

OVERVIEW OF WORLD, EUROPEAN, AND REGIONAL APPROACHES FOR POST-EARTHQUAKE DAMAGE ASSESSMENT OF BUILDINGS

Tzvetan Georgiev¹, Mihaela Kouteva-Guentcheva², Lora Raycheva³

ПРЕГЛЕД НА СВЕТОВНИЯ, ЕВРОПЕЙСКИЯ И РЕГИОНАЛЕН ОПИТ ЗА ОЦЕНКА НА ПОВРЕДИ СЛЕД ЗЕМЕТРЕСЕНИЯ

Цветан Георгиев¹, Михаела Кутева-Генчева², Лора Райчева³

Резюме:

Съвременните общества се нуждаят от застроена среда, а веднъж построени, строежите биват експлоатирани 25, 50, 70, 100 и дори повече години. Така, съвсем естествено, съотношението между новите строежи, създадени съгласно последните достижения на инженерната наука и строителните технологии, и съществуващите строежи от по-старо поколение винаги и навсякъде по света е в полза на вторите. Ето защо наред със задачата за проектиране и изграждане на нови сгради и съоръжения, устойчиви на сеизмични въздействия, инженерната общност трябва да е подготвена за оценка на повреди в съществуващия сграден фонд след силно земетресение. Адекватната инженерна оценка на повредите непосредствено след земния трус, анализът на причините за възникването им и начините за минимизирането им в бъдеще изискват научен подход и разработването на обща национална методика за провеждане на оценки на повредите. Изключително важно е строителните инженери да са професионално подготвени и да са гръбнакът на екипите, оценяващи строежите след разрушително земетресение. Тази задача е особено сложна и отговорна. В настоящия доклад са представени резултатите от един обзор на практиките за оценка на повредите в сгради след силни земетресения сред водещи страни в сеизмичното инженерство. Коментирани са накратко и българският опит в тази област, както и поуците от минали земетресения. В заключение е обоснована необходимостта от разработването на национална тристепенна методика за оценка на повреди след земетресения.

Ключови думи:

Сеизмично инженерство, земетресение, оценка на повреди

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Земетресенията и техните последствия биват различни по мащаб в зависимост от силата на сеизмичните събития и от подготовеността на обществото да посрещне преките и

¹ Цветан Георгиев, д-р/доц, НЦСИ-УАСГ, бул.Хр.Смирненски 1, София 1046, cvgeorgiev_fce@uacg.bg; Tzvetan Georgiev PhD/Assoc.Prof., NEEC-UACEG, cvgeorgiev_fce@uacg.bg, 1 Hr.Smirnensky blvrd, 1046 Sofia, Bulgaria

² Михаела Кутева-Генчева, д-р/доц, НЦСИ-УАСГ, бул.Хр.Смирненски 1, София 1046, kouteva_fce@uacg.bg; Mihaela Kouteva-Guentcheva, PhD/Assoc.Prof., NEEC-UACEG, kouteva_fce@uacg.bg, 1 Hr.Smirnensky blvrd, 1046 Sofia, Bulgaria

³ Лора Райчева, д-р/инж., Енпро Консулт ООД, София, lora_dr@abv.bg; Lora Raycheva, PhD/Eng., Enpro Consult Ltd, Sofia, LRaycheva@enproco.com.

косвените последствия от съответното сеизмично събитие. Бързата професионална и надеждна оценка на повредите върху сгради след силно земетресение е от изключителна важност за навременното реагиране спрямо населението в засегнатия район и за правилното организиране на фазата на непосредственото справяне с бедствието. Тази оценка има за цел да предостави на общността бърза класификация на повредите като се разграничат безопасните за обитаване сгради и опасните такива, както и тези, при които са необходими допълнителни детайлни огледи и/или инженерни анализи. По този начин могат да бъдат спасени човешки животи в случай на последващи трусове и адекватно да бъде определен броя на нуждаещите се от временни домове. Натрупването и правилната организация на информация за реагирането на сградите по време на силно земетресение създава ценна база от уникални данни, полезни за последващо развитие както на самата методика за оценяване, така и на нормативната уредба и практиките за проектиране и строителство в сеизмични райони. Регистрираните повреди дават възможност на инженерната общност за обосновани прогнозни оценки по отношение на реагирането на различните типове сгради и анализ на уязвимостта на определени конструктивни системи. Всичко това са данни, които са от особена важност във фазата на превенция и подготовка за последващо подобно по сила сеизмично събитие.

Ефективната оценка на щетите от дадено земетресение се основава на професионално разбиране на различните методи, които могат да се използват за събиране на информация относно щетите и въздействието. Съвременните методики за оценка на щетите са адаптирани към изискванията за проверка и валидиране на начина на събиране на информация, както и валидиране на самата информация. Те съвместяват знания и методи за събиране на информация, свързани с всички етапи на цикъла на управление на природното бедствие, а именно фазите на непосредствено реагиране и възстановяване и фазите, свързани с подготовката за посрещане на бедствието и работата за минимизиране на негативните последствия от него. В световната практика се прилагат някои типови методи за оценка на щетите и въздействията от природни бедствия [1], които съвсем накратко са маркирани в този доклад.

