed omnes et singulas chassas et vanas pronunciamus et omnibus iuribus karituras. MMKr I.1.1.10a: 25. 8. 1393. Listina nie je zaradená v žigmundovskom diplomatári ZsO I.

53 Mestská kniha Notationes iudicariae, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 48: in die Galli, 16. 10. 1393.

54 1390: ...civitas tenetur comiti nostro videlicet Iudici de bat XIX flor. Mestská kniha Notationes iudicariae, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 47; 1396: Jakusch Richter von Vrauewenmark (= Bátovce) tzu den tzeyten Graf auf der Crempnitz. tamže, s. 45; 1406: Ich Jacusch von Frawinmarkte dy selbe tzeit urbirgraff in der Schebnicz und off anderen pergwerken, tamže s. 53; ... Ich Jacobus von Bath Graff und urbuarus auff der Schebnicz..., tamže s. 56; 1407: acta et facta in die sancti Valentini in stuba Iacobi de Batha... tamže s. 57; nedatované: ...factum et actum tempore Jacobi de Baat comitis et Iudicis nri ploczczelini... tamže s. 66; tempore Iudicis Jakusch urbararii... tamže s. 68. Cit. pasáže nie sú zahrnuté vo Fejérpatakyho edícii.

55 Hansmanove funkcie dokladajú oddelenosť banskej a mincovej komory. V rovnakých obdobiach ako zastával svoj úrad on, prípadne jeho svokor Jakub (por. pozn. 53) je doložený mincový gróf František Bernardi. 1391: comes monetarum et tricesimarum. MAYERL Benedictus. Historia Kremniciensis conventus ord. Min. s. P. Francisci, s. 34-36. Knihnica rímsko-katolíckej fary v Kremnici, publ. LAMOŠ, Teodor. Výsady kremnických minciarov v stredoveku, Historické štúdie 9/1964, s. 200–222, tuná s. 218–220 (č. II: 24. 6. 1391); Franciscus Bernardi comes camerarum monetarum nostrarum: ZsO I, s. 293, Nr. 2710: 7. 12. 1392; Franciscus Bernardi comes camerarum monetarum nostrarum: ZsO I, s. 464, Nr. 4234: 18. 1. 1396, ed. CDH X/3, s. 180 a X/8, s. 407.

56 BAKER, Adalbert. Die Kammergrafen von Schemnitz. Anno 1365–1873. Karpatenland 5/1932, s. 27–30, tuná s. 27 č. 12; tenže, Die Stadtrichter von Schemnitz. Anno 1275–1869, Karpatenland 5/1932, s. 54–57, tuná s. 54.

57 Mestská kniha Notationes iudicariae, MMBŠ-MOL IV-759, škat. 15, č. 1101, s. 43, 47, 49. Publ. FEJÉRPATAKY, Számadáskönyvei (ref. 20), s. 32, 34, 36.

* štúdiá vznikla v rámci projektu APVV-19-0131: Ars mo-riendi, projektu VEGA 2/0017/23: Právna norma verzus súdna prax a VEGA 2/0089/20: Štúdie k životospráve stredovekého človeka. Autor je pracovníkom Historického ústavu Slovenskej akadémie vied v Bratislave.

ZOZNAM SKRATIEK

CDH I – XI = *Codex diplomaticus Hungariae ecclesiasticus et civilis I – XI*. Ed. Georgius FEJÉR. Budae 1839 – 1844.

DRH I = DÖRY, F. – BÓNIS, G. – BÁCSKAI, V. *Decreta Regni Hungariae. Gesetze und Verordnungen Ungarns 1301 – 1457*. Budapest 1976.

LSMS = ŠTEFÁNIK, M. – LUKAČKA, J. et al. *Lexikon stredovekých miest na Slovensku*. Bratislava: Prodama, 2010.

MBB = Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, Štátny archív v Banskej Bystrici, pracovisko Banská Bystrica, fond Magistrát mesta Banská Bystrica.

MBKT = WENZEL, Gusztáv (ed.). *Magyarország bányaszatának kritikai története*, Budapest 1880.

MES III = DEDEK, Ludovicus Crescens (ed.). *Monumenta Ecclesiae Strigoniensis III (1321–1349)*, Strigonii 1924.

MES IV = DRESKA, Gabriel – ÉRSZEGI, Geysa – HEGEDŰS, Andreas – NEUMANN, Tiburcius – SZOVÁK, Cornelius – TRINGLI, Stephanus (eds.). *Monumenta Ecclesiae Strigoniensis IV (1350–1358)*, Budapestini – Strigonii 1999.

MMBŠ = Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, Štátny archív v Banskej Bystrici, pracovisko Banská Štiavnica, fond Magistrát mesta Banská Štiavnica. (skratka MMBŠ-MOL sa vzťahuje na veľkú väčšinu stredovekého materiálu a označuje dokumenty, ktoré boli z Banskej Štiavnice po rozpade monarchie roku 1918 odvezené do Budapešti a boli recipročne vrátené z vtedajšieho MOL (dnes MNL) v 60. rokoch 20. storočia. Skratka MMBŠ-N označuje tzv. pôvodne neregistrovaný materiál, ktorý nikdy Štiavnicu neopustil (v súčasnosti už registrovaný je).

MMKr = MV SR, Štátny archív v Banskej Bystrici, pobočka Kremnica, fond Magistrát mesta Kremnica.

MMNB = MV SR, Štátny archív v Banskej Bystrici, pobočka Kremnica, nespracovaný fond Magistrát mesta Nová Baňa

ZsO I = MÁLYUSZ, Elemér (ed.). *Zsigmondkori oklevéltár I (1387–1399)*, Budapest 1951.



Obr. 4. Špitálsky kostolík sv. Alžbety Nová Baňa.
Fig. 4. Hospital Church of St Elizabeth, Nová Baňa.



Obr. 5. Erb Hansmana na špitálskom kostolíku.
Fig. 5. Hansman's coat of arms on Hospital Church.