

**ZNALECTVÍ, PORADENSTVÍ, PROJEKČNÍ STUDIO**



## **D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**

Název stavby	Zlepšení tepelně technických vlastností objektu ZŠ Šafaříkova ve Valašském Meziříčí
Místo stavby	Šafaříkova 726/9 757 01 Valašské Meziříčí
Investor	<b>Město Valašské Meziříčí</b> Náměstí 7/5 757 01 Valašské Meziříčí IČ: 00304387
Stupeň projektové dokumentace	Dokumentace pro provedení stavby
Zhotovitel projektových prací	<b>ASA expert a.s.</b> Lešetínská 626/24 719 00 Ostrava
Vypracoval	Ing. Lucia Gabrišová
Zodpovědný projektant	Ing. Jaromír Fober
Autorizovaná osoba	Ing. Pavel Srkal autorizovaný inženýr ČKAIT 1103796

## OBSAH

### D.1.2.a Technická zpráva ke statickému posouzení

1.	Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - jídelna + š. družina	3
2.	Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - jídelna + š.družina	3
3.	Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - dílny + TV	4
4.	Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - dílny + TV	4
5.	Statické zabezpečení fasády MV - sendvič - dílny + TV	5
6.	Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - šatny	5
7.	Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - šatny	6
8.	Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - 1. - 5. ročník	6
9.	Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - 1. - 5. ročník	7
10.	Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - plynosilikát - chodby	7
11.	Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - plynosilikát - chodby	8
12.	Statické zabezpečení kotvení stávajících sendvičových panelů	8
13.	Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - jídelna a š.družina	9
14.	Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - dílny + TV, část „a,,	9
15.	Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - dílny + TV , část „b,,	10
16.	Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - šatny	10
17.	Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - chodby	11
18.	Statické zabezpečení nového žebříku Z04	11
19.	Statické zabezpečení nového žebříku Z08	12
20.	Použitá literatura	12

### D.1.2.c Statické posouzení

1.	Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - jídelna + š. družina	13
2.	Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - jídelna + š.družina	17
3.	Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - dílny + TV	21
4.	Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - dílny + TV	25
5.	Statické posouzení fasády MV - sendvič - dílny + TV	29
6.	Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - šatny	33
7.	Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - šatny	37
8.	Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - 1. - 5. ročník	41
9.	Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - 1. - 5. ročník	45
10.	Statické posouzení zateplení fasády EPS - plynosilikát - chodby	49
11.	Statické posouzení zateplení soklu EPS - plynosilikát - chodby	53
12.	Statické posouzení kotvení stávajících sendvičových panelů	57
13.	Statické posouzení zateplení ploché střechy - jídelna a š.družina	129
14.	Statické posouzení zateplení ploché střechy - dílny + TV, část „a,,	133
15.	Statické posouzení zateplení ploché střechy - dílny + TV , část „b,,	137
16.	Statické posouzení zateplení ploché střechy - šatny	141
17.	Statické posouzení zateplení ploché střechy - chodby	145
18.	Statické posouzení nového žebříku Z04	149
19.	Statické posouzení nového žebříku Z08	160

## 1. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - jídelna + š. družina

Tepelný izolant (EPS) soklu tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažné zkoušky kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez příklepu!!!**

## 2. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - jídelna + š.družina

Tepelný izolant (EPS) fasády tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažné zkoušky kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez příklepu!!!**

### 3. Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - dílny + TV

Tepelný izolant (EPS) soklu tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (6ks/m<sup>2</sup> na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažné zkoušky kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností 2,08kN a tuhostí 0,6kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez příklepu!!!**

### 4. Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - dílny + TV

Tepelný izolant (EPS) fasády tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (6ks/m<sup>2</sup> na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažné zkoušky kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností 2,08kN a tuhostí 0,6kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez příklepu!!!**

## 5. Statické zabezpečení fasády MV - sendvič - dílny + TV

Tepelný izolant (MV) fasády tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažné zkoušky kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,48\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,40\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 6. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - šatny

Tepelný izolant (EPS) soklu tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 7. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - šatny

Tepelný izolant (EPS) fasády tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 8. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - 1. - 5. ročník

Tepelný izolant (EPS) soklu tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dříku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 9. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - 1. - 5. ročník

Tepelný izolant (EPS) fasády tloušťky 160mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dřiku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 10. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - plynosilikát - chodby

Tepelný izolant (EPS) fasády tloušťky 120mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátkou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dřiku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 65mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány bez přiklepu se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 90mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 11. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - plynosilikát - chodby

Tepelný izolant (EPS) soklu tloušťky 120mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem ( $6\text{ks/m}^2$  na plochu  $1\text{m}^2$  bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápusťnou montáž s velkou zátokou z EPS (tloušťky 15mm, průměr 66mm), hmoždinka délky 235mm, s průměrem dráčky 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 65mm, s charakteristickou únosností  $N_{Rk}=0,83\text{kN}$  stanovenou dle výtažných zkoušek kotev, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  $R_{panel}=0,47\text{kN}$  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  $R_{joint}=0,36\text{kN}$ . Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností  $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$  a  $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$ . Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností  $2,08\text{kN}$  a tuhostí  $0,6\text{kN/mm}$ . Hmoždinky budou předvrtány bez přiklepu se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 90mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty únosnosti byly stanoveny na základě výtažné zkoušky dle platných ČSN!!!! **Při výtažných zkouškách bylo zjištěno přítomnost děrované cihly na fasádě, vrtat bez přiklepu!!!**

## 12. Statické zabezpečení kotvení stávajících sendvičových panelů

S ohledem na přetížení stávající nosné konstrukce sendvičových panelů je nutné dodatečně přikotvit venkovní betonové panely k vnitřním pomocí ocelových svorníkových kotev, které byly posouzeny na kombinaci smykové a tahové síly. Na panel působí zatížení od sání větru a skladby nové konstrukce zateplení. Pro všechny typy panelů jsou spočteny minimální vzdálenosti kotev dle náčrtu ve výpočtu. Kotvy jsou posouzeny na mezní stav únosnosti. Pro toto kotvení jsou navrženy svorníkové ocelové kotvy M 16 celkové délky 260. Svorníková kotva je galvanicky pozinkovaná s třídou pevnosti ocele 5.8, průměr vrtáku 16mm, užitečná délka max 110mm (v našem případě žb.panel tl. 60, tepelná izolace 50mm, celkem 110mm), redukována kotevní hloubka 65mm, pevnost v tahu  $f_{u,k} = 1000\text{N/mm}^2$ , krouticí moment  $T_{inst} = 100\text{Nm}$ , závit délky 100mm plus podložka - 30x3mm, . Při dotahování šestihranné matice se kuželový svorník vtahuje do rozpěrného pásu a ukotví se rozepnutím proti stěně vrtaného otvoru. Je možné použít jiný kotevní systém se stejnými hodnotami uvedenými výše!!!!!!



### 13. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - jídelna a š.družina

Střecha bude zateplena kombinací izolantu EPS 180mm a minerální vlny MV 300mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je max. 500mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z dutinových panelů Spiroll tl. 250mm, které jsou součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + rozpěrný šroub z oceli s pevností  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  a  $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ . Šroub z tvrzené pozinkované oceli s čoučkovou hlavou s drážkou T30, s průměrem dříku 5,5mm. Podložka s průměrem 8mm a s průměrem talířku 50mm. Celková délka střešní hmoždinky bude 535mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu  $3 \text{ ks/m}^2$ ,  $3 \text{ ks/m}^2$  v okrajových oblastech a  $3 \text{ ks/m}^2$  v ploše střechy (schéma oblastí viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm. Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,59kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Pro ověření statické únosnosti kotev je nutné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky provést přepočet dle platných ČSN!!!!

### 14. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - dílny + TV, část „a,,

Střecha bude zateplena kombinací izolantu EPS 180mm a minerální vlny MV 300mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je max. 500mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z dutinových panelů Spiroll tl. 250mm, které jsou součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + rozpěrný šroub z oceli s pevností  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  a  $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ . Šroub z tvrzené pozinkované oceli s čoučkovou hlavou s drážkou T30, s průměrem dříku 5,5mm. Podložka s průměrem 8mm a s průměrem talířku 50mm. Celková délka střešní hmoždinky bude 535mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu  $3 \text{ ks/m}^2$ ,  $3 \text{ ks/m}^2$  v okrajových oblastech a  $3 \text{ ks/m}^2$  v ploše střechy (schéma oblastí viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm. Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,59kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Pro ověření statické únosnosti kotev je nutné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky provést přepočet dle platných ČSN!!!!

## 15. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - dílny + TV , část „b,,

Střecha bude zateplena kombinací izolantu EPS 180mm a minerální vlny MV 300mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je max. 500mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z dutinových panelů Spiroll tl. 250mm, které jsou součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + rozpěrný šroub z oceli s pevností  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  a  $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ . Šroub z tvrzené pozinkované oceli s čokkovou hlavou s drážkou T30, s průměrem díku 5,5mm. Podložka s průměrem 8mm a s průměrem talířku 50mm. Celková délka střešní hmoždinky bude 535mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu  $3 \text{ ks/m}^2$ ,  $3 \text{ ks/m}^2$  v okrajových oblastech a  $3 \text{ ks/m}^2$  v ploše střechy (schéma oblastí viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm. Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,59kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Pro ověření statické únosnosti kotev je nutné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky provést přepočet dle platných ČSN!!!!

## 16. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - šatny

Střecha bude zateplena kombinací izolantu EPS 180mm a minerální vlny MV 300mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je max. 500mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z dutinových panelů Spiroll tl. 250mm, které jsou součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + rozpěrný šroub z oceli s pevností  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  a  $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ . Šroub z tvrzené pozinkované oceli s čokkovou hlavou s drážkou T30, s průměrem díku 5,5mm. Podložka s průměrem 8mm a s průměrem talířku 50mm. Celková délka střešní hmoždinky bude 535mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu  $3 \text{ ks/m}^2$ ,  $3 \text{ ks/m}^2$  v okrajových oblastech a  $3 \text{ ks/m}^2$  v ploše střechy (schéma oblastí viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm. Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,59kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Pro ověření statické únosnosti kotev je nutné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky provést přepočet dle platných ČSN!!!!

## 17. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy - chodby

Střecha bude zateplena kombinací izolantu EPS 160mm a minerální vlny MV 180mm. Celková tloušťka skladby po nosní vrstvu je 380mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z dutinových panelů Spiroll tl. 250mm, které jsou součástí skladby střešního pláště (365mm + panel Spiroll). Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + rozpěrný šroub z oceli s pevností  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  a  $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ . Šroub z tvrzené pozinkované oceli s čokkovou hlavou s drážkou T30, s průměrem dříku 5,5mm. Podložka s průměrem 8mm a s průměrem talířku 50mm. Celková délka střešní hmoždinky bude 415mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu  $3 \text{ ks/m}^2$ ,  $3 \text{ ks/m}^2$  v okrajových oblastech a  $3 \text{ ks/m}^2$  v ploše střechy (schéma oblastí viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm. Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,59kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Pro ověření statické únosnosti kotev je nutné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky provést přepočet dle platných ČSN!!!!

## 18. Statické zabezpečení nového žebříku Z04

Na objektu jídelny a školní družiny bude navržen na severní fasádě nový ocelový žebřík Z04. Pro vstup na plochou střechu bude sloužit žebřík celkové délky 5120mm s ochranným košem, který se bude nacházet min. 2,2m a max. 3m od vstupní úrovně. Kotvení žebříku bude po vzdálenostech 0,63m a 1,37m dle schématu ve výpočtu.

Nový ocelový žebřík bude vytvořen z oceli s pevností S235 a to z profilu L 60/6mm (štěřiny) a tyčí Ø24 mm, které budou tvořit jednotlivé příčle. Kotvení ocelových desek bude provedeno před zateplením a po zateplení se na vyčnívající konzoly délky 400mm (ocelová pásovina 60/8mm), přivařených koutovým svarem 4mm ke kotevní desce, připevní žebřík pomocí 2ks šroubů M8/20 s pevností 5.6 (na jeden přípoj) a budou zajištěny maticemi M8. Žebříky budou kotveny v min. třech úrovních vždy pomocí dvojice přípojí. Pásovina má délka 400mm z čeho 160mm tvoří tepelná izolace, 40mm je rezerva na omítku a lepidlo a 200mm je min. vzdálenost žebříku od fasády dle normy!

### • Kotvení do betonu

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven min. ve 3 úrovních vždy přes 2 ocelové kotevní desky 180/250mm tl.5mm pomocí 4ks ocelových kotevních svorníků s průměrem dříku 10 mm, s únosností v tahu minimálně 9,9 kN a s minimální kotevní délkou 60 mm v kombinaci s chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro beton 4xM10/200mm a chemická malta (hybridní vinylesterová pryskyřice). Kotevní svorník je z nerez oceli A4 s pevností  $f_{yk} = 560 \text{ N/mm}^2$ . Otvor o průměru 12mm pro osazení svorníku bude předvrtán s přiklepem do hloubky 70mm, minimální tloušťka kotevního podkladu je 100mm - v řešeném případě je to 160mm, min. osová a okrajová vzdálenost je 45mm dle typu svorníků. Pro bezpečný přenos zatížení musí být dodržena minimální kotevní hloubka 60mm. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce. Pozor kotvení žebříku provést až do interiérové vrstvy železobetonového sendvičového panelu, který má tloušťku 160mm.

## 19. Statické zabezpečení nového žebříku Z08

Na objektu 1.-5. ročníku bude navržen na jižní fasádě nový ocelový žebřík Z08. Pro vstup na plochou střechu bude sloužit žebřík celkové délky 4620mm s ochranným košem, který se bude nacházet min. 2,2m a max. 3m od vstupní úrovně. Kotvení žebříku bude po vzdálenostech 0,63m a 1,13m dle schématu ve výpočtu.

Nový ocelový žebřík bude vytvořen z oceli s pevností S235 a to z profilu L 60/6mm (štěřiny) a tyčí Ø24 mm, které budou tvořit jednotlivé příčle. Kotvení ocelových desek bude provedeno před zateplením a po zateplení se na vyčnívající konzoly délky 400mm (ocelová pásovina 60/8mm), přivařených koutovým svarem 4mm ke kotevní desce, připevní žebřík pomocí 2ks šroubů M8/20 s pevností 5.6 (na jeden přípoj) a budou zajištěny maticemi M8. Žebříky budou kotveny v min. třech úrovních vždy pomocí dvojice přípojů. Pásovina má délka 400mm z čeho 160mm tvoří tepelná izolace, 40mm je rezerva na omítku a lepidlo a 200mm je min. vzdálenost žebříku od fasády dle normy!

### • Kotvení do betonu

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven min. ve 3 úrovních vždy přes 2 ocelové kotevní desky 180/250mm tl.5mm pomocí 4ks ocelových kotevních svorníků s průměrem dříku 10 mm, s únosností v tahu minimálně 9,9 kN a s minimální kotevní délkou 60 mm v kombinaci s chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro beton 4xM10/200mm a chemická malta (hybridní vinylesterová pryskyřice). Kotevní svorník je z nerez oceli A4 s pevností  $f_{yk}=560\text{N/mm}^2$ . Otvor o průměru 12mm pro osazení svorníku bude předvrtán s přiklepem do hloubky 70mm, minimální tloušťka kotevního podkladu je 100mm - v řešeném případě je to 160mm, min. osová a okrajová vzdálenost je 45mm dle typu svorníků. Pro bezpečný přenos zatížení musí být dodržena minimální kotevní hloubka 60mm. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce. Pozor kotvení žebříku provést až do interiérové vrstvy železobetonového sendvičového panelu, který má tloušťku 160mm.

**Minerální vlna tl. 200mm na objektu dílen a příslušenství TV část B bude kotvena hmoždinkou délky 275mm do betonového podkladu min. 6ks kotev na  $\text{m}^2$  - zbytek stejný jako bod č.5.**

## 20. Použitá literatura

ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 199-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení –

Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 199-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

ČSN EN 1993-1-1 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 74 3282: Pevné kovové žebříky pro stavby

ČSN CENT/TS 1992-4-4 - Navrhování kotvení do betonu - Část 4-4: Dodatečné osazované kotvy - Mechanické systémy

# 1. Statické posouzení zateplení soklu EPS - sendvič - jídelna + š.družina

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

## Rozměry budovy

Šířka  $b = 23,64$  m  
Délka  $d = 35,66$  m  
Výška  $h = 1,33$  m

## **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *beton*

zatížení jedné kotvy z výtahné zkoušky  $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

## **Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235$  mm

## **Výpočet zatížení**

### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)  
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$  (součinitel drsnosti)  
kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$  (intenzita turbulence)  
kde  $k_1 = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 2,66 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,532 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,0563$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,248$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,224 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

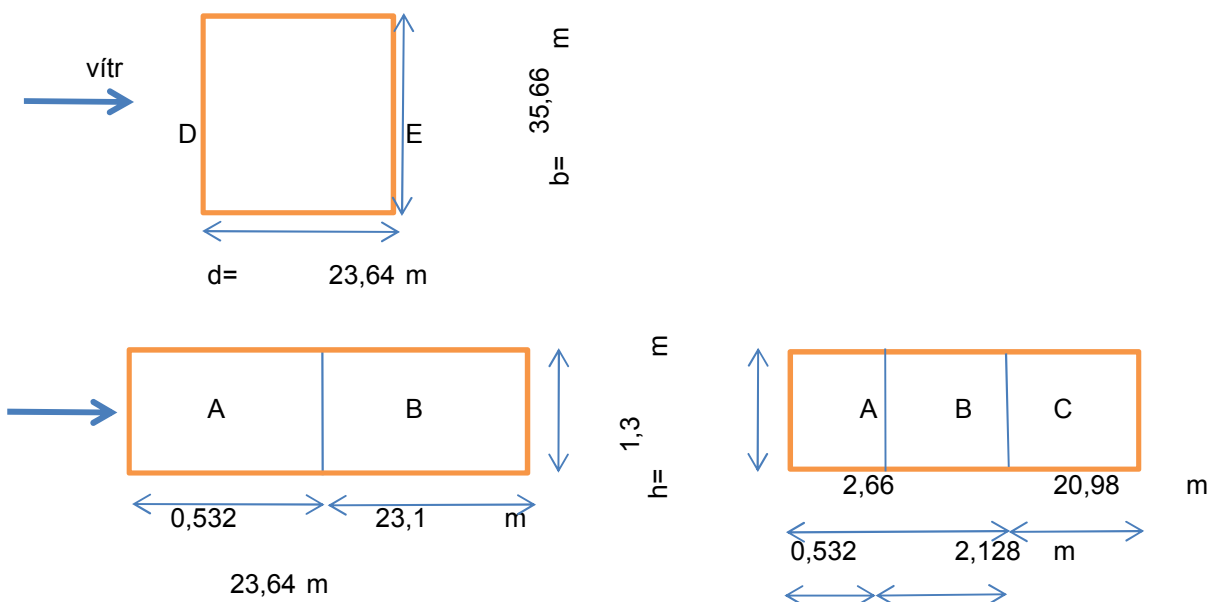
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,026 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 2,66 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,532 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

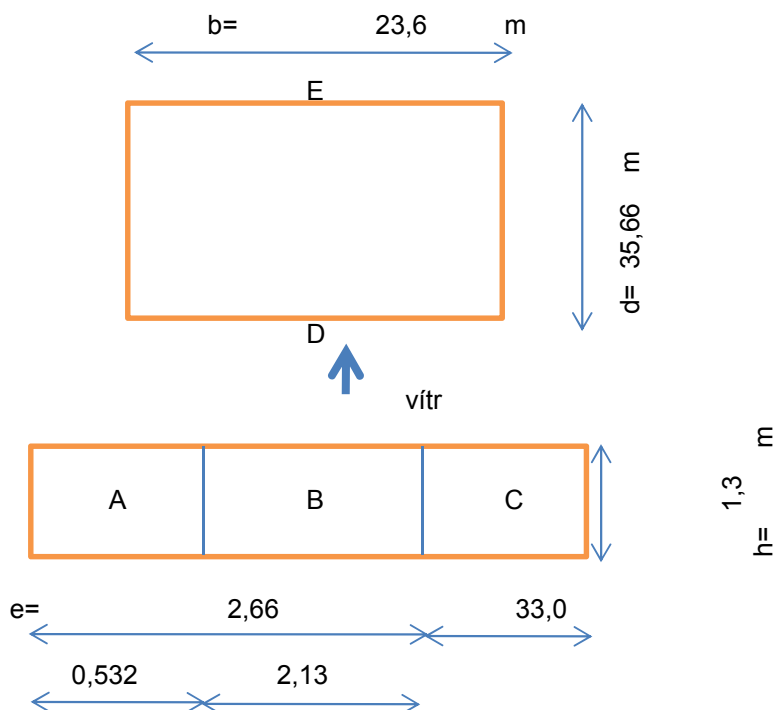
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,037 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,243 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,222 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,028 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro pěnový polystyren

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

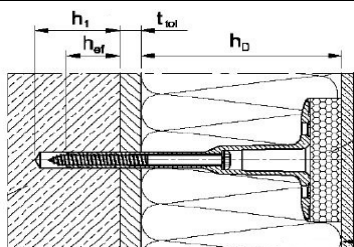
tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





## 2. Statické posouzení zateplení fasády EPS - sendvič - jídelna - š.družina

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

### Rozměry budovy

Šířka        b= 23,64 m  
Délka       d= 35,66 m  
Výška       h= 9,20 m

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *zdivo z betonu*

zatížení jedné kotvy z výtahné zkoušky         $N_{Rk,1} = 0,83$         kN

### **Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy        L=        235        mm

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_{dir} = 1,0$   
    $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 18,43 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_0(z) = 1,0$         (*součinitel ortografie*)  
    $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,737$         (*součinitel drsnosti*)  
kde                                 $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$         (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3$         m  
    $z_{min} = 5$         m  
    $z_{0,II} = 0,05$         m

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,647 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,292$         (*intenzita turbulence*)  
kde                                 $k_1 = 1,0$         (*součinitel turbulence*)  
    $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$         (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 9,20 \text{ m}$$

## Příčný vítr

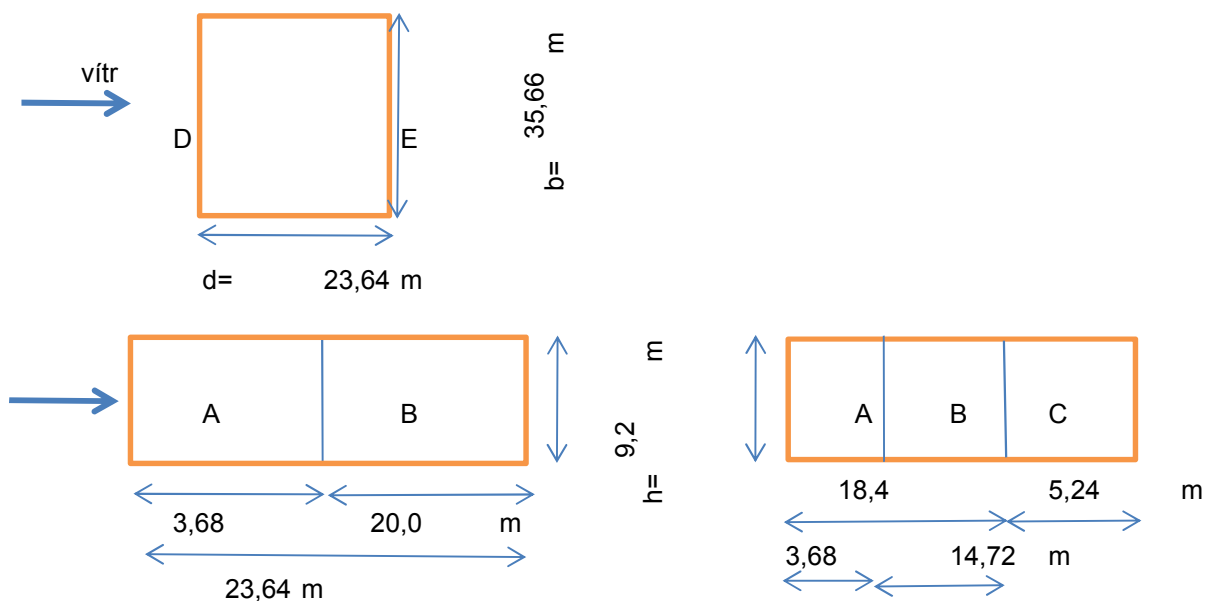
$$\begin{aligned}
 e &= \min(b; 2h) = 18,4 \text{ m} \\
 e/5 &= 3,68 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C} \\
 c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,3892 \\
 c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^D &= 1,000 \\
 c_{pe}^E &= -0,337 \\
 c_{pe}^C &= -0,500
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -1,035 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,841 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,517 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= -0,347 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,453 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -0,711 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,517 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,841 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= -0,024 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,129 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 18,4 \text{ m}$$

$$e/5 = 3,68 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

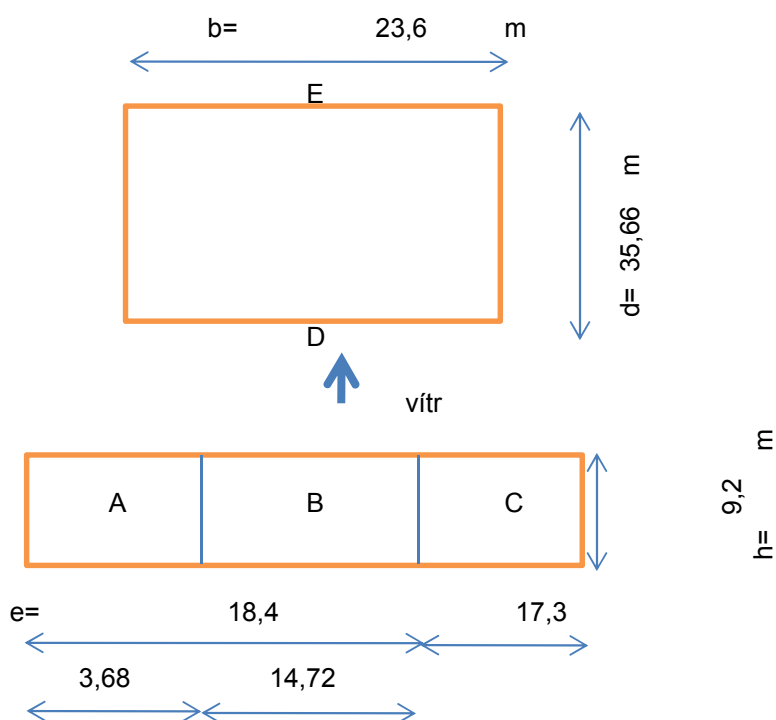
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,258 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,302 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -1,035 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,841 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,453 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,517 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,325 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,711 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,517 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,129 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,841 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,001 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,552 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{Mb} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{Rk} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{Mc} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{Mb} = 1,2$  pro pěnový polystyren

