



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra betonových a zděných konstrukcí

Alternativní návrh nosné konstrukce průmyslové stavby

Alternative design of industrial building superstructure

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Jan Ulrich



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ulrich Jméno: Jan Osobní číslo: 460666
Zadávací katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Alternativní návrh nosné konstrukce průmyslové stavby
Název bakalářské práce anglicky: Alternative design of industrial building superstructure
Pokyny pro vypracování:
Alternativní návrh nosné konstrukce průmyslové stavby se zaměřením na specifické vlivy a zatížení plynoucí z osazené technologie a provozní požadavky

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20. 2. 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 27. 5. 2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

20. 2. 2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem alternativní nosné konstrukce průmyslové stavby (teplárny) dle ČSN EN 1992-1-1.

Klíčová slova

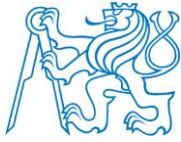
Projektování průmyslové stavby (teplárna), betonové prefabrikované dílce

Annotation

Bachelor thesis handles with design of alternative industrial building superstructure (heating plant) according ČSN EN 1992-1-1.

Key words

Design of industrial building superstructure (heating plant), concrete prefabricated segment



Bibliografické citace práce

ULRICH J., *Alternativní návrh nosné konstrukce průmyslové stavby*. ČVUT Praha, 2019, 93 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Michal Drahorád, Ph.D.



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce pana Ing. Michala Drahoráda, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

V Praze dne.....

.....



Poděkování

Za cenné rady, připomínky a podporu děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Michalu Drahorádovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat pánům Ing. Adamu Podstawkovi a Ing. Martinu Kovářovi, Ph.D. za možnost se seberealizovat v praxi pod jejich vedením a použití takto nabytých znalostí v této práci.



Obsah

| | |
|-----------------------------------|----|
| Úvod..... | 6 |
| 1. PROJEKTOVÁNÍ TEPLÁRNY..... | 7 |
| 1.1. Charakteristika | 7 |
| 1.2. Požadavky | 8 |
| 1.2.1. Materiál | 8 |
| 1.2.2. Geometrie | 8 |
| 1.3. Postup projektování..... | 8 |
| 2. PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE..... | 11 |
| 1.4. Charakteristika | 11 |
| 1.5. Rozdělení..... | 12 |
| 1.6. Nosné prvky | 12 |
| 1.6.1. Sloupy..... | 12 |
| 1.6.2. Průvlaky..... | 15 |
| 1.6.3. Patky..... | 15 |
| 1.6.4. Spoje..... | 17 |
| Závěr | 19 |
| Seznam příloh: | 21 |
| Seznam obrázků: | 21 |



Úvod

Bakalářská práce se zabývá návrhem nosné konstrukce pro průmyslovou stavbu (teplárnu). Pro tento typ konstrukce je typický stavební materiál ocel, cílem mé práce je však navrhnout tuto konstrukci z betonových prefabrikovaných dílců.

Dále zde chci přiblížit, jak vypadá proces navrhování průmyslové stavby.



1. PROJEKTOVÁNÍ TEPLÁRNY

1.1. Charakteristika

Teplárna je komplex objektů, jejichž funkcí je spalováním paliva produkovat teplo a elektřinu. Klíčové objekty jsou sklad paliva, budova kotle, nádrž LTO (lehké topné oleje), budova strojovny a plynových kotlů a komín.



Obrázek 1: Objekty teplárny

Budova kotle, strojovny a plynových kotlů bývá řešena jako šroubovaný ocelový skelet. Sklady paliva je vhodné stavět ze železobetonu.



1.2. Požadavky

1.2.1. Materiál

Jelikož se jedná o neobvyklou konstrukci s velmi vysokými požadavky na konstrukci, musí tomu také odpovídat kvalita použitých materiálů na stavbu.

Betonové konstrukce, tedy převážně sklady paliv, jsou zatíženy častým obrušováním povrchu konstrukce nakladači paliva. A skutečnost, že samotné palivo je velmi chemicky agresivní, vytváří požadavek na třídu betonu minimálně C35/45 – XM3, XA3. [1]

Ocelové konstrukce, tedy převážně objekty nesoucí technologie, odolávají běžným zatížením, ale také někdy extrémním hodnotám od technologií, například kotle. Této skutečnosti musí odpovídat dimenze ocelových nosníků, ovšem s použitím běžně vyráběných profilů se nejedná o nemožnou záležitost.

1.2.2. Geometrie

Konstrukce teplárny se musí co nejvíce přizpůsobit požadavkům technologie. To znamená jednak umožnění osazení samotných technologií, jednak možnost v budoucnosti upravit samotnou konstrukci kvůli případnému rozšíření teplárny či výměně technologií za novější typy.

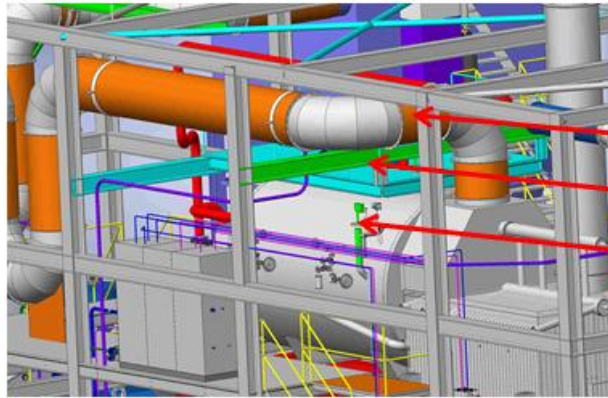
Dalšími požadavky na geometrii jsou velké prostupy, například pro nakladače a jiné dopravní stroje. Také kvůli vysokému zatížení jsou kladeny velké nároky na svislou, ale i vodorovnou únosnost základů.

1.3. Postup projektování

Při projektování jakýchkoliv průmyslových objektů je velmi důležitá vzájemná spolupráce mezi statikem, projektantem a technologem. Projektant navrhne hrubý tvar konstrukce, předá ji technologovi, který si ji upraví pro osazení technologií. Tento návrh jde ke statikovi, jenž konstrukci staticky posoudí, upraví dimenze prvků a pošle zpět projektantovi. Tento proces se několikrát opakuje, dokud nejsou splněny požadavky všech tří účastníků návrhu.

**Příklad 1:**

Úprava plošiny +11,420

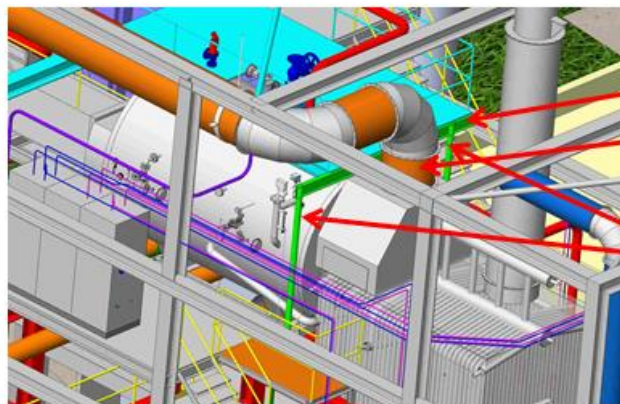


Místo dávkování sorbentu

Odstranit traverzu, kvůli přístupu ke spalínovodu

Traverza musela být dostatečně vysoko, aby šel vytáhnout hladinoměr

Po upřesnění místa dávkování sorbentu jsme zjistili, že přístup k místu dávkování je vzdáleno 800mm, což je nevyhovující a navíc nám zavazí traverza lávky, která je vyvýšená kvůli místu pro vysunutí hladinoměru.



Prodloužení plošiny +11,420 o 600mm

Výstup z kotle

Nové sloupy

Náš návrh je:

- odstranit podélnou traverzu lávky
- prodloužit lávku o 600mm k výstupu z kotle (k bunkru)
- doplnit podpěry (sloupy) lávky z trubky $\varnothing 108\text{mm}$

Obrázek 2: Projektování teplárny

Po zpracování technologií bylo zjištěno, že provozuschopnosti kotle brání jedna traverza, která vynášela plošinu nad kotlem. Provedly se požadované úpravy



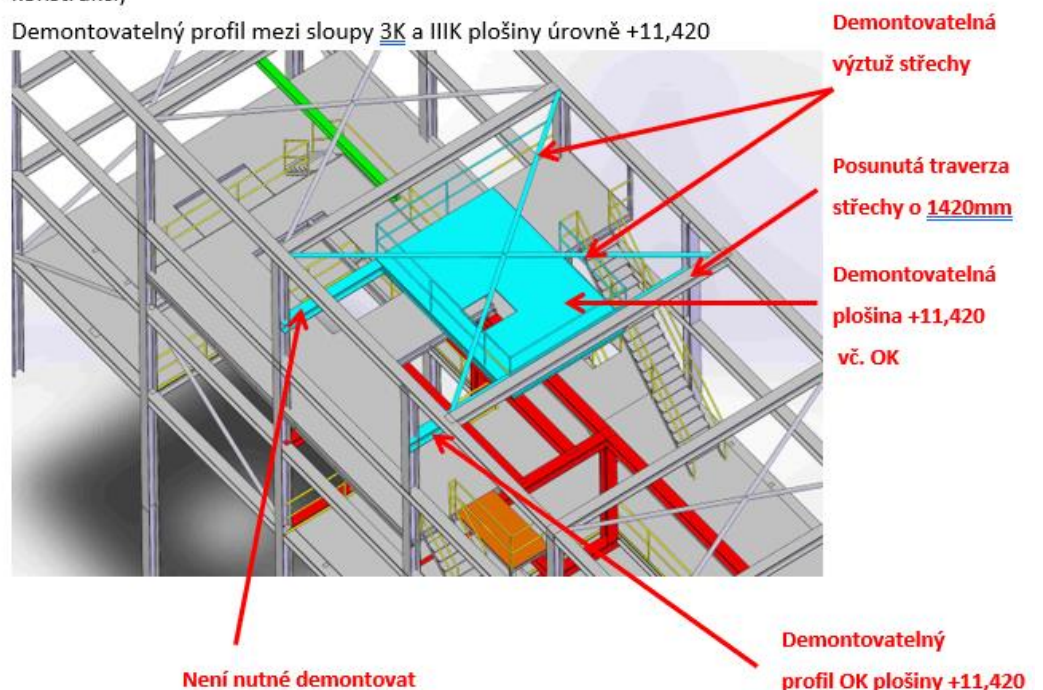
technologem, zapracovalo se nové řešení a opět se návrh poslal ke kontrole, zda již konstrukce splňuje požadavky.

Příklad 2:

2) DEMONTÁŽ ŽÁROTRUBNÉHO KOTLE

Pro případnou demontáž žárotrubného kotle je potřeba:

- demontovatelná střecha mezi posunutou traverzou a sloupy IVK a 4K
- demontovatelná výztuž střechy mezi posunutou traverzou a sloupy IVK a 4K
- demontovatelná lávka +11,420 včetně podpůrné OK (možná i schodiště to záleží na konstrukci)
- Demontovatelný profil mezi sloupy 3K a IIIK plošiny úrovně +11,420



Obrázek 3: Projektování teplárny

Zde byl podán požadavek na možnost demontovat část konstrukce kvůli demontáži žárotrubného kotle. Pro statika to znamená požadované prvky připojit ke konstrukci šroubově, aby byla možná jejich demontáž a také posouzení celé konstrukce na tento montážní stav.



2. PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE

1.4. Charakteristika

Jedná se o konstrukce, které jsou z již hotových dílců sestaveny přímo na stavbě. Tyto dílce jsou vyrobeny ve speciálních továrnách, kde se nejprve připraví armatura, dále forma prvku o požadovaných rozměrech. Armatura se vloží do formy a vylije betonovou směsí. Díky skutečnosti, že celý proces výroby probíhá v kontrolovaných podmínkách, se eliminují problémy, kterými trpí monolitické konstrukce. Jsou jimi například závislost rychlosti betonáže na meteorologických podmínkách nebo technologická omezení kvality betonové směsi a její aplikace do formy. [3] [4]

Hlavní myšlenka jakýchkoliv prefabrikovaných konstrukcí je jejich velká opakovatelnost. Navrhne se pár variant od každého druhu nosného prvku a ty se dále vyrábí ve velkém množství bez potřeby dalšího posuzování. [3] [4]

Ideálními objekty, kde je nosný systém tvořen prefabrikovanými díly, jsou objekty s již dříve zmíněnou velkou opakovatelností a jednoduchými půdorysnými i výškovými tvary. Například halové konstrukce, průmyslové stavby a vícepodlažní skelety budov. [3] [4]

- Výhody
 - Rychlejší postup výstavby
 - Nezávislost na meteorologických podmínkách (zejména na povětrnostních podmínkách)
 - Malý objem mokrých procesů na stavbě (zálivky spojů)
 - Vyšší třídy betonu
 - Vyšší kvalita povrchu dílců
 - Možná kontrola kvality dílců
 - Možnost výroby dílce v jiné poloze než bude jeho finální poloha po zabudování do konstrukce
 - Vysoká požární odolnost
- Nevýhody



- Velmi náročné na provedení styků
- Nutnost posoudit konstrukci v montážních stavech

1.5. Rozdělení

- Dle výztuže
 - Betonářská výztuž
 - Předpínací výztuž
- Typy dílců
 - Tyčové
 - Deskové
 - Prostorové

1.6. Nosné prvky

1.6.1. Sloupy

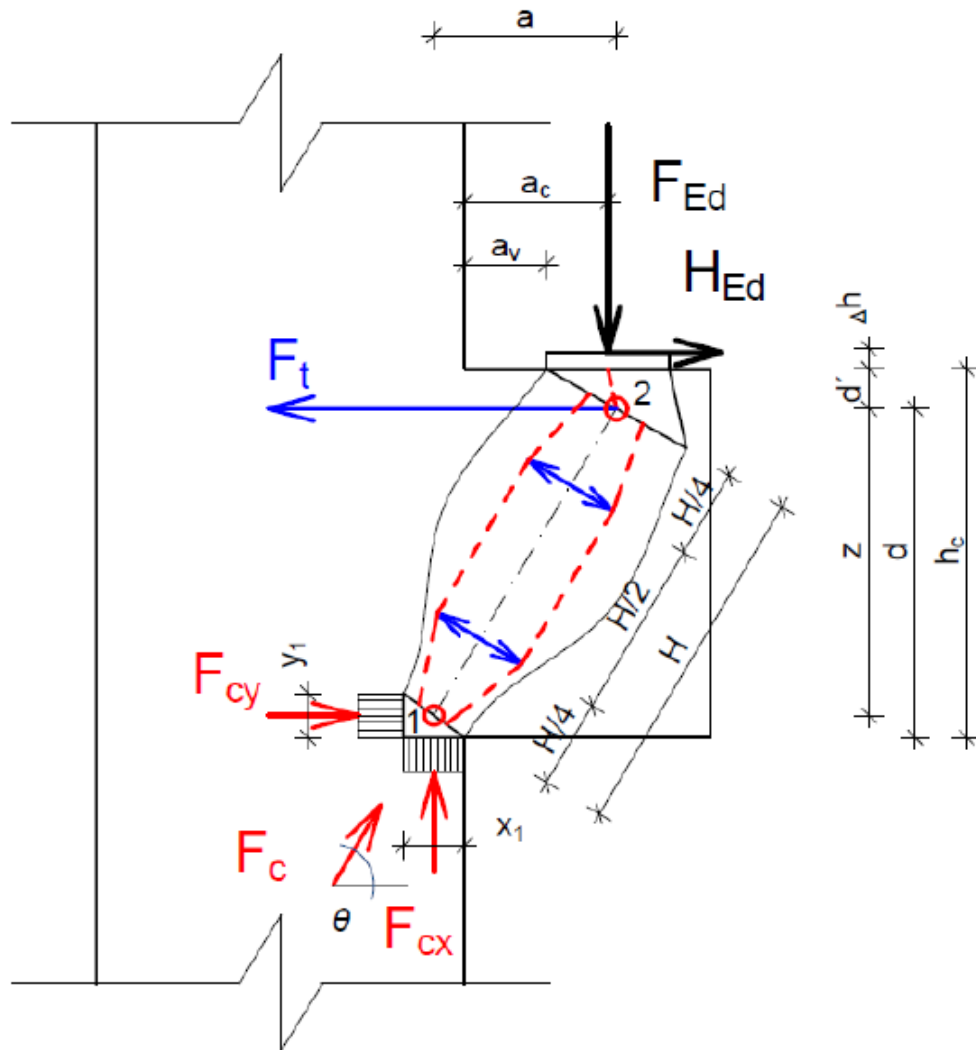
Sloupy patří mezi tyčové dílce. Jedná se o svislý prvek, jehož hlavní funkcí je opora pro uložení vodorovných nosných prvků a přenesení zatížení do základů. Sloupy jsou namáhány normálovými silami, posouvajícími silami a ohybovými momenty. [3] [5]

Nejčastěji se používají sloupy čtvercového nebo obdélníkového průřezu. Do jejich bednění se také často osazují kotevní prvky například pro fasádu. [5]

- Průběžné
 - Vyšší sloupy, jež procházejí přes několik pater objektu
 - Vzhledem k jejich větším rozměrům je náročnější jejich přeprava, montáž a zajištění dočasné stability během výstavby
 - Obsahují předem připravené řešení napojení vodorovných prvků v průběhu jejich výšky. Nejčastěji se jedná o konzolku sloužící pro uložení průvlaků nebo pojezd jeřábů. Zajímavý je způsob navrhování a posuzování této konzole. Používá se metoda příhradové analogie. Princip spočívá v nahrazení konzoly příhradovým modelem, který již dokážeme vyřešit. Ovšem správné



sestavení příhradového modelu vyžaduje značnou dávku zkušeností. [2] [3] [5]



Obrázek 4: Příhradový model (červená-tlak, modrá-tah) [8]



Obrázek 5: Průběžný prefabrikovaný sloup [5]

- Dělené
 - Nižší sloupy, jejichž výška je shodná s výškou jednoho patra objektu
 - Ke spojení s ostatními prefabrikovanými prvky dochází na úrovni podlaží. Stýká se zde více vodorovných i svislých prvků najednou, proto je tato oblast náročná na provedení a zároveň zdrojem častých chyb a porušení.
 - Díky jejich menším rozměrům není přeprava ani montáž problém.



Obrázek 6: Dělený prefabrikovaný sloup [5]

1.6.2. Průvlaky

Průvlaky patří mezi tyčové dílce. Jedná se o vodorovný prvek, jehož hlavní funkcí je přenášet zatížení od libovolné stropní konstrukce do svislých podpor sloupů či stěn. Průvlaky jsou namáhány posouvajícími silami a ohybovými momenty. [3] [6]

Nejčastěji se používají průřezy tvaru T, L, čtvercové a obdélníkové. Do jejich bednění je možné osadit prvky pro kotvení ostatních vodorovných konstrukcí. Často se také stává, že průvlaky na základě statického posouzení obsahují otvory a prostupy pro odlehčení konstrukce nebo rozvody instalací. [3] [6]

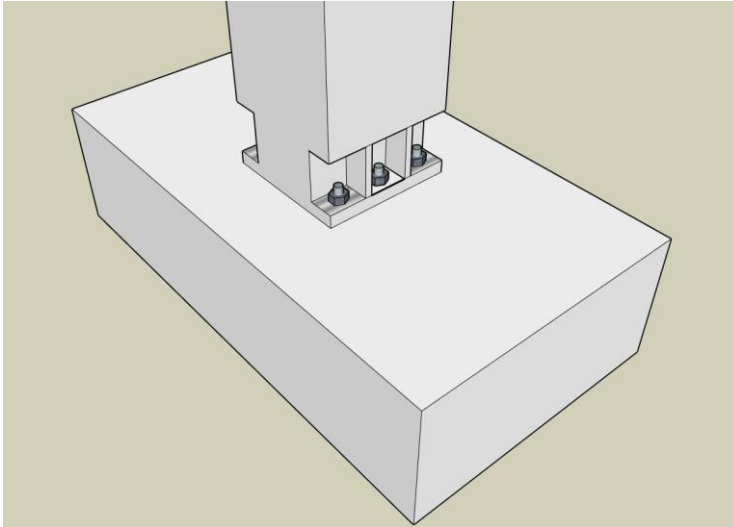
1.6.3. Patky

Patky patří mezi prostorové dílce. Jejich hlavní funkcí je roznášet zatížení od konstrukce do podloží a být dostatečně tuhou podporou pro konstrukci. [3] [7]

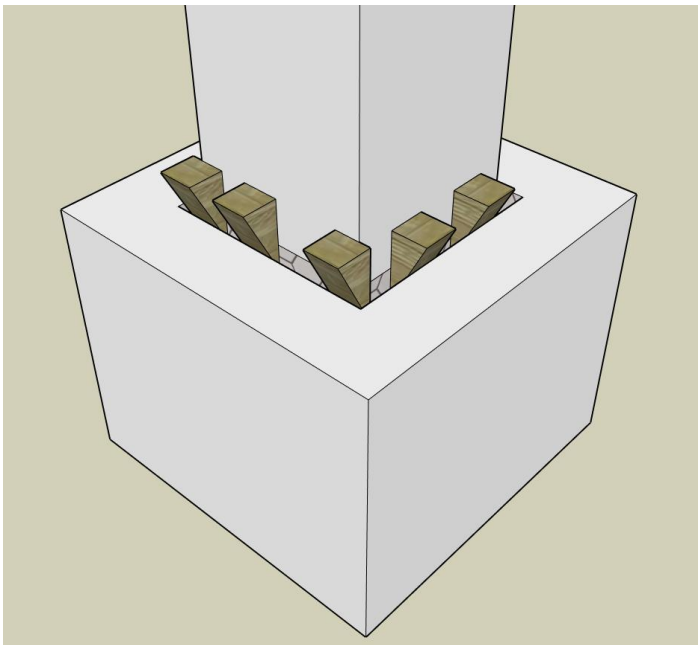
- Klasická
 - Do patky byla předem zabetonována ocelová kotevní deska, na kterou se přišroubuje sloup.



- Kalichová
 - V patce je předpřipravená prohlubeň, tak zvaný kalich. Nejprve je důležité očistit a zdrsnit povrch sloupu a patky. Následně je sloup osazen do kalichu, zafixován pomocí dřevěných klínů a zabetonován.



Obrázek 7: Klasická patka [9]



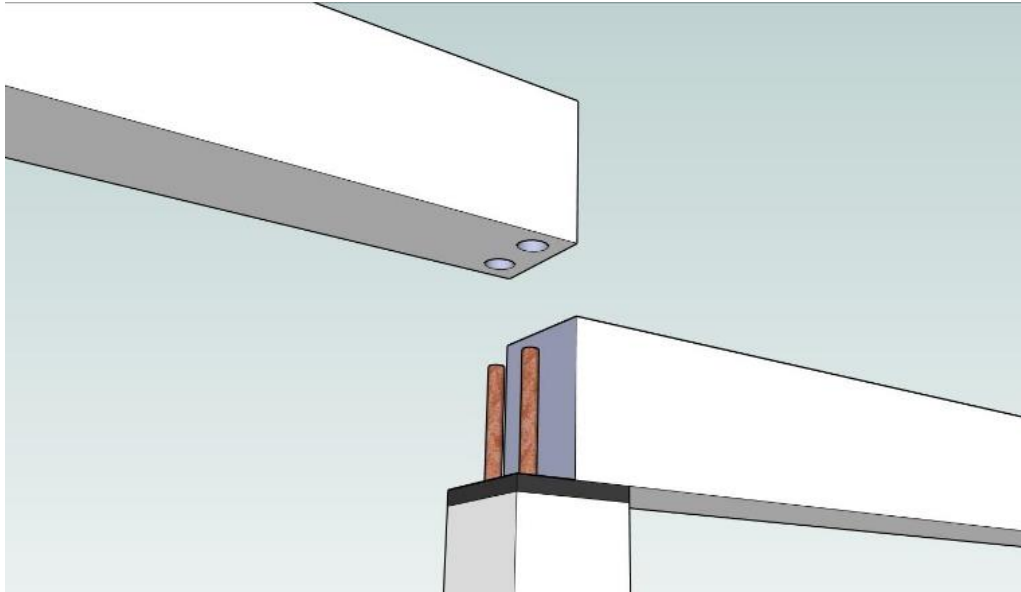
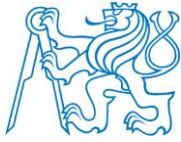
Obrázek 8: Kalichová patka [9]



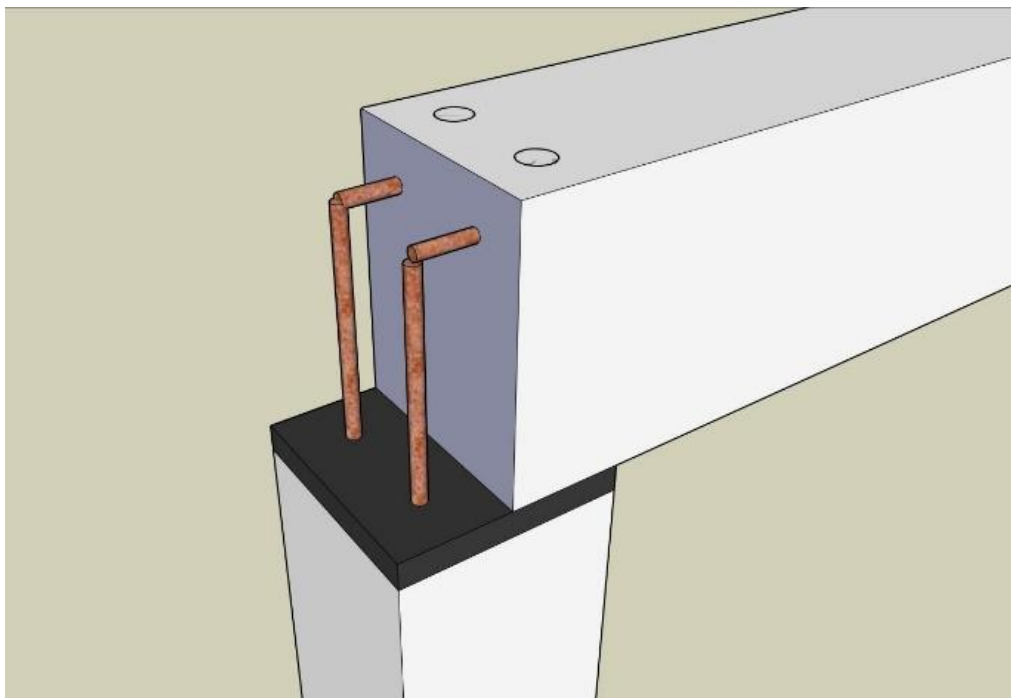
1.6.4. Spoje

Hlavní výhodou prefabrikovaných konstrukcí je jejich rychlost výstavby. Proto se spoje těchto konstrukcí řeší co nejjednodušeji, aby nezpomalovaly postup montáže. To má ovšem za následek, že většina spojů jsou spoje kloubové. Výjimečně se používají i spoje tuhé. [3] [10]

- Spoje kloubové
 - Přenáší pouze normálové a posouvající síly
 - Rychlý, jednodušší postup výstavby
 - Ze sloupu se nechá trčet výztuž, na ni se osadí průvlak s předem připravenými otvory. Průvlak se neukládá přímo na sloup, ale na povrch styku je aplikována vrstva maltového lože. Ke spojení poté dojde zalitím výztuže cementovou maltou.
- Spoje tuhé
 - Přenáší momenty a normálové i posouvající síly
 - Složitější postup výstavby, delší doba provedení
 - Na rozdíl od kloubového spoje zde musí dojít ke spojení výztuže. Buď svařením, anebo sešroubováním. Následně se celý styk musí zalít betonem, aby došlo k úplnému spojení a výztuž byla chráněna před nepříznivými podmínkami okolního prostředí.



