STATICKÝ VÝPOČET

realizačního projektu

Akce:	Přístavba víceúčelové tělocvičny, a.1 Tělocvična
Investor:	město Lomnice nad Lužnicí
	náměstí 5.května 130, 378 16 Lomnice nad Lužnicí
Místo stavby:	Lomnice nad Lužnicí
Stupeň:	realizační projekt

V Brně, 16. 12. 2020

Vypracoval: Ing. Václav Nevřiva
Minská 34
616 00

1. ÚVOD

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení nosných konstrukcí navrženého objektu tělocvičny v Lomnicí nad Lužnicí.

Stručný popis nosných konstrukcí objektu:

Celý objekt je tvořen částí tělocvičny, která je navržena jako jednopodlažní, dále zázemím, které je dvoupodlažní. Celý objekt je nepodsklepený. Střecha nad tělocvičnou je tvořena dřevěnými plnostěnnými vazníky, střechu nad zázemím tvoří ŽB stropní deska. Svislé nosné konstrukce jsou řešeny jako zdivo z keramických tvárnic, v kombinaci se ŽB sloupy. Založení objektu bude hlubinné na vrtaných pilotách, přes které proběhne základový rošt. Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy jako ŽB monolitické stropní desky.
Detailnější popis objektu viz Technická zpráva.

2. VÝPOČTOVÝ MODEL, GEOMETRIE

Modelování konstrukce bylo provedeno s pomocí programu NEXIS využívajícího metodu konečných prvků, pomocí něhož byla konstrukce modelována jako 3d soustava desek a prutů.Stropní konstrukce byly modelovány jako dílčí 2d modely.

3. ZATÍŽENÍ

Konstrukce je zatížena:

a) stálým zatížením
- vlastní tíha všech nosných a nenosných prvků

b) proměnným zatížením
- užitná zatížení stropů
- zatížení sněhem
- zatížení větrem

Z jednotlivých zatížení byly vytvořeny nejnepříznivější kombinace.

strop nad 1.NP - ŽB deska - tl. 250mm

	popis	hmotnost	tloušťka	plocha	Q,n	γ,f	Q,d
Stálé							
	stěrka tl.3mm	23	0,003	1	0,07	1,15	0,08
	beton 60mm	24	0,06	1	1,44	1,15	1,66
	kročejová izolace 30mm	0,5	0,03	1	0,02	1,15	0,02
	vl. tíha desky	25	0,25	1	6,25	1,15	7,19
	celkem				7,77		8,94
Nahodilé							
	užitné - tribuna, tělocvična (C4)				5	1,5	7,50
Celkové					**12,77**		**16,44**

strop nad 2.NP - střecha - ŽB deska tl. 200mm

	popis	hmotnost	tloušťka	plocha	Q,n	γ,f	Q,d
Stálé							
	hydroizolace	0,1	1	1	0,10	1,35	0,14
	tepelná izolace max.420mm	0,5	0,42	1	0,21	1,35	0,28
	vl. tíha desky	25	0,2	1	5,00	1,35	6,75
	celkem				5,31		7,17
		sklon (st.)		cos (alfa)			Q,d,průmět
	přepočet na sklon střechy	0		1	5,31		**7,17**
Nahodilé							
	sněhová oblast (I až VIII)				II		
	typ krajiny (otevřená, normální, chráněná)				normální		
	charakteristická hodnota zatížení sněhem s_K				1		
	tvarový součinitel μ_i				0,80		
	součinitel expozice C_e				1		
	tepelný součinitel C_t				1		
					0,8	1,5	1,2
Celkové na průmět					**6,11**		**8,37**

střecha - vazníky

	popis	hmotnost	tloušťka	plocha	Q,n	γ,f	Q,d
Stálé							
	hydroizolace	0,1	1	1	0,10	1,15	0,12
	tepelná izolace max.420mm	0,5	0,42	1	0,21	1,15	0,24
	záklop 30mm	6	0,03	1	0,18	1,15	0,21
	vaznice 200x200 á 1,5m	6	0,13	0,2	0,16	1,15	0,18
	vazník 220x1400 á 4,6m	6	0,05	1,4	0,42	1,15	0,48
	celkem				1,07		1,23
		sklon (st.)		cos (alfa)			Q,d,průmět
	přepočet na sklon střechy	0		1	1,07		**1,23**
Nahodilé							
	sněhová oblast (I až VIII)				II		
	typ krajiny (otevřená, normální, chráněná)				normální		
	charakteristická hodnota zatížení sněhem s_K				1		

tvarový součinitel μ_i	0,80		
součinitel expozice C_e	1		
tepelný součinitel C_t	1		
	0,8	1,5	1,2
Celkové na průmět	**1,87**		**2,43**

zatížení větrem

větrná oblast	II
Výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$ [m/s]	25
Základní rychlost větru v_b [m/s] (platí pro c_{dir}, c_{season} = 1)	25
kategorie terénu (0 až IV)	III
parametr drsnosti terénu z_0 [m]	0,3
součinitel terénu k_r	0,215389
minimální výška z_{min} [m]	5
maximální výška z_{max} [m]	200
referenční výška z_e [m]	9,6
součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$	0,7465
součinitel orografie $c_o(z)$	1
Střední rychlost větru ve výšce z nad terénem $v_m(z)$ [m/s]	18,7
součinitel turbulence k_I	1
Intenzita turbulence $I_v(z)$	0,2885
Maximální dynamický tlak $q_p(z)$ ve výšce z nad terénem [kPa]	0,6573
součinitel konstrukce c_sc_d	1
součinitel vnějšího tlaku c_{pe}	0,8
Charakteristická hodnota vnějšího tlaku větru w_e [kPa]	**0,526**
součinitel zatížení γ_f	1,5
Návrhová hodnota vnějšího tlaku větru $w_{e,d}$ [kPa]	**0,789**

4. DIMENZOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ

4.1 Základový rošt

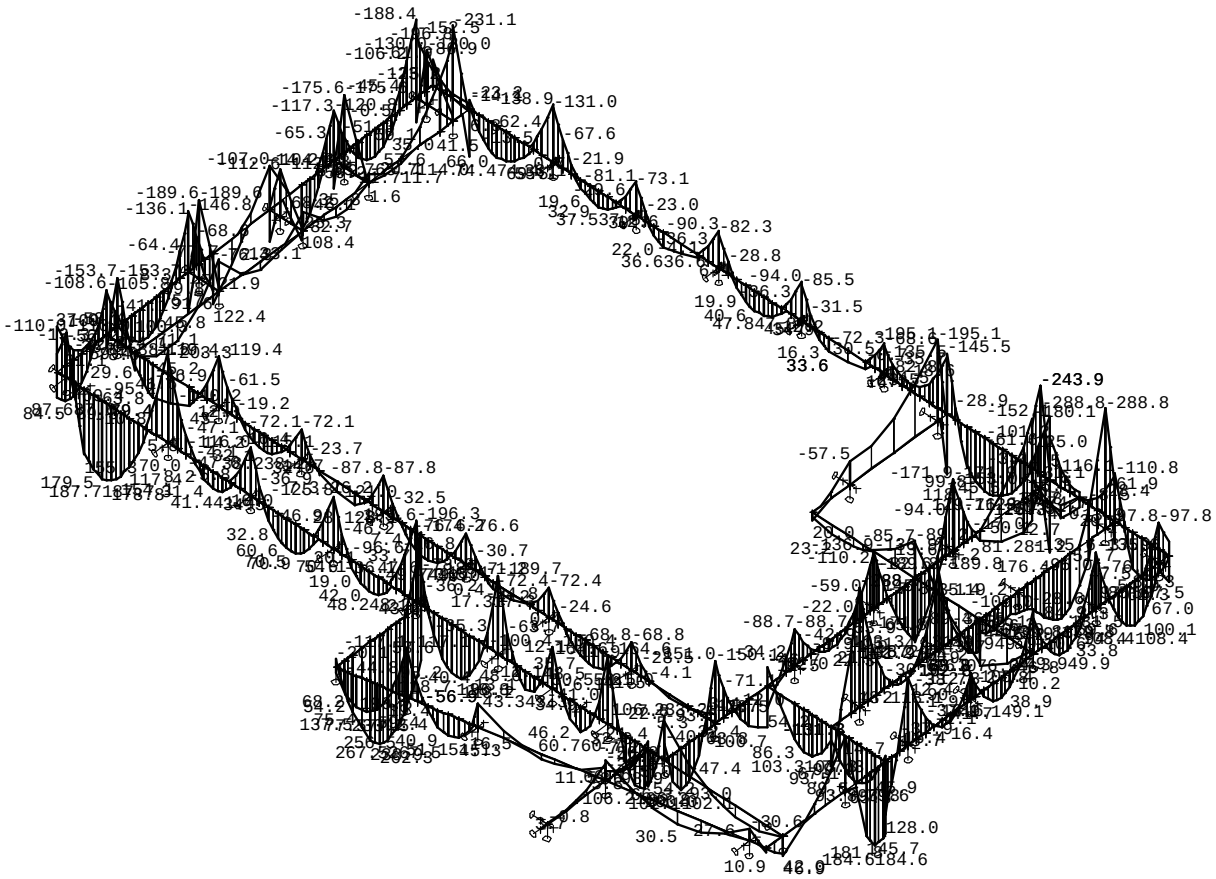
Základový rošt je zatížen:
- vlastní tíhou
- stálým a proměnným zatížením celé horní stavby
- stálým a užitným zatížením podlahy v 1.PP (předpokládá se přenos zatížení z podlahy na rošt v pásmu 1m od okraje pasu)

Jednotlivé pasy základového roštu byly navrženy jako obdélníkový železobetonový průřez 400x690mm (resp. 550x690mm).

