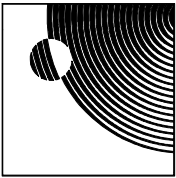
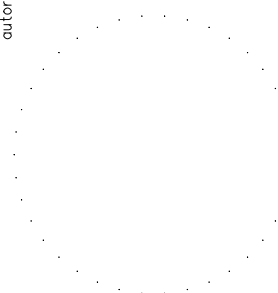


profese:	ZPRACOVATEL DÍLČÍHO PROJEKTU SPECIALIZACE			projektant:
firma:	ING. LUKÁŠ LOUDIL			
vypracoval:	ING. LUKÁŠ LOUDIL	kontroloval:	ING. LUKÁŠ LOUDIL	
				ING. LUKÁŠ LOUDIL

Tato dokumentace je autorským dílem a může být užitá výhradně k účelu na ní uvedenému a smluvně dohodnutému mezi autorem a objednatelem. Užití pro jiné účely, kopírování, reprodukce, nebo seznámení třetích osob s obsahem této dokumentace je možné jen v rozsahu smluvně dohodnutém.

stavba:	Stavební úpravy a nástavba budovy OKOL TSB Leitnerova p.č. 1527/11, Staré Brno, Brno, JM kraj						architekt:  MoonArch						
vypracoval:	ING. PAVEL PRAŽÁK		kontroloval:	ING. PAVEL PRAŽÁK		zodpovědný projektant:		ING. PETR NOVOTNÝ					
investor:	TECHNICKÉ SÍTĚ BRNO, a.s., Barvířská 822/5, Zábrdovice, 602 00 Brno							autorizace:					
obsah:	OCELOVÁ KONSTRUKCE NÁSTAVBY – STATICKÝ VÝPOČET												
č. výkresu:	D.1.2.b.1	mřítko:	– – –	formát:	– – –	zakázka:		20024_45	stupeň:	JDS	datum:	3/2021	č. paré:

1. Úvod

Předmětem tohoto výpočtu je statické posouzení ocelové konstrukce nástavby 2. a 3.NP na stávající objekt budovy OKOL. Stavba bude provedena na p.č. 1527/11, Staré Brno, Brno, JM kraj. Investorem akce je TECHNICKÉ SÍTĚ BRNO, a.s., Barvířská 822/5, Zábrdovice, 602 00 Brno.

Tento výpočet vychází z architektonicko-stavební části dokumentace, kterou zpracovává MoonArch s. r. o., Viniční 3067/240,615 00 Brno-Židenice; Ing. Pavel Pražák, Ing. Petr Novotný

Budova má půdorysný obdélníkový tvar s rozměry 12,9 x 10,35 m. Má jedno plnohodnotné nadzemní podlaží, druhé nadzemní podlaží je pouze částečné. Dále má budova hluboké podzemní podlaží (šachtu). Podzemní konstrukce však nejsou touto částí dokumentace řešeny. Tato část dokumentace se zabývá nástavbou druhého nadzemního podlaží na stávajícím objektu, včetně částečného 3.NP pro umožnění výstupu na střechu. Zastřešení nástavby bude plochou střechou s atikou ve výšce přibližně 7,42 m nad terénem pro střechu nad 2.NP a 9,65 m pro střechu nad 3.NP. Konstrukce nástavby je navržena jako montovaná s konstrukcí z tenkostěnných ocelových profilů. Využití objektu se předpokládá pro kancelářské prostory.

Konstrukce nástavby bude založena na nové stropní konstrukci nad 1.NP z předpjatých dutinových panelů a železobetonových věnců. Návrh nové konstrukce stropu nad 1.NP není součástí této části dokumentace, ale musí být zpracován odborně způsobilou osobou, která může tento návrh využít jako podklad pro návrh.

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny stěnami z rámu z tenkostěnných profilů. Obvodové stěny jsou tvořeny profily C150/45/10-1,2, vnitřní stěny profily C100/41,3/10-1,2. Sloupky stěn jsou v osově vzdálenosti 625 mm a v polovině výšky musí být zajištěny paždíkem. Překlady nad otvory jsou řešeny příhradovými nosníky ze stejných profilů. V místě zvýšeného namáhání jsou navrženy sloupky stěn zdvojené. Ztužení v rovině stěn je navrženo táhly průřezu PL70-1,2.

Konstrukci stropu nad 2.NP tvoří příhradové nosníky výšky 400 mm v osově vzdálenosti 625 mm. Horní pas nosníků je tvořen profilem C100/41,3/10-1,6, ostatní prvky vazníků pak profily C100/41,3/10-1,2. Konstrukci stropu nad 3.NP tvoří nosníky z profilů C100/45/10-1,2 rovněž v osově vzdálenosti 625 mm. Tuhá stropní rovina je zajištěna záklopem nosníků deskami na bázi dřeva či jinými.

Konstrukce schodiště z 2.NP do 3.NP je rovněž řešena pomocí tenkostěnných ocelových profilů. Jednotlivé stupně jsou tvořeny dvojicí nosníků C150/45/10-1,2 spojených do panelu. Tyto panely stupňů jsou pak kotveny do konstrukce stěn. Stejným způsobem je řešena část stropní konstrukce mezi 2.NP a 3.NP navazující na schodiště.

Spoje tenkostěnných profilů jsou řešeny pomocí samořezných šroubů. Kotvení k železobetonovým konstrukcím je pomocí mechanických kotev. Desky opláštění budou šroubovány do tenkostěnných profilů.

Uvažováno je se stálým zatížením dle architektonicko-stavební části projektu a skutečné hmotnosti navržených prvků. Zatížení sněhem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-3 pro II. sněhovou oblast s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem $s_k=1,0 \text{ kN/m}^2$. Zatížení větrem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-4 pro II. větrnou oblast (výchozí základní rychlost větru 25,0 m/s) a pro kategorii terénu IV. Užité zatížení je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-1 pro střechu jako zatížení kategorie H ($q_k=0,75 \text{ kN/m}^2$). Tento výpočet neřeší požární odolnost objektu.

2. Podklady, normy a software

- Architektonicko-stavební část dokumentace „Stavební úpravy a nástavba budovy OKOL TSB Leitnerova“, MoonArch s. r. o., Viniční 3067/240,615 00 Brno-Židenice
Ing. Pavel Pražák, Ing. Petr Novotný, únor 2021
- Podklady dodavatele systému tenkostěnných konstrukcí
- Sortiment a charakteristiky dodavatele mechanických kotev
- Sortiment dodavatele válcovaných profilů
- Ocelové konstrukce – tabulky, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Ing. Zdeněk Sokol Ph.D., Prof. Ing. František Wald, CSc., 2010

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Objemová tíha, vlastní tíha a užitná zatížení
- ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-3: Navrhování ocelových konstrukcí – Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované profily
- ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků
- ETAG 001 – Annex C

- MS Office 2010 (Word, Excel)
- ZWCAD 2020 (CAD software)
- Scia Engineer 17.1 (analýza konstrukce)

3. Výpočet zatížení konstrukce

3.1. Stálé zatížení a vlastní tíha

Vlastní tíha prvků dle jejich skutečné hmotnosti

3.1.1. Střecha vegetační - horní pas

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
Rozchodníkový koberec	50	18,5	0,93
Akumulační vrstva	50	18,5	0,93
Filtrační vrstva	-	-	0,01
Nopová folie	-	-	0,05
Separační vrstva	-	-	0,01
Hydroizolace	-	-	0,05
Separační vrstva	-	-	0,01
Tepelná izolace EPS	100	0,3	0,03
Spádové klíny EPS	120	0,3	0,04
Pojistná hydroizolace	-	-	0,01
Základ střešních OSB desek	22	6,5	0,14
Celkem	$f_{g,1,k}$		2,20

Zatížení nosníku dle zatěžovací šířky s

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

Zatěžovací šířka

mm	kN/m
312,5	0,69
625	1,37

3.1.2. Střecha vegetační - spodní pas

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
Foukaná izolace mezi nosníky	300	0,9	0,27
OSB deska	18	6,5	0,12
SDK rošt	-	-	0,10
SDK deska	12,5	9,5	0,12
Celkem	$f_{g,1,k}$		0,61

Zatížení nosníku dle zatěžovací šířky s

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

Zatěžovací šířka

mm	kN/m
312,5	0,19
625	0,38

3.1.3. Střecha - terasa - horní pas

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
Nášlapná vrstva - bet. Dlažba	60	24	1,44
Hydroizolace	-	-	0,05
Separační vrstva	-	-	0,01
Tepelná izolace EPS	100	0,3	0,03
Spádové klíny EPS	120	0,3	0,04
Pojistná hydroizolace	-	-	0,01
Základ střešních OSB desek	22	6,5	0,14
Celkem	$f_{g,1,k}$		1,72

Zatížení nosníku dle zatěžovací šířky s

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

Zatěžovací šířka

mm	kN
312,5	0,54
625	1,07

3.1.4. Střecha - terasa - spodní pas

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
Foukaná izolace mezi nosníky	300	0,9	0,27
OSB deska	18	6,5	0,12
SDK rošt	-	-	0,10
SDK deska	12,5	9,5	0,12
Celkem	$f_{g,1,k} =$		0,61

Zatížení nosníku dle zatěžovací šířky s

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

Zatěžovací šířka

mm	kN/m
312,5	0,19
625	0,38

3.1.5. Obvodové stěny

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
Cementovláknitá deska	18	16	0,29
Rošt pro desky	-	-	0,10
Pojistná hydroizolace	-	-	0,01
Tepelná izolace	160	0,4	0,06
SVD deska	15	11,5	0,17
Minerální izolace mezi sloupky	150	0,4	0,06
OSB deska	15	6,5	0,10
SDK deska	15	9,5	0,14
Celkem	$f_{g,1,k} =$		0,93

Zatížení sloupku dle zatěžovací šířky s

		Zatěžovací šířka	Zatížení
		mm	kN/m
		312,5	0,29
		625	0,58
otvor šíře	1000 mm	812,5	0,76
otvor šíře	2200 mm	1412,5	1,32

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

3.1.6. Vnitřní stěny

Materiál	Tloušťka	Obj. tíha	Zatížení
	mm	kN/m ³	kN/m ²
SDK deska	15	9,5	0,14
Akustická izolace	150	0,4	0,06
SDK deska	15	9,5	0,14
Celkem	$f_{g,1,k} =$		0,35

Zatížení sloupku dle zatěžovací šířky s

$$f_{g,k} = s * f_{g,1,k}$$

		Zatěžovací šířka	Zatížení
		mm	kN/m
		312,5	0,11
		625	0,22
otvor šíře	900 mm	762,5	0,26

3.2. Užité zatížení

Střecha - kat. H

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{q,k} = s * q_k$$

Zatěžovací šířka	Zatížení
mm	kN
312,5	0,23
625,0	0,47

(Zatížení kategorie H na střeše není kombinováno s klimatickým zatížením střechy)

3.3. Zatížení sněhem

Sněhová oblast		2
Charakteristická hodnota	$s_k =$	1,00 kN/m ²
Tepelný součinitel	$C_t =$	1,0
Součinitel expozice	$C_e =$	1,0

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

Sklon střechy	$\alpha =$	0 °
Tvarový součinitel	$\mu_1 =$	0,8
Hodnota zatížení	$f_s =$	0,80 kN/m ²

$$f_{s,k} = s * f_s$$

	Zatěžovací šířka mm	Zatížení kN
f_s	312,5	0,25
	625	0,50

Střecha sousedící s vyšší částí stavby

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

Spad sněhu na 1 bm nenastane - vyšší střecha je plochá

pro sklon menší než nebo roven 15° roven 0

	$\mu_s =$	0,00
Působení větru	$h =$	2,8 m
	$l_s =$	5,6 m
	$l_s = 2h$ $5m \leq l_s \leq 15m$	
	$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k$	

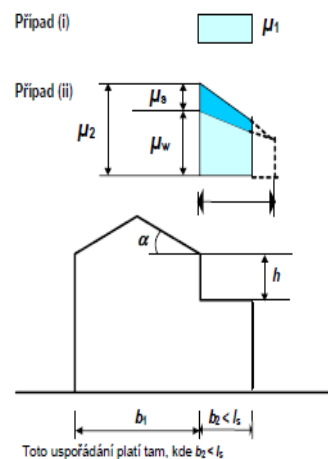
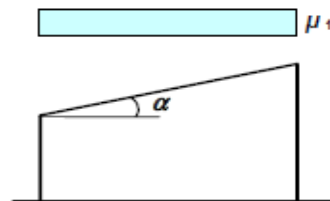
Tabulka NA.1 – Maximální hodnoty součinitele μ_w

Sněhová oblast	I – IV	V – VI	VII – VIII
Max μ_w	2,0	3,0	4,0

$$\mu_w = 1,16$$

	$\mu_2 =$	1,16
Hodnota zatížení	$f_s =$	1,16 kN/m ²

	Zatěžovací šířka mm	Zatížení kN/m
$f_{s,k} = s * f_s$	312,5	0,36
	625	0,73



3.4. Zatížení větrem

Větrná oblast	II	
Výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0} =$	25 m/s
Součinitel směru větru	$c_{dir} =$	1,0
Součinitel ročního období	$c_{season} =$	1,0
Základní rychlost větru		