$\gamma_{Mc} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{Rk} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,552 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,min} = h_D + h_{ef} + t_{tol} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{ef} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

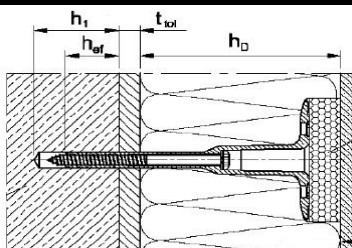
tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{tol} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,min} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**



### 3. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - sendvič - dílny + TV

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

#### Rozměry budovy

Šířka  $b = 10,14$  m  
Délka  $d = 74,70$  m  
Výška  $h = 0,61$  m

#### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

#### **Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235$  mm

#### **Výpočet zatížení**

##### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)  
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$  (součinitel drsnosti)  
kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$  (intenzita turbulence)  
kde  $k_t = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,22 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,244 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,0602$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,249$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,225 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

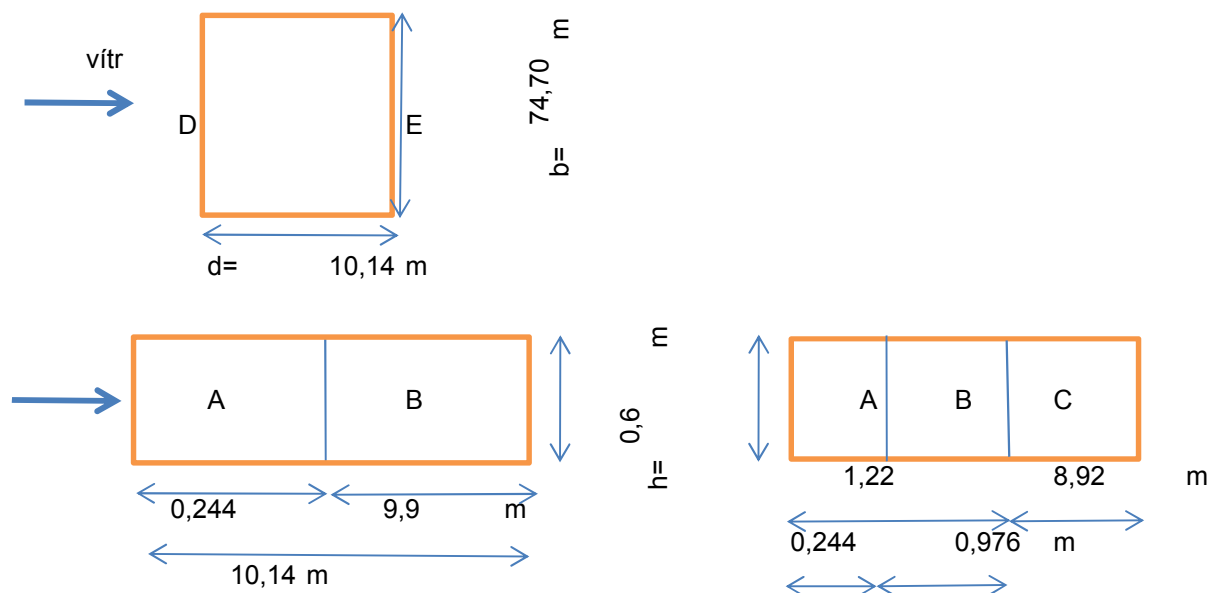
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,025 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,22 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,244 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

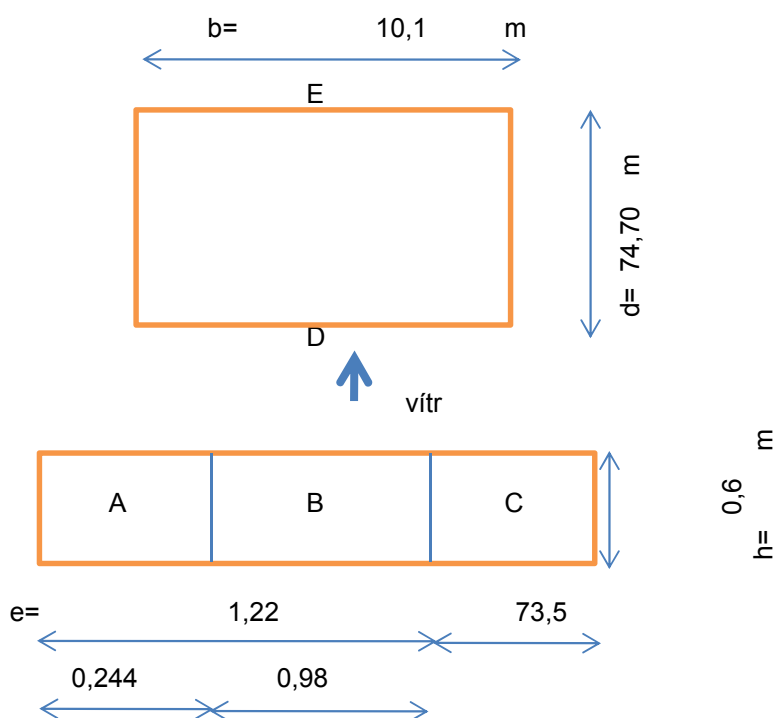
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,008 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,236 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,218 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,032 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{Mb} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{Rk} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{Mc} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{Mb} = 1,2$  pro pěnový polystyren

$\gamma_{Mc} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{Rk} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtazných zkoušek

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtaznými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,min} = h_D + h_{ef} + t_{tol} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{ef} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

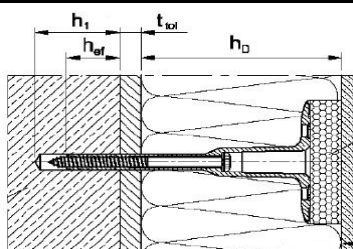
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{tol} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,min} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





**4. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - dílny + TV**  
**Norma ČSN 732902**  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b= 10,14 m  
Délka        d= 74,70 m  
Výška        h= 5,64 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky         $N_{Rk,1} = 0,83$         kN

**Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy        L=        235        mm

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde         $c_{dir} = 1,0$   
               $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,79 \text{ m/s}$$

kde         $c_0(z) = 1,0$         *(součinitel ortografie)*  
               $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,632$         *(součinitel drsnosti)*  
kde         $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$         *(součinitel terénu)*

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3 \text{ m}$   
                                      $z_{min} = 5 \text{ m}$   
                                      $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,528 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_i / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,341$         *(intenzita turbulence)*  
kde         $k_i = 1,0$         *(součinitel turbulence)*  
               $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$         *(měrná hmotnost vzduchu)*

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,64 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,27 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,254 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,5557$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,382$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,845 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,686 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,422 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,307 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,370 \text{ kNm}^{-2}$$

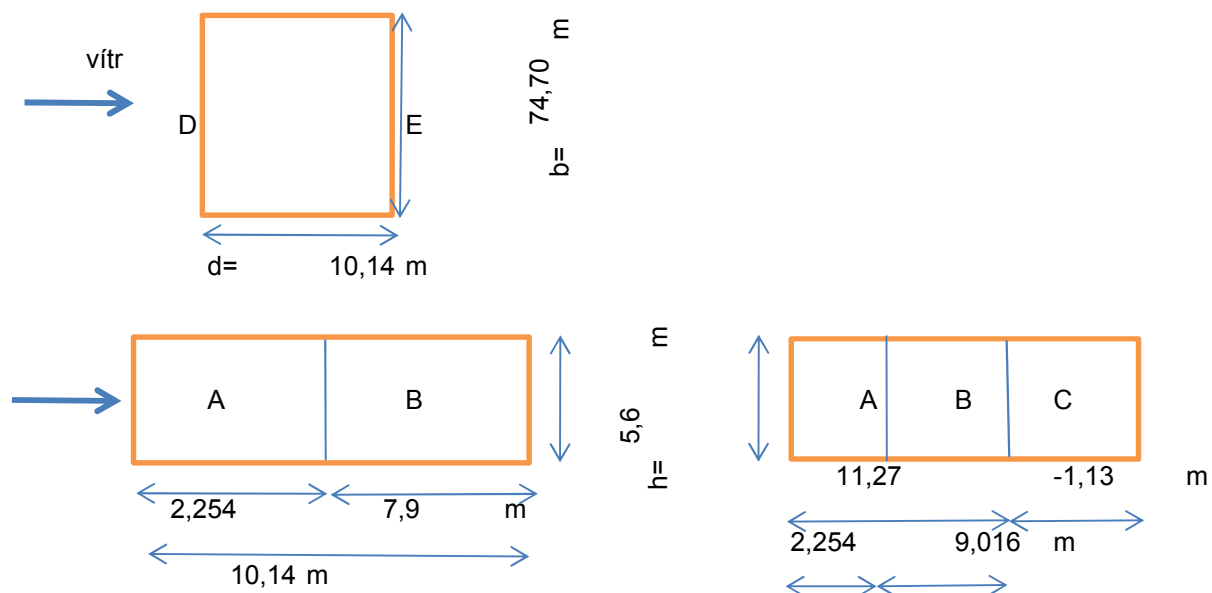
$$w_A = -0,581 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,422 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,686 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,043 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,106 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 10,14 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,028 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

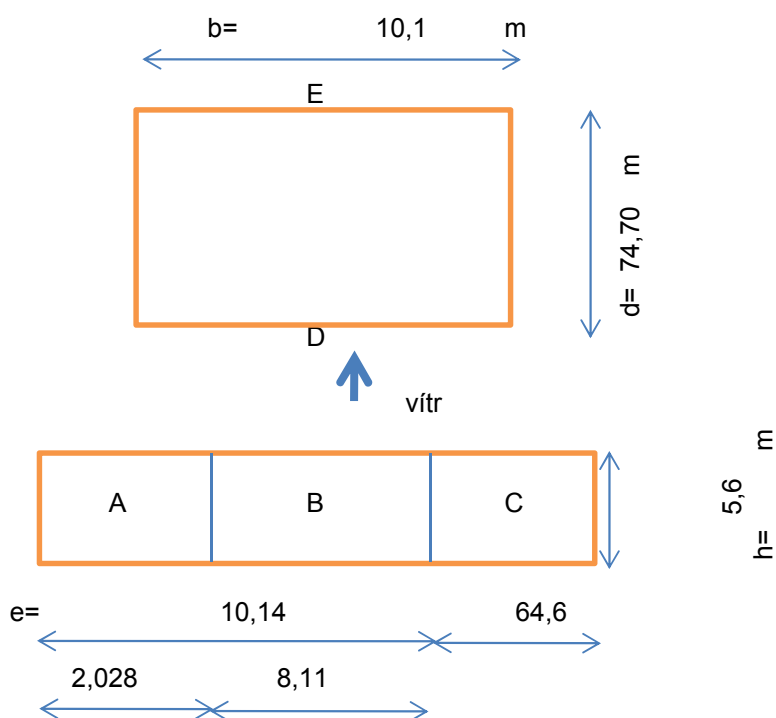
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,075 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,253 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,845 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,686 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,370 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,422 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,239 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,581 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,422 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,106 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,686 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,025 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,267 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro pěnový polystyren

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,267 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

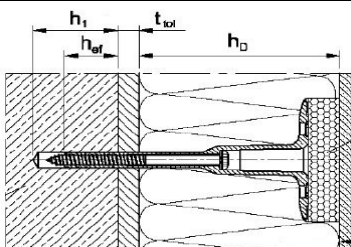
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**



## 5. Statické zabezpečení zateplení fasády MV - sendvič - dílny + TV

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z MV

### Rozměry budovy

Šířka  $b = 10,14$  m  
Délka  $d = 74,70$  m  
Výška  $h = 4,46$  m

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

### **Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235$  mm

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)  
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$  (součinitel drsnosti)  
kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_l / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$  (intenzita turbulence)  
kde  $k_l = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 8,92 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,784 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,4398$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,351$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,275 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

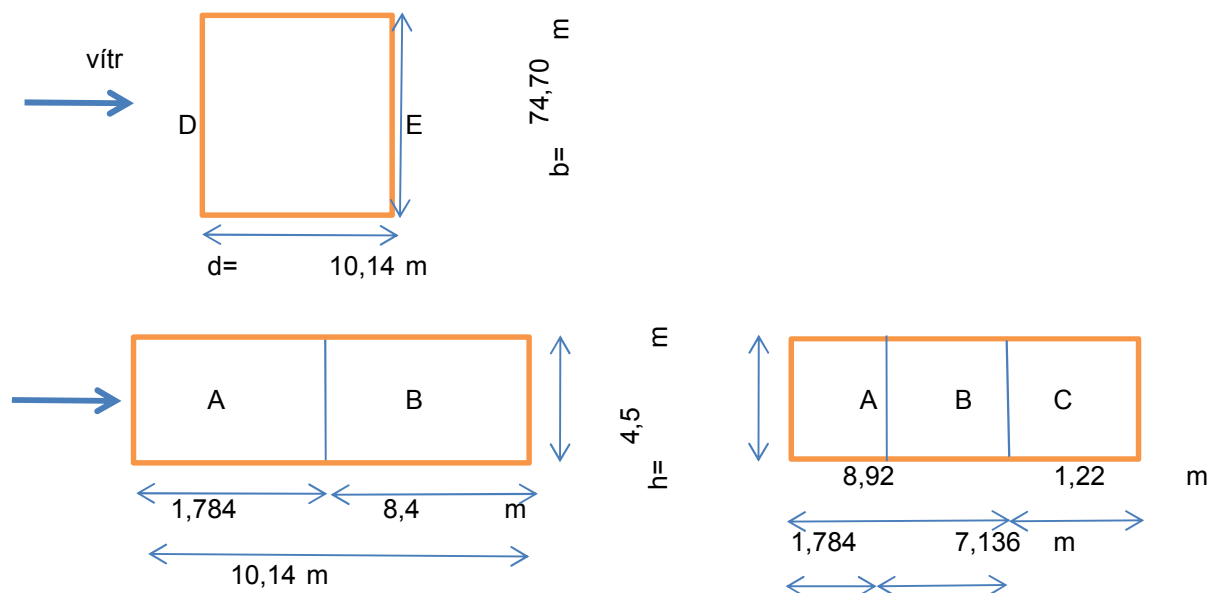
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,025 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 8,92 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,784 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

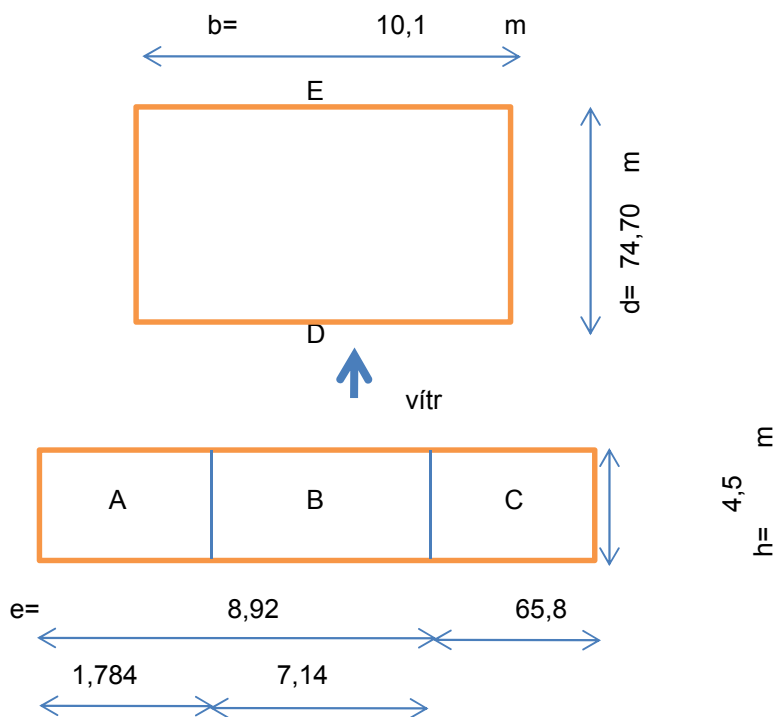
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,060 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,249 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,225 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,025 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,48 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do MV

$R_{\text{joint}} = 0,40 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do MV

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,5$  pro MV

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,365 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,365 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

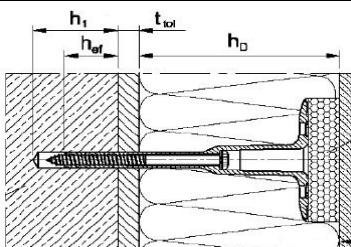
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





**6. Statické zabezpečení zateplení sokl EPS - sendvič - šatny**  
 Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b= 8,40 m  
 Délka       d= 58,05 m  
 Výška       h= 0,53 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *zdivo z betonu*

Garantované zatížení jedné kotvy         $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

**Izolant 160mm**

Únosnost jedné kotvy z výtahné zkoušky        L= 235 mm

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_{dir} = 1,0$   
     $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_0(z) = 1,0$         *(součinitel ortografie)*  
     $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$         *(součinitel drsnosti)*  
 kde                                 $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$         *(součinitel terénu)*

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3$  m  
     $z_{min} = 5$  m  
     $z_{0,II} = 0,05$  m

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_i / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$         *(intenzita turbulence)*  
 kde                                 $k_i = 1,0$         *(součinitel turbulence)*  
     $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$         *(měrná hmotnost vzduchu)*

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,06 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,212 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,0631$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,250$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,225 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

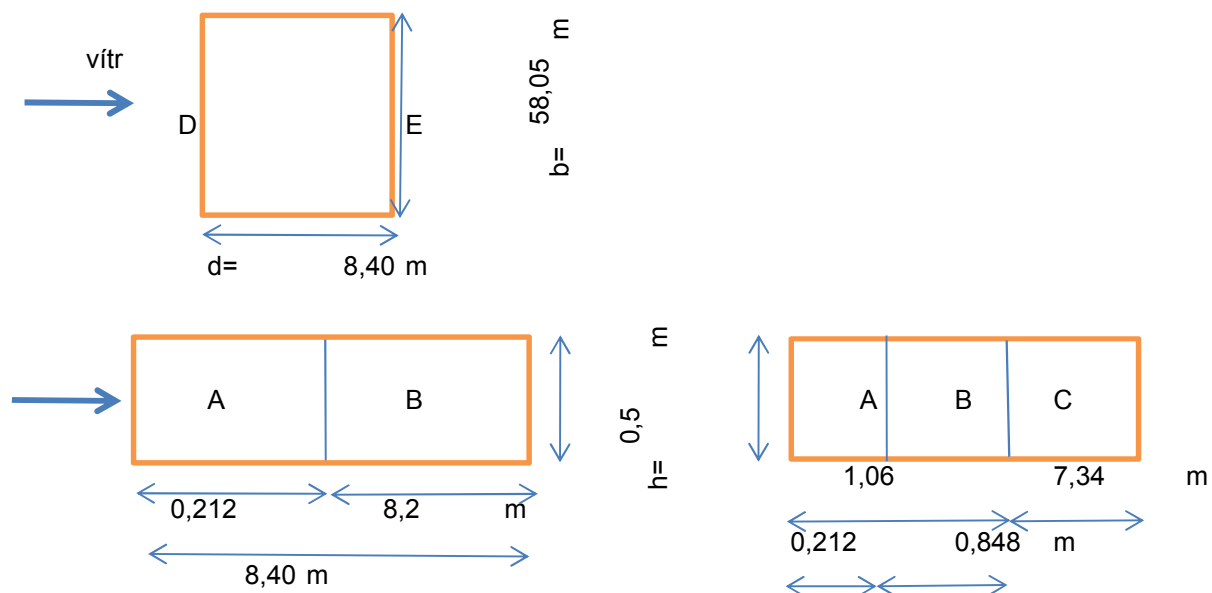
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,025 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,06 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,212 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

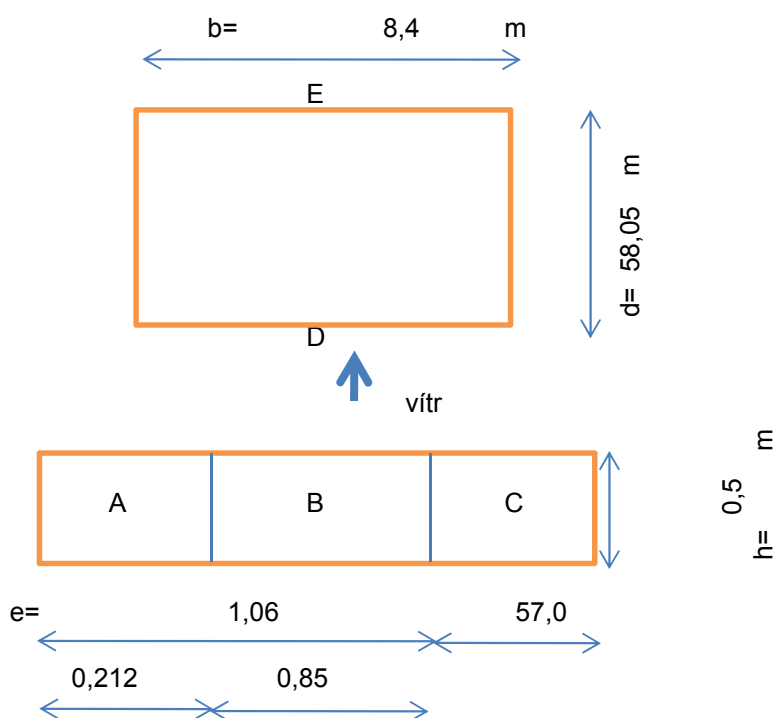
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,009 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,236 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,218 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,032 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

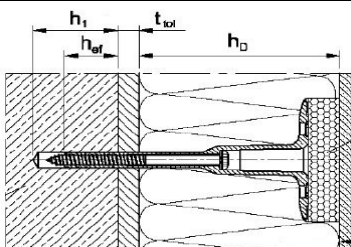
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**



**7. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - sendvič - šatny**  
 Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b= 8,40 m  
 Délka        d= 58,05 m  
 Výška        h= 5,08 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtahné zkoušky         $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

**Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy        L= 235 mm

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde         $c_{dir} = 1,0$   
               $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,23 \text{ m/s}$$

kde         $c_0(z) = 1,0$         (součinitel ortografie)  
               $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,609$         (součinitel drsnosti)  
 kde         $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$         (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3$  m  
                                   $z_{min} = 5$  m  
                                   $z_{0,II} = 0,05$  m

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,504 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_i / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,354$         (intenzita turbulence)  
 kde         $k_i = 1,0$         (součinitel turbulence)  
               $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,08 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 10,15 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,03 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,6042$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,394$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,806 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,655 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,403 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,299 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,353 \text{ kNm}^{-2}$$

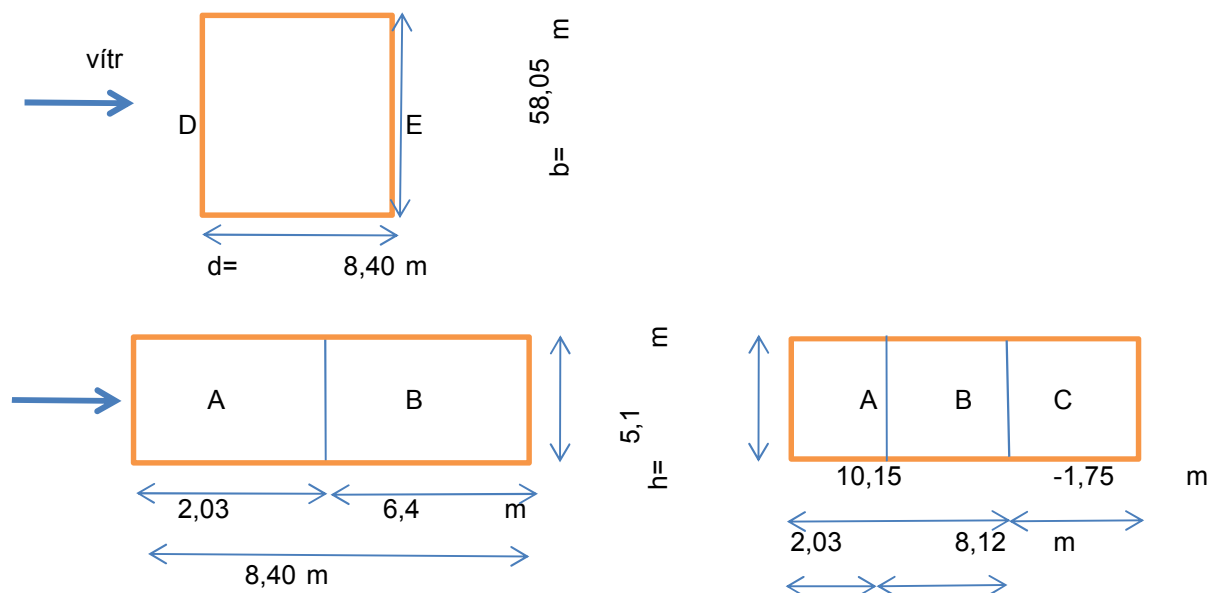
$$w_A = -0,554 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,403 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,655 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,048 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,101 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 8,4 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,68 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

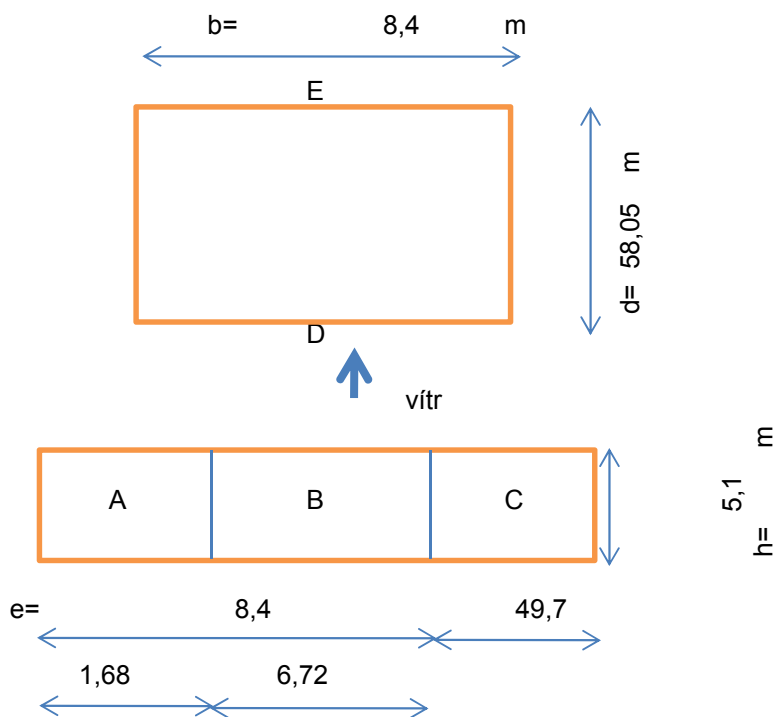
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,087 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,257 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,806 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,655 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,353 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,403 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,230 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,554 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,403 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,101 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,655 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,022 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,209 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtažné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,209 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

