

## KAMNOLOMI V SLOVENIJI KOT PALEONTOLOŠKA NAJDIŠČA – PROBLEMATIKA RAZISKOVANJA, DOKUMENTIRANJA IN VAROVANJA NJIHOVE PALEONTOLOŠKE DEDIŠČINE

### QUARRIES IN SLOVENIA AS PALEONTOLOGICAL SITES – SURVEY CHALLENGES, DOCUMENTING AND PROTECTION WITH CONSERVATION OF PALEONTOLOGICAL HERITAGE

Matija KRIŽNAR

Strokovni članek

**Ključne besede:** fosili, kamnolomi, paleontologija, geološka dediščina

**Key words:** Fossils, Quarries, Paleontology, Geoheritage

#### IZVLEČEK

Kamnolome kljub negativni vlogi v širši javnosti in grobim posegom v naravo (naravno okolje) lahko obravnavamo kot pomemben vir geološke dediščine določenega ozemlja (v ožjem smislu mineraloške, litološke in paleontološke dediščine). V prispevku podajam pogled na kamnolome kot najdišča fosilov, ki se pojavljajo marsikje v Sloveniji. Predvsem se osredotočam na kamnolome, katerih paleontološka vsebina je vezana na pomembne (redke in izjemne) skupine fosilov, na primer makrofosile oziroma fosilne ostanke vretenčarjev. Glede na pestro paleontološko (in geološko) vsebino podajam tudi tri pomembnejše in reprezentativne kamnolome, in sicer Črni Kal, Lesno Brdo in Hrastenice, ter vpogled v njihovo pestro paleontološko vsebino. V drugem delu prispevka navajam predloge smernic za dokumentiranje (fotografiranje, in situ dokumentiranje, zbiranje ex situ), vrednotenje in varstvo kamnolomov, ki bi pripomogli k boljšemu in temeljitejšemu raziskovanju ter razumevanju dragocene slovenske paleontološke dediščine oziroma geoloških naravnih vrednot.

#### ABSTRACT

Quarries and quarrying still have a “negative” impact among the general public, and in the natural environment as a destructive process. But rock exposures created by quarrying and related activities have played a key role in the interpretation and knowledge of geological heritage in Slovenia (mineralogical, lithological and paleontological heritage). In this paper we discuss and focus on Slovenian quarries that contains paleontological heritage (paleontological sites), mostly macrofossils and vertebrate fossil remains (from the Nature Conservation Act). As examples we present the three most known and representative quarries (Črni Kal, Lesno Brdo and Hrastenice) with their rich paleontological heritage. In the second part of the paper we focus on guidelines for documenting paleontological sites and finds in quarries (photography, in situ and ex situ documenting, etc). Additionally, we discuss the protection and conservation (with threats and benefits) of paleontological heritage discovered by quarrying in Slovenia.

## 1 UVOD

Izkoriščanje kamnin sega že v pradavnino človeštva. Od paleolitika do bakrene dobe so naši predniki iskali primeren material za izdelavo kamnitega orodja in orožja, kmalu pa začeli kopati tudi večje izkope, vkope ali celo kamnolome. Z razvojem civilizacij se je potreba po kamnu povečala in s tem tudi posegi v kamnito podlago posameznih območij (Prosser, 2016). Tudi v Sloveniji poznamo nekaj starih kamnolomov, kjer so že Rimljani na obrobju Ljubljanske kotline in širšem območju Krasa izkoriščali apnenec ter na južnem obrobju Pohorja, kjer so izkoriščali marmor in druge kamnine (Hazler ur., 2011). V osrednji Sloveniji so gotovo najbolj znani nekdanji kamnolomi jurskega podpeškega apnenca pri Podpeči oziroma območja verjetnih kamnolomov pod Sv. Ano pri Podpeči, Staje pri Igu in Skopačnik pri Želimljah (Ramovš, 2000; Kramar et al., 2014; Djurić et al., 2016; Žvab Rožič et al., 2016). Nekoliko geološko starejši apnenec naj bi za gradnjo Emone uporabljali tudi pri Glincah blizu Podutika (Ramovš, 1990; Djurić in Rižnar, 2017). Z veliko verjetnostjo pa je tudi drugod na slovenskem ozemlju (od rimske prek srednjeveške dobe) obstajalo veliko manjših kamnolomov, ki so se sčasoma izgubili ali uničili. Ti so gotovo obstajali povsod v okolici večjih mest, kot so Ptuj, Celje, Novo mesto, Kranj in druga (Vesel et al., 1975; Vesel et al., 1992; Mirtič et al., 1999). Ne smemo pa pozabiti tudi na manjše lokalne kamnolome, ki so enako pomembni, čeprav so obstajali le krajša časovna obdobja (Rman in Novak ur., 2016).

V zadnjih stoletjih so med izkoriščanjem kamnin lastniki in delavci pogosto naleteli tudi na ostanke fosilov. O teh najdbah v kamnolomih v Moravški dolini in pri Vačah piše že Janez Vajkard Valvasor (Križnar, 2012a). Veliko več podatkov o paleontoloških najdbah v kamnolomih izhaja s Primorskega, točneje Krasa, kjer kamnoseška tradicija sega daleč v preteklost. V številnih lokalnih kamnolomih so izkoriščali plastnate ali masivne apnenca zgornje kredne starosti (Jurkovšek et al., 2013; Pieri et al., 2014). Danes so mnogi izmed nekdanjih kamnolomov zaraščeni in pozabljeni (najbolj znani v Dovžanovi soteski), vrsta novih (npr. okolica Lipice, Sežane in Črna Kala) pa ponuja dobro priložnost za nova odkritja, kot so različni fosili nevretenčarjev in celo ponekod pogosti ostanki ledenodobnih sesalcev in mikrosesalcev (Križnar in Preisinger, 2017). V prispevku želim predstaviti in postaviti temelje za raziskovanje, dokumentiranje in varovanje paleontoloških najdišč v slovenskih kamnolomih. V izboru treh kamnolomov (Črni Kal, Lesno Brdo in Hrastenice) bom poskušal prikazati metodiko raziskovanja, paleontološko vsebino in problematiko varovanja.

## 2 KAMNOLOMI IN NAJDIŠČA FOSILOV

Kamnolom je po terminološki definiciji območje, kjer se pridobiva naravni ali tehnični kamen v večjem obsegu. Pridobivanje lahko poteka na površini (površinski kop, »odprti« kop) ali v podzemnih kopih (Mirtič et al., 1999; Hlad, 2002). V Sloveniji trenutno deluje več kamnolomov tehničnega in naravnega kamna (Geološki zavod Slovenije, 2017).

Z vidika varstva narave je kamnolom groba in nepriljubljena oblika (umetnega) posega v prostor in naravo oziroma geološko podlago (Hlad, 2002; Rokavec, 2007). Ima lahko negativne posledice, kot so prah, hrup, vibracije, uničenje naravnega okolja ter drugi vplivi na okolico. Ob tem pa ne moremo spregledati tudi pozitivnih posledic, kot je nastanek novih življenjskih prostorov (habitatov), ki običajno nastanejo v mirujočih oziroma opuščeni delih kamnoloma. V opuščeni kamnolomih tako svoj novi življenjski prostor najdejo ptice (višje in nedostopne stene so primerna gnezdišča, vodne površine), dvoživke, sesalci in plazilci (Hlad et al., 2000).

Fosili ali okamnine ter njihova najdišča so pomembni za razumevanje geološke zgradbe in geološke zgodovine življenja ter paleookolij na Zemlji v širšem smislu. Fosile (paleontološka dediščina v širšem smislu) lahko najdemo na celotnem ozemlju Slovenije z izjemo ožjega območja Pohorja in Kobanskega. Kot pomembni naravoslovni elementi so fosili, poleg uporabnosti v znanstvene, strokovne in izobraževalne namene, tudi priljubljen predmet zbiralcev. Nekateri fosili oziroma skupine fosilov so varovani kot naravne vrednote (Berginc et al., 2006), ki jih obravnava Zakon o ohranjanju narave (ZON) (Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, 2004). V prispevku se bom delno opiral zgolj na fosile, ki imajo status naravne vrednote oziroma na fosile vidne s prostim očesom (t. i. makrofosile), ki jih vrednotimo po: izjemnosti, tipičnosti, ohranjenosti, redkosti ter znanstvenoraziskovalni ali pričevalni pomembnosti. Predvsem je tukaj treba izpostaviti celotno skupino ostankov fosilnih vretenčarjev (od zob do celotnih okostij). V zadnjih desetletjih so v nekaterih kamnolomih prepoznali njihovo geološko dediščino in jo skupaj z njihovo paleontološko dediščino tudi varujejo (Seznam naravnih vrednot in njihova razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena) (Pravilnik, 2004). V pregledu omenjenega seznama smo našli 49 varovanih kamnolomov (opredeljenih kot geol. nar. vrednota), med katerimi se paleontološka dediščina (najdišča fosilov oziroma izjemni fosili) varuje v 16 kamnolomih.

