

## ГЕОЛОШКИ ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ КАО МОГУЋИ ФАКТОР РАЗВОЈА ШУМАДИЈСКОГ ОКРУГА

Велимир Јовановић<sup>\*1</sup>, Ивана Царевић\*

\* Универзитет у Београду - Географски факултет, Београд

**Апстракт:** Геолошки грађевински материјали као што су грађевински камен (технички и архитектонски), камен за производњу грађевинских материјала (везива, термоизолациони материјали) и камен у индустрији, представљају један од важних природних, односно геолошких ресурса. Њихова експлоатација, везана је, пре свега за грађевинску делатност, али и за неке друге привредне гране. Богатство у овим ресурсима може значајно да допринесе локалном привредном развоју, уз услов да се поштују принципи њиховог одрживог коришћења. Пример који је овде приказан односи се на територију шумадијског управног округа.

**Кључне речи:** геолошки грађевински материјали, грађевински камен, камен за производњу грађевинских материјала, камен у индустрији, шумадијски округ

### Увод

Специфичан геотектонски положај Србије условио је мноштво разноврсних геолошких процеса чија је последица врло разнородна геолошка грађа и литолошки састав. Тако је створена могућност формирања бројних појава и лежишта, како металних, неметалних и енергетских силовина, тако и стена које представљају геолошке грађевинске материјале.

Појам „геолошки грађевински материјали“ користимо, пре свега у дефинисању потенцијала неког простора у погледу минералних силовина. У неким класификацијама, као и у оквиру важећих прописа (Закон о рударству и геолошким истраживањима, „Службени гласник

---

<sup>1</sup> Контакт адреса: jocavj@gmail.com



РС“, бр 101/15), ови материјали су третирани као неметаличне минералне сировине, но сматрамо да их, иако извесно не спадају у металичне или енергетске сировине, треба приказати одвојено, узимајући у обзир специфичност њихове намене.

Овде треба издвојити: грађевински камен који може бити технички (за путоградњу, хидроградњу, изградњу камених конструкција, за бетонске конструкције...) и архитектонски (за облагање, поплочавање...), затим камен за производњу грађевинских материјала (везива, термоизолациони материјали, стакло...) и камен за индустријске намене (различите врсте опека, керамички материјали, петрургија...) (Siegesmund and Török, 2014).

Технички камен који се користи у изградњи објеката високоградње (за производњу бетона, зидање камених конструкција), саобраћајница, насипања код темељних конструкција, дренажних ровова, водопривредних објеката итд., је у Србији заступљен у довољним количинама, међутим, географски положај појава квалитетног камена није увек повољан. Ради се о сировини која има релативно ниску цену коју битно увећава транспорт од мајдана до корисника. Осим тога експлоатација камена отвара озбиљно питање угрожености предела, недостатка рекултивације и других мера које омогућавају квалитетнију заштиту природе и животне средине (Јовановић, 2015).

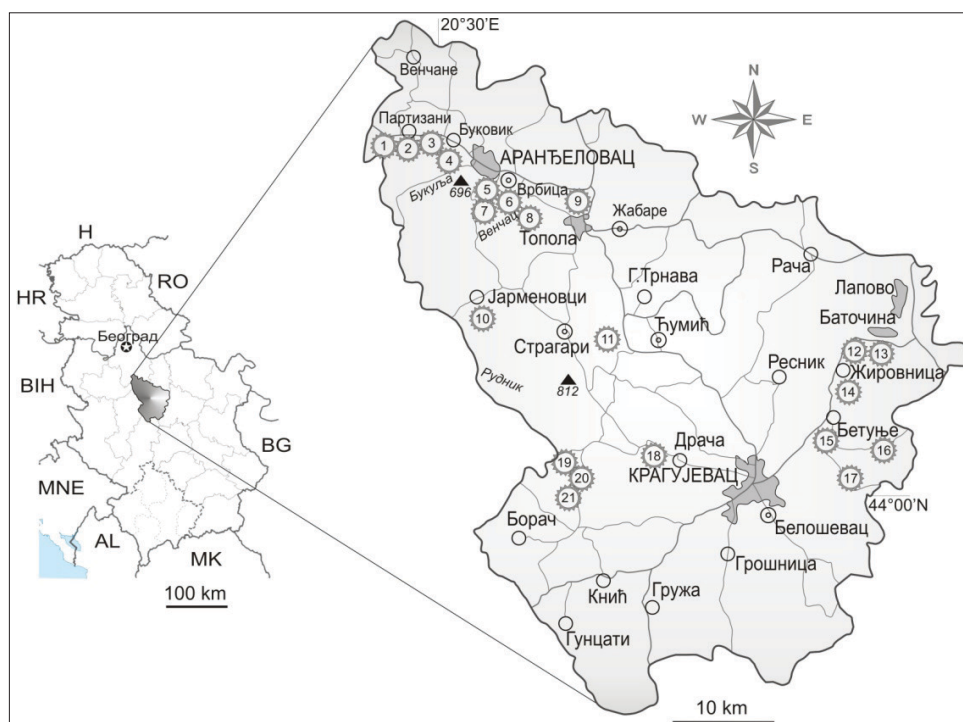
Као архитектонски камен (за облагање и поплочавање, израду украсних предмета...) користе се веома различите врсте стена, што опет зависи од тренда у архитектури, али и од постојаности боја, отпорности на дејство атмосферичности и подложности камена обради (што утиче на његову цену) (Гајић et al. 2011).

