

Mineraloška dediščina predora Sten pri Škofji Loki

Izvleček

Gradnja predora pod Stenom pri Škofji Loki je bila ena izmed redkih priložnosti za geologe in zbiralce mineralov, da raziščejo in zberejo izkopano geološko in mineraloško dediščino. V kamninah, izkopanih v predorski cevi, so bili odkriti zanimivi minerali, med katerimi je najbolj pogost kalcit. Poleg njega smo našli še kristale dolomita, siderita, barita, pirita in markazita. Najbolj zanimive najdbe pripadajo kremenu, kjer smo odkrili pestro zbirko različnih dolgoprizmatskih kristalov ter tudi žezlastih in brstičnih oblik. Čeprav so opisani minerali pogosti, pa lepo dopolnjujejo vrsto podobnih najdišč, ki ležijo med Kranjem in Soro. Enako lepo pa dopolnjujejo pestro mineraloško dediščino Slovenije.

Ključne besede: kremen, kalcit, siderit, minerali, Škofja Loka.

Abstract

Mineralogical heritage from the Sten tunnel at Škofja Loka

The construction of the tunnel below Sten hill near Škofja Loka was one of the few opportunities for geologists and mineral collectors to explore and collect the excavated geological and mineralogical heritage. Interesting collection of minerals were discovered in the mostly Triassic bedrock from the tunnel tube, the most common being calcite. In addition to calcite, we also found crystals of dolomite, siderite, barite, pyrite and marcasite. The most interesting finds were from quartz, where we discovered a diverse collection of different crystals types, like scepter. Although the minerals from Sten tunnel are common, they nicely complement the range of similar mineral locations that lies between Kranj and Sora (Crngrob, Gosteče). They also enrich the diverse mineralogical heritage of Slovenia territory.

Key words: quartz, calcite, siderite, minerals, Škofja Loka.

Uvod

Škofjeločani so si ob gradnji poljanske obvoznice nekoliko oddahnili, saj je temeljito razbremenila stari del mesta. Veliki izkopi na gradbiščih so v času gradnje postali priložnost za zbiralce mineralov in geologe. Posebno zanimive za zbiralce mineralov so bile kamnine iz predora pod Stenom, ki je s svojimi sedemsto metri postregel z marsikatero nepričakovano mineraloško najdbo. V tem prispevku želimo prikazati raznoliko združbo mineralov, ki predstavljajo bogato geološko dediščino, ki je ohranjena v nekaterih zasebnih zbirkah. Hkrati pa najdišče pod Stenom dopolnjuje seznam mineraloških najdišč s podobno paragenezo med Soro, Škofjo Loko in Crngrobom.

Zgodovinski in geološki oris okolice

Še pred gradnjo obvoznice, in z njo povezanim predorom Sten, so bila v okolici Škofje Loke znana nekatera najdišča mineralov. Eno prvih je bilo odkrito konec 20. stoletja v okolici Gostec. V tamkajšnjih grapah so našli zanimive združbe kremen, dolomita in kalcita ter nekaterih drugih mineralov.¹ Podobna mineraloška sestava je znana iz najdišča fosilov in mineralov nad Crngrobom.² Vsa omenjena najdišča med Soro in Škofjo Loko ter Crngrobom so v stratigrafsko in litološko podobnih plasteh. Tudi najdišče v predoru Sten je bilo že nekajkrat omenjeno v poljudni in strokovni javnosti, kjer so bili predstavljeni minerali,³ predvsem kremen in kalcit.⁴

Gradnja obvoznice proti Poljanski dolini je bila dolgo pričakovana, dela so najbolj intenzivno potekala med letoma 2011 in 2012. Takrat je potekal tudi najbolj invazivni poseg v kamninsko podlago, saj so izkopavali predorsko cev. Izkopano gradivo so večji del izvažali v okolico severnega portala predora, kjer so ga kopičili na večjih odvalih. Ti so bili priložnost za iskanje mineralov in vpogled v trenutno geološko zgradbo pod Stenom.

Stratigrafsko zaporedje kamnin okolice predora Sten, predvsem ozemlje med Soro in Škofjo Loko, je že od prvih geoloških raziskav nekoliko nejasno. Mnogi geologi so apnenice z roženci in ploščaste apnenice z roženci ter vmesnimi plastmi skrilavih glinavcev uvrščali v starosti med zgornjim triasom do krede. Najnovejša geološka karta⁵ okolice Škofje Loke prikazuje na novo opredeljeno litološko sestavo ozemlja med Škofjo Loko in Gostecami. Če pričnemo z najmlajšimi plastmi, ki izdanjajo severno od Stena, pri severnem vhodu v predor,

1 Jeršek, *Mineralna bogastva Slovenije*.

2 *Nahajališča mineralov v Sloveniji*.

