

Bakrova orudjenja v Bodoveljski grapi

Izvleček

Skozi zgodovino rudarjenja na ozemlju današnje Slovenije se redko omenja pojave bakrove rude v Bodoveljski grapi. V srednjepermskih kamninah se v lečah sivega drobnnozrnatega peščenjaka pojavljajo leče z rudnimi bakrovimi minerali. Večjega izkoriščanja teh rudnih teles verjetno ni bilo, so pa izkopali nekaj poizkusnih rogov. Med minerali, ki smo jih našli na dveh večjih nahajališčih, so malahit, azurit, pirit, halkopirit, bornit, kremen, kalcit in nekateri drugi primarni ter sekundarni bakrovi ter železovi minerali. Pojavi bakrovih mineralov kljub manjšemu obsegu vseeno ponujajo zanimivo razmišljanje tudi o možnosti njihovega izkoriščanja v času kovinskih dob (bakrena in bronasta doba). K temu pripomorejo tudi nekatere zanimive arheološke najdbe orodja v bližnji okolici Bodoveljske grape.

Abstract

Copper mineralization in the Bodovlje valley

The appearance of copper ore in the Bodovlje valley is rarely mentioned in the history of mining on the territory of today's Slovenia. Copper minerals appear in grey fine grained sandstone in Middle Permian rocks. There was probably not major exploitation of these bodies of ore but some test tunnels were excavated. Minerals that we found in two major locations include malachite, azurite, pyrite, chalcopyrite, bornite, quartz, calcite and some other primary and secondary copper and ferrous minerals. The appearance of copper minerals, despite their small extent, nevertheless provides interesting consideration about the possibility of their exploitation during the metal ages (Copper and Bronze Ages). Some interesting archaeological finds of tools in the near vicinity of the Bodovlje valley also contribute to this.

Uvod

Nahajališča bakrovih rud so v Sloveniji redka oziroma razpršena, a so jih vseeno zagotovo izkoriščali že pred več tisočletji (4000–2300 pr. n. št.). Če pogledamo karto razprostranjenosti rudnih pojavov bakrovih mineralov, zasledimo tri glavna območja,¹ ki so v Zasavskem hribovju (Sušje, Močilno, Cirkušje ...), Karavankah (Počivalnik, Bukov potok, Stegovnik ...) ter Škofjeloškem in Cerkljanskem hribovju (Škofje, Sovodenj ...), kamor spada tudi Bodoveljska grapa. V okolici Škofje Loke je znanih kar nekaj rudnih pojavov, ki so še neraziskani in redko opisani. Zagotovo so najbolj znani rudišče urana na Žirovskem vrhu ter stari rudarski revirji v Železnikih in okolici Knap.² Manj znano je rudišče Knapovžje v dolini Ločnice, kjer so kopali svinčevo in celo živosrebrno rudo.³ Še bolj skrivnostni so rudniški rovi v okolici vasi Draga.⁴ Dokaze o aktivnem iskanju rud je na terenskem raziskovanju le težko opredeliti, saj se mnogi rovi porušijo in odkopi zakrijejo, redki pisni ter ustni viri pa potonejo v pozabo. V prispevku bomo poizkusili ponovno oživeti nekatera stara nahajališča bakrovih rud in njihovih mineralov, ki so jih verjetno poznali že bakrenodobni prebivalci loške okolice.

Zgodovina iskanja rud v Bodoveljski grapi in okolici

Pisnih virov o izkoriščanju bakrovih rud v Bodoveljski grapi je zelo malo. Enega prvih zapisov najdemo v Valvasorjevem največjem delu o Kranjski, kjer piše: »*Pri Škofji Loki se tudi pojavlja; in je gospod Lorentz Rechbeck, doctor zdravil, začel le-to odkopavati, a je tak okop spet opustil, sploh ker ni bila prav dobra, temveč je dajala več viktrila kot bakra*«. Čeprav Valvasor ni natančno navedel nahajališča, predvidevamo, da je bilo v eni od dolin v okolici Škofje Loke. Leta 1853 naj bi dovoljenje za sledenje rud na območju štiristotih sežnjev (1 seženj je 1,89 metra) od Ruparjeve hiše številka 5 v Občini Zminc dobila Ljubljčan Kos in domačin Anton Bukvic.⁵ Leto kasneje je Knapovška združba dobila dovoljenje za odkop malahita v Puštalu pri Škofji Loki in na posestvu kmeta Hribernika pri Sveti Barbari,⁶ torej v neposredni bližini Bodoveljske grape. Vsa ta sledenja in odkopavanja so bila neuspešna in so izkoriščanje rud verjetno hitro opustili.

