



# Земетресения

## Проект EVANDE, Технически доклад



European Civil Protection



Project co-funded under the Union  
Civil Protection Mechanism  
Grant Agreement No.ECHO/SUB/2014/693261



[www.evande.eu](http://www.evande.eu)

## **Съставители**

Харалампос Фасулас (Музеят за естествена история към университета на остров Крит, Гърция)

Клеопатра Георгила (Музеят за естествена история към университета на остров Крит, Гърция)

Александрос Хадзипетрос (Солунският университет „Аристотел“, Гърция)

Агелики Аврамиду (Солунският университет „Аристотел“, Гърция)

Асимиана Куру (Организация за планиране и защита от земетресения, Гърция)

Мария Пануцопулу (Организация за планиране и защита от земетресения, Гърция)

Анастасия Йоакемиду (Организация за планиране и защита от земетресения, Гърция)

Цветан Цветански (Център за образователни инициативи, България)

Ясен Цветков (Център за образователни инициативи, България)

Михаил Славейков (преводач от английски на български)

Мозес Бенлох (Ръководител на IAE – Intervention, Help and Emergency, Испания)

Мигел Анхел Галиндо (Ръководител на доброволно формирване във Валенсия, Испания)

Висенте Сивера (Доброволно формирване за гражданска защита във Валенсия, Испания)

Раул Кесада (Доброволно формирване за гражданска защита във Валенсия, Испания)

Мария Рита Бранчини (Център за проучвания и обучение, Чита ди Кастело, Италия)

Марко Конти (Център за проучвания и обучение, Чита ди Кастело, Италия)

Вирджиния Маркони (Център за проучвания и обучение, Чита ди Кастело, Италия)

## **Графичен дизайн**

Федерико Брозети (Център за проучвания и обучение, Чита ди Кастело, Италия)

*Проектът е съфинансиран от Механизма за гражданска защита на ЕС по споразумение за отпускане на безвъзмездни средства № ECHO/SUB/2014/693261*

**Заметресения**  
**Проект EVANDE,**  
**технически доклад**

© 2016 Център за образователни инициативи

Книжно издание:  
**ISBN 978-954-91045-8-5**

Онлайн издание:  
**ISBN 978-954-91045-9-2**

## Предговор

Настоящият технически доклад за земетресенията е продукт на европейския проект за гражданска защита EVANDE (Enhancing Volunteer Awareness and education against Natural Disasters through E-learning).

Проектът EVANDE е осъществен за периода 2015-2016 год., съфинансиран от Механизма за гражданска защита на ЕС (Grant Agreement No. ECHO/SUB/2014/693261) и координиран от Музея за естествена история към Критския университет, Гърция, и включва следните партниращи организации:

- Лаборатория по разпространение на мултимедийна информация, системи и приложения, Технически университет на Крит, Гърция
- Консорциум Рибера, Валенсия, Испания
- Регионален природен парк Veigua – Геопарк с европейско и световно значение, Италия
- Организация за планиране и защита от земетресения, Гърция
- Център за проучвания и обучение, Чита ди Кастело, Италия
- Център за образователни инициативи, България

В настоящия доклад са синтезирани ключови познания и опит в гражданската защита от Гърция, Испания, Италия, България и света. Той цели да предостави основни познания и информация за гражданската защита при земетресение и се фокусира върху всичките ѝ аспекти, като превенция, реакция при бедствие и възстановяване, и разглежда различни институционални, икономически, социални и образователни въпроси.

Наръчникът е насочен към служители на местните власти и доброволците от звената за гражданска защита и предлага насоки как политиките и инициативите за гражданска защита могат да бъдат променени към по-добро. За изготвянето му допринесоха както членове на екипите на партньорските организации на проекта EVANDE, така и външни сътрудници и експерти. Синтезът на техния опит представя разнообразието от подходи във всяка страна, както и ключовото място на превенцията и повишаването на информираността за природните бедствия.

Допълнителна информация за проекта можете да намерите на:

EVANDE уебсайт: [www.evande.eu](http://www.evande.eu)

EVANDE обучителна платформа: <http://evande.coursevo.com>

EVANDE фейсбук: <https://www.facebook.com/evandeproject>



## Съдържание

1. Описание на бедствието.....	5
1.1 Какво е земетресение?.....	5
1.2 Какво предизвиква земетресенията?.....	5
1.3 Точно описание на земетресение.....	10
1.4 Поражения след земетресение.....	14
2. Оценка на риска.....	16
2.1 Общи аспекти на оценката на риска.....	16
2.2 Карти на сеизмичния риск в Гърция, Италия, България и Испания.....	18
2.2.1 Карта на сеизмичния риск – Гърция.....	18
2.2.2 Карта за сеизмичните рискове в Италия.....	19
2.2.3 Карта за сеизмичните рискове в България.....	20
2.2.4 Карта на сеизмичните рискове в Испания.....	26
3. Превенция и действия за ограничаване на щетите.....	30
3.1 Планове за действие при бедствия.....	30
3.2 Повишаване на осведомеността на населението.....	33
4. Подготовка за действие при земетресение.....	35
4.1 Насоки за защита преди, по време на бедствието и след него.....	35
4.2 Насоки за аварийно планиране.....	36
4.3 Семейно аварийно планиране.....	38
4.4 Аварийно планиране в училища, работни места и т.н.....	41
5. Реакция след земетресение.....	43
5.1 Първи реакции след земетресение.....	43
5.2 Оценка състоянието на сгради и инфраструктура.....	46
5.3 Временни убежища.....	47
5.4 Финансова помощ и други ползи.....	48
6. Възстановяване.....	49
6.1 Настаняване във временни жилища.....	49
6.2 Пространствено възстановяване на засегнатите области.....	51
6.3 Финансова подкрепа за реконструкция.....	52
6.4 Психологическа подкрепа.....	53
7. Примери от практиката, свързани със земетресения.....	55
7.1 Примери от практиката в Гърция.....	55
7.2 Примери от практиката в Италия.....	66
7.3 Примери от практиката в България.....	76
7.4 Примери от практиката в Испания.....	81

8. Речник на термините и съкращенията.....	87
9. Библиография.....	94

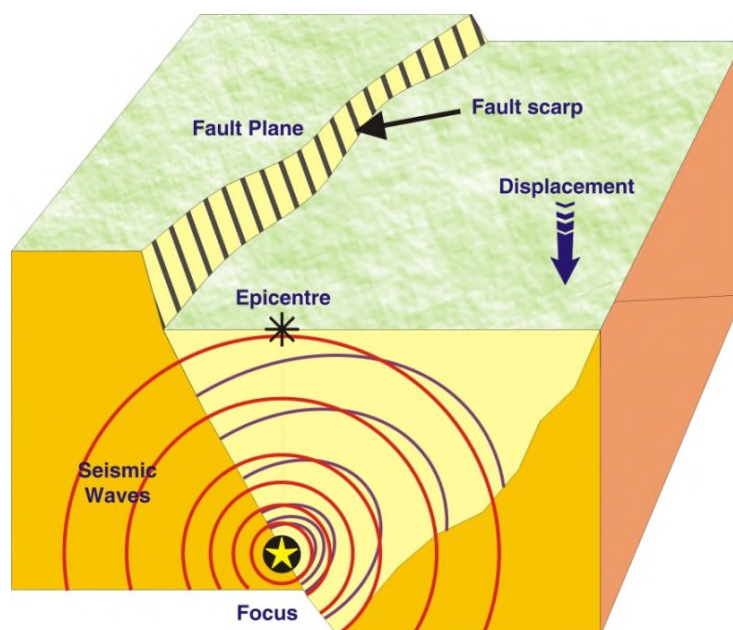
# 1. Описание на бедствието

## 1.1 Какво е земетресение?

Скалите в земната кора са подложени на въздействието на интензивни напрежения, предизвикани от различни фактори, като най-често срещаният от тях е разместването на скалните плочи в литосферата. Тези напрежения водят до натрупване на огромна енергия в земните пластовете. При внезапно разрушаване на скалите поради деформациите, възникнали в тях, акумулираната енергия се освобождава във вид на вибрации. Следователно, земетресението представлява разтрисане или вибриране на земята, причинено от освобождаването на акумулираната енергия (Фиг. 1.1).

При земетресение енергията, концентрирана в скалния разлом, се проявява във вид на люлеене или вибрации на земята, наречени сеизмични вълни. Последните се разпространяват във вътрешността на земята. В зависимост от количеството на освободената енергия, сеизмичните вълни може да бъдат толкова силни, че да се почувстват като разтрисане на земната повърхност или дори да разклатят изградени от човека сгради и съоръжения. Колкото повече енергия се освободи, толкова по-силно е земетресението.

Следователно, земетресенията може да се разглеждат като индикатор за движенията на тектонските плочи и за издигането на земната кора.



Фиг. 1.1 Хипоцентър и епицентър на земетресенията (NHMC)

## 1.2 Какво предизвиква земетресенията?

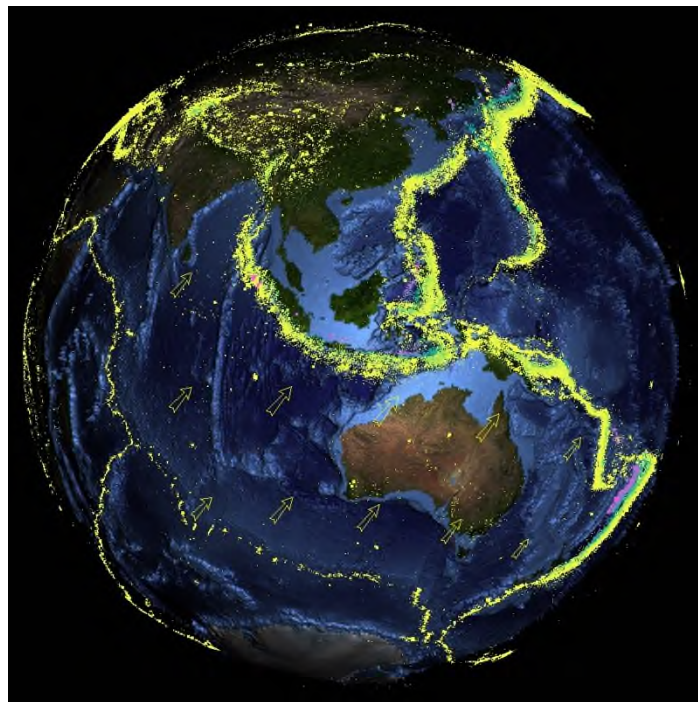
Земетресението е природно явление, което възниква във вътрешността на земята. Природните процеси, предизвикващи разрушаване на скалите и следователно земетресение,

са свързани с динамичните явления, протичащи в мантията (слоят между земното ядро и земната кора) и в земната кора, а също и с ерозията на скалите.

Различаваме четири вида земетресения. Когато земетресението е породено от разместване на масивни земни маси на голяма дълбочина по протежение на разломната повърхност, то се нарича **тектонско земетресение**. Когато земетресението се дължи на изхвърляне на магма от вътрешността на земята при изригване на вулкан, говорим за **вулканско земетресение**. Ако скалите се разрушават при срутване на подземни кухини, а също и при разместване на големи скални маси в случай на свлачищни процеси, земетресението се нарича **денудационно (обвално)**.

Освен естествените земетресения, хората също могат да предизвикат разтрисане на земната повърхност, като променят естественото напрежение в определени зони на земната кора и по този начин активират стари разломи. Това са земетресения, предизвикани от човешка дейност и включват трусове, породени от минни експлозии, препълване на язовири, подземни ядрени опити и инжектиране на течности за извличане на шистов газ. Наричаме ги **индуцирани (провокирани) земетресения**.

Почти всички земетресения (около 90% в световен мащаб) са с тектонски произход. Затова, когато говорим за земетресение, обикновено имаме предвид земетресение от тектонски тип.



**Фиг. 1.2** Епицентри на земетресения в района на Тихия океан  
(източник: [jaeger.earthsci.unimelb.edu.au](http://jaeger.earthsci.unimelb.edu.au))

Тектонските земетресения обикновено се предизвикват от движението на тектонските плочи, което води до възникване на напрежения не само по границите на плочите, но също и във вътрешността им. Поради тази причина земетресенията са концентрирани в границите на плочите (Фиг. 1.2). Когато напреженията възникнат във вътрешността на скалите, литосферният материал може да реагира еластично за известен период от време, но много скоро той се разрушава. При разрушаване на скалите винаги се образува

разлом, части от скалите се разместват една спрямо друга и натрупаната енергия се освобождава във вид на земетресение.

В разломите постепенно се натрупват напрежения. Това обикновено води до разместване на части от скали, при което се преодоляват силите на триене. Докато триенето преобладава, е налице сеизмично спокойствие, но когато това състояние се промени, възниква земетресение с освобождаване на сеизмична енергия. Колкото по-дълъг е периодът на сеизмично спокойствие, толкова по-силно е последвалото го земетресение.

Зоната на разлома, в която започва разрушаването на скалите и възникват сеизмичните вълни, се нарича огнище на земетресението и се изобразява с реперна (изходна) точка. Нейната проекция върху земната повърхност се нарича епицентър.

В зависимост от местонахождението на хипоцентъра земетресенията могат да се разделят на:

1. Плитки: При тях дълбочината на огнището е под 60 км.
2. Средни: С дълбочина на огнището между 60 и 300 км.
3. Дълбоки: Когато дълбочината на огнището е над 300 км.

### **Разломи и земетресения**

Структурата на планетата Земя се състои от три основни части: кора, мантия (горна и долна) и ядро (външно и вътрешно, съответно течно и твърдо). Животът на планетата Земя е възможен само на най-горната ѝ част, кората. Ако желаете да разберете колко тънка е кората, представете си една праскова: обелката представлява кората, месестата част е мантията, а костилката е ядрото. Обаче в действителност кората е по-тънка даже и от обелката на прасковата: дебелината ѝ е само около 40 км от общия радиус на Земята (6370 км).

Кората и горната част на мантията съставляват тънката покривка на Земята наречена литосфера. Литосферата не е монолитна, а се състои от голям брой елементи, тектонските литосферни плочи. Тези плочи непрекъснато се движат бавно, плъзгат се и се блъскат една с друга. Съществуват седем големи и осем по-малки литосферни плочи. Те се намират в постоянно движение, приближават се, раздалечават се или се блъскат една с друга. В резултат на тези движения се появяват и изчезват планинските вериги, образуват се вулкани и т. н. Един такъв район е Гърция, където Африканската плоча се придвижва под Евроазиатската.

Когато две литосферни плочи се сблъскат, възникват огромни сили, които могат да разрушат земната кора и да образуват разкъсване на тектонската структура, наречено разлом. Обикновено разломите представляват пукнатини, по продължение на които става разместване на части от разрушените скали. Разломът представлява само отделна пукнатина в скалите или много по-широка зона (достигаща няколко метра), която може да обхваща цялата земна кора. Размерите на разломната повърхност, т.е. нейната дължина и дълбочина определят максималния магнитуд на земетресение, което може да възникне при активиране на разлома.

В зависимост от начина на разместване на скалните блокове, разломите се разделят на три групи (Фиг. 1.3).

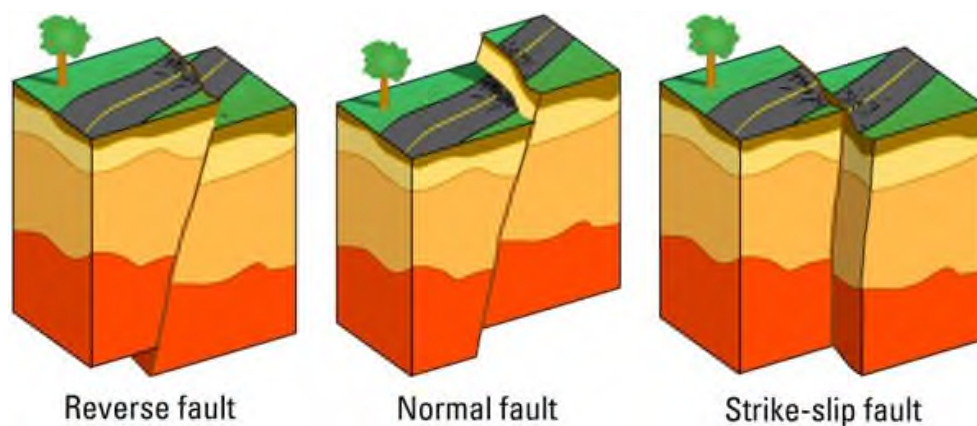
1. **Отседи (strike strip faults):** разломната повърхност е почти вертикална, а двата блока се плъзгат успоредно един спрямо друг в противоположна посока. Относителното



разместване на двата блока се извършва в хоризонтално направление, а вертикалното разместване е незначително.

2. **Разседни (normal faults):** блокът над разломната повърхност пропада спрямо блока под разломната повърхност под действието на земното привличане. Разседите се появяват в области, където земната кора е по-широка.

3. **Възседни (reverse faults):** блокът над разломната повърхност се издига спрямо блока под разломната повърхност, преодолявайки силите на гравитация. Възседите са индикатор за изтъняването на земната кора. Когато повърхнината на разлома е полегата (под  $45^\circ$ ), разломът се нарича навлак.



Фиг. 1.3 Видове разломи (USGS)

Движението на литосферните плочи предизвиква различни видове тектонски деформации, най-важни от които са **разломите** и **гънките**. Освен това, земната кора може да се движи във всички посоки. Когато тя потъва, океаните заливат сушата (трансгресия), а когато се издига над водата се появява земна маса (регресия).

Най-общо казано, планинските вериги по Земята са възникнали поради издигането на континентите. Това явление се нарича **тектонско издигане**, тъй като е предизвикано от действието на тектонските сили. Тези сили възникват в резултат на огромния натиск върху скалите при сблъскване на тектонските плочи. Това издигане не е рязко и може да продължи няколко милиона години. Така например, последният стадий от тектонската деформация в Гърция е започнал преди десетки милиони години и все още е активен. Хеленидите, най-младата планинска верига в Гърция, са част от Алпийската тектонска верига, която започва в Атласките планини (Мароко) и през Алпите, Балканите, Турция и Загрос (Иран) достига до Хималаите. Тази огромна планинска верига е образувана при еднакви условия, тъй като планините, включени в нея, имат обща геоложка история.

Когато деформираниите скали се намират дълбоко в земната кора, където преобладават високо напрежение и висока температура, те обикновено се нагъват. В резултат на това, гънките се срещат в почти всички планински скали, тъй като в предишни геоложки периоди те са били разположени по-дълбоко в земната кора. В най-горните части на кората, обаче, където температурите са по-ниски, скалите обикновено се разрушават и образуват **разломи** и **пукнатини**. Пукнатините представляват прекъсване на земната кора, при което от монолитните скали се образуват отделни скални блокове, които не се движат помежду си. Когато напрежението, приложено върху скалите превиши определена граница,

блоковете от двете страни на пукнатината започват да се движат и пукнатината се превръща в разлом. Процесът на деформациите никога не може да спре, той е непрекъснат. Днешното състояние на земната кора представлява само един миг от огромната геоложка история.

Границите на плочите се състоят от голям брой разломи и повечето земетресения се случват именно при тези разломи. Всеки път, когато разломните блокове се раздвижат, става **земетресение**. Повечето разломи са стари и не могат повече да предизвикват земетресения. Тези разломи, които могат да предизвикат земетресение се наричат **активни разломи**. Даден разлом може да остане активен в продължение на милиони години след възникването му. Затова земетресенията се считат за един от най-важните индикатори, показващи че Земята е жива планета. Особено в области, разположени в близост до литосферните граници, каквато е Гърция, земетресенията стават ежедневно и имат катастрофални последици. За съжаление, възникването на земетресенията не може да се предвиди. Ето защо, единственият начин за смекчаване на вредните последици от земетресенията е да се строят здрави и устойчиви сгради, а населението да е добре информирано.

Не всички разломи могат да предизвикат земетресение, а само онези, в които непрекъснато се натрупва напрежение. И така, голям брой разломи се считат за неспособни да предизвикат земетресение, за разлика от други, които се считат за потенциално активни или активни.

### **Изучаване на активните разломи**

Тъй като активните разломи са причина за земетресенията, от решаваща важност е те да се идентифицират и изследват най-подробно. Това се прави с цел да се ограничат опасните последици от земетресенията, които в нашите съвременни общества стават все по-големи. Съществуват много методи за изучаване на активните разломи, които се осъществяват на няколко етапа:

- На първо място, трябва да се определи дали разломът е активен. Това не винаги е лесна задача, тъй като повечето разломи не са пряко свързани с известни земетресения. Преобладаващата част от активните разломи или никога не са предизвиквали земетресения в миналото, или пък свързването им с отминали земетресения е несигурно и съмнително. Ето защо е необходимо да се провеждат подробни геоложки проучвания, главната цел на които е да се определи възрастта на скалите, които са подложени на въздействието на деформиращите сили в даден разлом: ако те са достатъчно млади, следва че разломът е бил реактивиран в скорошен геоложки период и следователно съществува вероятност той да бъде реактивиран отново в бъдеще. По дефиниция, разлом който е бил активиран през Холоцена (т. е. преди около 12 000 години) се счита за активен.
- Ако се установи, че разломът е активен, следващата стъпка е да се определят неговите количествени характеристики. Това означава, че трябва да се установят неговите пространствени (дължина, ъгъл на наклона и т. н.) и времеви (интервал на повторемост, скорост на приплъзване и т. н.) характеристики. Това са важни параметри, които са нужни за оценка на сеизмичния риск и освен това дават ценна информация за получаване на надеждни резултати. Пространствените характеристики могат да се получат чрез геолошко картографиране и полеви измервания. Времевите характеристики, обаче, изискват прилагането на по-сложна методология. През последните няколко десетилетия за решаване на този проблем бяха

разработени две основни изследователски направления: палеосейсмология и археосейсмология.

- ✓ Палеосейсмологията изучава въздействията на минали земетресения върху околната среда. Те са много на брой и имат най-различен характер: повърхностни деформации, свлачища, падане на скали, накланяне на скални блокове, пропадане, издигане, втечняване и т.н. Палеосейсмологията също изисква точно датиране на пробите, взети от най-важните слоеве, за да се състави времева графика на разлома.
- ✓ Археосейсмологията изучава въздействията на земетресенията върху изградени от човека обекти. Тези въздействия също са много разнообразни и са разпръснати на голяма площ и затова трябва да се тълкуват много предпазливо. Датирането им, обаче, е по-лесно, тъй като археолозите предварително са определили точна времева линия на събитията въз основа на резултатите от своите изследвания.

### 1.3 Точно описание на земетресение

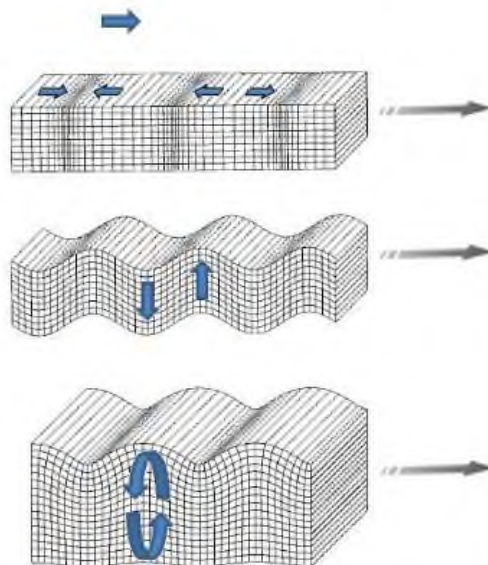
#### Сеизмични вълни

За да измерим едно земетресение, ние изучаваме главно сеизмичните вълни, като използваме различни уреди и записи. Енергията, освободена при земетресение, предизвиква деформация на скалите в зоната на огнището и води до възникване на сеизмични вълни, които пренасят енергията през вътрешността и повърхността на Земята. Уредите, които регистрират сеизмичните вълни, се наричат сеизмографи.

Сеизмичните вълни се разпространяват във всички направления около огнището; те постепенно отслабват с увеличаване на разстоянието от хипоцентъра (Фиг. 1.4). Съществуват много видове сеизмични вълни; някои от тях могат да се разпространяват през всякакви материали, други само през твърд материал.

Сеизмичните вълни се разделят на две групи: вълните, които се разпространяват през земната кора, се наричат **повърхностни вълни**, а тези които могат да се движат във вътрешността на Земята са **обемни вълни**.

Повърхностните вълни се движат само през повърхността на Земята и имат по-ниска честота от обемните вълни. Затова те лесно се различават на сеизмограмата. Въпреки, че се движат с по-малка скорост от обемните вълни, именно повърхностните вълни са причина за почти всички вреди и разрушения при земетресение. Повърхностните вълни са два вида: вълни на **Рейли (R-вълни)** и вълни на **Лав (L-вълни)**. L-вълните са най-бързите повърхностни вълни и разтрисат земята наляво и надясно. Разпространението на тези вълни се извършва само в повърхностния слой на земната кора и затова те предизвикват само хоризонтални движения. Разпространението R-вълните наподобява движението на морските вълни. Те предизвикват както вертикални, така и хоризонтални трусове, които се разпространяват в посоката на движение на вълната. Преобладаващата част от трусовете, възникващи при земетресение, се дължат на вълните на Рейли, които са много по-големи от вълните на Лав.



**Фиг 1.4** Сеизмични вълни: Горe – изображение на надлъжни вълни (P-вълни), в средата – изображение на напречни вълни (S-вълни), долу – повърхностни вълни (USGS).

**Обемните вълни** се придвижват във вътрешността на Земята и имат по-голяма скорост и честота от повърхностните вълни. Има два вида обемни вълни: надлъжни (или първични) – P-вълни и напречни (или вторични) – S-вълни.

**Надлъжните вълни (P-вълни)** могат да се разпространяват във всякаква среда (твърда, течна, газообразна) и са по-бързи от всички други сеизмични вълни, т. е. те първи достигат до сеизмичните станции (оттам и названието „първични“). P-вълните са надлъжни и компресионни, което означава, че те се разпространяват чрез периодично сгъстяване и разширяване на средата, през която се движат.

**Напречните вълни (S-вълни)** могат да се движат само в твърда среда. Наричат се напречни, защото частиците на средата, през която преминават, се движат в посока перпендикулярна на посоката на вълната. Разликата в скоростта на надлъжните и напречните вълни може да се използва за определяне на разстоянието между сеизмологичната станция и епицентъра на земетресението, а също и в системите за ранно предупреждение.

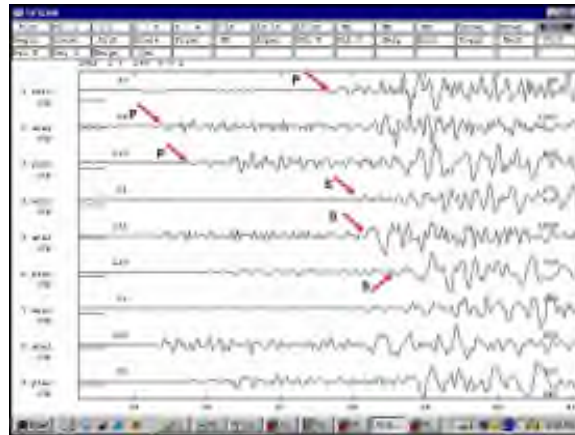
Движението на обемните вълни наподобява движението на лъчи, които се пречупват поради разликите в плътността и модула (твърдостта) в различни части от вътрешността на Земята. От своя страна, плътността и модулет зависят от температурата, състава и агрегатното състояние на средата. Въз основа на тези факти обемните вълни помагат на учените (геофизиците) да изучават вътрешността на Земята.