Obrázek 9: Kloubový spoj [9]



Obrázek 10: Tuhý spoj [9]



Závěr

Po návrhu nosné konstrukce z betonových prefabrikátů jsem dospěl k jejich výhodám i nevýhodám. Mezi výhody bych zařadil vysokou požární odolnost, vysokou únosnost a tvarovou variabilitu. K nevýhodám patří vysoké nároky na velikost průřezů, vyšší zatížení základů a tou nejzásadnější je obtížné a komplikované ukotvení technologií.

Došel jsem tedy k závěru, že je možné konstruovat průmyslové stavby (teplárny) z betonových prefabrikovaných dílců, ovšem nejedná se o velmi efektivní řešení. Což potvrzuje i fakt, že v praxi se mnoho betonových tepláren neobjevuje.

**Seznam použité literatury:**

- [1] FOGLAR, M. a kol, Betonové konstrukce 3. ČVUT Praha, 2011
- [2] FOGLAR, M., Přednášky k předmětu Betonové konstrukce 2. ČVUT Praha 2018
- [3] VAŠKOVÁ, J., Přednášky k předmětu Betonové konstrukce 2. ČVUT Praha 2012
- [4] Prefabrikované dílce. *Vces-prefa* [online]. Opatovice nad Labem: vces-prefa [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.vces-prefa.cz/prefabrikovane-dilce>
- [5] Sloupy. *Rieder* [online]. Jihlava: rieder [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.rieder.cz/produkty/prefabrikovane-haly/sloupy.php>
- [6] Průvlaky. *Rieder* [online]. Jihlava: rieder [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.rieder.cz/produkty/prefabrikovane-haly/pruvlaky.php>
- [7] Základové kalichy a patky. *Rieder* [online]. Jihlava: rieder [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.rieder.cz/produkty/prefabrikovane-haly/zakladove-kalichy-a-patky.php>
- [8] *Vyztužování poruchových oblastí železobetonové konstrukce* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/2017/N%C3%A1vrh%20vyztu%C5%BEn%C3%AD%20kr%C3%A1tk%C3%A9%20konzoly%20metodou%20p%C5%99%C3%ADhradov%C3%A9%20analogie.pdf>
- [9] PODSTAWKA, A. *Návrh stropního vazníku z předpjatého betonu s využitím pravděpodobnostních metod*. Praha, 2013. Bakalářská práce. ČVUT. Vedoucí práce Ing. Marek Folgar Ph.D.
- [10] VAŇURA, T. *Montované železobetonové haly*. Praha: SNTL, 1977.

**Seznam příloh:**

- Příloha 1:** Statický výpočet
- Příloha 2:** Výkres tvaru základů
- Příloha 3:** Výkres tvaru 1.NP
- Příloha 4:** Pohled A-A

Seznam obrázků:

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Objekty teplárny | 7 |
| Obrázek 2: Projektování teplárny | 9 |
| Obrázek 3: Projektování teplárny | 10 |
| Obrázek 4: Příhradový model (červená-tlak, modrá-tah) [8]..... | 13 |
| Obrázek 5: Průběžný prefabrikovaný sloup [5] | 14 |
| Obrázek 6: Dělený prefabrikovaný sloup [5]..... | 15 |
| Obrázek 7: Klasická patka [9]..... | 16 |
| Obrázek 8: Kalichová patka [9] | 16 |
| Obrázek 9: Kloubový spoj [9]..... | 18 |
| Obrázek 10: Tuhý spoj [9] | 18 |



Statický výpočet



| | | |
|--------|-------------------------------|----|
| 1. | ZÁKLADNÍ ÚDAJE | 3 |
| 1.1. | Identifikační údaje..... | 3 |
| 1.2. | Použité normy | 3 |
| 1.3. | Výchozí údaje a podklady..... | 3 |
| 2. | MODEL KONSTRUKCE | 6 |
| 2.1. | Geometrie modelu..... | 6 |
| 2.2. | Popis průřezu..... | 7 |
| 3. | ZATÍŽENÍ | 9 |
| 3.1. | Zatěžovací stavy..... | 9 |
| 3.1.1. | Vlastní tíha | 9 |
| 3.1.2. | Stálé zatížení (skladba)..... | 9 |
| 3.1.3. | Užitné zatížení..... | 9 |
| 3.1.4. | Sníh..... | 9 |
| 3.1.5. | Technologie | 9 |
| 3.1.6. | Vítr..... | 10 |
| 3.2. | Kombinace zatížení..... | 10 |
| 3.3. | Zatížení v modelu..... | 11 |
| 4. | VÝSTUPY Z MODELU | 27 |
| 4.1. | Reakce | 27 |
| 4.2. | Vnitřní síly | 29 |
| 4.2.1. | Vodorovné konstrukce | 29 |
| 4.2.2. | Svislé konstrukce..... | 37 |
| 4.2.3. | Zavětrování..... | 42 |
| 4.3. | Deformace | 43 |



| | | |
|--------|--|----|
| 5. | DIMENZOVÁNÍ NOSNÝCH PRVKŮ KONSTRUKCE | 49 |
| 5.1. | Betonové prefabrikované konstrukce..... | 49 |
| 5.1.1. | S1..... | 49 |
| 5.1.2. | T1..... | 51 |
| 5.1.3. | T2..... | 53 |
| 5.1.4. | T3..... | 55 |
| 5.1.5. | T4..... | 57 |
| 5.1.6. | S2..... | 59 |
| 5.2. | Ocelové konstrukce..... | 61 |
| 5.2.1. | Zavětrování..... | 61 |
| 5.3. | Základové konstrukce | 63 |
| 5.3.1. | Patka P1 | 65 |



1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. Identifikační údaje

Předmětem dokumentace je statický návrh betonového prefabrikovaného skeletu sloužícího jako nosná konstrukce pro technologii teplárny.

1.2. Použité normy

- ČSN EN 1990 - Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1992 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN EN 1993 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1997 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

1.3. Výchozí údaje a podklady

- Architektonicko-stavební řešení DSP, 12/2019
- Inženýrsko-geologický průzkum 12/2019



Tabulka 2: Doporučené hodnoty geotechnických charakteristik - zeminy

| Geotechnický typ | GT 2 | GT3 |
|---|---------------|--------|
| Zatřídění dle ČSN 73 6133 | F4-CSO | F6-CI |
| Zatřídění ČSN EN ISO 14688-1,2 | orsacI Si | sasiCI |
| Konzistence | pevná až tuhá | pevná |
| Objemová tíha γ_n [kNm ⁻³] | 18,5 | 21,0 |
| Poissonovo č. ν [1] | 0,35 | 0,40 |
| Úhel vnitřního tření φ_{ef} [°] | 22-27 | 17-21 |
| φ_u [°] | 0-5 | 5-12 |
| Soudržnost c_{ef} [kPa] | 10-14 | 12-22 |
| c_u [kPa] | 50 | 80 |
| Modul přetvárnosti E_{def} [Mpa] | 4-6 | 8-12 |

Poznámka:

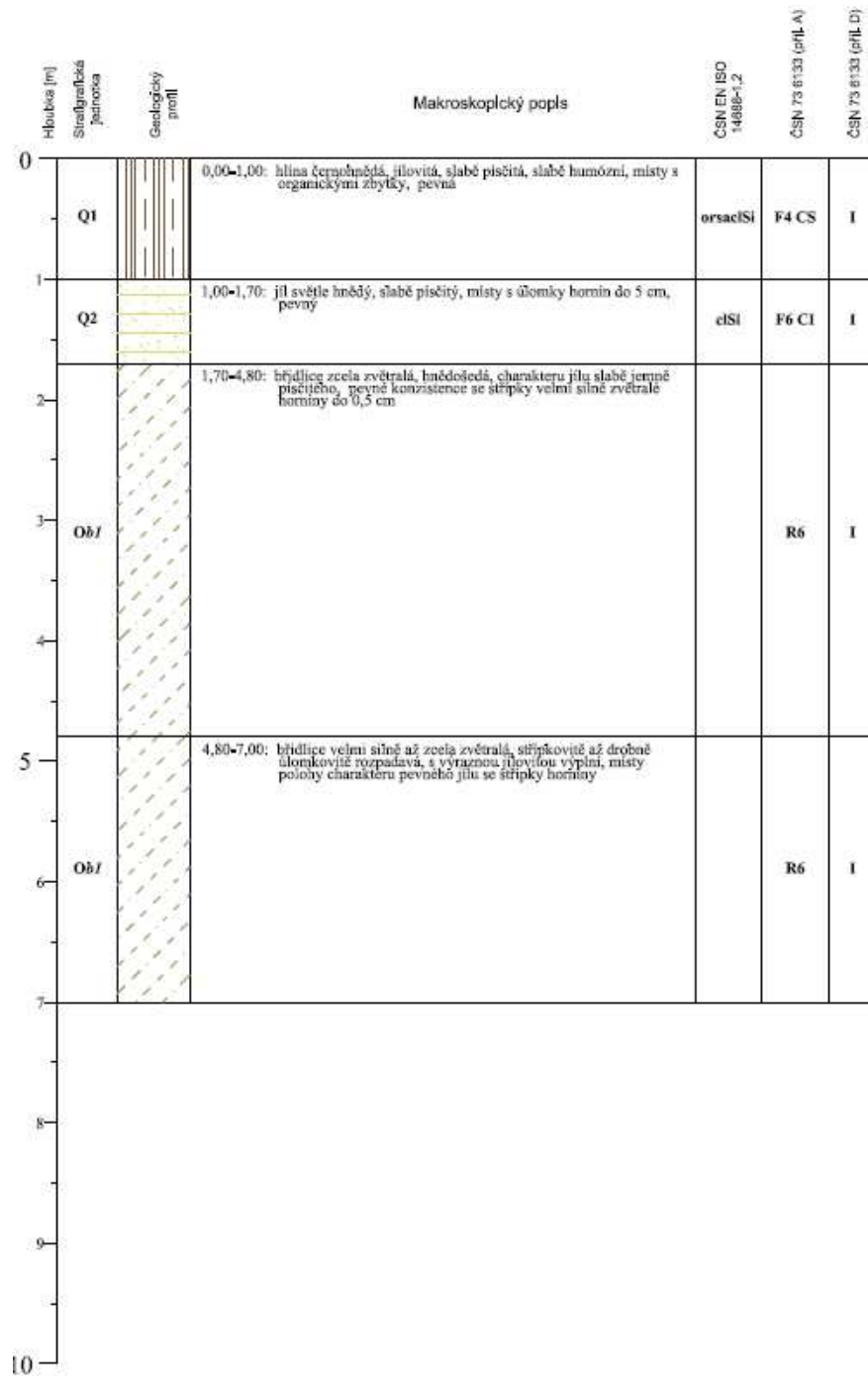
- všechny hodnoty geotechnických charakteristik platí pro zeminy v sekundárně nenarušeném stavu

Tabulka 3: Doporučené hodnoty geotechnických charakteristik - horniny

| Geotechnický typ | GT 4.1 | GT 4.2 | GT 4.3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Zatřídění dle ČSN 73 6133 | R6 | R5 | R4 |
| Objemová tíha γ_n [kNm ⁻³] | 21,0-22,0 | 23,0-24,0 | 24,0-25,0 |
| Poissonovo číslo ν [1] | 0,35 | 0,30 | 0,25-0,22 |
| Úhel pevnosti φ_{ef} [°] | 23-30 | 25-32 | 32-38 |
| Zdánlivá soudržnost c_{ef} [kPa] | 30-50 | 40-70 | 70-100 |
| Pevnost v prostém tlaku σ_c [MPa] | 0,0-1,0 | 1,5-5 | 5-15 |
| Modul přetvárnosti E_{def} [Mpa] | 20-30 | 55-85 | 90-150 |
| Edometrický modul E_{oed} [Mpa] | 30-45 | 90-110 | 105-175 |

Poznámka:

- všechny hodnoty geotechnických charakteristik platí pro horniny v sekundárně nenarušeném stavu
- u všech typů hodnoty modulu E_{def} rostou vždy směrem k bázi



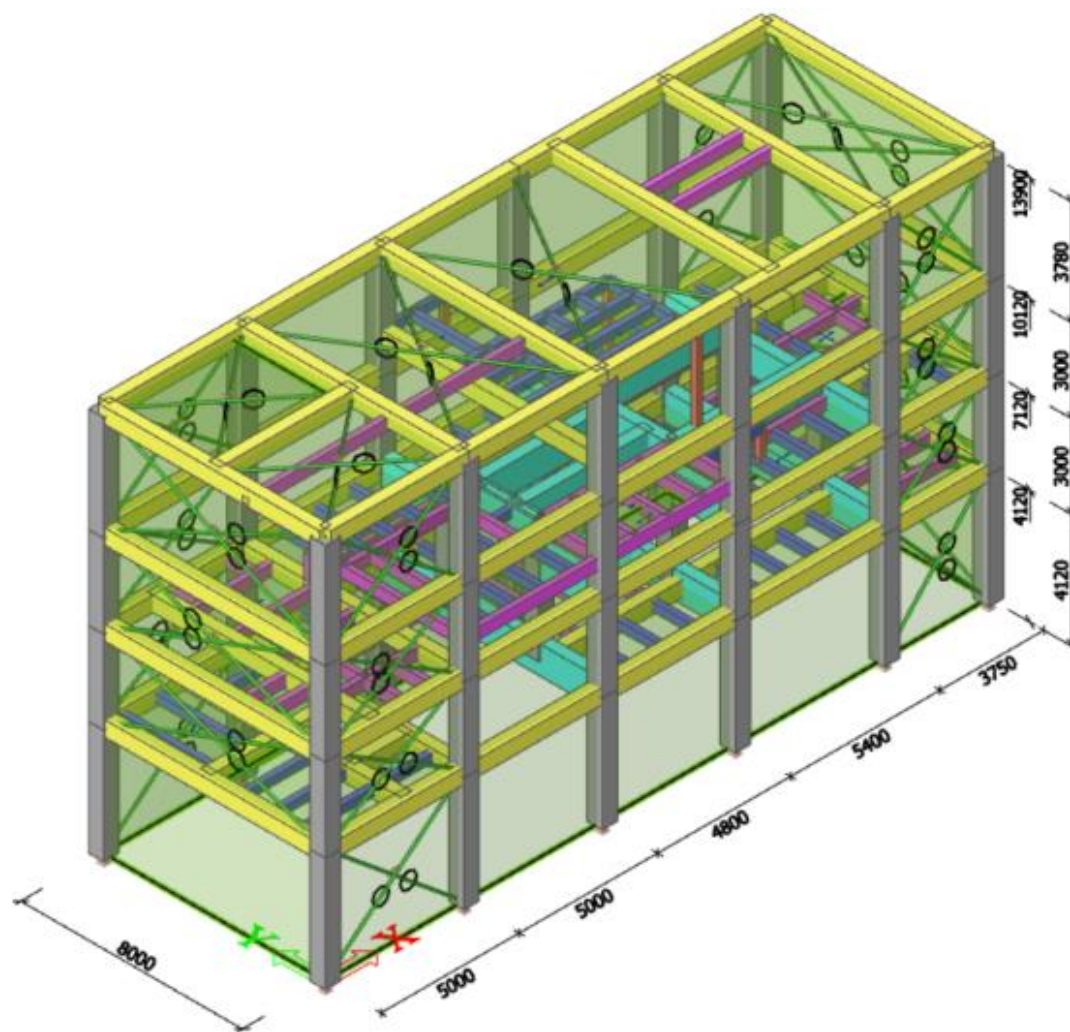
| | |
|--|--------------|
| Souřadnice: | |
| X: | 1 046 288,99 |
| Y: | 745 137,63 |
| Z-terén: | 279,83 |
| Vrtná souprava: | |
| PBÚ 1 | |
| Technologie vrtání: | |
| rotační, jádrové | |
| Hladina podzemní vody [m n.m.]: | |
| naražená: | — |
| ustálená: | — |
| datum měření hpv: | |
| 3.8.2010 | |
| Měřítko: 1 : 50 | |



2. MODEL KONSTRUKCE

Za účelem posouzení objektu byl vytvořen 3D prutový model konstrukce.

2.1. Geometrie modelu

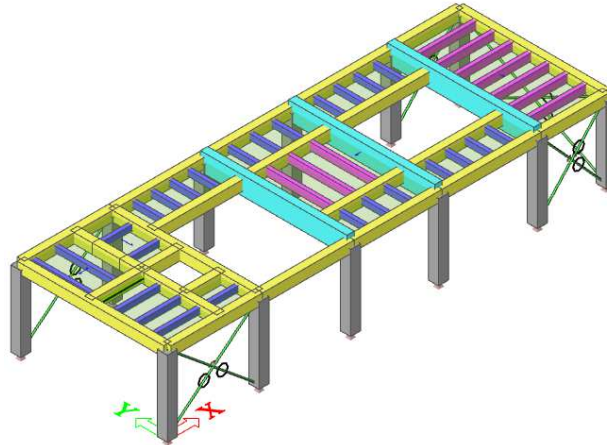


Obrázek 1: Model konstrukce-celkový



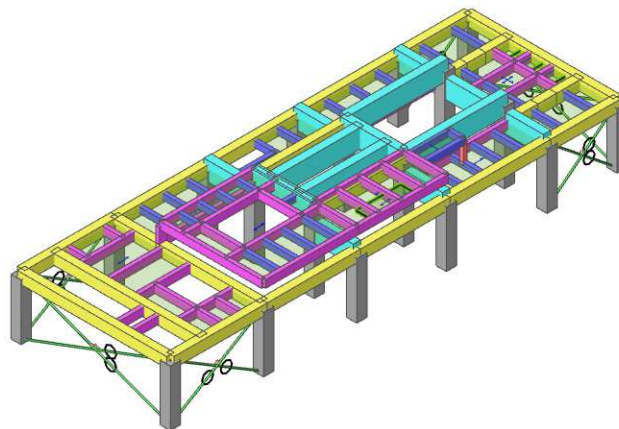
2.2. Popis průřezu

1.NP



Obrázek 2: Model konstrukce-1.NP

2.NP



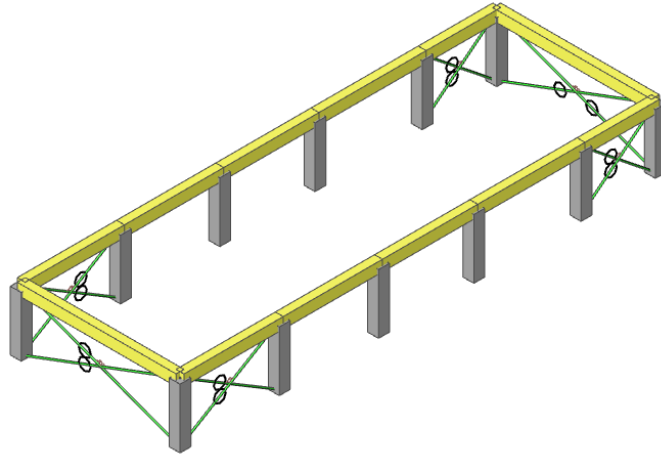
Obrázek 3: Model konstrukce-2.NP

| | |
|----------------|--------|
| S1 500x500 mm | Grey |
| S2 200x200 mm | Red |
| T1 400x550 mm | Yellow |
| T2 400x1000 mm | Cyan |
| T3 200x300 mm | Blue |
| T4 200x400 mm | Purple |
| MSH 76.1 x 6.3 | Green |

Tabulka 1: Legenda průřezů

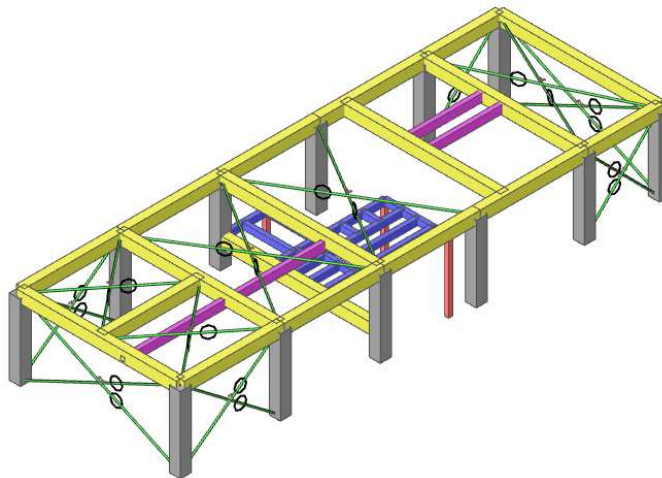


3.NP



Obrázek 4: Model konstrukce-3.NP

4.NP



Obrázek 5: Model konstrukce-4.NP

| | |
|----------------|---------|
| S1 500x500 mm | Grey |
| S2 200x200 mm | Red |
| T1 400x550 mm | Yellow |
| T2 400x1000 mm | Cyan |
| T3 200x300 mm | Blue |
| T4 200x400 mm | Magenta |
| MSH 76.1 x 6.3 | Green |

Tabulka 2: Legenda průřezů



3. ZATÍŽENÍ

3.1. Zatěžovací stavy

3.1.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha je generována z geometrie a objemové tíhy prvku.

3.1.2. Stálé zatížení (skladba)

| Plošné zatížení | Char g_k [kN/m ²] |
|--------------------|---------------------------------|
| Podlaha – pororošt | 0,50 |
| Střecha | 1,00 |
| Składba podlah | 1,50 |

Tabulka 3: Zatížení stálé

3.1.3. Užiténé zatížení

| Plošné zatížení | Char g_k [kN/m ²] |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Pororošty v teplárně | 3,00 |
| Užitné – střechy nepochozí (kat. H) | 0,75 |

Tabulka 4: Zatížení užiténé

3.1.4. Sníh

Zatížení sněhem je uvažováno dle lokality objektu:

| Popis | Ozn. | Hodnota | Jedn. |
|---------------------|---------|---------|-------------------|
| II. sněhová oblast | S_k | 1,00 | kN/m ² |
| Součiniteľ tvaru | μ_1 | 0,80 | - |
| Součiniteľ tvaru | μ_2 | 1,00 | - |
| Součiniteľ expozice | c_e | 1,00 | - |
| Tepelný součiniteľ | c_t | 1,00 | - |

Tabulka 5: Zatížení sněhem

3.1.5. Technologie

Speciální technologické zatížení dle podkladů EVECO Brno.



