

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
Институт за Геологија,  
Катедра за петрологија, минералологија и геохемија  
Архитектонско - градежен и украсен камен  
Штип

Кулаков Љупче

АРХИТЕКТОНСКО – УКРАСЕН И ГРАДЕЖЕН КАМЕН ВО ЗАПАДНА  
МАКЕДОНИЈА, НЕГОВИ КАРАКТЕРИСТИКИ И КОМЕРЦИЈАЛНА УПОТРЕБА

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Штип, септември 2015

**Комисија за оценка и одбрана:**

Ментор: проф. д-р Блажо Боев  
професор на ФПТН УГД - Штип

Член проф. д-р Тена Ш.Иванова  
професор на ФПТН УГД - Штип

Член проф. д-р Војо Мирчовски  
професор на ФПТН УГД - Штип

**Членови на комисија за оценка и одбрана:**

Претседател проф. д-р Блажо Боев  
професор на ФПТН УГД - Штип

Член проф. д-р Тена Ш.Иванова  
професор на ФПТН УГД - Штип

Член проф. д-р Војо Мирчовски  
професор на ФПТН УГД - Штип

Научно поле :       Петрологија, минералологија и геохемија

Научна област :   Архитектонско – градежен и украсен камен

**Датум на одбрана :** \_\_\_\_\_

**Датум на промоција :** \_\_\_\_\_

## **Благодарност**

*Со огромна почит и задоволство сакам да изразам благодарност кон сите оние лица и субјекти кои ми помогнаа при изработката на овој магистерски труд за истиот да ја добие потребната форма во која ќе биде презентиран.*

*Посебна благодарност изразувам кон мојот ментор проф. д-р Блажо Боев за неговата несебична морална, стручна и професионална посветеност за изработката на овој магистерски труд, како и за целокупната стручна и морална поддршка за време на додипломските и постдипломските студии и севкупната моја стручна надоградба од областа на геологијата.*

*Исто така, голема благодарност изразувам и до членовите на комисијата, проф. д-р Тена Шијакова, и проф. д-р Војо Мирчовски за посебниот придонес во изработката на овој магистерски труд.*

*Се заблагодарувам на Градежен институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје за можноста за користење на геомеханичката лабораторија, како и достапноста на огромниот фонд на податоци од повеќедецениските истражувања од областа на Архитектонско – градежниот и украсен камен во Р.Македонија.*

*Покрај претходно споменатите, изразувам благодарност и до сите мои колеги кои на стручен начин ми дадоа поддршка за изработка на овој магистерски труд, и пред сè на моето семејство за неопходната морална поддршка за реализација на истиот.*

## **НАСЛОВ НА МАГИСТЕРСКИОТ ТРУД**

### **АРХИТЕКТОНСКО – УКРАСЕН И ГРАДЕЖЕН КАМЕН ВО ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА, НЕГОВИ КАРАКТЕРИСТИКИ И КОМЕРЦИЈАЛНА УПОТРЕБА**

#### **Краток извадок**

Предмет на истражување во овој магистерски труд се карпестите маси кои се застапени во Западна Македонија, а се погодни и економски интересни за експлоатација како Архитектонско – градежен и украсен камен. Со самото тоа, дефинирани се нивните основни физичко – механички и минералошко – петрографски карактеристики, како и нивниот начин за комерцијална употреба. Во него се обработени податоци од поголем број на теренски, лабораториски и кабинетски истражувања кои претставуваат збир на повеќегодишно активно истражување од страна на авторот на трудот. За време на истражувањето, при изработка на овој магистерски труд, се користени податоци добиени преку директни и индиректни истражувања на авторот, како и податоци од досега извршени истражувања од различни субјекти во форма на студии, елаборати, извештаи и сл.

Во поглед на реонизацијата, како предметни терени за истражување се опфатени делови од Мариово, околината на О.Прилеп, с.Дреново, с.Матка, и др. Со ваквите истражувања дефинирани се неколку видови на магматски, метаморфни и седиментни карпи за кои е проценето дека имаат потенцијал за експлоатација како архитектонско – градежен и украсен камен.

#### **Клучни зборови**

(истражување , карпи, анализа, податоци, употреба)

## **TITLE OF THE MASTER THESIS**

### **ARCHITECTURAL - DECORATIVE AND CONSTRUCTION STONE IN WESTERN MACEDONIA, ITS FEATURES AND COMMERCIAL USAGE**

#### **Abstract**

Subject of research in this master thesis is rock masses in western Macedonia which are suitable and economically interesting for exploitation for usage as Architectural - Construction and Decorative stone material. Consequently, their basic physical - mechanical and mineralogical - petrographic characteristics are defined, as well as their way for commercial usage. It contains processed data from a larger number of field, laboratory and cabinet studies that represent a set of perennial active research by the author of this thesis. During the research for this master thesis, data obtained through direct and indirect research of the author, as well as data from different subjects in form of elaborates, studies, reports and other technical documentation, has been used.

In terms of regionalization, as subject areas for research, parts of Mariovo, terrains around Prilep, v.Drenovo, v.Matka, and others, had been covered. With this research several types of magmatic, metamorphic and sedimentary rock types had been defined which are estimated to have potential for exploitation as Architectural - Construction and Decorative stone.

#### **Keywords**

(research, rocks, analysis, data, usage)

## СОДРЖИНА

1. ВОВЕД .....	7
1.1. Предмет на истражувањето .....	8
1.2. Цел на истражувањето .....	8
1.3. Методологија на истражувањето .....	9
1.4. Преглед на досегашните истражувања.....	9
2. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА .....	10
2.1. Географска положба, морфолошки карактеристики и сообраќајни и телекомуникациски врски .....	11
2.2. Климатски карактеристики .....	13
2.3. Основни геолошки и геотектонски карактеристики .....	14
3. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ КАДЕ Е УТВРЕДНА ПОЈАВА НА КВАЛИТЕТНА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА .....	19
3.1. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово .....	19
3.1.1. Горна зона .....	20
3.1.2. Мешана серија .....	21
3.1.3. Мермерна серија .....	22
3.1.4. Граниитоиди .....	22
3.1.5. Комплекс на рифеј-камбриски карпи .....	23
3.1.6. Серпентинити .....	24
3.1.7. Горна креда .....	25
3.1.8. Неоген – Квартер .....	25
3.2. Геолошко – тектонска градба на Мариово .....	26
3.2.1. Гнајсеви .....	26
3.2.2. Доломитски мермери .....	27
3.2.3. Калцитски мермери .....	27
3.2.4. Плиоценски седименти .....	28
3.3. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Смолани – Шешково – Дебриште – Никодин .....	28
3.3.1. Леуократни мусковитски гнајсеви .....	30
3.3.2. Девоски комплекс на метаморфни карпи .....	30
3.3.3. Кредни седименти .....	31
3.3.4. Плиоценски седименти .....	31
3.4. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Дебриште – Никодин – Извор – Крајници .....	32
3.5. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Горна Матка – Чајлане – Арнаклија .....	33
3.5.1. Плочести доломити и доломитски мермери .....	33
3.5.2. Карбонатни шкрилци и мермеризирани варовници .....	34
3.5.3. Графитични серицит – кварцни шкрилци .....	34
3.5.4. Плиоценски седименти .....	35
3.5.5. Плио - квартални седименти .....	35
3.5.6. Делувијално – пролувијални седименти .....	35
3.5.7. Алувијални седименти .....	36

4. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА АРХИТЕКТОНСКО – ГРАДЕЖЕН И УКРАСЕН КАМЕН .....	36
5. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО .....	42
5.1. Теренски методи и техники на истражување .....	42
5.2. Лабораториски методи .....	46
5.3. Кабинетски методи .....	51
6. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ ПОДАТОЦИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	52
6.1. Карпи во рамки на подрачјето Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово...53	
6.2. Карпи во рамки на подрачјето Чаниште, Бешиште, Полчиште, Витолиште, Вепрчани, Кокре, Крушевица (Мариовско) .....	63
6.3. Карпи во рамки на подрачјето Дебриште–Никодин–Извор–Крајници ....76	
6.4. Карпи во рамки на подрачјето Смолани–Шешково –Дебриште–Никодин80	
6.5. Карпи во рамки на подрачјето Горна Матка – Чајлане – Арнаклија.....	82
7. КОМЕРЦИЈАЛНА УПОТРЕБА НА КАМЕНОТ ОД НАОЃАЛИШТАТА ВО ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА.....	84
7.1. Правилна употреба .....	85
7.2. Неправилна употреба .....	92
8. ЗАКЛУЧОЦИ .....	95
ЛИТЕРАТУРА	

## ПРИЛОЗИ

1. ГЕОЛОШКА КАРТА НА ИСТРАЖУВАНИ ПОДРАЧЈА 1, 2, 3 И 4 ВО М 1:100 000
2. ГЕОЛОШКА КАРТА НА ИСТРАЖУВАНО ПОДРАЧЈЕ 5 ВО М 1:25 000

## 1. ВОВЕД

Употребата на каменот од страна на човекот како материјал за изработка на разни видови предмети е позната уште од времето на палеолитот (старо камено време) кога за првпат се забележани делумно или целосно обработени предмети, претежно користени за лов, исхрана, обработка на земјата, како и основен материјал за изработка на живеалишта. Сè до денес каменот претставува базна минерална суровина која има суштинско значење во градежништвото. Со развојот на човештвото, улогата на каменот добила посебна улога, особено од аспект на декоративноста и, пред сè, правилната употреба на истиот при градба и изработка на разни видови на декоративни предмети. Зависноста на човекот од каменот придонело со текот на времето да почне да ги проучува неговите основни физичко-механички својства, а во функција на негова соодветна употреба во современиот начин на живеење.

На територијата на Р.Македонија постојат значителен број на антички локалитети (Хераклеа, Стоби, Баргала и др.) каде може да се сретнат типични примери на разновидна употреба на каменот како материјал за градба и декорација. Денес, иако одредени современи градежни материјали (армиран бетон, стиропор, челик, алуминиум и др.) во голема мера го имаат потиснато каменот како основен материјал во градежништвото, неговата улога во делот на архитектурата и изработката на декоративни предмети е практично незаменлива. (Боев,Б и Лепиткова, С., 2008)

Во овој магистерски труд опфатени се сите позначајни појави на квалитетен архитектонско-градежен и украсен камен кој е застапен во западниот дел од Р.Македонија, како и неговата практична примена во градежништвото, архитектурата и изработката на декоративни предмети. Во него се обработени податоци од поголем број на теренски, лабораториски и кабинетски истражувања кои претставуваат збир на повеќегодишно активно истражување од страна на авторот на трудот. Со генерирањето на солиден фонд на податоци за карпестите формации и нивниот начин на експлоатација, употреба како и законската регулатива, оформена е техничка документација која во значителна мера може да придонесе при идно нивно доистражување и евентуална експлоатација.



## **1.1. Предмет на истражувањето**

Предмет на истражување во овој магистерски труд се карпестите маси кои се застапени во Западна Македонија, а се погодни и економски интересни за експлоатација како архитектонско–градежен и украсен камен. Со самото тоа, дефинирани се нивните основни физичко–механички и минералошко–петрографски карактеристики, како и нивниот начин за комерцијална употреба. Со истражувањата опфатени се низа на постоечки каменоломи каде веќе се врши активна експлоатација, како и повеќе локалитети, каде, врз основа на извршените теренски истражувања, се утврдени погодни услови за понатамошна реализација на детални геолошки истражувања. Во поглед на реонизацијата, како предметни терени за истражување се опфатени делови од Мариово, околината на О. Прилеп, с.Дреново, с.Матка, и др. Со ваквите истражувања опфатени се неколку видови на магматски, метаморфни и седиментни карпи за кои е проценето дека имаат потенцијал за експлоатација како архитектонско–градежен и украсен камен.

## **1.2. Цел на истражувањето**

Целта на ова истражување е да се дефинираат локациите, условите, можностите и квалитетот на карпестите маси кои се, или би биле погодни за експлоатација како архитектонско–украсен камен во Западна Македонија. На тој начин би се оформила значителна техничка документација формирана врз основа на реализирани теренски и лабораториски истражувања која би можела да послужи како солидна основа за понатамошни детални геолошки доситражувања и отворање на нови каменоломи за експлоатација на архитектонско – градежен и украсен камен. Со самото тоа би се дал посебен придонес во делот на експлоатацијата на минералните сировини, како и дополнителни нови информации за геолошката градба на поедини микро локации кои се предмет на анализа во рамки на овој магистерски труд. Покрај тоа, со ажурирање на новите и податоците од претходните истражувања, би се создала солидна техничка документација за состојбата и квалитетот на ваквиот тип на минерална сировина во Западна Македонија.

### **1.3. Методологија на истражувањето**

За време на истражувањето при изработката на овој магистерски труд користени се податоци добиени преку директни и индиректни истражувања на авторот, како и податоци од досега извршени истражувања од различни субјекти во форма на студии, елаборати, извештаи и сл.

Директните истражувања од страна на авторот се извршени на повеќе локации за кои од претходна достапна литература се утврдени индикации за можна појава на квалитетена минерална суровина. Во функција на дефинирање на квалитативните својства на карпите земени се одреден број на проби при што се изработени соодветни лабораториски испитувања и се утврдени најзначителните физичко-механички карактеристики и минералошко – петрографскиот состав на карпите.

Како информации од индиректни истражувања се користени одредени податоци од геотехнички истражувања пред сè од изградба на патна инфраструктура, како и низа на други објекти (брани, електрични далекуводи, гасоводи и др.). Во најголем дел од овие индиректни истражувања, активно учество има и авторот на овој магистерски труд, со што се добиени првичните подетални информации за состојбата на карпестите маси во деловите од теренот каде се вршени овие истражувања.

Би било крајно неодговорно и нецелосно доколку во рамките на изработката на овој магистерски труд не се опфатат и податоците добиени од низата на регионални и детални геолошки истражувања од различни автори. За таа цел, во рамките на овој магистерски труд, покрај резултатите од истражувањата на авторот, прикажани се и податоци од поголем број на стручно-техничка документација, кои се користени како основа за дополнување на податоците.

### **1.4. Преглед на досегашните истражувања**

Територијата на Западна Македонија е предмет на повеќедецениско активно истражување од страна на бројни домашни и странски истражувачи. Првичните информации за геолошката градба се познати уште од периодот

помеѓу двете светски војни кога одредени странски автори имаат реализирано основни истражувања, пред сè во централните делови од Западна Македонија. (Ф.Космат, 1924) Први детални информации за геолошката градба се добиени со изработката на основната геолошка карта на СФРЈ во Мерка 1:100000 во текот на шеесеттите и седумдесеттите години од изминатиот век, односно листовите: Скопје, Гостивар, Кичево, Охрид, Битола, Лерин, Подградец, Кајмакчалан, Призрен, Качаник, Крушево, Велес, Прилеп и Витолиште. Податоците од овие истражувања претставуваат база врз основа на која се дадени прецизни смерници за доистражување на минералните суровини, помеѓу кои и архитектонско-градежниот и украсен камен. (Стојанов,Р. и Боев, Б., 1996) Подоцна, на основа на овие податоци се реализирани низа детални геолошки и научни истражувања со што е добиена доста јасна претстава за литолошката градба на теренот и потенцијалните локации за експлотација на архитектонско – градежен и украсен камен. Во тој контекст како позначителни би ги навеле истражувањата на проф. д-р Никола Думурџанов и Гоше Петров, како и проф. д-р Блажо Боев и Ристо Стојанов:

- *Геолошко – тектонска градба на подрачјето на мермерните маси Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово*, Н.Думурџанов, Г.Петров, Рударско-геолошки факултет Штип, мај 1995 год.
- *Петрологија на Метаморфни карпи*, Р.Стојанов, Б.Боев, Рударско – геолошки факултет Штип, мај 1996 год.

Покрај претходно споменатите научно-истражувачки дела, постои и огромен фонд на техничка документација од реализирани детални геолошки истражувања на голем број локации од каде можат да се добијат низа податоци за квалитативно-квантитативните карактеристики на карпестите маси во поглед на нивна можна употреба како архитектонско-градежен и украсен камен.

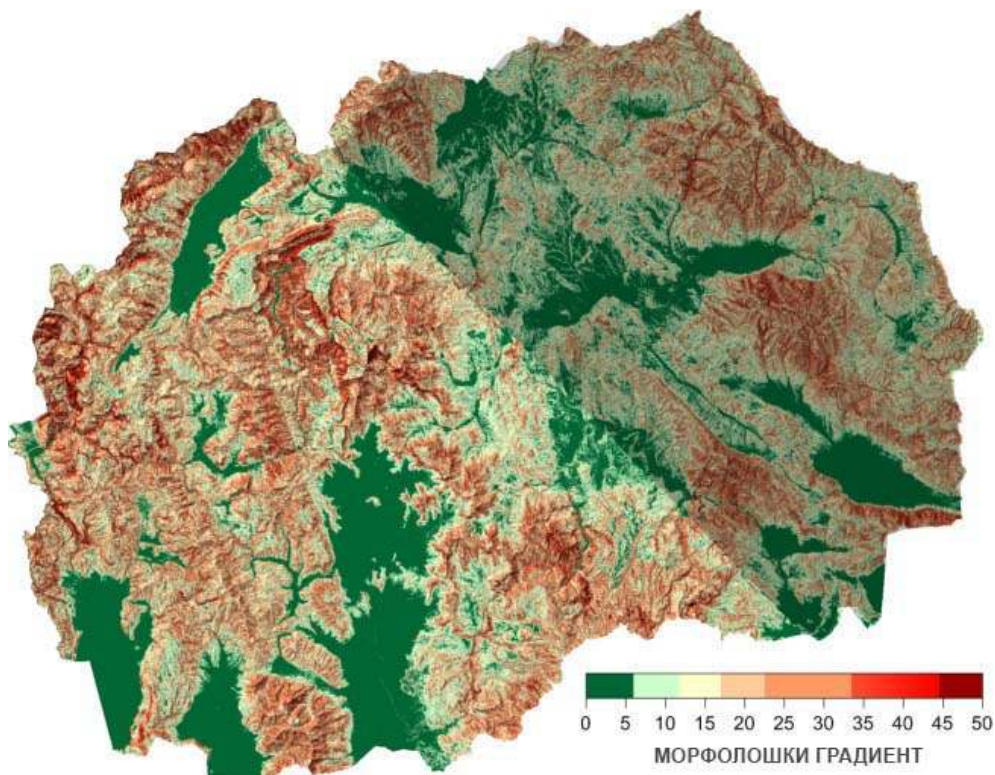
## **2. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА**

Исклучително значителен дел при истражувањето на минералните суровини, покрај геолошката градба на теренот, е и дефинирањето на географската положба, сообраќајните комуникации и климатските карактеристики на истражуваниот терен. Овие податоци се доста важни

бидејќи врз основа на нив се дефинира дали некоја минерална суровина и покрај поволните квалитативно-квантитативни својства е погодна, односно економски интересна за експлоатација.

## 2.1. Географска положба, морфолошки карактеристики и сообраќајни и телекомуникациони врски

Територијата на Западна Македонија е дефинирана врз основа на течението на реката Вардар, односно деловите од теренот на Р.Македонија кои се наоѓаат западно од нејзиното течение. Оваа територија претежно се одликува со планински и ридско-планински терени и 5 котлини од кои најзначителна е Пелагониската.



Слика 1. Геоморфолошка карта на Р. Македонија  
Figure 1. Geomorphological map of R.Macedonia

Од западна страна е ограничена со планините Кораб, Дешат, Јабланица, Галичица и Охридското Езеро, кон север со Шар Планина и Скопска Црна Гора, и јужно - Баба, Нице, Козјак и Кожуф Планина, и Преспанското Езеро. Од низинските делови, покрај Пелагониската Котлина, позначителни се и Полошката, Охридската и Преспанската Котлина. Највисок планински врв е

Кораб со 2764 м.н.в., а додека најниски делови од теренот се оние по течението на р.Вардар, како и јужните делови од Пелагониската Котлина. ([https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika\\_Makedonija](https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika_Makedonija))

Во поглед на сообраќајните врски, територијата на Западна Македонија има, генерално, поволни карактеристики. Помеѓу поголемите општини и населени места постои развиена примарна и секундарна патна инфраструктура која овозможува релативно брза и лесна комуникација. Како доста слабо развиени во поглед на покриеноста со патна инфраструктура се деловите од теренот кои припаѓаат на Поречието, како и поголем дел од Мариово, што претставува лимитирачки фактор од социо-економски аспект.



Слика 2. Сообраќајно - комуникациона карта на Р. Македонија  
Figure 2. Traffic - communication map of R. Macedonia

Како доста погодна околност е постоењето на железничка врска со поголемите градови (Прилеп, Битола, Кичево), која претставува исклучително важен фактор во поглед на олеснувањето при транспорт на минералните сировини.

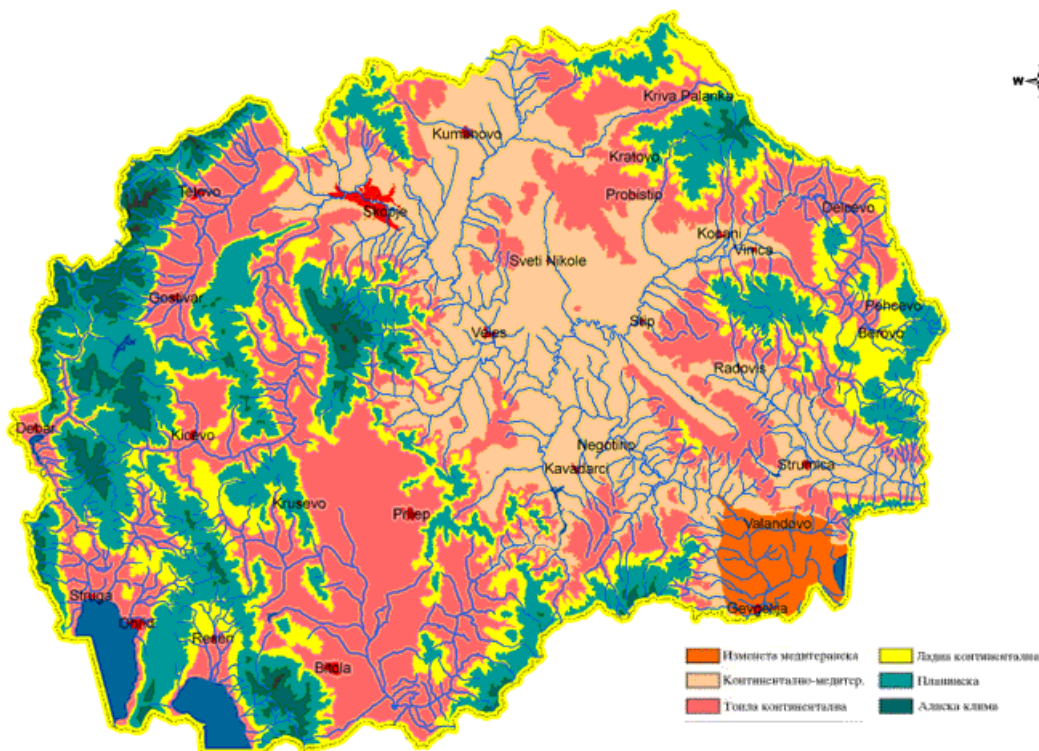
Покрај сообраќајните врски, клучна улога во поглед на креирање на погодни услови за експлоатација на минералните сировини има и мобилната



телефонска покриеност. Ваквата ситуација е во склад со законските одредби од Законот за минерални сировини, кои налагаат континуирано следење на процесот на експлоатација, транспорт и продажба на минералните сировини.

