



**Ing. Ivan Koudelka, Ph.D.**  
Úlehla 1000, 68501 Bučovice  
autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb  
tel.: 776 565 161, i.ko@atlas.cz

zak. číslo: 24 002

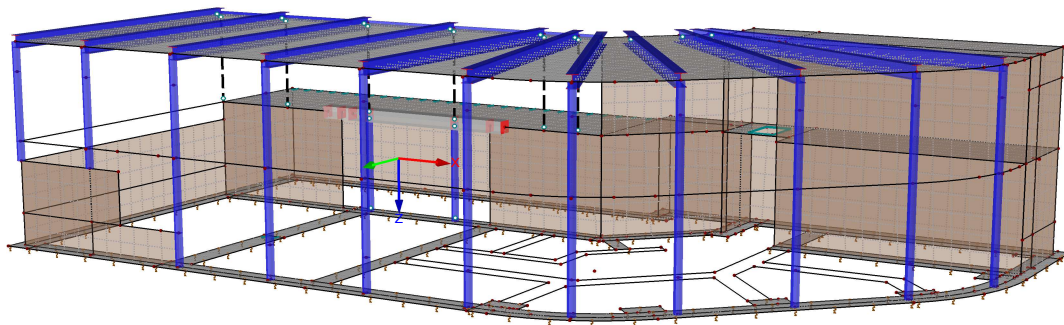
## Statický výpočet

Objednatel

**HEXAPLAN INTERNATIONAL**  
Jílkova 1537/124  
615 00 Brno

Projekt

**UPOL FTK Olomouc**  
Rekonstrukce tělocvičny Tř, Míru 676/111



V Bučovicích

11.02.2024



## Obsah

strana

Úvod, zadání	3
Klimatická zatížení	4
Tíha konstrukce střechy	5
Tíha obvodové stěny 300 mm	6
Tíha betonové atiky	7
Model konstrukce a výpočet vnitřních sil	8
Charakteristiky betonu	26
Vnitřní síly ve střešní desce (prostý nosník - extrém)	27
Posouzení dimenzí	
Desky stropů	28
Základový pas	33
Průvlak P1	34
Sloupy pod průvlakem	36
Sloupy v obvodu budovy	37
Požární odolnost sloupů	38
Střešní trámy	39
Požární odolnost stropních trámů	41
Kotvení sloupu do základu	42
Kotevní délka přílohek základů	50
Napojení základu na stávající pas - vlepená výztuž	51



## ÚVOD

### Zadání

Objednatel požaduje návrh a posouzení nosných konstrukcí objektu UPOL FTK (gymnastický sál) a vypracování dokumentace konstrukční části v rozsahu DPS.

### Podklady

Podkladem pro výpočet je rozpracovaná stavební část projektové dokumentace a dokumentace pro stavební řízení. Nedílnou součástí podkladů je statický výpočet č. 23 045 vypracovaný v rozsahu dokumentace pro stavební řízení.

### Poznámka

V místě půdorysu objektu nebyly provedeny geologické průzkumy. Po otevření stavební jámy bude nutné ověřit soulad ve výpočtu předpokládaných charakteristik podzákladí se skutečným stavem.

### Použitý software

RFEM5 - výpočet prostorových konstrukcí metodou konečných prvků  
RF-SOILIN - interakce podloží a konstrukce  
GEO 5 - program pro výpočet opěrných zdí.  
Programy pro řešení stavebních konstrukcí a jejich dimenzování

(ing. Software Dlubal)  
(ing. Software Dlubal)  
( Fine, spol. s r.o.)  
(ing. Ivan Koudelka, Ph.D.)

### Použité normy a literatura

* EUROKÓD 1990	Zásady navrhování konstrukcí	ČSN EN 1990
* EUROKÓD 1 1991	Zatížení konstrukcí	
* EUROKÓD 2 1992	Navrhování betonových konstrukcí	
* EUROKÓD 3 1993	Navrhování ocelových konstrukcí	
* EUROKÓD 5 1995	Navrhování dřevěných konstrukcí	ČSN EN 1995-1,2
* EUROKÓD 6 1996	Navrhování zděných konstrukcí	ČSN EN 1996-1,2,3

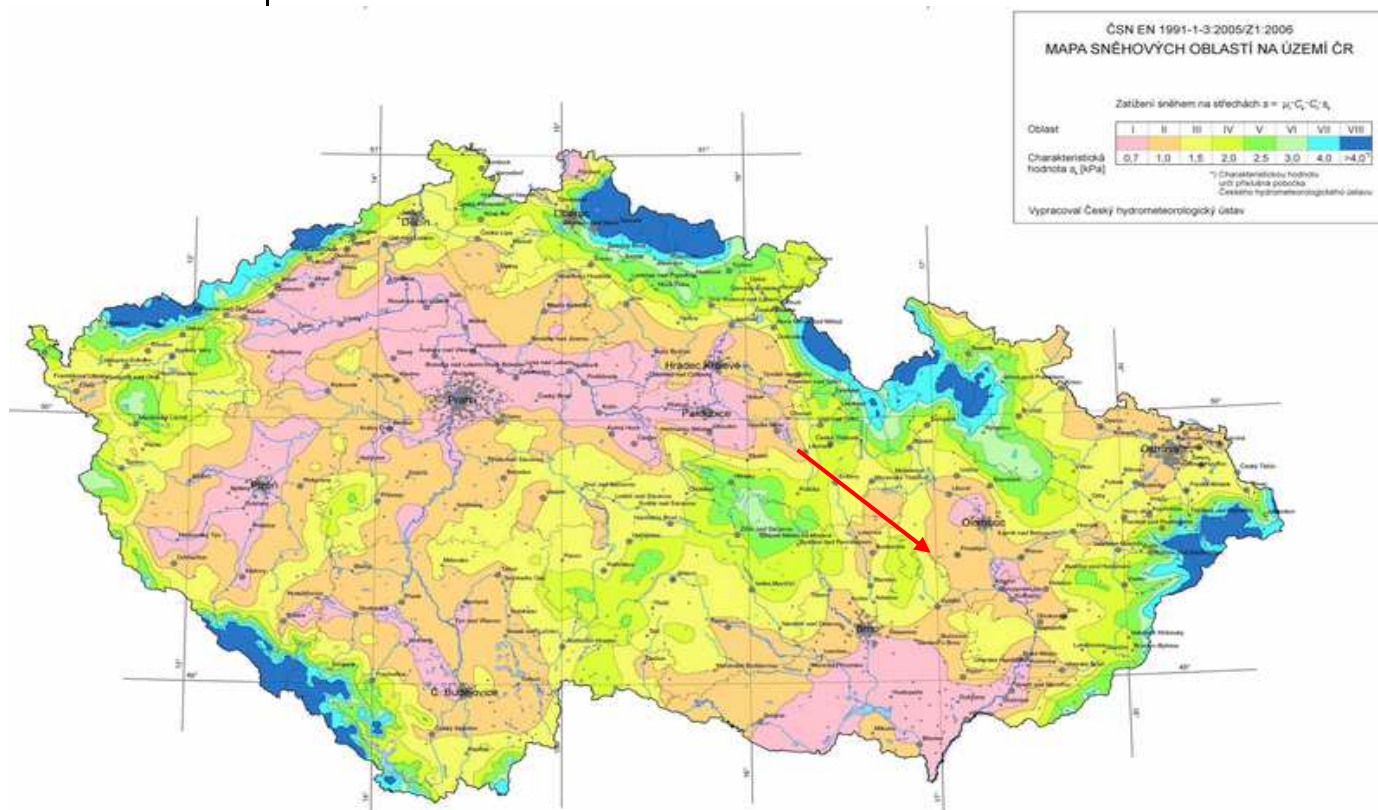


**Sněhová oblast - zatížení sněhem**

**oblast II**

**1,0**

**kN/m<sup>2</sup>**

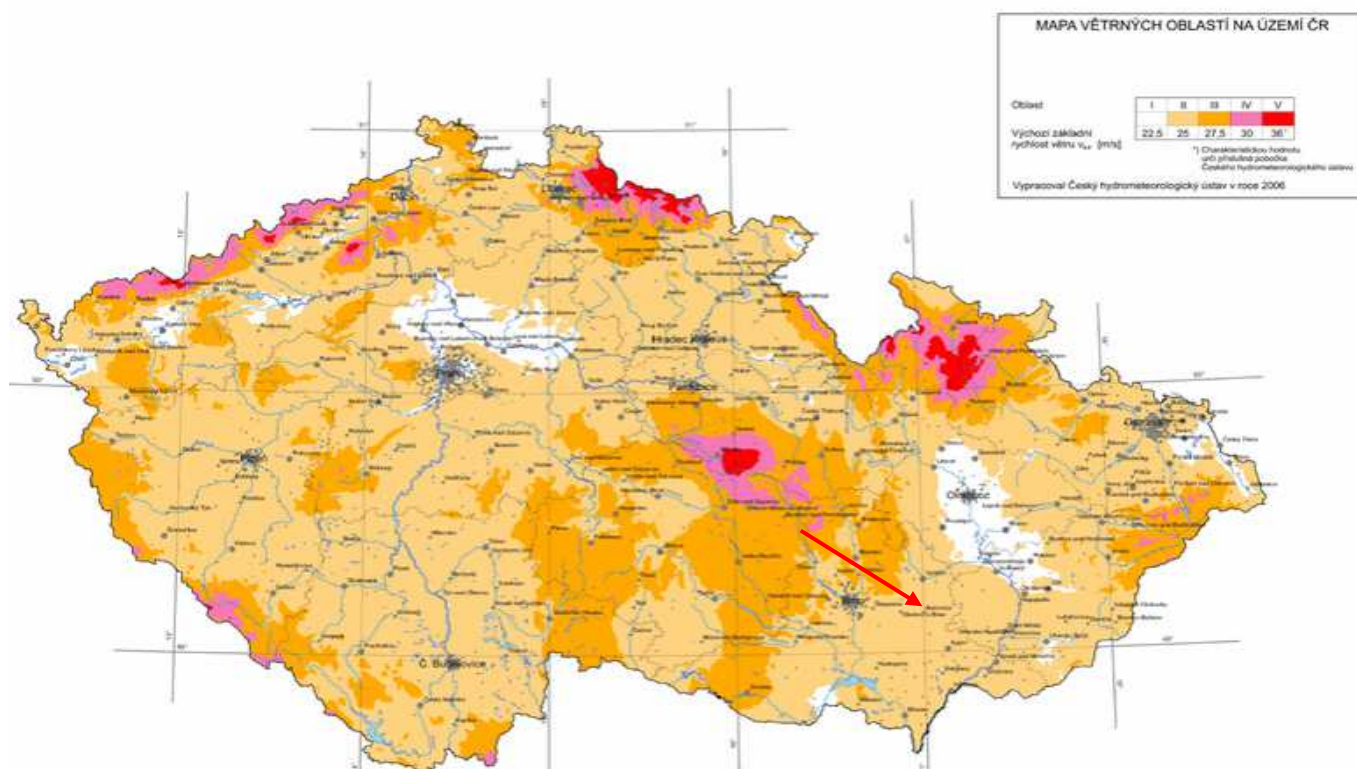


**Větrná oblast - zatížení větrem**

**oblast I**

**22,5**

**m/s**







## Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku:

Konstrukce střechy

Tíha konstrukcí

	kN/m <sup>3</sup>	tloušťka	kN/m <sup>2</sup>
1 Extenzivní substrát+ dren + separace	20	0,100	2,00
2 Hydroizolační souvrství	0,15	1	0,15
3 Tepelná izolace	0,3	0,400	0,12
4 Betonová deska dle tloušťky v modelu	25	0,000	0,00
5 Trapézový plech Vikam + pijistná fólie	0,2	1	0,20
6 Sádrokarton včetně profilů	0,14	2	0,28

CELKEM

2,75

ve vodorovném průmětu

2,75

2,75

Úhel sklonu střechy

 $\alpha_1 = 0$  stupňů $\alpha_2 = 0$  stupňů $\alpha_1 = 0$  radiánů $\alpha_2 = 0$  radiánů $\cos \alpha_1 = 1$  $\cos \alpha_2 = 1$  $\sin \alpha_1 = 0$  $\sin \alpha_2 = 0$ 

Zatížení sněhem

sněhová oblast 2

 $s_0 = 1,00$  kN/m<sup>2</sup> $s_0 = 1,00$  kN/m<sup>2</sup> $\mu_1 = 0,80$  $\mu_1 = 0,80$  $C_e = 1,0$  $C_e = 1,0$  $C_t = 1,0$  $C_t = 1,0$  $s_n = s_0 * \mu_1 * C_e * C_t$  $s_n = 0,80$  kN/m<sup>2</sup> $s_n = 0,80$  kN/m<sup>2</sup>

Užitné zatížení

Užitné kN/m<sup>2</sup>

Osamělé břemeno

 $F_k =$  kN

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osové vzdálenosti

osová vzdálenost prvků (m)	liniové zatížení v kN/m				užitné
	od konstrukce	od sněhu			
		sníh 1		sníh 2	
1,00 m	2,75 kN/m	0,80	kN/m	0,80	0,00
2,00 m	5,50 kN/m	1,60	kN/m	1,60	0,00
3,00 m	8,25 kN/m	2,40	kN/m	2,40	0,00
4,00 m	11,00 kN/m	3,20	kN/m	3,20	0,00
5,00 m	13,75 kN/m	4,00	kN/m	4,00	0,00
6,00 m	16,50 kN/m	4,80	kN/m	4,80	0,00



Svislé zatížení od vertikálních konstrukcí

Název prvku: **Obvodová stěna 300 mm**

Tíha konstrukcí

	kN/m <sup>3</sup>	tloušťka	kN/m <sup>2</sup>
1 Omítka	18	0,015	0,27
2 Zdivo POROTHERM	10	0,300	3,00
3 Tepelná izolace	0,3	0,150	0,05
4 Omítka	18	0,015	0,27

**CELKEM 3,59**

Liniové zatížení v patě konstrukce v závislosti na výšce konstrukce

výška konstrukce		hodnota zatížení q	
1,00	m	3,59	kN/m
3,20	m	11,47	kN/m
6,00	m	21,51	kN/m
	m	0,00	kN/m
	m	0,00	kN/m
	m	0,00	kN/m



Svislé zatížení od vertikálních konstrukcí

Název prvku: **Atika - beton 200 mm**

Tíha konstrukcí

	kN/m <sup>3</sup>	tloušťka	kN/m <sup>2</sup>
1 Omítka	18	0,015	0,27
2 Beton	25	0,200	5,00
3 Tepelná izolace	0,3	0,300	0,09
4 Omítka	18	0,015	0,27

**CELKEM 5,63**

Liniové zatížení v patě konstrukce v závislosti na výšce konstrukce

výška konstrukce		hodnota zatížení q	
1,00	m	5,63	kN/m
3,20	m	18,02	kN/m
6,00	m	33,78	kN/m
	m	0,00	kN/m
	m	0,00	kN/m
	m	0,00	kN/m



Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

## ■ ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MODELU

	Obecné	Název modelu	:	24 002 - Gymnastičský sál
		Název projektu	:	24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky
		Typ modelu	:	3D
		Kladný směr globální osy Z	:	Dolů
		Klasifikace zatěžovacích stavů a kombinací	:	Podle normy: EN 1990 Národní příloha: ČSN - Česká Republika
	Možnosti	<input type="checkbox"/> RF-FORM-FINDING - Hledání počátečních rovnovážných tvarů membránových a lanových konstrukcí		
		<input type="checkbox"/> RF-CUTTING-PATTERN		
		<input type="checkbox"/> Analýza potrubí		
		<input type="checkbox"/> Použít pravidlo CQC		
		<input type="checkbox"/> Umožnit CAD/BIM model		
		Tíhové zrychlení g	:	10.00 m/s <sup>2</sup>

## ■ NASTAVENÍ SÍTĚ PRVKŮ

	Obecné	Požadovaná délka konečných prvků	$l_{FE}$	:	0.500 m
		Maximální vzdálenost mezi uzlem a linií pro integrování do linie	$\epsilon$	:	0.001 m
		Maximální počet uzlů sítě KP v tisících		:	500
	Pruty	Počet dělení lanových prutů, prutů s pružným podložím, s náběhy nebo plastickými vlastnostmi:		:	10
		<input checked="" type="checkbox"/> Aktivovat dělení prutů pro analýzu velkých deformací resp. postkritickou analýzu			
		<input checked="" type="checkbox"/> Dělit pruty na nich ležícím uzlem			
	Plochy	Maximální poměr diagonál obdélníku KP	$\Delta_D$	:	1.800
		Maximální přípustný odklon 2 prvků sítě od roviny	$\alpha$	:	0.50 °
		Tvar konečných prvků:		:	Trojúhelníky a čtyřúhelníky
					<input checked="" type="checkbox"/> Generovat stejné čtverce, kde je to možné

## ■ 1.3 MATERIÁLY

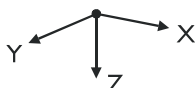
Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. $\nu$ [-]	Objem. tíha $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Souč. tepl. roz. $\alpha$ [1/K]	Souč. spolehlivosti $\gamma_M$ [-]	Materiálový model
1	Beton C25/30   EN 1992-1-1:2004/A1:2014 31000.000	12916.700	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
2	Beton C25/30   EN 1992-1-1:2004/A1:2014 31000.000	12916.700	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
3	Porobet (Cihla, Skupina 2, Standardní malta, M2,5 - M9, < 0,5 - 3 mm)   EN 1996-1-1 4070.000	1850.000	0.100	12.26	6.00E-06	1.00	Izotropní lineárně elastický
4	Ocel S 355   DIN EN 1993-1-1:2010-12 210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický

## ■ 1.9 PLOŠNÉ PODPORY

Podloží č.	Plochy č.	Konstanta tuhosti v RF-SOILIN	Translační tuhost [MN/m <sup>3</sup> ]			Smyková tuhost [kN/m]	
			$u_x$	$u_y$	$u_z$	$v_{xz}$	$v_{yz}$
1	2,19-21,51-61,70-79	-	10.000	10.000	40.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ■ 1.10 LINIOVÉ KLOUBY

Kloub č.	Linie č.	Plocha č.	Strana	Kloub - posun/natočení [MN/m <sup>2</sup> ]			Momentový kloub [MNm/rad/m]		
				$u_x$	$u_y$	$u_z$	$\phi_x$	$\phi_y$	$\phi_z$
1	285	64	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	417	21	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





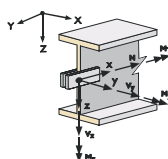
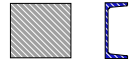
Projekt: 24 002 - UPOL OLOmouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

RO 219.1x10.0 (za...HEA 400



Obdélník 450/400 U 160



## 1.13 PRŮŘEZY

Průřez č.	Mater. č.	I <sub>T</sub> [mm <sup>4</sup> ]		I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]		I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]		Hlavní osy α [°]	Natočení α' [°]	Celkové rozměry [mm]	
		A [mm <sup>2</sup> ]		A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]		A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]				Šířka b	Výška h
1	RO 219.1x10.0 (warmgefertigt) 4	71970000.0 6570.0		35980000.0 3277.1		35980000.0 3277.1		0.00	0.00	219.1	219.1
2	HEA 400 4	Ferona - DIN 1025-3:1994 1900000.0 15900.0		450700000.0 9498.9		85600000.0 3866.8		0.00	0.00	300.0	390.0
3	Obdélník 450/400 1	4501020672.0 180000.0		2400000000.0 150000.0		3037500160.0 150000.0		0.00	0.00	450.0	400.0
4	U 160   Ferona - DIN 1026-1 4	73900.0 2400.0		9250000.0 649.4		853000.0 1022.2		0.00	0.00	65.0	160.0

## 1.14 KLOUBY NA KONCÍCH PRUTU

Kloub č.	Vztažný systém	Normálový/smykový kloub resp. pružina [M]			Momentový kloub resp. pružina [MNm/rad]			Komentář
		u <sub>x</sub>	u <sub>y</sub>	u <sub>z</sub>	φ <sub>x</sub>	φ <sub>y</sub>	φ <sub>z</sub>	
1	Lokální x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

## 2.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Zatěž. stav	Označení zatěž. stavu	EN 1990   ČSN Kategorie účinků	Vlastní tíha - Součinitel ve směru			
			Aktivní	X	Y	Z
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
ZS2	Snih	Snih (H ≤ 1000 m n.m.)	<input type="checkbox"/>			
ZS3	Vitr		<input type="checkbox"/>			
ZS4	Užitné zatížení	Stálé/užitné	<input type="checkbox"/>			

## 2.1.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY - PARAMETRY VÝPOČTU

Zatěž. stav	Označení zatěž. stavu	Parametry výpočtu	
		Způsob výpočtu	
ZS1	Vlastní tíha	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
			<input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
ZS2	Snih	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
			<input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
ZS3	Vitr	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
			<input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
ZS4	Užitné zatížení	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
			<input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )

## 2.5 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombin. zatížení	Kombinace zatížení		č.	Součinitel	Zatěžovací stav	
	NS	Označení				
KZ1		Charakteristické hodnoty	1	1.00	ZS1	Vlastní tíha
			2	1.00	ZS2	Snih
			3	0.90	ZS3	Vitr
			4	1.00	ZS4	Užitné zatížení
KZ2		Rozhodující kombinace zatížení	1	1.35	ZS1	Vlastní tíha
			2	1.50	ZS2	Snih
			3	0.90	ZS3	Vitr
			4	1.50	ZS4	Užitné zatížení

## 2.5.2 KOMBINACE ZATÍŽENÍ - PARAMETRY VÝPOČTU

Kombin. zatížení	Označení	Parametry výpočtu	
		Způsob výpočtu	
KZ1	Charakteristické hodnoty	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Analýza podle II. řádu (P-Delta)
		Možnosti	<input checked="" type="radio"/> Picard
			<input checked="" type="checkbox"/> Zohlednit příznivé tahové účinky
			<input checked="" type="checkbox"/> Vztáhnout vnitřní síly na přetvořený systém pro:
			<input checked="" type="checkbox"/> Normálové síly N
			<input checked="" type="checkbox"/> Smykové síly V <sub>y</sub> a V <sub>z</sub>
			<input checked="" type="checkbox"/> Momenty M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> a M <sub>T</sub>





Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

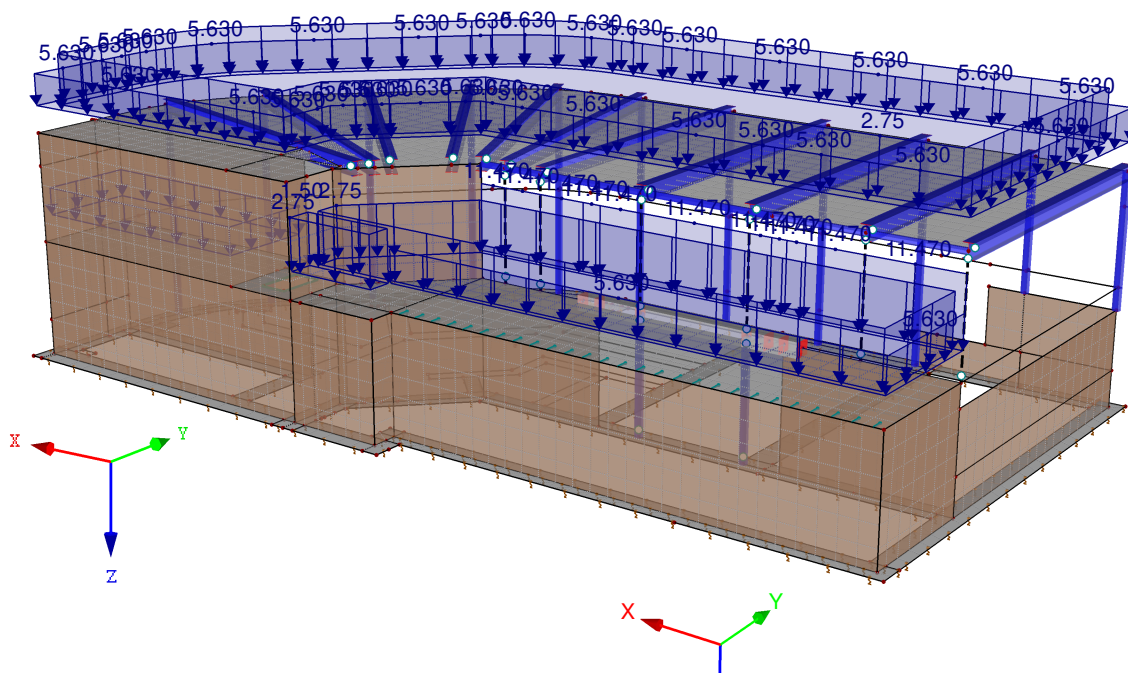
## 2.5.2 KOMBINACE ZATÍŽENÍ - PARAMETRY VÝPOČTU