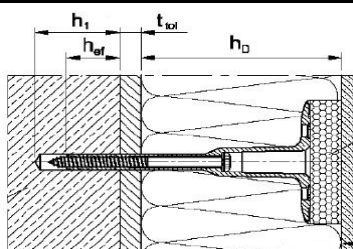
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





## 8. Statické zabezpečení zateplení sokl EPS - sendvič - 1.- 5. ročník

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

### Rozměry budovy

Šířka  $b = 10,46$  m  
Délka  $d = 60,90$  m  
Výška  $h = 1,27$  m

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 0,83$  kN

### **Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235$  mm

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)  
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$  (součinitel drsnosti)  
kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$  (intenzita turbulence)  
kde  $k_t = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 2,54 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,508 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,1214$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,266$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,233 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

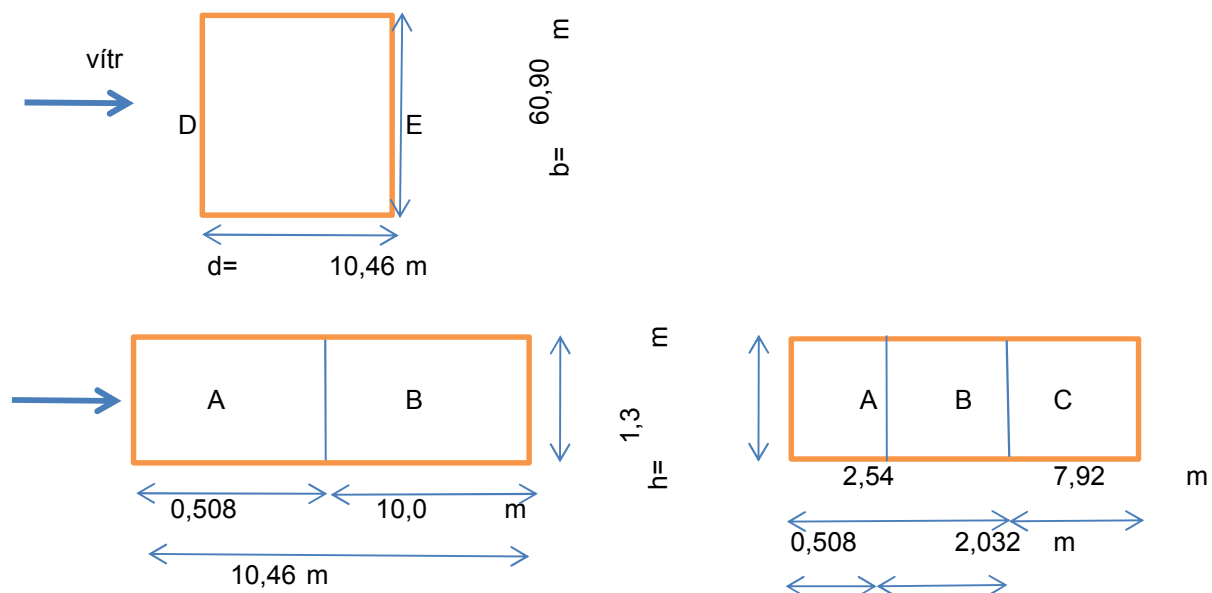
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,017 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 2,54 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,508 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

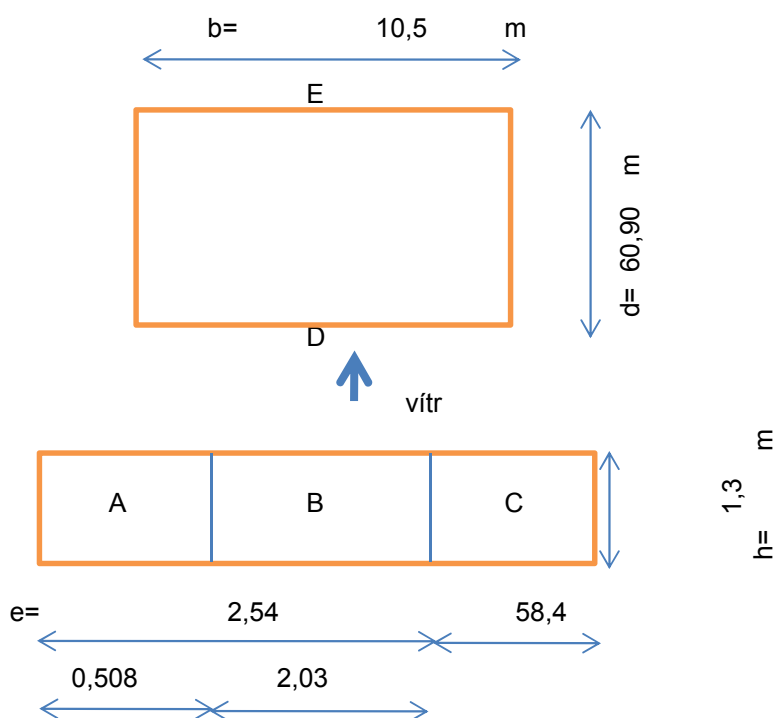
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,021 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,239 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,220 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,031 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

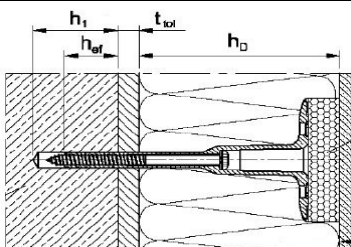
tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**



**9. Statické zabezpečení zateplení fasáda EPS - sendvič - 1.- 5. ročník**  
**Norma ČSN 732902**  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b= 10,46 m  
Délka        d= 60,90 m  
Výška        h= 9,35 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *zdivo z betonu*

Únosnost jedné kotvy z výtahné zkoušky         $N_{Rk,1} = 0,83$         kN

**Izolant 160mm**

Navržená délka kotvy        L= 235        mm

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde         $c_{dir} = 1,0$   
               $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 18,52 \text{ m/s}$$

kde         $c_0(z) = 1,0$         (*součinitel ortografie*)  
               $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,741$         (*součinitel drsnosti*)  
kde         $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$         (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3 \text{ m}$   
                                      $z_{min} = 5 \text{ m}$   
                                      $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,651 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,291$         (*intenzita turbulence*)  
kde         $k_1 = 1,0$         (*součinitel turbulence*)  
               $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$         (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 9,35 \text{ m}$$

## Příčný vítr

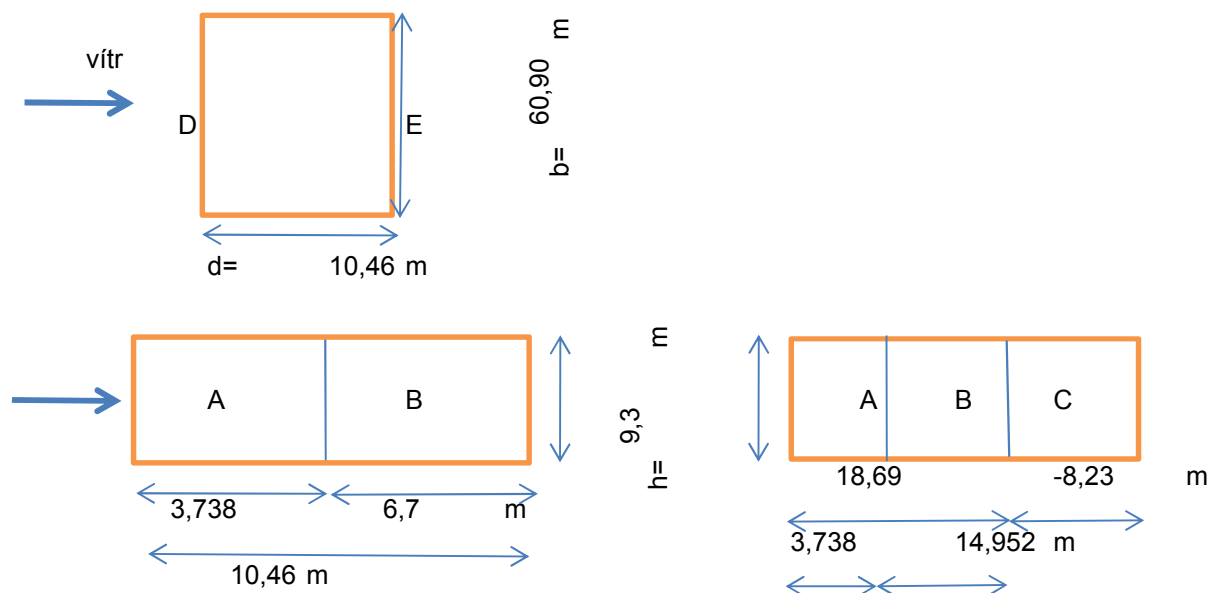
$$\begin{aligned}
 e &= \min(b; 2h) = 18,69 \text{ m} \\
 e/5 &= 3,738 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C} \\
 c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,8934 \\
 c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^D &= 1,000 \\
 c_{pe}^E &= -0,472 \\
 c_{pe}^C &= -0,500
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -1,041 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,846 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,520 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= -0,437 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,455 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -0,716 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,520 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,846 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= -0,112 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,130 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 10,46 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,092 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

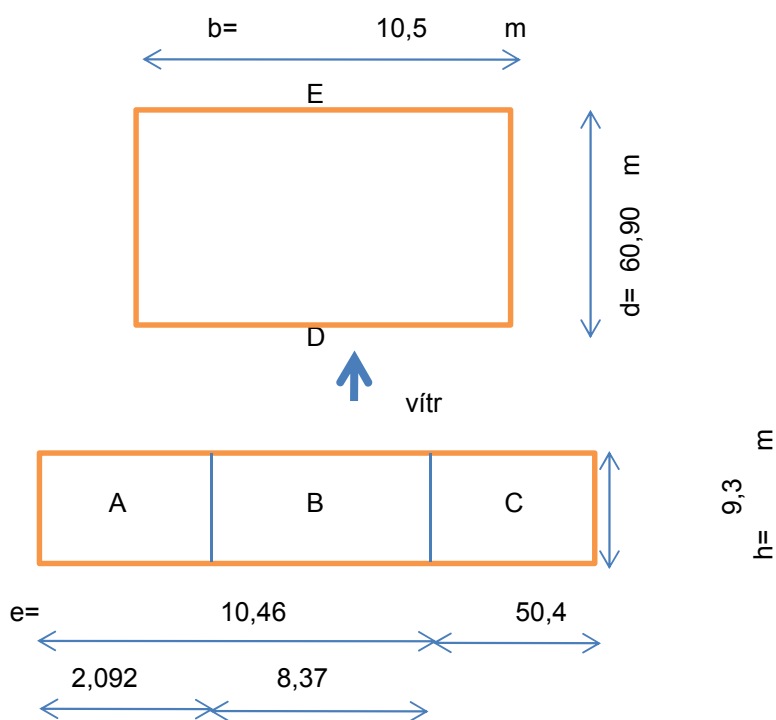
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,153 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,274 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -1,041 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,846 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,455 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,520 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,309 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,716 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,520 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,130 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,846 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,017 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,561 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,6$  pro sendvičové zdivo

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 3,113 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,561 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 160 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

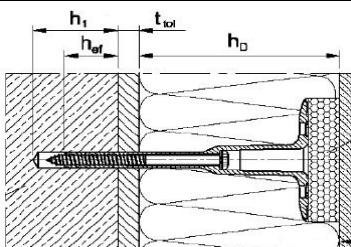
tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





## 10. Statické zabezpečení zateplení fasády EPS - plynosilikát - chodby

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

### Rozměry budovy

Šířka        b= 36,00 m  
Délka       d= 43,50 m  
Výška       h= 3,91 m

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : E       *plynosilikát*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky        $N_{Rk,1} = 0,83$        kN

### **Izolant 120mm**

Navržená délka kotvy       L= 235       mm

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde        $c_{dir} = 1,0$   
              $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde        $c_0(z) = 1,0$        (*součinitel ortografie*)  
              $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606$        (*součinitel drsnosti*)  
kde        $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$        (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_i / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$        (*intenzita turbulence*)  
kde        $k_i = 1,0$        (*součinitel turbulence*)  
              $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$        (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

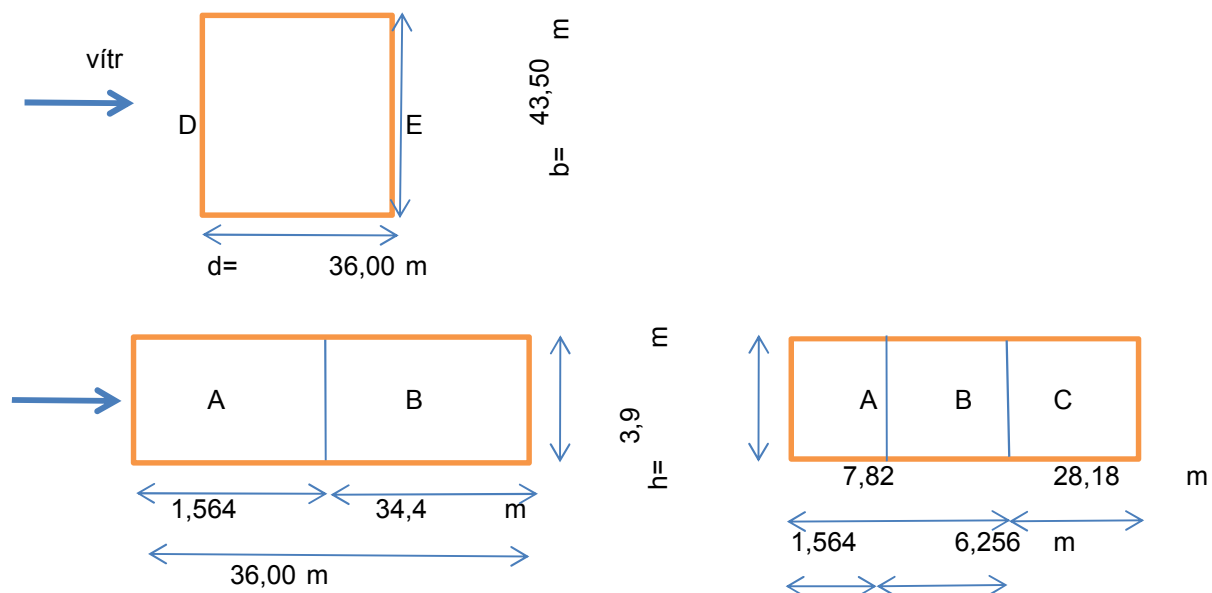
$$\begin{aligned}
 e &= \min(b; 2h) = 7,82 \text{ m} \\
 e/5 &= 1,564 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C} \\
 c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,1086 \\
 c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^D &= 1,000 \\
 c_{pe}^E &= -0,262 \\
 c_{pe}^C &= -0,500
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= -0,231 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,350 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_E &= 0,019 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_c &= -0,100 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 7,82 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,564 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

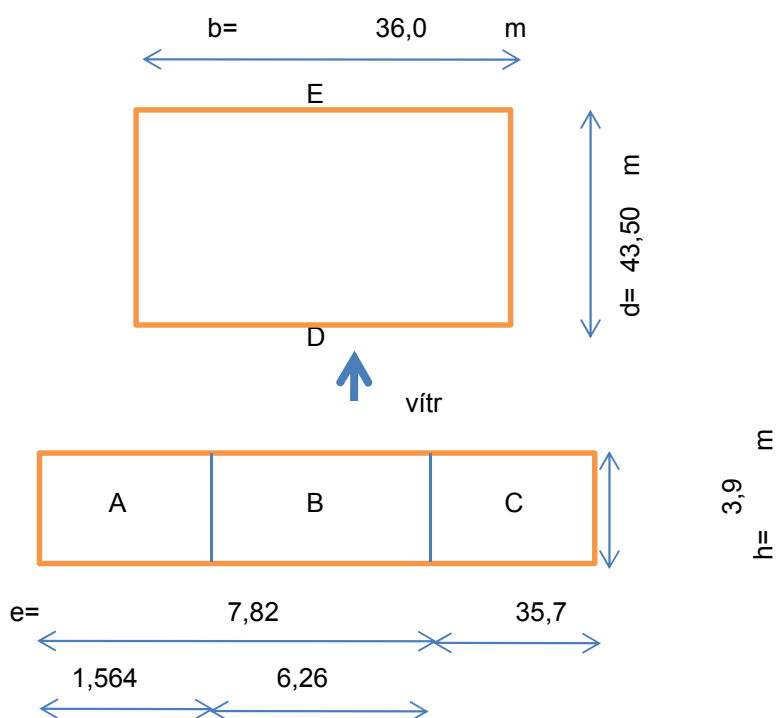
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,090 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,257 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,229 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,021 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,8$  pro plynosilikát

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost výrobce z výtažné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 2,767 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 120 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 65 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

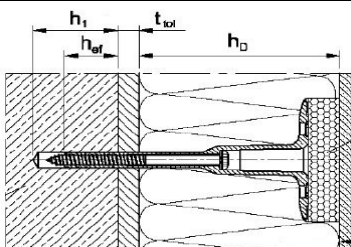
tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 90 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**



## 11. Statické zabezpečení zateplení soklu EPS - plynosilikát - chodby

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

### Rozměry budovy

Šířka        b= 36,00 m  
Délka       d= 43,50 m  
Výška       h= 0,90 m

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : E     *plynosilikát*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky      $N_{Rk,1} = 0,83$      kN

### **Izolant 120mm**

Navržená délka kotvy     L=     235     mm

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde

$$c_{dir} = 1,0$$
$$c_{season} = 1,0$$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,15 \text{ m/s}$$

kde

$$c_0(z) = 1,0 \quad (\text{součinitel ortografie})$$
$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606 \quad (\text{součinitel drsnosti})$$

kde

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215 \quad (\text{součinitel terénu})$$

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,500 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$      (*intenzita turbulence*)

kde

$$k_t = 1,0 \quad (\text{součinitel turbulence})$$
$$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3} \quad (\text{měrná hmotnost vzduchu})$$

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,8 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,36 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,0250$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,240$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,801 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,220 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,350 \text{ kNm}^{-2}$$

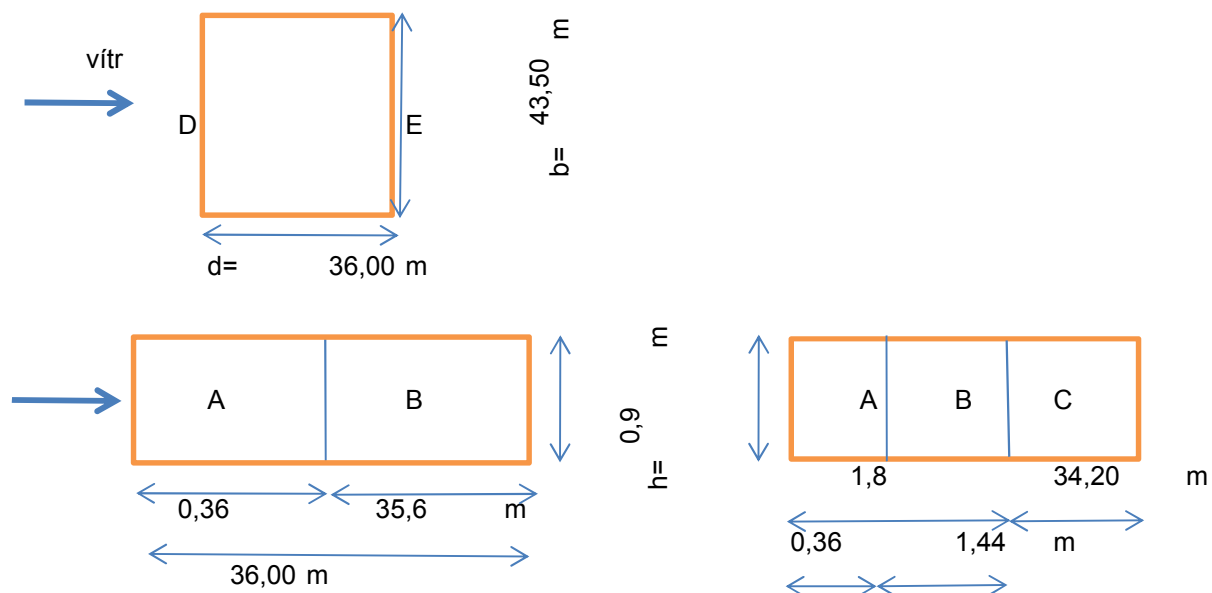
$$w_A = -0,550 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,400 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,650 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,030 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,100 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,8 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,36 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

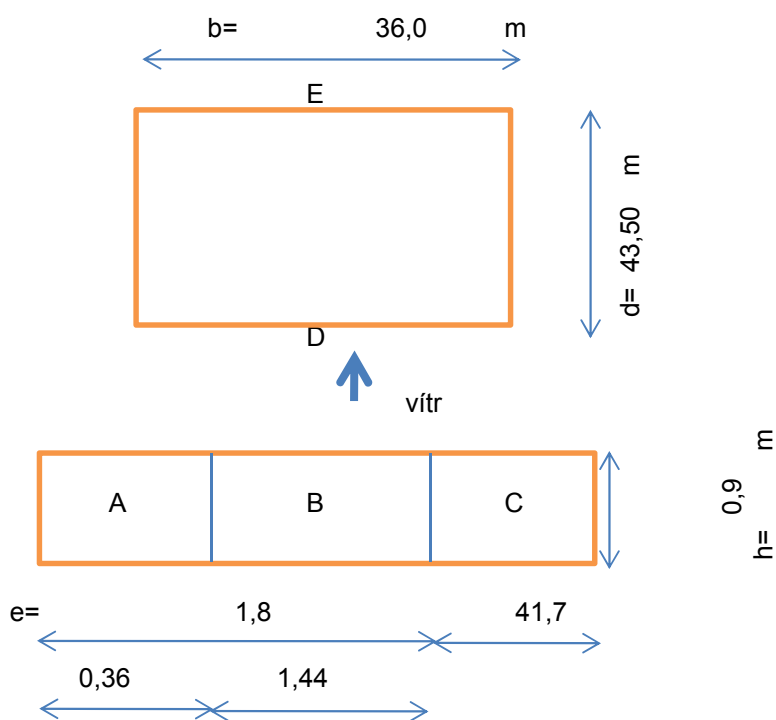
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,021 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,239 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,801 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,350 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,220 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,550 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,400 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,100 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,650 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,031 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,201 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m<sup>2</sup> (2 v ploše, 4 ve spárách)**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do EPS

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 2$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2$  pro EPS

$\gamma_{\text{Mc}} = 1,8$  pro plynosilikát

$N_{\text{Rk}} = 0,83 \text{ kN}$  únosnost z výtahné zkoušky

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 2,767 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,201 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$**

**Izolant 160mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností ověřeny výtahnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka  $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace  $h_D = 120 \text{ mm}$

hloubka kotvení  $h_{\text{ef}} = 65 \text{ mm}$  (dle výrobce)

tloušťka nenosné vrstvy  $a_1 = 30 \text{ mm}$

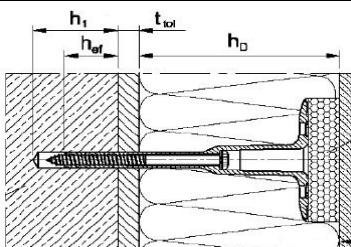
tloušťka vrstvy lepícího tmelu  $a_2 = 20 \text{ mm}$

celková tloušťka nenosné vrstvy  $t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$

hloubka vrtání  $h_1 = 90 \text{ mm}$

$L_{a,\text{min}} < L_a$

**235 mm < 235 mm ..... vyhovuje**





## 12. Statické posouzení kotvení stávajících sendvičových panelů tepelná izolace - EPS 160mm

### 1. Výpočet zatížení

#### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	kN.m <sup>-2</sup>
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoplošně)	0,01	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,16	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,01	2000	0,200	1,35	0,270
			<b>0,338</b>		<b>0,456</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,456 kNm<sup>-2</sup>**

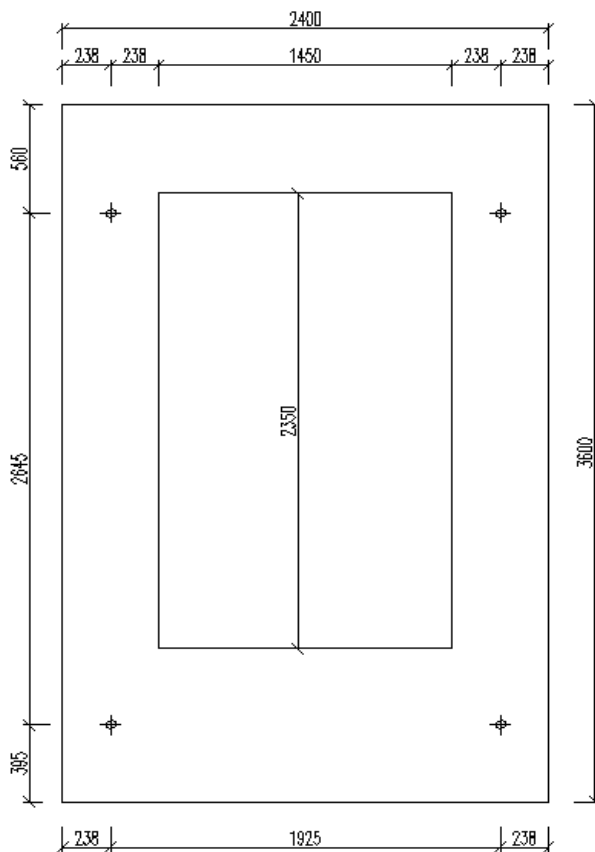
#### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = **-1,561** kNm<sup>-2</sup>

### 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

### 3. Vnitřní síly na panelu



h= 3,6 m      výška panelu  
b= 2,4 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 2,4 \times 3,6 - 1,45 \times 2,35 \times 1,561 = 8,17 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 2,4 \times 3,6 - 1,45 \times 2,35 \times 0,456 = 2,388 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 2,388 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 8,17 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 4$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$8,169 \text{ kN} \leq 207,73 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 43,515 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 2,796$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,065 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 238 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,295 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupenutí tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1}$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

8,169 kN	≤	116,04 kN	...vyhovuje
----------	---	-----------	-------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$$c_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$s_{min} = 90 \text{ mm} \quad \text{pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou } h_{ef} = 65 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 120 \text{ mm}$$

$c_{skut} =$	238	$\geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	1925	$\geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	160	$\geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$$c_{cr,sp} = 175 \text{ mm} \quad (\text{dle ETA pro kotvy M16})$$

$$c = 238 \text{ mm} \quad 1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$h = 160 \text{ mm} \quad 2h_{ef} = 130 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * (A_{c,N} / A_{c,N}^0) * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

$$8,17 \text{ kN} \leq 43,78 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$

**51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,25$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

$$2,388 \text{ kN} \leq 163,2 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = 1,973 \text{ kN}$$

$\alpha_M = 1,00$  ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l = 110 \text{ mm}$  rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 216,99 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

$$0,597 \text{ kN} \leq 1,578 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 100,084 \text{ kN}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 43,515 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

$$2,388 \text{ kN} \leq 267 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = 83,077 \text{ kN}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} = 43,305 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,052 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,058 \\
c_1 &= 238 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 1,284 \\
A_{c,V}^0 &= 0,2549 \\
A_{c,V} &= 0,3274
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$\begin{aligned}
c_2 &= 560 \text{ mm} \\
c_1 &= 238 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\psi_{s,V} = 1,171$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\begin{aligned}
\psi_{h,V} &= \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1 \\
1,494 &\geq 1
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 238 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

$$2,388 \text{ kN} \leq 55,4 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

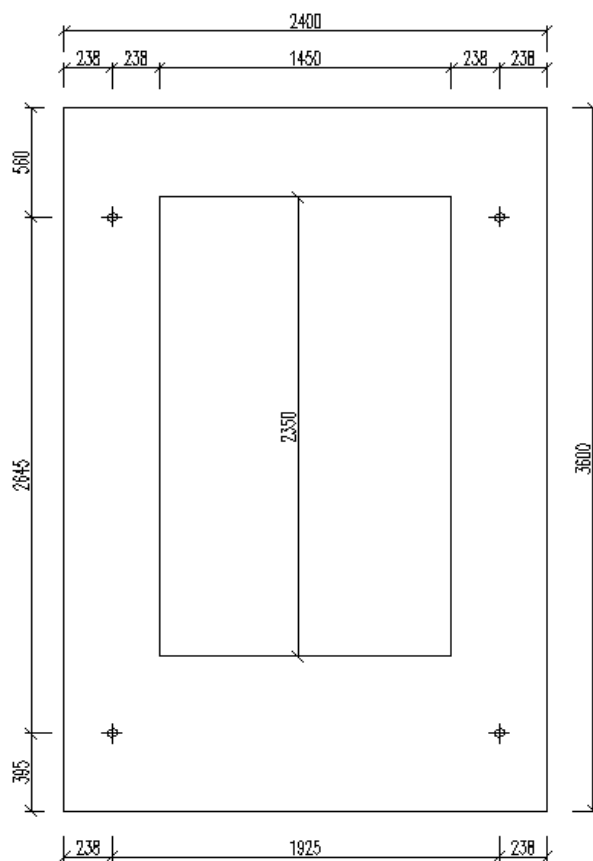
$$\beta_N = 0,187 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,378 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,313 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 4ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.1.