3.1.6. Vítr

| Popis | Ozn. | Hodnota | Jedn. |
|--|-----------|---------|-------|
| Základní rychlost větru (III. větrná oblast) | $v_{b,0}$ | 27,5 | m/s |

Tabulka 6: Zatížení větrem

| větrná oblast | kategorie terénu | | | referenční výška 'z' | c_0 |
|---------------|------------------------|------------|----------------------|----------------------|------------|
| | | | | [m] | |
| III | IV - zastavěné oblasti | | | 13,9 | 1,0 |
| $v_{b,0}$ | z_0 | z_{min} | k_r | c_r | $v_{m(z)}$ |
| [m/s] | [m] | [m] | | | [m/s] |
| 27,5 | 1,000 | 10,0 | 0,234 | 0,617 | 17,0 |
| ρ | k_l | $l_{v(z)}$ | $q_{p(z)}$ | | |
| kg/m^3 | | | [kN/m ²] | | |
| 1,25 | 1,00 | 0,38 | 0,66 | | |

Obrázek 6: Zatížení větrem

3.2. Kombinace zatížení

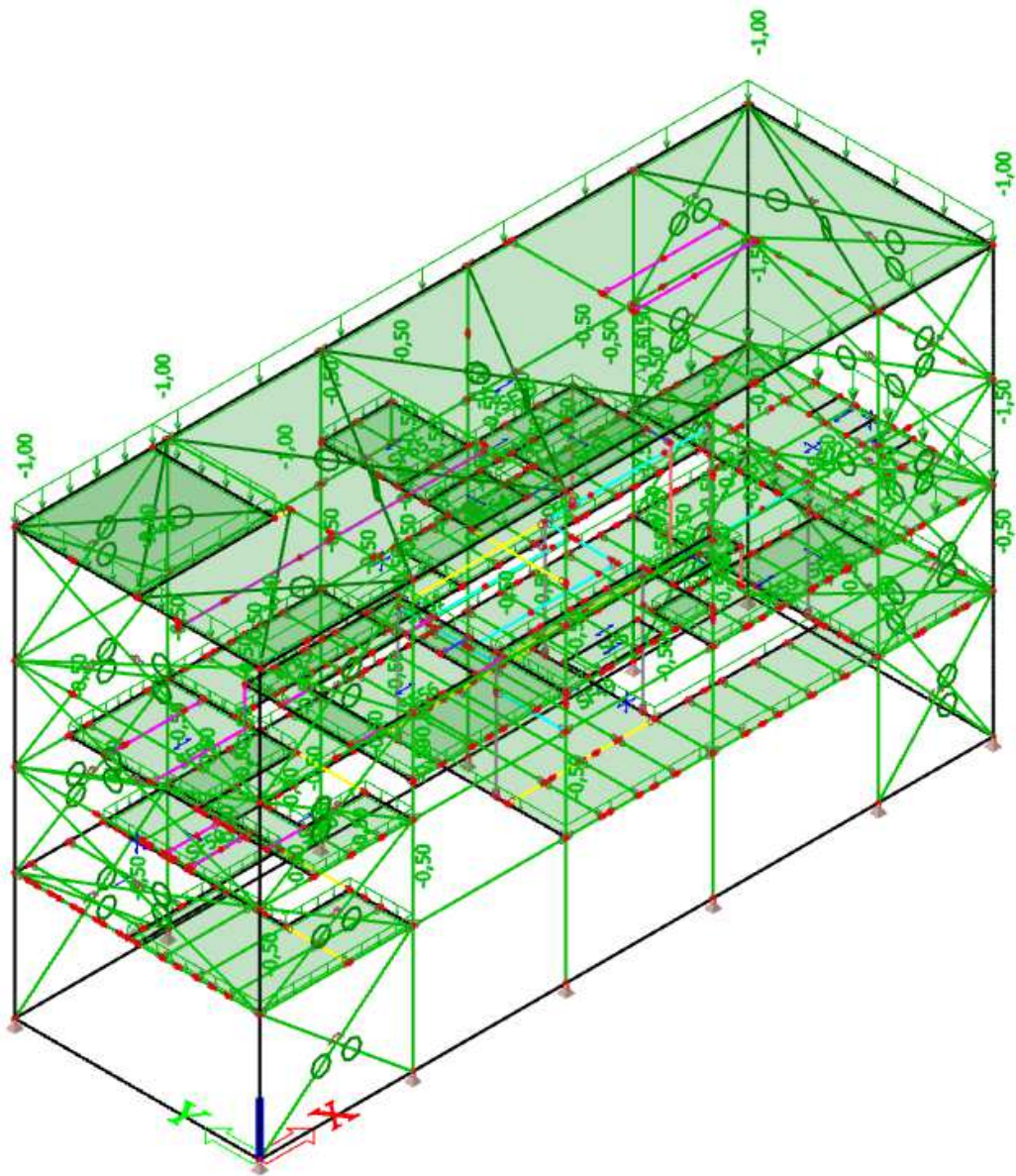
| | |
|-----------|---|
| Popis | |
| MSU | $1,35 \cdot (\text{vlastní tíha} + \text{stálé zatížení} + \text{technologie}) + 1,50 \cdot (\text{užitné zatížení} + \text{sníh} + \text{vítr})$ |
| MSP-CHAR | $1,00 \cdot (\text{vlastní tíha} + \text{stálé zatížení} + \text{technologie} + \text{užitné zatížení} + \text{sníh} + \text{vítr})$ |
| MSP-KVAZI | $1,00 \cdot (\text{vlastní tíha} + \text{stálé zatížení} + \text{technologie}) + 0,70 \cdot \text{užitné zatížení} + 0,20 \cdot \text{sníh}$ |

Tabulka 7: Kombinace zatížení

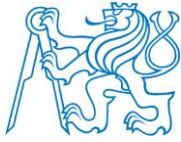


3.3. Zatížení v modelu

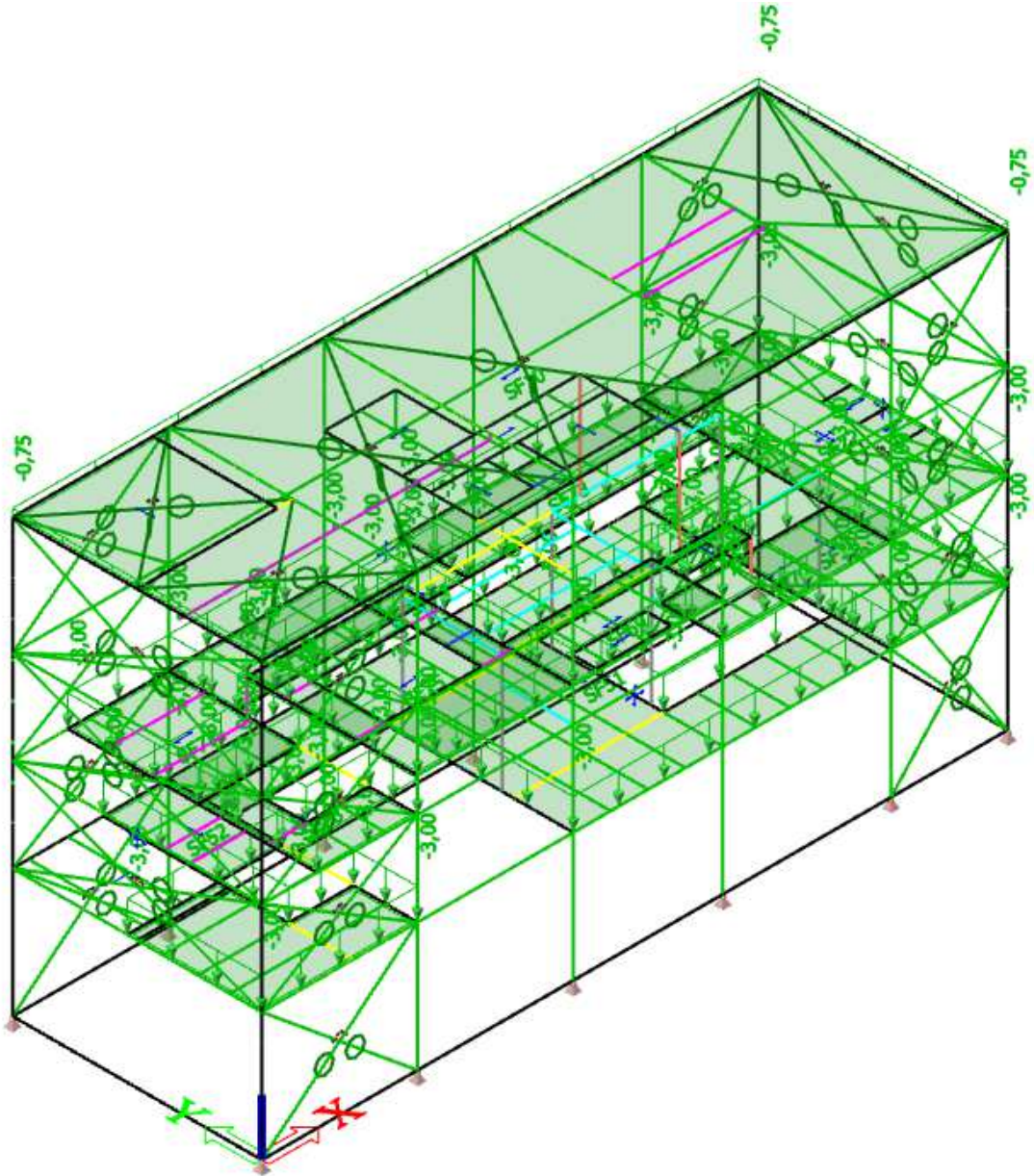
Stálé zatížení



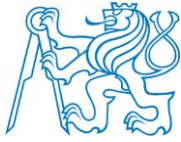
Obrázek 7: Zatížení stálé



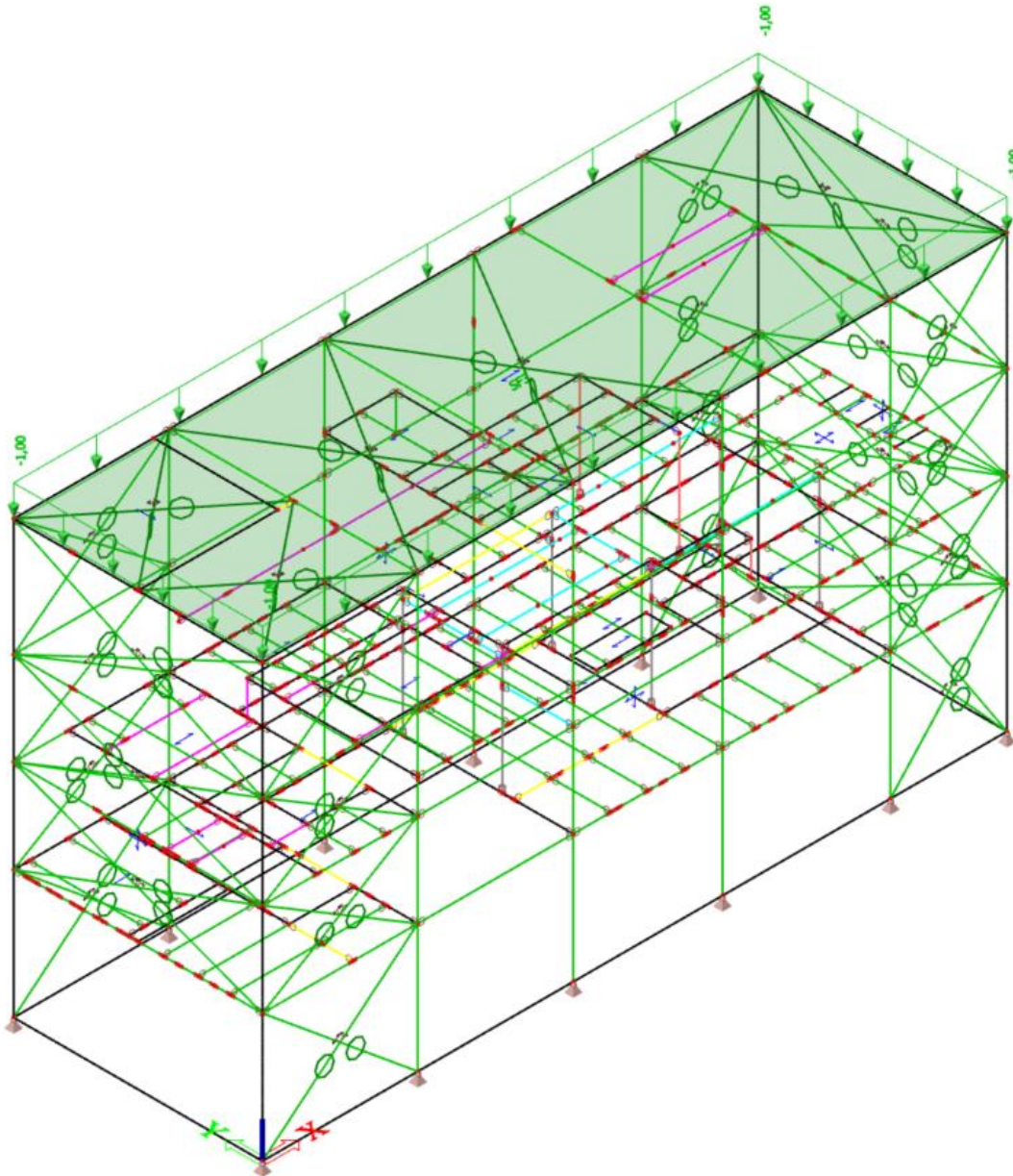
Užitné zatížení



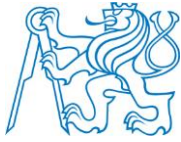
Obrázek 8: Zatížení užitné



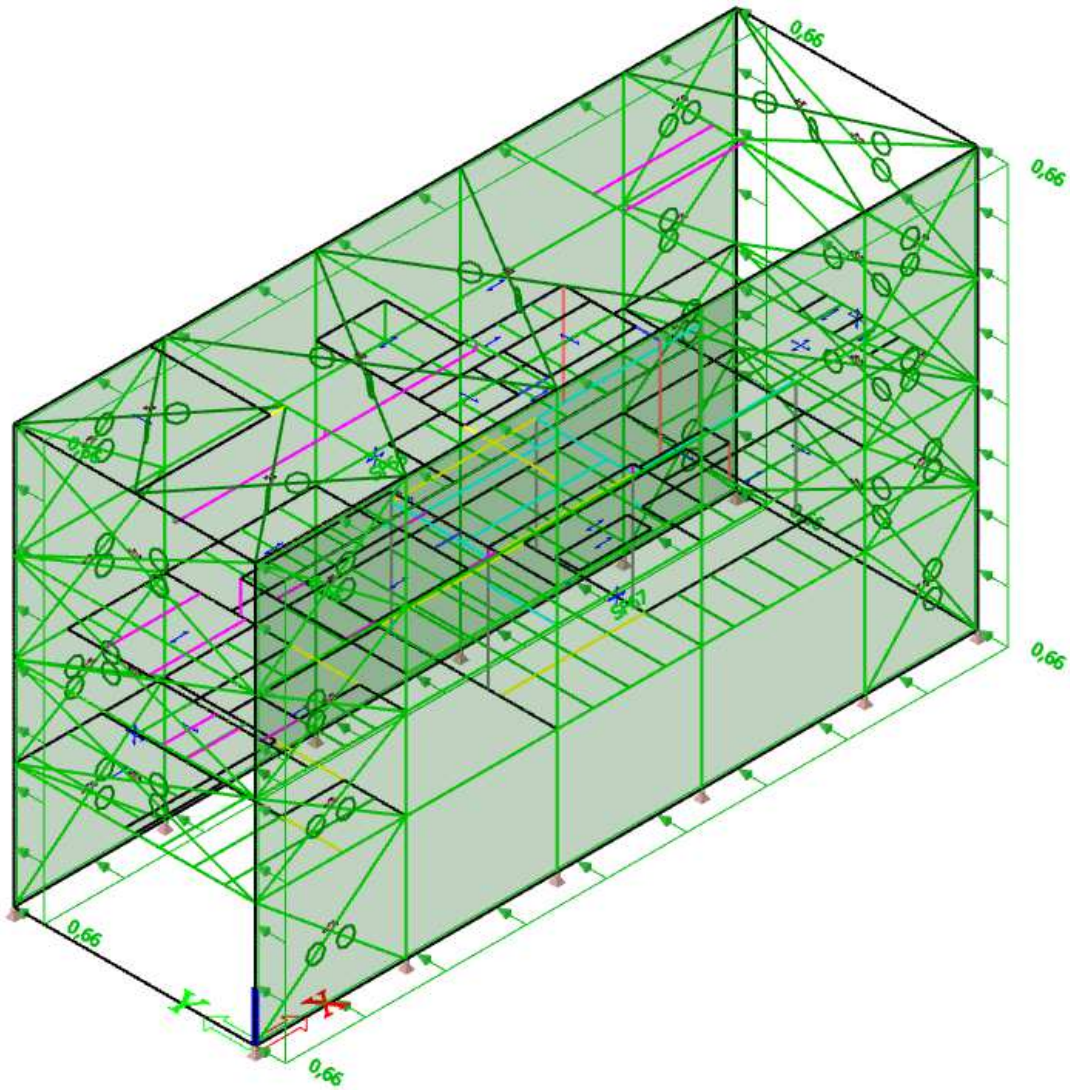
Sníh



Obrázek 9: Zatížení sněhem



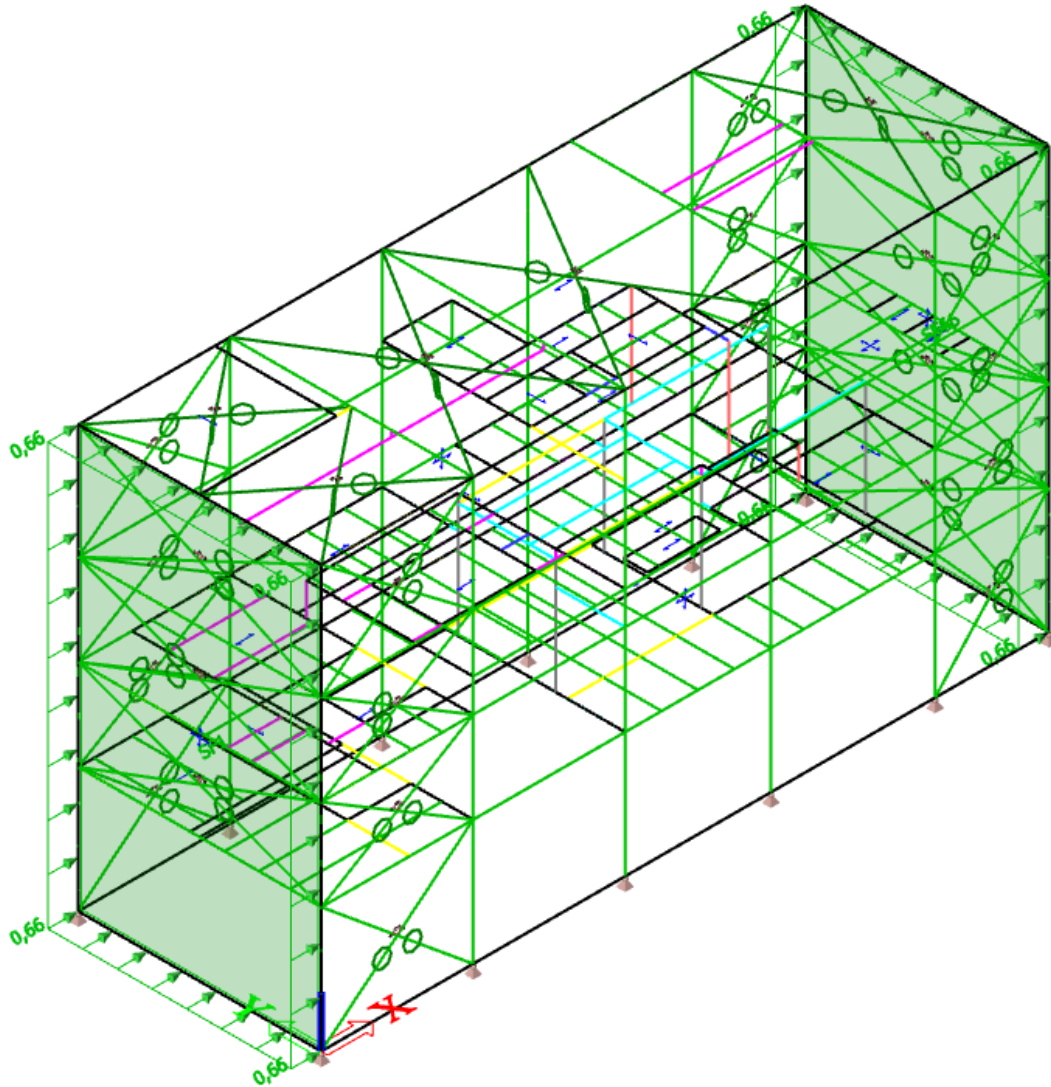
Vítr – příčný



Obrázek 10: Zatížení příčným větrem



Vítr – podélný

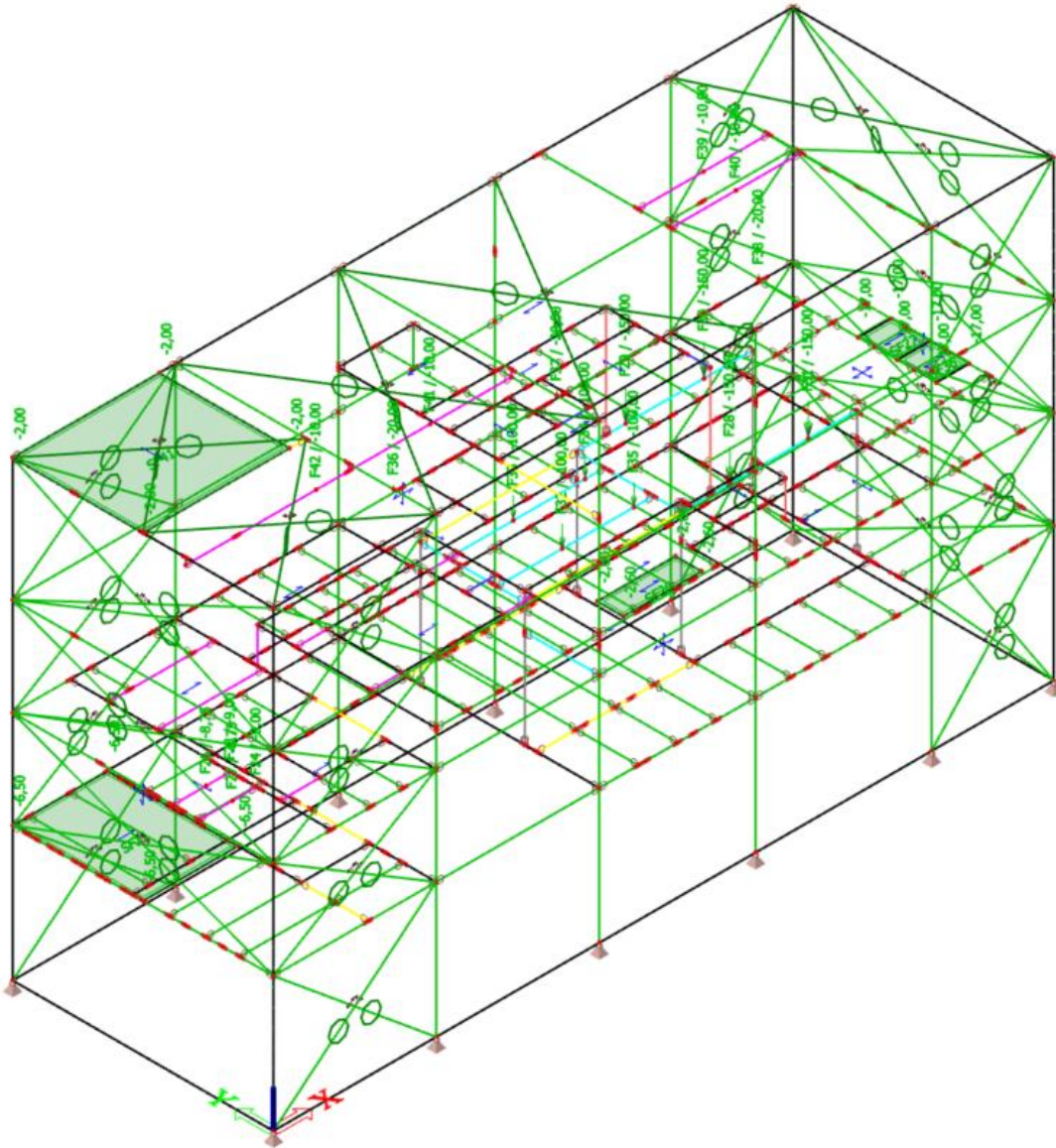


Obrázek 11: Zatížení podélným větrem



Technologie

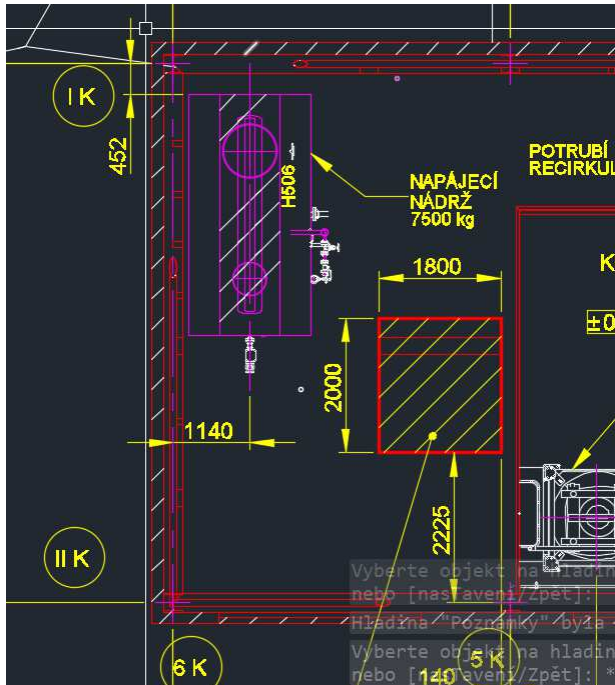
Celkové zatížení



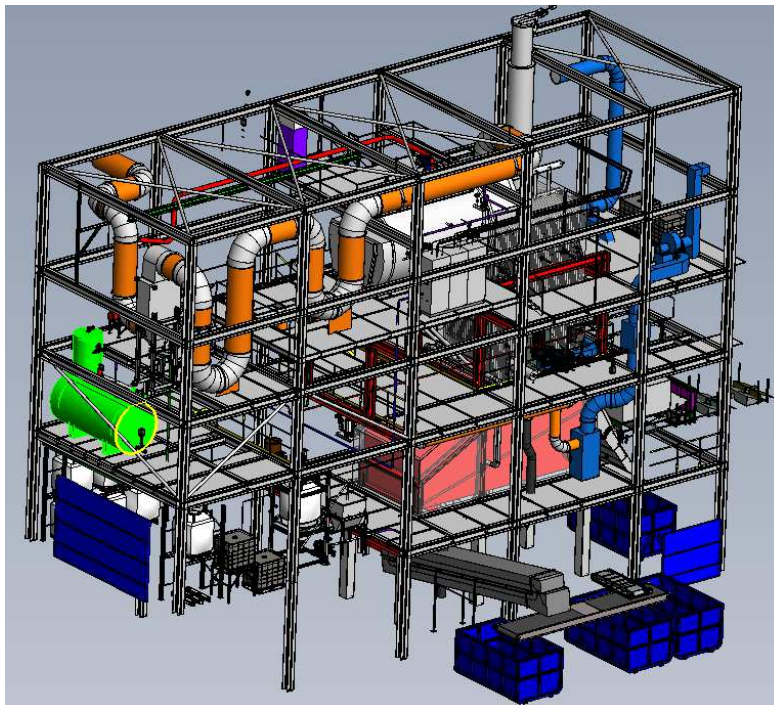
Obrázek 12: Zatížení technologiemi - celkové



