


PRIRUČNIK ZA DIMENZIONIRANJE – TRAVANJ 2023

Isokorb®

protupotresni izračun za balkone

 Protupotresno dimenzioniranje prema
Eurokodu 1998-1 i EOTA tehničko izvješće
059 za armiranobetonske balkone.

	Stranica
Osnove	5
Norme i literatura	6
Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju	7
Općenito	8
Pojednostavljeni postupak - balkoni bez sigurnosnih zahtjeva (RC II)	10
Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju	10
Vertikalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju	11
Detaljni postupak – balkoni sa sigurnosnim zahtjevima (RC I)	11
Dimenzioniranje	12
Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka	13
Općenite pretpostavke	14
Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju	15
Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno s reškom	15
Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno s reškom – Uzima u obzir plastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a	15
Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju okomito na rešku	16
Vertikalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju	16
Rezne sile na priključku	17
Preuzimanje vertikalnih potresnih opterećenja Schöck Isokorb® T tip KL	19
Preuzimanje horizontalnih potresnih opterećenja	20
Varijanta 1: Preuzimanje horizontalnih potresnih opterećenja Schöck Isokorb® T tip HP	20
Varijanta 2: Uzima u obzir elastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb® T tip KL okomito na rešku – Preuzimanje horizontalnih potresnih opterećenja paralelno uz rešku Schöck Isokorb®-a T tip HP	21
Varijanta 3: Uzima u obzir elastične i plastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a T tip KL – Preuzimanje horizontalnih opterećenja okomito i paralelno uz rešku	24

Osnove

Osnove

Norme i literatura

- [1.1] EOTA tehničko izvješće 059 (nacrt 26. studenog 2019.), Projektiranje nosivih termo-izolacijskih elemenata (LBTIE) za priključak balkona i unutarnjih podova pod utjecajem seizmičkih aktivnosti
- [1.2] EN 1990, Eurokod: Osnove statičkog projektiranja
- [1.3] EN 1998, Eurokod 8: Protupotresno projektiranje građevina – 1. dio: Osnove, djelovanje potresa i pravila za visokogradnju
- [1.4] EN 1998-1/NA, Nacionalni prilog, Eurokod 8: Protupotresno projektiranje građevina – 1. dio: Osnove, djelovanje potresa i pravila za visokogradnju
- [1.5] ETA-17/0261 od 07.09.2022, Schöck Isokorb® s betonskim tlačnim elementima

Opterećenja ekvivalentna potresnom opterećenju

Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

Općenito

Usljed potresa, sile inercije djeluju na balkone ovisno o dimenzijama balkona, njihovoj lokaciji unutar strukture zgrade, kao i dinamičkom ponašanju cjelokupne strukture građevine. EN 1998-1 definira različite vrste građevinskih elemenata, za koje vrijede različiti sigurnosni zahtjevi:

- **Primarni seizmički građevinski elementi**
Ovi građevinski elementi su dio strukture građevine, koji moraju aktivno odoljeti djelovanju potresa. Njih se za analizu dimenzioniranja u slučaju opterećenja izazvanog potresom u potpunosti modelira, a izvode se u skladu s detaljnim pravilima EN 1998-1.
- **Sekundarni seizmički građevinski elementi**
Ovi se građevinski elementi ne uzimaju u obzir kao dio strukture građevine koja treba odoljeti djelovanju potresa, pa se njihova nosivost kao i krutost zanemaruju pri analizi dimenzioniranja u slučaju opterećenja izazvanog potresom.
- **Nenosivi elementi**
Kod ovih građevinskih elemenata radi se o arhitektonskim elementima, mehaničkim ili električnim sustavima i komponentama, koje se zbog njihove slabe nosivosti ili načina na koji su spojeni sa strukturom građevine ne uzima u obzir kao nosivu komponentu prilikom dimenzioniranja u slučaju opterećenja uslijed potresa.

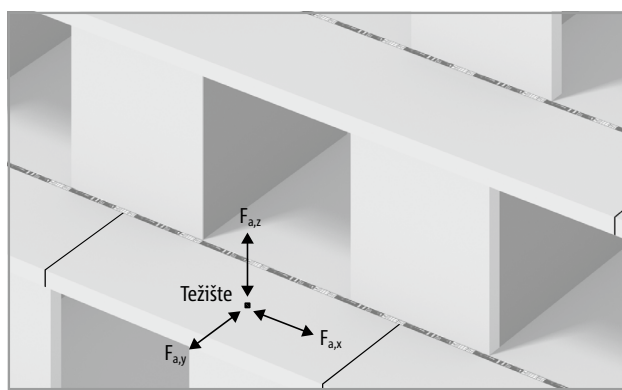
Vanjske ploče poput balkona nisu eksplicitno navedene u EN 1998-1. U skladu s ranije spomenutom klasifikacijom građevinskih elemenata, balkone i spojeve ploča s termo-izolacijskim priključkom može se podijeliti u dvije zahtijevane kategorije:

- **Zahtijevana kategorija I (RC I)**
Balkoni s posebnim zahtjevima u pogledu zaštite (npr. natkriveni prolazi koji su dio evakuacijskih putova ili su spojeni s konstrukcijama stropne ploče skloništa u koja se osobe sklanjaju tijekom potresa) smatraju se „sekundarnim seizmičkim građevinskim elementima”.
- **Zahtijevana kategorija II (RC II)**
Balkoni bez posebnih zahtjeva u pogledu zaštite smatraju se „nenosivim elementima”.

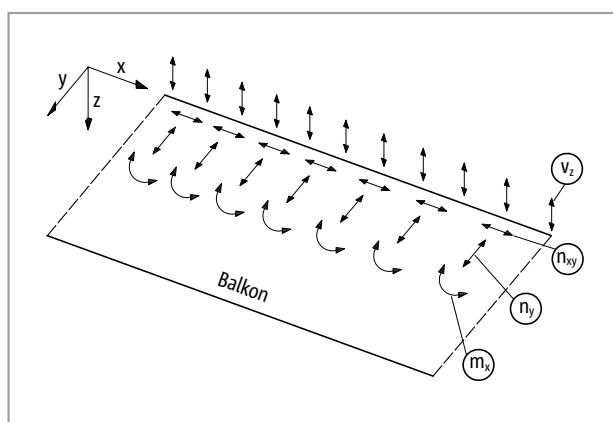
Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

