



STATIKA A DYNAMIKA STAVEB, STAVEBNÍ PROJEKTY

ING. JAN MAREŠ

A.M. Jelínka 1074, Kolín II. 280 00
IČO 690 14 710, Tel.: +420 321 710 558, 602 540 899
e-mail: mares.jan@volny.cz

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY

(dle přílohy č.13 vyhlášky 405/2017 Sb. v platném znění)

STATICKÝ VÝPOČET

| | |
|---------------|---|
| STAVBA | KOLÍN, Pražská 161 - Nůžková plošina pro Dům dětí a mládeže |
| INVESTOR | Město Kolín, Karlovo náměstí 78, Kolín I., PSČ 280 02 |
| OBJEDNATEL | Město Kolín, Karlovo náměstí 78, Kolín I., PSČ 280 02 |
| MÍSTO STAVBY | parc.č. 184/4, katastrální území Kolín |
| ČÁST PROJEKTU | D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu |
| DÍL PROJEKTU | D.1.2 Stavebně konstrukční řešení D.1.2.b Statický výpočet |
| OBJEKT | |

| REVIZE | DATUM | POPIS | |
|--------|---------|----------|--|
| 0 | 08/2024 | 1.vydání | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Číslo vyhotovení | | Počet vyhotovení | Číslo svazku |
|------------------|--|------------------|--------------|
| | | 4 | D.1.2 |
| | | Číslo zakázky | Číslo sešitu |
| | | 0893 2445 | D.1.2.b |

DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

(dle přílohy č. 13 vyhlášky č. 405/2017 Sb. v platném znění)

| | |
|----------------|---|
| D | Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení |
| D.1 | Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu |
| D.1.2 | Stavebně konstrukční řešení |
| D.1.2.b | <u>Podrobný statický výpočet</u> |

Obsah:

| | | |
|-------|--|---|
| 1. | Průvodní zpráva ke statickému (dynamickému) výpočtu, stručně rekapitulující základní koncept řešení konstrukce a rozdíly oproti předběžnému výpočtu..... | 2 |
| 2. | Použité podklady - normy, předpisy, literaturu, výpočetní programy apod. | 2 |
| 2.1 | Normy, literatura | 2 |
| 2.2 | Ostatní podklady..... | 3 |
| 3. | Statické schéma konstrukce | 3 |
| 4. | Údaje o materiálech a technologiích..... | 3 |
| 5. | Rekapitulaci zatížení, zatěžovacích stavů včetně součinitelů zatížení a součinitelů kombinace..... | 4 |
| 5.1 | Stálé zatížení G..... | 4 |
| 5.2 | Proměnné zatížení Q..... | 4 |
| 5.3 | Klimatické zatížení | 4 |
| 5.3.1 | Zatížení sněhem | 4 |
| 5.3.2 | Zatížení větrem..... | 4 |
| 5.3.3 | Seizmické zatížení..... | 4 |
| 5.3.4 | Zatížení námrazou | 6 |
| 6. | Výpočetní modely, výpočetní schémata | 6 |
| 7. | Návrh a posouzení všech nosných prvků | 6 |
| 8. | Výpočet účinků na základy, dimenzování základových konstrukcí..... | 6 |
| 9. | Návrh a posouzení všech detailů, montážních styků apod., které rozhodujícím způsobem ovlivňují bezpečnost konstrukce..... | 6 |
| 10. | Postup výroby - betonáže, odbedňování, montáže, předpínání, zasypávání dokončených konstrukcí..... | 7 |
| 11. | Vyhodnocení..... | 7 |
| 12. | Přílohy | 7 |

1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA KE STATICKÉMU (DYNAMICKÉMU) VÝPOČTU, STRUČNĚ REKAPITULUJÍCÍ ZÁKLADNÍ KONCEPT ŘEŠENÍ KONSTRUKCE A ROZDÍLY OPROTI PŘEDBĚŽNÉMU VÝPOČTU

Konstrukce byla navržena tak, aby odpovídala všem požadavkům dle ČSN EN 1990, ČSN EN 1991 a ČSN EN 1992, ČSN EN 1993 a ČSN EN 1996. Konstrukce je navržena tak, aby umožňovala bezpečné, bezporuchové a trvalé užívání po dobu její životnosti.

Základové konstrukce:

Základová deska je navržena železobetonová betonu třídy C 30/37 XC4, XD3, XF3, XA1 o tloušťce 200 mm, resp. 150 mm v případě stěn a odvodňovací jímky s horní hranou na úrovni -1,650 m.

Základová deska bude vyztužena vázanou výztuží z betonářské oceli B 500B a svařovanými sítěmi KARI Ø8/100 x Ø8/100 (KY 49). Pod železobetonovou deskou bude proveden podkladní beton v tloušťce 50 mm z betonu třídy C 20/25 X0. Krytí výztuže základové desky 35 mm.

Základovou spáru je třeba chránit proti mechanickému porušení při výkopových pracích, proti nepříznivým klimatickým vlivům nebo proti zaplavení základové spáry dle čl. 35 ČSN 73 1001, tzn. ukončit strojní výkop v dostatečné výšce nad základovou spárou a dočištění provést drobnými mechanizmy, popřípadě ručně na úroveň projektovaná základové spáry. Ihned po vyčištění základové spáry se provede podkladní beton. Výkopové práce musí být provedeny tak, aby nedošlo k narušení základové spáry. V případě, že dojde k narušení základové spáry, bude zemina odtěžena a nahrazena hubeným betonem C 8/10 X0.

Únosnost základové spáry se předpokládá min. 150 kPa.

Ostatní:

V rámci betonáže základové desky bude provedena betonáž věnce soklu o tloušťce 100 mm ke stávajícímu obvodovému zdivu objektu s horní hranou v úrovni ±0,000 a spodní hranou 420 mm pod čistou podlahou na šířku 2500 mm. Věncel je navržen z betonu C 30/37 XC4, XD3, XF3 a vyztužen svařovanou sítí KARI Ø6/100 x Ø6/100 při obou površích s krytím 30 mm. Propojení železobetonového věnce ke stávajícímu zdivu bude provedeno kotevními trny ØR10 vlepenými do stávajícího obvodového zdiva, hloubka vlepení minimálně 250 mm. Kotvení trny budou zakončeny háky ve tvaru L délky 100 mm a svázané ke svařované síti při vnějším povrchu. Trny budou rozmístěny v počtu 2 ks na výšku věnce a 10 ks v podélném směru, celkem 20 ks trnů.

2. POUŽITÉ PODKLADY - NORMY, PŘEDPISY, LITERATURU, VÝPOČETNÍ PROGRAMY APOD.

2.1 Normy, literatura

| | |
|-------------------------------------|---|
| [1] ČSN EN 1990:2011/02 ed.2 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| [2] ČSN EN 1991-1-1:2004/03 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| [3] ČSN EN 1991-1-3:2013/06 ed. 2 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem |
| [4] ČSN EN 1991-1-3/NA:2006/07 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - |

Zatížení sněhem

- [5] ČSN EN 1991-1-4:2013/04 ed. 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [6] ČSN EN 1992-1-1:2011/07 ed. 2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-1:2006/12 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1997-1:2006/09 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- [9] ČSN EN 1998-1:2006/09 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- [10] ČSN EN 206-1 Beton - část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [11] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [12] ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
- [13] ČSN 73 1037 Zemní tlak na stavební konstrukce

2.2 Ostatní podklady

- [14] Dokumentace pro vydání stavebního povolení (Ing. Martin Outlý, 06/2024)
- [15] Programy pro výpočet konstrukcí:
- SCIA Engineer 24.0
 - FINE Beton

3. STATICKÉ SCHÉMA KONSTRUKCE

Viz schéma ve statickém výpočtu.

4. ÚDAJE O MATERIÁLECH A TECHNOLOGIÍCH

Viz technická zpráva D.1.2.a, bod 4.

5. REKAPITULACI ZATÍŽENÍ, ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ VČETNĚ SOUČINITELŮ ZATÍŽENÍ A SOUČINITELŮ KOMBINACE

5.1 Stálé zatížení G

| Zatížení [kN/m ² , kN/m, kN] | Charakt. g_k | γ_G | Návrhová g_d |
|---|-------------------|------------|-------------------|
| a) Vlastní tíha – generována programem | | 1,35 | |
| b) Nůžková plošina - vlastní hmotnost (dle předaných informací 700 kg) | 7,0 | | 9,45 |
| Celkem | 7,00 | | 9,45 |
| c) Zemní tlak - zemní tlak v klidu (předpoklad zpětných zásypů zeminou třídy S4 SC) $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ $\nu = 0,3$ $\varphi_{ef} = 26 \div 28^\circ$ $h = 0,3 \text{ m}$ | 2,4 | 1,35 | 3,24 |

5.2 Proměnné zatížení Q

| Zatížení | q_k | γ_Q | q_d |
|--|-------|------------|-------|
| d) Užitné [kN/m ²] - užitné zatížení nůžkové plošiny (uvažováno 1500 kg) | 15,0 | 1,50 | 22,50 |

5.3 Klimatické zatížení

5.3.1 Zatížení sněhem

Vzhledem k druhu konstrukce není se zatížením uvažováno.