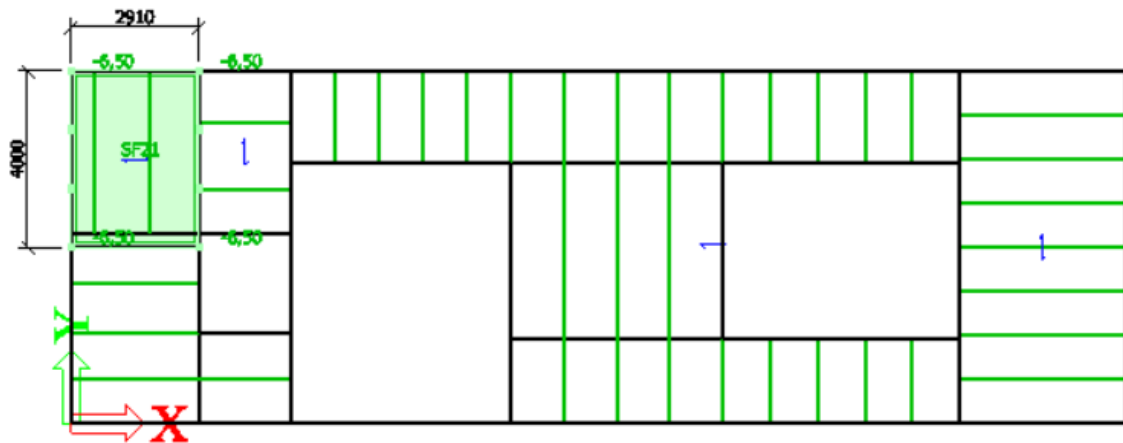
1.NP



Obrázek 13: Napájecí nádrž

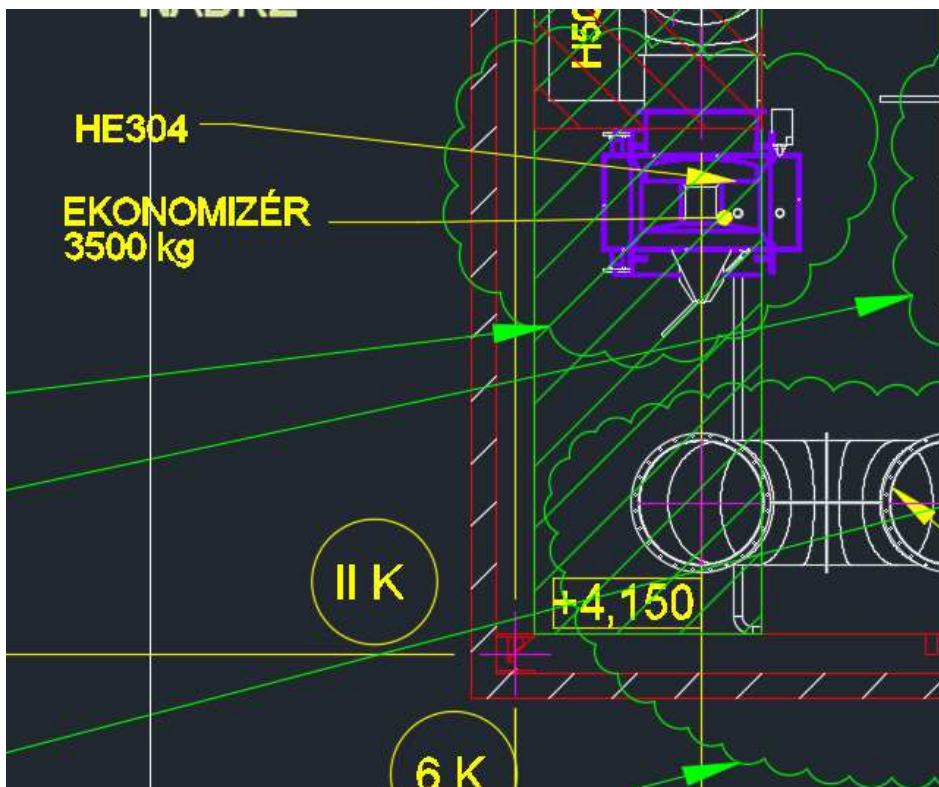


Obrázek 14: Napájecí nádrž

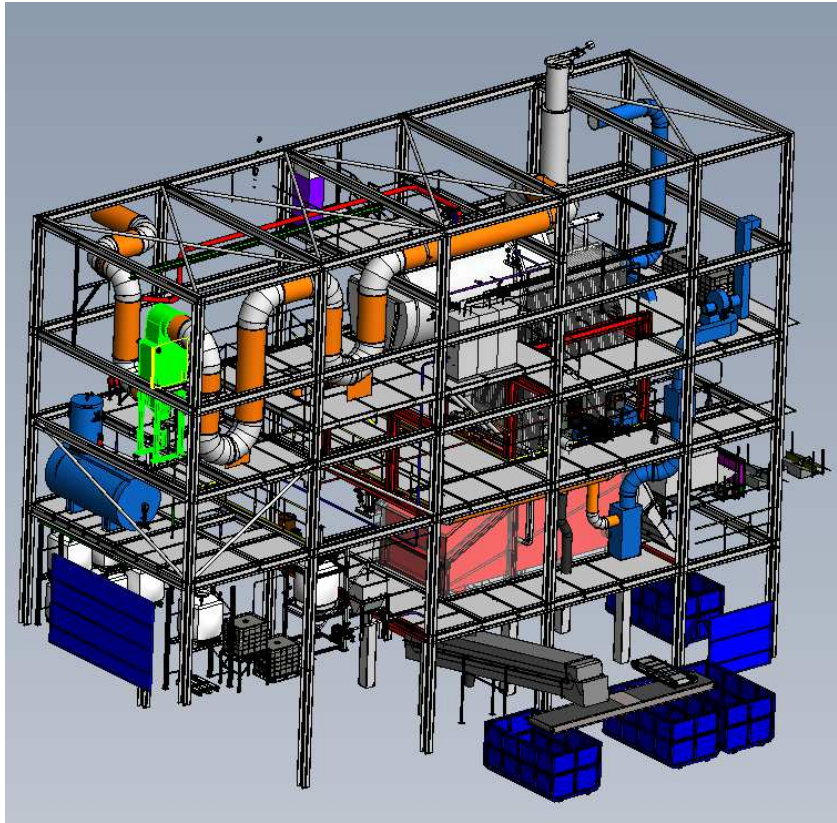


Obrázek 15: Napájecí nádrž-zatížení

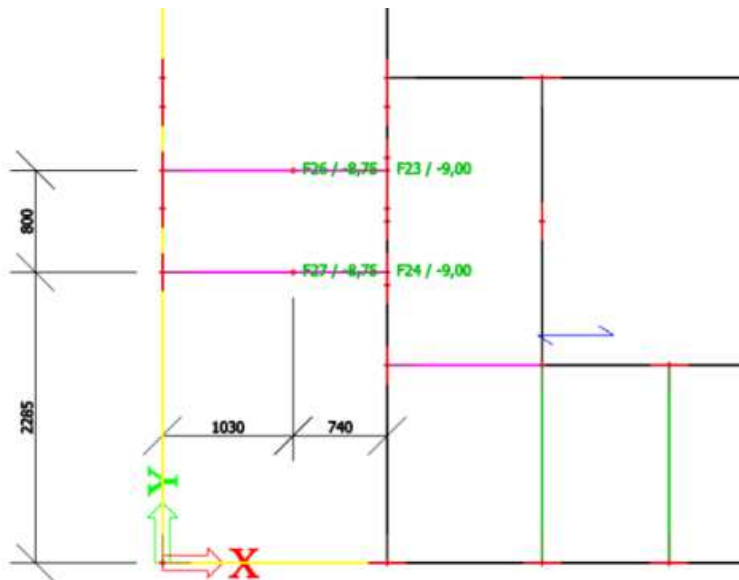
2.NP



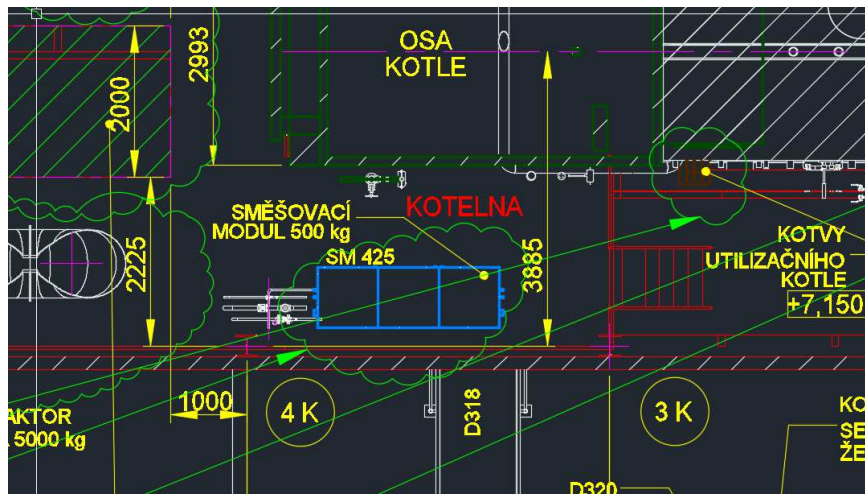
Obrázek 16: Ekonomizér



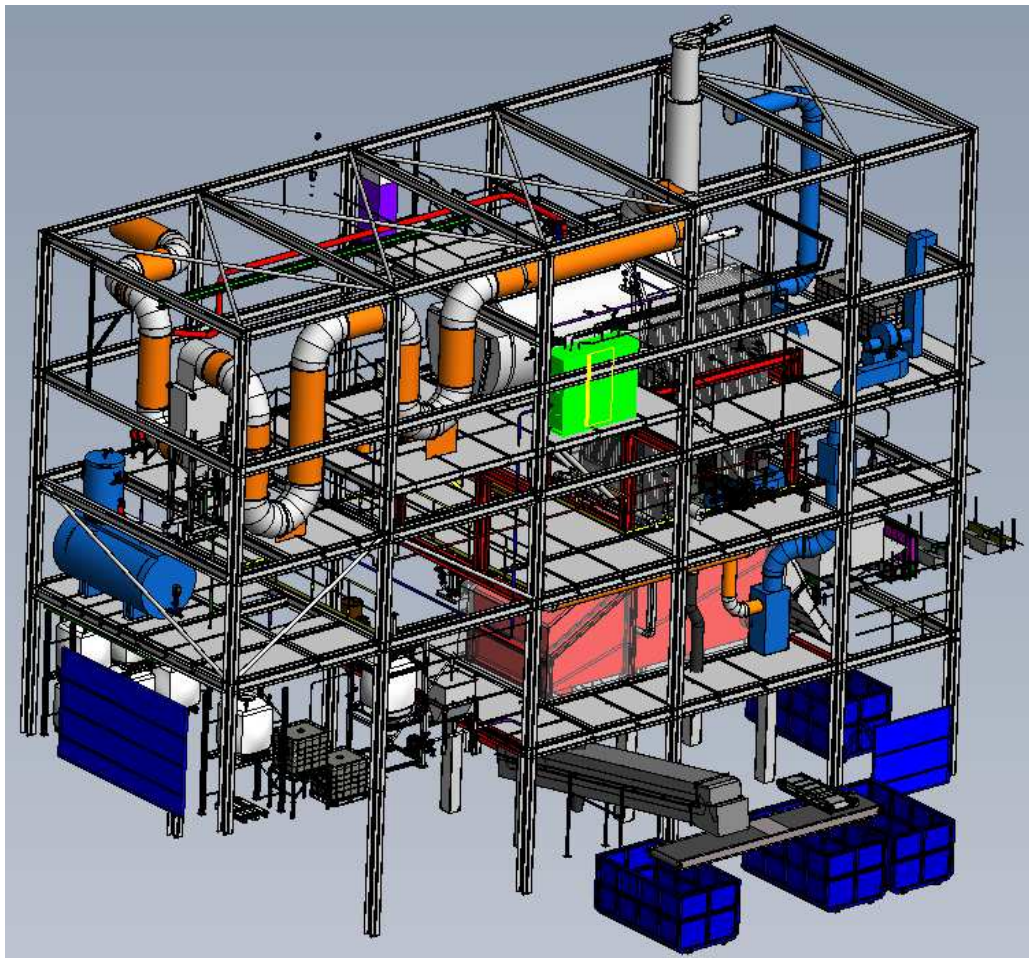
Obrázek 17: Ekonomizér



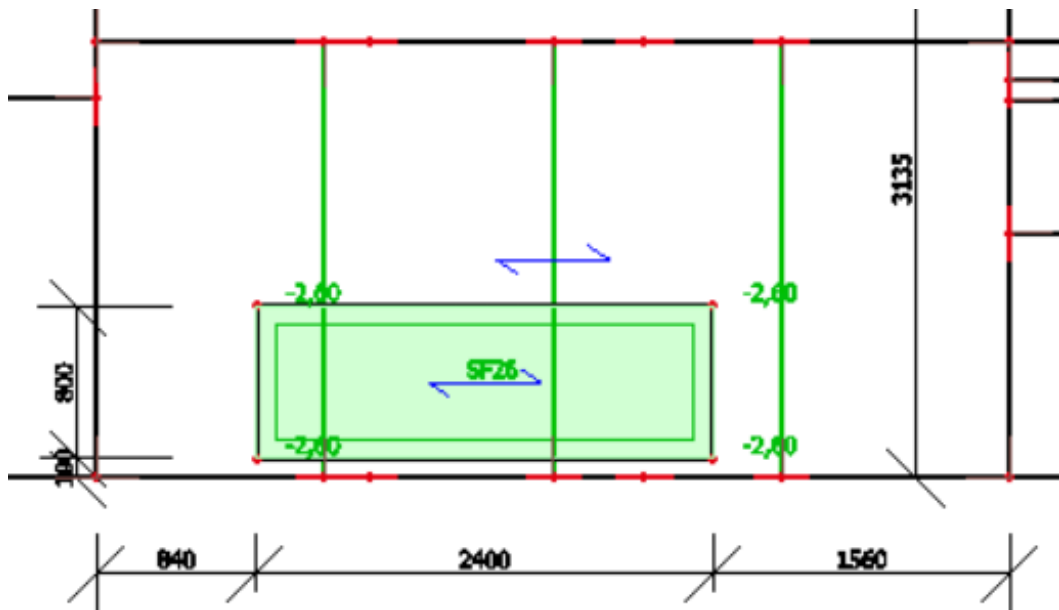
Obrázek 18: Ekonomizér-zatížení



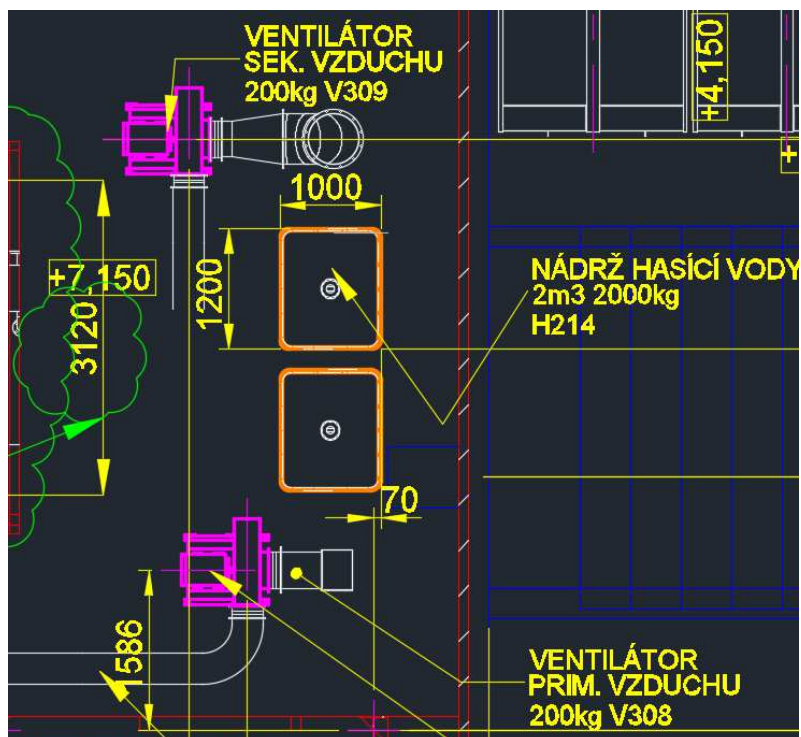
Obrázek 19: Směšovací modul



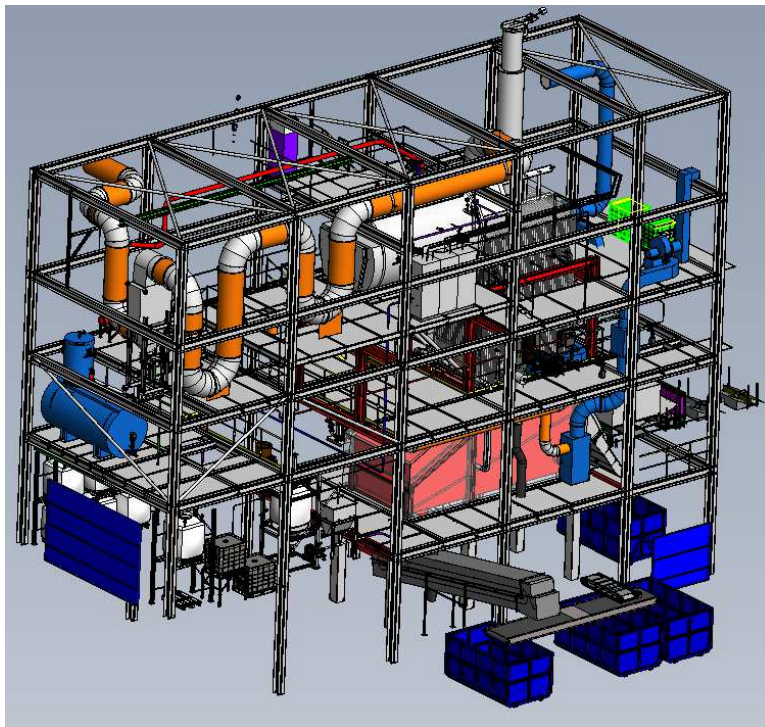
Obrázek 20: Směšovací modul



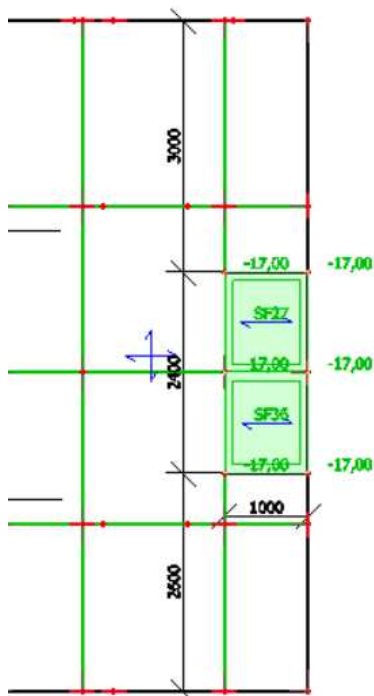
Obrázek 21: Směšovací modul-zatížení



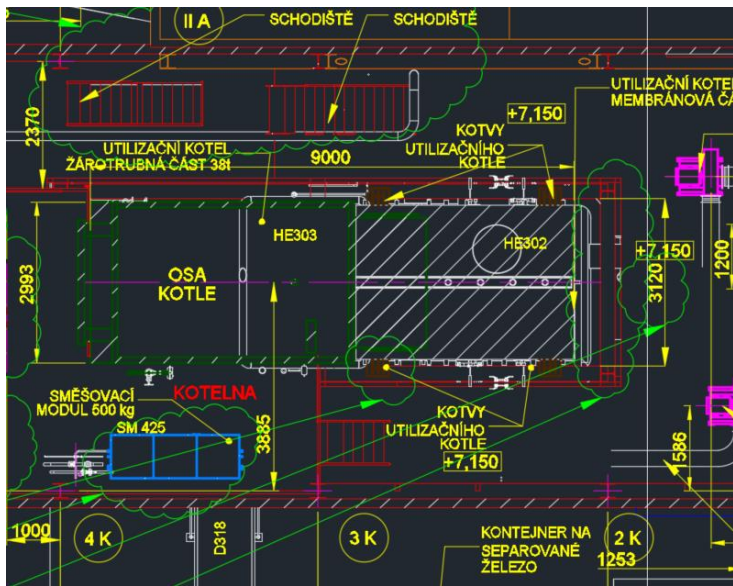
Obrázek 22: Nádrž hasící vody



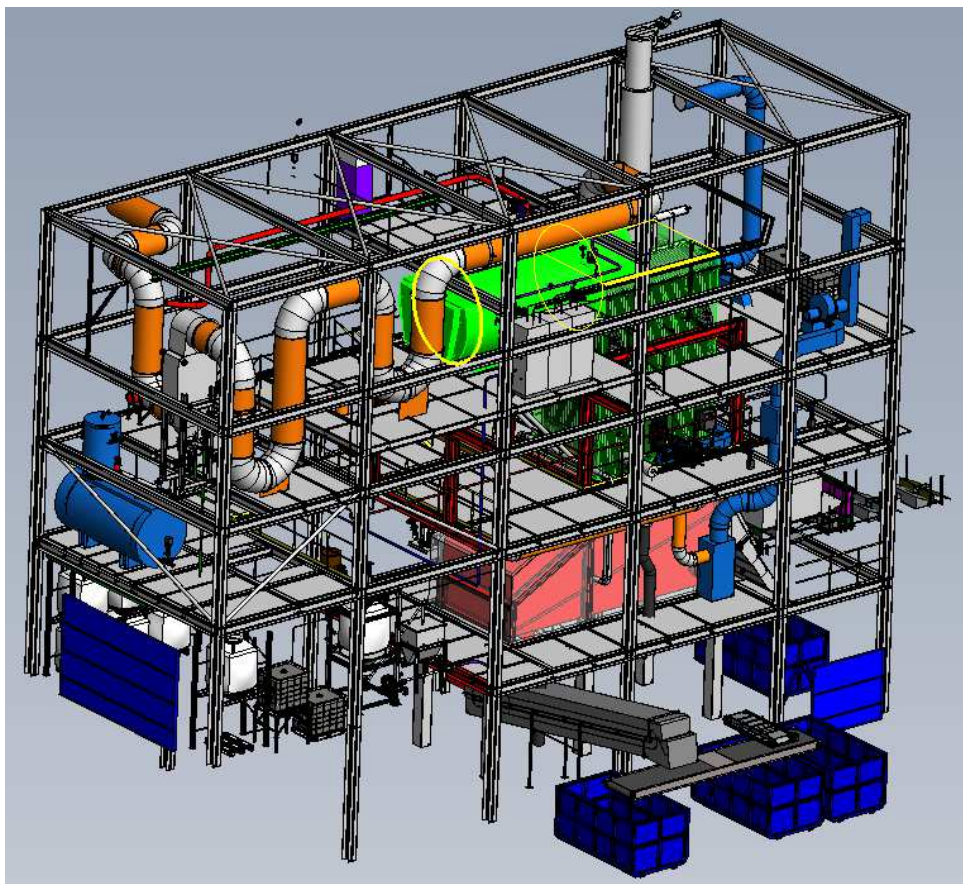
Obrázek 23: Nádrž hasící vody



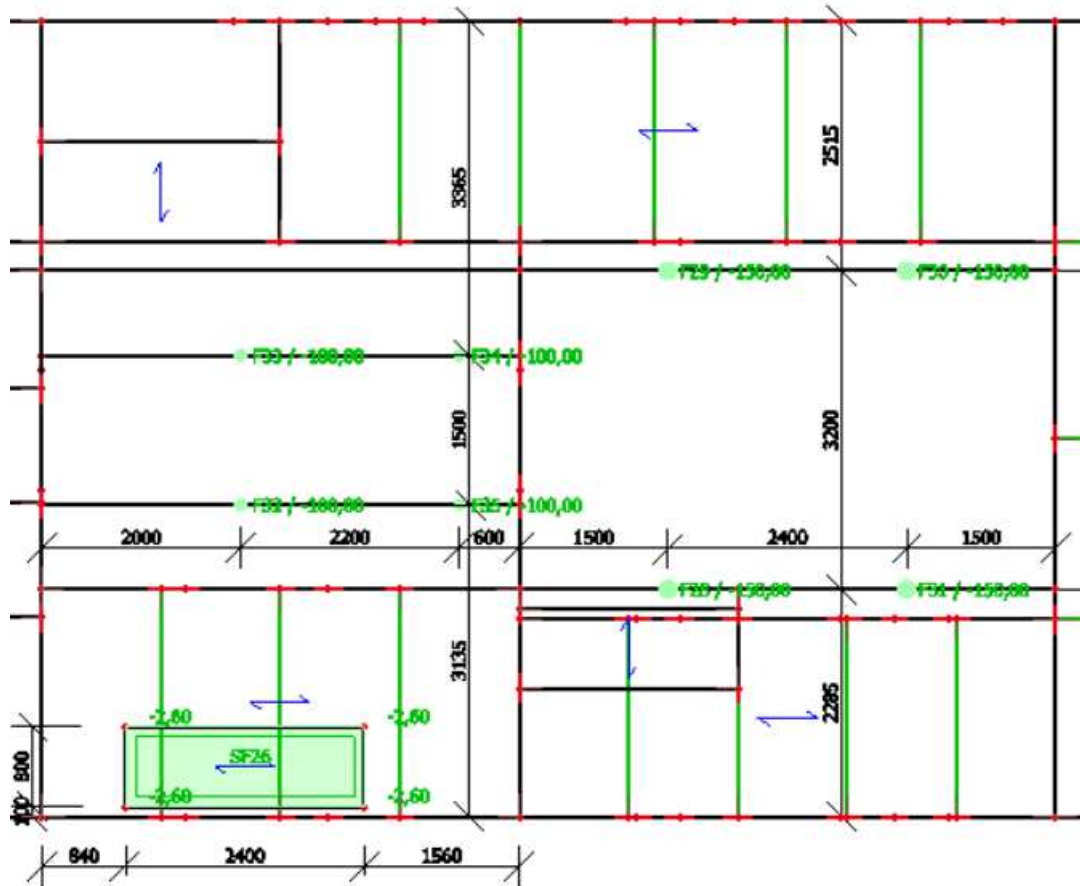
Obrázek 24: Nádrž hasící vody-zatížení



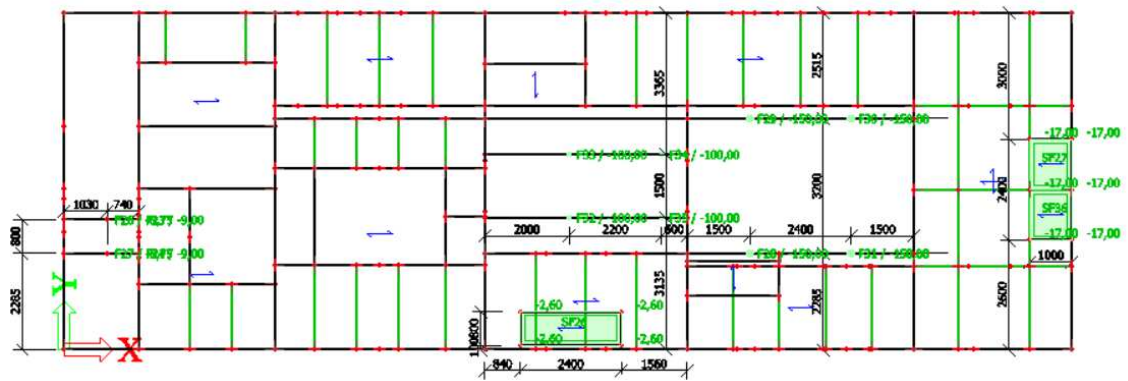
Obrázek 25: Kotel



Obrázek 26: Kotel



Obrázek 27: Kotel-zatížení



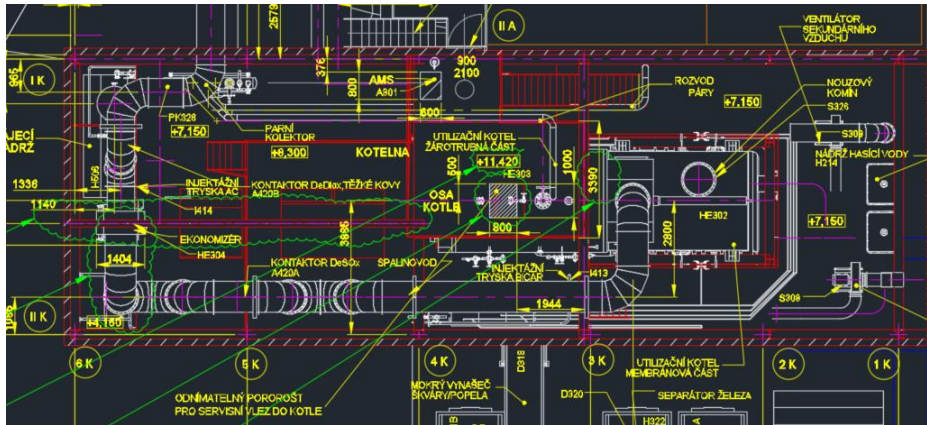