Kamnolomi so v širšem geološkem kontekstu izjemno dobrodošli in edinstvene priložnosti za boljše razumevanje in vedenje ter pojasnjevanje geološke zgradbe oziroma geološkega dogajanja v njihovi bližnji in širši okolici. S stališča paleontološke vede se prav v kamnolomih pojavljajo priložnosti za razkritje večje površine kamnin, geoloških profilov oziroma posameznih plasti (s fosili). Mnoga slovenska paleontološka najdišča in geološki objekti bi brez kamnolomov ostali neznanka oziroma prikriti (Rokavec, 2007).

## 2.1 TIPIZACIJA KAMNOLOMOV IN PALEONTOLOŠKIH NAJDIŠČ

Vsak kamnolom ima v času svojega obstoja različne aktivnosti (Hlad, 2002; Prosser et al., 2006), ki lahko različno vplivajo na razkrivanje, odkrivanje in raziskovanje paleontoloških najdišč. Glede na naše poznavanje problematike, izkušnje oziroma proučevanja najdišč fosilov lahko kamnolome razdelimo na več tipov (po delovanju):

I. **Zaprti (opuščeni)** kamnolomi: Problem opuščeni kamnolomov je predvsem v njihovem zaraščanju, naravnem zasipanju/krušenju in eroziji, s čimer se poveča nedostopnost, in v skrajnem primeru popolno uničenje. V drugem pogledu pa so ti kamnolomi še vedno območje za odkrivanje novega paleontološkega gradiva in raziskovanja, kot na primer opuščeni kamnolomi pod Sveto Goro (Slika 1).



Slika 1: Opušчени in zaraščeni kamnolom krednega plastnatega apnenca nad cesto med Solkanom in Grgarjem pod Sveto Goro, situacija leta 2016. Kamnolom sodi med znana najdišča krednih rib in je bil verjetno najaktivnejši v 19. stoletju. Foto: Matija Križnar

*Figure 1: Overgrown (afforested) quarry of Cretaceous platy limestone between Solkan and Grgar under Sveta Gora, situation in 2016. The quarry is known as a Cretaceous fossil site and was active in the 19th century. Photo: Matija Križnar*

**II. Delujoči (aktivni) ali delno delujoči kamnolomi:** Ti so gotovo največja priložnost za odkrivanje in raziskovanje novih paleontoloških najdišč (Slika 2). Pri tem je treba upoštevati različne nevarnosti, kot so padanje kamenja, miniranje, visoki in nedostopni useki ali nesoglasje lastnikov ter podobne težave. Glede na izkušnje je v delujočih kamnolomih izjemno pomembno spremljanje napredovanja v kamnolomu, kjer so dober vir tudi zunanji sodelavci, zaposleni v kamnolomih, ali naključni najditelji (oziroma zbiralci). Delujoči kamnolomi lahko s svojim delovanjem tudi ob bolj intenzivnem (pogostejši pregledi ozemlja) pregledovanju in spremljanju uničijo ali vsaj delno poškodujejo paleontološka najdišča in fosile. K temu gotovo pripomore tudi površina izkoriščanja kamnine (obseg kamnoloma), saj ta omejuje oziroma otežuje spremljavo in nadzor na novo razkritih ali že znanih najdiščih oziroma najdbah.



Slika 2: Značilna delujoča kamnoloma apnenca: A) Kamnolom Ušenišče nad vasjo Dešen, pogled z zahoda, situacija leta 2016; Tr-meg. – triasne plasti z megalodontidnimi školjkami. B) Kamnolom Razdrto kot najdišče eocenskih morskih ježkov in ramenonožcev, situacija leta 2016. Foto: Matija Križnar

Figure 2: Typical active limestone quarries: A. Ušenišče quarry near Dešen village, viewed from the West, situation in 2016; Tr-meg. – Triassic beds with Megalodontidae bivalves. B. Razdrto quarry is known as an Eocene echinoids and brachiopode fossil site, situation in 2016. Photo: Matija Križnar

Po vrsti kamnin (litološki sestavi) kamnolome delimo na (Vesel et al., 1992; Mirtič et al., 1999):

- I. **Enotna kamnina** – monolitološka sestava. To pomeni prisotnost ene vrste/tipa kamnine. Z vidika paleontološke vsebine to pomeni, da so v kamnini zelo podobni fosili oziroma način fosilizacije.
- II. **Različne vrste/tipi kamnin** – heterolitološka sestava. V kamnolomu se menjujejo različne vrste/tipi kamnin, kar pomeni tudi različno paleontološko gradivo (različne oblike oziroma način fosilizacije).

Litološka (kamninska) sestava v kamnolomu lahko pomeni tudi različne oblike pojavljanja najdišč fosilov. V apnencih (karbonatnih kamninah) lahko pričakujemo kraške pojave (jame, brezna, vrtače). Ti pojavi niso omejeni zgolj na pleistocensko obdobje (čeprav je teh največ), ampak se lahko pojavljajo tudi v daljni geološki preteklosti (Dehm in Fahlbusch, 1970). Podobno pa lahko na apnenčastih površinah pričakujemo naravno izlužene fosile, ki so včasih odlično ohranjeni (lahko tudi izluženi v preperini).

Vrednotenje kamnolomov po geološki starosti fosilov/paleontoloških najdišč je na:

- I. **Celotni kamnolom**, kjer v kamnolomu pričakujemo fosile podobne/iste geološke starosti (npr. kamnolom Lipovica (Slika 3). V tem primeru sta pomembni tudi velikost/površina kamnoloma ter lega (smer) plasti, ki jih izkoriščajo.



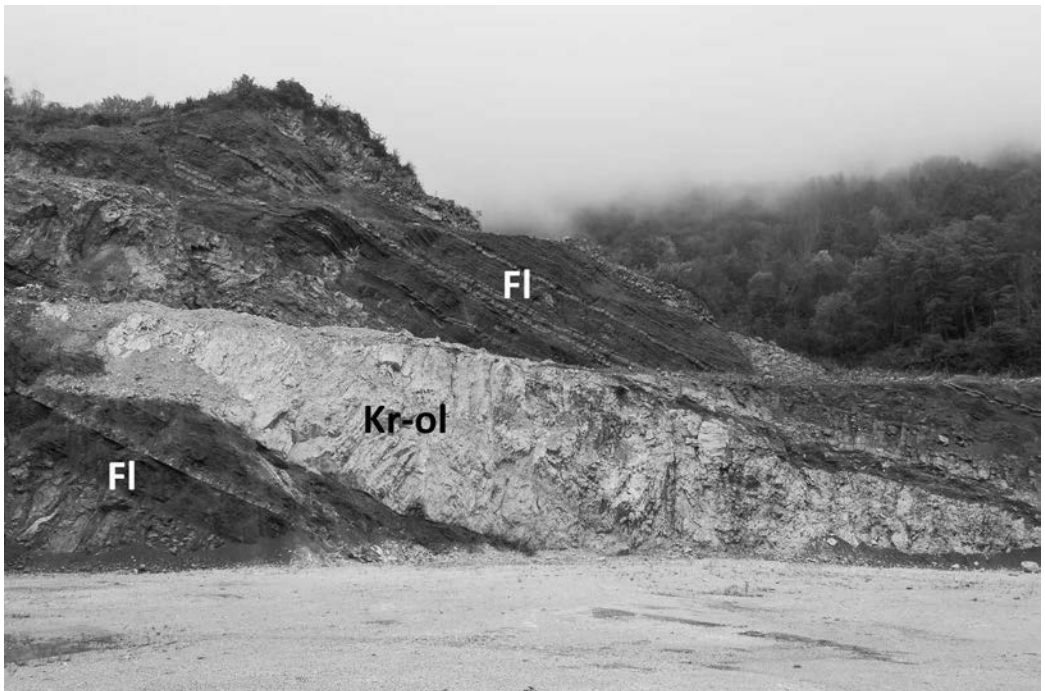
Slika 3: Delujoči kamnolom Lipovica nad vasjo Briše pri Izlakah je eno najbogatejših najdišč miocenskih fosilov v Sloveniji. Največ jih je bilo razkritih v stenah južnega dela kamnoloma (desno na fotografiji), čeprav jih je mogoče najti po vsem kamnolomu. Situacija kamnoloma aprila 2018. Foto: Matija Križnar

