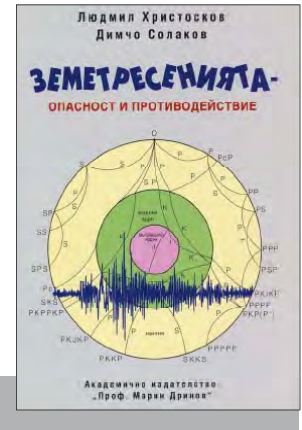


МНЕНИЕТО НА ЕКСПЕРТИТЕ: ГОТОВНОСТ ДА СЕ ПОСРЕЩНЕ И ПРЕЖИВЕЕ СИЛНО ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ В БЪЛГАРИЯ*



Географски справочник



Сеизмичност на България

Най-силното земетресение на Балканите и в България с огнище в кората е станало в Струмската зона на *Рило-Родопския сеизмичен район* на 4 април 1904 г. в 10:26 ч. с $M = 7,8$ и интензивност (I_0) в епицентралната област от 10-та степен (МШК-64). То е предшествано от много силен форшок с $M = 7,3$ в 10:05 ч. Земетресението е било усетено твърде осезаемо чак в Будапеща. То активира разломна линия със субпаралелна посока, чиито следи и днес се проследяват в Кресненското дефиле.

В *Средногорския сеизмичен район*, по долината на р. Марица, през 1928 г. стават три разрушителни земетресения (14, 18 и 25 април) с M съответно 6,8; 7,1; 5,7. Те засягат силно (I_0 съответно 9; 9-10 и 8 степен МШК-64) Пловдив, Чирпан, Първомай и много други околни селища, като напълно разрушават 74 000 сгради, а 114 души са убити. Това е един от малкото случаи, цитирани в световната литература, когато преди и след силно земетресение са проведени детайлни геодезични снимки в района (от Военно географския институт при Генералния щаб). Прецизно са документирани разломни следи върху земната повърхност с обща дължина от 141 км. На отделни места денивелациите на терена достигат 1,5–2 м. Афтершоковата серия след разрушителните земетресения продължава до края на 1933 г. След 1928 г. в България настъпва затишие на силните земетресения с $M \geq 6$, което продължава и до днес.

В исторически план за Средногорския сеизмичен район трябва да се отбележи земетресението в София от 30 септември 1858 г. ($M \sim 7$, $I_0 = 9$ степен МШК-64), което разрушило голяма част от селище-

то и околностите и взело единични човешки жертви. От земетресението се появил минералният извор в Овча купел, а софийският загубил дебита си за 2-3 дни и се възстановил с вода, имаща по-висока температура. Последващата осезаема за човека земетръсна дейност продължила 108 дни. Земетресението е описано от Сава Филаретов (Цариградски вестник, 1/13 ноември 1858 г.). Последното по-силно земетресение в София ($M = 5,2$) е от 18 октомври 1917 г. и е причинило умерени разрушения ($I_0 = 7-8$ степен МШК-64).

В *Североизточния сеизмичен район* през ХХ в. са станали две доста силни земетресения. Първото е от 31 март 1901 г. в Шабленската зона ($M = 7,2$; $I_0 = 10$ степен МШК-64), с епицентър в морето, на 20 км от нос Калиакра. Второто е от 14 юни 1913 г. в Горнооряховската зона ($M = 7,0$). Това земетресение с $I_0 = 9-10$ степен МШК причинило сериозни разрушения (до 95 %) в Горна Оряховица и във В. Търново, Лясковец, Д. Оряховица и околните селища (до 80 %). Последните по-силни земетресения в Североизточния сеизмичен район са станали край Стражица на 21 февруари и 7 декември 1986 г. (магнитуд съответно 5,1 и 5,7) и са причинили значителни повреди и разрушения в засегнатия регион ($I_0 = 7-8$ степен).

От дълбочинното разпределение на земетресенията в тези три най-земетръсни райони в България се установява, че огнищата на най-силните земетресения са в земната кора (в дълбочинния интервал 10-30 км). Повторяемостта на земетресенията в страната, изразена чрез числените оценки за средногодишния брой земетресения N и средния интервал между тях $T = 1/N$ (табл. 1.), е по-ниска от

* Представено е мнението на известните български учени в областта на сеизмологията акад. **Людмил Христосков** и проф. **Димчо Солаков** от Националния институт по геофизика, геодезия и география при БАН. То е изложено в излязлата наскоро тяхна книга „Земетресенията – опасност и противодействие“, издание на Академичното издателство „Проф. Марин Дринов“ (С., 2009, 180 с.)