Obrázek 28: Kotel-zatížení

3.NP

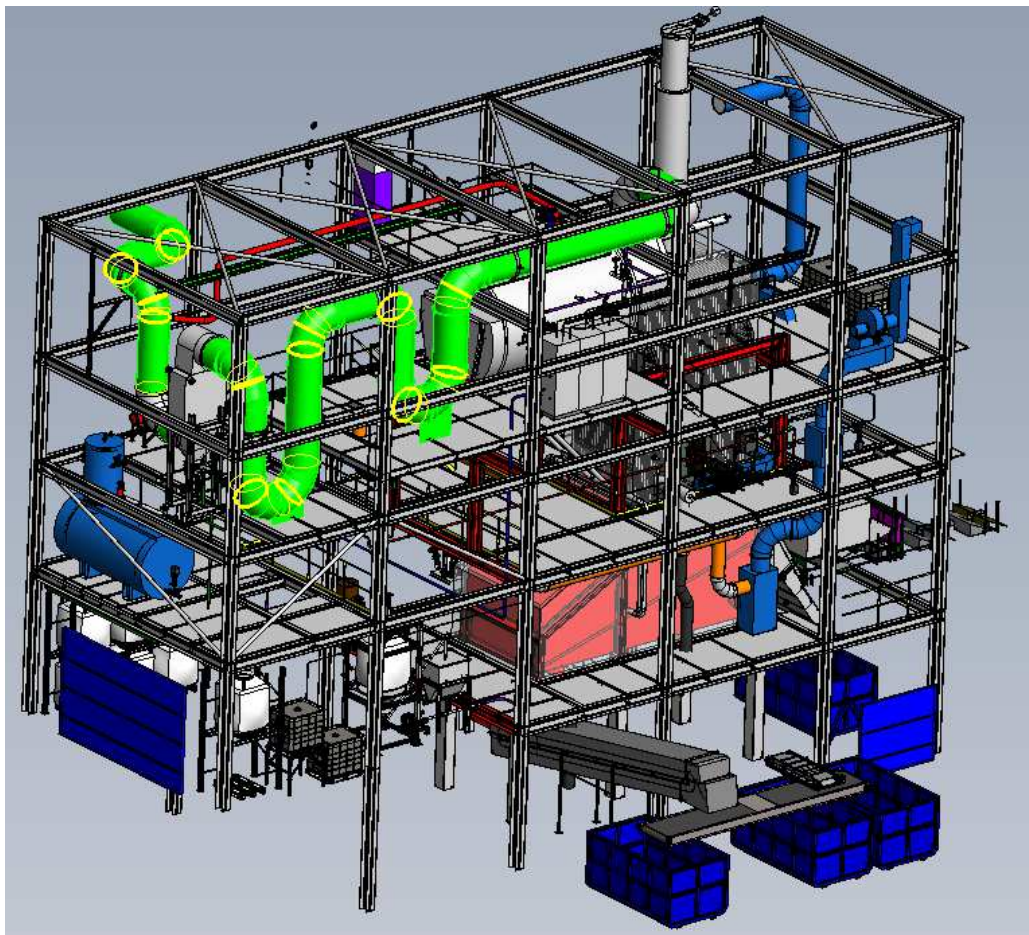
Žádné zatížení technologiemi.



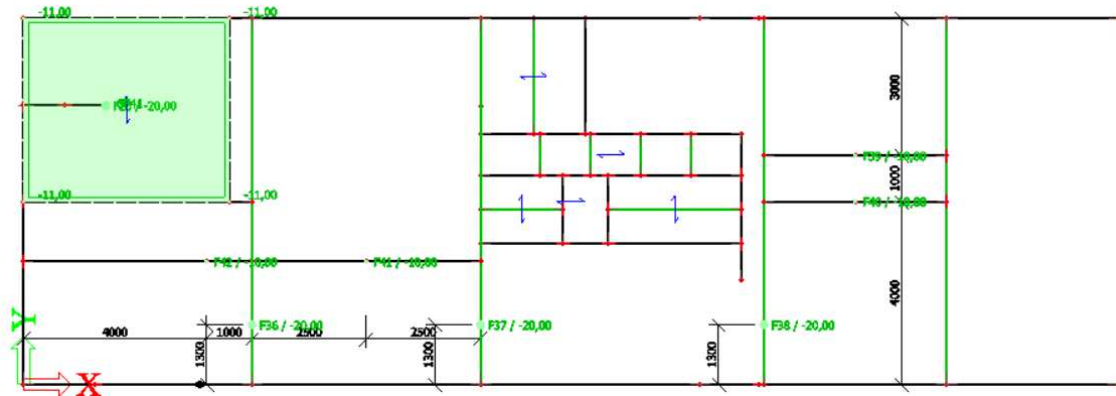
4.NP



Obrázek 29: Závěsy potrubí



Obrázek 30: Závěsy potrubí



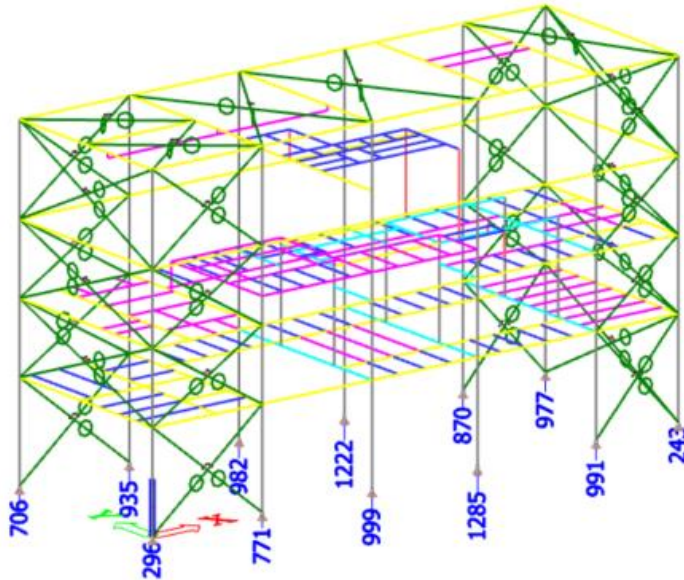
Obrázek 31: Závěsy potrubí-zatížení



4. VÝSTUPY Z MODELU

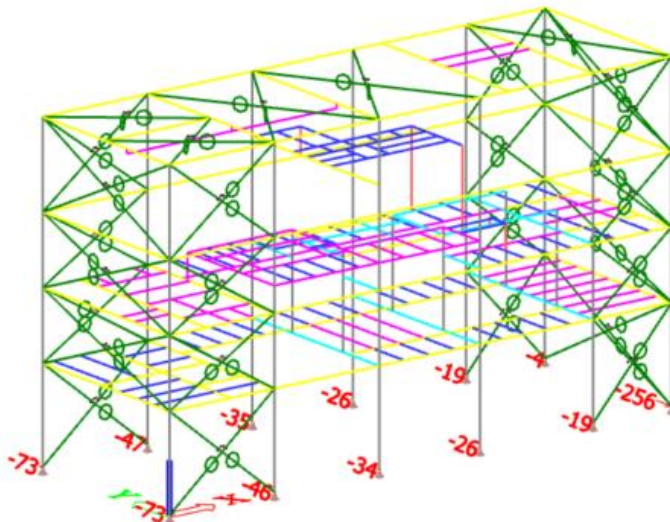
4.1. Reakce

Rz [kN]

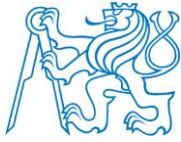


Obrázek 32. Reakce Rz

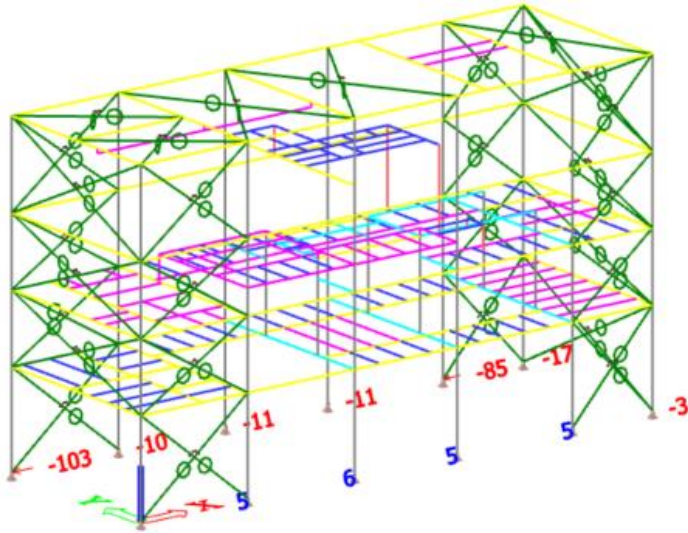
Ry [kN]



Obrázek 33: Reakce Ry



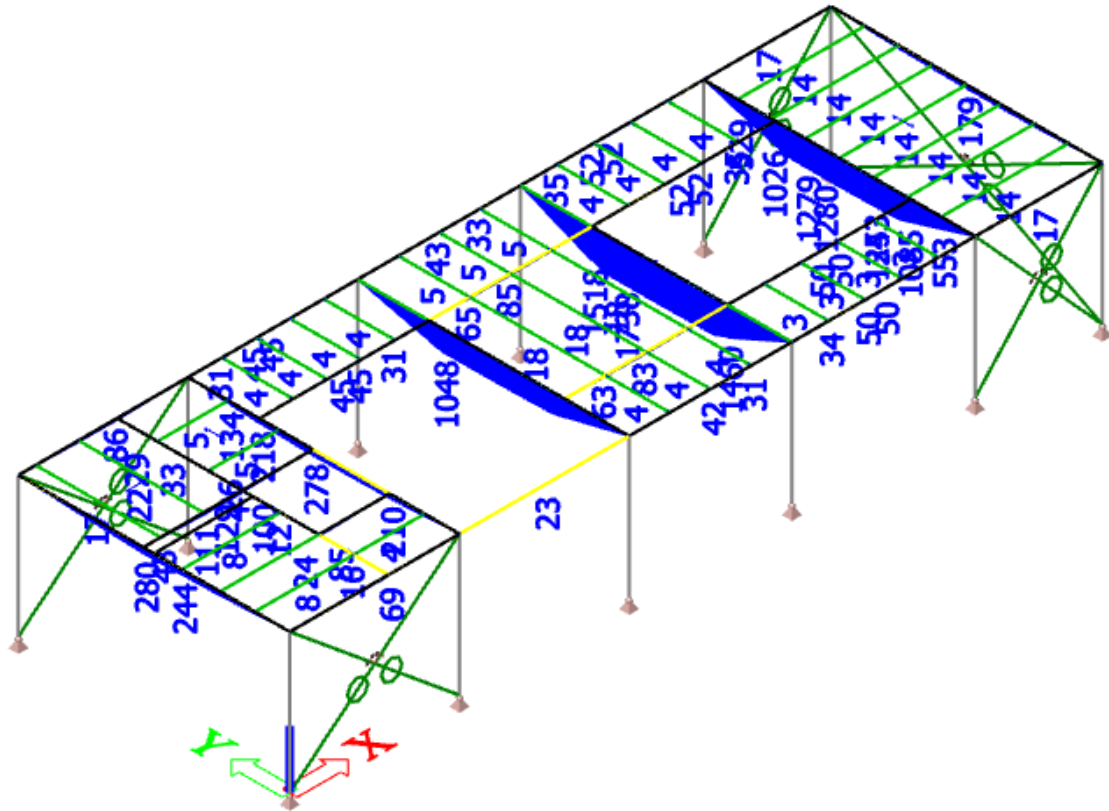
R_x [kN]



Obrázek 34: Reakce R_x



My [kNm]

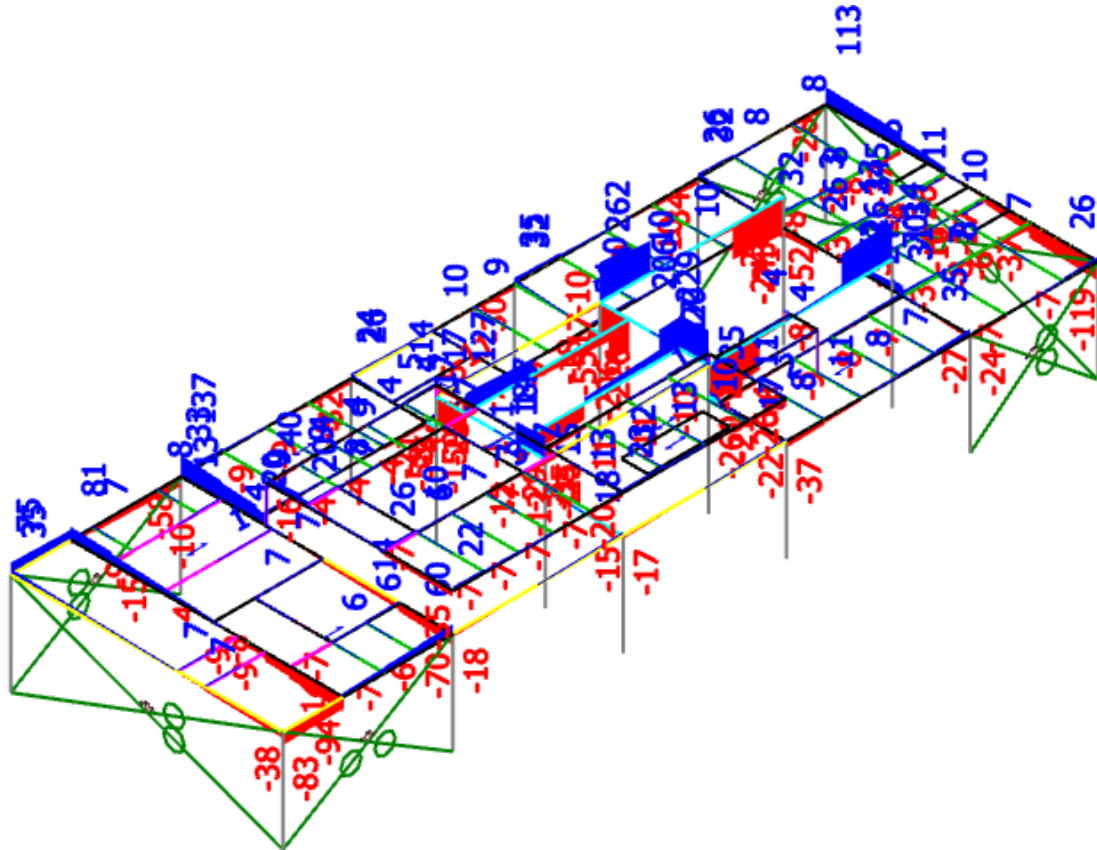


Obrázek 36: 1.NP -ohybové momenty



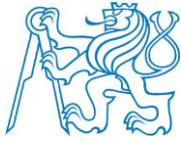
2NP

Vz [kN]



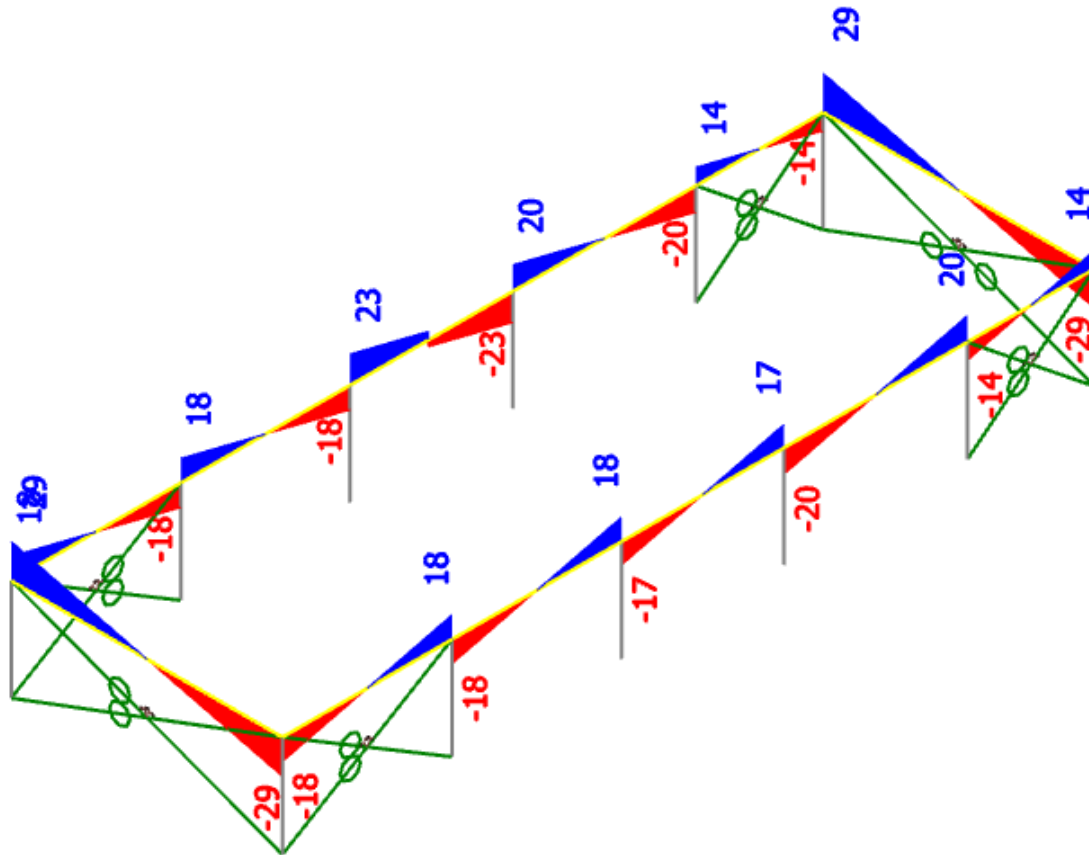
Obrázek 37: 2.NP-posouvající síly

1

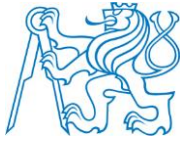


3.NP

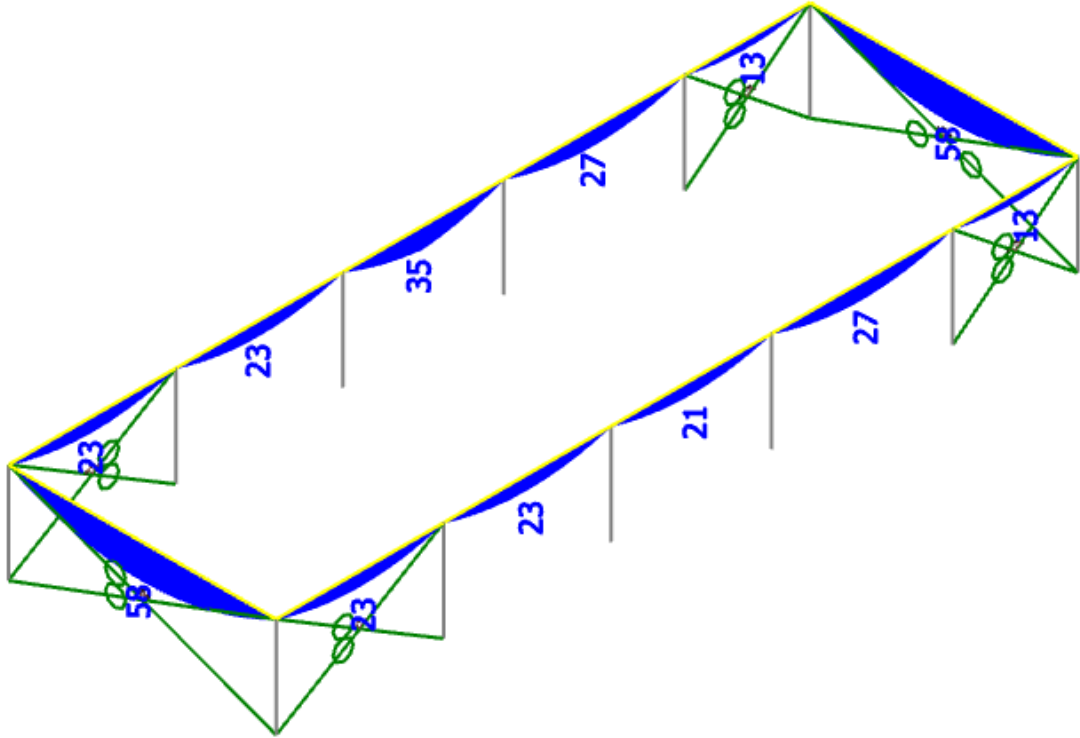
Vz [kN]



Obrázek 39: 3.NP-posouvající síly



My [kNm]

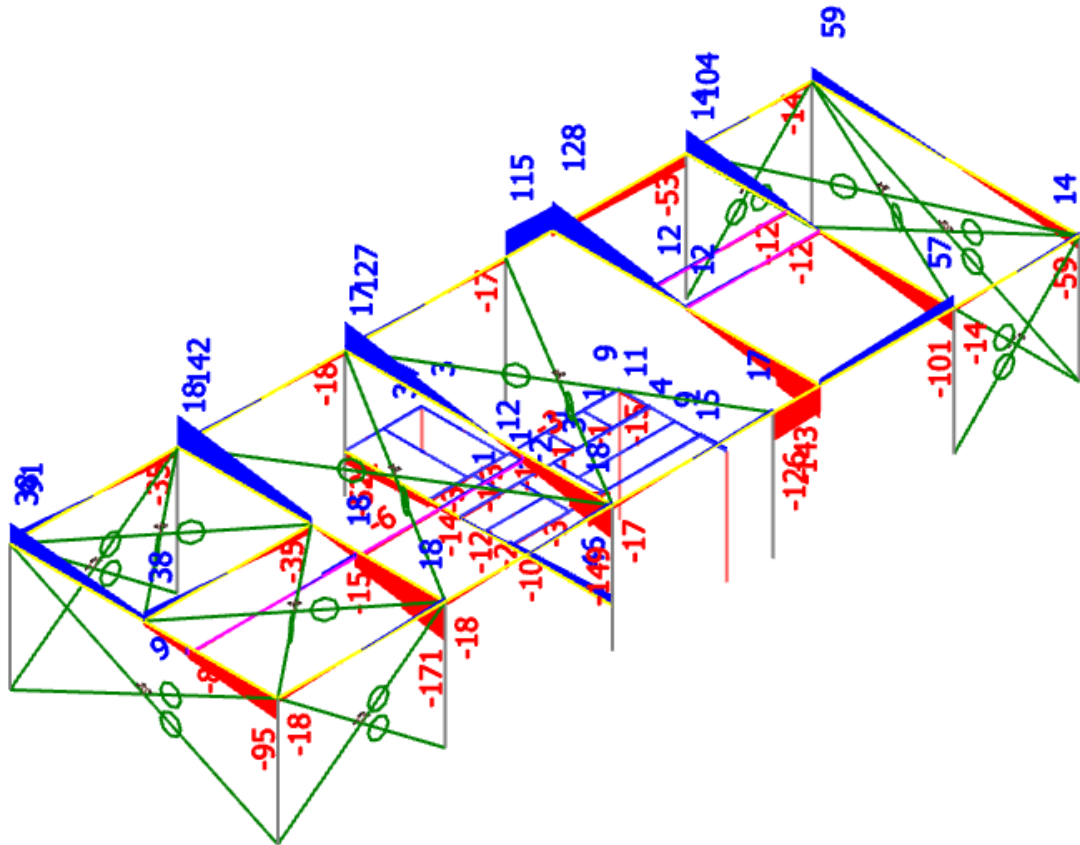


Obrázek 40: 3.NP-ohybové momenty



4.NP

Vz [kN]

