



---

## ПРОЕКТИРАНЕ НА ПЛОСКО ФУНДИРАНЕ СПОРЕД ЕВРОКОД 7 И СРАВНЕНИЕ С ДОСЕГАШНИТЕ БЪЛГАРСКИ НОРМИ – ОБЩИ ПОНЯТИЯ

**Чавдар Колев**

[ch\\_kolev@abv.bg](mailto:ch_kolev@abv.bg)

*Доцент д-р инж., ВТУ „Тодор Каблешков”, София, ул. „Гео Милев „ 158  
БЪЛГАРИЯ*

**Резюме:** Системата на Еврокод бе разработвана в продължение на повече от 30 години с цел да отрази в най-висока степен съвременните постижения на Европейския опит в областта на проектирането на строителните конструкции и е изградена на принципите на Международните стандарти за качество и вече е неразделна част от тях. Двама основни принципа, които са в основата на Еврокод са Методът на граничните състояния (LSM), който е новост за западноевропейските специалисти и Теорията на надеждността, чрез която се гарантира механизмът на постоянно развитие и осъвременяване на стандарт. От 2010г. Еврокод стана официален задължителен стандарт в държавите от Европейския съюз и това налага незабавните ни усилия да изучим и прилагаме успешно този документ.

В доклада е направен сравнителен анализ на Еврокод 7 и нашите досегашни Норми за проектиране на плоско фундиране. Тълкуван е замисълът на новия стандарт и са изяснени общите понятия в него.

**Ключови думи:** носимоспособност, гранично състояние, частни коефициенти, проектен подход, преки и непреки методи.

### УВОД

Плоското фундиране е най-широко прилаганото у нас и по света и затова на него е обърнато най-голямо внимание, както и на пилотното фундиране. Отнася се за всичките му основни форми: единични фундаменти, ивични фундаменти и фундаментни плочи. Може да се прилага също за фундаменти на гравитационни подпорни стени, мостове устои и опори, както и за кесонно фундиране.

### 1. Гранични състояния

Граничните състояния за тези случаи са следните:

- загуба на обща устойчивост;
- загуба на носимоспособност;
- плъзгане на основната плоскост;
- едновременно разрушение на конструкцията и земната основа;
- разрушение на конструкцията поради премествания на земната основа;
- прекомерно слягане;
- прекомерно набъбване на почвата поради замръзване или други случаи;
- неблагоприятни вибрации.

Първите пет от описаните гранични състояния са крайни (*Ultimate limit states* – ULS), а другите са експлоатационни (*Serviceability limit states* – SLS), като и двете трябва да се разглеждат едновременно.

Първо се проверява носимоспособността на земната основа. Разрушението от преобръщане не се проверява.

Случаите, които изискват проверки по съответните крайни гранични състояния, са последователно изредени в т. 6.5.1, 6.5.3, 6.5.4 и 6.5.5 на EC7 [1], а за експлоатационните гранични състояния – в т. 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3 и 6.6.4 [1]. Всички те са добре познати и отразени в досегашните наши норми.

Българските Норми за проектиране на плоско фундиране (НППФ) са създадени още през 1973 г. и претърпяват редакция през 1996 г., когато до голяма степен се съобразяват с тогавашните редакции на Еврокод 7. В НППФ от 1996 г. [2] са изредени същите гранични състояния, класифицирани по групи. Разликата е, че в тях се разглежда и преобръщането на сградите и съоръженията. Другата разлика е, че у нас НППФ се отнасят само за проектиране на сгради. За подпорните стени и за мостовете има отделни норми.

## 2. Носимоспособност на земната основа

За всички крайни гранични състояния трябва да бъде изпълнено следното неравенство:

$$(1) \quad V_d \leq R_d,$$

където

$V_d$  е сумарното натоварване, вкл. теглото на фундамента, обратният насип, земният и хидростатичният натиск;

$R_d$  – изчислената носимоспособност на почвата съгл. Приложение D на EC7.1 [1].

Както в традиционното проектиране, натоварването трябва да поражава напрежения, пониски от носимоспособността.

Моделът за определяне на носимоспособността на основата е правоъгълен пластичен почвен блок под фундамента, напрегнат до крайно гранично състояние. Равнодействащата на проектната носимоспособност  $R_d$  действа през центъра на тежестта на този блок върху ефективната основна плоскост  $A'$ .