O bakrovi rudi iz okolice Zminca (neposredna bližina Bodoveljske grape) in Hrastnice piše tudi Marko Vincenc Lipold (1857).⁷ Lipolda so kasneje povzemali

1 Budkovič, *Karta rudišč in rudnih pojavov Republike Slovenije*.

2 Križnar, Rudišče Knape – nekoč in danes, str. 155.

3 Herlec in Jeršek, Minerali rudišča Knapovžje, str. 66–67.

4 Križnar in Perne, Sledi rudarjenja v Dragi pri Sori, str. 33.

5 Mohorič, *Problemi in dosežki rudarjenja* (1. knjiga), str. 215.

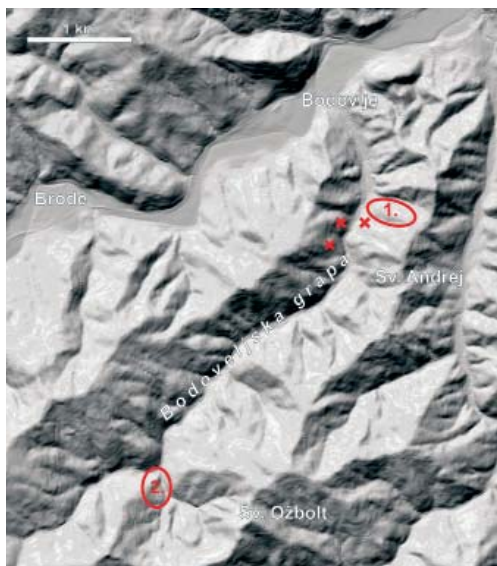
6 Mohorič, *Problemi in dosežki rudarjenja* (1. knjiga), str. 215.

7 Lipold, Bericht über die geologischen Aufnahmen in Ober-Krain im Jahre 1856, str. 212.

še Wilhelm Voss, ki je leta 1893 pisal o nahajališčih mineralov na Kranjskem.⁸ Tudi Franz Kossmat je leta 1910 omenjal pojave bakrove rude v okolici Škofje Loke, toda brez natančnejših lokacij.⁹

Ker so bila nahajališča bakrovih rud v Bodoveljski grapi majhna, so opustili tudi raziskovanja. Ob odkritju uranove rude v Žirovskem vrhu se je ponovno začelo zanimanje za stara rudišča v Bodoveljski grapi in sosednji Hrastnici (Hrastniški grapi). Tako je bila leta 1974 izdelana diplomatska naloga o orudenju v okolici Bodovalj.¹⁰ Pri terenskem delu so odkrili kar nekaj pojavov bakrovih mineralov v spodnjem delu Bodoveljske grape in nekaj starih sledi rudarjenja (izkopi, halde – rudniški odvali, delno zasuti rovi). Te podatke so v kasnejših raziskavah uporabili tudi v poročilih Geološkega zavoda Slovenije in pri izdelavi Osnovne geološke karte. O rudarjenju v okolici Bodovalj in Hrastnici so poročali tudi Perne in sodelavci,¹¹ ki so med raziskovanjem stara nahajališča malahita odkrili nad Erjavcem (oziroma Vilfanovo hišo).

Geolog Ivan Mlakar je ob raziskavah Grödenske formacije razkril še nekaj novih podatkov. Tako omenja nahajališča bakrovih mineralov v spodnjem delu Bodoveljske grape¹² (pod Šinkom), povzetih po Kralju (slika 1). Drugo bogatejše nahajališče bakrovih mineralov je Mlakar¹³ navedel iz gornjega dela Bodoveljske grape. Navaja, da so bili



Nahajališča bakrovih mineralov v Bodoveljski grapi. 1. – nahajališče ob manjšem potoku pod Šinkom; 2. – nahajališče v gornjem delu ob potoku, nad odcepom proti Presečniku; s križci so označeni druga nahajališča in ostanki starih jalovišč (odvalov ali hald) ter raziskovalnih izkopov. (povzeto po: Kralj, 1974, in Mlakar, 2002)



