

DOI 10.51558/2303-5161.2025.13.13.30

Stručni rad

PERSPEKTIVNOST POSTOJEĆIH I NOVIH LEŽIŠTA TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA U TUZLANSKOM KANTONU ZA POTREBE GRADNJE PUTNE INFRASTRUKTURE

Ismir Hajdarević*, Ekrem Bektašević**, Alen Baraković***, Kemal Gutić****

*Mr. sc. dipl. ing. geologije, Federalni zavod za geologiju, Sarajevo, BA, ismirhajdarevic@yahoo.com

**Dr. sci. dipl. inž. rudarstva, "PPG" d.o.o. Sarajevo, BA, bektasevic.ekrem@gmail.com

***Dipl. inž. rudarstva, JP Autoceste Federacije BiH, Mostar, BA

****Redovni profesor, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitet u Tuzla, BA, kemal.gutic@untz.ba

Sažetak

Tehničko-građevinski kamen je mineralna sirovina koja je praktično nezamjenjiva u graditeljstvu, kako u niskogradnji, tako i u visokogradnji [9]. Iako se u novije vrijeme sve više kamenih agregata dobiva recikliranjem građevinskog otpada, i dalje se daleko najveći dio ovih korisnih sirovina dobiva eksploatacijom iz kamenoloma i šljunkara [14]. Tuzlanski kanton posjeduje značajne resurse ovog traženog materijala. Trenutno je u ovom kantonu otvoreno desetak kamenoloma tehničko-građevinskog kamena, od čega jedan kamenolom dijabaza, a ostalo su kamenolomi krečnjaka.

Na području Tuzlanskog kantona je u cilju boljeg saobraćajnog povezivanja sa ostatkom zemlje i sa Svijetom, planirana izgradnja nekoliko autocesta i brzih cesta. U skoroj budućnosti planirana je izgradnja dvije autoceste: „Granica sa Republikom Hrvatskom-Orašje-Brčko-Tuzla“ ukupne je dužine 61 kilometar i takozvani y krak autoceste koja će spajati Koridor Vc sa Tuzlom [8]. Da bi se u periodu intenzivne gradnje putne infrastrukture koji slijedi zadovoljile povećane potrebe Tuzlanskog kantona za tehničko-građevinskim kamenom, biće neophodno otvarati nove kamenolome. Autori ovog rada su na osnovu ranijih iskustava, kao i vlastitih saznanja predložili nekoliko lokacija na kojima su utvrđene geološke formacije različite starosti, od srednjeg trijasa do eocena i sa kvalitetnim krečnjačkim masama pogodnim za pronalaženje ekonomski isplativih ležišta tehničko-građevinskog kamena u relativnoj blizini trase buduće auto ceste na teritoriji Tuzlanskog kantona.

Ključne riječi: tehničko-građevinski kamen, Tuzlanski kanton, geološko istraživanje, eksploatacija, kamenolom, krečnjak, dijabaz

Summary

Construction aggregates (crushed stone) is a mineral raw material that is practically irreplaceable in construction, both in low-rise construction and in high-rise construction [9]. Although in recent times more and more stone aggregates are obtained by recycling construction waste, still by far the largest part of these useful raw materials is obtained by exploitation from quarries and gravel pits [14]. Tuzla Canton has significant resources of this valuable mineral raw material. Currently, ten construction aggregates quarries have been

opened in this canton, of which one is a diabase quarry, and the rest are limestone quarries. The construction of several highways and expressways is planned in the area of Tuzla Canton, with the aim of better traffic connections with the rest of the country and with the world. In the near future, the construction of two highways is planned: "Border with the Republic of Croatia-Orašje-Brčko-Tuzla" and the so-called y arm of the highway that will connect Corridor Vc with Tuzla [8]. In order to meet the increased needs of the Tuzla Canton for construction aggregates during the period of intensive road infrastructure construction that follows, it will be necessary to open new quarries. In particular, an increase in demand for construction aggregates with a carbonate composition is expected. The authors of this paper, based on previous experiences, as well as their own knowledge, proposed several locations where geological formations of different ages and with high-quality limestone masses suitable for finding economically profitable deposits of Construction aggregates in the relative proximity of the route of the future highway in the territory of Tuzla Canton have been identified.

Key words: construction aggregates, Tuzla Canton, geological exploration, exploitation, quarry, limestone, diabase.

1. UVOD

Pod stijenama se podrazumijevaju prirodne tvorevine koje se sastoje od jednog ili više minerala određenog hemijskog sastava i strukture. Od stijena se dobiva građevinski kamen. Kamen je nemetalna mineralna sirovina koja je izuzetno važna u graditeljstvu. Praktično je nezamjenjiva, kako u niskogradnji, tako i u visokogradnji. Najveći dio njegove proizvodnje otpada na tehničko-građevinski kamen ili agregat, čija proizvodnja na svjetskom nivou raste iz godine u godinu. Iako sve zemlje ne vode tačnu statistiku glede proizvodnje kamenih agregata [12], pretpostavlja se da godišnja proizvodnja ovih materijala u Svijetu iznosi blizu 20 milijardi kubnih metara. Iako se u novije vrijeme sve više kamenih agregata dobiva recikliranjem građevinskog otpada, i dalje se daleko najveći dio ovih korisnih sirovina dobiva eksploatacijom iz kamenoloma i šljunkara.

Svjedoci smo toga da je komunikacijska povezanost nekog prostora osnovni preduvjet za njegov dalji razvoj. Evropa je na tri Pan-Evropske prometne konferencije održane u Pragu 1991, na Kreti 1994. i u Helsinkiju 1997., definirala ukupno deset novih prometnih koridora u centralnoj i istočnoj Evropi. Na ovim koridorima je planirano da se grade cestovne i željezničke saobraćajnice. Koridor Vc, koji povezuje istočnu i srednju Evropu sa Mediteranskim obalom, kao dio ovog Evropskog projekta, prolazi kroz našu zemlju. Na njemu je u toku izgradnje dijela međunarodnog autoputa, koji predstavlja najveći poslijeratni infrastrukturni projekat u Bosni i Hercegovini.

Osim autoputa na Koridoru Vc, u našoj zemlji je u planu izgradnja još nekoliko autocesta i brzih cesta. Planirano je da neke od njih prolaze kroz Tuzlanski kanton, što će uveliko doprinijeti boljoj prometnoj povezanosti ove industrijske regije sa ostatkom države (Slika 1.). Prvo je u planu izgradnja autoceste „Granica sa Republikom Hrvatskom-Orašje-Brčko-Tuzla“ ukupne je dužine 61 kilometar. Ova autocesta je podijeljena u dvije cjeline. Prva cjelina je dionica „Orašje-Brčko-Maoča“ u dužini od približno 30 kilometara, dok je druga cjelina dionica „Maoča-Tuzla“ u dužini od približno 31 kilometar. Realizacija ovog projekta bi trebala početi izgradnjom poddionice Čanići-Tuzla (Šićki Brod), koja je uvrštena u Program javnih investicija FBiH 2022. - 2024. godina. Planirano je i spajanje Tuzlanskog kantona sa autocestom na Koridoru Vc. Takozvani y

krak će se od Koridora Vc odvajati u rejonu Žepča i Zavidovića, te će dalje voditi uz dolinu Krivaje, a zatim skretati ka Seoni u općini Banovići i dalje prema općini Lukavac. Zaobilaziće Modračko jezero sa njegove zapadne strane, te će južno od grada Lukavca skretati u smjeru istoka ka Šićkom Brodu, gdje će se spajati sa autoputem Tuzla-Orašje [8]. U planu je i izgradnja brze ceste Tuzla-Zvornik.

