



NÁZEV STAVBY: <b>II/261 A III/26124 LIBĚCHOV - HRANICE KRAJE, REKONSTRUKCE; 1. ČÁST (INTRAVILÁN LIBĚCHOV)</b>			
OBJEDNATEL: <div> <b>Středočeský kraj</b></div> <div><b>Středočeský kraj</b> ZBOROVSKÁ 81/11 150 21 PRAHA 5</div>			
ZHOTOVITEL: <b>SPOLEČNOST AFSAG-PRISMOTT</b>			
VEDOUCÍ SPOLEČNOSTI: <div> <b>AFRY</b> AFRY CZ s.r.o. MAGISTRŮ 1275/13 140 00 PRAHA 4</div>	ÚČASTNÍK SPOLEČNOSTI: <div> <b>SAGASTA</b> SAGASTA s.r.o. NOVODVORSKÁ 1010/14 142 00 PRAHA 4</div>	ÚČASTNÍK SPOLEČNOSTI: <div> <b>PRIS</b> PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r. o. OSOVÁ 20, 625 00 BRNO Projekční kancelář PRIS, spol. s.r.o. OSOVÁ 717/20 625 00 BRNO</div>	ÚČASTNÍK SPOLEČNOSTI: <div> <b>MOTT MACDONALD</b> Mott MacDonald CZ, spol. s.r.o. NÁRODNÍ 984/15 110 00 PRAHA 1</div>

SOUŘADNICOVÝ S-JTSK, VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU:  Ing. JAN VANĚK		VYPRACOVAL: Ing. RADEK BROKL		ZHOTOVITEL: <div> <b>AFRY</b></div> <div><b>AFRY CZ s.r.o.</b> MAGISTRŮ 1275/13 140 00 PRAHA 4 tel.: +420 277 005 500 www.afry.cz</div>	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT: Ing. RADEK BROKL		KONTROLOVAL: Ing. Radek Brokl			
ČÁST:	DOKUMENTACE OBJEKTŮ				
STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 201 - MOST EV.Č. 261-001				
PŘÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET				
KRAJ:	STŘEDOČESKÝ KRAJ	ČÁST:	PŘÍLOHA Č.:	ČÍSLO PARE:	
DATUM:	03/2024	<b>D.2.1</b>	<b>12</b>		
STUPEŇ:	PDPS				
MĚŘÍTKO:	1:100, 1:50				
Č. ZAKÁZKY:	2020/0211				

## OBSAH

1	Identifikační údaje mostu .....	3
2	Základní údaje o mostě .....	4
2.1	Geotechnické podmínky .....	5
3	Technické řešení mostu .....	6
3.1	Založení mostu .....	6
3.2	Spodní stavba a nosná konstrukce .....	6
4.	Úvod .....	7
4.1.	Rozsah a účel statického výpočtu .....	7
4.2.	Metodika výpočtu .....	7
4.3.	Použité programové vybavení .....	7
5.	Předpisy, normy, použité podklady .....	8
5.1.	Normy .....	8
5.2.	Použitý software .....	8
6.	Statický výpočet .....	9
6.1.	Výpočet zatížení .....	9
6.1.1.	Úvod .....	9
6.1.2.	Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha .....	9
6.1.3.	Skupina zatěžovacích stavů Gost – ostatní stálé .....	9
6.1.4.	Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou .....	10
6.1.5.	Skupina zatěžovacích stavů MVL – svislá dopravní zatížení .....	13
	Skupina zatěžovacích stavů Z – zemní tlaky .....	14
6.2.	Model konstrukce .....	15
	Obrázek 1: Model konstrukce .....	15
6.2.1.	Kombinace vnitřních sil .....	16
6.3.	Posouzení nosné konstrukce v podélném směru .....	17
6.3.1.	Vnitřní síly .....	17
6.3.2.	Posouzení průřezů .....	35
7.	závěr .....	37
4	Přílohy .....	38
4.1	Výpočet založení .....	38

## 1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

<b>Název stavby:</b>	II/261 a III/26124 Liběchov – hranice kraje, rekonstrukce
ISPROFIN/ISPROFOND:	
<b>Objekt číslo:</b>	<b>SO 201</b>
<b>Název mostu:</b>	<b>Most ev. č. 261-001</b>
<b>Evidenční číslo mostu:</b>	261-001
<b>Místo stavby</b>	
Katastrální území:	681 920 Liběchov
Obec:	Město Liběchov
Kraj:	Středočeský
Objednatel stavby:	Středočeský kraj Zborovská 81/11, 150 21 Praha 5
Nadřízený orgán:	-
Zakázku zajišťuje:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje příspěvková organizace Zborovská 81/11, 150 21 Praha 5
Uvažovaný správce mostu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje
Projektant:	AFRY CZ s.r.o. Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4
Zpracovatelský útvar:	AFRY CZ s.r.o.
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Jan Vaněk
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Radek Brokl
Stupeň dokumentace:	DSP
<b>Pozemní komunikace (převáděná)</b>	
Návrhová kategorie:	MS2 7,5/40
Evidenční číslo:	II/261
<b>Bod křížení</b>	
Překážka (potok Liběchovka)	Y = 736 214,802 X = 1 007 731,515
<b>Staničení</b>	
Opěra O1	km 0,243 629
Křížení s potokem Liběchovka	km 0,248 524
Opěra O2	km 0,253 486
<b>Úhel křížení</b>	82,22°
<b>Volná výška pod mostem</b>	2,24 m (od dna koryta potoka Liběchovka)

## 2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Charakteristika mostu:	Trvalý jednopolový rámový most z monolitického železového betonu, příčel mostu je náběhovaná do tvaru oblouku. Založení opěr je provedeno na mikropilotách.
Délka přemostění:	9,099 m v ose komunikace 9,000 m kolmá
Délka mostu:	13,980 m
Délka nosné konstrukce:	10,500 m
Rozpětí nosné konstrukce:	9,75 m
Šikmost mostu:	82,22 °
Volná šířka mostu:	8,25 m (mezi obrubami)
Šířka průchozího prostoru:	1,930 m (veřejný chodník vpravo)
Šířka mostu:	11,61 – 11,93 m
Výška mostu nad terénem:	2,89 m
Stavební výška:	0,65 – 1,135 m (náběhovaná příčel)
Plocha nosné konstrukce mostu:	118,5 m <sup>2</sup>
Zatížení mostu:	dle ČSN EN 1991-2 ed. 2 v platném znění - <b>LM1</b> pro skupinu pozemních komunikací 1 (tab. NA.1 ČSN EN 1991-2 ed.2)

## 2.1 GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY

Pro objekt podjezdu byly využity archivní sondy, viz příloha Technické zprávy.

Dle regionálně-geologických poměrů spadá zájmová lokalita do regionu Česká křídová pánev, formovaného vývojem jizerským, lužickým a orlicko-žďárským. Proterozoické a paleozoické podloží křídových sedimentů je v zájmové lokalitě tvořeno především výplní mšensko-roudnické pánve, která je tvořena autunskými a svrchnostefanskými sedimenty (prachovce, jílovce, arkózovité pískovce), místy s výskytem ryolitů a melafyrů.

Podzemní voda se na lokalitě vyznačuje volnou hladinou v hloubce asi 1,7 m pod stávající úrovní terénu. Na základě archivního rozboru chemické laboratoře lze vodu považovat za neagresivní. Z hlediska vsakování srážkových vod má dle ČSN 75 9010 zájmové území jednoduché přírodní poměry. Vodní režim podloží vozovky lze díky mocným štěrkopískovým polohám uvažovat difúzní – příznivý.

Z pohledu rekonstrukce mostní konstrukce se jedná o jednoduché inženýrskogeologické poměry. Z hlediska rozsahu a povahy stavby a s přihlédnutím k inženýrskogeologickým poměrům lze považovat novou konstrukci mostu za objekt staticky určitý a konstrukci tudíž za nenáročnou se zanedbatelným rizikem. Dle ČSN P 73 1005 se konkrétně jedná o 2. stupeň pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu a 1. stupeň relativní míry velikosti škody s celkovým výsledkem 2. třída rizika. Na základě výše uvedených závěrů a přílohy E3 ČSN P 73 1005 jsou geotechnické podmínky pro založení nové opěrné zdi zařazeny do 2. geotechnické kategorie.

Založení nového mostního objektu by mělo být provedeno prvky speciálního zakládání, neboť do hloubky cca 10 m se vyskytují zeminy fluvialní, potenciálně nevhodné pro zakládání. Zároveň musí být zohledněn erozivní vliv proudění vody v potoce a změny režimu podzemních vod. Za vhodně prvky pro založení lze považovat velkopřůměrové piloty nebo systém mikropilot. Využití výzisku do konstrukčních prvků stavby je po úpravě možné.

### 3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

Konstrukce mostu je zvolena jako bezúdržbová, integrovaná. Tvar nosné konstrukce byl ovlivněn požadavkem NPÚ na obloukový podhled připomínající původní most a požadavkem na převedení dlážděného chodníku přes most. Staticky se jedná o polorámovou konstrukci s proměnnou (náběhovanou) výškou příčle.

Most na třech stranách navazuje na stávající kamenná křídla, pouze na pravé straně opěry OP1 je umístěno nové železobetonové křídlo podél stávajícího chodníku. Toto nové křídlo je tvořeno monolitickou úhlovou zdí.

Založení mostu je navrženo hlubinné na mikropilotách.

Pro veškeré betonářské práce a pro provádění výztuže platí TKP SPK, kap. 18 a příslušné normy, na které se tyto TKP SPK odvolávají, zejména ČSN EN 13670.

#### 3.1 ZALOŽENÍ MOSTU

Založení mostu je navrženo hlubinné na mikropilotách, a to s ohledem na skutečnost, že původní kamenný most mohl být založen na dřevěném roštu, který by bránil vrtání velkopřůměrových pilot. A rovněž s ohledem na geologii, neboť do hloubky cca 10 m se vyskytují zeminy fluvialní, potenciálně nevhodné pro zakládání.

Pod každou opěrou je navrženo 20 ks mikropilot, a to ve skupině 2 x 10. Rozteče mikropilot v podélném směru činí 1,25 m a příčném směru 1,20 m. Mikropiloty budou v podélném směru rozkročeny ve sklonu 10° od svislice.

Délky mikropilot: 9,0 m (2,0 m volná + 7,0 m kořen).

Profil mikropilot: 108/16, ocel S355.

Mikropiloty se budou vrtat z úrovně horního povrchu podkladního betonu tj. 156,230 m.n.m.

#### 3.2 SPODNÍ STAVBA A NOSNÁ KONSTRUKCE

Základy opěr jsou tvořeny železobetonovými základovými pasy z betonu **C 30/37 - XA1**, do kterých jsou vetknuty mikropiloty. Základové pasy mají výšku 700 mm a šířku 1750 mm, délka pasů je dle šířky mostu 12,01 m resp. 12,87 m (měřeno v ose díku opěr).

Dříky opěr mostu tvoří železobetonové svislé stěny tloušťky 750 mm, šířka stojin je 12,01 m resp. 12,87 m (měřeno v ose díku opěr). Dříky opěr jsou vetknuty v dolní části do základových pasů a v horní části do rámové náběhované příčle ve tvaru oblouku. Do dříků opěr jsou na krajích mostu vetknuta krátká zavěšená křídla, která zajišťují návaznost na okolní terén a novou železobetonovou zídku.

Příčel mostu (mostovka) je tvořena deskou s podélnými náběhy. V místě vetknutí do opěr má tloušťku 800 mm, uprostřed rozpětí mostu 400 mm. Náběhy mostu jsou vzhledem k ose mostu symetrické. Šířka nosné konstrukce je proměnná dle šířky vozovky na mostě 11,01 - 11,93 m. Horní i spodní povrch příčle je vyspádován dle sklonů vozovky, a to v podélném směru 2,06% a v příčném směru 2,5%. U nižšího okraje mostu je horní povrch příčle proveden s protisklonem 6%.

## **4. ÚVOD**

### **4.1. Rozsah a účel statického výpočtu**

Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace SO 201. Statický výpočet dokládá pro stupeň dokumentace DSP realizovatelnost konstrukce v navržených dispozicích.

Statický výpočet byl zpracován bez znalosti konkrétního zhotovitele SO 201. Případné změny, které by vyplynuly z realizační dokumentace zhotovitele, musí být odsouhlaseny odpovědným projektantem objektu a schváleny objednatelem.

Cílem statického výpočtu je návrh a posouzení prvků nosné konstrukce mostu a jejích detailů v rozsahu DSP.

### **4.2. Metodika výpočtu**

Statický výpočet byl proveden s ohledem na platný soubor norem ČSN a ČSN EN:

- dle metodiky mezních stavů

Ve statickém výpočtu jsou posouzeny tyto mezní stavy:

- mezní stavy únosnosti
  - únosnost průřezu v podélném směru pro kombinaci namáhání M+N+V
- mezní stavy použitelnosti
  - omezení napětí
  - ověření šířky trhliny
  - deformace konstrukce

### **4.3. Použité programové vybavení**

Pro globální analýzu nosné konstrukce byl využit MKP software SCIA Engineer 2008. Pro dílčí posouzení kritických průřezů byl využit program MS Excel.

## 5. PŘEDPISY, NORMY, POUŽITÉ PODKLADY

### 5.1. Normy

- [N.1] ČSN EN 1990 ed.2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (02/2011),
- [N.2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zat. pozemních staveb (03/2004, vč. změn),
- [N.3] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou (05/2005, včetně změn),
- [N.4] ČSN EN 1991-2 ed.2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou (11/2015),
- [N.5] ČSN EN 1992-1-1 ed.2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (07/2011, vč. změny A1),
- [N.6] ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty (05/2007, včetně změn),
- [N.7] ČSN 73 0037/1990 Zemní tlak na stavební konstrukce,
- [N.8] ČSN EN 206 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda,
- [N.9] ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů
- [N.10] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí (06/2010, vč. změn),

### 5.2. Použitý software

SCIA Engineer 2008 –prutový model

MS Office EXCEL 2010, Microsoft – tabulkové zpracování výpočtů

MS Office WORD 2010, Microsoft – zpracování textové části statického výpočtu



## 6. STATICKÝ VÝPOČET

### 6.1. Výpočet zatížení

#### Úvod

Přepočet je proveden v souladu s evropskou normou ČSN EN 1991-2 „Zatížení konstrukcí, Část 2: Zatížení dopravou“.

Uvažovaná zatěžovací schémata vycházejí ze zatřídění komunikace do skupiny 1:

zatěžovací schéma **LM1** (dle ČSN EN 1991-2) klasifikované součiniteli  $\alpha$  (dle NA k ČSN EN 1991-2);

zatěžovací schéma **LM3 1800/200** (dle ČSN EN 1991-2) (dle NA k ČSN EN 1991-2).

Dynamické účinky pohyblivého zatížení jsou pro model **LM1** zohledněny v návrhových hodnotách, pro zvláštní vozidla **LM3** jsou uvažovány dle ČSN EN 1991-2 tabulka NA.4.

Obecná zatížení (tíha materiálů aj.) bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení teplotou bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-5.

Kombinace zatížení byly použity dle ČSN EN 1990 ed. 2./A2 včetně sestav zatížení.

#### Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha

Zatížení vlastní tíhou je automaticky generováno použitým programem SCIA Engineer.

#### Skupina zatěžovacích stavů Gost – ostatní stálé

Uvažovaná plošná zatížení:

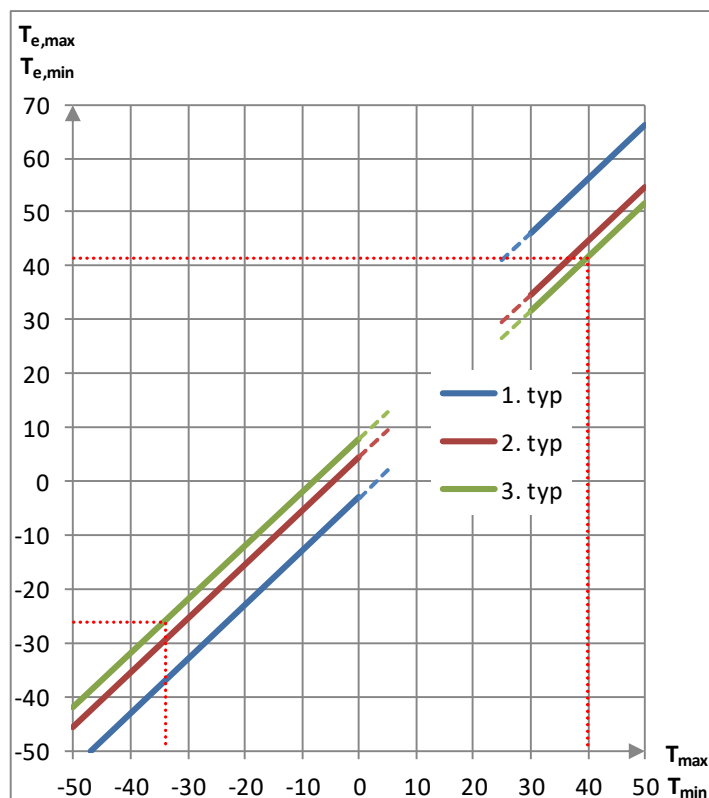
Vozovkové souvrství	22 kN/m <sup>3</sup>	340 mm	7,5 kN/m <sup>2</sup>
Římsy	25 kN/m <sup>3</sup>	0,3 m <sup>2</sup>	7,5 kN/m
Zábradlí			1,0 kN/m

## Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou

Pro návrh NK byly uvažovány vlivy rovnoměrného oteplení, resp. ochlazení a nelineární průběh teploty dle tab. 6.2c v ČSN EN 1991-1-5 (rozdíly teplot byly uvažovány dle tab. B.3). Teplota provádění NK byla uvažována 10°C.

Nosná konstrukce je uvažována jako 3. typ: betonová nosná konstrukce - betonová deska

ČSN EN 1991-1-5  
ď. 6.1.3.1; obr. 6.1



- rovnoměrná složka teploty

$T_0$	10 °C
$T_{min}$	-34 °C
$T_{max}$	40 °C

$T_{e,min}$	-26 °C
$T_{e,max}$	42 °C

ČSN EN 1991-1-5  
ď. 6.1.3.3; rov. 6.1  
ď. 6.1.3.3; rov. 6.2

ochlazení	$\Delta T_{N,con}$	-36 °C
oteplení	$\Delta T_{N,exp}$	32 °C
celkový rozsah	$\Delta T_N$	68 °C

ČSN EN 1991-1-5  
ď. 6.1.5; rov. 6.3  
ď. 6.1.5; rov. 6.4

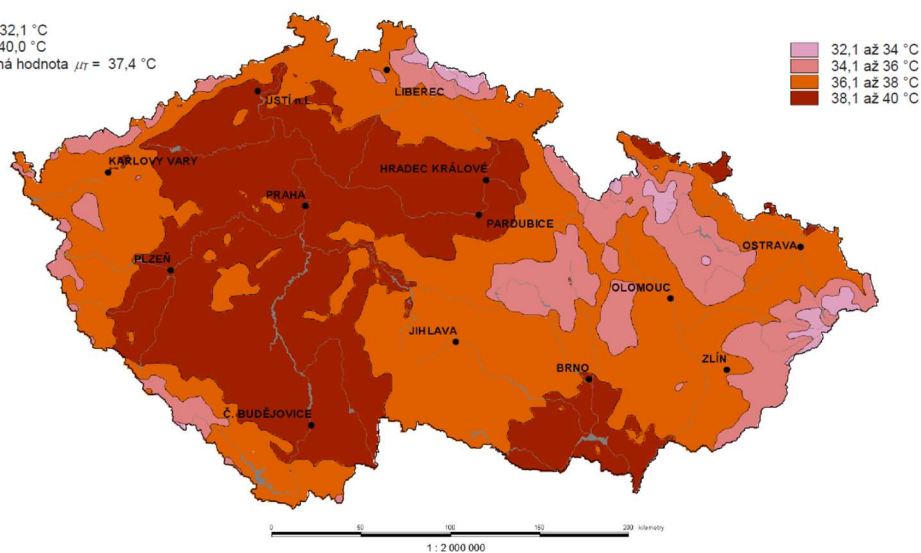
$$\Delta T + \omega_N \Delta T_{N,exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,con})$$

$$\omega_M \Delta T + \Delta T_{N,exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,con})$$

$\omega_N$	0.35 -
$\omega_M$	0.75 -

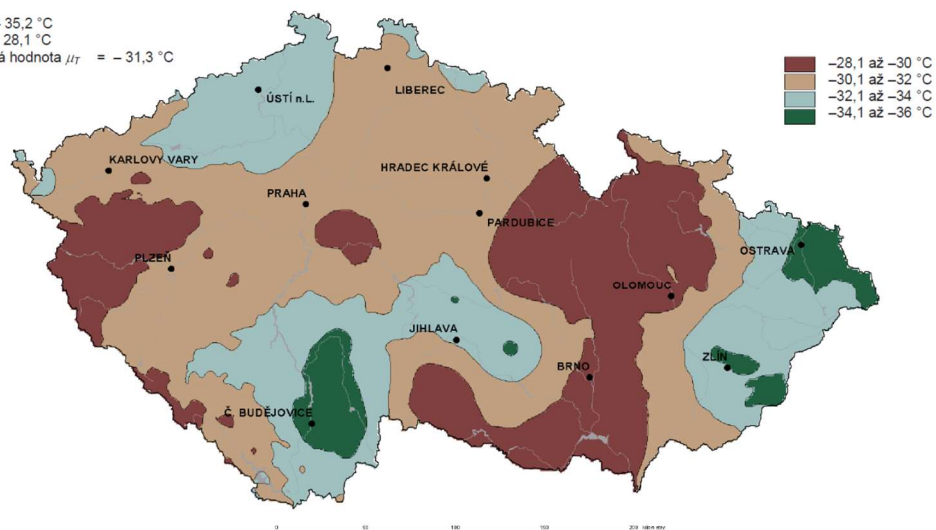
ČSN EN 1991-1-5  
čl. NA.3; obr. NA.1

$T_{\min} = 32,1\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{\max} = 40,0\text{ }^{\circ}\text{C}$   
průměrná hodnota  $\mu_T = 37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$



