

## **ИЗЧИСЛИТЕЛНИ МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НОСЕЩАТА СПОСОБНОСТ НА ЗЕМНАТА ОСНОВА СПОРЕД ЕВРОКОД 7 И БЪЛГАРСКИТЕ НОРМИ**

**Стойна Костова**

[kostova.stoyna@gmail.com](mailto:kostova.stoyna@gmail.com)

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, катедра “Строителни конструкции  
ул. “Гео Милев” 158, София 1574*

**БЪЛГАРИЯ**

**Резюме:** *От 31.03.2010 г. в Европейския съюз са в сила новите единни норми за проектиране на строителни конструкции, наречени „Еврокодове”. Докладът разглежда предимно Еврокодовете в областта на геотехническото проектиране. Направени са бележки и препоръки с цел улесняване работата на проектантите. Прилагането на Еврокодовете представлява сериозно предизвикателство поради техните значителни различия спрямо Българските норми в областта на проектирането. В настоящия доклад се определя носещата способност на земната основа по трите изчислителни метода от Еврокод 7 – 1 [1] и по действащите към момента Български норми - „Норми за проектиране на плоско фундиране” [2]. Направено е сравнение между тях.*

*За различните типове конструкции може да бъде избран различен изчислителен метод. Кой от трите изчислителни метода и за кои типове конструкции ще залегне в нашите норми за проектиране, предстои да бъде решено.*

*Голяма част от страните от Европейския съюз вече са определили по кой изчислителен метод ще работят. За да се работи добре с другите страни членки на Европейския съюз, е необходимо да се синхронизират максимално изчислителните методи и методите за лабораторни изследвания на строителните почви. Стандартът EN 1997-2/Геотехническо проектиране Част 2: Изследване и изпитване на земната основа/ е одобрен от Българския институт по стандартизация на английски език. Този стандарт предстои да бъде утвърден на български език.*

*Докато работата по Еврокодовете в Европейските страни е започнала преди повече от двадесет години, то нашите специалисти са имали по-кратък срок да се запознаят с тях.*

*Предстои още доста работа по окончателното въвеждане на всички еврокодове у нас.*

**Ключови думи:** *носеца способност, земна основа, Еврокод, фундамент, изчислителни методи*

### **I. УВОД**

Еврокод 7 /Геотехническо проектиране - част 1: Основни правила/ [1] е официално издание на български език на европейския стандарт EN 1997-1:2004. Той е със статут на Български стандарт. Изданието на български език БДС EN 1997-1 на този стандарт е одобрено от Българския институт за стандартизация на 29.06.2007г. Нашите стандарти, които не противоречат на Еврокод 7, могат да останат в сила. БДС EN 1997-1 [1] все още не намира масово приложение в проектантската практика.

Задължителното прилагане на Еврокодовете беше отложено за известен период, докато специалистите успеят да се запознаят обстойно с тях и се подготвят за тяхното прилагане.

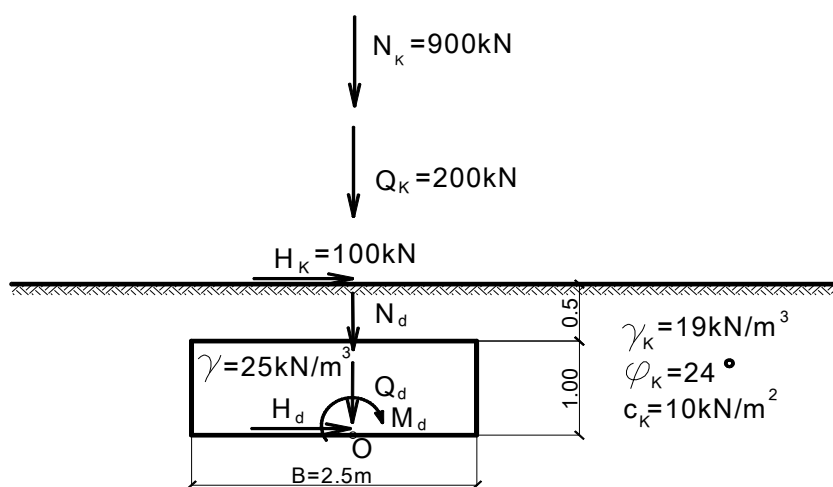
Към настоящия момент този стандарт работи съвместно с националното приложение БДС EN 1997-1/NA и БДС EN 1997- „Геотехническо проектиране Част 2: Изследване и изпитване на земната основа” [2]. Националното приложение [3] е един значителен по обем труд. То предстои да бъде разширено и допълнено, така че да отговаря на всички въпроси, на които специалистите може да се натъкнат при проектиране по стандартите.

