



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: 23 003

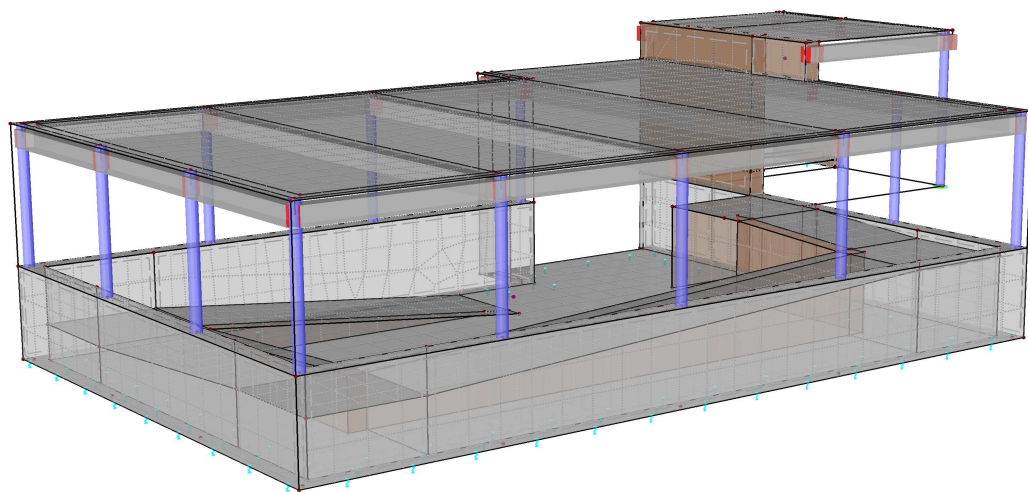
Statický výpočet

Objednatel

Hexaplan International spol. s r.o.
Jílkova 1537/124
615 00 Brno

Projekt

UPOL FTK TŘÍDA MÍRU 117, OLOMOUC
Prostor pro schromažďování externích studentů



V Bučovicích

19.01.2023



Obsah

	strana
Úvod, zadání	3
Sněhová oblast - zatížení sněhem	4
Tíha konstrukce střechy	5
Model konstrukce, zatížení, výpočet vnitřních sil	6
Dimenze	
Charakteristiky betonu	23
Stropní deska	24
Deska rampy	25
Základová deska	26
Ocelový sloup	27
Vazník	28

Závěr

Nosné konstrukce jsou navrženy v dimenzích, které zaručují bezpečné přenesení předpokládaných zatížení.



ÚVOD

Zadání

Objednatel požaduje návrh a posouzení nosných konstrukcí přístavby objektu UPOL FTK Třída míru 117 určeného pro schromažďování externích studentů

Podklady

Podkladem pro výpočet je rozpracovaná stavební část projektové dokumentace vypracovaná objednatelem.

Poznámka

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



Mapa zatížení sněhem na zemi

Poloha

Zeměpisná šířka
 ° ' ''

Zeměpisná délka
 ° ' ''

Nadmořská výška [m.n.m]

[Celá ČR](#)

[Smazat](#)

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

zatížení s_k [kPa]

Statistické parametry rozdělení ročních maxim

střední hodnota μ [kPa]

směrodatná odchylka σ [kPa]

variační koeficient V

šikmost α

Rozdělení denních hodnot

[Histogram denních hodnot](#)



Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku:

Konstrukce střechy

Tíha konstrukcí

	kN/m ³	tloušťka	kN/m ²
1 vegetační vrstva - zemina	18	0,150	2,70
2 Drenážní vrstva - KERAMZIT	5	0,200	1,00
3 Hydroizolační souvrství	0,15	2	0,30
4 Tepelná izolace	0,3	0,350	0,11
5 Betonová deska dle tloušťky v modelu	25	0,000	0,00
6 Omítka	18	0,020	0,36
7 Rozvody a vzduchotechnika, FVE	0,3	1,0	0,30

CELKEM

4,77

ve vodorovném průmětu

4,77

4,77

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

 $s_0 = 0,75$ kN/m² $s_0 = 0,75$ kN/m² $\mu_1 = 0,80$ $\mu_1 = 0,80$ $C_e = 1,0$ $C_e = 1,0$ $C_t = 1,0$ $C_t = 1,0$ $s_n = s_0 * m_1 * C_e * C_t$ $s_n = 0,60$ kN/m² $s_n = 0,60$ kN/m²

Užitné zatížení

Užitné

kN/m²

Osamělé břemeno

 $F_k =$

kN

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osově vzdálenosti

osová vzdálenost prvků (m)		liniové zatížení v kN/m				užitné
		od konstrukce		od sněhu		
			sníh 1		sníh 2	
1,00	m	4,77 kN/m	0,60	kN/m	0,60	0,00
2,00	m	9,53 kN/m	1,20	kN/m	1,20	0,00
3,00	m	14,30 kN/m	1,80	kN/m	1,80	0,00
4,00	m	19,06 kN/m	2,40	kN/m	2,40	0,00
5,00	m	23,83 kN/m	3,00	kN/m	3,00	0,00
6.00	m	28.59 kN/m	3.60	kN/m	3.60	0.00



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MODELU

Obecné	Název modelu	: 23 003 - dvorana
	Název projektu	: 23 003 - UPOL FTK dvorana
	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 ²

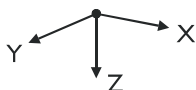
NASTAVENÍ SÍTĚ PRVKŮ

Obecné	Požadovaná délka konečných prvků	l_{FE}	: 0.500 m
	Maximální vzdálenost mezi uzlem a linií pro integrování do linie	ϵ	: 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	Δ_D	: 1.800
	Maximální přípustný odklon 2 prvků sítě od roviny	α	: 0.50 °
	Tvar konečných prvků:		: Trojúhelníky a čtyřúhelníky
			<input checked="" type="checkbox"/> Generovat stejné čtverce, kde je to možné

1.3 MATERIÁLY

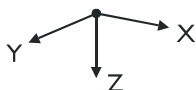
Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. ν [-]	Objem. tíha γ [kN/m ³]	Souč. tepl. roz. α [1/K]	Souč. spolehlivosti γ_M [-]	Materiálový model
1	Beton C20/25 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 30000.000	12500.000	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
2	Ocel S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12 210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
3	Zdivo IK (Cihla, Skupina 2, Standardní malta, M1 - M2, < 0.5 - 3 mm) EN 1996-1-1 4500.000	2250.000	0.000	9.81	6.00E-06	2.00	Izotropní lineárně elastický
Uživatelsky zadaný materiál							

1.7 UZLOVÉ PODPORY



Podpora č.	Uzly č.	Osový systém	Sloup v Z	Podepření resp. vetknutí					
				u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
1	26	Globální X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	83	Globální X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1.9 PLOŠNÉ PODPORY



Podloží č.	Plochy č.	Konstanta tuhosti v RF-SOILIN	Translační tuhost [MN/m ³]			Smyková tuhost [kN/m]	
			u_x	u_y	u_z	v_{xz}	v_{yz}
1	1,28,65	-	5.000	5.000	25.000	2.000	2.000

1.9.1 PLOŠNÉ PODPORY - NEÚČINNÉ

Podloží č.	Plochy č.	Neúčinnost podpory při σ_z	Tečení od kontaktního napětí σ_z [kPa]	Součinitel tření μ_z [-]
1	1,28,65	Záporný		



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

RO 168.3x10.0 (za...Obdélník 250/300



1.13 PRŮŘEZY

Průřez č.	Mater. č.	I_T [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	Hlavní osy α [°]	Natočení α' [°]	Celkové rozměry [mm]	
		A [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]			Šířka b	Výška h
1	RO 168.3x10.0 (warmgefertigt) 2	31280000.0 4970.0	15640000.0 2483.8	15640000.0 2483.8	0.00	0.00	168.3	168.3
2	Obdélník 250/300 1	774840064.0 75000.0	562500032.0 62500.0	390624992.0 62500.0	0.00	0.00	250.0	300.0

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	Užitné zatížení	Užitná zatížení - kategorie B: kancelářské plochy	<input type="checkbox"/>			
ZS3	Snih	Snih (H ≤ 1000 m n.m.)	<input type="checkbox"/>			
ZS4	Vitr	Vitr	<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
ZS2	Užitné zatížení	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Pruty (faktor pro GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Teorie I. řádu (geometrický lineární výpočet)
ZS3	Snih	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="radio"/> Pruty (faktor pro GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
ZS4	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

2.5 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombin. zatížení	Kombinace zatížení		č.	Součinitel	Zatěžovací stav	
	NS	Označení			ZS1	ZS2
KZ1		Charakteristické hodnoty	1	1.00	ZS1	Vlastní tíha
			2	1.00	ZS2	Užitné zatížení
			3	0.75	ZS3	Snih
			4	0.90	ZS4	Vitr
KZ2		Rozhodující kombinace zatížení	1	1.35	ZS1	Vlastní tíha
			2	1.50	ZS2	Užitné zatížení
			3	0.75	ZS3	Snih
			4	0.90	ZS4	Vitr

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
KZ2	Rozhodující kombinace zatížení	Metoda pro řešení systému nelineárních algebraických rovnic	<input checked="" type="checkbox"/> Zohlednit příznivé tahové účinky
		Možnosti	<input checked="" type="checkbox"/> Vztáhnout vnitřní síly na přetvořený systém pro:
		Aktivovat součinitele tuhosti:	<input checked="" type="checkbox"/> Normálové síly N
			<input checked="" type="checkbox"/> Smykové síly V _y a V _z
			<input checked="" type="checkbox"/> Momenty M _y , M _z a M _T
			<input checked="" type="checkbox"/> Materiály (díleč souč. spolehlivosti γ _M)
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
			<input checked="" type="radio"/> Analýza podle II. řádu (P-Delta)
			<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 _y a V _z
			<input checked="" type="checkbox"/> Momenty M _y , M _z a M _T
			<input checked="" type="checkbox"/> Materiály (díleč souč. spolehlivosti γ _M)
			<input checked="" type="checkbox"/> Pruty (faktor pro GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

ZS1
Vlastní tíha

3.4 ZATÍŽENÍ NA PLOCHU

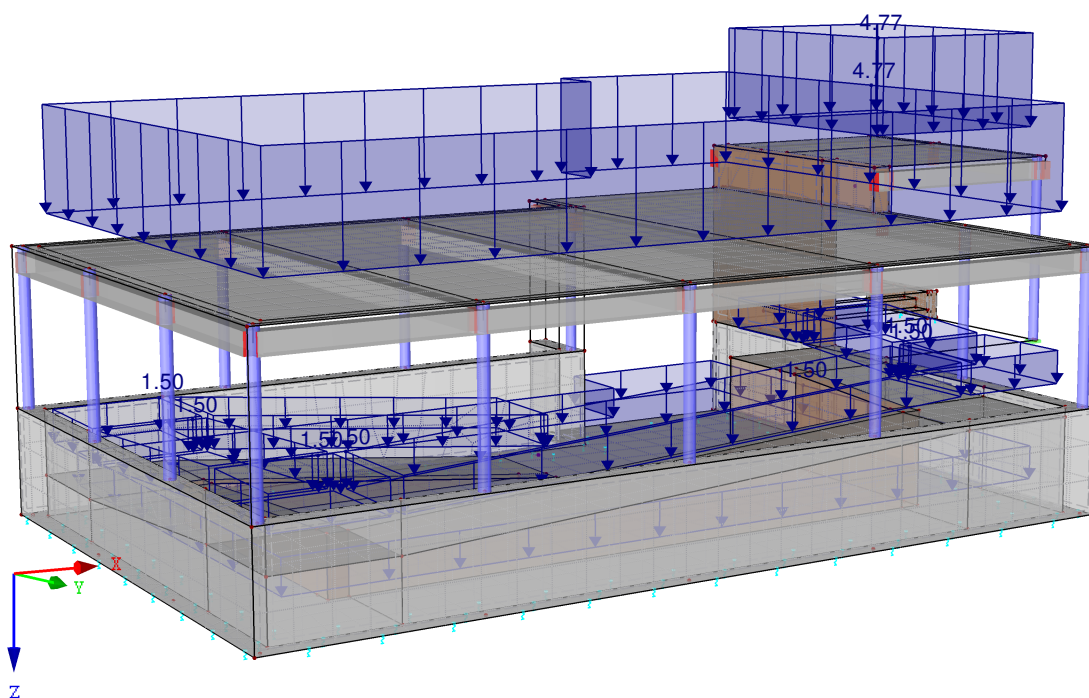
ZS1: Vlastní tíha

č.	Na plochách č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Symbol	Parametry zatížení	
						Hodnota	Jednotka
1	66,67 skladba střechy	Síla	Konstantní	ZL	p	4.77	kN/m ²
2	28,37,39-45 vrstvy podlahy	Síla	Konstantní	ZL	p	1.50	kN/m ²