*Figure 3: Lipovica quarry (active) above Briše village, near Izlake, is one of the richest Miocene fossil sites in Slovenia. The main fossil site is situated on the right side of the photograph. Quarrying situation in April 2018. Photo: Matija Križnar*

**II. Del kamnoloma**, kjer najdemo fosile iste geološke starosti, ki se pojavljajo le na posameznih/ožjih območjih kamnoloma (tudi po globini). Dobimo plast ali horizont s fosili (npr. kamnolom Stranice (Slika 4), kamnolomi nad Anhovim (Slika 5)).

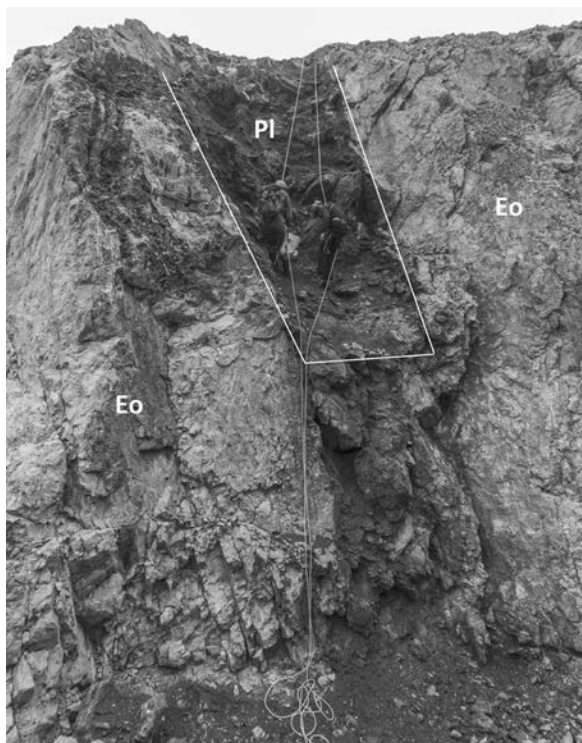


Slika 4: Veliki kamnolom pri Stranica v triasnih kamninah je razkril tudi fosilonosne zgornjekredne plasti (Kr – kredne plasti s koralami, polži, z ostanki dinosavrov in drugimi fosili). Kamnolom je zavarovan kot Stranice – nahajališče fosilov 1 (naravna vrednota št. 303). Situacija kamnoloma v letu 2000. Foto: Franc Pajtler  
 Figure 4: Big quarry near Stranice with exposed Triassic beds and Cretaceous deposits with fossils (Kr – Cretaceous beds with corals, gastropods and vertebrates like dinosaurs). The quarry is protected (as a natural protected area) as Stranice – fossil site (No. 303). Situation of the quarry in 2000. Photo: Franc Pajtler



Slika 5: Kamnolom Lastivnica je le del kompleksa kamnolomov nad Anhovim, kjer so dokumentirana najdišča fosilov (rudisti, fosilne sledi v flišu in drugi). Na fotografiji velik olistolit (Kr-ol) med flišnimi sedimentnimi kamninami (Fl). Foto: Matija Križnar  
 Figure 5: Lastivnica quarry is part of a bigger quarrying area above Anhovo, where a few fossil sites have been documented (resedimented rudists, trace fossils, etc). The photograph shows a big olistolith (Kr-ol) embedded in flysch beds (Fl). Photo: Matija Križnar

**III. Kamnolomi s fosili različnih geoloških starosti**, kjer se pojavljajo fosili oziroma paleontološka najdišča izrazito različnih geoloških starosti, kot na primer kamnolom Črni Kal (Sliki 6 in 7) v eocenskem apnencu, in kjer najdemo tudi pleistocenske kostne breče.



Slika 6: Značilna podoba kamnoloma Črni Kal z najdiščema geološko različno starih fosilov; Eo – eocenski alveolinsko-numulitni apnenci z morskimi ježki, s koralami, polži, školjkami in z ramenonožci; Pl – zasuto brezno, delno zapolnjeno s kostno brečo, ki vsebuje kosti pleistocenskih sesalcev. Raziskovanje in dokumentiranje najdišča je potekalo ob pomoči jamarjev. Situacija februarja 2016. Foto: Matija Križnar

*Figure 6: Typical view of Črni Kal quarry with fossils of different (geological) ages Eo – Eocene alveolinid-numulitid limestone with echinoid, corals, gastropods, bivalves and brachiopods, Pl – filled shaft with layer of bone breccia, mostly of Pleistocene mammals. Exploration and documenting of this site was carried out with the help of cavers. Situation in February 2016. Photo: Matija Križnar*

Zaradi različnih posegov lahko tudi po opustitvi delovanja pride do porušanja (erozija ipd.) oziroma delnega uničenja paleontološkega najdišča. Fosili se lahko v takih kamnolomih pojavljajo na:

- **Primarnem (prvotnem) mestu** – v tem primeru so v plasteh, na površini kamnine, torej z uporabnimi stratigrafski informacijami.
- **Sekundarnem (drugem) mestu** – v tem primeru so izpadli s primarnega mesta in so nakopičeni pod vznožjem primarnega najdišča. Tako izpadlo gradivo je lahko prepeljano v drug del kamnoloma ali celo iz njega. V tem primeru paleontološko gradivo izgubi več geoloških in drugih informacij. Čeprav fosili s sekundarnih najdišč izgubijo veliko stratigrafskih/geoloških informacij, še vedno ponujajo dober vpogled v združbo in tako lahko pripomorejo k prepoznavanju drugih paleontoloških podatkov. Pri sanacijah opuščanih kamnolomov je zato treba temeljito raziskati in spremljati tudi sekundarna najdišča (redni obiski in zbiranje fosilov).



### 3 PRIMERI ZNAČILNIH SLOVENSКИH KAMNOLOMOV Z RAZLIČNO STARIMI NAJDIŠČI FOSILOV

Najdišča fosilov v kamnolomih so pogosta, saj s posegom v geološko podlago odkrijemo večjo količino in površino kamnin oziroma plasti, bogatih s fosili, ali kraške objekte (npr. jame in brezna, zasute s kostno brečo ali sedimenti). S tem se poveča možnost zanimivih (izjemnih, dobro ohranjenih in redkih) najdb fosilov, ki jih na razgaljenem površju kamnin ni mogoče zaslediti. V svetovnem merilu poznamo veliko primerov kamnolomov z najdišči redkih in izjemnih fosilov. Sem sodijo kompleks kamnolomov Koněprusy na Češkem (znana najdišča devonskih trilobitov), kamnolomi jurskih plastnatih apnencev v dolini Altmühltal v Nemčiji (predvsem okoli mest Solnhofen in Eichstätt, tudi naravni park), podzemni kamnolomi Monte Bolca nad Verono (izjemno najdišče eocenskih rib kostnic in drugih fosilov) ter mnogi drugi.

Tudi v Sloveniji poznamo številne kamnolome kot paleontološka najdišča, ki so zadovoljivo dokumentirani in raziskani (npr. kamnolomi Lipovica, Podpeč, Kunclerjev kamnolom pri Drenovem Griču in drugi). Med mnogimi slovenskimi kamnolomi so predstavljeni trije, ki posebej izstopajo po različnih pojavih najdišč (fosilov) v njih, načinu pojavljanja fosilov in varovanja. Kamnolome bom poskušal prikazati kot osnovo za proučevanje, dokumentiranje in varovanje njim podobnim kamnolomov.

