

РЪКОВОДСТВО ЗА ПРОЕКТИРАНЕ – ЯНУАРИ 2024 Г.

# Isokorb<sup>®</sup> – Сеизмична устойчивост на балкони

 Сеизмично проектиране по Евроког 1998-1  
и EOTA technical report 059 за стоманобетонни  
балкони.



|  | <b>Страница</b> |
|--|-----------------|
| <b>Основни положения</b>   | <b>5</b>        |
| Стандарти и литература   | 6               |
| <b>Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания</b>   | <b>7</b>        |
| Общи положения   | 8               |
| Опростен метод – балкони без изисквания за безопасност (RC II)   | 10              |
| Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване   | 10              |
| Вертикално еквивалентно статично сеизмично натоварване   | 11              |
| Подробен метод – балкони с изисквания за безопасност (RC I)  | 11              |
| Оразмеряване   | 12              |
| <b>Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод</b>  | <b>13</b>       |
| Общи предпоставки  | 14              |
| Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания  | 15              |
| Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване успоредно на фугата   | 15              |
| Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване успоредно на фугата   | 15              |
| – Отчитане на пластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb®   |                 |
| Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване перпендикулярно на фугата                                   | 16              |
| Вертикално еквивалентно статично сеизмично натоварване   | 16              |
| Разрезни усилия при връзката   | 17              |
| Поемане на вертикални сеизмични натоварвания Schöck Isokorb® T mun KL  | 19              |
| Поемане на хоризонтални сеизмични натоварвания   | 20              |
| Вариант 1: Поемане на хоризонтални сеизмични натоварвания Schöck Isokorb® T mun HP                                   | 20              |
| Вариант 2: Отчитане на еластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb® T mun KL перпендикулярно на фугата | 21              |
| – Поемане на хоризонтални сеизмични натоварвания паралелни на фугата Schöck Isokorb® T mun HP                        |                 |
| Вариант 3: Отчитане на еластичните и пластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb® T mun KL             | 24              |
| – Поемане на хоризонтални натоварвания перпендикулярно и успоредно на фугата   |                 |



# Основни положения

## Основни положения

### Стандарти и литература

- [1.1] EOTA технически доклад 059 (проект 26 ноември 2019), Проектиране на носещи топлоизолационни елементи (LVTIE) за връзки на балкони и вътрешни подове при сеизмични въздействия
- [1.2] EN 1990, Еврокод: Основи на проектирането на строителни конструкции
- [1.3] EN 1998, Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия – Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради
- [1.4] EN 1998-1/NA, Национално приложение Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия – Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради
- [1.5] ETA-17/0261 от 02.06.2023, Schöck Isokorb® с елементи за поемане на натискови сили от бетон или стомана

# Еквивалентни сеизмични натоварвания

## Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

### Общи положения

Сеизмичните въздействия върху балкони се причиняват от инерционните сили на масата и зависят от размерите на балкона, неговото разположение в рамките на конструкцията на сградата, както и от динамичното поведение на цялостната структура на сградата. В EN 1998-1 са определени различни видове строителни елементи, за които са в сила различни изисквания за безопасност:

- **Първостепенни елементи за поемане на сеизмични сили**  
Тези елементи са част от конструктивната система на сградата и служат за поемането на сеизмичните въздействия. Те се моделират изцяло при анализа на сеизмичната изчислителна ситуация и трябва да бъдат изпълнени в съответствие с подробните правила на EN 1998-1.
- **Второстепенни елементи за поемане на сеизмични сили**  
Тези елементи не се разглеждат като част от конструктивната система на сградата, която трябва да противодейства на сеизмичното въздействие и тяхната носимоспособност и коравина се пренебрегват при анализа на сеизмичната изчислителна ситуация.
- **Неконструктивни елементи**  
Тези части представляват архитектурни елементи, механични или електрически системи и компоненти, които не могат да бъдат разглеждани като носещи при случай на сеизмично натоварване поради своята недостатъчна носимоспособност или вида на тяхната връзка с конструкцията на сградата.

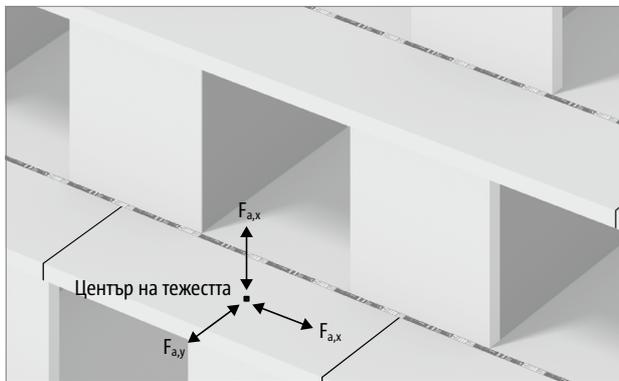
Разположените отвън плочи като например балконните плочи, не се споменават изрично в EN 1998-1. В съответствие със споменатата по-горе класификация на елементите, термично отделените балкони и техните връзки могат да се разделят на две категории изисквания:

- **Категория изисквания I (RC I)**  
Балкони със специални изисквания за безопасност (например аркади като част от евакуационни пътища или като връзки към таванни конструкции на защитни помещения, в които хората могат да пребивават по време на земетресение) се разглеждат като „второстепенни елементи за поемане на сеизмични сили“.
- **Категория изисквания II (RC II)**  
Балкони без специални изисквания за безопасност се приемат за „неконструктивни елементи“.

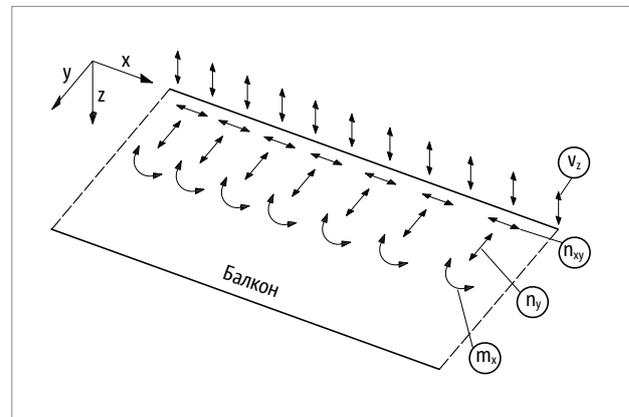
## Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

Балкони с термично разделящи връзки се характеризират с по-малка коравина от непрекъснатите вътрешни и външни плочи. В резултат на това, динамичното поведение на комбинираната носеща конструкция „Външна плоча с връзка“ се определя най-вече от коравината на връзката („конзол ефект“). Поради това, при сеизмичното проектиране трябва да бъдат взети под внимание следните аспекти:

- Вследствие на сеизмични въздействия са налице инерционни ефекти действащи реципрочно във всичките три посоки (съгласно фигурата по-долу). И трите посоки на възбуждане се стимулират едновременно.
- Видът и големината на инерционните сили, действащи върху плочата се влияят от динамичното поведение на цялата конструкция, както и от свързаната външна плоча (резонансни ефекти).
- Инерционните сили предизвикват вътрешни линейни разрезни усилия във връзките на плочата (съгласно фигурата по-долу: Натискови и опъновни мембранни сили  $n_{xy}$ ,  $n_y$  и срязващи усилия  $v_z$ , както и огъващи моменти  $m_x$ ). По този начин във връзката могат да възникнат сили или моменти, които не се активират при постоянна и временна изчислителна ситуация.



