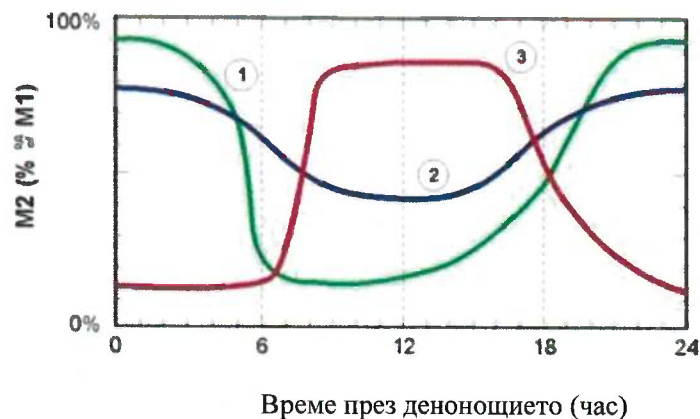




1. Селскостопански сгради $M_2 = 45\%$
2. Жилищни сгради в градовете $M_2 = 65\%$
3. Нежилищни сгради в градовете $M_2 = 40\%$

Фигура 3.1.2-1. Изменение на коефициента M_2 – процент живущи в сградите през различни часове на денонощието (Coburn, Spence, 2002)

Таблица 3.1.2-1. Коефициент M_3 за зидани и ст.б. конструкции

Разрушени сгради със зидария (до 3 етажа)				
Интензивност	VII 5%	VIII 30%	IX 60%	X 70%
Разрушени сгради със ст.б. конструкция (3-5 етажа)				
Близки до епицентъра, високочестотни земетресения	70%			
Отдалечени, дългопериодични земетресения	50%			

Таблица 3.1.2-2. Коефициент M_4 за зидани и ст.б. конструкции

Категория ранени	Зидария	Стоманобетон
Леко ранени (S1)/ Малки наранявания*	20%	10%
Ранени, нуждаещи се от болнично лечение (S2)/ Сериозни наранявания*	30%	40%
Тежко ранени (S3)/ Тежки наранявания*	30%	10%
Загинали или неспасяемо ранени (S4)	20%	40%

* Класификация съгласно „Указания за разработването и готовността за изпълнението на планове за защита при бедствия от 2017 г.“, приети от Съвета за намаляване на риска от бедствия към МС на Р. България

Таблица 3.1.2-3. Коефициент M_5 за зидани и ст.б. конструкции

Ситуация	Зидария	Стоманобетон
Ниво 1 Общината е недееспособна поради високата степен на жертвите	95%	-
Ниво 2 Общината е в състояние да организира спасителна дейност	60%	90%
Ниво 3 Общината + аварийните отряди след 12 часа	50%	80%
Ниво 4 Общината + аварийните отряди + експерти след 36 часа	45%	70%

В проекта RISK-UE е направена модификация на два от параметрите, а именно:

- ТС_б е заменен от ТС – площ, съответстваща на разгънатата застроена площ на сградите, понесли дадено ниво на повреди;
- М₁ е коефициент, отчитащ броя на живущите на единица площ от засегнатите сгради.

Този подход се оказва по-удобен за работа, поради което се препоръчва за използване в настоящата методика.

3.1.3. Оценка на икономическите загуби вследствие на директните физически повреди и разрушения

Икономическите загуби вследствие на директните физически повреди и разрушения могат да бъдат оценявани чрез вероятностните матрици на повреди. В действителност данните, събрани чрез оценка на повредите в спешни случаи (след някои земетресения), могат да бъдат съотнесени към загубите. Резултатът е обобщен в таблица 3.1.3-1.

Таблица 3.1.3-1. Корелация между разпределението на повредите и ефектите върху сградите и хората

Сгради	неизползваеми	40% от сградите с ниво на повреда 3 + 100 % от сградите с ниво на повреда 4 и 5
	разрушени	сгради с ниво на повреда 5
Хора	без дом	100% от живущите в неизползваемите сгради - жертви и тежко ранени
	жертви и тежко ранени	30% от обитаваните разрушените сгради

За да се определи икономическият индекс на повреди **DI** за група от сгради, който представлява отношението между общите разходи за възстановяване и стойността на всички сгради в групата, може да се използва корелация със средното ниво на повреда μ_D .

При използване на дискретно „бета“ разпределение (с $t=8$) се получават представителни стойности:

$$D_I(\mu_D) = \sum_{k=0}^5 p_k(\mu_D) D_{Ik},$$

които са систематизирани в таблица 3.1.3-2.

Таблица 3.1.3-2. Представителни стойности за DI за различните нива на повреди

Ниво на повреда	0	1	2	3	4	5
DI	0	0.01	0.1	0.4	0.8	1

3.2. СЕИЗМИЧЕН РИСК ЗА ТЕХНИЧЕСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА

3.2.1. Оценка на директните повреди и разрушенията на транспортната инфраструктура

3.2.1.1. Преки и непреки загуби

Разрушенията и повредите след станало земетресение водят до загуби, които се дефинират като:

- преки загуби (direct losses);
- непреки загуби (indirect losses).

И двете групи представляват социално-икономически загуби.

Към преките (директни) загуби се отнасят:

- брой загинали и брой тежко пострадали – социални загуби;
- необходими разходи за възстановяване на пострадалите съоръжения – икономически загуби.

Към непреките загуби могат да се отнесат:

- загуби от прекъснат трафик за транспортната система;
- загуби от отклонен трафик;
- загуби в другите отрасли на икономиката поради липса или забавяне на доставки и суровини.

Между двете групи загуби съществува пряка връзка. Така например, при отклоняване на движението по обходен път с по-малка пропускливост (непряка загуба) е възможно да възникнат пътнотранспортни произшествия с жертви (преки загуби). Разрушаването на мост може да прекъсне за дълъг период от време важна пътна комуникация, необходима за движението на хора и/или стоки, което може да доведе до нови жертви.

3.2.1.2. Оценка на директните загуби съгласно HAZUS

В HAZUS са предложени методи за оценка на повредите и загубите. Ръководството за използване на методиката (Technical Manual) е достъпно на сайта на FEMA www.fema.gov/plan/prevent/hazus.

Основни особености и ограничения в приложението на методиката:

1. Използва се основно за оценка на загубите за отделен обект. За група от подобни обекти получените резултати следва да се приемат като „средни“.
2. При земетресения с малък магнитуд ($M \leq 6$) определените загуби е възможно да се окажат преувеличени за случаите на гъсто населени градски райони.

3. За оценка на елементи от транспортната инфраструктура точността зависи от наличните данни.

Методологията HAZUS е гъвкава и позволява ползвателят да избира различни методи за оценка на риска в зависимост от необходимата степен на точност, ограниченията в бюджета и практическите цели.

Препоръчват се три типа анализи съобразно достъпните данни:

1. Липса на входни данни (Default Data Analysis) – използват се каталожни данни, оценката е приблизителна, необходимо време – от 1 седмица до 1 месец.
2. Данни, осигурени от ползвателя (User-Supplied Data Analysis) – най-често използваният анализ, изисква участие на консултанти, необходимо време – от 1 до 6 месеца.
3. Прилагане на съвременни модели и данни (Advanced Data and Models Analysis) – използват се съответстващите на модела методи, изисква участие на технически експерти и подробни данни от техническите служби, необходимо време – от 6 месеца до 2 години.

3.2.1.3. Подход за оценка на директните загуби при мостове

Оценката на директните загуби се извършва в следната последователност:

1. Избира се групата мостове, за които се определят загубите – таблица 1 на Приложение 2. Приема се, че мостовете, проектирани след м. март 2012 г. с влизане в сила на Наредба № РД-02-20-2 за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони, са с по-висока степен на осигуреност вследствие прилагането на европейските стандарти.
2. Определя се броят на мостовете, които подлежат на анализ (за избраната група), глобално за страната, за община, лот от магистрала, жп направление и др.
3. При голям брой обекти се прави представителна извадка (около 20 %), равномерно разпределена по зони на сеизмичност.
4. За всеки избран мост от групата се провежда дадената по-долу процедура за определяне на директните загуби. За улеснение на ползвателите на методиката е представен числен пример.
5. Директните загуби за групата се обобщават на основата на получените резултати за отделните мостове.

3.2.1.4. Алгоритъм на методиката за оценка на директните загуби при мостове

1. Изходни данни:

- Географско местоположение, съответно максималното земно ускорение (PGA-Peak Ground Acceleration) за района;
- Клас на почвата. При липса на данни се приема клас D или по препоръка на инженер-геолог. Методиката е невалидна при класове E, S₁ и S₂. В тези случаи се изисква специална геотехническа оценка;
- Клас на моста – таблица 1 на Приложение 2;
- Брой на отворите;
- Косота (ако има такава). Определя се с ъгълът α между оста на стълба и нормалата към оста на моста.

2. Определяне на спектралните ускорения при периоди 0.3 s и 1.0 s, съответно Sa(0.3) и Sa(1.0). При отсъствие на данни за спектралните ускорения (като изход от оценката на сеизмичната опасност) се използва от БДС EN 1998-1/NA Еврокод 8: Проектиране на конструкции за сеизмични въздействия. Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради (т. 3.2.2.2). Стойностите за коефициента S за вида на почвата се заместват с корекционни коефициенти F_{Ai} за почвен клас I=A,B,C и D, дадени в таблица 3 на Приложение – 2 (прието е S=1).

3. Изчисляване на коефициентите, отчитащи:

- Косотата – $K_{skew} = \sqrt{\sin(90-\alpha)}$;
- Формата на моста – $K_{shape} = 2.5 Sa(1.0)/Sa(0.3)$;
- Пространствения (3D) характер на конструкцията – K_{3D}. Определя се според класа на моста по формулите, дадени в таблица 4 на Приложение 2.

4. Определяне на стандартните медианни стойности за съответния клас на моста – SMV (standard median value) (таблица 5 на Приложение 2). Коригираните медианни стойности се означават с NMV (new median value). Корекцията е в зависимост от нивото на повреди, както следва:

А. За ниво „леки повреди“ (ds₂)

Изчислява се корекционен коефициент C, равен на:

- 1.0 при I_{shape}=0;
- min(1, K_{shape}) при I_{shape}=1.

I_{shape} е Булев оператор със стойности 0 и 1 за привеждане на случаите на мостове с малки периоди на свободни трептения към еквивалентна спектрална амплитуда за период T=1 s. Стойностите на I_{shape} за класовете мостове са дадени в таблица 4 на Приложение 2.

Коригираната (нова) медианна стойност се определя по формулата:

$$NMV(ds_1) = SMV(ds_1)C.$$

Б. За всички останали нива на повреди новата медианна стойност е:

$$NMV(ds_j) = SMV(ds_j)K_{skew}K_{3D}.$$

5. Построяване на “функциите (кривите) на уязвимост” $P[D_s \geq ds_j]$ чрез новата медианна стойност за всяко ниво на повреди и прието стандартно отклонение $\beta=0.60$. Определяне на вероятностите $P[D_s \geq ds_j/PGA_i(PGV_i)]$ с използване на еквивалентно PGA_i , определено по една от формулите:

$$PGA_i = PGA.F_{Ai}$$

$$PGA_i = PGA.F_{Vi},$$

където $i=A, B, C, D$ е класът на почвата.

Изборът на формула зависи от използваните каталожни медианни стойности. В таблица 5 на Приложение 2 медианните стойности са за $Sa(T=1.0)$. В този случай се използва еквивалентното максимално почвено ускорение, определено с F_{Vi} за $Sa(1.0)$ (таблица 3 на Приложение 2).

6. Определяне на директните загуби за моста чрез отношението “разходи за ремонт/ разходи за изграждане на нов мост” (damage ratio/ DR). За различните нива на повреди (j) стойностите на DR_j за пътни и жп мостове са дадени в таблица 6 на Приложение 2.

Комплексното отношение DR_C за целия мост се определя като:

$$DR_C = \sum DR_j P_j, \text{ за } j = 2 \div 5.$$

Вероятностите P_j се определят по формулите:

$$P_1 = P[D_s = ds_1/PGA] = 1 - P[D_s \geq ds_2/PGA];$$

$$P_2 = P[D_s = ds_2/PGA] = P[D_s \geq ds_2/PGA] - P[D_s \geq ds_3/PGA];$$

$$P_3 = P[D_s = ds_3/PGA] = P[D_s \geq ds_3/PGA] - P[D_s \geq ds_4/PGA];$$

$$P_4 = P[D_s = ds_4/PGA] = P[D_s \geq ds_4/PGA] - P[D_s \geq ds_5/PGA];$$

$$P_5 = P[D_s = ds_5/PGA] = P[D_s \geq ds_5/PGA].$$

Приема се предпоставката, че разходите за изграждане на моста към момента на анализа е известна. Разходите за ремонт (директните загуби) се получават чрез умножаване на разходите за изграждане на моста с комплексното отношение DR_C .

7. Директните загуби за отделните мостове се обобщават за съответната група.

В настоящата методика се оценяват директните загуби, причинени от земетръсното въздействие, представено чрез PGA (максимално земно ускорение) за приет период на повторяемост.

3.2.1.5. Тунели

За оценка на повредите на тунелите се прилагат вероятностни функции за повреди в зависимост от PGA (максимално земно ускорение) и PGD (остатъчни премествания).

Медианите и дисперсиите на функциите за повреди са дадени в таблица 3.2.1-1.

Таблица 3.2.1-1. Функции за повреди за тунели (HAZUS)

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Пробити тунели	Леки/ Незначителни	0.6	0.6
	Умерени	0.8	0.6
Изкопани и покрити тунели	Леки/ Незначителни	0.5	0.6
	Умерени	0.7	0.6
Остатъчно преместване (PGD)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (in/cm)	β
Пробити тунели	Леки/ Умерени	6/15.24	0.7
	Значителни	12/30.48	0.5
	Пълно разрушение	60/152.4	0.5
Изкопани и покрити тунели	Леки/ Умерени	6/15.24	0.7
	Значителни	12/30.48	0.5
	Пълно разрушение	60/152.4	0.5

За определяне на директните загуби (за единица дължина) за тунелите се използва отношението „разходи за възстановяване на облицовката/разходи за изграждане“ (damage ratio /DR). За отделните нива на повреди (j) стойностите на DR_j са дадени в табл. 3.2.1-2.

Таблица 3.2.1-2. Стойности на DR за тунели (HAZUS)

Класификация	Степен на повреда	DR (best estimate)	Граници на изменение на DR
Облицовка на тунела	Леки	0.01	0.01 – 0.15
	Умерени	0.30	0.15 – 0.4
	Значителни	0.70	0.4 – 0.8
	Пълно разрушение	1.00	0.8 – 1.0

3.2.1.6. Пътища

За оценка на повредите на пътищата се прилагат вероятностни функции за повреди в зависимост PGD (остатъчни премествания).

Медианите и дисперсиите на функциите за повреди са дадени в таблица 3.2.1-3.

Таблица 3.2.1-3. Функции за повреди за пътища (HAZUS)

Остатъчно преместване (PGD)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (in/cm)	β
Главни пътища	Леки/ Умерени	12/30.48	0.7
	Значителни	24/60.96	0.7
	Пълно разрушение	60/152.4	0.7
Пътища в урбанизирани райони	Леки/ Умерени	6/15.24	0.7
	Значителни	12/30.48	0.7
	Пълно разрушение	24/60.96	0.7

За определяне на директните загуби (за единица дължина) за пътищата се използва отношението „разходи за възстановяване на пътя / разходи за изграждане“ (damage ratio/ DR). За отделните нива на повреди (j) стойностите на DR_j са дадени в таблица 3.2.1-4.

Таблица 3.2.1-4. Стойности на DR за пътища (HAZUS)

Класификация	Степен на повреда	DR (best estimate)	Граници на изменение на DR
Пътища	Леки	0.05	0.01 – 0.15
	Умерени	0.20	0.15 – 0.4
	Значителни /		
	Пълно разрушение	0.70	0.4 – 1.0

3.2.1.7. Жп линии

За оценка на повредите на жп линии се прилагат вероятностни функции за повреди в зависимост PGD (остатъчни премествания).

Медианите и дисперсиите на функциите за повреди са същите, както тези за пътищата, дадени в таблица 3.2.1-3.

За определяне на директните загуби (за единица дължина) за жп линии се използва отношението „разходи за възстановяване на линията / разходи за изграждане“ (damage ratio/ DR). За отделните нива на повреди (j) стойностите на DR_j са същите, както при пътищата, и са дадени в таблица 3.2.1-4.

3.2.2. Оценка на директните повреди и разрушения на техническата инфраструктура – комунални системи (питейна и отпадъчна вода, газоснабдяване, електроснабдяване)

3.2.2.1. Оценка на директните физически повреди и разрушения на системите за питейна и отпадъчна вода

За оценка на повредите и разрушенията на елементите на системите за питейна и отпадъчна вода се прилагат вероятностни функции на повреди, в много случаи дефинирани чрез емпирични и хибридни методи. За оценка на уязвимостта могат да се използват кривите на повреди, предложени в HAZUS и SMR-LIFE/SYNER-G. Изборът е в зависимост от типологията на оценяваната строителна конструкция като компонент на системата, начина на анкериране на компонентите и наличието на резервно хранване. В случай че класификациите съответстват на тези от SMR-LIFE/ SYNER-G, се препоръчва да се ползват функциите на повреди от този проект. В останалите случаи алтернатива са функциите от HAZUS или разработването на оригинални функции, подходящи за условията в България.

За наземните ст.б. неанкерирани и анкерирани резервоари се препоръчва използването на кривите за повреди съгласно ALA. Уязвимостта на стоманените и дървените резервоари може да се определи от кривите за повреди от HAZUS.

За подземните тръбопроводи се използват два алгоритъма за определяне на повредите, свързани съответно с максималната земна скорост (PGV) и постоянната/ остатъчна земна деформация (PGD). За оценка на уязвимостта се препоръчва използването алгоритмите по HAZUS и ALA. Уязвимостта на каналите, дължаща се на разпространение на сеизмични вълни и остатъчни земни премествания, може да бъде оценена въз основа на процедурата в ALA, която е единствената налична.

Методологията HAZUS предлага опростен подход за оценка поведението на системата непосредствено след сеизмичното събитие, приложим за бърза оценка на остатъчната ефективност.

3.2.2.1.1. Функции за повреди за компонентите на системите за питейна вода съгласно методологията HAZUS

Функциите за повреди, дължащи се на остатъчни премествания (PGD) за всички компоненти на системите за питейна вода, с изключение на тръбопроводи, (т.е. пречиствателни и помпени станции, кладенци и резервоари) се приемат, както за сградите.

Функции за повреди за пречиствателни станции за питейна вода от
максимално земно ускорение (PGA)

Функциите за повреди за пречиствателните станции за питейна вода в зависимост от PGA (общо 24 броя) са разработени в съответствие с тяхната класификация – по 12 броя за станции с анкерирани и неанкерирани подкомпоненти. Медианите и дисперсиите са дадени в таблици 3.2.2-1 – 3.2.2-3.

Таблица 3.2.2-1. Функции за повреди за малки пречиствателни станции за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.25	0.50
	Умерени	0.38	0.50
	Значителни	0.53	0.60
	Пълно разрушение	0.83	0.60
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.16	0.40
	Умерени	0.27	0.40
	Значителни	0.53	0.60
	Пълно разрушение	0.83	0.60

Таблица 3.2.2-2. Функции за повреди за средни пречиствателни станции за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.37	0.40
	Умерени	0.52	0.40
	Значителни	0.73	0.50
	Пълно разрушение	1.28	0.50
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.20	0.40
	Умерени	0.35	0.40
	Значителни	0.75	0.50
	Пълно разрушение	1.28	0.50

Таблица 3.2.2-3. Функции за повреди за големи пречиствателни станции за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.44	0.40
	Умерени	0.58	0.40
	Значителни	0.87	0.45
	Пълно разрушение	1.57	0.45
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.22	0.40
	Умерени	0.35	0.40
	Значителни	0.87	0.45
	Пълно разрушение	1.57	0.45

Функции за повреди за помпени станции за питейна вода от максимално земно ускорение (PGA)

Функциите за повреди за помпени станции за питейна вода в зависимост от PGA (общо 16 броя) са разработени в съответствие с тяхната класификация – по 8 броя за станции с анкерирани и неанкерирани подкомпоненти. Медианите и дисперсиите са дадени в таблици 3.2.2-4 и 3.2.2-5. В HAZUS са дадени и параметрите на функциите на повреди за подкомпонентите.

Таблица 3.2.2-4. Функции за повреди за малки помпени станции за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.15	0.70
	Умерени	0.36	0.65
	Значителни	0.66	0.65
	Пълно разрушение	1.50	0.80
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.13	0.60
	Умерени	0.28	0.50
	Значителни	0.66	0.65
	Пълно разрушение	1.50	0.80

Таблица 3.2.2-5. Функции за повреди за средни/големи помпени станции за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.15	0.75
	Умерени	0.36	0.65
	Значителни	0.77	0.65
	Пълно разрушение	1.50	0.80
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.13	0.60
	Умерени	0.28	0.50
	Значителни	0.77	0.65
	Пълно разрушение	1.50	0.80

Функции за повреди за кладенци за питейна вода от максимално земно ускорение (PGA)

Функциите за повреди за кладенци за питейна вода в зависимост от PGA са общо четири. Възприета е предпоставката, че оборудването в кладенците е анкерирано. Медианите и дисперсиите са дадени в таблица 3.2.2-6. В HAZUS са дадени и параметрите на функциите на повреди за подкомпонентите.

Таблица 3.2.2-6. Функции за повреди за кладенци за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Кладенци	Леки/ Незначителни	0.15	0.75
	Умерени	0.36	0.65
	Значителни	0.72	0.65
	Пълно разрушение	1.50	0.80

Функции за повреди за резервоари за питейна вода

Функциите на повреди за резервоарите за питейна вода са общо 24 броя – за наземни бетонови резервоари (анкерирани и неанкерирани), наземни стоманени (анкерирани и неанкерирани), стоманени повдигнати (водни кули) и дървени наземни. Термините анкерирани и неанкерирани съответстват на наличие или отсъствие на връзка между стената на резервоара и опорния бетонов пръстен. Медианите и дисперсиите на функциите за повреди от PGA са дадени в таблица 3.2.2-7.