### Измерване на земетресенията

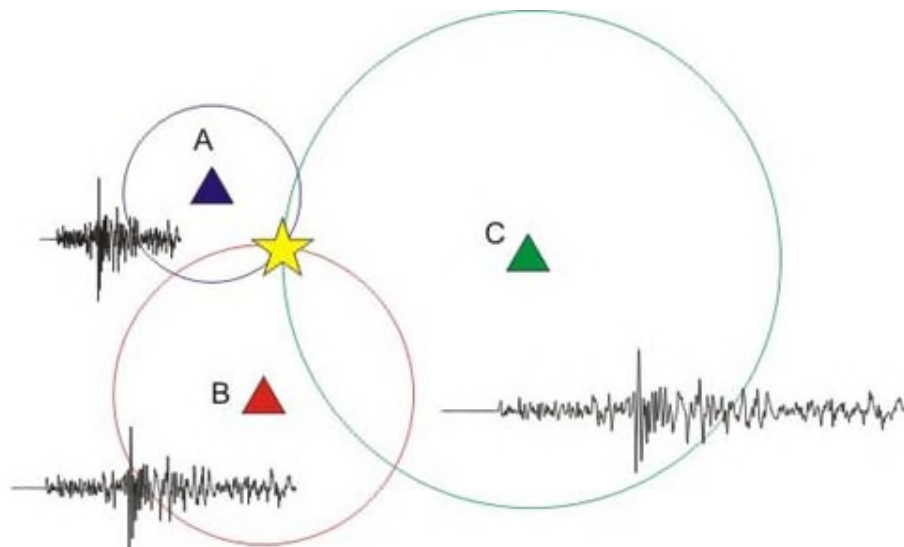
Вибрациите, възникващи при земетресение, се откриват, записват и измерват с помощта на уреди, наречени сеизмографи (Фиг. 1.5). Зигзагообразната линия, която записва сеизмографът, се нарича сеизмограма. Тя отразява промяната в интензитета на вибрациите и се получава в резултат на реакцията на инструмента спрямо движението на земната повърхност под него. Използвайки данните от сеизмограмата, учените могат да

определят времето, епицентъра и дълбочината на огнището, а също да направят оценка за количеството енергия, освободена при земетресението.

Тъй като надлъжните вълни са по-бързи от напречните, разликата във времето на достигането им до сеизмографа представлява разстоянието от хипоцентъра на земетресението до сеизмичната станция. Записите на земетресението от два различни сеизмографа дават възможност да се определи мястото на епицентъра върху картата (Фиг. 1.6).



**Фиг. 1.5** Записи на надлъжни и напречни вълни на сеизмограма от земетресение в Гърция (Национална сеизмологична станция – Атина)



**Фиг. 1.6** Определяне местоположението на епицентъра на земетресение (звезда) чрез показанията на три сеизмографа (A, B и C). (British Geological Survey) (<http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/hazards/earthquakes/locatingQuakes.html>)

Енергията, която се освобождава при земетресение, се изразява чрез **магнитуда** на трусовете. Магнитудът се определя посредством изчисление, въз основа на измерената амплитуда.



литуда на колебание на земната кора и отдалечеността на сеизмометъра от епицентъра на земетресението (Фиг. 1.7). Най-често за тази цел се използва скалата на Рихтер. Тази скала е логаритмична, т. е. седма степен, например, означава колебание на земната кора, което е 10 пъти по-голямо от колебание, съответстващо на шеста степен. Земетресение с магнитуд 2 е най-слабото разтрисане на земята, което може да бъде усетено от човека. Земетресение от шеста степен по скалата на Рихтер обикновено се счита за силно; големите земетресения имат магнитуд 8 и повече по скалата на Рихтер. Горната дефиниция съответства на понятието Local Magnitude (ML).

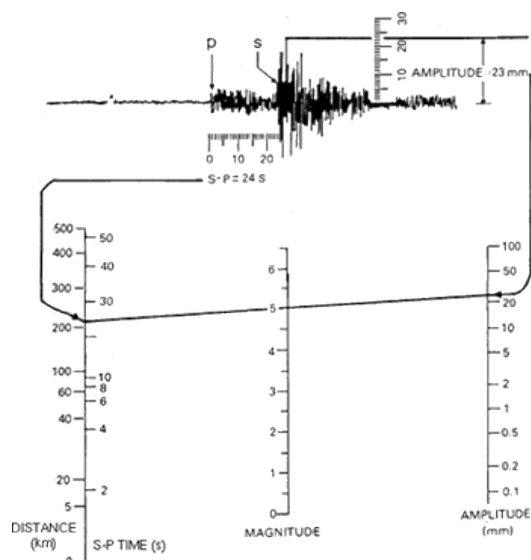
Обаче, за да оценят действителното състояние в зоната на хипоцентъра, вместо да използват разтрисането на земната повърхност на голямо разстояние от събитието, учените са разработили друга скала – Moment magnitude (Mm). Тази скала зависи от произведението на приплъзването на разлома при възникването му, както и на други характеристики на разломната повърхност. Тя дава възможност на учените да сравняват земетресенията в глобален мащаб. Съществуването на други скали за определяне на магнитуда понякога предизвиква недоразумения и объркване относно магнитуда на конкретно земетресение.

Магнитудът на дадено земетресение не винаги е пряко свързан с размера на предизвиканите разрушения. Земетресение, което е много отдалечено от населени райони и изградена от човека инфраструктура или има много дълбоко разположен хипоцентър, може да не причини никакви разрушения, независимо от силата си. Разрушителната сила на земетресенията зависи от много други фактори и обикновено се изразява с **интензитета** на земетресението. Освен магнитуда и местните геологични условия тези фактори включват също дълбочината на хипоцентъра, разстоянието от епицентъра и конструкцията на сградите и на други обекти. Размерът на пораженията зависи също и от гъстотата на населението в засегнатия от трусове район. Следователно, интензитетът се отнася до последствията от земетресенията и обикновено се измерва по скалата на Меркали или модифицираната скала на Меркали. Тази скала представлява един предимно качествен метод за изучаване на въздействието на земетресенията върху хората и изградените от тях обекти. Скалата има диапазон от I (много слабо събитие, което не се усеща от хората) до XII (пълно разрушаване на всички конструкции). Интензитетът се използва и за изучаване на земетресения от миналото, доколкото за тях съществуват запазени писмени данни.

### **Предсказване на земетресенията**

Земетресенията представляват естествено явление, което все още не може да бъде предсказано. Това означава, че учените не са в състояние да предвидят точното място, магнитуда и времето, когато подобно събитие предстои да се случи. Независимо от това, опитите да се разработят методи за предвиждане на земетресенията продължават.

Тези опити са конкретни и краткосрочни или дългосрочни. Конкретните, **краткосрочни прогнози** имат за цел да информират държавата и населението за предстоящо земетресение и дават сведения за времето и очаквания магнитуд на събитието в определен район. Само в пет-шест случая в бившия Съветски съюз и Китай тези прогнози са били успешни. Те са базирани на комбинация от методи, включващи главно наблюдения на микроразместванията на земната повърхност, еластичността на скалите, промените на химичните и физичните свойства на скалите и подземните води, емисията на подземни газове (например радон), а също и на слаби трусове и изучаване поведението на животни.



**Фиг. 1.7** Емпирична оценка на магнитуда чрез използване на разстоянието до хипоцентъра и амплитудата, отчетена от сеизмограф (British Geological Survey)

Методологията на дългосрочните прогнози е базирана на теоретични и статистически данни. Те дават оценка за вероятността за възникване на земетресение с определен магнитуд, в даден период от време, в определен район.

В наше време важна роля играят индикаторите за ранно предупреждение. Това са признаци за предстоящо земетресение няколко часа или дори секунди преди то да се случи. Учените са разработили системи за ранно предупреждение за земетресения и цунами, като за целта са използвали съвременна техника и инфраструктура. Известно е, че надлъжните вълни се движат много по-бързо от напречните и повърхностните вълни, които пренасят огромно количество сеизмична енергия. Автоматичните системи могат да регистрират сигнали за силни надлъжни вълни в сеизмографските станции и да предупредят властите в реално време, няколко секунди или дори минути преди основния трясък. Това дава възможност някои важни системи или процедури да се задействат автоматично (или да се блокират, както е случаят при системите за доставка на газ), за да се ограничат вредните последици и да се осигури по-ефективна поддръжка за справяне с бедствието.

#### 1.4 Поражения след земетресение

Пораженията, предизвикани от земетресения, могат да бъдат обобщени в две основни групи: Преки поражения, предизвикани от самото явление и вторични поражения, които следват или съпътстват преките поражения. В резултат на силно земетресение могат да бъдат разрушени сгради, пътища и подземни комуникации.

След земетресение може да възникнат вторични поражения, най-важните от които са следните:

- **Пожари:** Те може да бъдат причинени от преобръщане на печки, прекъсване на газопроводи или къси съединения в електрозахранващите мрежи. Водоснабдява-

щите съоръжения също може да претърпят сериозни повреди. Типични примери в това отношение са земетресенията в Сан Франциско през 1906 година и в Токио през 1923 година, когато 90 % от всички поражения са били предизвикани от пожари.

- **Разместване на земни маси** като свлачища или срутване на скали на места, където наклонът на терена е много голям или скалите са нестабилни. В много случаи свлачищата може да затрупат цели градове, да прекъснат комуникационните и транспортните мрежи и по този начин да увеличат пораженията от земетресението.
- **Масовото излужване (втечняване)** е друго типично явление, което засяга меките почви и утаечните скали. Силните трусове при земетресение значително намаляват здравината и твърдостта на утаечните скали и така практически ги втечняват. Следователно те вече не могат да поддържат основите на сгради, мостове и т. н., което води до срутването им. Типични примери на втечняване са били наблюдавани при земетресенията в Аляска през 1954 година и в Кобе (Япония) през 1995 година.
- **Цунами** е друго значително явление, възникващо след земетресение, което води до появата на големи морски вълни. Случаите в Суматра през 2004 година и в Япония през 2011 година показват, че цунами могат да бъдат по-опасни от самите земетресения. Цунами представлява поредица от морски вълни с много голяма дължина (обикновено стотици километри), причинена от мащабни размествания на морското дъно, като: земетресения, свлачища, изригване на вулкани и т. н. В случите на земетресения в плитки води или в близост до морския бряг, дъното на морето рязко се разлюлява поради приплъзването на разломните скали, което води и до разместването на огромни маси морска вода и до появата на цунами. Достигайки до морския бряг, цунами развива такава разрушителна сила, че може да доведе до огромни разрушения и голям брой човешки жертви. От една страна, цунами предизвиква големи поражения поради огромната си разрушителна сила, която зависи в по-голяма степен от дължината и скоростта на вълните, отколкото от тяхната височина. От друга страна, водните маси са много разрушителни, тъй като повличат всичко след себе си. Цунами развива скорост между 50 и 800 км/ч. Дори и при минимална скорост, един кубически метър вода има силата, която възниква при челно сблъскване на автомобили, движещи със скорост 50 км/ч.

## 2. Оценка на риска

### 2.1 Общи аспекти на оценката на риска

Оценката на риска представлява процес за определяне на потенциални заплахи и анализ на пораженията, които те могат да предизвикат. Съществуват голям брой заплахи за природни бедствия, които трябва внимателно да се проучват. Всяко бедствие може да се развие по голям брой възможни сценарии, които зависят от времето, силата и мястото на бедствието.

Дейностите за намаляване на пораженията от природни бедствия обикновено са съобразени само с опасностите и последствията от отделно взето бедствие. Обаче този изолиран подход не отчита факта за пространственото и времево взаимодействие между отделните рискови фактори. Така например, едно голямо бедствие, може да повлече след себе си и други; такъв е случаят с морските земетресения, които могат да предизвикат цунами. Освен това, възможно е едновременно да се активират няколко вида рискови фактори, например сурови метеорологични условия и земетресение.

Много ценности са изложени на риск при бедствия. На първо място, при оценка на риска трябва да се оценяват възможните увреждания на хора. Сценариите на бедствия, при които е възможно масовото нараняване на хора, трябва да бъдат обект на особено внимание, за да могат да се разработят подходящи планове за действие при бедствия. Освен това, на риск са изложени най-различни физически активи, като например сгради, информационни системи, системи за снабдяване с ток, вода и газ, машини, суровини и готови продукти. Трябва също да се отчита потенциалното негативно въздействие върху околната среда.

На ниво Европейски съюз не съществуват предварително определени правила относно оценката на риска. Дейностите, свързани с оценка на риска, включват решаването на следните проблеми:

- Определяне на потенциалните опасности и на обектите, изложени на риск.
- Оценяване на рисковете и степенуването им според тяхната значимост.
- Уточняване на превантивните действия, които трябва да се предприемат.
- Предприемане на действия.
- Непрекъснато текущо наблюдение и изучаване на отминали бедствия.

Съществуват, обаче, два принципа, които винаги трябва да се вземат предвид при практическо оценяване на риска:

- При оценяване на риска трябва да се отчитат комплексно опасностите от всички възможни бедствия.
- След дефиниране на риска, трябва първо да установим, дали той може да бъде елиминиран.

Комплексната оценка на риска предполага разработката на следните инструменти и ресурси:

- Моделите за определяне на сеизмичната опасност са изградени въз основа на сложна комбинация от геофизични и геологични данни. Каталозите, съдържащи данни за отминали събития заедно с базите данни за активни разломи и моделите за геологични деформации, съставляват основата за разработване на глобалните

модели за сеизмична опасност. На регионално ниво, данните и моделите за земетръсна опасност се разработват заедно с местните експерти и така се получава надеждна основа за оценка на сеизмичния риск.

- Потенциалните загуби от земетресение по отношение на сгради и хора може вече да се оценяват съвместно в глобален мащаб.
- Комбинираните индекси за социална уязвимост, стабилност и непреки икономически загуби могат да се съчетаят с физическия риск (загуби и разрушения), за да се направи интегрирана оценка на риска.

Негативните последици от земетресенията за безопасността на населението и националната икономика могат да бъдат ограничени чрез подобряване качеството на строителството, чрез изграждане на сгради, способни да издържат при силни земетресения.

Подобряването на сеизмичната устойчивост изисква да се извършват научни изследвания в три основни области: 1) количествено определяне параметрите на земетресенията и тяхното представяне във форма, подходяща за използване от проектиращите инженери (напр. строителните и геотехническите инженери), 2) подобряване методите за проектиране и 3) изучаване на видовете поражения, възникващи в резултат от земетресенията.

Целта на оценката на риска при земетресение е да представи в числена форма пораженията и загубите при евентуални земетресения в бъдеще (последствия) и вероятността те да се случат в определен период от време (вероятност).

Сеизмичният риск представлява мярка, която за даден период от време комбинира вероятността и последствията от определен брой сценарии за протичане на земетресенията. Рискът може да се определи като вероятност за вредни последствия или очаквани загуби на живот и имущество и поражения (например брой ранени лица, прекъсване на икономическата дейност, екологични вреди), причинени от земетресение. Тези загуби и поражения са резултат от взаимодействието на следните три фактора: сеизмична опасност (H), уязвимост (V) и застрашени активи/лица (E).

Всеки от тези три фактора може да се разложи на няколко конкретни параметъра, от които той зависи. Сеизмичната опасност обикновено е свързана със сеизмичността в миналото, а също с геологични и физични параметри (например максимално ускорение на земната повърхност, интензитет на земетресението, придвижване и отслабване на сеизмичните вълни, ускорение движението на земната повърхност в даден район при определени геологични условия). Уязвимостта зависи от качеството на строителството, условията на почвата и особеностите на населението. Инфраструктурата и жизнено важните съоръжения и комуникационни системи представляват активите, застрашени от разрушаване при земетресение. Те също трябва да се взимат предвид при оценка на риска.

Според общоприетото мнение, правилният подход при оценка и управление на риска трябва да отчита всички по-горе споменати компоненти. По-конкретно, основните стъпки при оценка на риска са:

#### *Анализ на опасностите:*

- Определяне на източниците на земетресение.
- Моделиране на възникването на земетресения от тези източници.
- Оценка на затихването на земните трусове между източника и изучавания район.
- Оценка на засилване движението на земната повърхност в определени райони, а също на втечняването, свлачищата и образуването на повърхностни разломи.



*Оценка на техническото състояние на сградния фонд и инфраструктурата:*

- Определяне на инфраструктурата (сгради и жизнено важни съоръжения), застрашена от разрушаване.
- Класификация на сгради и съоръжения според тяхната уязвимост.
- Класификация според степента на използване на сградите и съоръженията.

*Моделиране на пораженията:*

- Моделиране на поведението на сгради и съоръжения при земетресение и последвалите го поражения.
- Разработка на функции на пораженията (връзката между нивото на разрушенията и съответната сила на трусовете).
- Оценка на разрушенията на сградния фонд, причинени от земните трусове.
- Оценка на пораженията, предизвикани от пожари и други вторични събития.

*Оценка на загубите:*

- Оценка на преките загуби, свързани с необходимост от разходи за ремонти.
- Оценка на непреките загуби, свързани с окончателна загуба на функциите на сградния фонд.
- Оценка на човешките жертви, причинени от разрушенията.

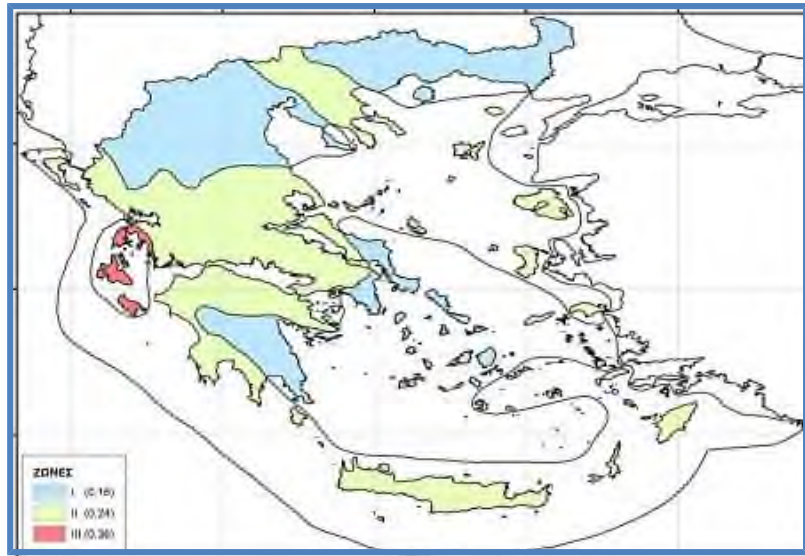
## **2.2 Карти на сеизмичния риск в Гърция, Италия, България и Испания**

### **2.2.1 Карта на сеизмичния риск – Гърция**

За да се намалят загубите при земетресение е нужно да се извърши оценка на риска за територията на цялата страна. Долната картата за сеизмичните рискове отговаря на тази потребност, като интегрира знанията, натрупани от учените, относно източниците на земетресения, деформациите на земната кора, активните разломи и трусовете на земната повърхност. Тази информация е представена така, че да може да се използва за намаляване на рисковете от земетресения и за повишаване безопасността на населението. Картата за сеизмичните рискове в Гърция се ползва като основа за определяне на нормативните стандарти в строителството и за съставяне на модели за риска.

Картата за сеизмичните рискове в Гърция периодично се усъвършенства и актуализира чрез добавяне на нова информация. През 2003 година Картата за сеизмичните рискове беше заменена от Новата карта за сеизмичните рискове (Фиг. 2.2.1.1). Гърция е разделена на три зони на сеизмична опасност – I ( $a = 0.16$ ), II ( $a = 0.24$ ), III ( $a = 0.36$ ). Съгласно сеизмологичните данни съществува 10% вероятност след 50 години стойностите на ускопяване на земната повърхност да превишат горепосочените данни.

Постоянната научна комисия на ЕРРО изучава и актуализира Кодекса за правилата в проектирането и Картата за сеизмичните рискове в Гърция.



Фиг. 2.2.1.1 Карта за сеизмичните рискове в Гърция (EPPO 2003)

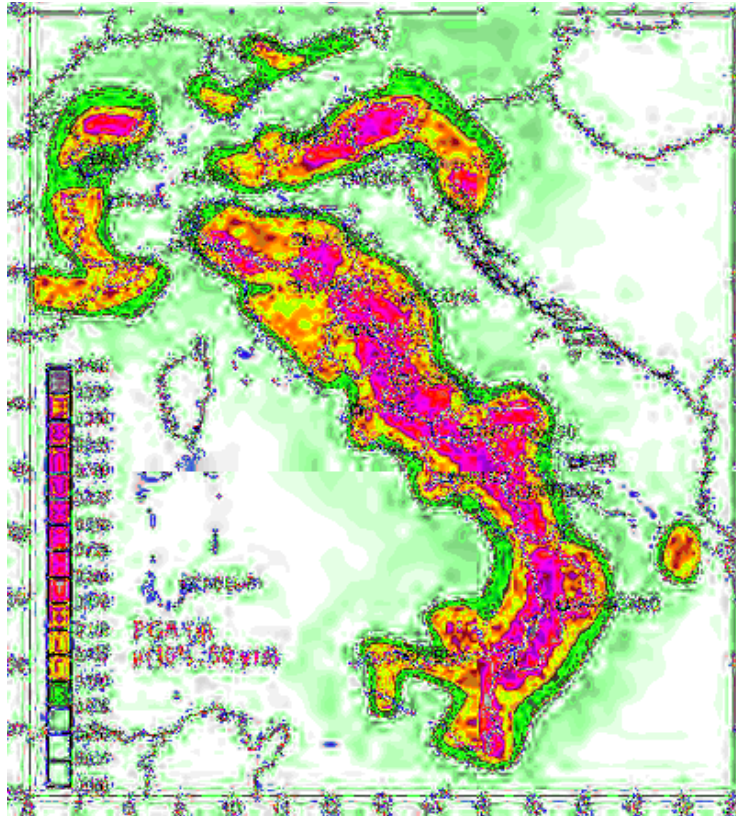
## 2.2.2 Карта за сеизмичните рискове в Италия

Картата за сеизмичните рискове в Италия вероятно показва максималните стойности на ускоряване на земната повърхност за различни части на страната. Италия е една от страните в района на Средиземно море, които имат най-висок риск от земетресения. Това се дължи на особеното ѝ географско положение – мястото, където се допират Африканската и Евразийската плоча. Най-високата сеизмичност е съсредоточена в централните и южни части на полуострова, по продължение на Апенините (Вал ди Магра, Мугело, Вал Тиберина, Вал Нерина, Аквилано, Фучино, Вале дел Лири, Беневентано, Ирпиния) в Калабрия и Сицилия и някои северни области като Фриули, част от Венето и западна Лигурия. На практика, само Сардиния не е засегната от сеизмични явления.

В областите, маркирани в розово и лилаво, трябва да се предприемат повече превантивни мерки, за да може да се направи оценка на сеизмичните рискове на територията на цялата страна и да се намалят загубите при евентуално земетресение.

Сеизмичността е ясно локализирана по продължение на главния гребен на Апенините, докато по западния и източния бряг тя е незначителна. Същевременно по западния бряг протича процес на разширяване, а източният бряг се издига и се формират планински вериги.

Видоизменените нагънати скали, формиращи веригата на Апенините, създават впечатлението, че там сеизмичната активност се дължи на компресионни сили. Обаче сеизмичната карта на Италия показва нещо друго: компресионните напрежения в крайбрежните области се обясняват с непрекъснато издигане, докато Апенините представляват област на експанзионни движения.



**Фиг. 2.2.2.1** Карта на сеизмичните рискове в Италия  
(източник Урбински университет, Италия – сеизмична опасност)

Тази клинообразна област е разположена във водоразделната зона на Апенините между широката и силно пропускливата земна кора в басейна на Тиринейско море и непроницаемия навлачен фронт. Флуидите с високо налягане не могат да преминават през навлачния фронт, докато силно пропускливият Тиринейски басейн позволява преминаването на магматични флуиди. Налягането на флуидите в средната област може да предизвика земетресения с магнитуд  $5 < M < 7$ , а увеличаването на напрежението, предизвикано от флуидите в младите разседа, разположени в реактивирани възседи, може да доведе до епизодични земетресения.

В момента се реализира проект на UNESCO, чиято цел е да се извърши микрозониране на Италия според вида на почвите. Свойствата на почвите играят важна роля, когато се взема решение какви превантивни мерки трябва да се предприемат, преди да удари земетресението. В градовете, разположени върху почви, усилващи земните движения, ще се осъществят широки програми за реновиране. Целта на тези програми е да се намали риска от разрушения при евентуално земетресение.

### 2.2.3 Карта за сеизмичните рискове в България

Територията на България се числи към най-опасните земетръсни зони на Земята. Най-силните и чести земетресения в света стават в района на Тихоокеанския сеизмичен пояс – около 75-80%. България се намира в една от най-активните сеизмични области на Европа, която е част от следващата по значение глобална сеизмична зона – Алпийско-Хималайската. В нея се случват останалите 15-25% от трусовете в света. На Балканите,

обаче, те са 2–3 пъти по-слаби и по-редки от земетресенията в най-активните райони на Тихоокеанската зона. Затова районът, включително и нашата страна, е на второ място в скалата за степента на опасност сред застрашените зони на планетата.

97% от територията на страната е застрашена от сеизмични явления и е на второ място в скалата на потенциалния риск от земетресение. Ето защо, считаме, че е много важно да се изготви карта на рисковите сеизмични зони и на епицентровете на земетресения с магнитуд  $M > 5$  по скалата на Рихтер. В България зоните с най-висок риск от земетресение са разположени около Благоевград, София, Шабла, река Марица, Велико Търново и Горна Оряховица. (Фиг. 2.2.3.1)



**Фиг. 2.2.3.1** Карта на сеизмичните рискове, показваща максималните стойности на ускорение на земната повърхност (измерени в  $g$ ) с период на повторяемост 475 години (Български институт по стандартизация)

Само една област в България заема по-високо място в гореспоменатата скала на риска – това е районът около Кресненското дефиле, разположено край река Струма. (Фиг. 2.2.3.2). На 4 април 1904 година там е станало най-силното плиткофокусно земетресение на Балканския полуостров и едно от най-силните в Европа през последните 120 години. Магнитудът на това земетресение е бил 7.8 по скалата на Рихтер.





Фиг. 2.2.3.2 Кресненското дефиле, най-опасната сеизмична зона в България (<http://www.rezhodka.com/>)

Сеизмичните зони/области в България могат се опишат както следва:

1 – **Кресненско-Крупнишко земетръсно огнище** – последно голямо земетресение през 1904 година (Фиг. 2.2.3.3).



Фиг. 2.2.3.3 Земетресението в Кресна, 04.04.1904 година (<http://novinar.bg/>)

**Прогнозен магнитуд** – 7-8 по скалата на Рихтер (X-XI по скалата на Медведев-Шпонхоер-Карник).



**Цикъл на повторяемост** – неизвестен.

Това е „най-заредената“ сеизмична зона в България и една от най-опасните в Европа. Най-застрашени са населените области около Благоевград. Общият брой на населението в общините Кресна, Благоевград, Сандански и Петрич възлиза на около 400 000 души.

**2 – Шабленско земетръсно огнище** – последно голямо земетресение през 1901 година.

**Прогнозен магнитуд** – 7-7.5 по скалата на Рихтер (IX-X по скалата на Медведев-Шпонхоер-Карник).

**Цикъл на повторяемост** – неизвестен.

Най-застрашени са селищата в двата най-гъсто населени района в Североизточна България – Шабла, Добрич, Силистра, Балчик, Каварна и Варна с общ брой на населението около 700 000 жители.