#### 3.1 KAMNOLOM ČRNI KAL

**Lega in aktivnost:** Leži na območju Kraškega roba neposredno nad vasjo Črni Kal. Kamnolom je aktiven in obratuje neprestano že več kot šest desetletij.

**Varovanje:** Kamnolom se varuje v sklopu širšega območja naravne vrednote Kraški rob (ident. št. 3629V). V vhodnem delu je varovana naravna vrednota Jama v kamnolomu nad Črnim kalom (ident. št. 41578). Ta spada tudi med arheološka najdišča Slovenije. Celotna naravna vrednota (Jama) tako zajema zasuto jamo ter znano paleontološko in arheološko najdišče (Jamnik et al., 2013). Črnokalski kamnolom je bil največkrat predstavljen z vidika uničevanja geološke dediščine (kot geotop) (Pavlovec in Pohar, 1997; Pavlovec in Pohar, 2000; Pohar in Kralj, 2002) in tudi kot problematika paleontološkega najdišča (Križnar in Preisinger, 2017). Paleontološko gledano kamnolom predstavlja tip kamnoloma z različno starimi fosili (srednji eocen – apnenc/pleistocen – kostne breče, jamski sedimenti). Gre za edinstveno lokacijo, saj je bilo na območju celotnega kamnoloma do danes odkritih vsaj pet najdišč s pleistocensko favno.

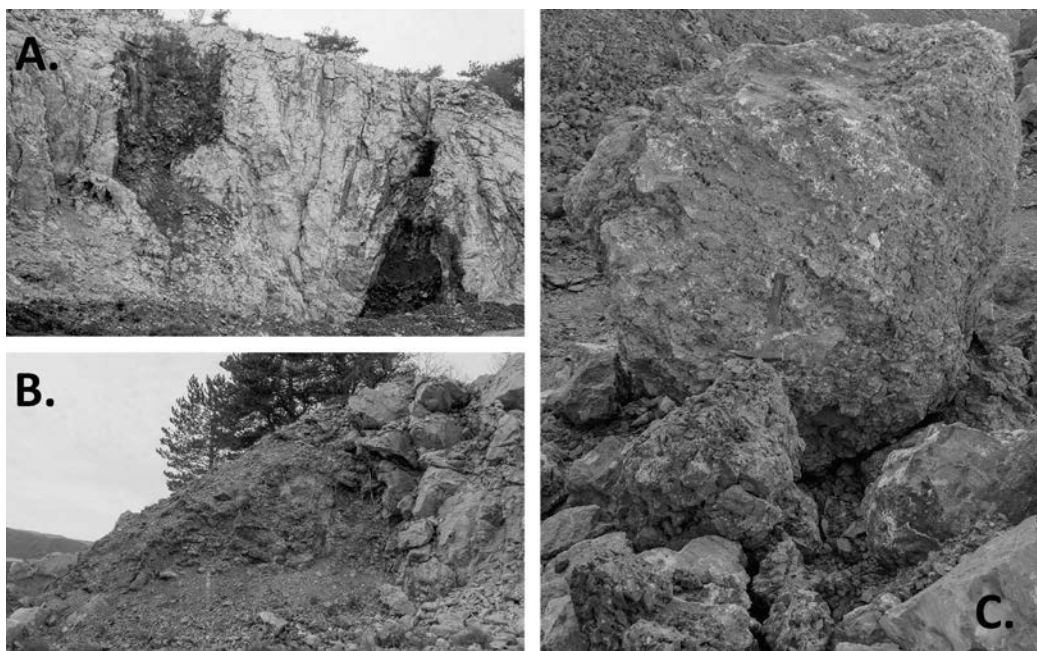
**Paleontološka vsebina:**

- *Eocen (lutecij):* V kamnolomu izkoriščajo alveolinsko-numulitni apnenc, srednjeeocenske (spodnjelutecijske) starosti (Mikuž in Pavlovec, 1995). Iz vhodnega dela kamnoloma opisujejo različne vrste koral (Kolosvary, 1967) in polžev *Campanile giganteum* (Mikuž in Pavlovec, 1995) ter po naših raziskavah tudi različne ostanke koron morskih ježkov (rod *Echinolampas*), ramenonožcev ter nekaterih drugih makrofosilov. Kamnolom je tudi znano najdišče foraminifer *Nummulites polygyratus* in drugih (Pavlovec, 1969).

- *Pleistocen*: Kamnolom pri Črnem Kalu je bil že od vsega začetka obratovanja deležen pozornosti paleontologov. V čelni steni (danes je to vhodni del kamnoloma) so leta 1955 odkrili s pleistocenskimi sedimenti zasuto jamo (Brodar, 1958; Rakovec, 1958). Šele v zadnjih desetletjih so v njem večkrat odkrili druga zasuta brezna z različno staro pleistocensko favno (Jamnik et al., 2013; Križnar in Preisinger, 2017), ki so šele delno raziskana.

**Problematika dokumentiranja in evidentiranja:** Ker je kamnolom aktiven, se v določenih časovnih obdobjih podoba zelo spreminja. Aktivnost ponekod preprečuje dostop do odkritih profilov in najdišč. V vzhodnem delu kamnoloma, ki je že opuščen, pa zaraščanje in erozija uničujeta že znana najdišča, predvsem najdišče pleistocenskih vretenčarjev. V kamnolomu Črni Kal je bilo odkritih še več najdišč pleistocenske favne, toda kljub zbranemu gradivu vseh ni bilo mogoče locirati (korespondenca Pohar in Krofel).

**Ostale opombe:** Nad predstavljenim črnokalskim kamnolomom leži tudi aktivni kamnolom Črnotiče (po nekaterih podatkih tudi Črni Kal - Črnotiče), kjer se soočamo s podobnimi problemi raziskovanja (dostopnost, aktivnost ...) in varovanja kot v Črnem Kalu (Jamnik et al., 2013; Zupan Hajna, 2011; Bosák et al., 1999).



Slika 7: Kamnolom Črni Kal; A) Pogled na opuščeni vzhodni del kamnoloma z najdiščem pleistocenske favne (Jamnik et al., 2013; Križnar in Preisinger, 2017), situacija leta 2001. B) Pogled na ostanek Brodarjevega profila (Jamnik et al., 2013), prvo odkrito pleistocensko najdišče v kamnolomu, situacija leta 2011. Kamnolom Črnotiče. C) Ostanek bloka breče (delno kostne breče) z ostanki pleistocenske favne, ki je na sekundarnem mestu (prenesen v drugi del kamnoloma), situacija leta 2011. Foto: Matija Križnar

*Figure 7: Črni Kal quarry; A. View of the abandoned (not active) western part of the quarry with the Pleistocene fauna site (Jamnik et al., 2013; Križnar in Preisinger, 2017), situation in 2001. B. View of the remaining part of Brodarjevega profile (Jamnik, et al., 2013), this is first Pleistocene site discovered in the quarry, situation in 2011. Črnotiče quarry; C. Part of Pleistocene breccia (partly bone breccia) in a secondary location in the quarry, situation in 2011. Photos: Matija Križnar*

### 3.2 KAMNOLOM LESNO BRDO

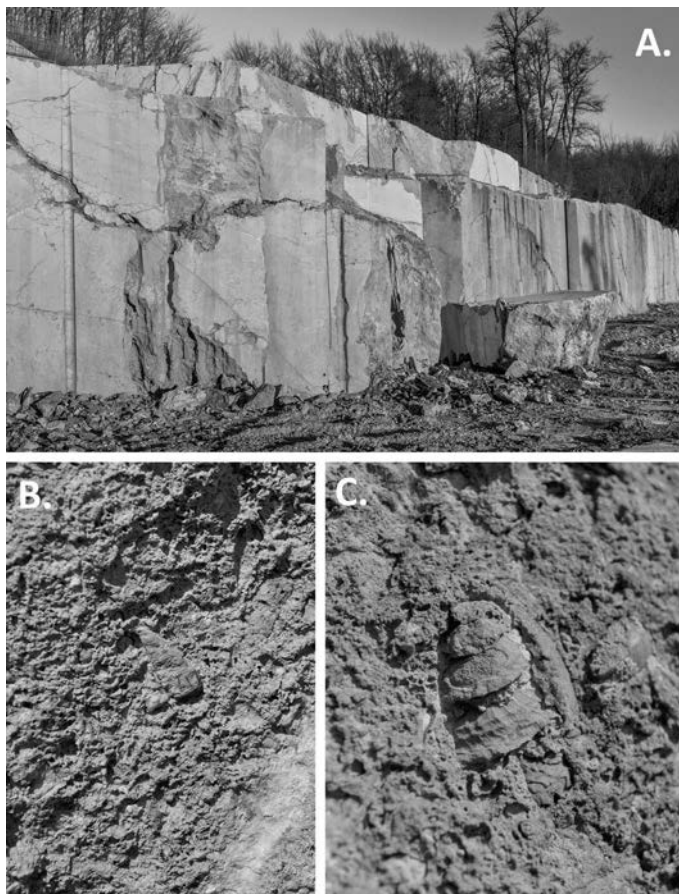
**Lega in aktivnost:** Kamnolom Lesno Brdo leži na območju med zaselkoma Lesno Brdo in Ferjanov grič, severno od Drenovega Griča, in je trenutno aktiven.