ČSN EN 1991-1-5  
čl. NA.3; obr. NA.2

$T_{\min} = -35,2\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{\max} = -28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$   
průměrná hodnota  $\mu_T = -31,3\text{ }^{\circ}\text{C}$



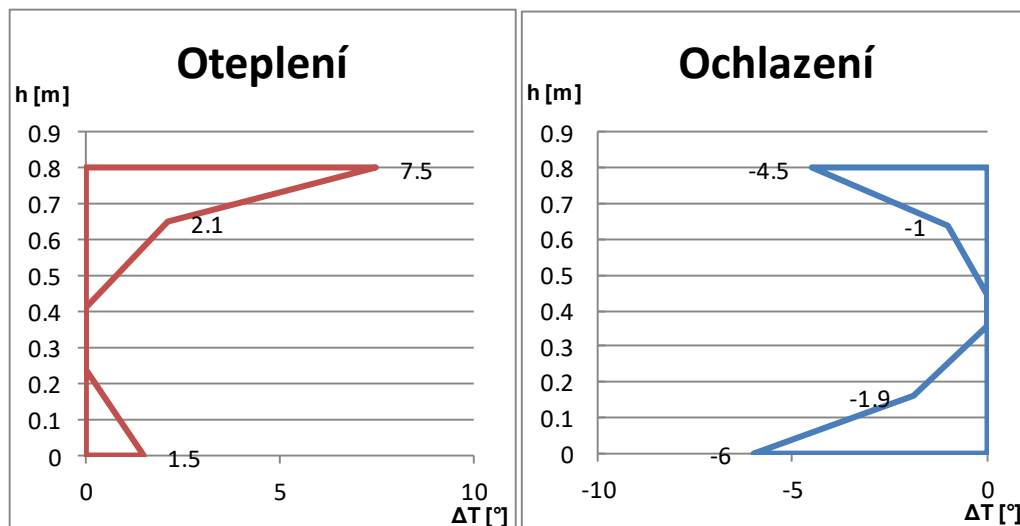
- svislé složky teploty s nelineárními účinky

NK - Deska

výška NK  $h$  0.80 m  
tloušťka mostního svršku 340 mm

ČSN EN 1991-1-5

ď. 6.1.4.2; obr. 6.2c



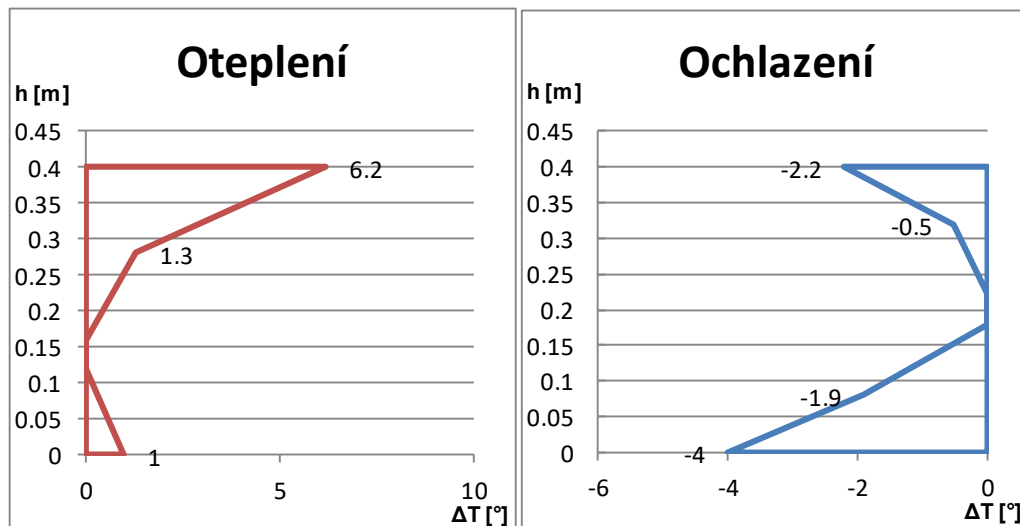
- svislé složky teploty s nelineárními účinky

NK - Deska

výška NK  $h$  0.40 m  
tloušťka mostního svršku 340 mm

ČSN EN 1991-1-5

ď. 6.1.4.2; obr. 6.2c



### Skupina zatěžovacích stavů MVL – svislá dopravní zatížení

Pro jednotlivé pruhy zatížení byla definována dráha, která kopíruje jejich směrové vedení.

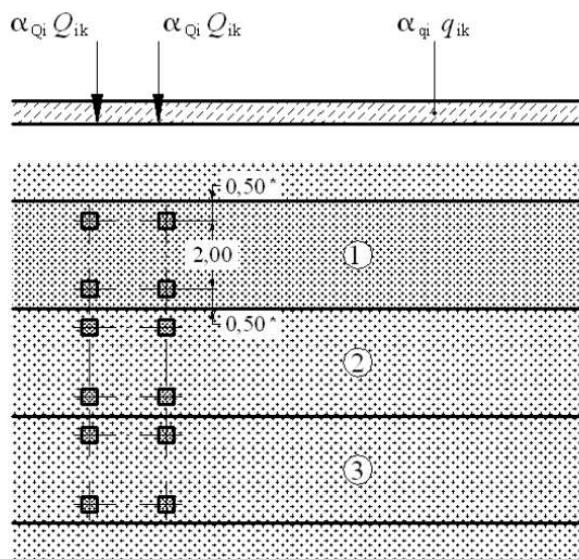
Dynamické součinitele byly uvažovány dle ČSN EN 1991-2. Zatížení byla klasifikována součinitelem  $\alpha$  dle tabulky NA.1 pro skupinu 1.

#### Parametry zatěžovacího schématu LM1:

Skupina pozemních komunikací	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{q2}$	$\alpha_{qi} (i > 2)$ a $\alpha_{qr}$
1	1	1	1	1	2,4	1,2
2	0,8	0,8	0,8	0,45 <sup>1)</sup>	1,6	1,6

<sup>1)</sup> Rovnoměrné zatížení v zatěžovacím pruhu 1 je  $0,45 \times 9,0 \text{ kN/m}^2 \sim 4 \text{ kN/m}^2$ .

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (nebo $q_{rk}$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha ( $q_{rk}$ )	0	2,5



#### Legenda

- (1) pruh č. 1:  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ ;  $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$
- (2) pruh č. 2:  $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$ ;  $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- (3) pruh č. 3:  $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$ ;  $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Vzdálenost náprav dvojnápravy je 1,2 m

\* pro  $w_l = 3,00 \text{ m}$

### Parametry zatěžovacího schématu LM3:

Celková tíha	1800 kN
Označení	1800/200
Nápravy	$n = 9 \times 200 \text{ kN}$ , $e = 1,50 \text{ m}$
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle A.3 (2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50 \text{ m}$ .
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální ( $\leq 70 \text{ km/hod}$ )
Dynamický součinitel	Ano, $\varphi = 1,25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.

### Parametry zatěžovacího schématu LM4:

Uvažované plošné zatížení:  $5,0 \text{ kN/m}^2$

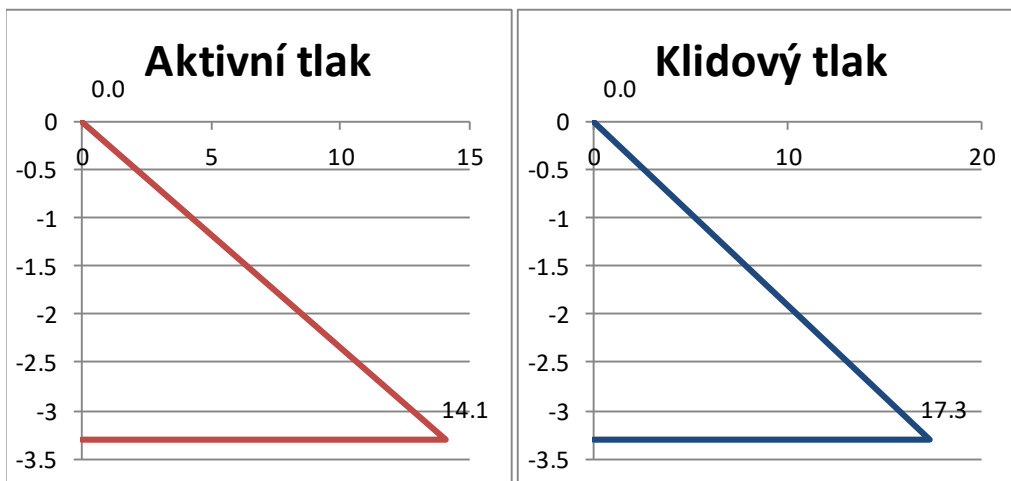
### Skupina zatěžovacích stavů Z – zemní tlaky

#### Zemní tlak:

#### Zásyp

G1 - Štěrk dobře zrněný

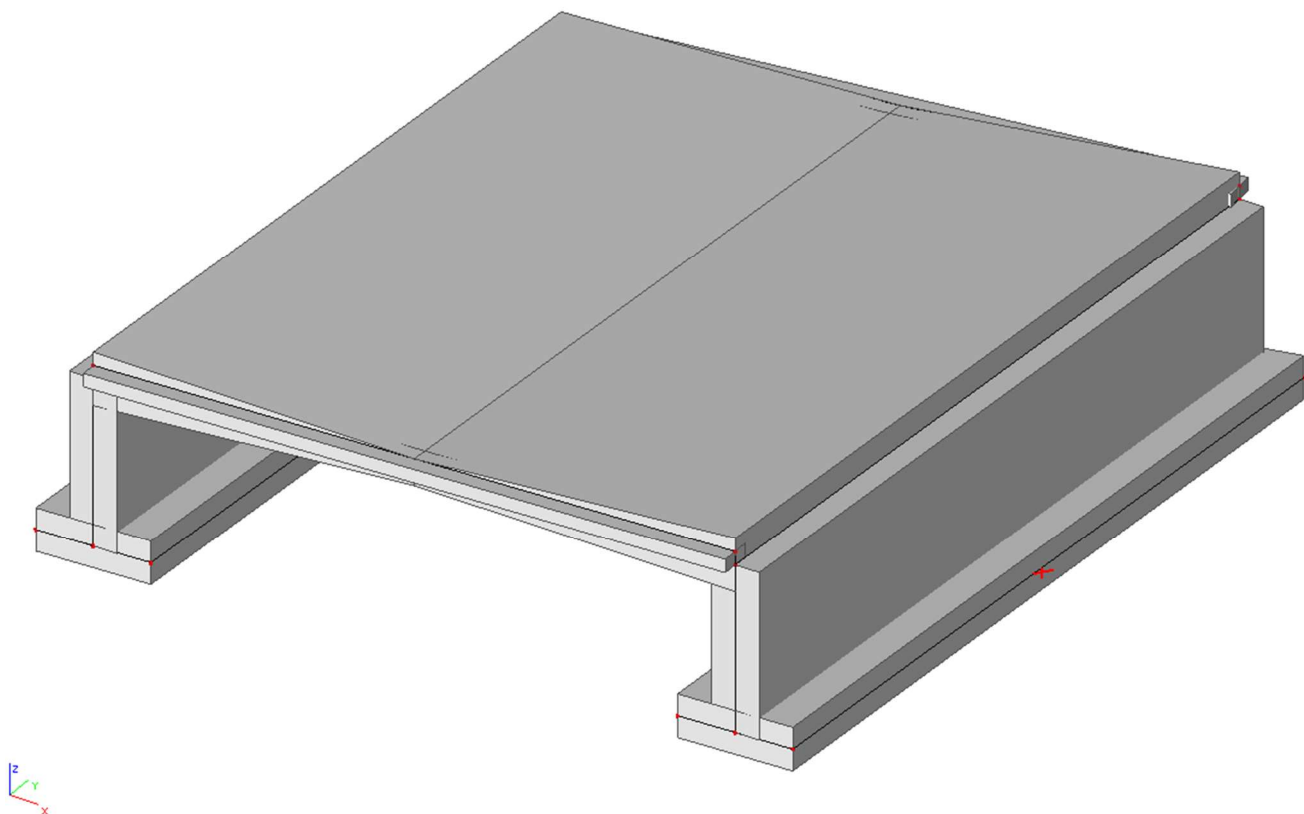
$\gamma_{G1}$  **21.00 kN/m<sup>3</sup>**  
 $\varphi_{ef}$  **41.5 °**  
 $c_{ef}$  **0 kPa**  
 výška zásypu **3.30 m**



## 6.2. Model konstrukce

Výpočet vnitřních sil byl proveden na 3D plošném modelu v MKP SW SCIA Engineer. Vnitřní síly byly využity pro posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti v programu FIN EC.

Obrázek 1: Model konstrukce



### Kombinace vnitřních sil

Kombinace byly sestaveny v souladu s kombinačními pravidly uvedenými v ČSN EN 1990 vč. přílohy A2.

Zadávané kombinace:

- MSÚ 6.10a

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- MSÚ 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- MSP – charakteristická – 6.14

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- MSP – častá – 6.15

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

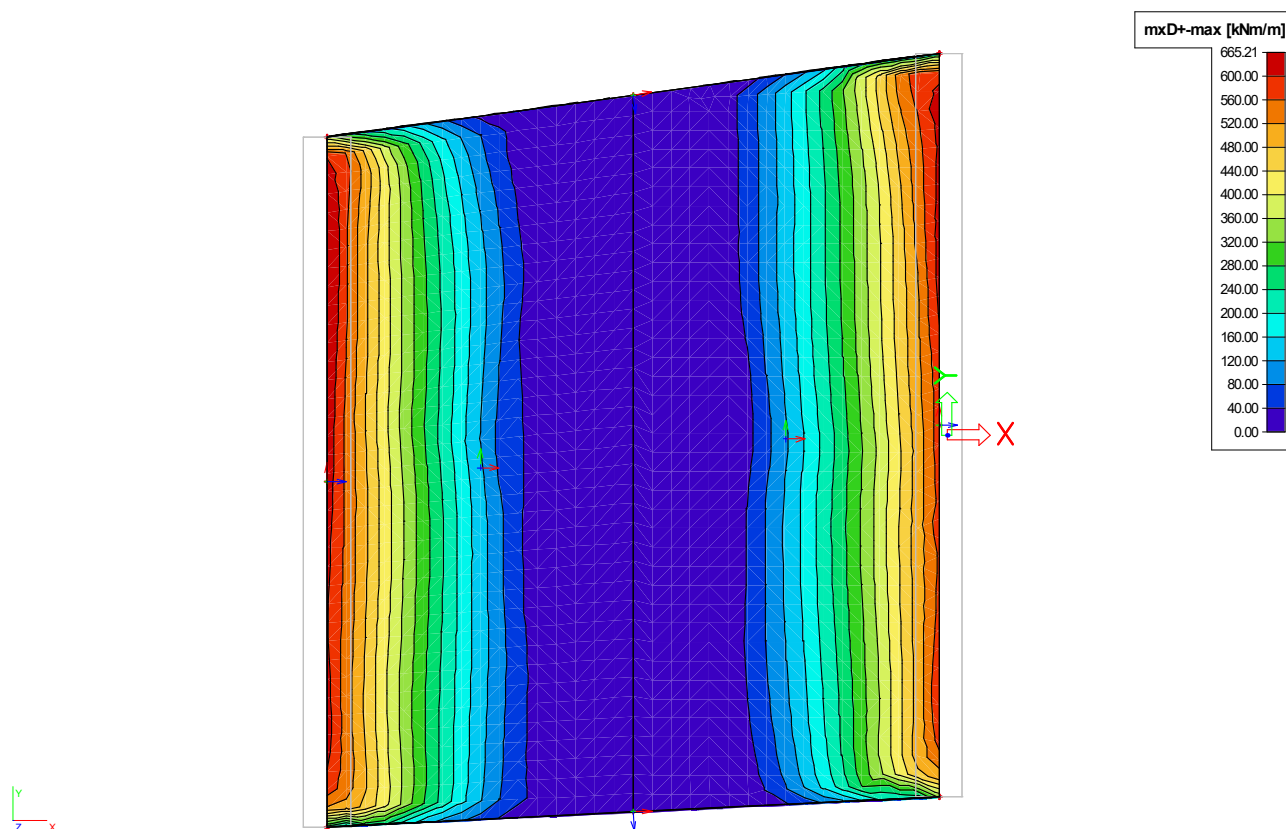
- MSP – kvazistálá – 6.16

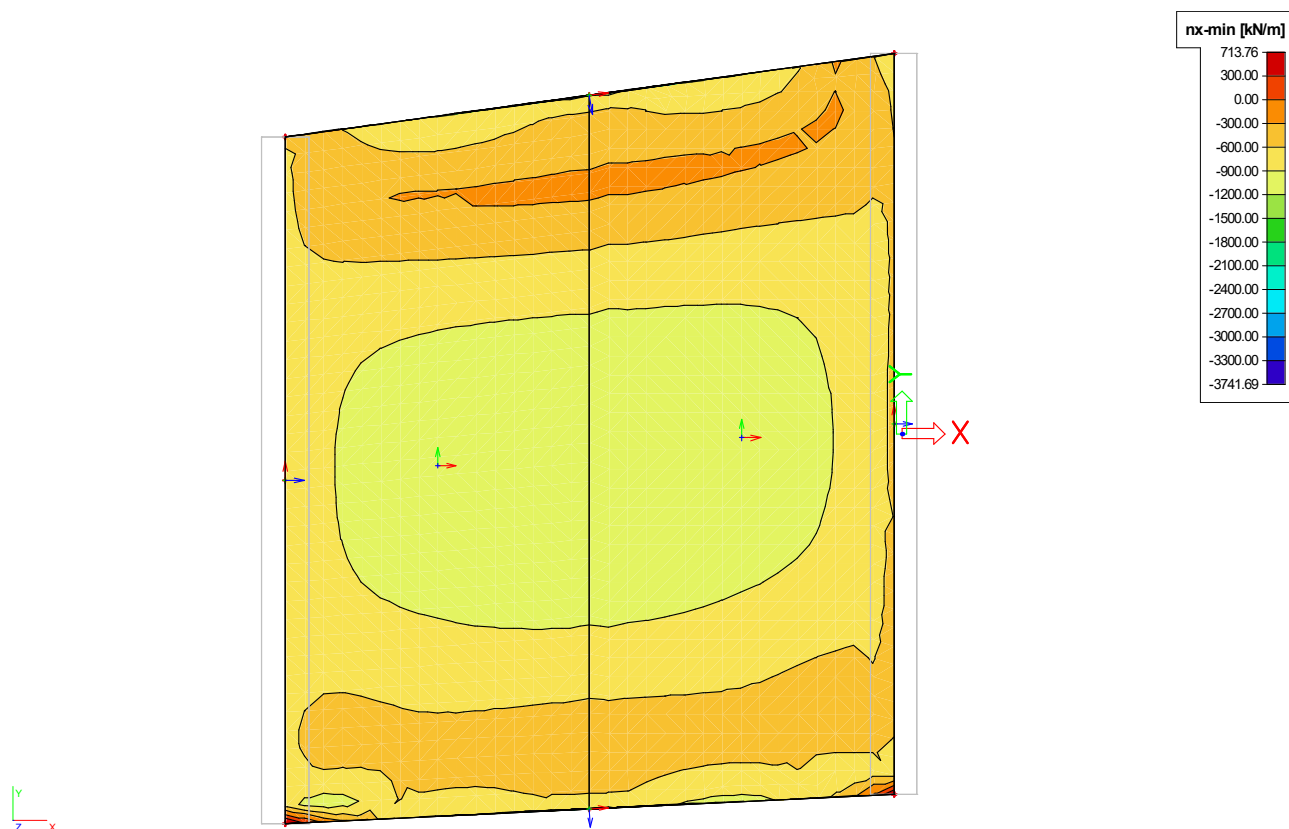
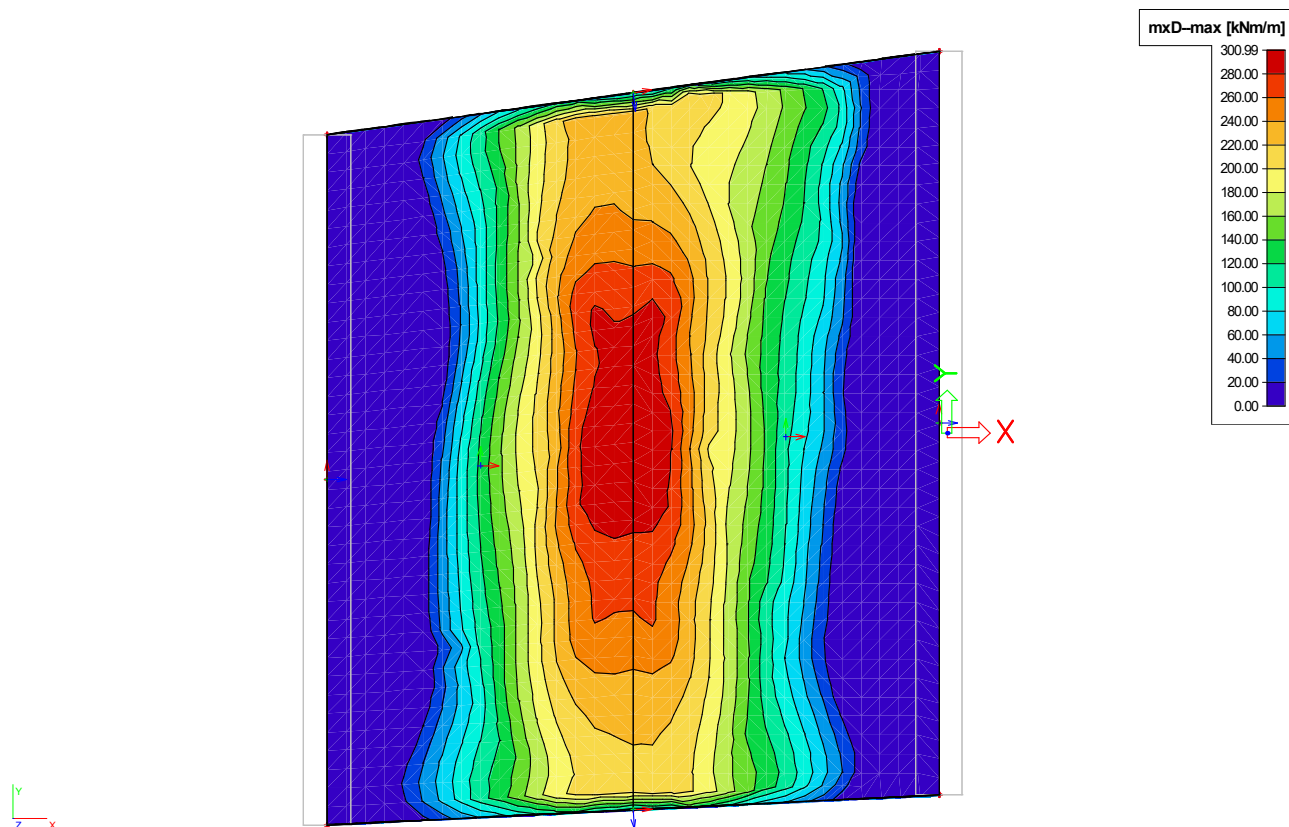
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