Фиг. 1: Сеизмични въздействия върху термично разделящи връзки на плочи, [1.1]



Статичното оразмеряване на балкони с категория на изискванията RC II може да бъде направено при отчитане на дефинираната горна граница според EN 1998-1 с използването на статично еквивалентни заместващи натоварвания.

От друга страна, при оразмеряване на балкони с категория на изискванията RC I трябва да се направи детайлна изчислителна проверка (като алтернатива могат да се направят и детайлни изчислителни проверки и за балконите с категория на изискванията RC II).

Сеизмичното въздействие и в трите посоки (съгласно фигурата по-горе) трябва да бъде разглеждано едновременно и при двете категории изисквания в съответствие с правилата за комбиниране за извънредни натоварване от земетръс.

## Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

### Опростен метод – балкони без изисквания за безопасност (RC II)

По-нататък са дадени формулите за определяне на статичните еквивалентни сеизмични натоварвания (оразмеряване по EN 1998-1/NA).

#### Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване

$$F_a = S_a \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) \quad (2-1)$$

съгласно [1.1] формула (4.1) с

|              |  |
|--------------|--|
| $F_a$ :      | хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване, действа в центъра на масата на елемента  |
| $S_a$ :      | сеизмичен коефициент на усилване за елементи   |
| $m_a$ :      | маса на елемента в ситуация на сеизмично оразмеряване (собствено тегло и редуцирано променливо натоварване, виж страница 12)   |
| $\gamma_a$ : | коефициент на значимост на елемента, $\gamma_a = 1,0$ съгласно [1.1]   |
| $q_a$ :      | Коефициент на поведение на елемента перпендикулярно и успоредно на фугата, $q_a = 1,0$ съгласно [1.5], успоредно на фугата при отчитане на пластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb® $q_a = 1,5$ съгласно [1.5] може да бъде използвано |

$$S_a = a_g \cdot S \cdot f_a \geq a_g \cdot S \quad (2-2)$$

с

|              |   |
|--------------|---|
| $a_g$ :      | изчислително ускорение на земната основа $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_i$  |
| $a_{gR}$ :   | референтно максимално ускорение на земната основа $a_{gR}$ съгласно [1.4], NA   |
| $\gamma_i$ : | коефициент на значимост съгласно [1.4], NA  |
| $S$ :        | почвен коефициент в зависимост от геоложките условия съгласно [1.4], NA   |
| $f_a$ :      | зависещ от височината коефициент на усилване $f_a = A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5$  |
| $A_a$ :      | коефициент на усилване на резонанса на елемента $A_a = (3 / (1 + (1 - T_a / T_1)^2)) \leq 3,0$                          |
| $T_a$ :      | основен собствен коефициент на трептене на елемента   |
| $T_1$ :      | основен собствен период на сградата   |
| $A_a$ :      | 3,0 успоредно на изолационната фуга (приемаме: $T_a = T_1$ )  |
| $A_a$ :      | 3,0 перпендикулярно на изолационната фуга (приемаме: $T_a = T_1$ )  |
| $z$ :        | Височина на елемента над равнината на натоварване на сеизмичното въздействие (фундамент или горен ръб на корав сутерен) |
| $H$ :        | височина на сградата, измерена от равнината на натоварване на сеизмичното въздействие                                   |

Формула (2-1) в комбинация с формула (2-2) дава формула (2-3).

$$F_a = a_g \cdot S \cdot f_a \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a \quad (2-3)$$

Формула (2-3) с всички променливи дава формула (2-4).

$$F_a = a_{gR} \cdot \gamma_i \cdot S \cdot [A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5] \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a \quad (2-4)$$

## Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

### Вертикално еквивалентно статично сеизмично натоварване

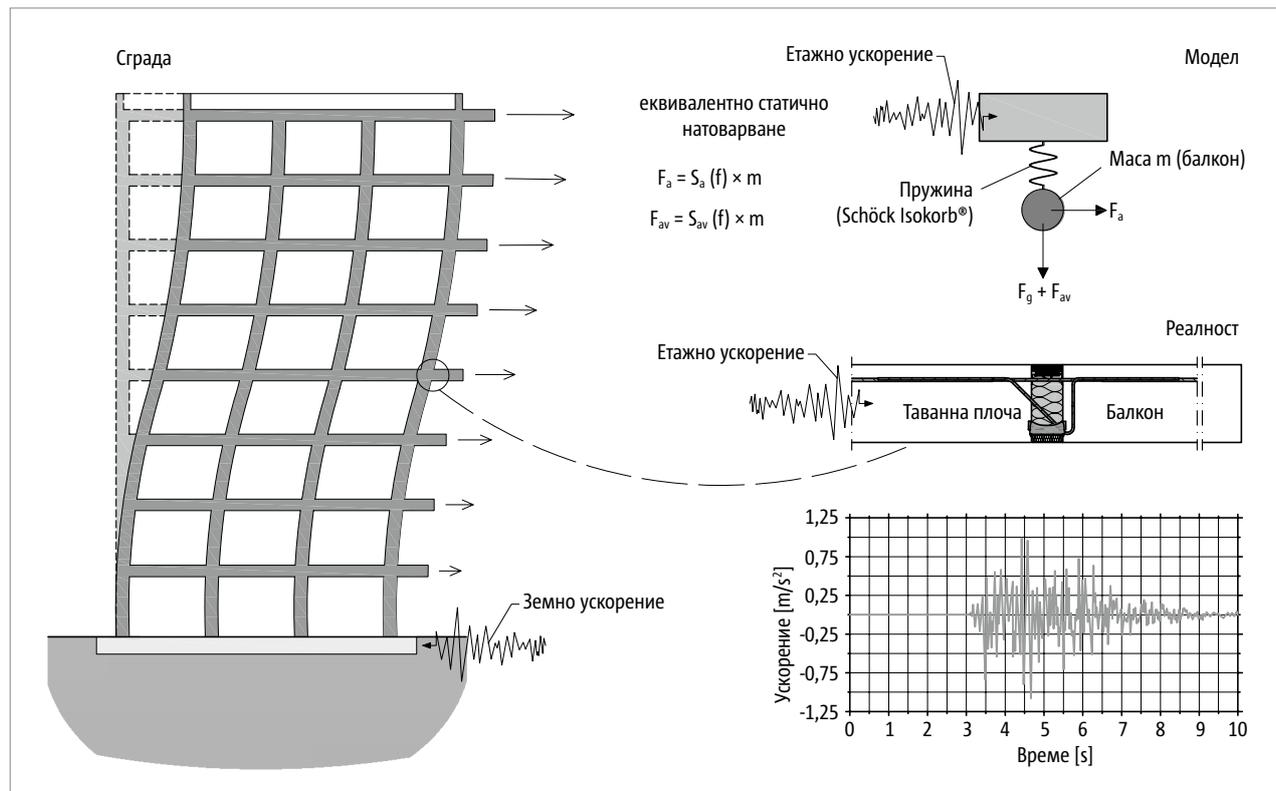
$$F_{av} = 2,50 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a \quad (2-5)$$

c

|            |  |
|------------|--|
| $F_{av}$ : | вертикално еквивалентно статично сеизмично натоварване, действа в центъра на тежестта на елемента                          |
| $a_{vg}$ : | вертикално изчислително земно ускорение $a_{vg} = 0,9 \cdot a_g$ съгласно [1.4], NA  |
| $S_v$ :    | вертикален почвен коефициент $S_v = 1,0$ съгласно [1.4], NA  |
| $m_a$ :    | маса на елемента в ситуация на сеизмично оразмеряване (собствено тегло и намалено променливо натоварване, вж. страница 12) |

### Погробен метод – балкони с изисквания за безопасност (RC I)

Да се определи етажното ускорение трите пространствени посоки (x, y, z) при свързването на външната плоча в следствие на земетресение. То се определя на базата на допълнителен коефициент на усилване 3,0 за полученото ускорение на външната плоча. За определяне на ускоренията може да бъде приложен мултимодалния метод на спектрите на реакция според EN 1998-1. В необходимия за това изчислителен модел балконите не се разглеждат отделно. Действащите в центъра на тежестта на балкона ускорения се определят чрез общо увеличение (умножение) на ускоренията при връзката на балкона с фактор 3,0. Не е задължително коравината на връзките на балконите да е известна, тъй като за по-голяма сигурност трябва да бъде приет резонанс.