## 2.2. Климатски карактеристики

Како еден од важните фактори кои влијаат на условите за експлоатација на минералните сировини се и климатските карактеристики. Врз основа на истите се дефинираат условите за тековна експлоатација, која многу често е диктирана во зависност од овој параметар. Така, на пример, на повисоките места каде има долги и студени зими (Мариово) времетраењето на експлоатацијата на минералните сировини е пократко во текот на годината во споредба со низинските делови. Ваквата ситуација има значително влијание во поглед на начинот (динамиката) и трошоците за експлоатација.



Слика 3. Климатска карта на Р. Македонија  
Figure 3. Climatic map of R. Macedonia

Врз основа на досегашните истражувања територијата на Западна Македонија има претежно топла континентална и планинска клима и во помал дел континентално-медитеранска, ладна континентална и алпска клима.

Топлата континентална клима е карактеристична за пониските предели и котлините, особено Пелагониската и Полошката Котлина, како и Преспанската и Охридската Котлина и Поречието. Планинската клима е застапена во планинските делови од теренот, во пределот на планинските формации: Караџица – Јакупица - Даутица, потоа Шар Планина – Кораб - Дешат, Бистра-Стогово – Караорман - Бушава Планина, Ниџе – Козјак – Кожуф, Баба и делови од Мариово. Во овие делови температурата на воздухот се спушта и до  $-20^{\circ}\text{C}$ , при што мошне често се задржува под нулата и по неколку месеци (најчесто декември, јануари и февруари), со што значителен период од годината експлоатацијата во каменоломите е во застој. ([https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika\\_Makedonija](https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika_Makedonija))

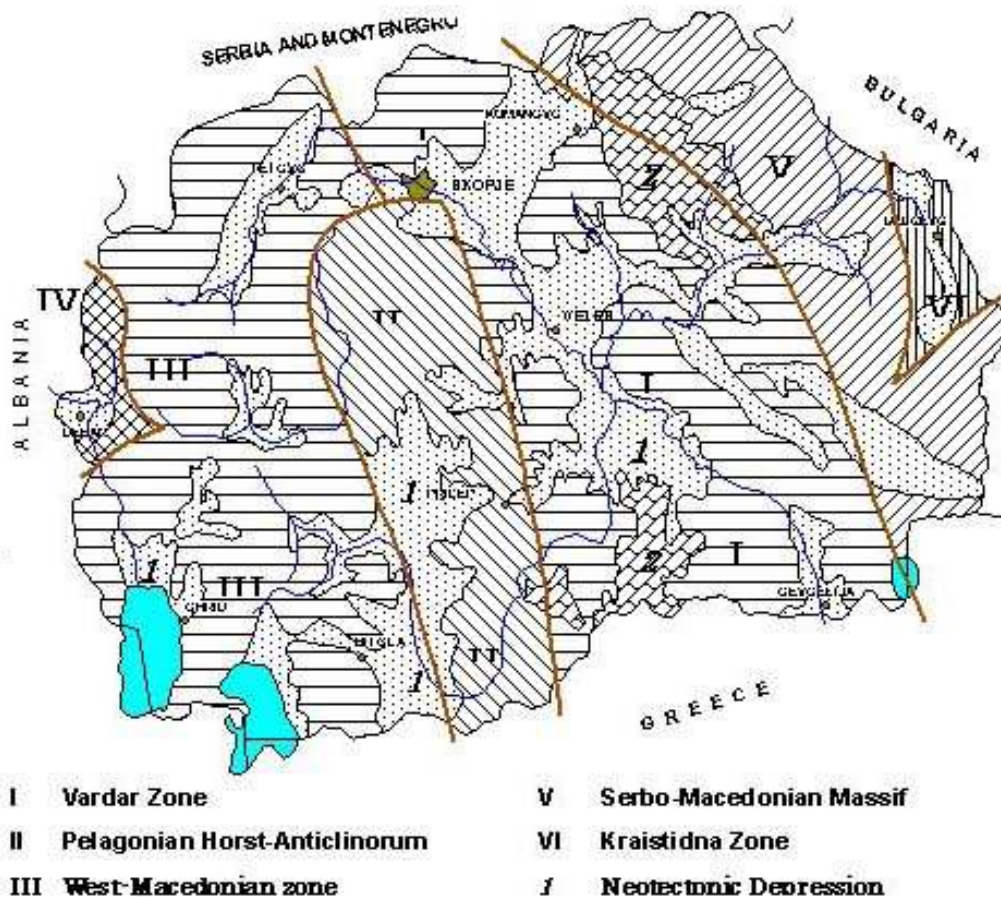
Исто така, значителен фактор при експлоатацијата на каменот како минерална суровина е и обемот на врнежи од дожд и снег. Особено важни се врнежите од снег кои имаат мошне негативно влијание во поглед на движењето на механизацијата и луѓето низ каменоломите, како и функционирањето на целокупната опрема. Во тој поглед како мошне неповолни се сметаат локациите каде е застапена планинската и алпската клима.

### **2.3. Основни геолошки и геотектонски карактеристики**

Како два основни и најбитни фактора при дефинирањето на потенцијалноста на одредени региони од аспект на појава на квалитетна минерална суровина за употреба како архитектонско – градежен камен, е дефинирањето на геотектонските карактеристики на карпестите маси и геолошката (литолошка) градба на теренот.

Согласно геотектонската поделба, дефинирана од страна на М.Арсовски во 1979 година, територијата на Р.Македонија е поделена на четири геотектонски провинции, од кои три (Вардарска зона, Пелагонискиот масив и западно-македонската зона) се застапени во рамките на Западна Македонија (Слика 4). Секоја од овие геотектонски единици е карактеристична по структурните карактеристики и застапените литолошки формации кои се резултат на специфичниот начин на постанок.

Вардарската зона, делумно, припаѓа на територијата на Западна Македонија, при што ги зазема граничните источни делови кои се протегаат долж течението на реката Вардар. Истата претставува океански тип на кора која тектонски го дели Пелагонскиот масив од Родопскиот масив. Во рамките на истата издвоена е посебна Западна субзона во која е лоциран Козјачкиот блок Елен Шупе, а додека на југ е Кожувскиот Мала Рупа. Козјачкиот блок е изграден претежно од гнајсеви, а поретко од микашисти и гранитоиди, а додека Кожувскиот е изграден од високометаморфен комплекс во кој во долниот дел се издвоени гнајсеви, а во горниот циполини и мермери. (Арсовски, М., 1979)



Слика 4. Тектонска карта на Р. Македонија  
Figure 4. Tectonic map of R. Macedonia

Пелагонискиот хорст – антиклинорум од западната страна се граничи со западно-македонската зона, а од исток со вардарската зона. Јужно од Скопје се протега во субмеридијален правец во должина од околу 120km и ширина од околу 40km. Во делот на Пелагониската Котлина е прекриен со неогените седименти кои се широко застапени во рамките на истата. Оваа геотектонска



единица има исклучително значење во поглед на наоѓалиштата за архитектонско-градежен и украсен камен бидејќи најголемиот дел од истите е застапен токму тука. (Арсовски, М., 1979)

Според интерната тектонска градба, Пелагонскиот масив е поделен на два дела, односно северен и јужен. Северниот дел претставува во целост асиметрична структура во која источното крило е значително издигнато и во него претежно е застапена формацијата на гнајсеви и микашисти, додека формациите на т.н. серија и серија од мермери се широко застапени во западните делови од овој сегмент на Пелагонот. Пликативните структури се ориентирани претежно во западен и северозападен правец.

Јужниот дел од Пелагонот е исто така асиметрично изграден, при што е издигнато западното крило каде се застапени многубројни пликативни структури ориентирани во субмеридијален правец со повивање на северните делови кон североисток. Средишните делови се претежно изградени од гранодиоритски маси, така што во целост овој дел од Пелагонот е повеќе издигнат, односно подлабоко еродиран. Премиот од гнајсевите кон мермерите по источниот раб на Пелагонот е постепен, со отсуството на микашистите и членовите на мешаната серија, кои се сочувани само како реликти. Овде серијата од мермери во источниот раб е застапена во форма на лента чија дебелина е, речиси, двапати помала отколку во северниот дел. Литостратиграфската позиција на одделни формации се разликува од издвоените во северните делови на Пелагонот. Овие два дела од Пелагонот, кои биле внатрешно набрани и дислоцирани за време на Гренвилската тектогенеза, јасно биле доведени во колизија помеѓу себе, така што северниот дел е навлечен над јужниот со манифетација на превртени пликативни структури и систем на навлаки и реверсни раседи на потегот Плетвар-Дисан-Дервен-Дреново. Овде структурите, изградени од мешаната серија и мермерите, се навлечени кон југ, над Прилепските гранити и гнајсевите од јужниот дел на Пелагонот. Колизијата на јужниот и северниот дел од Пелагонот најдобро се детектира преку сигмоидната форма на серијата на мермерите кои од басенот на р.Треска (Поречието) во северниот дел на Пелагонот, од Брод преку Дебреште свртуваат кон исток и повторно се појавуваат кон Сивец – Козјак – Плетвар. Оваа форма има генерално протегање исток – запад, а потоа

свртува кон југ по источниот рабен дел на јужниот дел на Пелагонот, па сè до границата со Грција и понатаму јужно. (Арсовски, М., 1979)

Западномакедонската зона од западна страна се граничи со територијата на Р.Албанија, односно со Краста-Цукали зоната, која во рамките на територијата на Р.Македонија се појавува во околината на Дебар. Од источна страна е дефинирана со Пелагонскиот масив, односно со регионален расед кој поминува во правец од Самоков преку Македонски Брод и западниот дел на Пелагониската Котлина, и продолжува јужно кон Р.Грција. Така, оваа зона во широчина зафаќа околу 65km, а додека во должина повеќе од 150km.

Територијата на која е застапена западномакедонската зона, заедно со Краста-Цукали зоната во околината на Дебар е изградена од разни видови на седиментни, метаморфни и магматски карпи со палеозојска, мезозојска и кенозојска старост. Најзастапени се метаморфните комплекси со рифеј-камбриска старост и мошне хетероген литолошки состав, потоа се магматските кои се драстично помалку застапени, и седиментните како најмалку застапени видови на литолошки формации.

Каледонскиот метаморфен комплекс е најзастапен во рамките на целокупната литолошка градба на теренот. Истиот, според литолофацијалните карактеристики, составот и степенот на метаморфизам е поделен на горен и долен. Долниот каледонски комплекс го сочинуваат формациите од фацијата на зелени шкрилци со камбриум-ордовициумска старост, а додека во горниот дел доминираат формациите од анхиметаморфни карпи чија старост е определена како силур – долен до среден девон.

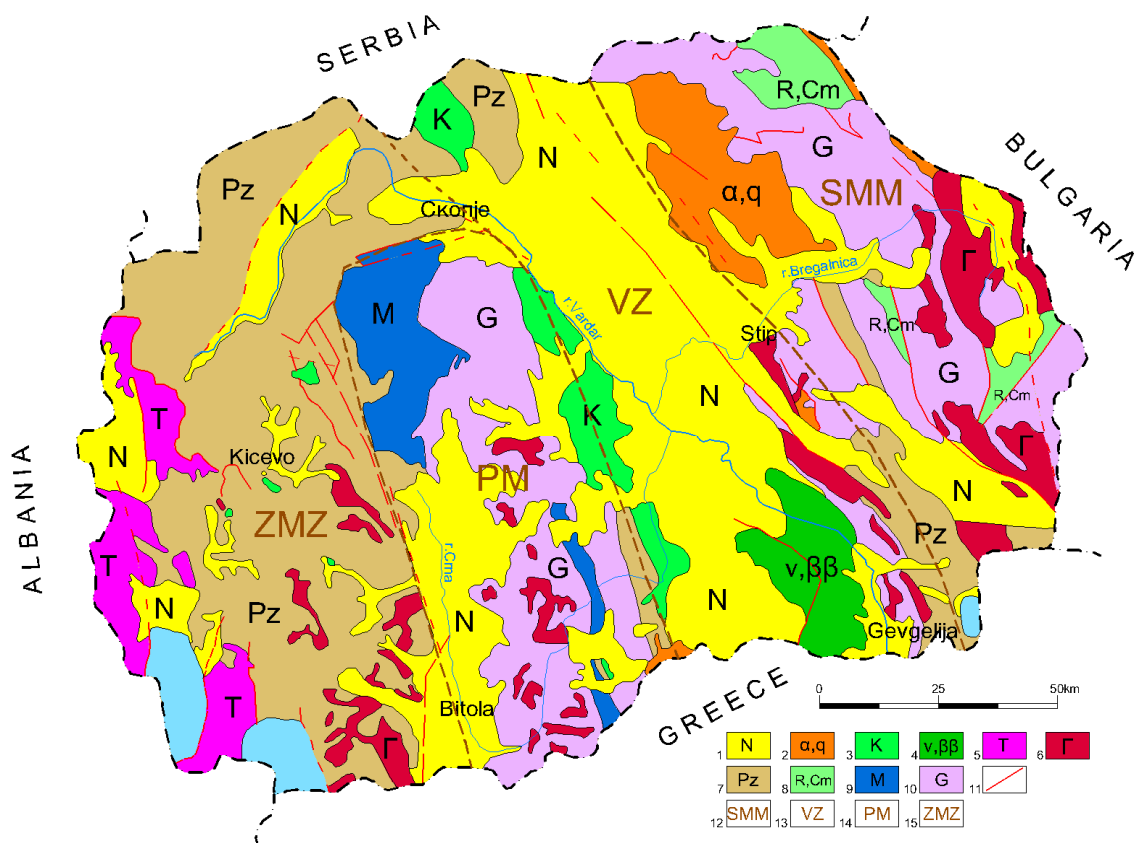
Во целина, територијата на западномакедонската зона во предалпските комплекси се издвоени следните формации:

- Бајкалски комплекс (нерасчленета формација со хетероген состав);
- Долен каледонски комплекс (кварц-серицитска формација, спилит-кератофирска формација на зелени шкрилци, и формација на зелени шкрилци со хетероген состав);
- Горен каледонски комплекс (теригено – вулканогено – рудоносна формација, теригено – карбонатна формација, и карбонатна формација).

Како херциска магматогена гранитоидна формација се издвојува формацијата на пелистерски гранити и сиенити. Во мезозојскиот рано алпски комплекс на територијата на западномакедонската зона, претежно во нејзините западни делови, се застапени формациите од тријаска, јурска и кредна старост. Во тријаскиот комплекс е застапена теригено-карбонатна формација. (Арсовски, М., 1979)

Јурскиот комплекс е застапен во западните маргинални делови на оваа зона која претставува преодна зона кон Мирдитите. Во него се издвоени: офиолитската формација и флишоидната формација .

Кредниот комплекс е претежно поврзан со зоната Краста – Цукали, и во него се издвоени две формации: флишоидната и карбонатната формација.



1. Неоген, 2. Вулканогено-седиментна област, 3.Кредни седименти, 4.Габро-дијабазна формација, 5.Тријаски варовници, 6.Гратиоден комплекс, 7.Палеозојски комплекс, 8.Рифрј камбриски комплекс, 9. Мермери, 10.Гнајсеви, 11. Раседи, 12. Српско-македонски масив, 13.Вардарска зона, 14.Пелагониски масив, 15.Западномакедонска зона

Слика 5. Прегледна геолошка карта на Р. Македонија  
Figure 5. Synoptic geological map of R. Macedonia

### **3. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ КАДЕ Е УТВРЕДНА ПОЈАВА НА КВАЛИТЕТНА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА**

Од претходно наведените три геотектонски единици, Пелагонскиот хорст - антиклинорум има најзначителна улога во поглед на појавата на карпести формации кои можат да се употребат како квалитетна минерална суровина за добивање на архитектонско – градежен и украсен камен. Особено значителен во тој поглед е јужниот дел од Пелагонот, односно карпестите маси во околината на Прилеп, Плетвар и Мариово, каде се застапени мошне квалитетни појави на гранити, гнајсеви, травертин, оникс и, пред сè, мермери. Што се однесува до Вардарската зона, како потенцијални се сметаат наоѓалиштата на варовник околу с.Дебреште, и филити и аргилошести во близина на с.Кррино, а додека во рамките на западномакедонската зона како најзначителни се наоѓалиштата на бигор (травертин) во близина на с.Матка.

#### **3.1. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово**

Генерално земено, може да се каже дека пелагонискиот метаморфен комплекс има зонарна градба при што е составен од две различни по состав нивоа, односно долен метаморфен комплекс и горен метаморфен комплекс. Горниот метаморфен комплекс е составен од мешана серија, се состои од мешана серија изградена од албитски гнајсеви, микашести и циполини, и мермерна серија изградена од повеќехоризонти на доломитски, доломит – калцитски и калцитски мермери. (Прилог 1 - зона 1)

Гранитоидниот магматизам е полифазен и широко развиен во Пелагонискиот комплекс, а се издвојуваат три основни фази на внедрвање. Првата фаза се манифестира со едрозрнести порфиرويدни гранодиорити внедрувани претежно вдолж „S” површините на метаморфните карпи и истите вршеле мошне интензивна фелдспатизација, мигматизација и биотитизација на околните карпи. Втората фаза ги опфаќа главните интрузивни тела на гранодиорити, кварцдиорити, кварцмонзонити и гранити и била придружувана, исто така, со силна мигматизација и биотитизација на околните метаморфни карпи. Третата фаза ја опфаќаат процесите на создавање на диашистни жилни

карпи како пегматити, аплити и кварцпегматити. (Думурџанов, Н. и Петров, Г., 1995)

### 3.1.1. Горна зона

Оваа зона го претставува горното стратиграфско ниво на долниот метаморфен комплекс, односно на гнајс – микашистната серија. Зоната во целина претежно е изградена од повеќе видови на гнајсеви, со развој на двата главни хоризонта на микашисти и од поретки траки на амфиболи и амфиболски шкрилци, ретко кварцити, кои во траки со различна дебелина се сменуваат една со друга во геолошкиот столб, и даваат мошне хетероген состав на зоната. Литолошките типови на истражуваното подрачје се застапени со крупнозрнести и порфиروبластични гнајсеви, тракасти мусковитски гнајсеви и гранатски микашисти и припаѓаат на оваа зона.

Тракасти крупнозрнести и порфиروبластични гнајсеви (G). – Овие гнајсеви се развиени на јужните падини на Мукос Планина на потегот Дервен – Рамна Нива и на северните падини на Селечка Планина. Тие се настанати со процес на мигмитизација на првата и втората гранитоидна фаза од примарните мусковитски гнајсеви.

Тоа се крупнозрнести и тракасти типови изградени од кварц, микроклин, албит, албит – олигоклас, мусковит и биотит, поретко епидот, титанит циркон и магнетит. Порфиروبластичните гнајсеви се разликуваат со содржината на крупни порфиробласти на микроклин. Преодите на едни кон други, како и мусковитските гнајсеви се постепени.

Тракастите мусковитски гнајсеви (Gm) претставуваат повисоко литостратиграфско ниво од погоре опишаните гнајсеви и со поголеми маси се развиени во појасот јужно од Дервен Планина, Козјак и на северните падини на Селечка Планина. Тоа се сиво бели, среднозрнести гнајсеви, врз кои влијанието на метасомтските процеси на гранитоидниот магматизам е послабо изразено. Изградени се од кварц, микроклин, албит и поретко мусковит, а сосема ретко гранат.

Гранатски микашисти (Sg) – Се јавуваат со еден главен хоризонт, како најгорен член на горната зона, а ретко можат да се сретнат и во форма на

тенки траки внатре во гнајсевите. Развиени се во континуирана маса со З – И протегање на потегот јужно од Дервен – Кастечка Борула – Рамниште, потоа западно од Сивец (Ридон) и на северозападните предели на Селечка Планина. Дебелината на хоризонтот се движи од 300 до 400m.

### **3.1.2. Мешана серија**

Мешаната серија претставува карактеристично литостратиграфско ниво во градбата на метаморфната маса на Пелагонискиот масив. Таа насекаде е развиена под мермерната серија и нејзината дебелина варира од неколку десетици метри (Нице, Беловодица) до 900m на Јакупица – Даутица. Меѓутоа, треба да се каже дека променливоста на сегашната дебелина на оваа серија се должи, пред сè, на процесите на набирање (Даутица) и раседната тектоника (Нице – Беловодица – Козјак), така што примарната дебелина на оваа некогашна пелитско-псамитска и карбонатна серија се движи во границите од 200 до 500m. Мешаната серија се карактеризира и по својот мошне хетероген состав. Имено, таа претставува ниво во кое се сменуваат вертикално и хоризонтално траки од албитски гнајсеви, циполини и микашисти.

На истражуваното подрачје Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово мешаната серија делумно е во нормална положба и е развиена меѓу микашистите од горната зона и мермерната серија, а делумно е во тектонски однос со карпите од горната зона и мермерната серија. Поради набраноста, превртената положба и раседниот контакт, особено манифестирани на потегот Плетвар – Сивец, правата дебелина е тешко одредлива, а може да се претпостави дека таа се движи меѓу 200 – 400m. На ова подрачје серијата е претставена со албитски гнајсеви со преоди во шкрилци и со циполини.

Албитски гнајсеви (Gab) – претставуваат крупнозрнести карпи со бобичава текстура и појкилобластична структура и доминантно се развиени во серијата. Изградени се претежно од албит (со големина до 0.5cm), кварц, мусковит, а послабо и микроклин. Споредно содржат и биотит, хлорит, гранат и магнетит.