**3 – Горно-Оряховско земетръсно огнище** – последно голямо земетресение през 1913 година. (фиг. 2.2.3.4)



*Фиг. 2.2.3.4 Разрушения в Горна Оряховица след земетресението през 1913 година  
(Архив на Областния исторически музей): <http://www.capital.bg/>*

**Прогнозен магнитуд** – 7 по скалата на Рихтер.

**Цикъл на повторяемост** – неизвестен.

Най-застрашени са Горна Оряховица, Велико Търново и селищата около тях с общ брой на населението близо 200 000 жители.

**4 – Пловдивско-Чирпанско земетръсно огнище (река Марица)** – последно голямо земетресение през 1928 година (Фиг. 2.2.3.5)



**Фиг. 2.2.3.5** Разрушеният офицерски клуб в Пловдив след земетресението през 1928 година (<http://dariknews.bg/>)

**Прогнозен магнитуд** – 7 по скалата на Рихтер.

**Цикъл на повтораемост** – неизвестен.

Най-застрашени са градовете Чирпан, Пловдив и Стара Загора с общо население от около 700 000 жители.

Освен споменатите вече райони има и други опасни земетръсни огнища с максимален магнитуд 6.5 до 7 по скалата на Рихтер. Такива са земетръсните огнища в районите около София, Провадия и Ямбол. Повече от 1.5 млн. жители на тези райони са изложени на потенциален риск.

Сградите и критичната инфраструктура се проектират така, че да могат да издържат земетресения с магнитуд до 9 по скалата на Рихтер. Обаче нерегламентираните реконструкции на сгради и апартаменти, които се извършват от техните собственици, могат да доведат до отслабване на земетръсоустойчивостта на сградите. За съжаление това е широко разпространена практика в нашата страна.



**Фиг. 2.2.3.6** Разрушения след земетресение (<http://elearn.uni-sofia.bg/>)

Жилищният фонд в селските райони представлява друг, не по-маловажен проблем. В миналото в тези райони много рядко са ползвали професионални архитектурни проекти. Няма абсолютно никакви гаранции относно земетръсоустойчивостта на сградите, строени без проекти. Много застрахователни компании отказват да изплащат компенсации, ако

няма архитектурни планове или професионална оценка за стабилността на сградите. За съжаление, такава е положението в почти всички села в страната.



**Фиг. 2.2.3.7** Разрушения след земетресение ([www.lostbulgaria.com](http://www.lostbulgaria.com))

Разбира се трябва да се обърне сериозно внимание и на някои други потенциално застрашени места, където допълнителните последствия биха могли да доведат до много по-сериозни негативни последици, дори в сравнение със самото земетресение. Един силен трус би могъл да доведе до разрушаване на язовирни стени и други съоръжения и количествата съхранявана вода да предизвикат мащабни наводнения, щети и жертви. Опасни места в България са поречията на големите, каскадите в Рило-родопския масив и др. За страната ни като цяло липсва риск от възникване на цунами, но това е подобен проблем, пред който сме изправени (фиг. 2.2.3.8 и фиг. 2.2.3.9).



**Фиг. 2.2.3.8** Карта на големите язовири в страната ([nivabg.com](http://nivabg.com))



**Фиг. 2.2.3.9** Пример за разрушена язовирна стена ([www.novini.bg](http://www.novini.bg))

През изминалите години човечеството стана свидетел на друг тип негативно следствие от земен трес – аварията в АЕЦ Фукушима – Япония (фиг. 2.2.3.10). Няма как да не обърнем внимание на опасността, която би могла да представлява българската атомна централа в Козлодуй при силно земетресение, както разбира се и други стратегически обекти от военната промишленост и т. н.



**Фиг. 2.2.3.10** Аварираният АЕЦ Фукушима в Япония (вляво) и българската централа (вдясно) (*atominfo.bg*)

## 2.2.4 Карта на сеизмичните рискове в Испания

Испания е разположена в район с умерена сеизмична активност. В миналото това природно явление е взимало човешки жертви и е причинявало значителни материални щети. Сравнени с други природни бедствия, обаче, земетресенията причиняват най-малко вреди по отношение броя на човешките жертви (0.9% от 1995 година насам, включително земетресението в Лорка през 2011 година).

Брой на човешките жертви	Природни бедствия
<b>1,056 (100%)</b>	
304 (28.8%)	Наводнения
222 (21.0%)	Жертви на сушата, причинени от морски бури
183 (17.3%)	Бури, гръмотевици и силни ветрове
124 (11.7%)	Горски пожари
107 (10.1%)	Силни горещини
48 (4.5%)	Снежни лавини
36 (3.4%)	Свлачища
23 (2.2%)	Сняг и студено време
9 (0.9%)	Земетресения

**Фиг. 2.2.4.1** Брой на жертвите на природни бедствия, 1995-2012 година (*www.magrama.gob.es*)



● Епицентър на земетресението \* Зони с поражения върху сградите 🧑 Загинали

**Фиг. 2.2.4.2** Графика на последствията от земетресенията в Лорка през 2011 година (Zafra M., 2011, "Consequences of the Lorca earthquakes." El País)

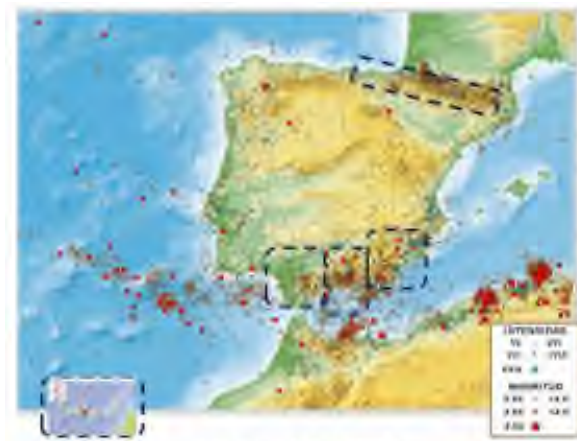
Съгласно категориите на геологичната класификация на рисковете, видовете рискове се разделят на групи, които са отразени в долната таблица (Фиг. 2.2.4.3).

Геологична класификация на рисковете			
Рискът се дължи на:	Видове рискове		
Вътрешна динамика на планетата	Сеизмични	Вулканични	Халокинетични
Повърхностна динамика на планетата	Свързани с динамиката на реките и теченията	Свързани с движението на планинската верига	Свързани с потъване на земната повърхност
Дейности в минното дело и промишлеността	Предизвикани от минерали и скали, които могат да предизвикат замърсяване или да вредят на здравето		

**Фиг. 2.2.4.3** Геологична класификация на рисковете (García, A.)

Както е показано по-долу (Фиг. 2.2.4.4), най-важните области с висока сеизмична активност в Испания са: районът на Пиренеите, Бетската планинска верига (Вера, Алмейра, Торевиеха), Бетската депресия, югозападната част на полуострова и Канарските острови.





**Фиг. 2.2.4.4** Сеизмична карта на Испания (IGN)

Методологията, която се прилага в Испания, се състои от събиране на историческа информация за минали събития и техните последици, след което се извършва подреждане и класифициране на информацията в създадената за тази цел база данни. Събраната информация се анализира и се оценяват загубите от последните години, както и очакваните загуби през следващите десетилетия.

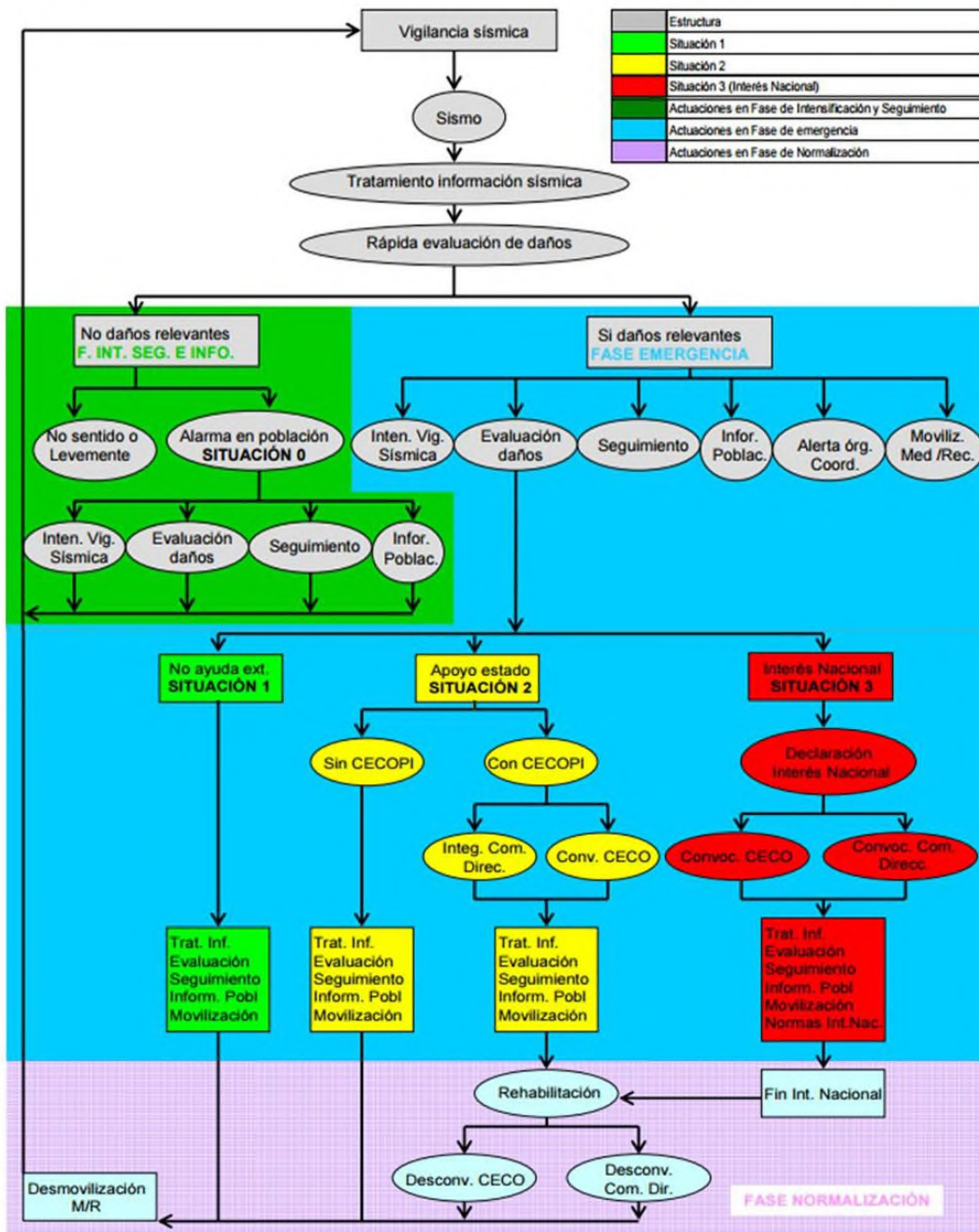
### Анализ на риска

Въпреки изключително ниската вероятност, риск все пак съществува и поради това последиците от земетресенията трябва да се изучават и анализират като превантивна мярка. Степента на пораженията, предизвикани от едно земетресение, зависи от следните фактори:

- Магнитуд и интензитет.
- Разстояние от епицентъра.
- Дълбочина на огнището или хипоцентъра.
- Особености на терена, засегнат от сеизмичните вълни.
- Гъстота на населението.
- Вид на строителните конструкции.



**Фиг. 2.2.4.5** Сеизмична опасност (период на ретроспекция 500 години) (IGN)



Фиг. 2.2.4.6 Диаграма на плана за действие при земетресение на Националната служба за защита на населението (ENPC: Escuela Nacional de Protección Civil de España)

## 3. Превенция и действия за ограничаване на щетите

### 3.1 Планове за действие при бедствия

#### Общи положения

Действията за ограничаване на щетите имат за цел да намалят вредните последици при земетресения и други, свързани с тях, бедствия. Вредните въздействия при земетресение често не може да се предотвратят напълно, но техният размер може да се намали значително с помощта на различни стратегии и действия. Мерките за ограничаване на щетите включват инженерни методи и изграждане на сгради и съоръжения, устойчиви на земетресения и други бедствия, както и подобряване на екологичните политики и осведомеността на населението (UNISDR 2009).

Превенцията представлява пълно избягване на вредните последици от земетресенията и свързаните с тях вторични бедствия. По-конкретно, терминът превенция изразява идея и намерение за пълно избягване на възможните вредни последици чрез предварително предприети действия. Примери за такива превантивни действия са нормативните правила за използване на земята, които не позволяват заселването във високорискови райони и антисеизмичното проектиране, което осигурява запазването целостта и функционирането на сгради с критично важно значение при всякакви възможни земетресения. Много често пълното избягване на загубите не е възможно и поради това задачата се свежда само до тяхното ограничаване (UNISDR 2009).

Отчасти поради тази причина в ежедневната практика термините превенция и ограничаване на щетите понякога неправилно се използват като равностойни. Бедствията неизбежно се случват – рисковете не може да се елиминират напълно. Обаче управлението на аварийни ситуации помага на всички по-лесно да преодолеят последициите от бедствията. Държавата трябва да определя приоритетните действия за намаляване на щетите и да отчита важноста, която има ограничаването на рисковете за сигурността, стабилността и устойчивото икономическо развитие на общините. Оценката на риска, планирането на действията за намаляване на щетите, нормативите за изграждане на земетръсоустойчиви сгради и съоръжения, сеизмичното саниране, управлението на земеизползването и много други подобни мерки намаляват щетите от бедствията. „*Чрез действията за ограничаване на щетите ние поддържаме готовността за лесна и бърза реакция при бедствие, ускоряваме възстановяването и намаляваме разходите, които поемат отделните граждани, фирмите, общините и правителствата при възстановяване на щетите*” (FEMA 2011).

#### Основни дейности за ограничаване на щетите

Схемата на Фиг. 3.1 описва всяка от осемте основни дейности за намаляване на щетите при земетресение. Тези дейности са включени в долния списък:

- **Установяване на опасността от земетресение.** Изгражда се сътрудничество между частния и публичния сектор, като при това се отчитат вътрешните интереси на страните и се споделят ресурсите и ползите от дейността по установяване на опасността от земетресение.
- **Оценка на риска от земетресение.** Извършване на достоверни оценки на риска с помощта на научно валидни и широко използвани методи за оценка на риска.

- **Планиране.** Включване на констатациите от оценката на риска от земетресение и устойчивостта на бедствия в процеса на планиране.
- **Устойчивост на общността.** Отчита се взаимозависимият характер на икономиката, здравеопазването и социалните услуги, жилищната инфраструктура и природните и културни ресурси в рамките на общността.
- **Обществена информация.** В рамките на дейността по информиране на населението, държавните власти:
  - предоставят насоки за проблеми, свързани с безопасността, аварийните планове и практическите тренировки на действия при земетресение.
  - организират обучителни семинари за учители и персонал на гражданска защита, лекции за студенти, доброволци, бизнес персонал, хора с увреждания, служители в хотели и т. н.
  - публикуват информационни материали (брошури, плакати, книги, CD-ROM, разяснителни телевизионни съобщения, уеб сайт).
  - провеждат тренировки за действие при земетресение в училища и на работните места.
- **Дългосрочно намаляване на уязвимостта.** Приемане и прилагане на подходящ правилник от строителни норми, за да се гарантира устойчиво строителство. Един от най-ефективните начини за намаляване на щетите от земетресенията, от инженерна гледна точка, е да се проектират и строят сгради и съоръжения, които могат да издържат на силни земни движения. Укрепването на сградния фонд и последващото намаляване на сеизмичен риск може да се извърши или чрез постепенно заместване на старите сгради със сеизмично устойчиви нови сгради, или чрез антисеизмично укрепване на съществуващи сгради. Първият от тези два метода естествено е за предпочитане, обаче той е твърде бавен и не води до съществени резултати, но от друга страна е евтин. С помощта на втория метод състоянието на сградния фонд може да се подобри по-бързо, но той е неизбежно свързан с огромни разходи, което не е по силите дори и на най-развитите страни.
- **Оперативната координация.** Използване на възможностите за действия за ограничаване на щетите след бедствия и аварии.



**Фиг. 3.1** Национална рамкова схема, отразяваща действията за ограничаване на щетите (Министерство за защита на населението на САЩ, май 2013 година)

- **Мониторинг и системи за ранно предупреждение.** Изразът „ранно предупреждение“ се използва в много области и означава предоставянето на информация за нововъзникващо опасно обстоятелство. Тази информация може да даде възможност за предварителни действия, с цел да се намалят съответните рискове. Съществуват системи за ранно предупреждение за природни, геофизични и биологични опасности, сложни социално-политически кризи, промишлени опасности, лични рискове за здравето и много други, свързани с тях рискове. Съгласно актуалната терминология на ООН ISDR, ранно предупреждение се определя като „предоставяне на навременна и ефективна информация, чрез определени институции, която позволява на физически лица, изложени на опасност, да предприемат действия за избягване или намаляване на техния риск и да се подготвят за ефективна реакция“ (ISDR 2004).

За да бъде ефективна и пълна, една система за ранно предупреждение трябва да се състои от четири взаимодействащи елемента (ISDR-PPEW 2005a), а именно: (I) знания за риска, (II) служба за наблюдение и предупреждение, (III) служба за разпространение на информация и комуникация и (IV) способност за реагиране. Въпреки че този набор от четири елемента на пръв поглед има логическа последователност, в действителност всеки елемент има преки двупосочни връзки и взаимодействия с всеки един от другите елементи.

Системите за ранно предупреждение при земетресение използват сеизмичната наука и технология в системи за мониторинг, за да предупредят устройства и хора кога се очаква сеизмичните вълни, генерирани от земетресение, да стигнат до тяхното местоположение. Предварително предупреждение в рамките на минути и дори секунди може да позволи на хората и системите да предприемат действия за защита на живота и имуществото си от разрушителните трусове. Дори и няколко секунди на предупреждение позволяват провеждането на защитни действия, като например:

- Населението: гражданите, включително учениците, застават под някое защитено пространство, изключват печките, спират превозните средства на безопасно място.
- Бизнесът: Персоналът се придвижва до безопасни места, автоматизирани системи отварят асансьорните врати, спират производствените линии и превключват чувствителната техника в безопасен режим. Персоналът взема предпазни мерки.
- Медицински служби: хирурзи, зъболекари и други спират всякакви лечебни процедури и вземат предпазни мерки.
- Противопожарните служби: Отварят се вратите на пожарната станция, персоналът определя приоритетните действия за реагиране и взема предпазни мерки.

### **Подобряване на сеизмичната устойчивост на сгради и съоръжения**

От големия брой действащи мерки за ограничаване на щетите при земетресение, подобряването на устойчивостта все още остава най-трудно осъществимо и изисква постоянно внимание. Добре известно е, че всички актуализирани промени и корекции на изискванията за изпълнение на сгради и съоръжения не действат със задна дата. Всъщност, по-голямата част от по-старите сгради не отговарят на сеизмичните стандарти, приети след построяването им, което ги прави доста уязвими към риск при земетресение.

С течение на годините стана ясно, че повечето от жертвите при земетресения в глобален мащаб се дължат на слабата земетръсоустойчивост на старите класове строителни конс-

трукции. Сградите с неармирана зидария и предварително напрегнатите железобетонни конструкции, строени преди 1970 година са сред най-уязвимите. Едва през последните две десетилетия проблемите, свързани със сеизмичната безопасност на стари съществуващи сгради, бяха сериозно разгледани и законово регламентирани. Едва наскоро в САЩ бяха публикувани в национален мащаб разпоредбите на NEHRP (Национална програма за намаляване рисковете при земетресения) относно земетръсоустойчивостта на съществуващи сгради.

В момента, рехабилитацията и сеизмичното укрепване на старите съществуващи сгради се счита за една от най-важните области на изследване, в което архитектите и инженер-конструкторите имат големи отговорности и общи интереси. Икономическата приложимост на тези програми за модернизация се основава на предположението, че е възможно те да доведат до значителни подобрения в сеизмичната устойчивост на сградите.

В типичните градски условия днес, основният проблем при рехабилитацията, с който се сблъскват проектантите е, че много стари съществуващи сгради имат висока архитектурна стойност. Много градове имат ценно и неповторимо архитектурно наследство. Процесът на рехабилитация и подновяване означава, че трябва да се преодоляват проблеми, свързани със сложността на конструкциите и моделиране на механичното поведение на строителните материали. Остър проблем възниква, когато историческата и архитектурна стойност на тези сгради е несъвместима с интервенциите, необходими за укрепването им.

### **Оползотворяване на открити градски пространства**

Това е критична област в процеса на ограничаване на щетите, която все още изисква интензивно изучаване от урбанисти и архитекти. Непосредствено след голямо разрушително земетресение цари всеобщо объркване, докато не се задейства процесът на възстановяване след земетресението.

### **3.2 Повишаване на осведомеността на населението**

Ключът към намаляване загубата на живот, на телесните повреди и щетите от природни бедствия е широкото ниво на осведоменост и образование на обществото. Хората трябва да са наясно с проблемите, които могат да възникнат вследствие на природни бедствия. Те трябва да знаят как да се подготвят преди събитието, какво да правят по време на земетресение, наводнение, пожар или друго вероятно събитие, и какви действия да предприемат впоследствие. Компетентни органи по целия свят:

- Организируют обучителни семинари за учители, доброволци или инженери по въпросите на защитата от земетресение.
- Организируют лекции за персонала на гражданска защита, доброволци, студенти, бизнес персонал, хора с увреждания, служители в хотели и т. н.
- Изготвят информационни материали (брошури, плакати, книги, CD-ROM, уеб сайт, телевизионни съобщения, интерактивни игри, интернет игри) за различни целеви групи (ученици, учители, широката общественост, туристи).
- Участват в подготвителни тренировки в училища и по работните места (Фиг. 3.2).



- Осигуряват насоки за управлението на сеизмични бедствия на местно и регионално ниво и аварийни планове и организират практически тренировки за действие при бедствие.



**Фиг. 3.2** Тренировъчна евакуация в училище (ЕРРО)



## 4. Подготовка за действие при земетресение

### 4.1 Насоки за защита преди, по време на бедствието и след него

Тъй като земетресенията удрят внезапно и без предупреждение, предварителната подготовка е от решаващо значение, за да се сведат до минимум щетите и загубите. Оцеляването след земетресение и намаляването на въздействието му върху здравето изисква подготовка, планиране и практика. Всъщност, почти всички щети и загуби, предизвикани от земетресение, могат да бъдат намалени чрез мерки, които всеки трябва да предприеме преди, по време и след земетресение.

„Бедствията могат да бъдат значително намалени, ако хората са добре информирани и мотивирани относно културата на превенция и устойчивост при бедствия, което от своя страна изисква събирането, изготвянето и разпространението на знания и информация за опасностите, уязвимостта и възможностите за преодоляване на последствията от природни бедствия“ (UN / ISDR 2005 )

Типичните мерки за готовност включват разработване на споразумения за взаимна помощ и меморандуми за разбирателство, обучение както на персонала на гражданска защита, така и на заинтересовани граждани, провеждане на тренировъчни упражнения за подобряване на подготовката и за проверка на придобитите умения, организиране на образователни кампании за запознаване с всички възможни опасности (фиг. 4.1.).

За разлика от дейностите за намаляване на щетите, които са насочени към предотвратяване на бедствията, личната готовност се фокусира върху подготовката на оборудване и процедури, които се използват след като бедствието се е случило. Подобна мярка за лична защита е да се легне неподвижно под някое добре защитено място.



Фиг. 4.1 Плакат с мерки за готовност (EPPO)

## 4.2 Насоки за аварийно планиране

### Цикъл на подготовка

„Една сигурна и устойчива нация трябва да разполага с необходимия капацитет за предотвратяване и защита от бедствия, а също за ограничаване на щетите и бърза реакция и възстановяване след бедствия, които представляват най-голям риск.“ (САЩ Министерството на вътрешната сигурност, 2011 г.). Готовността обхваща тези предхождащи бедствията дейности, които развиват и поддържат способността да се реагира бързо и ефективно на аварии и бедствия (FEMA, 2015 г.).

Готовността може да бъде определена като „един непрекъснат цикъл на планиране, организиране, обучение, оборудване, упражняване, оценяване, и предприемане на корективни действия в усилията за осигуряване на ефективна координация при реагиране на бедствия“ (Фиг. 4.2). Този „цикъл на подготовка“ е част от една по-широка система за подготовка, която има за цел предотвратяването, реакцията, възстановяването и ограничаването на щетите при природни бедствия, терористични актове, както и други, предизвикани от човека бедствия (САЩ Министерството на вътрешната сигурност, 2011 г.).



**Фиг. 4.2** Компоненти на цикъла за готовност  
(САЩ Министерството на вътрешната сигурност, 2011 г.)

По-конкретно:

а. Планирането дава възможност да се управлява целия жизнен цикъл на потенциална криза. Стратегическото и оперативното планиране установява приоритети, определя очакваните нива на изискванията за ефективност и на уменията, предоставя стандарт за оценка на способностите и помага на заинтересованите страни да усвоят своите роли.

б. Организацията и екипирането осигуряват човешки и технически ресурси, които са необходими, за да се изградят необходимите способности и да се изпълнят изискванията за модернизация и устойчивост. Организацията и оборудването включват определяне на компетенциите и уменията, които хората трябва да притежават, т.е. осигуряването на подходящ персонал. Освен това, тя включва подбор и придобиване на стандартно и/или специализирано оборудване, което ще бъде необходимо, за да може дадена организация да изпълнява функциите си.

в. Упражненията позволяват да се установи кои са силните страни на дадена организация, за да може тя да ги включи в рамките на най-добрите си практики за поддържане и подобряване на съществуващите способности. Освен това те дават възможност за обективна оценка на пропуските и недостатъците в плановете, политиките и процедурите и тяхното отстраняване преди настъпване на реалното бедствие. Упражненията помагат да се изяснят ролите и отговорностите на различните субекти, да се подобри междудомствената координация и комуникация и да се определят необходимите ресурси и възможности за подобрене.

### **Обща цел на аварийен план**

Аварийният план определя процедури за реакция при внезапни или неочаквани ситуации. Целта е да се извърши подготовка за:

- Предотвратяване на смъртните случаи и нараняванията.
- Намаляване на щетите на сгради, инвентар и оборудване.
- Опазване на околната среда и обществото.
- Ускоряване на възобновяването на нормалните дейности.

Разработването на плана започва с оценка на уязвимостта. Резултатите от проучването показват:

- Каква е вероятността за възникване на дадена ситуация и свързаните с нея последствия?
- Какви средства са на разположение, за да се спре или предотврати въпросната ситуация?
- Какво е необходимо да се предприеме в дадена ситуация?

От този анализ може да се установят подходящи процедури при спешни случаи.

На етапа на планиране е важно да бъдат привлечени за участие няколко групи специалисти. Сред тези групи, групите за здраве и безопасност могат да предоставят ценна информация и средства за по-широко участие на специалистите. Компетентните общински служители също трябва да бъдат консултирани, тъй като местното управление може да упражнява контрол при големи аварии и да предоставя допълнителни ресурси. Комуникацията, обучението и периодичните тренировки осигуряват достатъчно добра подготовка, необходима в случай, че се наложи планът да се осъществи в реални условия.

Аварийният план отразява:

- Всички евентуални аварийни ситуации, последствия, необходими действия, писмени процедури, както и наличните ресурси.
- Подробни списъци на персонала, включително адреси и телефонни номера, умения, задължения и отговорности на членовете на персонала.
- Етажни планове.
- Карти в голям мащаб, които показват маршрутите за евакуация и разположението на тръбопроводите (например тръби за газ и вода).