Фиг. 2: Погробен метод (за балкони с изисквания за безопасност) [1.1]

#### **i** Указание

- При използването на метода на спектрите на реакция преместванията, скоростите и ускоренията във възлите на модела са с фиксирани гранични условия равни на нула, а при съседните възли са занижени. За тези възли би трябвало да бъде взето под внимание движението на твърдото тяло чрез SRSS-комбинация с резултатите от метода на спектрите на реакция.

## Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

### Оразмеряване

Оразмеряването на термично разделящите връзки трябва да съответства на общите правила на EN 1990 [1.2]. За крайните гранични състояния трябва да бъде доказано, че изчислителната стойност на сеизмичните въздействия ( $E_{dAE}$ ) не надхвърля изчислителната стойност на съпротивлението на термично разделящата връзка ( $R_d$ ):

$$E_{dAE} \leq R_d \quad (2-6)$$

с

$E_{dAE}$ : изчислителна стойност от сеизмичното въздействие  
 $R_d$ : изчислителна стойност на съпротивлението на Schöck Isokorb®

$$E_{dAE} = G_k + A_{Ed} + \sum(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) \quad (2-7)$$

с

$G_k$ : характеристична стойност на постоянното въздействие (собствено тегло)  
 $A_{Ed}$ : изчислителна стойност на сеизмичното въздействие  
 $Q_{k,i}$ : характеристична стойност на променливо въздействие  
 $\psi_{2,i}$ : квазипостоянен коефициент на променливо въздействие

Сеизмичните въздействия се причиняват от инерционни сили. Тези инерционни сили се получават от масата на балкона за следната комбинация:

$$\sum G_{k,j} + \sum(\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}) \quad (2-8)$$

с

$\psi_{E,i}$ : Коефициентът за променливо въздействие  $i$ , който трябва да бъде използван при определянето на натоварването за оразмеряване на сеизмичното въздействие.

Трябва да бъдат отчетени сеизмичните въздействия по трите оси, които водят до съответни въздействия  $E_x$ ,  $E_y$  и  $E_z$  (вж. фигурата на страница 9). Следните три комбинации трябва да се използват за установяване на меродавното въздействие.

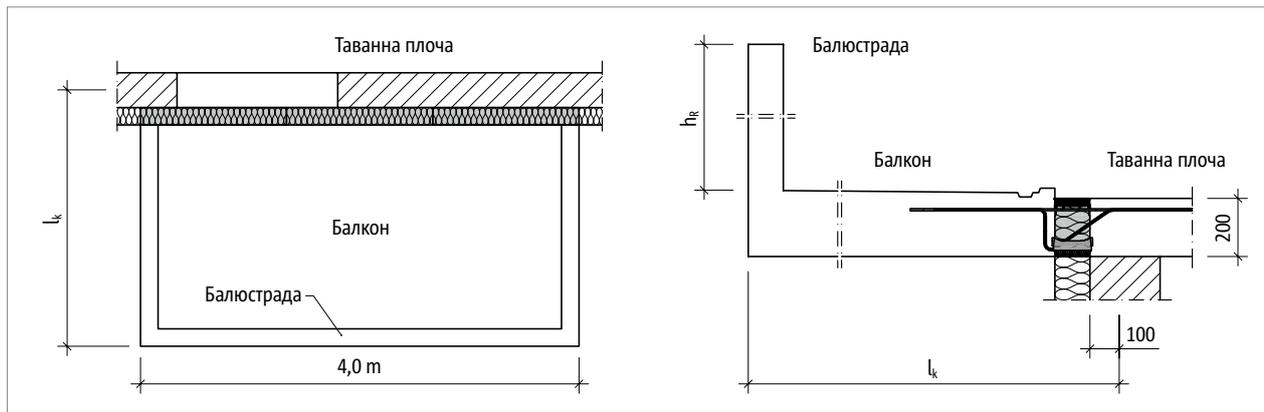
$$1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z \quad (2-9)$$

$$0,3 \cdot E_x + 1,0 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z \quad (2-10)$$

$$0,3 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 1,0 \cdot E_z \quad (2-11)$$

# Пример за ообразмеряване

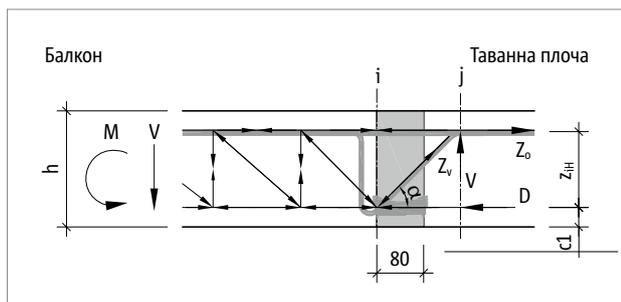
## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод



Фиг. 3: Примерен конзолен балкон, план и конструктивна система

### Общи предпоставки

|                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| Геометрия:                            | Дължина на конзолата   | $l_k = 2,12$ [m]                           |
|                                       | Дебелина на изолиращия модул   | $X = 0,08$ [m]                             |
|                                       | Дебелина на плочата на балкона   | $h = 0,2$ [m]                              |
|                                       | Парапет  | $h_R = 1,0$ [m]                            |
|                                       | Дължина на връзката  | $b = 4,0$ [m]                              |
| Натоварвания:                         | Плоча на балкона и настилка  | $g = 6,5$ [kN/m <sup>2</sup> ]             |
|                                       | Експлоатационно натоварване  | $q = 4,0$ [kN/m <sup>2</sup> ]             |
|                                       | Натоварване по свободния край (парапет 12 [cm])  | $g_R = 3,0$ [kN/m]                         |
| групи предпоставки:                   | Място: Загреб  | $a_{gR} = 2,45$ [m/s <sup>2</sup> ]        |
|                                       | Геоложки условия: В-Р  | $S = 1,0$                                  |
|                                       | Клас на значимост: II  | $\gamma_1 = 1,0$ (например жилищна сграда) |
|                                       | Височина на елемента   | $z = 22,0$ [m]                             |
|                                       | Височина на сградата   | $H = 24,5$ [m]                             |
| Коефициенти за комбиниране:           |  | $\psi_2 = 0,3; \psi_E = 0,3$               |
| Класове по условия на околната среда: |  | отвън ХС4; отвътре ХС1                     |
| избрани:                              | бетон клас С25/30 за балкона и тавана; бетонно покритие $c_{nom} = 35$ mm за прътите за поемане на опънни сили на Isokorb®<br>(намаляне $\Delta c_{def}$ с 5 mm, поради системата за контрол на качеството при производството на Schöck Isokorb®);<br>рамо на вътрешните сили на опън/натиск: $z_{iH} = h - c1 - c_{nom} - \phi z_s / 2 = 0,121$ m |  |