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$$

	$v_b =$	25 m/s
Výška nad terénem	$z =$	9,1 m
Kategorie terénu	IV	
Paramter drsnosti terénu	$z_0 =$	1 m
Minimální výška	$z_{min} =$	10 m
Součinitel terénu		

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad z_{0,II} = 0,05$$

$$k_r = 0,234$$

Součinitel drsnosti

$$c_r = k_r * \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$$

$$c_r = 0,54$$

Součinitel turbulence	$k_t =$	1,0
Součinitel orografie	$c_0 =$	1,0

Intenzita turbulence

$$I_v = \frac{k_t}{c_0 * \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)}$$

$$I_v = 0,434$$

Střední rychlost větru

$$v_m = c_r * c_0 * v_b$$

$$v_m = 13,49 \text{ m/s}$$

Měrná hmotnost vzduchu	$\rho =$	1,25 kg/m ³
------------------------	----------	------------------------

Maximální dynamický tlak

$$q_p = (1 + 7 * I_v) * \frac{1}{2} \rho * v_m^2$$

$$q_p = 459,4 \text{ Pa}$$

$$q_p = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

Tlak větru na povrchy

$$w_e = q_p * c_{pe}$$

Součinitele vnějšího tlaku c_{pe}

Svislé stěny

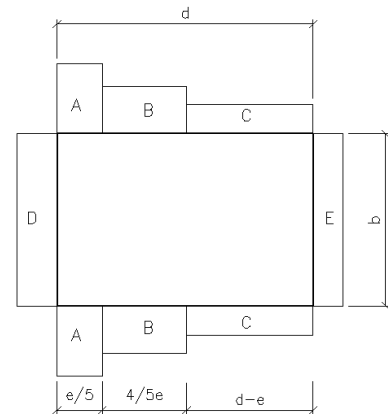
Směr větru - x

Výška budovy $h = 9,1$ m
 Rozměr kolmý na směr větru $b = 9,7$ m
 Rozměr rovnoběžný se směrem větru $d = 12,3$ m
 Hodnota e

$$e = \min(b; 2 * h)$$

$e = 9,7$ m
 $h/d = 0,74$

směr x

$e/5 = 1,9$ m
 $4/5e = 7,8$ m
 $d-e = 2,6$ m

Oblast	-	A	B	C	D	E
plocha	m ²	17,7	70,6	23,7	88,3	88,3
c_{pe}	-	-1,20	-0,80	-0,50	0,77	-0,43
w_e	kN/m ²	-0,55	-0,37	-0,23	0,35	-0,20

Zatížení sloupků kN/m

	zat. šíře	A	B	C	D	E
polovina	312,5	-0,17	-0,11	-0,07	0,11	-0,06
běžné	625	-0,34	-0,23	-0,14	0,22	-0,12
okno 1000	862,5	-0,48	-0,32	-0,20	0,30	-0,17
okno 2200	1412,5	-0,78	-0,52	-0,32	0,50	-0,28

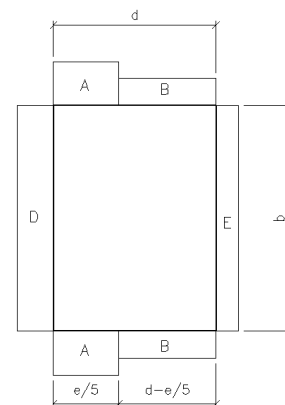
Směr větru - y

Výška budovy $h = 9,1$ m
 Rozměr kolmý na směr větru $b = 12,3$ m
 Rozměr rovnoběžný se směrem větru $d = 9,7$ m
 Hodnota e

$$e = \min(b; 2 * h)$$

$e = 12,3$ m
 $h/d = 0,94$

směr y

$e/5 = 2,5$ m
 $d-e/5 = 7,2$ m

Oblast	-	A	B	D	E
plocha	m ²	22,4	65,9	111,9	111,9
c_{pe}	-	-1,20	-0,80	0,79	-0,48
w_e	kN/m ²	-0,55	-0,37	0,36	-0,22

Zatížení sloupků kN/m

	zat. šíře	A	B	D	E
polovina	312,5	-0,17	-0,11	0,11	-0,07
běžné	625	-0,34	-0,23	0,23	-0,14
okno 1000	862,5	-0,48	-0,32	0,31	-0,19
okno 2200	1412,5	-0,78	-0,52	0,51	-0,31

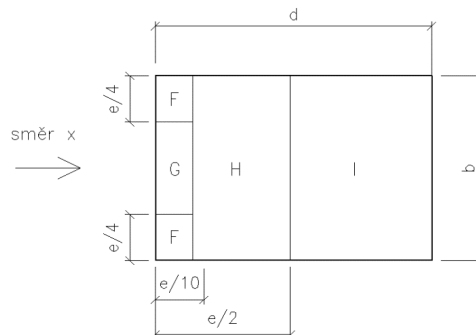
Plochá střecha

Směr větru - x

Výška budovy	h=	9,1 m
Výška atiky nad rovinou střechy	h_p =	0,3 m
Rozměr kolmý na směr větru	b=	9,7 m
Rozměr rovnoběžný se směrem větru	d=	12,3 m
Hodnota e		

$$e = \min(b; 2 * h)$$

e=	9,7 m
h_p/h =	0,03
e/10=	1,0 m
e/4=	2,4 m
e/2=	4,85 m



Oblast	-	F	G	H	I
plocha	m ²	2,4	4,7	37,6	72,3
c_{pe}	-	-2,11	-1,51	-0,70	-0,20
w_e	kN/m ²	-0,97	-0,69	-0,32	-0,09

Oblast I - kladné i záporné hodnoty

Zatížení vazníků kN/m

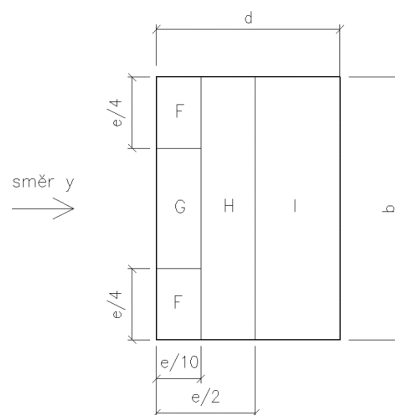
	zat. šíře	F	G	H	I
polovina	312,5	-0,30	-0,22	-0,10	-0,03
běžné	625	-0,61	-0,43	-0,20	-0,06

Směr větru - y

Výška budovy	h=	9,1 m
Výška atiky nad rovinou střechy	h_p =	0,3 m
Rozměr kolmý na směr větru	b=	12,3 m
Rozměr rovnoběžný se směrem větru	d=	9,7 m
Hodnota e		

$$e = \min(b; 2 * h)$$

e=	12,3 m
h_p/h =	0,03
e/10=	1,2 m
e/4=	3,1 m
e/2=	6,15 m



Oblast	-	F	G	H	I
plocha	m ²	3,8	7,6	60,5	43,7
c_{pe}	-	-2,01	-1,29	-0,70	-0,20
w_e	kN/m ²	-0,93	-0,59	-0,32	-0,09

Oblast I - kladné i záporné hodnoty

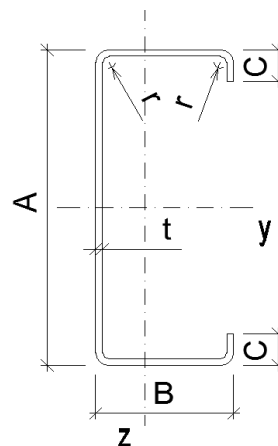
Zatížení vazníků kN/m

	zat. šíře	F	G	H	I
polovina	312,5	-0,29	-0,19	-0,10	-0,03
běžné	625	-0,58	-0,37	-0,20	-0,06

4. Parametry použitých profilů

rozměry v mm

Označení profilu	PARAMETR				
	A	B	C	r	t
C100-1,2	100	41,3	10	1,5	1,2
C100-1,6	100	41,3	10	1,5	1,6
C150-1,2	150	45	10	1,5	1,2
C150-1,6	150	45	10	1,5	1,6

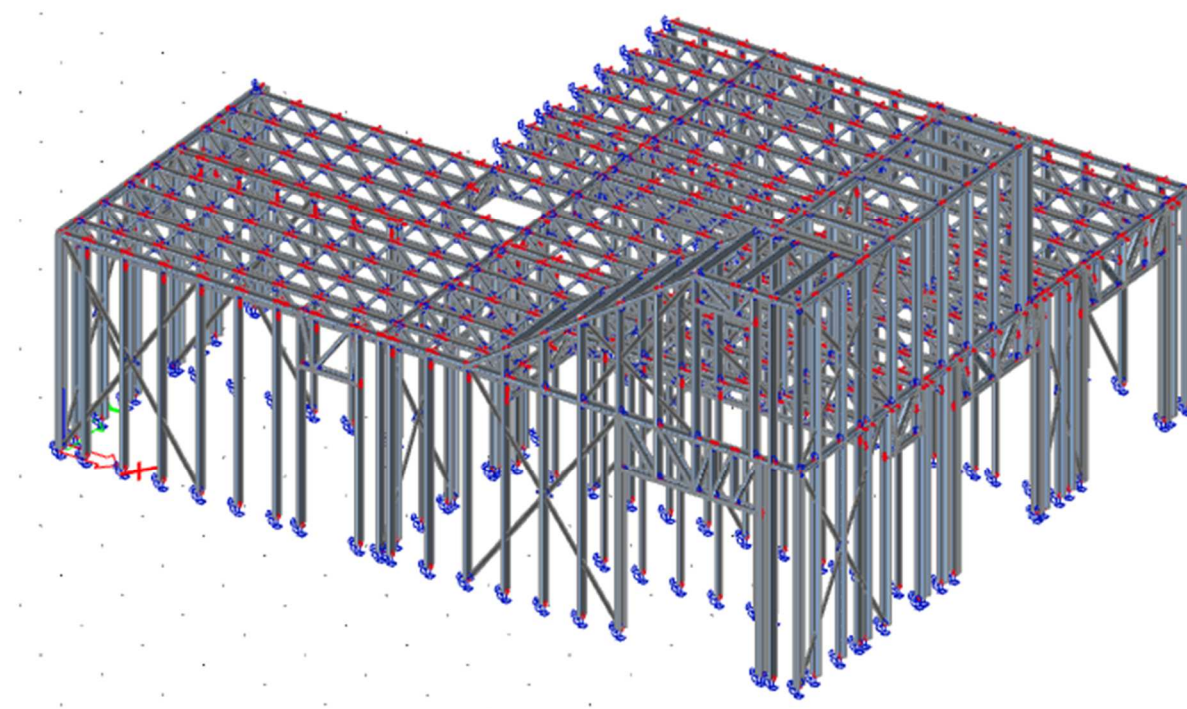


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY PROFILŮ DLE ČSN EN 1993-1-3

Název	Označení	Jednotka	Profil			
			C100-1,2	C100-1,6	C150-1,2	C150-1,6
Plná plocha průřezu	A	mm ²	223,98	297,99	290,56	387,53
Hmotnost	g	kg/m	1,81	2,41	2,36	3,14
Efektivní plocha průřezu při působení normálové síly	A _{eff}	mm ²	143,45	221,34	143,35	226,61
Posun těžišťové osy y v důsledku působení normálové síly	e _{Ny}	mm	0,00	0,00	0,00	0,00
Posun těžišťové osy z v důsledku působení normálové síly	e _{Nz}	mm	1,39	1,02	2,31	2,18
Moment setrvačnosti k ose y pro plný průřez	I _y	mm ⁴	340433	444982	939865	1237760
Moment setrvačnosti k ose z pro plný průřez	I _z	mm ⁴	47481	61185	66499	85955
Poloměr setrvačnosti k ose y pro plný průřez	i _y	mm	38,99	38,64	56,87	56,52
Poloměr setrvačnosti k ose z pro plný průřez	i _z	mm	14,56	14,33	15,13	14,89
Výšečový moment setrvačnosti	I _ω	mm ⁶	210573163	272223197	590822221	768849471
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	I _t	mm ⁴	100,46	241,73	130,33	314,36
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y ₀	mm	24,32	23,98	23,04	22,69
Efektivní moment setrvačnosti k ose y	I _{eff,y}	mm ⁴	319045	431074	798834	1164213
Efektivní moment setrvačnosti k ose z	I _{eff,z}	mm ⁴	36939	51809	46422	65682
Efektivní průřezový modul k ose y	W _{eff,y}	mm ³	6220	8591	9719	15177
Efektivní průřezový modul k ose z	W _{eff,z}	mm ³	1579	2121	1811	2445
Moment únosnosti při ohybu okolo osy y	M _{Rd,y}	kNm	2,18	3,01	3,40	5,31
Moment únosnosti při ohybu okolo osy z	M _{Rd,z}	kNm	0,55	0,74	0,63	0,86
Smyková únosnost stojiny ve směru z	V _{b,Rd,z}	kN	16,00	28,94	12,61	28,94
Smyková únosnost stojin ve směru y	V _{b,Rd,y}	kN	18,33	24,32	20,07	26,67