5.3.2 Zatížení větrem

Vzhledem k druhu konstrukce není se zatížením uvažováno.

5.3.3 Seizmické zatížení

Dle NA.2.8 lze klasifikovat seizmicitu jako velmi malou, tzn. že platí $a_{gS} \leq 0,05g$, viz níže. Není tedy nutné konstrukci posuzovat na účinky seizmicity.

Referenční špičkové zrychlení podloží typu A $a_{gR} = 0 \div 0,02g$



Třída významu pozemních staveb
(obvyklé pozemní stavby, třída II.)

$$\gamma_I = 1,0$$

Tabulka 4.3 – Třídy významu pozemních staveb

| Třída významu | Pozemní stavby |
|---------------|---|
| I | Pozemní stavby s menším významem pro veřejnou bezpečnost, např. zemědělské stavby atd. |
| II | Obvyklé pozemní stavby, nepatřící do ostatních kategorií |
| III | Pozemní stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá z hlediska následků spojených s jejich zřícením, např. školy, společenské haly, kulturní instituce, atd. |
| IV | Pozemní stavby, jejichž neporušenost během zemětřesení je životně důležitá pro ochranu občanů, např. nemocnice, hasičské stanice, elektrárny, atd. |

Spektrum pružné odezvy typu 1 (dle čl. 3.2.2.1 a NA. 2.9)

Součinitel podloží

$$S = 1,0$$

(základová půda typu A)

Pro součin a_{gS} platí

$$a_{gS} = a_{gS} * \gamma_I * S = 0,01 * 1,0 * 1,0 = 0,01g \leq 0,05g$$

Tabulka 3.3 – Hodnoty parametrů popisujících spektrum pružné odezvy typu 2

| Typ základové půdy | S | T_B [s] | T_C [s] | T_D [s] |
|-----------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| A | 1,0 | 0,05 | 0,25 | 1,2 |
| B | 1,35 | 0,05 | 0,25 | 1,2 |
| C | 1,5 | 0,10 | 0,25 | 1,2 |
| D | 1,8 | 0,10 | 0,30 | 1,2 |
| E | 1,6 | 0,05 | 0,25 | 1,2 |

Tabulka 3.1 – Typy základových půd

| Typ | Popis stratigrafického profilu | Parametry | | |
|-------|---|-------------------------|----------------------------------|-------------|
| | | $v_{s,30}$ [m/s] | N_{SPT} [počet úderů/30 cm] | c_u [kPa] |
| A | Skalní horninový masiv nebo geologická formace typu skalních hornin při nadloží z měkkého materiálu v maximální mocnosti do 5 m | > 800 | – | – |
| B | Sedimenty velmi ulehleho písku, štěrk nebo velmi tuhý jíl v tloušťce alespoň několik desítek metrů, s mechanickými vlastnostmi rostoucími s hloubkou | 360–800 | > 50 | > 250 |
| C | Mocné sedimenty středně ulehleho nebo ulehleho písku, štěrk nebo tuhý jíl v tloušťce od několika desítek do stovek metrů | 180–360 | 15–50 | 70–250 |
| D | Sedimenty z kyprých až středně ulehých nesoudržných zemin (případně s nebo bez vrstev soudržných zemin) nebo převážně měkkých až pevných soudržných zemin | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | Profil sestávající z povrchových aluviálních vrstev s hodnotami v_s podle typu C nebo D, o mocnosti 5 až 20 m, na tužším podkladě s $v_s > 800$ m/s | | | |
| S_1 | Sedimenty sestávající z jílu nebo siltů s číslem plasticity $PI > 40$ s velkým obsahem vody, nebo sedimenty, obsahující uvedené zeminy, o mocnosti nejméně 10 m | < 100 (informativně) | – | 10–20 |
| S_2 | Sedimenty ze zemin náchylných ke ztekucení, z citlivých jílu, jiné zeminy nezahnuté v typech A–E, případně S_1 | | | |

5.3.4 Zatížení námrazou

Vzhledem k druhu konstrukce není se zatížením uvažováno.

6. VÝPOČETNÍ MODEL, VÝPOČETNÍ SCHÉMATA

Výpočtový model konstrukce - viz příloha.

7. NÁVRH A POSOUZENÍ VŠECH NOSNÝCH PRVKŮ

Výpočet a posouzení konstrukcí - viz příloha.

8. VÝPOČET ÚČINKŮ NA ZÁKLADY, DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

Viz příloha.

9. NÁVRH A POSOUZENÍ VŠECH DETAILŮ, MONTÁŽNÍCH STYKŮ APOD., KTERÉ ROZHODUJÍCÍM ZPŮSOBEM OVLIVŇUJÍ BEZPEČNOST KONSTRUKCE

Viz příloha.

10. POSTUP VÝROBY - BETONÁŽE, ODBEDŇOVÁNÍ, MONTÁŽE, PŘEDPÍNÁNÍ, ZASYPÁVÁNÍ DOKONČENÝCH KONSTRUKCÍ

Neobsazeno.

11. VYHODNOCENÍ

Na základě projektové dokumentace a provedeného statického posouzení konstatuji:

Navržené nosné konstrukce jsou z hlediska stavebního zákona č. 183/2006 Sb. a vyhl. č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby vyhovující.

12. PŘÍLOHY

[1] Podrobný statický výpočet – konstrukce základové desky.

Vypracoval:

Ing. Jan Mareš

.....

Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb a pro pozemní stavby
ČKAIT 0013099

V Kolíně, srpen 2024

1. Obsah

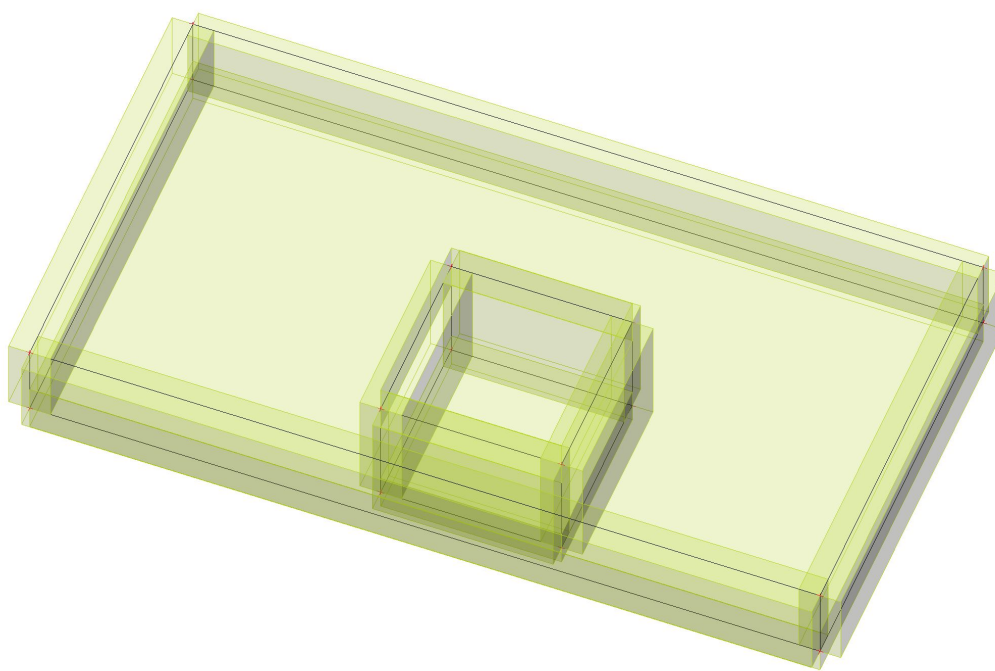
| | |
|--|----|
| 1. Obsah | 1 |
| 2. Základní data | 2 |
| 3. Geometrie | 2 |
| 3.1. Schéma konstrukce - pohled ve směru Z | 2 |
| 3.2. Uzly | 2 |
| 3.3. Plochy | 3 |
| 4. Materiály | 3 |
| 4.1. Materiály | 3 |
| 5. Model konstrukce, okrajové podmínky | 4 |
| 5.1. Výpočtový model | 4 |
| 5.2. Podloží | 4 |
| 5.3. Plošná podpora | 4 |
| 6. Zatížení, kombinace | 4 |
| 6.1. Skupiny zatížení | 6 |
| 6.2. Kombinace | 6 |
| 6.3. Skupiny výsledků | 6 |
| 7. Vyhodnocení výsledků | 7 |
| 7.1. Protokol o výpočtu | 7 |
| 7.2. Deformace | 8 |
| 7.2.1. 3D přemístění; U_{total} | 8 |
| 7.3. Reakce | 8 |
| 7.3.1. 2D kontaktní napětí; σ_z | 8 |
| 7.3.2. 2D kontaktní napětí | 8 |
| 7.4. Vnitřní síly | 9 |
| 8. Návrh výztuže a posouzení | 17 |
| 8.1. Návrh výztuže 2D - Nutné plochy výztuže | 17 |

