



Получена: 05.02.2021 г.

Приета: 19.02.2020 г.

АНАЛИЗ И ПРЕПОРЪКИ В РЕЗУЛТАТ НА ПРОВЕДЕНО ПОСЕЩЕНИЕ В АЛБАНИЯ СЛЕД ЗЕМЕТРЕСЕНИЕТО НА 27.11.2019 г. И СЪПОСТАВЯНЕ С ПОСЛЕДИЦИТЕ ОТ ЗЕМЕТРЕСЕНИЕТО В Р БЪЛГАРИЯ ОТ 04.03.1977 г.

Б. Лесновски¹

Ключови думи: земетресение, Албания 2019, Вранча 1977, изводи, сравнение

РЕЗЮМЕ

Изложеният материал е свързан с резултати от посещението от 10 до 15 декември 2019 г. на български екип (втора група строителни инженери) до Албания в гр. Тирана и гр. Дурас. В статията се прави сравнителен анализ между земетресение в Албания през 2019 г. и настъпилото в България през 1977 г. В материала са разгледани основните прилики и изводи от изпълнението на строителството на жилищни сгради, както и пропуски по време на проектиране и изпълнение. Прави се сравнителен анализ между действащите понастоящем норми и техните изменения в годините назад.

1. Въведение

Настоящият материал е свързан с резултати след посещението от 10 до 15 декември 2019 г. на български екип (втора група строителни инженери) до Албания, в гр. Тирана и гр. Дурас (DURRÄS). Първата група български строителни инженери бяха специалисти от УАСГ и работиха в периода 05 до 08 декември 2019 в същите райони [12]. Работата на българските специалисти бе координирана от Кризисен център на Европейския съюз, под ръководството на специалисти от Гърция. Те, при започване на всеки работен ден, провеждаха брифинг в сградата на общината в гр. Дурас с инструктаж.

¹ Божидар Лесновски, инж., „Лебо Инженеринг“ ЕООД, гр. София, e-mail: office@leboinj.com

Специалистите се разделяха на групи с местен представител от Албания – строителен инженер или техническо лице.

Оценки за състоянието на сградите след земетресението провеждахме по предварително представен списък за посещение. Екипите получаваха за попълване формуляр (табл. 1). Всичко това се извършваше координирано, съгласно изискванията на щаба, който ръководеше целия процес за събиране данни за всяка сграда.

Входните данни от проведената оценка съдържат информация за:

Таблица 1. Формуляр за оценка на състоянието

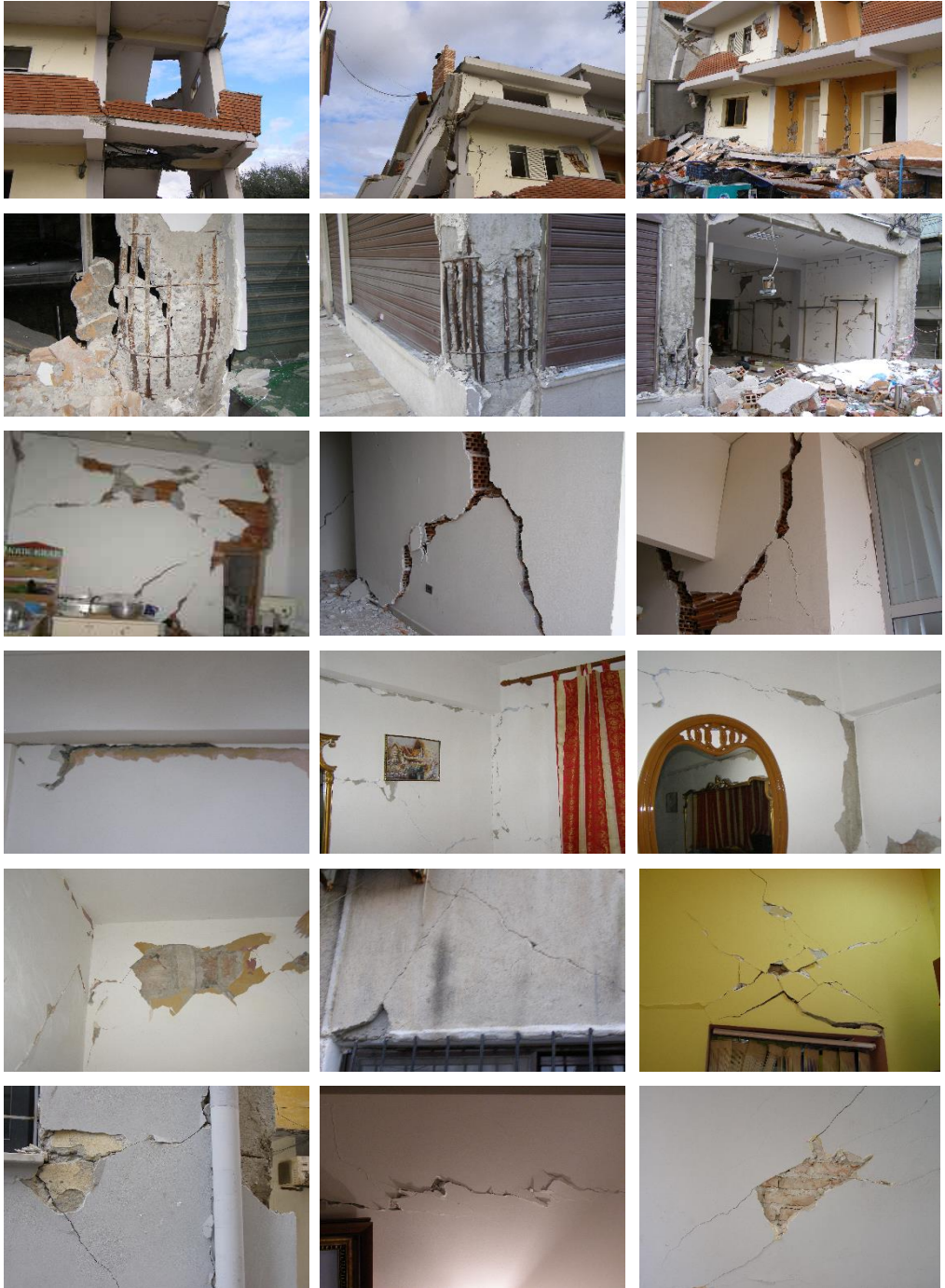
Административни данни (превод от албански език)		
Наименование		Адрес
Основно предназначение		Разгънатата площ
Височина		Площ на приземен етаж
Брой етажи		Вид на приземен етаж
Брой апартаменти		Площ на апартаменти
Брой обитатели (денем/нощем)		Предназначение на етажа
Инженерно-конструктивни данни		
Година на проектиране и построяване		Вид на строителните материали
Използвани нормативни документи за сеизмично осигуряване		Тип на конструктивната система, поемаща сеизмичното натоварване
Форма в план – информация за регулярност или нерегулярност		Форма по височина – информация за регулярност или нерегулярност
Състояние по отношение на поддръжката в т.ч. информация за претърпени повреди от минали земетресения, реконструкции, промяна на предназначение и др.		
Качество по отношение на вложени материали, проект и строителство		
Фундиране, вид на земната основа (меки, твърди почви, насип, скала по инженерно-геоложки доклад); ниво на подпочвени води, наклон на терена		