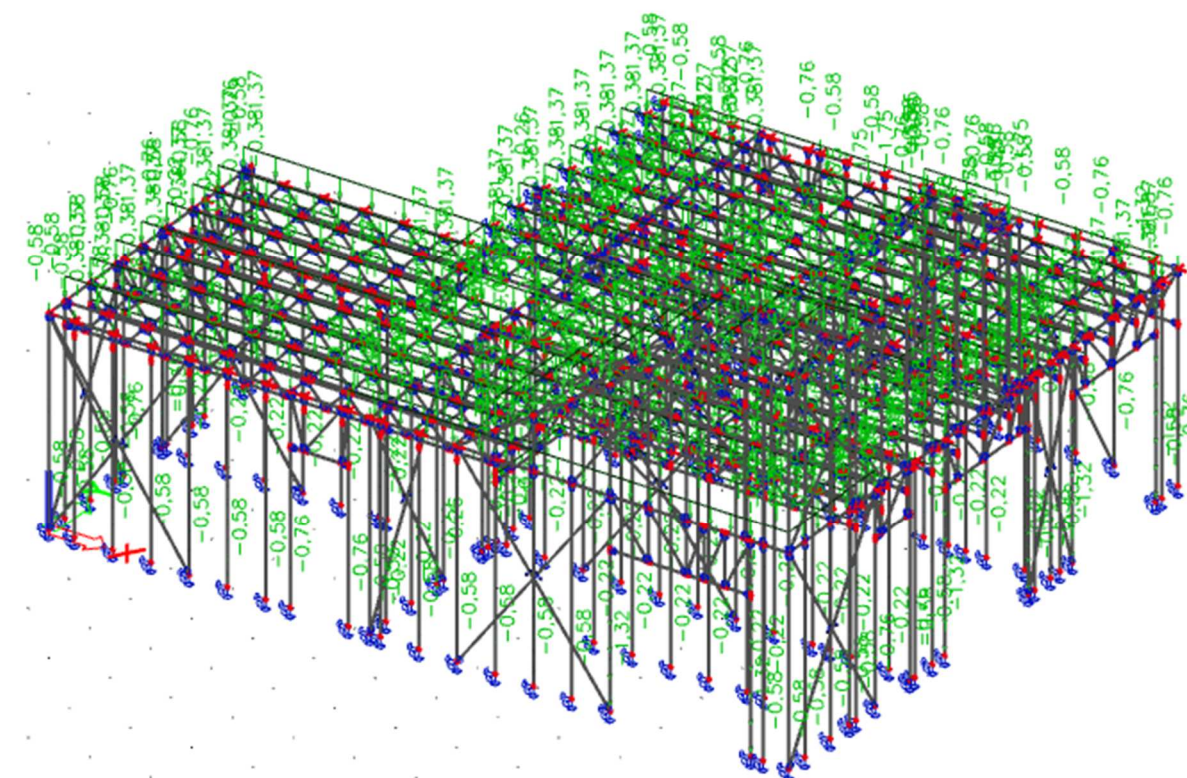
Poznámky: Profily jsou vyrobeny z materiálu S350GD+Z275 ($f_y = 350$ MPa, $f_u = 420$ MPa, $t_{zinc} = 0,04$ mm)
Efektivní parametry průřezu jsou stanoveny pro délku nosníku mezi body s nulovým momentem $L_e > 2500$ mm
(zanedbává se smykové ochabnutí v pásnicích)
Hodnoty únosností jsou vypočteny podle ČSN EN 1993 s uvážením součinitele $\gamma_{M1} = 1,0$
Hodnoty momentů únosnosti jsou vypočteny za předpokladu příčného podepření tlačené pásnice dle ČSN EN 1993
(nenastává klopení)
Při posuzování smykové únosnosti je v některých případech třeba brát v úvahu také únosnost stojiny v podpoře
nebo v místě lokálního zatížení
Oslabený průřez vznikne vystřihnutím zpětných ohybů neboli okrajových výztuh
(z profilu tvaru C stává profil tvaru U)

5. Analýza konstrukce

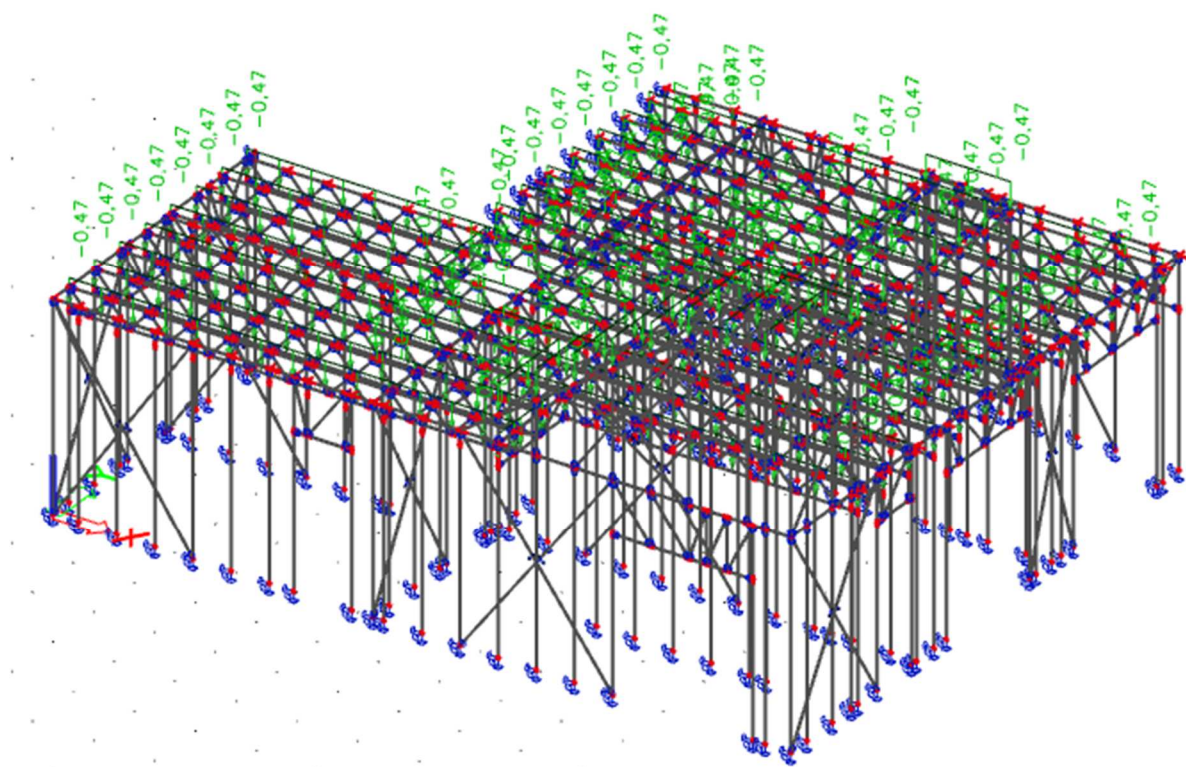


Výpočetní model konstrukce

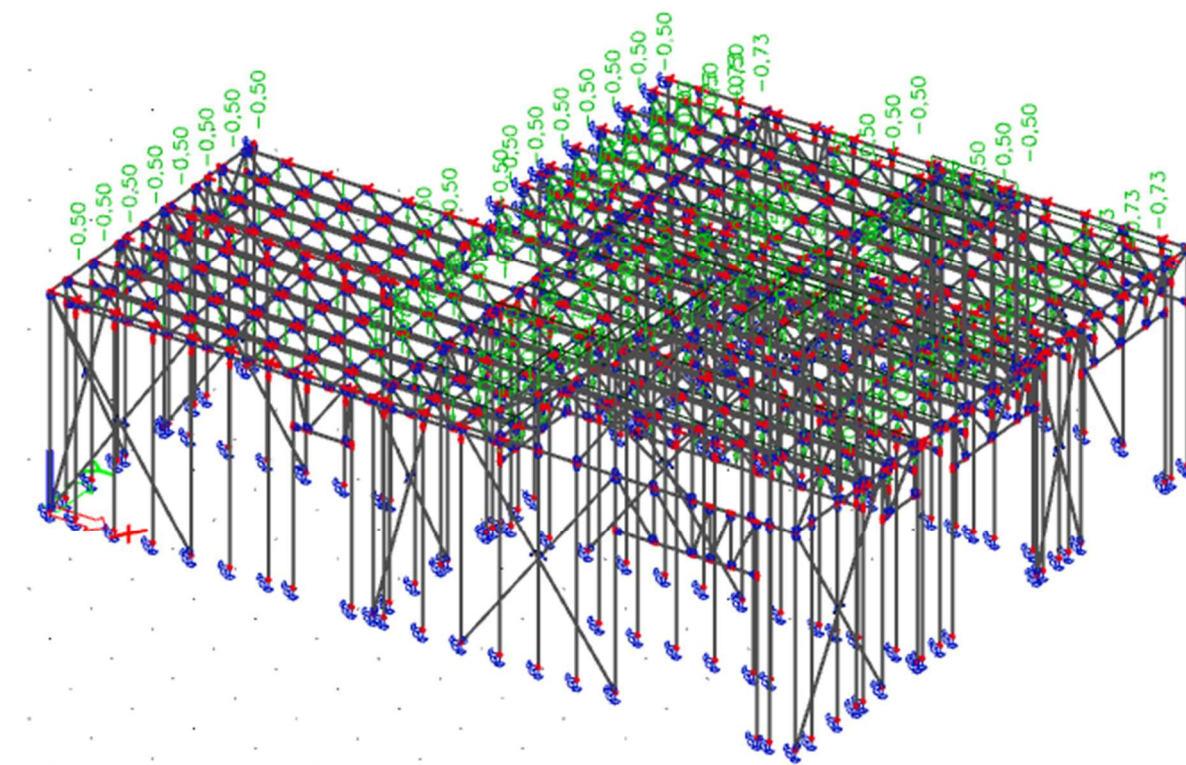
ZS1 – vlastní tíha – generována automaticky – není zobrazeno



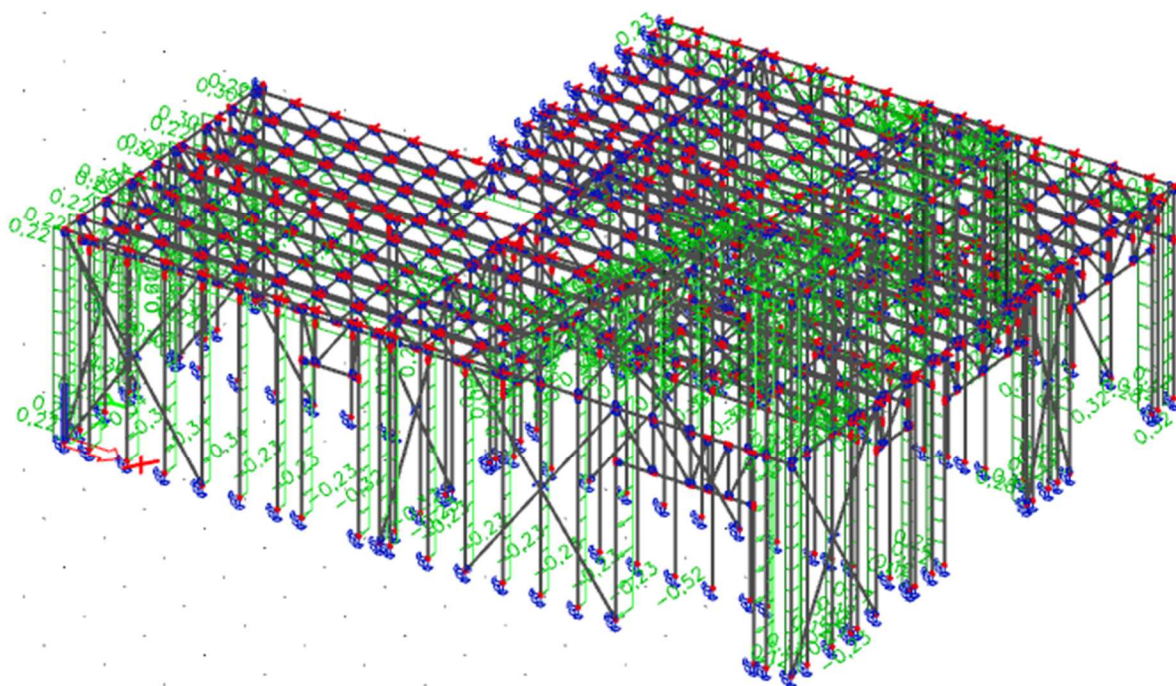
ZS2 – stálé zatížení



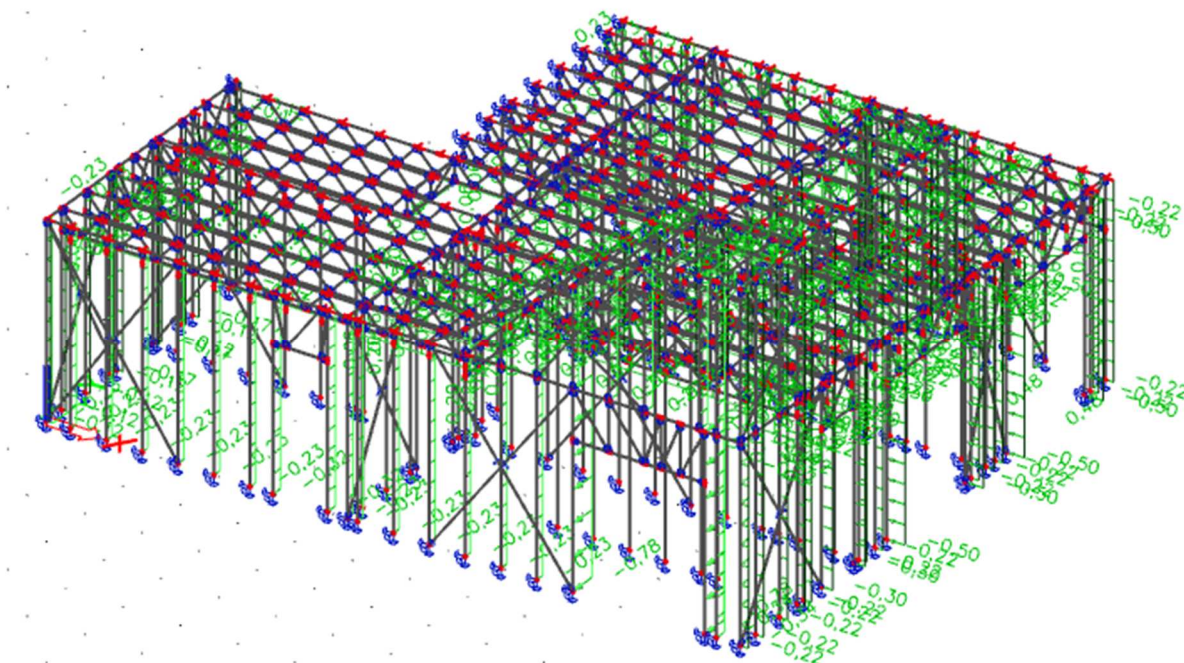
ZS3 – užité zatížení střechy – kat.H (kN/m)



