

ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
Katedra mechaniky



Diplomová práce

Stabilita budovy hraničního přechodu po nárazu do
středového pilíře

Vypracoval: Bc. Robert Zápotocký
Identifikační číslo: A16N0124P
e-mail: robzap@students.zcu.cz
Akademický ročník: 2017/1018
Vedoucí práce: Ing. Petr Kesl

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Robert ZÁPOTOCKÝ
Osobní číslo: A16N0124P
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: Stavitelství
Název tématu: Stabilita budovy hraničního přechodu po nárazu do středového pilíře
Zadávající katedra: Katedra mechaniky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvodní část s popisem řešené ocelové prostorové konstrukce.

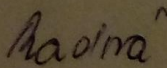
1. Provedení a způsob ocelové konstrukce středového pilíře, koncepční řešení nosníků v návaznosti na konstrukci a koncepci s řešením vnitřních sil a kombinačních stavů vzniklých v konstrukci od pohyblivého zatížení.
2. Stavebně konstrukční řešení vybraných částí konstrukce, které jsou nezbytně nutné pro tvorbu analytické části a to posouzení dle EC3 zatížených a kombinačních návrhů.
3. Zpracujte rozbor vhodných statických řešení prostorové konstrukce a konstrukčních prvků a celé koncepce nosné konstrukce pilíře a jeho možné porušení s jeho vyhodnocením a porovnáním dle EC3.

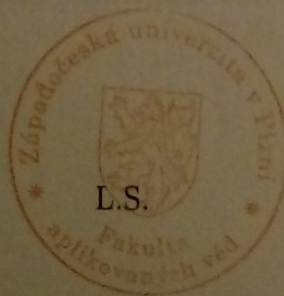
Rozsah grafických prací: Práce skládající se z výkresů a textových částí
Rozsah kvalifikační práce: úvodní část 50 - 60 stran A4
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

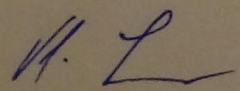
1. ČSN EN 1990 - Zásady navrhování stavebních konstrukcí.
2. ČSN EN 1991 - Zatížení stavebních konstrukcí.
3. ČSN EN 1993 - Navrhování ocelových konstrukcí.
4. Faltus F.: Ocelové konstrukce pozemního stavitelství. Praha, 1960.
5. kol. autorů: Konstrukce pozemních staveb. Praha, 1968.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Kesl
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: 3. července 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 5. ledna 2018


Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka




Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 3. července 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma: „**Stabilita budovy hraničního přechodu po nárazu do středového pilíře**“, jsem vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce Ing. Petra Kesla a za použití odborné literatury, která je uvedena v soupisu použité literatury na konci této práce.

V Plzni, dne 5. 1. 2018Robert Zápotocký

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce panu ing. Petru Keslovi, za cenné a profesionální rady, za ochotu a čas, který se mnou strávil na konzultacích. Dále bych rád poděkoval rodině a učitelům za vstřícnou podporu.

Anotace

Předmětem této diplomové práce je posouzení stability hraničního přechodu po nárazu do středového pilíře pomocí statického posouzení. Tato práce navazuje na závěrečnou práci vytvořenou v bakalářském studiu, jejímž tématem byl návrh hraničního přechodu.

Statické posouzení stavby je provedeno podle platných norem ČSN EN včetně jejich příloh. Tyto posudky, vnitřní síly a deformace byly provedeny v programech FIN EC 2018 a GEO5 2018 CS, které používají metodu konečných prvků.

Klíčová slova

Statické posouzení, příhradová konstrukce, pilíř, ocelové pruty, dolní pas, horní pas, diagonála, stropní nosník

Annotation

The subject of this diploma thesis is the stability assessment of the border crossing building after an impact into the central pillar by means of static assessment. This project follows on the final thesis created during the bachelor's studies, which was the subject of the proposal the border crossing building.

The static assessment of the building is carried out in accordance with the valid CSN EN standards, including their attachments. These testimonials, internal forces and deformations were created in the FIN 2018 and GEO5 2018 CS programs using the finite element method.

Key words

Lattice structure, steel bars, restaurant, building permit docementatiton, static assessments, architectural design, reinforced concrete structure

Obsah

Čestné prohlášení	2
Poděkování	3
Anotace.....	4
Klíčová slova.....	4
Annotation.....	5
Key words	5
Obsah.....	6
Úvod.....	9
Popis konstrukce	10
Použitý materiál.....	10
Ochrana proti požáru.....	12
Protikorozní ochrana (PKO).....	12
Zatěžovací stavy.....	12
Zatěžovací kombinace.....	13
1. Metoda	13
2. Metoda	13
Popis základního výpočtového modelu.....	13
Graficky znázorněné zatěžovací stavy	15
1 – G1 Vlastní tíha	15
2 – G2 Tíha podlahy.....	15
3 – G3 Tíha střechy	16
4 – G4 Tíha skleněné stěny	16
5 – G5 Technologie	17
6 – Q6 Užité zatížení – Kat. C	17
7 – S7 Sníh	18
8 – W8 – W13 Vítr působící na střechu	19
9 – W8 – W13 Vítr působící na podlahu.....	21
10 – W8 – W13 Vítr působící na stěny	23
11 – A14 Náraz ve směru jízdy (jen pro 2. metodu).....	29
12 – A15 Náraz kolmo na směr jízdy (jen pro 2. metodu).....	29
Metoda 1.....	30
Vnitřní síly.....	30
Dolní pas stávajícího rámu – krajní.....	30

Dolní pas rámu –krajní - 8 ураžených pilířů	35
Horní pas stávajícího rámu – krajní	39
Horní pas rámu –krajní - 8 ураžených pilířů	43
Diagonála stávajícího rámu	48
Diagonála rámu - 8 ураžených pilířů	51
Svislý prut stávajícího rámu	54
Svislý prut rámu - 8 ураžených pilířů	58
Střešní nosník stávajícího rámu	63
Střešní nosník rámu - 8 ураžených pilířů	65
Stropní nosník stávajícího rámu	68
Stropní nosník rámu - 8 ураžených pilířů	70
Krajní trubka 9. pilíře (pravá)	73
Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 ураžených pilířů	76
Prostřední trubka 9. pilíře (pravá)	80
Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 ураžených pilířů	84
Středová trubka 9. pilíře	88
Středová trubka 9. pilíře - 8 ураžených pilířů	92
Vlastní tvary celé konstrukce	96
1. vlastní tvar (1,498Hz)	96
2. vlastní tvar (1,854Hz)	96
3. vlastní tvar (1,975Hz)	97
4. vlastní tvar (2,635Hz)	97
Vlastní tvary celé konstrukce – 8 ураžených pilířů	98
1. vlastní tvar (1,364Hz)	98
2. vlastní tvar (1,850Hz)	98
3. vlastní tvar (1,964Hz)	99
4. vlastní tvar (2,621Hz)	99
Lineární stabilita stávajícího rámu	100
Lineární stabilita rámu – 8 ураžených pilířů	101
Souhrn využitelnosti v MSÚ jednotlivých prvků	102
Metoda 2	104
Závěr	105
Seznam příloh a výkresů	106
Seznam příloh	106
Seznam výkresů	106

Seznam použitých zdrojů	106
Literatura	106
Internet	107
Seznam obrázků	107

Úvod

Tématem diplomové práce je „Stabilita budovy hraničního přechodu po nárazu do středového pilíře.“

Tato práce navazuje na závěrečnou práci vytvořenou v bakalářském studiu, jejímž tématem byl návrh hraničního přechodu. Tento přechod se nachází v západních Čechách – na území Rozvadov. Při obhajobě bakalářské práce byl vznesen dotaz, jak bude stavba reagovat na náraz automobilu do středového pilíře. Na tuto otázku jsem neměl odpověď, a tak bylo nasnadě si toto téma vzít jako diplomovou práci.

Přechod má na každé straně železobetonovou budovu (zázemí přechodu). Tyto budovy tvoří podpory pro prosklenou příhradovou konstrukci, která se nachází nad dálnicí. V této konstrukci je vyprojektována restaurace. Příhradová konstrukce je taktéž uprostřed podepřena příhradovými pilíři, které se nacházejí ve středovém dělicím pásu. Dělicí pás je mezi komunikací. Hrozí tak náraz automobilu do soustavy podpěr z příhradových konstrukcí.

Náraz automobilu jsem posuzoval dvěma metodami. Jako první metodu jsem zvolil formu ubírání pilířů. Ubíral jsem jednotlivé pilíře do té doby, dokud budova nespadla. Jako druhou jsem zvolil nárazovou normativní sílu dle ČSN EN 1991-2. $F_{dx} = 1000\text{kN}$ (ve směru jízdy). $F_{dy} = 500\text{kN}$ (kolmo na směr jízdy). Výše zmíněnou sílu jsem aplikoval na jednotlivé pruty příhradového pilíře. V momentě, kdy posuzovaný prut nedokázal přenést veškerou vnesenou sílu a dosáhl tak mezního stavu únosnosti, musel jsem zbytek zatížení přenést do dalších prutů pilíře. Přenášel jsem je do té doby, dokud síla F_{dx} a $F_{dy} = 0\text{kN}$.

Při základním návrhu v bakalářské práci jsem počítal jen s jednodušším 2D modelem. Nepočítal jsem tak s větrem v druhém směru a k další změně došlo při výpočtu dolního a horního pasu příhradové konstrukce, kdy prut byl uložen na výšku. Pas však měl být o 90° přetočen. Poslední změna byla v uložení pilířů na příhradovou konstrukci. Původně byl styčník uvažován jako kloubový. Při výpočtu ve 3D verzi a započítání větru ve druhém směru byla deformace v ose Y (kolmo na konstrukci) velká. Proto jsem uložení změnil na vetknuté. S ohledem na tyto změny se výsledné profily oproti bakalářské práci změnily.

Práce byla vypracována na základě platných norem ČSN EN.

Popis konstrukce

Pilíře jsou založeny na základové desce o půdorysných rozměrech 4x18m a tloušťky 600mm. Deska je vyztužená kari sítí 8x100x100. Tato deska je uložena na beraněných pilířích z betonu C25/30 XC2. Piloty dlouhé 10m, respektive 15m, mají dva průměry. První průměr je 700mm a druhý 1000mm. Výpočet spodní stavby byl vypracován v programu GEO5 v19 CS. Je součástí statického posouzení bakalářské práce.

Celkem je 17 pilířů, které jsou od sebe vzdáleny 1m. Tyto pilíře jsou příhradové. Středová trubka pilíře je profilu TK 89x7. Ostatní svislé trubky jsou profilu TK 152x14. Vodorovné pruty profilu TK 51x6 tvoří celkovou kompatibilitu pilíře

Pilíře jsou vetknutě propojeny se ztužujícími stropními nosníky příhradové konstrukce. Příhradová konstrukce je tvořena pomocí válcovaných profilů HEM. Profily HEM jsou zvoleny díky jejich velké únosnosti v poměru jejich velikosti. Kvůli dobré svařitelnosti je zvolena ocel S235JR.

Použitý materiál

D1 - Betonová deska – Beton C25/30 – XC2, XF4, XA1 – Cl 0,4 –

$D_{\max} = 22\text{mm}$ – S2; Kari síť 8x100x100 – B500B

D2 - Piloty průměru 700mm – Beton C25/30 – XC2, XF4, XA1 – Cl 0,4 –

$D_{\max} = 22\text{mm}$ – S2; Výztuž B500B

D3 - Piloty průměru 1000mm – Beton C25/30 – XC2, XF4, XA1 – Cl 0,4 –

$D_{\max} = 22\text{mm}$ – S2; Výztuž B500B

S1 - Středová trubka pilíře – TK 89x7, S235JR

S2 - Ostatní svislé trubky pilíře – TK 152x14, S235JR

S3 - Vodorovné trubky pilíře – TK 51x6, S235JR

P1 - Dolní pas – HE300M, S275JR

P2 - Horní pas – HE300M, S235JR

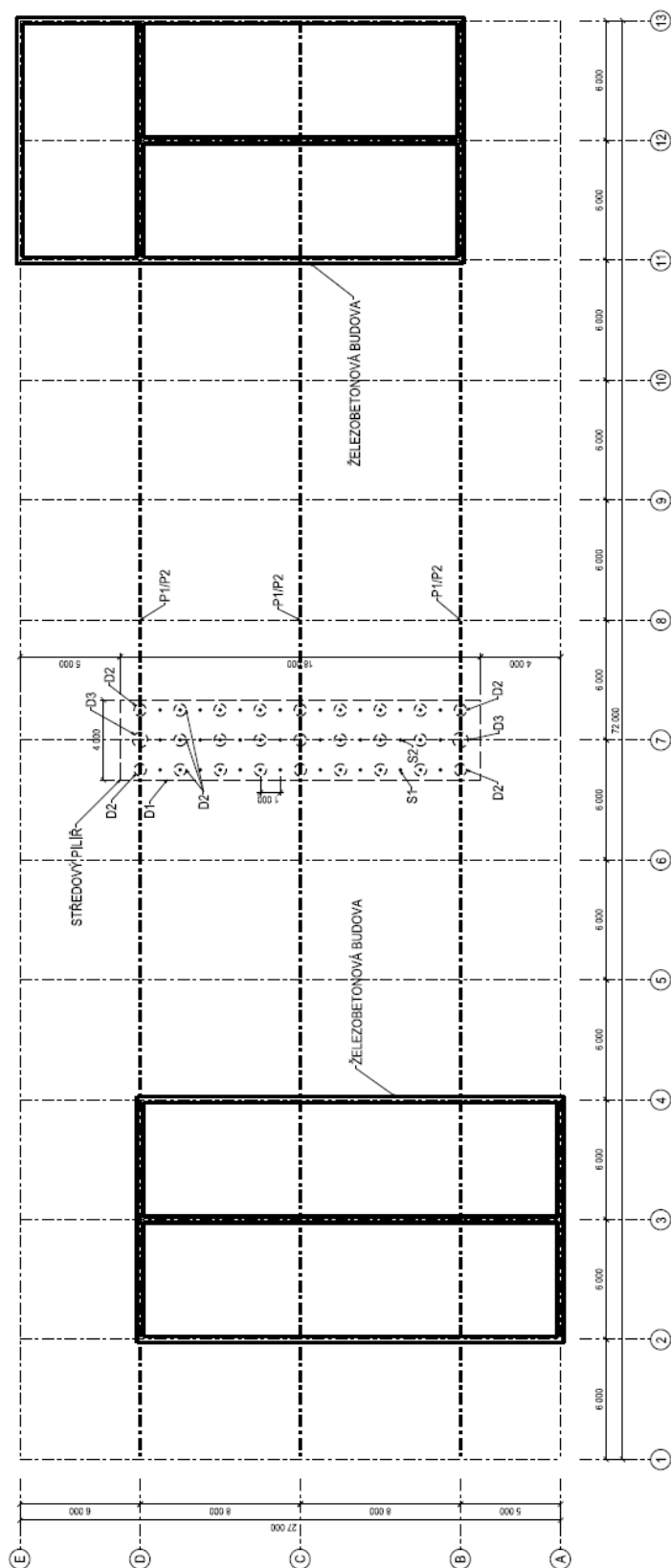
P3 - Diagonály – HE260M, S235JR

P4 - Svislé pruty příhradoviny – HE200M, S235JR

N1 - Střešní nosníky – HE200M, S235JR

N2 - Stropní nosníky – HE240M, S235JR

N3 - Ztužující stropní nosníky – HE280M, S235JR



Obrázek 1 - Poziční schéma

Ochrana proti požáru

Přiznaná příhradová konstrukce restaurace je celá opatřena protipožárním nástřikem PROMASPRAY F250 s životností 20 let. Tento nástřik tloušťky 10mm má hustotu 264kg/m^3 , měrné teplo 1200J/kg/K s tepelnou vodivostí $0,043\text{W/m/K}$. Nosnost konstrukce je navržena na 45 minut. Středový pilíř protipožárně chráněn není, jelikož se nachází ve venkovním prostředí. Celková plocha nátěru je $2924,7\text{m}^2$.

Protikorozní ochrana (PKO)

Protikorozní ochrana je definovaná dle normy ČSN EN ISO 12944. Stupeň korozní agresivity je C3 (střední). Zvolený systém má označení A.1.19

Jednotlivé vrstvy systému A.1.19

Základní nátěr: Zn(R) – žárově zinkovaný povrch ponorem – tl. $60\mu\text{m}$

Podkladní vrstva: EP – dvoukomponentní epoxid plněný vláknitými či lamelárními pigmenty – tl. $2 \times 50\mu\text{m}$

Vrchní vrstva: PUR – alifatický polyuretan – tl. $60\mu\text{m}$

NDFT = $220\mu\text{m}$ (nominální tloušťka zaschlé vrstvy)

Celková nátěrová plocha: $3271,4\text{m}^2$

Zatěžovací stavy

č.	Název	Kód	Typ	$\gamma_f (\gamma_{f,inf})^*$	Součinitele pro kombinace				
					ξ	Kateg.**	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	G1 Vlastní tíha	Vlastní tíha	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	G2 Tíha podlahy	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
3	G3 Tíha střechy	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
4	G4 Tíha skleněné stěny	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
5	G5 Technologie	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
6	Q6 Užité zátížení - Kat. C	Silové	Proměnné dlouhodobé	1,50	-	C	0,70	0,70	0,60
7	S7 Sníh	Silové	Proměnné střednědobé sníh	1,50	-	H<1000	0,50	0,20	0,00
8	W8 Vítr zleva - sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
9	W9 Vítr zprava - sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
10	W10 Vítr zleva - tlak a sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
11	W11 Vítr zprava - tlak a sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
12	W12 Vítr zdola (shora) - sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
13	W13 Vítr zdola (shora) - tlak a sání	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	1,50	-	Vítr	0,60	0,20	0,00
14	A14 Náraz ve směru jízdy	Silové	Mimofádné	1,00	-	-	-	-	-
15	A15 Náraz kolmo na směr jízdy	Silové	Mimofádné	1,00	-	-	-	-	-

* $\gamma_{f,inf}$ Pro příznivě působící stálá zátížení

** Kategorie proměnných zátížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

Obrázek 2 - Zatěžovací stavy

Zatěžovací kombinace

1. Metoda

Statika I. řádu – 106 kombinací
Statika II. řádu – 106 kombinací
Lineární stabilita – 53 kombinací

2. Metoda

Statika I. řádu – 124 kombinací
Statika II. řádu – 124 kombinací
Lineární stabilita – 53 kombinací

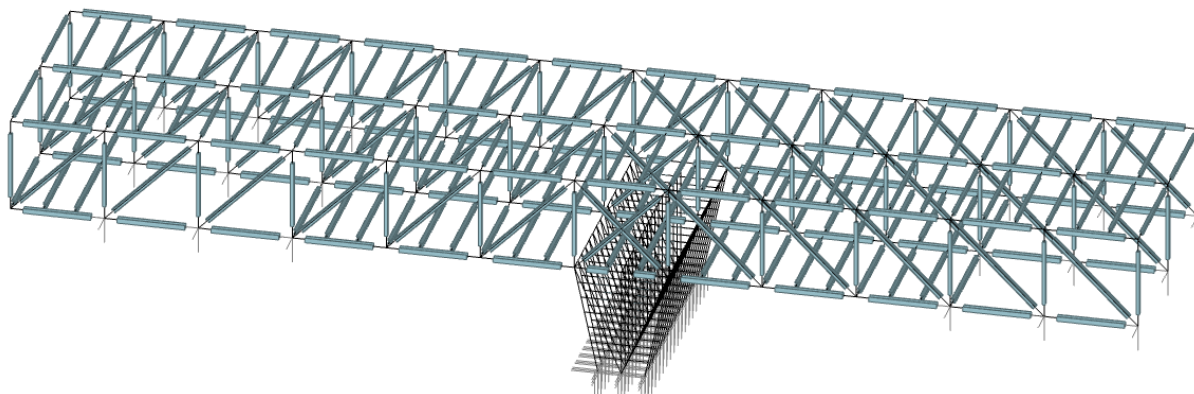
Popis základního výpočtového modelu

Model byl vytvořen v programu FIN EC 2018 – FIN 3D. Tento program pracuje metodou konečných prvků. Nejdříve byla navržena (upřesněna) nosná příhradová konstrukce a středový pilíř. Tím se vytvořil základní model 3D rámu ze kterého jsem dále vycházel pro určování stability budovy po nárazu do středového pilíře. Stabilitu jsem určil dvěma metodami.

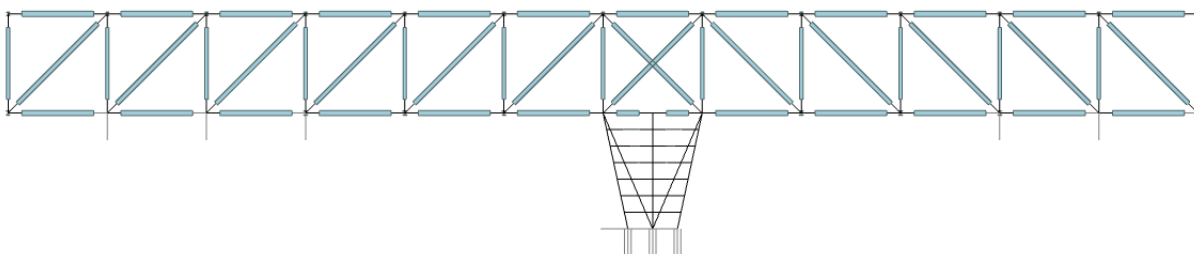
1. metoda – Postupně jsem odebíral středové pilíře do doby, kdy se budova zřítila. V každém kroku jsem sledoval jednotlivé prvky konstrukce a zjišťoval jejich MSÚ. Když určitý prvek přesáhl svoji MSÚ odstranil jsem ho z konstrukce a sledoval, jaký to bude mít projev na celkovou stabilitu konstrukce. Tím jsem zjistil kdy, kde a jak budova zkolabuje.

2. metoda – Předpoklad: Uvažoval jsem, že automobil narazí jako první do pravé trubky prvního pilíře. Středový pilíř je po levé straně ve směru jízdy. Tudiž pokud by auto narazilo, tak z největší pravděpodobností do této určené trubky. Taková síla dle normy ČSN EN 1991-2 je $F_{dx} = 1000\text{kN}$ (ve směru jízdy) a $F_{dy} = 500\text{kN}$ (kolmo na směr jízdy). Samozřejmě tuto sílu trubka nevydrží. Proto jsem musel určit takovou sílu, která vyvolá mezní stav únosnosti dané trubky. Tuto sílu jsem poté odečetl od 1000kN . Poté jsem vytvořil další model, bez této trubky. Uvažoval jsem, že tato trubka pod danou silou praskla a automobil tak narazil do druhé trubky pilíře. Tento postup jsem opakoval, než $F_{dx} = 0\text{kN}$ a $F_{dy} = 0\text{kN}$.

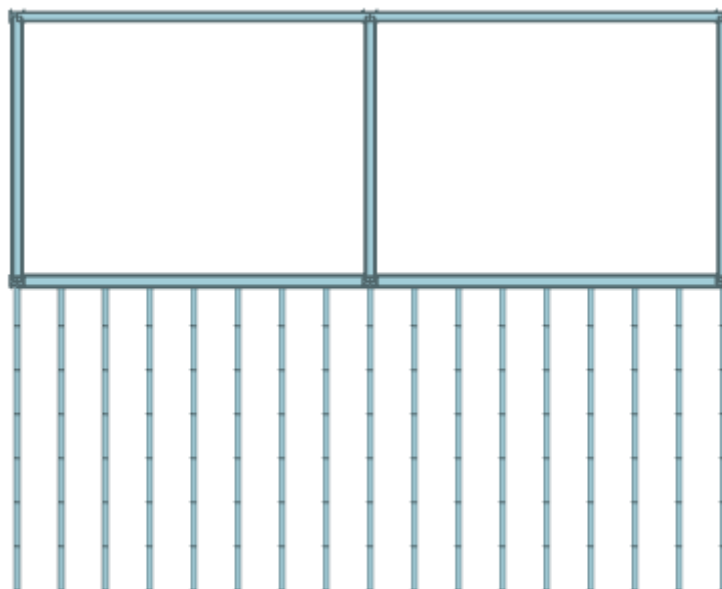
Základní model má 834 styčníků, 1324 dílců, 13 zatěžovacích stavů, 3427 zatížených dílců. Hmotnost modelu je 343,4t.



Obrázek 3 - Základní 3D model



Obrázek 4 - Základní model - Podélný řez



Obrázek 5 - Základní model - Příčný řez

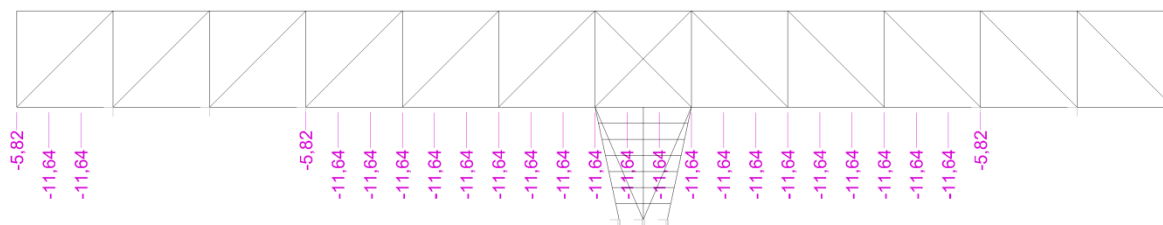
Graficky znázorněné zatěžovací stavy

1 – G1 Vlastní tíha

Tento zatěžovací stav si automaticky vygeneruje sám program.

2 – G2 Tíha podlahy

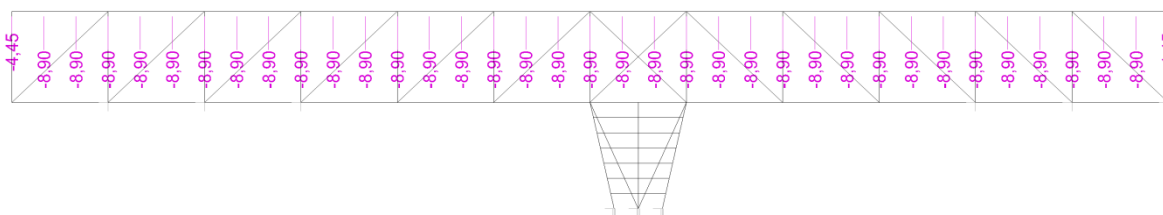
Skladba podlahy								
	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Plošná hmotnost [kg/m ²]	g _k [kN/m ²]	z.š. [m]	g _k [kN/m]	γ _G	g _d [kN/m]
Keramická dlažba Rako	0,01	2200	22	0,216	2	0,431	1,35	0,582
Lepidlo Baunit Baumacol Basic	0,002	-	-	-	-	-	1,35	-
Betonová mazanina C20/25 + kari síť 6x100x100	0,06	2200	132	1,294	2	2,587	1,35	3,493
Parobrzda Isover Vario KM Duplex UV	0,002	1400	2,8	0,027	2	0,055	1,35	0,074
2x Isover EPS 150	0,2	45	9	0,088	2	0,176	1,35	0,238
Parobrzda Isover Vario KM Duplex UV	0,002	1400	2,8	0,027	2	0,055	1,35	0,074
Beton C25/30 + kari síť 8x100x100	0,15 + 0,016	2500	415	4,067	2	8,134	1,35	10,981
Trapézový plech TR 50/250 (tl. 1,25mm)	0,05	-	10,07	0,099	2	0,197	1,35	0,266
Celkem				5,818		11,636		15,709



Obrázek 6 - G2 Tíha podlahy

3 – G3 Tíha střechy

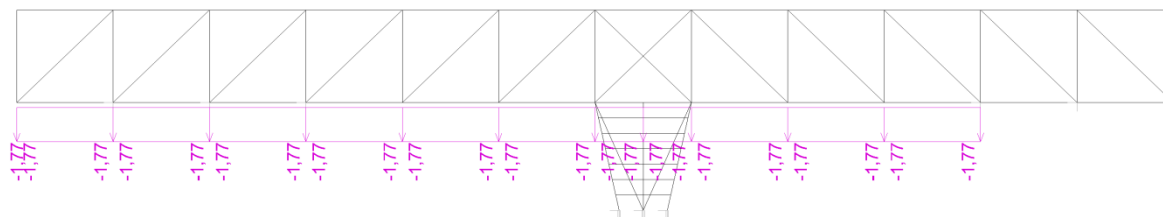
Skladba střechy								
	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Plošná hmotnost [kg/m ²]	g _k [kN/m ²]	z.š. [m]	g _k [kN/m]	γ _G	g _d [kN/m]
2xFatrafol 807/V	0,004	-	2	0,020	2	0,039	1,35	0,053
Lepidlo Fatrafix FM	0,002	-	-	-	-	-	1,35	-
Parobrzdá Isover Vario KM Duplex UV	0,002	1400	2,8	0,027	2	0,055	1,35	0,074
Isover T	0,2	-	-	0,208	2	0,416	1,35	0,562
Parobrzdá Isover Vario KM Duplex UV	0,002	1400	2,8	0,027	2	0,055	1,35	0,074
Beton C25/30 + kari síť 8x100x100	0,15 + 0,016	2500	415	4,067	2	8,134	1,35	10,981
Trapézový plech TR 50/250 (tl. 1,25mm)	0,05	-	10,07	0,099	2	0,197	1,35	0,266
Celkem				4,448		8,896		12,010



Obrázek 7 - G3 Tíha střechy

4 – G4 Tíha skleněné stěny

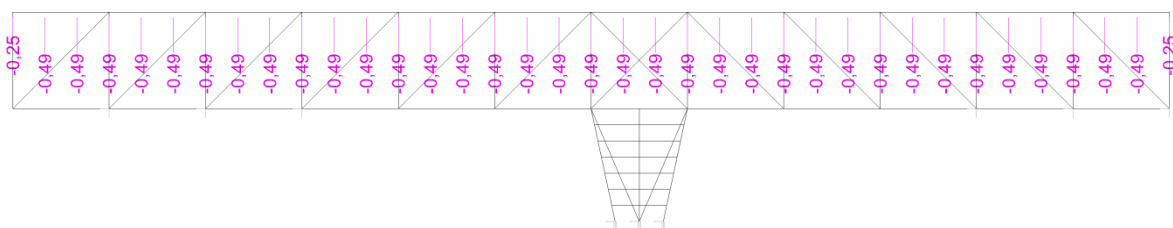
Skleněná stěna						
	Plošná hmotnost [kg/m ²]	g _k [kN/m ²]	z.š. [m]	g _k [kN/m]	γ _G	g _d [kN/m]
Izolační trojsklo	30	0,294	6	1,764	1,35	2,381



Obrázek 8 - G4 Tíha skleněné stěny

5 – G5 Technologie

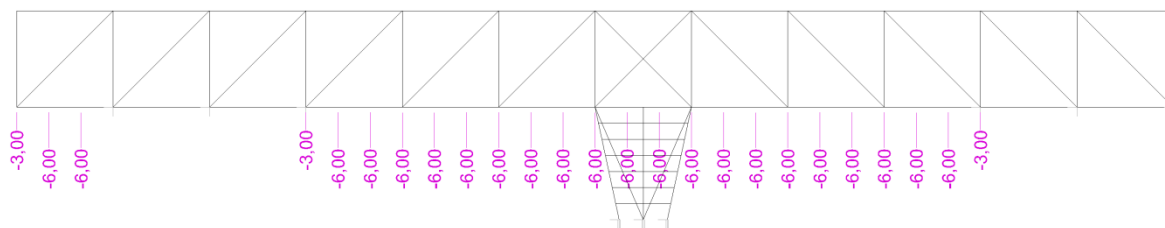
Technologie						
	Plošná hmotnost [kg/m ²]	g _k [kN/m ²]	z.š. [m]	g _k [kN/m]	γ _G	g _d [kN/m]
Technologie	25	0,245	2	0,490	1,35	0,662
Technologie (u kraje)	25	0,245	1	0,245	1,35	0,331



Obrázek 9 - G5 Technologie

6 – Q6 Užité zátížení – Kat. C

Užitné zátížení					
	q _k [kN/m ²]	z.š. [m]	q _k [kN/m]	γ _G	g _d [kN/m]
Kategorie C	3,000	2	6,000	1,35	8,100
Kategorie C (u kraje)	3,000	1	3,000	1,35	4,050



Obrázek 10 – Q6 Užité zátížení

7 – S7 Sníh

PROTOKOL ZATÍŽENÍ: ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

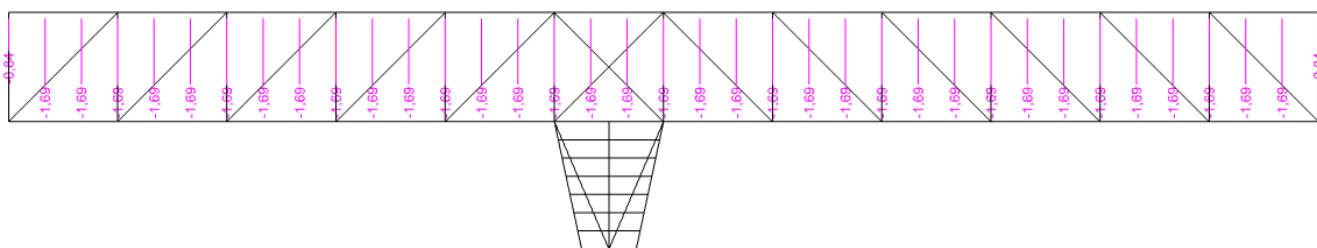
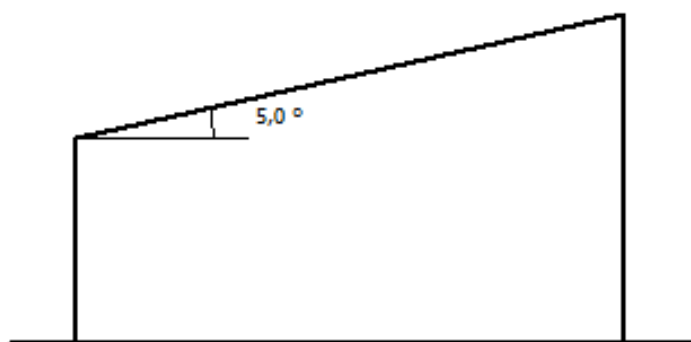
Sněhová oblast: III
 Charakteristická hodnota zatížení $s_k = 1,32 \text{ kN/m}^2$
 Typ krajiny: otevřená
 Součinitel expozice $C_e = 0,80$
 Tepelný součinitel $C_t = 1,00$
 Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$

