

## АНАЛИЗ НА НОРМАТИВНАТА УРЕДБА ОТНОСНО ОБСЛЕДВАНЕ И УСИЛВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ КОНСТРУКЦИИ

Александър Стоянов<sup>1</sup>

## ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK REGARDING THE INSPECTION AND STRUCTURAL STRENGTHENING OF EXISTING STRUCTURES

Aleksandar Stoyanov

### Abstract:

*This publication examines the requirements of various regulatory documents—both Bulgarian and foreign—focusing on the general provisions and the rules governing interventions in existing buildings from a structural perspective. A historical overview of the regulatory development is provided, along with practical issues encountered in the application of these requirements.*

### Keywords:

*Structural Strengthening, Inspection of existing structures,*

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

В България съществува многообразен сграден фонд, както нови така и стари сгради, с различни видове конструкции. От усиление се нуждаят съществуващи сгради, които сменят функцията си или се надстрояват. Освен това след различни видове дефекти или повреди, конструкциите се нуждаят от възстановяване на техните конструктивни качества.

Целта на този доклад е да се разгледат различните нормативни уредби в исторически и практически аспект, както в България, така и по света и да се направи кратък анализ на ефективността и решение на основните проблеми свързани с последваща намеса във вече съществуващи конструкции.

### 2. ИСТОРИЧЕСКО РАЗВИТИЕ НА НОРМАТИВНАТА БАЗА ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ КОНСТРУКЦИИТЕ

Във времето стандартите за проектиране се изменят, обикновено в посока на увеличаване на въздействията в полза на сигурността. Първата нормативна база в България е издадена през 1881 г., Правила за строеж на частни здания в градовете на българското княжество. При навлизането на стоманобетона като масово средство при

---

<sup>1</sup> Александър Стоянов, асистент, инженер, катедра „Механика и математика“, Строителен факултет, Висше строително училище „Любен Каравелов“, гр. София, ул. „Суходолска“ № 175, [aleksandar.soyanov.98@gmail.com](mailto:aleksandar.soyanov.98@gmail.com); Aleksandar Stoyanov, assistant, eng MSc, department “Mechanics and Mathematics”, Faculty of Structural Engineering, VSU “Lyuben Karavelov”, Sofia, “Suhodolska” Str № 175

изграждането на сгради се приема нов Правилник за проектиране на стоманобетонните строежи в Царство България.

Тези първи норми имат повече описателен характер, в следствие се прилагат повече изчисления и се налагат физични модели за описване на въздействията.[1], [2], [6].

За пръв път в България това присъства в Правилникъ за натоварванията на сгради и за достимите натоварвания на почвата при сгради от 1935 г. По-старите норми работят с метод допустими напрежения с общ коефициент за сигурност, обикновено от допустимо напрежение на даден материал. При въздействията този коефициент липсва. Стига се до непредсказуемост относно тяхната консервативност спрямо днешните норми.

Таблица 1. Въздействия по предишни и в момента действащи норми [1,2,3, 6 до 24]

Наименование	Година	Експл. товар жилища		Експл. товар офиси		Експл. товар коридори		Сняг	
		Стой-ност	КС	Стой-ност	КС	Стой-ност	КС	Стой-ност	КС
Правилникъ за натоварванията на сгради и за достимите натоварвания на почвата при сгради	08. 05. 1935г.	2	1	2	1	Като в помещения		0,75	1
Правилник за натоварвания на сгради и за достимите натоварвания на почвата при сгради	11. 01. 1950г.	1,5	1	1,5	1	Като в помещения		0,75	1
Правилник за основните методи при изчисляване на строителните конструкции и за натоварванията на сгради	03. 10. 1959г.	1,5	1,4	2	1,4	3	1,4	0,5 или 0,7	1,4
Натоварване на сгради и съоръжения - правилник за проектиране	01. 07. 1964г.	1,5	1,4	3	1,4	3	1,3	0,5 или 0,7 или 1	1,4
Натоварвания и въздействия. Норми за проектиране	01. 09. 1979г	1,5	1,4	3	1,3	3	1,3	0,4 до 1	1,4 до 1,6

Наименование	Година	Експл. товар жилища		Експл. товар офиси		Експл. товар коридори		Сняг	
		Стойност	КС	Стойност	КС	Стойност	КС	Стойност	КС
Основни положения за проектирането на конструкциите на строежите и за въздействията върху тях - Наредба №3	16. 04. 2005г.	1,5	1,3	3	1,3	3	1,3	0,6 до 2,4	1,4
Система Еврокодове	2007г.	2	1,5	3	1,5	3	1,5	0,6 до 5	1,5

За антисейсмичното проектиране за пръв път се въвеждат норми през 1947 г. в Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в земетръсните райони на България. През 2007 г. е въведена нормативната система Еврокод, в която е БДС EN 1998 [27]. Този стандарт (включително с другите му части) важи за сгради, мостове, оценка и усилване на сгради, силози и фундаменти. Започва да се използва принципът на капацитивно проектиране за създаване на желан от проектанта механизъм на разрушение. Земетръсните сили се изчисляват по близка на предишните български норми формула, като коефициентите на значимост, на поведение и отчитане на типа почва става чрез спектър на реагиране. За първи път са въведени нови методи за сейсмичен анализ – статичен нелинеен pushover анализ, динамичен анализ с директно интегриране на акселерограми (time-history анализ).