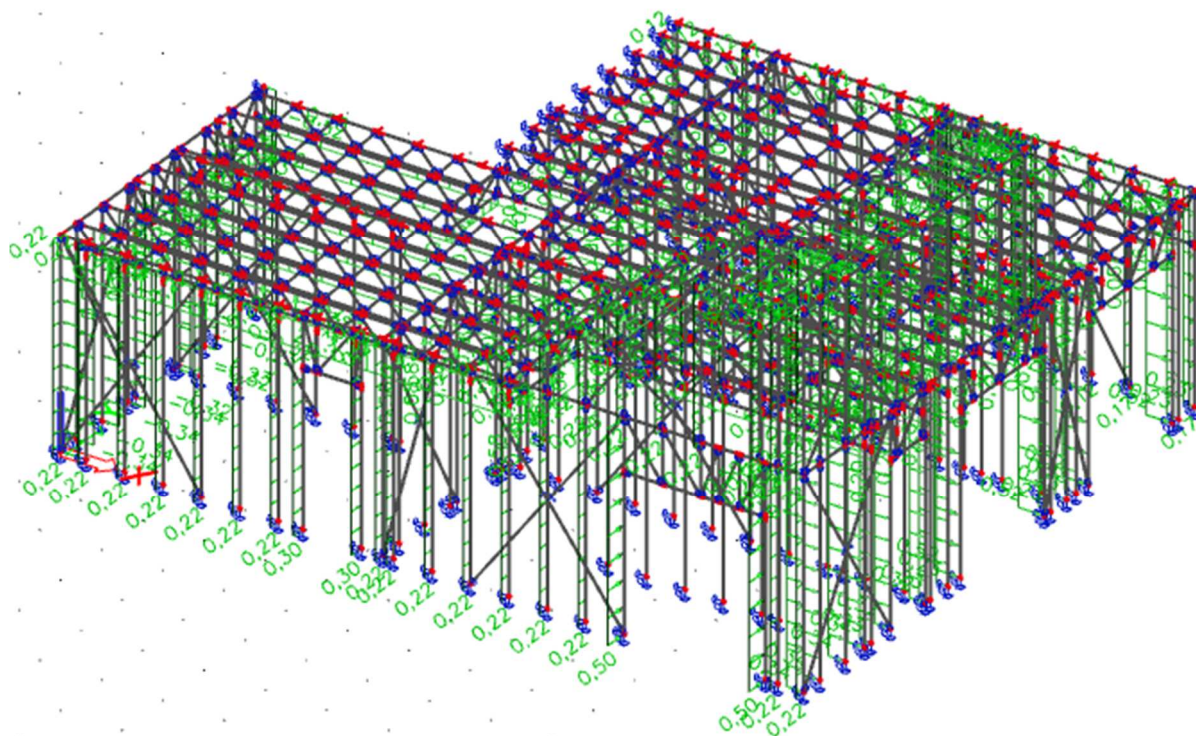
ZS4 – zatížení sněhem (kN/m)



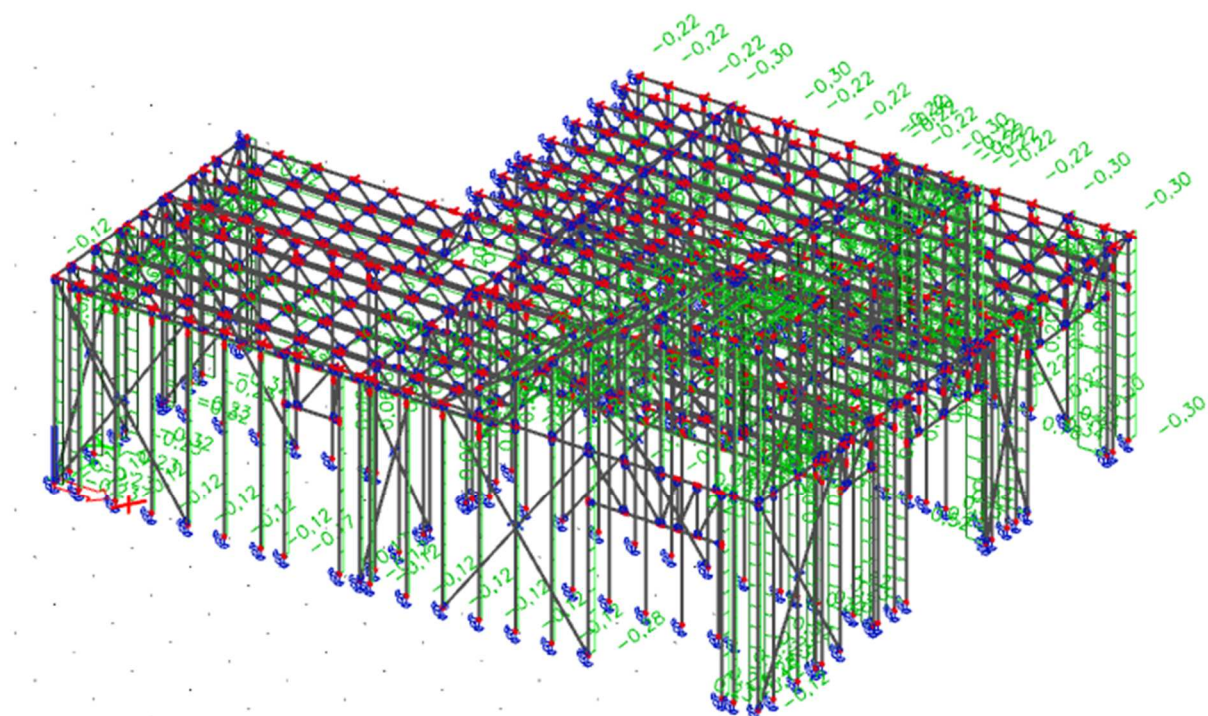
ZS5 – zatížení větrem – směr x+ sání (kN/m)



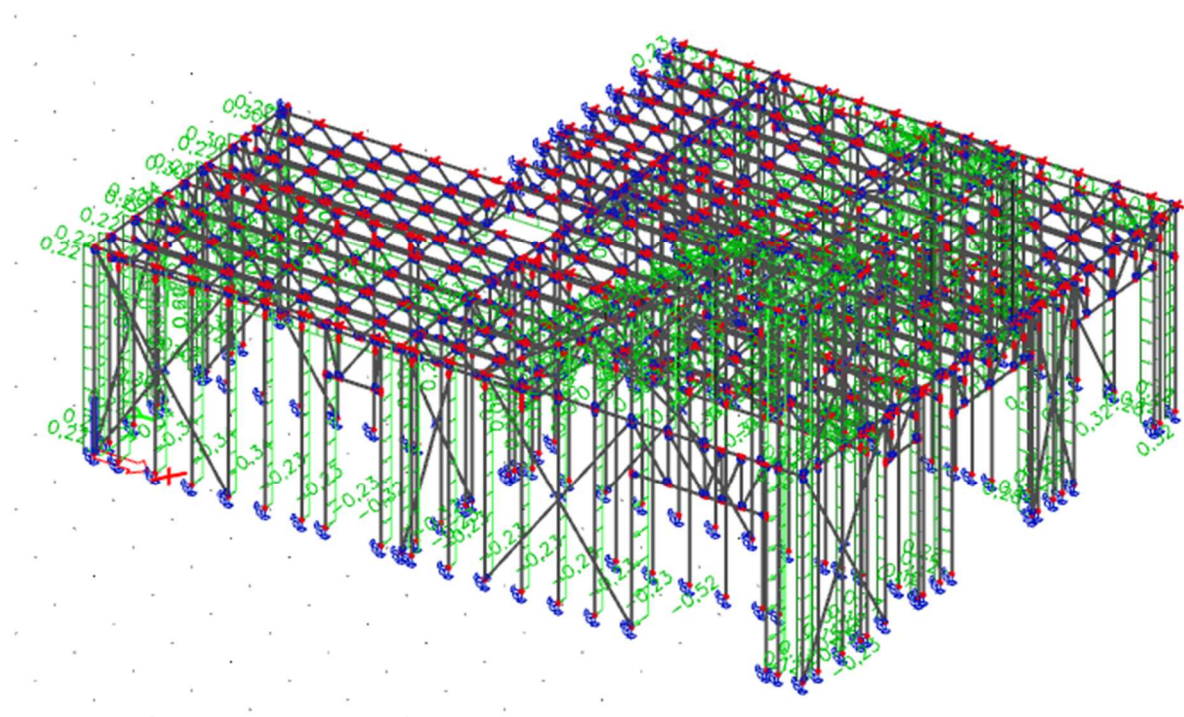
ZS6 – zatížení větrem – směr x- sání (kN/m)



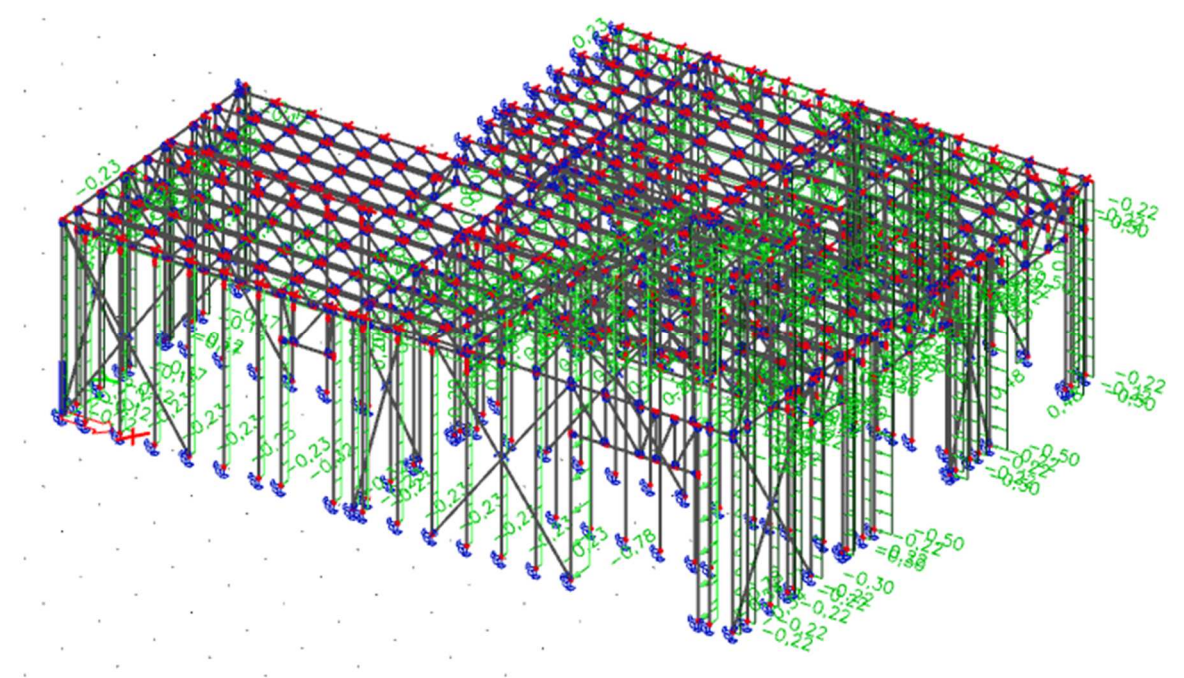
ZS7 – zatížení větrem – směr y+ sání (kN/m)