Централните Балкани (т.е. за цялата територия, от която могат да се очакват неблагоприятни последици за България) десет и повече пъти за $M \leq 4$, но за $M \geq 7$ това съотношение намалява до 4–5 пъти. Въз основа на картата на възможните огнищни зони за страната (фиг. 1) са съставени карти на сътресаемостта, т.е. на степента на очакваното въздействие за различни периоди от време, напр. 1000 г. (фиг. 2). Тази карта е нормативна за антисейсмичното строителство в новите противоземетръсни норми от 1987 г. Вижда се, че 98 % от територията на България попада в 7-ма и по-висока степен, за която са необходими и задължителни противоземетръсни мерки в строителството.

Превантивните мерки за реакция при земетресение трябва да са съобразени със съотношението между мащаба на бедствието и „потенциала“ на държавата, засегната от това бедствие. Той обикновено се оценява чрез територията на страната (S) и територията, засегната от земетресение с интензитет $I \geq 7$ (S_z). Отношението $k = S_z/S$ е норма за относителния дял на последствията и възможностите за самовъзстановяване. За $k < 0,15$ самовъзстановяването със собствени сили е възможно. При $k \geq 0,3$ то се оказва проблематично даже за богати държави, а в случая $k = 1$ самовъзстановяването без външна помощ е нереално. Стойностите на $k = 0,3$ – $0,5$ са възможни и за България при земетресение с магнитуд по-голям от 7.

Очевидно е, че за едно и също по сила бедствие, при еднаква по площ засегната територия стойностите на k ще бъдат различни за различните държави. Например, за Япония те ще са 3–4 пъти по-малки от тези за България, а за САЩ – 70 пъти (като не се отчита неблагоприятното за нас съотношение в нивата на икономическите потенциали). Изводът е ясен: за страни с малка територия и малък собствен икономически потенциал бедствието е много по-фатално, следователно мерките за противодействие трябва да са неизбежни и задължителни, независимо от цената им.

Таблица 2. Разпределение на площите от територията на България с различна сеизмична степен (в %) (по Л. Христосков и Д. Солаков, 2009)

Table 2. Distribution of areas on the territory of Bulgaria with different seismic levels (in %) (by L.Christoskov and D. Solakov, 2009)

Вид на картата	Сеизмична степен по скалата МШК-64				
	6	7	8	≥ 9	≥ 7
Сътресаемост 100 години	35	65	-	-	65
Сътресаемост 1000 години (нормативна от 1987 г.)	2	51	28	19	98
Сътресаемост 10 000 години	0	22	44	34	100
Правилник 1961 и 1964 г.	78*	17	4	1	22
Правилник – допълнена карта от 1977 г.	60*	34	5	1	40
Максимални наблюдаване интензивности	36	49	11	4	64

*6-а и по-ниска степен

Таблица 1. Повторяемост на земетресенията в България и в Централните Балкани (по Л. Христосков, Д. Солаков, 2009)

Table 1. Recurrence of earthquakes in Bulgaria and in the Central Balkans (by L.Christoskov and D. Solakov, 2009)

Магнитуд	Средногодишен брой на земетресенията (N)		Среден интервал години ($T = 1/N$)	
	България	Ц. Балкани	България	Ц. Балкани
3	8,3	91	0,12	0,01
4	1,23	11	0,81	0,09
5	0,18	1,32	5,5	0,76
6	0,26	0,16	37	6,3
7	0,004	0,02	250	52
8	0,0006	0,0023	1700	440

Норми на противоземетръсно строителство в България

Сградите и съоръженията в България, построени до началото на 1958 г., нормативно не са осигурявани срещу земетръсни въздействия. Първият действащ *Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в сеизмичните райони на Народна република България* е от 1957 г.