**Varovanje:** Kamnolom je zavarovan kot naravna vrednota Lesno Brdo – nahajališče apnenca, (ident. št. 4144 – opis: Nahajališče pisanega triasnega (karnijskega) lesnobrdskega apnenca s fosilnimi ostanki v kamnolomu Lesno Brdo). Poleg tega so v kamnolomu odkrite in varovane tudi tri jame. Gre za tip kamnoloma z različno starimi fosili (zgornji trias – apnenec, pleistocen – jamski sedimenti, brezna), ki se lahko pojavljajo po vsem območju kamnoloma.

**Paleontološka vsebina:**

- *Zgornji trias (karnij):* Kamnolom je znano najdišče pestre favne triasnih morskih ježkov (Košir 1989; 1992) v apnencu. Med drugim je tudi tipično najdišče (*locus typicus*) morskega ježka *Tiarechinus secundus*. Kamnolom Lesno Brdo je znan tudi kot najdišče triasnih mnogoščetincev (Sotelšek et al., 2018). Po terenskih ogledih smo dokumentirali tudi prisotnost polžev, koral in školjk, ki so poleg drugih fosilov vidni na preperelih površinah apnenca.
- *Pleistocen (pozni pleistocen):* Iz kamnoloma so poznani tudi ostanki jamskega leva (*Panthera leo spelea*) in nekaj kosti jelena (Rakovec, 1969; Pavlovec, 1965; Križnar, 2012b). Po podatkih v jamskem katastru je najdišče jamskega leva Brezno v rdečem kamnolomu (kat. št.: 4376).

**Problematika dokumentiranja in evidentiranja:** Zaradi aktivnosti je kamnolom omejeno dostopen. Predvsem na obrobni predelih, kjer so na površini naravno izluženi fosili, je nevarnost poškodovanja in uničenja velika.



Slika 8: Kamnolom Lesno Brdo, kjer izkoriščajo karnijski apnenec. A) Pogled na močno zakrasel apnenec, kjer so nastala tudi erozijsko razširjena brezna. B) bodica triasnega morskega ježka na površini apnenca. C) naravno razkrita hišica karnijskega polža. Foto: Matija Križnar

*Figure 8: Lesno Brdo quarry in Carnian limestone; A. View of the quarry with some karstic features such as shafts and cavities filled with sediments. B. Triassic echinoid spine on the surface of limestone; C. naturally exposed Triassic gastropod shell. Photo: Matija Križnar*

### 3.3 KAMNOLOM HRASTENICE

#### ***Lega in aktivnost:***

Kamnolom leži ob povezovalni cesti Dobrova–Polhov Gradec zahodno od naselja Hrastenice in je neaktiven (situacija leta 2017) ter predviden za sanacijo.

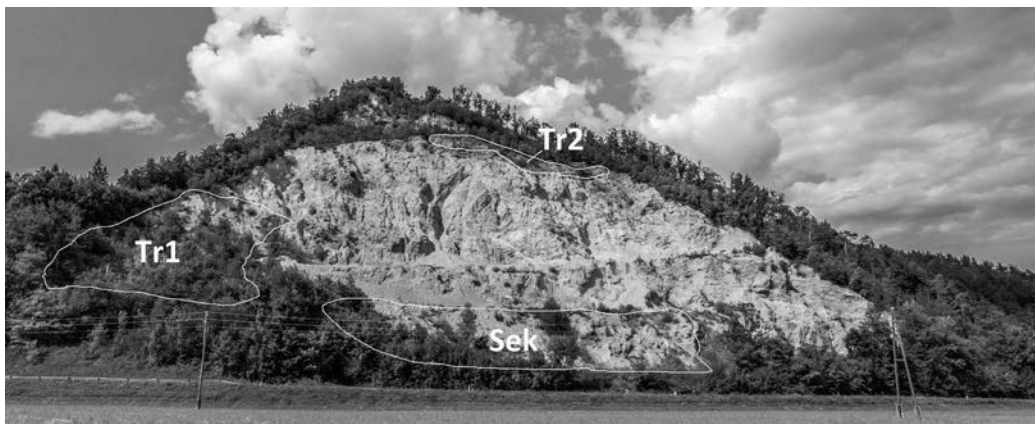
***Varovanje:*** Kamnolom Hrastenice se varuje kot naravna vrednota Hrastenice – nahajališče fosilov (ident. št. 4122 – opis: Nahajališče fosilov v srednjetriasnih plasteh kamnoloma pri Hrastenicah). Varovanje se navezuje predvsem na najdišča srednjetriasnih (anizijskih) glavonožcev v zgornjem delu kamnoloma (Slika 9).

**Paleontološka vsebina:**

- *Spodnji trias*: V zahodnem delu kamnoloma izdajajo spodnje triasne plasti apnenca, meljevca in laporovca. V njih so dokumentirani različni fosili, kot so polži *Werfenella rectecostata* in *Natiria costata* ter školjke (Petek, 1998).
- *Srednji trias (anizij)*: Kamnolom Hrastenice je najbolj znan po najdbah dobro ohranjenih amonitov iz srednjetriasnih plasti (Petek, 1998; Gale et al., 2012). Do zdaj je dokumentiranih približno osem različnih vrst amonitov, nekaj vrst navtilidov, morskih lilij in ramenonožcev. Kamnolom Hrastenice sodi po svoji paleontološki vsebini med najbogatejša najdišča amonitov v Sloveniji. V kamnolomu so v anizijskih plasteh dokumentirana tudi najdišča kalcitnih kristalov (Križnar et al., 2006).

**Problematika dokumentiranja in evidentiranja:** Od odkritja najdišča pred približno tremi desetletji je bilo nabranih (pri zbiralcih, študentih in paleontologih) veliko primerkov amonitov (predvideno prek 300 primerkov), kar predstavlja veliko zbirko (*ex situ* hranjenje). Največ jih je bilo odkritih na sekundarnem mestu (glej Sliko 9), zato je nasutje pod steno kamnoloma še vedno aktualno najdišče, kjer lahko najdemo tudi večje bloke z amoniti. V samem grušču pa so pogosti naravno izluženi in izprani ostanki fosilov, predvsem kamenih jeder amonitov. Dokumentiranje in raziskovanje primarnih plasti na vrhu kamnoloma sta problematična predvsem z vidika varnosti, saj so težko dostopne.

**Ostale opombe:** Kamnolom Hrastenice je predviden za sanacijo (Durgutović, 2016), kjer so zgledno sledili tudi smernicam za varovanje kamnoloma kot paleontološkega najdišča.