Planirani radovi na putnoj infrastrukturi će iziskivati povećanu potražnju za kamenim agregatima, prije svega za onim karbonatnog sastava. Ovaj rad je, između ostalog i skromni pokušaj autora da ukažu na postojanje lokacija perspektivnih za pronalaženje ležišta tehničko-građevinskog kamena, prije svega krečnjaka, u blizini trase dionica budućeg autoputa koji će se graditi u narednim godinama u Tuzlanskom kantonu.

2. POVEĆANJE POTREBA ZA TEHNIČKO-GRAĐEVINSKIM KAMENOM U TUZLANSKOM KANTONU IZGRADNJOM NOVE PUTNE INFRASTRUKTURE

Postavlja se pitanje, kako snabdjeti tržište Tuzlanskog kantona potrebnim količinama kamenih agregata u idućem periodu kada je u planu značajno povećanje izgradnje putne infrastrukture, prvenstveno autocesta? Zbog cijene transporta, kao i ostalih parametara koje treba uzeti u obzir (uticaj transporta na zagađenje okoliša i dr.) kamenolomi tehničko-građevinskog kamena ne bi trebali biti udaljeni od trase koja se gradi više od 30 kilometara [14]. To sužava izbor postojećih kamenoloma sa kojih bi se mogao upotrebljavati kamen za ove potrebe, kao i odabir novih lokacija za otvaranje kamenoloma. Trenutno je u Tuzlanskom kantonu u stalnoj eksploataciji deset kamenoloma krečnjaka, od kojih se njih sedam nalazi u zoni bližoj od 30 kilometara od planirane trase autoputa. Na još nekoliko lokacija je u toku postupak ishodovanja dozvola za otvaranje kamenoloma.



Slika 1. Autoput Granica sa Republikom Hrvatskom-Orašje-Brčko-Tuzla i Autoput Žepče-Tuzla (izvor – JP Autoceste FBiH d.o.o. Mostar)

Valja napomenuti da postojeći kamenolomi tehničko-građevinskog kamena trenutno uspijevaju zadovoljiti potrebe tržišta za agregatima, ali u idućem periodu sa početkom izgradnje pojedinih dionica autoputa, ukoliko ne dođe do otvaranja novih kamenoloma, doći će do nedostatka agregata

karbonatnog porijekla, jer postojeći kamenolomi nemaju kapacitete dostatne za zadovoljenje rastućih potreba tržišta. Uz to valja napomenuti da neki od najvećih kamenoloma proizvode skoro isključivo za potrebe industrije zbog koje su i otvoreni. Prvenstveno kamenolom krečnjaka Vijenac, koji skoro 90% svoje proizvodnje plasira za industrijske potrebe.

Takođe, kamenolomi krečnjaka Duboki Potok-Bijela Rijeka i Drenik koriste značajan dio svoje proizvodnje za zadovoljenje potreba vlastite fabrike kreča i fabrike betonskih elemenata.

3. PREGLED STANJA EKSPLOATACIJE TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA NA PODRUČJU TUZLANSKOG KANTONA

Sedam kamenoloma krečnjaka i jedan kamenolom dijabaza u Tuzlanskom kantonu se nalaze u zoni bližoj od trideset kilometara od trase buduće autoceste [1]. Daje se kratak pregled ovih kamenoloma tehničko-građevinskog kamena, kao i osnovne fizičko-mehaničke karakteristike kamena koji se u njima eksploatiše (Slika 10.).

Vijenac

Kamenolom krečnjaka „Vijenac“ smješten je na istoimenom brdu, oko 8 kilometara sjeveroistočno od Banovića (Slika 2.). Do kamenoloma vodi asfaltni put preko Prokosovića i Poljica. Povezan je asfaltnim putem i sa Banovićima preko sela Čubrić i Treštenica. Na ovoj lokaciji je otvoren kamenolom još 1957. godine. U pitanju su titon-valendijski (jursko-kredni) sprudni krečnjaci. Na otvorenom profilu se vidi stratifikacija, a debljina slojeva je od 1,5 do oko 10 metara. Pružanje slojeva je u pravcu SI - JZ, a padaju u smjeru jugoistoka i istoka pod uglom od 52 - 75°. Na ovom kamenolomu su otvorene tri eksploatacione etaže na kotama 500, 525 i 550 metara [1].



Slika 2. Kamenolom krečnjaka Vijenac (Foto „Rudnik krečnjaka Vijenac d.o.o. Lukavac“)

Kamenolom krečnjaka Vijenac otvoren je za potrebe industrije u Lukavcu i danas radi za potrebe Fabrike sode i Cementare. Ukupna godišnja proizvodnja kamenoloma je oko 580 000 m³ čvrste mase, od čega za potrebe pomenutih fabrika odlazi oko 515 000 m³, a ostatak se plasira na tržište. Transport krečnjaka sa kamenoloma do fabrike sode u Lukavcu vrši se žičarom kapaciteta 150 t/h, pravolinijske dužine 12 km [1]. Pošto transport žičarom ne može zadovoljiti potrebe industrije u Lukavcu, ostatak se prevozi kamionima.

Prema rezultatima analiza (Tabela 1.) kamen sa ležišta krečnjaka Vijenac se može koristiti: za proizvodnju kalcinirane i kaustične sode, za proizvodnju azotnih đubriva, u cementnoj industriji, za izradu filer brašna za asfalt, za donji stroj puteva, te za najveći dio gornjeg stroja puteva u cestogradnji, za izradu raznih vrsta betonskih mješavina, kao i lomljeni kamen za zidanje u građevinarstvu i td. [1].

Postoji mogućnost povećanja kapaciteta proizvodnje krečnjaka sa kamenoloma Vijenac, za potrebe izgradnje budućih autocesta, ali u ograničenom obimu, zbog prednosti koju ima snabdijevanje industrijskih pogona u Lukavcu. Prednost ovog kamenoloma je lokacija u blizini trase budućeg autoputa (oko 3 kilometra udaljenosti od najbliže planirane trase). Obzirom na udaljenost od trase, kameni agregati sa ovog kamenoloma bi se mogli upotrebljavati na skoro cijeloj dionici budućeg autoputa Žepče-Tuzla, kao i na poddionici Šićki Brod-Čanići autoputa Tuzla-Orašje.

Tabela 1. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Vijenac

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 140,5 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 127,6 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 124,02 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,199%
3.	Zapreminska masa	= 2674 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2715 kg/m ³
5.	Koeficijent zapremine mase	= 0,984
6.	Apsolutna poroznost	= 1,56% (vol.)
7.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,113% - postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 15,44 cm ³ /50 cm ²
9.	Otpornost na udar	= 21,2%
10.	Habanje po LA metodi: gradacija „B“	= 25,9%
11.	Habanje po LA metodi: gradacija „C“	= 21,0%

Stupari

Kamenolom krečnjaka "Stupari" se nalazi na desnoj obali rijeke Gostelje, 2 km nizvodno od naselja Stupari (Slika 3.). Ovo ležište grade sivi, plavkasti i zelenkasti masivni krečnjaci anizičke starosti [17], koji idući naviše prelaze u pločaste, laporovite krečnjake (debljina slojeva je 10-20 cm) žute, sive i crvenkaste boje. Osnovna masa stijene je sastavljena od mikrokristalastog kalcitskog mulja. Struktura joj je mikrokristalasta, a tekstura homogena. Radi se o krečnjaku (biomikritu), bez prisustva organske materije u sebi. U srednjem dijelu ležišta se pojavljuje sočivo crvenkastih brečoidnih krečnjaka, širine 12 - 15 m. Kamenolom je podijeljen po visini na četiri etaže: 365, 390, 405 i 425 m. Osnovni plato nalazi se na koti 345 [1].