Нивото на пълнота на входните данни е съществено и определя степента на прецизност за оценка на състоянието на оценяваната сграда.

Много от данните за попълване във формуляра (табл. 1) липсваха, тъй като пострадалите жители не разполагаха с тях. Това ни даде основание да приемем, че проектна и строителна документация липсва, вероятно липсва и контрол при изпълнение на Строително-монтажни работи (СМР).

Общото ми впечатление, заключение и препоръки от проведените визуални оценки на сгради след земетресението в Албания (гр. Тирана и гр. Дурас) от дата 27.11.2019 г. се представят чрез снимковия материал и направените в тази статия анализи:

- Голямата част от жилищния сграден фонд в гр. Дурас е запазен, т.е. няма разрушения. Това се отнася за добре проектирани и изпълнени конструкции.
- Проявени пукнатини и частични разрушения има в тухлени стени на еднофамилни едноетажни и двуетажни жилищни сгради, където качеството на изпълнението е незадоволително.
- Не са спазвани основни изисквания за сеизмично осигуряване – липсват конструктивни елементи колони, греди, стб. пояси – вертикални и хоризонтални, за двуетажни сгради със сутерен, в стълбищните клетки липсват „шайби“. За тези сгради не са спазени изискванията за „хоризонтална и вертикална регулярност“, неправилно конструиране при надграждане с повишаване на етажната височина, т.е. върху няколко реда от тухлена зидария стъпва етажната плоча. Колоните се разместват във височина – липсва вертикална регулярност.
- В едноетажни и двуетажни жилища и за високото етажно строителство вложените материали, по външна оценка, не притежават необходимите качества (якост, хомогенност, правилно конструиране). Това се отнася както за вложените тухли и разтвори, така и за вложения бетон – видимо разслоен, необработен, липсва адхезия между бетон и армировка, неправилно изграден армировъчен скелет, липсват стремена и тяхното съгъстяване в особено важните зони – връзка „колона-фундамент“; „кола-греда“; „връзка между две греди“; усилване в „конзолни греди и мястото на запъване“ и неправилно изпълнената тухлена зидария.
- Почти на всички едноетажни къщи, решени с дървена конструкция, покривите бяха напълно разрушени, защото нямат основни съставни конструктивни елементи – периферни греди, биндерни греди, „попове“ – вертикални елементи, подкоси, клещи, цялостна дъсчена обшивка. Всички окачени тавани, изпълнени от дъсчена обшивка, са напълно разрушени – строителството е много слабо, разрушени етажни балконски парапети, разрушени тухлени огради, изпълнени без колонки при единична тухла $b = 12 \text{ cm}$ на глинен разтвор – разрушена изцяло.
- На нови и стари сгради стените са разрушени частично или изцяло с характерните диагонални, коси и вертикални пукнатини. Некачествената зидария е видимо без необходими превръзки за модел на „блокова“ или „кръстата зидария“. Липсват детайли на сглобки при допиране на стените от напречна и надлъжна посока, изпълнен носещ вертикален или хоризонтален корав елемент, стъпващ върху зидария без специален детайл в точката на вертикалния товар и респективно редуцирано сеизмично осигуряване.





Фиг. 1. Повреди в сгради, забелязани след земетресението в Албания на 27.11.2019 г.

В много от тези сгради липсват основи, а външните стени са изградени от тухла, камък с фугиращ материал от варов разтвор без цимент и без никаква якост. Тези сгради са сеизмично неосигурени и бързо се разрушават, като често пъти се наблюдават крехки форми на разрушение. Тук е мястото да подчертаем, че качеството на строителството и вложените материали са един от основните фактори, определящи сеизмичната осигуреност на конструкцията. Можем да обобщим, че при тези сгради и с тези вложени материали условията, водещи до сеизмична осигуреност, не са спазени.