Slika 9: Kamnolom Hrastenice pri istoimenskem naselju, situacija leta 2016. Pogled na kamnolom z juga; Tr1 – spodnjetriasne plasti s fosili, Tr2 – srednjetriasne plasti z mnogimi amoniti, navtilidi, morskimi lilijami, ramenonožci in drugimi fosili (označen je le najbogatejši predel), Sek. – sekundarno najdišče z zgoraj ležečimi srednjetriasnimi plastmi, fosili so pogosto naravno izluženi in odlično ohranjeni. Foto: Matija Križnar

Figure 9: Hrastenice quarry, situation in 2016. View of the quarry from the south; Tr1 – Lower Triassic with fossils, Tr2 – Middle Triassic beds with ammonites, nautilids, crinoids, brachiopods, etc. Sek. - Secondary deposits of Middle Triassic beds from the top of the quarry. Photo: Matija Križnar

## 4 DOKUMENTIRANJE IN VAROVANJE

Pomemben del proučevanja paleontološke dediščine v kamnolomih so aktivno dokumentiranje, vrednotenje in varovanje na mestu (*in situ*) oziroma odvzem fosilov in njihova uvrstitev v zbirke (*ex situ*). Z omenjeno tematiko in problemi so se delno že ukvarjali in razpravljali Hladova (2002), Planjšek et al., (2002) in Rokavec (2007), ki so kamnolome predvsem naravovarstveno ovrednotili. Določene skupine fosilov, odkrite v kamnolomih in nato odvzete iz narave, obravnava tudi Zakon o ohranjanju narave, kar predstavlja določene omejitve in obveznosti za najditelje in imetnike (ZON, 73.–75. člen). Vsekakor je pristop k omenjeni problematiki večplasten in ga lahko interpretiramo z dvojih izhodišč:

### 4.1 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Pridobivanje, interpretacija in vrednotenje že pridobljenih podatkov o paleontoloških najdiščih v kamnolomih in o samih kamnolomih:

- Uporaba lidarskih posnetkov terena. Ti pogosto razkrivajo položaje opuščениh kamnolomov (Djurić et al., 2016), morebitnih zasutih brezen, vrtač in podobno.
- Analiza že obstoječih podatkov prek literature ter že zbranega paleontološkega gradiva (analiza kamnin, fosilizacije, ohranjenosti fosilov idr.). Uporaba geografskih kart (tudi starejših zemljevidov), ki pogosto vsebujejo vrisane kamnolome.
- Uporaba geoloških podatkov oziroma kart. Enako kot zemljevidi tudi starejše (rokopisne ali terenske) geološke karte vsebujejo več podatkov od splošnih. Ostali koristni podatki: *Rudarska knjiga* in *Naravovarstveni atlas*.

### 4.2 TERENSKÉ RAZISKAVE IN ANALIZE (PRAKTIČNA IZHODIŠČA)

V tujini, predvsem v ZDA in Veliki Britaniji (Ellis et al., 1996; Murphey et al., 2014) terenske paleontološke raziskave (od odkrivanja do izkopavanja) imenujejo tudi **preventivna paleontologija** (angleško *migitation paleontology*). Pri tem so natančno določeni postopki in pristopi k raziskavam ter poleg kamnolomov vključuje tudi vse druge posege pri izkopih (gradbena dela, plinovodi, gradnja cestne in železniške infrastrukture).

Terensko delo in raziskovanje z dokumentiranjem kot dopolnilo oziroma rezultat teoretičnih izhodišč:

- Iskanje starih kamnolomov (neaktivnih/opuščenih) s ponovnim naravovarstvenim vrednotenjem in dokumentiranjem paleontološke dediščine.
- K terenskemu delu sodi tudi problematika poimenovanja kamnolomov (lastniško poimenovanje, lokalno in domače poimenovanje, poimenovanje kamnolomov pri laikih (zbiralcih)). Na osnovi izkušenj je to lahko velik problem, celo v krajšem časovnem obdobju.
- Spremljanje stanja v delujočih ali pred kratkim opuščениh kamnolomov. Redna spremljava občutljivih območij z rednim fotodokumentiranjem situacije (ustrezno

označevanje fotografij). Po potrebi odvzem paleontološkega gradiva s strokovnimi smernicami in pristopom. K zadnjim sodi tudi problematika označevanja posameznih najdišč v kamnolomih (če je teh več). Na podoben problem sta opozorila že Križnar in Preisinger (2017), kjer se je na primeru nekaterih kamnolomov izkazalo neprimerno označevanje oziroma neprimerno publiciranje rezultatov (brez fotografij, brez natančnih lokacij najdišč in podobno).



Slika 10: Dokumentiranje in evidentiranje najdišč fosilov sta v velikih kamnolomih zelo zahtevna. Na fotografiji je kamnolom Velika Pirešica, znan tudi kot najdišče mineralov in pleistocenskih vretenčarjev (mikrosesalcev). Najdišča so običajno s sedimenti zapolnjena brezna ali erozijsko razširjene razpoke. Situacija v maju 2018. Foto: Matija Križnar

*Figure 10: Search and research (documenting and photographing) of fossil sites in big quarries is complex and difficult. Velika Pirešica quarry shown in the photo is known as a mineralogical and paleontological site (mostly Pleistocene micromammals). Situation in May 2018. Photo: Matija Križnar*

Pri novem odpiranju kamnolomov z morebitno paleontološko vsebino lahko že predhodne informacije (geološke karte, strokovna literatura in terenski ogledi) pripomorejo k preliminarnim določitvam verjetnosti pojava paleontoloških najdišč, tj.:

- Določiti (oziroma dodatno vrednotiti) širša območja pričakovanih novih najdišč fosilov (makrolokacije), na primer Zasavje, Kozjansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje, in njihovo pričakovano geološko starost oziroma litološko sestavo (podlago). Izkustveno lahko predvidevamo, da na zakraselih območjih (apnenec in njegovi različki) lahko pričakujemo kraške oblike – brezna in jame s kostnimi brečami. V dolomitih lahko pričakujemo nekoliko drugačna najdišča, kot so, na primer, rovi pleistocenskih svizcev.
- Določiti ožje območje (mikrolokacija), kar je pogostejše ob širitvi kamnolomov (Slika 11). Tukaj so gotovo najaktualnejši že poznani kamnolomi oziroma najdišča v njih (npr. Kamnolom Črni Kal, Črnotiče in podobni) ter njihova neposredna okolica.



Slika 11: Kamnolom Črni Kal s pogledom na razkrito novo najdišče (Najdišče 3) pleistocenskih vretenčarjev leta 2015. S puščico je označena predvidena širitev kamnoloma proti zahodu, kjer lahko pričakujemo nova najdišča. Situacija iz februarja 2016. Foto: Matija Križnar

Figure 11: Črni Kal quarry with newly discovered Pleistocene mammal site (Najdišče 3) in 2015. Possible quarry extension to the west is marked, where new fossil sites are expected. Situation in February 2016. Photo: Matija Križnar

Osnova varovanja najdišč v kamnolomih je *in situ*, na samem najdišču, če je to le mogoče glede na situacijo v kamnolomu. V aktivnih kamnolomih in tudi opuščeni zaradi človeških posegov in naravnih procesov prihaja do lomljenja, drobljenja in erozije fosilov (oziroma delov paleontoloških najdišč) in s tem do poškodovanja ali uničenja paleontološke dediščine, zato je varovanje paleontološkega gradiva mogoče le z odvzemom (*ex situ*). Paleontološko dediščino *ex situ* je Hladova (2002) definirala kot premično paleontološko dediščino. Reševanje podobnih problemov je zakonsko urejeno z novjšimi spremembami ZON, ki opredeljuje primeren odzem, dokumentiranje in hranjenje odvzetih fosilnih primerkov.

Običajno je ob opustitvi kamnoloma z vsemi tipi najdišč (glej poglavje Ovrednotenje kamnolomov po geološki starosti fosilov/paleontoloških najdišč) predvidena tudi sanacija izkopne površine. Če je to mogoče, je treba paleontološka najdišča (ali vsaj del) primerno varovati oziroma urediti za nadaljnje raziskovanje, izobraževanje ali celo geoturizem (Hronček, 2015; Ellis et al., 1996).

S problemom *ex situ* shranjevanja (muzejske, šolske, študijske ali zasebne zbirke) paleontološkega gradiva iz kamnolomov na ozemlju Slovenije se srečujemo že od avstro-ogrškega obdobja. Pravna zaščita paleontološke dediščine, ki je bila osnovana v drugi polovici 20. stoletja, ni popolnoma rešila problematike »nenadzorovanega« odvzema oziroma izvoza (iznosa) z najdišč v kamnolomih. Kljub ustrezni pravni podlagi ter predvidenih visokih strokovnih in moralnih načelih raziskovalcev še v začetku 21. stoletja srečamo primere nedovoljenega iznosa (in zato hranjenja v tujih zbirkah) predvsem fosilnih vretenčarjev (celo primerki holotipov) iz slovenskih kamnolomov (Aguilar in Michaux, 2011).