3 Rakovec, Mineraloške zanimivosti predora pod Stenom ...; Preisinger, Geološke zanimivosti poljanske obvoznice ...

4 Žorž, Pod Stenom.

5 Demšar, *Geološka karta Selške doline*.

Pogled na izkopano kamnino iz predora Sten. Na levi in desni strani so temno sivi skrilaivi glinavci, laporovci in apnenci. V sredini so svetlejši plastnati apnenci z roženci. (foto: Vili Rakovc, sept., 2012)



Temno siv dolomitiziran apnenec s kalcitnimi žilami in geodo, ki je delno zapolnjena s kristali dolomita.



Približno 2 cm velika geoda s čistimi kristali kremenca (kamena strela) in prosojnimi kristali dolomita. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Vili Rakovc in Matija Križnar)



te sodijo v obdobje srednje ali celo pozne jure. Že pri prvih izkopih za predor so naleteli na plasti apnenčevih breč in ploščastih apnencev. Vse plasti vsebujejo leče ter gomolje sivih ali rjavih rožencev. Brečaste plasti in njihovo vezivo so močno dolomitizirane in rekristalizirane, kar je posledica tektonskih in geoloških procesov.

Osrednji del ozemlja oziroma predorske cevi je sestavljen iz najstarejših kamnin, ki pripadajo tako imenovani amfiklinski formaciji iz poznega triasa. To zaporedje tvorijo temno sivi plastnati apnenci z roženci, lapornat apnenec in laporovec. Med omenjenimi plastmi je tudi debela skladovnica plastnatega temno sivega do črnega dolomita.⁶ Vse plasti pogosto vsebujejo leče in gomolje rožencev.

Proti južnemu izhodu predora se pojavljajo nekoliko mlajše triasne plasti. Prve pripisujejo baškemu dolomitu, ki ga sestavlja zaporedje plastnatega temno sivega dolomita z gomolji in polami ročencev. Sledijo mu plasti škofjeloškega apnenca oziroma ploščastega apnenca z roženci. Podobne plasti lahko opazujemo tudi v kamnolomu pri Podpulfrci (Za Brajdo).

Pri celotnem zaporedju plasti v predoru Sten so skoraj v vseh plasteh apnencev in dolomitov roženci, ki so bili glavni vir kremenice in posledično gradivo za rast kremenovih kristalov.⁷ Podobno velja tudi za ostale minerale, le da so bili vključeni še drugi kemijski elementi.

Mineralna pestrost pod Stenom

Izkopani bloki kamnin iz predorske cevi pod Stenom so bili edinstvena in enkratna priložnost za najdbe mineralov. Le redko se zgodi, da imamo na enem mestu vpogled v več kot sedemsto metrsko zaporedje plasti. Med odkritimi minerali so bili zbrani in raziskani tisti minerali, ki smo jih lahko opazili s prostim očesom, čeprav se med njimi pojavljajo tudi kristali mikroskopskih dimenzij. Med minerali so zastopane skupine karbonatnih, oksidnih, sulfatnih in sulfidnih mineralov.

Najpogostejši mineral je **kalcit** (CaCO_3), ki smo ga zasledili skoraj v celotnem profilu predorske cevi. Seveda kalcit ni povsod prisoten v obliki makrokristalov, ampak tudi v tanjših ali debelejših žilah, prepređenih po kamninah. Največje in najlepše oblikovane kristale kalcita smo našli v širših razpokah in večjih geodah, s premerom do 10 cm, kjer so imeli kristali prostor za rast. Od vseh zbranih mineralov je kalcit oblikovno oziroma morfološko najbolj raznolik in pester. Med najredkejšimi so skalenoedrski kristali, ki so višji in običajno tudi največji. Ti kristali so nastali v prvih fazah kristalizacije. Kasneje se pojavijo še kristali strmoromboedrskih in nazadnje položnoromboedrskih oblik.⁸

6 Demšar, *Tolmač h geološki karti Selske doline*.

7 *Nahajališča mineralov v Sloveniji*.

8 Žorž, Pod Stenom.

Vsi zbrani kristali kalcita so običajno brezbarvni ali delno motni, posamezne razpoke in geode pa so vsebovale tudi rumenkasto do rjavkasto obarvane kristale. Težko je ločiti obarvanost kristalov, saj so ti pogosto zrasli na obarvano osnovo, ki jo tvorijo različni železovi (rdečkasti in rjavi) ali manganovi (temno sivi do črni) oksidi in hidroksidi.