Самоотчитането се извършва предимно на местно или областно ниво, за да се събере първоначална информация за щетите и може да използва една или повече системи за прием, включително телефонни комуникации, уеб-базирани въпросници, свързани със съществуващите локални уеб страници, хартиени формуляри-въпросници и мобилни приложения. Този подход залага на това професионалната общност и потенциалните кандидати за помощ бързо да извършват първоначални оценки на щетите и въпросниците да са така подготвени, че да предоставят възможно по-подробна информация от неспециалисти. Основните предизвикателства тук са свързани с необходимостта от: (а) проверка и потвърждаване на информацията (б) активиране на системите за събиране на информация в момента на бедствието [1].

Въздушните огледи (инспекции) са ефикасен начин за бърза оценка на щетите и се използват за събиране на информация, когато щетите са видими от въздуха, когато се изискват много бързи оценки и/или когато повредите са отдалечени или не са лесно достъпни. За съжаление, качеството на информацията може да не е адекватно за извършване на оценки на щетите [1].

Дистанционните огледи (инспекции) „през предното стъкло“ са ефикасен начин за бърза оценка на щетите от превозно средство и се използват за събиране на полева информация, когато щетите са видими от пътя. Това е един ефективен метод за оценка на терен, при условие, че повредите са ясно видими [1]. При такъв тип повреди, сградата задължително трябва да бъде огледана впоследствие от близо и ако е възможно и от вътре (б.а.).

Инспекциите на място от професионално подготвени специалисти са най-сигурният способ за събиране на информация, необходима за оценка на щетите. Този метод на оценка е трудоемък, но много надежден, особено когато повредите са видими на място или когато се изисква по-висока степен на доверие в информацията.

Геопространственият анализ и географските информационни системи (ГИС) играят важна роля в процеса на оценка на щетите. Геопространственият анализ използва съществуващите сателитни изображения или изображения, направени от полет и данни след разрушителни събития за оценка на щетите. Методът обикновено се използва за ускорена оценка на щетите, когато по-традиционните методи излишно ще удължат времето, необходимо за нея. ГИС е един подходящ инструмент за описание на щетите, извършване на анализ и илюстриране на въздействието през целия процес на оценка. Използването на тези инструменти позволява бърза реакция и може значително да подобри ефективността и ефикасността на оценките на щетите при условие, че съответният капацитет е добре развит преди възникването на дадено бедствие. Възможностите на ГИС варират в зависимост от държавната или местна администрация. Понякога специфични детайли за щетите се разбират трудно от ГИС изображенията.

Прогностичното моделиране може да се използва, за да се получи приблизителна оценка на степента и мястото на щетите при големи събития. В повечето случаи, това моделиране изисква валидиране, т.е. трябва да бъде потвърдено с реално документирано данни. Надеждното прогнозно моделиране може да бъде полезно при бързото идентифицирането на области с вероятни щети.

Съвременните методики за оценка на повреди в сгради след силно земетресение се базират на огледи на място, комбинирани, когато е възможно или наложително, с някои от другите описани методи. В световен мащаб тези методики са разработени през 80-те и 90-те години на миналия век, най-често като резултат от научени уроци от случили се силни земетресения. Професионално разработени методики се използват в Япония, САЩ, Китай, Нова Зеландия, Пакистан, Италия, Гърция и много други. У нас първи стъпки са направени в края на 80-те години на миналия век, но за съжаление, след това този процес търпи затишие.

2. КРАТЪК ПРЕГЛЕД НА СВЕТОВНИЯ И ЕВРОПЕЙСКИЯ ОПИТ

Прегледът на световните практики в оценка на сгради след силни земетресения сочи, че водещите страни в сеизмичното инженерство са изградили и внедрили сходни методики в разглежданата област, датиращи от края на ХХ век. Безспорно разработването на тези методики и съответните ръководещи документи са мотивирани и основани на опита от минали разрушителни земетресения.

Разломът Сан Андреас, който пресича щата Калифорния причинява регулярни разрушителни земетресения на територията на щата и в съседство. Първият документ, касаещ оценката на сигурността на сградите след земетресения е издаден през септември 1989 от Съвета за Приложни Технологии (АТС), Процедури за оценка на безопасността на сгради след земетресение, познат като АТС-20 [2] и Ръководство за полево прилагане [3]. Документите са изготвени в рамките на проект, възложен през юли 1987 г. от Централната администрация на щата Калифорния и Федералната агенция за управление на аварийни ситуации (FEMA). Процедурите касаят инспекция и оценка на сигурността на основни типове конструкции, характерни за САЩ, вкл. дървени, зидани, бетонни и стоманени рамкови конструкции. Дефинирани са насоки за оценка на ефектите от земни движения в зависимост от геоложката опасност и рисковете от повреди в неконструктивните елементи върху сигурността на инспектираната сграда. Документът е предназначен основно за доброволци строителни инженери, сградни инспектори и строителни инженери от