## II. ИЗЧИСЛИТЕЛНИ МЕТОДИ

Според БДС EN 1997-1 т 2.4.7.1 конструкциите и земната основа се изчисляват за пет типа крайни гранични състояния EQU, STR, GEO, UPL, HYD. Граничното състояние GEO е такова, при което се получават разрушение или недопустими деформации на земната основа. То често се явява критично за определяне размерите на фундаменти или подпорни конструкции.” Изборът на изчислителен метод е в процес на съгласуване” е записано в националното приложение БДС EN 1997-1/NA.

Според БДС EN 1997-1 изчислителните методи са три. Изчислителен метод 1 има две комбинации. В някои държави е възприето два варианта на “метод 2” (3). При първия вариант частните коефициенти за получаване на изчислителните натоварвания от характеристикните се прилагат още в началото, а при вторият „метод 2\*” частни коефициенти за изчислителните натоварвания се прилагат чак при проверката за носещата способност накрая [7].

По трите изчислителни метода на EN 1997-1 [1] и на българските норми [2] е решен фундамент [Фиг. 1] с размери  $B=2,5\text{m}$ ,  $L=3\text{m}$ , височина  $h_f=1\text{m}$  и дълбочина на фундиране  $t=1,5\text{m}$ . Натоварен е с характеристичен постоянен товар  $N_k=900\text{ kN}$ , характеристичен променлив товар  $Q_k=200\text{ kN}$ , и хоризонтална сила  $H_k$  от постоянен товар  $100\text{ kN}$ . Почвените характеристики на нивото на фундиране и над него са едни и същи т. е. отнасят се за един пласт с характеристични (нормативни) стойности  $\gamma_k=19\text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi_k=24^\circ$ ,  $c_k=10\text{ kN/m}^2$ .



Фиг. 1

С индекс d са означени изчислителните стойности на въздействията и почвените характеристики, а с индекс k са означени характеристичните (нормативните) стойности. Те са заместени във формулите от приложение D и приложение A на Еврокод 7 [1] и българските норми [2].

**II.1. При изчислителен метод 1 комбинация 1 на [1] имаме:**

(1) „A1“ + ”M1“ + ”R1“,

При този метод (1) се прилагат частни коефициенти  $\gamma_Q$ ,  $\gamma_G$  за серия „A1“ при неблагоприятни постоянни и променливи въздействия или ефекти от въздействия. За почвените характеристики серия ”M1“ съответните частни коефициенти са равни на 1. Частните коефициенти  $\gamma_{R,v}$  за носимоспособност по серия „R1“ са равни на единица.

Изчислителните стойности на въздействията и почвените характеристики според [1] и [3] са:

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k = 1,5 \cdot 200 = 300 \text{ kN}; \quad N_d = \gamma_G \cdot N_k = 1,35 \cdot 900 = 1215 \text{ kN}$$

Теглото на плоския фундамент е  $G_{fd} = \gamma_r \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{зем.}} = 1,2 \cdot 5,3 \cdot 0,25 = 187,5 \text{ kN}$   
Теглото на почвата над фундамента е  $G_{sd} = \gamma_r \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{почва}} = 1,0 \cdot 5,2 \cdot 5,3 \cdot 0,19 = 71,25 \text{ kN}$   
 $V_d = 1215 + 187,5 + 71,25 + 300 = 1773,75 \text{ kN}$  – изчислителен вертикален товар.  
 $H_d = 1,35 \cdot H_k = 135 \text{ kN}; \quad M_d = H_d \cdot 1,5 = 135 \cdot 1,5 = 202,5 \text{ kN.m}$   
 $C_d = 10/\gamma_c' = 10/1,0 = 10 \text{ kN/m}^2$   
 $f_K = 24^\circ \quad f_d = f_K/1,0 = 24^\circ; \quad \gamma_d = \gamma_k \cdot \gamma_r = 19 \cdot 1,0 = 19 \text{ kN/m}^3$