Таблица 3.2.2-7. Функции за повреди за резервоари за питейна вода

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Наземни анкерирани бетонови резервоари	Леки/ Незначителни	0.25	0.55
	Умерени	0.52	0.70
	Значителни	0.95	0.60
	Пълно разрушение	1.64	0.70
Наземни неанкерирани бетонови резервоари	Леки/ Незначителни	0.18	0.60
	Умерени	0.42	0.70
	Значителни	0.70	0.55
	Пълно разрушение	1.04	0.60
Наземни анкерирани стоманени резервоари	Леки/ Незначителни	0.30	0.60
	Умерени	0.70	0.60
	Значителни	1.25	0.65
	Пълно разрушение	1.60	0.60
Наземни неанкерирани стоманени резервоари	Леки/ Незначителни	0.15	0.70
	Умерени	0.35	0.75
	Значителни	0.68	0.75
	Пълно разрушение	0.95	0.70
Стоманени резервоари повдигнати (водни кули)	Леки/ Незначителни	0.18	0.50
	Умерени	0.55	0.50
	Значителни	1.15	0.60
	Пълно разрушение	1.50	0.60
Наземни дървени резервоари	Леки/ Незначителни	0.15	0.60
	Умерени	0.40	0.60
	Значителни	0.70	0.70
	Пълно разрушение	0.90	0.70
Остатъчно преместване (PGD)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (in/cm)	β
Подземни бетонови резервоари	Леки/ Незначителни	2/5.08	0.60
	Умерени	4/10.16	0.60
	Значителни	8/20.32	0.70
	Пълно разрушение	12/30.48	0.70

Функции за повреди на подземни тръбопроводи за питейна вода

При подземните тръбопроводи се използват два алгоритъма за определяне на повредите, свързани съответно с максималната земна скорост (PGV) и постоянната/ остатъчна земна деформация (PGD). И в двата случая диаметърът на тръбата не е определящ.

Първият алгоритъм използва следната формула:

$$RR \cong 0.0001(PGV)^{2.25},$$

където: RR е плътността/гъстотата на ремонтните дейности за единица дължина от тръбопровода [ремонти/km]; дименсията на PGV е [cm/s].

Зависимостта е изведена от данни за азбестоциментови, бетонови и чугунени тръби. Приема се, че е валидна за тръби от крехки материали. За дуктилни тръби (стомана, модифициран чугун и PVC) се въвежда корекционен коефициент 0.3. В HAZUS стоманените тръбопроводи с дъгово заварени съединения се класифицират като дуктилни, а с газови заварени съединения – като крехки. По тази причина се препоръчва стоманени тръби, инсталирани преди 1935 г., да се приемат за крехки.

Алгоритъмът за определяне на повредите на подземни тръбопроводи, дължащи се на остатъчни земни премествания, се основава на работата на Honegger and Eguchi (1992). Използва се следната зависимост:

$$RR \cong Prob [liq](PGD)^{0.56},$$

където PGD е в инчове.

Формулата е приложима за крехки тръбопроводи. За дуктилните се въвежда корекционен фактор 0.3, както при PGV алгоритъма.

Функциите за повреди, използвани в HAZUS за оценка на загубите, са представени в таблица 3.2.2-8.

Таблица 3.2.2-8. Алгоритъм на повредите за тръбопроводи

	PGV алгоритъм	PGD алгоритъм
	$RR \cong 0.0001(PGV)^{2.25}$	$RR \cong Prob [liq](PGD)^{0.56}$
Тип на тръбите	Фактор	Фактор
Крехки тръби	1	1
Дуктилни тръби	0.3	0.3

3.2.2.1.2. Функции за повреди на компонентите на системите за питейна вода, съгласно SRM-LIFE / SYNER-G

В таблица 3.2.2-9 са дадени параметрите на функциите за повреди на компонентите на системите за питейна вода: кладенци, пречиствателни станции,

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ
РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

помпени станции, а в таблици 3.2.2-10 и 3.2.2-11 – съответно за ст.б. неанкерирани и анкерирани резервоари.

Таблица 3.2.2-9. Параметри на функциите за повреди на компонентите на системите
за питейна вода в SRM-LIFE/SYNER-G

Компонент	Методология	Описание	Степен на повреди	Максимално земно ускорение (PGA)	
				Медиана, λ	отклонение, β
Кладенци	SRM-LIFE	Анкерирани компоненти, ниска ст.б. сграда с ниско ниво на сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди Умерени повреди Значителни повреди Пълно разрушение	0.16 0.18 0.30 0.40	0.7 0.65 0.65 0.75
		Анкерирани компоненти, ниска ст.б. сграда с високо ниво на сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди Умерени повреди Значителни повреди Пълно разрушение	0.25 0.45 0.85 2.1	0.55 0.5 0.55 0.7
		<i>Като алтернатива може да се използват параметрите на кривите на повреди от HAZUS. Степените на повреди и описанията им са същите</i>			
Пречиствателни станции за питейна вода	SRM-LIFE	Анкерирани компоненти, без резервно захранване	Леки/ незначителни повреди Умерени повреди Значителни повреди Пълно разрушение	0.15 0.30 0.55 0.90	0.30 0.25 0.650 0.55
		<i>Като алтернатива да се използват параметрите на кривите на повреди от HAZUS. Степените на повреди и описанията им са същите</i>			
Помпени станции за питейна вода	SRM-LIFE	Анкерирани компоненти, без резервно захранване; ниски ст.б. сгради с ниско ниво на сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди Умерени повреди Значителни повреди Пълно разрушение	0.10 0.15 0.30 0.40	0.55 0.55 0.70 0.75
		Анкерирани компоненти, без резервно захранване; ниски ст.б. сгради с високо ниво на сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди Умерени повреди Значителни повреди Пълно разрушение	0.15 0.30 1.1 2.1	0.30 0.35 0.55 0.70
		<i>Като алтернатива да се използват параметрите на функциите за повреди от HAZUS. Степените на повреди и описанията им са същите</i>			

Таблица 3.2.2-10. Параметри на функциите за повреди на наземни неанкерирани ст.б. резервоари съгласно ALA и препоръчани в SYNER-G

Състояние на повреда	Способност за обслужване	Максимално земно ускорение (PGA)		Остатъчно земно преместване (PGD)	
		Медиана, λ	отклонение, β	Медиана, λ	отклонение, β
Повдигане на стената – смачкване на бетона	Не функционира	1.3	0.5		
Напукване или срязване на стената на резервоара		1.6	0.5		
Приплъзване на резервоара		1.1	0.5		
Прекалено високи пръстеновидни напрежения	Функционира	4.1	0.5		
PGD нарушение				24 in = 61 cm	0.5

Таблица 3.2.2-11. Параметри на функциите за повреди на наземни анкерирани ст.б. резервоари съгласно на ALA и препоръчани в SYNER-G

Състояние на повреда	Способност за обслужване	Максимално земно ускорение (PGA)		Остатъчно земно преместване (PGD)	
		Медиана, λ	отклонение, β	Медиана, λ	отклонение, β
Напукване или срязване на стената на резервоара	Загуба на съдържанието. Не функционира	1.05	0.45		
Повреда на покрива	Няма загуби на съдържание. Функционира	2.6	0.45		
Повдигане на стената – смачкване на бетона	Слаб теч. Функционира	2.0	0.45		
Приплъзване на резервоара	Слаб теч. Функционира	0.25	0.45		
Прекалено високи пръстеновидни напрежения	Загуба на съдържанието. Не функционира	0.75	0.45		
Леко високи пръстеновидни напрежения	Слаб теч. Функционира	0.45	0.45		
PGD нарушение				24 in = 61 cm	0.5

Параметрите на функциите за повреди на стоманени и дървени резервоари, препоръчани в SYNER-G, са съгласно HAZUS.

В SYNER-G са препоръчани функциите на ALA за подземни тръби поради факта, че се основават на по-голям брой наблюдения. Определят броя на ремонтите за km (RR) във функция от PGV (cm/s) (за разпространение на сеизмични вълни) и PGD (cm) (за остатъчни земни премествания в земната среда):

$$RR = 0.002416(PGV)K1$$

$$RR = 2.5829(PGD)K2^{3.19},$$

където K1 (табл. 3.2.2-12) и K2 (табл. 3.2.2-13) са коефициенти за коригиране на основната функция. Отчитат вида на материала, диаметъра и вида на връзките между тръбите.

Таблица 3.2.2-12. Стойности на K1 за модифициране функциите за повреди при разпространение на сеизмични вълни

	Материал на тръбата	Тип на връзките	Почва	Диаметър	K1
1	Чугун	Цимент	Всички	Малък	1.0
2	Чугун	Цимент	Корозивна	Малък	1.4
3	Чугун	Цимент	Некорозивна	Малък	0.7
4	Чугун	С гумени уплътнения	Всички	Малък	0.8
5	Заварени стоманени	Дъгово заварени	Всички	Малък	0.6
6	Заварени стоманени	Дъгово заварени	Корозивна	Малък	0.9
7	Заварени стоманени	Дъгово заварени	Некорозивна	Малък	0.3
8	Заварени стоманени	Дъгово заварени	Всички	Голям	0.15
9	Заварени стоманени	С гумени уплътнения	Всички	Малък	0.7
10	Заварени стоманени	На винт; фланш	Всички	Малък	1.3
11	Азбестоцимент	Гумени уплътнения	Всички	Малък	1.0
12	Бетонowi + стом. цил.	Дъгово заварени	Всички	Голям	0.7
13	Бетонowi + стом. цил.	Цимент	Всички	Голям	1.0
14	Бетонowi + стом. цил.	Гумени уплътнения	Всички	Голям	0.8
15	PVC	Гумени уплътнения	Всички	Малък	0.5

Под “малък диаметър” се разбира от 4 до 12 in (100–300 mm) и съответно “голям” – ≥ 16 in (406 mm).

K2 зависи от материала на тръбата и типа на връзките.

Таблица 3.2.2-13. Коригиращ коефициент K2 (ALA, 2001)

Материал	Вид на връзките между тръбите	K2
Неизвестен	Неизвестен	1.0
Заварени стоманени (WS)	Дъговозаварени, заварки с препокриване	0.15
	Гумено уплътнение	0.7
PVC	Гумено уплътнение	0.8

3.2.2.1.3. Функции за повреди на компонентите на системите за отпадъчни води (по HAZUS)

Функциите за повреди, дължащи се на остатъчни премествания (PGD), на компонентите на системите за отпадъчна вода, с изключение на тръбопроводи, (т.е. пречиствателни и помпени станции), се приемат, както за компонентите на системите за питейна вода, дадени по-горе.

Функциите за повреди на помпени станции от системите за отпадъчни води са идентични с тези за питейни води (HAZUS, табл. 3.2.2-4 и 3.2.2-5).

Параметрите на функциите за пречиствателни станции при анализ по PGA са дадени в таблици 3.2.2-14 – 3.2.2-16.

Таблица 3.2.2-14. Параметри на функциите за повреди на малки пречиствателни станции за отпадъчни води

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.23	0.40
	Умерени	0.35	0.40
	Значителни	0.48	0.50
	Пълно разрушение	0.80	0.55
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.16	0.40
	Умерени	0.26	0.40
	Значителни	0.48	0.50
	Пълно разрушение	0.80	0.55

Таблица 3.2.2-15. Параметри на функциите за повреди на средни пречиствателни станции за отпадъчни води

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.33	0.40
	Умерени	0.49	0.40
	Значителни	0.70	0.45
	Пълно разрушение	1.23	0.55
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.2	0.40
	Умерени	0.33	0.40
	Значителни	0.70	0.45
	Пълно разрушение	1.23	0.55

Таблица 3.2.2-16. Параметри на функциите за повреди на големи пречиствателни станции за отпадъчни води

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Станции със сеизмично проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.40	0.40
	Умерени	0.56	0.40
	Значителни	0.84	0.40
	Пълно разрушение	1.50	0.40
Станции със стандартно проектирани подкомпоненти	Леки/ Незначителни	0.22	0.40
	Умерени	0.35	0.40
	Значителни	0.84	0.40
	Пълно разрушение	1.50	0.40

Функциите за повреди на колекторните канали, дюкерите и тръбите на системите за отпадъчни води са същите, както за тръбопроводите за питейни води, дадени в таблица 3.2.2-8. Като крехки тръби са класифицирани бетоновите и камениновите, а като дуктилни са добавени и пластмасовите тръби.

3.2.2.1.4. Функции за повреди на компонентите на системите за отпадъчни води (по SYNER-G)

След критичен анализ в SYNER-G са подбрани и препоръчани за използване функции за повреди на компонентите на системите за отпадъчни води, подходящи за условията в Европа.

За компонентите, разположени в сгради, степените на повреди са идентични с тези от HAZUS. Съответните функции на повреди, възприети в SYNER-G, са взимани от SRM-LIFE поради това, че отчитат европейската практика за типология на сградите. Определени са въз основа на тези в HAZUS и функциите за повреди на типичните за Европа сгради чрез анализ с логическо дърво. За подкомпонентите е отчетено, че опорите им са проектирани без специални сеизмични изисквания, което увеличава несигурността. Типологията и кривите за повреди на сградите са съгласно SRM-LIFE. Съответните криви са приложими за пречиствателни станции без аварийно захранване – ниски сгради със стоманобетонни конструкции. Параметри на функциите за повреди са дадени в таблица 3.2.2-17.

Таблица 3.2.2-17. Параметри на функциите за повреди на компоненти на системите
за отпадъчни води по SYNER-G

Компонент	Методология	Описание	Степен на повреди	Максимално земно ускорение (PGA)	
				Медиана λ	отклонение β
Пречиствателни станции за отпадъчни води	SRM-LIFE	Анкерирани компоненти, ст.б. ниска сграда, ниско ниво на норми за сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди	0.15	0.35
			Умерени повреди	0.30	0.20
			Значителни повреди	0.45	0.50
			Пълно разрушение	0.50	0.50
		Анкерирани компоненти, ст.б. ниска сграда, високо ниво на норми за сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди	0.15	0.35
			Умерени повреди	0.30	0.20
Значителни повреди			0.45	0.50	
Пълно разрушение			1.00	0.50	
Като алтернатива да се използват параметрите на кривите на повреди според HAZUS. Степените на повреди и описанията им са идентични					
Помпени станции за отпадъчни води	SRM-LIFE	Анкерирани компоненти, ст.б. ниска сграда, ниско ниво на норми за сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди	0.10	0.55
			Умерени повреди	0.15	0.55
			Значителни повреди	0.30	0.70
			Пълно разрушение	0.40	0.75
		Анкерирани компоненти, ст.б. ниска сграда, високо ниво на норми за сеизмично проектиране	Леки/ незначителни повреди	0.15	0.30
			Умерени повреди	0.30	0.35
			Значителни повреди	1.10	0.55
			Пълно разрушение	2.10	0.70
Като алтернатива да се използват параметрите на кривите на повреди според HAZUS. Степените на повреди и описанията им са идентични					

3.2.2.2. Оценка на директните физически повреди и разрушения на системите за газоснабдяване

Оценката на възможните повреди и разрушения на компонентите на системите се извършва въз основа на вероятностни криви на повредите, определящи вероятността съответният компонент на системата да достигне определено ниво на повреди.

При газопроводи се препоръчва използването на функциите за повреди според ALA (2001) за алгоритмите, основани на PGV и PGD.

За оценка уязвимостта на компресорни станции се препоръчват функциите за повреди според HAZUS и SMR-LIFE/ SYNER-G в зависимост от класификацията. Кривите на повреди от SMR-LIFE/ SYNER-G отчитат типологията на сградите, типични за Гърция (т.е. нискоетажни стоманобетонни с анкерирани компоненти). При условие че класификацията на елементите на

системите съответства на тази в посочените два проекта, се препоръчва използването на функциите на повреди съгласно тях. При несъответствие е възможно приложението на тези от HAZUS (разграничението е по наличие на анкерирание). Третата алтернатива е разработване на оригинални функции, подходящи за условията в България.

Функции за повреди на компонентите на системите за газоснабдяване по HAZUS

Функции за повреди на компресорни станции

Функциите за повреди на компресорни станции са дефинирани с медианата и дисперсията на PGA / PGD – таблица 3.2.2-18.

Таблица 3.2.2-18. Параметри на функциите за повреди на помпени/компресорни станции

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Нива на повреди	Медиана (g)	Дисперсия (β)
Станции с анкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.15	0.75
	Умерени повреди	0.34	0.65
	Значителни повреди	0.77	0.65
	Пълно разрушение	1.5	0.8
Станции с неанкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.12	0.6
	Умерени повреди	0.24	0.6
	Значителни повреди	0.77	0.65
	Пълно разрушение	1.5	0.8

Функциите за повреди в зависимост от PGD (остатъчни земни премествания) за компресорни/помпени станции по HAZUS са идентични с тези за помпените станции от системите за питейна вода, дадени по-горе.

Функции за повреди на газопроводи

За газопроводите кривите на повреди са дефинирани с медианата и дисперсията на PGV / PGD.

Функциите за повреди за двата алгоритъма са идентични с тези за водопроводи (табл. 3.2.2-19).

Таблица 3.2.2-19. Функции за повреди на газопроводи

	Алгоритъм за PGV		Алгоритъм за PGD	
	$RR \cong 0.0001(PGV)^{2.25}$		$RR \cong Prob [liq](PGD)^{0.56}$	
Вид на тръбите	Множител	Примерна тръба	Множител	Примерна тръба
Крежки тръби	1	Стоманена тръба, газово заварена	1	Стоманена тръба, газово заварена
Дуктилни тръби	0.3	Стоманена тръба, електродъгово заварена	0.3	Стоманена тръба, електродъгово заварена

Функции за повреди на компонентите на системите за газоснабдяване по SYNER-G

Функции за повреди на тръбопроводите за газоснабдяване

За общи приложения се препоръчва зависимостта за подземни тръби на ALA (2001a). Функциите определят броя на ремонтите за km (RR) в зависимост от PGV (cm/s) (за разпространение на сеизмични вълни) и PGD (cm) (за остатъчни премествания в земната среда):

$$RR = 0.002416.PGV.K1$$

$$RR = 2.5829.PGD.K2^{3.19}.$$

Чрез K1 се коригира основната функция за отчитане вида на материала, диаметъра и типа на връзките между тръбите. Стойностите са дадени в таблица 3.2.2-12.

Коефициентът K2 зависи от материала на тръбата и типа на връзката (табл. 3.2.2-13).

Функции за повреди на компресорните станции по SYNER-G

Параметрите на функциите за повреди (медиана α и стандартно отклонение β) са дадени в таблица 3.2.2-20.

Таблица 3.2.2-20. Параметри на функциите за повреди (медиана α и стандартно отклонение β) за гръцките компресорни станции съгласно SRM-LIFE

Типология	Степен на повреди	Медиана $\alpha(g)$	Дисперсия β
Станции с анкерирани компоненти, нискоетажни ст.б. сгради с прилагане на съвременни норми за проектиране	Леки/ незначителни повреди	0.3	0.7
	Умерени повреди	0.55	0.45
	Значителни повреди	0.8	0.5
	Пълно разрушение	2.2	0.7

3.2.2.3. Оценка на директните физически повреди и разрушения на системите за електроснабдяване

Оценката на възможните директни физически повреди и разрушения на компонентите на системите за електроснабдяване се извършва въз основа на вероятностни криви на повредите, определящи вероятността компонент на системата да достигне съответно ниво на повреди.

Възможни са различни подходи за оценка на уязвимостта. Първият е предложен в HAZUS. Степента на повреда за цялата подстанция или разпределителна мрежа се дефинира чрез процента на повредените подкомпоненти. Друг възможен подход е системният, даден в SYNER-G. При него компонентите на

подстанциите са разделени на микро- и макрокомпоненти. Следвайки схемата на последователни връзки между микрокомпонентите, се моделира вътрешната логика на подстанциите. Това позволява да се проследи процесът на електропреноса в мрежата и да се отчете частично функциониране на подстанцията и разпространение на късо съединение. Функциите за повреди на микрокомпонентите (от италиански подстанции) са извлечени от динамични изпитвания.

Функциите за повреди, предложени в HAZUS, могат да се ползват само за предварителни груби оценки на уязвимостта на електроцентрали. Същите са критични съоръжения и като такива се нуждаят от детайлен индивидуален анализ, отчитащ тяхната вътрешна логика.

HAZUS предлага определяне на прекъсванията на електрозахранването в определен район. Подстанциите са сред най-уязвимите компоненти при земетръсно въздействие. За електроенергийните системи прекъсванията на електрозахранването за изследваната област зависят от прекъсване на захранването на подстанциите.

Функции за повреди в зависимост от PGA за подстанции за електроенергия по HAZUS

За подстанциите се използват общо 24 броя зависимости за повредите във функция от PGA – по 12 броя съответно за подстанции с анкерирани и неанкерирани компоненти. Медианите и дисперсиите са дадени в табл 3.2.2-21.

Таблица 3.2.2-21. Параметри на функциите за повреди на подстанции в методологията HAZUS

Максимално земно ускорение (PGA)					
Класификация	Степен на повреда	Подстанции с анкерирани/ сеизмично осигурени компоненти		Подстанции с неанкерирани/ стандартно проектирани компоненти	
		Медиана (g)	β	Медиана (g)	β
Нисък волтаж	Незначителни	0.15	0.70	0.13	0.65
	Умерени	0.29	0.55	0.26	0.50
	Значителни	0.45	0.45	0.34	0.40
	Пълно разрушение	0.90	0.45	0.74	0.40
Среден волтаж	Незначителни	0.15	0.60	0.10	0.60
	Умерени	0.25	0.50	0.20	0.50
	Значителни	0.35	0.40	0.30	0.40
	Пълно разрушение	0.70	0.40	0.50	0.40
Висок волтаж	Незначителни	0.11	0.50	0.09	0.50
	Умерени	0.15	0.45	0.13	0.40
	Значителни	0.20	0.35	0.17	0.35
	Пълно разрушение	0.47	0.40	0.38	0.35

Функции за повреди в зависимост от PGA за разпределителни мрежи по HAZUS

За разпределителните мрежи се използват общо 8 броя зависимости за повредите във функция от PGA – по 4 броя съответно за разпределителни вериги със сеизмично и стандартно проектирани компоненти. Медианите и дисперсиите са дадени в таблица 3.2.2-22.

Таблица 3.2.2-22. Функции за повреди на разпределителни мрежи по HAZUS

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Сеизмично проектирани компоненти	Незначителни	0.28	0.30
	Умерени	0.40	0.20
	Значителни	0.72	0.15
	Пълно разрушение	1.10	0.15
Стандартно проектирани компоненти	Незначителни	0.24	0.25
	Умерени	0.33	0.20
	Значителни	0.58	0.15
	Пълно разрушение	0.89	0.15

Функции за повреди в зависимост от PGA за електроцентрали по HAZUS

За електроцентрали се използват общо 16 броя зависимости за повредите във функция от PGA – по 8 броя съответно за големи/ средни и малки централи (по четири за случаите с анкерирани и неанкерирани компоненти) разпределителни вериги със сеизмично и стандартно проектирани компоненти. Медианите и дисперсиите за големи и малки централи са дадени в таблици 3.2.2-23 и 3.2.2-24. Съответните стойности за неанкерирани компоненти са в таблица 3.2.2-24.

Таблица 3.2.2-23. Функции за повреди на големи² електроцентрали

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреда	Медиана (g)	β
Големи електроцентрали с анкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.1	0.6
	Умерени повреди	0.25	0.6
	Значителни повреди	0.52	0.55
	Пълно разрушение	0.92	0.55
Големи електроцентрали с неанкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.10	0.60
	Умерени повреди	0.22	0.55
	Значителни повреди	0.49	0.50
	Пълно разрушение	0.79	0.50

² Съгласно методологията HAZUS големи електроцентрали са с мощност над 200 MW

Таблица 3.2.2-24. Функции за повреди на малки електроцентрали

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреди	Медиана (g)	β
Малки електроцентрали с анкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.1	0.55
	Умерени повреди	0.21	0.55
	Значителни повреди	0.48	0.5
	Пълно разрушение	0.78	0.5
Малки електроцентрали с неанкерирани компоненти	Леки/ незначителни повреди	0.1	0.5
	Умерени повреди	0.17	0.5
	Значителни повреди	0.42	0.5
	Пълно разрушение	0.58	0.55

Таблица 3.2.2-25. Функции за повреди на неанкерирани компоненти на електроцентрали

Максимално земно ускорение (PGA)			
Класификация	Степен на повреди	Медиана (g)	β
Електрооборудване	Незначителни	0.22	0.5
	Умерени	0.35	0.7
Котли и съдове под налягане	Умерени	0.36	0.7
Големи вертикални съдове с лети глави	Умерени	0.46	0.5
	Значителни	0.68	0.48
Моторни помпи	Значителни	1.0	0.43
Големи хоризонтални съдове	Пълно разрушение	1.05	0.75
Големи автоматични кранове	Пълно разрушение	1.23	0.8
Сградите на машинна зала и котелно	Незначителни	0.15	0.8
	Умерени	0.4	0.8
	Значителни	0.8	0.8
	Пълно разрушение	1.5	0.8

Функции за повреди на компонентите на системата за електроснабдяване по SYNER-G

Функциите за повреди за макро- и микрокомпонентите на системата за електроснабдяване по SYNER-G са избрани сред наличните в техническата литература. За да се моделира вътрешната логика, се използват функции за подкомпонентите, а не за подстанцията като цяло. Необходими са за провеждане на системен анализ на уязвимостта. В зависимост от изпълняваните функции се разграничават разпределителни и трансформаторно/разпределителни подстанции.

Таблица 3.2.2-26. Функциите за повреди на микрокомпоненти

Компонент	λ	β
Coil support – опора намотка	1.36	0.34
Circuit breaker – прекъсвач	1.66	0.33
Current transformer – токов трансформатор	1.43	0.27
Voltage transformer – напреженов трансформатор	1.79	0.27
Horizontal sectionalizing switch – хоризонтален секционен превключвател	1.75	0.22
Discharger – разрядник	2.27	0.32
Vertical sectionalizing switch – вертикален секционен превключвател	1.69	0.34
Bar – събирателна шина	1.48	0.44
Box – кутия, шкаф	2.93	0.52
Power supply to protection system – захранване на система за защита	1.40	0.16
Autotransformer – автотрансформатор	3.16	0.29

Кривите за микрокомпонентите са получени с използване на данни от лабораторни динамични изпитвания (shaking table) на компоненти от италиански подстанции. Поради това са приети за най-подходящи за европейските условия (табл. 3.2.2-26). Отнасят се за компоненти, произведени през 80-те и 90-те години на XX век и инсталирани във високоволтови подстанции (220 до 380 kV).

По същество електроцентралите са критични съоръжения и се нуждаят от детайлен анализ на вътрешната им логика.

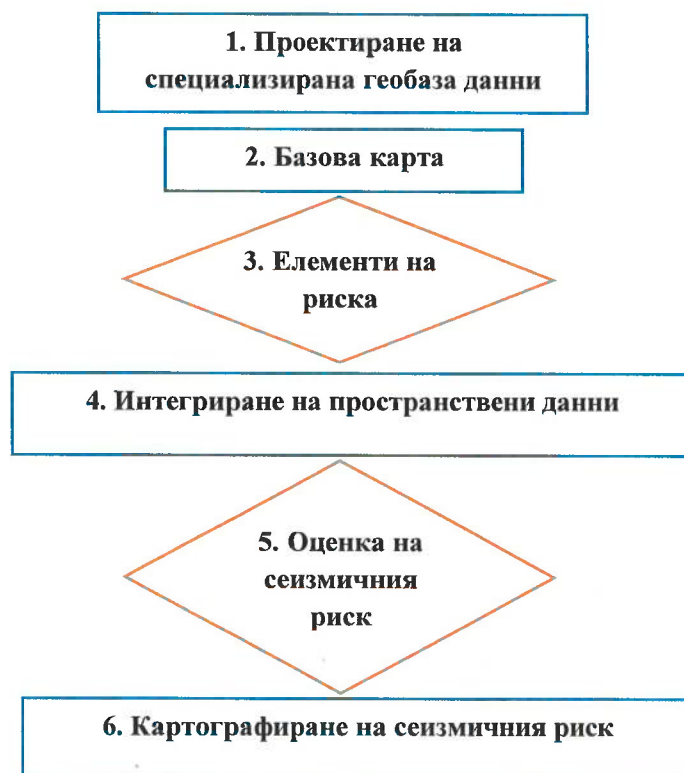
Моделът на електроразпределителната мрежа, приет в SYNER-G, включва вътрешното логическо моделиране на подстанцията, което позволява да се отчита частично функциониране и разпространение на късо съединение.

ЧАСТ 4. КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК

4.1. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНА ЕДИННА ГЕОБАЗА ДАННИ

Картографирането на сеизмичния риск е свързано с изграждането на динамична, постоянно обновяваща се информационна система с разработена специализирана геопространствена информация. Това позволява да се генерират необходимите пространствено-аналитични процедури за извличане на нужната информация, както и да се извършват анализи, интегриране и трансформиране на данните.

Концепцията, върху която се основава изграждането на географска информационна система (ГИС) за картографиране на сеизмичния риск на територията на България, включва няколко основни компоненти (фиг. 4.1-1), първият от които е създаване на специализирана единна геобаза данни за сеизмичния риск. Целта е да се осигури гъвкава и адаптивна структура и съдържание на базата данни с възможности за потенциално разширяване и оперативна съвместимост.



Фигура 4.1-1. Компоненти на ГИС за картографиране на сеизмичния риск

Основните стъпки за създаване на специализирана единна геобаза данни включват:

1. Идентифициране на източниците на данни и ключови тематични данни в ГИС и характеристика на всеки тематичен слой (включително референтна координатна система, картографска проекция, мащаб, формат, произход на данните и интегриране с други масиви от данни);
2. Разработване на представителни взаимоотношения и топология (моделиране, определяне на табличната структура на базата данни, пространствени правила за валидация и цялостност (пълнота) на данните, където са приложими);
3. Определяне на процедурите за интегриране, хомогенизиране и съвместимост на данните, опциите за визуализация на картите и определяне на процедурите за изграждане, редактиране и поддръжка на геобазата данни;
4. Изготвяне на съпътстваща документация към предложения дизайн на базата данни (например схема, слоеве, примерни карти, метаданни).

Създаването на базата данни (концептуален, логически и физически модел на данните) е свързано със структурирането едновременно на геопропространствени и негеопропространствени данни, а също така и на метаданни. Данните могат да бъдат:

- Векторни – shp – Shapefile формат (shape файлове) векторен формат (полигонов, линеен и точков файл);
- Растерни – grid – растер, мрежа от клетки, които съдържат информация за дадена характеристика на обекта;
- Матрица;
- Таблици;
- Текст;
- Снимки.

Необходимо е да се разработи и подходяща схема за създаване и съхранение на метаданни, които отговарят на спецификациите на Директивата INSPIRE (т. 4.3).

Основните източници на необходимите данни за картографиране на сеизмичния риск са посочени в табл. 4.1-1. Наличието на много и разнообразни източници на информация затруднява стандартизирането и съвместяването на данните, които могат да притежават както пространствени, така и непространствени характеристики.

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ
РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

*Таблица 4.1-1. Източници на пространствени и статистически данни за
територията на България*

№	Вид данни	Източник/ Институция	Формат	Достъп
1	Сателитни изображения	Европейска космическа агенция (ЕКА)	цифров	свободен
2	Ортофото изображения	МЗХГ	цифров	осигурен
3	Топографски карти М 1:25 000, 1:50 000	Военно-географска служба – Министерство на отбраната	цифров	свободен (М 1:50 000)
3а	Топографски карти М 1:5 000, 1:10 000	Агенция по геодезия, картография и кадастър (АГКК)	цифров	
4	Цифров модел на релефа	МОСВ, ИАОС	цифров	свободен
5	Земно покритие и земеползване (CLC 2012)	ИАОС	цифров	свободен
6	Речна мрежа	МОСВ, ИАОС	цифров	
7	Водни обекти	МОСВ, ИАОС	цифров	
8	Кадастрални карти	АГКК	цифров	
9	Общи и подробни устройствени планове	Общинска администрация	цифров	свободен
10	Планове за защита при бедствия / аварийни планове	Областни и общински администрации; ГД "ПБЗН" – МВР; юридически лица и еднолични търговци, собственици и ползватели, осъществяващи дейност в обекти, представляващи строежи по чл. 137, ал. 1, т.1, буква „г” или „д” от Закона за устройство на територията, която представлява опасност за възникване на бедствие.	цифров	
11	Селищна мрежа	МОСВ, ИАОС	цифров	
12	Общественосназначими сгради – по населени места		цифров	
13	Пътна мрежа	Агенция "Пътна инфраструктура" (АПИ), ИАОС	цифров	
14	Железопътна мрежа	МТИТС	цифров	

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ
РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

15	Мостове	АПИ	цифров	
16	Тунели	АПИ	цифров	
17	Техническа инфраструктура за питейна и отпадъчна вода		цифров	
18	Техническа инфраструктура – газоснабдяване		цифров	
19	Техническа инфраструктура – електроснабдяване		цифров	
20	Паметници на културата – световно наследство и с национално значение	МОСВ, ИАОС	цифров	
21	Население – брой по общини и населени места	НСИ	цифров	свободен

Данните могат да бъдат организирани в следните теми:

- Базови данни;
- Сгради;
- Население;
- Транспортна инфраструктура;
- Техническа инфраструктура.

Основните параметри, общи за всички данни, са:

- Формат – geodatabase (например в ArcGIS .gdb – файлова геобаза данни);
- Българска геодезическа система 2005 (БГС2005).

Базовата карта е актуален цифров модел на територията, представящ с необходимата детайлност съществуващите обекти. Тя се състои от няколко слоя, които могат да бъдат растрерни и векторни и тематично представят обектите. Препоръчва се за картна основа да се използват цифрови ортофото и/или сателитни изображения, но може да се ползват и налични данни, свързани със специализираното съдържание на картата на сеизмичния риск, които могат да бъдат извлечени от достъпни карти (топографски, кадастрални, карти на възстановената собственост и др.).

Тематичните данни представят *елементите на риска*, т.е. елементите, изложени на сеизмична опасност в даден район. Основните елементи на риска включват население, сгради, транспортна и техническа инфраструктура и системи или други елементи, намиращи се в зоните на сеизмична опасност, които по този начин са предмет на потенциални загуби (UNISDR, 2009).

Данните за елементите на риска трябва да се събират за определени *основни пространствени единици*, каквито могат да бъдат териториално-административните единици (област, община, населено място), клетките (пикселите) на даден избран гريد, или т.нар. *хомогенни единици* с еднакви характеристики на обектите, например тип сгради. Въз основа на това оценката и картографирането на сеизмичния риск трябва да се осъществява за избраните пространствени единици на елементите на риска, а не за тези, използвани при оценката на сеизмичната опасност.

Препоръчва се основната пространствена единица да бъде *населено място*, в рамките на което могат да се идентифицират отделни хомогенни единици, например въз основа на предназначението на сградите (жилищни райони, индустриални зони, търговски зони и т.н.).

Цифровите данни за всеки елемент на риска се представят като отделен ГИС слой в Shapefile формат (вж. примерното описание на ГИС слой за сгради).

Описание на ГИС слой за сгради

1. Слой СГРАДИ

Пореден номер	1.
Име на слой	Sgradi
Тип	Полигон
Предназначение	Данни за сградния фонд

№	Име на атрибут	Тип	Мерна единица	Описание
1	IDENT	string		Кадастрален идентификатор
2	VIDS	string		Вид собственост
3	VIDSCODE	integer		Вид собственост – КОД
4	FUNC	string		Функционално предназначение на сградата
5	FUNCCODE	integer		Функционално предназначение на сградата – КОД
6	CONST	string		Конструкция на сградата
7	CONSTCODE	integer		Конструкция на сградата – КОД
8	BRET	integer		Брой етажи на сградата
9	GODINA	date		Година на построяване
10	AREA	double	m ²	Застроена площ
11	RZP	double	m ²	Разгъната застроена площ

За оценка на сеизмичния риск за населението се използва броят на засегнатите (пострадалите) жители. Във връзка с това е необходимо да бъдат събрани и обработени пространствени данни в ГИС среда за населението по населени места, които включват статични характеристики (в т.ч. брой жители, гъстота на населението, възраст и др.) и динамични характеристики (разпределение денем / нощем). За тази цел се използват свободно достъпните данни на НСИ за брой на населението по населени места и ГИС слоя с данни за сградите, в т.ч. разгъната застроена площ (РЗП) и функция (жилищни, индустриални, търговски и т.н.). Изчислява се гъстотата на населението (д./m^2) за всяка сграда в населеното място, като се отчита РЗП и се разработват времеви сценарии съответно за денем и нощем.

Данните за елементите на риска като Shapefile в ГИС имат следния тип:

- Население (гъстота) – полигон;
- Сгради – полигон;
- Общественозначими сгради – точка;
- Паметници на културата – точка;
- Транспортна инфраструктура – линия;
- Мост – точка;
- Тунел – точка;
- Техническа инфраструктура – линия.

Така създадените тематични данни се използват като входни данни при оценка на сеизмичната уязвимост. Допуска се наличието на ограничителни условия за достъп до данните за техническата инфраструктура (газоснабдяване, електроснабдяване, питейна и отпадъчна вода), поради което е възможно те да бъдат обект на отделна самостоятелна оценка на сеизмичния риск.

Във връзка с картографирането на сеизмичния риск е препоръчително да се направи приоритизация по качествен показател „значимост“ на транспортната и техническата инфраструктура, включително на мостовете и тунелите в следните три степени:

- Главен;
- Важен;
- Второстепенен.

При процедурите за събиране и верификация на данните се препоръчва да се използват съвременните геоинформационни технологии, в т.ч. ГИС и дистанционни изследвания, които предоставят нови подходи и средства за анализ и картографиране на сеизмичния риск. Така например, сателитните и ортофото изображения с висока резолюция предоставят възможност за картографиране на транспортната инфраструктура и на пространствените характеристики на сградите, включително местоположение, размер на основите,

3D модел, като могат да представят и някои атрибутивни данни, свързани с типа на конструкцията, вида на ползване, броя етажи и т.н. През последните години практически е невъзможно да се осигури обновена пространствена информация без използването на данни от дистанционни изследвания.

4.2. ИНТЕГРИРАНЕ И ТРАНСФОРМИРАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

Входни данни за картографиране на сеизмичния риск са количествено определените очаквани загуби (в т.ч. пострадали хора, повредени сгради и засегната инфраструктура), получени при оценката на риска. Тези пространствени данни представляват структурно разнородни индикатори (дескриптори) с различни дименсии, което изисква:

- Определяне нивото на приемливост на риска и структуриране на класификационно дърво;
- *Стандартизация и нормализация* (от 0 до 1) на индикаторите;
- Определяне на *коефициент на тежест* на индикаторите;
- Класификация на резултатите и определяне на степени на сеизмичния риск (например: нисък, среден, висок).

Посочените основни стъпки могат да бъдат изпълнени с прилагането на пространствен многофакторен анализ чрез достъпни модули в ГИС среда.

Пространствената проява на индикаторите може да бъде представена с *индекс на риска*. За тази цел е необходимо те да бъдат групирани, стандартизирани и да им се придаде коефициент на тежест. Това е свързано с избор на функции за нормализиране (стандартизиране) на индикаторите и превръщане на абсолютните стойности (X_{PhRi}) в сравними единици (F_{PhRi}). Функциите на трансформация са изразени със стойности между 0 и 1, описващи интензитета на риска за всеки дескриптор (индикатор). Прилагат се различни методи за трансформация, като експертно мнение, анализ на събрана информация за минали събития и др. Така например, функцията на относителните стойности, представящи повреди на сгради, е създадена въз основа на експертни мнения (FP7Move) и скалата представя минималния риск като „0“, а максималния като „1“ за всички зони с разрушения и/или повреди на сградите над 20 % (0,2).

Индексът на риска (R_{Ph}) се оценява като претеглената сума:

$$R_{Ph} = \sum_{i=1}^p W_{PhRi} \times F_{PhRi}$$

където p е общият брой дескриптори (индикатори) на риска, F_{PhRi} са факторите и w_{PhRi} са техните съответни тегла. Теглото w_{PhRi} представлява относителното значение на всеки фактор и се изчислява чрез метода на йерархичния анализ (например относителното тегло на показателя „зона на разрушаване“ е 0,31).

Например, базисните показатели за изчисляване на *индекс на риска* могат да бъдат представени по следния начин:

Зони на разрушаване/ повреди на сгради

- Абсолютни стойности на засегнати сгради (повредени, разрушени) – за всяка площ могат да бъдат представени като брой засегнати сгради спрямо общия брой сгради за дадената площ;
- Засегната разгъната застроена площ (РЗП) – може да бъде представена като отношение между увредена РЗП и обща РЗП за дадената територия.

Граничните стойности на функцията за разрушаване са $P = (0-20\%)$ (минимален риск – „0“ (0%); различни степени: „нисък“, „среден“, „висок“ в диапазона 0–20 % (0,0–0,2); максимален риск „1“ – 20–100 % ($> 0,2-1,00$)).

Пострадали хора

- Брой загинали хора (жертви) – за всяка площ могат да бъдат представени чрез съотношение на брой на загиналите спрямо 1000 души, постоянно живеещи на същата територия;
- Брой пострадали хора – за всяка площ могат да бъдат представени като брой на пострадалите на 1000 души, постоянно живеещи на същата територия.

Граничните стойности на функцията за загинали е $P = (0-50 \text{ д.})$ (минимален риск – „0“ (0 д.); различни степени: „нисък“, „среден“, „висок“ в диапазона 0–50 д.; максимален риск „1“ $> 50 \text{ д.}$

Граничните стойности на функцията за пострадали е $P = (0-75 \text{ д.})$ (минимален риск – „0“ (0 д.); различни степени: „нисък“, „среден“, „висок“ в диапазона 0–75 д.; максимален риск „1“ $> 75 \text{ д.}$

Засегната пътна мрежа

- Абсолютни стойности на увредени пътища – дължина (m, km) (повредени, разрушени) спрямо общата дължина на пътищата от даден вид (m, km) в изследваната територия (населено място, община и т.н.);

Граничните стойности на функцията за разрушаване са $P = (0-20\%)$ (минимален риск – „0“ (0%); различни степени: „нисък“, „среден“, „висок“ в диапазона 0–20 % (0,0–0,2); максимален риск „1“ – 20–100 % ($> 0,2-1,00$)).

Оценяването на риска е тясно свързано с въпроса за неговата допустимост. Като *приемлив риск* може да се дефинира нивото на потенциалните загуби, които обществото смята за приемливи според съществуващите социални, икономически, политически, културни, технологични и екологични условия. За

изпълнение на методиката е необходимо да се определи ниво на приемливост на риска според уязвимостта на елементите на риска, а също и да се разработят *критерии за степени на сеизмичния риск*, които ще се прилагат при съставяне на легендите на картите.

4.3. РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТАДАННИ

Метаданните представляват описание на пространствените данни и услугите за пространствени данни, което включва информация за автор, актуалност, мащаб, референтна координатна система, картографска проекция, тема, формат на геоданните, качество на данните, източник, линк към източника на данните, достъпност и др. Наличието на такава информация дава възможност за оценка на съдържанието и качеството на пространствените данни или на масивите от пространствени данни.

Съгласно Директива 2007/2/ЕО за създаване на инфраструктура за пространствена информация в Европейската общност (INSPIRE) подходящи стандарти за осигуряване на метаданни са приети от International Organization for Standardization (ISO) и Open Geospatial Consortium (OGC), в т.ч. EN ISO 19115, EN ISO 19119 и ISO 15836 (Dublin Core).

Във връзка с Регламент (ЕО) № 1205/2008 на ЕК са публикувани задължителните метаданни за масиви от пространствени данни по стандарт EN ISO 19115. Въз основа на това е препоръчително следното съдържание на метаданните за картите на сеизмичния риск:

- име на ресурс;
- кратко описание на ресурс;
- вид ресурс;
- указател на ресурс;
- уникален идентификатор на ресурс;
- език на ресурс;
- тематична категория;
- вид услуга;
- ключова дума;
- географски очертаващ правоъгълник;
- времеви обхват (дата на публикуване, дата на последен преглед, дата на създаване);
- произход;
- разделителна способност;
- спецификация;
- степен на съответствие;
- условия, приложими към достъпа;
- ограничения за публичен достъп;
- отговорна организация;
- адрес, електронна поща и контакти;
- роля на отговорната организация;

- лице за контакт метаданни;
- дата метаданни;
- език на метаданни.