общинските строителни отдели, както и други регулаторни агенции, които биха участвали в инспекциите и вземането на решения относно годността за обитаване на сградите. Дефинирана е тристепенна процедура за оценка и отделяне на безопасните за обитаване сгради от опасните постройки, която включва: (а) бърза оценка (по същина това е „груба“ инспекция) на очевидно опасни и очевидно безопасни за обитаване сгради; (б) детайлна оценка и (в) инженерна инспекция, провеждана от консултант-инженер, наеман от собственика на сградата. Въведени са и критерии за обозначаване на инспектираните и категоризирани сгради чрез табели в три възможни цвята (зелен, жълт и червен) съгласно степента на безопасност за обитаване. Оформени са и формуляри за идентифициране и синтезирано представяне на състоянието на инспектираните сгради. Последвалите разрушителни земетресения (1989 Loma Prieta $M_w=6.9$, 1992 Landers $M_w=7.3$, 1992 Cape Mendocino $M_w=7.2$, 1994 Northridge $M_w=6.7$, 2010 Maule Chile $M_w=8.8$ и поредицата земетресения 2010-2011, New Zealand $M_w\sim 6.2-7.1$) налагат мобилизиране в провеждането на обучения по прилагане на правилата, разработване на допълнения към АТС-20 [4], както и нов фокус върху преработените издания на основния документ АТС-20 [5].

Важен етап за САЩ е приемането на реформа на закона за възстановяване след бедствия (*Disaster Recovery Reform Act, DRRRA*) на 115-тия Конгрес на САЩ (2017-2018) с участието на Федералната агенция за управление при извънредни ситуации (FEMA). Измененията касаят важни промени във федералните програми за бедствия като включват обща отговорност на всички нива на държавно-административното управление за предварителна готовност, овладяване на последствията, реагиране и възстановяване след възникване на бедствие. В резултат на приетия закон е изготвен документ на FEMA [6], включващ насоки, правила и добри практики за оценка на сгради след редица природни бедствия (вкл. земетресения). Докладът е разработен при координация с държавни, местни и териториални правителства, както и с организации, представляващи експерти в строителното проектиране. Той се базира на основния документ АТС-20 [2] като засяга и управлението преди бедствието, подготовка и запознаване на гражданите с последиците от бедствието и операцията по инспектиране на сградите, разработване на обучения и добиване на лиценз за инспектиращи лица, психологически аспекти, програми за финансиране, концепция за организиране на временни жилища и услуги, стратегии при последващи вторични събития, ефективни стратегии за комуникация с общественост, медии, собственици на сгради и възможности за внедряване на съвременни технологии в процеса.

В Япония, като страна с традиции в сеизмичното инженерство, документите, които регламентират методиките за оценка на повредите и рехабилитация след силни земетресения датират от 1991 г. [7]. Тези документи са техническа основа, която формулира критерии в помощ на инспектиращия инженер при оценката на степента на повреди в дадена сграда и предписване на необходимите мерки за обезопасяване/усилване. Правилата са приложени успешно през 1995г. след земетресението Hyogoken-Nambu (Kobe). Съвременното развитие в направлението включва дигитализиране на процеса по оценка, попълване на съответни формуляри и управление на базата данни. Използван е и подход за въздушно заснемане на сградите преди и след земетресение и прилагането му в оценката на степента на повреди на засегнати сгради.

За Европейската практика си струва да разгледаме опита на Италия като страна, в която се прилага успешно методика за оценка на повреди след земетресения. След разрушителните земетресения Friuli (1976) и Irpinia (1980) са регистрирани десетки хиляди инспекции на сгради като са наблюдавани различия в прилаганите формуляри [8]. Тези на местно ниво са ориентирани към оценката на икономическите щети, а предложените от Националната група за защита при земетресения (*GNDT, National Group for Earthquake Protection*) засягат оценката на конструктивната уязвимост и повреди. През 1997 година са

въведени унифицирани процедури за оценка на сгради след земетресения, включително формуляри, наръчници и впоследствие софтуер. Унифицираната методика е фокусирана към оценка на обитаемостта/използваемостта на сградата и бърза оценка на уязвимост, видими повреди и оценка на щетите. Методиката е изпитана в действие практически веднага след въвеждането ѝ за оценка на разрушения след земетресенията в региона: Marche (1997), Basilicata и Calabria (1998), Molise и Puglia (2002) и Abruzzo (2009). Земетресението L'Aquila (2009) извежда на преден план необходимостта от дигитализация на процедурата по въвеждане, обработка и синхронизиране на данните от проведените десетки хиляди инспекции. В резултат са разработени и приложени модули за дигитално планиране на инспекцията, събиране на полеви данни, публикуване и обработка на събраните данни. Разработената учебна програма подготвя всички, обвързани в операцията по инспектиране на сградите лица, за работа с дигиталната платформа. Пълноценното и ефективно провеждане на процедурите в реални извънредни ситуации изисква пълно интегриране на данните от различни платформи. Интеграцията на данните е подкрепена от държавната администрация със съответно ръководство за прилагане, въведено с указ на министър-председателя през 2008 г.

За целите на интеграцията на процедурите и прилагането на хармонизиран подход за оценка на повредите и използваемостта на обикновени сгради след земетресения в страните от Европейския съюз, е издадено „Ръководство за оценка на повреди и безопасност и укрепителни мерки“ (AcDes) [9]. Ръководството е разработено в рамките на проект за намаляване на риска от земетресения и свлачища (LESSLOSS). Към проекта са разработени и тренировъчни курсове, проведени са дискусии с агенции за гражданска защита в редица европейски страни от членове на Италианската агенция *Dipartimento della Protezione Civile* (DPC). Документът е резултат от дългогодишния и утвърден опит на Италия в оценяването на сгради след земетресения и желанието за споделяне на този опит и практики със страните от Европейския съюз. Съществена крачка в дейността на италианския департамент за гражданска защита е прилагането на новостите в информационните и телекомуникационните технологии в практическите процедури, ускоряване на организацията на инспекцията и управлението на базата данни.

3. ПРЕГЛЕД НА ОПИТА В РЕГИОНАЛЕН МАЩАБ

На Балканите съществен опит в оценката на повредите и използваемостта на сгради след земетресения имат Румъния, Гърция, Турция. През 2019 г. екип на УАСГ бе включен в операция за бърза оценка на сгради, проведени след разрушителното земетресение от 26 ноември в Дурас и в този смисъл добихме преки впечатления от опита на Албания в тази област.

3.1. Румъния

В Румъния първични организирани действия за оценка на повреди в сгради след силни земетресения датират от началото на XIX век. Голямо обществено участие се наблюдава след силното земетресение в област Вранча ($M_w=7.7$), 10.11.1940 г. [10]. Първа стъпка към съвременния подход за бърза оценка на повреди на сгради след силни земетресения чрез единна методика е публикуването на документа ME-003-99 в бюлетин по Строителство по.2/1999 г. от компетентното румънско министерство (*Ministry of Development Public Works and Housing, MDPWH*). Вследствие опита от разрушителното земетресение в зона Вранча на 4 март 1977 г. ($M=7.2$) и активното участие на водещи специалисти от страната в проекта под егидата на ООН RER/79/015 (1985) "*Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region*" [11] този документ търпи последващо усъвършенстване и ново издание.

Съвременната румънска методика е със статут на регламент [12] публикуван в държавен вестник. По същество, тя е тристепенна методика за бърза оценка, в която отделните степени биват: (1) бърза базова оценка, (2) бърза техническа оценка и (3) техническа експертиза. Всяка следваща степен на методиката изисква както повече време за оценка, така и по-висока квалификация на оценяващите в сравнение с предходната степен. Тя обхваща основно три групи сгради, наречени: Клас А - сгради с жизненоважни функции (централна и местна администрация, телекомуникации, полиция, пожарни отделения, болници), независимо от броя на етажите; Клас В - нормални сгради с повече от пет етажни нива; Клас В - жилищни сгради с до пет етажни нива. Румънският опит изтъква необходимостта от: (1) непрекъснато усъвършенстване на методиката и (2) прилагане на системен подход във фазата на подготовка за посрещане на силно земетресение. Това включва две основни направления: (а) работа за подготовка на кадри (специалисти и експерти) и (б) предприемане на целеви мерки за сеизмично усилване на сгради. Тези многообразни функции са вменени на централната и местната власт. Румъния разполага с изградена устойчива система за постоянно намаляване на сеизмичния риск и редуциране на щетите и жертвите от бъдещи силни земетресения.