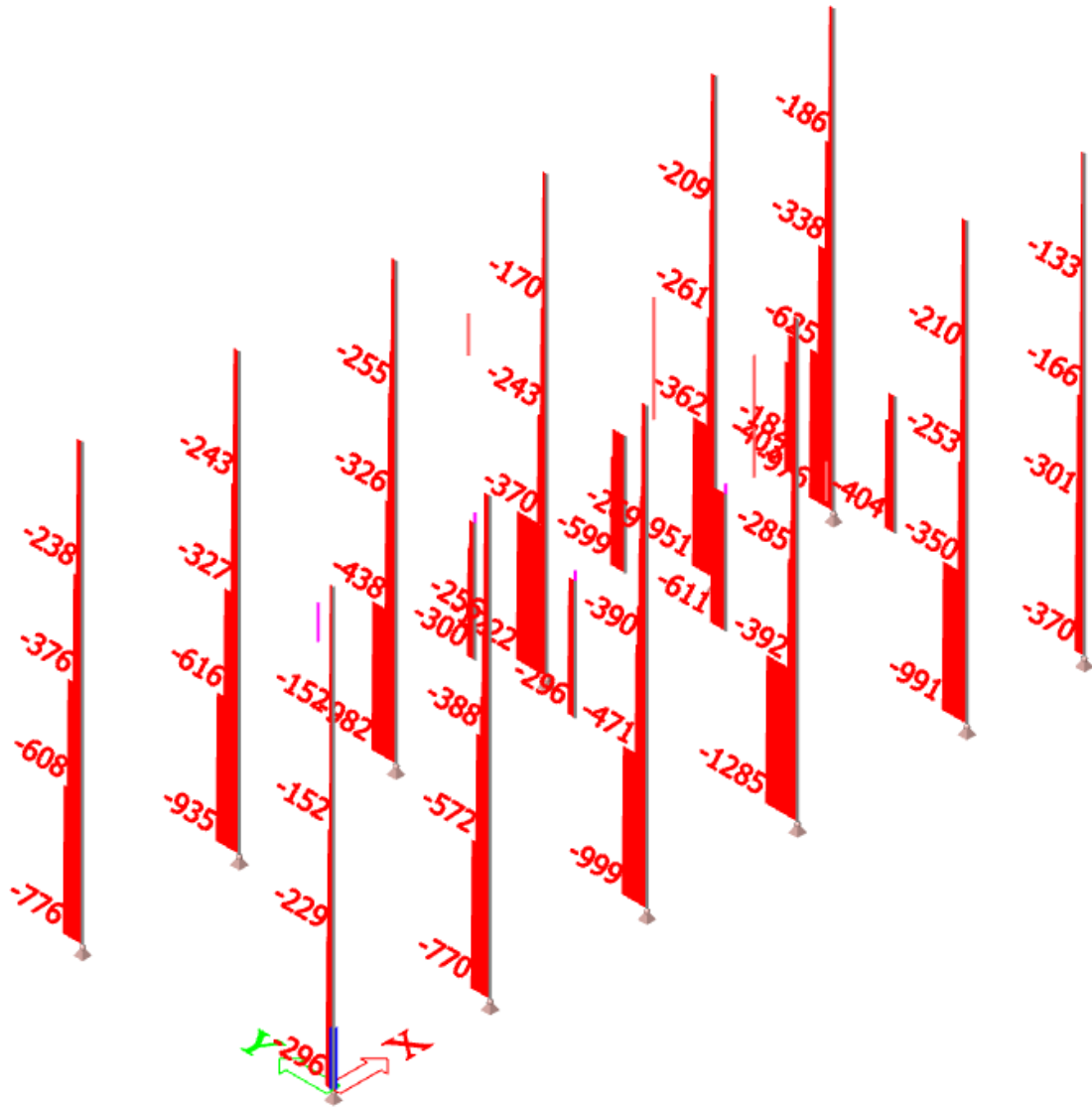


Obrázek 41: 4.NP-posouvající síly

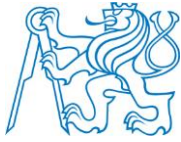


4.2.2. Svislé konstrukce

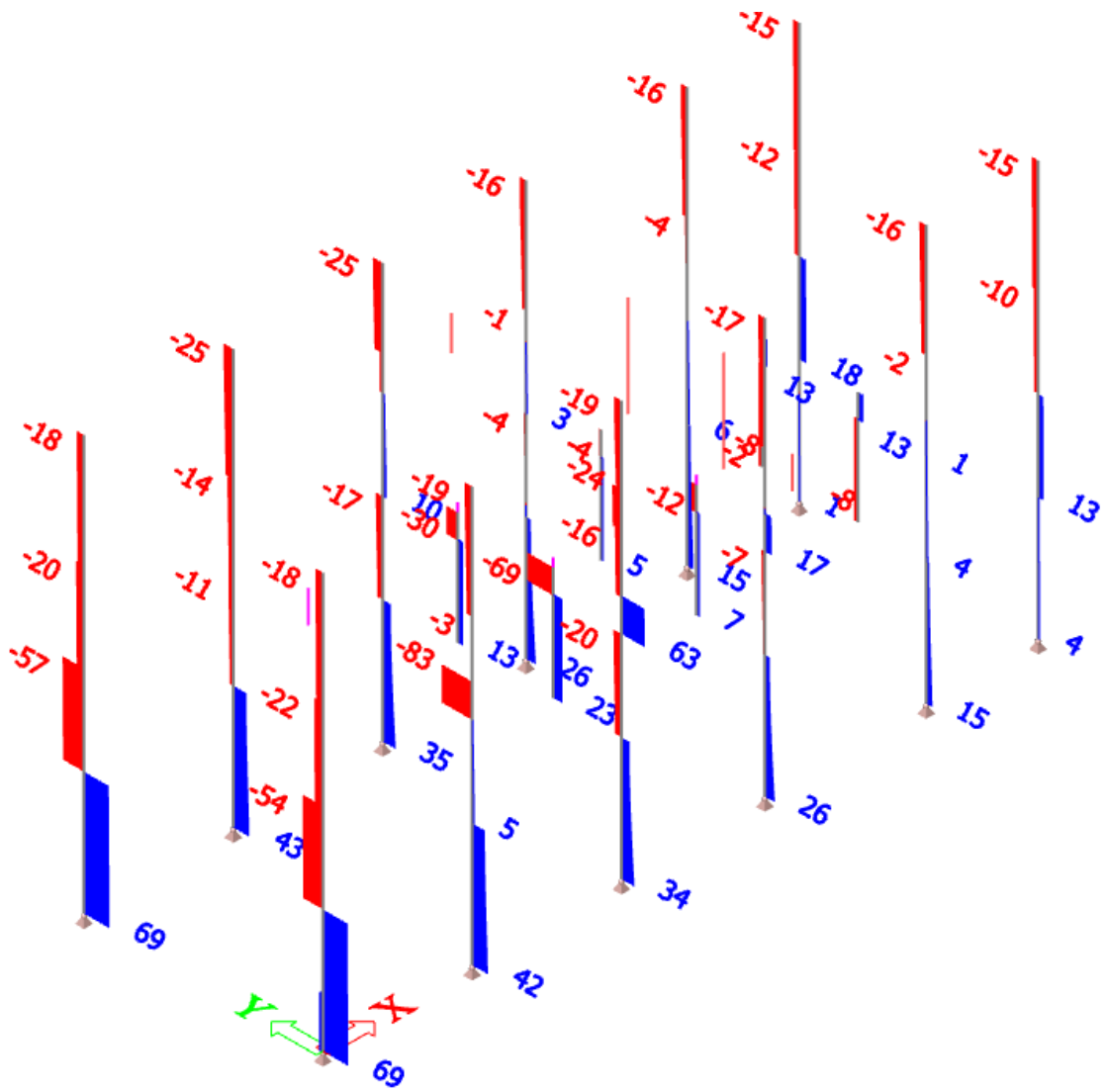
N [kN]



Obrázek 43: Sloupy-normálové síly



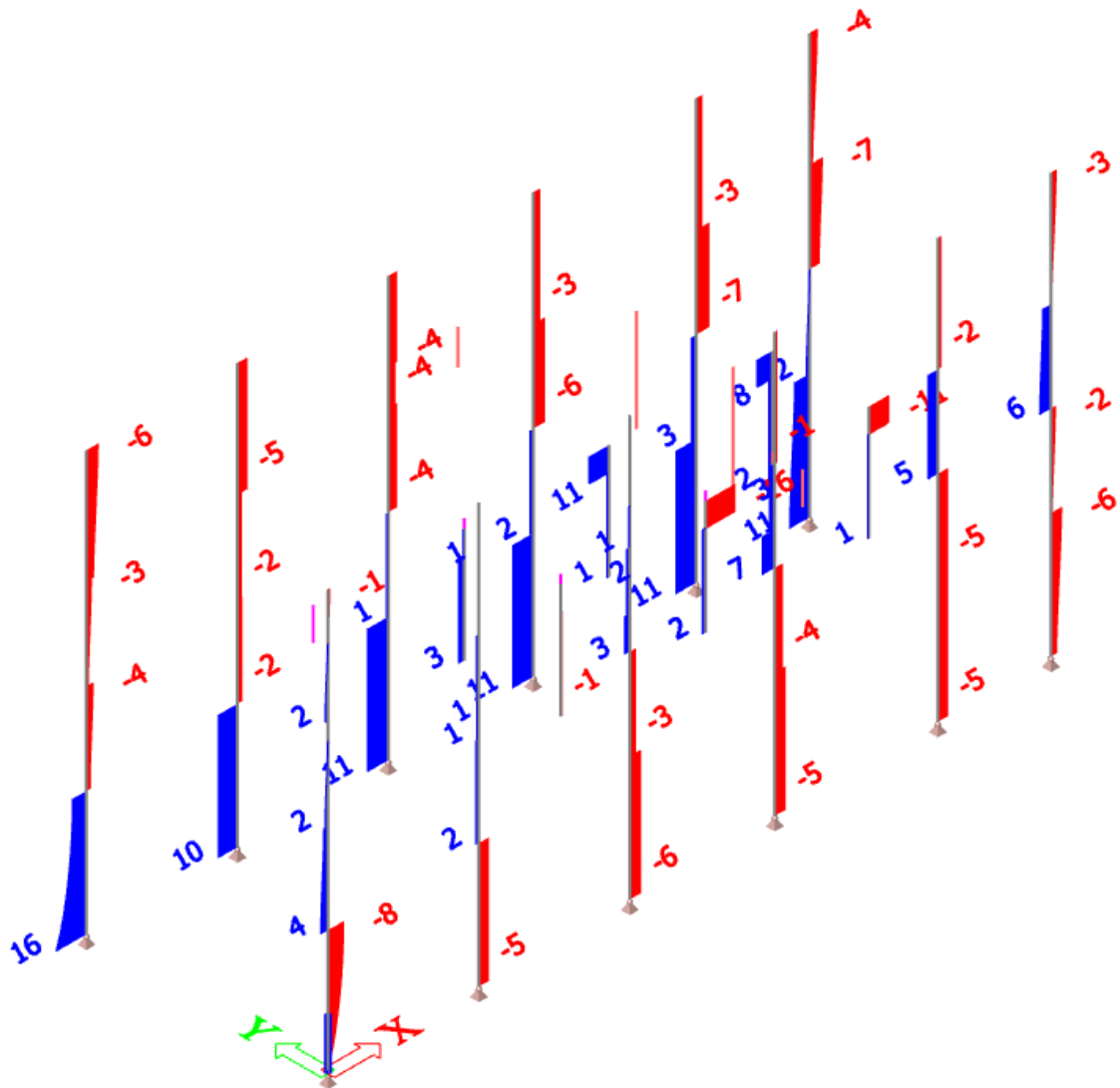
Vz [kN]



Obrázek 44: Sloupy-posouvající síly



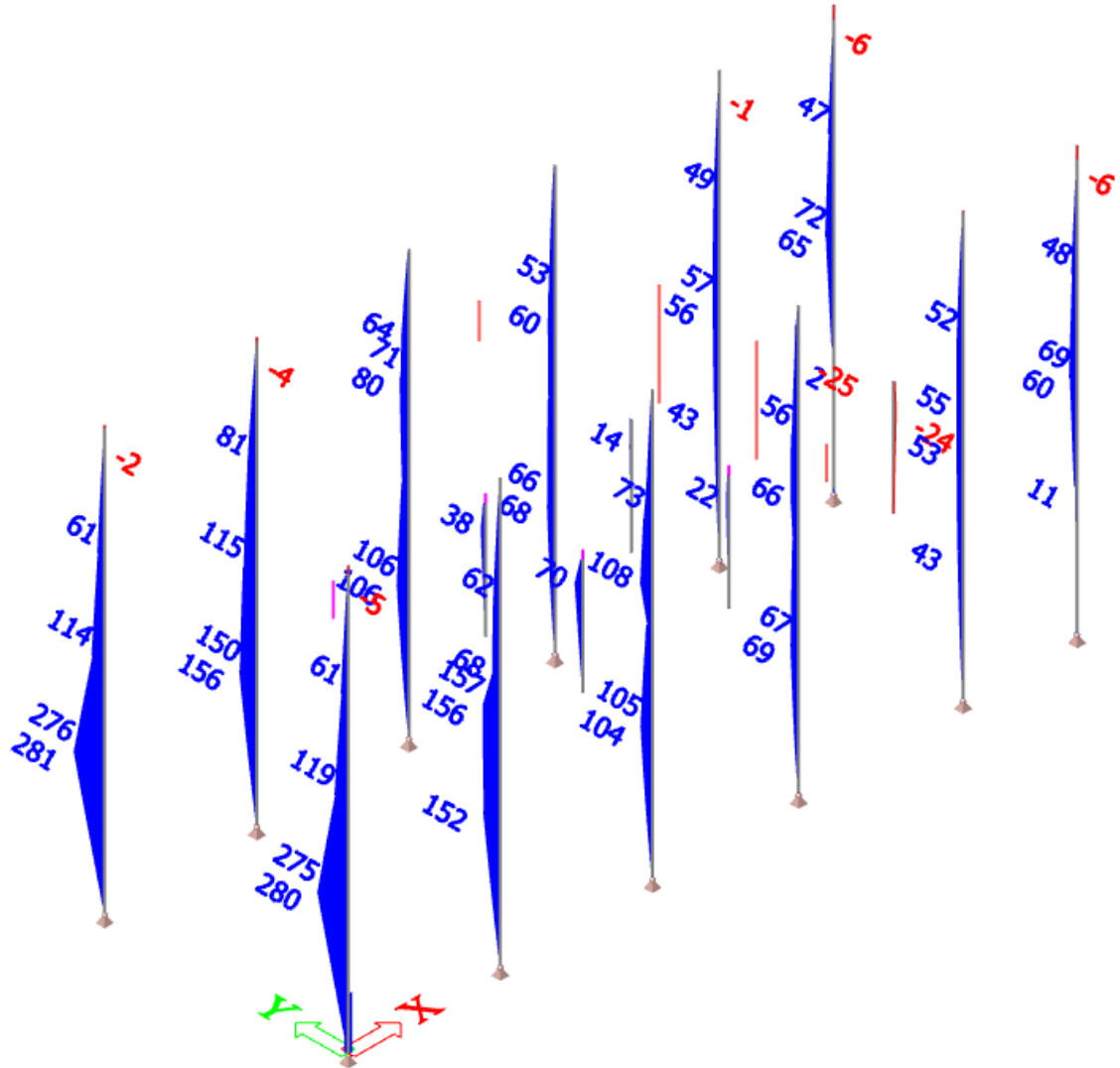
V_y [kN]



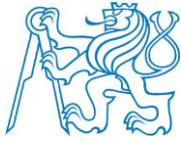
Obrázek 45: Sloupy-posouvající síly



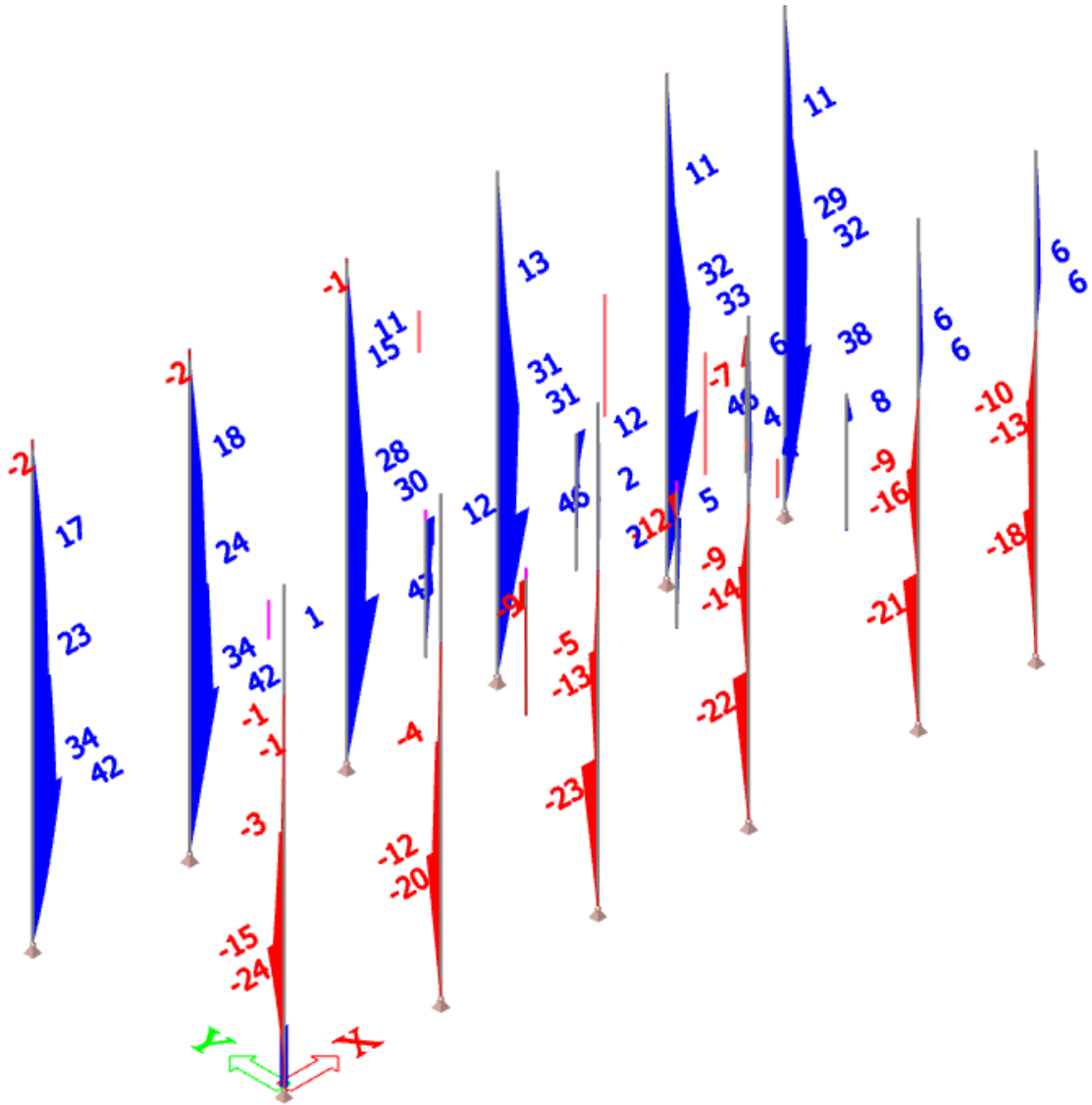
My [kNm]



Obrázek 46: Sloupy-ohybové momenty



Mz [kNm]

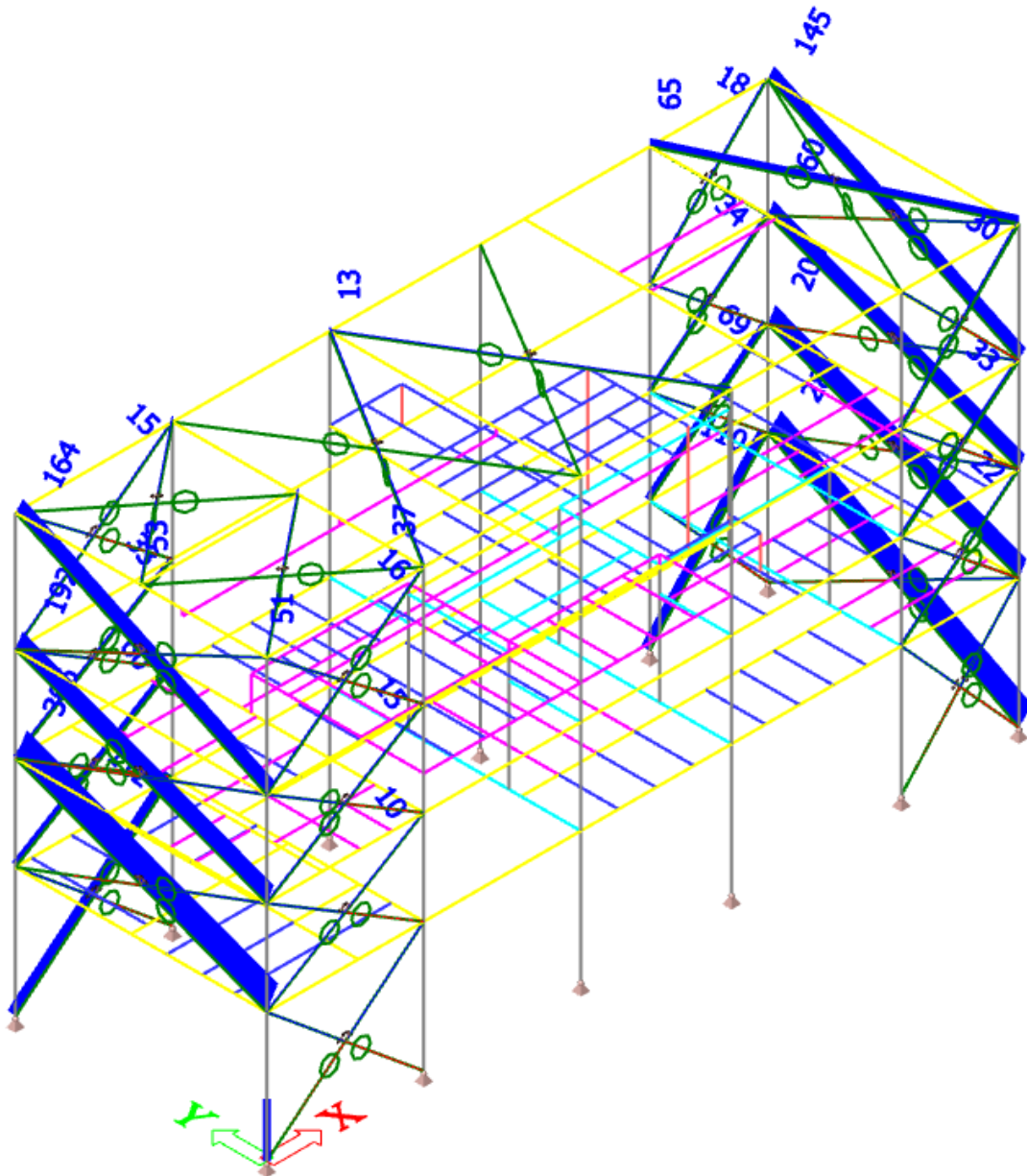


Obrázek 47: Sloupy-ohybové momenty



4.2.3. Zavětrování

N [kN]



Obrázek 48: Zavětrování-normálové síly

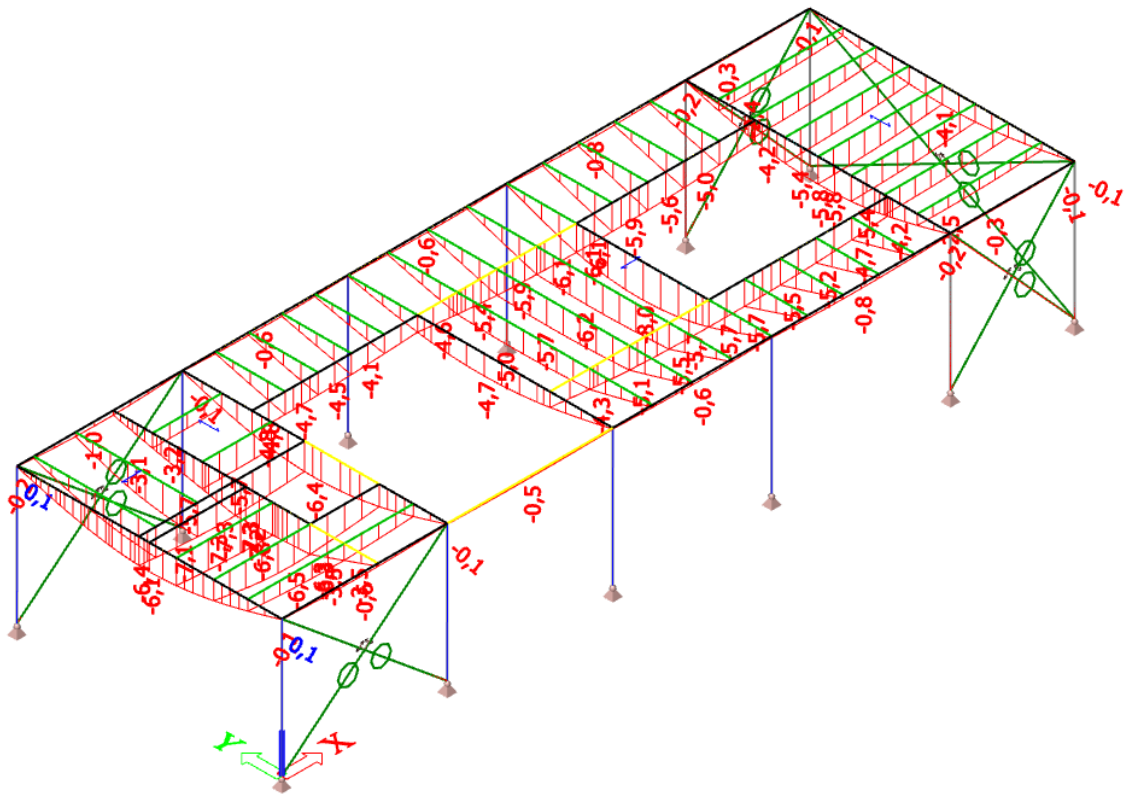


4.3. Deformace

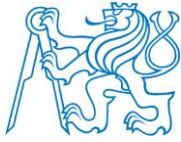
Průhyby betonových konstrukcí nelze určit lineárním výpočtem. Hraje zde velkou roli dotvarování a smršťování betonu. Přesný výpočet u všech prvků by byl velmi náročný, proto na základě zkušeností dvou autorizovaných staticků pro statiku a dynamiku bylo uvažováno se čtyřnásobným nárůstem průhybů díky dotvarování a smršťování betonu oproti lineárním průhybům níže.