Izkopani orudeni kosi sivega in zelenega peščenjaka z bakrovimi minerali iz nahajališča pod Šinkom. (foto: Davorin Preisinger)

8 Voss, Die Mineralien des Herzogthums Krain, str. 108.

9 Kossmat, *Erläuterungen zur geologischen Karte Bischofslack-Idria*.

10 Kralj, *Geološka zgradba in orudenje v okolici Bodovalj*.

11 Perne, Bradeško, Šifrer, Vilfan, Rudniki v okolici Škofje Loke, str. 17.

12 Mlakar, Grödenska formacija v okolici Škofje Loke, str. 18.

13 Mlakar, Grödenska formacija pri Polhovem Gradcu, str. 41.

bakrovi minerali (tudi sekundarni) najdeni v grušču pri Fojski žagi in severovzhodno od Jurja, v grapi pod odcepom k kmetiji Rožnik. Zanimiv je zapis, ki govori, da so, po pripovedovanju domačinov, tam rudarili na prelomu iz 19. v 20. stoletje. Obstajala naj bi dva rova, vsak na svoji strani ozke doline.

Zadnji so večjo pozornost bakrovim mineralom v Bodoveljski grapi posvetili zbiralci mineralov, ki so tam raziskovali le nahajališče pod šinkom.^{14, 15} Kot je razvidno iz napisanega, so podatki o rudarjenju in rudnih pojavih v Bodoveljski grapi dokaj skopi, mogoče pa jih je še dopolniti s pregledi nekaterih rudarskih knjig iz arhivskih fondov.

Geološka zgradba okolice



Primerak sivo rjavega peščenjaka s prevleko malahita, ki izstopa iz obdajajočih srednjepermskih rdečkastih kamnin. Nahajališče pod šinkom.

(foto: Matija Križnar)



Malahit se pojavlja v žarkastih (levo) in natečenih oblikah (desno), z različnimi zelenkastimi odtenki. Oba primerka sta iz nahajališča pod šinkom.

(foto in najdba: Matija Križnar in Davorin Preisinger)

14 Preisinger, Bakrovi minerali iz Bodoveljske grape, str. 44–45.

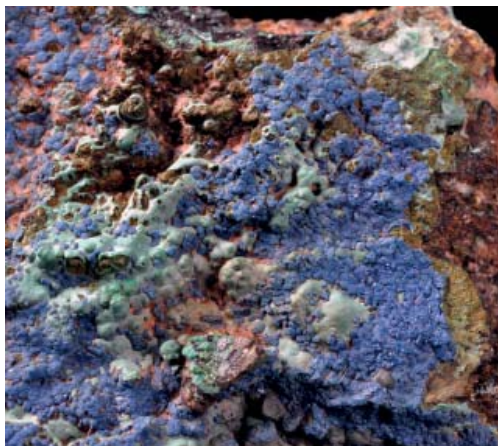
15 Preisinger, Rudniki: opuščeni rudniki v Sloveniji, str. 70–73.

Bodoveljska grapa je dolina Bukovega potoka, ki se zarezuje v strma pobočja južno od Bodovelj. V geološki sestavi prevladujejo karbonske in permške kamnine, nekaj triasnih najdemo le na začetku doline pri Bodovljah. Karbonske kamnine sestavljajo predvsem temni skrilavi glinavci, peščenjaki in siv kremenov konglomerat. V karbonskih kamninah Bodoveljske grape niso odkrili nobenega orudenja, čeprav je v podobnih plasteh pri Knapovžah večje rudišče. Karbonske kamnine se pojavljajo v osrednjem delu grape, kjer segajo še v Hrastnico in na zahodu čez Poljansko Soro proti Sopotnici in Gabrški gori.

