



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**XIV TO СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '23**

Охрид  
06 – 08. 10. 2023 год.

## **ВЛИЈАНИЕТО НА ЕКСПЛОАТАЦИЈАТА НА АРХИТЕКТОНСКО ГРАДЕЖНИОТ КАМЕН ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

**Радмила Каранакова Стефановска<sup>1</sup>, Зоран Панов<sup>1</sup>, Ристо Поповски<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”,  
Штип, Северна Македонија

**Апстракт:** Во овој труд е презентирano влијанието од експлоатацијата на архитектонско-градежниот камен врз животната средина. Експлоатацијата и употребата на каменот како природна сировина е една од најдолготрајните економски активности на човекот. Факт е дека оваа вековна човечка активност придонела за културниот и индустрискиот напредок на човештвото, но факт е и дека е една од активностите што има погубно влијание врз почвата, релјефот, флората и фауната и индиректно ја менува оригиналната и препознатлива слика на природата.

**Клучни зборови:** површински копови, камен, експлоатација, влијание, животна средина

## **THE IMPACT OF THE EXPLOATATION OF ARCHITECTURAL BUILDING STONE ON THE ENVIROMENT**

**Radmila Karanakova Stefanovska<sup>1</sup>, Zoran Panov<sup>1</sup>, Risto Popovski<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Faculty of Natural and Technical Sciences, University “Goce Delcev”,  
Stip, North Macedonia

**Abstract:** In this paper is presented the impact of the exploitation of architectural building stone on the environment. The exploitation and use of stone as a natural raw material is one of the most long lasting economic activities of man. It is a fact that this centuries old human activity has contributed to the cultural and industrial progress of mankind, but it is also a fact that it is one of the activities that has a devastating impact on the soil, relief, flora and fauna and indirectly changes the original and recognizable image of nature.

**Key Words:** open pit mines, stone, exploitation, impact, environment

### **1. ВОВЕД**

Архитектонскиот камен, се користи во градежната индустрија, како блокови, потоа во панели за внатрешни и надворешни хоризонтални и вертикални облоги, т.е. како украсно-заштитен и украсно-функционален елемент на згради од сите намени, потоа за архитектура на споменици, архитектура и скулптура на надгробни споменици, како и за различни производи од занаетчиски активности.

Генерално, експлоатацијата на архитектонскиот камен е еколошки чисто во споредба со, на пример, експлоатацијата на тешки метали, сулфидни руди или со големите површински рудници за јаглен. Почиста е и од експлоатацијата на технички камен, бидејќи при експлоатација на архитектонски камен, извлечениот производ е камен блок, а не кршен камен, така што технологијата на добивање архитектонски камен е и поеколошка

При експлоатација на архитектонски камен, нема масовно минирање во иста мера како кај техничкиот камен, и нема штетни ефекти од оваа работна операција. Нема капацитети за дробење, сеење и мелење, ниту пак загадувањето кое се јавува при овие операции. Поради пукањето и распаѓањето на материјалот, како и обликот на подовите, полесно е да се рестарвираат површините од технички камен. Закосените (пукнати со минирање) рамнините за време на експлоатацијата на техничкиот камен овозможуваат поедноставно зазеленување со сите средства за биолошка реставрација, отколку случајот со вертикалните пилени површини во каменоломите за архитектонски камен. Сепак, архитектонските каменоломи со нивните здрави хоризонтални и вертикални подни рамнини овозможуваат подобра преобразба на новосоздадените простори.

Обликот и изгледот на овие каменоломи, во кои се издвојуваат геометриски правилни локални форми и генерално погодни пошироки погледи, им даваат на архитектите големи можности да ги создадат и вклопат овие простори во околните природни содржини, односно создаваат дополнително визуелно и естетско збогатување на животната средина.