Tvar zastřešení: pultová střecha

Sklon střechy $\alpha = 5,0^\circ$
 Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$

Charakteristická hodnota zatížení (v závorce návrhová hodnota)

$$s_1 = 0,84 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 1,27 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$



Obrázek 11 - S7 Sníh

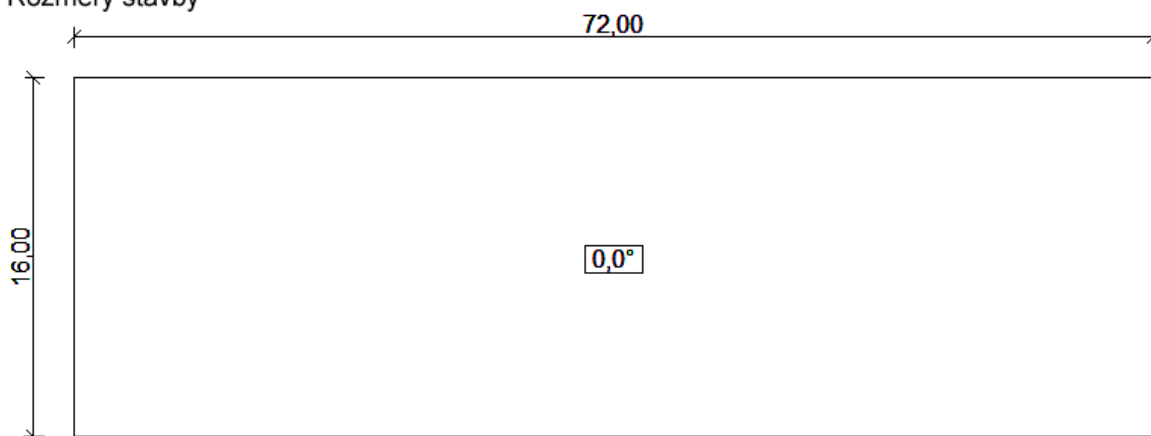
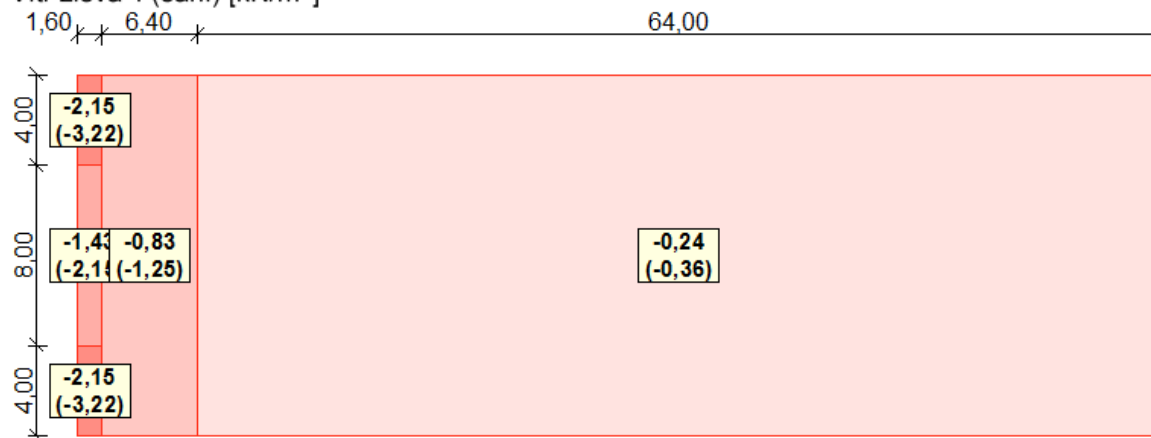
8 – W8 – W13 Vítr působící na střechu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		III	
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 27,50	m/s
Kategorie terénu:		II	
Referenční výška budovy	z_e	= 13,00	m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00	
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00	
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 1,250	kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00	
Maximální dynamický tlak	q_p	= 1,19	kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50	
Plocha pro stanovení	c_{pe} A	= 960,00	m ²

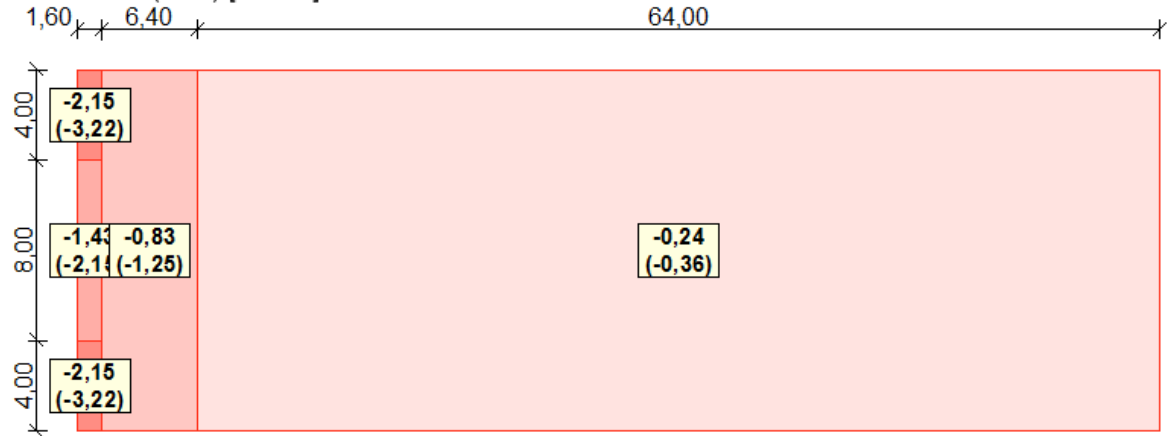
Střecha

Rozměry stavby

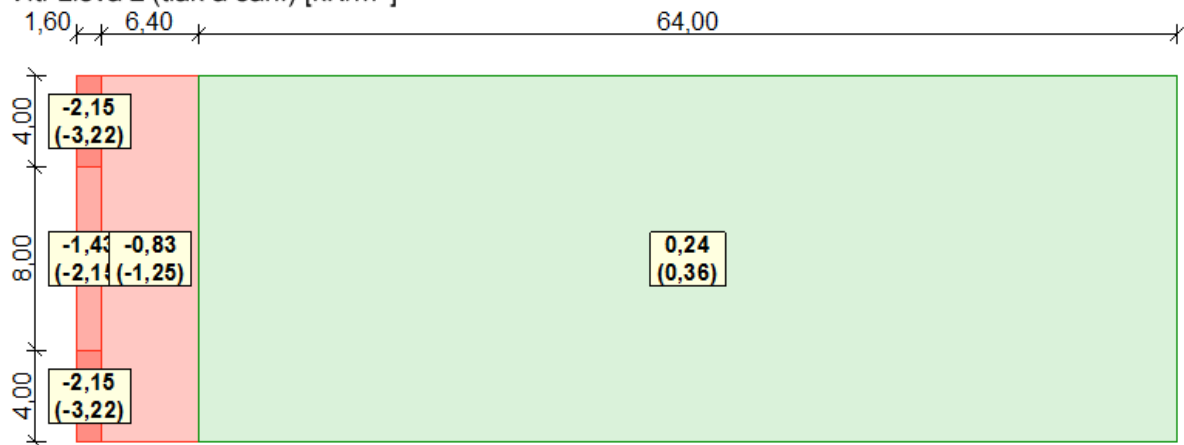
**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**Vitr zleva 1 (sání) [kN/m²]

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

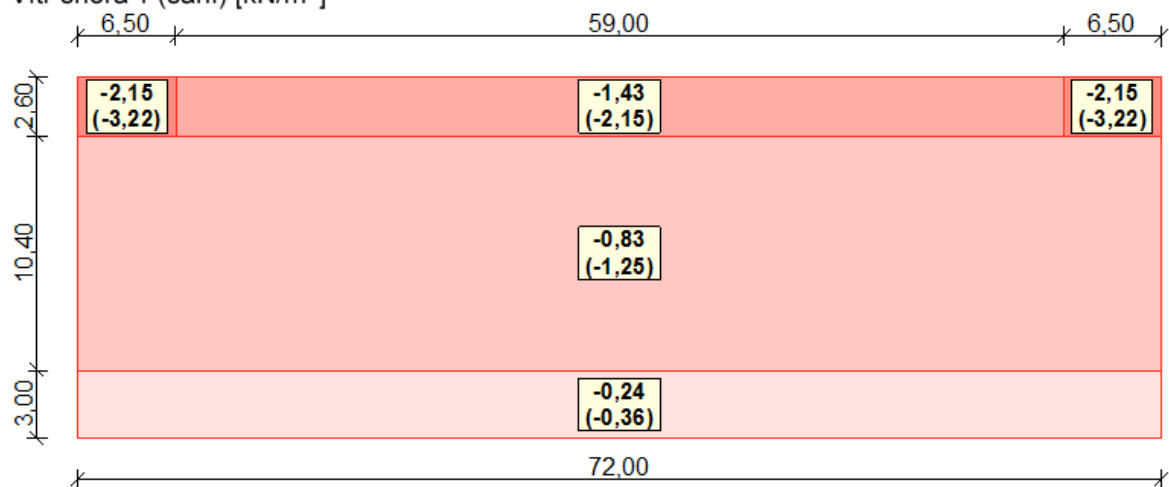
Vitr zleva 1 (sání) [kN/m²]

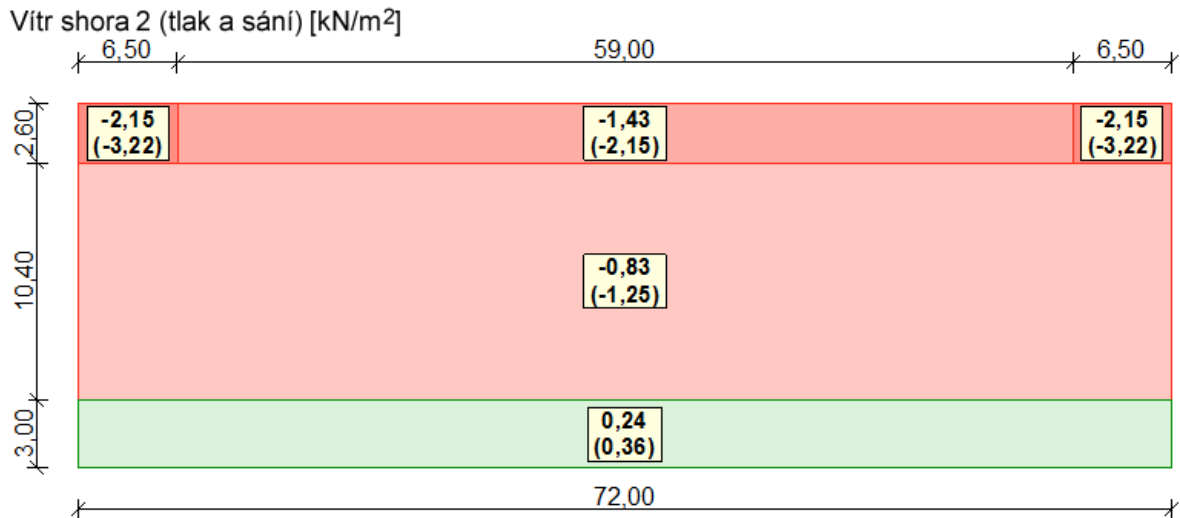


Vitr zleva 2 (tlak a sání) [kN/m²]



Vitr shora 1 (sání) [kN/m²]





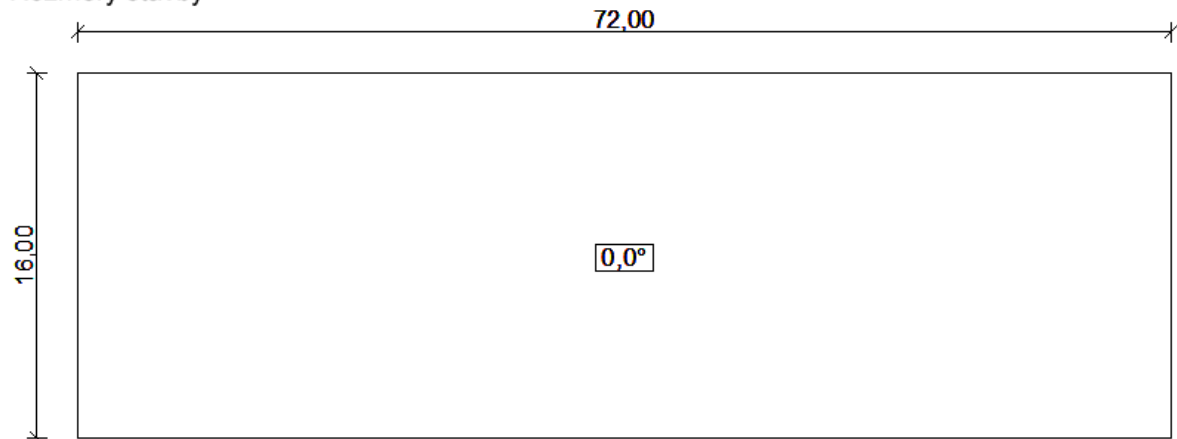
9 – W8 – W13 Vítr působící na podlahu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		III
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 27,50 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 7,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 1,250 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 1,01 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 960,00 m ²

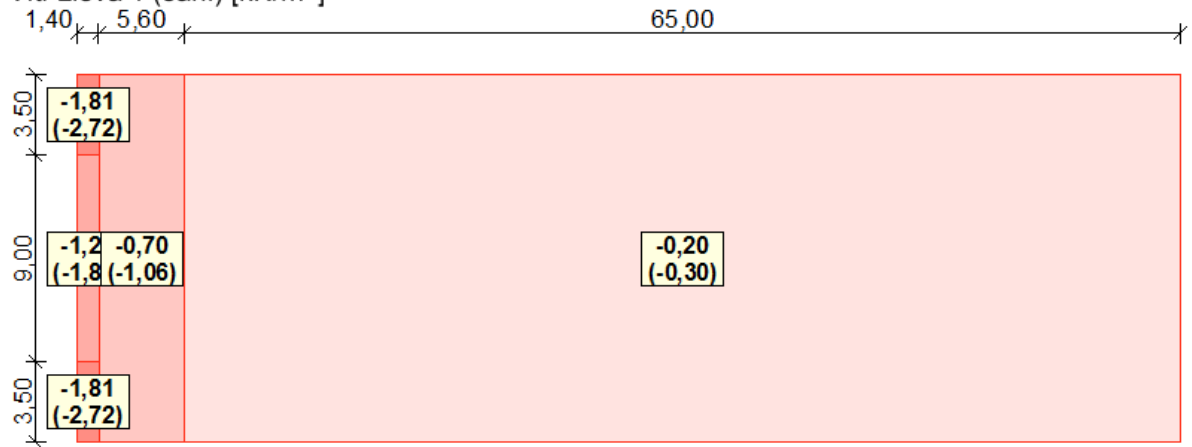
Podlaha

Rozměry stavby

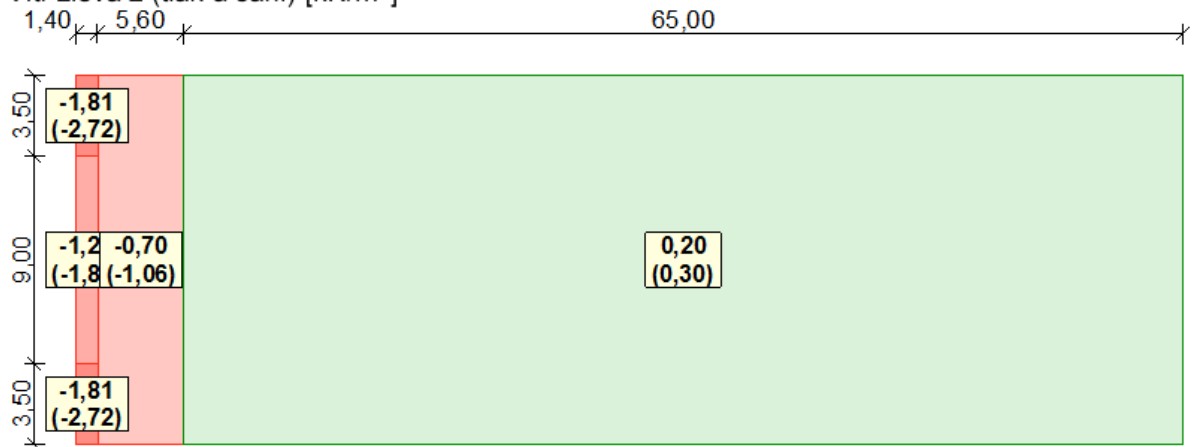


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

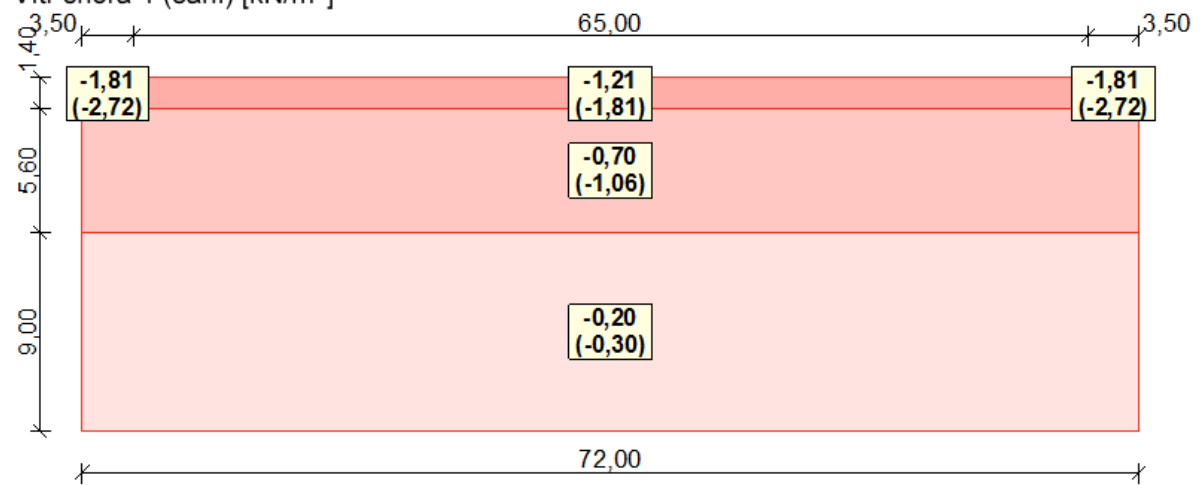
Vítr zleva 1 (sání) [kN/m²]

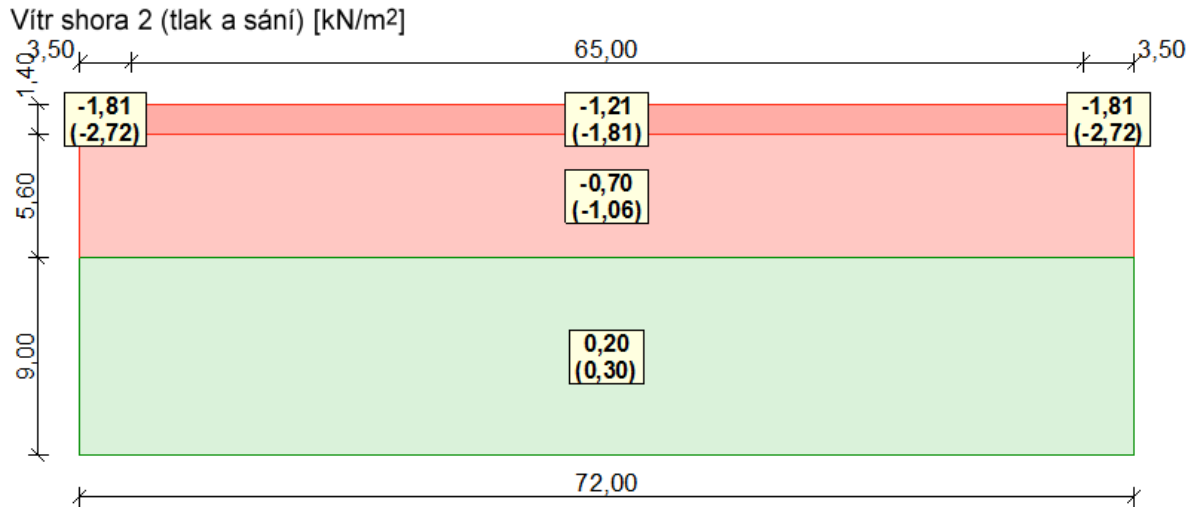


Vítr zleva 2 (tlak a sání) [kN/m²]



Vítr shora 1 (sání) [kN/m²]





10 – W8 – W13 Vítr působící na stěny

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		III
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 27,50 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 13,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 1,250 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 1,19 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 208,00 m ²

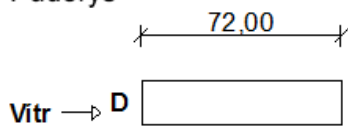
Stěny pravoúhlého objektu - směr 1

Výška objektu $h = 13,00$ m

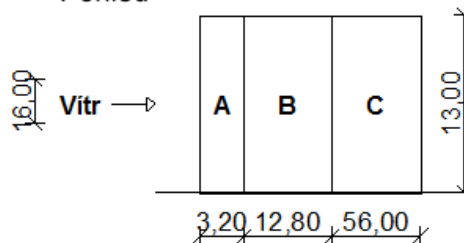
Délka objektu $d = 72,00$ m

Šířka objektu $b = 16,00$ m

Půdorys



Pohled

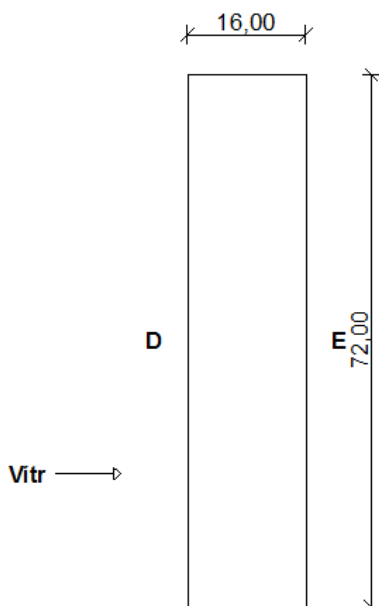


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

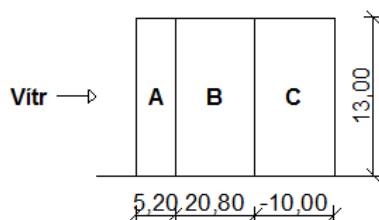
Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
7,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,83 (1,25)	-0,36 (-0,54)
10,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,83 (1,25)	-0,36 (-0,54)
13,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,83 (1,25)	-0,36 (-0,54)

Stěny pravouhlého objektu - směr 2Výška objektu $h = 13,00$ mDélka objektu $d = 16,00$ mŠířka objektu $b = 72,00$ m

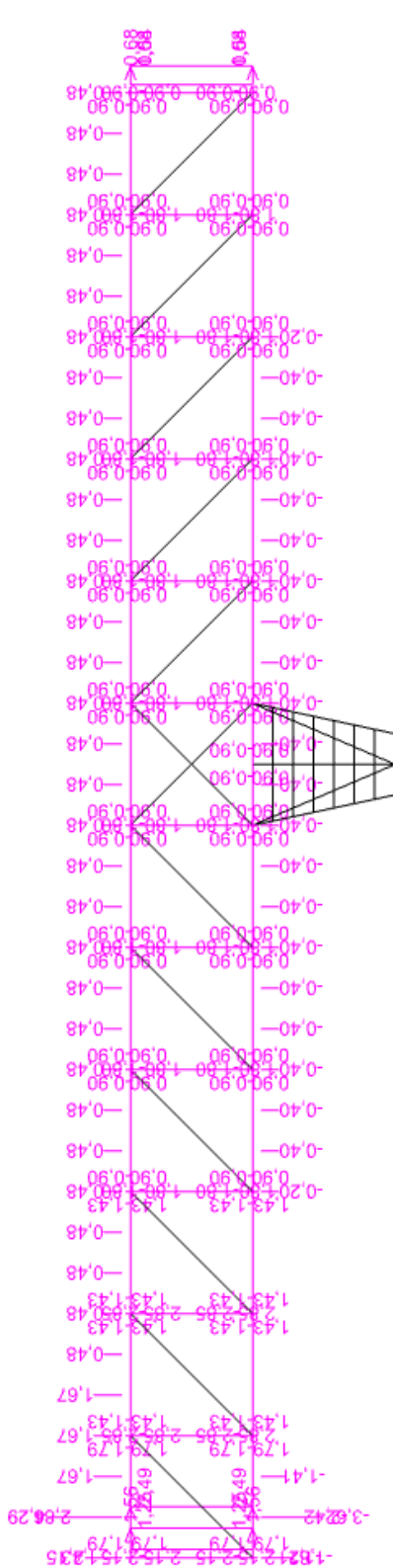
Půdorys



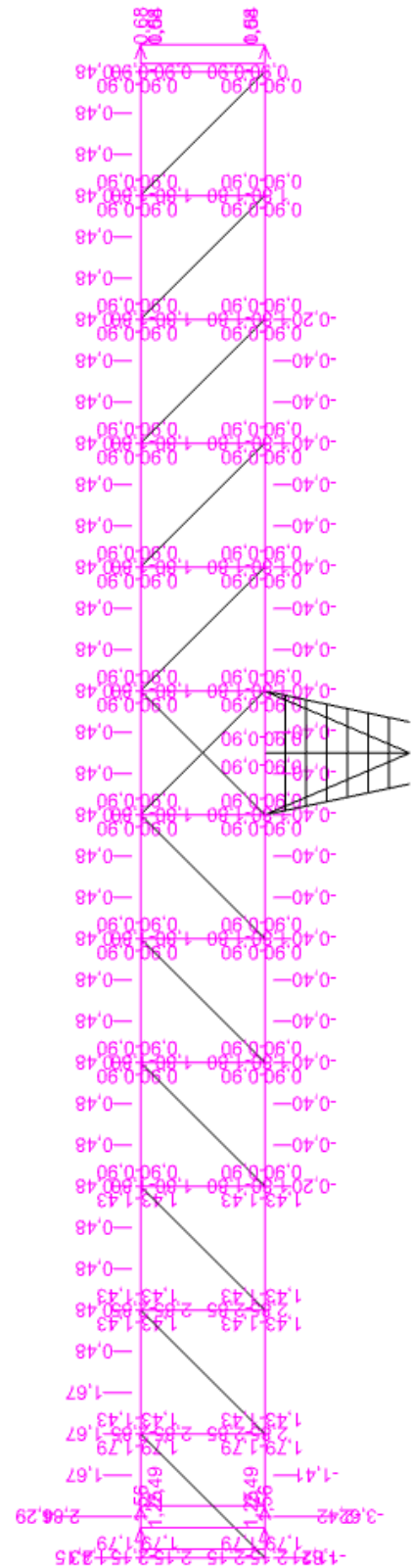
Pohled

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

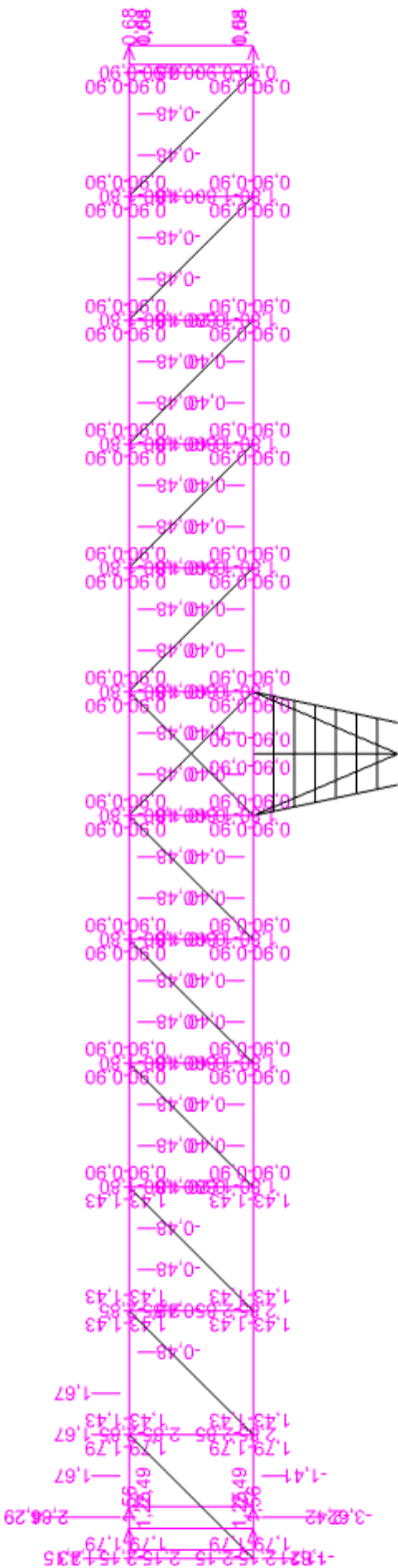
Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
7,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,92 (1,39)	-0,54 (-0,80)
10,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,92 (1,39)	-0,54 (-0,80)
13,00	-1,43 (-2,15)	-0,95 (-1,43)	-0,60 (-0,89)	0,92 (1,39)	-0,54 (-0,80)