### **Геолошки грађевински материјали шумадијског округа**

Када се разматра економски и привредни значај, ове сировине су најчешће запостављене у односу на металичне, класичне неметаличне или енергетске. Овом приликом покушаћемо да донекле проценимо њихов могући утицај на развој неког подручја, узимајући за пример један од округа централне Србије.

Простор шумадијског округа је у неким својим деловима доста богат разноврсним и квалитетним стенским материјалом, па је тако и присутна извесна традиција у експлоатацији и обради геолошких

грађевинских материјала, нарочито техничког и архитектонског камена. Истраживањима, која смо спроводили у оквиру израде регионалног просторног плана, регистровали смо следећа лежишта (мајдане) каменних материјала (слика 1).



Слика 1 – Лежишта геолошког грађевинског материјала у шумадијском округу. 1. Површински коп „Стан“; 2. Површински коп „Глишића мајдан“; 3. Површински коп „Мала Орловица“; 4. Површински коп „Бабића рт“; 5. Површински коп „Врбички коп“; 6. Површински коп „Венчац“; 7. Површински коп „Брезовица“; 8. Површински коп „Кречана“; 9. Површински коп „Каменица-Торови“; 10. Површински коп „Јарменовци“; 11. Површински коп „Вучјак“; 12. Површински коп „Градац“; 13. Површински коп „Велика Стражевица“; 14. Површински коп „Јошанички Прњавор“; 15. Површински коп „Самар“; 16. Површински коп „Доње Комарице“; 17. Површински коп „Горње Комарице“; 18. Површински коп „Драча“; 19. Површински коп „Чековића мајдан“; 20. Површински коп „Ненадовића брдо“; 21. Површински коп „Бечевица“

(РГП за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа)



*Површински коп „Стан“* – Каменолом се налази са леве стране пута Аранђеловац – Лазаревац, у селу Прогоревци, 15 km од Аранђеловца (слика 1,1). Стенска маса је представљена плочасто и банковито лученим гранитом миоценске старости. Каменолом није у експлоатацији. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за израду коцки, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи.

*Површински коп „Глишића мајдан“* – Каменолом се налази са леве стране пута Аранђеловац – Лазаревац, у селу Партизани 10 km од Аранђеловца (слика 1,2). Стенска маса је представљена плочасто лученим гранитом миоценске старости. Каменолом није у експлоатацији. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за производњу туцаника за израду застора железничких пруга; за израду коцки, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи.

*Површински коп „Мала Орловица“* – Каменолом се налази на путу Аранђеловац – Лазаревац, 3,5 km од Аранђеловца у правцу села Буковик на брду Орловица (слика 1,3). Каменолом није у експлоатацији. Стенска маса је представљена плочасто и банковито лученим гранитом миоценске старости. Каменолом није у експлоатацији. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за израду коцки, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи.

*Површински коп „Бабића рт“* – Каменолом се налази са леве стране пута Аранђеловац – Лазаревац у селу Буковик, 6 km од Аранђеловца (слика 1,4). Стенска маса је представљена банковитим и плочасто лученим гранитом миоценске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за израду коцки, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи (слика 2, 1-3).



Слика 2 – Површински коп „Бабића рт“. 1. Експлоатација гранитних блокова; 2. Сечење гранитних плоча; 3. Израда коцки од гранита (фото: И. Царевић)

Површински коп „Врбички коп“ – Каменолом се налази у селу Врбица, 7 km од Аранђеловца (слика 1,5). Стенска маса је представљена плочастим и банковитим мермером миоценске старости. Камен се може употребити као архитектонски камен, у индустрији, за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насиша, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).



Слика 3. – Површински коп „Венчац“, 1., 2., Експлоатација мермерних блокова сечењем гатерима; 3. Погон за производњу млевеног мермера (фото: И. Царевић)

Површински коп „Венчац“ – Површински коп се налази са десне стране пута Аранђеловац – Топола у селу Бања, 6,5 km од Аранђеловца



(слика 1, 6). Стенска маса је представљена плочастим и банковитим мермером миоценске старости. Камен се може употребити као архитектонски камен, у индустрији, за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња). Ово је врло перспективно лежиште. На основу података о петролошким, хемијским и техничким карактеристикама камена, стенска маса је квалитетна као архитектонски грађевински камен и као сировина за производњу каменог агрегата за наведене намене (слика 3, 1-3).