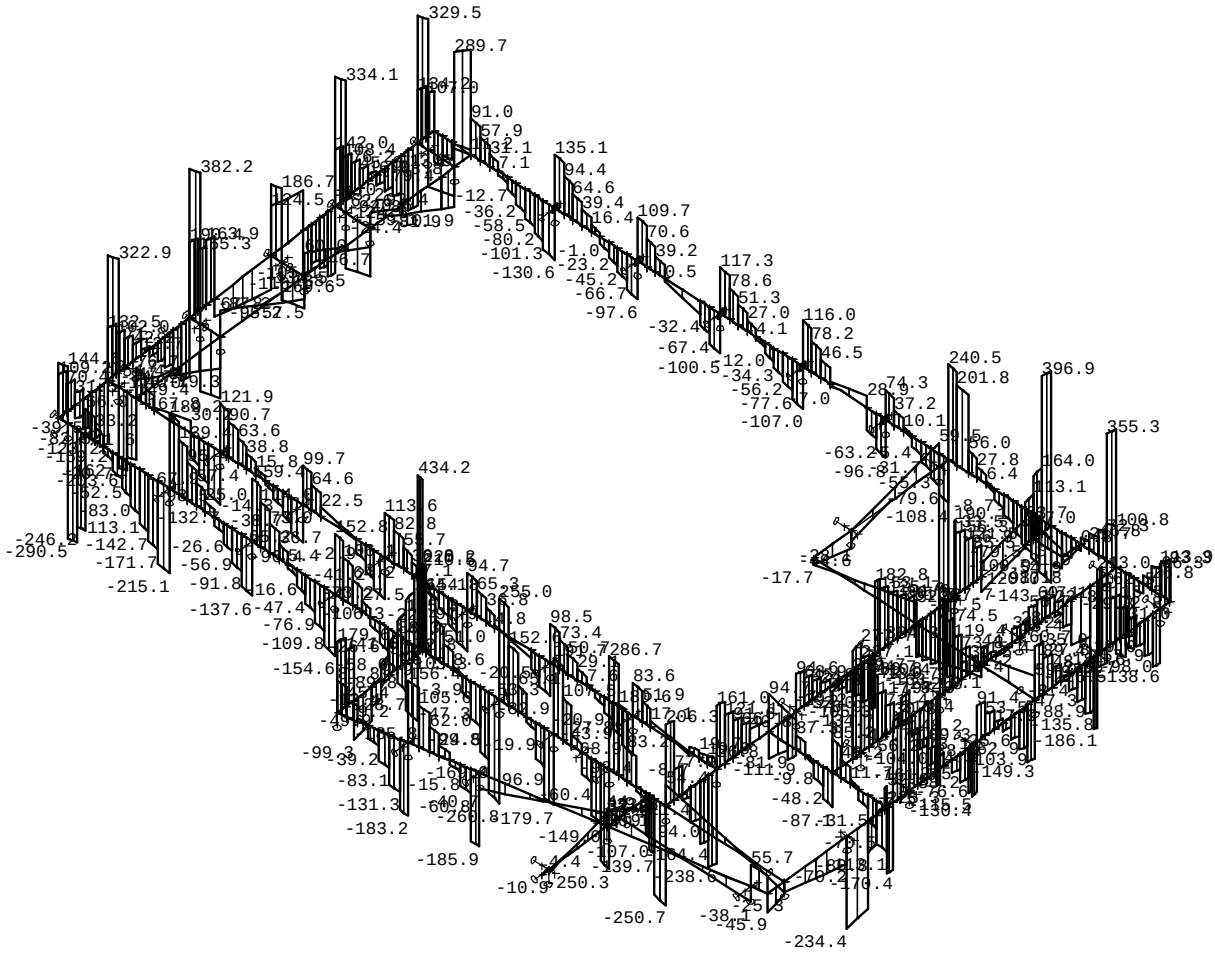
Navržená ohybová výztuž B500B ø20, smyková výztuž B500B ø10, krytí podélné výztuže 50mm.

Následující grafy vykreslují průběhy vnitřních sil na základovém roštu od návrhového zatížení. Dimenzování výztuže v jednotlivých průřezech bylo provedeno v programu MS Excel. Tento statický výpočet uvádí dimenzování nejvíce namáhaného průřezu roštu. Ostatní průřezy byly dimenzovány obdobně.

ohybové momenty My na základovém roštu [kNm]



posouvající síly na základovém roštu [kN]



Posouzení únosnosti a tuhosti obdélníkového ŽB průřezu podle ČSN EN 1992-1-1

základový rošt

Beton	**C25/30**	**Průřez, výztuž**		**Zatížení**	
f_{ck}	25 000 000	výška h	0,69	M_{Ed}	**289 000**
f_{ctk}	1 800 000	šířka b	0,4	V_{Ed}	**434 000**
f_{cm}	33 000 000				
f_{ctm}	2 600 000	d_s	0,020		
f_{cd}	16 666 667	krytí c	0,050		
f_{ctd}	1 200 000	počet prof.	4,00		
γ_c	1,5	A_s	0,001257		
E_{cm}	31 000 000 000	d_1	0,06		
		min.poč.	3,592		

Výsledky ohyb	
x	0,1024
d	0,6300
z	0,5890
M_{Rd}	**321 821**
x/x_{bal}	0,2636
vyhovuje	

Ocel ohyb	**B500B**	**Omezení plochy výztuže**
f_{yk}	500 000 000	

f_{yd}	434 782 609	$A_{s,min}$	0,000341	0,1234435	%
γ_S	1,15	$A_{s,max}$	0,011040		
E_s	2,E+11		***vyhovuje***		

Ocel smyk	**B500B**	d_{ss}	0,010
		s_{max}	0,40
f_{ywk}	500 000 000	s	0,15
f_{ywd}	434 782 609	počet střihů	2
γ_S	1,15	A_{sw}	0,000157
koef. A_s	0,5		
ρ_1	0,0025	**Stupeň smykového vyztužení**	
k	1,5634		
v	0,54	ρw	0,002618
		ρw,min	0,000800
		ρw,max	0,010350
			vyhovuje