2. Základní data

| Konstrukce | Obecná XYZ |
|--------------------------------------|------------|
| Poč. uzlů : | 16 |
| Poč. prutů : | 0 |
| Poč. ploch : | 10 |
| Poč. těles : | 0 |
| Poč. průřezů : | 0 |
| Poč. zat. stavů : | 4 |
| Poč. materiálů : | 2 |
| Tíhové zrychlení [m/s ²] | 9,810 |

3. Geometrie

3.1. Schéma konstrukce - pohled ve směru Z



3.2. Uzly

| Jméno | Souř. X [m] | Souř. Y [m] | Souř. Z [m] |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| N17 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| N18 | 2,840 | 0,000 | 0,000 |
| N19 | 2,840 | 1,500 | 0,000 |
| N20 | 0,000 | 1,500 | 0,000 |
| N21 | 2,840 | 0,000 | 0,300 |
| N22 | 0,000 | 0,000 | 0,300 |

| Jméno | Souř. X [m] | Souř. Y [m] | Souř. Z [m] |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| N23 | 2,840 | 1,500 | 0,300 |
| N24 | 0,000 | 1,500 | 0,300 |
| N25 | 1,745 | 0,425 | 0,000 |
| N26 | 1,745 | 1,075 | 0,000 |
| N27 | 1,095 | 1,075 | 0,000 |
| N28 | 1,095 | 0,425 | 0,000 |


| Jméno | Souř. X [m] | Souř. Y [m] | Souř. Z [m] |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| N29 | 1,745 | 0,425 | -0,450 |
| N30 | 1,095 | 0,425 | -0,450 |
| N31 | 1,745 | 1,075 | -0,450 |
| N32 | 1,095 | 1,075 | -0,450 |

3.3. Plochy

| Jméno | Vrstva | Typ | Typ prvku | Materiál | Typ tloušťky | Tl. [mm] |
|-------|---------|-------------|-----------|----------|--------------|----------|
| S8 | Vrstva1 | deska (111) | Standard | C30/37 | konstantní | 200 |
| S9 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S10 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S11 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 100 |
| S12 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S13 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S14 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S15 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S16 | Vrstva1 | stěna (112) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S17 | Vrstva1 | deska (111) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |

4. Materiály

4.1. Materiály

| Jméno | Typ | ρ [kg/m ³] | Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³] | E_{mod} [MPa] | μ | α [m/mK] | $f_{c,k,28}$ [MPa] | Barva |
|--------|-------|-----------------------------|---|-----------------|-------|-----------------|--------------------|---|
| C30/37 | Beton | 2500,00 | 2600,00 | 3,2800e+04 | 0.2 | 0,01e-003 | 30,00 |  |

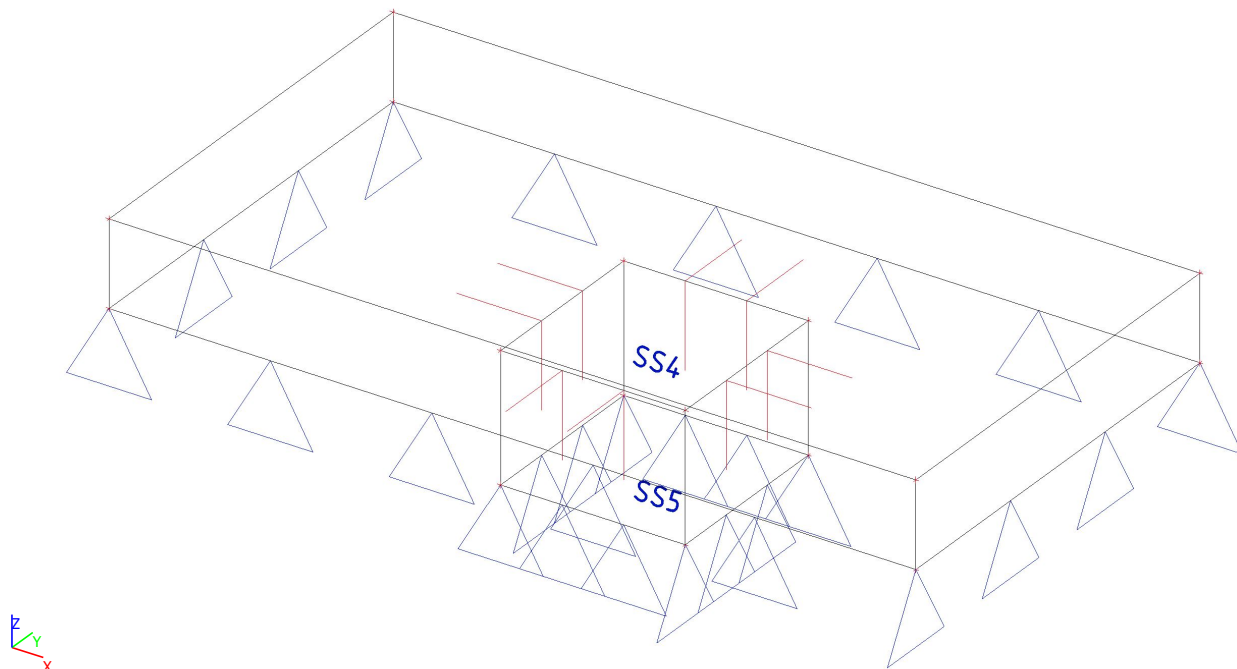
| Vysvětlivky symbolů | |
|--------------------------|---|
| Hustota v čerstvém stavu | Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána spřažená deska a její vlastní tíha se zohledňuje. |

Výztuž EC2

| Jméno | Typ | ρ [kg/m ³] | E_{mod} [MPa] | G_{mod} [MPa] | α [m/mK] | $f_{y,k}$ [MPa] |
|--------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| B 500B | Výztužná ocel | 7850,00 | 2,0000e+05 | 8,3333e+04 | 0,01e-003 | 500,0 |

5. Model konstrukce, okrajové podmínky

5.1. Výpočtový model



5.2. Podloží

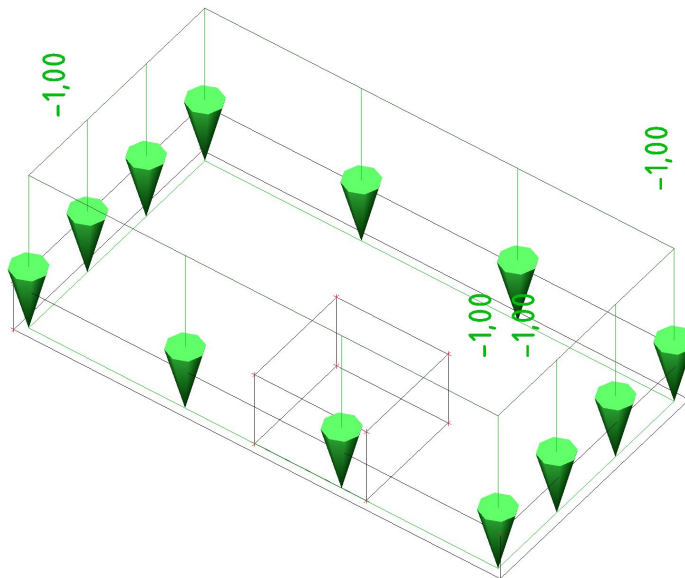
| Jméno | C1x [MN/m ³] | C1z | C1y [MN/m ³] | Tuhost [MN/m ³] | C2x [MN/m] | C2y [MN/m] |
|--|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| G3 - štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy | 3,0000e+01 | Pružný | 3,0000e+01 | 3,0000e+01 | 1,5000e+01 | 1,5000e+01 |