Kombin. zatížení	Označení	Parametry výpočtu
		Aktivovat součinitele tuhosti: <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Materiály (dílčí souč. spolehlivosti <math>\gamma_M</math>)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro <math>J, I_y, I_z, A, A_y, A_z</math>)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro <math>GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z</math>)</li></ul>
K22	Rozhodující kombinace zatížení	Způsob výpočtu <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Analýza podle II. řádu (P-Delta)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Picard</li></ul> Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Zohlednit příznivé tahové účinky</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Vztáhnout vnitřní síly na přetvořený systém pro:<ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Normálové síly <math>N</math></li><li><input checked="" type="checkbox"/> Smykové síly <math>V_y</math> a <math>V_z</math></li><li><input checked="" type="checkbox"/> Momenty <math>M_y, M_z</math> a <math>M_T</math></li></ul></li></ul> Možnosti <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Materiály (dílčí souč. spolehlivosti <math>\gamma_M</math>)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Průřezy (součinitel pro <math>J, I_y, I_z, A, A_y, A_z</math>)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro <math>GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z</math>)</li></ul>

## ZS1: VLASTNÍ TÍHA

ZS1 : Vlastní tíha  
Zatížení [kN/m], [kN/m<sup>2</sup>]

Perspektiva





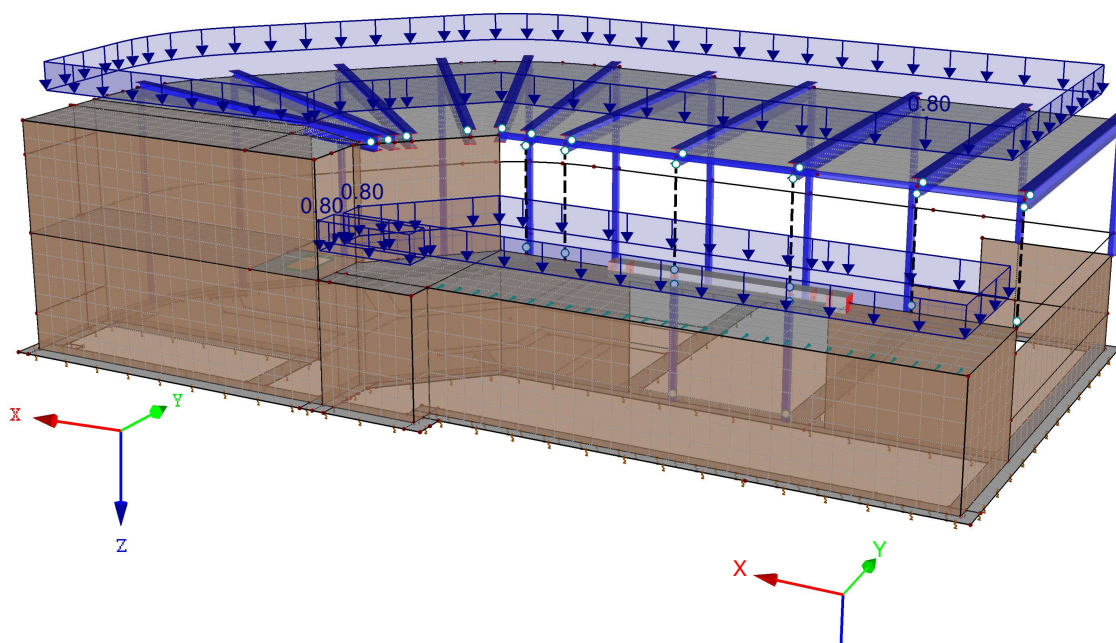
Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## ZS2: SNÍH

ZS2 : Sníh  
Zatížení [kN/m²]

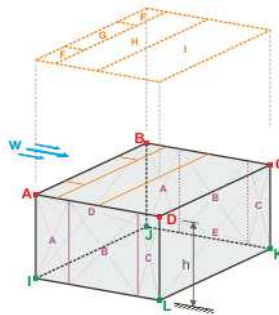
Perspektiva



ZS3  
Vitr

## 3.15 VYGENEROVANÁ ZATÍŽENÍ

ZS3: Vitr

č.	Popis zatížení		
1	<b>Ze zatížení větrem (budova)</b>		
			
Dynamický tlak	Podle normy	:	EN 1991-1-4
	Národní příloha	:	Česká republika
	Větrná oblast	:	I
	Kategorie terénu	:	Kategorie III
	Výška konstrukce	h	: 7.000 m
	Základní rychlost větru	v <sub>b,0</sub>	: 22.5 m/s
	Nedostatečná korelace podle 7.2.2(3)	:	<input checked="" type="checkbox"/>
Geometrie základny	Uzel	I	: 114
		J	: 124
		K	: 133
		L	: 126
Typ a geometrie střechy	Typ	:	☉ Plochá/pultová střecha
	Uzel	A	: 284
		B	: 297
		C	: 335
		D	: 331
Typ okapu	☉ Okapová oblast s ostrými okraji		
Vygenerovat ZS	<input checked="" type="checkbox"/> ZS w+	:	ZS3



Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## 3.15 VYGENEROVANÁ ZATÍŽENÍ

ZS3: Vítr

č.	Popis zatížení		
	Zadat vítr na stranu	⊙ A - B	
	Vytvořit typ zatížení	⊙ Zatížení na prut	
	Typ průběhu zatížení	⊙ Kombinované	
	Generovat zatížení větrem na pruty č.	: 1-4,17,18,23,24,45-51, 58,59,64-71,79-85	
Rozměry budovy	h	: 7.000	m
	b	: 17.140 / 13.325	m
	d	: 8.850 / 9.282	m
	e Stěny	: 13.662	m
	e Střecha	: 14.000 / 13.325	m
	A Stěny	: 301.299	m <sup>2</sup>
	A Střecha	: 132.214	m <sup>2</sup>
	α	: 0.0	°
	d A	: 2.732	m
	d B	: 6.118 / 6.550	m
	d C	: 0.000	m
	b F	: 3.500 / 3.331	m
	d F	: 1.366	m
	d H	: 5.465	m
	d I	: 2.451 / 2.019	m
	Oblast	Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe, 10}$	Vnější tlak $w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	A	-1.200	-0.56
	B	-0.800	-0.38
	C	-0.500	-0.23
	D	0.770	0.31
	E	-0.439	-0.18
	F	-1.800	-0.84
	G	-1.200	-0.56
	H	-0.700	-0.33
	I	0.200	0.09
Vygenerovaná celková zatížení	Σ P Plochy	: 69.197	kN
	Σ P	: 69.199	kN
Celkový moment k počátku	Σ M Plochy	: 914.185	kNm
	Σ M	: 914.227	kNm
Buňky vybrané pro generování	Σ počet buněk	: 44	
	Σ plocha buněk	: 808.267	m <sup>2</sup>



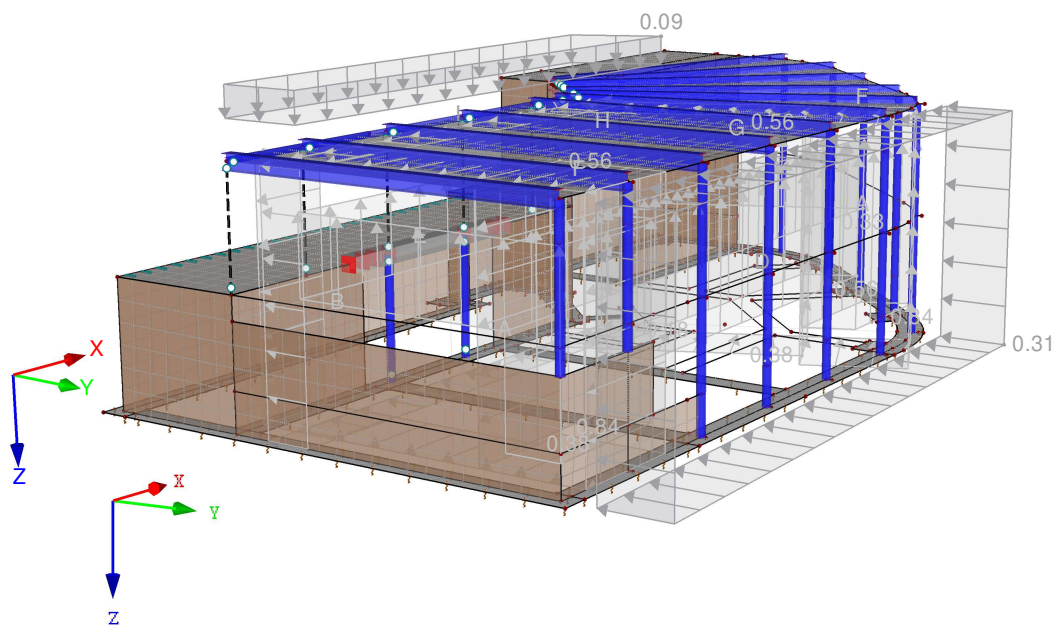
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

### ■ ZS3: VÍTR

ZS3 : Vitr  
Zatížení [kN/m<sup>2</sup>]

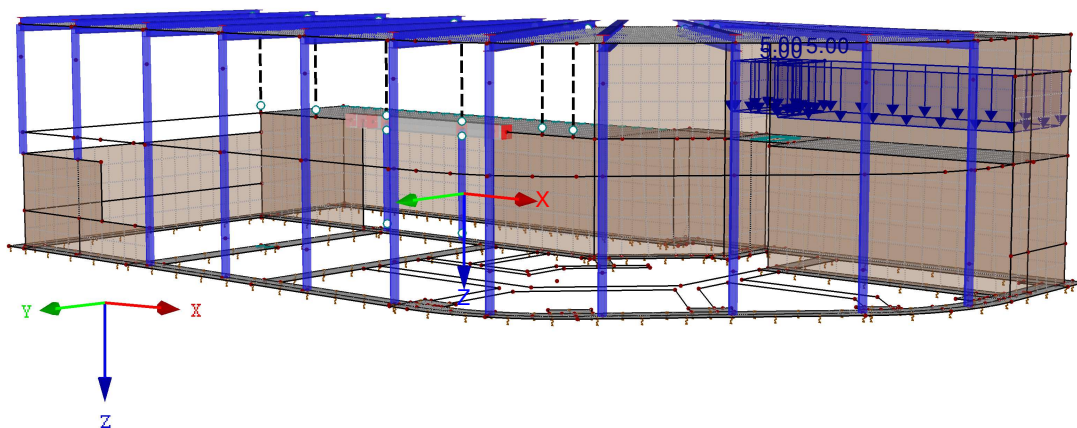
Perspektiva



### ■ ZS4: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

ZS4 : Užité zátížení  
Zatížení [kN/m<sup>2</sup>]

Perspektiva





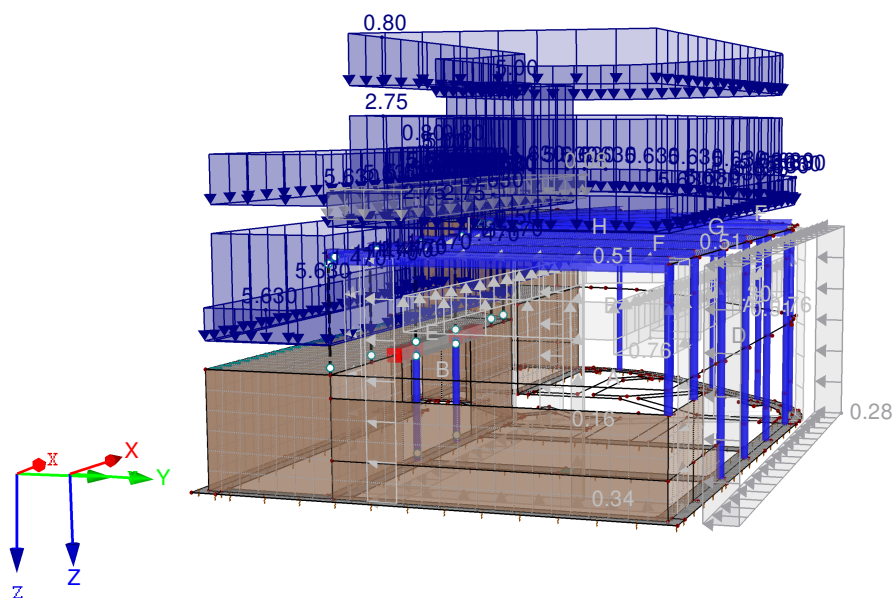
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## KZ1: CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

KZ1 : Charakteristické hodnoty  
Zatížení [kN/m], [kN/m<sup>2</sup>]

Perspektiva







Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

## ■ 4.0 VÝSLEDKY - SOUHRN

	Označení	Hodnota	Jednot	Komentář
Zatěžovací stav ZS1 - Vlastní tíha				
	Součet zatížení ve směru X	0.000	kN	
	Součet reakcí v X	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	0.000	kN	
	Součet reakcí v Y	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Z	5755.980	kN	
	Součet reakcí v Z	5755.980	kN	Odchylka 0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	1743.810	kNm	V těžišti modelu (X:11.530, Y:8.709, Z:-2.144 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	1941.190	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	0.000	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	1.4	mm	Prut č. 31, x: 1.575 m
	Max. posun ve směru Y	3.9	mm	Prut č. 10, x: 1.313 m
	Max. posun ve směru Z	15.2	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
	Max. posun vektorový	15.3	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo X	0.0049	rad	Uzel č. 344 sítě KP (X: 4.600, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo Y	0.0027	rad	Uzel č. 2186 sítě KP (X: 20.095, Y: 13.500, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo Z	0.0003	rad	Uzel č. 1213 sítě KP (X: 0.610, Y: 17.175, Z: -2.600 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Způsob výpočtu	I. řád		Teorie I. řádu (geometricky lineární výpočet)
	Redukce tuhosti			Průřezy, Pruty, Plochy
	Počet přírůstků zatížení	1		
	Počet iterací	1		
	Maximální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
	Minimální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	2.009E+1855		
		88		
	Nekonečná norma	4.536E+16		
Zatěžovací stav ZS2 - Sníh				
	Součet zatížení ve směru X	0.000	kN	
	Součet reakcí v X	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	0.000	kN	
	Součet reakcí v Y	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Z	229.907	kN	
	Součet reakcí v Z	229.907	kN	Odchylka 0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	389.268	kNm	V těžišti modelu (X:11.530, Y:8.709, Z:-2.144 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	179.101	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	0.000	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	0.2	mm	Prut č. 31, x: 1.575 m
	Max. posun ve směru Y	0.6	mm	Prut č. 10, x: 1.313 m
	Max. posun ve směru Z	2.0	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
	Max. posun vektorový	2.0	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo X	0.0007	rad	Uzel č. 344 sítě KP (X: 4.600, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0004	rad	Uzel č. 2239 sítě KP (X: -0.875, Y: 12.750, Z: -6.200 m)
	Max. pootočení okolo Z	0.0000	rad	Uzel č. 1213 sítě KP (X: 0.610, Y: 17.175, Z: -2.600 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Způsob výpočtu	I. řád		Teorie I. řádu (geometricky lineární výpočet)
	Redukce tuhosti			Průřezy, Pruty, Plochy
	Počet přírůstků zatížení	1		
	Počet iterací	1		
	Maximální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
	Minimální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	2.009E+1855		
		88		
	Nekonečná norma	4.536E+16		
Zatěžovací stav ZS3 - Vítr				
	Součet zatížení ve směru X	-1.913	kN	Odchylka 0.00%
	Součet reakcí v X	-1.913	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	-57.266	kN	Odchylka 0.00%
	Součet reakcí v Y	-57.266	kN	
	Součet zatížení ve směru Z	-38.800	kN	
	Součet reakcí v Z	-38.800	kN	Odchylka 0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	-284.689	kNm	V těžišti modelu (X:11.530, Y:8.709, Z:-2.144 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	-172.006	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	194.039	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	1.2	mm	Prut č. 23, x: 0.275 m
	Max. posun ve směru Y	-2.3	mm	Prut č. 23, x: 0.275 m
	Max. posun ve směru Z	-0.7	mm	Uzel č. 2942 sítě KP (X: 3.601, Y: 13.239, Z: -6.200 m)
	Max. posun vektorový	2.6	mm	Prut č. 23, x: 0.275 m
	Max. pootočení okolo X	-0.0010	rad	Prut č. 23, x: 1.925 m
	Max. pootočení okolo Y	-0.0007	rad	Prut č. 23, x: 1.925 m
	Max. pootočení okolo Z	-0.0001	rad	Uzel č. 1213 sítě KP (X: 0.610, Y: 17.175, Z: -2.600 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Způsob výpočtu	I. řád		Teorie I. řádu (geometricky lineární výpočet)
	Redukce tuhosti			Průřezy, Pruty, Plochy
	Počet přírůstků zatížení	1		
	Počet iterací	1		
	Maximální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
	Minimální hodnota prvků matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	2.009E+1855		
		88		
	Nekonečná norma	4.536E+16		
Zatěžovací stav ZS4 - Užité zatížení				
	Součet zatížení ve směru X	0.000	kN	
	Součet reakcí v X	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	0.000	kN	
	Součet reakcí v Y	0.000	kN	



Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## ■ 4.0 VÝSLEDKY - SOUHRN

Označení	Hodnota	Jednot	Komentář
Součet zatížení ve směru Z	113.216	kN	
Součet reakcí v Z	113.216	kN	Odchylka 0.00%
Výslednice reakcí okolo X	-376.039	kNm	V těžišti modelu (X:11.530, Y:8.709, Z:-2.144 m)
Výslednice reakcí okolo Y	-955.849	kNm	V těžišti modelu
Výslednice reakcí okolo Z	0.000	kNm	V těžišti modelu
Max. posun ve směru X	0.0	mm	Uzel č. 334 sítě KP (X: 15.080, Y: 4.050, Z: -6.200 m)
Max. posun ve směru Y	-0.1	mm	Uzel č. 335 sítě KP (X: -0.875, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
Max. posun ve směru Z	0.2	mm	Uzel č. 2116 sítě KP (X: 21.089, Y: 5.591, Z: -3.200 m)
Max. posun vektorový	0.2	mm	Uzel č. 2116 sítě KP (X: 21.089, Y: 5.591, Z: -3.200 m)
Max. pootočení okolo X	-0.0001	rad	Uzel č. 2080 sítě KP (X: 17.100, Y: 6.425, Z: -3.200 m)
Max. pootočení okolo Y	-0.0001	rad	Uzel č. 388 sítě KP (X: 15.780, Y: 5.750, Z: -3.200 m)
Max. pootočení okolo Z	0.0000	rad	Uzel č. 865 sítě KP (X: 16.090, Y: 4.050, Z: -4.708 m)
Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Způsob výpočtu	I. řád		Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
Redukce tuhosti			Průřezy, Pruty, Plochy
Počet přírůstků zatížení	1		
Počet iterací	1		
Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
Determinant matice tuhosti	2.009E+1855		
	88		
Nekonečná norma	4.536E+16		

## Kombinace zatížení KZ1 - Charakteristické hodnoty

Součet zatížení ve směru X	-1.722	kN	
Součet reakcí v X	-1.722	kN	Odchylka 0.00%
Součet zatížení ve směru Y	-51.539	kN	
Součet reakcí v Y	-51.539	kN	Odchylka 0.00%
Součet zatížení ve směru Z	6064.180	kN	
Součet reakcí v Z	6064.180	kN	Odchylka 0.00%
Výslednice reakcí okolo X	1500.3200	kNm	V těžišti modelu (X:11.5299, Y:8.7086, Z:-2.1444 m)
Výslednice reakcí okolo Y	1010.4900	kNm	V těžišti modelu
Výslednice reakcí okolo Z	174.6900	kNm	V těžišti modelu
Max. posun ve směru X	1.8	mm	Uzel č. 279 sítě KP (X: 16.260, Y: 16.789, Z: -3.200 m)
Max. posun ve směru Y	3.9	mm	Prut č. 10, x: 1.313 m
Max. posun ve směru Z	16.6	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. posun vektorový	16.7	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo X	0.0054	rad	Uzel č. 344 sítě KP (X: 4.600, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Y	0.0031	rad	Uzel č. 2186 sítě KP (X: 20.095, Y: 13.500, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Z	0.0003	rad	Uzel č. 874 sítě KP (X: 14.330, Y: 6.444, Z: -5.200 m)
Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Způsob výpočtu	II. řád		Teorie II. řádu (nelineární výpočet podle Timoshenka)
Vnitřní síly vztažené na deformovaný systém pro...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V <sub>y</sub> , V <sub>z</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> , M <sub>T</sub>
Redukce tuhosti			Materiály, Průřezy, Pruty, Plochy
Zohlednit příznivé působení tahových sil	<input checked="" type="checkbox"/>		
Zpětné dělení výsledků součinitelem KZ	<input type="checkbox"/>		
Počet přírůstků zatížení	1		
Počet iterací	3		
Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
Determinant matice tuhosti	1.030E+1855		
	88		
Nekonečná norma	4.536E+16		

## Kombinace zatížení KZ2 - Rozhodující kombinace zatížení

Součet zatížení ve směru X	-1.722	kN	
Součet reakcí v X	-1.722	kN	Odchylka 0.00%
Součet zatížení ve směru Y	-51.539	kN	
Součet reakcí v Y	-51.539	kN	Odchylka 0.00%
Součet zatížení ve směru Z	8250.340	kN	
Součet reakcí v Z	8250.340	kN	Odchylka 0.00%
Výslednice reakcí okolo X	2117.0700	kNm	V těžišti modelu (X:11.5299, Y:8.7086, Z:-2.1444 m)
Výslednice reakcí okolo Y	1302.2000	kNm	V těžišti modelu
Výslednice reakcí okolo Z	174.7250	kNm	V těžišti modelu
Max. posun ve směru X	2.1	mm	Prut č. 31, x: 1.575 m
Max. posun ve směru Y	5.6	mm	Prut č. 10, x: 1.313 m
Max. posun ve směru Z	23.0	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. posun vektorový	23.0	mm	Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo X	0.0074	rad	Uzel č. 344 sítě KP (X: 4.600, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Y	0.0042	rad	Uzel č. 2186 sítě KP (X: 20.095, Y: 13.500, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Z	0.0003	rad	Uzel č. 874 sítě KP (X: 14.330, Y: 6.444, Z: -5.200 m)
Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Způsob výpočtu	II. řád		Teorie II. řádu (nelineární výpočet podle Timoshenka)
Vnitřní síly vztažené na deformovaný systém pro...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V <sub>y</sub> , V <sub>z</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> , M <sub>T</sub>
Redukce tuhosti			Materiály, Průřezy, Pruty, Plochy
Zohlednit příznivé působení tahových sil	<input checked="" type="checkbox"/>		
Zpětné dělení výsledků součinitelem KZ	<input type="checkbox"/>		
Počet přírůstků zatížení	1		
Počet iterací	3		
Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.815E+16		
Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
Determinant matice tuhosti	8.023E+1855		
	87		
Nekonečná norma	4.536E+16		

Celkem



Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

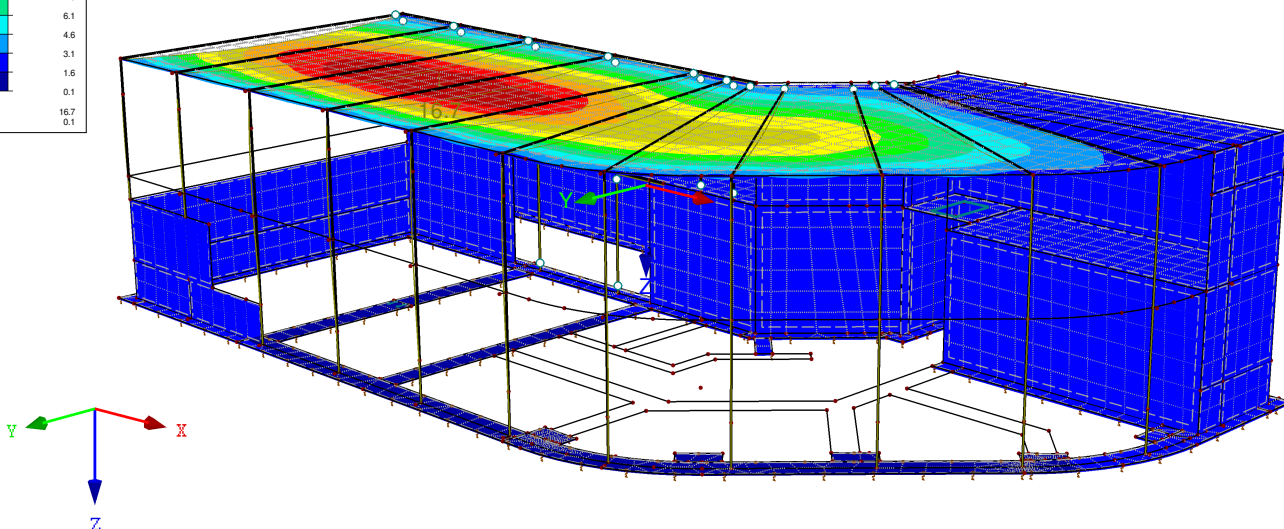
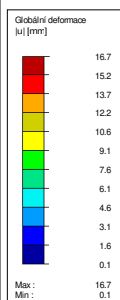
## ■ 4.0 VÝSLEDKY - SOUHRN

Označení	Hodnota	Jednot	Komentář
Max. posun ve směru X	2.1	mm	KZ2, Prut č. 31, x: 1.575 m
Max. posun ve směru Y	5.6	mm	KZ2, Prut č. 10, x: 1.313 m
Max. posun ve směru Z	23.0	mm	KZ2, Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. posun vektorový	23.0	mm	KZ2, Uzel č. 2912 sítě KP (X: 6.102, Y: 12.748, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo X	0.0074	rad	KZ2, Uzel č. 344 sítě KP (X: 4.600, Y: 8.325, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Y	0.0042	rad	KZ2, Uzel č. 2186 sítě KP (X: 20.095, Y: 13.500, Z: -6.200 m)
Max. pootočení okolo Z	0.0003	rad	KZ2, Uzel č. 874 sítě KP (X: 14.330, Y: 6.444, Z: -5.200 m)
Ostatní nastavení:			
Počet konečných prvků 1D	318		
Počet konečných prvků 2D	3327		
Počet konečných prvků 3D	0		
Počet uzlů sítě KP	3429		
Počet rovnic	20574		
Vnitřní síly vztažené na deformovaný systém pro...:			
Maximální počet iterací	100		
Počet dělení prutu pro průběhy výsledků	10		
Dělení prutů typu lano, prutů s náběhem a na podloží	10		
Počet dělení prutů pro hledání maximálních hodnot	10		
Rozdělení sítě KP pro grafické výsledky	0		
Procentuální počet iterací Picardovy metody v kombinaci s metodou Newton-Raphsonovou	5	%	
Možnosti:			
Aktivovat smykovou tuhost prutů (Ay, Az)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aktivovat dělení prutů pro analýzu velkých deformací nebo poskritickou analýzu	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aktivovat zadané změny tuhosti	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ignorovat rotační stupně volnosti	<input type="checkbox"/>		
Kontrola kritických sil prutů	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nesymetrický přímý řešič, pokud vyžadováno nelineárním modelem	<input type="checkbox"/>		
Metoda pro systém rovnic	Přímá		
Ohybová teorie desek	Mindlinova		
Verze řešiče	64-bit		
Přesnost a tolerance:			
Změnit standardní nastavení	<input type="checkbox"/>		

## ■ GLOBÁLNÍ DEFORMACE u

KZ1 : Charakteristické hodnoty  
Globální deformace u [mm]

Perspektiva

Součinitel pro deformace: 21.25  
Max u: 16.7, Min u: 0.1 mm



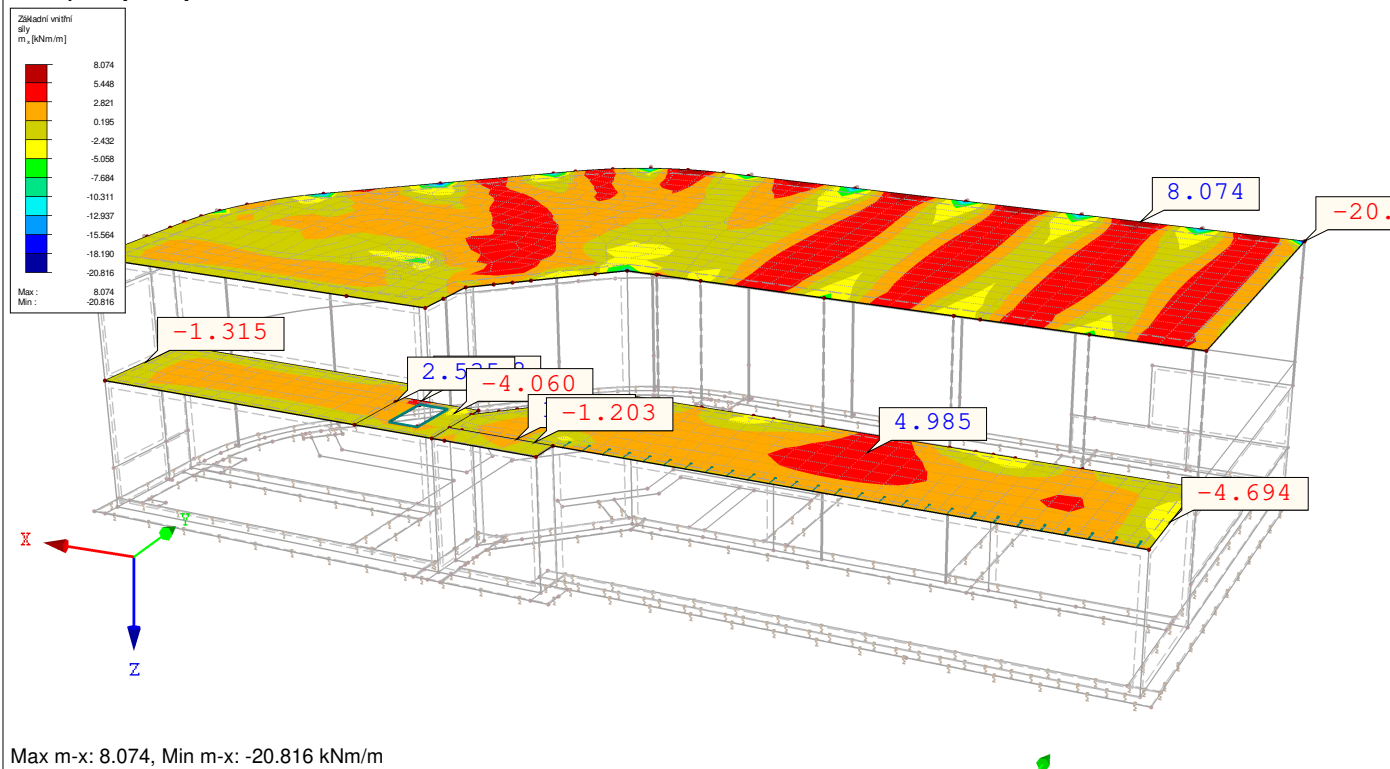
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## ■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $m_x$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $m_x$  [kNm/m]  
Hodnoty:  $m_x$  [kNm/m]

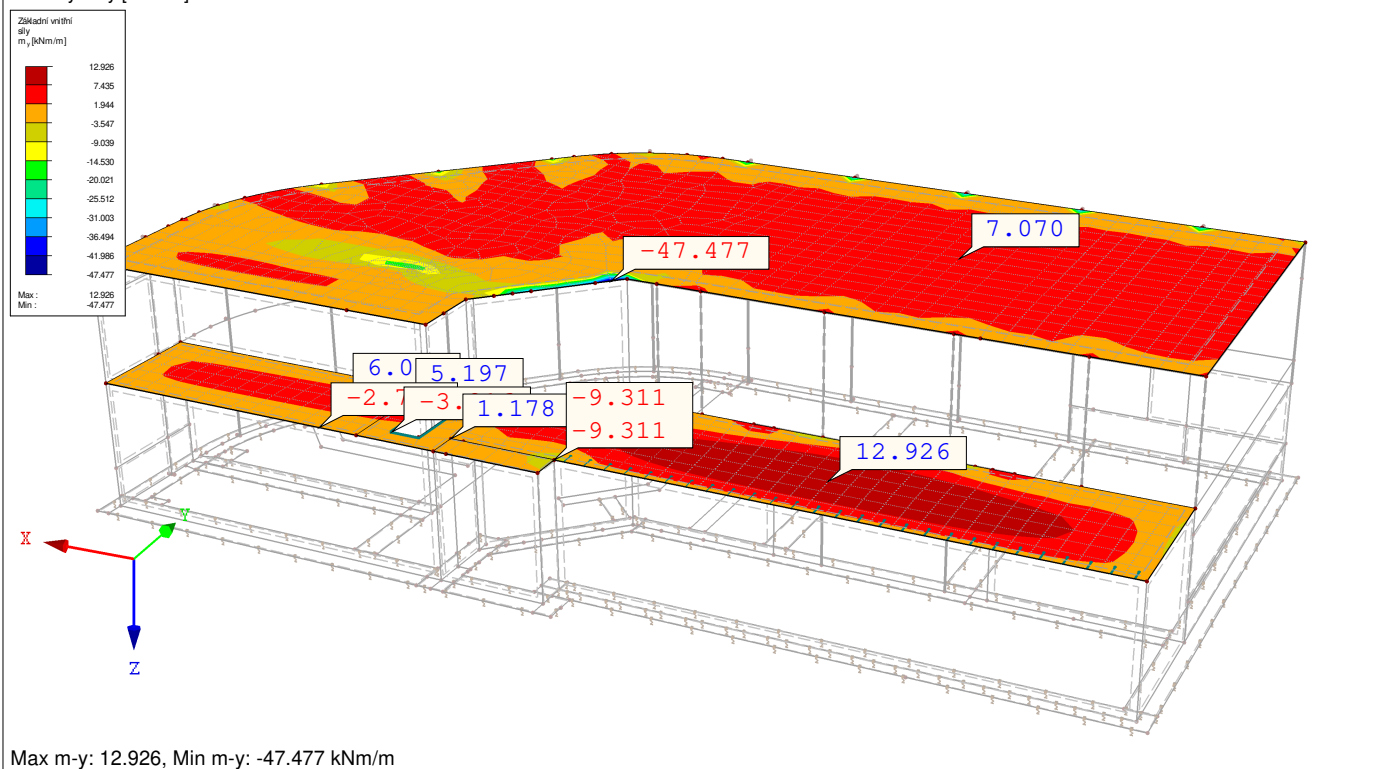
Perspektiva



## ■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $m_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $m_y$  [kNm/m]  
Hodnoty:  $m_y$  [kNm/m]

Perspektiva





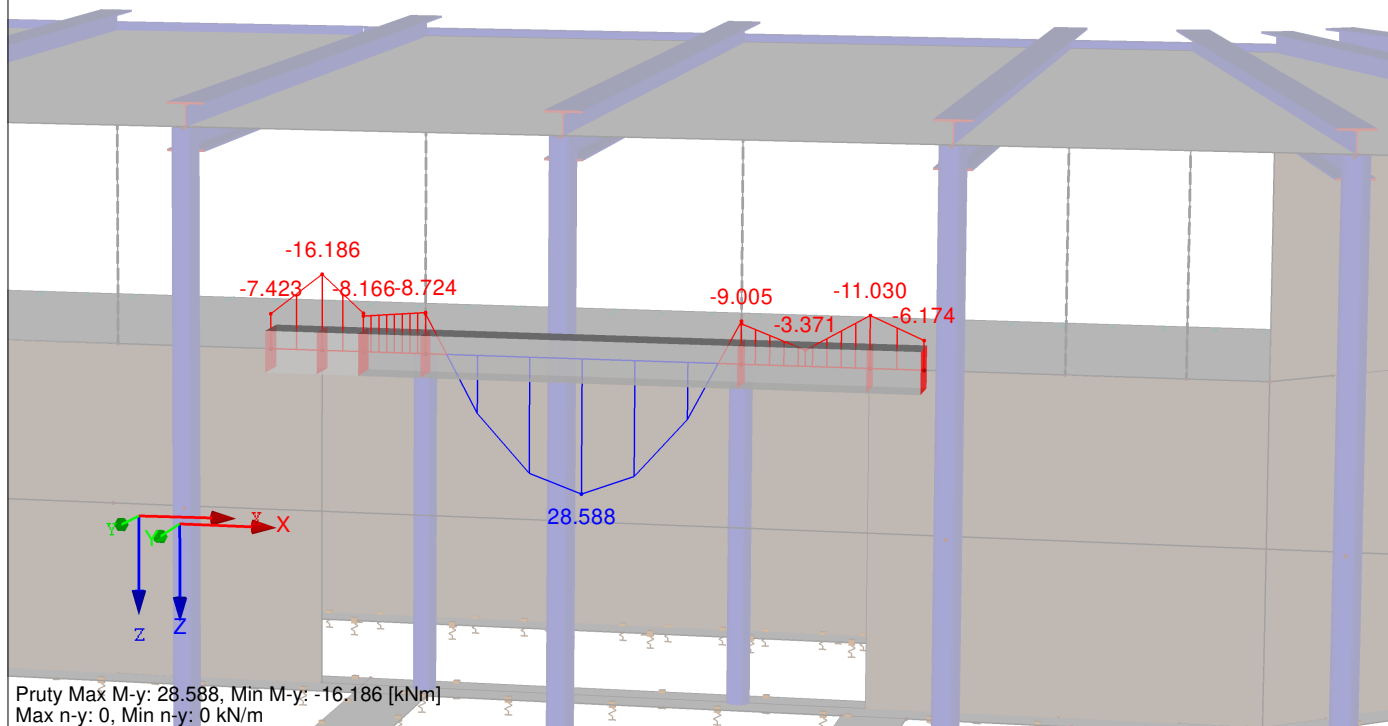
Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

## VNITŘNÍ SÍLY $M_y$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $M_y$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

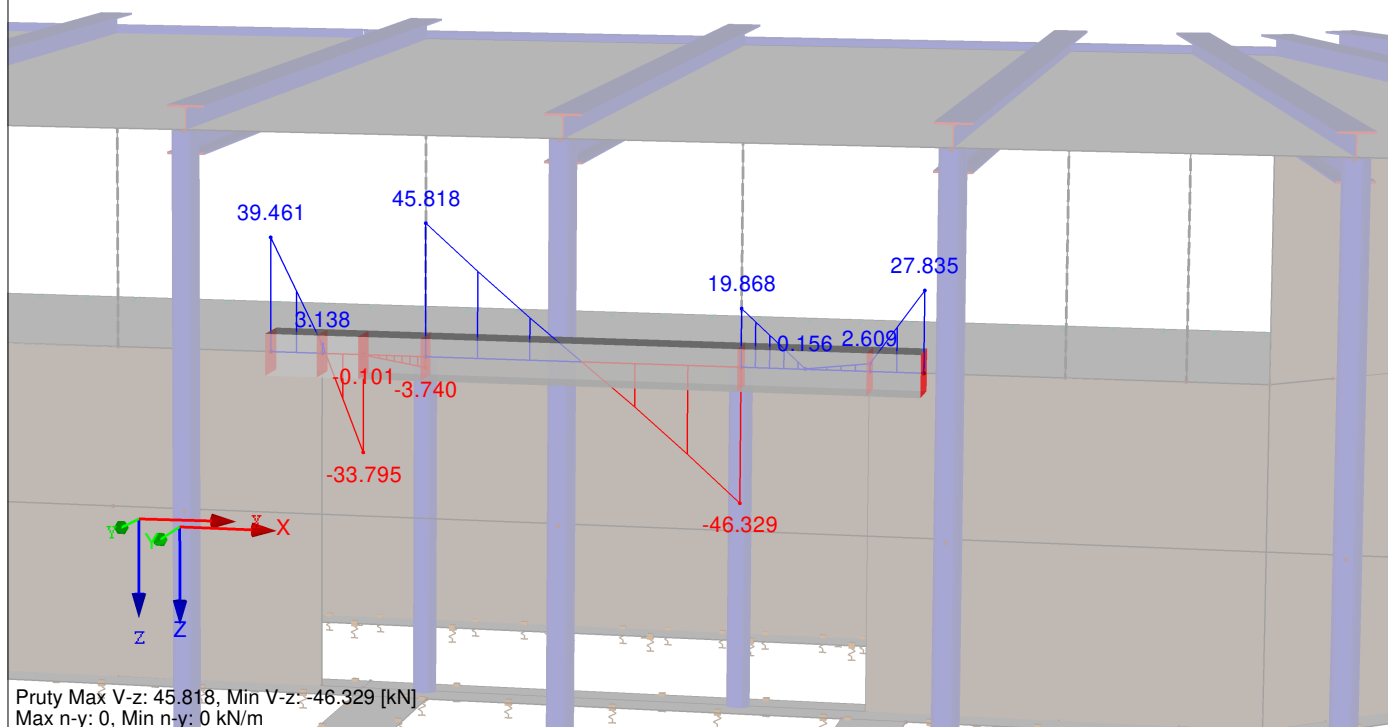
Perspektiva



## VNITŘNÍ SÍLY $V_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $V_z$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva







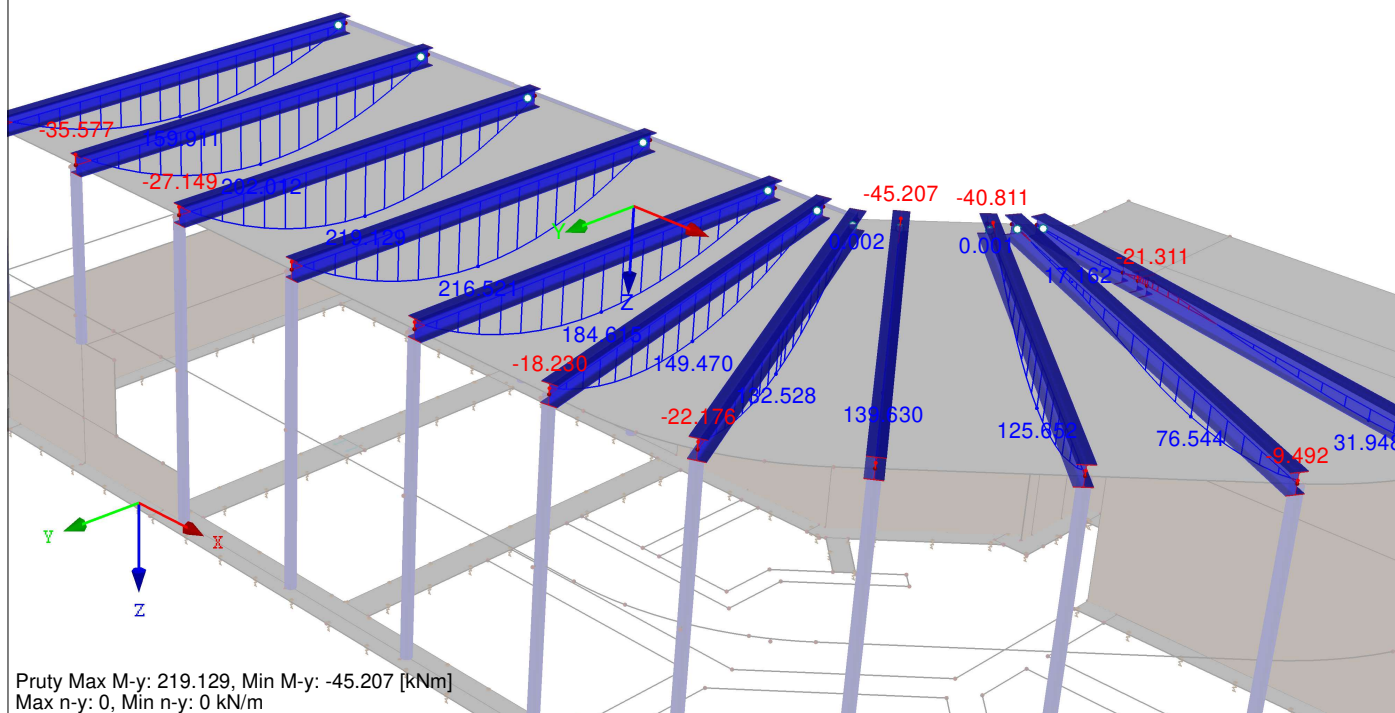
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

### ■ VNITŘNÍ SÍLY $M_y$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $M_y$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

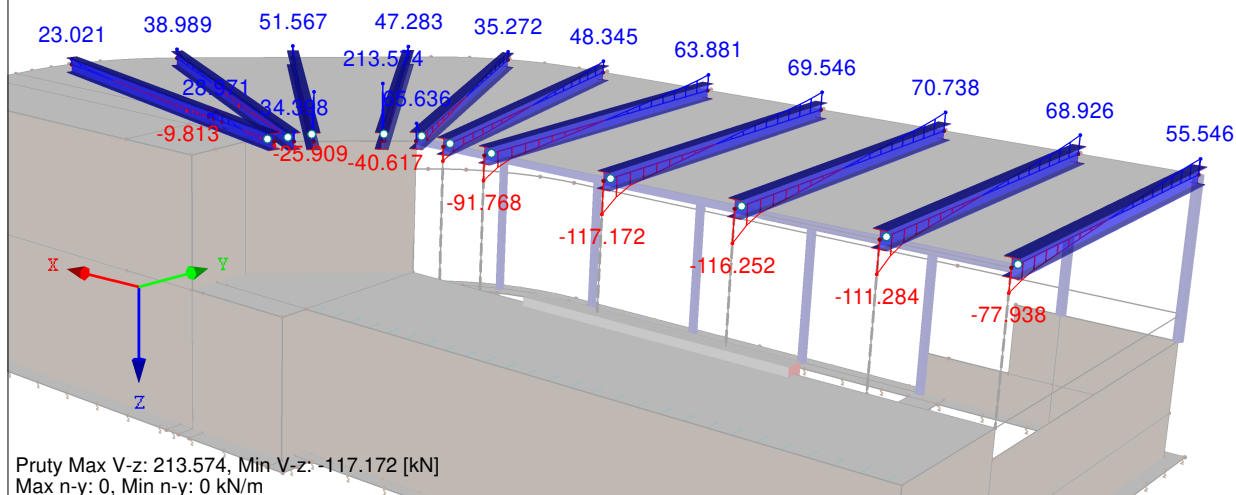
Perspektiva



### ■ VNITŘNÍ SÍLY $V_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $V_z$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva





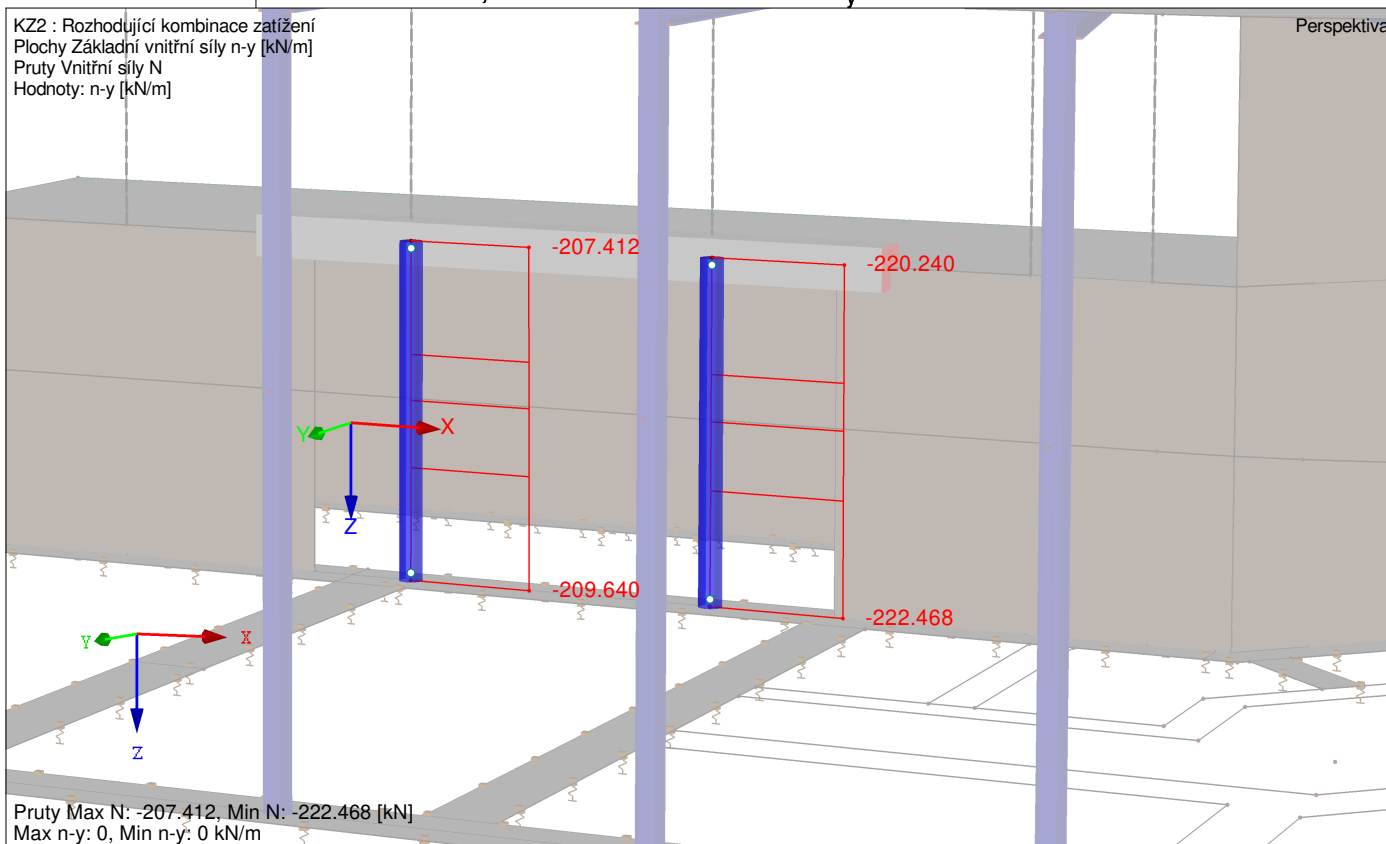
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