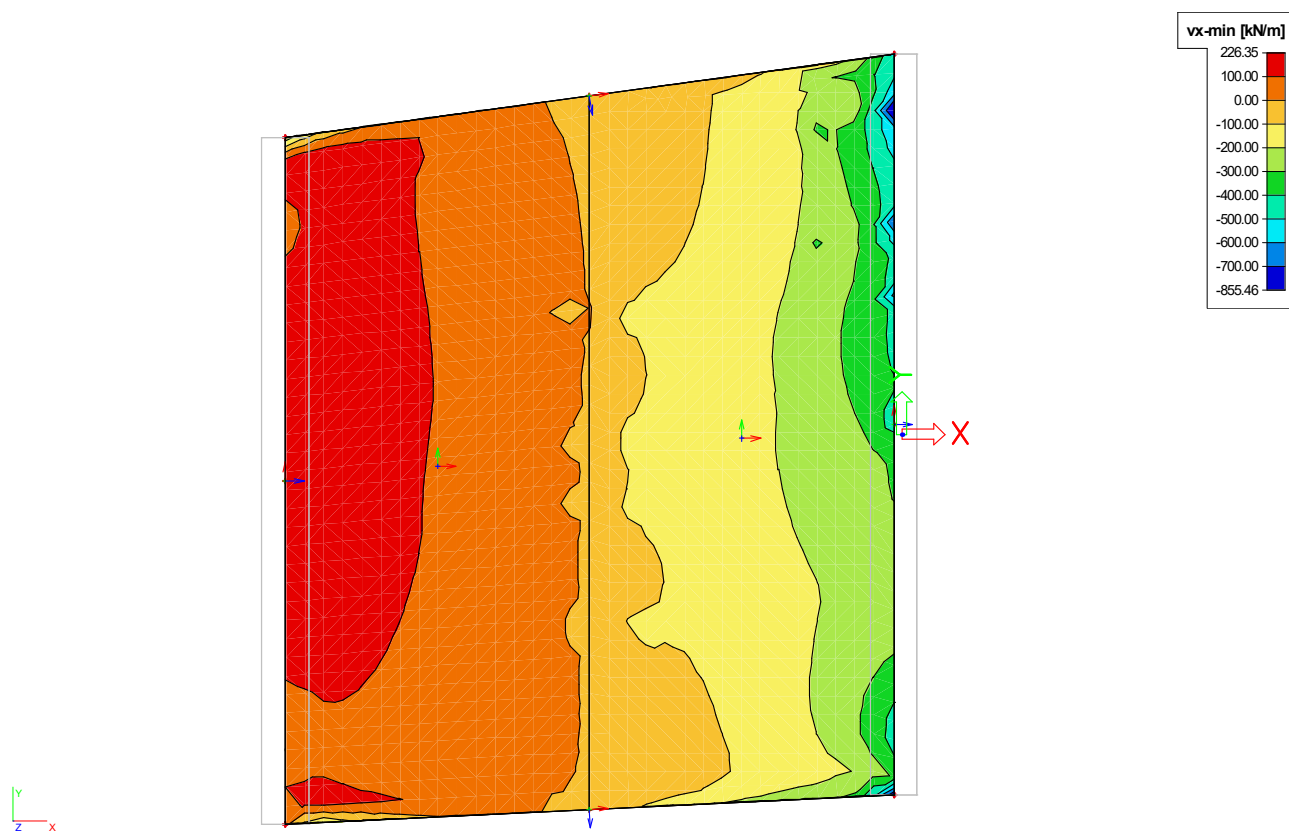
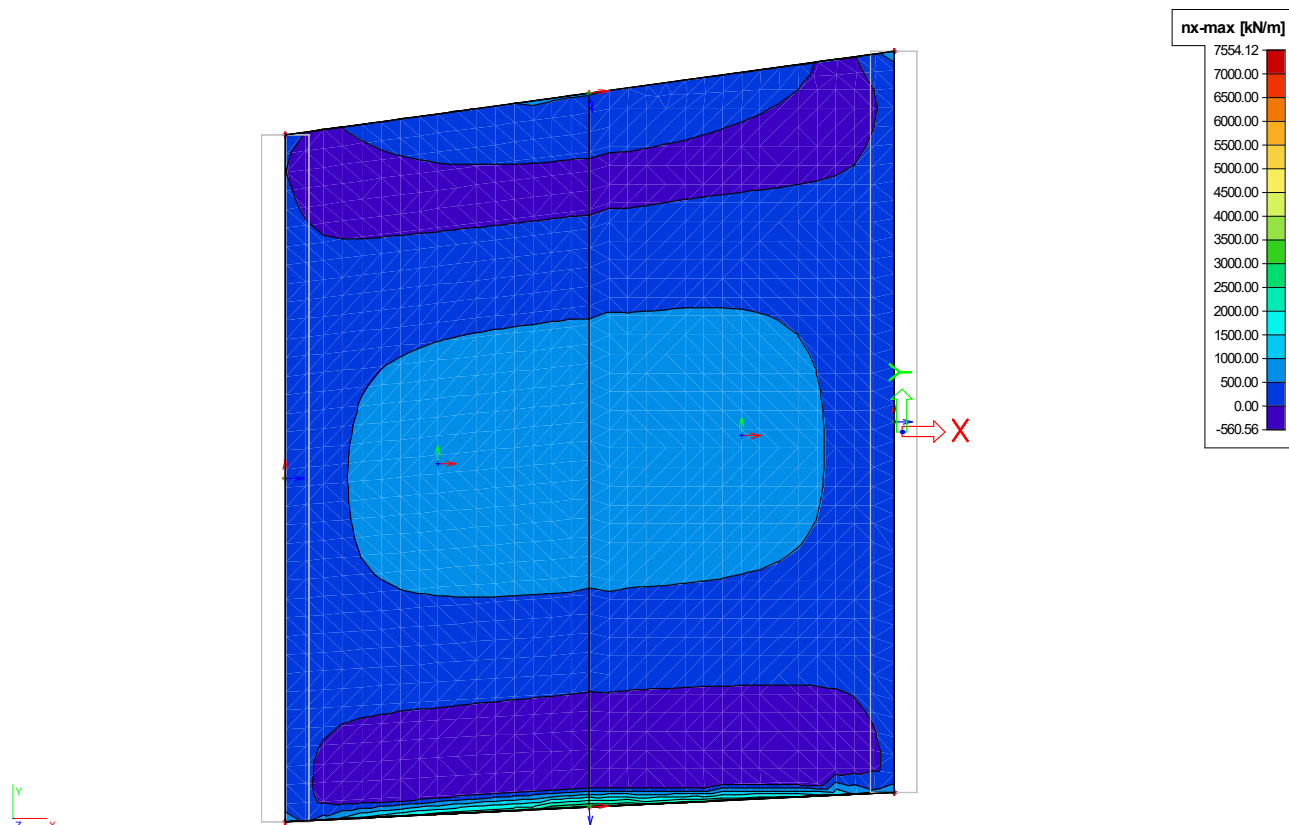


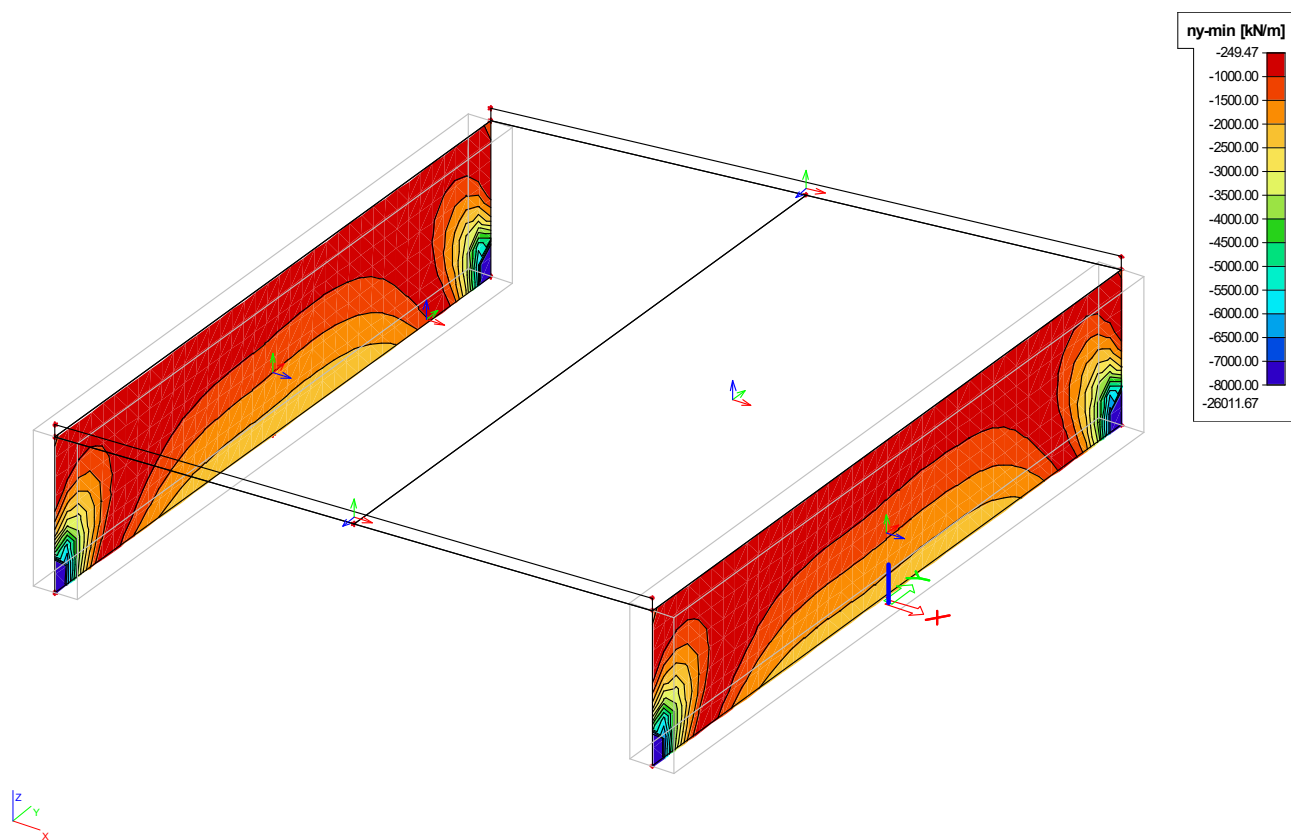
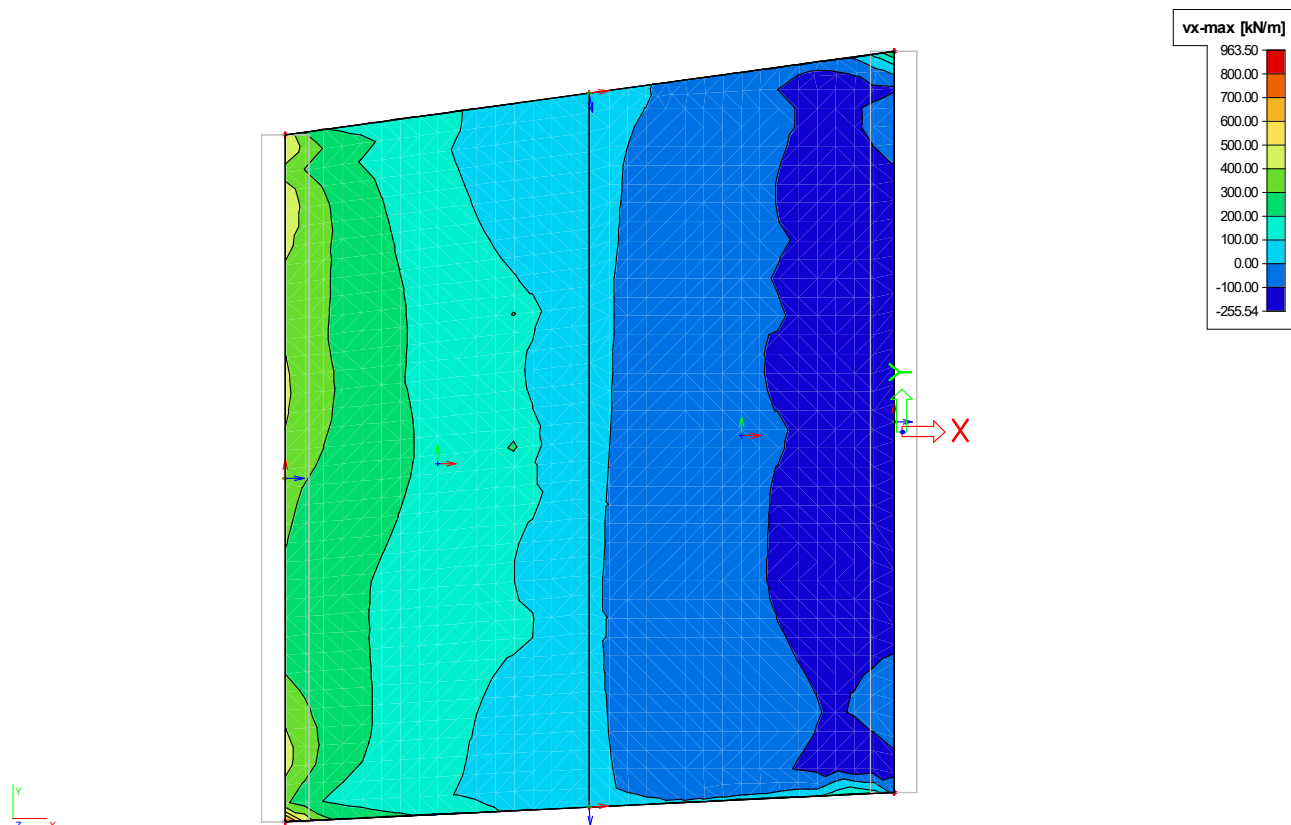
### 6.3. Posouzení nosné konstrukce v podélném směru

