

РАЗРУШИТЕЛНОТО ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ ОТ 30(18) СЕПТЕМВРИ 1858 Г.

Д. Солаков¹, И. Александрова¹, С. Симеонова¹, Пл. Райкова¹

¹ Национален институт по Геофизика, Геодезия и География, 1113, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3, София, България, e-mail: dimos@geophys.bas.bg, i.alex@abv.bg, stelas@geophys.bas.bg, plamena.raikova@gmail.com

DOI: 10.34975/bgj-2020.43.2

Абстракт: София е столицата и най-големият град в България. София е основен административен, индустриален, транспортен, културен и университетски център на страната, като в нея е съсредоточено 1/6 от промишленото производство на България. Градът е културен, икономически и административен център на държавата с висока плътност на населението, който е изложен на висок сеизмичен риск. През изминалите векове в София и околностите ѝ са реализирани силни земетресения – събитието от 1818 с епицентрална интензивност $I_0=8-9$ MSK64 и най-силното документирано земетресение, събитието от 1858 с интензивност $I_0=9$ MSK64. В настоящото изследване, за оценка последствията от земетресението през 1858, е събрана и анализирана макросеизмичната информация от множество налични писмени източници – стари религиозни приписки, ръкописи, записки, писма, бележки, вестници, списания и др.

Ключови думи: разрушително земетресение, София, интензивност

Въведение

България е разположена в източната част на Балканския полуостров. В съвременните неомобилистични представи тази част на Балканския полуостров представлява сектор от интензивно деформиращата се континентално маргинална зона на Евразия. Стойностите на скоростта на съвременните хоризонтални движения, които се увеличават от север на юг потвърждават екстензионния режим в Централна Западна и Югозападна България. Град София е разположен в централната част на Западна България, в Софийската котловина, която е заобиколена от планините: Витоша на юг, Люлин на запад и Стара планина на север. Градът е изграден върху

четирите тераси на река Искър и нейните притоци: Перловска и Владайска (Елешница). Софийска котловина е разположена в северните части на транзитна зона между Евразийската континентална плоча и Егейската микроплоча – т.нар. Южно Балкански екстензионен район, със северна граница Стара планина.

София носи името на късно античната ранно християнска съборна църква на града „Света София“. Най-ранните археологични свидетелства за обитаване на територията на София са от ранния неолит (VI хилядолетие пр. Хр.). София е обявена за столица на 3 април 1879 г. от Учредителното народно събрание по предложение на проф. Марин Дринов, като стар български град.

Сеизмичността в сеизмогенна зона София е свързана предимно с периферните неотектонски разломи на Софийски грабен. Сеизмичната активност на Софийска зона представлява голям интерес поради концентрацията на промишлени, административни и граждански обекти и висока плътност на населението в нея. Проведените сеизмологични изследвания показват, че в Софийска зона значителни разрушения могат да се очакват от земетресенията, генерирани в локалните огнища.

Исторически земетресения

Историческият преглед на сеизмичната активност в Софийска зона показва, че в нея са ставали силни земетресения с разрушителен ефект върху град София и околностите му. Открити са исторически документи за сеизмични прояви в тази зона от XV, XVI, XVII и XVIII век. Тези данни като цяло са твърде неточни и може само приблизително да се оцени силата и местоположението на събитията. По-точно документирани са земетресенията, станали в Софийска зона през XIX век, като основен източник на информация са работите на Спас Вацов от 1902 г. и 1908 г.

Първото документирано разрушително земетресение през XIX е станало на 4.04.1818 г. с $I_0=8-9$ МШК64. Според сведенията, представени във Вацов (1902) „се тресла земята... много здания и джамии попадали, жежки и студени води пресекли“ и „...насред Банябаши (при турската баня) извряла жежка вода“.

Най-силното земетресение в исторически и съвременен план, станало около град София през 19^{ти} век, е събитието от 30(18) септември 1858 г. ($I_0=9$ МШК64). По това време София е неголям град (около 20 000 жители и площ от 2.8 km²) в границите на Отоманската империя. Земетресението е нанесло сериозни щети в града и е довело до появата на термални извори в западната му част.