Obr. č. 1

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na $1\text{m}^2$

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na  $1\text{m}^2$  = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

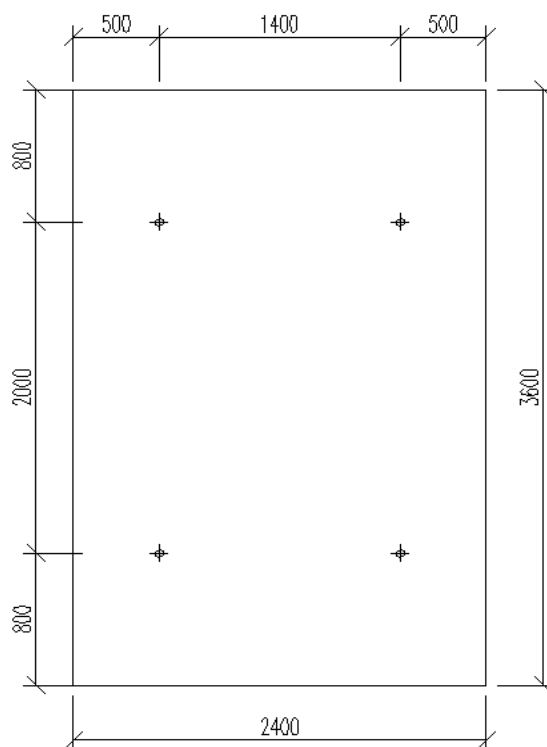
### 1.2 Zatížení od sání větru na $1\text{m}^2$ - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 3,6 m      výška panelu  
b= 2,4 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 2,4 \times 3,6 \times 1,561 = 13,49 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 2,4 \times 3,6 \times 0,443 = 3,826 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 3,826 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 13,49 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 4$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C - Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

<b>13 kN</b>	<b>≤</b>	<b>208 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
--------------	----------	---------------	--------------------

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 77,497 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 4,979$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,117 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 500 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,950 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupenutí tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení



$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

<b>13,489 kN</b>	<b>≤</b>	<b>206,66 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
------------------	----------	------------------	--------------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$$c_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$s_{min} = 90 \text{ mm} \quad \text{pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou } h_{ef} = 65 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 120 \text{ mm}$$

<b>c<sub>skut</sub> =</b>	<b>500 ≥ c<sub>min</sub></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b>s<sub>skut</sub> =</b>	<b>1400 ≥ s<sub>min</sub></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b>h<sub>skut</sub> =</b>	<b>160 ≥ h<sub>min</sub></b>	<b>... vyhovuje</b>

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$$c_{cr,sp} = 175 \text{ mm} \quad (\text{dle ETA pro kotvy M16})$$

$$c = 500 \text{ mm} \quad 1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$h = 160 \text{ mm} \quad 2h_{ef} = 130 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečné tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>13,489 kN</b>	<b>≤</b>	<b>43,78 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
------------------	----------	-----------------	--------------------

## 4.2 Smykové zatížení

### 4.2.1 Porušení oceli

#### - bez ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>3,826 kN</b>	<b>≤</b>	<b>163,20 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

#### - s působením ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{1,914 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 210,53 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,956 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,531 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

### 4.2.2 Porušení vylomením betonu

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{178,242 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 77,497 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>3,826 kN</b>	<b>≤</b>	<b>475 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

### 4.2.3 Porušení okraje betonu

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{272,739 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	121,909	kN
--	---------	----

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,036 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,050 \\
c_1 &= 500 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 1,033 \\
A_{c,V}^0 &= 1,125 \\
A_{c,V} &= 1,1625
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 800 \text{ mm}$$

$$c_1 = 500 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 1,020$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\begin{aligned}
\psi_{h,V} &= \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1 \\
2,165 &\geq 1
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 500 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

$$3,826 \text{ kN} \leq 181,8 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

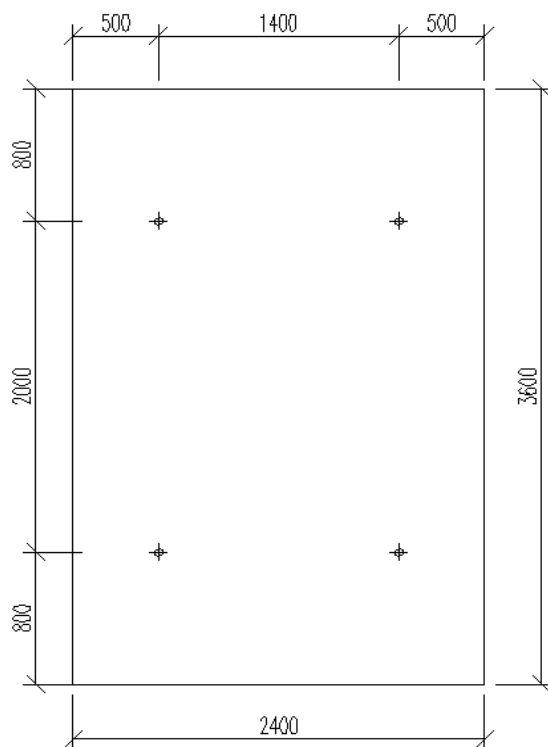
$$\beta_N = 0,308 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_V = 0,625 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} = 0,665 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 4ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.2.



Obr. č. 2

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu

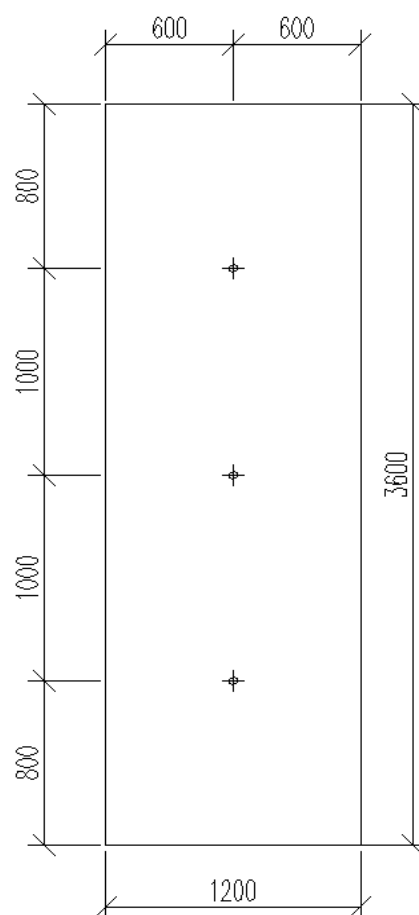
h= 1,2 m      výška panelu  
b= 3,6 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 3,6 \times 1,2 \times 1,561 = 6,74 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 3,6 \times 1,2 \times 0,443 = 1,913 \text{ kN}$$



#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 1,913 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 6,74 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$6,745 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 90,467 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 5,813$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,136 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 600 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 2,200 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$$6,745 \text{ kN} \leq 180,93 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$$c_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$s_{min} = 90 \text{ mm} \quad \text{pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou } h_{ef} = 65 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$c_{skut} = 600 \geq c_{min} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$s_{skut} = 1000 \geq s_{min} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$h_{skut} = 160 \geq h_{min} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$$c_{cr,sp} = 175 \text{ mm} \quad (\text{dle ETA pro kotvy M16})$$

$$c = 600 \text{ mm} \quad 1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$h = 160 \text{ mm} \quad 2h_{ef} = 130 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečné tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>6,745 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

## 4.2 Smykové zatížení

### 4.2.1 Porušení oceli

#### - bez ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>1,913 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

#### - s působením ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{1,988 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 218,71 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,638 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,591 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

### 4.2.2 Porušení vylomením betonu

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{208,074 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 90,467 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>1,913 kN</b>	<b>≤</b>	<b>416 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

### 4.2.3 Porušení okraje betonu

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{341,412 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	157,676	kN
--	---------	----



$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,033 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,048 \\
c_1 &= 600 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 0,944 \\
A_{c,V}^0 &= 1,62 \\
A_{c,V} &= 1,53
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 800 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 0,967$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\begin{aligned}
2,372 &\geq 1 \\
\psi_{h,V} &= \left( \frac{1,5c_l}{h} \right)^{0,5} \geq 1
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

1,913 kN	≤	227,6 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

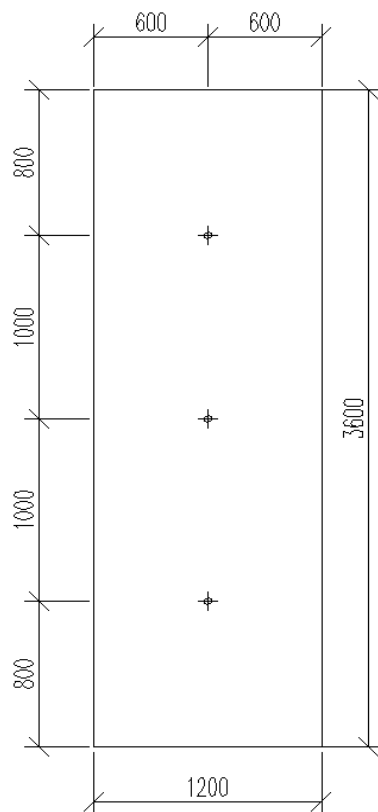
$$\beta_N = 0,205 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_V = 0,401 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} = 0,347 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.3.



Obr. č. 3

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

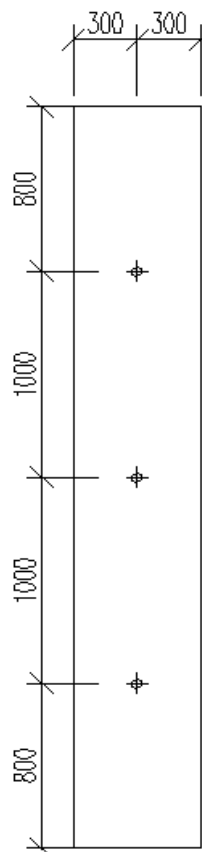
Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu

h= 3,6 m      výška panelu  
b= 0,6 m      šířka panelu



Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 0,6 \times 3,6 \times 1,561 = 3,37 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 0,6 \times 3,6 \times 0,443 = 0,956 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 0,956 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 3,37 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$3,372 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 51,556 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 3,313$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,078 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 300 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,450 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$$3,372 \text{ kN} \leq 103,11 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$$c_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$s_{min} = 90 \text{ mm} \quad \text{pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou } h_{ef} = 65 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 120 \text{ mm}$$

$c_{skut} =$	$300 \geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	$800 \geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	$160 \geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$$c_{cr,sp} = 175 \text{ mm} \quad (\text{dle ETA pro kotvy M16})$$

$$c = 300 \text{ mm} \quad 1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$h = 160 \text{ mm} \quad 2h_{ef} = 130 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečné tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>3,372 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,956 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,026 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 222,81 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,319 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,620 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{118,580 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 51,556 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>0,956 kN</b>	<b>≤</b>	<b>237 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{138,966 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	59,661	kN
--	--------	----

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,047 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,056 \\
c_1 &= 300 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 1,389 \\
A_{c,V}^0 &= 0,405 \\
A_{c,V} &= 0,5625
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 800 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 1,233$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,V} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$1,677 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

0,956 kN	≤	92,6 kN	...vyhovuje
----------	---	---------	-------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

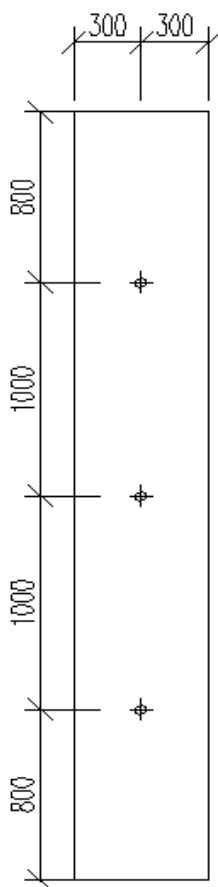
$$\beta_N = 0,103 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,197 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,120 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.4.



Obr. č. 4



# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na $1\text{m}^2$

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na  $1\text{m}^2$  = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

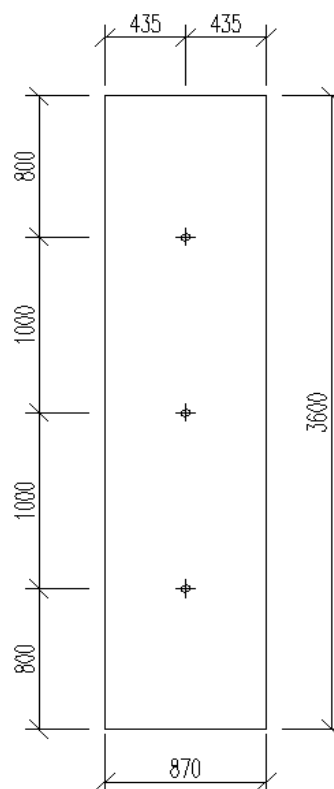
### 1.2 Zatížení od sání větru na $1\text{m}^2$ - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 3,6 m      výška panelu  
b= 0,87 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 0,87 \times 3,6 \times 1,561 = 4,89 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 0,87 \times 3,6 \times 0,443 = 1,387 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 1,387 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 4,89 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$4,890 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 69,066 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 4,438$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,104 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 435 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,788 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

<b>4,890 kN</b>	<b>≤</b>	<b>138,13 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

<b><math>c_{skut} =</math></b>	<b>435</b>	<b><math>\geq c_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>s_{skut} =</math></b>	<b>800</b>	<b><math>\geq s_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>h_{skut} =</math></b>	<b>160</b>	<b><math>\geq h_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)
$c =$	435 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm}$ ... <b>vyhovuje</b>
$h =$	160 mm	$2h_{ef} = 130 \text{ mm}$ ... <b>vyhovuje</b>

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečné tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>4,890 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>1,387 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,009 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 220,97 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,462 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,607 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{158,852 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 69,066 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>1,387 kN</b>	<b>≤</b>	<b>318 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{225,297 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_l^{1,5} =$	100,235 kN
--	------------

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,039 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,052 \\
c_1 &= 435 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 1,113 \\
A_{c,V}^0 &= 0,8515 \\
A_{c,V} &= 0,9478
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 800 \text{ mm}$$

$$c_1 = 435 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 1,068$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\begin{aligned}
\psi_{h,V} &= \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1 \\
2,019 &\geq 1
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 435 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

1,387 kN	≤	150,2 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

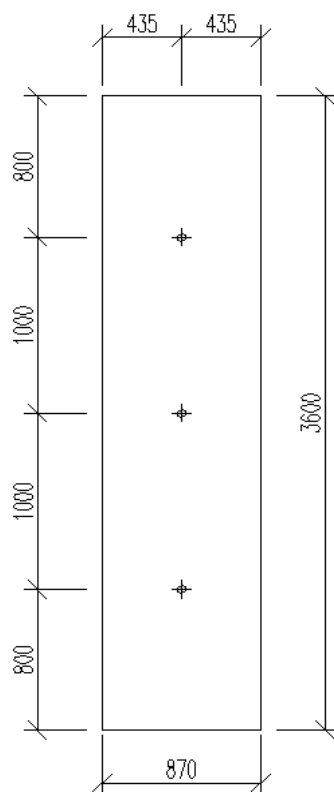
$$\beta_N = 0,149 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,288 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,212 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.5.



Obr. č. 5

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu

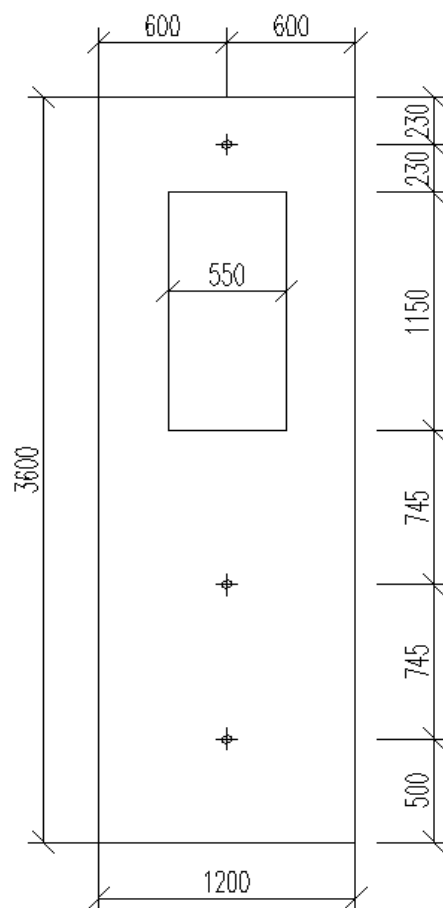
h= 3,6 m      výška panelu  
b= 1,2 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 1,2 \times 3,6 - 0,55 \times 1,15 \times 1,561 = 5,76 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 1,2 \times 3,6 - 0,55 \times 1,15 \times 0,443 = 1,633 \text{ kN}$$



#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 1,633 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 5,76 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

<b>5,757 kN ≤ 155,80 kN ...vyhovuje</b>
---

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 77,497 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa}$  C20/25 beton

$h_{ef} = 65 \text{ mm}$  redukovaná kotevní délka

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 4,979$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,117 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$c = 500 \text{ mm}$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,950 \geq 1 \Rightarrow \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupenutí tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení



$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$$5,757 \text{ kN} \leq 154,99 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$$\left. \begin{array}{l} c_{min} = 120 \text{ mm} \\ s_{min} = 90 \text{ mm} \\ h_{min} = 120 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou } h_{ef} = 65 \text{ mm}$$

$c_{skut} =$	$500 \geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	$745 \geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	$160 \geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$$\begin{array}{llll} c_{cr,sp} = & 175 \text{ mm} & (\text{dle ETA pro kotvy M16}) & \\ c = & 500 \text{ mm} & 1,2 \cdot c_{cr,sp} & 210 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje} \\ h = & 160 \text{ mm} & 2h_{ef} = & 130 \text{ mm} \quad \dots \text{vyhovuje} \end{array}$$

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>5,757 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>1,633 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{1,999 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 219,91 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,544 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,599 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{178,242 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 77,497 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>1,633 kN</b>	<b>≤</b>	<b>356 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{208,818 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_l^{1,5} =$	<b>121,909 kN</b>
--	-------------------

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,036 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,050 \\
c_1 &= 500 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 0,833 \\
A_{c,V}^0 &= 1,125 \\
A_{c,V} &= 0,9375
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 500 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 0,867$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,V} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$2,372 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

$$1,633 \text{ kN} \leq 139,2 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

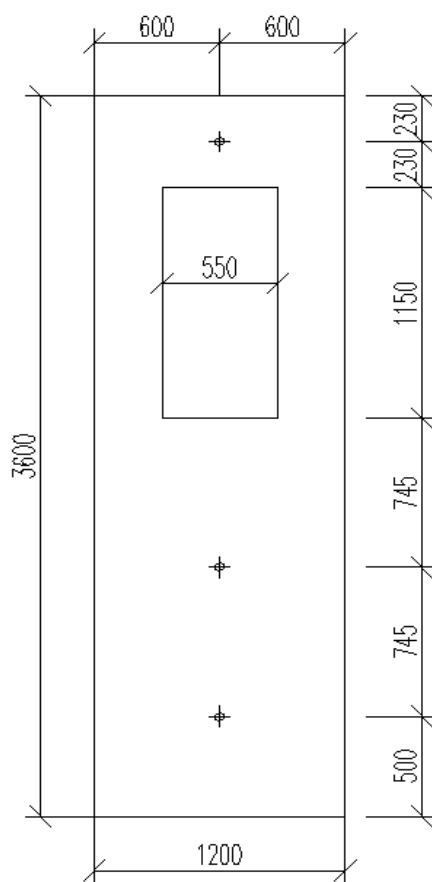
$$\beta_N = 0,175 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,340 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,272 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.6.



Obr. č. 6

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

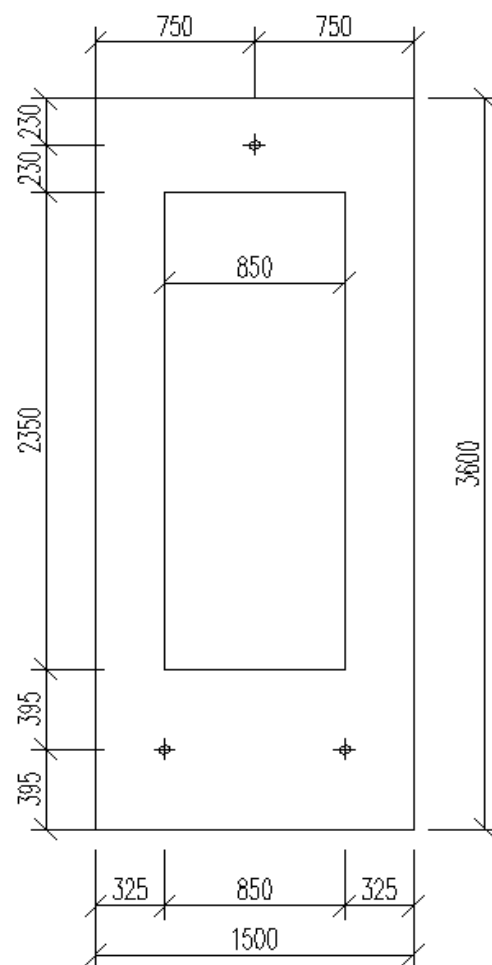
### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 3,6 m      výška panelu  
b= 1,5 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 1,5 \times 3,6 - 0,85 \times 2,35 \times 1,561 = 5,31 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 1,5 \times 3,6 - 0,85 \times 2,35 \times 0,443 = 1,507 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 1,507 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 5,31 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C - Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$5,312 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 42,477 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 2,729$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,064 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 230 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,275 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

5,312 kN	≤	84,95 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

$c_{skut} =$	230	$\geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	850	$\geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	160	$\geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)
$c =$	230 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm}$ ... vyhovuje
$h =$	160 mm	$2h_{ef} = 130 \text{ mm}$ ... vyhovuje

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>5,312 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>1,507 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,004 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 220,45 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,502 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,603 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{97,698 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 42,477 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>1,507 kN</b>	<b>≤</b>	<b>195 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,v}/A_{c,v}^0) \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{\alpha,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} = \mathbf{69,500 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	<b>41,312 kN</b>
--	------------------



$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,053 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,059 \\
c_1 &= 230 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 0,833 \\
A_{c,V}^0 &= 0,2381 \\
A_{c,V} &= 0,1984
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 230 \text{ mm}$$

$$c_1 = 750 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 0,761$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,V} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$2,652 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 750 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

1,507 kN	≤	46,3 kN	...vyhovuje
----------	---	---------	-------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

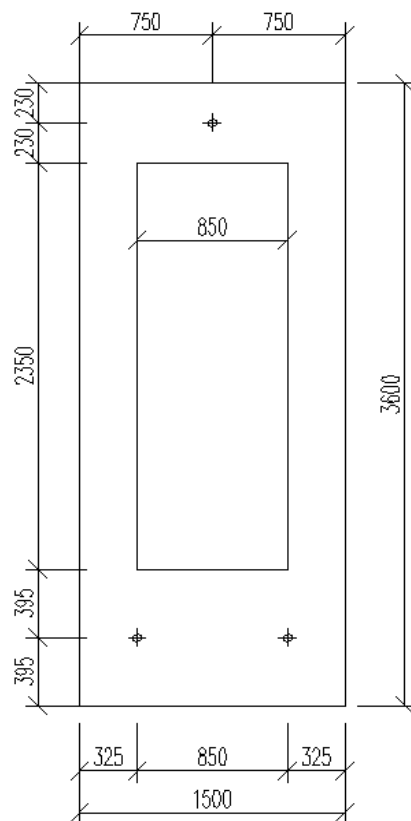
$$\beta_N = 0,162 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,313 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,240 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.7.