### 4.3 Семейно аварийно планиране

Ако някой човек живее в район, изложен на риск от земетресения, има действия, които той може да предприеме, за да намали вероятността той или други членове на семейството му да бъдат наранени, имуществото му да бъде повредено или животът в дома му да бъде сериозно нарушен от земетресение. Тези действия могат да се обединят под термина „готовност“, тъй като за да бъдат ефективни, те трябва да се извършат преди земетресението.

Подготовката за земетресения включва: а. Обучение за действията, които трябва да се предприемат, преди, по време и след земетресение; и б. своевременно упражняване и подготовка за тези действия, преди да е станало следващото земетресение.

#### Преди земетресение

Членовете на всяко семейство могат да предприемат няколко предварителни действия, за да защитят себе си и имуществото си в случай на земетресение. Примери за такива мерки са:

- Информирайте се относно явлението земетресение и плана на общината за действие при земетресение.
- Съставете семейни процедури за действие при спешни ситуации, а също и планове за събиране на семейството на сигурно, открито място в квартала (фиг. 4.3).
- Организирайте мрежа за индивидуална подкрепа, в случай, че някой член на семейството има увреждания.
- Определете кои са безопасните места във всяка стая.
- Направете си аварийен комплект с най-важните неща, които може да са необходими при едно земетресение и поддържайте списък на телефонните номера за спешна помощ ([www.oasp.gr](http://www.oasp.gr), [www.fema.gov](http://www.fema.gov)).
- Определете и намалете неструктурните опасности. Вещите в сградите трябва да бъдат обезопасени, за да се намали риска за живота и имуществото ви. Предмети, които са прекалено тежки и могат да причинят нараняване или чупливи и/или много скъпи и ще представляват значителна загуба, ако паднат и се счупят, трябва да бъдат добре закрепени (затегнете рафтовете и огледалата здраво за стените, поставете големите или тежки предмети върху долните рафтове и т.н.).
- Информирайте се как да изключите газта, тока и водата в случай, че съответните мрежи са повредени.
- Провеждайте тренировки у дома с членовете на семейството си в съответствие с инструкцията „залегни под безопасно място и чакай, докато земетресението премине“.

*Discuss with your family and select the nearest, open, safe place to meet after an earthquake.*



**Фиг. 4.3** Съставете семейни процедури за действие в спешни ситуации и направете планове за събиране на семейството на сигурно, открито място в квартала (EPPO 2013 г.)

### По време на земетресение

Ако се намирате в закрито помещение, всички членове на семейството трябва да:

- Останете вътре и спокойно изчакайте, докато спрат трусовете. Не излизайте от сградата по време на земетресението. Повечето наранявания възникват, когато хората в сградата се опитват да се преместят на друго място вътре в сградата или да я напуснат.
- Залегнете на земята, застанете под масата и изчакайте до спирането на трусовете (фиг. 4.4). Ако няма подходящи мебели, под които да се прикриете, легнете на земята и покрийте главата и шията си с ръце (фиг. 4.5).
- Стойте далеч от стъклени предмети, прозорци, и всичко, което може да падне, като осветителни тела или мебели.
- Не заставайте в рамките на врати. В стоманобетонните сгради вратите не са силни, отколкото всяка друга част на къщата. Застанете под рамката на вратата само в случай, че се намирате в зидана сграда.



**Фиг. 4.4** Легнете на земята, скрийте се под масата и изчакайте до спирането на трусовете (EPPO 2013 г.)



**Фиг. 4.5** Ако няма подходящи мебели, легнете на земята и покрийте главата и шията си с ръце (EPPO 2013 г.)

Ако използвате инвалидна количка, трябва да заключите спиращата на колелата, да покриете главата и шията си с ръце и да се наведете към коленете си, колкото е възможно по-ниско.

Ако сте на открито, трябва да застанете далеч от сгради, фасади, комунални проводници, външни стени и т.н.

Ако сте в превозно средство, трябва да спрете възможно най-бързо в безопасна зона. Избягвайте спирането в близост до или под сгради, дървета, комунални проводници и т.н.

### След земетресение

След спирането на трусовете всички членове на семейството трябва:

- Да окажат първа помощ и ако е необходимо и да потърсят спешна медицинска помощ.
- Да изключат водата и електричеството, за да се избегнат допълнителни повреди.
- Да изгасят малките пожари или да съобщят за по-големите.
- Да носят обувки и подходящи дрехи.
- Да напуснат сградата, без да използват асансьор.
- Да отидат до предварително определено безопасно открито пространство и да стоят далеч от засегнатите зони (фиг. 4.6).
- Да избягват крайбрежните райони заради заплахата от цунами.
- Да имат предвид, че вторичните трусове може да ударят по всяко време, което увеличава опасността. Затова трябва веднага да легнат на земята на безопасно място и да изчакат спирането на трусовете.
- Да следват указанията на компетентните органи и да използват телефон само за спешни случаи.

*Go to the open, safe and designated meeting point. Stay away from building facades...*



**Фиг. 4.6** Отидете на предварително определено безопасно, отворено пространство и стойте далеч от засегнатите райони (EXPO 2013 г.)



## 4.4 Аварийно планиране в училища, работни места и т.н.

### Земетръсна безопасност в училищата

Готовността в училищата изисква участието на директори, учители, ученици и родители, както и тези, които проектират, изграждат, регулират и поддържат училищните сгради, за да може успешно да се справят с по-силно земетресение (фиг. 4.7).



*Фиг. 4.7 Подготовка на ученици по въпросите на защитата при земетресение (EPPO)*

### **Преди земетресение**

Всяко училище е отговорно за:

- Подготовката на учениците и училищния персонал да реагират спокойно при земетресение. Всеки, който посещава или работи в училище трябва да научи „Какво да правим по време на земетресение“, как да се подготви за земетресение, как да действа безопасно по време и след земетресение в училище и как да се справи с психологическите въздействия от земетресение.
- Разработване и актуализиране на училищния земетръсен аварийен план. За да може да функционира, този план трябва да е ясен и разбираем и да съдържа описание на процедури и действия, които да бъдат предприети преди, по време и след земетресение.
- Провеждане на тренировки, за да се даде на учениците и персонала възможност да практикуват наученото и да привикнат да реагират спонтанно и безопасно, когато усетят първия трясък.

### **По време на земетресението**

Когато земетресението започне, училищният персонал и учениците трябва веднага да приложат това, което са научили по въпроса „Какво да правим по време на земетресение“. Своевременната и безопасна реакция намалява опасността от нараняване. По-конкретно:



- Ако са на закрито, учениците и учителите трябва:

- Да запазят спокойствие, да не бягат и да останат в сградата.
- Ако учениците са в класната стая, те трябва да легнат на пода, да се скрият под чиновете и да изчакат спирането на трусовете. Ако учениците са в коридорите или други части на сградата, те трябва да легнат на пода, да покрият главата и шията си с ръце, докато трусовете спрат.
- Децата с нарушена мобилност следва да покрият главата и врата си с ръце. Ако те използват инвалидна количка, трябва първо да заключат спирачката на колелата и след това да покрият главата и врата си с ръце.

- Ако са на открито, учениците трябва да стоят далеч от сградите, да избягват електропроводи и други опасности, и да следват заповедите на директора на училището или на учителите.

### **След земетресение**

След спирането на трусовете, училищата трябва да бъдат подготвени за изпълнение на предварително определени реакции при извънредни ситуации, породени от земетресение и да действат според аварийните планове. Учениците и персоналът трябва да имат предвид, че вторичните трусове може да ударят по всяко време, което увеличава опасностите, създадени от предишния трус. При това положение всички отново трябва да легнат под безопасно прикритие и да изчакат. След спирането на трусовете учениците трябва да се съберат в двора или на друго безопасно открито място, следвайки аварийния план на училището, да запазят спокойствие, да застанат далеч от сградите и да чакат за допълнителна информация от компетентните органи.

### **Земетръсна безопасност в общините**

Планирането на реакциите при бедствия и извънредни ситуации води до организационната готовност в очакване на извънредна ситуация. То включва управление на човешки и финансови ресурси, организиране на спешни доставки и на комуникационните процедури.

Общини, които предварително са изработили планове за готовност при бедствия, могат да постигнат по-бързи и по-добре организирани реакции, когато възникне извънредна ситуация. Основни компоненти на ефективното управление на извънредни ситуации в общините са следните:

- Определяне на рисковете и опасностите, пред които е изправена общината.
- Определяне на текущите възможности и капацитет на общината.
- Установяване на готовността за реагиране и формиране на аварийни екипи за действие при извънредни ситуации.
- Разработване на планове за готовност и реагиране, като се вземат предвид уязвимите групи от населението, комуникационните планове, здравето планиране, планирането на психичното здраве и т.н.
- Информирание на населението и на конкретни целеви групи.
- Съвместно провеждане на обучението, упражненията и тренировките.
- Оценяване и подобряване на интегрирания план на общината.

## 5. Реакция след земетресение

### 5.1 Първи реакции след земетресение

#### Общи положения

*Реакцията изразява предоставянето на услуги за спешна помощ и подкрепа на граждани-те по време на или непосредствено след бедствието, за да се спаси човешки живот, да се намалят вредните въздействия върху здравето, да се осигури обществената безопасност и да се задоволят основните дневни нужди на засегнатите хора (UNISDR 2009 г.).*

#### Реагиране и възстановяване: Разграничаване на двете понятия

*Реагирането при бедствия е фокусирано главно върху непосредствените и краткосрочни нужди и понякога се нарича „помощ при бедствия“. Не съществува ясно разграничение между този ранен етап и последващата фаза на възстановяване. Някои първоначални реакции, като например предоставянето на временни жилища и водни запаси, може да продължат далеч в етапа на възстановяване (UNISDR 2009).*

Етапът на реагиране започва веднага след като бедствието бъде регистрирано и започне сериозно да застрашава даден район. Този етап включва мобилизиране и позициониране на аварийното оборудване; извеждане на хората въвн от опасност; осигуряване на необходимата храна, вода, подслон и медицински услуги, а също така възстановяване на повредени услуги и системи.

На този етап местните власти, правителствените агенции и частните организациите също предприемат необходимите действия.

#### Дейности, свързани с реагиране при земетресение

Дейностите за реагиране при бедствия са предназначени за защита на живота и собствеността на гражданите и управление на вторичните опасности (например, пожари или разливи на опасни материали, предизвикани от земетресения). Тези действия започват с предупреждение за предстоящо застрашаващо събитие или непосредствено след самото събитие, ако то се случи без предупреждение (например при земетресения не се дава предупреждение).

Дейностите за реагиране при бедствия обикновено включват:

#### Първоначална информация

Може би най-значимото предизвикателство пред засегнатите общности в периода непосредствено след настъпване на бедствие е да се направи точна оценка на ситуацията и приоритизиране на необходимите реакции (MCEER, 2000).

Оценката на ситуацията по отношение на щети и странични ефекти е трудна, защото земетресенията обикновено засягат голямо пространство дори ако събитието е с умерена сила. Освен това земетресенията засягат подземни и надземни комунални и комуникационни системи.

Бързата и надеждна оценка на ситуацията след земетресение е от жизненоважно значение за ефективното мобилизиране на силите на гражданска защита и за ограничаване на щетите от странични бедствия.

### Издирвателни и спасителни операции

Издирване и спасяване е процес за определяне местоположението на пострадали от бедствия хора, които може да са блокирани или изолирани, и отвеждането им на безопасно място, където да получат медицинска помощ. Операциите по издирване и спасяване започват, след като се получи информацията относно лица, блокирани в частично или напълно срутени сгради.

Международната консултативна група за издирване и спасяване (INSARAG) е глобална мрежа, в която участват повече от 80 страни и организации под егидата на Организацията на обединените нации. INSARAG се занимава с въпроси, свързани с търсене и спасяване в градски условия (USAR), с цел да се установят минимални международни стандарти за международни спасителни екипи и методология за международна координация при земетресение въз основа на насоките на INSARAG, одобрени от Резолюция 57/150/ 2002 г. на Общото събрание на ООН на тема „Укрепване на ефективността и координацията на международни издирвателно-спасителни операции и оказване на помощ“.

### Хуманитарна помощ

Хуманитарната помощ е предоставянето на материална и спешна медицинска помощ, необходима за спасяване и запазване на човешки живот. Тя също така дава възможност на семействата да задоволяват основните си нужди от медицински и здравни грижи, подслон, дрехи, вода и храна (включително средствата за подготовка на храна). Хуманитарни доставки или услуги се предоставят в дните и седмиците непосредствено след внезапно бедствие.

Добрата организация на доставките е от решаващо значение за бързо предоставяне на пратките и даренията, съхранението на хуманитарните запаси и разпределянето им сред пострадалите от бедствие хора.

### Евакуация/миграция

Евакуацията включва придвижването на населението към по-безопасно място, ако сградите са несигурни и податливи на повреди.

### Аварийно възстановяване на основни услуги – други спешни технически операции

Осигуряването на непрекъсната работа на критични съоръжения (т.е. болници, центрове за спешна медицинска помощ, съоръжения за обработка на вода, кули за контрол на въздушното движение и т.н.) и възстановяването на жизненоважни комунални и комуникационни системи е от съществено значение.

Освен това други технически интервенции след земетресение са: премахване или разрушаване на опасните части и елементи на сгради, аварийно разрушаване на сгради, повредени непоправимо, спешен ремонт на някои повредени сгради, спиране на електричеството, водата, природния газ и други комунални услуги и ако е необходимо, прилагане на всички мерки за сигурност, например блокиране на опасни райони, предупредителни съобщения и т. н. (фиг. 5.1).



**Фиг. 5.1** Земетресението в Атина през 1999 г. (EPPO, 2000)

### Управление на комуникацията и информацията

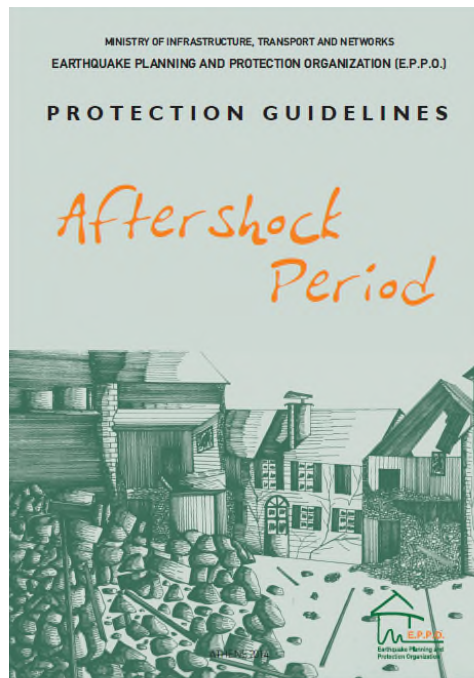
Всички по-горни дейности са зависими от комуникацията. Има два основни аспекта на комуникация при бедствия:

- Технически средства, които са от съществено значение за разпространение на информация, като например: радиостанции, телефони и техните поддържащи системи.
- Управление на информацията, което означава да се знае кой комуникира, каква информация на кого предоставя, на какво се дава приоритет, а също как се разпространява и тълкува информацията.

### Психологическа подкрепа на засегнатото население

Жертвите на опустошителното земетресение изпитват силно физическо или психическо страдание. Те трябва да се адаптират към значителни промени на естествената среда и са подложени на психологически стрес, причинен от загубата на имущество, възможни наранявания и потенциалната загуба на близки хора. В същото време, те трябва да живеят в продължение на доста дълъг период в ситуация на постоянна бдителност и страх от силни вторични трусове (фиг. 5.2).

В периода непосредствено след земетресението усилията са насочени към осигуряване на основните нужди, както и към пълното възстановяване на личността, семейството и обществото като цяло. Професионалистите, които предоставят грижи за психичното здраве, имат за цел да възстановят психичното равновесие на пострадалите до състоянието преди събитието.



Фиг. 5.2 Брошура с насоки за защита при вторичен трус (EPPO)

## 5.2 Оценка състоянието на сгради и инфраструктура

След земетресение, се извършва спешна инспекция на сгради и инфраструктурни обекти. Сградите се проверяват, за да бъдат класифицирани в категории по отношение на тяхната използваемост. Целите на проверките са:

- Да се определят възможно най-бързо всички сгради, които са безопасни за обитаване и използване (фиг. 5.3).
- Да се установи дали е налице непосредствена опасност от срутване на сгради.
- Да се предложат мерки за безопасност на обитателите или на обществеността.
- Да се оцени възможно най-скоро след земетресението броят на сградите, които не могат да се използват и да се определи броят на бездомните домакинства.
- Да се представи надежден преглед на щетите на сградния фонд в областта, което ще даде възможност на властите да вземат мерки за подпомагане.
- Да бъдат подкрепени бъдещите научни изследвания относно поведението и уязвимостта на сградите. Тези изследвания могат да доведат до преоценка на съществуващите нормативи и строителни практики.
- Да се определят най-честите причини за разрушения, така че потенциалните рехабилитационни планове да отчетат тези оценки.

За да бъде успешна една операция, тя трябва да бъде: добре организирана, да се базира на достоверни данни за щетите и да приключи в кратък период от време. В зависимост от последователността на вторичните трусове, операцията може да започне веднага или след като сеизмолозите преценят, че основната заплаха е преминала.



**Фиг. 5.3** Повредена сграда след земетресението в Кефалония, Гърция през 2014 г. (EPPO)

### **5.3 Временни убежища**

За подкрепата на населението, засегнато от земетресението, се вземат поредица от мерки, най-важните от които са: настаняване в палатки, кораби и хотели (фиг. 5.4.). За незабавно настаняване на жертвите от земетресението отговорните министерства (например Министерството на здравеопазването и социалните грижи, Министерството на националната отбрана) могат да предоставят палатки, а хората останали бездомни може да бъдат настанени в хотели.

Освен това електрическите и телекомуникационни компании плащат за необходимите дейности (изграждане на разпределителни мрежи и подстанции) за доставка на електроенергия в организирания палаткови лагери и доставят сглобяеми къщи.



**Фиг. 5.4** Временен подслон (EPPO)



## 5.4 Финансова помощ и други ползи

След земетресението правителството може да обяви мерки за финансова помощ на засегнатите, като например:

- Специална финансова помощ под формата на временна помощ през първите няколко седмици след бедствието за тези, които са категоризирани като бездомни от първата бърза проверка на безопасността на сградите.
- Специална финансова помощ за пенсионери и безработни в области, засегнати от земетресението.
- Специална финансова помощ за всички домакинства, в които има загинали хора или наранявания, довели до неработоспособност или за семейства, които са живели в срутена сграда.
- Специални разпоредби за отлагане плащането на дължими данъци и такси към държавата и към здравни фондове. Държавата може да отложи плащането на данъци за определен период от време (например от шест месеца до две години) за жертвите на земетресението.

## 6. Възстановяване

### 6.1 Настаняване във временни жилища

Възстановяването е тази фаза на управление на земетресението, която има за цел да възстанови общностите, засегнати от бедствието към нормален режим на социална и икономическа дейност. То включва не само ремонт или замяна на физическата инфраструктура, повредена по време на земетресение, но също така и възстановяването на икономическата и социална стабилност на една общност чрез подходящи финансови и регулаторни програми. Възстановяването се състои от действия, предприети с цел връщане към (или, в идеалния случай, превишаване на) нивата на активност и продуктивност от времето преди земетресението (Quarantelli, 1999).

Тези действия включват възстановяване, ремонт и реконструкция на жизненоважна инфраструктура и сгради, предприемане на мерки за преодоляване на икономическия спад, предизвикан от земетресението и предоставяне на финансова помощ за компенсиране на загубите. Възстановителният период обикновено е времето, през което се вземат решения за предприемане на нови мерки, целящи намаляването на щетите от бъдещи бедствия с дългосрочната цел за увеличаване на земетръсоустойчивостта на застроената среда. Ако се приложат правилно, стратегиите за възстановяване могат да ограничат преките и косвени загуби, предизвикани от земетресения, да съкратят периода на възстановяване на засегнатите социални общности и да предотвратят бъдещи загуби.

В миналото възстановяването се считаше за линеен феномен с отделни етапи и крайни продукти. Днес то се разглежда като процес, който води до вземането на решения и взаимодействие между всички заинтересовани страни, като например домакинствата, бизнеса и обществото като цяло.

След земетресение подкрепата за предоставяне на временни жилища и реконструкция обикновено представлява най-големият приоритет на засегнатите лица. Наличието на подслон е от решаващо значение за оцеляването. От фазата на аварийно подпомагане до вземането на трайни решения е необходимо да се гарантира сигурността и безопасността на хората, тъй като защитата от климата предпазва от влошаване на здравето и от разпространението на болести. Осигуряването на подслон гарантира запазване на достойнството на индивида, семейството и на общността като цяло, когато част от населението е принудено да напусне дома си. (UNDRO, 1982)

Временното настаняване е решаващ, но и спорен елемент от възстановяването след бедствие. Засегнати семейства, които са загубили домовете си, се нуждаят от свое сигурно жилище, за да започнат отново ежедневните си дейности възможно най-скоро след бедствието, въпреки че временните програми за жилищно настаняване обикновено са прекалено скъпи и оказват нежелано въздействие върху градската среда.

Въпреки това, ако се съди по честото му използване след мащабни земетресения, осигуряването на временни жилища може да бъде от съществено значение за бързото възстановяване на населението и да даде време за безопасно възстановяване. В идеалния случай, след бедствие временни жилища се предоставят незабавно и предлагат ниво на комфорт, съответстващо на преобладаващия стандарт на живот; разходите са пропорционални на планираната продължителност на използване, а премахването или трансформирането им, когато вече не са необходими, се извършва лесно. В действителност, обаче, селищата с временни жилища могат да се превърнат в проблем за околната среда и да генерират социални проблеми (Johnson, 2007).

След сериозни земетресения, засегнатите семейства могат да бъдат временно настанени в съществуващи свободни жилища или сами да си осигурят подслон. Обаче много бедствени ситуации създават жилищна криза, която принуждава властите да предоставят временни жилища. За да бъде успешна от гледна точка на възстановяване, ефективност на разходите и проблемите на околната среда, една програма за временно жилищно настаняване трябва да е съобразена със съществуващите фактори в района на бедствието, като например местния стандарт на живот, местните индустрии, местната политика и постоянни програми за реконструкция. Временното предоставяне на жилища позволява възстановяването на нормалните ежедневни дейности, т.е. работа, училище, готвене у дома, пазаруване и т. н.

Временното предоставяне на жилища може да има различни физически форми. Най-простият вид е настаняването в апартаменти под наем. В ситуацията, когато е налице предлагане на свободни апартаменти в района на бедствието, семействата често получават субсидии от правителството, за да наемат такива апартаменти. Също така, ако е възможно, много хора се настаняват при роднини, които живеят наблизо или във вилите си. Ако тези опции не са достатъчни, някакъв вид временни жилища трябва да бъдат построени или предоставени от държавата (фиг. 6.1).

След земетресението в Атина, Гърция през 1999 г. и трите гореспоменати решения бяха на разположение за бездомните. По-голямата част от засегнатите граждани предпочетоха временното решение за настаняване в контейнерни жилища (фиг. 6.2). Повечето от тези семейства не притежаваха собствени домове и се оказаха изтласкани от пазара за наемане на жилища поради значителното увеличение на наемите след земетресението. Освен това най-бедните семейства не разполагаха с достатъчно средства, за да финансират необходимите ремонти въпреки финансовата помощ (Pomonis, 2002). В област Атика бяха монтирани 5.736 сглобяеми къщи за временно настаняване на засегнатите от земетресението бездомни семейства в 112 временни селища в 32 общини. Около 30,000 семейства се възползваха от предоставената субсидия за наемане на жилище (EPPO, 2014 г.).



**Фиг. 6.1** Временни жилища в Япония след земетресението в Кобе през 1995 г. (Comerio, 1998)



**Фиг. 6.2** Селище с временни жилища в област Атика (ECE, 2000 г.)

Изключително важен аспект на временните жилища е определянето на периода, през който те ще бъдат необходими и подготвянето на ефективен дългосрочен план за тяхното използване: Продължителността на този период зависи от графика на постоянната програма за реконструкция и трябва да отразява участниците, които ще бъдат включени в тази програма.

Временното настаняване обикновено продължава по-дълго от първоначално предвиденото и това може да се отрази на вида на града и региона. С течение на времето, временното настаняване придобива постоянен статут. Поради тези причини, отговорните фактори, които взимат решения, трябва да мислят в дългосрочен план при планирането на кратковременното и средносрочно настаняване.

## **6.2 Пространствено възстановяване на засегнатите области**

В исторически план и дори в последно време, когато една общност е поразена от бедствие, хората често се надяват на бързо връщане към статуквото. Но една от най-значимите поуки от последните няколко десетилетия е, че възстановяването на общностите до състоянието, съществувало преди бедствието, определено пресъздава уязвимостите, които са съществували преди и отново ги излага на опасността от опустошение при бъдещи бедствия. С годините постепенно се налага виждането, че възстановяването след бедствие дава възможност „да се гради по-добре“ (UNDRR, 2015 г.).

Подходът при възстановяване „да се гради по-добре“ прави общностите и материалните активи по-малко уязвими при бедствия и укрепва тяхната устойчивост. Рамката за действие Хиого застъпва идеята за „включване в процеса на възстановяване на мерки за намаляване на риска от бедствия, както и за използване на възможността по време на тази фаза да се развият способности, намаляващи риска от бедствия в дългосрочен план“.

В световен мащаб специалистите, занимаващи се с планиране на градската среда и с управление на бедствия, са изправени пред критичен кръстопът, тъй като нарастващият обем на щетите, причинени от природни бедствия, същевременно засяга растящ брой градски и селски жители. Ролята, която играе пространственото планиране, става все по-важна. Опитът, натрупан в борбата с отминали бедствия, доведе до напредък в областта на териториалното пространствено планиране.

Устойчиво възстановяване и реконструкция може да се реализира чрез различни стратегии: а) повишаване на готовността б) преместване на критични съоръжения към по-безопасни райони в) интегриране на мерки за намаляване на риска от бедствия в дейности, свързани с инфраструктурни подобрения г) засилване на структурите на управление, включително разработване на институционални мандати за управление на риска от бедствия д) използване на процеса на възстановяване за решаване на проблеми в областта на градоустройството и е) установяване на предвидими условни финансови механизми, включително финансиране на риска от бедствия (UNDRR, 2015 г.).

Устойчивото възстановяване и реконструкция вече се считат за задължителен фактор за устойчиво развитие. За да се поддържа устойчивост, програмите за възстановяване и реконструкция изискват предвидими ангажименти за осигуряване на технически и финансов ресурс за планиране, изпълнение и управление. Освен това, на национално равнище, правителствата трябва да имат капацитет за разработване на политики и механизми, които да гарантират интегриране на дейностите за намаляване на риска от бедствия в усилията за възстановяване и реконструкция. Според Рамката за действие Хиого 2007-2013, въпреки че много страни успешно са въвели политики за интегриране

на намаляване на риска от бедствия в планирането на възстановителните процеси, те често се сблъскват с трудности при тяхното практическо изпълнение.

За да бъдат успешни, програмите за възстановяване и реконструкция изискват високи нива на политическа ангажираност и силни институционални рамки, които осигуряват по-голяма възможност за насърчаване на дейностите за намаляване на риска и изграждане на устойчивост.