5.3. Plošná podpora

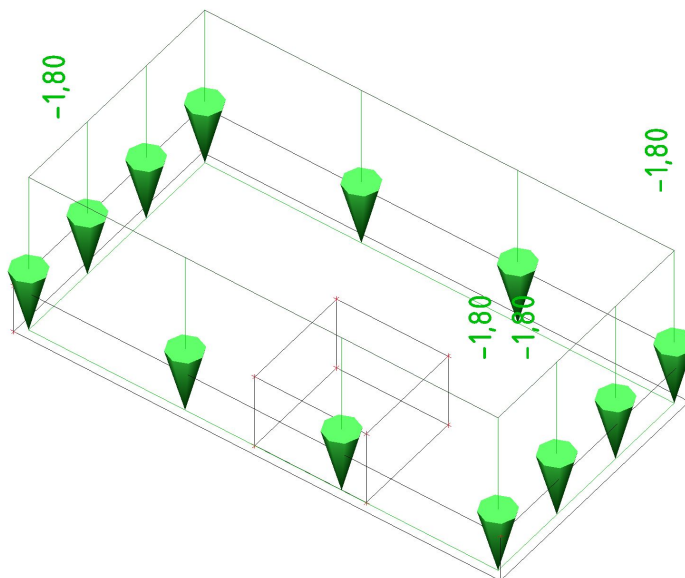
| Jméno | Typ | Podloží | Plocha |
|-------|------------|--|--------|
| SS4 | Jednotlivě | G3 - štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy | S8 |
| SS5 | Jednotlivě | G3 - štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy | S17 |

6. Zatížení, kombinace

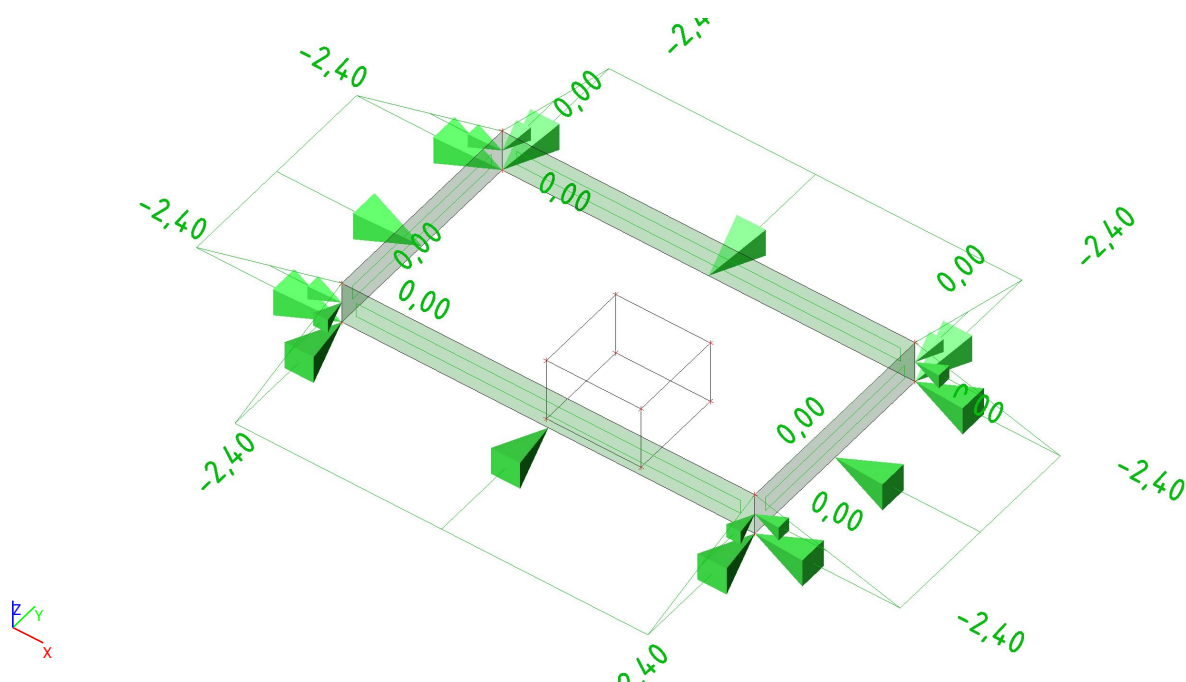
| Jméno | Popis Spec | Typ působení Typ zatížení | Skupina zatížení |
|-------|--------------------------|------------------------------|---------------------|
| ZS2 | nůžková plošina (700 kg) | Stálé | SZ1 |
| | | Standard | |



| Jméno | Popis Spec | Typ působení Typ zatížení | Skupina zatížení | Působení | Řídící zat. stav |
|-------|--------------------------|------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|
| ZS3 | užitné (nosnost 1500 kg) | Proměnné | SZ2 | Střednědobé | Žádný |
| | Standard | Statické | | | |



| Jméno | Popis Spec | Typ působení Typ zatížení | Skupina zatížení |
|-------|--------------------|------------------------------|---------------------|
| ZS4 | zemní tlak v klidu | Stálé | SZ1 |
| | | Standard | |



6.1. Skupiny zatížení

| Jméno | Zatížení | Vztah | Typ |
|-------|----------|----------|----------------|
| SZ1 | Stálé | | |
| SZ2 | Proměnné | Standard | Kat A : obytné |

6.2. Kombinace

| Jméno | Popis | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------------------|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------|
| MSU-Sada B (auto) | | EN-MSU (STR/GEO) Soubor B | ZS1 - vl.tíha | 1,000 |
| | | | ZS2 - nůžková plošina (700 kg) | 1,000 |
| | | | ZS3 - užité (nosnost 1500 kg) | 1,000 |
| | | | ZS4 - zemní tlak v klidu | 1,000 |
| MSP-Char (auto) | | EN-MSP charakteristická | ZS1 - vl.tíha | 1,000 |
| | | | ZS2 - nůžková plošina (700 kg) | 1,000 |
| | | | ZS3 - užité (nosnost 1500 kg) | 1,000 |
| | | | ZS4 - zemní tlak v klidu | 1,000 |
| MSP-Kvazi (auto) | | EN-MSP kvazistálá | ZS1 - vl.tíha | 1,000 |
| | | | ZS2 - nůžková plošina (700 kg) | 1,000 |
| | | | ZS3 - užité (nosnost 1500 kg) | 1,000 |
| | | | ZS4 - zemní tlak v klidu | 1,000 |

6.3. Skupiny výsledků

| Jméno | Výpis |
|-------------|--|
| Všechny MSU | MSU-Sada B (auto) - EN-MSU (STR/GEO) Soubor B |
| Všechny MSP | MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá |
| Vše MSU+MSP | MSU-Sada B (auto) - EN-MSU (STR/GEO) Soubor B MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá |

7. Vyhodnocení výsledků

7.1. Protokol o výpočtu

Lineární výpočet

| | |
|-------------------|--------------------|
| Počet 2D prvků | 350 |
| Počet 1D prvků | 0 |
| Počet uzlů (sítě) | 379 |
| Počet rovnic | 2274 |
| Ohybová teorie | Mindlin |
| Zatěžovací stavy | ZS1, ZS2, ZS3, ZS4 |

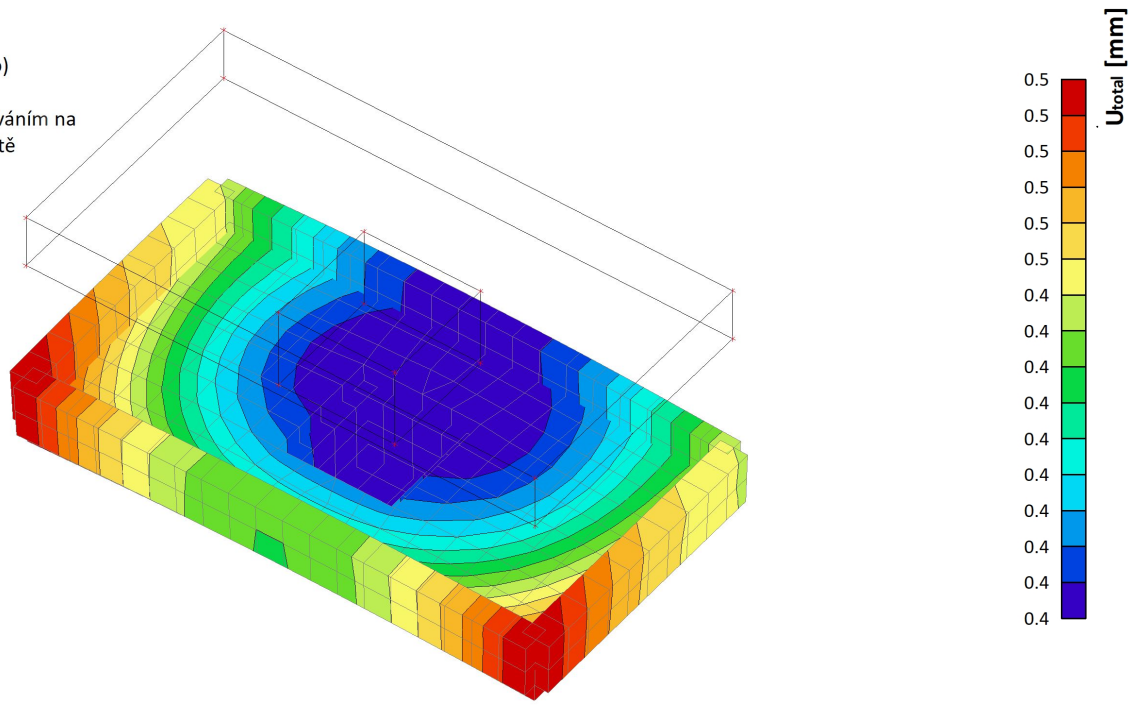
Součet zatížení a reakcí.