Албитските гнајсеви локално преминуваат во албитски шкрилци во кои доминира мусковитот, хлоритот, кварцот, а албитот е посебно застапен.

Калцитски шкрилци и циполини (Mm) се застапени со неколку подебели и повеќе тенки траки во серија каде постепено преминуваат во албитски шкрилци. Циполините се, всушност, среднозрнести калцитски мермери со концентрација до 10% на мусковит. (Думурџанов,Н. и Петров, Г., 1995)

### **3.1.3. Мермерна серија**

Мермерната серија претставува завршно ниво на метаморфната маса на Пелагонискиот масив. На поголемиот дел од просторот на Пелагонот таа е еродирана. Меѓутоа, во северниот дел на Пелагонот (Караџица – Поречје) каде е сочувана, таа е дебела околу 2,5 до 3 km и е изградена од неколку суперпозициони хоризонти на доломитски, доломит – калцитски и калцитски мермери, додека во јужниот дел од Пелагонот (Ниџе – Козјак) мермерната серија е сочувана со дебелина 1 до 2 km при што, главно, се сочувани подолните хоризонти на серијат. (Думурџанов,Н. и Петров,Г., 1995)

### **3.1.4. Гранитоиди**

Продуктите на гранитоидниот магматизам се релативно мошне распространети во Пелагонискиот масив, а особено долж неговата оска во длабоко засечените ерозиони нивоа. Тој е претставен со две главни фази и со фаза на формирање на диашистни жилни диференцијати. Двете фази, според нивната геолошка позиција и изотопските испитувања, се од прекамбриска старост и истите одиграле мошне силно влијание врз карпите од долниот и горниот метаморфен комплекс на Пелагонот.

Првата гранитоидна фаза дала помали интрузивни тела на порфиرويدни гранитоиди, главно, паралелно сместени долж фолијацијата и крилата на наборните структури, меѓутоа имала мошне силно метасоматско влијание врз гнајсевите и микашистите формирајќи долги зони од порфиробластични дволискунски гнајсеви, окцасто – амигдалоидни гнајсеви и гранит-гнајсеви.

Втората гранитоидна фаза била многу посилна и ги дала главните интрузивни тела доминантно претставени со гранодиорити (околу70%), потоа со кварц диорити, кварцмонзонити и гранити. Оваа фаза имала деструктивен

карактер врз наборните структури и многу од постарите набори ги претопила или ги искршила, а локално формирала нови набори. Меѓутоа, исто така нејзиното метасоматско влијание врз метаморфниот комплекс било мошне силно. Со неа се формирани појаси на биотитски гнајсеви, мигматити и гнајс-гранити. Истите ги пробиваат гнајсевите, микашистите, а во непосредна близина на мешаната и мермерната серија се јавуваат кај Сивец.

Диашистните жилни карпи се претставени со аплити, пегматити, кварцпегматити.

На истражуваното подрачје се застапени, главно, продукти од втора гранитоидна фаза, потоа метасоматски промени на гнајсевите на јужните падини на Мукос Планина и тенки силиви и дајкови од аплити, кварцпегматити и пегматити на Селечка Планина и јужните падини на Мукос.

Гранодиорити (γδ) – Овие карпи се развиени на подрачјето на Маркови Кули – Кукул со релативна голема маса каде ја формираат Прилепската антиклинала пробивајќи ги гнајсевите и микашистите и вршејќи мошне силно метасоматско и терничко влијание врз нив (мигматизација, гранитизација и фелдспатизација) и врз мешаната и мермерната серија (појави на корунд, флуорит и други минерали во мермерите на Сивец). Прилепската гранодиоритска маса има зонарна градба и во централните делови е изградена главно од порфиرويدни гранодиорити (со порфиroidи на микроклин до 1cm), а во периферните делови со крупнозрнести масивни гранодиорити со преоди во кварцмонзонити. Гранодиоритите се изградени од плагиокласи (олигоклас, андезин), микроклин кварц и биотит, а ретко содржат мусковит, ортит, титанит, рутил, циркон и апатит. (Думурџанов, Н. и Петров, Г., 1995)

### **3.1.5. Комплекс на рифеј-камбриски карпи**

Карпи со рифеј-камбриска старост се застапени во крајните источни предели на планината Козјак, каде трансгресивно лежат преку гнајсевите, микашистите и мермерите на Пелагонот. Геотектонски припаѓаат на Вардарската зона, а литолошки се претставени со гранатски филитомикашисти, албитизирани филитомикашисти, амфиболски шкрилци, мемери и циполини. (Думурџанов, Н. и Петров, Г., 1995)



Рифеј-камбриската старост на овие карпи е одредена врз основа на палинолошки испиувања, нивната геолошка градба, степенот на метаморфизам и корелација по сличните комплекси на територијата на Македонија. Карпите на рифеј-камбрискиот комплекс се метаморфизирани во услови на фазија на зелени шкрилци до епидот – амфиболска фазија.

Гранитски филитомикашисти (Smg) – Дискорданто лежат преку гнајсевите, микашистите и мермерите на Пелагонот. Тоа се ситнозрнести до среднозрнести, слабо ушкрилени карпи составени од кварц, мусковит, гранит и претежно албит и графитична материја.

Албитизирани филитомикашисти и амфиболски шкрилци (Sab) – Во различни нивоа на гранатските филитомикашисти се јавуваат тенки траки и подебели пакети од амфиболски шкрилци и албитизирани филитомикашисти. Амфиболските шкрилци се темно зелено обоени, средно до ситнозрнести составени од амфибол, цоисит, киноцоисит, хлорит, гранат, поретко кварц и албит. Албитизирани филитомикашисти се ситно до среднозрнести карпи изградени од кварц, албит, мусковит, поретко хлорит, епидот и гранат.

Мермери и циполини (M) – се јавуваат во подебели и тенки траки конкордантно сместени во филитомикашистите. Тоа се тракасти калцитски мермери кои локално преминуваат во циполини изградени од калцит, мусковит, послабо од хлорит, цоисит и кварц. (Думурџанов, Н. и Петров, Г., 1995)

### **3.1.6. Серпентинити**

Серпентинитите се сместени долж раседните структури со правец на протегање С – Ј до СЗ – ЈИ кои ги дислоцираат рифеј-камбриските карпи и туронските седименти. Истите се со димензии 500 x 100m. Тоа се силно раздробени и милионитизирани, талкизирани и мошне серпентинизирани дунити и харцбургити, со делумно сочувани примарни минерали: оливин, енстатит-бронзит и дијалг, и поретко хромит и магнетит. Нивната геолошка позиција укажува дека овие серпентинизирани ултрабазити се тектонски втиснати за време на ларамиската фаза. Овие карпи немаат никакво значење во поглед на нивна можна експлоатација како архитектонско-градежен камен.

### 3.1.7. Горна креда

Прилично распространетите горно кредни седименти на поголемиот простор на Вадарската зона, на истражуваното подрачје се застапени со една помала маса од туронски конгломерати.

Туронски конгломерати ( $K^2_2$ ) – северно од селото Топлица преку рифеј-камбриските карпи трансгресивно лежат базални конгломерати претежно изградени од валутоци од прекамбриски мермери, шкрилци и поретко кварц. Нешто слично како и серпентинитите, и овие карпи немаат скоро никакво значење во поглед на нивна можна експлоатација како архитектонско-градежен камен. (Думурџанов, Н. и Петров, Г., 1995)

### 3.1.8. Неоген – Квартер

Со истражуваното подрачје е опфатен дел од Пелагониската Котлина и Раечката Котлина каде се развиени плиоценски, плиоквартерни и квартерни седименти.

Плиоценски седименти (P1) – се развиени во рабните делови на Пелагониската Котлина. Тие се претставени со песоклива серија доминантно изградена од песоци и глиновити песоци со послабо застапени суглини и глини, и многу ретко чакали.

Бигорливи варовници (P1,Q) – се развиени во Раечката Котлина со дебелина од 80m, кои лежат преку плиоценската песоклива серија.

Конгломерати и бречи (P1,Q) – се развиени во североисточниот дел од планината Козјак, а претставени се со слатководни, езерски типови. Облутоците кои ги изградуваат овие седименти се слабо обработени и заоблени, а по состав се од гнајсеви, кварцити, микашисти, мермери, шкрилци и др.

Делувијални карбонатни бречи (Q<sub>1</sub>) – на југоисточните и западните падини на планината Козјак, Селечка Планина и Кукул, додека со алувијален материјал се исполнети коритата на Присатска и Ореовачка река.

## **3.2. Геолошко – тектонска градба на Мариово**

Во рамките на оваа зона се опфатени деловите од Мариово кои се карактеристични по појавата на квалитетна минерална суровина (мермери, травертин, оникс, гранити, гнајсеви) која е погодна за употреба како архитектонско – градежен и украсен камен. Овде, пред сè, се мисли на просторот дефиниран со контурната линија помеѓу селата Чаниште, Бешиште, Полчиште, Витолиште, Вепрчани, Кокре и Крушевица. Ова, всушност, претставува и најпродуктивниот дел од карпестиот масив каде се лоцирани најголемиот број на каменоломи во Западна Македонија. (Прилог 1 – Зона 2)

Од геотектонски аспект претходно дефинираниот простор на Мариово се одликува со карактеристична структурно - тектонска градба која се манифестира со Вепрчанската моноклинала. Оваа моноклинала е изградена од метамеорфен комплекс на прекамбриски карпи и помлади вулканити претставени главно со гранодиорити кои направилно се втиснати во рамките на претходно споменатиот метаморфен комплекс. Истата има генерален правец на протегање ССЗ-ЈЈИ и паден агол  $25-50^\circ$ . Оваа карактеристика најдобро е воочлива во рамки на мермерната серија на доломитски и калцитски мермери која ја следи тектонската граница на Пелагонискиот масив и Вардарската зона во рамките на овој регион. Истата во глобала се одликува со слабо изразена примарна и секундарна раседнатост што придонело овој дел од капестите маси да има потенцијално доста поволни својства од тој аспект. Со понатамошно развивање на овој прекамбриски комплекс се создале услови за формирање на плиоценски басен во делот околу селото Витолиште каде подоцна се оформени карактеристични седиментни творби на бигор, травертин и оникс. (Думурџанов, Н. и Христов, С., 1976)

### **3.2.1. Гнајсеви**

Во рамките на оваа група на карпи претежно се застапени мусковитските и мусковитско – биотитските тракасти гнајсеви.

Мусковитските гнајсеви (Gm) се застапени во централните длови од претходно дефинираната Мариовска област при што истите се едни од нај-

застапените литолошки членови во истата. Се среќаваат како сиви до сиво-бели со средно до ситнозрнести карпи со тракаста текстура и лепидо-гранобластична структура. Составени се од кварц, микроклин, плагиокласи, мусковит и послабо биотит. Минералниот состав и структурно-текстурните карактеристики укажуваат дека овие гнајсеви биле зафатени со метасоматски процес на гранитоидите со релативно послаб интензитет на фелдспатизација. Во рамките на нив се среќаваат издолжени леќести тела на микашисти со кои имаат постепен преод преку лептинолити.

Мусковитско – биотитските гнајсеви (Gmb) се застапени во западните делови од анализираната мариовска област каде интензивно се пробиени со гранодиоритски магматизам. Се јавуваат како сиви средно до крупнозрни карпи со лепдо – гранобластична структура. Како битни минерали се јавуваат кварц, калиски фелдспат, плагиокласи, мусковит и биотит. Калискиот фелдспат е најчесто застапен со микроклин, а плагиокласите со олигоклас и поретко андезин. (Думурџанов,Н. и Христов,С., 1976)

### **3.2.2. Доломитски мермери**

Доломитските мермери (Md) се развиени во долниот дел на мермерната серија. Започнуваат како плочести циполини и, главно, се јавуваат како банковити мермери, а сосема ретко поминуваат во масивни. Целата маса е релативно хомогена и главно е изградена од доломитски, а послабо од доломитско – калцитски мермери. Застапени се во источните делови од анализираната мариовска област каде граничат со контактните делови од Вардарската зона. По боја најчесто се сиво-бели до потполно бели и се ситнозрни до масивни. (Думурџанов,Н. и Христов,С., 1976)

### **3.2.3. Калцитски мермери**

Калцитските мермери (M) ја претставуваат горната мермерна серија кои постепено од доломитските се издвојуваат како плочести до банковити. Го претставуваат завршниот дел на оваа серија при што се откриени помеѓу селата Беловодица, Вепрчани и Лабиница, додека во останатите делови се

покриени со помлади седиментни карпи. Истите се ситно до средно зрнести сиво-бели до потполно бели. Во најголем дел се чисто калцитски, а во сосема мал дел калцитско-доломитски мермери. (Думурџанов,Н. и Христов,С., 1976)

### **3.2.4. Плиоценски седименти**

Овие седиментни карпи во основа можат да се поделат на два дела и тоа: горно плиоценски (претставени со бигори, кварцлатитски бречи и вулканогено – седиментни карпи) и долно плиоценски (претставени со чакали, песоци, суглини и појава на јагенови слоеви).

Долно плиоценските седименти го претставуваат базалниот дел на плиоценската седиментација која започнува со трансгресивен материјал од чакал и песок (P<sub>1,2,3</sub>). Истата широко е распространета околу селото Витолиште каде преку деталните геолошки истражувања за јаглен е утврдена нивна просечна дебелина од околу 50m. Преку нив лежи помлада серија од чакали, песоци и суглини кои се слабо стратифицирани и сортирани. Истите се утврдени уште на неколку места северозападно од Витолиште во вид на крпи.

Над претходно наведениот комплекс лежат горно плиоценските седименти кои се претставени со вулканогено – седиментни творби, кварцлатитски агломерати и туфови, кварцлатитски бречи, и бигори. Од претходно набројаните најзначителни се бигорите (P<sub>1,Q</sub>) кои, всушност, претставуваат завршна фаза од плиоценската седиментација. Истите се јавуваат на површина од околу 20km<sup>2</sup> меѓу селата Бешиште, Полчиште и Манастирец.

### **3.3. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Смолани – Шешково – Дебриште – Никодин**

Ова подрачје е дефинирано како посебна зона која се одликува со специфична градба која опфаќа делови од Вардарската зона и Пелагонискиот масив. Во рамките на истата од посебно значење е појавата на плиоценските седименти претставени со бигорливи варовници и кредните седименти во рамките на кои се застапени плочести, бановити и масивни варовници (Прилог 1 – Зона 3).

Во поглед на геотектонските карактеристики за ова подрачје главна одлика е контактната зона меѓу Вардарската зона и Пелагонискиот масив каде се јавуваат одредени карактеристични структурно-тектонски појави, како и морфолошко-тектонски услови за формирање на помладите кредни и плиоценски седименти. Во делот на Врдарската зона карактеристично за овој терен е неговиот исочен ободен дел каде како карактеристични структурни форми се застапени блокот Елан Шупе и Орловската синклинала како главни структурни форми на палеорелјефот. (Арсовски, М., 1997)

Елан Шупе претставува посебен блок од прекамбриски гнајсеви кои се ограничени со лушпи и длабоки раседи на палеозојски и мезозојски формации. Западниот дел од овој хорст лушпесто е навлечен преку флишните седименти на горна креда, додека од источната страна флишните седименти се навлечени преку кристалниот комплекс. На овој контакт се среќаваат изданоци од серпентинити што укажува на длабокиот карактер на раседот. По рабовите на овој хорст лушпите се карактеризираат со милионитска зона чија широчина изнесува и до 400m. Овој блок, поради интензивните структурно-тектонски процеси, е практично стерилен во поглед на појавата на квалитетна карпеста маса која може да се употреби како архитектонско – градежен камен. Во рамките на анализириот постор се опфатени генерално централните и сврните делови од оваа структура каде истите претежно се покриени со плиоценски седименти.

Орловската синклинала е лоцирана источно од блокот Елан Шупе во непосредна близина на с.Праведник. Ова претставува дел од девонски метаморфни карпи кои се ограничени со туронски и сенонски седименти со тектонска граница. Оската на оваа синклинала е, генерално, ориентирана во правец С-Ј со пад кон југ. Во рамките на истиот се јавуваат и дијагонални раседи кои имаат локален карактер, а придонесуваат овој дел од масивот да е непогоден од аспект на потенцијалност како појава на квалитетна минерална суровина. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

Под влијание на неотектонските влијанија (неоген-квартер) во делот на Дреново, како и нешто подоцна по течението на река Раец, формирани се услови за езерска седиментација која резултира со формирање на плиоценски седименти кои имаат одредено значење во поглед на појава на квалитетни

бигорливи варовници кои имаат добар потенцијал за искористување како архитектонско – градежен камен.

### **3.3.1. Леукократни мусковитски гнајсеви**

Овие карпи се застапени во делот на Елен Шупе блокот каде со околните карпи имаат тектонска граница. Имаат јасно изразена шкрилеста текстура и гранобластична структура. Изградени се главно од албит, микроклин и кварц, додека присуството на мусковит, односно фенгит, како и црвено обоен гранат е сведено на минимум. Истите постепено преминуваат во тракасти и порфиробластични гнајсеви, како и во биотит-епидот-мусковитски гнајсеви. Тие немаат скоро никакво значење во поглед на искористување како квалитетна минерална суровина. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

### **3.3.2. Девоски комплекс на метаморфни карпи**

Овој комплекс на карпи го сочиниваат две подгрупи на карпи, односно серија на хлоритско - серицитски кварцни шкрилци и серија на мермери и доломити.

Серијата на хлорит – серицит кварцните шкрилци, всушност, претставуваат хетероген комплекс од кварц – серицитски, глинесто – хлоритски, кварц – хлоритски, хлоритско – кварцни, хлоритско – епидотски, епидотско – хлоритско – актинолитски и помалку филити и мермери. Хлоритските шкрилци се застапени во долните делови од серијата.

Мермерите и доломитите во овој комплекс најчесто се јавуваат како широки и долги траки, при што истите во долните делови се со помала дебелина во форма на кристалести плочи. Наизменично се менуваат со хлоритските и кварцните шкрилци. Оние од горниот дел на масивот заземаат поголема површина, многу се маркантни и лесно воочливи во делот на Орле 1540м.н.в. и Галчин – Трештино 1027м.н.в. Имаат сиво-бела, а поретко сива боја сахароиден изглед и ситнозрнест состав. Нивната дебелина изнесува повеќе од 600m. Поради комплексната структура и релативно високиот степен

на испуканост и раседнатост овие карпи немаат некое поголемо значење како минерална суровина. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

Стратиграфската припадност на шкрилците мермерите и доломитите е проблематична бидејќи истата е дефинирана врз основа криноидите.

### **3.3.3. Кредни седименти**

Во рамките на оваа група на седименти се опфатени карпи со различна кредна старост, при што литостратиграфски анализирано започнувајќи од најстарите кон најмладите се застапени следните видови: турон лискунски песочници, конгломерати, шкрилци, рожњаци и дијабази ( $K^2_2$ ), Кварцни конгломерати и песочници ( $K^2_2$ ), и глиновито - лапоровити варовници ( $K^2_2$ ), сенонски песочници и конгломерати ( $^1K^3_2$ ), аркозни песочници ( $^2K^3_2$ ), алевролити, глинци и песочници ( $^3K^3_2$ ), песочници и глинци ( $^4K^3_2$ ), и плочести и банковити варовници ( $^5K^3_2$ ). Од претходно наведените, како покарактеристични во поглед на застапеноста и можната употреба како архитектонско – градежен камен се издвојуваат туронските глиновито – лапоровити варовници во близина на с.Дебриште, како и плочестите и банковити варовници во централните делови од анализираната област. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

### **3.3.4. Плиоценски седименти**

Овие седименти се утврдени во рамките на источните и западните централни делови од истражуваниот простор, односно по течението на река Раес и во околината на с.Дреново. Генерално можат да се поделат на плиоценски (PI) и плиоквартерни (PIQ). Плиоценските седименти се застапени во околината на с.Дреново и се претставени со песоци и суглини. Истите се дел од Тиквешкиот плиоценски басен кој ги покрива палеозојските и мезозојски карпи. Истите се мошне хомогени и се изградени од сиво-жолти песоци, суглини, песокливи глини и глини, а многу ретко од песоци и чакали.

Плиоквартерните седименти се застапени на релативно поголема површина и се претставени со плеистоценски конгломерати и бечи и постари бигорливи варовници. Конгломератите и бечите се слабо заоблени и се



јавуваат како регресивни терасни форми во форма на најмлад завршен езерски стадиум. Нивната максимална дебелина се проценува на околу 100m.

Бигорливите варовници со горно плиоценска – долно плеистоценска старост се јавуваат како две маркантни плочи кои се одвоени со жолти песоци и агломеративни андезитски туфови. Нивната дебелина е променлива и се движи од 15 до 40m. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

### **3.4. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Дебриште – Никодин – Извор – Крајници**

Ова подрачје е дефинирано врз основа на одредени појави на филити и песочници кои се или можат да бидат интересни за употреба како архитектонско – градежен и украсен камен.

Од геотектонски аспект за оваа област карактеристична е нејзината локација која е на контактот помеѓу Вардарската зона и Пелагонискиот масив. Како резултат на ваквата појава се забележуваат низа на структурни форми кои се резултат на ваквата тектонска градба. Тука, пред сè, се мисли на појавата на навлаки и систем на раседи со ССЗ-ЈЈИ правец на протегање, пробои на ултрабазични карпи и сл. Од структурните форми карактеристични се појавите на одредени синклинални форми во рамките на јурските и кредните варовнички седименти. (Прилог 1 – Зона 4) (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

Литолошката градба на овој регион е слична со претходната, при што кај неа широко распространување имаат кредните и плиоценските седименти и во помала мера метаморфниот комплекс на карпи. Кредните седименти претежно се со сенонска старост при што се застапени: аркозни песочници ( ${}^2K^3_2$ ), алевролити, глинци и песочници ( ${}^3K^3_2$ ), песочници и глинци ( ${}^4K^3_2$ ), и плочести и банковити варовници ( ${}^5K^3_2$ ), а додека од туронските се застапени варовници и конгломерати, шкрилци, рожњаци и дијабази ( $K^2_2$ ), Кварцни конгломерати и песочници ( $K^2_2$ ), и глиновито - лапоровити варовници ( $K^2_2$ ). Плиоценските и плиоквартерните седименти се застапени со бигорливи варовници и конгломерати и бречи. Од метаморфниот комплекс на карпи застапени се два комплекса. Едниот од западната (пелагонска страна) е составен од

старопалеозојски гнајсеви, мермери, филити и филито-микашисти, и источен (вардарска страна) составен од кварц-серицитски шкрилци и кварцити. Исто така, застапени се одредени јурски варовници кои се утврдени во близина на с.Мрзен. Истите се појавуваат како масивни варовници ( $^2J_3^3$ ) и глиновито – лапоровити варовници ( $^1J_3^3$ ). Во делот на Вардарската зона во рамките на претходно наведените карпи се појавуваат издолжени леќи и неправилни тела од серпентинити. (Томислав, Р., Стојанов, Р., и Арсовски, М., 1965)

Плочестите доломити и доломитски мермери (М) лежат конкордантно над карпите од мешаната серија и во најдолниот дел имаат карактер на плочести до банковити циполини. Овој комплекс почнува со бели до сиво-бели.