Obr. č. 7

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

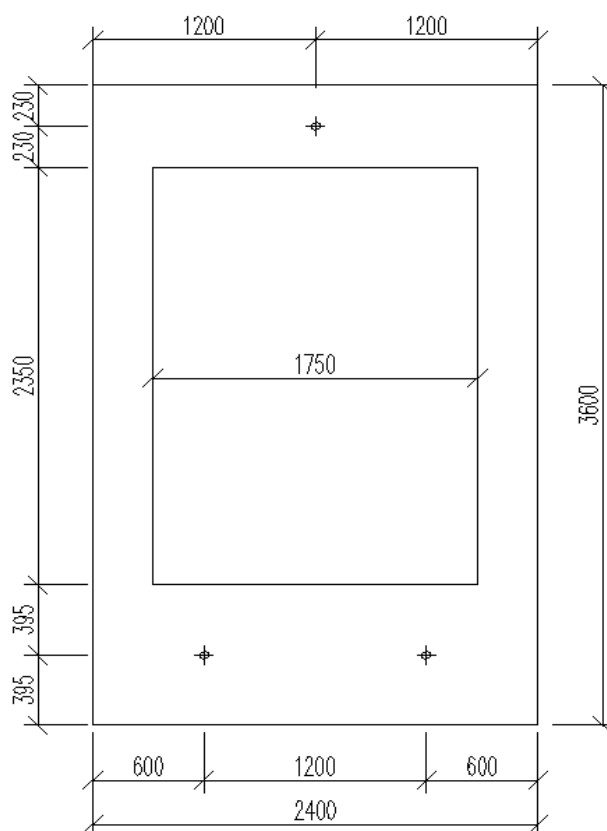
### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 3,6 m      výška panelu  
b= 2,4 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 2,4 \times 3,6 - 1,75 \times 2,35 \\ \times 1,561 = \mathbf{7,07 \text{ kN}}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 2,4 \times 3,6 - 1,75 \times 2,35 \\ \times 0,443 = \mathbf{2,005 \text{ kN}}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 2,005 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 7,07 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C - Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$7,069 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 42,477 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 2,729$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,064 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 230 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,275 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

<b>7,069 kN</b>	<b>≤</b>	<b>84,95 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

<b><math>c_{skut} =</math></b>	<b>230</b>	<b><math>\geq c_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>s_{skut} =</math></b>	<b>1200</b>	<b><math>\geq s_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>h_{skut} =</math></b>	<b>160</b>	<b><math>\geq h_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)	
$c =$	230 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp}$	210 mm ... vyhovuje
$h =$	160 mm	$2h_{ef} =$	130 mm ... vyhovuje

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * (A_{c,N} / A_{c,N}^0) * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>7,069 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>2,005 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{1,985 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 218,32 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,668 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,588 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{97,698 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 42,477 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>2,005 kN</b>	<b>≤</b>	<b>195 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,v}/A_{c,v}^0) \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{a,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} = \mathbf{63,414 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	<b>41,312 kN</b>
--	------------------

$$\begin{aligned}
d_{nom} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,053 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,059 \\
c_1 &= 230 \text{ mm} \\
f_{ck,cube} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,v} / A_{c,v}^0 &= 0,833 \\
A_{c,v}^0 &= 0,2381 \\
A_{c,v} &= 0,1984
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,v}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 230 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,v} = 0,777$$

- součinitel  $\psi_{h,v}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,v} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$2,372 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,v}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,v}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,v}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,v}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,v} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

$$2,005 \text{ kN} \leq 42,3 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

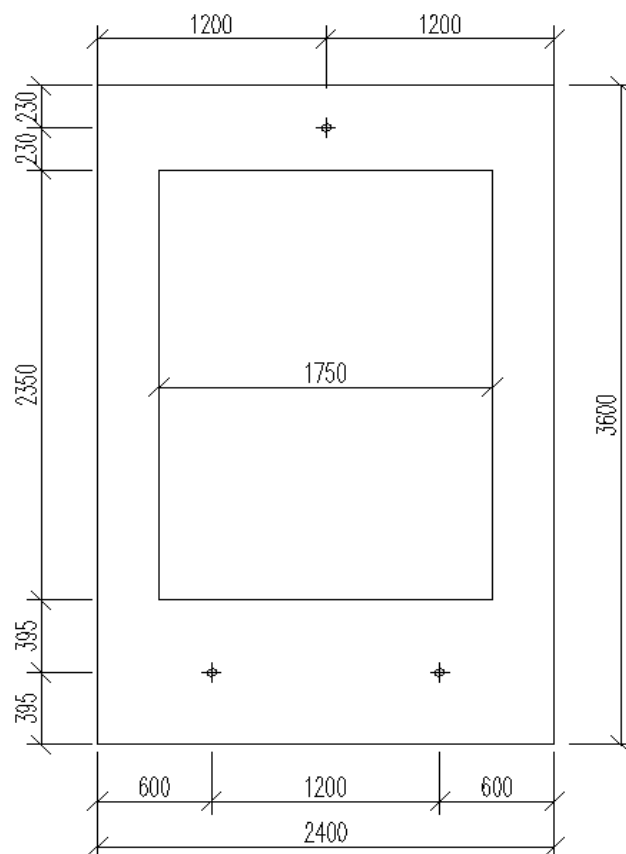
$$\beta_N = 0,215 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,421 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,373 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.8.



Obr. č. 8



# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

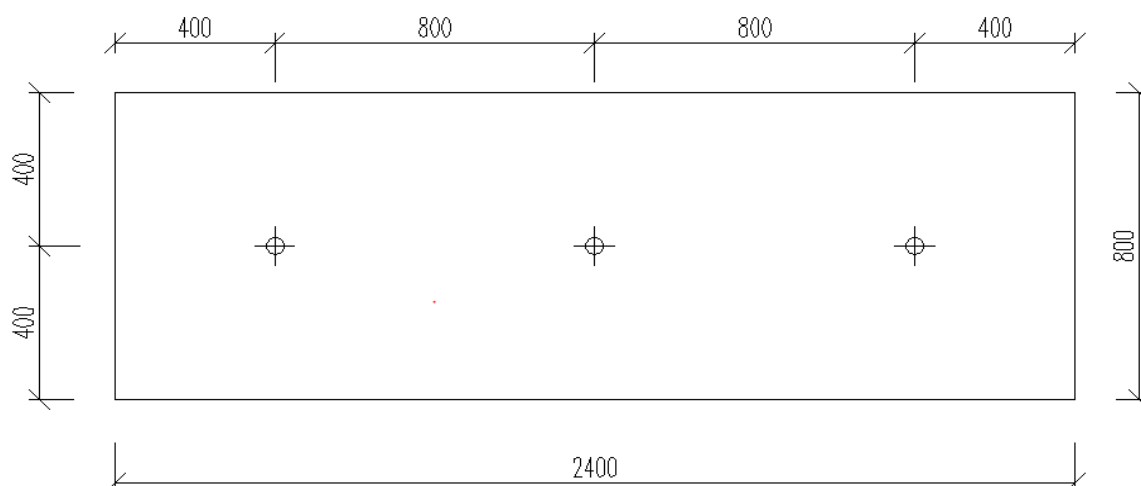
### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



$h = 0,8$  m      výška panelu

$b = 2,4$  m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 2,4 \times 0,8 \times 1,561 = 3,00 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 2,4 \times 0,8 \times 0,443 = 0,850 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 0,850 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 3,00 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 3$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$2,998 \text{ kN} \leq 155,80 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 64,527 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 4,146$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,097 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 400 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,700 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

<b>2,998 kN</b>	<b>≤</b>	<b>129,05 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

<b><math>c_{skut} =</math></b>	<b>400</b>	<b>≥ <math>c_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>s_{skut} =</math></b>	<b>800</b>	<b>≥ <math>s_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>h_{skut} =</math></b>	<b>160</b>	<b>≥ <math>h_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)
$c =$	400 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm}$ ... <b>vyhovuje</b>
$h =$	160 mm	$2h_{ef} = 130 \text{ mm}$ ... <b>vyhovuje</b>

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * (A_{c,N} / A_{c,N}^0) * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>2,998 kN</b>	<b>≤</b>	<b>32,83 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

## 4.2 Smykové zatížení

### 4.2.1 Porušení oceli

#### - bez ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,850 kN</b>	<b>≤</b>	<b>122,40 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	------------------	--------------------

#### - s působením ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,030 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 223,26 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,283 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,624 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

### 4.2.2 Porušení vylomením betonu

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{148,411 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 64,527 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>0,850 kN</b>	<b>≤</b>	<b>297 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

### 4.2.3 Porušení okraje betonu

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,v}/A_{c,v}^0) \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{a,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} = \mathbf{129,428 \text{ kN}}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_l^{1,5} = 89,115 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,040 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,053 \\
c_1 &= 400 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,v} / A_{c,v}^0 &= 0,833 \\
A_{c,v}^0 &= 0,72 \\
A_{c,v} &= 0,6
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,v}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 400 \text{ mm}$$

$$c_1 = 400 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,v} = 0,900$$

- součinitel  $\psi_{h,v}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,v} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$1,936 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,v}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,v}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,v}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 600 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,v}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,v} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

<b>0,850 kN</b>	<b>≤</b>	<b>86,3 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	----------------	--------------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

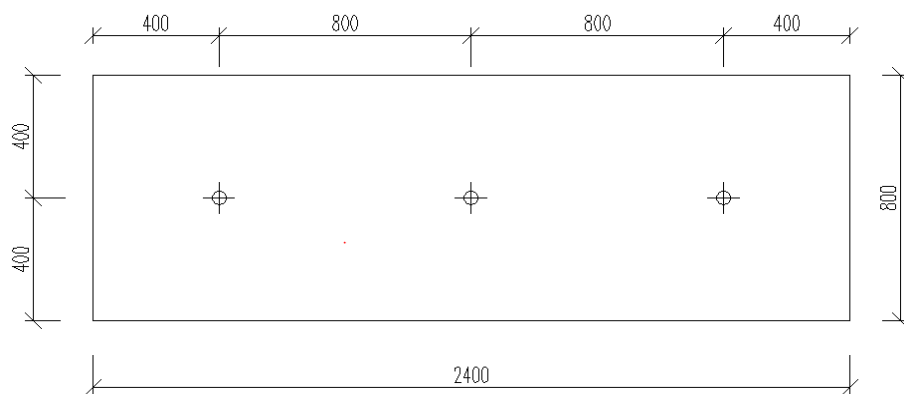
$$\beta_N = 0,091 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_V = 0,175 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} = 0,100 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 3ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.9.



Obr. č. 9

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

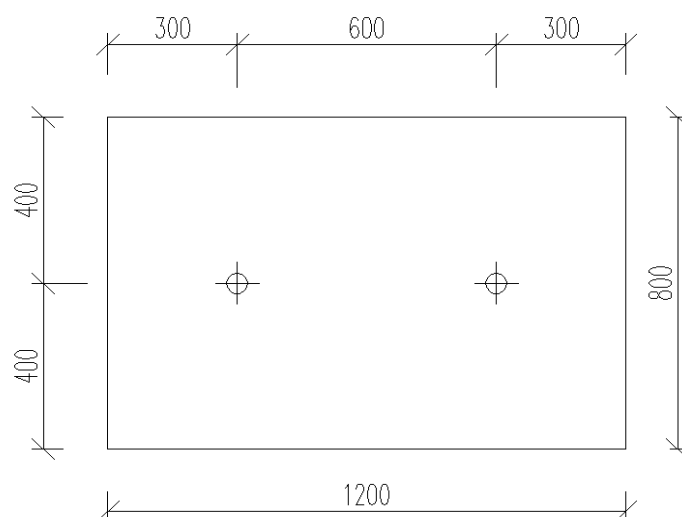
### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 0,8 m      výška panelu  
b= 1,2 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 1,2 \times 0,8 \times 1,561 = 1,50 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 1,2 \times 0,8 \times 0,443 = 0,425 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 0,425 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 1,50 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 2$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$1,499 \text{ kN} \leq 103,87 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 51,556 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 3,313$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,078 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 300 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,450 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení



$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

1,499 kN	≤	68,74 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

$c_{skut} =$	300	$\geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	600	$\geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	160	$\geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)
$c =$	300 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp} = 210 \text{ mm}$ ... vyhovuje
$h =$	160 mm	$2h_{ef} = 130 \text{ mm}$ ... vyhovuje

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

1,499 kN	≤	21,89 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

## 4.2 Smykové zatížení

### 4.2.1 Porušení oceli

#### - bez ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} = 51 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,25$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

0,425 kN	≤	81,60 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### - s působením ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = 2,046 \text{ kN}$$

$\alpha_M = 1,00$  ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l = 110 \text{ mm}$  rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 225,08 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

0,213 kN	≤	1,637 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

### 4.2.2 Porušení vylomením betonu

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 118,580 \text{ kN}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 51,556 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

0,425 kN	≤	158 kN	...vyhovuje
----------	---	--------	-------------

### 4.2.3 Porušení okraje betonu

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,v}/A_{c,v}^0) \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{a,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} = 91,347 \text{ kN}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_l^{1,5} = 59,661 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,047 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,056 \\
c_1 &= 300 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 0,944 \\
A_{c,V}^0 &= 0,405 \\
A_{c,V} &= 0,3825
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,V}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 400 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,V} = 0,967$$

- součinitel  $\psi_{h,V}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,V} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$1,677 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,V}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,V}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,V}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,V} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,V}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,V} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

<b>0,425 kN ≤ 60,9 kN ...vyhovuje</b>
---------------------------------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

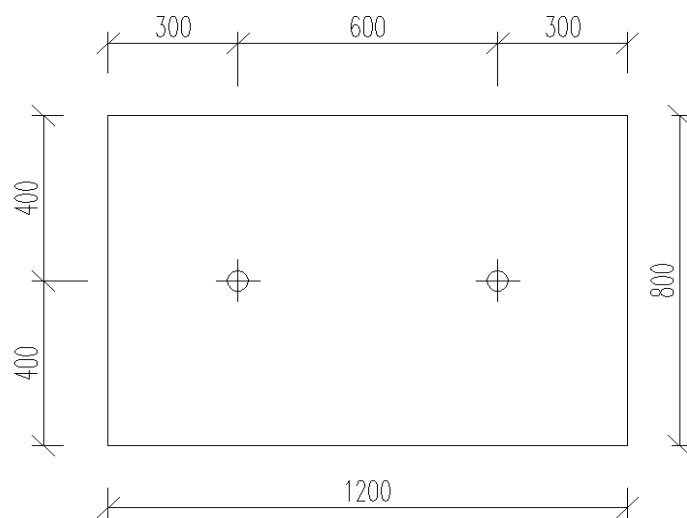
$$\beta_N = 0,068 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,130 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,065 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 2ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.10.



Obr. č. 10

# Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

## 1. Výpočet zatížení

### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na 1m<sup>2</sup>

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na 1m<sup>2</sup> = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

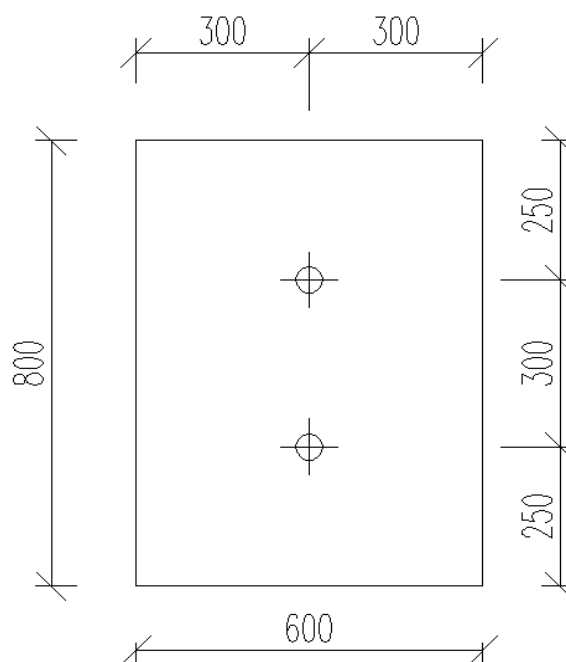
### 1.2 Zatížení od sání větru na 1m<sup>2</sup> - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

## 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

## 3. Vnitřní síly na panelu



h= 0,8 m      výška panelu  
b= 0,6 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 0,6 \times 0,8 \times 1,561 = \mathbf{0,75 \text{ kN}}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 0,6 \times 0,8 \times 0,443 = \mathbf{0,213 \text{ kN}}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 0,213 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 0,75 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 2$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$0,749 \text{ kN} \leq 103,87 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 45,071 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 2,896$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,068 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 250 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,325 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

<b>0,749 kN</b>	<b>≤</b>	<b>60,10 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

<b><math>c_{skut} =</math></b>	<b>250</b>	<b><math>\geq c_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>s_{skut} =</math></b>	<b>300</b>	<b><math>\geq s_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>
<b><math>h_{skut} =</math></b>	<b>160</b>	<b><math>\geq h_{min}</math></b>	<b>... vyhovuje</b>

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)	
$c =$	250 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp}$	210 mm ... vyhovuje
$h =$	160 mm	$2h_{ef} =$	130 mm ... vyhovuje

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * (A_{c,N} / A_{c,N}^0) * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>0,749 kN</b>	<b>≤</b>	<b>21,89 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

## 4.2 Smykové zatížení

### 4.2.1 Porušení oceli

#### - bez ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,213 kN</b>	<b>≤</b>	<b>81,60 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

#### - s působením ramene páky

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,054 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 225,99 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,106 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,644 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

### 4.2.2 Porušení vylomením betonu

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{103,664 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 45,071 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

### Posudek

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>0,213 kN</b>	<b>≤</b>	<b>138 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

### 4.2.3 Porušení okraje betonu

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0)^{\alpha} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} = \mathbf{56,135 \text{ kN}}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} = 46,347 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,051 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,058 \\
c_1 &= 250 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,v} / A_{c,v}^0 &= 0,833 \\
A_{c,v}^0 &= 0,2813 \\
A_{c,v} &= 0,2344
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,v}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 250 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,v} = 0,867$$

- součinitel  $\psi_{h,v}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,v} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$1,677 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,v}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,v}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,v}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 300 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,v}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,v} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

0,213 kN	≤	37,4 kN	...vyhovuje
----------	---	---------	-------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

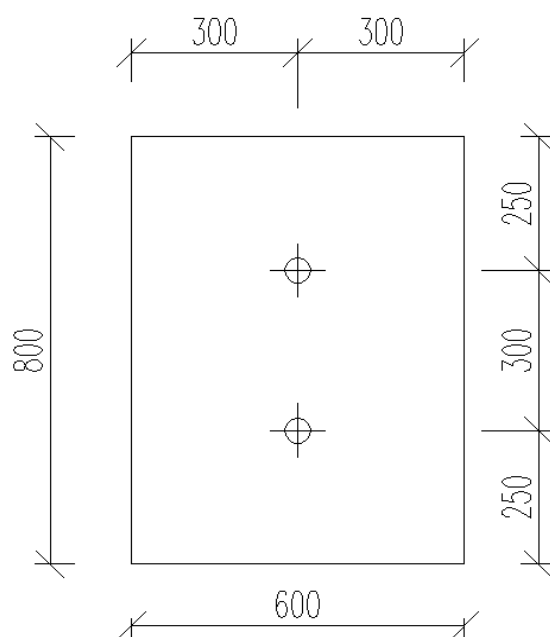
$$\beta_N = 0,034 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,065 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,023 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 2ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.11.



Obr. č. 11

## Posouzení únosnosti ocelových kotev pro sendvičové zdivo tepelná izolace - EPS 160mm

### 1. Výpočet zatížení

#### 1.1 Přetížení od nových konstrukcí na $1\text{m}^2$

	tl.	$\rho$	$g_k$	$\gamma$	$g_d$
	[m]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[-]	[kN.m <sup>-2</sup> ]
Lepidlo (průměrná tloušťka-plnoploš)	0,005	1800	0,090	1,35	0,122
Tepelná izolace - EPS	0,160	30	0,048	1,35	0,065
Nová omítka	0,010	1900	0,190	1,35	0,257
			<b>0,328</b>		<b>0,443</b>

Celkové zatížení vnitřního panelu na  $1\text{m}^2$  = **0,443 kNm<sup>-2</sup>**

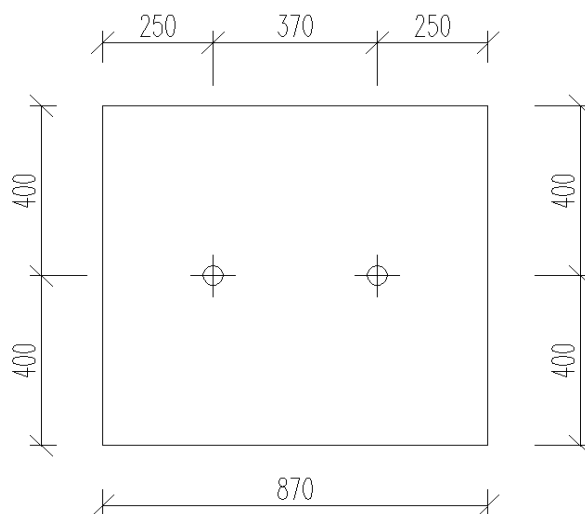
#### 1.2 Zatížení od sání větru na $1\text{m}^2$ - viz předchozí výpočet

Maximální sání větru  $w_k$  = -1,561 kNm<sup>-2</sup>

### 2. Návrh kotev

Navrženy ocelové kotvy M16 délka 260mm

### 3. Vnitřní síly na panelu



h= 0,80 m      výška panelu  
b= 0,87 m      šířka panelu

Tahová síla na ploše panelu

$$N_{sd} = 0,87 \times 0,8 \times 1,561 = 1,09 \text{ kN}$$

Smyková síla na ploše panelu

$$V_{sd} = 0,87 \times 0,8 \times 0,443 = 0,308 \text{ kN}$$

#### 4. Posudek mezního stavu únosnosti

Smyková síla  $V_{ed} = 0,308 \text{ kN}$

Tahová síla  $N_{Sd} = 1,09 \text{ kN}$

Pro přenesení příslušných zatížení budou použity ocelové kotvy M16

Počet kotev  $n = 2$

Tento posudek je proveden v souladu s řídicím pokynem pro evropská technická schválení ETAG 001 - KOVOVÉ KOTVY DO BETONU (Metal anchors for use in concrete) - Příloha C -  
- Metody návrhu kotvení / A - obecná metoda návrhu

Výpočtem je nutno prokázat, že u dané kotvy a daného zatížení nedojde k většímu namáhání než je únosnost a to pro všechny směry zatížení a všechny způsoby porušení.

##### 4.1 Tahová zatížení

###### 4.1.1 Porušení oceli

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $N_{rk,s} = 77,9 \text{ kN}$

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} = 1,5$

###### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,s} / \gamma_{Ms}$$

$$1,087 \text{ kN} \leq 103,87 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

###### 4.1.2 Porušení vytažením

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytažením není pro tuto kotvu dle technického schválení ETA rozhodující a tudíž ji není třeba posuzovat.

###### 4.1.3 Porušení vytržením kužele z betonu

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení vytržením kužele betonu  $N_{Rk,c}$ :

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 45,071 \text{ kN}$$

- kde počáteční hodnota charakteristické únosnosti kotvy umístěné v betonu s trhlinami

$$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 18,866 \text{ kN}$$

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa} \quad \text{C20/25 beton}$$

$$h_{ef} = 65 \text{ mm} \quad \text{redukovaná kotevní délka}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 2,896$$

$$A_{c,N}^0 = c_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 0,023 \text{ m}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5c_{cr,N}) \cdot s_{cr,N} = 0,068 \text{ m}^2$$

- součinitel  $\psi_{s,N}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot (c / c_{cr,N}) \leq 1$$

$$c = 250 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,sta} = 120$$

$$\psi_{s,N} = 1,325 \geq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi_{s,N} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,N}$  - odloupení tenké vrstvy betonu

$$\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} / 200 \leq 1$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

- součinitel  $\psi_{ec,N}$  účinek skupiny, působí-li na jednotlivé kotvy různá zatížení

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr,N}} \leq 1$$

$$\psi_{ec,N} = 1$$

$$e_N = 0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 3 * h_{ef} = 195 \text{ mm}$$

#### Posudek

$$N_{Sd} \leq N_{rk,c} / \gamma_{Mc}$$

1,087 kN	≤	60,10 kN	...vyhovuje
----------	---	----------	-------------

#### 4.1.4 Porušení rozštěpením

##### - Porušení rozštěpením v důsledku osazení kotvy

Porušení rozštěpením betonu při instalaci kotvy se zabrání, jestliže se dodrží minimální vzdálenosti od okraje  $c_{min}$ , rozteče  $s_{min}$  a tloušťky betonové dílce  $h_{min}$  a výztuže podle údajů v příslušném ETA.

Minimální hodnoty pro kotvy M16 dle ETA

$c_{min} =$	120 mm	} pro kotvy M16 s redukovanou kotevní délkou $h_{ef} = 65\text{mm}$
$s_{min} =$	90 mm	
$h_{min} =$	120 mm	

$c_{skut} =$	250	$\geq c_{min}$	... vyhovuje
$s_{skut} =$	370	$\geq s_{min}$	... vyhovuje
$h_{skut} =$	160	$\geq h_{min}$	... vyhovuje

##### - Porušení rozštěpením v důsledku zatížení

Lze předpokládat, že k porušení rozštěpením nedojde, jestliže vzdálenost od okraje ve všech směrech je  $c \geq 1,5 c_{cr,sp}$  a tloušťka dílce je  $h \geq 2h_{ef}$

$c_{cr,sp} =$	175 mm	(dle ETA pro kotvy M16)	
$c =$	250 mm	$1,2 \cdot c_{cr,sp}$	210 mm ... vyhovuje
$h =$	160 mm	$2h_{ef} =$	130 mm ... vyhovuje

#### Posudek porušení prasknutím

Je třeba vypočítat charakteristickou únosnost jednotlivé kotvy nebo skupiny kotev pro případ porušení rozštěpením podle následující rovnic

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * (A_{c,N} / A_{c,N}^0) * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp} = 16,417 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 18,866 \text{ kN}$$

$$\psi_{s,N} = 1,000$$

$$\psi_{re,N} = 0,825$$

$$\psi_{ec,N} = 1,000$$

součinitel  $\psi_{h,sp}$  - vliv skutečně tloušťky dílce  $h$  na únosnost při porušení prasknutím

$$\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$$\psi_{h,sp} = 1,211 < 1,055$$

Je-li vzdálenost kotvy od okraje menší než hodnota  $c_{cr,sp}$  měl by být dílec podél okraje opatřen podélnou výztuží.