| Zatěžovací stav | Hodnota | X [kN] | Y [kN] | Z [kN] |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| ZS1 | zatížení | 0,00 | 0,00 | -33,22 |
| | reakce v uzlech | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | reakce na liniích | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 1D | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 2D | 0,00 | 0,00 | 33,22 |
| ZS2 | zatížení | 0,00 | 0,00 | -8,28 |
| | reakce v uzlech | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | reakce na liniích | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 1D | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 2D | 0,00 | 0,00 | 8,28 |
| ZS3 | zatížení | 0,00 | 0,00 | -14,90 |
| | reakce v uzlech | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | reakce na liniích | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 1D | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 2D | 0,00 | 0,00 | 14,90 |
| ZS4 | zatížení | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | reakce v uzlech | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | reakce na liniích | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 1D | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | kontakt 2D | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

7.2. Deformace

7.2.1. 3D přemístění; U_{total}

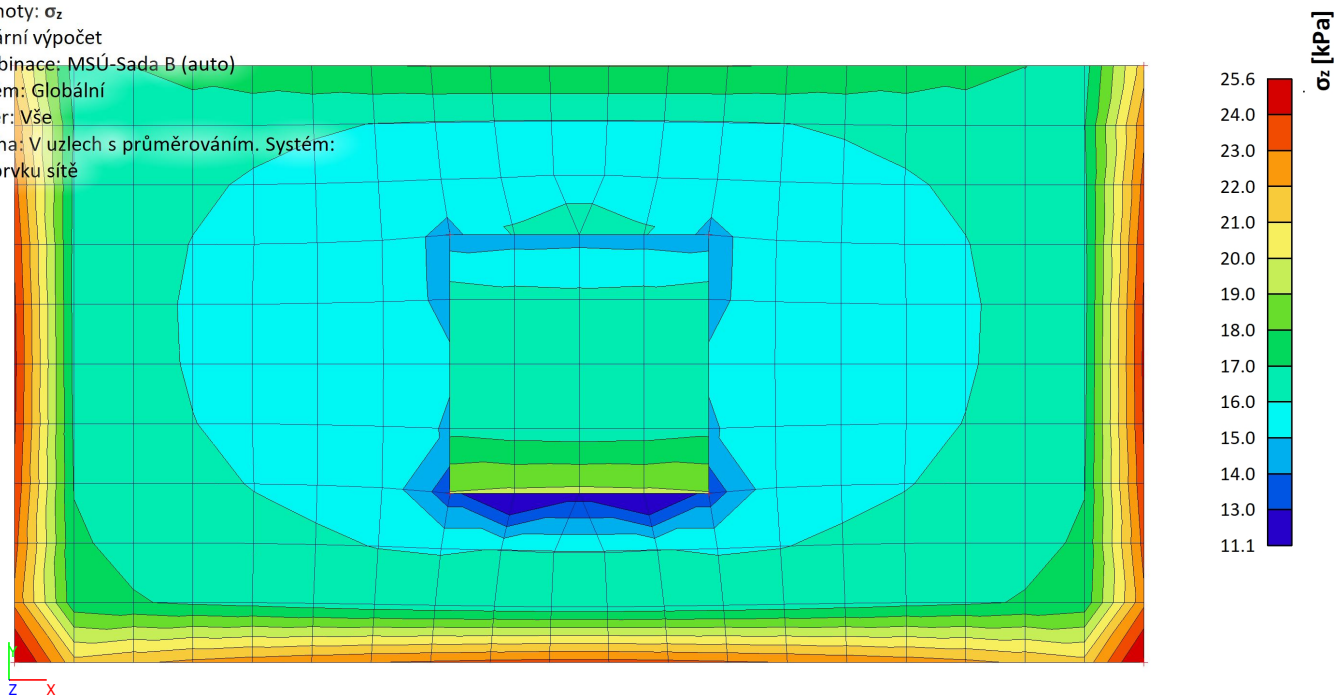
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



7.3. Reakce

7.3.1. 2D kontaktní napětí; σ_z

Hodnoty: σ_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě



7.3.2. 2D kontaktní napětí

Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

| Jméno | Síť | Pozice [m] | Stav | τ_{zx} [kPa] | τ_{yz} [kPa] | σ_z [kPa] |
|-------|----------|--------------------------|------|-------------------|-------------------|------------------|
| S8 | Uzel: 1 | 0,000 0,000 0,000 | ZS1 | 0,0 | 0,0 | 11,0 |
| S8 | Uzel: 2 | 2,840 0,000 0,000 | ZS1 | 0,0 | 0,0 | 11,0 |
| S17 | Uzel: 13 | 1,745 0,425 -0,450 | ZS1 | 0,0 | -0,1 | 9,6 |
| S8 | Uzel: 73 | 1,420 0,425 0,000 | ZS1 | 0,0 | 0,0 | 6,2 |
| S8 | Uzel: 72 | 1,583 0,425 0,000 | ZS1 | 0,0 | 0,0 | 5,7 |

7.4. Vnitřní síly

2D vnitřní síly

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

Základní návrhové veličiny

| Jméno | Síť | Pozice [m] | Stav | m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m] | m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m] |
|-------|-----------|--------------------------|---------------------|--|--|
| S8 | Uzel: 152 | 0,927 0,907 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | -1,10 0,00 | -1,09 0,00 |
| S9 | Uzel: 10 | 0,000 0,000 0,300 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,00 0,45 | 0,00 0,10 |
| S8 | Uzel: 153 | 1,913 0,907 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | -1,10 0,00 | -1,10 0,00 |
| S13 | Uzel: 325 | 1,420 0,425 -0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,00 0,13 | 0,00 0,44 |

| Jméno | Klíč kombinace |
|---------------------|---|
| MSÚ-Sada B (auto)/1 | 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4 |

2D vnitřní síly - m_{xD+}

Hodnoty: m_{xD+}

Lineární výpočet

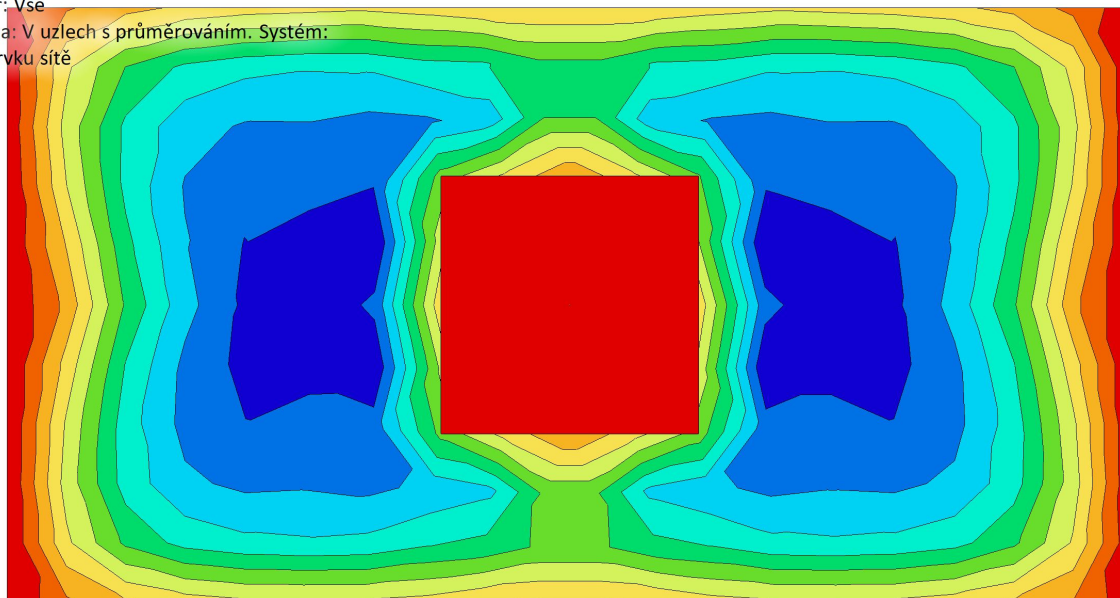
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D vnitřní síly - m_{xD-}