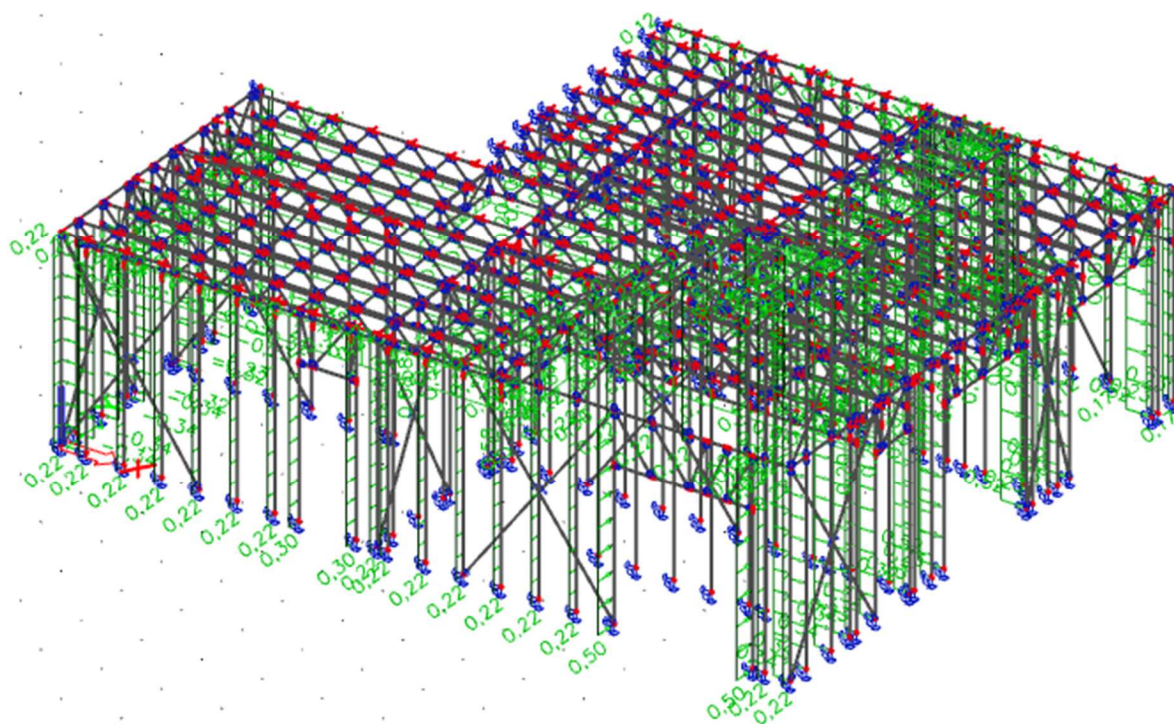
ZS8 – zatížení větrem – směr y- sání (kN/m)



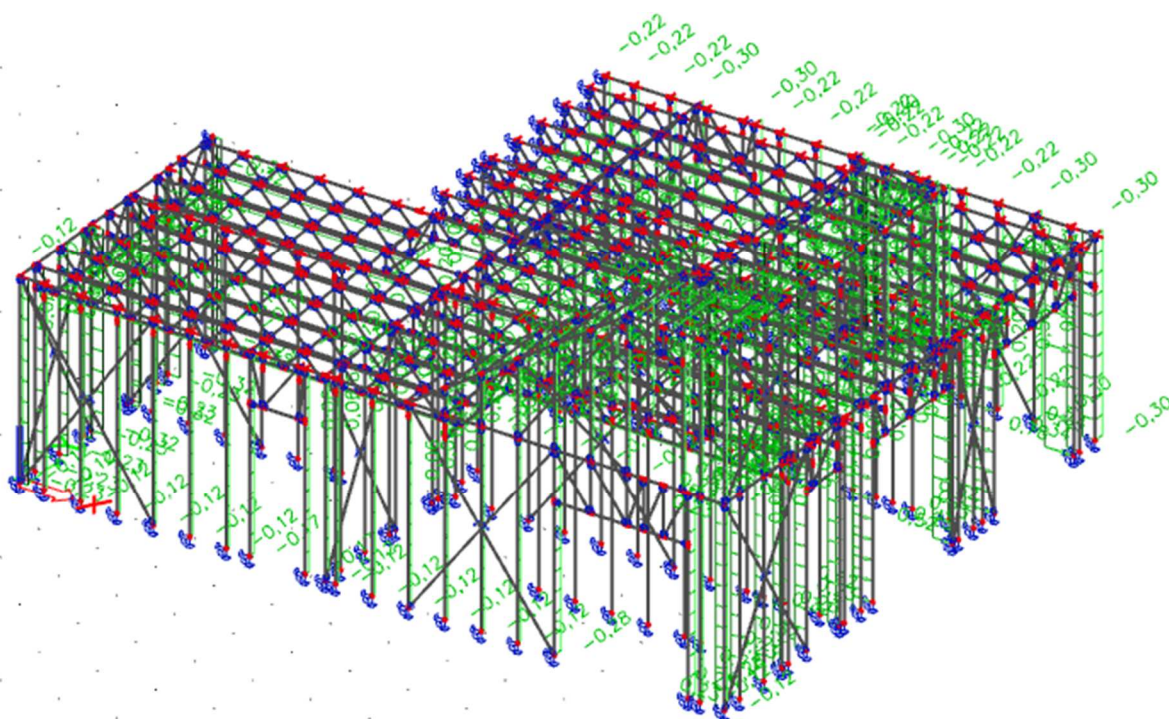
ZS9 – zatížení větrem – směr x+ tlak (kN/m)



ZS10 – zatížení větrem – směr x- tlak (kN/m)



ZS11 – zatížení větrem – směr y+ tlak (kN/m)



ZS12 – zatížení větrem – směr y- tlak (kN/m)

Pro ověření únosnosti byly použity kombinace výše uvedených zatěžovacích stavů podle rovnic:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{STR / GEO – soubor B}$$

Pro ověření mezního stavu použitelnosti byly použity kombinace výše uvedených zatěžovacích stavů podle rovnice:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Charakteristická kombinace}$$

Návrhové hodnoty vnitřních sil jsou generované z obalové křivky všech kombinací.

$\gamma_G = 1,35$ pro nepříznivé stálé zatížení a vlastní tíhu

$\gamma_G = 1,0$ pro příznivé stálé zatížení a vlastní tíhu

$\gamma_Q = 1,5$ pro proměnné zatížení

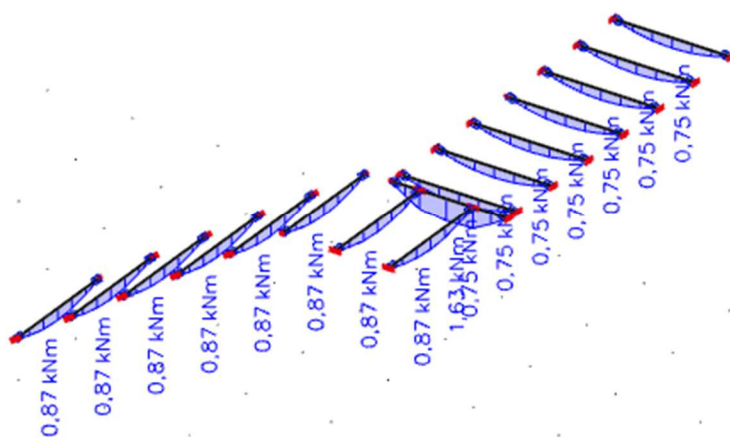
$\psi_0 = 0,5$ pro zatížení sněhem

$\psi_0 = 0,6$ pro zatížení větrem

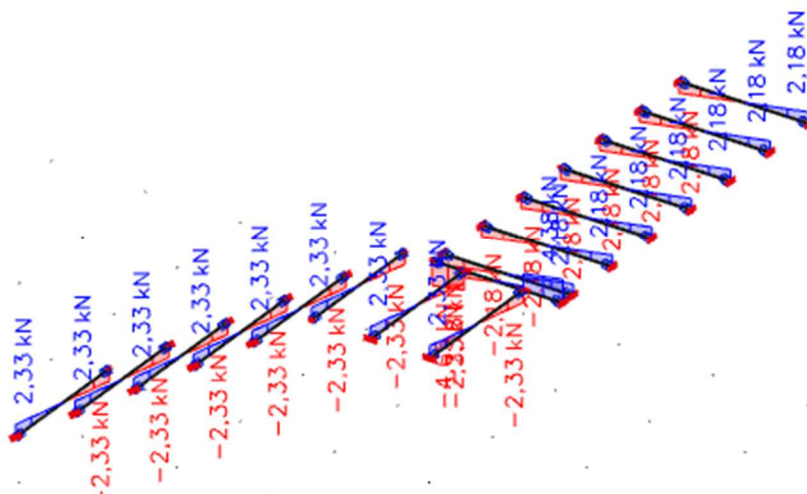
$\psi_0 = 0,0$ pro užitné zatížení střechy

$\psi_0 = 0,7$ pro užitné zatížení podlahy

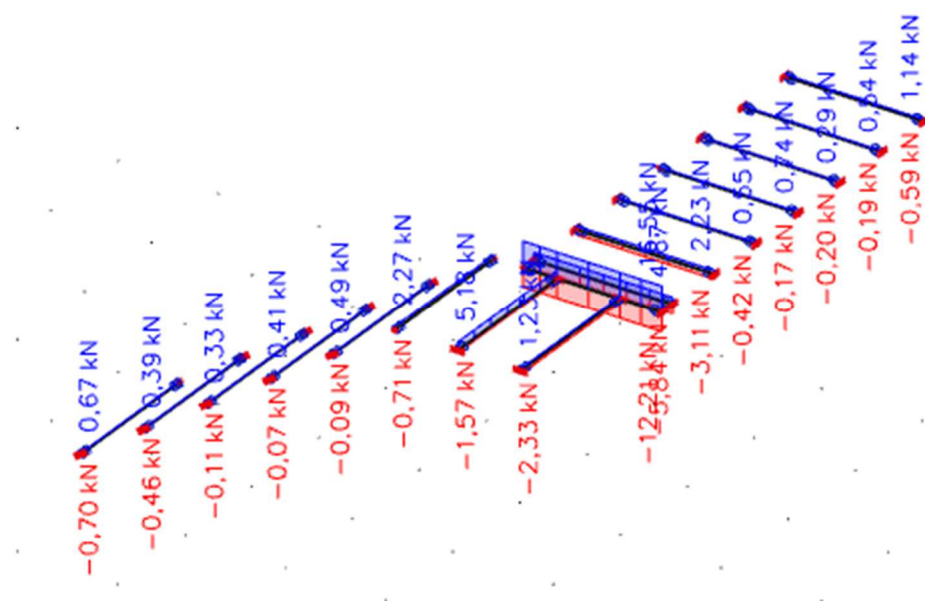
Užitné zatížení střechy kategorie H není kombinováno s klimatickým zatížením střechy.



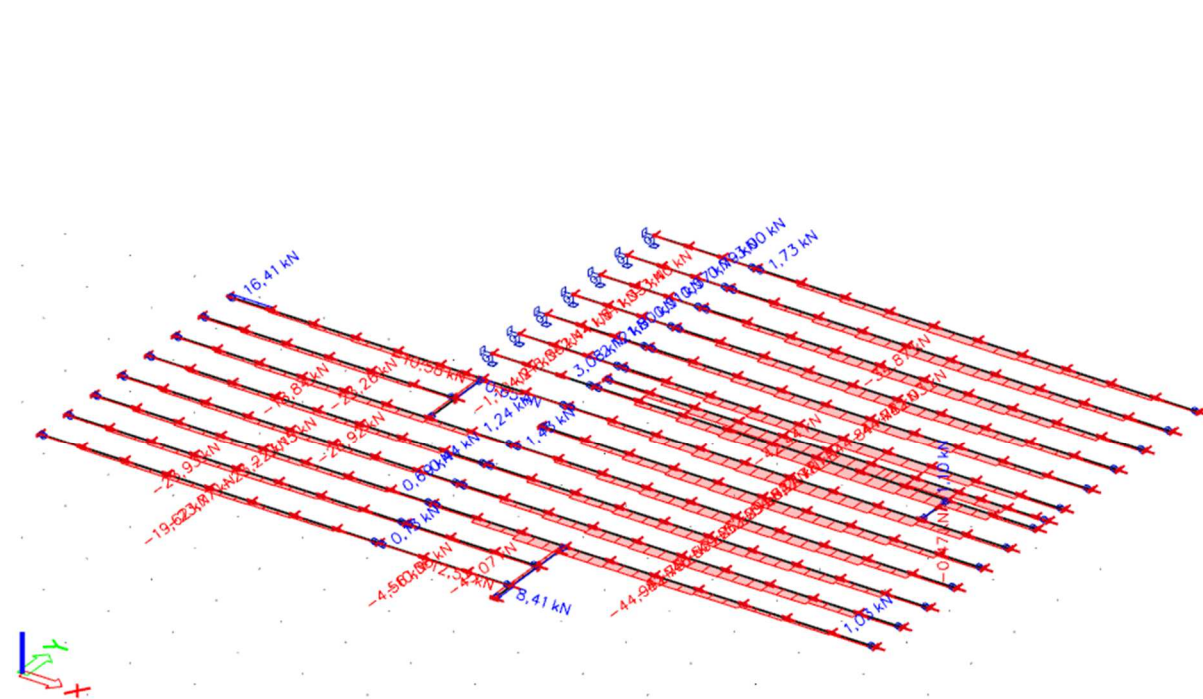
Střešní nosníky vikýře – $M_{y,ED}$ (kNm)