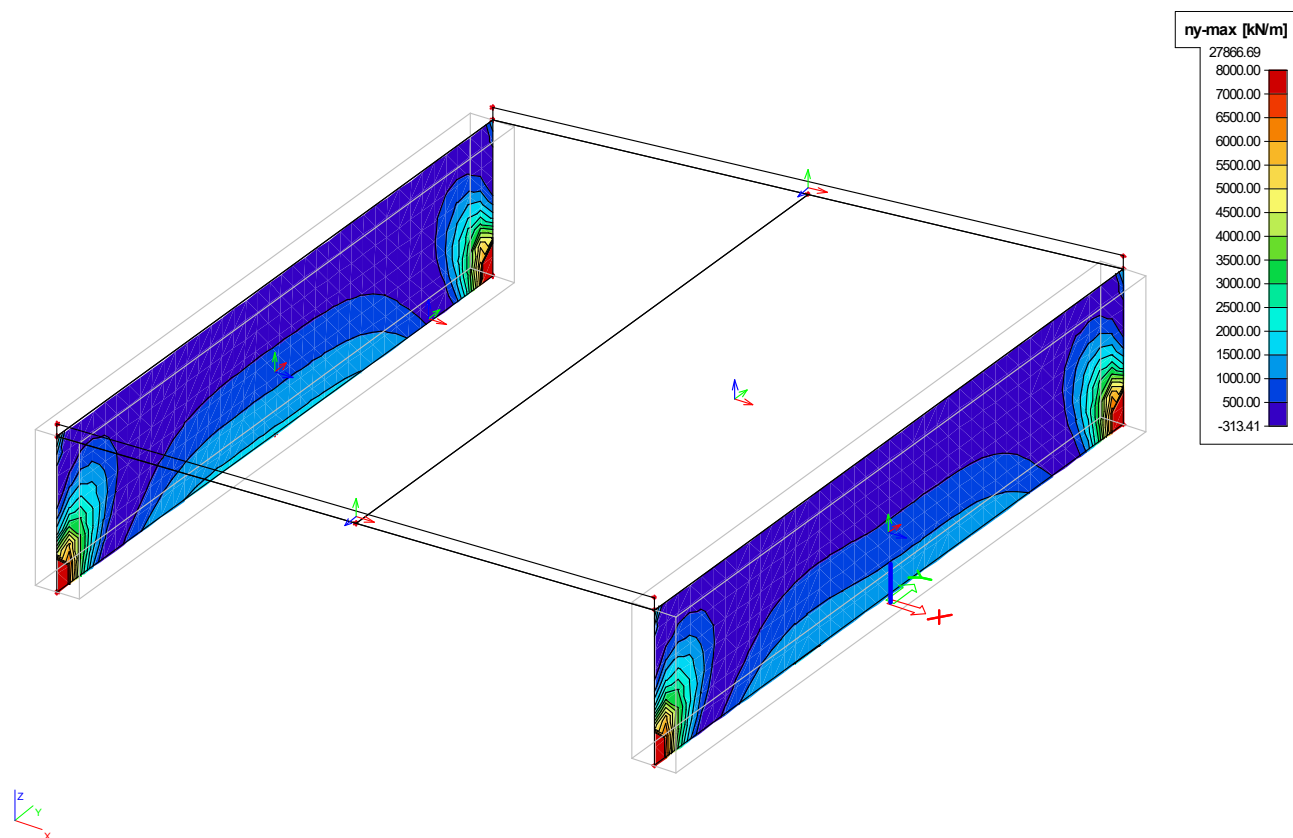
Vnitřní síly  
Mezní stav únosnosti

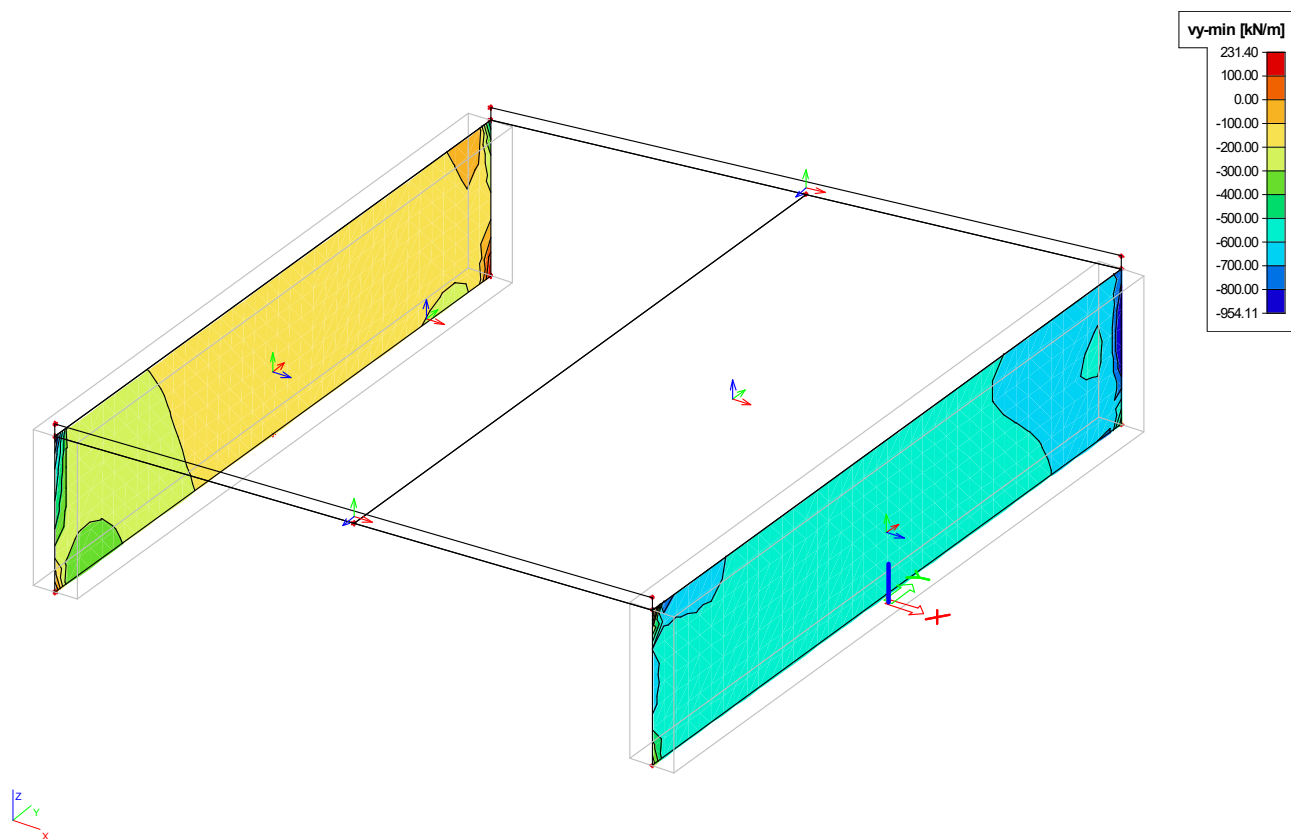
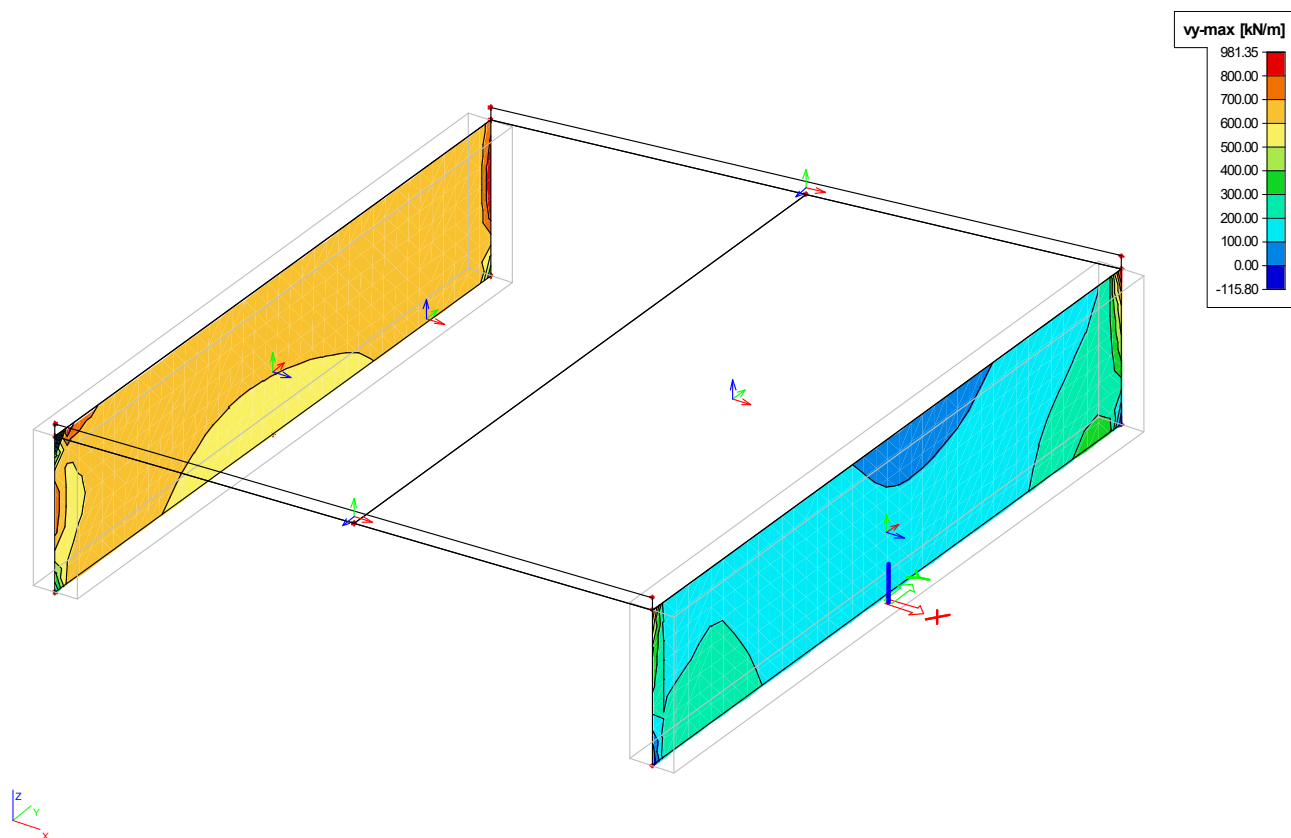


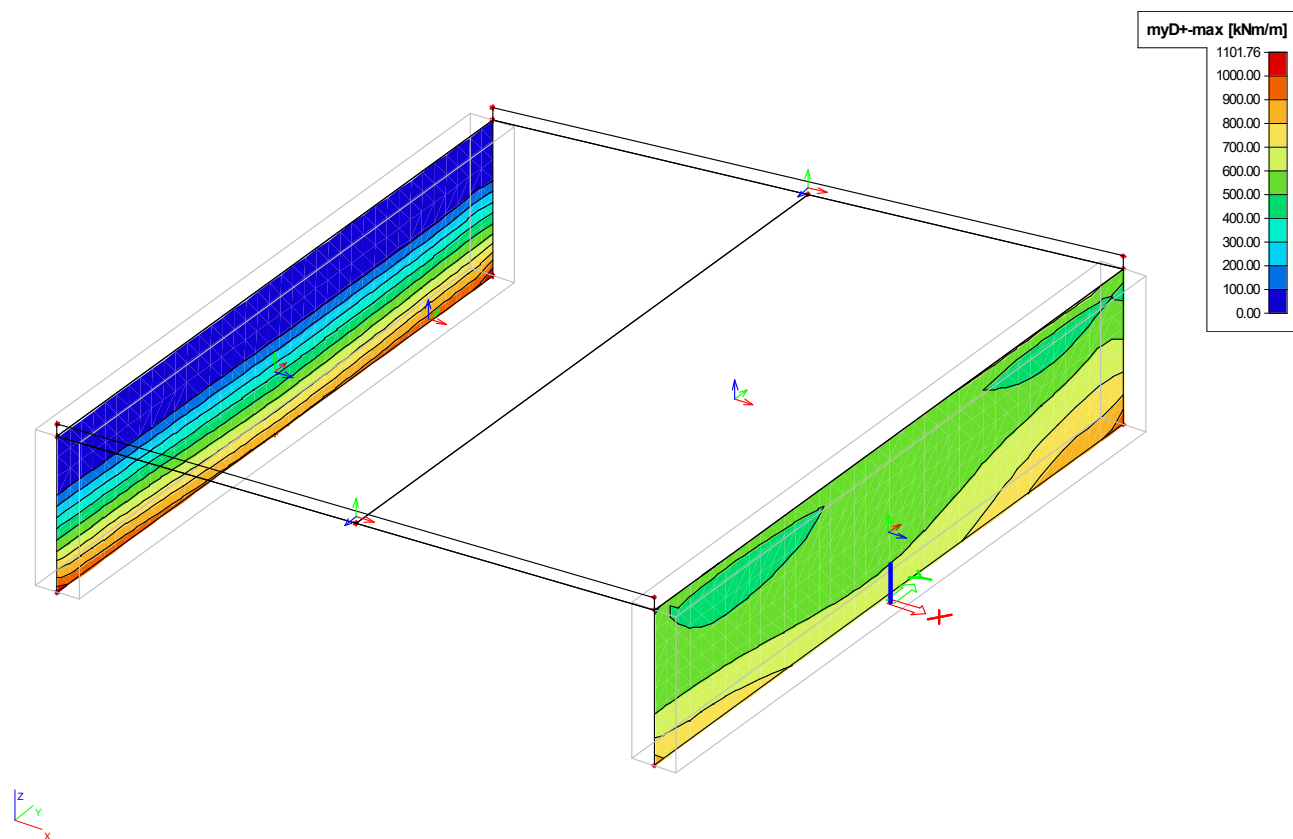
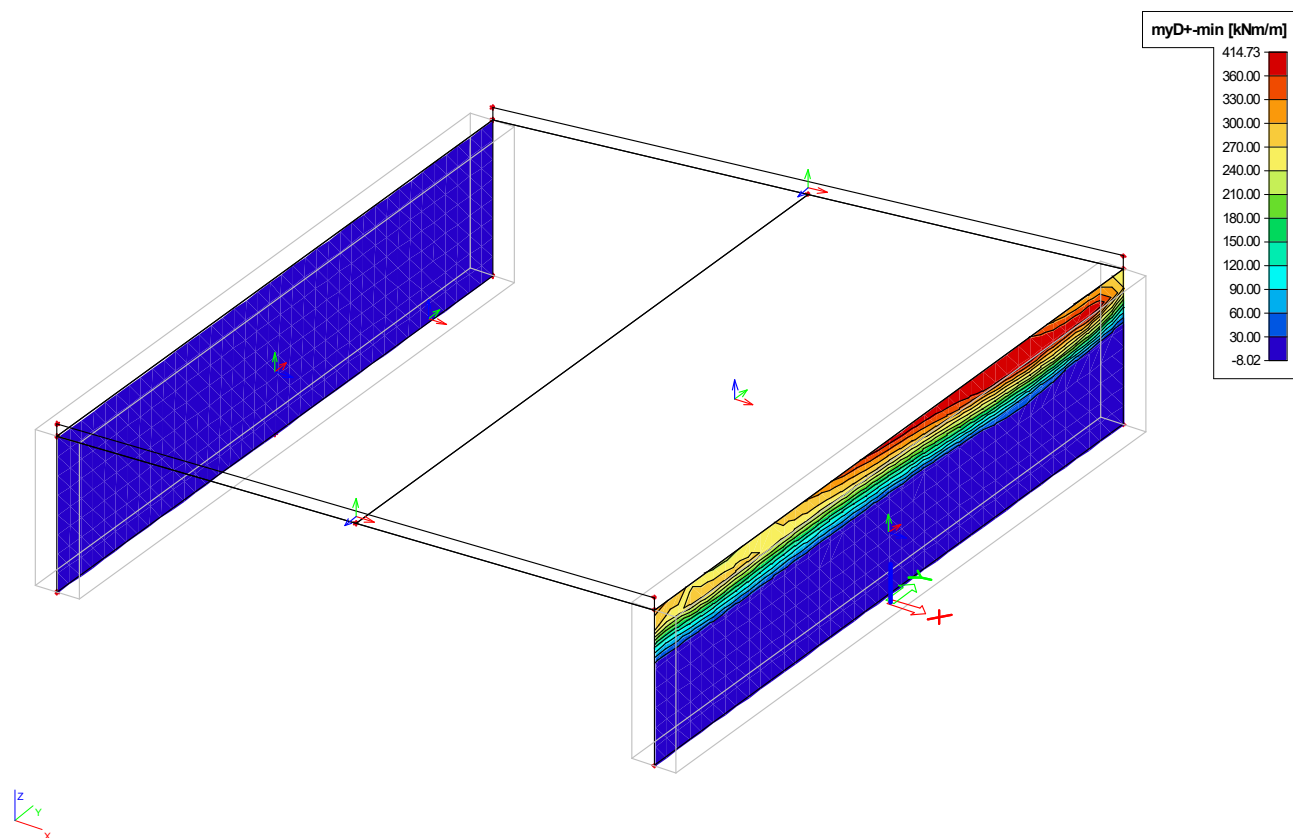




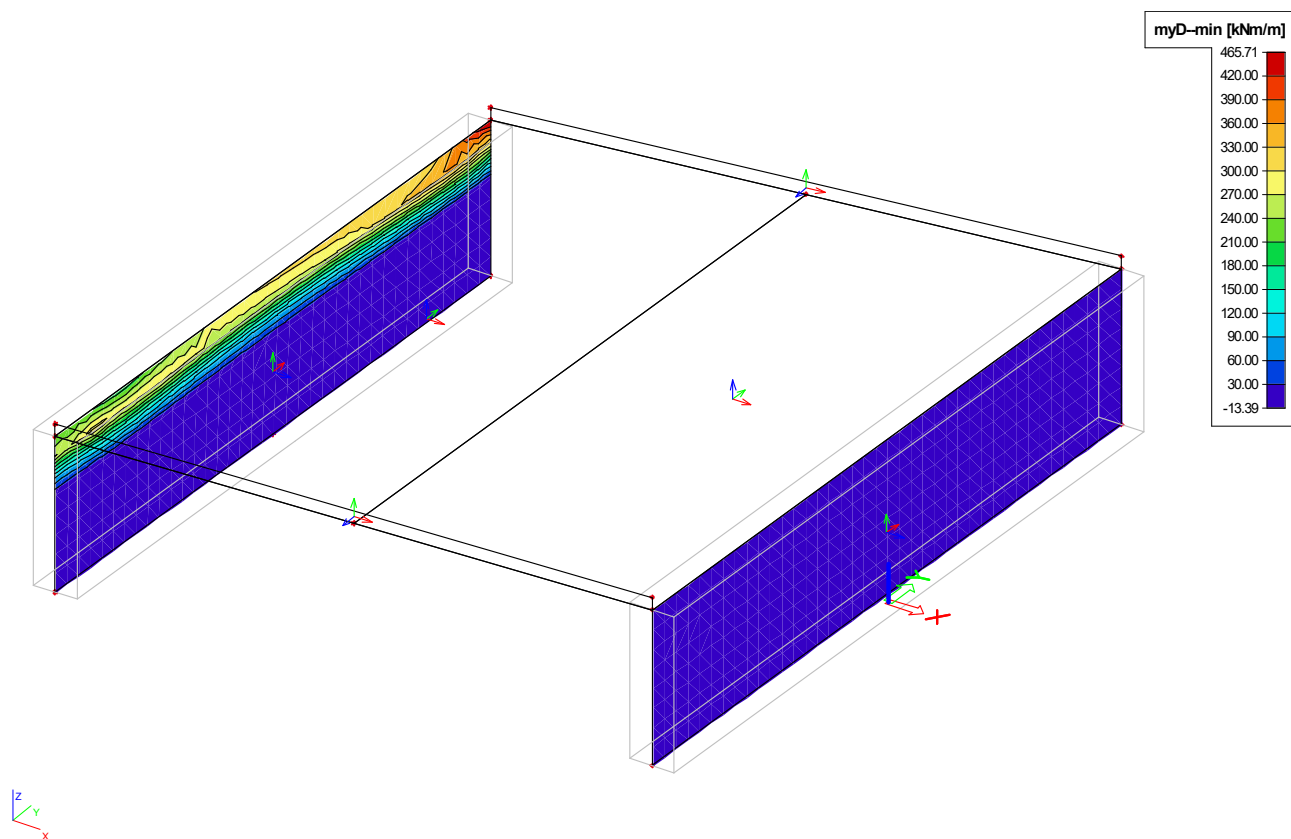
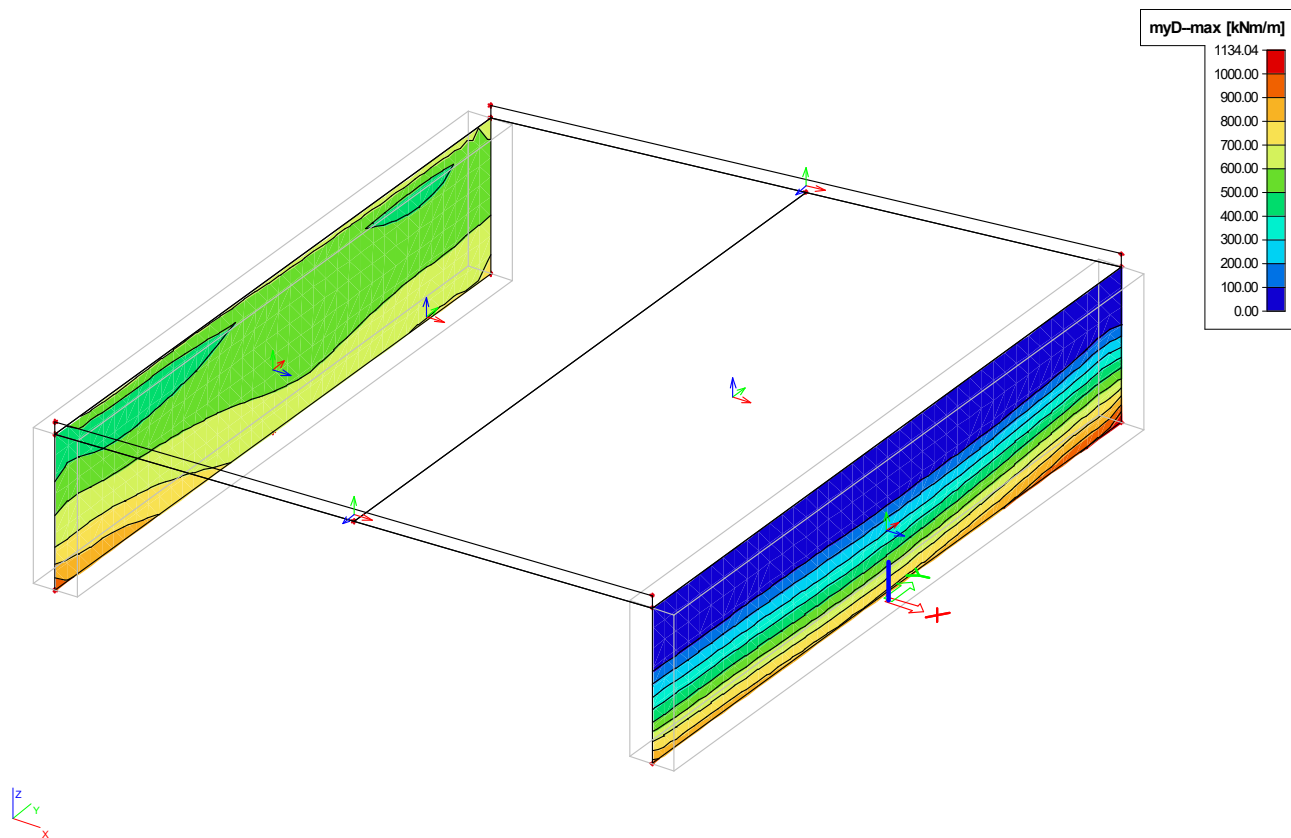






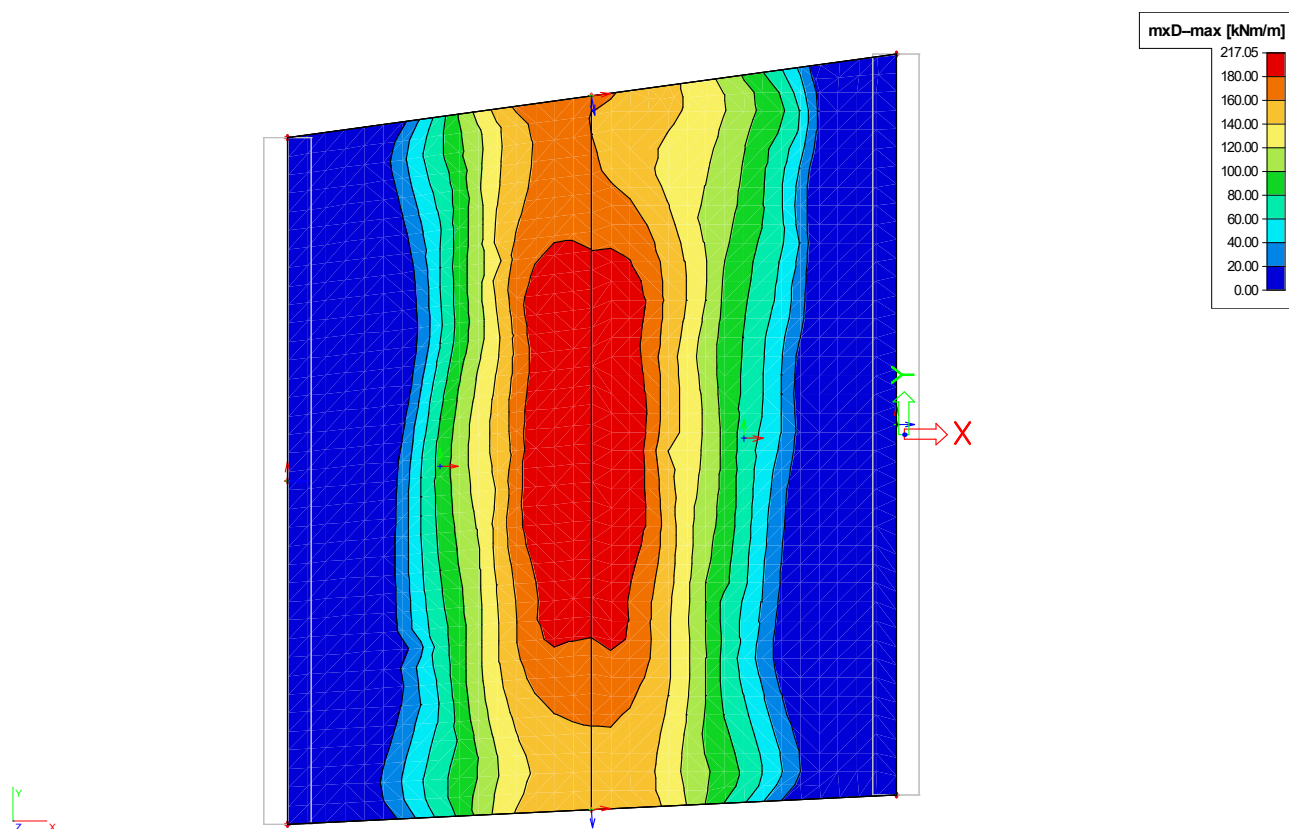
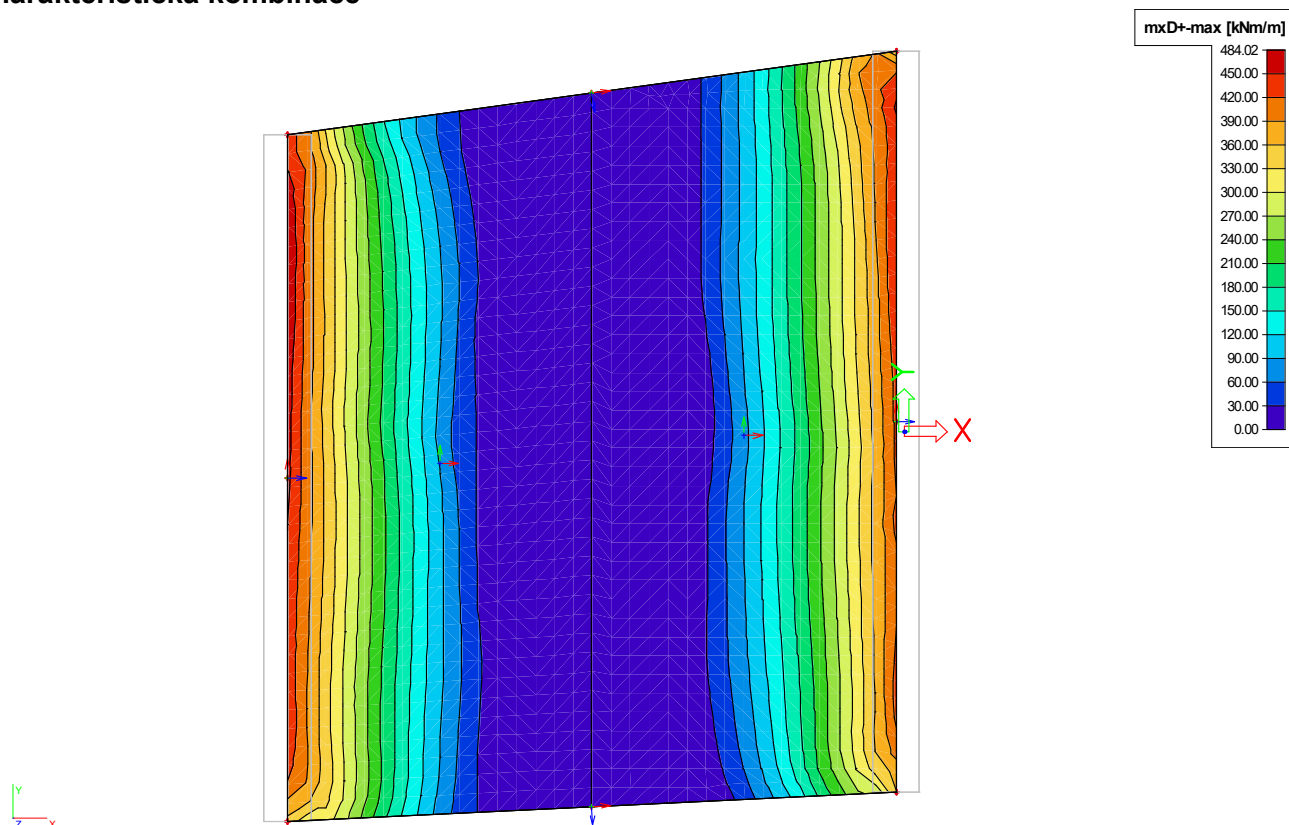