Balkoni s termo-izolacijskim spojem odlikuju se manjom krutošću u odnosu na povezane unutarnje i vanjske ploče. Prema tome, na dinamično ponašanje kombiniranog nosivog sustava "Vanjske ploče sa spojem" bitno utječe krutost samog spoja ("učinak pre-pusta"). Stoga je za seizmičko projektiranje potrebno uzeti u obzir sljedeće aspekte:

- Zbog seizmičkih utjecaja, efekti tromosti međusobno djeluju u sva tri smjera (u skladu sa slikom dolje). Sva tri smjera će se istovremeno potaknuti na djelovanje.
- Na način i učinke djelovanja sila tromosti na ploču utječu dinamičko ponašanje cjelokupne strukture, kao i spojene vanjske ploče (efekti rezonancije).
- Sile tromosti prouzrokuju linearna opterećenja u spojevima ploča (u skladu sa slikom dolje: Tlačne i vlačne membranske sile n_{xy} , n_{yx} , sile smicanja v_z kao i momenti savijanja m_x). Tako se na spoju mogu pojaviti sile ili momenti koji se ne aktiviraju u permanentnoj i privremenoj situaciji dimenzioniranja.



Slika 1: Utjecaji potresa na termo-izolacijske priključke ploča, [1.1]



Statičko dimenzioniranje balkona zahtijevane kategorije RC II može se provesti definiranjem gornje granice prema EN 1998-1 primjenom statički ekvivalentnih dodatnih opterećenja.

Međutim, za dimenzioniranje balkona zahtijevane kategorije RC I mora se napraviti detaljni izračun (alternativno se mogu napraviti i detaljni izračuni za balkone u skladu s RC II).

Seizmičko djelovanje u sva tri smjera (u skladu sa slikom gore) mora se istovremeno uzeti u obzir kod obje zahtijevane kategorije prema kombiniranim pravilima za slučaj izuzetnog opterećenja uslijed potresa.

Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

Pojednostavljeni postupak – balkoni bez sigurnosnih zahtjeva (RC II)

U nastavku su opširno navedene formule dimenzioniranja za utvrđivanje statičkih opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju (dimenzioniranje prema EN 1998-1/NA).

Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju

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

prema [1.1] formula (4.1) s

F_a :	horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju, djeluje u težištu građevinskog elementa
S_a :	Potres, faktor pojačanja za građevinske elemente
m_a :	Masa građevinskog elementa u situaciji protupotresnog dimenzioniranja (vlastita težina i smanjeno uporabno opterećenje, vidi stranicu 12)
γ_a :	Koeficijent važnosti građevinskog elementa, $\gamma_a = 1,0$ prema [1.1]
q_a :	Koeficijent ponašanja građevinskog elementa okomito i paralelno uz rešku, $q_a = 1,0$ prema [1.5], paralelno uz rešku može se procijeniti uzimajući u obzir plastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a $q_a = 1,5$ prema [1.5]

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

s

a_g :	Predviđena akceleracija tla $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_i$
a_{gR} :	Referentna vršna akceleracija tla a_{gR} prema [1.4], NA
γ_i :	Koeficijent važnosti prema [1.4], NA
S :	Parametri tla ovisno o podzemnim uvjetima prema [1.4], NA
f_a :	Faktor pojačanja ovisno o visini $f_a = A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5$
A_a :	Rezonantnost, faktor pojačanja građevinskog elementa $A_a = (3 / (1 + (1 - T_a / T_1)^2)) \leq 3,0$
T_a :	Osnovno trajanje titraja građevinskog elementa
T_1 :	Osnovno trajanje titraja zgrade
A_a :	3,0 paralelno uz izolacijsku rešku (pretpostavka: $T_a = T_1$)
A_a :	3,0 okomito na izolacijsku rešku (pretpostavka: $T_a = T_1$)
z :	Visina građevinskog elementa iznad razine unosa seizmičkog djelovanja (Temelj ili gornji rub nekog čvrstog podruma)
H :	Visina zgrade, mjerena od razine unosa seizmičkog djelovanja

Formula (2-1) u kombinaciji s formulom (2-2) daje formulu (2-3).

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

Formula (2-3) sa svim ispisanim varijablama daje formulu (2-4).

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

Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

Vertikalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju

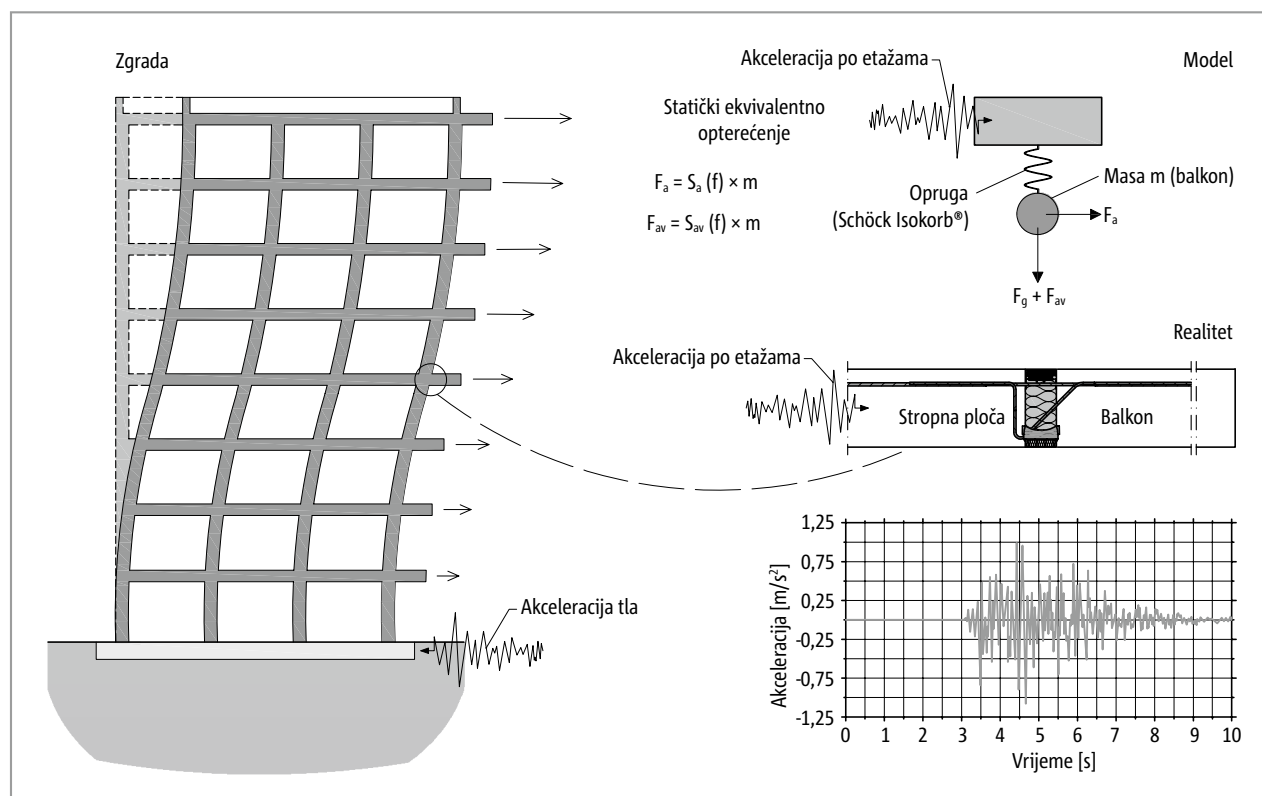
$$F_{av} = 2,50 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a \quad (2-5)$$