С преразглеждането на Правилника през 1961 и 1964 г. приложената карта на райониране от сеизмостатистически тип е преоценена, като са намалени площите на зоните от 7., 8. и 9. степен (интензивност). Без изменения тази карта е в сила до април 1977 г. Земетресението във Вранча от 4 март същата година налага корекции – в картата са прибавени нови територии от 7. и 8. степен в приднуавската част на Северна България. Така районите, попадащи в 7. и по-висока степен, вече обхващат 40 % от територията на страната. Сериозно и обективно разширяване на обезпечаваните срещу земетресения площи става едва през 1987 г. с въвеждането на

новите норми за проектиране на сградите и съоръженията в земетръсните райони.

През 2002 г. беше разработена концепция за създаване на нови карти на сеизмичното райониране, основани на математически вероятностни методи – така наречените карти на сеизмичния hazard, в които земетръсните въздействия се представят чрез ускоренията (преместванията или скоростите) на земните движения и съответните им спектри за реакция на сградите и съоръженията. Тези карти ще бъдат сеизмологична основа за адаптирането и въвеждането на европейските противоземетръсни стандарти в България, по-специално на Еврокод-8 (EC-8) за проектиране и строителство в земетръсни зони.

В таблица 2. са дадени в проценти площите на въздействие от територията на страната според различните карти на сътресаемост за периоди на повторение 100, 1000 и 10 000 години съгласно прогнозното сеизмично райониране на България.

От таблицата се вижда, че от 1961 до 1977 г. в противоземетръсно отношение са осигурявани едва 22 % от територията на страната, а от 1977 до 1987 г. този дял нараства до 40 %. В новите норми от 1987 г. се използва картата на сътресаемостта за период 1000 години (фиг. 2.), съгласно която се изисква осигуряване практически на цялата територия – 98 %.

На този етап не може да се определи кои сгради и съоръжения в България до каква степен са осигурявани срещу земетресение. Няма и единен държавен кадастър за сградния фонд, което означава, че голяма част от сградите не са паспортизирани пълноценно. Всичко това прави невъзможна обективната оценка за уязвимостта на строителството при земетресение. По най-груба преценка може да се приеме, че около 30 % от сградния фонд в страната е осигуряван в една или друга степен срещу земетресения и до 1/3 от него (около 10 %) ще съответстват и устояват на бъдещи силни земетръсни въздействия без съществени конструктивни повреди.

Сеизмичното осигуряване на сградите и съоръженията в България остава решаващият фактор за снижаване на човешките и материални загуби при земетресение. През годините то е регламентирано по следния начин:

- До началото на 1958 г. сградите (вкл. с различни категории на българското културно наследство на територията на страната) не са осигурявани срещу земетръсни въздействия;
- 1957 г.: започва да действа „Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в сеизмичните райони“. Той е основан на сеизмостатистическа карта на райониране, отразяваща наблюдаваните интензивности (степени) от документираните дотогава земетресения;
- 1961 г. и 1964 г.: картата е преоценена, като са занижени площите на зоните от VII, VIII и IX степен;
- 1977 г.: след земетресението във Вранча са добавени нови площи от VII и VIII степен в придунавската част на Северна България;
- 1987 г.: въведено е ново сеизмично райониране на България.

Като цяло 98 % от територията на България ще бъде подложена на сеизмично въздействие с интензивност от 7-ма и по-висока степен, от които с интензивност от 7-ма степен – 51 %, с 8-ма степен – 28 %, с 9-та и по-висока степен – 19 %. В тези райони попадат населени места с население около 6 340 000 души (80 % от населението на страната) и могат да бъдат разрушени частично или напълно 26 % от сградния фонд. В райони с интензивност от 8-ма и 9-та степени по скалата на MSK-64 попадат около 5 900 000 души, което е 74 % от населението на страната (вж. Картата на втора корица).

