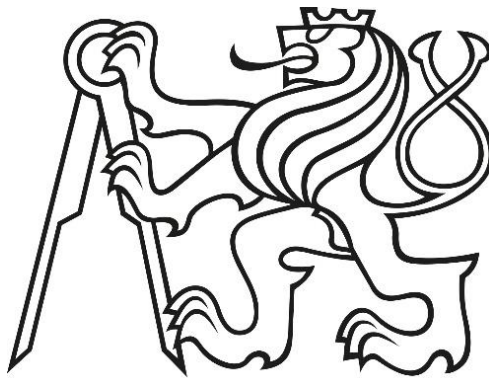


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra betonových a zděných konstrukcí



DIPLOMOVÁ PRÁCE
Praha – Palác nad řekou

Bc. Daniel Samek
2020

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Roman Šafář, Ph.D.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Samek	Jméno: Daniel	Osobní číslo: 438369
Zadávající katedra: 11 133 Katedra betonových a zděných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Praha - palác nad řekou	
Název diplomové práce anglicky: Prague - palace above a river	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte technickou zprávu, výkresovou dokumentaci a statický výpočet monolitické nosné konstrukce s využitím HPC.	
Seznam doporučené literatury: Šafář, R.: Betonové mosty 2 - přednášky, ČVUT v Praze 2014.	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Roman Šafář, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 27.9.2019	Termin odevzdání diplomové práce: 5.1.2020
	Údaj uveďte v sílušného ak. roku

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

27.9.2019

Datum převzetí zadání

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně, s výjimkou poskytnutých konzultací od vedoucího práce a s použitím literatury uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze 05. 01. 2020

.....

Bc. Daniel Samek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří mi byli oporou a pomáhali mi nejen při studiu, ale i při psaní této diplomové práce.

Hlavní poděkování však patří vedoucímu této diplomové práce panu doc. Ing. Romanu Šafářovi, Ph.D., a to nejen za odborné vedení a rady, ale i za ochotu při konzultacích, motivaci při psaní a za vždy optimistickou náladu. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, mé přítelkyni a mým spolubydlícím na koleji.

Anotace

Předmětem této diplomové práce je návrh čtyřpatrového obytného mostu přes řeku Vltavu v Praze. Konstrukce je tvořena stěnami a deskami, které působí jako prostorová komorová konstrukce. Pro výpočet a návrh konstrukce slouží model vytvořený ve výpočetním programu SCIA Engineer 19.1.

Klíčová slova

Palác nad řekou, obytný most, zavěšený most, mostní závěsy, předpínací výztuž, vysokohodnotný beton.

Abstract

The subject of this thesis is the design of a four floors residential bridge over the Vltava River in Prague. The structure consists of walls and slabs that act as a spatial chambre structure. The model created in the calculation program SCIA Engineer 19.1 is used for calculation and design of the structure.

Keywords

Palace above a river, residential bridge, cable-stayed construction, bridge cables, prestressed reinforcement, high-performance concrete.

Obsah

1. Úvod	12
2. Identifikační údaje mostu	13
3. Základní údaje o mostu (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220).....	14
4. Zdůvodnění mostu a jeho umístění.....	15
4.1. Návaznost projektu mostního objektu na DÚR – účel mostu a požadavky	15
4.2. Charakter přemost'ované překážky	15
4.3. Územní podmínky.....	15
4.4. Geotechnické podmínky.....	15
5. Technické řešení mostu	16
5.1. Popis konstrukce	16
5.2. Založení mostu	16
5.3. Spodní stavba	16
5.4. Nosná konstrukce	16
5.5. Vybavení mostu	17
6. Výstavba mostu	19
6.1. Postup a technologie stavby mostu	19
7. Statické posouzení navrženého mostu.....	21
7.1. Materiály	21
7.1.1. Dílčí součinitele	21
7.1.2. Beton	21
7.1.3. Betonářská výztuž.....	22
7.1.4. Předpínací výztuž.....	22
7.1.5. Předpínací tyče.....	23
7.2. Výpočetní model	24
7.3. Zatížení konstrukce	28
7.3.1. Stálé zatížení	28

7.3.1.1.	Vlastní tíha konstrukce	28
7.3.1.2.	Ostatní stálé zatížení.....	28
7.3.2.	Užitná zatížení	29
7.3.3.	Zatížení dopravou	30
7.3.3.1.	Model zatížení 1 – LM1	30
7.3.3.2.	Model zatížení 4 – LM4	30
7.3.3.3.	Zatížení tramvajemi.....	30
7.3.4.	Zatížení chodci.....	31
7.3.5.	Zatížení teplotou	31
7.3.5.1.	Zatížení rovnoměrnou teplotou	31
7.3.5.2.	Zatížení nerovnoměrnou teplotou.....	32
7.3.5.2.1.	Konstantní oteplení a ochlazení	32
7.3.5.2.2.	Lineární oteplení a ochlazení	32
7.3.6.	Zatížení větrem	33
7.4.	Kombinace	34
7.4.1.	Kombinace pro MSÚ	35
7.4.2.	Kombinace pro MSP.....	35
7.4.3.	Redukční součinitelé.....	36
7.4.3.1.	Redukční součinitel podle počtu podlaží.....	36
7.4.3.2.	Redukční součinitel podle zatížené plochy	36
7.5.	Fáze výstavby.....	37
7.5.1.	Fáze 1	37
7.5.2.	Fáze 2.....	38
7.5.3.	Fáze 3	38
7.5.4.	Fáze 4.....	38
7.5.5.	Fáze 5.....	39
7.5.6.	Fáze 6.....	39

7.5.7.	Fáze 7.....	39
7.5.8.	Fáze 8.....	40
7.5.9.	Fáze 9.....	40
7.5.10.	Fáze 10.....	40
7.5.11.	Fáze 11.....	41
7.5.12.	Fáze 12.....	41
7.5.13.	Fáze 13.....	41
7.5.14.	Fáze 14.....	42
7.5.15.	Fáze 15.....	42
7.5.16.	Fáze 16.....	42
7.5.17.	Fáze 17.....	43
7.5.18.	Fáze 18.....	43
7.5.19.	Fáze 19.....	43
7.5.20.	Fáze 20.....	44
7.5.21.	Fáze 21.....	44
7.5.22.	Fáze 22.....	44
7.5.23.	Fáze 23.....	44
7.5.24.	Fáze 24.....	45
7.5.25.	Fáze 25.....	45
7.5.26.	Fáze 26.....	45
7.5.27.	Fáze 27.....	45
7.5.28.	Fáze 28.....	46
7.5.29.	Fáze 29.....	46
7.5.30.	Fáze 30.....	46
7.5.31.	Fáze 31.....	46
7.5.32.	Fáze 32.....	47
7.5.33.	Fáze 33.....	47

7.5.34.	Fáze 34	47
7.5.35.	Fáze 35	47
7.5.36.	Fáze 36	48
7.5.37.	Fáze 37	48
7.5.38.	Fáze 38	48
7.5.39.	Fáze 39	48
7.5.40.	Fáze 40	49
7.5.41.	Fáze 41	49
7.5.42.	Fáze 42	49
7.5.43.	Fáze 43	50
7.5.44.	Fáze 44	50
7.6.	Výpočet a posouzení napětí	51
7.6.1.	Napětí na nosníku – MSP	52
7.6.1.1.	Napětí ve Fázi 2	52
7.6.1.2.	Napětí ve Fázi 3	53
7.6.1.3.	Napětí ve Fázi 4	54
7.6.1.4.	Napětí ve Fázi 5	55
7.6.1.5.	Napětí ve Fázi 6	56
7.6.1.6.	Napětí ve Fázi 7	57
7.6.1.7.	Napětí ve Fázi 8	58
7.6.1.8.	Napětí ve Fázi 9	59
7.6.1.9.	Napětí ve Fázi 10	60
7.6.1.10.	Napětí ve Fázi 11	61
7.6.1.11.	Napětí ve Fázi 12	62
7.6.1.12.	Napětí ve Fázi 13	63
7.6.1.13.	Napětí ve Fázi 14	64
7.6.1.14.	Napětí ve Fázi 15	65

7.6.1.15.	Napětí ve Fázi 16	66
7.6.1.16.	Napětí ve Fázi 17	67
7.6.1.17.	Napětí ve Fázi 18	68
7.6.1.18.	Napětí ve Fázi 19	69
7.6.1.19.	Napětí ve Fázi 20	70
7.6.1.20.	Napětí ve Fázi 21	71
7.6.1.21.	Napětí ve Fázi 22	72
7.6.1.22.	Napětí ve Fázi 23	73
7.6.2.	Podélné napětí na deskách – MSP	74
7.6.2.1.	Napětí ve Fázi 24	74
7.6.2.2.	Napětí ve Fázi 25	75
7.6.2.3.	Napětí ve Fázi 26	76
7.6.2.4.	Napětí ve Fázi 27	77
7.6.2.5.	Napětí ve Fázi 28	78
7.6.2.6.	Napětí ve Fázi 29	79
7.6.2.7.	Napětí ve Fázi 30	80
7.6.2.8.	Napětí ve Fázi 31	81
7.6.2.9.	Napětí ve Fázi 32	83
7.6.2.10.	Napětí ve Fázi 33	84
7.6.2.11.	Napětí ve Fázi 34	85
7.6.2.12.	Napětí ve Fázi 35	86
7.6.2.13.	Napětí ve Fázi 36	87
7.6.2.14.	Napětí ve Fázi 37	88
7.6.2.15.	Napětí ve Fázi 38	89
7.6.2.16.	Napětí ve Fázi 39	90
7.6.2.17.	Napětí ve Fázi 40	91
7.6.2.18.	Napětí ve Fázi 41	92

7.6.2.19. Napětí ve Fázi 43	93
7.6.2.20. Napětí na dokončené konstrukci	94
7.6.3. Podélné napětí na deskách – MSÚ	106
7.7. Průhyb konstrukce.....	109
7.8. Návrh předpětí.....	110
7.9. Posouzení sloupů.....	112
8. Závěr.....	117
9. Použitá literatura.....	119
10. Použité programy.....	119
11. Seznam obrázků.....	120
12. Seznam tabulek.....	125
13. Seznam příloh.....	126
14. Seznam zkratek.....	127

1. Úvod

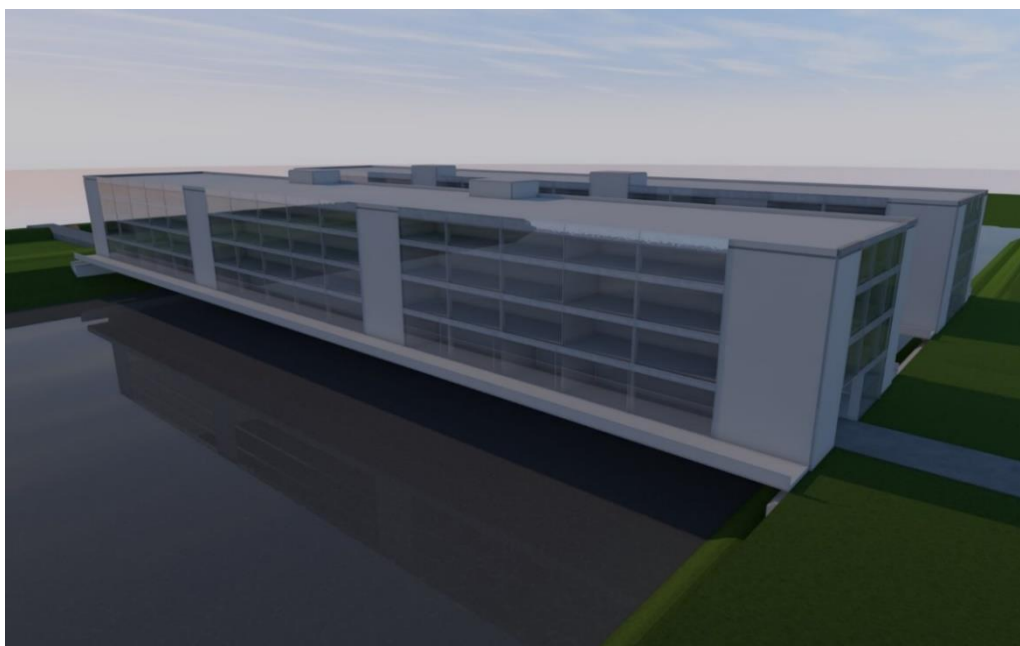
Cílem této diplomové práce je navrhnout přemostění řeky Vltavy mezi městskými částmi Holešovicemi a Karlínem v Praze. Jedná se o návrh dvou souběžných mostů vzájemně propojených dvěma lávkami. Návrh řeší mosty jako čtyřpatrovou budovu prostě uloženou na obou březích Vltavy.

Uvnitř mostů je v prvním nadzemním podlaží počítáno s garážemi pro osobní automobily, které budou ohraničeny po stranách obchody. Tyto prostory jsou přístupné z venkovní galerie, která je navržena jako vykonzolovaná deska. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nachází vnitřní galerie pro shromažďování osob a kanceláře. V posledním čtvrtém nadzemním podlaží jsou byty, kdy je strop nad nimi řešen jako pochozí terasa se zelenou střechou.

Diplomová práce je rozdělena do tří částí. V první části této práce je technická zpráva popisující mostní konstrukci včetně postupů realizace výstavby.

Druhá část obsahuje statický výpočet, který obsahuje výpočet zatížení mostů a vstupních hodnot potřebných pro zadání do výpočetního programu SCIA Engineer. Součástí je i návrh předpětí mostů, posouzení napětí v podélném i příčném směru na konstrukci v jednotlivých fázích výstavby i po dokončení mostů.

Poslední část obsahuje výkresovou dokumentaci, tj. výkresy tvaru mostu a výkresy jednotlivých fází postupu výstavby.



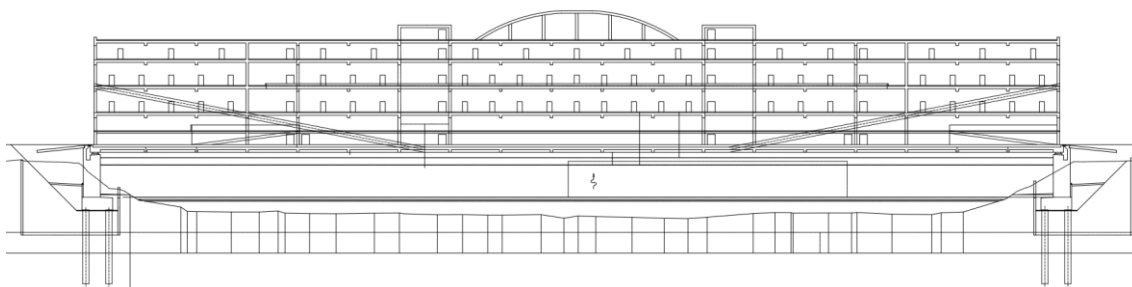
Obr. 1: Vizualizace navrhované konstrukce

2. Identifikační údaje mostu

Stavba:	Obytný most přes Vltavu
Stavební objekt:	SO 201 Most přes Vltavu
Název mostu:	Praha – Palác nad řekou
Katastrální obec, obec:	Holešovice, Karlín
Kraj:	Hlavní město Praha
Projektant:	Bc. Daniel Samek
Pozemní komunikace:	S7,5/50
Staničení přemostované překážky (plavební km):	49,5 km
Úhel křížení:	90,00°
Volná výška:	8,81 m

3. Základní údaje o mostu (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220)

Charakteristika mostu:	Předpjatá betonová konstrukce o jednom poli tvořená dvěma mosty spojenými lávkami.
Délka přemostění:	186,000 m
Rozpětí konstrukce:	188,000 m
Délka nosné konstrukce:	190,000 m
Počet polí:	1
Šikmost mostu:	90,0°
Šířka průjezdního prostoru:	2 x 15,500 m
Šířka průchozího prostoru:	2 x 2,500 m
Šířka konstrukce:	104,500 m
Šířka jednoho mostu:	41,500 m
Konstrukční výška mostu:	24,750 m
Šířka průjezdního prostoru:	7,000 m
Počet tramvajových kolejí:	2
Počet nadzemních podlaží:	4 + pochozí střecha



Obr. 2: Uvažované přemostění

4. Zdůvodnění mostu a jeho umístění

4.1. Návaznost projektu mostního objektu na DÚR – účel mostu a požadavky

Hlavním důvodem, proč je navrhován tento most, je především převedení silniční a tramvajové dopravy mezi Karlínem a Holešovicemi a vytvoření prostoru pro veřejnost, administrativu a bydlení. Počítá se i s převedením pěší a cyklistické dopravy.

4.2. Charakter přemostované překážky

Navrhovaný most přemostuje řeku Vltavu v katastrálním území Karlína a Holešovic. Pod mostem se nachází plavební prostor s šířkou plavební dráhy 53,5 m, kterou je možné dočasně zúžit během stavby na 35,0 m.

4.3. Územní podmínky

Most se nachází v intravilánu hlavního města Prahy, konkrétně v katastrálním území Karlína a Holešovic a překonává řeku Vltavu. Přístup je možný z obou břehů řeky.

4.4. Geotechnické podmínky

Podle orientačního geologického průzkumu se v této lokalitě nachází převážně nezpevněné sedimenty. Na pravém břehu, kde se nachází Karlín, se jedná zejména o navážky, haldy a výsypky. Na levém břehu převažují písky a štěrky a na dně řeky se pak nacházejí nivní sedimenty. Pod sedimenty se nachází skalní podloží z břidlice.



Obr. 3: Geologie v zájmovém území, Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/>

5. Technické řešení mostu

5.1. Popis konstrukce

Konstrukce je řešena jako dva předpjaté betonové mosty propojené dvěma lávkami. Nosná konstrukce o čtyřech patrech je navržena jako rámová komorová konstrukce. Skládá se ze dvou svislých stěn, které probíhají přes všechna patra konstrukce, spojené rámově s pěti deskami tvořícími stropy jednotlivých pater. Stěny s deskami jsou propojeny přibližně ve čtvrtině šířky těchto desek. Na okrajích jsou jednotlivé desky propojeny sloupy a stěnami tvořící ztužující jádra. Celková délka konstrukce je 190,0 m, šířka 104,5 m a výška činí 24,75 m.

Most má jedno pole o rozpětí 188,0 m, které překonává řeku Vltavu a nachází se přibližně ve výšce 8,8 m nad její hladinou.

5.2. Založení mostu

S ohledem na zjištěné geologické poměry, únosnost skalního podloží a mocnost hornin překryvných útvarů, je založení opěr mostu zvoleno na pilotách o průměru 1200 mm. Naopak založení provizorních podpůrných věží při výstavbě mostu je uvažováno jako plošné pod hladinou řeky.

Krajní opěry a navazující křídla, které jsou na březích Vltavy, jsou založené na pilotách vetknutých do uvažovaného skalního podloží.

Podpůrné věže konstrukce, jež budou odstraněny po dokončení stavby, jsou založené na patkách se základovou spárou v hloubce přibližně 8,0 m pod hladinou řeky. Půdorysné rozměry mají 10 x 12 m a výšku 2 m.

5.3. Spodní stavba

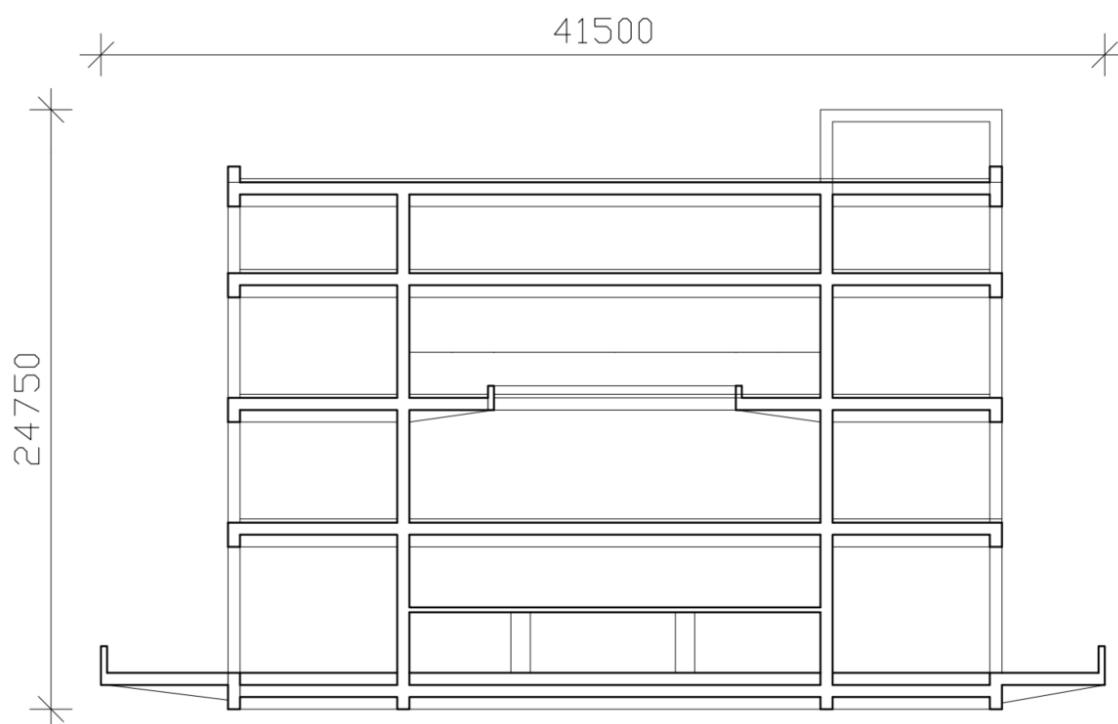
Opěry jsou řešené jako masivní ve svahu a založené na pilotách. Základový blok je vysoký 2,5 m, úložný práh 8,3 m a celková výška závěrné zídky je 2,8 m.

5.4. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce z předpjátého vysokohodnotného betonu (HPC) o čtyřech patrech je navržena jako rámová na způsob komorového nosníku. Tvoří ji dvě svislé stěny na výšku celé konstrukce spojené rámově s pěti deskami tvořícími stropy jednotlivých pater. Stěny s deskami jsou propojeny přibližně ve čtvrtině šířky těchto desek. Na

okrajích jsou jednotlivé desky propojeny sloupy a stěnami tvořící ztužující jádra. Soustava stěn, desek a sloupů tak tvoří prostorovou rámovou konstrukci umožňující překonat požadovanou překážku. Tloušťky desek a stěn jsou 500 mm. Desky jsou řešeny jako žebrové. Žebra spodní desky mají průřez 300 x 500 mm, ostatní 500 x 500 mm. Krajiní sloupy mají rozměry 500 x 500 mm a vnitřní sloupy 500 x 700-1000 mm.

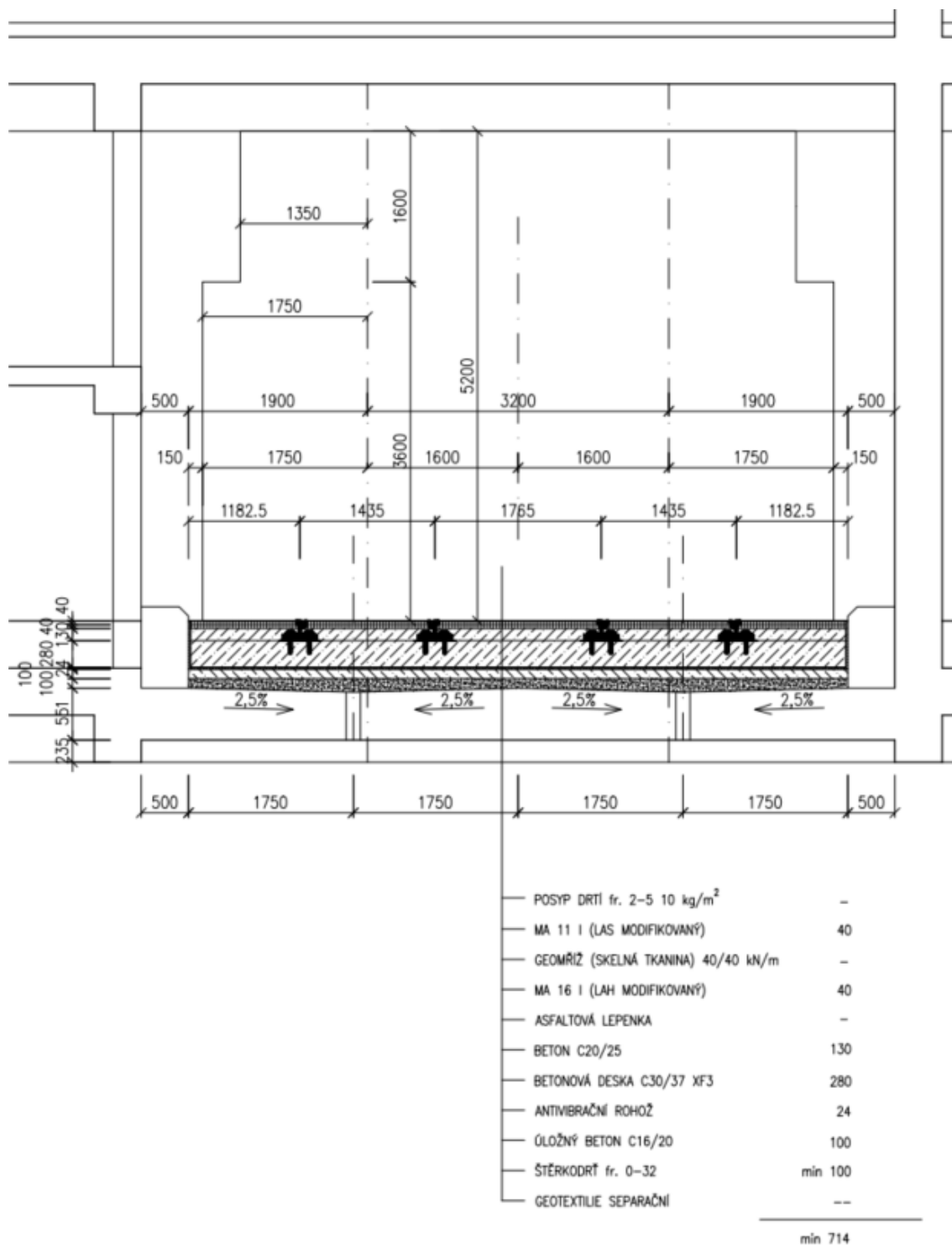
Celá konstrukce je nejen podélně, ale i příčně předepnuta. Podélné předepnutí je umístěno do spodních dvou desek a ve spodní desce je odstupňováno podle potřeby. Desky jsou předepnuty z jejich čel. Dále je předpětí vnášeno do lomených žeber probíhajících přes celou délku mostu. Na každém mostě se nacházejí čtyři tyto žebra a jejich velikost je 1000 x 1600 mm. Stejně jako desky se žebra předpínají z jejich čel umístěných v úrovni stropů nad druhým nadzemním podlažím.



Obr. 4: Příčný řez nosnou konstrukcí

5.5. Vybavení mostu

Sdružený jízdní prostor pro automobilovou a tramvajovou dopravu je tvořen pevnou jízdní dráhou W-tram s asfaltovým krytem. Celková tloušťka tohoto souvrství je minimálně 714 mm.



Obr. 5: Souvrství pevné jízdní dráhy

Podél vozovky jsou umístěné betonové odrazné obrubníky, které zároveň tvoří koryto pro souvrství pevné jízdní dráhy.

6. Výstavba mostu

6.1. Postup a technologie stavby mostu

Vzhledem k velkému rozpětí konstrukce a přemostování vodního toku byla zvolena technologie stavby letnou montáží a betonáží. Nevýhodou letné montáže a betonáže je pomalý postup výstavby, především jde o velkou technologickou náročnost.

Nejprve se v řece vybudují provizorní podpurné věže, které posléze budou tvořit ztužující jádra konstrukce. Následně se k těmto věžím osadí prefabrikované nosníky a připnou se předpínacími tyčemi. Poté se konce nosníku spojí pomocí předpínací výztuže s vrcholy podpurných věží a tím dojde k vyvěšení nosníků, na které se následně osadí prefabrikované příčné nosníky. Tyto nosníky se zmonolitní a tím vznikne spodní žebrová deska.

Na takto vybudovanou konstrukci se budou realizovat další monolitická patra. Nejprve vzniknou nosné stěny, po nich sloupy a stěny ztužujících jader a následně po třech záběrech stropní konstrukce. Při postupu výstavby je uvažováno se záběrem umožňující betonáž až 1000 m³.

Prvek	Délka	Šířka	Tloušťka	Objem	Počet	Objem celkem
Deska	188,5	32,0	0,5	3016,0	1,0	3016,0
Žebro	188,5	0,5	0,5	47,1	2,0	94,3
Hl. stěna	188,5	4,7	0,5	438,3	2,0	876,5
Stěna	7,0	4,7	0,5	16,3	18,0	293,0
Stěna	9,9	4,7	0,5	22,9	4,0	91,6
Stěna	9,4	4,7	0,5	21,9	6,0	131,1
Stěna	17,0	4,7	0,5	39,5	2,0	79,1
Sloup	4,7	0,5	0,5	1,2	22,0	25,6
Celkem						4607,1

Tab. 1: Ukázka objemů prvků v 2. NP (v m³)

STATICKÝ VÝPOČET

7. Statické posouzení navrženého mostu

7.1. Materiály

7.1.1. Dílčí součinitele

Materiálové dílčí součinitele pro mezní stavy únosnosti

Návrhová situace	γ_c beton	γ_s betonářská výztuž	γ_s předpínací výztuž
Trvalé a dočasné	1,50	1,15	1,15
Mimořádné	1,20	1,00	1,00

Tab. 2: Dílčí součinitele

7.1.2. Beton

Most je naprojektován z betonu C90/105 – XF2 + XD1:

- Válcová pevnost v tlaku ve stáří 28 dní

$$f_{ck} = 90,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 0,9 \cdot 90 / 1,5 = 54,0 \text{ MPa}$$

- Průměrná hodnota pevnosti v tlaku

$$f_{cm} = 98,0 \text{ MPa}$$

- Krychelná pevnost v tlaku ve stáří 28 dní

$$f_{ck,cube} = 105,0 \text{ MPa}$$

- Dolní hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctk;0,05} = 3,5 \text{ MPa} \quad f_{ctd;0,05} = 1 \cdot 3,5 / 1,5 = 2,33 \text{ MPa}$$

- Horní hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctk;0,95} = 6,6 \text{ MPa} \quad f_{ctd;0,95} = 1 \cdot 6,6 / 1,5 = 4,40 \text{ MPa}$$

- Průměrná hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctm} = 5,0 \text{ MPa}$$

- Sečnový modul pružnosti

$$E_{cm} = 44,0 \text{ MPa}$$

- Přetvoření při dosažení meze kluzu

$$\varepsilon_{c3} = 2,30 \text{ ‰}$$

7.1.3. Betonářská výztuž

V projektu je uvažováno s výztuží z ocele B500B:

- Mez kluzu

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = 500,0/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

- Pevnost v tahu

$$f_t = 550,0 \text{ MPa}$$

- Modul pružnosti

$$E_s = 200,0 \text{ GPa}$$

7.1.4. Předpínací výztuž

Pro průběžné kabely v konstrukci a závěsy je uvažováno s ocelí Y1860S7:

- Průměr lana

$$\varnothing = 15,7 \text{ mm}$$

- Plocha lana

$$A_{p1} = 150,0 \text{ mm}^2$$

- Pevnost v tahu

$$f_{pk} = 1860,0 \text{ MPa}$$

- Smluvní mez kluzu

$$f_{p0,1k} = 0,88 \cdot 1860 = 1636,8 \text{ MPa}$$

- Návrhové napětí

$$f_{pd} = 1636,8/1,15 = 1423,3 \text{ MPa}$$

- Maximální napětí

$$\sigma_{p,max} = \min\{0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0,1k} = 0,8 \cdot 1860; 0,9 \cdot 1636,8\}$$

$$\sigma_{p,max} = 1473 \text{ MPa}$$

- Ztráty předpětí – odhad

Vnesení předpětí: 5 %

Uvedení do provozu: 15 %

Konec životnosti: 25 %

7.1.5. Předpínací tyče

Pro průběžné kabely v konstrukci a závěsy je uvažováno s ocelí Y1860S7:

- Průměr tyče

$$\varnothing = 50 \text{ mm}$$

- Plocha tyče

$$A_{p2} = 1964 \text{ mm}^2$$

- Charakteristická pevnost

$$F_{pk} = 2022 \text{ kN}$$

- Smluvní mez kluzu

$$F_{p0,1k} = 1640 \text{ kN}$$

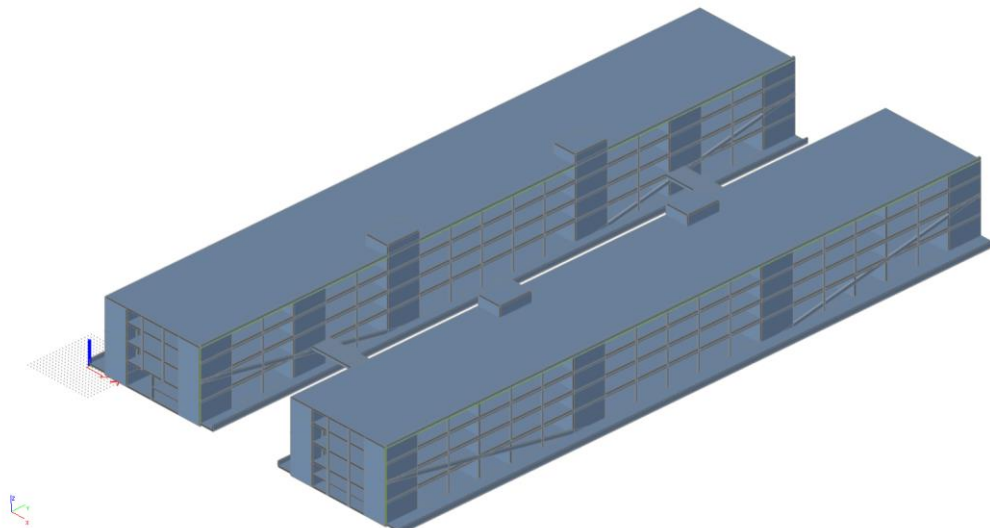
- Předpínací síla

$$0,8 \cdot F_{pk} = 1618 \text{ kN}$$

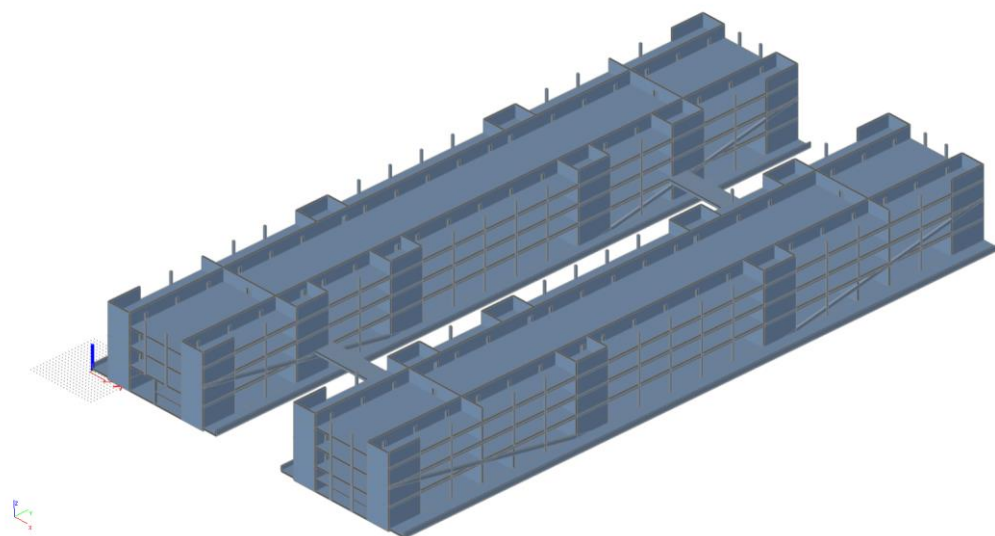
7.2. Výpočetní model

Pro zjištění vnitřních sil a napětí na konstrukci byl vytvořen deskostěnový model. Všechna spojení prvků jsou uvažována jako rámová. Konce mostů jsou uloženy na pevných ložiscích a na jednosměrně nebo všesměrně posuvných ložiscích.

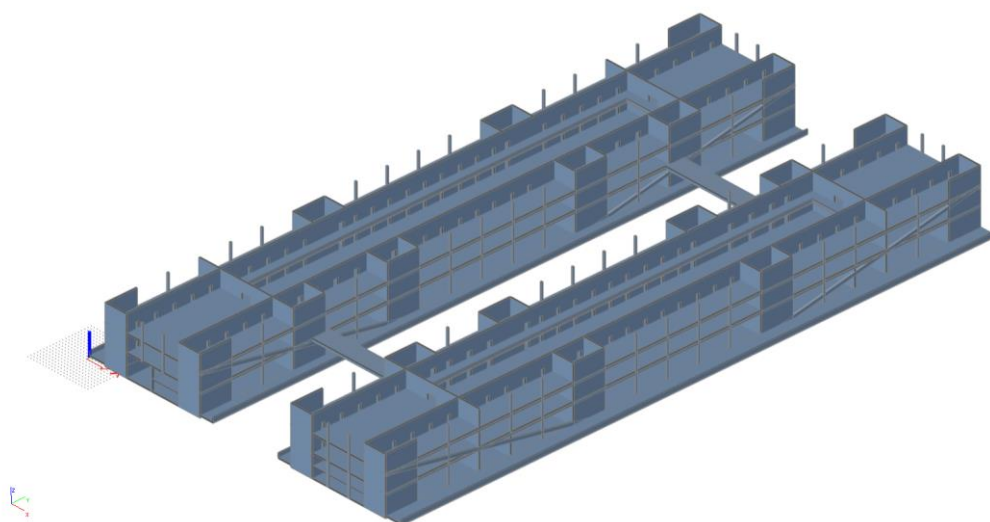
Provizorní podpůrné věže jsou ve spodní části vetknuty a s konstrukcí mostu jsou propojeny liniovými tuhými rameny. Věže pod úrovní mostu jsou modelovány jako prutové prvky, a to z důvodu postupu výstavby, ve kterém SCIA Engineer neumožňuje odebrání plošných prvků při tvorbě stavebních fází. Závěsy nejsou modelovány jako lana, ale jsou nahrazeny ocelovou tyčí s přepočteným průměrem odpovídajícím navrženým lanům v závěsech.



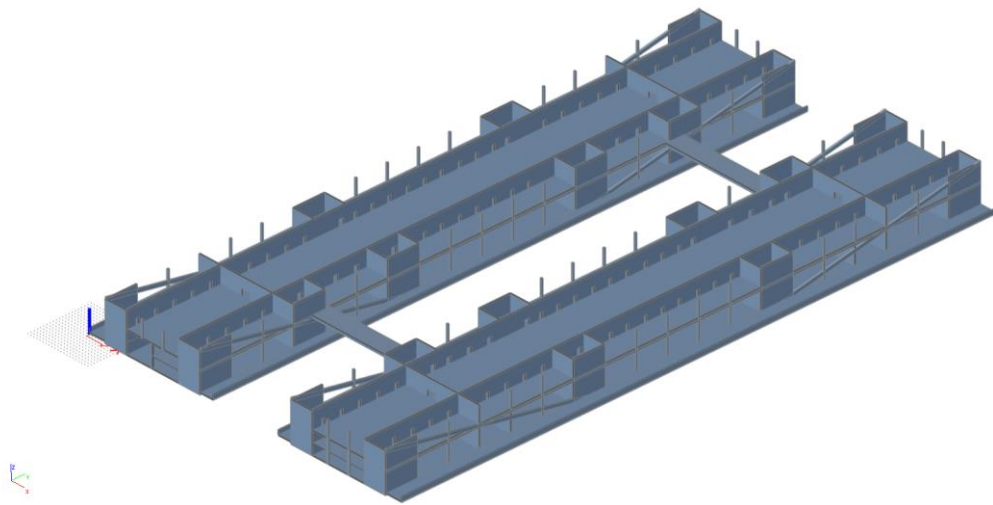
Obr. 6: 3D model konstrukce



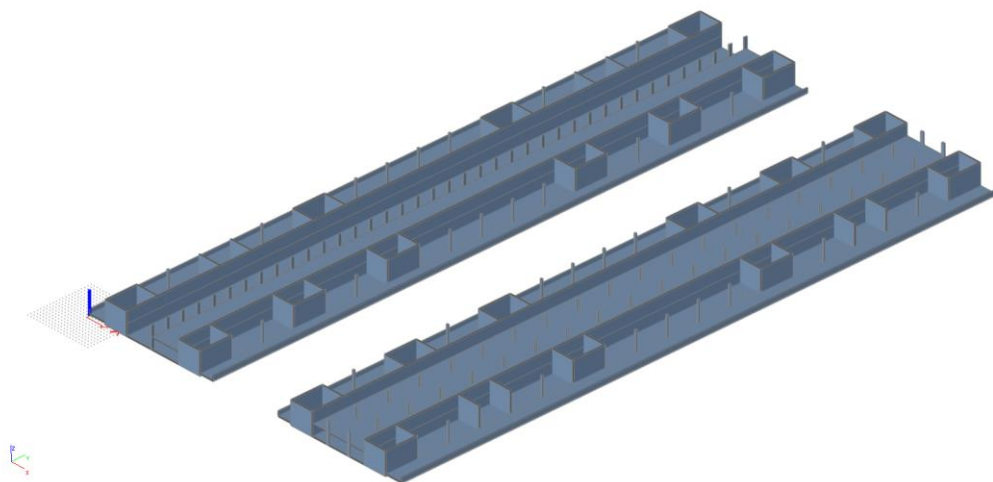
Obr. 7: Pohled do 4. NP



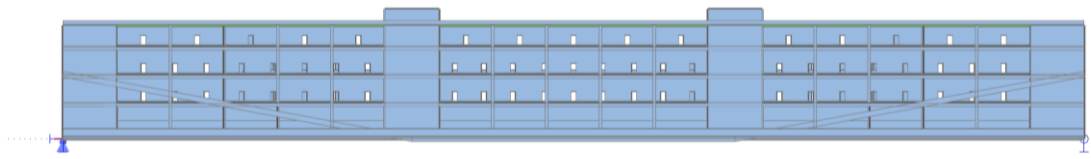
Obr. 8: Pohled do 3. NP



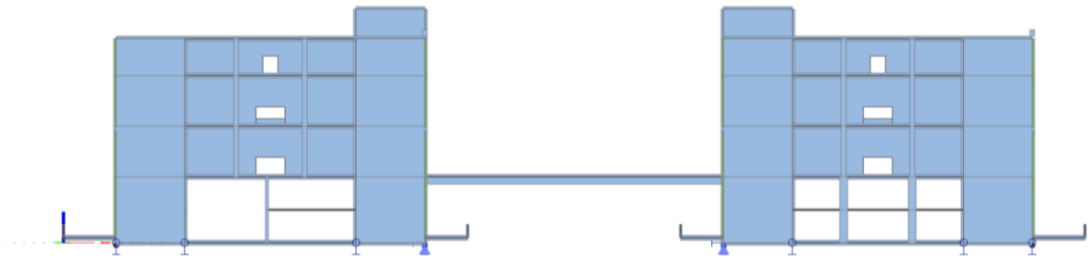
Obr. 9: Pohled do 2. NP



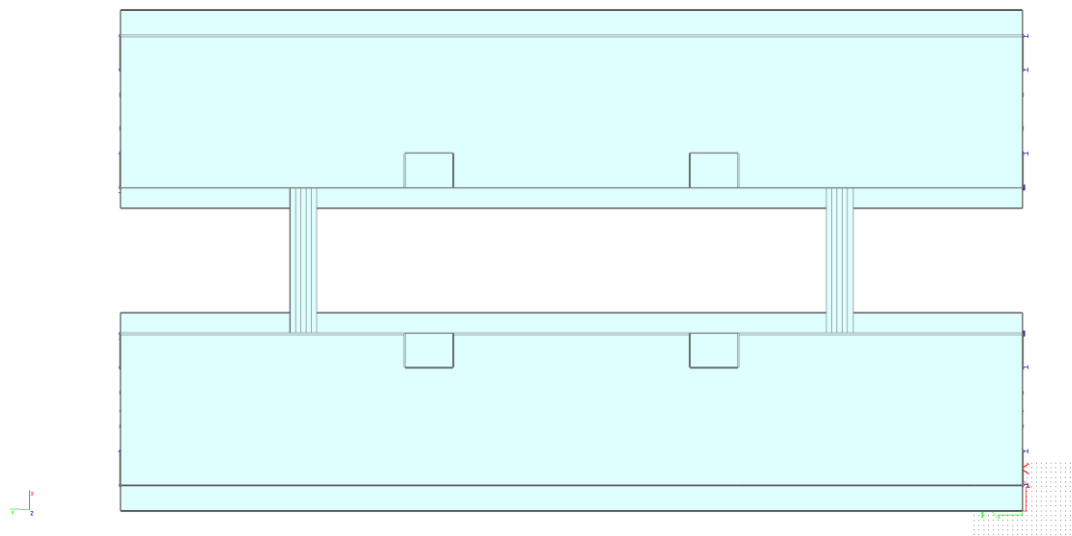
Obr. 10: Pohled do 1. NP



Obr. 11: Boční pohled



Obr. 12: Čelní pohled



Obr. 13: Půdorys

7.3. Zatížení konstrukce

7.3.1. Stálé zatížení

7.3.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha konstrukce je vygenerovaná ve výpočetním programu SCIA Engineer.