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi'} \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{3,14 \cdot \text{tg} 24^\circ} \text{tg}^2 (45^\circ + 24^\circ / 2) = 9,60$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi' = (9,60 - 1) \cot 24^\circ = 20,11$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \varphi' = 2(9,60 - 1) \tan 24^\circ = 7,62$$

$\alpha = 0^\circ$  – фундаментът е с хоризонтална основна плоскост

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \varphi')^2 = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi') = 1 - (1 - 1) / (20,11 \cdot \tan 24^\circ) = 1$$

$$e_B = M_d / V_d = 202,5 / 1773,75 = 0,114 \text{ m}; \quad e_L = 0$$

$$B' = B - 2e_B = 2,5 - 2 \cdot 0,114 = 2,27 \text{ m}$$

$$L' = L = 3 \text{ m}; \quad A' = B' \cdot L' = 2,27 \cdot 3 = 6,81 \text{ m}^2$$

За правоъгълен фундамент коефициентите, отчитащи формата на фундамента са:

$$s_q = 1 + (B' / L') \sin \varphi' = 1 + (2,27 / 3) \sin 24^\circ = 1,308$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B' / L') = 1 - 0,3(2,27 / 3) = 0,773$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,308 \cdot 9,6 - 1) / (9,6 - 1) = 1,344$$

Коефициенти за наклона на натоварването, причинен от хоризонтална сила H са:

$$m = m_b = [2 + (B' / L')] / [1 + (B' / L')] = [2 + (2,27 / 3)] / [1 + (2,27 / 3)] = 1,569$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot g \varphi'} \right)^m = \left( 1 - \frac{135}{1773,75 + 6,81 \cdot 10 \cdot \cot 24^\circ} \right)^{1,569} = 0,892$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \varphi') = 0,892 - (1 - 0,892) / (9,6 \cdot \tan 24^\circ) = 0,867$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot g \varphi'} \right)^{m+1} = \left( 1 - \frac{135}{1773,75 + 6,81 \cdot 10 \cdot \cot 24^\circ} \right)^{2,569} = 0,830$$

$q' = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 = 28,5 \text{ kN/m}^2$  е изчислителното ефективно напрежение от геоложкия товар на нивото на основата на фундамента. Носещата способност на земната основа е:

$$(2) \quad R = \dot{L} \cdot B' \cdot [c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma]$$

$$R_d = 3 \cdot 2,27 \cdot [10 \cdot 20,11 \cdot 1 \cdot 1,344 \cdot 0,867 + 28,5 \cdot 9,6 \cdot 1 \cdot 1,308 \cdot 0,892 + 0,5 \cdot 19 \cdot 2,27 \cdot 7,62 \cdot 1,0 \cdot 0,773 \cdot 0,830]$$

$$R_d = 4487,65$$

Проверката по Еврокод 7-1 [1] е изпълнена:  $V_d \leq R_d$ .

Коефициента на запас между носещата способност на земната основа и външното натоварване е:  $R_d / V_d = 4487,65 / 1773,75 = 2,573$

## II.2. Изчислителен метод 1 комбинация 2:

При този метод (3) се прилагат частни коефициенти  $\gamma_Q, \gamma_G$  за серия „A2“ при неблагоприятни постоянни и променливи въздействия или ефекти от въздействия. За почвените характеристики серия „M2“ съответните частни коефициенти също се прилагат и те са по-големи от единица, и с тях се намаляват характеристичните стойности на почвените параметри. Частните коефициенти  $\gamma_{R,v}$  за носимоспособност „R1“ са равни на единица.

$$(3) \quad \text{„A2“ + „M2“ + „R1“}$$

Изчислителните стойности на въздействията и почвените характеристики според [1] и [3] са:

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k = 1,3 \cdot 200 = 260 \text{ kN};$$

$$N_d = \gamma_G \cdot N_k = 1,0 \cdot 900 = 900 \text{ kN}$$

$$G_{fd} = \gamma_r \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{зем.}} = 1,2 \cdot 5,3 \cdot 0,25 = 187,5 \text{ kN};$$

$$G_{sd} = \gamma_r \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{почва}} = 1,0 \cdot 5,2 \cdot 5,3 \cdot 0,19 = 71,25 \text{ kN}$$

$$V_d = 900 + 187,5 + 71,25 + 260 = 1418,75 \text{ kN} - \text{изчислителен вертикален товар.}$$

$$H_d = 1,0. H_k = 100 \text{ kN}; \quad M_d = H_d \cdot 1,5 = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ kN.m}$$

$$C_d = 10/\gamma_c = 10/1,6 = 6,25 \text{ kN/m}^2; \quad \gamma_d = \gamma_k \cdot \gamma_\gamma = 19 \cdot 1,0 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$f_k = 24^\circ \quad \text{tg} 24^\circ = 0,4452/\gamma_\square = 0,4452/1,2 = 0,371; \quad f_d = \text{arctg} 0,371 = 20,36^\circ$$