Hodnoty: m_{xD-}

Lineární výpočet

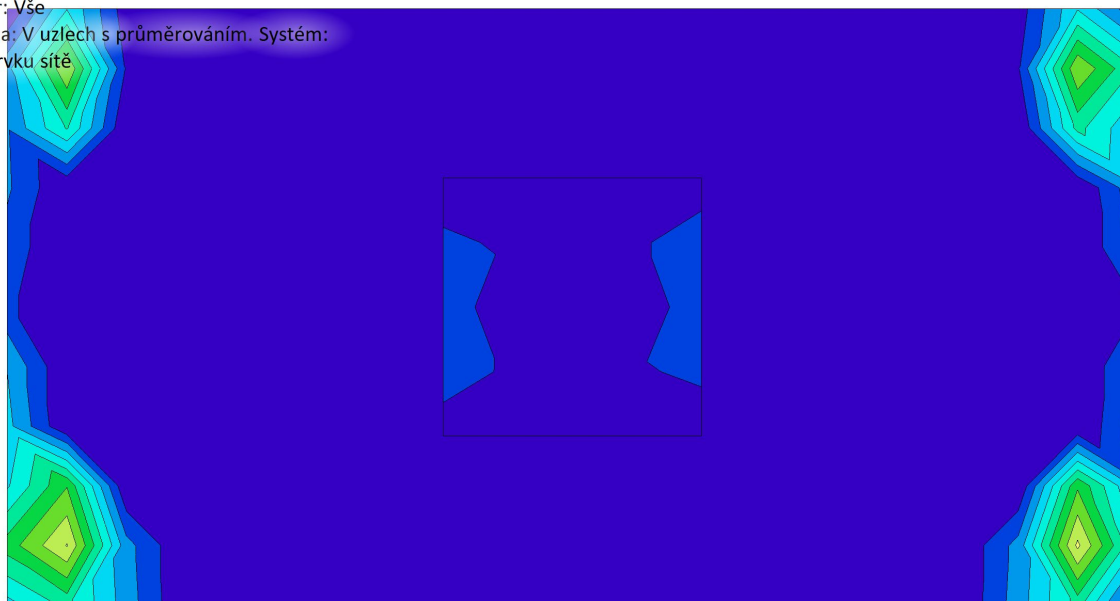
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D vnitřní síly - m_{yD+}

Hodnoty: m_{yD+}

Lineární výpočet

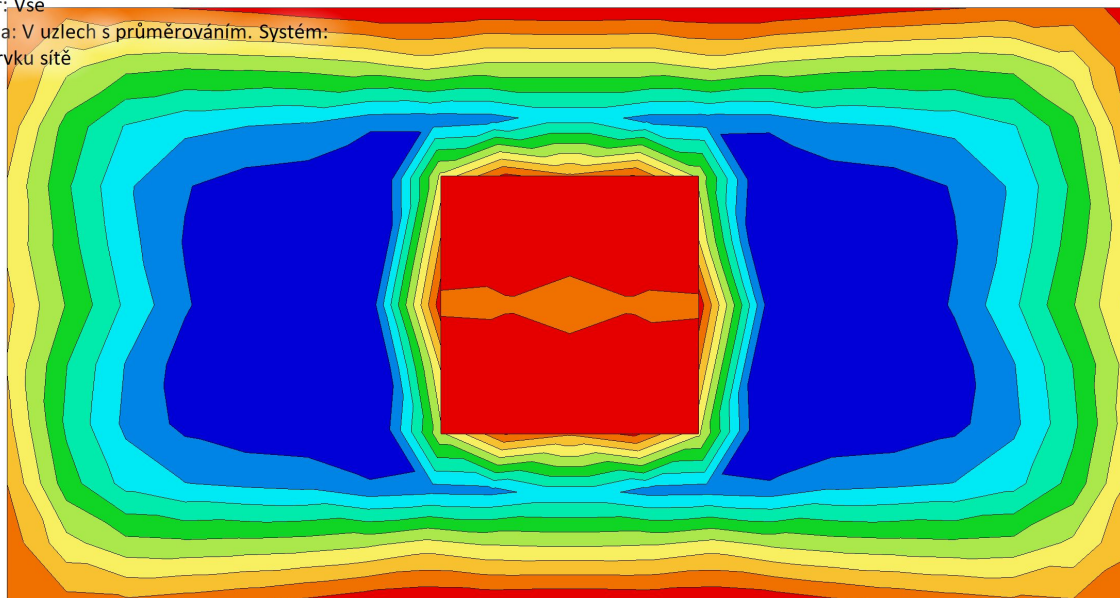
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D vnitřní síly - m_{yD-}

Hodnoty: m_{yD-}

Lineární výpočet

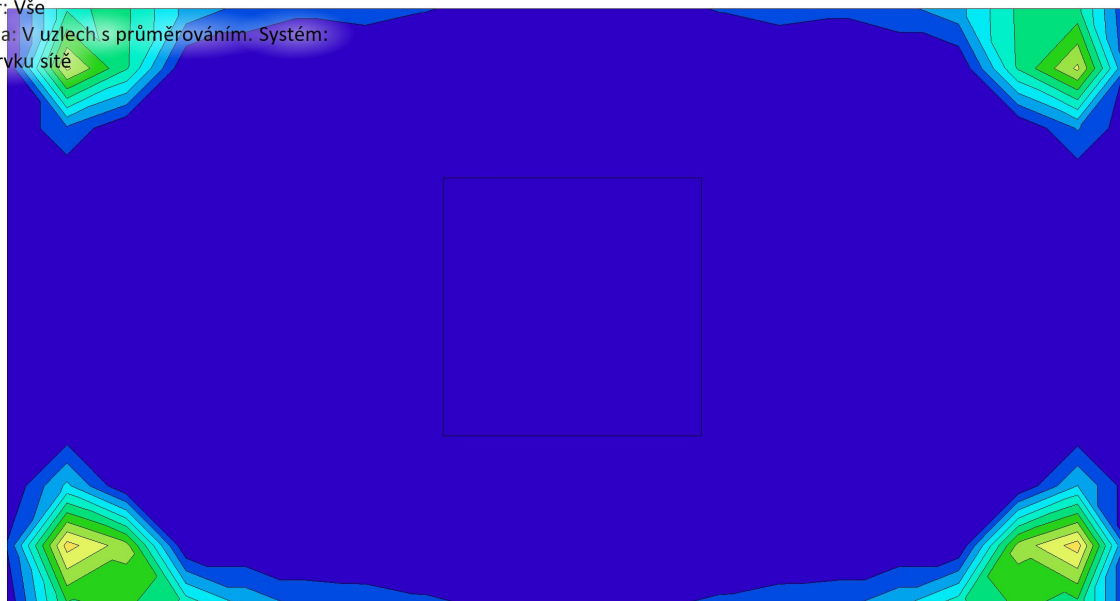
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí/přetvoření

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

Základní napětí

| Jméno | Síť | Pozice [m] | Stav | σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa] | σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa] | τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa] | τ_{xz} [MPa] | τ_{yz} [MPa] |
|-------|-----------|--------------------------|---------------------|--|--|--|-------------------|-------------------|
| S9 | Uzel: 10 | 0,000 0,000 0,300 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | -0,1 0,1 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S8 | Uzel: 139 | 0,762 0,750 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,2 -0,2 | 0,1 -0,2 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S11 | Uzel: 294 | 1,495 1,500 0,300 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,2 0,2 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S8 | Uzel: 164 | 0,924 1,061 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,1 -0,2 | 0,2 -0,2 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S8 | Uzel: 117 | 1,916 0,439 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,1 -0,2 | 0,2 -0,2 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S15 | Uzel: 351 | 1,420 1,075 -0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | -0,1 0,0 | -0,1 0,1 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S8 | Uzel: 76 | 0,299 0,150 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 -0,1 | 0,0 0,0 | -0,1 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S8 | Uzel: 91 | 2,541 0,150 0,000 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 -0,1 | 0,0 0,0 | 0,1 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S9 | Uzel: 224 | 2,541 0,000 0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| S9 | Uzel: 209 | 0,299 0,000 0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| S9 | Uzel: 245 | 2,691 0,000 0,300 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 0,1 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S13 | Uzel: 327 | 1,745 0,425 -0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 0,0 | -0,2 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S15 | Uzel: 353 | 1,095 1,075 -0,150 | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,0 0,0 | -0,1 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Jméno | Klíč kombinace |
|---------------------|---|
| MSÚ-Sada B (auto)/1 | 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4 |