1.NP

uz [mm]

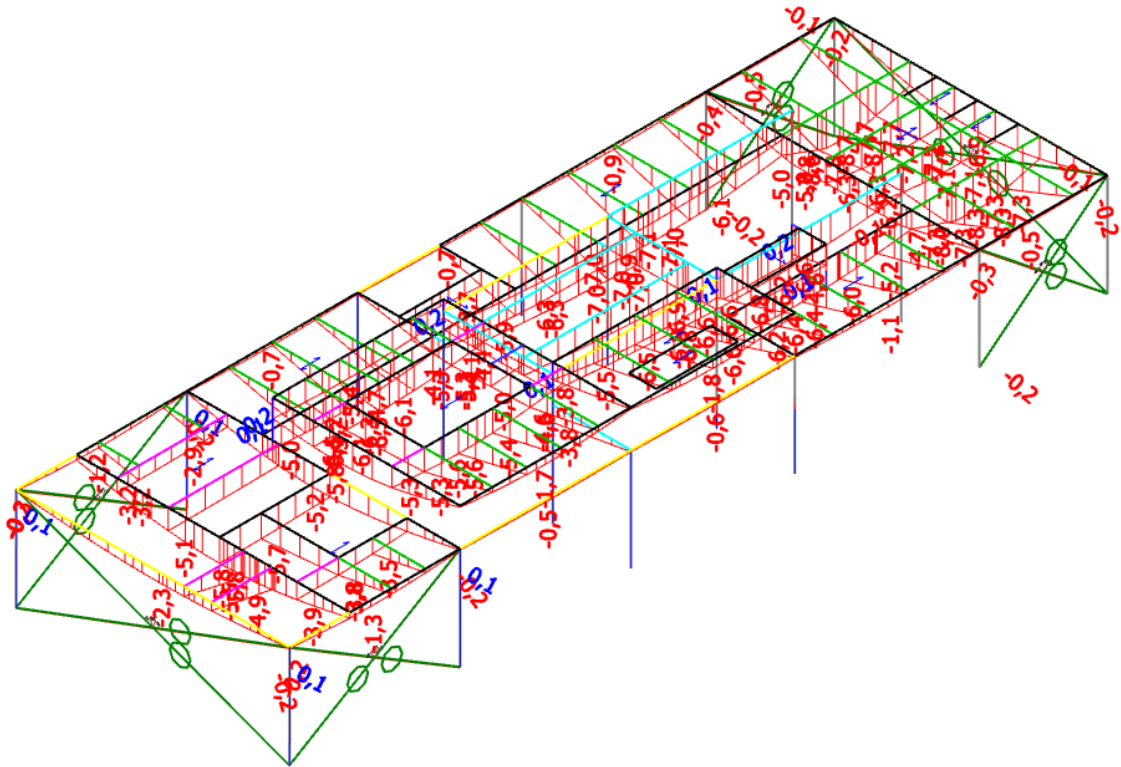


Obrázek 49: 1.NP-průhyby



2.NP

uz [mm]

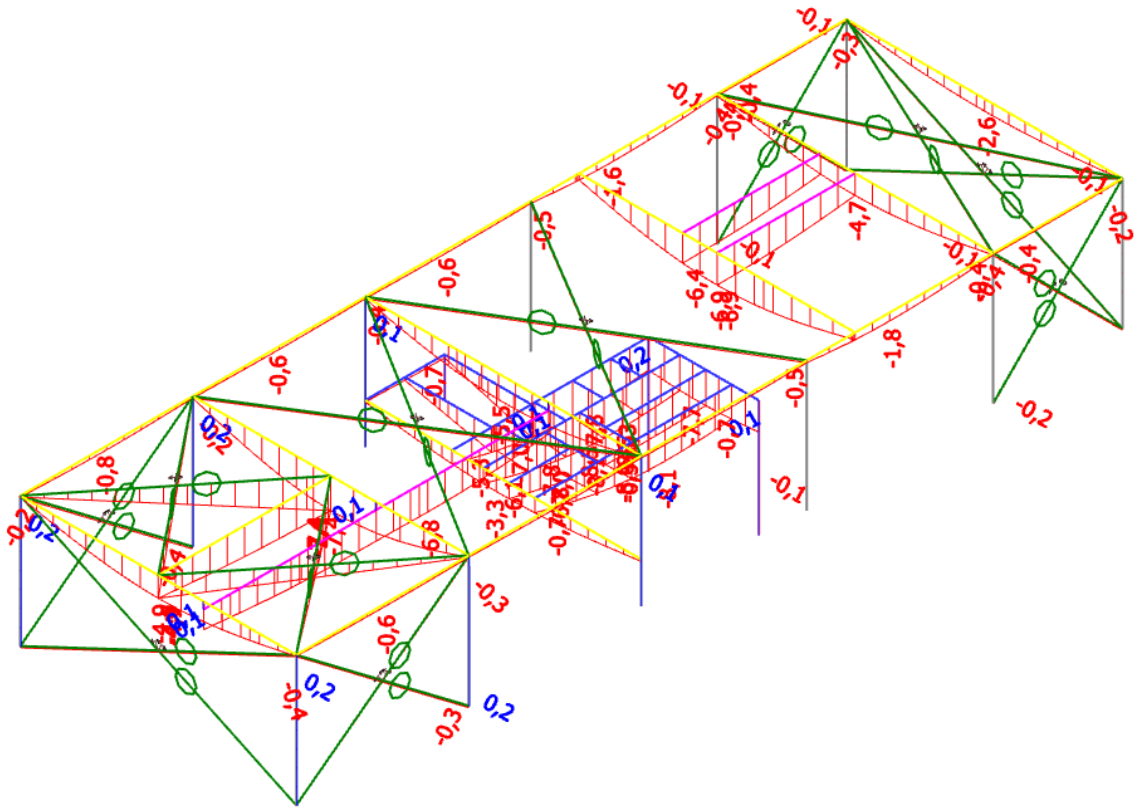


Obrázek 50: 2.NP-průhyby



4.NP

uz [mm]

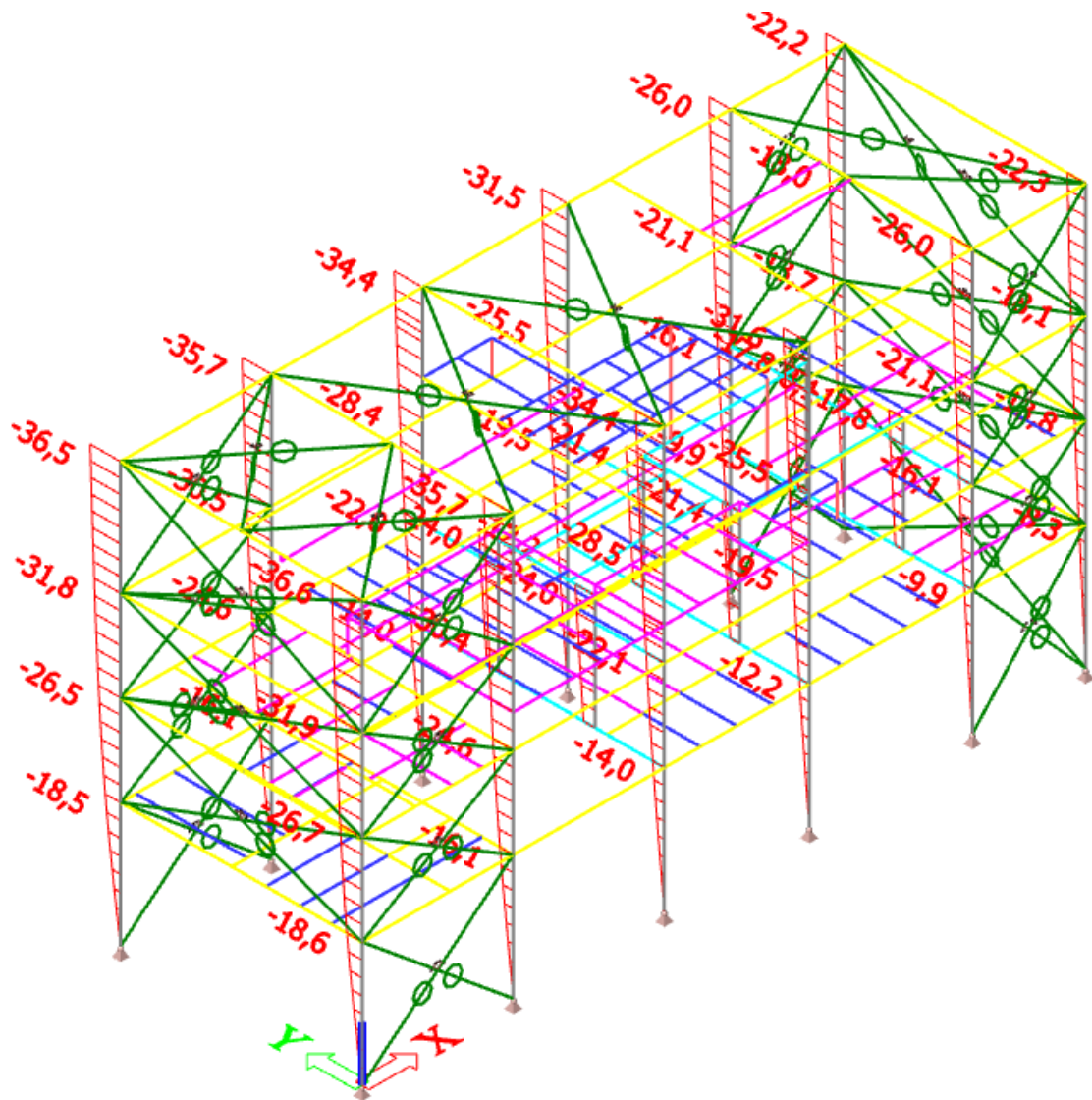


Obrázek 52: 4.NP-průhyby



Posuny od zatížení větrem

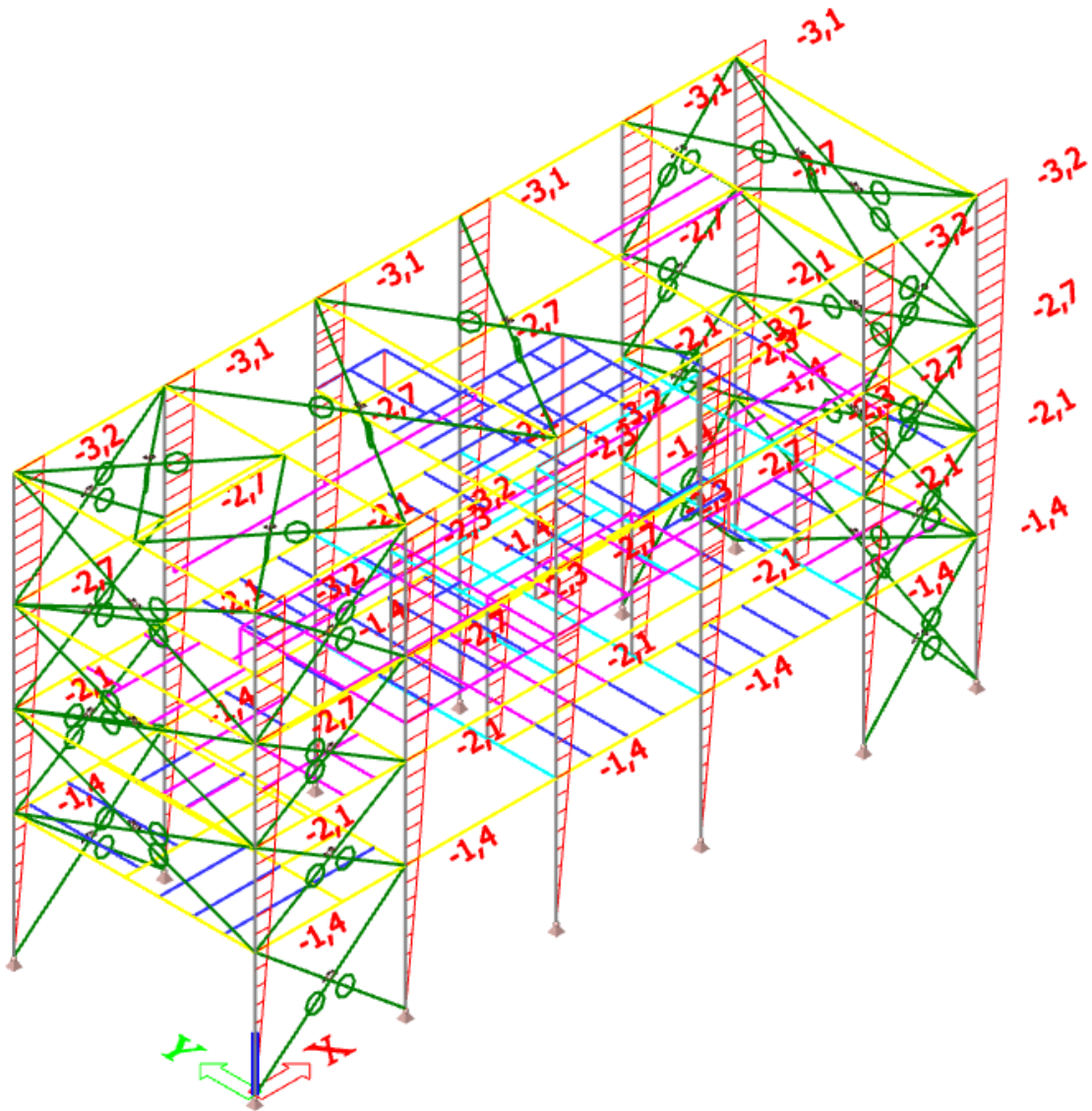
uz [mm]



Obrázek 53: Posuny-příčný vítr



uy [mm]



Obrázek 54: Posuny-podélný vítr

Všechny průhyby vodorovných konstrukcí splňují podmínku $<L/250$ a svislé konstrukce $<H/400$.



5. DIMENZOVÁNÍ NOSNÝCH PRVKŮ KONSTRUKCE

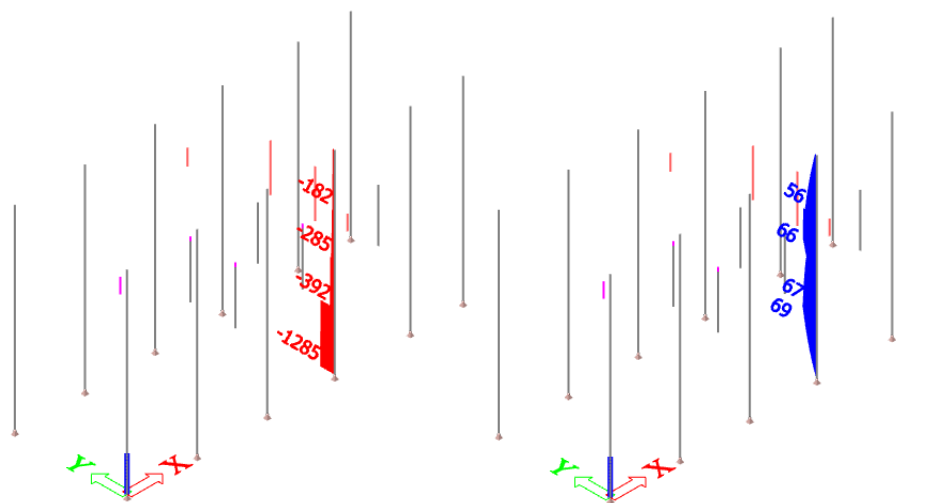
5.1. Betonové prefabrikované konstrukce

5.1.1. S1

- Hlavní nosný sloup
- Délka 13,9 a 3,8 m

N [kN]

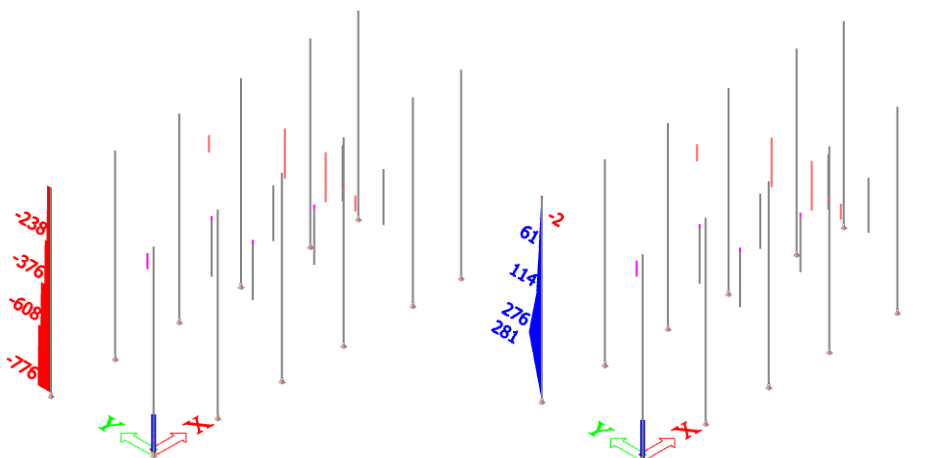
My [kNm]



Obrázek 55: Sloup-maximální normálová síla

N [kN]

My [kNm]



Obrázek 56: Sloup-maximální ohybový moment



S1

Typ prvku: sloup
Prostředí: X0
Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěrná délka: $l_{ef} = 13.90 \times 1.00 = 13.90 \text{ m}$
S tlačnou výztuží není počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm; Krycí: 34,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení
Sloup (celková výztuž):
 $\rho_s = 0,0213 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0213 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků
Minimální průměr třmínků $d = 8 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{tr,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{kEd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{kEdy} [kNm] | V_{Edx} [kN] | V_{kEdx} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| 1 | Zat. případ 2 | -1230,00 | -8086,67 | 70,00 \rightarrow 360,52 | 721,38 | 25,00 | 340,08 | Vyhovuje |
| 2 | Zat. případ 3 | -760,00 | -8086,67 | 280,00 \rightarrow 459,51 | 698,15 | 70,00 | 277,01 | Vyhovuje |

Mezni stav únosnosti VYHOVUJE

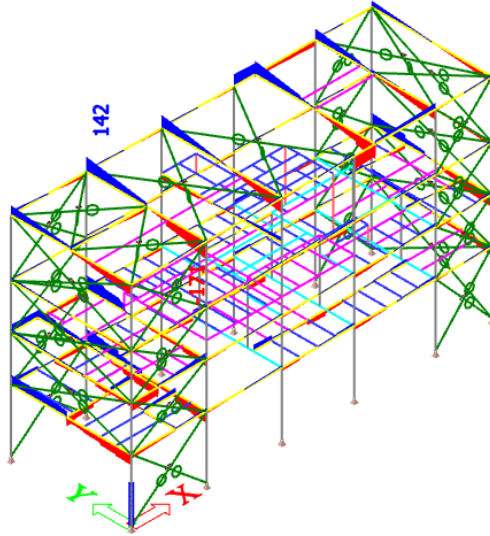
VYHOVUJE



5.1.2. T1

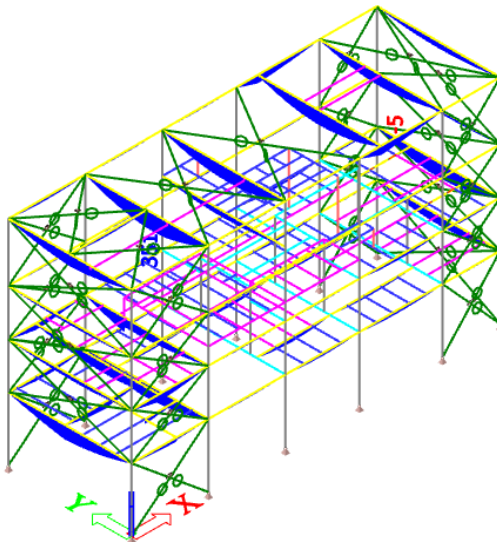
- Hlavní nosný trám
- Délka 3,75 až 5,4 m

V_z [kN]



Obrázek 57: T1-posouvající síly

M_y [kNm]



Obrázek 58: T1-ohybové momenty



T1

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC2, XA1
Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3,5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$
Oceľ podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Oceľ příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
 Vzpěr není uvažován
 S tlačnou výztuží není počítáno.

Obvodové třmínky
 Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytlí: 40,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení
 Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,0117 \geq \rho_{s,min} = 0,00182 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0191 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží
 $\rho_w,min = 0,00101 \leq \rho_w = 0,00168 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 338,1 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{tw,max} = 338,1 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{sd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{sdy} [kNm] | V_{Edx} [kN] | V_{sdx} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Zat. případ 1 | 0,00 | 0,00 | 350,00 | 393,60 | 170,00 | 202,20 | Vyhovuje |

Mezní stav únosnosti: **VYHOVUJE**

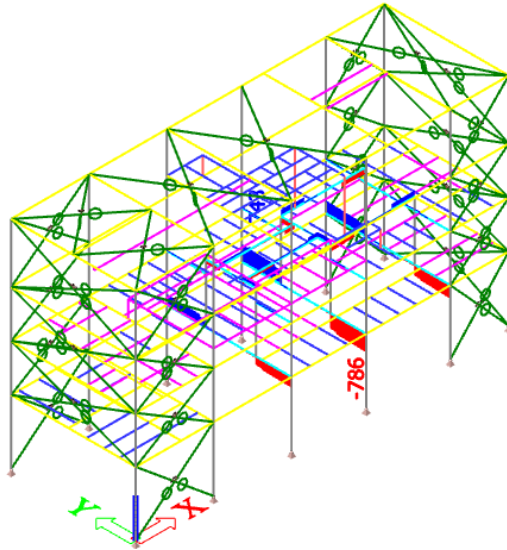
VYHOVUJE



5.1.3. T2

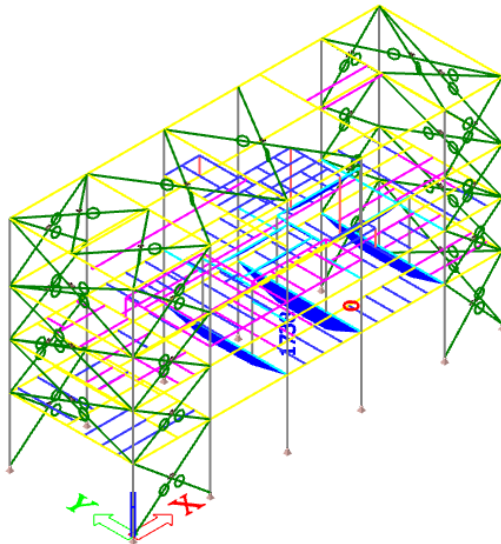
- Trám vynášející nejtěžší prvek technologie (kotel)
- Délka 4,8 až 5,4 m

V_z [kN]



Obrázek 59: T2-posouvající síly

M_y [kNm]



Obrázek 60: T2-ohybové momenty



T2

Typ prvku: nosník
Prostředí: XO

Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S taženou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 140,0 mm; Krycí: 30,0 mm

Posouzení min. a max. stupně výztužení
Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0.0186 \geq \rho_{s,min} = 0.00182 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0.0322 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň výztužení smykovou výztuží
 $\rho_{sv,min} = 0.00101 \leq \rho_{sv} = 0.00404 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400.0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{tv,max} = 600.0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{Rd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Rdy} [kNm] | V_{Edz} [kN] | V_{Rdz} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Zat. případ 1 | 0.00 | 0.00 | 1740.00 | 2303.35 | 790.00 | 904.86 | Vyhovuje |

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

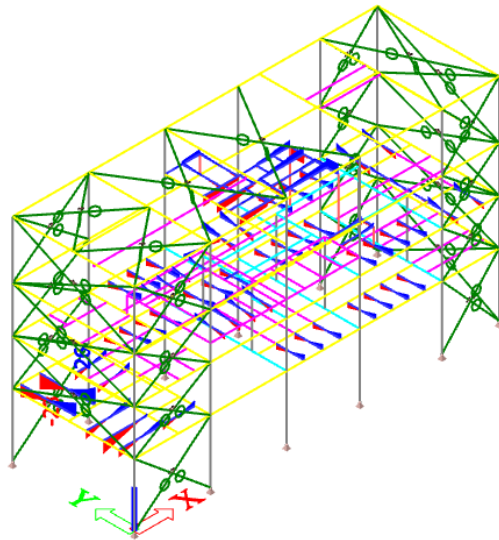
VYHOVUJE



5.1.4. T3

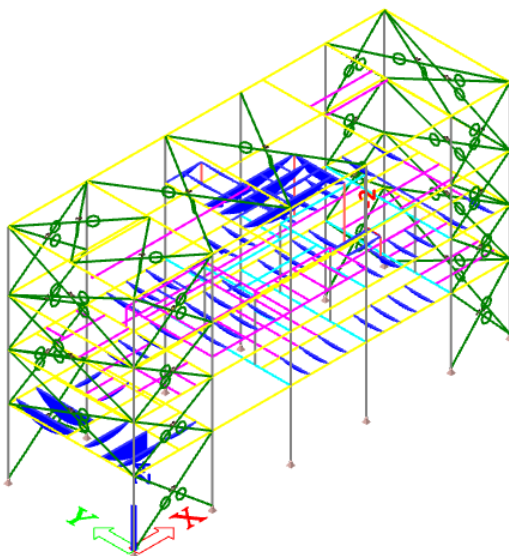
- Trám pro plošiny
- Délka 1,9 až 5,7 m

V_z [kN]



Obrázek 61: T3-posouvající síly

M_y [kNm]



Obrázek 62: T3-ohybové momenty



T3

Typ prvku: nosník
Prostředí: XD

Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
 Vzpěr není uvažován
 S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
 Profil: 8 mm; Vzdálenost: 190,0 mm; Krytí: 20,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení
 Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00762 \geq \rho_{s,min} = 0,00182 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0185 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží
 $\rho_{w,min} = 0,00101 \leq \rho_w = 0,00265 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 198,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 198,0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{Rd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Rdy} [kNm] | V_{Edx} [kN] | V_{Rdx} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Zát. případ 1 | 0,00 | 0,00 | 25,00 | 59,24 | 28,00 | 95,91 | Vyhovuje |

Mezni stav únosnosti VYHOVUJE

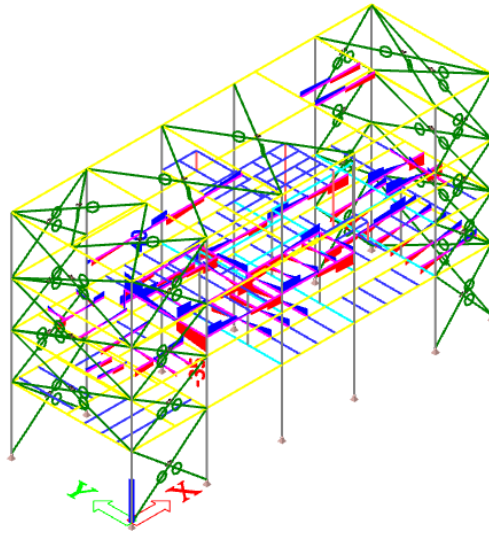
VYHOVUJE



5.1.5. T4

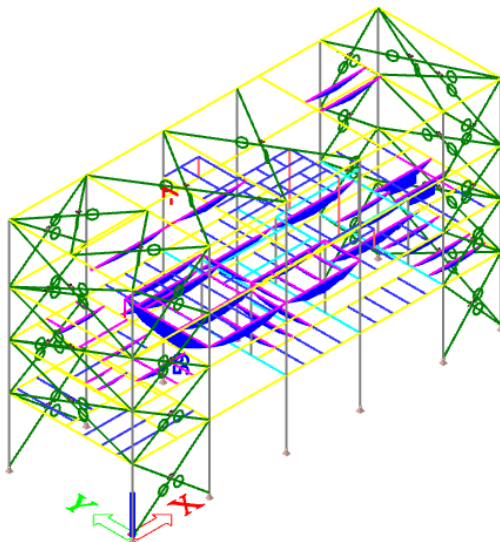
- Trám pro plošiny
- Délka 1,77 až 5,4 m