Изчислителните стойности на бездимензионните коефициенти, получени по същите формули както за метод 1 комбинация 1 са съответно:

$$N_q = e^{3,14 \cdot \text{tg} 20,36^\circ} \text{tg}^2(45^\circ + 20,36^\circ/2) = 6,63; \quad N_c = (6,63 - 1) \cot 20,36^\circ = 15,17$$

$$N_\gamma = 2(6,63 - 1) \tan 20,36^\circ = 4,18$$

$$b_c = 1 - (1 - 1)/20,11 \cdot \tan 20,36^\circ = 1; \quad b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \varphi')^2 = 1$$

$$e_B = M_d/V_d = 150/1418,75 = 0,106 \text{ m}; \quad e_L = 0; \quad B' = 2,29 \text{ m}; \quad L' = L = 3 \text{ m}; \quad A' = 2,29 \cdot 3 = 6,87 \text{ m}^2.$$

За правоъгълен фундамент коефициентите, отчитащи формата на фундамента са:

$$s_q = 1 + (2,29/3) \sin 20,36^\circ = 1,266; \quad s_\gamma = 1 - 0,3(2,29/3) = 0,771$$

$$s_c = (1,266 \cdot 6,63 - 1)/(6,63 - 1) = 1,313$$

Коефициенти за наклона на натоварването, причинен от хоризонтална сила H са:

$$m = m_b = [2 + (2,29/3)]/[1 + (2,29/3)] = 1,567 \quad i_q = \left(1 - \frac{100}{141875 + 6,87 \cdot 6,25 \cdot \cot 20,36^\circ}\right)^{1,567} = 0,8998$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{100}{141875 + 6,87 \cdot 6,25 \cdot \cot 20,36^\circ}\right)^{2,567} = 0,841 \quad i_c = 0,8998 - (1 - 0,8998)/(15,17 \cdot \tan 20,36^\circ) = 0,882$$

$$q' = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 = 28,5 \text{ kN/m}^2;$$

По формула (2) се получава носещата способност на земната основа:

$$R_d = 3 \cdot 2,29 \cdot [6,25 \cdot 15,17 \cdot 1,313 \cdot 0,882 + 28,5 \cdot 6,63 \cdot 1,1 \cdot 1,266 \cdot 0,8998 + 0,5 \cdot 19 \cdot 2,29 \cdot 4,18 \cdot 1,0 \cdot 0,771 \cdot 0,841]$$

$$R_d = 2638,15$$

Проверката по Еврокод е изпълнена:  $V_d \leq R_d$ .

Коефициента на запас между носещата способност на земната основа и външното натоварване е:  $R_d/V_d = 2638,15/1418,75 = 1,86$

### II.3. При изчислителен метод 2 имаме:

(4) „A1 “+” M1 “+” R2,

При този метод (4) се получават едни и същи резултати както при изчислителен метод 1 комбинация 1 до определянето на  $R_d$ . Коефициентите за серия “A1” и „M1” са както при метод 1 комбинация 1. Разликата е само при коефициента  $\gamma_{R,v}$  отнасящ се до носещата способност и комбинация от коефициенти R2. Коефициентът  $\gamma_{R,v} = 1,4$ .

$$\text{Тогава } R_d = 4487,65/1,4 = 3205,46 \text{ kN}$$

Проверката по Еврокод 7-1 [1] е изпълнена:  $V_d \leq R_d = 3205,46$

Коефициента на сигурност между носещата способност на земната основа и външното натоварване е:  $R_d/V_d = 3205,46/1773,75 = 1,81$ .

Както е видно разликата между изчислителен метод 2 и изчислителен метод 1 комбинация 1 е този коефициент приет за 1,4 по [3].

### II.4. Изчислителен метод 3:

При изчислителен метод 3 се прилагат частни коефициенти за въздействия или ефекти от въздействия и за почвените параметри (5). Коефициента  $\gamma_{R,v}$ , отнасящ се до носещата способност и комбинация от коефициенти R3 е равен на единица.