За това земетресение учителят Сава Филаретов пише в Цариградски вестник: „В същия момент земята така страшно се залюля, че всички помислиха, че настъпва скончание мира света. След 2-3 минути се видя, че от 24 джамии, които се намираха в града, само 5 са останали с минарета... Но както на първите, така и на вторите стените и кубетата се разпукали...“. „От 7 църкви само в две може да се служи...“. „Половин час на запад от града на полето, където никога не е имало вода, в тоз час се показва гореща вода да извира и скача нагоре...“ „...планината Витоша, един час на югозапад от София, да се е разпукала на едно място от половин аришин и половин час на дълж между селата Бояна и Драгалевци...от

тая пукнатина се е показал гъст дим и син пламък... “...кората на земята не се люлееше, а скачаше; ту се повдигаше примерно на един аришин нагоре, ту падаше пак долу с неописуема чевръстина и ужасен екот. „На джамията на „Башичешме“ металният, конусообразен покрив на минарето, който от земетресението бе отхвърлен нагоре, като паднал надолу, забучил се с върха си във викалото на същото минаре...” (Вацов, 1902).

В настоящото изследване са анализирани многобройните, публикувани писмени източници - ръкописи, записки, писма, вестници, списания и други издания, отразяващи наблюдаваните въздействия от земетресението (от 30 септември 1858 г.) върху сградите и населението на град София и околностите, както и в други близки селища на територията на България. Допълнително, използвайки наличната макро-сеизмична информация, са оценени някои от основните параметри на събитието.

Документирани макросеизмични въздействия от земетресението на 30(18) септември 1858 г.

Земетресението е засегнало чувствително голяма част от сградите в град София и близките населени места (сегашните квартали на София: Бояна, Драгалевци, Горна Баня. Княжево, Овча купел). Около 70-80% от постройките са повредени и опасни за използване (Авдев, 2007).

От наличната макросеизмична информация може да се обобщи, че на определени места земетресението е било усетено и не са описани подробности за ефектите му. На други места информацията за събитието е подробна, което дава възможност за картографиране на последствията в съответни точки. Данните отразяват повреди на монументални, за времето си, сгради – църкви, джамии, манастири, обществени сгради с подсилени каменни стени. Информацията за щетите върху обикновените жилищни къщи – каменни и дървени не са така подробно засегнати. Най-общо е упоменато, че каменни домове са „паднали“. Очевидно е, че при едно и също ниво на приповърхностните движения на почвата реакцията при различните типове конструкции ще бъде различна. За да се избегне подценяване или надценяване на интензивностните стойности за определяне на въздействията в района на град София и близките околности са взети под внимание конкретните данни за документирани щети.

Документирани макросеизмични въздействия от земетресението на 30(18) септември 1858 г. са подробно представени в Таблица 1. Наблюдаваните характерни особености при разрушенията на сградите са оценени по макросеизмичната скала MSK64 (Medvedev, Sponheuer and Kärnik, 1965). Посочена е най-вероятната степен за получаване на съответния макросеизмичен ефект (увреждане).

За оценка на вторичните макросеизмични ефекти като каменопади, промяна в нивото на минералните извори, поява на нови извори и повърхностни разкъсвания, наблюдавани в близките населени места е приложена и Макросеизмичната скала ESI-07 (представена в Michetti et al. (2011)). Тази скала се основава на ефектите в околната среда, породени при реализация на земетресение.

В Таблица 1 са посочени наблюдавани вторични ефекти, индуцирани от земетресението – търкаляне на камъни и размери на повърхностно разкъсване. Тези ефекти дават основание за разпределението на най-високите интензивности в околностите на град София.

Земетресението е последвано от интензивна афтершокова активност, продължила повече от две години.

Фактът, че земетресението е взело сравнително малко жертви, може да се обясни с по-долу представените демографски особености и тип строителство в София през 1858 г. (съгласно Авдев, 2007).

Първо – през 1858 г. град София е малко селище с около 20 000 жители и площ от 2.8 km². Границите на града обхващат територия, която е по-малка от настоящия софийски център. Максималните въздействия (от 9 степен MSK64) са върху значително по-малко населените околности на града (селата през 1858 г. Бояна, Драгалевци, Овча купел, Горна Баня, виж Таблица 1).

Второ – земетресението е реализирано на обед, когато голяма част от хората са работили извън града на полето.