Недостаток на наоѓалиштата на архитектонски камен (во споредба со наоѓалиштата за техничкиот камен), во однос на зафатениот простор, е тоа што содржат големи количества камен отпад - јаловина, кој се одлага во јаловиштето, а јаловината зафаќа простори кои, ценејќи според нивниот изглед, отстапуваат од околината, а се акумулираат главно во области со нагласена пејзажна и туристичка вредност, каде што се наоѓаат најголемиот број наши наоѓалишта.

Со користењето на каменот како тенка камена облога на првенствено бетонски конструкции, тој добива декоративно-функционална, односно декоративно-заштитна улога. Архитектонскиот камен се користи за изработка на плочи со различни површински завршетоци (отсечени, жлебови, шари, рустикални површини, итн) за надворешни ѕидни и подни облоги (квадрати, слободни тераси околу куќи, покривни тераси, балкони, мансарди, скали и сл.), за внатрешно вертикално и хоризонтално обложување и за покривање покриви. Камените рамки за прозорци и врати се исто така направени од архитектонски камен. За сите намени, без разлика дали се работи за покривање на ентериери или екстериери, вертикални или хоризонтални површини, скали, уредување или изградба на споменици, архитектонскиот камен првенствено служи за подобрување и зачувување на животната средина.

## **2. ВЛИЈАНИЕТО НА АРХИТЕКТОНСКО-ГРАДЕЖНИОТ КАМЕН ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

Експлоатацијата и употребата на каменот како природна суровина е една од најдолготрајните економски активности на човекот. Факт е дека оваа вековна човечка активност придонела за културниот и индустрискиот напредок на човештвото, но факт е и дека е една од активностите што има погубно влијание

врз почвата, релјефот, флората и фауната и индиректно ја менува оригиналната и препознатлива слика на природата.



**Слика 1.** Каменолом Бела Пола

Имено, нарушени се првобитните стабилни екосистеми, а на нивно место се создаваат празни јами, стрмни голи падини, помали или поголеми ридови настанати од јаловина и слично. По завршувањето на експлоатацијата, почвата во каменоломот обично се менува или многу се исцрпува. Сепак, без разлика колку е сиромашна почвата во каменоломот, каменоломот ќе позелени преку природна сукцесија. Сепак, овој процес на спонтано позеленување може да биде многу бавен, така што областа на каменолом останува гола со децении, особено во карстната област. Затоа човекот е должен да го забрза природниот тек на мелиорацијата со технички и биолошки процедури за да ја обнови животната средина на каменоломот во смисла на воспоставување на нејзиниот биолошки потенцијал колку што е реално можно.

## **2.1. Карактеристични загадувања врз животната средина**

Експлоатацијата на архитектонски и градежен камен е еколошки чисто во споредба со, на пример, експлоатација на тешки метали, сулфидни руди или експлоатацијата на големи површински рудници за јаглен. Почиста е и од експлоатацијата на технички камен, бидејќи при експлоатација на архитектонски камен, извлечениот производ е камен блок, а не кршен камен, така што технологијата на добивање архитектонски камен е и поеколошка. При експлоатација на архитектонски камен, нема масовно минирање во иста смисла како кај техничкиот камен, и нема штетни ефекти од оваа работна операција. Нема капацитети за дробење, сеење и мелење, а нема ниту загадување кое е доста големо при овие активности.

Масовното минирање кај техничките каменоломи за камен може, покрај бучавата, да ја загрози и животната средина поради сеизмичко дејство, удар од воздух и расејување на минираната маса. Кај архитектонските каменоломи за камен се применуваат методи за добивање блокови без употреба на експлозиви, односно експлозиви се користат само при отстранување на јаловината (покривката) во мал број каменоломи каде што покривот е исклучително густ. Во случај на употреба на експлозиви, покривот се отстранува со методот на претходно сечење или отсекување по должината на границата на покривот и експлоатациониот слој. Претходното одвојување со хоризонтално пилање или отсекување на покривот од експлоатациониот слој го спречува пренесувањето на штетните ефекти на експлозивите на здравата блок маса. Мали количества експлозиви кои се користат во такви операции не можат да предизвикаат

негативни ефекти од минирањето кои реално се присутни во техничките каменоломи за камен.

