



Vodohospodářská opatření III v k. ú. Bolešiny

*Název stavby:
Suchý poldr a tůň*

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE
PRO VYDÁNÍ STAVEBNÍHO POVOLENÍ A PROVEDENÍ
STAVBY

E.8 Statické posouzení

PRAHA
ŘÍJEN 2018

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	2
1.1	Údaje o stavbě	2
1.2	Objednatel (žadatel) DSP/DPS	2
1.3	Zhotovitel DSP/DPS	2
2	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ	3
3	VŠEOBECNÁ ČÁST	4
3.1	Technické řešení	4
3.2	Technické řešení celkového objektu SO 02	4
3.3	Technické řešení sdruženého objektu	4
3.4	Základní údaje sdruženého objektu	4
4	Materiál	5
4.1	Beton	5
4.2	Výztuž	5
5	STATICKÝ VÝPOČET ŽLB KONSTRUKCE	5
5.1	Přehled výpočtů	6
5.2	Statické schéma	7
5.3	Materiály a jejich parametry	8
5.4	Druhy zatížení	8
5.5	Zatěžovací stavy (ZS) a kombinace zatížení (C) desky	9
5.6	Vnitřní síly na objektu MSÚ	10
6	POSUDKY ŽLB PRŮŘEZŮ	10
6.1	Metodika MSÚ	10
6.2	Metodika MSP	13
7	POSUDEK VZTLAKU (Uplift)	14
7.1	Návrhový přístup ČSN EN 1997-1 (Eurokód 7)	14
7.2	Přehled dílčích koeficientů bezpečnosti – vztlak	15
7.3	Posudek vztlaku	15
8	ZÁVĚR POSUDKU	17
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	18
10	SEZNAM PŘÍLOH	19

STATICKÝ VÝPOČET – SDRUŽENÝ OBJEKT V RÁMCI SO 02

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Údaje o stavbě

1. **Název stavby:** Vodohospodářská opatření III v k. ú. Bolešiny
Suchý poldr a tůň
2. **Místo stavby:**
- Obec:** Dle PD NDCon, s.r.o.
- Katastrální území:** Bolešiny
- Parcely:** Dle PD NDCon, s.r.o.
- Způsob ochrany nemovitostí:** Dle PD NDCon, s.r.o.
- Druh pozemků:** Dle PD NDCon, s.r.o.
- Druh stavby:** ŽLB sdružený objekt přelivu pro průtok Q 100
- Délka úpravy:** Dle PD NDCon, s.r.o.
3. **Předmět dokumentace:** Dokumentace pro stavební povolení + provádění stavby

1.2 Objednatel (žadatel) DSP/DPS

Zadavatel: Ing. Josef Zelenka
NDCon, s.r.o.
Zlatnická 10/1582
110 00 Praha 1
IČ: 64939511

1.3 Zhotovitel DSP/DPS

Zodpovědný projektant celkové části: Ing. Ladislav Němeček
NDCon, s.r.o.
Zlatnická 10/1582
110 00 Praha 1
IČ: 64939511

Zhotovitel posudku:

Ing. Jan Ježek

Baranova 1382/5

130 00 Praha 3

IČ: 87678250

AI ČKAIT 0012298 v oboru geotechnika

Web: geotechnikapraha.cz

2 SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ

- Výňatky z PD ve formátu pdf
- fotodokumentace od objednatele
- technická zpráva objektu SO 02 „D.2.1 Technická zpráva_SO02“ ve formátu docx
- řešerše katastru nemovitostí (<http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>)
- prohlížení záplavových území (http://www.dppcr.cz/html_pub/)

3 VŠEOBECNÁ ČÁST

Stavba se nachází v nivě Bolešinského potoka. V místě stavby se nachází stávající zemní koryto, pozemky v údolí nivy jsou silně zamokřené.

3.1 Technické řešení

Retenční nádrž je navržena jako suchá, bez stálého nadržení. Budou do ní svedeny dešťové vody z východní části povodí z nově zbudované soustavy tůní.

3.2 Technické řešení celkového objektu SO 02

Hráz nádrže je navržena zemní sypaná se sklony 1:3,3 na návodním a 1:2 na vzdušním líci se šířkou koruny 4 m. Součástí hráze bude přítěžovací lavice na vzdušním líci. Vzdušní a návodní líc budou zatravněné. V koruně bude zpevněná komunikace šířky 3,0 m. Kóta koruny hráze bude 441,75 m n. m., nejnižší místo nádrže, dno zátopy, na kótě 438,90 m n. m. Hloubka založení bude min 0,5 m pod stávajícím terénem, hráze bude opatřena zámkem spodní stavby hloubky min. 0,5 m šířky 3 m. Vzhledem k charakteru nádrže není navržen patní drén.

3.3 Technické řešení sdruženého objektu

Pro převedení běžných i povodňových průtoků je navržený sdružený objekt. Bezpečnostní přeliv bude čtvercového půdorysu s délkou přelivné hrany 8 m. Na vtoku do sdruženého objektu je navrženo škrcení průtoku DN 800 na kótě 439,75 m n. m. Tělesem hráze od sdruženého objektu bude procházet odpadní potrubí DN 1600.

Objekt s délkou přelivné hrany 8 m převede objekt návrhový průtok Q 100 při výšce přepadového paprsku 0,45 m. Objem nádrže při přepadové výšce na BP 0,45 m je cca 3040 m³.

3.3.1 Postup stavebních prací

Sdružený objekt bude sestávat ze základového bloku šířky 3,8 m a délky 4,4 m. Nadzákladová část objektu – stěny – budou tloušťky 0,5 m vysoké 2,7 m. Nadzákladový objekt bude půdorysně čtvercový světlosti 2x2 m. Před započítáním betonáže nadzákladové části bude do spodní části stěn v bednění vložen těsnicí křížový plech, aby základový blok a stěny přelivu tvořily nepropustný celek, tzv. bílou vanu. V příčném řezu bude základový blok širší než stěny přelivu o 0,4 m na každou stranu z důvodu přitížení konstrukce proti vyplavání. Pro zkosení horní hrany přelivných stěn budou použity rohové lišty do bednění velikosti 50 mm.

Jako výztuž sdruženého objektu (zákl. bloku a stěn) bude použita tyčová ocel B 500B (dříve 10 505R), ØR10/100 mm a ØR16/200 mm. Minimální krytí výztuže betonem bude 50 mm. Tloušťka krytí bude zajištěna betonovými distančníky.

3.4 Základní údaje sdruženého objektu

Charakteristika objektu:	ŽLB bílá vana; šachta objektu a základ
Tloušťka stěn:	0,50 m
Výška stěny:	2,70 m
Výška základu:	0,90 m
Rozměry základu:	3,80 m x 4,40 m

Předpokládaný rok výstavby:

2019-2020

4 Materiál

4.1 Beton

Pro jednotlivé konstrukční části zdi byly stanoveny třídy betonů (EN 206-1) a stupně agresivity prostředí (ČSN EN 206-1) takto:

- Základ a stěny:

BETON ČSN EN 206-1-C30/37 XF3 (CZ)-S3

- Podkladní beton:

BETON ČSN EN 206-1-C12/15 X0 (CZ)

4.2 Výztuž

Na vyztužení všech betonových částí konstrukce bude použita betonářská výztuž B 500 B (dřívější ozn. 10 505 (R)) se zaručenou svařitelností, aby mohla být realizována opatření z hlediska bludných proudů, přesto, že jejich výskyt není předpokládán. U ŽLB konstrukcí se armokoše po obvodu vzájemně spojí elektrickým svárem a zbytek bude svázán vazacím drátem. V oblasti případných pracovních spár bude výztuž stykována přesahem + provaření elektrickým svarem.

Krycí vrstva betonu musí odpovídat hodnotě příslušné danému stupni agresivity prostředí dle ČSN EN 206 a ČSN EN 1992-2. Krytí výztuže min. 40 mm, nominální 50 mm. Toto krytí platí pro veškerou betonářskou výztuž. Betonářská výztuž u bednění bude vybavena nevodivými distančními tělísky (velikosti dle zmíněných ČSN), které tak zajistí požadovanou hodnotu krytí.

Pro veškerou betonářskou výztuž je požadován dokument kontroly jakosti dle ČSN EN 10204 3.1, pro přídavný materiál pro svařování dokument kontroly jakosti 3.1.

5 STATICKÝ VÝPOČET ŽLB KONSTRUKCE

Statické posouzení je zpracováno pro nejméně příznivé případy zatížení desky s danými základovými poměry. Při zadávání tuhostí zemního odporu do výpočtu byl akceptován geologický profil zemního tělesa, geotechnické parametry zemin a ustálená hladina podzemní vody na základě zprávy z IGP, respektive vliv podzemní vody nebyl zohledněn, a to z důvodu dokumentované hloubky podzemní vody v IGP.

Účinek zatížení, která se vyskytují současně, se do výpočtu zavádí pomocí kombinací zatížení, definovaných v ČSN EN 1990 „Zásady navrhování konstrukcí“. Některá zatížení působí jako zatížení stálá (například vlastní hmotnost kce); jako proměnná zatížení lze zadat přitížení a zadané síly (zatížení automobilovým provozem).

Obecně lze popsat vliv zatížení a užití návrhových koeficientů následovně:

- 1) Trvalá a dočasná návrhová situace:

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

- 2) Mimořádná návrhová situace:

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

3) Seismická návrhová situace (zde neřešeno):

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

Veličina – označení	hodnota	Vysvětlení
G_k	zadání	Charakteristická hodnota stálého zatížení
γ_G	1,35	Součinitel stálého zatížení – nepříznivé zatížení
γ_G	1,00	Součinitel stálého zatížení – příznivé zatížení
$Q_{k,1}$	zadání	Charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	zadání	Charakteristická hodnota vedlejšího i - tého proměnného zatížení
ψ_0	1,00	Součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení
ψ_1	1,00	Součinitel častou hodnotu proměnného zatížení
ψ_2	1,00	Součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
$\psi_{2,i}$	1,00	Součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení
A_d	zadání	Návrhová hodnota mimořádného zatížení
A_{Ed}	neposuz.	Návrhová hodnota seismického zatížení

Tabulka 1: Přehled koeficientů ve výpočtu žlb konstrukce pro kombinace zatížení

Dále do výpočtu vstupují materiálové koeficienty bezpečnosti. Ty jsou následující:

Koeficient	hodnota	Vysvětlení
γ_c	1,50	Materiálový součinitel betonu – základní kombinace zatížení
γ_s	1,15	Materiálový součinitel oceli – základní kombinace zatížení
γ_c	1,20	Materiálový součinitel betonu – mimořádná kombinace
γ_s	1,00	Materiálový součinitel oceli – mimořádná kombinace
α_{cc}	1,00	Součinitel tlakové pevnosti betonu

Tabulka 2: Přehled materiálových koeficientů ve výpočtu žlb konstrukce pro kombinace zatížení

5.1 Přehled výpočtů

Statické výpočty konstrukce jsou provedeny podle norem ČSN EN (Eurokódů) podle teorie mezních stavů. Konstrukce je posouzena z hlediska:

- 1) **MSÚ** – trvalé, dočasné a mimořádné situace
- 2) **MSP** – deformace
- 3) **MSP** – šířka trhlin (maximální povolená šířka trhlin u bílých van je 200 mm)

Konstrukce je řešena jako stěnový problém vzhledem k přítomnosti prostupů potrubí (otvory ve stěnách):

- 1) Stěny včetně otvorů

V běžném stavu je objekt modelován jako stěnový systém liniově podepřený vetknutími do základového bloku v celé délce styku. Z hlediska mocnosti základového bloku je nejnepríznivější stav boční zatížení stěn vodním tlakem.

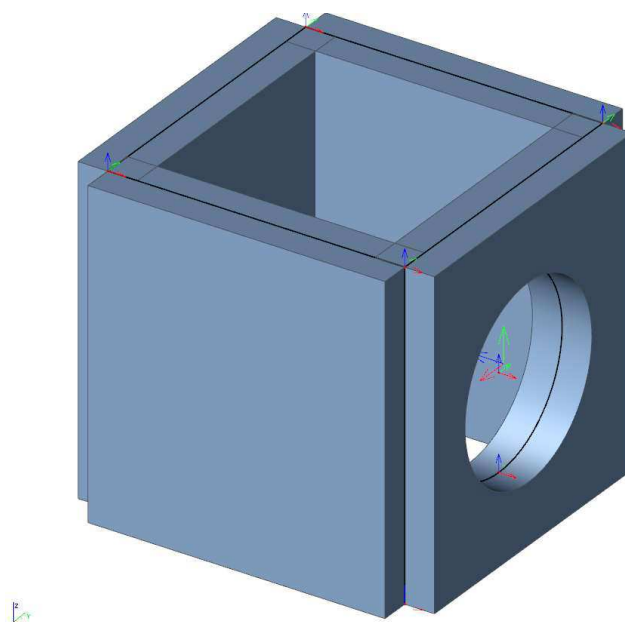
Základový blok tvoří masivní betonový objekt sám o sobě, který je namáhán momenty přenášené od vetknutí nadzákladového objektu. Z důvodů rozměru betonového základu není nutno tento zvláště posuzovat, neboť dimenzační síly, které vyhovují v nadzákladové části automaticky vyhovují i v objektu základu.

Se zemním tlakem od hráze nebylo uvažováno z následujících důvodů:

- 1) Úklon hráze 1:3,3 na návodním líci je tak mírný, že zemní tlak v boku na objekt dosahuje minimálních hodnot
- 2) V místě případného zemního tlaku je z objektu vyvedeno potrubí DN 1 600, které samo o sobě redistribuuje zemní tlak okolo kruhového objektu – podobný efekt zasypání hloubené konstrukce kruhového tunelového objektu v zemině. Napětí v zemině jsou tudíž odkloněna okolo roury i mimo stěnu sdruženého objektu

5.2 Statické schéma

5.2.1 Geometrie modelu



Obrázek 1: 3D model sdruženého objektu

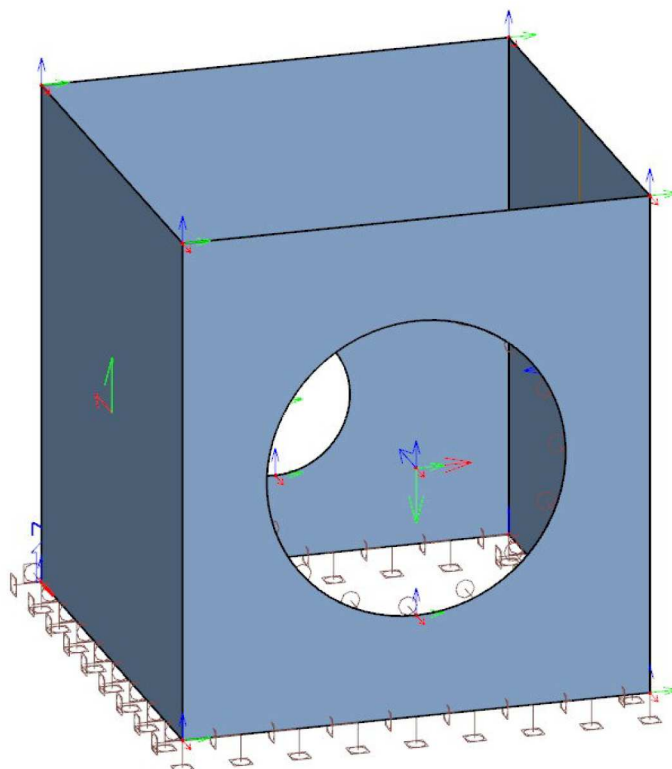
Objekt je běžném stavu modelován jako stěnová konstrukce (rozměru 2,50 x 2,50 m – v ose průřezu stěn objektu), kde systémové osy stěn jsou orientované shodně pro usnadnění návrhu vyztužení.

Stěny jsou (jak bylo zmíněno výše) liniově podepřeny ve třech směrech:

- 1) Osa z – pevné
- 2) Osa x – pevné
- 3) Osa y – pevné

Tím je modelován styk nadzákladové konstrukce se základem. Dále je otvor pro potrubí podepřen v jedné rovině, toto opatření simuluje opření stěny do trubní roury.

- 1) Osa x – pevné s vyloučením tahu



Obrázek 2: Model objektu na podepřeních včetně otvorů DN 800 a DN 1600 ve stěnách

5.3 Materiály a jejich parametry

Materiál	γ (kNm ⁻³)	E_c (MPa)	G (MPa)	f_{ck} (MPa)	f_{ctm} (MPa)	ν (-)
Beton C30/37	25	33 000	12 300	30,0	2,90	0,15

Tabulka 3: Materiálové charakteristiky betonu

Materiál	γ (kNm ⁻³)	E_s (MPa)	f_{yk} (MPa)	f_{tk} (MPa)
Výztuž B 500 B	78,5	200 000	500	550

Tabulka 4: Materiálové charakteristiky ocelářské výztuže

5.4 Druhy zatížení

5.4.1 Stěny

Ve výpočtu bylo uvažováno s následujícími typy zatížení. Pro přehled jsou všechna zatížení uvedena v následující tabulce:

Zatížení	Typ	Vysvětlení
1	Stálé	Vlastní tíha konstrukce – železobetonu (VLT)
2	Proměnné	Vodní tlak varianta ze 3 stran
12	Proměnné	Vodní tlak varianta ze 4 stran

Tabulka 5: přehled vnějších zatížení konstrukce desky

5.4.2 Popis zatížení stěn objektu

Zatížení	Vysvětlení
1	Dle ČSN EN 1991-1-1- Zatížení je dáno rozměry konstrukce a objemovou tíhou žlb. konstrukce $25,0 \text{ kN/m}^3$
2	Zatížení je definováno trojúhelníkovým zatížením hydrostatickým tlakem po boku 3 stěn s přírůstkem $\Delta 10 \text{ kN/m}^2 / 1 \text{ m}$ výšky ($p_{\max} = 27 \text{ kN/m}^2$)
3	Zatížení je definováno trojúhelníkovým zatížením hydrostatickým tlakem po boku 4 stěn s přírůstkem $\Delta 10 \text{ kN/m}^2 / 1 \text{ m}$ výšky ($p_{\max} = 27 \text{ kN/m}^2$)

Tabulka 6: Popis druhů zatížení objektu

5.5 Zatěžovací stavy (ZS) a kombinace zatížení (C) desky

Jednotlivé druhy zatížení – vlastní tíha a proměnná vnější zatížení, zatížení dopravou – jsou do výpočtu zavedeny prostřednictvím zatěžovacích stavů (ZS). Vzhledem k nelinearitě úlohy není možno využít principu superpozice, a proto je každou kombinaci (C) zatěžovacích stavů potřeba definovat samostatně.

Z definovaných ZS jsou sestaveny 4 zatěžovacích kombinací pro výpočet dle MSÚ a MSP.

Základní kombinace MSÚ zatížení pro objekt:	Základní kombinace MSP zatížení pro objekt:
CO1: Vlastní tíha 1,35	CO3: Vlastní tíha 1,00
CO2: Vlastní tíha 1,35 + Voda 1,50	CO4: Vlastní tíha 1,00 + Voda 1,00

Tabulka 7: Základní a mimořádná kombinace zatížení pro objekt

5.5.1 Výpočet dle MSÚ:

Hlavním proměnným zatížením je zatížení dopravou, vedlejší proměnná zatížení nejsou uvažována. Pro ověření MSÚ jsou **návrhové kombinace** sestaveny dle ČSN EN 1990, tab A1.2(B) (rovnice 6.10):

$$1,35 \cdot \text{STÁLÉ} + 1,5 \cdot \text{VODNÍ TLAK}$$

kde dílčí součinitel pro stálé zatížení je $f = 1,35$, pro proměnná zatížení je $f = 1,50$.

Pro **mimořádné stavy** dle ČSN EN 1990, tab. A1.3 (rovnice 6.11a/b):

$$1,0 \cdot \text{STÁLÉ} + 1,0 \cdot \text{VODNÍ TLAK}$$

kde dílčí součinitel pro stálé zatížení je $f = 1,00$, pro proměnná zatížení je $f = 1,00$.

V zatěžovacích stavech desky jsou definována zatížení charakteristická, která jsou až v kombinacích upravována pomocí příslušných dílčích součinitelů zatížení.

Pro vyhledávání rozhodujících účinků je využito obálek příslušných veličin z jednotlivých kombinací.

V rámci tohoto výpočtu nebyly uvažované mimořádné zatěžovací stavy, a to z následujícího důvodu:

- 1) Pokud by bylo uzavřen výtok z objektu (např. zanesením trouby apod.), dojde k nastoupaní hladiny v retenční nádrži, avšak i k zatopení vnitřní části šachty

objektu, tudíž v tomto mimořádném případě by došlo k vyrovnání hydrostatického tlaku uvnitř i vně konstrukce.

Pro výpočet šířky trhlin jsou kvazistálé kombinace sestaveny dle ČSN EN 1990, tab. A1.4 (rovnice 6.16):

$$1,0 \cdot \text{STÁLÉ} + 1,0 \cdot \text{VODNÍ TLAK}$$

Kombinace zatížení jsou stejné jako pro mimořádné stavy, ale liší se okrajové podmínky úlohy.