Защитата от земетресения заема маргинална позиция в пространственото планиране. Редица фактори допринасят за тази ситуация. Сред тях най-важни са разделението между дисциплините и различията в техните възприятия и убеждения, опит и традиции, средствата за комуникация, общото разбиране и знания за защита от земетресения. „Прозорецът на възможностите“ за действие след земетресение в засегнатите райони се нуждае от прилагане на широк многосекторен и мултидисциплинарен подход към проблемите, свързани с възстановяването и реконструкция.

### **6.3 Финансова подкрепа за реконструкция**

#### **Общи аспекти**

Много фактори засилват капацитета на общността за постигане на бърз напредък във възстановяването на жилищния фонд; икономическите условия, система за управление на бедствия и особено наличието на финансиране (Jie-Ying и Линдел, 2003 г.).

В развиващите се страни по-голямата част от средствата за реконструкция на жилища идват от международна помощ, докато в развитите държави финансирането за възстановяване идва от разнообразен набор от вътрешни източници, включително застраховки, спестявания и други източници (Comerio, 1998). За съжаление, реконструкцията на жилища не е може да се базира единствено на пазарните сили, тъй като сред някои слоеве от засегнатото население хората не разполагат със спестявания или застраховка (Паун и Girard, 1997). В такива случаи националните бюджети предоставят безвъзмездни средства и заеми.

#### **Гърция: Финансова помощ за реконструкция и ремонти**

Поради липсата на задължително застраховане срещу земетресение, в Гърция след всяко земетресение правителството е длъжно да подкрепя засегнатите семейства и предприятия. Първият закон за финансиране на пострадалите е създаден през 1979 г. В него са описани задълженията на правителството към засегнатите от земетресенията граждани. Поради големите загуби от земетресенията в периода 1978-1998 беше натупан ценен опит, което доведе до усъвършенстване на системата за защита и възстановяване от земетресения. Осъзнаването на риска също се увеличи, което доведе до значително подобрене на стандартите в строителството (Pomonis, 2002).

През последните десетилетия много региони на Гърция бяха сериозно засегнати от катастрофални земетресения. Във всички тези случаи, държавата веднага проведе рехабилитация и възстановяване и организира необходимите дейности за преодоляване на последствията, възникнали в резултат от земетресението, като се започне от спешната помощ, подпомагане на икономиката и възстановяването на заетостта.

При земетресението в Атина през 1999 г. беше предоставена правителствена помощ за възстановяване и ремонт за всички неосигурени жилищни имоти, които се сринаха или трябваше да бъдат съборени – 33% под формата на безвъзмездни средства и 67% под

формата на 15-годишен безлихвен заем. За жилищни имоти размера на помощта беше ограничен до 382 €/кв. м. за максимум 120 кв.м. Средният размер на едно новопостроено жилище в Гърция е 90 кв.м. Тази помощ е в размер на около 60% от средната стойност на строителството (645 €/кв.м.). В случай на по-големи имоти (особено за бизнес помещения) беше съобщено, че за площта превишаваща сто и двадесет кв. м., ще се предоставя само безлихвен заем (Pomonis, 2002).

При земетресенията в Кефалония през 2014 г. правителствена финансова помощ беше предложена за реконструкцията и ремонт на имоти, определени като временно опасни (жълто) или опасни за обитаване (червено). По-конкретно, осемдесет процента от помощта бе покрита пряко от държавата, а останалите 20% са под формата на безлихвен заем, който трябва да бъде върнат в продължение на период от 15 години (Гиър, 2014 г.).

По-конкретно, за възстановяване на сгради до сто и двадесет кв. м. правителството предостави: а) 1000 €/кв. м. за жилищни сгради, б) 500 €/кв. м. за бизнес и обществени сгради, както и в) 250 €/кв.м. за селскостопански сгради, складове, конюшни и т.н. (GEER, 2014 г.).

За структурни ремонти, правителството осигури 450 €/кв. м. (до 120 кв. м. площ) за възстановяване на носещи и не носещи елементи. За неструктурни повреди, финансовата помощ беше определена на € 250 €/кв. м. Средствата бяха предоставени във вид на последователни вноски, изплащани след приключване на отделните етапи на работа. За собственици на жълти или червени сгради, правителството субсидира наеми за собствениците за срок от две години.

## **6.4 Психологическа подкрепа**

Земетресението е внезапно, стресиращо, а понякога и травматично събитие, защото то не дава време за психологическа подготовка, предизвиква чувство на ужас и безпомощност, нарушава нормалното чувство за сигурност и стабилност и може значително да повлияе на нормалния баланс на цялостното здраве и благосъстояние на човека.

Земетресенията могат да повлияят на отделен човек, на цяло семейство, на социалния цикъл или на цялата общност. Ефективното управление в случай на силно земетресение, включително укрепване на доверието и психологическата устойчивост на всеки отделен човек, е необходима мярка за превенция. Големите природни бедствия са събития, които бележат началото на един изключително важен период както за преките, така и за косвените жертви и имат особено тежки последици върху уязвимите групи от населението (например деца или възрастни хора). Начинът, по който човек може да се справи с последиците от природното бедствие и въздействието на психологическия стрес, зависи от индивидуални фактори като:

- Индивидуалните характеристики на жертвите и техните роднини.
- Социалните фактори, като например социалната структура на засегнатия регион.
- Културна рамка.
- Фактори на околната среда.

Водещите принципи, които са в основата на програмите за интервенция с цел възстановяването на психичното здраве описват някои отклонения от традиционното психично поведение; освен това те ориентират администраторите и доставчиците на услуги за приоритетните проблеми. Някои от тези принципи са:



- Никой, който вижда бедствие, не остава незасегнат от него.
- Има два вида травми, предизвикани от бедствия – индивидуална и общностна.
- Повечето хора запазват самообладание по време и след бедствието, но способността им за действие е намалена.
- Стресът, предизвикан от бедствие, и мъката са нормални реакции в ненормална ситуация.
- Много емоционални реакции на оцелелите от бедствия се дължат на житейските проблеми, предизвикани от бедствието.
- Помощта, която се предоставя след бедствие, може да бъде объркваща за оцелелите.
- Хората могат да изпитат чувство на неудовлетвореност, гняв и безпомощност, свързани с федералните и щатските програми за подпомагане при бедствия, а също и с програмите на агенциите с нестопанска цел.
- Повечето хора не виждат себе си като нуждаещи се от психологическа помощ след бедствие и не търсят подобни услуги.
- Оцелелите могат да отхвърлят помощ при бедствия от всички видове.
- Психично-здравните служби трябва да бъдат еднозначно съобразени с общностите, които обслужват.
- Здравните работници трябва да се откажат от традиционните методи, да избягват използването на готови рецепти за възстановяване на психичното здраве, и да използват активен подход на терен, за да се намесят успешно в дадено бедствие.
- Оцелелите реагират активно и с истински интерес, когато почувстват истинска загриженост.
- Интервенциите трябва да са съобразени с етапа от бедствието.
- Системите за социална подкрепа са от решаващо значение за постигане на успех при възстановяване.

## 7. Примери от практиката, свързани със земетресения

### 7.1 Примери от практиката в Гърция

#### ЗЕМЕТРЕСЕНИЕТО В КЕФАЛОНИЯ

##### Въведение

Кефалония е остров, разположен в Йонийско море, в непосредствена близост до остров Итака. Това е шестият по големина остров в страната и най-големият от Йонийските острови, с площ от 786 кв. км и население от 35800 души според преброяването от 2011 година. Столица на префектура Кефалония и Итака е Аргостоли с население от 8000 жители. Ликсури е вторият по големина град на острова. Населението на тези два града съставлява почти две трети от цялото население на префектурата. Кефалония има дълга сеизмична история, която може да бъде проследена до древността. През 1953 г. островът е бил напълно разрушен от поредица от разрушителни трусове, които предизвикват повече от 450 смъртни случаи.

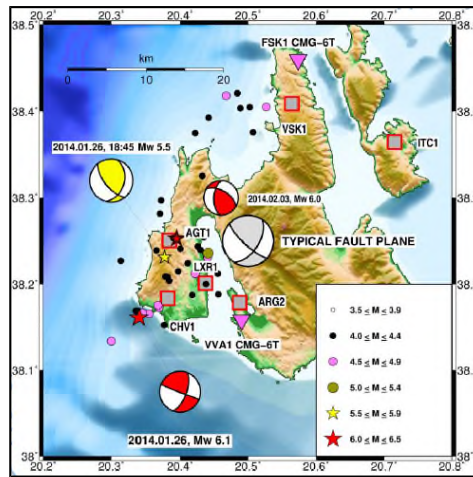
На 26 януари (15:55 местно време) и 03 Февруари 2014 (05:08 местно време) остров Кефалония беше поразен от две силни земетресения. По време на земетресенията през 2014 г. нямаше човешки жертви. По-голямата част от структурите показаха изключително добра устойчивост, въпреки че бяха подложени на действието на земни движения, които често превишаваха повече от два пъти проектните стойности на еластичност; това вероятно се дължи на някои топографски ефекти. Въпреки това, пораженията на отделни конструктивни елементи бяха достатъчно значими, за да повлияят на живота и на функционирането на бизнеса и икономиката.

##### Подробности за земетресенията

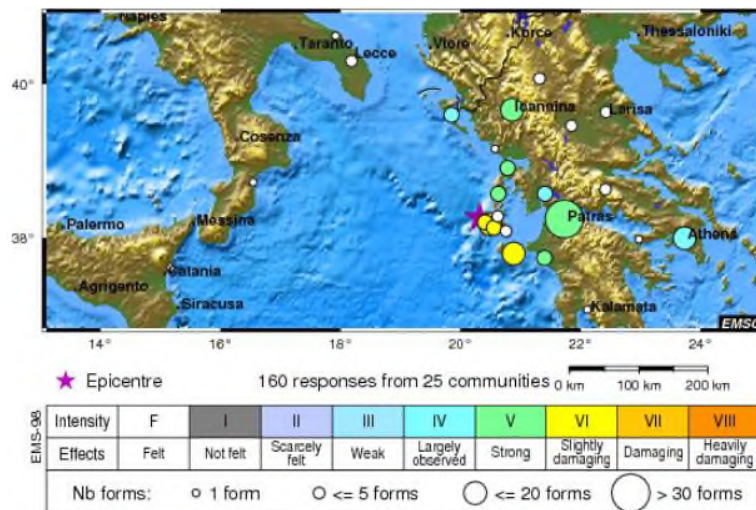
На 26 януари и 03 февруари 2014 г. остров Кефалония беше поразен от две силни земетресения (според данните на Националната обсерватория в Атина магнитудът при епицентъра е имал стойности от 5.8 и съответно 5.7 по скалата на Рихтер). Епицентърът на първото събитие се намира край югозападните брегове на остров Кефалония, а вторият край западните брегове на същия остров, на около 7 км северозападно от град Ликсури. Според гръцката унифицирана сеизмологична мрежа (Husn), събитието се е случило в плитките зони на земната кора, а епицентърът се е намирал на  $38.25^\circ$  северна ширина,  $20.39^\circ$  източна дължина и дълбочина 10 км (фиг. 7.1.1).

От данните за епицентъра и хипоцентъра на земетресенията може да се заключи, че те са свързани с Кефалонийския трансформен разлом (CTF) (Scordilis и сътр., 1985). Поради умерения магнитуд на двете земетресения, трусовете са били усетени най-силно на Кефалония, на островите Итаки, Левкада и Закинтос, както и в Западна Гърция и Пелопонес. Според EMSC движението на земята е било почувствано и в голяма част от континентална Гърция, в южна Италия и Албания (фиг. 7.1.2).

По време на двете земетресения широко разпространени бяха явления като повреди на пътища, втечняване, срутване на скални маси, свлачища и падане на каменни стени в цялата западна част на острова, на полуостров Палики и района около Залива Аргостоли. В северните и източните части на острова бяха наблюдавани само няколко изолирани случая на срутване на скални маси и свлачища. Повечето от тези явления възникнаха след първото събитие на 26 януари и бяха активирани отново след една седмица при второто (03 февруари) събитие.



**Фиг. 7.1.1** Карта, показваща местоположението на епицентровете (червени звезди) при двете основни земетресения. Жълтата звезда показва един вторичен тряс на 26 януари 2014 в 18:45 UTC,  $M = 5,6$ . Разпределението на вторичния тряс ( $M > 4,0$ ) на сеизмичната последователност също е показано (EPPO-ITSAK, 2014 г.).



**Фиг. 7.1.2** Карта на наблюдаваните макросейзмични интензитети на главния тряс в Кефалония на 03.02.2014 (EMSC, 2014 г.)

### Геотехнически поражения

Като общ коментар, може да се твърди, че двете земетресения от 26.01 и 03.02.2014 доведоха до обширни геотехнически поражения. Те се случиха главно в западната част на острова (полуостров Палики) и могат да бъдат групирани в следните категории:

- Свлачища и скални срутвания
- Обширни пукнатини на пътната мрежа
- Повреди на пристанищната инфраструктура.

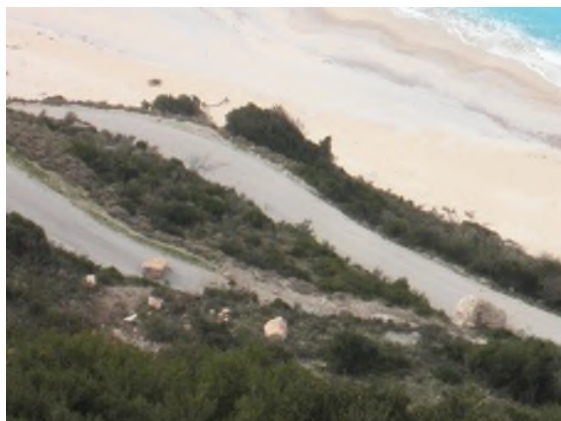
На 26 януари 2014 г. бяха наблюдавани голям брой местни свлачища на няколко места в район с радиус от 10 км около епицентъра.

Пораженията бяха особено тежки в южната и централна част на полуостров Палики и на източното крайбрежие на залива Аргостоли, което доведе до многодневно закриване на трафика по пътищата в района. В южната част на Палики наблюдавахме щети на между-селската пътна мрежа. Падане на скали и свлачищни явления бяха наблюдавани на някои места по брега на плажа Митрос, където тежки каменопади повредиха пътищата и дори достигнаха до плажа (фиг. 7.1.3). Блокове стигнаха също в село Атерас, причинявайки щети в няколко къщи. Срутването на скали беше широко разпространено също и в западната и централната част на острова.

По пътя Аргостоли – Ликсури множество свлачища повредиха участъци от пътя и нарушиха трафика. Строителните и пътни екипи работиха нон-стоп по време на двете седмици след събитията от 26 януари и 2 февруари, за да отстранят щетите и отново да открият пътя за гражданите. Бяха регистрирани поражения на каменни подпорни стени. Особено широки пукнатини са били наблюдавани на каменната подпорна стена в основите на една църква в село Хавриата (фиг. 7.1.4).

Бяха наблюдавани обширни пукнатини в по-голямата част от пътната мрежа главно на полуостров Палики, които бяха пряк резултат от геотехническите поражения, описани по-горе в съчетание с възрастта на остарялата пътна мрежа. Значителни проблеми със сериозни пукнатини бяха регистрирани в голяма част от пътната мрежа, свързваща селата Ликсури, Аг. Текла, Хавдата, Хавриата, Вуни и Манзавината (фиг. 7.1.5).

Обширни повреди и разместване бяха регистрирани на пристанището в Ликсури и в по-малка степен на пристанището в Аргостоли. Бяха наблюдавани също така характерни широки провадания, движения на защитните крайбрежни съоръжения, втечняване на почвата по бреговата линия и напукване на бетона в пристанищата. На пристанището Ликсури земетресението предизвика хоризонтално разместване на бетонни кейови стени (фиг. 7.1.6). На пристанището в Аргостоли наблюдаваните повреди бяха по-незначителни.



**Фиг. 7.1.3** Камъни, паднали по скалите на плажа Митрос (ЕРРО, 2014 г.)



**Фиг. 7.1.4** Повреди на подпорна каменна стена в село Хавриата (ЕРРО, 2014 г.)



**Фиг. 7.1.5** Повреди върху пътната мрежа между Ликсури и Хавриата (EPPO, 2014 г.)



**Фиг. 7.1.6** Повреди на пристанището в Ликсури (EPPO, 2014 г.)

### Сгради

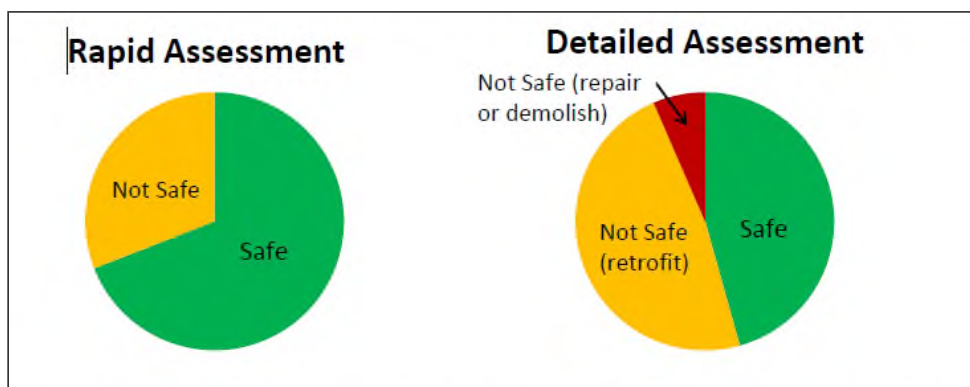
Общо взето сградите на острова показаха добра устойчивост, като се има предвид интензитета на земетресението – наземното ускорение достигна стойности до  $0,75g$  ( $g$  = земно ускорение). По-голямата част от стоманобетонните сгради претърпяха незначителни или малки щети по вътрешните тухлени стени, които в някои случаи се бяха отделили от рамката на стоманобетонната конструкция. Общата структурна устойчивост беше задоволителна, което се дължи на доброто качество на строителството, по-специално на вътрешните стени; в повечето случаи те устояха на най-голямата част от сеизмичните натоварвания без да се напукат.

Веднага след първото събитие (26 януари) беше проведена инспекция за бърза оценка, последвана от подробна проверка състоянието на сградите. При инспекцията за бърза оценка бяха проверени 4865 сгради, най-вече на полуостров Палики, където 31% или 1505 сгради се оказаха опасни за незабавно заселване (фиг. 7.1.7).

По време на детайлната инспекция бяха проверени 2770 сгради, включително маркираните с жълто сгради от инспекция за бърза оценка и други, които изискваха допълнително изследване. По време на тази проверка 1265 сгради (46%) бяха определени за безопасни (зелена маркировка), 1325 (48%) за временно опасни (жълта маркировка) и 180 (6%) за опасни (червена маркировка). Статистиката показва, че зидарията е пострадала най-много. Най-засегнатите сгради, 76% от червените и 60% от жълтите сгради са разположени на полуостров Палики. 52% от червените сгради бяха ферми, складове и т. н., а 39% изоставени жилищни сгради и 9% търговски сгради като офиси и т. н.

Най-силно засегнат беше жилищният комплекс за социално слаби в Ликсури. Комплексът се състои от двуетажни и триетажни сгради, строени през 1960-те години съгласно нормативите на първия сеизмичен правилник от 1959 г. Сградите в този комплекс претърпяха значителни и непоправими повреди на повечето вертикални стоманобетонни елементи (фиг. 7.1.8). За разлика от поведението на жилищния комплекс, всички по-нови сгради в непосредствена близост по същество останаха непокътнати, тъй като са строени след 2000 г. в съответствие с последните сеизмични норми.





**Фиг. 7.1.7** Резултати от фазите на бързо и подробно оценяване. При бързата оценка 31% или 1505 сгради бяха определени като опасни за настаняване. Подробната оценка на жълто-маркираните сгради установи, че 46% (1265) са безопасни, 48% (1325) са временно опасни и 6% (180) са опасни и след допълнителна оценка трябваше да се вземе решение дали да се ремонтират или разрушат (GEER / EERI / ATC)



**Фиг. 7.1.** Силно повредени сгради от жилищния комплекс за социално слаби в Ликсури (EPPO, 2014)

### Училищни сгради

Според оценката на Организацията на училищните сгради (сега известна като Организация за изграждане на инфраструктура) 37 учебни сгради в Кефалония са били класифицирани като "А" (за незабавно настаняване), 19 като "В" (за незабавно настаняване с рехабилитация след учебните часове) и 9 ще възстановят работа след ремонт на щетите (фиг. 7.1.9).





**Фиг. 7.1.9** Гимназията „Петрицио“ в Ликсури, претърпяла незначителни щети при земетресенията през 2014 г. (EPPO, 2014 )

### Църкви и културни сгради

За разлика от жилищните и обществените сгради, които в голямата си част получиха леки до умерени повреди при двете силни земетресения, църквите в Кефалония претърпяха значителни структурни повреди (дори частично се срутиха) и тежки неструктурни щети (фиг. 7.1.10). Това може да се обясни с тяхната конструкция. Повечето от църквите са много стари, от 17-ти век и са натрупали структурни напрежения от няколко исторически земетресения в миналото, което сигурно е изиграло значителна роля при събитията от 2014 г.

Сградата на археологически музей в Аргостоли е построена през 1957 г. на мястото на старата сграда. Тя е била разрушена при земетресенията от 1953 г., довели до загуба на няколко експоната. Музеят в Аргостоли е единствената сграда, за която бяха докладвани значителни щети. Повредите засегнаха стените и конструкцията на сградата; по-конкретно това бяха пукнатини по колоните на партерния етаж (фиг. 7.1.11). Поради тези щети, музеят все още е затворен, а възможността за подобряване на структурната устойчивост или за реконструкцията му е все още в процес на проучване. Голям брой експонати се бяха прекатурили или паднали в техните витрини.



**Фиг. 7.1.10** Църква в Хавриата (EPPO, 2014 г.)



**Фиг. 7.1.11** Археологическият музей в Аргостоли след земетресенията през 2014 г. (EPPO, 2014)

### Повреди на неструктурни компоненти

Повредите на неструктурни компоненти бяха много големи в областта на Ликсури и значими в Аргостоли. Те застрашаваха живота на хората и доведоха до значителни нарушения във функционирането на икономиката на острова. Неструктурни повреди като падане на керемиди, огради, подвижни стелажи, тежки офис мебели, библиотечни шкафове и други предмети, които не бяха правилно закрепени, често се срещаха в гъсто населените градове на острова (фиг. 7.1.12). Повредите значително засегнаха ежедневно функциониране на острова и неговата икономика, и можеше да доведат до сериозни наранявания или загуба на живот, ако жителите не се бяха подготвили интуитивно за второто земетресение; за щастие двете големи събития се случиха, когато предприятията не работеха.

Критичните съоръжения на международното летище на Кефалония останаха затворени в продължение на 3 седмици след събитията, а болницата на Ликсури бе евакуирана, главно поради неструктурни повреди.



**Фиг. 7.1.12** Неструктурни повреди: Липса на сеизмична защита на подвижните стелажи в ресторант, липса на ограничители на рафтовете и лошо закрепване за тавана на плочки и осветителни тела (GEER / EERI / ATC).

### Реакция

Гръцкото правителство реагира бързо при преодоляване на последиците от бедствието. Оценката на щетите бе извършена от Агенцията по сеизмична рехабилитация (SRA). Временен полеви офис беше създаден в сградата на Технологичния образователен институт (TEI) на Йонийските острови и в една обществена сграда в Аргостоли, откъдето се организираха проверките и спешните интервенции.

Проверките бяха извършени предимно от екипи от структурни инженери, които работят за обществени агенции. Малко след като преминаха основните трусове бе обявено, че правителството ще предостави помощ за ремонт на временно опасните за ползване (жълта маркировка) сгради или за реконструкция на опасните (червена маркировка) сгради. 80% от помощта ще бъде под формата на безплатна помощ и останалата част ще бъде под формата на безлихвен заем, който ще се изплаща в продължение на 15 години. Правителството ще плати до 1000 €/кв.м. за възстановяване на жилищни сгради до 120 кв. м. в района.

След двата основни и множеството вторични трусове някои критично важни съоръжения трябваше да бъдат евакуирани временно, а други бяха евакуирани като предпазна мярка заради историята на земетресенията на острова. Примери за евакуирани съоръжения включват болницата в Ликсури, жилища на възрастни граждани и училища. Временните жилища, предложени на бездомните включваха палатки, предоставени от армията (фиг. 7.1.13), два военноморски кораба в Аргостоли (550 легла) и круизния кораб „Aegean Paradise“ в Ликсури с 600 легла (включително безплатна закуска и вечеря, предложена от собственика на кораба за два месеца).

Палатковите лагери, предоставени от армията, се оказаха безполезни, тъй като дъждовното време затрудни живота в тях и няколко бездомни хора трябваше също да бъдат преместени в кораби или избрах да спят в колите си. След второто събитие водоснабдяването в Ликсури беше прекъснато и се наложи да се раздава бутилирана вода докато мрежата отново започна да работи.

Държавните органи, църкви и доброволци също осигуряваха храна и друга помощ на тези, чиито домове се считаха за опасни (фиг. 7.1.14). Беше предоставена финансова подкрепа от различни източници, включително набиране на средства от гръцките общности в страната и чужбина и частни дарения от различни фирми и организации.

Беше оказана психологична помощ, особено на децата, които преживяваха такъв природен феномен за първи път. Хората от Кефалония издържаха събитията стоически, тъй като те имат опит със земетресения в живота си. Това помогна да се избегне паниката и се даде възможност действията, предвидени при извънредни ситуации, да протекат гладко.

Хората се оплакваха от въздействието на земетресенията върху личния и професионалния им живот, засегнат най-вече от неструктурни щети. Такива са реакциите на населението и в други земетръсни области, което означава, че са необходими повече усилия за обучение на обществеността относно потенциалните рискове и възможностите на спасителните операции след големи земетресения.



**Фиг. 7.1.13** Палатков лагер на стадиона в Ликсури (EPPO)



**Фиг. 7.1.14** Доставки на храна за разпределение между пострадалите граждани (EPPO)

## Библиография

Giotis, G., Sextos, A. (2014). "Seismic behavior study of Argostoli Museum's exhibits during Cephalonia earthquakes on 26 January & 3 February 2014" Bauhaus Summer School in

Forecast Engineering: Global Climate change and the challenge for built environment 17-29 August 2014, Weimar, Germany

GEER/EERI/ATC (2014). Earthquake Reconnaissance Cephalonia, Greece Events, Version 1: June 6, 2014

EPPO (2014). "The earthquake of 26/1/2014 (m6.1) in Cephalonia (Greece): strong ground motion, soil behavior and response of structures" (1st Preliminary Report), Thessaloniki, February 2014

EPPO (2014). "The earthquake of 26/1/2014 (m6.1) in Cephalonia (Greece): strong ground motion, soil behavior and response of structures" (2st Preliminary Report), Thessaloniki, February 2014

Valkaniotis S., et al. (2014). "Field observations of geological effects triggered by the January–February 2014 Cephalonia (Ionian Sea, Greece) earthquakes", Tectonophysics, 2014

## КУЛТУРНОТО НАСЛЕДСТВО И ЗЕМЕТРЕСЕНИЯ В ИРАКЛИОН, КРИТ

### Въведение

Префектурата на Ираклион е много богата на археологически находки, особено от епохата на минойската ера. Три от най-важните дворци – Кносос, Малия и Галатас се намират на нейна територия, както и много други известни градове и забележителности като Фаистос, Агия Триада, Тилисос т.н. Повечето от ценните археологически находки от тези места се съхраняват от 19-ти век в колекциите на Ираклионския археологически музей (фиг. 7.1.15).