Прието е, че метаданните трябва да могат се трансформират в *Extensible Markup Language (XML)* и *XML Schema Document*. Съществуват свободни (Open Source) и комерсиални продукти за създаване и поддръжка на метаданни. В някои ГИС-продукти, като ArcGIS (ESRI), такива приложения са интегрирани в софтуера. Метаданните могат да бъдат създавани директно чрез използване на Европейския INSPIRE Геопортал. Порталът е създаден на базата на актуалните Регламенти за създаване на метаданни и може да осъществява препратка директно към българския координатор по INSPIRE.

За създаване на метаданни на данните, интегрирани в специализираната единна геобазата данни, може да се използва ArcCatalog (ArcGIS, ESRI). Софтуерът позволява създаване на метаданни за описание на елементите съгласно стандарт EN ISO 19115, препоръчан в изискванията на Директива 2007/2/EO INSPIRE. Всеки ArcGIS-елемент представлява отделен документ на метаданни, който не е свързан с подобни ArcGIS-елементи, например:

- В метаданните за определен *Feature-Class* се описва само този *Feature-Class*.
- В метаданните за *Feature-Datasets* се описва само *Feature-Dataset* и не съдържа информация за отделните *Feature-Classes*.
- В метаданните на даден слой (*Layer*) се описва съответният слой.

Основните характеристики за описание на пространствените данни в ArcCatalog (ArcGIS, ESRI) са представени в таблица 4.3-1.

Таблица 4.3-1. Основни характеристики за описание на пространствената информация в ArcCatalog (ArcGIS, ESRI)

Overview	Metadata	Resource
Item Description*	Details	Details
Topics & Keywords*	Contacts	Service Details
Citation*	Maintenance	Extents*
Citation Contacts	Constrains	Points of Contact
Contacts Manager		Maintenance
Locales*		Constrains
		Spatial Reference
		Spatial Data Representations
		Content
		Quality*
		Lineage*
		Distribution*
		Fields*
		References
		Geoprocessing History

* – задължително се попълва

В ArcCatalog (ArcGIS, ESRI) могат да бъдат създавани метаданни за крайните картографски продукти – картите на сеизмичния риск. Създадените метаданни могат да бъдат проверени и експортирани в XML-формат и да се допълват с допълнителна информация.

4.4. СЪСТАВЯНЕ НА КАРТИ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК

Картите на сеизмичния риск са вид тематични карти, които представят степента на риска за дадена територия. Основното им предназначение е да осигурят систематизирана информация за потенциално засегнатите елементи на риска и да подпомогнат информираното вземане на решения.

Препоръчително е картата на сеизмичния риск в България да се изработва за основната териториална единица – населено място, като се имат предвид наличните данни за елементите на риска (в т.ч. формат, обхват, качество и достъп) и съобразно предназначението на картата (цел, потребители и форма на визуализация). Така получените детайлни данни при необходимост могат да бъдат агрегирани за по-голяма административно-териториална единица – община и област.

Картите на сеизмичния риск за населено място се изработват въз основа на цифрови бази данни, за които основен източник може да бъде кадастралната карта на Р. България. В този смисъл точността на цифровите данни ще бъде съобразена с точността, с която е изработена кадастралната карта. Геобазите данни за извънселищни територии се създават въз основа на картата на възстановената собственост (КВС) на земеделските земи, както и на специализирани данни за техническата инфраструктура и съоръжения. Като източник на данни може да се използва цифровата ортофото карта на България за допълване на цифровите данни.

Мащабът на картите на сеизмичния риск се избира така, че да позволява ясно изобразяване на елементите на риска за населено място в електронен и хартиен формат. За по-големите населени места се създават няколко карти, които покриват изцяло територията. Точността на тематичните карти в графичен вид отговаря на графичната точност за съответния мащаб (например, за М 1:5000 графичната точност на отчитане $0.2 \times M = 1.00 \text{ m}$). При реализирането на картите е подходящо да се разработи специална система от условни знаци.

Координатната система и проекцията на картите на сеизмичния риск е препоръчително да бъдат базирани на приетата система за изработка на геодезически и картографски материали и данни – Българска геодезическа система 2005 (БГС2005), в която едни от основните компоненти са Европейска земна координатна система ETRS89 и универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (UTM). Използването на БГС2005 осигурява оперативна съвместимост, хомогенност и възможности за актуализация на данните. Във

връзка с това е необходимо да се осъществяват трансформации на налични пространствени данни от WGS84 в БГС2005, тъй като глобалната референтна система WGS84 е програмно реализирана на изхода на всички GNSS устройства, а също и за цифровата ортофото карта на България, изработена във WGS84, UTM зона 35N.

Легендата на картата представя изцяло картографското съдържание, включително тематичното, общогеографското и специализираното съдържание. Препоръчва се да се разработи единен стил за визуализация на картографското съдържание, който включва всички избрани цветови комбинации (RGB, CMYK) (табл. 4.4-1) и условни знаци (скала и вид).

Таблица 4.4-1. Примерни цветови комбинации за визуализация на категории
обекти

№	Категории обекти (напр. уязвимост на сгради EMS-98)	Цвят	Цветова комбинация (RGB)			Цветова комбинация (CMYK)			
1	F		230	240	0	10	6	100	0
2	E		255	240	0	0	6	100	0
3	D		255	200	0	0	25	100	0
4	C		180	140	0	30	40	100	5
5	B		255	125	0	0	60	100	0
6	A		200	10	0	15	100	100	5

Тематичното съдържание е необходимо да има по-висока степен на детайлност и да доминира над общогеографските и специализираните данни при визуализация на картографското съдържание. Тематичните данни включват всички елементи на риска. За картографската визуализация на тематичното съдържание е препоръчително да се използват два основни метода (способа):

- Качествен фон;
- Условни знаци.

С качествен фон се представят площни обекти и качествени показатели, например характеристики на сгради, степен на уязвимост, степен на риск. Поради това, че плътното фоново оцветяване се визуализира върху растерна основа (ортофото или сателитно изображение), се препоръчва задаване на прозрачност на тематичния слой, например 30–40 %, за да могат цветовете да останат ясно различими.

С условни знаци се представят точкови и линейни обекти и количествени показатели, например общественозначими сгради, паметници на културата,

транспортна инфраструктура, брой пострадали хора и т.н. Съставя се скала за визуализация на съответните условни знаци.

Общогеографското и специализираното съдържание се визуализират чрез качествен фон и условни знаци, изобразяващи населени места, хидрография, транспортна инфраструктура, кадастрални данни и т.н. (фиг. 4.4-1 и 4.4-2). Основно изискване е те да не доминират, а по подходящ начин да допълват тематичното съдържание.

Препоръчително е изборът на качествен фон и условни знаци да бъде съгласуван с утвърдените изисквания за изобразяване на графични елементи на общите устройствени планове (ОУП) в Приложение № 2 към чл. 68, ал. 2 на Наредба № 8 за обема и съдържанието на устройствените планове (ДВ, бр. 22 от 2014 г.).

Легенда на общогеографско съдържание

Обществени сгради



Общинска администрация



Училище



Медицинска помощ



Пожарна



Полиция

Културно-исторически сгради



Култови обекти



Обекти на културата



Читалище



Сграда-паметник на културата

Фигура 4.4-1. Примерни условни знаци

Легенда на специализирано съдържание

Класификация на територията по предназначение



Имоти за жилищни нужди



Имоти за обществени сгради



Имоти за стопански и производствени сгради



Имоти за озеленяване и спорт



Незастроени земеделски имоти



Пътна инфраструктура

Фигура 4.4-2. Примерни цветове за качествен фон

Съгласно цветовата система RAL примерните цветове за качествения фон са със следната номенклатура:

- Имоти за жилищни нужди – RAL 8023;
- Имоти за обществени сгради – RAL 3000;
- Имоти за стопански и производствени сгради – RAL 4005;
- Имоти за озеленяване и спорт – RAL 6017;

- Незастроени земеделски имоти – RAL 1021;
- Пътна инфраструктура – RAL 7004.

Надписите в картите на сеизмичния риск трябва да бъдат с еднакъв шрифт. Препоръчва се използването на Arial, като размерът на шрифта е необходимо да бъде съобразен с мащаба на картата. Прилагат се картографските принципи при разполагане на надписите – обектите, показани с условни знаци, се надписват хоризонтално, по принцип отдясно на надписвания обект; при липса на място надписите могат да се поставят вляво, над или под условния знак. Надпис с наименование на обекта задължително трябва да бъде поставен до всеки условен знак. Това правило се спазва и в случаите на струпване на много обекти в определени части на картата. Не е допустимо да има припокриване на условни знаци и надписи.

4.5. ДИЗАЙН НА КАРТИТЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК

При съставяне на картите на сеизмичния риск е препоръчително да се спазват следните основни изисквания:

- За картна основа да се използват актуални данни (налични ортофото или сателитни изображения с висока пространствена резолюция), върху които се визуализира тематичното съдържание.
- Картата да обхваща територията на населено място. Това позволява при необходимост данните да се агрегират за отделни административно-териториални единици (община, област).
- Мащабът да позволява идентификация на отделни обекти (например, сгради), които са основната единица при определяне на застрашените елементи на риска.
- Картата да бъде изготвена в размер на листа A3 с ориентация Landscape. В случаите, в които районът, за който се изготвя съответната карта, е с по-голям обхват и това не позволява едновременно спазване на изискванията за размер на картния лист и мащаб, се препоръчва създаване на няколко карти, които покриват целия район, като това е отразено в индексната карта.
- При създаването на картата се извършва генерализация на изобразените данни, като се спазват определени правила и стандарти, в т.ч. тематичното съдържание да доминира над общогеографското и да няма припокриване на условни знаци и надписи.
- Шрифтът и размерът на надписите да са съобразени с мащаба.

Съставянето на карта на сеизмичния риск се извършва съгласно препоръчания шаблон (фиг. 4.5-1) и представената примерна тематична карта (фиг. 4.5-2).

Картата на сеизмичния риск включва следните основни елементи:

1. Картографско съдържание;

2. Заглавие, подзаглавие;
3. Легенда на тематично съдържание;
4. Индексна карта;
5. Математическа основа (мащаб, координатна система, проекция);
6. Легенда на общогеографско съдържание;
7. Легенда на специализирано съдържание;
8. Данни за съставителите и дата на изготвяне.

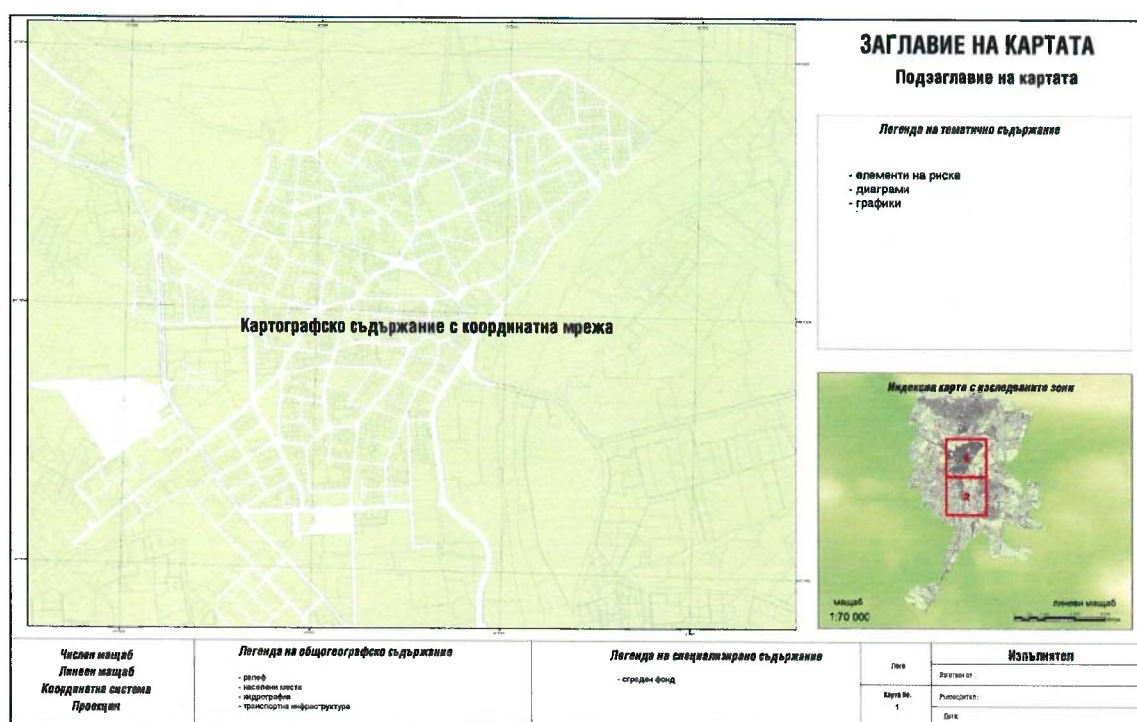
Картографското съдържание е основният елемент на картата. Съставено е от две части – общогеографско и тематично. Тематичното съдържание е водещо и съдържа няколко геоинформационни слоя, чрез които се изобразяват картографираните елементи на риска. Общогеографското съдържание се представя чрез растерна геореферирана основа и дава информация за местоположението и обхвата на изследвания район. Най-подходящо е за основа да се използват ортофото или сателитни изображения с висока пространствена резолюция или други актуални растерни данни. За изобразяване на географското местоположение и математическата основа на изследвания район в картографското съдържание се визуализират географските паралели и меридиани.

Заглавието и подзаглавието на картата са разположени в горния десен ъгъл и представят тематичното съдържание.

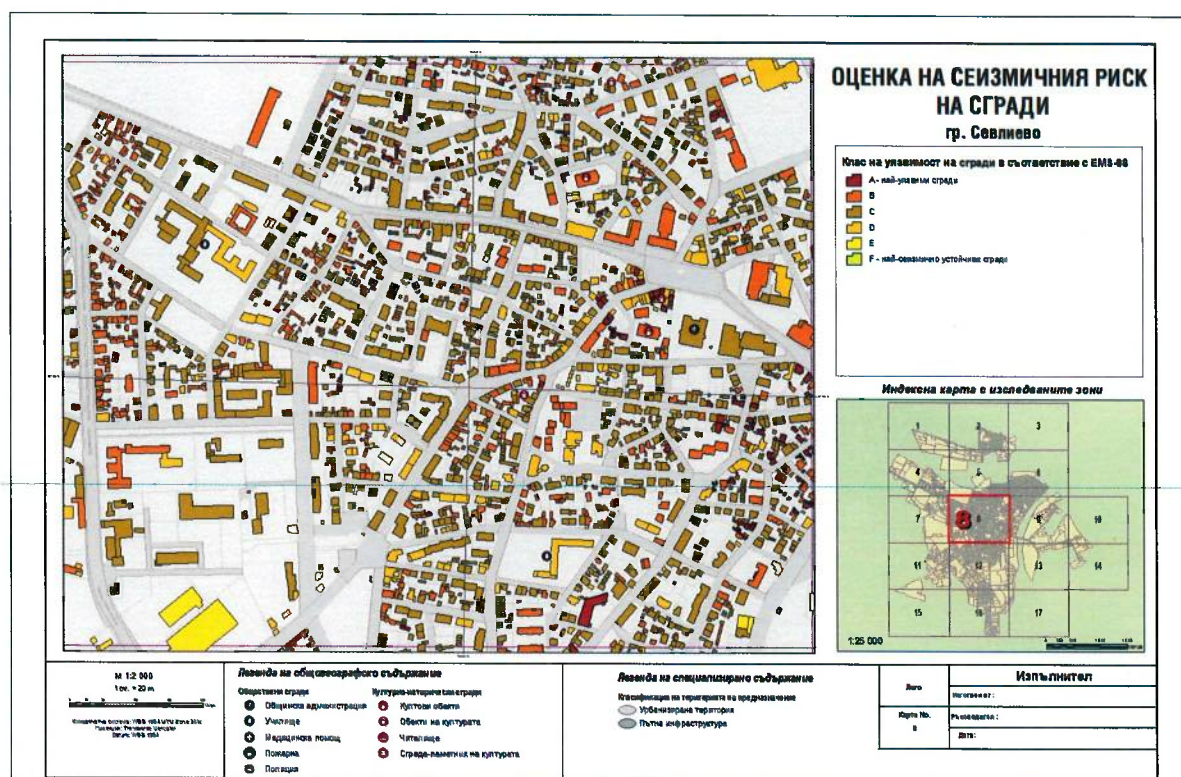
Легендата на тематичното съдържание е разположена непосредствено под заглавието на картата. В нея са представени условните знаци за елементите на риска, изобразени върху картата, например, сгради, население, транспортна и техническа инфраструктура. Самостоятелно може да са представени обществено значими сгради, културно-исторически обекти и др. Срещу всеки условен знак се записва количествен показател за потенциалните загуби, които се измерват в брой, площ или дължина, както следва:

- Сгради – брой и разгъната застроена площ.
- Население – брой хора.
- Транспортна и техническа инфраструктура – дължина.

Сеизмичният риск може да бъде представен и с качествени показатели. Допълнителна информация може да бъде предоставена с диаграми и графики.



Фигура 4.5-1. Шаблон на карта на сеизмичния риск



Фигура 4.5-2. Примерен краен картографски продукт – тематична карта на сеизмична уязвимост на сгради

Индексната карта е разположена в долния десен край на картата и представя местоположението на района. При картографиране на район с голяма площ е необходимо да се изготвят няколко картни листа А3 в препоръчителния мащаб 1:10 000 – 1:5 000, за да бъде обхваната цялата територия. В тези случаи се изисква в индексната карта да бъде отразено както местоположението на целия район, така и покритието на всеки картен лист.

Математическата основа на картата е дадена в долния ляв ъгъл. Включва: мащаб (числен и линеен), информация за координатната система и за картографската проекция. Към математическата основа се отнася и мрежата от паралели и меридиани, разположена върху картографското съдържание.

Легендата на общогеографското съдържание е разположена в централната лява част на долния край на картата. Включва условни знаци, изобразяващи населени места, транспортна мрежа и хидрография. Това е минималното географско съдържание, което подпомага добрата ориентация.

Легендата на специализираното съдържание е разположена в централната дясна част на долния край на картата. Включва условните знаци, свързани с кадастралната основа и специализирани данни.

Данни за съставителите и дата на изготвяне са дадени в долния десен ъгъл на картата. Може да са включени и лого на организацията, както и допълнителен обяснителен текст.

4.6. ИЗХОДНИ ПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

В процеса на картографиране се генерират изходни (output) пространствени данни, които е необходимо да притежават определен формат и съдържание, за да се представят резултатите от анализа и оценката на сеизмичния риск. За тази цел е препоръчително да бъдат разработени спецификации за изходните данни, в т.ч. вид слой, наименование, атрибутивно съдържание и т.н. Основно изискване е да бъдат създадени геореферирани данни за потенциалните неблагоприятни последици, свързани със:

- Пострадали хора;
- Засегнати сгради и техническа инфраструктура;
- Икономически загуби.

Основните параметри, общи за всички изходни пространствени данни, са:

- Формат – geodatabase (например в ArcGIS.gdb – файлова геобаза данни);
- Българска геодезическа система 2005 (БГС2005) – Европейска земна координатна система ETRS89, универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (Universal Transverse Mercator - UTM).

За да може изпълнението на настоящата методика да не се обвързва с използването на определен ГИС софтуер, базата данни е възможно да бъде предоставена и в XML схема, която е универсална и използваема от всички налични географски информационни системи.

Препоръчително е минималното съдържание на атрибутивните таблици на генерираните данни да бъде представено в шаблон база данни.

Изходните пространствени данни се представят като отделни ГИС слоеве в Shapefile формат, съдържащ следните задължителни файлове:

- <име на слой>.shp – географско представяне на обектите;
- <име на слой>.shx – индекси на географските данни;
- <име на слой>.dbf – атрибутивни данни на обектите.

Името на слоя (<име на слой>) е едно и също за трите файла.

Атрибутивните таблици се попълват с необходимите атрибути, които Shapefile формат позволява:

- Текст – текстова/описателна информация и брой символи 50/250 – (string);
- Дробно число – (double);
- Цяло число – (integer);
- Дата – ден, месец, година – (date).

Изходните пространствени данни могат да бъдат представени в Shapefile формат като 3 вида слоеве:

- Точков;
- Линеен;
- Полигонов.

Всички геометрични обекти, представени в Shapefile формат, се състоят от въртекси (точки) и свързващи ги страни (линейни обекти).

В отделните shape файлове се поддържат следните автоматично попълвани системни полета:

- За точков shape файл:

- OBJECTID – уникален идентификатор за всеки обект;
- SHAPE – геометрията на всеки обект.

- За линеен shape файл:

- OBJECTID – уникален идентификатор за всеки обект;
- SHAPE – геометрията на всеки обект;
- LENGTH – дължината на всеки обект.

- За полигонов shape файл:

- OBJECTID – уникален идентификатор за всеки обект;
- SHAPE – геометрията на всеки обект;
- AREA – площта на всеки обект;

- PERIMETER – дължината на границата на всеки обект.

С полигонов слой, например, могат да бъдат представени изходните пространствени данни за пострадали хора, засегнати сгради и икономически загуби; с точков слой – данните за засегнати общественозначими сгради, паметници на културата, мостове, тунели и с линеен слой – изходните данни за засегната транспортна и техническа инфраструктура.

Данните за сеизмичния риск следва да бъдат публикувани в ГИС на МРРБ, като за целта се предоставят в координатна система Българска геодезическа система 2005 (БГС2005) със съответните валидиращи документи, които показват, че са хармонизирани според Директива 2007/2/ЕО (INSPIRE).