3.2. Република Гърция

Опитът и спецификата на методиката за бърза оценка на повредени сгради от силни земетресения в Република Гърция е подробно представен в [13], [14], [15] и [16]. Може да се каже, че тя се основава на постигнатия консенсус при реализацията на [11] и [18] като са отчетени и специфичните особености на строителството в южната ни съседка. Методиката се основава на масов бърз оглед на всички сгради в засегнати територии и прилагане на тристепенен подход за оценка на състоянието им: (а) „бърза оценка“, (б) „детайлна оценка“ и (в) „детайлна техническа оценка“. Бързата оценка се извършва върху всички сгради и с нея се цели да се отличат очевидно сигурните сгради и очевидно несигурните сгради и да се маркират сгради, които се нуждаят от „детайлна оценка“. Съгласно [16], „бърза оценка“ се извършва от екипи от трима души като задължително единият член на екипа е строителен инженер. Тя следва да се извърши в рамките на един час, а детайлната оценка в рамките до около 3 часа за сграда. Струва си да отбележим, че подобен времеви диапазон следва да се възприеме през фокуса на спецификата на строителството в Република Гърция, където доминират строежи с височина до 4 етажа. Като резултат от провежданите оценки се достига до обозначаване на огледаните сгради с информационни табели в съответен цвят код – зелен, жълт и червен. Така дефинираните цвят кодове, съответно означават „сигурна за обитаване“, „сграда с редуцирана сигурност“, която не следва да се обитава, но може да се посещава за кратко и „сграда с опасност от срутване“ т.е. забранява се както обитаване, така и влизане в сградата. Методиката за оценка на състоянието на сградите се осланя на определяне на степента на повредите в тях посредством илюстративен метод. Повредите са класифицирани в 4 групи, придружени със съответно описание на характерни белези. Провежданите огледи на сградите завършват с попълване на специален формуляр, който впоследствие се предава в центъра за управление на операцията и последваща обработка на данните с цел получаване на обща картина за мащабите на бедствието и разрушенията. В [14] и [16] е споделен много ценен организационен и логистичен опит от гледна точка на подготовка, логистично и кадрово осигуряване и провеждане на операция по справяне с последствията от разрушително земетресение. Република Гърция разполага с разработена и внедрена компютърна система PEADAB [17], посредством която се събират и обработват данните, получавани от специализираните екипи, които провеждат огледите на терен и се правят съответна обработка на данните и анализ на специфични повреди или последствия. Този системен

подход позволява формулиране на заключения, които носят безценна информация за усъвършенстването на нормативната база, организационната готовност и системните политики във фазата на изграждане на готовност за реагиране на силно земетресение - т.н. превенция.

3.3. Република Турция

Значителният опит в оценката на повреди на сгради и съоръжения след силни земетресения в Република Турция е отразен в разработената „Методика за бърза оценка на повредени сгради от силни земетресения“. Натрупаният опит в тази област се дължи на особено високата степен на сеизмична опасност в Турция. В страната, само за последните 30 години, са регистрирани 15 земетресения с магнитуд $M \geq 6$ [19]. Сериозните последици и тъжната статистика, съгласно която Турция е на трето място в света по брой жертви от земетресения и осма по общ брой на засегнатите [20], както и разрушителното земетресение от 19 август 1999 г. ($M=7.6$), известно като земетресението в Kocaeli (или земетресението в района на Измит), провокира и катализира необходимостта от преосмисляне на цялостния подход за справяне с последициите от силни земетресения в Република Турция. В резултат е поставена основата на едно ползотворно сътрудничество между общностите на сеизмичните инженери от Турция и Япония, преминало под егидата на *Japan International Cooperation Agency* (JICA) [21], [22]. Това сътрудничество рефлектира във въвеждане и прилагане на водещия световен опит в областта на бързата оценка на риска за населението след силно земетресение и успешното адаптиране на този опит според спецификите на конструктивните системи в сградния фонд на страната. Въведената в Република Турция методика за бърза оценка на повредите в сгради след силно земетресение не се отличава съществено от подобните методики в Румъния или Гърция. Специфично за южната ни съседка е създаването на специализиран орган в република Турция, който осъществява трайна политика в областта на намаляване на сеизмичния риск, *Disaster and Emergency Management Authority* (AFAD) [23] и който се управлява директно от министър-председателя на Република Турция. Страната има и политика за задължително застраховане на сградния фонд за сеизмични събития като научната общност разработва методики за техническа и финансова оценка на повредите от земетресения [24]. В момента текущите проблеми, които се дискутират с професионалната общност са свързани с точността на финансовите оценки от застрахователни компании или директна държавна помощ [20], което е ясен знак за работа на качествено ново и по-високо ниво.

3.4. Република Албания

През последните 40 години Албания е подложена на две силни земетресения. Последните промени в нормите за строителство на сгради в Република Албания са въведени вследствие на анализа на ефектите на земетресението в Черна Гора от 15 април 1979 година ($M_R=7.0$), довело до разрушения в северната част на Албания. Следващото силно събитие е земетресението от 26 ноември 2019 г. ($M_w=6.4$). Екип на УАСГ бе включен в международните екипи за непосредствена оценка на повредите след земетресението. Страната няма собствена методика за бърза оценка на сгради, но по време на операцията са ползвани указания на английски език, основани на класификацията за степен на повреди в зидани и стоманобетонени конструкции, залегнали в [25]. Предвид спецификата на масовия жилищен сграден фонд в Тирана (фигура 1а), тези указания са подходящи и приложими. В организационен аспект операцията е координирана от локален щаб в град Тирана. Сформирани са работни екипи, които включват общо четирима специалисти - двама чуждестранни строителни инженери и двама местни представители на общината, инженери или архитекти, както и доброволци, инженери от строителната индустрия. Ръководителят на екип задължително е строителен инженер. Вероятно тази организационна схема е наложена от опита на солидаризиралите се с Албания европейски страни. Ръководителят на

цялата операция по оценка на състоянието на сградния фонд и повредите е чуждестранен експерт - представител на Европейската Комисия. Огледите се извършват по адреси след постъпили сигнали от граждани за повреди в техните жилища (първа самооценка). Подобно на споделеното в [27] и тук акцентът е оглед на отделни жилища - апартаменти, а не на цели сгради. Разбира се, самите ръководители на екипите, които притежават по-голям опит изискват изрично оглед на цялата сграда, а не на отделен апартамент. Един оглед обикновено отнема около 2 часа, включително разговори със собствениците. Огледите завършват с попълване на официален формуляр на албански език – фигура 1б. Основните заключения в този формуляр са свързани с възможност за обитаване на сградата или изискване за повторно детайлно обследване след време.