### **3.5. Геолошко – тектонска градба на подрачјето Горна Матка – Чајлане - Арнаклија**

Ова подрачје е лоцирано во северните делови од Р.Македонија на околу 12km западно од Скопје. Истата е карактеристична по појавата на одредени плио-квартерни бигорливи варовници кои имаат мошне поволни карактеристики за експлоатација како архитектонско – градежен камен. Земајќи ја во предвид големината на просторот опфатен помеѓу овие три локации може да се констатира дека станува збор за релативно мала површина со прилично едноставна градба. Поширокиот дел од оваа област е изграден од алувијални, делувијално-пролувијални и плиоценски и плио-квартерни седименти, графитични серицит – кварцни шкрилци, карбонатни шкрилци и мермеризирани варовници, плочести доломити и доломитски мермери. (Прилог 2)

#### **3.5.1. Плочести доломити и доломитски мермери**

Овие карпи (М) се застапени во делот на планината Осој при што истите се мошне широко распространети во правец запад – исток. Пониските делови се развиени со постепен преод од постари литолошки членови, додека кон младопалеозојските творби односот е тектонски. Литолошки, овој комплекс се состои од плочести доломити и калцит-доломитски мермери во вид на тенки и дебели прослојци кои се сменуваат. Во овој комплекс доломитите во однос на калцит-доломитските мермери преовладуваат. Истите се карактеризираат со

сива до на места темно сива боја и ситнозрнеста структура и масивна текстура. Изградени се претежно од зрна на доломит и поретко калцит.

Калцит-доломитеските мермери макроскопски мошне тешко се разликуваат од претходните доломитски бидејќи и по структура и текстура се мошне слични. Единствено микроскопска и хемиска анализа можат јасно да се издвојат кон зголемената содржина на калцит, односно калциум.

Овие карпи немаат скоро никакво значење во поглед на нивно евентуално искористување како архитектонско – градежен камен бидејќи се мошне испукани и тектонизирани скоро на целото подрачје каде што се застапени.

### **3.5.2. Карбонатни шкрилци и мермеризирани варовници**

Овој комплекс од карпи (ScaPz<sub>2</sub>) се појавува во подножните делови од планината Осој во рамките на графитични серицит – кварцни шкрилци веднаш под плочестите доломити и доломитски мермери со кои има тектонска граница. Истиот е изграден од серија на зелени шкрилци кои се застапени во долните делови и карбонатни шкрилци кои се претежно застапени во горните делови од литолошката дормација. Покрај претходно споменатите, во рамките на овој комплекс се среќаваат и бројни тенки прослојци од филитични шкрилци, аргилошисти, серицит – хлоритски шкрилци и поретко зелени шкрилци чие издвојување на картата е мошне тешко поради нивната мала моќност. Главна карактеристика на овој комплекс од карпи е нивната плисирана набраност која не манифестира појава на маркантни пликативни структури. Исто како и претходните и овие карпи немаат скоро никакво значење во поглед на нивна можна експлоатација.

### **3.5.3. Графитични серицит – кварцни шкрилци**

Графитичните серицит – кварцни шкрилци (Sgrse) се застапени во поножните делови на теренот над с.Чајлане, при што имаат генерален правец на протегање И – З, и умерен до стрм паден агол. Генерално се изградени од серицит – кварцна маса со променлива содржина на графитична материја. Се

јавуваат како темно црни со ситно набрана шкрилава текстура и грано-лепидобластична структура. Како главни минерали се јавуваат серицит, кварц, графит и поретко албит и калцит.

#### **3.5.4. Плиоценски седименти**

Плиоценските седименти (P1) се претставени со кластична фација составена од банци и слоеви на слабо врзани конгломерати, песоци и поретко од песокливи глини. Тие лежат трансгресивно преку постарите карпести маси при што заземаат релативно мошне големо подрачје. Претставуваат повлатен дел на плио-квартерните бигорливи варовници. Нивната моќност е мошне варијабилна поради мошне браноидниот терен на кој се застапени. Истите немаат никакво значење во поглед на искористување како суровина за архитектонско – градежен и украсен камен.

#### **3.5.5. Плио - квартални седименти**

Овие карпи (P1,Q) се застапени со централните делови од истражуваната област. Стите претставуваат, всушност, бигорливи варовници кои во форма на една поголема плоча се утврдени над останатите постари плиоценски седименти. Нивната моќност е проценета на околу 15-20m. Настанати се за време на крајната фаза од создавањето на езерскиот плиоценски стадиум. Порозноста кај овие седименти е мошне променива, при што на поедини места можат да се сретнат и поголеми каверни со големина и до 2m. Истите претставуваат значителна и мошне квалитетна минерална суровина за експлоатација како архитектонско – градежен и украсен камен.

#### **3.5.6. Делувијално – пролувијални седименти**

Ваквите седименти (d-pr) се застапени во подножните делови на планината Осој. Истите се изградени од парчиња на мермер и други видови на метаморфни карпи кои се цементираны со глиновито - карбонатен цемент. Мошне се хетерогени по состав и физичка сотојба во различни делови од теренот. Генерално станува збор за средно врзани падински карбонатни бречи

кои немаат скоро никаква употребна вредност како архитектонско – градежен и украсен камен.

### **3.5.7. Алувијални седименти**

Алувијалните седименти (al) се застапени по течението на Арнаклиска и река Треска. Изградени се главно од песоци и разногранулирани чакали од метаморфни карпи во кои доминираат мермерите. Максималната дебелина на овие седименти е проценетана околу 15m и тоа во централните делови од речните корита. Исто како и повеќето од претходните наведени литолошки членови и тие немаат никакво значење во поглед на искорисување како минерална суровина за предметната анализа.

## **4. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА АРХИТЕКТОНСКО – ГРАДЕЖЕН И УКРАСЕН КАМЕН**

Експлоатација на архитектонско-градежениот и украсен камен во Република Македонија е регулирана со постоечкиот Закон на минерални суровини и Правилникот за класификација и категоризација на минералните суровини, како и правилниците за изработка на геолошка и рударска техничка документација. Овој вид на минерална суровина согласно Член 4 Став 2 од Законот е дефиниран како посебен тип, кој согласно останатите подзаконски акти има адекватен третман и регулатива при експлоатацијата. Како и за останатите видови на минерални суровини, и во случај за експлоатација на архитектонско-градежениот и украсен камен потребно е да се запази воопштената законска постапка до добивање на дозвола за експлоатација. За да се добие истата, најпрво треба да се комплетира законската правно-техничка документација врз основа на која се добива дозволата за експлоатација како краен документ. Целокупната законска постапка е поделена на два дела, која се состои од концесија за детални геолошки истражувања и концесија за експлоатација. Во овој магистерски труд, согласно предметната област, детално е објаснета и презентирана постапката за добивање и реализација на концесијата за детални геолошки истражувања.

Прв чекор е поднесувањето на Иницијатива за започнување на постапка за добивање на концесија за детални геолошки истражувања. Формуларот за истата е достапен на официјалната веб страна на Министерството за економија. Заедно со Иницијативата се доставува и писмо со намера и топографска карта во мерка 1:25000 на која е означен концесискиот простор и координатите на граничните точки. Просторот на кој можат да се извршат деталните геолошки истражувања за архитектонско-градежен и украсен камен согласно Член 11 од З.М.С. е ограничен до 5km<sup>2</sup>. По пополнувањето на истиот и доставата до Министерството за економија се започнува со правно-техничка постапка (комплетирање на мислења од соодветни министерства) која завршува со одлука на Владата дали да се даде одобрение за детални геолошки истражувања на посочената локација. По донесената позитивна одлука од страна на Владата, се отвора јавна електронска аукција за предметната локација на која правното лице со највисока понудена сума ја добива концесијата за детални геолошки истражувања. Моментално, (согласно постоечкиот тарифник) почетната цена на надавање за добивање на концесија за детални геолошки истражувања изнесува 60.000 денари. После завршувањето на електронската аукција, правното лице кое има понудено најголема сума потпишува договор за концесија за детални геолошки истражувања. Со потпишувањето на договорот, концесионерот има обврска согласно Член 12 од З.М.С. во рок од две години да ги реализира деталните геолошки истражувања и да достави соодветна документација од истражувањата. Техничката документација, која е потребна да се изработи во фазата на деталните геолошки истражувања, согласно Член 26 од З.М.С. доколку истите се позитивни е:

- Проект за детални геолошки истражувања,
- Елаборат за реализираните детални геолошки истражувања,
- Студија за економска оправданост на концесијата,
- Геодетски елаборат за посебни намени и
- Топографска карта со означени граници и точки на граничниот простор.

Од претходно наведената документација Проектот и Елаборатот се документи кои подлежат на стручна оценка (ревизија) која ја врши Геолошкиот завод на Р.Македонија. Проектот за детални геолошки истражувања,

топографската карта и Геодетскиот елаборат за посебни намени е првичната документација која се изработува. Преку Геодетскиот елаборат се утврдува сопственоста на земјиштето во рамките на концесискиот простор. Согласно З.М.С. одговорноста за имотно правните односи во рамките на концесискиот простор е во целост на концесионерот. За таа цел пожелно е пред поднесувањето на Иницијативата да се утврди сопственоста на земјиштето и можностите за решавањето на имотно-правните односи. Овие информации се од јавен карактер и можат да се проверат на официјалната трана на Агенцијата за катастар на недвижности на Р.Македонија (<http://www.katastar.gov.mk>). Со реализација на деталните геолошки истражувања се започнува по достава на ревидиран Проект за детални геолошки истражувања до Министерството за економија, кое е должно во рок од 15 дена да се произнесе по однос на доставената документација. Доколку по овој законски утврден рок Министерството за економија не се произнесе, тогаш концесионерот има право да отпочне со реализација на истражувањата. По завршување на деталните геолошки истражувања, концесионерот е должен да изработи Елаборат за извршените детални геолошки истражувања и истиот да го достави до Министерството за економија. Доколку истражувањата се негативни, тогаш се изработува Извештај за извршените истражувања. После оваа фаза следува аплицирањето за концесија за експлоатација за која покрај ревидираниот Елаборат од извршените детални геолошки истражувања се доставува и преостанатата документација која беше претходно наведена.

Во делот на изработката на техничката документација, како најважен сегмент е Правилникот за класификација и категоризација на минералните суровини, согласно кој постојат конкретни технички правила и норми кои е потребно доследно да се применуваат при истражувањето на наоѓалиштата за архитектонско – градежен и украсен камен. Според овој Правилник, наоѓалиштата на архитектонско – градежен и украсен камен според видот на карпи, обликот на појавување, големината и оштетеноста на карпестата маса од тектонските активности и друго, поделени се во шест групи:

- Во првата група спаѓаат наоѓалиштата на украсен камен кои се од седиментно потекло и се јавуваат во вид на слоеви или сочива. Нивната

големина е преку  $600000\text{m}^3$  и имаат незначително оштетување во поглед на тектониката која нема поголемо влијание при експлоатацијата.

- Втора група на наоѓалишта на украсен камен се оние кои се од седиментно потекло и се јавуваат во вид на слоеви или сочива. Нивната големина е до  $500000\text{m}^3$  и имаат незначително оштетување во поглед на тектониката која нема поголемо влијание при експлоатацијата.
- Како трета група на наоѓалиштата на украсен камен се оние наоѓалишта кои се од метаморфно потекло и се јавуваат во вид на слоеви или сочива. Нивната големина е преку  $500000\text{m}^3$ , а можат да бидат и помали, и имаат незначително оштетување во поглед на тектониката која нема поголемо влијание при експлоатацијата. Тектонската оштетеност е мала и имаат повеќе од 15% блоковитост.
- Четврта група на наоѓалишта се оние кои имаат облик и големина како во третата група, со таа разлика што блоковитоста кај овие наоѓалишта не преминува повеќе од 15%.
- Петтата група на наоѓалишта на архитектонско-градежен и украсен камен се однесува на наоѓалиштата на магматските карпи кои се јавуваат во форма на сочивести маси, односно гнезда и други неправилни форми. Големината на овие наоѓалишта е преку  $400000\text{m}^3$ , а можат да бидат и со помали димензии. Истите се слабо зафатени со тектонски оштетувања и имаат блоковитост повеќе од 10%.
- Во шестата група на наоѓалишта припаѓаат оние кои имаат облик и големина како петтата група, со таа разлика што блоковитоста кај овие наоѓалишта не преминува повеќе од 10%.

Истражувањето на наоѓалиштата на архитектонско-градежен и украсен камен се врши според Член 6, 7 и 8 од Правилникот, според кој густината на истражните работи се дефинираат А, Б и Ц<sub>1</sub> категорија на рудни резерви. Истражното дупчење за утврдување на резервите на наоѓалиштата за сите групи се врши во квадратана мрежа со максимално дозволени растојанија помеѓу дупнатините согласно Табела 1:



Табела 1. Максимално дозволени растојанија помеѓу истражните работи кај наоѓалиштата за архитектонско-градежен и украсен камен  
 Table 1. Maximum allowed distances between investigation works for deposits of architectural – construction and decorative stone

Група на наоѓалиште	Максимално дозволено растојание		
	А категорија	Б категорија	Ц <sub>1</sub> категорија
I	100	200	300
II	80	100	240
III	70	150	220
IV	60	120	180
V	60	120	190
VI	50	100	150

Во поглед на екстраполацијата на рудните резерви, потребно е да се наведе дека за А категорија не е дозволена екстраполација на рудните резерви. Во Б категорија можат да се класифицираат рудни резерви кои се добиени со екстраполација на А категорија каде растојанието на дуптините не преминува повеќе од 30% од максимално дозволениот. Исто така, во Ц<sub>1</sub> категорија можат да се класифицираат рудни резерви кои се добиени со екстраполација на Б категорија каде растојанието на дуптините не преминува повеќе од 20% од максимално дозволениот

Пробно - експлоатациони работи се вршат на местата каде зачуваноста на карпестата маса е приближна на просечната. Етажите се изработуваат во обем кој не треба да биде помал од 250m<sup>3</sup> за мали наоѓалишта, односно не помал од 400m<sup>3</sup> за големи наоѓалишта, од здрава карпеста маса. Димензиите на етажите треба да бидат така одбрани челото на откоп да не биде помало од 3m во висина.

Геофизичките испитувања се вршат за утврдување на компактните, односно оштетените делови од целокупната карпеста маса која е опфатена со истражни работи.

За утврдување на квалитетот на резервите на архитектонско – градежниот и украсен камен потребно е да бидат задоволени следните услови:

- Испробувањето на наоѓалиштето да се изврши по методата која одговара на условите на појавување и начинот на испитување на физичко-механичките и минералошко-петрографските карактеристики.

- За испитување на физичко-механичките карактеристики на карпестата маса се земаат најмалку две проби од истражниот дел од карпестата маса. Ако истражуваниот дел од карпестата маса содржи повеќе од  $1000000\text{m}^3$ , тогаш се земаат три проби. Доколку има два или повеќе вида на камен во рамките на истражуваниот простор, тогаш бројот на проби се зголемува според бројот на различни видови на камен.
- Земањето на проби за делумно испитување на физичко-механичките карактеристики се врши на јадро од бушотините за споредување на поедините резултати на комплетните анализи. Од еден вид на камен се зема најмалку една проба.
- Испитувањето на физичко-механичките карактеристики се врши на сите примероци согласно МКС прописите, и врз основа на истите се дава оценка за квалитетот на каменот.
- Во рамките на пробно-експлоатационата етажа мора да се изврши мерење на сите пукнатини и растојанието помеѓу нив, при што се изработува структурен план во мерка 1:100 и се утврдува можноста за постоење на одредена количина на здрави блокови. Врз основа на овој план, понатаму се разработува понатамошната експлоатација на етажите.
- Во изработениот карпест материјал од пробно – експлоатационата етажа се вршат мерења на димензијата на сировите блокови кои се погодни за понатамошна обработка. Со класификацијата на сировите блокови, потоа се пресметува процентот на искористување во фазата на експлоатација.
- Земањето на проба за технолошко испитување се врши со одбирање на среден примерок од најмалку два блока со минимални димензии од  $0,4\text{m}^3$  кои имаат правилен паралелопипедски облик.
- Технолошките испитувања се вршат во фазата на редовно производство, односно сите земени примероци се режат на плочи со дебелина од 2,5cm, кои се сечат и полираат. Воедно се врши анализа на однесувањето на каменот при обработката и се проценува неговото искористување

## **5. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО**

За изработка на овој магистерски труд реализирани се низа на теренски, лабораториски и кабинетски истражувања кои се во согласност со воопштената пракса и техничките можности од страна на авторот, при што истите се претставени во форма на сликовити, текстуални, табеларни и графички записи.

### **5.1. Теренски методи и техники на истражување**

За време на теренските истражувања примени се низа на методи и техники кои произлегуваат од директните и индиректните истражувања на авторот кои се реализирани во последните 8 години. Како методи се применети сите истражувања кои се извршени со склоп на теренските активности при реализација на директните и индиректните истражувања (изградба на патишта, брани, тунели, гасоводни цевоводи и сл.). Типот на испитување на карпестите маси при овие теренски истражувања во голема мера кореспондира со наменското испитување на физичко-механичките карактеристики на карпите при истражувањата за архитектонско-градежен и украсен камен.

- Проспекциско геолошко картирање на теренот

Геолошкото картирање на теренот претставува основна и најважна метода на теренско истражување. За утврдување на потенцијалните локации за експлоатација најпрво се осознаени основните податоци добиени од основните геолошки истражувања за даден регион. Потоа е пристапено кон подетално осознавање на теренот преку конкретни теренски истражувања во форма на проспекциско геолошко картирање. Ова картирање опфаќа утврдување на основни индикативни појави кои асоцираат можна појава на квалитетна (компактна) карпеста средина. Тука спаѓаат податоците за степенот на испуканост и раседнатост на карпестата маса и утврдување на основните структурно-текстурни карактеристики на карпите. Од особена важност е дефинирањето на степенот на испуканост, системите на пукнатини и нивната ориентација. Квалитетот на карпестата маса е обратно пропорционален од степенот на испуканост на карпестата маса, дефиниран како број на пукнатини

на метар должен или метар квадратен. Појавата на што помал број на систем на пукнатини се смета за поволна индикација. Ваквата состојба е поради фактот што со зголемувањето на системот на пукнатини се намалува и блоковитоста кај карпестата маса. Досегашната пракса укажува на фактот дека како особено поволна средина за појава на квалитетен архитектонско-градежен камен се зоните помеѓу раседи од прв ред со исти или приближно исти структурни елементи. Во поглед на структурната ориентираност на системите на пукнатини и поедините пукнатини воопшто, се сметаат оние со стрмен или субвертикален пад на рамнините на испуканост. Ваквата состојба овозможува поголем коефициент на искористување при процесот на идната експлоатација. Како индикативна метода за појава на квалитетна минерална суровина кај поедини видови на карпи може да се искористи појавата на вододрживост. Оваа индикација, всушност, претставува појава на помали вириви на површината на теренот во рамките на компактната карпеста маса, која асоцира на мошне погодна средина во поглед на отсуство на микро пукнатини кај карпата (Слика 6). Ваквите индикации обично претставуваат мошне веродостоен податок за појава на квалитетна минерална суровина.



Слика 6. Појава на вододрживост кај карпестите маси во близина на с.Чаниште  
Figure 6. Occurrence of water bearing in rock mass near v.Caniste

Со утврдувањето на основните структурно – текстурни карактеристики се дефинира декоративноста на каменот и, пред сè, неговата обработливост. Како предност во тој поглед се смета ситнозрната структура и масивната текстура. Овие карпи, обично, имаат најпогодни можности за обработка и примена воопшто. Исто така, многу важно својство во поглед на декоративноста е и пигментацијата на карпите.

Како една од најважните карактеристики при дефинирањето за можната експлоатација на одреден карпест масив, покрај основните геолошки својства, е и утврдувањето морфолошките карактеристики на теренот. Ова својство е особено важно бидејќи за експлоатација на одреден карпест масив, истиот треба да има поволни морфолошки својства, односно да е со што е можно поголема стрмнина. Како неофицијално прифатена гранична вредност на падините во праксата се сметаат оние со генерален паден агол поголем од  $25^\circ$ .

Од хидролошки аспект, од особено значење е постоењето на одредени извори на вода за потребите на експлоатација. Како погодна околност се смета појавата на извори, реки, акумуляции или водоносни карпести средини во непосредна близина на локацијата каде е утврдена појавата на квалитетна минерална сурвина. Исто така, големо значење има дефинирањето на поволностите за патната инфраструктура и електро енергетската поврзаност (достапност) до локацијата.

- Испитување со склерометар (Шмитов чекан)

Како најчесто користена техника за теренско утврдување на јакоста на притисок на карпите е применето испитување со помош на склерометар (Шмитов Чекан). Ова теренско испитување претставува мошне практична и едноставна метода за утврдување на приближните вредности на јакоста на притисок кај карпите. Врз основа на вредностите на отскок на Шмитовиот Чекан и направената корелација со волуменската тежина на поедини видови на карпи, можат да се добијат мошне прецизни податоци за јакоста на притисокот на површинските делови од карпестите маси на длабочина од неколку метри. (Слика 7).