Фиг. 4: Фермов модел на Schöck Isokorb® T тип KL, рамо на вътрешните сили  $z_{iH}$

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Определяне на еквивалентните сеизмични натоварвания

$$m_F \text{ маса на единица площ (без парапет)}: = (g + \psi_E \cdot q) / 9,81 = (6,5 + 0,3 \cdot 4,0) / 9,81 = 0,78 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$m_R \text{ челен парапет}: = g_R / 9,81 = 3,0 / 9,81 = 0,31 \text{ [t/m]}$$

$$m_{R,S} \text{ страничен парапет (разпределен)}: = g_R \cdot l_k \cdot 2 / b / 9,81 = 3,0 \cdot 2,12 \cdot 2 / 4,0 / 9,81 = 0,32 \text{ [t/m]}$$

$$m_a: = m_F \cdot l_k + m_R + m_{R,S} = 0,78 \cdot 2,12 + 0,31 + 0,32 = 2,28 \text{ [t/m]}$$

$$a_g: = a_{gR} \cdot \gamma_l = 2,45 \cdot 1,0 = 2,45 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$a_{vg}: = 0,9 \cdot a_g = 0,9 \cdot 2,45 = 2,21 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$\begin{aligned} \text{рамо на центъра на тежестта}: &= (m_F \cdot l_k^2 / 2 + m_R \cdot l_k + m_{R,S} \cdot l_k / 2) / m_a \\ &= (0,78 \cdot 2,12^2 / 2 + 0,31 \cdot 2,12 + 0,32 \cdot 2,12 / 2) / 2,28 = 1,21 \text{ [m]} \end{aligned}$$

### Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване успоредно на фугата

$$f_{a,x}: = A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24,5) - 0,5 = 5,19 \text{ [-]}$$

$$F_{a,x}: = a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 2,45 \cdot 1,0 \cdot 5,19 \cdot 2,28 \cdot 1,0 / 1,0 = \pm 29,0 \text{ [kN/m]}$$

#### **I** Указание

- Хоризонталното еквивалентно сеизмично натоварване паралелно на фугата  $F_{a,x}$  създава огъващ момент около оста „z“, с рамо „e“ (съгласно фигурата на стр. 18).

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Хоризонтално статично еквивалентно сеизмично натоварване паралелно на фугата – отчитане на пластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb®

Schöck Isokorb® е изграден модулно от три статични носещи компонента като фермов модел: Пръти за поемане на опънни сили, пръти за поемане на срязващи сили и опори за поемане на натискови сили НТЕ Comract®. Поради инерцията на масата, в случай на земетресение, може да възникне циклично хоризонтално преместване, успоредно на фугата, между плочата на балкона и плочата на тавана. Компонентите могат да противопоставят на преместването пластично съпротивление.

Прътите за поемане на опънни и тези за поемане на срязващи сили в изолационната фуза са от неръждаема стомана с високи якостни характеристики, която може да формира пластични стаби. Опорите за поемане на натискови сили НТЕ Comract® се противопоставят на преместването чрез съпротивление на триене, възникващо в контактната повърхност между бетона и опорите за поемане на натискови сили НТЕ Comract®.

В зависимост от броя и вида на използваните в Schöck Isokorb® компоненти пластичните резерви на носимоспособност на отделните компоненти могат да се сумират. Тъй като резервите на носимоспособност са съпроводени с големи деформации, може да бъде използван коефициент на поведение  $q_a = 1,5$  за установяване на хоризонталното статично еквивалентно сеизмично натоварване успоредно на фугата.

$$f_{a,x} = A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24,5) - 0,5 = 5,19 [-]$$

$$F_{a,x} = a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 2,45 \cdot 1,0 \cdot 5,19 \cdot 2,28 \cdot 1,0 / 1,5 = \pm 19,3 \text{ [kN/m]}$$

#### **i** Указание

- Хоризонталното еквивалентно сеизмично натоварване паралелно на фугата  $F_{a,x}$  създава огъващ момент около оста „z“, с рамо „e“ (съгласно фигурата на стр. 18).

### Хоризонтално еквивалентно статично сеизмично натоварване перпендикулярно на фугата

$$f_{a,y} = A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24,5) - 0,5 = 5,19 [-]$$

$$F_{a,y} = a_g \cdot S \cdot f_{a,y} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 2,45 \cdot 1,0 \cdot 5,19 \cdot 2,28 \cdot 1,0 / 1,0 = \pm 29,0 \text{ [kN/m]}$$

### Вертикално еквивалентно статично сеизмично натоварване

$$F_{a,v} = 2,50 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a = 2,5 \cdot 2,21 \cdot 1,0 \cdot 2,28 = \pm 12,6 \text{ [kN/m]}$$

#### **i** Указание

- Вертикалното еквивалентно сеизмично натоварване успоредно на фугата  $F_{a,v}$  създава с рамото на центъра на тежестта „e“ момент около оста X.

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Разрезни усилия при връзката

$$\begin{aligned}
 m_{Ed,suv} \text{ (дълготрайна и краткотрайна)} &= -[(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot q) \cdot l_k^2 / 2 + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k^2 / (2 \cdot b))] \\
 &= -[(1,35 \cdot 6,5 + 1,5 \cdot 4,0) \cdot 2,12^2 / 2 + 1,35 \cdot (3,0 \cdot 2,12 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12^2 / (2 \cdot 4,0))] \\
 &= -46,3 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_{Ed,EoF} \text{ (сеизмична изчислителна ситуация без вертикална еквивалентна сеизмична сила)} & \\
 &= -[(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k^2 / 2 + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k^2 / (2 \cdot b))] \\
 &= -[(1,0 \cdot 6,5 + 1,0 \cdot 0,3 \cdot 4,0) \cdot 2,12^2 / 2 + 1,0 \cdot (3,0 \cdot 2,12 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12^2 / (2 \cdot 4,0))] \\
 &= -27,0 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

$$m_{Ed,E} \text{ (от } F_{a,v}): = \pm (F_{a,v} \cdot e) = \pm (12,6 \cdot 1,21) = \pm 15,3 \text{ [kNm/m]}$$

$$\begin{aligned}
 v_{Ed,suv} \text{ (дълготрайна и краткотрайна)} &= [(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot q) \cdot l_k + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k / b)] \\
 &= [(1,35 \cdot 6,5 + 1,5 \cdot 4,0) \cdot 2,12 + 1,35 \cdot (3,0 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12 / 4,0)] = 39,7 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