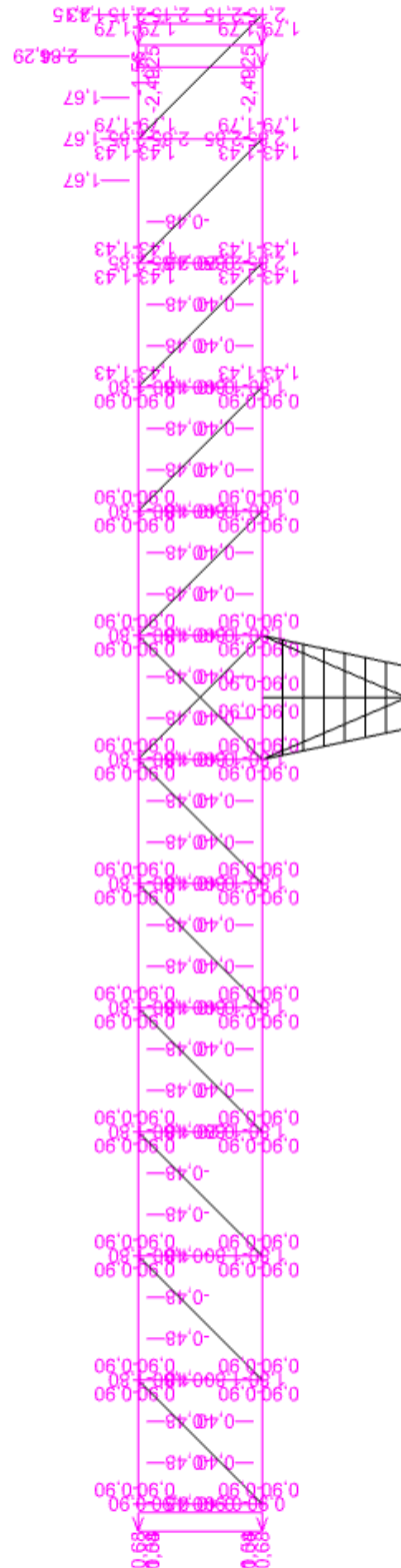
Obrázek 12 - W8 Vítr zleva - sání



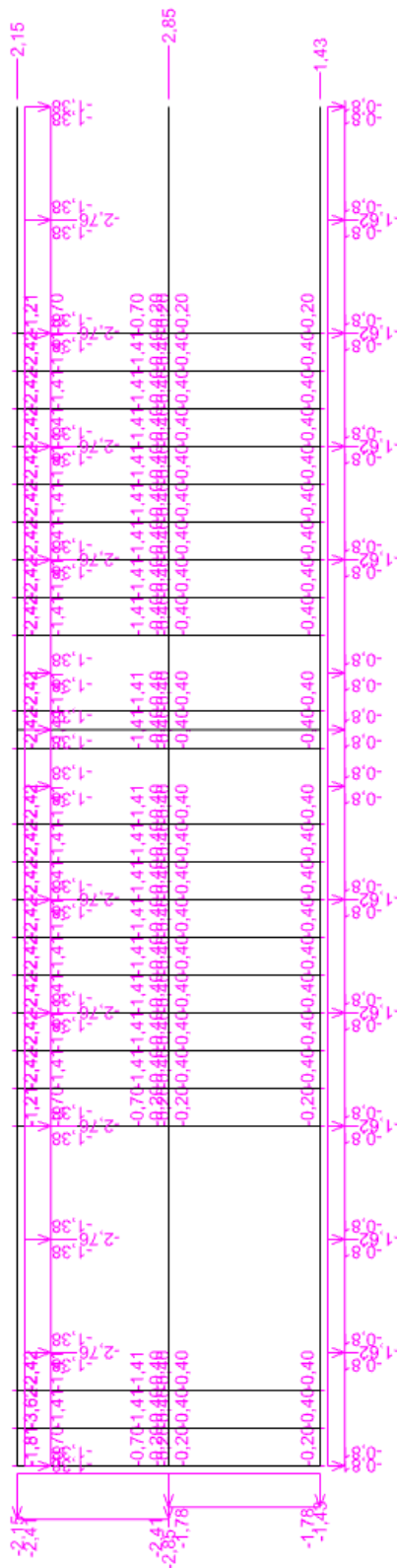
Obrázek 13 - W9 Vítr zprava - sání



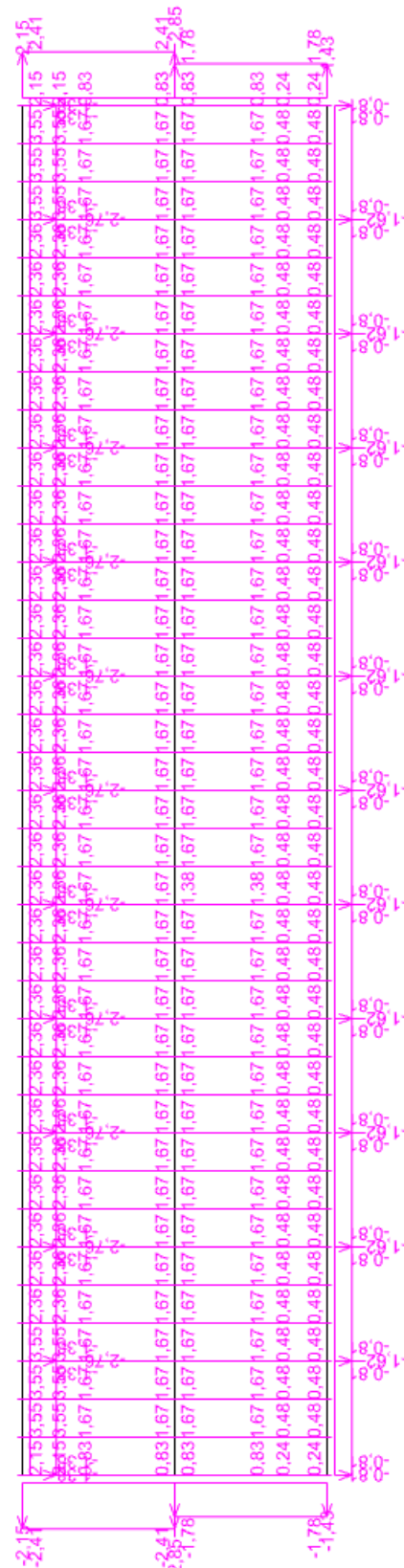
Obrázek 14 - W10 Vítr zleva - tlak a sání



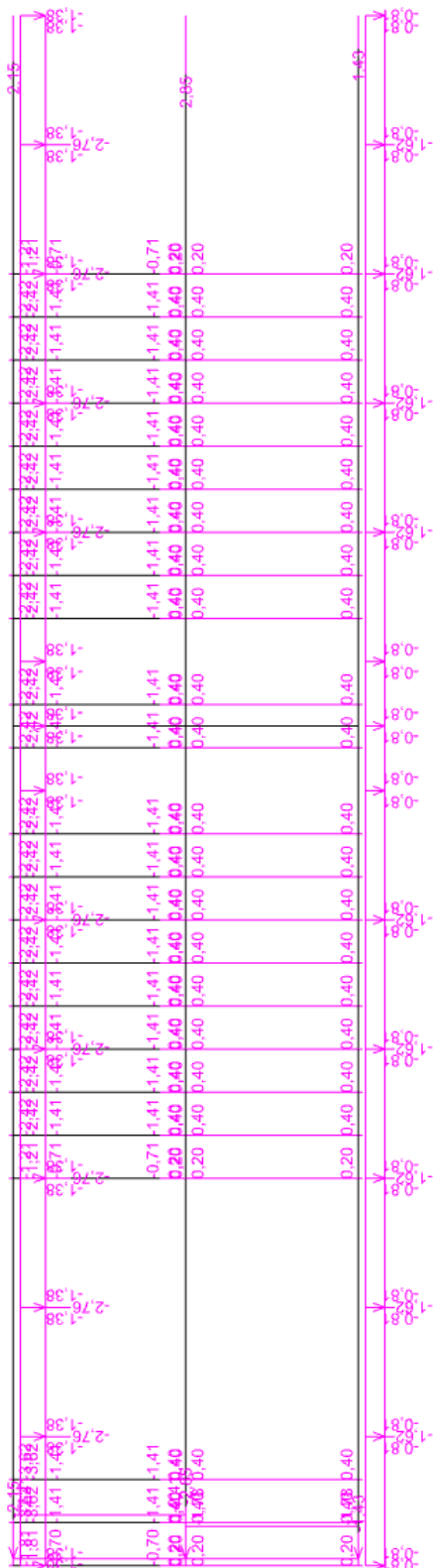
Obrázek 15 - W11 Vítr zprava - tlak a sání



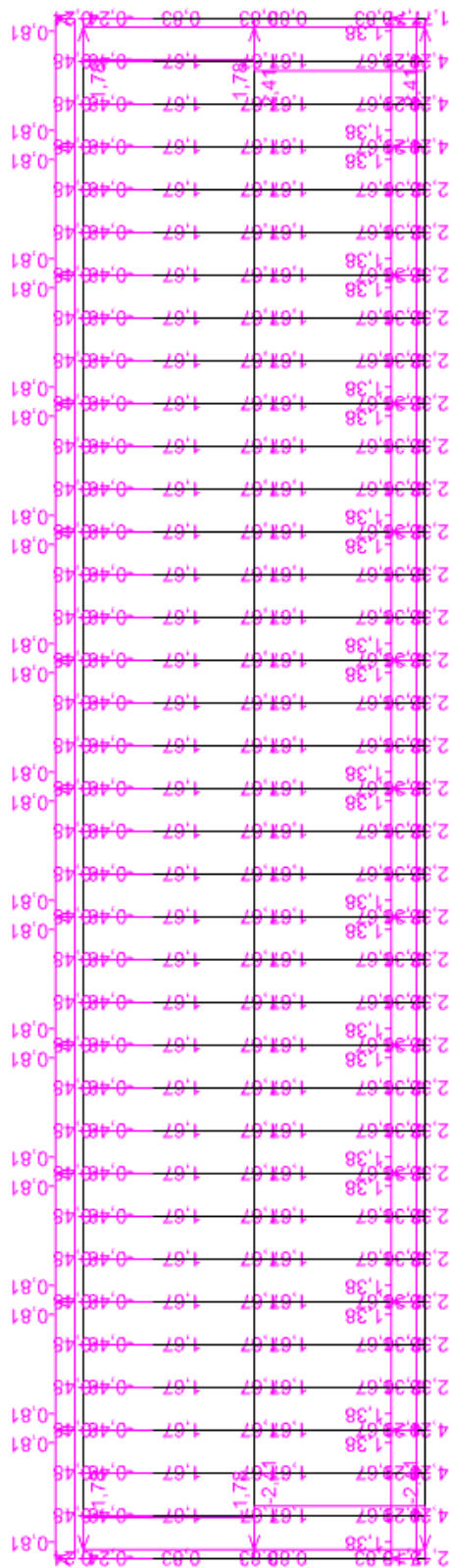
Obrázek 16 – W12 Vítr shora - sání (půdorys podlahy)



Obrázek 17 - W12 Vítr shora - sání (půdorys střechy)



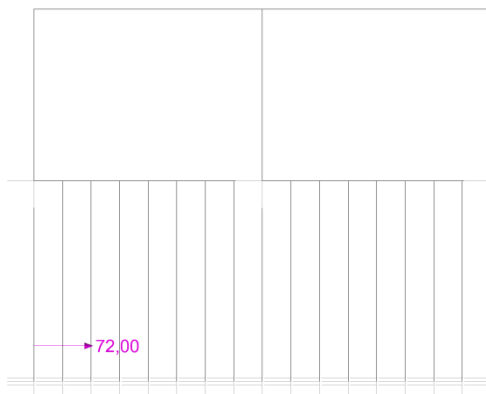
Obrázek 18 - W13 Vítr shora - tlak a sání (půdorys podlahy)



Obrázek 19 - W13 Vítr shora - tlak a sání (půdorys střechy)

11 – A14 Náraz ve směru jízdy (jen pro 2. metodu)

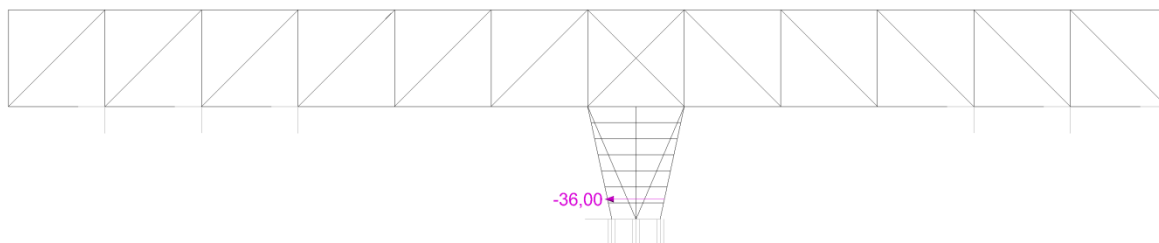
Tento zatěžovací stav je využíván jen v 2. metodě. Síla ve směru osy Y je taková síla, která využije MSÚ dílce na 100%. Tato síla se nachází ve výšce 1,25m



Obrázek 20 - A14 Náraz ve směru jízdy (jen pro 2. metodu)

12 – A15 Náraz kolmo na směr jízdy (jen pro 2. metodu)

Tento zatěžovací stav je využíván jen v 2. metodě. Síla ve směru osy X je taková síla, která využije MSÚ dílce na 100%. Tato síla se nachází ve výšce 1,25m



Obrázek 21 - A15 Náraz kolmo na směr jízdy (jen pro 2. metodu)

Metoda 1

Zde budu porovnávat vnitřní síly jednotlivých prvků stávajícího rámu s vnitřními silami prvků rámu s osmi ураženými středovými pilíři (stav, kdy se budova zhroutí). Budu zde porovnávat jen ty nejzajímavější pruty konstrukce. Ostatní pruty budou posouzeny v příloze.

Vnitřní síly

Jednotky jednotlivých průběhů sil jsou:

N [kN]

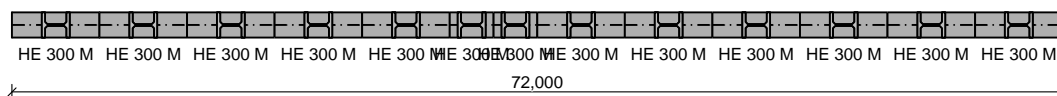
V_y, V_z [kN]

M_y, M_z, M_x [kNm]

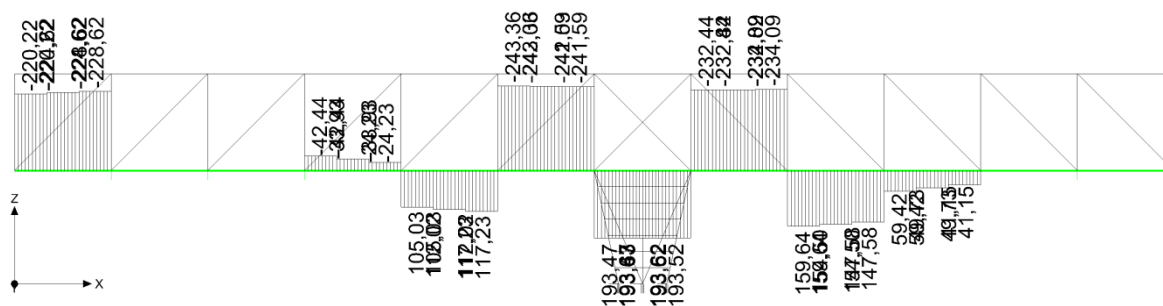
W_z, W_y [mm]

Dolní pas stávajícího rámu – krajní

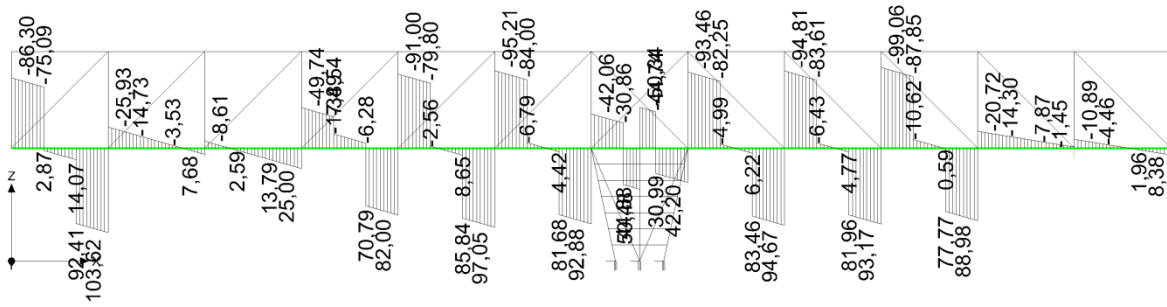
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace II. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti $X = 6\text{m}$)



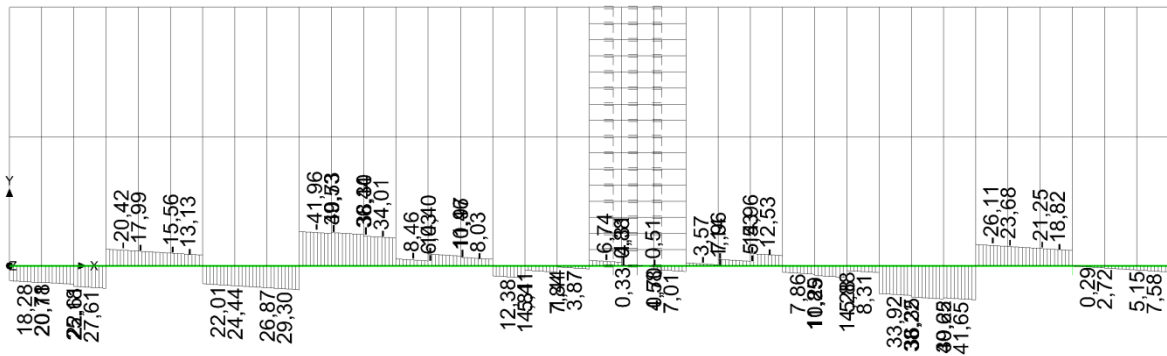
Obrázek 22 - Dolní pas – krajní



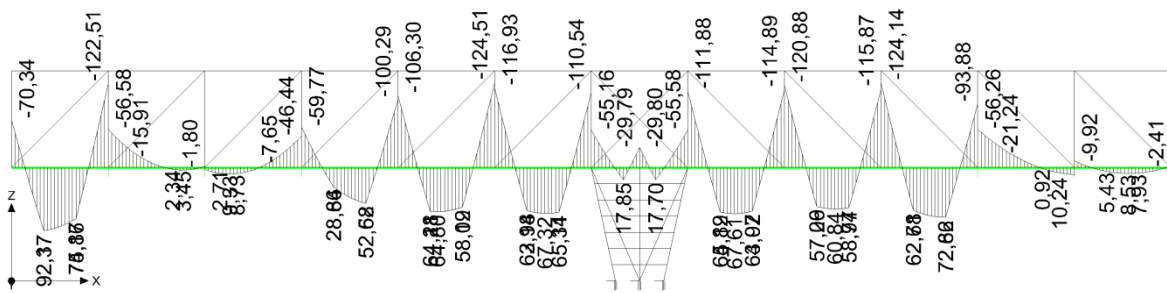
Obrázek 23 – Dolní pas – krajní - Normálové síly (N)



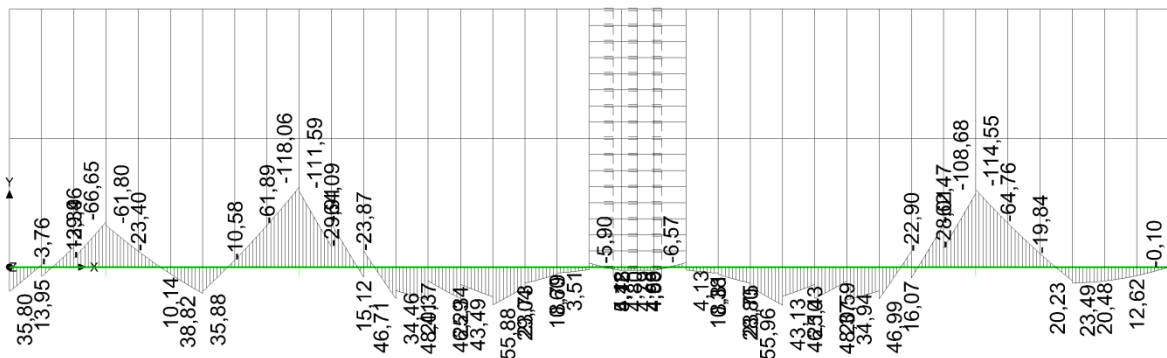
Obrázek 24 - Dolní pas – krajní - Posouvající síly (Vy)



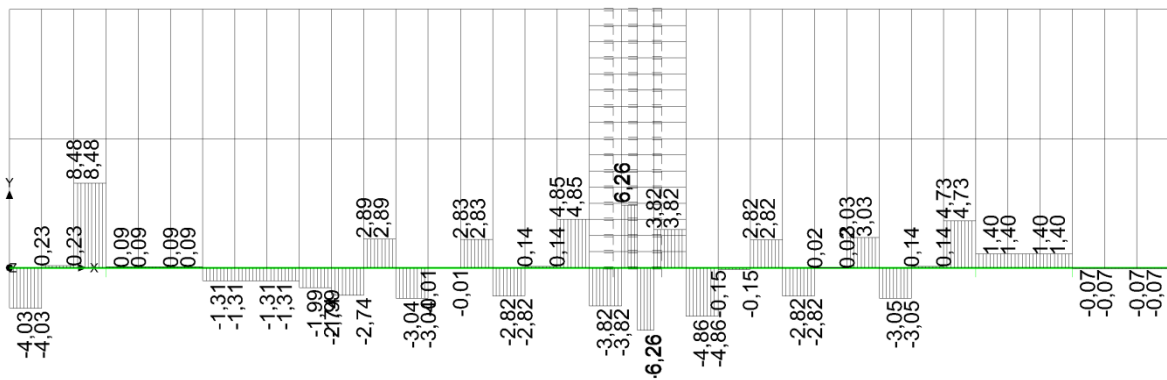
Obrázek 25 - Dolní pas – krajní - Posouvající síly (Vz)



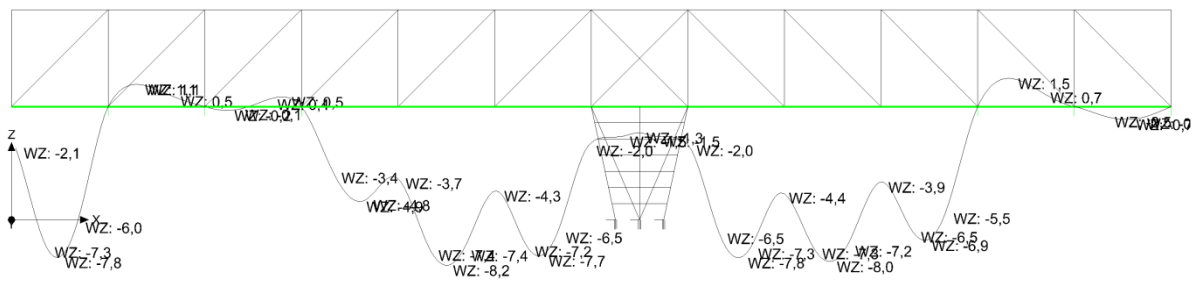
Obrázek 26 - Dolní pas – krajní - Ohybový moment (My)



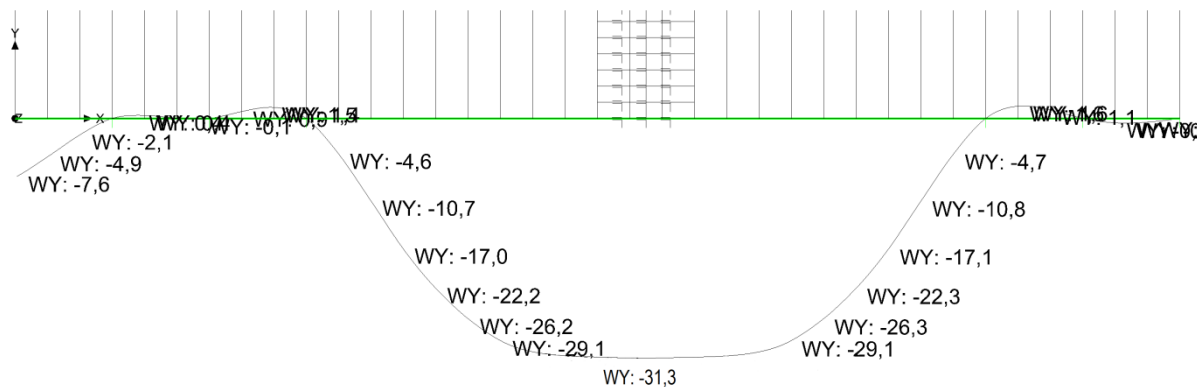
Obrázek 27 - Dolní pas – krajní – Ohybový moment (Mz)



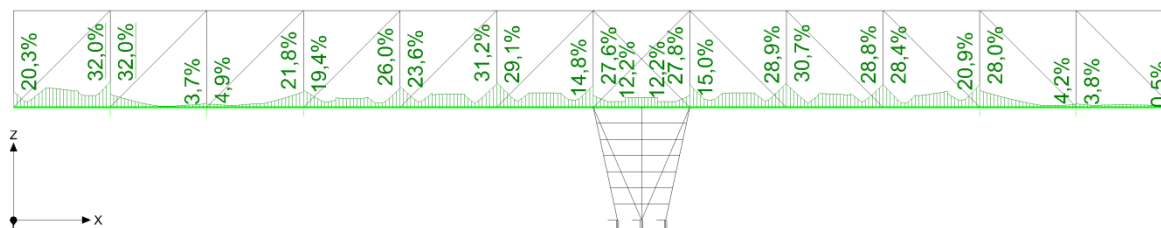
Obrázek 28 - Dolní pas – krajní – Kroutící moment (Mx)



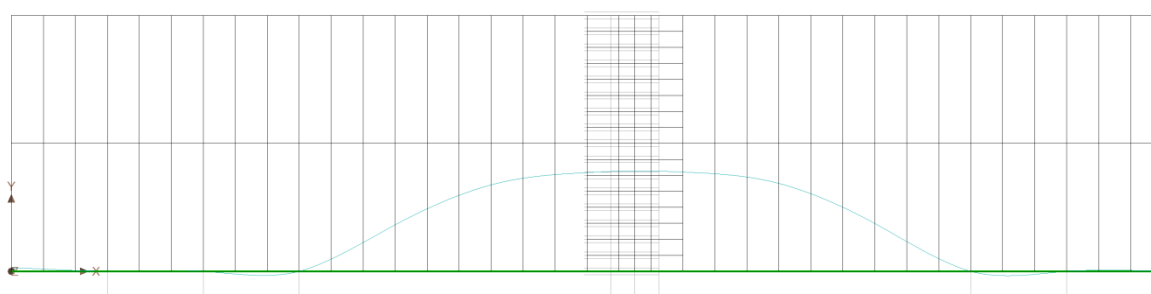
Obrázek 29- Dolní pas – krajní – Deformace (Wz)



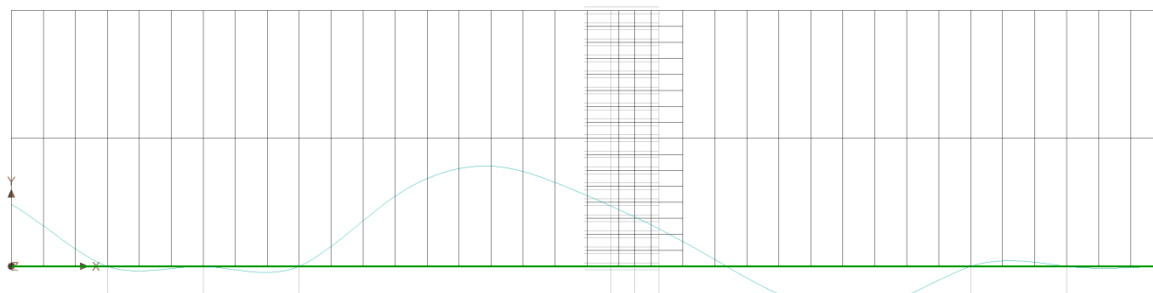
Obrázek 30- Dolní pas – krajní – Deformace (Wy)



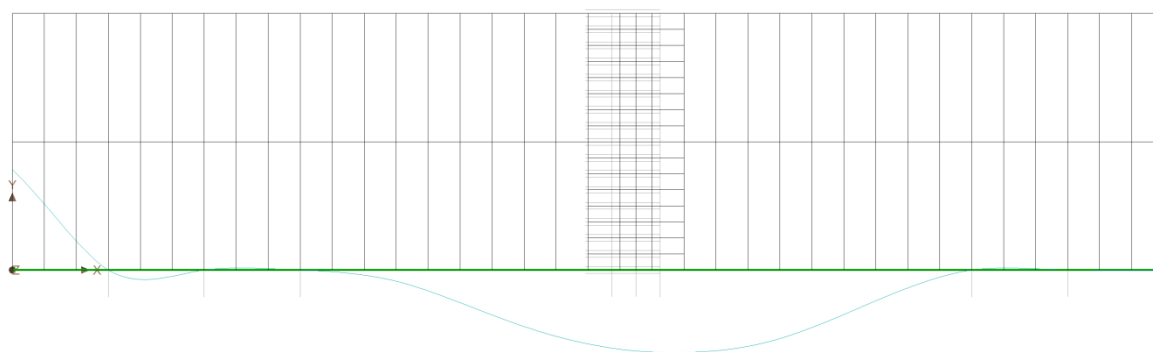
Obrázek 31 - Dolní pas – krajní – Využití



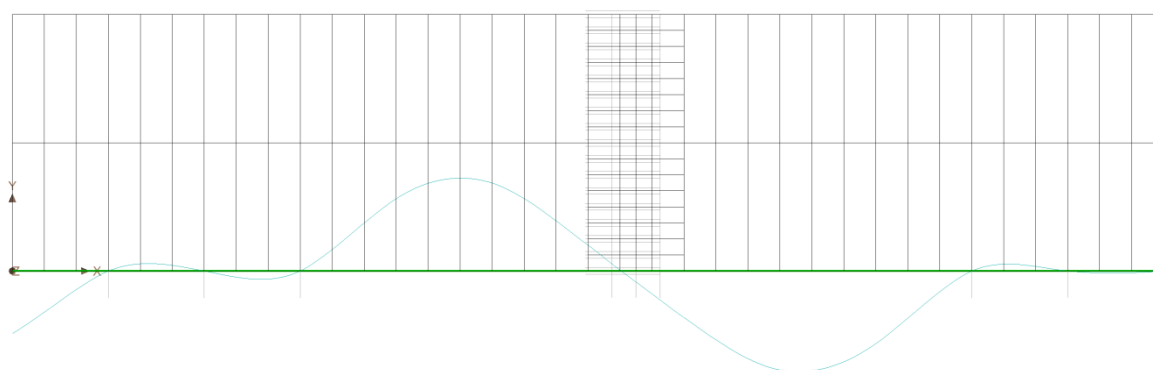
Obrázek 32 - Dolní pas – krajní – 1. Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 33 - Dolní pas – krajní – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



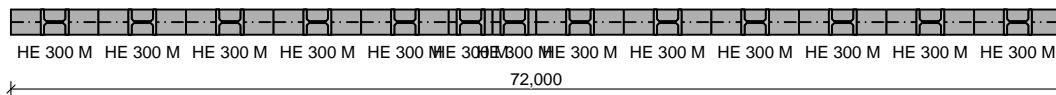
Obrázek 34 - Dolní pas – krajní – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



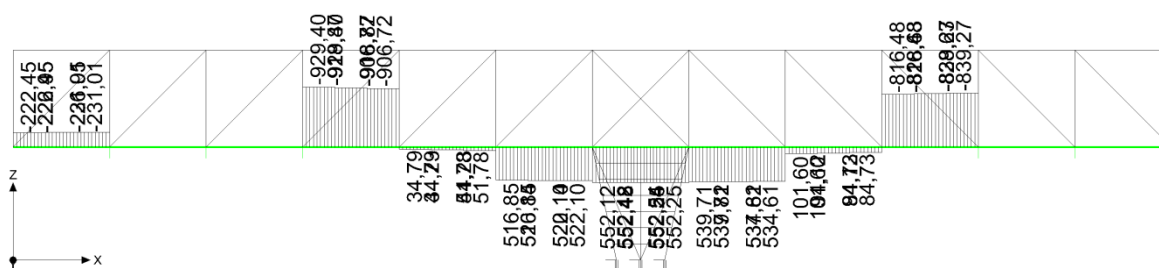
Obrázek 35 - Dolní pas – krajní – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Dolní pas rámu –krajní - 8 uražených pilířů

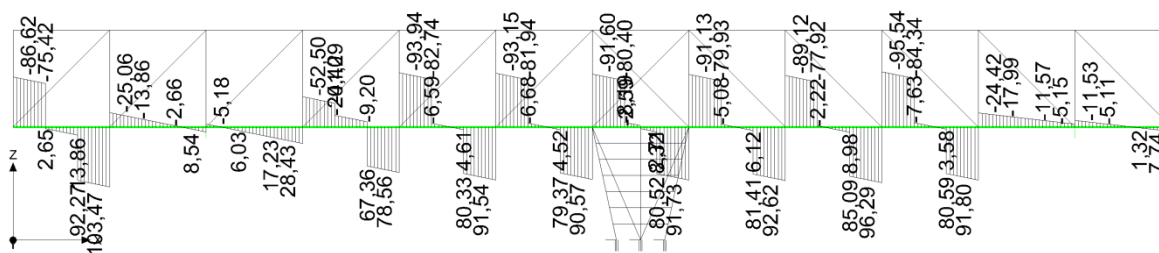
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace II. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti X = 60m)



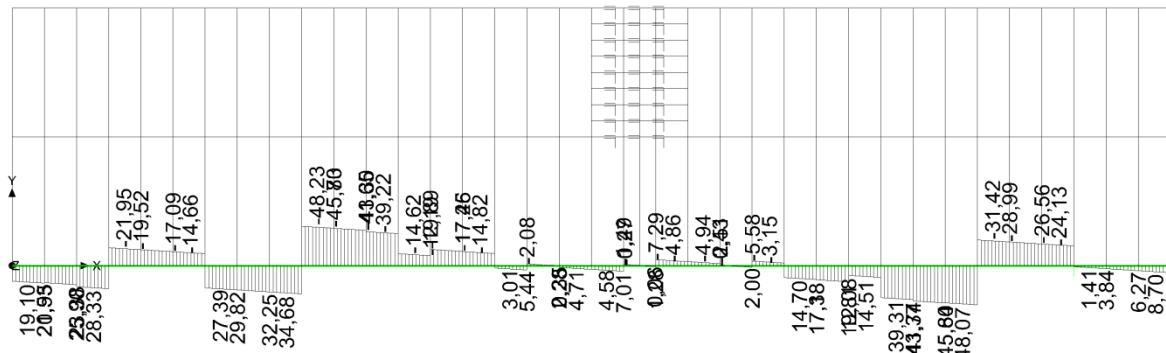
Obrázek 36 - Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů



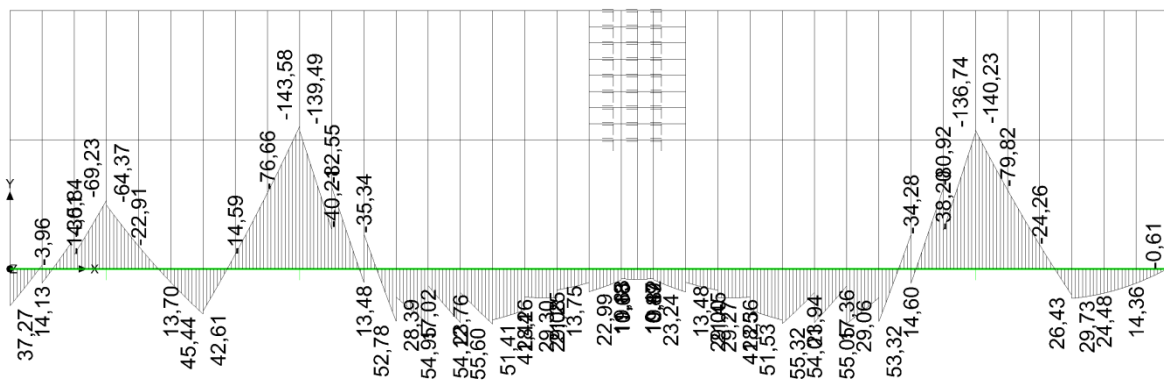
Obrázek 37 – Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)