s

F_{av} :	Vertikalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju djeluje u težištu građevinskog elementa
a_{vg} :	Dimenzioniranje kod vertikalne akceleracije tla $a_{vg} = 0,9 \cdot a_g$ prema [1.4], NA
S_v :	Vertikalni parametri tla $S_v = 1,0$ prema [1.4], NA
m_a :	Masa građevinskog elementa u situaciji protupotresnog dimenzioniranja (vlastita težina i smanjeno uporabno opterećenje, vidi stranicu 12)

Detaljni postupak – balkoni sa sigurnosnim zahtjevima (RC I)

Treba odrediti akceleraciju po etažama u sva tri smjera (x, y, z) na spoju vanjske ploče uslijed potresa. Ona se utvrđuje u odnosu na dodatni faktor pojačanja 3,0 za rezultirajuće ubrzanje vanjske ploče. Za određivanje ubrzanja može se primijeniti multimodalni postupak spektra odgovora prema EN 1998-1. U tom modelu izračuna nije nužno eksplicitno prikazati balkone. Ubrzanja koja djeluju na težištu balkona utvrđuju se paušalnim povećanjem (multiplikacijom) ubrzanja na priključku balkona s faktorom 3,0. Krutost priključaka ploča ne mora nam biti poznata jer se rezonantnost mora pretpostaviti.



Slika 2: Detaljni postupak (za balkone sa sigurnosnim zahtjevima) [1.1]

Uputa

- Kod primjene postupka spektra odgovora su pomaci, brzine i ubrzanja na čvorovima modela s fiksnim graničnim uvjetima jednaki nuli, te ih se zanemaruje na susjednim čvorovima. Za ove čvorove trebalo bi uzeti u obzir kretanje krutog tijela, imajući u vidu SRSS-kombinaciju opterećenja i rezultate postupka spektra odgovora.

Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

Dimenzioniranje

Dimenzioniranje termo-izolacijskog spoja mora odgovarati općim pravilima EN 1990 [1.2]. Za granično stanje nosivosti treba dokazati da predviđena vrijednost seizmičkih djelovanja (E_{dAE}) ne prekoračuje predviđenu vrijednost otpornosti termo-izolacijskog priključka (R_d):

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

s

E_{dAE} : Predviđena vrijednost iz potresnog djelovanja
 R_d : Predviđena vrijednost otpornosti Schöck Isokorb®-a

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

s

G_k : karakteristična vrijednost stalnog djelovanja (vlastita težina)
 A_{Ed} : Predviđena vrijednost potresnog djelovanja
 $Q_{k,i}$: karakteristična vrijednost promjenjivog djelovanja
 $\psi_{2,i}$: kvazi-stalni kombinacijski koeficijent promjenjivog djelovanja

Potresna djelovanja nastaju uslijed djelovanja inercijskih sila. Te inercijske sile proizlaze iz mase balkona sa sljedećom kombinacijom:

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

s

$\psi_{E,i}$: Kombinacijski koeficijent za promjenjivo djelovanje i, koji treba primijeniti kod utvrđivanja sila na prezanja za dimenzioniranje potresnog djelovanja.

Treba uzeti u obzir potresna djelovanja u sva tri smjera zbog kojih nastaju E_x , E_y i E_z (vidi sliku na stranici 9). Sljedeće tri kombinacije treba primijeniti za utvrđivanje mjerodavnog djelovanja.

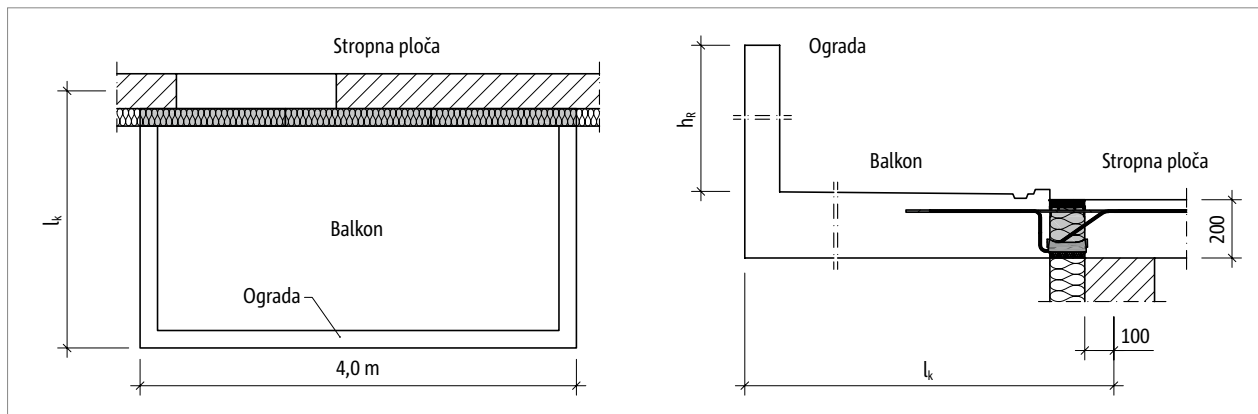
$$1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z \quad (2-9)$$