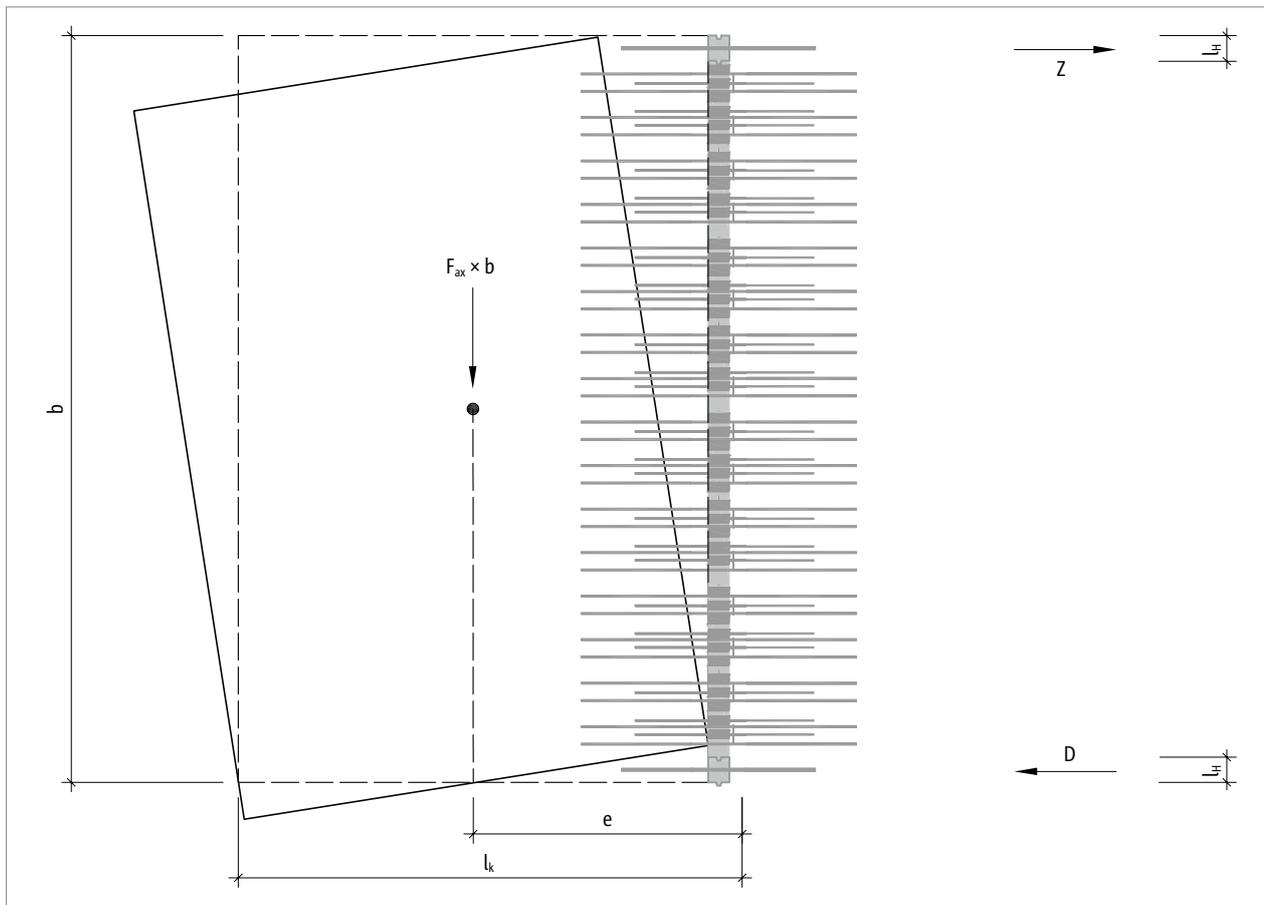
$$\begin{aligned}
 v_{Ed,EoF} \text{ (сеизмична изчислителна ситуация без вертикална еквивалентна сеизмична сила)} & \\
 &= [(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k + \gamma_g \cdot (g_R + 2 \cdot g_R \cdot l_k / b)] \\
 &= [(1,0 \cdot 6,5 + 1,0 \cdot 0,3 \cdot 4,0) \cdot 2,12 + 1,0 \cdot (3,0 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12 / 4,0)] \\
 &= 22,5 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

$$v_{Ed,E} \text{ (от } F_{a,v}): = \pm (F_{a,v}) = \pm 12,6 \text{ [kNm/m]}$$

$$\text{сила успоредна на фугата: } = F_{a,x} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

$$\text{сила перпендикулярна на фугата: } = F_{a,y} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод



Фиг. 5: Странична сила  $D$  или  $Z$  от момента около оста  $Z$

Моментът около оста  $Z$ , който възниква от хоризонталното еквивалентно сеизмично натоварване успоредно на фугата и рамото на центъра на тежестта „ $e$ “, може да бъде разделен при свързката на натоварвания на ръбовете перпендикулярно на изолацията (съгласно фигурата по-горе) и поет чрез Schöck Isokorb® T тип HP-NN.

$$\text{Странична сила } D/Z: \quad = F_{ax} \cdot b \cdot e / (b - l_H) = \pm 29,0 \cdot 1,21 \cdot 4,0 / (4,0 - 0,1) = \pm 36,0 \text{ [kN]}$$

$$\text{с Schöck Isokorb® T тип HP:} \quad l_H = 0,1 \text{ [m]}$$

### **i** Указание

- Поради съществуващите еластични резерви на носимоспособност в сеизмичната изчислителна ситуация спрямо дълготрайната и краткотрайната изчислителна ситуация може алтернативно да се аргументира, че моментът около оста  $Z$  ( $F_{ax} \cdot b \cdot e$ ) и силата, перпендикулярна на фугата ( $F_{ay}$ ) могат да бъдат поети чрез надлъжните усилия в компонентите за поемане на опънни и натискови сили на Schöck Isokorb® T тип KL. Съответната процедура за оразмеряване виж страница 21.

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Поемане на вертикални сеизмични натоварвания Schöck Isokorb® T тип KL

$m_{Ed,EmF}$  (сеизмична изчислителна ситуация с вертикална еквивалентна сеизмична сила):

$$m_{Ed,EmF.min} = m_{Ed,EoF} - m_{Ed,E} = -27,0 - 15,3 = -42,3 \text{ [kNm/m]} \leq |m_{Ed,suv}| = 46,3 \text{ [kNm/m]}$$

→ момент от вертикалната сеизмична сила немеродавен

$$m_{Ed,EmF.max} = m_{Ed,EoF} + m_{Ed,E} = -27,0 + 15,3 = -11,7 \text{ [kNm/m]} \leq 0 \text{ [kNm/m]}$$

→ няма повдигащ момент

$$V_{Ed,EmF.min} = V_{Ed,EoF} - V_{Ed,E} = 22,5 - 12,6 = 9,9 \text{ [kN/m]} \geq 0$$

→ няма повдигаща напречна сила

$$V_{Ed,EmF.max} = V_{Ed,EoF} + V_{Ed,E} = 22,5 + 12,6 = 35,1 \text{ [kN/m]} \leq v_{Ed,suv} = 39,7 \text{ [kN/m]}$$

→ напречна сила от вертикалната сеизмична сила не меродавна

За поемане на вертикалния сеизмичен товар и възникващите от това моменти и напречни сили може да бъде използван Schöck Isokorb® T тип KL. Дълготрайната и краткотрайната изчислителни ситуации меродавни за Schöck Isokorb® T тип KL.

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Вариант 1: Поемане на хоризонтални сеизмични натоварвания Schöck Isokorb® T тип HP

Комбинирането на трите оси в съответствие с формули (2-9) до (2-11) може да отпадне, тъй като сеизмичните натоварвания в различните посоки на осите се поемат от отделни компоненти.