V_z [kN]



Obrázek 63: T4-posouvající síly

M_y [kNm]



Obrázek 64: T4-ohybové momenty



T4

Typ prvku: nosník
Prostředí: X0

Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3,5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
 Vzpěr není uvažován
 S tlačencou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
 Profil: 8 mm; Vzdálenost: 250,0 mm; Krytí: 20,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení
 Nosník (tlačená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum)
 $\rho_{s1} = 0,00552 \geq \rho_{s,min} = 0,00182 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0139 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží
 $\rho_{w,min} = 0,00101 \leq \rho_w = 0,00201 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{1,max} = 273,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{2,max} = 273,0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{Rd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Rdy} [kNm] | V_{Edx} [kN] | V_{Rdx} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Zat. případ 1 | 0,00 | 0,00 | 59,00 | 84,55 | 25,00 | 103,45 | Vyhovuje |

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

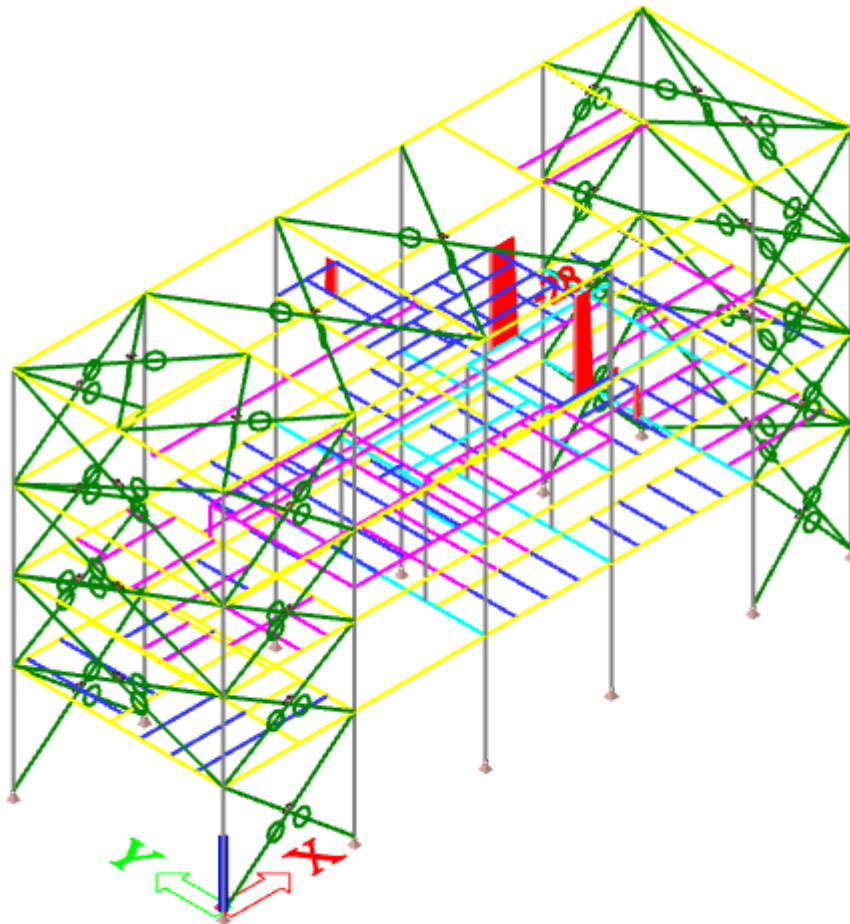
VYHOVUJE



5.1.6. S2

- Sloup pro plošiny
- Délka 1,2 až 3,4 m

N [kN]



Obrázek 65: S2-normálové síly



S2

Typ prvku: nosník
Prostředí: X0
Beton: C 40/50
 $f_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 35000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Vzpěr
Vzpěrná délka: $l_w = 3.00 \times 1.00 = 3.00 \text{ m}$
S tlačnou výztuží je počítáno.
Obvodové třmínky
Profil: 8 mm; Vzdálenost: 120.0 mm; Krycí: 20.0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení
Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s1} = 0.0123 \geq \rho_{s,min} = 0.00182 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0.0201 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží
 $\rho_{w,min} = 0.00101 \leq \rho_w = 0.00419 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{1,max} = 123.0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větvi třmínků $s_{2,max} = 123.0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název | N_{Ed} [kN] | N_{Rd} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Rdy} [kNm] | V_{Edx} [kN] | V_{Rdx} [kN] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Zat. případ 1 | -30.00 | -1388.37 | 0.00 | 27.96 | 0.00 | 0.00 | Vyhovuje |

Mezní stav únosnosti: VYHOVUJE

VYHOVUJE

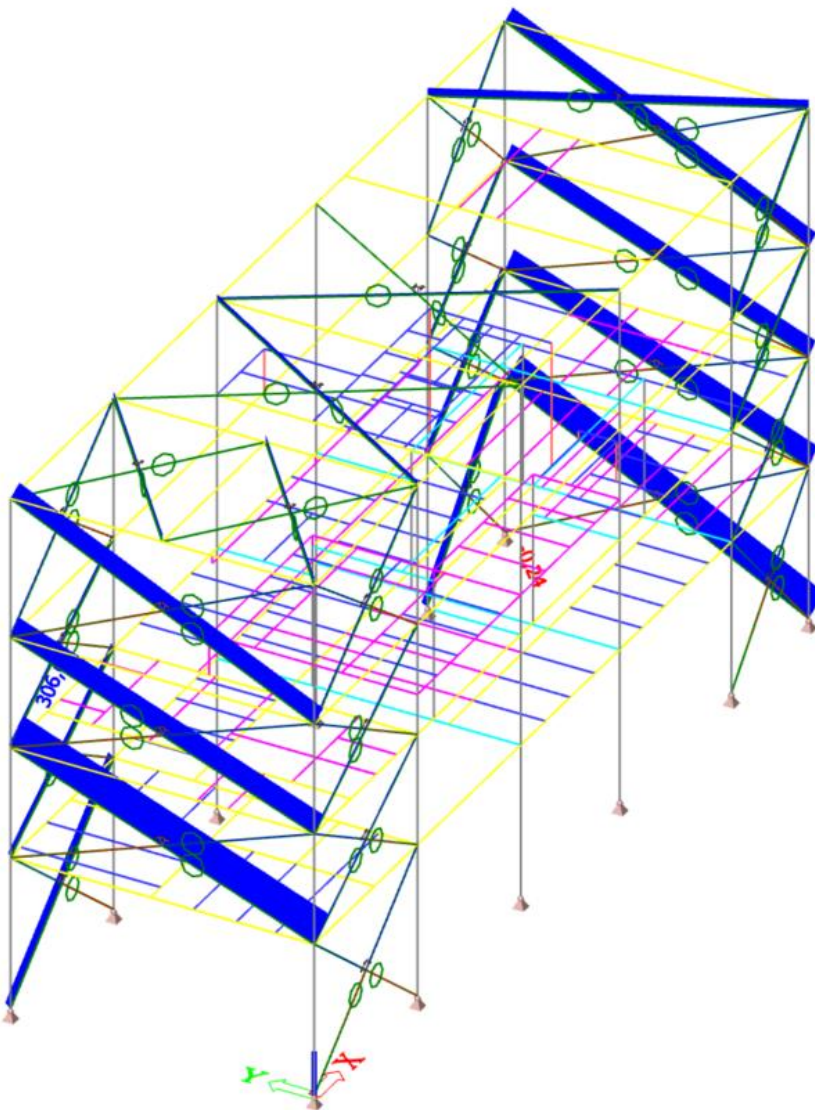


5.2. Ocelové konstrukce

5.2.1. Zavětrování

- Ocelové trubky sloužící k zavětrování konstrukce
- Délka 8,5 m

N [kN]



Obrázek 66: Zavětrování-normálové síly



| zavětrování | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| | <p>Norma EN 1993-1-1/Česko</p> <p>Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslaběného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez MSH 76.1 x 6.3 Průřezová plocha: $A = 1,361E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 38,0 \text{ mm}$ $z_T = 38,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 8,482E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 8,482E05 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -2,229E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 2,229E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 2,229E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -2,229E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 1,696E06 \text{ mm}^4$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 3,078E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 3,078E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 235,0 MPa Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p> | | | | | | | | | | |
| <p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1</p> <table><tr><td>$N = 266,000 \text{ kN}$</td><td>$M_y = 0,000 \text{ kNm}$</td></tr><tr><td>$V_x = 0,000 \text{ kN}$</td><td>$M_z = 0,000 \text{ kNm}$</td></tr><tr><td>$V_y = 0,000 \text{ kN}$</td><td></td></tr><tr><td>$T_x = 0,000 \text{ kNm}$</td><td>$B = 0,000 \text{ kNm}^2$</td></tr><tr><td>$T_y = 0,000 \text{ kNm}$</td><td></td></tr></table> | $N = 266,000 \text{ kN}$ | $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ | $V_x = 0,000 \text{ kN}$ | $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ | $V_y = 0,000 \text{ kN}$ | | $T_x = 0,000 \text{ kNm}$ | $B = 0,000 \text{ kNm}^2$ | $T_y = 0,000 \text{ kNm}$ | | |
| $N = 266,000 \text{ kN}$ | $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | | |
| $V_x = 0,000 \text{ kN}$ | $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | | |
| $V_y = 0,000 \text{ kN}$ | | | | | | | | | | | |
| $T_x = 0,000 \text{ kNm}$ | $B = 0,000 \text{ kNm}^2$ | | | | | | | | | | |
| $T_y = 0,000 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | | | |
| <p>Parametry vzpěru Délka dílice: 5,000 m $l_z = 5,000 \text{ m}$ $l_y = 5,000 \text{ m}$</p> | | | | | | | | | | | |
| <p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1. Třída průřezu: 1 Vnitřní síly: $N = 266,000 \text{ kN}$; $M_y = 0,000 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu: Únosnost: $N_c = 324,649 \text{ kN}$ $0,819 + 0,000 + 0,000 = 0,819 < 1$ Vyhovuje Šířka dílice: 201,8</p> <p>Průřez vyhovuje</p> | | | | | | | | | | | |
| VYHOVUJE | | | | | | | | | | | |

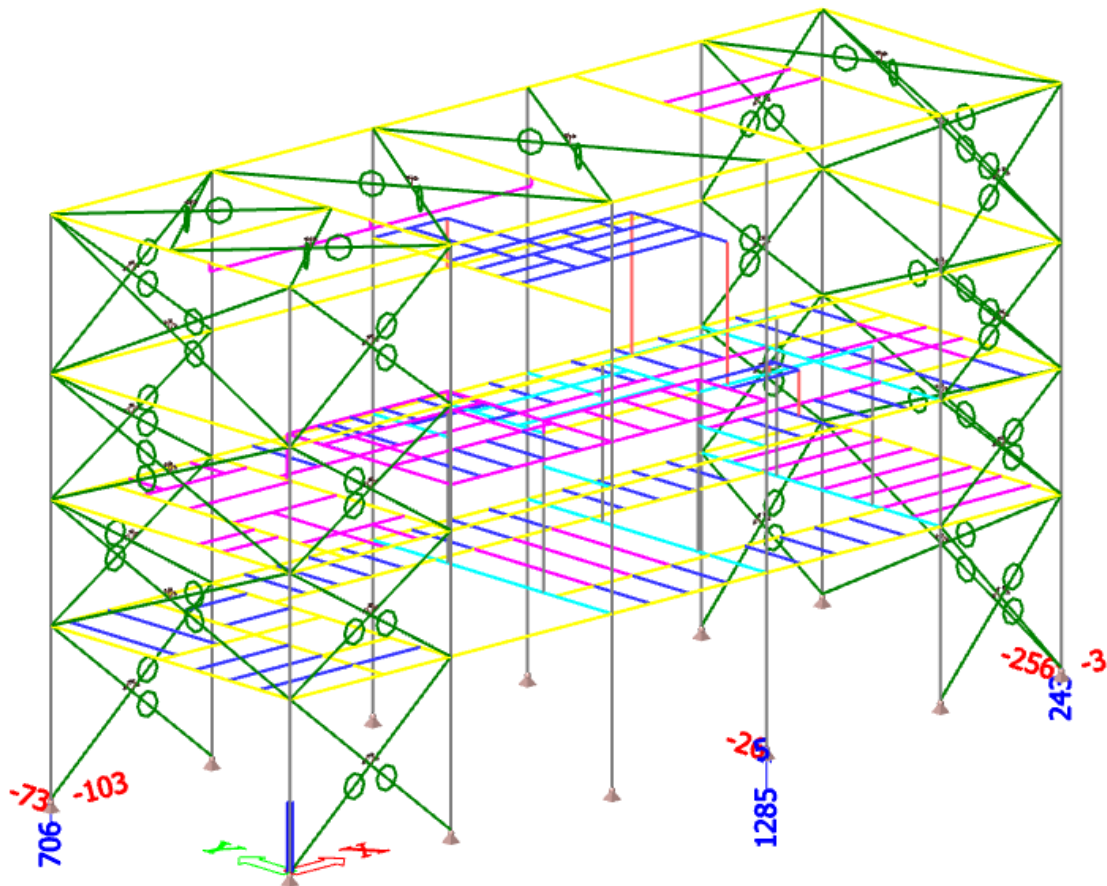


5.3. Základové konstrukce

Maximálně zatížené podpory

MSU

Rz [kN], Rx [kN], Ry [kN]

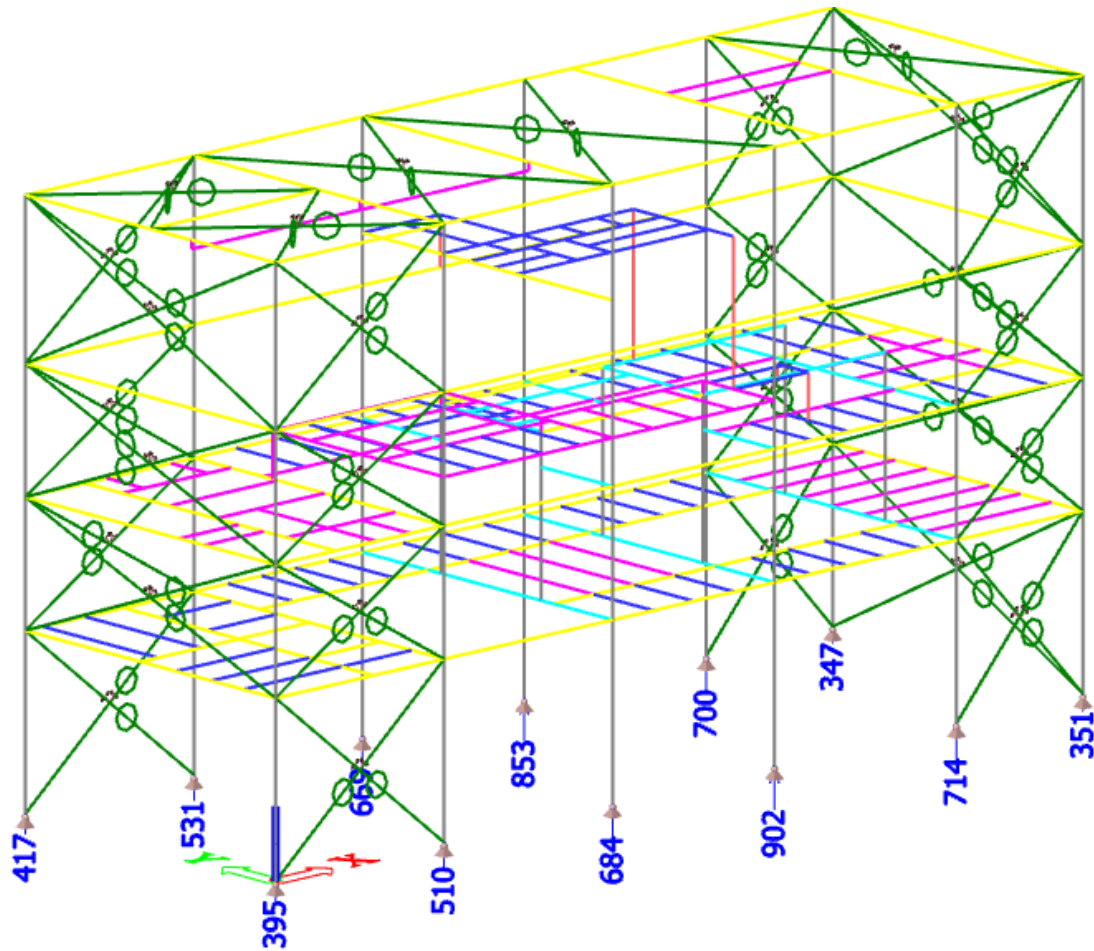


Obrázek 67: Reakce MSU-Rz,Ry,Rx



MSP

Rz [kN]



Obrázek 68: Reakce MSP-Rz



5.3.1. Patka P1

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Základní parametry zemín

| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|--|--------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Třída F4, konzistence tuhá | | 24,50 | 14,00 | 18,50 | 8,50 | |
| 2 | Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0,8$ | | 19,00 | 30,00 | 21,00 | 11,00 | |
| 3 | R6 | | 27,00 | 40,00 | 21,00 | 11,00 | |

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 2,00$ m

Hloubka základové spáry $d = 0,80$ m

Tloušťka základu $t = 0,80$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00$ °

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00$ °

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 2,50$ m

Šířka patky $y = 2,50$ m

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,55$ m

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,55$ m

Objem patky = 5,00 m³

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00$ kN/m³

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00$ MPa

Ocel podélná : B500

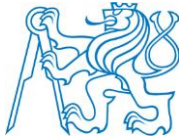
Mez kluzu $f_{yk} = 500,00$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemín

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|---------------|----------------------------|--------|
| 1 | 1,00 | Třída F4, konzistence tuhá | |



| Číslo | Vrstva [m] | Přifazená zemina | Vzorek |
|-------|------------|--|--------|
| 2 | 0,75 | Třída F6, konzistence pevná, $S_r < 0,8$ | |
| 3 | - | R6 | |

Posouzení čís. 1**Posouzení zatěžovacích stavů**

| Název | VI. tíha příznivé | e_x [m] | e_y [m] | σ [kPa] | R_d [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|--------|-------------------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------|----------|
| MSU-Rz | Ano | 0,00 | 0,00 | 224,72 | 1405,84 | 15,98 | Ano |
| MSU-Rz | Ne | 0,00 | 0,00 | 231,16 | 1406,01 | 16,44 | Ano |
| MSU-Rx | Ano | 0,10 | -0,07 | 152,58 | 1155,76 | 13,20 | Ano |
| MSU-Rx | Ne | 0,10 | -0,07 | 158,91 | 1164,23 | 13,65 | Ano |
| MSU-Ry | Ano | 0,01 | -0,58 | 107,68 | 418,92 | 25,70 | Ano |
| MSU-Ry | Ne | 0,01 | -0,52 | 110,14 | 490,25 | 22,47 | Ano |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 115,00$ kN

Spočtená tíha nadožl $Z = 0,00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (MSU-Ry)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 3,58$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 10,32$ m

Výpočtová únosnost zák. půdy $R_d = 418,92$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 107,68$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,041 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,231 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,231 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (MSU-Ry)

Zemní odpor: klidový

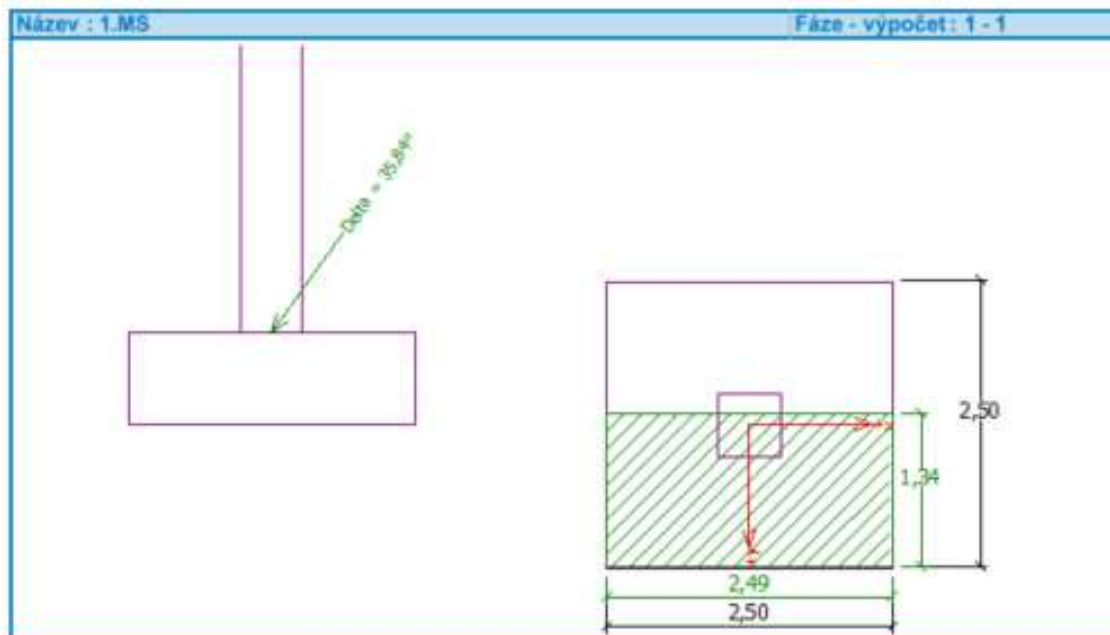
Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 10,19$ kN

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 297,59$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 260,02$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE



Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 115,00$ kN

Spočtená tíha nadožl $Z = 0,00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 4,3 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 4,3 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 4,3 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 4,3 mm

Sednutí středu základu = 7,0 mm

Sednutí charakterist. bodu = 4,8 mm

(1-hrana max. tlačená; 2-hrana min. tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{det} = 25,00$ MPa

Základ je ve směru délky tuhý ($k=39,32$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=39,32$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

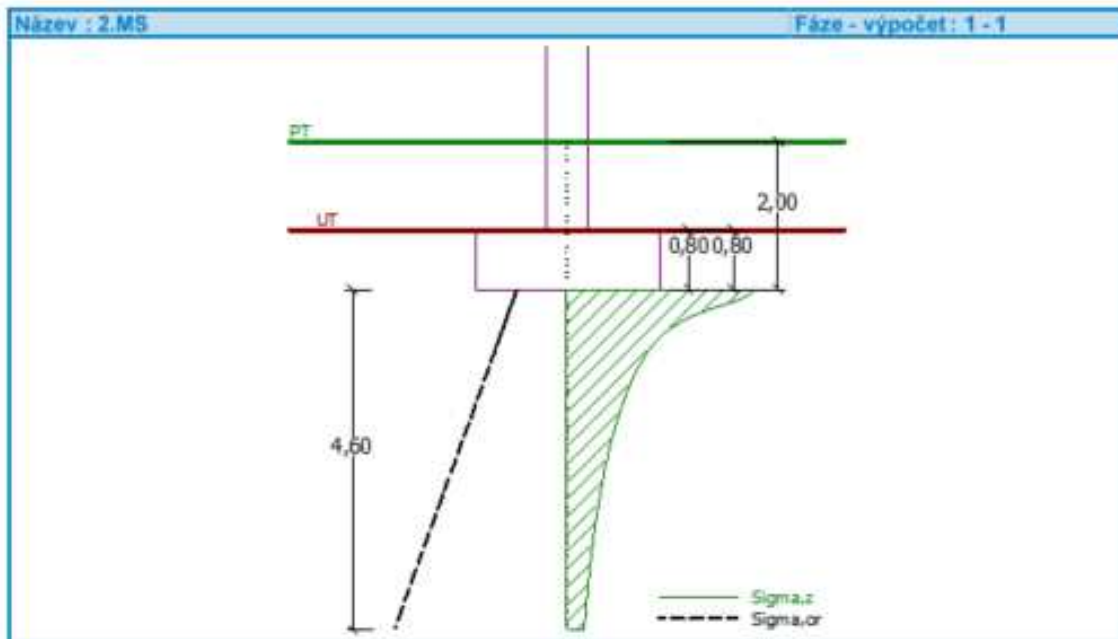
**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 4,8 mm

Hloubka deformační zóny = 4,60 m

Natočení ve směru x = 0,000 (tan*1000); (0,0E+00 °)

Natočení ve směru y = 0,000 (tan*1000); (0,0E+00 °)

**Dimenzace čís. 1**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

13 ks profil 20,0 mm, krytí 50,0 mm

Šířka průřezu = 2,50 m

Výška průřezu = 0,80 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$ Poloha neutrálné osy $x = 0,07 \text{ m} < 0,46 \text{ m} = x_{max}$ Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 1266,71 \text{ kNm} > 244,81 \text{ kNm} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.****Posouzení podélné výztuže základu ve směru y**

13 ks profil 20,0 mm, krytí 50,0 mm

Šířka průřezu = 2,50 m

Výška průřezu = 0,80 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$ Poloha neutrálné osy $x = 0,07 \text{ m} < 0,46 \text{ m} = x_{max}$



Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 1266,71 \text{ kNm} > 245,55 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 1285,00 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

| | | |
|---|--------------|------------|
| Síla přenesená roznášením do zákł. půdy | = | 62,19 kN |
| Síla přenášená smykovou pevností patky | = | 1222,81 kN |
| Uvažovaný obvod sloupu | u_0 | = 2,20 m |
| Smykové napětí na obvodu sloupu | $v_{Ed,max}$ | = 0,75 MPa |
| Únosnost na obvodu sloupu | $v_{Rd,max}$ | = 2,94 MPa |

Kritický průřez bez smykové výztuže

| | | |
|---|------------|------------|
| Síla přenesená roznášením do zákł. půdy | = | 317,94 kN |
| Síla přenášená smykovou pevností patky | = | 967,06 kN |
| Vzdálenost průřezu od sloupu | = | 0,37 m |
| Délka průřezu | u | = 4,52 m |
| Smykové napětí na průřezu | v_{Ed} | = 0,29 MPa |
| Únosnost nevyztuženého průřezu | $v_{Rd,c}$ | = 1,17 MPa |

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE