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

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

Primjer dimenzioniranja

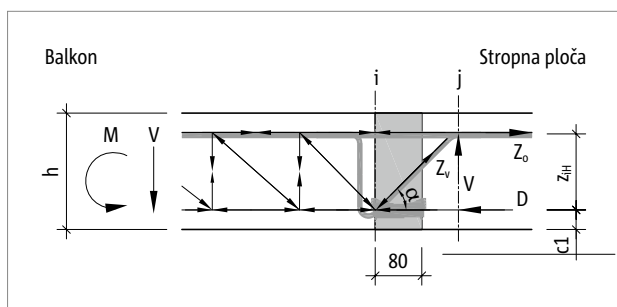
Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka



Slika 3: Primjer istaknutog balkona, tlocrt i statički sustav

Općenite pretpostavke

Geometrija:	Duljina konzole	$l_k = 2,12$ [m]
	Debljina izolacijskog tijela	$X = 0,08$ [m]
	Debljina balkonske ploče	$h = 0,2$ [m]
	Parapet	$h_R = 1,0$ [m]
	Duljina priključka	$b = 4,0$ [m]
Pretpostavljena opterećenja:	Balkonska ploča i obloga	$g = 6,5$ [kN/m ²]
	Uporabno opterećenje	$q = 4,0$ [kN/m ²]
	Rubno opterećenje (parapet 12 [cm])	$g_R = 3,0$ [kN/m]
daljnje pretpostavke:	Mjesto gradnje: Zagreb	$a_{gR} = 2,45$ [m/s ²]
	Podzemni uvjeti: B-R	$S = 1,0$
	Kategorija važnosti: II	$\gamma_1 = 1,0$ (npr. stambeni objekt)
	Visina građevinskog elementa	$z = 22,0$ [m]
	Visina zgrade	$H = 24,5$ [m]
Kombinacijski koeficijenti:		$\psi_2 = 0,3; \psi_E = 0,3$
Razredi izloženosti:		izvana XC4; unutra XC1
odabir:	Klasa betona C25/30 za balkon i ploču; zaštitni sloj betona $c_{nom} = 35$ mm za Isokorb® - vlačne štapove (smanjenje Δc_{def} za 5 mm, zbog mjera kvalitete Schöck Isokorb® proizvodnje); unutarnji krak poluge vlačno / tlačno rezultirajuće: $z_{iH} = h - c_1 - c_{nom} - \phi_{ZS}/2 = 0,121$ m	



Slika 4: Fachwerk model Schöck Isokorb® T tip KL, unutarnji krak poluge z_{iH}

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Utvrđivanje opterećenja ekvivalentnih potresnom opterećenju

$$\begin{aligned}
 m_F \text{ masa površine (bez parapeta):} &= (g + \psi_E \cdot q) / 9,81 = (6,5 + 0,3 \cdot 4,0) / 9,81 = 0,78 \text{ [t/m}^2\text{]} \\
 m_R \text{ parapet na čeonj strani:} &= gR / 9,81 = 3,0 / 9,81 = 0,31 \text{ [t/m]} \\
 m_{R,s} \text{ parapet na bočnoj strani (raspoređeno):} &= g_R \cdot l_k \cdot 2 / b / 9,81 = 3,0 \cdot 2,12 \cdot 2 / 4,0 / 9,81 = 0,32 \text{ [t/m]} \\
 m_a: &= m_F \cdot l_k + m_R + m_{R,s} = 0,78 \cdot 2,12 + 0,31 + 0,32 = 2,28 \text{ [t/m]} \\
 a_g: &= a_{gR} \cdot \gamma_l = 2,45 \cdot 1,0 = 2,45 \text{ [m/s}^2\text{]} \\
 a_{vg}: &= 0,9 \cdot a_g = 0,9 \cdot 2,45 = 2,21 \text{ [m/s}^2\text{]} \\
 e \text{ krak poluge težište:} &= (m_F \cdot l_k^2 / 2 + m_R \cdot l_k + m_{R,s} \cdot l_k / 2) / m_a \\
 &= (0,78 \cdot 2,12^2 / 2 + 0,31 \cdot 2,12 + 0,32 \cdot 2,12 / 2) / 2,28 = 1,21 \text{ [m]}
 \end{aligned}$$

Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno s reškom

$$\begin{aligned}
 f_{a,x}: &= A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24,5) - 0,5 = 5,19 \text{ [-]} \\
 F_{a,x}: &= a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 2,45 \cdot 1,0 \cdot 5,19 \cdot 2,28 \cdot 1,0 / 1,0 = \pm 29,0 \text{ [kN/m]}
 \end{aligned}$$

i Uputa

- Horizontalno opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno uz rešku $F_{a,x}$ s krakom poluge težišta e stvara moment uz os Z .

Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno uz rešku – uzimajući u obzir plastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a

Der Schöck Isokorb® je napravljen modularno iz tri statičke nosive komponente, poput tehnike izgradnje fachwerk: Vlačni štapovi, šipke za poprečne sile i tlačni ležaj HTE Compact®. Zbog djelovanja inercijske sile, u slučaju potresa može doći do cikličkog horizontalnog pomaka paralelno uz rešku, između balkonske ploče i stropne ploče. Komponente se mogu oduprijeti pomaku pružajući plastični otpor.

Vlačne komponente i šipke za poprečne sile u izolacijskoj reški sastoje se od nehrđajućeg čelika visoke nosivosti koji može stvarati plastične zglobove. Tlačni ležajevi HTE Compact® pomaku pružaju otpor trenja, do kojeg dolazi u dodirnoj površini između podatnog betona i tlačnog ležaja HTE Compact®.

U skladu s brojem i vrstom komponenti u Schöck Isokorb®-u, plastične rezerve nosivosti mogu se dodati pojedinačnim komponentama. Budući da rezerve nosivosti podrazumijevaju velike deformacije, koeficijent ponašanja $q_a = 1,5$ za utvrđivanje horizontalnog statičkog opterećenja ekvivalentnog potresnom opterećenju može se procijeniti paralelno uz rešku.

$$\begin{aligned}
 f_{a,x}: &= A_a \cdot (1 + z / H) - 0,5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24,5) - 0,5 = 5,19 \text{ [-]} \\
 F_{a,x}: &= a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 2,45 \cdot 1,0 \cdot 5,19 \cdot 2,28 \cdot 1,0 / 1,5 = \pm 19,3 \text{ [kN/m]}
 \end{aligned}$$

i Uputa

- Horizontalno opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju paralelno uz rešku $F_{a,x}$ s krakom poluge težišta e stvara moment uz os Z .