ЛИТЕРАТУРА

- БДС EN 1998-1 Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради
- БДС EN 1998-1/NA: Национално приложение
- БДС EN 1998-2 Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия Част 2: Мостове
- БДС EN 1998-2+A1/NA: Национално приложение
- БДС EN 1998-3 Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия Част 3: Оценка и възстановяване/ усилване на сгради
- Беляшки, Т. (2012). Нова карта на съвременните вертикални движения на земната кора на територията на България. Геод. Карт. и Земеустр., 3-4, стр. 3-6.
- Георгиев, Ив. (2010). Държавна и перманентна GPS мрежи на Република България – обработка на измерванията, анализ и приложение в геодинамиката. Автореферат за придобиване на научната степен „доктор на науките”, 88 стр, 30 фиг.
- Георгиев, Ив., П. Габенски, Г. Гладков, Т. Ташков, П. Данчев, Д. Димитров (2007). ДЪРЖАВНА GPS МРЕЖА: Обработка на наблюденията от Второсепенния клас. *Висша геодезия 20*, Военногеографска служба на Българската армия, 190 стр.
- Георгиев, Ив., П. Габенски, Г. Гладков, Т. Ташков, П. Данчев, Д. Димитров (2006). ДЪРЖАВНА GPS МРЕЖА: Обработка на наблюденията от Основния клас. *Висша геодезия 18*, специално издание, Военногеографска служба на Българската армия, 209 стр., 27 фиг.
- Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 14.03.2007 г. за създаване на инфраструктура за пространствена информация в Европейската общност (INSPIRE). – Официален вестник на Европейския съюз ОВ, L 108/1 от 25.04.2007 г.
- Закон за достъп до пространствени данни, обнародван в ДВ. бр. 19 от 09.03.2010 г., изм. ДВ, бр. 66 от 26.07.2013 г.; изм. ДВ, бр. 98 от 28.11. 2014 г.; изм. и доп. ДВ, бр. 26 от 07.04.2015 г., изм. ДВ, бр. 50 от 01.07.2016 г.
- Инструкция № РД-02-20-25 от 20 септември 2011 г. за определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи. МРРБ, ДВ, бр. 79, 11.10.2011.
- Наредба № 2 от 30 юли 2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система координатната система, ДВ, бр. 62, 10.08.2010 г.
- Наредба № 8 за обема и съдържанието на устройствените планове (ДВ, бр. 22 от 2014 г.) – Приложение № 2 към чл. 68, ал. 2.
- Отчет ГФИ 07-02 (2008). Сеизмично райониране на Република България, съобразено с изискванията на Еврокод 8 “Сеизмично осигуряване на строителни конструкции” и изработване на карти за сеизмичното райониране с отчитане на сеизмичния хазарт върху територията на страната.
- Отчет ГФИ, 2007. Сеизмично райониране на Република България, съобразено с изискванията на Еврокод 8 и изработване на карти за сеизмичното райониране с отчитане на сеизмичния хазарт върху територията на страната. Отчет ГФИ 07-01, Част I БАН, ГФИ, С., стр.205.
- Отчет ГФИ, 2008. Сеизмично райониране на Република България, съобразено с изискванията на Еврокод 8 “Сеизмично осигуряване на строителни конструкции” и изработване на карти за сеизмичното райониране с отчитане на сеизмичния хазарт върху територията на страната . Отчет ГФИ 07-02, Част II БАН, ГФИ, С., стр.187.

- Отчет НИГТГ, 2013. Изследване и определяне на местоположението на предпочетена площадка за изграждане на нова ядрена мощност на площадката на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД и прилежащи територии. Раздел 2 Оценка на сеизмичния хазарт. Стр.130.
- Регламент (ЕО) № 1205/2008 на ЕК от 3 декември 2008 г. за прилагане на Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на метаданните (ОВ L 326, 4 декември 2009 г.);
- Регламент (ЕО) № 976/2009 на ЕК от 19 октомври 2009 г. за прилагане на Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на мрежовите услуги (ОВ L 274, 20 октомври, 2009 г.);
- Регламент (ЕС) № 1089/2010 на ЕК от 23 ноември 2010 г. за прилагане на Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на оперативната съвместимост на масиви от пространствени данни и услуги за пространствени данни (ОВ L 323, 11 от 8 декември 2010 г.);
- Регламент (ЕС) № 1311/2014 г. на ЕК от 10 декември 2014 г. за изменение на Регламент (ЕО) № 976/2009 на Комисията по отношение на определението за елемента ISPIRE на метаданните (ОВ L 354 от 11 декември 2014 г.).
- Регламент (ЕС) № 1312/2014 г. на ЕК от 10 декември 2014 г. за изменение на Регламент (ЕС) № 1089/2010 по отношение на оперативната съвместимост на услуги за пространствени данни (ОВ L № 354 от 11 декември 2014 г.).
- Солаков, Д., Симеонова С., Христосков Л., Аспарухова И., Трифонова П. и Димитрова Л., 2009. Сеизмично райониране на Република България, съобразено с изискванията на Еврокод 8 “Сеизмично осигуряване на строителни конструкции” и изработване на карти за сеизмичното райониране с отчитане на сеизмичния хазарт върху територията на страната. Отчет ГФИ 07-03. БАН, Геофизичен институт, София, 79.
- Указания за разработването и готовността за изпълнението на планове за защита при бедствия от 2017 г., приети от Съвета за намаляване на риска от бедствия към МС на Р. България.
- Altamimi, Z., J. Legrand (2005). Dense European velocity Field and ETRS89 positions and velocities of the EPN stations. EUREF Publication No. 14, Proceedings of the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF), Bratislava, Slovakia, 2-5 June, 2004, p. 60-63.
- Altamimi, Z. (2003). Discussion on How to Express a Regional GPS Solution in the ITRF. EUREF Publication No. 12, Proceedings of the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF), Ponta Delgada, 5-8 June, 2002, Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, p. 162-167.
- Altamimi, Z. (2004). Towards a Dense European Velocity Field. EUREF Publication No. 13, Proceedings of the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF), Toledo, 4-7 June 2003 - Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, p. 84-88.
- Altamimi, Z., X. Collilieux, J. Legrand, B. Garayt, C. Boucher (2007). ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters. Journal of Geophysical Research. Vol. 112, B09401.
- Altamimi, Z., X. Collilieux, L. Métivier. (2011) ITRF2008: an improved solution of the international terrestrial reference frame. Journal of Geodesy, August 2011, Volume 85, Issue 8, pp 457–473.
- Bender, B., D. Perkins, 1987. SEISRISK III: A computer program for seismic hazard estimation, USGS Bull. 1772.

- Bommer, J. J., F. Scherbaum, H. Bungum, F. Cotton, F. Sabetta, N. A. Abrahamson, 2005. On the use of logic trees for ground-motion prediction equations in seismic hazard assessment, *Bull. Seism. Soc. Am* 95, no. 2, 377–389.
- Bommer, J., N. Abrahamson, 2006. Why Do Modern Probabilistic Seismic-Hazard Analyses Often Lead to Increased Hazard Estimates?. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 96, No. 6, pp. 1967–1977.
- Boucher, C., Z. Altamimi (2011). Memo : Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign. Version 8 : 18-05-2011, <http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V8.pdf>.
- Bungum, H., P. Swearingen, G. Woo, 1986. Earthquake hazard assessment in the North Sea. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 44, 201-210.
- Burchfiel, B.C., King, R.W., Todosov, A., Kotzev, V., Durmurdzanov, N., Serafimovski, T., Nurce, B. (2006), GPS results for Macedonia and its importance for the tectonics of the Southern Balkan extensional regime. *Tectonophysics* 413 (3-4), 239-248.
- Caltrans, 1993. Bridge Design Specification, California Department of Transportation, Sacramento, California.
- Christoskov, L., R. Lazarov, 1981. General considerations on the representativeness of the seismological catalogues with a view to the seismostatistical investigations, *Bulgarian Geophys. J.*, 3, 58-72 (Bg).
- Coppersmith, K., R. Youngs, 1986. Capturing uncertainty in probabilistic seismic hazard assessments within intraplate environments: in *Proceedings of the 3rd National Conference on Earthquake Engineering*, Charleston, August 24-28, v. I, pp 301.
- Cornell, C., 1968. Engineering Seismic Risk Analysis. *BSSA*, v.5, pp 1583.
- Drew, A., R. Snay (1989). DYNAP: software for estimating crustal deformation from geodetic data. *Tectonophysics* 162, p. 331-343.
- DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE (DCMI).
- FEMA, 2005. Feder. Guidelines for Dam Safety: Earthq. Analys. and Design of Dams. FEMA, pp 65.
- Floyd, M., R. Reilinger, R. King; D. Paradissis, П. Vernant; A. Ganas; P. England; I. Georgiev; S. Ergintav, H. Karabulut, I. Tiryakioglu (2017). Geodetic and Seismic Constraints on Strain Accumulation on the Hellenic Subduction Zone off Crete. The 15th RCMNS Conference "Exploring a "physical laboratory": the Mediterranean Basin", Athens, Greece, 3-6 September 2017, Abstract.
- Georgiev I., D. Dimitrov, E. Botev (2013) Crustal motion monitoring in Bulgaria and surrounding regions by permanent GPS array. Tirana, Albany, Proceedings,; *Proceedings of the 7th Congress of Balkan Geophysical Society*, 7-10 October, Tirana, Albania, CD, art. N. 18628. ISBN 978-90-73834-55-2; ISSN 2214-4609.
- Georgiev I., D. Dimitrov, L. Pashova, T. Belijashki, S. Shanov, G. Nikolov, G. Marinov (2006). Geodetic monitoring of the recent crustal movements in Southwestern Bulgaria. *Proceedings of the National Conference "Geosciences 2006"*, Bulgarian Geophysical Society and Geological Society, pp.354-357.
- Georgiev, I., A. Ganas, R. Pachalieva (2014). Status of the HenuNET Permanent GNSS Network data maintenance, data processing and analysis. *Geophysical Research Abstract*, Vol. 16, EGU2014-13479, 2014 EGU General Assembly 2014
- Georgiev, I., D. Dimitrov, P. Briole, E. Botev (2011). Velocity field in Bulgaria and Northern Greece from GPS campaigns spanning 1993-2008. 2nd INQUA-IGCP 567 International Workshop on Active

- Tectonics, Earthquake Geology, Archeology and Engineering, 19-24 September 2011 Corinth, Greece, p. 54-56.
- Gutenberg, B., C. Richter, 1942. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 32, 163-191.
- G&E Engineering Systems, Inc., "NIBS Earthquake Loss Estimation Methods, Technical Manual, Transportation Systems, May 1994.
- Hakimhashemi, A., G. Grünthal, 2012. A statistical method for estimating catalog completeness applicable to long-term nonstationary seismicity data. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 102, No. 6, pp. 2530–2546.
- IAEA Safety Guide, 2010. Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guide No.SSG-09, Vienna, pp 60.
- ICOLD, 2010. Bulletin 148. Selecting Seismic Parameters for Large Dams: Guideline. Paris: International Committee for Large Dams.
- INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119. European Commission Joint Research Centre (2013). Наличен, 07.05.2017: http://inspire.ec.europa.eu/documents/Metadata/INSPIRE_MD_IR_and_ISO_v1_2_20100616.pdf
- International Organization for Standardization (ISO). <https://www.iso.org/home.html>
- Jackson J. (1992). Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey, *J. Geophys. Res.*, 97, 12471–12479.
- Jackson J., D. McKenzie. 1988. The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East. - *Geophysical Journal* 93, 45–73.
- Jackson J., D.P. McKenzie, (1984) Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 77, 185–246.
- Kenyeres, A., A. Caporali, B. Droscak, P. Franke, B. Garayat, I. Georgiev, M. Gianniou, D. Hansen, L. Huisman, I. Jumare, J. Nagl, P. Pihlak, Ryczowski, G. Stangl (2014). EPN Densification: Status Report. *EUREF Symposium* Vilnius, Lithuania, 04-06 June, 2014.
- Kenyeres, A., A. Caporali, T. Horvath, A. Baron, F. Doncker, B. Droscak, A. Duret, P. Franke, I. Georgiev, M. Gianniou, D. Hansen, L. Huisman, K. Morozova, J. Nagl, P. Pihlak, G. Stangl, M. Valdes, M. Ryczowski, J. Zurutuza (2015). Global Reference Frame Realization on National Level Based on the Integration of National CORS Networks. *American Geophysical Union Fall Meeting*, San Francisco, 12-16 December 2015, Abstract #77549, Final Paper##: G23B-1070.
- Kenyeres, A., T. Horvath, G. Stangl, B. Garayt, D. Hansen, V. Marcellino, A. Caporali, M. Figurski, I. Georgiev, B. Droscak, P. Franke, I. Jumare, J. Nagl, P. Pihlak, L. Huisman (2015). Regional Densification of the ITRF through the Integration of National Active GNSS Network Products. *EGU General Assembly* Vienna, 13-17 April, 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-9591, 2015.
- Kulkarni R., R. Youngs, K. Coppersmith, 1984. Assessment of confidence intervals for results of seismic hazard analysis: in *Proceedings of the 8 World Conference on Earthquake Engineering*, San Francisco, California, v I, pp 263.
- Lehman et al., Experimental evaluation of the seismic performance of reinforced concrete columns. *ASCE J. Str. Eng.*, 2004.

- Mackie, K. Stojadinovic, B. 2006. Post-earthquake functionality of highway overpass bridges. *Earthq. Eng Str. Dyn.*
- McGuire, R., 1976. FORTRAN Computer Program for Seismic Risk Calculations, Geol.Surv. Open-File Rep. 76-67, U.S., pp 1-90.
- McGuire, R., 1993. Computations of seismic hazard. *Annali di Geofisica*, XXXVI, 3-4, 181-200.
- McKenzie D.P. (1970). Plate tectonics of the Mediterranean region, *Nature*, 226, 239–243.
- Metois, M., L. Duni, N. D'Agostino, N. Kuka, R. Koci, A. Avallone, I. Georgiev (2015). Insights on Continental Collisional Processes from GPS Data: Dynamics of the Peri-Adriatic Belts. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, DOI:10.1002/2015JB012023R, ISSN 0148-0227.
- Ogata, Y. and K.Shimazaki, 1984. Transition from aftershock to normal activity: the Rat Islands earthquake aftershock sequence. *Bull. Seism. Soc. Am.* 74, 1757-1765.
- Open Geospatial Consortium (OGC). <http://www.opengeospatial.org/>
- Pérouse, E. N. Chamot-Rooke, A. Rabaute, P. Briole, F. Jouanne, I. Georgiev, D. Dimitrov (2012) Bridging onshore and offshore present-day kinematics of central and eastern Mediterranean: Implications for crustal dynamics and mantle flow. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G³)*, Vol. 13, Q09013, 25 PP., 2012, doi: 10.1029/2012GC004289, ISSN 1525-2027.
- Priestley, M.J.N, F. Seible and G.M.Calvi, 1996. *Seismic Design and Retrofit of Bridges*, John Wiley and Sons, INC.
- Reilinger, R., M. Floyd, R. King, D. Paradissis, P. Vernant, I. Georgiev, S. Ergintav (2015). Geodetic Constraints on the Active Tectonics of Greece and the Aegean, and the Seismic Potential of the Hellenic Subduction Zone. The Volcanic and Geodynamic Field of the South Aegean, International Workshop, May 20-22, 2015, Pyrgos, Santorini, Abstract.
- Scordilis E., 2006. Empirical Global Relations Converting M_s and m_b to Moment Magnitude. *Journal of Seismology*, Volume 10, Issue 2, pp. 225-236.
- Shebalin N.V. V. Karnik and D.Hadzievski (Editors), 1974. Catalogue of earthquakes of the Balkan Region. Part I and Part II. UNDP/UNESCO Survey of the seismicity of the Balkan region, UNESCO, Skopje, pp 600.
- Stepp, J. C., 1972. Analysis of the completeness of the earthquake sample in the Puget Sound area and its effect on statistical estimates of earthquake hazard, Proc. of the International Conf. on Microzonation for Safer Construction: Research and Application, Seattle, Washington 64, 1189–1207.
- Thenhaus P., K. Campbell, 2003. Seismic hazard analysis, In: *Earthquake engineering handbook*, W.Chen and C.Scawthorn (Editors), CRC Press, Boca Raton, Florida, 8-1 – 8-50.
- UNISDR Terminology file, available at <file:///F:/Terminology%20-%20UNISDR.html>
- Vernant, P, R. King, M. Floyd, H. Ozener, S. Ergintav, A. Karakhanyan, F. Kadirov, G. Sokhadze, A. ArRajehi, H. Nankali, I. Georgiev, A. Ganas, D. Paradissis, S. McClusky, F. Gomez, R. Reilinger (2014). A new Arabia-Africa-Eurasia GPS velocity field (1994-2014) and East Mediterranean block model: Implications for continental deformation in a zone of active plate interaction. *American Geophysical Union Fall Meeting*, San Francisco, USA, 15-19 December 2014, Abstract.
- Wells D., K.Coppersmith, 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area and surface displacement. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 84, 974-1002.

ТЕРМИНИ

- Активен разлом** – разлом, по който движенията продължават и сега. Някои от активните разломи могат да бъдат и сеизмоактивни структури.
- Активен тектонски район** – район със значими съвременни движения на земната кора и/или сеизмични събития.
- Анализ на сеизмичния риск** – процес, свързан с разкриване на същността, източниците, причините и степента на риска. Използва се за изследване на въздействията, последиците и възможностите за контрол и управление на риска.
- Българска геодезическа система 2005** – система от дефиниции и конвенции, дефиниращи използваните в България координатни системи, геодезически мрежи, константи, модели и др.
- Вероятностна матрица на повредите (Damage probability matrix) (DPM)** – изразява вероятността определен клас конструктивни системи да понесат някаква степен на повреда.
- Временни редове** – временни редове с координати на перманентни GNSS станции, обикновено по ширина, дължина и височина, определени за всяко денонощие.
- Геодинамична геодезическа GPS мрежа** – специализирана геодезическа мрежа, измервана периодично и предназначена за получаване на съвременни движения на земната кора.
- Геомагнитно поле и аномалии** – общо за всеки елемент на геомагнитното поле и аномалиите, като интензитет, индукция, векторни компоненти, пространствен градиент и производни от различен ред.
- Гравитационно поле и аномалии (Буге и Фай)** – общо за всеки елемент на гравитационното поле, като потенциал, интензитет, градиент, производни от различен ред и съответните аномалии, най-често за интензитета; гравитационни аномалии, отразяващи несъответствието между теоретично изчислената и реалната стойност на земното гравитационно поле в определена точка на еталонния елипсоид.
- Градиент тензор** – тензор, даващ връзката между преместването и началното положение на точка, в случая в тримерното пространство. Нарича се тензор на преместване, или градиент тензор. Този тензор е точно матрицата на екстензия, чиито елементи по главния диагонал (e_{11} , e_{22} , e_{33}) представляват екстензията по трите оси, т.е. свързани са с промяната на дължината по трите ортогонални оси. Недиagonalните елементи отразяват ъгловите деформации (shear strains), т.е. направлението на линии, които първоначално са били успоредни на координатните оси.
- Граница на блок** – повърхност, разделяща тектонски ненарушени участъци от земната кора (блокове).
- Граница на Мохо (Мохоровичич)** – граница между Земната кора и мантията.
- Дълбочинен разлом** – зона на подвижно съчленяване на големи блокове на земната кора и горната мантия; може да има дължина стотици и хиляди километри и ширина десетки километри.
- Държавна GPS мрежа** – съвременната геодезическа GPS мрежа на Република България; състои се от два класа – Основен (112 точки) и Второстепенен (353 точки).
- Европейска макросеизмична скала EMS98** – скалата, която дефинира сеизмичната интензивност в конкретно местоположение, основана на въздействието на

земетресението върху хора, предмети, съоръжения и други обекти и повредите върху сградите.

Елементи на риска – население, сгради, транспортна и техническа инфраструктура и системи или други елементи, намиращи се в зоните на сеизмична опасност, които по този начин са предмет на потенциални загуби.

Епицентър – точка върху земната повърхност вертикално над хипоцентъра на земетресението.

Затихване на сеизмичните вълни – намаляване на амплитудите на сеизмичните вълни при разпространението им от земетръсното огнище до дадена площадка, отдалечена на определено разстояние от него. Обикновено затихването се представя чрез съответни криви (законали) на затихването, които са функция на магнитуда M и на разстоянието до източника.

Изложеност – всичко, което потенциално е изложено на сеизмична опасност. Това включва хора, имущество, съоръжения, инфраструктури и др., разположени в сеизмично опасна област и по тази причина са обект на потенциални загуби.

Изосейстна (макросейзмична) карта – контурна карта, очертаваща границите на площите, които са били въздействани с една и съща макросейзмична интензивност (степен) от дадено земетресение.

Интерсейзмични движения и напрежения – движения, отразяващи бавните, тектонски, интерсейзмични напрежения на земната кора, за разлика от мигновените движения по време на сеизмични събития.

Карта на сеизмичния риск – тематична карта, която представя степента на сеизмичния риск за дадена територия. Основното ѝ предназначение е да осигури систематизирана информация за потенциално засегнатите елементи на риска и да подпомогне информираното вземане на решения.

Картографиране на сеизмичния риск – процес, насочен към зонироване на територията чрез определяне на районите с различни степени на сеизмичен риск въз основа на пространствените аспекти на анализа и оценката на риска.

Контактна повърхност – вертикална или наклонена повърхност, отделяща геоложка среда с различни физични свойства (плътност, намагнитеност и др.);

Контактна структура – дълбочинна геоструктура, изтеглена в едно направление (разлом, флексура, пукнатина, вулканска верига, контакт със значителна дължина), с линейна проекция, линеамент, върху земната повърхност;

Магнитуд – инструментално получена числена оценка, която характеризира енергията, реализирана от дадено земетресение. Съществуват различни скали за определяне на магнитуда и поради различията в оценките му се въвеждат корелационни съотношения за преход от една към друга скала.

Макросейзмична интензивност (степен) – интегрален неинструментален (субективен) показател за силата на земетръсните въздействия върху земната повърхност (хора, сгради и природна среда). Определя се в съответствие с описанията (дефинициите) за различните интензивности (степени) на въздействие според използваната макросейзмична скала.

Метаданни – описание на пространствени данни и услуги за пространствени данни. Информация за самите данни, в т.ч. формат, произход, резолюция (разделителна способност), условия за достъп и т.н.

Микро-/Макроземетресения – микроземетресенията са слаби тектонски събития,

инструментално регистрирани (в повечето случаи не са усетени), с магнитуд $M < 3$. Макроземетресенията са умерени до силни земетресения с магнитуд $M > 3$, усещат се от хората, имат макросеизмично въздействие върху околната среда.