### ➤ **Прашина**

Во техничките каменоломи за камен, прашината се создава и се меша при дупчење минирање, туркање, товарење, транспорт и обработка. На интензитетот на прашина најмногу влијаат карактеристиките на машината за дупчење и фабриката за рафинирање, потоа натоварувачите и камионите и нивниот стил на возење. Ефективни мерки за намалување на прашината се опремување на дупчалката со циклонски колектор за прашина, инсталирање уред за отстранување на прав во фабриката за рафинирање (дробење) и мотрење на површините за товарење и транспорт.

При експлоатација на архитектонски камен, блоковите обично се одвојуваат од карпестиот масив со пила. Пилувањето се врши со дијамантски жични пили и секачи на ланци, за чие работење е потребно големо количество вода. Водата служи за ладење на елементите за сечење и за отстранување на производите за уништување. Дополнително, струјата на водата ги навлажнува честичките создадени од уништувањето на каменот, што спречува прашење на околината. Прашина се создава само кога почвата е сува. За време на работата, технолошката вода ја навлажнува и почвата околу машините за да нема прашина во непосредното работно место. Прашината се наоѓа на земја, на други површини каде што претходно се вршело пилење, односно каде што земјата е сува.

Генерално, прашината на каменоломите при експлоатација на архитектонски камен е далеку помала од прашината при експлоатација на технички камен. Но, и во двата случаи станува збор за загадување со камена прашина, која не е ниту механички ниту хемиски агресивна, како за околината во поширока смисла, така и за луѓето. Камената прашина не е хемиски загадувач дури и кога е изложена на атмосферата. Варовничкиот остаток на почвата ќе се приклучи на примарната почва, па дури и ќе ги подобри нејзините својства, но никако не може да наштети. При транспорт на најмалите фракции поради ефектот на ветерот (и оној предизвикан од брзината на движење на возилото) во однос на количината на рефусниот товар и прашина, може да биде доста сериозно загадување. При транспорт на архитектонски камен не може да има загадување со распуштен камен на транспортните правци, бидејќи камионите превезуваат големи камени блокови. Во случај на технолошки несреќи (судири, лизгање, превртување), повторно поради видот на материјалот (блок што паѓа од камион), „загадувањето“ може брзо да се отстрани.

### ➤ **Бучава и вибрации**

Бучавата и вибрациите се индиректни загадувачи, последица на работата на машините и работата и движењето на товарните и транспортните возила. Интензитетот и карактеристиките на бучавата и вибрациите се под влијание на многу фактори на многу начини. Главните извори на бучава се погонските мотори, контактот со земјата на товарните и транспортните возила и вителот на воздухот како резултат на нивното движење. Електричните мотори се многу мали извори на бучава и вибрации, а исто така се фиксно поставени, што значи дека се доволно добро изолирани за да не претставуваат еколошки проблем. Како по правило, дизел моторите се многу интензивни извори на бучава. Во случај на мобилни товарни и транспортни возила, тешко е да се изолираат

звучно. Контактот на товарното транспортно средство и површината значи дека тркалата се тркалаат по „патот“, што предизвикува бучава. Единицата и вкупната маса на агенсот и брзината влијаат на неговиот интензитет. Вртењето на воздухот како резултат на движењето се случува, само со овие средства што навистина се движат во однос на воздухот (натоварувачи, камиони итн.). Интензитетот на бучавата од овој извор пред се зависи од брзината, а потоа и од големината и обликот на возилото. Тие се движат премногу бавно за воопшто да се забележи овој ефект, или се движат дури и побавно од брзината со која бучавата би претставувала позабележителен товар. Обликот и големината немаат никакво влијание во однос на кажаното.

Според интензитетот на бучавата, загадувачите на техничките камени наоѓалишта може да се класифицираат на следниов начин: најголема бучава се создава при минирање, потоа при работа на хидрауличниот чекан, нешто помалку дупчење (компресор и дупчалка), потоа фабрика за дробење, булдожер, натоварувачи и камиони. Редоследот е според штетноста на бучавата обично обратен. Најмали загадувачи се минирањето (висока бучава, но исклучително краткотрајно и ретко), хидраулични чекани и дупчење (поголема бучава, но поретка појава) и најголемата фабрика за дробење, натоварувачи и камиони (помал шум, континуирано работење).