5.6 Vnitřní síly na objektu MSÚ

V přílohách (viz: přílohy) jsou znázorněny dimenzační momenty (ohybové momenty zohledňující kroutící moment). Znaménka u názvu veličiny udávají, o který z povrchů desky se jedná (např. m_{xD+} je moment v ose x při horním povrchu).

6 POSUDKY ŽLB PRŮŘEZŮ

6.1 Metodika MSÚ

Nejprve byly vyhodnoceny vnitřní návrhové hodnoty sil pro MSÚ dle výpočtu žlb desky a roštu. Výsledky posudků jsou v daných přílohách. Posouzení vnitřních sil odpovídá nejnamáhanějším průřezům konstrukce. Výpočet posuzuje únosnost průřezu $\bar{s} = 1000 \text{ mm}$ (1 bm) a $t_l = 500 \text{ mm}$ z betonu třídy C 30/37 dle ČSN EN 1992-1-1. Bylo uvažováno s kombinací namáhání ohybu a smyku na 1 bm konstrukce desky, a to pro namáhání pro dimenzování svislé výztuže a vodorovné výztuže.

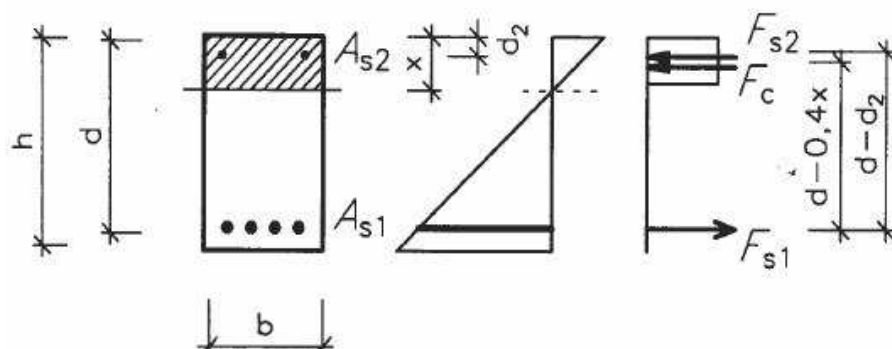
Do dimenzování jsou uvažovány jen ty síly v návrhových hodnotách, které leží nad posuzovaným řezem. Síly dále již nejsou násobeny žádným výpočtovým součinitelem.

6.1.1 Tlak a ohyb

Posouzení MSÚ žlb průřezu je provedeno dle ČSN EN 1992-1-1, kapitola 6.1. Tahová pevnost betonu je zanedbávána a není uvažováno se spolupůsobením tlačené výztuže. Je sestaven interakční diagram profilu namáhaného kombinací $N_{ed} + M_{ed}$ a daná kombinace je porovnávána s krajními body interakčního diagramu. S ohledem na stranu bezpečnosti není uvažováno s normálovou silou od vlastní tíhy konstrukce.

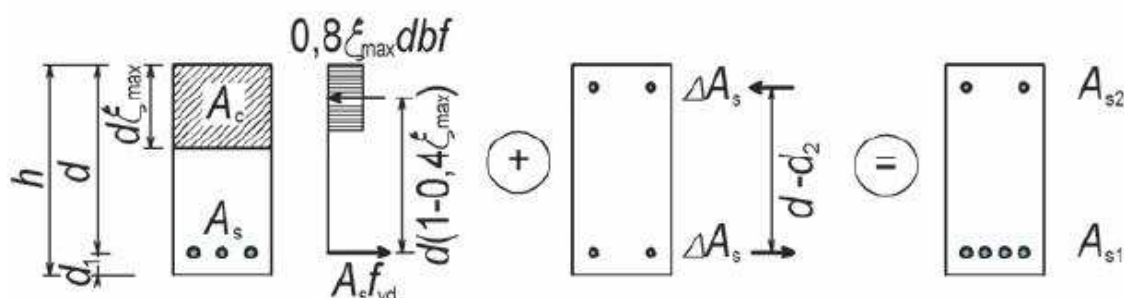
Oboustranně vyztužený průřez je vyztužen podélnou tahovou výztuží plochy A_{s1} a tlakovou výztuží plochy A_{s2} (viz obr.3). Při splnění podmínky omezující hodnotu x by průřez vyztužený pouze tahovou výztuží vykazoval moment únosnosti menší, než je daná hodnota M_{ed} .

Dalšími důvody návrhu tlačené výztuže je zvýšení duktility prvku, vyšší rotační kapacita. Vliv tlakové výztuže se příznivě projeví též částečnou eliminací dotvarování a smršťování betonu a tím menšími průhyby ohýbaných nosníků s oboustranným vyztužením.



Obrázek 3: Oboustranně vyztužený průřez

Při návrhu výztuže lze vycházet z průřezu jednostranně vyztuženého s maximální únosností při splnění normových požadavků na výšku tlačené oblasti – označujeme hodnotu momentu únosnosti v tomto případě $M_{Rd,max}$. Platí tedy $\xi = \xi_{bal,1}$, případně $\xi = x_u/d$ (označme tuto hodnotu ξ_{max}). S přidáním tahovou i tlakovou výztuží stejné plochy ΔA_s (viz obr. 4) se nemění výška tlačené oblasti a zvýší se moment únosnosti.



Obrázek 4: Návrh výztuže oboustranně vyztuženého průřezu

Výpočet plochy A_s tahové výztuže pro $\xi = \xi_{max}$ z rovnice rovnováhy sil a hodnoty odpovídajícího momentu únosnosti $M_{Rd,max}$:

$$A_s = \lambda \xi_{max} d b \eta f_{cd} / f_{yd}$$

$$M_{Rd,max} = \lambda \xi_{max} d b \eta f_{cd} (d - 0,5 \lambda \xi_{max} d)$$

Výpočet nutné plochy přidavné výztuže ΔA_s :

$$\Delta A_s = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,max}}{f_{yd}(d - d_2)} \quad ; \quad \begin{matrix} A_{s1} \geq A_s + \Delta A_s \\ A_{s2} \geq \Delta A_s \end{matrix}$$

Výpočet výšky tlačené oblasti v MSÚ z rovnováhy sil v tlačném betonu, tlakové a tahové výztuži za předpokladu využití veškeré výztuže v MSÚ ($\sigma_{s1} = \sigma_{s2} = f_{yd}$):

$$x = \frac{(A_{s1} - A_{s2}) f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}}$$

Výpočet momentu únosnosti:

$$M_{Rd} = b \cdot \lambda \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot (d - d_2)$$

6.1.2 Smyk

Únosnost ve smyku je stanovena dle ČSN EN 1992-1-1, kapitola 6.2.2.

Prostý betonový průřez má smykovou únosnost:

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k \left(100 \rho_l f_{ck} \right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

kde:

ρ_l	Stupeň vyztužení tahovou výztuží
f_{ck}	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku v t = 28 dní
b_w	Nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti
d	Účinná výška průřezu

Vyztužený betonový průřez má smykovou únosnost svislé výztuže:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{yd} \cdot \cot \Theta$$

kde:

A_{sw}	Plocha smykové výztuže
s	Osová vzdálenost smykové výztuže
f_{yd}	Návrhová mez kluzu smykové výztuže
z	Rameno vnitřních sil
Θ	Sklon tlačných diagonál

Pokud je smyková výztuž skloněna pod úhlem α , pak je únosnost výztuže dána:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{yd} \cdot (\cot \Theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

Únosnost tlačných diagonál:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta}$$

kde:

α_{cw}	Součinitel stavu napětí v tlačném pásu v betonu = 1,0
b_w	Nejmenší šířka průřezu mezi tlačným a taženým pásem

ν_1 Redukční součinitel betonu při porušení smykem

f_{cd} Návrhová válcová pevnost betonu

θ Sklon tlačných diagonál

Únosnost tlačných diagonál při skloněné smykové výztuži pod úhlem α :

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

Celková únosnost průřezu ze žlb ve smyku je dána jako menší z hodnot $V_{Rd,s}$ a $V_{Rd,max}$.

6.2 Metodika MSP

Mezní stavy použitelnosti jsou posuzovány dle kapitoly 7 normy ČSN EN 1992-1-1. Cílem posouzení mezních stavů použitelnosti je ověřit, zda bude konstrukce během své životnosti schopna plnit funkci pro kterou byla navržena. Při posouzení mezních stavů použitelnosti je uvažováno s rozvojem trhlin při libovolném tahovém napětí v betonu.

6.2.1 Mezní stav omezení napětí

Mezní stav omezení napětí je ověřován pro **charakteristické** zatěžovací případy (kombinace). Tlakové napětí v betonu má být omezeno z důvodu možného vzniku podélných trhlin případně nadměrného dotvarování. Maximální tlakové napětí v betonu je omezeno vztahem:

$$\sigma_{c,lim} = k_1 f_{ck}$$

Obecně řečeno, maximální přípustné napětí v betonu by nemělo překročit 0,6x násobek charakteristické válcové pevnosti betonu.

Obdobně toto platí i pro omezení tahového napětí ve výztuži. To by nemělo překročit 0,8 x násobek charakteristické meze kluzu výztuže. Omezeno vztahem:

$$\sigma_{s,lim} = k_3 f_{yk}$$

6.2.2 Mezní stav omezení trhlin

Velikost trhlin má být omezena tak, aby nedošlo k narušení řádné funkce nebo trvanlivosti konstrukce, popř. k nepříznivému ovlivnění jejího vzhledu. Šířka trhlin je kontrolována pro zatěžovací případy (kombinace) typu **kvazistálé**. Dáno vztahem:

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

kde:

$s_{r,max}$ Maximální vzdálenost trhlin

ε_{sm} Průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže. Uvažuje se pouze přídavné tahové poměrné přetvoření od stavu nulového poměrného přetvoření betonu ve stejné úrovni

ε_{cm}

Průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu mezi trhlinami

Rozdíl mezi přetvořeními výztuže a betonu je dáno vztahem:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

kde:

 σ_s

Napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlinou

 α_e

Poměr návrhové hodnoty modulu pružnosti oceli a sečnového modulu pružnosti betonu

 k_t

Součinitel závisící na době trvání zatížení. Nabývá hodnoty 0,6 pro krátkodobé zatížení a 0,4 pro dlouhodobé zatížení

Maximální vzdálenost trhlin je:

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 d}{\rho_{p,eff}}$$

kde:

 $k_1 - k_4$

Součinitelé nabývají hodnot dle tabulek v kapitole 7 normy ČSN EN 1992-1-1 a zohledňují různé faktory

 c

Krytí podélné výztuže

 d

Průměr vložek podélné výztuže.

Maximální šířka trhlin W_{max} je dána opět normou. V tomto případě uvažujeme hodnotu limitní trhliny 0,200 mm pro konstrukce z tzv. „bílé vany“.

7 POSUDEK VZTLAKU (Uplift)

7.1 Návrhový přístup ČSN EN 1997-1 (Eurokód 7)

Nastavení výpočtu reflektuje nařízení nyní platné geotechnické normy ČSN EN 1997-1. V ČR není prozatím schválen Národní aplikační dokument – příloha k evropské normě s ohledem na místní zkušenosti; proto se projektant odkazuje na zkušenosti okolních sousedních států.

Na základě doporučení většiny evropských zemí je zvykem na výpočty geotechnických konstrukcí využít tzv. **Návrhový Přístup číslo (Design Approach) 2**. Dle NP 2 se nepoužívají redukční koeficienty na geotechnické prostředí; do výpočtu zasahují součinitele redukce odporu (plošné založení) pro únosnost základu a usmýknutí. Současně do výpočtu zasahuje koeficient stálého a proměnného zatížení $\gamma_G = 1,35$ a $\gamma_Q = 1,5$. Výčet použitých bezpečnostních koeficientů je popsán dále v dokumentu. Návrhový přístup 2 se vyznačuje kombinací **A1 + M1 + R2**.

7.2 Přehled dílčích koeficientů bezpečnosti – vztlak

koeficient	hodnota	vysvětlení
$\gamma_{G,dst}$	1,00	Koeficient bezpečnosti pro destabilizující sílu (vztlak)
$\gamma_{G,stab}$	0,90	Koeficient bezpečnosti pro stabilizující sílu (hmotnost)
γ_M	1,25	Koeficient bezpečnosti tření základ - zemina

Tabulka 8: Sumarizace dílčích koeficientů bezpečnosti – vztlak

7.3 Posudek vztlaku

Posudek vychází z rovnováhy následných druhů sil:

1) Vztlak:

$$V_{dst,d} = G_{dst,d} = \gamma_{G,dst} \gamma_w (H + D) B$$

kde:

$V_{dst,d}$	Vztlaková síla
γ_w	Objemová tíha vody = 10 kN/m ³
B	Šířka základu
(H+D)	Hloubka základové spáry od hladiny vody, dle normy D je tloušťka podkladního betonu
L	Délka základu

Obecně v ČSN EN 1997-1 se uvažuje délka základu na 1 bm a posuzuje se v jednotkách kN/m, v našem případě vzhledem k nerovnoměrnému rozptýlení hmotnosti uvažujeme s celou plochou základu.

2) Vlastní tíha kce:

$$G_{stab,d} = \gamma_{G,stab} * V_c * \gamma_{c,k} + G_k + R_d$$

kde:

$G_{stab,d}$	Stabilizující síla
$\gamma_{G,stab}$	Koeficient bezpečnosti
V_c	Objem betonu kce
$\gamma_{c,k}$	Objemová tíha žlb, charakteristická hodnota = 25 kN/m ³
G_k	Vnější vertikální zatížení působící proti vztlaku (= 0 kN)
R_d	Tření základu o zeminu

3) Tření stěn základu o zeminu

$$R_k = 2 (H + D) K_{ak} \sigma_v' \tan \delta_k$$

kde:

K_{ak}

Koeficient aktivního bočního tlaku zeminy, charakteristická hodnota

σ_v'

Efektivní svislé napětí zeminy v klidu v polovině výšky základu

$\tan \delta_k$

Tangens tření základ – zemina; $\delta = 2/3 \varphi$ zeminy (F4/CS)

$$V_{dst,d} = 1,00 * 10 * (3,00 * 3,00 * 2,70 + 3,80 * 4,40 * 1,00) = \mathbf{410,02 \text{ kN}}$$

$$G_{stb,d} = 0,90 * 29,22 * 25 + 7,70 = \mathbf{665,15 \text{ kN}}$$

$$K_{ak} = \frac{1 - \sin}{1 + \sin} = \frac{1 - \sin 25^\circ}{1 + \sin} = 0,40, \text{ dle IGP se jedná o zeminu F4/CS}$$

$$\delta_k = \frac{2}{3} * \varphi = 16,5^\circ$$

$$\sigma_v = 0,5 * H_{zákl} * (\gamma - \gamma_w) = 0,50 * 1,00 * (18,50 - 10,00) = 4,25 \text{ kPa}$$

$$R_k = 2 * (1,00 * 4,40) + 2 * (1,00 * 3,80) * 0,40 * \tan 16,5^\circ = 9,7 \text{ kN}$$

$$R_d = 9,7 / 1,25 = 7,70 \text{ kN}$$

Vyhovuje – kce nevyplave

8 ZÁVĚR POSUDKU

Statický výpočet byl zpracován podle platných předpisů na základě podkladů objednatele. Byl vytvořen numerický deskový model objektu pro určení vnitřních sil na konstrukci a nejvíce namáhané oblasti byly posouzeny pomocí běžných analytických metod za účelem MSÚ a MSP, a to konkrétně na **omezení napětí průřezu a trhliny**. Dále byl ověřen případ vztlaku na konstrukci proti možnému vyplavání.

Statický posudek vyhovuje

Doporučení:

- 1) Při prováděcích pracích in-situ budou potvrzeny údaje získané inženýrsko-geologickým průzkumem
- 2) Budou brány v potaz dílčí závěry jednotlivých posudků
- 3) Pokud se objeví nepředpokládané problémy během prací, je nutno okamžitě zareagovat a přerušit práce a po dohodě projektant – zhotovitel přijmout opatření k úspěšnému dokončení prací.
- 4) Podle § 160 zákona 183/2006 Sb. (Stavební zákon) musí stavební úpravy provádět odborná firma s příslušným oprávněním, pracovní četa musí být vedena autorizovaným stavbyvedoucím.
- 5) Při provádění dodržovat zásady BOZP.
- 6) Před započítím prací je nutno zhodnotit stav základové spáry autorizovaným geotechnikem, lépe geologem. Zároveň musí být provedena přebírka základové spáry a potvrzena přítomnost zeminového podloží charakteru F4/CS Bude provedena přebírka základové spáry autorizovaným geotechnikem.
- 7) Je vhodné použít větší množství menších profilů (např. KARI 10/100/100/10) pro lepší chování betonu vůči smrštění a mrazovým cyklům
- 8) Před započítím stavby posudek ověřit v rámci RDS na případné speciální stavy MSP

Projektant si vyhrazuje právo být informován o všech změnách týkajících se projektové dokumentace objektu, zejména pokud by tyto změny měly mít vliv na stabilitní působení na konstrukci! Posudek neřeší koordinaci s případnými dalšími sítěmi či majiteli sousedních pozemků. Tento posudek slouží pro stupeň dokumentace DSP/DPS.

Ing. Jan Ježek

V Praze dne 13.12.2018

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

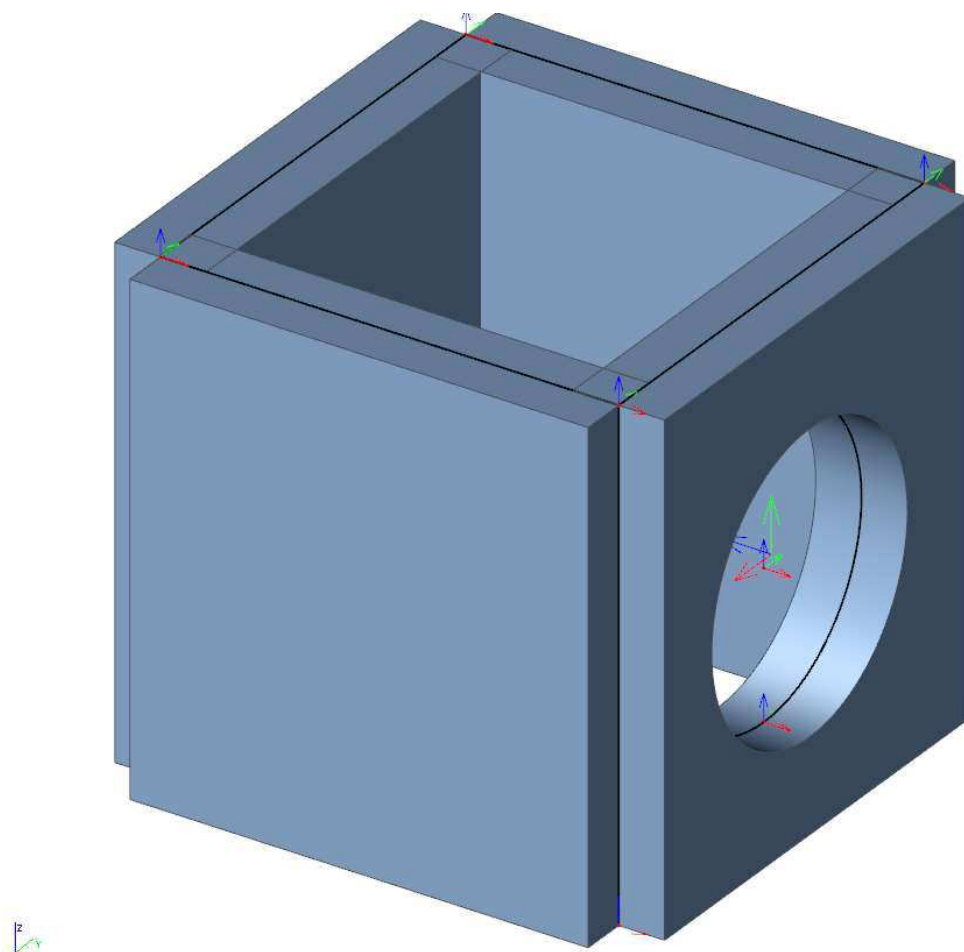
NORMY:

- | | |
|------------------------|--|
| 1) ČSN EN 1990 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| 2) ČSN EN 1991-(1-7) | Zatížení konstrukcí (Eurokód 1) |
| 3) ČSN EN 1992-1-1 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Všeobecná pravidla a pravidla pro budovy (Eurokód 2) |
| 4) ČSN ISO 2394 | Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí |
| 5) ČSN ENV 13670 | Provádění betonových konstrukcí |
| 6) ČSN EN 1997-1 | Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Všeobecná pravidla |
| 7) ČSN EN 1997-2 | Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy |
| 8) ČSN EN 206-1 | Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda |
| 9) ČSN EN 197-1 | Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití |
| 10) ČSN 73 0037 | Zemní a horninový tlak na stavební konstrukce |
| 11) ČSN 73 1001 | Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy (zrušená) |
| 12) ČSN 73 0020 | Terminologie spolehlivosti stavebních konstrukcí a základových půd |
| 13) ČSN EN ISO 14688-1 | Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis |
| 14) ČSN EN ISO 14688-2 | Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování |
| 15) ČSN EN ISO 14689-1 | Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis |

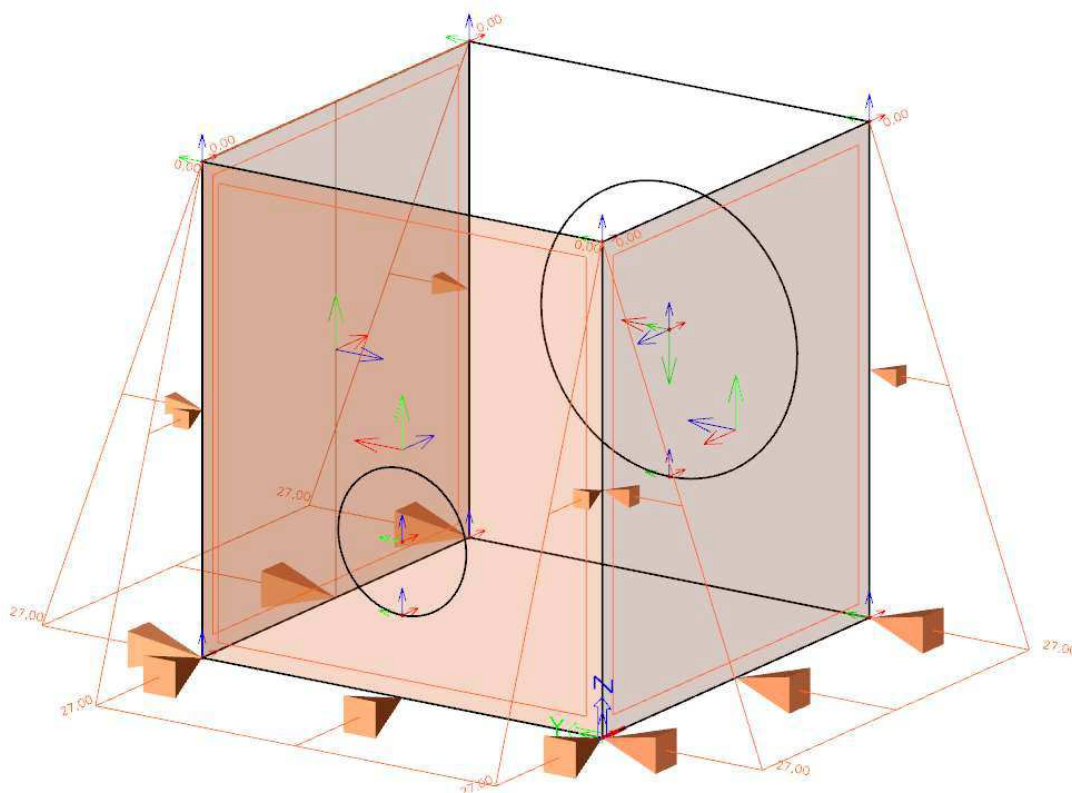
10 SEZNAM PŘÍLOH

ČÍSLO PŘÍLOHY:	GEOMETRIE A ZATÍŽENÍ MODELU OBJEKTU
1)	Geometrie modelu
2)	Plošné zatížení hydrostatickým tlakem, varianta 3 stěny
3)	Plošné zatížení hydrostatickým tlakem, varianta 4 stěny
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 1 – MSÚ – var 3 stěny zatížení
4)	Moment M_x (vnitřní povrch)
5)	Moment M_y (vnitřní povrch)
6)	Moment M_x (vnější povrch)
7)	Moment M_y (vnější povrch)
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 2 – MSÚ – var 3 stěny zatížení
8)	Moment M_x (vnitřní povrch)
9)	Moment M_y (vnitřní povrch)
10)	Moment M_x (vnější povrch)
11)	Moment M_y (vnější povrch)
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 3 – MSP – var 3 stěny zatížení
12)	Moment M_x (vnitřní povrch)
13)	Moment M_y (vnitřní povrch)
14)	Moment M_x (vnější povrch)
15)	Moment M_y (vnější povrch)
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 4 – MSP – var 3 stěny zatížení
16)	Moment M_x (vnitřní povrch)
17)	Moment M_y (vnitřní povrch)
18)	Moment M_x (vnější povrch)
19)	Moment M_y (vnější povrch)
20)	Celkové deformace ve směru x
21)	Celkové deformace ve směru y
22)	Celkové deformace ve směru z
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 1 – MSÚ – var 4 stěny zatížení
23)	Moment M_x (vnitřní povrch)
24)	Moment M_y (vnitřní povrch)
25)	Moment M_x (vnější povrch)
26)	Moment M_y (vnější povrch)
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 2 – MSÚ – var 4 stěny zatížení
27)	Moment M_x (vnitřní povrch)
28)	Moment M_y (vnitřní povrch)
29)	Moment M_x (vnější povrch)
30)	Moment M_y (vnější povrch)
ČÍSLO PŘÍLOHY:	VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 3 – MSP – var 4 stěny zatížení
31)	Moment M_x (vnitřní povrch)
32)	Moment M_y (vnitřní povrch)
33)	Moment M_x (vnější povrch)
34)	Moment M_y (vnější povrch)

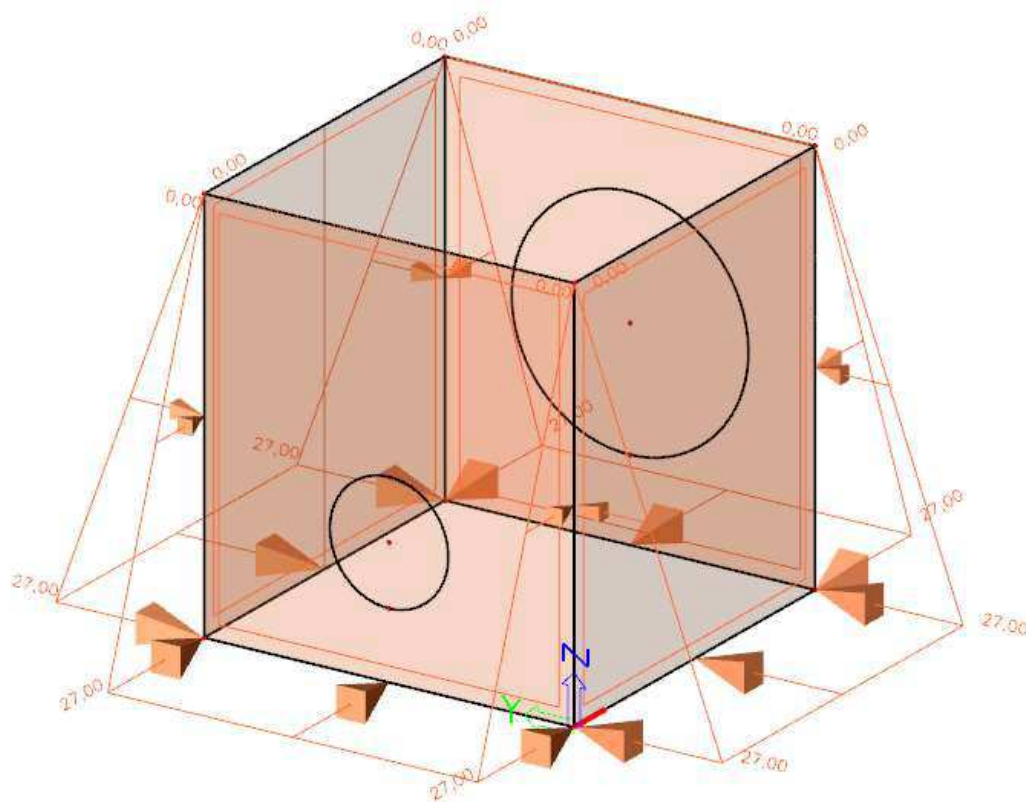
ČÍSLO PŘÍLOHY: VNITŘNÍ SÍLY – ZÁKLADNÍ KOMBINACE CO 4 – MSP – var 4 stěny zatížení	
35)	Moment M_x (vnitřní povrch)
36)	Moment M_y (vnitřní povrch)
37)	Moment M_x (vnější povrch)
38)	Moment M_y (vnější povrch)
39)	Celkové deformace ve směru x
40)	Celkové deformace ve směru y
41)	Celkové deformace ve směru z
ČÍSLO PŘÍLOHY: POSUDEK PRŮŘEZU	
42) Směr x	Vodorovná ohybová výztuž; Mezní stav omezení trhlin
43) Směr y	Svislá ohybová výztuž; Mezní stav omezení trhlin
44)	Tabulka maxim



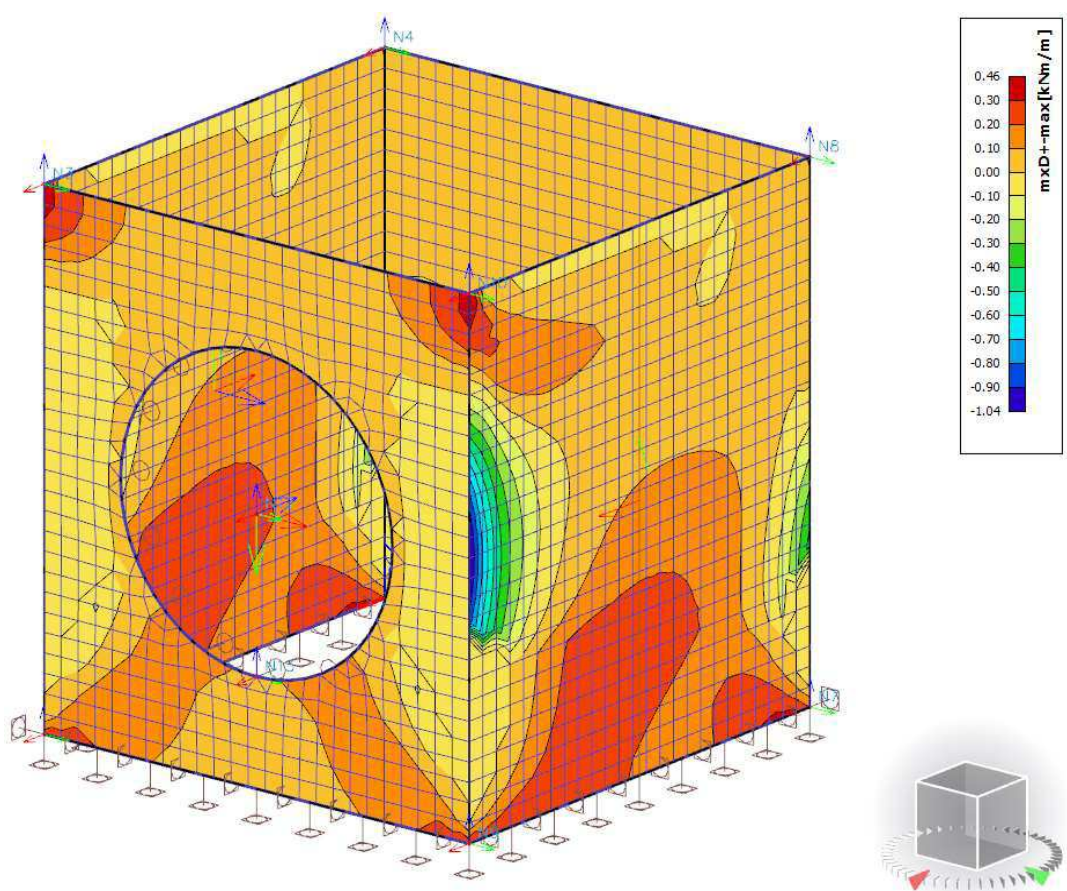
Příloha 1: Geometrie modelu



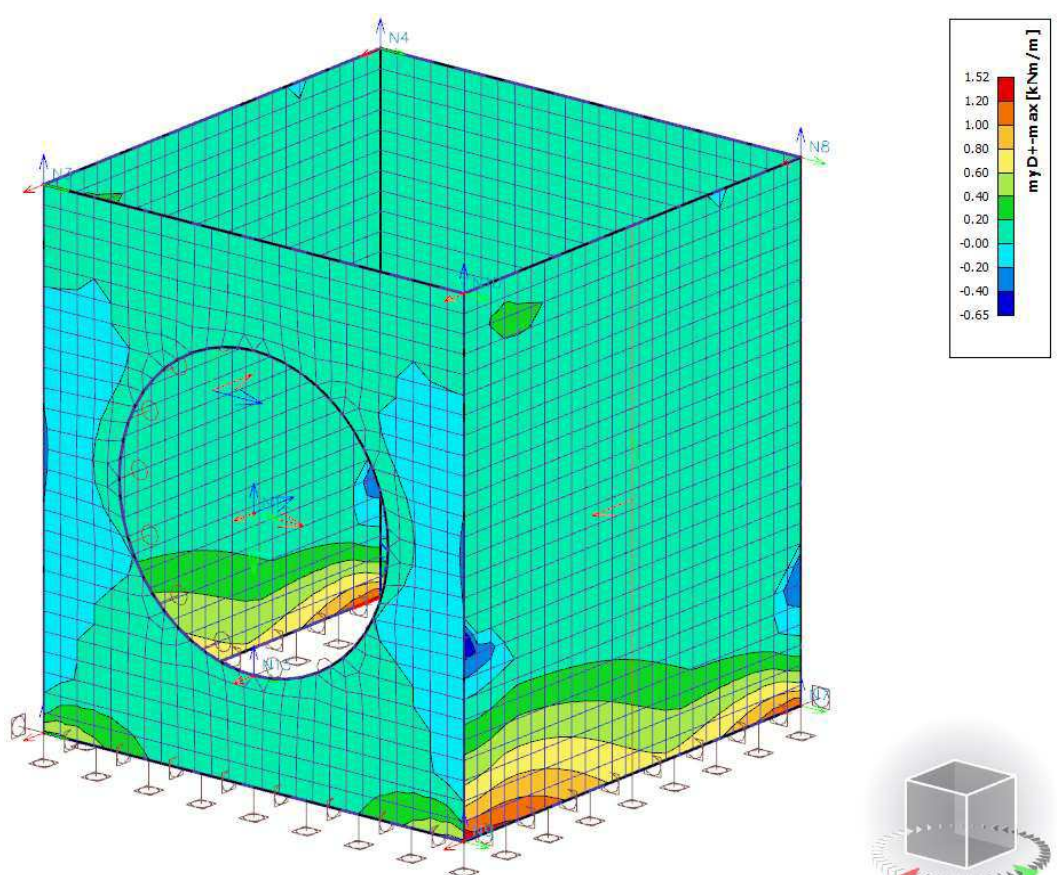
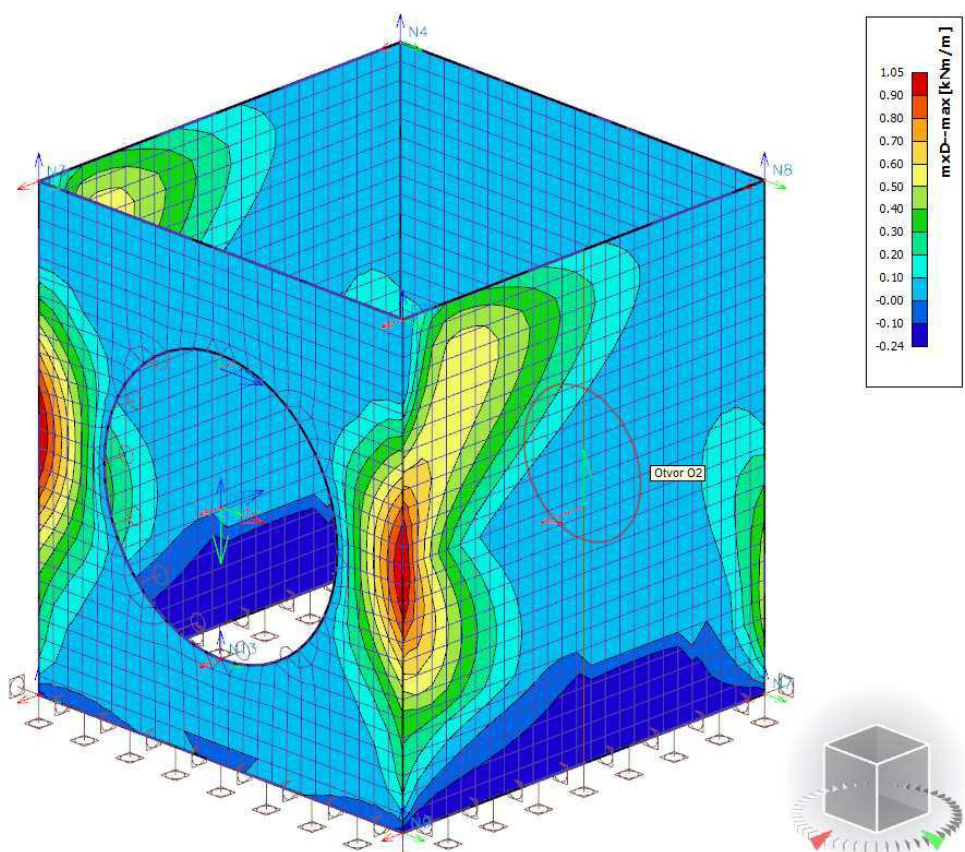
Příloha 2: Plošné zatížení hydrostatickým tlakem, varianta 3 stěny

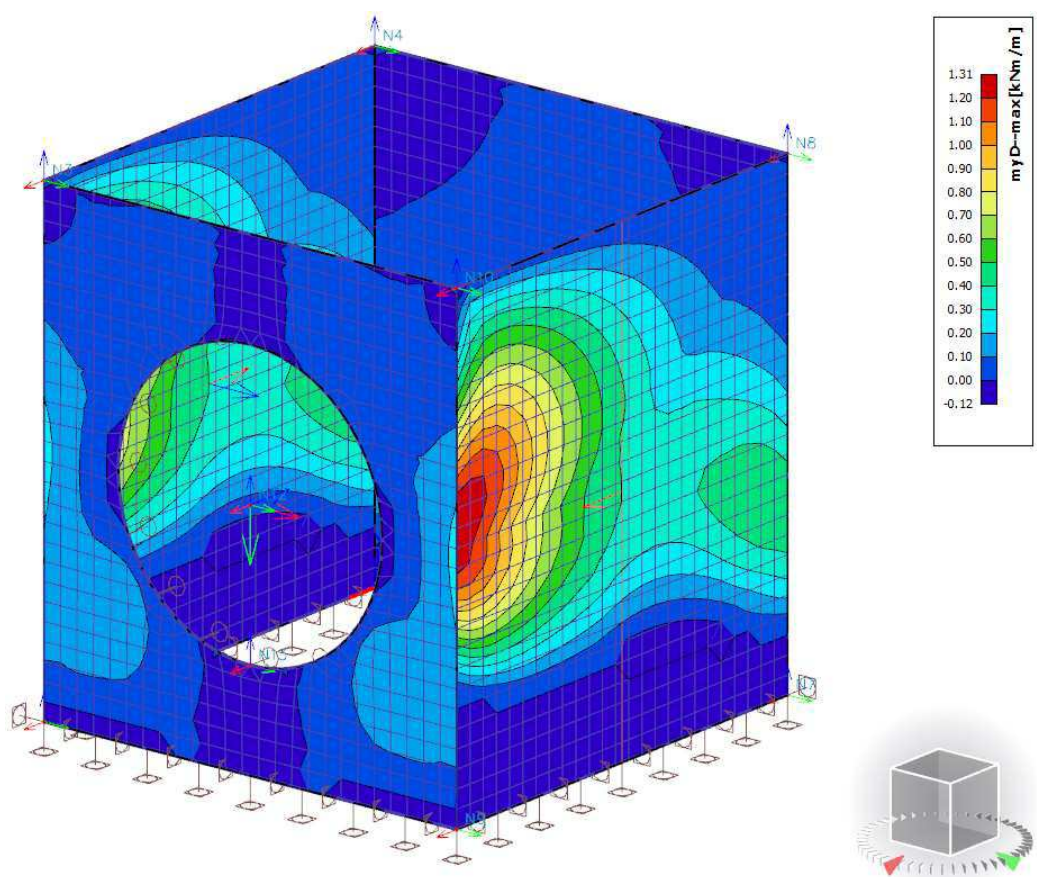
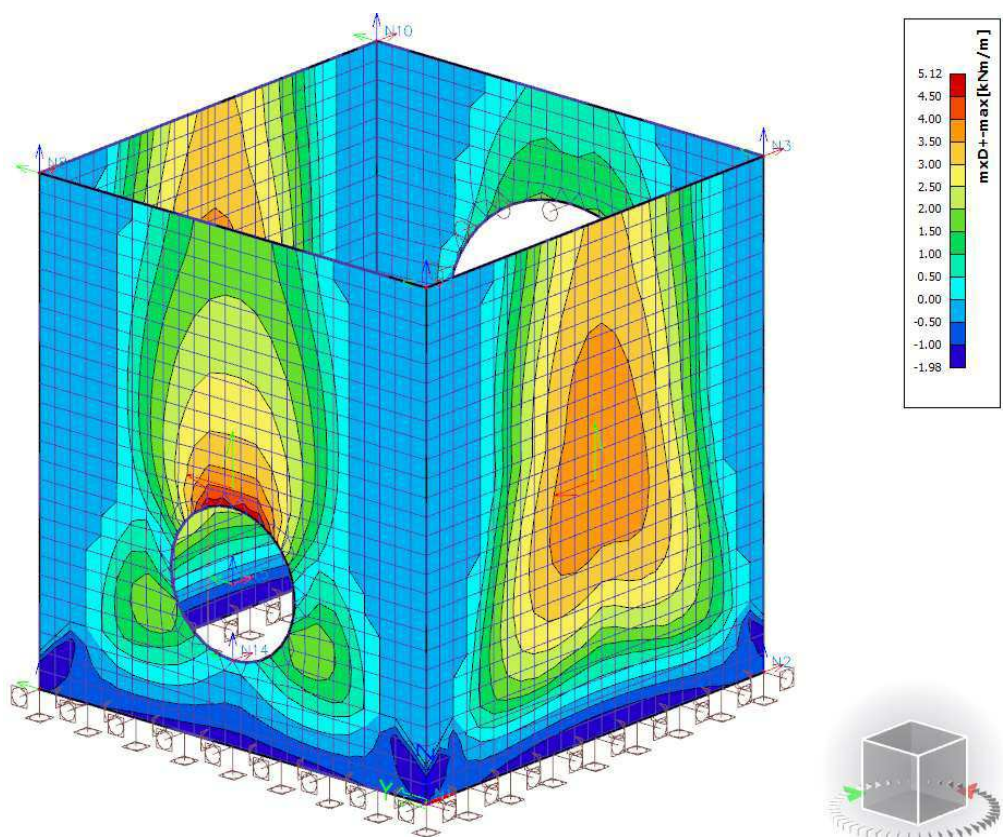