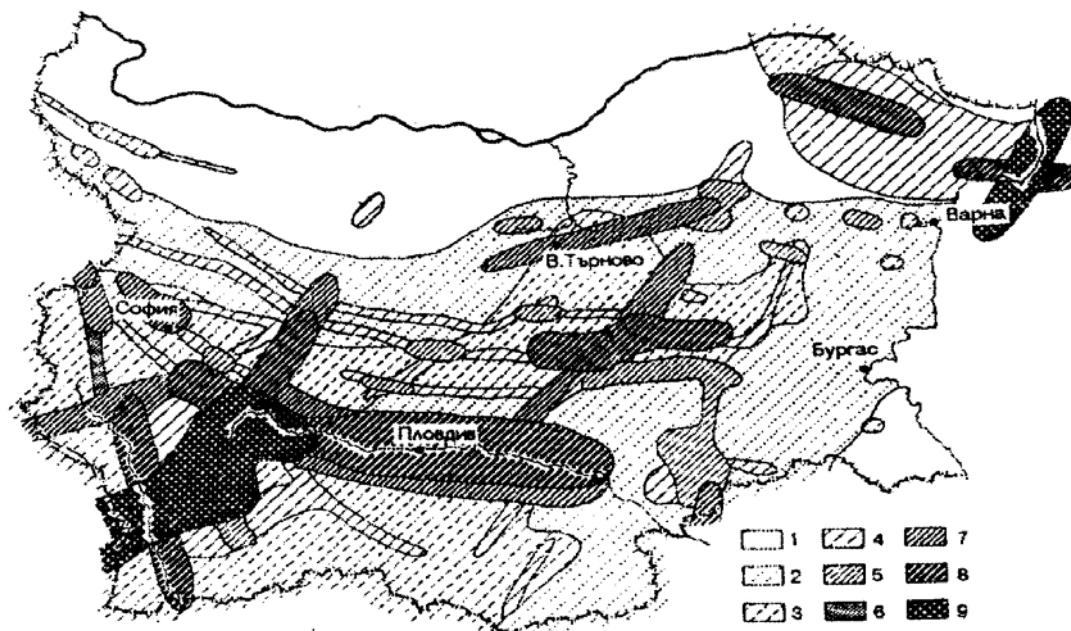
Националната програма за защита при бедствия 2009-2013 г.
МС на РБ, С., 2009

Моделиране на последствията от бъдещи силни земетресения в страната

Прогнозната оценка може да се получи чрез моделиране на последствията – повредите и разрушенията в сградите и съоръженията, и човешките загуби (убити и ранени), с помощта на комплексна, научно издържана и референтно обезпечена изчислителна система. Създаването на такава система

за България премина през няколко етапа, докато се стигне до действащ автоматизиран вариант за персонален компютър, означаван като ASEC. С разработването на тази автоматизирана система нашата страна се оказа в изпреварваща позиция спрямо водещи сеизмологични институции в света.

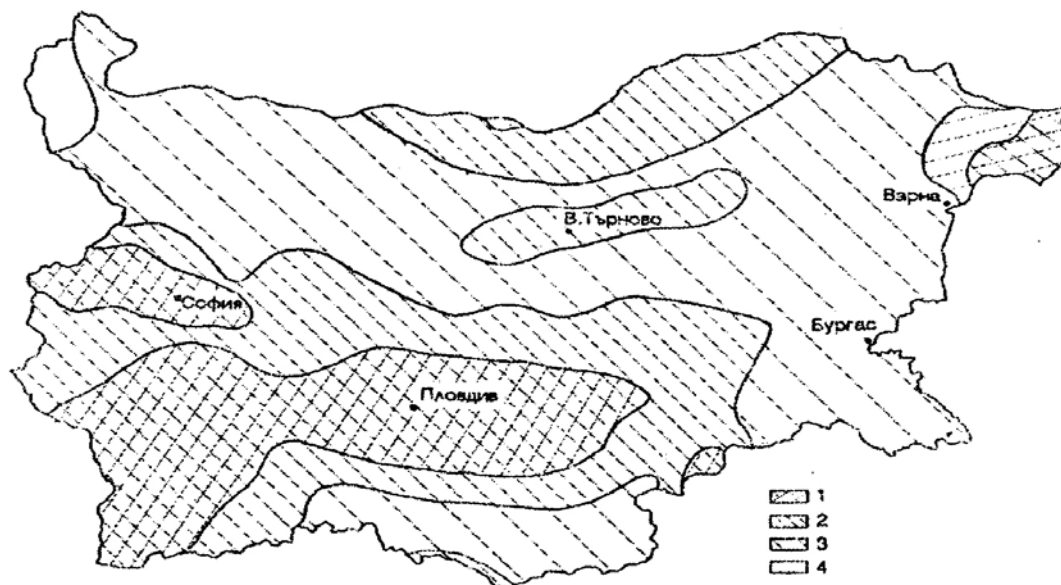
Чрез ASEC може да се моделират последствията от земетресения в магнитудния интервал от 4,1 до 8,0 с епицентър в произволна точка от територи-