Има жилищни сгради (6 – 7 етажа) с монолитна конструкция, изградени по модел на редово изпълнение в четири секции, където са допуснати много грешки в експлоатационния период. По явните са:

- **Отделни достроявания във височина** по балконските тераси и извън фасадите.
- **Събаряне на вътрешни стени за увеличаване на живущата свобода площ**, с което се нарушава пространствената устойчивост.
- **Липсват дилатационни фуги**. Сградите са проектирани и изградени по цялата височина и не са отделени една от друга.
- **Партерните етажи на сградите са преустройвани за офиси и магазини**. Настъпили са разрушения, следствие „гъвкав етаж“ при премахване на стени в двете направления. Има пробиване на отвори за врати и прозорци, за които не са предвидени конструктивни детайли. Формите на разрушения тип „гъвкав“ етаж са много и разнообразни – вж. снимков материал.

Най-отговорно казано, след направеното посещение и огледи на ефектите върху сградите от земетресението в Албания, гр. Дурас (27.11.2019 г.), за да запазим своя живот и живота на близките си, за да запазим духовни и материални ценности след бъдещи земетресения, трябва да спазваме базовите правила за сградите, в които минава голяма част от живота ни. За една развита и уредена държава тези правила имат следния вид:

- новите сгради да се изпълняват задължително с **конструктивен проект**, дори да са едноетажни еднофамилни къщи;
- **да се избягва реконструкция** в съществуващи сгради (особено в партерни, приземни етажи и в мезанин) за смяна на предназначение;
- **да не се допуска** интервенция върху носещата конструкция и върху носещи и вътрешни стени, отвори в стени, премахване на врати или отваряне на нови;
- усилването на съществуващи сгради да се изпълнява задължително с **Инвестиционен проект по част Конструктивна за цялата сграда**, а не за отделни апартаменти или части от нея;
- основната причина за увеличаване на сеизмичната уязвимост се оказва **некачественото** строителство, контрол и некачествено вложени материали, следователно тяхното качество трябва да се повиши.

От гледна точка на сеизмичното инженерство, сградният фонд в България трябва да се обследва, като се раздели на две групи:

- ✓ **ПЪРВА група**, която обхваща по-голяма част от съществуващите сгради, чието строителство не е предшествано със специални изчисления за определяне на натоварването от сеизмично въздействие (т.е. за сгради до и след 1964 г.). За тези сгради е валидна и Наредба № 5/2006 г. за съставяне на Технически паспорти – глава III чл. 20 и чл. 21 за съществуващи сгради.
- ✓ **ВТОРА група**, включваща сградите, чиито проекти са съобразени с действащите норми за проектиране в земетръсни райони НПССЗР'87, Наредба № РД-02-20-2/2012 г., БДС EN 1998-1; БДС EN 1998-3), т.е. сградите, както и за първа група се обследват, дава се заключение и се определя остатъчният ресурс на сградата, доказва се степента на сеизмична осигуреност за съществуващата сграда.

Условно може да приемем, че сгради от първа група не са обречени на разрушаване поради отсъствие на сеизмични изчисления в проектната документация, защото:

- са качествено и добросъвестно изпълнени;
- имат високо качество на вложени материали;
- опитът, инженерната квалификация и проектантът са на ниво.

За ВТОРА група сгради – въпреки че е налично съблюдаване на изискванията на действащите нормативни документи за сгради и съоръжения (НПССЗР'87 и новите), това не е гаранция за тяхната сеизмична осигуреност, поради:

- недостатъци в нормативните документи в момента на изпълнение на проектната задача;
- груби грешки при проектирането поради липса и отсъствие на подходяща професионална подготовка;
- недобросъвестно изпълнение (ниска строителна квалификация), вложение на некачествени строителни материали за бетон, армировка, тухли, разтвори и др.

2. Нормативна рамка в Р България

Следва да признаем, че българските норми след хармонизирането им с европейските норми формулират указания и методи за събиране на данни за оценка на уязвимостта на сградите, като дават на българските проектанти една много по-висока информираност, познания за проектиране и ползване на съвременните достижения на сеизмичното инженерство. За съжаление не всички колеги се съобразяват и спазват тези толкова важни нормативни изисквания – като например **Наредба № 5/28.12.2006 г.** (обн. ДВ, бр. 7 от 2007 г.; изм. и доп. бр. 38 от 2008 и бр. 22 от 2010 г., изм. и доп. бр. 79 от 2015 г.) за обхват и съдържание на Техническите паспорти (ТП) на строежа. Съставянето на ТП за съществуващи строежи се провежда както следва:

Таблица 2. Съдържание на Техническия паспорт

<p>• чл. 4 гл. II от Наредба № 5/2006</p>	<p>Част А – „Основни характеристики на строежа“ Част Б – „Мерки за поддържане на строежа и срокове за извършване на ремонти“; Част В – „Указания и инструкции за безопасна експлоатация“; Част Г – „Енергиен паспорт на строежа“</p>
<p>• чл. 5 гл. II от Наредба № 5/2006</p>	<p>Част А – „Основни характеристики на строежа“ – съдържа следните раздели:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Раздел I – „Идентификационни документи и параметри“ за вида на сградата – конструктивна система, строителни и монтажни дейности, пристрояване, надстрояване, сеизмична осигуреност и много други; 2. Раздел II – „Основни обемно-планировъчни и функционални показатели за сградата: <ol style="list-style-type: none"> а) площ, обем, височина, надземни, полуподземни и подземни етажи, инсталационна и технологична осигуреност и др.; б) съоръжения на техническа инфраструктура – капацитет, носимоспособност, пропускателна способност, налягане, напрежение, мощност, сервитути и др. 3. Раздел III – „Основни технически характеристики“, изпълнение по изискванията на чл. 169 (ал. 1-3) на ЗУТ към конкретна сграда или строително съоръжение, тип на конструкцията, сеизмична устойчивост, граници на пожаро-устойчивост, дълготрайност на строежа, санитарно-хигиенни изисквания, околна среда, гранични стойности на шум в околната среда, показатели за разход на енергия, енергопотребление. 4. Раздел IV – „Сертификати“, който съдържа: Данни за сертификати или документи, удостоверяващи сигурността и безопасната експлоатация на строежа, респективно сграда и съоръжения. Сертификат за вложените материали и продукти; 5. Раздел V – Данни за собственика и за лицата, съставили или актуализирали Техническият паспорт.