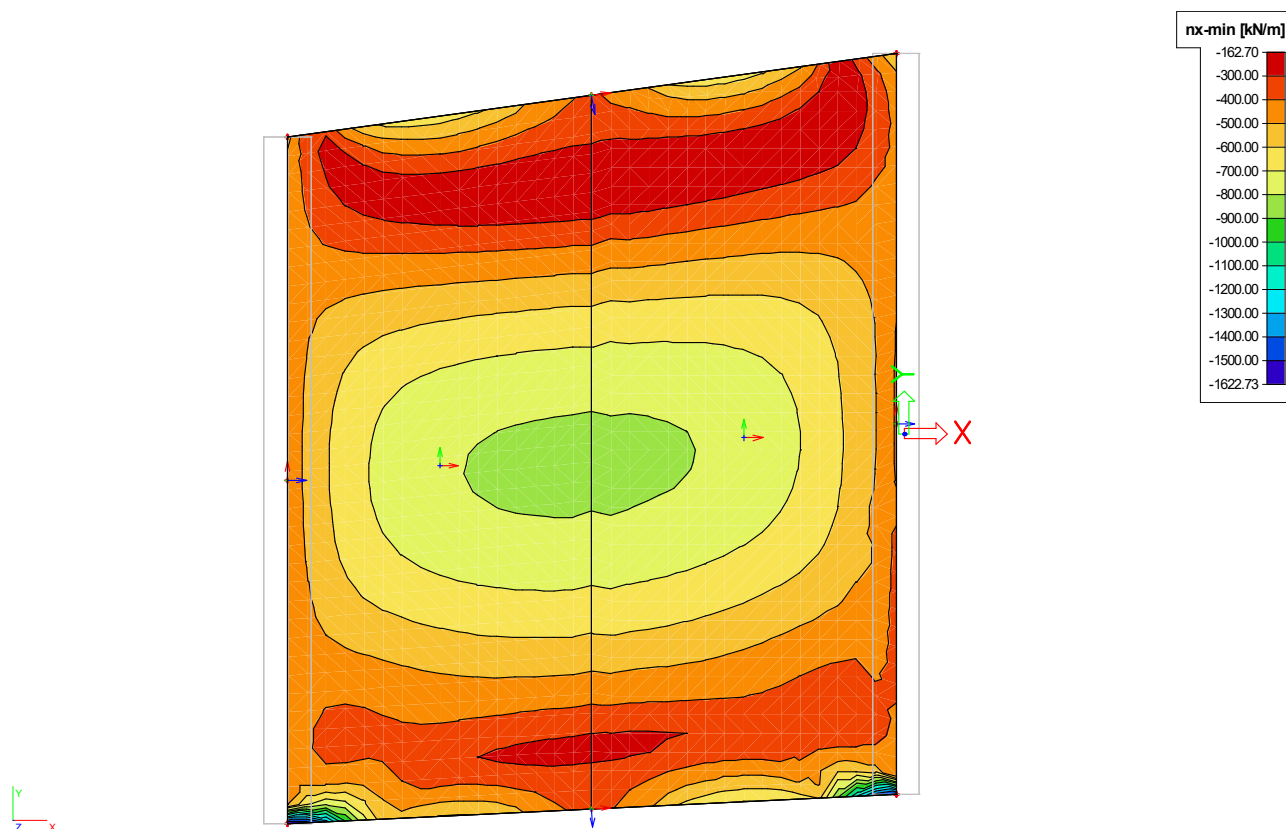
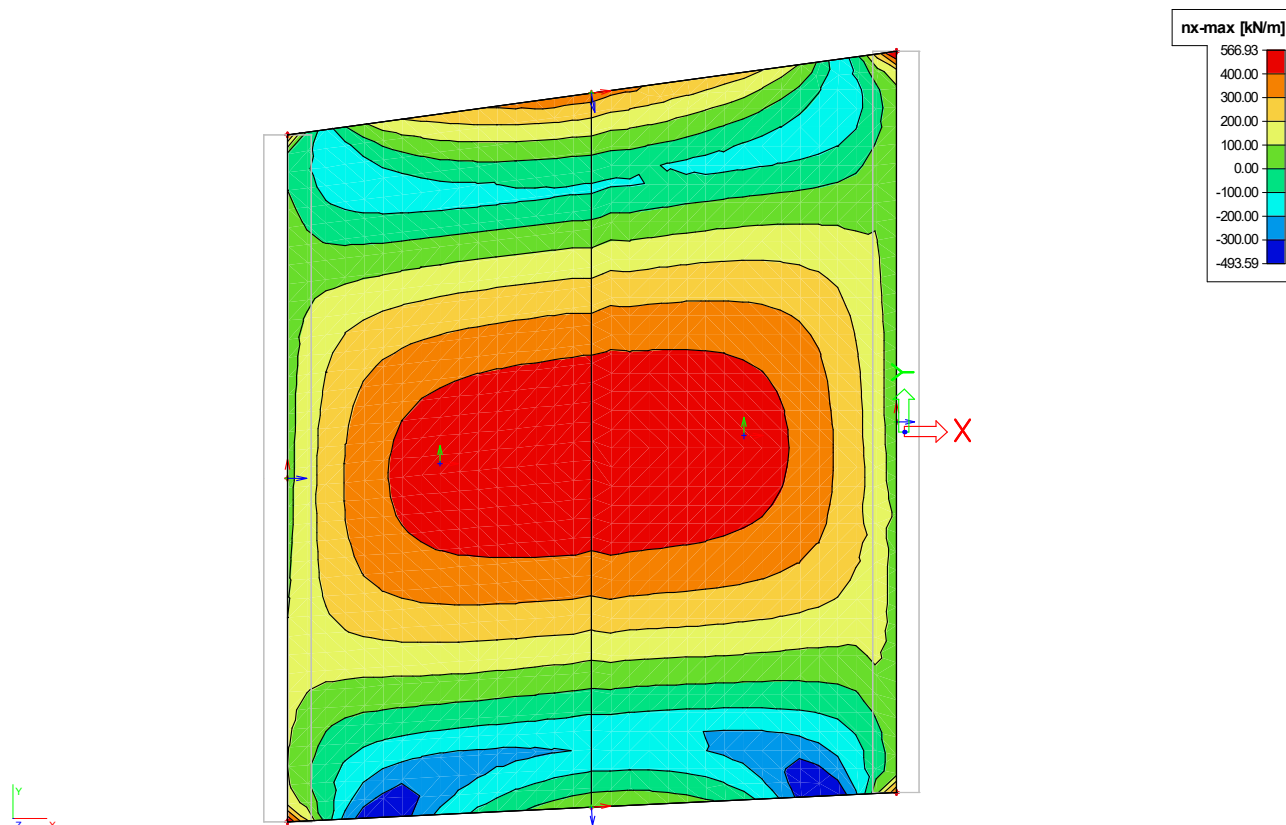


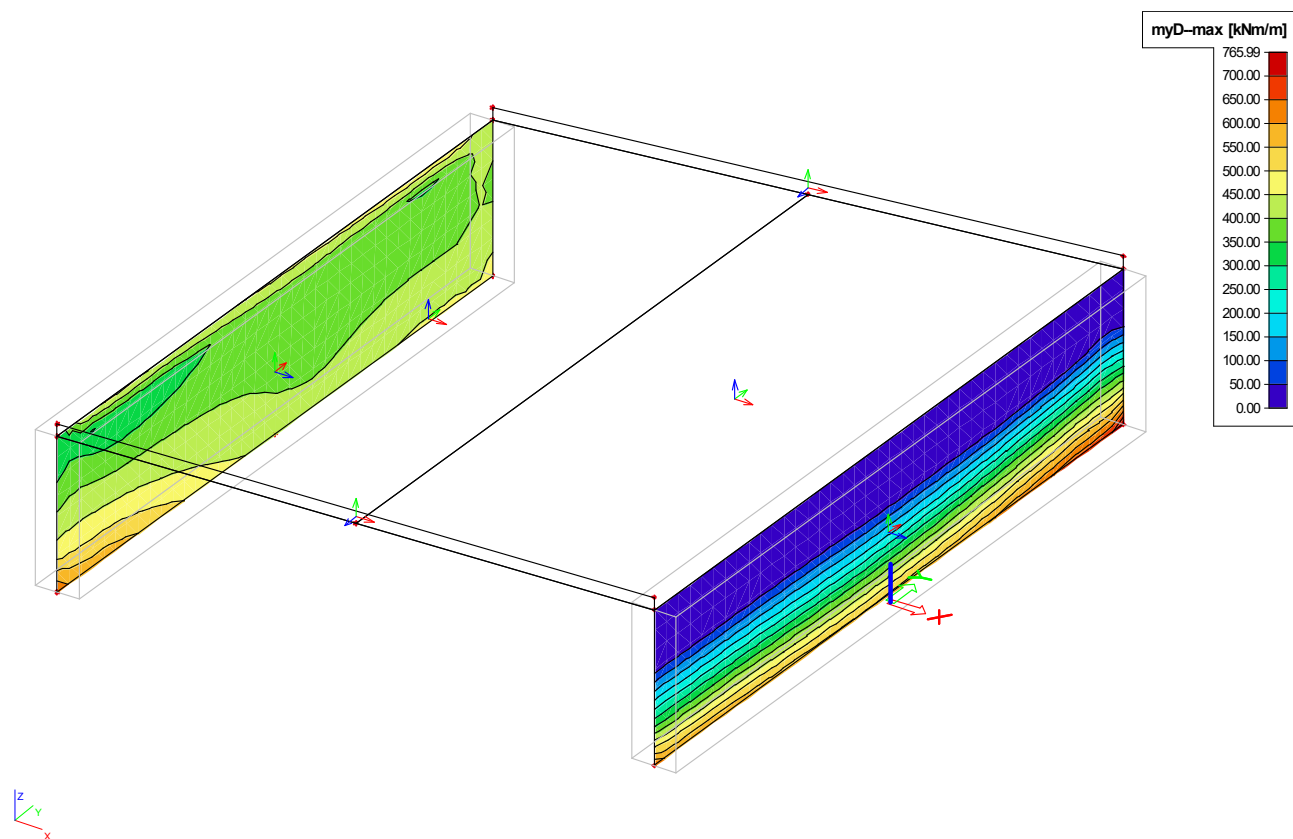
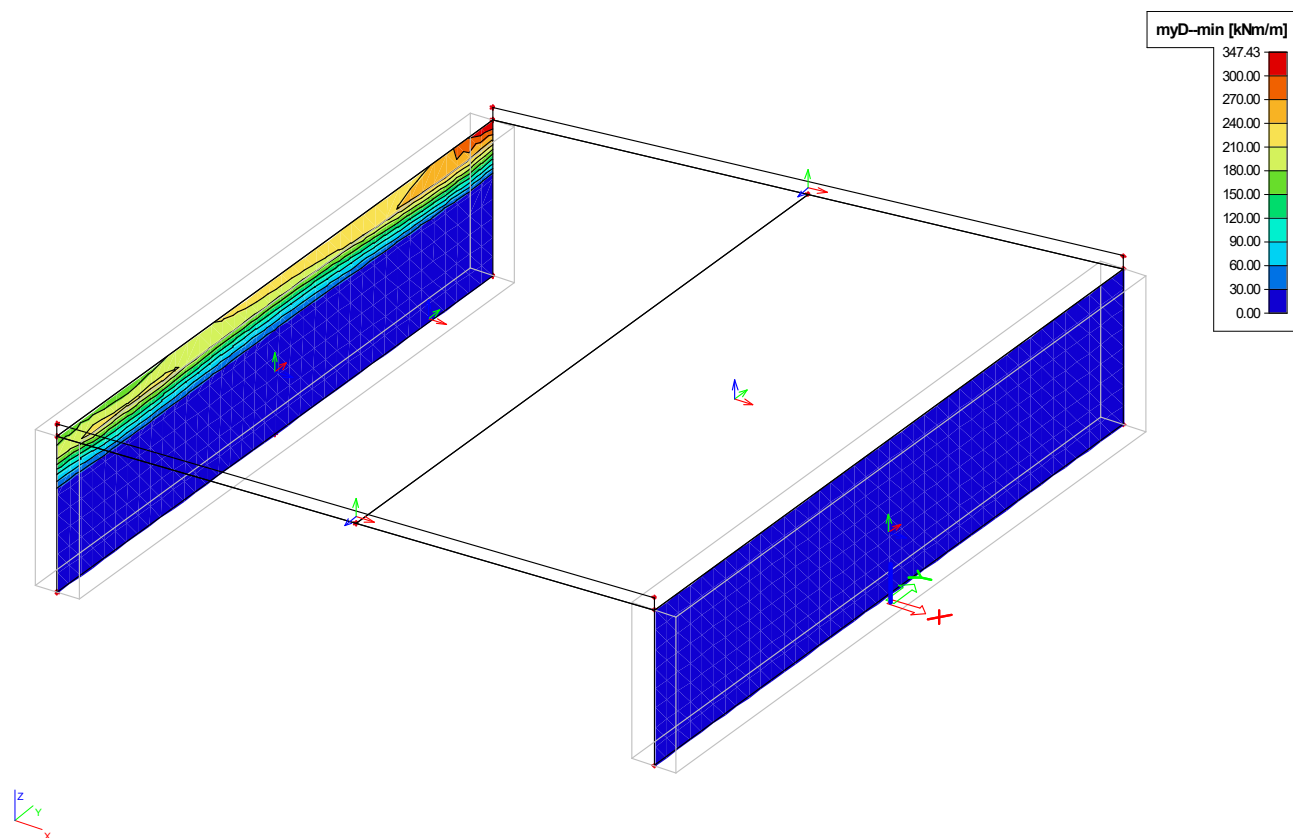


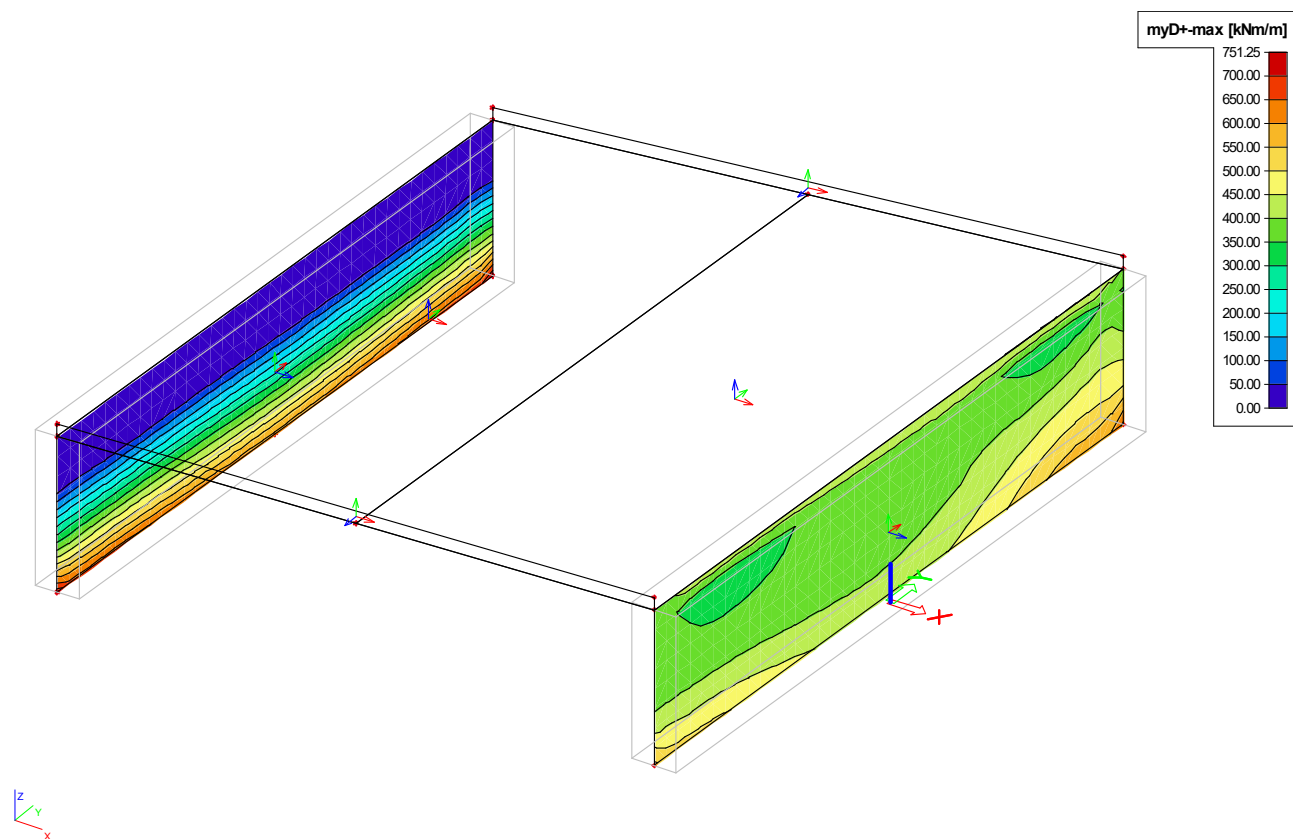
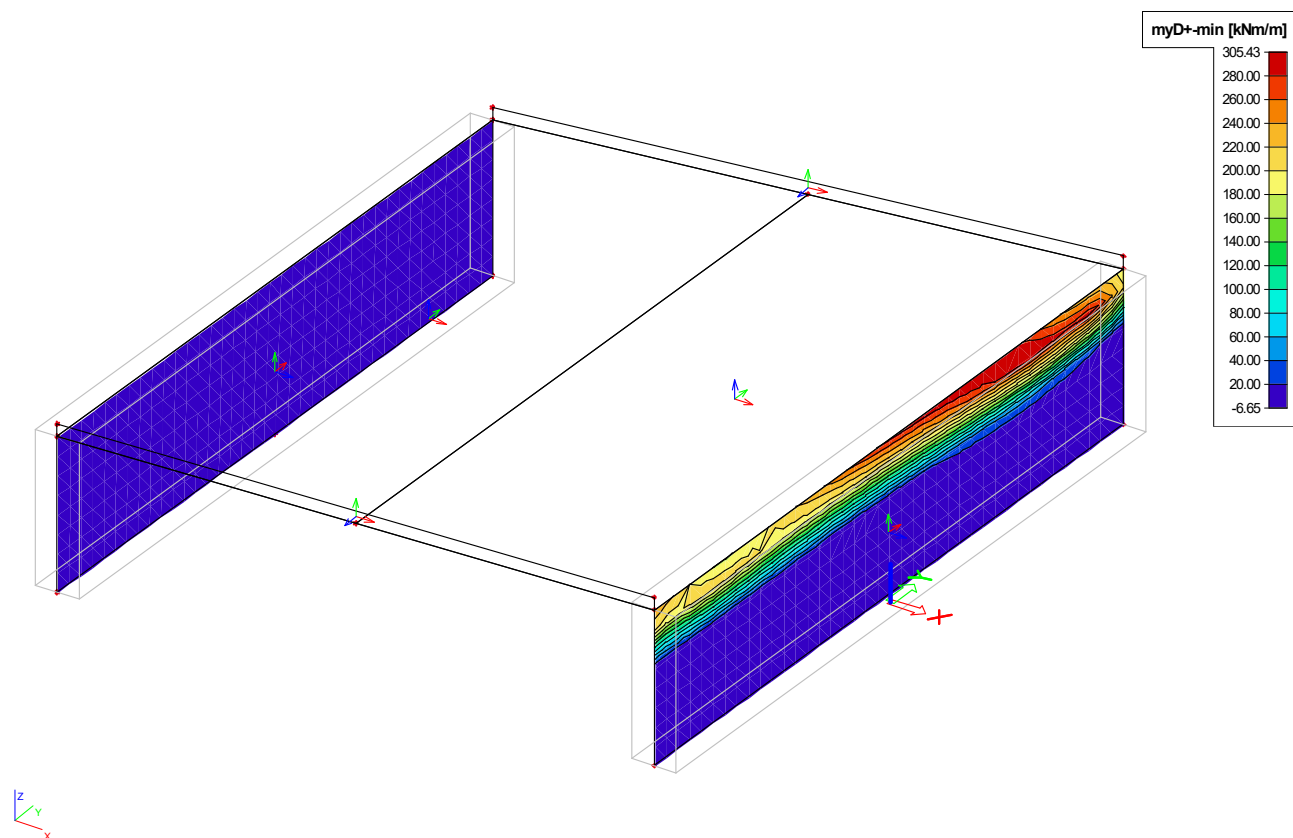