### ■ VNITŘNÍ SÍLY N; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly N  
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

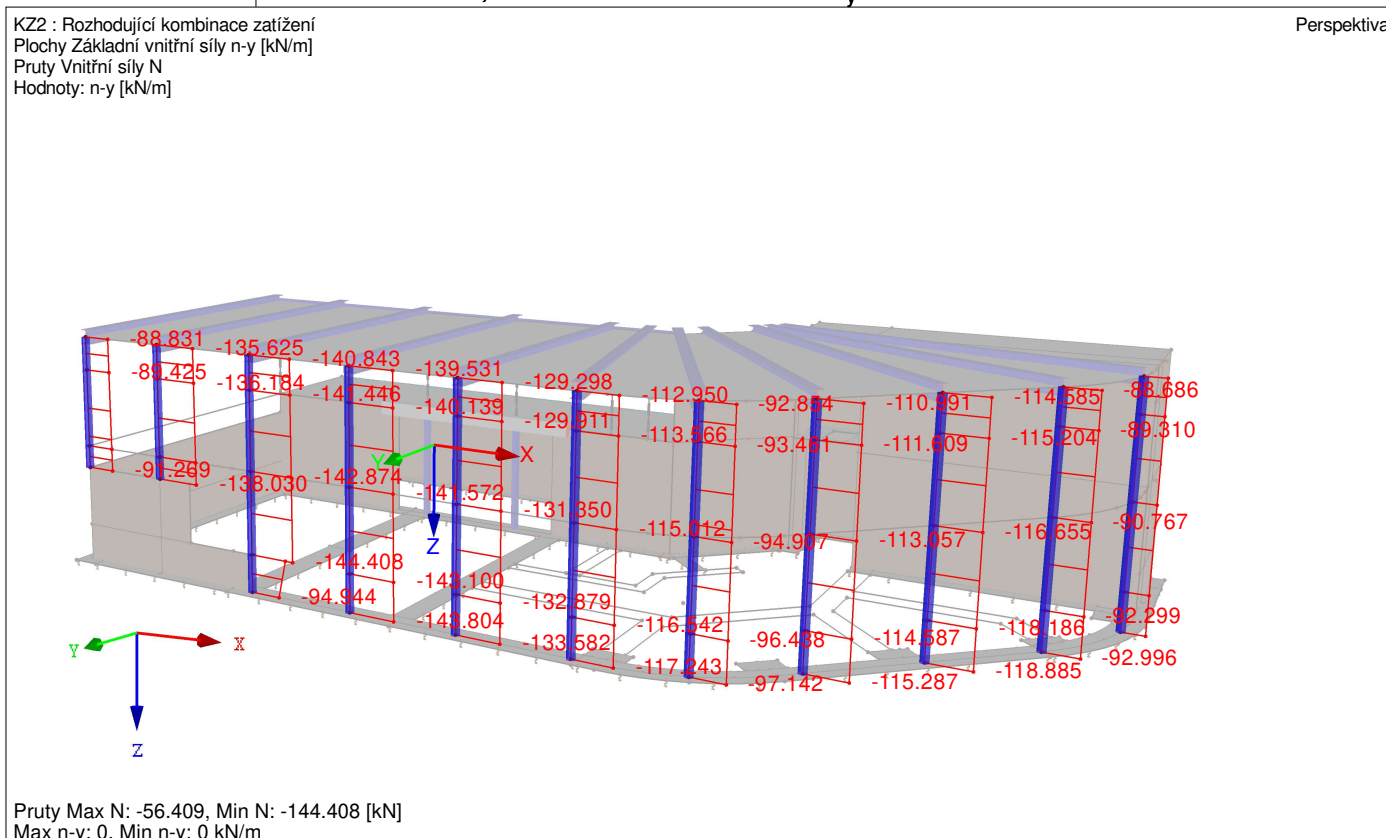
Perspektiva



### ■ VNITŘNÍ SÍLY N; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly N  
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva





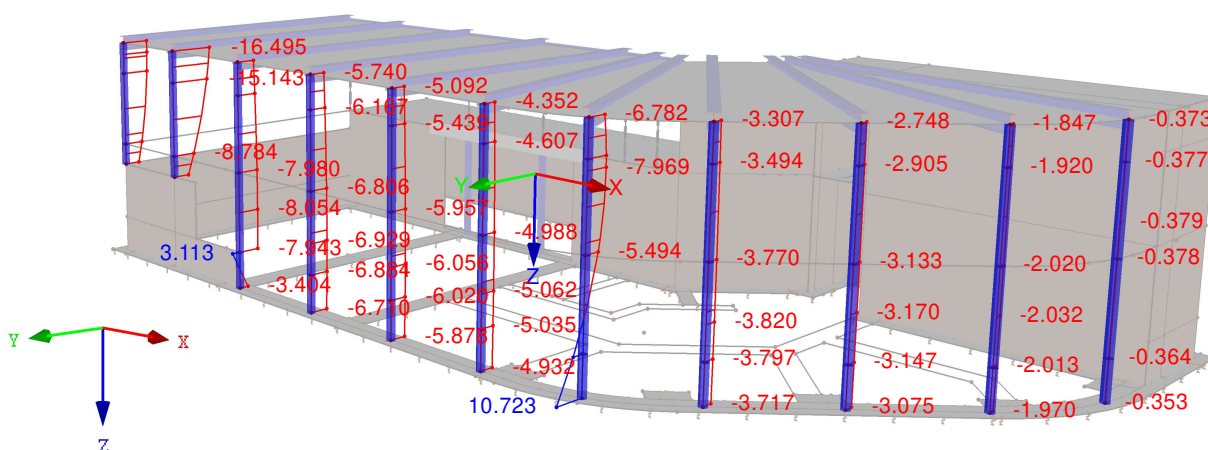
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastický sál

■ VNITŘNÍ SÍLY  $V_y$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY  $n_y$ 

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $V_y$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva

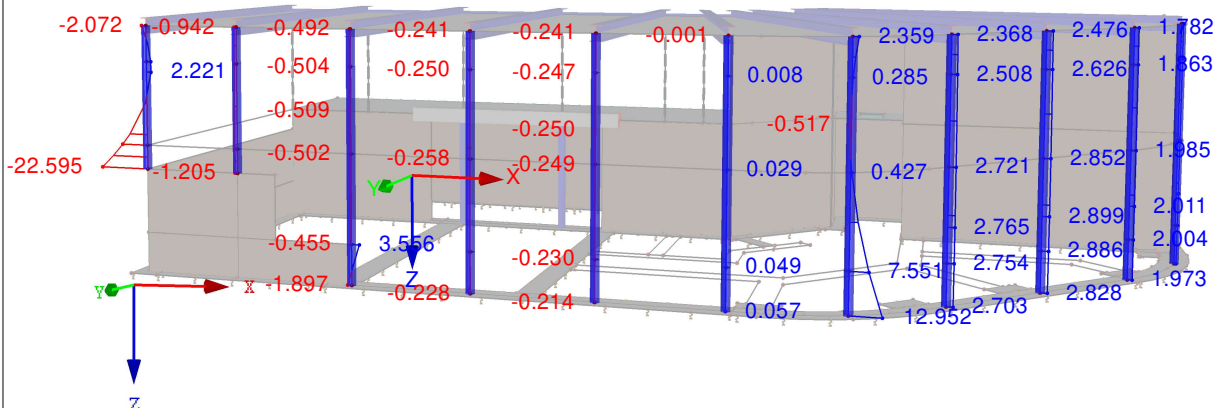


Pruty Max  $V_y$ : 10.723, Min  $V_y$ : -16.495 [kN]  
Max  $n_y$ : 0, Min  $n_y$ : 0 kN/m

■ VNITŘNÍ SÍLY  $V_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY  $n_y$ 

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $V_z$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva



Pruty Max  $V_z$ : 12.952, Min  $V_z$ : -22.595 [kN]  
Max  $n_y$ : 0, Min  $n_y$ : 0 kN/m



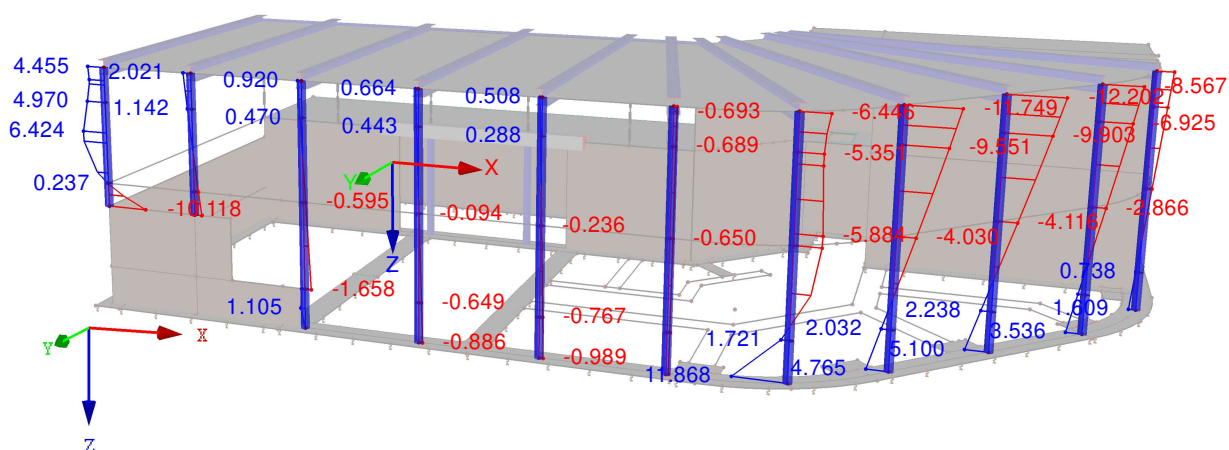
Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastičský sál

### ■ VNITŘNÍ SÍLY $M_y$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $M_y$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva

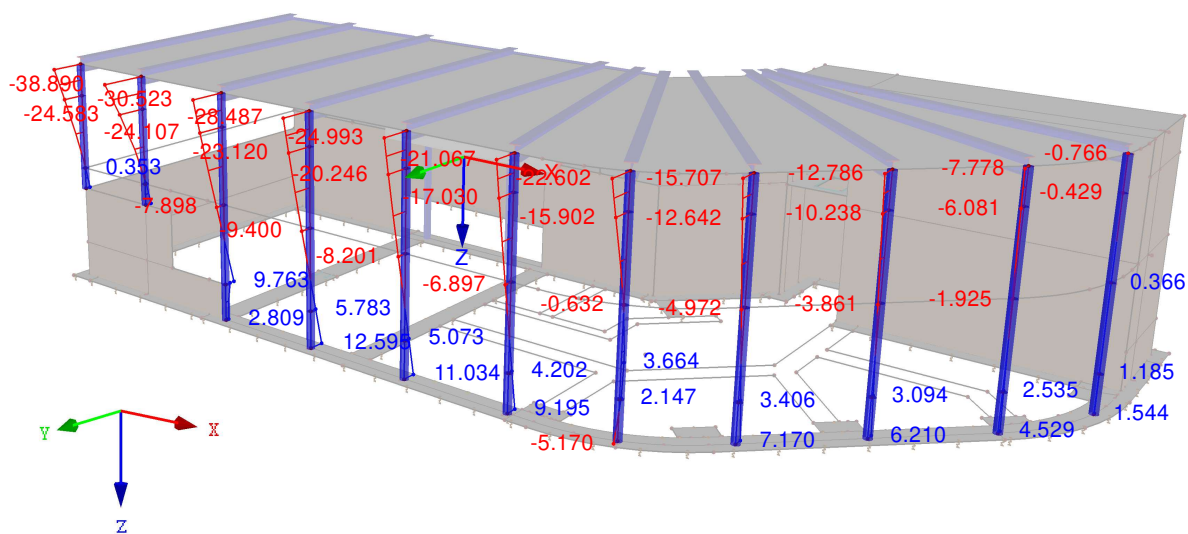


Pruty Max  $M_y$ : 11.868, Min  $M_y$ : -12.202 [kNm]  
Max  $n_y$ : 0, Min  $n_y$ : 0 kN/m

### ■ VNITŘNÍ SÍLY $M_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY $n_y$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení  
Plochy Základní vnitřní síly  $n_y$  [kN/m]  
Pruty Vnitřní síly  $M_z$   
Hodnoty:  $n_y$  [kN/m]

Perspektiva



Pruty Max  $M_z$ : 12.595, Min  $M_z$ : -38.890 [kNm]  
Max  $n_y$ : 0, Min  $n_y$ : 0 kN/m

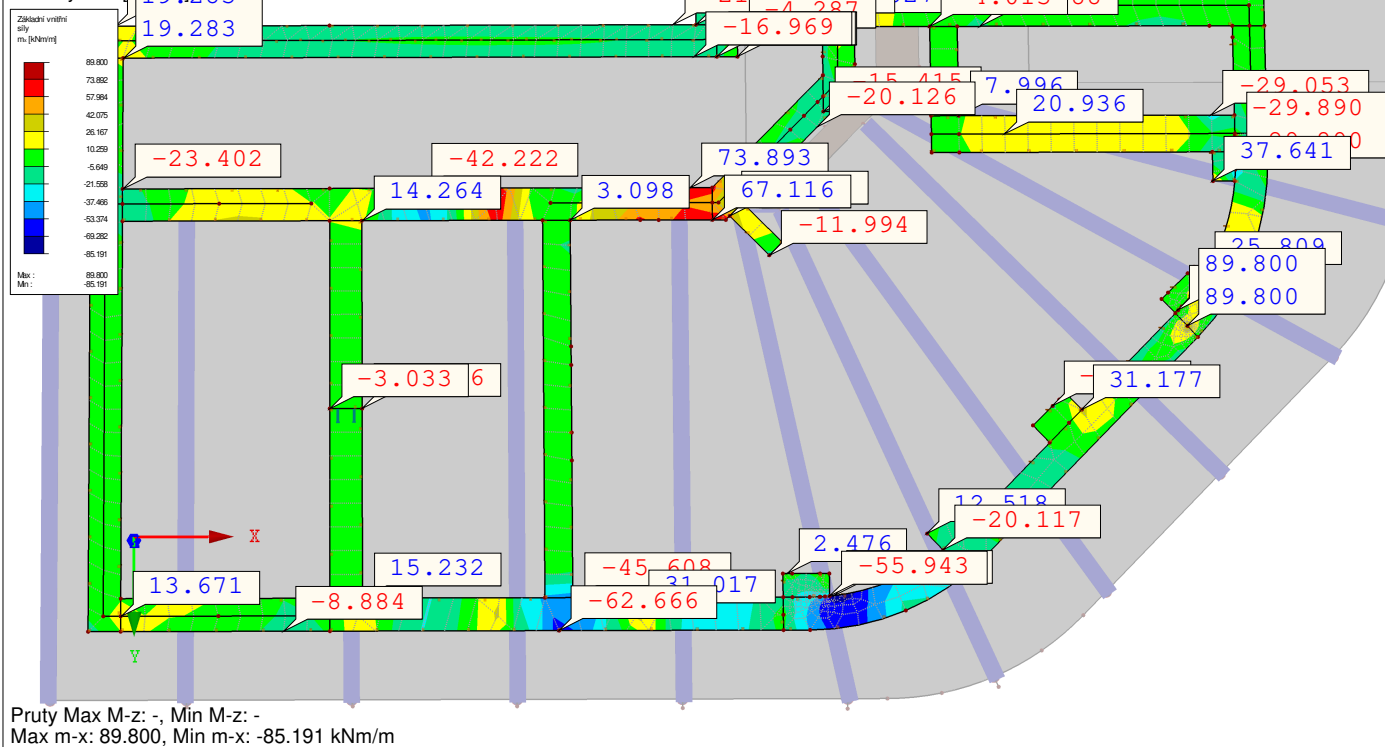


Projekt: 24 002 - UPOL Olomouc - prováděčky

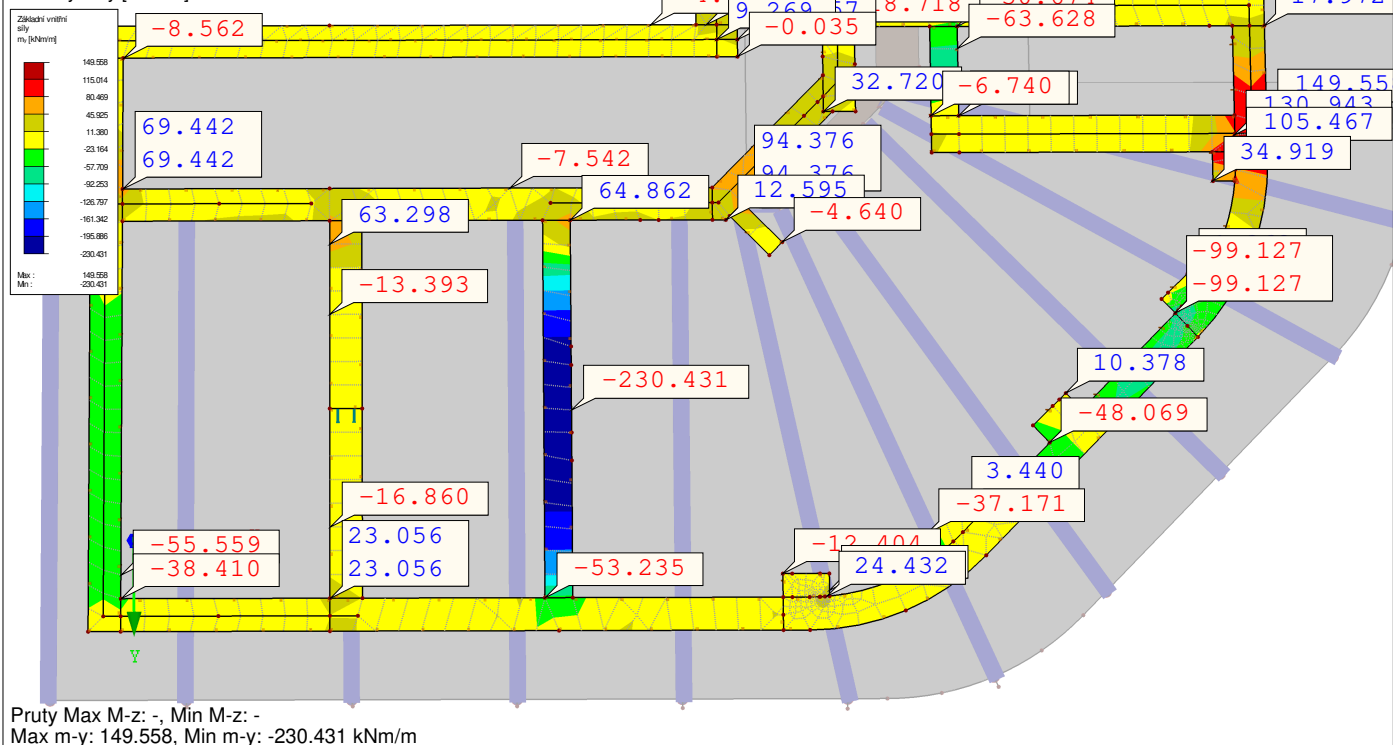
Model: 24 002 - Gymnastický sál

■ VNITŘNÍ SÍLY  $M_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY  $m_x$ 

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení

Plochy Základní vnitřní síly  $m_x$  [kNm/m]Pruty Vnitřní síly  $M_z$ Hodnoty:  $m_x$  [kNm/m]■ VNITŘNÍ SÍLY  $M_z$ ; ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY  $m_y$ 

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení

Plochy Základní vnitřní síly  $m_y$  [kNm/m]Pruty Vnitřní síly  $M_z$ Hodnoty:  $m_y$  [kNm/m]



Projekt: 24 002 - UPOL OLomouc - prováděčky

Model: 24 002 - Gymnastycký sál

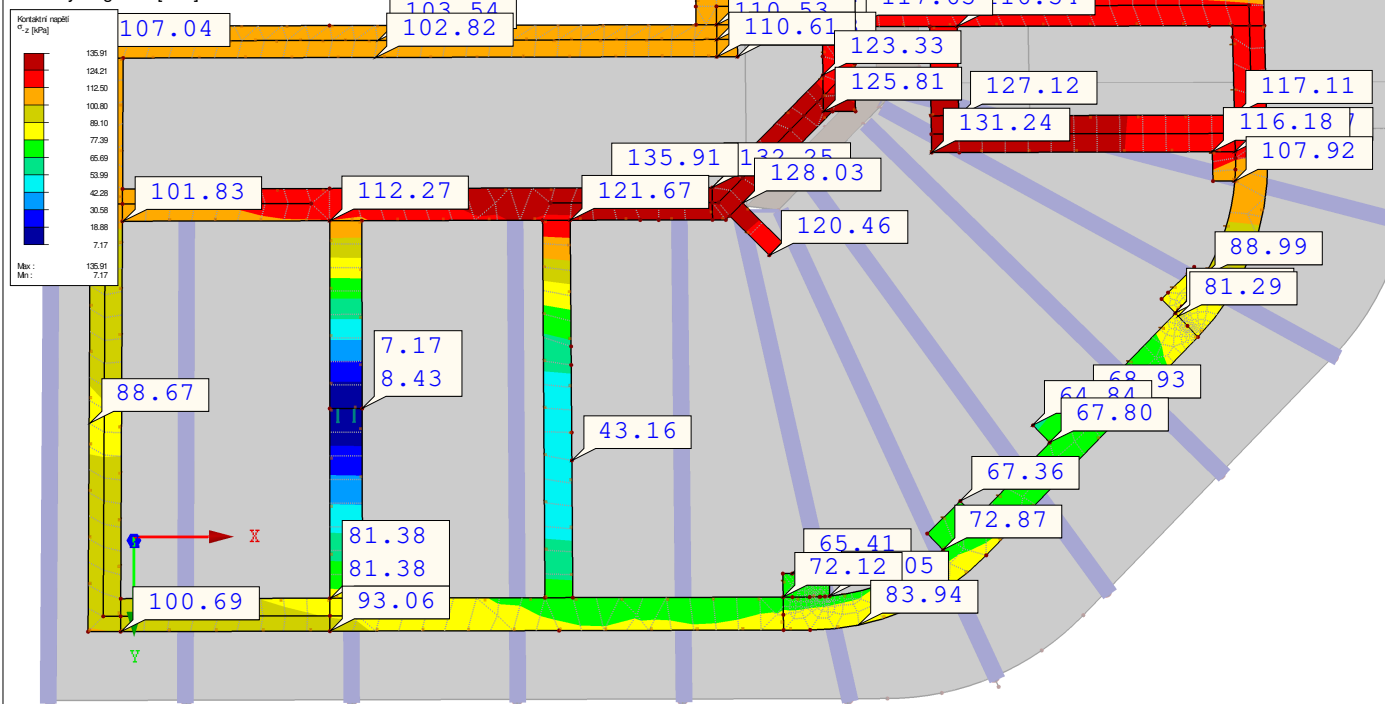
■ VNITŘNÍ SÍLY  $M_z$ ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ  $\sigma_z$

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení

Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]

Pruty Vnitřní síly M-z

Hodnoty: Sigma-z [kPa]