**Posudek**

$$N_{Sd} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$$

<b>1,087 kN</b>	<b>≤</b>	<b>21,89 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2 Smykové zatížení****4.2.1 Porušení oceli****- bez ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s} =$  **51 kN**

Koeficient bezpečnosti  $\gamma_{Ms} =$  1,25

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,308 kN</b>	<b>≤</b>	<b>81,60 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**- s působením ramene páky**

Charakteristická únosnost kotvy v případě porušení oceli  $V_{Rk,s}$  je dána vztahem

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M M_{Rk,s}}{l} = \mathbf{2,051 \text{ kN}}$$

$\alpha_M =$  1,00 ( na základě předpokladu nulového přilnutí)

$l =$  110 mm rameno páky

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s}) = 225,58 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s}^0 = 226,9 \text{ Nm}$$

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 62,320 \text{ kN}$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$$

<b>0,154 kN</b>	<b>≤</b>	<b>1,641 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	-----------------	--------------------

**4.2.2 Porušení vylomením betonu**

Charakteristická únosnost  $V_{Rk,cp}$  se určí podle vztahu :

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = \mathbf{103,664 \text{ kN}}$$

$$k = 2,3$$

$$N_{Rk,c} = 45,071 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

**Posudek**

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$$

<b>0,308 kN</b>	<b>≤</b>	<b>138 kN</b>	<b>...vyhovuje</b>
-----------------	----------	---------------	--------------------

**4.2.3 Porušení okraje betonu**

Charakteristickou únosnost kotvy není nutné ověřovat v případě kotvení, kdy vzdálenost od okraje ve všech směrech  $c \geq 10h_{ef}$

Charakteristická únosnost kotvy nebo skupiny kotev se vypočte podle následujícího vztahu :

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot (A_{c,v}/A_{c,v}^0) \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{\alpha,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} = \mathbf{73,319 \text{ kN}}$$

$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} =$	<b>46,347 kN</b>
--	------------------

$$\begin{aligned}
d_{\text{nom}} &= 16 \text{ mm} & \alpha &= 0,051 \\
l_f &= 65 \text{ mm} & \beta &= 0,058 \\
c_1 &= 250 \text{ mm} \\
f_{\text{ck,cube}} &= 25 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- geometrický účinek rozteče a vzdálenosti od okraje na charakteristickou únosnost

$$\begin{aligned}
A_{c,v} / A_{c,v}^0 &= 1,033 \\
A_{c,v}^0 &= 0,2813 \\
A_{c,v} &= 0,2906
\end{aligned}$$

- součinitel  $\psi_{s,v}$  - vliv nepravidelnosti v rozložení napětí v betonu vlivem okrajů betonového dílce

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot (c_2 / 1,5c_1) \leq 1$$

$$c_2 = 400 \text{ mm}$$

$$c_1 = 250 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,v} = 1,020$$

- součinitel  $\psi_{h,v}$  - bere v úvahu, že únosnost ve smyku neklesá úměrně k tloušťce dílce

$$\psi_{h,v} = \left( \frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$1,531 \geq 1$$

- součinitel  $\psi_{\alpha,v}$  - bere v úvahu úhel  $\alpha_v$  mezi aplikovaným zatížením  $V_{sd}$  a směrem kolmým k volnému okraji betonového dílce, hodnoty  $\psi_{\alpha,v}$  jsou uvedeny v ETAG pro různé úhly

$$\psi_{\alpha,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{ec,v}$  - bere v úvahu účinek skupiny kotev

$$\psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$e_v = 0 \text{ mm}$$

$$c_1 = 250 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec,v} = 1,000$$

- součinitel  $\psi_{re,v}$  - vliv polohy kotvení v betonu s trhlinami nebo bez trhlin, popř. vliv druhu použité výztuže

$$\psi_{re,v} = 1,000$$

$$V_{Sd} \leq V_{rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

<b>0,308 kN ≤ 48,9 kN ...vyhovuje</b>
---------------------------------------

#### 4.3 Únosnost kotev při kombinovaném zatížení tahem a smykem

Musí být splněny tyto podmínky :

$$\beta_N \leq 1,0$$

$$\beta_V \leq 1,0$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,2$$

kde  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) je poměr mezi návrhovou únosností při zatížení tahem (smykem)

- platí největší hodnoty

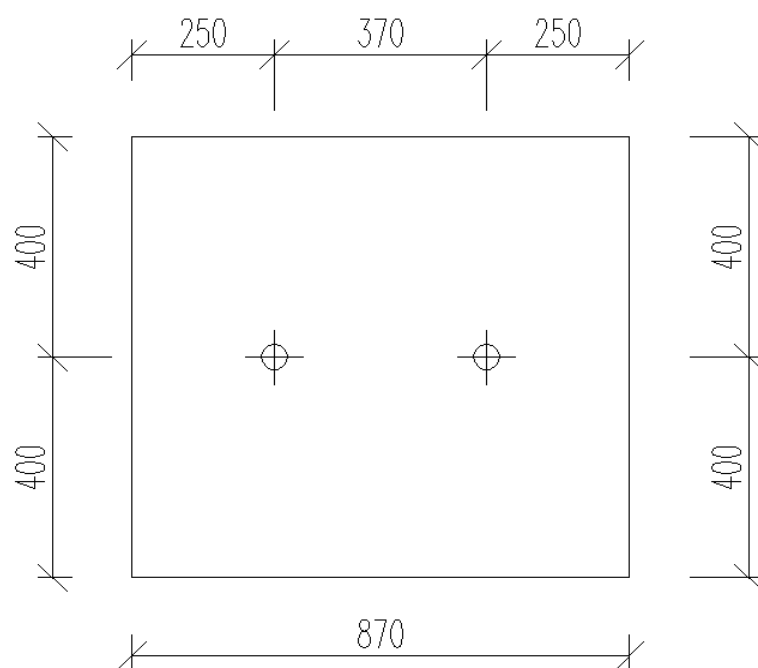
$$\beta_N = 0,050 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\beta_v = 0,094 \leq 1,2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_v)^{1,5} = 0,040 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

## 5. Závěr

Navržené kotvy M 16 vyhoví pro dané zatížení v počtu 2ks na jeden panel, kotvy budou od okrajů jednotlivých panelů vzdáleny dle obrázku č.12.



Obr. č. 12



### 13. Statické posouzení zateplení ploché střechy - jídelna a š. družina

#### Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast II  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)*

Typ střechy : Plochá střecha s atikou

#### Základní rozměry budovy

Šířka  $b = 17,66 \text{ m}$   
Délka  $d = 35,66 \text{ m}$   
Výška  $h = 8,65 \text{ m}$   
Výška atiky  $h_p = 0,50 \text{ m}$

#### Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$  *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$  *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 18,10 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,000$  *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,724$  *(součinitel drsnosti)*

kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  *(součinitel terénu)*

kde  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,631 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,298$  *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$  *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Refereční výška  $z_e$

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 8,65 \text{ m}$$

### Podélný vítr

$b = 17,7$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 35,7$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

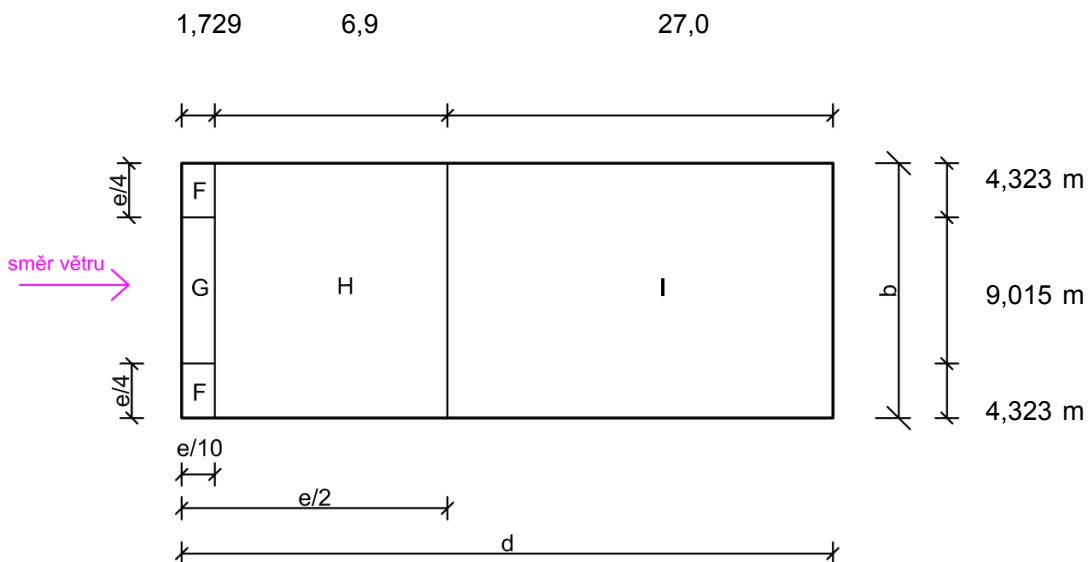
$e = \min(b; 2h) = 17,29$  m  
 $e/2 = 8,645$  m  $h_p/h = 0,061$  m  
 $e/4 = 4,323$  m  
 $e/10 = 1,729$  m

$c_{pe}^F = -1,356$   $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -0,878$   $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -0,982$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{F-} = -0,666$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{G-} = -0,680$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{G-} = -0,365$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{H-} = -0,568$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{H-} = -0,252$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I-} = -0,252$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I-} = 0,063$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I+} = 0,000$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I+} = 0,316$ kNm <sup>-2</sup>



### Příčný vítr

$b = 35,7$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 17,7$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

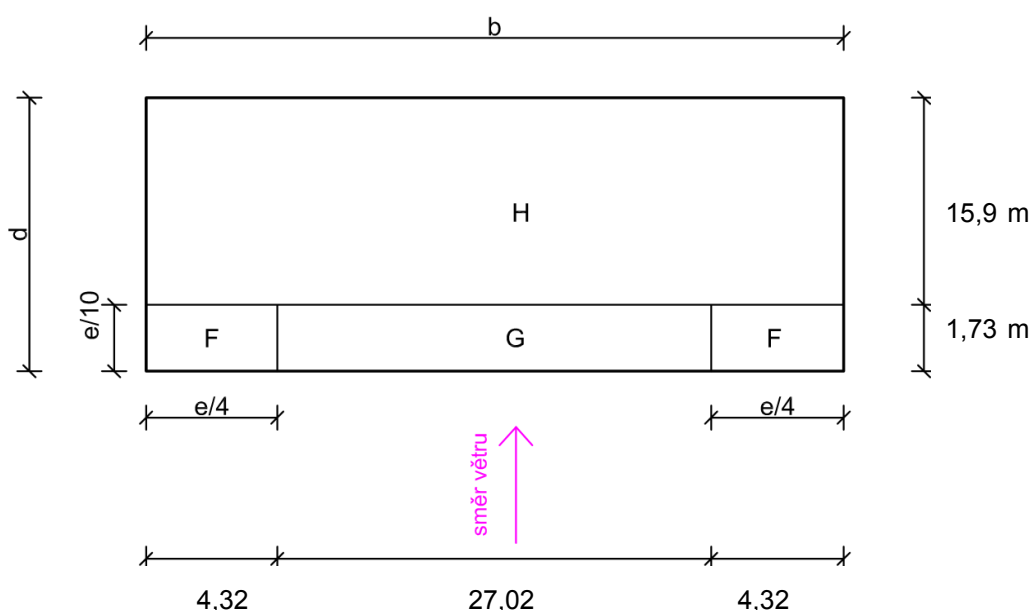
$e = \min(b; 2h) = 17,29$  m  
 $e/2 = 8,65$  m  
 $e/4 = 4,32$  m  
 $e/10 = 1,73$  m

$$\begin{aligned}
c_{pe}^F &= -1,356 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
c_{pe}^G &= -0,878 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
c_{pe}^H &= -0,7 \\
c_{pe}^I &= -0,2 \\
c_{pe}^{I+} &= 0,2
\end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
w_{F-} &= -0,982 \text{ kNm}^{-2} & w_{F-} &= -0,666 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G-} &= -0,680 \text{ kNm}^{-2} & w_{G-} &= -0,240 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H-} &= -0,568 \text{ kNm}^{-2} & w_{H-} &= -0,169 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I-} &= -0,252 \text{ kNm}^{-2} & w_{I-} &= 0,030 \text{ kNm}^{-2}
\end{aligned}$$



### Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.500mm

Střešní teleskopická hmoždinka Ø50x535mm pro střechy se spádovými klíny

### Únosnost kotev

tloušťka skladby= 500 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,59 \text{ kN}$$

Součinitel  $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost  $n=1$  kotev:

$$F_{Rd,1} = n * F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,530 \text{ kN}$$

délka kotvy= 535 mm

### Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,473 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na 1m}^2 \quad N_{Rd} = 4 * N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,59 \text{ kNm}^{-2} > 1,47 \text{ kNm}^{-2} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -1,020 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	1,02 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

### Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,852 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,85 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

**Pro ověření statické únosnosti kotev je vhodné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky!!!**

### Délka hmoždinek

$$\text{Minimální délka } L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 530 \text{ mm}$$

kde tloušťka izolace  $h_D = 500 \text{ mm}$

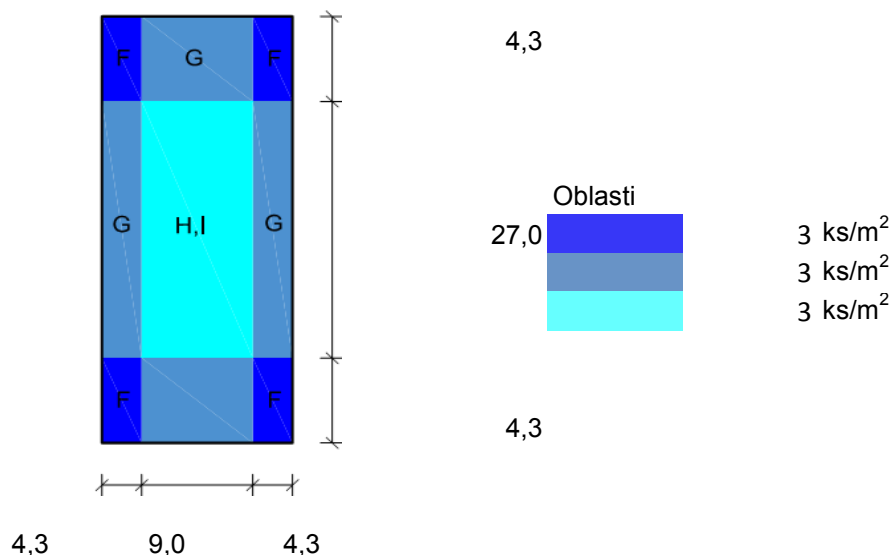
hloubka kotvení  $h_{nom} = 30 \text{ mm}$  (dle výrobce)

celková délka kotvy  $L_a = 535 \text{ mm}$  (délka šroubu+podložky)

$$L_{a,min} < L_a$$

530 mm	<	535 mm	...vyhovuje
--------	---	--------	-------------

**Navržené hmoždinky Ø8mm, délky 535mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.**



# **14. Statické posouzení zateplení ploché střechy - dílny + TV, část „a,, Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4**

Větrná oblast : oblast II  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)*

Typ střechy : Plochá střecha s atikou

## **Základní rozměry budovy**

Šířka  $b = 17,50 \text{ m}$   
Délka  $d = 39,87 \text{ m}$   
Výška  $h = 5,10 \text{ m}$   
Výška atiky  $h_p = 0,50 \text{ m}$

## **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru

$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

kde  $c_{dir} = 1,0$  *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$  *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 15,26 \text{ m/s}$

kde  $c_0(z) = 1,000$  *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,610$  *(součinitel drsnosti)*

kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  *(součinitel terénu)*

kde  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,505 \text{ kNm}^{-2}$

kde  $I_v(z) = k_l / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,353$  *(intenzita turbulence)*

$k_l = 1,0$  *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Refereční výška  $z_e$

$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,10 \text{ m}$

### Podélný vítr

$b = 17,5$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 39,9$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

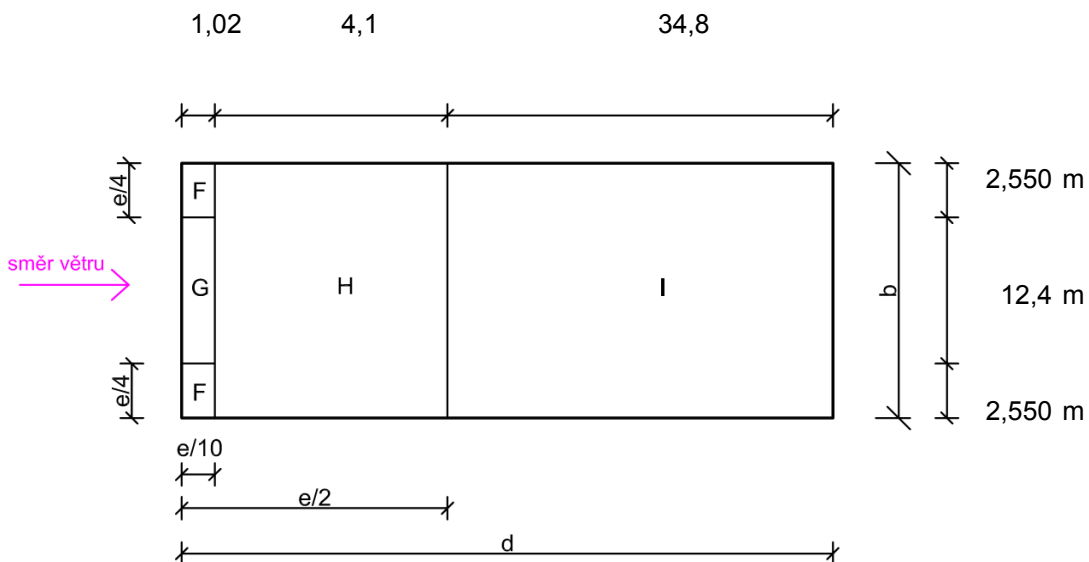
$e = \min(b; 2h) = 10,2$  m  
 $e/2 = 5,1$  m  $h_p/h = 0,109$  m  
 $e/4 = 2,550$  m  
 $e/10 = 1,02$  m

$c_{pe}^F = -1,2$   $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -0,8$   $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -0,707 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{F-} = -0,454 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{G-} = -0,505 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{G-} = -0,252 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{H-} = -0,454 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{H-} = -0,202 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I-} = -0,202 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I-} = 0,050 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I+} = 0,252 \text{ kNm}^{-2}$



### Příčný vítr

$b = 39,9$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 17,5$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

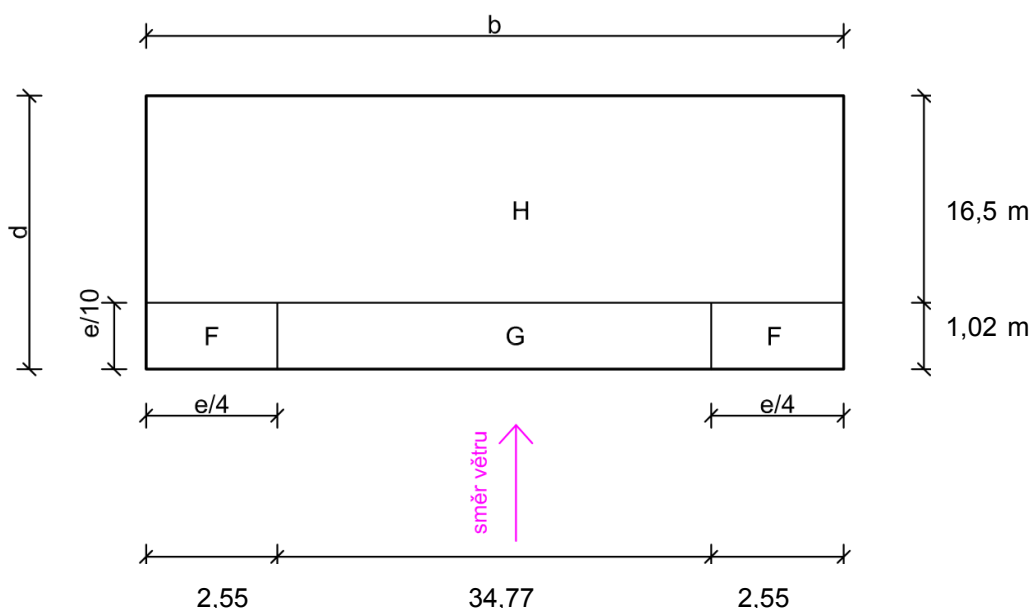
$e = \min(b; 2h) = 10,2$  m  
 $e/2 = 5,10$  m  
 $e/4 = 2,55$  m  
 $e/10 = 1,02$  m

$$\begin{array}{ll}
c_{pe}^F = & -1,2 \\
c_{pe}^G = & -0,8 \\
c_{pe}^H = & -0,7 \\
c_{pe}^I = & -0,2 \\
c_{pe}^{I+} = & 0,2
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ll}
c_{pi}^+ = & 0,2 \\
c_{pi}^- = & -0,3
\end{array}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{array}{ll}
w_{F-} = & -0,707 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G-} = & -0,505 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H-} = & -0,454 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I-} = & -0,202 \text{ kNm}^{-2}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ll}
w_{F+} = & -0,454 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G+} = & -0,103 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H+} = & -0,078 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I+} = & 0,050 \text{ kNm}^{-2}
\end{array}$$



### Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.500mm

Střešní teleskopická hmoždinka Ø50x535mm pro střechy se spádovými klíny

### Únosnost kotev

tloušťka skladby= 500 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,59 \text{ kN}$$

Součinitel  $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost  $n=1$  kotev:

$$F_{Rd,1} = n * F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,530 \text{ kN}$$

délka kotvy= 535 mm

### Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,060 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 * N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,59 \text{ kNm}^{-2} > 1,06 \text{ kNm}^{-2} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -0,757 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,76 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

### Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,682 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,68 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

**Pro ověření statické únosnosti kotev je vhodné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky!!!**

### Délka hmoždinek

$$\text{Minimální délka } L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 530 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 500 \text{ mm}$$

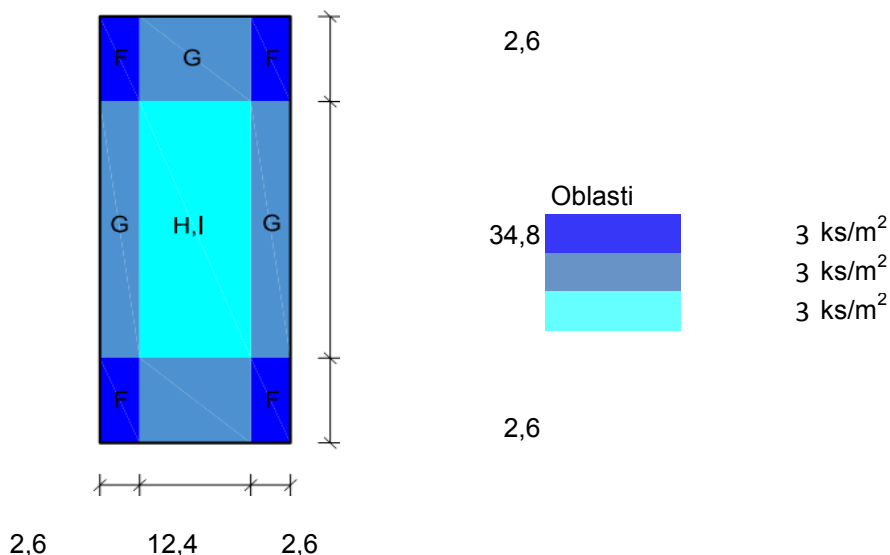
$$\text{hloubka kotvení } h_{nom} = 30 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{celková délka kotvy } L_a = 535 \text{ mm (délka šroubu+podložky)}$$

$$L_{a,min} < L_a$$

530 mm	<	535 mm	...vyhovuje
--------	---	--------	-------------

**Navržené hmoždinky Ø8mm, délky 535mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.**





# **15. Statické posouzení zateplení ploché střechy - dílny + TV, část „b,,** **Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4**

Větrná oblast : oblast II  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)*

Typ střechy : Plochá střecha s atikou

## **Základní rozměry budovy**

Šířka  $b = 10,46 \text{ m}$   
Délka  $d = 34,70 \text{ m}$   
Výška  $h = 4,12 \text{ m}$   
Výška atiky  $h_p = 0,64 \text{ m}$

## **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru

$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

kde  $c_{dir} = 1,0$  *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$  *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 14,11 \text{ m/s}$

kde  $c_0(z) = 1,000$  *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,564$  *(součinitel drsnosti)*

kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  *(součinitel terénu)*

kde  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,457 \text{ kNm}^{-2}$

kde  $I_v(z) = k_l / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,382$  *(intenzita turbulence)*

$k_l = 1,0$  *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Refereční výška  $z_e$

$z_e = \max(h, z_{min}) = 4,12 \text{ m}$

### Podélný vítr

$b = 10,5$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 34,7$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

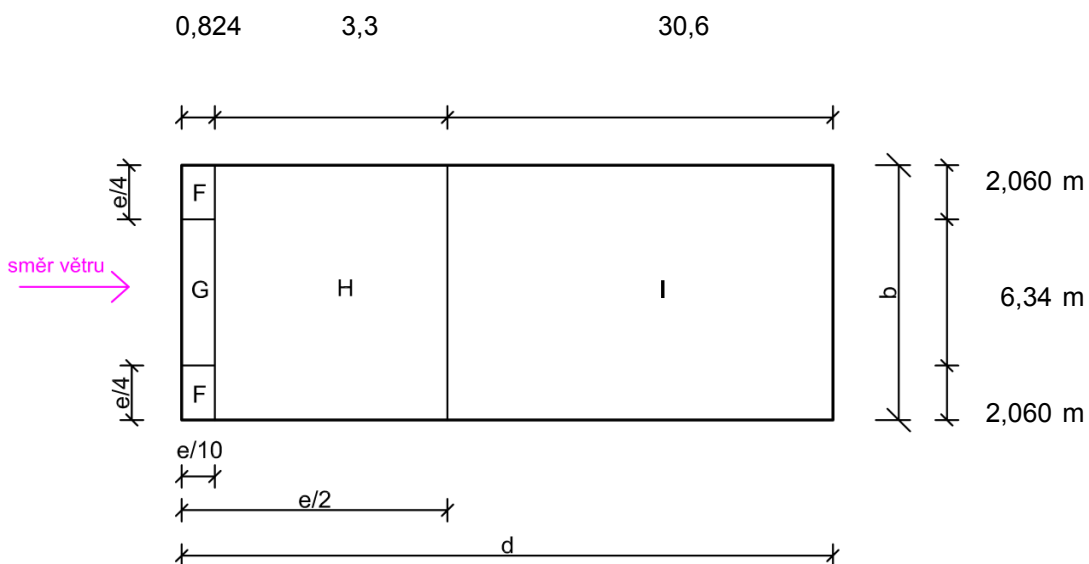
$e = \min(b; 2h) = 8,24$  m  
 $e/2 = 4,12$  m  $h_p/h = 0,184$  m  
 $e/4 = 2,060$  m  
 $e/10 = 0,824$  m