Slika 3. Ortofoto snimak Kamenoloma krečnjaka Stupari

Neposredno pored kamenoloma prolazi magistralni put Tuzla - Sarajevo, preko koga postoji veza sa putnom mrežom šireg regiona i zemlje. Proizvodi sa ovog ležišta se mogu transportovati i željeznicom preko terminala Rudnika uglja Đurđevik, udaljenog oko 8 km od kamenoloma. Stoga možemo reći da sa aspekta komunikacija ovaj kamenolom ima veoma dobar položaj.

Tabela 2. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Stupari

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 124,0 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 106,2 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 96,8 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,104%
3.	Zapreminska masa	= 2690 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2780 kg/m ³
5.	Koeficijent zapreminske mase	= 0,968
6.	Apsolutna poroznost	= 3,24% (vol.)
7.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,11% - postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 24,76 cm ³ /50 cm ²
9.	Otpornost ivica na udar (Devalov koeficijent (k _D))	= 1,10
10.	Habanje po LA metodi: gradacija „B“	= 28,16

Prema atestima može se koristiti za izradu nosivih podloga (tampona) u cestogradnji, zatim za izradu drobljenih agregata za betone, kao lomljeni kamen u niskogradnji, kao obrađen i neobrađen kamen za zidanje i sl. (Tabela 2.) [1].

Što se tiče mogućnosti upotrebe kamena sa ovog kamenoloma za izgradnju planiranih autocesta Tuzla-Orašje, odnosno Žepče-Tuzla, možemo konstatovati da je kamenolom udaljen od najbližeg dijela trase, a to je Šićki Brod, oko 29 kilometara. To je, otprilike krajnja granica ekonomske isplativosti sa aspekta udaljenosti.

Oštro Brdo

Ležište krečnjaka Oštro Brdo nalazi se na krajnjem sjeveroistočnom dijelu općine Kladanj, blizu granice sa općinom Živinice. Kamenolom se nalazi oko 3,5 km južno od sela Gračanice, na lijevoj obali Zabojskog potoka, koji se ulijeva u rijeke Suvaju.

Ležište je predstavljeno sivim, slojevitim, bankovitim i masivnim krečnjacima, koji su naročito u njegovim sjevernim dijelovima brečoidni i tektonizirani. Tektonizirani krečnjaci su dijelom

prekristalisali i ispresjecani milimetarskim kalcitnim žilicama. Debljina slojeva se kreće u intervalu od 20 - 60 cm, a sreću se i banci debljine do 1 m. Generalno zalijeganje slojeva je u pravcu SI sa relativno strmim uglovima zalijeganja od 40 - 65°.



Slika 4. kamenolom krečnjaka Oštro Brdo (Foto Hajdarević I.)

Sukladno fizičko-mehaničkim karakteristikama (Tabela 3.) krečnjak sa kamenoloma Oštro Brdo se može upotrebljavati: za donji stroj puteva, te za najveći dio gornjeg stroja puteva u cestogradnji, za izradu raznih vrsta betonskih mješavina, kao i lomljeni kamen za zidanje u građevinarstvu i td. [1].

Kamenolom Oštro Brdo (Slika 4.) od Šićkog Broda, kao najbliže tačke na budućem autoputu, udaljen je oko 30 kilometara, što predstavlja granicu ekonomske isplativosti upotrebe frakcija sa ovog kamenoloma u izgradnji puta.

Tabela 3. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Oštro Brdo

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 124,3 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 119,0 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 105,04 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,11%
3.	Zapreminska masa	= 2672 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2778 kg/m ³
5.	Koeficijent zapreminske mase	= 0,96
6.	Apsolutna poroznost	= 0,78% (vol.)
7.	Postojanost na mraz	- postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 23,21 cm ³ /50 cm ²

Duboki Potok-Bijela Rijeka

Kamenolom krečnjaka Duboki Potok-Bijela Rijeka (Slika 5.) nalazi se oko 6,5 km jugoistočno od Srebrenika. Rijeka Tinja ograničava ležište sa sjevera, riječica Bijela sa zapada, a bezimeni potok sa istočne strane ležišta. Ležišta se nalazi uz asfaltni put Tuzla-Srebrenik-Orašje, koji povezuje ležište sa svim važnijim centrima. U Dubokom Potoku se nalazi željeznička stanica, te se kamen može prevoziti i željezničkom prugom za potrebe kupaca u zemlji i inostranstvu.



Slika 5. Kamenolom krečnjaka Duboki Potok-Bijela Rijeka (Foto INGRAM d.o.o. Srebrenik)

Slojevi litotamnijskih krečnjaka u kamenolomu Duboki Potok-Bijela Rijeka imaju pravac pružanja SZ-JI, a zalijeganje oko 25^0 prema sjeveru. U nižim dijelovima preovladavaju krečnjaci svijetlosive boje sa foraminiferama. U višim nivoima su bankoviti i masivni krečnjaci sa krupnim numulitima [3]. Na samom ležištu sve bušotine završene su u krečnjaku, što znači da nije definisana moćnost produktivne serije, odnosno njena podina. Osnovni plato na kamenolomu je na 260 m.n.v. Visina etaža je po 20 m i ima ih pet (na kotama 280, 320, 360 m), a jalovinska etaža projektovana je na koti 380 m [1].

Tabela 4. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Duboki P.-Bijela R.

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 137,4 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 125,6 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 115,6 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,52%
3.	Zapreminska masa	= 2660 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2730 kg/m ³
5.	Koeficijent zapremine mase	= 0,974
6.	Apsolutna poroznost	= 2,76% (vol.)
7.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,116% - postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 18,1 cm ³ /50 cm ²
9.	Otpornost na udar (po Trentonu)	= 8,32%

Godišnja proizvodnja krečnjaka različitih frakcija iznosi oko 300 000 m³ čvrste mase. Dio proizvodnje od preko 50 000 m³, trenutno se koristi u vlastitim fabrikama (fabrika za proizvodnju hidratisanog kreča i fabrika betonskih elemenata), dok se ostatak plasira na domaćem i tržištu Republike Hrvatske.

Pošto je maksimalni planirani kapacitet kamenoloma preko 350 000 m³ čvrste mase, vidljivo je da bi ovaj kamenolom pored sadašnjeg tržišta godišnje mogao plasirati preko 50 000 m³ čvrste mase krečnjaka za potrebe izgradnje budućeg autoputa, pošto ima zadovoljavajuće fizičko-mehaničke karakteristike (Tabela 4.) [1]. Uz dodatno povećanje kapaciteta, plasman materijala za ove potrebe može biti i znatno veći.

Drenik

Kamenolom krečnjaka Drenik (Slika 6.) nalazi se oko 1,5 km jugoistočno od Srebrenika, na lijevoj obali rijeke Tinje. Ležište se nalazi uz asfaltni put Tuzla-Srebrenik-Orašje, koji povezuje ležište sa svim važnijim centrima. Kamenolom Drenik je otvoren u litotamnijskim bankovitim i masivnim krečnjacima paleocensko-eocenske starosti [2].



Slika 6. kamenolom krečnjaka Drenik (Foto Hajdarević I.)