Pruty Max M-z: -, Min M-z: -

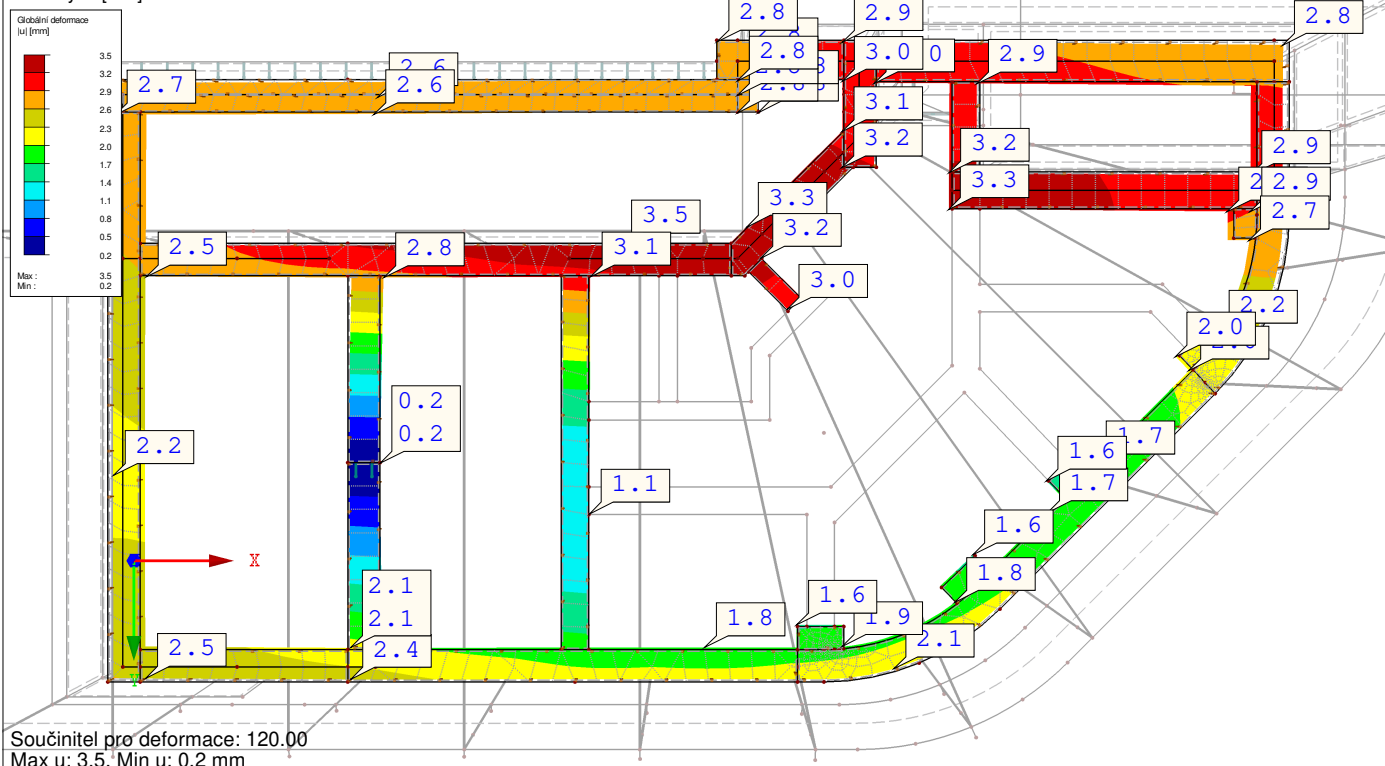
Max Sigma-z: 135.91, Min Sigma-z: 7.17 kPa

## ■ GLOBÁLNÍ DEFORMACE u

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení

Globální deformace u [mm]

Hodnoty:  $u$  [mm]



Součinitel pro deformace: 120.00

Max u: 3.5, Min u: 0.2 mm



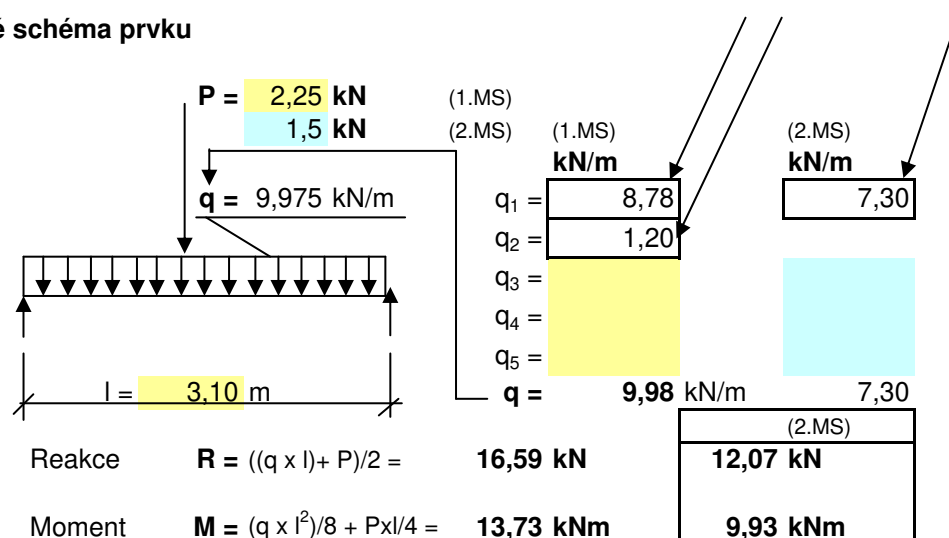


Název prvku: **Střešní deska - prostý nosník (extrém)**

Popis zatížení	q (kN/m <sup>2</sup> )	γ	q * γ	Σ	zatěžovací šířka (m)	q kN/m
tíha střešní skladby vlastní tíha desky	2,75	1,35	3,71	8,78	1,000	8,78
	3,75	1,35	5,06			
		1,35	0,00			
		1,35	0,00			
		1,35	0,00			
sníh	0,80	1,5	1,20	1,20	1,000	1,20
		1,5	0,00			
		1,5	0,00			
		1,5	0,00			
		1,5	0,00			
Hodnoty pro 2.MS (průhyb)	7,30			7,30	1,00	7,30

Osamělá břemena	F (kN)	γ	F * γ		F kN
údržba		1,35	0,00		0,00
	1,50	1,5	2,25		2,25
		1,5	0,00		0,00
Hodnoty pro 2.MS (průhyb)	1,50				2,25

Statické schéma prvku



Popis zatížení	q (kN/m <sup>2</sup> )	γ	q * γ	Σ	zatěžovací šířka (m)	q kN/m
		1,35	0,00	0,00	1,000	0,00
		1,35	0,00			
		1,35	0,00			
		1,5	0,00			
		1,35	0,00			
	0,00				0	

**Posouzení dimenzí desky** desky stropů

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 13,73 \text{ kNm/m}$$

**Materiálové charakteristiky****OCEĽ** **B500** charakteristická hodnota meze kluzu

dílčí součinitel spolehlivosti

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

**BETON** **C25/30** charakteristická hodnota pevnosti

dílčí součinitel spolehlivosti

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$

**Rozdělovací**

$$A_{s,roz,n} = 62,8$$

$$\phi = 6$$

$$a_{s,roz} = 150$$

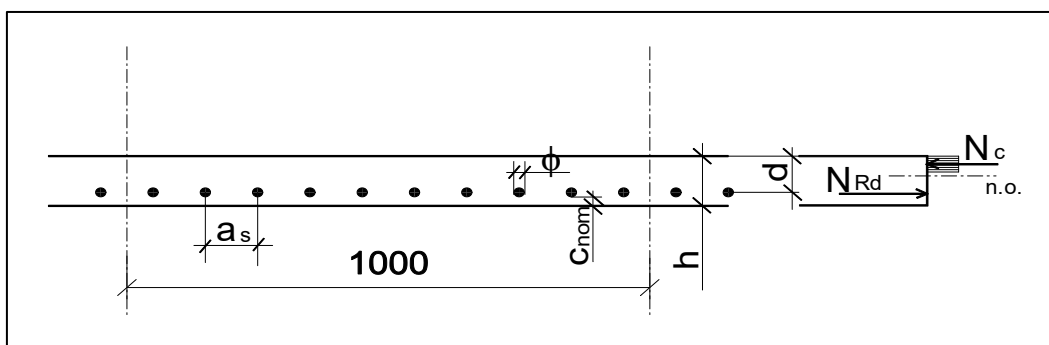
$$A_{s,roz} = 188,4$$

O.K.

max. vzdálenost

$$a_{s,roz} = 450$$

$$3 \cdot h = 400$$

**GEOMETRIE DESKY**

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

**KRYTÍ**

$$c_{výztuže} = 25 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \phi/2$$

$$d = 110 \text{ mm}$$

$$\Delta c = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

**VÝZTUŽ**

$$\text{profil A } \phi = 10 \text{ mm}$$

$$a_s = 250 \text{ mm}$$

$$\text{profil B } \phi = \text{ mm}$$

$$a_s = 150 \text{ mm}$$

plocha 1 ks

$$A_{st,1} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1B} = 0 \text{ mm}^2$$

$$A_{st,1A} = 78,5 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na 1 m šířky desky

$$A_{st} = A_{st,1} \cdot (1/a_s)$$

$$A_{st} = 314 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na šířku desky b

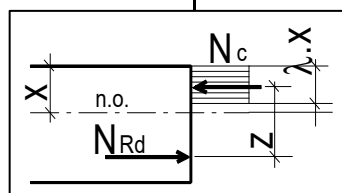
$$A_{stb} = A_{st} \cdot b$$

$$A_{stb} = 314 \text{ mm}^3$$

maximální únosnost výztuže

$$N_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd}$$

$$N_{Rd} = 136,52 \text{ kN/m}$$

**VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE**

součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti

$$x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$$

$$x = 10,24 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$$

$$z = 105,90 \text{ mm}$$

**OHYBOVÁ ÚNOSNOST**

$$M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 14,46 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$13,73 \text{ kNm/m} \leq$$

$$14,46 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$$f_{ctm} = 2,6$$

Mpa

Ověření maximální a minimální plochy výztuže na 1 m šířky desky

$$A_{st,max} = 0,04 A_c$$

$$A_{st,max} = 6000 \text{ mm}^2$$

 $A_{st}$ 

$$314 \text{ Vyhovuje}$$

$$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$$

$$A_{st,min} = 148,72 \text{ mm}^2$$

$$314 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,093083$$

Podmínka  $\xi_{bal,1} \geq \xi$ 

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$$

$$\xi_{bal,1} = 0,61685824$$

Vyhovuje

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

$$\epsilon_{yd} = 0,00217391$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$E_s = 200$$

$$\text{GPa}$$



## CHARAKTERISTIKY BETONU V ZÁVISLOSTI NA STÁŘÍ

pro teplotu 20°C

$f_{ck}$	25
$f_{ck,cube}$	30
$f_{cm}$	33
$f_{ctm}$	2,6
$f_{ctk,0,05}$	1,8
$f_{ctk,0,95}$	3,3
$E_{cm}$	31
$\epsilon_{c1}$	2,07
$\epsilon_{cu1}$	3,50
$\epsilon_{c2}$	2,00
$\epsilon_{cu2}$	3,50
$n$	2,00
$\epsilon_{c3}$	1,75
$\epsilon_{cu3}$	3,50

## BETON

C 25 / 30

Stropní deska

průměrná pevnost betonu v tlaku

$$f_{cm} = 33 \text{ Mpa}$$

průměrná pevnost betonu v tahu

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ Mpa}$$

stáří betonu v uvažovaném okamžiku

$$t = 18250 \text{ dní}$$

## Použitý druh cementu

R,N,S

druh = N

 $s = 0,20$  pro rychle tuhnoucí vysokopevnostní cementy (R) $s = 0,25$  pro normální a rychle tuhnoucí cementy (N) $s = 0,38$  pro pomalu tuhnoucí cementy (S)

koeficient závislý na druhu cementu

$$s = 0,25$$

$$\exp = s(1-(28/t)^{1/2})$$

$$\exp = 0,24020764$$

$$\beta_{cc}(t) = e^{\exp}$$

$$\beta_{cc}(t) = 1,27151293$$

Pevnost v tlaku ve stáří  $t$  dní

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm}$$

$$f_{cm}(t) = 41,96 \text{ Mpa}$$

Pevnost v tahu ve stáří  $t$  dní $\alpha = 1$  pro  $t < 28$  dní $\alpha = 2/3$  pro  $t > 28$  dní

$$f_{ctm}(t) = \beta_{cc}(t)^{\alpha} \cdot f_{ctm}$$

$$\alpha = 0,667$$

$$f_{ctm}(t) = 3,01 \text{ Mpa}$$

Modul pružnosti bet. ve stáří  $t$  dní

$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t)/f_{cm})^{0,3} E_{cm}$$

$$E_{cm}(t) = 33,83 \text{ Gpa}$$

## Poměrné přetvoření od dotvarování a smršťování

## Geometrie prvku

celková výška příčného řezu

$$h = 150 \text{ mm}$$

celková šířka příčného řezu

$$b = 1000 \text{ mm}$$

průřezová plocha

$$A_c = 150000 \text{ mm}^2$$

obvod prvku  $u_A = 2 \cdot (h+b)$ 

$$u_A = 2300 \text{ mm}$$

obvod prvku vystavený okolnímu prostředí

$$u = 2000 \text{ mm}$$

náhradní rozměr prvku  $h_0 = 2A_c/u$ 

$$h_0 = 150 \text{ mm}$$

## Relativní vlhkost okolního prostředí

vnitřní 50%, vnější 80%

$$RH = 50 \%$$

součinitel vystihující vliv relativní vlhkosti

$$\varphi_{RH} = 1,9410$$

pro  $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$ 

$$\varphi_{RH} = 1 + ((1 - RH/100)/(0,1 \cdot (h_0)^{1/3}))$$

$$1,941036$$

pro  $f_{cm} > 35 \text{ MPa}$ 

$$\varphi_{RH} = (1 + ((1 - RH/100)/(0,1 \cdot (h_0)^{1/3})) \cdot \alpha_1) \cdot \alpha_2$$

$$2,004051$$

pro  $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$ 

$$\beta_H = 1,5(1 + (0,012RH)^{18})h_0 + 250 \leq 1500$$

$$475,0$$

pro  $f_{cm} > 35 \text{ MPa}$ 

$$\beta_H = 1,5(1 + (0,012RH)^{18})h_0 + 250 \alpha_3 \leq 1501 \alpha_3$$

$$482,5$$

součinitel vystihující vliv pevnosti betonu  $\beta(f_{cm}) = 16,8/f_{cm}^{1/2}$ 

$$\beta(f_{cm}) = 2,92450462$$

stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$t_0 = 28 \text{ dní}$$

upravený hodnota v závislosti na cementu

$$t_0 = 28$$

souč. vlivu stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$\beta(t_0) = 0,48844955$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1 + t_0^{0,20})$$

základní součinitel dotvarování

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

$$\varphi_0 = 2,77271747$$

souč. časového průběhu dotvarování

$$\beta_c(t, t_0) = ((t - t_0)/(\beta_H + t - t_0))^{0,3}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99230933$$

## součinitel dotvarování v čase

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t, t_0)$$

$$\varphi(t, t_0) = 2,75139341$$

součinitel dotvarování v čase  $t = \infty$ 

$$\beta_c(\infty, t_0) = 1$$

$$\varphi(\infty, t_0) = 2,77271747$$

součinitele vlivu pevnosti betonu
$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7}$
$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2}$
$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5}$
$\alpha_1 = 1,042048$
$\alpha_2 = 1,011838$
$\alpha_3 = 1,029857$

475,02

482,49

vliv cementu	
cement	N
$\alpha =$	0



$RH_0 =$	100 %
$f_{cm0} =$	10 Mpa

vliv cementu

cement	N
$\alpha_{ds1} =$	4
$\alpha_{ds2} =$	0,12

## Poměrné přetvoření od smršťování vysycháním

$$\beta_{RH} = 1,55(1 - (RH/RH_0)^3)$$

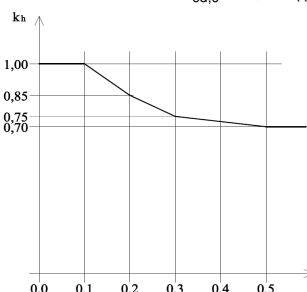
$$\beta_{RH} = 1,356$$

$$\exp = -\alpha_{ds2} * (f_{cm}/f_{cm0})$$

$$\exp = -0,396$$

$$\epsilon_{cd,0} = 0,85 * ((220 + 110\alpha_{ds1}) * e^{\exp}) * \beta_{RH} * 10^{-6}$$

$$\epsilon_{cd,0} = 0,00051206$$



$$h_0 = 0,150 \text{ m} \longrightarrow k_h = 0,925$$

konečná hodnota smrštění vyvozeného vysycháním

$$\epsilon_{cd}(\infty, t_s) = \epsilon_{cd,0} k_h \quad \epsilon_{cd}(\infty, t_s) = 0,0004737$$

stáří betonu na začátku vysychání  
(konec ošetřování betonu)

$$t_s = 28 \text{ dní}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / ((t - t_s) + 0,04(h_0^{3/2}))$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = 0,99999987$$

poměrné smrštění v čase

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \epsilon_{cd}(\infty, t_0)$$

$$\epsilon_{cd}(t) = 0,00047366$$

## Autogenní smršťování

$$\exp2 = (-0,2t^{0,5})$$

$$\exp2 = -27,0$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - e^{\exp2}$$

$$\beta_{as}(t) = 1$$

$$\epsilon_{ca}(\infty) = 2,5(f_{ck} - 10)10^{-6}$$

$$\epsilon_{ca}(\infty) = 0,0000375$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca}(\infty)$$

$$\epsilon_{ca}(t) = 0,0000375$$

## Poměrné smrštění betonu v čase t

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

$$\epsilon_{cs} = 0,0005112$$

vliv cementu

cement	N
$\alpha =$	0

$$\text{součinitel vystihující vliv pevnosti betonu} \quad \beta(f_{cm}) = 16,8/f_{cm}^{1/2}$$

$$\beta(f_{cm}) = 2,92450462$$

stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$t_0 = 28 \text{ dní}$$

$$t_0 = t_{0,T} * ((9/(2 + t_{0,T}^{1,2})) + 1)^\alpha$$

upravený hodnota v závislosti na cementu

$$t_0 = 28$$

souč. vlivu stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

$$\beta(t_0) = 0,48844955$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1 + t_0^{0,20})$$

základní součinitel dotvarování

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} * \beta(f_{cm}) * \beta(t_0)$$

$$\varphi_0 = 2,77271747$$

souč. časového průběhu dotvarování

$$\beta_c(t, t_0) = ((t - t_0)/(\beta_H + t - t_0))^{0,3}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99230933$$

## součinitel dotvarování v čase

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t, t_0)$$

$$\varphi_{cs}(t, t_0) = 2,75139341$$

## součinitel dotvarování v čase t = ∞

$$\beta_c(\infty, t_0) = 1$$

$$\varphi_{cs}(\infty, t_0) = 2,77271747$$



## Výpočet přetvoření - průřez s trhlinou - dlouhodobě působící zatížení

## Účinky zatížení

ohybový moment od kvazistálého zatížení v kritickém průřezu

$$M_k = 9,60 \text{ kNm}$$

## OCEL

B 500

## Materiálové charakteristiky

charakteristická hodnota meze kluzu

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_s = 1,15$$

návrhová hodnota meze kluzu

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

modul pružnosti betonářské výztuže

$$E_s = 200 \text{ Gpa}$$

## BETON

C 25 / 30

charakteristická hodnota pevnosti

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

návrhová hodnota pevnosti

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$

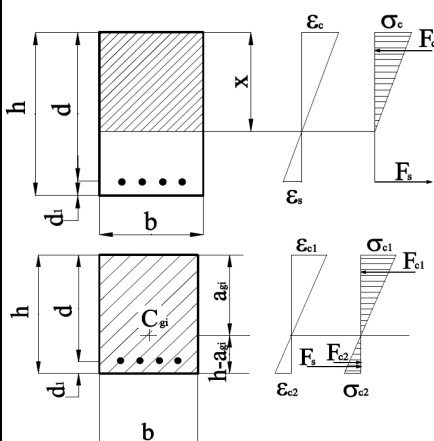
střední hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

střední hodnota sečnového modulu pružnosti

$$E_{cm} = 31 \text{ Gpa}$$

## Průřez s trhlinou a bez trhliny



## Geometrie prvku

$$\text{výška } h = 150 \text{ mm}$$

$$\text{šířka } b = 1000 \text{ mm}$$

$$d_1 = 30 \text{ mm}$$

$$d = 120 \text{ mm}$$

## Výztuž

průměr prutu

$$\phi = 10 \text{ mm}$$

počet kusů

$$n = 6,67 \text{ kusů}$$

krytí

$$c = 25 \text{ mm}$$

plocha výztuže

$$A_s = 524 \text{ mm}^2$$

součinitel dotvarování

$$\varphi(\infty, t_0) = 2,773$$

efektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi(\infty, t_0))$$

$$E_{c,eff} = 8,34 \text{ Gpa}$$

poměr modulů pružnosti betonu a oceli

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

$$\alpha_e = 23,97$$

$$\alpha_e - 1 = 22,97$$

## Charakteristiky ideálního průřezu s trhlinou

$$\text{neutrálná osa } x = (\alpha_e / b) * A_s * (-1 + (1 + (2b * A_s * d) / (\alpha_e * A_s^2))^{1/2})$$

$$x = 43,8 \text{ mm}$$

plocha tlačené části betonového průřezu

$$A_{cc} = b * x = 43759 \text{ mm}^2$$

mom. setrv. ideál. průř.

$$I_{ir} = (b * x^3) / 3 + \alpha_e * A_s * (d - x)^2$$

$$I_{ir} = 100924359 \text{ mm}^4$$

## "náhradní plocha výztuže"

$$A_{s,c} = (a_e - 1) * A_s$$

$$A_{s,c} = 12034 \text{ mm}^2$$

## Charakteristiky ideálního průřezu bez trhliny

$$\text{plocha ideálního průřezu } A_i = A_c + (\alpha_e - 1) * A_s$$

$$A_c = b * h = 150000 \text{ mm}^2$$

$$A_i = 162034 \text{ mm}^2$$

$$\text{těžiště ideálního průřezu } a_{gi} = (A_c * (h/2) + A_{s,c} * d) / A_i$$

$$a_{gi} = 78 \text{ mm}$$

moment setrvačnosti betonu

$$I_c = (b * h^3) / 12$$

$$I_c = 281250000 \text{ mm}^4$$

mom. setrv. ideál. průř.