(5) „A1\* или A2+ “+” M2 “+” R3”,

\* - за конструктивните въздействия

+ - за геотехническите въздействия

В забележка 2 на [1] е записано, че при изследване на откоси и обща устойчивост въздействията върху почвата /конструктивни товари, транспортни товари/ се разглеждат като геотехнически въздействия и се използват коефициенти от група „A2”. За фундамента в примера няма геотехнически въздействия и се използва комбинация от коефициенти „A1”.

Изчислителните стойности на въздействията и почвените характеристики са:

$$\begin{aligned}
Q_d &= \gamma_Q \cdot Q_k = 1,5 \cdot 200 = 300 \text{ kN}; & N_d &= \gamma_G \cdot N_k = 1,35 \cdot 900 = 1215 \text{ kN} \\
G_{fd} &= \gamma_\gamma \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{зем.}} = 1,2 \cdot 5,3 \cdot 0,25 = 187,5 \text{ kN}; & G_{sd} &= \gamma_\gamma \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{почва}} = 1,0 \cdot 5,2 \cdot 5,3 \cdot 0,19 = 71,25 \text{ kN} \\
V_d &= 1215 + 187,5 + 71,25 + 300 = 1773,75 \text{ kN} \\
H_d &= 1,35 \cdot H_k = 135 \text{ kN}; & M_d &= H_d \cdot 1,5 = 135 \cdot 1,5 = 202,5 \text{ kN.m} \\
C_d &= 10/\gamma_c' = 10/1,6 = 6,25 \text{ kN/m}^2; & \gamma_d &= \gamma_k \cdot \gamma_\gamma = 19 \cdot 1,0 = 19 \text{ kN/m}^3 \\
f_K &= 24^\circ \quad \text{tg} 24^\circ = 0,4452/\gamma_\square' = 0,4452/1,2 = 0,371 & f_d &= \arctg 0,371 = 20,36^\circ \\
q' &= 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 = 28,5 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

Изчислителните стойности на бездимензионните коефициенти, получени по същите формули както за метод 1 комбинация 1 са:

$$N_q = 6,63; \quad N_c = 15,17; \quad N_\gamma = 4,18; \quad b_c = 1; \quad b_q = b_\gamma = 1;$$

$$e_B = 0,114 \text{ m}; \quad e_L = 0; \quad B' = 2,27 \text{ m}; \quad L' = L = 3 \text{ m}; \quad A' = 6,81 \text{ m}^2.$$

$$s_q = 1,263; \quad s_c = 1,31 \quad s_\gamma = 0,773 \quad m = m_b = 1,569; \quad i_q = 0,890; \quad i_c = 0,87; \quad i_\gamma = 0,827$$

По формула (2) се получава носещата способност на земната основа:

$$R_d = 3,2,27 \cdot [6,25 \cdot 15,17 \cdot 1,1,31 \cdot 0,87 + 28,5 \cdot 6,63 \cdot 1,1,263 \cdot 0,89 + 0,5 \cdot 19 \cdot 2,27 \cdot 4,18 \cdot 1,0,773 \cdot 0,827]$$

$$R_d = 2574,62$$

Проверката по Еврокод 7-1 [1] е изпълнена:  $V_d \leq R_d = 2574,62$

Коефициента на запас между носещата способност на земната основа и външното натоварване е:  $R_d/V_d = 2574,62/1773,75 = 1,45$

**II.5. По българските норми [2]** изчислителните стойности на въздействията и почвените характеристики се различават по частичните коефициенти на сигурност, а бездимензионните коефициенти се получават по други формули.