Трето – устойчивите на земетресения сградни конструкции. Повечето от сградите са значително повредени, но много малко от тях са напълно разрушени.

Таблица 1. Документирани въздействия от земетресението, реализирано на 30.09.1858 г. (M_w6.5) в Софийска сеизмогенна зона

Селище	Описание	Източник	Интензивност I MSK 64
София	„От новата църква Св. Крал Стефан (дн. Хр. Св. Неделя), която сега се прави отново, падна един свод (кубе) и убива един от работниците“	Авдев. Ст., 2007	8
София	„По време на 3-то в местността „Земляне“ (мин. извор при Овча купел), където никога преди това не е имало топла вода се показва „жежка вода“, която скачала нагоре и била толкова много, че можела да кара 3 воденични камъка.... Като гейзер - стълб от прах, земя и вода“	Вацов, Сп., 1902	8.5
Витоша	„...планината Витоша, един час на ЮЗ от София, се е разпукала на едно място от половин аршин (30-40см) и половин час надлъж (около 1.5-2км) между селата Бояна и Драгалевци селяните с удивление казват, че най-напред когато се е разтърсила земята от тази пукнатина се е показал гъст дим и син пламък...Изпадали и големи каменни скали.“	Вацов, Сп., 1902	9
София	„...Изпадаха тогава много джамии ...и на Кору чешма джамията падна, та притисна Исаия Ахтар“	Авдев. Ст., 2007	8.5

София	„...На джамията на Баш чешма металният кону-сообразен покрив на минарето, който от земетресението бе подхвърлен нагоре, като падна надолу, забучил се е с върха си във викалото (чанака) на същото минаре“.	Вацов, Сп., 1902	7.5
София	„Боюк джамия падна върху ахтарницата на Исая Ахтарина и го уби...“	Авдев. Ст., 2007	8.5
София	падна,Челеби джамия	Авдев. Ст., 2007	8.5
София	Сиявуш джамия (ц. Св.София). „При тази тресавица се е разсипала отчасти Св. София, която дотогава е служела за кланяне и молитва на хаскера... След тази тресавица турците престанали да се молят в нея.“ Храмът е бил празен, само две момчета загиннали, които се били покатерили на минарето.	в Паметни бележки из Средец. (Авдев. Ст., 2007)	8.5
София	„Падна църквата „Св. Никола Мали“	Начев, В. и др., 1984	8.5
София	„Падна църквата „Св. Богородица Пречиста“	Начев, В. и др., 1984	8.5
Ихтиман	„... съборени комините на къщите“	Вацов С., 1912	6.5
Долна баня	„...а топлите води в с Долна баня толкова намалели, някои външни чешми престанали да текат и женската баня запустяла.“	Вацов. Сп., 1912	7
Черепишки манастир	„1858, септември 18, три пъти този ден земята се тресе...“	Ив. Гогошев, 1932	усетено
Враца	„1858, 18 септември, Кога се търси Земята“	Във Вратца-Сборник умотворения, наука и книжнин (Авдев. Ст., 2007)	усетено
Вършец	„Да се знае кога се търси Земята 1858, месец септември, на 18 ден...“	Във Вратца-Сборник умотворения, наука и книжнин (Авдев. Ст., 2007)	усетено
Ловеч	Земетресението е било усетено	Вацов, Сп., 1907	усетено
Бояна	„...изворът наречен „Светата Вода“ престанал в деня на 3-то и протекъл чак след няколко дни.... Търкаляне на камъни от Витоша.“	Вацов, Сп., 1902	9
Драгалевци	като Бояна	Вацов, Сп., 1902	9
Горна баня	„...и там резервоарът в минералната баня така се препълнил във време на 3-то, щото всички избягали навън“	Вацов, Сп., 1902	8
София	„...както и къшлата се събориха“. Отнася се за казармите, които са се намирали на мястото на днешния Военен клуб.	Авдев. Ст., 2007	8

Пловдив	Усетено	Цариградски вестник, бр. 398, 1858, Авдев. Ст., 2007	усетено
Пазарджик	Усетено	Цариградски вестник, бр. 398, 1858, Авдев. Ст., 2007	усетено
Рилски манастир	Силно усетено. Пропукали се някои стени. Скелета, поставени за подновяване на стенописите в манастирската църква, така се разиграли, че живописците едва успели да наскочат от тях и да побягнат навън.	Вацов, Сп., 1902.	7
Брезник	„Да се знае кога се тресе земята на месец септември, ден 18, 1858, у пладне се тресе три пъти и по пладне два пъти, и много се свет изплаши. ... Тогава вършееха брезничани на бегличкото гумно.,,	Гогошев, И., 1935	6