V posameznih delih izkopa pod Stenom je dolomit. V nekaterih večjih kamnitih blokih so bile pogoste votlinice (geode) s kristali **dolomita** ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Njegovi kristali so enostavni romboedrski kristali, ki so pogosto razviti kot sedlasti oziroma zaviti kristali. Prva oblika kristalov je bila običajno brezbarvna ali belkasto obarvana. Sedlasti kristali dolomita so večji in so rjavo do sivkasto obarvani, kar lahko pripišemo tudi zgolj oprhom po njihovi površini. Slednji sedlasti kristali so pogosto nastopali v združbi z brezbarvnimi kristali kremenca in redkeje kalcita.

Kjer je bilo v votlinicah (geodah) in širših žilah ali razpokah dovolj prostora, so v njih nastali kristali **kremenca** (SiO_2). Najbolj čisti kremenovi kristali so zrasli le nekaj milimetrov, medtem ko so večji pogosto nekoliko motni, verjetno zaradi neenakomerne rasti. Največji kristali so dosegli velikost do dveh centimetrov in so dolgoprizmatski in tudi igličasti. Kremen je v geodah skupaj z dolomitom, pogosto se preraščata. Kremenovi kristali so iz najdišča pod Stenom zdvojičeni po brazilskem zakonu in klinasto raščeni.⁹ Neredki pa so tudi kristali z značilnim dauphenejskim habitusom, kjer je ena ploskev romboedra večja od preostalih. Pri mnogih kristalih kremenca smo zasledili tudi pentljasto rast in redkeje prisotnost žezlastih kristalov. Nekatere večje kristale kremenca preraščajo manjši kristali, ki iz osnove izraščajo tudi pravokotno na os večjega kristala. Zasledili smo tudi pogoste prevleke železovih oksidov preko kremenovih kristalov, te nato preraščajo še kristali kalcita. Med kristalizacijo so v geodah nastajali tudi majhni in prozorni biterminirani kristali kremenca, ki so se nalagali na kristale dolomita ali pa so



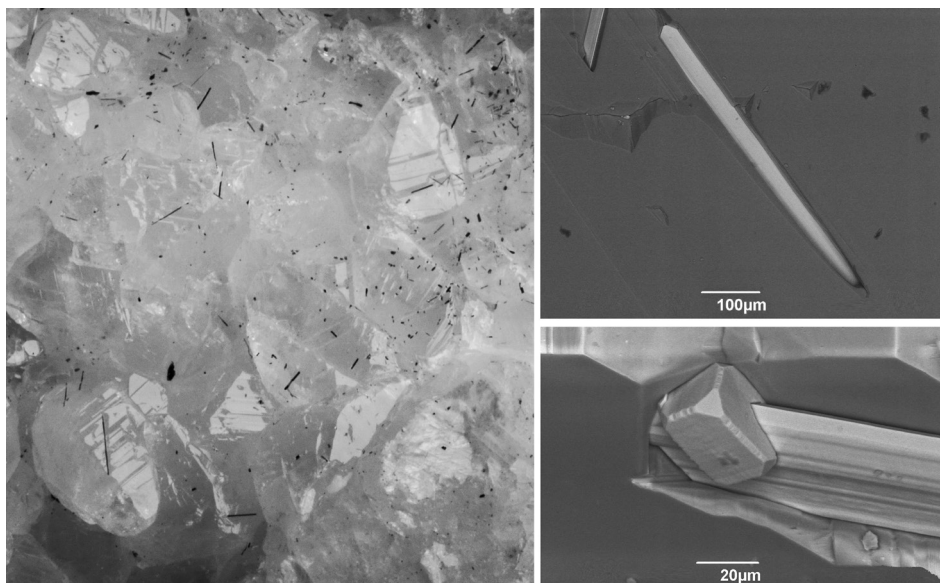
Skupek romboedrskih kristalov kalcita, kjer so ploskve rahlo ukrivljene. Velikost primerka je približno 3 x 4 cm. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Matija Križnar)



Združba kristalov kalcita in kremenca (pentljesti kristali), ki so prekriti z rdečrjavim oprhrom železovih oksidov. Prvi je kristaliziral kremen, saj so na njem kasneje zrasli kristali kalcita, kar je vidno na levem kremenovem kristalu. Višina največjega kristala je 11 mm. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Matija Križnar)