Výsledky smyk	
$V_{Rd,c}$	87 010
$v_{Rd,w}$	1 138 258
cot θ	1,800
$V_{Rd,s}$	464 683
$V_{Rd,max}$	866 547
V_{Rd}	**464 683**
vyhovuje	

Posouzení celkově
vyhovuje

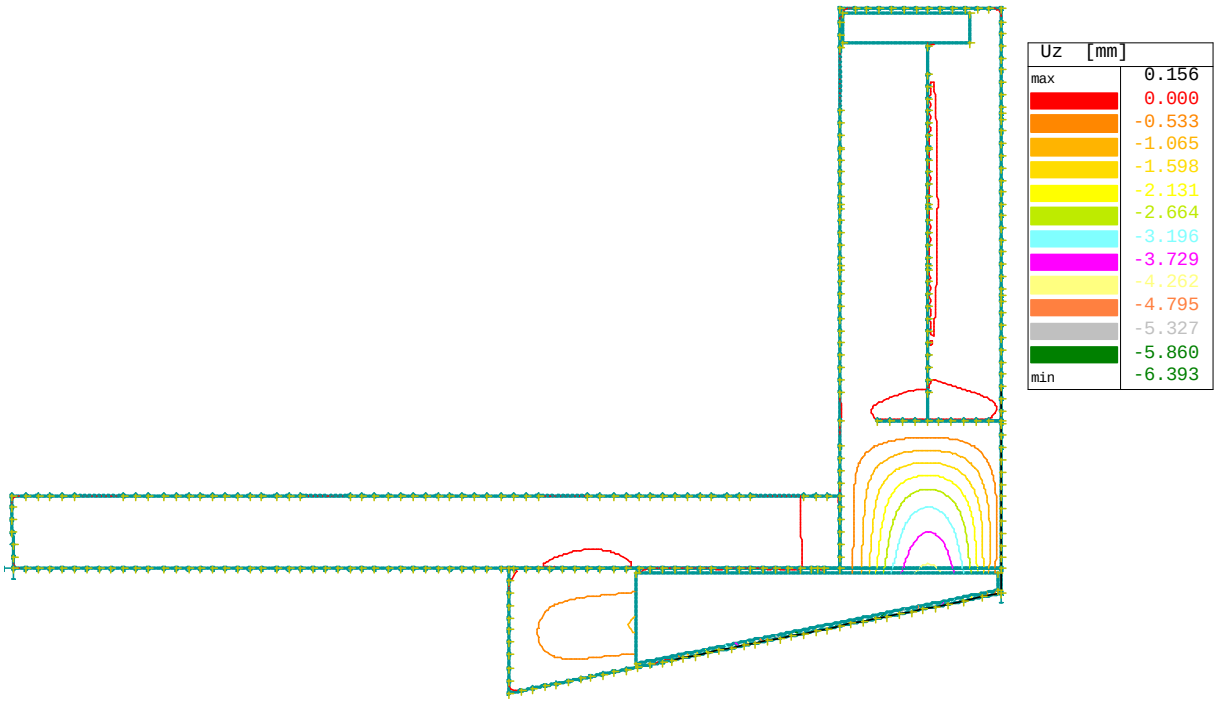
4.2 Stropní konstrukce

Tento statický výpočet dimenzuje výztuž ŽB stropní desky nad 1.NP. Stropní deska nad 2.NP byla dimenzována obdobně.

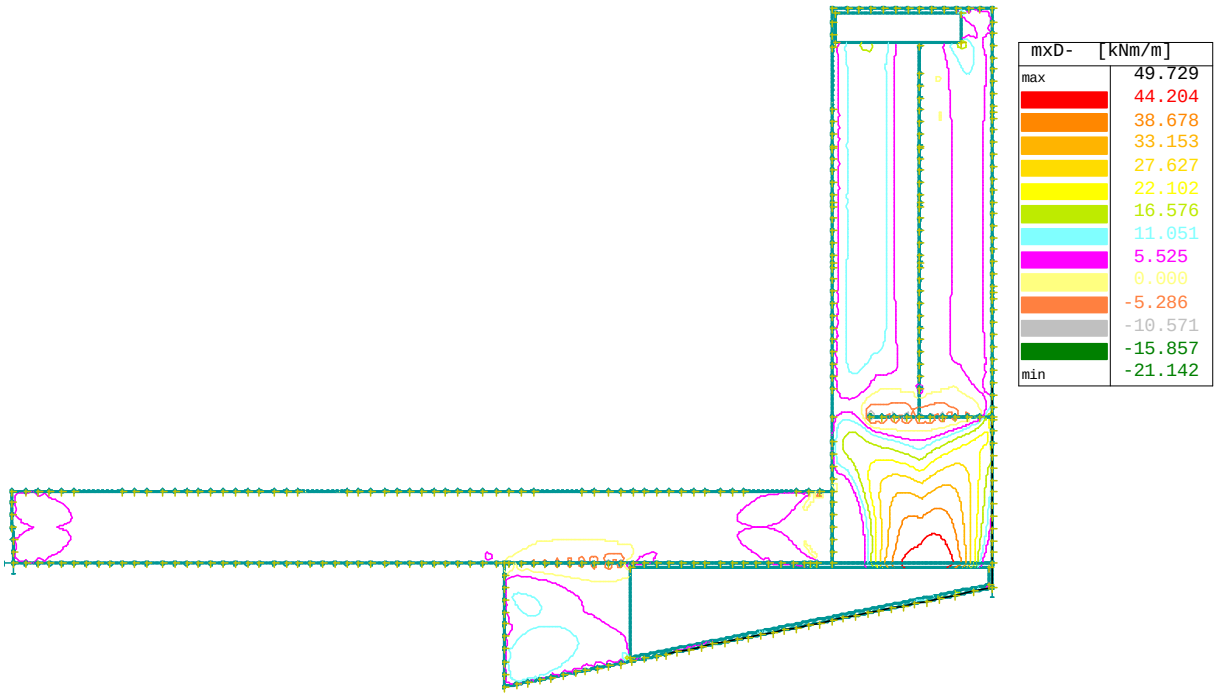
Stropní desky a trámy byly dimenzovány jak na mezní stav únosnosti, tak na mezní stav přetvoření. Při posuzování konstrukce na mezní stav přetvoření bylo přihlédnuto ke změně tuhosti ŽB průřezu po vzniku trhlin. Současně bylo zohledněno dotvarování. Konečná deformace (po vzniku trhlin a dotvarování) byla porovnávána s limitní hodnotou určenou jako 1/350 světlého rozpětí podpor v místě max. průhybu u desek, u průvlaků nesoucích zdivo jako 1/400 světlého rozpětí.