Vsi rudni pojavi bakra (in tudi urana) so vezani na srednjepermske kamnine Grödenske formacije. Te kamnine so tipično rdeče barve, z vmesnimi vložki sivga in zelenkastega peščenjaka. Med peščenjaki se pojavljajo tudi rdečkasti muljevci in konglomerat. Rudni pojavi so vezani na kamnine iz spodnjega dela Grödenske formacije, ki pripadajo Brebovniškemu in Hobovškemu členu.¹⁶

Ruda se pojavlja v sivo zelenem drobnozrnatem peščenjaku, ki tvori leče v rdečkastem muljevcu. Rudni minerali so v obliki leč, medtem ko so sekundarni bakrovi minerali, kot malahit in azurit, razpršeni po površini peščenjaka in med peščenimi zrnji. Na osnovi raziskav kamnin in bakrovih mineralov so dognali, da so minerali nastali v več generacijah (vsaj tri generacije bakrovih mineralov). Prav tako so raziskovalci dognali, da je orudenje nastalo diagenetsko, torej med utrjevanjem in usedanjem sedimenta, kjer je z bakrom bogata podtalnica prinašala raztopljene minerale za nastanek bakrovih in drugih mineralov.

Pri naših terenskih raziskavah zgornjega dela Bodoveljske grape smo rudne pojave našli v večji golici (slika 1), približno 50 metrov nad odcepom za kmetijo Presečnik. O omenjenih rudniških rovih danes ni več sledu, čeprav nekateri vseki oziroma usadi zemlje nakazujejo na bližino rovov. Največ bakrovih in drugih spremljajočih mineralov smo našli v potoku, ki se zajeda na levem bregu proti vzhodu, pod kmetijo Šink, v spodnjem delu Bodoveljske grape (slika 1). V okolici tega nahajališča smo zasledili tudi nekaj starih izkopov, med katerimi so nekateri verjetno zelo stari. Enako smo poizkusili najti stara dela in izkope, označene na geoloških kartah, toda brez uspeha.

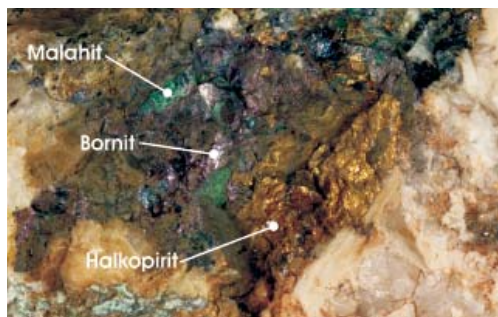


Izjemno lep primer ek združbe modrega azurita na zelenem malahitu iz gornjega nahajališča v Bodoveljski grapi. Širina izseka je približno 15 milimetrov.

(foto in najdba: Matija Križnar)

¹⁶ Mlakar, Grödenska formacija v okolici Škofje Loke, str. 9.

Bakrovi in drugi minerali



Združba primarnih (halkopirit in bornit) in sekundarnih bakrovih mineralov (malahit) v kalcitno-kremenovi žili iz nahajališča pod Šinkom.

(foto in najdba: Davorin Preisinger)



Med minerali se pojavlja tudi pirit, ki je bil najden v obliki kocke. Velikost limonitiziranega kristala pirita je 4 milimetre. (foto in najdba: Matija Križnar, vsi slikani minerali so v zbirkah Davorina Preisingerja in Zmaga Žorža)

Pojave bakrovih mineralov v Bodoveljski grapi so verjetno zasledili že bakrenodobni ljudje. Med uporabnimi rudnimi minerali so primarni bakrovi minerali, kot so bornit (Cu_5FeS_4), halkopirit (CuFeS_2), covellin (CuS), halkozin (Cu_2S) in samorodni baker (Cu). Zagotovo pa po barvi izstopajo nekateri sekundarni bakrovi minerali, kot sta svetlo in temno zelen malahit ($\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$) in svetlo moder azurit ($\text{Cu}_2[\text{OH}|\text{CO}_3]_2$) kot najpogostejša spremljevalca bakrovih rudišč. Iz okolice Bodovelj, natančneje iz Zminca (kot Sminz), o halkopiritu (nemško Kupferkies) poroča že Wilhelm Voss. Natančnejše analize rude oziroma mineraloške sestave bakrovih rud je opravil Kralj.¹⁷ Raziskovalec navaja, da se skoraj vsi minerali nahajajo v mikroskopskih oblikah (tudi kristalih), velikih manj kot milimeter. Navaja bakrove minerale tenantit ($((\text{Cu}, \text{Ag}, \text{Fe}, \text{Zn})_{12} \text{As}_4 \text{S}_{13})$), halkopirit in bornit, ki ga spremlja tudi pirit (FeS_2). Omenjeni bakrovi minerali se pojavljajo v žilicah in lečah, ki so nastali v več generacijah. Med drugimi minerali Kralj navaja tudi idait (Cu_5FeS_6), covellin in digenit (Cu_9S_5). Z preperevanjem in razpadom primarnih bakrovih mineralov so nastali še sekundarni minerali, kot sta malahit in azurit. Ob vseh naštetih mineralih so pogosti tudi kremen (v posameznih kristalih in kot žile), kalcit, tetra-

edrit, hematit in nekateri drugi železovi oksidi.