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Horizontalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju okomito na rešku

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

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

Vertikalno statičko opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju

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

Uputa

- Vertikalno opterećenje ekvivalentno potresnom opterećenju $F_{a,v}$ krakom poluge težišta e stvara moment uz os X.

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Rezne sile na priključku

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

$$\begin{aligned}
 m_{Ed,EoF} \text{ (situacija protupotresnog dimenzioniranja bez ekvivalentne vertikalne sile):} \\
 &= -[(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k^2 / 2 + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k^2 / (2 \cdot b))] \\
 &= -[(1,0 \cdot 6,5 + 1,0 \cdot 0,3 \cdot 4,0) \cdot 2,12^2 / 2 + 1,0 \cdot (3,0 \cdot 2,12 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12^2 / (2 \cdot 4,0))] \\
 &= -27,0 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

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

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

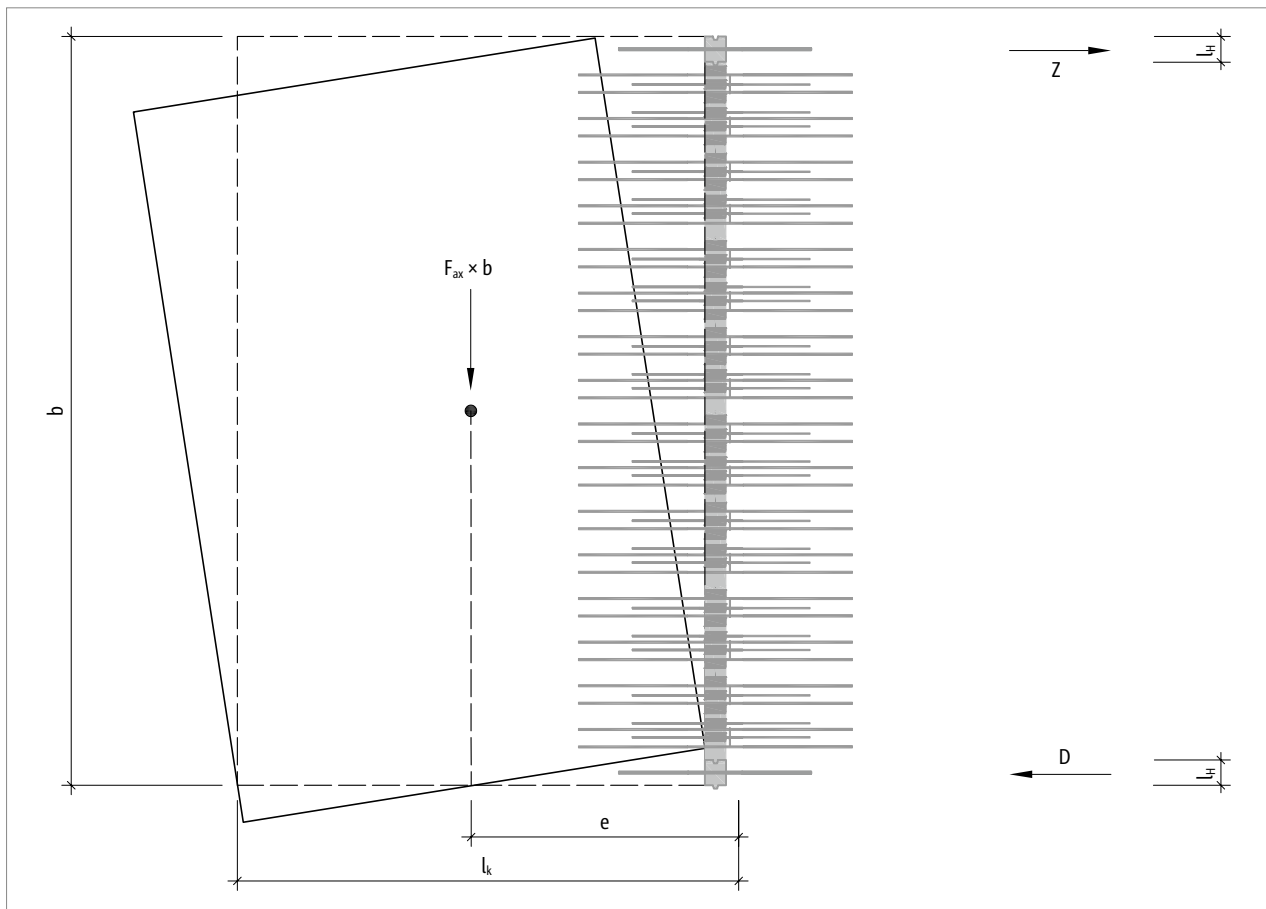
$$\begin{aligned}
 v_{Ed,EoF} \text{ (situacija protupotresnog dimenzioniranja bez ekvivalentne, vertikalne sile):} \\
 &= [(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k + \gamma_g \cdot (g_R + 2 \cdot g_R \cdot l_k / b)] \\
 &= [(1,0 \cdot 6,5 + 1,0 \cdot 0,3 \cdot 4,0) \cdot 2,12 + 1,0 \cdot (3,0 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,12 / 4,0)] \\
 &= 22,5 \text{ [kNm/m]}
 \end{aligned}$$

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

$$\text{sila paralelno uz rešku:} = F_{a,x} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

$$\text{sila okomito na rešku:} = F_{a,y} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$$

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka



Slika 5: Bočna sila D odn. Z iz momenta oko osi Z

Moment oko osi Z, koji uslijed horizontalnog opterećenja ekvivalentnog potresnom opterećenju nastaje paralelno uz rešku i krak poluge težišta e , može se na priključku podijeliti na rubna opterećenja, i to okomito na izolacijsku ravninu (u skladu sa slikom gore), te prenijeti pomoću Schöck Isokorb®-a T tip HP-NN.

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

$$\text{sa Schöck Isokorb®-om T tip HP:} \quad l_H = 0,1 \text{ [m]}$$

i Uputa

- Zbog postojanja elastičnih rezervi nosivosti u situaciji protupotresnog dimenzioniranja u odnosu na stalnu i privremenu situaciju dimenzioniranja, alternativno se može argumentirati da moment oko osi Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) i silu okomitu na rešku ($F_{a,y}$) mogu preuzeti uzdužne sile vlačnih i tlačnih komponenti Schöck Isokorb®-a T tip KL. Odgovarajući postupak za dimenzioniranje je na stranici 21.