ZS1: VLASTNÍ TÍHA

ZS1 : Vlastní tíha
Zatížení [kN/m²]

Perspektiva



ZS2
Užitné zatížení

3.4 ZATÍŽENÍ NA PLOCHU

ZS2: Užitné zatížení

č.	Na plochách č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Symbol	Parametry zatížení	
						Hodnota	Jednotka
1	28,37,39-45	Síla	Konstantní	ZL	p	3.00	kN/m ²

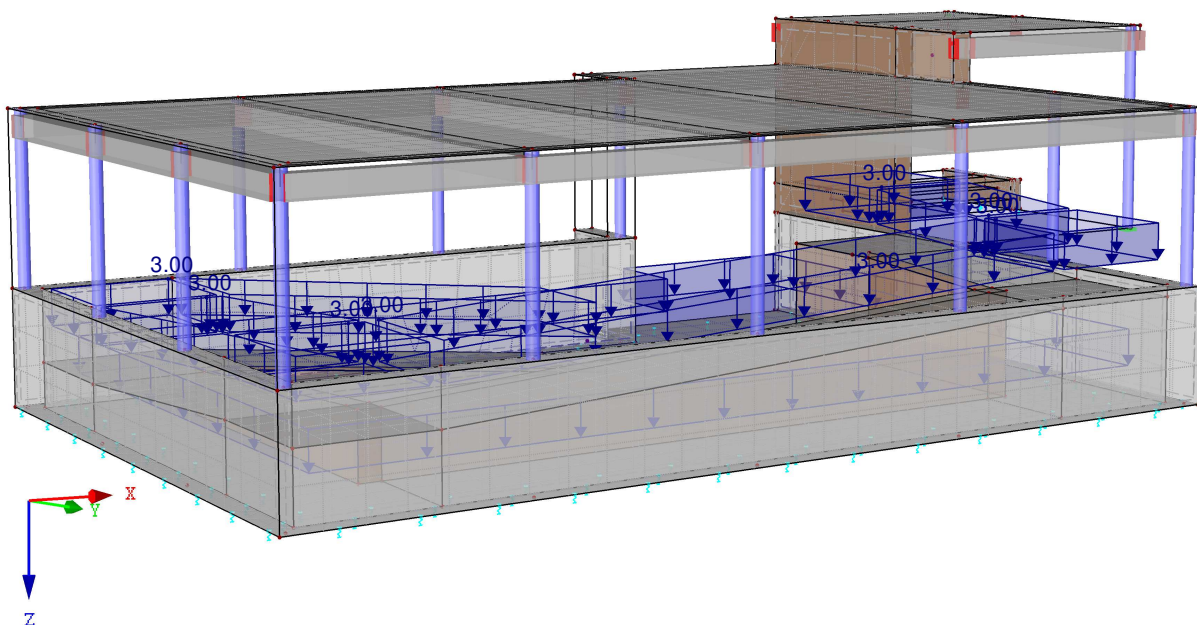
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ ZS2: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

ZS2 : Užité zátížení
Zatížení [kN/m²]

Perspektiva



ZS3
Sníh

■ 3.4 ZATÍŽENÍ NA PLOCHU

ZS3: Sníh

č.	Na plochách č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Parametry zatížení	
					Symbol	Hodnota Jednotka
1	66.67	Síla	Konstantní	ZL	p	0.60 kN/m ²



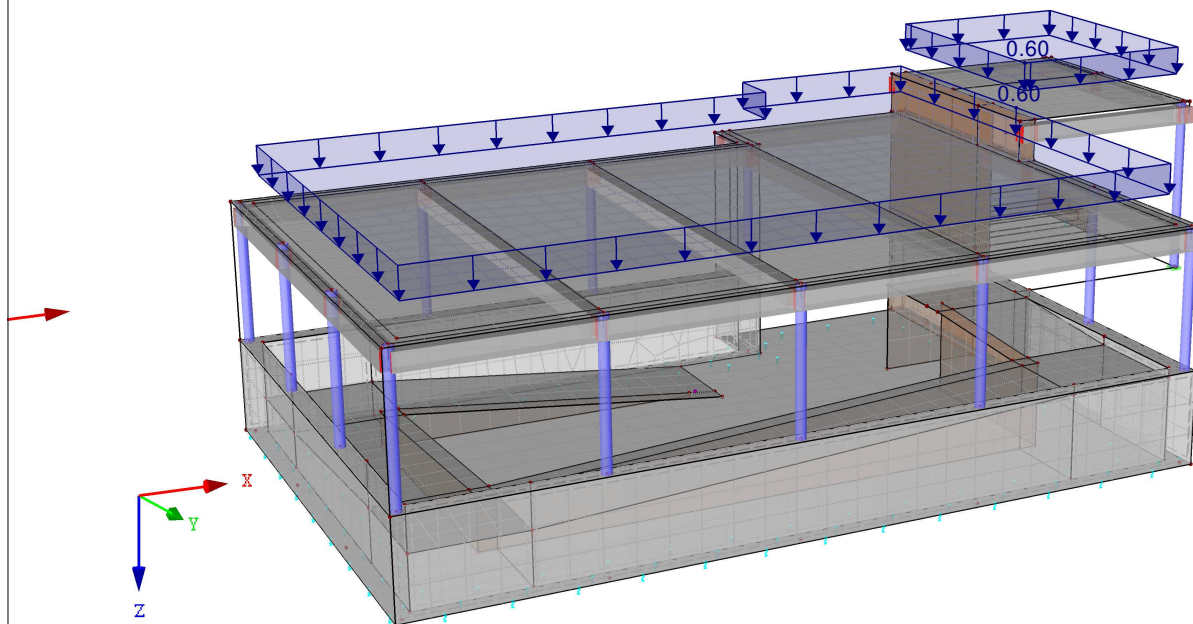
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

ZS3: SNÍH

ZS3 : Sníh
Zatížení [kN/m²]

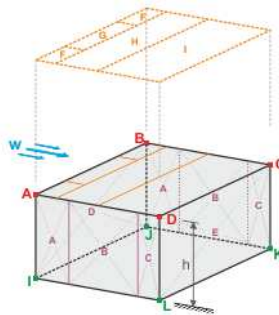
Perspektiva



ZS4
Vitr

3.15 VYGENEROVANÁ ZATÍŽENÍ

ZS4: Vitr

č.	Popis zatížení		
1	Ze zatížení větrem (budova)		
			
Dynamický tlak	Podle normy	:	EN 1991-1-4
	Národní příloha	:	Česká republika
	Větrná oblast	:	I
	Kategorie terénu	:	Kategorie III
	Výška konstrukce	h	8.500 m
	Základní rychlost větru	$v_{b,0}$	22.5 m/s
	Nedostatečná korelace podle 7.2.2(3)	:	<input checked="" type="checkbox"/>
Geometrie základny	Uzel	I	: 23
		J	: 17
		K	: 15
		L	: 13
Typ a geometrie střechy	Typ	:	☉ Plochá/pultová střecha
	Uzel	A	: 119
		B	: 114
		C	: 112
		D	: 111
Typ okapu	☉ Okapová oblast s ostrými okraji		
Vygenerovat ZS	<input checked="" type="checkbox"/> ZS w+	:	ZS4



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

3.15 VYGENEROVANÁ ZATÍŽENÍ

ZS4: Vítr

č.	Popis zatížení		
	Zadat vítr na stranu	☉ A - B	
	Vytvořit typ zatížení	☉ Zatížení na prut	
	Typ průběhu zatížení	☉ Kombinované	
	Odstranit vliv z	prutů souběžných s prutem	: 38
	Generovat zatížení větrem na pruty č.		: 12,24-29,31-33,44-49
Rozměry budovy	h	: 8.500	m
	b	: 13.200 / 13.076	m
	d	: 8.350 / 8.226	m
	e Stěny	: 13.138	m
	e Střecha	: 13.200 / 13.076	m
	A Stěny	: 101.558	m ²
	A Střecha	: 108.873	m ²
	α	: 0.0	°
	d A	: 2.628	m
	d B	: 5.722 / 5.598	m
	d C	: 0.000	m
	b F	: 3.300 / 3.269	m
	d F	: 1.314	m
	d H	: 5.255	m
	d I	: 1.657 / 1.781	m
	Oblast	Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe, 10}$	Vnější tlak w_e [kN/m ²]
	A	-1.200	-0.61
	B	-0.800	-0.41
	C	-0.500	-0.25
	D	0.800	0.35
	E	-0.501	-0.22
	F	-1.800	-0.91
	G	-1.200	-0.61
	H	-0.700	-0.36
	I	0.200	0.10
Vygenerovaná celková zatížení	Σ P Plochy	: 39.670	kN
	Σ P	: 36.148	kN
Celkový moment k počátku	Σ M Plochy	: 531.060	kNm
	Σ M	: 492.208	kNm
Buňky vybrané pro generování	Σ počet buněk	: 9	
	Σ plocha buněk	: 331.811	m ²



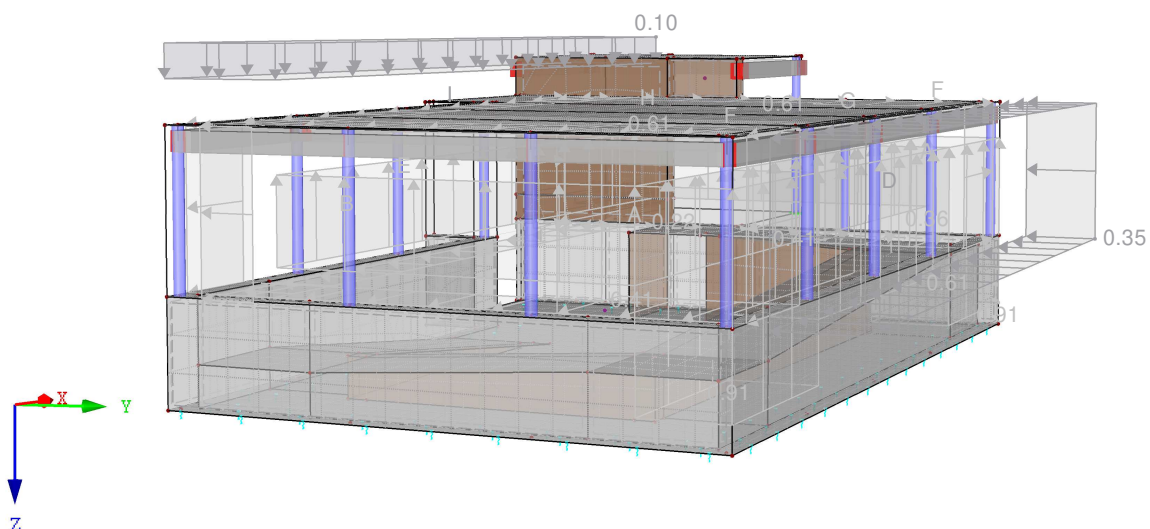
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ **ZS4: VÍTR**

ZS4 : Vitr
Zatížení [kN/m²]