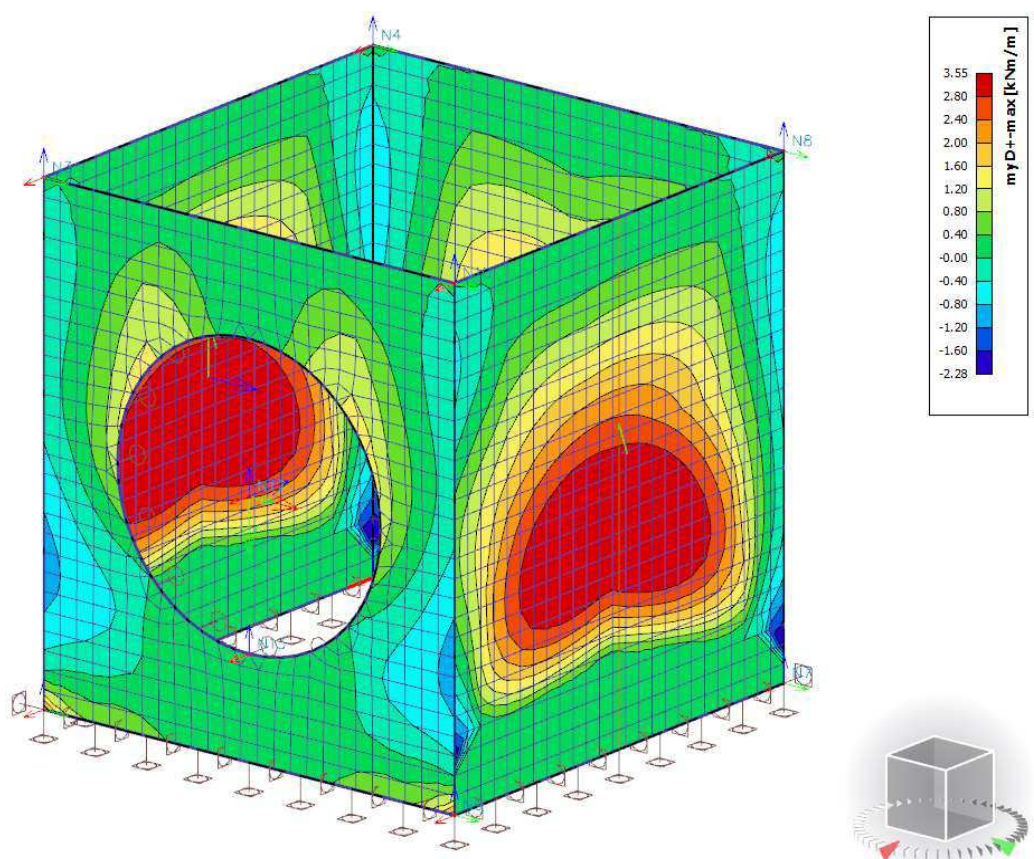
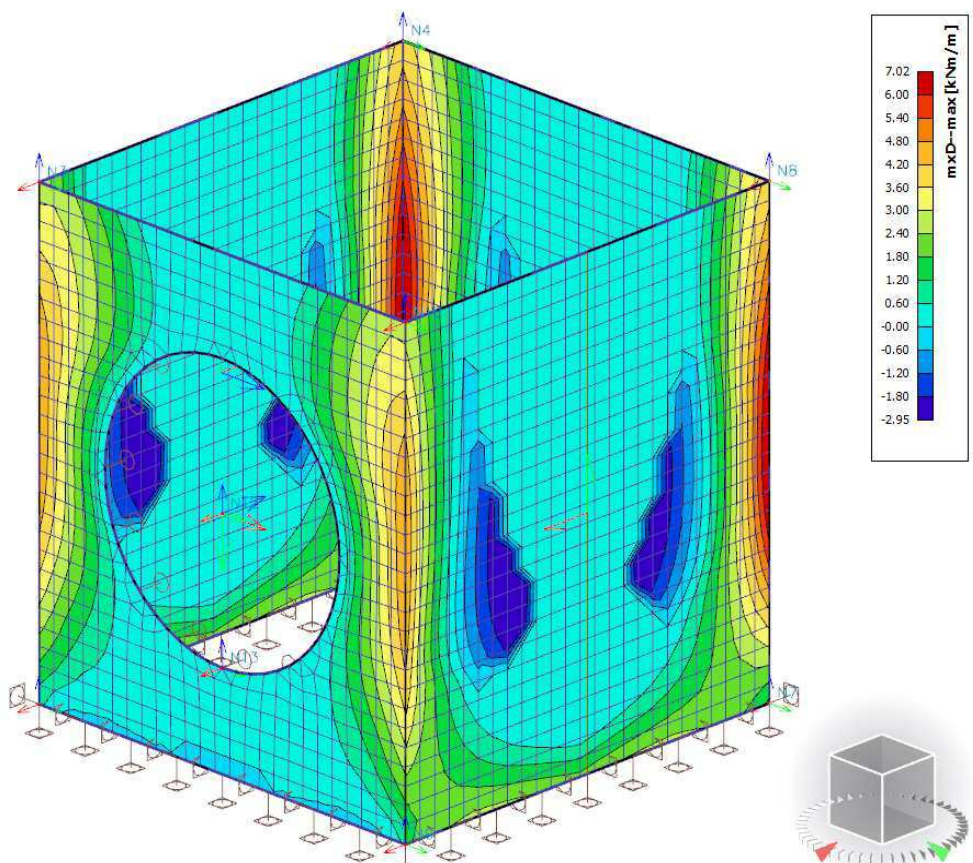
Příloha 3: Plošné zatížení hydrostatickým tlakem, varianta 4 stěny

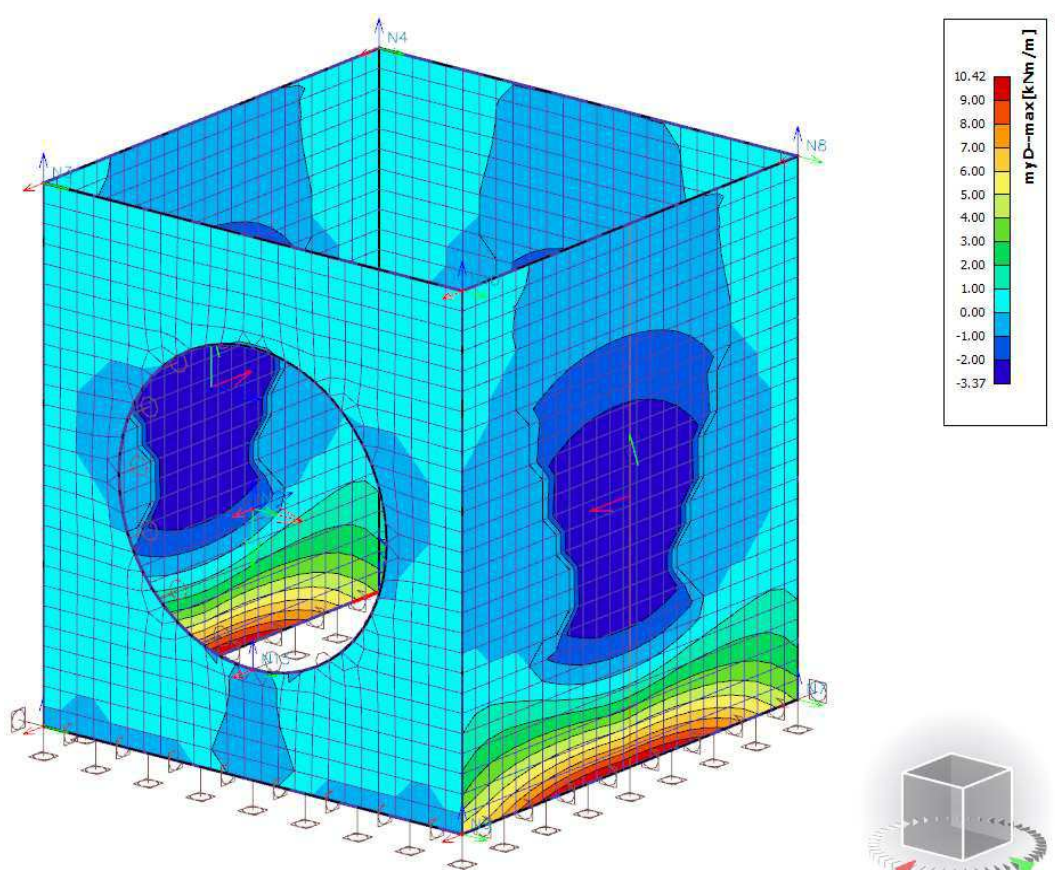
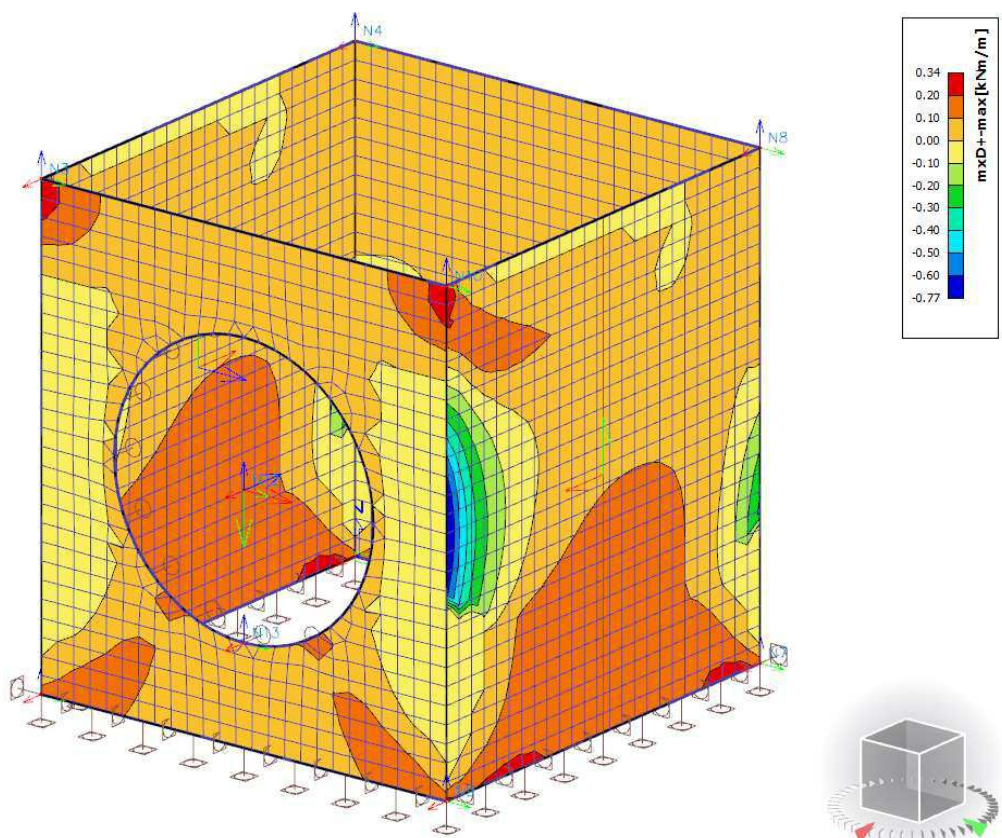


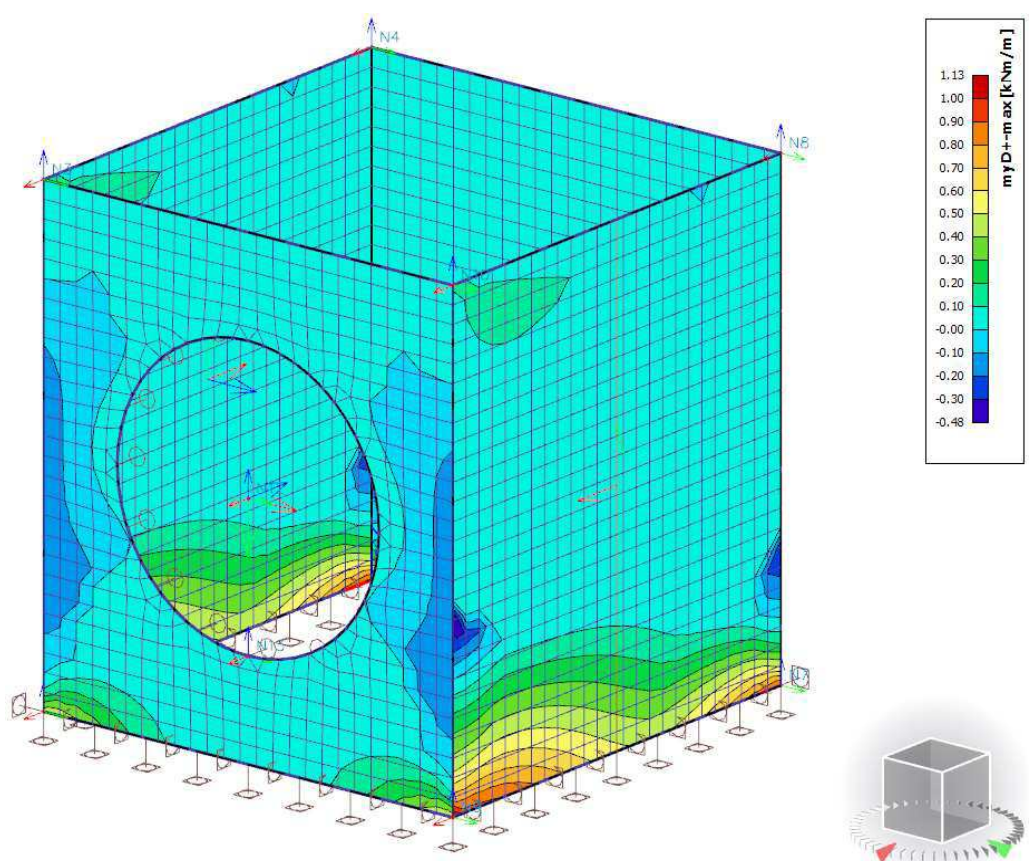
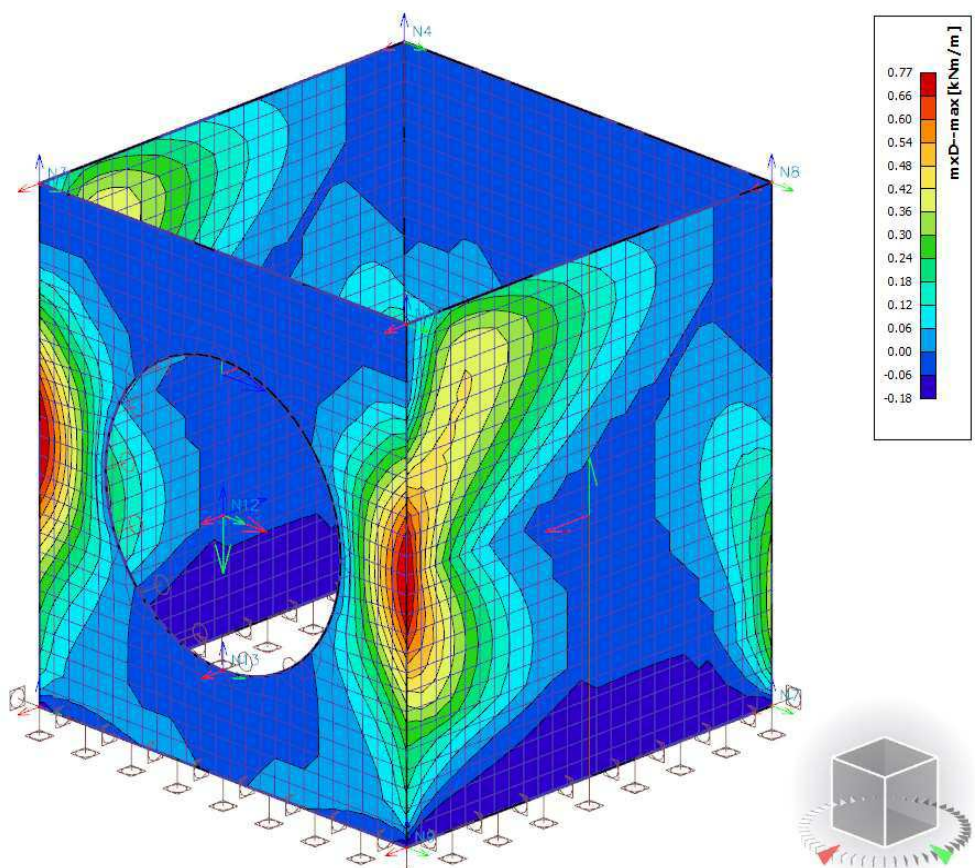
Příloha 4: Moment Mx (vnitřní povrch) CO1