*Површински коп „Брезовица“* – Каменолом се налази десно од пута Аранђеловац – Топола око 7 km од Аранђеловца у близини каменолома Венчац (слика 1,7). Стенска маса је представљена масивним мермером миоценске старости. Камен се може употребити као архитектонски грађевински камен; за производњу агрегата и израду цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Кречана“* – Каменолом се налази са десне стране локалног пута Аранђеловац – Липовац – Топола око 8 km од Аранђеловца (слика 1,8). Стенска маса је представљена масивним, плочастим и банковитим мермером миоценске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Каменица-Торови“* – Каменолом се налази 1,5 km од Тополе, са десне стране старог пута Топола – Аранђеловац низ реку Каменицу (слика 1,9). Стенска маса је представљена слојевитим кречњаком кредне старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен

или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Јарменовци“* – Каменолом се налази 24 km од Тополе, од пута Топола – Рудник, 4 km лево уз Јарменовачку реку (слика 1,10). Стенска маса је представљена слојевитим и масивним кречњаком кредне старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Вучјак“* – Каменолом се налази са леве стране пута Крагујевац – Топола, 23 km од Крагујевца, 4,5 km од пута у селу Влакча (слика 1,11). Стенска маса је представљена слојевитим кречњаком кредне старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Градац“* – Површински коп се налази на путу Баточина – Крагујевац са леве стране пута на око 5 km од Баточине (слика 1,12). Стенска маса је представљена масивним доломитским мермером прекамбријске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); цементбетона; застора железничких пруга (туцаник); као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња). Перспективност овог лежишта је велика. На основу података о петролошким, хемијским и техничким карактеристикама камена, стенска маса је високог квалитета као сировина за производњу каменог агрегата за наведене намене.

*Површински коп „Велика Стражевица“* – Површински коп се налази на путу Баточина – Крагујевац са леве стране пута на око 5 km од Баточине са леве стране пута (слика 1,13). Стенска маса је представље-



на масивним доломитским мермером прекамбријске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); цементбетона; застора железничких пруга (туцаник); као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Јошанички Прњавор“* – Каменолом се налази у селу Прњавор са десне стране Јошаничке реке (слика 1,14). Од Светозарева је удаљен 12 km у правцу запада. Стенска маса је представљена масивним доломитским мермером прекамбријске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.

*Површински коп „Самар“* – Површински коп се налази са десне стране пута Крагујевац – Баточина – Лапово, око 12 km од Крагујевца (слика 1,15). Стенска маса је представљена масивним кречњаком јурске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња). Перспективност лежишта је велика. На основу података о петролошким, хемијским и техничким карактеристикама камена, стенска маса је квалитетна као сировина за производњу каменог агрегата за наведене намене.

*Површински коп „Доње Комарице“* – Каменолом се налази на путу Крагујевац – Лапово (стари пут), 16 km од Крагујевца у селу Доње Комарице (слика 1,16). Стенска маса је представљена слојевитим доломитским мермером прекамбријске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилованих доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, ка-



мен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.; као ломљен или обрађен, камен се може употребити за сва зидања и облагања (нискоградња, хидроградња).

*Површински коп „Горње Комарице“* – Каменолом се налази на 14 km од Крагујевца у селу Горње Комарице (слика 1,17). Стенска маса је представљена слојевитим доломитским мермером прекамбријске старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилизаних доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.

*Површински коп „Драча“* – Каменолом се налази на путу Крагујевац – Горњи Милановац, на 10 km од Крагујевца према селу Драча, удаљен од села око 2 km (слика 1,18). Каменолом није у експлоатацији. Стенска маса је представљена слојевитим кречњаком кредне старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду механички или хемијски стабилизаних доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција (тампон, стабилизације цементом и битуменом); цементбетона; као ломљен, камен се може употребити за израду камених набачаја, насипа, испуна и др.

*Површински коп „Чековића мајдан“* – Каменолом се налази у селу Љуљаци, 4 km од асфалтног пута Горњи Милановац – Крагујевац, 23 km од Горњег Милановца (слика 1,19). Стенска маса је представљена банковито лученим андезитом неогене старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за производњу туцаника за израду застора железничких пруга; за израду коцки, плоча, ивичњака и др. камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи.

*Површински коп „Ненадовића брдо“* – Каменолом се налази са десне стране пута Горњи Милановац - Крагујевац, 4 km од пута у селу Љуљаци (слика 1,20). Стенска маса је представљена плочасто и банковито лученим андезитом неогене старости. Камен се може употребити за производњу агрегата и израду слојева коловозних конструкција (зависно од саобраћајног оптерећења); за производњу туцаника за израду застора железничких пруга; за израду коцке, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи.



*Површински коп „Бечевица“* – Површински коп се налази са леве стране пута Кнић – Баре – Горњи Милановац, 1 km од села Топонице у селу Бечевица (слика 1,21). Стенска маса је представљена плочасто и банковито лученим андезитом неогене старости. Камен се може употребити за производњу агрегата за израду везног и хабајућег слоја од асфалт-бетона; за производњу туцаника за израду застора железничких пруга; за израду коцки, плоча, ивичњака и друге камене галантерије; за сва зидања и облагања у нискоградњи и хидроградњи. Перспективност лежишта је велика. На основу података о петролошким, хемијским и техничким карактеристикама камена, стенска маса је високог квалитета као сировина за производњу каменог агрегата за наведене намене.