## 5 ZAKLJUČEK

Paleontološka najdišča v kamnolomih, predvsem delujočih, sodijo med najbolj ogroženo naravno dediščino. Njihovo pojavljanje in odkrivanje ter varovanje so zelo kompleksni in odvisni od več različnih in med seboj prepletajočih se dejavnikov. V mnogih paleontoloških najdiščih v kamnolomih imajo strokovnjaki omejen čas za raziskovanje in dokumentiranje, zato je toliko pomembnejše, da se v proces vključijo tudi neposredno vpleteni, kot so lastniki (koncesionarji), delavci (rudarji, tehnične vodje ...) v delujočih in opuščeni kamnolomih ter celo študentje geologije, lokalni prebivalci in zbiralci. Pri tem je treba ozaveščati, izobraževati in primerno predstaviti možnosti, zakaj in kako varovati najdišča fosilov ob odkritju. Ob tem pridejo v ospredje vsa zgoraj predstavljena izhodišča, tako teoretična kot praktična (tudi izkustvena).

Nekoliko drugačen pristop je v kamnolomih, ki so neaktivni oziroma opuščeni ali so celo predvideni za sanacijo, kot velewa zakonodaja.

Za boljše poznavanje in ozaveščanje bi bilo treba izdelati ali vsaj dopolniti nekatere podatke o kamnolomih z vidika prisotnosti paleontoloških najdišč in njihove vsebine. To bi bilo priporočljivo opraviti v okviru že obstoječih podatkov (npr. dopolnilo *Rudarski knjigi* ali podobno). Ob tem pa je potrebno sodelovanje različnih resorjev in institucij (ministrstva, naravovarstvene institucije, geološke institucije, muzeji ...), kar gotovo predstavlja izziv (v okviru zakonodaje in obveznosti). Druga izvedba je izdelati (ali dopolniti) samostojni seznam oziroma zbir kamnolomov, ki vsebujejo ali so vsebovali paleontološko dediščino, izdelati širšo pregledno karto morebitnih (pojavov) najdišč ob odpiranju ali širitvi kamnolomov ter predvidenih območij.

Kamnolomi kot najdišča fosilov so v Sloveniji pogosti, toda njihovo evidentiranje, raziskovanje (*in situ* in *ex situ*) ter varovanje so redko zadovoljivi. Ob vedno večji potrebi po surovini so najbolj na udaru aktivni kamnolomi, kjer prihaja do popolnih uničenj paleontoloških najdišč (npr. Črni Kal). Za prepoznavanje, ohranjanje in varstvo ter ozaveščanje morajo k temu pristopiti geološka in naravovarstvena stroka, koncesionarji, lastniki kamnolomov, delavci, zbiralci in naravovarstveniki ter naključni najditelji in med seboj sodelovati. Le tako bomo prispevali k ohranjanju in boljšemu poznavanju raznolikosti paleontološke dediščine slovenskega ozemlja.

## 6 SUMMARY

### **Quarries in Slovenia as paleontological sites – survey challenges, documenting and protection with conservation of paleontological heritage**

A quarry can be generally characterised as a surface open space (open pit) on a deposit, primarily designed for mining and quarrying (mostly stone). In Slovenia, quarries

historically have an important role, with some examples of quarries dating back to the Roman period. Slovenian quarries may be or are significant paleontological, mineralogical (general geological) and archaeological localities and are unique in the fact that without mining in the locality the findings would most likely never be discovered or known. In this paper we discuss quarries as paleontological sites which are common in Slovenia. We have divided quarries into basic categories in a geological sense as: Quarries by activity (active, inactive, closed), lithology of quarries, geological age of paleontological sites in quarries (same or different age), separation of paleontological sites in quarries (primarily or secondary locations).

For our sample we chose three geologically varied and active quarries: Črni Kal, Lesno Brdo and Hrastenice. Črni Kal quarry is one of the most known geological sites excavated in Eocene limestone (rich in fossils). As an active quarry interesting Pleistocene fossil (mostly mammals) sites were revealed and frequently destroyed. Lesno Brdo quarry is made in Upper Triassic beds, with rich echinoid and mollusc fauna. In the Triassic limestone of Lesno Brdo quarry some interesting karstic features appear, but very rarely with Pleistocene fossils. Hrastenice quarry is inactive but a known site of Middle Triassic fossil sites, mostly found on secondary localities at the foot of the quarry (with exposed beds on the quarry wall). This paleontological site in the quarry is very vulnerable, although protected.

In final part of the paper we discuss the challenges of survey, documenting and conservation of paleontological sites in Slovenian quarries, such as the use of old maps or the newest lidar surveying. We define the theoretical points using historical and modern data about quarries in Slovenia. Further on in the paper, we discuss practical (in our experience) starting points with field research. All points are focused on better knowledge and recognition of paleontological sites in quarries. In terms of fossil site protection and conservation in quarries, we also consider in situ and ex situ protection of paleontological heritage.

## 7 ZAHVALA

Pri nastajanju tega prispevka je s koristnimi nasveti in pripombami pomagala mag. Mojca Bedjanič. Enako sta s svojim recenzentskim pregledom k izboljšanju prispevka prispevali tudi dr. Petra Žvab Rožič in Tadeja Šubic. Vsem se zahvaljujem za njihov čas in komentarje.

**8 VIRI IN LITERATURA**

1. Aguilar, J.-P. in Michaux, J., 2011. Pleistocene edible dormice (Rodentia, Mammalia) from Slovenia, and their relations to the present day *Glis glis* (Linnaeus 1766). *Acta carsologica*, 40 (2), 369–380.
2. Berginc, M., Kremesec Jevšenak, J. in Vidic, J., 2006. *Sistem varstva narave v Sloveniji*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.
3. Bosák, P., Mihevc, A., Pruner, P., Melka, K., Venhodová, D. in Langrová, A., 1999. Cave fill in the Črnotiče Quarry, SW Slovenia: palaeomagnetic, mineralogical and geochemical study. *Acta Carsologica*, 28, 15–39.
4. Brodar, S., 1958. *Črni Kal, nova paleolitska postaja v Slovenskem primorju*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za prirodoslovne in medicinske vede 4.
5. Dehm, R. in Fahlbusch, V., 1970. Zur Bezeichnung fossilführender Spaltenfüllungen. *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 10, 351–364.
6. Djurić, B., Lozić, E., Rižnar, I. in Gale, L., 2016. Kamnolomska krajina sv. Ane nad Podpečjo v Ljubljani. V: Stipančič, P., Djurić, B., in Črešnar, M. ur. *Arheologija v letu 2015 – Dediščina za javnost, Zbornik povzetkov, Strokovno srečanje Slovenskega arheološkega društva Ljubljana, Narodni muzej Slovenije*. Ljubljana: Slovensko arheološko društvo. 13.
7. Djurić, B. in Rižnar, I., 2017. Kamen Emone. V: Županek, B. ur. *Emona MM: urbanizacija prostora – nastanek mesta*. Ljubljana: Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Mestni muzej, Muzej in galerije mesta Ljubljane. 121–144.
8. Durgutović, A., 2016. *Ocena možnih pomembnih vplivov na okolje za izvedbo sanacije degradiranega kmetijskega zemljišča na območju opuščenega kamnoloma Hrastenice*. [online] Dol pri Ljubljani: LEKA PLUS, d. o. o. Dostopno na: [www.arso.gov.si/novice/datoteke/036083-Ocena\\_vplivov\\_Sanacija\\_Hrastenice\\_v2.2.pdf](http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/036083-Ocena_vplivov_Sanacija_Hrastenice_v2.2.pdf) [24.2.2019].
9. Ellis, N. V., Bowen, D. Q., Campbell, S., Knill, J. L., McKirdy, A. P., Prosser, C. D., et al., 1996. *An Introduction to the Geological Conservation Review*. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.
10. Gale, L., Križnar, M., Rupnik, J. in Zupančič, D., 2012. Kamnolom pri Hrastenicah. *Konkrecija*, 1, 34–38.
11. Geološki zavod Slovenije, 2017. *Rudarska knjiga*. [online] Dostopno na: <https://ms.geo-zs.si> [20. 12. 2018]
12. Hazler, V. ur., 2011. *Rudniki, premogovniki in kamnolomi v Dravinjski dolini*. Zreče: Občina Zreče.