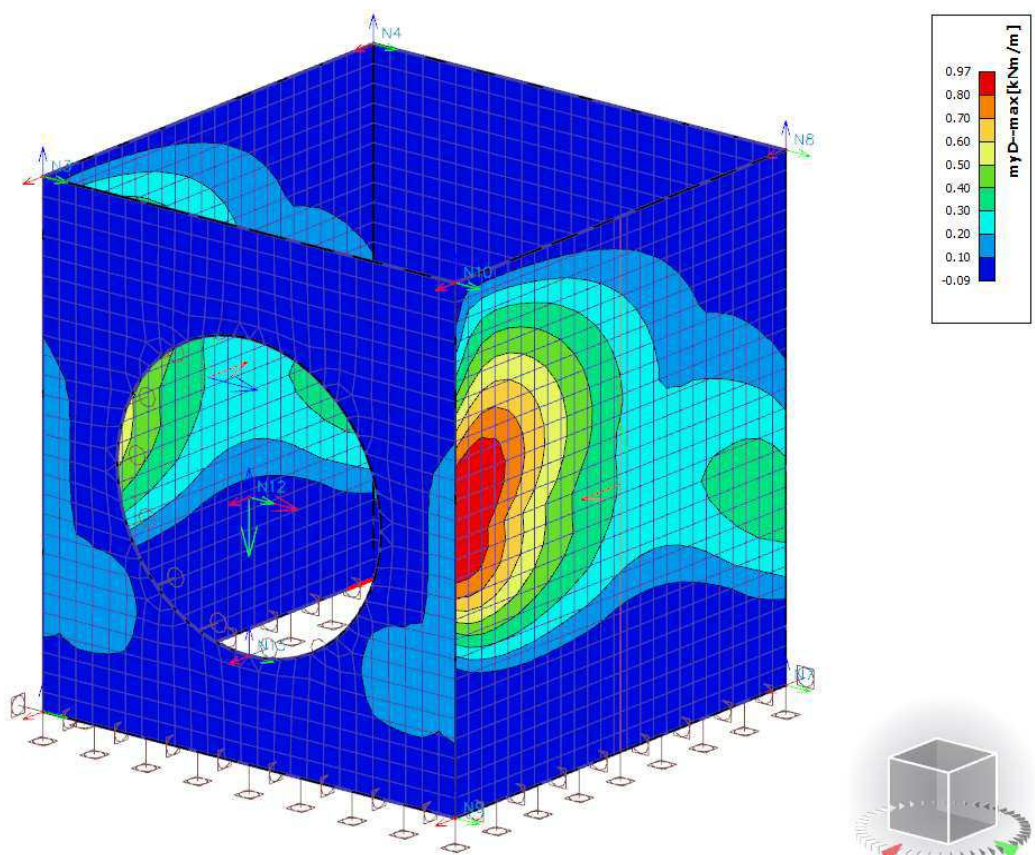
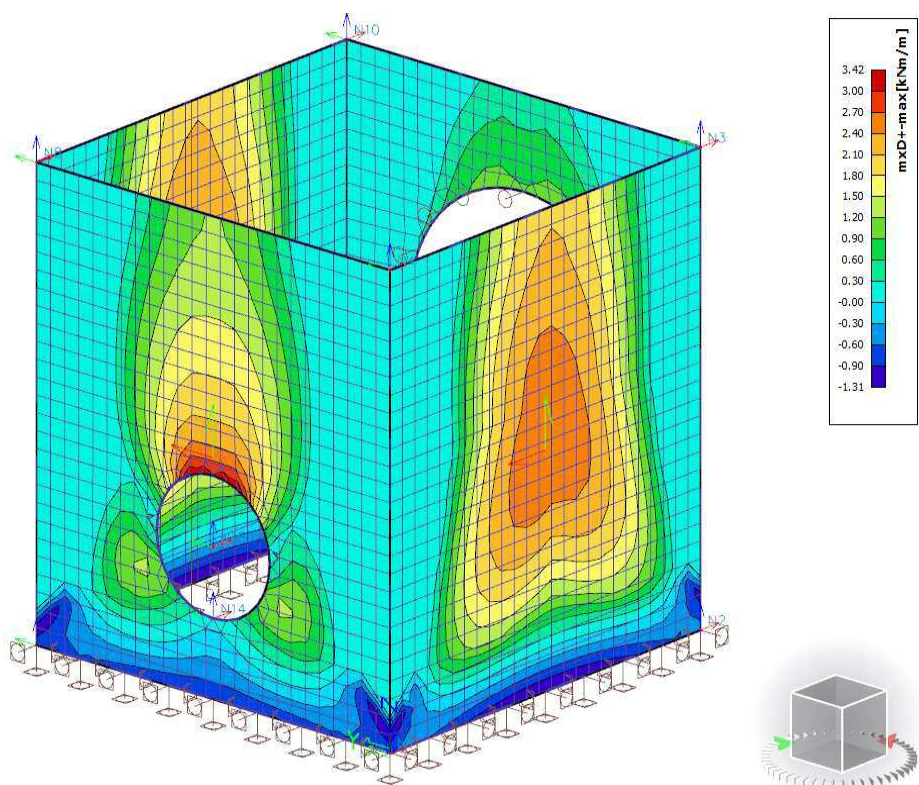
Příloha 5: Moment M_y (vnitřní povrch) CO1Příloha 6: Moment M_x (vnější povrch) CO1

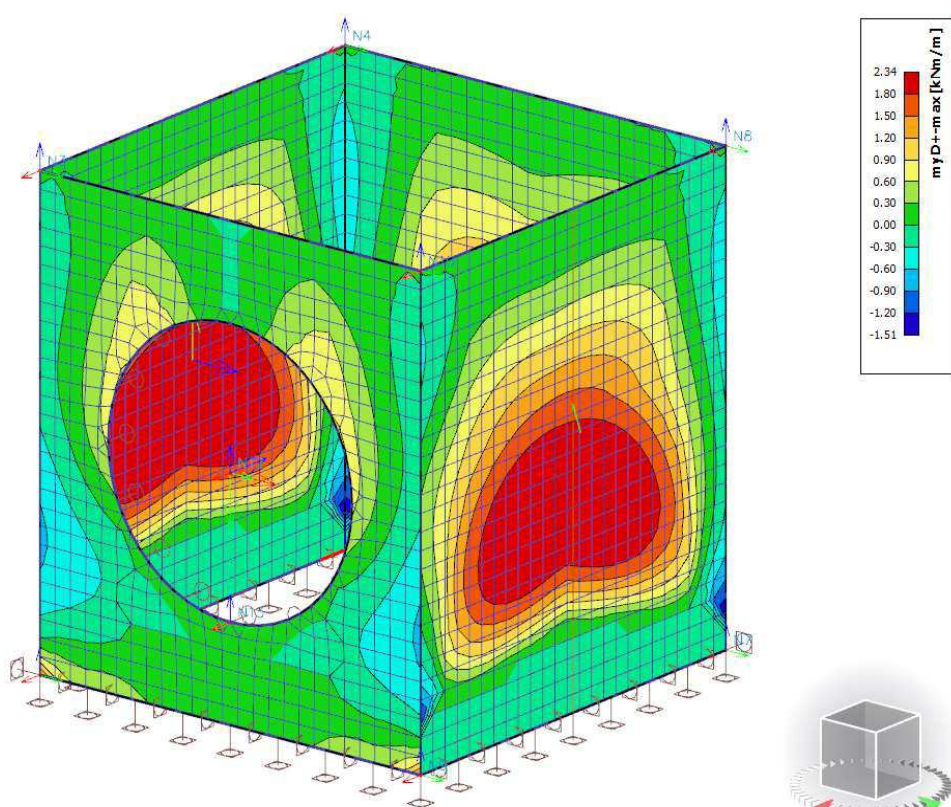
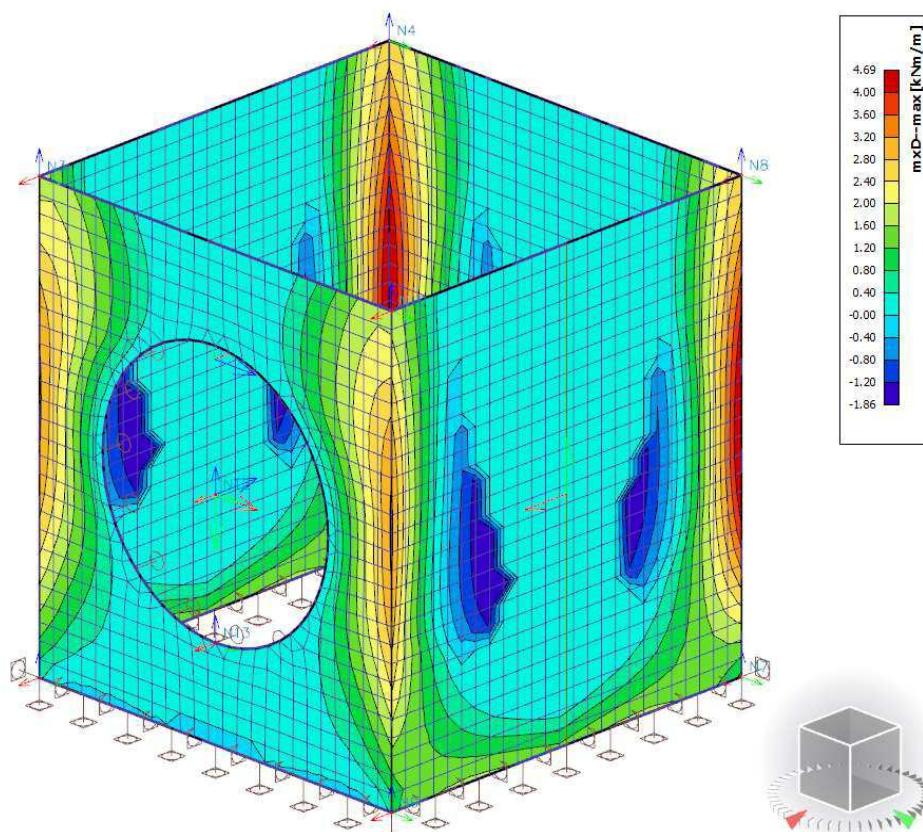
Příloha 7: Moment M_y (vnější povrch) CO1Příloha 8: Moment M_x (vnitřní povrch) CO2

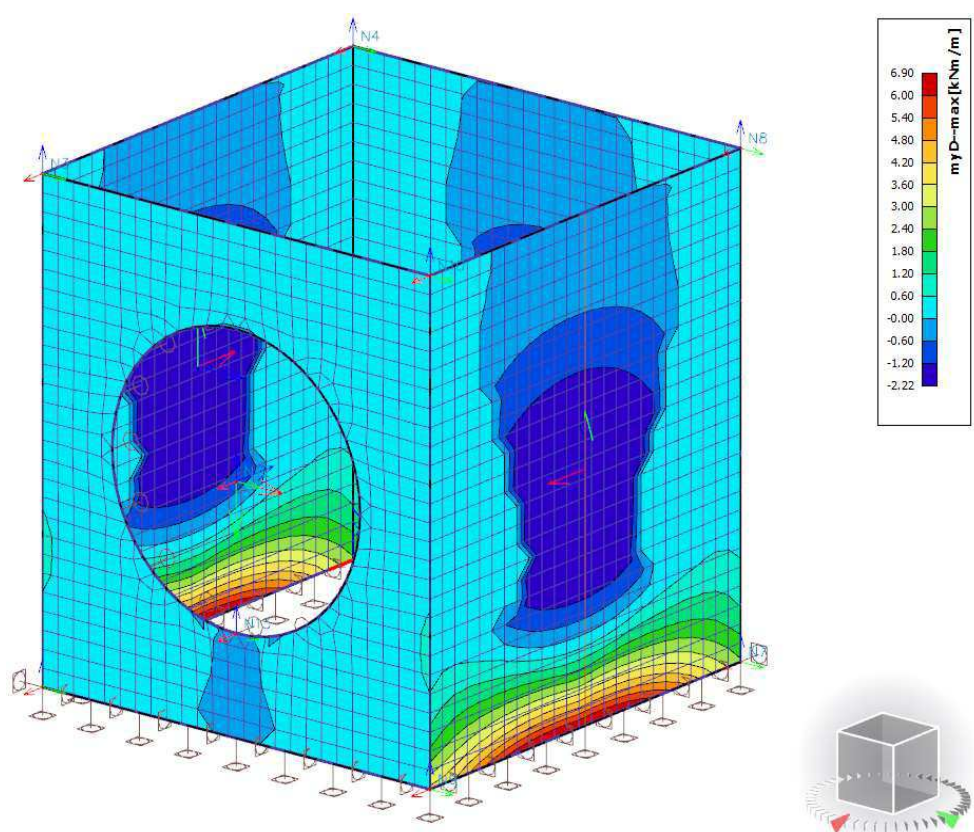
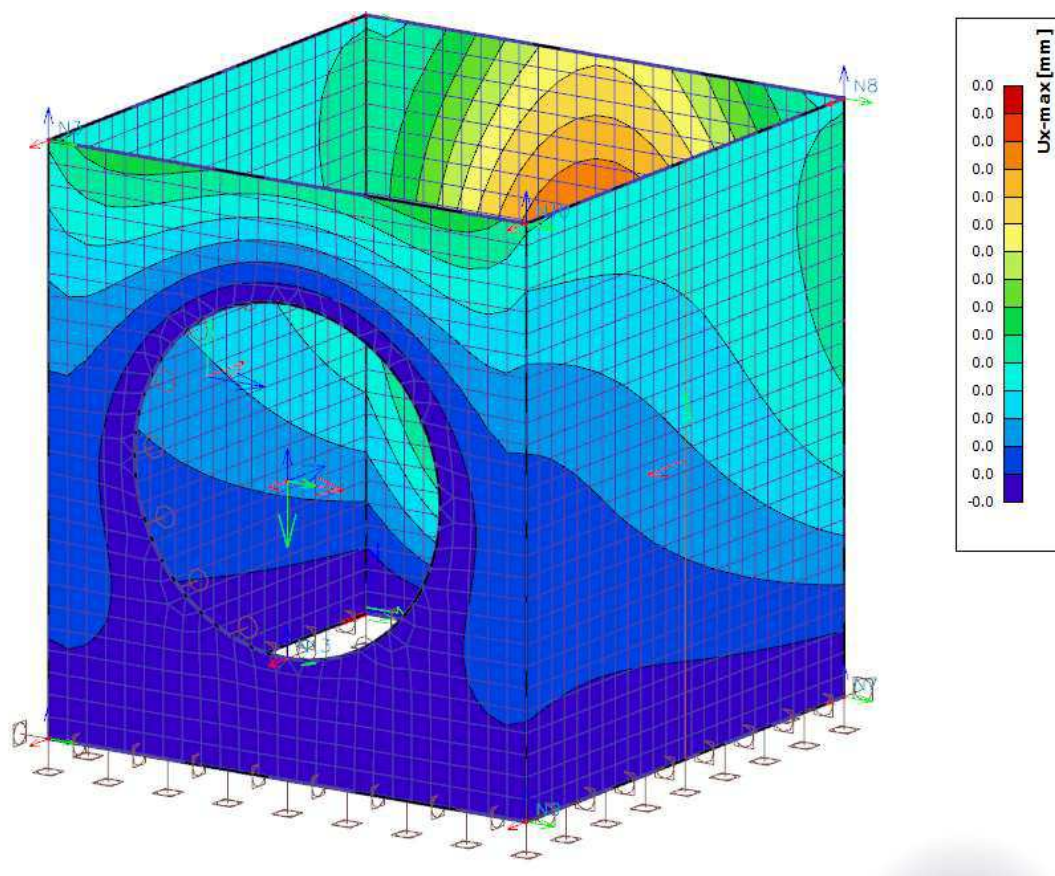
Příloha 9: Moment M_y (vnitřní povrch) CO2Příloha 10: Moment M_x (vnější povrch) CO2

Příloha 11: Moment M_y (vnější povrch) CO2Příloha 12: Moment M_x (vnitřní povrch) CO3

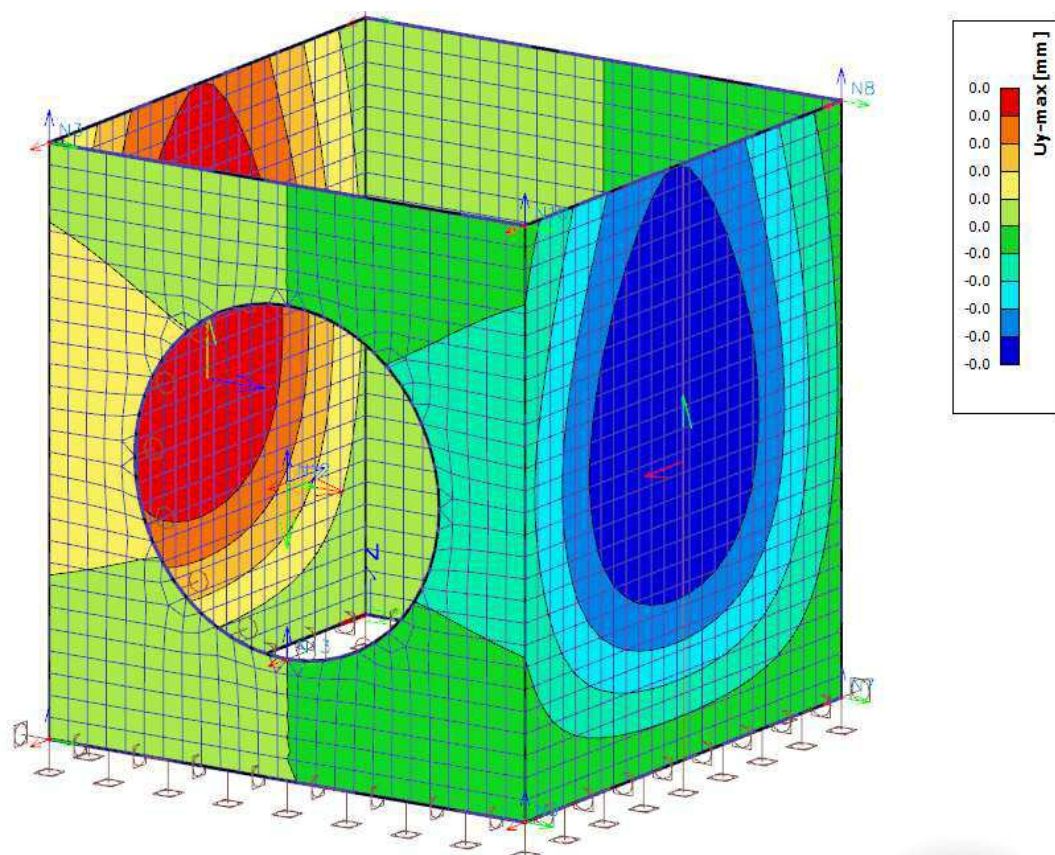
Příloha 13: Moment M_y (vnitřní povrch) CO3Příloha 14: Moment M_x (vnější povrch) CO3

Příloha 15: Moment M_y (vnější povrch) CO3Příloha 16: Moment M_x (vnitřní povrch) CO4

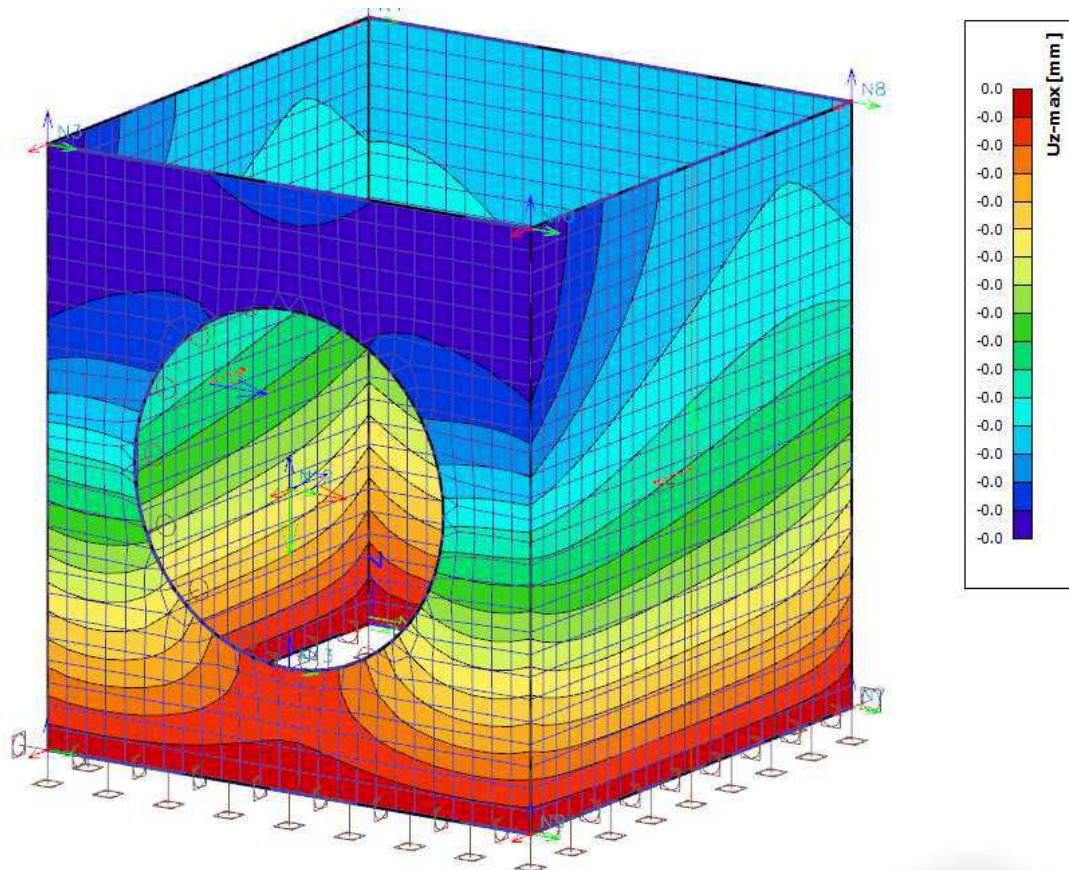
Příloha 17: Moment M_y (vnitřní povrch) CO4Příloha 18: Moment M_x (vnější povrch) CO4