$$I_i = I_c + A_c(a_{gi} - (h/2))^2 + A_{s,c}(d - a_{gi})^2$$

$$I_i = 303808673,6 \text{ mm}^4$$

ohybový moment na hranici vzniku trhliny

$$M_{cr} = 10,87 \text{ kNm}$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhliny  $C_I = 1 / (E_{c,eff} * I_i)$ 

$$C_I = 0,000395 \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Ohybová poddajnost průřezu s trhlinou  $C_{II} = 1 / (E_{c,eff} * I_{ir})$ 

$$C_{II} = 0,001188 \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\sigma_{c2} = M_{cr} * (h - a_{gi}) / I_i$$





součinitel trvání zatížení  $\beta = 1 \dots$  jednorázové, krátkodobé  
 $\beta = 0,5 \dots$  dlouhodobé nebo opakované

$$\beta = 0,5$$

spolupůsobení betonu mezi trhlinami  $\zeta = 1 - \beta(M_{cr}/M_k)^2$

$$\zeta = 0,3584$$

**ohybová křivost**  $(1/r_m) = (1 - \zeta) * (M_k/E_{c,eff} * l_i) + \zeta * (M_k/E_{c,eff} * l_{ir})$

$$(1/r_m) = 0,006516 \text{ m}^{-1}$$

rozpětí prvku

$$l = 3,1 \text{ m}$$

součinitel závislí na průběhu ohybového momentu

$$k = 0,104$$

### Průhyb od zatížení a dotvarování

$$f_{g,lt} = k * l^2 * (1/r_m)$$

$$f_{g,lt} = 0,007 \text{ m}$$

### Poměrné přetvoření od smršťování

Poměrné smrštění betonu v čase t

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

$$\epsilon_{cs} = 0,0005112$$

součinitel dotvarování

$$\phi(\infty, t_0) = 2,773$$

efektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi(\infty, t_0))$$

$$E_{c,eff} = 8,34 \text{ GPa}$$

poměr modulů pružnosti betonu a oceli

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

$$\alpha_e = 23,97$$

$$\alpha_e - 1 = 22,97$$

### Charakteristiky ideálního průřezu s trhlinou

neutrálná osa  $x = (\alpha_e/b) * A_s * (-1 + (1 + (2b * A_s * d) / (\alpha_e * A_s^2)))^{1/2}$

$$x = 43,8 \text{ mm}$$

plocha tlačené části betonového průřezu

$$A_{cc} = b * x = 43759 \text{ mm}^2$$

mom. setrv. ideál. průř.  $I_{ir} = (b * x^3) / 3 + \alpha_e * A_s * (d - x)^2$

$$I_{ir} = 100924359 \text{ mm}^4$$

### "náhradní plocha výztuže"

$$A_{s,c} = (\alpha_e - 1) * A_s$$

$$A_{s,c} = 12034 \text{ mm}$$

statický moment průřezové plochy výztuže k těžišti ideálního průřezu

$$S_{ir} = A_s(d - x)$$

$$S_{ir} = 39938,63789 \text{ mm}^3$$

### Charakteristiky ideálního průřezu bez trhliny

plocha ideálního průřezu  $A_i = A_c + (\alpha_e - 1) * A_s$

$$A_c = b * h = 150000 \text{ mm}^2$$

$$A_i = 162034 \text{ mm}^2$$

těžiště ideálního průřezu  $a_{gi} = (A_c * (h/2) + A_{s,c} * d) / A_i$

$$a_{gi} = 78 \text{ mm}$$

moment setrvačnosti betonu  $I_c = (b * h^3) / 12$

$$I_c = 281250000 \text{ mm}^4$$

mom. setrv. ideál. průř.  $I_i = I_c + A_c(a_{gi} - (h/2))^2 + A_{s,c} * (d - a_{gi})^2$

$$I_i = 303808673,6 \text{ mm}^4$$

statický moment průřezové plochy výztuže k těžišti ideálního průřezu

$$S_i = A_s(d - a_{gi})$$

$$S_i = 21822,32674 \text{ mm}^3$$

**ohybová křivost**  $(1/r_{cs}) = (1 - \zeta) * \epsilon_{cs} * \alpha_e (S_i/I_i) + \zeta * \epsilon_{cs} * \alpha_e (S_{ir}/I_{ir})$

$$(1/r_{cs}) = 0,002303 \text{ m}^{-1}$$

### Průhyb od smršťování a dotvarování

$$f_{cs} = 0,125 * l^2 * (1/r_{cs})$$

$$f_{g,lt} = 0,003 \text{ m}$$

### Posouzení dlouhodobého průhybu od zatížení a smršťování včetně dotvarování

Celkový průhyb  $f_{lt} = f_{lt,g} + f_{cs}$

$$f_{lt} = 0,0093 \text{ m}$$

Požadovaná  
hodnota průhybu

$$f_{lim} = L / 300$$

$$f_{lim} = 0,010 \text{ m}$$

doporučená hodnota  
L/250

průhyb po zabudování  
prvku L/500

**Podmínka:**

$$f_{lt} \leq f_{lim}$$

$$0,0093$$

$$\leq$$

$$0,0103$$

splněna



## Posouzení dimenzí trámu Základový pas

### Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 55,00 \text{ kNm}$$

### Materiálové charakteristiky

Modul pružn. v GPa

$$E_s = 200$$

**VÝZTUŽ B500** charakteristická hodnota meze kluzu  
dílčí součinitel spolehlivosti  
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

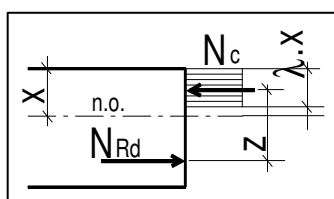
$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

**BETON C 25/30** charakteristická hodnota pevnosti  
dílčí součinitel spolehlivosti  
 $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$



### GEOMETRIE TRÁMU

$$b = 700 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

### KRYTÍ

$$c_{výztuže} = 100 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \phi / 2$$

$$d = 842 \text{ mm}$$

$$\Delta c = 50 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 150 \text{ mm}$$

### VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 16 \text{ mm}$$

$$\text{kusů} = 4$$

profil B

$$\phi = \text{mm}$$

$$\text{kusů} =$$

plocha 1 ks A

$$A_{st,1A} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 200,96 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

$$A_{st,1B} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 0 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže celkem

$$A_{st} = A_{st,1A} \cdot \text{kusů A} + A_{st,1B} \cdot \text{kusů B}$$

$$A_{st} = 803,84 \text{ mm}^2$$

maximální únosnost výztuže

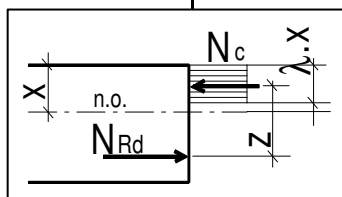
$$N_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd}$$

$$N_{Rd} = 349,50 \text{ kN}$$

Vyztužení

0,11 %

## VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti

$$x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$$

$$x = 37,45 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$$

$$z = 827,02 \text{ mm}$$

### OHYBOVÁ ÚNOSNOST

$$M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 289,04 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$55,00 \text{ kNm} \leq$$

$$289,04 \text{ kNm}$$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$$f_{ctm} = 2,6$$

Mpa

$$A_{st,max} = 0,04 A_c$$

$$A_{st,max} = 28000 \text{ mm}^2$$

$A_{st}$

$$803,84 \text{ Vyhovuje}$$

$$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$$

$$A_{st,min} = 796,8688 \text{ mm}^2$$

$$803,84 \text{ Vyhovuje}$$

### Ověření započitatelnosti výztuže

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$\xi = x / d$$

$$\xi = 0,044473$$

$$\text{Podmínka } \xi_{bal,1} \geq \xi$$

$$E_s = 200$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$$

$$\xi_{bal,1} = 0,616858$$

Vyhovuje

GPa

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

$$\epsilon_{yd} = 0,002174$$



## Posouzení dimenzí trámu Průvlak P1

## Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 28,50 \text{ kNm}$$

## Materiálové charakteristiky

Modul pružn. v GPa

$$E_s = 200$$

**VÝZTUŽ B500** charakteristická hodnota meze kluzu  
dílčí součinitel spolehlivosti  
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

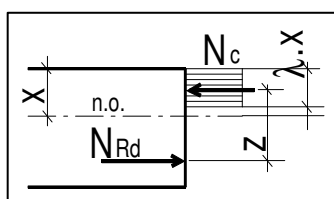
$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

**BETON C 25/30** charakteristická hodnota pevnosti  
dílčí součinitel spolehlivosti  
 $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$



## GEOMETRIE TRÁMU

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

## KRYTÍ

$$c_{výztuže} = 31 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \phi / 2$$

$$d = 354 \text{ mm}$$

$$\Delta c = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 41 \text{ mm}$$

## VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 10 \text{ mm}$$

$$\text{kusů} = 5$$

profil B

$$\phi = \text{mm}$$

$$\text{kusů} =$$

plocha 1 ks A

$$A_{st,1A} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 78,5 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

$$A_{st,1B} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 0 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže celkem

$$A_{st} = A_{st,1A} \cdot \text{kusů A} + A_{st,1B} \cdot \text{kusů B}$$

$$A_{st} = 392,5 \text{ mm}^2$$

maximální únosnost výztuže

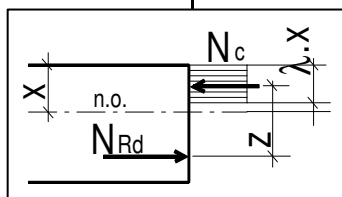
$$N_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd}$$

$$N_{Rd} = 170,65 \text{ kN}$$

Vyztužení

0,22 %

## VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti  $x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$ 

$$x = 28,44 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$$

$$z = 342,62 \text{ mm}$$

## OHYBOVÁ ÚNOSNOST

$$M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 58,47 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$28,50 \text{ kNm} \leq$$

$$58,47 \text{ kNm}$$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$$f_{ctm} = 2,6$$

Mpa

$$A_{st,max} = 0,04 A_c$$

$$A_{st,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

 $A_{st}$ 

$$392,5$$

Vyhovuje

$$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$$

$$A_{st,min} = 215,3736 \text{ mm}^2$$

$$392,5$$

Vyhovuje

## Ověření započitatelnosti výztuže

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$E_s = 200$$

GPa

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,080345$$

Podmínka  $\xi_{bal,1} \geq \xi$ 

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$$

$$\xi_{bal,1} = 0,616858$$

Vyhovuje

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

$$\epsilon_{yd} = 0,002174$$

**Posouzení smyku Průvlak P1**

Návrhová hodnota působící posouvající síly

$$V_{Ed} = 46,50 \text{ kN}$$

**Materiálové charakteristiky****OCEL B500** charakteristická hodnota meze kluzu

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

**BETON C 25/30** charakteristická hodnota pevnosti

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

maximálně  $k = 2$ 

$$1,75165$$

2

$$k = 1,7516$$

**Výpočet  $A_{sl}$** 

profil kusů

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

$$10 \quad 5$$

**GEOMETRIE PRVKU**

šířka

$$b_w = 450 \text{ mm}$$

účinná výška

$$d = 354 \text{ mm}$$

plocha započítatelné podélné výztuže

$$A_{sl} = 785 \text{ mm}^2$$

geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží

$$\rho_l = 0,004928$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w * d) \quad 0,004928 \quad \text{maximálně } 0,02$$

**Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže**

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} * k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 77,33 \text{ kN}$$

Minimální smyková únosnost

$$\min V_{Rd,cm} = 64,63 \text{ kN}$$

$$\min V_{Rd,cm} = 0,035 * k^{(1,5)} * f_{ck}^{(0,5)} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 77,33 \text{ kN}$$

**Třmínky**

profil stříhů

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

$$6 \quad 2$$

**Smyková únosnost prvků se třmínky**třmínky svislé:  $\cotg \alpha = 0$ 

průřezová plocha jednoho třmínku

$$A_{sw} = 57 \text{ mm}^2$$

vzdálenost třmínků  $\min 0,75d(1 + \cotg \alpha)$ 

$$265,5$$

(max 400)

$$s = 150 \text{ mm}$$

úhel který svírá tlaková diagonála s podélnou osou prvku  $22^\circ - 45^\circ$ 

$$\theta = 22 \text{ deg}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda * x) / 2$$

$$z = 342 \text{ mm}$$

redukce pevnosti betonu v diagonálách  $v = 0,6(1 - f_{ck}/250)$ 

$$v = 0,54$$

**Únosnost svislých třmínků**

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} * f_{yd} * z * \cotg \theta) / s$$

$$V_{Rd,s} = 138,75 \text{ kN}$$

**Únosnost tlačných betonových diagonál**

$$V_{Rd,max} = (v * f_{cd} * z * b_w * \cotg \theta) / (\cotg^2 \theta + 1)$$

$$V_{Rd,max} = 480,89 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} > V_{Rd,s} > V_{Ed}$$

vyhovuje

**Ověření splnění požadavků normy**

$$\min \rho_w = 0,08 * f_{ck}^{1/2} / f_{yk}$$

$$\min \rho_w = 0,0008$$

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w * s)$$

$$\rho_w = 0,000837$$

$$\min \rho_w < \rho_w$$

splněno

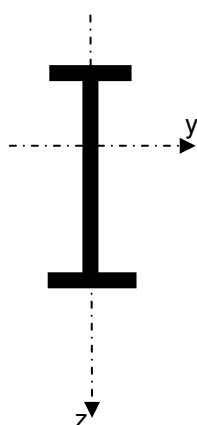
$$A_{sw} * f_{yd} / (b_w * s) = 0,364 \text{ (a)}$$

$$0,5 * v * f_{cd} = 4,500 \text{ (b)}$$

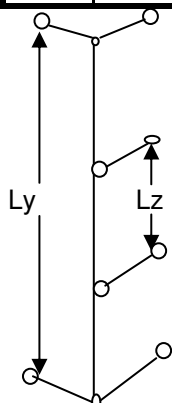
$$(a) < (b)$$

splněno

stupeň smykového  
vyztuženílimit smykového  
napětí (duktilita)



Hmotnost v kg	
1 m	nosník
ocel: 7850 kg/m <sup>3</sup>	
51,57	165,04
Jiný materiál	
kg/m <sup>3</sup>	
0,00	0



vzpěrné křivky  
součinitel imperfekce

$$\alpha_y = 0,21$$
$$\alpha_z = 0,21$$

křivka	$\alpha$
a <sub>0</sub>	0,13
a	0,21
b	0,34
c	0,49
d	0,76

**Prvek: Sloupy pod průvlakem**

namáhání osovou silou (vzpěr) a ohybovým momentem ve dvou rovinách.

Dimenzační hodnoty:	délka prvku	$L = 3,20$ m	pro 2. mezní stav
	max. moment	$M_{y,Ed} = 1,00$ kNm	1,00
		$M_{z,Ed} = 1,00$ kNm	
	normálová síla	$N_{Ed} = 222,50$ kN	
Vzpěrná délka prutu	$L_y = 3,20$ m		
v uvažované rovině vybočení	$L_z = 3,20$ m		

**Profil: RO 219,1x10 kusů: 1**

průřezová plocha	$A = 65,70$ cm <sup>2</sup>	65,70	cm <sup>2</sup>
průřezový modul	$W_y = 328,00$ cm <sup>3</sup>	328,00	cm <sup>3</sup>
	$W_z = 328,00$ cm <sup>3</sup>	328,00	cm <sup>3</sup>
moment setrvačnosti	$I_y = 3598,00$ cm <sup>4</sup>	3598,00	cm <sup>4</sup>
	$I_z = 3598,00$ cm <sup>4</sup>	3598,00	cm <sup>4</sup>
<b>Předpoklad:</b>	<b>neoslabený průřez, pružnostní výpočet</b>	$\beta_A = 1$	

pro průřez 4.tř  $\beta_A = (A_{eff}/A)^{1/2}$ 

<b>Materiál:</b>	<b>S 355</b>	Mez kluzu	$f_y = 355$ Mpa	m
ocel: (tepelná roztažnost $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/K$ příčná deformace $\nu = 0,3$ )			$E = 210$ Gpa	
Dílní součinitel spolehlivosti materiálu			$\gamma_{M0} = 1$	

Poloměr setrvačnosti, štíhlost

$i_y = 7,40$ cm	$\lambda_y = 43,2$	$\lambda_{y1} = 0,57$
$i_z = 7,40$ cm	$\lambda_z = 43,2$	$\lambda_{z1} = 0,57$
$\lambda_1 = 93,9 \cdot (235/f_y)^{1/2}$	$\lambda_{y1} = \lambda_y/\lambda_1 \cdot (\beta_A)^{1/2}$	$\lambda_1 = 76,4$
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$	$\phi_y = 0,699$	$\chi_y = 0,90$
$\chi = 1/(\phi + (\phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$	$\phi_z = 0,699$	$\chi_z = 0,90$
		$\chi_{min} = 0,90$

rozhoduje

Moment únosnosti průřezu třídy 1,2,3

$$M_{y(z),Rd} = (W_{y(z)} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

**Návrhová vzpěrná únosnost prutu**

$$N_{b,Rd} = (\chi_{min} \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$$

**Návrhová podmínka:**

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$$

$$0,11 + 0,01 + 0,01 = 0,12 \leq 1$$

**Vyhovuje****2. mezní stav**

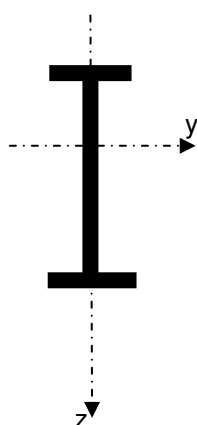
Požadovaná hodnota průhybu

$$L / 250 = 0,013 \text{ m}$$

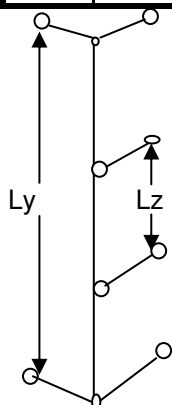
$$\text{Průhyb } y = (5,8 \cdot M_y \cdot L^2) / (384 \cdot E \cdot I_y)$$

$$y = 0,000 \text{ m}$$

**Vyhovuje**



Hmotnost v kg	
1 m	nosník
ocel: 7850 kg/m <sup>3</sup>	
51,57	319,76
Jiný materiál	
kg/m <sup>3</sup>	
0,00	0



vzpěrné křivky  
součinitel imperfekce

$$\alpha_y = 0,21$$
$$\alpha_z = 0,21$$

křivka	$\alpha$
a <sub>0</sub>	0,13
a	0,21
b	0,34
c	0,49
d	0,76

**Prvek: Sloupy v obvodu budovy**

namáhání osovou silou (vzpěr) a ohybovým momentem ve dvou rovinách.

Dimenzační hodnoty:	délka prvku	$L = 6,20$ m	pro 2. mezní stav
	max. moment	$M_{y,Ed} = 12,20$ kNm	12,20
		$M_{z,Ed} = 38,90$ kNm	
	normálová síla	$N_{Ed} = 144,50$ kN	
Vzpěrná délka prutu	$L_y = 6,20$ m		
v uvažované rovině vybočení	$L_z = 6,20$ m		

**Profil: RO 219,1x10 kusů: 1**

průřezová plocha	$A = 65,70$ cm <sup>2</sup>	65,70	cm <sup>2</sup>
průřezový modul	$W_y = 328,00$ cm <sup>3</sup>	328,00	cm <sup>3</sup>
	$W_z = 328,00$ cm <sup>3</sup>	328,00	cm <sup>3</sup>
moment setrvačnosti	$I_y = 3598,00$ cm <sup>4</sup>	3598,00	cm <sup>4</sup>
	$I_z = 3598,00$ cm <sup>4</sup>	3598,00	cm <sup>4</sup>
<b>Předpoklad:</b>	<b>neoslabený průřez, pružnostní výpočet</b>	$\beta_A = 1$	

pro průřez 4.tř  $\beta_A = (A_{eff}/A)^{1/2}$ 

<b>Materiál:</b>	<b>S 355</b>	Mez kluzu	$f_y = 355$ Mpa	m
ocel: (tepelná roztažnost $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/K$ příčná deformace $\nu = 0,3$ )			$E = 210$ Gpa	
Dílní součinitel spolehlivosti materiálu		$\gamma_{M0} = 1$		

Poloměr setrvačnosti, štíhlost

$i_y = 7,40$ cm	$\lambda_y = 83,8$	$\lambda_{y1} = 1,10$
$i_z = 7,40$ cm	$\lambda_z = 83,8$	$\lambda_{z1} = 1,10$
$\lambda_1 = 93,9 \cdot (235/f_y)^{1/2}$	$\lambda_{y1} = \lambda_y / \lambda_1 \cdot (\beta_A)^{1/2}$	$\lambda_1 = 76,4$
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$	$\phi_y = 1,195$	$\chi_y = 0,60$
$\chi = 1/(\phi + (\phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$	$\phi_z = 1,195$	$\chi_z = 0,60$
		$\chi_{min} = 0,60$

rozhoduje

Moment únosnosti průřezu třídy 1,2,3

$$M_{y(z),Rd} = (W_{y(z)} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

**Návrhová vzpěrná únosnost prutu**

$$N_{b,Rd} = (\chi_{min} \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$$

**Návrhová podmínka:**

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$$

$$0,10 + 0,10 + 0,33 = 0,54 \leq 1$$

**Vyhovuje****2. mezní stav**

Požadovaná hodnota průhybu

$$L / 500 = 0,012 \text{ m}$$

$$\text{Průhyb } y = (5,8 \cdot M_y \cdot L^2) / (384 \cdot E \cdot I_y)$$

$$y = 0,006 \text{ m}$$

**Vyhovuje**





## Požární odolnost ocelových nechráněných sloupů a nosníků

**Tabulka 3.1.** (Publikace PAVUS a.s.)

Požární odolnost ocelových nechráněných sloupů a nosníků v závislosti na

1. stupni využití  $\mu_0$

2. součiniteli průřezu  $A_m/V$

pro tři základní hodnoty kritické teploty oceli podle ČSN 73 0810 (500°C, 560°C a 620°C) a další tři doplňující hodnoty (680°C, 720°C a 740°C)

Poznámka: \*) Podle ČSN EN 1993-1-2 lze odvodit kritickou teplotu oceli přesně podle stupně využití průřezu  $\mu_0$ .

pro zákl. kombinaci

$\eta_{fi}$	
beton	0,7
ocel	0,65 (0,7)
ocelobet.	0,65 (0,7)
dřevo	0,6

Název prvku:

Sloupy

stup. využití průřezu pro **základní** kombinaci zatížení **nebo mimořádnou**

redukční součinitel úrovně zatížení při požáru **pro mimořádnou = 1**

stupeň využití průřezu:

$$\mu = 0,54$$

$$\eta_{fi} = 0,7$$

$$\mu_0 = 0,378$$

$$\mu_0 = \eta_{fi} \cdot \mu$$

**Kritická teplota**

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln((1/(0,9674\mu_0^{3,833}) - 1) + 482$$

$$\theta_{a,cr} = 629 \text{ °C}$$

Průřezová plocha:

$$V = 65,7 \text{ cm}^2$$

$$0,0066 \text{ m}^2$$

Obvod vystavený účinkům požáru:

$$A_m = 69 \text{ cm}$$

$$0,69 \text{ m}$$

**Součinitel průřezu**

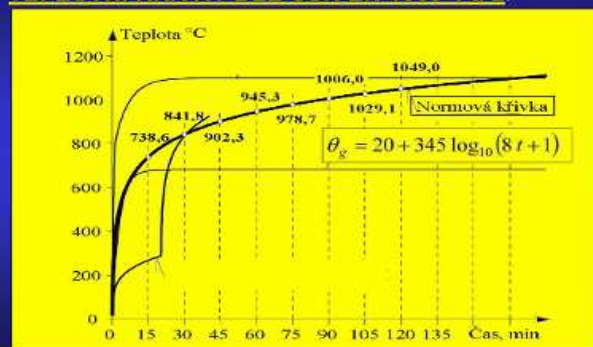
$$A_m/V = 105,02 \text{ m}^{-1}$$

Kritická teplota oceli $\theta_{a,cr}$ *)	Stupeň využití průřezu $\mu_0$	Požární odolnost R (minuty)							
		Součinitel průřezu $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

Požární odolnost konstrukce je

17 minut (údaj z tabulky)

### POŽÁRNÍ ODOLNOST A LEGISLATIVA TEPLOTNÍ KŘIVKY DLE ČSN EN 1363-1 a 2.



Prvek: **Střešní trámy**

namáhání osovou silou a ohybovým momentem ve dvou rovinách.