На наоѓалиштата на архитектонски камен, ситуацијата е генерално поповолна, бидејќи обично нема минирање или дробење, но во принцип е слична. Најгласниот шум се создава за време на работата на ударните дупчалки, а најмалиот при работа на машините со електричен погон (дијамантска жичана пила, каменорезна машина, хидраулична вежба). Според времетраењето на загадувањето со бучава, редоследот е и обратен. Со оглед на видот на опремата што се користи во техничките и архитектонските каменоломи за камен, генерално може да се претпостави дека бучавата е помала во каменоломите за архитектонски камен, што секако зависи од големината на каменоломот или од бројот на поединечни видови опрема.

#### ➤ **Опасни компоненти на издувните гасови**

Издувните гасови на дизел моторите се состојат од производи од целосно согорување, вишок воздух и други придружни компоненти - производи од нецелосно согорување, оксидација на адитиви и адитиви за гориво и азотни оксиди. Штетните својства на издувните гасови се одредуваат според содржината на овие други придружни компоненти (микро нечистотиите). Штетноста на микронечистотиите (штетните компоненти) се манифестира со непријатен мирис и токсични својства.

Главните компоненти на штетното влијание врз човечкото тело се јаглерод моноксид и азотни оксиди, а во зависност од видот на горивото, и сулфурните оксиди. Познато е штетното влијание врз покривката на растенијата на издвоените издувни гасови, односно сулфурна киселина, односно сулфурна киселина ослободена од нив во атмосферата. Заштитата на атмосферскиот воздух од загадување со штетни компоненти на издувните гасови се врши со намалување на количината на штетни компоненти во издувните гасови и со одредување на потребната количина на воздух за разредување на штетните компоненти, односно со отстранување на загадениот воздух од работната средина, што е можно побрзо.

Намалувањето на количината на штетни компоненти на издувните гасови во атмосферскиот воздух е постигнато на работните машини во каменоломите со

дизајнот и процесот на работа на моторот, кои директно влијаат на процесот на создавање штетни компоненти во цилиндерот на моторот, како и со чистење (филтрирање) на издувните гасови од штетните компоненти пред да се испуштат во воздухот. Бидејќи машините во каменоломите работат на отворени простори, нема опасност од акумулација на штетни компоненти на издувните гасови. Товарот на дизел моторот има значително влијание врз извлекувањето на штетните компоненти. Самоодните дизел мотори обично работат под услови на променливо оптоварување. Типичен пример се натоварувачите каде што работната операција на товарење и пренос на материјали бара додавање (потрошувачка) на гориво до максимални големини. Резултатот е зголемување на јаглерод моноксид, саѓи и други штетни производи од нецелосно согорување на горивото.

Заштитата од ваквите пореметувања, вклучува правилна употреба или одржување на моторот на машината во која ќе има најмалку исфрлање на штетните компоненти на издувните гасови.

Фреквенцијата на контрола треба да се приспособи на локалните атмосферски услови (микроклиматски услови) и технолошките услови на каменоломот, а речиси и да нема разлика помеѓу наоѓалишта на технички и архитектонски камен. Разликата е во тоа што бројот на дизел опрема во архитектонските каменоломи е генерално помал, така што целиот овој механизам на загадување е помал по обем, бидејќи количината на овие штетни фактори е помала, а областа на дејствување е приближно иста ( и во двата случаи големо), или со други зборови, специфичното загадување е помало.

Загадувањето од бучавата од вибрации и издувните гасови долж транспортните патишта, се приклучува на таквото веќе постоечко загадување и придонесува за негово влошување во зависност, и во двата случаи, од бројот на транспортни единици, кој обично е многу поголем при транспорт на технички камен.

