

ЧИСЛЕН АНАЛИЗ И ОРАЗМЕРИТЕЛНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛНАТА КОНСТРУКЦИЯ

1. Предмет на изчисленията

Предмет на настоящото изложение са числения анализ и оразмерителните изчисления на строителната конструкция

2. Изходни данни и проектна основа

При изготвянето на настоящите изчисления са използвани следните изходни данни:

- Конструктивни планове, разработени от Конструктора на обекта
- Архитектурни планове, разреза и фасади от Архитекта на обекта
- Геоложки доклад, разработен от Геолога на обекта

3. Натоварвания и въздействия

Външните натоварвания са обособени в две основни групи:

Статични

Динамични

В рамките на тези две групи е изследвано влиянието на следните натоварвания и въздействия

3.1 Статични

Към този вид натоварвания се отнасят:

- Собствено тегло на носещите конструктивни елементи-използвания програмен продукт сам определя товара от собствено тегло
- Постоянни товари върху фундаментите
- Собствено тегло бетонна настилка

$$\text{дебелина} \quad db := \mathbf{0.10} \quad \text{м} \quad \text{обемна .. плътност} \quad \gamma_b := \mathbf{25} \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\begin{aligned} \text{коэффициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_{b1} &:= \mathbf{1.25} & G_b &:= db \cdot \gamma_b \cdot \gamma_{b1} \\ G_{bn} &:= db \cdot \gamma_b \end{aligned}$$

$$G_b = 3.125 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{bn} = 2.5 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

—Собствено .. тегло .. циментова .. замазка

$$\begin{aligned} \text{дебелина} \quad dc &:= \mathbf{0.04} \quad \text{м} & \text{обемна .. плътност} \quad \gamma_c &:= \mathbf{20} \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_{c1} &:= \mathbf{1.35} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_c &:= dc \cdot \gamma_c \cdot \gamma_{c1} & G_{cn} &:= dc \cdot \gamma_c \\ G_c &= 1.08 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & G_{cn} &= 0.8 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

–Собствено .. тегло .. гранитогрес

дебелина $dm := 0.02$ m обемна .. плътност $\gamma_m := 22$ $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
коэффициент .. за .. натоварване $\gamma_{m1} := 1.35$

$$G_m := dm \cdot \gamma_m \cdot \gamma_{m1} \quad G_{mn} := dm \cdot \gamma_m$$
$$G_m = 0.594 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{mn} = 0.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

–Собствено .. тегло .. обратен .. насип

дебелина $dn := 2.5$ m обемна .. плътност $\gamma_n := 18$ $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
коэффициент .. за .. натоварване $\gamma_{n1} := 1.35$

$$G_n := dn \cdot \gamma_n \cdot \gamma_{n1} \quad G_{nn} := dn \cdot \gamma_n$$
$$G_n = 60.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{nn} = 45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

–Сборно .. натоварване .. от .. собствено .. тегло .. върху .. фундаментите

$$G := G_b + G_c + G_m + G_n \quad G_n := G_{bn} + G_{cn} + G_{mn} + G_{nn}$$
$$G = 65.549 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_n = 48.74 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

–Временни .. товари .. върху .. фундаментите

$$v_{nf} := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{коэффициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_f := 1.3$$
$$v_f := v_{nf} \cdot \gamma_f \quad v_f = 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

–Постоянни .. товари .. върху .. етажните .. плочи

–Собствено .. тегло .. таванска .. мазилка

дебелина $dtm := 0.02$ m обемна .. плътност $\gamma_{tm} := 18$ $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
коэффициент .. за .. натоварване $\gamma_{tm1} := 1.35$

$$G_{tm} := dtm \cdot \gamma_{tm} \cdot \gamma_{tm1} \quad G_{tmn} := dtm \cdot \gamma_{tm}$$
$$G_{tm} = 0.486 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{tmn} = 0.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— Собствено .. тегло .. циментова .. замазка

$$\begin{array}{llll} \text{дебелина} & d_{cz} := \mathbf{0.04} \text{ m} & \text{обемна .. плътност} & \gamma_{cz} := \mathbf{20} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} & \gamma_{cz1} := \mathbf{1.35} & & \end{array}$$

$$G_{cz} := d_{cz} \cdot \gamma_{cz} \cdot \gamma_{cz1} \quad G_{czn} := d_{cz} \cdot \gamma_{cz}$$

$$G_{cz} = 1.08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{czn} = 0.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— Собствено .. тегло .. мозайка

$$\begin{array}{llll} \text{дебелина} & d_{mo} := \mathbf{0.02} \text{ m} & \text{обемна .. плътност} & \gamma_{mo} := \mathbf{22} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} & \gamma_{mo1} := \mathbf{1.35} & & \end{array}$$

$$G_{mo} := d_{mo} \cdot \gamma_{mo} \cdot \gamma_{mo1} \quad G_{mon} := d_{mo} \cdot \gamma_{mo}$$

$$G_{mo} = 0.594 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{mon} = 0.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— Непредвидени .. товари