Perspektiva





Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ 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	2695.820	kN	
	Součet reakcí v Z	2695.820	kN	Odchylka -0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	-134.894	kNm	V těžišti modelu (X:10.970, Y:6.850, Z:-0.155 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	-270.960	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	0.001	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	1.3	mm	Prut č. 13, x: 1.580 m
	Max. posun ve směru Y	-1.7	mm	Prut č. 9, x: 1.185 m
	Max. posun ve směru Z	11.6	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. posun vektorový	11.6	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo X	-0.0037	rad	Uzel č. 2160 sítě KP (X: 10.611, Y: 10.861, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0030	rad	Uzel č. 2328 sítě KP (X: 4.861, Y: 6.801, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Z	-0.0003	rad	Uzel č. 1463 sítě KP (X: 17.075, Y: 4.505, Z: -1.819 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Maximální přetvoření těles	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	3		
	Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	8.39E+10		
	Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	3.378E+1436		
		22		
	Nekonečná norma	2.468E+11		
Zatěžovací stav ZS2 - Užité zatížení				
Zatěžovací stav ZS2 - Užité zatížení	Stav výpočtu :			
	Součet zatížení a součet podporových sil ve směru X není v rovnováze (odchylka -17.06%).			
	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	459.765	kN	
	Součet reakcí v Z	459.765	kN	Odchylka -0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	114.640	kNm	V těžišti modelu (X:10.970, Y:6.850, Z:-0.155 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	271.554	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	0.000	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	0.0	mm	Prut č. 11, x: 2.067 m
	Max. posun ve směru Y	0.0	mm	Uzel č. 114 sítě KP (X: 3.875, Y: 11.225, Z: -2.370 m)
	Max. posun ve směru Z	0.2	mm	Uzel č. 1296 sítě KP (X: 15.808, Y: 9.958, Z: 0.150 m)
	Max. posun vektorový	0.2	mm	Uzel č. 1296 sítě KP (X: 15.808, Y: 9.958, Z: 0.150 m)
	Max. pootočení okolo X	0.0001	rad	Uzel č. 1324 sítě KP (X: 15.381, Y: 5.443, Z: 0.000 m)
	Max. pootočení okolo Y	0.0001	rad	Uzel č. 1294 sítě KP (X: 16.275, Y: 9.525, Z: 0.150 m)
	Max. pootočení okolo Z	0.0000	rad	Uzel č. 719 sítě KP (X: 11.347, Y: 3.175, Z: 0.000 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Maximální přetvoření těles	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	2		
	Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	8.39E+10		
	Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	3.378E+1436		
		22		
	Nekonečná norma	2.468E+11		
Zatěžovací stav ZS3 - Sníh				
Zatěžovací stav ZS3 - 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	78.247	kN	
	Součet reakcí v Z	78.247	kN	Odchylka 0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	-24.163	kNm	V těžišti modelu (X:10.970, Y:6.850, Z:-0.155 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	-51.161	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	0.000	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	0.1	mm	Prut č. 13, x: 1.580 m
	Max. posun ve směru Y	-0.1	mm	Prut č. 9, x: 1.185 m
	Max. posun ve směru Z	0.7	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. posun vektorový	0.7	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo X	-0.0002	rad	Uzel č. 2160 sítě KP (X: 10.611, Y: 10.861, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0002	rad	Uzel č. 2328 sítě KP (X: 4.861, Y: 6.801, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Z	-0.0000	rad	Uzel č. 1463 sítě KP (X: 17.075, Y: 4.505, Z: -1.819 m)
	Maximální přetvoření plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Maximální přetvoření těles	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	6		
	Maximální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	8.39E+10		
	Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	4.166E+1436		
		20		
	Nekonečná norma	2.468E+11		



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ 4.0 VÝSLEDKY - SOUHRN

	Označení	Hodnota	Jednot	Komentář
Kombinace zatížení KZ1 - Charakteristické hodnoty				
	Součet zatížení ve směru X	0.000	kN	
	Součet reakcí v X	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	-6.041	kN	
	Součet reakcí v Y	-6.041	kN	Odchylka 0.00%
	Součet zatížení ve směru Z	3182.290	kN	
	Součet reakcí v Z	3182.290	kN	Odchylka -0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	-102.9170	kNm	V těžišti modelu (X:10.9699, Y:6.8501, Z:-0.1551 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	-58.7049	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	-13.1977	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	1.4	mm	Prut č. 13, x: 1.580 m
	Max. posun ve směru Y	-1.9	mm	Prut č. 9, x: 1.185 m
	Max. posun ve směru Z	12.2	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. posun vektorový	12.2	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo X	-0.0038	rad	Uzel č. 2160 sítě KP (X: 10.611, Y: 10.861, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0031	rad	Uzel č. 2328 sítě KP (X: 4.861, Y: 6.801, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Z	-0.0003	rad	Uzel č. 1463 sítě KP (X: 17.075, Y: 4.505, Z: -1.819 m)
	Maximální přetožení plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Maximální přetožení těles	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 _y , V _z , M _y , M _z , M _T
	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	8.39E+10		
	Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	1.203E+1427		
		55		
	Nekonečná norma	2.468E+11		
Kombinace zatížení KZ2 - Rozhodující kombinace zatížení				
	Součet zatížení ve směru X	0.000	kN	
	Součet reakcí v X	0.000	kN	
	Součet zatížení ve směru Y	-6.041	kN	
	Součet reakcí v Y	-6.041	kN	Odchylka 0.00%
	Součet zatížení ve směru Z	4355.710	kN	
	Součet reakcí v Z	4355.710	kN	Odchylka -0.00%
	Výslednice reakcí okolo X	-92.8839	kNm	V těžišti modelu (X:10.9699, Y:6.8501, Z:-0.1551 m)
	Výslednice reakcí okolo Y	-18.1797	kNm	V těžišti modelu
	Výslednice reakcí okolo Z	-13.2221	kNm	V těžišti modelu
	Max. posun ve směru X	1.9	mm	Prut č. 13, x: 1.580 m
	Max. posun ve směru Y	-2.5	mm	Prut č. 9, x: 1.185 m
	Max. posun ve směru Z	16.3	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. posun vektorový	16.4	mm	Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo X	-0.0050	rad	Uzel č. 2160 sítě KP (X: 10.611, Y: 10.861, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0041	rad	Uzel č. 2328 sítě KP (X: 4.861, Y: 6.801, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Z	-0.0005	rad	Uzel č. 1463 sítě KP (X: 17.075, Y: 4.505, Z: -1.819 m)
	Maximální přetožení plochy	0.00000	-	Uzel sítě KP č. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Maximální přetožení těles	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 _y , V _z , M _y , M _z , M _T
	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	8.39E+10		
	Minimální hodnota prvku matice tuhosti na diagonále	1.E+04		
	Determinant matice tuhosti	1.162E+1427		
		55		
	Nekonečná norma	2.468E+11		
Celkem				
	Stav výpočtu: Problém v ZS2			
	Max. posun ve směru X	1.9	mm	KZ2, Prut č. 13, x: 1.580 m
	Max. posun ve směru Y	-2.5	mm	KZ2, Prut č. 9, x: 1.185 m
	Max. posun ve směru Z	16.3	mm	KZ2, Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. posun vektorový	16.4	mm	KZ2, Uzel č. 2152 sítě KP (X: 10.529, Y: 6.965, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo X	-0.0050	rad	KZ2, Uzel č. 2160 sítě KP (X: 10.611, Y: 10.861, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Y	-0.0041	rad	KZ2, Uzel č. 2328 sítě KP (X: 4.861, Y: 6.801, Z: -2.370 m)
	Max. pootočení okolo Z	-0.0005	rad	KZ2, Uzel č. 1463 sítě KP (X: 17.075, Y: 4.505, Z: -1.819 m)
	Ostatní nastavení:			
	Počet konečných prvků 1D	192		
	Počet konečných prvků 2D	2562		
	Počet konečných prvků 3D	3423		
	Počet uzlů sítě KP	2720		
	Počet rovnic	16320		
	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		



Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

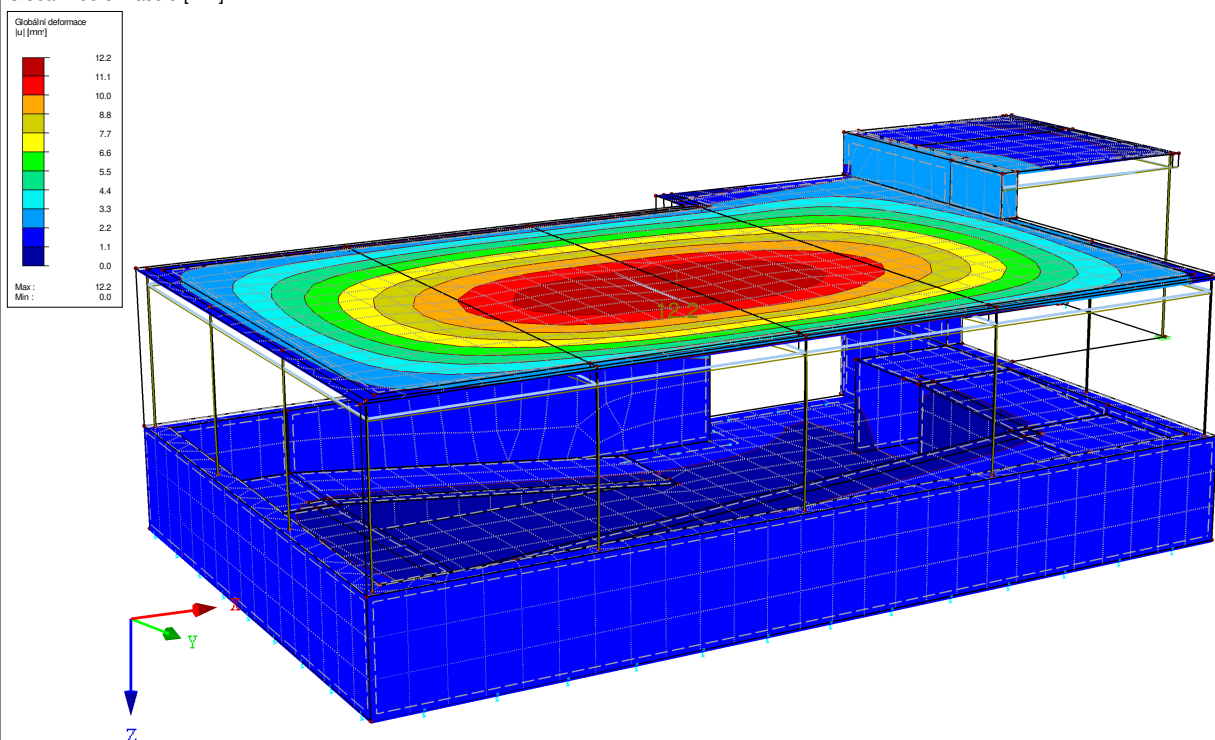
■ 4.0 VÝSLEDKY - SOUHRN

Rozdělení sítě KP pro grafické výsledky	0		
Procentuální počet iterací Picardovy metody v kombinaci s metodou Newton-Raphsonovou	5	%	
Zohlednit neúčinné podpory	<input checked="" type="checkbox"/>		
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"/>		
Nelineární účinky - Aktivovat:			
Podpory a pružná podloží	<input checked="" type="checkbox"/>		

■ GLOBÁLNÍ DEFORMACE u

KZ1 : Charakteristické hodnoty
Globální deformace u [mm]