Първата експозиция е създадена на мястото на манастира Св. Франсис Венециански в една голяма сграда в центъра на града, която била силно повредена от няколко земетресения в миналото и напълно се сринала при земетресението от 1856 г. През 1904 г. на мястото на манастира Свети Франсис била построена нова сграда без да се отчита сеизмичния риск както за самата сграда, така и за експонатите.



**Фиг. 7.1.15** Сградата на Археологическия музей в Ираклион през 1904 г. (Dimopoulou-Rethimiotaki H. 2005)

Музеят е бил силно засегнат от Родоското земетресение през 1926 г. ( $M = 8$ ). Част от покрива рухнал и повредил много от експонатите. Неосигурени експонати от минойска керамика и стенописи и Ларнакс на Агия Триада били раздробени на парчета. Много от археолозите, посетили музея по онова време, включително известният сър Артър Еванс, извършил разкопките на Кносос, били много песимистични относно бъдещето на реставрацията на експонатите. Въпреки това, директорът на музея С. Ксантуидис много

внимателно събрал и съхранил фрагментите от експонатите. Скоро след земетресението фрагментите от фреските и керамиката били сглобени и възстановени от квестора на музея М. Салустрос; огромна работа по отношение на време и налични материали предвид на икономическата ситуация. Освен това, щетите по сградата също били възстановени със съдействието и финансовата подкрепа на правителството на Италия по предложение на проф. Федерико Халбхер и други италиански археолози.

Докато се водели дискусии за изграждане на нов безопасен музей, следващото силно земетресение в 1930 г. отново повредило сградата и експонатите. Тогава били взети сериозни решения на национално ниво за нова сграда, която да подслони ценните находки от цял Крит. Въпреки това силното земетресение от 1935 отново заварило музея все още незащитен. Били нанесени сериозни щети на важни експонати от Минойската епоха и на самата сграда.

Чак през 1951 г., скоро след края на Втората световна война, която забавила строежите, била открита за посещение първата експозиция в новата сграда. През същата година е завършено и новото хранилище на музея.

### **Земетресението през 1935 г.**

На 25 февруари 1935 г. в 02:51 станало много силно земетресение от 7 степен, с дълбочина 100 км, интензитет 8 по скалата на Меркали и епицентър в село Аногия (разположено източно от Ираклион).

Земетресението поразило главно северната и централната част на Крит, но било почувствано в цялото Източното Средиземноморие. Земетресението довело до разрушаване на сгради и инфраструктура, увреждане на археологически експонати и т.н.

Ираклион и околностите: електростанцията, гимназията и църквата Св. Мина, много училища и къщи претърпели сериозни щети (Фиг 7.1.16). Селата Скалани, Анополи, Епано Ватая, Кайнурио и Гурнес били напълно унищожени. Селата Епископи, Тилисос, Сампас, Вони, Камари, Алкалокори били силно повредени и по-голямата част от сградите се сринали.



**Фиг. 7.1.16** Градската катедрала Агиос Минас след земетресението през 1935 г. (Андрикакис А. 2008)

Сериозни отклонения се наблюдавали по стените на стария археологически музей. Много експонати също били повредени. Малката минойска статуя на „Богинята със змии“ била разбита отново, както при земетресението през 1926 г. Повече от 50 минойски съдове от голямо значение били също счупени (Андрикакис А 2008).



Персоналът на музея събрал всички експонати и счупени части, и ги складира на безопасно място, докато започнало строителството на новата сграда през 1937 г. Първата експозиция била открита за посещение след Втората световна война, през 1951 г. През същата година било завършено и новото хранилище на музея (Dimopoulou-Rethimiotaki H. 2005).

Останалата част на Крит: Градовете Ретимнон и Ханя претърпели известни щети.

Население: 8 убити, 204 ранени и 374 семейства без дом.

### **Въздействие върху културното наследство на Ираклион**

Археологическият музей в Ираклион е построен, за да съхранява някои от най-важните и ценни археологически находки от Минойската цивилизация. За съжаление, в този период не е проявена достатъчна загриженост за сеизмична защита на сградата и експонатите. Така музеят е многократно засегнат от земетресения. След земетресението от 1935 г. се наблюдават сериозни отклонения в стените на сградата и много експонати също са били повредени. Малката минойска статуя на „Богинята със змии“ била разбита отново, както при земетресението през 1926 г. (фиг. 1.7.17).



**Фиг. 1.7.17** Богинята със змиите била отново повредена от земетресението през 1935 г. (Dimopoulou-Rethymniotika H. 2005)

При земетресението през 1930 г. ( $M = 6,7$ ) музеят също е сериозно повреден. Много древни съдове и експонати от Минойската епоха с по-малко значение били счупени, защото част от покрива се срутил и експонатите паднали от техните поставки.

### **Готовност и превенция**

Въпреки дискусиите за нов и безопасен музей след земетресението от 1926 г., следващото силно земетресение през 1930 г. отново повредило сградата и експонатите. Тогава били взети сериозни решения на национално ниво за нова сграда, която трябвало да събере ценните находки от цял Крит. Уредникът на музея, Спиридон Маринатос, информирал незабавно властите за сериозните щети и правителството решило да изгради модерен и сеизмично устойчив музей. Подготовката, обаче се забавила много и полагането на основите на сградата било отложено до 1934 г. (Chatzidakis, 1931, Dimopoulou-Rethimiotaki N.2005).

Следващото силното земетресение от 1935 заварило музея все още незащитен. Отново били нанесени сериозни щети на важни експонати от Минойската епоха и сградата била



сериозно повредена. Персоналът на музея събрал всички експонати и счупени части и ги складира на безопасно място до завършването на новата сграда, чието строителство започнало през 1937 г.

През 1951 г., скоро след края на Втората световна война първата експозиция в новата сграда е открита за посещение. Съдейки по резултатите, изграждането на Археологическия музей в Ираклион през 1904 г. и представянето на неговите важни експонати от Минойската епоха може да се счита за недостатъчно безопасно.

При изграждането на музея не са били взети предпазни мерки срещу бъдещи земетресения, въпреки че Ираклион е бил силно повреден или унищожен по време на предходни десетилетия. Експонатите не са били закрепени добре по техните поставки и витрини, така че много от тях са се разбили на парчета при падането на покрива.

Въпреки че проблемите са били ясни и решенията известни, след първото земетресение от 1926 г. политическите решения отнемат прекалено много време, тъй като новият безопасен музей е създаден едва през 1951 г. Междувременно още две земетресения засягат музея и отново причиняват вреди на експонатите. Също така следва да се посочи, че служителите на музея работят много съвместно въпреки песимистичното мнение на археолозите и успяват да сглобят и възстановят всички фрагментирани експонати.

Днес Археологическия музей в Ираклион е вторият по значение археологически музей в Гърция и съхранява най-древните находки от Минойската цивилизация. Повечето от фрагментирания експонати са представени в своите зали. Освен това наскоро беше построено разширение при спазване на последните регламенти за сеизмична защита.

## **Литература**

*Andrikakis A. (2008) The earthquakes of Crete, Patris, Heraklion*

*Chatzidakis I. (1931). The history of the Cretan Museum and the archaeological studies in Crete, Athens.*

*Dimopoulou-Rethimiotaki N (2005). The Archaeological Museum of Heraklion, J. Latsis Foundation, Athens.*

*Papazachos and Papazachou (1997). The Earthquake of Greece, Ziti eds, Thessaloniki.*

*Sieberg A. (1932). Untersuchungen uber erbeben und bruchschollenbau im ostlichen Mittelmeergebiet. Verlag von Gustav Fisher, Jean, 163-173*

## **7.2 Примери от практиката в Италия**

### **ПРИЛАГАНЕ НА РЕГИОНАЛНИЯ ЗАКОН ПО СЕИЗМИЧНА ПРЕВЕНЦИЯ В УМБРИЯ**

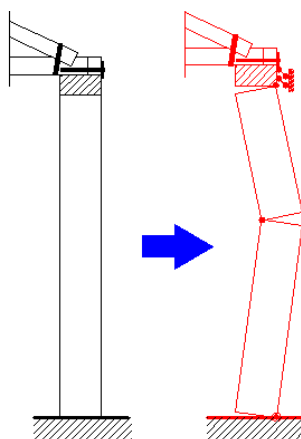
26 септември 1997 година: силно земетресение разтърси региона на Умбрия и Централна Италия. Трусът с магнитуд от 5,8 силно повреди няколко села. Земетресението и съпътстващите го трусове повредиха също редица исторически сгради, включително известната базилика Свети Франциск в град Асизи. На фигурата в дясно може да се види епицентърът на главния трус и на трусовете през следващите дни.



## Разрушени сгради



**Фиг. 7.2.1** На фигурите по-горе може да се видят щетите, причинени от земетресението в Умбрия през 1997 г. Унищожено село (в ляво), срутени зидани сгради (изображенията в центъра и в дясно).



**Фиг. 7.2.2** В тази зидана сграда е възможно да се види повреда, причинена от огъване на стена. Има добра връзка между покрива и стената, но подът на средния етаж не е свързан към стената.



**Фиг. 7.2.3** ова е зидана сграда с укрепващ пръстен от стоманобетонни греди. В този случай можем да видим колко важно е да се постигне добра връзка между новия стоманобетонен пръстен и съществуващата зидария.

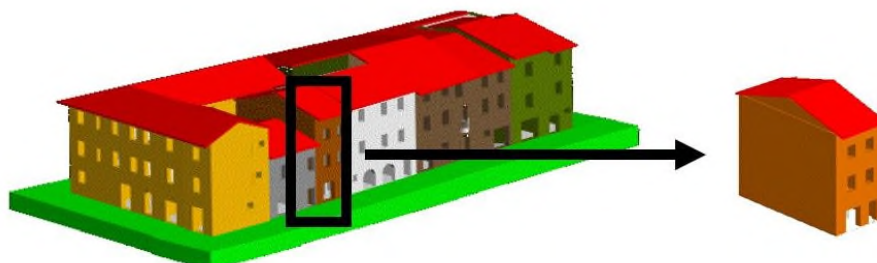


**Фиг. 7.2.4** При тази зидана сграда е възможно да се види преобръщането на стената, причинено от лоша връзка на покрива със стената.

### **Основни положения на закона за сеизмична превенция на регион Умбрия**

Регионалният закон за сеизмична превенция предоставя финансови ресурси на хора, които са решили да направят укрепване на техните зидани сгради. За финансиране може да кандидатстват собствениците на цяла група от съседни сгради. В действителност, земетресението от 1997 показва колко силно може да бъде взаимодействието между съседни сгради и колко нереалистично е да се прави анализ на една отделна сграда, ако тя е част от една свързана система. Всеки агрегат се формира от няколко сгради (наречени тук „структурни звена“), които могат да бъдат определени въз основа на структурни и исторически съображения. Ние трябва да оценим уязвимостта на всяко структурно звено с помощта на чисто конвенционална процедура, състояща се от определяне на структурните недостатъци на сградата (с отчитане на взаимодействието с прилежащите сгради) и последващо сравнение между установеното състояние и съответните числени или качествени прагове. Всички прагове се дават в табличен вид за всеки елемент на уязвимост. Целият агрегат може да се определи като "уязвим", ако поне едно от неговите структурни звена е уязвимо. В този случай собствениците на агрегата могат да кандидатстват за финансиране. След това се определя приоритет (на базата на критерии за размера на опасността) сред всички сгради, при които прагът на уязвимост е превишен. Това е необходимо, тъй като ограничените ресурси налагат първоначално да се финансират най-застрашените сгради. За финансираните агрегати се съставят оперативни

програми за изпълнение на укрепващите дейности, чрез които трябва да се премахнат всички структурни недостатъци в обединената система, а не само тези, определени за фазата на финансово подпомагане, т.е. реализира се минимална задължителна поредица от укрепващи интервенции. Освен това техническите спецификации на закона предполагат някои възможни укрепващи интервенции.

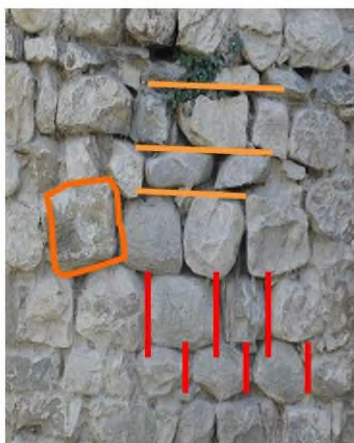


**Фиг. 7.2.5** Агрегатът може да се определи като група от сгради, ограничена от открити пространства. Тя се формира от структурните звена, които представляват части от групата със сходно статично и сеизмично поведение.

Структурните звена се определят въз основа на структурни (т.е. вид на зидарията, брой на етажите) и на исторически критерии, в зависимост от възрастта на строителството в отделните части.

### Оценка на качеството на зидарията

Количествената оценка се състои в определяне стойността на пет параметъра. Най-висока оценка означава наличието на петте параметъра и добро качество на зидарията. Може да бъде направена и качествена оценка, както е показано на фигурата по-долу.



**Фиг. 7.2.6** Пример за качествена оценка на зидарията (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) „Закон за сеизмична превенция в Умбрия, Италия“)

- OR: хоризонтални редове (от 0 до 2 точки)
- SG: неподравнен хоросан във вертикалните фуги (от 0 до 2 точки)
- FD: квадратна форма и голям размер на камъните или тухлите (от 0 до 2 точки)
- PD: наличие на "diatoni" (камъни, свързващи две отделни части от стената) (от 0 до 3 точки)
- MA: добро качество на хоросана (от 0 до 1 точка).



**Индекс за качеството: I.Q. = OR + SG + FD + PD + MA (от 0 до 10 точки)**

High quality masonry (A)  
8 [ I.Q. ] 10

Medium quality masonry (B)  
4 < I.Q. < 8

Poor quality masonry (C)  
0 [ I.Q. ] 4

Example of category A masonry



Example of category B masonry



Example of category C masonry



Извънплоскостно поведение на зидария с високо (A), средно (B) и ниско (C) качество



Category A masonry has a monolithic out-of-plane behaviour.



In the category B masonry there is a lack of monolithic out-of-plane behaviour.



Category C masonry. There is a complete disintegration of the wall.

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' MURARIA						NUM. 12
				COSTRUTTORE		
				MATERIALE		
Assommatita		Pietratta		Sottana		
<p>Muratura di blocchi di pietra sbalzata talvolta con presenza di lanetti e doppi.</p> <p>Muratura in pietra calcarea bianca e/o rosata, talvolta sono presenti localmente lanetti e/o doppi di fiume. Testatura muraria nel rispetto degli orizzontamenti con filati regolati di altezza diversa. Stalziamento dei giunti verticali approssimativo e spallamento assenti i giunti.</p> <p>Ciottoli di fiume naturali e spaccati. Calcei compatti e a matita concavo, colori vari. Lanetti di argilla cotta. Malta di calce e sabbia spesso polverulenta di buona qualità.</p>						
<p>Dimensioni e forme ricorrono nei blocchi: a = 8 x 15 cm h = 8 x 15 cm l = 10 x 25 cm</p>						
OR	SG	FD	PD	MA	INDICE QUALITA'	CATEGORIA
2	1	0,5	0	1	4,5	B

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' MURARIA						NUM. 01
				COSTRUTTORE		
				MATERIALE		
Vista isometrica		Pietratta		Sottana		
<p>Muratura di blocchi di pietra perfettamente squadrata</p> <p>I paramenti sono costituiti da cerchi lavorati di pietra calcarea bianca o rosa e talvolta arenaria. La ripetuta muratura regolare, presenta certi orizzonti di diversa altezza di altezza e un buono stalziamento dei giunti verticali.</p> <p>Presenza di elementi sbalzati ortogonalmente al piano della muratura (lanetti).</p> <p>Calcei bianco e rosato di un blocco compatto a matita concavo.</p> <p>Calcei composti di Pietra bianca e rosata di un blocco di grigio nero, al rosso al rosso.</p> <p>Calcei del Svbasso (Assidi) calcei bianchi e rossi, neri e composti.</p> <p>Maltoni di scheggia e cubetto grigio, simile alla pietra senza rosatura.</p> <p>Pietra sponda per l'armatura e dell'altrove: colore grigiastro, con talvolta infiltrazioni gialle traslucide.</p> <p>Malta di calce e sabbia spesso polverulenta ma sufficiente ad addossare il cemento su i blocchi.</p>						
<p>Dimensioni e forme ricorrono nei blocchi: a = 15 x 30 cm h = 15 x 30 cm l = 15 x 50 cm</p>						
OR	SG	FD	PD	MA	INDICE QUALITA'	CATEGORIA
2	2	2	3	0,5	9,5	A

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' MURARIA						NUM. 07
				COSTRUTTORE		
				MATERIALE		
Assommatita		Pietratta		Sottana		
<p>Muratura di blocchi di pietra sbalzata e a lanetti doppio piano mura.</p> <p>Muratura costituita da paramenti esterni di blocchi di pietra sbalzata con buona testatura muraria, rispetto degli orizzontamenti e stalziamento dei giunti verticali.</p> <p>Paramenti interni di ciottoli e scaglie di pietra sbalzata in matita concavo con lanetti sposti di piccole dimensioni. Spostato murato in piccoli dimensioni, 10-50 cm.</p> <p>Calcei compatti, scaglia rossa dell'ombra a colore variabile. Malta di calce e sabbia polverulenta</p>						
<p>Dimensioni e forme ricorrono nei blocchi: a = 15 x 20 cm h = 8 x 15 cm l = 15 x 35 cm</p>						
OR	SG	FD	PD	MA	INDICE QUALITA'	CATEGORIA
1	1	1	0	0	3	C

**Фиг. 7.2.7** Примерни таблици за типична зидария в регион Умбрия (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) „Законът за сеизмична превенция в Умбрия, Италия“)

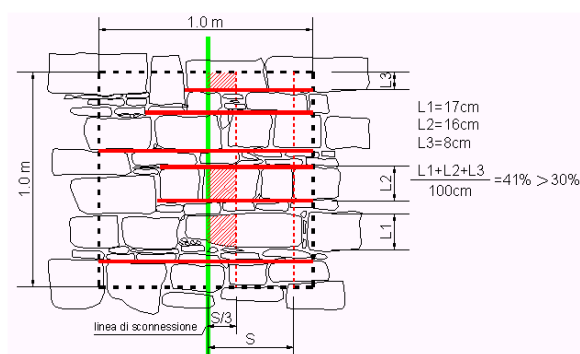
За да се покаже правилното използване на метода за анализ на зидария, към закона е добавено приложение с поредица от таблици, показващи някаква типична зидария от регион Умбрия. Всяка таблица показва снимка на зидарията, аксонометрична проекция,

напречен и фронтален изглед на зидарията, кратко описание на нейните характеристики. В долния ред е възможно да е показан резултатът от петте параметри, необходими за оценяване качеството на зидарията. Оценката на тези параметри може да се направи в зона от един квадратен метър зидария. В тази зона е необходимо да се премахне мазилката, ако е налична.

### Приблизителна оценка на ефективността на връзките между перпендикулярни стени

Ефективността на свързване между перпендикулярни стени може да бъде бързо оценена чрез стандартни методи. Първо трябва да определим процентът на камъни (или тухли), които пресичат две въображаеми вертикални линии, представляващи правоъгълната стена (фигура в ляво).

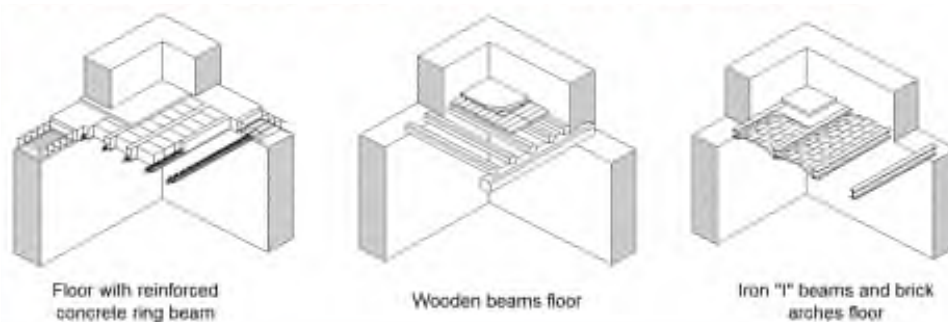
Ако този процент достига до предварително фиксирана граница, можем да кажем, че съществува връзка между стените. Трябва също отчетем размера на камъните, които пресичат въображаемите линии и качеството на хоросана.



**Фиг. 7.2.8** Пример за оценка на ефективността на връзките между перпендикулярни стени (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) „Закон за сеизмична превенция в Умбрия, Италия“)

### Приблизителна оценка на ефективността на връзките между стени и подове (хоризонтални плочи)

Чисто конвенционалната оценка на ефективността на връзките между стените и подовите се основава на вида на плочата. Плоча със стоманобетонна пръстеновидна греда (фигура вляво) може да се счита за свързана с периметърните стени; дървените (централна фигура) и железните подове (дясната фигура) обикновено не са свързани към стените. Понякога се срещат дървени или железни подове, подсилени с стоманобетонна плоча и стоманени анкери фугирани в съществуващите стени; в този случай имаме под, който е добре свързан към стените.





## Определяне на структурните недостатъци на структурните звена

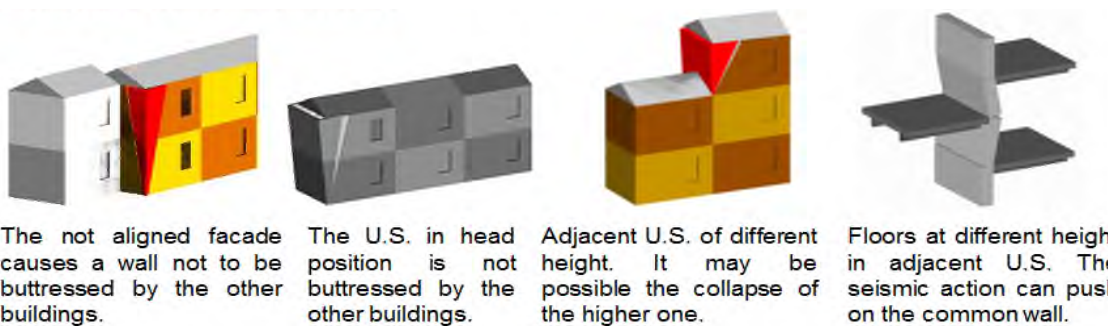
Различните елементи на уязвимост са разделени в три класа: Елементите от "Клас а" са най-важни. Елементите от са "Клас b" се отнасят до локални недостатъци. Елементите от "Клас с" отчитат взаимодействието със съседните структурни звена. В таблиците по-долу можем да прочетем описанието на числените или качествени прагове, които определят наличието на елемента на уязвимост в структурното звено.

intrinsic vulnerability		Thresholds
4.1.1	No connection between adjacent U.S.	> 80% of all the walls/frames in a row
4.1.2	No connection between frame and walls	None
4.2.1	Masonry elements	> 80% in a row
4.2.2	No masonry elements	None
4.3.1	Technical defects	0.5% of masonry area
4.3.2	Masonry quality	0.5% of masonry area
4.4.1	Regular masonry	100% of masonry area
4.4.2	Partially regular masonry	75% of masonry area
4.4.3	Not regular masonry	50% of masonry area
4.5.1	Good quality mortar	100% of masonry area
4.5.2	Generators and joints	100% of masonry area
4.6.1	High height to thickness ratio	None
4.6.2	Irregular distribution of the openings	None
4.6.3	Facing elements	None
4.6.4	Additional opening not buttressed	None
4.6.5	Walls without vertical connections	None
4.6.6	Excessive variations of thickness	None
4.6.7	Not vertical elements	None
4.6.8	Partitions connections	None
Induced vulnerability elements		Thresholds
5.1	Facing walls and other masonry U.S.	None
5.2	Facing walls or other masonry U.S.	None
5.3	Not aligned facades	None
5.4	Head position of the U.S.	None
5.5	Disaligned openings of adjacent U.S.	None
5.6	Different heights between adjacent U.S.	None

VULNERABILITY EVALUATION U.S. n°:		Aggregation:	City:
<b>Tab. 3. Evaluation of masonry quality</b>			
Parameter	Score		
OK - horizontal courses			
Respected	2		
Partially respected	1		
Not respected	0		
SO - not aligned vertical joints			
Respected	2		
Partially respected	1		
Not respected	0		
<b>FD - shape and dimension of the stones</b>			
Regular big stones	2		
Regular medium stones	1.5		
Partially regular, medium-size stones	1		
Not regular, medium-size stones	0.5		
Not regular, little stones	0		
<b>PD - presence of mortar</b>			
Present	2		
Partially present	1.5		
Not present	0		
<b>MA - quality of mortar</b>			
Good quality mortar	1		
Medium quality mortar	0.5		
Poor quality mortar or no mortar or too big joints	0		
<b>Hollow brick masonry</b>			
In case of hollow brick masonry with hollow percentage $\Phi > 50\%$ , the total score is to be multiplied by $(1 - \Phi)$ .			
<b>Evaluation of masonry category</b>			
Total score (S.G.)		Category	
$S \geq 10$		Category A	
$8 \leq S < 10$		Category B	
$S < 8$		Category C	
<b>b.2 Disaligned openings</b>			
$I = \frac{A_u}{A_t} + \frac{A_v}{A_t}$ where $A_u$ = lateral surface of all the walls of the facade which are continuous from ground to sky; $A_v$ = total lateral surface of the facade with its openings; in the figure below there is an example.			
		$I = \frac{A_u}{A_t} + \frac{A_v}{A_t}$ being $A_u > A_v$ $A_t$ = covered area	
<b>Tab. 6. Element a.4: torsional effects</b>			

Фиг. 7.2.9 Таблица за оценка на структурните недостатъци (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) "Закон за сеизмична превенция в Умбрия, Италия")



Фиг. 7.2.10 Примери за индуцирана уязвимост (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) „Закон за сеизмична превенция в Умбрия, Италия“)

## Определяне на уязвимостта на отделно структурно звено

За да кажем, че дадено структурно звено е уязвимо, трябва: 1) да открием най-малко един елемент от „Клас а“; 2) да открием поне една конкретна комбинация от два елемента „клас b“ или „клас с“ в една и съща част на сградата; 3) да открием най-малко една конкретна комбинация от един елемент "клас b" или "клас с" с елемент от „Клас а“. Всички тези комбинации определят уязвими ситуации, които не произтичат от числения модел на сградата, а просто от установяване на реалното сеизмично поведение на конструкцията. В таблицата по-долу са обобщени всички уязвими комбинации между структурните недостатъци. Накрая, целият агрегат може да се определи като „уязвим“, ако поне едно от неговите структурни звена е уязвимо. В този случай собствениците на агрегата може да кандидатстват за финансиране.