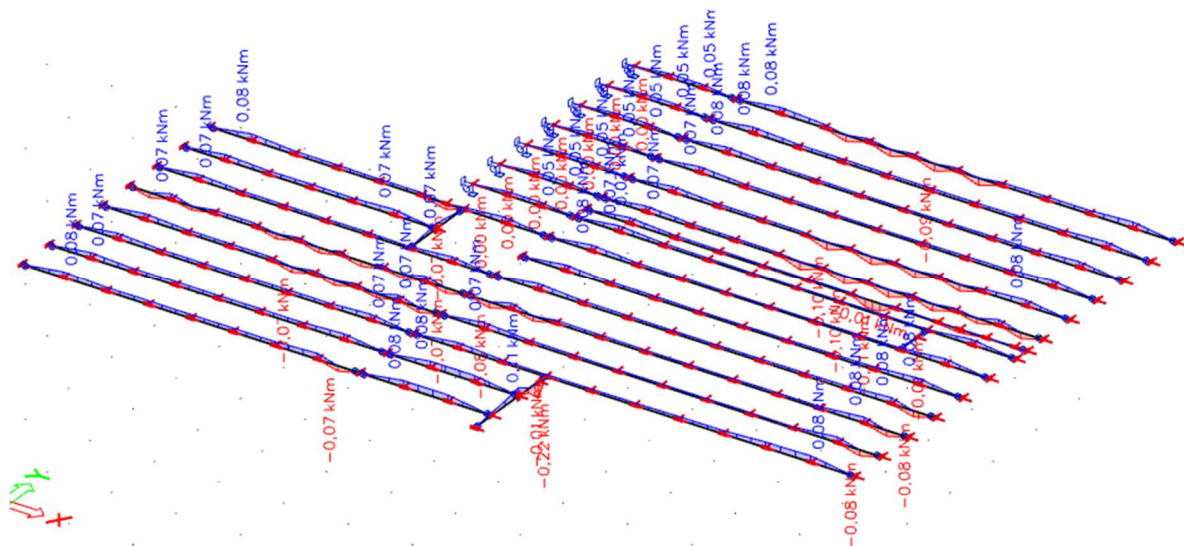
Střešní nosníky vikýře – $V_{z,ED}$ (kN)



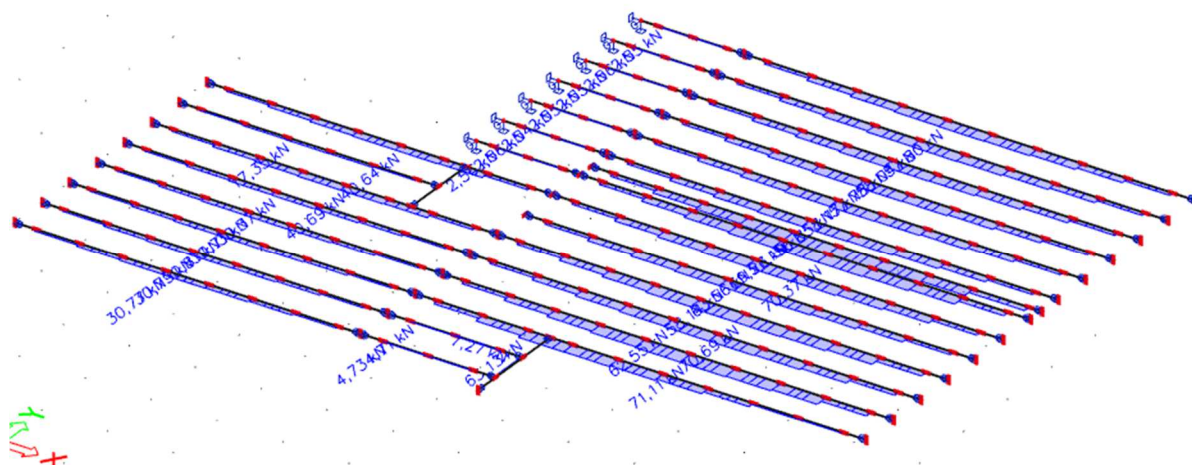
Střešní nosníky vikýře – N_{ED} (kN)



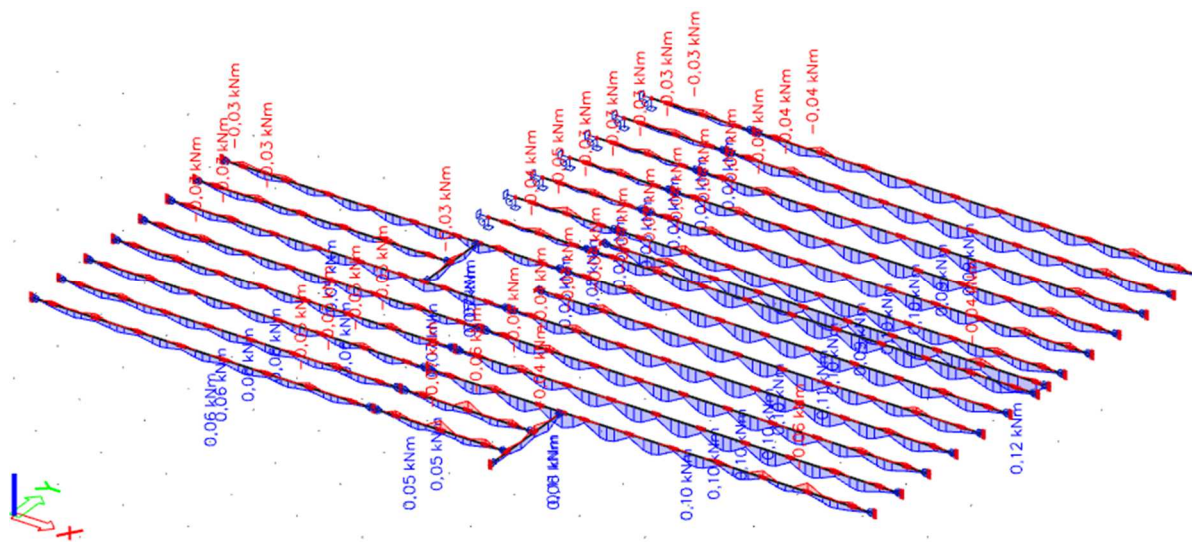
Střešní vazník – horní pas – N_{ED} (kN)



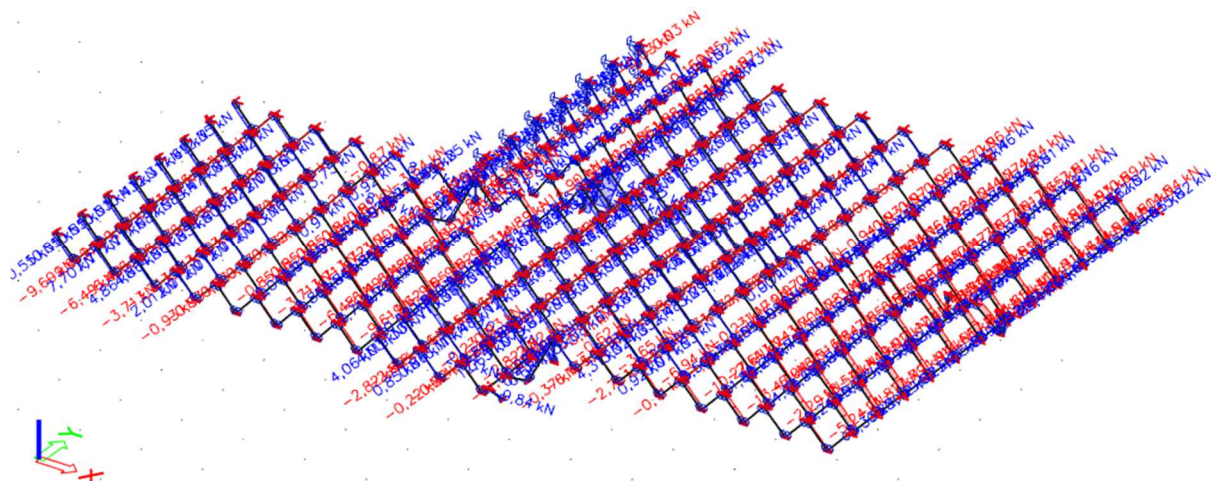
Střešní vazník – horní pas – $M_{z,ED}$ (kNm)



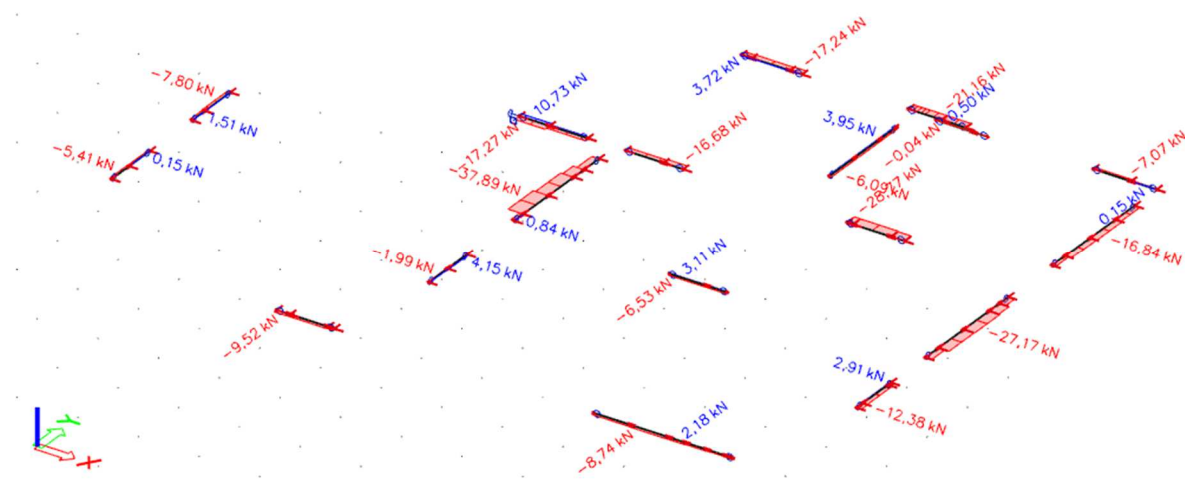
Střešní vazník – dolní pas – N_{ED} (kN)



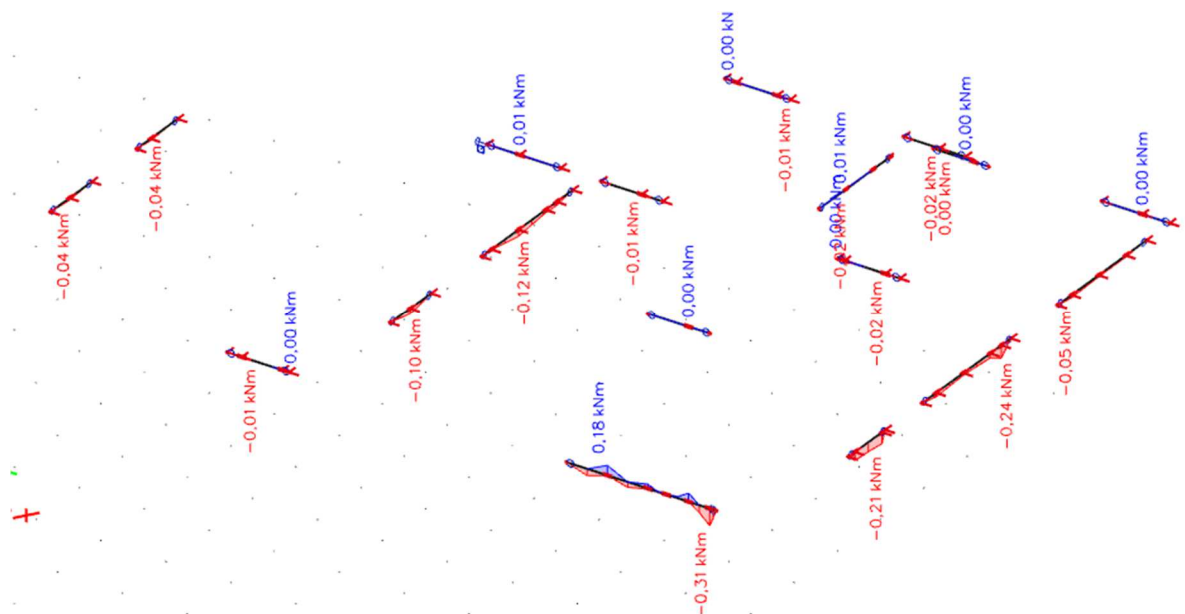
Střešní vazník – dolní pas – $M_{z,ED}$ (kNm)