Като извод може да се направи, че сградите построени след 1935г. , при правилно проектиране, изпълнение и поддръжка притежават нужните характеристики на издръжливост на вертикални въздействия, съизмерими понякога и с днешната нормативна уредба. Съществени увеличения в изискванията няма до приемане на Еврокод, където присъстват значителни увеличения в коефициентите на сигурност при климатични въздействия [1], [2], [3].

В днешно време се прилагат много нови подходи при проектирането, включително използване на BIM проектиране [29], [30], които отстраняват несъответствия между проектите на отделните специалности. Много научни публикации отразяват връзка на експерименти със съвременна нормативна база, което са насока за бъдеща работа в прецизиране на стандартите и наредбите (например [31]).

### 3. ИСТОРИЧЕСКО РАЗВИТИЕ НА НОРМАТИВНАТА БАЗА СВЪРЗАНА С УСИЛВАНЕТО НА СЪЩЕСТВУВАЩИ КОНСТРУКЦИИ

Оценката, възстановяването и усилването никога не са присъствали в българските норми. В чл. 42 от Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони от 1987г. пише: „Неосигурени и осигурени на сейсмични въздействия сгради се допуска да бъдат преустроявани и надстроявани [...], ако се докаже, че след преустрояването и надстрояването същите са сейсмично осигурени, съгласно с изискванията на тези норми”.

Означава, че при реконструкция сградата или съоръжението е нужно антисейзмично осигуряване.

В към момента действащата наредба за земетръс, а именно [25] в чл. 5 и чл. 6 са дадени добри общи насоки при намеси в стари сгради.

Промени се позволяват след обследване на строежа, положителна оценка се дава, ако конструкцията отговаря на изискванията на нормативните актове към момента на въвеждане в експлоатация. Отклонения се допускат при недвижими културни ценности.

Промените трябва да могат да се поемат с наличните резерви на конструкцията, без да се излиза от изискванията. Промяната в масата на строежа не трябва да е повече от 5%. Не трябва да се отклоняват повече от 5% изчислителната коравина, дуктилност, регулярност и функционалност на съществуващата конструкция причинени от допълнителни отвори в неносещи стени и/или архитектурни елементи. Пет процента не трябва да е разликата и при промени в проектните кофражни размери, бетон и армировка и други.

#### **4. АКТУАЛНА БЪЛГАРСКА НОРМАТИВНА УРЕДБА**

В настоящата българска нормативна уредба оценката, възстановяване и усиление на сгради присъстват ограничено. В Наредба РД 02-20- 19 и Наредба № РД-02-20-2 от 27 януари 2012 г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони [25] са представени основните положения за оценка на конструкциите и нуждата от усиление.

Изчислението на конструкцията, при нужда да отговаря на актуалната нормативна уредба е чрез националните норми или Еврокод в зависимост от възложителя за обекти 3-6 категория, съгласно ЗУТ, или задължително по Еврокодовете за обекти 1-2 категория. При реконструкция е необходимо техническо обследване, спазване на изискванията за максимално допустима височина и етажност, оценка за сейсмичната осигуреност и инвестиционен проект.

В наредбите пише, че сградите и съоръженията се проверяват за съответствие с нормите, при които са проектирани, и ако ги удовлетворяват, тогава получават положителна оценка. При изменение не е нужно да отговарят на изискванията на в актуалната нормативна уредба, ако масите не нарастват повече от 5%. ако присъстват нови отвори извън проекта, които свалят носимоспособността и дуктилността по-малко от 5% и са налице дефекти и повреди, размествания на армировки и т.н., които намаляват носимоспособността максимално 5%. Ако масите се нарастват повече от 5 % или има по-дълбоки намеси в конструкцията, е нужно да се усили според действащата нормативна уредба. Изключение са недвижимите културни ценности, при които е позволено да има отклонения, макар да не е прецизирано точно какви.

#### **5. ЕВРОКОД 8**

Еврокод 8 е фокусиран върху сейсмичната оценка на съществуващи конструкции. Препоръки за сейсмична сигурност отсъстват.

При обследване сградите се категоризират както е показано в Таблица 1.