Příloha 19: Moment M_y (vnější povrch) CO4

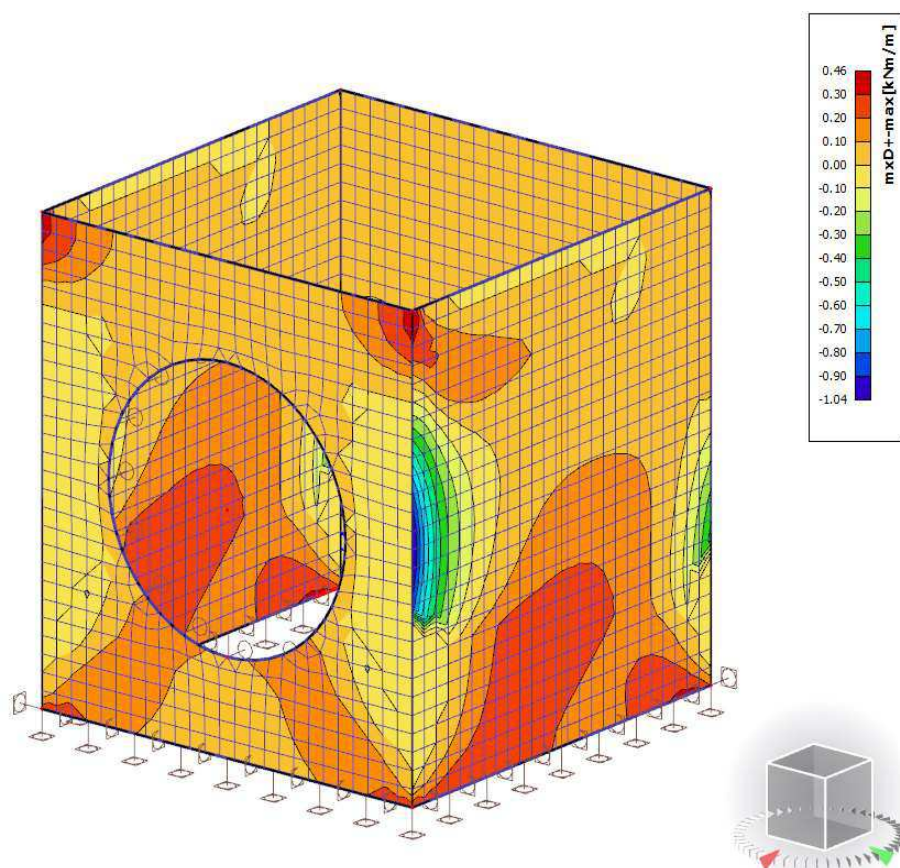
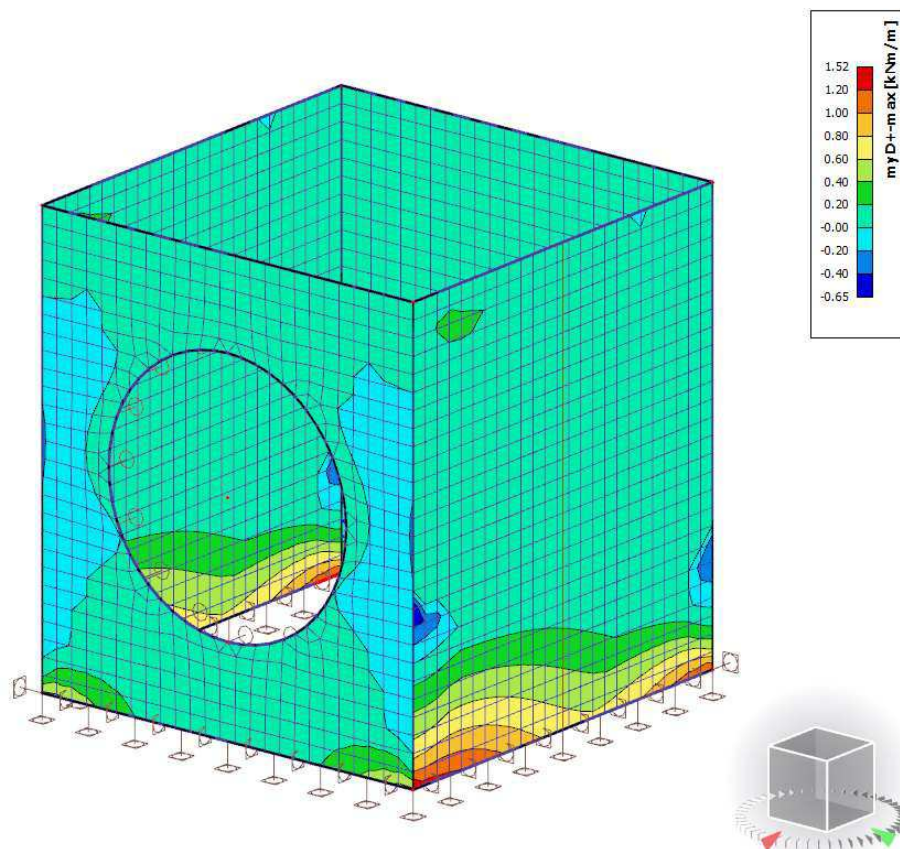
Příloha 20: Celkové deformace ve směru x CO4

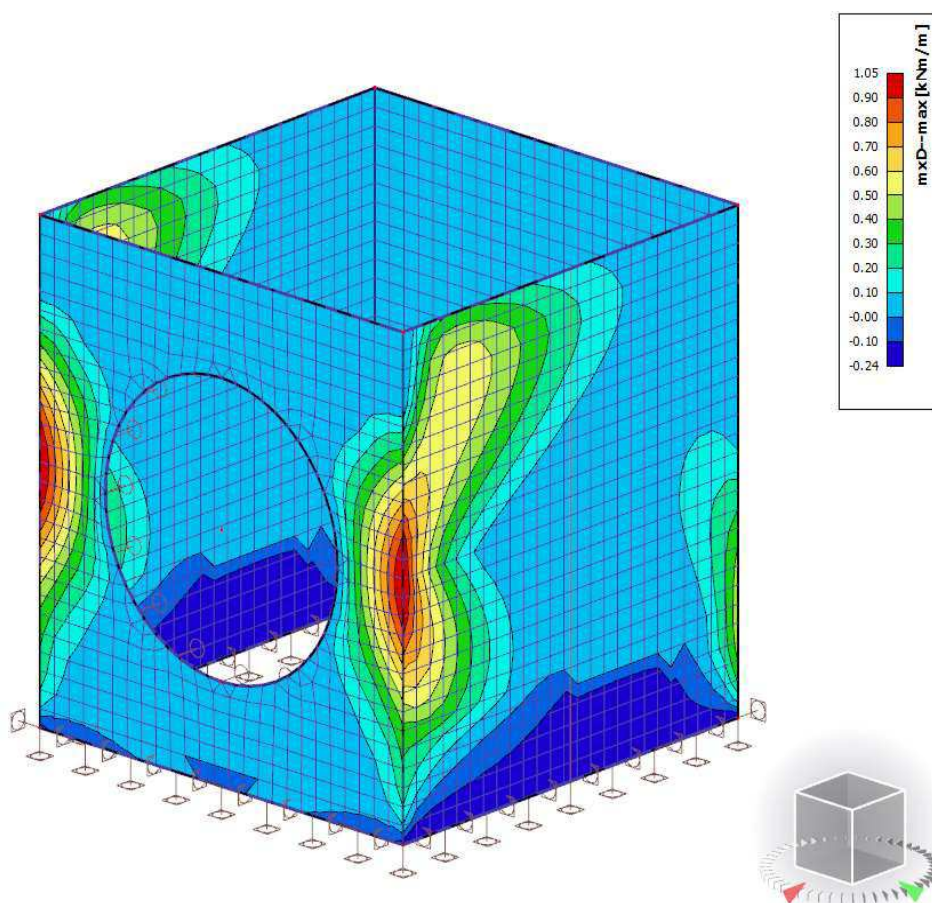
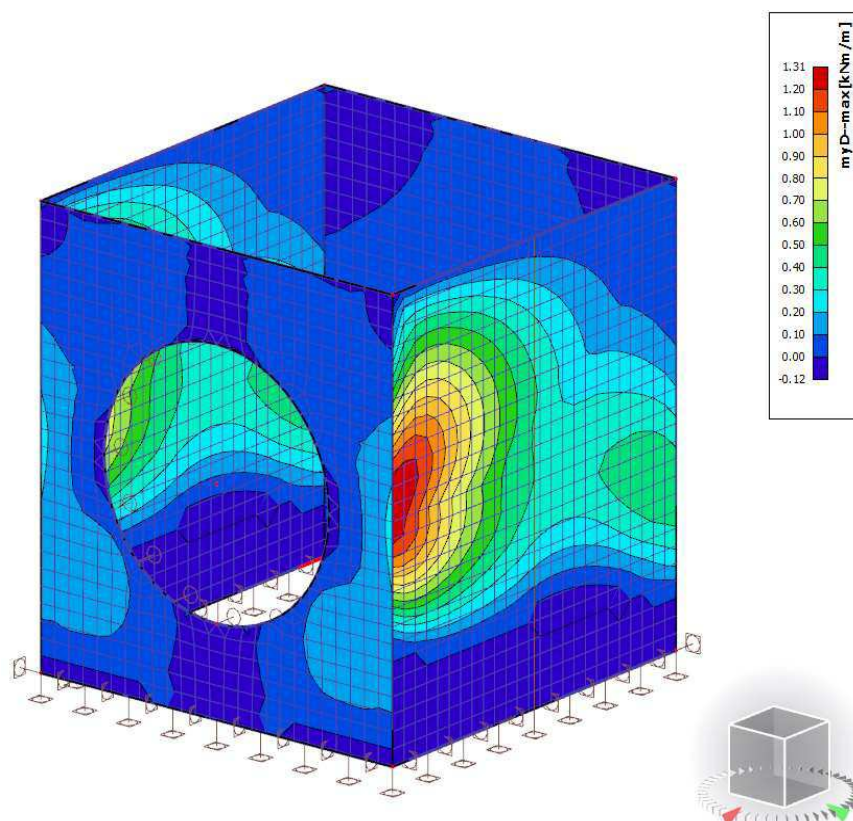


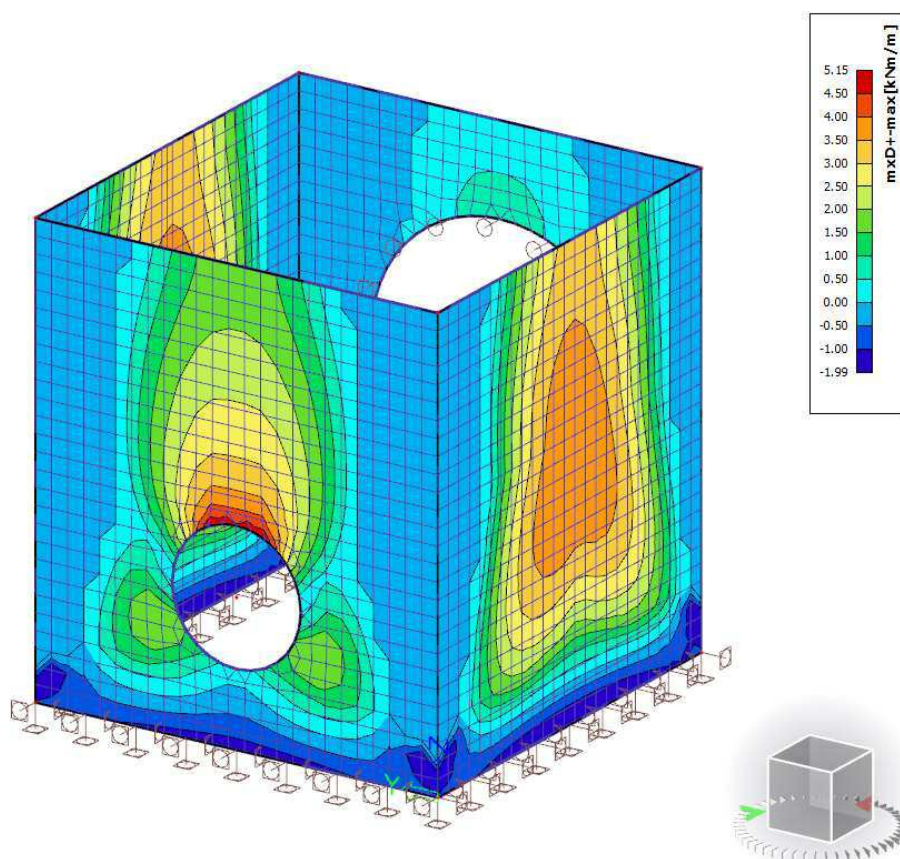
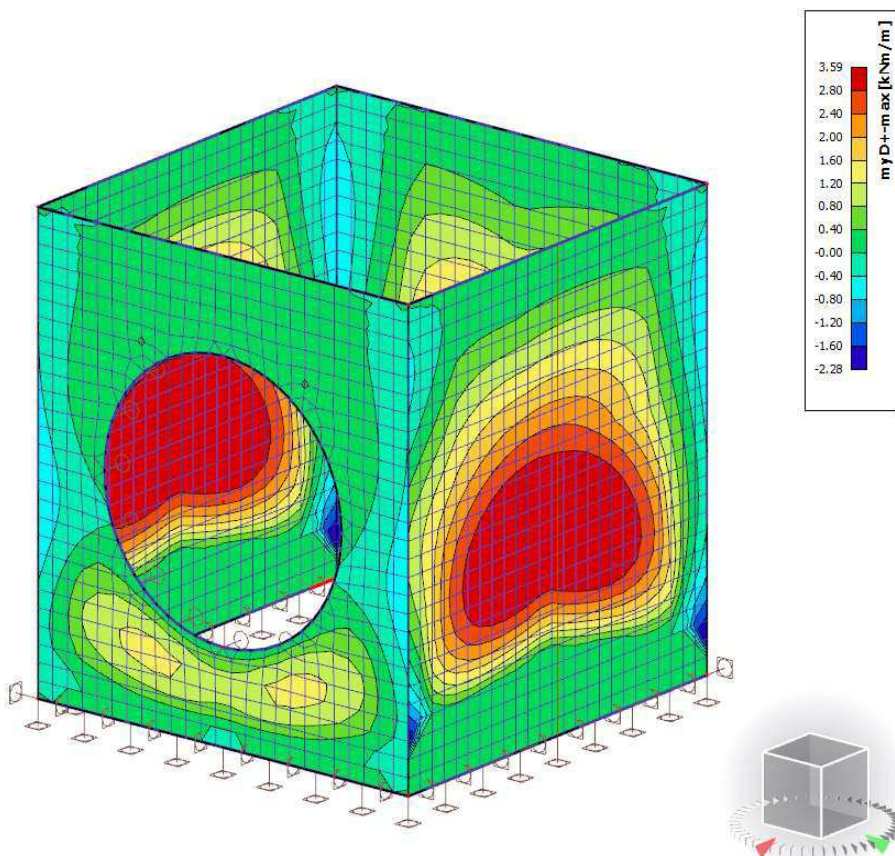
Příloha 21: Celkové deformace ve směru y CO4

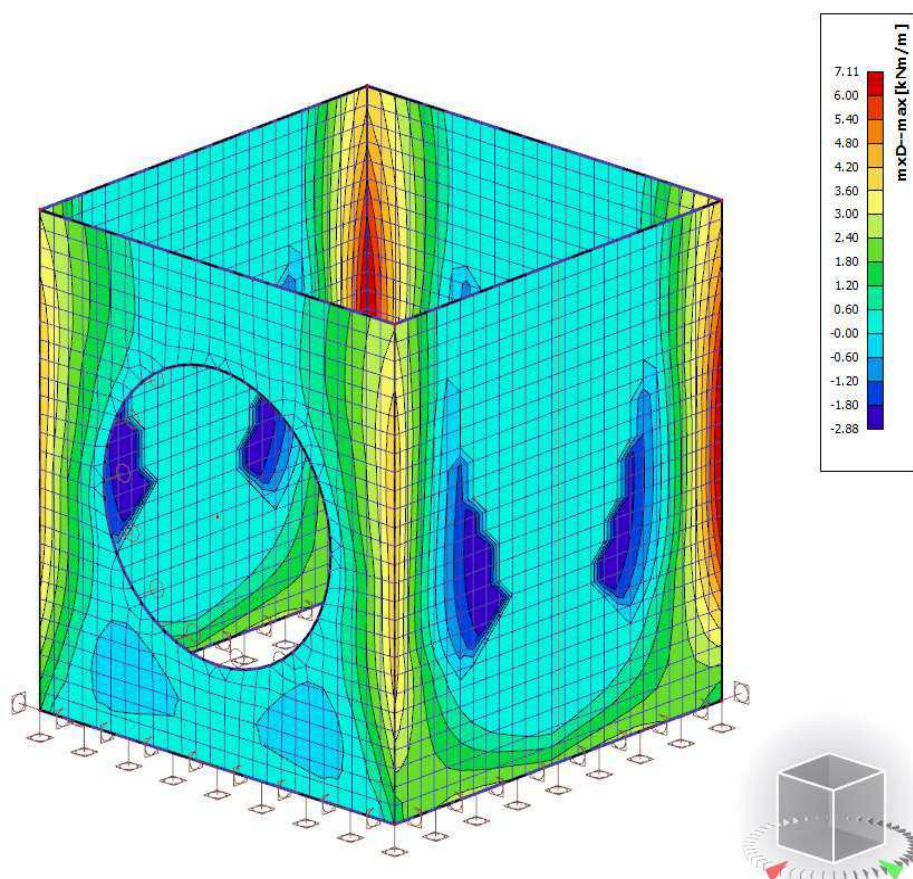
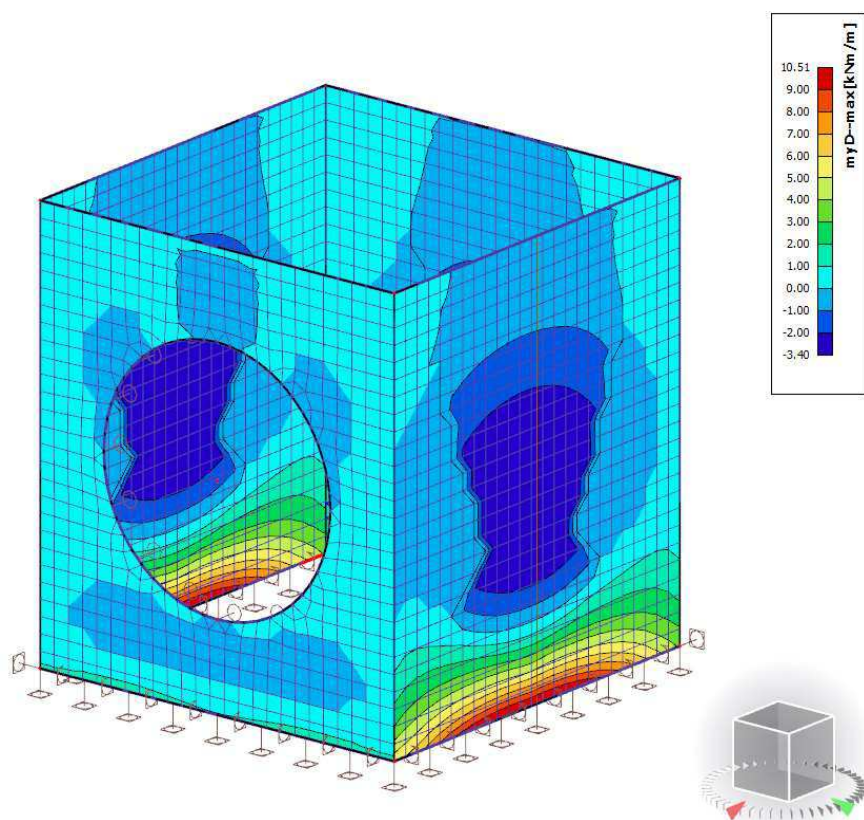