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Preuzimanje vertikalnih potresnih opterećenja Schöck Isokorb® T tip KL

$m_{Ed,EmF}$ (situacija protupotresnog dimenzioniranja s ekvivalentnom vertikalnom silom):

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

→ Moment iz vertikalne sile potresa nije mjerodavan

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

→ nema podiznog momenta

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

→ nema podizne poprečne sile

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

→ Poprečna sila iz vertikalne potresne sile nije mjerodavna

Za preuzimanje vertikalnog potresnog opterećenja te momenata i poprečnih sila koji pritom nastaju, može se uzeti u obzir Schöck Isokorb® T tip KL. Za Schöck Isokorb® T tip KL mjerodavna je stalna i privremena situacija dimenzioniranja.

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Varijanta 1: Preuzimanje horizontalnih potresnih opterećenja Schöck Isokorb® T tip HP

Preklapanje triju smjerova osi u skladu s formulom (2-9) do (2-11) može izostati, budući da se svako potresno opterećenje različitih smjerova osi prenosi zasebnim komponentama.

Sila paralelno uz rešku $F_{a,x} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0$ [kN]

sila okomito na rešku: $F_{a,y} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0$ [kN]

odabir: 3 komada Schöck Isokorb®-a T tip HP-VV2-NN1-H200-5.1

R_d paralelno uz rešku: $3 \cdot \pm 39,2 = \pm 117,6$ [kN] $\geq \pm 116,0$ [kN]

R_d okomito na rešku: $3 \cdot \pm 49,2 = \pm 147,6$ [kN] $\geq \pm 116,0$ [kN]

Tri Schöck Isokorb®-a T tip HP-VV2-NN1 treba rasporediti na području termički čvrste točke priključka (sredina priključka). Između ova tri elementa minimalno treba rasporediti po pola metra, a maksimalno po metar Schöck Isokorb®-a T tip KL (u skladu sa slikom dolje) i analogno Schöck Isokorb® T tip HP.

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

odabir: 2 · po 1 komad Schöck Isokorb®-a T tip HP-NN2-H200-5.1 na rubovima.

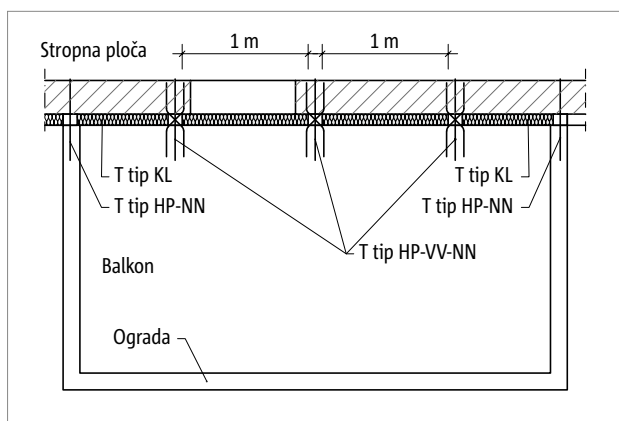
R_d na rubu: $\pm 49,2$ kN $\geq \pm 36,0$ [kN]

odabir: Schöck Isokorb® T tip KL-M9-V1-CV1-H200-2.0

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

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

Rezne sile analogne Schöck Isokorb®-u T tip KL



Slika 6: Raspored Schöck Isokorb®-a T tip KL, tip HP-VV-NN i tip HP-NN (varijanta 1)

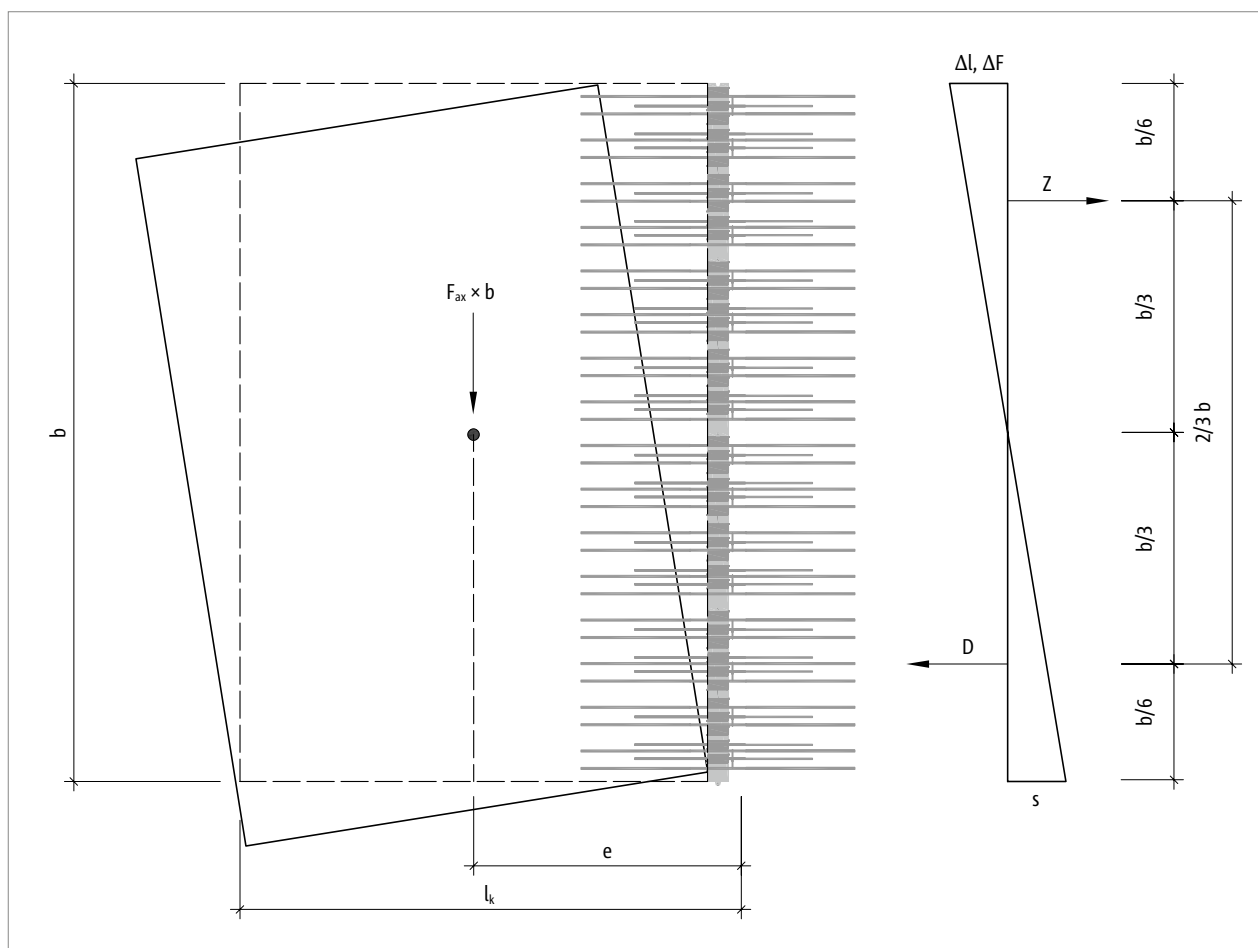
Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Varijanta 2: Uzima u obzir elastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a T tip KL okomito na rešku – preuzimanje horizontalnih potresnih opterećenja paralelno uz rešku Schöck Isokorb®-a T tip HP