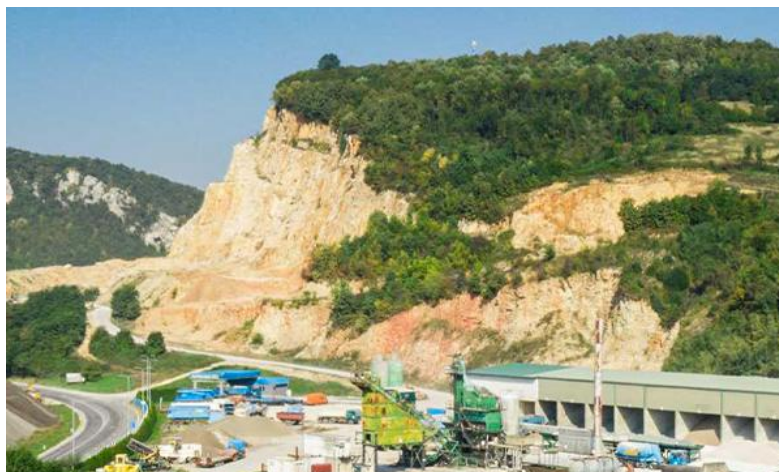
Poslije prekida od nekoliko godina, proizvodnja u kamenolomu Drenik je ponovo aktivirana i trenutno iznosi oko 70 000 m³ čvrste mase godišnje. Proizvodnja se plasira na domaćem i tržištu Republike Hrvatske. Maksimalni projektovani kapacitet kamenoloma iznosi oko 185 000 m³ čvrste mase, tako da je vidljivo da ovaj kamenolom može proizvesti značajne količine različitih kamenih frakcija zadovoljavajućeg kvaliteta (Tabela 5.) [1], kao i gotovih betona za potrebe izgradnje budućih autoputeva na području Tuzlanskog kantona.

Tabela 5. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Drenik

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 178,0 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 142,6 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,403%
3.	Zapreminska masa	= 2670 kg/m ³
4.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,116% - postojan
5.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 18,1 cm ³ /50 cm ²
6.	Sadržaj sumpora (kao SO ₃)	= 0,05%
7.	Sadržaj hlorida	= 0,01%

Orlova Klisura

Kamenolom krečnjaka Orlova Klisura smješten je na desnoj obali Tinje u istoimenoj klisuri, između sela Gornji Potpeć i Lisovići, oko 10 kilometara jugoistočno od Srebrenika i oko 20 kilometara sjeverozapadno od Tuzle. Prema rijeci Tinji se karakteriše strmim odsjecima visokim i do 60 m (Slika 7.). Na ovom ležištu su prisutni flišni sedimenti gornjokredne starosti, te krečnjaci paleocensko-eocenske starosti. Gornjokredni fliš je razvijen od osnovnog platoa (290 m.n.m.) do kote 340 m.n.m. i zastupljen je krečnjacima (kalkareniti) i u manjem obimu laporcima. Dalje, iznad kote 340 m.n.v., sve do kraja izdanka, preko fliša diskordantno leže paleocensko-eocenski bankoviti krečnjaci.



Slika 7. Kamenolom krečnjaka Orlova Klisura (Foto Jata Group)

Tabela 6. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Orlova Klisura

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 109,9 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 105,5 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 92,7 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,20%
3.	Zapreminska masa	= 2794 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2845 kg/m ³
5.	Otpornost na drobljenje (LA metoda)	= 22,4
6.	Apsolutna poroznost	= % (vol.)
7.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,24% - postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 15,2 cm ³ /50 cm ²

Neposredno uz kamenolom prolazi magistralni put Tuzla-Srebrenik-Orašje, kao i željeznička pruga Brčko-Banovići, te se može reći da sa aspekta komunikacija ovo ležište ima veoma povoljan položaj.

Obzirom na povoljne fizičko-mehaničke karakteristike (Tabela 6.) [1] može se koristiti kao tehničko-građevinski kamen za dobivanje frakcija kamenog agregata namijenjenog za betonske mješavine, zatim za izradu donjih nosivih slojeva kolovoznih konstrukcija – tampona, kao materijal za izradu asfaltnih betona za III i IV razred saobraćajnog opterećenja, za izradu bitumenskih i katraskih makadama, te kao građevinski kamen za zidanje i druge slične namjene.

Zbog blizine trasi budućeg autoputa Tuzla-Orašje (na najbližem dijelu oko 8 km) i zbog povećanja rezervi uzimanjem pod koncesiju dodatnog istražnog prostora koji se nalazi postojeći kamenolom, ovo ležište krečnjaka će moći značajno doprinijeti izgradnji ovog važnog infrastrukturnog projekta.

Gradina-Potpeć

Kamenolom tehničko-građevinskog kamena Gradina-Potpeć otvoren je u paleocensko-eocenskim bankovitim i masivnim krečnjacima (Slika 8.). Nalazi se na desnoj obali rijeke Tinje, oko 5 kilometara jugoistočno od Srebrenika. Ležište se nalazi u neposrednoj blizini asfaltnog puta Tuzla-Srebrenik-Orašje, kojim je povezano sa domaćim i inostranim tržištem. Željeznička stanica koja se nalazi u Srebreniku, takođe povećava mogućnosti plasmana kamenih frakcija sa

ovog kamenoloma na tržište.

Kamenolom Gradina-Potpeć zadovoljavajućim kvalitetom kamena (Tabela 7.) [1] i udaljenošću manjom od 10 kilometara od trase buduće autoceste Tuzla-Orašje predstavlja potencijalno ozbiljnog dobavljača kamenih frakcija različitog asortimana. 0



Slika 8. Kamenolom krečnjaka Gradina-Potpeć (Foto Hajdarević I.)

Tabela 7. Fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka sa kamenoloma Gradina-Potpeć

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 91,0 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 90,0 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 86,0 MPa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,30%
3.	Zapreminska masa	= 2750 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2666 kg/m ³
5.	Apsolutna poroznost	= 0,2% (vol.)
6.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= % - postojan
7.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 11,0 cm ³ /50 cm ²
8.	Otpornost ivica na udar (bubanj)	A _u = 12,0 (L.A)

Ribnica

Ležište dijabaza "Ribnica" se nalazi oko 10 kilometara jugozapadno od Banovića, u blizini mjesta Ribnica (Slika 9.). Smješteno je uz sam asfaltni put Banovići-Zavidovići (udaljeno je 12 km od Banovića i 20 km od Zavidovića), tako da se može reći da mu je položaj sa aspekta komunikacija povoljan.

Dijabaz-doleritni masiv Ribnica ima površinu oko 20 km² i nalazi se na sjevernom rubu Krivajsko-Konjuškog ofiolitnog masiva, koji je sastavni dio dinaridske ofiolitske zone [18].

Mase dijabaza nalaze se u manjim, razbijenim fragmentima, kao ovaj na lokalitetu Ribnica, gdje su geološkim istraživanjem utvrđene ekonomski značajne rezerve kamena zadovoljavajućih fizičko-mehaničkih osobina (Tabela 8.) [1].



Slika 9. Kamenolom dijabaza Ribnica (Foto Hajdarević I.)

Ovdje se dijabazi nalaze u kontaktu sa doleritima koji su podređeniji. Imaju isti mineralni sastav kao i dijabazi, istu ofitsku strukturu, ali su nešto krupnozrniji od njih. Uz rasjedne zone se javljaju i metadijabazi koji u ležištu ne prelaze količinu od 10 %.