Таблица 2. Категории на конструкциите, съгласно наличната информация, съгласно [28].

	Геометрия	Детайли	Материали	Анализ	CF
KL1	От оригинални чертежи и ограничено заснемане на представителни елементи или от цялостно заснемане	Възпроизвеждащо проектиране, съгласно съответната практика и ограничено обследване от място	Стойностите са съгласно стандартите, действащи по време на строителството или от ограничено изпитване на място	Метод на хоризонталните сили LH Спектрален анализ MRS	1,35
KL2		От непълни оригинални конструктивни чертежи с ограничено обследване на място или от разширено обследване на място	От оригинални проектни спецификации и ограничено изпитване на място или от разширено изпитване на място	Всички	1,20
KL3		От оригиналните детайлни конструктивни чертежи и ограничено обследване на място или комплексно обследване на място	От оригинални протоколи с тестове и ограничено изпитване на място или от комплексно изпитване на място	Всички	1,00

Обикновено в България протоколи от изпитвания рядко се пазят, а за стари сгради, които са най-чест обект на обследване, пълни конструктивни чертежи най-често липсват, според някои автори [1], [2] за повечето конструкции ниво на информация KL3 е практически недостижимо.

## 6. ЧУЖДЕСТРАННИ НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

### 6.1. Норми в САЩ

В САЩ проблемите за усилване на съществуващи конструкции са разглеждат в редица нормативни документи като: FEMA-310, FEMA – 356/357 (2000), FEMA – 440 (2005) и други. В случая това са ръководства (handbook) издадени от Federal emergency management agency (FEMA).

#### 6.1.1 FEMA-310

FEMA 310 е стандарт за оценка на конструкции. Тя се прави в четири стъпки:

Първо се определят изискванията към конструкцията, намира се информация за сградата, определя се сеизмичния район и нивото на поведение (level of performance).

Второ, започва обследване т.е. дали отговарят на изискванията носещите елементи, фундаментите и неконструктивните елементи.

Трето е оценката, извършва се анализ (линеен) на конструкцията, при наличие на недостатъци се отива на четвърта фаза или се дава отрицателна оценка, при липса на такива сградата получава положителна оценка.

Четвърта стъпка, детайлен (нелинеен анализ).

### **6.1.2 FEMA-356**

FEMA 356 предоставя насоки за възстановяване и укрепване на конструкции след оценка от необходимостта им. Документът включва правила и обяснителни бележки към тях. Повредите се класифицират в различни нива на "производителност" (performance level): предотвратяване на колапс (collapse Pprevention), безопасност на живота (life safety), незабавна обитаемост (immediate occupancy) и оперативен ниво (operational level). За всяка категория сгради са посочени изискванията, като се наблюдават междуетажни премествания, локални разрушения и други фактори, в зависимост от необходимата рехабилитация и възможността за използване след земетресение. Включени са също така връзки между вероятността за сеизмични въздействия за даден период и честотата на тяхното възникване.

### **6.1.2 FEMA-440**

FEMA 440 се дава по-подробни насоки за използване на Pushover анализ използван и в Еврокод 8[26]. Допълнителна информация има относно нелинейните анализи, присъства във FEMA356.

## **7. ПРОБЛЕМИ ОТ ПРАКТИКАТА**

При работа с нормите се установява, че нормите, особено българските и европейските, не са достатъчно подробни и с достатъчно указания към проектантите, както тези, свързани с проектиране на нови сгради. Това е първият проблем, който стои пред проектантите. [1], [2].

Втори проблем е сложните нелинейни модели, които се изискват за редица процедури в Еврокод. За тях входни данни са информация, която е трудно, а често и невъзможно, да се набави от обследване. Често някои параметри, например разстояние между стремена при проверки на дуктилности, не е ясно как се определят, когато в реалната конструкция те са различни между всяко стреме. Усложнените модели пречат на ясната оценка в много случаи.

Трето – оценката на съществуващи сгради в много случаи е отрицателна, заради големите сегашни коефициенти на сигурност. Това води до въпроса – какво се прави в тези случаи?

## **8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Настоящата публикация има по-скоро обзорен характер. Може да се заключи следното:

При проектиране на намеси в съществуващи сгради е редно проектантите да отчитат спецификата на времето на проектиране на всяка сграда, включващо изискванията на нормите по време на нейното проектиране. По време на конструктивното обследване трябва да се изследват много детайли – от начина на конструиране на елементите до това, за какво са „предвидени“ да работят съответните елементи.