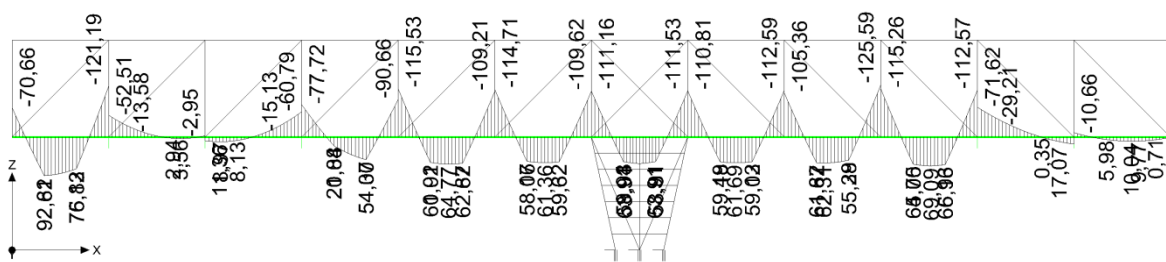
Obrázek 38 - Dolní pas – krajní - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vy)



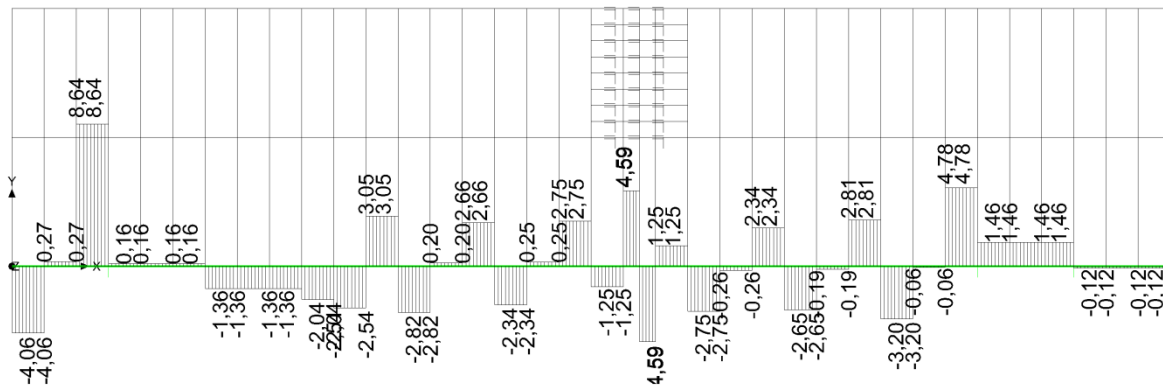
Obrázek 39 - Dolní pas – krajní - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vz)



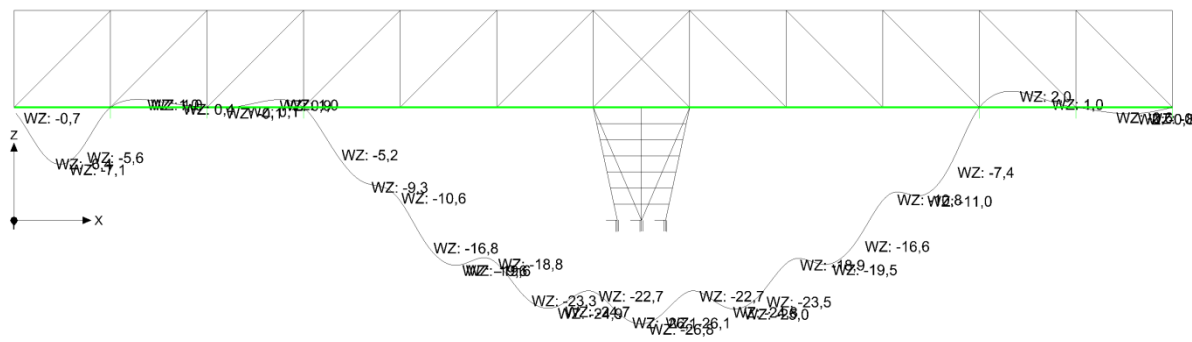
Obrázek 40 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (My)



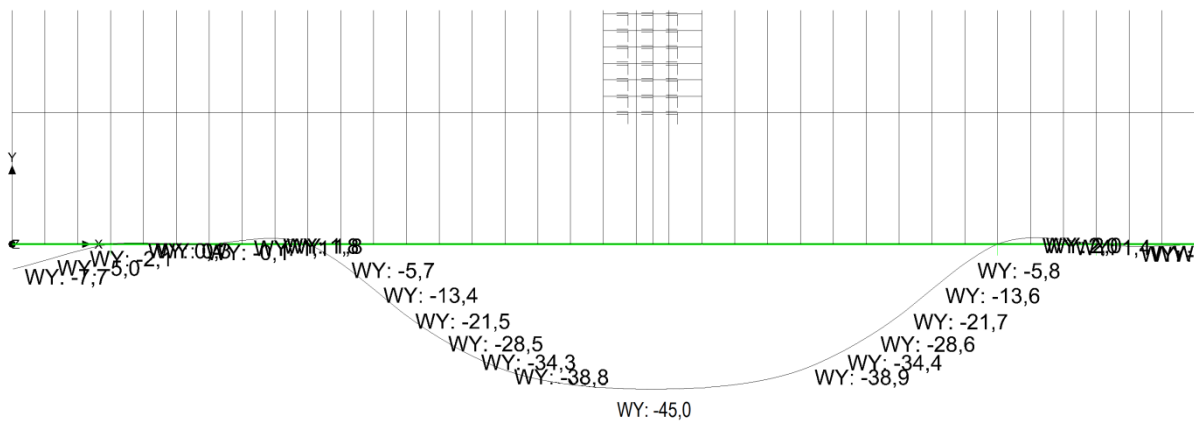
Obrázek 41 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (Mz)



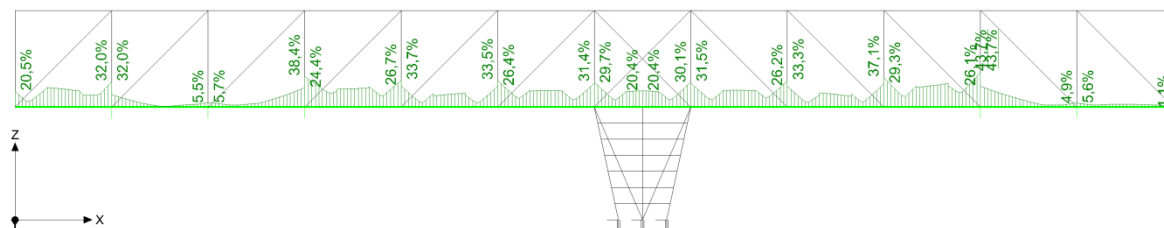
Obrázek 42 - Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Kroucí moment (Mx)



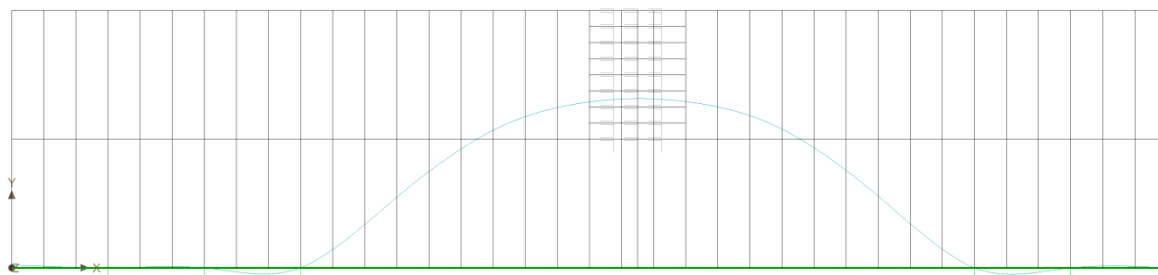
Obrázek 43- Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Deformace (Wz)



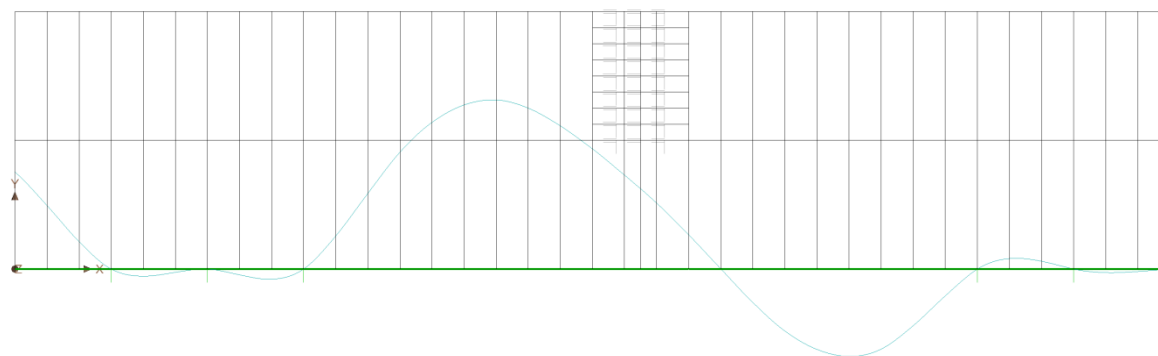
Obrázek 44- Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Deformace (Wy)



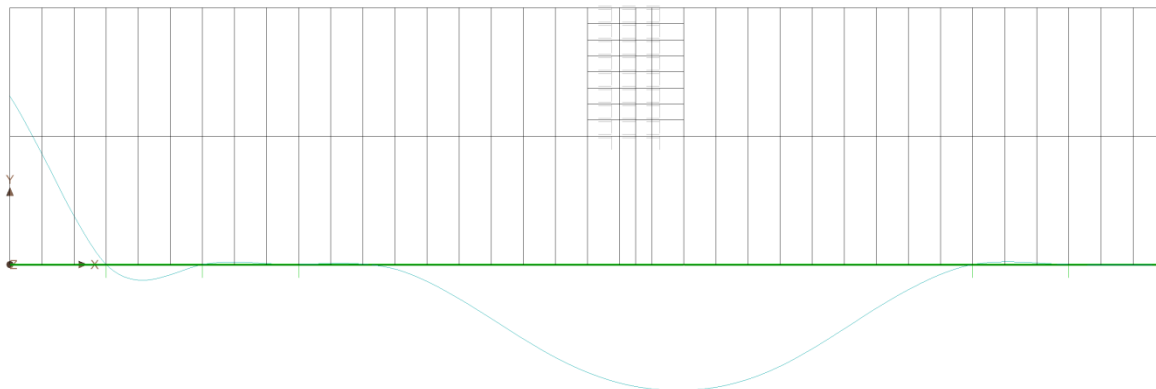
Obrázek 45 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Využití



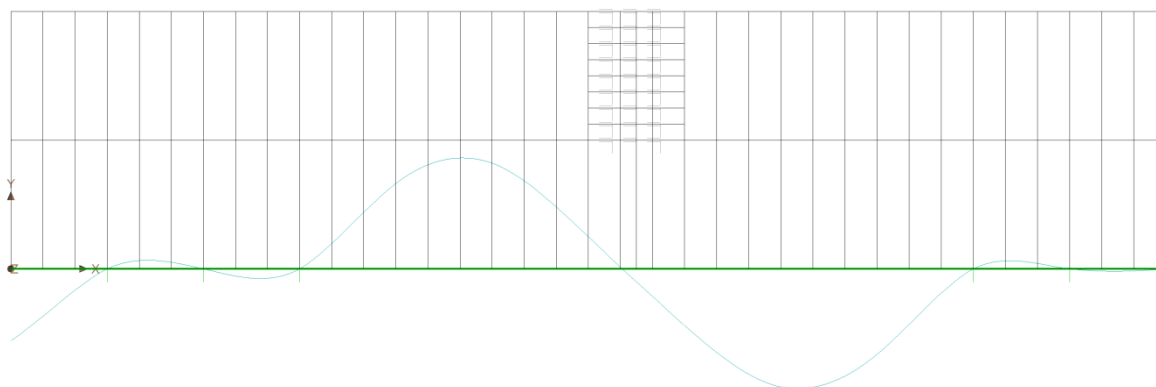
Obrázek 46 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 47 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



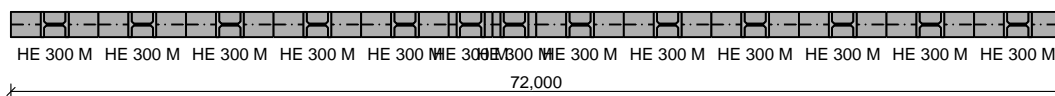
Obrázek 48 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



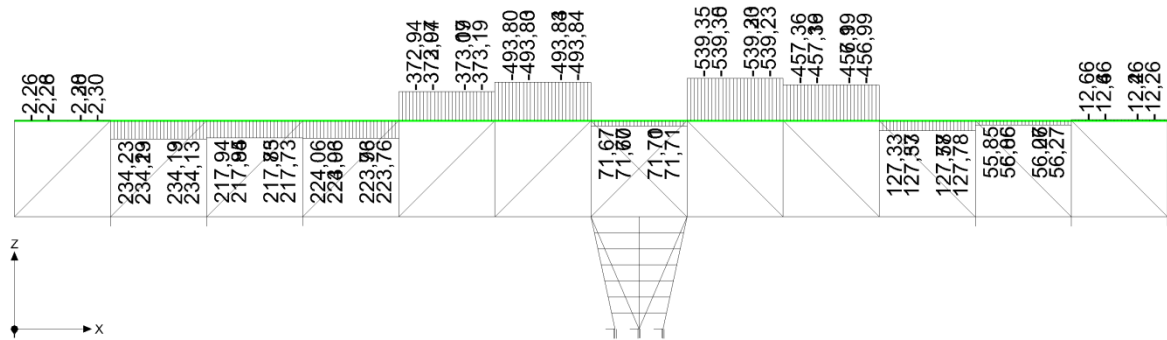
Obrázek 49 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Horní pas stávajícího rámu – krajní

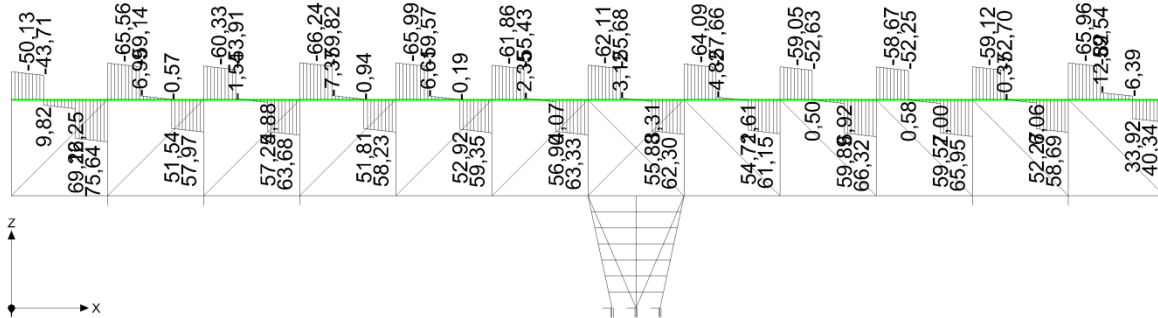
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 43. kombinace I. řádu – S7, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W11 (ve vzdálenosti X = 52m)



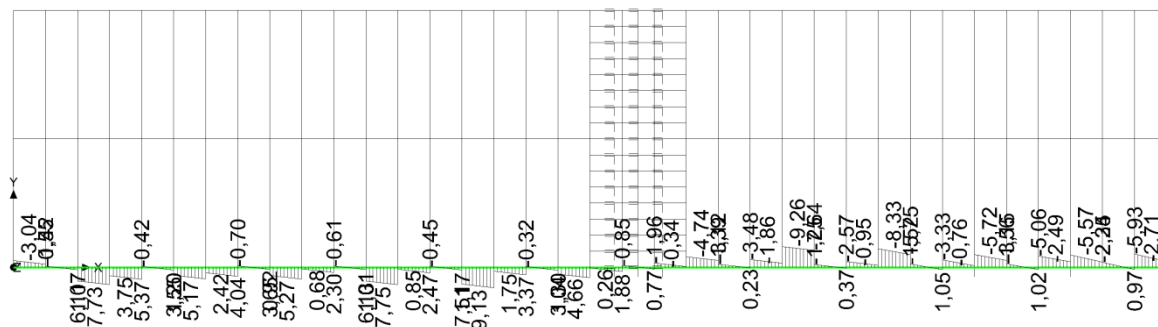
Obrázek 36 - Horní pas – krajní



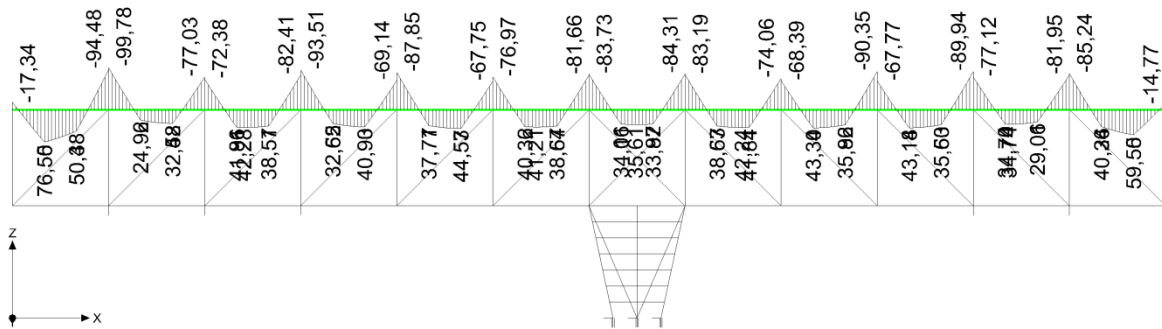
Obrázek 37 – Horní pas – krajní - Normálové síly (N)



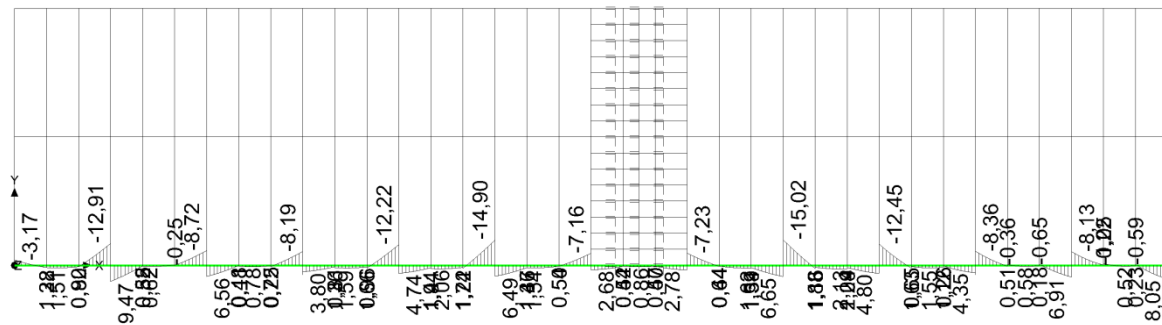
Obrázek 38 - Horní pas – krajní - Posouvající síly (Vy)



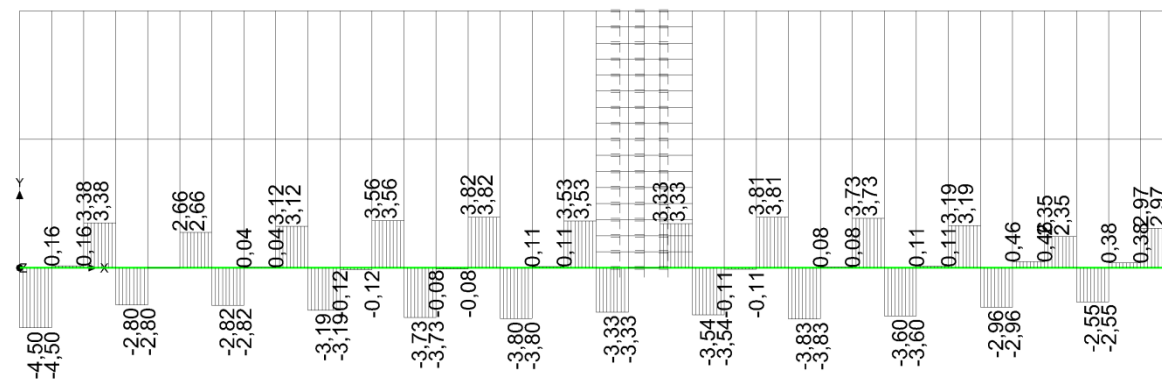
Obrázek 39 - Horní pas – krajní - Posouvající síly (Vz)



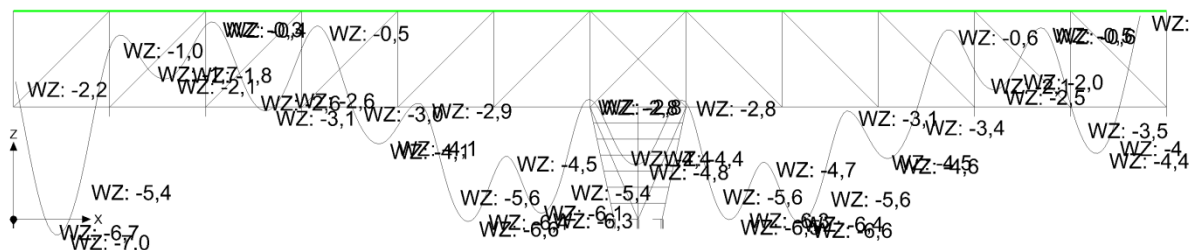
Obrázek 40 - Horní pas – krajní – Ohybový moment (My)



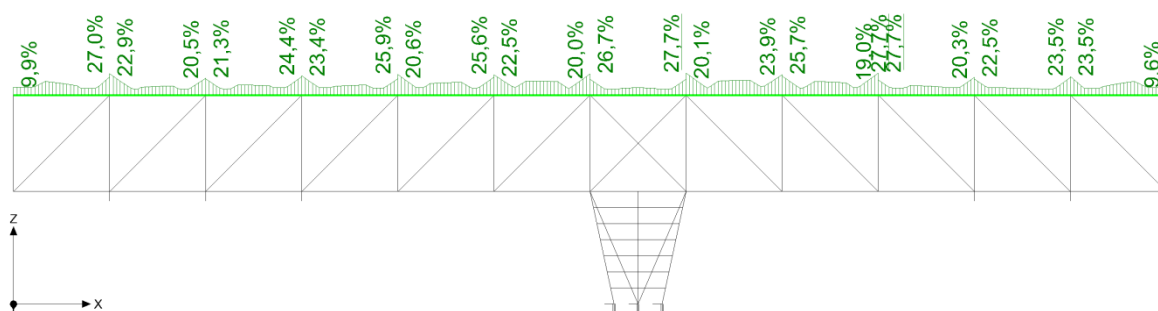
Obrázek 41 - Horní pas – krajní – Ohybový moment (Mz)



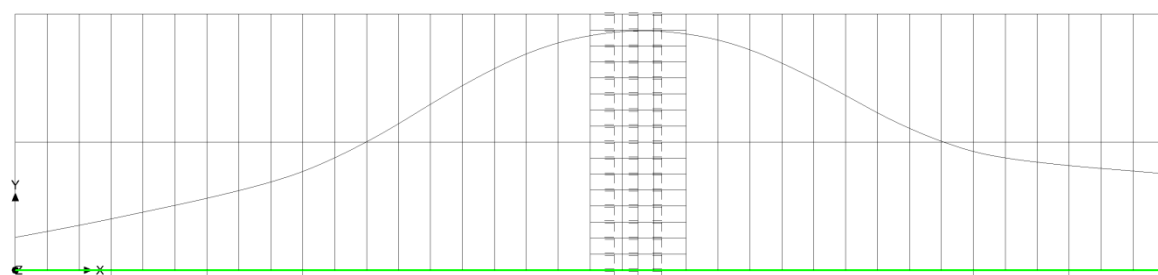
Obrázek 42 - Horní pas – krajní – Kroučící moment (Mx)



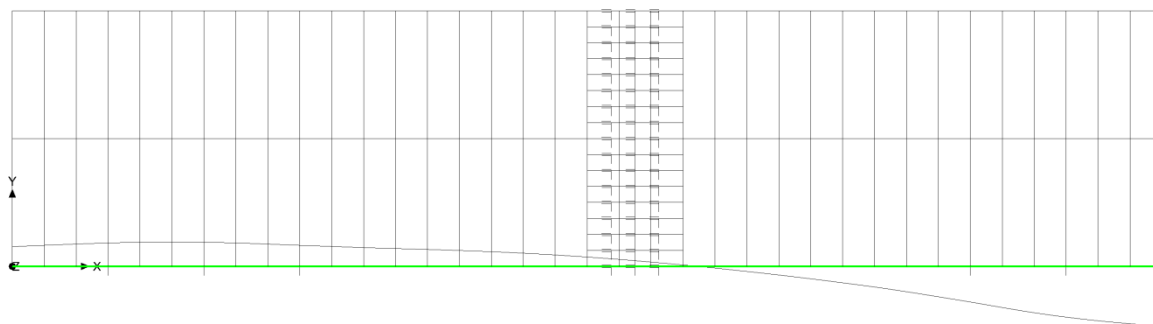
Obrázek 43 - Horní pas – krajní – Deformace (Wz)



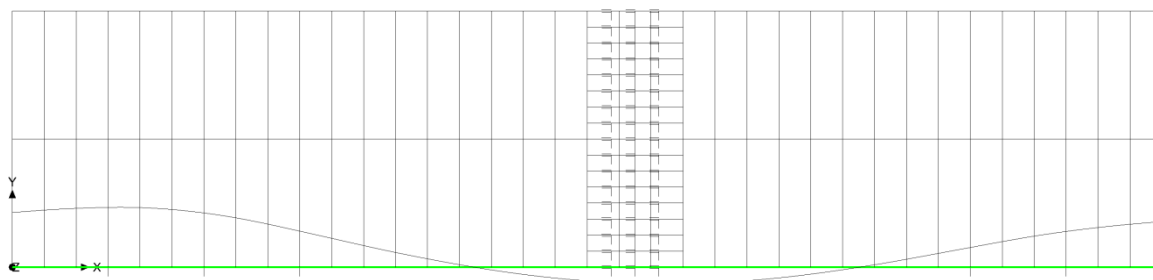
Obrázek 45 - Horní pas – krajní – Vyuziti



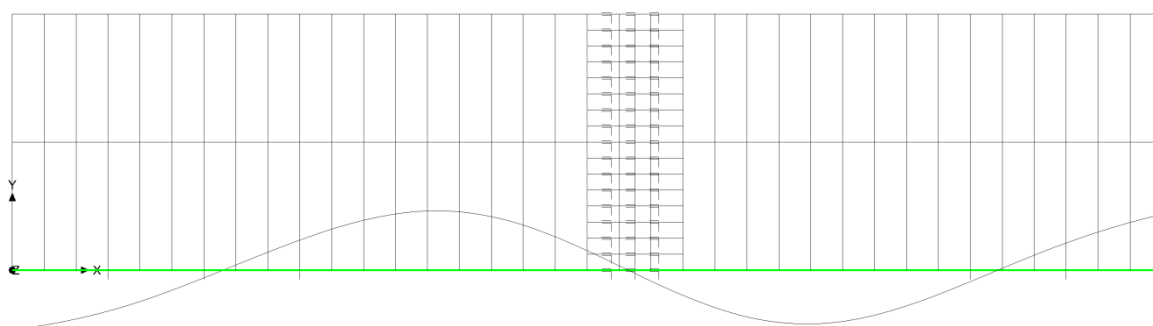
Obrázek 46 - Horní pas – krajní – 1. Vlastni tvar [1,498Hz]



Obrázek 47 - Horní pas – krajní – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



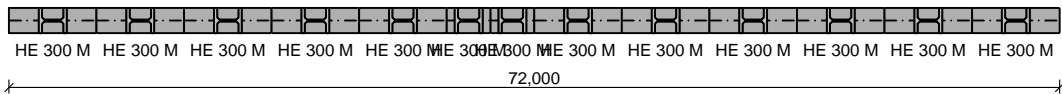
Obrázek 48 - Horní pas – krajní – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



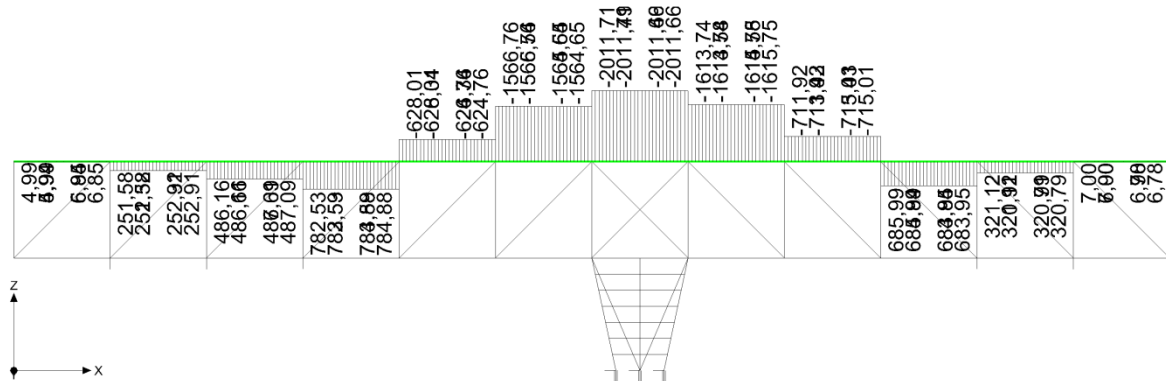
Obrázek 49 - Horní pas – krajní – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Horní pas rámu –krajní - 8 ураžených pilířů

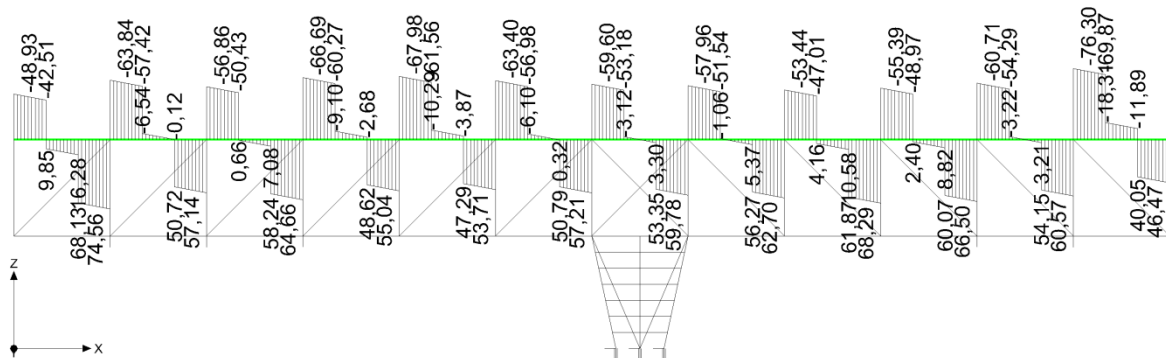
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 37. kombinace I. řádu – S7, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W13 (ve vzdálenosti X = 42m)



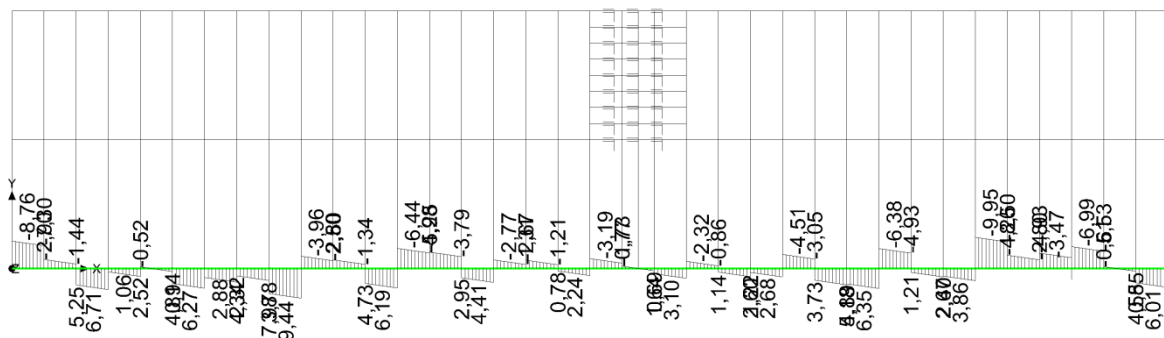
Obrázek 50 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů



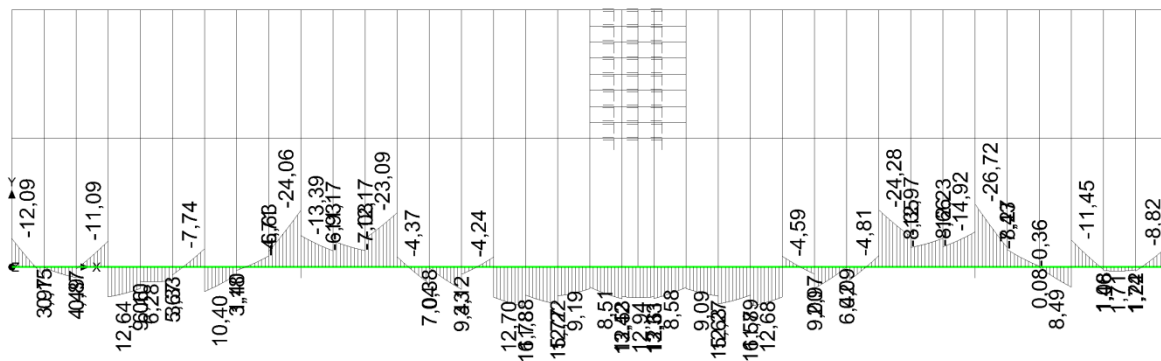
Obrázek 51 – Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)