Tabela 8. Fizičko-mehaničke karakteristike dijabaza sa kamenoloma Ribnica

Broj	Vrsta određivanja	Vrijednost
1.1.	Čvrstoća na pritisak u suhom stanju	sred. = 141,62 MPa
1.2.	Čvrstoća na pritisak u vodom zasićenom stanju	sred. = 124,37 Mpa
1.3.	Čvrstoća na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja	sred. = 108,94 Mpa
2.	Upijanje vode pri atmosferskom pritisku	= 0,28186%
3.	Zapreminska masa	= 2890,7 kg/m ³
4.	Zapreminska masa bez pora i šupljina	= 2923,3 kg/m ³
5.	Koeficijent zapreminske mase	= 0,98892
6.	Apsolutna poroznost	= 1,1258% (vol.)
7.	Postojanost na mraz (poslije 5 ciklusa potap. u Na ₂ SO ₄)	= 0,14562% - postojan
8.	Otpornost na habanje brušenjem	sred. = 14,84 cm ³ /50 cm ²
9.	Otpornost ivica prema udaru (Devalov koeficijent K _D)	= 3,9828%
10.	Habanje po LA metodi: gradacija „B“	= 15,7996%
11.	Ukupni sumpor kao SO ₃	= 0,17733%

Kamene frakcije dijabaza sa kamenoloma Ribnica bi mogle zadovoljiti sve, ili skoro sve potrebe za materijalom za habajuće slojeve planiranih autocesta na teritoriji Tuzlanskog kantona. Zbog veće cijene frakcija dijabaza u odnosu na frakcije karbonatnog sastava, upotreba ovog materijala nije u tolikoj mjeri uvjetovana neposrednom blizinom kamenoloma od trase puta koji se gradi. To omogućava veću udaljenost kamenoloma od mjesta ugradnje.

4. PERSPEKTIVNE GEOLOŠKE FORMACIJE ZA PRONALAZENJE LEŽIŠTA TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA NA TERITORIJI TUZLANSKOG KANTONA

Prva geološka istraživanja područja današnjeg Tuzlanskog kantona počela su u vrijeme Austrougarske monarhije i dio su regionalnih istraživanja koja je obavljao Geološki zavod iz Beča.

Tada su ove krajeve istraživali poznati geolozi: Hauer [5], Bittner [13], Tietze [13], Mojsisovitz [13], Grimer [4].

U drugoj polovini dvadesetog vijeka se pristupilo izradi Osnovne geološke karte (OGK) u razmjeri 1:100 000. za potrebe izrade listova: Zavidovići, Doboj, Vlasenica, Zvornik, Brčko i Tuzla. Ovi listovi Osnovne geološke karte pružili su osnovne podatke o geološkoj građi terena, strukturno-tektonskom sklopu terena, vrstama stijena i td. Radio ih je Geološki zavod Sarajevo.

U isto vrijeme osim izrade OGK obavljana su istraživanja u više pravaca: istraživanja za dokazivanje zaliha kamenih i mrkih ugljeva, lignita, nafte i gasa, istraživanja za pronalaženje novih ležišta kamene soli, hidrogeološka i hidrološka istraživanja voda u industrijske svrhe (jezero Modrac), istraživanja podzemnih voda (pitkih, mineralnih i termomineralnih), kao i za krištenje raznovrsnih ležišta nemetaličnih sirovina za cementnu industriju, proizvodnju gas betona a u novije vrijeme i istraživanja za dokazivanje zaliha tehničko-građevnog kamena. Ta istraživanja su vršili geolozi: M. Luković [11], I. Soklić [15], P. Stevanović [16], M. Eremija [16], Č. Jovanović [7] i brojni drugi.

Teritorij Tuzlanskog kantona sa geološkog aspekta je interesantno područje za istraživanje postojanja mogućih ležišta kvalitetnog tehničko-građevinskog kamena. Iz istraživanja koja su rađene prilikom izrade OGK, jasno je vidljivo koje geološke formacije mogu sadržavati kvalitetne mase kamena koji se može upotrebljavati kao agregat u građevinskoj domeni.

Što se tiče perspektivnosti nalaženja stijenskih masa pogodnih za dobivanje agregata koji se mogu koristiti u kolovoznim konstrukcijama, treba istaći da one moraju ispunjavati određene uvjete. Prvenstveno trebaju posjedovati zadovoljavajuće fizičko-mehaničke karakteristike sukladno tehničkim propisima i važećim standardima. Takođe, trebaju imati povoljne mineraloško-petrografske karakteristike, kao i odgovarajući hemijski sastav.

Geološki faktori koji utiču na ocjenu vrijednosti nekog ležišta tehničko-građevinskog kamena su: veličina ležišta, vrsta mineralne sirovine, kvalitet mineralne sirovine, mogućnost eksploatacije, geomorfološke karakteristike terena, stepen geološke istraženosti ležišta i blizina tržišta.

Sve stijene nisu pogodne za korištenje kao tehničko-građevinski kamen. Razlikuju se stijene magmatskog porijekla, koje često zovu ne baš preciznim nazivom „eruptivci“ i stijene karbonatnog porijekla, krečnjake i dolomite.

Stijene magmatskog porijekla se zbog svojih povoljnih fizičko-mehaničkih osobina i visoke otpornosti na djelovanje vanjskih faktora uglavnom upotrebljavaju za dobivanje agregata koji se koriste za spravljanje asfalt-betona za habajuće slojeve puteva. Od magmatskih stijena u našim krajevima se pretežno koriste bazične stijene (dijabazi, spiliti, doleriti), nešto rjeđe neutralne magmatske stijene (andeziti i daciti).

Stijene karbonatnog porijekla se koriste u najvećem postotku prilikom izrade kolovoznih konstrukcija. Od njih se gradi donji stroj puteva (tampon uključujući posteljicu), te najveći dio gornjeg stroja puteva, u što spadaju mehanički zbijeni nosivi sloj, sloj bitumenom ili cementom vezanog stabilizirajućeg agregata, kao i dijelovi asfaltnog kolovoza (asfaltni nosivi i asfaltni vezivni sloj). Naravno, stijenski agregati koji se koriste za ove namjene moraju zadovoljavati sve propisane standarde.

Na području Tuzlanskog kantona trenutno jedini kamenolom tehničko-građevinskog kamena magmatskog porijekla je kamenolom dijabaza Ribnica.

Obzirom na bilansne rezerve kamena na ovom kamenolomu, mogao bi zadovoljiti većinu potreba za agregatom za habajući sloj buduće autoceste.

U tabeli 9. se daje pregled bilansnih rezervi (A+B+C1 kategorija) na postojećim kamenolomima koji bi mogli snabdijevati trase budućih autoputeva Tuzla-Brčko i Žepče-Tuzla kamenim agregatima [1]:

Tabela 9. Pregled bilansnih rezervi tehničko-građevinskog kamena TK po kamenolomima