Dimenzační hodnoty:

délka prvku

L = 9,00 m

pro 2. mezní stav

max. moment

 $M_{y,Ed} = 250,00$ 

185,00

 $M_{z,Ed} = 0,50$  kNm

normálová síla

 $N_{Ed} = 28,50$  kNProfil: **HEA 400**

průřezová plocha

pro 1 kus (mm<sup>2</sup>)A = 159 cm<sup>2</sup> 15900

průřezový modul

tř. 1a2 plastický, tř. 3 elastický  $W_{el}$   $W_{pl}$  $W_y = 2310$  cm<sup>3</sup> 2310000 $W_z = 571$  cm<sup>3</sup> 571000

moment setrvačnosti k ose y

 $I_y = 45070$  cm<sup>4</sup> 4,507E+08

moment setrvačnosti k ose z

 $I_z = 8560$  cm<sup>4</sup> 8,560E+07

výsečový moment setrvačnosti

 $I_w = 2942000,00$  cm<sup>6</sup> 2,942E+12

moment tuhosti v prostém kroucení

 $I_t = 190,00$  cm<sup>4</sup> 1,900E+06Materiál: **S 355**ocel: (tepelná roztažnost  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/K$  příčná deformace  $\nu = 0,3$ )

mez kluzu

 $f_y = 355$  Mpa

modul pružnosti v tahu a tlaku

E = 210 Gpa

modul pružnosti ve smyku

G = 81 GPa

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu

 $\gamma_{M0} = 1$  $\gamma_{M1} = 1,15$ 

Mezní průhyby nosníků

stropy stropnice 1/250 1/350

průvlaky 1/400

pod sloupy 1/500

střechy vaznice 1/200

vazníky 1/250

stěny příčlě zasklení 1/200

sloupky a pažďíky 1/200 1/300

překlady 1/600

průmyslové podlahové nosníky 1/250

plošiny průvlaky 1/400

vrcholy sloupů portálový rám h/150

(bez jeřábů) jednopodlažní budova h/300

konstrukce jako celek h<sub>0</sub>/500

Požadovaná hodnota průhybu

L / 400 = 0,023 m

**POSOUZENÍ BEZ UVÁŽENÍ  
VLIVU KLOPENÍ** $M_{y,Rd} = 820,05$  kNm $M_{z,Rd} = 202,71$  kNm $N_{Rd} = 5644,50$  kN

Moment únosnosti průřezu třídy 1,2,3

 $M_{y(z),Rd} = (W_{y(z)} * f_y) / \gamma_{M0}$ 

Návrhová podmínka:

 $(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ 

0,01

0,30

0,00 =

0,31 ≤ 1

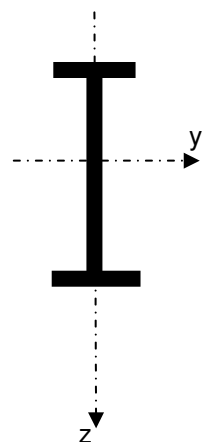
Vyhovuje

2. mezní stav

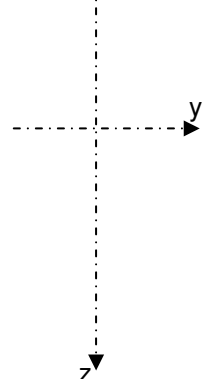
Průhyb  $y = (5.8.M_y.L^2)/(384.E.I_y)$ 

y = 0,016 m

Vyhovuje

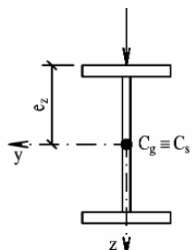


Hmotnost v kg	
1 m	nosník
ocel: 7850 kg/m <sup>3</sup>	
124,82	1123,34
Jiný materiál	
kg/m <sup>3</sup>	7850
124,82	1123,335



Kruhový průřez	
φ =	
poloměr	0
A =	0,00
W <sub>y</sub> =	0,00
I <sub>y</sub> =	0,00
i =	0

Obdélník	
b =	
h =	
A =	0
W <sub>y</sub> =	0,00
W <sub>z</sub> =	0,00
I <sub>y</sub> =	0,00



## Určení pružného kritického momentu

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

mom. setrv. k měkké ose

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,15$$

vzpěrná délka tlačného pásu pro vybočení z roviny ohybu

vzpěrná délka nosníku při zkroucení

vzdálenost působistě zatížení od středu smyku

Momentová plocha	$C_1$	$C_2$	Momentová plocha	$C_1$	$C_2$
	1,000	0,410		1,000	0,410
	1,132	0,459		1,365	0,553
	1,365	0,553			

$$W_y = 2310 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 45070 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 8560 \text{ cm}^4$$

$$I_\omega = 2942000 \text{ cm}^6$$

$$I_t = 190 \text{ cm}^4$$

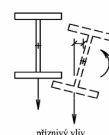
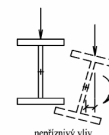
$$L_z = 6,10 \text{ m}$$

$$L_\omega = 6,10 \text{ m}$$

$$e_z = -200 \text{ mm}$$

$$C_1 = 1,132$$

$$C_2 = 0,459$$



$$E \cdot I_z = 17976$$

$$\pi^2 = 9,869604$$

$$L_z^2 = 37,21$$

$$(L_z/L_\omega)^2 = 1$$

$$I_\omega/I_z = 0,034369$$

$$G \cdot I_t = 153,9$$

## Pružný kritický moment při klopení pro dvouose symetrický průřez

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L_z^2} \cdot \left[ \sqrt{\left( \frac{L_z}{L_\omega} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$$

$$M_{cr} = 983,38 \text{ kNm}$$

kontrola 5397,337

\*\* 0,182197

983,38

## Poměrná štíhlost při klopení

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el} f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} = 0,913$$

## Součinitel imperfekce

$$\alpha_1 = 0,21$$

Průřez	Meze	Křivka klopení
Válcované I průřezy	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Svařované I průřezy	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Jiné průřezy		d

Křivka klopení	a	b	c	d
Součinitel imperfekce $\alpha_{LT}$	0,21	0,34	0,49	0,76

$$\phi = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\phi = 0,992$$

## Součinitel vzpěrnosti při klopení

$$0,725202$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}, \text{ s omezením } \chi_{LT} \leq 1,0,$$

1

$$\chi_{LT} = 0,725$$

## Návrhový mom. únosn. při klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 517,1 \text{ kNm}$$

## Návrhová podmínka:

$$(M_{y,Ed}/M_{b,Rd}) \leq 1$$

0,48

0,48 ≤ 1

Vyhovuje

**Požární odolnost ocelových nechráněných sloupů a nosníků****Tabulka 3.1.** (Publikace PAVUS a.s.)

Požární odolnost ocelových nechráněných sloupů a nosníků v závislosti na

. stupni využití  $\mu_0$ - součiniteli průřezu  $A_m/V$ pro tři základní hodnoty kritické teploty oceli podle ČSN 73 0810 (500°C, 560°C a 620°C)  
a další tři doplňující hodnoty (680°C, 720°C a 740°C)*Poznámka: \*) Podle ČSN EN 1993-1-2 lze odvodit kritickou teplotu oceli přesně podle stupně využití průřezu  $\mu_0$ .*

pro zákl. kombinaci

$\eta_{fi}$	
beton	0,7
ocel	0,65 (0,7)
ocelobet.	0,65 (0,7)
dřevo	0,6

Název prvku:

Střešní trámy HEA 400

stup. využití průřezu pro **základní** kombinaci zatížení **nebo mimořádnou**redukční součinitel úrovně zatížení při požáru **pro mimořádnou = 1**

stupeň využití průřezu:

$$\mu = 0,48$$

$$\eta_{fi} = 0,7$$

$$\mu_0 = 0,336$$

$$\mu_0 = \eta_{fi} \cdot \mu$$

**Kritická teplota**

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln((1/(0,9674\mu_0^{3,833}) - 1) + 482$$

$$\theta_{a,cr} = 647 \text{ °C}$$

Průřezová plocha:

$$V = 159 \text{ cm}^2 \quad 0,0159 \text{ m}^2$$

Obvod vystavený účinkům požáru:

$$A_m = 200 \text{ cm} \quad 2 \text{ m}$$

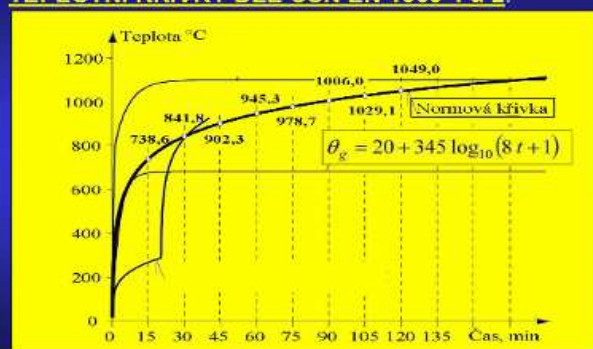
**Součinitel průřezu**

$$A_m/V = 125,79 \text{ m}^{-1}$$

Kritická teplota oceli $\theta_{a,cr}$ *)	Stupeň využití průřezu $\mu_0$	Požární odolnost R (minuty)							
		Součinitel průřezu $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

Požární odolnost konstrukce je

17 minut (údaj z tabulky)

**POŽÁRNÍ ODOLNOST A LEGISLATIVA  
TEPLOTNÍ KŘIVKY DLE ČSN EN 1363-1 a 2.**



C-FIX 1.121.0.0  
Verze databáze  
2023.12.14.12.55  
Datum  
09.02.2024

**fischer** 

### Projekční kancelář

Ing. Ivan Koudelka, Ph.D.  
Úlehla 1000  
685 01 Bučovice

i.ko@atlas.cz

### fischer international s.r.o.

Průmyslová 1833  
25001 Brandýs nad Labem  
Telefon: +42 03 26 90 46 01  
Fax: +42 03 26 90 46 00  
adam.vesely@fischer-cz.cz  
www.fischer-cz.cz

## Detaily návrhu

### Kotva

Systém  
Injektážní malta  
Upevňovací element

Kotevní hloubka

fischer Injektážní systém FIS EM Plus  
FIS EM Plus 390 S  
Závitová tyč FIS A M 16 x 175 R,  
Korozivzdorná ocel, pevnostní třída A4-70  
90 mm

Design data

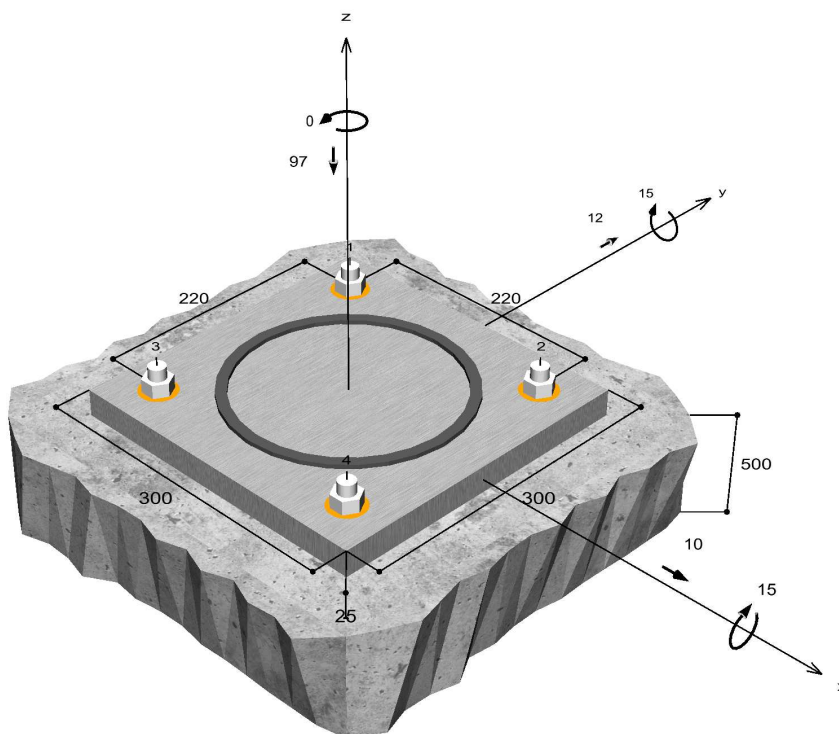
Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek  
ETA-17/0979, Option 1,  
Datum vydání 17.06.2020



### Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku

Vstupní hodnoty a výsledky návrhu je nutné podrobit kontrole souladu s národními normami a certifikáty.



## Vstupní data

Návrhová metoda	ETAG 001, TR 029, Příloha C, Metoda A
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tažený beton, Suchý otvor
Teplotní rozmezí	24 °C dlouhodobá teplota, 40 °C Krátkodobá teplota
Výztuž	Žádné nebo běžné armování.. Bez výztuže. S výztuží proti rozštěpení
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera vyplněna
Druh zatížení	Statické
Distance	Bez ohybu
Tvar kotevní desky	300 mm x 300 mm x 25 mm
Typ profilu	Trubka (219,1 x 10 )

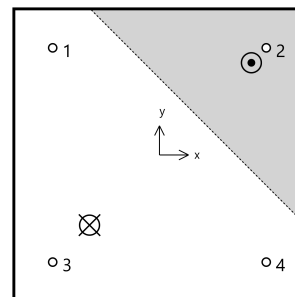
## Návrhová zatížení \*)

#	N <sub>Sd</sub> kN	V <sub>Sd,x</sub> kN	V <sub>Sd,y</sub> kN	M <sub>Sd,x</sub> kNm	M <sub>Sd,y</sub> kNm	M <sub>T,Sd</sub> kNm	Druh zatížení
1	-97,00	10,00	12,00	-15,00	15,00	0,00	Statické

\*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

## Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	6,02	3,91	2,50	3,00
2	0,00	3,91	2,50	3,00
3	22,85	3,91	2,50	3,00
4	6,02	3,91	2,50	3,00



Max. stlačení betonu : 0,51 ‰  
Max. tlakové napětí v betonu : 16,2 N/mm<sup>2</sup>  
Výsledné tahové síly : 34,89 kN , Poloha X/Y ( -72 / -72 )  
Výsledné tlakové síly : 131,89 kN , Poloha X/Y ( 95 / 95 )

## Návrhová únosnost v tahu

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β <sub>N</sub> %
Selhání ocele *	22,85	58,82	38,8
Vytažení kotvy/Selhání betonu	34,89	43,17	80,8
Selhání betonu	34,89	37,06	94,1

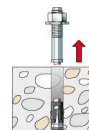
\* Nejnepriznivější kotva





## Selhání ocele

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

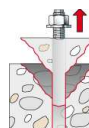


$N_{Rk,s}$ kN	$\gamma_{Ms}$	$N_{Rd,s}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,s}$ %
110,00	1,87	58,82	22,85	38,8

Kotva č.	$\beta_{N,s}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	10,2	1	$\beta_{N,s;1}$
2	0,0	2	$\beta_{N,s;2}$
3	38,8	3	$\beta_{N,s;3}$
4	10,2	4	$\beta_{N,s;4}$

## Vytažení kotvy/Selhání betonu

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Rovnice (5.2)

$$N_{Rk,p} = 39,22kN \cdot \frac{191700mm^2}{72900mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 0,628 \cdot 1,000 = 64,76kN$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 16mm \cdot 90mm \cdot 8,7N/mm^2 = 39,22kN$$

Rovnice  
(5.2a)

$$s_{cr,Np} = \min\left(20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,ucr}}{7,5}\right)^{0,5}; 3 \cdot h_{ef}\right)$$

Rovnice  
(5.2c)

$$s_{cr,Np} = \min\left(20 \cdot 16mm \cdot \left(\frac{17,0N/mm^2}{7,5}\right)^{0,5}; 3 \cdot 90mm\right) = 270mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{270mm}{2} = 135mm$$

Rovnice  
(5.2d)

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{135mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Rovnice  
(5.2e)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1)\right) = 1,000 - \sqrt{\frac{220mm}{270mm}} \cdot (1,000 - 1) = 1,000 \geq 1$$

Rovnice (5.2f)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5}\right)$$

Rovnice  
(5.2g)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{3} - (\sqrt{3} - 1) \cdot \left(\frac{16mm \cdot 8,7N/mm^2}{2,3 \cdot \sqrt{90mm \cdot 30,0N/mm^2}}\right)^{1,5}\right) = 1,000 \geq 1$$



$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 0,792 \cdot 0,792 = 0,628 \leq 1$$

Rovnice  
(5.2h)

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 35mm}{270mm}} = 0,792 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 35mm}{270mm}} = 0,792 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

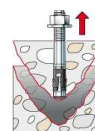
Rovnice (5.2i)

$N_{Rk,p}$ kN	$\gamma_{Mp}$	$N_{Rd,p}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,p}$ %
64,76	1,50	43,17	34,89	80,8

Kotva č.	$\beta_{N,p}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 3, 4	80,8	1	$\beta_{N,p;1}$

### Selhání betonu

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Rovnice (5.3)

$$N_{Rk,c} = 33,67kN \cdot \frac{191700mm^2}{72900mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 0,628 = 55,59kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (90mm)^{1,5} = 33,67kN$$

Rovnice  
(5.3a)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{135mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Rovnice  
(5.3c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Rovnice  
(5.3d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 0,792 \cdot 0,792 = 0,628 \leq 1$$

Rovnice  
(5.3e)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 35mm}{270mm}} = 0,792 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 35mm}{270mm}} = 0,792 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	$\gamma_{Mc}$	$N_{Rd,c}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,c}$ %
55,59	1,50	37,06	34,89	94,1

Kotva č.	$\beta_{N,c}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 3, 4	94,1	1	$\beta_{N,c;1}$



## Únosnost ve smyku

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití $\beta_v$ %
Selhání ocele bez ramene síly *	3,91	35,26	11,1
Selhání betonu na opačné straně zatížení	15,62	147,86	10,6

\* Nejnepříznivější kotva

### Selhání ocele bez ramene síly

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$V_{Rk,s}$ kN	$\gamma_{Ms}$	$V_{Rd,s}$ kN	$V_{Sd}$ kN	$\beta_{vs}$ %
55,00	1,56	35,26	3,91	11,1

Kotva č.	$\beta_{vs}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	11,1	1	$\beta_{vs,1}$
2	11,1	2	$\beta_{vs,2}$
3	11,1	3	$\beta_{vs,3}$
4	11,1	4	$\beta_{vs,4}$

### Selhání betonu na opačné straně zatížení

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2 \cdot 110,90 \text{ kN} = 221,79 \text{ kN}$$

Rovnice  
(5.7a)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Rovnice (5.3)

$$N_{Rk,c} = 33,67 \text{ kN} \cdot \frac{240100 \text{ mm}^2}{72900 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 110,90 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (90 \text{ mm})^{1,5} = 33,67 \text{ kN}$$

Rovnice  
(5.3a)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{135 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1$$

Rovnice  
(5.3c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Rovnice  
(5.3d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{8c_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Rovnice  
(5.3e)



$V_{Rk,cp}$ kN	$\gamma_{Mcp}$	$V_{Rd,cp}$ kN	$V_{Sd}$ kN	$\beta_{V,cp}$ %
221,79	1,50	147,86	15,62	10,6

Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	10,6	1	$\beta_{V,cp;1}$

## Využití tahových a smykových zatížení

Tahová zatížení	Využití $\beta_N$ %
Selhání ocele *	38,8
Vytažení kotvy/Selhání betonu	80,8
Selhání betonu	94,1

\* Nejnepříznivější kotva

Smykové zatížení	Využití $\beta_V$ %
Selhání ocele bez ramene síly *	11,1
Selhání betonu na opačné straně zatížení	10,6

## Únosnost kombinace tahu a smyku.

$$\begin{aligned}\beta_N &= \beta_{N,c;1} = 0,94 \leq 1 \\ \beta_V &= \beta_{V;s;1} = 0,11 \leq 1 \\ \frac{\beta_N + \beta_V}{1,2} &= \frac{\beta_{N,c;1} + \beta_{V;s;1}}{1,2} = 0,88 \leq 1\end{aligned}$$



Zkouška úspěšná

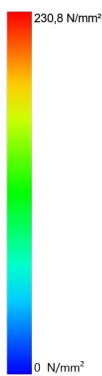
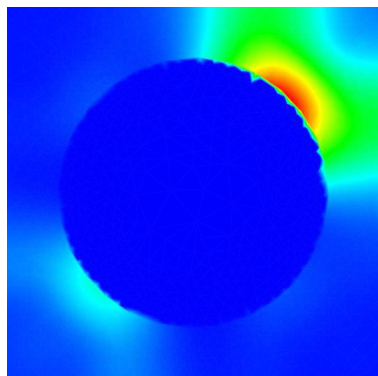
Rovnice (5.9a)

Rovnice (5.9b)

Rovnice (5.9c)

## Tloušťka kotevní desky

### Model napětí



### Podrobnosti kotevní desky

Tloušťka kotevní desky  
Materiál kotevní desky  
Modul pružnosti  
Pevnost na mezi kluzu  
Součinitel bezpečnosti  
Poissonovo číslo  
Využití

$t =$  25 mm  
 $S$  235 (St 37)  
 $E =$  210 000 N/mm²  
 $R_{p,0,2} =$  235 N/mm²  
 $\gamma_M =$  1,0  
 $\nu =$  0,3  
 $\eta =$  98 %

Typ profilu

Trubka (219,1 x 10 )

## Technické poznámky

Pokud je zadaná okrajová vzdálenost nižší než charakteristická ( $c_{cr,N}$  - návrhová metoda A), měla by být přítomna podélná výztuž o průměru min. 6mm souběžná s okrajem betonové konstrukce a to po celé hloubce kotvení. Výpočet byl proveden s předpokladem, že je v kotevním podkladu podélná výztuž účinně bránící jeho rozštěpení. V tomto případě lze vypustit posouzení selhání rozštěpením.

Přenos zatížení prostřednictvím kotev do betonové konstrukce by měl být zohledněn při posuzování konstrukce na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti; posouzení by mělo být provedeno s ohledem na zatížení představované kotvami. Pro ověření je nutné vzít do úvahy bezpečnostní standardy v souladu s platnými normami.



## **Informace k montáži**

### **Kotva**

#### **Systém**

Injektážní malta

Upevňovací element

#### **fischer Injektážní systém FIS EM Plus**

FIS EM Plus 390 S (kartuše dalších rozměrů jsou k dispozici)

Závitová tyč FIS A M 16 x 175 R,  
Korozivzdorná ocel,  
pevnostní třída A4-70

Kat. č. 544176

Kat. č. 90455



Příslušenství

FIS MR Plus

FIS DM S Pro

Nástroj pro čištění stlačeným  
vzduchem

Stlačený vzduch ( $p \geq 6$  bar)

Sada čistících kartáčků BS 16/18

SDS Plus-V II 18/150/200

nebo také

FHD 18/320/450

Příklepové vrtání s nebo bez  
odsávání

Kat. č. 545853

Kat. č. 563337

Kat. č. 93286

Na stavbě

Kat. č. 78181

Kat. č. 531836

Kat. č. 546600

Alternativní kartuše

FIS EM Plus 585 S

FIS EM Plus 1500 S

Zobrazené kartuše jsou alternativní  
k zvýrazněným kartuším výše se  
stejným číslem schválením.

Kat. č. 544165

Kat. č. 544167

### **Detaily montáže**

Průměr závitu

M 16

Průměr vyvrtaného otvoru

$d_0 = 18$  mm

Hloubka vyvrtaného otvoru

$h_2 = 115$  mm

Kotevní hloubka

$h_{ef} = 90$  mm

Metoda vrtání

Příklepové vrtání

Čištění vyvrtaného otvoru

Dvakrát vyfouknout pumpičkou,  
dvakrát vyčistit kartáčkem,  
dvakrát vyfouknout pumpičkou.  
Při použití dutého vrtáku s  
odsáváním (např. fischer FHD) se  
nevyžaduje čištění vyvrtaného  
otvoru.