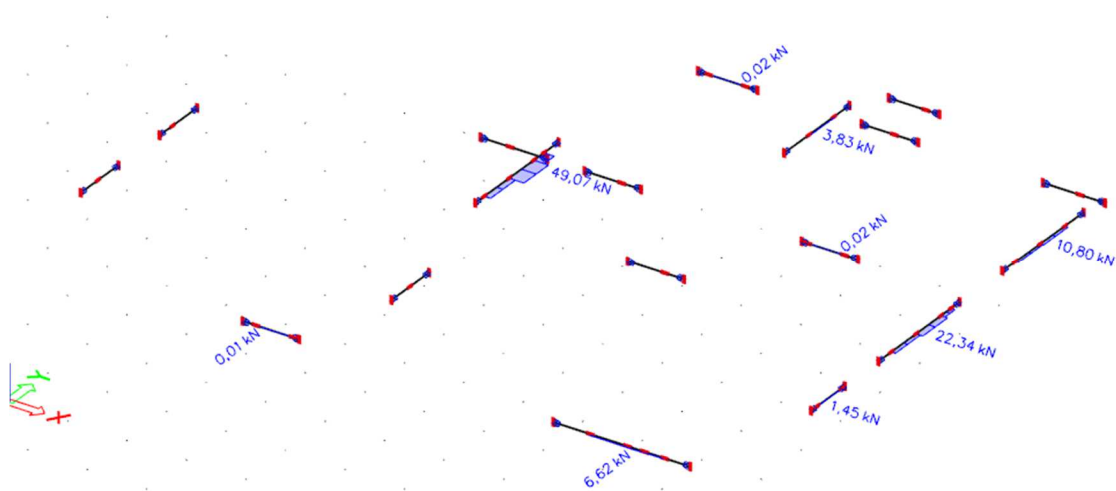
Střešní vazník – diagonály – N_{ED} (kN)



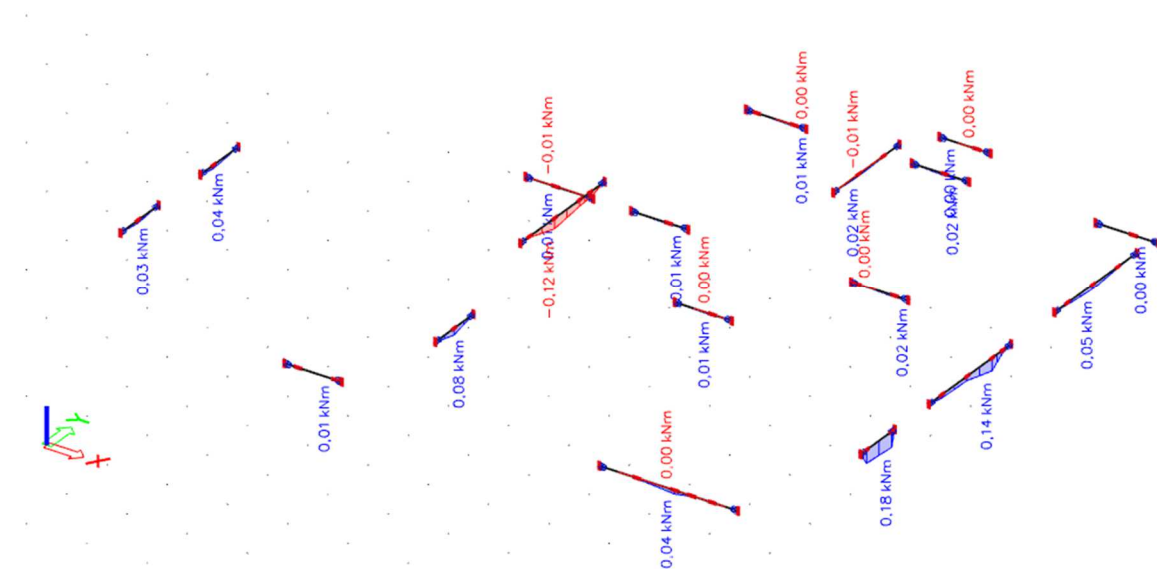
Překlady – horní pas – N_{ED} (kN)



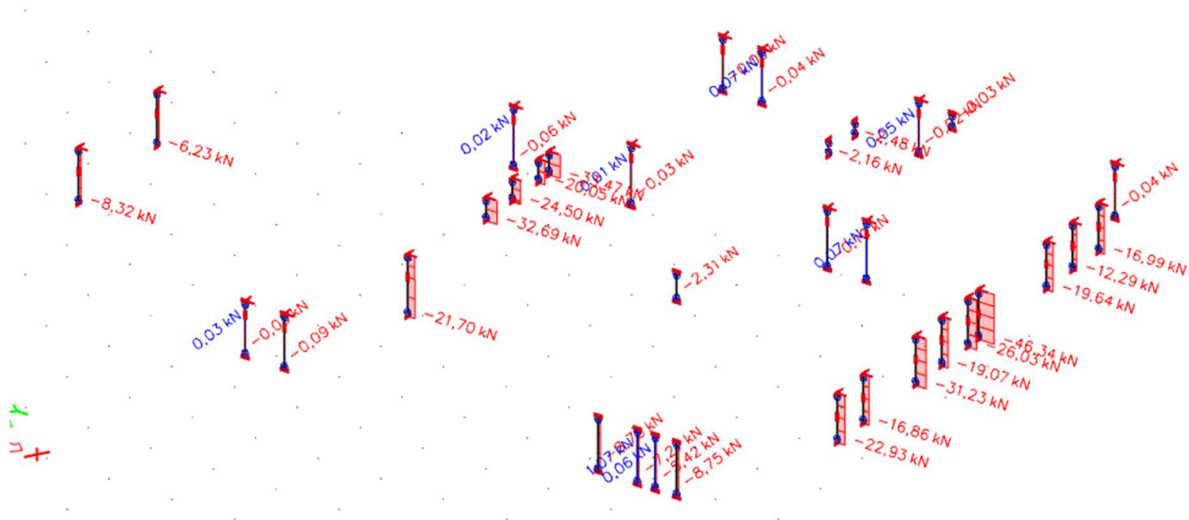
Překlady – horní pas – $M_{z,ED}$ (kNm)



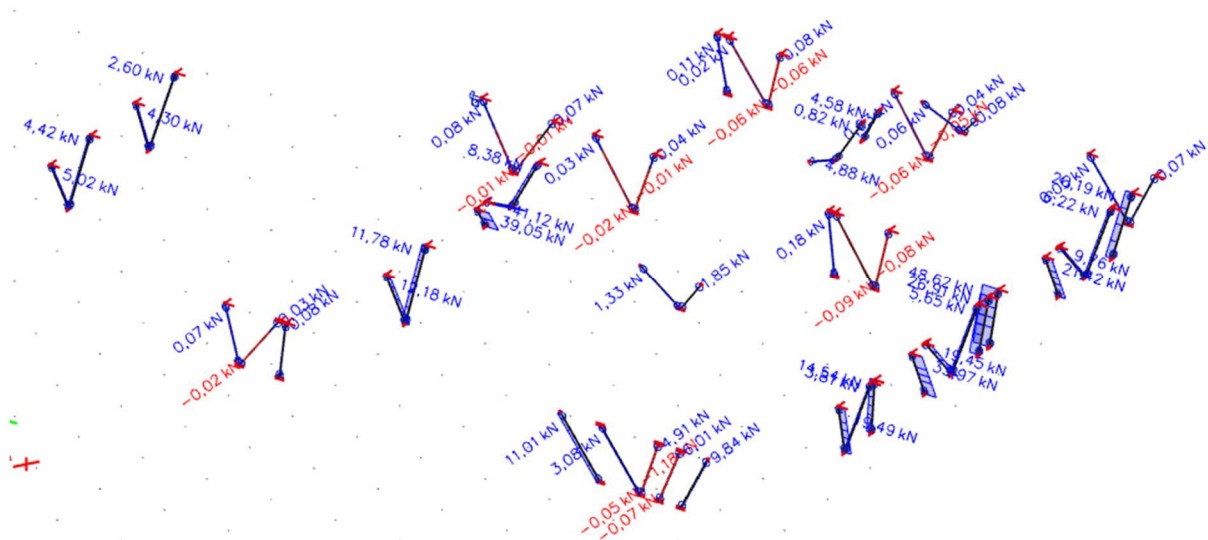
Překlady – dolní pas – N_{ED} (kN)



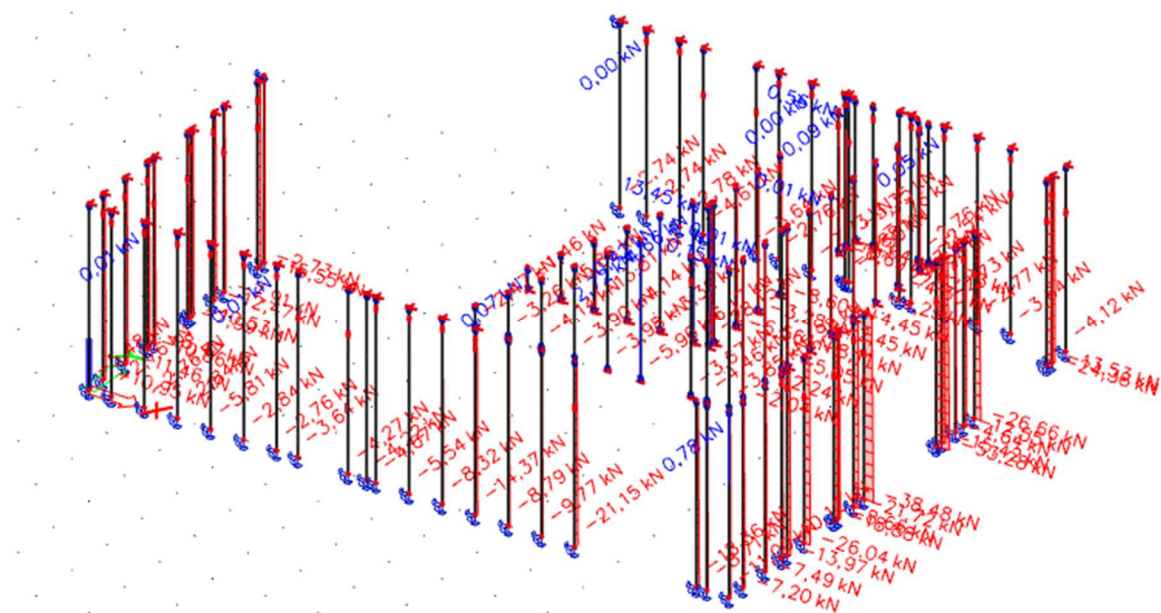
Překlady – dolní pas – $M_{z,ED}$ (kNm)



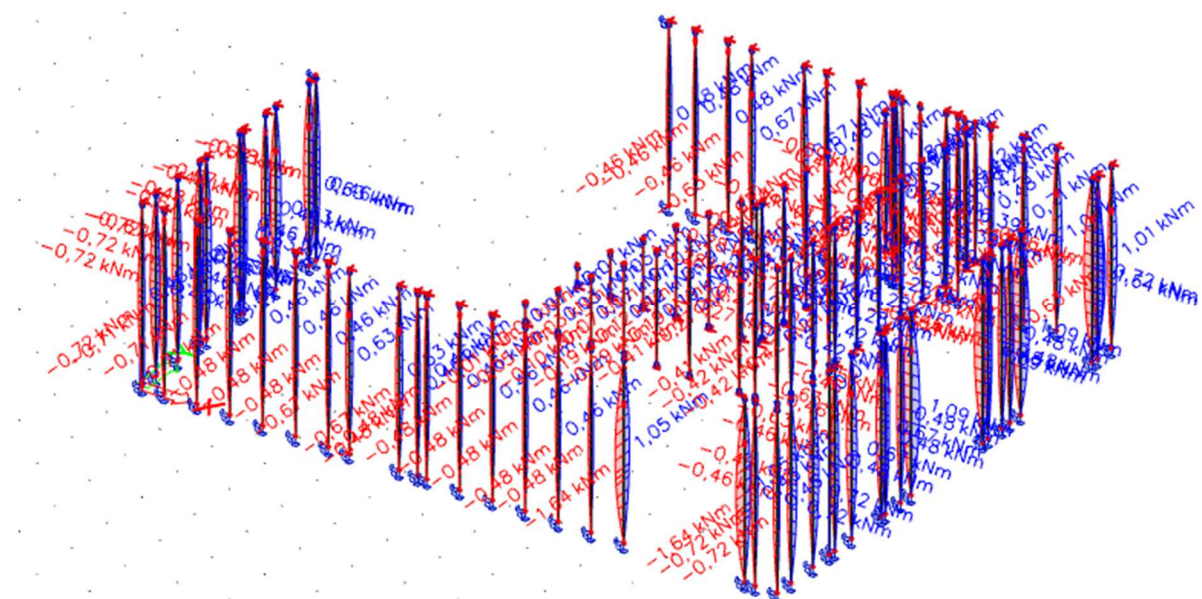
Překlady – svislice – N_{ED} (kN)