$$\begin{aligned}
Q_d &= \gamma_Q \cdot Q_k = 1,2 \cdot 200 = 240 \text{ kN}; & N_d &= \gamma_G \cdot N_k = 1,2 \cdot 900 = 1080 \text{ kN} \\
G_{fd} &= \gamma_\gamma \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{зем.}} = 1,2 \cdot 5,3 \cdot 0,25 = 187,5 \text{ kN}; & G_{sd} &= \gamma_\gamma \cdot B \cdot L \cdot \gamma_{d, \text{почва}} = 1,0 \cdot 5,2 \cdot 5,3 \cdot 0,19 \cdot 1,1 = 78,38 \text{ kN} \\
V_d &= 1080 + 187,5 + 78,38 + 240 = 1585,88 \text{ kN} - \text{изчислителен вертикален товар.} \\
H_d &= 1,2 \cdot H_k = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ kN}; & M_d &= H_d \cdot 1,5 = 120 \cdot 1,5 = 180 \text{ kN.m} \\
C_d &= 10/\gamma_c' = 10/1,8 = 5,56 \text{ kN/m}^2; & f_K &= 24^\circ \quad f_d = 24/1,2 = 20^\circ \\
\gamma_d &= \gamma_k \cdot \gamma_\gamma = 19 \cdot 1,0 = 19 \text{ kN/m}^3
\end{aligned}$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi'} \cdot \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{3,14 \cdot \text{tg} 20^\circ} \cdot \text{tg}^2 (45^\circ + 20^\circ/2) = 6,4; \quad N_c = (N_q - 1) \cot \varphi' = (6,4 - 1) \cot 20^\circ = 14,84$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan \varphi' = (6,4 - 1) \tan 20^\circ = 1,964$$

$\alpha = 0^\circ$  - фундаментът е с хоризонтална основна плоскост

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \varphi')^2 = 1; \quad b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi') = 1 - (1 - 1) / 20,11 \cdot \tan 20^\circ = 1$$

$$e_B = M_d/V_d = 180/1585,88 = 0,114 \text{ m}; \quad e_L = 0; \quad B' = B \cdot 2e_B = 2,5 \cdot 2 \cdot 0,114 = 2,27 \text{ m};$$

$$L' = L = 3 \text{ m}; \quad A' = B' \cdot L' = 2,27 \cdot 3 = 6,81 \text{ m}^2.$$

За правоъгълен фундамент коефициентите, отчитащи формата на фундамента са:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \varphi' = 1 + (2,27/3) \sin 20^\circ = 1,259; \quad s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') = 1 - 0,3(2,27/3) = 0,773$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,259 \cdot 6,4 - 1) / (6,4 - 1) = 1,31; \quad i_c = (N_q i_q - 1) / (N_q - 1) = (6,4 \cdot 0,858 - 1) / (6,4 - 1) = 0,832$$

$$i_q = \left( 1 - 0,7 \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^3 = \left( 1 - 0,7 \frac{120}{1585,88 + 6,81 \cdot 5,56 \cdot \cot 20^\circ} \right)^3 = 0,858$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^3 = \left( 1 - \frac{120}{1585,88 + 6,81 \cdot 5,56 \cdot \cot 20^\circ} \right)^3 = 0,802$$

$q' = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,9 \cdot 1,5 = 25,65 \text{ kN/m}^2$  е изчислителното ефективно напрежение от геоложкия товар на нивото на основата на фундамента. Изчислителната носимоспособност по [2] на земната основа се различава от тази по [1]:

$$(6) \quad R = L' \cdot B' \cdot [c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma]$$

$$R_d = 3,2,27 \cdot [5,56 \cdot 14,84 \cdot 1,31 \cdot 0,832 + 25,65 \cdot 6,4 \cdot 1,259 \cdot 0,858 + 0,5 \cdot 0,9 \cdot 19 \cdot 2,27 \cdot 1,964 \cdot 0,773 \cdot 0,802]$$

$$R_d = 1979,74$$

Коефициента на сигурност между носещата способност на земната основа и външното натоварване е:  $R_d/V_d = 1979,74/1585,88 = 1,25$

По българските норми [2] коефициентът на сигурност трябва да бъде в границите и по-голям от (1,1 до 1,3) независимо от стойностите на коефициентите за почвените характеристики [2]. Частичният коефициент на сигурност се определя в зависимост от значимостта на сградите и съоръженията.

Обобщаваме резултатите в таблица 1:

метод	$R_d$ [kN]	$V_d$ [kN]	$R_d/V_d$
<b>EN 7-1 метод 1, комбинация 1</b>	<b>4487,65</b>	<b>1773,75</b>	<b>2.53</b>
<b>EN 7-1 метод 1, комбинация 2</b>	<b>2638,15</b>	<b>1418,75</b>	<b>1.86</b>
<b>EN 7-1 метод 2</b>	<b>3205,46</b>	<b>1418,75</b>	<b>1.81</b>
<b>EN 7-1 метод 3</b>	<b>2574,62</b>	<b>1773,75</b>	<b>1.45</b>
<b>Български норми</b>	<b>1979,74</b>	<b>1585,88</b>	<b>1,25</b>