В глава Трета на Наредба № 5 (изм. ДВ, бр. 22/2010 г. и бр. 79 от 2015 г.) – обследване на съществуващи строежи (сгради и съоръжения), съгласно чл. 20, чл. 21 се третират важни изисквания:

<p>• чл. 20</p>	<p>Съставяне на Технически паспорт на съществуващи строежи</p>
<p>• чл. 21</p>	<p>Обследването включва:</p> <p>→ Съставяне на информационна база данни за нормативните проектни стойности на техническите характеристики на строежа, респективно свързани с изискванията на чл. 169, ал. 1-3 на ЗУТ, установяване на действителните технически характеристики за вложени материали – тухли, клас на бетона, вложена армировка (AI, AII и AIII и др.);</p> <p>→ Действителните технически характеристики на строежа се установяват чрез:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Събиране, проучване и анализ на наличната (проектна и строителна) техническа документация; • Екзекутивно заснемане – при липса на Техническа документация. <i>(По време на обследването в Албания за всички сгради такава липсваше, или въобще не се обсъждаше);</i> • Оглед и заснемане (измерване) на дефекти, повреди или разрушения: съставяне на „кроке“ – дигитализиране;

• Извършване на необходимите изчислителни проверки, натоварване и съставяне на съпоставителни таблици за периода на проектиране и по време на обследването, т.е. определяне на действителните технически характеристики на строежа и сравняването им с нормативните действащи понастоящем (чл. 169, ал. 1-3) на ЗУТ;

Оценката на техническите характеристики се провежда по сравнителни анализи и проверки за определяне на количествените и качествените изменения за удостоверяване на:

1. Размера на повредите или разрушенията в строежа и отклоненията от действащите нормативни актове;
2. Допуснати грешки и недостатъци при проектирането, изграждането и експлоатацията на строежа (сграда, съоръжение и др.);
3. Степен на риска за настъпване на аварийни събития, т.е. доказване на остатъчния ресурс на конструкцията на строежа, съгласно актуално действащите нормативни документи за експлоатационни и сеизмични натоварвания;
4. Опасността за обитателите и опазването на имуществени ценности, както и неблагоприятни въздействия върху околната среда;
5. Технико-икономическата целесъобразност, културна и социална значимост.

Важно е да отбележим, че след хармонизирането на българската нормативна база се направи важна крачка в посока на използване и прилагане на Еврокод 8: Проектиране на конструкции за сеизмични въздействия:

- **Част 1 БДС EN1998-1:** „Основни правила, сеизмични въздействия и правила за сгради“ и национални приложения“;
- **Част 2 БДС EN1998-3:** „Оценяване и укрепване на сгради и съоръжения“.

Във връзка с проектирането настъпват промени и в нормите за натоварване и въздействие върху сгради съоръжения, както следва:

- Наредба за натоварване на сгради и съоръжения – влиза в сила от 01.07.1989 г.;
- Наредба № 3 за основните положения за проектиране на конструкциите на строежите и за въздействието върху тях – обн. ДВ бр. 92/2004; попр. ДВ бр. 98/2004, изм. и доп. ДВ бр. 33/2005 г.

Като приемем, че нормативната ни база за проектиране на сгради и съоръжения е хармонизирана с европейските стандарти (вж. официален вестник на Европейски съюз 04.04.2011 г.), изискванията към проектантите се променят, също и отговорностите се увеличават, особено при проектиране на сгради в земетръсни райони.

Много сгради остават необследвани и за тях липсва оценка за физическото им състояние, респективно няма оценка за остатъчния ресурс и реална сеизмична осигуреност.

Техническите паспорти по своето предназначение и съдържание трябва да бъдат завършени:

- от първа, втора и трета категория – до 31 декември 2014 г.;
- от четвърта категория – до 31 декември 2016 г.;
- от пета категория – до 31 декември 2018 г.

и да се определи остатъчният ресурс на обследваните сгради. Понастоящем срокът се промени до 2022 г., а може пак да се удължава.

Класификацията на сградния фонд в зависимост от типа на конструктивната система, година на проектиране/построяване, етажност и предназначение

В базата данни сградите трябва да се класифицират в отделни групи с цел оценяване на повредите спрямо близки или еднакви конструктивни системи, реагиращи по един и същ начин на сеизмично въздействие и отчитане на вложените строителни материали. Чрез анализа на уязвимостта се разработват зависимости между параметрите на земното движение (сеизмичната опасност) и възможните повреди в конструкциите за всеки архетип (представителна група). Тези резултати от своя страна се използват за определяне на очаквания размер на конструктивни повреди за дадено ниво на сеизмичното въздействие.

Необходимо е да се проверява етажността на сградите – „Ограничена етажност“

При описание на различните типове сгради се посочва и етажността. Нормите за сеизмично осигуряване предвиждат и ограничаване на височината и етажността (броя на етажите) в земетръсни райони. Правилникът от 1987 г. (НПССЗР'1987) не предвижда ограничения за жилищни, обществени и промишлени сгради със стоманен скелет или монолитни със стоманен скелет, т.е. смесен скелет. За всички останали броят на етажите се определя в зависимост от сеизмичността на площадката.

За едропанелните (ЕПЖС) сгради и сгради Пакетно повдигани плочи (ППП), ограниченията са:






- при $K_c = 0,27$ ($a_{\max} = 0,27g$) до 8 етажа;
- при $K_c = 0,15$ до 9 етажа;
- при $K_c = 0,10$ до 12 етажа.