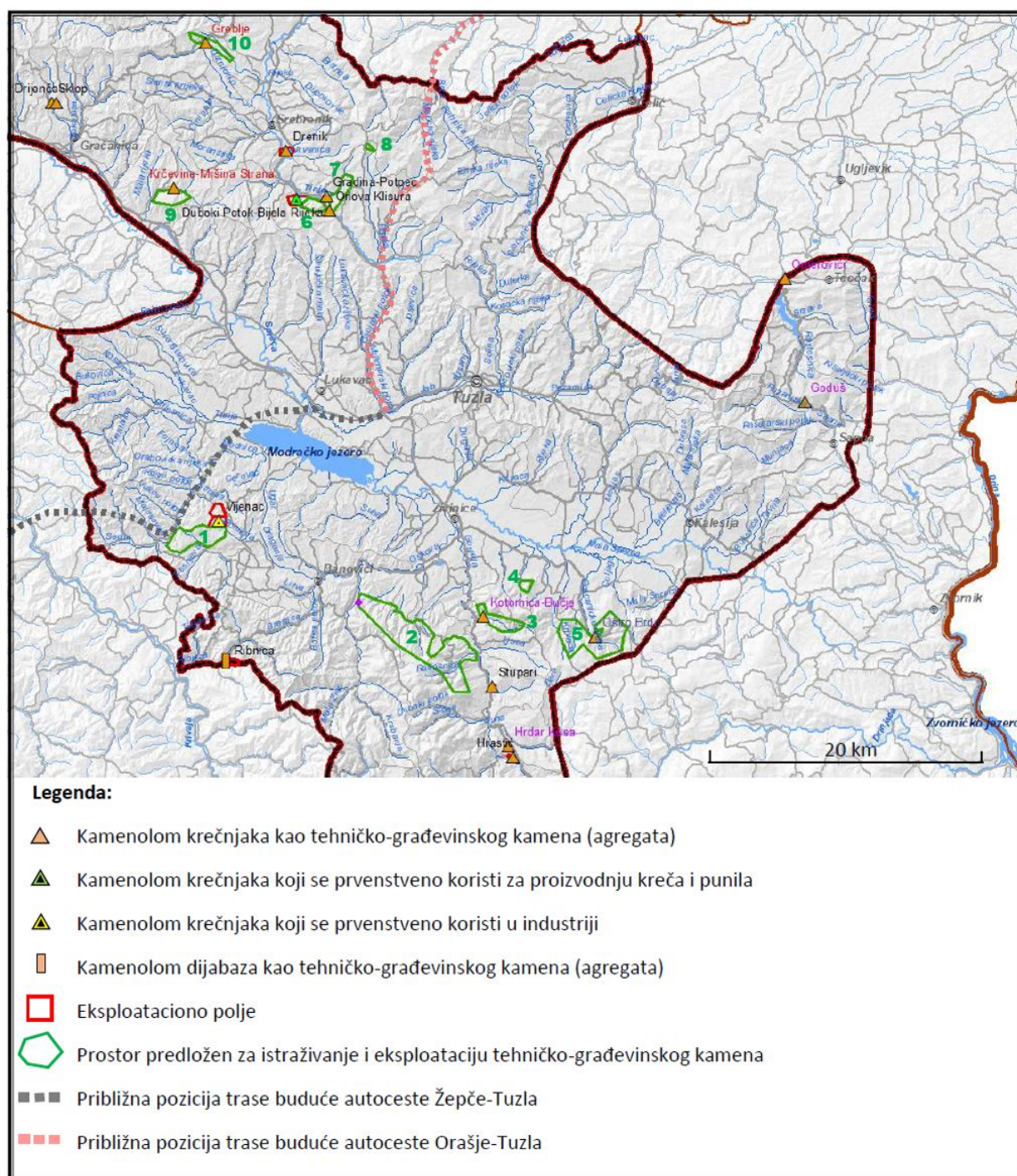
Kamenolomi sa stijenama magmatskog porijekla - dijabazi (za habajući sloj asfalta)			
Red. br.	Kamenolom	Općina	Bilansne rezerve (A+B+C1 kat.) (m ³)
1.	Ribnica	Banovići	14 632 000
Ukupno			14 632 000
Kamenolomi sa stijenama sedimentnog porijekla i karbonatnog sastava - krečnjaci			
1.	Vijenac ¹	Lukavac	20 297 000
2.	Stupari	Kladanj	707 000
3.	Oštro Brdo	Kladanj	4 632 000
4.	Duboki Potok-Bijela Rijeka ²	Srebrenik	14 163 000
5.	Drenik	Srebrenik	3 842 000
6.	Orlova Klisura	Srebrenik	3 227 000
7.	Gradina-Potpeć	Srebrenik	1 650 000
Ukupno			48 518 000

¹ - daleko najveći dio rezervi iz kamenoloma Vijenac namijenjen je industrijskoj upotrebi u tvornicama cementa i sode

² – značajan dio proizvodnje sa Kamenoloma krečnjaka Duboki Potok-Bijela Rijeka se u vlastitim fabrikama koristi za proizvodnju kreča i betonskih blokova

Valja naglasiti da se većina sadašnjih proizvodnih kapaciteta u ovim kamenolomima koristi za zadovoljenje trenutnih potreba privrede i stanovništva Tuzlanskog kantona i okolice, što znači da bi za zadovoljenje potražnje za novim količinama u obimu neophodnom za nesmetanu izgradnju planiranih autocesta, bilo neophodno značajno proširenje proizvodnih kapaciteta u sadašnjim kamenolomima, kao i otvaranje novih kamenoloma tehničko-građevinskog kamena.

Od svih prostora sa stijenskim masama pogodnih za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena na području Tuzlanskog kantona, prvenstveno predviđenih za dobivanje kamenih agregata za potrebe izgradnje budućih autocesta, izdvojili smo sljedeće:



Slika 10. Karta sa prikazom kamenoloma i potencijalnih prostora za istraživanje i eksploataciju tehničko-građevinskog kamena na području Tuzlanskog kantona

Prostor br. 1 (Vijenac-Jaruške Gornje-Oštrić)

Mase krečnjaka koji zadovoljavaju kriterije za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena, a koje su najbliže planiranoj trasi buduće autoceste Žepče-Tuzla nalaze se na teritoriji općine Banovići, istočno od mjesta Seona, a južno i jugoistočno od sela Jaruške.

To je geološka formacija sačinjena od masivnih sprudnih krečnjaka jursko-kredne starosti.

Ove stijene su veoma pogodne za upotrebu kao tehničko-građevinski kamen, što je i dokazano time što je u njima još 1957. godine otvoren jedan od najvećih kamenoloma krečnjaka, ne samo

na području Tuzlanskog kantona, već i cijele Bosne i Hercegovine. To je kamenolom Vijenac, na kome se još uvijek obavlja eksploatacija. Ovaj kamenolom je smješten na sjeveroistočnom obodu ove krečnjačke mase.

Planirana trasa autoceste Žepče-Tuzla prolazi neposredno uz granicu ovih stijenskih masa, pa možemo reći da je ovo jedan od najpovoljnijih terena za pronalaženje ležišta kvalitetnog tehničko-građevinskog kamena za potrebe izgradnje ove putne komunikacije. Ova stijenska masa je od Šićkog Broda udaljena 25 do 28 kilometara, tako da bi se kamene frakcije sa nekog budućeg kamenoloma koji bi ovdje bio otvoren mogle koristiti i u izgradnji trase na poddionici Šićki Brod-Čanići autoceste Tuzla-Orašje. Sve navedeno govori u prilog da je ovo veoma perspektivno područje za pristupanje geološkim istraživanjima na odabiru pogodne lokacije za otvaranje kamenoloma krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena (Slika 10.) [1].

Prostor br. 2 (Ravni Bor-Djedinska planina)

Drugi interesantan prostor u Tuzlanskom kantonu za geološko istraživanje s ciljem pronalaska pogodnih lokacija za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena u karbonatnim stijenskim masama se nalazi na sjevernim i sjeveroistočnim padinama Djedinske planine (Slika 10.). Od rijeke Oskove na zapadu, preko cijele Djedinske planine, sve do rijeke Gostilje na istoku, pruža se pojas masivnih i bankovitih krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa [6]. Ovaj teren se nalazi većim dijelom u općini Živinice, a samo krajnjim jugoistočnim dijelom u općini Kladanj. Zbog složene tektonske građe na Osnovnoj geološkoj karti ove tvorevine nisu raščlanjivane, iako se na pojedinim lokalitetima mogu raščlaniti na osnovu nađene mikro i makro faune, kao i litoloških osobina, te stratigrafskog položaja. Najniži horizonti su zastupljeni sivim i svijetlosivim krečnjacima sa sočivima rumenkastih krečnjaka u gornjem dijelu. U ovim krečnjacima je mjestimično nađena hanbuloška fauna, što dokazuje njihovu anizičku starost. Preko ovih krečnjaka na nekim mjestima leže slojeviti krečnjaci, rjeđe dolomiti. Ponegdje se javljaju i laporoviti krečnjaci sa nodulama rožnjaka i faunom daonela i halobija. To ukazuje na ladinčku starost ovih naslaga. Ova serija nema kontinuirano horizontalno prostiranje i bočno prelazi u sprudne krečnjake, koji navise idu u gornji trijas. Sedimenti gornjeg trijasa predstavljeni su krečnjacima sličnim anizijskim, rjeđe i dolomitima. Starost im je dokazana pronalaskom gornjotrijaske mikrofaune, što je dokazano paleontološkim analizama.