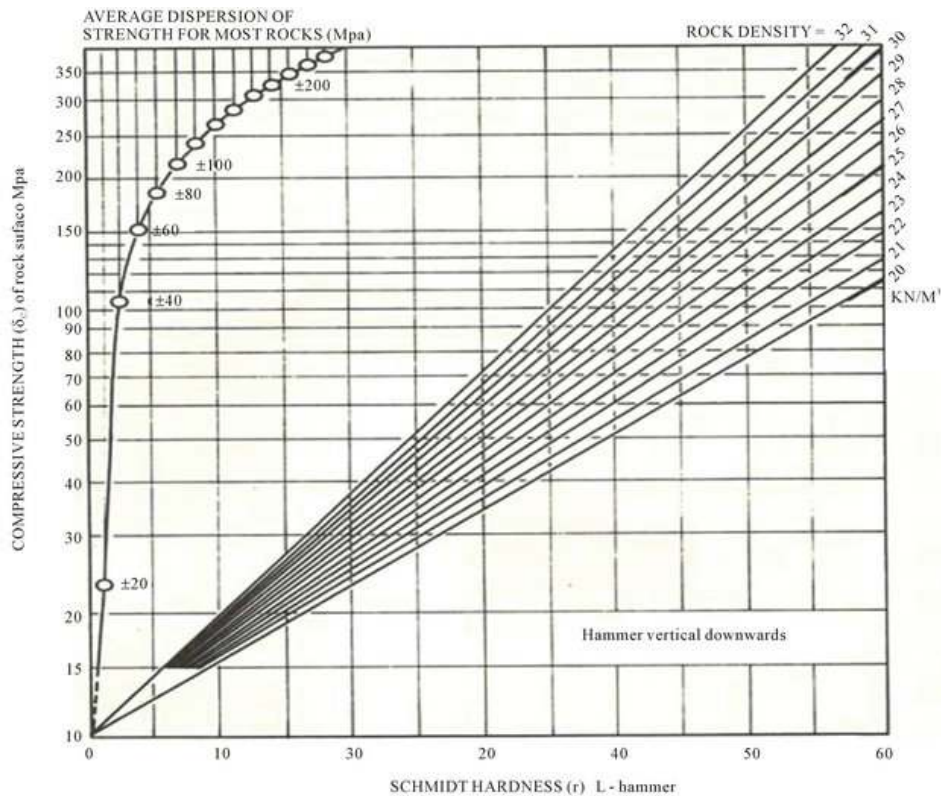


Слика 7. Склерометар (Шмитов Чекан)  
Figure 7. Sclerometer (Schmidt hammer)

Испитувањето на карпестите маси е реализирано на стандарден начин при што во една точка десетина пати е удирано со склерометарот и се отчитувни вредностите на отскок притоа водејќи сметка за аголот под кој е извршен ударот. Со добивање на средна вредност од резултатите при отскок на склерометарот направена е корелација на вредноста на отскок со приближната вредност на јакоста на притисокот преку соодветниот дијаграм на корелациона зависност. (Слика 8)

При корелирањето на резултатите претходно макроскопски е утврден видот на карпата и е дефинирана нејзината општо усвоена волуменска тежина. Овој податок е суштински бидејќи за различни видови на карпи истата вредност на отскок дефинира различна вредност на јакоста на притисок.

Генерално земено, како поволна средина се смета онаа каде ќе се утврди вредност на јакоста на притисок поголема од 80MPa. Во ваквите зони во подлабоките нивоа јакоста на притисок е драстично поголема и најчесто линеарно се зголемува до длабина од 10 до 15m. Секако, при овие испитувања потребно е добро да се познава и степенот на анизотропност на карпите. Врз основа на податоците добиени со склерометар можат да се направат мошне прецизни проспекциски карти и зонирања на теренот каде се утврдени поволни услови за појава на компактна средина во рамките на одредена карпеста маса.



Слика 8. Дијаграм на корелациона зависност на (Шмитов Чекан)  
Figure 8. Correlation diagram for (Schmidt hammer)

## 5.2. Лабораториски методи

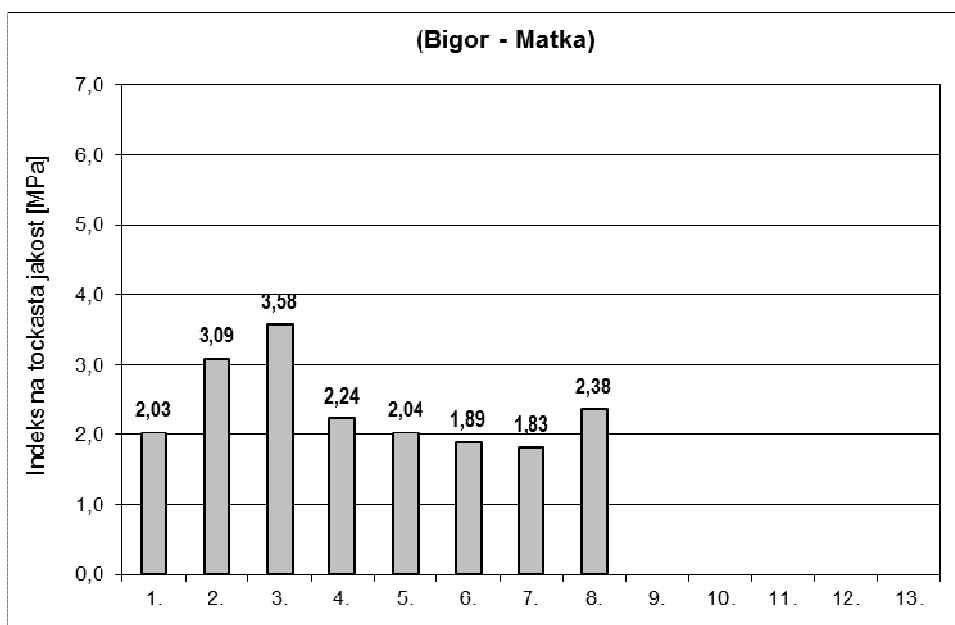
Применетите лабораториските методи на истражување во основа можат да се поделат на: основни (скратени) и детални (стандардни и комплетни). Како основни се сметаат оние преку кои на брз и едноставен начин се добиени основни податоци за физичко-механичките карактеристики на карпата. Детални методи се, всушност, методите кои се законски регулирани за дефинирање на карпестата маса за употреба како архитектонско – градежен и украсен камен.

Како најчесто користена основна лабораториска метода за анализа на карпести примероци е испитувањето на „точкаста јакост“. Со оваа метода на мошне брз и едноставен начин можат да се добијат податоци за јакоста на притисок преку корелација на добиените резултати и пропорционален сооднос за поедини видови на карпи. Истата се состои од земање на десетина примероци од матична карпа со големина до десетина сантиметри и испитување на точкаста јакост со дефинирање на средна вредност од сите испитани примероци. (Слика 9)



Слика 9. Апаратура за испитување на точката јакост  
Figure 9. Rock strength index apparatus

При процесирањето на податоците добиени при испитувањето на точката јакост на карпите, користена е соодветна програма изработена во Ексел (Excel) преку која се добиени средни вредности на точкастата јакост. (Слика 10). Корелацијата на овие вредности во вредностите за јакост на притисок се добиени со множење, а истите со вредност од 22 до 25 во зависност од типот на карпата и анизотропноста на истата.



Слика 10. Резултаи од испитување на точката јакост  
Figure 10. Results from point load test analysis



Со деталните лабораториски испитувања се дефинирани физичко-механичките, хемиските и минералошко-петрографските карактеристики на карпите. Овие испитувања се, всушност, законски дефиниран склоп на лабораториски испитувања врз основа на кои се проценува употребливоста на карпите како архитектонско – градежен камен. Критериумите за стандардните испитувања согласно МКС се дефинирани преку В.В8 стандардите, и во состав на истите спаѓаат 12 различни видови на испитувања. (Табела 2)

Табела 2 – МКС за испитување на камен за архитектонско – градежни цели  
Table 2 – MKS for examination of rock samples for usage as architectural – construction stone

Ред. Бр.	Испитување:	Метода според МКС	Единечна мера	Ознака	Резултати од испитување	Услови за квалитет Fs (фасадно облагање) Pd (подно облагање)
1.	Јакост на притисок во сува состојба	В.В8.012	МПа	$\beta_p$ min.		Fs - min.(40) Pd - min.(80)
				$\beta_p$ max.		
				$\beta_p$ sred.		
2.	Јакост на притисок во водозаситена состојба	В.В8.012	МПа	$\beta_p$ min.		Fs - min.(28) Pd - min.(64)
				$\beta_p$ max.		
				$\beta_p$ sred.		
3.	Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмизнување	В.В8.012	МПа	$\beta_p$ min.		Дозволена загуба на јакост на притисок после $M_{25}$ цикл. max. 20%
	Загуба на јакост			$\beta_p$ max.		
				$\beta_p$ sred.		
	%	ZM <sub>25</sub>				
4.	Водовпивање	В.В8.010	% /m/m/	U		Fs - max.( 8.0 ) Pd - max.(1.0)
5.	Отпорност на абенје со стружење	В.В8.015	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	Ab		Fs - max.( 35.0 ) Pd - max.(12.0)
6.	Зафатнинска маса со пори и шуплини	В.В8.032	kg/m <sup>3</sup>	$\gamma_v$		(2000 - 3000)
7.	Зафатнинска маса без пори и шуплини	В.В8.032	kg/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$		(2000 - 3000)
8.	Коефициент на зафатнинска маса	В.В8.032	Koef.	i		/
9.	Порозност	В.В8.032	% /m/m/	P		Fs - max.( 4.0 ) Pd - max.(0.1)
10.	Постојаност на дејство на мраз	В.В8.002	% /m/m/	M		Fs - max.( 128.0 ) Pd - max.(5.0)
11.	Мин. – петр. состав	В.В8.003	% /m/m/	MPS		Поволен состав
12.	Хемиска анализа	В.В8.003	% /m/m/	MPS		Без присуство на SO <sub>4</sub> , Cl, S, тотал.S

Покрај останатите, како едно од најважните лабораториски испитувања е испитувањето на јакоста на притисок кај карпестите маси. За таа намена земени се соодветен број на свежи (репрезентативни) примероци од карпите кои се истражувани. Анализата е реализирана на стандардна преса за испитување, и тоа на минимум 3 примероци од јадро од дупнатица, односно стандардни коцки со димезии 5x5x5 или 10x10x10cm. (Слика 11) Формата на анализираниот примерок зависи од видот на опробување, т.е. дали станува збор за опробано јадро од дупнатица или неправилен примерок од површина на терен. Во случаите на опробување од јадро од дупнатица, пробите се формирани со соодветен сооднос на цилиндар (дијаметар/висина = 1:1.5 или 1:2). Во случаите кога имаме површински опробано јадро, тогаш примерокот од карпата е сечен на правилни коцкасти примероци со претходно наведени димензии, зависно од можноста за механичка обработка на карпата. Ваквата потреба е согласно потребата за формулите за пресметка на вредностите добиени при лабораториските испитувања. При испитувањето се земени во предвид минималните и максималните вредности на јакост на притисок, при што како репрезентативна се зема средната вредност од истите.



Слика 11. Апаратура за испитување на едноосијална јакост  
Figure 11. Uniaxial strength apparatus

Како составен дел на стандардните лабораториски испитувања на карпестите примероци е и минералошко-петрографската анализа. Вакво испитување е направено на поголем дел од испитуваните примероци при што е дадено соодветно толкување за употребливоста на карпите од овој аспект. При ваквата анализа дефинирани се: структурата, текстурата, минералошкиот состав, формата на зрната, појавата на микропукнатини, неповолни трансформации на примарни минерали, видот на карпата и др. При анализа на карпите користени се препарати од извршени наменски испитувања на карпите од поедини каменоломи, како и препарати од поедини потенцијални локации кои се изработени од страна на авторот. За изработка на препаратите користена е конвенционална апаратура за изработка на петрографски препарати во склопот на геомеханичката лабораторија на Градежниот институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје. (Слика 12)



Слика 12. Изработка на петрографски препарати (Г.И.М.-Скопје)  
Figure 12. Manufacturing petrographic probe (С.Е.И.-Скопје)

Микроскопската анализа на петрографските препарати е извршена со помош на соодветен микроскоп со поларизирана светлина (Поларизирачки

микроскоп модел ML9400) во рамки на кабинетот за минералошко-петрографска анализа на Градежен институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје. (Слика 13).



Слика 13. Миералошко-петрографска анализа на препарати (Г.И.М.-Скопје)  
Figure 13. Mineralogy - petrographic probe analysis (С.Е.И.-Скопје)

Преостанатите лабораториски испитувања се реализирани по стандардните методи кои се пропишани за ваков вид на лабораториска анализа

### **5.3. Кабинетски методи**

Со кабинетските методи на истражување направена е статистичка обработка на сите расположиви податоци од истражувањата реализирани од страна на истражувачот и други автори и субјекти. Истите претставуваат крајна фаза на истражувањето преку која се дефинирани квалитативно – квалитативните карактеристики на карпестите маси кои се проучувани во рамките на овој магистерски труд. Тука, пред сè, главна улога имаат податоците од лабораториските испитувања на карпите, како и записите од

извршените теренски истражувања. Како дел од кабинетските методи на истражување може да се дефинира и анализата на постоечката документација која е проучувана пред почетокот на теренските и лабораториските истражувања од страна на авторот.

Во делот на проучувањето на постоечката документација и податоците од новите теренски истражувања, извршено е дефинирање на пределите каде е застапена квалитетна минерална суровина која би била погодна за експлоатација како архитектонско – градежен камен. Ова е реализирано со формирање на соодветни геолошки карти со означени локации, региони и области каде се застапени позитивните индикации. Истите се соодветно означени и прикажани во рамките на графичките прилози кои се составен дел на овој магистерски труд.

Документирањето на квалитативните карактеристики на карпестите маси е извршено преку систематизација на податоците од описот на карпите и карпестите маси за време на теренското геолошко картирање, а како и толкувањето на резултатите од лабораториските истражувања. Како резултат на тоа формиран е фонд на податоци и технички опис на карпите преку кој е добиена доста јасна претстава, пред сè, за квалитативните карактеристики на карпестите маси.

## **6. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ ПОДАТОЦИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО**

Со детална анализа на податоците од целокупните теренски, лабораториски и кабинетски истражни работи формиран е соодветен фонд на податоци врз основа на кој во значителна мера се дефинирани квалитативните и, пред сè, квалитативни податоци за одредени карпеси маси кои се, или би биле погодни за експлоатација како архитектонско – градежен камен. Употребливоста на поедини видови на карпести маси е извршена согласно претходно дефинираните истражувани подрачја каде за одредени видови на карпи се утврдени поволни карактеристики за искористување на истите како архитектонско – градежен и украсен камен. Според тоа, утврдени се одредени видови на мермери, гнајсеви, гранити, гранодиорити, оникси, травертини, бигори, варовници и шкрилци. За дел од овие видови на карпи на

одредени локации постојат доста прецизни податоци за нивните квалитативно – квантитативни податоци кои се добиени со детално геолошко истражување. За останатите е извршено утврдување на нивните основни физичко – механички и минералоско – петрографски карактеристики, како и проценката за нивната застапеност во просторот.

### **6.1. Карпи во рамки на подрачјето Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово**

Во рамките на ова подрачје утврдени се повеќе појави на квалитетни карпести маси, пред сè, од серијата мермери и гнајсеви. Како репрезентативен примерок за мермерите од околината на Прилеп се појавите во близина на с.Присад, односно наоѓалиштето Сивец каде активно се експлоатира високо квалитетен мермер последните 5 децении. Ова подрачје се карактеризира со појава на квалитетен светлосив и бел ситнозрн мермер кој е застапен во подлабоките нивоа. Станува збор за масивни до слабо ушкрилени доломитски мермери со јасно изразена фолијација со генерални ЕПФ 40/40. (Слика 14)



Слика 14. Појава на сив мермер во рамки на каменоломот СИВЕЦ  
Figure 14. Ocurrence of gray marble in SIVEC quarry



Истите се застапени во делот помеѓу поблиските врвови Единак и Црвеница, на потегот помеѓу селата Присад и Небрегово на површина од околу 300ha, при што имаат генерален правец на протегање СЗ-ЈИ. Покрај Сивец овие мермери активно се експлоатираат и од западна страна на масивот во делот на Бела Пола каде имаат слични својства како и во рамките на каменоломот Сивец. (Слика 15)



Слика 15. Појава на сив мермер во рамки на каменоломот Бела Пола  
Figure 15. Ocurence of gray marble in Bela Pola quarry

Според досегашните сознанија од многубројните детални теренски и лабораториски испитувања на мермерите во рамките на каменоломот „Сивец“ дефинирани се 5 комерцијални видови на мермер во зависност од присуството на калцит во него (Сивец екстра, Сивец А, Сивец РА, Сивец РВ, Сивеца CD). Согласно Правилникот за класификација и категоризација на минералните сировини, наоѓалиштето Сивец припаѓа во шестата група на наоѓалишта на архитектонско – градежен камен, каде блоковитоста не преминува повеќе од 10%. Врз основа на извршените лабораториски физичко – механички испитувања, добиени се следните резултати: (Табела 3)

Табела 3 – Физичко - механички својства на мермер од наоѓалиштето Сивец  
 Table 3 – Physical - mechanic properties of marble from Sivec deposit

Испитување	Един.мера	Мах/мин вредност	Средна вредност
Јакост на протисок во сува состојба	N/mm <sup>2</sup>	191/143.7	167.6
Јакост на протисок во водозаситена состојба	N/mm <sup>2</sup>	182.3/133.1	157.7
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	N/mm <sup>2</sup>	174.0/129.0	151.5
Јакост на свиткување	N/mm <sup>2</sup>	9.33/8.14	8.74
Јакост на затегање	N/mm <sup>2</sup>	8/10	9
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	40/16	27.5
Водовпивање	%	0.14/0.12	0.13
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	2.79/2.88	2.84
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	2.88/2.82	2.85
Еластичност	МПа	84.5/79.1	81.8
Порозност	%	/	0.50

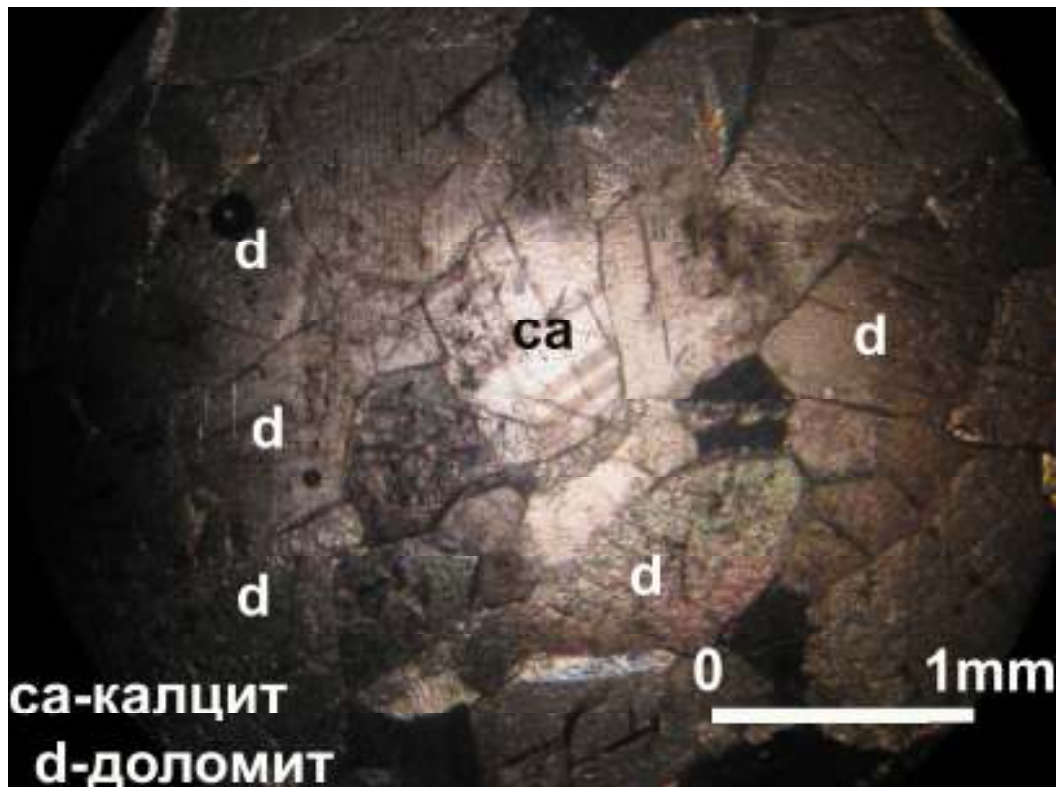
Со хемиска анализа утврден е следниот состав на мермерот од наоѓалиштето Сивец: (Табела 4).

Табела 4 – Хемиски состав на белиот мермер од наоѓалиштето Сивец  
 Table 4 – Chemical properties of white marble from Sivec deposit

Хемиски состав	Застапеност [%]
CaO	31.71
MgO	19.82
SiO <sub>2</sub>	0.03
TiO <sub>2</sub>	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01
FeO	0.01
MnO	0.01
LOI	48.02

Со детална минералогско – петрографска анализа е утврдено дека станува збор за ситнозрн доломитски мермер со масивна текстура сахароидна - гранобластична структура (слика 16).





Слика 16. Мин - Пет анализа на мермер од наоѓалиштето Сивец  
 Figure 16. Min - Pet analysis of marble from Sivec deposit

Мермерите во делот на наоѓалиштето Бела Пола се со слични карактеристики како и оние во „Сивец“, но со нешто пониски вредности на јакоста на притисок. Истите ги имаат следните карактеристики: (Табела 5)

Табела 5 – Физичко–механички својства на мермер од наоѓалиштето Бела Пола  
 Table 5 – Physical properties of marble from Bela Pola deposit

Испитување	Един.мера	Средна вредност
Јакост на протисок во сува состојба	МПа	148,2
Јакост на протисок во водозаситена состојба	МПа	132,1
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	МПа	117,6
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	27.5
Водовпивање	%	0,0792
Волуменска тежина	kg/m <sup>3</sup>	2845

Согласно извршената хемиска анализа на мермерот од наоѓалиштето Бела Пола, добиени се следните резултати: (Табела 6)

Табела 6 – Хемиски состав на мермерот од наоѓалиштето Бела Пола

Table 6 – Chemical properties of marble from Bela Pola deposit

Хемиски состав	Застапеност [%]	
	Бел мермер	Сив мермер
CaO	31.89	54.23
MgO	20.56	1.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.02
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.05
K <sub>2</sub> O	0.12	0.12

Со споредба на резултатите од извршените физичко – механички карактеристики (јакоста на притисок) на мермерите од наоѓалиштето Сивец и оние од Бела Пола може да се констатира дека мермерот од Сивец е со нешто поповолни карактеристики во споредба со оној од Бела Пола за околу 10 до 15%. Што се однесува до хемискиот состав на белиот доломитски мермер, евидентно е дека станува збор за сосема ист тип на мермер.