Naše terenske raziskave so odkrile zelo podobno sestavo bakrovih in drugih mineralov, med katerimi prevladuje malahit, ki je tudi najbolj opazen. V nahajališču na zgornjem delu Bodoveljske grape smo odkrili večje prevleke zelenega malahita po sivem peščenjaku in vmes redke skupke kristalov azurita. Med mine-

17 Kralj, *Geološka zgradba in orudenje v okolici Bodovelj*, str. 116.

rali sta verjetno zastopana tudi nekoliko temneje zelen digenit in svetlozelena krizokola. Mineraloško je veliko bolj zanimivo nahajališče pod Šinkom, v spodnjem delu grape. Posamezne primerke malahita smo našli že v spodnjem delu potočka. Tu se malahit pojavlja v lepo žarkastih skupkih kristalov, v obliki kroglastih skupkov in natečenih oblik. Živo moder azurit se pojavlja v podobnih oblikah kot malahit, toda le posamično. Na redkih primerkih smo zasledili tudi psevdomorfoze azurita po malahitu. V kalcitno-kremenovih žilah in žilicah so pogosti milimetrski kristali halkopirita, ki je ponekod preraščen z malahitom ali drugimi sekundarnimi minerali. V istih žilah se pojavljajo tudi temno modrikasti bornit in temno vijolično obarvani covellin ter verjetno tudi tennantit. Poleg bakrovih mineralov smo na nahajališču našli tudi kristale kremenca in posamezne kristale pirita z limonitnimi prevlekami. Na svežih prelomih kalcitno-kremenovih žil zasledimo tudi mnogo dendritov manganovih oksidov in tankih rjavih prevlek železovih oksidov. Kremen se ponekod pojavlja tudi v kristalih, velikih do 2 centimetra. Gotovo je število najdenih mineralov (predvsem sekundarnih) večje, vendar bi bile za to potrebne natančnejše mineraloške raziskave. Nekatere bakrove minerale iz Bodovelske grape si je ogledal tudi Zmago Žorž, dober poznavalec in raziskovalec pohorskih rudišč, nekatere je tudi določil, za kar se mu avtorja zahvaljujeva.



Bakreno obarvan skupek bakrovih mineralov, ki ga prerašča zelen malahit, vključenih v kalcitno-kremenovo žilo. (foto in najdba: Matija Križnar)

Bakrova ruda v arheološkem pogledu

Povezava med pojavljanjem rud in njihovim izkoriščanjem je skoraj jasna, a včasih težko razumljiva. K razjasnjevanju teh povezav so nam v veliko pomoč arheološke najdbe v okolici rudnih pojavov ali celo starodavnih rudišč. Že v kameni dobi so ljudje zelo dobro poznali svoje okolje in znali poiskati primerne surovine za izdelavo orodij in drugih pripomočkov. Nič drugače ni bilo v času kovinskih dob. Za nas je posebej zanimiva bakrena doba (eneolitik), kjer so pričeli z iskanjem in izkoriščanjem bakrovih rud.

Geološka zgradba okolice Škofje Loke je ponujala mnogo možnosti za iskanje rud, saj se rudonosne (z bakrovo rudo) paleozojske kamnine razprostirajo predvsem v okolici Hrastnice, Bodovelj, Zminca in preko Sopotnice proti Gorenji vasi in Žirem. Kot smo prikazali v zgodovinskem pregledu raziskav, se na tem območju ponekod pojavljajo manjše leče bakrovih mineralov (tudi rudnih teles). V



V kremenovi žili vraščen nedoločen kristal. Na površini so vidne prevleke sekundarnih bakrovih mineralov. Velikost kristala je 3 milimetre.