Navržena ŽB deska, tl. 200mm, armovaná v obou směrech při obou površích.
Výztuž B500B ø12.

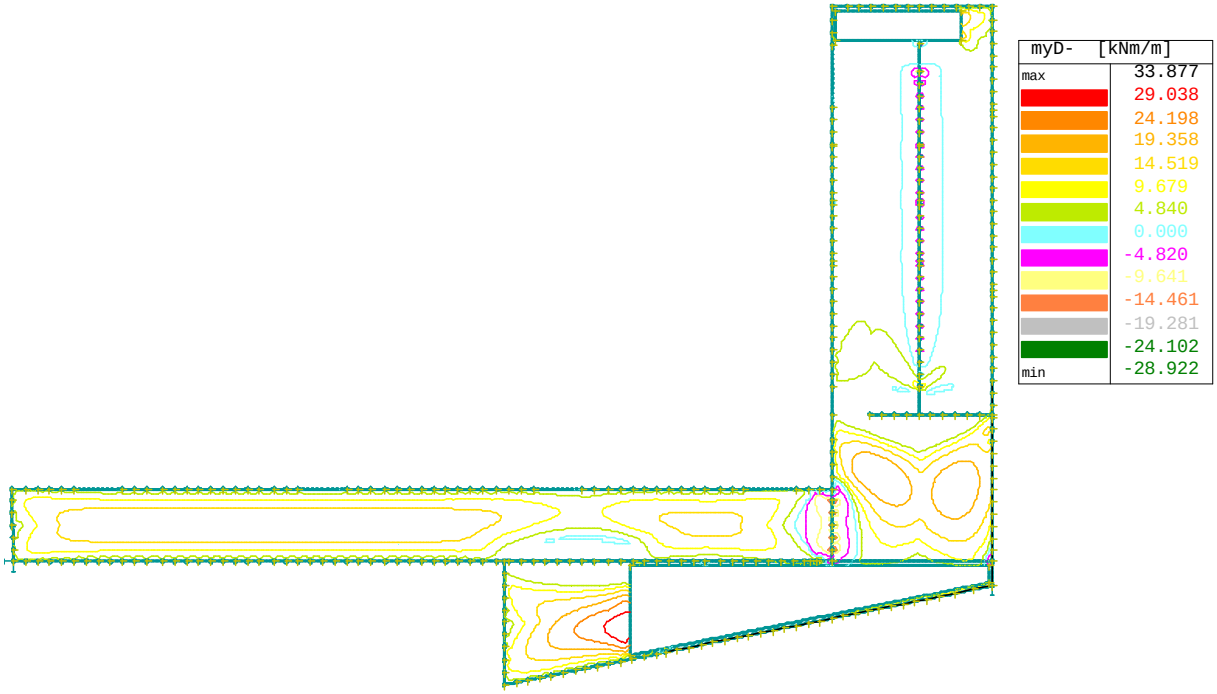
pružné deformace desky u_z od návrhového zatížení [mm]