Сила успоредна на фугата:  $F_{a,x} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$

сила, перпендикулярна на фугата:  $F_{a,y} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$

избрани: 3 бр. Schöck Isokorb® T тип HP-VV2-NN1-H200-5.2

$R_d$  успоредно на фугата:  $3 \cdot \pm 39,2 = \pm 117,6 \text{ [kN]} \geq \pm 116,0 \text{ [kN]}$

$R_d$  перпендикулярно на фугата:  $3 \cdot \pm 49,2 = \pm 147,6 \text{ [kN]} \geq \pm 116,0 \text{ [kN]}$

Трите Schöck Isokorb® T тип HP-VV2-NN1 трябва да се разположат в зоната на термичната неподвижна точка на свързване (среда на връзката). Между тези три елемента трябва да има най-малко половин метър и най-много един метър Schöck Isokorb® T тип KL (съгласно физурата по-голу) и аналогично Schöck Isokorb® T тип HP.

Странична сила D/Z:  $= F_{a,x} \cdot e \cdot b / (b - l_{cl}) = \pm 29,0 \cdot 1,21 \cdot 4,0 / (4,0 - 0,1) = \pm 36,0 \text{ [kN]}$

избрано: 2 · 1 бр. Schöck Isokorb® T тип HP-NN2-H200-5.2 съответно по краищата.

$R_d$  на края:  $\pm 49,2 \text{ kN} \geq \pm 36,0 \text{ [kN]}$

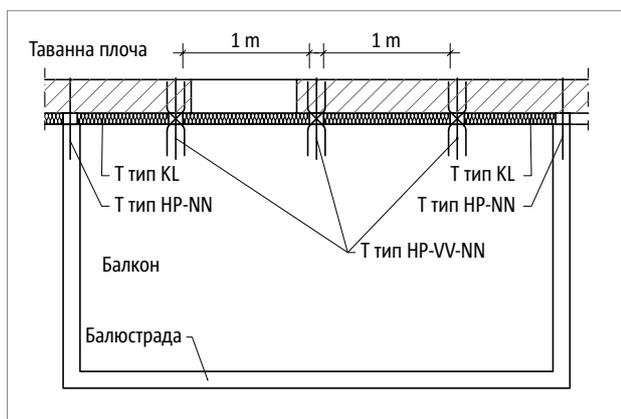
избрано:

Schöck Isokorb® T тип KL-M9-V1-CV1-H200-2.2

$|m_{Ed}| = (4,0 / (4,0 - 5 \cdot 0,1)) \cdot 46,3 = 52,9 \text{ [kNm/m]} \leq 61,3 \text{ [kNm/m]} = |m_{Rd}|$

$v_{Ed} = (4,0 / (4,0 - 5 \cdot 0,1)) \cdot 39,7 = 45,4 \text{ [kN/m]} \leq 92,7 \text{ [kN/m]} = v_{Rd}$

Разрезни усилия, аналогични на Schöck Isokorb® T тип KL



Фиг. 6: Подредане на Schöck Isokorb® T тип KL, тип HP-VV-NN и тип HP-NN (вариант 1)

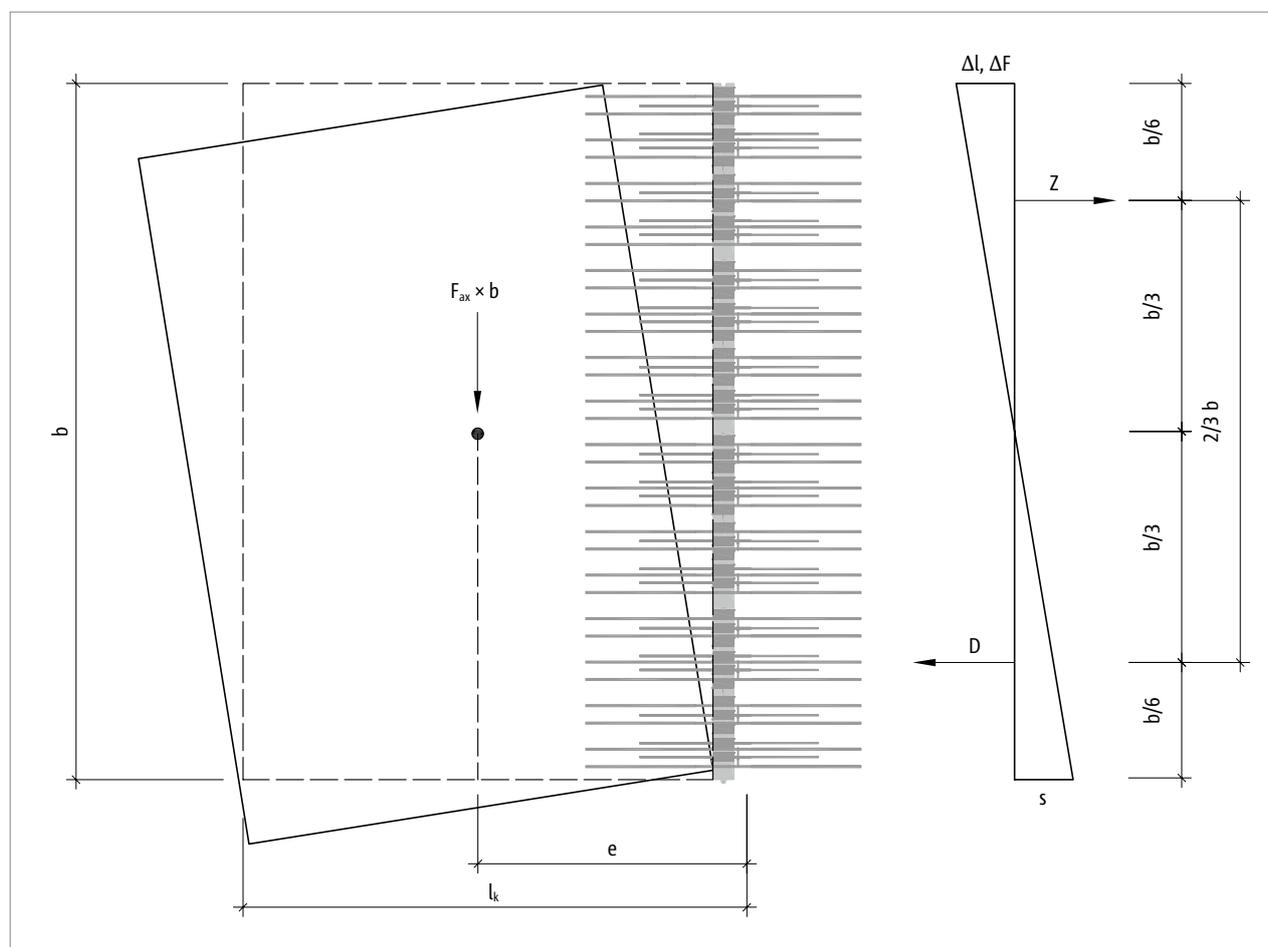
## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Вариант 2: Отчитане на еластичните резерви на носимоспособност Schöck Isokorb® T тип KL перпендикулярно на фугата – поемане на хоризонтални сеизмични натоварвания успоредно на фугата Schöck Isokorb® T тип HP

Поради съществуващите еластични резерви на носимоспособност в сеизмичната изчислителна ситуация спрямо дълготрайната и краткотрайната изчислителна ситуация може да се аргументира, че моментът около оста Z ( $F_{a,x} \cdot b \cdot e$ ) и силата, перпендикулярна на фугата ( $F_{a,y}$ ) могат да бъдат поети чрез нагължните усилия в компонентите за поемане на опънни и натискови сили на Schöck Isokorb® T тип KL. За целта се използва разлагането на разрезните усилия съгласно фигурата на страница 22.