### Закључна разматрања

Осим техничког и архитектонског камена, у шумадијском округу се јављају и лежишта порцеланских и ватросталних глина у Рудовцима, Даросави, Буковику и Врбици код Аранђеловца. За лежиште азбеста у Страгарима, због утврђених канцерогених својстава ове материје, не постоји интересовање. У Липници код Груже налази се једино респектабилно лежиште гипса и анхидрита у Србији. Лежиште је довољног капацитета да подмири домаће потребе, али је потражња мала (углавном само у индустрији цемента), тако да се производња одвија са паузама.

Један број лежишта грађевинског камена, као што су мајдани око Баточине, Венчац и сл. су непрекидно активни, док се у неким производња одвија повремено, у складу са потребама тржишта, односно крајњег корисника.

Према актуелним прописима који регулишу ову област, организација која се бави експлоатацијом сировина дужна је да у буџет Републике Србије уплати одређена средства као накнаду („рудна рента“) (Јовановић и Царевић, 2006; Јовановић и др. 2013; 2014). У случају геолошких грађевинских материјала то, на основу Уредбе о висини накнаде за коришћење неметаличних сировина за добијање грађевинских материјала за 2016. годину („Службени гласник РС“ бр 97/2015) приказано је у табели 1.

*Геолошки грађевински материјали као могући фактор развоја Шумадијског округа*

Табела 1 - Висина накнаде за коришћење неметаличних сировина за добијање грађевинских материјала за 2016. годину

<b>Техничко-грађевински камен – седиментне и метаморфне стене:</b>	
кречњак	23,50 динара
доломит	23,50 динара
доломитисани кречњак	23,50 динара
мермерисани кречњак	23,50 динара
мермерисани доломит	23,50 динара
мермер	23,50 динара
<b>Техничко-грађевински камен – магматске стене:</b>	
гранит	33,50 динара
гранодиорит	33,50 динара
трахит	33,50 динара
дацит	33,50 динара
андезит	33,50 динара
андезит - базалт	33,50 динара
базалт	33,50 динара
дијабаз	33,50 динара
амфиболит	33,50 динара
габро	33,50 динара
<b>Архитектонско-грађевински камен:</b>	
гранит	57 динара
гранодиорит	57 динара
базалт	54 динара
мермер	57 динара
кречњачка бреча	57 динара
мермерна бреча	57 динара
травертин	57 динара
бигар - сига	57 динара
мермерни оникс	57 динара
кречњак	51 динара
<b>Глине и сировине за опекарску и керамичку индустрију:</b>	
керамичка глина	27,50 динара
опекарска глина	16,50 динара
лес	16,50 динара
ватростална глина	22,50 динара
каолинитисани гранит	27,50 динара
фелдспат	27,50 динара
<b>Сировине за цементну индустрију и индустрију креча:</b>	
лапорац	33,50 динара



лапоровити кречњак	23,50 динара
кречњак	23,50 динара
гипс	22,50 динара
све врсте туфова	22,50 динара
<i>Калцијум–карбонатна сировина као пунило за индустрију боја и лакова, фасадних и термоизолационих материјала и у другим индустријским гранама:</i>	
мермер	57 динара
калцит	57 динара
доломит	57 динара
доломитисани кречњак	57 динара
мермерисани кречњак	57 динара
кречњак	57 динара
<i>Кварцни песак и пешчар, грађевински песак и шљунак:</i>	
кварцни песак	27,50 динара
грађевински песак	19,50 динара
грађевински шљунак	19,50 динара
кварцни пешчар	22,50 динара
<i>Сировине за ватросталну индустрију:</i>	
магнезит	57 динара

Ако претпоставимо да велики део наведених погона располаже свим неопходним дозволама за експлоатацију, онда знамо да се део накнаде (40%) која се уплаћује у буџет Републике Србије, враћа јединици локалне самоуправе. Тако и постоји интерес за експлоатацију ове врсте сировине. Позитиван утицај може да се огледа и у запошљавању локалног становништва, као и унапређењу инфраструктурних система (локални путеви, ел. енергетски капацитети, водовод...) (Јовановић и Илић, 2004).

Наравно, позитивни ефекти експлоатације геолошких грађевинских материјала на развој локалне заједнице, па и региона, могу да буду угрожени уколико се искључе принципи одрживог коришћења (Ђекић, 2008). Неадекватна експлоатација може негативно да се одрази кроз уништавање плодног пољопривредног земљишта, провоцирање ерозивних процеса (одрона, клизишта...), загађење подземних вода и површинских водотокова, девестирање локалних саобраћајница услед превеликог оптерећења, угрожавање биодиверзитета, и неспровођење мера рекултивације (према одобреном пројекту) после завршетка рударских радова.