По Наредба № РД-02-20-2/2012 г. трябва да се спазват изискванията на табл. 5 – за „допустима височина на сградите и етажност“ и табл. 6 – за „максимално разстояние между вертикални носещи елементи, които поемат сеизмични сили“; и допълващите разпоредби на БДС EN 1998-1 за дуктилност и регулярност; БДС EN 1998-3:2005 за проектиране на сгради за сеизмично въздействие, оценка и възстановяване/усилване на сгради. За сгради с носещи зидани конструкции в сеизмични райони се използва табл. 5 за „допустима височина и етажност“, размерите на елементите на зиданите конструкции, определени чрез изчисления, се приемат не по-малко от определените в табл. 7 на Наредба № РД-02-20-2/2012 г.

Нива на повреди и разрушение в конструкциите на сградите

Със съвременните макросеизмични скали повредите се представят в дискретна форма чрез нива на повредите [НП](К) – damage grades $Dg(k)$, ($k = 1, 2, 3, 4, 5$), които могат да се наблюдават при земетресение. Съгласно Европейската макросеизмична скала (EMC-98) се приемат пет нива, представени в табл. 3 [2]:

Таблица 3. Дефиниране на нивата на повреди в Европейската макросейзмична скала (EMS-98)

Ниво на повреди		Описание	Изображение
НПО(Dg0)	Няма		
НПО(Dg1)	Леки	<p>Ниво 1</p> <p>Незначителни (без конструктивни повреди, слаби неконструктивни повреди)</p>	
НПО(Dg2)	Средни	<p>Ниво 2</p> <p>Средни повреди, слаби конструктивни повреди, слаби неконструктивни повреди</p>	
НПО(Dg3)	Тежки	<p>Ниво 3</p> <p>Значителни до тежки повреди (средни конструктивни повреди, тежки неконструктивни повреди) – пукнатини в колони, във възел „колона-ригел“ на рамкова конструкция</p>	
НПО(Dg4)	Много тежки	<p>Ниво 4</p> <p>Много тежки повреди (тежки конструктивни повреди, много тежки неконструктивни повреди)</p>	
НПО(Dg5)	Разрушителни	<p>Ниво 5</p> <p>Разрушения (много тежки конструктивни повреди) – Разрушаване на приземен етаж или части (крила, стълби, покрив) на сградите</p>	

3. Теоретична оценка на земетресенията

От изучаване на общия характер на земетресенията знаем, че голяма част от нашата страна (над 95%) се намира в земетръсна област, както и съседните ни балкански

държави. Земетресенията са голямо природно бедствие, те предизвикват значителни разрушения на сгради и съоръжения. Земетресенията са резултат от рязко освобождаване на натрупаната енергия на деформация в земните недра. Силата на земетресението се оценява главно чрез два (различни по своята физическа същност) показателя: интензивност и магнитуд.

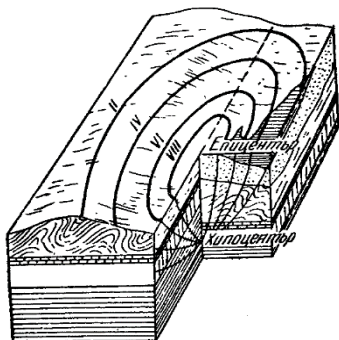
Сеизмичната интензивност е свързана с ефектите от земетресението само върху земната повърхност – важен показател с приложение в строителството. Има макросеизмични скали, които разделят земетресенията на 7 степени (Японската скала), на 10 (старите европейски скали) и на 12 степени, които са най-разпространени:

- В Европа – Меркали-Канкани-Зибберг;
- В Америка – модифицирана скала на Меркали;
- В Източна Европа (и у нас) – Медведев-Шпонхоер-Карник [МШК].

Магнитудът по Рихтер дава оценка за енергията на източника на земетресението, а не на въздействието му върху почвата, сградите и съоръженията. Магнитудът е основен показател за отделената енергия спрямо еталон, предложен от самия Рихтер, т.е. това е енергетичен показател на земетръсните източници в научните и приложните изследвания.

Необходимо е да си припомним определения за хипоцентър и епицентър. **Центърът (огнището) или хипоцентърът (Ниро-под)** на земетресението се намира най-често на дълбочина от 10 до 60 km. Вибрациите на земната кора се извършват във всички посоки.

Епицентър се нарича точката на земната кора, която се намира над хипоцентъра. В епицентъра земетресението се усеща обикновено като спускане и издигане на земната повърхнина, като вертикално движение. Движенията на земната кора се разпространяват по всички направления (фиг. 2) [4] под формата на затихващи сеизмични вълни.



Разпространение на земетресение; с римски цифри е означена степента на земетръса

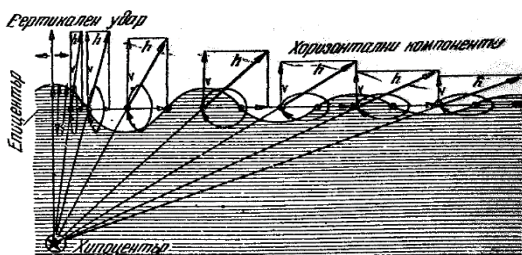
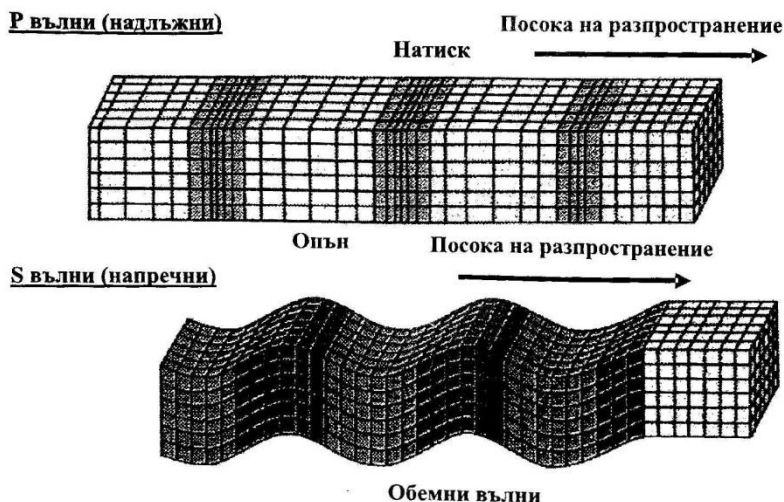