$c_{pe}^F = -1,2$   $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -0,8$   $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -0,639$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{F-} = -0,411$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{G-} = -0,457$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{G-} = -0,228$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{H-} = -0,411$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{H-} = -0,183$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I-} = -0,183$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I-} = 0,046$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I+} = 0,000$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I+} = 0,228$ kNm <sup>-2</sup>



### Příčný vítr

$b = 34,7$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 10,5$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

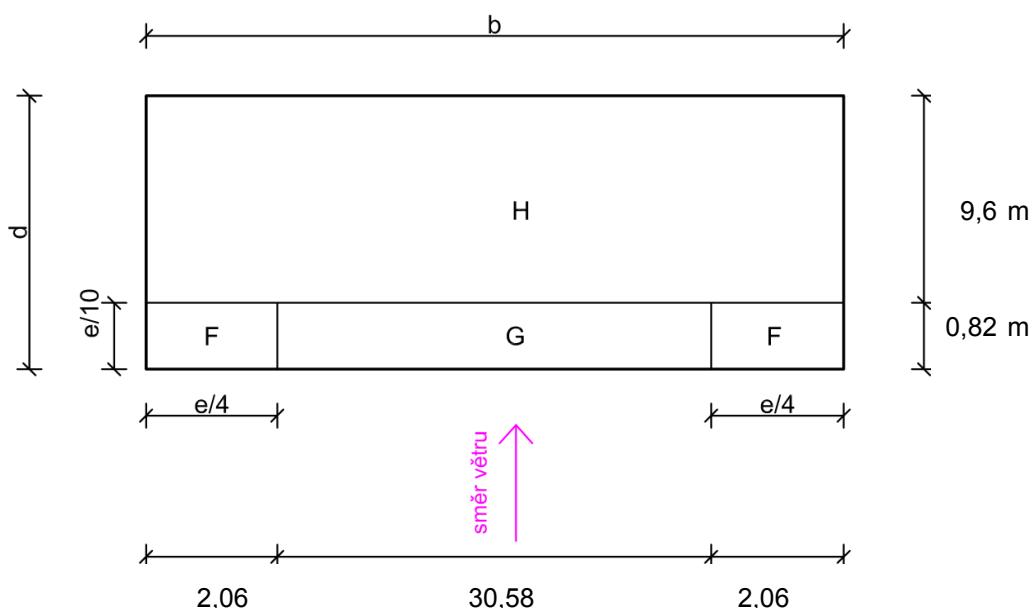
$e = \min(b; 2h) = 8,24$  m  
 $e/2 = 4,12$  m  
 $e/4 = 2,06$  m  
 $e/10 = 0,82$  m

$$\begin{aligned}
c_{pe}^F &= -1,2 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
c_{pe}^G &= -0,8 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
c_{pe}^H &= -0,7 \\
c_{pe}^I &= -0,2 \\
c_{pe}^{I+} &= 0,2
\end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
w_{F-} &= -0,639 \text{ kNm}^{-2} & w_{F-} &= -0,411 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G-} &= -0,457 \text{ kNm}^{-2} & w_{G-} &= -0,072 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H-} &= -0,411 \text{ kNm}^{-2} & w_{H-} &= -0,051 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I-} &= -0,183 \text{ kNm}^{-2} & w_{I-} &= 0,054 \text{ kNm}^{-2}
\end{aligned}$$



### Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.500mm

Střešní teleskopická hmoždinka Ø50x535mm pro střechy se spádovými klíny

### Únosnost kotev

tloušťka skladby= 500 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,59 \text{ kN}$$

Součinitel  $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost  $n=1$  kotev:

$$F_{Rd,1} = n * F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,530 \text{ kN}$$

délka kotvy= 535 mm

### Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -0,959 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 * N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,59 \text{ kNm}^{-2} > 0,96 \text{ kNm}^{-2} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -0,685 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,69 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

### Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,617 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,62 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

**Pro ověření statické únosnosti kotev je vhodné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky!!!**

### Délka hmoždinek

$$\text{Minimální délka } L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 530 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 500 \text{ mm}$$

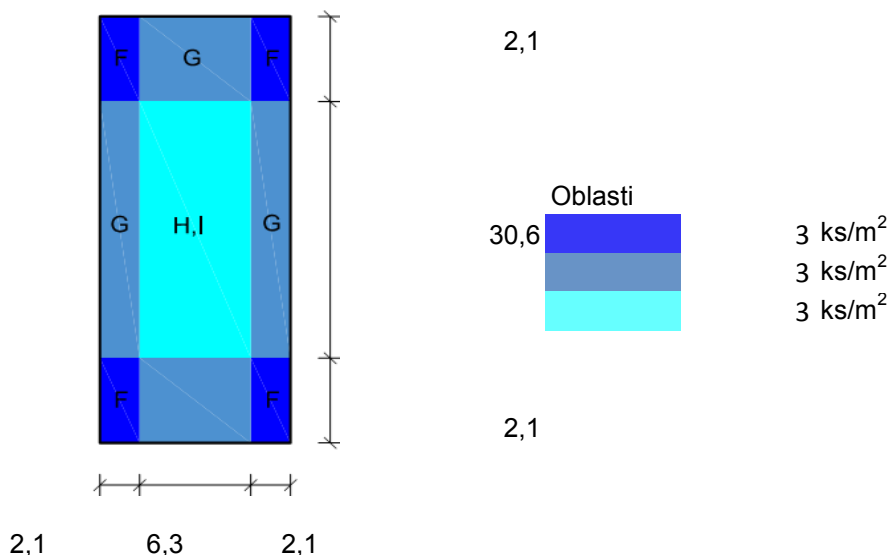
$$\text{hloubka kotvení } h_{nom} = 30 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{celková délka kotvy } L_a = 535 \text{ mm (délka šroubu+podložky)}$$

$$L_{a,min} < L_a$$

530 mm	<	535 mm	...vyhovuje
--------	---	--------	-------------

**Navržené hmoždinky Ø8mm, délky 535mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.**



## 16. Statické posouzení zateplení ploché střechy - šatny

### Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast II  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)*

Typ střechy : Plochá střecha s atikou

#### Základní rozměry budovy

Šířka  $b = 12,16 \text{ m}$   
Délka  $d = 58,18 \text{ m}$   
Výška  $h = 4,29 \text{ m}$   
Výška atiky  $h_p = 0,75 \text{ m}$

#### Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$  *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$  *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 14,32 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,000$  *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,573$  *(součinitel drsnosti)*

kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  *(součinitel terénu)*

kde  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,466 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,376$  *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$  *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Refereční výška  $z_e$

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 4,29 \text{ m}$$

### Podélný vítr

$b = 12,2$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 58,2$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

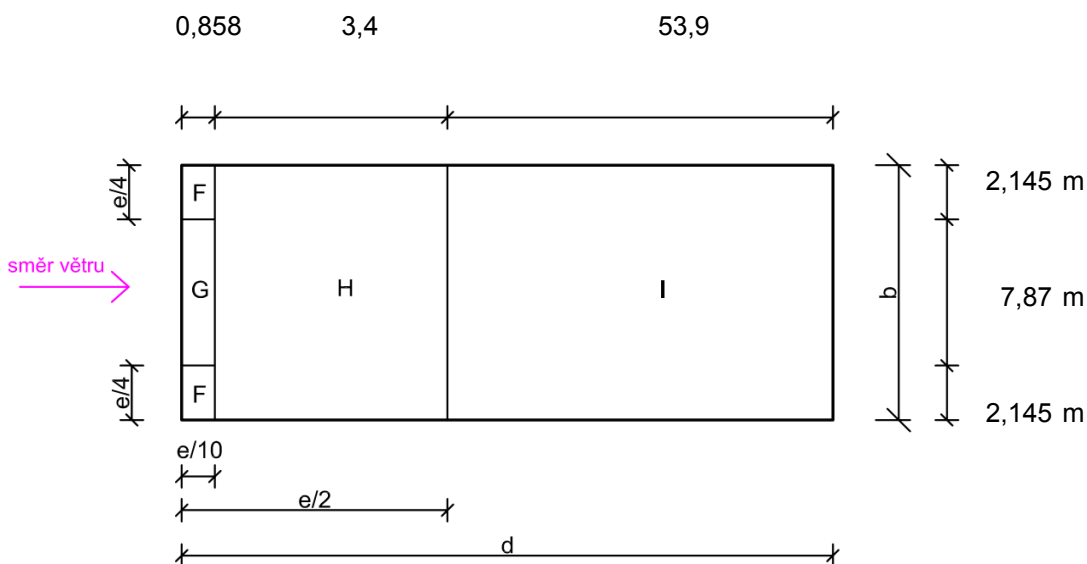
$e = \min(b; 2h) = 8,58$  m  
 $e/2 = 4,29$  m  $h_p/h = 0,212$  m  
 $e/4 = 2,145$  m  
 $e/10 = 0,858$  m

$c_{pe}^F = -1,2$   $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -0,8$   $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -0,652$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{F-} = -0,419$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{G-} = -0,466$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{G-} = -0,233$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{H-} = -0,419$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{H-} = -0,186$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I-} = -0,186$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I-} = 0,047$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I+} = 0,000$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I+} = 0,233$ kNm <sup>-2</sup>



### Příčný vítr

$b = 58,2$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 12,2$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

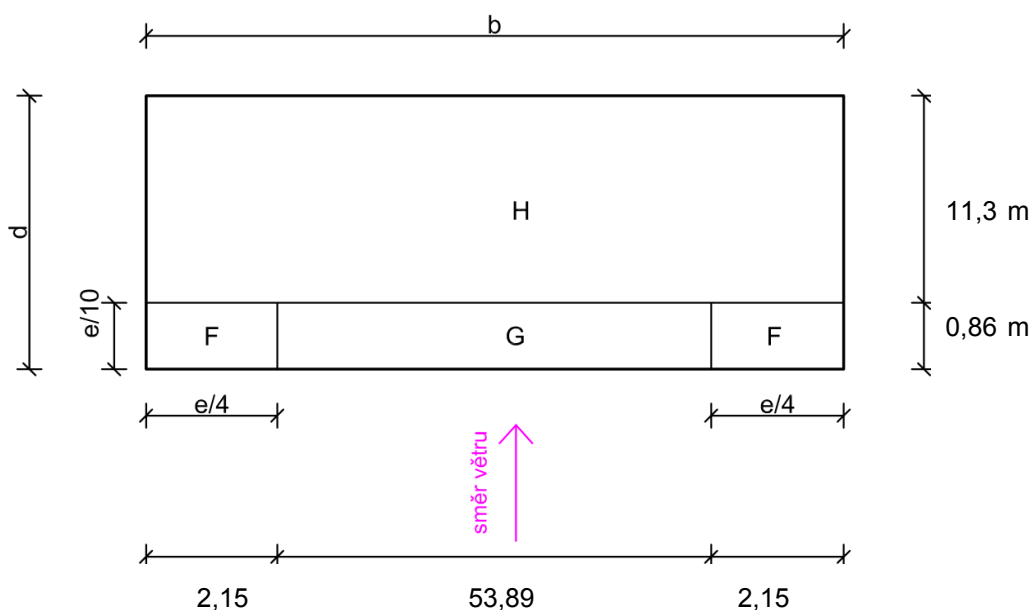
$e = \min(b; 2h) = 8,58$  m  
 $e/2 = 4,29$  m  
 $e/4 = 2,15$  m  
 $e/10 = 0,86$  m

$$\begin{array}{ll}
c_{pe}^F = & -1,2 \\
c_{pe}^G = & -0,8 \\
c_{pe}^H = & -0,7 \\
c_{pe}^I = & -0,2 \\
c_{pe}^{I+} = & 0,2
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ll}
c_{pi}^+ = & 0,2 \\
c_{pi}^- = & -0,3
\end{array}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{array}{ll}
w_{F-} = & -0,652 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G-} = & -0,466 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H-} = & -0,419 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I-} = & -0,186 \text{ kNm}^{-2}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ll}
w_{F+} = & -0,419 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G+} = & -0,077 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H+} = & -0,055 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I+} = & 0,053 \text{ kNm}^{-2}
\end{array}$$



### Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.500mm

Střešní teleskopická hmoždinka Ø50x535mm pro střechy se spádovými klíny

### Únosnost kotev

tloušťka skladby= 500 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,59 \text{ kN}$$

Součinitel  $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost  $n=1$  kotev:

$$F_{Rd,1} = n * F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,530 \text{ kN}$$

délka kotvy= 535 mm

### Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -0,978 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 * N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,59 \text{ kNm}^{-2} > 0,98 \text{ kNm}^{-2} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -0,699 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,70 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

### Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,629 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,63 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

**Pro ověření statické únosnosti kotev je vhodné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky!!!**

### Délka hmoždinek

$$\text{Minimální délka } L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 530 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 500 \text{ mm}$$

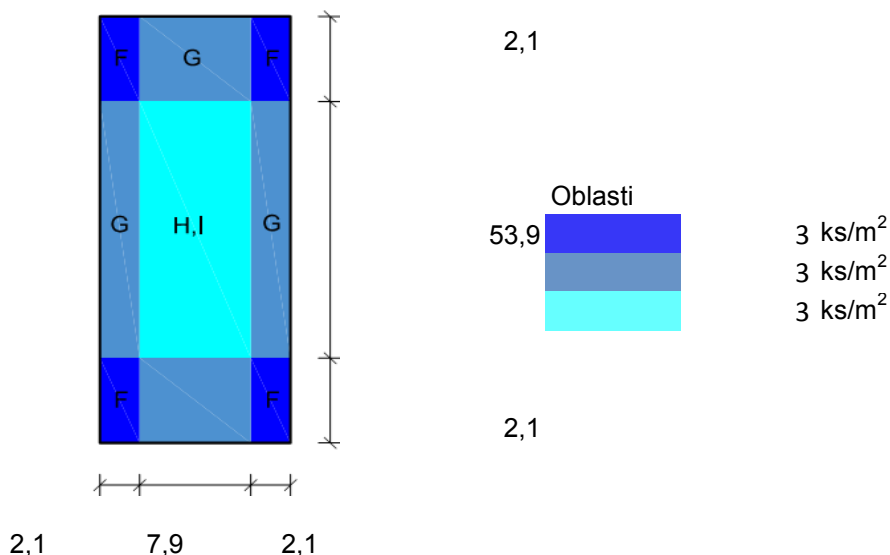
$$\text{hloubka kotvení } h_{nom} = 30 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{celková délka kotvy } L_a = 535 \text{ mm (délka šroubu+podložky)}$$

$$L_{a,min} < L_a$$

530 mm	<	535 mm	...vyhovuje
--------	---	--------	-------------

**Navržené hmoždinky Ø8mm, délky 535mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.**





## 17. Statické posouzení zateplení ploché střechy - chodby

### Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast II  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)*

Typ střechy : Plochá střecha s atikou

#### Základní rozměry budovy

Šířka  $b = 37,02 \text{ m}$   
Délka  $d = 38,11 \text{ m}$   
Výška  $h = 3,73 \text{ m}$   
Výška atiky  $h_p = 0,50 \text{ m}$

#### Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$  *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$  *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 13,57 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,000$  *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,543$  *(součinitel drsnosti)*

kde  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  *(součinitel terénu)*

kde  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,435 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,397$  *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$  *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Refereční výška  $z_e$

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 3,73 \text{ m}$$

### Podélný vítr

$b = 37,0$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 38,1$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

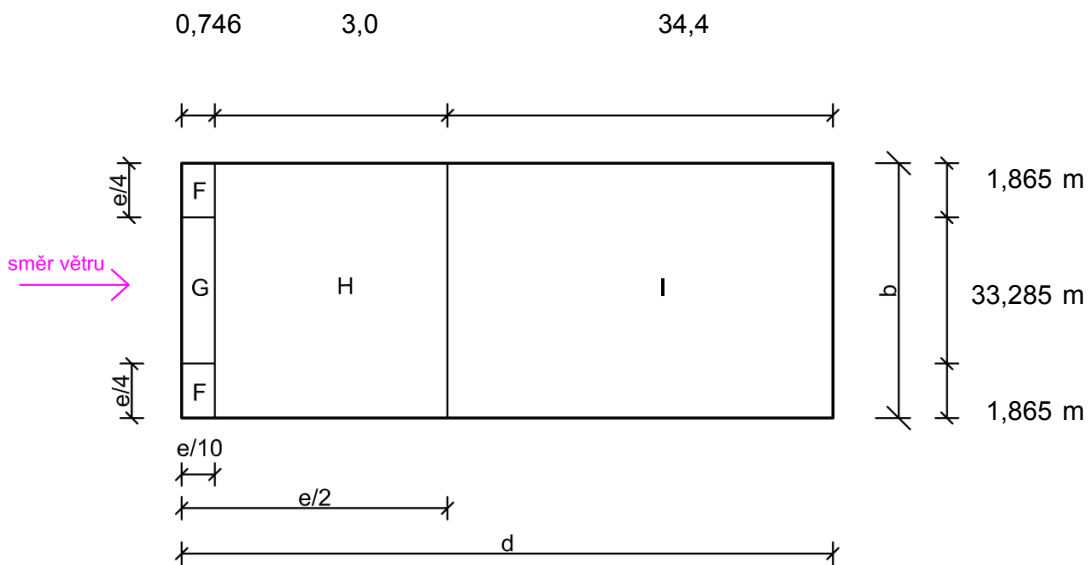
$e = \min(b; 2h) = 7,46$  m  
 $e/2 = 3,73$  m  $h_p/h = 0,155$  m  
 $e/4 = 1,865$  m  
 $e/10 = 0,746$  m

$c_{pe}^F = -1,2$   $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -0,8$   $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -0,609$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{F-} = -0,391$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{G-} = -0,435$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{G-} = -0,217$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{H-} = -0,391$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{H-} = -0,174$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I-} = -0,174$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I-} = 0,043$ kNm <sup>-2</sup>
$w_{I+} = 0,000$ kNm <sup>-2</sup>	$w_{I+} = 0,217$ kNm <sup>-2</sup>



### Příčný vítr

$b = 38,1$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 37,0$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

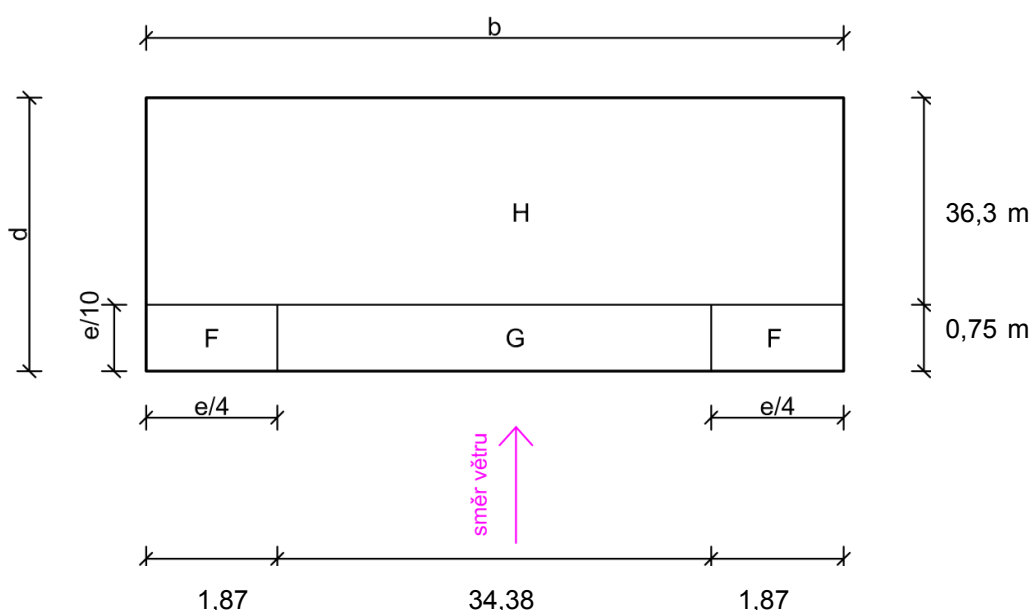
$e = \min(b; 2h) = 7,46$  m  
 $e/2 = 3,73$  m  
 $e/4 = 1,87$  m  
 $e/10 = 0,75$  m

$$\begin{aligned}
c_{pe}^F &= -1,2 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
c_{pe}^G &= -0,8 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
c_{pe}^H &= -0,7 \\
c_{pe}^I &= -0,2 \\
c_{pe}^{I+} &= 0,2
\end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
w_{F-} &= -0,609 \text{ kNm}^{-2} & w_{F-} &= -0,391 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{G-} &= -0,435 \text{ kNm}^{-2} & w_{G-} &= -0,059 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{H-} &= -0,391 \text{ kNm}^{-2} & w_{H-} &= -0,040 \text{ kNm}^{-2} \\
w_{I-} &= -0,174 \text{ kNm}^{-2} & w_{I-} &= 0,055 \text{ kNm}^{-2}
\end{aligned}$$



### Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.380mm

Střešní teleskopická hmoždinka Ø50x415mm pro střechy se spádovými klíny

### Únosnost kotev

tloušťka skladby= 365 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,59 \text{ kN}$$

Součinitel  $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost  $n=1$  kotev:

$$F_{Rd,1} = n * F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,530 \text{ kN}$$

délka kotvy= 415 mm

### Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -0,913 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 * N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,59 \text{ kNm}^{-2} > 0,91 \text{ kNm}^{-2} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

### Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -0,652 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,65 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

### Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,587 \text{ kNm}^{-2}$$

**Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m<sup>2</sup>**

$$\text{Únosnost jedné hmoždinky } N_{Rd,1} = 0,530 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost na } 1\text{m}^2 \quad N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,590 \text{ kNm}^{-2}$$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

1,59 kNm <sup>-2</sup>	>	0,59 kNm <sup>-2</sup>	...vyhovuje
------------------------	---	------------------------	-------------

**Pro ověření statické únosnosti kotev je vhodné před započítáním veškerých prací provést výtažné zkoušky!!!**

### Délka hmoždinek

$$\text{Minimální délka } L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 395 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 365 \text{ mm}$$

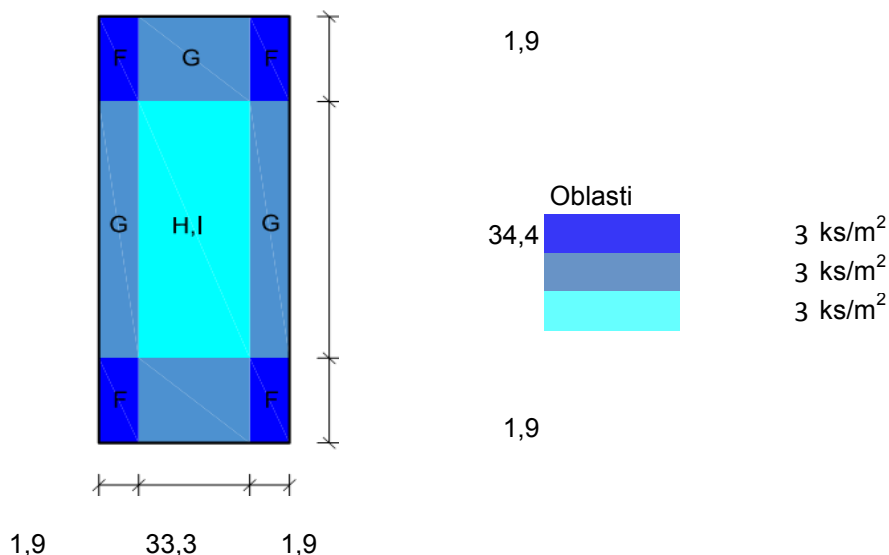
$$\text{hloubka kotvení } h_{nom} = 30 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{celková délka kotvy } L_a = 415 \text{ mm (délka šroubu+podložky)}$$

$$L_{a,min} < L_a$$

395 mm	<	415 mm	...vyhovuje
--------	---	--------	-------------

**Navržené hmoždinky Ø8mm, délky 415mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.**



## 18. Statické posouzení nového žebříku Z04

### Zatížení

a) Stálé zatížení (součinitel stálého zatížení 1,35)

- vlastní tíha - generována programem

b) Užitné zatížení (součinitel nahodilého zatížení 1,5)

- na štěřiny - rovnoměrné vodorovné na štěřiny 0,25kN/m

- svislé rovnoměrné zatížení na štěřiny 0,50kN/m

- na příčle - bodové svislé zatížení 1,5kN

- bodové vodorovné 0,5kN

délka 5,12 m

šířka 0,5 m

kotvení po 0,63 m

1,37 m

dle nákresu

profil štěřiny L60x60x6mm

profil příčle plná trubka 24mm

přípoj - pásovina 60x8mm

délka pásoviny 400 mm

(160mm - tepelná izolace, 40mm - rezerva, omítka, lepidlo, 200mm - min. žebřík od fasády)

- kotvení do žb sendvičového panelu - exteriér 60mm - žb, 50mm - tepelná izolace, 160 mm - žb, interiér přes tepelnou izolaci EPS - 160mm

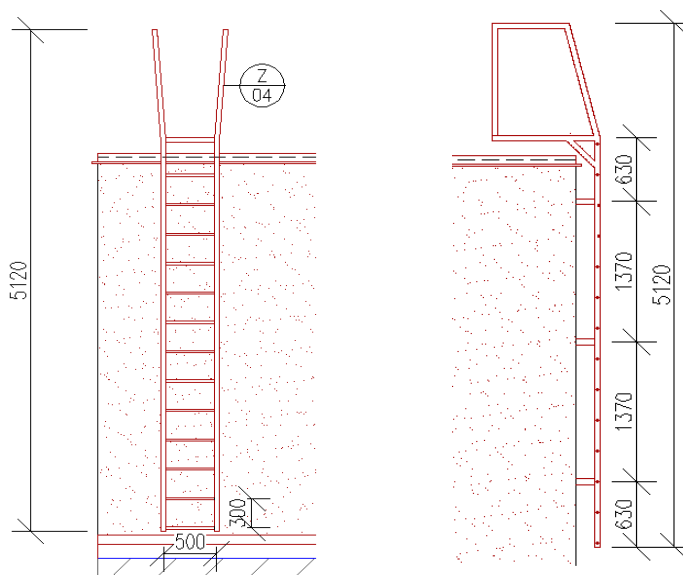
### Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr	Působení
LC1	vl. tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha	-Z	
LC2	užitné na příčle	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC3	užitné na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC4-a	užitné jedné osoby na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC4-b	užitné jedné osoby na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé

### Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Součinitel 2
LG1	Stálé		
LG2	Nahodilé	Standard	Kat A : obytné