Во близина на с.Плетвар евидентирана е, исто така, појава на квалитетна минерална суровина на доломитски мермери со моќност од околу 300m и должина од околу 3km. Станува збор за мошне квалитетен бел до сивкасто-бел мермер кој претставува продолжеток на доломитските мермери од зоната на наоѓалиштето Сивец. Ваквата сосотјба е евидентна по практично истите елементи на пад на фолијација кај овие карпи на кои генерално се дефинирани со ЕПФ 35/40. На оваа локација веќе постојат два активни каменолома. Како негативна одлика на мермерите во близина на с.Плетвар е релативно малата моќност и постепениот преод во циполини кон север, како и ниската боковитост <5%.

За дефинирање на основните квалитативни својства на овие мермери земена е проба за испитување на едноаксијална јакост на притисок од каменоломот Плетвар од делот на отворените етажи (ПЛ-1). Добиените резултати се прикажани во Табела 7.

Табела 7 – Резултати од испитување на јакост на притисок на мермерот од наоѓалиштето Плетвар

Table 7 – Results from uniaxial compression strenght of marble from Pletvar deposit

Испитување	Един.мера	Средна вредност
Јакост на протисок во сува состојба	МПа	158,7

Исто така, извршени се и основни теренски испитувања со склерометар на локација во близина на с.Плетвар, поточно околу тригонометарската точка со 1068м.н.в. На оваа локација се извршени три тестирања, при што се добиени доста поволни резултати кои се движат во границите од 40 до 50 отскока што одговара на вредности на јакост на притисок од од 120 до 150 МПа. (Табела 8) За прецизно дефинирање на локациите каде се извршени теренските испитувања користен е рачен GPS уред Garmin 60 со толеранција од +/- 3m грешка.

Табела 8 – Резултати од индиректно испитување на јакост на притисок на мермери во близина на с.Плетвар со склерометар

Table 8 – Results from mediate investigations for uniaxial compression strenght of marble near v.Pletvar using sclerometer

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [МПа]
	Y	X		
T-1	7555213	4580872	48	≈140
T-2	7555297	4580842	42	≈120
T-3	7555431	4581007	46	≈130

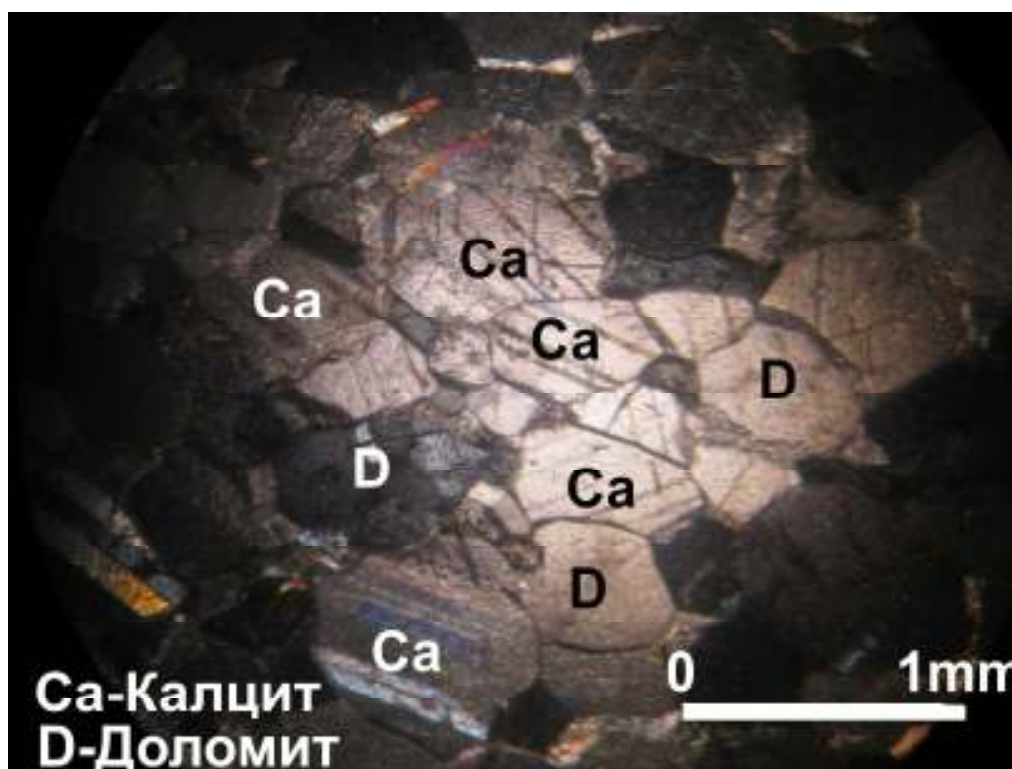
Според добиените резултати може да се констатира дека во претодно дефинираниот дел од теренот е застапена појава на потенцијално квалитетна мермерна маса која во иднина би можела со дополнителни детални геолошки истражувања да се експлоатира како архитектонско-градежен и украсен камен.

Покрај претходно споменатите локации, потребно е да се напомене и мермерната маса во делот од теренот помеѓу селата Крстец и Тројаци, односно СЗ и ЈИ делови околу врвот Козјак. Генералната геолошка градба и првично утврдената потенцијалност на овој предел е дефинирана врз база на основните геолошки истражувања. Според истите, овој терен е изграден од сиви мермери во централните делови, и бели доломитски мермери во вид на концентрична зона во пониските делови од планинарскиот масив. Главна структурна одлика е појавата на одредена синклинална форма со оска која тоне кон исток. Моментално постои одреден површински коп каде во рамките на наоѓалиштето Белички Рид се експлоатираат генерално сиво – бели мермери со добар квалитет. Врз основа на извршени лабораториски испитувања од земени проби од истражните етажи, добиени се следните вредности на физичко – механичките карактеристики (Табела 9):

Табела 9 – Физичко-механички својства на мермер од наоѓалиштето Belicki Rid  
 Table 9 – Physical - mechanic properties of marble from Belicki Rid deposit

Испитување	Един.мера	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	MPa	158.7
Јакост на притисок во водозаситена состојба	MPa	150.72
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	MPa	146.6
Отпорност на абеење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	28.2
Водовпивање	%	0.22
Специфична тежина	Kg/m <sup>3</sup>	2.83
Волуменска тежина	Kg/m <sup>3</sup>	2.90
Порозност	%	0.77

Според извршените минералошко – петрографски испитувања, утврдено е дека станува збор за калцитско – доломитски мермер со зголемена содржина на калцит на одредени места во вид на тенки сиви траки.



Слика 17. Мин - Пет анализа на мермер од наоѓалиштето Белички Рид  
 Figure 17. Min - Pet analysis of marble from Bekicki Rid deposit

Во поглед на структурно – геолошките карактеристики, доломитскиот мермерен комплекс се одликува со појава на масивни до слабо ушкрилени

мермери кои имаат генерални елементи на пад на фолијација ЕПФ 30/30. (Слика 18) Истите, слично како и оние кај с.Плетвар, во внатрешноста преминуваат кон калцитски мермери и поретко циполини.



Слика 18. Појава на сив мермер во рамки на каменоломот Белички Рид

Figure 18. Occurrence of gray marble in Belicki Rid quarry

За овој мермерен масив важно е да се напомене дека како потенцијална зона за идна експлоатација на квалитетна минерална сировина е делот кој гравитира кон с.Крстец каде постојат поволни услови за експлоатација од аспект на комуникациска поврзаност и произразена појава на доломитските мермери со понизок степен на раседнатост и испуканост.

Како четврта мермерна зона во рамките на ова подрачје е издвоена серијата на доломитски и калцитско – доломитски мермери во околината на с.Беловодица. За оваа зона, согласно дефинираната реонизација на истражуваниот преостор, податоците генерално се дефинирани во рамките на Мариовската област.

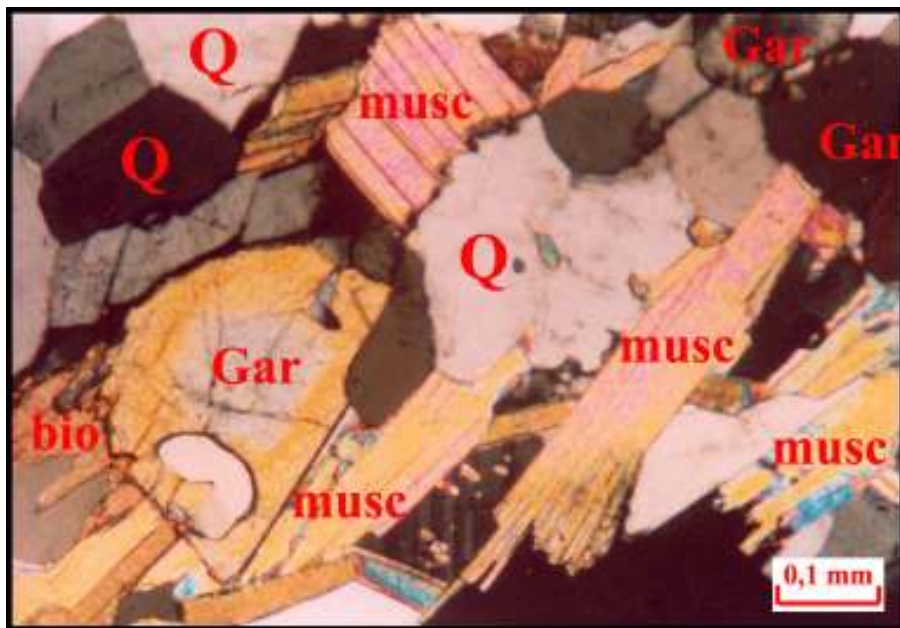
Покрај мермерите, како мошне квалитетна минерална сировина во рамките на подрачјето Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово се и гнајсевите, поточно гарните - гнајсевите од околината на с.Дупјачани, односно истоименото наоѓалиште. (Слика 19)





Слика 19. Појава на гранито-гнајсеви (наоѓалиште Дупјачани)  
Figure 19. Occurrence of granite-gneiss (Dupjanci deposit)

Во рамките на истражувањата на овие карпи извршени се одредени лабораториски и теренски истражувања при што се добиени позитивни резултати во поглед на искористување на истите како архитектонско – градежен и украсен камен. Според минералошко – петрографската анализа утврдено е дека станува збор за гранито-гнајсеви со порфиробластична структура и тракаста текстура. (Слика 20)



Слика 20. Мин - Пет анализа на гранито-гнајс од наоѓалиштето Дупјачани  
Figure 20. Min - Pet analysis of granite-gneiss from Dupjanci deposit

За утврдување на основните физичко – механички својства земена е проба од постоечкиот усек при што е извршено испитување на јакоста на притисок во сува состојба. (Табела 9)

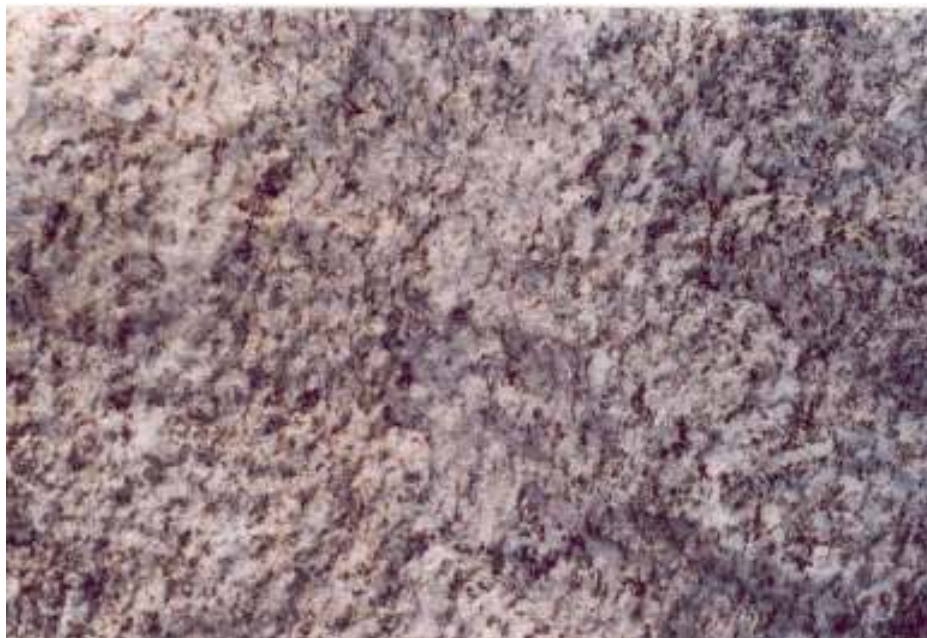
Табела 9 – Резултати од испитување на јакост на притисок на гранито-гнајс од наоѓалиштето Дупјачани

Table 9 – Results from uniaxial compression strenght test of granite-gneiss from Dupjascani deposit

Испитување	Един.мера	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	124,6

Добиените вредности за еднооксијална јакост иако се во дијапазонот на умерени до ниски, земајќи го во предвид фактот дека се земени од површинските делови од масивот се очекува истите во подлабоките нивоа да достигнат значително поголеми вредности за околу 10 до 15%.

Што се однесува до макроскопските карактеристики на испитуваната карпеста маса, за истата генерално може да се каже дека се одликува со порфиробластична структура иницирана од локална концентрација на покрупни кристали од минерали со стакласта сјајност. Текстурата ѝ е во основа тракаста, добиена со на одредени места доста јасна минерална насоченост на одредени лушпести и темни минерали, најверојатно ликуни. (Слика 21)



Слика 21. Гранито-гнајс од наоѓалиштето Дупјачани

Figure 21. Granite-gneiss from Dupjascani deposit

Покрај претходно наведените локации и видови на карпи во рамки на анализираното подрачје Козјак – Плетвар – Сивец – Небрегово, како перспективни карпи со добар потенцијал за искористување како архитектонско-градежен камен можат да се посочат и гранодиоритите северно од Прилеп, поточно северно од манастирот Трескавец. Оваа зона се одликува со низок степен на испуканост и раседнатост, како и мошне поволни комуникациски одлики на теренот. При деталното истражување на овие карпи потребно е да се обрне посебно внимание на минералошко – петриграфската анализа, односно евентуалната застапеност и зголемена концентрација на одредени ураниумови минерали (пехбленда).

## **6.2. Карпи во рамки на подрачјето Чаниште, Бешиште, Полчиште, Витолиште, Вепрчани, Кокре, Крушевица (Мариовско)**

Ова подрачје е дефинирано врз основа на контурната линија помеѓу претходно наведените села каде е утврдена појава на квалитетена минерална суровина мермер, оникс, травертин и гранодиорит. За ова подрачје можеме слободно да кажеме дека претставува најперспективен дел од карпестиот масив на Мариово, а воедно и во Македонија каде покрај појавата на квалитетен камен постојат и доста поволни комуникациски и технички услови за експлоатација.

Мермерите во рамките на ова подрачје се застапени во источните делови на теренот каде во вид на една издолжена структура се ограничени со гнајсеви од западната и кредни седименти од источната страна. Од посебен интерес за експлоатација се доломитските сиви до сиво-бели мермери кои постепено кон исток преминуваат во калцитски. Како репрезентативен примерок на ваквиот тип на мермери ќе го земеме наоѓалиштето Вепрчани во близина на истоименото село. Мермерите, кои се појавуваат во рамки на ова наоѓалиште се, всушност, истата серија на претежно доломитски мермери која продолжува во делот кај с.Беловодица каде исто така веќе постои каменолом. Генерално, овие мермери се карактеризираат со слабо изразена шкрилавост и генерална вредност на елементи на пад на фолијација ЕПФ 70/40. Како маркантна појава кај истите е појавата на таканаречен систем на „контра



раседи” помеѓу кои се издвојуваат доста компактни зони од сиви до сиво-бели мермери со тракаста текстура. (Слика 22)



Слика 22. Појава на сив мермер во рамки на каменоломот Вепрчани  
Figure 22. Ocurence of gray marble in Veprcani quarry

Согласно извршените лабораториски испитувања на примероци од мермерот од отворените етажи добиени се следните вредности: (Табела 10)

Табела 10 – Физичко-механички својства на мермер од наоѓалиштето Вепрчани  
Table 10 – Physical - mechanic properties of marble from Veprcani deposit

Тип на испитување	Един. мерка	Средна вредност
Волуменска тежина	Kg/m <sup>3</sup>	2840
Порозност	%	0.8
Апсорпција на вода	%	0.3
Јакост на притисок	MPa	205
Отпорност на мрзнење	MPa	17.5
Јакост на свиткување	MPa	19.5
Отпорност на абење	mm <sup>3</sup>	14720
Енергија на кршење	J	8

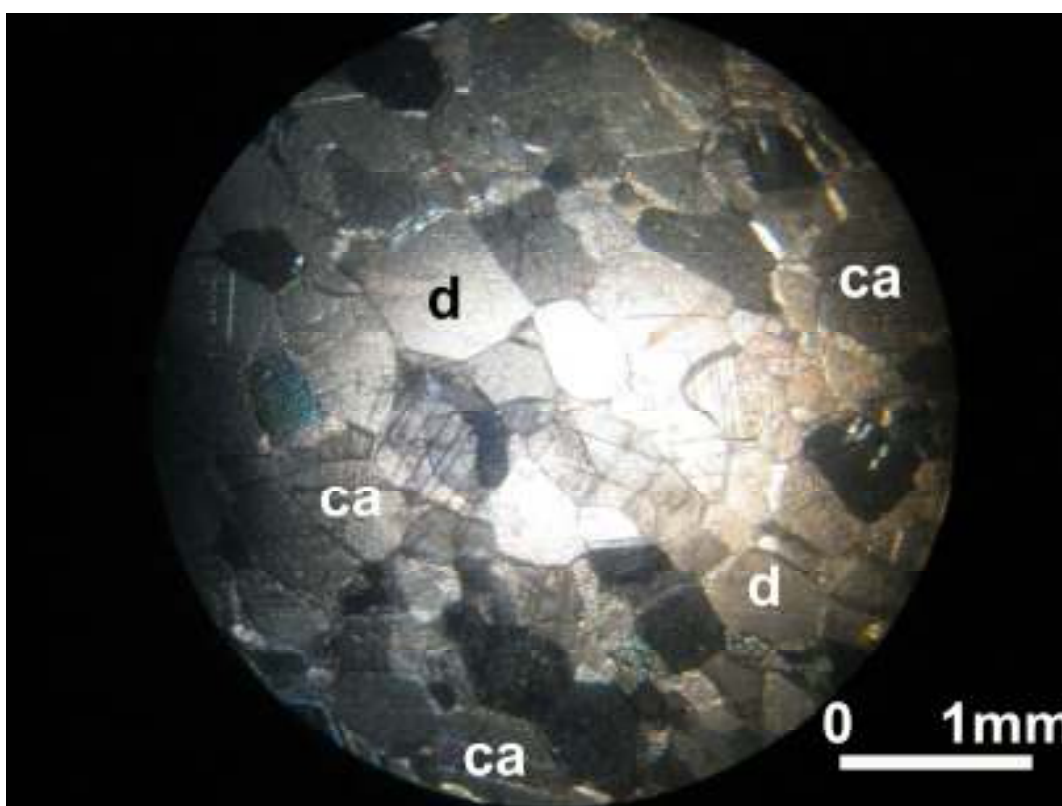
Со стандардна хемиска анализа на мермерот се добиени следните резултати: (Табела 11)

Табела 11 – Хемиски состав на мермерот од наоѓалиштето Вепрчани

Table 11 – Chemical properties of marble from Veprcani deposit

Проба бр.	Анализирани состојки								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	LOI
N1242	1.30	0.10	0.20	31.10	21.00	0.05	0.08	0.01	44.20

За дефинирање на минералошко - петрографскиот состав на мермерот од наоѓалиштето Вепрчани, изработен е петрографски препарат врз основа на кој детално е утврден минералошкиот состав и структурно – текстурните карактеристики на мермерот: (Слика 23)



Слика 23. Мин - Пет анализа на мермер од наоѓалиштето Вепрчани

Figure 23. Min - Pet analysis of marble from Veprcani deposit

Според извршената анализа, утврдено е дека станува збор за претежно среднозрни калцитски и во помала мера доломитски мермер со тракаста текстура и сахароидна - гранобластична структура. Во поглед на блоковитоста, наоѓалиштата, кои се застапени во оваа зона, се одликуват со релативно ниска блоковитост која не надминува 10% , но со релативно мошне добар квалитет.

Оваа серија на доломитски мермери, исто така, е мошне распространета во јужните делови во близина на с.Витолиште, односно северно од с.Мелница. Овде веќе постои одреден каменолом Скрка каде се врши активна екплоатација. Карактеристиките на овие мермери се мошне слични со оние од Вепрчани и Беловодица. Имаат генерална вредност на елементите на пад на фолијација од ЕПФ 130/20. Просторот на кој е можна нивна идна експлоатација е проценет на околу 3km<sup>2</sup>. За проучување на овој простор земена е една композитна проба од 8 примероци од локалитетот Стојанов Шопур за испитување на точкаста јакост, и извршени се 7 мерења со склерометар. Добиените податоци од испитувањата на точкастата јакост се прикажани на слика 24.



Слика 24. Резултати од испитување на точкаста јакост  
Figure 24. Results from point load test analysis

Со корелирање на резултатите добиени со испитување на точкаста јакост добиени се вредности за јакоста на притисок од 60 до 100 МПа. Овие вредности се мошне поволни од аспект на иницирачка информација за нивната физичката состојба. Земајќи го во предвид фактот дека испитувањата се вршени на примероци земени од површински изданоци кои се релативно деградирани од површинските влијанија и процеси, се очекува во подлабоките нивоа да дојде до зголемување на вредноста на јакост на притисок и до 30%.

Резултатите од испитувањата на мермерите со Шмитов Чекан од околината на локалитетот Стојанов Шопур се прикажани во Табела 8.

Табела 12 – Резултати од индиректно испитување на јакост на притисок со склерометар во близина на локалитетот Стојанов Шопур

Table 12 – Results from mediate sclerometer investigations for uniaxial trength on near Stojanov Shopur locality

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [Мра]
	Y	X		
T-1	7566547	4560673	25	≈60
T-2	7566609	7560531	31	≈80
T-3	7566713	4560808	28	≈75
T-4	7566633	4561048	34	≈85
T-5	7566543	4561202	40	≈100
T-6	7566646	4561313	38	≈90
T-7	7566492	4561349	35	≈85

Врз основа на претходно презентираниите податоци, може да се констатира дека покрај реонот на с.Беловодица и с.Вепрчани, како мошне перспективна локација за понатамошна експлоатација на мермер во мариовскиот крај може да се дефинира зоната околу локалитетот Стојанов Шопур.