7.3.1.2. Ostatní stálé zatížení

Podlaha			
Podlaha	tloušťka [m]	obj.hm. [kN/m ³]	g _k (q _k) [kN/m ²]
Nášlapná vrstva (potěr, dlažba, lamino)	0,008	25	0,20
Betonová mazanina	0,050	24	1,20
Tepelná (zvuková) izolace	0,035	1,5	0,05
Lehčený beton	0,080	7,5	0,60
Úprava spodního líce (omítka, podhled)	0,015	18	0,27
Podlaha + podhled		g_{k1} =	2,32 kN/m ²

Tab. 3: Zatížení od podlahy

Střešní plášť (skladba terasy)			
	tloušťka [m]	obj.hm. [kN/m ³]	g _k (q _k) [kN/m ²]
Substrát	0,200	14,50	2,90
Záklop OSB	0,020	6,50	0,13
Tepelná izolace	0,150	2,50	0,38
Asfaltový pás	0,010	15,00	0,15
Úprava spodního líce (omítka, podhled)	0,015	18,00	0,27
CELKEM:		g_{k2} =	3,83 kN/m ²

Tab. 4: Zatížení od střešního pláště

Podlaha garáže			
Podlaha	tloušťka [m]	obj.hm. [kN/m ³]	g _k (q _k) [kN/m ²]
Těsnící nátěr			
Drátkobeton	0,100	25	2,50
Podlaha		g_{k1} =	2,50 kN/m ²

Tab. 5: Zatížení od souvrství garáže

Souvrství pevné jízdní dráhy			
	tloušťka [m]	obj.hm. [kN/m ³]	g _k (q _k) [kN/m ²]
Podlaha			
Posyp drtí			
MA 11 I	0,040	22	0,88
Geomříž			
MA 16 I	0,040	22	0,88
Asfaltová lepenka			
Beton C20/25	0,130	24	3,12
Betonová deska C30/37	0,280	24	6,72
Antivibrační rohož	0,024	6,5	0,16
Úložný beton C16/20	0,100	24	2,40
Štěrkodrť fr. 0-32	0,100	18	1,80
Geotextílie			0,00
Podlaha		g_{k1} =	15,96 kN/m ²

Tab. 6. Zatížení od pevné jízdní dráhy

7.3.2. Užitná zatížení

<u>Obytné, společenské, obchodní a administrativní plochy</u>			
Obchody	Kategorie:	D1	$q_{k1} = 5,00$ kN/m ² $Q_{k1} = 5,00$ kN
Galerie	Kategorie:	C3	$q_{k2} = 5,00$ kN/m ² $Q_{k2} = 4,00$ kN
Kanceláře	Kategorie:	B	$q_{k3} = 2,50$ kN/m ² $Q_{k3} = 4,00$ kN
Byty	Kategorie:	A1	$q_{k4} = 1,50$ kN/m ² $Q_{k4} = 2,00$ kN
Střecha	Kategorie:	C3	$q_{k5} = 5,00$ kN/m ² $Q_{k5} = 4,00$ kN
<u>Garáže a plochy pro vozidla</u>			
Garáže	Kategorie:	G	$q_{k6} = 5,00$ kN/m ² $Q_{k6} = 90,00$ kN

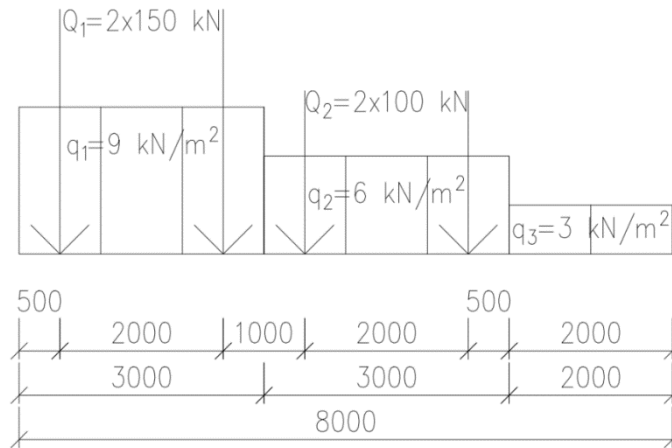
Tab. 7: Přehled užitných zatížení

7.3.3. Zatížení dopravou

7.3.3.1. Model zatížení 1 – LM1

Umístění	Dvojnáprava TS			Rovnoměrné zatížení UDL			Šířka
	Q_{ik}	α_{Qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	q_{ik}	α_{qi}	$\alpha_{qi}q_{ik}$	
	[kN]		[kN]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[m]
Pruh č. 1	300,00	1,00	300,00	9,00	1,00	9,00	3,00
Pruh č. 2	200,00	1,00	200,00	2,50	2,40	6,00	3,00
Zbývající plocha	0,00	-	-	2,50	1,20	3,00	2,00

Tab. 8: Uspořádání modelu LM1



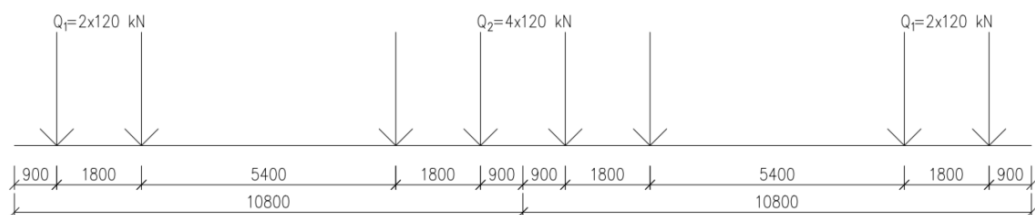
Obr. 14: Schéma modelu zatížení LM1

7.3.3.2. Model zatížení 4 – LM4

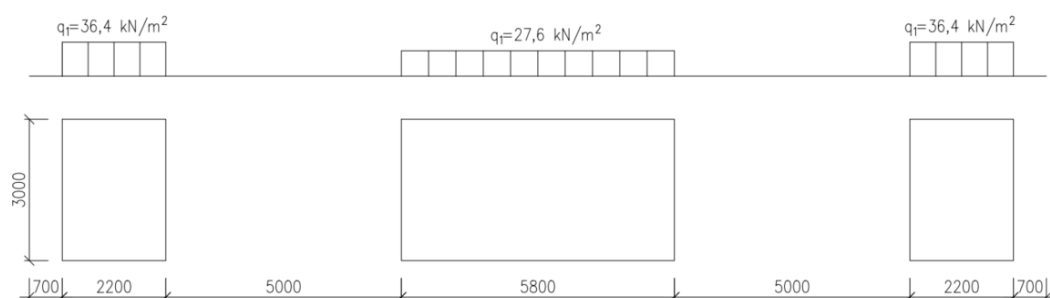
Model zatížení 4 představuje zatížení davem lidí. Uvažuje se jako rovnoměrné zatížení o hodnotě 5 kN/m^2 . V tomto zatížení je již zahrnut dynamický součinitel, a to v celé šířce průjezdního prostoru.

7.3.3.3. Zatížení tramvaji

Na mostě je uvažováno se zatížením od tří tramvajových souprav o dvou vozech v každém směru. Nápravová síla jednoho vozu činí 120 kN a zároveň je uvažováno s plošným roznosem.



Obr. 15: Schéma modelu zatížení tramvaji



Obr. 16: Schéma rozneseného zatížení tramvaji

7.3.4. Zatížení chodci

Zatížení chodníku se uvažuje spojitém rovnoměrným zatížením, které je rovno 5 kN/m^2 .

7.3.5. Zatížení teplotou

7.3.5.1. Zatížení rovnoměrnou teplotou

Roční maximum ve stínu:	$T_{\max} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Roční minimum ve stínu:	$T_{\min} = -32 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Maximální složka rovnoměrné teploty:	$T_{e,\max} = 40 + 1.5 = 41,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Minimální složka rovnoměrné teploty:	$T_{e,\min} = -32 + 8 = -24 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Základní teplota:	$T_0 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Rovnoměrné oteplení:	$\Delta T_{N,\text{exp}} = 41,5 - 10 = 31,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Rovnoměrné ochlazení:	$\Delta T_{N,\text{con}} = -24 - 10 = -34 \text{ }^{\circ}\text{C}$

7.3.5.2. Zatížení nerovnoměrnou teplotou

7.3.5.2.1. Konstantní oteplení a ochlazení

Horní deska, spodní deska, levá strana, pravá strana: $\Delta T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T_2 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Horní deska a levá strana, horní deska a pravá strana, spodní deska a levá strana,
spodní deska a pravá strana: $\Delta T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T_2 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

7.3.5.2.2. Lineární oteplení a ochlazení

Horní deska, spodní deska, levá strana, pravá strana: $\Delta T_{1,\text{horní}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T_{1,\text{dolní}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{2,\text{horní}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{2,\text{dolní}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Horní deska a levá strana, horní deska a pravá strana, spodní deska a levá strana,
spodní deska a pravá strana: $\Delta T_{1,\text{horní}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T_{1,\text{dolní}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{2,\text{horní}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{2,\text{dolní}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

7.3.6. Zatížení větrem

Zatížení větrem (tlak)				
Větrná oblast:			I	
Kategorie terénů a jejich parametry (tabulka 4.1, str. 22)(příloha A, Vliv terénu)			II	
Výška nad úrovní terénu (výška HŘEBENE KROVU)	z	25,00	m	
Výchozí základní rychlost větru:	$v_{b,0}$	22,50	m/s	
Součinitel směru větru:	c_{dir}	1,00		
Součinitel ročního období:	c_{season}	1,00		
Základní rychlost větru ve výšce 10m nad zemí ($v_b=c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$), vzorec(4.1)	v_b	22,50	m/s	
Parametr drsnosti terénu:	z_0	0,05	m	
Parametr drsnosti terénu: kategorie terénu II, tabulka 4.1	$z_{0,II}$	0,05	m	
Součinitel terénu: ($k_r=0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07}$), vzorec (4.5)	k_r	0,19		
Maximální výška:	z_{max}	200,00	m	
Minimální výška stanovena dle (tabulka 4.1, str. 22)	z_{min}	2,00	m	
Součinitel drsnosti ($c_{r(z)}=k_r * \ln(z/z_0)$ pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$), vzorec (4.4)	$c_r(z)$	1,18		
Součinitel orografie	$c_0(z)$	1,00		
Střední rychlost větru ($v_m(z)=c_r(z) * c_0(z) * v_b$), vzorec (4.3)	$v_m(z)$	26,57	m/s	
Součinitel turbulence:	k_t	1,00		
Intenzita turbulence: ($l_v(z)=k_t / (c_0(z) * \ln(z/z_0))$, pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$), vzorec (4.7)	$l_v(z)$	0,16		
Hodnota	ρ	1,25		
Maximální dynamický tlak větru: ($q_p(z)=(1+7 * l_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m(z)^2$), vzorec (4.8)	$q_p(z)$	0,94	kNm ⁻²	
Součinitel vnějšího tlaku (bráno pro oblast D)	$c_{pe,1} = c_{pe,10}$	0,80		
Tlak větru působící na vnější povrch konstrukce: ($w_e = q_{p(z)} * c_{pe}$)	w_e	0,75	kNm ⁻²	
Součinitel konstrukce	$c_s c_d$	1,00		
Součinitel síly pro konstrukce nebo nosné prvky	c_f	1,00		
Zatížení větrem na střeše (na 1m ² půdorysné plochy), $w=c_s c_d * c_f * w_e$	w =	0,75	kN/m ²	

Tab. 9: Výpočet zatížení větrem – tlak

Zatížení větrem (sání)				
Větrná oblast:			I	
Kategorie terénů a jejich parametry (tabulka 4.1, str. 22)(příloha A, Vliv terénu)			II	
Výška nad úrovní terénu (výška ATIKY)	z	25,00	m	
Výchozí základní rychlost větru:	$v_{b,0}$	22,50	m/s	
Součinitel směru větru:	c_{dir}	1,00		
Součinitel ročního období:	c_{season}	1,00		
Základní rychlost větru ve výšce 10m nad zemí ($v_b=c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$), vzorec(4.1)	v_b	22,50	m/s	
Parametr drsnosti terénu:	z_0	0,05	m	
Parametr drsnosti terénu: kategorie terénu II, tabulka 4.1	$z_{0,II}$	0,05	m	
Součinitel terénu: ($k_r=0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07}$), vzorec (4.5)	k_r	0,19		
Maximální výška:	z_{max}	200,00	m	
Minimální výška stanovena dle (tabulka 4.1, str. 22)	z_{min}	2,00	m	
Součinitel drsnosti ($c_{r(z)}=k_r * \ln(z/z_0)$ pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$), vzorec (4.4)	$c_r(z)$	1,18		
Součinitel orografie	$c_0(z)$	1,00		
Střední rychlost větru ($v_m(z)=c_r(z) * c_0(z) * v_b$), vzorec (4.3)	$v_m(z)$	26,57	m/s	
Součinitel turbulence:	k_t	1,00		
Intenzita turbulence: ($l_v(z)=k_t / (c_0(z) * \ln(z/z_0))$, pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$), vzorec (4.7)	$l_v(z)$	0,16		
Hodnota	ρ	1,25		
Maximální dynamický tlak větru: ($q_p(z)=(1+7 * l_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m(z)^2$), vzorec (4.8)	$q_p(z)$	0,94	kNm ⁻²	
Součinitel vnějšího tlaku (bráno pro oblast G)	$c_{pe,1} = c_{pe,10}$	0,50		
Tlak větru působící na vnější povrch konstrukce: ($w_e = q_{p(z)} * c_{pe}$)	w_e	0,47	kNm ⁻²	
Součinitel konstrukce	$c_s c_d$	1,00		
Součinitel síly pro konstrukce nebo nosné prvky	c_f	1,00		
Zatížení větrem na střeše (na 1m ² půdorysné plochy), $w=c_s c_d * c_f * w_e$	w =	0,47	kN/m ²	

Tab. 10: Výpočet zatížení větrem – sání

Vzhledem k charakteru konstrukce bylo uvažováno na jeden most plné zatížení od větru a na druhém se uvažoval součinitel zastínění $\psi_s=0,3$.

7.4. Kombinace

Kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti a mezní stavy použitelnosti byly sestaveny podle mostních pravidel. Kombinace jsou sestavené s proměnným hlavním zatížením od dopravy a s proměnným hlavním zatížením od teploty.

Zatížení	Značka	Situace	
		T / D	M
Stálé zatížení			
působící nepříznivě	γ_{Gsup}	1,35	1,00
působící příznivě	γ_{Ginf}	1,00	1,00
Poklesy - pružná lineární analýza	γ_{Gset}	1,20	1,00
Předpětí <i>(podrobnosti jsou v ČSN EN 1992)</i>	γ_P	1,00	1,00
Zatížení silniční dopravou a chodci	γ_Q		
nepříznivě		1,35	1,00
příznivě		0,00	0,00
Ostatní proměnná zatížení	γ_Q		
nepříznivá		1,50	1,00
příznivá		0,00	0,00
Mimořádné zatížení	γ_A		1,00

Tab. 11: Součinitele spolehlivosti zatížení (převzato z ČSN EN 1990)

Zatížení	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Užitná zatížení (viz EN 1991-1-1)			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy (tíha vozidla ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy (30 kN \leq tíha vozidla ≤ 160 kN)	0,7	0,5	0,3
Kategorie H: střechy	0	0	0
Zatížení sněhem (viz EN 1991-1-3)			
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN (pro stavby umístěné ve výšce $H > 1000$ m.n.m.)	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN (pro stavby umístěné ve výšce $H \leq 1000$ m.n.m.)	0,5	0,2	0
Zatížení větrem (viz EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Teplota (ne od požáru) pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Tab. 12: Kombinační součinitele pro pozemní stavby (převzato z ČSN EN 1990)

Zatížení	Značka		ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{1,infq.}$
Zatížení dopravou	gr1a (LM1)	TS	0,75	0,75	0,00	0,80
		UDL	0,40	0,40	0,00	0,80
		zat.chodci+cyklisty	0,40	0,40	0,00	0,80
	gr1b (jednotlivá náprava)		0,00	0,75	0,00	0,80
	gr2 (vodorovné síly)		0,00	0,00	0,00	1,00
	gr3 (zatížení chodci)		0,00	0,40	0,00	0,80
	gr4 (LM4 - zatížení davem lidí)		0,00	-	0,00	0,80
gr5 (LM3 - zvláštní vozidla)		0,00	-	0,00	1,00	
Zatížení větrem	F_{wk} : trvalé návrhové situace		0,60	0,20	0,00	0,60
	provádění		0,80	-	0,00	-
	F_w^*		1,00	-	-	-
Zatížení teplotou	T_k		0,60	0,60	0,50	0,80
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,80	-	-	1,00
Staveništní zat.	Q_c		1,00	-	1,00	1,00

Tab. 13: Kombinační součinitele pro silniční mosty (převzato z ČSN EN 1990)

7.4.1. Kombinace pro MSÚ

Rovnice 6.10: $\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Rovnice 6.10a: $\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Rovnice 6.10b: $\sum \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

7.4.2. Kombinace pro MSP

Charakteristická kombinace: $\sum G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Častá kombinace: $\sum G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Kvazistálá kombinace: $\sum G_{k,j} + P + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$

7.4.3. Redukční součinitelé

Vzhledem k charakteru konstrukce bylo možné uplatnit redukční součinitele užitého zatížení. Tyto součinitele vystihují pravděpodobnost současného výskytu zatížení v plné výši.

7.4.3.1. Redukční součinitel podle počtu podlaží

Redukční součinitel užitého zatížení podle počtu podlaží vyjadřuje pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plném rozsahu současně ve všech podlažích konstrukce.

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = \frac{2 + (5 - 2) * 0,7}{5} = 0,82$$

7.4.3.2. Redukční součinitel podle zatížené plochy

Redukční součinitel užitého zatížení podle zatížené plochy vyjadřuje pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plném rozsahu na celé zatížené ploše.

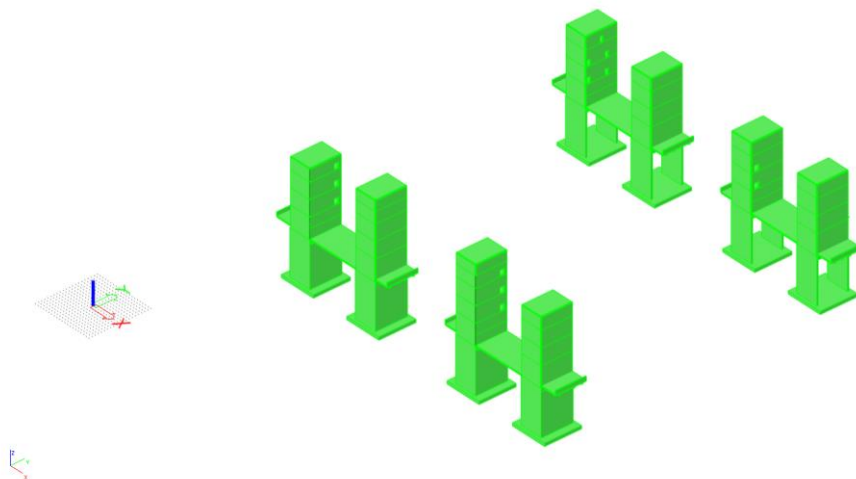
$$\alpha_A = \frac{5}{7} * \psi_0 + \frac{A_0}{A} = \frac{5}{7} * 0,7 + \frac{10}{5922} = 0,502$$

7.5. Fáze výstavby

Postup výstavby byl rozdělen do 44 stavebních fází. Celkem bylo vytvořeno pro potřeby výpočtu 149 fází výstavby. V první fázi se nejdříve vybudují provizorní podpůrné věže konstrukce. V dalších etapách výstavby se k těmto věžím budou připevňovat prefabrikované nosníky pomocí předpínacích tyčí a poté se vyvší pomocí provizorních závěsů. Na takto zhotovené nosníky se následně položí příčné prefabrikované nosníky a ty se zmonolitní do žebrové desky. Na takto vytvořenou desku se v dalších fázích vytvoří monolitické stěny, sloupy a desky dalších pater.

7.5.1. Fáze 1

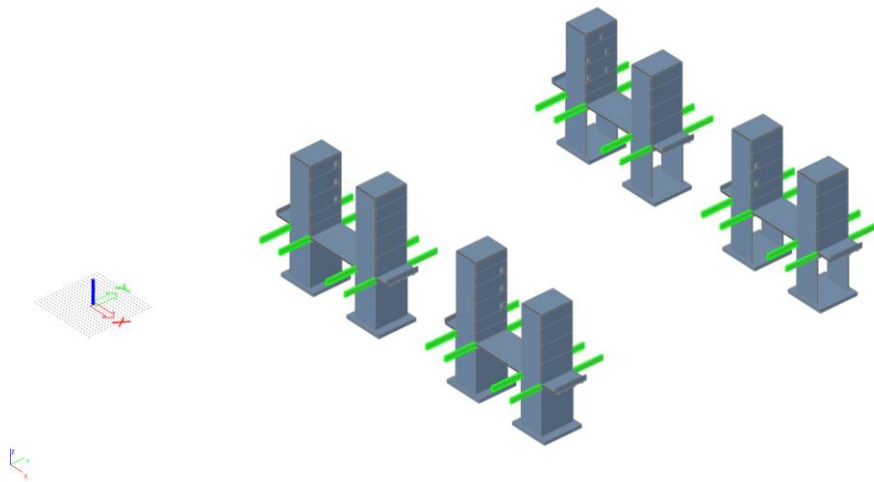
V této fázi jsou vytvořeny provizorní podpůrné věže konstrukce.



Obr. 17: Fáze 1 – Provizorní věže

7.5.2. Fáze 2

V této fázi dochází k vykonzolování prefabrikovaných nosníků.



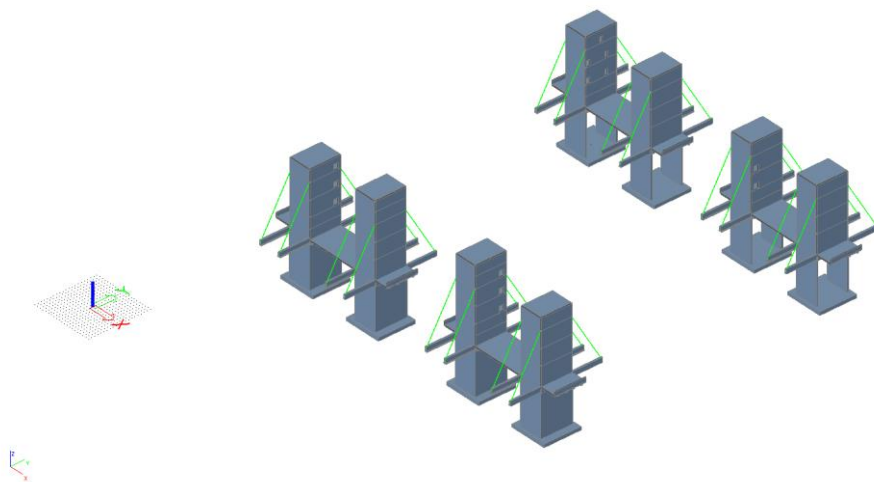
Obr. 18: Fáze 2 – Osazení nosníků

7.5.3. Fáze 3

V této fázi dojde k předepnutí vykonzolovaných nosníků pomocí předpínacích tyčí.

7.5.4. Fáze 4

V této fázi budou připnuty provizorní závěsy k vykonzolovaným nosníkům a následně dojde k jejich rektifikaci.



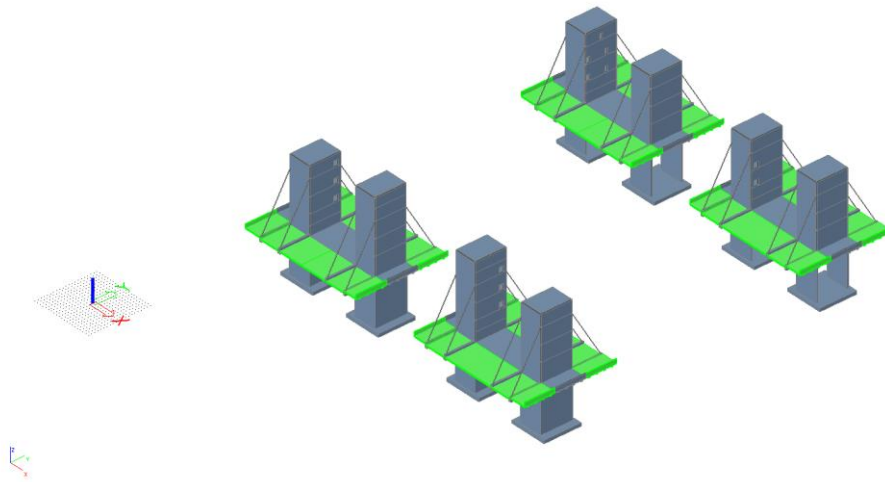
Obr. 19: Fáze 4 – Připojení táhla

7.5.5. Fáze 5

V této fázi budou prefabrikované nosníky zatíženy váhou čerstvé desky.

7.5.6. Fáze 6

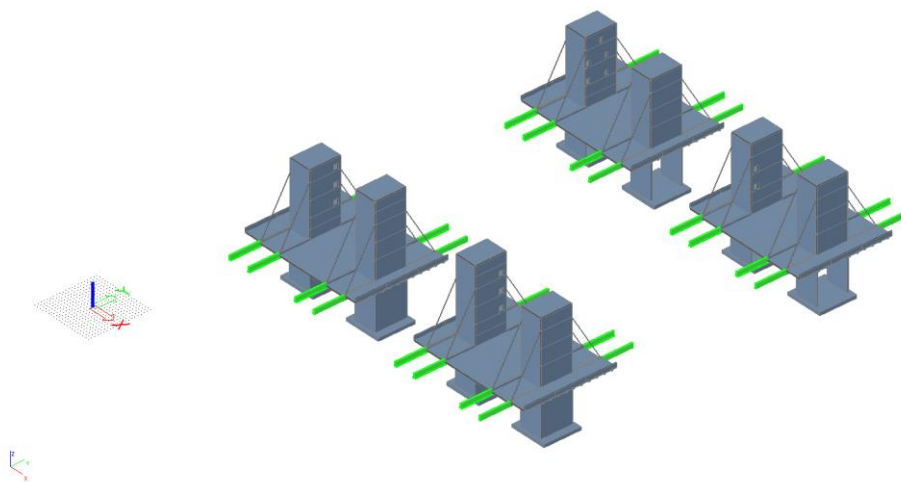
V této fázi bude připojena žebrová deska.



Obr. 20: Fáze 6 – Připojení žebrové desky

7.5.7. Fáze 7

V této fázi dochází k vykonzolování prefabrikovaných nosníků.



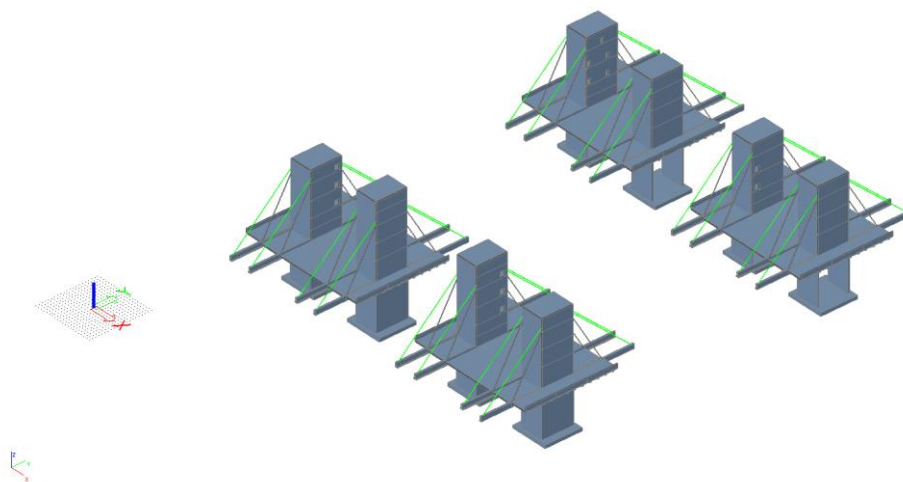
Obr. 21: Fáze 7 – Osazení nosníků

7.5.8. Fáze 8

V této fázi dojde k předeprnutí vykonzolovaných nosníků pomocí předpínacích tyčí.

7.5.9. Fáze 9

V této fázi budou připnuty provizorní závěsy k vykonzolovaným nosníkům a následně dojde k jejich rektifikaci.



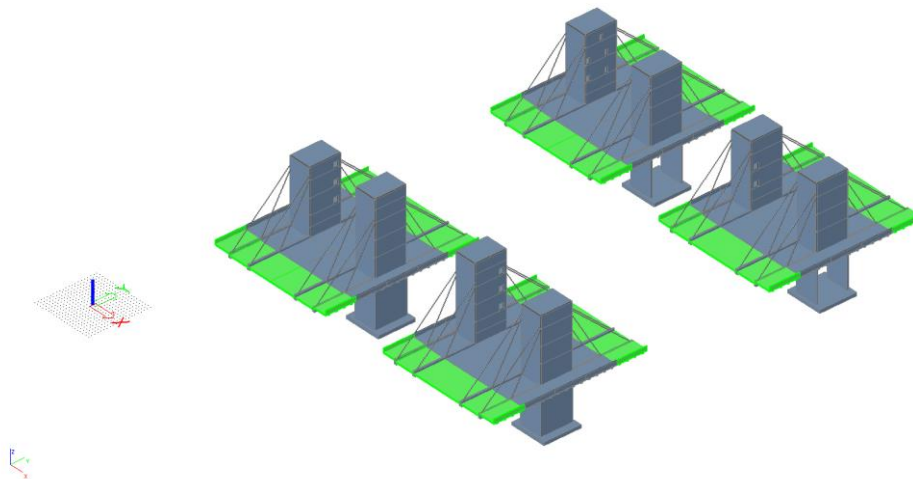
Obr. 22: Fáze 9 – Připojení táhla

7.5.10. Fáze 10

V této fázi budou prefabrikované nosníky zatíženy váhou čerstvé desky.

7.5.11. Fáze 11

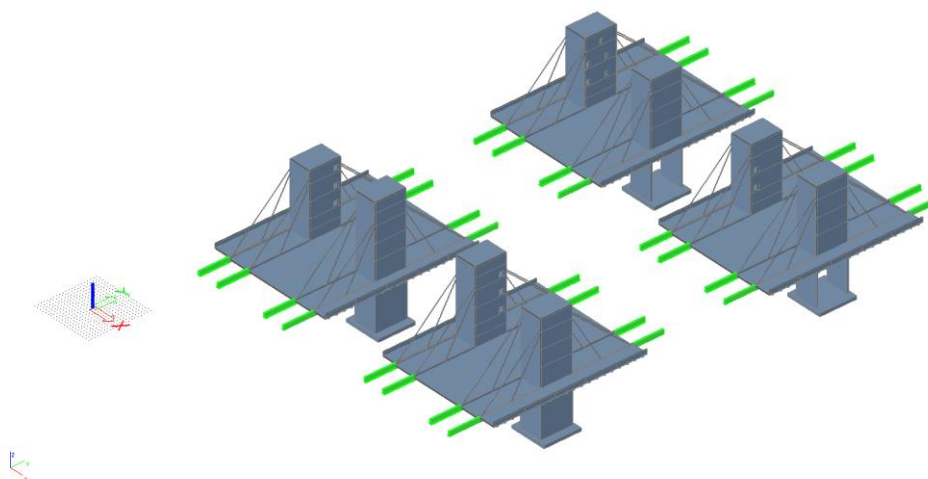
V této fázi bude připojena žebrová deska.



Obr. 23: Fáze 11 – Připojení žebrové desky

7.5.12. Fáze 12

V této fázi dochází k vykonzolování prefabrikovaných nosníků.



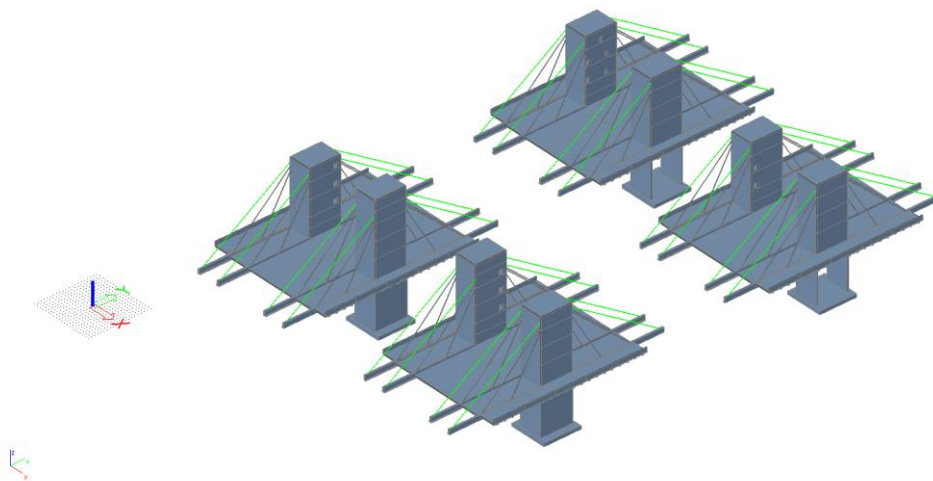
Obr. 24: Fáze 12 – Osazení nosníků

7.5.13. Fáze 13

V této fázi dojde k předepnutí vykonzolovaných nosníků pomocí předpínacích tyčí.

7.5.14. Fáze 14

V této fázi budou připnuty provizorní závěsy k vykonzolovaným nosníkům a dojde k jejich rektifikaci.



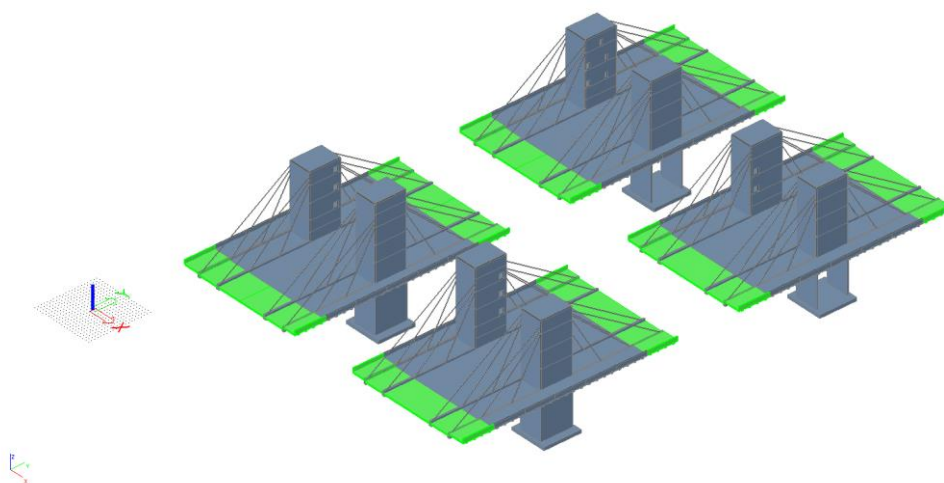
Obr. 25: Fáze 14 – Připojení táhla

7.5.15. Fáze 15

V této fázi budou prefabrikované nosníky zatíženy váhou čerstvé desky.

7.5.16. Fáze 16

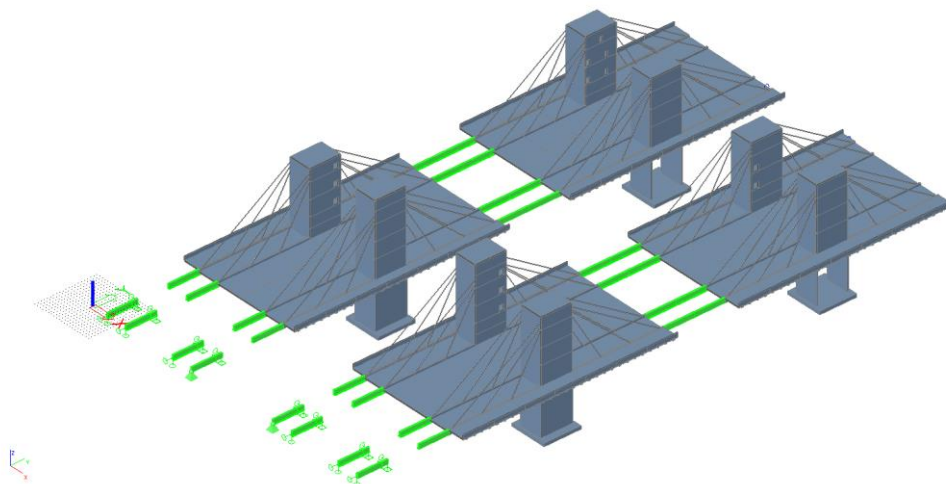
V této fázi bude připojena žebrová deska.



Obr. 26: Fáze 16 – Připojení žebrové desky

7.5.17. Fáze 17

V této fázi dochází k vykonzolování prefabrikovaných nosníků, uzavření středního pole a vytvoření jednoho pole od podpěry.



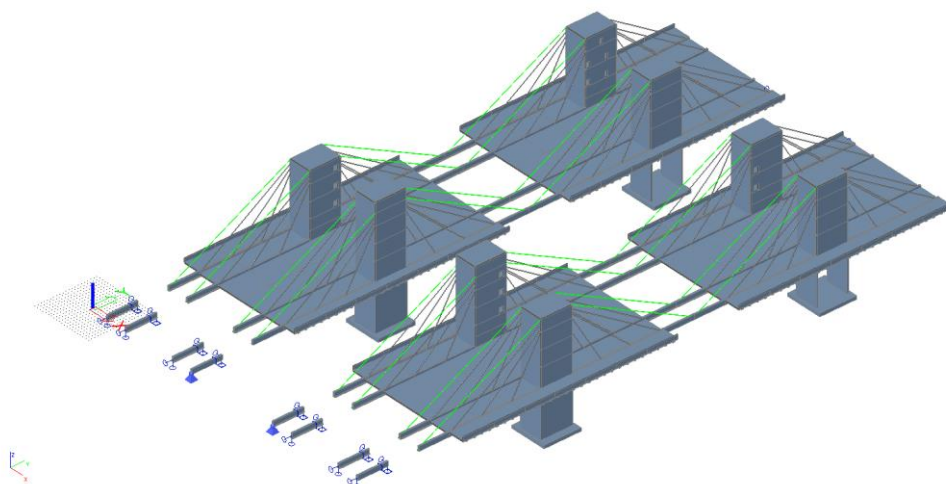
Obr. 27: Fáze 17 – Osazení nosníků

7.5.18. Fáze 18

V této fázi dojde k předepnutí vykonzolovaných nosníků pomocí předpínacích tyčí.

7.5.19. Fáze 19

V této fázi budou připnuty provizorní závěsy k vykonzolovaným nosníkům a poté dojde k jejich rektifikaci.



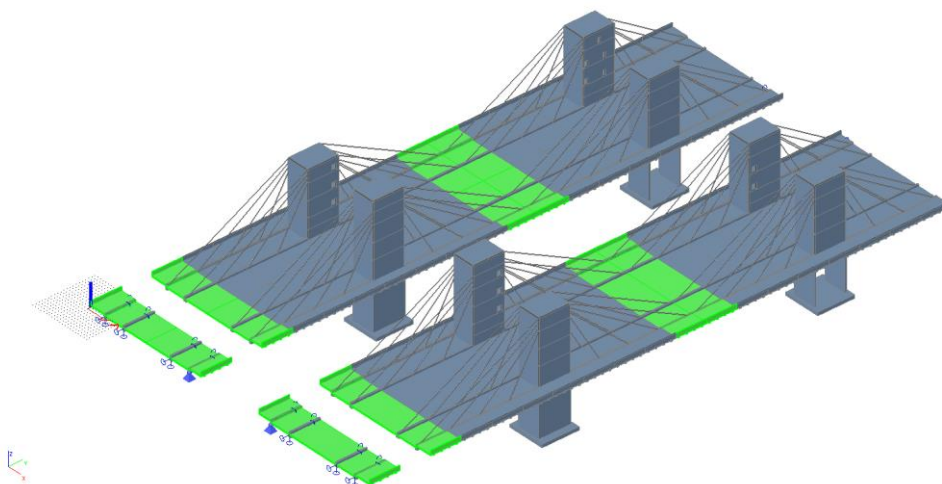
Obr. 28: Fáze 19 – Připojení táhla

7.5.20. Fáze 20

V této fázi budou prefabrikované nosníky zatíženy váhou čerstvé desky.

7.5.21. Fáze 21

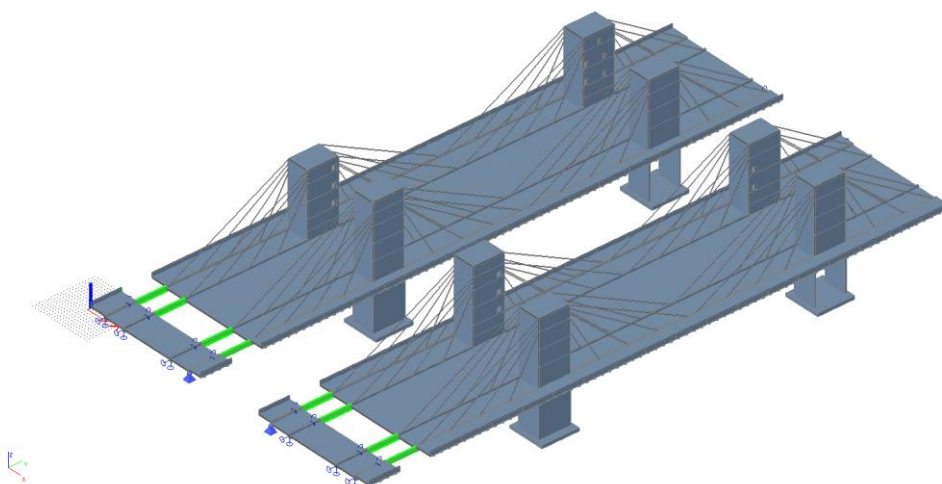
V této fázi bude připojena žebrová deska.



Obr. 29: Fáze 21 – Připojení žebrové desky

7.5.22. Fáze 22

V této fázi bude osazeno poslední pole prefabrikovaných nosníků.