Нива на повреди (damage level) – използват се за описване на степента на повреди в сградата при сеизмично въздействие.

Обработка и анализ на GPS/GNSS измервания – обработка на „сурови“ GNSS измервания (фазови разлики) за получаване на координати и скорости на перманентни и периодично измервани GNSS точки. При анализа се получава и широк спектър геодезически и геофизични глобални и регионални параметри.

Огнище на земетресение – обем (или повърхнина) в земната среда, където настъпват необратими процеси на разрушение на материала поради достигане на критично напрегнато-деформирано състояние, в резултат на което в околното пространство се излъчват сеизмични вълни.

Оценка на сеизмичния риск – процес за определяне на характера и степента на риска, като се анализират потенциалната сеизмична опасност и съществуващите условия на уязвимост, които биха могли да представляват заплаха или да причиняват увреждане на хора, сгради, инфраструктура, дейности и околната среда.

Перманентна GNSS станция – GNSS приемници, работещи непрекъснато и чиито измервания се обработват за получаване на координати и скорости.

Поле на хоризонтални и вертикални скорости – съвкупността от получените хоризонтални и вертикални скорости, определени от перманентни или периодични GNSS измервания на станции/ точки от земната повърхност.

Приемлив риск – нивото на потенциалните загуби, които обществото смята за приемливи според съществуващите социални, икономически, политически, културни, технологични и екологични условия.

Разлом (разломна структура) – разривна дислокация (разкъсване) на земната кора, която е разпространена на голяма дълбочина и има значителна дължина и ширина.

Риск – комбинация от вероятността да се случи дадено събитие и неговите негативни последици.

Сеизмичен риск – очакваните загубите за определен период от време вследствие на земетресение. Изразява се в човешки загуби (жертви, ранени), повреди в сгради и съоръжения и икономически загуби за единица време.

Сеизмична вълна – еластична (квазиеластична) вълна, излъчена от земетръсното огнище (сеизмичен източник) и разпространяваща се в земната среда.

Сеизмична опасност (хазарт) – процес или физическо явление, което е свързано с реализацията на едно земетресение и може да доведе до загуба на живот, нараняване или други въздействия върху здравето на човека, имуществени щети, загуба на поминък и услуги, социални и икономически сътресения или увреждане на околната среда.

Сеизмично земно движение – земно движение вследствие на земетресение, което се наблюдава в дадена точка на земната повърхност.

Сеизмично ниво – количествена мярка за характеристиките на сеизмичните земни движения.

Сеизмогенна структура – геоструктура, разлом или разломна зона с проявена сеизмична активност или с исторически или палеосеизмоложки данни за повърхностно

разломяване. Сеизмогенната структура може да генерира силни (макро) земетресения с определена повтораемост.

Сеизмологичен каталог – таблица от хронологично подредени исторически и инструментално регистрирани сеизмични събития. Задължителни параметри на сеизмичните събития, които трябва да се включат в таблицата, са: 1) дата на събитието (година, месец, ден); 2) време в огнището (на реализация в GMT); 3) координати на епицентъра (ϕ и λ); 4) хипоцентрална дълбочина (H [km]); 5) магнитуд и/или епицентрална/максимална интензивност (M и $I_{0/\max}$, ако са оценени); 6) тип на събитието (E – взрив, U – неразпознато, Z – земетресение).

Сеизмотектонска провинция – географска област, характеризираща се с подобие на геоложкия строеж и проявената сеизмичност.

Сеизмотектонски модел – модел на структури, способни да генерират земетресения в определен регион при подходяща параметризация на сеизмичната активност.

Система за класификация на сгради и съоръжения (taxonomy) – включва групи от сгради и съоръжения, чиито конструктивни системи имат подобни характеристики по отношение на повреди; сходно поведение при сеизмично въздействие.

Скрити дълбочинни разломи – разломи, които се маркират само с помощта на геофизични методи и сондажи.

Стабилна част на Евроазиатската континентална плоча – онази част от Евроазиатската континентална плоча, чиито вътрешни (intra-plate) деформации са пренебрежимо малки. Обхваща района на Централна Европа.

Точка на поведение – пресечната точка на капацитивната крива и капацитивния спектър във формата $ADSR$ / спектрално ускорение (S_a) – спектрално преместване (S_d)

Уязвимост (vulnerability) – връзка между сеизмичното въздействие и нивата на повреди и последвалите от това икономически и социални загуби.

Физическа уязвимост: Криви на уязвимост (Fragility Curves) – уязвимостта на конструкцията обикновено се определя от зависимостите между сеизмичното въздействие и повредите на конструкцията. Тези зависимости определят вероятността за повреди на конструкцията (напр. леки, средни, големи, разрушение) за определено ниво на сеизмичното въздействие.

Флексура – пластова гънкова структура, подобна на разсед в хоризонтален слой, но без разкъсване на скалната среда.

Хелмертова трансформация – седемпараметрична трансформация между две пространствени координатни системи. Параметрите са три трансляции, три ротации и мащабен фактор.

Хипоцентър – начална точка на излъчване (и на разрушение на средата) в огнището на земетресението, намираща се на дълбочина h [km] под епицентъра.

Целево преместване – максималното преместване, което е вероятно да изпита конструкцията по време на земетръс.

Южнобалкански екстензионен район – обхваща територията на Южна България, достигайки на юг до Халкидическия полуостров и на югоизток до северозападните разклонения на Северноанадолския разлом. Характеризира се с преобладаваща екстензия с посока север-юг и увеличаващи се движения на земната кора на юг.

ИЗПОЛЗВАНИ СИМВОЛИ И СЪКРАЩЕНИЯ

М	Магнитуд на сеизмичните събития
ГИС	Географска информационна система
ЕК	Едроразмерен кофраж
ЕПЖС	Едропанелни жилища сгради
Зд	Зидани конструкции
ИСЗ	Изкуствен спътник на Земята
К_c	Коефициент на сеизмичност
МААЕ	Международна агенция за атомна енергия
ММП	Метод на максималното правдоподобие
МНК	Метод на най-малките квадрати
НИГГГ	Национален институт по геофизика, геодезия и география
НОТССИ	Национална оперативна телеметрична система за сеизмологична информация
НПСЗР-87	Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони (1987 г.)
ПАС-61	Правилник за антисеизмично строителство от 1961 г.
ППП	Сгради с пакетно повдигани плочи
ППССИСЗРБ-47	Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в земетръсни райони на НРБ от 1947 г.
ППССИСЗРБ-57	Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в земетръсни райони на НРБ от 1957 г.
ПСЗР'64	Правилник за строителство в земетръсни райони от 1964 г.
См	Стоманени конструкции
СтБ	Стоманобетонни конструкции
СтБс	Сглобяеми стоманобетонни конструкции
cm	Сантиметър (10^{-2} m)
EPN	(European Permanent Network) (Европейска перманентна мрежа) – мрежа от постоянно работещи GPS/GNSS приемници на територията на Европа с много точно определени координати и скорости
ETRF	(European Terrestrial Reference Frame) – реализация на Европейската земна координатна система 1989
ETRS89	(European Terrestrial Reference System 1989) – Европейска земна координатна система 1989 (година на първата реализация)
EUREF	(EUropean REference Frame) (Европейска референтна система) – едновременно наименование на подкомисия на Международната асоциация по геодезия и на Европейската (геодезическа) референтна мрежа
g	Земно ускорение (сила на тежестта) със средна стойност 981 cm/s^2
GMT	Време по Гринич
GNSS	(Global Navigation Satellite Systems) – Глобални спътникови навигационни системи
GPS	(Global Positioning System) – Глобална позиционна система; система от навигационни спътници на САЩ
Н	Хипоцентрална дълбочина (в km)
h	Час (като измерение за време) / дълбочина (в km)
Hz	Херц (цикли за секунда)
I	Макросеизмична интензивност

$I_{0/\max}$	Епицентрална/максимална интензивност за $\Delta=0$ (най-често е максималната интензивност от едно земетресение)
IAG	(International Association of Geodesy) – Международна асоциация по геодезия
IERS	(International Earth Rotation Service) – Международна служба за ротация на Земята и координатни системи
IGS	(International GNSS Service) – Международна GNSS служба
ITRF	(International Terrestrial Reference Frame) – Реализация на Международната земна координатна система ITRS
ITRS	(International Terrestrial Reference System) – Международна земна координатна система
km	Километър
LT	Локално време
m	Метър
min	Минута (като измерение за време)
R	Коефициент на реагиране
s	Секунда
t	Време
T_0	Време в огнището (GMT)
T_a	Тотален интензитет на аномалното магнитно поле (модул на тоталния вектор)
THG	(Total Horizontal Gradient) (ТХГ) – пълен (тотален) хоризонтален градиент на аномалното гравитационно поле
Z_a	Вертикална компонента на аномалното магнитно поле
φ и λ	Географски координати (съответно географска ширина и дължина)
T	Период (s)
Δ	Разстояние в km или градуси ($^{\circ}$) ($1^{\circ} \approx 111.2$ km)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Описание на типовете конструктивни системи на сградите

Класификация на конструкциите по строителен материал и начин на изграждане

Зидани конструкции

- КТ1 Къщи от кирпич и тухли с ниско качество; камък с лошо качество на разтвора.

Неармирани зидарии

Значително е многообразието на жилищни сгради, изпълнени по строително-конструктивна система „монолитни сгради с носещи тухлени стени“ – нискоетажни (индивидуални еднофамилни и двуфамилни къщи, вили и др.) и многоетажни. Голямо е разнообразието и в изпълнението им – специфични конструктивни елементи, материали и технологични средства, дължащо се на материални възможности, исторически момент и съответна строителна традиция, действащи технически норми за проектиране и приемане, както и в степента на спазване на тези норми. Всички тези фактори обуславят и твърде големия диапазон, в който се движи степента на антисеизмична осигуреност на сгради с тази конструктивна система.

Характерни особености на носещата конструкция за този тип сгради, като елементи и евентуални разновидности, са:

- монолитни ивични фундаменти под носещи стени каменна зидария, бетонни, стоманобетонни, бутобетонни (бетон и камък);
- монолитни външни бетонни стени в сутерена или от каменна зидария на варов или вароциментов разтвор;
- носещи тухлени стени, изпълнени от дребноразмерни тухли на варов разтвор със или без обрамчващи колони и пояси; неносещи преградни стени – също от тухлена зидария;
- междуетажни подови конструкции от:
 - монолитен стоманобетон (гладки или оребрени плочи);
 - дървен гредоред с каратаван;
 - стоманени греди и пълнеж между тях от бетон или тухли, включително тухлен свод („пруски“ свод);
 - сглобяеми ивични подови елементи с цилиндрични кухни;
 - покривна дървена или стоманобетонна конструкция с покритие от керемиди, закрепени на летви или дъсчена обшивка; по изключение има изпълнени и единични плоски топли покриви. По-долу са описани някои от разновидностите на тази конструктивна система.

- ЗД1 Неармирани зидарии със стоманобетонни плочи, греди и пояси, необрамчени или обрамчени с колони; $R^3=0.4$;

³ Коефициент на реагиране от НПССЗР-1987; Наредба 07 -2012

- **ЗД2** Неармирани зидарии с дървен гредоред без стоманобетонни пояси, необрамчени с колони⁴; $R=0.67$;
- **ЗД3** Неармирани зидарии, обрамчени или необрамчени с колони със замонолитени сглобяеми подови елементи и стоманобетонни пояси⁵; $R=0.5$.

Тази конструктивна система включва носещи тухлени стени и сглобяеми подови конструкции от керамични тела или подови панели с цилиндрични кухни (т.нар. ПЕЦ).

Носещите тухлени стени са от плътни тухли или тухли четворки с дебелина 25 и 38 cm и конструктивно поставени ст.б. колони в стените през 6.0 или 9.0 m. По фасадните стени има междинни тухлени колони през 3.0 m. Сглобяемите подови елементи стъпват върху ст.б. пояси. Основите на такива сгради са изпълнени от бетон или *стоманобетон*. По тази схема има изградени училища, детски градини, административно-битови сгради на промишлени предприятия, жилищни сгради с височина до 5 етажа, включително.

Армирани зидарии⁵

- **ЗД4** Сгради със стени от армирана зидария със стоманобетонни плочи и стоманобетонни пояси, необрамчени с колони; $R=0.4$;
- **ЗД5** Сгради със стени от армирана зидария със стоманобетонни плочи и стоманобетонни пояси, обрамчени с колони; $R=0.33$;
- **ЗД6** Сгради със стени от армирана зидария със замонолитени сглобяеми подови елементи, обрамчени с колони; етажност от 1 до 5 етажа; $R=0.33$.

Стоманобетонни конструкции

Монолитни стоманобетонни конструкции

Рамкови и смесени системи, еквивалентни на рамкови

- **СтБ1** Едноетажни и многоетажни сгради с едноотворни и многоотворни рамки $R=0.25$;
- **СтБ2** Скелетно безгредови конструкции с рамки $R=0.33$;
- **СтБ3** Смесени системи, еквивалентни на рамкови, със стени, участващи в поемането на сеизмичните сили от обрамчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон $R=0.33$.

Носещата конструкция на сградите с тази конструктивна система се състои от монолитен стоманобетонен скелет, колони, плочи, греди, фундаменти и вертикални стени от неармирана тухлена зидария, обрамчена с колони.

- стоманобетон $R=0.28$

Стенни системи и смесени системи, еквивалентни на стенни

Системи от стени, несвързани с греди

⁴ Тези видове конструкции се разглеждат при обследване и оценка на съществуващи строежи.

⁵ Сеизмично неосигурени са скелетно-безгредовите конструкции, в които усилията от сеизмичните въздействия се поемат само от безгредовия скелет

- **СтБ4** Скелетно-безгредови конструкции със стоманобетонни шайби и/или с шайби от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон;

Сгради, изпълнени по системите „Пълзящ кофраж” (ПК), „Тунел-кофраж” (ТК), „Едроразмерен кофраж” (ЕК) и др. $R=0.33$

Тук се дава описание на конструктивната система „Едроразмерен кофраж” (ЕК), тъй като тя е най-масово използваната в сравнение с другите две. Сградите, построени по системата ПК, са първите у нас с прилагане на индустриализирана технология, но те са получили сериозни повреди след земетресението във Вранча (04.03.1977 г.) поради некачествено изпълнение на технологията на строителството и тази система не се използва след 1977 г.

Носещата конструкция на сградите, изпълнени по системата „Едроразмерен кофраж” (ЕК), включва:

- Монолитни стоманобетонни носещи стени и подови конструкции;
- Зидани тухлени фасадни (външни) и преградни стени, а в някои случаи за външни стени се използват трислойни фасадни панели с размера на помещението и с отвори за дограма;
- Монолитни стоманобетонни фундаменти: ивични (гредоскара) или обща фундаментна плоча, а за случаи на „слаби“ почви – гредоскарата или плочата са ростверк на пилотен фундамент;
- Предимно плоски (единични или двойни) покриви с листова хидроизолация.

Сградите, изпълнявани по технологията „Едроразмерен кофраж“, имат характерни особености на фасадата, в разпределението в план и в „твърдостта“ на стените, обусловени от характерното за технологията монолитно излети стоманобетонни вътрешни стени и подови конструкции – с едроразмерни, с определени модули, инвентарни кофражи и тухлени (в повечето) случаи фасадни стени, изпълнени след декофрирането на стените и плочите.

Система от стени, свързани с греди:

- **СтБ5** Скелетно-гредови конструкции, при които поемането на сеизмичните сили се осъществява от стоманобетонни шайби или от съвместната работа на стоманобетонните шайби и стени от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон, включително и рамково-диафрагмени конструкции от плътни и с отвори стоманобетонни шайби $R=0.30$.

Носещата конструкция при тази система включва монолитно изпълнени носещи елементи:

- монолитни ивични и/или единични бетонни и стоманобетонни фундаменти под стени и колони;
- монолитни бетонни стоманобетонни стени в сутерена – външни и някои вътрешни;
- монолитни стоманобетонни колони;
- противоземетръсни шайби – монолитни стоманобетонни и тухлени стени, оброчени с колони;

- монолитни стоманобетонни междуетажни подови конструкции (греди и плочи);
- неносещи външни, вътрешни и разпределителни стени от тухлена зидария или газобетон; съществуват и изпълнени разпределителни стени и от гипсови плочи;
- дървена покривна конструкция с покритие от керемиди, закрепени върху летви или дъсчена обшивка; изпълняват се и плоски покриви с листова хидроизолация.

Сглобяеми стоманобетонни конструкции

Рамкови и смесени системи, еквивалентни на рамкови

- **СтБс1** Едноотворни и многоотворни скелетни конструкции без шайби; скелетни конструкции с един отвор, при които сеизмичните сили се поемат от колоните (конструкции с покривни ТТ панели, с виренделови греди и др.) $R=0.35$;
- **СтБс2** Многоетажни (до 5 етажа) скелетно-рамкови конструкции, състоящи се от колони и греди, и сглобяеми подови елементи, стъпващи върху гредите; $R=0.4\div 0.5$ в зависимост от изпълнението на рамковите възли.

При тази конструктивна система резултатите от проведени обследвания след земетресение показват, че в много случаи сглобяемите елементи не са свързани помежду си с връзки или замонолитващ ст.б. слой. За сгради, попадащи в сеизмични райони съгласно сеизмично райониране НПССЗР 1964 г., във фугите на елементите по проект са предвидени къси закотвящи пръти и армировъчни мрежи, закотвени в ст.б. пояси. За сгради, които не попадат в сеизмични райони, такива мрежи и закотвящи пръти по проект не са предвиждани. Основите на сгради с тази конструктивна система са изпълнени от бетон. По тази схема има изградени училища, детски градини, административно-битови сгради, на промишлени предприятия, жилищни сгради с височина до 5 етажа, включително. Основните повреди при тази конструктивна система се дължат на липса на достатъчна коравина и носеща способност на подовите конструкции за хоризонтални сили; липса на връзка между отделните подови панели.

- **СтБс3** Скелетни конструкции с един и повече отвори, при които сеизмичните сили се поемат от шайби, изпълнявани по системите МС 83, т.нар. спирол с-ма; СКС–УС-73(86) и др.; $R=0.28$.

Строително-конструктивната система СКС-УС-73(86) е предназначена за изграждане на „университетски сгради“, както и други многоетажни сгради с обществено и промишлено предназначение, като:

- административни сгради;
- културно-битови сгради;
- търговски сгради;
- здравни заведения;
- училища;
- детски градини и ясли;
- многоетажни промишлени и складови сгради с полезни товари до 1500 kg/m^2 .

С елементите на СКС-УС-73 могат да се изграждат сгради от 2 до 5 етажа.

Допуска се изграждането на сгради с повече от 5 етажа, при условие че не се надвишава носимоспособността на колоните, фундаментите и диафрагмите (шайбите). Приети са следните етажни височини: 3 m; 3.3 m; 3.6 m; 4.2 m; 4.8 m; 5.4 m и 6.0 m.

Допуска се строителство с тези конструктивни системи в сеизмични райони с максимална интензивност до 8 степен съгласно „Правилник за строителство в земетръсни райони“ от 1964 г. и изменението му от 23.02.1972 г.

За провеждане на статическо изчисление се приема система от ставни съединения между всички конструктивни елементи за поемане на вертикалните натоварвания. Хоризонталните натоварвания от сеизмично въздействие се поемат от подовата шайба и се предават на вертикални диафрагми, разположени в две взаимно перпендикулярни направления, успоредни на главните инерционни оси на сградата или на корави ядра.

Строително-конструктивна система МС-83. Тази конструктивна система представлява усъвършенстван вариант на СКС-УС'73.

- документацията за нея е актуализирана през 1987 г.;
- съблюдавани са изискванията на „Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони“ – 1987 г.;
- предназначена е за изграждане на многоетажни сгради (МС) с подови панели тип „спирол“;
- елементите на системата са предназначени за изграждане на сгради с височина от 2 до 5 етажа при спазване на основните конструктивни параметри. Възможно е изграждане на сгради по-високи от 5 етажа. При това усилията във вложените елементи не трябва да надвишават максималната носимоспособност, фиксирана в таблиците и номограмите, дадени в указанията за проектиране към системата;
- елементите на системата са предназначени за изграждане на сгради в райони със снежно натоварване до III район, ветрово натоварване до V район и сеизмични въздействия в райони до IX степен;
- конструктивното решение и приетите статически схеми са подобни на тези при СКС-УС'73. В допълнение системата МС използва плътни подови елементи, които се монтират срещу колоните. Детайлирането цели формиране в равнината на подовата конструкция на „виренделови греди“ с успоредни пояси, подпрени на вертикалните диафрагми. При фундиране в почви III категория и $K_s=0.15\div 0.27$ и повече върху подовата конструкция се предвижда замонолитващ пласт от филцбетон М20 с дебелина 40 mm, армиран със заварени мрежи (5ф5/m' в двете посоки).

Сградата на бившия СБКИ в София, кв. Дървеница, е една от първите, построена по системата МС-83 и е със 7 надземни етажа.

- **СтБс4** Многоетажни рамкови конструкции с корави възли; рамкови конструкции за големи вертикални натоварвания, изпълнявани по системата ИИ-20 и др. $R=0.25$

Строително-конструктивната система ИИС-20 е предназначена за проектиране и изпълнение на промишлени многокорабни многоетажни сгради от 3 до 5 етажа с мрежи на колоните 6x6 и 6x9 m за несеизмични и сеизмични райони от VII, VIII и IX степен. Полезните нормативни натоварвания върху етажните плочи са от 0.5 до 2.5 t/m².

Носещата конструкция на сградите по *ИИС-20* се състои от пространствен скелет и фундаменти. Пространственият скелет е образуван от надлъжни и напречни рамки. Напречните рамки се образуват от кораво свързани монтажни ригели и колони. Надлъжните рамки се образуват от кораво свързани монолитни надлъжни ригели към монтажните колони. Подовите и покривните плочи се изпълняват от панели с ширина 1.50 m, които стъпват върху конзолите на напречните ригели.