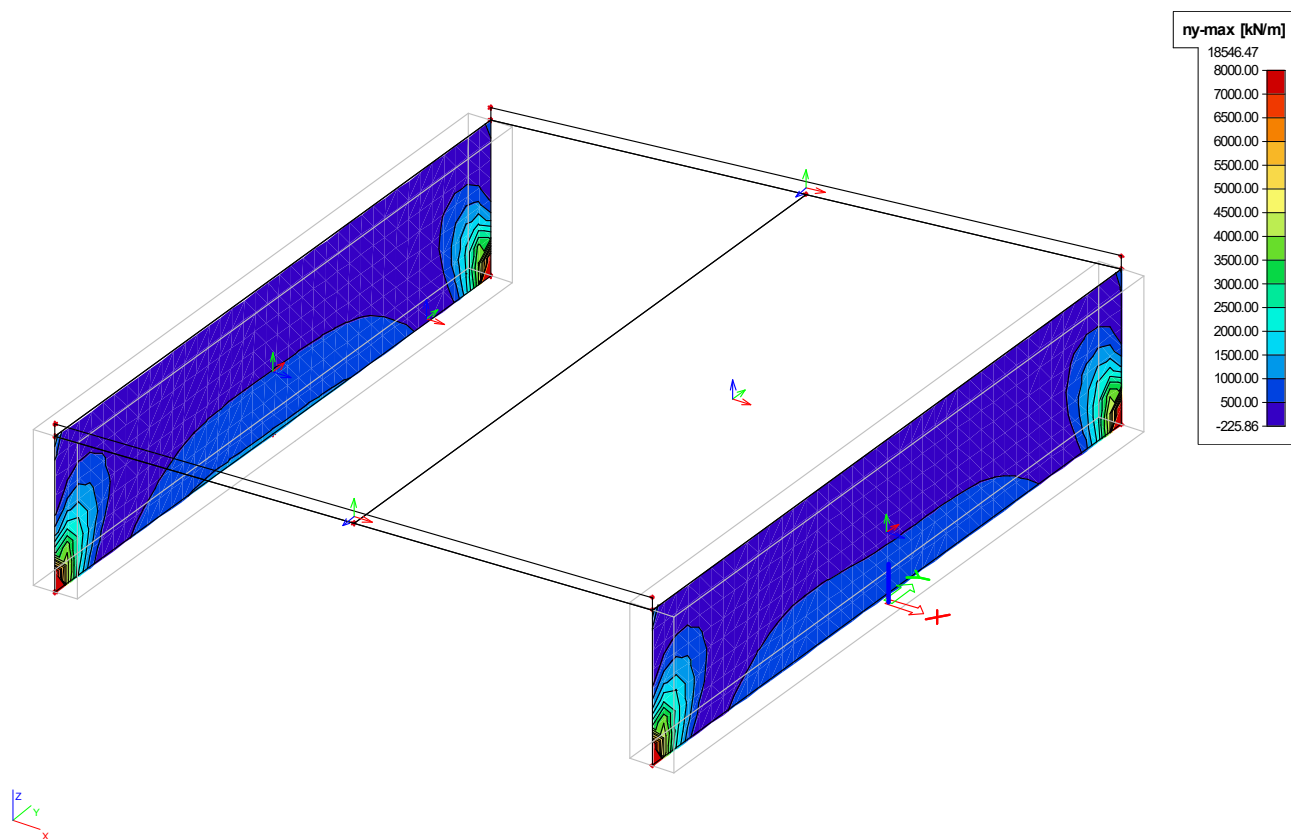
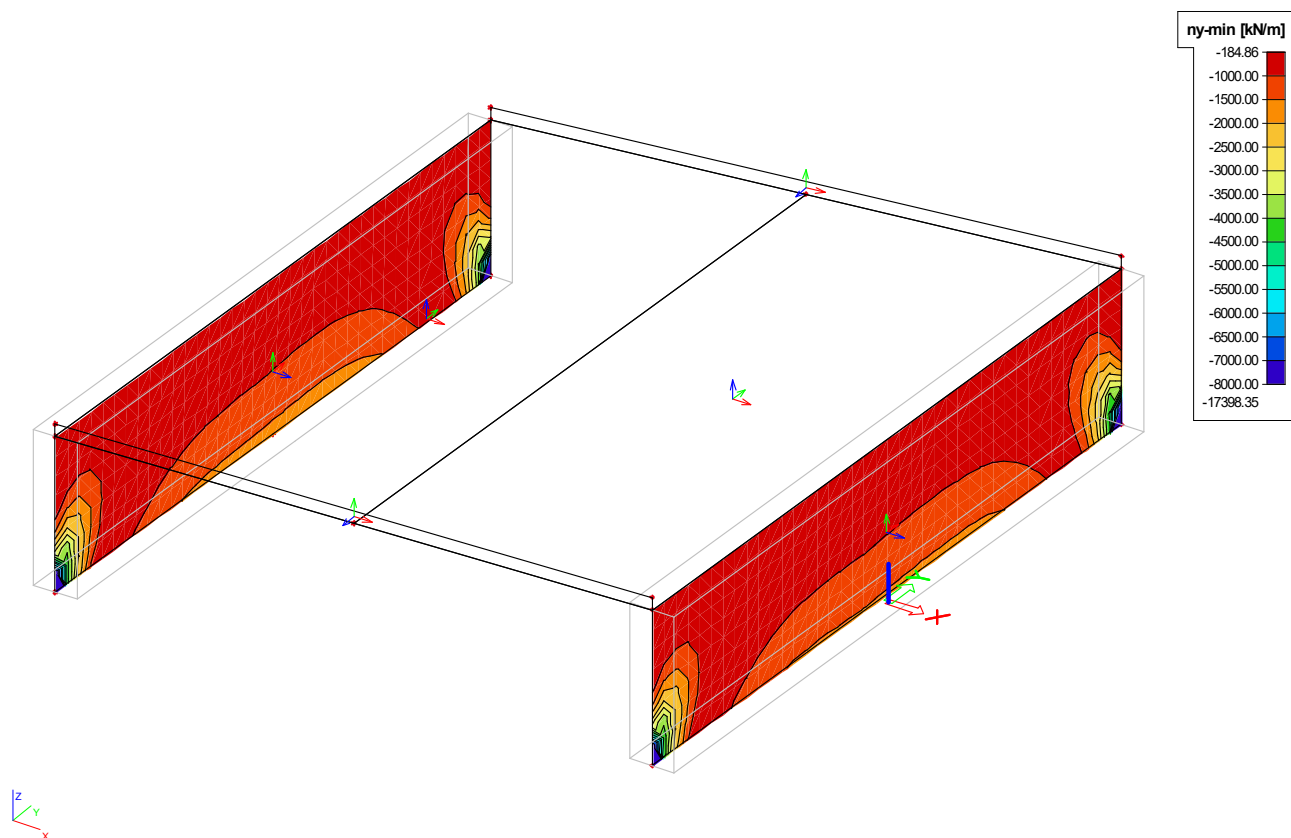
## Charakteristická kombinace



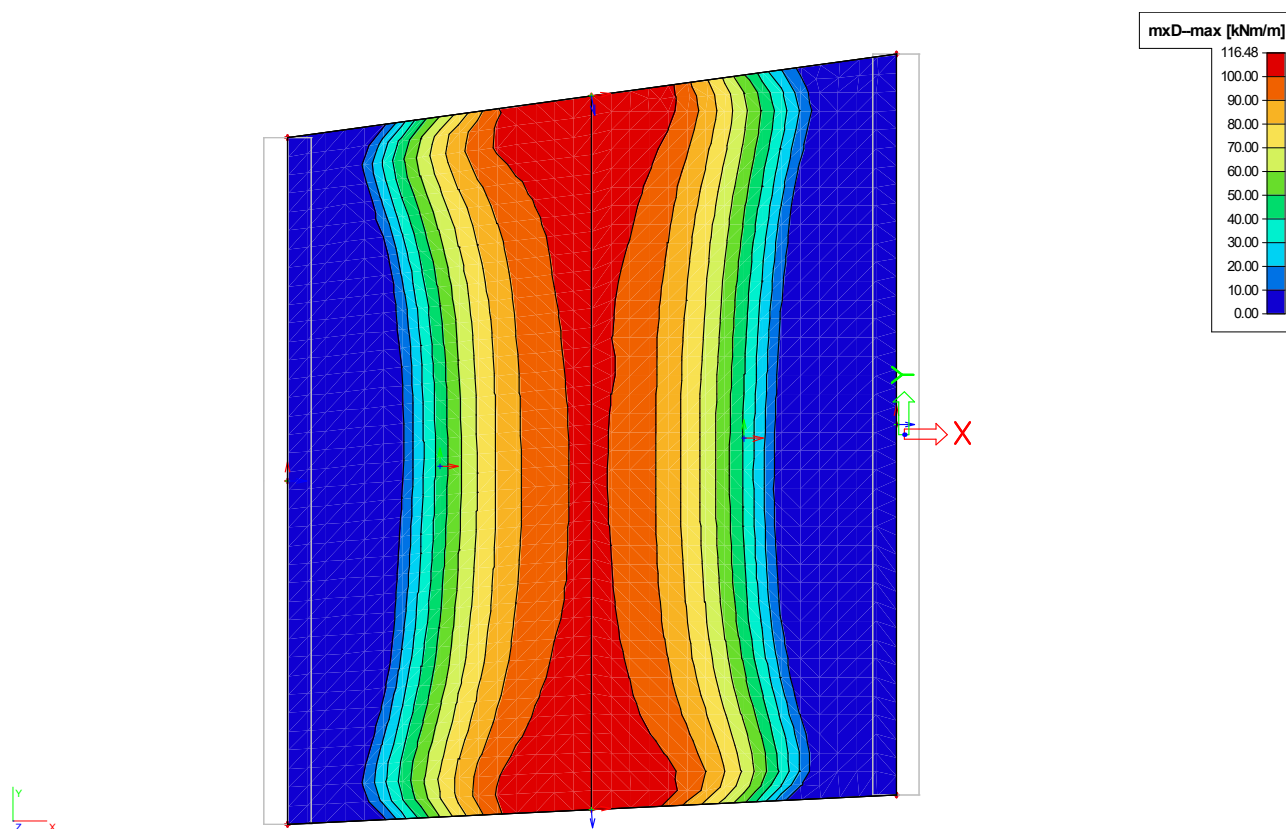
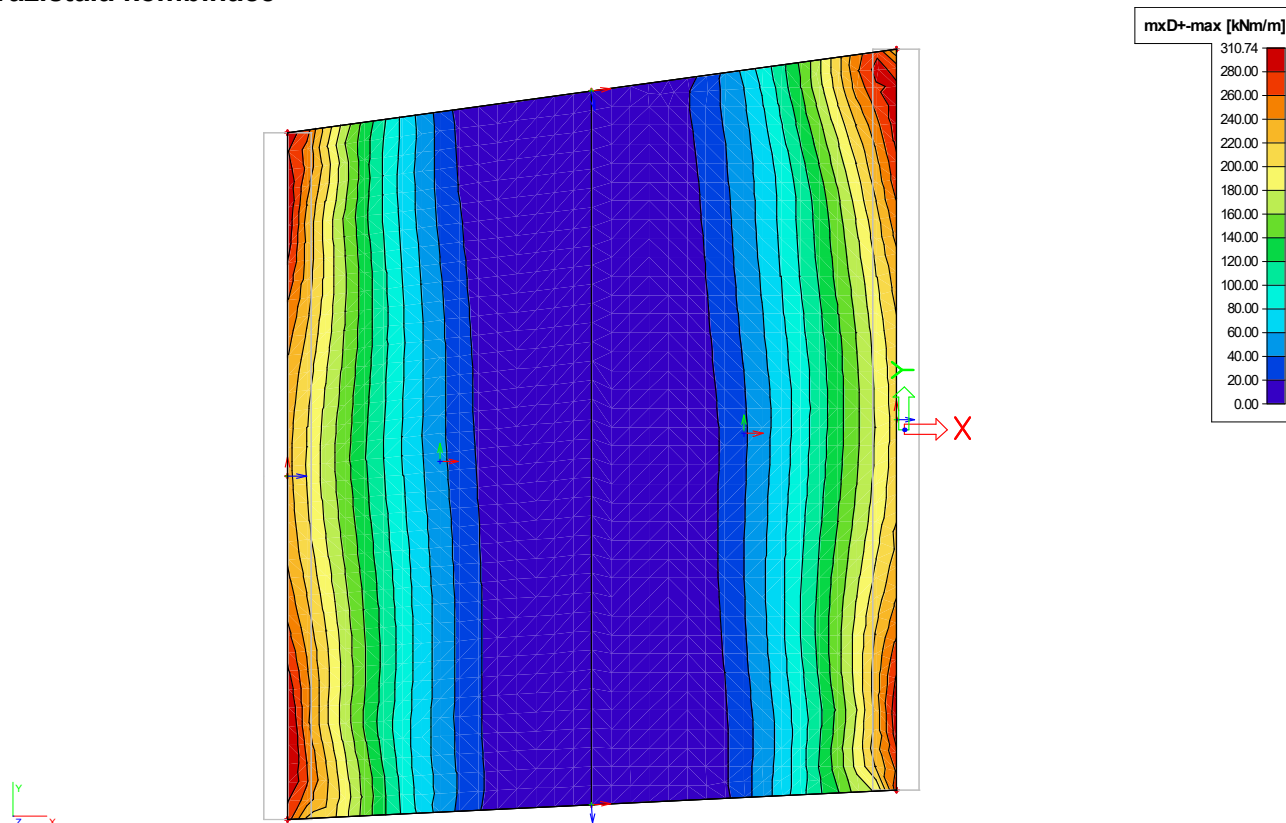




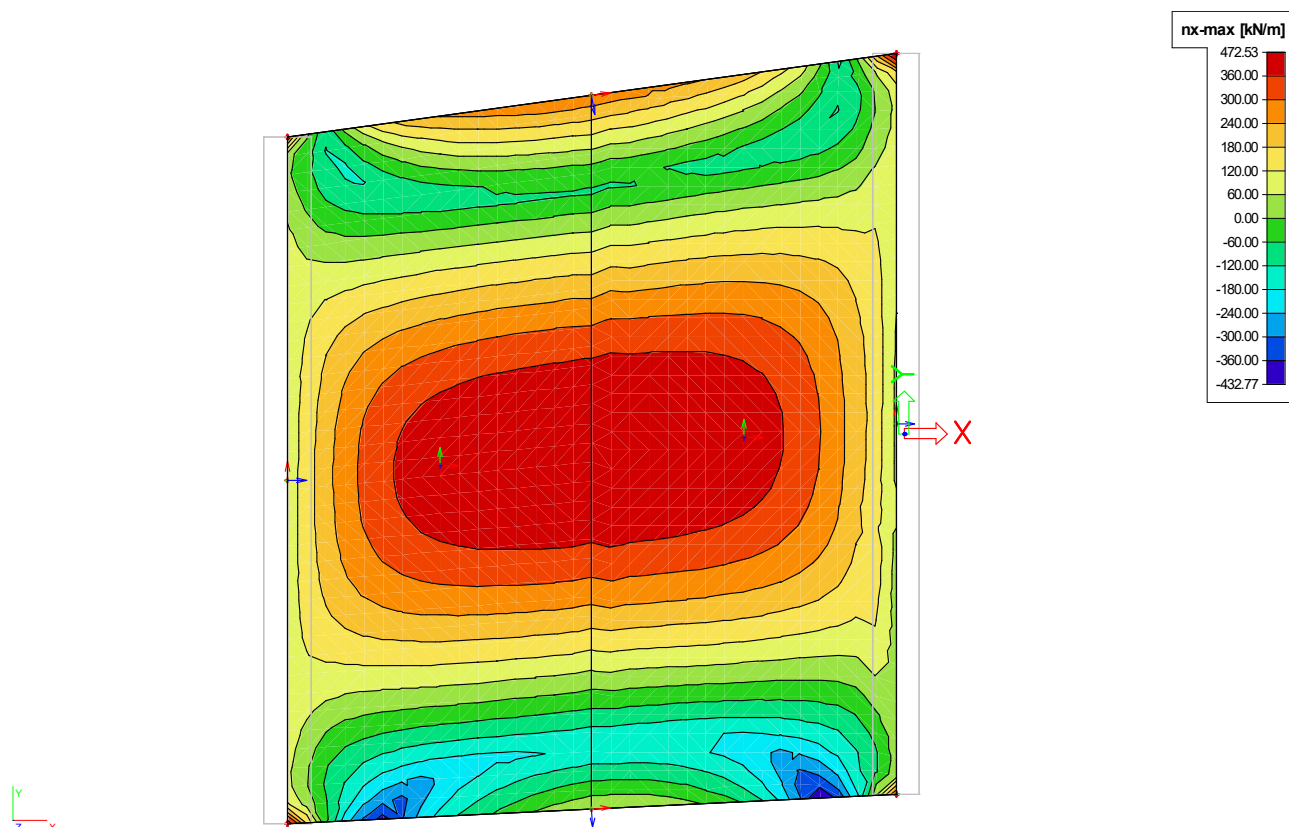
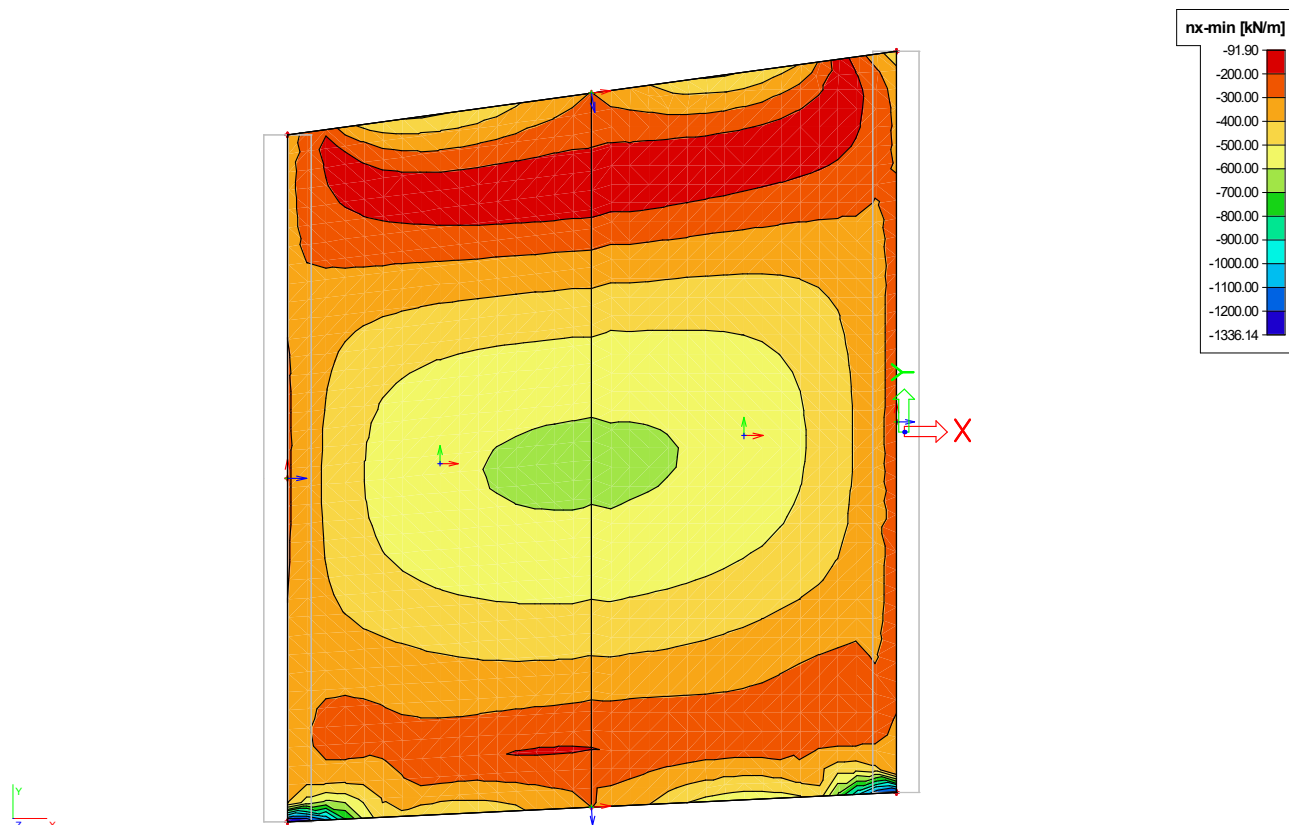