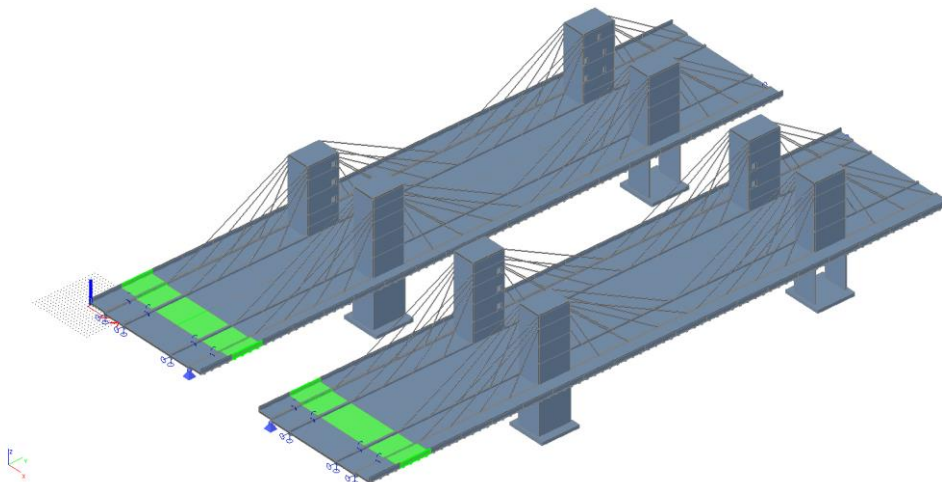
Obr. 30: Fáze 22 – Osazení nosníků

7.5.23. Fáze 23

V této fázi budou prefabrikované nosníky zatíženy váhou čerstvé desky.

7.5.24. Fáze 24

V této fázi bude dokončena žebrová deska.



Obr. 31: Fáze 24 – Připojení žebrové desky

7.5.25. Fáze 25

V této fázi dojde k předpětí desky. Deska bude předepnuta v podélném i v příčném směru.

7.5.26. Fáze 26

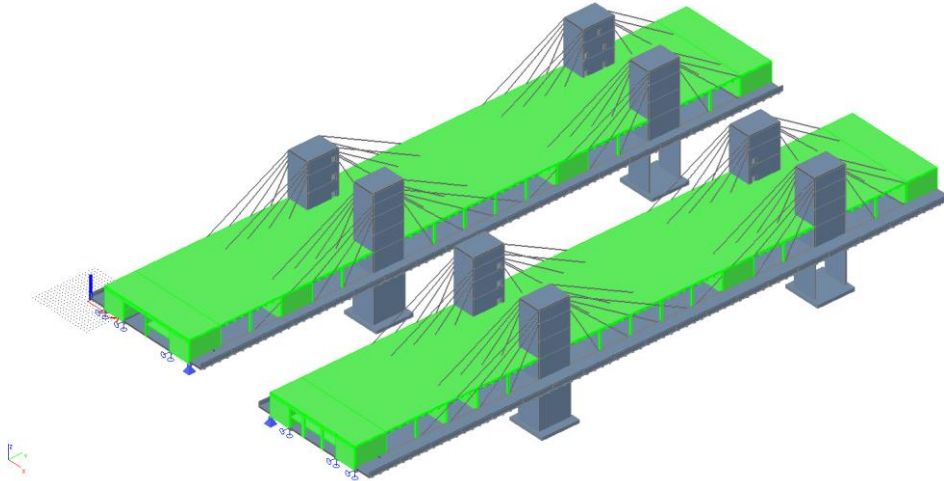
V této fázi bude vytvořená deska zatížena tíhou od čerstvého betonu monolitických stěn, sloupů a desky dalšího patra.

7.5.27. Fáze 27

V této fázi budou rektifikovány provizorní závěsy.

7.5.28. Fáze 28

V této fázi bude připojeno následující patro.



Obr. 32: Fáze 28 – Vybudování 1. NP

7.5.29. Fáze 29

V této fázi dojde k předpětí desky nově vzniklého patra. Deska bude předepnuta v podélném i příčném směru.

7.5.30. Fáze 30

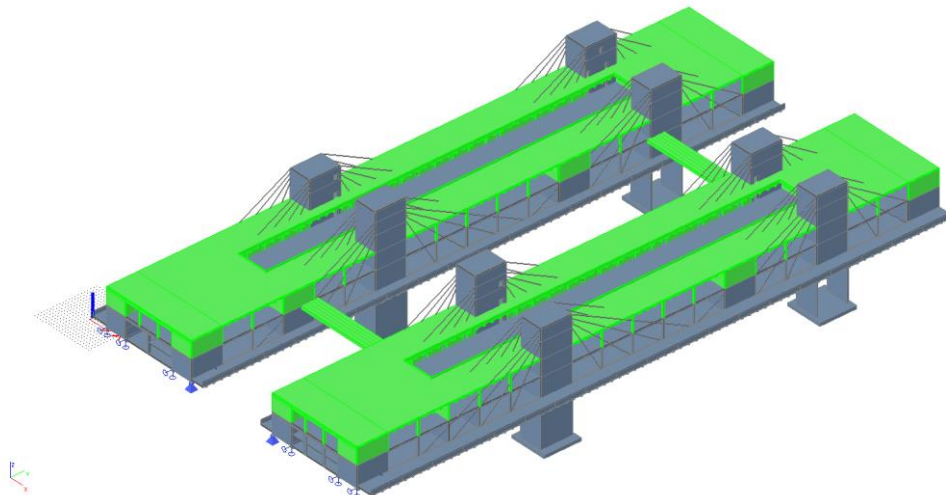
V této fázi bude vytvořená konstrukce zatížena tíhou od čerstvého betonu monolitických stěn, sloupů a desky dalšího patra.

7.5.31. Fáze 31

V této fázi budou rektifikovány provizorní závěsy.

7.5.32. Fáze 32

V této fázi bude připojeno následující patro.



Obr. 33: Fáze 32 – Vybudování 2. NP

7.5.33. Fáze 33

V této fázi dojde k předpětí desky nově vzniklého patra. Deska bude předepnuta v příčném směru.

7.5.34. Fáze 34

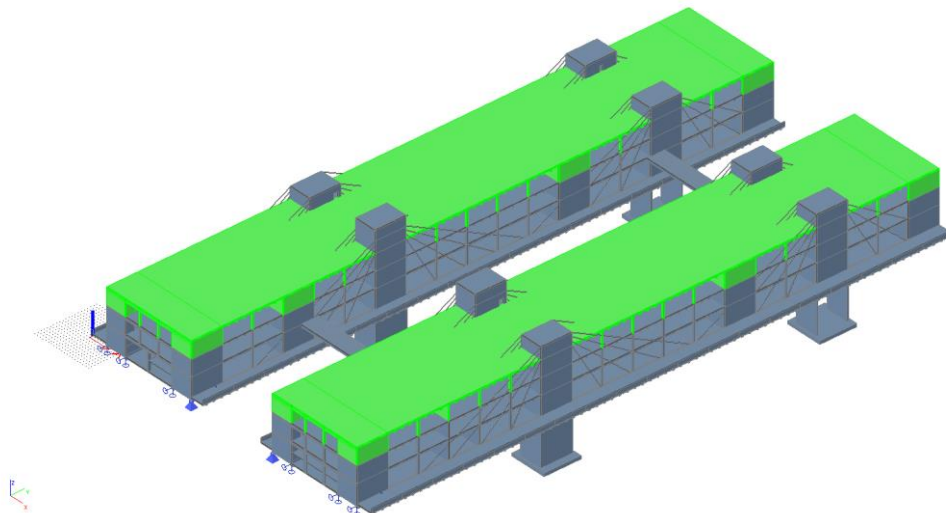
V této fázi bude vytvořená konstrukce zatížena tíhou od čerstvého betonu monolitických stěn, sloupů a desky dalšího patra.

7.5.35. Fáze 35

V této fázi budou rektifikovány provizorní závěsy.

7.5.36. Fáze 36

V této fázi bude připojeno následující patro.



Obr. 34: Fáze 36 – Vybudování 3. NP

7.5.37. Fáze 37

V této fázi dojde k předpětí desky nově vzniklého patra. Deska bude předeprnuta v příčném směru.

7.5.38. Fáze 38

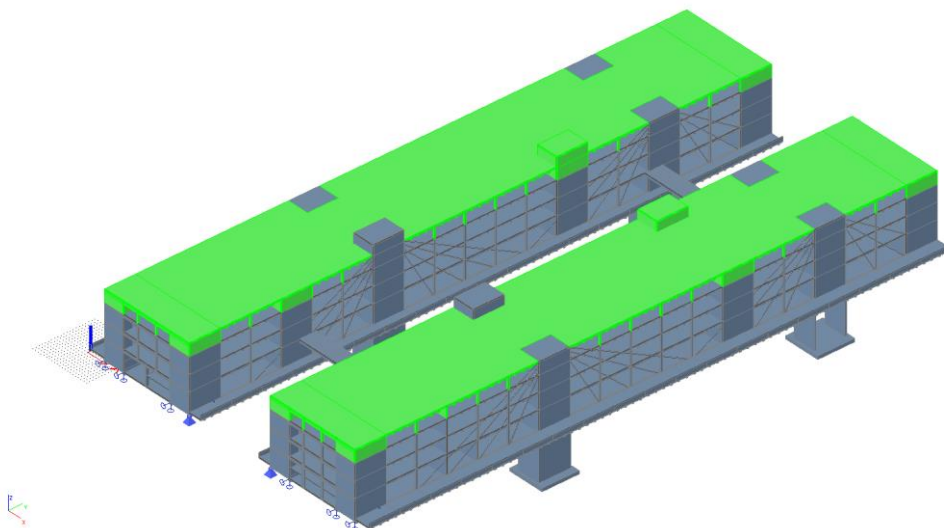
V této fázi bude vytvořená konstrukce zatížena tíhou od čerstvého betonu monolitických stěn, sloupů a desky dalšího patra.

7.5.39. Fáze 39

V této fázi budou rektifikovány provizorní závěsy.

7.5.40. Fáze 40

V této fázi bude připojeno následující patro.



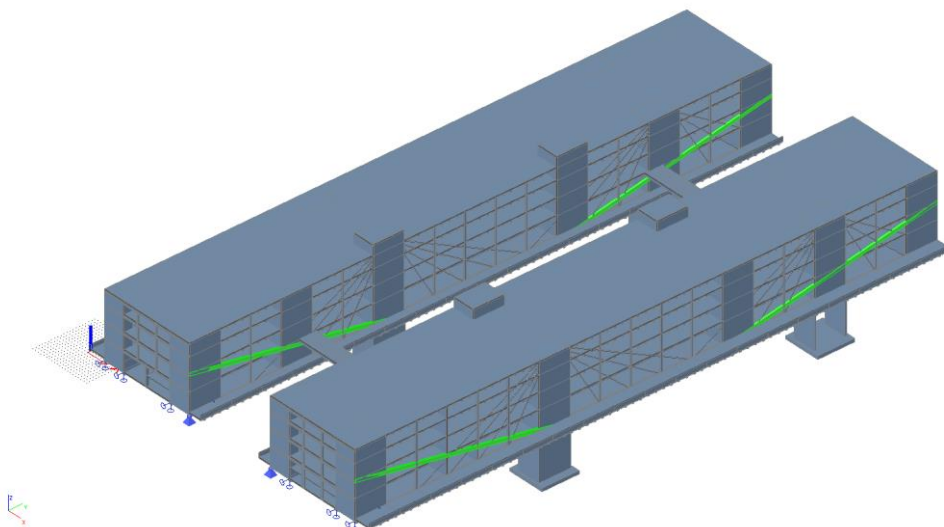
Obr. 35: Fáze 40 – Vybudování 4. NP

7.5.41. Fáze 41

V této fázi dojde k předpětí desky nově vzniklého patra. Deska bude předepnuta v podélném i příčném směru.

7.5.42. Fáze 42

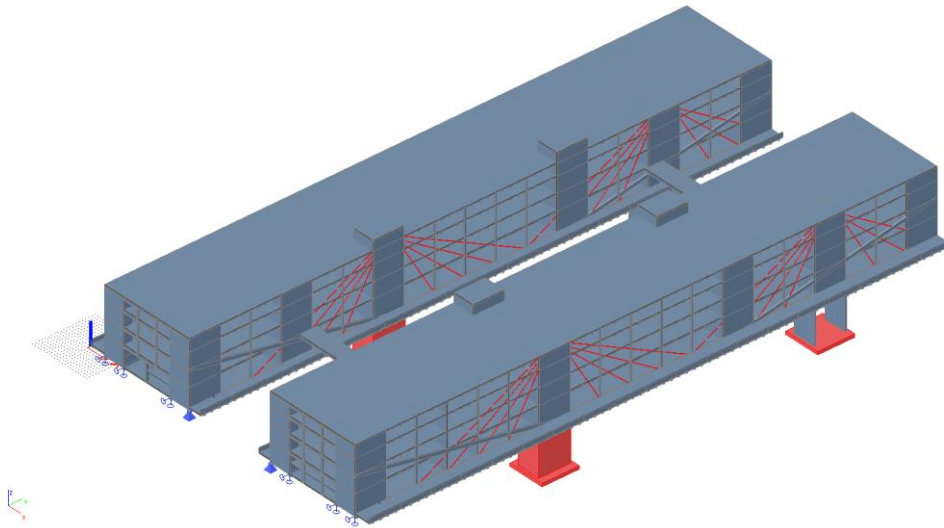
V této fázi budou připojena žebra, ve kterých je vedena předpínací výztuž.



Obr. 36: Fáze 42 – Připojení žeber

7.5.43. Fáze 43

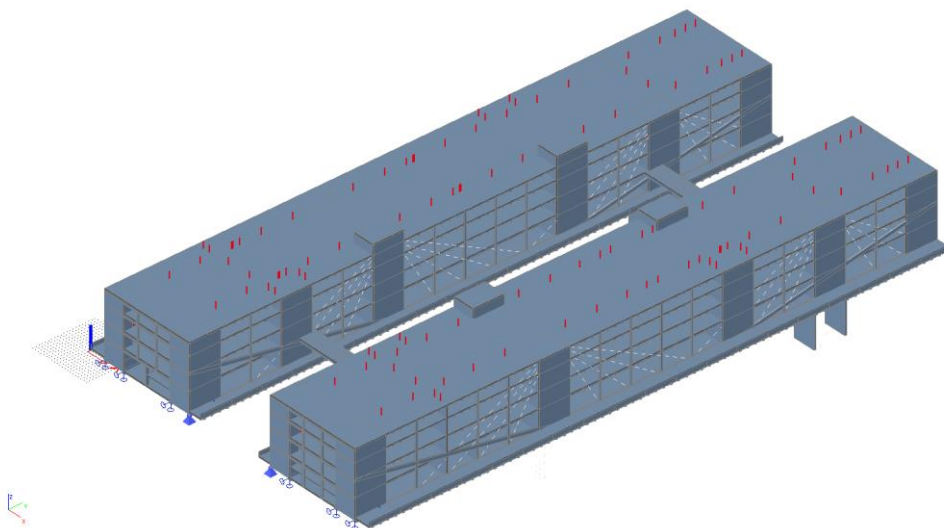
V této fázi budou odstraněny provizorní podpůrné věže a provizorní závěsy. Bude vneseno předpětí do žeber.



Obr. 37: Fáze 43 – Odpojení provizorních konstrukcí

7.5.44. Fáze 44

V této stavební fázi bude již dokončená konstrukce.



Obr. 38: Fáze 44 – Dokončená konstrukce

7.6. Výpočet a posouzení napětí

Výpočet a posouzení napětí na konstrukci je provedeno na mezní stav použitelnosti ve všech stavebních fázích, na dokončené konstrukci a na mezní stav únosnosti na dokončené konstrukci. Ve stavebních fázích je napětí na konstrukci posuzováno na charakteristickou kombinaci zatížení. Na dokončené konstrukci je výpočet proveden pro zatížení v charakteristické a kvazistálé kombinaci jak v uvedení do provozu, tak na konci životnosti konstrukce. Na konstrukci jsou posuzovány napětí v podélném i příčném směru při horních i spodních vláknech. Omezující napětí pro výpočet jsou uvedena v následujících tabulkách.

f_{ck}	90,0	MPa
f_{cd}	54,0	MPa
f_{ck} (7 dní)	80,0	MPa
f_{ctm}	5,0	MPa
f_{ctd}	2,3	MPa
f_{ctm} (7 dní)	4,1	MPa

Tab. 14: Pevnosti betonu

t=7 dní	Charakteristická	$0,6 \cdot f_{ck}$	48,0	MPa
	Kvazistálá	$0,45 \cdot f_{ck}$	36,0	MPa
t=28 dní	Charakteristická	$0,6 \cdot f_{ck7}$	54,0	MPa
	Kvazistálá	$0,45 \cdot f_{ck7}$	40,5	MPa

Tab. 15: Omezení napětí betonu

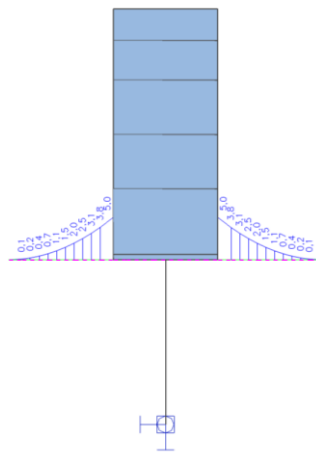
Fáze	Kombinace	MSP	
		Tlak [MPa]	Tah [MPa]
Dokončená konstrukce	Charakteristická	48,0	5,0
	Kvazistálá	36,0	0
Stavební fáze	Stav. fáze - Charak.	54,0	4,1

Tab. 16: Omezující podmínky napětí v konstrukci

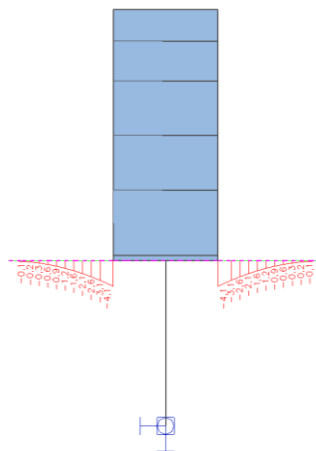
7.6.1. Napětí na nosníku – MSP

V této kapitole budou zobrazeny vybraná napětí na prefabrikovaném nosníku ve stavebních fázích až do vybudování celé desky prvního patra. Veškerá napětí budou archivována u zpracovatele. V případě výskytu malého tahu na malé části průřezu ve styčné spáře nosníků by se tato spára posuzovala za vyloučeného tahu betonu. U ostatních styčných spár by se doplnila vnější výztuž, např. vlepená výztuž do drážek nebo uhlíkové lamely. V ostatních případech by byl průřez navržen a posouzen jako železobetonový s předpínací výztuží.

7.6.1.1. Napětí ve Fázi 2

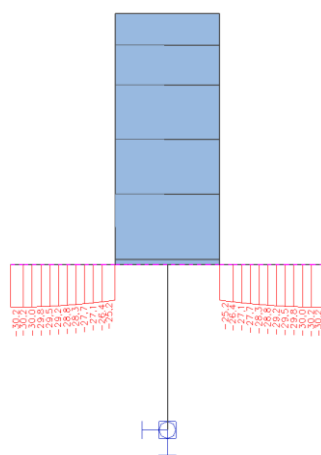


Obr. 39: Napětí ve fázi 2 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

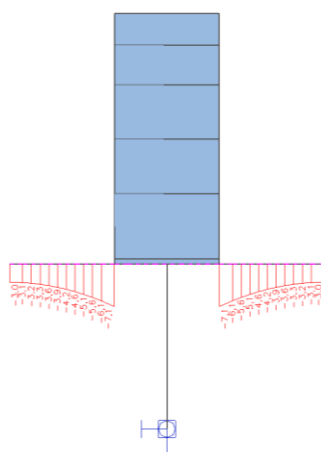


Obr. 40: Napětí ve fázi 2 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

7.6.1.2. Napětí ve Fázi 3

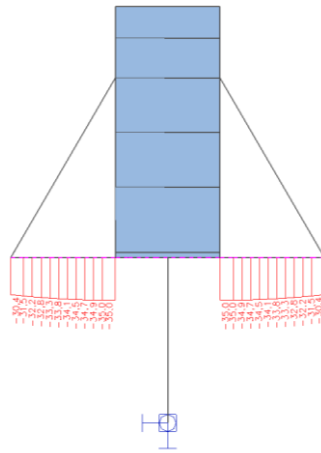


Obr. 41: Napětí ve fázi 3 – horní vlákna – předpětí

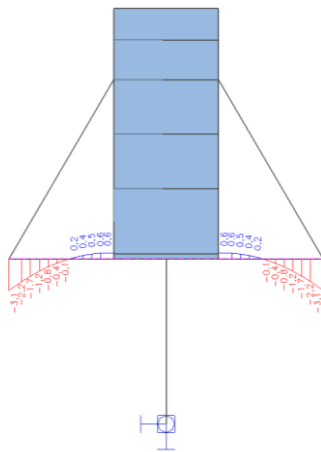


Obr. 42: Napětí ve fázi 3 – spodní vlákna – předpětí

7.6.1.3. Napětí ve Fázi 4

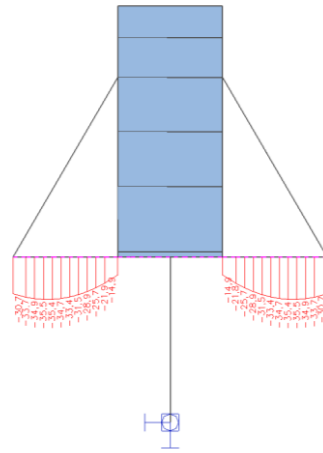


Obr. 43: Napětí ve fázi 4 – horní vlákna – rektifikace

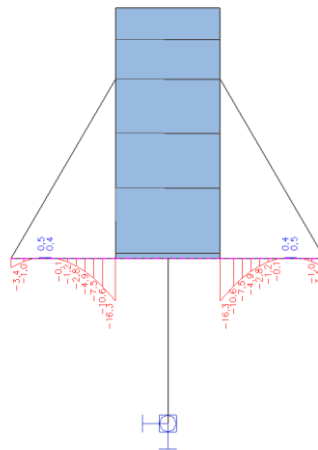


Obr. 44: Napětí ve fázi 4 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.1.4. Napětí ve Fázi 5

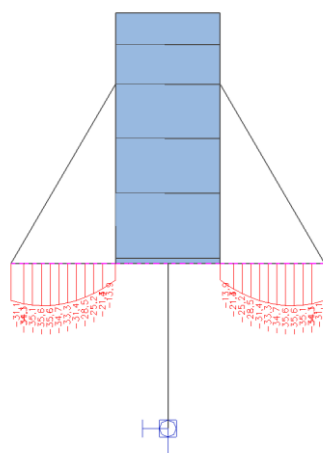


Obr. 45: Napětí ve fázi 5 – horní vlákna – tíha čerstvé desky

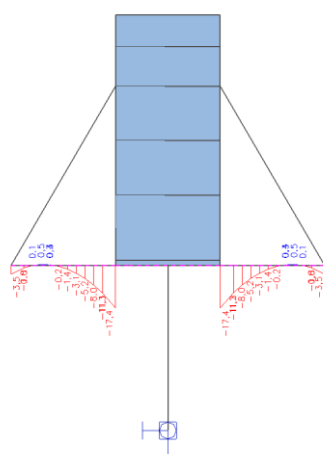


Obr. 46: Napětí ve fázi 5 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky

7.6.1.5. Napětí ve fázi 6

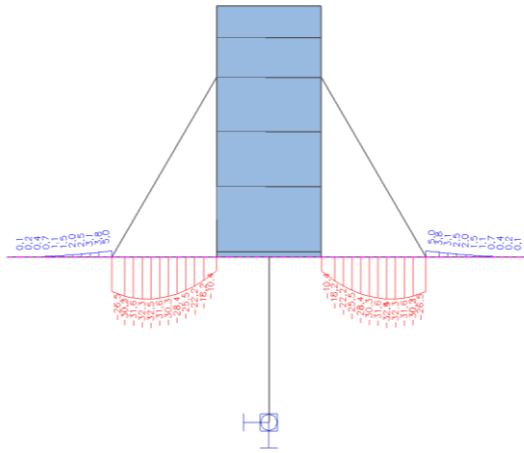


Obr. 47: Napětí ve fázi 6 – horní vlákna – připojení desky

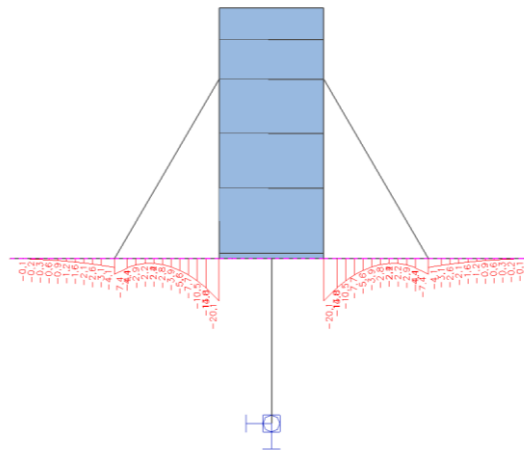


Obr. 48: Napětí ve fázi 6 – spodní vlákna – připojení desky

7.6.1.6. Napětí ve Fázi 7

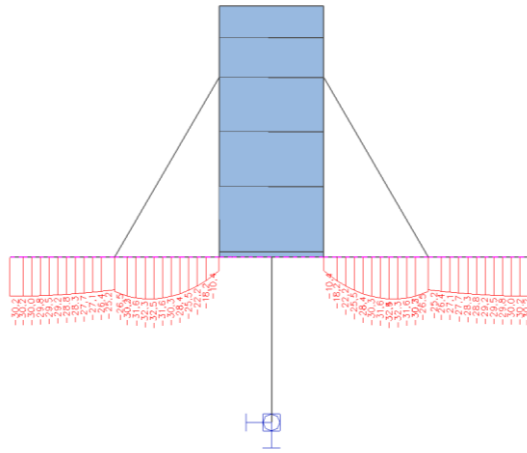


Obr. 49: Napětí ve fázi 7 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

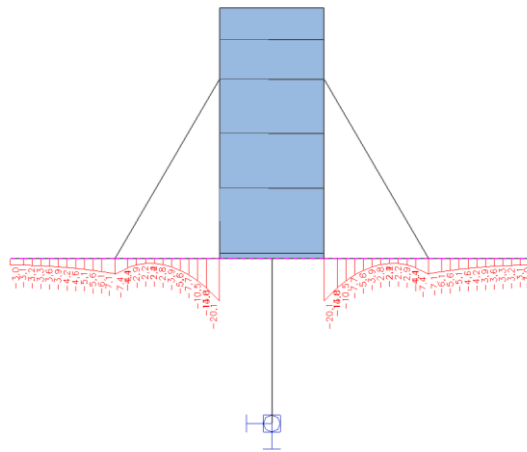


Obr. 50: Napětí ve fázi 7 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

7.6.1.7. Napětí ve fázi 8

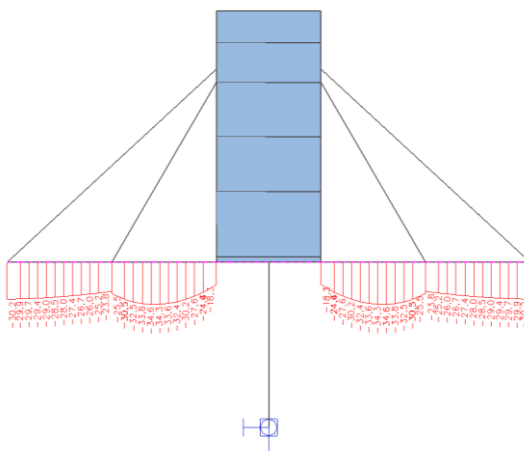


Obr. 51: Napětí ve fázi 8 – horní vlákna – předpětí

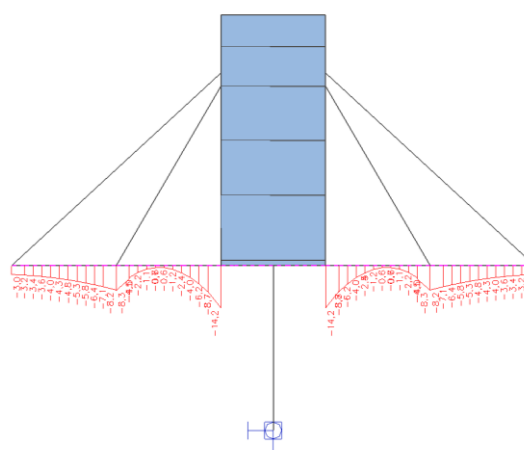


Obr. 52: Napětí ve fázi 8 – spodní vlákna – předpětí

7.6.1.8. Napětí ve fázi 9

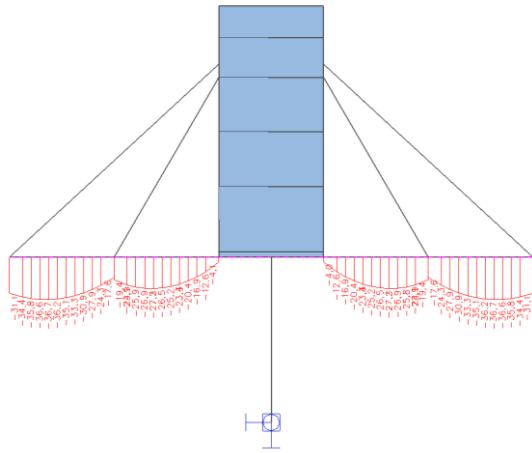


Obr. 53: Napětí ve fázi 9 – horní vlákna – rektifikace

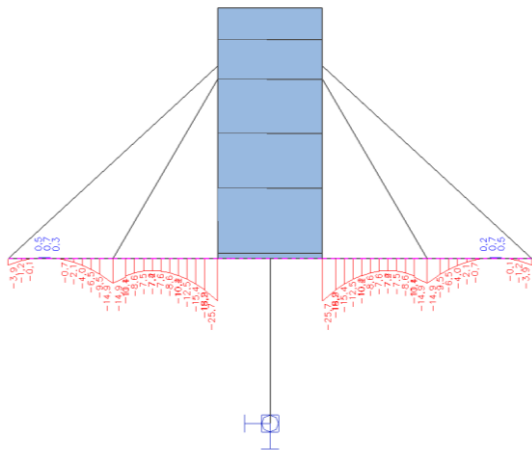


Obr. 54: Napětí ve fázi 9 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.1.9. Napětí ve fázi 10

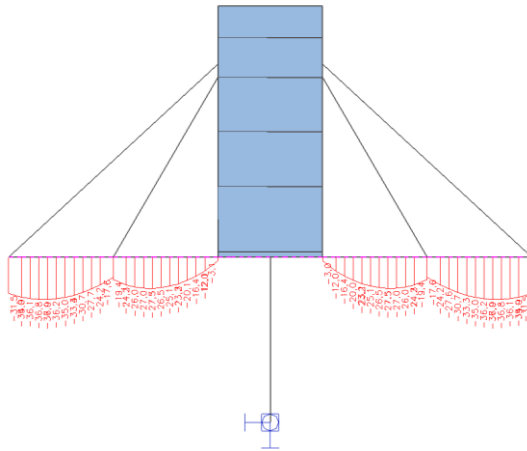


Obr. 55: Napětí ve fázi 10 – horní vlákna – tíha čerstvé desky

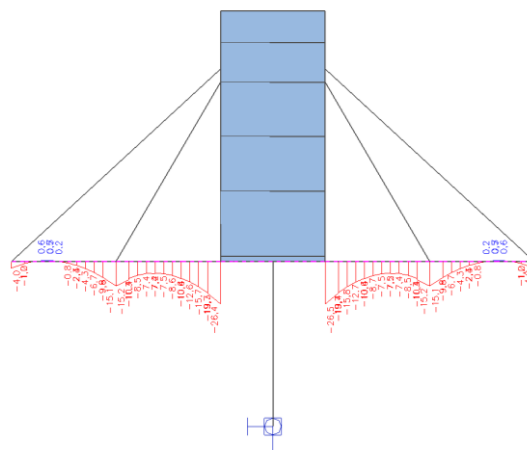


Obr. 56: Napětí ve fázi 10 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky

7.6.1.10. Napětí ve Fázi 11

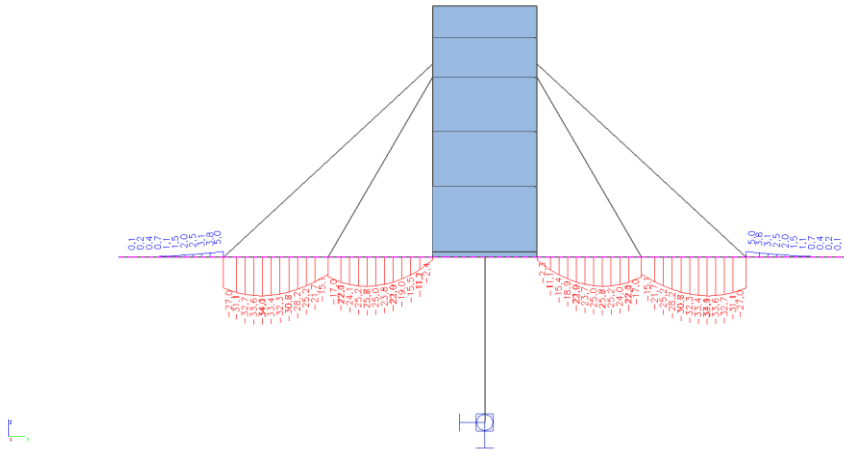


Obr. 57: Napětí ve fázi 11 – horní vlákna – připojení desky

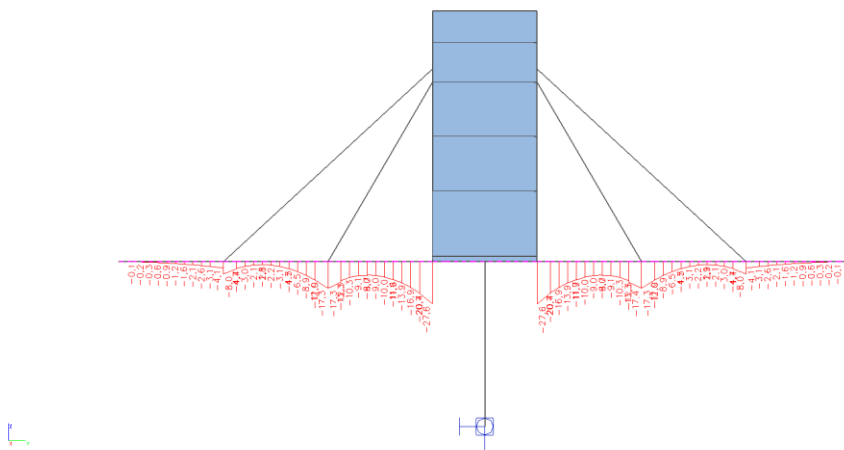


Obr. 58: Napětí ve fázi 11 – spodní vlákna – připojení desky

7.6.1.11. Napětí ve Fázi 12

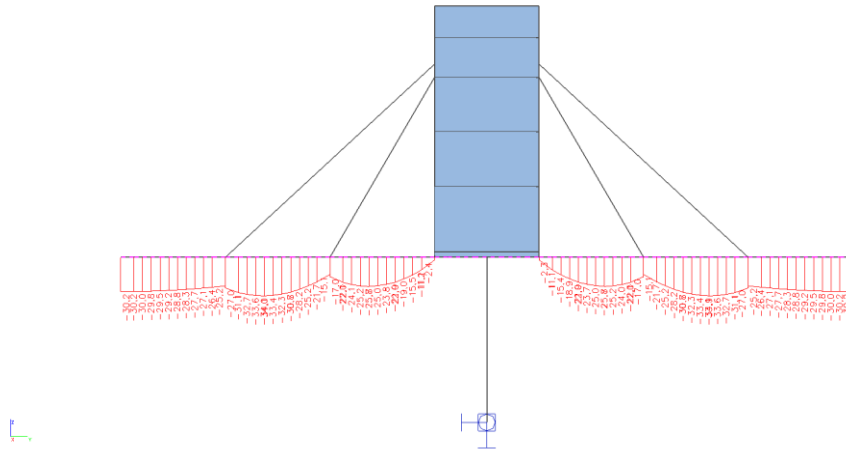


Obr. 59: Napětí ve fázi 12 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

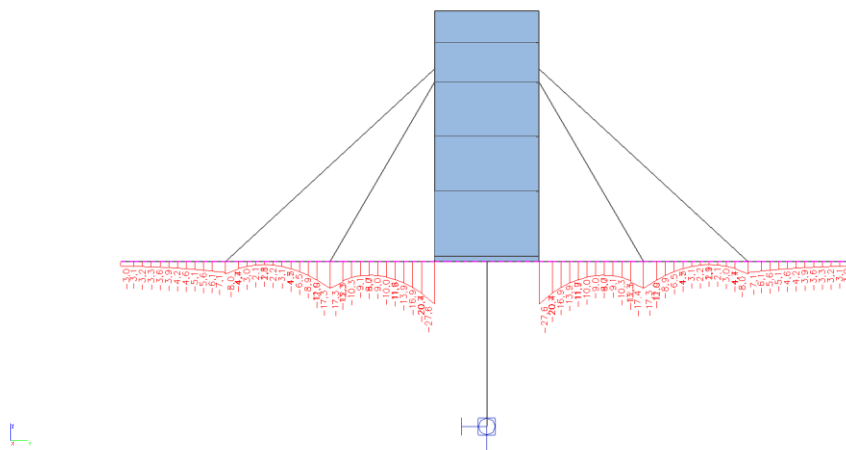


Obr. 60: Napětí ve fázi 12 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

7.6.1.12. Napětí ve Fázi 13

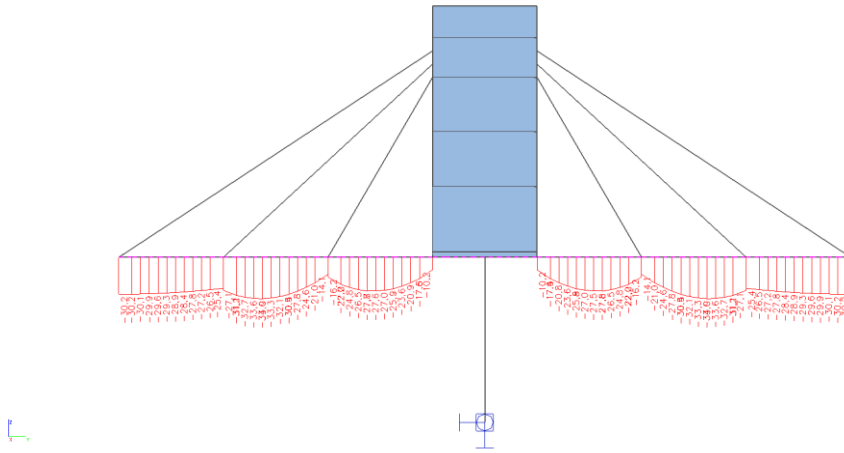


Obr. 61: Napětí ve fázi 13 – horní vlákna – předpětí

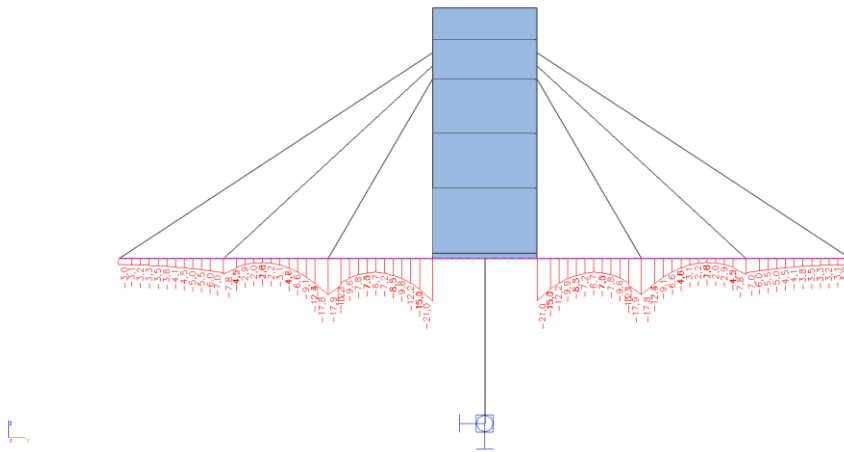


Obr. 62: Napětí ve fázi 13 – spodní vlákna – předpětí

7.6.1.13. Napětí ve fázi 14

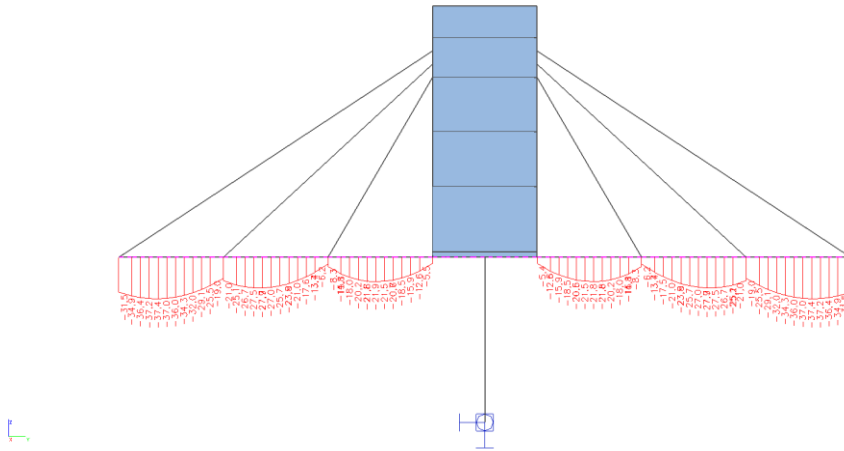


Obr. 63: Napětí ve fázi 14 – horní vlákna – rektifikace

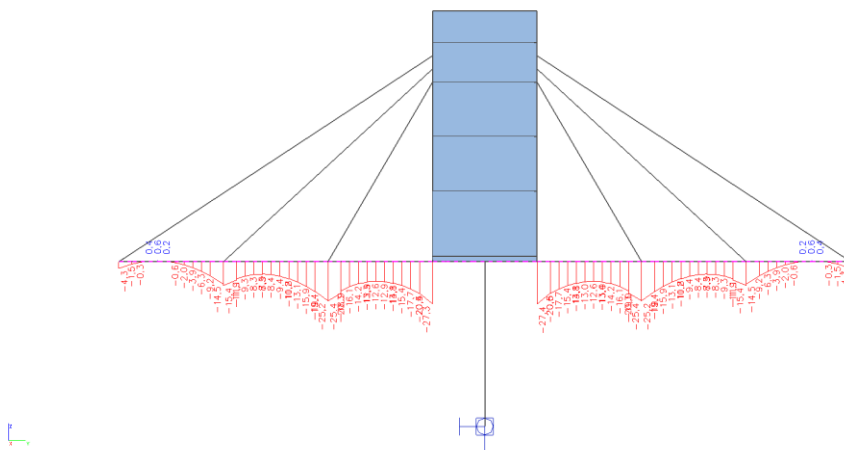


Obr. 64: Napětí ve fázi 14 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.1.14. Napětí ve Fázi 15

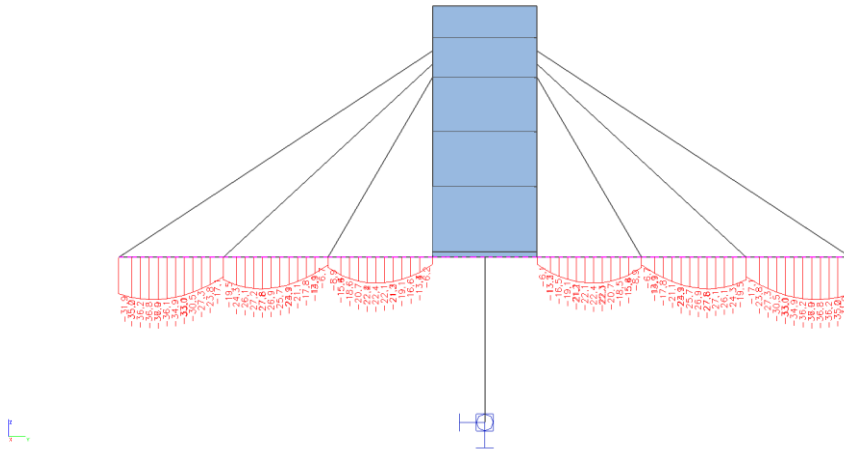


Obr. 65: Napětí ve fázi 15 – horní vlákna – tíha čerstvé desky

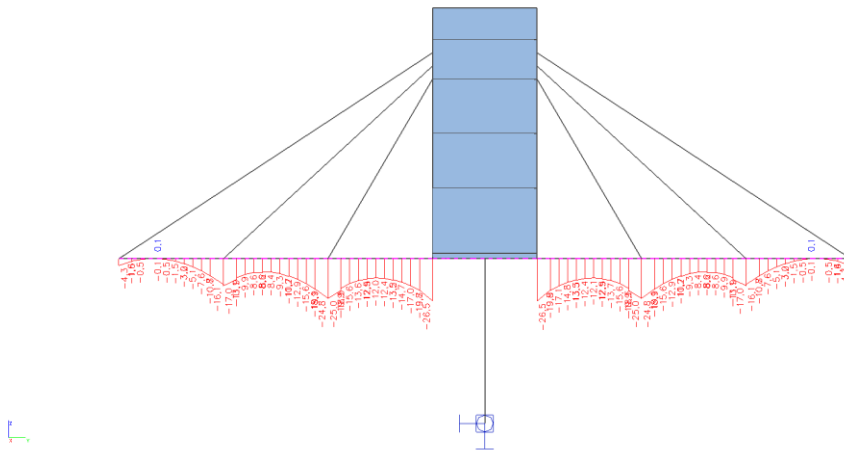


Obr. 66: Napětí ve fázi 15 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky

7.6.1.15. Napětí ve Fázi 16

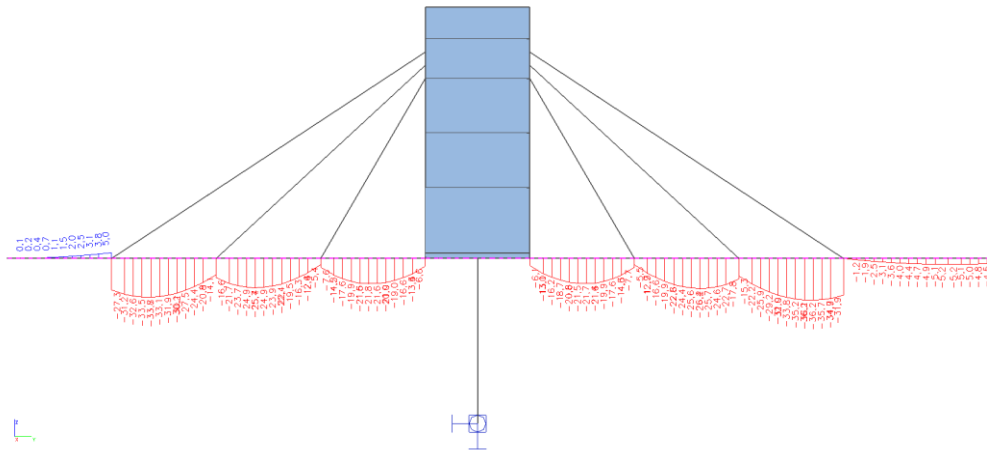


Obr. 67: Napětí ve fázi 16 – horní vlákna – připojení desky

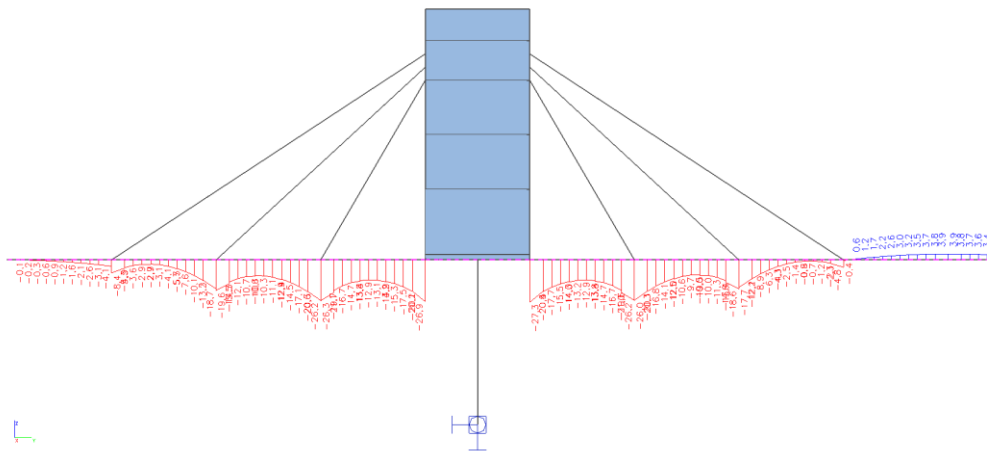


Obr. 68: Napětí ve fázi 16 – spodní vlákna – připojení desky

7.6.1.16. Napětí ve Fázi 17

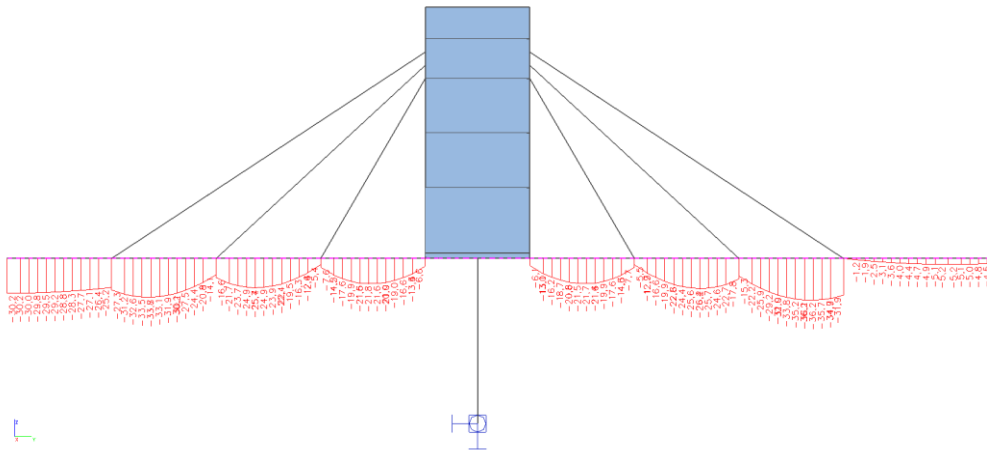


Obr. 69: Napětí ve fázi 17 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

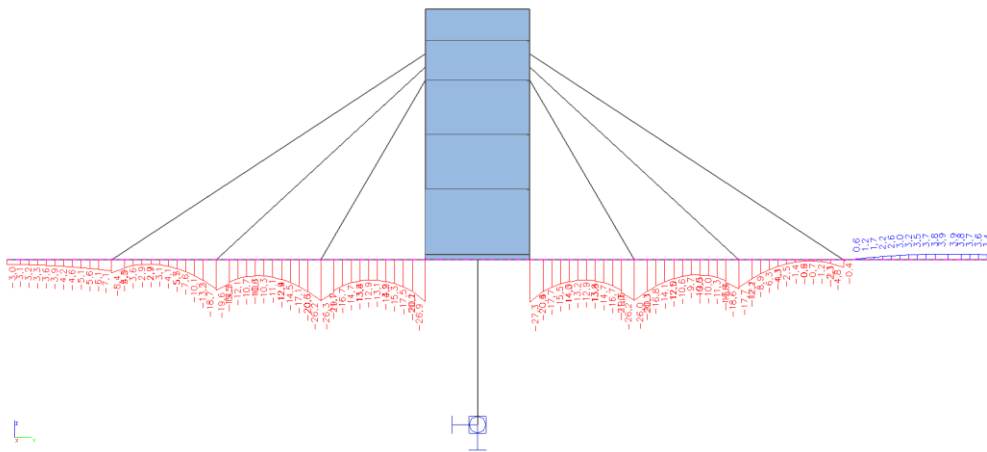


Obr. 70: Napětí ve fázi 17 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

7.6.1.17. Napětí ve Fázi 18

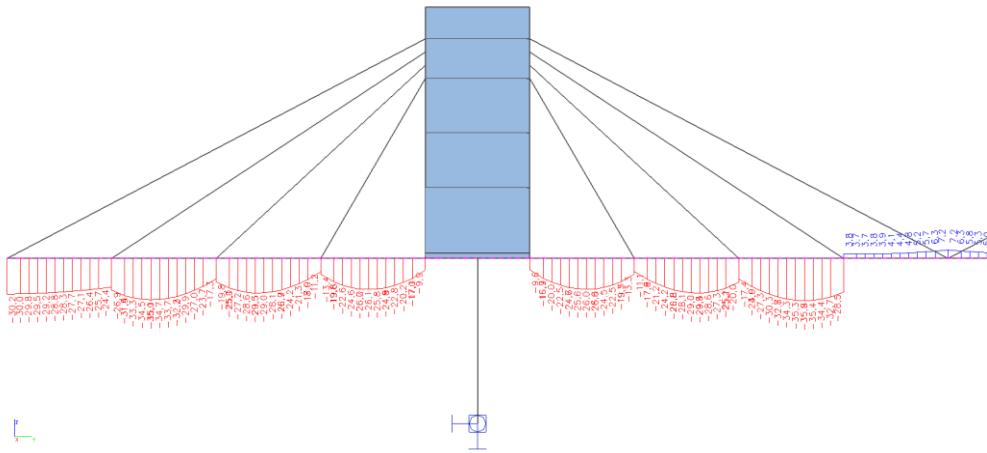


Obr. 71: Napětí ve fázi 18 – horní vlákna – předpětí

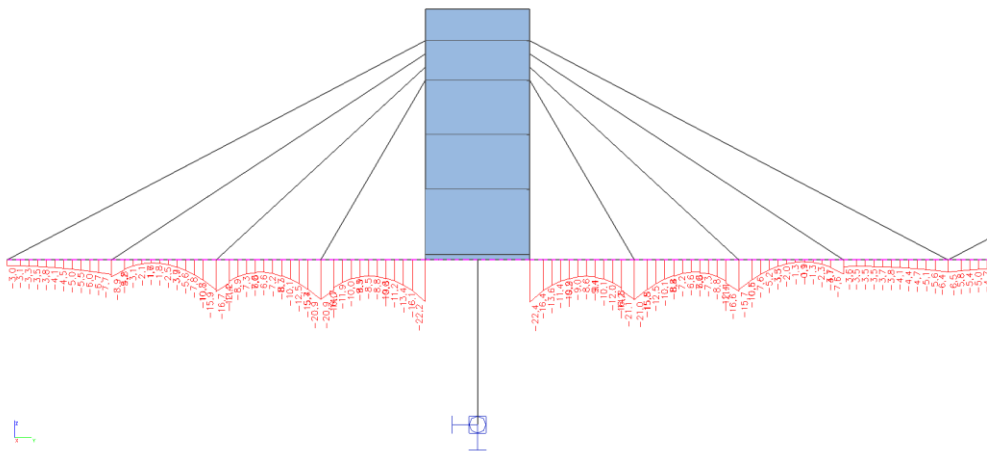


Obr. 72: Napětí ve fázi 18 – spodní vlákna – předpětí

7.6.1.18. Napětí ve fázi 19

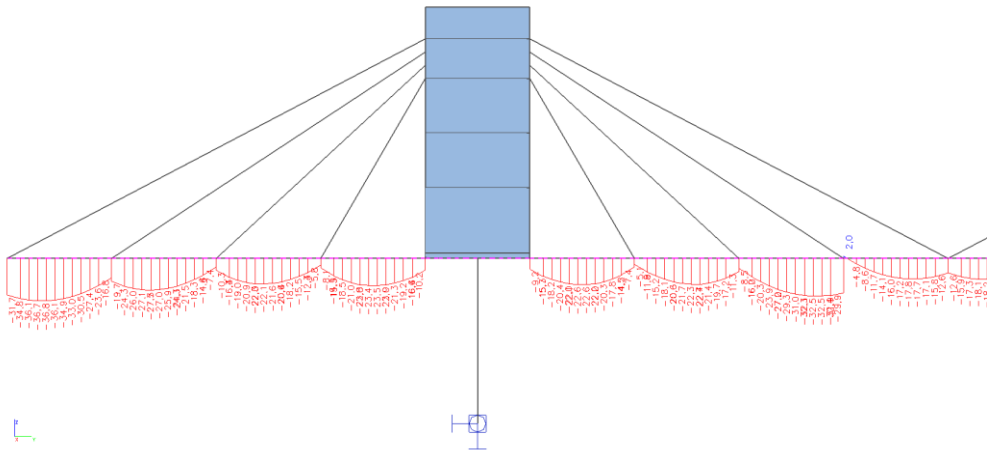


Obr. 73: Napětí ve fázi 19 – horní vlákna – rektifikace

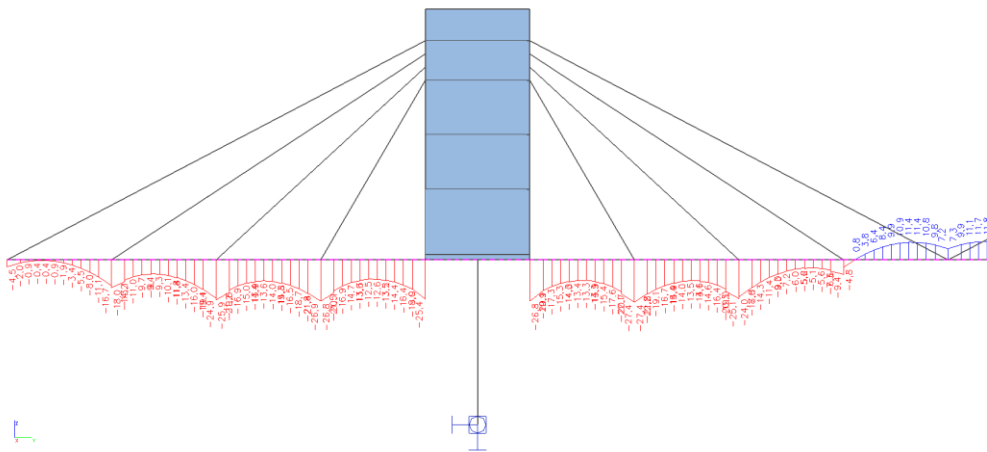


Obr. 74: Napětí ve fázi 4 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.1.19. Napětí ve fázi 20

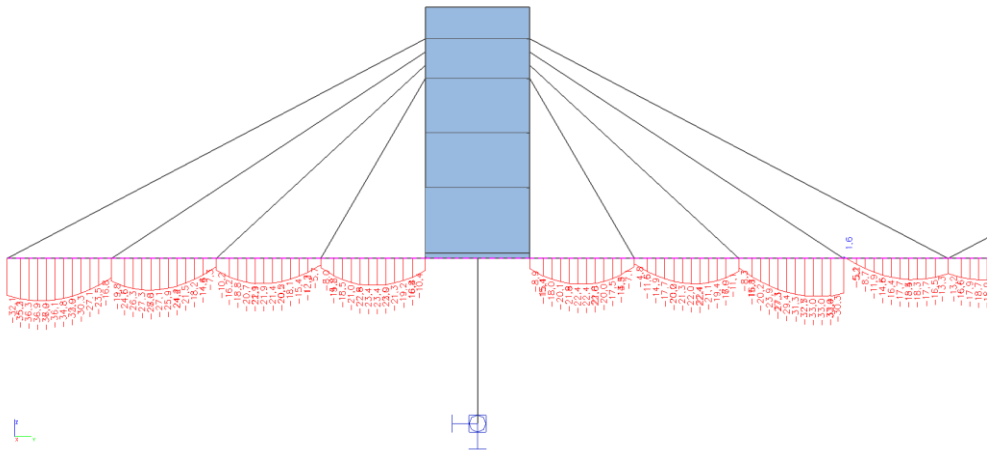


Obr. 75: Napětí ve fázi 20 – horní vlákna – tíha čerstvé desky

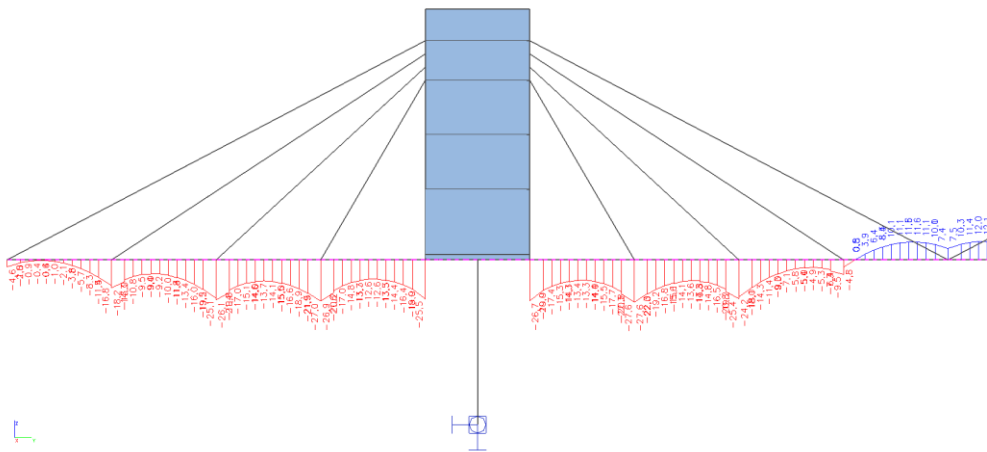


Obr. 76: Napětí ve fázi 20 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky

7.6.1.20. Napětí ve Fázi 21

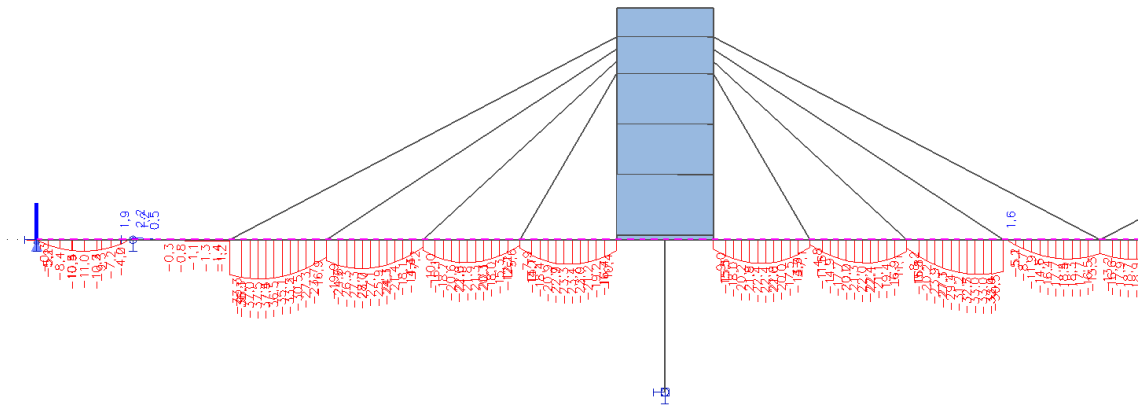


Obr. 77: Napětí ve fázi 21 – horní vlákna – připojení desky

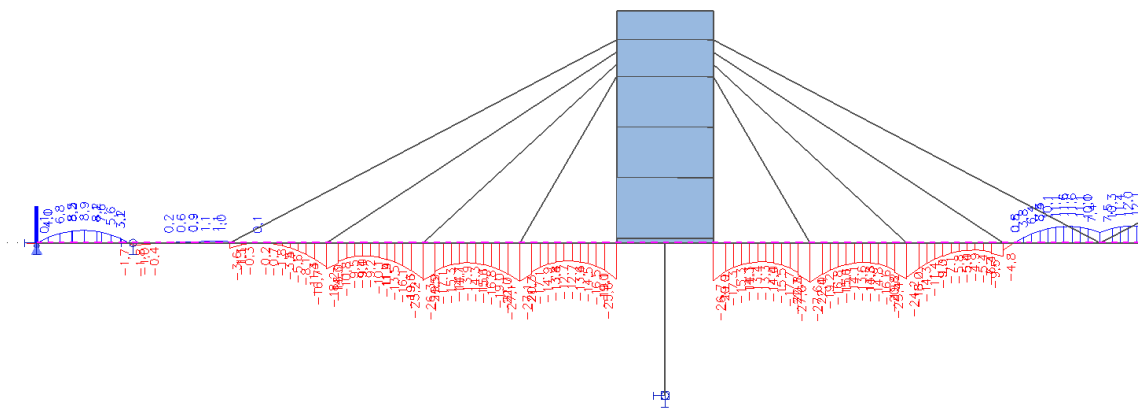


Obr. 78: Napětí ve fázi 21 – spodní vlákna – připojení desky

7.6.1.21. Napětí ve Fázi 22

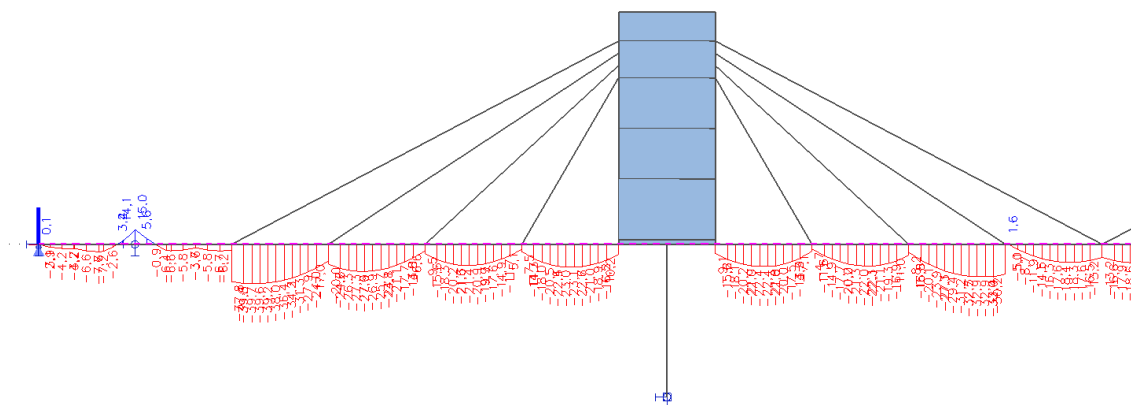


Obr. 79: Napětí ve fázi 22 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

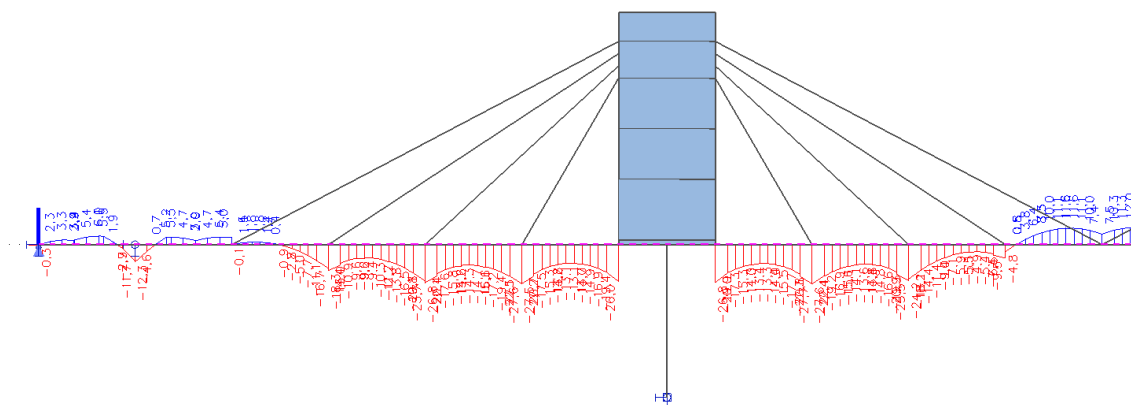


Obr. 80: Napětí ve fázi 22 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí)

7.6.1.22. Napětí ve Fázi 23



Obr. 81: Napětí ve fázi 23 – horní vlákna – tíha čerstvé desky



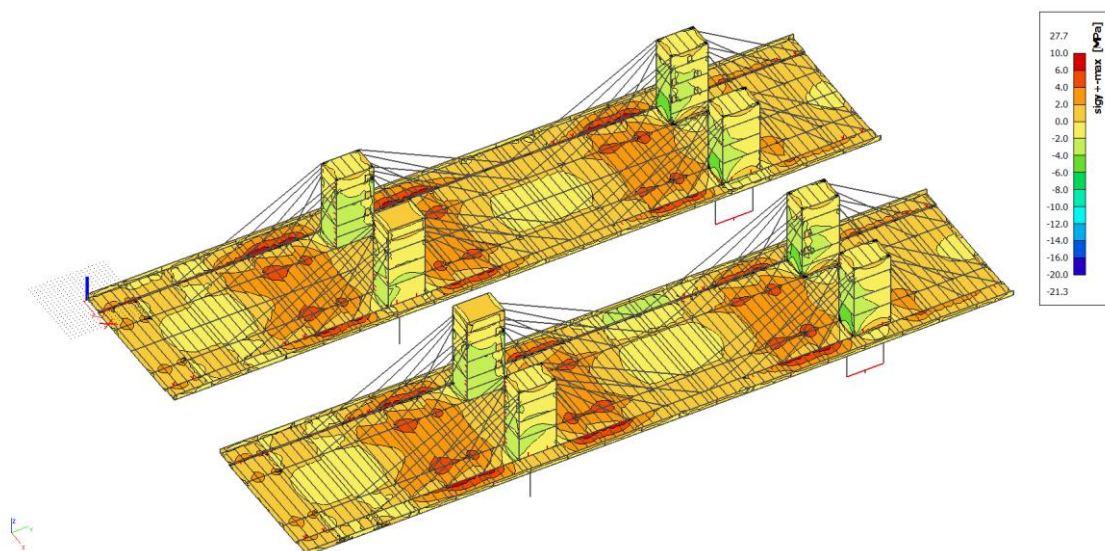
Obr. 82: Napětí ve fázi 23 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky

Napětí na nosníku ve všech fázích výstavby vyhoví. Styčná spára nad provizorní podporou by se řešila s uzavírací kapsou o délce 2 m s vloženou a stykovanou betonářskou výztuží pro přenesení tahového napětí.

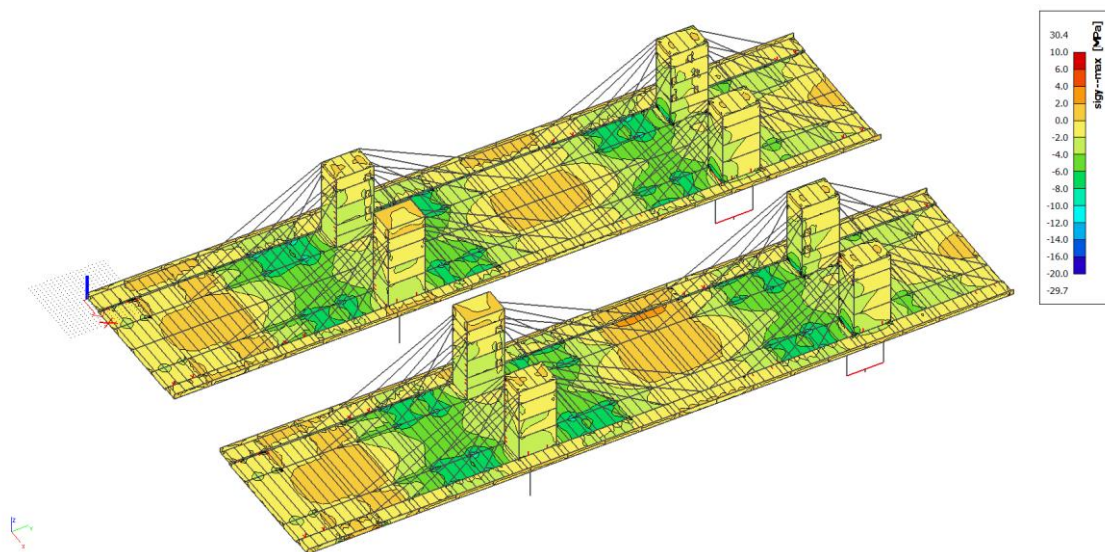
7.6.2. Podélné napětí na deskách – MSP

V této kapitole budou zobrazeny vybraná napětí na plošných prvcích ve stavebních fázích od vzniku spodní žebrové desky až do vybudování celé konstrukce. Veškerá napětí budou archivována u zpracovatele. Na konstrukci se vyskytují lokální místa s překročením omezujících napětí. U těchto míst lze uvažovat s možným roznosem napětí vzhledem k reálným rozměrům konstrukčních prvků anebo by tyto lokální místa byla lokálně posouzena v dalším stupni výpočtu, ve kterém by se navrhlo dostatečné množství betonářské výztuže pro přenesení tahového napětí a omezení šířky trhlin.

7.6.2.1. Napětí ve fázi 24

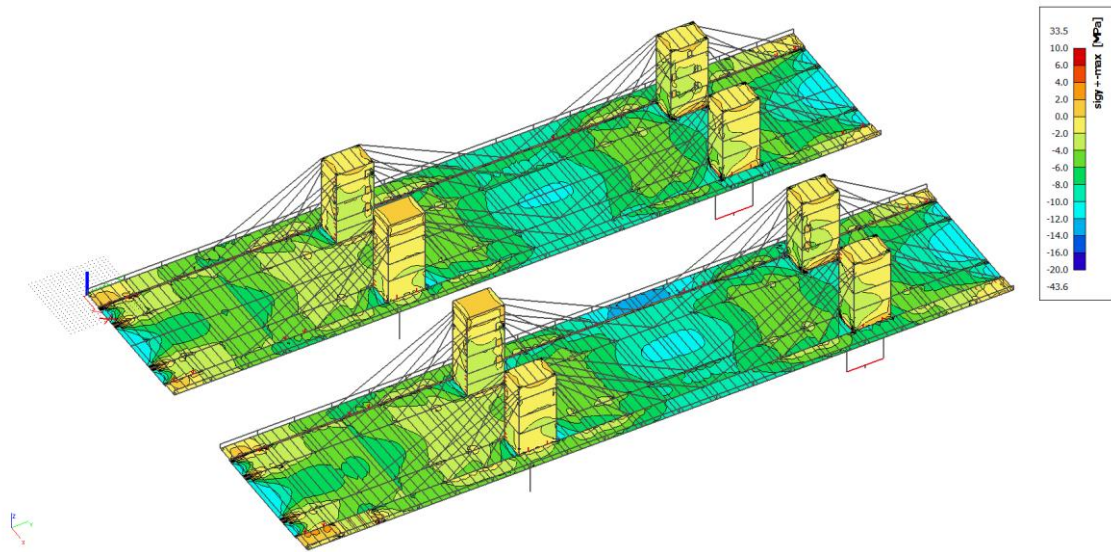


Obr. 83: Napětí ve fázi 24 – horní vlákna – vlastní tíha (bez předpětí)

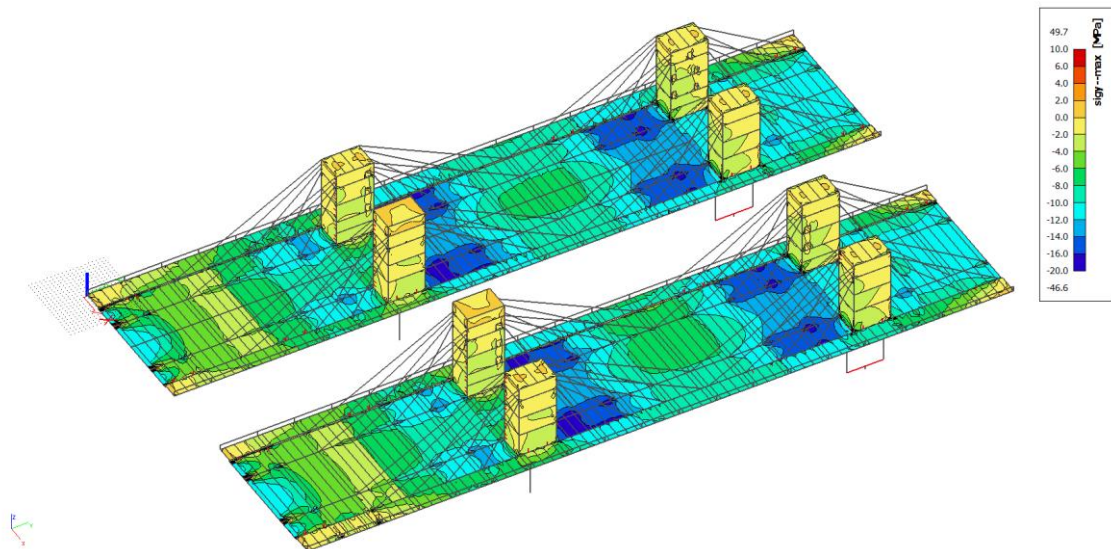


Obr. 84: Napětí ve fázi 24 – spodní vlákna – vlastní tíha (bez předpětí)

7.6.2.2. Napětí ve Fázi 25

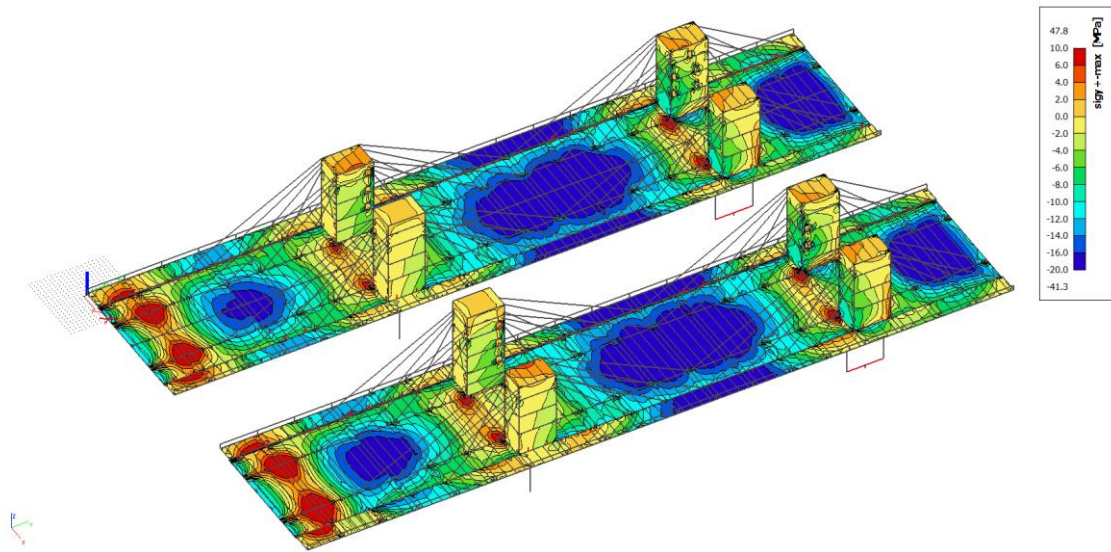


Obr. 85: Napětí ve fázi 25 – horní vlákna – předpětí

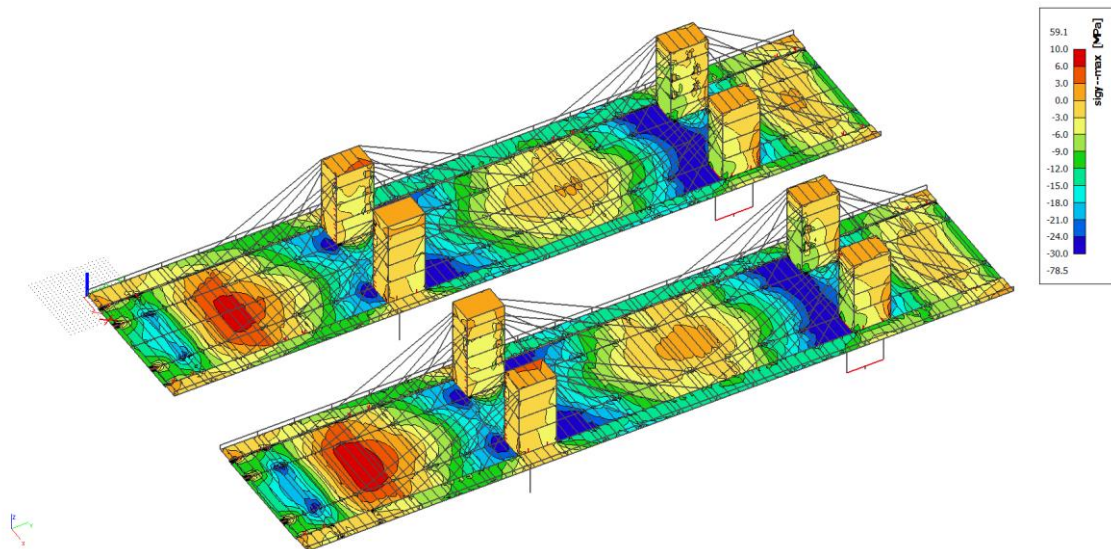


Obr. 86: Napětí ve fázi 25 – spodní vlákna – předpětí

7.6.2.3. Napětí ve Fázi 26

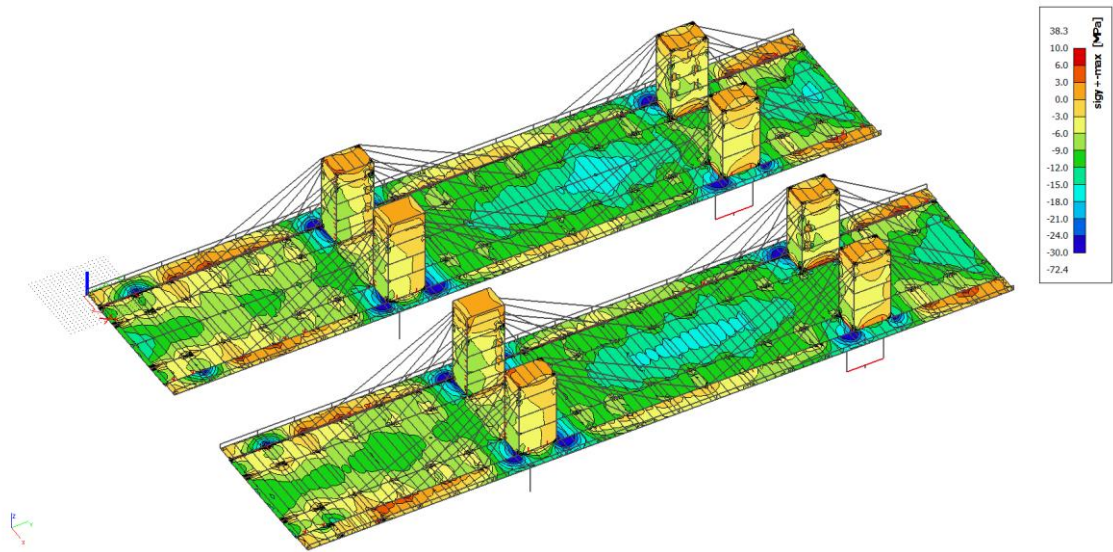


Obr. 87: Napětí ve fázi 26 – horní vlákna – tíha čerstvého patra

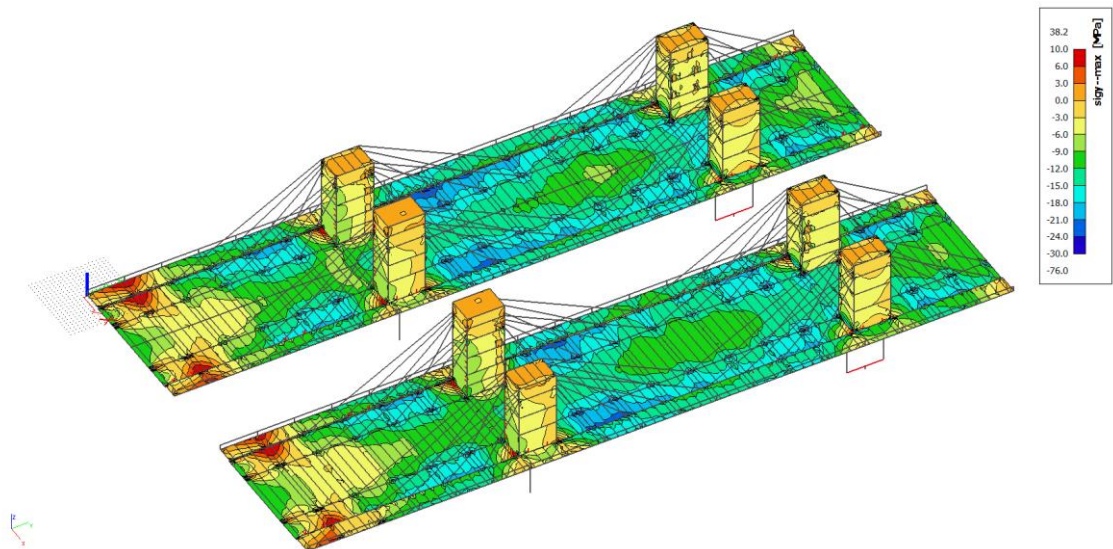


Obr. 88: Napětí ve fázi 26 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra

7.6.2.4. Napětí ve fázi 27

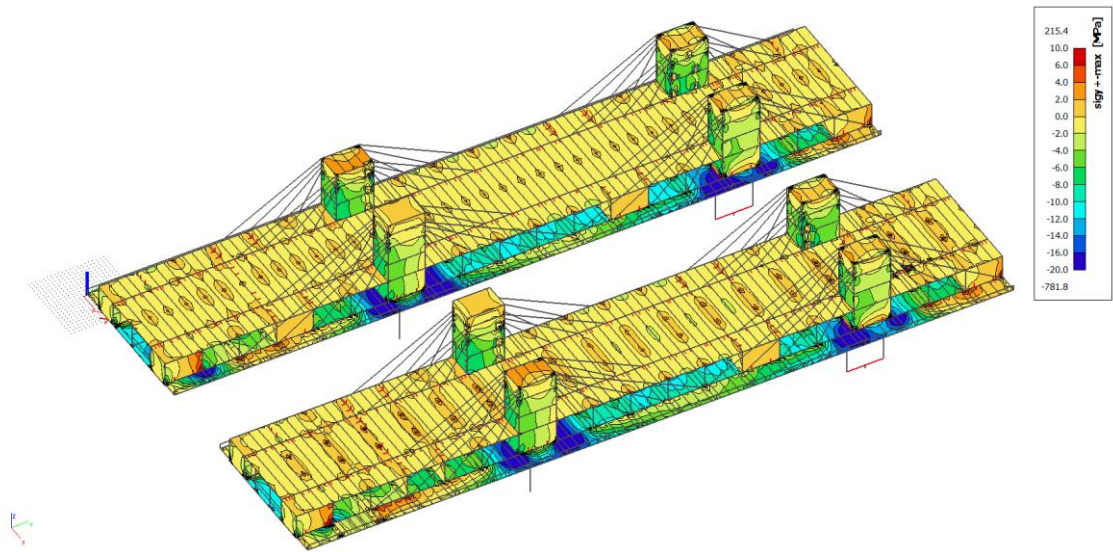


Obr. 89: Napětí ve fázi 27 – horní vlákna – rektifikace

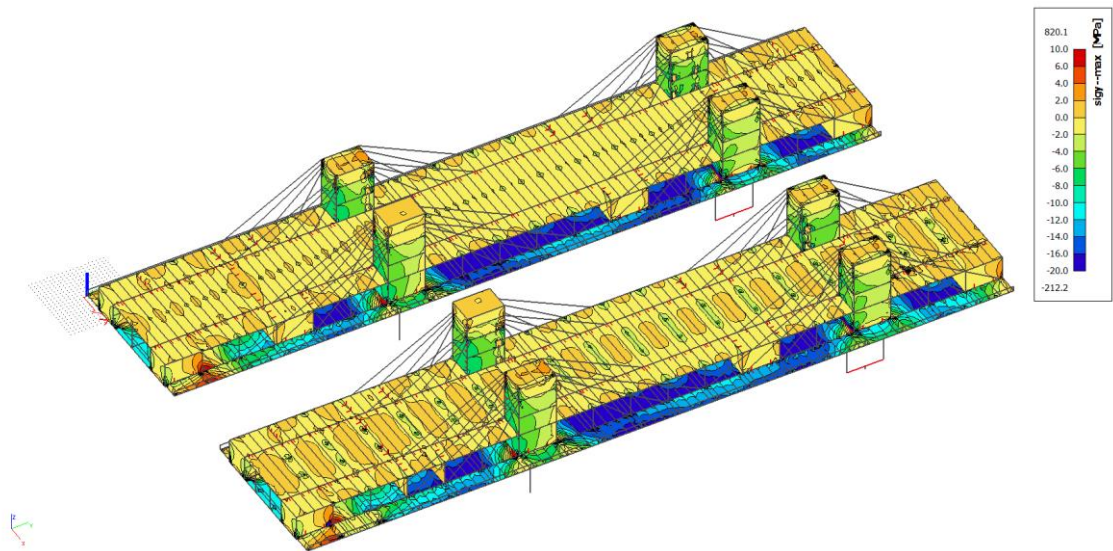


Obr. 90: Napětí ve fázi 27 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.2.5. Napětí ve Fázi 28