При изследване на земетресението от 30(18) септември 1858 г. Киров (1952) прави следните заключения:

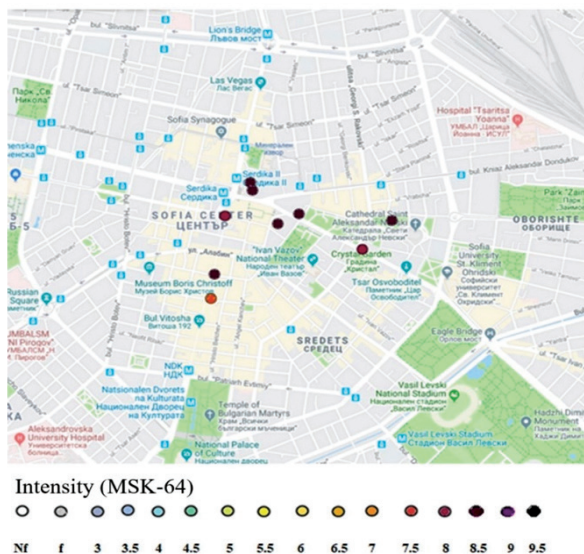
- 1) „Вертикалното ускорение на това земетресение е било много голямо - може би от порядъка на земното ускорение“;
- 2) „Интензивността е била минимум IX, а максимум X степен по динамичната интернационална скала.“
- 3) „... трусът принадлежи към умерено дълбоките земетресения - може би от порядъка на 10-15 km“

На Фигура 1 е представена силно увредената от земетресението Сиявуш джамия (настоящата църква Св. София).

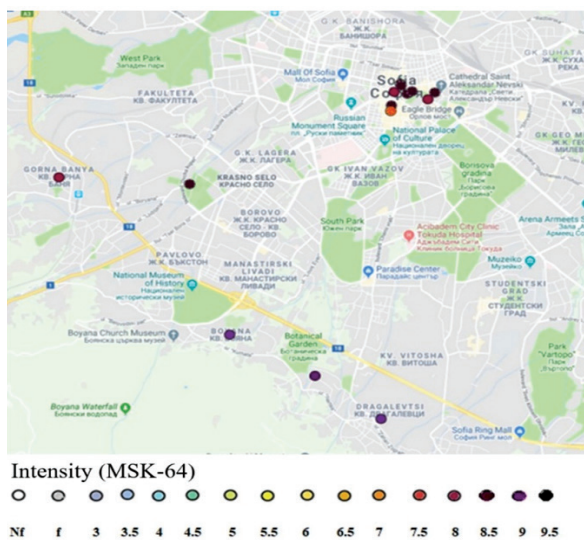


Фиг. 1. Сиявуш джамия (църквата Св. София). Снимка от 1879 г.

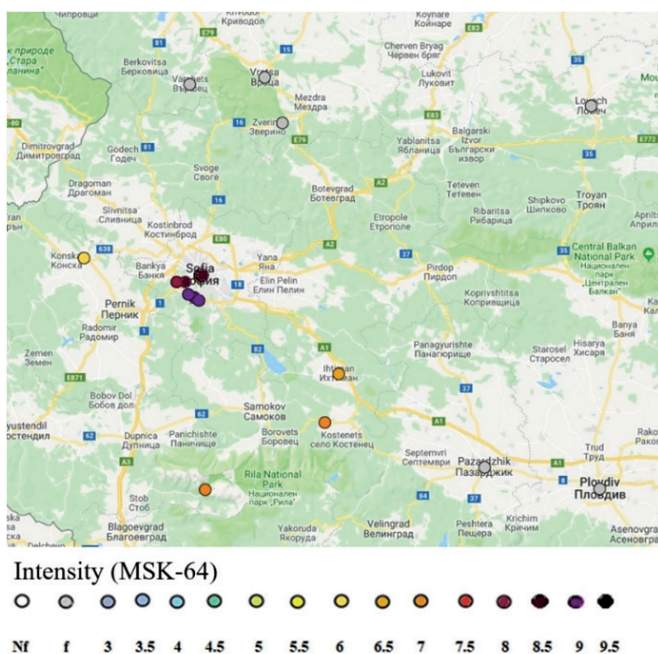
Фигури 2 - 4 илюстрират разпределението на документираните въздействия, съответно върху град София, околностите на града през 1858 (селата Бояна, Драгалевци, Овча купел, Княжево и Горна Бана) и върху други селища от територията на България.