Во поглед на искористувањето на останатите водови на камен во мариовскиот предел потребно е да се наведат појавите на висококвалитетен травертин и оникс кај селата Бешиште и Манастир. Основни податоци за овие карпи се добиени за време на почетните детални геолошки истражувања за јаглен во мариовскиот крај во текот на 1976, 1977, 1984 и 2010 година кога за првпат со истражно дупчење е утврдена геолошката градба на овие карпи по длабина (Табела 13). Нешто подоцна во текот на 2010 година, со реализација на дополнителните геолошки истражувања за јаглен, извршено е дополнително погустување во рамки на истражната мрежа со што се добиени доста прецизни податоци за литолошката градба на овие седименти во рамки на овој плио-квартерен комплекс.

Со ваквата ситуација се добиени мошне корисни податоци за застапеноста на травертинот и ониксот во рамки на овој плио-квартерен комплекс. Утврдено е дека дебелината на ваквиот плио – квартерен слој е мошне варијабилна (од 60 до 120m), при што во рамки на истиот ониксот се јавува во површинските делови и има релативно мала моќност. (Табела 13)

Табела 13 – Резултати од реализирани истражни дупнатини за јаглен

Table 13 – Results from performed exploratory boreholes for coal

Дупнатина	Година на изведба	Координати		Мокност [m]		
		Y	X	Травертин	Оникс	Вкупно
241	1984	7563900	4557005	63	15	78
238	1984	7564418	4557000	89	13	102
203	1984	7563500	4557010	67	6	73
102	1977	7564000	4557000	109	14	123
51	1976	7564500	4557000	62	/	62
10/XIX	2010	7566905	4555155	80	13	93
12/XX	2010	7564666	4556752	20	37	57

Станува збор за плио-квартерни седименти кои зафаќаат површина од околу 15km<sup>2</sup> и претставуваат повлата на вулканогено-седиментните карпи под нив. За утврдување на вредноста на јакост на притисок земена е проба од ИД-12/XX (оникс) при што е добиена средна вредност од 137,18МПа.



Слика 25. Анализирано јадро од ИД-12/XX

Figure 25. Analyzed core sample from borehole 12/XX

Земајќи ги во предвид и неколкуте активни каменоломи помеѓу селата Бешиште и Манастир, може да се констатира дека овие карпи се едни од најдетално истражените во маривскиот крај. Како репрезентативни во рамки на овој труд се земени две локации во рамки на овој плио-квартерен седиментен комплекс, односно околината на с.Бешиште и с.Манастир.

На растојание од околу 1,5km северно од село Бешиште постои активен каменолом за експлоатација на бигор (травертин) во рамки на кој се утврдени појави и на оникс. Согласно извршените лабораториски испитувања на травертинот од овој каменолом, добиени се следните вредности: (Табела 14)

Табела 14 – Физичко - механички својства на травертин од наоѓалиштето Бешиште

Table 14 – Physical - mechanic properties of travertine from Besiste deposit

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	MPa	108.6/66,2	96,2
Јакост на притисок во водозаситена состојба	MPa	44,2/82,17	62,13
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	MPa	89,54/39,00	72,18
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	12,78
Водовпивање	%	/	2,64
Специфична тежина	Kg/m <sup>3</sup>	/	2580
Волуменска тежина	Kg/m <sup>3</sup>	/	2505
Порозност	%	/	8,15

Во непосредна близина на с.Манастир е лоцирано и наоѓалиштето Поличе каде со лаборатоско испитување на травертинот се добиени следните вредности: (Табела 15)

Табела 15 – Физичко - механички својства на травертин од наоѓалиштето Поличе – с.Манастир

Table 15 – Physical - mechanic properties of travertine from deposit Police – v.Manastir

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	MPa	117,5/67,4	100,7
Јакост на притисок во водозаситена состојба	MPa	49,7/88,87	64,60
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	MPa	99,66/47,00	75,13
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	27.5
Водовпивање	%	/	2,0
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2610
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2510
Порозност	%	/	6,70

Споредувајќи ги вредностите од лабораториските испитувања на овие две локации може да се констатира дека вредностите за физичко-механичките карактеристики на карпите се мошне слични, односно дека не постојат големи варијации во квалитетот на травертинот.

Исто така, изработена е и минералошко – петрографска анализа на каменот од наоѓалиштето Поличе, при што е утврдено дека станува збор за калцитски травертин со шупликава до тракаста текстура. (Слика 26)



Figure 26. Мин - Пет анализа на травертин од наоѓалиштето Поличе  
Figure 26. Min - Pet analysis of travertine from "Police" deposit

Како еден од позначителните видови на камен кој е мошне значителен во рамки на мариовската област се и гранитите, односно гранодиоритите. Истите се широко распространети во западните делови од истражуваната област, особено во деловите помеѓу селата Чаниште и Крушевица, како и Кален и Дуње. За овие карпи постои солиден фонд на податоци кои се добиени преку индиректни истражувања, основни и детални геолошки истражувања, како и проспекциски истражувања на авторот на овој труд.

Во текот на 2010 година со реализација на истражувањата за патната траса помеѓу селата Маково – Чаниште до Расимбегов Мост, извршени се поголем број на теренски испитувања со склерометар, како и лабораториски

испитувања на точкаста јакост. Со ова се добиени основни квалитативни податоци за овие карпи во рамки на зададената траса. Според тоа, добиени се следните резултати од испитувањата со склерометар: (Табела 16)

Табела 16 – Резултати од испитување на гранодиорити со склерометар во околината на с.Чаниште

Table 16 – Results from investigations of granodiorites around v.Caniste by using sclerometer

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [МПа]
	Y	X		
T-34	7556046	4557125	40	≈90
T-35	7556535	4557389	46	≈100
T-36	7557228	4557939	42	≈95
T-41	7558846	4559120	37	≈85
T-42	7558860	4559503	45	≈100
T-43	7558918	4561458	44	≈95
T-44	7559654	4562003	39	≈90

Со испитување на резултатите од испитувањата за точкаста јакост добиени се следните вредности: (Табела 17)

Табела 17 – Резултати од испитување на точкаста јакост во околината на с.Чаниште

Table 17 – Results from examinations of point load test of granodiorites around v.Caniste

Број на проба	Координати		Вредност на Т.Ј. [МПа]	Корелациона зависност	Корелациона вредност [МПа]
	Y	X			
Пр-17	7556052	4557121	3.85	x 25	96.25
Пр -18	7556542	4557399	2.98	x 25	74.50
Пр -19	7557233	4557946	3.75	x 25	93.75
Пр -23	7558846	4559120	3.33	x 25	83.25
Пр -25	7558902	4559491	3.68	x 25	92.18
Пр -26	7559011	4561423	4.12	x 25	103.0

Врз основа на добиените резултати може да се констатира дека истите во најголем дел корелираат со оние од испитувањата со склерометар. Според тоа може слободно да се каже дека е формиран солиден фонд на основни податоци за квалитативните својства на гранодиоритите во близина на с.Чаниште.

Како резултат на добриот квалитет на гранодиоритите, како и поволните комуникациски услови, на околу 3km северно од с.Чаниште постои активен каменолом каде се експлоатираат гранодиорити со врвен квалитет. Со



отворањето на овој каменолом утврдено е дека станува збор за наоѓалиште со висок процент на блоковитост >15%.



Figure 27. Активен каменолом за гранодиорит во близина на с.Чаниште  
Figure 27. Active quarry for granodiorite near v.Caniste

Со лабораториско испитување на гранодиоритот од оваа локација добиени се следните резултати: (Табела 18)

Табела 18 – Физичко - механички својства на гранодиоритите од наоѓалиштето во близина на локалитетот Попов Нос.

Table 18 – Physical - mechanic properties of granodiorites from deposit near location known as Popov Nos.

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	MPa	132.06/109.98	120.3
Јакост на притисок во водозаситена состојба	MPa	114.42/97.20	103.30
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	MPa	115.48/96.41	106.10
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	9.85
Водовпивање	%	/	0.15
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2720
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2650
Порозност	%	/	2.60

Исто така, извршена е минералошко-петрографска анализа при што е утврдено дека станува збор за гранодиорит со сива боја и типична зрнеста структура со хипидеоморфни зрна и масивна структура.

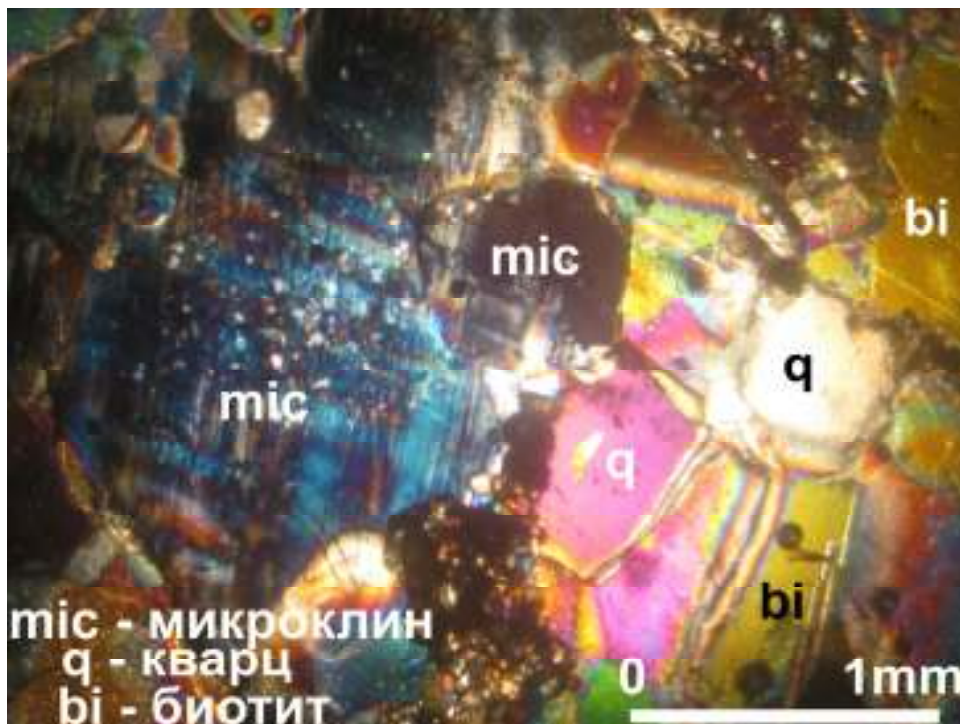


Figure 28. Мин - Пет анализа на гранодиорит од наоѓалиштето Попов Нос  
Figure 28. Min - Pet analysis of granodiorite from "Popov Nos" deposit

Врз основа на реализираните проспекциски истражувања на теренот од страна на авторот, на околу 700m северно од с.Крушевица, утврдена е појава на мошне квалитен камен кој со макроскопска анализа е утврдено дека одговара на групата од гранодиорити. Станува збор за гранодиоритски изданоци со сивкаста боја и иницијални знаци за поволни физичко – механички својства и добра декоративна вредност. Како карактеристича позитивна одлика во поглед на испуканост и застапеноста на микро пукнатините е појавувањето на водоржливоста на овие карпи. Во тој контекст, на оваа локација се евидентирани појави на вирови со акумулирана атмосферска вода, што само по себе е знак за отсуство на микропукнатини. (Слика 29) Од аспект на поволни морфолошки својства на теренот, оваа локација исто така ги задоволува условите, со тоа што стрмнината на теренот е поголема од 30°.

Покрај иницијалните позитивни квалитативно - квантитативни својства на карпите, оваа локација има скоро идеални својства од аспект на комуникациска поврзаност, водоснабдување и ангажман на работна сила за експлоатација.



Figure 29. Изданоци од гранодиорити во близина на с.Крушевица  
Figure 29. Granodiorite outcrops near v.Krusevica

Во рамки на овој масив извршено е тестирање со Шмитов Чекан на 4 мерни места на површина од околу 0,5ha. Добиените вредности на отскок се прикажани во Табела 19.

Табела 19 – Резултати од испитување на гарнодиорити со склерометар во околината на с.Крушевица

Table 19 – Results from investigations of granodiorites around v.Krusevica by using sclerometer

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [MPa]
	Y	X		
T-1	7555300	4563501	42	≈95
T-2	7555311	4563519	38	≈85
T-3	7555298	4553498	48	≈100
T-4	7555305	4553504	39	≈85

Според добиените резултати од лабораториските испитувања, како и проспекциското истражување на теренот, може да се констатира дека оваа локација е исклучително перспективна во поглед на евентуална идна експлоатација на овој вид на камен.

Поради генетската поврзаност, при истражувањето на гранодиоритите потребно е и да се изврши и мерење на радиоактивноста кај овие карпи бидејќи истите можат да содржат одредена концентрација на пехбленда.

Како мошне перспективен терен од аспект на појава на квалитетни гранодиоритки карпи е и теренот помеѓу селата Кален и Дуње. Во близина на с.Кален на околу 1km југоистоно од селото постои одреден каменлом каде активно се експлоатира гранодиорит. (Слика 30)



Figure 30. Изданоци од гранодиорити во близина на с.Кален  
Figure 30. Granodiorite outcrops near v.Kalen

Врз основа на извршена детална проспекција на теренот во непосредна близина на ова наоѓалиште утврдено е дека станува збор за прилично непогоден терен од аспект на блоковитост на карпестите маси. Имено, утврдено е дека во голема мера се застапени неколку системи на пукнатини (ЕПП 190/25, 40/40, 275/30) што е мошне неповолна одлика. За утврдување на основни физички својства на карпите во рамките на оваа локација извршени се 2 мерења со склерометар при што се добиени следните резултати: (Табела 20)

Табела 20 – Резултати од испитување на гранодиоритите со склерометар  
Table 20 – Results from investigations of granodiorites by using sclerometer

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [MPa]
	Y	X		
T-1	7555280	4567721	38	≈85
T-2	7555272	4567713	36	≈80

Врз основа на добиените резултати можа да се заклучи дека јакоста на притисок кај овие гранодиорити е нешто помала во споредба со оние од кај село Чаниште и село Крушевица. Како и да е, земајќи го во предвид големиот простор на кој овие карпи се застапени помеѓу селата Кален и Дуње, сепак, и овој терен може да се дефинира како мошне перспективен од аспект на експлоатација и искористување на гранодиоритите.

### **6.3. Карпи во рамки на подрачјето Дебриште – Никодин – Извор – Крајници**

Издвојувањето на ова подрачје како посебно во рамките на овој магистерски труд е, пред сè, поради посебната географска и геотектонска локација. Имено, ова подрачје зафаќа дел од теренот кој геотектонски е лоциран на самиот контакт помеѓу Вардарската зона и Пелагонскиот масив. Од аспект на географска посебност, овој регион гравитира скоро целосно кон Тиквешијата. Во рамки на него издвоени се неколку појави на кавлитетен камен кој може да се искористи како минерална суровина за добивање на архитектонско – градежен и украсен камен. Во тој контекст, како карпи со посебно значење во истиот би ги издвоиле појавите на бигор и травертин, како и одредени кредни варовници.

Бигорите, односно травертинот се застапени во рамките на плио-квартерните седименти кои се застапени по течението на реката Раец на површина од околу 17km<sup>2</sup>. Овие карпи, согласно основните геолошки истражувања, се дефинирани како бигорливи варовници. Според овие истражувања, проценето е дека максималната дебелина на овие седименти изнесува околу 20m. Како посебно интересен дел од аспект на експлоатација на истите е зоната југоисточно од с.Тројаци каде има индикации за стабилизирана моќност во рамки на целата зона. Исто така, значителна позитивна карактеристика кај овие плио-квартерни седименти се добрите комуникациски врски и непосредната близина на магистралниот пат Велес – Прилеп.

Во рамките на овие седиментни карпи извршени се одредени детални геолошки истражувања на локалитетот Ѓурово, каде истите се појавуваат со мошне добри својства за експлоатација.



Согласно извршените лабораториски испитувања за физичко-механичките и минералошко – петрографските карактеристики, добиени се следните резултати: (Табела 21)

Табела 21 – Физичко - механички својства на травертин од наоѓалиштето во близина на локалитетот Ѓурово.

Table 21 – Physical - mechanic properties of travertine from Gjurovo deposit.

Испитување	Един.мера	Мах/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	134.25/106.19	121.8
Јакост на притисок во водозаситена состојба	МПа	128,53/103,45	114,30
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	МПа	116,53/98.33	106.66
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	22,75
Водовпивање	%	/	0.4
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2690
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2630
Порозност	%	/	2.20

Исто така, извршена е и минералошко – петрографска анализа при што утврдено е дека станува збор за карпа со бледо кафеава боја, кристалеста структура и тракаста до шупликава текстура. (Слика 31):

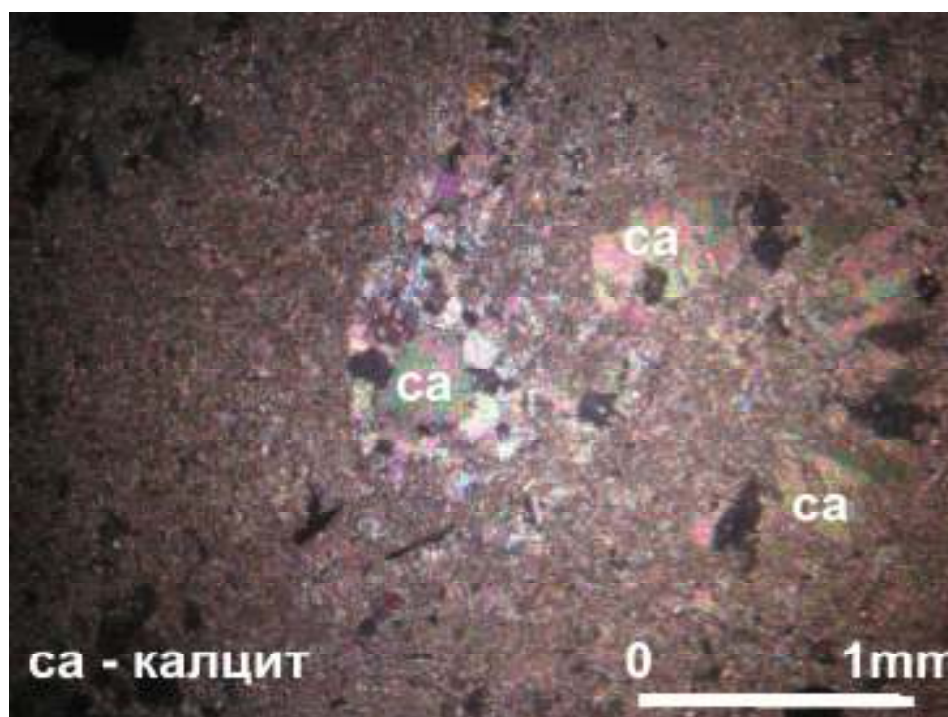


Figure 31. Мин - Пет анализа на травертин од наоѓалиштето Ѓурово  
Figure 31. Min - Pet analysis of travertine from "Gjurovo" deposit

Како мошне интересни карпи за експлоатација како архитектонско – градежен и украсен камен можат да се земат во предвид и кредните варовници во близина на с.Дебриште. Во рамки на овие седименти карпи веќе постојат неколку каменоломи за градежно – технички камен во рамки на кои во деловите со поголема блоковитост на карпестата маса може да се пристапи кон експлоатација на истите како архитектонско – градежен камен. Како типичен пример за ваква појава е наоѓалиштето Дебриште кое се наоѓа на оклу 1,8km западно од истоименото село. На оваа локација во рамките на извршените детални геолошки истражувања за градежно-технички камен утврдено е дека застапените темно-сиви варовници можат да најдат примена и како архитектонско – градежен камен во јужните делови од наоѓалиштето каде во форма на поголеми томболони истите би се експлоатирале. (Слика 32):



Figure 32. Изданоци од темно сиви варовници во наоѓалиштето Дебриште  
Figure 32. Dark limestone outcrops near in Debriste deposit

Како главна причина за нивна алтернативна употреба како архитектонско – градежен и украсен камен се смета атрактивната боја и текстурна која е дефинирана со појавата на бели калцитски жички кои се, најчесто, напречно ориентирани едни со други. Исто така, овие карпи имаат и мошне поволни физичко – механички својства кои одговараат за оваа намена. Според

извршените лабораториски испитувања добиени се следните вредности за физичко – механичките карактеристики на овие карпи. (Табела 22):

Табела 22 – Физичко - механички својства на варовник од наоѓалиштето Дебриште.

Table 22 – Physical - mechanic properties of limestone from Debriste deposit.

Испитување	Един.мера	Мах/мин вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	127,8/90,27	120,29
Јакост на притисок во водозаситена состојба	МПа	116,42/92,58	108,66
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	МПа	112,8/90,27	103,77
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	22,75
Водовпивање	%	/	0.1
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2730
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2700
Порозност	%	/	1,10

Во непосредна близина на ова наоѓалиште, на околу 800m југозападно од селото Дебриште на локалитетот Падарница, лоциран е постоечки каменолом за архитектонско-градежен камен. (Слика 33)



Figure 33. Наоѓалиште за варовник Падарница, с.Дебриште  
Figure 33. Limestone deposit Paradnica, v.Debriste



Ова наоѓалиште се одликува со појава на светло-сиви варовници кои во поплитките нивоа се јавуваат како бигорливи. Блоквитоста на ова наоѓалиште е релативно мошне ниска со нешто подобри карактеристики во неговите источни делови. За испитување на основните физичко-механички својства на овие карпи беше земена проба од отворените етажи при што беа добиени мошне поволни карактеристики за истата. (Табела 23)

Табела 23 – Резултати од испитување на јакост на притисок на варовник од наоѓалиштето Падарница

Table 23 – Results from uniaxial compression strenght test of limestone from Padarnica deposit

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	125.87/89.44	118,3

Земајќи го во предвид релативно високиот степен на раседнатост и испуканост на карпите во рамките овој карпест масив, особено делот северно од камнеломот, може да се каже дека ова наоѓалиште, согласно формираните маргини, е со лимитирачки карактер. Како и да е, значителен дел од карпестата маса во постоечкиот површински коп може да се искористи за експлоатација, но со низок степен на блоквитост.

#### **6.4. Карпи во рамки на подрачјето Смолани – Шешково – Дебриште – Никодин**

Ова подрачје е издвоено како посебно поради неколку појави на одредени видови карпи со метаморфно и, пред сè, седиментно потекло, како и посебната географска положба според која истото гравитира во делот на О.Чашка. Во споредба во претходно анализираните подрачја и видови на карпи, карпите кои се застапени во рамките на ова подрачје се со мошне помало значење во поглед на експлоатација како архитектонско – градежен и украсен камен.