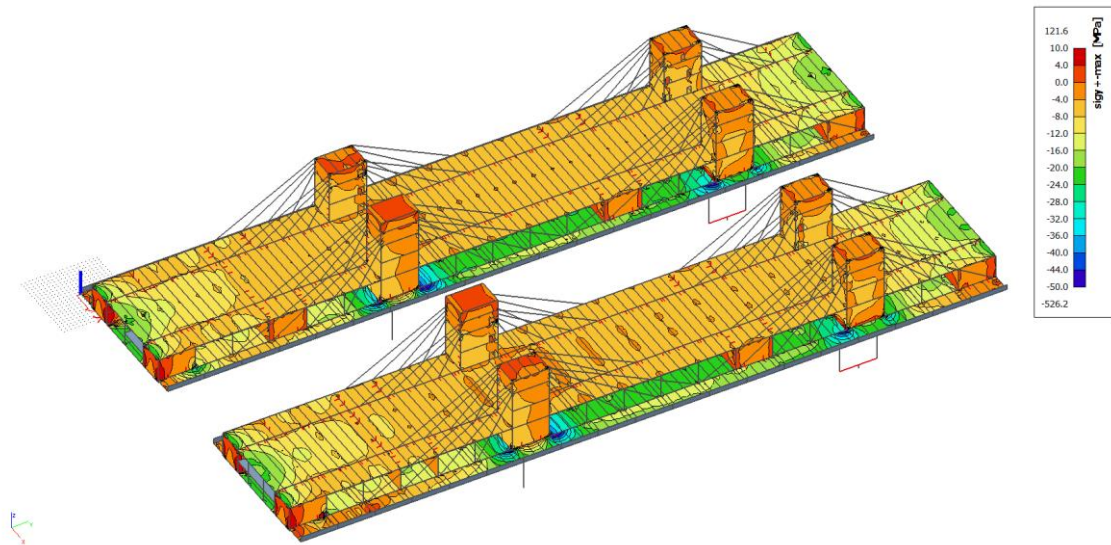


Obr. 91: Napětí ve fázi 28 – horní vlákna – připojení patra

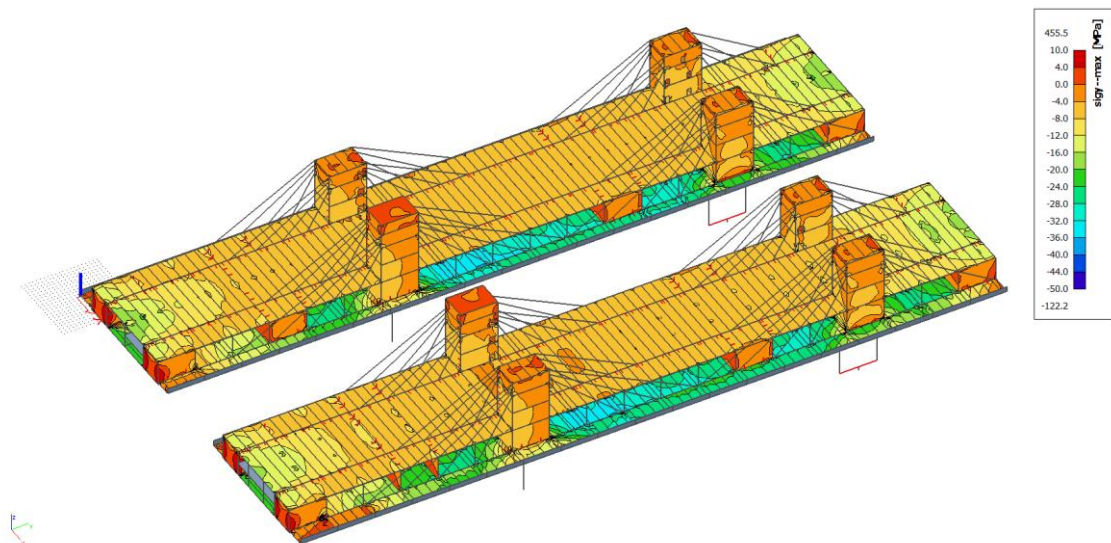


Obr. 92: Napětí ve fázi 28 – spodní vlákna – připojení patra

7.6.2.6. Napětí ve Fázi 29

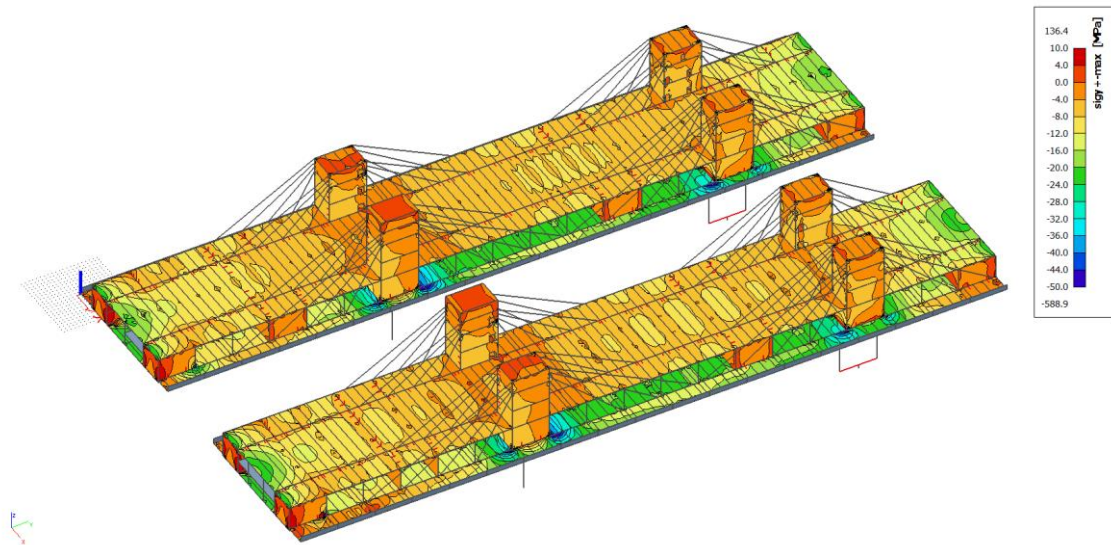


Obr. 93: Napětí ve fázi 29 – horní vlákna – předpětí

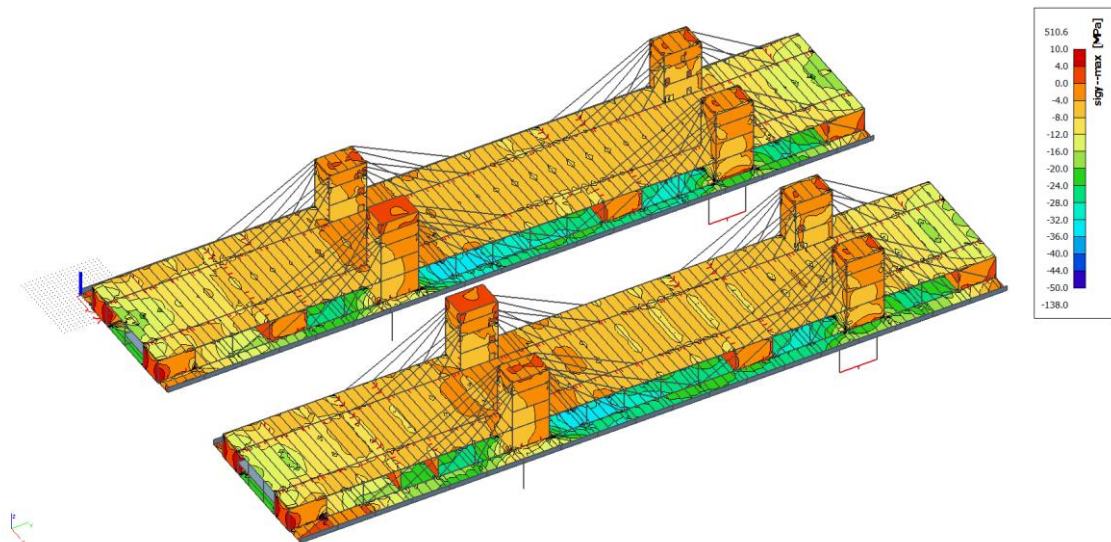


Obr. 94: Napětí ve fázi 29 – spodní vlákna – předpětí

7.6.2.7. Napětí ve Fázi 30

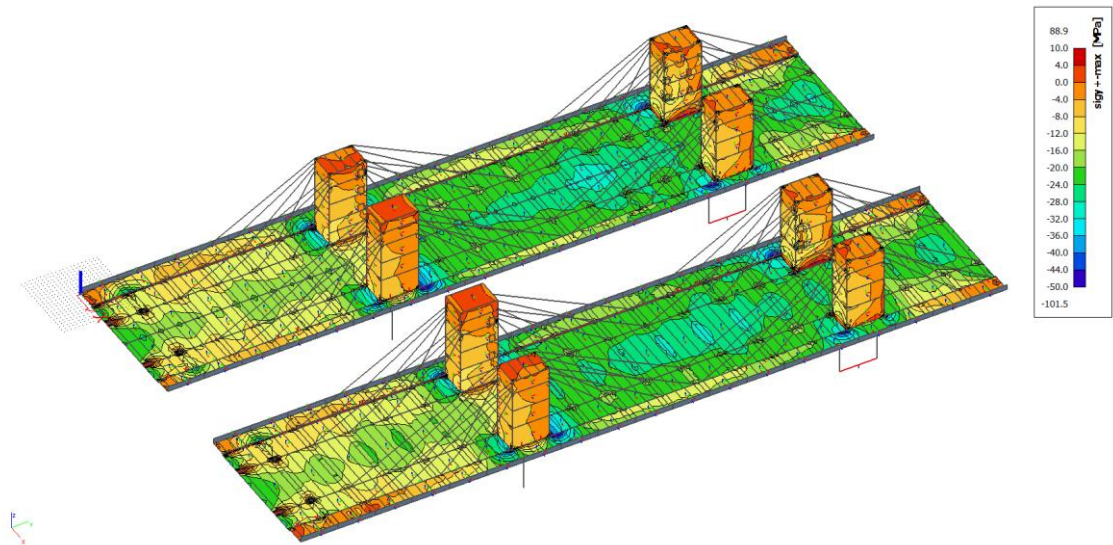


Obr. 95: Napětí ve fázi 30 – horní vlákna – tíha čerstvého patra

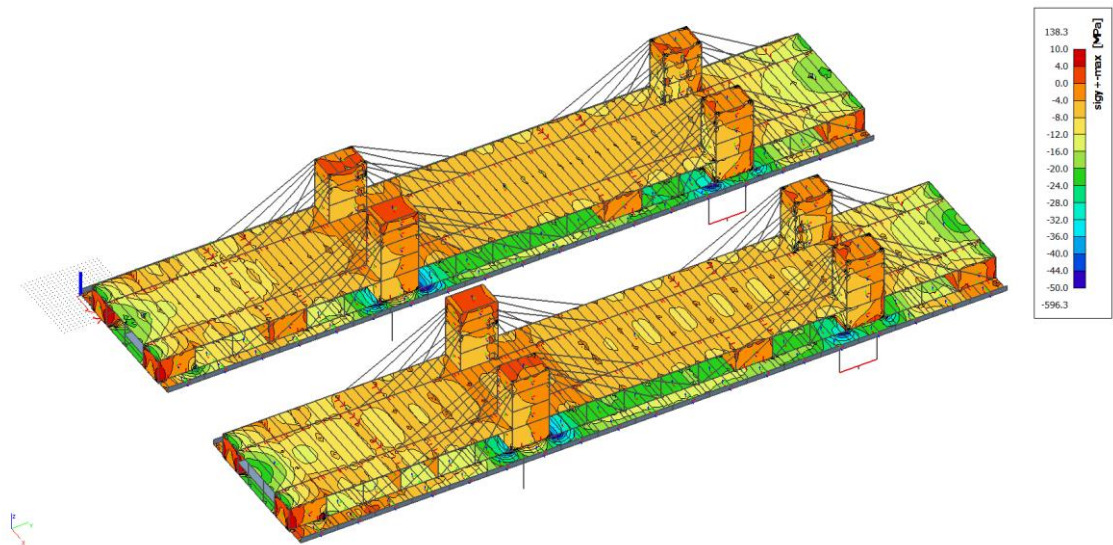


Obr. 96: Napětí ve fázi 30 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra

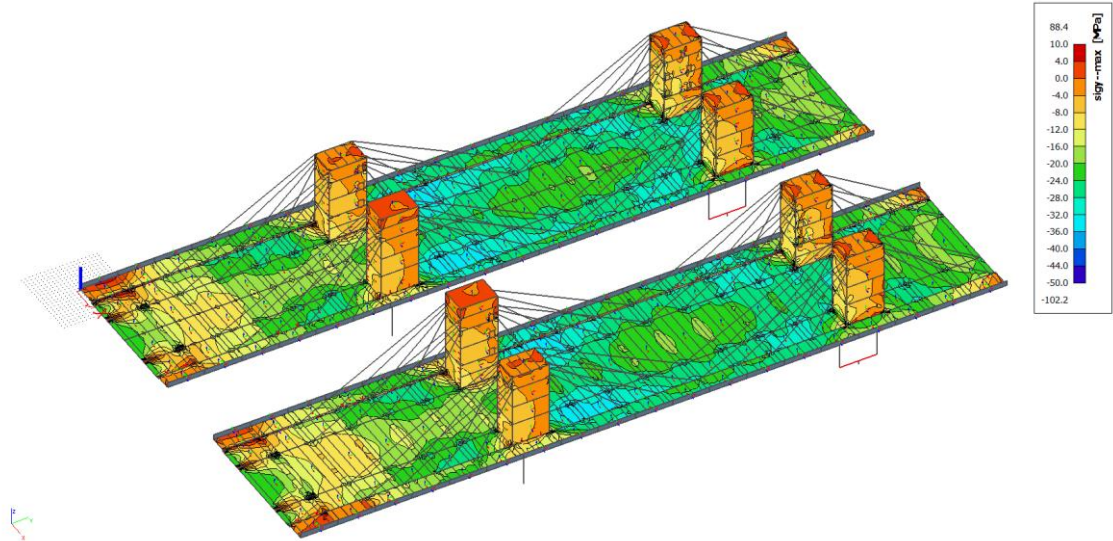
7.6.2.8. Napětí ve Fázi 31



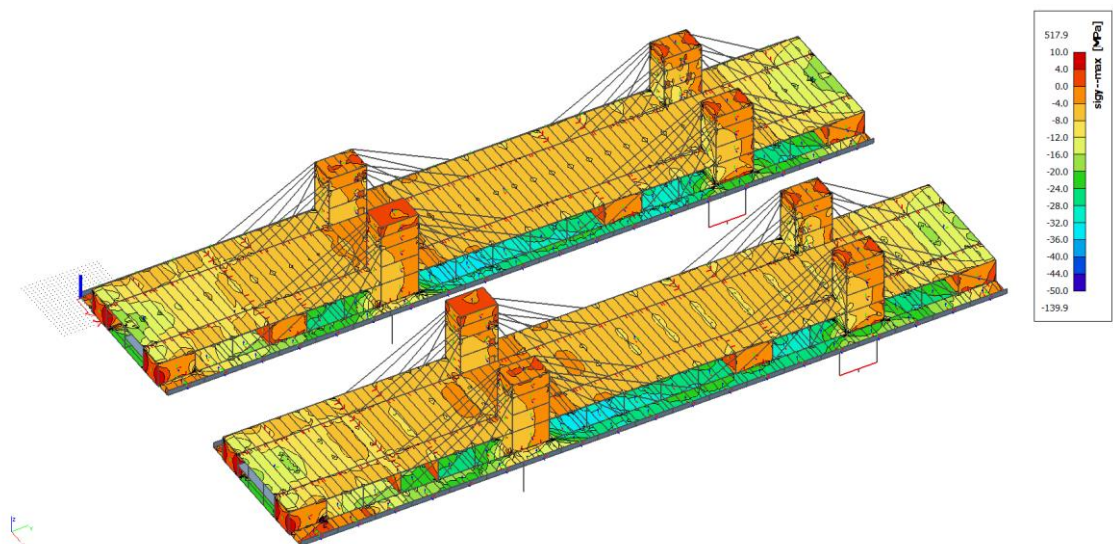
Obr. 97: Napětí ve fázi 31 – horní vlákna – rektifikace



Obr. 98: Napětí ve fázi 31 – horní vlákna – rektifikace

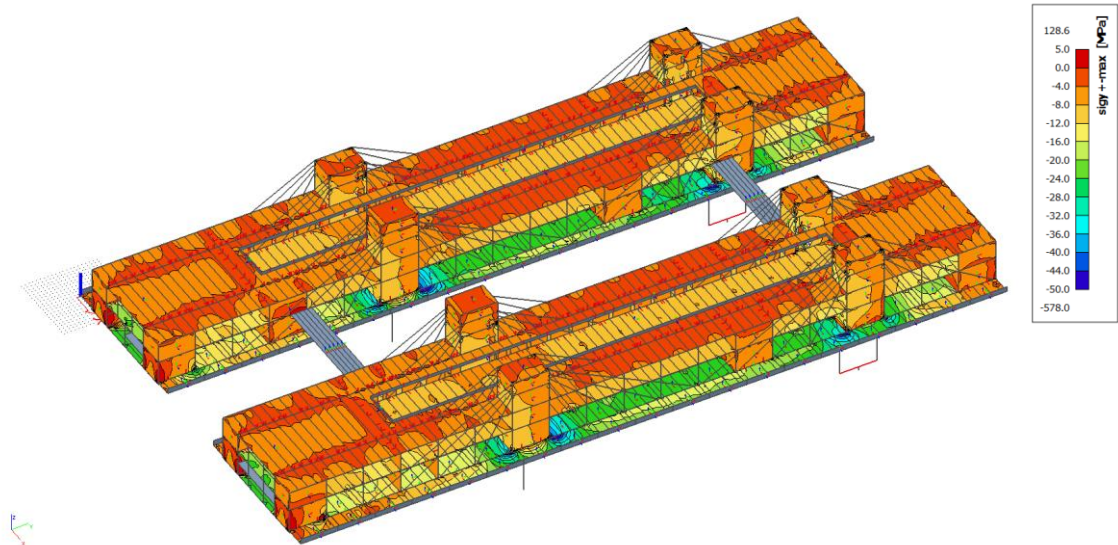


Obr. 99: Napětí ve fázi 31 – spodní vlákna – rektifikace

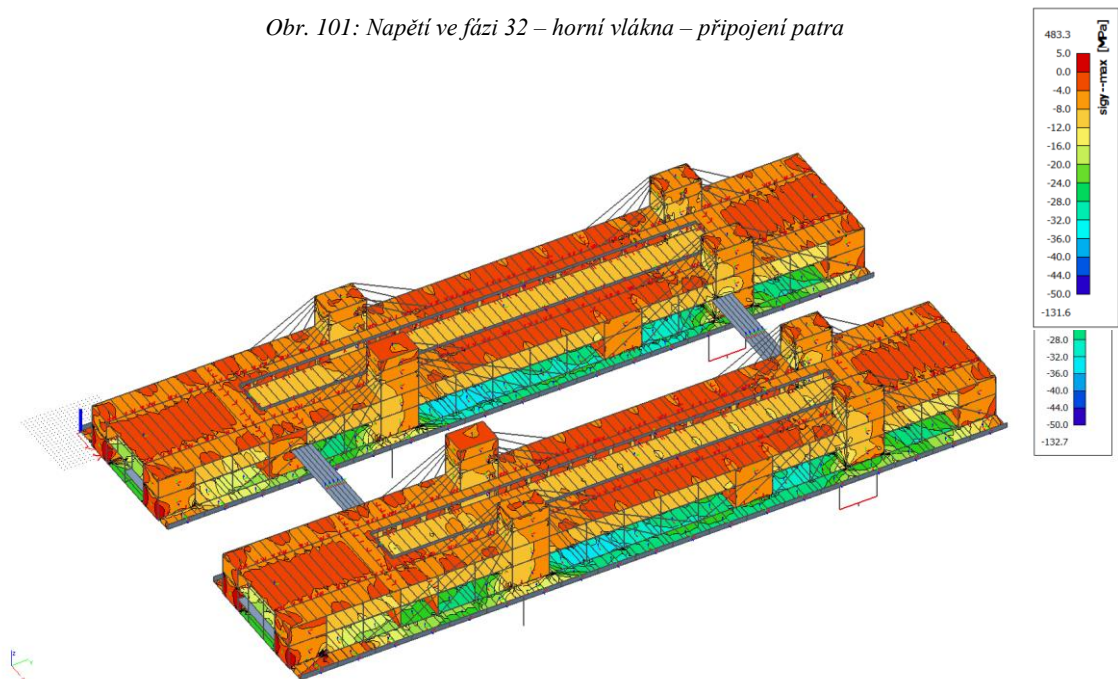


Obr. 100: Napětí ve fázi 31 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.2.9. Napětí ve Fázi 32

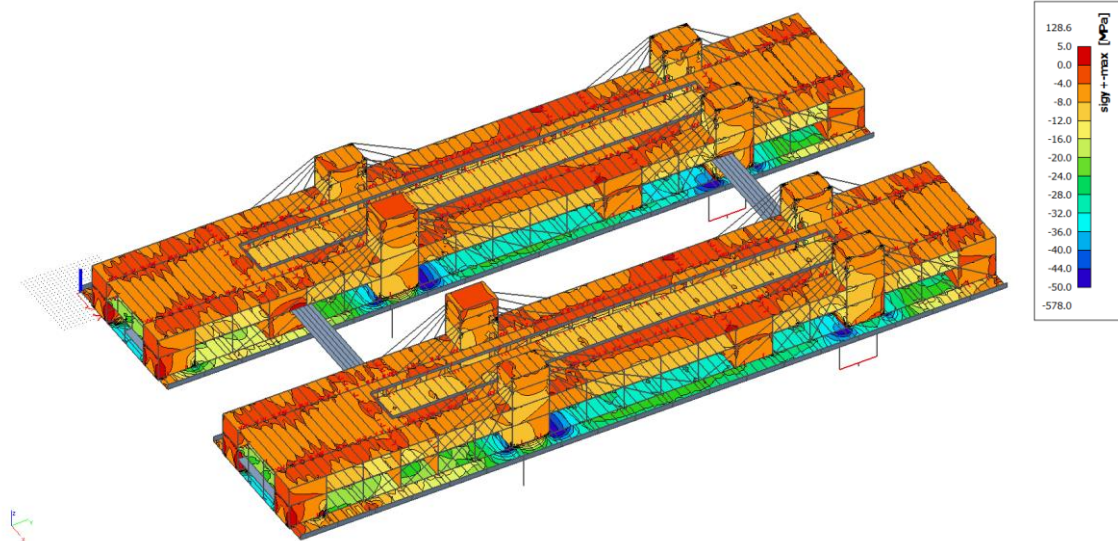


Obr. 101: Napětí ve fázi 32 – horní vlákna – připojení patra

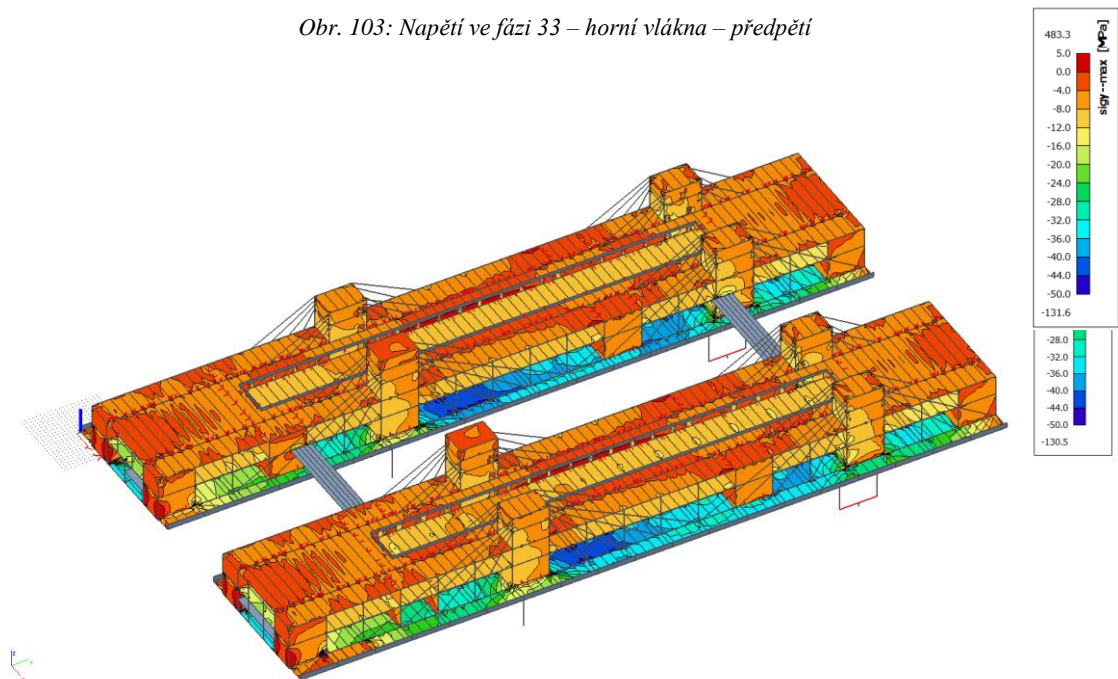


Obr. 102: Napětí ve fázi 32 – spodní vlákna – připojení patra

7.6.2.10. Napětí ve Fázi 33

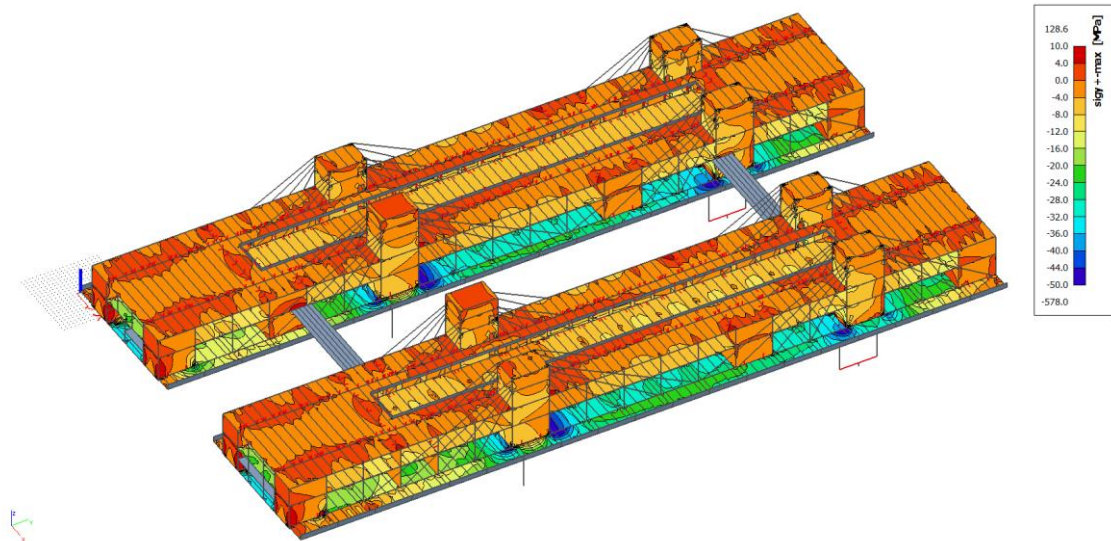


Obr. 103: Napětí ve fázi 33 – horní vlákna – předpětí

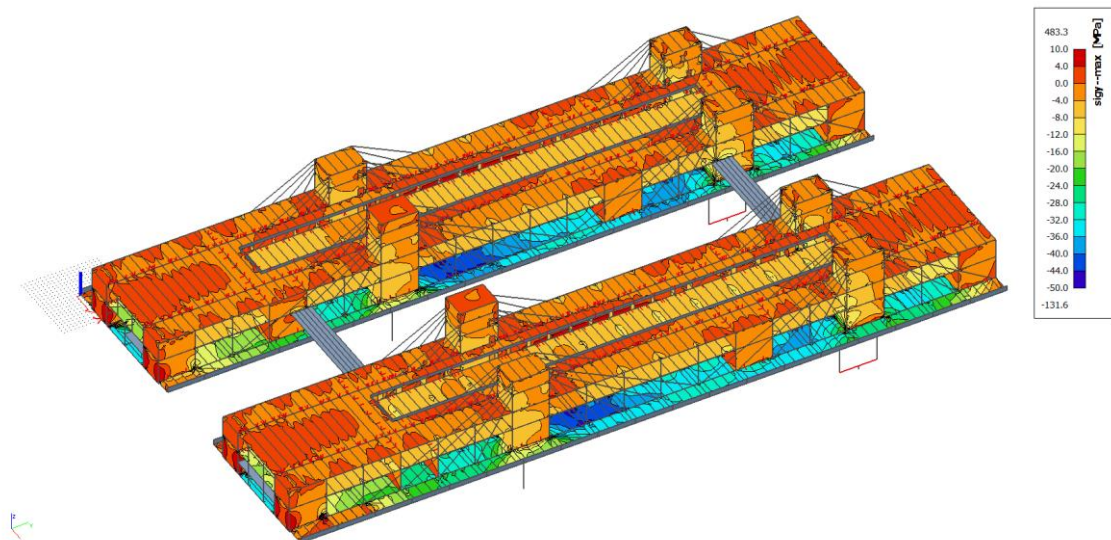


Obr. 104: Napětí ve fázi 33 – spodní vlákna – předpětí

7.6.2.11. Napětí ve Fázi 34

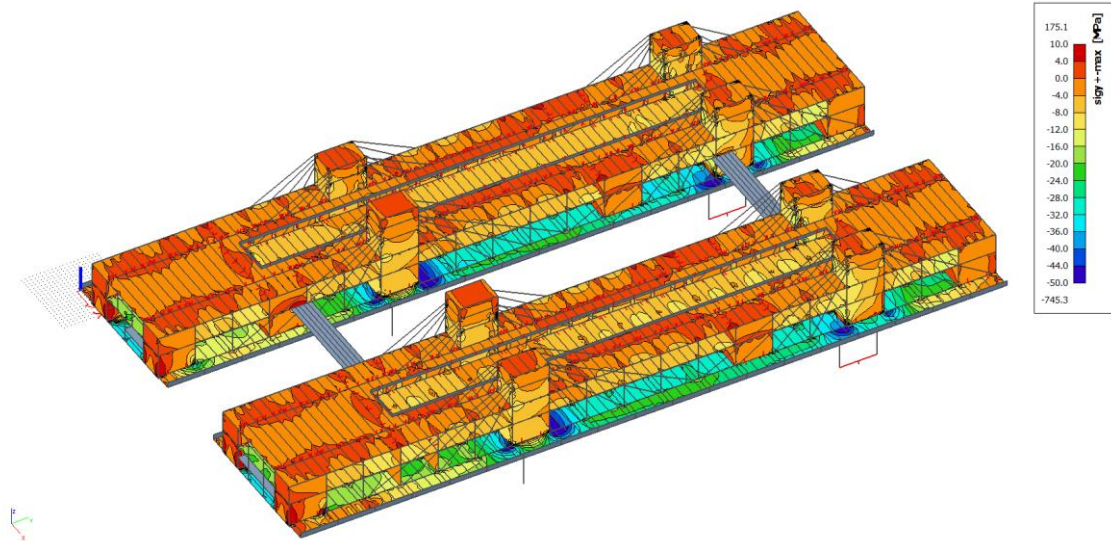


Obr. 105: Napětí ve fázi 34 – horní vlákna – tíha čerstvého patra

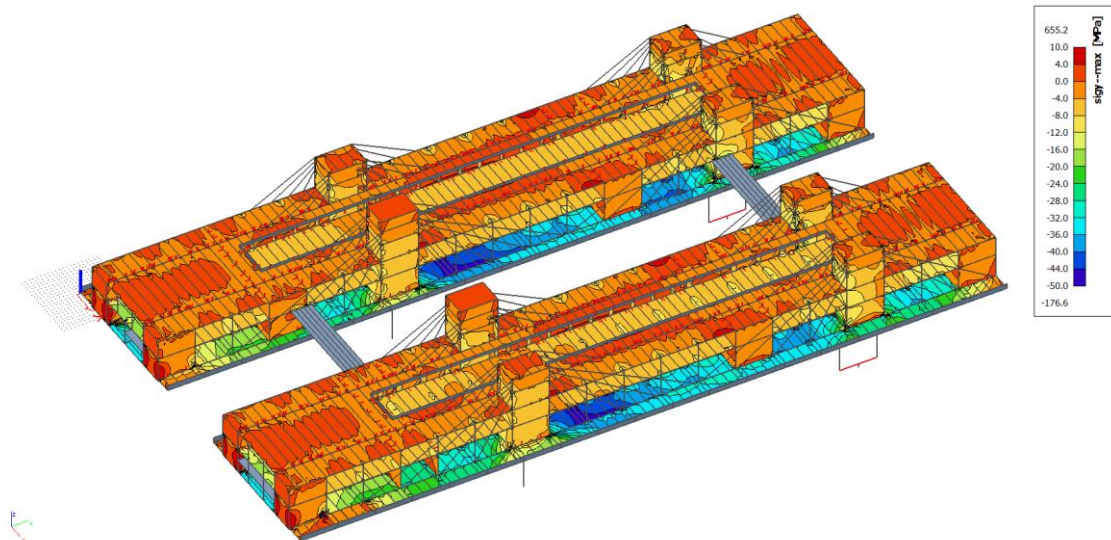


Obr. 106: Napětí ve fázi 34 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra

7.6.2.12. Napětí ve Fázi 35

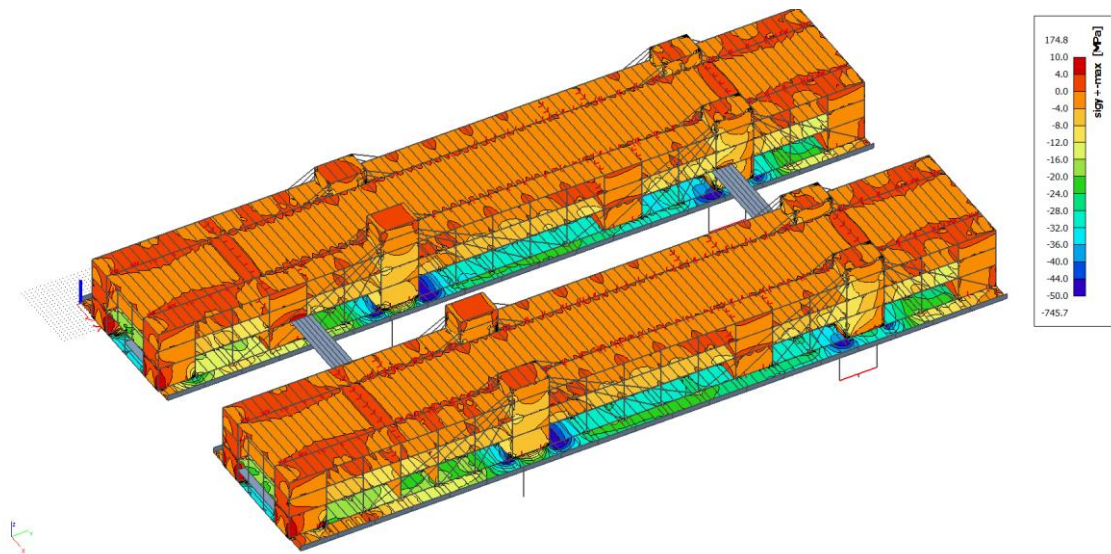


Obr. 107: Napětí ve fázi 35 – horní vlákna – rektifikace

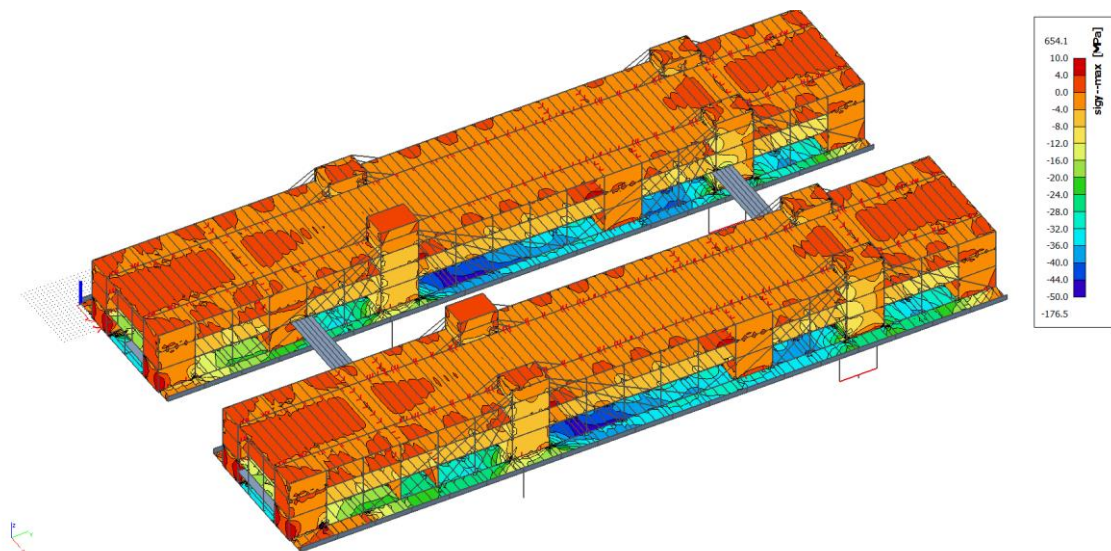


Obr. 108: Napětí ve fázi 35 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.2.13. Napětí ve Fázi 36

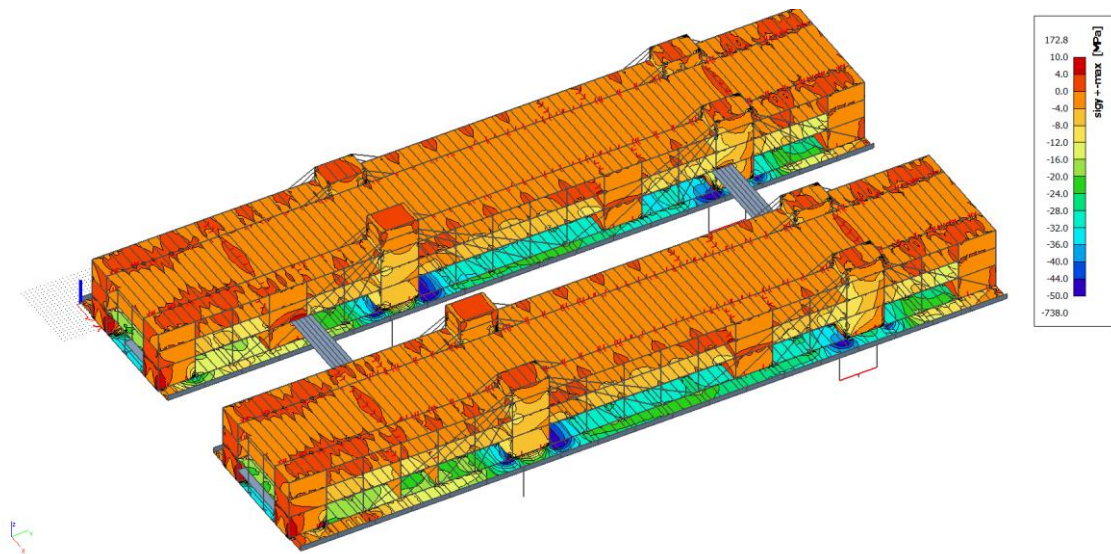


Obr. 109: Napětí ve fázi 36 – horní vlákna – připojení patra

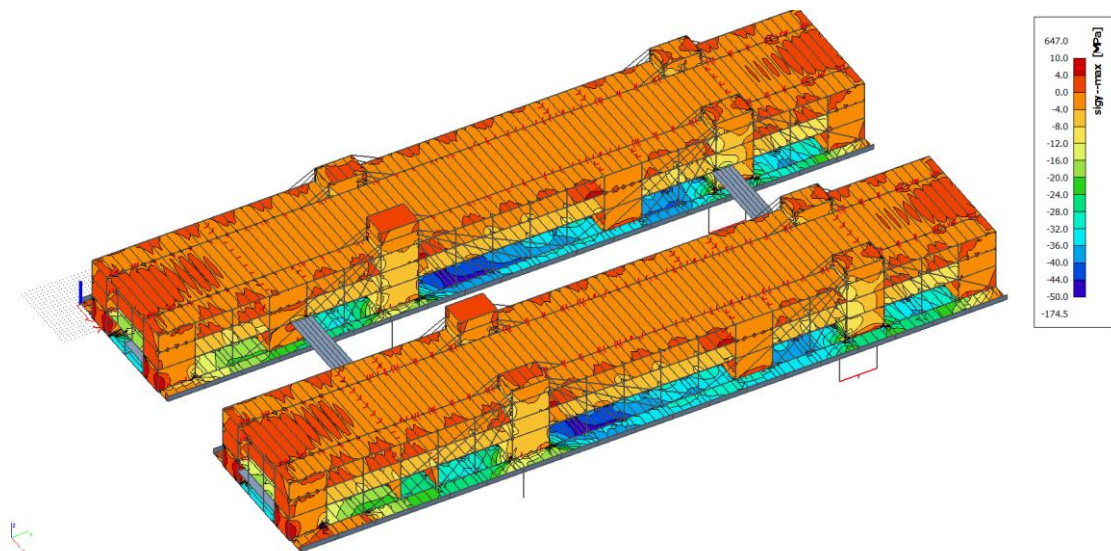


Obr. 110: Napětí ve fázi 36 – spodní vlákna – připojení patra

7.6.2.14. Napětí ve Fázi 37

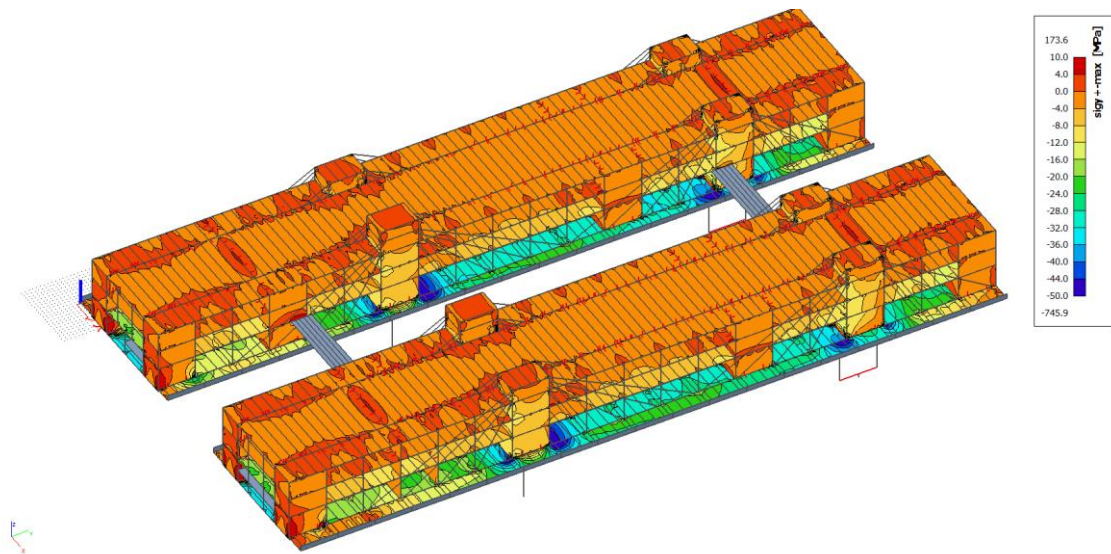


Obr. 111: Napětí ve fázi 37 – horní vlákna – předpětí

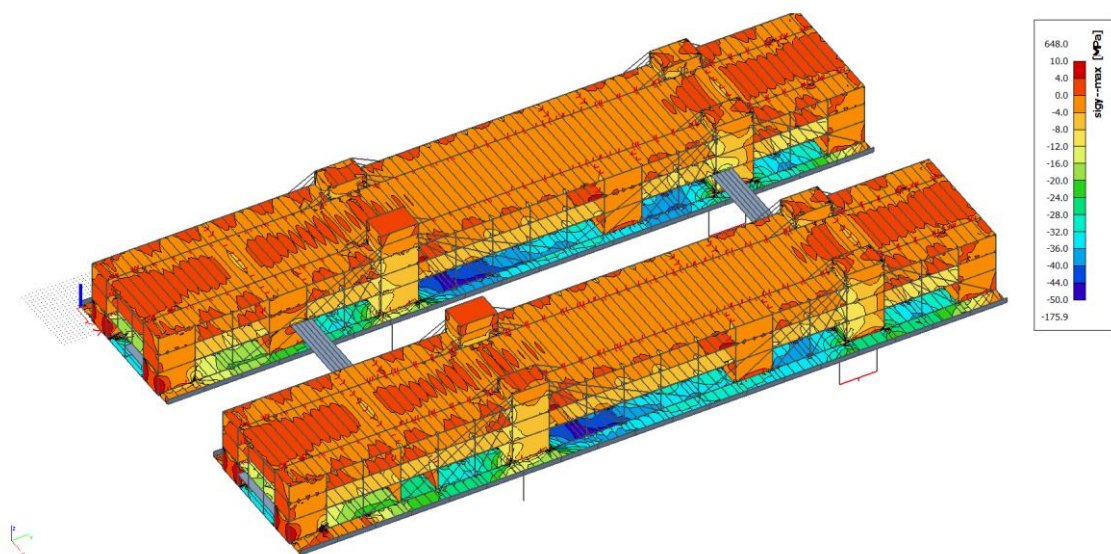


Obr. 112: Napětí ve fázi 37 – spodní vlákna – předpětí

7.6.2.15. Napětí ve Fázi 38

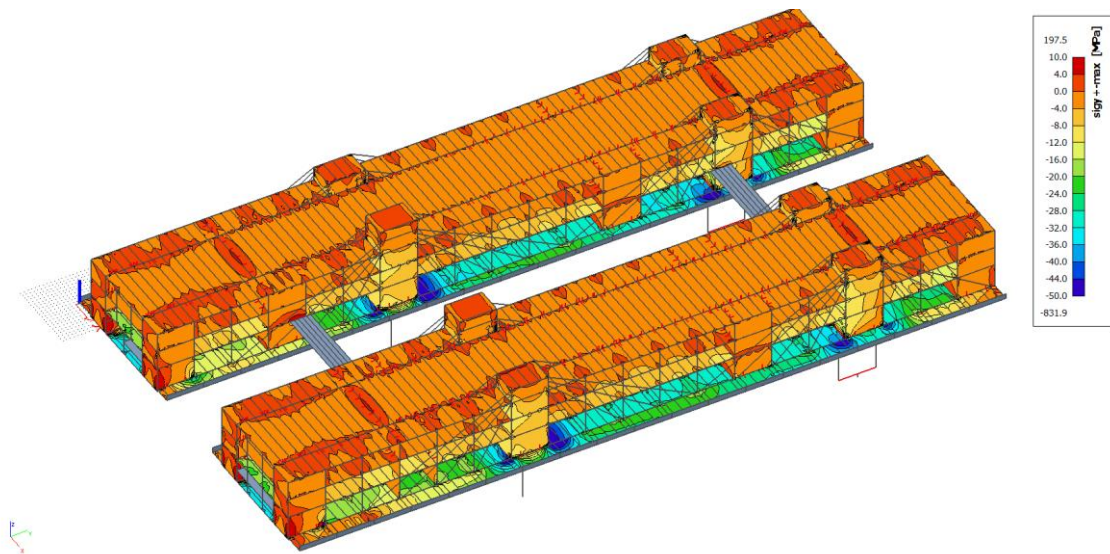


Obr. 113: Napětí ve fázi 38 – horní vlákna – tíha čerstvého patra

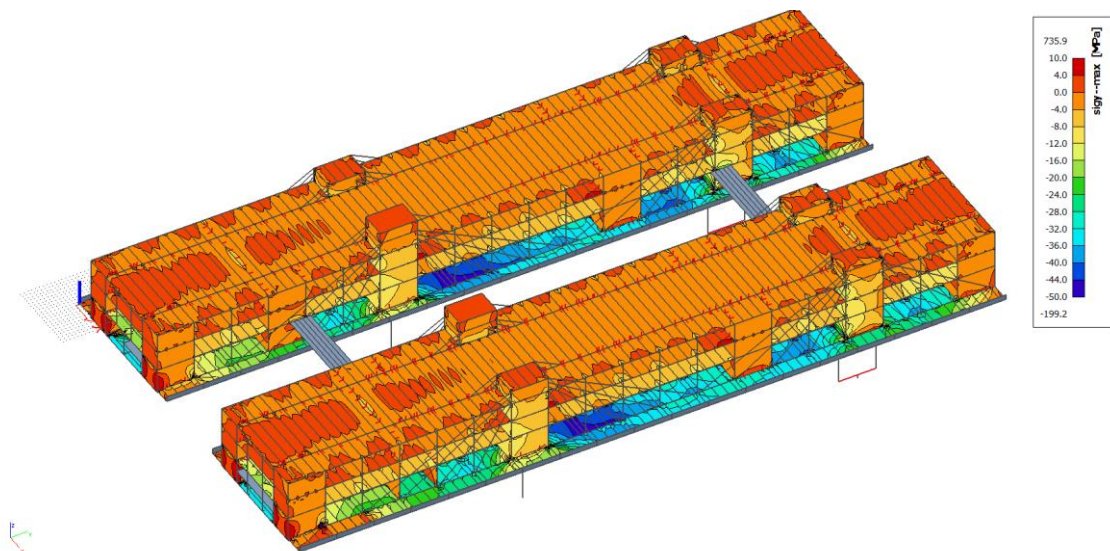


Obr. 114: Napětí ve fázi 38 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra

7.6.2.16. Napětí ve Fázi 39

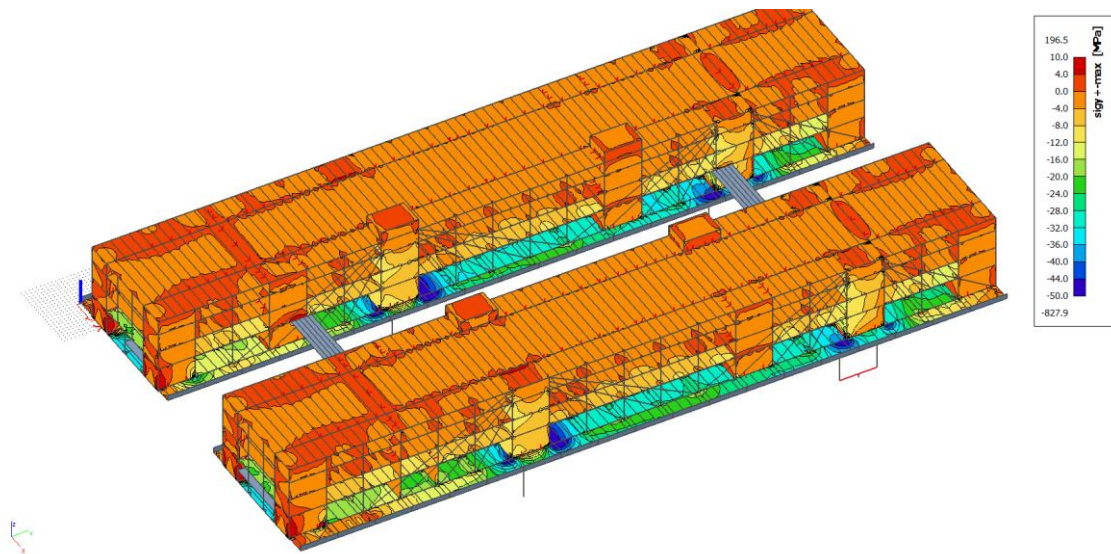


Obr. 115: Napětí ve fázi 39 – horní vlákna – rektifikace

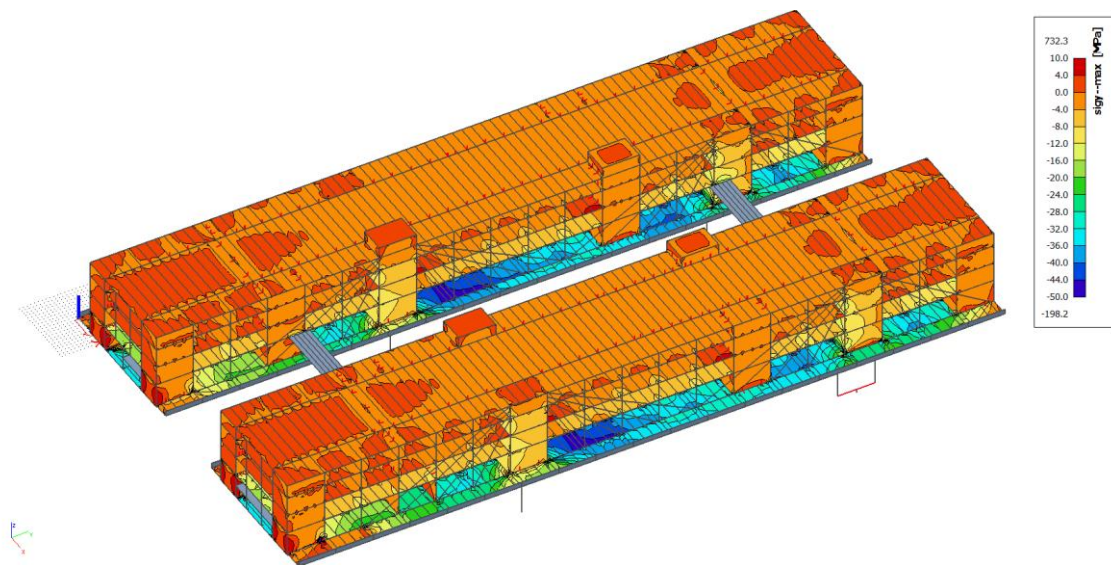


Obr. 116: Napětí ve fázi 39 – spodní vlákna – rektifikace

7.6.2.17. Napětí ve Fázi 40

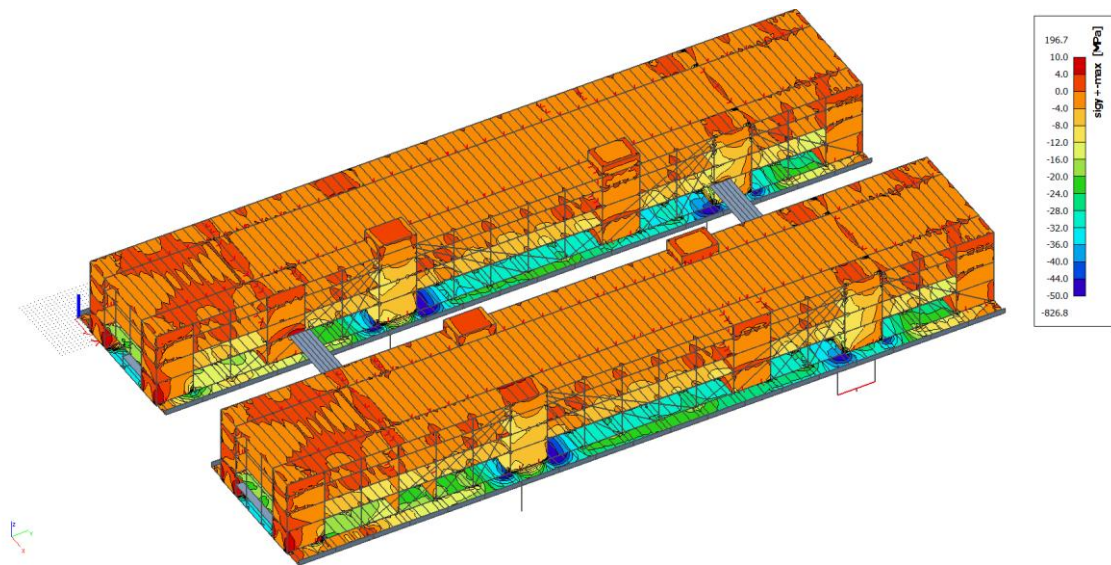


Obr. 117: Napětí ve fázi 40 – horní vlákna – připojení patra

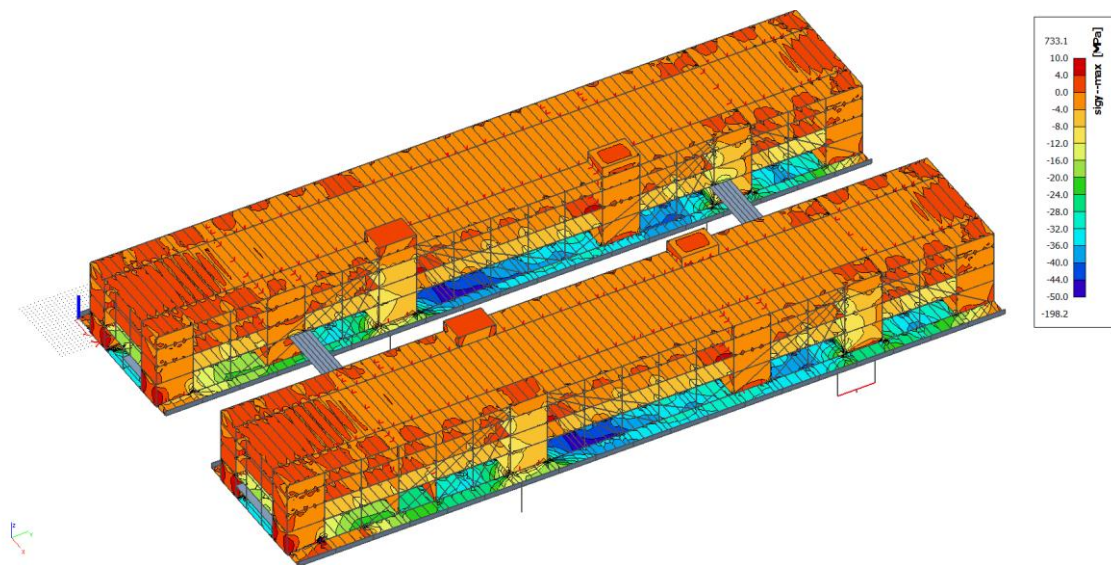


Obr. 118: Napětí ve fázi 40 – spodní vlákna – připojení patra

7.6.2.18. Napětí ve Fázi 41

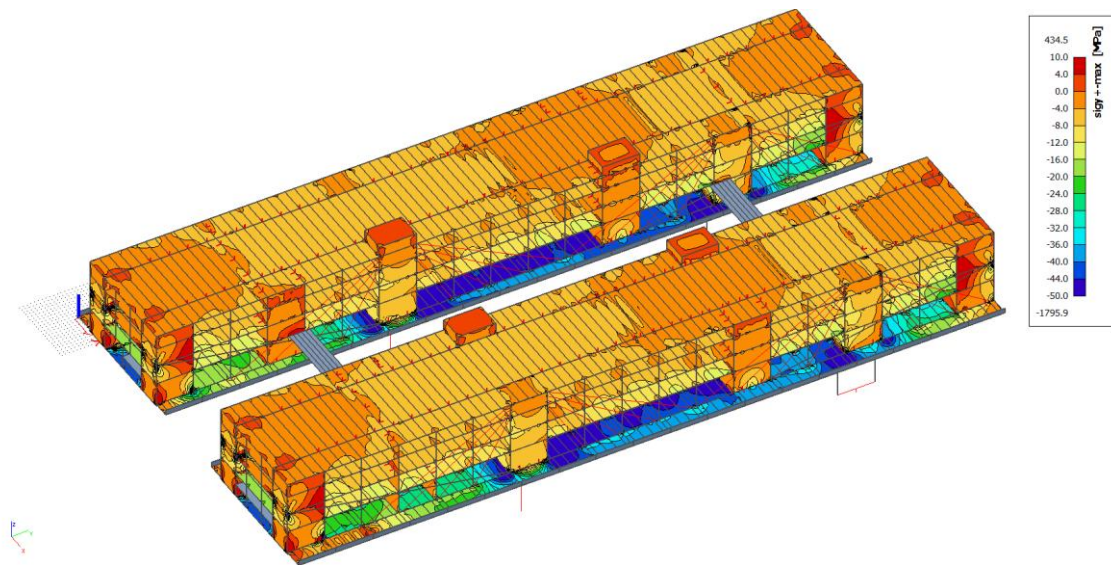


Obr. 119: Napětí ve fázi 41 – horní vlákna – předpětí

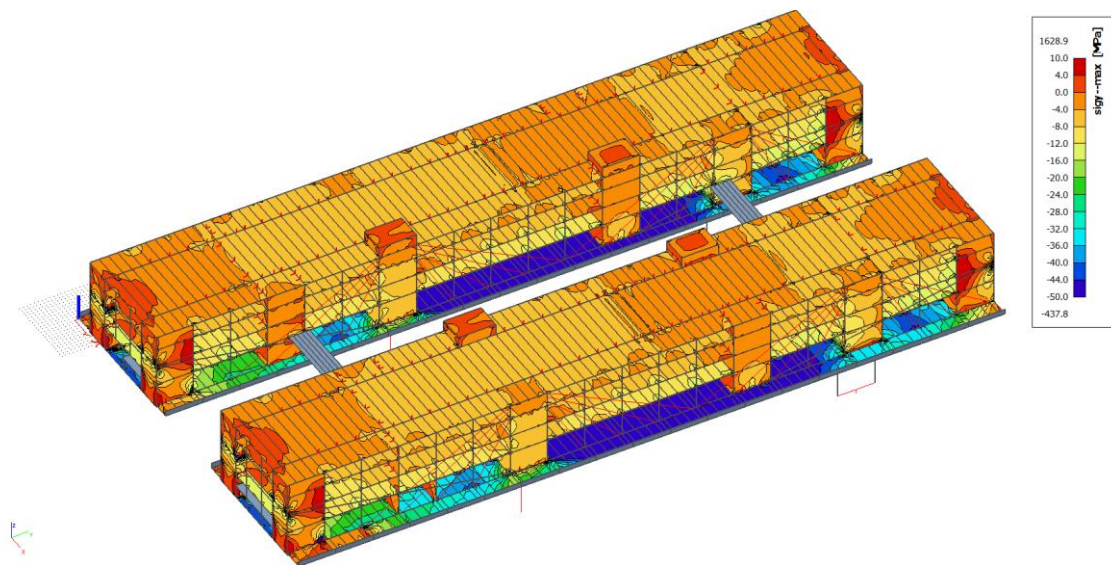


Obr. 120: Napětí ve fázi 41 – spodní vlákna – předpětí

7.6.2.19. Napětí ve Fázi 43

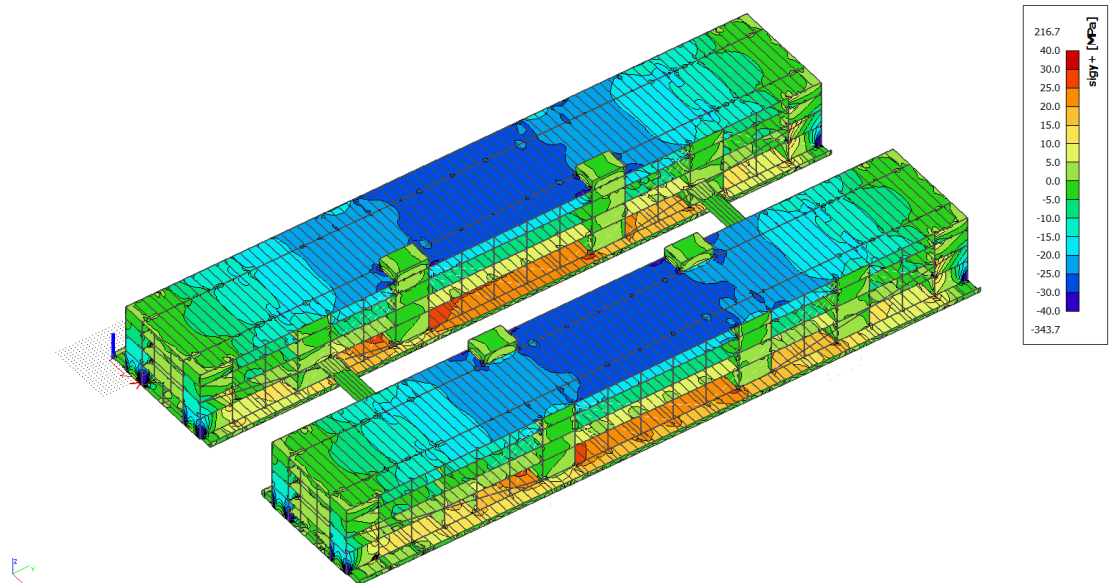


Obr. 121: Napětí ve fázi 43 – horní vlákna – předpětí žeber

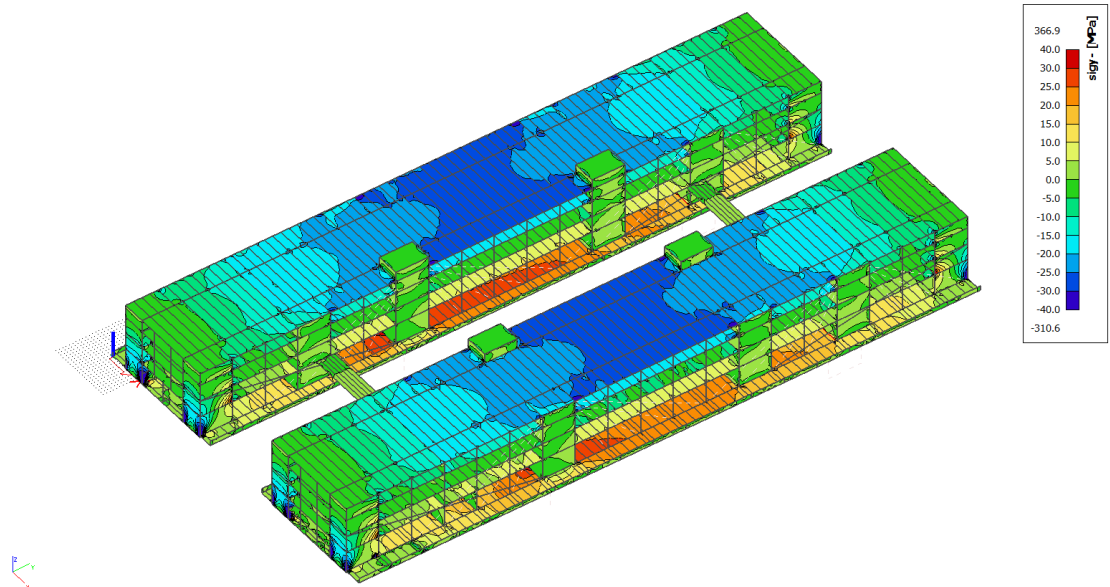


Obr. 122: Napětí ve fázi 43 – spodní vlákna – předpětí žeber

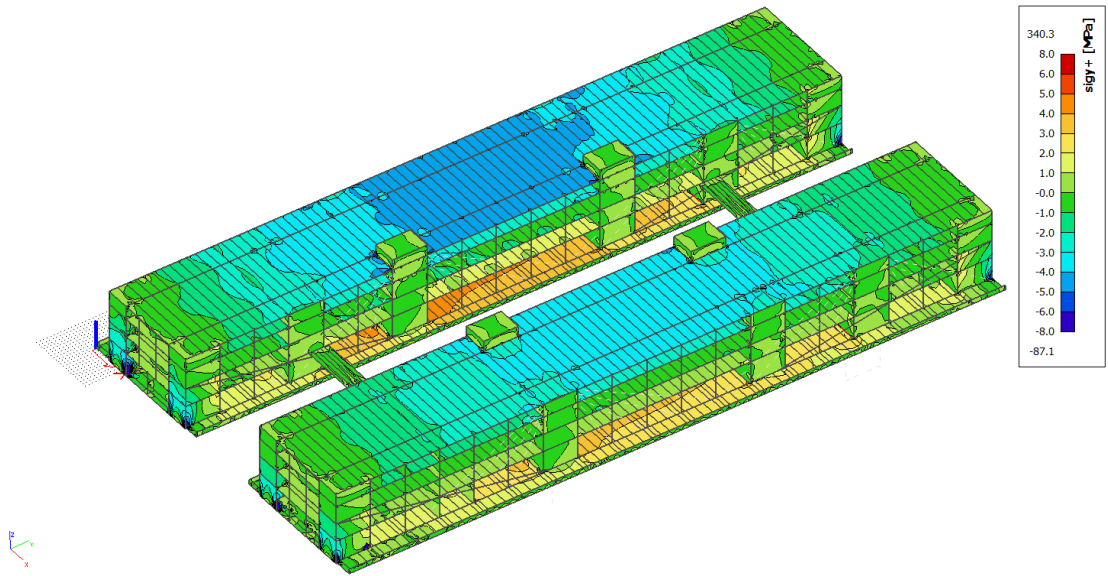
7.6.2.20. Napětí na dokončené konstrukci



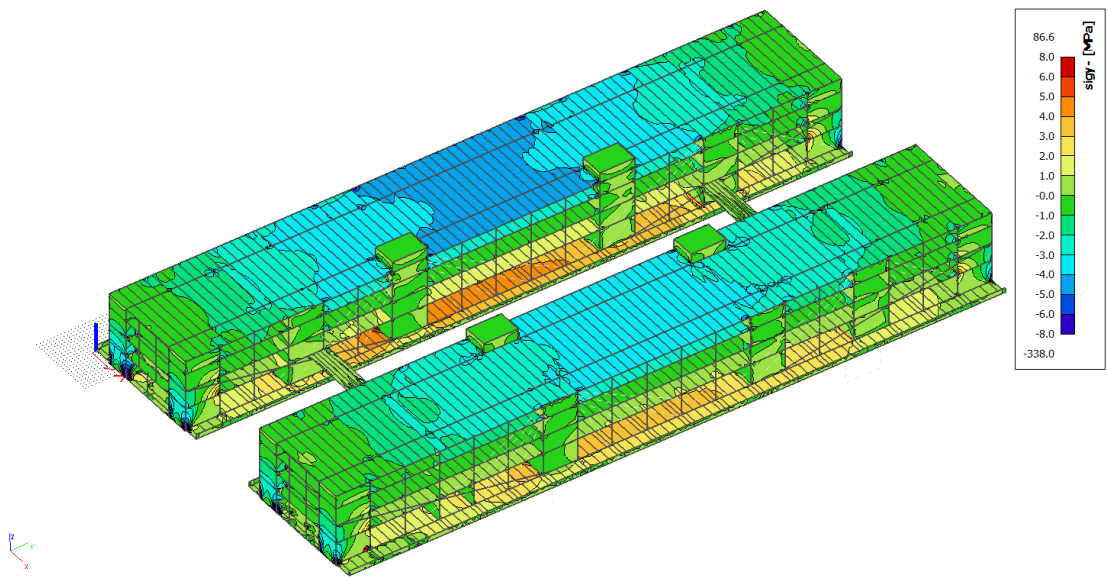
Obr. 123: Napětí od vlastní tíhy – horní vlákna (bez předpětí)



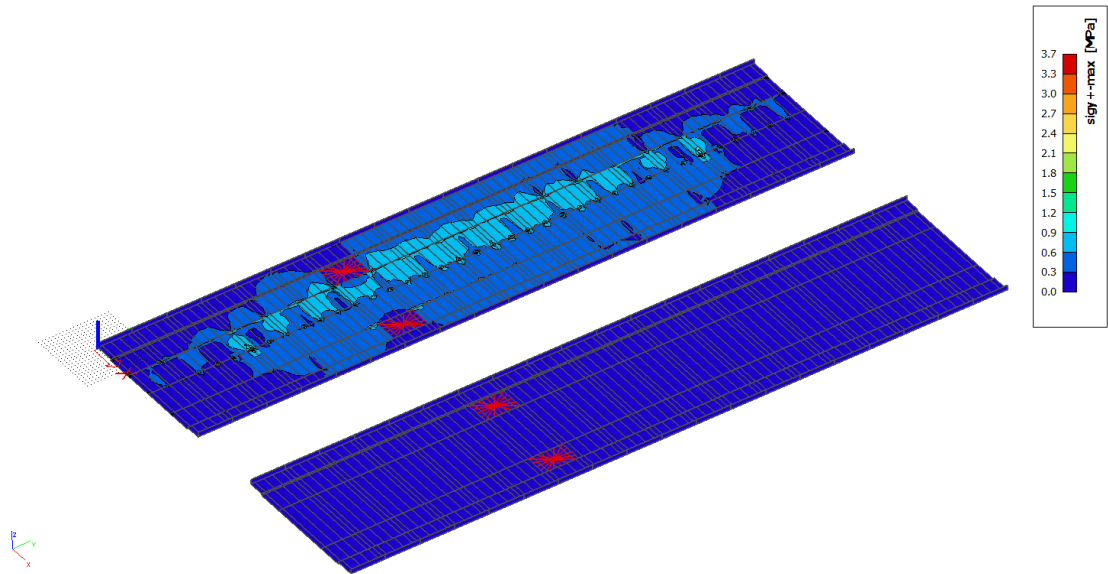
Obr. 124: Napětí od vlastní tíhy – spodní vlákna (bez předpětí)



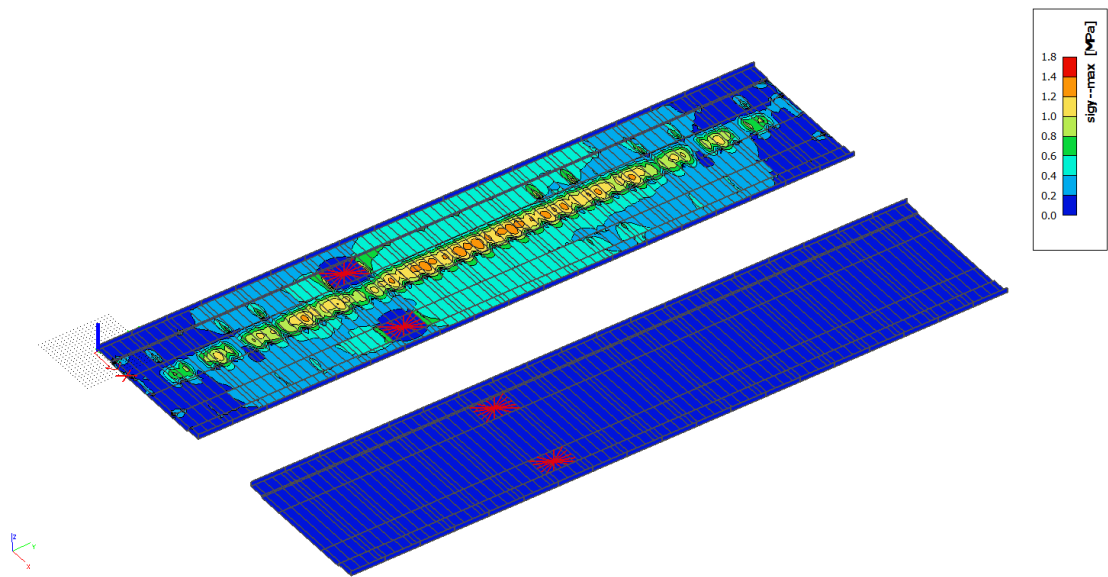
Obr. 125: Napětí od stálého zatížení – horní vlákna (bez předpětí)



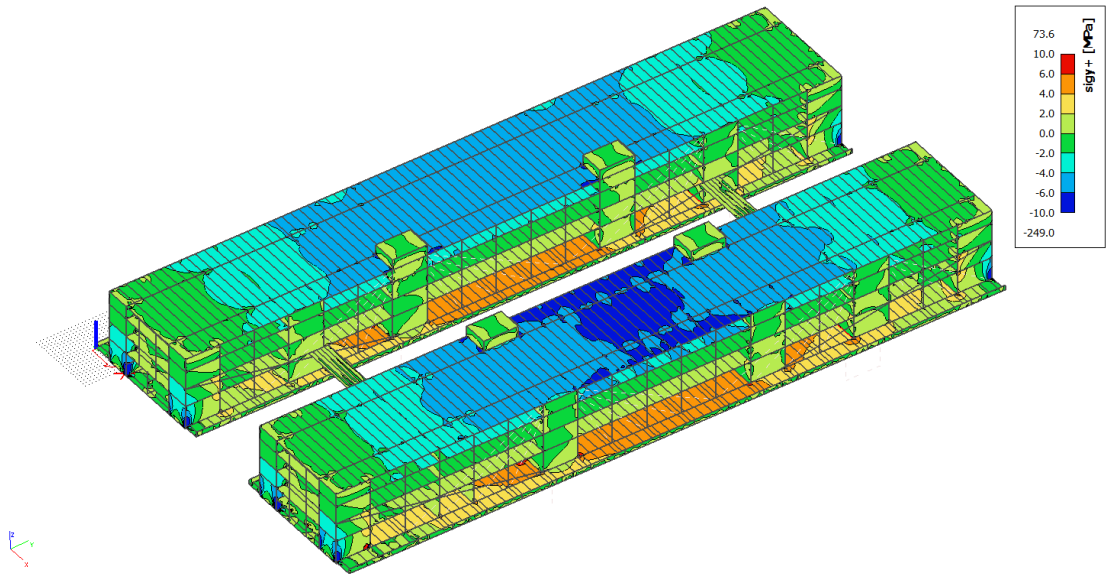
Obr. 126: Napětí od stálého zatížení – spodní vlákna (bez předpětí)



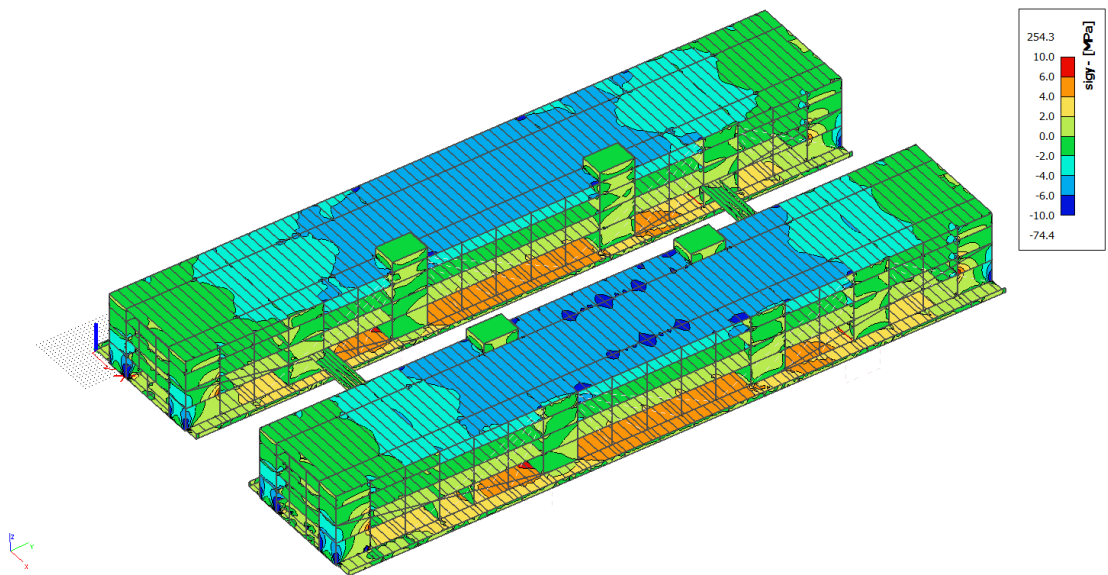
Obr. 127: Napětí od dopravy – horní vlákna (bez předpětí)



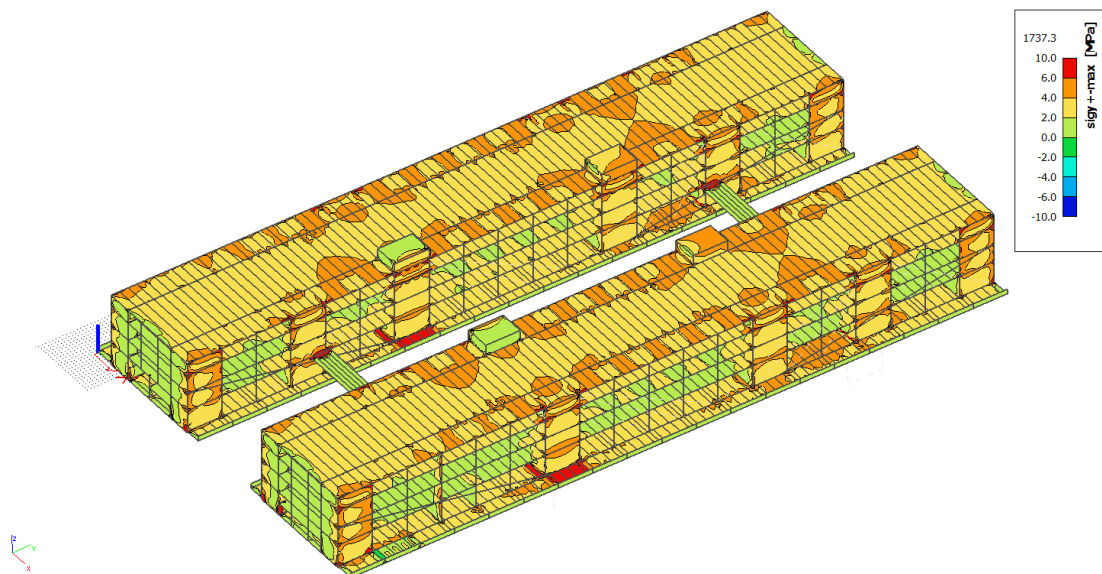
Obr. 128: Napětí od dopravy – spodní vlákna (bez předpětí)



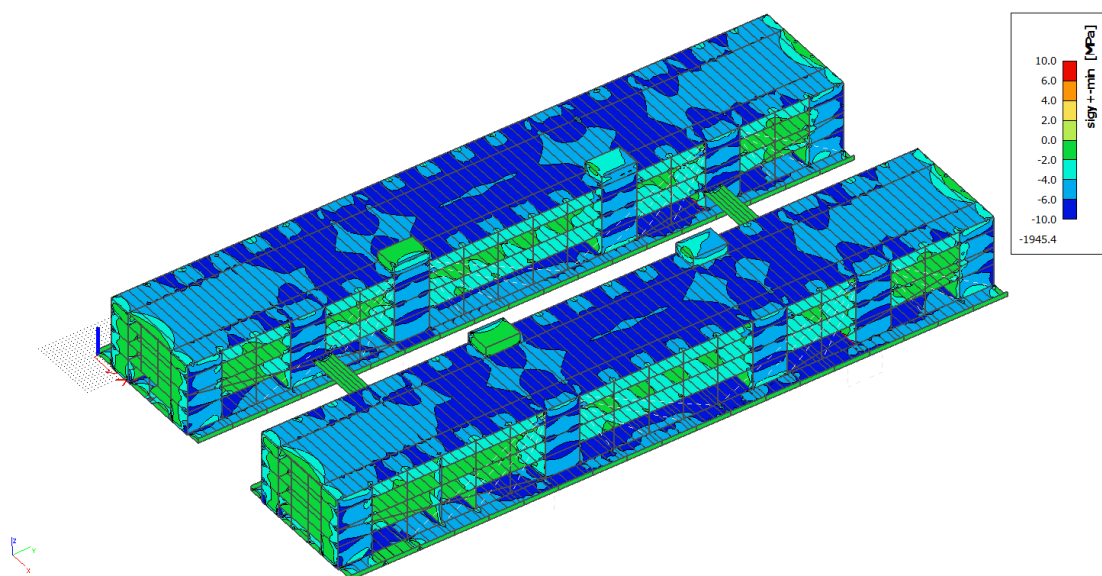
Obr. 129: Napětí od užitečného zatížení – horní vlákna (bez předpětí)



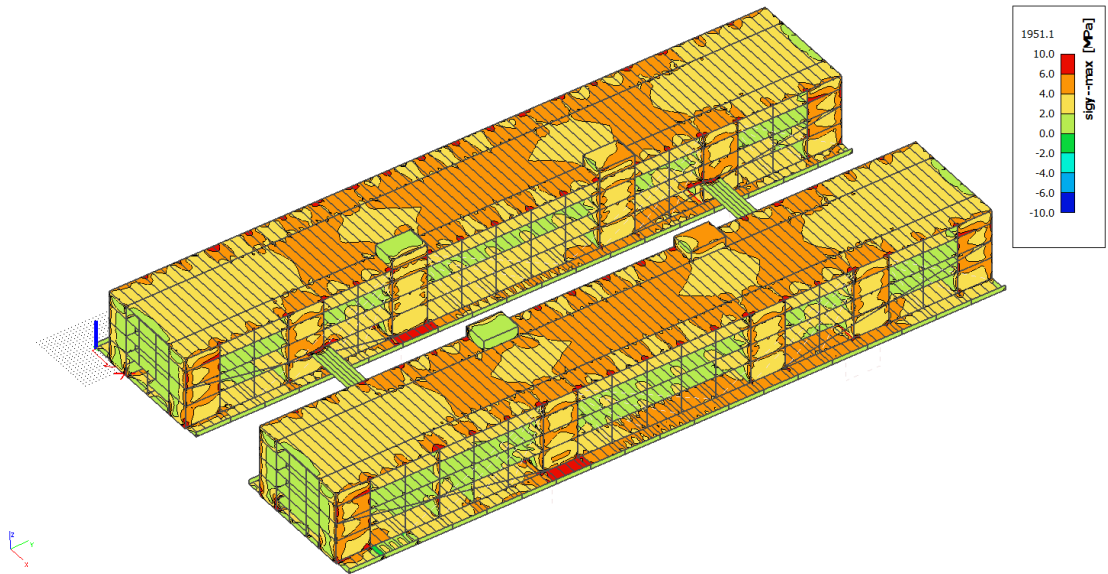
Obr. 130: Napětí od užitečného zatížení – spodní vlákna (bez předpětí)



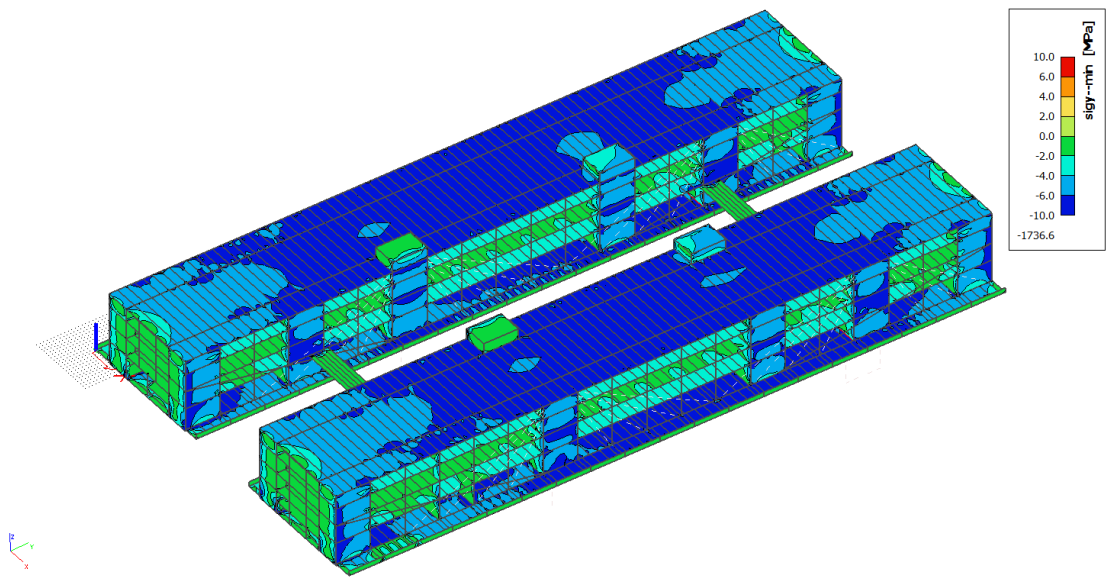
Obr. 131: Napětí od teploty (max) – horní vlákna (bez předpětí)