Необходимо е дренираното и недренираното състояние да се разгледат едновременно.

Определянето на носимоспособността става по същия начин, както и по досегашните НППФ (използва се добре известната формула на *Brinch Hansen*, макар и модифицирана). Ново обаче е *задължението* за едновременно разглеждане на дренирано и недренирано състояние (по различни формули). В българските Норми [2] са представени начините за изчисление на двата случая, но се подразбира, че проектантът следва да прецени ситуацията и кой от случаите да разгледа. Друг нюанс във формулата е внесеното отчитане на наклона на основната плоскост. Подробен сравнителен анализ между EC7 и нашите норми с решени примери за определянето на носимоспособността на земната основа има в [3] и [4].

## 3. Проектни методи

В определящите принципи на геотехническото проектиране (т. 2 от EC7.1) са изредени няколко метода: чрез изчисления (т. 2.4), чрез таблични стойности (т. 2.5), чрез изпитване с натоварване и модели (т. 2.6) и обсервационен метод (т. 2.7). Първият от тези методи (чрез изчисления) може да бъде наречен *пряк метод*, защото при него се изхожда от първичните данни за проектиране на обекта и се прилагат всичките аналитични процедури до крайното оразмеряване на фундамента. Другите изброени методи са *непреки*, т.е. ползват се натрупан опит, теоретични обобщения, допълнителни критерии от експлоатационните състояния и т.н. Най-общо прекият и непреките методи се състоят в следното:

### Пряк метод

Прави се отделен анализ на всяко гранично състояние. Изчислителният метод трябва да моделира очаквания механизъм на разрушение, колкото може по-пълно, в т.ч.

- носимоспособността за крайно гранично състояние (ULS);
- изчисления за слягане при експлоатационно гранично състояние (SLS).

Прекият изчислителен метод има методически разновидности, предложени в т. 2.4.7.3.4 на EC7.1, наречени „Проектни подходи”. Считаме, че българският превод „Проектни методи” не е точен по две главни причини:

- оригиналът на английски език е *Design approaches*;
- става дума за почти равностойни вариации само на частните коефициенти, от които проектантите трябва да направят произволен избор.

#### Непреки методи

Използва се натрупан опит от подобни обекти, както полеви и лабораторни опити или наблюдения, подбират се натоварванията за експлоатационното състояние (SLS), така че да са изпълнени изискванията за всички гранични състояния.

*Пример:* Разглежда се SLS за конструкция, фундирана в глина. Отношението между носимоспособността на почвата към приложените експлоатационни товари  $R_{u,k}/F_k$  трябва да бъде изчислено съгл. 6.6.2(16):

- ако  $R_{u,k}/F_k < 3$ , изчислението на слягането винаги трябва да бъде правено;
- ако  $R_{u,k}/F_k < 2$ , изчислението на слягането трябва да отчита нелинейната деформируемост на почвата.

Непреки методи могат да се прилагат и да улесняват работата при изпълнен критерий  $R_{u,k}/F_k \geq 3$ .

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Еврокод 7: Геотехническо проектиране, Част 1: Основни правила. БДС EN 1997-1:2005.
2. Норми за проектиране на плоско фундиране. Приложение към чл. 2, ал. 1 от Наредба №1 на МТСБ, 1996.
3. *Костова, С.* Принципи за определяне на носещата способност на земната основа според Еврокод 7. Строителство, 8/2010.
4. *Костова, С.* Анализ на процедурата за изчисление на носещата способност на земната основа според Еврокод 7. Строителство, 8/2010.

## **DESIGNING OF SHALLOW FOUNDATIONS ACCORDING EC7 IN COMPARISON WITH EXISTING BULGARIAN CODES - DEFINITIONS**

**Chavdar Kolev**

*Assoc. Prof. University of Transport “Todor Kableshcov”, Sofia, 158, Geo Milev Street,  
BULGARIA*

**Key words:** *bearing capacity, limit states, partial factors, design approaches, direct and non-direct methods.*

**Abstract:** *Eurocodes have been performed during the last 30 years integrated in the high level the evaluation of European experience in the structure designing. This system is based on the principles of the International standards of quality and it is a part of them yet. The main principles of Eurocodes are the Limit states Method (LSM, which is a news for western specialists and the Theory of reliability, which is a guarantee for future development of the codes by new statistic information. Since 2010 Eurocodes are official European standard.*