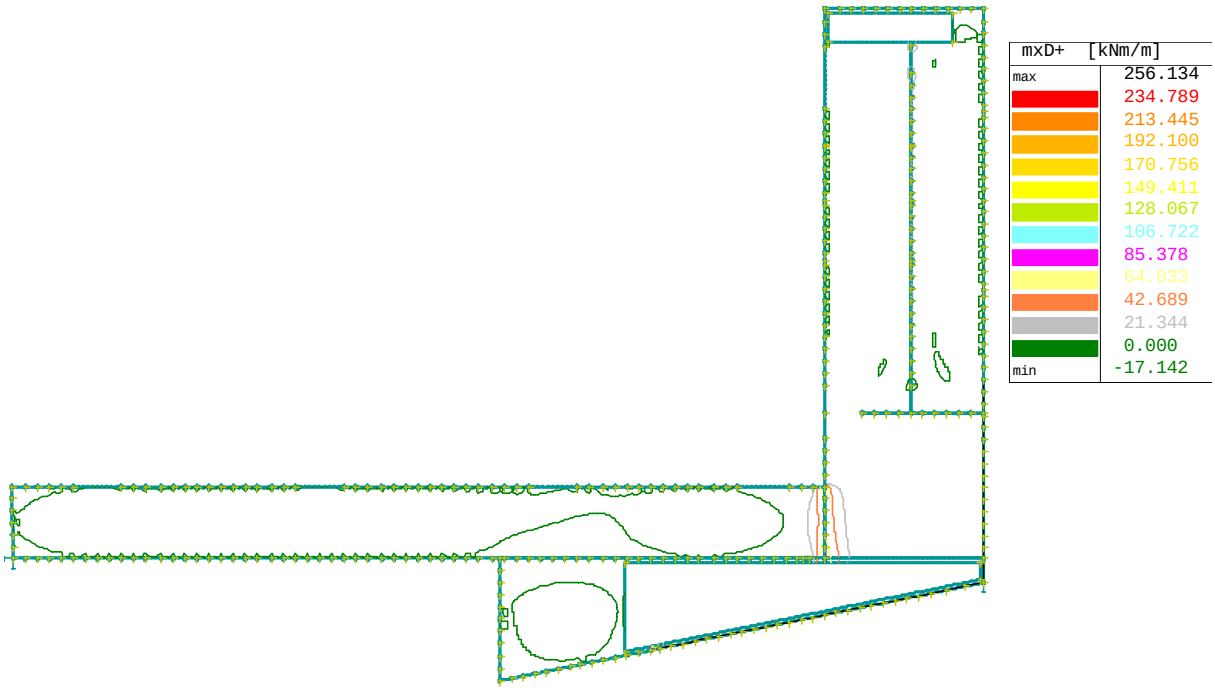
dimenzační momenty, dolní výztuž, směr X od návrhového zatížení [kNm/m]



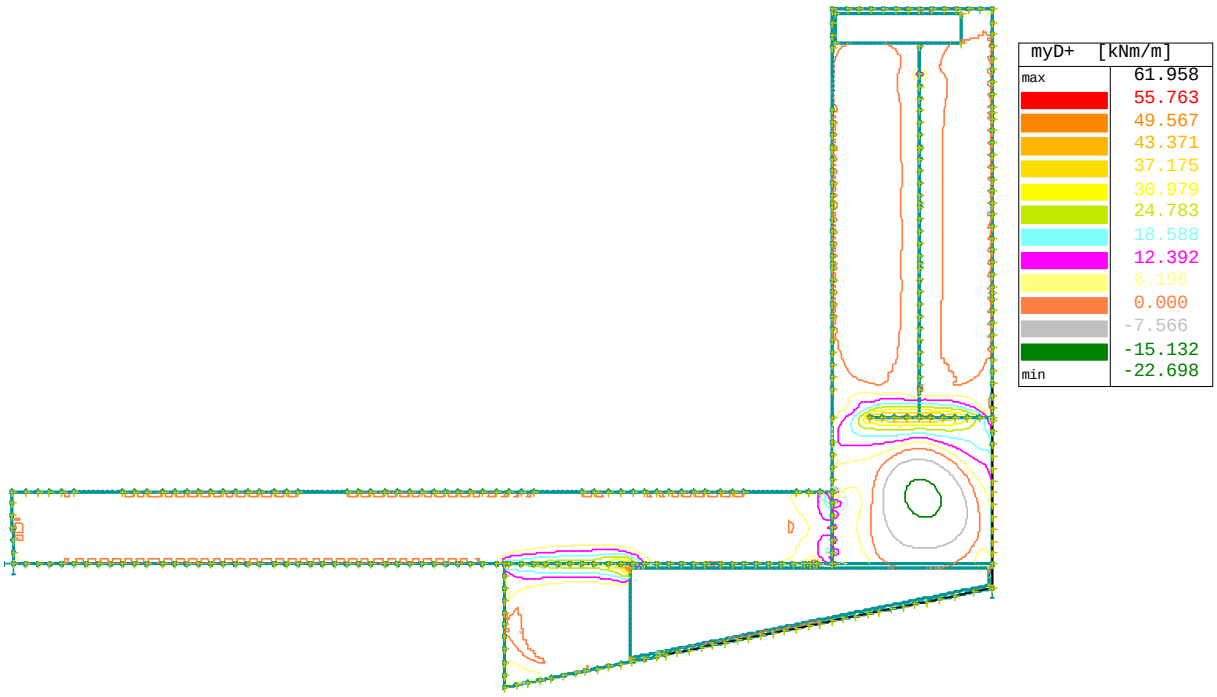
dimenzační momenty, dolní výztuž, směr Y od návrhového zatížení [kNm/m]



dimenzační momenty, horní výztuž, směr X od návrhového zatížení [kNm/m]



dimenzační momenty, horní výztuž, směr Y od návrhového zatížení [kNm/m]