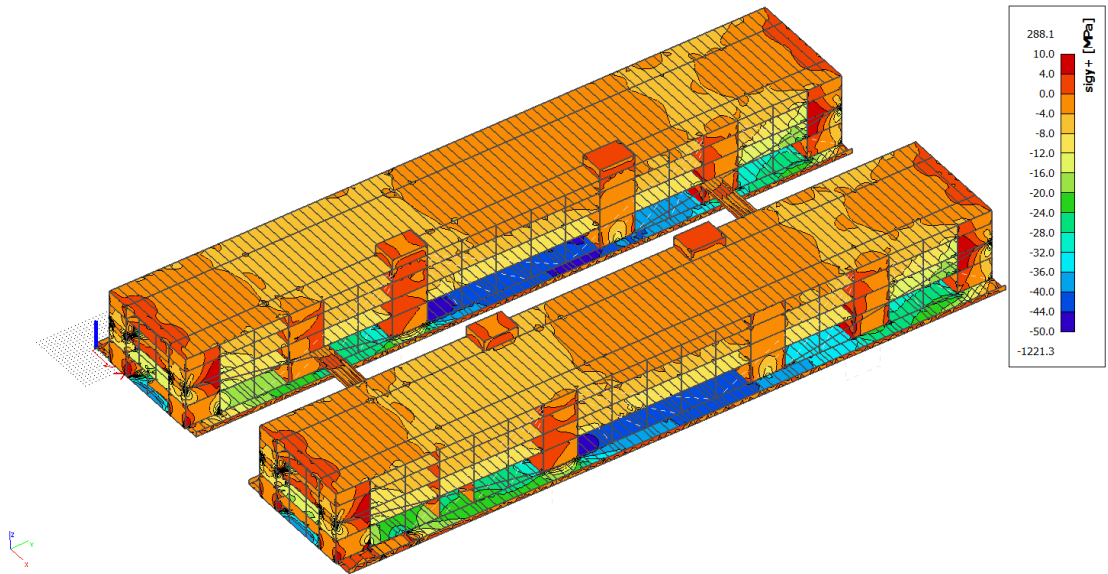
Obr. 132: Napětí od teploty (min) – horní vlákna (bez předpětí)



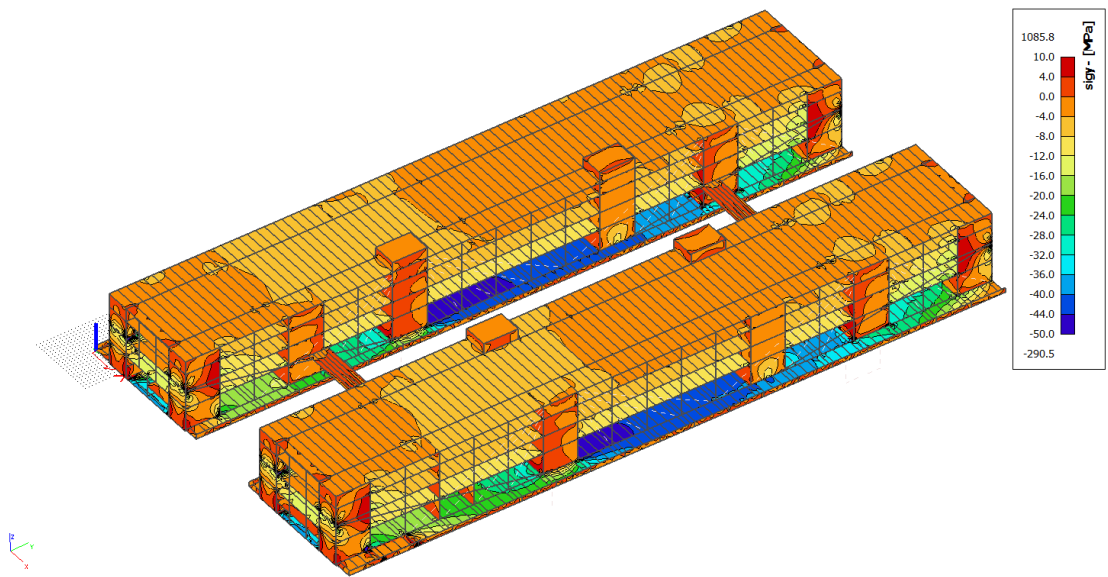
Obr. 133: Napětí od teploty (max) – spodní vlákna (bez předpětí)



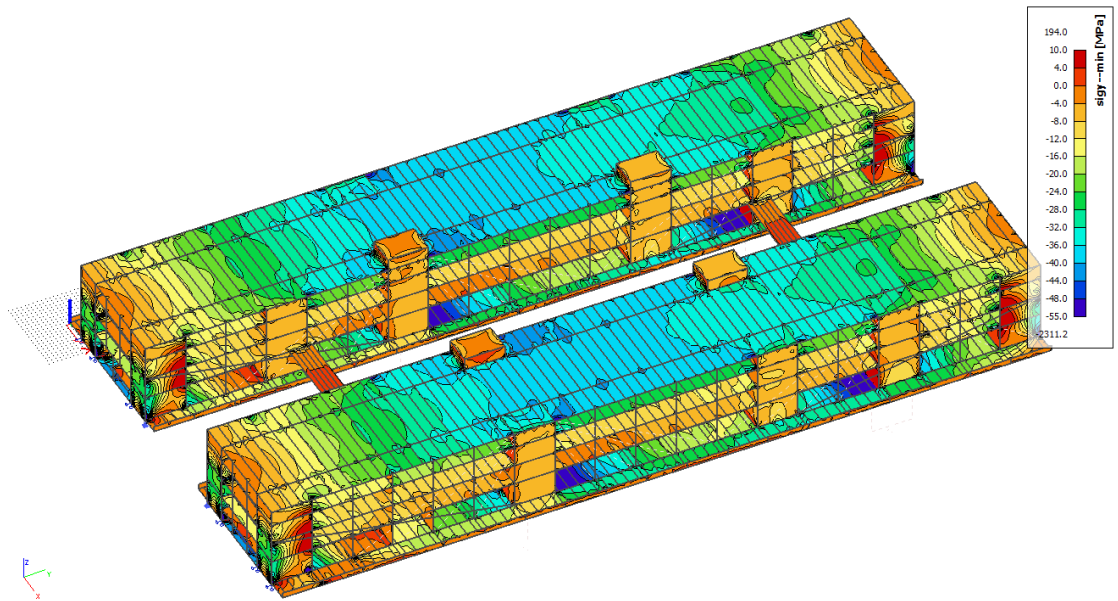
Obr. 134: Napětí od teploty (min) – spodní vlákna (bez předpětí)



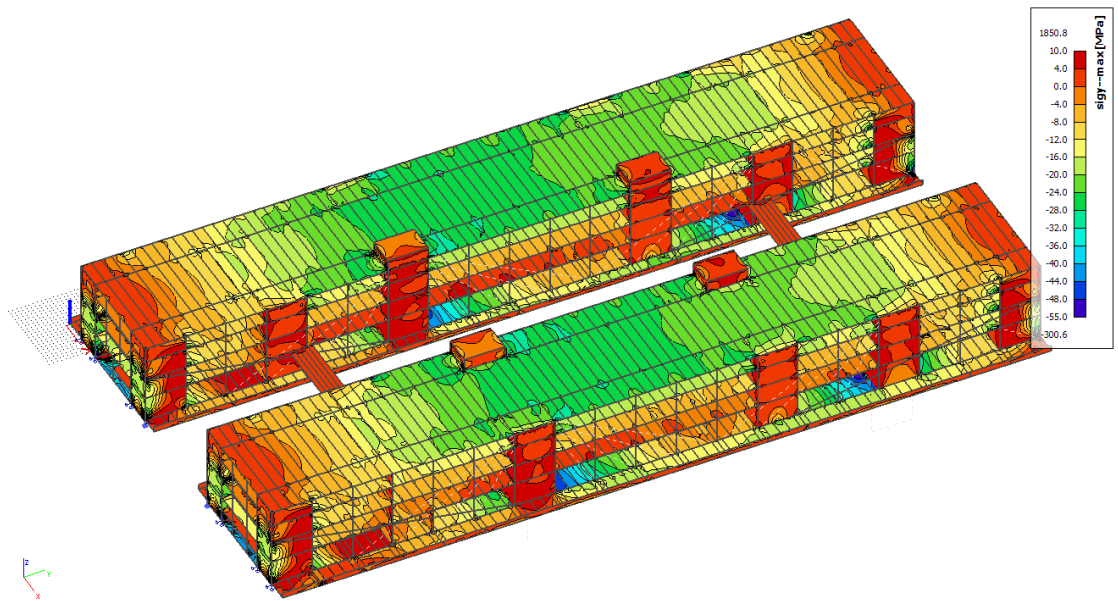
Obr. 135: Napětí od předpětí – horní vlákna



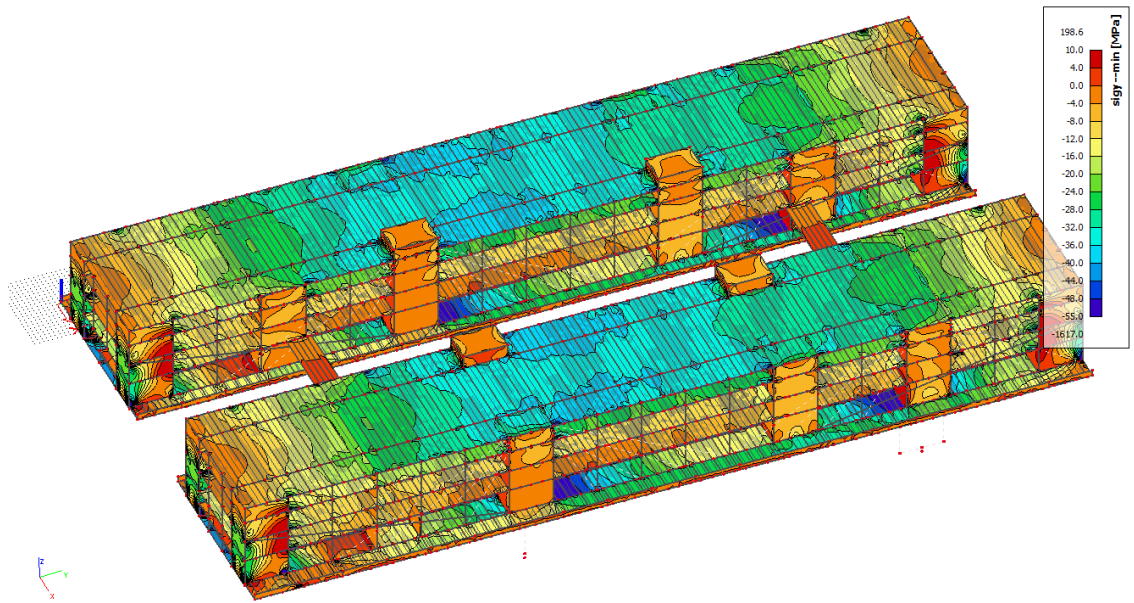
Obr. 136: Napětí od předpětí – spodní vlákna



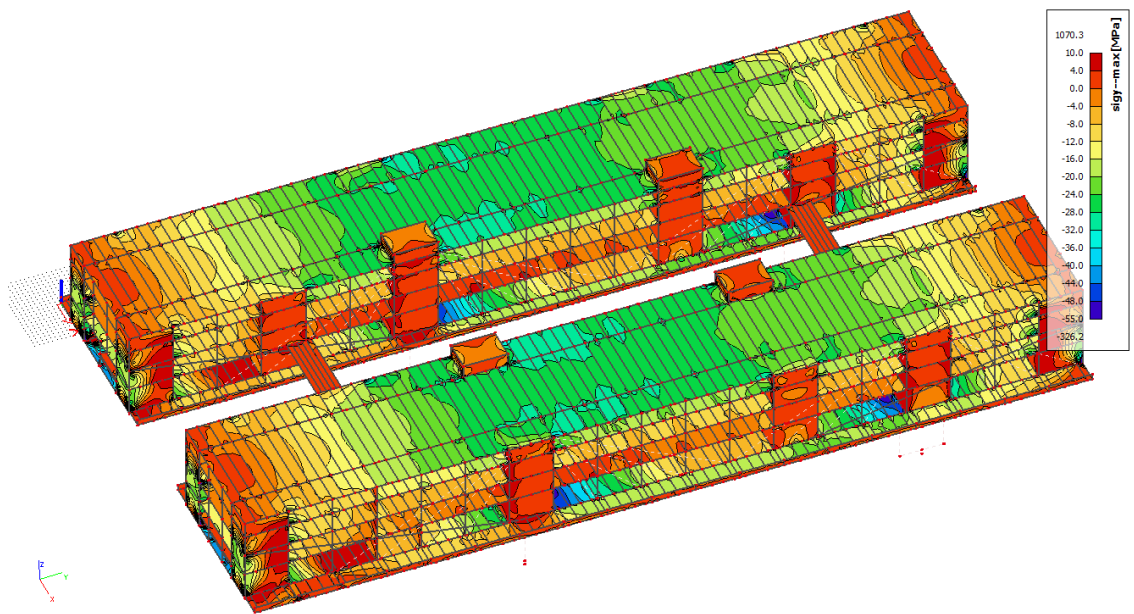
Obr. 137: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – teplota – UP



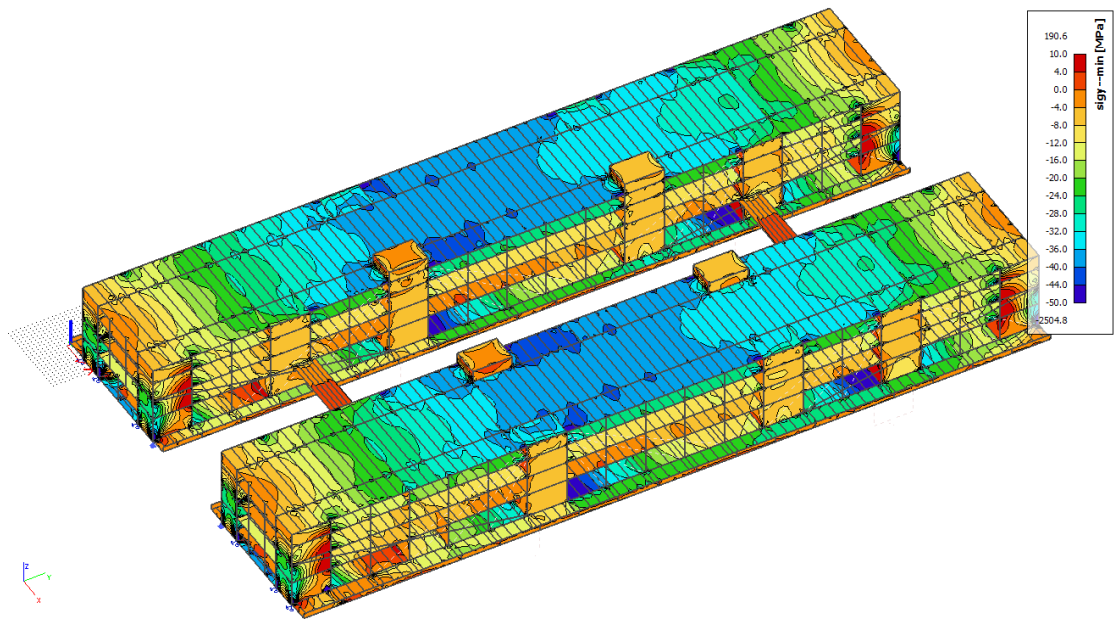
Obr. 138: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – teplota – UP



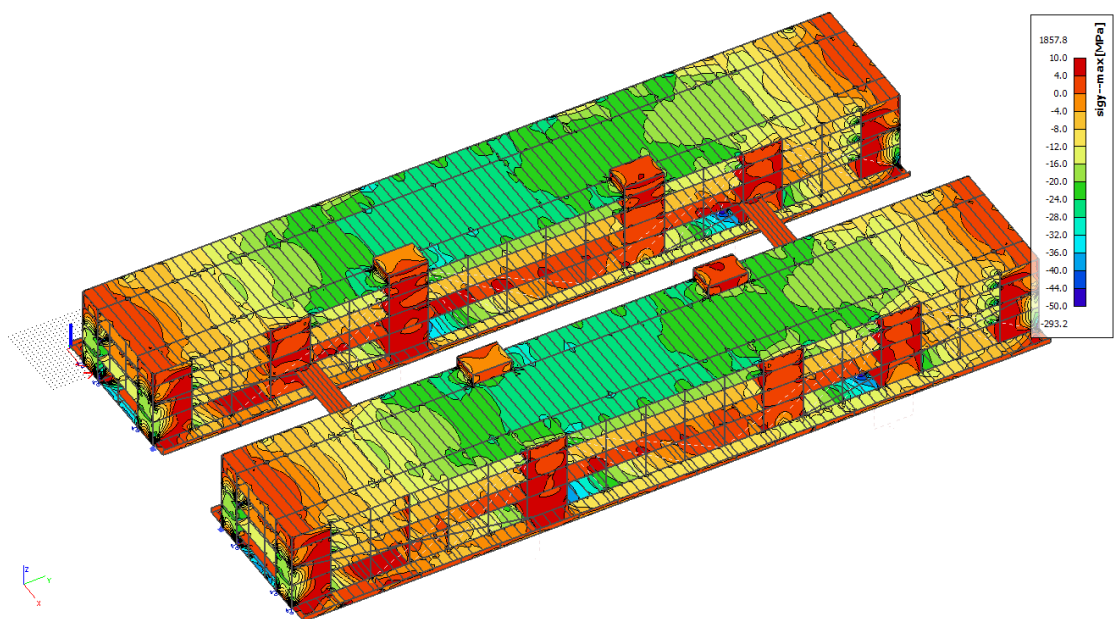
Obr. 139: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – doprava – UP



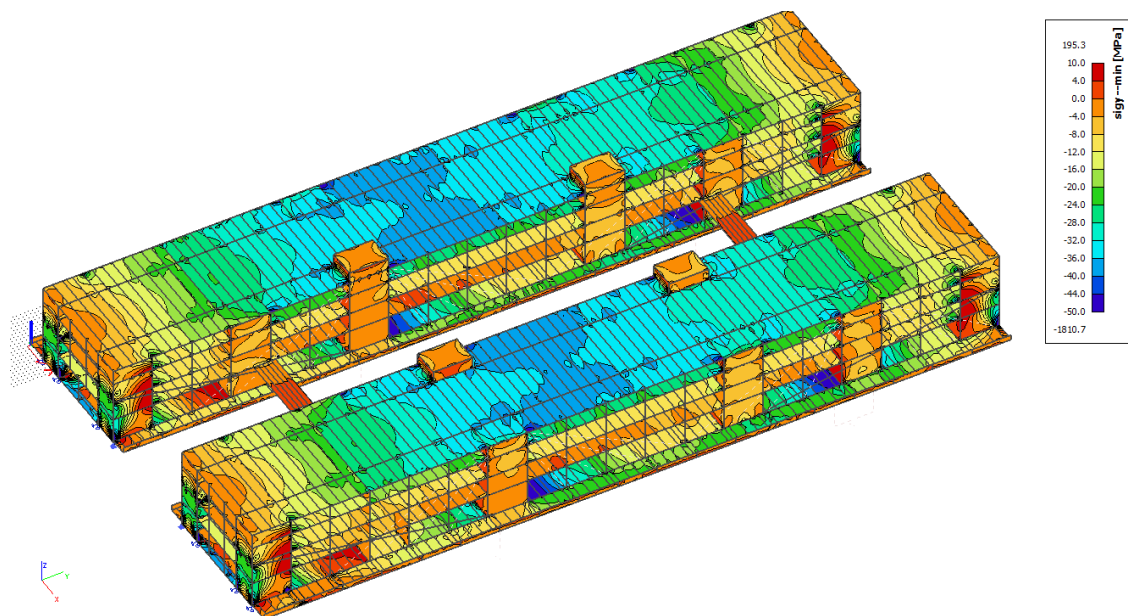
Obr. 140: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – doprava – UP



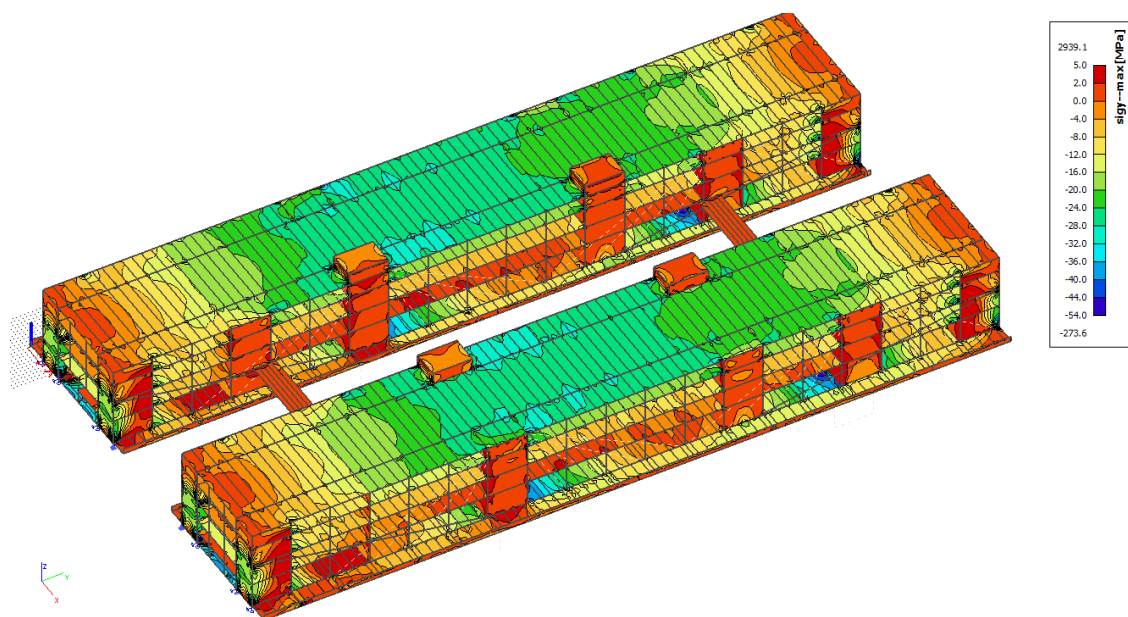
Obr. 141: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – teplota – KŽ



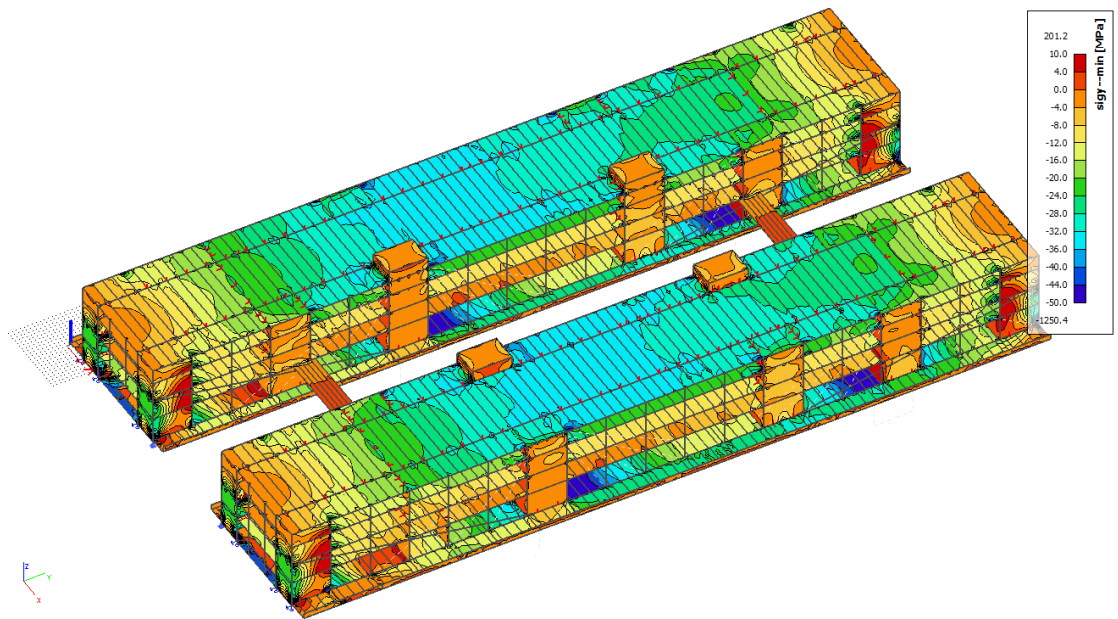
Obr. 142: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – teplota – KŽ



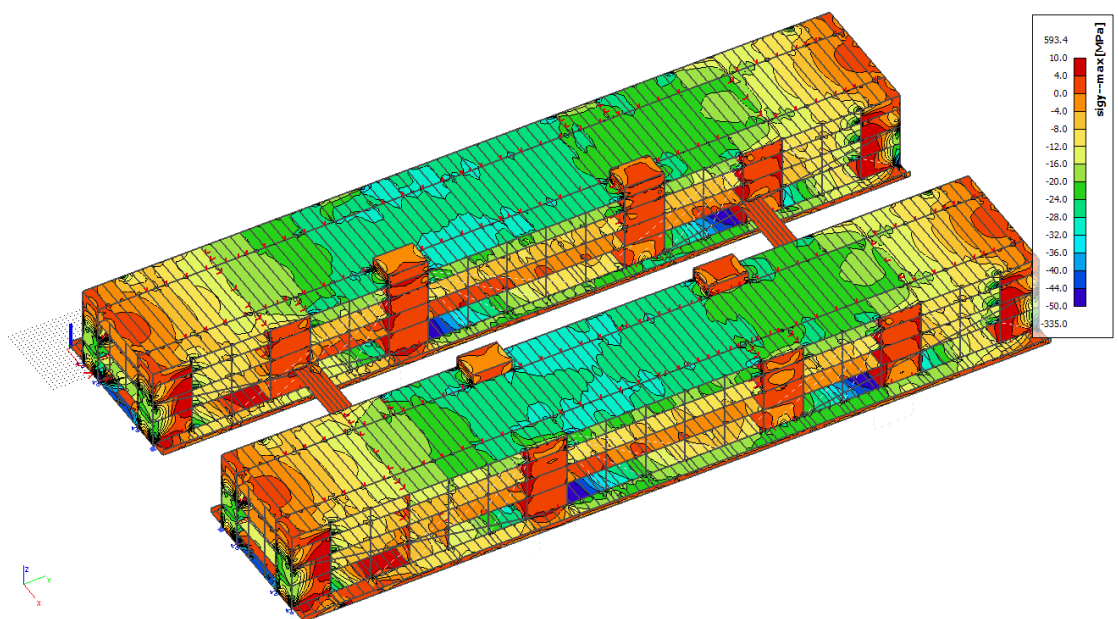
Obr. 143: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – doprava – KŽ



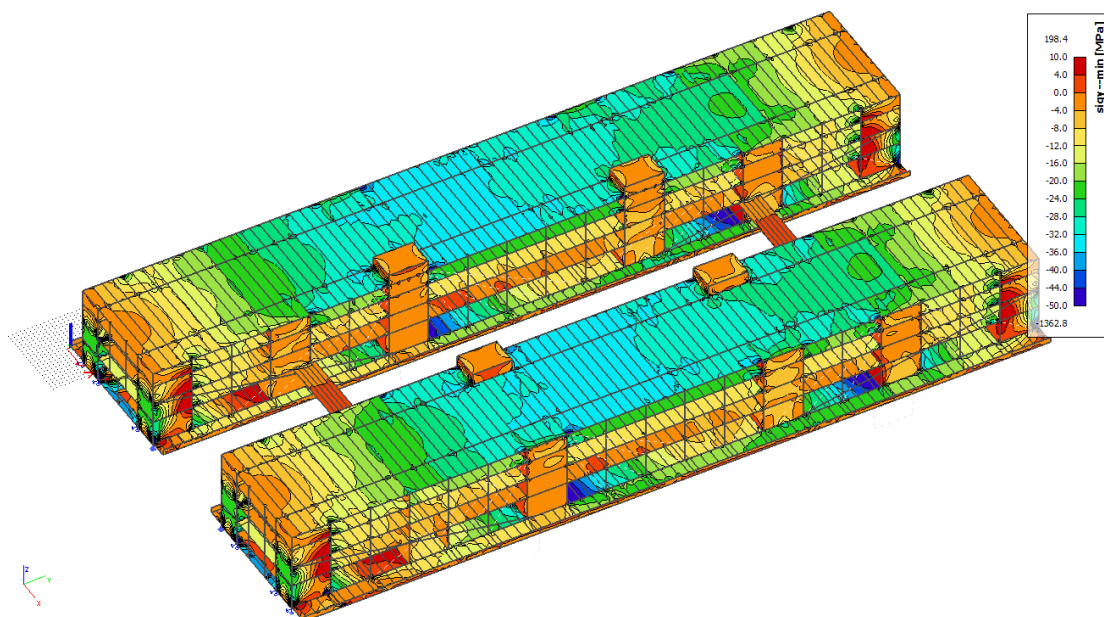
Obr. 144: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – doprava – KŽ



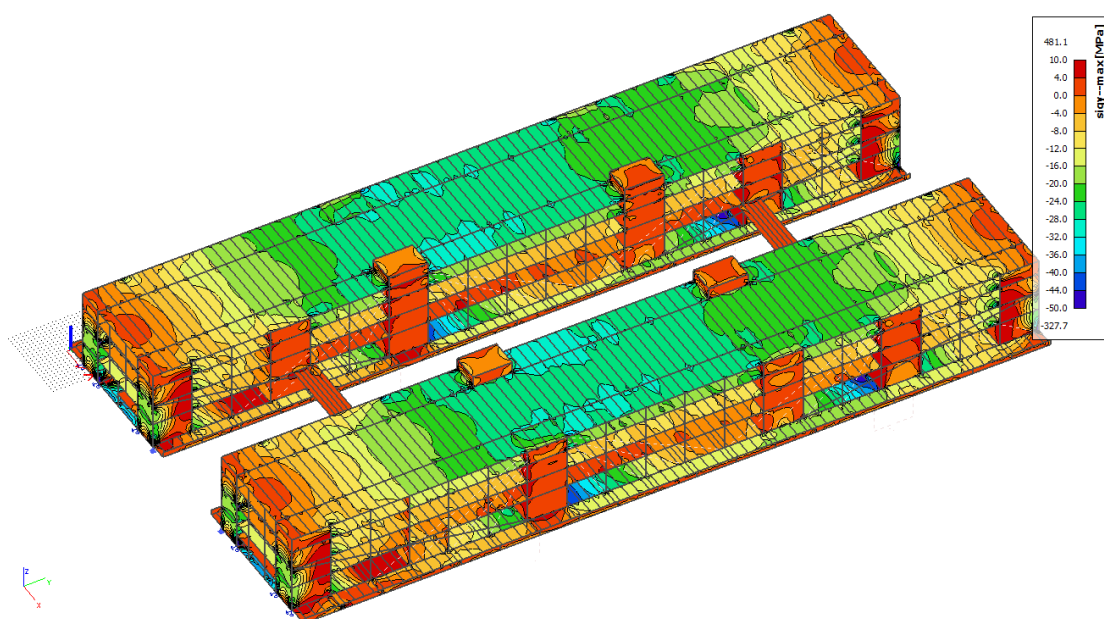
Obr. 145: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (min) – UP



Obr. 146: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (max) – UP



Obr. 147: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (min) – KŽ



Obr. 148: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (max) – KŽ

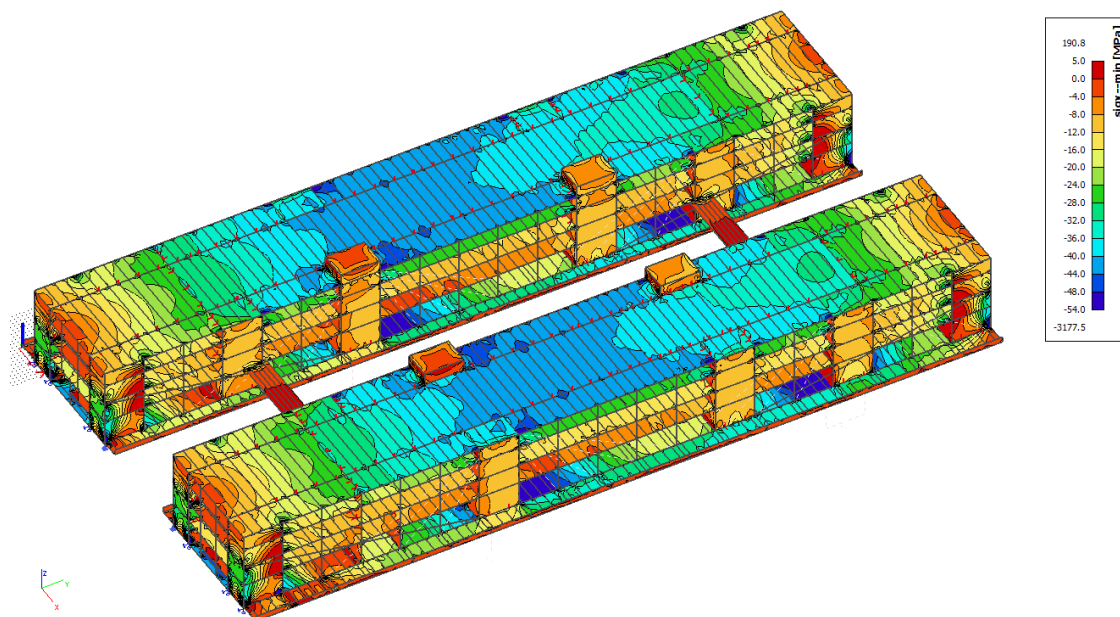
7.6.3. Podélné napětí na deskách – MSÚ

V této kapitole budou zobrazeny vybraná napětí na plošných prvcích na vybudované celé konstrukci. Veškerá napětí budou archivována u zpracovatele. Na konstrukci se vyskytují lokální místa s překročením omezujících napětí. U těchto míst lze uvažovat s možným roznosem napětí vzhledem k reálným rozměrům konstrukčních

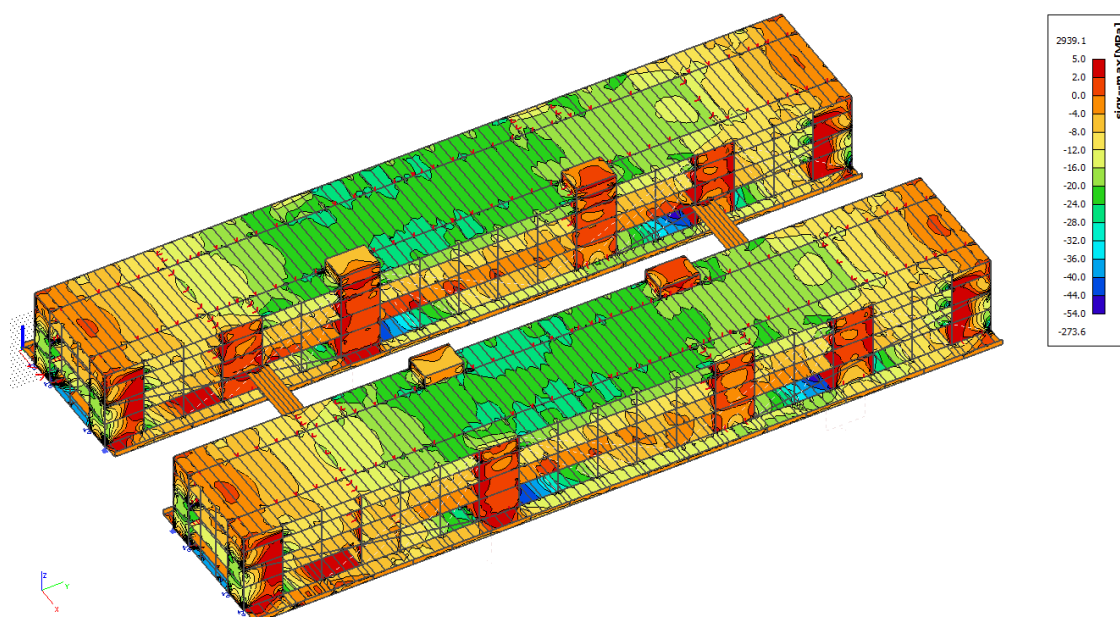
prvků. Anebo by tyto lokální místa byla lokálně posouzena v dalším stupni výpočtu, ve kterém by se navrhlo dostatečné množství betonářské výztuže pro přenesení tahového napětí a omezení šířky trhlin.

Fáze	MSÚ	
	Tlak [MPa]	Tah [MPa]
Dokončená konstrukce	54,0	2,3

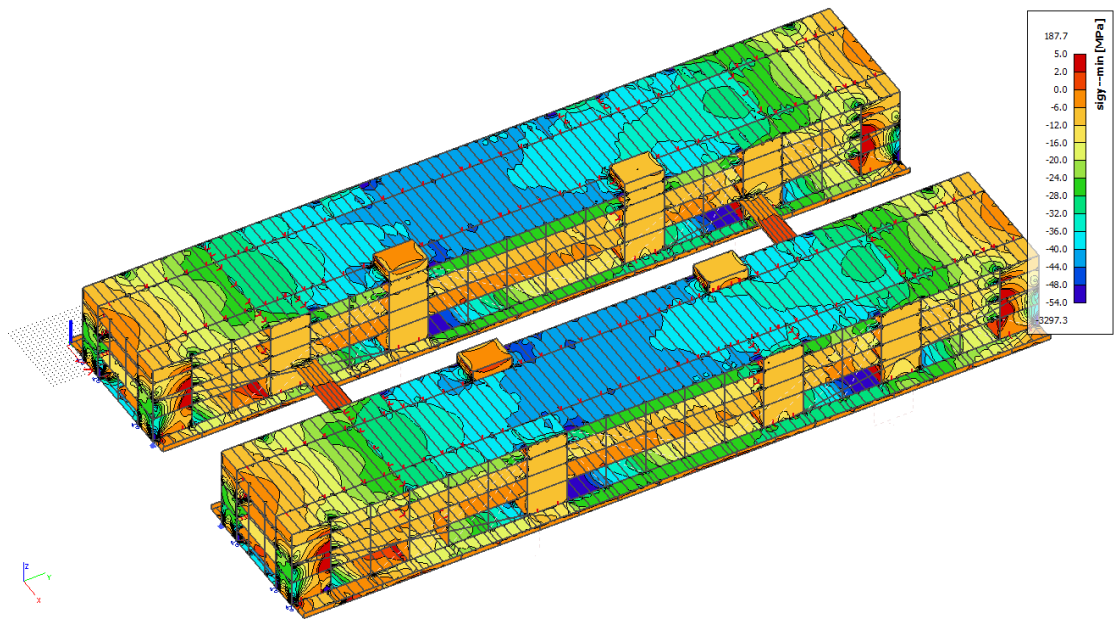
Tab. 17: Omezující podmínky napětí na konstrukci pro MSÚ



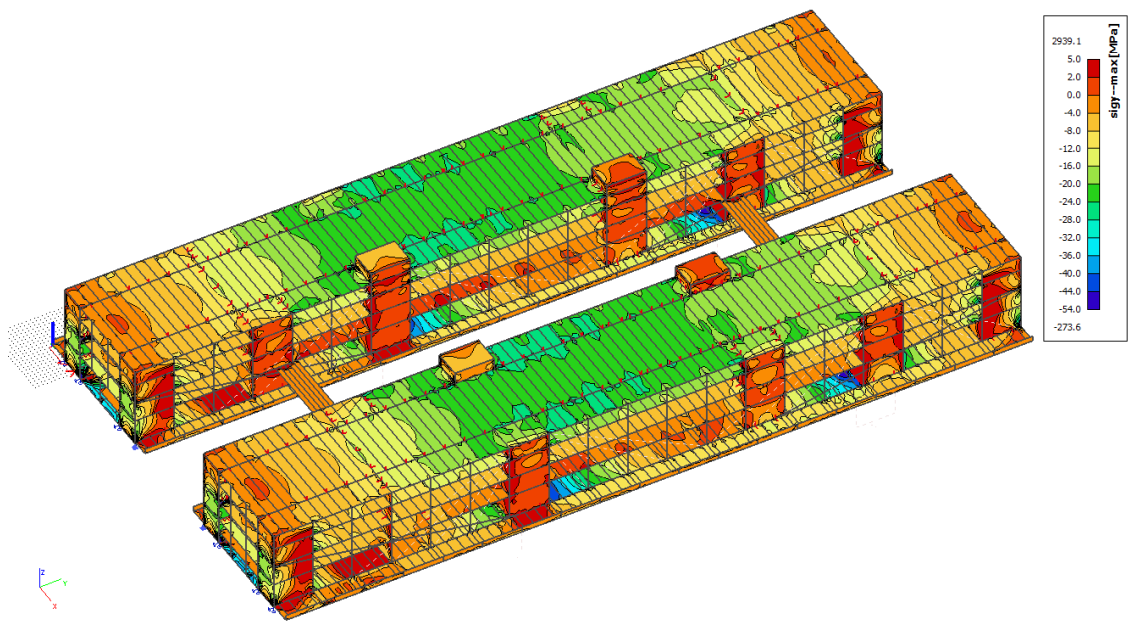
Obr. 149: Napětí (s předpětím) v MSÚ (min) – UP



Obr. 150: Napětí (s předpětím) v MSÚ (max) - UP



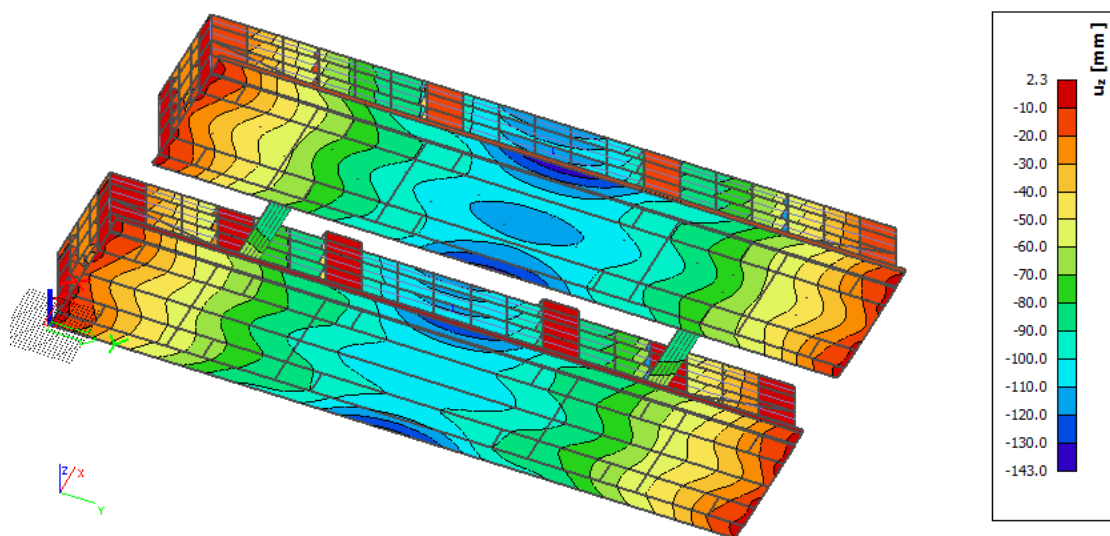
Obr. 151: Napětí (s předpětím) v MSÚ (min) – KŽ



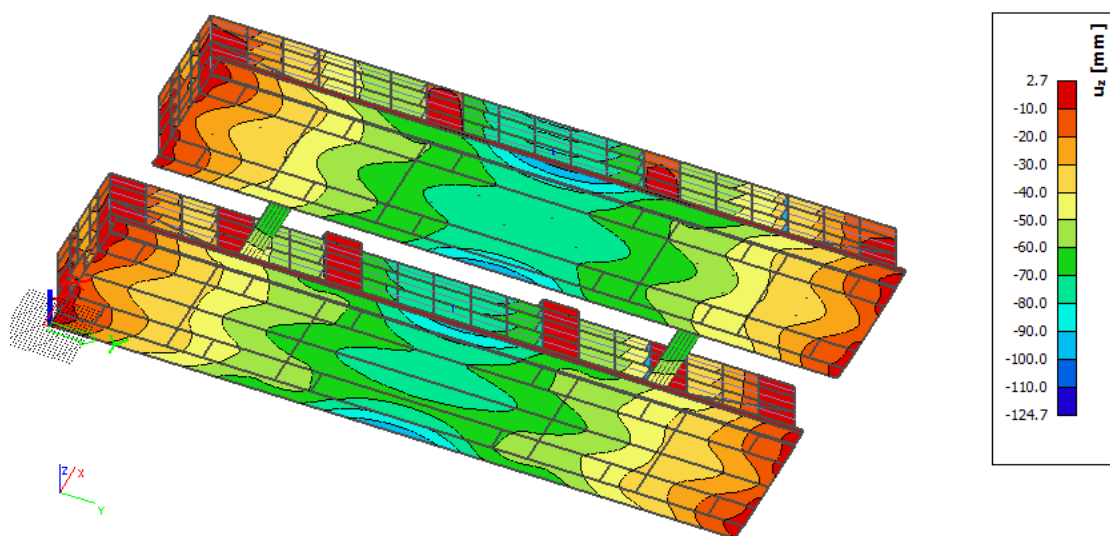
Obr. 152: Napětí (s předpětím) v MSÚ (max) – KŽ

7.7. Průhyb konstrukce

V této kapitole budou zobrazeny vybrané průhyby na globálním modelu konstrukce. Veškeré průhyby budou archivována u zpracovatele dokumentace.