13. Hlad, B., Simić, M. in Jeglič, D., 2000. *Geotrip '99 v Sloveniji – Kamnolomi, dediščina in mi*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za varstvo narave.
14. Hlad, B., 2002. Varstvo geoloških naravnih vrednot v Sloveniji. *Geologija*, 45 (2), 379–386.
15. Hronček, P., 2015. Local quarries and how to use them in geotourism. *Acta Geoturistica*, 6 (1), 11–20.
16. Jamnik, P., Križnar, M. in Turk, M., 2013. Novi podatki o paleolitskih in paleontoloških najdiščih v kamnolomih Črni Kal in Črnotiče nad Kopro. *Arheološki vestnik*, 64, 9–25.
17. Jurkovšek, B., Cvetko Tešović, B. in Kolar-Jurkovšek, T., 2013. *Geologija Krasa*. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.
18. Kolosvary, G., 1967. Lutetian corals from Črni kal in Yugoslavia. *Geologija*, 10, 189–294.
19. Košir, A., 1989. O fosilnih morskih ježkih. *Proteus*, 51 (9–10), 331–334.
20. Košir, A., 1992. *Cordevolska ehinidna favna z Lesnega Brda*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta.
21. Kramar, S., Bedjanič, M., Mirtič, B., Mladenovič, A., Rožič, B., Skaberne, D. et al., 2014. The Significance of Podpeč limestone in the Cultural Heritage of Slovenia. V: Pereira, D., Marker, B. R., Kramar, S., Cooper, B. J. in Schouenborg, B. E. ur. *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones*. London: Geological Society. 219–231.
22. Križnar, M., Zupančič, D. in Jeršek, M., 2006. Kalcit iz kamnoloma Hrastenice. *Scopolia, Suppl.* 3, 160–161.
23. Križnar, M., 2012a. Valvasorjevi zapisi o fosilih Kranjske. *Proteus*, 74 (8), 367–373.
24. Križnar, M., 2012b. Pleistocenski lev pri Lesnem Brdu. *Konkrecija*, 1, 41–43.
25. Križnar, M. in Preisinger, D., 2017. Novo najdišče pleistocenske sesalske favne v kamnolomu pri Črnem Kalu (Primorska, Slovenija) ter problematika zaščite in ohranjanja najdišč v kamnolomih. *Geologija*, 60 (1), 87–97.
26. Mikuž, V. in Pavlovec, R., 1995. Polž *Campanile giganteum* (Lamarck, 1804) iz spodnjelutecijskih apnencev pri Črnem Kalu. *Annales: Anali za istrske in mediteranske študije, Series historia naturalis*, 5 (7), 157–160.
27. Mirtič, B., Mladenovič, A., Ramovš, A., Senegačnik, A., Vesel, J. in Vižintin, N., 1999. *Slovenski naravni kamen*. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.
28. Murphey, P. C., Knauss, G. E., Fisk, L. H., Demere, T. A., Reynolds, R. E., Trujillo, K. C. et al., 2014. A Foundations for Best Practices in Mitigation Paleontology. *Dakoterra*, 6, 243–285.

29. Pavlovec, R., 1965. Ostanke ledenodobnih živali v Lesnem Brdu pri Vrhniku. *Proteus*, 28 (6), 155–156.
30. Pavlovec, R., 1969. *Istrske numulitine s posebnim ozirom na filogenezo in paleoekologijo (Istrian nummulites with special regard to phylogenesis and palaeoecology)*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za prirodoslovne in medicinske vede 4.
31. Pavlovec, R. in Pohar, V., 1997. The Črni Kal Quarry – An example of destroying Geotopes. *Geologica Croatica*, 50 (2), 181–184.
32. Pavlovec, R. in Pohar, V., 2000. Destroying of geotopes – examples from Slovenia. *Memorie Descr. Carta Geologica D'Italia*, LIV, 367–369.
33. Petek, T., 1998. Skitske in anizijske plasti v kamnolomu pri Hrastenicah in pomembne najdbe zgornjeanizijskih fosilov. *Geologija*, 40, 119–151.
34. Pieri, F., Biolchi, S., Cucchi, F., Devoto, S., Furlani, S., Tunis, G., et al., 2014. *Platy limestones - 10 case studies in the Classical Karst*. Trst: Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste.
35. Planjšek, M., Mirtič, B. in Aničič, B., 2002. Naravovarstveno vrednotenje nahajališč miocenskih sedimentnih kamnin v kamnolomih severovzhodne Slovenije. *Geologija*, 45 (2), 485–492.
36. Pohar, V. in Kralj, P., 2002. Preservation of Pleistocene natural and cultural heritage in Potočka Zijalka, Križna jama and Črni Kal, Slovenia. V: *6th International Symposium on Cultural Heritage in Geosciences, Mining and Metallurgy*. Idrija: Mercury Mine. 239–242.
37. *Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot*, 2004. Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15 in 7/19.
38. Prosser, C. D., Murphy, M. in Larwood, J., 2006. *Geological conservation: a guide to good practice*. London: English Nature.
39. Prosser, C. D., 2016. Geoconservation, Quarrying and Mining: Opportunities and Challenges Illustrated Through Working in Partnership with the Mineral Extraction Industry in England. *Geoheritage*, 10 (2), 259–270.
40. Rakovec, I., 1958. *Pleistocenski sesalci iz jame pri Črnem Kalu*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za prirodoslovne in medicinske vede 4.
41. Rakovec, I., 1969. Su nuovi resti di *Panthera (Leo) spelaea* (Goldf.) rinvenuti in Slovenia (Jugoslavia). V: Pasa, A. ur. *Scritti sul Quaternario in onore di Angelo Pasa*. Verona: Museo Civico di storia Naturale. 53–65.
42. Ramovš, A., 1990. *Gliničan od Emone do danes*. *Geološki zbornik* 9. Ljubljana: Odsek za geologijo, VTOZD Montanistika, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo.

43. Ramovš, A., 2000. *Podpeški in črni ter pisani lesnobrdski apnenec skozi čas*. Ljubljana: Mineral.
44. Rman, N. in Novak, M. ur., 2016. *70 geoloških zanimivosti Slovenije*. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.
45. Rokavec, D., 2007. Izkoriščanje mineralnih surovin in ohranitev naravne dediščine v Sloveniji. *Geologija*, 50 (2), 507–511.
46. Sotelšek, T., Gračanin, N., Rifl, M. in Gale, L., 2018. Fossilni mnogoščetinci spodnjekarnijskega apnenca pri Lesnem Brdu. *Geologija*, 61 (1), 85–99.
47. Vesel, J., Škerlj, J., Čebulj, A. in Grimšičar, A., 1975. Nahajališče okrasnega kamna v Sloveniji. *Geologija*, 18, 243–258.
48. Vesel, J., Strmole, D., Senegačnik, A., Pavšič, J. in Pavlovec, R., 1992. *Naravni kamen: kamnarsko geološki leksikon*. Ljubljana: Geološki zavod, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko.
49. *Zakon o ohranjanju narave (ZON)*, 2004. Uradni list RS, št. 96/04, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B, 46/14, 21/18 – ZNOrg in 31/18).
50. Zupan Hajna, N., 2011. Human intervention in the karst underground through quarries; examples from Slovenia. V: Prelovšek, M. in Zupan Hajna, N., ur. *Pressures and Protection of the Underground Karst - Cases from Slovenia and Croatia*. Postojna: Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU. 93–100.
51. Žvab Rožič, P., Gale, L. in Rožič, B., 2016. Analiza kamnin rimskih nagrobnih stel iz Podkrajja in z Iga. *Arheološki vestnik*, 67, 359–369.

---

mag. Matija Križnar  
paleontolog, višji kustos  
Prirodoslovni muzej Slovenije, Kustodiat za geologijo  
Prešernova 20,  
SI - 1001 Ljubljana, Slovenija  
mkrižnar@pms-lj.si