Posouzení únosnosti a tuhosti obdélníkového ŽB průřezu podle ČSN EN 1992-1-1

dolní výztuž, směr X

Beton	**C25/30**	**Průřez, výztuž**		**Zatížení**	
f_{ck}	25 000 000	výška h	0,25	M_{Ed}	**50 000**
f_{ctk}	1 800 000	šířka b	1		
f_{cm}	33 000 000				
f_{ctm}	2 600 000	d_s	0,012		
f_{cd}	16 666 667	krytí c	0,025	**Výsledky ohyb**	
f_{ctd}	1 200 000	počet prof.	10,00		
γ_c	1,5	A_s	0,001131	x	0,0369
E_{cm}	31 000 000 000	d_1	0,031	d	0,2190
		min.poč.	4,978	z	0,2042
				M_{Rd}	**100 434**
Ocel ohyb	**B500B**			x/x_{bal}	0,2730
		Omezení plochy výztuže		***vyhovuje***	
f_{yk}	500 000 000				
f_{yd}	434 782 609	$A_{s,min}$	0,000296	0,1184352 %	
γ_S	1,15	$A_{s,max}$	0,010000		
E_s	2,E+11		***vyhovuje***		

Ohybová tuhost průřezu (s vlivem dotvarování)

Ohybová tuhost podle pružnosti	EI	4,04E+07
Ohybová tuhost před vznikem trhlin	EI_i	1,33E+07
Ohybová tuhost po vzniku trhlin	B_r	7,57E+06
Koeficient poklesu tuhosti	EI/B_r	5,333
Moment na mezi trhlin	M_r	33 690

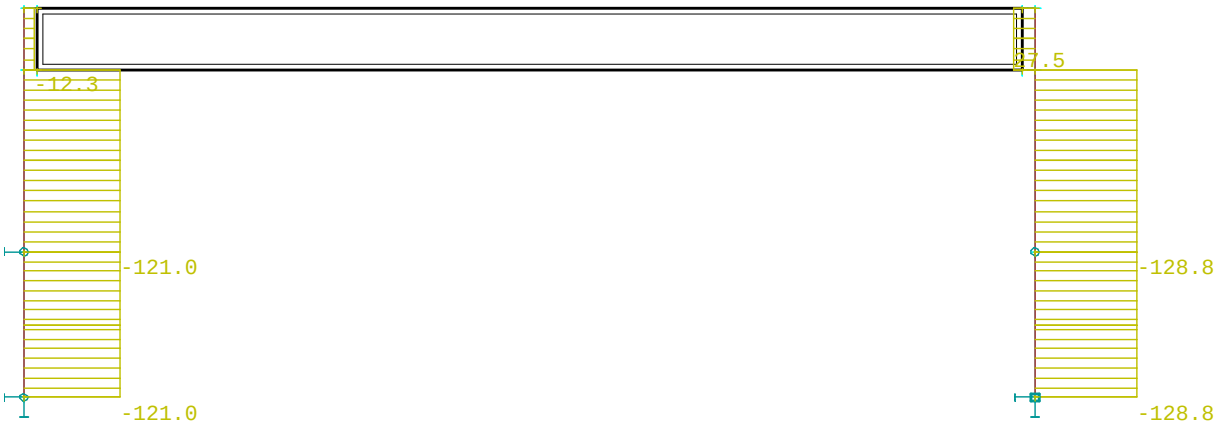
Průhyb po dotvarování a vzniku trhlin

pružný průhyb	w	4	mm
poměr návrh./char. zatížení	qd/qn	1,25	
světlé rozpětí podpor	l,n	6,35	
Celkový konečný průhyb	$w_{celk.}$	**17,07**	**mm**
poměr l,n/$w_{celk.}$		**372**	

4.3 ŽB Sloupy

ohybové momenty od návrhového zatížení [kNm]

normálové síly od návrhového zatížení [kN]



Posouzení obd. ŽB průřezu namáhaného normálovou silou a ohybovým momentem

sloup S2

Beton	**C25/30**
f_{ck}	25 000 000
f_{ctk}	1 800 000
f_{ctm}	2 600 000
f_{cd}	16 666 667
f_{ctd}	1 200 000
γ_c	1,50
E_{cm}	31 000 000 000

Ocel	**B500B**
f_{yk}	500 000 000
f_{yd}	434 782 609
γ_s	1,15
E_s	200 000 000 000

l	9,5
β	1
l_0	9,5
λ	94,03
λ_{lim}	75,00

je nutno zohlednit účinek II. řádu

Průřez, výztuž	
výška h	0,35
šířka b	0,45
d_s	0,025
krytí c	0,035
$d_1=d_2$	0,048
$z_1=z_2$	0,128
počet p_2	3,00
A_{s2}	0,001473
počet p_1	3,00
A_{s1}	0,001473

Omezení plochy výztuže	
$A_{s1,min}$	0,000184
$A_{s2,min}$	0,000158
$A_{s1,2,min}$	0,000315
$A_{s,max}$	0,006300
	vyhovuje

Třmínky	
$d_{ss,min}$	0,00625
max. s_{ss}	0,3

Zatížení	
N	**128 000**
$M_{y,01}$	**150 000**
$M_{y,02}$	**-150 000**

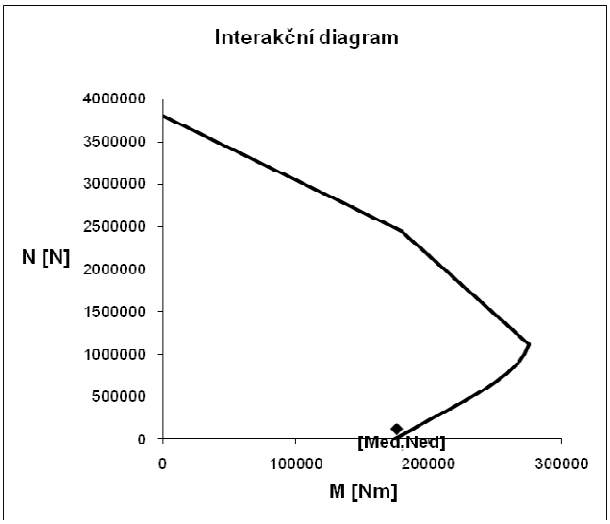
účinky II. řádu	
e_i	0,0238
e_2	0,1802
M_2	**23 061**