### Захвалница

Рад представља резултат истраживања на пројектима бр. 176008 и 176017, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

### Литература

- Бекић, Т. (2008). Антропогена деградација као елемент регионализације животне средине Србије. *Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду*, 56, 209-222.
- Јовановић, В. и Илић, М. (2004). Геолошки ресурси у стратегији развоја општина. У *„Локална самоуправа у планирању и уређењу простора“*, Златибор, 271-275.
- Јовановић, В. и Царевић, И. (2006). Минералне сировине као могући фактор развоја сеоских подручја. У *XII међународни научни скуп „Власински сусрети“ 2006, Београд-Власотинце*, 151-155.
- Јовановић, В., Царевић, И. и Вушковић, Д. (2013). Статус геолошких ресурса у просторним плановима заштићених подручја. У *Седми научно-стручни скуп са међународним учешћем „Планска и нормативна заштита простора и животне средине“*. Асоцијација просторних планера Србије, Универзитет у Београду - Географски факултет, књ. 2, 71-76, Београд.
- Јовановић, В., Царевић, И. и Вушковић, Д. (2014). Утицај локалне самоуправе на управљање земљиштем намењеном истраживању и експлоатацији геолошких ресурса. У *Пети научно-стручни скуп са међународним учешћем „Локална самоуправа у планирању и уређењу простора“*. Златибор, 175-180.
- Јовановић, В. (2015). Минералне сировине централне Србије. У М. Павловић, Д. Шабић, С. Вујадиновић, (ур.). *Развојни потенцијали и ограничења ревитализације руралног простора централне Србије (71-87)*, Београд.
- Службени гласник РС бр. 56/10. (2010). Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа.
- Службени гласник РС“ број 97/15. (2015). Уредба о висини накнаде за коришћење неметаличних сировина за добијање грађевинског материјала за 2016. годину.



- Службени гласник РС“, бр 101/15. (2015). Закон о рударству и геолошким истраживањима.
- Gajić, V., Matović, V., Vasić, N. and Srećković-Batoćanin, D. (2011). Petrophysical and mechanical properties of the Struganik limestone (Vardar Zone, western Serbia). *Геолошки анали балканскога полуострва*, 72, 87-100.
- Siegesmund, S. and Török, Á. (2014). Building Stones. In S. Siegesmund and R. Snethlage (eds.). *Stone in Architecture* (pp. 11-95). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

**Original scientific article**

submitted: 10. XII 2016., accepted: 30. XII 2016.

## **GEOLOGICAL BUILDING MATERIALS AS A FACTOR WITH POTENTIAL FOR DEVELOPMENT OF THE ŠUMADIJA DISTRICT**

Velimir Jovanović<sup>\*1</sup>, Ivana Carević\*

\* University of Belgrade - Faculty of Geography, Belgrade

**Abstract:** Geological building materials that include building stones (structural and dimension stone), stones used to produce construction materials (binders, thermal insulation) and industrial stones are among the more important natural or, more specifically, geological resources. Their use is mostly related to construction, but also to certain other industries. When an area abounds in these resources, this can significantly boost its development, provided that the resources are used in a sustainable manner. This article discusses the possibilities of the Šumadija District.

**Key words:** geological building materials, building stones, stones used to produce construction materials, industrial stones, Šumadija District

### **Introduction**

Serbia's unique geotectonic location features a highly diversified geological structure and lithologic composition which is a consequence of many geological processes that affected the region. They created a variety of geological formations and deposits of metallic and nonmetallic ores, fuels and finally – stones which, as geological materials, can be used in construction.

The term “geological building materials” is primarily used in determining the mining potential of a particular region. Some classifications, as the one provided by law (Mining and Geological Surveying Act, published in “The Official Gazette of the Republic of Serbia” No. 101/15), place those

---

<sup>1</sup> Correspondence to: jocavj@gmail.com



materials among nonmetallic minerals, but we believe that, although they do not belong to the group of metallic ores or fuels, they deserve separate mention, considering their specific applications.

We should further distinguish between building stones that can be structural (used in roadbuilding, hydraulic engineering, and also for stone structures or concrete structures etc.) or dimension stones (used as tiles or for paving etc.), then stones used to produce construction materials (binders, thermal insulation, glass etc.) and industrial stones (various types of bricks, ceramics, stone molding etc.) (Siegesmund and Török, 2014).

Structural stones used in high-rise construction (for concrete production, stone structure building), in roadbuilding, laying foundations, for drainage ditches, waterworks facilities etc. are available in sufficient quantities in Serbia, however, the geographic locations of deposits of high-quality stone are not always easily accessible. It is a raw material whose rather low price increases significantly as we count in the cost of transporting it from the quarry to the end users. Moreover, stone quarrying raises questions as to the impact on the environment, failed land rehabilitation and lack of other measures that would ensure better protection of nature and of the environment (Jovanović, 2015).

The dimension-stone industry uses a wide range of stones (as tiles and for paving, production of decorative items etc.), which certainly depends on the trends in architecture, but also on the durability of color, resistance to weathering and workability of the stones (which affects the price) (Gajić et al. 2011).

### **Geological Building Materials in the Šumadija District**

Considering their economic and commercial importance, these raw materials are usually overlooked in favor of more cost-effective metallic and classic nonmetallic materials or fuels. This article, however, should paint a bigger picture about their possible effects on the development of a region on an example of a district in central Serbia.

Parts of the Šumadija District abound in various high-quality stones and the area has an already established tradition of quarrying and processing geological building materials, particularly structural and dimension stone. Surveys conducted in order to create the regional planning maps (RPM) have identified the following stone deposits (quarries) as shown in the Figure 1.