Za geološka istraživanja s ciljem pronalaska lokacija za kamenolome sa kojih bi se kamene frakcije mogle koristiti u izgradnji planiranih autocesta, interesantan je sjeverni i sjeveroistočni dio ovih karbonatnih masa. Razlog tome je prvenstveno zbog prihvatljive udaljenosti ovih terena od trasa autocesta. Ova zona obuhvata lokalitet Ravni bor na sjeverozapadu, te se dalje preko Gravić kose i Borovca proteže do Ruja, Igrišta i sela Lupoglavo na krajnjem jugoistoku. Cijela ova zona je od Šićkog Broda udaljena 25-30 kilometara, što predstavlja podnošljivu udaljenost sa aspekta troškova transporta. Na lokalitetu Ravni bor su već izvršena geološka istraživanja i dokazane su rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena veće od 3 miliona kubnih metara čvrste mase, ali zbog određenih administrativnih poteškoća kamenolom još nije dobio sve potrebne dozvole za rad.

Prostor br. 3 (Kotornica-Jasik)

Treći interesantan prostor nalazi se istočno od rijeke Gostilje u predjelu Kotornica-Jasik u općini Živinice (Slika 10.). To je dio karbonatnih, pretežno krečnjačkih stijenskih masa koje predstavljaju

nastavak onih sa prostora Djedinske planine. Na lokalitetu Kotornica-Bučje je već postojao kamenolom krečnjaka koji je prije nekoliko godina zatvoren.

Na istom lokalitetu je u proceduri ponovo otvaranje kamenoloma krečnjaka.

Prostor koji je interesantan obuhvata brdo Jasik, kao i obje obale potoka Kotornica, na kome bi vrijedilo pokrenuti geološka istraživanja s ciljem pronalaska još lokacija sa kvalitetnim kamenom pogodnih za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena. Osim kvalitetnih krečnjačkih masa, ovaj prostor je interesantan i zbog blizine magistralne ceste Sarajevo-Tuzla, koja uveliko olakšava mogućnost transporta kamenih agregata do tržišta. Ovaj prostor je od trase buduće autoceste kod Šićkog Broda udaljen oko 25 kilometara, što je, obzirom na dobru komunikacijsku povezanost zadovoljavajuća udaljenost.

Prostor br. 4 (Berbenjak)

Masa nerasčlanjenih krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa koja se nalazi oko 5 do 6 kilometara sjeveroistočno od prostora Jasik-Kotornica u predjelu brda Berbenjak između Donje i Gornje Lukavice (Slika 10.), na južnom obodu Sprečkog polja je takođe interesantna u pogledu mogućnosti pronalaska pogodnog lokaliteta za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena. Ova krečnjačka masa takođe pripada pojasu karbonatnih naslaga koji se može pratiti od rijeke Oskove na zapadu, preko Djedinske planine Stupara i Kotornice do sela Gračanica na južnom obodu Sprečkog polja. Nalazi se na teritoriji općine Živinice.

Ovaj prostor je od Šićkog Broda, kao najbliže tačke na trasi buduće autoceste, udaljen oko 26 kilometara.

Prostor br. 5 (Obli vrh-Veliko brdo)

Sljedeća u nizu karbonatnih masa srednjotrijaske do gornjotrijaske starosti idući od zapada ka istoku je u predjelu koji obuhvata lokalitete Obli vrh i Veliko brdo na granici općina Živinice i Kladanj (Slika 10.). U okviru ove stijenske mase je već otvoren jedan kamenolom tehničko-građevinskog kamena koji radi dugi niz godina. To je kamenolom Oštro Brdo. U krečnjačkim masama okviru predloženog prostora, bi se detaljnim geološkim istraživanjima nesumljivo moglo pronaći još pogodnih lokaliteta za otvaranje kamenoloma koji bi kvalitetom i kvantitetom zadovoljavali neophodne standarde.

Ovaj prostor je od najbliže tačke na budućem autoputu, a to je Šićki Brod, udaljen oko 30 kilometara, što je otprilike krajnja granica isplativosti sa stanovišta transportnih troškova.

Prostor br. 6 (Drenovac-Orlova klisura)

Krečnjački masiv paleocensko-eocenske starosti u rejonu Drenovac-Orlova klisura nalazi se na lijevoj obali rijeke Tinje u općini Srebrenik (Slika 10.). Ovi litotamnijski krečnjaci javljaju se u formi sočiva dužine preko 3 km, i širine 700-800 m. U nižim dijelovima preovladavaju krečnjaci svijetlosive boje sa foraminiferama. U višim nivoima su bankoviti i masivni krečnjaci sa krupnim numulitima. Masivni krečnjak je stijena monomineralnog sastava, organskog porijekla nastao iz zoogenih i fito taloga sa visokim sadržajem CaCO_3 . U podini krečnjaka na širem području ležišta nalaze se slojeviti laporci sive boje.

U sjeverozapadnom dijelu ove krečnjačke mase već postoji stari aktivni kamenolom Duboki Potok-Bijela Rijeka. U krajnjem jugoistočnom dijelu ovoga prostora u proceduri je ishodovanje neophodnih dozvola za otvaranje još jednog kamenoloma. Zbog provjerenog kvaliteta ovih

krečnjaka, kao i zbog blizine trase budućeg autoputa Tuzla-Orašje (8 do 10 kilometara), ovo je veoma atraktivan prostor za otvaranje kamenoloma tehničko-građevinskog kamena.

Prostor br. 7 (Kameničak-Kovačevo brdo)

Sjeveroistočno od kamenoloma Orlova Klisura i Gradina-Potpeć u predjelu Kameničak-Kovačevo brdo se nastavlja prostor sa masivnim paleocensko-eocenskim krečnjacima (Slika 10.). Ovaj prostor, izuzimajući naseljena mjesta, je pogodan za proširenje dva pomenuta kamenoloma, kao i za otvaranje eventualno novih kamenoloma. Dobre putne komunikacije, kao i blizina trase autoceste Tuzla-Orašje daju značaj ovom prostoru glede mogućnosti izvođenja geoloških istraživanja s ciljem pronalaska povoljnih lokaliteta za otvaranje kamenoloma. Trasa buduće autoceste je udaljena oko 7 do 8 kilometara od ovog prostora.

Prostor br. 8 (Grabovik-Zaketuša)

Na prostoru Grabovik-Zaketuša (Slika 10.) nalaze se krečnjačke stijenske mase, takođe paleocensko-eocenske starosti [2]. Nalazi se na teritoriji općine Srebrenik. Povoljan položaj ovog prostora se ogleda u tome što je najbliži od postojećih kamenoloma, kao i od svih do sada predloženih stijenskih masa poddionici Čanići-Maoča autoceste Tuzla-Orašje. Takav položaj kamenoloma koji bi bio otvoren u na ovom prostoru bi omogućavao najniže transportne troškove kamenih agregata za dio autoceste koji vodi dalje prema Maoči i Brčkom.

Prostor br. 9 (Hotilj-Krčevine)

Prostor Hotilj-Krčevine se nalazi na teritoriji općine Gračanica, u rejonu Orahovice Donje. Zahvata veći dio brda Hotilj, kao i prostor Krčevina sjeveroistočno od njega (Slika 10.). Krečnjaci sa rudistima i globotruncanama [10] koji grade ovaj teren bi mogli biti pogodni za korištenje kao tehničko-građevinski kamen. Već je jedan kamenolom u okviru ovog prostora na lokalitetu Krčevine-Mršina strana bio u fazi otvaranja, ali je postupak ishodovanja dozvola u međuvremenu obustavljen.