а)

б)

Фигура 1. Четириетажна тухлена сграда в Тирана, масово срещана конструктивна система в града (а) общ вид на попълнен формуляр след бърз оглед на сградата (б).

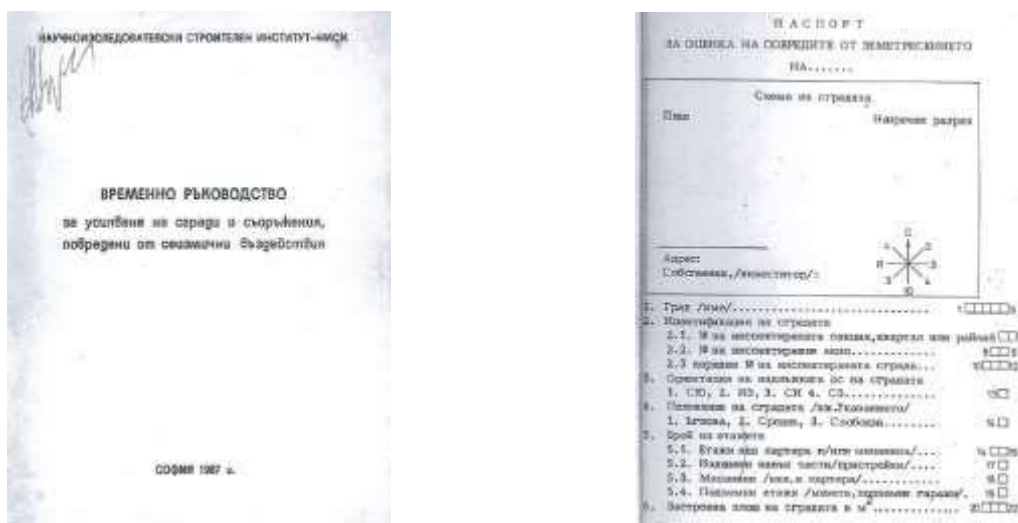
След приключване на огледите не са поставяни информационни цветни табели върху инспектираните сгради. В град Дурас имаше случаи, където сгради са посетени от инспектиращи екипи и опасни места са обозначени в червено-бели предупредителни ленти. Може да се каже, че страната е възприела популярната европейка практика, която се прилага „в ход“ и без наличие на предварителна подготовка и адаптация за спецификите на албанските типове сгради. Провеждането на акцията показва липсата на предварително подготвени кадри и ограничения ресурс на Република Албания в тази посока. Представеният анализ в настоящия доклад се основава на личните впечатления на единия от авторите от работата на български инженерен екип на УАСГ в градовете Тирана и Дурас [26] след силното земетресение от 26 ноември 2019 година за бързи оценки на състоянието на повредени сгради в град Тирана.

4. КРАТЪК АНАЛИЗ НА БЪЛГАРСКИЯ ОПИТ

У нас, първият документ, който свидетелства за български опит в областта оценка на повреди на строежи след силни земетресения датира от 1986 г. [18]. На 26 февруари и на 7 декември 1986 година са регистрирани трусове в Стражица (M=5.1) и Попово (M=5.7). При второто земетресение загиват трима и са ранени 80 души. Едно от предприетите действия на КТСУ и председателя на Асоциацията по Строителство (практически това е

министърът на строителството по онова време) заповед РД-02-14-58 от 16.12.1986 г. и разработване на ръководство за оценка на повреди на строежи след силни земетресения.

Именно в [18], [28] и [30] за пръв път у нас е публикуван документ, наречен „Паспорт за оценка на повредите от земетресението на ...“ - фигура 2. В същото издание са дадени указания за попълване на паспорта и са дефинирани видовете възможни повреди в сградите. Пак там, за пръв път у нас са дадени препоръки за цвetoва маркировка на оценените сгради и свързаните с това заключения за евакуация, за безопасно обитаване или повторно обследване, т.н. обозначаване на сградите със зелена, жълта или червена маркировка. Не би било необосновано ако твърдим, че именно през 1987 година у нас се поставя началото на съвременния подход за бърза оценка на повреди в строежи след разрушителни земетресения. Регистрираното за онова време високо ниво, съпоставимо със световните тенденции и достижения, е естествен резултат от активното участие на български специалисти в проекта [11], известен у нас като „Балканския проект“. Неотдавна, като своеобразен стрес тест за готовността на българското общество и българската инженерна общност се случи Пернишкото земетресение, 22 май 2012 г. ($M=5.6$), с регистрирано максимално ускорение на земната основа (PGA) от $0,1783g$ [29]. И макар, че в края на 80-те години на миналия век, в България е създадена добрата основа и са внедрени най-съвременните постижения за онова време, които логично трябва да трасират добра организация, наличие на план за действие и усвоена методика за бърза оценка на състоянието на повредените сгради от Пернишкото земетресение, някои източници като [27] споделят за липса на организация и за липса на единна методика за оценка на повреди в сгради след силно земетресение.