От сравнението между различните изчислителни методи излиза:

- Най - малък коефициент за дадения пример се получава при изчислителен метод 3. Той би могъл да залегне като изчислителен метод поради по-голямата сигурност. Най - голяма сигурност за решения пример имаме при изчислителен метод 1 комбинация 1. Като се има в предвид, че при изчислителен метод 2 имаме и коефициент намаляващ носещата способност на земната основа с 1,4. Така коефициентът на отношение между носещата способност и външното натоварване за този метод е 1,81.
- Ако сравним коефициентите с полученият по българските норми ще видим, че у нас за същите размери се получава по – нисък коефициент на отношение между носещата способност и външното натоварване. Заложена е по - висока сигурност при изчисляване на носещата способност на земната основа. Фундамент със същите размери е близо до границата на сигурността при спазване изискванията на БДС относно коефициента на сигурност.
- Необходимо е да се решат и други примери за различни конструкции и за различни натоварвания и почвени характеристики, за да може да се избере един от трите изчислителни методи за нашата страна.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. БДС EN 1997-1 на български и на английски език в електронен вариант. BDS EN 1997-1 na balgarski i angliiski ezik v elektronen variant.

[2]. Норми за проектиране на плоско фундиране Приложение към чл. 2, ал. 1 от Наредба №1 на МТСВ -1996. Normi za projektirane na plosko fundirane Prilogenie kam chl. 2, al. 1 ot Naredba №1 na MTSV – 1996 g.

[3]. Национално приложение към Еврокод 7–1 БДС EN 1997-1 / NA, БИС, 2007. Nacionalno prilogenie kam Evrocod 7-1 BDS EN 1997-1/NA , BIS, 2007.

[4]. БДС EN 1997-2 на английски език в електронен вариант, БИС, 2007. BDS EN 1997-2 na angliiski ezik, v elektronen variant, BIS, 2007.

[5]. EN 1990 на български език в електронен вариант, БИС, 2003. EN 1990 na balgarski ezik v elektronen variant, BIS, 2003.

[6]. Националното приложение към Еврокод 0 - БДС EN 1990:2003/NA:2008 БДС EN 1990:2002, БИС, 2008. Nacionalno prilogenie kam Evrocod 0 – BDS EN 1990:2003/NA:2008 БДС EN 1990:2002, BIS, 2008

[7]. Bernd Schuppener, Eurocode7: Geotechnical design – Part 1: General rules - its implementation in the European Member states, 14 European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering , Madrid, September, 2007.

# DESIGNING METHODS OF THE BEARING CAPACITY OF THE SOILS ACCORDING TO EUROCODE 7 AND BULGARIAN NORMS

**Stoyna Kostova**

*Department of Building structures, Todor Kableshkov Higher School of Transport  
Geo Milev str.158, Sofia 1574*

**BULGARIA**

**Keywords:** *bearing capacity ,ground, Eurocode, foundation, angle of shearing resistance.*

**Abstract:** *The new uniform norms for designing of of building structures, called “Eurocodes are valid from 31.03.2011 in the European Union. Present report observes primarily Eurocodes in the field of the geotechnical engineering. In the report are given notes and recommendations in order to facilitate the designer’s work. Implementation of Eurocodes is a major challenge due to their significant differences comparing the Bulgarian standards in the design of structures. In present report are calculated the bearing capacity of ground according to the three methods of Eurocode 7- 1 [1] and according to Bulgarian standards – “Standards for design of flat foundations” [2].*

*In the report is made a comparison between methods. For different types of structures can be chosen different calculation method. Which of the three calculation methods and for which types of structures will be applied into our design standards is a question which have to be decided.*

*Many of the EU countries have already determinate their designing method. In order to work better with other countries of the European Union is necessary to have good synchronisation between their and our designing methods and laboratory test methods of soil.*

*The laboratory test methods or methods “on place” are used for determining the characteristic values of soil parameters. Standard EN 1997-2/Geotechnical design — Part 2: Ground investigation and testing has been approved by Bulgarian institute for standardization in English language.*

*This standard and ISO - standards in the geotechnical engineering are about to be officially approved into Bulgarian language.*

*While the work on Eurocodes in European countries was began more than twenty years ago, our specialists have had a shorter period of time to become acquainted with those standards. We are in line with quite a lot of work to start using Eurocodes in our country.*