#### ➤ **Загадување со нафтени деривати**

Ризикот од загадување во каменоломите е претставен и со нафта, нафтени деривати и други мазива кои се користат во работата на машините. Загадувањето на почвата со масло, нафта и маснотии, исто така, може да предизвика загадување на водата и, поради обично пропустливите варовнички подлоги, и загадување на подземните води. Со оглед на генерално релативно помалиот број машини на дизел во архитектонските каменоломи во споредба со техничките каменоломи за камен, количините на нафтени деривати се помали, што исто така ја намалува можноста за загадување од нив.

Најефикасен начин за отстранување на отпадно масло и мазива во каменоломите е да се довери управувањето со нивното собирање и отстранување на трговско друштво овластено и стручно обучено за такви задачи. Собирањето и контролираното согорување на мрсни и мрсни партали, памучна волна, филтри за масло и воздух и други слични материјали што се користат при перење и чистење на машини и опрема е исто така одредена форма на загадување на животната средина.

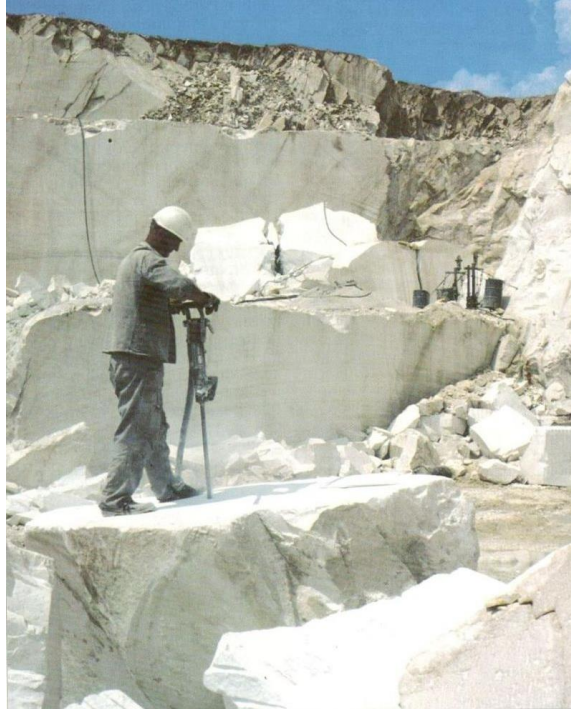
Специјализираните компании за отстранување на ваквите материи имаат опрема и можности за поефикасно и поприфатливо отстранување со континуирано следење и примена на новите случувања на теренот. Доверувајќи го собирањето и одлагањето на вкупниот отпад на една од бројните компании специјализирани за таа намена, се постапува и со најнаменското депонирање на другиот технолошки отпад како што се: гуми за возила, стари батерии, метален

отпад од машини, алати и сл. Нецелосното и неправилно отстранување на отпадно масло, масива, како и истекување на масло при редовно работење, особено во екстремни ситуации предизвикува загадување на почвата и водата. Особено непријатен дефект е пукањето на хидрауличните црева на тешките машини (багер, хидрауличен чекан, натоварувач). Бидејќи овие машини имаат хидростатички метод на пренос на енергија, што им овозможува да постигнат големи сили со доволно бавно дејство (хидраулични цилиндри) како што се бара од нивните работни циклуси, притисокот на маслото во цревата е исклучително висок. Кога цревата е оштетено или пукнато, големи количества хидраулично масло се исфрлаат на долги растојанија, т.е. пришто големи површини од каменоломот се загадени. Заштита од овие случувања вклучува правилно одржување и редовна контрола на машината, а пак опремата за чистење и собирање масло мора да биде достапна и подготвена за брза интервенција. Основниот принцип што треба да се следи при чистење на дамки од масло е самото чистење да не предизвикува дополнителна штета на околината. Постојат различни методи за чистење: механички, физичко-хемиски, хемиски и микробиолошки. Физичко-хемиските методи се најприфатливи за примена на наоѓалиштето на каменолом. Употребата на хемиски агенси е оправдана само во случаи кога штетата предизвикана на биолошките и другите ресурси би била поголема доколку тие не се користат.