Фигура 2. Челна страница на документа [30] (а) първа страница на [28] (б).

5. ИЗВОДИ И ОБОБЩЕНИЯ

От проведеня анализ относно прилаганите методики за оценка на повреди на сгради след силни земетресения в света и региона, може да се направи извода, че по същина методиките са сходни. Те се осланят на огледи на място и прилагане тристепенен подход за оценка на повредите, обезпечен с указания за оценка на степента на повредите в конструктивните и неконструктивните елементи, попълване на формуляри и обозначаване на инспектираните сгради с цветни табели. Спецификата на всяка държава или регион се отчитат в приложенията за оценка на повредите в сградните компоненти и са функция на опита и традициите в строителството на всяка страна или регион.

Най-развитите държави са поставили акцент върху кадровото обезпечаване и подготовката на кадрите за прилагане на методиката в добавка с осигуряване на законова рамка и обезпечаване на операциите със съвременни дигитални системи за събиране и обработка на информация.

Необходимостта от единна методика за бърза оценка на повреди на сгради след силно земетресение в България е очевидна. В тази връзка могат да бъдат формулирани няколко групи мотиви. Първата група е свързана с факта, че в основната си част съществуващият сграден фонд в България е изграден преди разработването и въвеждането на най-съвременните нормативни документи за проектиране на земетръсно устойчиви строителни конструкции. Друга група мотиви са свързани с крупните промени в социално-политическата система от деветдесетте години у нас, промените в икономическата сфера, в частност в строителството и конкретно инженерно-експертната дейност по намаляване на сеизмичния риск, както и смяната на професионалните поколения в този период, които са се отразили силно негативно на готовността ни за посрещане и адекватно инженерно реагиране след силно земетресение. За съжаление, инженерната общност и отговорните институции в България са изгубили създадената основа от края на 80-те години и е пропиляла ценно време.

Предвид сериозната сеизмична опасност, на която е изложена територията на Република България, възрастта на сградния фонд и разнородната подготовка на инженерните кадри, този дефицит на подготвеност за реакция след силни земетресения спешно трябва да се компенсира, възползвайки се от богатия опит и подходящите добри практики на водещите страни в сферата на сеизмичното инженерство и управлението на сеизмичния риск.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите на настоящия доклад изказват благодарности на инж. Петър Кутев за предоставеното копие на [3] от личния му архив и за споделения ценен опит.

Наред с това, предвид дистанцията на времето, използваме случая да споделим имената на водещите български специалисти, поставили началото на проблема за пред-земетръсна подготовка и след-земетръсна реакция на обществото още през 80-те години на миналия век. Благодарности към Р. Рангелов, Н. Игнатиев, Л. Христосков, Е. Тошков, М. Димитров, Ил. Митев, С. Косев, П. Цветков, М. Белоев, Б. Божинов, П. Сотиров, Х. Бончева, Б. Димитров, Вл. Неделчев, К. Русев, З. Колев, Т. Ганев, Г. Славков, Б. Панталеев, Р. Сарафова, Р. Гуглев, Л. Ценов, Г. Костов, Ив. Генчев, В. Илински, Д. Гълъбов, В. Чилев, Д. Димитров, Д. Минчев, Д. Наков, К. Петков, Г. Романов, Св. Папазова .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] FEMA. (2016). Damage Assessment Operations Мануал. A Guide to Assessing Damage and Impact. April 5, 2016.
- [2] ATC, 1989, Procedures for Postearthquake Safety Evaluation of Buildings, ATC-20 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- [3] ATC, 1989, Field Manual: Postearthquake Safety Evaluation of Buildings First Edition, ATC-20-1, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- [4] ATC, 1995, Addendum to the ATC-20 Postearthquake Building Safety Evaluation Procedures, ATC-20-2 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- [5] ATC, 1996, Case Studies in Rapid Postearthquake Safety Evaluation of Buildings, ATC-20-3, Applied Technology Council, Redwood City, California.