Výsledky	
N_{Ed}	**128 000**
M_{Ed}	**176 101**
d=d´	0,303
$x_{bal,1}$	0,1866
$x_{bal,2}$	0,1254
$N_{Rd,0}$	**3 803 097**
$M_{Rd,0}$	0
$N_{Rd,1}$	2 455 270
$M_{Rd,1}$	179 644
$N_{Rd,bal}$	1 119 598
$M_{Rd,bal}$	275 632
M_{Rd}	**187 722**

$M_{Rd}>M_{Ed}$ ∧ $N_{Rd,0}>N_{ed}$
vyhovuje

Posouzení celkově

vyhovuje



4.4 Vazník

Dřevěný plnostěnný lepený vazník o průřezu 220 x 1400mm, lamely C24.

Posouzení únosnosti a průhybu prostého nosníku

vazník

materiál (O,D)	d	R,d (Mpa)	12
E (Gpa)	10	l,n	22,5
výška (mm)	1400	pomer q,d/q,n	1,2
šířka (mm)	220	pomer Q,d/Q,n	1,2
počet profilů	1		
W (cm3)	71866,67		
I (cm4)	5030667		
g(kN/mb)	1,848		

ZATÍŽENÍ

	rozložení zatížení (R/T)			R	zatížení rovnoměrné		
	popis	zat. šířka	q_d[kN/m^2]	q_d[kN/m]		*popis*	Q_d[kN]
Spojité	*strop*	4,60	2,50	11,50	Osamělé	*Osam. síla*	0,00
	spojité			1,00		vzdálenost od levého líce a,n	0,00
						vzdálenost od levého líce a,0	0,1
	celkem			12,50			

VÝSLEDKY:

Geometrie:	l,0		22,70			
M,max,celk.	**805,14**		M,max,spoj.	**805,14**	M,max,osam..	**0,00**
T,max,celk.	**141,88**		T,max,spoj.	**141,88**	T,max,osam.	**0,00**
T,min,celk.	**-141,88**		T,min,spoj.	**-141,88**	T,min,osam.	**0,00**
w,max,celk. (mm)	**71,59**		w,max,spoj. (mm)	**71,59**	w,max,osam..	**0,00**
l/w	**314,2947**	**>**				
Sigma,max	**11,20326**	**<R,d ... vyhovuje**				

4.5 Vaznice

Posouzení únosnosti a průhybu prostého nosníku

vaznice

materiál (O,D)	d	R,d (Mpa)	12
E (Gpa)	10	l,n	4,45
výška (mm)	200	pomer q,d/q,n	1,2
šířka (mm)	200	pomer Q,d/Q,n	1,2
počet profilů	1		
W (cm3)	1333,333		
I (cm4)	13333,33		
g(kN/mb)	0,24		

ZATÍŽENÍ

	rozložení zatížení (R/T)			R	zatížení rovnoměrné		
	popis	zat. šířka	q_d[kN/m^2]	q_d[kN/m]		*popis*	Q_d[kN]
Spojité	*strop*	1,50	1,77	2,66	Osamělé	*Osam. síla*	3,00
	spojité			0,15		vzdálenost od levého líce a,n	2,20
						vzdálenost od levého líce a,0	2,3
	celkem			2,81			

VÝSLEDKY:

Geometrie:	l,0		4,65			
M,max,celk.	**11,03**	M,max,spoj.	**7,58**	M,max,osam..	**3,45**	
T,max,celk.	**8,04**	T,max,spoj.	**6,52**	T,max,osam.	**1,52**	
T,min,celk.	**-8,01**	T,min,spoj.	**-6,52**	T,min,osam.	**-1,48**	
w,max,celk. (mm)	**14,60**	w,max,spoj. (mm)	**10,67**	w,max,osam..	**3,93**	
l/w	**304,8096**	**>**				
Sigma,max	**8,273542**	**<R,d ... vyhovuje**				

5. PROSTOROVÁ TUHOST

Prostorová tuhost celého objektu bude zabezpečena systémem podélných a příčných nosných stěn a sloupů, propojených ŽB stropními deskami a ŽB věnci, dále vetknutými ŽB sloupy. Prostorová tuhost střešní konstrukce bude zajištěna střešním ztužidle a kotvením vazníku do podporujících konstrukcí.

6. PODKLADY A LITERATURA

- [1] – stavební část projektové dokumentace
- [2] – ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- [3] – ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [4] – ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí – část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- [5] – ČSN EN 1992-1-1 - Navrhování betonových konstrukcí
- [6] – ČSN EN 1993-1-1 - Navrhování ocelových konstrukcí
- [7] – ČSN EN 1995-1-1 - Navrhování dřevěných konstrukcí