- **СтБс5** Безгредови конструкции с „приведено“ рамково действие, изпълнявани по системата **E1-72**, $R=0.30$

Строително-конструктивна система **E1-72** няма широко приложение в масовото жилищно строителство. Тя се отнася към безгредовите конструкции с напрегнати на местостроежа подови елементи. Конструктивната система е сглобяема от ст.б. колони с височина на няколко етажа и сглобяеми стоманобетонни подови конструкции, които се сглобяват от ивични подови елементи. Връзката между подовата конструкция и колоните се реализира чрез замонолитване и налягане на носещата арматура. Налягането на арматуровъчните пръти (струни) се извършва на местостроежа след монтажа на подовите елементи.

За поемане на вертикални и хоризонтални въздействия се разчита на пространствен скелет, съставен от „рамки“, ориентирани в 2 главни направления, със стойки – колони, и ригели – ивици от подовата конструкция.

Фундирането е с монолитни стоманобетонни или бетонни единични фундаменти под колоните. Конструкцията включва зидани външни и вътрешни неносещи стени. Покривната конструкция може да бъде дървена с покритие от керемиди, фиксирани върху летви или дъсчена обшивка.

Височината на сградите може да бъде до 9-11 етажа (въпрос на конкретно проектно решение). Примерна сграда с тази конструктивна система в София е сградата на НАЦИД със 7 етажа плюс сутерен. За сградите от тази система твърде характерна е технологията на изпълнение – монтаж на елементите и налягане на носещата арматура.

Системи от стени или смесени системи, еквивалентни на стенни системи:

- **СтБс6** Безгредови конструкции с шайби, изпълнявани по системата **ППП** $R=0.30$

Строително-конструктивната система “Пакетно повдигани плочи” (ППП) включва:

- сглобяеми колони с височина на един етаж;
- сглобяеми безгредови подови конструкции – непрекъсната гладка стоманобетонна плоча;
- зидани външни и вътрешни неносещи стени от тухли или блокове от газобетон;

- шайби и стълбищно-асансьорни клетки;
- монолитни стоманобетонни или бетонни: единични фундаменти (под колони), ивични фундаменти (под шайби, външни стени в сутерена, стените на стълбищно-асансьорните клетки), а в някои случаи – обща фундаментна плоча или пилотен фундамент;
- дървена покривна конструкция с покрив от керемиди, закрепени върху летви или дъсчена обшивка.

За тази конструктивна система е твърде характерна технологията на изпълнение – предварително монолитно изпълнение на стоманобетонните стълбищно-асансьорни клетки, последователно изливане на местостроежа на плочите на пакета, междуетажни гладки плочи, повдигане на пакета чрез система хидравлични крикове, поставяне на колоните за етаж и продължаване на повдигането на останалата част от пакета, като се изоставя съответно най-долната плоча и т.н.

- **СтБс7** Конструкции от едроразмерни стени и подови елементи; сгради, изпълнявани по системата ЕПЖС или други безскелетни системи $R=0.33$ (0.25^6).

Носещата конструкция на сгради, изпълнени с тази конструктивна система, включва:

- Монолитни стоманобетонни фундаменти: ивични (гредоскара) или обща фундаментна плоча, а в случай на „слаби“ почви – гредоскаратата или плочата са ростверк на пилотен фундамент;
- Монолитни (при строителство в район със сеизмичност, дефинирана с $K_c=0.27$, съгласно НПССЗР (87) или сглобяеми стоманобетонни стени в сутерена;
- Изпълнени от сглобяеми, свързани чрез заварки и замонолитване, стоманобетонни елементи:
 - стени от носещи и неносещи панели;
 - подове и покриви – от подови и покривни панели, покривни рамки и корнизни елементи;
 - обемни санитарни кабинни;
- Плоски единични или двойни покриви с листова хидроизолация. Има изпълнени и със скатни покриви и покритие с керемиди върху покривни панели.

В случай на извършване на оглед с цел събиране на информация за сградния фонд тези сгради са с лесно установима строително-конструктивна система – с характерни лесно видими обработени фуги между фасадните панели, повтарящи се компановки на фасадите, плоски покриви и застрояване най-често в комплекси. Има изпълнени отделни сгради и в централни райони на градовете.

Стоманени конструкции

- **См 1** Рамки с корави възли $R=0.25$

- **См 2** Конструкции, в които сеизмичните сили се поемат от вертикални връзки, конструирани като центрично включени в съответствие с БДС EN1998-1:

⁶ За съществуващи строежи

- с X-образна решетка $R=0.25$;
- с V-образна и Λ -образна решетка $R=0.5$.

Смесени системи

- **См 3** Рамки с корави възли, комбинирани:
 - с вертикални връзки с X-образна решетка $R=0.25$
- **См 4** Стоманени скелети със стоманобетонни шайби или ядра $R=0.25$
- **См 5** Смесени със сглобяем ст.б. скелет: греди и колони, и стоманени вертикални връзки в двете направления на сградата; покрив от профилирана ламарина. В много случаи гредите са предварително напрегнати.

Дървени конструкции

- **Д1** Конзоли, греди, дъги, ферми и рамки с нискодуктилни съединения във възлите $R=0.67$
- **Д2** Ферми със съединения във възлите чрез:
 - **Д21** дюбели и болтове $R=0.5$
 - **Д22** гвоздеи $R=0.3$
- **Д3** Статически неопределими портални рамки с дюбелни и болтови съединения $R=0.4$
- **Д4** Сгради с лепени стенни панели и лепени подови диафрагми, свързани с гвоздеи и болтове $R=0.5$
- **Д5** Сгради със стенни панели, ковани с гвоздеи и лепени подови диафрагми, свързани с гвоздеи и болтове $R=0.3$

Други

- **ДР1** системи, гъвкави при усукване (система с ядра) $R=0.5$
- **ДР2** система „обърнато махало” $R=0.67$

В таблица 1 е дадена матрицата на типологиите на конструкциите на сградите у нас.

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Таблица 1. Матрица на типологиите на конструкциите на сградите у нас

N	Строителен материал	Вид строителство	Означение	Вертикална и хоризонтална конструктивна система	Предназначение (съгласно табл. 2.1.-4)	Брой етажи	Коеф. на реагиране
1	Зидани конструкции	Монолитно	КТ1	Стени от кирпич, камък, тухли и разтвор с лошо качество; Дървен гредоред с каратаван; стоманени греди и пълнеж между тях от бетон и тухли, в т.ч. тухлен свод („пруски ” свод)	1. жилищни сгради	1-2	-
2			ЗД1	Стени от неармирана зидария, обрaмчени или необрaмчени с колони; Недеформируеми подови конструкции (Ст.б. греди, пояси и плочи)	1. жилищни сгради 2. детски градини 3. училища 4. поликлиники, болници 5. адм. сгради	1-5 1-2 1-3 1-3 1-3	0.4
3			ЗД2	Стени от неармирана зидария, необрaмчени с колони; Деформируеми подови конструкции (дървен гредоред или стоманени греди без ст.б. пояси)	1. жилищни сгради 2. детски градини 3. училища 4. поликлиники, болници 5. адм. сгради	1-2 1-2 1-2 1-2 1-2	0.67
4			ЗД3	Стени от неармирана зидария; Замонолитени сглобяеми подови елементи и ст.б. пояси; Сглобяемите подови конструкции са от керамични тела или подови елементи с цилиндрични кухини т.нар. ПЕЦ	1. жилищни сгради 2. детски градини 3. училища 4. поликлиники, болници 5. адм. сгради	1-4 1-2 1-3 1-3 1-3	0.5
5			СтБ1	Едноетажни и многоетажни сгради с едноотворни и многоотворни рамки; ст.б. плочи	1. търговски сгради 2. производствени и складови сгради; гаражи; 2а. леката промишленост 3. жилищни сгради 4. хотели и др. 5. адм. сгради	1-4 1-2 3-8 1-4 2-10 2-10	0.25

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

					6. обществено-обслужващи сгради – учебни и здравни заведения	2-8	
6	Стоманобетонни конструкции	монолитно	СтБ2	Скелетно безгредови конструкции с рамки; Безгредови ст.б. плочи	1. жилищни сгради 2. адм. сгради	1-4 1-4	0.33
7			СтБ3	Смесени системи, еквивалентни на рамкови със стени, участващи в поемането на сеизмичните сили – от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон, ст.б. плочи и ст.б. греди	1. жилищни сгради 2. детски градини 3. училища 4. болници, поликлиники 5. адм. сгради	1-6 1-2 3-4 3-4 1-6	0.33
8			СтБ4	Скелетно-безгредови конструкции: – със ст.б. шайби и/или с шайби от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон; Безгредови ст.б. плочи; Сгради, изпълнени по системите ПК, ТК, ЕК, ст.б. плочи	1. жилищни сгради 2. болници, поликлиники 3. адм. сгради 4. детски градини 5. училища 6. производствени сгради	3-14 4-14 3-14 1-2 1-4 4-9	0.33
9			СтБ5	Скелетно-гредови конструкции, при които поемането на сеизмичните сили се осъществява от ст.б. шайби; или от съвместната работа на ст.б. шайби и стени от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон, вкл. и рамково-диафрагмени конструкции от плътни или с отвори ст.б. шайби; Ст.б. плочи	1. жилищни сгради 2. училища 3. болници, поликлиники 4. адм. сгради 5. производствени сгради 6. хотели и др.	8+ 3-4 4-9 8+ 4+ 4+	0.30
10			СтБс1	Едноотворни и многоотворни скелетни конструкции без шайби; скелетни конструкции с един отвор, при които сеизмичните сили се поемат от колоните (конструкции с покривни ТТ панели, с виренделови греди и др.)	1. производствени и складови сгради	1-4	0.35
11	Стоманобетонни конструкции	Сглобяемо	СтБс2	Многоетажни скелетно-рамкови конструкции, състоящи се от колони и греди,	1. жилищни сгради 2. адм. сгради	1-5	0.4

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

				и сглобяеми подови елементи, стъпващи върху гредите	5. производствени сгради и складови сгради		
12			СтБс3	Скелетни конструкции с един и повече отвори, при които сеизмичните сили се поемат от шайби, изпълнявани по системите МС 83, т.нар. спирол с-ма; СКС-УС-73(86) и др.; подови шайби, плътни подови елементи	1. производствени сгради 2. общественообслужващи сгради	2-5	0.28
13			СтБс4	Многоетажни рамкови конструкции с корави възли; рамкови конструкции за големи вертикални натоварвания, изпълнявани по системата ИИС-20 и др.	1. производствени и складови сгради	3-5	0.25
14			СтБс5	Безгредови конструкции с "рамково" действие – Сгради, изпълнявани по системата Е1-72; Сглобяеми ст.б. подови к-ции, сглобени от ивични подови елементи, напрегнати на местостроежа	1. детски градини 2. училища 3. адм. сгради 4. поликлиники	2 2-4 9-11 2-4	0.3
15			СтБс6	Безгредови конструкции с шайби – Сгради, изпълнявани по системата ППП; Сглобяеми безгредови подови конструкции – непрекъсната гладка ст.б. плоча	1. жилищни сгради 2. общественообслужващи сгради 3. адм. сгради	8-12 2-8 2-8	0.3
16			СтБс7	Конструкции от едроразмерни стени и подови елементи; сгради, изпълнявани по системата ЕПЖС или други безскелетни системи; Подови панели	1. жилищни сгради 2. детски градини 3. училища	3-12 2 2-4	0.33
17	Стоманени конструкции		См1	Рамки с корави възли	1. търговски сгради 2. складове	1-2	0.25
18			См2	Конструкции, в които сеизмичните сили се поемат от вертикални връзки, конструирани като центрично включени в съответствие с БДС EN1998-1: - с Х образна решетка - с V-образна и Λ-образна решетка	1. производствени и складови сгради 2. търговски сгради	1-2 1-4	0.25 0.50
19			См3	Рамки с корави възли, комбинирани: с вертикални връзки с Х-образна решетка	1. производствени и складови сгради	1	0.25

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

	Смесени конструкции				2. търговски сгради	3-4	
20			См4	Стоманени скелети със ст.б. шайби или ядра	1. адм. сгради 2. търговски сгради	6+	0.28
21			См5	Смесени със сглобяем ст.б. скелет: греди и колони, и стоманени вертикални връзки в двете направления на сградата; покрив профилирана ламарина. В много случаи гредите са предварително напрегнати	1. производствени и складови сгради 2. търговски сгради	1 1-2	0.35
22	Други		Др1	Системи, гъвкави при усукване (система с ядра)	1. адм. сгради	8+	0.5
23			Др2	ДР2 система „обърнато махало“ стоманобетонна	1. адм. сгради	6+	0.67
24			Др3	Други конструктивни системи, невключени по-горе			

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Таблица 2. Кондензирана матрица на типовете жилищни сгради

N	Строителен материал	Вид строителство	Означение	Вертикална конструктивна система	Хоризонтална конструктивна система	Брой етажи	Коеф. на реагиране
1	Зидани конструкции	Монолитно	КТ1	Стени от кирпич, камък, тухли и разтвор с лошо качество	Дървен гредоред с каратаван; стоманени греди и пълнеж между тях от бетон и тухли, в това число тухлен свод („пруски“ свод)	1-2	-
2			ЗД1	Стени от неармирана зидария, обрамчени или необрамчени с колони	Недеформируеми подови конструкции (Ст.б. греди, пояси и плочи)	1-5	0.4
3			ЗД2	Стени от неармирана зидария, необрамчени с колони	Деформируеми подови конструкции (дървен гредоред или стоманени греди без ст.б. пояси)	1-4	0.67
4			ЗД3	Стени от неармирана зидария	Замонолитени сглобяеми подови елементи и ст.б. пояси	1-4	0.5
5	Стоманобетонни конструкции	Монолитно	СтБ1	Едноетажни и многоетажни сгради с едноотворни и многоотворни рамки;	Ст.б. плочи	1-4	0.25
6			СтБ2	Скелетно безгредови конструкции с рамки	Безгредови ст.б. плочи	1-4	0.33
7			СтБ3	Смесени системи, еквивалентни на рамкови със стени, участващи в поемането на сеизмичните сили – от обрамчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон	Ст.б. плочи със ст.б. греди	1-6	0.33
8			СтБ4	Скелетно–безгредови конструкции: – със ст.б. шайби и/или с шайби от обрамчена с колони,	Безгредови ст.б. плочи	5+	0.33

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

				неармирана тухлена зидария или бетон; Сгради, изпълнени по системите “Пълзящ кофраж” (ПК), “Тунел-кофраж” (ТК), “Едроразмерен кофраж” (ЕК)			
9			СтБ5	Скелетно-гредови конструкции, при които поемането на сеизмичните сили се осъществява от ст.б. шайби, или от съвместната работа на ст.б. шайби и стени от оброчена с колони, неармирана тухлена зидария или бетон, вкл. и рамково-диафрагмени конструкции от плътни или с отвори ст.б. шайби	Ст.б. плочи със ст.б. греди	8+	0.30
10		Сглобяемо	СтБс2	Многоетажни скелетно-рамкови конструкции, състоящи се от колони и греди	Сглобяеми подови елементи, стъпващи върху гредите	1-5	0.4
11			СтБс6	Безгредови конструкции с шайби; сгради, изпълнявани по системата ППП	Сглобяеми безгредови подови конструкции – непрекъсната гладка ст.б. плоча	8-12	0.3
12			СтБс7	Конструкции от едроразмерни стени и подови елементи; сгради, изпълнявани по системата ЕПЖС или други безскелетни системи	Подови панели	1-12	0.33

МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Таблица 3. Класове на уязвимост в съответствие с EMS98 във функция от „възрастта“ на сградата

Тип/ година на норми	КТ1	ЗД1	ЗД2	ЗД3	СтБ1	СтБ2	СтБ3	СтБ4	СтБ5	СтБс1	СтБс2	СтБс3	СтБс4	СтБс5	СтБс6	СтБс7	См1	См2	См3	См4	См5	Др1	Др2	Др3
0 ≤ 1929	A	A	A																					
1 1930-1957	B	C	B	B	B	B	C										C	C	C					
2 1958-1965		C	B	B	C		C	C	C	C	C	B				B	C	C	C	C	C			
3 1966-1977		C	B	C	C	B	D	D	C	C	C	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	D	C	C
4 1978-1987		C		C	C	B	D	D	D	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5 1988-2007		D			D	B	D	E	E	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	D	D	E
6 ≥ 2007		D			D	B	E	E	E	D	D	D				D	F	F	F	F	F	E	E	E

Таблица 4. Възможни класове на уязвимост на конструктивните системи от матрица ВТМ

ВТМ	A	B	C	D	E	F
КТ1	●					
ЗД1		○	●	*		
ЗД2	*	●	○			
ЗД3	*	○	●	○		
СтБ1		*	●	●	○	
СтБ2	○	●	*			
СтБ3		*	○	●	●	*
СтБ4		○	○	●	●	*
СтБ5		*	●	●	●	○
СтБс1		*	○	●	○	
СтБс2	*	●	●	○		
СтБс3		○	●	●		
СтБс4		*	○	●		
СтБс5		*	○	●		
СтБс6		*	○	●	○	
СтБс7		*	○	●	*	
См1			○	●	●	*
См2			○	●	●	*
См3			*	○	●	○
См4			*	○	●	○
См5				*	●	○
Др1			*	●	○	
Др2			*	●	○	
Др3			*	●	○	

- най-вероятен клас на уязвимост;
- възможен клас на уязвимост;
- * по-малко вероятен клас на уязвимост

Таблица 5. Индекси на уязвимост V_{IVTM} за различните типове сгради, включени в ВТМ (матрица на типологиите сгради) в проекта RISK-UE

Тип сграда		Индекси на уязвимост				
	Описание	V_{IVTM}^{min}	V_{IVTM}^{-}	V_{IVTM}	V_{IVTM}^{+}	V_{IVTM}^{max}
Зидария						
M1	Камък	0.62	0.81	0.873	0.98	1.0
M2	Кирпич	0.62	0.687	0.84	0.98	1.0
M3	Обикновен камък	0.46	0.65	0.74	0.83	1.0
M4	Камък	0.3	0.49	0.616	0.793	0.86
M5	Неармирана зидария стари тухли	0.46	0.65	0.74	0.83	1.0
M6	Неармирана зидария-ст.б плочи	0.3	0.49	0.616	0.79	0.86
M7	Армирани обрамчени зидарии	0.14	0.33	0.451	0.633	0.7
Стоманобетонни						
RC1	Ст.б. рамки без сеизмично осигуряване	0.3	0.49	0.644	0.8	1.0
RC2	Ст.б. рамки със средно ниво на сеизмично осигуряване	0.14	0.33	0.484	0.64	0.86
RC3	Ст.б. рамки високо ниво на сеизмично осигуряване	0	0.17	0.324	0.48	0.7
RC4	Ст.б. стени без сеизмично осигуряване	0.3	0.367	0.544	0.67	0.86
RC5	Ст.б. стени със средно ниво на сеизмично осигуряване	0.14	0.21	0.384	0.51	0.7
RC6	Ст.б. стени с високо ниво на сеизмично осигуряване	0	0.047	0.224	0.35	0.54
Стоманени						
S	Стоманени конструкции	0	0.17	0.324	0.48	0.7
Дървени						
W	Дървени конструкции	0.14	0.207	0.447	0.64	0.86

Таблица 6. Стойности на средното ниво на повреда μ_D за различните класове на уязвимост и различните интензивности на сеизмичното въздействие

	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI
A	0.521	1.086	1.991	3.061	3.951	4.499	4.777	4.904
B	0.232	0.521	1.086	1.991	3.061	3.951	4.499	4.777
C	0.100	0.232	0.521	1.086	1.991	3.061	3.951	4.499
D	0.042	0.100	0.232	0.521	1.086	1.991	3.061	3.951
E	0.018	0.042	0.100	0.232	0.521	1.086	1.991	3.061
F	0.008	0.018	0.042	0.100	0.232	0.521	1.086	1.991

Таблица 7. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост А

Ниво на повреда/ интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.577	0.294	0.079	0.009	0	0	0	0
1	0.335	0.408	0.261	0.069	0.008	0	0	0
2	0.078	0.226	0.346	0.219	0.058	0.008	0	0
3	0.009	0.063	0.229	0.345	0.217	0.073	0.017	0.003
4	0	0.009	0.076	0.272	0.409	0.328	0.186	0.089
5	0	0	0.010	0.086	0.308	0.590	0.796	0.908

Таблица 8. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост В

Ниво на повреда/ интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.788	0.577	0.294	0.079	0.009	0	0	0
1	0.192	0.335	0.408	0.261	0.069	0.008	0	0
2	0.019	0.078	0.226	0.346	0.219	0.058	0.008	0
3	0	0.009	0.063	0.229	0.345	0.217	0.073	0.017
4	0	0	0.009	0.076	0.272	0.409	0.328	0.186
5	0	0	0	0.010	0.086	0.308	0.590	0.796

Таблица 9. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост С

Ниво на повреда /интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.904	0.788	0.577	0.294	0.079	0.009	0	0
1	0.092	0.192	0.335	0.408	0.261	0.069	0.008	0
2	0.004	0.019	0.078	0.226	0.346	0.219	0.058	0.008
3	0	0	0.009	0.063	0.229	0.345	0.217	0.073
4	0	0	0	0.009	0.076	0.272	0.409	0.328
5	0	0	0	0	0.010	0.086	0.308	0.590

Таблица 10. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост D

Ниво на повреда /интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.958	0.904	0.788	0.577	0.294	0.079	0.009	0
1	0.041	0.092	0.192	0.335	0.408	0.261	0.069	0.008
2	0	0	0.019	0.078	0.226	0.346	0.219	0.058
3	0	0	0	0.009	0.063	0.229	0.345	0.217
4	0	0	0	0	0.009	0.076	0.272	0.409
5	0	0	0	0	0	0.010	0.086	0.308

Таблица 11. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост E

Ниво на повреда /интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.982	0.958	0.904	0.788	0.577	0.294	0.079	0.009
1	0.018	0.041	0.092	0.192	0.335	0.408	0.261	0.069
2	0	0	0.004	0.019	0.078	0.226	0.346	0.219
3	0	0	0	0	0	0.063	0.229	0.345
4	0	0	0	0	0	0.009	0.076	0.272
5	0	0	0	0	0	0	0.010	0.086

Таблица 12. Разпределение на нивата на повреди за сгради от клас на уязвимост F

Ниво на повреда /интензивност	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0.993	0.982	0.958	0.904	0.788	0.577	0.294	0.079
1	0.007	0.018	0.041	0.092	0.192	0.335	0.408	0.261
2	0	0	0	0.004	0.019	0.078	0.226	0.346
3	0	0	0	0	0	0.009	0.063	0.229
4	0	0	0	0	0	0	0.009	0.076
5	0	0	0	0	0	0	0	0.010