Prije konačne odluke da se u ovim krečnjacima otvori kamenolom, bilo bi neophodno izvršiti detaljnu geološku prospekciju terena, radi utvrđivanja najperspektivnijih lokacija za geološka istraživanja radi otvaranja kamenoloma. Ovaj teren je udaljen od trase poddionice Šićki Brod-Čanići autoputa Tuzla-Orašje između 22 i 30 kilometara. Od trase Žepče-Tuzla, na najbližem dijelu u Lukavcu je udaljen 22 kilometra.

Prostor br. 10 (Krešnice-Ćerimovo)

Između Doborovaca i Srnica Gornjih, u općini Gračanica se nalazi pojas masivnih sprudnih krečnjaka koji se proteže sa zapada ka istoku. U rejonu brda Vranjevac ovaj pojas skreće ka jugoistoku u smjeru lokaliteta Krešnice i Ćerimovo (Slika 10.). Dužina zone sa masivnim krečnjacima je oko 3 kilometra, dok joj širina varira od 200 do 800 metara. Na tom prostoru se nalazi kamenolom Greblje. Privredno društvo koje je otvorilo kamenolom je dobilo pravo na istraživanje, ali nije ishodovalo sve dozvole neophodne za početak legalne eksploatacije. Ove krečnjake bi trebalo detaljnije geološki istražiti, jer postoji realna mogućnost da kvalitetom i količinama kamena mogu zadovoljiti zahtjevima za upotrebu u izgradnji autocesta.

Ovaj prostor je posebno interesantan zato što nije previše udaljen od trase autoceste Tuzla-Orašje koja vodi kroz teritoriju Brčko distrikta. Od Maoče je udaljen oko 28, a od Brke oko 30 kilometara.

5. ZAKLJUČAK

Ukoliko Tuzlanski kanton želi iskoristiti svoju sirovinску bazu, koju nesumnjivo posjeduje, i na taj način smanjiti troškove izgradnje autoceste, koja je toliko neophodna ovom kantonu, potrebno je uvesti izmjene i dopune prostornog plana, u kome bi bile jasno određene dodatne površine namijenjene za istraživanje i eksploataciju tehničko-građevinskog kamena (građevinskih agregata). Treba iskoristiti sve veću potražnju za građevinskim agregatima kao prirodnim materijalima i omogućiti privrednicima koji se bave eksploatacijom ovih mineralnih sirovina da iskoriste barem dio potencijala koje imamo u ovoj oblasti. Potražnja za ovim materijalima će se znatno povećati u idućim godinama kada se predviđa značajno povećanje izgradnje putne infrastrukture, pogotovo autoputeva i brzih cesta na području Tuzlanskog kantona. Valja napomenuti da ovaj kanton raspolaže značajnim resursima ovog traženog materijala koji nisu iskorišteni u dovoljnoj mjeri. Neophodno je privući potencijalne koncesionare i na odgovarajući način ih stimulirati, ili im barem omogućiti da dobiju potrebne dozvole u zakonskim rokovima. Sve ove aktivnosti zahtijevaju zajednički rad nadležnih općinskih, kantonalnih, a po potrebi i federalnih institucija. Naravno, treba insistirati na tome da koncesionari moraju poštovati sve propisane ekološke norme i standarde.

Da bi se dobila konkurentna privredna grana koja podrazumijeva održivi rast u eksploataciji i preradi građevinskih agregata, potrebno je posebnu pažnju posvetiti geološkim istraživanjima, kako do sada poznatih nalazišta, tako i područja koja obećavaju pronalazak ovih korisnih minerala sirovine. Pogodnost za eksploataciju bilo koje mineralne sirovine, uključujući i građevinske agregate, definisana je prije svega postojanjem ležišta sa rezervama za dugoročnu eksploataciju, blizinom tržištu, kao i mogućnošću rentabilne proizvodnje.

Autori ovog rada su na osnovu dosadašnjih iskustava, ali i vlastitog znanja, na području Tuzlanskog kantona predložili nekoliko perspektivnih geoloških formacija sa krečnjačkim masama koje bi mogle biti pogodne za pronalaženje ekonomski isplativih ležišta tehničko-građevinskog kamena, a koje se nalaze u relativnoj blizini trasa budućih autoputeva na području Tuzlanskog kantona.

6. LITERATURA

- [1] Brkić, E., Hajdarević, I., Bajrović, M.: *Katastar ležišta i pojava nemetaličnih mineralnih sirovina FBiH*. Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.
- [2] Buzaljko, R., Vujnović, L., Olujić, J., Marković, S.: *Osnovna geološka karta i Tumač za OGK list Brčko, M 1:100 000*. Geoinžinjeri – Institut za geologiju, Sarajevo, Geološki zavod, Zagreb, 1985.
- [3] Čičić, S., Mojičević, M., Jovanović, Č., Tokić, S., Dimitrov, P.: *Osnovna geološka karta i Tumač za OGK list Tuzla, M 1:100 000*. Geoinžinjeri – Institut za geologiju, Sarajevo, 1988.
- [4] Grimmer, J.: *Kohlenvorkomen von Bosniens und Herzeg*. Wien, 1901.
- [5] Hauer, F.: *Über erze und Mineralien ans Bosnien*. Jahrbuch, 1884.
- [6] Hrvatović, H.: *Geological guide-book through Bosnia and Herzegovina*. Geological Survey, Sarajevo, 1999.
- [7] Jovanović, Č., Jovanović, O.: *Miocen Šibošničko-loparskog područja*. Geološki glasnik br. 11, Sarajevo, 1966.

- [8] JP Autoceste FBiH d.o.o. Mostar: *Izvještaj o realizaciji projekta: Izgradnja brzih cesta i autocesta izvan Koridora Vc u Federaciji BiH zaključno sa 30.09.2023. godine*. Sarajevo, Oktobar 2023.
- [9] Kurtović, A.: *Kamen u graditeljstvu*. Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2014. god.
- [10] Laušević, M., Jovanović, Č.: *Osnovna geološka karta i Tumač za OGK list Doboj, M 1:100 000*. Geoinžinjeri – Institut za geologiju, Sarajevo, 1983.
- [11] Luković, M.: *Geološki sastav i petrolejske pojave planine Majevice*. Rudarski i topioničarski vesnik, beograd, 1929. god.
- [12] Miatto A, Schandl H, Fishman T, Tanikawa H (2017) *Global patterns and trends for non-metallic minerals used for construction*. J Ind Ecol 21(4): 924–937
- [13] Mojsisovics, E., Tietze, E., Bittner, A.: *Grundlinien der geologie von Bosnien und Herzegovina*. Jahrbuch der Geologie R. A. Wien, 1880.
- [14] Přikryl, R.: *Geomaterials as construction aggregates: a state-of-the-art*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* (2021) 80:8831–8845. <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02488-9>.
- [15] Soklić, I.: *Postanak i struktura tuzlanskog basena*. Geološki glasnik br. 10, Sarajevo, 1964.
- [16] Stevanović, P., Eremija, M.: *Miocen Donje Tuzle*. 1960.
- [17] Strajin, V., Mojičević, M., Pamić, J., Sunarić-Pamić, O., Olujić, J., Veljković, D., Đorđević D., Kubat, I.: *Osnovna geološka karta i Tumač za OGK list Vlasenica, M 1:100 000*. Institut za geološka istraživanja, Sarajevo, 1978.
- [18] Sunarić-Pamić, O., Pamić, J., kapelar, I., Olujić, J., Zec, F.: *Osnovna geološka karta i Tumač za OGK list Zavidovići, M 1:100 000*. Institut za geološka istraživanja, Sarajevo, 1966.