- [6] ATC, 2019, Post-disaster Building Safety Evaluation Guidance - Report on the Current State of Practice, including Recommendations Related to Structural and Nonstructural Safety and Habitability, FEMA P-2055, FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY, Washington, D.C.
- [7] The Japan Building Disaster Prevention Association (JBDPA), “Guideline for Post-earthquake Damage Evaluation and Rehabilitation”, 1991 (revised in 2001) (in Japanese).
- [8] Dolce M., 2010, Integrated Approach to the Emergencies: A Multiscale Experience, TEREX Final Workshop, Lucca, Palazzo Ducale, November 28, 2010.
- [9] Baggio C. et al., 2007, Field Manual for post-earthquake damage and safety assessment and short term countermeasures (AeDES), JRC Scientific and Technical Reports.
- [10] Georgescu E., Crainic, Vacareanu R., Chesca B., Balan C., Stamatiade C., Ionescu G., A methodology for post-earthquake damage investigation and safety assessment of buildings in Romania, in Euro-Mediterranean and worldwide context, The 14th WCEE, October 12-17, 2008, Beijing, China.
- [11] Brankov G., Tassios Th., Sobokos J., Hunyadi F., Cristescu V., Erdik M., Vukotic N., „Building construction under seismic conditions in the Balkan region”UNDP/UNIDO Project RER/79/015, 1985 (публичен доклад).
- [12] TECHNICAL REGULATION of 8 May 2007 "Methodology on the emergency investigation of the post-earthquake safety of buildings and the establishment of intervention framework solutions", indicative ME 003-2007, Issued by MDPWH of Romania, Published in the OFFICIAL GAZETTE no. 562 bis of 16 August 2007.
- [13] Anagnostopoulos S, Moretti M. Post-earthquake emergency assessment of building damage, safety and usability—Part 1: Technical issues. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 28 (2008) 223–232.
- [14] Anagnostopoulos S, Moretti M. Post-earthquake emergency assessment of building damage, safety and usability—Part 2: Organisation. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 28 (2008) 233–244.
- [15] Anagnostopoulos S, Moretti M, Panoutsopoulou M, Panagiotopoulou D, Thoma T. Post-Earthquake damage and usability assessment of buildings: further development and applications. Final report. Patras, Greece: European Commission-D.G. Environment, and Civil Protection EPPO; 2004.
- [16] Anagnostopoulos S, Moretti M, Panoutsopoulou M, Panagiotopoulou D, Thoma T. Post-earthquake damage and usability assessment of buildings: further development and applications. Field manual. Patras, Greece: European Commission-D.G. Environment, and Civil Protection EPPO; 2004.
- [17] Gerbesioti M. PEADAB, a computer system for post-earthquake assessment of damaged buildings. User’s manual. Patras, Greece: European Commission-D.G. Environment, and Civil Protection EPPO; 2004.
- [18] Serbanescu G., Akkas N., Anagnostopoulos St., Karman T., Tozija Br. Tzenov. L., Post-Earthquake Damage rvaluation and strength assessment of buildings under seismic conditions UNIDO, VIENA, 1985 (публичен доклад).
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Turkey [отваряно на 21 юни 2020].
- [20] Didem Gunes Yilmaz, Jason Von Meding, Gul Kacmaz Erk, Post-Earthquake Damage Assessment Process and Problems in Turkey– A Case Study in Van Province, *Key Engineering Materials* Vols. 569-570 (2013) pp 310-318.
- [21] Takashi Kaminosono, Fumitoshi Kumazawa, Yoshiaki Nakano, Quick inspection manual for damaged reinforced concrete buildings due to earthquakes. Based on the Disaster of 1999 Kocaeli Earthquake in Turkey, National Institute of Land and Infrastructure Management, MLIT Japan, March, 2002.

- [22] Japan International Cooperation Agency (JICA), Istanbul Metropolitan Municipality (IMM), The Study on A Disaster Prevention / Mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, December 2002.
- [23] <https://en.afad.gov.tr/> [отваряно на 21 юни 2020].
- [24] Boduroglu H., Ozdemir P., Binbir E., and Ilki A., Seismic Damage Assessment Methodology Developed for Turkish Compulsory Insurance System The 9th Annual International Conference of the International Institute of Infrastructure Renewal and Reconstruction, Queensland University of Technology Brisbane Australia 2013.
- [25] European Seismological Commission, European Macroseismic Scale, Editor Grünthal G, 1998.
- [26] Дилян Благов, Цветан Георгиев, Димитър Кисляков, Петър Павлов, Богомил Петров , Марина Трайкова, Бърза оценка на конструктивното състояние на сгради – опитът след земетресението в Албания на 26-ти ноември 2019 г., X I Международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 10-12 септември 2020 г, Варна (под печат).
- [27] Куманов Д., „Земетръсни“ размисли за българския антисейсмичен опит, Инженерен форум, брой 8, КИИП, 2012.
- [28] Ценов Л., Бончева Х., Канева А., Николов Ив. Паспорт за оценка на повредите от земетресението, адаптация за приложение в НР България, Проектно дело, 1987.
- [29] https://en.wikipedia.org/wiki/2012_Pernik_earthquake [отваряно на 20 юни 2020].
- [30] Рангелов Р., Игнатиев Н. и колектив, Временно ръководство за усилване на сгради и съоръжения повредени от сейсмични въздействия. НИСИ , 13.01.1987, София.