Фиг. 2. Въздействия от земетресението, реализирано през 1858 г. върху територията на гр. София



Фиг. 3. Въздействия от земетресението, реализирано през 1858 г. върху територията на съвременна София



Фиг. 4. Въздействия от земетресението, реализирано през 1858 г. върху територията на страната

Параметри на земетресението от 30(18) септември 1858 г.

В някои от съществуващите за региона каталози са оценени основни параметри на историческото земетресение от 1858 г., реализирано в близост до град София. В Таблица 2 са представени налични оценки на координатите, магнитуда и епицентралната интензивност на събитиято.

Таблица 2. Параметри на земетресението от 1858 г., дадени в съществуващи каталози

φ (°N)	λ (°E)	M	I_0	Източник	Абревиатура
42.8	23.5	6.6 (M_w)	8	Papazachos et al. (2000)	GR
42.8	23.2			Karnik (1971)	KR
42.5	23.3			Utsu (1990)	UT
42.8	23.25	5.9 (M_s)		Grigorova et al. (1978)	BG
42.667	23.286	6.2 (M_w)		Stucchi et al (2013)	SHARE
42.75	23.25	6.1 (M_s)	9	Shebalin et al. (1998)	SH

Епицентрална интензивност, I_0

В Таблица 2 са дадени две оценки на епицентралната интензивност I_0 . Очевидно е, че координатите на епицентъра се различават съществено в различните източници. Магнитудите варират в широк диапазон и са дадени само две, различаващи се с единица оценки на епицентралната интензивност.

На базата на наличната макросейсмична информация в настоящата работа са преоценени и представени, по-долу, някои от параметрите на земетресението от септември 1858 г., реализирано в близост до град София.

В изследването на Papazachos et al. (2000) интензивността на земетресениято е от 8 степен, а в изследване на Shebalin et al. (1998), интензивността е 9^{та} степен. Според Киров (1952) „Интензивността е била минимум 9, а максимум 10 степен...“, а в Григорова и Григоров (1964) е посочено, че интензитетът на земетресението не превишава 9^{та} степен.

Представените по-горе оценки и подробната макросейсмична информация в Таблица 1 дават основание да се приеме, че епицентралната интензивност I_0 , на земетресението от 1858 в град София, е 9^{та} степен по скалата MSK64 ($I_0=9$ MSK64).

Магнитуд по сеизмичен момент, M_w

В Таблица 2 са представени две оценки на магнитуд по сеизмичен момент M_w - 6.6 в Papazachos et al. (2000) и 6.2 в Stucchi et al. (2013).

Магнитудът на земетресението може да се оцени в съответствие с макросейсмичната информация в Таблица 1: „планината Витоша, един час на ЮЗ от София, се е разпукала на едно място от половин аршин (30-40см)“ Вацов (1902). Ако се приеме, че средното преместване е 40 см то $M_w=6.5\pm0.34$ и $M_w=6.3\pm0.34$ при предположение за максимално преместване 40 см (съгласно Wells and Coppersmith, 1994).

Допълнително, магнитудът може да бъде оценен и въз основа на епицентралната интензивност I_0 , използвайки релациите $M_w=M_w(I_0)$, получени по метода на най-малките квадрати (LSQ) и метода на ортогонална регресия (OR) представени в публикацията на Aleksandrova et al (2019). Оценките за магнитуда по сеизмичен момент са $M_w = 6.47\pm0.4$ (по LSQ) и $M_w = 6.56\pm0.4$ (по OR).

Тук получените оценки на магнитуда дават основание да се предположи, че магнитуда по сеизмичен момент на земетресението от 30(18) септември 1858 г., реализирано в околностите на град София, е $M_w = 6.5$.