Zbog postojanja elastičnih rezervi nosivosti u situaciji protupotresnog dimenzioniranja u odnosu na stalnu i privremenu situaciju dimenzioniranja, može se argumentirati da moment oko osi Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) i silu okomitu na rešku ($F_{a,y}$) mogu preuzeti uzdužne sile vlačnih i tlačnih komponenti Schöck Isokorb®-a T tip KL. U tu svrhu se rezne sile rastavljaju u skladu sa slikom na stranici 22.

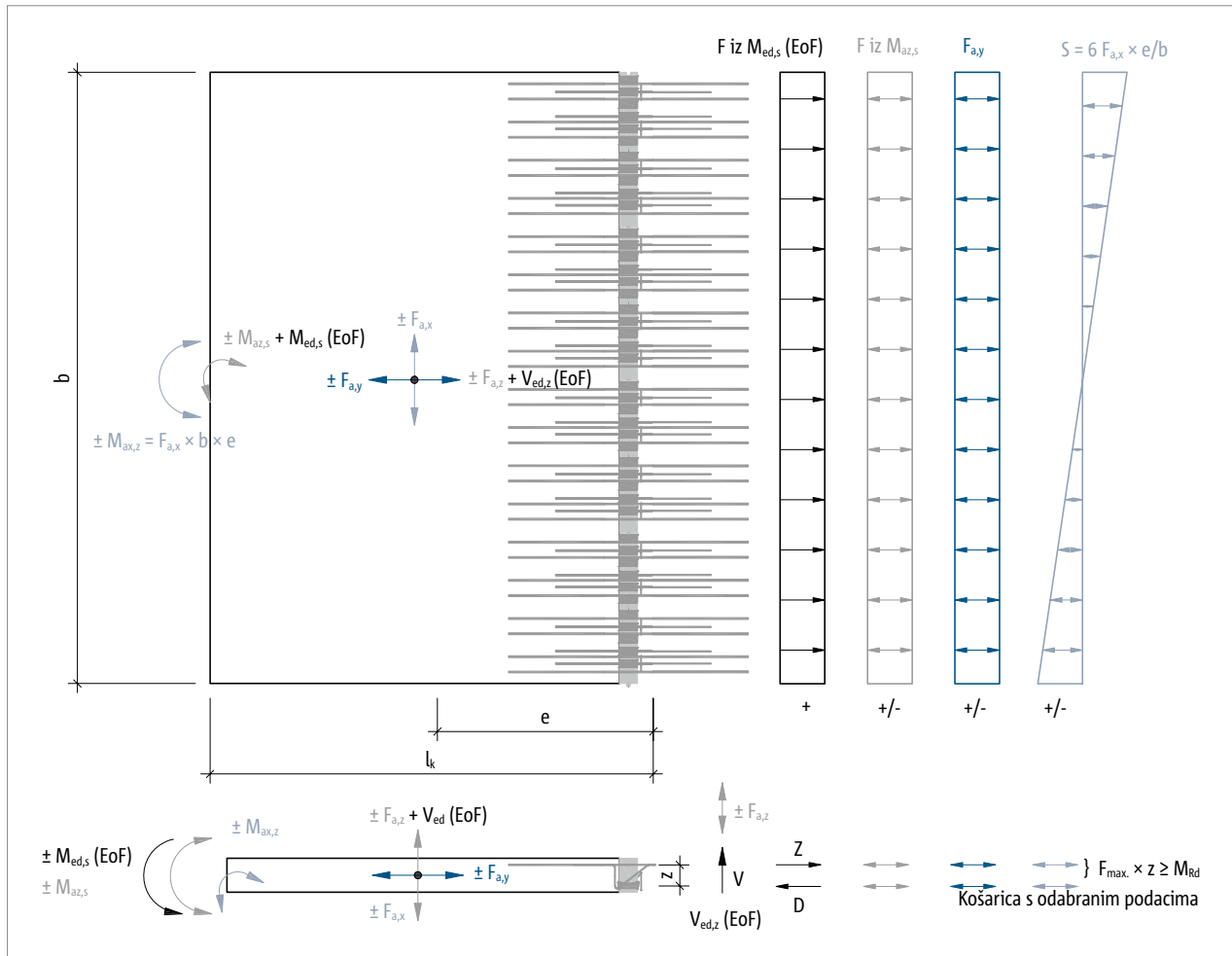
Moment oko osi Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) može se na priključku podijeliti na bočnu reznu silu S okomito na izolacijsku ravninu (u skladu sa slikom dolje).

Samo silu paralelno uz rešku $F_{a,x}$ je potrebno prenijeti dodatnim Schöck Isokorb®-om T tip HP-VV-NN.



Slika 7: Bočna rezna sila S iz momenta oko osi Z

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka



Slika 8: Rezne sile nastale uslijed djelovanja potresa

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

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

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

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

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

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Kombinacija triju smjerova osi:

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

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

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

Kombinacija opterećenja iz potresnih sila rezultira manjim uzdužnim silama šipke od uzdužne sile šipke kod stalne i privremene situacije dimenzioniranja, te ih zbog postojanja elastičnih rezervi nosivosti Schöck Isokorb® T tip KL može preuzeti.

Samo silu paralelno uz rešku $F_{a,x}$ je nužno prenijeti dodatnim Schöck Isokorb®-om T tip HP-VV-NN.