Izjemno redek prozoren žezlasti kristal kremenca v votlini s sedlastim dolomitom. Med procesom kristalizacije je prišlo do delne prekinitve, a se je nadaljevala nekoliko nesimetrično z debelejšim in nižjim kristalom na vrhu. Višina kristala je 11 mm. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Matija Križnar)



Med dokaj redke najdbe sodijo tudi mikroskopsko drobni tanki in igličasti kristali markazita in pirita, vsi so delno vključeni v kristale kalcita, kar pomeni, da so kristalizirali ob koncu njegove kristalizacije. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Miloš Miler in Matija Križnar)

vsaj delno vraščeni vanje. Zelo podobno združbo kristalov dolomita in kremenena so našli tudi v okolici Gostec in Crngroba.¹⁰ Glede na nastanek kremenovi kristali sodijo v sedimentni tip,¹¹ enako kot prej omenjena najdišča v okolici Škofje Loke.

V razpokah zelo redko nastopajo tudi kristali **barita** (BaSO_4). Najdeni so bili sploščeni kristali, v obliki lističev. Ti so veliki le nekaj milimetrov in so značilne bele barve. Najdišča barita so v Sloveniji dokaj pogosta, nastopa pa skupaj z nekaterimi rudnimi minerali.¹²

Na najdišču pod Stenom se redko pojavlja tudi železov sulfid ali **markazit** (FeS_2). Ta nastopa v mikroskopskih igličastih kristalih. Kristali so veliki samo nekaj milimetrov, so kot oprhi ali celo kot vključki v kristale kalcita. Enako velja tudi za kemično enak, a kristalografsko različen mineral pirita (FeS_2). Tudi ta se pojavlja kot oprhi po kalcitu in tvori kockaste oziroma kuboektaedrske kristale. Večji kristali pirita se pojavljajo tudi v temno sivih ali črnih skrilavih glinavcih oziroma laporovcih (verjetno iz plasti amfiklinske formacije) in dosežejo velikost

10 Križnar, Kremenovi in dolomitovi kristali med Škofjo Loko in Soro.

10 Herlec, Nastanek in značilnosti kremenovih in drugih kristalov pri Crngrobu.

10 Stare, Kremenovi kristali in okremenjeni ter limonitizirani fosili v okolici Crngroba.

11 Žorž, Rečnik, *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji*.

12 Jeršek, *Mineralna bogastva Slovenije*.



Rdečkasto rjavi snopasti kristali siderita preraščajo dolomit in kremen. Siderit je na najdišču pod Stenom redek, še posebej kadar se pojavlja v obliki kristalov. Kristal kremenca v sredini je dolg 4 mm. Najdba in zbirka: Vili Rakovc. (foto: Matija Križnar)

do enega centimetra. Primerke iz najdišča pod Stenom so raziskali tudi pod elektronskim mikroskopom in potrdili prisotnost obeh železovih sulfidov.¹³ Pojavi podobnih igličastih kristalov pirita so dokaj redki, do sedaj so bili odkriti in dokumentirani le še iz predora Pržan pri Ljubljani, Krašnji in Podzidu blizu Trojan; vsi odkriti med gradnjo avtocestnih odsekov.¹⁴

Nekoliko presenetljivo se na najdišču pod Stenom pojavlja tudi **siderit** (FeCO_3). Ta železov karbonat tvori rjavkaste kristale, velike le nekaj milimetrov, ki so snopasto romboedrske oblike. Nastopa skupaj s kristali dolomita in kremenca v bolj brečasti in tektonsko porušeni kamnini.

Manganovi oksidi ali manganovi dendriti so značilno razvejena oblika minerala, ki je bila odkrita tudi pod Stenom. Te oblike se pojavljajo v posameznih skupkih kremenovih in kalcitnih kristalov. Pogosto preraščajo posamezne kristale kremenca ali so prisotni na podlagi, na kateri so rasli kalcitni kristali. Nismo pa jih opazili na združbah, kjer so prisotni kristali dolomita.