2D napětí - σ_{x+}

Hodnoty: σ_{x+}

Lineární výpočet

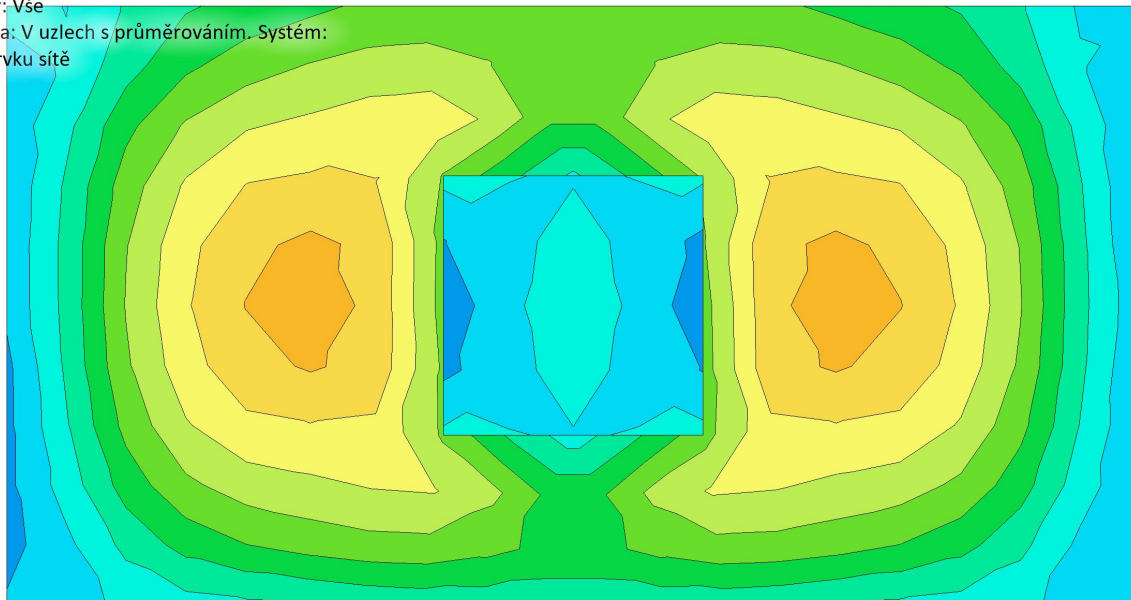
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - σ_{y+}

Hodnoty: σ_{y+}

Lineární výpočet

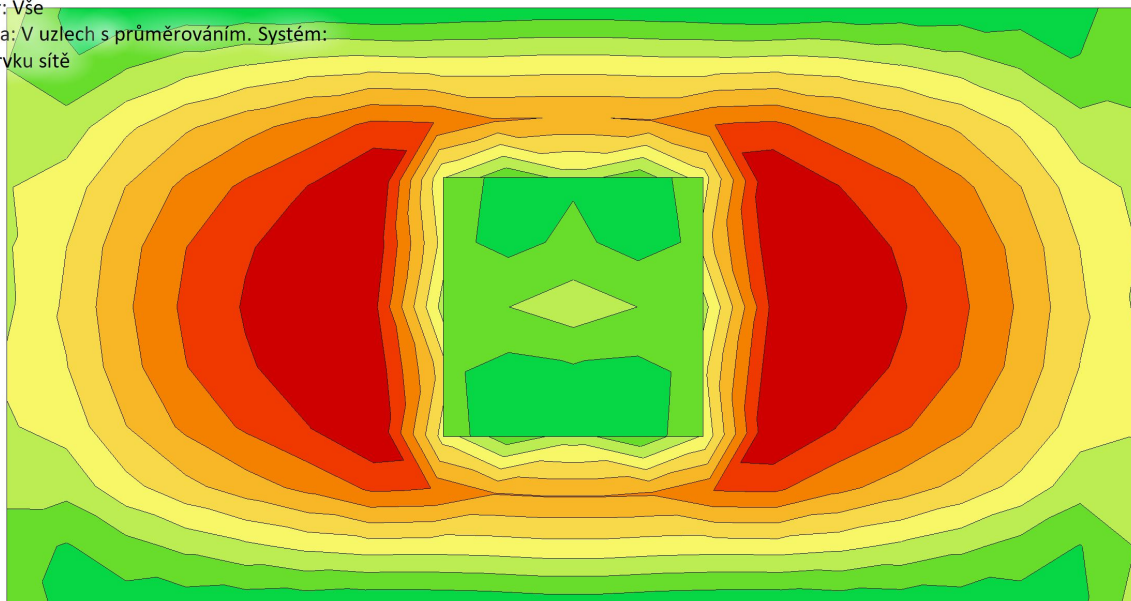
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - $\tau_{xy}+$

Hodnoty: $\tau_{xy}+$

Lineární výpočet

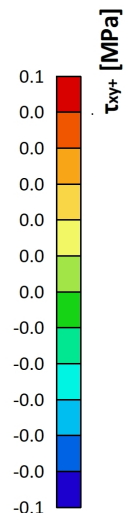
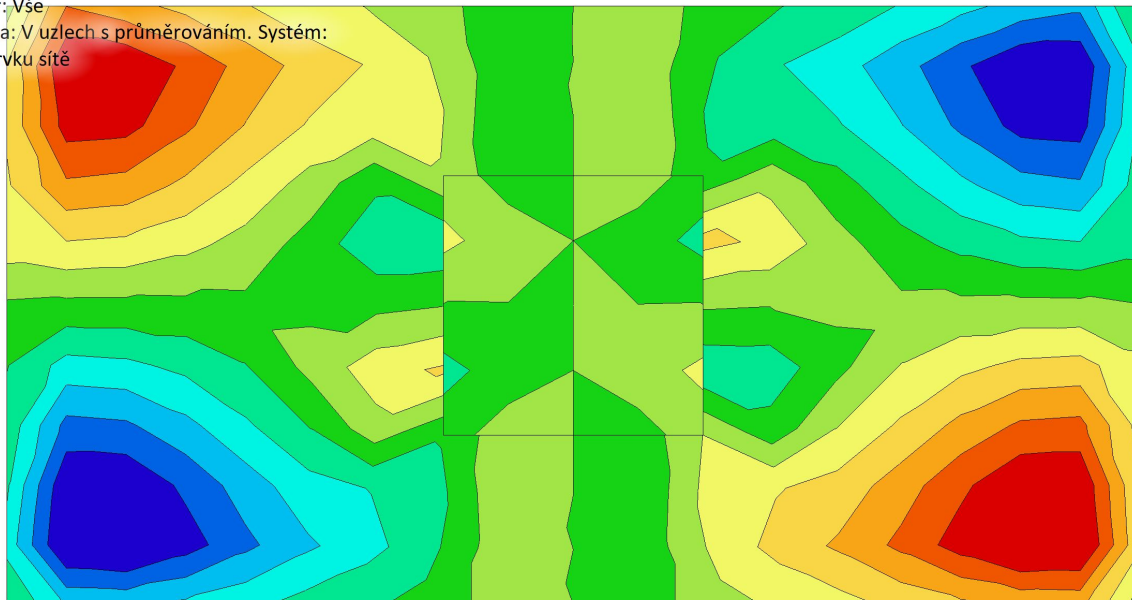
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - σ_x

Hodnoty: σ_x

Lineární výpočet

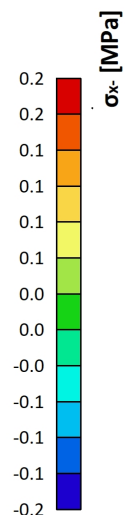
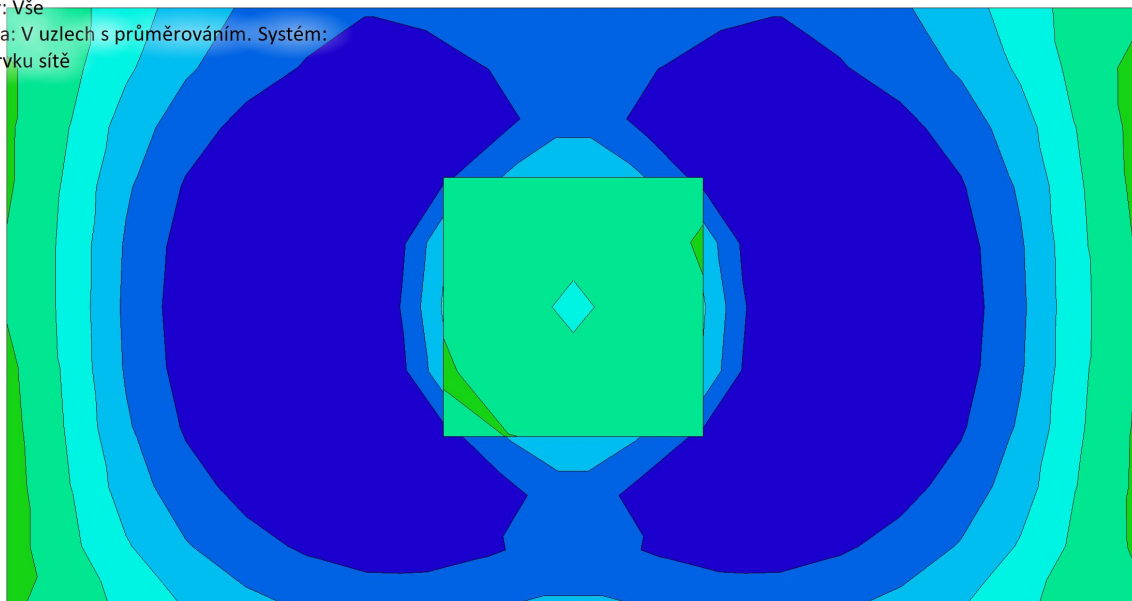
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - σ_y -