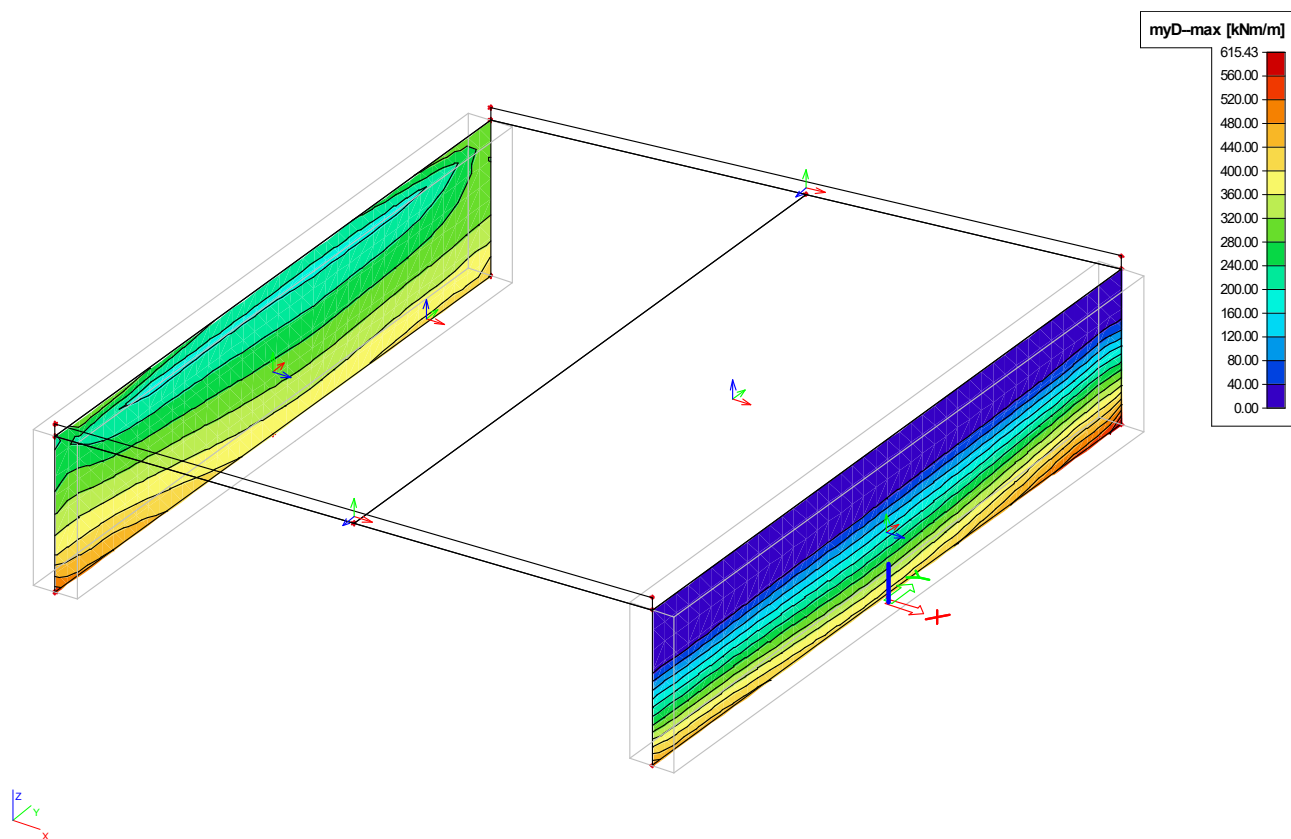
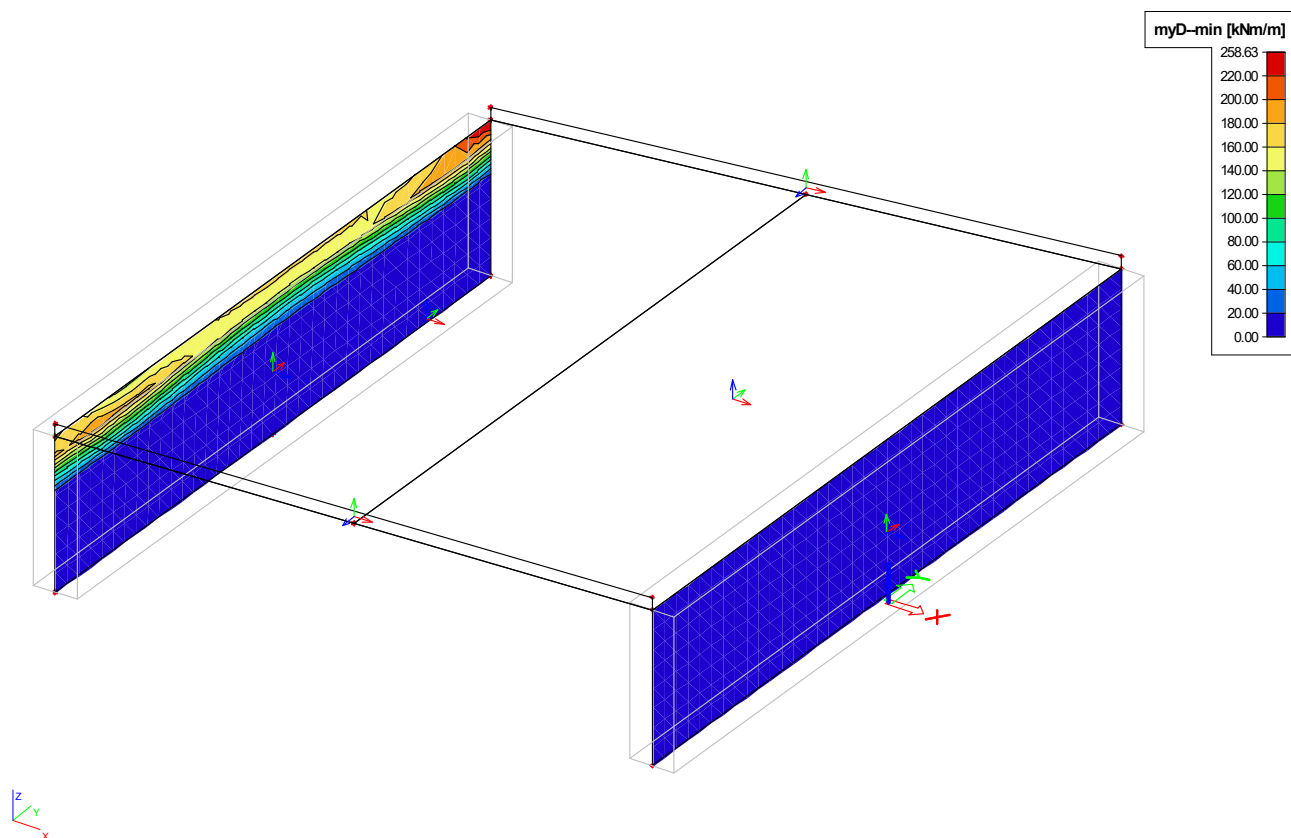


## Kvazistálá kombinace

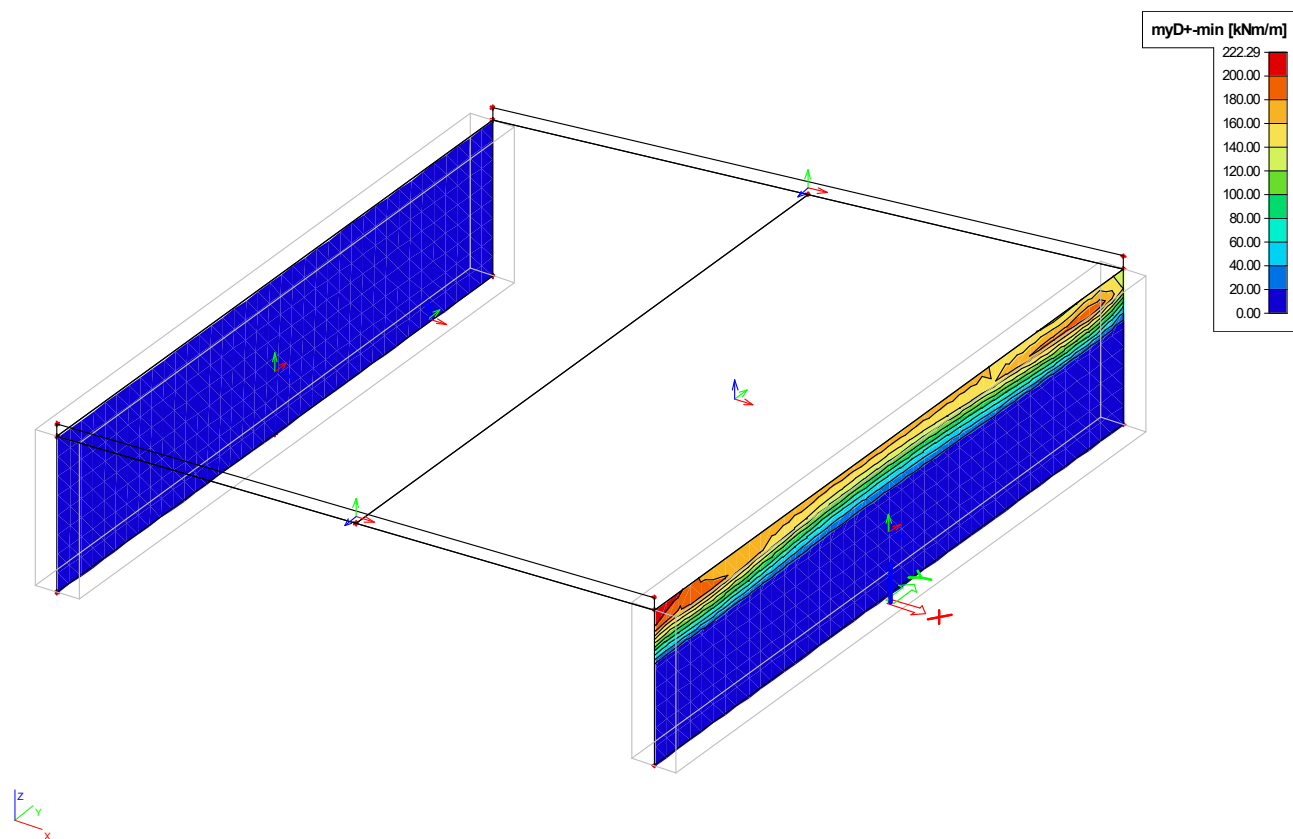
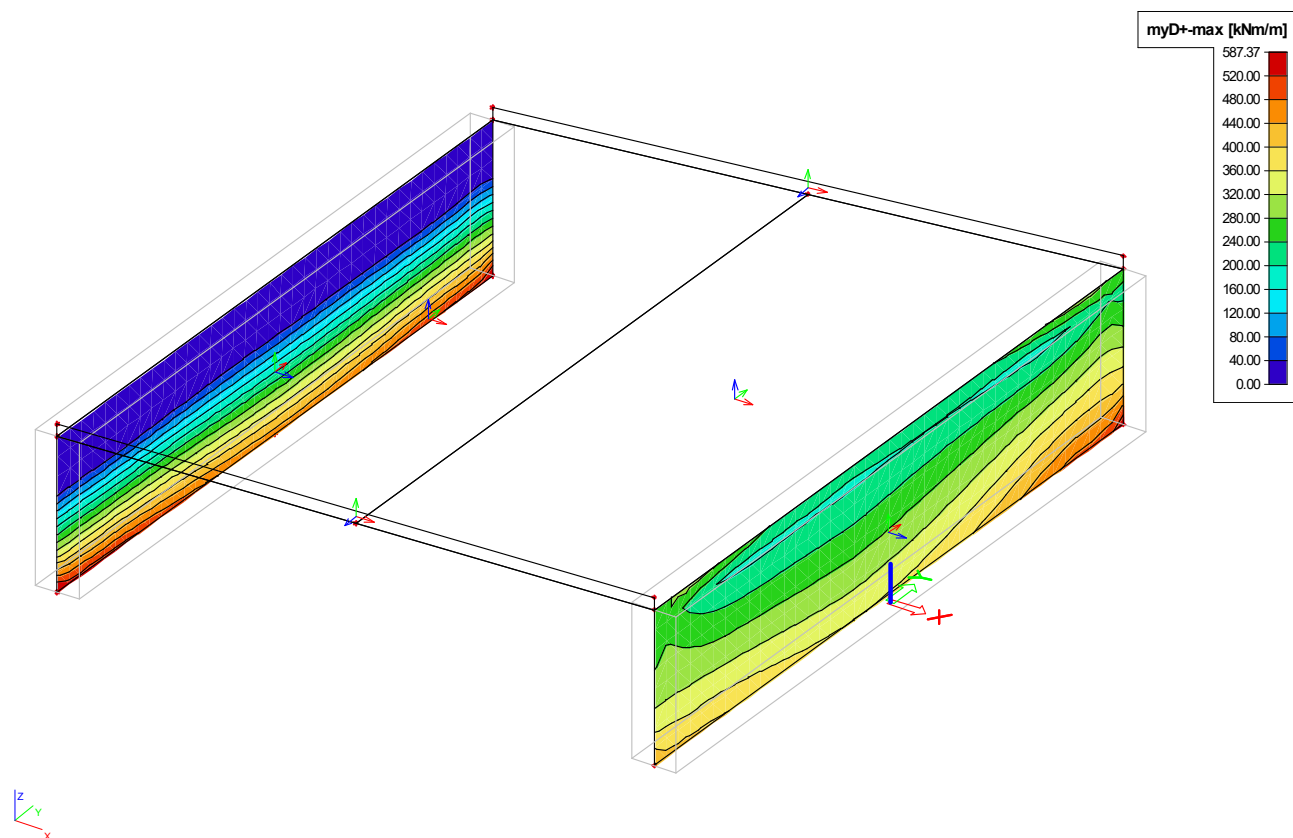


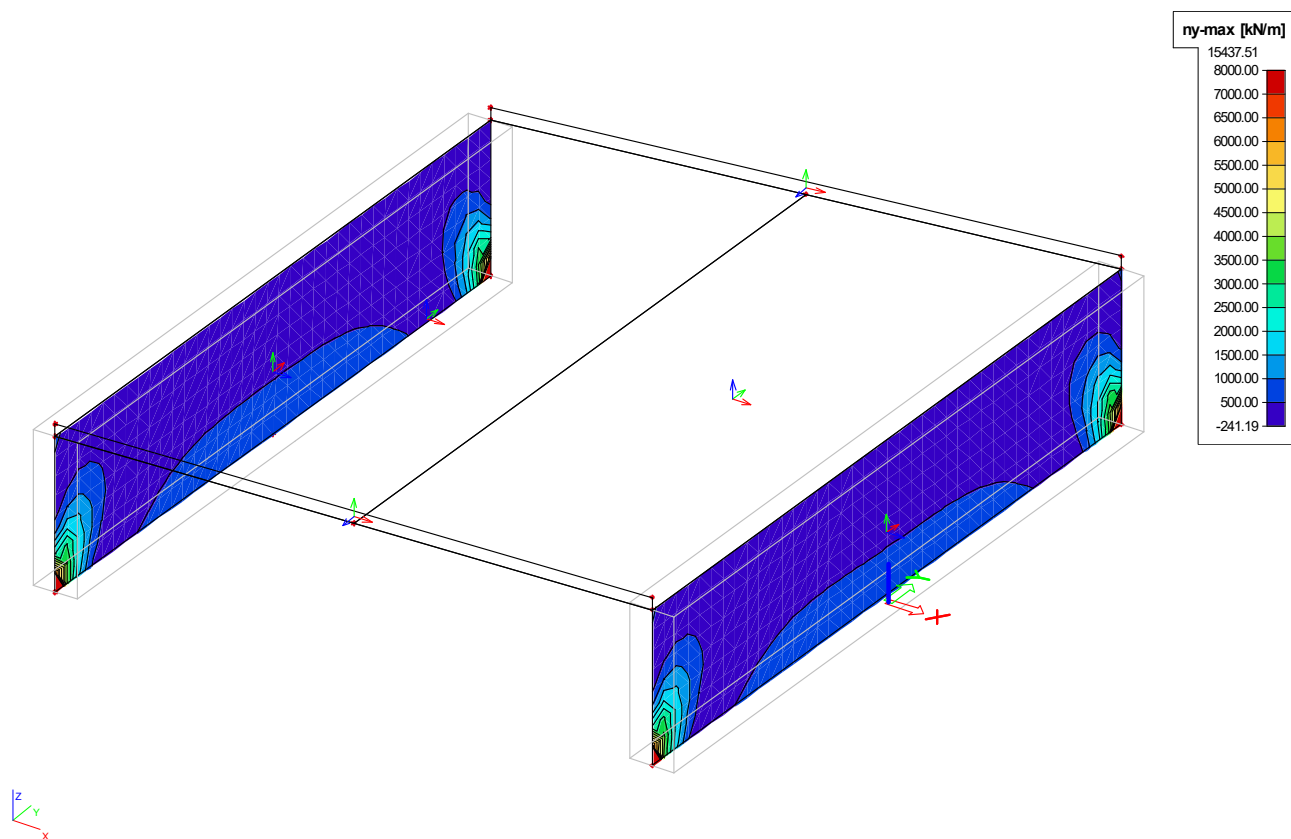
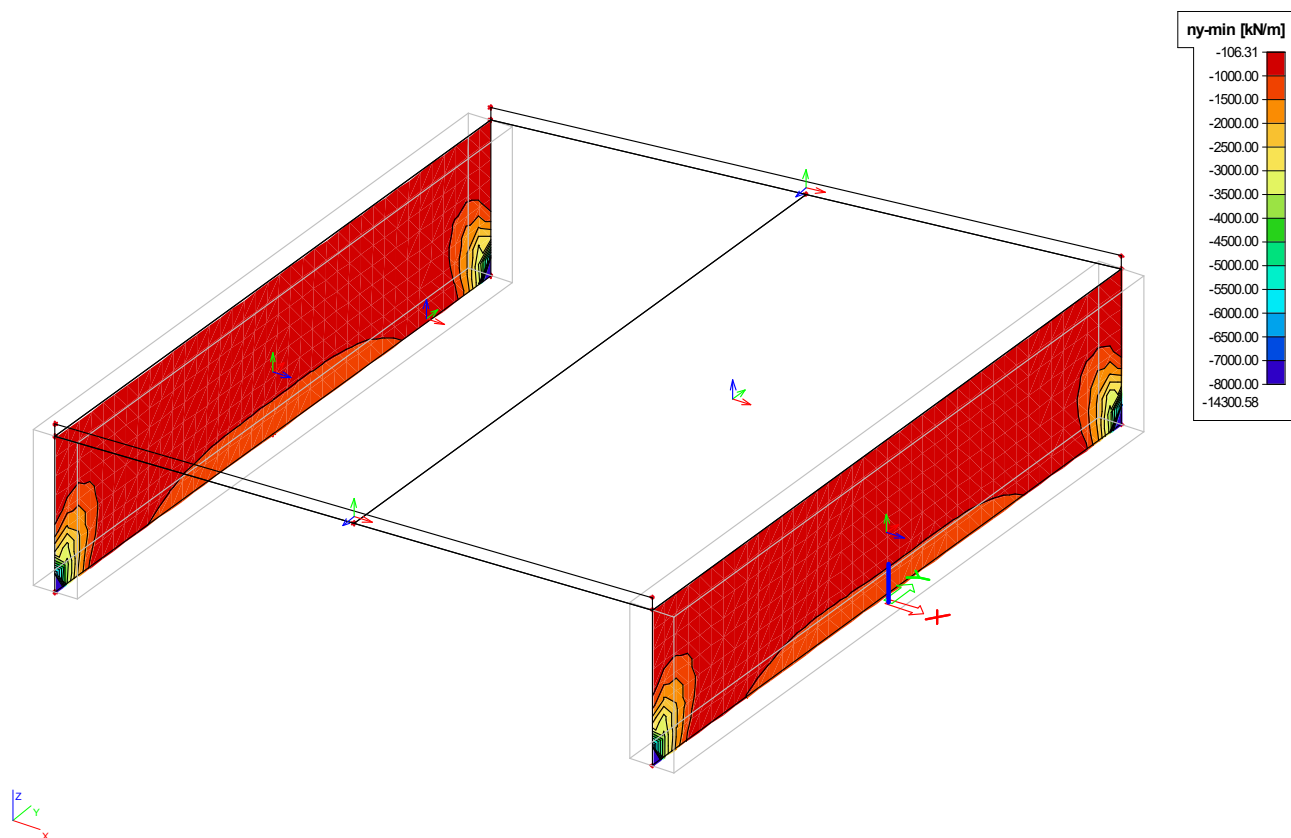