$$G_{nepr} := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{neprn} := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— ОБЩО .. НАТОВАРВАНЕ .. ВЪРХУ .. ЕТАЖНИТЕ .. ПЛОЧИ .. ОТ .. СОБСТВЕНИТЕ ГЛ

$$G_{pl} := G_{tm} + G_{cz} + G_{mo} + G_{nepr} \quad G_{pln} := G_{tmn} + G_{czn} + G_{mon} + G_{neprn}$$

$$G_{pl} = 2.16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{pln} = 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— Временни .. товари .. върху .. етажните .. плочи

$$v_{pln} := \mathbf{5} \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{коэффициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_{pl} := \mathbf{1.3}$$

$$v_{pl} := v_{pln} \cdot \gamma_{pl} \quad v_{pl} = 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— Временни .. товари .. в .. коридори .. тераси

$$v_{pltn} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

—Постоянни .. товари .. върху .. покривните .. греди .. (представен .. като .. площен .. товар)

— —Собствено .. тегло .. топлоизолация

$$\begin{array}{ll} \text{дебелина} & \gamma_{czp} := 0.60 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} & \gamma_{czp1} := \mathbf{1.35} \end{array}$$

$$G_{czp} := \gamma_{czp} \cdot \gamma_{czp1} \quad G_{czpn} := \gamma_{czp}$$

$$G_{czp} = 0.81 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{czpn} = 0.6 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— —Собствено .. тегло .. керемиди

$$\begin{array}{ll} \text{площна .. плътност} & \gamma_{ker} := \mathbf{0.5} \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} & \gamma_{ker1} := \mathbf{1.35} \end{array}$$

$$G_{ker} := \gamma_{ker} \cdot \gamma_{ker1} \quad G_{kern} := \gamma_{ker}$$

$$G_{ker} = 0.675 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{kern} = 0.5 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

— —Собствено .. тегло .. дървена .. покривна .. конструкция

$$\begin{array}{llll} \text{дебелина} & dd := \mathbf{0.04} & \text{м} & \text{обемна .. плътност} \quad \gamma_d := \mathbf{8} \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ \text{коэффициент .. за .. натоварване} & \gamma_{d1} := \mathbf{1.35} & & \end{array}$$

$$G_d := dd \cdot \gamma_d \cdot \gamma_{d1} \quad G_{dn} := dd \cdot \gamma_d$$

$$G_d = 0.432 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{dn} = 0.32 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

ОБЩО .. НАТОВАРВАНЕ .. ВЪРХУ .. ПОКРИВНАТА .. ПЛОЧА .. ОТ .. СОБСТВЕНИТЕГЛА

$$G_{pokriv} := G_{czp} + G_d + G_{ker}$$

$$G_{pokrivn} := G_{czpn} + G_{dn} + G_{ker}$$

$$G_{pokriv} = 1.917 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{pokrivn} = 1.595 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-----■

–Временни .. товари .. от .. сняг

$$v_{sn} := 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{коефициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_s := 1.4$$

$$v_s := v_{sn} \cdot \gamma_s \quad v_s = 1.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

– –Линейни .. постоянни .. товари

$$\text{–Зидове .. фасадни} \quad \text{дебелина .. плоча} \quad h_{pl} := 0.14 \text{ m}$$

$$\text{Етажна .. височина} \quad H_{et} := 2 \text{ m}$$

$$\text{Обемна .. плътност .. на .. кухи .. тухли .. с .. отвори} \quad \gamma_{zid} := 14.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Коефициент .. за .. натоварване} \quad \gamma_{zid1} := 1.3$$

$$\text{Дебелина .. на .. мазилката} \quad d_{maz1} := 0.02 \text{ m}$$

$$\text{Обемна .. плътност .. на .. мазилката} \quad \gamma_{maz1} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Коефициент .. за .. натоварване .. на .. мазилката} \quad \gamma_{maz11} := 1.35$$

$$\text{Дебелина .. на .. зида} \quad d := 0.30 \text{ m}$$

$$G_{zid} := (H_{et} - h_{pl}) \cdot d \cdot \gamma_{zid} \cdot \gamma_{zid1} + (H_{et} - h_{pl}) \cdot d_{maz1} \cdot \gamma_{maz1} \cdot \gamma_{maz11} \cdot 2$$

$$G_{zidn} := \frac{G_{zid}}{1.35}$$

$$G_{zid} = 12.326 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad G_{zidn} = 9.131 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Случаи на натоварване и комбинации