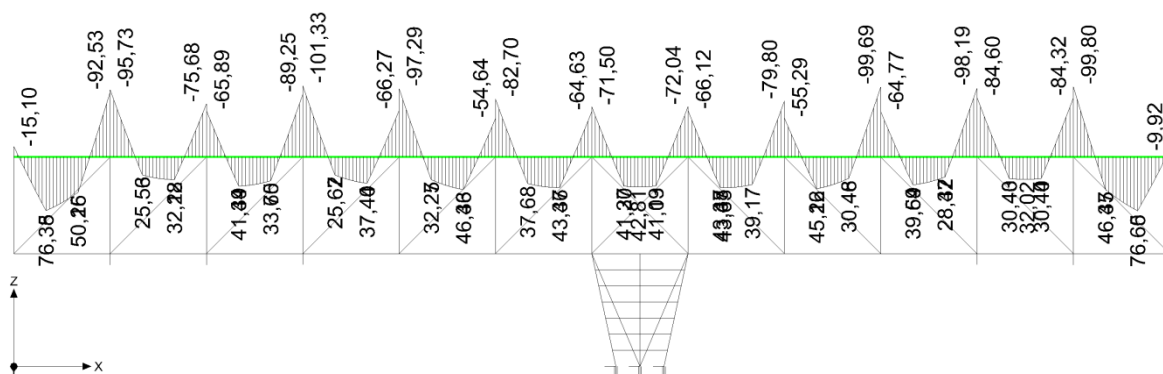
Obrázek 52 - Horní pas – krajní - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vy)



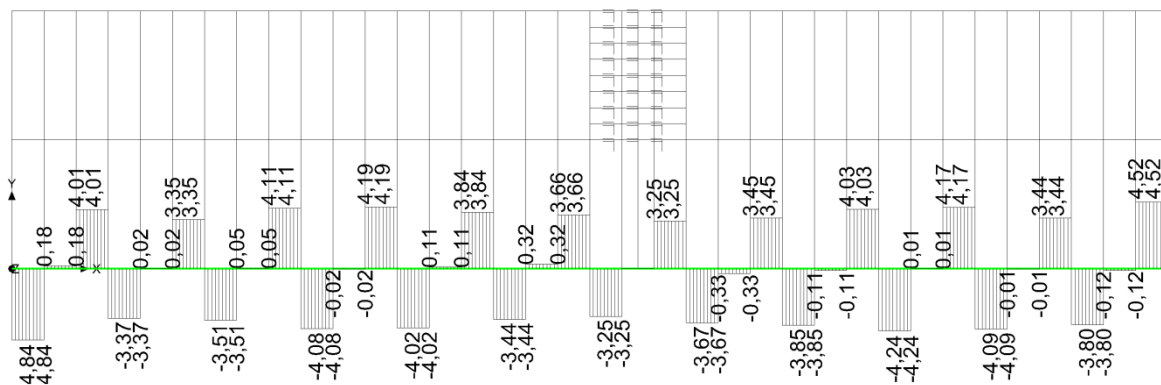
Obrázek 53 - Horní pas – krajní - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vz)



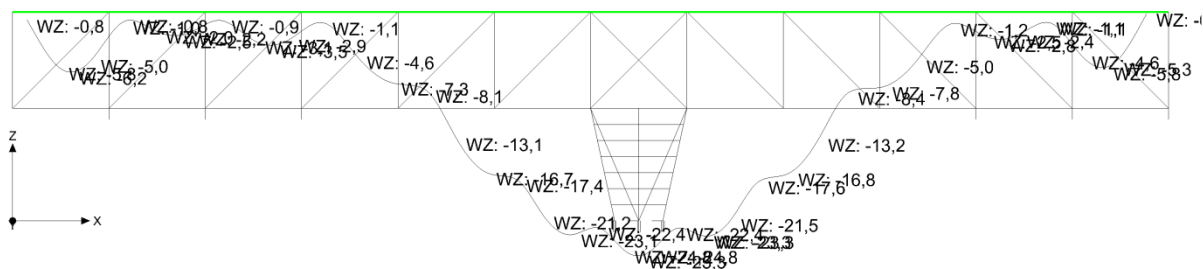
Obrázek 54 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (My)



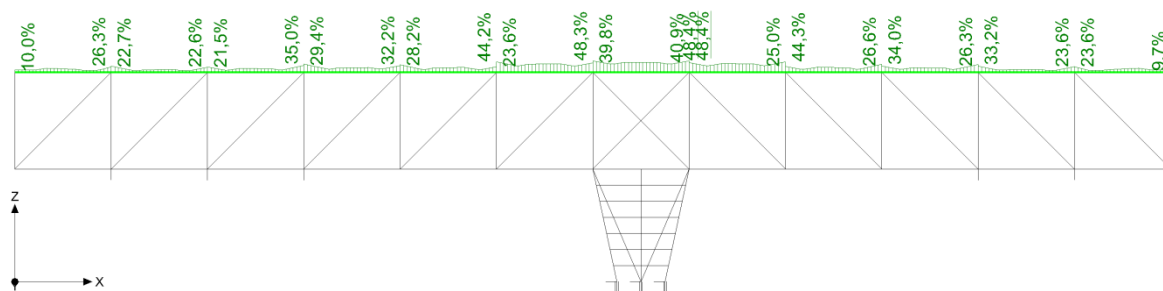
Obrázek 55 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (Mz)



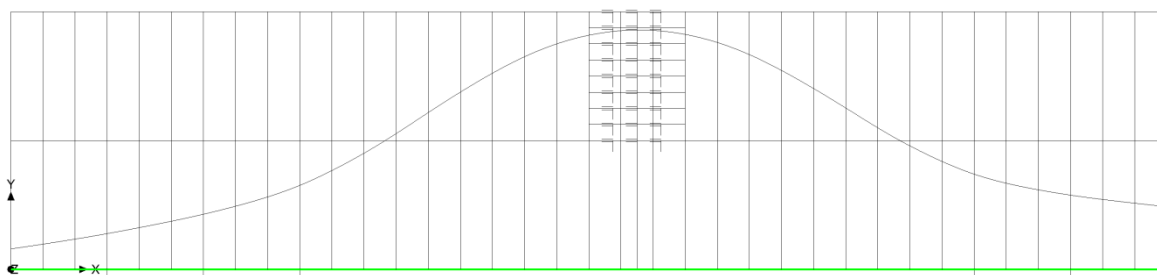
Obrázek 56 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Kroutící moment (Mx)



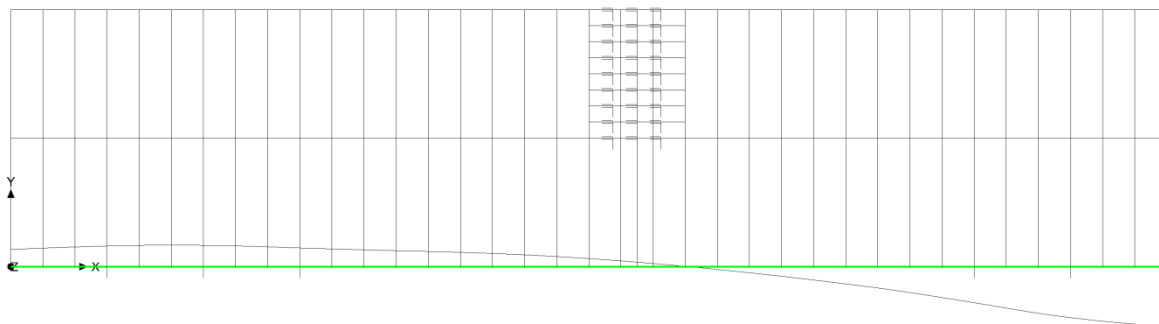
Obrázek 57- Horní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Deformace (Wz)



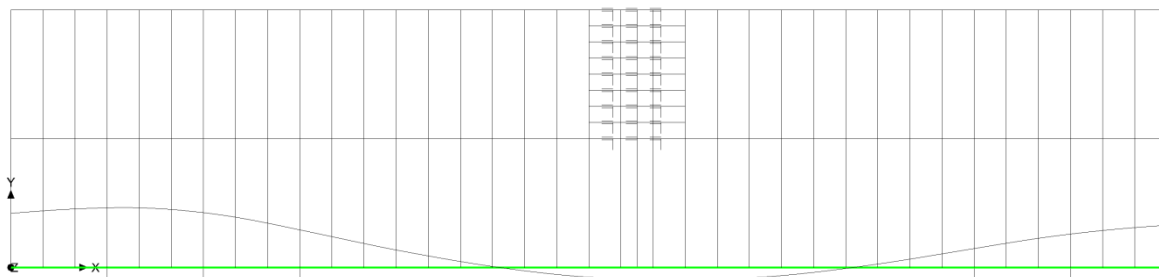
Obrázek 58 - Horní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Vyžití



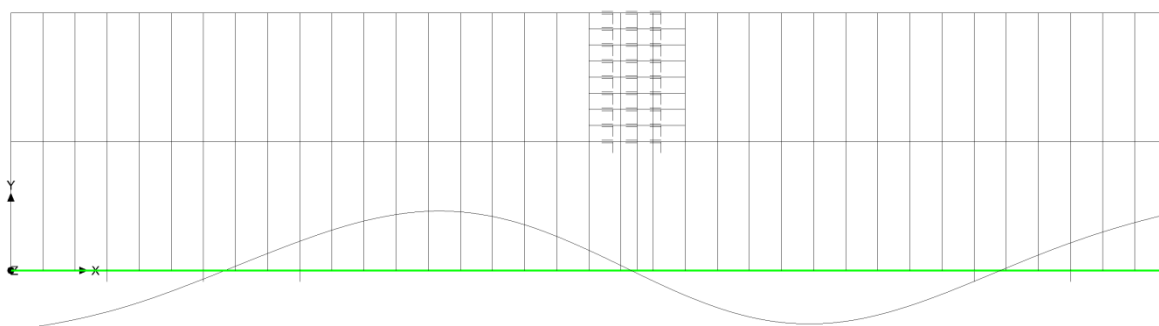
Obrázek 59 - Horní pas – krajní – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 60 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



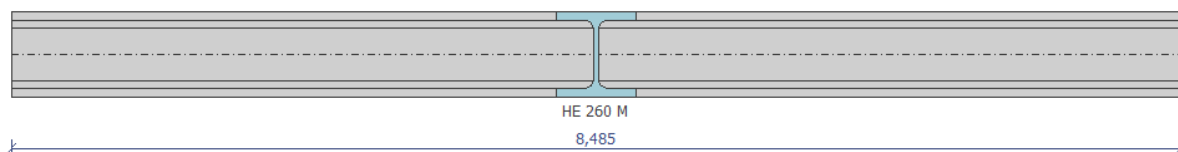
Obrázek 61 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



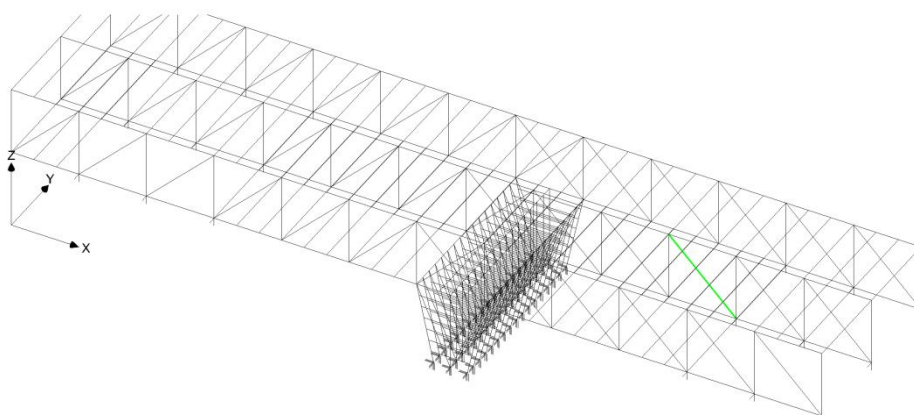
Obrázek 62 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Diagonála stávajícího rámu

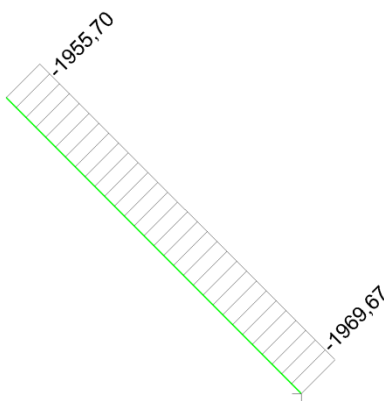
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 39. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12 (ve vzdálenosti X = 8,485m)



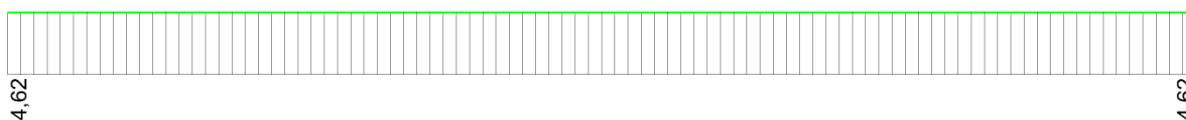
Obrázek 63 – Diagonála



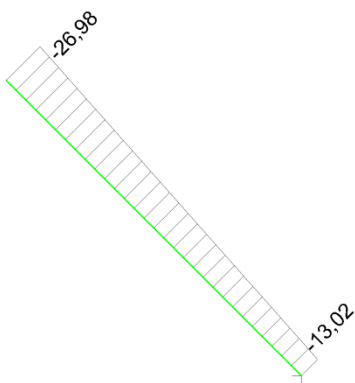
Obrázek 64 - Pozice diagonály



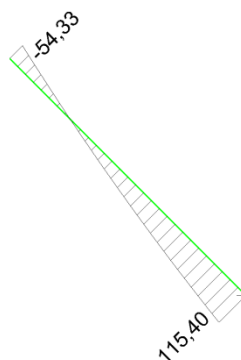
Obrázek 65 – Diagonála - Normálové síly (N)



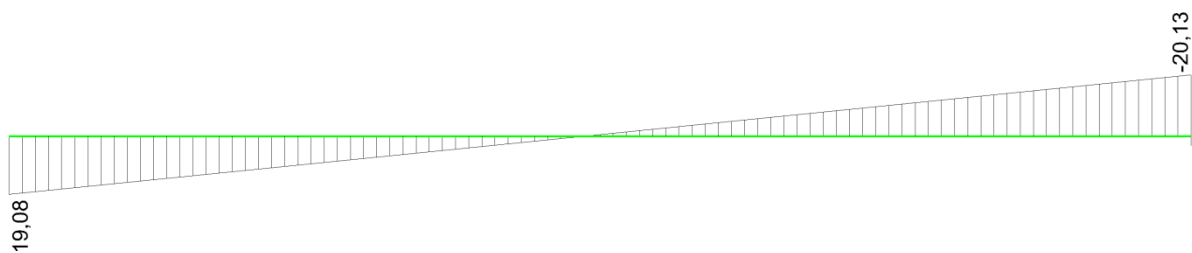
Obrázek 66 - Diagonála - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 67 - Diagonála - Posouvající síly (V_z)



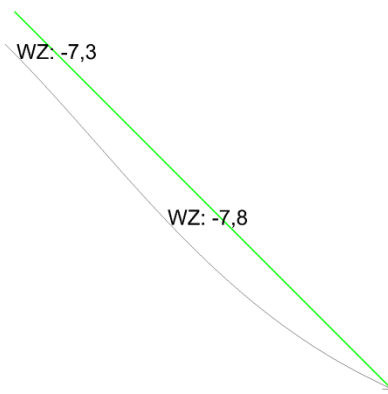
Obrázek 68 - Diagonála – Ohybový moment (M_y)



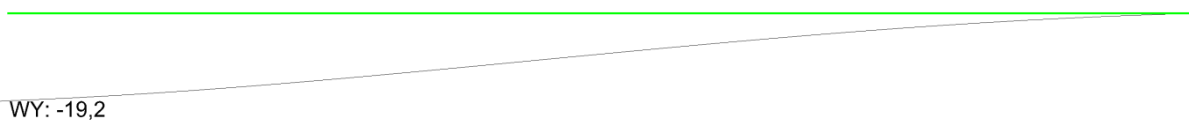
Obrázek 69 - Diagonála – Ohybový moment (M_z)



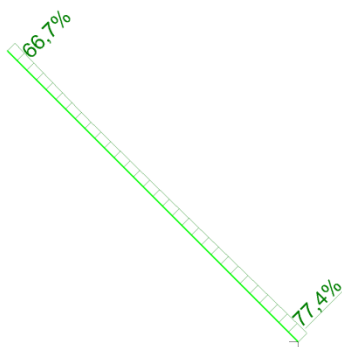
Obrázek 70 - Diagonála – Kroutící moment (M_x)



Obrázek 71- Diagonála – Deformace (Wz)



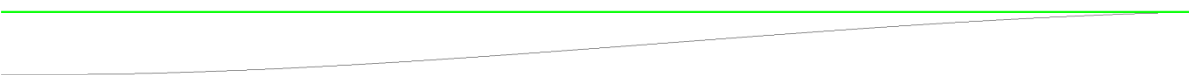
Obrázek 72- Diagonála – Deformace (Wy)



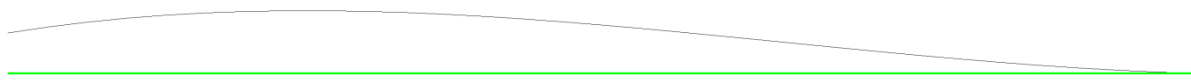
Obrázek 73 - Diagonála – Využití



Obrázek 74 - Diagonála – 1. Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 75 - Diagonála – 2. Vlastní tvar [1,854Hz]



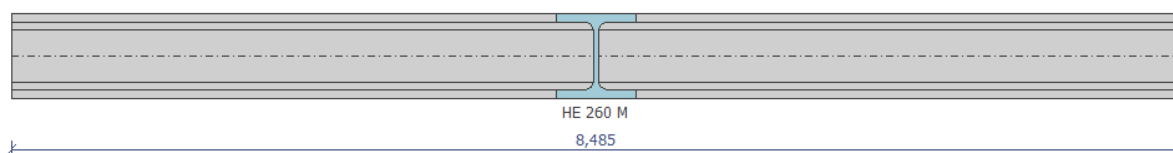
Obrázek 76 - Diagonála – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



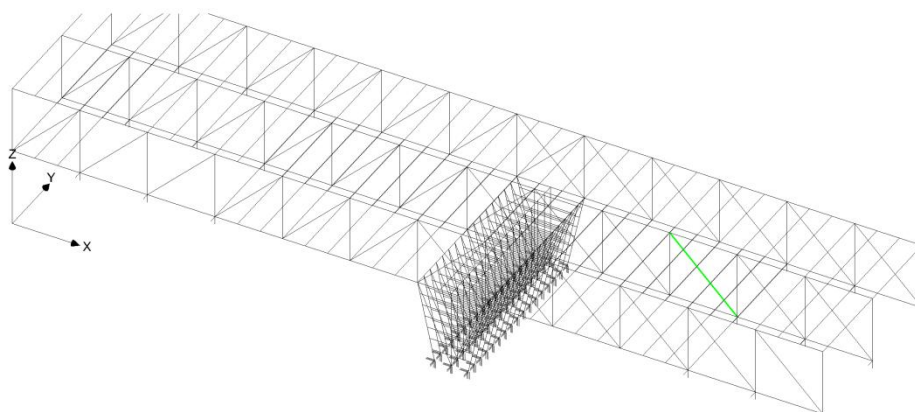
Obrázek 77 - Diagonála – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Diagonála rámu - 8 ураžených pilířů

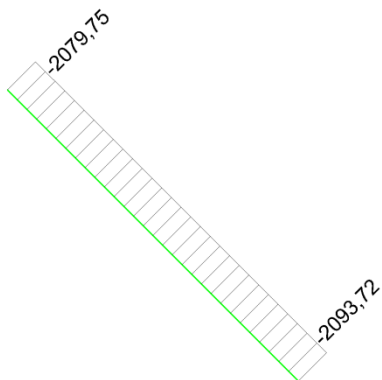
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 39. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12 (ve vzdálenosti $X = 8,485\text{m}$)



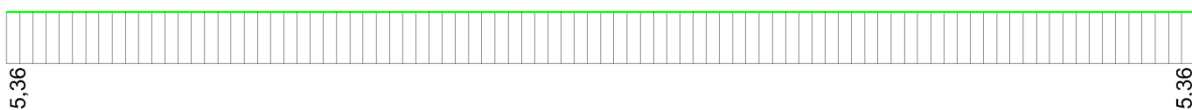
Obrázek 78 - Diagonála – 8 ураžených pilířů



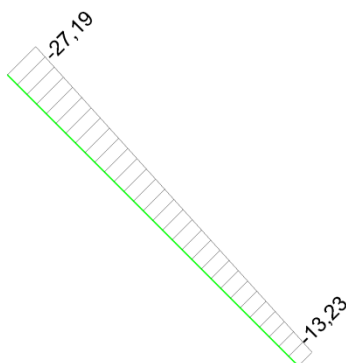
Obrázek 79 - Pozice diagonály – 8 ураžených pilířů



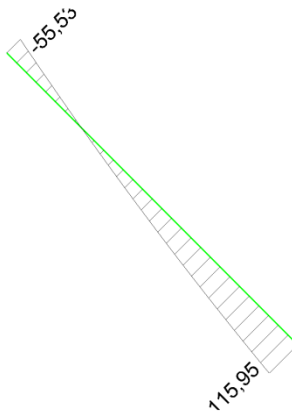
Obrázek 80 – Diagonála – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)



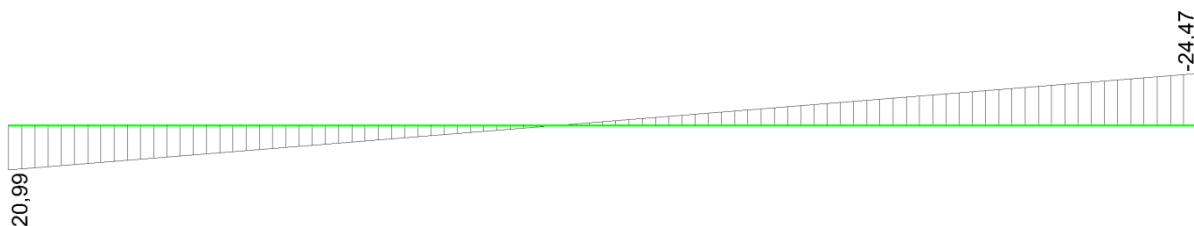
Obrázek 81 - Diagonála - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vy)



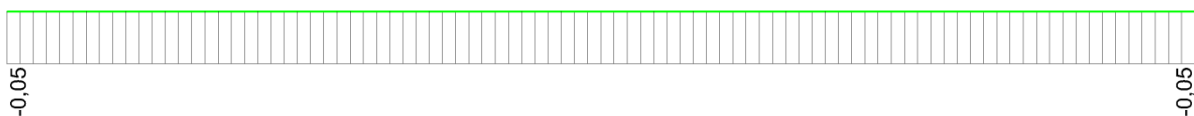
Obrázek 82 - Diagonála - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vz)



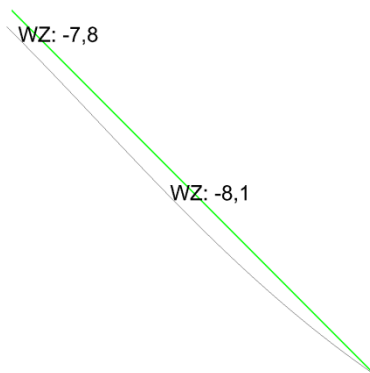
Obrázek 83 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (My)



Obrázek 84 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - Ohybový moment (Mz)



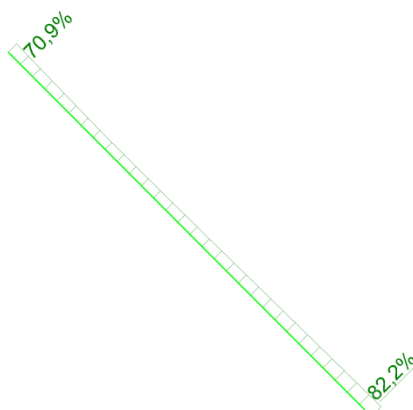
Obrázek 85 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - Kroučící moment (Mx)



Obrázek 86- Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - Deformace (Wz)



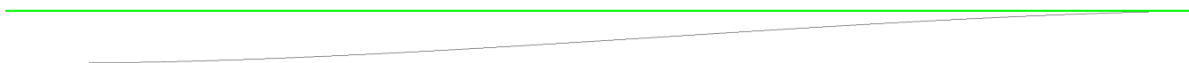
Obrázek 87- Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - Deformace (Wy)



Obrázek 88 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - Využití



Obrázek 89 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 90 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



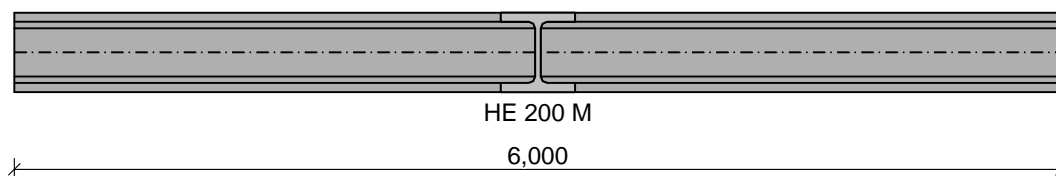
Obrázek 91 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



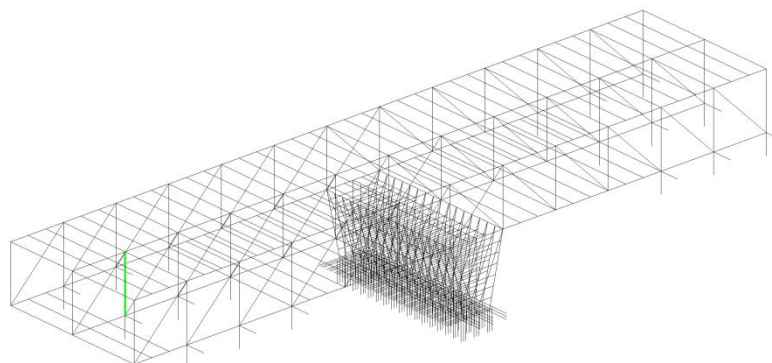
Obrázek 92 - Diagonála – 8 uvažovaných pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Svislý prut stávajícího rámu

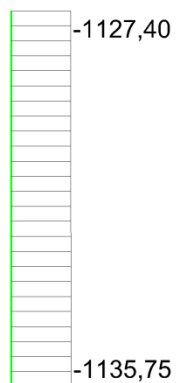
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 42. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W11 (ve vzdálenosti X = 0m)



Obrázek 93 – Svislý prut



Obrázek 94 - Pozice svislého prutu



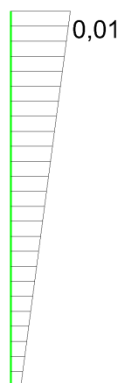
Obrázek 95 – Svislý prut - Normálové síly (N)



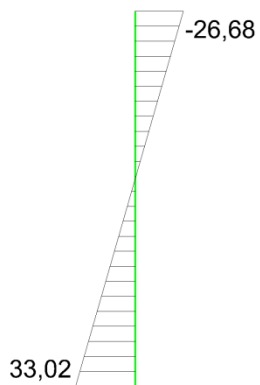
Obrázek 96 - Svislý prut - Posouvající síly (Vy)

0,002kN => uvažuji hodnotu 0kN

Obrázek 97 - Svislý prut - Posouvající síly (Vz)



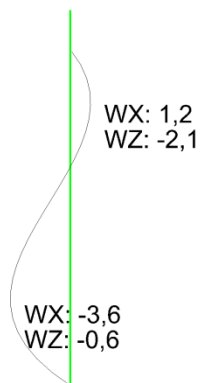
Obrázek 98 - Svislý prut – Ohybový moment (My)



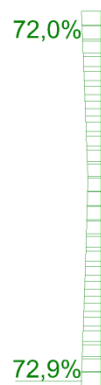
Obrázek 99 - Svislý prut – Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažuji hodnotu 0kN

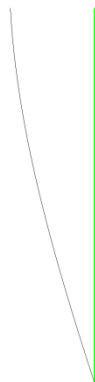
Obrázek 100 - Svislý prut – Kroucí moment (Mx)



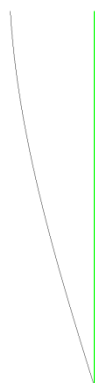
Obrázek 101- Svislý prut – Deformace (Wz, Wx)



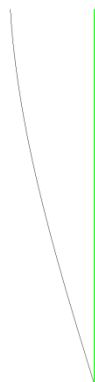
Obrázek 102 - Svislý prut – Využití



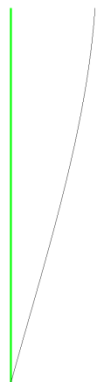
Obrázek 103 - Svislý prut – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 104 - Svislý prut – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



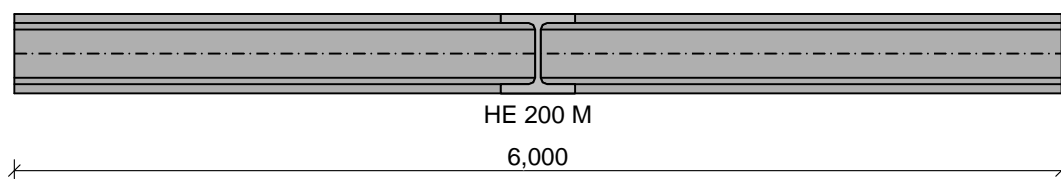
Obrázek 105 - Svislý prut – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



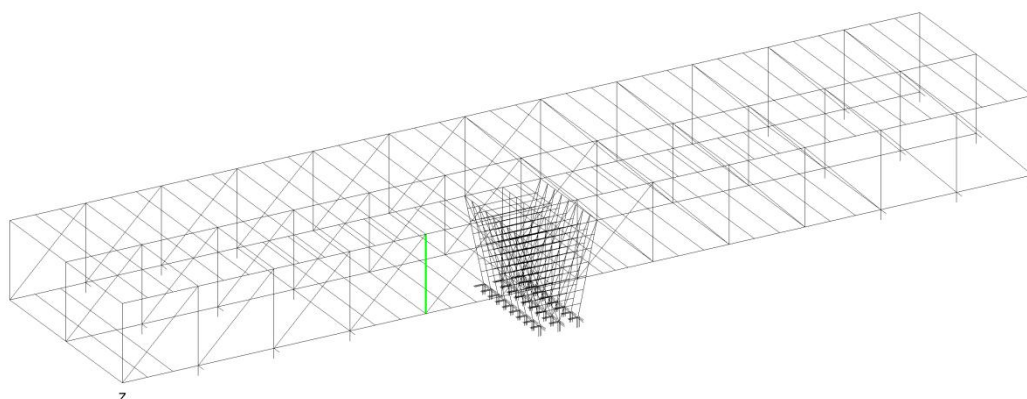
Obrázek 106 - Svislý prut – 4. Vlastní tvar [2,635Hz]

Svislý prut rámu - 8 ураžených pilířů

Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace II. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti X = 0m)



Obrázek 107 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů



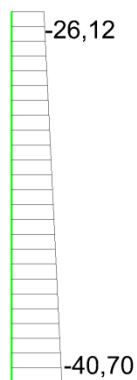
Obrázek 108 - Pozice svislého prutu – 8 ураžených pilířů



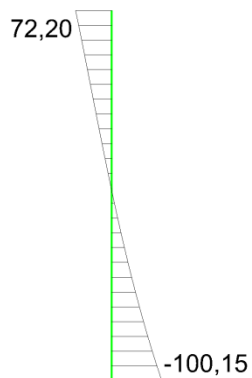
Obrázek 109 – Svislý prut – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)



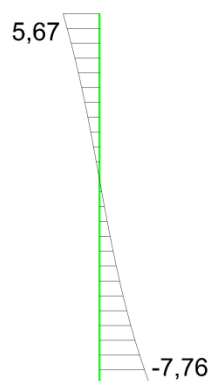
Obrázek 110 - Svislý prut - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 111 - Svislý prut - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vz)



Obrázek 112 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_y)



Obrázek 113 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_z)



Obrázek 114 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - Kroutící moment (M_x)



Obrázek 115- Svislý prut – 8 ураžených pilířů - Deformace (Wz, Wy, Wx)



Obrázek 116 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - Využití



Obrázek 117 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 118 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



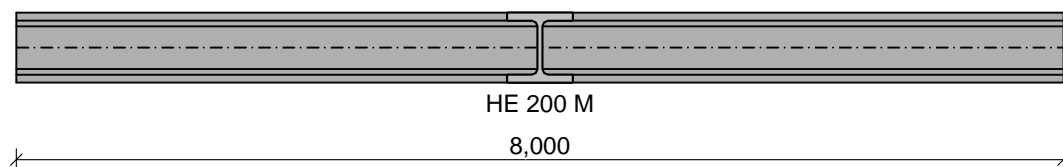
Obrázek 119 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