Schématický náčrtek:  
+ bezpečnostní koš



## Posouzení šteřin z profilu L60x60x6mm

### Posudek oceli šteřin - MSP

#### Relativní deformace

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Třída : RC5

Vrstva : žebřík

Stav - kombinace	Prut	dx [mm]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO5-1/1	B597	0	-3,2	1/316	0	0
CO5-1/1	B433	1140	3,4	1/336	0	0
CO5-1/1	B640	0	1,3	1/327	0	0
CO5-1/1	B637	950	-1,1	1.72	-1,1	1.88
CO5-1/1	B568	1140	0	0	3,1	1/364
CO5-1/2	B568	1140	0	0	-0,5	1.77

$u_{max}$  4,56 mm  $\geq$  3,40 mm

vyhoví

### Posudek oceli šteřin - MSÚ

#### Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B637	L60X6	S 235	CO0-6/4	0.47
-----------	-------	-------	---------	------

NEd [kN]	Vy,Ed [kN]	Vz,Ed [kN]	TEd [kNm]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]
-0.85	0.74	-0.01	-0.00	0.38	0.20

#### Kritický posudek v místě 3.36 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	175.00	342.41	
Redukovaná štíhlost	1.86	111.65	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	0.24	0.07	
Délka	4.00	4.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	4.00	4.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	46.76	111.22	kN

LTB		
Délka klopení	4.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

<b>POSUDEK ÚNOSNOSTI</b>	
Posudek na tlak	$0.01 < 1$
Posudek na smyk (Vy)	$0.02 < 1$
Posudek na smyk (Vz)	$0.00 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.12 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.12 < 1$
M	$0.37 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.08 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.02 < 1$
Klopení	$0.19 < 1$
Tlak + moment	$0.43 < 1$
Tlak + moment	$0.47 < 1$

...vyhoví

## Posouzení příčli z profilu plné trubky 24mm

### Posudek oceli příčlí - MSP

#### Relativní deformace

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Třída : RC6

Vrstva : příčky

Stav - kombinace	Prut	dx [mm]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO3-1/11	B574	249,99	0	1/10000	-0,3	1/1700
CO3-1/11	B587	249,99	0	1/10000	-0,4	1/1235
CO3-1/11	B620	249,99	0	1/10000	-0,6	1/822
CO3-1/12	B574	249,99	0	1/10000	0	1/10000

$u_{max}$  2,5 mm  $\geq$  0,6 mm vyhoví

### Posudek oceli příčlí - MSÚ

#### Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B620	RD24	S 235	CO2-3/6	0.72
-----------	------	-------	---------	------

N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
-2.71	0.00	1.35	-0.00	0.21	0.00

#### Kritický posudek v místě 0.25 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	84.20	84.20	
Redukovaná štíhlost	0.90	0.90	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce	0.49	0.49	
Redukční součinitel	0.60	0.60	
Délka	0.50	0.50	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	0.50	0.50	m
Kritické Eulerovo zatížení	132.19	132.19	kN



<b>LTB</b>		
Délka klopení	0.50	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.67	
C2	1.48	
C3	11.64	

zatížení v těžišti

<b>POSUDEK ÚNOSNOSTI</b>	
Posudek na tlak	$0.03 < 1$
Posudek na smyk (Vz)	$0.02 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.67 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.00 < 1$
M	$0.70 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.04 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.04 < 1$
Klopení	$0.67 < 1$
Tlak + moment	$0.72 < 1$
Tlak + moment	$0.72 < 1$

vyhoví

## Posouzení ocelových přípojí z profilu 60x8mm

Posudek MSÚ

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B650	FL60X8	S 235	CO1-2/5	0.39
-----------	--------	-------	---------	------

N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
-0.57	-0.00	1.14	0.00	0.42	0.00

Kritický posudek v místě 0.40 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	posuvné	
Štíhlost	23.1X	173.21	
Redukovaná štíhlost	0.25	1.84	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce	0.49	0.49	
Redukční součinitel	0.98	0.23	
Délka	0.40	0.40	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	0.40	0.40	m
Kritické Eulerovo zatížení	1865.36	33.16	kN

LTB		
Délka klopení	0.40	m
k	1.00	
k <sub>w</sub>	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

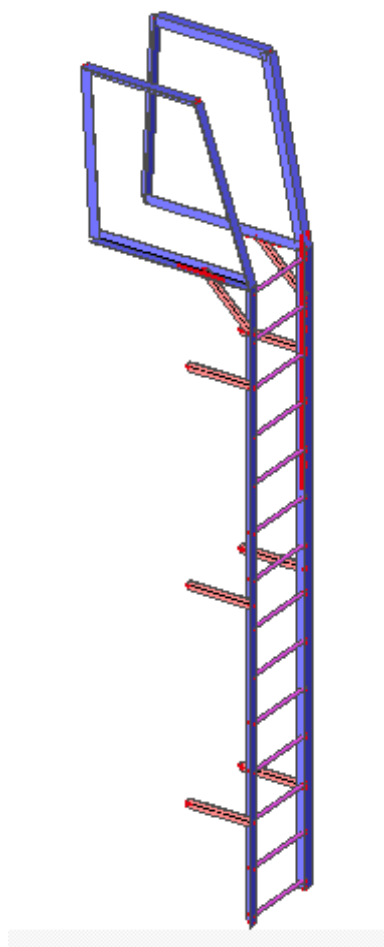
zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Posudek na tlak	0.01 < 1
Posudek na smyk (V <sub>y</sub> )	0.00 < 1

Posudek na smyk (Vz)	$0.02 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.25 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.00 < 1$
M	$0.38 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.02 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.02 < 1$
Klopení	$0.37 < 1$
Tlak + moment	$0.38 < 1$
Tlak + moment	$0.39 < 1$

vyhoví



## Posouzení spojovacích prostředků - ocel/ocel

Závitořezné šrouby pro přichycení žebříku budou namáhaný smykovou silou  $V_{\max} = 1,06 \text{ kN}$ .

Navrženy šrouby M8/20mm s pevnosti min 5.6, 2 ks na každém přípoji.

$V_{\max} =$	1,06 kN
$N_{\text{ed}} =$	0,81 kN
$A_s =$	50,24 mm <sup>2</sup>
$f_{\text{ub}} =$	500 MPa
$n =$	1
$a_v =$	0,6
$Y_{M2} =$	1,45
tloušťka plechu	5 mm
$f_u =$	235 MPa
$\alpha =$	0,83

Tab. – Oceli pro šrouby

	4.6	5.6	8.8	10.9
$f_{yb} \text{ (MPa)}$	240	300	640	900
$f_{ub} \text{ (MPa)}$	400	500	800	1 000

$n =$  počet stříhových rovin

Tab. – Průměry a plochy šroubu

$d \text{ (mm)}$	12	16	20	24	30
$d_m \text{ (mm)}$	20,5	25,9	32,3	38,8	49,6
$A_s \text{ (mm}^2\text{)}$	84,3	157	245	353	561
$A \text{ (mm}^2\text{)}$	113	201	314	452	707

### Únosnost šroubu ve stříhu:

$$F_{V,Rd} = a_v \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{M2} = 10,39 \text{ kN}$$

Posudek pro  $n$  šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 20,79 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 1,06 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

### Únosnost šroubu v tahu

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{Mb} = 15,59 \text{ kN}$$

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{t,Rd} \quad 31,18 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

### Únosnost v otlačení

$$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot a \cdot f_u \cdot d \cdot t / Y_{Mb} \quad 37,82 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

Posudek pro  $n$  šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 75,63 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

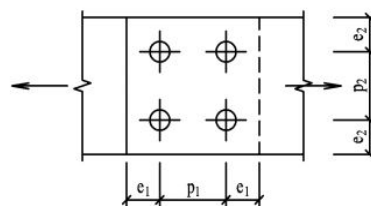
## Současně namáhané smykovou a tahovou silou

$$0,07 \leq 1$$

**...Vyhovuje**

Doporučené vzdálenosti šroubů:

d	8 mm
$e_1$	20 mm
$p_1$	30 mm
$e_2$	15 mm
$p_2$	25 mm



Obr. – Označení roztečí

Tab. – Rozteče

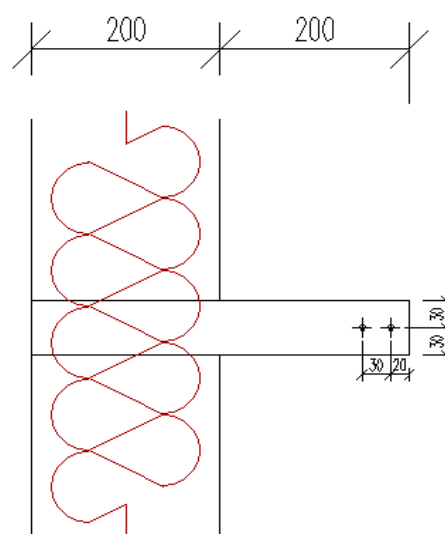
	minimální	doporučené
$e_1$	$1,2 d_0$	$2,0 d_0$
$p_1$	$2,2 d_0$	$3,5 d_0$
$e_2$	$1,2 d_0$	$1,5 d_0$
$p_2$	$2,4 d_0$	$3,0 d_0$



vzdálenost mezi šrouby:  
vzdálenost od okraje destičky

30 mm  
15 mm

schéma ukotvení:



- 200mm - tepelná izolace 160mm + 40mm rezerva omítka, lepidlo
- min. 200mm vzdálenost žebříku od fasády dle normy

## Posouzení kotvení žebříku do fasády

Vnitřní síly

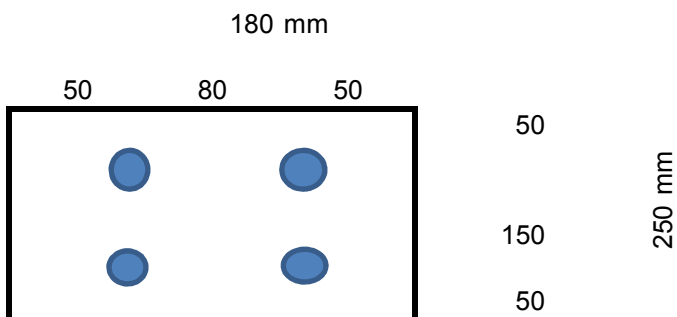
### Reakce

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Třída : RC1

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]
Sn43/N861	CO1-2/13	-0,14	0,95
Sn39/N850	CO1-2/5	0,81	0,89
Sn40/N849	CO1-2/7	0,34	0,07
Sn44/N863	CO1-4/5	0,57	1,06



Výsledná smyková síla: $V_{ed}$	1,06 kN
Výsledná tahová síla: $N_{ed}$	0,81 kN
Výsledný moment: $M_{ed}$	0 kNm
Maximální tahová síla $F_{tah}$	0,81 kN
Maximální smyková síla	0,27 kN
počet svorníků	4 ks

### Posouzení

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven ve 3 úrovních přes 6 ocelových kotevních desek 180/250mm tl. 5mm pomocí 4 ks ocelových kotevních svorníků o průměru dříku 10mm s minimální kotevní hloubkou 60mm a chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro beton M10x200mm a chemická malta. **Pozor kotvení do sendvičových panelů až do žb interiérové vrstvy tl. 160mm!!!**

Maximální doporučené zatížení tahem - hodnota udávaná výrobcem pro **beton**

F 9,9 kN

Posouzení pro n kotev

n 1 ks

F= 9,9 kN ≥ F= 0,81 kN **...Vyhovuje**

Maximální doporučené zatížení stříhem - hodnota udávaná výrobcem pro **beton**

F                      9,2 kN

Posouzení pro n kotev

n                      1 ks

F=                      9,2 kN                       $\geq$                       F=                      0,265 kN                      ...Vyhovuje

**kotevní svorník M10x200mm + chemická malta**

min. účinná kotevní hloubka	60 mm
min. tloušťka kotevního podkladu	100 mm
max. utahovací moment	20 mm
min. osová vzdálenost	45 mm
min. vzdálenost od okraje	45 mm
materiál - kvalitativní třída A4-70	

## 19. Statické posouzení nového žebříku Z08

### Zatížení

a) Stálé zatížení (součinitel stálého zatížení 1,35)

- vlastní tíha - generována programem

b) Užitné zatížení (součinitel nahodilého zatížení 1,5)

- na štěřiny - rovnoměrné vodorovné na štěřiny 0,25kN/m

- svislé rovnoměrné zatížení na štěřiny 0,50kN/m

- na příčle - bodové svislé zatížení 1,5kN

- bodové vodorovné 0,5kN

délka 4,62 m

šířka 0,5 m

kotvení po 0,63 m

1,13 m

dle nákresu

profil štěřiny L60x60x6mm

profil příčle plná trubka 24mm

přípoj - pásovina 60x8mm

délka pásoviny 400 mm

(160mm - tepelná izolace, 40mm - rezerva, omítka, lepidlo, 200mm - min. žebřík od fasády)

- kotvení do žb sendvičového panelu - exteriér 60mm - žb, 50mm - tepelná izolace, 160 mm - žb, interiér přes tepelnou izolaci EPS - 160mm

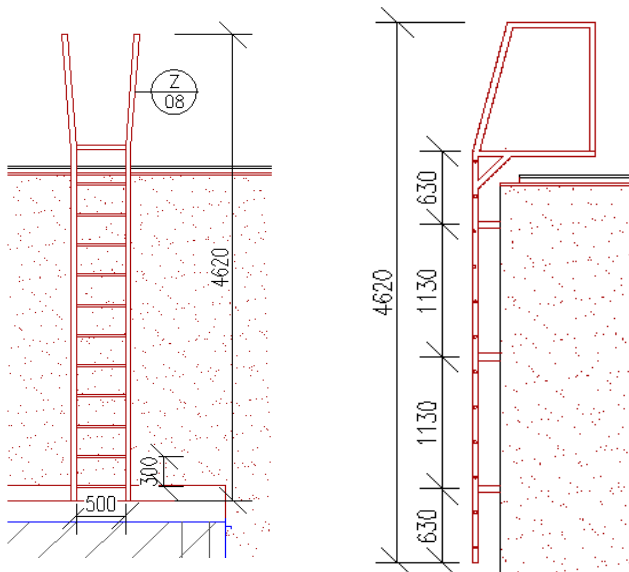
### Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr	Působení
LC1	vl. tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha	-Z	
LC2	užitné na příčle	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC3	užitné na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC4-a	užitné jedné osoby na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé
LC4-b	užitné jedné osoby na štěřiny	Nahodilé	LG2	Statické		Krátkodobé

### Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Součinitel 2
LG1	Stálé		
LG2	Nahodilé	Standard	Kat A : obytné

Schématický náčrtek:  
+ bezpečnostní koš





## Posouzení šteřin z profilu L60x60x6mm

### Posudek oceli šteřin - MSP

#### Relativní deformace

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Třída : RC5

Vrstva : žebřík

Stav - kombinace	Prut	dx [mm]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO5-1/1	B597	0	-3,2	1/316	0	0
CO5-1/1	B433	1140	3,4	1/336	0	0
CO5-1/1	B640	0	1,3	1/327	0	0
CO5-1/1	B637	950	-1,1	1.72	-1,1	1.88
CO5-1/1	B568	1140	0	0	3,1	1/364
CO5-1/2	B568	1140	0	0	-0,5	1.77

$u_{max}$  4,56 mm  $\geq$  3,40 mm

vyhoví

### Posudek oceli šteřin - MSÚ

#### Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B637	L60X6	S 235	CO0-6/4	0.47
-----------	-------	-------	---------	------

NEd [kN]	Vy,Ed [kN]	Vz,Ed [kN]	TEd [kNm]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]
-0.85	0.74	-0.01	-0.00	0.38	0.20

#### Kritický posudek v místě 3.36 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	175.00	342.41	
Redukovaná štíhlost	1.86	111.65	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	0.24	0.07	
Délka	4.00	4.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	4.00	4.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	46.76	111.22	kN

LTB		
Délka klopení	4.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

<b>POSUDEK ÚNOSNOSTI</b>	
Posudek na tlak	$0.01 < 1$
Posudek na smyk (Vy)	$0.02 < 1$
Posudek na smyk (Vz)	$0.00 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.12 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.12 < 1$
M	$0.37 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.08 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.02 < 1$
Klopení	$0.19 < 1$
Tlak + moment	$0.43 < 1$
Tlak + moment	$0.47 < 1$

...vyhoví

## Posouzení příčli z profilu plné trubky 24mm

### Posudek oceli příčlí - MSP

#### Relativní deformace

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Třída : RC6

Vrstva : příčky

Stav - kombinace	Prut	dx [mm]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO3-1/11	B574	249,99	0	1/10000	-0,3	1/1700
CO3-1/11	B587	249,99	0	1/10000	-0,4	1/1235
CO3-1/11	B620	249,99	0	1/10000	-0,6	1/822
CO3-1/12	B574	249,99	0	1/10000	0	1/10000

$u_{max}$  2,5 mm  $\geq$  0,6 mm vyhoví

### Posudek oceli příčlí - MSÚ

#### Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B620	RD24	S 235	CO2-3/6	0.72
-----------	------	-------	---------	------

N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
-2.71	0.00	1.35	-0.00	0.21	0.00

#### Kritický posudek v místě 0.25 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	84.20	84.20	
Redukovaná štíhlost	0.90	0.90	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce	0.49	0.49	
Redukční součinitel	0.60	0.60	
Délka	0.50	0.50	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	0.50	0.50	m
Kritické Eulerovo zatížení	132.19	132.19	kN

<b>LTB</b>		
Délka klopení	0.50	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.67	
C2	1.48	
C3	11.64	

zatížení v těžišti

<b>POSUDEK ÚNOSNOSTI</b>	
Posudek na tlak	$0.03 < 1$
Posudek na smyk (Vz)	$0.02 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.67 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.00 < 1$
M	$0.70 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.04 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.04 < 1$
Klopení	$0.67 < 1$
Tlak + moment	$0.72 < 1$
Tlak + moment	$0.72 < 1$

vyhoví

## Posouzení ocelových přípojí z profilu 60x8mm

Posudek MSÚ

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B650	FL60X8	S 235	CO1-2/5	0.39
-----------	--------	-------	---------	------

N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
-0.57	-0.00	1.14	0.00	0.42	0.00

Kritický posudek v místě 0.40 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	posuvné	
Štíhlost	23.1X	173.21	
Redukovaná štíhlost	0.25	1.84	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce	0.49	0.49	
Redukční součinitel	0.98	0.23	
Délka	0.40	0.40	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	0.40	0.40	m
Kritické Eulerovo zatížení	1865.36	33.16	kN

LTB		
Délka klopení	0.40	m
k	1.00	
k <sub>w</sub>	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

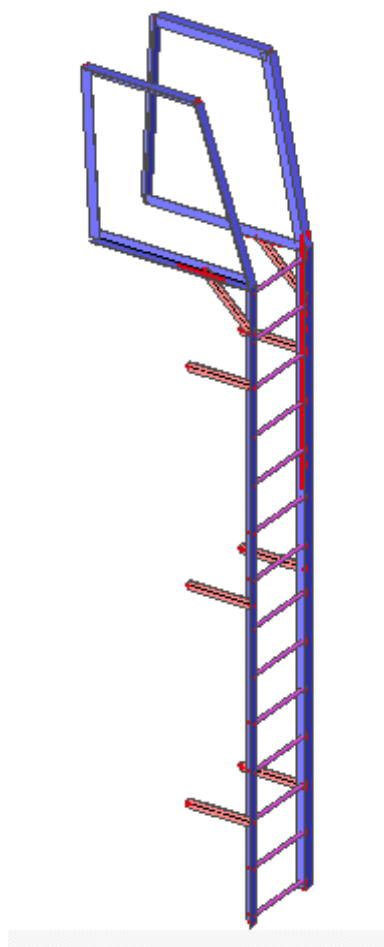
zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Posudek na tlak	0.01 < 1
Posudek na smyk (V <sub>y</sub> )	0.00 < 1

Posudek na smyk (Vz)	$0.02 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.25 < 1$
Posudek ohybového momentu (Mz)	$0.00 < 1$
M	$0.38 < 1$

<b>Stabilitní posudek</b>	
Vzpěr	$0.02 < 1$
Prostorový-rovinný vzpěr	$0.02 < 1$
Klopení	$0.37 < 1$
Tlak + moment	$0.38 < 1$
Tlak + moment	$0.39 < 1$

vyhoví



+ bezpečnostní koš

## Posouzení spojovacích prostředků - ocel/ocel

Závitořezné šrouby pro přichycení žebříku budou namáhaný smykovou silou  $V_{\max} = 1,06 \text{ kN}$ .

Navrženy šrouby M8/20mm s pevnosti min 5.6, 2 ks na každém přípoji.

$V_{\max} =$	1,06 kN
$N_{\text{ed}} =$	0,81 kN
$A_s =$	50,24 mm <sup>2</sup>
$f_{\text{ub}} =$	500 MPa
$n =$	1
$a_v =$	0,6
$Y_{M2} =$	1,45
tloušťka plechu	5 mm
$f_u =$	235 MPa
$\alpha =$	0,83

Tab. – Oceli pro šrouby

	4.6	5.6	8.8	10.9
$f_{yb} \text{ (MPa)}$	240	300	640	900
$f_{ub} \text{ (MPa)}$	400	500	800	1 000

$n =$  počet stříhových rovin

Tab. – Průměry a plochy šroubu

$d \text{ (mm)}$	12	16	20	24	30
$d_m \text{ (mm)}$	20,5	25,9	32,3	38,8	49,6
$A_s \text{ (mm}^2\text{)}$	84,3	157	245	353	561
$A \text{ (mm}^2\text{)}$	113	201	314	452	707

### Únosnost šroubu ve stříhu:

$$F_{V,Rd} = a_v \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{M2} = 10,39 \text{ kN}$$

Posudek pro  $n$  šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 20,79 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 1,06 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

### Únosnost šroubu v tahu

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{Mb} = 15,59 \text{ kN}$$

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{t,Rd} \quad 31,18 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

### Únosnost v otlačení

$$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot a \cdot f_u \cdot d \cdot t / Y_{Mb} \quad 37,82 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

Posudek pro  $n$  šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 75,63 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 0,81 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots \text{Vyhovuje}}}$$

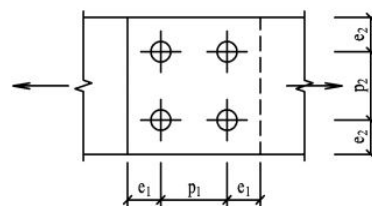
## Současně namáhané smykovou a tahovou silou

$$0,07 \leq 1$$

...Vyhovuje

Doporučené vzdálenosti šroubů:

d	8 mm
$e_1$	20 mm
$p_1$	30 mm
$e_2$	15 mm
$p_2$	25 mm



Obr. – Označení roztečí

Tab. – Rozteče

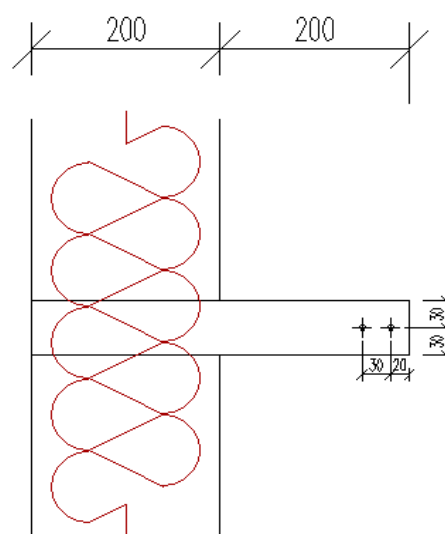
	minimální	doporučené
$e_1$	$1,2 d_0$	$2,0 d_0$
$p_1$	$2,2 d_0$	$3,5 d_0$
$e_2$	$1,2 d_0$	$1,5 d_0$
$p_2$	$2,4 d_0$	$3,0 d_0$



vzdálenost mezi šrouby:  
vzdálenost od okraje destičky

30 mm  
15 mm

schéma ukotvení:



- 200mm - tepelná izolace 160mm + 40mm rezerva omítka, lepidlo
- min. 200mm vzdálenost žebříku od fasády dle normy



## Posouzení kotvení žebříku do fasády

Vnitřní síly

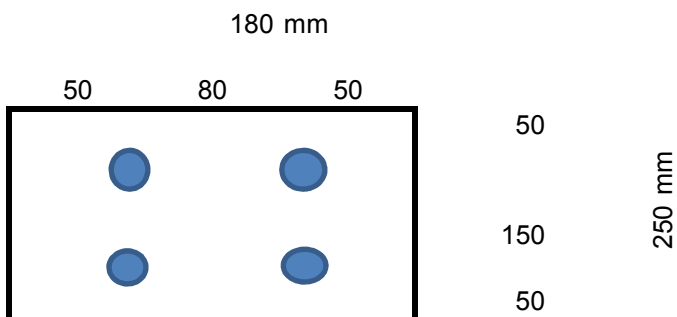
### Reakce

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Třída : RC1

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]
Sn43/N861	CO1-2/13	-0,14	0,95
Sn39/N850	CO1-2/5	0,81	0,89
Sn40/N849	CO1-2/7	0,34	0,07
Sn44/N863	CO1-4/5	0,57	1,06



Výsledná smyková síla: $V_{ed}$	1,06 kN
Výsledná tahová síla: $N_{ed}$	0,81 kN
Výsledný moment: $M_{ed}$	0 kNm
Maximální tahová síla $F_{tah}$	0,81 kN
Maximální smyková síla	0,27 kN
počet svorníků	4 ks

### Posouzení

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven ve 3 úrovních přes 6 ocelových kotevních desek 180/250mm tl. 5mm pomocí 4 ks ocelových kotevních svorníků o průměru dříku 10mm s minimální kotevní hloubkou 60mm a chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro beton M10x200mm a chemická malta. **Pozor kotvení do sendvičových panelů až do žb interiérové vrstvy tl. 160mm!!!**

Maximální doporučené zatížení tahem - hodnota udávaná výrobcem pro **beton**

F 9,9 kN

Posouzení pro n kotev

n 1 ks

F= 9,9 kN ≥ F= 0,81 kN **...Vyhovuje**

Maximální doporučené zatížení stříhem - hodnota udávaná výrobcem pro **beton**

F                      9,2 kN

Posouzení pro n kotev

n                      1 ks

F=                      9,2 kN                       $\geq$                       F=                      0,265 kN                      ...Vyhovuje

**kotevní svorník M10x200mm + chemická malta**

min. účinná kotevní hloubka	60 mm
min. tloušťka kotevního podkladu	100 mm
max. utahovací moment	20 mm
min. osová vzdálenost	45 mm
min. vzdálenost od okraje	45 mm
materiál - kvalitativní třída A4-70	