Фиг. 1. Комплексна карта на възможните огнищни зони в България в магнитудни интервали (по Л. Христосков и Д. Солаков, 2009)

1. $M \leq 4,0$; 2. $M = 4,1-5,5$; 3. $M = 4,6-5,0$; 4. $M = 5,1-5,5$; 5. $M = 5,6-6,0$; 6. $M = 6,1-6,5$; 7. $M = 6,6-7,0$; 8. $M = 7,1-7,5$; 9. $M = 7,6-8,0$.

Fig. 1. Comprehensive map of possible focal areas in Bulgaria in magnitude intervals (by L. Christoskov and D. Solakov, 2009)



Фиг. 2. Карта на сътресаемостта в България за период 1000 години (нормативна за противоземетръсното строителство от 1987 г.) (по Л. Христосков и Д. Солаков, 2009)

Интензивността на въздействията (I) е по макросейсмичната скала МШК-64:

1. $I \geq 9$; 2. $I = 8$; 3. $I = 7$; 4. $I = 6$.

Fig. 2. Map of convulsiveness in Bulgaria for 1000 years (for anti-earthquake building regulations, 1987) (by L. Christoskov and D. Solakov, 2009). The intensity of impacts (I) is by the macroseismic scale MSHK-64

ята на страната или прилежащите земи. Системата ASEC оценява повредите и разрушенията в сградите и съоръженията (по брой сгради в три категории: архитектурни, конструктивни и пълни разрушения), човешките загуби (убити и ранени) и стойността на сумарните щети в инфраструктурата на засегнатите селища. Засега не се отчитат случайните фактори или екстремалните случаи, което означава, че получаваните оценки следва да се разглеждат като най-правдоподобни в среднестатистически смисъл, като е възможно при специфични фактори да се наблюдават значителни отклонения от реалността. Системата ASEC от 1986 г. е въведена в практиката на Гражданска защита.

Първите по-подробни моделни оценки за възможните последствия от силни земетресения в основните огнищни зони на страната са публикувани от Л. Христосков и Д. Солаков през 2009 г. В таблица 3 са поместени оценките за по-

следствията при бъдещи земетресения с магнитуд 7 за основните земетръсни зони в страната – Струмската, Маришката, Шабленската, Софийската и Горнооряховската. От таблицата веднага се установява, че най-значителни са последствията в районите с голяма гъстота на населението и концентрация на материалните ресурси, както е в Маришката и Софийската зона. Ефектите от земетресенията в Струмската и Шабленската зона са отслабени поради това, че значителна част от полето на въздействие е вън от границите на страната. В Софийската зона щетите и човешките загуби при $M = 7$ са най-големи, което се дължи преди всичко на преобладаващото високо строителство.

Както и да се оценява моделната картина в България, тя е твърде неблагоприятна при всяко земетресение с магнитуд 7, независимо от това в коя от основните огнищни зони ще бъде реализирано.

Таблица 3. Прогнозни последствия от земетресение с магнитуд $M = 7$ в основните земетръсни зони в България (по Л. Христосков и Д. Солаков, 2009)

Table 3. Estimated effects of an earthquake $M=7$ in the main seismic zones in Bulgaria

Оценка на човешките загуби

Зона	Площ (км ²)	Население (бр. д.)	Средна гъстота на населението (д./км ²)	Жертви (бр. д.)	Ранени (бр. д.)
Струмска	9 834	482 897	49	156	654
Маришка	15 594	1 657 298	106	2 851	12 072
Шабленска	3 611	385 520	107	64	265
Софийска	13 315	1 914 762	144	11 416	61 067
Г. Оряховска	14 214	1 031 526	73	3 496	14 808

Оценка на повредите в сградния фонд и щетите в инфраструктурата

Зона	Общ брой	Архитектурни	Конструктивни	Разрушени	Млн. USD
Струмска	95 134	52 350	30 743	12 041	340
Маришка	224 215	117 305	73 661	33 249	2 401
Шабленска	44 720	20 684	12 018	4 509	217
Софийска	163 213	74 255	52 610	36 348	19 450
Г. Оряховска	197 301	102 686	63 963	30 652	978