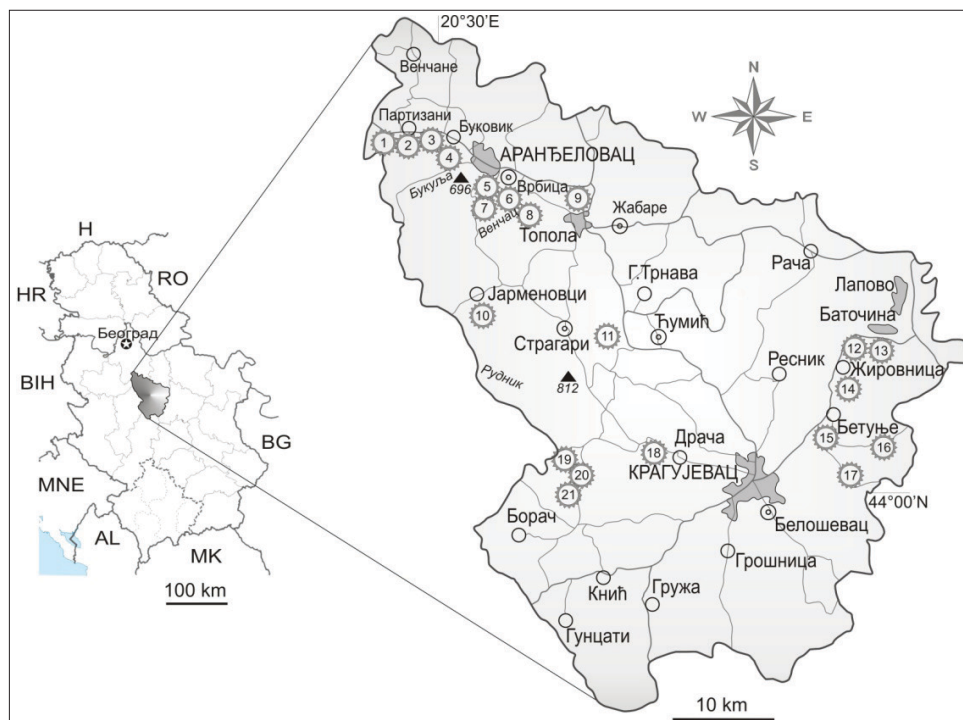


Figure 1 – Deposits of geological building materials in the Šumadija District – 1. “Stan” quarry; 2. “Glišića Majdan” quarry; 3. “Mala Orlovica” quarry; 4. “Babića Rt” quarry; 5. “Vrbički Kop” quarry; 6. “Venčac” quarry; 7. “Brezovica” quarry; 8. “Krečana” quarry; 9. “Kamenica-Torovi” quarry; 10. “Jarmenovci” quarry; 11. “Vučjak” quarry; 12. “Gradac” quarry; 13. “Velika Straževica” quarry; 14. “Jošanicki Prnjavor” quarry; 15. “Samar” quarry; 16. “Donje Komarice” quarry; 17. “Gornje Komarice” quarry; 18. “Drača” quarry; 19. “Čekovica Majdan” quarry; 20. “Nenadovića Brdo” quarry; 21. “Bečevica” quarry  
(RPM for the area of Šumadija, Pomoravlje, Raška and Rasina Districts)

“Stan” quarry – located on the left-hand side of the road between Arandjelovac and Lazarevac in the village of Progorevci, at 15 km from Arandjelovac (Figure 1.1), this quarry has a rock mass made up of tabular and banked blocks of Miocene granite. The quarry is not active. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of building, paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering.



“Glišića Majdan” quarry – located on the left-hand side of the road between Arandjelovac and Lazarevac in the village of Partizani, at 10 km from Arandjelovac (Figure 1.2), this quarry has a rock mass made up of tabular blocks of Miocene granite. The quarry is not active. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of crushed stones for railroad track ballast and cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering.

“Mala Orlovica” quarry – located near the road between Arandjelovac and Lazarevac at 3.5 km from Arandjelovac in the direction of Bukovik village on Orlovica Hill (Figure 1.3), this quarry is not active and it has a rock mass made up of tabular and banked blocks of Miocene granite. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering.

“Babića Rt” quarry – located on the left-hand side of the road between Arandjelovac and Lazarevac in the village of Bukovik, at 6 km from Arandjelovac (Figure 1.4), this quarry has a rock mass made up of banked and tabular blocks of Miocene granite. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering (Figure 2, 1-3).



Figure 2 – “Babića Rt” quarry, 1. Exploitation of granite blocks;  
2. Saw cutting of granite slabs; 3. Production of granitic cubes  
(photo: I. Carević)

“Vrbički Kop” quarry – located in the village of Vrbica, at 7 km from Arandjelovac (Figure 1.5), this quarry has a rock mass made up of tabular and

banked blocks of Miocene marble. The stone may be used as dimension stone or as industrial stone, or also to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Venčac” quarry* – located on the right-hand side of the road between Arandjelovac and Topola in the village of Banja, at 6.5 km from Arandjelovac (Figure 1.6), this quarry has a rock mass made up of tabular and banked blocks of Miocene marble. The stone may be used as dimension stone or as industrial stone, or also to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering). This is one of the quarries with great potential. Based on the information on petrologic, chemical and technical properties of the stone, the rock mass has high quality and it can be used both as dimension stone and as construction aggregate (Figure 3, 1-3).