Obr. 153: Průhyb (s předpětím) od charakteristické kombinace – KŽ



Obr. 154: Průhyb (s předpětím) od kvazistálé kombinace - KŽ

7.8. Návrh předpětí

Celá konstrukce je předepnuta, a to jak v podélném směru, tak i v příčném směru. Výpočet předpětí a potřebných počtů lan byl realizován v programu MS Excel a na globálním modelu ve SCIA Engineer. Podélné předpětí mostní konstrukce je realizováno pomocí přímých kabelů, které jsou vedeny v desce prvního a druhého nadzemního podlaží. Kabely ve spodní desce jsou částečně separované, z důvodu snížení tlakových napětí v krajních částech konstrukce. Předpětí v horní desce je přibližně třetinové oproti předpětí ve spodní desce. Podélné předpětí konstrukce je dále realizováno předpínací výztuží v lomených žebrech, jež jsou na každé konstrukci čtyři. Všechny stropní desky jsou také předepnuty v příčném směru. Příčné předpětí je vneseno pomocí zvedaných kabelů. Tyto kabely jsou umístěny do žeber desek, a to jeden kabel do každého žebra.

Navržené předpětí je do výpočetního modelu zaneseno jako spojité zatížení, popřípadě jako bodová síla v místě jeho působení.

Pro návrh předpětí bylo pracováno s předpínacím systémem od firmy Freyssinet. Kabely jsou uvažovány pro vnitřní předpětí bez soudržnosti s monostrandy a injektáží cementem. Použitá předpínací výztuž je průměru 15,7 mm s pevností 1860 MPa.

Ocel	Průměr [mm]	Tahová pevnost [MPa]	Plocha [mm ²]	Smluvní mez kluzu [MPa]	Maximální napětí [MPa]	Předpínací síla [kN]
Y1860S7	15,7	1860	150	1640	1473	220,95

Tab. 18: Vlastnosti předpínací výztuže

Výpočtem na globálním modelu konstrukce bylo zjištěno množství předpínací síly, potřebné k přenesení zadaného zatížení. Konstrukci je nutné předepnout ve spodní desce kabely z 55 lan a separovanými kabely z 37 lan. Dále je potřeba předepnout desku druhého nadzemního podlaží pomocí kabelů z 22 lan. Další předpětí je do konstrukce vneseno pomocí kabelů z 37 lan vedených v lomených žebrech konstrukce. Předpětí je do konstrukce vnášeno po částech během výstavby konstrukce.

Prvek	Předpínací síla [kN]	Ztráty [%]	Předpínací síla po ztrátách [kN]	Počet kabelů na metr/žebro	Počet lan	Síla [kN/m]
Deska 1.NP	220,95	25	165,71	2	55	18228
Deska 1.NP	220,95	25	165,71	1	37	6131
Deska 2.NP	220,95	25	165,71	2	22	7291
Žebro	220,95	25	165,71	15	37	91970

Tab. 19: Návrh předpětí – uvedení do provozu

Prvek	Předpínací síla [kN]	Ztráty [%]	Předpínací síla po ztrátách [kN]	Počet kabelů na metr/žebro	Počet lan	Síla [kN/m]
Deska 1.NP	220,95	15	187,81	2	55	20659
Deska 1.NP	220,95	15	187,81	1	37	6949
Deska 2.NP	220,95	15	187,81	2	22	8264
Žebro	220,95	15	187,81	15	37	104233

Tab. 20: Návrh předpětí – konec životnosti

Navržené bylo i příčné předpětí v každé stropní desce. Toto předpětí desek je realizováno pomocí kabelu složeného ze sedmi lan, který je řešen jako zvedaný v rámci každého žebra desky.

Během výstavby je dále za potřebí předepnout vrcholy provizorních věží, a to v místě připojení provizorních závěsů. U každého závěsu je navržen předpínací kabel složený z 19 lan. Tyto kabely slouží pro přenesení tahových sil vznikajících od provizorních závěsů a jejich rektifikace.

7.9. Posouzení sloupů

V této kapitole budou navrženy a posouzeny nejvíce namáhané sloupy nacházející se v konstrukci. Vnitřní síly jsou převzaty z výpočetního programu SCIA Engineer. Sloupy na tyto vnitřní síly budou posouzeny pomocí interakčního diagramu.

Kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Průřez [mm]
Char - T - KŽ	-2019,97	28,28	159,29	500x500
Char - D - UP	1868,1	-77,63	105,49	300x1000
Char - T - UP	-776,61	-1477,17	1184,54	800x500
Char - T - UP	-780,82	1532,8	1075,13	800x500
Char - T - UP	-56,59	0,3	-2887,95	300x1000
Char - T - UP	-56,61	9,74	2894,15	300x1000

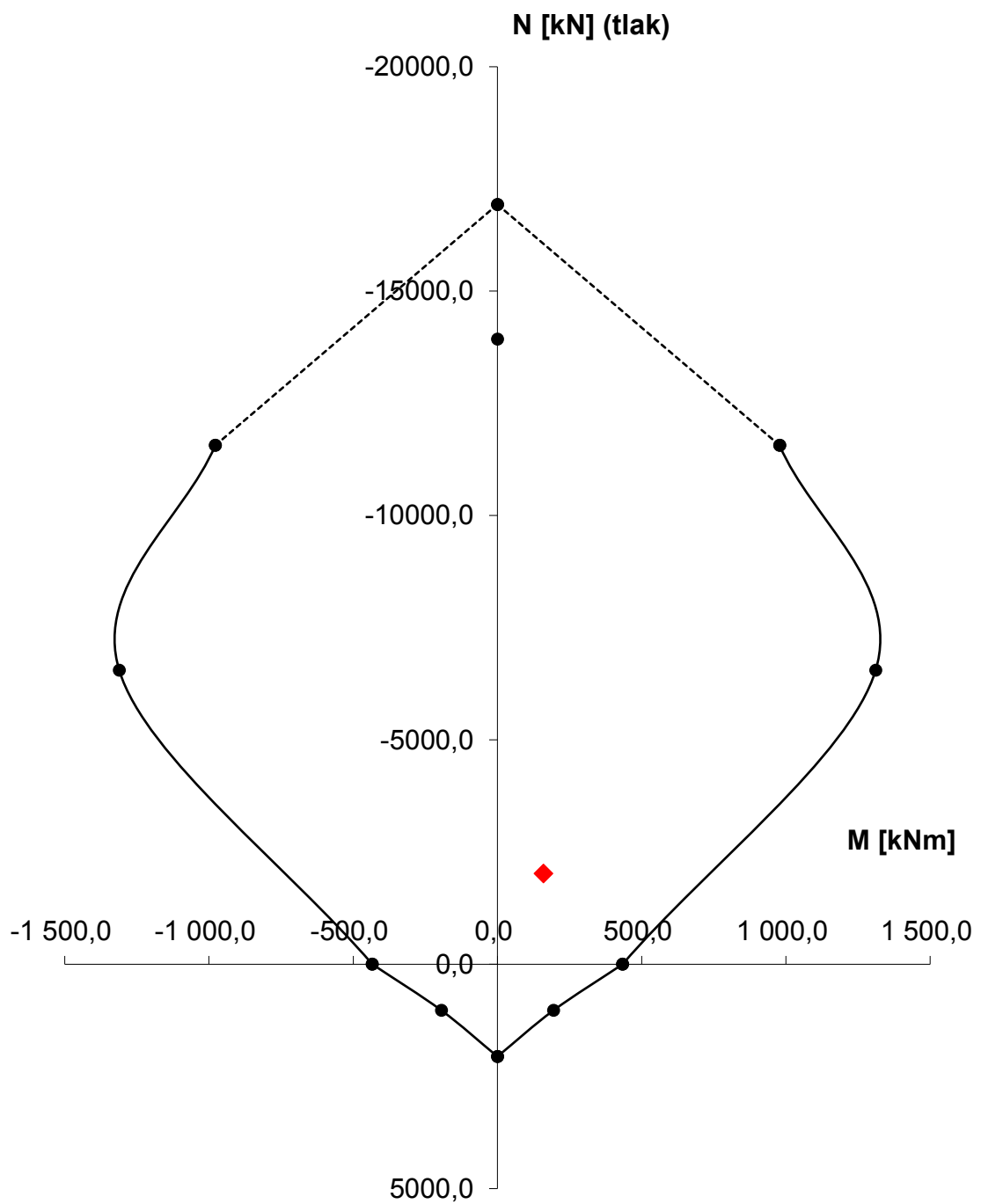
Tab. 21: Vnitřní síly na sloupech

INTERAKČNÍ DIAGRAM OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZU			
Charakteristiky průřezu	h =	0,50 m	
	b =	0,50 m	
Materiály	Beton C90/105	Ocel R 10 505	
	$\gamma_c =$	1,5	
	$f_{ck} =$	90,00 MPa	
	$f_{cd} =$	60,00 MPa	
	$\alpha =$	1,0	
		$\gamma_s =$	1,15
		$f_{yk} =$	490,00 MPa
		$f_{yd} =$	426,09 MPa
		$E_s =$	200,00 MPa
		$\epsilon_{yd} =$	2,130 ‰
Geometrie			
Předpoklad	Podélná tahová výztuž č.1 \emptyset	32 mm	
	Podélná tahová výztuž č.2 \emptyset	32 mm	
	Třmínky \emptyset	10 mm	
Krytí	$c_{min} =$	25 mm	
	$\Delta h =$	10 mm	
	$\Delta c =$	10 mm	
	$c = c_{min} + \Delta h + \Delta c =$	45 mm	
	$d_1 =$	0,061 m	$d_2 =$ 0,061 m
	$d =$	0,439 m	$d' =$ 0,439 m
	$z_1 =$	0,189 m	$z_2 =$ 0,189 m
Výztuž	3 \times \emptyset R 32	$A_{s1} =$ 2413 mm ²	
	3 \times \emptyset R 32	$A_{s2} =$ 2413 mm ²	
	$\xi_{lim} = 700 / (700 + f_{yd} [\text{Mpa}]) =$	0,622	
	$\xi_{lim,2} = 700 / (700 - f_{yd} [\text{Mpa}]) =$	2,556	
	$F_{s1} = A_{s1} f_{yd} =$	1028,0 kN	
	$F_{s2} = A_{s2} f_{yd} =$	1028,0 kN	
	$\Delta F_s = (A_{s2} - A_{s1}) f_{yd} =$	0,0 kN	
	$\sigma_s =$	400,0 MPa	

Tab. 22: Vstupní údaje interakčního diagramu

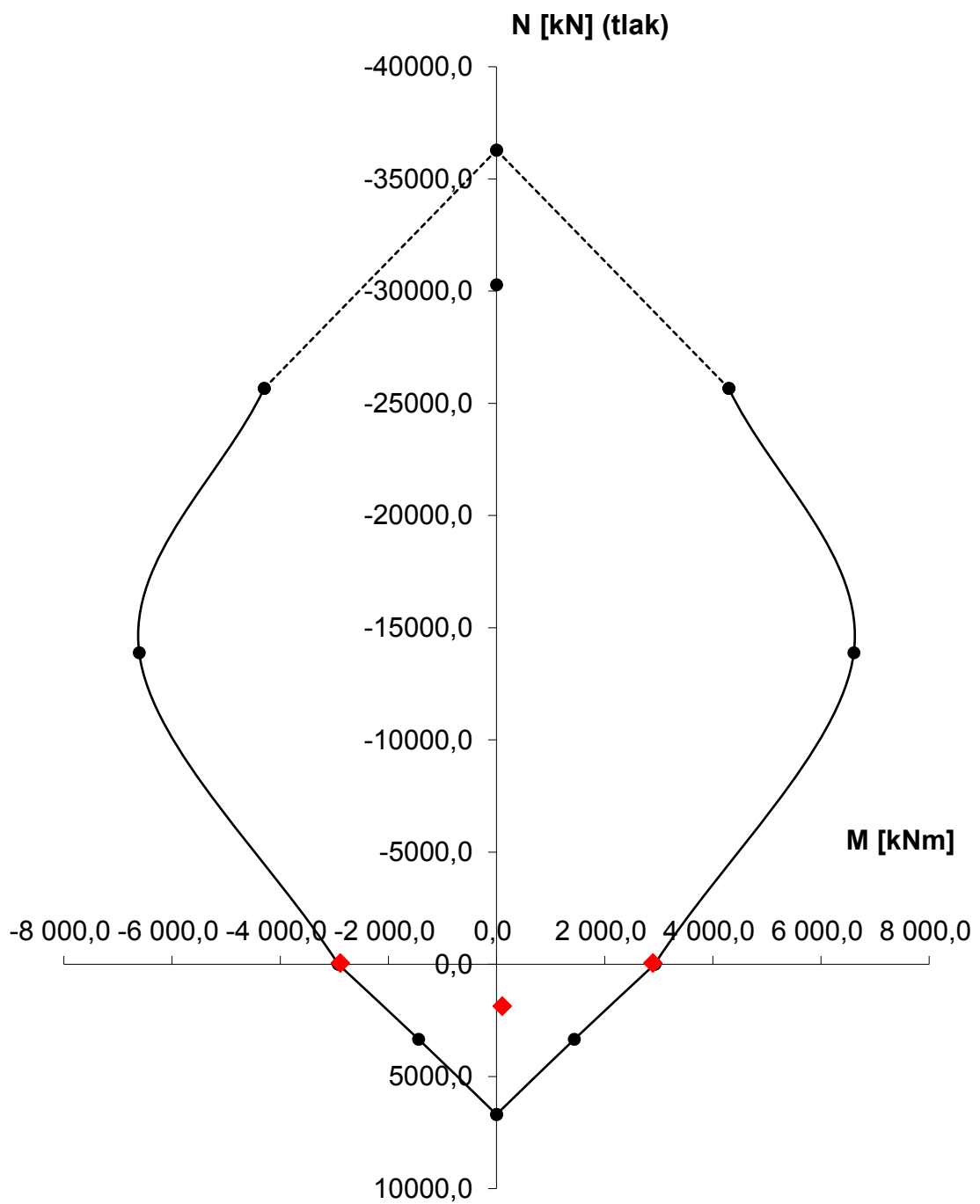
Body interakčního diagramu		
Bod 0	$N_{Rd0} = -(b h \alpha f_{cd} + \Sigma A_s \sigma_s) =$	-16930,2 kN
	$M_{Rd0} = (A_{s2} z_2 - A_{s1} z_1) \sigma_s =$	0,0 kNm
Bod 0'	$N_{Rde} = -(0,8 b h \alpha f_{cd} + \Sigma A_s \sigma_s) =$	-13930,2 kN
Bod 1	$N_{Rd1} = -(0,8 b d \alpha f_{cd} + F_{s2}) =$	-11564,0 kN
	$M_{Rd1} = 0,8 b d \alpha f_{cd} (0,5 h - 0,4 d) + F_{s2} z_2 =$	978,2 kNm
	$d \geq \xi_{lim,2} d_2$ 0,439 \geq 0,156 \Rightarrow \Rightarrow VYHOVUJE	
Bod 2	$N_{Rd,lim} = -(0,8 \xi_{lim} b d \alpha f_{cd} + \Delta F_s) =$	-6549,4 kN
	$M_{Rd,lim} = 0,8 \xi_{lim} b d \alpha f_{cd} (0,5 h - 0,4 \xi_{lim} d) + F_{s2} z_{s2} + F_{s1} z_{s1} =$	1311,0 kNm
	$\xi_{lim} d \geq \xi_{lim,2} d_1$ 0,273 \geq 0,156 \Rightarrow \Rightarrow VYHOVUJE	
Bod 3	$x = 1,25 (A_{s1} - A_{s2}) f_{yd} / (b \alpha f_{cd}) =$	0,000 m
	$x < \xi_{lim} d$ 0,000 $<$ 0,273 m \Rightarrow VYHOVUJE	
	$\sigma_{s1} =$ 426,09 MPa	
	$x < \xi_{lim,2} d_2$ 0,000 $<$ 0,156 m \Rightarrow VYHOVUJE	
	As2 - není plně využita \Rightarrow zanedbáme	
	$x = 1,25 F_{s1} / (b \alpha f_{cd}) =$	0,043 m
	$x < \xi_{lim} d$ 0,043 $<$ 0,273 m \Rightarrow VYHOVUJE	
	$\sigma_{s1} =$ 426,09 MPa	
	$M_{Rd} = F_{s1} (d - 0,4 x) =$	433,7 kNm
Bod 4	$N_{Rdt,lim} = F_{s1} =$	1028,0 kN
	$M_{Rdt,lim} = F_{s1} z_1 =$	194,3 kNm
Bod 5	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	2056,1 kN
	$M_{Rdt,lim} = F_{s1} z_1 - F_{s2} z_2 =$	0,0 kNm
Bod 1'	$N'_{Rd1} = -(0,8 b d' \alpha f_{cd} + F_{s1}) =$	-11564,0 kN
	$M'_{Rd1} = -0,8 b d' \alpha f_{cd} (0,5 h - 0,4 d') - F_{s1} z_1 =$	-978,2 kNm
Bod 2'	$N'_{Rd,lim} = -(0,8 \xi_{lim} b d' \alpha f_{cd} - \Delta F_s) =$	-6549,4 kN
	$M'_{Rd,lim} = -0,8 \xi_{lim} b d' \alpha f_{cd} (0,5 h - 0,4 \xi_{lim} d') - F_{s2} z_{s2} - F_{s1} z_{s1} =$	-1311,0 kNm
	$\xi_{lim} d' \geq \xi_{lim,2} d_1$ 0,273 \geq 0,156 \Rightarrow \Rightarrow VYHOVUJE	
Bod 3'	$x = 1,25 F_{s2} / (b \alpha f_{cd}) =$	0,043 m
	$x < \xi_{lim} d$ 0,043 $<$ 0,273 m \Rightarrow VYHOVUJE	
	\Rightarrow tažená výztuž plně využita	
	$f_{yd} =$ 426,09 MPa	
	$M_{Rd} = - F_{s2} (d' - 0,4 x) =$	-433,7 kNm
Bod 4'	$N'_{Rdt,lim} = F_{s2} =$	1028,0 kN
	$M'_{Rdt,lim} = - F_{s2} z_2 =$	-194,3 kNm

Tab. 23: Výpočet interakčního diagramu



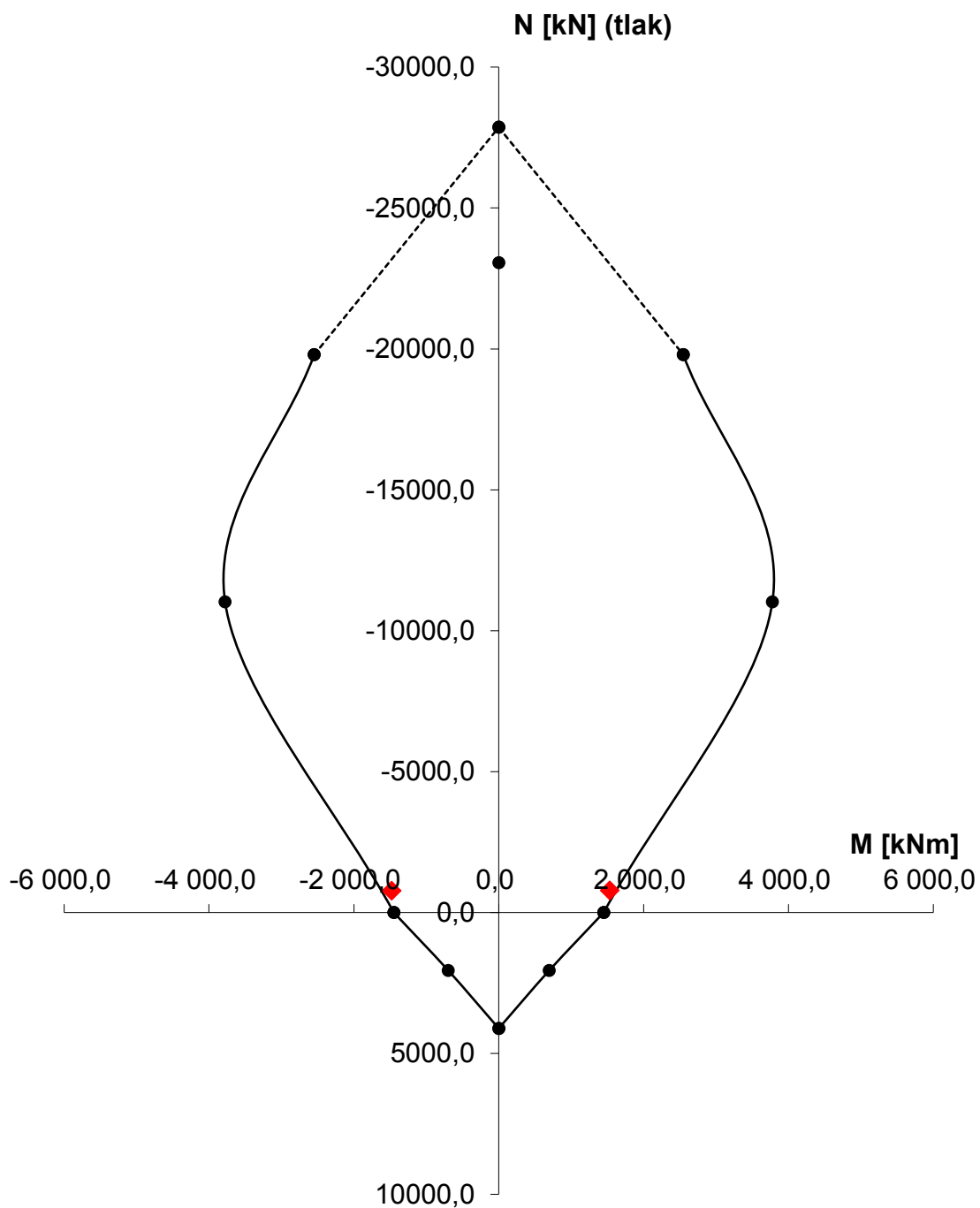
Obr. 155: Interakční diagram sloupu 500x500 mm

Podle interakčního diagramu je sloup 500x500 mm nutné vyztužit třemi pruty o průměry 32 mm u každého povrchu.



Obr. 156: Interakční diagram sloupu 1000x500 mm

Podle interakčního diagramu je sloup 1000x500 mm nutné vyztužit čtyřmi pruty o průměry 50 mm u každého povrchu.



Obr. 157: Interakční diagram sloupu 800x500 mm

Podle interakčního diagramu je sloup 800x500 mm nutné vyztužit šesti pruty o průměry 32 mm u každého povrchu.

8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navržení předběžného návrhu přemostění řeky Vltavy mezi městskými částmi Holešovicemi a Karlínem v Praze. Návrh byl zpracován do dvou souběžných mostů propojených společně dvěma lávkami. Mosty byly řešeny jako čtyřpatrová budova prostě uložená na obou březích Vltavy, která působí jako prostorová krabicová (komorová) konstrukce.

Uvnitř mostů se v prvním nadzemním podlaží nachází garáže pro osobní automobily a sdružený prostor pro automobilovou a tramvajovou dopravu s pevnou jízdni dráhou. Strany obou mostů jsou ohraničeny obchody, které jsou přístupné z venkovní galerie, jež je tvořena vykonzolovanou deskou. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nachází vnitřní galerie pro shromažďování osob a kancelářské prostory. V posledním čtvrtém nadzemním podlaží jsou byty. Strop nad byty je řešen jako pochozí terasa se zelenou střechou.

Navrhovaná konstrukce byla zkoumaná jako deskostěnový model, na kterém byly pomocí výpočetního programu SCIA Engineer 19.1 zjištěny napětí na jednotlivých prvcích.

Zkoumaná konstrukce byla nejdříve celá vymodelovaná ve výpočetním softwaru se zadanými parametry a veškerým zatížením. Na takto vytvořeném globálním modelu bylo dále zjištěno a navrženo potřebné množství předpínací výztuže.

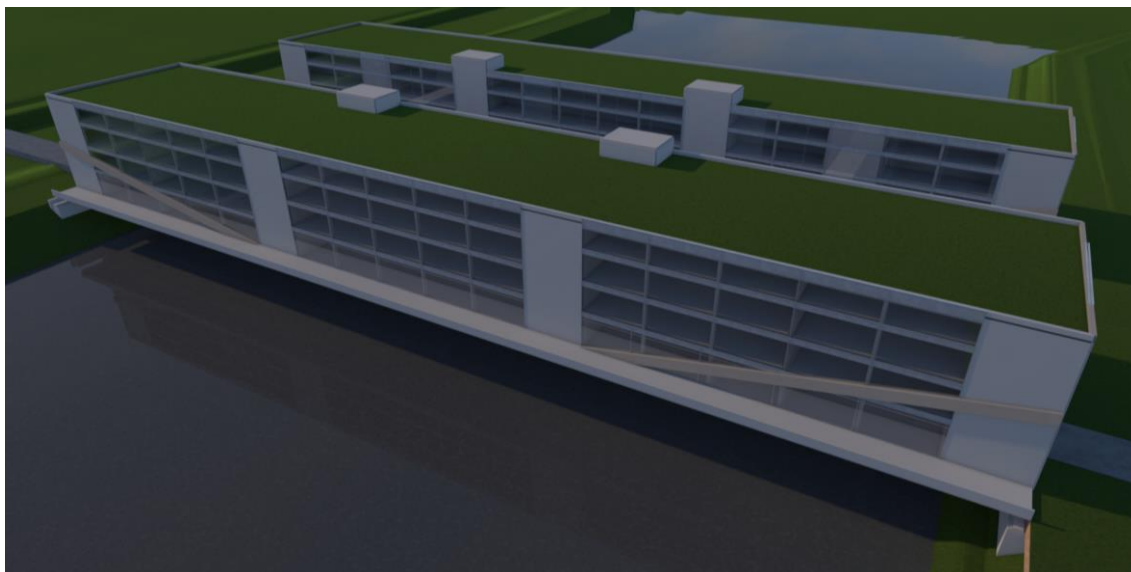
V další části se navrhovaná konstrukce rozdělila na potřebný počet stavebních fází podle navrženého postupu výstavby. Postup výstavby byl zvolen jako postupné vyvěšování spodní části konstrukce z prefabrikovaných nosníků a jejich následného zmonolitnění. Na takto vytvořenou žebrovou desku by se dále vytvořily další monolitická patra konstrukce. Všechny tyto fáze výstavby byly posouzeny pomocí výpočetního modelu. Dále byla celá konstrukce posouzena v dokončeném stavu na charakteristickou a kvazistálou kombinaci. Veškerá posouzení byla navržena pomocí omezení napětí na konstrukci.

Předběžný návrh konstrukce prokázal z globálního hlediska reálnost a proveditelnost navrhované konstrukce.

Další pokročilý návrh by bylo vhodné vypracovat podrobněji, a to pomocí detailnějšího výpočtu potřeby předpínací síly. Například ve svislém směru pro sepnutí

celé konstrukce. Dále bych ještě doporučil posoudit některá lokální místa pro omezení šířky trhlin.

V poslední části této práci byla vytvořena výkresová dokumentace navrhované konstrukce. Dokumentace obsahuje přehledné výkresy konstrukce a výkresy jednotlivých fází výstavby mostu. Součástí této dokumentace jsou i schémata vedení předpínací výztuže.



Obr. 158: Vizualizace navrhnuté konstrukce

9. Použitá literatura

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

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

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

Betonové mosty 2 – Cvičení – Návrh předpjatého mostu podle Eurokódů
Ing. Roman Šafář, Ph.D., 2015

Betonové mosty 2 – Přednášky Ing. Roman Šafář, Ph.D., 2017

Betonové mosty 1 – Přednášky Ing. Roman Šafář, Ph.D., doc. Ing. Vlastimil Kukáň, CSc.,
Ing. Michal Drahorád, Ing. Marek Foglar, Ph.D., 2010

Projektové podklady – Pons Pragensis 2018

Firemní materiály – Freyssinet

10. Použité programy

K vypracování této diplomové práce byly použity následující programy:

- AutoCAD 2018
- SCIA Engineer 19.1
- Microsoft Office Excel
- Microsoft Office Word
- Výstřižky

11. Seznam obrázků

Obr. 1: Vizualizace navrhované konstrukce	12
Obr. 2: Uvažované přemostění	14
Obr. 3: Geologie v zájmovém území, Dostupné z: https://mapy.geology.cz/	15
Obr. 4: Příčný řez nosnou konstrukcí	17
Obr. 5: Souvrství pevné jízdni dráhy	18
Obr. 6: 3D model konstrukce.....	24
Obr. 7: Pohled do 4. NP	25
Obr. 8: Pohled do 3. NP	25
Obr. 9: Pohled do 2. NP	26
Obr. 10: Pohled do 1. NP	26
Obr. 11: Boční pohled.....	27
Obr. 12: Čelní pohled.....	27
Obr. 13: Půdorys	27
Obr. 14: Schéma modelu zatížení LM1	30
Obr. 15: Schéma modelu zatížení tramvají.....	31
Obr. 16: Schéma rozneseného zatížení tramvají.....	31
Obr. 17: Fáze 1 – Provizorní věže	37
Obr. 18: Fáze 2 – Osazení nosníků	38
Obr. 19: Fáze 4 – Připojení táhla	38
Obr. 20: Fáze 6 – Připojení žebrové desky	39
Obr. 21: Fáze 7 – Osazení nosníků	39
Obr. 22: Fáze 9 – Připojení táhla	40
Obr. 23: Fáze 11 – Připojení žebrové desky	41
Obr. 24: Fáze 12 – Osazení nosníků	41
Obr. 25: Fáze 14 – Připojení táhla	42
Obr. 26: Fáze 16 – Připojení žebrové desky	42
Obr. 27: Fáze 17 – Osazení nosníků	43
Obr. 28: Fáze 19 – Připojení táhla	43
Obr. 29: Fáze 21 – Připojení žebrové desky	44
Obr. 30: Fáze 22 – Osazení nosníků	44
Obr. 31: Fáze 24 – Připojení žebrové desky	45
Obr. 32: Fáze 28 – Vybudování 1. NP	46

Obr. 33: Fáze 32 – Vybudování 2. NP.....	47
Obr. 34: Fáze 36 – Vybudování 3. NP.....	48
Obr. 35: Fáze 40 – Vybudování 4. NP.....	49
Obr. 36: Fáze 42 – Připojení žeber	49
Obr. 37: Fáze 43 – Odpojení provizorních konstrukcí	50
Obr. 38: Fáze 44 – Dokončená konstrukce.....	50
Obr. 39: Napětí ve fázi 2 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	52
Obr. 40: Napětí ve fázi 2 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	52
Obr. 41: Napětí ve fázi 3 – horní vlákna – předpětí	53
Obr. 42: Napětí ve fázi 3 – spodní vlákna – předpětí	53
Obr. 43: Napětí ve fázi 4 – horní vlákna – rektifikace	54
Obr. 44: Napětí ve fázi 4 – spodní vlákna – rektifikace	54
Obr. 45: Napětí ve fázi 5 – horní vlákna – tíha čerstvé desky	55
Obr. 46: Napětí ve fázi 5 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky.....	55
Obr. 47: Napětí ve fázi 6 – horní vlákna – připojení desky.....	56
Obr. 48: Napětí ve fázi 6 – spodní vlákna – připojení desky.....	56
Obr. 49: Napětí ve fázi 7 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	57
Obr. 50: Napětí ve fázi 7 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	57
Obr. 51: Napětí ve fázi 8 – horní vlákna – předpětí	58
Obr. 52: Napětí ve fázi 8 – spodní vlákna – předpětí	58
Obr. 53: Napětí ve fázi 9 – horní vlákna – rektifikace	59
Obr. 54: Napětí ve fázi 9 – spodní vlákna – rektifikace	59
Obr. 55: Napětí ve fázi 10 – horní vlákna – tíha čerstvé desky	60
Obr. 56: Napětí ve fázi 10 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky.....	60
Obr. 57: Napětí ve fázi 11 – horní vlákna – připojení desky.....	61
Obr. 58: Napětí ve fázi 11 – spodní vlákna – připojení desky.....	61
Obr. 59: Napětí ve fázi 12 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	62
Obr. 60: Napětí ve fázi 12 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	62
Obr. 61: Napětí ve fázi 13 – horní vlákna – předpětí	63
Obr. 62: Napětí ve fázi 13 – spodní vlákna – předpětí	63
Obr. 63: Napětí ve fázi 14 – horní vlákna – rektifikace	64
Obr. 64: Napětí ve fázi 14 – spodní vlákna – rektifikace	64
Obr. 65: Napětí ve fázi 15 – horní vlákna – tíha čerstvé desky.....	65

Obr. 66: Napětí ve fázi 15 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky.....	65
Obr. 67: Napětí ve fázi 16 – horní vlákna – připojení desky.....	66
Obr. 68: Napětí ve fázi 16 – spodní vlákna – připojení desky.....	66
Obr. 69: Napětí ve fázi 17 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	67
Obr. 70: Napětí ve fázi 17 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	67
Obr. 71: Napětí ve fázi 18 – horní vlákna – předpětí	68
Obr. 72: Napětí ve fázi 18 – spodní vlákna – předpětí	68
Obr. 73: Napětí ve fázi 19 – horní vlákna – rektifikace	69
Obr. 74: Napětí ve fázi 4 – spodní vlákna – rektifikace	69
Obr. 75: Napětí ve fázi 20 – horní vlákna – tíha čerstvé desky.....	70
Obr. 76: Napětí ve fázi 20 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky.....	70
Obr. 77: Napětí ve fázi 21 – horní vlákna – připojení desky.....	71
Obr. 78: Napětí ve fázi 21 – spodní vlákna – připojení desky.....	71
Obr. 79: Napětí ve fázi 22 – horní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	72
Obr. 80: Napětí ve fázi 22 – spodní vlákna – vlastní tíha nosníku (bez předpětí).....	72
Obr. 81: Napětí ve fázi 23 – horní vlákna – tíha čerstvé desky	73
Obr. 82: Napětí ve fázi 23 – spodní vlákna – tíha čerstvé desky.....	73
Obr. 83: Napětí ve fázi 24 – horní vlákna – vlastní tíha (bez předpětí).....	74
Obr. 84: Napětí ve fázi 24 – spodní vlákna – vlastní tíha (bez předpětí)	74
Obr. 85: Napětí ve fázi 25 – horní vlákna – předpětí	75
Obr. 86: Napětí ve fázi 25 – spodní vlákna – předpětí	75
Obr. 87: Napětí ve fázi 26 – horní vlákna – tíha čerstvého patra	76
Obr. 88: Napětí ve fázi 26 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra	76
Obr. 89: Napětí ve fázi 27 – horní vlákna – rektifikace	77
Obr. 90: Napětí ve fázi 27 – spodní vlákna – rektifikace	77
Obr. 91: Napětí ve fázi 28 – horní vlákna – připojení patra	78
Obr. 92: Napětí ve fázi 28 – spodní vlákna – připojení patra	78
Obr. 93: Napětí ve fázi 29 – horní vlákna – předpětí	79
Obr. 94: Napětí ve fázi 29 – spodní vlákna – předpětí	79
Obr. 95: Napětí ve fázi 30 – horní vlákna – tíha čerstvého patra	80
Obr. 96: Napětí ve fázi 30 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra	80
Obr. 97: Napětí ve fázi 31 – horní vlákna – rektifikace	81
Obr. 98: Napětí ve fázi 31 – horní vlákna – rektifikace	81

Obr. 99: Napětí ve fázi 31 – spodní vlákna – rektifikace	82
Obr. 100: Napětí ve fázi 31 – spodní vlákna – rektifikace	82
Obr. 101: Napětí ve fázi 32 – horní vlákna – připojení patra	83
Obr. 102: Napětí ve fázi 32 – spodní vlákna – připojení patra	83
Obr. 103: Napětí ve fázi 33 – horní vlákna – předpětí	84
Obr. 104: Napětí ve fázi 33 – spodní vlákna – předpětí	84
Obr. 105: Napětí ve fázi 34 – horní vlákna – tíha čerstvého patra	85
Obr. 106: Napětí ve fázi 34 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra	85
Obr. 107: Napětí ve fázi 35 – horní vlákna – rektifikace	86
Obr. 108: Napětí ve fázi 35 – spodní vlákna – rektifikace	86
Obr. 109: Napětí ve fázi 36 – horní vlákna – připojení patra	87
Obr. 110: Napětí ve fázi 36 – spodní vlákna – připojení patra	87
Obr. 111: Napětí ve fázi 37 – horní vlákna – předpětí	88
Obr. 112: Napětí ve fázi 37 – spodní vlákna – předpětí	88
Obr. 113: Napětí ve fázi 38 – horní vlákna – tíha čerstvého patra	89
Obr. 114: Napětí ve fázi 38 – spodní vlákna – tíha čerstvého patra	89
Obr. 115: Napětí ve fázi 39 – horní vlákna – rektifikace	90
Obr. 116: Napětí ve fázi 39 – spodní vlákna – rektifikace	90
Obr. 117: Napětí ve fázi 40 – horní vlákna – připojení patra	91
Obr. 118: Napětí ve fázi 40 – spodní vlákna – připojení patra	91
Obr. 119: Napětí ve fázi 41 – horní vlákna – předpětí	92
Obr. 120: Napětí ve fázi 41 – spodní vlákna – předpětí	92
Obr. 121: Napětí ve fázi 43 – horní vlákna – předpětí žeber	93
Obr. 122: Napětí ve fázi 43 – spodní vlákna – předpětí žeber	93
Obr. 123: Napětí od vlastní tíhy – horní vlákna (bez předpětí)	94
Obr. 124: Napětí od vlastní tíhy – spodní vlákna (bez předpětí)	94
Obr. 125: Napětí od stálého zatížení – horní vlákna (bez předpětí)	95
Obr. 126: Napětí od stálého zatížení – spodní vlákna (bez předpětí)	95
Obr. 127: Napětí od dopravy – horní vlákna (bez předpětí)	96
Obr. 128: Napětí od dopravy – spodní vlákna (bez předpětí)	96
Obr. 129: Napětí od užitého zatížení – horní vlákna (bez předpětí)	97
Obr. 130: Napětí od užitého zatížení – spodní vlákna (bez předpětí)	97
Obr. 131: Napětí od teploty (max) – horní vlákna (bez předpětí)	98

Obr. 132: Napětí od teploty (min) – horní vlákna (bez předpětí).....	98
Obr. 133: Napětí od teploty (max) – spodní vlákna (bez předpětí)	99
Obr. 134: Napětí od teploty (min) – spodní vlákna (bez předpětí).....	99
Obr. 135: Napětí od předpětí – horní vlákna	100
Obr. 136: Napětí od předpětí – spodní vlákna	100
Obr. 137: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – teplota – UP .	101
Obr. 138: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – teplota – UP.	101
Obr. 139: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – doprava – UP	102
Obr. 140: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – doprava – UP	102
Obr. 141: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – teplota – KŽ.	103
Obr. 142: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – teplota – KŽ	103
Obr. 143: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (min) – doprava – KŽ	104
Obr. 144: Napětí (s předpětím) od charakteristické kombinace (max) – doprava – KŽ	104
Obr. 145: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (min) – UP	105
Obr. 146: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (max) – UP.....	105
Obr. 147: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (min) – KŽ	106
Obr. 148: Napětí (s předpětím) od kvazistálé kombinace (max) – KŽ.....	106
Obr. 149: Napětí (s předpětím) v MSÚ (min) – UP	107
Obr. 150: Napětí (s předpětím) v MSÚ (max) - UP	107
Obr. 151: Napětí (s předpětím) v MSÚ (min) – KŽ	108
Obr. 152: Napětí (s předpětím) v MSÚ (max) – KŽ	108
Obr. 153: Průhyb (s předpětím) od charakteristické kombinace – KŽ.....	109
Obr. 154: Průhyb (s předpětím) od kvazistálé kombinace - KŽ.....	109
Obr. 155: Interakční diagram sloupu 500x500 mm.....	114
Obr. 156: Interakční diagram sloupu 1000x500 mm.....	115
Obr. 157: Interakční diagram sloupu 800x500 mm.....	116
Obr. 158: Vizualizace navrhnuté konstrukce.....	118

12. Seznam tabulek

Tab. 1: Ukázka objemů prvků v 2. NP (v m ³)	19
Tab. 2: Dílčí součinitele	21
Tab. 3: Zatížení od podlahy	28
Tab. 4: Zatížení od střešního pláště	28
Tab. 5: Zatížení od souvrství garáže	28
Tab. 6: Zatížení od pevné jízdní dráhy	29
Tab. 7: Přehled užitečných zatížení	29
Tab. 8: Uspořádání modelu LM1	30
Tab. 9: Výpočet zatížení větrem – tlak	33
Tab. 10: Výpočet zatížení větrem – sání	33
Tab. 11: Součinitele spolehlivosti zatížení (převzato z ČSN EN 1990)	34
Tab. 12: Kombinační součinitele pro pozemní stavby (převzato z ČSN EN 1990)	34
Tab. 13: Kombinační součinitele pro silniční mosty (převzato z ČSN EN 1990)	35
Tab. 14: Pevnosti betonu	51
Tab. 15: Omezení napětí betonu	51
Tab. 16: Omezující podmínky napětí v konstrukci	51
Tab. 17: Omezující podmínky napětí na konstrukci pro MSÚ	107
Tab. 18: Vlastnosti předpínací výztuže	110
Tab. 19: Návrh předpětí – uvedení do provozu	111
Tab. 20: Návrh předpětí – konec životnosti	111
Tab. 21: Vnitřní síly na sloupech	112
Tab. 22: Vstupní údaje interakčního diagramu	112
Tab. 23: Výpočet interakčního diagramu	113

13. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Podélný řez A-A

Příloha č. 2 – Příčný řez B-B

Příloha č. 3 – Příčný řez C-C

Příloha č. 4 – Fáze výstavby 1-4

Příloha č. 5 – Fáze výstavby 5-8

Příloha č. 6 – Fáze výstavby 9-12

Příloha č. 7 – Fáze výstavby 13-16

Příloha č. 8 – Fáze výstavby 17-20

Příloha č. 9 – Fáze výstavby 21-24

Příloha č. 10 – Fáze výstavby 25-28

Příloha č. 11 – Fáze výstavby 29-32

Příloha č. 12 – Fáze výstavby 33-35

Příloha č. 13 – Schéma předpětí - půdorys 1.NP

Příloha č. 14 – Schéma předpětí - půdorys 2.NP

Příloha č. 15 – Schéma předpětí - podélný řez

Příloha č. 16 – Řez v poli - předpínací výztuž

Příloha č. 17 – Řez nad opěrou - kotvy

14. Seznam zkratek

ČSN – Česká technická norma

DÚR – Dokumentace pro územní rozhodnutí

UP – Uvedení do provozu

KŽ – Konec životnosti

MSP – Mezní stav použitelnosti

MSÚ – Mezní stav únosnosti

SO – Stavební objekt