Нормативната уредба, свързана с намеси в съществуващи сгради, трябва да се усъвършенства с нови научни анализи и творчески да се прилага от проектантите. Бъдещо развитие на конструктивната нормативна уредба е редно да се направи с оглед на спецификата на българските условия – традиции в строителството и специфика по запазване на архивни проекти и документи на сгради.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гороломов, А., Дисертационен труд на тема „Моделиране и изследване поведението на усилен строителни конструкции“, 2022г.
- [2] Gorolomov, A., Approaches for estimation of the need of rehabilitation of existing buildings, according to different regulations, Сборник научных статей Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства, Гродно, 23–24 мая 2019 года, стр. 82, ISBN 978-985-582-276-0
- [3] Gorolomov, A., Approaches for using pushover analysis for estimation of the need of rehabilitation of existing buildings, Сборник научных статей Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства, Гродно, 23–24 мая 2019 года, стр. 86, ISBN 978-985-582-276-0
- [4] Гороломов, А., А. Хандрулева, П. Греков, Определяне на коравината в равнината на зидана стена, усилена с вертикални ивици от FRP материали, Международна научна конференция ВСУ2021, Сборник с доклади ISSN: 1314-071X
- [5] Правила за строеж на частни здания в градовете на българското княжество [обнародвани в ДВ бр. 59 от 19 август 1881 г.]
- [6] Игнатиев, Н., П. Сотиров, История на българските норми за сеизмично изследване на конструкциите и преход към конструктивна система Еврокодове, презентация, <http://www.petkovstudio.com/documents/7.pdf>
- [7] Правилник за проектиране на железобетонните строежи в Царство България, изд. 1927г.
- [8] Правилникът за натоварванията на сгради и за допустимите натоварвания на почвата при сгради, от1935 г.
- [9] Правилник за натоварвания на сгради и за допустимите натоварвания на почвата при сгради от 1950 г.
- [10] Правилник за основните методи при изчисляване на строителните конструкции и за натоварванията на сгради от 1959 г.
- [11] Натоварване на сгради и съоръжения - правилник за проектиране от 1964 г.
- [12] Натоварвания и въздействия. норми за проектиране от 1979 г.
- [13] Наредба № 3 от 21 юли 2004 г. за основните положения за проектиране на конструкциите на строежите и за въздействията върху тях, обн. ДВ. бр.92 от 15 Октомври 2004г.
- [14] БДС EN 1991 ЕВРОКОД 1: Въздействия върху строителните конструкции
- [15] Технически и хигиенически норми за земетръсните места от 1927 г.
- [16] Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в земетръсните райони на България, Държавен вестник брой 93 от 1947 г.
- [17] Правилник за проектиране и строеж на сгради и инженерни съоръжения в земетръсните райони на НРБ, Известия, брой 65 от 1957 г.
- [18] Правилник за антисеизмично строителство от 1961 г.
- [19] Правилник за строителство в земетръсни райони, Държавен вестник, брой 90, от 1964 г.
- [20] Указания за проектиране и изпълнение на промишлени и селскостопански сгради в земетръсни райони от 1977 г.
- [21] Указания за проектиране и изпълнение на обществени и жилищни сгради в земетръсни райони от 1980 г.
- [22] Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони, КТСУ и БАН от 1987 г.
- [23] Методически указания за проектиране конструкцията на монолитни индивидуални жилищни сгради в земетръсни райони от 1988 г.

- [24] Осигуряване на сградите за сеизмични въздействия, КИИП, Инженерен форум, бр. 6, 2012 г.
- [25] НАРЕДБА № РД-02-20-2 от 27 януари 2012 г. за проектиране на сгради и твърдения в земетръсни райони
- [26] НАРЕДБА № РД-02-20-19 от 29 декември 2011 г. за проектиране на строителните конструкции на строежите чрез прилагане на европейската система за проектиране на строителни конструкции
- [27] БДС EN 1998-1 ЕВРОКОД 8: ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНСТРУКЦИИТЕ ЗА СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ, Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради
- [28] БДС EN 1998-3 1 ЕВРОКОД 8: ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНСТРУКЦИИТЕ ЗА СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ, Част 3: Оценка и усилване на сгради
- [29] R. Eadie, Rock J., Stoyanov V., Building Information Modelling (BIM) Software for Facilities Management (FM), XIX Международна научна конференция ВСУ 2019, ISSN: 1314-071X
- [30] Eadie, R., C. Clifford, V. Stoyanov, Building information modelling (BIM) automated creation of gothic arch Windows from point clouds, XXII международна научна конференция ВСУ 2022, ISSN: 1314-071X
- [31] Bakardzhiev S., A. Gorolomov, Deflections in reinforced concrete slabs at an early age in the loading stage from a self-weight of the slabs and adjoining period-instant temporary load, XIII ISC „Civil Engineering Design and Construction“, Sept. 12-13. 2024, Varna, Bulgaria ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online), doi:10.1088/1757-899X/1323/1/012009