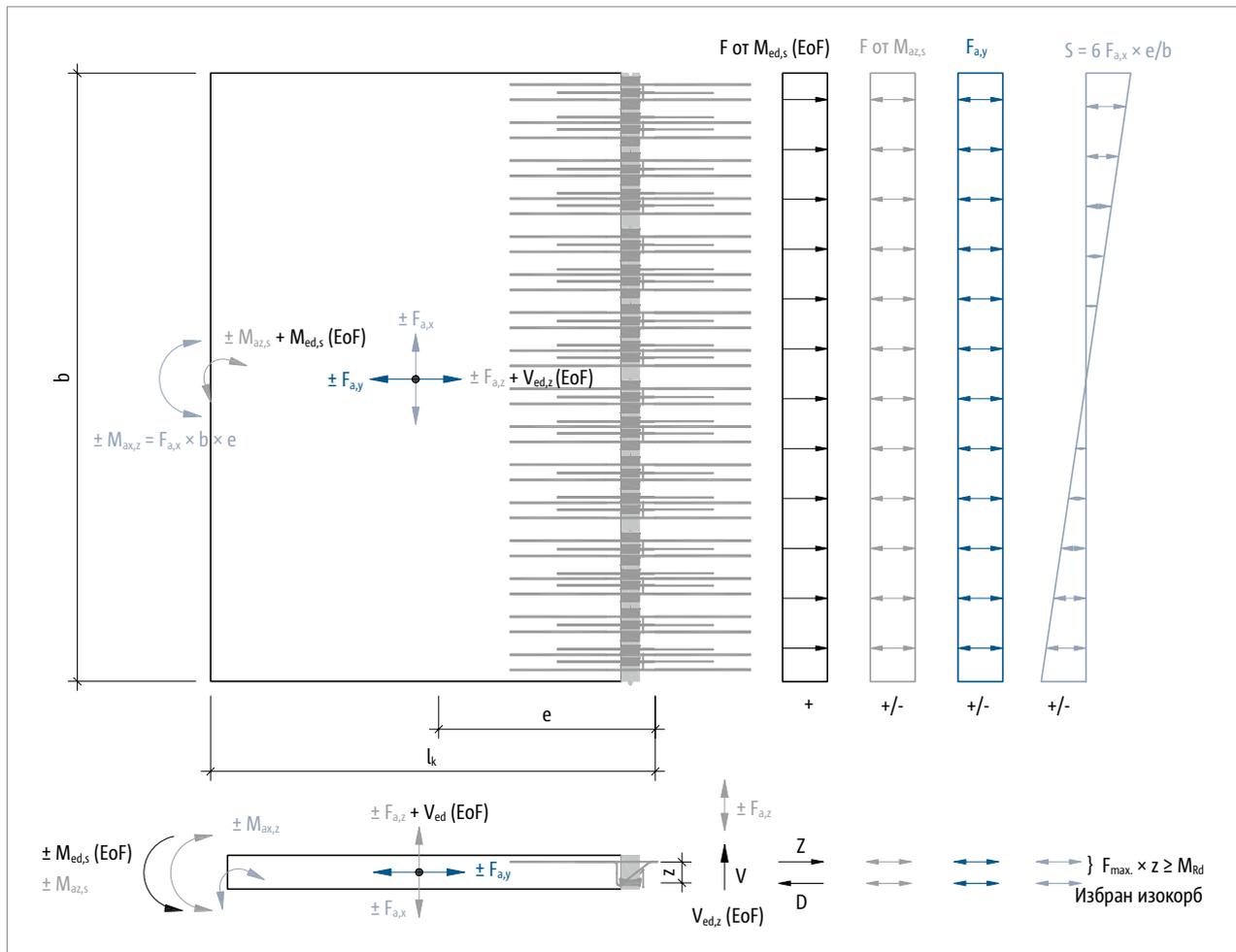
Моментът около оста Z ( $F_{a,x} \cdot b \cdot e$ ) може да бъде поет от:

- Линейните елементи Schöck Isokorb® T тип KL, поемащи страничното срязващо усилие S, перпендикулярно на равнината на изолацията (съгласно фигурата по-долу)
- Точковите елементи Schöck Isokorb® T тип HP-VV-NN, поемащи силата успоредно на фугата  $F_{a,x}$ .



Фиг. 7: Странично срязващо усилие S от момента около оста Z

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод



Фиг. 8: Възникващи от сеизмичното въздействие разрезни усилия

$$F_{z,D}(m_{Ed,suv}): = m_{Ed,suv} / z = 46,3 / 0,121 = 383 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(m_{Ed,EoF}): = m_{Ed,EoF} / z = 27,0 / 0,121 = 223 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(m_{Ed,E}): = m_{Ed,E} / z = 15,3 / 0,121 = 126 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(F_{ay}): = F_{ay} = 29,0 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{ax} \cdot e): = 6 \cdot F_{ax} \cdot e / b = 6 \cdot 29,0 \cdot 1,21 / 4,0 = 53,0 \text{ [kN/m]}$$

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

Комбиниране на трите посоки на осите:

$$1) 1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z: = F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 1,0 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 0,3 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ = 223 + 1,0 \cdot 53,0 + 0,3 \cdot 29,0 + 0,3 \cdot 126 = 323 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]}$$

$$2) 0,3 \cdot E_x + 1,0 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z: = F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ = 223 + 0,3 \cdot 53,0 + 1,0 \cdot 29,0 + 0,3 \cdot 126 = 306 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]}$$

$$3) 0,3 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 1,0 \cdot E_z: = F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 1,0 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ = 223 + 0,3 \cdot 53,0 + 0,3 \cdot 29,0 + 1,0 \cdot 126 = 374 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]}$$

Комбинирането на усилията от сеизмичните сили дава по-ниски надлъжни сили в прътите от надлъжната сила при дълготрайната и краткотрайната изчислителна ситуация и по тази причина на базата на съществуващите еластични резерви на носимоспособност могат да бъдат поети от Schöck Isokorb® T mun KL.

Само силата, успоредна на фугата  $F_{a,x}$ , трябва да бъде поета от допълнителни Schöck Isokorb® T mun HP-VV-NN.

$$\text{Сила успоредна на фугата: } F_{a,y} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

избрано: 3 бр. Schöck Isokorb® T mun HP-VV2-NN1-H200-5.2

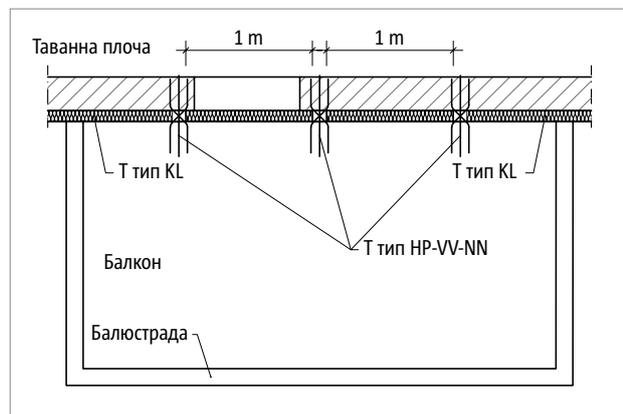
$$R_d \text{ успоредно на фугата: } 3 \cdot \pm 39,2 = \pm 117,6 \text{ [kN]} \geq \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

Трите Schöck Isokorb® T mun HP-VV2-NN1 трябва да се разположат в зоната на термичната неподвижна точка на свързване (среда на връзката). Между тези три елемента трябва да има най-малко половин метър и най-много един метър Schöck Isokorb® T mun KL (съгласно фигурата по-долу) и аналогично Schöck Isokorb® T mun HP.