Како покарактеристични во тој контекст би ги издвоиле појавите на плочести и банковити варовници во близина на селото Попадија. Овие варовници се јавуваат како сиви до кафеаво – сиви со умерен пад на слоевите кон исток. Блоквитоста кај истите иако е исклучително мала, сепак истите согласно нивниот начин на употреба за фазадна декорација, можат да најдат

соодветна примена како архитектонско – градежен камен. Од нив се земени проби за лабораториска анализа, односно испитување на точката јакост при што се добиени следните резултати: (Табела 24)

Табела 24 – Резултати од испитување на точката јакост на варовници од околината на с.Попадија

Table 24 – Results from examinations of point load test of limestones near v.Popadija

Број на проба	Координати		Вредност на Т.Ј. [МПа]	Корелациона зависност	Корелациона вредност [МПа]
	Y	X			
Пр - 1	7567765	4595310	2.48	x 25	62
Пр - 2	7567626	4595918	2,76	x 25	69

Овие варовници според своите квалитативни својства би можеле да најдат примена како архитектонско – градежен камен за вертикална (фасадна декорација). Нивна негативна одлика е релативно нискиот степен на искористување и сè уште слабо развиените комуникациски одлики на овој локалитет.

Како нешто позначителни во рамките на ова подрачје се појавите на филити во близина на с.Крнино каде веќе постои одреден каменолом. Овие карпи, слично како и варовниците, можат да најдат соодветна употреба на архитектонско – градежен камен, но ислучително како фасафна декорација, или како кровни шкрилци. За овие карпи се извршени комплетни физичко-механички испитувања при што се добиени следните резултати: (Табела 25)

Табела 25 – Физичко - механички својства на филити од наоѓалиштето Крнино.  
Table 25 – Physical - mechanic properties of philites from Krnino deposit.

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	127,8/90,27	70.29
Јакост на притисок во водозаситена состојба	МПа	116,42/92,58	66.31
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	МПа	112,8/90,27	62.18
Отпорност на абење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	37,75
Водовпивање	%	/	0.8
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2780
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2740
Порозност	%	/	0,95

Од добиените резултати може да се констатира дека поради високите вредности на абење овие карпи не се погодни за употреба како карпи за подно облагање. Истите, поради поволниот минералошко – петрографски состав и структура се со мошне поволни карактеристики за употреба за фасадна декорација и, пред сè, како кровни шкрилци.

### **6.5. Карпи во рамки на подрачјето Горна Матка – Чајлане - Арнаклија**

Ова подрачје е издвоено како посебно, пред сè, поради појавата на одредени бигори во рамки на плио-квартарните седименти, како и релативно поголемата оддалеченост од останатите во рамките на прилепско – мариовската област. Основни податоци за овие карпи се добиени уште за време на изработката на ОГК Скопје каде се дефинирани како мошне погодни за експлоатација како архитектонско – градежен камен. (Слика 34) Дополнителни податоци за истите се добиени и преку индиректни истражувања наменети за иградба на гасоводната линија Скопје - Кичево.



Figure 34. Наоѓалиште за травертин во близина на с. Горна Матка  
Figure 34. Travertine deposit v. Goran Matka

Ваквите индиректни истражувања се состоеја од испитување на карпестиот масив со склерометар долж гасоводната траса која е во форма на профилска линија со правец исток – запад. (Слика 35)



Figure 35. Склерометарско испитување на травертин, с.Горна Матка  
Figure 35. Sclerometric exploration of travertine deposit, v.Goran Matka

Според тоа извршени се 4 испитувања при што се добиени следните вредности: (Табела 26)

Табела 26 – Резултати од склерометарско испитување на травертин кај с.Горана Матка

Table 26 – Results from sclerometric investigations of travertine near v.Gorna Matka

Број на точка	Координати		Вредност на отскок	Корелациона вредност [MPa]
	Y	X		
T-12	7523439	4646910	36	≈85
T-13	7523176	4646743	45	≈100
T-15	7522869	4646596	41	≈95
T-16	7522579	4646460	43	≈95

Покрај овие испитувања, извршени се и стандардни лабораториски испитувања за соодветно дефинирање на физичко – механичките карактеристики на овие карпи. (Кулаков, Љ., 2012) Резултатите од овие испитувања се прикажани во Табела 27:

Табела 27 – Физичко - механички својства на травертин од наоѓалиштето Горна Матка

Table 27 – Physical - mechanic properties of travertine from Gorna Matka deposit.

Испитување	Един.мера	Max/min вредност	Средна вредност
Јакост на притисок во сува состојба	МПа	125.17/97.87	112.20
Јакост на притисок во водозаситена состојба	МПа	120,13/93,75	109,37
Јакост на притисок после 25.цик.мрзнење - одмрзнување	МПа	114,19/94.55	105.35
Отпорност на абеење со стружење	cm <sup>2</sup> /50cm	/	26,16
Водовпивање	%	/	0.6
Специфична тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2640
Волуменска тежина	g/cm <sup>3</sup>	/	2610
Порозност	%	/	2.90

Врз основа на целокупно расположивите податоци за плио-квартерните седименти во реонот на с.Горна Матка, може да се заклучи дека станува збор за мошне значително наоѓалиште за бигор (травертин). Ваквиот заклучок е одлика на поволните квалитативни, но и квантитативни својства што се должи на релативно големата просторна застапеност од околу 280ha, како и исклучително поволните технички услови за експлоатација.

Покрај претходно наведените локации и видови на камен, постојат и одредени други видови и локации, пред сè, во делот на Гостиварско, како и Охридско - Преспанскиот регион каде има појави на квалитетни мермери и бигори. Овие локации се со ограничено значење, пред сè, поради нивните скромни квантитативни својства.

## **7. КОМЕРЦИЈАЛНА УПОТРЕБА НА КАМЕНОТ ОД НАОЃАЛИШТАТА ВО ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА**

Комерцијалната употреба на каменот, во принцип, зависи од неговите технички и декоративни карактеристики. Начинот на употреба на поедини видови на камен зависи главно од физичко – механичките карактеристики како и од декоративноста на истиот. За таа цел постојат соодветни стандарди за употреба за секој тип на камен за различни намени. Според тоа, употребата на каменот може да се дефинира и како правилна и неправилна.

## 7.1. Правилна употреба

Правилната употреба на каменот подразбира следење на одредени стандарди при неговата обработка и примена. Неговата примена во основа може да се дефинира како употреба при:

- хоризонтални (подни) внатрешни и надворешни облагања,
- вертикални внатрешни и надворешни облагања,
- архитектонско – градежни блокови и
- изработка на скулптури, ентериерни профили и украсни предмети.

За употребата на каменот за надворешни и внатрешни хоризонтални обложувања потребно е истиот да има високи вредности на јакоста на притисок и јакост на свиткување, како и да има низок процент на абење, порозност и водовпивање. Според тоа, за ваква намена најдобри карактеристики имаат гранодиоритеите, гнајсевите и мермерите. Овие карпи, исто така, имаат и мошне висок коефициент на полирност што од декоративна страна овозможува нивна повеќезначна вредност. (Слика 36)



Figure 36. Употреба на гранодиорит за хоризонтални внатрешни облагања  
Figure 36. Usage of granodiorite for internal horizontal cladding

При употребата на мермерите за внатрешни обложувања од исклучителна важност е нивниот финален третман со гланзура. Ваквата обработка е со цел за заштита на истите од разни видови на оштетувања под дејство на течности кои го раствораат мермерот (киселини, вино, и сл). За таа цел не се препорачува употреба на мермерот како материјал при изработка на кујни и купатила. (Боев, Б., и Лепиткова, С., 2008)

Од друга страна, употребата на гнајсевите и ганоидоритите за внатрешна употреба може до извесен степен да биде лимитирана поради честата појава на зголемена радиоактивност на овие карпи. Истите генетски се



носители на радиоактивни елементи при што во одредени случаи можат да содржат зголемена количина на радиоактивни минерали (уранинит, пехбленда и сл.). За таа цел не е препорачлива нивна внатрешна употреба во просториите со целодневен престој (спални, дневни соби, канцеларии). Како максимална граница на радиоактивност се смета вредноста од 1 отчитување во 1 минута со „гагер-милеров бројач“. Од друга страна, гранитите претставуваат одлична минерална суровина за надворешна хоризонтална употреба, пред сè, при изработка на плоштади, макадамски патишта и сл.(Слика 37)



Figure 37.Употреба на гранодиорит за изработка на макадамски патишта  
Figure 37.Usage of granodiorite for manufacturing macadam roads

При употребата на каменот за надворешни и внатрешни вертикални обложувања потребно е истиот да има високи вредности на топлотна и звучна спроводливост, релативно ниска волуменска тежина и соодветен степен на декоративност. За ваквата намена како неприкосновени се сметаат бигорите (травертинот) и ониксот, меѓутоа, исто така, можат да се употребуваат гранитите, гнајсевите, мермерите и варовниците. Посебноста на травертинот

за ваквиот начин на употреба е, пред сè, поради неговите исклучително добри декоративни како и изолациски сојства. За таа намена истиот најчесто се употребува во вид на буња, или правилни полирани плочи за фасадна декорација. (Слика 38)



Figure 38.Употреба на травертинот во вод на буња  
Figure 38.Usage of travertine in form of bunja

Од практичен аспект се препорачува избегнување на употреба на травертинот во форма на буња за внатрешна фасадна декорација поради потешкиот начин на одржување.

Изработката на ваквите плочи во Р.Македонија е согласно македонскиот стандард МКС В.В3.200 според кој производството на камени плочи треба да биде согласно димензиите дадени во Табела 28. Во праска многу често формата и големината на плочите се изработува по нарачка на купувачот.



Табела 28 – Стандардни димензии за производство на камени плочи согласно  
МКС В.В3.200

Table 28 - Standard dimensions for stone panels according to MKS B.B3.200

Облик на плоча	Димензии [cm]		
	должина	ширина	дебелина
Квадрат	25	25	1; 1.2; 1.5
	30	30	2; 2.5; 3
	40	40	4; 5; 6; 8
	50	50	
Правоаголник	30	15	1; 1.2; 1.5 2; 2.5; 3 4; 5; 6; 8
	30	20	
	40	20	
	40	30	
	50	25	
	50	30	
Подножја (цокле)	30	8	1; 1.2; 1.5; 2
	и	10	
	повеќе	12	
Подни плочи (паркет)	30	10	1; 1.2; 1.5; 2; 2.5; 3
	и	15	
Подни плочи	30	20	1; 1.2; 1.5; 2
		25	
	и	30	
	повеќе	40	2.5; 3; 4; 5; 6; 8

За претходно дефинираните димензии согласно МКС В.В3.200 дозволени се следните отстапувања:

- за должина и ширина до 40cm (1mm)
- за должина и ширина преку 40cm (2mm)
- за дебелина до 1,5cm (+/- 1,5mm)
- за дебелина од 1,5 до 3cm (+/- 2,5mm)
- за дебелина преку 3cm (+/- 4mm)

При изработка на плочи од буња согласно MKS, димензии за ширина се 4, 6, 8 и 10cm, а додека нивната должина адекватно треба да изнесува 12, 18, 24 и 30cm (Jugoslovenski standard JUS 1989 B.B3.010).

Употребата на поедини видови на камен како архитектонско – градежен материјал во голема мера зависи од техничката област на употреба. Така, на пример, за изработка на поедини видови на објекти и огради кои се директно изложени на надворешни влијанија како мошне погодни карпи можат да се искористат гнајсевите, гранодиоритите, мермерите, варовниците и сл. (Слика 39 а и б)



а)



б)

Figure 39.Употреба на каменот при изградба на а) објекти и б) камени ѕидови  
Figure 39.Usage of stone for construction of a) objects and b) stone walls

Поголемиот дел од застапените видови на камен можат да најдат соодветна употреба и како камен за изработка на разни видови скулптури, споменици, надгробни плочи, украсни предмети, ентериерни пофили и сл. Од тој аспект како најчесто користен камен се гранодиоритите и, пред сè, мермерите. (Слика 40 а и б)



а)



б)

Figure 40.Изработка на скулптури од а) мермер и б) гранодиорит  
Figure 40.Manufactureing sculptures from a) marble and b) granodiorites

Како еден од најчестите начини на употреба на каменот при ентериерно и екстериерно уредување на домот, работните простории и други мултинаменски објекти е во форма на плотни и работни маси во кујните, дневните соби, канцелариите како и клупи, столови, фонтани и слично. (Слика 41) За ваквата намена како најпогодни се карпи со силикатен состав, високи вредности на јакост на притисок и полирност. Од претходно анализираните карпи како најпогодни за оваа намена се гранодиоритите и гнајсевите.



а)



б)



в)



г)

Figure 41. Ентериерна и екстериерна употреба на каменот

а) работна плотна б) маси в) клупи г) фонтани

Figure 41. Exterior and interior usage of stone

а) kitchen table б) table в) bench г) fountain

Покрај другото каменот, како што претходно напоменавме, наоѓа широка примена и при изработката на одредени украсни предмети како: вазни, чинии, пепелари, чаши и слично. (Слика 42) За ваква употреба треба посебно да се нагласи примената на ониксот и мермерот.



а)



б)



в)



г)



д)



г)



е)



ж)

Figure 42. Изработка на предмети од оникс (а,б,в,г) мермер (д,г) гранодиорит (е,ж)  
Figure 42. Production of items form onix (а,б,в,г) marble (д,г) granodiorites (е,ж)



## 7.2. Неправилна употреба

Покрај правилната, мошне често се среќава и неправилната употреба на каменот. Ваквата појава е највеќе изразена во делот на употреба на поедини видови на камен за внатрешно и надворешно вертикално и хоризонтално поплочување. Како типичен пример за неправилна употреба е користењето на поедини видови на камен (травертин, варовник) со високи вредности на абелење, порозност и водовпивање, за поплочување на плоштади, подни плочи во канцеларии, ходници, дворови и слично. Како резултат на ваквата употреба доаѓа до брзо абелење и кршење на плочите, како и пукање при мрзнење на инфилтрираната вода. (Слика 43)



Figure 43. Деградација на травертински подни плочи од дејство на мраз  
Figure 43. Ice decomposition of travertine floor panels

Особено важно да се напомене е неправилното користење на бигорот и травертинот како материјал за изработка и употреба како подно поплочување во кујни, канцеларии, продавници и слично. Во ваквите средини доаѓа до пополнување на порите и шуплините со нечистотии кои, практично, е многу тешко да се исчистат, а можат да претставуваат извор на разни видови болести. (Слика 44)



Figure 44.Неправилна употреба на травертин за подно поплочување  
Figure 44.Incorrect usage of travertine as floor panels

Друг пример за неправилна употреба на каменот е кога истиот се употребува на места каде се потребни поволни физичко – механички вредности на карпата како јакост на притисок, јакост на смолкнување, пластичност, ниска вредност на абелење и слично. Ваков пример е честата употреба на филитите како и некои други шкрилци за подно поплочување и изработка на скали. (Слика 45)



Figure 45.Неправилна употреба на филити за подно поплочување  
Figure 45.Incorrect usage of phyllites as floor panels

Како резултат на некомплетно лабораториско испитување на поедини видови на силикатни карпи (пред сè, гранити и гнајсеви), многу често под дејство на атмосферските влијанија доаѓа до појава на трансформација на присутните примарни сулфидни минерали (најчесто пирит и халкопирит) во постабилни секундарни (лимонит, магнетит, малахит и сл). Со ваквата трансформација доаѓа до распаѓање на карпите и губење на физичко – механичките и декоративни својства на каменот. (Слика 46)



Figure 46. Деградација на гнајс при минерлна трансформација на рудни минерали  
Figure 46. Degradation of gneiss as result of transformation of ore minerals

Покрај останатите примери за неправилна употреба на каменот, како особено важен е и примерот на употреба на карпи со одредено радиоактивно влијание. Ваквата ситуација е резултат на некомплетно лабораториско испитување на овие видови на карпи (карпи од групата на гранитите) односно отсуството на радиолошка анализа за истите. За таа цел, се препорачува да се избегнува употреба на карпите од групата на гранити (гранодиорити, гнајсеви) како камен за ентериерна употреба (подни или фасадни плочи, маси, вазни и сл.) во просториите каде има целодневен престој (дневни соби, спални, канцеларии и сл.).

## 8. ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на претходно кажаното може да се констатира дека во западниот дел на Р.Македонија постојат значителни појави на карпи кои можат или веќе се користат како квалитетна минерална суровина за употреба како архитектонско – градежен и украсен камен. Во тој контекст како особено важни би ги навеле појавите на мемер во околината на Прилеп, Плетвар, с.Вепрчани, с.Беловодица и с.Мелница - Мариовско. Покрај нив, како не помалку важни се и наоѓалиштата на гранодиорити во мариовскиот крај во близина на селата Чаниште, Крушеица, Кален и Дуње каде се утврдени повеќе потенцијални локации за експлоатација на ваков тип на камен. Како најперспективна зона за експлоатација на травертин и оникс се смета делот помеѓу селата Бешиште и Манастир во Мариово каде моментално постојат неколку активни каменоломи за експлоатација на ваков тип на камен. Покрај овие локации потребно е да се наведе и појавата на плио-квартерни травертински седименти по течението на реката Раец каде во повисоките делови од теренот во близина на с.Тројаци се застапени позначителни количини од травертин. Исто така, во близина на Скопје во делот на с.Горна Матка утврдена е појава на квалитетен бигор во форма на травертин каде има постоечки каменолом за експлоатација на истиот. Во рамките на прилепската околина, поточно во близина на с.Дупјачани утврдена е појава на мошне квалитетни гранитогњасеви кои, според своите квалитативни својства, можат да најдат мошне широка примена како архитектонско – градежен и украсен камен. Иако со нешто помало значење, како мошне важно потребно е да се наведат и појавите на варовници во рамките на кредните седименти во близина на с.Дебреште – Кавадарци, како и филитите во близина на с.Крнино. При дефинирањето на квалитативно – квантитативните услови на поедини видови на карпи на различни локации земани се репрезентативни примери за каменоломи од каде се црпи детални податоци за квалитетот на поедините видови на камен.

Дефинирањето на квалитативните и квантитативни карактеристики на претходно наведените видови на камен е извршено врз основа на податоците добиени од основните геолошки истражувања, индиректните истражувања, низа на детални геолошки истражувања, како и реализираните теренски,



лабораториски и кабинетски истражувања на авторот на овој магистерски труд. На дел од посочените локации извршени се основни (иницијални) теренски и лабораториски испитувања со што се добиени основни квалитативни податоци за понатамошно детално доистражувања на посочените локации.

При дефинирањето на поволностите за експлоатација на поедини видови на камен, покрај квалитативно – квантитативните карактеристики, земени се во предвид и комуникационите и технички услови на локациите каде истите се појавуваат.

Во рамките на целокупната проблематика на дефинирање на застапеноста на поедини видови на архитектонско - градежен и украсен камен во Западна Македонија опфатена е и детално разработена законската процедура за реализација на детални геолошки истражувања.

Според податоците кои се добиени од досега реализираните истражувања, може да се констатира дека територијата на Западна Македонија се карактеризира со мошне поволни карактеристики во поглед на застапеноста на карпести маси за употреба како суровина за архитектонско – градежен и украсен камен. Генерално, како главна продуктивна зона за експлоатација за во иднина потребно е да се посочи посебно внимание во деловите околу Прилеп, Плетвар и, пред сè, Мариово каде покрај добриот квалитет и количини на камен поради слабата пошуменист на теренот, постојат мошне поволни услови од аспект на заштита на животната средина.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б.Боев, С.Лепиткова (2008) АРХИТЕКТОНСКО – ГРАДЕЖЕН КАМЕН, Факултет за Рударство, Геологија и Политехника, Штип.
2. Н.Думурџанов, Г.Петров (1995) ГЕОЛОШКО-ТЕКТОНСКА ГРАДБА НА ПОДРАЧЈЕТО НА МЕРМЕРНИТЕ МАСИ КОЗЈАК-ПЛЕТВАР-СИВЕЦ-НЕБРЕГОВО, Рударско – Геолошки Факултет Штип.
3. М.Арсовски (1997) ТЕКТНИКА НА МАКЕДОНИЈА, Рударско – Геолошки Факултет Штип.
4. Р.Стојанов, Б.Боев (1996) ПЕТРОЛОГИЈА НА МЕТАМОРФНИ КАРПИ, Рударско-Геолошки Факултет Штип.
5. Jugoslovenski standard (JUS 1989) B.B3.010 Profilisani elementi proizvedeni seranјem kamena.
6. Р.Томослав, Р.Стојанов, М.Арсовски (1965) Толкувач за лист Прилеп К 34-92, Геолошки Завод Скопје.
7. Н.Думурџанов, С.Христов (1976) Толкувач за лист Витолиште и Кајмакчалан К 34-104 и К34-116, Геолошки Завод Скопје.
8. Ј.Јанчевски, В.Поповски (1982) Толкувач за лист Скопје К 34-79 и К34-116, Геолошки Завод Скопје.
9. М.Далановиќ (2011) Лаборатоиски Извештај АГК 07/2011-439/2, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
10. М.Далановиќ (2011) Лаборатоиски Извештај АГК 07/2011-439/2, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
11. М.Далановиќ (2013) Лаборатоиски Извештај АГК 06/2013-353, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
12. В.Прокопиева (2008) Лабораториски Извештај АГК 12/08-827/1, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.

13. З. Илијовски (2009) Геолошки и геотехнички доситражувања на Јагленовото наоѓалиште Мариово, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
14. Љ. Кулаков (2012) Елаборат за извршените геотехнички истражувања за трасата на гасовод Скопје – Кичево, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
15. Р. Живадиновиќ (2010), Елаборат за извршените геотехнички истражувања за патна траса Маково – Чаниште – Расимбегов Мост, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
16. С. Клинчаров (1988) Извештај од детални геолошки истраги на пробниот истражен коп на Оникс “Галица” 2-2, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
17. С. Клинчаров (1988) Елаборат за рудни резерви на Оникс Мариово – Бешиште, Градежен Институт МАКЕДОНИЈА А.Д. Скопје.
18. Службен весник на Р. Македонија (2014) Правилник за класификација и категоризација на цвстите минерални суровини, Влада на Р. Македонија.
19. Службен весник на Р. Македонија (2013), Закон за Минерални Суровни на Р. Македонија, Влада на Р. Македонија.
20. Internet (<http://www.mermeren.com/properties.html>).
21. Internet (<http://krinkg.com/materials.php>).
22. Internet ([https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika\\_Makedonija](https://sh.wikipedia.org/wiki/Republika_Makedonija)).