Perspektiva

Součinitel pro deformace: 18.75
Max u: 12.2, Min u: 0.0 mm



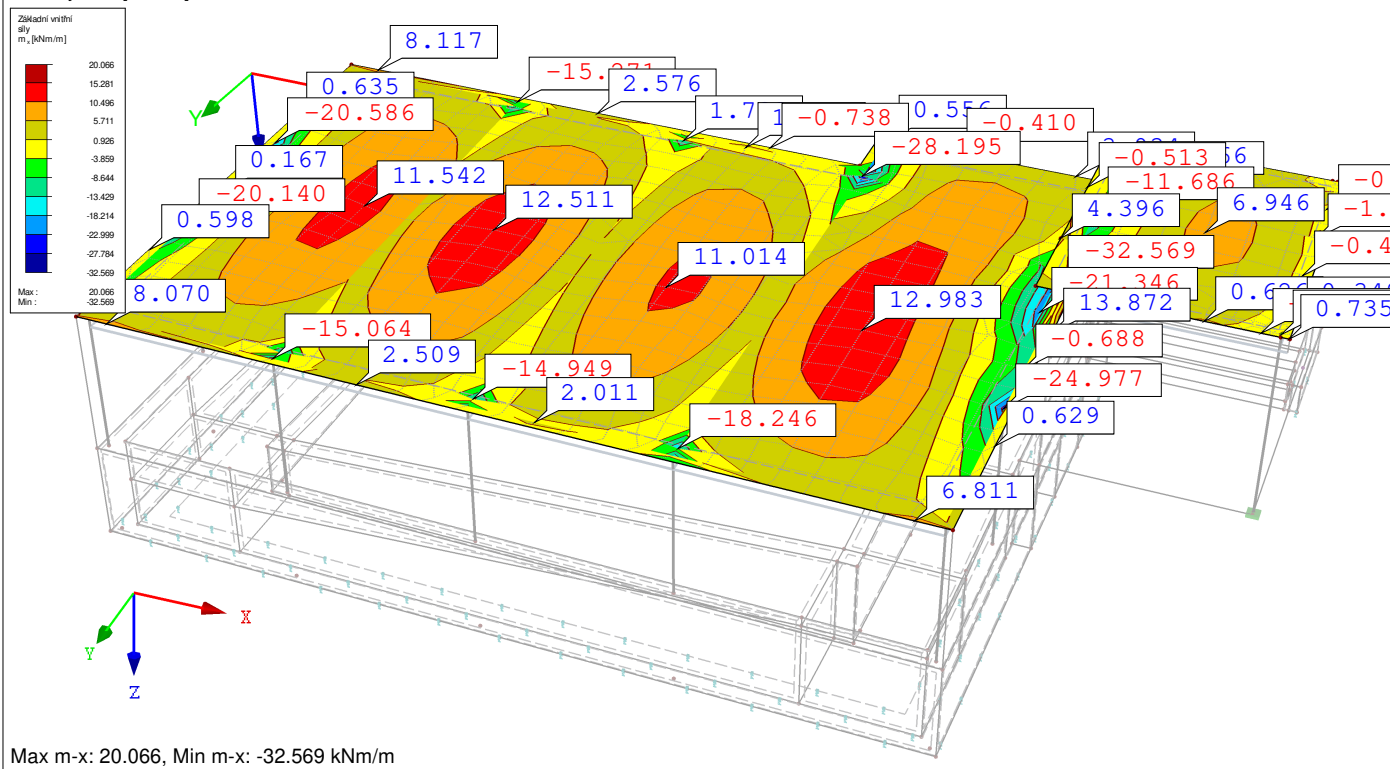
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_x

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

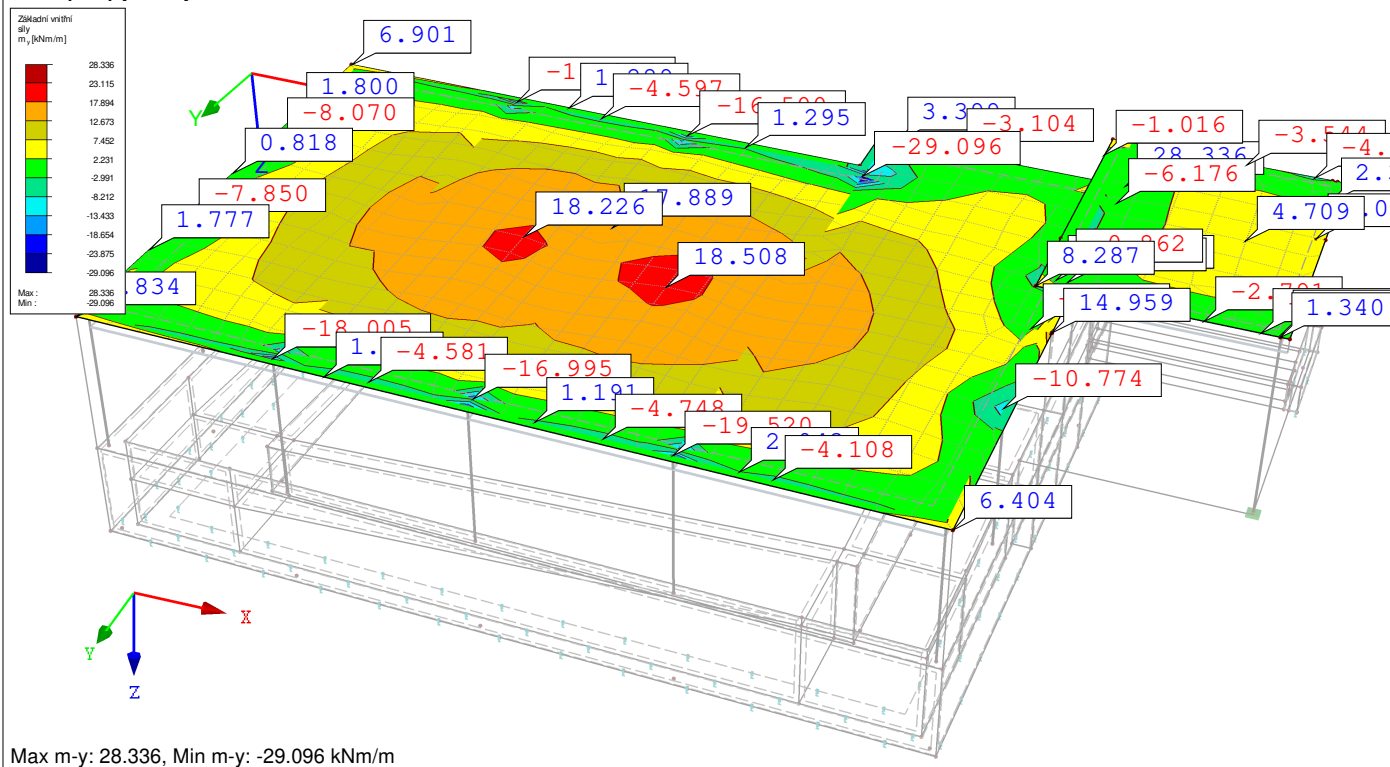
Perspektiva



■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_y

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

Perspektiva



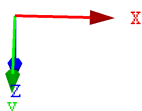
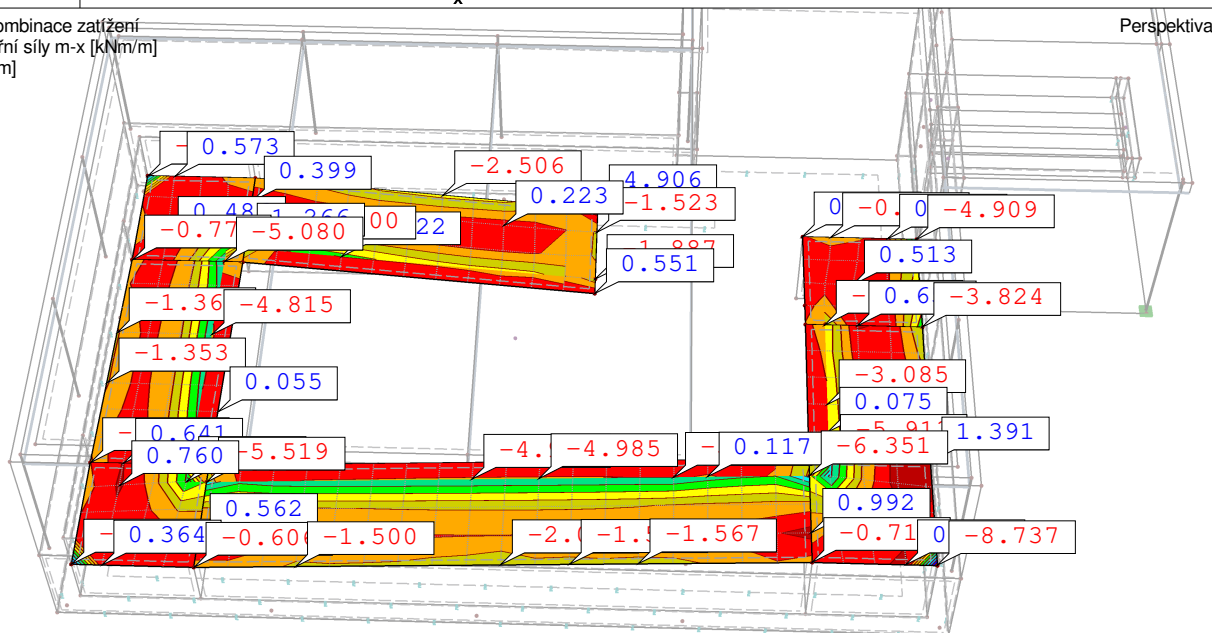
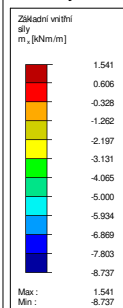


Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_x

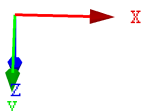
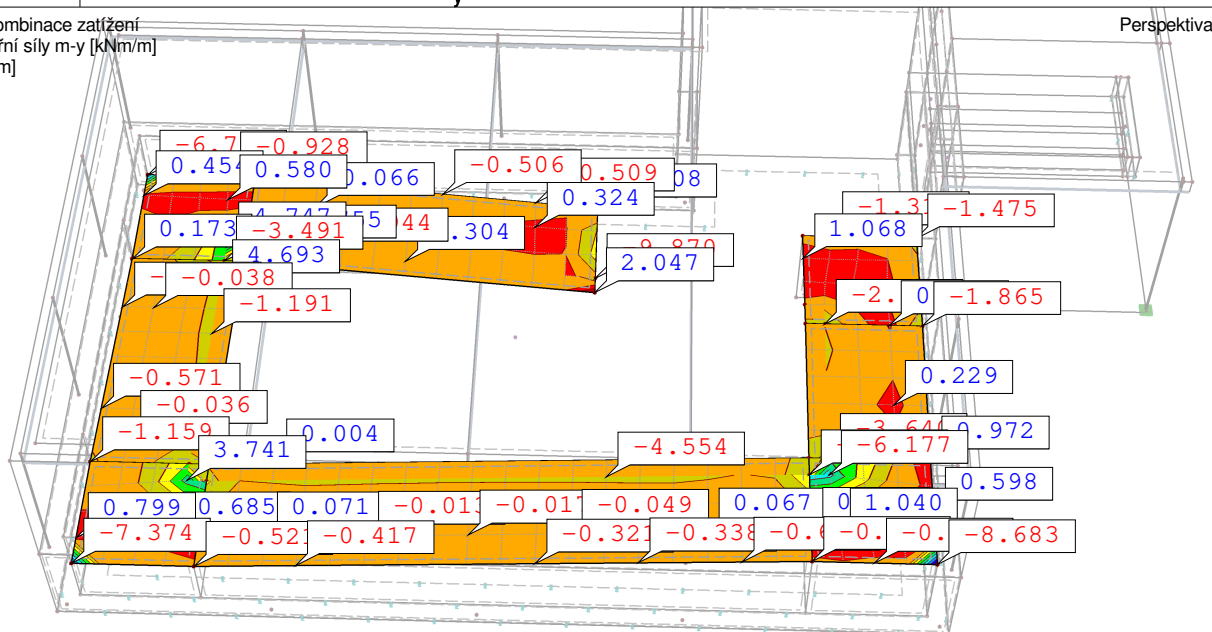
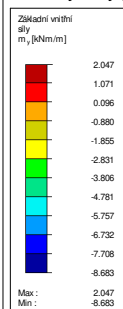
KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy základní vnitřní síly m_x [kNm/m]
Hodnoty: m_x [kNm/m]