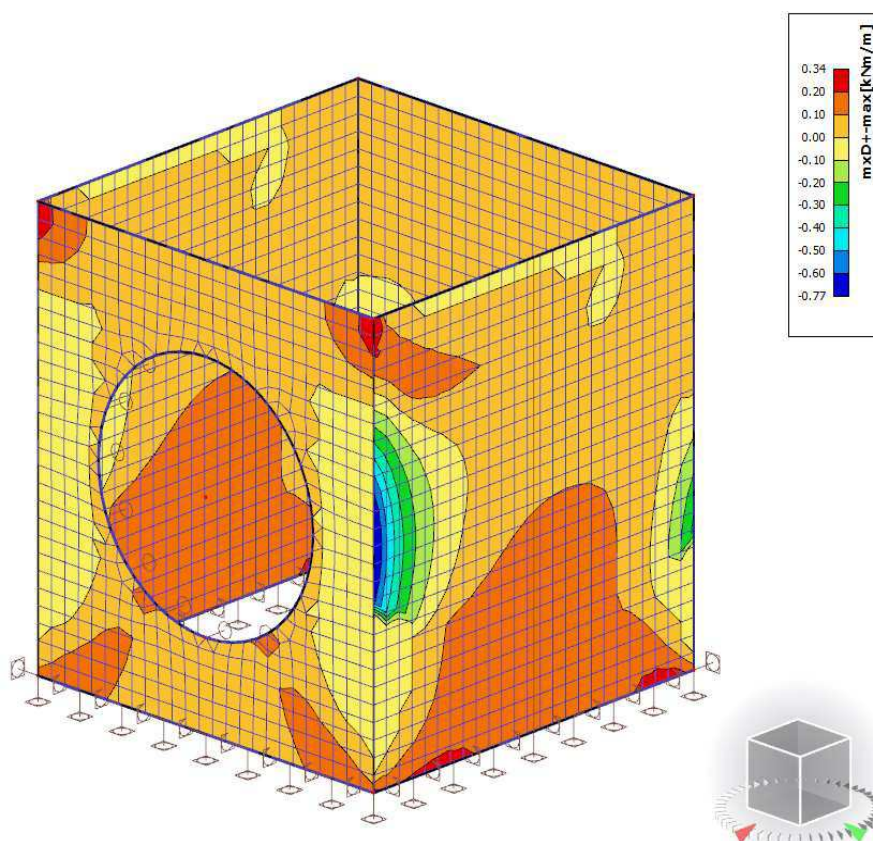
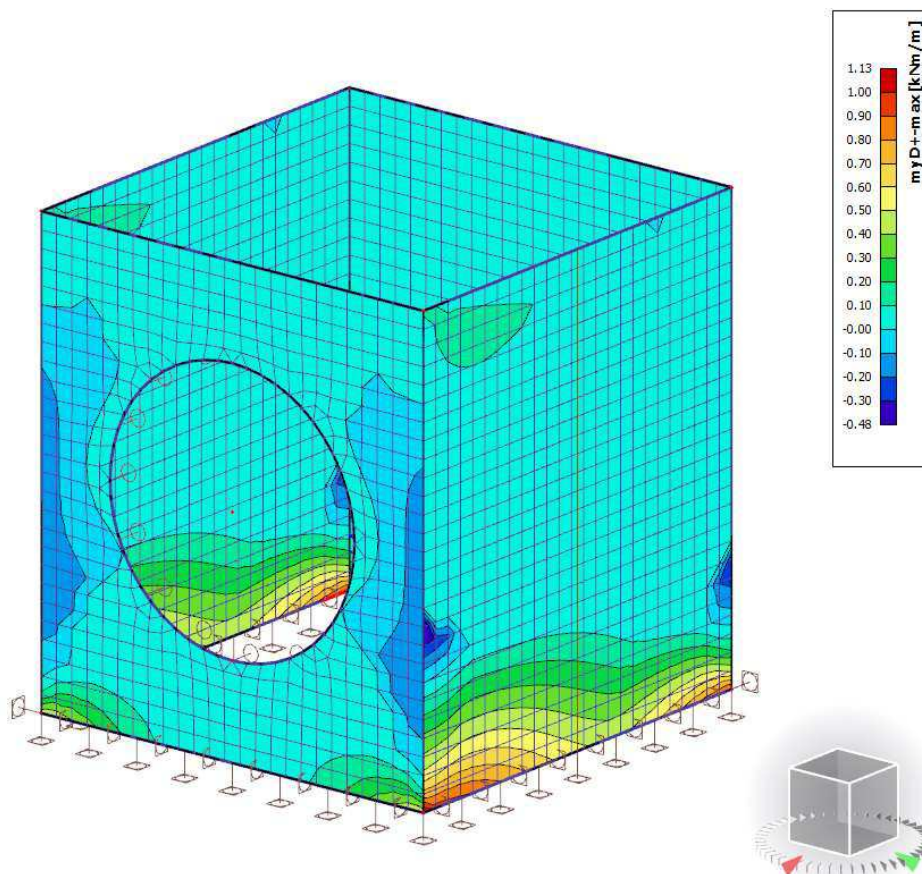
Příloha 22: Celkové deformace ve směru z CO4

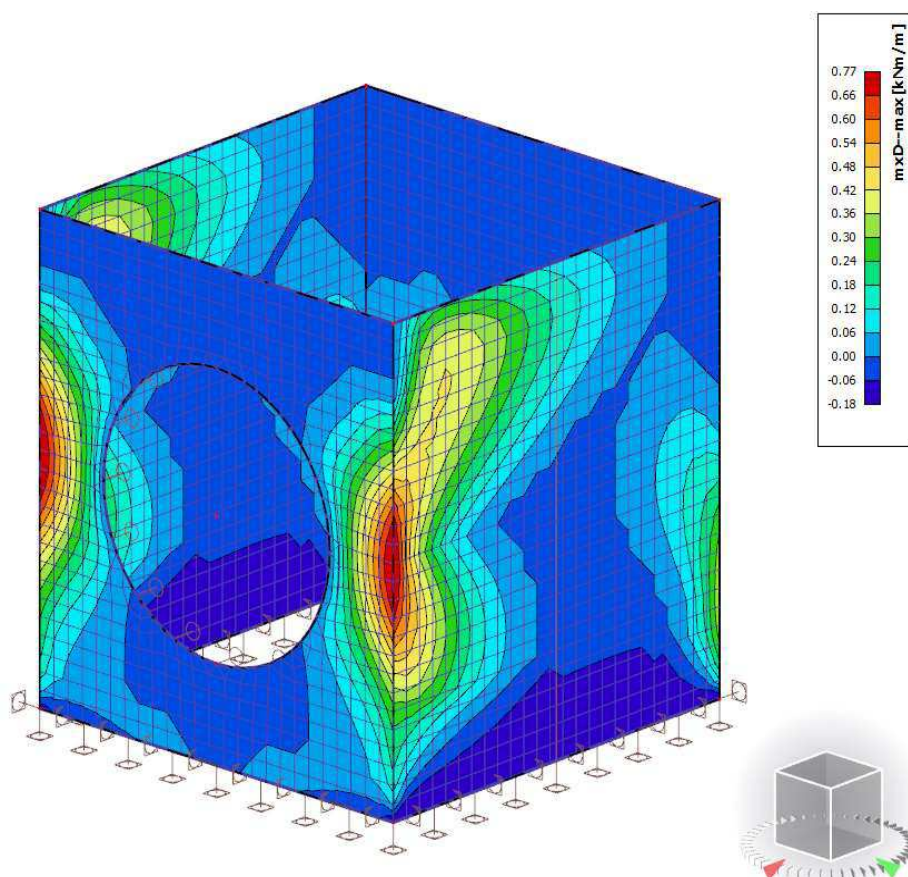
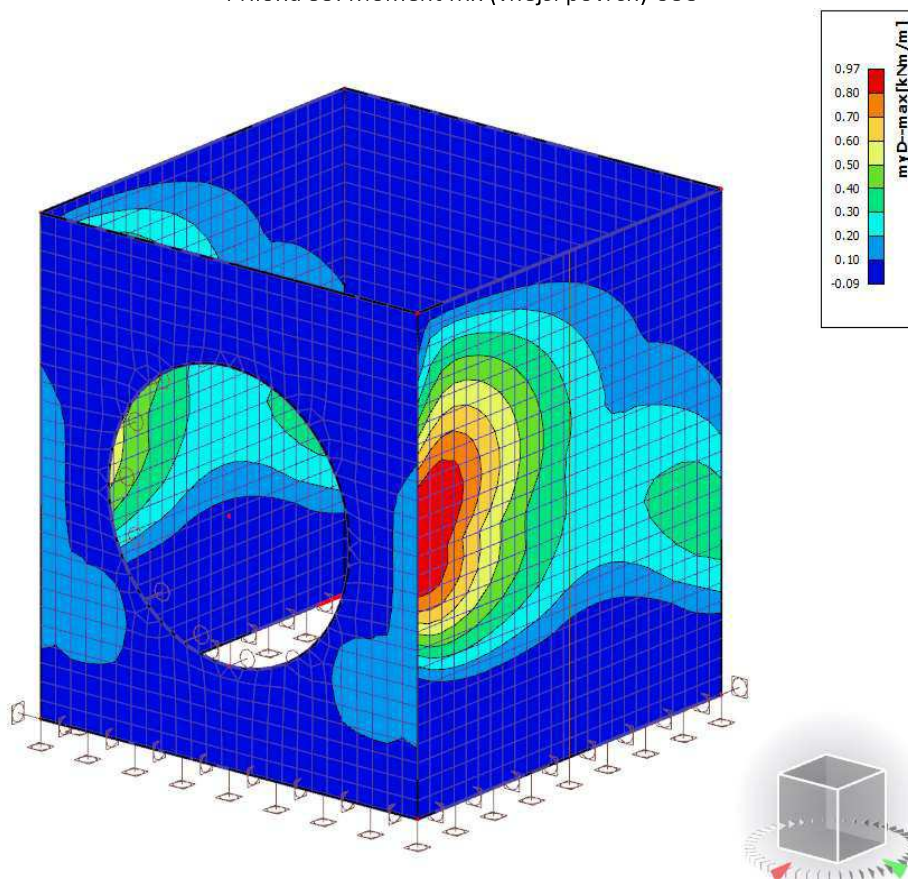
Příloha 23: Moment M_x (vnitřní povrch) CO1Příloha 24: Moment M_y (vnitřní povrch) CO1

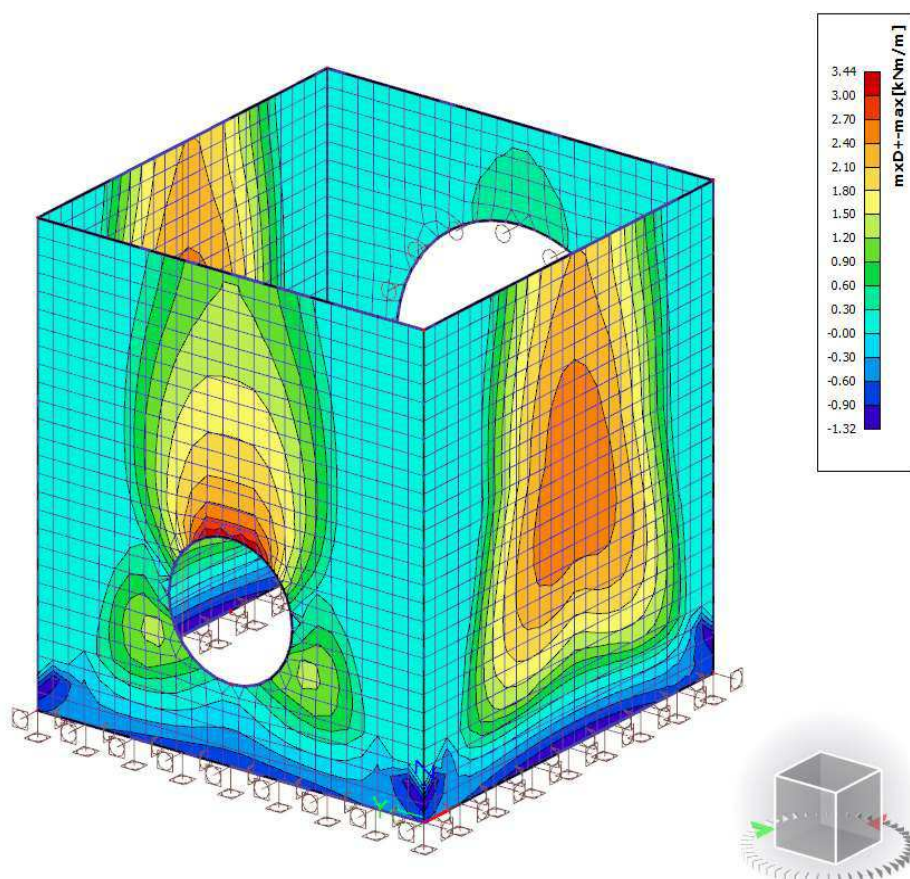
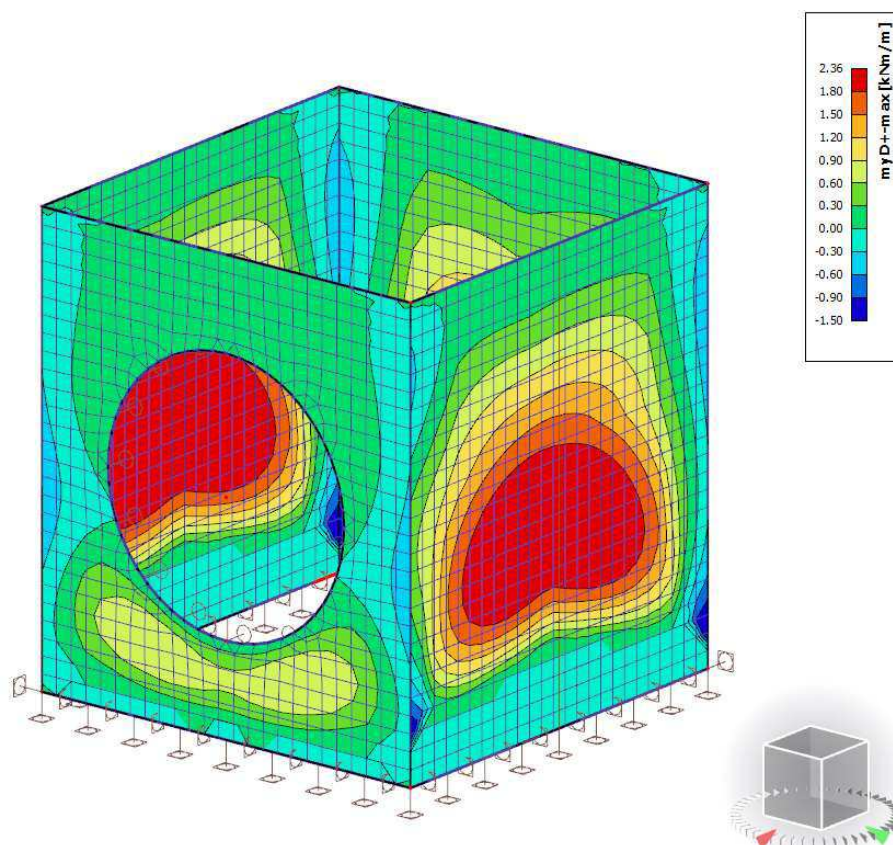
Příloha 25: Moment M_x (vnější povrch) CO1Příloha 26: Moment M_y (vnější povrch) CO1

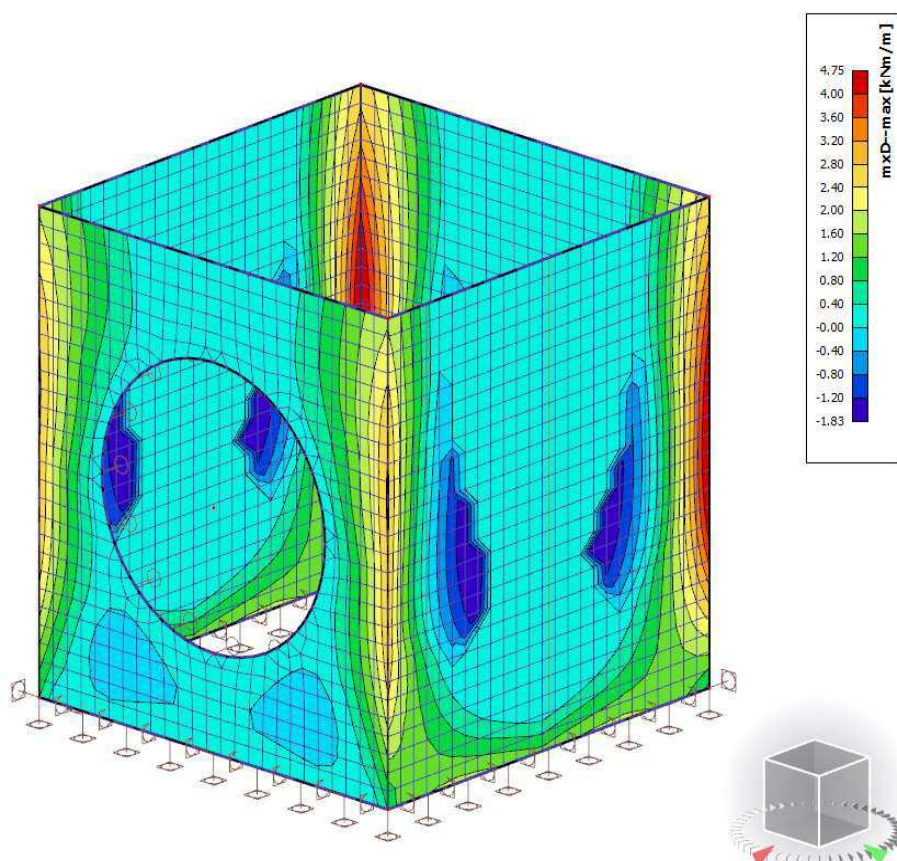
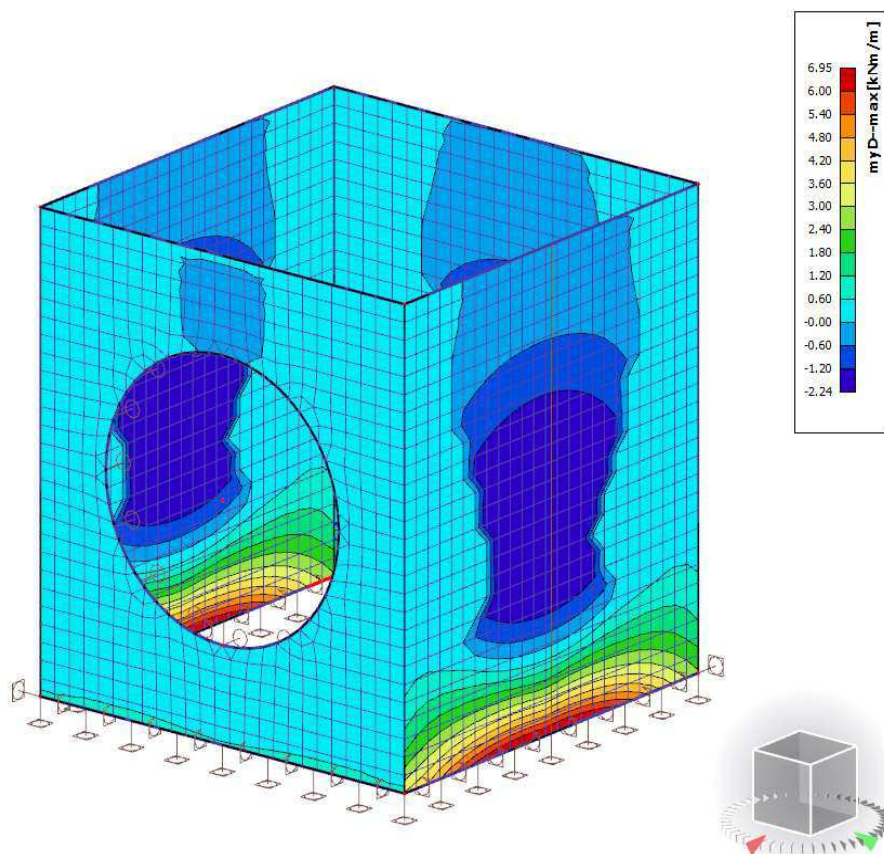
Příloha 27: Moment M_x (vnitřní povrch) CO2Příloha 28: Moment M_y (vnitřní povrch) CO2

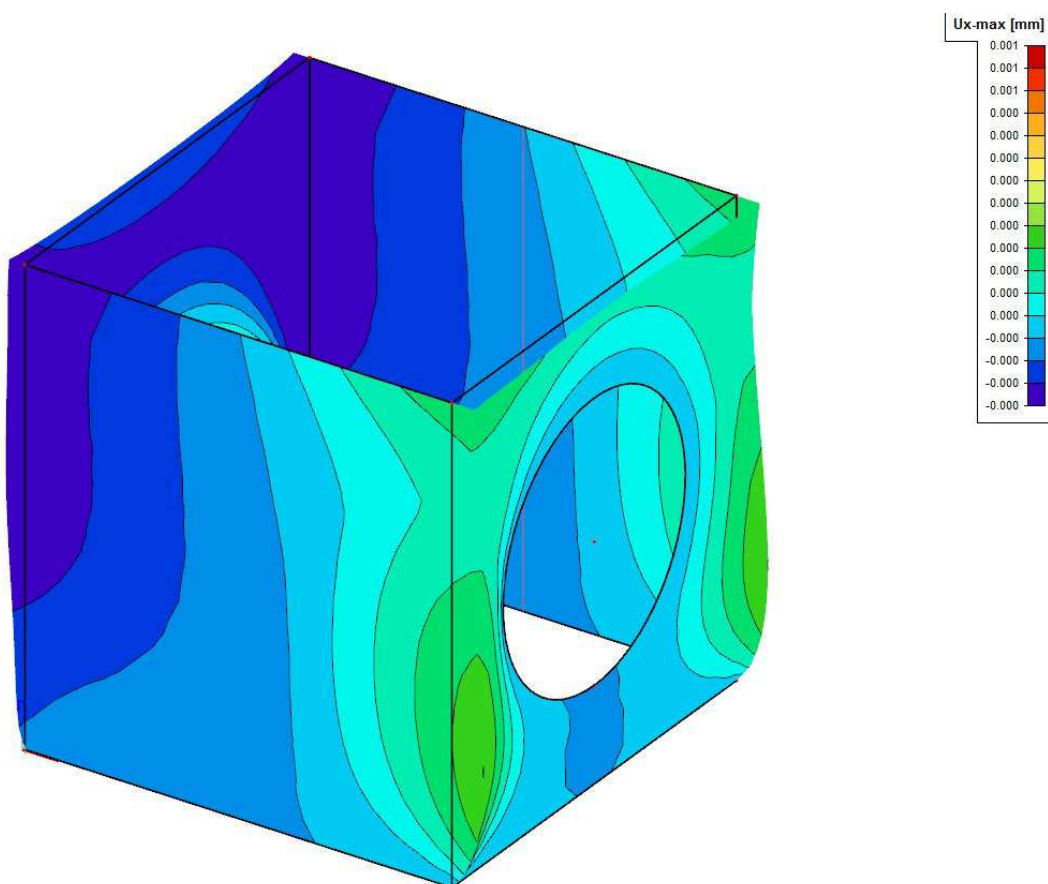
Příloha 29: Moment M_x (vnější povrch) CO2Příloha 30: Moment M_y (vnější povrch) CO2