Figure 3 – *“Venčac” quarry*, 1,2. Frame-saw cutting of marble blocks; 3. Plant for the production of grind marble (photo: I. Carević)

*“Brezovica” quarry* – located on the right-hand side of the road between Arandjelovac and Topola, at 7 km from Arandjelovac near *“Venčac”* quarry (Figure 1.7), this quarry has a rock mass made up of massive Miocene marble. The stone may be used as dimension stone or to produce ag-



gregate and concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Krečana” quarry* – located on the right-hand side of the local road Arandjelovac – Lipovac – Topola, at 8 km from Arandjelovac (Figure 1.8), this quarry has a rock mass made up of massive, tabular and banked blocks of Miocene marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Kamenica-Torovi” quarry* – located at 1.5 km from Topola, on the right-hand side of the old road between Topola and Arandjelovac that stretches along the River of Kamenica (Figure 1.9), this quarry has a rock mass made up of tabular limestone that dates back to Cretaceous. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Jarmenovci” quarry* – located at 24 km from Topola, at 4 km to the left of the road between Topola and Rudnik, along the River of Jarmenovci (Figure 1.10), this quarry has a rock mass made up of tabular and massive blocks of limestone dating back to Cretaceous. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization) or road bases in general (depending on the expected traffic load), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Vučjak” quarry* – located on the left-hand side of the road between Kragujevac and Topola, at 23 km from Kragujevac, at 4.5 km from the road in the village of Vlaka (Figure 1.11), this quarry has a rock mass made up of tabular limestone dating back to Cretaceous. The stone may be used to

produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Gradac” quarry* – located on the left-hand side of the road between Batočina and Kragujevac, at approximately 5 km from Batočina (Figure 1.12), this quarry has a rock mass made up of massive Precambrian dolomitic marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization) or road bases in general (depending on the expected traffic load), as well as for the production of concrete and ballast for the railroads (as crushed stone). The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering). This is one of the quarries with high potential. Based on the information on petrologic, chemical and technical properties of the stone, the rock mass has high quality and it can be used as construction aggregate.

*“Velika Straževica” quarry* – located on the left-hand side of the road between Batocina and Kragujevac, at approximately 5 km from Batočina (Figure 1.13), this quarry has a rock mass made up of massive Precambrian dolomitic marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization) or road bases in general (depending on the expected traffic load), as well as for the production of concrete and ballast for the railroads (as crushed stone). The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*“Jošanički Prnjavor” quarry* – located in the village of Prnjavor to the right of the River of Jošanica. It is situated at 12 km to the west from Svetozarevo (Figure 1.14), this quarry has a rock mass made up of massive Precambrian dolomitic marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization). The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc.



*"Samar" quarry* – located on the right-hand side of the road Kragujevac – Batočina – Lapovo, at approximately 12 km from Kragujevac (Figure 1.15), this quarry has a rock mass made up of massive Jurassic limestone. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization) or road bases in general (depending on the expected traffic load), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering). This is one of the quarries with great potential. Based on the information on petrologic, chemical and technical properties of the stone, the rock mass has high quality and it can be used as construction aggregate.

*"Donje Komarice" quarry* – located near the road between Kragujevac and Lapovo (the old road), at 16 km from Kragujevac in the village of Donje Komarice (Figure 1.16), this quarry has a rock mass made up of tabular Precambrian dolomitic marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc. The crushed or dimension stone can be used for all types of building, paving and tiling (in low-rise construction and hydraulic engineering).

*"Gornje Komarice" quarry* – located at 14 km from Kragujevac in the village of Gornje Komarice (Figure 1.17), this quarry has a rock mass made up of tabular Precambrian dolomitic marble. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc.

*"Drača" quarry* – located near the road between Kragujevac and Donji Milanovac, at 10 km from Kragujevac towards the village of Drača, 2 km away from the village itself (Figure 1.18), this quarry is not active and it has a rock mass made up of tabular limestone dating back to Cretaceous. The stone may be used to produce aggregate and build mechanically or chemically stabilized upper and lower layers of road bases (subbase, cement and bitumen stabilization), as well as for the production of concrete. The stone in its crushed form can also be used to build foundations, embankments or as a filler etc.

*“Čekovića Majdan” quarry* – located in the village of Ljuljaci, at 4 km from the asphalt road between Gornji Milanovac and Kragujevac and at 23 km from Gornji Milanovac (Figure 1.19), this quarry has a rock mass made up of banked blocks of Neogene andesite. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of crushed stones for railroad track ballast and cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering.

*“Nenadovića Brdo” quarry* – located to the right of the road between Gornji Milanovac and Kragujevac, at 4 km from the road in the village of Ljuljaci (Figure 1.20), this quarry has a rock mass made up of tabular and banked blocks of Neogene andesite. The stone may be used to produce aggregate and build road bases (depending on the expected traffic load), as well as for the production of crushed stones for railroad track ballast and cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering.