### ***Просторна окупација***

Покрај другото, еден од поголемите еколошки проблеми е и зафаќањето простор заради експлоатација и транспортирање на камен. Поради промената на конфигурацијата на теренот поради рударските операции, доаѓа до трајна промена на природата во естетска смисла. Отворањето и развојот на каменоломот ја менува неговата оригинална и препознатлива слика. Промените на пејзажот започнуваат за време на рударството и остануваат трајно.

Влијанието врз визуелните и естетските димензии на квалитетот на пределот при експлоатација има негативни ефекти и во двата случаи. Овие ефекти се помали изразени при експлоатација на архитектонски камен. Добивањето архитектонски камен бара технологија на пилење и кршење карпести маси без уништување, така што контурите на формата на површинските каменоломи се исто така предмет на овие влијанија



**Слика 2.** Ископување на мермер во рудникот Сивец во Прилепско

Недостаток на наоѓалиштата на архитектонски камен (во споредба со техничките камени наоѓалишта) во однос на зафаќањето простор е тоа што содржат големи количества камен отпад („јаловина“), па затоа се потребни поголеми депонии. Можноста за добивање блокови од архитектонски камен зависи пред се од пукнатината на карпестата маса (блокираноста на наоѓалиштето). Системите на пукнатини при експлоатација на архитектонски, за разлика од техничкиот камен, генерално имаат негативно значење, бидејќи ја разбиваат карпестата маса на помали неправилни парчиња, што ја намалува можноста за добивање на поголеми блокови, односно го зголемува износот на загубите при ископот. Поради оваа причина, експлоатацијата на архитектонскиот камен се карактеризира со создавање на големи количества камен отпад кој се депонира во јаловината, а јаловината зафаќа и претставува простори кои по својот изглед отстапуваат од околината и ја влошуваат, особено во областите на нагласена природна вредност, каде што се среќаваат и најголем број на наши наоѓалишта. Испораката на камен од каменоломот со камион практично не бара нов простор. Меѓутоа, оваа предност се јавува и како недостаток, односно дека овој вид на транспорт нема своја ексклузивна рута, туку мора да ја сподели со другите учесници во сообраќајот. Со воведување на дополнителен учесник, како што е камионот за транспорт на камен од каменолом, може да се променат постоечките односи, особено квалитетот на патниот сообраќај што го очекуваат одредени категории учесници. Поради далеку помалиот капацитет на копање, односно транспорт надвор од каменоломот, при експлоатација на архитектонски камен во споредба со техничкиот камен (за иста „големина“ на каменоломот), овој транспорт значително помалку ќе влијае на постоечките транспортни односи во случај на експлоатација од архитектонски камен



### 3. ДИСКУСИЈА

Подобрувањето на променетиот изглед на околината во архитектонските и градежните каменоломи зависи во голема мера од начинот на кој се отвора и развива копот. Не постои единствен метод за санација и рекултивација на наоѓалишта на архитектонско - градежен камен, но секој каменолом бара посебно решение во зависност од областа во која се наоѓа, типот на отворање и развој на наоѓалиштето (површински рид или длабок рудник, подземен рудник), како и начинот на експлоатација.

Во однос на заштитата на животната средина, секој каменолом има, свои специфичности, кои се решаваат пред отворањето на рудникот. Техничката рекултивација на теренот претходи на биолошката мелиорација и е законска обврска на корисникот на суровината, без оглед на идната намена по завршувањето на експлоатацијата. Техничката санација на каменоломот опфаќа главно работи на обликување на крајните косини и решавање на одведување на атмосферските води.