Схема на вертикалните и хоризонталните съставлящи на земетръсните тросове

Фиг. 2. Определение за Хипоцентър и Епицентър [4]

При възникването на земетресение се появяват вертикални и хоризонтални съставлящи движения на земната основа. В епицентъра движенията са доминиращо вертикални и колкото повече се отдалечават от него, започват да преобладават хоризонтални движения. Те са най-опасни за сградите и съоръженията, разположени в сеизмичните райони.

Сеизмичните вълни се подразделят на обемни и повърхностни. От гледна точка на сеизмичното инженерство интерес представляват обемните вълни фиг. 3 [1].



Фиг. 3. Посока на разпространение на P и S вълни [1]

Надлъжни или P (P от *prima* – първа) вълни. При тези вълни, частиците, които съставляват средата, се движат в посока на разпространението на вълната, като земната среда е подложена на опън-натиск с изменение на обема ѝ. Скоростта на надлъжните вълни е най-висока и достига до 13 km/s. **Напречните или S (S от *seconda* – втора) вълни,** т.е. напречните вълни са тези, при които частиците, които съставляват средата, се движат перпендикулярно на посоката на движение на вълната. Земната среда е подложена на срязване, без изменение на обема ѝ. Основната част на сеизмичната енергия, съсредоточена в „ S -вълните“ предизвиква най-съществени повреди и разрушения. **Повърхностните или L (L от *long* – дълги) вълни** възникват в земната повърхност подобно на вълните на водните повърхности.

Силата на земетресенията се измерва при общоприетата 12-степенна (бална) Европейска скала на Меркали-Канкани-Зибег. Земетресенията до 6-та степен не причиняват повреди на сградите и съоръженията. При изчисленията се вземат предвид земетресенията от 7-ма степен и повече – (вж. карта на сеизмично райониране за период от 1000 г. от Наредба № РД-02-20-2/2012 г., Приложение № 5 към чл. 15, ал. 2 и чл. 106 с посочени „Интензивност“ [1] и „Сеизмичен коефициент“ (Kc)).

Земетресенията се оценяват в два аспекта:

- като природно явление (магнитуд M);
- с ефектите или резултатите от земетресението (интензивност I).

За сеизмичното инженерство основна характеристика на земетресението е неговата интензивност I , характеризираща предизвиканите на повърхността деформации, повреди и разрушения. В техническата литература [1] съществува сравнение между степените на интензивност за Медведев-Шпонхауер-Карник (МСК64), Модифицирана Меркали ММ (USA, 1931), Японска (1950), Росси-Форели и Меркали (1917).

Таблица 4. Основни признаци за определяне на степента на сеизмичната интензивност

6-та степен	Силно земетресение с ускорение на сеизмичните вълни от 51 до 100 mm/s ²	В слаби сгради пада мазилка, появяват се пукнатини
7-ма степен	Много силно земетресение с ускорение на сеизмичните вълни от 101 до 250 mm/s ²	В масивните сгради се появяват малки пукнатини в стените, събарят се комини
8-ма степен	Разрушително земетресение с ускорение на сеизмичните вълни от 251 до 500 mm/s ²	При масивни сгради се явяват големи пукнатини в стените и се разрушават. Падат фабрични комини
9-та степен	Опустошително земетресение с ускорение на сеизмичните вълни от 501 до 1000 mm/s ²	Зиданите сгради силно се повреждат, негодни за живеене. Някои се разрушават напълно
<ul style="list-style-type: none"> • У нас са известни земетресения до 9-та степен. • Сеизмичните райони се определят по специални правила за сеизмично райониране. 		

За илюстрация на възможните ефекти от сеизмичните въздействия и като информация за критериите, въз основа на които се извършва макросеизмичната оценка на пострадалите от земетресението райони, описани за илюстрация на макросеизмичната скала на Медведев-Шпонхауер-Карник (МСК 64), е приета (експериментално) от ЮНЕСКО през април 1964 г. и се обозначава сеизмичната скала (MSK64).

4. Сеизмична оценка на сградния фонд

Сеизмичната оценка на съществуващите сгради у нас (а и в целия свят) е въпрос, който възниква обикновено след всяко разрушително земетресение, както и в Албания (Тирана и Дурас 2019 г.). В резултат често се публикуват „отговори“ след направените обследвания, публикуване на снимки и изводи, заключения и др. анализи и целият проблем затихва бързо, отшумяват тревогите и сеизмичната опасност, която ни грози, много бързо се забравя...

От гледна точка на сеизмичното инженерство, Наредба № РД-02-20-2/2012 г.; Еврокод 8 – БДС EN 1998-1, БДС EN 1998-3, специалистите, посетили Албания (като втора група), направиха оглед на засегнатите сгради от съществуващия сграден фонд на дати от 09.12 до 15.12.2019 г. Огледите и оценките се проведеха при посещение на сгради в различни райони по предварително съставен списък от общината на гр. Дурас, като се съблюдаваше наличието на:

- недостатъци в нормативните документи;
- груби грешки при проектирането поради отсъствието на подходяща професионална подготовка;
- недобросъвестно изпълнение и използване на некачествени или неподходящи строителни материали.