(foto in najdba: Matija Križnar)

arheološkem pogledu lahko prisotnost rudarjenja povežemo z najdbo rožene kopače iz jelenovega roga, ki so jo odkrili v bakrenodobnih plasteh Kevderca pod Lubnikom.¹⁸ Zelo podobne kopače so arheologi našli tudi na nekaterih koliščih Ljubljanskega barja.¹⁹ Vse najdbe nakazujejo, da so bakrenodobni rudarji gotovo iskali in obdelovali rudo v bližini, včasih pa tudi v nekoliko bolj oddaljenih nahajališčih bakrove rude kot npr. v okolici Sovodnja in Škofja nad Cerknim, kjer so našli nekatera bakrenodobna orodja za drobljenje rude²⁰ in bakrene izdelke. Rudo (tudi malahit) so najverjetneje iskali in izkopavali predvsem na površini, čeprav so z Balkana znana že bakrenodobna rudišča z rovi,²¹ podobno kot v avstrijskih in italijanskih nahajališčih.²² Takšen način kopanja rude ne pušča za seboj veliko sledi, kar velja tudi za Bodoveljsko grapo, kjer so mnoga najdišča rude na dokaj plazovitih in strmih pobočjih. O metalurški in rudarski dejavnosti v bližini govorijo tudi arheološke najdbe na Ljubljanskem barju. Raziskave^{23, 24} kažejo, da so koliščarji uporabljali domačo rudo, so pa nekatere surovine

18 Šubic, Poselitev loškega ozemlja v arheoloških obdobjih, str. 19–21.

19 Greif, Prazgodovinska kolišča na Ljubljanskem barju, str. 50.

20 Šubic, Poselitev loškega ozemlja v arheoloških obdobjih, str. 19.

21 Šljivar, *The Earliest Copper metallurgy*, str. 95–100.

22 Maggi in Pearce, Mid fourth-millennium copper mining in Liguria.

23 Greif, Prazgodovinska kolišča na Ljubljanskem barju, str. 50–54.

24 Velušček in Greif, Talilniki in livarski kalup, str. 33–36.

pridobivali tudi z izmenjavo, na kar opozarjajo raziskave nekaterih bakrenih predmetov.²⁵ Zanimivo bi bilo analizirati tudi kemične in metalurške lastnosti bakra, pridobljenega iz bakrovih mineralov v okolici Bodovelj in bližnjih nahajališč, kot sta Sovodenj in Škofje.

Zaključek

Rudarjenje in iskanje rud sega daleč v preteklost. Arheološki dokaz je različno orodje za kopanje in obdelavo bakrovih ter kasneje železovih rud, najdeno tudi na Loškem. Kljub zelo skopim pisnim virom je znano, da so v okolici Škofje Loke bakrovo rudo poskušali izkoriščati že v 17. stoletju. Šele v kasnejših obdobjih so raziskovanja dopolnili in ugotovili, da se bakrova ruda pojavlja v sivih peščenjaki srednjepermske starosti. V Bodoveljski grapi se orudenje pojavlja na dveh predelih doline. Med odkritimi minerali prevladujeta sekundarni bakrov mineral malahit in nato azurit. Od rudnih mineralov so pogosti halkopirit, bornit, tennantit, redkeje idait, covellin in drugi. Vsi ti minerali so skupaj v kalcitno-kremenovih žilah ter ob prisotnosti kristalov pirita in železovih oksidov. Izkoriščanje in iskanje bakrove ruda v Bodoveljski grapi ni bilo intenzivno oziroma so se sledi za takšno dejavnostjo hitro zabrisale. Zagotovo pa bodo nadaljnje geološke, mineraloške, arheološke, metalurške in zgodovinske raziskave ponudile več odgovorov, kdaj in kako je človek izkoriščal to naravno bogastvo.

LITERATURA:

- Budkovič, Tomaž: *Karta rudišč in rudnih pojavov Republike Slovenije*. Ljubljana : Geološki zavod Slovenije, 2010.
- Greif, Tatjana: Prazgodovinska kolišča na Ljubljanskem barju. Arheološka interpretacija in poskus rekonstrukcije načina življenja. *Arheo*, 18, Ljubljana : Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo, 1997, 95 str.
- Herlec, Uroš; Jeršek, Miha: Minerali rudišča Knapovže. Mineralna bogastva Slovenije, *Scopolia*, Suppl. 3, Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, str. 66–67.
- Kossmat, Franz: *Erläuterungen zur geologischen Karte Bischoflack - Idria*. Wien, 1910.
- Kralj, Miran: *Geološka zgradba in orudenje v okolici Bodovelj*. Diplomsko delo, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana 1974, 129 str.
- Križnar, Matija: Rudišče Knapa – nekoč in danes. *Loški razgledi* 56, Škofja Loka : Muzejsko društvo, 2009, str. 155–162.
- Križnar, Matija; Perne, Matija: Sledi rudarjenja v Dragi pri Sori. *Društvene novice*, št. 41, Tržič : Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, 2009, str. 33.
- Lipold, Marko Vincent: Bericht über die geologischen Aufnahmen in Ober-Krain im Jahre 1856. *Jahrbuch der kais. kön. Geologischen Reichs-Anstalt*, 2, Wien 1857, str. 211–212.
- Maggi, Roberto; Pearce, Mark: Mid fourth-millennium copper mining in Liguria, north-west Italy: the earliest known copper mines in Western Europe. *Antiquity*, 79, York 2005, str. 66–77.

- Mlakar, Ivan: Grödenska formacija pri Polhovem Gradcu. *Geologija*, 45 (1), Ljubljana, 2002, str. 35–45.
- Mlakar, Ivan: Grödenska formacija v okolici Škofje Loke. *Geologija*, 45 (1), Ljubljana, 2002, str. 7–23.
- Mohorič, Ivan: *Problemi in dosežki rudarjenja na Slovenskem*, 1. knjiga. Maribor : Založba Obzorja, 1978, 282 str.
- Pavšič, Jernej (urednik): *Geološki terminološki slovar*, Ljubljana : Založba ZRC SAZU, 2006.
- Perne, Matija; Bradeško, Luka; Šifrer, Matej; Vilfan, Gašper: *Rudniki v okolici Škofje Loke*, raziskovalna naloga, Škofja Loka : Gimnazija, 2000, 19 str.
- Preisinger, Davorin: *Bakrovi minerali iz Bodovelske grape. Konkrecija*, 1, Tržič : Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, 2011, str. 44–45.
- Preisinger, Davorin: *Rudniki: opuščeni rudniki v Sloveniji*. Golnik : Založba Turistika, 2010, str. 70–73.
- Šljivar, Duško: *The Earliest Copper Metallurgy in the Central Balkans, Metallurgical & Materials Engineering (special edition)*, 12 (2–3), Beograd, 2006, str. 93–104.
- Šubic, Zorka: Poselitev loškega ozemlja v arheoloških obdobjih. *Loški razgledi* 45, Škofja Loka : Muzejsko društvo, 1998, str. 19–31.
- Trampuž Orel, Neva: Spektralne raziskave prazgodovinskih barvnih kovin v Narodnem muzeju Slovenije v obdobju 1998–2008. *Argo*, 53 (1), Ljubljana 2010, str. 50–55.
- Valvasor, Janez Vajkard: *Čast in slava vojvodine Kranjske*, 1. in 2. zvezek. Ljubljana : Zavod Dežela Kranjska, 2009.
- Velušček, Anton; Greif, Tatjana: Talilniki in livarski kalup iz Maharskega prekopa na Ljubljanskem barju. *Arheološki vestnik*, 49, Ljubljana 1998, str. 31–53.
- Voss, Wilhelm: Die Mineralien des Herzogthums Krain. *Mittheilungen des Musealvereins für Krain*, Ljubljana 1895.

Summary

Copper mineralization in the Bodovlje valley

Mining has a long tradition in Slovenia. Prospecting for copper and later for iron ores in the Škofja Loka area probably took place several millennia ago. Archaeological finds (from Copper Age locations) of bone tools and stone hammers for ore processing have been identified under Lubnik hill near Bodovlje and Sovodenj. Intensive geological and mineralogical research has shown that copper mineralization in the Bodovlje valley is limited to Middle Permian gray and greenish fine grained sandstones. In the Bodovlje valley, we have investigated two main locations with copper minerals but several more are known from the literature. The majority of the copper minerals have been identified as malachite, azurite, chalcopyrite, bornite, tennantite, and some others. Among non-copper minerals, quartz, calcite, pyrite and iron oxides were found. Our research of copper minerals and past mining activities shows that more investigation and multidisciplinary research is needed to shed more light on the phenomena.