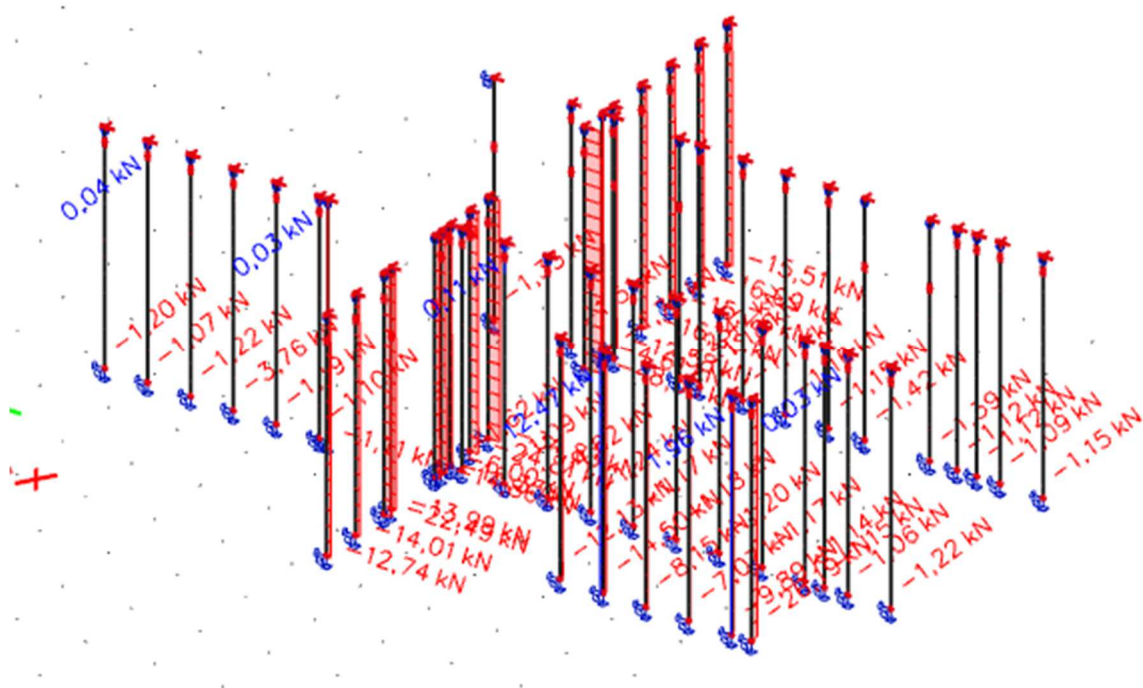
Překlady – diagonály – N_{ED} (kN)



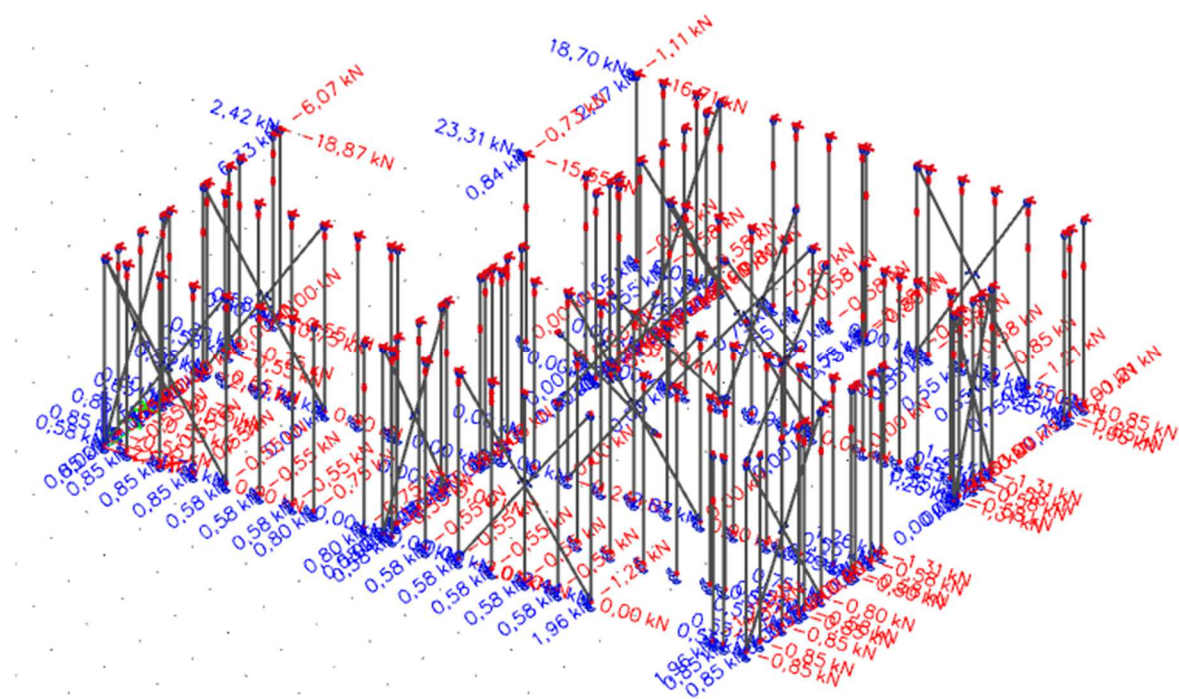
Obvodové sloupky – N_{ED} (kN)



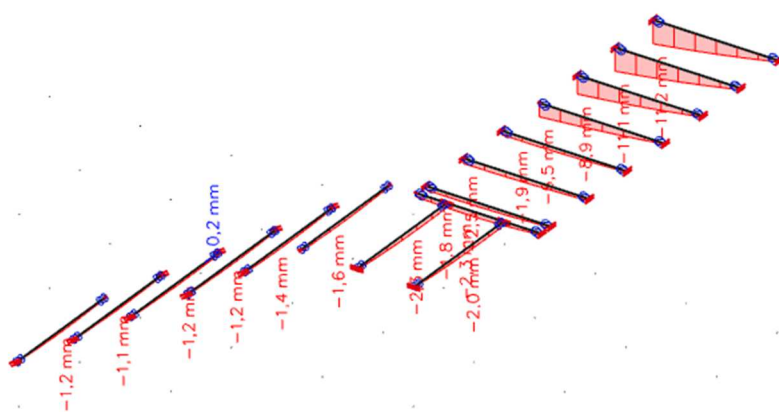
Obvodové sloupky – $M_{v,ED}$ (kNm)



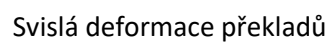
Vnitřní sloupky – N_{ED} (kN)



Vodorovné reakce (kN)



Svislá deformace střešních nosníků



6. Posouzení prvků konstrukce pro mezní stav únosnosti

Kombinace ohybu a normálové síly

Číslo	Prvek	Profil	Účinky zatížení			Únosnost				Posouzení	
			N _{ED}	M _{y,ED}	M _{z,ED}	N _{t,RD}	N _{c,RD}	M _{RD,y}	M _{RD,z}	Využití M+N	Vyhovuje?
			(kN)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	%	-
1	Střešní nosník	C150-1,2	-12,21	1,63	0,00	101,70	-35,23	3,40	0,63	98,4	vyhovuje
2	Vazník - horní pas	C100-1,6	-54,62	0,00	0,07	104,30	-67,81	3,01	0,74	99,3	vyhovuje
3	Vazník - dolní pas	C100-1,2	63,56	0,00	0,05	78,39	-17,51	2,18	0,55	99,2	vyhovuje
4	Vazník - diagonála	C100-1,2	48,22	0,00	0,00	78,39	-48,93	2,18	0,55	61,5	vyhovuje
5	Překlad - horní pas	C100-1,2	-37,89	0,00	0,03	78,39	-45,55	2,18	0,55	96,1	vyhovuje
6	Překlad - dolní pas	C100-1,2	6,06	0,00	0,07	78,39	-41,33	2,18	0,55	32,1	vyhovuje
7	Překlad - svislice	C100-1,2	-33,47	0,00	0,00	78,39	-34,57	2,18	0,55	96,8	vyhovuje
8	Překlad - diagonála	C100-1,2	41,12	0,00	0,00	78,39	-31,12	2,18	0,55	52,5	vyhovuje
9	Obvodový sloupek běžný	C150-1,2	-15,83	1,01	0,00	101,70	-29,61	3,40	0,63	98,5	vyhovuje
10	Obvodový sloupek zdvojený	2xC150-1,2	-26,66	1,64	0,00	203,39	-59,22	6,80	1,26	84,9	vyhovuje
11	Obvodový sloupek zesílený	JKL 150/100-3,0	-53,28	1,09	0,00	338,64	-165,21	14,43	11,64	53,1	vyhovuje
12	Vnitřní sloupek	C100-1,2	-22,60	0,00	0,00	78,39	-25,09	2,18	0,55	90,1	vyhovuje
13	Vnitřní zdvojený	2xC100-1,2	-48,59	0,00	0,00	156,78	-50,18	4,36	1,10	96,8	vyhovuje
14	Ztužení - táhla ve stěnách	Pás 70-1,2	18,55	0,00	0,00	29,40	-	-	-	63,1	vyhovuje

Poznámka: Záporná hodnota normálové síly = tlak

Vzpěrná únosnost prutů je vypočtena na základě jejich vzpěrných délek

Posouzení kombinace namáhání podle vztahů dle ČSN EN 1993-1-3 vzorec 6.36:

$$\text{Kombinace tahu a ohybu:} \quad \left(\frac{N_{ED}}{N_{t,RD}} \right)^{0,8} + \left(\frac{M_{y,ED}}{M_{y,RD}} \right)^{0,8} + \left(\frac{M_{z,ED}}{M_{z,RD}} \right)^{0,8} \leq 1,0$$

$$\text{Kombinace tlaku a ohybu} \quad \left(\frac{N_{ED}}{N_{c,RD}} \right)^{0,8} + \left(\frac{M_{y,ED}}{M_{y,RD}} \right)^{0,8} + \left(\frac{M_{z,ED}}{M_{z,RD}} \right)^{0,8} \leq 1,0$$

Jednotlivé části složených průřezů musí být vzájemně vhodně spojeny min. po 400mm

Sloupky musí být zajištěny proti vzpěru v rovině stěny pomocí pažníků v polovině své výšky

7. Posouzení prvků konstrukce pro mezní stav použitelnosti

Číslo	Prvek	Profil	Deformace	Limit L/	Rozpětí	Limit	Využití	Vyhovuje?
			(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(%)	(-)
1	Střešní nosník	C150-1,2	2,3	250	1385	5,5	41,5	vyhovuje
2	Vazník	-	22,0	300	6845	22,8	96,4	vyhovuje
3	Překlad	-	3,2	600	2100	3,5	91,4	vyhovuje

8. Přípoje

8.1. Přípoje prvků tloušťky 1,2mm a 1,2mm šrouby průměru 4,8 mm

Tloušťka plechu 1	$t_1 =$	1,2 mm	
Tloušťka plechu 2	$t_2 =$	1,2 mm	
Průměr závitu šroubu	$d =$	4,8 mm	
Průměr dířku použitých šroubů	$d_0 =$	3,5 mm	
Rozteče	$e_1 =$	15 mm	
	$e_2 =$	15 mm	
	$p_1 =$	15 mm	
	$p_2 =$	15 mm	
Mez pevnosti oceli plechu	$f_u =$	420 MPa	
Dílčí součinitel	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Počet šroubů v přípoji	$n =$	1	
Char. únosnost šroubu ve střihu (TAB)	$F_{v,Rk,i} =$	8 kN	Hodnota z tabulky výrobce
Únosnost ve střihu			

$$F_{v,Rd} = \frac{n * F_{v,Rk,i}}{\gamma_{M2}} \quad F_{v,Rd} = 6,40 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení dle ČSN EN 1993-1-8

$$F_{b,Rd} = n * \frac{k_1 \alpha_b f_u d_0 t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_b = \min \left(\frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3d}; \frac{p_1}{3d} - \frac{1}{4} \right) \quad \text{předpoklad } f_{ub} > f_u$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \frac{e_2}{d} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d} - 1,7; 1,4 \frac{p_1}{d} - 1,7; 2,5 \right)$$

$$k_1 = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = 4,84 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení dle ČSN EN 1993-1-3

$$\text{Tloušťka tenčího z plechů} \quad t = 1,2 \text{ mm}$$

$$\text{Tloušťka tlustšího z plechů} \quad t_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$F_{b,Rd} = n * \frac{\alpha f_u d_0 t}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{pro } t=t_1 \quad \alpha = 3,2\sqrt{t/d} \quad \text{ale } \alpha \leq 2,1$$

$$\text{pro } t_1 \geq 2,5 * t \text{ a } t < 1,0 \text{ mm} \quad \alpha = 3,2\sqrt{t/d} \quad \text{ale } \alpha \leq 2,1$$

$$\text{pro } t_1 \geq 2,5 * t \text{ a } t \geq 1,0 \text{ mm} \quad \alpha = 2,1$$

mezilehlé hodnoty interpolací

$$\alpha = 1,60$$

$$F_{b,Rd} = 3,10 \text{ kN}$$

$$\text{Výsledná únosnost jednoho šroubu} \quad F_{Rd} = 3,10 \text{ kN}$$

Počet šroubů v přípoji (ks)	2	4	6	8	10	12	14
Výsledná únosnost (kN)	6,19	12,39	18,58	24,77	30,97	37,16	43,35