Трошоците за рекултивација се наплатуваат директно на експлоатацијата, се распределуваат низ повеќе години, а апсолутните трошоци се помали, бидејќи најголемиот дел од работата ја врши рударската компанија во сопствена режија. Рекултивацијата практично започнува истовремено со отворањето на наоѓалиштето, а по завршувањето на експлоатацијата остануваат само мали делови од наоѓалиштето за санација. Ова е исто така важно бидејќи рударска компанија може да банкротира и да биде ликвидирана, во тој случај некој друг треба да ги преземе обврските и трошоците за рехабилитација т.е за рекултивација на наоѓалиштето.

Природата на технолошкиот процес на експлоатација на архитектонски камен е таква што техничката рекултивација е релативно лесно да се реши, така што во повеќето случаи главниот проблем останува биолошката мелиорација. Биолошката рекултивација на голите и опустошените површини на секој поединечен каменолом бара детална анализа на основните природни елементи на областа, климата, почвата и вегетацијата заедно со проценка и евалуација на природните и културните карактеристики и вредности на пределот. Најчестиот случај е дека вертикалните пилени крајни површини на површинскиот планински каменолом многу тешко се зелени. Затоа при експлоатација потребно е да се зазелени животната средина на рудникот колку што е реално можно, а не да се инсистира на зазеленување на подовите. Површинските ридски каменоломи на архитектонски и градежен камен со нивните хоризонтални и вертикални здрави катни рамнини овозможуваат подобра пренамена на новосоздадените простори. По засадувањето, подигнатата вегетација не треба да се остава, туку мора да продолжи да се негува, што значи да се влијае врз нејзиниот развој, растечката состојба, структурата, распоредот на естетските пејзажни карактеристики и слично.

### 4. ЗАКЛУЧОК

На заштитата и унапредувањето на квалитетот и состојбата на животната средина и нејзините компоненти, како што се почвата, водата, воздухот, може да се каже дека експлоатацијата на камен влијае значително малку. Имено во областите на животната средина и биолошката разновидност на истата, како и

други природни богатства, и заштитата на истата се применуваат одредби на законите за одделни области на животната средина.

Градежниот камен се добива од карпи кои многу добро и релативно лесно се обработуваат со едноставна технологија за преработка. Во зависност од нивните физички и механички својства, градежните камења имаат потесна или поширока примена во секојдневието.

Од еколошка гледна точка на заштита на природата и зачувување на животната средина, подземната експлоатација на камен е најприфатлива, особено во области со нагласена вредност за природата. Подземното ископување има најмало влијание врз почвата, растителниот и животинскиот свет, релјефот е зачуван, а целокупната препознатлива слика на пејсажот е речиси непроменета. При подземна експлоатација не се создава големо количество отпаден материјал, со што се намалува потребата од големи депонии кои и штетат на животната средина. Готовите галерии кои се карактеризираат со слободен цврст простор нудат големи можности за негова конверзија. Готовиот простор може да се пренамени (изнајмува), додека во други експлоатацијата продолжува. Ова го овозможува самиот начин на отворање и обработка на подземното наоѓалиште. Голем број на независни влезови и простории за поврзување овозможуваат самостојно користење на поединечни простори во рамките на рудникот.

Покрај активните каменоломи, бројните напуштени каменоломи и штетат на животната средина, па затоа е неопходно да се посвети соодветно внимание на нивниот дизајн, односно да се занимаваат со проектирање на површини на стари исцрпени или напуштени каменоломи

## **КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА**

[1] Arar, I. (1962): TRANSPORTNA SREDSTVA U RUDARSTVU, Tehnička knjiga, Zagreb.

[2] Capuzzi, Q. (1989): MODERN TECHNOLOGY AND MACHINERY FOR MARBLE QUARRYING. Benetti Macchine s.r.l., 96 pp., Avenza

[3] Crnković, B., (1991): DURABILITY OF DIMENSION STONE. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Vol. 3, (57-62), Zagreb.

[4] Peele, R. (1952): MINING ENGINEERS'HANDBOOK, 3th edition. John Wiley & Sons Inc., New York

[5] Bowie, A.J. (1905): PRACTICAL TREATISE ON HYDRAULIC MINING IN CALIFORNIA, 10th edition. Jr. Van Nostrand Co, New York