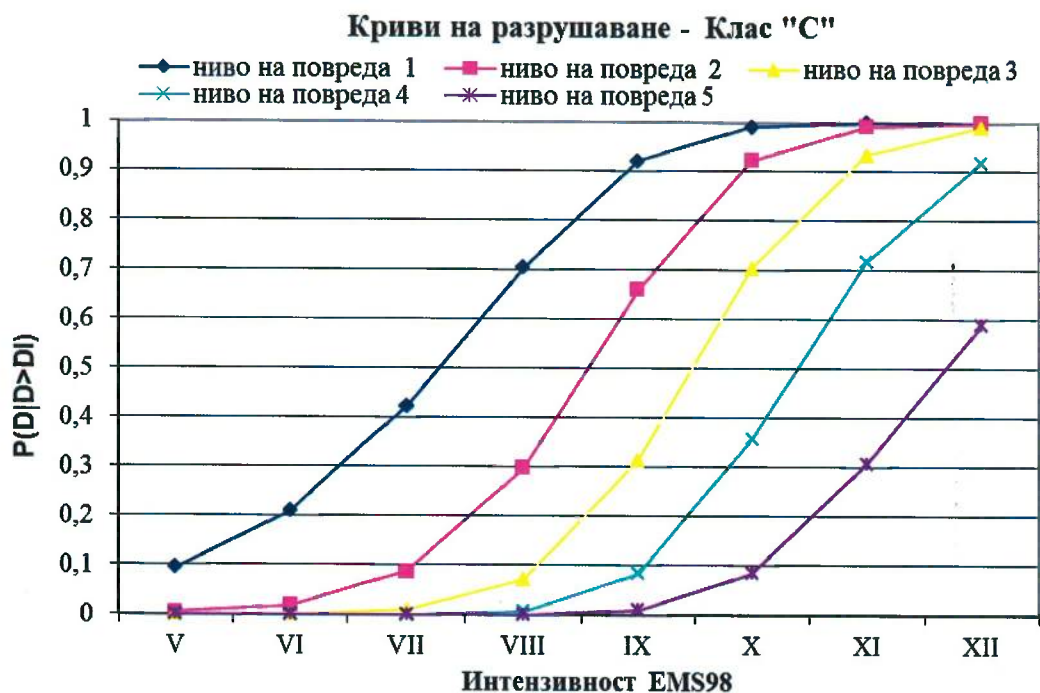
Криви на разрушаване за различните класове на уязвимост



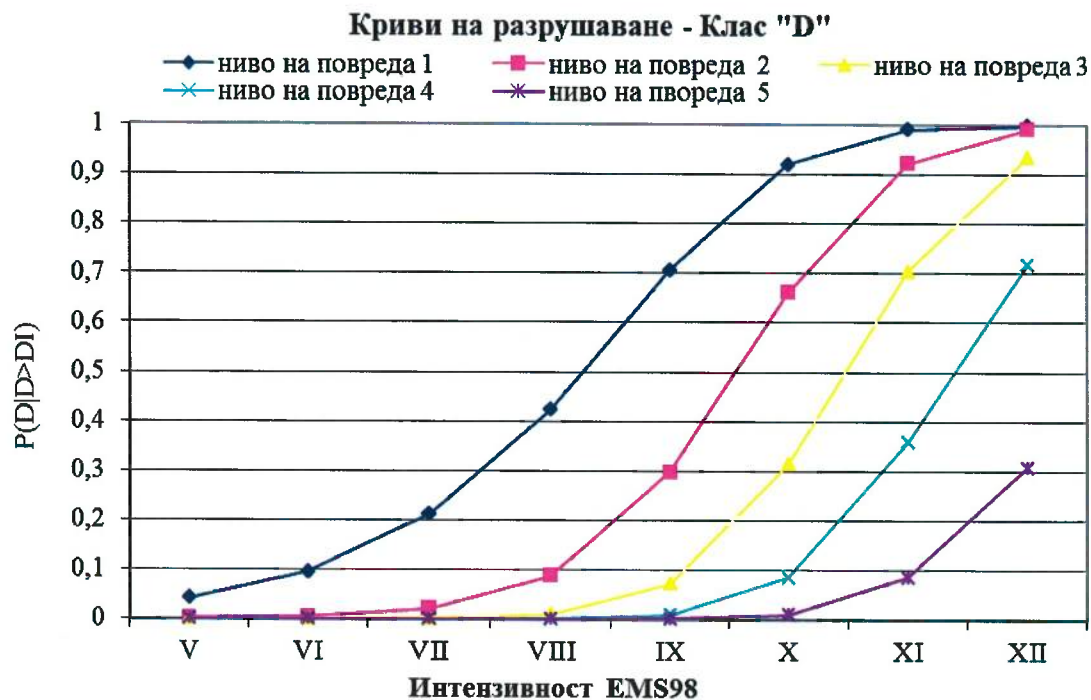
Фигура 1. Криви на разрушаване – клас А



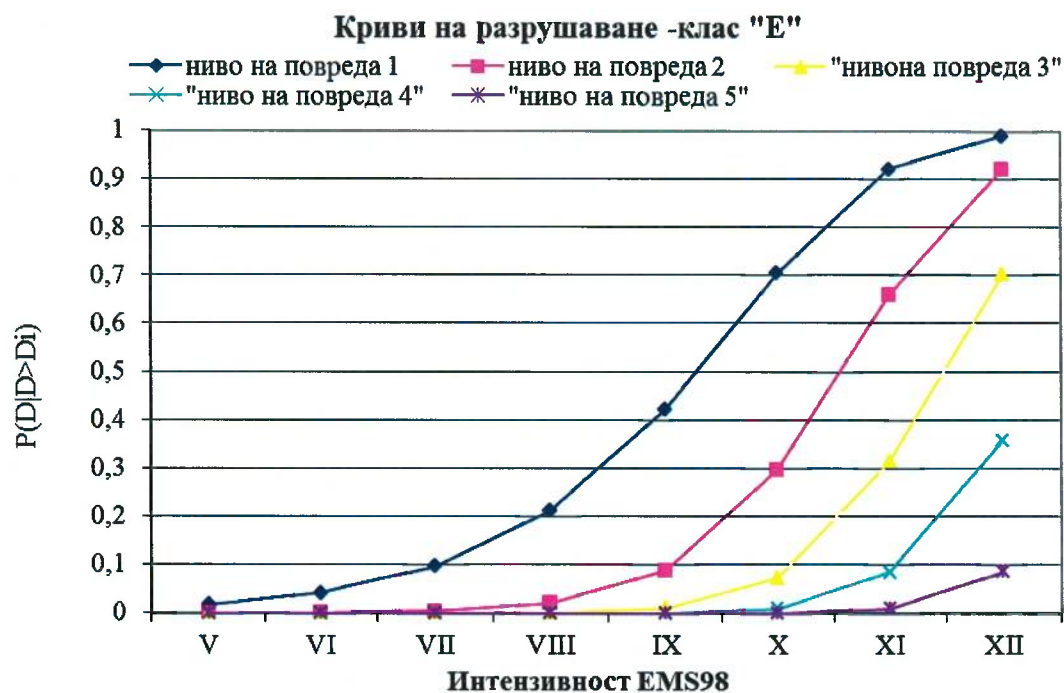
Фигура 2. Криви на разрушаване – клас В



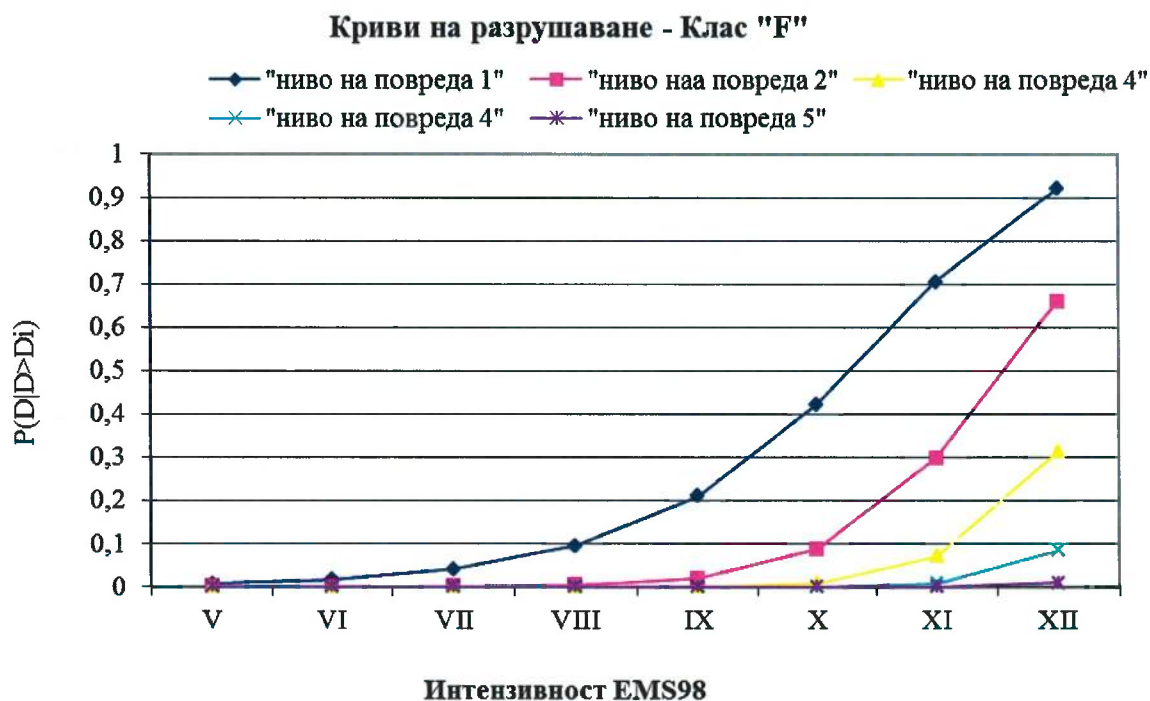
Фигура 3. Криви на разрушаване – клас С



Фигура 4. Криви на разрушаване – клас D



Фигура 5. Криви на разрушаване – клас E



Фигура 6. Криви на разрушаване – клас F

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1. Класификация на мостовите конструкции

Сигнатура	Описание
HWB1	Мост на главен път с дължина >150m (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB2	Мост на главен път с дължина >150m (проектиран след 03.2012 г.)
HWB3	Мост с един отвор (не се включват HWB1 и HWB2) (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB4	Мост с един отвор (не се включват HWB1 и HWB2) (проектиран след 03.2012 г.)
HWB5	Стоманобетонен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.), регион със VII-а и VIII-а степен на сеизмичност
HWB6	Стоманобетонен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.), регион с IX-а степен на сеизмичност
HWB7	Стоманобетонен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция с лагери (проектиран след 03.2012 г.)
HWB8	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда с кухо сечение, стълб с една колона (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB9	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда с кухо сечение, стълб с една колона (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB10	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда (без HWB8 и HWB9) (проектиран за всички въздействия преди 03.2012 г.)
HWB11	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда (без HWB8 и HWB9) (проектиран за всички въздействия след 03.2012 г.)
HWB12	Стоманен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.), регион със VII-а и VIII-а степен на сеизмичност
HWB13	Стоманен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.) регион с IX-а степен на сеизмичност
HWB14	Стоманен мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB15	Стоманен мост, непрекъсната греда (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB16	Стоманен мост, непрекъсната греда (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB17	Стоманобетонен предварително напрегнат мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.), регион със VII-а и VIII-а степен на сеизмичност
HWB18	Стоманобетонен предварително напрегнат мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция и долно строене с лагери (проектиран преди 03.2012 г.), регион с IX-а степен на сеизмичност
HWB19	Стоманобетонен предварително напрегнат мост, стълбове с повече от една колона; Връзка на връхната конструкция с лагери (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB20	Стоманобетонен предварително напрегнат мост с кухо сечение, стълбове с една колона (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB21	Стоманобетонен предварително напрегнат мост с кухо сечение, стълбове с една колона (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB22	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда (без HWB20 и HWB21)

**МЕТОДИКА ЗА АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРАНЕ НА СЕИЗМИЧНИЯ РИСК НА
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

	(проектиран преди 03.2012 г.)
HWB23	Стоманобетонен мост, непрекъсната греда (без HWB20 и HWB21) (проектиран преди 03.2012 г.)
HWB24	Като HWB12, но дължината на моста е по-малка от 20 m
HWB25	Като HWB13, но дължината на моста е по-малка от 20 m
HWB26	Като HWB15, но дължината на моста е по-малка от 20 m и той е в регион със VII-а и VIII-а степен на сеизмичност
HWB27	Като HWB15, но дължината на моста е по-малка от 20 m и регион с IX-а степен на сеизмичност
HWB28	Всички останали мостове, които не попадат в описанието по-горе (вкл. дървени мостове)

Таблица 2. Класификация на мостовите конструкции съгласно SYNER-G

КАТЕГОРИЯ	КЛАСИФИКАЦИЯ
Материал (MM1) • Бетон (C) • Зидария (M) • Стомана (S) • Чугун (S) • Дърво (W) • Комбинирани (MX)	Материал (MM2) • Стоманобетон (RC) • Предварително напрегнат стоманобетон (PC) • Неармирана зидария (URM) • Армирана зидария (RM) • Високоякостен бетон (HSC) • Бетон със средна якост (ASC) • Бетон с ниска якост (LSC) • Изпечени тухли (FB) • Кухи керамични тела (HC) • Камък (S) • Варов разтвор (LM) • Циментов разтвор (CM) • Разтвор с кал (MM) • Бетонни тела за зидария (CMU) • Автоклавен газобетон (AAC) • Висок % на кухини (H%) • Нисък % на кухини (L%) • Обработен камък (Rc) • Необработен камък (Ru)
Тип на връхната конструкция (TD1) • Гредов мост (Gb) • Сводов/ дъгов мост (Ab) • Висящ мост (Sb) • Вантов мост (Csb) • Подвижен мост (Mb)	Тип на връхната конструкция (TD2) • Плътна плоча (Ss) • Куха плоча (Sv) • Куха греда (B) • Съвременен дъгов мост (MA) • Древен дъгов мост (AA) • Сглобяеми греди с монолитна плоча (Pbc) • Стоманени греди с монолитна плоча (Sbc) Характеристика на връхната конструкция (DC) – задължително се дава, ако е известна, широчината на връхната конструкция.

Конструктивна система на връхната конструкция (DSS) • Проста греда (SSu); Статически определима • Непрекъсната (Co); Статически неопределима	
Връзка на връхната конструкция със стълбовете (PDC) • „Неизолирана“ (монолитна) (NIs) • „Изолирана“ (с лагери) (Is) • Комбинирана (Com)	Тип на лагерите • Неподвижни лагери (Fb) • Еластомерни лагери (Eb) • Хлъзгащи се лагери (Sb) • Устройства за сеизмоизолация и за дисипация на енергия (SeisD)
Тип на връзката на връхната конструкция със стълбовете (TC1) • Стълб с една колона (ScP) • Стълб с повече от една колона (McP)	Брой на колоните в един стълб (NP) Задължително се дава, ако е известен.
Тип на сечението на стълбовете (TS1) • Цилиндрично (Cy) • Правоъгълно (R) • „Издължено“ (Ob) • Стенен тип (W)	Тип на сечението на стълбовете (TS2) • Плътно (So) • Куха (Ho) Височина на стълба (HP) – Задължително се дава, ако е известна.
Отвори (Sp) • Един отвор (Ssp) • Много отвори (Ms)	Характеристика на отворите (SC) • Брой на отворите (Ns) – Задължително се дава, ако е известен. • Дължина на отвора (SC) – Задължително се дава, ако е известна.
Тип на връзката на връхната конструкция с устоите (TCa) • “Свободна” с подвижни лагери (F) • “Неизолирана” (монолитна) (M) • “Изолирана” (с лагери) (Isl)	Тип на лагерите • Свободна трансляция в напречна посока (Ftt) • Ограничена трансляция в напречна посока (Ctt) • Неподвижни лагери (Fb) • Еластомерни лагери (Eb) • Хлъзгащи се лагери (Sb) • Устройства за сеизмоизолация и за дисипация на енергия (SeisD)
Косота (Sk) • Без косота • Коси	Задължително се дава, ако е известен ъгълът на косотата.
Конфигурация на мостовата конструкция (RC) • Регулярна или полурегулярна (R) • Нерегулярна (IR)	
ТИП НА ФУНДИРАНЕТО (FT) • Плоско фундиране (SF) • Дълбоко фундиране (DF)	Тип на дълбокото фундиране • Единичен пилот (Sp) • Система от пилоти с ростверк (Mpc) • Система от пилоти без ростверк (Mp)
Ниво на сеизмичното проектиране на моста (SDL) • Без сеизмично проектиране. (проектиране само за гравитационни товари) (NSD)	

• Проектиране за земетресение на ниско ниво (LC) • Проектиране за земетресение на средно ниво (MC) • Проектиране за земетресение на средно ниво (HC)	
--	--

Таблица 3. Корекционни коефициенти F_{AI} и F_{VI} за почвени класове $I=A, B, C$ и D

Спектрално ускорение за клас А	А	В	С	Д
$S_a(T=0.3\text{sec})$ (g)	Корекционни коефициенти F_{AI}			
≤ 0.25	1.0	1.2	1.6	2.5
0.50	1.0	1.2	1.4	1.7
0.75	1.0	1.1	1.2	1.2
1.00	1.0	1.0	1.1	0.9
≥ 1.25	1.0	1.0	1.0	0.8*
$S_a(T=1\text{sec})$ (g)	Корекционни коефициенти F_{VI}			
≤ 0.10	1.0	1.7	2.4	3.5
0.20	1.0	1.6	2.0	3.2
0.30	1.0	1.5	1.8	2.8
0.40	1.0	1.4	1.6	2.4
≥ 0.50	1.0	1.3	1.5	2.0*

* Дадените стойности са ориентировъчни. Точни стойности могат да се дадат от компетентен инженер-геолог.

Забележка: за изключително здрави скали, несъответстващи на клас А, може да се приеме за всички случаи $F_{AI} = F_{VI} = 0.80$.

Таблица 4. Корекционни коефициенти K_{3D} и I_{shape}

Сигнатура	K_{3D}^*	I_{shape}
HWB1	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB2	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB3	1	1
HWB4	1	1
HWB5	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB6	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB7	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB8	$1+0.33/N$	0
HWB9	$1+0.33/(N-1)$	0
HWB10	$1+0.33/N$	1
HWB11	$1+0.33/(N-1)$	1
HWB12	$1+0.09/(N-1)$	0
HWB13	$1+0.09/(N-1)$	0
HWB14	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB15	$1+0.05/N$	1
HWB16	$1+0.33/(N-1)$	1
HWB17	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB18	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB19	$1+0.25/(N-1)$	0
HWB20	$1+0.33/N$	0
HWB21	$1+0.33/(N-1)$	0

HWB22	$1+0.33/N$	1
HWB23	$1+0.33/(N-1)$	1
HWB24	$1+0.20/(N-1)$	0
HWB25	$1+0.20/(N-1)$	0
HWB26	$1+0.10/N$	1
HWB27	$1+0.10/N$	1
HWB28	n/a**	n/a

*N>1 – броят на отворите на моста;

** n/a="липсват данни". В полза на сигурността може да се приемат за равни на 1.

Таблица 5. Стандартни „медианни стойности“ на кривите на уязвимост, съответстващи на $Sa(T=1\text{sec}), (g)$, за ниво на повреди ds_j ($j=1-4$)

Клас на моста	ds_2	ds_3	ds_4	ds_5
HWB1	0.40	0.50	0.70	0.90
HWB2	0.60	0.90	1.10	1.70
HWB3	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB4	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB5	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB6	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB7	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB8	0.35	0.45	0.55	0.80
HWB9	0.60	0.90	1.30	1.60
HWB10	0.60	0.90	1.10	1.50
HWB11	0.90	0.90	1.10	1.50
HWB12	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB13	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB14	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB15	0.75	0.75	0.75	1.10
HWB16	0.90	0.90	1.10	1.50
HWB17	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB18	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB19	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB20	0.35	0.45	0.55	0.80
HWB21	0.60	0.90	1.30	1.60
HWB22	0.60	0.90	1.10	1.50
HWB23	0.90	0.90	1.10	1.50
HWB24	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB25	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB26	0.75	0.75	0.75	1.10
HWB27	0.75	0.75	0.75	1.10
HWB28	0.80	1.00	1.20	1.70

Таблица 6. Отношение "разходи за ремонт / разходи за изграждане на нов мост"
(damage ratio - DR_J)

6.1. Пътни мостове

Ниво на повреди (ds_j)	DR_J	Възможно отклонение на DR_J
Леки (ds_2)	0.03	0.01-0.03
Средни (ds_3)	0.08	0.02-0.15
Значителни (ds_4)	0.25	0.10-0.40
Пълно разрушение (ds_5)	1.00*	0.30-1.00

* Ако броят на отворите на моста $N > 2$, то $DR_J = 2/N$

6.2. Жп мостове

Ниво на повреди (ds_j)	DR_J	Възможно отклонение на DR_J
Леки (ds_2)	0.12	0.01-0.15
Средни (ds_3)	0.19	0.15-0.40
Значителни (ds_4)	0.40	0.40-0.80
Пълно разрушение (ds_5)	1.00	0.80-1.00

Таблица 6а. Отношение "разходи за ремонт / разходи за изграждане на съответен елемент
от жп мост" (damage ratio – DR)

6.1а. Стълб

Ниво на повреди (ds_j)	DR
Леки (ds_2)	0.05
Значителни (ds_4)	0.25
Пълно разрушение (ds_5)	0.80

6.2а. Устой

Ниво на повреди (ds_j)	DR
Леки (ds_2)	0.02
Средни (ds_3)	0.075
Значителни (ds_4)	0.15

6.3а. Лагери

Ниво на повреди (ds_j)	DR
Средни (ds_3)	0.01
Значителни (ds_4)	0.2

6.4а. Връхна конструкция

Ниво на повреди (ds_j)	DR
Леки (ds_1)	0.05