Координати на епицентъра

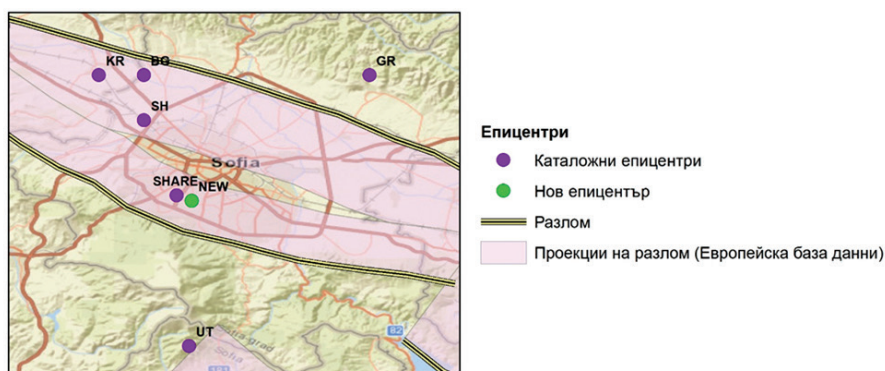
На Фиг. 5 са представени епицентрите на земетресението, дадени в различните каталози (Таблица 2).

В работата на Вацов (1902) вторичните явления, индуцирани от земетресението (посочени в Таблица 1) са детайлно описани „...планината Витоша, един час на ЮЗ от София, се е разпукала на едно място от половин аршин (30-40 cm) и половин

час надлъж (около 1.5-2 km) между селата Бояна и Драгалевци и селяните с удивление казват, че най-напред когато се е разтърсила земята и от тази пукнатина се е показал гъст дим и син пламък“. „До 5 октомври там течало страшно..“. „Изпадали и големи каменни скали.“

Въз основа на това описание и допълнителните макросеизмични въздействия (посочени в Таблица1) може да се предположи, че земетресението от 1858 (M_w 6.5) е реализирано по разлома, разположен южно от гр. София в полите на Витоша.

При $M_w = 6.5$, взимайки в предвид геометрията на разлома (залягане 60°), ширината на разломяване (оценена по Wells and Coppersmith, 1994) 14 km и местоположението на пукнатината върху земната повърхност, то една оценка на проекцията на центъра на разломяването върху земната повърхност е с координати φ -42.66°N и λ -23.3°E) и може да се приеме за епицентър на земетресението. На Фиг. 5 предполагаемият епицентър е маркиран като NEW и оцветен със зелено.



Фиг. 5. Оценки на епицентъра на земетресението от 1858 г.

Заклучение

Актуално за сеизмичния риск на съвременна София е предупреждението на И. Начев, написано в списание „Природа“ още през 1897 г. „От година на година се правят нови и големи здания.....Не е зле обаче нашите граждани и архитекти да имат предвид гореказаното (описани са последствията от земетресението от 1858 г., M_w 6.5). Не дай Боже едно подобно земетресение и нашата млада столица със своите нови и гиздави държавни и частни постройки би се обърнала на куп от развалини“ (Авдев Ст., 2007)

Acknowledgments: The present study has been carried out in the framework of the National Science Program “Environmental Protection and Reduction of Risks of Adverse Events and Natural Disasters”, approved by the Resolution of the Council of Ministers № 577/17.08.2018 supported by the Ministry of Education and Science of Bulgaria (Agreement № ДО-230/06-12-2018).