Typ montáže

Průvlečná montáž

Prstencová mezera

Prstencová mezera vyplněna

Maximální krouticí moment

$T_{inst,max} = 60,0$  Nm

Velikost klíče

24 mm

Tloušťka kotevní desky

$t = 25$  mm

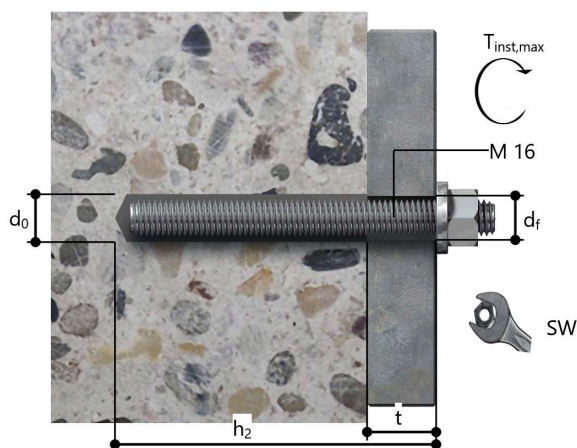
$t_{fix}$

$t_{fix} = 25$  mm

$T_{fix,max}$

Objem chemické malty na  
jednu kotvu

14 ml/7 Stupnice jednotek





### Podrobnosti kotevní desky

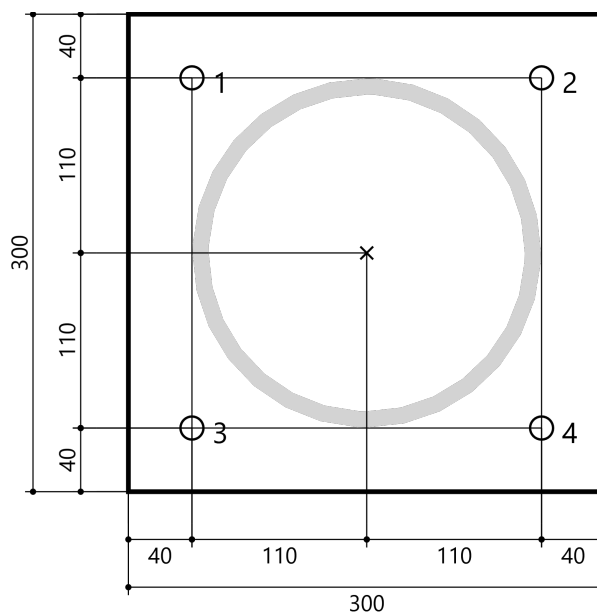
Materiál kotevní desky S 235 (St 37)  
Tloušťka kotevní desky  $t = 25 \text{ mm}$   
Průměr otvoru v kotevní desce  $d_i = 20 \text{ mm}$

### Přípevňovaná součást

Typ profilu Trubka (219,1 x 10 )

### Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-110	110
2	110	110
3	-110	-110
4	110	-110







## KOTEVNÍ DÉLKA VÝZTUŽE

## Kotevní délka příložek základů

## BETON C

25/30

$f_{ck}$	25
$f_{ck,cube}$	30
$f_{cm}$	33
$f_{ctm}$	2,6
$f_{ctk,0,05}$	1,8
$f_{ctk,0,95}$	3,3
$E_{cm}$	31
$\epsilon_{c1}$	2,07
$\epsilon_{cu1}$	3,50
$\epsilon_{c2}$	2,00
$\epsilon_{cu2}$	3,50
$n$	2,00
$\epsilon_{c3}$	1,75
$\epsilon_{cu3}$	3,50

Průměr kotveného prutu

$$\phi = 16 \text{ mm}$$

součinitel závislý na průměru prutu

$$\eta_2 = 1$$

Součinitel (závislý na kvalitě podmínek a poloze)

$$\eta_1 = 1$$

(dobré = 1, ostatní = 0,7)

Napětí v prutu (v místě od kterého se měří kotevní délka)

$$\sigma_{sd} = 400 \text{ Mpa} \quad (\sigma_{sd} = f_{yd})$$

Pevnost betonu v tahu

$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ Mpa}$$

(omezeno hodnotou udanou pro beton C60/75 3,0 Mpa)

Dílčí součinitel spolehlivosti betonu

$$\gamma_c = 1,5$$

Návrhová hodnota pevnosti betonu

$$f_{ctd} = 1,197 \text{ Mpa} \quad (f_{ctd} = f_{ctk,0,05}/\gamma_c)$$

Návrhová hodnota mezního napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,69321 \text{ Mpa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

## Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

$$l_{b,rqd} = 594 \text{ mm}$$

Minimální kotevní délka

$$\text{tah} - l_{b,min} > \max(0,3l_{b,rqd}, 10\phi, 100\text{mm})$$

178

160

100

$$l_{b,min} = 178 \text{ mm}$$

$$\text{tlak} - l_{b,min} > \max(0,6l_{b,rqd}, 10\phi, 100\text{mm})$$

356

160

100

$$l_{b,min} = 356 \text{ mm}$$

Hodnoty součinitelů  $\alpha$ pro tlačný prut  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1$ 

$$c_d = 50 \text{ mm}$$

0,68 0,98

přímý prut

$$\alpha_1 = 1$$

ostatní

$$\alpha_1 = 0,7$$

0,68 0,98

$$\alpha_2 = 0,70$$

$$\alpha_2 = 0,98$$

$$\alpha_3 = 1$$

ovnutí přivařenou výztuží

$$\alpha_4 = 1 \quad \text{ano} = 0,7, \text{ ne} = 1$$

podmínka:  $(\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$ 

0,7

0,98

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 =$$

0,7

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 = 0,98$$

přímý prut

$$\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 = 0,7$$

ostatní

$$\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 = 0,69$$

## NÁVRHOVÉ KOTEVNÍ DÉLKY

tlačný prut

$$l_{bd} = 594 \text{ mm}$$

tažený prut přímý

$$l_{bd} = 416 \text{ mm}$$

tažený prut ostatní

$$l_{bd} = 408 \text{ mm}$$

## Vstupy

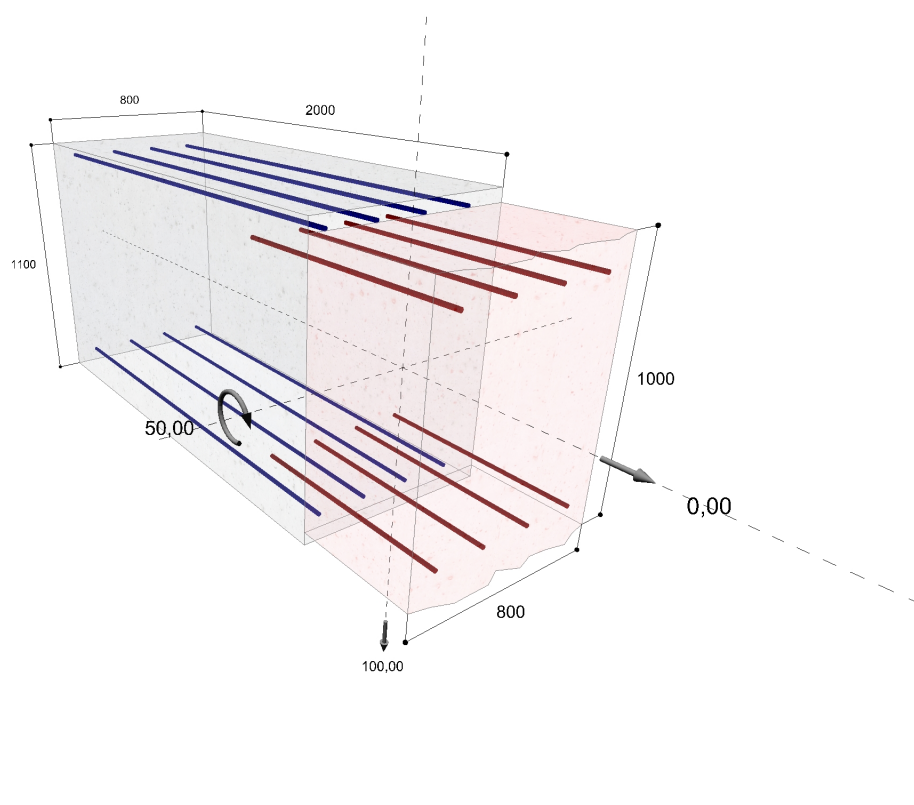
Návrhová metoda	DIN EN 1992-1-1 (2011-01) + DIN EN 1992-1-1/NA (2011-01)
Použití	Deska na desku
Typ spojení	Vrchní vrstva Přesah   Spodní vrstva Přesah
Systém	FIS EM Plus   ETA-17/1056
Způsob vrtání	Hammer drilling with standard drill with drilling aid
Třída betonu	C 25 / 30 (EN 206)

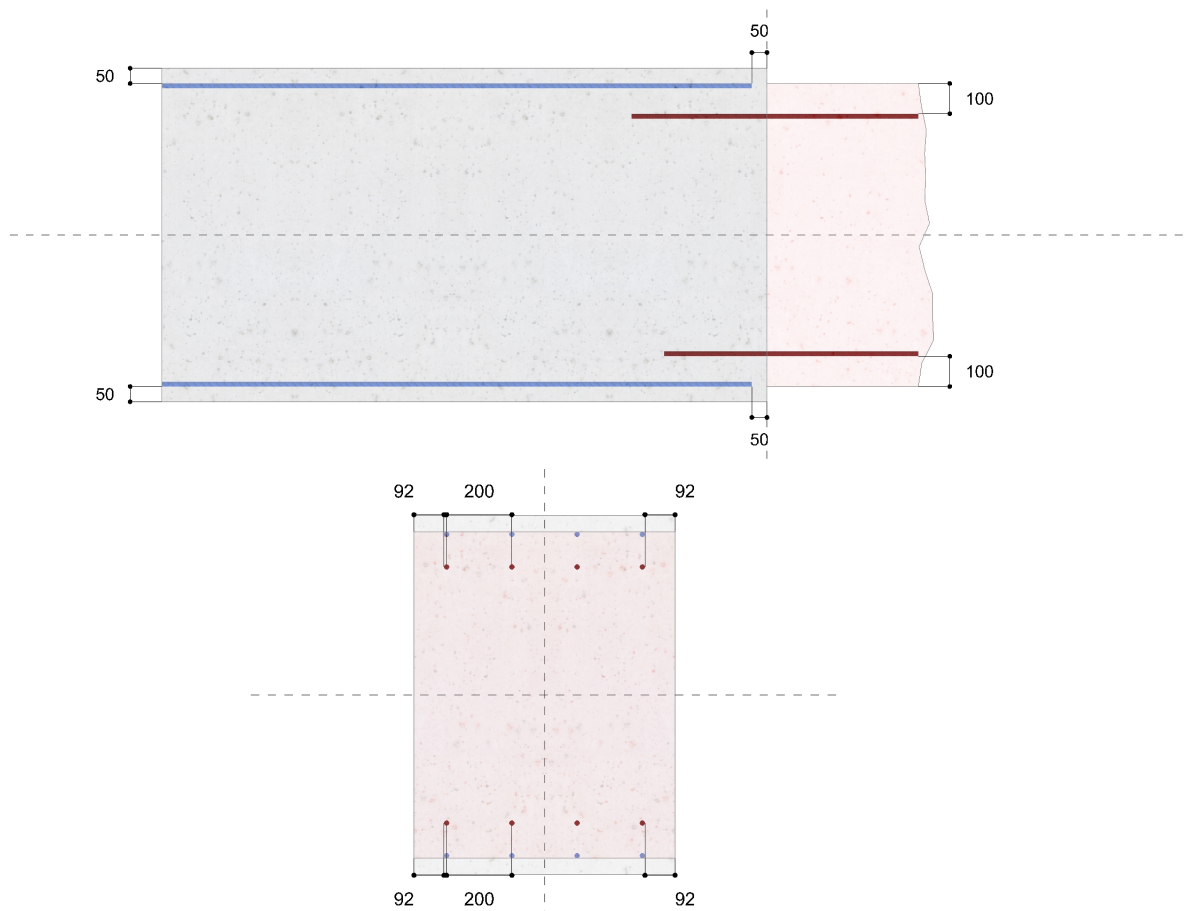
## Rozměr / zatížení

### *Návrhové hodnoty*

Moment	50,00 kNm
Smyková síla	100,00 kN
	Drsnost styčné plochy drsnost   Úhel tlačené vzpěry 30,0 °

Längen in [mm] | Lasten in [kN] | Momente in [kNm] | Návrh na úsek





## Vyztužení stávající konstrukce

### **Vrchní vrstva**

Charakteristická pevnost na mezi kluzu	500 N/mm <sup>2</sup>
Průměr	16 mm
Osová vzdálenost	200 mm

### **Krycí vrstva**

Přední strana	50 mm
Levý	92 mm
Pravý	92 mm
Vyšší vrstva	50 mm

### **Spodní vrstva**

Charakteristická pevnost na mezi kluzu	500 N/mm <sup>2</sup>
Průměr	16 mm
Osová vzdálenost	200 mm

Přední strana	50 mm
Levý	92 mm
Pravý	92 mm
Nižší vrstva	50 mm

## Vyztužená nová konstrukce

### Vrchní vrstva

Charakteristická	500 N/mm <sup>2</sup>
pevnost na mezi kluzu	
Průměr	16 mm
Osová vzdálenost	200 mm

### Spodní vrstva

Charakteristická	500 N/mm <sup>2</sup>
pevnost na mezi kluzu	
Průměr	16 mm
Osová vzdálenost	200 mm

### Krycí vrstva

Levý	92 mm
Pravý	92 mm
Vyšší vrstva	100 mm

Levý	92 mm
Pravý	92 mm
Nižší vrstva	100 mm

## Výpočet

### Vrchní vrstva stávající konstrukce

Únosnost v soudržnosti

I - dobré

Dodatečná tahová síla z důvodu smyku	$\Delta F_{td}$	21,65 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.3 (7) (6.18)
Síla na prut	$F_S = F + \Delta F_{td}$	36,51 kN	
Úsek	$A = \pi \cdot d^2 / 4$	201,06 mm <sup>2</sup>	
Napětí v oceli	$\sigma_{sd} = F_S / A$	181,57 N/mm <sup>2</sup>	
Charakteristická pevnost na mezi kluzu	$f_{yk}$	500,00 N/mm <sup>2</sup>	
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_s$	1,15	
Návrhová hodnota pevnosti na mezi kluzu	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	434,78 N/mm <sup>2</sup>	
Využití průřezu výztuže	$\beta_{As} = \sigma_{sd} / f_{yd}$	41,8 %	
Součinitel	$\eta_1$	1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Součinitel	$\eta_2$	1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_c$	1,50	
Návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu.	$f_{ctd}$	1,20 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Návrhová únosnost v soudržnosti	$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$	2,70 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2) (8.2)
$\alpha$ - vlivové faktory			
Tvar výztužných prutů	$\alpha_1$	1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2)
Krycí vrstva	$\alpha_2$	1,000	(tabulka 8.2) DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.4.4 (2), tabulka 8.2
Příčná výztuž není navařena na hlavní výztuž	$\alpha_3$	1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Smyková tlaková síla	$\alpha_5$	1,000	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Podíl přesahujících prutů k celkovému průřezu výztuže.	$\alpha_6$	1,4	DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.7.3 (1), tabulka NA.8.3
Základní kotevní délka	$l_{min} = (\sigma / 4) (f_{yd} / f_{bd})$	644 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Minimální základní kotevní délka	$l_{0,min} \geq \max [0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{min}; 15 \cdot \sigma; 200mm]$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.11)
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd} = (\sigma / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd})$	269 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Návrhová základní kotevní délka	$l_{0,ci} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$	377 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.10)

### Vrchní vrstva nové konstrukce

Únosnost v soudržnosti

I - dobré

Dodatečná tahová síla z důvodu smyku	$\Delta F_{td}$	21,65 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.3 (7) (6.18)
Síla na prut	$F_S = F + \Delta F_{td}$	36,51 kN	
Úsek	$A = \pi \cdot d^2 / 4$	201,06 mm <sup>2</sup>	
Napětí v oceli	$\sigma_{sd}$	181,57 N/mm <sup>2</sup>	

Vstupní hodnoty, výsledek návrhu a způsob montáže by měly být porovnány s platnými národními normami a schváleními. Berte zřetel na zřeknutí se odpovědnosti v licenčním ujednání.

		$= F_S / A$		
Charakteristická pevnost na mezi kluzu	$f_{yk}$		500,00 N/mm <sup>2</sup>	
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_s$		1,15	
Návrhová hodnota pevnosti na mezi kluzu	$f_{yd}$	$= f_{yk} / \gamma_s$	434,78 N/mm <sup>2</sup>	
Využití průřezu výztuže	$\beta_{As}$	$= \sigma_{sd} / f_{yd}$	41,8 %	
$\alpha$ - vlivové faktory				
Tvar výztužných prutů	$\alpha_1$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2)
Krycí vrstva	$\alpha_2$		1,000	(tabulka 8.2) DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.4.4 (2), tabulka 8.2
Příčná výztuž není navařena na hlavní výztuž	$\alpha_3$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Smyková tlaková síla	$\alpha_5$		1,000	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Podíl přesahujících prutů k celkovému průřezu výztuže.	$\alpha_6$		1,4	DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.7.3 (1), tabulka NA.8.3
Návrhová únosnost v soudržnosti	$f_{bd,PIR}$		2,70 N/mm <sup>2</sup>	ETA-17/1056
Základní kotevní délka	$l_{min}$	$= (\varnothing / 4) (f_{yd} / f_{bd,PIR})$	644 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Minimální základní kotevní délka	$l_{0,min}$	$\geq \max [0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{min}; 15 \cdot \varnothing; 200mm]$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.11)
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd}$	$= (\varnothing / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd,PIR})$	269 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Návrhová základní kotevní délka	$l_{0,pi}$	$= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$	377 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.10)
Zvýšení přesahu kvůli osově rozteči mezi pruty.	$l_z$		20 mm	ETA-17/1056 Přílona B 2
Hloubka vrtaného otvoru	$l_v$	$= \max [l_{0,ci}; l_{0,pi}] + c_1 + l_z$	447 mm	
Úroveň využití kotevní délky	$\beta_{ls}$		100,0 %	
<b>Spodní vrstva stávající konstrukce</b>				
Únosnost v soudržnosti			I - dobré	
Dodatečná tahová síla z důvodu smyku	$\Delta F_{td}$		21,65 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.3 (7) (6.18)
Síla na prut	$F_S$	$= F + \Delta F_{td}$	20,95 kN	
Úsek	$A$	$= \pi \cdot d^2 / 4$	201,06 mm <sup>2</sup>	
Napětí v oceli	$\sigma_{sd}$	$= F_S / A$	104,19 N/mm <sup>2</sup>	
Charakteristická pevnost na mezi kluzu	$f_{yk}$		500,00 N/mm <sup>2</sup>	
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_s$		1,15	
Návrhová hodnota pevnosti na mezi kluzu	$f_{yd}$	$= f_{yk} / \gamma_s$	434,78 N/mm <sup>2</sup>	
Využití průřezu výztuže	$\beta_{As}$	$= \sigma_{sd} / f_{yd}$	24,0 %	
Součinitel	$\eta_1$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Součinitel	$\eta_2$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_c$		1,50	
Návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu.	$f_{ctd}$		1,20 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2)
Návrhová únosnost v soudržnosti	$f_{bd}$	$= 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$	2,70 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1 - 8.4.2 (2) (8.2)
$\alpha$ - vlivové faktory				
Tvar výztužných prutů	$\alpha_1$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Krycí vrstva	$\alpha_2$		1,000	DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.4.4 (2), tabulka 8.2
Příčná výztuž není navařena na hlavní výztuž	$\alpha_3$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Smyková tlaková síla	$\alpha_5$		1,000	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
			1,4	DIN EN 1992-1-1/NA -

Vstupní hodnoty, výsledek návrhu a způsob montáže by měly být porovnány s platnými národními normami a schváleními. Berte zřetel na zřeknutí se odpovědnosti v licenčním ujednání.

Podíl přesahujících prutů k celkovému průřezu výztuže.	$\alpha_6$			NCI v oddíle 8.7.3 (1), tabulka NA.8.3
Základní kotevní délka	$l_{min}$	$= (\varnothing / 4) (f_{yd} / f_{bd})$	644 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Minimální základní kotevní délka	$l_{0,min}$	$\geq \max [0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{min}; 15 \cdot \varnothing; 200mm]$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.11)
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd}$	$= (\varnothing / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd})$	154 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Návrhová základní kotevní délka	$l_{0,ci}$	$= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.10)

### Spodní vrstva nové konstrukce

Únosnost v soudržnosti			I - dobré	
Dodatečná tahová síla z důvodu smyku	$\Delta F_{Td}$		21,65 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.3 (7) (6.18)
Síla na prut	$F_S$	$= F + \Delta F_{Td}$	20,95 kN	
Úsek	$A$	$= \pi \cdot d^2 / 4$	201,06 mm <sup>2</sup>	
Napětí v oceli	$\sigma_{sd}$	$= F_S / A$	104,19 N/mm <sup>2</sup>	
Charakteristická pevnost na mezi kluzu	$f_{yk}$		500,00 N/mm <sup>2</sup>	
Součinitel bezpečnosti	$\gamma_s$		1,15	
Návrhová hodnota pevnosti na mezi kluzu	$f_{yd}$	$= f_{yk} / \gamma_s$	434,78 N/mm <sup>2</sup>	
Využití průřezu výztuže	$\beta_{As}$	$= \sigma_{sd} / f_{yd}$	24,0 %	
$\alpha$ - vlivové faktory				
Tvar výztužných prutů	$\alpha_1$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Krycí vrstva	$\alpha_2$		1,000	DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.4.4 (2), tabulka 8.2
Příčná výztuž není navařena na hlavní výztuž	$\alpha_3$		1,0	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Smyková tlaková síla	$\alpha_5$		1,000	EN 1992-1-1 - 8.4.4 (2) (tabulka 8.2)
Podíl přesahujících prutů k celkovému průřezu výztuže.	$\alpha_6$		1,4	DIN EN 1992-1-1/NA - NCI v oddíle 8.7.3 (1), tabulka NA.8.3
Návrhová únosnost v soudržnosti	$f_{bd,PIR}$		2,70 N/mm <sup>2</sup>	ETA-17/1056
Základní kotevní délka	$l_{min}$	$= (\varnothing / 4) (f_{yd} / f_{bd,PIR})$	644 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Minimální základní kotevní délka	$l_{0,min}$	$\geq \max [0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{min}; 15 \cdot \varnothing; 200mm]$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.11)
Základní kotevní délka	$l_{b,rqd}$	$= (\varnothing / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd,PIR})$	154 mm	EN 1992-1-1 - 8.4.3 (2) (8.3)
Návrhová základní kotevní délka	$l_{0,pi}$	$= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$	271 mm	EN 1992-1-1 - 8.7.3 (1) (8.10)
Zvýšení přesahu kvůli osově rozteči mezi pruty.	$l_z$		20 mm	ETA-17/1056 Přílona B 2
Hloubka vrtaného otvoru	$l_v$	$= \max [l_{0,ci}; l_{0,pi}] + c_1 + l_z$	341 mm	
Úroveň využití kotevní délky	$\beta_{ls}$		100,0 %	

### Smyková síla

Design value of the shear force action	$V_{Ed}$		100,00 kN	
Design value of the normal force action	$N_{Ed}$		0,00 kN	
Šířka	$b_w$		800,00 mm	
Tloušťka	$h_w$		1000,00 mm	
Cross-sectional area of the chargeable reinforcement	$A_{sl}$		804,25 mm <sup>2</sup>	
Concrete cross-section area	$A_c$	$= b_w \cdot h_w$	800000,00 mm <sup>2</sup>	
Static height	$d$		892,00 mm	
Parametr hrubosti	$c$		0,40	EN 1992-1-1 - 6.2.5
Součinitel	$\alpha_{cc}$		0,85	EN 1992-1-1:NDP - 3.1.6 (1)

Vstupní hodnoty, výsledek návrhu a způsob montáže by měly být porovnány s platnými národními normami a schváleními. Berte zřetel na zřeknutí se odpovědnosti v licenčním ujednání.



Součinitel	$k_1$	0,12	EN 1992-1-1:NDP - 6.2.2 (1)
Součinitel	$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2,0$	1,47	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (1)
Degree of reinforcement	$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$	0,001127	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (1)
Characteristic concrete strength	$f_{ck}$	25,00 N/mm <sup>2</sup>	
Design value of concrete strength	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	14,17 N/mm <sup>2</sup>	
Concrete stress	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (1)
Součinitel	$C_{Rk,c}$	0,15	EN 1992-1-1:NDP - 6.2.2 (1)
Součinitel	$C_{Rd,c} = C_{Rk,c} / \gamma_c$	0,10	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (1)
Snížení pevnosti	$v$	0,68	EN 1992-1-1:NDP 6.2.2 (6)
Mezní stav únosnosti	$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \cdot c / 0,5$	2729,52 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (6.5)
Využití	$\beta_{V_{Rd,max}} = V_{Ed} / V_{Rd,max}$	3,66 %	
Součinitel	$v_{min} = (0,0375 / \gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0,22 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-1-1:NDP - 6.2.2 (1)
Design value shear force resistance	$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \cdot c / 0,5$ $> (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \cdot c / 0,5$	127,64 kN	EN 1992-1-1 - 6.2.2 (2)
Využití	$\beta_{V_{Rd,c}} = V_{Ed} / V_{Rd,c}$	78,35 %	
Využití smykové únosnosti	$\beta_Q = \text{Max}(\beta_{V_{Rd,c}}; \beta_{V_{Rd,max}})$	78,3 %	

## Shrnutí

	Průměr výztuže	Průměr vrtaného	Osová vzdálenost	Hloubka vrtaného	Objem malty na jeden bod
	ø [mm]	d <sub>0</sub> [mm]	s [mm]	l <sub>b</sub> [mm]	V [ml]
Vrchní vrstva	16,0	20	200	447	61
Spodní vrstva	16,0	20	200	341	46



**Vyžadována zkouška**

## Technická poznámka

Rebar connections must be designed and executed in accordance with proper engineering practice.

The design of reinforcement connections and the calculation of the forces to be transferred must be in accordance with the valid standard. Concrete cover, corrosion resistance, bar spacings as well as transverse reinforcement must be also in accordance with the valid standard.

Supplementary assessment and assembly instructions are contained in the relevant ETA-approvals/assessments and the general approvals of the DIBt for post installed rebar connections in concrete by anchorage or lap splice.

The installer of post installed reinforcement connections are responsible for any special requirements regarding the training of the site staff and the necessary equipment. The respective requirements are mentioned in the relevant approval.

## **Obecné informace**

Všechna data a informace v tomto programu jsou založeny na vlastnostech výrobků fischer a současných inženýrských znalostech a zvyklostech. Bezpečnostní předpisy a výpočtové rovnice je nutné respektovat s přihlédnutím k montážním návodům k výrobkům fischer. Vzhledem k tomu, že výrobní společnost ani dceřiné společnosti nejsou projekčními kancelářemi, nelze poskytnout záruku na návrhy se špatnými vstupními údaji nebo na výpočty, které byly provedeny na základě mylných předpokladů.

Všechna doporučení musejí být schválena dozorem stavby nebo projekčním inženýrem. Bedlivě prosím zkontrolujte výsledky výpočtu a konfrontujte je s národními předpisy a místními certifikáty.

Uživatel softwaru musí podniknout kroky, které zabrání zranění či usmrcení osob a materiálním škodám, jež by mohly z výpočtu vyplynout. Je nutné aktivovat pravidelnou aktualizaci programu a vlastností výrobků. Při deaktivaci automatické aktualizace programu a dat je nutné, aby uživatel programu zajistil, že provede výpočet v poslední zveřejněné verzi programu, např. manuálním stažením aktuální verze ze serveru fischer.

fischer nemůže odpovídat za nežádoucí následky používání programu, jako je například ztráta dat nebo jiných programů.