Сеизмичната оценка на съществуващия сграден фонд у нас, като правило е крайно належаща с оглед на:

- реалната сеизмична опасност, която се игнорира;

- увеличената уязвимост на сградите в резултат от „произволни“ реконструкции.

Сеизмичната оценка на съществуващия сграден фонд у нас трябва да се осъществи на базата на:

- класификация на сградите с оглед на възраст, конструктивна система, конфигурация в план и по височина и други специфични особености;
- осъвременен кадастър, включващ достоверна информация за видовете сгради и броя на жителите им;
- определяне на „приоритетни“ видове сгради, както и конкретни техни представители за оценка на сеизмичната им уязвимост.

От своя страна инженерното обследване на конкретна сграда включва:

- експертен инженерен оглед и анализ;
- архитектурно и инженерно заснемане;
- определяне на действителните якости на вложените материали;
- натурно динамично експериментиране за установяване на основните параметри, определящи реагирането на сградата на сеизмични въздействия;
- „експресно“ определяне на изчислителното сеизмично натоварване и проверка на носещата способност на застрашените сечения на „главните“ елементи на конструкцията.

Въз основа на национална програма за поредица от инженерни обследвания е необходимо да се определи „глобалната“ сеизмична оценка на сградения фонд.

5. Българският опит от недалечното минало

Територията на България е разположена в сеизмична активна зона в периферията на Средиземноморския трансазиятски сеизмичен пояс. Силни разрушителни земетресения стават относително рядко в сравнение със Средиземноморските страни, но въпреки че забравяме за тях, те реално са се случвали и ще се случват. В статия на проф. д-р инж. Петър Сотиров от юни 2012 г. [12] се представя анализ и заключение за земетресенията с Магнитуд по Рихтер ($M > 5$), проявили се през XX век, оценени по международната скала на (МШК – MSK64).

От земетресението на 04.03.1977 г. три сгради в Свищов са разрушени напълно и са загинали повече от 130 души. След това земетресение заедно с проф. д-р инж. Г. Апостолов и част от екипа на катедра „Конструкции“ към ВНБСУ „Генерал Благой Иванов“ посетихме засегнатите райони от земетресението на Вранча. Силата на земетресението е с Магнитуд ($M-7,2$), интензитет в Букурещ (8 – 9 степен); Свищов (7 – 8 степен); Две могили (8 – 9 степен); Русе (7 степен), София (5 – 6 степен) – вж. карта на България. Поради спецификата на геоложката пътека, най-засегнатите райони от земетресението са по направлението Букурещ – Свищов – София. Продължителността му е около 40 сек. Земетресението е характерно с това, че спектърът му на реагиране за засегнатите райони в Северна България има своите максимуми в зоната между 1,0 до 1,3 секунди т.е. земетресението е най-разрушително за сгради с дълги периоди на трептене.



Фиг. 4. Проведи в сгради и съоръжения след земетресението от 04.03.1977 г. в района на гр. Русе, гр. Свищов и др.

Основните изводи след прегледа на повредите от земетресението на 04.03.1977 г.:

- **Земетресението е най-разрушително** за сгради с периоди на свободни трептения (от 1 до 1,5 секунди).
- Често се наблюдават повреди на сгради с голяма коравина, но фундаирани в по-слаби почви, характерни за местните инженерно-геоложки условия, при което сеизмичното **въздействие се увеличава** (от 2 – 2,5 пъти). Това са високи сгради и сгради с гъвкави етажи.
- Сградите, изпълнени по съвременни за времето си строителни системи (по норми от 1964 г.), подсигурени по съвременни методи, са получили **незначителни повреди или са без видими повреди**.
- Повредите на сградите, разположени в ивицата край р. Дунав са значителни:
 - Най-много са пострадали: сградата на общезитието, жилищна сграда и административна сграда на Химическата промишленост в град Свищов. Сградите са монолитни, строени по традиционен метод.
 - Общо разрушението на сградите е станало крехко, без да се характеризира видът на конструктивната система. Бетонът напълно се е отделил от армировката и е изцяло разслоен.
- От направените проучвания и анализ на причините за разрушенията на сградите се заключава:
 - Сградите са изчислявани и конструирани само на вертикални товари, следствие на което не е създадена достатъчна напречна коравина, носеща способност и липсват адекватни конструктивни възли.
 - Сеизмичната опасност не е била определена адекватно, тъй като съгласно сеизмичното райониране Свищов е сеизмична степен VI-та, а в действителност силата на земетресението за Свищов е (VII-ма до VIII-ма степен). Полезно е да припомним, че като урок от земетресението от 1977 година в България бе направено ново сеизмично райониране и 10 години по-късно влязоха в сила нови по-съвременни норми за сеизмично проектиране.
 - Налице са неблагоприятни инженерно-геоложки условия с високо ниво на подпочвени води.
 - Поради функционално предназначение на някои от сградите, партерният етаж е чиста скелетна конструкция, без стени. Наред с това колоните не са осигурени да поемат едновременно действие от знакопроменлив огъващ момент ($\pm M$) и променливи по големина нормални и напречни сили.
 - По видими белези, качеството на строителните работи не е добро.