Max m_x : 1.541, Min m_x : -8.737 kNm/m

ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_y

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



Max m_y : 2.047, Min m_y : -8.683 kNm/m



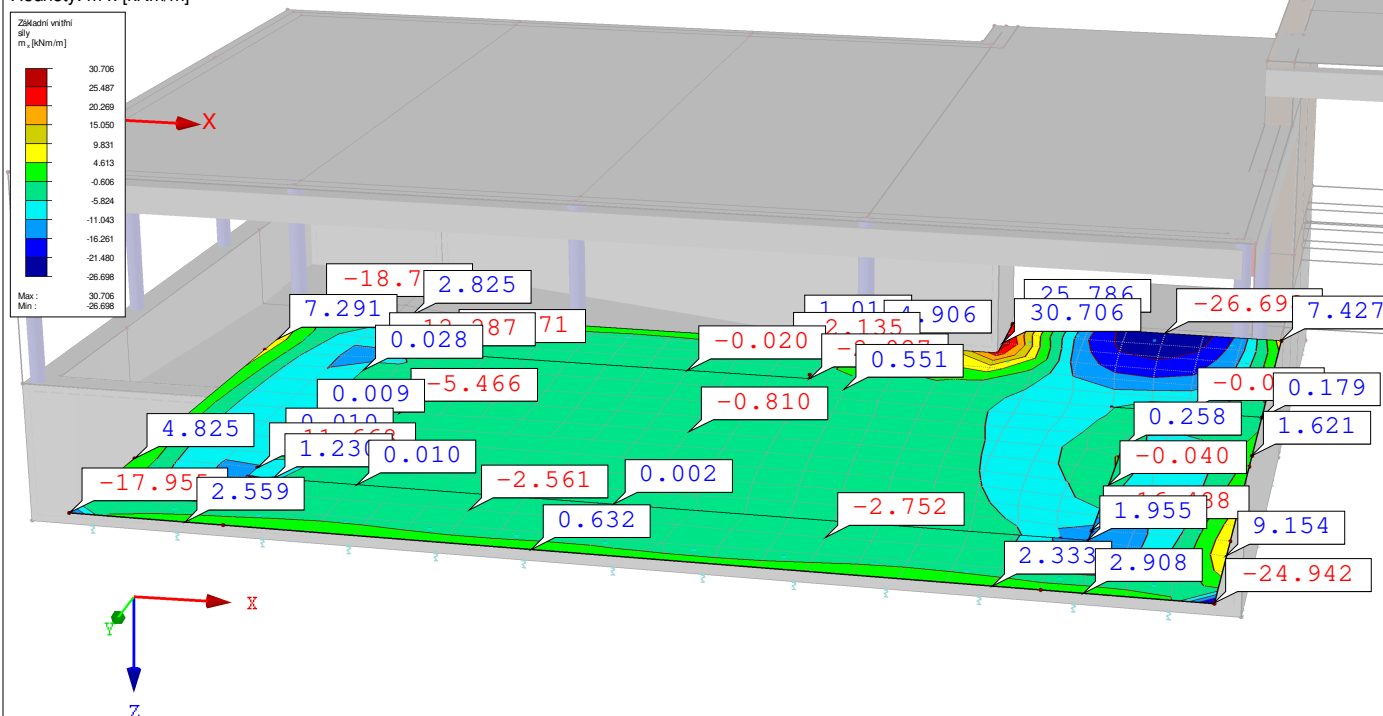
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_x

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

Perspektiva

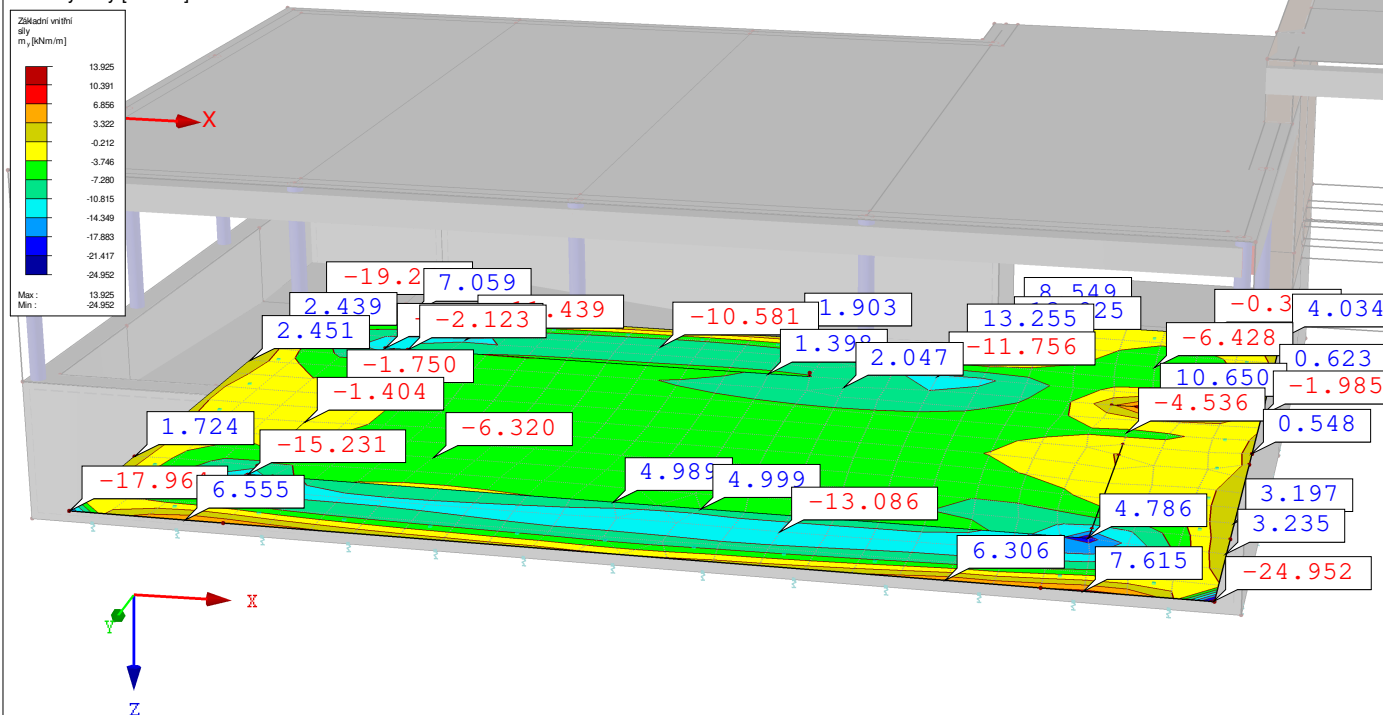


Max m_x : 30.706, Min m_x : -26.698 kNm/m

■ ZÁKLADNÍ VNITŘNÍ SÍLY m_y

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

Perspektiva



Max m_y : 13.925, Min m_y : -24.952 kNm/m



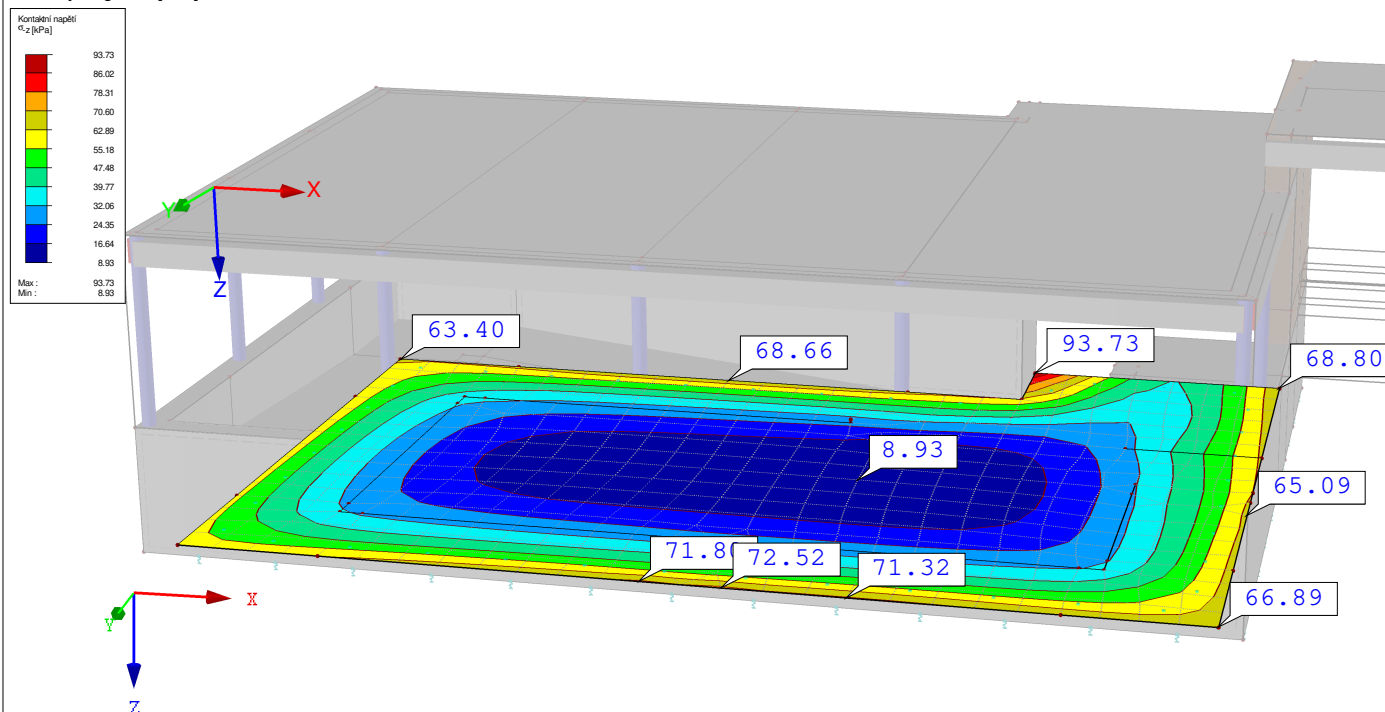
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva

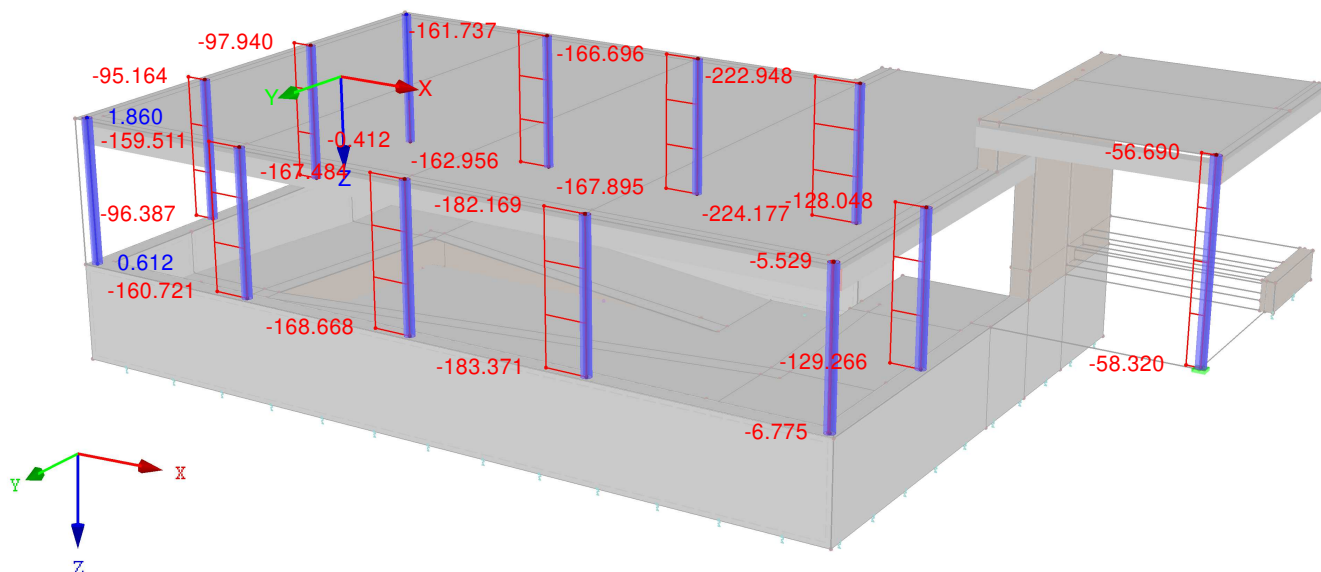


Max Sigma-z: 93.73, Min Sigma-z: 8.93 kPa

VNITŘNÍ SÍLY N; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly N
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva



Pruty Max N: 1.860, Min N: -224.177 [kN]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa



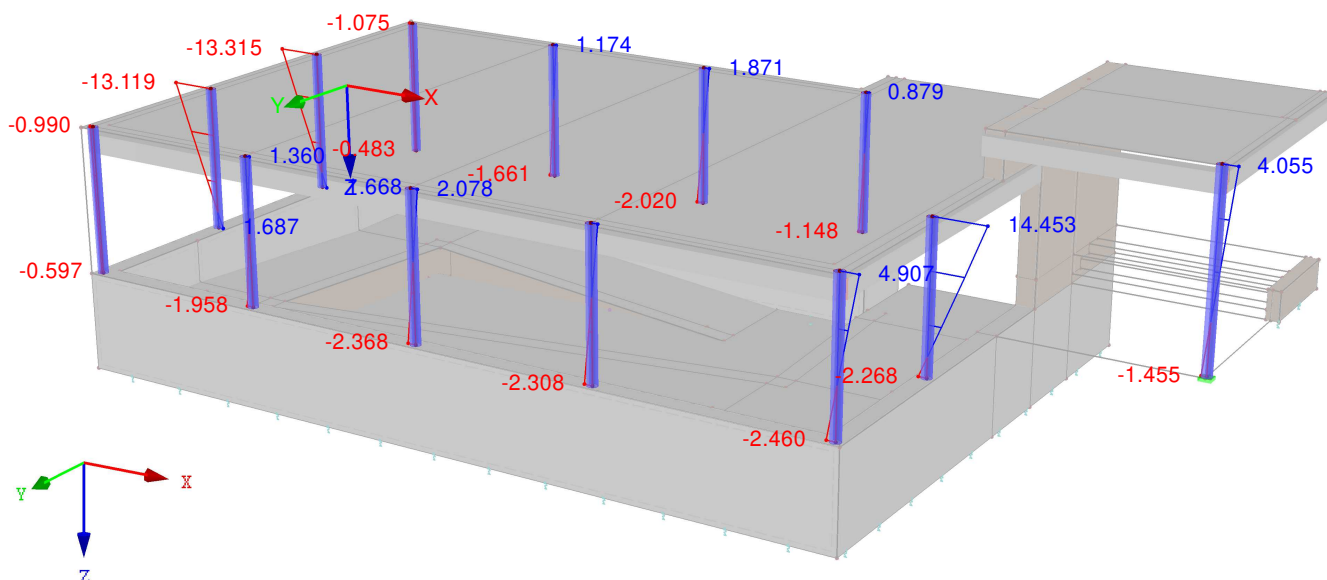
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ VNITŘNÍ SÍLY M_y ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly M-y
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva

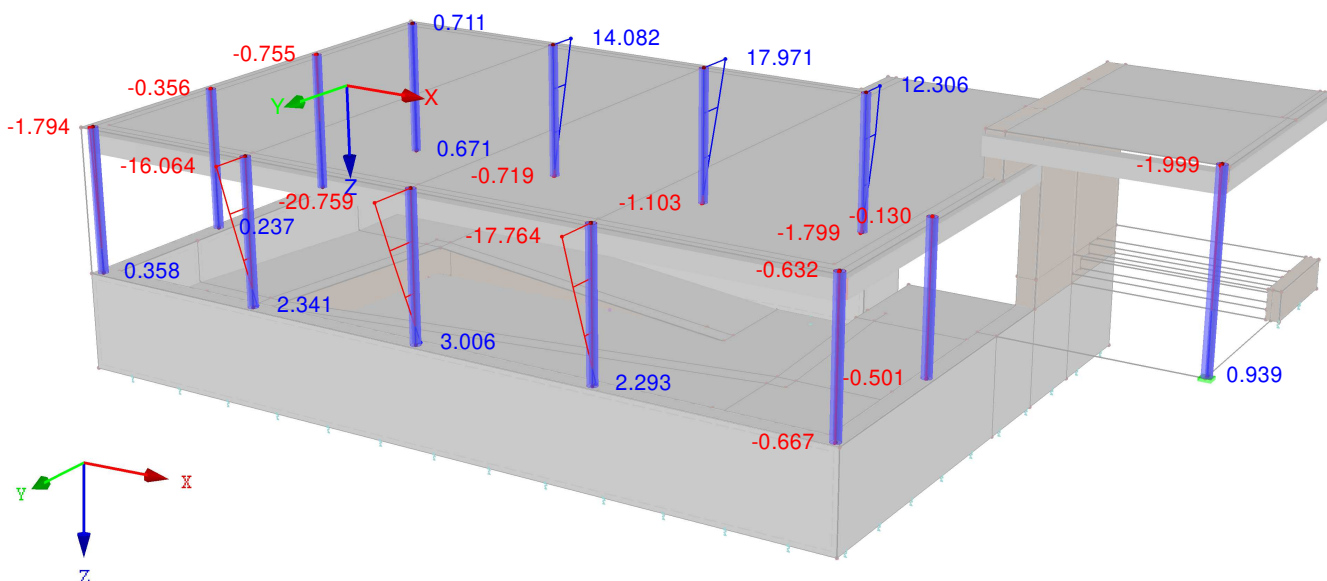


Pruty Max M-y: 14.453, Min M-y: -13.315 [kNm]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa

■ VNITŘNÍ SÍLY M_z ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly M-z
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva



Pruty Max M-z: 17.971, Min M-z: -20.759 [kNm]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa



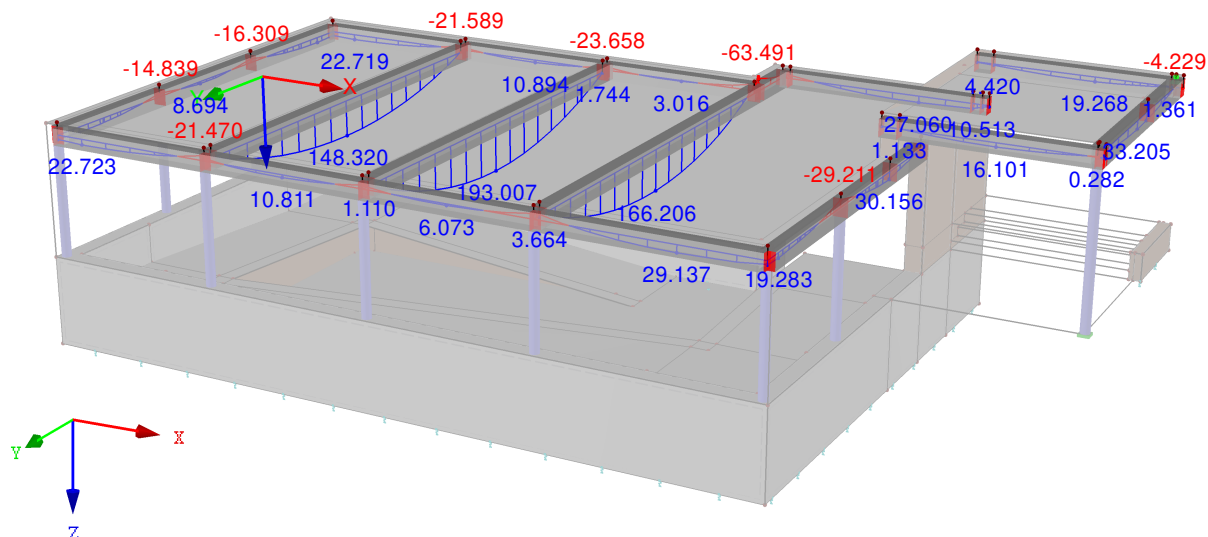
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ VNITŘNÍ SÍLY M_y ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly M-y
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva

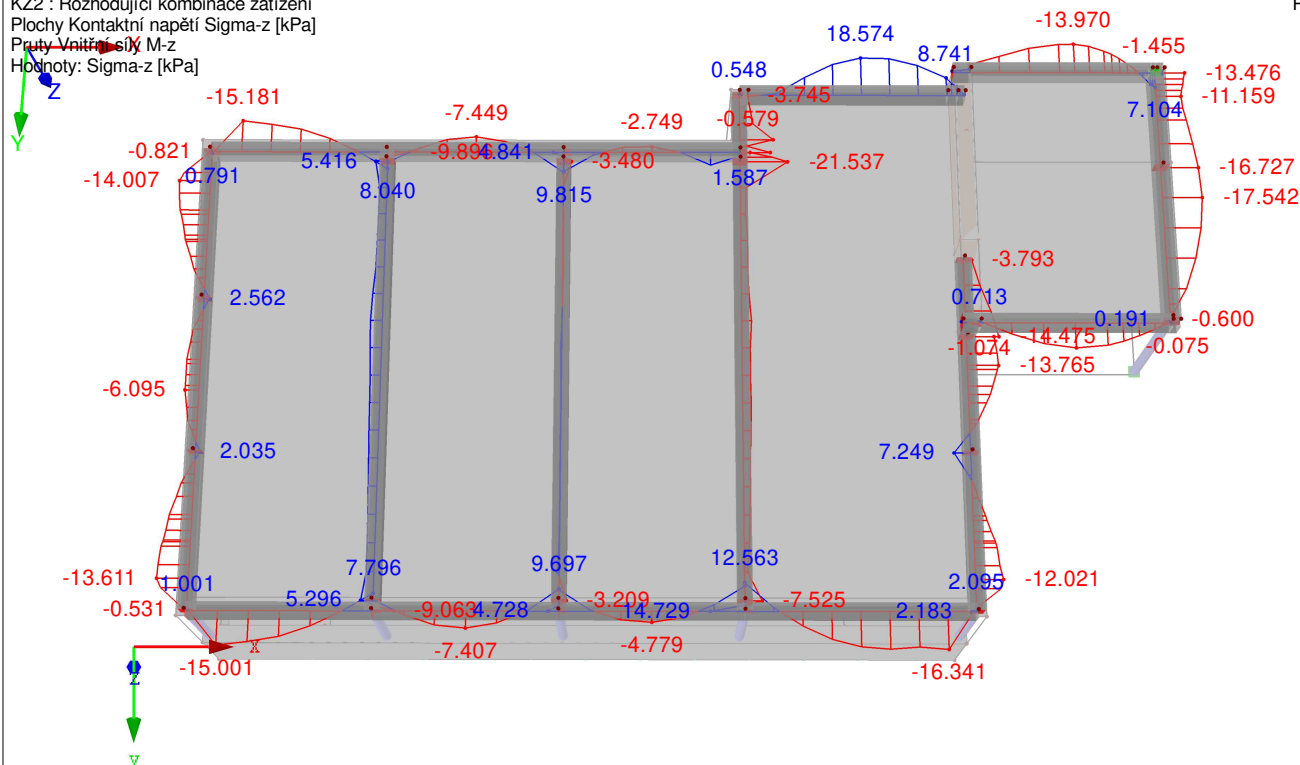


Pruty Max M-y: 193.007, Min M-y: -63.491 [kNm]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa

■ VNITŘNÍ SÍLY M_z ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly M-z
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva



Pruty Max M-z: 18.574, Min M-z: -21.537 [kNm]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa



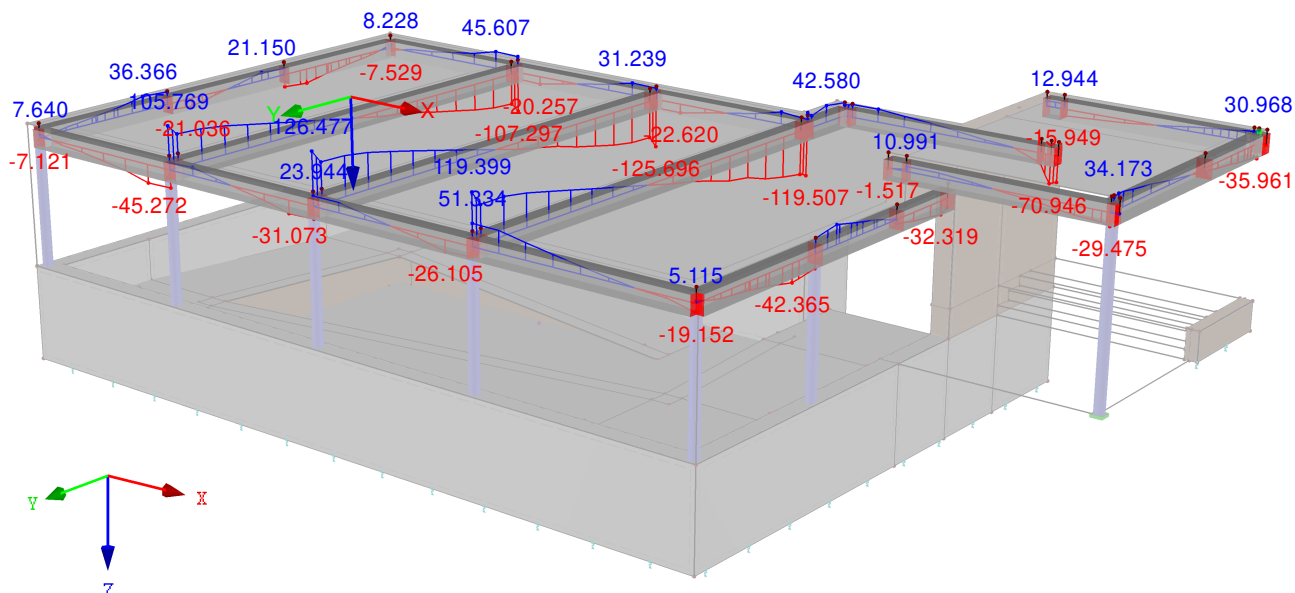
Projekt: 23 003 - UPOL FTK dvorana

Model: 23 003 - dvorana

■ VNITŘNÍ SÍLY V_z ; KONTAKTNÍ NAPĚTÍ σ_z

KZ2 : Rozhodující kombinace zatížení
Plochy Kontaktní napětí Sigma-z [kPa]
Pruty Vnitřní síly V-z
Hodnoty: Sigma-z [kPa]