*“Bečevica” quarry* – located on the left-hand side of the road Knić – Bare – Gornji Milanovac, at 1 km from the village of Toponice in the Bečevica village (Figure 1.21), this quarry has a rock mass made up of tabular and banked blocks of Neogene andesite. The stone may be used to produce aggregate which has its application in building the wearing and binding courses out of asphalt concrete, as well as for the production of crushed stones for railroad track ballast and cubes, slabs, curbs and other items intended for all types of paving and tiling in low-rise construction and hydraulic engineering. This is one of the more quarries with high potential. Based on the information on petrologic, chemical and technical properties of the stone, the rock mass has high quality and it can be used as construction aggregate.

## **Conclusion**

Apart from the building stone that can be used as structural or dimension stone, there are deposits of porcelain and refractory clays in the villages of Rudovci, Darosava, Bukovik and Vrbica near Arandjelovac. There is no interest in the deposits of asbestos in Stragari due to the carcinogenic properties of the mineral. The village Lipnica near Gruža has a single noteworthy deposit of gypsum and anhydrite in Serbia. The deposit has enough capacity to cover the nation-wide needs, however the demand is low (the material is mostly used in the production of cement), so that the production takes place with hiatuses.



There is continuous activity around certain deposits of building stone which are quarried near Batočina, Venčac etc. while there is only occasional activity in other quarries – sufficient to satisfy the demand of the market and the end users.

As provided for under the applicable laws governing the field, a mining company that extracts raw materials is required to pay a certain amount of taxes (known as mining royalties) into the Serbian budget (Jovanović and Carević, 2006; Jovanović et al. 2013; 2014). When it comes to geological building materials, the Order on Royalties for Extracting Nonmetallic Raw Materials as Building Materials of 2016 (“Official Gazette of the Republic of Serbia” No. 97/2015) lists the Table 1.

Table 1 - Order on Royalties for Extracting Nonmetallic Raw Materials as Building Materials of 2016

<b>Structural building stone – sedimentary and metamorphic rock:</b>	
limestone	RSD 23,50
dolomite	RSD 23,50
dolomitic limestone	RSD 23,50
marble limestone	RSD 23,50
marble dolomite	RSD 23,50
marble	RSD 23,50
<b>Structural building stone – igneous rock:</b>	
granite	RSD 33,50
granodiorite	RSD 33,50
trachyte	RSD 33,50
dacite	RSD 33,50
andesite	RSD 33,50
andesite – basalt	RSD 33,50
basalt	RSD 33,50
diabase	RSD 33,50
amphibolite	RSD 33,50
gabbro	RSD 33,50
<b>Dimension building stone:</b>	
granite	RSD 57
granodiorite	RSD 57
basalt	RSD 54
marble	RSD 57
limestone breccia	RSD 57



*Geological Building Materials as a Factor with Potential for  
Development of the Šumadija District*

marble breccia	RSD 57
travertine	RSD 57
tufa	RSD 57
marble onyx	RSD 57
limestone	RSD 51
<b><i>Clays and raw materials used in brick and ceramic manufacture:</i></b>	
ceramic clay	RSD 27,50
brick clay	RSD 16,50
loes	RSD 16,50
refractory clay	RSD 22,50
kaolinite granite	RSD 27,50
feldspar	RSD 27,50
<b><i>Raw materials used in cement and lime industry:</i></b>	
marlston	RSD 33,50
argillaceous limestone	RSD 23,50
limestone	RSD 23,50
gypsum	RSD 22,50
all sorts of tuffs	RSD 22,50
<b><i>Calcium-carbonate used in the paint and coatings industry as a filler, or in the production of materials for external cladding and thermal insulation and in other industries:</i></b>	
marble	RSD 57
calcite	RSD 57
dolomite	RSD 57
dolomitic limestone	RSD 57
marble limestone	RSD 57
limestone	RSD 57
<b><i>Quartz sand and sandstone, construction sand and gravel:</i></b>	
quartz sand	RSD 27,50
construction sand	RSD 19,50
construction gravel	RSD 19,50
quartz sandstone	RSD 22,50
<b><i>Raw materials used in industrial fireproofing:</i></b>	
magnesite	RSD 57

Assuming that the majority of quarries mentioned above do have the licenses to extract geological building materials, we should note that a portion of the royalties (40%) deposited into the Serbian budget is actually returned to the local government. This is why there is interest to extract such materials. Another positive effect would come in the form of employment of



local population and improvement of the infrastructure (local roads, power and water supply etc.) (Jovanović and Ilić, 2004).

Of course, any positive effects on the development of the local community and the region that may arise out of the extraction of geological building materials may be of little benefit if the principles of sustainability are disregarded (Djekić, 2008). Inadequate quarrying can have adverse effects on the environment such as the destruction of fertile agricultural land, causing erosion (rockfall, landslides etc.), pollution of groundwater and surface water, ruining of local roads due to excess load they are exposed to, endangering biodiversity and failed land rehabilitation (which is usually projected) after the quarrying is complete.

#### **Acknowledgements**

This paper presents the results of research on projectc No. 176008 and 176017, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

#### **References (see at page 529)**