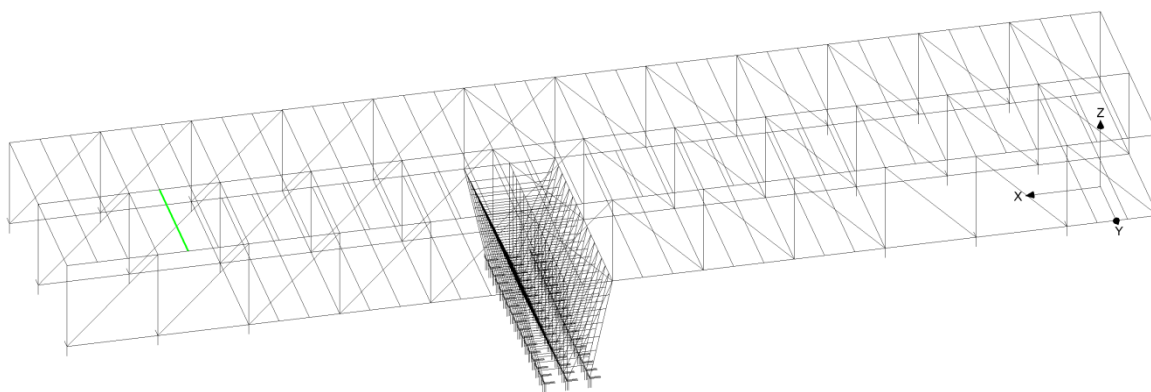
Obrázek 120 - Svislý prut – 8 ураžených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Střešní nosník stávajícího rámu

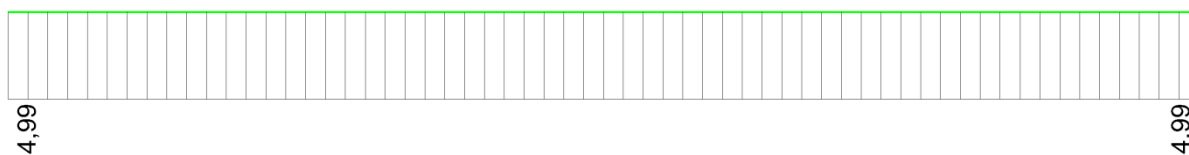
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 46. kombinace II. řádu – S7, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W10 (ve vzdálenosti $X = 0\text{m}$)



Obrázek 121 – Střešní nosník



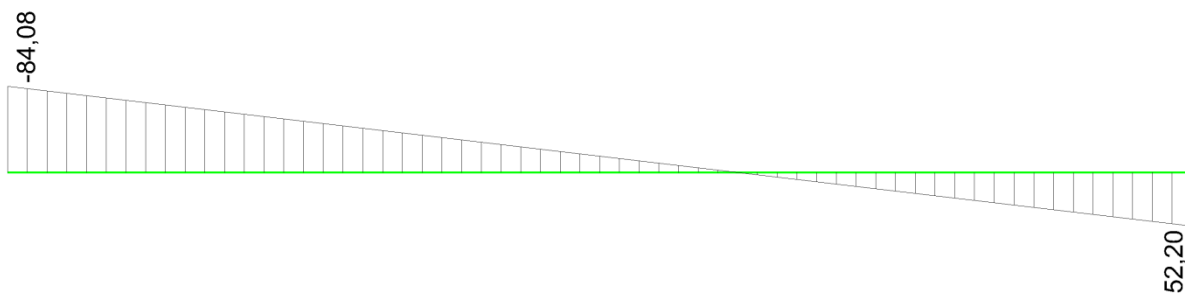
Obrázek 122 - Pozice střešního nosníku



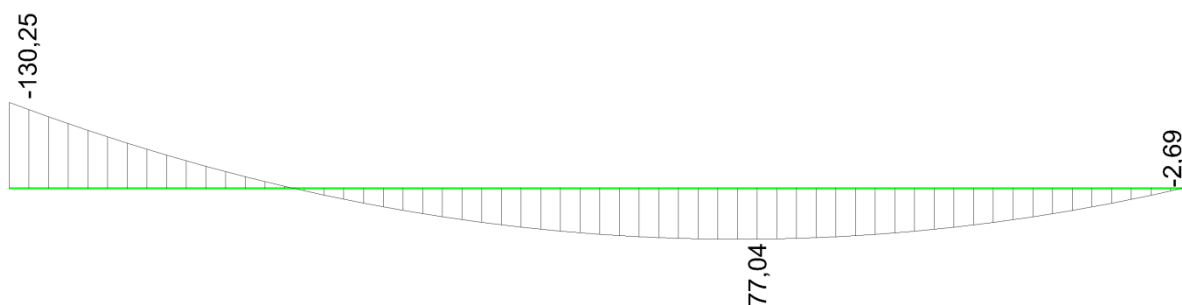
Obrázek 123 – Střešní nosník - Normálové síly (N)



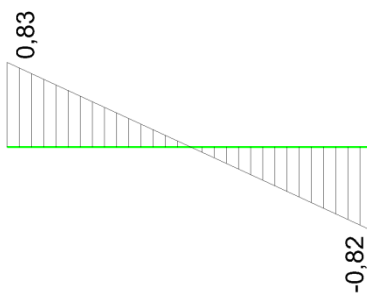
Obrázek 124 - Střešní nosník - Posouvající síly (V_y)



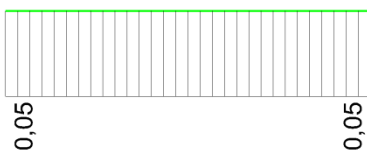
Obrázek 125 - Střešní nosník - Posouvající síly (V_z)



Obrázek 126 - Střešní nosník – Ohybový moment (M_y)



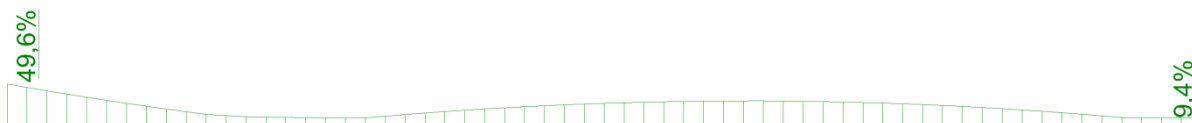
Obrázek 127 - Střešní nosník – Ohybový moment (M_z)



Obrázek 128 - Střešní nosník – Kroucí moment (M_x)



Obrázek 129- Střešní nosník – Deformace (W_z , W_x)



Obrázek 130 - Střešní nosník – Využití



Obrázek 131 - Střešní nosník – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 132 - Střešní nosník – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



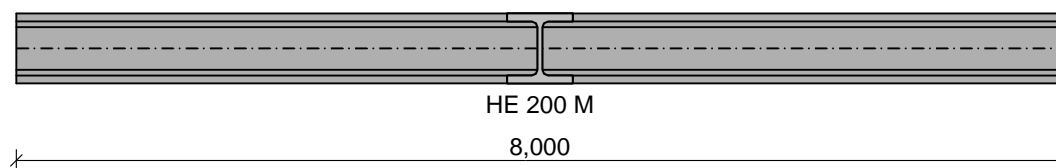
Obrázek 133 - Střešní nosník – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



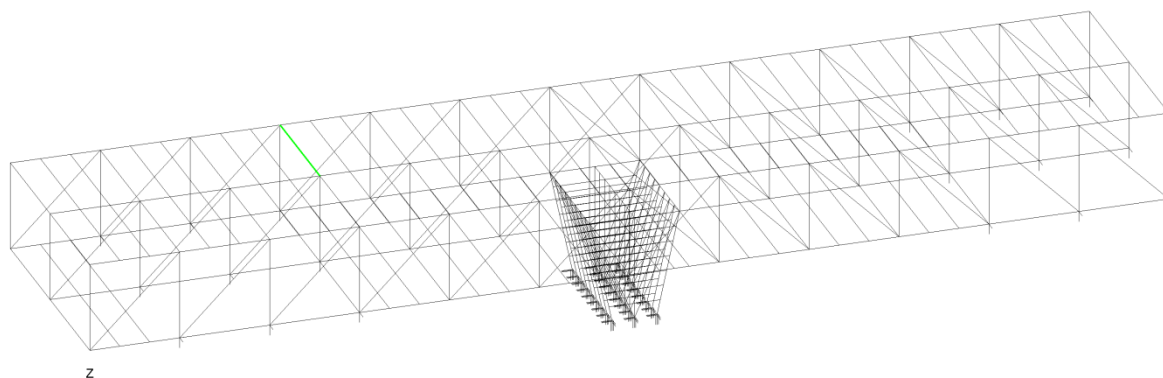
Obrázek 134 - Střešní nosník – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Střešní nosník rámu - 8 ураžených pilířů

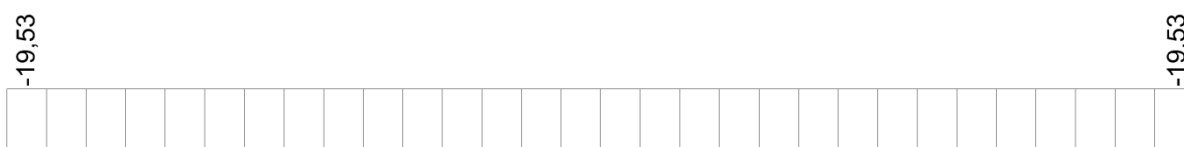
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 38. kombinace II. řádu – W13, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti X = 0m)



Obrázek 135 – Střešní nosník – 8 ураžených pilířů



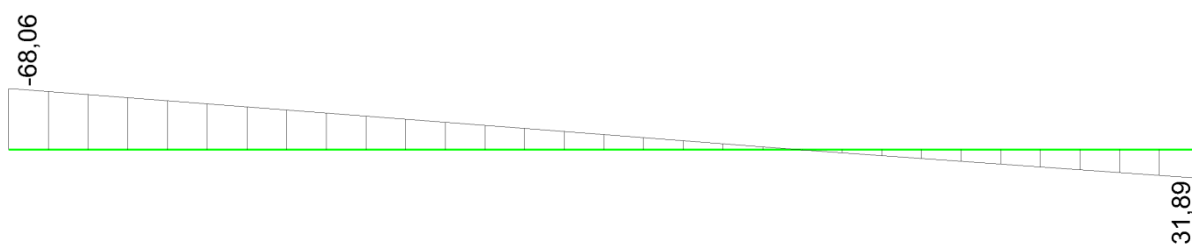
Obrázek 136 - Pozice střešního nosníku – 8 ураžených pilířů



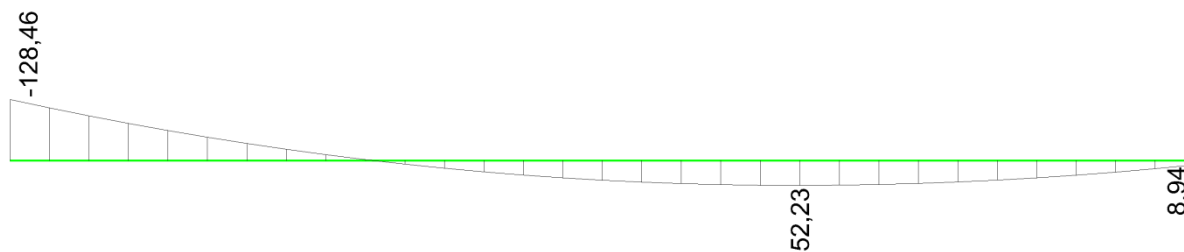
Obrázek 137 – Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)



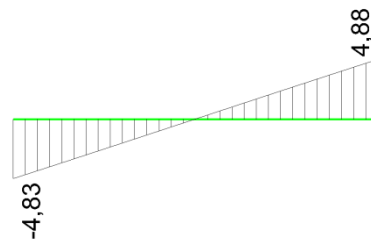
Obrázek 138 - Střešní nosník - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 139 - Střešní nosník - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vz)



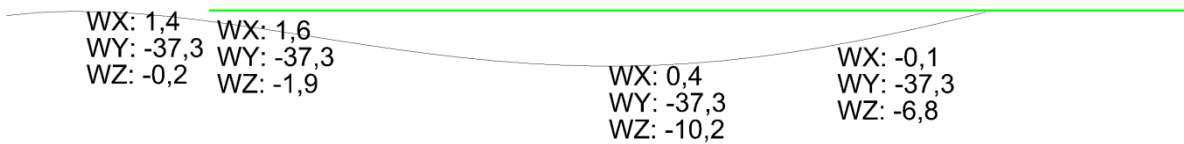
Obrázek 140 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (My)



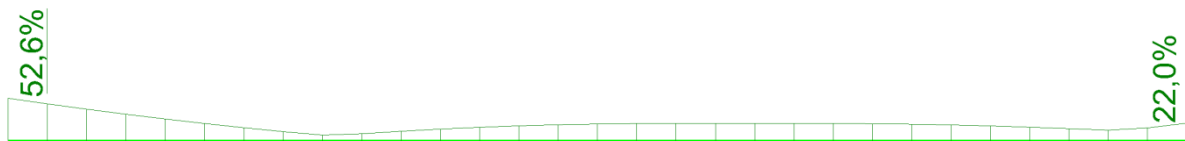
Obrázek 141 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažují hodnotu 0kN

Obrázek 142 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Krouticí moment (Mx)



Obrázek 143- Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Deformace (Wz, Wy, Wx)



Obrázek 144 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - Vyžití



Obrázek 145 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 146 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



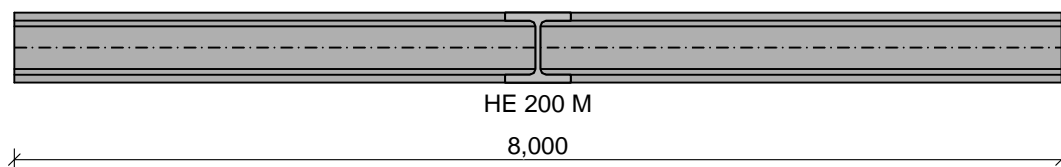
Obrázek 147 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



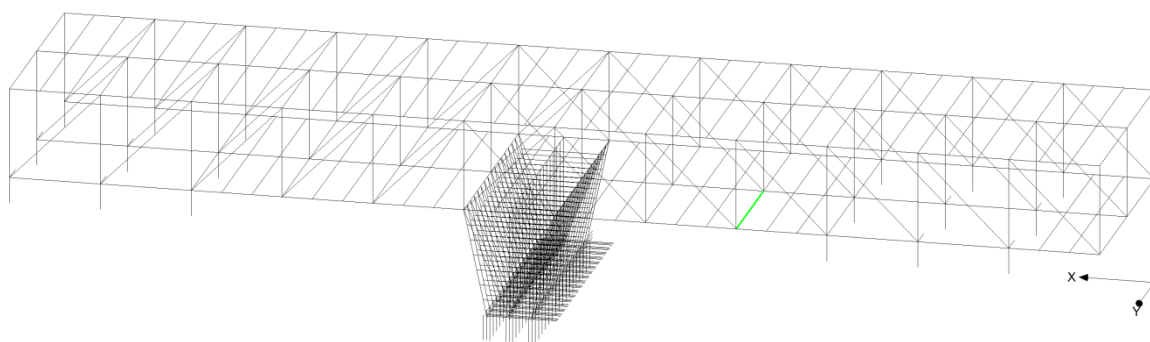
Obrázek 148 - Střešní nosník – 8 ураžených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Stropní nosník stávajícího rámu

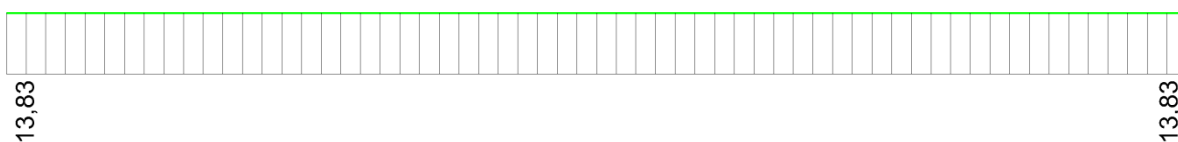
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 25. kombinace II. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6 (ve vzdálenosti X = 0m)



Obrázek 149 – Stropní nosník



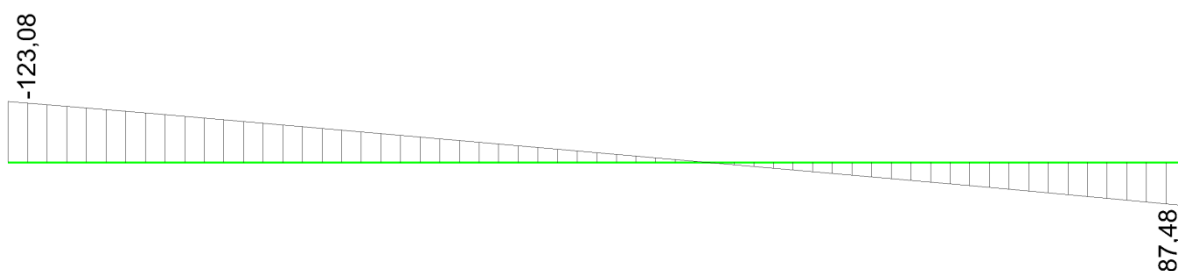
Obrázek 150 - Pozice stropního nosníku



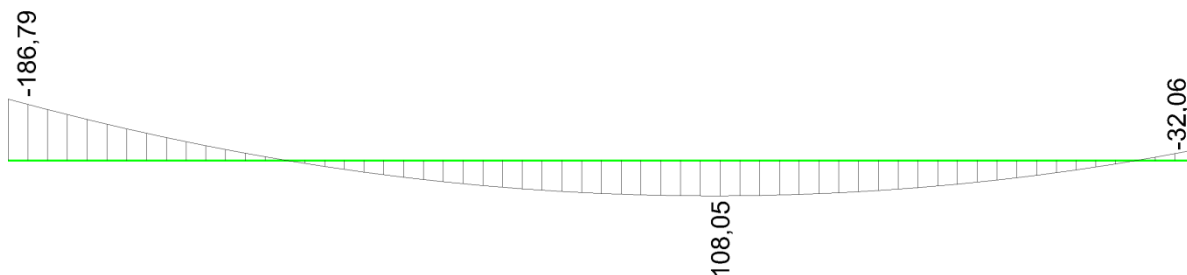
Obrázek 151 – Stropní nosník - Normálové síly (N)



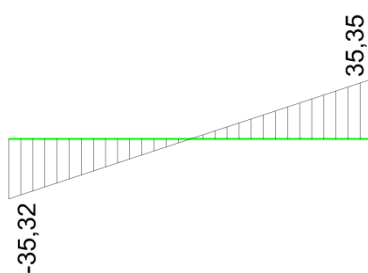
Obrázek 152 - Stropní nosník - Posouvající síly (V_y)



Obrázek 153 - Stropní nosník - Posouvající síly (Vz)



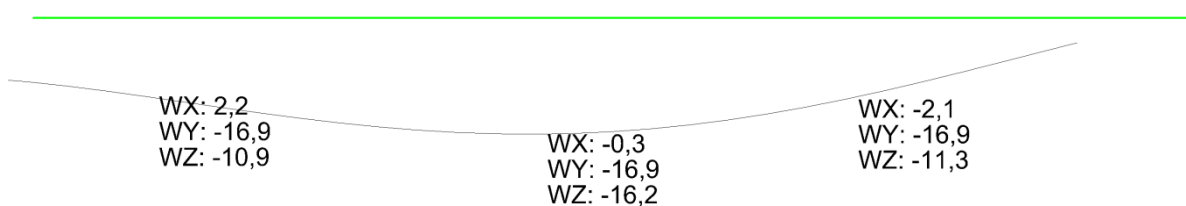
Obrázek 154 - Stropní nosník – Ohybový moment (My)



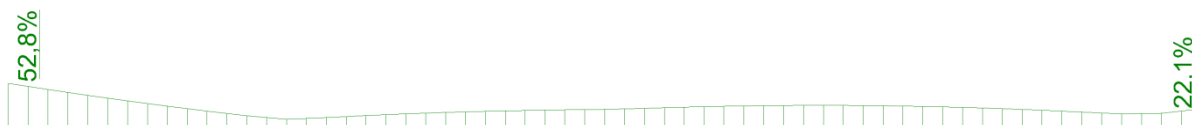
Obrázek 155 - Stropní nosník – Ohybový moment (Mz)



Obrázek 156 - Stropní nosník – Krouťící moment (Mx)



Obrázek 157- Stropní nosník – Deformace (Wz, Wy, Wx)



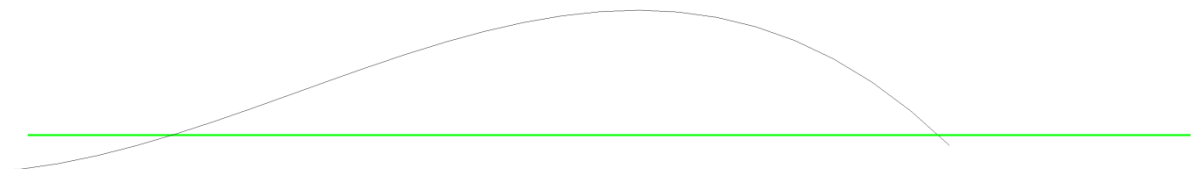
Obrázek 158 - Stropní nosník – Využití



Obrázek 159 - Stropní nosník – 1. Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 160 - Stropní nosník – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



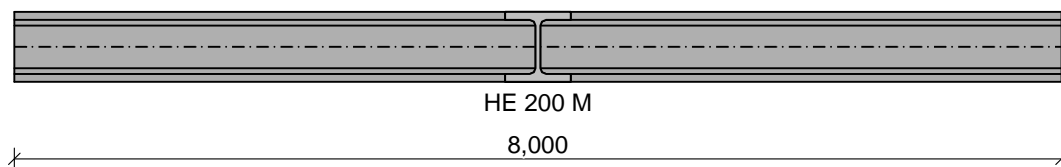
Obrázek 161 - Stropní nosník – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



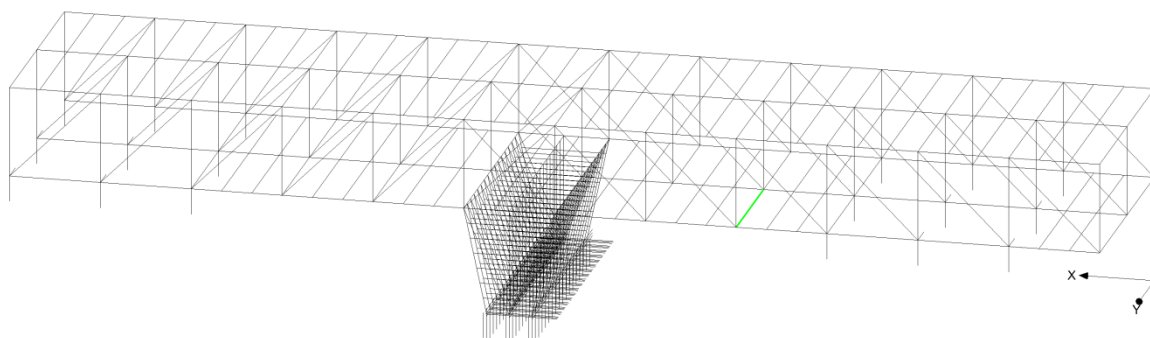
Obrázek 162 - Stropní nosník – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Stropní nosník rámu - 8 ураžených pilířů

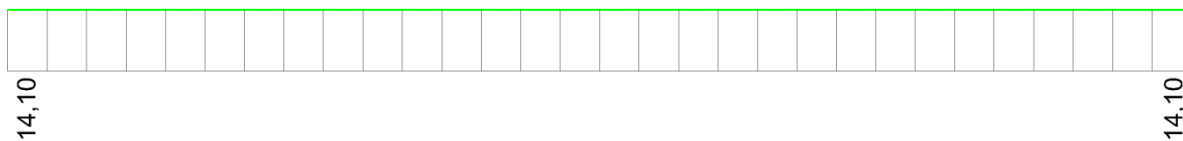
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace II. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti X = 0m)



Obrázek 163 – Stropní nosník – 8 ураžených pilířů



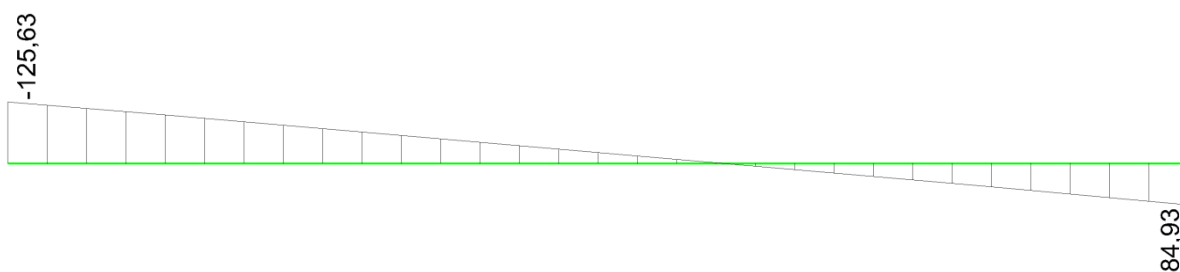
Obrázek 164 - Pozice stropního nosníku – 8 ураžených pilířů



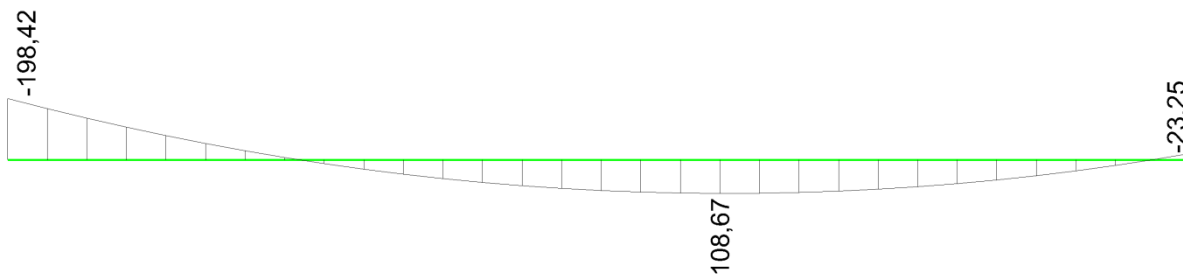
Obrázek 165 – Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)



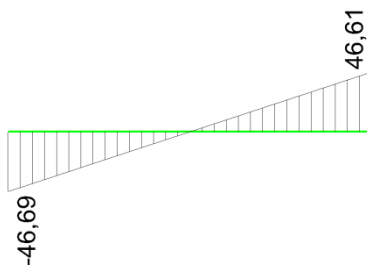
Obrázek 166 - Stropní nosník - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 167 - Stropní nosník - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (Vz)



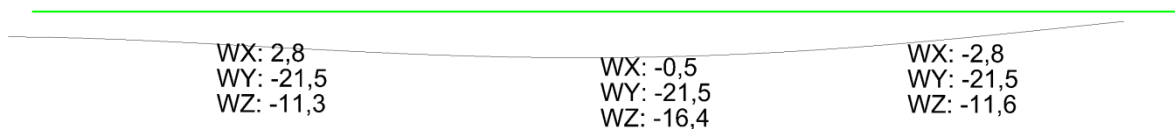
Obrázek 168 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (My)



Obrázek 169 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (Mz)



Obrázek 170 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Kroutící moment (Mx)



Obrázek 171- Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Deformace (Wz, Wy, Wx)



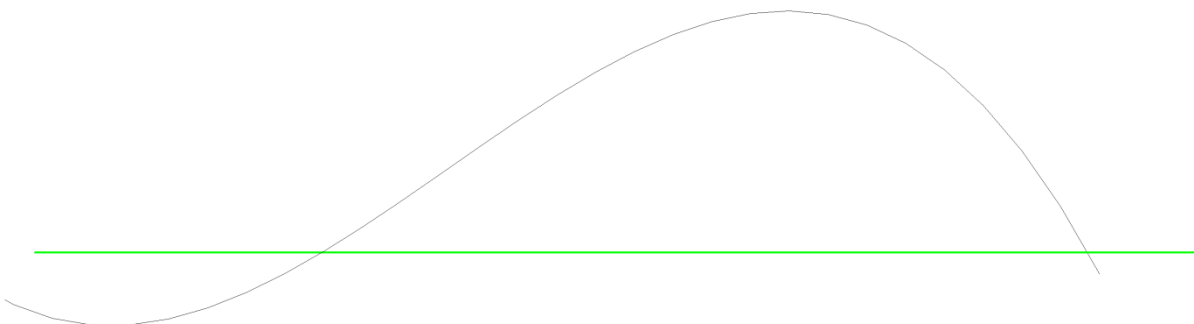
Obrázek 172 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - Využití



Obrázek 173 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 174 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



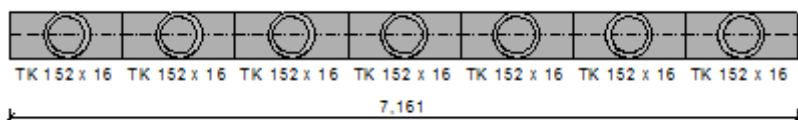
Obrázek 175 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



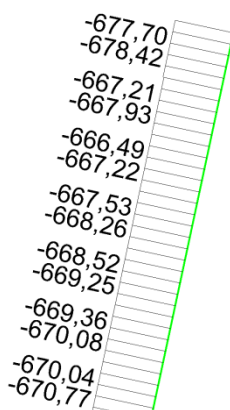
Obrázek 176 - Stropní nosník – 8 ураžených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Krajní trubka 9. pilíře (pravá)

Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 51. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W8 (ve vzdálenosti X = 7,161m)



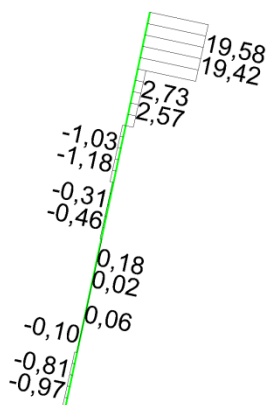
Obrázek 177 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá)



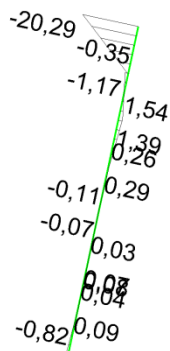
Obrázek 178 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Normálové síly (N)

0,002kN => uvažují hodnotu 0kN

Obrázek 179 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 180 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (Vz)



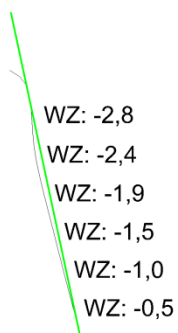
Obrázek 181 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (My)

0,009kN => uvažuji hodnotu 0kN

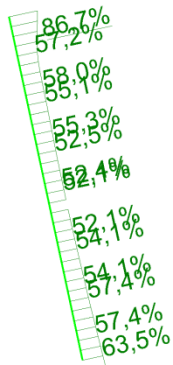
Obrázek 182 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažuji hodnotu 0kN

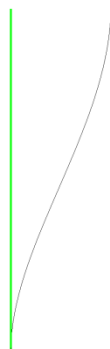
Obrázek 183 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Kroučící moment (Mx)



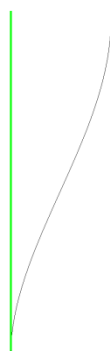
Obrázek 184- Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Deformace (Wz)



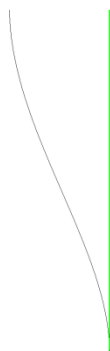
Obrázek 185 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Vyžití



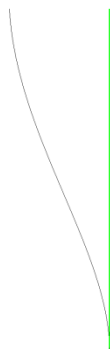
Obrázek 186 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 187 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



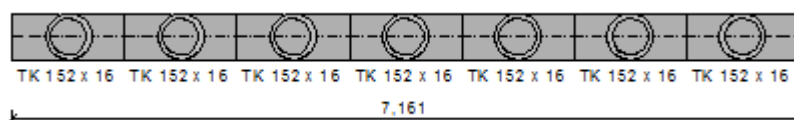
Obrázek 188 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



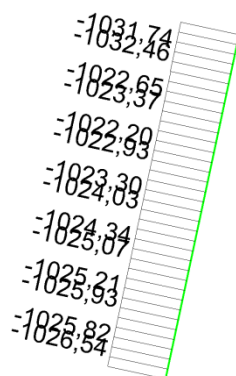
Obrázek 189 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 4. Vlastní tvar [2,635Hz]

Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 ураžených pilířů

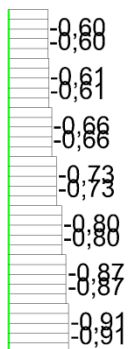
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 39. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12 (ve vzdálenosti $X = 7,161\text{m}$)



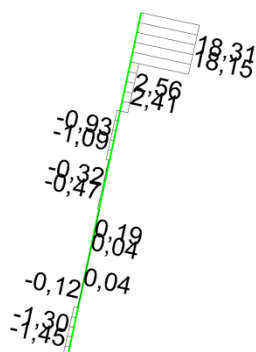
Obrázek 190 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů



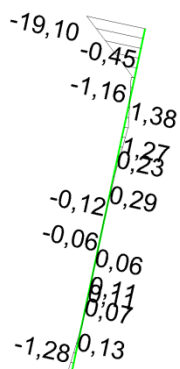
Obrázek 191 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)