Soglie definite da un solo elem. di vuln.																	
a1	a2	a3	a4	a5	a6	c5											
1	2	3	4/5/7	4/5/6	6	7											
Soglie definite da un'associazione di due elementi di vulnerabilità																	
	a1*	a2*	a3*	a4*	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	c1	c2	c3	c4	c6
a1*		1/2	1/3		1/4/5	1/5	1/3	1/4	1/5/6	1/5	1/8	1/9	1/3	1/3	1/5	1/5	
a2*	1/2		2/3		2/4/5	2/5	2/3	2/4	2/5/6	2/5	2/8		2/3	2/3	2/5	2/5	
a3*	1/3	2/3			3/4/5		3	3/4					3		3/5	3/5	
a4*					4/5	3/4/5			4/5			4/5/6	3/4/5	3/4/5	4/5		
b1	1/4/5	2/4/5	3/4/5				3/4/5	4/5				4/5/6	3/4/5	3/4/5	4/5		
b2	1/5	2/5		4/5													
b3	1/3	2/3	3	3/4/5	3/4/5												
b4	1/4	2/4	3/4	4/5													
b5	1/5/6	2/5/6															
b6	1/5	2/5		4/5													3/7
b7	1/8	2/8															
b8	1/9			4/5/9	4/5/9												
c1	1/3	2/3	3	3/4/5	3/4/5												
c2	1/3	2/3		3/4/5	3/4/5												1/2/7
c3	1/5	2/5	3/5	4/5													3/4/5
c4	1/5	2/5	3/5	4/5													
c6										3/7				1/2/7	3/4/5		

**Фиг. 7.2.11** Таблица на уязвимите комбинации между структурните недостатъци. Цветните клетки определят уязвима комбинация между структурни недостатъци, включени в съответния ред и колона. Горната част на таблицата се отнася до структурните недостатъци, които определят уязвимо структурно звено без наличие на комбинация от структурни недостатъци. Числата в клетките представляват вида интервенция, която може да разреши проблемите, свързани с уязвимостта на анализирания структурно звено.

## Скала за приоритетите сред агрегатите, кандидатстващи за финансиране

Определя се приоритет сред всички агрегати, надхвърлили прага на уязвимост. Необходимо е първо да се изберат най-уязвимите сгради, тъй като не е възможно всички уязвими агрегати да получат финансиране. Приоритетът се основава на критерии за опасност и риск, обобщени в таблицата по-долу. Резултат от 1 до 3 се дава за всеки един от десетте критерия. Общата оценка определя нивото на приоритет на обединената система (агрегата).

SEISMIC PREVENTION: PRIORITY FOR FINANCIAL RESOURCES	
1	Number of vulnerable U.S.
2	Total number of houses with people living inside
3	Vulnerable U.S. - Total number of U.S. ratio
4	Aggregations located in grounds with seismic amplification factor
5	Wideness of the streets around the aggregation
6	Maximum height of the aggregation
7	Aggregation that, if it collapse, stops the access to strategic buildings
8	Maximum height - street wideness ratio
9	Aggregation with public buildings inside
10	Historical or architectural interesting buildings inside the aggregation

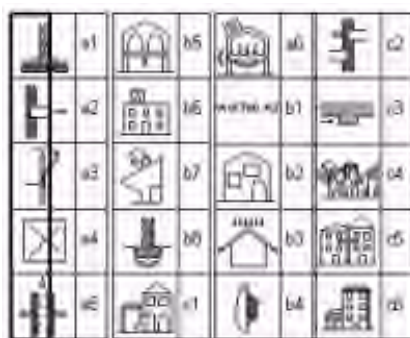
**Таблица 7.2.1** Таблица, показваща приоритетите за финансиране на сеизмичната превенция (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) „Законът за сеизмична превенция в Умбрия, Италия“)

## План за действие и укрепващи интервенции

Собствениците на финансираните агрегати трябва да представят план за действие, според който те се задължават да продължат работата за премахване на всички структурни недостатъци в обединената система, а не само тези, включени във фазата на финансово подпомагане. Трябва да се реализира минимална задължителна поредица от дейности за укрепване на сградите. Освен това, техническите спецификации на закона предполагат някои възможни укрепителни интервенции. В таблицата на уязвимите агрегати има някои числа, представляващи вида на дейностите, които могат да решат структурните проблеми. Те са:

- 1) реализиране на ефективни връзки между перпендикулярните стени
- 2) реализиране на ефективни връзки между подовете (плочите) и стените
- 3) създаване на свързващи елементи
- 4) увеличаване съпротивлението на странично натоварване
- 5) узаконяване на отворите
- 6) възстановяване на статичната устойчивост на подове и стени
- 7) реализиране на сеизмични фуги
- 8) свързване на неструктурни елементи
- 9) увеличение устойчивостта на основите

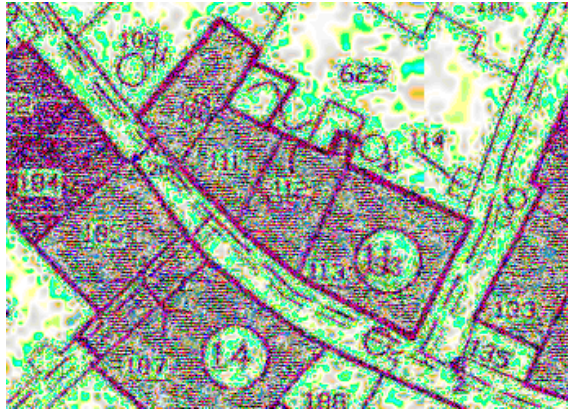
Планът за действие трябва да включва дейности за отстраняване на всички структурни недостатъци на агрегата. Те се представят със следните символи.



**Фиг. 7.2.12** Символи, представляващи структурните недостатъци на обединената система (агрегата)

### Пример за практическото приложение на закона: тестът в Сан Пелегрино

За да се провери колко трудно може да бъде прилагането на техническата спецификация на закона, преди публикуването му бяха проведени някои тестове на съществуващи сгради. Един от тези тестове е представен по-долу. Той се отнася до съвкупност от три структурни звена в малко село, наречено Сан Пелегрино, близо до Перуджа (Умбрия).



**Фиг. 7.2.13** На тази фигура може да се види панорамна гледка на обединената система. Размерите на агрегата са приблизително 30 м x 11 м. Той се състои от три структурни звена. Всяко звено представлява зидана сграда на четири етажа.



**Фиг. 7.2.14** Тази фигура представлява фотография на обединената система (гледана от север). Виждат се и някои по-ниски части на агрегата.



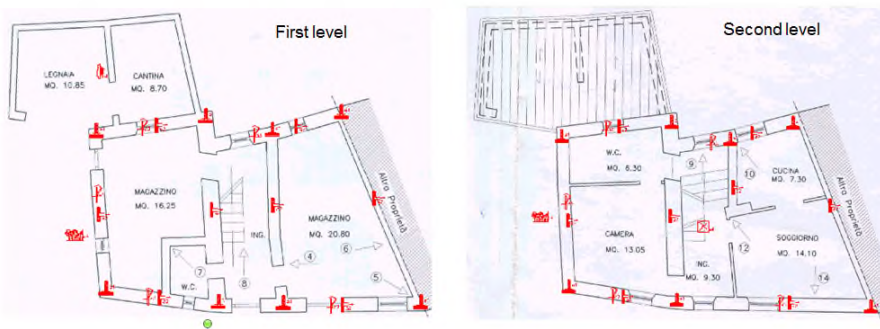
**Фиг. 7.2.15** Стандартна оценка на ефективността на връзката между перпендикулярни стени. Премахването на мазилка отне 20 минути.



Soglie definite da un solo elem. di vuln.																	
a1	a2	a3	a4	a5	a6	c5											
X	X	X	X														
Soglie definite da un'associazione di due elementi di vulnerabilità																	
	a1*	a2*	a3*	a4*	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	c1	c2	c3	c4	c6
a1*		X	X	X	X		X	X	X								X
a2*	X		X			X	X	X									X
a3*	X	X				X	X	X									X
a4*							X										X
b1	X	X	X				X										
b2																	
b3	X	X	X	X	X												
b4	X	X	X														
b5																	
b6																	
b7																	
b8																	
c1																	
c2																	
c3																	
c4	X	X	X	X													
c6																	

**Фиг. 7.2.16** Таблица на уязвимите елементи на агрегат по отношение на структурните звена. Маркираните клетки представляват прага на уязвимост на структурните звена.

На фигурите по-долу е даден пример за отстраняване на структурни недостатъци. Примерът се отнася до структурните звена. Може да се види, че са били използвани символи на структурни недостатъци.



**Фиг. 7.2.17** Пример за отстраняване на структурни недостатъци (Източник Angeletti, Borri, Лонги, Nasini, Severi (2004) "Закон за сеизмична превенция в Умбрия, Италия")

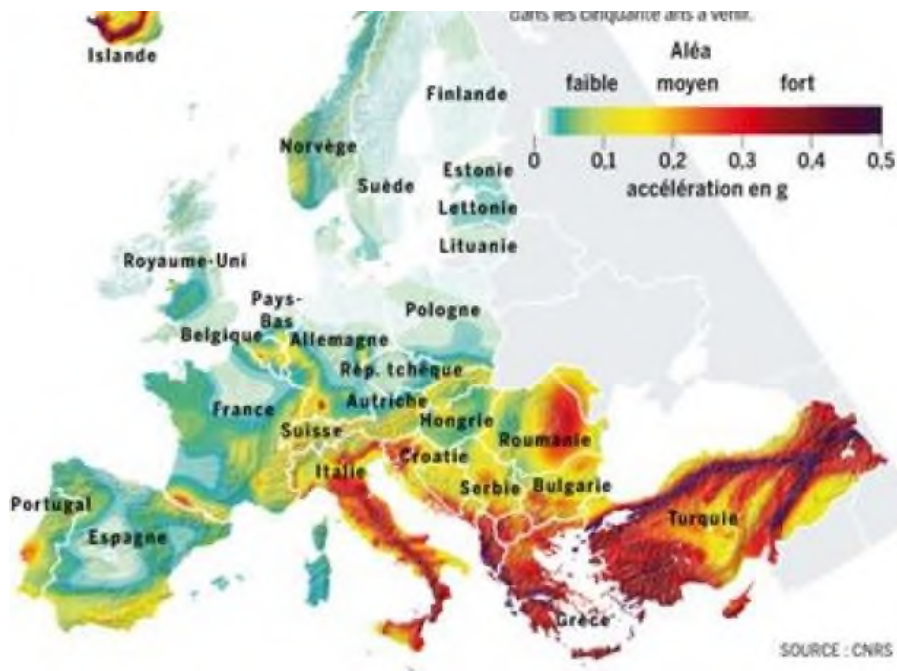
## Библиография

Prof. P. Angeletti, Prof. A. Borri, Eng. F. Longhi, Eng. U. Nasini, Eng. A. Severi (2004) "The law for seismic prevention in Umbria, Italy" – 2004 annual meeting Earthquake Engineering Research Institute, Los Angeles, California, USA, February 4 – 7, 2004 – with a contribution of Eng. Alessandro De Maria for the synthesis

## 7.3 Примери от практиката в България

Територията на България спада към земетръсно опасните зони на Земята. По света най-силни и чести трусове в Тихоокеанския земетръсен пояс – 75-80%. България пък е в най-активния възел в Европа от следващия глобален сеизмичен пояс – Алпо-Хималайския. В него стават останалите 15–20% от трусове по света. На Балканите обаче те са 2–3 пъти по-слаби и редки, отколкото в най-активните места в Тихоокеанския пояс. За-

това районът, включително и страната ни, се числят към втория ранг на опасните участъци на планетата. (Фиг. 7.3.1)



**Фиг. 7.3.1** Карта на сеизмичната активност в Европа (източник: [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr))

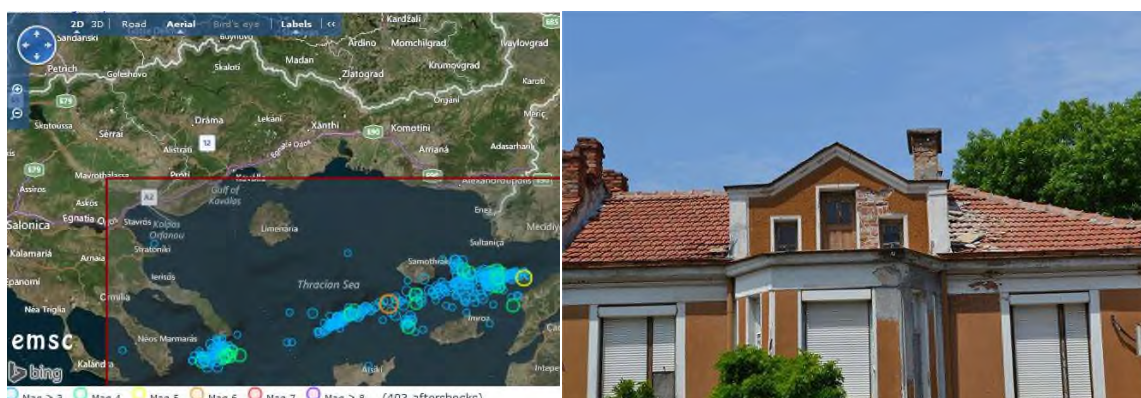
В същото време броят им у нас е значително по-малък в сравнение с Турция или Гърция, където земетресенията също са плитки. В съседна Румъния трусове са още по-редки, но пък доста по-дълбоки – на 100-200 км дълбочина, което предизвиква големи поражения. Такива са районите на Вранча и Хеленската арка. Те оказват въздействие на големи разстояние, както е примерът с Вранча през 1977 г. (Фиг. 7.3.2).



**Фиг. 7.3.2** Земетресението във Вранча (1977) и пораженията от него в Силистра, България (EMSC)



Въздействие оказват също и земетресенията с епицентър в Егейско море.



**Фиг. 7.3.3** Земетресението в района на Егейско море на 24.05.2014 и пораженията в Кърджали, България (<http://earthquake-report.com/>)

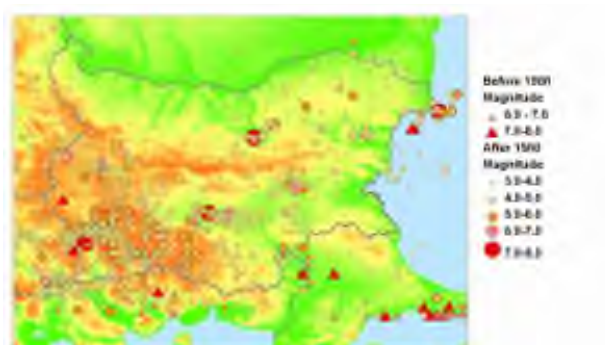
### Идентификация на сеизмичния риск

Балканската земетръсна зона има своя собствена специфика. Повечето земетресения са плитки с огнища на дълбочина 60 км в земната кора, което увеличава щетите на повърхността. Когато гъстотата на населението и броя на сградите е голям, съществува заплахата от големи поражения, дори когато земетресението е сравнително слабо.

Сеизмичната активност в България е висока – 98% от територията ѝ е застрашена от земетресения.

Картата на Геофизичния институт към БАН (фиг. 7.3.4) показва епицентровете на последните земетресения. Тези с магнитуд 7.0 и повече са маркирани с червен цвят. Те са настъпили в:

- Югозападен район
- Централна Южна България
- Централна Северна България
- Североизточна България (в морето)



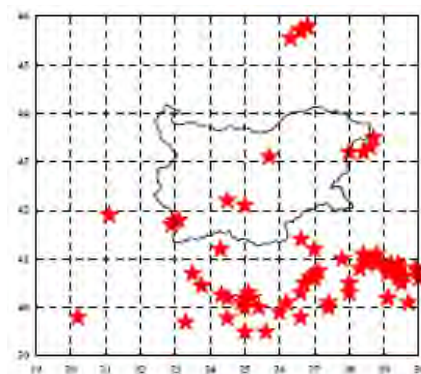
**Фиг. 7.3.4** Карта на сеизмичната активност в България (НИГГГ-БАН)

## Сеизмична опасност в България

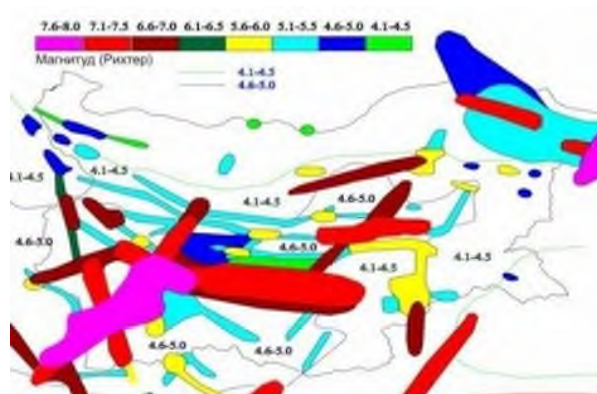
Според Геофизичния институт към БАН, 98% от територията на България е застрашена от сеизмични въздействия с интензитет от 7 и по-висока степен. (51% до 7-ма степен, 28% до 8-ма и 19% до 9 и по-висока). 6 340 000 души, което представлява около 80% от населението в страната живеят в тези райони. Щетите в отделните райони могат да бъдат частични или пълни – 26% от сградите. В райони, където интензитетът може да достигне 8 или 9 степен по скалата на Меркали, живеят 5 900 000 души, което представлява 74% от населението на страната. (Анализ на сеизмичния риск в: Национална програма за защита на населението от природни бедствия (2009-2013), прието от Българското правителство през 2009,

(<http://www.strategy.bg/StrategicDocuments/View.aspx?lang=bg-BG&Id=550>).

Сеизмологичните изследвания доказват без всякакво съмнение реалната сеизмична заплаха в България. Науката предупреждава за опасностите и оценява последствията от земетресение. Земетресенията в началото на 20 век вече са забравени и хората живеят с чувството за безопасност. Опитът от минали земетресения в България и по света за съжаление показва, че обществото взема мерки чак след като бедствието се случи.



Фиг. 7.3.5 Документирани земетресения с магнитуд 7 и повече (НИГГГ-БАН, България)



Фиг. 7.3.6 Карта на възможните сеизмични огнища в България (PSF)



**1. Krupnik-Kresna earthquake zone - last major earthquake in 1904. Estimated magnitude - 7-8 degrees on the Richter scale (X-XI by Medvedev-Shponhoyer -Karnik). Repetition cycle - unknown.**

This is the zone with the highest energy potential in the country and one of the highest in Europe. Most endangered places - Kresna, Blagoevgrad, Sandanski, Petrich.

**2. Shabla seismic zone - the last big earthquake in 1901. Estimated magnitude - 7-7.5 degree (IX-X in MIBK). Repetition cycle - unknown.**

Most endangered places - Shabla, Dobrich, Silistra, Balchik, Kavarna, Varna.

**3. Gorna Oryahovitsa earthquake zone - last major earthquake in 1913. Estimated magnitude - 7 degrees on the Richter scale. Repetition cycle - unknown.**

Most endangered places - Gorna Oryahovitsa, Veliko Tarnovo

**4. Plovdiv-Chirpan (Mariska) earthquake zone - the last big earthquake in 1928. Estimated magnitude - 7 degrees. Repetition cycle - unknown.**

Most endangered settlements - Chirpan, Plovdiv, Stara Zagora.


Фиг. 7.3.7 Най-застрашени селища (НИГГГ-БАН)

Освен по-горе описаните най-рискови зони, в страната съществуват и такива с възможен магнитуд от 6.5 до 7 степен. Това са районите на София, Провадия и Ямбол.

## 7.4 Примери от практиката в Испания

### ЗЕМЕТРЕСЕНИЕТО В ЛОРКА ПРЕЗ 2011 Г.



Дата	11 май, 2011 г.
Магнитуд	5,1 M <sub>w</sub> 5.3 M <sub>s</sub>
Максимален интензитет	VIII степен по скалата на Меркали
Хоризонтално сеизмично ускорение	0,36g
Дълбочина	1 км
Продължителност	4–25 секунди
Координати на епицентъра	● 37° 41' 49" N 1° 33' 22" O ( <a href="#">map</a> )
Последствия	
Засегнати области	Лорка, Региона на Мурсия,  Испания
Вторични трусове	131
Жертви	9 убити и 324 ранени, 3 случая на сериозни контузии

**Фиг. 7.4.1** Земетресението в Лорка (USGS)

Земетресението в Лорка на 11 Май 2011 г. разтърси главно град Лорка в Мурсия, Испания, в 18:47 местно време (16:47 UTC). Епицентърът му беше разположен в разлома Ала-ма де Мурсия и неговите въздействия бяха усетени в целия регион на Мурсия. Земетресението беше предшествано от предварително земетресение от 4.5 степен, настъпило в



17:05 местно време на същия ден. Земетресението беше почувствано и в провинциите Алмерия, Албасете, Гранада, Хаен, Малага, Аликанте, Сиудад Реал и части на град Мадрид, където вида на почвата усилва сеизмичните движения в някои квартали (Фиг. 7.4.1).

Множество вторични трусове настъпиха след основното събитие, а най-голям вторичен трус настъпи в 22:37 местно време, ( $M = 3.9$ ). Струва си да се спомене, че област Мурсия е най-активната сеизмична зона на Испания, въпреки че град Лорка не е сред най-опасните в нея.

### **Магнитуд и местоположение**

Основното земетресение беше с магнитуд 5.1 ( $M_w$ ) с епицентър на около два километра североизточно от град Лорка. Епицентърът се намираше в едно мазе в село Баранко Ондо (община Лорка), а хипоцентърът беше много плитък, около 1000 метра дълбочина. Трусет беше усетен в цялата югоизточна част на полуострова, особено в района на Мурсия. В района се намира границата между Евразийската и Африканската тектонска плоча. Земетресението беше предизвикано от активизиране на разлом. Дължината на този разлом е около 40–50 км. Първоначалните разчети на Геоложката обсерватория на САЩ възлизаха на 5.3 ( $M_w$ ), докато Сеизмологичният Евро-средиземноморски център изчисли магнитуда на 5.2 ( $M_L$ ).



**Фиг. 7.4.2** Железопътната гара в Лорка, повредена след земетресението  
(<https://commons.wikipedia.org>)

Земетресението беше плитко с умерен магнитуд и беше усетено в целия регион на Мурсия. В Лорка, в близост до епицентъра, интензитетът се оценява на VII степен по скалата на Меркали.

### **Щети, причинени от земетресението**



**Фиг. 7.4.3** Църквата в Сантяго скоро след земетресението  
(<https://commons.wikipedia.org>)

Много обществени сгради, жилища и паметници на историческото наследство бяха засегнати от земетресението (Фиг. 7.4.2, 7.4.3). Най-засегнатите райони бяха Ла Виня и историческият център, където от много зидани сгради останаха само техните фасади. Около 80% от домовете бяха повредени, като някои от тях ще бъдат разрушени през следващите месеци (фиг. 7.4.4). В началото на септември изтече крайният срок, установен с Кралски указ за разрушаване на засегнатите къщи. Броят на повредените домове беше 1164. Бяха засегнати и редица други сгради. Въпреки големия брой на засегнатите жилища, трябва да се отбележи, че само една сграда се срути по време на земетресението.



**Фиг. 7.4.4** Разрушаване на сграда в Санта Фе Хероме, често срещана гледка в месеците след земетресението (<https://commons.wikipedia.org>)

В резултат на земетресението бяха засегнати в по-голяма или по-малка степен сгради на учебни и здравни заведения. Сградата на Институт Рос Хинер (построена през 1972 г.) беше съборена поради структурни поражения, а Институт Рамон Аркас Мека (сграда от 1956 г.) бе частично разрушен. Събарянето на последния се отлага за запазване на скулптури от Мигел Фисак Серна, който е носител на Националната награда за архитектура през 2003 г. Бяха засегнати и други обществени сгради като Музикалната консерватория Нарсисо Йепес, централата на Националната полиция и на Гражданска отбрана, която също беше разрушена поради сериозните поражения на сградата.

Държавната инфраструктура също беше повредена. Виадуктите и тунелите на Средиземноморската магистрала А-7 добре издържаха на земетресението и понесоха само незначителни щети. В железопътната инфраструктура сериозно беше повреден горният етаж на жп гара Сутуйена в Лорка и беше съборен от съображения за безопасност. Във водната инфраструктура в басейна на река Сегура не бяха регистрирани проблеми в язовирите Пуентес и Валдеинфиерно. Две къщи, които ползват вода от тези язовири, бяха засегнати от свлачище.

Културното наследство в историческия център на Лорка беше силно засегнато. Кметът на Лорка потвърди, че това земетресение е причинило големи щети на 33 исторически сгради, включително замък в Лорка. Според министъра на културата на региона на Мурсия, Лорка е пострадала от най-голямата катастрофа за културното наследство в Европа след земетресението в Асизи през 1997 г.

Земетресението причини девет смъртни случая, включително и две бременни жени и дете на 14 години, а 324 души бяха ранени. Два дни след земетресението се извърши държавно погребение само на четирима от пострадалите, а другите бяха погребани в те-



сен семеен кръг. Заупокойната литургия беше отслужена от епископа на Картагенската епархията в присъствието на принцовете на Астурия, испанския министър-председател, министъра на развитието, както и на президента на Мурсия. На погребението, което се проведе в панаирното градче в Санта Куитерия поради повреда на храмовете на града, присъстваха близо три хиляди души.



**Фиг. 7.4.5** Маркировки в зелено, жълто, червено и черно в различни сгради  
(<https://commons.wikipedia.org>)

Гражданска защита и военното подразделение за спешни случаи (UME) започнаха да правят оценка на щетите. В импровизиран офис на площад „Испания“ на гражданите на Лорка се предоставяше информация за състоянието на домовете им (фиг. 7.4.6). По стените и вратите на къщите, гражданска защита постави цветни маркировки със следното значение: зелената боя или стикер показваха, че жилището може безопасно да се обитава, жълтият цвят означаваше, че собствениците трябва да приберат вещите си и да се изнесат, а червеният цвят информираше, че достъпът до къщата е забранен поради структурни повреди.

## Законова рамка

### Първи Кралски указ

На 13 май Министерският съвет одобри Кралски указ 6/2011, който определяше размера на първата помощ и компенсацията за облекчаване на щетите от земетресението. Във вторник, 17 май, в град Мурсия беше подписано споразумение за управлението на помощта от страна на Министерството на развитието, на автономния регион и на град Лорка. Според това споразумение 50% от финансовата помощ ще се предоставя от Министерството и от областната администрация. Гражданска защита, полицията и Гражданската гвардия изготвиха списък с прости препоръки „Contigo“ (С теб) и го пуснаха в социалните мрежи:

- Първо, ако сте в дома си, трябва да останете там и да се прикриете под маса, бюро или друго стабилно покритие, далеч от прозорци, огледала и предмети, които могат да паднат.
- След земетресението, когато напускате сградата, никога не бива да използвате асансьора. Движете се само по стълбите. Когато излезете навън, трябва да застанете в открити пространства, далеч от фасадите на сгради, дървета, стълбове или мостове.
- Ако земетресението се случи, докато шофирате, препоръчително е да спрете, да паркирате в район далеч от стени и фасади и да останете в превозното средство.

- При всички случаи, Гражданска защита съветва да запазите спокойствие, да включите радиото или телевизията, за да бъдете информирани, да следвате съветите на властите и да използвате телефон само за спешни повиквания.

#### *Консорциум за застрахователни обезщетения*

В деня след земетресението, Министерството на финансите съобщи, че Консорциумът по застраховането (CCS), публичен орган, подчинен на същото министерство, ще поеме разходите за компенсация, произтичащи от земетресението. При първоначалната оценка очакваните разходи за обезщетение възлизаха на около 36 милиона €. Въпреки това, на 15 май министърът на финансите увеличи общия размер на компенсацията на около 70 милиона €. На 4 ноември подадените молби бяха 30 041, от които 28 665 бяха напълно изплатени, а 459 получиха някакъв вид авансово плащане. Общата сума, изплатена от Консорциума по застраховането на тази дата (04 ноември) превиши първите оценки с 262.9 милиона €. На 11 май 2012 г., което съвпадна с първата годишнина от земетресението, Консорциумът съобщи, че от 31861 искания за компенсация са удовлетворени 31 562 в размер на 411.3 млн €.

Правителството създаде, след одобрение от Министерския съвет, комисия за координиране и наблюдение на държавните мерки за възстановяването на град Лорка. За възстановяването на активи, Министерството на културата изготви генерален план за възстановяване на културното наследство на Лорка, който включва реставрация на 75 паметника с бюджет от около 51 млн €. Този план беше одобрен от Министерския съвет на 28 октомври.