## Posouzení průřezu

Příčle - pole										Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)									
Průřez										Úprava polohy N.O.									
$b_{eff} = 1000$ mm		$b_w = 1000$ mm		$H = 400$ mm				$W_{k,max} = 0.20$ mm		$XD, XS, XF$		$e_c = -1.096$ [10 <sup>-3</sup> ]		$e_{ex} = 0.145$ m		<div>+0,1 mm</div> <div>-0,1 mm</div>			
$c_1 = 50$ mm		$c_2 = 50$ mm												<div>+1,0 mm</div> <div>-1,0 mm</div>					
Materiály										vzdálenost N.O. od spodních vláken									
ocel: B 500 B		beton: C30/37		$f_{tk} = 30.0$ MPa								Silová podmínka rovnováhy celkem 0.0008 MN		Momentová podm. rovnováhy $M_{Rd} = 0.300$ MNm		rameno vnitřních sil $z = 0.267$ m		Silová podmínka vyhovuje	
$f_{yk} = 500$ MPa		$\gamma_s = 1.15$		$\alpha_{cc} = 0.9$		$E_{cm} = 33.0$ GPa													
$f_{td} = 434.8$ MPa		$\rho_{ed}/\rho_{uk} = 0.9$		$\gamma_c = 1.5$		$f_{cd} = 18.0$ MPa													
$E_y = 200.0$ GPa		$k = f_{td}/f_{yk} = 1.08$		$\alpha_{se} = 6.06$		$f_{ct,m} = 2.9$ MPa													
$\rho_{uk} = 50$ [10 <sup>-3</sup> ]		$\rho_{ed} = -1.75$		$\rho_{ed} = -3.5$ [10 <sup>-3</sup> ]															
Ohybová výtěž										Stupeň vyztužení									
tažená výtěž		1. řada $z=0.082$		$A_{s1,1} = 5362$ mm <sup>2</sup>		(1.340%)													
0 16 mm		2. řada $z=0.432$		$A_{s1,2} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
0 16 mm		3. řada $z=0.782$		$A_{s1,3} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
tlacená výtěž		$z=0.072$		$A_{s2} = 754$ mm <sup>2</sup>		(0.188%)													
6.66667 12 mm																			
Rozdělovací výtěž (minimální)																			
6.0 16 mm		$A_{s,perp} = 1072$ mm <sup>2</sup>		$A_{s,min} < A_{s,1} < A_{s,2} < A_{s,max}$															
(pro desky)				480 < 5362 < 6116 < 16000		Vyhovuje													
Smyková výtěž										Poloha N.O.									
vnější 0 16 mm		$A_{w,ext} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_w = 90$ °															
vnitřní 3.33333 16 mm		$A_{w,int} = 670$ mm <sup>2</sup>		$\rho_{w,s} = 0.22\%$															
$S_{w,st} = 300$ mm		$A_{w,stimp} = 2234$ mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>																	
ohyby 0 16 mm		$A_{w,bend} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_b = 45$ °															
$S_{w,b} = 450$ mm		$\rho_{w,b} = 0.00\% < \rho_{w,s} < \rho_{w,max}$		Vyhovuje															
Stupeň vyztužení										0.09% 0.22% 1.00% Vyhovuje									
Vnitřní síly na průřezu										Mezní stav použitelnosti - omezení napětí									
$M_{Ed} = 300$ kNm		$N_{Ed} = 500$ kN		$V_{Ed} = 100$ kN (MSÚ)								Posouzení - beton 0,6 $f_{tk} = 18.000$ MPa		$\sigma_{cc} = 12.596$ MPa		70% Vyhovuje			
Excentricita pro MSÚ:		Ne		$e_{MSÚ} = 0.600$ m								Posouzení - ocel 0,8 $f_{yk} = 400.000$ MPa		$\sigma_{s,max} = 185.683$ MPa		46% Vyhovuje			
$M_{Ed, char} = 218$ kNm		$N_{Ed, char} = 400$ kN		$e_{char} = 0.545$ m (Charakteristická)															
$M_{Ed, kv, ad} = 117$ kNm		$N_{Ed, kv, ad} = 400$ kN		$e_{kv, ad} = 0.293$ m (Kvazistálá)															
Přídavné účinky kroucení při MSÚ										Poloha N.O.									
$T_{Ed} = 0$ kNm		$A = 0.400$ m <sup>2</sup>		$T_{Rd} = 84.0$ kNm		Bez výtěž													
$u = 2.800$ m		$t_{d,j} = 0.143$ m		$F_{T,sw} = 0$ kN															
$A_k = 0.220$ m <sup>2</sup>		$u_k = 2.229$ m		$T_{Rd,max} = 0.281$ MNm		Tlak. diagonála													
Smyková únosnost - bez smykové výtěž										Přetvoření průřezu									
$V_{Rd,c} = (0.12 * 1.793 * (1.686 * 30.0) + 0.15 * (-1.250) / 1000) * 318 = 0.193$ MN																			
Posouzení $V_{Rd,c} = 0.193$ MN > $V_{Ed} = 0.100$ MN 52% Vyhovuje																			
Smyková únosnost - se smykovou výtěž										Napětí v betonu									
Sklon tlakových diagonál $1 < \cot \theta = 1.428 < 2.5$ $\theta = 35.00$ ° Vyhovuje																			
součet redukce únosnosti tlak. diag. $v = 0.528$																			
Dodatečná tahová síla od smyku a kroucení $\Delta F_{Ed} = 1 * 100 * (1.428 - 0.000) + 0.000 = 0.143$ MN																			
Únosnost tlakové diagonály $V_{Rd,max} = 0.528 * 18.0 * 1000 * 267 / (0.700 + 1.428) = 1.194$ MN																			
Únosnost třminků $V_{Rd,st} = 670 * 434.8 * 0.267 * 1.428 / 300 = 0.371$ MN																			
Únosnost ohybů $V_{Rd,b} = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.267 * 2.428 / 450 = 0.000$ MN																			
Posouzení $V_{Rd,s} = 0.371$ MN > $V_{Ed} = 0.100$ MN 27% Vyhovuje																			

Příčle - vetknutí										Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)									
Průřez										Úprava polohy N.O.									
$b_{eff} = 1000$ mm		$b_w = 1000$ mm		$H = 800$ mm				$W_{k,max} = 0.20$ mm		$XD, XS, XF$		$e_c = -0.530$ [10 <sup>-3</sup> ]		$e_{ex} = 0.232$ m		<div>+0,1 mm</div> <div>-0,1 mm</div>			
$c_1 = 50$ mm		$c_2 = 50$ mm												<div>+1,0 mm</div> <div>-1,0 mm</div>					
Materiály										vzdálenost N.O. od spodních vláken									
ocel: B 500 B		beton: C30/37		$f_{tk} = 30.0$ MPa								Silová podmínka rovnováhy celkem 0.0019 MN		Momentová podm. rovnováhy $M_{Rd} = 0.601$ MNm		rameno vnitřních sil $z = 0.641$ m		Silová podmínka vyhovuje	
$f_{yk} = 500$ MPa		$\gamma_s = 1.15$		$\alpha_{cc} = 0.9$		$E_{cm} = 33.0$ GPa													
$f_{td} = 434.8$ MPa		$\rho_{ed}/\rho_{uk} = 0.9$		$\gamma_c = 1.5$		$f_{cd} = 18.0$ MPa													
$E_y = 200.0$ GPa		$k = f_{td}/f_{yk} = 1.08$		$\alpha_{se} = 6.06$		$f_{ct,m} = 2.9$ MPa													
$\rho_{uk} = 50$ [10 <sup>-3</sup> ]		$\rho_{ed} = -1.75$		$\rho_{ed} = -3.5$ [10 <sup>-3</sup> ]															
Ohybová výtěž										Stupeň vyztužení									
tažená výtěž		1. řada $z=0.082$		$A_{s1,1} = 5362$ mm <sup>2</sup>		(0.670%)													
0 16 mm		2. řada $z=0.432$		$A_{s1,2} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
0 16 mm		3. řada $z=0.782$		$A_{s1,3} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
tlacená výtěž		$z=0.072$		$A_{s2} = 754$ mm <sup>2</sup>		(0.094%)													
6.66667 12 mm																			
Rozdělovací výtěž (minimální)										Stupeň vyztužení									
6.0 16 mm		$A_{s,perp} = 1072$ mm <sup>2</sup>		$A_{s,min} < A_{s,1} < A_{s,2} < A_{s,max}$															
(pro desky)				1.083 < 5362 < 6116 < 32000		Vyhovuje													
Smyková výtěž										Poloha N.O.									
vnější 0 16 mm		$A_{w,ext} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_w = 90$ °															
vnitřní 3.33333 16 mm		$A_{w,int} = 670$ mm <sup>2</sup>		$\rho_{w,s} = 0.22\%$															
$S_{w,st} = 300$ mm		$A_{w,stimp} = 2234$ mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>																	
ohyby 0 16 mm		$A_{w,bend} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_b = 45$ °															
$S_{w,b} = 450$ mm		$\rho_{w,b} = 0.00\% < \rho_{w,s} < \rho_{w,max}$		Vyhovuje															
Stupeň vyztužení										0.09% 0.22% 1.00% Vyhovuje									
Vnitřní síly na průřezu										Mezní stav použitelnosti - omezení napětí									
$M_{Ed} = 600$ kNm		$N_{Ed} = 500$ kN		$V_{Ed} = 400$ kN (MSÚ)								Posouzení - beton 0,6 $f_{tk} = 18.000$ MPa		$\sigma_{cc} = 6.504$ MPa		36% Vyhovuje			
Excentricita pro MSÚ:		Ne		$e_{MSÚ} = 1.200$ m								Posouzení - ocel 0,8 $f_{yk} = 400.000$ MPa		$\sigma_{s,max} = 137.445$ MPa		34% Vyhovuje			
$M_{Ed, char} = 420$ kNm		$N_{Ed, char} = 200$ kN		$e_{char} = 2.100$ m (Charakteristická)															
$M_{Ed, kv, ad} = 240$ kNm		$N_{Ed, kv, ad} = 200$ kN		$e_{kv, ad} = 1.200$ m (Kvazistálá)															
Přídavné účinky kroucení při MSÚ										Poloha N.O.									
$T_{Ed} = 0$ kNm		$A = 0.800$ m <sup>2</sup>		$T_{Rd} = 266.3$ kNm		Bez výtěž													
$u = 3.600$ m		$t_{d,j} = 0.222$ m		$F_{T,sw} = 0$ kN															
$A_k = 0.449$ m <sup>2</sup>		$u_k = 2.711$ m		$T_{Rd,max} = 0.892$ MNm		Tlak. diagonála													
Smyková únosnost - bez smykové výtěž										Přetvoření průřezu									
$V_{Rd,c} = (0.12 * 1.528 * (0.747 * 30.0) + 0.15 * (-0.625) / 1000) * 718 = 0.304$ MN																			
Posouzení $V_{Rd,c} = 0.304$ MN < $V_{Ed} = 0.400$ MN 132% Nevhovuje																			
Smyková únosnost - se smykovou výtěž										Napětí v betonu									
Sklon tlakových diagonál $1 < \cot \theta = 1.428 < 2.5$ $\theta = 35.00$ ° Vyhovuje																			
součet redukce únosnosti tlak. diag. $v = 0.528$																			
Dodatečná tahová síla od smyku a kroucení $\Delta F_{Ed} = 1 * 400 * (1.428 - 0.000) + 0.000 = 0.571$ MN																			
Únosnost tlakové diagonály $V_{Rd,max} = 0.528 * 18.0 * 1000 * 641 / (0.700 + 1.428) = 2.863$ MN																			
Únosnost třminků $V_{Rd,st} = 670 * 434.8 * 0.641 * 1.428 / 300 = 0.889$ MN																			
Únosnost ohybů $V_{Rd,b} = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.641 * 2.428 / 450 = 0.000$ MN																			
Posouzení $V_{Rd,s} = 0.889$ MN > $V_{Ed} = 0.400$ MN 45% Vyhovuje																			

Příčle - pole										Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)									
Průřez										Úprava polohy N.O.									
$b_{eff} = 1000$ mm		$b_w = 1000$ mm		$H = 800$ mm				$W_{k,max} = 0.20$ mm		$XD, XS, XF$		$e_c = -0.530$ [10 <sup>-3</sup> ]		$e_{ex} = 0.232$ m		<div>+0,1 mm</div> <div>-0,1 mm</div>			
$c_1 = 50$ mm		$c_2 = 50$ mm												<div>+1,0 mm</div> <div>-1,0 mm</div>					
Materiály										vzdálenost N.O. od spodních vláken									
ocel: B 500 B		beton: C30/37		$f_{tk} = 30.0$ MPa								Silová podmínka rovnováhy celkem 0.0019 MN		Momentová podm. rovnováhy $M_{Rd} = 0.601$ MNm		rameno vnitřních sil $z = 0.641$ m		Silová podmínka vyhovuje	
$f_{yk} = 500$ MPa		$\gamma_s = 1.15$		$\alpha_{cc} = 0.9$		$E_{cm} = 33.0$ GPa													
$f_{td} = 434.8$ MPa		$\rho_{ed}/\rho_{uk} = 0.9$		$\gamma_c = 1.5$		$f_{cd} = 18.0$ MPa													
$E_y = 200.0$ GPa		$k = f_{td}/f_{yk} = 1.08$		$\alpha_{se} = 6.06$		$f_{ct,m} = 2.9$ MPa													
$\rho_{uk} = 50$ [10 <sup>-3</sup> ]		$\rho_{ed} = -1.75$		$\rho_{ed} = -3.5$ [10 <sup>-3</sup> ]															
Ohybová výtěž										Stupeň vyztužení									
tažená výtěž		1. řada $z=0.082$		$A_{s1,1} = 5362$ mm <sup>2</sup>		(0.670%)													
0 16 mm		2. řada $z=0.432$		$A_{s1,2} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
0 16 mm		3. řada $z=0.782$		$A_{s1,3} =$ mm <sup>2</sup>		(0.000%)													
tlacená výtěž		$z=0.072$		$A_{s2} = 754$ mm <sup>2</sup>		(0.094%)													
6.66667 12 mm																			
Rozdělovací výtěž (minimální)										Stupeň vyztužení									
6.0 16 mm		$A_{s,perp} = 1072$ mm <sup>2</sup>		$A_{s,min} < A_{s,1} < A_{s,2} < A_{s,max}$															
(pro desky)				1.083 < 5362 < 6116 < 32000		Vyhovuje													
Smyková výtěž										Poloha N.O.									
vnější 0 16 mm		$A_{w,ext} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_w = 90$ °															
vnitřní 3.33333 16 mm		$A_{w,int} = 670$ mm <sup>2</sup>		$\rho_{w,s} = 0.22\%$															
$S_{w,st} = 300$ mm		$A_{w,stimp} = 2234$ mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>																	
ohyby 0 16 mm		$A_{w,bend} =$ mm <sup>2</sup>		$\alpha_b = 45$ °															
$S_{w,b} = 450$ mm		$\rho_{w,b} = 0.00\% < \rho_{w,s} < \rho_{w,max}$		Vyhovuje															
Stupeň vyztužení										0.09% 0.22% 1.00% Vyhovuje									
Vnitřní síly na průřezu										Mezní stav použitelnosti - omezení napětí									
$M_{Ed} = 600$ kNm		$N_{Ed} = 500$ kN		$V_{Ed} = 400$ kN (MSÚ)								Posouzení - beton 0,6 $f_{tk} = 18.000$ MPa		$\sigma_{cc$					

Stojka				Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)			
Průřez				Úprava polohy N.O.			
$b_{ef1} = 1000 \text{ mm}$	$b_{w1} = 1000 \text{ mm}$	$H = 750 \text{ mm}$	$W_{k,max} = 0.20 \text{ mm}$	$e_c = -1.147 \text{ [}\cdot 10^{-3}\text{]}$	$e_{ex} = 0.358 \text{ m}$	$+0,1 \text{ mm}$	$-0,1 \text{ mm}$
$C_1 = 50 \text{ mm}$	$C_2 = 50 \text{ mm}$		$W_{k,max} = 0.20 \text{ mm}$	$e_s = 0.392 \text{ m}$		$+1,0 \text{ mm}$	$-1,0 \text{ mm}$
Materiály				vzdálenost N.O. od spodních vláken			
ocel: B 500 B				celkem $-0.0023 \text{ MN}$			
$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1.15$	$\alpha_{cc} = 0.9$	$E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$	Silová podmínka rovnováhy			
$f_{td} = 434.8 \text{ MPa}$	$f_{ctd}/f_{yk} = 0.9$	$\gamma_c = 1.5$	$f_{ctd} = 18.0 \text{ MPa}$	Momentová podm. rovnováhy $M_{Rd} = 1.130 \text{ MNm}$			
$E_y = 200.0 \text{ GPa}$	$k = f_{yk}/f_{yk} = 1.08$	$\alpha_{sk} = 6.06$	$f_{ct1,m} = 2.9 \text{ MPa}$	Interakce ohybového a smykového namáhání			
$\epsilon_{uk} = 50 \text{ [}\cdot 10^{-3}\text{]}$		$\epsilon_{cs} = -1.75$	$\epsilon_{cs3} = -3.5 \text{ [}\cdot 10^{-3}\text{]}$	rameno vnitřních sil $z = 0.560 \text{ m}$			
Ohybová výztuž				Posouzení			
tažená výztuž				Beton			
6.6667 $\Phi$ 32 mm				Výztuž (1)			
0 $\Phi$ 16 mm				Výztuž (2)			
0 $\Phi$ 16 mm				Výztuž (3)			
6.6667 $\Phi$ 32 mm				Výztuž II			
Rozdělovací výztuž (minimální)				Posouzení - beton			
6.0 $\Phi$ 16 mm $A_{s,perp} = 1072 \text{ mm}^2$				Posouzení - ocel			
Stupeň vyztužení				Poloha N.O.			
1.007 < 5.362 < 10723 < 30.000				Přetvoření průřezu			
Smyková výztuž				Napětí v betonu			
vnější 0 $\Phi$ 16 mm				Mezní stav použitelnosti - omezení napětí			
vnitřní 3.3333 $\Phi$ 16 mm				Posouzení - beton			
ohyby 0 $\Phi$ 16 mm				Posouzení - ocel			
Vnitřní síly na průřezu				Poloha N.O.			
$M_{Ed} = 1130 \text{ kNm}$				Přetvoření průřezu			
$N_{Ed} = -2000 \text{ kN}$				Napětí v betonu			
$V_{Ed} = 600 \text{ kN}$				Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin			
$e_{MSÚ} = 0.565 \text{ m}$				Posouzení - beton			
$e_{char} = 0.500 \text{ m}$				Napětí v oceli			
$e_{vysl} = 0.500 \text{ m}$				Dlouhodobé účinky:			
Přídavné účinky kroucení při MSÚ				$\epsilon_{sm} \cdot \epsilon_{cm} = 0.6 \cdot 70.244 / 200.0 = 0.000211$			
$T_{Ed} = 0 \text{ kNm}$				$\epsilon_{sm} \cdot \epsilon_{cm} = 0.6 \cdot 70.244 / 200.0 = 0.000211$			
$U = 3.500 \text{ m}$				$s_{r,max} = 1.77996 \cdot 66 + 0.17 \cdot 932.8185 = 276 \text{ mm}$			
$A_k = 0.421 \text{ m}^2$				$w_k = 276 \cdot 0.000211 = 0.058 \text{ mm}$			
Smyková únosnost - bez smykové výztuže				Posouzení			
$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 1.547 \cdot (0.803 \cdot 30.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 2.667) \cdot 1000 \cdot 668 = 0.625 \text{ MN}$				$w_{k,max} = 0.200 \text{ mm}$			
Posouzení				$w_k = 0.058 \text{ mm}$			
$V_{Rd,c} = 0.625 \text{ MN}$				29% Vyhovuje			
Smyková únosnost - se smykovou výztuží				Únosnost tahové diagonály			
$1 < \cot \theta = 1.428 < 2.5$				$V_{Rd,max} = 0.528 \cdot 18.0 \cdot 1000 \cdot 560 / (0.700 + 1.428) = 2.501 \text{ MN}$			
$\theta = 35.00^\circ$				Únosnost třminků			
Sklon tlakových diagonál				$V_{Rd,st} = 670 \cdot 434.8 \cdot 0.560 \cdot 1.428 / 300 = 0.777 \text{ MN}$			
soudělník redukce únosnosti tlak. diag.				Únosnost ohybů			
Dodatečná tahová síla od smyku a kroucení				$V_{Rd,b} = 0 \cdot 434.8 \cdot 0.707 \cdot 0.560 \cdot 2.428 / 450 = 0.000 \text{ MN}$			
$\Delta F_{td} = 1 \cdot 600 \cdot (1.428 - 0.000) + 0.000 = 0.857 \text{ MN}$				Posouzení			
Únosnost tahové diagonály				$V_{Rd,b} = 0.777 \text{ MN}$			
$V_{Rd,max} = 0.528 \cdot 18.0 \cdot 1000 \cdot 560 / (0.700 + 1.428) = 2.501 \text{ MN}$				77% Vyhovuje			

## 7. ZÁVĚR

Statickým výpočtem byly ověřeny dimenze navržených prvků. Veškeré nároky posuzovaných konstrukcí na zatížení jsou splněny.

Jakékoliv změny, případně nejasnosti, je třeba konzultovat se zpracovatelem statického výpočtu a s odpovědným projektantem. V případě změny podkladů, či vzniku nových skutečností si projektant vyhrazuje právo na posouzení dopadu těchto změn na řešení a eventuální doplnění nebo úpravu projektu.

<b>!!! Statický výpočet není součástí dokumentace k realizaci stavby !!!</b>
------------------------------------------------------------------------------

## **4 PŘÍLOHY**

### **4.1 VÝPOČET ZALOŽENÍ**