No	Наименование
1	Собствено тегло (g)
2	Постоянен товар
3	Временен товар
4	Сняг – 1 kN/m ²
5	Земетръс по ос X
6	Земетръс по ос Y
7	SRSS: V+VI
8	Комб.: Нормативна комбинация (I+II+III+IV)
9	Комб.: Изчислителна комбинация (1.2xI+1.35xII+1.3x III+1.4xVII)
Ръчно въведени сеизмични комбинации с отчитане на коефициента за условие на материалите при земетръс γ_k	
10.	Комб.: Земетръс „+SRSS” – огъване ригели: $(\psi/\gamma_k \times \text{I} + \psi/\gamma_k \times \text{II} + \psi/\gamma_k \times \text{III} + \psi/\gamma_k \times \text{IV} + \psi/\gamma_k \times \text{VII})$ (1,0/1,2xI+1,0/1,2xII+0,8/1,2xIII+0,8/1,2x IV+1,0/1,2xVII) (0,833xI+0,833xII+0,666xIII+0,666x IV+0,833xVII)
11.	Комб.: Земетръс „-SRSS” – огъване ригели: $(\psi/\gamma_k \times \text{I} + \psi/\gamma_k \times \text{II} + \psi/\gamma_k \times \text{III} + \psi/\gamma_k \times \text{IV} - \psi/\gamma_k \times \text{VII})$ (1,0/1,2xI+1,0/1,2xII+0,8/1,2xIII+0,8/1,2x IV-1,0/1,2xVII) (0,833xI+0,833xII+0,666xIII+0,666x IV-0,833xVII)
12.	Комб.: Земетръс „+SRSS” –срязване ригели, огъване колони: (1 0/1 0xI+1 0/1 0xII+0 8/1 0xIII+0 8/1 0x IV+1 0/1 0xVII) (1,0xI+1,0xII+0,8xIII+0,8xIV+1,0xVII)

12.	Комб.: Земетръс „+SRSS” –срязване ригели, огъване колони: (1,0/1,0xI+1,0/1,0xII+0,8/1,0xIII+0,8/1,0x IV+1,0/1,0xVII) (1,0xI+1,0 xII+0,8 xIII+0,8x IV+1,0xVII)
13.	Комб.: Земетръс „-SRSS” –срязване ригели, огъване колони: (1,0/1,0xI+1,0/1,0xII+0,8/1,0xIII+0,8/1,0x IV-1,0/1,0xVII) (1,0xI+1,0 xII+0,8 xIII+0,8x IV-1,0xVII)
14.	Комб.: Земетръс „+SRSS” –срязване колони: (1,0/0,8xI+1,0/0,8xII+0,8/0,8xIII+0,8/0,8x IV+1,0/0,8xVII) (1,25xI+1,25 xII+1,0 xIII+1,0x IV+1,25 xVII)
15.	Комб.: Земетръс „-SRSS” –срязване колони: (1,0/0,8xI+1,0/0,8xII+0,8/0,8xIII+0,8/0,8x IV-1,0/0,8xVII) (1,25xI+1,25 xII+1,0 xIII+1,0x IV-1,25 xVII)

4. Дискретизация на областта и тип на използваните крайни елементи

При изграждането на изчислителния модел са използвани следните типове крайни елементи :

- Равнинни, комбинирани плочово-мембранни - 3 и 4 възлови, с по 3-5 степени на свобода във възел. Чрез тези елементи са моделирани плочите, покритията, шайбите и фундаментните плоскости ;
- Гредови - с по 3 трансляционни и 3 ротационни степени на свобода във възел. Чрез тези елементи са описани всички колони и греди от главната носеща конструкция. Тези елементи са въведени в моделите с гранични условия, съответстващи на възприетото конструктивно детайлиране ;
- Безтегловни еластични пружини. Чрез тези елементи е моделирана подаваемостта на земната основа по контактната фуга с фундаментната конструкция на сградата ;

5. Гранични условия

Влиянието на подаваемостта на земната основа е отчитано чрез въвеждане на еластични безтегловни пружини по границите на фундаментните плоскости. Използваните коефициенти за еластичен равномерен натиск и еластично равномерно хлъзгане са приети, съгласно данните от Инженерно-геоложкия доклад за площадката.

6. Статичен анализ на строителните конструкции

В тази част графически са представени деформираните схеми на изследваната конструкция за разгледаните статични състояния на натоварване.

7. Комбинации на товарни въздействия

Разгледаните комбинации на товарни състояния са възприети, съгласно изложението представено в обяснителната записка към проекната документация.

8. Изчислителни програмни средства

Статико-динамичните и оразмерителни изчисления са извършени чрез компютърният код Tower ‘RadImpex, версия 5 Програмата е приложима за анализ на промишлени, обществени и жилищни сгради и съоръжения.

Програмната система Tower е предназначена за статико-динамичен (сеизмичен) анализ и оразмеряване на елементите на равнинни и или пространствени строителни конструкции, съставени от плочи, стени, колони и греди. Основният изчислителен програмен алгоритъм е базиран на метода “Крайни елементи”. Програмата поддържа библиотека от следните крайни елементи : Beam, Shell, Mass и Spring. Модалният анализ се извършва по метода “Eigen value”. Сеизмичните изчисления се провеждат по метода “Response Spectrum”, в съответствие с изискванията на "Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони", 1987.

Възприетите в изложението направления за представяне на резултатите за необходимата армировка в етажните и фундаментната плочи, съответствуват на следните конструктивни оси :

Направление 1..... успоредни на ос X в AUTOCAD ;
Направление 2 успоредни на ос Y в AUTOCAD;

Предвид огромния обем на цифровата информация в изложението са представени само крайните резултати от анализа. В тази връзка, при необходимост ще бъде на разположение всяка една допълнителна цифрова информация, свързана с предмета на настоящия числен анализ.