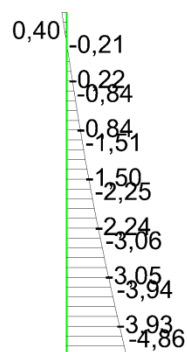
Obrázek 192 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y)



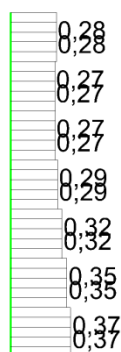
Obrázek 193 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z)



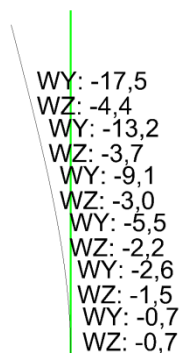
Obrázek 194 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y)



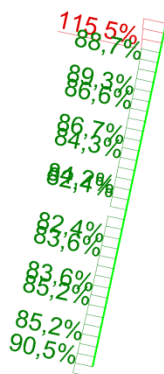
Obrázek 195 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (Mz)



Obrázek 196 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Kroutící moment (Mx)



Obrázek 197- Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Deformace (Wz, Wy)



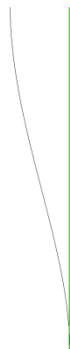
Obrázek 198 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - Využití



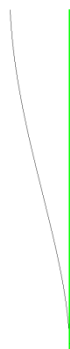
Obrázek 199 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - 1. Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 200 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - 2. Vlastní tvar [1,850Hz]



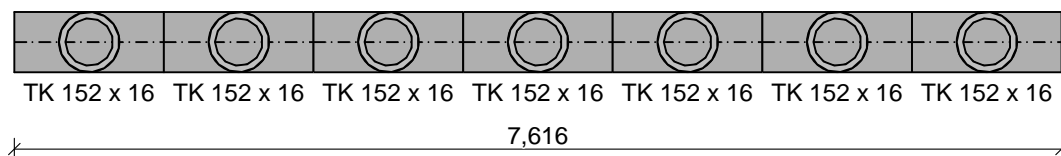
Obrázek 201 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - 3. Vlastní tvar [1,964Hz]



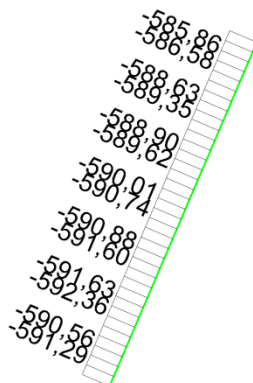
Obrázek 202 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 ураžených pilířů - 4. Vlastní tvar [2,621Hz]

Prostřední trubka 9. pilíře (pravá)

Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 48. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W9 (ve vzdálenosti X = 7,616m)



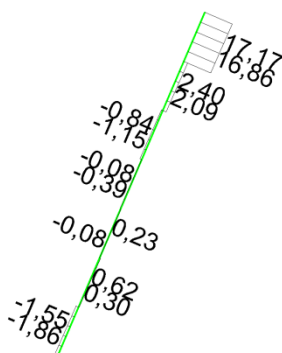
Obrázek 203 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá)



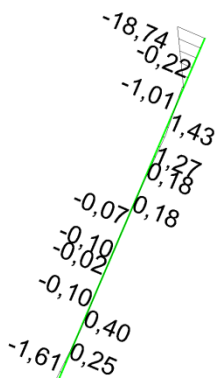
Obrázek 204 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Normálové síly (N)

0,002kN => uvažuji hodnotu 0kN

Obrázek 205 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 206 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (Vz)



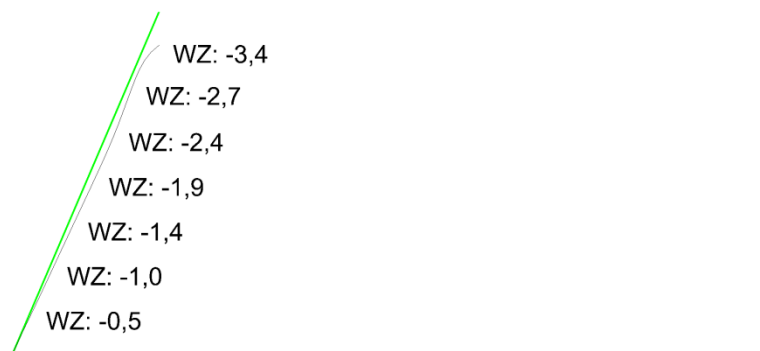
Obrázek 207 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (My)

0,009kN => uvažuji hodnotu 0kN

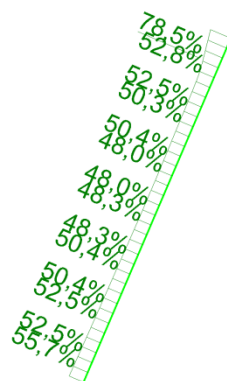
Obrázek 208 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažuji hodnotu 0kN

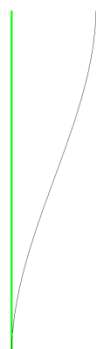
Obrázek 209 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Krouťící moment (Mx)



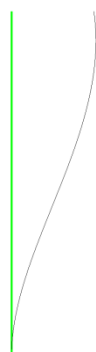
Obrázek 210- Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Deformace (Wz)



Obrázek 211 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Využití



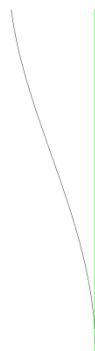
Obrázek 212 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 213 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]



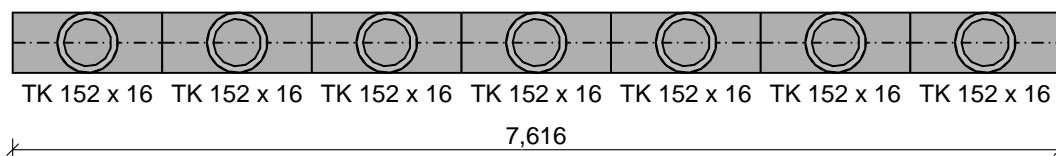
Obrázek 214 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]



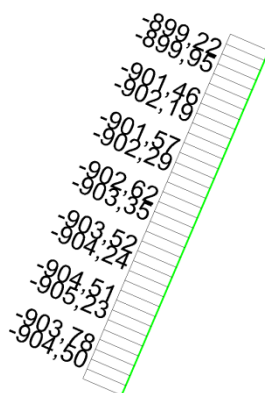
Obrázek 215 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]

Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů

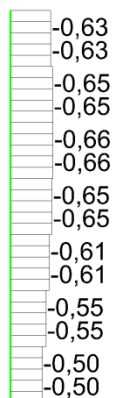
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 39. kombinace I. řádu – Q6, G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12 (ve vzdálenosti X = 7,616m)



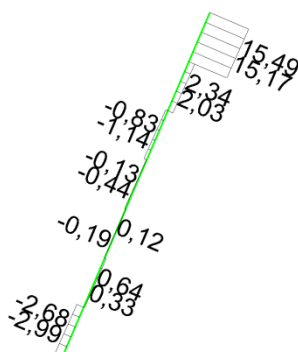
Obrázek 216 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů



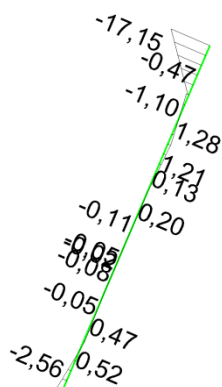
Obrázek 217 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)



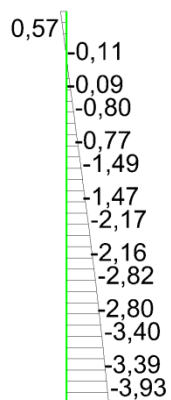
Obrázek 218 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vy)



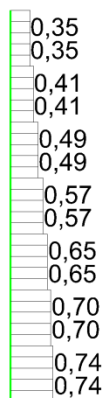
Obrázek 219 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vz)



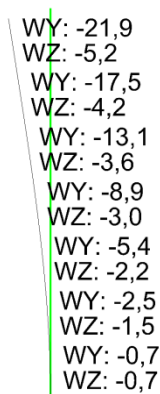
Obrázek 220 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (My)



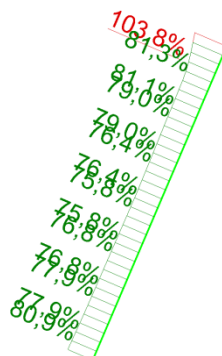
Obrázek 221 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (Mz)



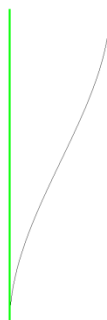
Obrázek 222 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Krouťící moment (Mx)



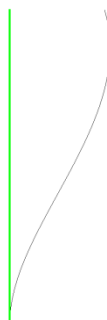
Obrázek 223- Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Deformace (Wz, Wy)



Obrázek 224 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Využití



Obrázek 225 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 226 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,950Hz]



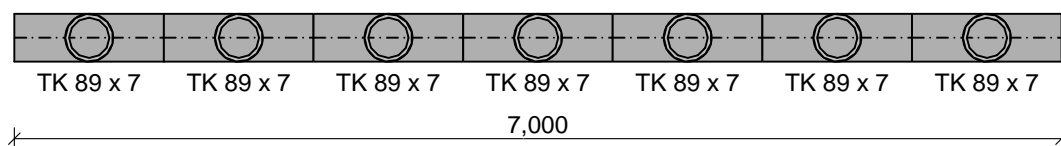
Obrázek 227 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



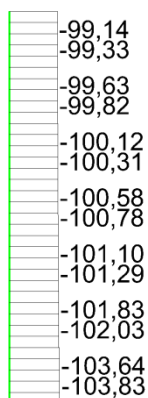
Obrázek 228 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 4. Vlastní tvar [2,621Hz]

Sředová trubka 9. pilíře

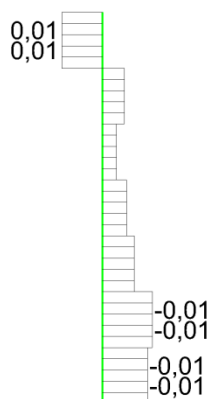
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace I. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti $X = 7\text{m}$)



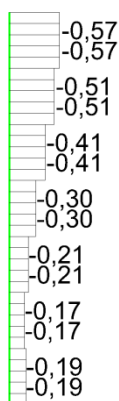
Obrázek 229 – Sředová trubka 9. pilíře



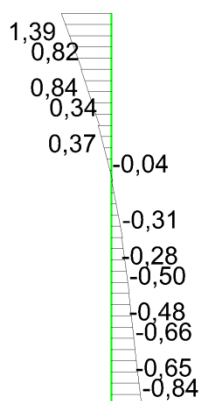
Obrázek 230 – Sředová í trubka 9. pilíře - Normálové síly (N)



Obrázek 231 - Středová trubka 9. pilíře - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 232 - Středová trubka 9. pilíře - Posouvající síly (Vz)



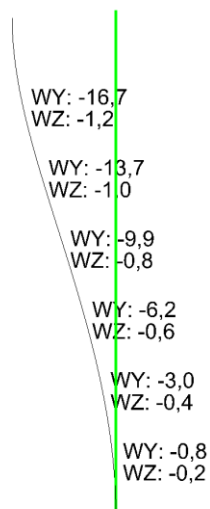
Obrázek 233 - Středová trubka 9. pilíře – Ohybový moment (My)

0,006kN => uvažují hodnotu 0kN

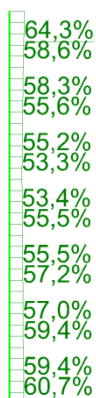
Obrázek 234 - Středová trubka 9. pilíře – Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažují hodnotu 0kN

Obrázek 235 - Středová trubka 9. pilíře – Krouťící moment (Mx)



Obrázek 236- Středová trubka 9. pilíře – Deformace (Wz, Wy)



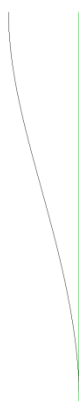
Obrázek 237 - Středová trubka 9. pilíře – Využití



Obrázek 238 – Středová trubka 9. pilíře – 1. Vlastní tvar [1,498Hz]



Obrázek 239 - Středová trubka 9. pilíře – 2. Vlastní tvar [1,854Hz]



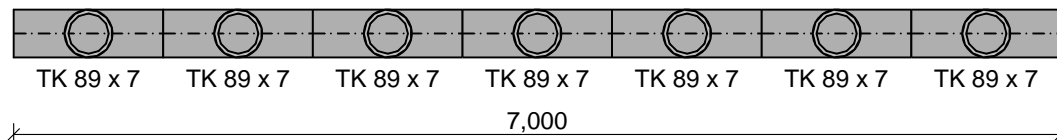
Obrázek 240 - Středová trubka 9. pilíře – 3. Vlastní tvar [1,975Hz]



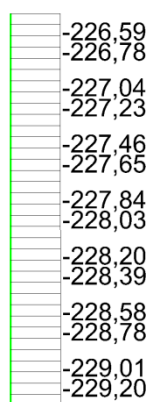
Obrázek 241 - Středová trubka 9. pilíře – 4. Vlastní tvar [2,635Hz]

Středová trubka 9. pilíře - 8 uražených pilířů

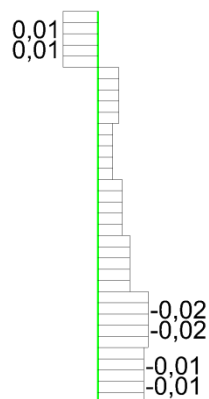
Rozhodující kombinace při posouzení MSÚ je 41. kombinace I. řádu – W12, G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7 (ve vzdálenosti X = 7m)



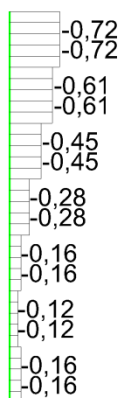
Obrázek 242 – Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů



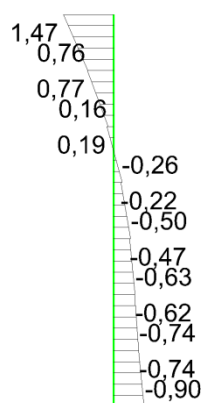
Obrázek 243 – Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)



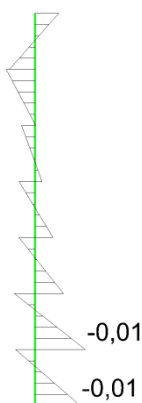
Obrázek 244 - Středová trubka 9. Pilíře - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vy)



Obrázek 245 - Středová trubka 9. Pilíře - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vz)



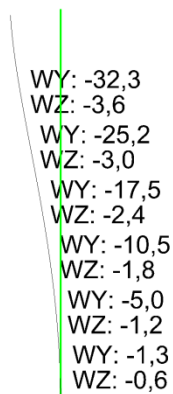
Obrázek 246 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (My)



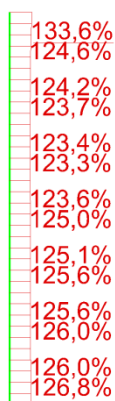
Obrázek 247 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (Mz)

0,001kN => uvažují hodnotu 0kN

Obrázek 248 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Kroučící moment (Mx)



Obrázek 249- Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Deformace (Wz, Wy)



Obrázek 250 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Využití



Obrázek 251 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 1. Vlastní tvar [1,364Hz]



Obrázek 252 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]



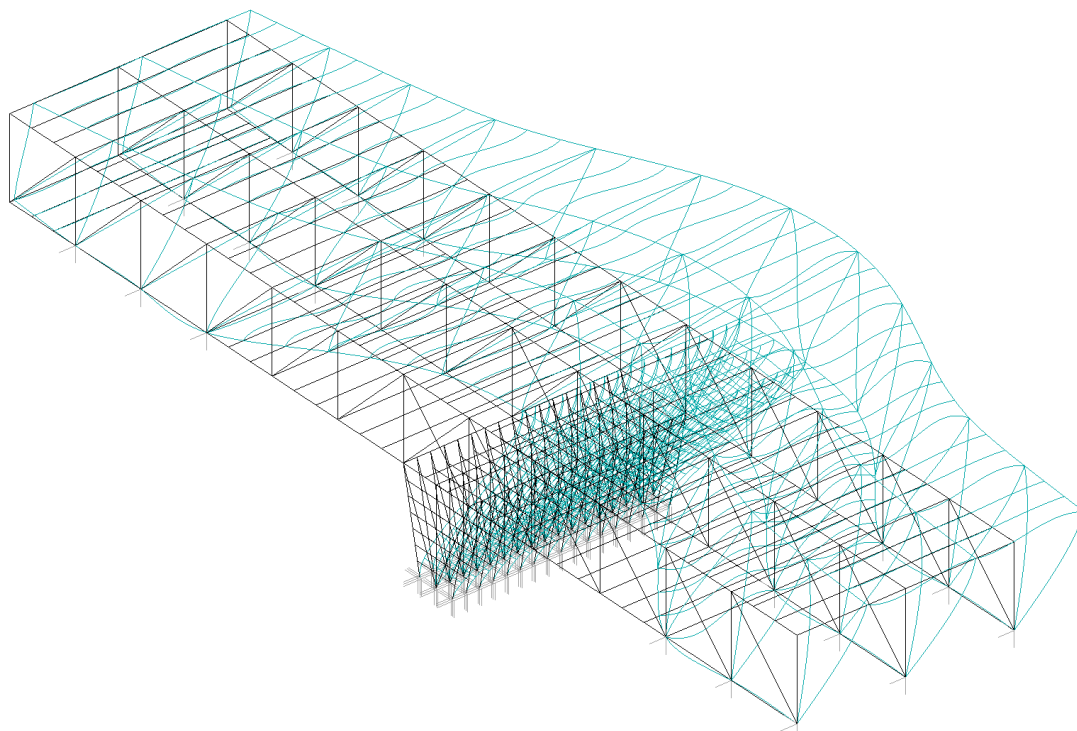
Obrázek 253 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]



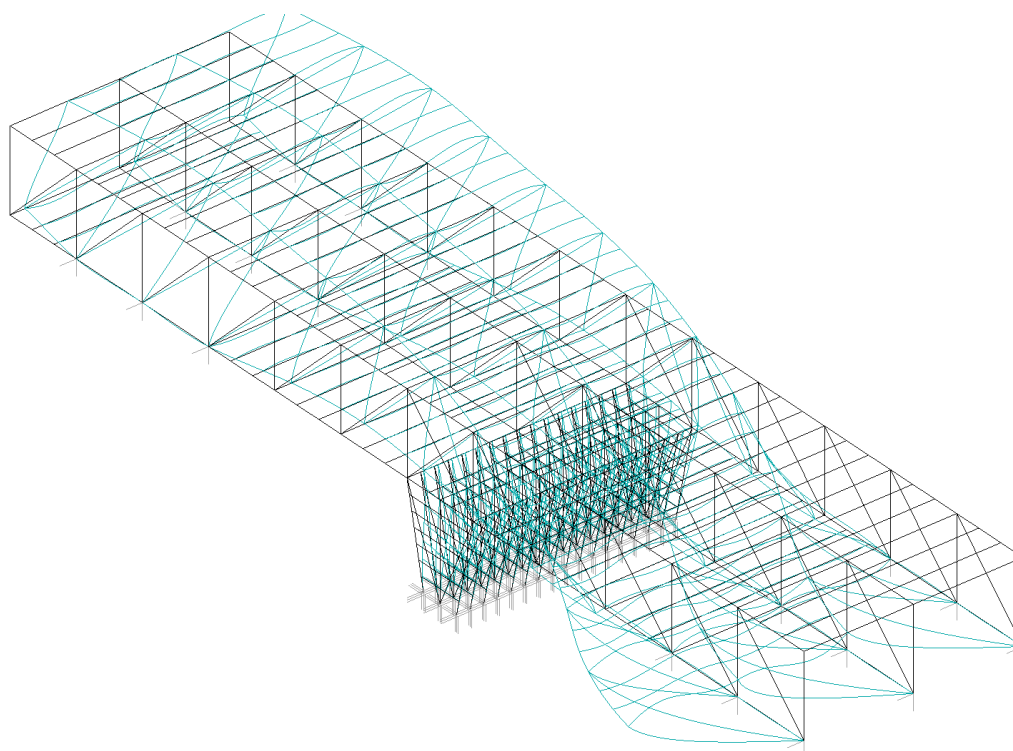
Obrázek 254 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]

Vlastní tvary celé konstrukce

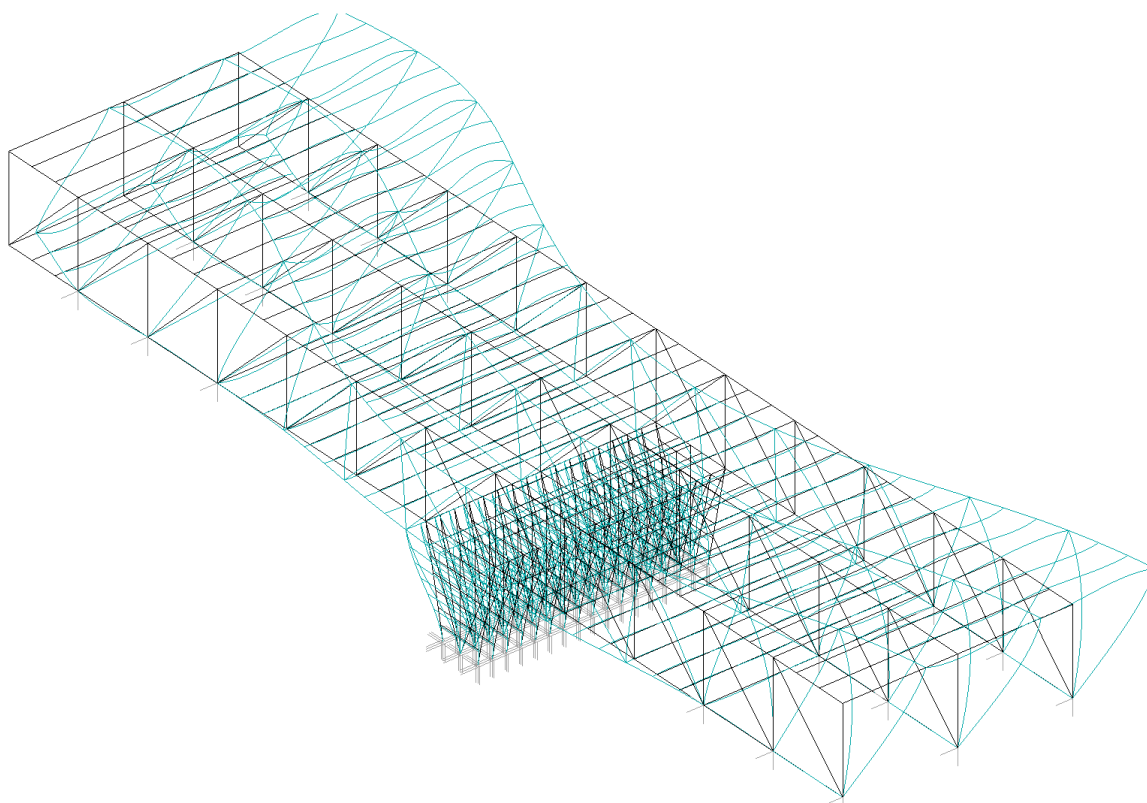
1. vlastní tvar (1,498Hz)



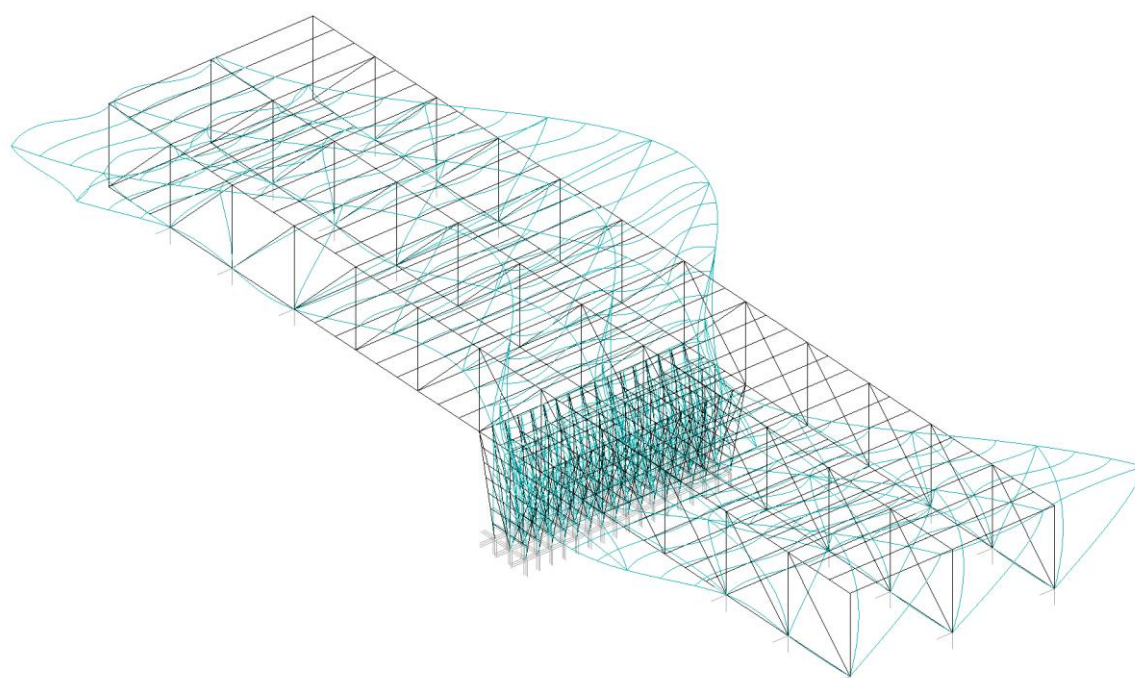
2. vlastní tvar (1,854Hz)



3. vlastní tvar (1,975Hz)

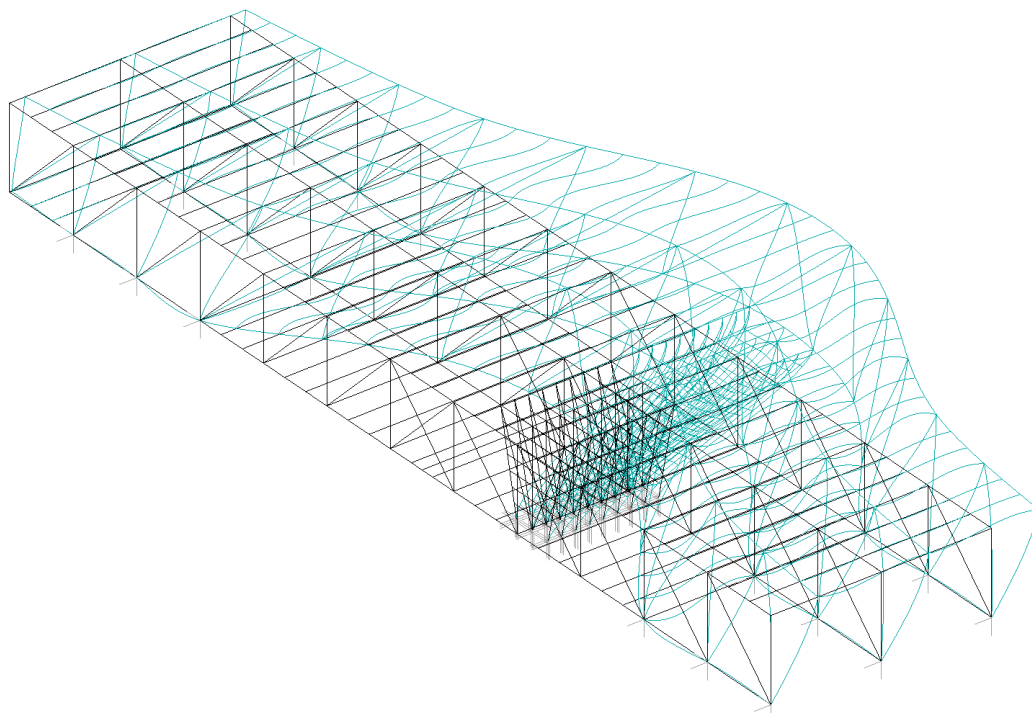


4. vlastní tvar (2,635Hz)

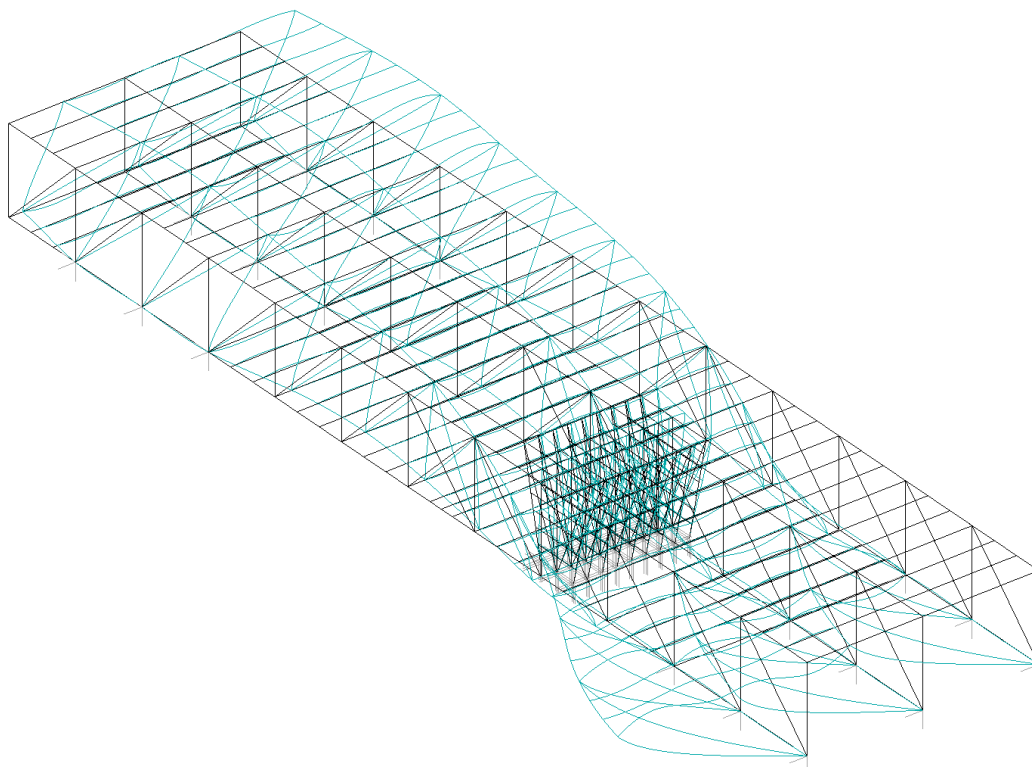


Vlastní tvary celé konstrukce – 8 ураžených pilířů

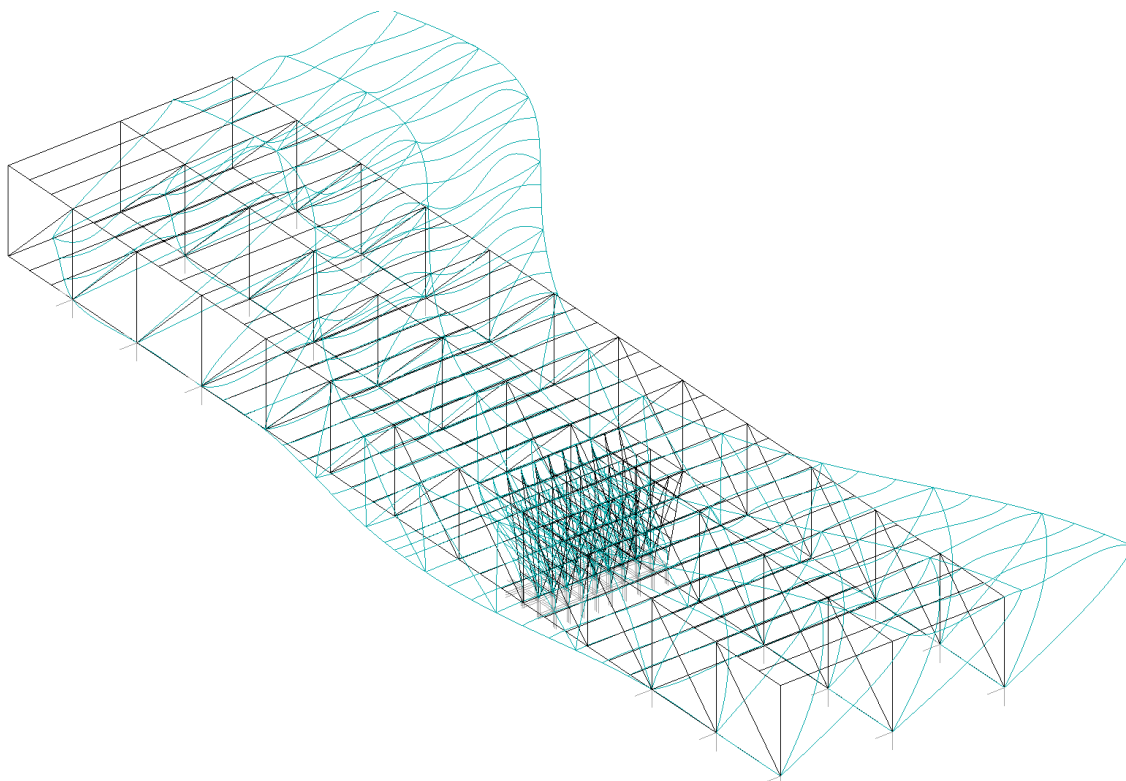
1. vlastní tvar (1,364Hz)



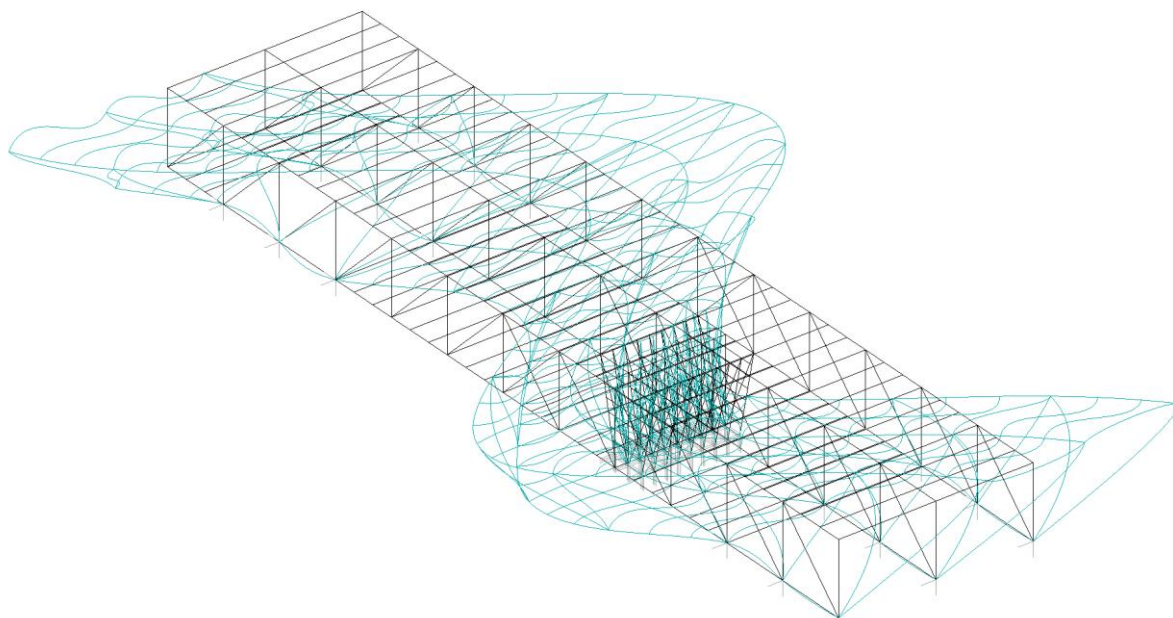
2. vlastní tvar (1,850Hz)



3. vlastní tvar (1,964Hz)



4. vlastní tvar (2,621Hz)



Lineární stabilita stávajícího rámu

Kombinace pro lineární stabilitu	Kritický násobek zatížení "k"
G1+G2+G3+G4+G5	6,62
W13:G1+G2+G3+G4+G5	6,96
W12:G1+G2+G3+G4+G5	6,85
W11:G1+G2+G3+G4+G5	6,59
W10:G1+G2+G3+G4+G5	6,59
W9:G1+G2+G3+G4+G5	6,64
W8:G1+G2+G3+G4+G5	6,64
S7:G1+G2+G3+G4+G5	6,20
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W13	6,38
W13:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,73
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W12	6,32
W12:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,62
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W11	6,19
W11:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,38
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W10	6,19
W10:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,38
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W9	6,21
W9:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,42
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W8	6,21
W8:G1+G2+G3+G4+G5+S7	6,42
Q6:G1+G2+G3+G4+G5	5,38
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W13	5,51
W13:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,95
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W12	5,47
W12:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,87
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W11	5,37
W11:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,68
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W10	5,37
W10:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,68
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W9	5,39
W9:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,72
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W8	5,39
W8:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,71
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7	5,24
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	5,39
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W13	5,36

Kombinace pro lineární stabilitu	Kritický násobek zatížení "k"
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W13	5,53
W13:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,78
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12	5,32
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W12	5,48
W12:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,70
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W11	5,23
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W11	5,38
W11:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,53
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W10	5,23
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W10	5,38
W10:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,52
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W9	5,25
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W9	5,40
W9:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,56
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W8	5,25
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W8	5,40
W8:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	5,56

Zde vidíme, že kritický násobek „k“ je větší než minimální povolená hodnota (4). Z toho plyne, že rám je lineárně stabilní. Nejnižší hodnota je 5,23.