Литература

- Aleksandrova, I., D. Solakov, S. Simeonova, P. Raykova, 2019. Impirical relations converting seismic intensity to moment magnitude. EAGE, BGS2019-SM2.2-N14P3.
- Grigorova, E., Christoskov L., Sokerova D., Rizhikova S., Roglinov A., 1978. Catalogue of earthquakes in Bulgaria and the nearby territories during the period 1st cent. BC-1977. Geoph. Inst-BAS, Sofia.
- Karnik, V., 1971. Seismicity of the European Area. Part 2 (1801-1900). Praha, 218 p.
- Medvedev, S., W. Sponheuer and V. Kärnik, 1965. Seismic Intensity Scale Version MSK64 by, UNESCO/NS/SEISM/28, Paris, 7 May 1965, 7 pp.
- Michetti, A. M., E. Esposito, L. Guerrieri, S. Porfido, L. Serva, R. Tatevossian, E. Vittori, F. Audemard, T. Azuma, J. Clague, V. Comerci, A. Gurpinar, J. McCalpin, B. Mohammadioun, N. A. Morner, Y. Ota, and E. Roghoshin, 2011. Environmental Intensity Scale - ESI 2007 (English). In *Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia*, Vol. xyz, Draft14.09.2011, 7-10.
- Papazachos, B. C., Comninakis, P. E., Karakaisis, G. F., Karakostas, B. G., Papaioannou, Ch. A., Papazachos, C. B. and E. M. Scordilis, 2000. A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 550BC-1999, Publ. Geophys. Laboratory, University of Thessaloniki, 1, 333 pp.
- Shebalin, N., Leydecker, G., N. G. Mokrushina, R. E. Tatevossian, O. Erteleva and V. Vassiliev, 1998. Earthquake Catalogue for Central and Southeastern Europe 342 BC - 1990 AD, Final Report to Contract No ETNU-CT93-0087 Brudde, (computer file <http://www.bgr.de/quakecat>).
- Stucchi, M., A. Rovida, A. Gomez Capera, P. Alexandre, T. Camelbeeck, M. Demircioglu, P. Gasperini, V. Kouskouna, R. Musson, M. Radulian, K. Sesetyan, S. Vilanova, D. Baumont, H. Bungum, D. Fäh, W. Lenhardt, K. Makropoulos, J. M. Martinez Solares, O. Scotti, M. Živčić, P. Albini, J. Batlló, C. Papaioannou, R. Tatevossian, M. Locati, C. Meletti, D. Viganò, D. Giardini, 2013. The SHARE European Earthquake Catalogue (SHEEC) 1000–1899, *Journal of Seismology* volume 17, 523-544.
- Utsu, T., 1990. Catalog of Damaging Earthquakes in the World (Through 1989), (in Japanese), Utsu, Tokuji, Tokyo, 243 pp. https://iisee.kenken.go.jp/utsu/index_eng.html.
- Wells, D. and Coppersmith, K., 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *BSSA*, 84(4), 974-1002.
- Авдев, Ст., 2007. Разрушителните исторически земетресения в София., Изд. Бесике, София, стр. 120.
- Вацов, Сп., 1912. Градиво за сеизмографията на България, II, 227-228, Списание на БАН.
- Вацов, Сп., 1902. Земетресенията в България през XIX век., стр. 93. Ц.М.См., С., Д.П.
- Вацов, Сп., 1908. Градиво за сеизмографията в България, LXIX, Сп. Бълг. Кн. Д-во, БАН.
- Вацов, Сп., 1907. Градиво за сеизмографията на България, т. 68, с. 643. Списание на БАН.
- Гогошев, Ив. 1932. Дамаскин Хилендарец и неговият дневник 1808–1869. Сп. Духовна култура, август.
- Гогошев, Ив. 1935. Стари записки и подписки, с. 13–14. Св. III, С. печ. Художник.
- Григорова, Е., Б. Григоров, 1964. Епицентрите и сеизмичните линии в НР България. БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ. Геофизичен институт. София, стр. 69.
- Киров, К., 1952. Принос към изучаването на земетресенията в Софийската котловина. Год. Гл. Дир.Геол. и Мин. проучв., 5, 407.
- Начев, В., Н. Ферманджиев (съст), 1984. Писахме да се знае (преписки и летописи), София, 1984, стр. 173.

The devastating earthquake of September 30(18), 1858

D. Solakov, I. Aleksandrova, S. Simeonova, P. Raykova

Abstract: The city of Sofia is the capital of Bulgaria. It is the most populated (with more than 1.2 mil. inhabitants), industrial and cultural region of Bulgaria that faces considerable earthquake risk. The city of Sofia represents a typical example of high seismic risk area in the central Balkans. Over the past centuries, the city of Sofia has experienced strong earthquakes: the 1818 earthquake with epicentral intensity $I_0=8-9$ MSK 64 and the 1858 earthquake with $I_0=9$ MSK 64. In the present study, to assess the consequences of the 1858 earthquake, macroseismic information from a number of available written sources - old religious records, letters, memoirs, newspapers, journals and others was collected and analysed.