Perspektiva



Pruty Max V-z: 126.477, Min V-z: -125.696 [kN]
Max Sigma-z: 0, Min Sigma-z: 0 kPa



Posouzení dimenzí desky Stropní deska

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 20,00 \text{ kNm/m}$$

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 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

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

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

Rozdělovací

$$A_{s,roz,n} = 104,6667$$

$$\phi = 6$$

$$a_{s,roz} = 250$$

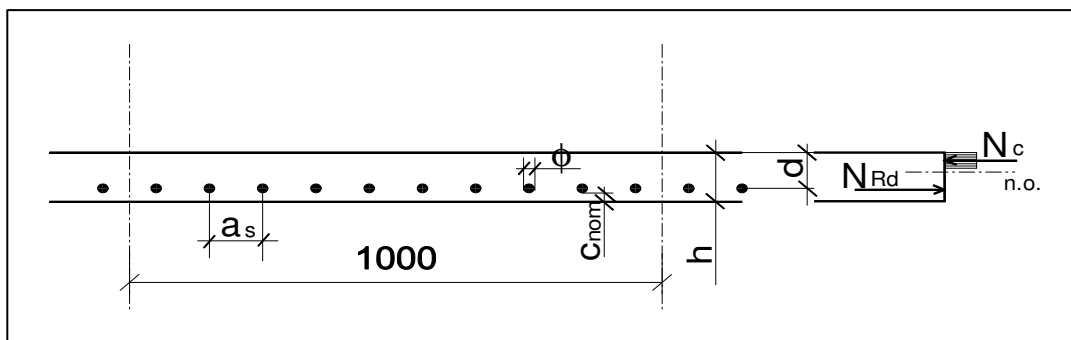
$$A_{s,roz} = 113,04$$

O.K.

max. vzdálenost

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

$$3 \cdot h = 400$$



GEOMETRIE DESKY

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

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

KRYTÍ

$$c_{výztuže} = 20 \text{ mm}$$

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

$$d = 125 \text{ mm}$$

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

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

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

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

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

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

$$a_s = 200 \text{ mm}$$

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

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

$$A_{st} = 523,3333 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na šířku desky b

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

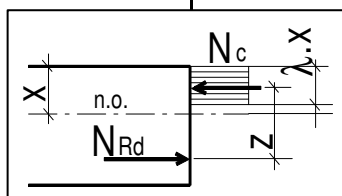
$$A_{stb} = 523,3333 \text{ mm}^3$$

maximální únosnost výztuže

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

$$N_{Rd} = 227,54 \text{ kN/m}$$

VÝPOČET TLACENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlacené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlacené oblasti

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

$$x = 21,33 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

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

$$z = 116,47 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

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

$$M_{Rd} = 26,50 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad 20,00 \text{ kNm/m} \leq 26,50 \text{ kNm/m} \quad \text{Vyhovuje}$$

pevnost bet. v tahu

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

Ověření maximální a minimální plochy výztuže na 1 m šířky desky

$$A_{st}$$

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

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

$$523,3333 \text{ Vyhovuje}$$

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

$$A_{st,min} = 143 \text{ mm}^2$$

$$523,3333 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,17065217$$

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

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

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

$$\text{Vyhovuje}$$

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

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

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

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

**Posouzení dimenzí desky** Deska rampy

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 4,00 \text{ kNm/m}$$

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 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

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

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

Rozdělovací

$$A_{s,roz,n} = 50,24$$

$$\phi = 6$$

$$a_{s,roz} = 250$$

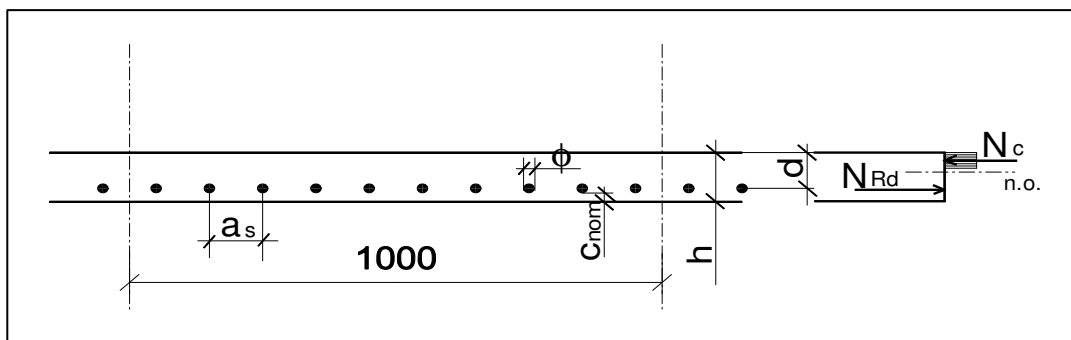
$$A_{s,roz} = 113,04$$

O.K.

max. vzdálenost

$$a_{s,roz} = 300$$

$$3 \cdot h = 400$$

**GEOMETRIE DESKY**

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

$$h = 100 \text{ mm}$$

KRYTÍ

$$c_{výztuže} = 20 \text{ mm}$$

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

$$d = 76 \text{ mm}$$

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

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

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

$$\text{profil A } \phi = 8 \text{ mm}$$

$$a_s = 200 \text{ mm}$$

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

$$a_s = 200 \text{ mm}$$

plocha 1 ks

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

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

$$A_{st,1A} = 50,24 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na 1 m šířky desky

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

$$A_{st} = 251,2 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na šířku desky b

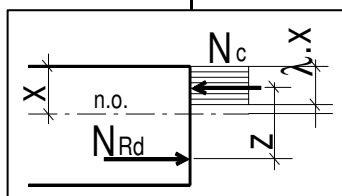
$$A_{stb} = A_{st} \cdot b$$

$$A_{stb} = 251,2 \text{ mm}^3$$

maximální únosnost výztuže

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

$$N_{Rd} = 109,22 \text{ kN/m}$$

VÝPOČET TLACENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE

součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlacené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlacené oblasti

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

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

rameno vnitřních sil

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

$$z = 71,90 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

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

$$M_{Rd} = 7,85 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad 4,00 \text{ kNm/m} \leq 7,85 \text{ kNm/m} \quad \text{Vyhovuje}$$

pevnost bet. v tahu

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

Mpa

Ověření maximální a minimální plochy výztuže na 1 m šířky desky

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

$$A_{st,max} = 4000 \text{ mm}^2$$

$$A_{st}$$

$$251,2 \text{ Vyhovuje}$$

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

$$A_{st,min} = 86,944 \text{ mm}^2$$

$$251,2 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,1347254$$

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

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

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

$$\text{Vyhovuje}$$

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

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

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

$$E_s = 200$$

$$\text{GPa}$$



Posouzení dimenzí desky Základová deska

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 27,00 \text{ kNm/m}$$

Materiálové charakteristiky

OCEL B500

charakteristická hodnota meze kluzu

dílní 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 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

dílní součinitel spolehlivosti

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

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

Rozdělovací

$$A_{s,roz,n} = 104,6667$$

$$\phi = 6$$

$$a_{s,roz} = 250$$

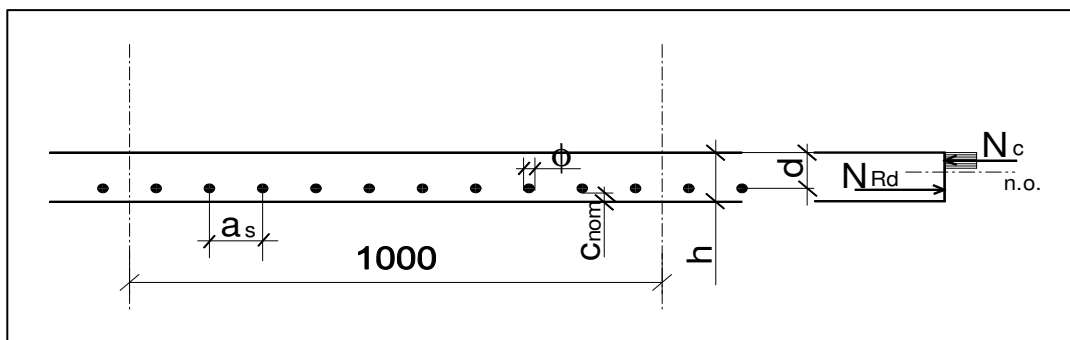
$$A_{s,roz} = 113,04$$

O.K.

max. vzdálenost

$$a_{s,roz} = 600$$

$$3 \cdot h = 400$$



GEOMETRIE DESKY

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

$$h = 200 \text{ mm}$$

KRYTÍ

$$c_{výztuže} = 40 \text{ mm}$$

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

$$d = 155 \text{ mm}$$

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

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

$$c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

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

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

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

$$a_s = 200 \text{ mm}$$

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

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

$$A_{st} = 523,3333 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže na šířku desky b

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

$$A_{stb} = 523,3333 \text{ mm}^3$$

maximální únosnost výztuže

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

$$N_{Rd} = 227,54 \text{ kN/m}$$

max. vzdálenost

$$a_{s,max} = 400$$

$$2 \cdot h = 300$$

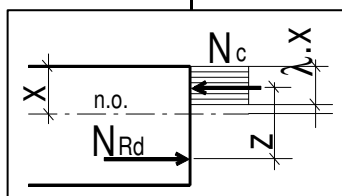
Vyztužení

0,26 %

21 kg/m³

v jedné vrstvě

VÝPOČET TLACENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlacené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlacené oblasti

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

$$x = 21,33 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

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

$$z = 146,47 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

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

$$M_{Rd} = 33,33 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad 27,00 \text{ kNm/m} \leq 33,33 \text{ kNm/m} \quad \text{Vyhovuje}$$

pevnost bet. v tahu

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

Ověření maximální a minimální plochy výztuže na 1 m šířky desky

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

$$A_{st,max} = 8000 \text{ mm}^2$$

$$A_{st}$$

$$523,3333 \text{ Vyhovuje}$$

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

$$A_{st,min} = 177,32 \text{ mm}^2$$

$$523,3333 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,13762272$$

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

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

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

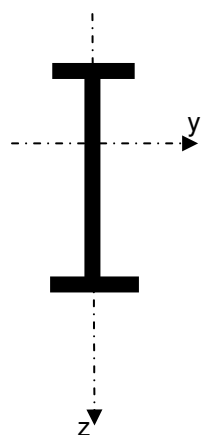
Vyhovuje

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

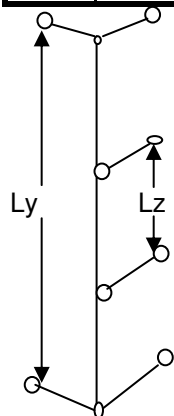
$$\epsilon_{yd} = 0,00217391$$

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

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



Hmotnost v kg	
1 m	nosník
ocel: 7850 kg/m ³	
39,01	93,63
Jiný materiál	
kg/m ³	
0,00	0



vzpěrné křivky

součinitel imperfekce

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

křivka	α
a ₀	0,13
a	0,21
b	0,34
c	0,49
d	0,76

Prvek: **Ocelový sloup**

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

Dimenzační hodnoty:

délka prvku

$$L = 2,40 \text{ m}$$

pro 2. mezní stav

max. moment

$$M_{y,Ed} = 20,76 \text{ kNm}$$

8,80

$$M_{z,Ed} = 2,00 \text{ kNm}$$

normálová síla

$$N_{Ed} = 224,00 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka prutu

$$L_y = 2,40 \text{ m}$$

v uvažované rovině vybočení

$$L_z = 2,40 \text{ m}$$

Profil:

RO 168,3x10.0

kusů:

1

průřezová plocha

pro 1 kus

$$A = 49,70 \text{ cm}^2$$

průřezový modul

tř. 1a2 plastický, tř. 3 elastický W_{el} W_{pl}

$$W_y = 186,00 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 186,00 \text{ cm}^3$$

moment setrvačnosti

$$I_y = 1564,00 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 1564,00 \text{ cm}^4$$

Předpoklad:

neoslabený průřez, pružnostní výpočet

$$\beta_A = 1$$

pro průřez 4.tř

$$\beta_A = (A_{eff}/A)^{1/2}$$

Materiál:

S 235

Mez kluzu

$$f_y = 235 \text{ Mpa}$$

ocel: (tepelná roztažnost $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/K$ příčná deformace $\nu = 0,3$)

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

Dílní součinitel spolehlivosti materiálu

$$\gamma_{M0} = 1$$

Poloměr setrvačnosti, štíhlost

$$i = (I/A)^{1/2}$$

$$\lambda = L_{cr}/i$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot (235/f_y)^{1/2}$$

$i_y = 5,61 \text{ cm}$	$\lambda_y = 42,8$	$\lambda_{y1} = 0,46$
$i_z = 5,61 \text{ cm}$	$\lambda_z = 42,8$	$\lambda_{z1} = 0,46$
	$\lambda_1 = 93,9$	

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\chi = 1/(\phi + (\phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

$$\phi_y = 0,631$$

$$\phi_z = 0,631$$

$$\chi_y = 0,94$$

$$\chi_z = 0,94$$

$$\chi \leq 1$$

$$\chi_{min} = 0,94$$

rozhoduje

Moment únosnosti průřezu třídy 1,2,3

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

Návrhová vzpěrná únosnost prutu

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

$$M_{y,Rd} = 43,71 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = 43,71 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = 1094,97 \text{ kN}$$

Návrhová podmínka:

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

$$0,20$$

$$0,47$$

$$0,05 =$$

$$0,73 \leq 1$$

Vyhovuje

2. mezní stav

Požadovaná hodnota průhybu

$$L / 300$$

$$= 0,008 \text{ m}$$

Průhyb

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

$$y = 0,002 \text{ m}$$

Vyhovuje



Posouzení dimenzí T trámu

Vazník

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 193,00 \text{ kNm/m}$$

Materiálové charakteristiky

OCEL

B 500

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 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

dílčí součinitel spolehlivosti

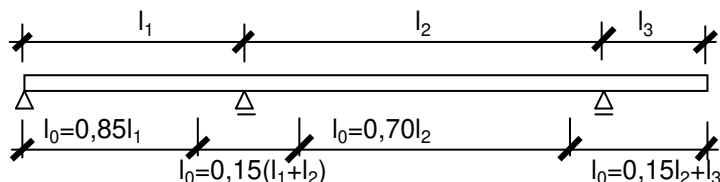
$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

Geometrie konstrukce - spolupůsobící šířka desky

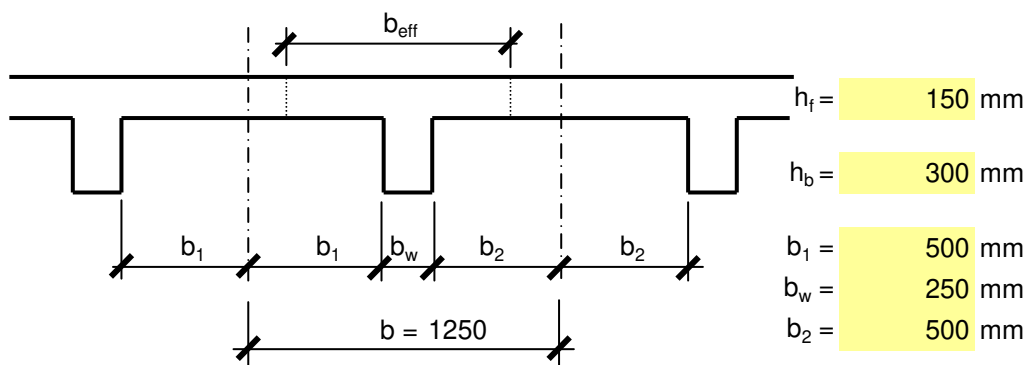


vzdálenost průřezu s nulovými momenty

$$l_0 = 7800 \text{ mm}$$

$$0,1 \cdot l_0 = 780$$

$$0,2 \cdot l_0 = 1560$$



podmínky:

$$b_{eff,i} \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$b_{eff,i} \leq b_1$$

$$b_{eff} \leq b$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 880 \text{ mm}$$

$$b_{eff,2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 = 880 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 1250$$

$$b_{eff,1} = 500 \text{ mm}$$

$$b_{eff,2} = 500 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = 1250 \text{ mm}$$

GEOMETRIE TRÁMU

KRYTÍ

C výztuže =

$$b = 1250 \text{ mm}$$

$$40 \text{ mm}$$

$$\Delta C = 0 \text{ mm}$$

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

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

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

$$d = 401 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 18 \text{ mm}$$

profil B

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

$$\text{kusů} = 5$$

$$\text{kusů} =$$

plocha 1 ks A

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

$$A_{st,1} = 254,34 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

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

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

pl. výztuže celkem

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

$$A_{st} = 1271,7 \text{ mm}^2$$

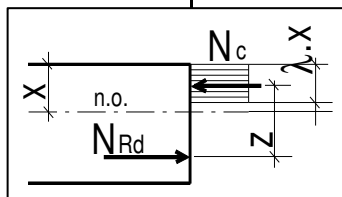
maximální únosnost výztuže

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

$$N_{Rd} = 552,91 \text{ kN}$$



VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu	$\eta =$	1
souč. efektivní výšky tlačené zóny	$\lambda =$	0,8
výška tlačené oblasti	$x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$	41,47 mm
rameno vnitřních sil	$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$	384,41 mm

OHYBOVÁ ÚNOSNOST $M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$ $M_{Rd} = 212,55 \text{ kNm/m}$

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$ 193,00 kNm/m ≤ 212,55 kNm/m Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$f_{ctm} = 2,2$
Mpa

$\epsilon_{cu3} = 3,5$
 $E_s = 200$
GPa

Ověření maximální a minimální plochy výztuže

$A_{st,max} = 0,04 A_c$	$A_{st,max} = 22500 \text{ mm}^2$	$A_{st} = 1271,7$	Vyhovuje
$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$	$A_{st,min} = 576,1457 \text{ mm}^2$	$A_{st} = 1271,7$	Vyhovuje

Ověření započitatelnosti výztuže

$\xi = x/d$	$\xi = 0,103413$	Podmínka	$\xi_{bal,1} \geq \xi$
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$	$\xi_{bal,1} = 0,616858$		Vyhovuje
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	$\epsilon_{yd} = 0,002174$		

PŘÍČNÁ VÝZTUŽ NAD TRÁMEM

ohybový moment nad podporou

$M_{Ed} = 10,00 \text{ kNm/m}$

ohybová únosnost daná příčnou výztuží

$M_{Rd} = 26,00 \text{ kNm/m}$

plocha výztuže na 1 m šíře desky

$A_{sf,0,1m} = 526 \text{ mm}^2$

nutná plocha výzt. na 1 m šíře desky

$A_{sf,0,n,1m} = 202 \text{ mm}^2$

Podélné smykové napětí ve styku trámu s přírubou

změna normálové síly v přírubě

$$\Delta F = b_{eff,1} \cdot \lambda \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd}$$

$\Delta F = 221 \text{ kN}$

vzdálenost mezi průřezy s maximálním a nulovým momentem

$\Delta x = 3900 \text{ mm}$

podélné smykové napětí

$$v_{Ed} = \Delta F / (h_f \cdot \Delta x)$$

$v_{Ed} = 378 \text{ kPa}$

podmínka $v_{Ed} \leq 0,4 f_{ctd}$ je splněna - stačí výztuž pro příčný ohyb

Nutná plocha příčné betonářské výztuže na 1m (smyk)

$A_{sf,n,1m} \geq 106 \text{ mm}^2$

$$A_{sf,n} \geq v_{Ed} \cdot h_f \cdot s_f / (f_{yd} \cdot \cot \theta_f)$$

Podmínka "nerozdrcení" tlakové diagonály

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,552$$

$$v_{Ed} \leq v \cdot f_{cd} \cdot \sin \theta_f \cdot \cot \theta_f$$

splněna

$$v \cdot f_{cd} \cdot \sin \theta_f \cdot \cot \theta_f = 5720 \text{ kPa}$$

Nutná plocha výztuže:

příčný ohyb:

$A_A = 202 \text{ mm}^2$

polovina výztuže smyku:

$A_{B/2} = 53 \text{ mm}^2$

součet:

$A_{A+B/2} = 255 \text{ mm}^2$

Nutná plocha výztuže s přihlédnutím ke smyku a příčnému ohybu

$A_{nutná} = 202 \text{ mm}^2$

nad trámem postačuje stávající výztuž, není nutné další vyztužení
plochu výztuže zvětšit o 0 %

profil	6 mm
po	200 mm

$A_{sf,0,1m} = 141 \text{ mm}^2$

**Posouzení smyku Vazník**

Návrhová hodnota působící posouvající síly

$$V_{Ed} = 126,50 \text{ kN}$$

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 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

dílní součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

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

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

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

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

GEOMETRIE PRVKU

šířka

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

účinná výška

$$d = 401 \text{ mm}$$

plocha započítatelné podélné výztuže

$$A_{sl} = 1272 \text{ mm}^2$$

geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží

$$\rho_l = 0,012685$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) \quad 0,012685 \quad \text{maximálně } 0,02$$

Smyková únosnost prvků bez smykové výztuže

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

$$V_{Rd,cm} = 60,31 \text{ kN}$$

Minimální smyková únosnost

$$\min V_{Rd,cm} = 34,97 \text{ kN}$$

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

$$V_{Rd,cm} = 60,31 \text{ kN}$$

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

průřezová plocha jednoho třmínku

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

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

$$300,75 \text{ (max 400)}$$

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

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

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

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

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

$$z = 384 \text{ mm}$$

$$v = 0,552$$

Únosnost svislých třmínků

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

$$V_{Rd,s} = 155,79 \text{ kN}$$

Únosnost tlačných betonových diagonál

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

$$V_{Rd,max} = 245,31 \text{ kN}$$

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

vyhovuje

Ověření splnění požadavků normy

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

$$\min \rho_w = 0,000716$$

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

$$\rho_w = 0,001507$$

$$\min \rho_w < \rho_w$$

splněno

$$A_{sw} \cdot f_{yd} / (b_w \cdot s) = 0,655 \text{ (a)}$$

$$0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 3,680 \text{ (b)}$$

$$(a) < (b)$$

splněno

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

maximálně $k = 2$

$$1,70622 \quad 2$$

$$k = 1,7062$$

Výpočet A_{sl}

profil kusů

$$18 \quad 5$$

$$\text{plocha} \quad 1272$$

$$\text{plocha} \quad 0$$

$$\text{plocha} \quad 0$$

$$\text{celkem} \quad 1272$$

Třmínky

profil stříhů

$$6 \quad 2$$

$$\text{plocha} \quad 57$$

$$\cotg \theta = 2,48$$

$$\cotg^2 \theta = 6,13$$

$$\theta(\text{rad}) = 0,383778$$

vzdálenost větví trm.

$$s_t = 300,75$$

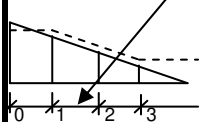
$$0,75d = 300,75$$

$$\text{max} \quad 600$$

rozhodující průřezy

pro návrh ΔI

$$z \cdot \cotg \theta = 951$$

stupeň smykového
vyztuženílimit smykového
napětí (duktilita)