Lineární stabilita rámu – 8 uražených pilířů

Kombinace pro lineární stabilitu	Kritický násobek zatížení "k"
G1+G2+G3+G4+G5	4,18
W13:G1+G2+G3+G4+G5	4,31
W12:G1+G2+G3+G4+G5	4,22
W11:G1+G2+G3+G4+G5	4,19
W10:G1+G2+G3+G4+G5	4,19
W9:G1+G2+G3+G4+G5	4,19
W8:G1+G2+G3+G4+G5	4,19
S7:G1+G2+G3+G4+G5	3,95
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W13	4,02
W13:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,18
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W12	3,97
W12:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,10
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W11	3,96
W11:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,07
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W10	3,95
W10:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,07
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W9	3,95
W9:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,07
S7:G1+G2+G3+G4+G5+W8	3,95
W8:G1+G2+G3+G4+G5+S7	4,07
Q6:G1+G2+G3+G4+G5	3,34
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W13	3,38
W13:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,64
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W12	3,35
W12:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,58
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W11	3,34
W11:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,56
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W10	3,34
W10:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,56
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W9	3,34
W9:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,56
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+W8	3,34
W8:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,56
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7	3,26
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6	3,39
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W13	3,31

Kombinace pro lineární stabilitu	Kritický násobek zatížení "k"
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W13	3,43
W13:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,55
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W12	3,27
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W12	3,40
W12:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,49
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W11	3,27
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W11	3,39
W11:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,47
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W10	3,27
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W10	3,39
W10:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,47
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W9	3,26
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W9	3,39
W9:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,47
Q6:G1+G2+G3+G4+G5+S7+W8	3,26
S7:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+W8	3,39
W8:G1+G2+G3+G4+G5+Q6+S7	3,47

Zde vidíme, že kritický násobek „k“ je menší než minimální povolená hodnota (4). Z toho plyne, že rám je lineárně nestabilní. Nejnižší hodnota je 3,26.

Souhrn využitelnosti v MSÚ jednotlivých prvků

	Využitelnost prvků [%]										
	0 pilířů	1 pilíř	2 pilíře	3 pilíře	4 pilíře	5 pilířů	6 pilířů	7 pilířů	8 pilířů	9 pilířů	Uražené pilíře
Krajní trubka 1. pilíře (pravá)	43,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 1. pilíře (pravá)	39,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Středová trubka 1. pilíře	49,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 1. pilíře (levá)	39,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 1. pilíře (levá)	43,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 2. pilíře (pravá)	22,1	43,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 2. pilíře (pravá)	17,1	36,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Středová trubka 2. pilíře	28,7	89,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 2. pilíře (levá)	17,0	36,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 2. pilíře (levá)	22,1	43,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 3. pilíře (pravá)	18,7	19,0	35,2	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 3. pilíře (pravá)	16,6	18,0	26,3	-	-	-	-	-	-	-	
Středová trubka 3. pilíře	16,0	25,8	96,3	-	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 3. pilíře (levá)	16,7	18,1	26,0	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 3. pilíře (levá)	18,8	18,8	35,2	-	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 4. pilíře (pravá)	19,4	21,6	20,1	29,8	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 4. pilíře (pravá)	17,0	20,1	20,7	19,7	-	-	-	-	-	-	
Středová trubka 4. pilíře	14,9	15,4	18,1	76,5	-	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 4. pilíře (levá)	17,0	20,1	20,7	19,5	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 4. pilíře (levá)	19,5	21,5	20,0	29,9	-	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 5. pilíře (pravá)	20,2	19,5	21,4	20,3	28,5	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 5. pilíře (pravá)	16,8	17,7	20,8	21,5	18,2	-	-	-	-	-	
Středová trubka 5. pilíře	15,9	19,6	20,0	14,6	57,7	-	-	-	-	-	
Prostřední trubka 5. pilíře (levá)	16,9	17,7	20,9	21,6	18,1	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 5. pilíře (levá)	20,3	19,6	21,2	20,2	28,6	-	-	-	-	-	
Krajní trubka 6. pilíře (pravá)	20,5	20,4	20,7	21,4	21,7	29,1	-	-	-	-	
Prostřední trubka 6. pilíře (pravá)	17,8	17,7	19,2	21,9	23,0	17,7	-	-	-	-	
Středová trubka 6. pilíře	17,4	17,1	21,1	19,8	18,5	53,7	-	-	-	-	
Prostřední trubka 6. pilíře (levá)	17,8	17,8	19,3	22,0	23,1	17,5	-	-	-	-	
Krajní trubka 6. pilíře (levá)	20,6	20,6	20,8	21,2	21,8	29,3	-	-	-	-	
Krajní trubka 7. pilíře (pravá)	23,2	23,5	24,1	24,7	25,0	26,1	32,3	-	-	-	
Prostřední trubka 7. pilíře (pravá)	17,6	17,9	18,5	19,7	22,2	23,5	20,7	-	-	-	
Středová trubka 7. pilíře	28,7	26,5	22,4	18,8	19,5	30,3	62,5	-	-	-	
Prostřední trubka 7. pilíře (levá)	17,7	17,7	18,3	19,8	22,3	23,6	20,4	-	-	-	
Krajní trubka 7. pilíře (levá)	23,4	23,6	24,3	24,9	25,2	26,3	32,5	-	-	-	
Krajní trubka 8. pilíře (pravá)	37,5	38,0	38,5	39,2	39,6	39,7	40,5	49,4	-	-	
Prostřední trubka 8. pilíře (pravá)	32,3	33,0	33,5	33,9	34,1	33,5	33,1	39,2	-	-	
Středová trubka 8. pilíře	46,5	46,0	44,7	42,0	39,5	40,3	50,1	87,7	-	-	
Prostřední trubka 8. pilíře (levá)	31,7	32,5	33,0	33,4	33,5	33,0	32,5	38,6	-	-	
Krajní trubka 8. pilíře (levá)	37,6	38,1	38,7	39,3	39,7	39,8	40,7	49,6	-	-	
Krajní trubka 9. pilíře (pravá)	86,7	87,0	87,5	87,9	88,2	88,2	87,3	85,4	115,5	-	
Prostřední trubka 9. pilíře (pravá)	78,5	78,7	79,1	79,5	79,9	79,9	79,1	77,3	103,8	-	
Středová trubka 9. pilíře	64,3	64,5	65,0	64,4	62,8	61,1	61,6	72,3	133,6	-	
Prostřední trubka 9. pilíře (levá)	77,3	77,5	77,9	78,3	78,7	78,7	77,9	76,1	102,4	-	
Krajní trubka 9. pilíře (levá)	86,3	86,6	87,0	87,4	87,8	87,8	86,9	84,9	114,9	-	
Vodorovná trubka pilíře	65,6	66,1	66,6	67,1	67,7	68,1	67,9	65,3	58,3	-	

	Využitelnost prvků [%]										
	0 pilířů	1 pilíř	2 pilíře	3 pilíře	4 pilíře	5 pilířů	6 pilířů	7 pilířů	8 pilířů	9 pilířů	Uražené pilíře
Střední ztužující stropní nosník	15,7	18,8	30,4	29,0	25,1	21,9	18,6	13,9	17,1	40,0	
Ztužující stropní nosník	71,1	76,7	73,1	72,2	72,5	74,9	79,1	76,5	45,7	186,2	
Stropní nosník	52,8	54,5	55,6	56,3	56,9	57,5	58,2	59,0	59,9	58,4	
Střešní nosník	49,6	49,9	51,2	51,8	52,0	52,2	52,3	52,4	52,6	54,4	
Diagonála	77,4	78,2	78,7	79,0	79,1	79,2	79,2	79,3	82,2	104,0	
Svislý prut	72,9	72,9	73,4	75,4	77,6	78,8	79,5	80,3	82,5	90,5	
Horní pas - 1.krajní	27,7	32,1	38,5	42,8	44,8	45,9	46,5	47,0	48,4	52,2	
Horní pas - střední	73,7	74,8	75,3	75,4	75,3	75,2	75,1	75,1	76,1	83,0	
Horní pas - 2.krajní	27,8	28,0	28,0	27,8	27,7	27,7	27,7	27,7	27,8	29,5	
Dolní pas - 1.krajní	32,0	32,2	36,6	38,8	40,1	40,9	41,6	42,3	43,7	46,2	
Dolní pas - střední	80,6	81,5	81,8	81,8	81,7	81,7	81,6	81,4	80,7	81,0	
Dolní pas - 2.krajní	32,7	33,0	33,2	33,4	33,6	33,8	34,1	34,5	35,1	36,0	

Metoda 2

Zde jsou vnitřní síly obdobné jako u metody 1. Využívá se totiž stejný model. Změna je pouze v zatěžovacím stavu jednoho určitého prutu pilíře. Na předem určený prut se aplikuje nárazová síla určité hodnoty. Tato síla vyvolá 100% využití daného prutu v mezním stavu únosnosti. Vzhledem k podobnosti vnitřních sil metody 1 s metodou 2 nebudu vnitřní síly metody 2 opět vypisovat. Znázorním tak jen potřebné hodnoty nárazu k uražení daného prutu pilíře pomocí tabulky.

Náraz	Umístění trubky	F_y [kN]	F_x [kN]
1.Náraz	1. Krajní trubka pilíře (pravá)	72	36
2.Náraz	1. Prostřední trubka pilíře (pravá)	63	31,5
3.Náraz	1. Středová trubka pilíře	27	13,5
4.Náraz	1. Prostřední trubka pilíře (levá)	65	32,5
5.Náraz	1. Krajní trubka pilíře (levá)	44	22
6.Náraz	2. Krajní trubka pilíře (pravá)	68	34
7.Náraz	2. Prostřední trubka pilíře (pravá)	59	29,5
8.Náraz	2. Středová trubka pilíře	2	1
9.Náraz	2. Prostřední trubka pilíře (levá)	67	33,5
10.Náraz	2. Krajní trubka pilíře (levá)	46	23
11.Náraz	3. Krajní trubka pilíře (pravá)	75	37,5
12.Náraz	3. Prostřední trubka pilíře (pravá)	67	33,5
13.Náraz	3. Středová trubka pilíře	9	4,5
14.Náraz	3. Prostřední trubka pilíře (levá)	77	38,5
15.Náraz	3. Krajní trubka pilíře (levá)	58	29
16.Náraz	4. Krajní trubka pilíře (pravá)	78	39
17.Náraz	4. Prostřední trubka pilíře (pravá)	73	36,5
18.Náraz	4. Středová trubka pilíře	21	10,5
19.Náraz	4. Prostřední trubka pilíře (levá)	83	41,5
Celkem		1054	527

Z tabulky vidíme, že auto zastaví po nárazu do 19-ti trubek středového pilíře. To znamená po zničení necelých 4 pilířů. Po devatenácté zdemolované trubce překročí potřebná síla k uražení těchto trubek normovou nárazovou sílu $F_{dx} = 1000\text{kN}$ (ve směru jízdy) a $F_{dy} = 500\text{kN}$ (kolmo na směr jízdy).

Závěr

Obsahem diplomové práce je posouzení stability hraničního přechodu po nárazu do středového pilíře pomocí statického posouzení. Tato práce navazuje na závěrečnou práci vytvořenou v bakalářském studiu, jejímž tématem byl návrh hraničního přechodu.

Diplomová práce obsahuje seznámení s daným problémem. Poté je zpracováno statické posouzení pilířů a příhradové konstrukce po možném nárazu automobilu do pilíře. Konstrukce náraz vydrží dle statického posouzení. Automobil poruší 4 pilíře, přičemž ztráta stability budovy nastane po zdemolování osmi pilířů. Auto, které vyvine sílu o hodnotách $F_{dx} = 1000\text{kN}$ (ve směru jízdy) a $F_{dy} = 500\text{kN}$ (kolmo na směr jízdy) se zcela zastaví po devatenáctém nárazu do trubky pilíře. Auto by se dle předpokládaného nárazu mělo zastavit o čtvrtou prostřední trubku pilíře (levou). Dále tato diplomová práce obsahuje přílohu – detailní statické posouzení konstrukce. Výkresy a posouzení spodní stavby je převzato z bakalářské práce a upraveno o změny se související prací.

Součástí diplomové práce je také CD, které obsahuje elektronickou podobu bakalářské práce ve formátu PDF.

Seznam příloh a výkresů

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Detailní statické posouzení

Seznam výkresů

C.3 – Koordinační situační výkres

D.1.1.1 – Základy objektu D

D.1.1.2 – Vizualizace

D.1.2.1. – Půdorys v osách

D.1.2.2.a - Výkres stropu 1.NP budovy A

D.1.2.2.b – Výkres stropu 1.NP budovy B

D.1.2.2.c – Výkres stropu 2.NP

D.1.2.3. – Půdorys střechy budovy C

D.1.2.4. – Řez A-A

D.1.2.5. - Částečný příčný řez komunikací – směr Spolková republika Německo

Seznam použitých zdrojů

Literatura

ČSN EN 1990 Zásady navrhování stavebních konstrukcí

ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-7 – Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení

ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování

ČSN EN ISO 12944-X – Protikorozní ochrana

Vyhláška č.499/2006 Sb. Ve znění novely 62/2013 Sb. O dokumentaci staveb

KADLČÁK, Jaroslav a Jiří KYTÝR. *Statika stavebních konstrukcí*. V Brně: VUTIUM, 2007. ISBN 978-80-214-3428-8.

ZAJÍČEK, Jan. *Technologie Stavby vozovek*. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-87438-59-6.

Internet

Saferoad Czech – svodidla, dopravní značení, správa komunikací. Saferoad Czech – svodidla, dopravní značení, správa komunikací[online]. Dostupné z: <http://czech.saferoad.com/>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Poziční schéma	11
Obrázek 2 - Zatěžovací stavy.....	12
Obrázek 3 - Základní 3D model	14
Obrázek 4 - Základní model - Podélný řez.....	14
Obrázek 5 - Základní model - Příčný řez.....	14
Obrázek 6 - G2 Tíha podlahy	15
Obrázek 7 - G3 Tíha střechy.....	16
Obrázek 8 - G4 Tíha skleněné stěny	16
Obrázek 9 - G5 Technologie.....	17
Obrázek 10 – Q6 Užité zatížení.....	17
Obrázek 11 - S7 Snih.....	18
Obrázek 12 - W8 Vítr zleva - sání	25
Obrázek 13 - W9 Vítr zprava - sání	25
Obrázek 14 - W10 Vítr zleva - tlak a sání	26
Obrázek 15 - W11 Vítr zprava - tlak a sání	26
Obrázek 16 – W12 Vítr shora - sání (půdorys podlahy).....	27
Obrázek 17 - W12 Vítr shora - sání (půdorys střechy).....	27
Obrázek 18 - W13 Vítr shora - tlak a sání (půdorys podlahy).....	28
Obrázek 19 - W13 Vítr shora - tlak a sání (půdorys střechy)	28
Obrázek 20 - A14 Náraz ve směru jízdy (jen pro 2. metodu).....	29
Obrázek 21 - A15 Náraz kolmo na směr jízdy (jen pro 2. metodu).....	29
Obrázek 22 - Dolní pas – krajní.....	30
Obrázek 23 – Dolní pas – krajní - Normálové síly (N).....	30
Obrázek 24 - Dolní pas – krajní - Posouvající síly (Vy).....	31
Obrázek 25 - Dolní pas – krajní - Posouvající síly (Vz).....	31
Obrázek 26 - Dolní pas – krajní – Ohybový moment (My).....	31
Obrázek 27 - Dolní pas – krajní – Ohybový moment (Mz).....	32
Obrázek 28 - Dolní pas – krajní – Kroučící moment (Mx)	32
Obrázek 29- Dolní pas – krajní – Deformace (Wz).....	32
Obrázek 30- Dolní pas – krajní – Deformace (Wy).....	33
Obrázek 31 - Dolní pas – krajní – Využití.....	33
Obrázek 32 - Dolní pas – krajní – 1. Vlastní tvar [1,498Hz].....	33
Obrázek 33 - Dolní pas – krajní – 2. Vlastní tvar [1,854Hz].....	34
Obrázek 34 - Dolní pas – krajní – 3. Vlastní tvar [1,975Hz].....	34
Obrázek 35 - Dolní pas – krajní – 4. Vlastní tvar [2,635Hz].....	34
Obrázek 36 - Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů	35
Obrázek 37 – Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N).....	35
Obrázek 38 - Dolní pas – krajní - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vy)	35
Obrázek 39 - Dolní pas – krajní - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (Vz).....	36
Obrázek 40 - Dolní pas – krajní – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (My).....	36

Obrázek 41 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	36
Obrázek 42 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Kroučící moment (M_x)	37
Obrázek 43- Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Deformace (W_z).....	37
Obrázek 44- Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Deformace (W_y).....	37
Obrázek 45 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Využití.....	38
Obrázek 46 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 1. Vlastní tvar [1,364Hz].....	38
Obrázek 47 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 2. Vlastní tvar [1,850Hz].....	38
Obrázek 48 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 3. Vlastní tvar [1,964Hz].....	39
Obrázek 49 - Dolní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 4. Vlastní tvar [2,621Hz].....	39
Obrázek 50 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů.....	44
Obrázek 51 – Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N).....	44
Obrázek 52 - Horní pas – krajní - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (V_y)	44
Obrázek 53 - Horní pas – krajní - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (V_z).....	44
Obrázek 54 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_y)	45
Obrázek 55 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	45
Obrázek 56 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Kroučící moment (M_x)	45
Obrázek 57- Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Deformace (W_z).....	46
Obrázek 58 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - Využití.....	46
Obrázek 59 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 1. Vlastní tvar [1,364Hz].....	46
Obrázek 60 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 2. Vlastní tvar [1,850Hz].....	47
Obrázek 61 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 3. Vlastní tvar [1,964Hz].....	47
Obrázek 62 - Horní pas – krajní – 8 ураžených pilířů - 4. Vlastní tvar [2,621Hz].....	47
Obrázek 63 – Diagonála	48
Obrázek 64 - Pozice diagonály	48
Obrázek 65 – Diagonála - Normálové síly (N)	48
Obrázek 66 - Diagonála - Posouvající síly (V_y).....	48
Obrázek 67 - Diagonála - Posouvající síly (V_z)	49
Obrázek 68 - Diagonála – Ohybový moment (M_y)	49
Obrázek 69 - Diagonála – Ohybový moment (M_z)	49
Obrázek 70 - Diagonála – Kroučící moment (M_x).....	49
Obrázek 71- Diagonála – Deformace (W_z)	50
Obrázek 72- Diagonála – Deformace (W_y)	50
Obrázek 73 - Diagonála – Využití	50
Obrázek 74 - Diagonála – 1. Vlastní tvar [1,498Hz]	50
Obrázek 75 - Diagonála – 2. Vlastní tvar [1,854Hz]	50
Obrázek 76 - Diagonála – 3. Vlastní tvar [1,975Hz]	51
Obrázek 77 - Diagonála – 4. Vlastní tvar [2,635Hz]	51
Obrázek 78 - Diagonála – 8 ураžených pilířů	51
Obrázek 79 - Pozice diagonály – 8 ураžených pilířů	51
Obrázek 80 – Diagonála – 8 ураžených pilířů - Normálové síly (N)	52
Obrázek 81 - Diagonála - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (V_y).....	52
Obrázek 82 - Diagonála - 8 ураžených pilířů - Posouvající síly (V_z).....	52
Obrázek 83 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_y).....	52
Obrázek 84 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	53
Obrázek 85 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - Kroučící moment (M_x)	53
Obrázek 86- Diagonála – 8 ураžených pilířů - Deformace (W_z)	53
Obrázek 87- Diagonála – 8 ураžených pilířů - Deformace (W_y).....	53
Obrázek 88 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - Využití.....	53
Obrázek 89 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - 1. Vlastní tvar [1,364Hz].....	54
Obrázek 90 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - 2. Vlastní tvar [1,850Hz].....	54
Obrázek 91 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - 3. Vlastní tvar [1,964Hz].....	54
Obrázek 92 - Diagonála – 8 ураžených pilířů - 4. Vlastní tvar [2,621Hz].....	54
Obrázek 93 – Svislý prut	54
Obrázek 94 - Pozice svislého prutu	54
Obrázek 95 – Svislý prut - Normálové síly (N).....	55
Obrázek 96 - Svislý prut - Posouvající síly (V_y).....	55

Obrázek 97 - Svislý prut - Posouvající síly (V_z)	55
Obrázek 98 - Svislý prut – Ohybový moment (M_y)	55
Obrázek 99 - Svislý prut – Ohybový moment (M_z)	56
Obrázek 100 - Svislý prut – Kroučící moment (M_x).....	56
Obrázek 101- Svislý prut – Deformace (W_z , W_x).....	56
Obrázek 102 - Svislý prut – Využití	56
Obrázek 103 - Svislý prut – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]	57
Obrázek 104 - Svislý prut – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]	57
Obrázek 105 - Svislý prut – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]	57
Obrázek 106 - Svislý prut – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]	58
Obrázek 107 - Svislý prut – 8 uražených pilířů	58
Obrázek 108 - Pozice svislého prutu – 8 uražených pilířů.....	58
Obrázek 109 – Svislý prut – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)	59
Obrázek 110 - Svislý prut - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y).....	59
Obrázek 111 - Svislý prut - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z)	59
Obrázek 112 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y)	60
Obrázek 113 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z)	60
Obrázek 114 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - Kroučící moment (M_x)	60
Obrázek 115- Svislý prut – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z , W_y , W_x).....	61
Obrázek 116 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - Využití	61
Obrázek 117 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]	61
Obrázek 118 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]	62
Obrázek 119 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]	62
Obrázek 120 - Svislý prut – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]	62
Obrázek 121 – Střešní nosník	63
Obrázek 122 - Pozice střešního nosníku	63
Obrázek 123 – Střešní nosník - Normálové síly (N).....	63
Obrázek 124 - Střešní nosník - Posouvající síly (V_y).....	63
Obrázek 125 - Střešní nosník - Posouvající síly (V_z).....	64
Obrázek 126 - Střešní nosník – Ohybový moment (M_y).....	64
Obrázek 127 - Střešní nosník – Ohybový moment (M_z).....	64
Obrázek 128 - Střešní nosník – Kroučící moment (M_x)	64
Obrázek 129- Střešní nosník – Deformace (W_z , W_x)	64
Obrázek 130 - Střešní nosník – Využití	65
Obrázek 131 - Střešní nosník – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]	65
Obrázek 132 - Střešní nosník – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]	65
Obrázek 133 - Střešní nosník – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]	65
Obrázek 134 - Střešní nosník – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]	65
Obrázek 135 – Střešní nosník – 8 uražených pilířů	65
Obrázek 136 - Pozice střešního nosníku – 8 uražených pilířů	66
Obrázek 137 – Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N).....	66
Obrázek 138 - Střešní nosník - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y)	66
Obrázek 139 - Střešní nosník - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z).....	66
Obrázek 140 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y).....	66
Obrázek 141 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	67
Obrázek 142 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Kroučící moment (M_x)	67
Obrázek 143- Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z , W_y , W_x)	67
Obrázek 144 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - Využití.....	67
Obrázek 145 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz].....	67
Obrázek 146 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz].....	67
Obrázek 147 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz].....	67
Obrázek 148 - Střešní nosník – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz].....	67
Obrázek 149 – Stropní nosník	68
Obrázek 150 - Pozice stropního nosníku	68
Obrázek 151 – Stropní nosník - Normálové síly (N)	68
Obrázek 152 - Stropní nosník - Posouvající síly (V_y).....	68

Obrázek 153 - Stropní nosník - Posouvající síly (V_z)	69
Obrázek 154 - Stropní nosník – Ohybový moment (M_y)	69
Obrázek 155 - Stropní nosník – Ohybový moment (M_z)	69
Obrázek 156 - Stropní nosník – Kroučící moment (M_x).....	69
Obrázek 157- Stropní nosník – Deformace (W_z, W_y, W_x).....	69
Obrázek 158 - Stropní nosník – Využití	69
Obrázek 159 - Stropní nosník – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]	69
Obrázek 160 - Stropní nosník – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]	70
Obrázek 161 - Stropní nosník – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]	70
Obrázek 162 - Stropní nosník – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]	70
Obrázek 163 – Stropní nosník – 8 uražených pilířů.....	70
Obrázek 164 - Pozice stropního nosníku – 8 uražených pilířů	70
Obrázek 165 – Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)	71
Obrázek 166 - Stropní nosník - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y).....	71
Obrázek 167 - Stropní nosník - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z)	71
Obrázek 168 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y).....	71
Obrázek 169 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	71
Obrázek 170 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Kroučící moment (M_x).....	72
Obrázek 171- Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z, W_y, W_x).....	72
Obrázek 172 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - Využití	72
Obrázek 173 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]	72
Obrázek 174 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]	72
Obrázek 175 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]	72
Obrázek 176 - Stropní nosník – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]	72
Obrázek 177 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá).....	73
Obrázek 178 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Normálové síly (N)	73
Obrázek 179 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (V_y)	73
Obrázek 180 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (V_z)	73
Obrázek 181 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (M_y)	74
Obrázek 182 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (M_z).....	74
Obrázek 183 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Kroučící moment (M_x).....	74
Obrázek 184- Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Deformace (W_z).....	74
Obrázek 185 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – Využití	74
Obrázek 186 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]	75
Obrázek 187 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]	75
Obrázek 188 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]	75
Obrázek 189 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]	76
Obrázek 190 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů.....	76
Obrázek 191 – Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)	76
Obrázek 192 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y)	77
Obrázek 193 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z)	77
Obrázek 194 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y)	77
Obrázek 195 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z)	78
Obrázek 196 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Kroučící moment (M_x).....	78
Obrázek 197- Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z, W_y).....	78
Obrázek 198 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Využití	79
Obrázek 199 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]	79
Obrázek 200 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]	79
Obrázek 201 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]	80
Obrázek 202 - Krajní trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]	80
Obrázek 203 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá)	80
Obrázek 204 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Normálové síly (N)	81
Obrázek 205 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (V_y)	81
Obrázek 206 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - Posouvající síly (V_z)	81
Obrázek 207 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (M_y)	81
Obrázek 208 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Ohybový moment (M_z)	81

Obrázek 209 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Kroutící moment (M_x).....	82
Obrázek 210- Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Deformace (W_z)	82
Obrázek 211 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – Využití	82
Obrázek 212 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 1.Vlastní tvar [1,498Hz].....	82
Obrázek 213 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 2.Vlastní tvar [1,854Hz]	83
Obrázek 214 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 3.Vlastní tvar [1,975Hz]	83
Obrázek 215 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 4.Vlastní tvar [2,635Hz]	83
Obrázek 216 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů.....	84
Obrázek 217 – Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N)	84
Obrázek 218 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y).....	84
Obrázek 219 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z)	85
Obrázek 220 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y)	85
Obrázek 221 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z)	85
Obrázek 222 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Kroutící moment (M_x).....	86
Obrázek 223- Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z, W_y)	86
Obrázek 224 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - Využití	86
Obrázek 225 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz]	87
Obrázek 226 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz]	87
Obrázek 227 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz]	87
Obrázek 228 - Prostřední trubka 9. pilíře (pravá) – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz]	88
Obrázek 229 – Středová trubka 9. pilíře	88
Obrázek 230 – Středová trubka 9. pilíře - Normálové síly (N).....	88
Obrázek 231 - Středová trubka 9. pilíře - Posouvající síly (V_y).....	89
Obrázek 232 - Středová trubka 9. pilíře - Posouvající síly (V_z).....	89
Obrázek 233 - Středová trubka 9. pilíře – Ohybový moment (M_y).....	89
Obrázek 234 - Středová trubka 9. pilíře – Ohybový moment (M_z).....	89
Obrázek 235 - Středová trubka 9. pilíře – Kroutící moment (M_x)	90
Obrázek 236- Středová trubka 9. pilíře – Deformace (W_z, W_y)	90
Obrázek 237 - Středová trubka 9. pilíře – Využití.....	90
Obrázek 238 – Středová trubka 9. pilíře – 1.Vlastní tvar [1,498Hz]	90
Obrázek 239 - Středová trubka 9. pilíře – 2.Vlastní tvar [1,854Hz].....	91
Obrázek 240 - Středová trubka 9. pilíře – 3.Vlastní tvar [1,975Hz].....	91
Obrázek 241 - Středová trubka 9. pilíře – 4.Vlastní tvar [2,635Hz].....	91
Obrázek 242 – Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů	92
Obrázek 243 – Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Normálové síly (N).....	92
Obrázek 244 - Středová trubka 9. Pilíře - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_y)	92
Obrázek 245 - Středová trubka 9. Pilíře - 8 uražených pilířů - Posouvající síly (V_z).....	93
Obrázek 246 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_y)	93
Obrázek 247 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Ohybový moment (M_z).....	93
Obrázek 248 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Kroutící moment (M_x).....	93
Obrázek 249- Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Deformace (W_z, W_y).....	94
Obrázek 250 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - Využití	94
Obrázek 251 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 1.Vlastní tvar [1,364Hz].....	94
Obrázek 252 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 2.Vlastní tvar [1,850Hz].....	95
Obrázek 253 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 3.Vlastní tvar [1,964Hz].....	95
Obrázek 254 - Středová trubka 9. Pilíře – 8 uražených pilířů - 4.Vlastní tvar [2,621Hz].....	95