6. Заключение

Като следствие от проведените огледи и оценки на повреди в сгради след земетресението от 27.11.2019 г. в Албания и личния ми опит след земетресението Вранча от 1977 година, могат да се направят следните общи изводи по отношение на проектиране и строителство както в Албания, така и в България:

1. Наложително е оглеждане и прецизиране на наличния сграден фонд с оглед на ключови разделителни дати за периоди на тяхното проектиране и строителство, в които са приети или изменени съответните таблици/наредби за строителство в сеизмични райони.
2. Следва да се предприемат действия по внедряване на методика за бързи оценки чрез нива на повреди и разрушения в конструкциите на сградите съобразно Европейската макросеизмична скала (EMS-98) [2] – вж. стр. 10 и стр. 11.
3. Класификация на типовите конструктивни системи на сградите.
4. Необходимо е да се оцени реалната сеизмична осигуреност, която е постигната чрез различните строителни системи и да се насочват съответните райони и респективно предварителна оценка на инженерно-геоложки условия, в които се налага финансиране.
5. Добросъвестното и професионалното прилагане на нормативната методика е задължително, а именно:
 - Наредба № РД-02-20-2/2012;
 - БДС EN 1998-1:2004; EN 1998 Еврокод 8. Проектиране на конструкции в земетръсни райони; БДС EN 1998-3 – Оценка и възстановяване, усиляване на сгради.
6. Едновременно с изчислителните методи да се прилагат доказали се конструктивни подходи, квалифицирани конструктивни детайли за поемане на ефектите от земетръс, постигнати в резултат на изучаване на поведението на сградите по време на земетресения.
7. Необходимо е да се прецени влиянието на широк кръг от фактори върху носещата способност на конструкцията, отнесено към нуждите на строителство в земетръсни райони.
8. Качеството на строително-монтажните работи (СМР) да се завиши така, че да се гарантира постигане на проектното решение, проектни якости, положението на геометричните форми на конструктивните елементи, т.е. да няма нерегламентирана промяна по време на СМР, особено в условията на инженеринг.
9. Следва да се завиши качеството на непрекъснатия контрол по време на изпълнението.
10. Наред с всичко останало, е наложително да се завишат знанията на проектантите и особено на строителите по отношение на спецификата на строителството в сеизмични райони и важноста на конструктивните решения за сеизмичната осигуреност на строежите и опазване на живота на хората.
11. Правилният избор на конструктивната система, респективно и нейното адекватно детайлиране до голяма степен предопределят сеизмичната осигуреност на сградата. Този принцип трябва да се приеме на всички нива в инвестиционния процес – от обучението до техническия контрол в проектирането.

12. Рязката промяна на коравината по височина на конструкцията, „съвместяването“ на елементи с различна коравина (специфика на механизма на развие на пластични деформации) да работят съвместно, както и гъвкавият първи или междинни етажи, може да се окажат фатални за сградата като цяло при сеизмични въздействия.
13. Лошото изпълнение на сеизмични фуги или въобще липсата на такива, ограничава линейните премествания и свободното проявяване на деформациите.
14. Да се спре практиката за възлагане на „проектиране и строителство“ на инженеринг.

За да се намали сеизмичният риск, следва да се изпълнят следните дейности:

- да се развие мрежата от измервателни станции за записване на параметрите и оценката на сеизмичните въздействия и да се даде публичност на тези данни;
- да се създаде регистрираща инструментална мрежа във всички обществено значими сгради (училища, болници, важни високи административни сгради), които ще дадат данни за поведението на конструкцията при динамични натоварвания – т.нар. *seismic monitoring*.

Благодарности

Настоящата статия е изработена след проведена командировка до Албания (гр. Тирана и гр. Дурас) по покана и с финансовото съдействие на Министерството на регионалното развитие и благоустройство, за което авторът сърдечно благодари. Направени изводи от предходни земетресения в България и заключения, свързани с действащите понастоящем нормативни документи и правила, се основават на личния опит на автора и неговия личен архив.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Tsenov, L.* Basics of Seismic Engineering. 2017.
2. Methodology for analysis, evaluation and mapping of the seismic risk of the Republic of Bulgaria, NIGGG-BAS, approved by order of the Ministry of Regional Development and Public Works No. 02-14- 469/23.05.18.
3. Seismic provision of a single building. Structural recommendations, 1996 Ministry of Territorial Development and Construction – Construction Center.
4. *Brankov, D.* Massive structures. 1962.
5. Ordinance No. RD-02-20-2 of 2012 for the engineering of buildings and facilities in seismic areas (SG 13/2012).
6. Regulations on Construction in Seismic Areas of 1964 (PSZR-64).
7. Standard norms for the engineering of buildings and facilities in seismic areas of 1987 (NPSSZR-87).

8. Ordinance No. 2 on the Engineering of Buildings and Facilities in Seismic Areas. 2007.
9. BDS EN 1998-1:2004 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.
10. BDS EN 1998-3:2005 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.
11. *Apostolov, D.* Features of the seismic impact on buildings and conclusions of the earthquake on 4 March 1977.
12. *D. Blagov, Tz. Georgiev, D. Kisliakov, P. Pavlov, B. Petrov, M. Traykova.* Rapid structural assessment of buildings – experience after the 26th November 2019. Earthquake in Albania, IOPscience, Journal of Physics: Conference Series (JPCS), 2020.

ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS AS A RESULT OF A VISIT TO ALBANIA AFTER THE EARTHQUAKE OF 27.11.2019 AND COMPARISON WITH THE LESSONS LEARNT AFTER THE EARTHQUAKE IN THE REPUBLIC OF BULGARIA OF 04.03.1977

B. Lesnovski¹

Keywords: earthquake, Albania 2019, Vrancea 1977, conclusions, comparison

ABSTRACT

The presented paper is related to the observations and lessons learnt after the visit of a Bulgarian team (a second group of civil engineers) from 10 to 15 December 2019 after the Albania Earthquake in Tirana and Duras. A comparative analysis between the earthquake in Albania in 2019 and the one that happened in Bulgaria in 1977 is provided. The study considers the main similarities and conclusions of the execution of the construction of residential buildings. Additionally, some analysis of the evolution of seismic codes and construction practices in Bulgaria observed through the focus of seismic resistant design and implementation is presented. A number of proposals for improving the design and construction process in Bulgaria are drawn.

¹ Bojidar Lesnovski, Eng., “Lebo Engineering” EOOD, Sofia, e-mail: office@leboinj.com