избрано: SchöckIsokorb® T mun KL-M9-V1-CV1-H200-2.2 съответно по краищата

$$|m_{Ed}| = (4,0 / (4,0 - 3 \cdot 0,1)) \cdot 46,3 = 50,1 \text{ [kNm/m]} \leq 61,3 \text{ [kNm/m]} = |m_{Rd}| \\ v_{Ed} = (4,0 / (4,0 - 3 \cdot 0,1)) \cdot 39,7 = 42,9 \text{ [kN/m]} \leq 92,7 \text{ [kN/m]} = v_{Rd}$$

Разрезни усилия аналогично на Schöck Isokorb® T mun KL



Фиг. 9: Подреждане на Schöck Isokorb® T mun KL и тун HP-VV-NN (вариант 2)

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

### Вариант 3: Отчитане на еластичните и пластичните резерви на носимоспособност Schöck Isokorb® T тип KL – поемане хоризонтални натоварвания перпендикулярно и успоредно на фугата

Поради съществуващите еластични резерви на носимоспособност в сеизмичната изчислителна ситуация спрямо дълготрайната и краткотрайната изчислителна ситуация може да се аргументира, че моментът около оста Z ( $F_{a,x} \cdot b \cdot e$ ) и силата, перпендикулярна на фугата ( $F_{a,y}$ ) могат да бъдат поети чрез надлъжните усилия в компонентите за поемане на опънни и натискови сили на Schöck Isokorb® T тип KL. За целта се използва разлагането на разрезните усилия съгласно физурата на страница 22.

Моментът около оста Z ( $F_{a,x} \cdot b \cdot e$ ) може да бъде поет от:

- Линейните елементи Schöck Isokorb T тип KL, поемащи страничното сръзващо усилие S, перпендикулярно на равнината на изолацията (съгласно физурата на стр. 21).
- Пластичните резерви на носимоспособност на линейните елементи Schöck Isokorb T тип KL, чрез които да се поеме силата, успоредна на фугата  $F_{a,x}$ .

$$F_{z,D}(m_{Ed,suv}): \quad = m_{Ed,suv} / z = 46,3 / 0,121 = 383 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(m_{Ed,EoF}): \quad = m_{Ed,EoF} / z = 27,0 / 0,121 = 223 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(m_{Ed,E}): \quad = m_{Ed,E} / z = 15,3 / 0,121 = 126 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(F_{a,y}): \quad = F_{a,y} = 29,0 \text{ [kN/m]}$$

$$F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e): \quad = 6 \cdot F_{a,x} \cdot e / b = 6 \cdot 19,3 \cdot 1,21 / 4,0 = 35,0 \text{ [kN/m]}$$

Комбиниране на трите посоки на осите:

$$\begin{aligned} 1) 1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z: &= F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 1,0 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 0,3 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ &= 223 + 1,0 \cdot 35,0 + 0,3 \cdot 29,0 + 0,3 \cdot 126 = 305 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) 0,3 \cdot E_x + 1,0 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z: &= F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ &= 223 + 0,3 \cdot 35,0 + 1,0 \cdot 29,0 + 0,3 \cdot 126 = 300 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) 0,3 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 1,0 \cdot E_z: &= F_{z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{z,D}(S \text{ от момент } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{z,D}(F_{a,y}) + 1,0 \cdot F_{z,D}(m_{Ed,E}) \\ &= 223 + 0,3 \cdot 35,0 + 0,3 \cdot 29,0 + 1,0 \cdot 126 = 368 \text{ [kN/m]} \leq 383 \text{ [kN/m]} \end{aligned}$$

Комбинирането на усилията от сеизмичните сили дава по-ниски надлъжни сили в прътите от надлъжната сила при дълготрайната и краткотрайната изчислителна ситуация и по тази причина на базата на съществуващите еластични резерви на носимоспособност могат да бъдат поети от Schöck Isokorb® T тип KL.

## Пример за изчисление на сеизмичност – опростен метод

Само силата, успоредна на фугата  $F_{a,x}$ , трябва да бъде поета от пластичните резерви на носимоспособност на Schöck Isokorb® T mun KL.

Сила успоредна на фугата:  $F_{a,x} = \pm 19,3$  [kN]

избрано: **Schöck Isokorb® T mun KL-M9-V1-CV1-H200-2.2**

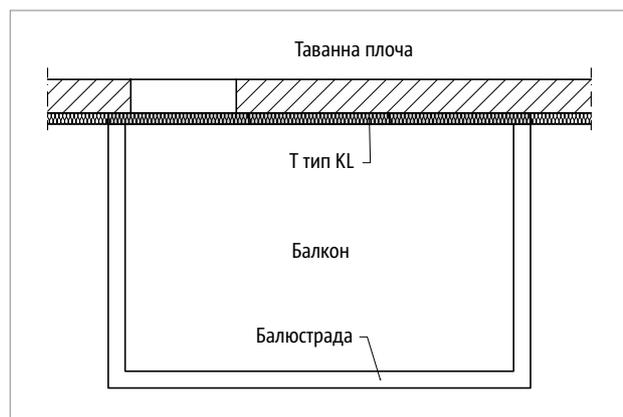
$$|m_{Ed}| = 46,3 \text{ [kNm/m]} \leq 61,3 \text{ [kNm/m]} = |m_{Rd}|$$

$$v_{Ed} = 39,7 \text{ [kN/m]} \leq 92,7 \text{ [kN/m]} = v_{Rd}$$

Разрезни усилия аналогично на Schöck Isokorb® T mun KL

$F_{a,x} = \pm 19,3$  [kN/m]  $\leq \pm 20,2$  [kN/m] =  $n_{xyRd}$  (при отчитане на пластичните резерви на носимоспособност на прътите за поемане на опънни и тези за поемане на срязващи сили и на съпротивленията на триене на опорните лагери HTE Comrast®)

$n_{xyRd}$  аналогично на изчислителните стойности на пластичните резерви на носимоспособност Schöck Isokorb®



Фиг. 10: Подреждане на Schöck Isokorb® T mun KL (вариант 3)



**Допълнителна информация**

Издател : Schöck Bauteile Ges.m.b.H

Argentinerstraße 22/1/7

1040 Виена

Телефон: 0043 1 7865760

Copyright:

© 2024, Schöck Bauteile Ges.m.b.H.

Съдържанието на този печатен материал не трябва да се предава на трети лица дори частично без писмено одобрение на Schöck Bauteile Ges.m.b.H. Всички технически данни, чертежи и т.н. са предмет на закона за защита на авторското право.

Запазваме си правото за технически изменения

Дата на публикация: януари 2024 г.

Termomost  
София Тех Парк  
бул. Цариградско шосе 111 Ж  
сграда Лабораторен комплекс, ет.1  
1784 София  
тел: 0899 29 3999  
office@termomost.bg  
www.termomost.bg



Schöck Bauteile Ges.m.b.H.  
Argentinierstraße 22/1/7  
1040 Виена  
Телефон: 0043 660 536 90 80  
Факс: 00431 7865760-20  
Dimitar.Mishev@schoeck.com  
www.schoeck.com