#### *Втори кралски указ*

Същото правителството прие допълнения към Първи Кралски указ (RDL 17/2011) по предложение на парламентарната група на Народната партия в Камарата на представителите, които бяха одобрени единодушно на 13 септември.

#### *Трети Кралски указ*

С победата на Народната партия в общите избори, новото правителство реши да приеме Кралски указ 11/2012 за насърчаване на реконструкцията и организацията на спасителните дейности.

### **Библиография**

- Ibargüen Soler, J.; Rodríguez Estrella, T. (1996). Peligrosidad sísmica en la Región de Murcia. 6th Spanish Congress and International Conference on Environmental Geology and Land-Use Planning. Univ. de Granada, pp. 407-425.
- Martínez Díaz, J. J.; Rodríguez-Pascua, M. A.; Pérez López, R.; García Mayordomo, J.; Giner Robles, J. L.; Martín-González, F.; Rodríguez Peces, M.; Álvarez Gómez, J. A. e Insua Arévalo, J. M. (2011) Informe geológico preliminar del terremoto de Lorca del 11 de mayo del año 2011, 5.1 Mw. Instituto Geológico y Minero de España, Grupo de Tectónica Activa, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. 47 págs.

## **Линкове**

- Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre el terremoto de Lorca de 2011.
- Wikinoticias tiene noticias relacionadas con el terremoto de Lorca de 2011.
- Reporte del terremoto de Lorca (en inglés).
- Terremoto en Lorca Noticia del 12 de mayo de 2011.
- Mapa de peligrosidad sísmica en la Región de Murcia, (IBARGÜEN Y RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1996)
- Caída de la fachada de una iglesia - YouTube
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Lorca\\_de\\_2011](https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Lorca_de_2011) - cite\_note-66

## 8. Речник на термините и съкращенията

- **Акселерограма (Accelerogram)**  
Запис на ускорението на земната повърхност по време на земетресение.
- **Акселерограф (Accelerograph)**  
Уред, който записва ускорението на земната повърхност по време на земетресение; често се използва и терминът акселерометър.
- **Активен разлом (Active fault)**  
Разлом, който може да предизвика земетресение в бъдеще. За активни обикновено се считат такива разломи, които са се премествали един или повече пъти през последните 10000 години.
- **Бедствие (Disaster)**  
Събитие, което причинява сериозни смущения на икономиката, обществото и околната среда. Неговият произход или причини могат да са пряко свързани с природни явления, т.е. геофизични (като вулканични или сеизмични събития, които причиняват срыв на инфраструктурата, свлачища или втечняване и т.н.) или климатични (като урагани, тайфуни, торнадо, значителни отклонения във валежите – излишък или дефицит, който причинява суша) явления. Бедствията могат да имат и антропологичен (човешки) произход като химически разливи, промишлени аварии или умишлено причинени събития като война, терористични действия и т.н. Антропологичните бедствия обикновено не са отразени в методологията.
- **Бедствие (Hazard)**  
Опасно явление, вещество, човешката дейност или състояние, което може да доведе до загуба на живот, нараняване или други въздействия върху здравето, имуществени щети, загуба на поминък и услуги, социални и икономически сътресения или увреждане на околната среда.
- **Втечняване (Liquefaction)**  
Процес, при който наситен с вода седимент временно губи твърдостта си и действа като течност подобно на мокрия пясък близо до водата на плажа, когато движим пръстите на краката си в него.
- **Вторични трусове (Aftershocks)**  
Вторични трусове са земетресения, които следват най-силния трус в поредица от земетръсни събития. Те са по-слаби от основния трус. Вторичните трусове могат да продължат за период от седмици, месеци или години. Обикновено колкото по-силен е основният трус, толкова по-силни и по-многобройни са вторичните трусове и толкова по-дълго продължават.
- **Възстановяване (Recovery)**  
Възстановяването и подобряването, когато е уместно, на съоръжения, средства за препитание и условията на живот на засегнатите от бедствие общности, включително усилията за намаляване на рисковите фактори при бедствия.

- **Готовност ( Preparedness)**

Знания и способности, разработени от правителства, професионални организации, общности и индивиди, които им дават възможност ефективно да предвидят, реагират и да се възстановят от въздействията на вероятни, предстоящи или текущи бедствия.

- **Действия за ограничаване на щетите (Mitigation)**

Действия за намаляване или ограничаване вредното въздействие на земетресенията и свързаните с тях бедствия.

- **Дълбочина на фокуса (Focal depth)**

Дълбочината на фокуса се отнася до дълбочината на хипоцентъра (огнището) на земетресението.

- **Еластична енергия (Elastic energy)**

Енергията, която се акумулира във вътрешността на Земята по време на еластична деформация.

- **Епицентър (Epicenter)**

Епицентърът е точката на земната повърхност вертикално над хипоцентъра (също фокус или огнище), който е точка в земната кора, където започва дадено земетресение.

- **Земетресение (Earthquake)**

Термин, описващ внезапното приплъзване на разлом, което води до разклащане на земята и отделяне на сеизмична енергия. Причини за земетресенията са приплъзването на разломи, а също вулканична или магмена дейност, както и други внезапни промени във вътрешното напрежение на земята.

- **Изосеизмична линия (Isoleismal line)**

Изосеизмичната линия е контур или линия на картата, свързваща точки с еднакъв интензитет за конкретно земетресение.

- **Интензитет (Intensity)**

Интензитетът е число (написано с римски цифри), описващо тежестта на земетресението от гледна точка на неговото въздействие върху земната повърхност и върху хората и техните структури. Съществуват няколко скали за измерване на интензитета, но тази, която най-често се използва е модифицираната скала на Меркали. Земетресенията имат различен интензитет, в зависимост от това къде се намирате, за разлика от магнитуда, който има само една стойност за всяко земетресение.

- **Критична инфраструктура (Lifelines)**

Критичната инфраструктура включва системи и съоръжения, които са жизненоважни за нормалното функциониране на една общност, като например пътища, тръбопроводи, електропроводи, канализация, комуникации и пристанищните съоръжения.

- **Литосфера (Lithosphere)**

Външната твърда част на Земята, включително и земната кора и най-горният слой на мантията. Литосферата е с дебелина на около 100 км, въпреки че дебелината ѝ зависи от възрастта. На места литосферата под кората е много податлива на разрушаване. Това води до появата на разломи, които от своя страна предизвикват земетресения, например в район на субдуцирана (подпъхната) океанска плоча.

- **Магнитуд (Magnitude)**

Магнитудът е число, което характеризира относителната сила на земетресенията. Магнитудът се основава на измерване на максималното движение, записано от сеизмограф. Съществуват няколко скали за измерване на магнитуда, но най-често използваните са: локален магнитуд (ML), често наричан "магнитуд по Рихтер", магнитуд на повърхностната вълна (Ms), магнитуд на обемната вълна (Mb) и моментен магнитуд (Mw). Всички споменати скали трябва да дадат приблизително една и съща стойност за всяко земетресение.

- **Надлъжна вълна (P wave)**

Надлъжната или първична вълна представлява сеизмична обемна вълна, която разтърсва земята напред-назад в посока съвпадаща и обратна на посоката на движение на вълната. Първичните вълни се движат най-бързо и се състоят от последователност от компресии и разширения, успоредни на посоката на движение на вълната.

- **Напречна вълна (S-wave)**

Напречната или вторична вълна представлява обемна сеизмична вълна, която разтърсва земята в посока перпендикулярна на посоката на движение на вълната.

- **Обект на потенциална опасност (Exposure)**

Хора, имущество, системи или други елементи, присъстващи в зона на опасност, които са обект на потенциални загуби.

- **Обемни вълни (Body waves)**

Сеизмична вълна, която преминава през вътрешността на Земята и не се ограничава от никаква гранична повърхност.

- **Осведоменост на обществото (Public awareness)**

Степента на общи познания за рисковете от бедствия, факторите, които водят до бедствия и действията, които могат да бъдат предприети поотделно и колективно, за да се намалят рисковете и уязвимостта от бедствия.

- **Основен трясък (Main shock)**

Основният трясък е най-силното от поредица земетресения. Той понякога се предхожда от един или повече първични трусчета и почти винаги е последван от голям брой вторични трусчета.



- **Оценка на риска (Risk Assessment)**

Методология за определяне на естеството и степента на риска чрез анализиране на потенциални опасности и оценка на съществуващите условия на уязвимост, които биха могли да навредят на застрашени хора, имущество, услуги, поминък и на околната среда.

- **План за намаляване на риска от бедствия (Disaster risk reduction plan)**

Документ, изготвен от орган на властта, сектор, организация или предприятие, който определя целите и конкретните задачи за намаляване на рисковете от бедствия, заедно със свързаните с тях действия за постигане на тези цели.

- **Плочи (Plates)**

Големи, почти неподвижни, но все пак мобилни сегменти от блокове, участващи в тектониката на земята, които включват както земната кора, така и някои части на горната мантия.

- **Повърхностни вълни (Surface waves)**

Сеизмични вълни, които се движат само по земната повърхност със скорост по-малка от тази на напречните вълни (S-вълни). Повърхностните вълни биват вълни на Рейли и вълни на Лав.

- **Превенция (Prevention)**

Пълно избягване на неблагоприятните последици от бедствия и свързаните с тях поражения.

- **Предварителни трусове (Foreshocks)**

Предварителните трусове са сравнително слаби земетресения, предшествващи най-силния трус, който се нарича основен. Не всички основни трусове се предхождат от предварителни трусове.

- **Природно бедствие (Natural hazard)**

Естествен процес или явление, което може да доведе до загуба на живот, нараняване или други въздействия върху здравето, имуществени щети, загуба на поминък и услуги, социални и икономически сътресения или увреждане на околната среда.

- **Разлом (Fault)**

Разломът е пукнатина, по която блоковете на земната кора от двете ѝ страни се преместват един спрямо друг успоредно на тази пукнатина.

- **Реакция (Response)**

Предоставянето на услуги за спешна помощ и публична помощ по време на или непосредствено след бедствието за спасяване на човешки живот, намаляване на въздействията върху здравето, осигуряване на обществената безопасност и задоволяване на основните ежедневни нужди на засегнатите хора.

- **Риск (Risk)**  
Комбинацията от вероятността за дадено събитие и неговите негативни последици.
- **Свлачище (Landslide)**  
Свлачище е движение на повърхностен материал надолу по склона.
- **Сеизмичен риск (Earthquake risk/ Seismic risk)**  
Сеизмичният риск отразява вероятните щети на сгради, както и броя на хората, които се очаква да бъдат наранени или убити, ако възникне земетресение, предизвикано от активен разлом.
- **Сеизмични вълни (Seismic waves)**  
Вълни, възникващи в резултат на земетресение. Сеизмичните вълни биват два вида: обемни и повърхностни.
- **Сеизмично бедствие (Earthquake hazard/ Seismic hazard)**  
Сеизмичното бедствие е всяко природно явление, свързано с едно земетресение, което може да повлияе на нормалната дейност на хората. Това включва появата на повърхностни разломи, разклащане на земята, свлачища, втечняване, тектонски деформации, цунами и т.н.
- **Сеизмичност (Seismicity)**  
Сеизмичността се отнася до географското и историческо разпределение на земетресенията.
- **Сеизмограма (Seismogram)**  
Сеизмограмата е запис на сеизмограф, отразяващ земните движения, възникнали в резултат на земетресение, експлозия или други източници, предизвикващи движение на земната повърхност.
- **Сеизмограф (Seismograph)**  
Сеизмограф или сеизмометър е уред, използван за откриване и записване на земетресения. Обикновено той се състои от инертна маса прикрепена към фиксирана основа. По време на земетресение основата се движи, а масата остава неподвижна. Движението на основата по отношение на масата обикновено се трансформира в електрическо напрежение. Електрическото напрежение се записва на хартия, магнитна лента или друг носител. Този запис е пропорционален на движението на масата по отношение на земята, но той може да бъде превърнат в математически запис на абсолютното движение на земята.
- **Сеизмология (Seismology)**  
Сеизмологията е наука за земетресенията и структурата на земята. Тя изучава както естествените, така и изкуствено генерираните сеизмични вълни.
- **Система за ранно предупреждение (Early warning system)**  
Наборът от средства, необходими за създаване и разпространяване на навременна и пълна информация за предупреждение, за да се даде възможност на хората, общностите и организациите, заплашени от опасност, да се подготвят и да

действат по подходящ начин и достатъчно време, за да се намали възможността за причиняване на вреди или загуби.

- **Скала на Рихтер (Richter scale)**

Скалата на Рихтер е разработена през 1935 г. от Чарлз Ф. Рихтер от Калифорнийския технологичен институт като математическо средство за сравнение размера на земетресенията. Магнитудът на едно земетресение се определя от логаритъма на амплитудата на вълните, записани от сеизмографи. Предвидени са корекции, отчитащи разстоянието между различните сеизмографи от епицентъра на земетресенията. По скалата на Рихтер магнитудът се изразява в цели числа и десетични дробни. Поради логаритмичната основа на скалата, всяко увеличаване на магнитуда с една единица представлява десетократно увеличение на измерваната амплитудата; при оценка на освободената енергия всяко увеличение на магнитуда с една единица съответства на освобождаването на около 31 пъти повече енергия, отколкото при предходната числена стойност.

- **Срединен океански хребет (Oceanic spreading ridge)**

Срединният океански хребет представлява разломна зона по океанското дъно, където материалът от разтопената магма излиза на повърхността, като по този начин създава нова кора. Срединно океанският хребет може да се наблюдава под океана като верига от хребети, които се образуват, когато разтопена скална маса достигне океанското дъно и се втвърди.

- **Субдукция (Subduction)**

Субдукцията е процес, при който една тектонска плоча се подпъхва (субдуцира) под друга.

- **Тектониката на плочите (Plate tectonics)**

Тектоника на плочите е теорията, подкрепена от голям брой доказателства, че земната кора и горната мантия се състоят от няколко големи, тънки и сравнително твърди плочи, които се движат една спрямо друга. Приплъзването между блоковете на разломите, които определят границите на плочите, често води до земетресения. По границите на плочите съществуват няколко вида разломи, включително навлаци, при които материалът на плочата потъва или се поглъща от мантията, океански хребети, при които се образува нова кора и отседи, при които се наблюдава хоризонтално приплъзване между съседните плочи.

- **Тектонски плочи (Tectonic plates)**

Тектонските плочи са големи, тънки, относително твърди плочи, които се движат една спрямо друга под повърхността на Земята.

- **Управление на извънредни ситуации (Emergency management)**

Организацията и управлението на ресурси и отговорности за справяне с всички аспекти на извънредни ситуации, по-специално подготовка, реагиране и първоначални стъпки за възстановяване.

- **Управление на риска (Risk management)**

Системен подход и практика за управлението на несигурни ситуации, за да се сведат до минимум потенциалните вреди и загуби.

- **Устойчивост (Resilience)**

Способността на една система, общност или общество, изложени на опасности да се противопоставят и възстановяват от последиците на бедствие по бърз и ефективен начин, включително и чрез опазване и възстановяване на основни структури и функции. Устойчивостта на една общност по отношение на потенциални бедствия се определя от размера на необходимите ресурси, с които тя разполага и от способността ѝ да се организира както преди, така и по време на бедствие.

- **Уязвимост (Vulnerability)**

Характеристиките и обстоятелствата на една общност, система или актив, които ги правят податливи на вредните последиствия от едно бедствие.

- **Фокус или хипоцентър (Focus or Hypocenter)**

Хипоцентърът е точката в земната кора, където започва земетресението. Епицентърът е точката непосредствено над него на повърхността на Земята.

- **Цунами (Tsunami)**

Цунами е морска вълна с местен или далечен произход, която е резултат от мащабни премествания на морското дъно, свързани с големи земетресения, големи подводни тектонски движения или изригване на вулканични острови.

## **Съкращения**

**EERI** Earthquake Engineering Research Institute

**EPPO** Earthquake Planning and Protection Organization

**FEMA** Federal Emergency Management Agency

**GEER** Geotechnical Extreme Events Reconnaissance

**G.I.** Institute of Geodynamics

**GSCP** General Secretariat for Civil Protection in Greece

**INSARAG** International Search and Rescue Advisory Group

**ITSAK** Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering

**MCEER** Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research

**NOA** National Observatory of Athens

**OCHA** Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

**RACCE** Raising Awareness and Coping Children's Emotions project

**SRA** Seismic Rehabilitation Agency

**TEI** Technological Educational Institute

**UNDRR** United Nations Disaster Risk Reduction

**UNISDR** United Nations International Strategy for Disaster Reduction

**USAR** Urban Search and Rescue

**USGS** U.S. Geological Survey

**NIGGG, BAS** – National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, Bulgarian Academy of Sciences

## 9. Библиография

ISDR (2009). UNISDR Terminology on Disaster Risk, 35p ([www.unisdr.org/we/inform/terminology](http://www.unisdr.org/we/inform/terminology))  
USGS. <http://earthquake.usgs.gov/learn/glossary>

### Раздел: Описание на бедствието

#### *Литература*

Boyko, R., (2003). Classification and Description of the Secondary Effects Accompanying Earthquakes with Different Magnitudes. European Commission, DIRECTORATE GENERAL JRC JOINT RESEARCH CENTRE.

Environmental Literacy Council of National Science Teachers Association, (2007). Earthquakes, Volcanoes, and Tsunamis. National Science Teachers Association.

Kearey, P., (1993). The Encyclopedia of the Solid Earth Sciences. Blackwell Science Ltd.

Papazachos, B.C., Comninakis, P.E., Karakaisis, G.F., Karakostas, B.G., Papaioannou, Ch.A., Papazachos, C.B. and E.M. Scordilis (2000). A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 550BC-1999, Publ. Geophys. Laboratory, University of Thessaloniki, 1, 333pp.

Papazachos, B. & Papazachou, C., (1997). The earthquakes of Greece. P. Ziti & Co.

Pavlidis, S., (2003). Geology of Earthquakes: Introduction to Neotectonics, Morphotectonics and Palaeoseismology.

Press, F. & Siever, R., (1997). Understanding Earth. W. H. Freeman and Company.

Skinner B.J., Porter S.C., & Park J. (2004) Dynamic Earth: An introduction to Physical Geology. Wiley Inc.

Van Andel, T. H., (1985). New views on an old planet: Continental drift and the history of the earth. Cambridge University Press.

Van der Pluijm, Ben A. & Marshak, S., (2004). Earth structure. W. W. Norton & Company, Inc.

Yeats, R. S., Sieh, K. & Allen, C.R., (1997). The Geology of Earthquakes. Oxford University Press.

#### *Интернет ресурси*

<http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/index.html>

<http://www.usgs.gov>

<http://www.jma.go.jp>

<http://www.wikipedia.org/>

[www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph)

<http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/hazards/earthquakes/locatingQuakes.html>

[http://racce.nhmc.uoc.gr/files/items/9/910/2\\_theoretical\\_booklet.pdf](http://racce.nhmc.uoc.gr/files/items/9/910/2_theoretical_booklet.pdf)

<http://racce.nhmc.uoc.gr/en/downloads/ekpai/videos.html>

<http://www.iris.edu/news/events/japan2011/>

**Раздел: Сеизмична карта на Гърция**

EPPO website: [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)

EU (1996). Guidance on risk assessment at work, 64p

OPUS (2005). Earthquake Risk Assessment Study, Earthquake Hazard and Risk Assessment Project, 76p

[https://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment/index\\_html](https://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment/index_html)

<http://www.ready.gov/risk-assessment>

<http://earthquake.usgs.gov/research/hazrisk>

**Раздел: Сеизмична карта на Испания**

BOE (1995) Decision dated 5 May 1995 of the Ministry of Home Affairs that publishes the agreement of the Council of Ministers to approve the Basic Civil Protection Planning Guidelines for Seismic Risk.

Tenerife Island Council. Risk Analysis. Chapter III of Tenerife Island's Civil Protection Regional Insular Emergency Plan.

Garcia C., A. (2014). Introducción al análisis de los riesgos geológicos (Introduction to the Analysis of Geological Risks). University of Granada.

Generalitat Valenciana (GVA) – Seismic Risk.

IGM (Instituto Geológico y Minero, the Geological and Mining Institute).

Impact analysis of geological risks in Spain. Assessment of losses due to earthquakes and flooding during the 1987-2001 period, and estimates for the 2004-2033 period.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, the National Geographic Institute). Seismicity map.

Report on the Lorca earthquake of 11 May 2011.

Autonomous Government of Andalusia. Emergency Plan for Seismic Risk in Andalusia.

Pacuals S. G., Gonzalez L. S. and Alguacul A. L. (2012) “Análisis de Consecuencias y Actuaciones de Protección Civil en el Terremoto de Lorca (Murcia): Pre-Emergencia, Emergencia y Post-Emergencia” (Analysis of the Consequences and Civil Protection Actions in the Lorca Earthquake (Murcia): Pre-Emergency, Emergency and Post-Emergency).

Spain Civil Protection – Earthquakes.

National Civil Protection Plan for Seismic Risk.

Self-Protection Measures to be Carried Out During an Earthquake.

Tracking Report for Seismicity in the Gulf of Valencia (2013).

Analysis of Consequences and Civil Protection Actions in the Lorca Earthquake (Murcia): Pre-Emergency, Emergency and Post-Emergency. Física de la Tierra, Volume 24 (2012), pages 343-362.

Recommendations – Vademecum Remer.

Region of Murcia. Special Civil Protection Plan for Seismic Risk in the Region of Murcia.

Sanmartin-Burruezo M.P. et al (2015). Las medidas de salud pública ante una catástrofe: a propósito del terremoto de Lorca en 2011 (Public Health Measures in the Event of a Disaster: Resulting from the 2011 Lorca Earthquake). Salud Ambient magazine. p. 49-58



Vulnerability and Risk Assessment (1994). Disaster Management Training Programme (DMTP), United Nations.

**Раздел: Превенция и действия за ограничаване на щетите**

E.P.P.O. (2012). Leaflet "Roles and Responsibilities", Athens, 6p

E.P.P.O. (2014). Leaflet "Earthquake Planning Workshops", Athens

E.P.P.O. (2012). "Code of structural interventions 2012 final harmonized text" Athens, 348p

FEMA (2011). "FEMA Mitigation and Insurance Strategic Plan", 40p

ELSTAT (2009). Concise statistical yearbook 2009, 327p

FEMA. Website: <http://www.fema.gov/what-mitigation>

Website:<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/176199/earthquake/59574/Methods-of-reducing-earthquake-hazards>

K. Stylianidis, A. Sextos, D. Panagiotopoulou and M. Panoutsopoulou (2014). "Pre-earthquake evaluation, assessment and strengthening of existing public buildings" International Workshop on Seismic Hazard and Earthquake Engineering, Technological Institute of Ionian Islands, Cephalonia, Greece, September 2014.

E. Lekkas, D. Minos – Minopoulos & E. Stefanidou (2010). "Emergency planning for the municipality of Kos, Kos Island, Greece" Geologically Active – Williams et al. (eds) Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-60034-7

UNISDR (2009). "Terminology", <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>

ISDR-PPEW (2005a). "Many of the points presented in this paper have been discussed and illustrated in the early warning web pages of the ISDR. The 4-element view of effective people-centred early warning systems is discussed at <http://www.unisdr.org/ppew/whats-ew/basics-ew.htm> and in ISDR-PPEW (2005b). ISDR Platform for the Promotion of Early Warning (PPEW), Bonn.

USGS Website. <http://earthquake.usgs.gov/research/earlywarning>

**Раздел: Подготовка**

EPPO (2014). "Protective Measures – Post Disaster Period", Athens, 16p

EPPO (2013). "Get Ready for the Earthquake. Follow 5 steps", Athens, 8p

EPPO (2012). "Model School Emergency Plan", Document 824/11-4-2012, 24p

GSCP (2012). "Civil Protection Actions on Earthquake Management", Circular 2450, 35p

UN/ISDR (2005). "Hyogo Framework for Action 2005–2015", World Conf. on Disaster Reduction, Kobe Japan.

U.S. Department of Homeland Security (2011). "National Preparedness Plan"

FEMA. website: <http://www.fema.gov/national-preparedness-cycle>

EPPO. website: [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)

RACCE. website of "Raising Earthquake Awareness and Coping Children's Emotions" Project, [www.racce.nhmc.uoc.gr](http://www.racce.nhmc.uoc.gr)

Ready. website: <http://www.ready.gov/are-you-ready-guide>

#### Раздел: **Реакция след земетресение**

Anagnostopoulos S. (2003). "Peadab Post Earthquake Damage and usability assessment of Buildings – Post-Earthquake Emergency Assessment of Building Safety Field Manual" 61p

GSCP (2012). Circular (2450/9-4-2012) "Planning and civil protection actions addressed on earthquake risk issues"

EPPO (2014). "Protective Measures – Post Disaster Period", 16p

EPPO (2003) "Prevention & Mitigation of the Psychosocial Consequences of Earthquakes", Athens 103p

EPPO (2000) "One year after the Athens 7-9-199 Earthquake", Athens 15p

Martin J. Course "Earthquake Hazard and Emergency Management" Session "Earthquake Disaster Response and Recovery" (<https://training.fema.gov/emiweb/downloads/earthquakeem>)

Ocha United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs <http://www.unocha.org/what-we-do/coordination-tools/insarag/overview>

Pomonis A. (2002). "The Mount Parnitha (Athens) Earthquake of September 7, 1999: A Disaster Management Perspective" *Natural Hazards* 27: 171–199.

UNISDR (2009): "Terminology", <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>

University of Florida (1998): "The Disaster Handbook 1998 National Edition Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida – Section 3.7 The Role of G B.

#### Раздел: **Възстановяване**

Comerio M. C. (1998). "Disaster hits home: New policy for urban housing recovery". Berkley and Los Angeles CA: University of California Press.

Dandoulaki M. (2008). "Spatial planning and earthquake protection in Greece". PhD Thesis, National Technical University of Athens (in Greek).

ECPFE (2000). "Athens Earthquake of September 1999". Newsletter iss. N. 3, Athens

EPPO (2014). "Protective Measures – Post Disaster Period", Athens

GEER/EERI/ATC (2014). Earthquake Reconnaissance Cephalonia, Greece Events, Version 1.

Peacock W.C., Girard C. (1997). "Ethnic and racial inequalities in hurricane damage and insurance settlements". In Peacock, W.C., Morrow, B. H., & Gladwin H. (eds). "Hurricane Andrew: Ethnicity, gender and the sociology of disasters" (pp. 135-145). London and New York Routledge.

Pomonis A. (2002). "The Mount Parnitha (Athens) Earthquake of September 7, 1999: A Disaster Management Perspective" *Natural Hazards* 27: 171–199.

Jie-Ying W., Lindell M. (2003). "Housing Reconstruction after Two Major Earthquakes: The 1994 Northridge Earthquake in the United States and the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan"

Johnson C. (2007). "Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey". *Habitat International* 31 36–52

Quarantelli E. L. (1999). *The Disaster Recovery Process: What We Know and Do Not Know from Research.* Newark: Disaster Research Center, University of Delaware.

UNDRO (1982). *Shelter after disaster: Guidelines for assistance.* New York: UNDRO.

UN/ISDR (2005). Hyogo Framework for Action 2005 – 2015. World Conference on Disaster Reduction – Kobe Japan.

UN World Conference on Disaster Risk Reduction, (2015). “Reconstructing after disasters: Build back better”. Ministerial Roundtable 14-18 March 2015, Sendai, Japan