Sila paralelno uz rešku: $F_{a,x} \cdot b = \pm 29,0 \cdot 4,0 = \pm 116,0 \text{ [kN]}$

odabir: 3 komada **Schöck Isokorb®-a T tip HP-VV2-NN1-H200-5.1**

R_d paralelno uz rešku: $3 \cdot \pm 39,2 = \pm 117,6 \text{ [kN]} \geq \pm 116,0 \text{ [kN]}$

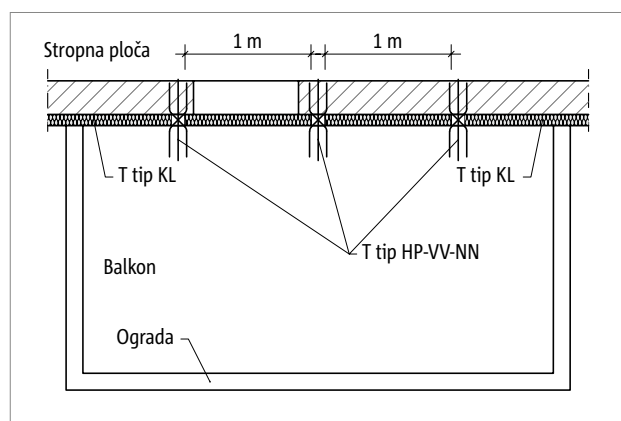
Tri Schöck Isokorb®-a T tip HP-VV2-NN1 treba rasporediti na području termički čvrste točke priključka (sredina priključka). Između ova tri elementa minimalno treba rasporediti po pola metra, a maksimalno po jedan metar Schöck Isokorb®-a T tip KL u skladu (sa slikom dolje) i analogno Schöck Isokorb® T tip HP.

odabir: **SchöckIsokorb® T Typ KL-M9-V1-CV1-H200-2.0** uvijek na rubovima

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

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

Rezne sile analogne Schöck Isokorb®-u T tip KL



Slika 9: Raspored Schöck Isokorb®-a T tip KL i tip HP-VV-NN (varijanta 2)

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Varijanta 3: Uzima u obzir elastične i plastične rezerve nosivosti Schöck Isokorb®-a T tip KL – preuzimanje horizontalnih opterećenja okomito na i paralelno uz rešku

Zbog postojanja elastičnih rezervi nosivosti u situaciji protupotresnog dimenzioniranja u odnosu na stalnu i privremenu situaciju dimenzioniranja, može se argumentirati da moment oko osi Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) i silu okomito na rešku ($F_{a,y}$) mogu preuzeti uzdužne sile vlačnih i tlačnih komponenti Schöck Isokorb®-a T tip KL. U tu svrhu se rezne sile rastavljaju u skladu sa slikom na stranici 22.

Moment oko osi Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) može se na priključku podijeliti na bočnu reznu silu okomito na izolacijsku ravninu (u skladu sa slikom na stranici 21).

Samo silu paralelno uz rešku $F_{a,x}$ je potrebno prenijeti plastičnim rezervama nosivosti Schöck Isokorb®-a T tip KL.

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

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

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

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

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

Kombinacija triju smjerova osi:

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

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

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

Kombinacija opterećenja iz potresnih sila rezultira manjim uzdužnim silama šipke od uzdužne sile šipke kod stalne i privremene situacije dimenzioniranja, te ih zbog postojanja elastičnih rezervi nosivosti Schöck Isokorb® T tip KL može preuzeti.

Primjer protupotresnog dimenzioniranja kod pojednostavljenog postupka

Samo silu paralelno uz rešku $F_{a,x}$ je nužno prenijeti plastičnim rezervama nosivosti Schöck Isokorb®-a T tip KL.

Sila paralelno uz rešku: $F_{a,x} = \pm 19,3$ [kN]

odabir: **Schöck Isokorb® T tip KL-M9-V1-CV1-H200-2.0**

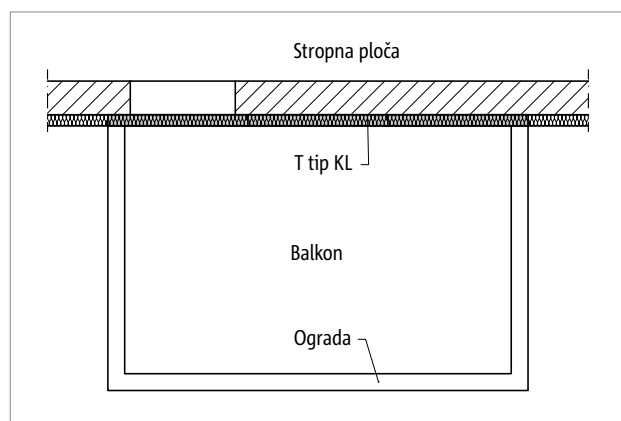
$$|m_{Ed}| = 46,3 \text{ [kNm/m]} \leq 61,3 \text{ [kNm/m]} = |m_{Rd}|$$

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

rezne sile analogne Schöck Isokorb®-u T tip KL

$F_{a,x} = \pm 19,3$ [kN/m] $\leq \pm 20,2$ [kN/m] = n_{xyRd} (uzimajući u obzir plastične rezerve nosivosti vlačnih komponenti, šipki za poprečne sile i otpora trenja tlačnih ležajeva HTE Compact®)

n_{xyRd} analogne predviđene vrijednosti plastičnih rezervi nosivosti Schöck Isokorb®-a



Slika 10: Raspored Schöck Isokorb®-a T tip KL (varijanta 3)

Impresum

Izdajatelj: Schöck Bauteile Ges.m.b.H.

Argentinierstraße 22/1/7

1040 Beč

Telefon: +43 1 7865760

Copyright:

© 2023, Schöck Bauteile Ges.m.b.H.

Ni jedan dio ove publikacije ne smije se reproducirati ili prenositi mehaničkim, elektronskim ili bilo kojim drugim sredstvima bez pismene dozvole izdavača. Svi tehnički podaci, crteži itd. zaštićeni su zakonom o zaštiti autorskih prava.

Pridržano pravo na tehničke izmjene

Datum izdavanja: Travanj 2023

Partner u Hrvatskoj
Nosivi Građevinski Elementi d.o.o.
Michael Unterhofer
Katančićeva 30
10430 Samobor
Telefon: +385 1 3378 924
Telefax: +385 1 3378 925
Mobil: +385 98 256 760
michael.unterhofer@schoeck.hr



Schöck Bauteile Ges.m.b.H.
Argentinierstraße 22/1/7
1040 Beč
Telefon: 01 7865760
office-at@schoeck.com
www.schoeck.com