13 Rakovc, Mineraloške zanimivosti predora pod Stenom.

14 Nahajališča mineralov v Sloveniji.

Zaključek

Slovenija je v mineraloškem pogledu dokaj bogata, čeprav je raziskan in dokumentiran le delček ozemlja. Različne gradnje so edinstvena priložnost za bolj temeljit vpogled v geološko zgradbo in dediščino, kamor sodijo tudi minerali. Med izkopom predorske cevi pod Stenom se je odprla izjemna priložnost za njihovo iskanje in zbiranje. Med deli smo na odvalih in v izkopenem kamninskem gradivu odkrili zanimivo združbo mineralov. Med njimi prevladuje kalcit, ki mu družbo delajo še prosojni in kristalografsko pestri kremenovi kristali. Celotno mineralizacijo pa dopolnjujejo še dolomit, pirit, markazit in barit. Omenjeni minerali so bili nekako pričakovani, medtem ko je bilo odkritje kristalov siderita presenečenje. Zelo podobne združbe (parageneze) poznamo tudi iz drugih bližnjih najdišč med Soro in Škofjo Loko ter naprej proti Crngrobu in Kranju. Opisani in predstavljeni minerali sodijo med pomembno mineraloško bogastvo in dopolnjujejo ne samo zasebne zbirke, ampak tudi naše poznavanje geološke sestave Slovenije.

Zahvala

Zahvala kolegu dr. Mihu Jeršku za komentarje in kritičen pregled prispevka. Prav tako se zahvaljujemo vsem delovodjem in delavcem ob gradbišču predorske cevi, ki so dovolili zbiranje in dokumentiranje predstavljenih mineralov.

LITERATURA:

- Demšar, Matevž: *Geološka karta Selške doline 1 : 25.000*. Ljubljana : Geološki zavod Slovenije, 2016.
- Demšar, Matevž : *Geološka karta Selške doline 1 : 25.000 [Elektronski vir] : tolmač*. Ljubljana : Geološki zavod Slovenije, 2016, 72 str.
- Herlec, Uroš; Stare, France; Rečnik, Aleksander; Žorž, Mirjan: Nastanek in značilnosti kremenovih in drugih kristalov pri Crngrobu. V: *Mineralna bogastva Slovenije*, Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, str. 348–355 (zbirka Scopolia, Supp. 3).
- Jeršek, Miha (ur.): *Mineralna bogastva Slovenije*. Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, 545 str. (zbirka Scopolia, Supp. 3).
- Križnar, Matija; Rakovec, Vili; Herlec, Uroš: Kremenovi in dolomitovi kristali med Škofjo Loko in Soro. V: *Mineralna bogastva Slovenije*, Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, str. 356–357 (zbirka Scopolia, Supp. 3).
- Nahajališča mineralov v Sloveniji*. Ljubljana : Institut Jožef Stefan, 2007, 384 str.
- Preisinger, Davorin: Geološke zanimivosti poljanske obvoznice v Puštalu pri Škofji Loki. V: *Konkrekcija* 1, Tržič : Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, 2012, str. 54–55.
- Rakovc, Vili: Mineraloške zanimivosti predora pod Stenom pri Škofji Loki iz kranjske (severne) smeri. V: *Konkrekcija* 1, Tržič : Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, 2012, str. 52–53.
- Stare, France; Herlec, Uroš: Kremenovi kristali in okremenjeni ter limonitizirani fosili v okolici Crngroba. V: *Mineralna bogastva Slovenije*, Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, str. 345–347 (zbirka Scopolia, Supp. 3).

Žorž, Mirjan; Rakovc, Vili; Dolinar, Igor: Pod Stenom. V: *Proteus* 78/4, Ljubljana : Prirodoslovno društvo Slovenije, 2015, str. 163–169.

Žorž, Mirjan; Rečnik, Aleksander: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji*. Ljubljana [i. e.] : Galerija Avsenik, 1998, 63 str.

Summary

Mineralogical heritage from the Sten tunnel at Škofja Loka

In year 2012 the construction of new tunnel Sten at vicinity of Škofja Loka was ideal opportunity to document geological profiles and collect minerals and fossils. From the stone blocks excavated and exported from tunnel an interesting collection of minerals has been discovered. Minerals occurs in small or big cavities or geodes in which crystals of minerals are deposited from solution.

The most common and abundant was calcite, with greatest variety of crystal habits. Interesting type of saddle dolomite with curved rhombohedral crystals was present in some parts of tunnel. In addition siderite, barite, pyrite and marcasite were documented in exported stone blocks of Triassic age. We discovered a diverse collection of different quartz crystals types, like scepter, parallel and "bow-tie" growth crystal forms. Quartz crystals are mostly clear or white with long or elongated prism and with no inclusions. The source of silica solution were lenses and nodules of chert which are present in all of the bedrock. Mineral association of dolomite, calcite and quartz is known from other sites near Sten tunnel. Most known is mineral and fossil (silicified fossils) locality at Crngrob. Collected minerals from Sten tunnel is one of the newest contribution to Slovenian geological and mineralogical heritage.