Příloha 31: Moment M_x (vnitřní povrch) CO3Příloha 32: Moment M_y (vnitřní povrch) CO3

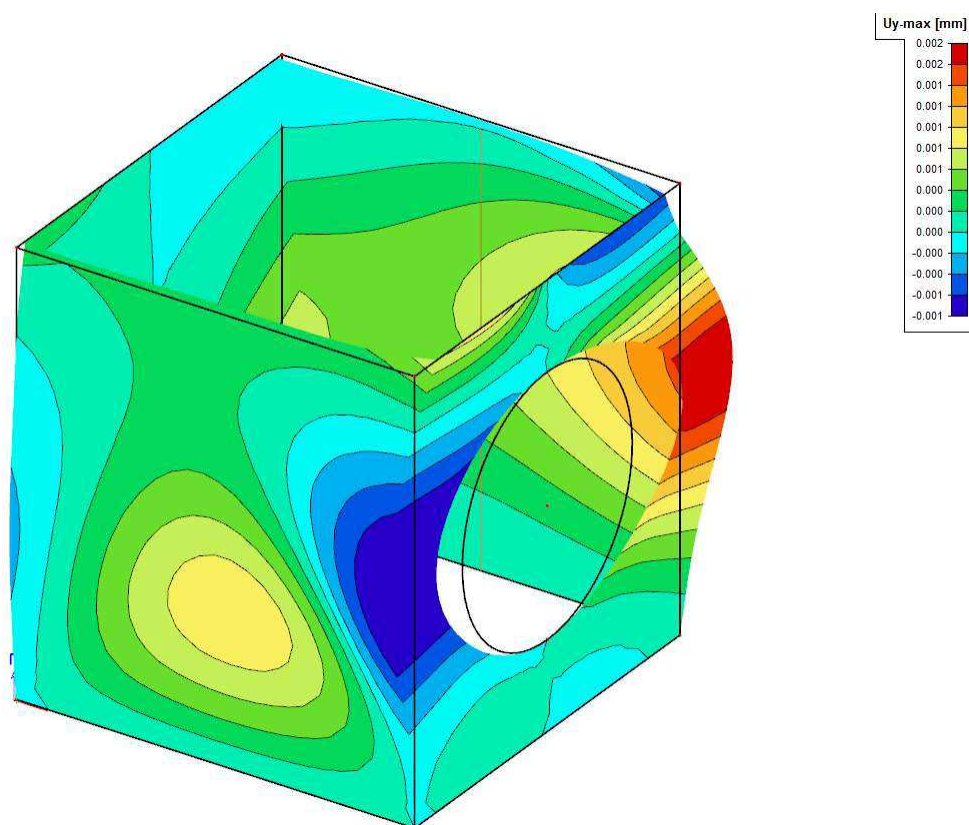
Příloha 33: Moment M_x (vnější povrch) CO3Příloha 34: Moment M_y (vnější povrch) CO3

Příloha 35: Moment M_x (vnitřní povrch) CO4Příloha 36: Moment M_y (vnitřní povrch) CO4

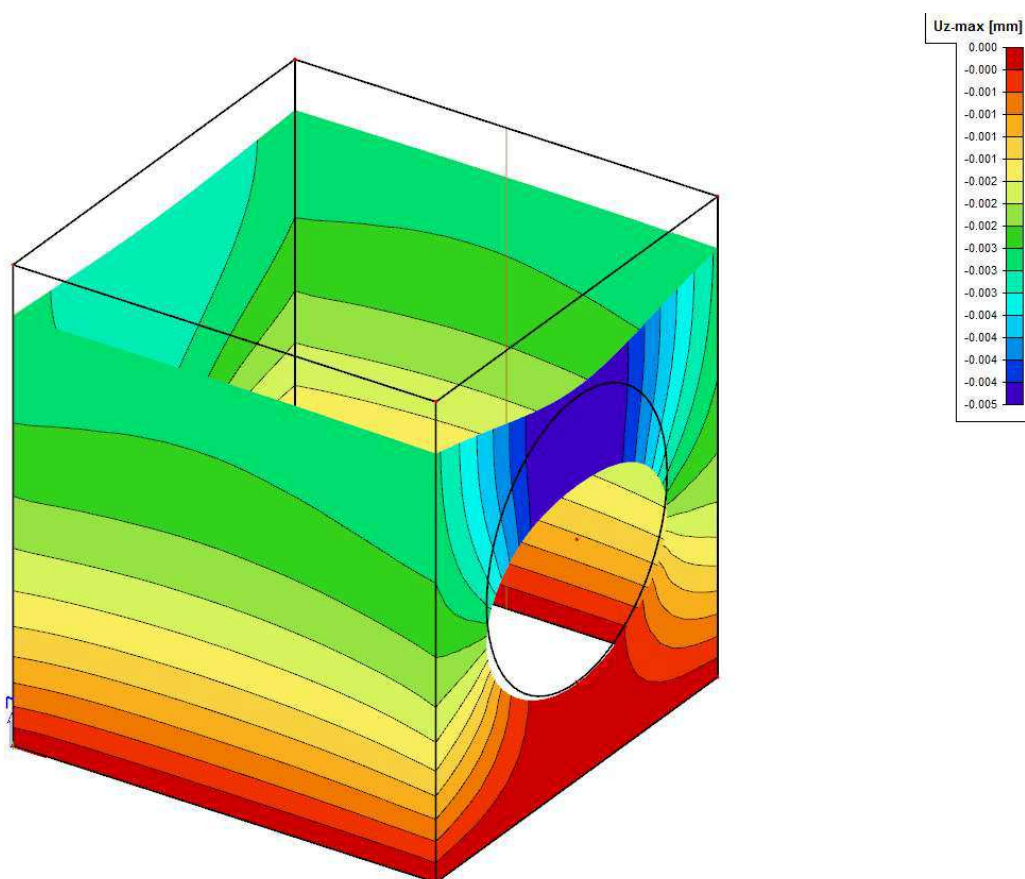
Příloha 37: Moment M_x (vnější povrch) CO4Příloha 38: Moment M_y (vnější povrch) CO3



Příloha 39: Celkové deformace ve směru x CO4



Příloha 40: Celkové deformace ve směru y CO4



Příloha 41: Celkové deformace ve směru z CO4

Projekt

Datum : 13.12.2018

Norma

Norma EN 1992-1-1/Česko.

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení	$\gamma_C = 1.500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení	$\gamma_S = 1.150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení	$\gamma_C = 1.200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení	$\gamma_S = 1.000$
Modul pružnosti betonu	$\gamma_{cE} = 1.200$
Tlaková pevnost betonu	$\alpha_{cc} = 1.000$

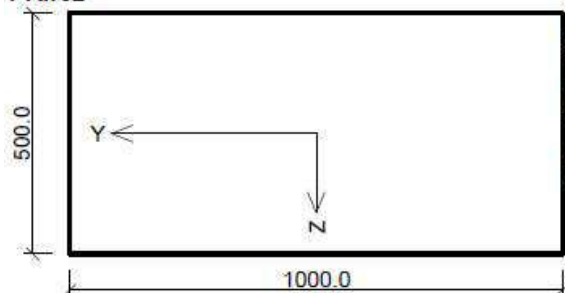
1 Smer_X

1.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna

Prostředí: X0

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

 $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500

 $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

 $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	CO1_mxD+	0.00	0.46	0.00	1.000
2	CO1_mxD-	0.00	-1.05	0.00	1.000
3	CO2_mxD+	0.00	5.15	0.00	1.000
4	CO2_mxD-	0.00	7.11	0.00	1.000
5	CO2_VED	0.00	0.00	33.18	1.000
6	CO2_nxD-max	3.31	0.00	0.00	1.000
7	CO2_nxD-min	-22.23	0.00	0.00	1.000

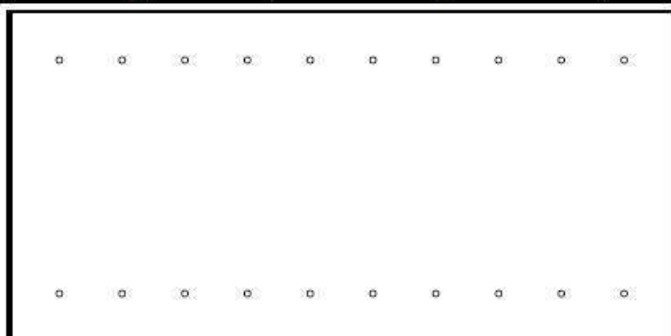

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	CO3_mxD+	0.00	0.34	1.000
2	CO2_mxD-	0.00	-0.77	1.000
3	CO4-mxD+	0.00	3.44	1.000
4	CO4_mxD-	0.00	-4.75	1.000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	10	70.0	horní výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	10	70.0	dolní výztuž

	10x10-kr.70.0
	10x10-kr.70.0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10) = \max(10; 10; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00314 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0.00314 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 500 \text{ mm}^2$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Posouzení
1	CO1_mxD+	0.00	0.00	0.46	165.15	0.00	0.00	Vyhovuje
2	CO1_mxD-	0.00	0.00	-1.05	-165.15	0.00	0.00	Vyhovuje
3	CO2_mxD+	0.00	0.00	5.15	165.15	0.00	0.00	Vyhovuje
4	CO2_mxD-	0.00	0.00	7.11	165.15	0.00	0.00	Vyhovuje
9	CO2_VED	0.00	0.00	0.00	0.00	33.18	178.36	Vyhovuje
10	CO2_nxD-max	3.31	731.88	0.00	164.47	0.00	0.00	Vyhovuje
11	CO2_nxD-min	-22.23	-9997.51	0.00 → -0.44	-169.66	0.00	0.00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

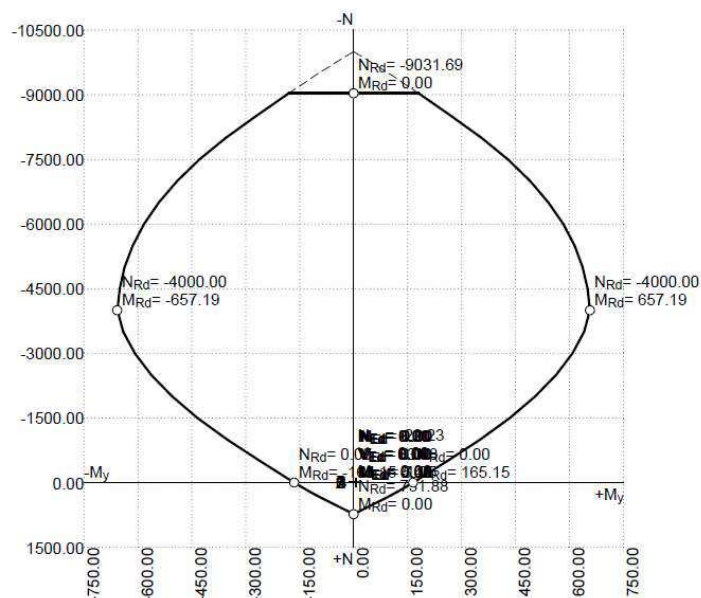
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
5	CO3_mxD+	0.00	0.34	$3.19 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.002	Vyhovuje
6	CO2_mxD-	0.00	-0.77	$7.22 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.005	Vyhovuje
7	CO4-mxD+	0.00	3.44	$32.3 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.021	Vyhovuje
8	CO4_mxD-	0.00	-4.75	$44.6 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.029	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}						0.200	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Interakční diagram



Příloha 42: Posudek průřezu směr X – Vodorovná ohybová výztuž; Mezní stav omezení trhlin

2 Smer_Y

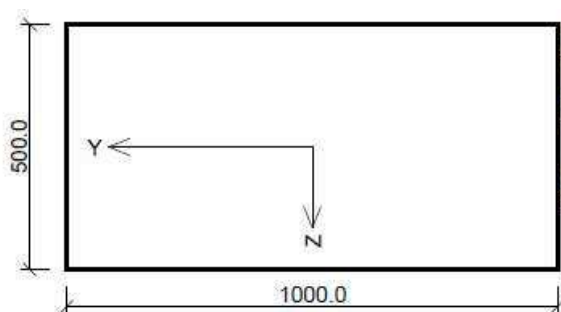
2.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna

Prostředí: X0

Průřez

Materiály



Beton: C 30/37

 $f_{ck} = 30.0$ MPa; $f_{ctm} = 2.9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500

 $f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

 $f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

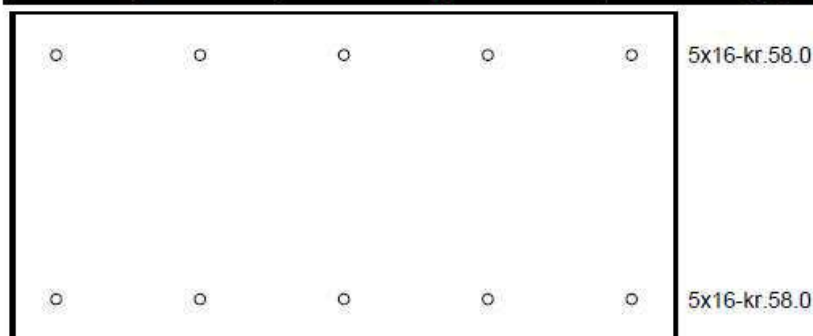
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	CO1_myD+	0.00	1.52	0.00	1.000
2	CO1_myD-	0.00	-1.31	0.00	1.000
3	CO2_myD+	0.00	3.59	0.00	1.000
4	CO2_myD-	0.00	-10.51	0.00	1.000
5	CO2_nyD-max	1.32	0.00	0.00	1.000
6	CO2_nyD-min	-18.15	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	CO3_myD+	0.00	1.13	1.000
2	CO2_myD-	0.00	-0.97	1.000
3	CO4_myD+	0.00	2.36	1.000
4	CO4_mxD-	0.00	-6.95	1.000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	16	58.0	horní výztuž
5	16	58.0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}, c_{\min,dur}, 10) = \max(16; 10; 10) = 16 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$$

2.2 Výsledky**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00402 \geq \rho_{s,\min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

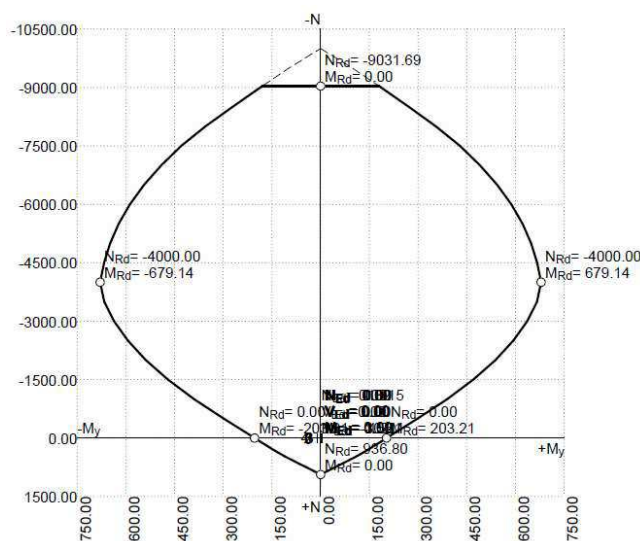
$$\rho_s = 0.00402 \leq \rho_{s,\max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,\min} = 502.7 \text{ mm}^2$ **Posouzení mezního stavu únosnosti**

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Posouzení
1	CO1_myD+	0.00	0.00	1.52	203.21	0.00	0.00	Vyhovuje
2	CO1_myD-	0.00	0.00	-1.31	-203.21	0.00	0.00	Vyhovuje
3	CO2_myD+	0.00	0.00	3.59	203.21	0.00	0.00	Vyhovuje
4	CO2_myD-	0.00	0.00	-10.51	-203.21	0.00	0.00	Vyhovuje
9	CO2_ryD-max	1.32	936.81	0.00	202.96	0.00	0.00	Vyhovuje
10	CO2_ryD-min	-18.15	-9997.97	0.00 → -0.36	-206.67	0.00	0.00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**Posouzení mezního stavu použitelnosti****Mezní stav omezení šířky trhlin**

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,\max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
5	CO3_myD+	0.00	1.13	$8.19 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.005	Vyhovuje
6	CO2_myD-	0.00	-0.97	$7.03 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.005	Vyhovuje
7	CO4_myD+	0.00	2.36	$17.1 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.011	Vyhovuje
8	CO4_myD-	0.00	-6.95	$50.4 \cdot 10^{-6}$	0.644	0.032	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{\max}						0.200	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Příloha 43: Posudek průřezu směr Y – Svislá ohybová výztuž; Mezní stav omezení trhlin

TRUHLÍK ŠACHTA VODA 3 STRANY									
MSÚ:									
Komb:	CO1				CO2				
mxD+	-1,04 hrana			mxD+	-1,98 hrana				
mxD+	0,46 vnitřek			mxD+	3,94 vnitřek			Vodorovná uvnitř	
				mxD+	5,12 nad dírou			Vodorovná uvnitř nad dírou	
mxD-	1,05 hrana			mxD-	7,02 hrana			Vodorovná hrana	
mxD-	-0,24 vnitřek			mxD-	-2,95 vnitřek				
myD+	1,52 hrana			myD+	-2,28 hrana				
myD+	-0,65 vnitřek (vetk Zákl)			myD+	3,55 vnitřek			Svislá uvnitř	
myD-	1,31 hrana			myD-	10,42 hrana			Svislá hrana vetknutí základ	
myD-	-0,12 vnitřek			myD-	-3,37 vnitřek				
max Q	33,03	SMYKOVKA							
MSP:									
Komb:	CO3				CO4				
mxD+	-0,77 hrana			mxD+	-1,31 hrana				
mxD+	0,34 vnitřek (vetk Zákl)			mxD+	2,63 vnitřek			Vodorovná uvnitř	
				mxD+	3,42 nad dírou			Vodorovná uvnitř nad dírou	
mxD-	0,77 hrana			mxD-	4,69 hrana			Vodorovná hrana	
mxD-	-0,18 vnitřek			mxD-	-1,86 vnitřek				
myD+	1,13 hrana			myD+	-1,51 hrana				
myD+	-0,48 vnitřek (vetk Zákl)			myD+	2,34 vnitřek			Svislá uvnitř	
myD-	0,97 hrana			myD-	6,90 hrana			Svislá hrana vetknutí základ	
myD-	-0,09 vnitřek			myD-	-2,22 vnitřek				
max Q	33,18	SMYKOVKA							

TRUHLÍK ŠACHTA VODA 4 STRANY									
MSÚ:									
Komb:	CO1				CO2				
mxD+	-1,04 hrana			mxD+	-1,98 hrana				
mxD+	0,46 vnitřek			mxD+	3,99 vnitřek			Vodorovná uvnitř	
				mxD+	5,15 nad dírou			Vodorovná uvnitř nad dírou	
mxD-	1,05 hrana			mxD-	7,11 hrana			Vodorovná hrana	
mxD-	-0,24 vnitřek			mxD-	-2,88 vnitřek				
myD+	1,52 hrana			myD+	-2,29 hrana				
myD+	-0,65 vnitřek (vetk Zákl)			myD+	3,59 vnitřek			Svislá uvnitř	
myD-	1,31 hrana			myD-	10,51 hrana			Svislá hrana vetknutí základ	
myD-	-0,12 vnitřek			myD-	-3,4 vnitřek				
max Q	33,03	SMYKOVKA							
MSP:									
Komb:	CO3				CO4				
mxD+	-0,77 hrana			mxD+	-1,32 hrana				
mxD+	0,34 vnitřek (vetk Zákl)			mxD+	2,67 vnitřek			Vodorovná uvnitř	
				mxD+	3,44 nad dírou			Vodorovná uvnitř nad dírou	
mxD-	0,77 hrana			mxD-	4,75 hrana			Vodorovná hrana	
mxD-	-0,18 vnitřek			mxD-	-1,83 vnitřek				
myD+	1,13 hrana			myD+	-1,50 hrana				
myD+	-0,48 vnitřek (vetk Zákl)			myD+	2,36 vnitřek			Svislá uvnitř	
myD-	0,97 hrana			myD-	6,95 hrana			Svislá hrana vetknutí základ	
myD-	-0,09 vnitřek			myD-	-2,24 vnitřek				
max Q	33,18	SMYKOVKA							