Hodnoty: σ_y -

Lineární výpočet

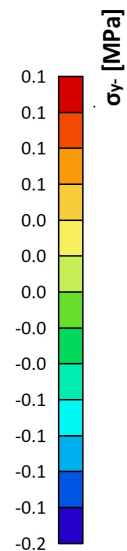
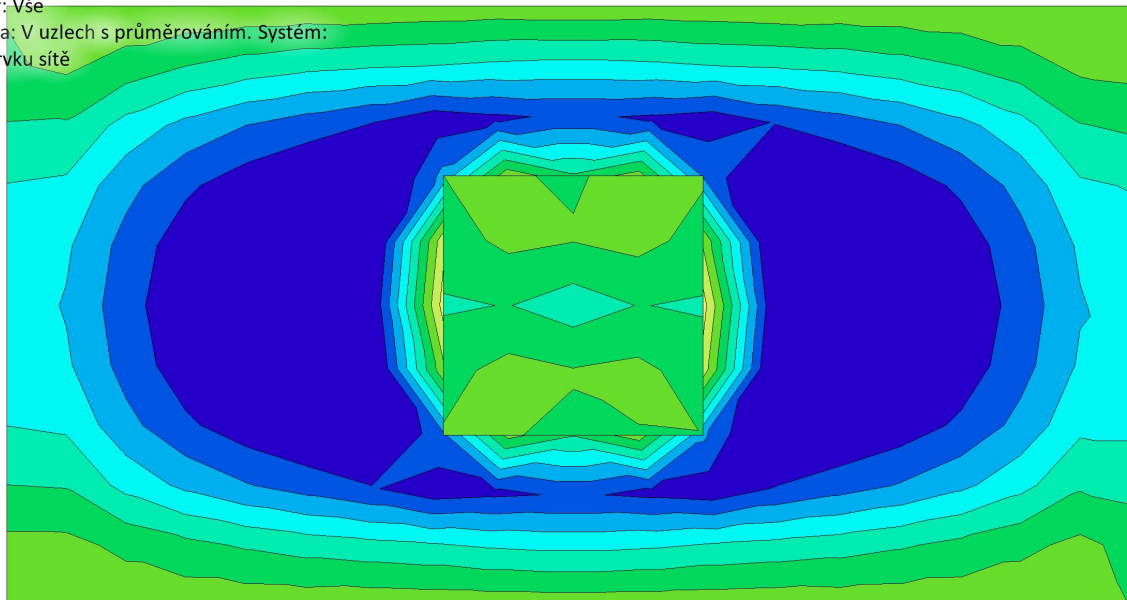
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - τ_{xy} -

Hodnoty: τ_{xy} -

Lineární výpočet

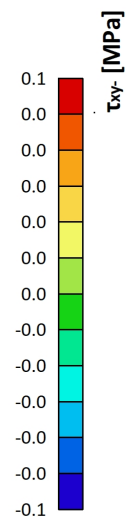
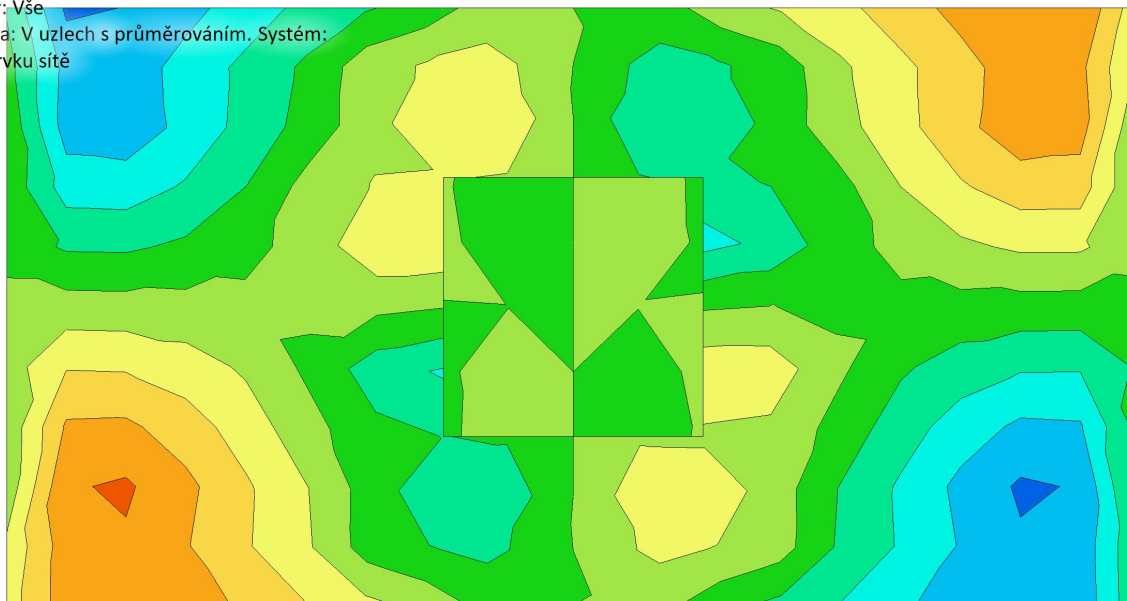
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - τ_{xz}

Hodnoty: τ_{xz}

Lineární výpočet

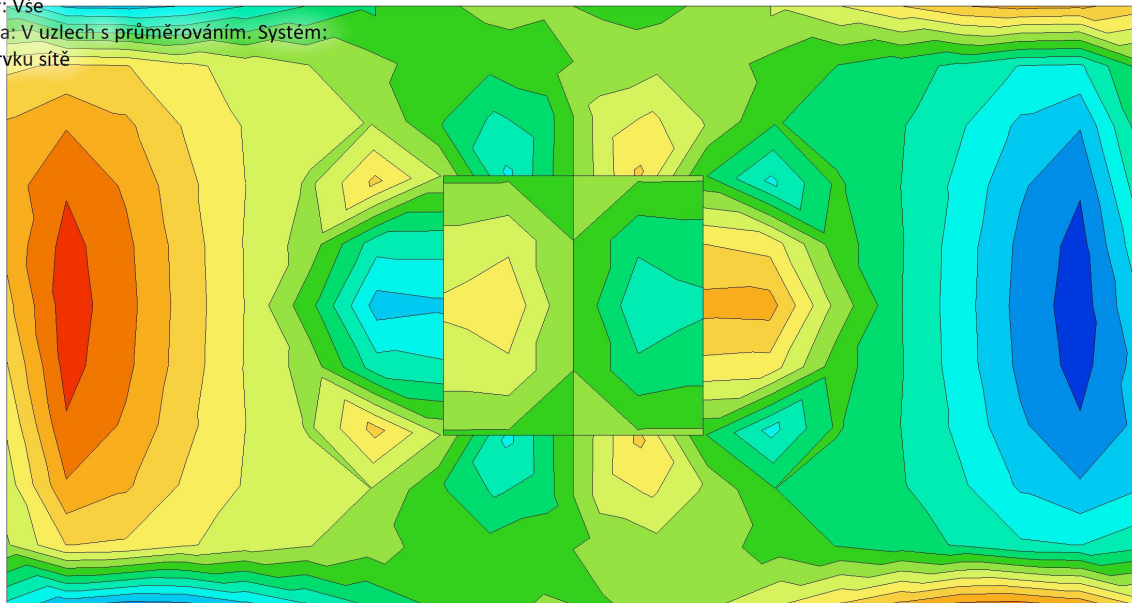
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



2D napětí - τ_{yz}

Hodnoty: τ_{yz}

Lineární výpočet

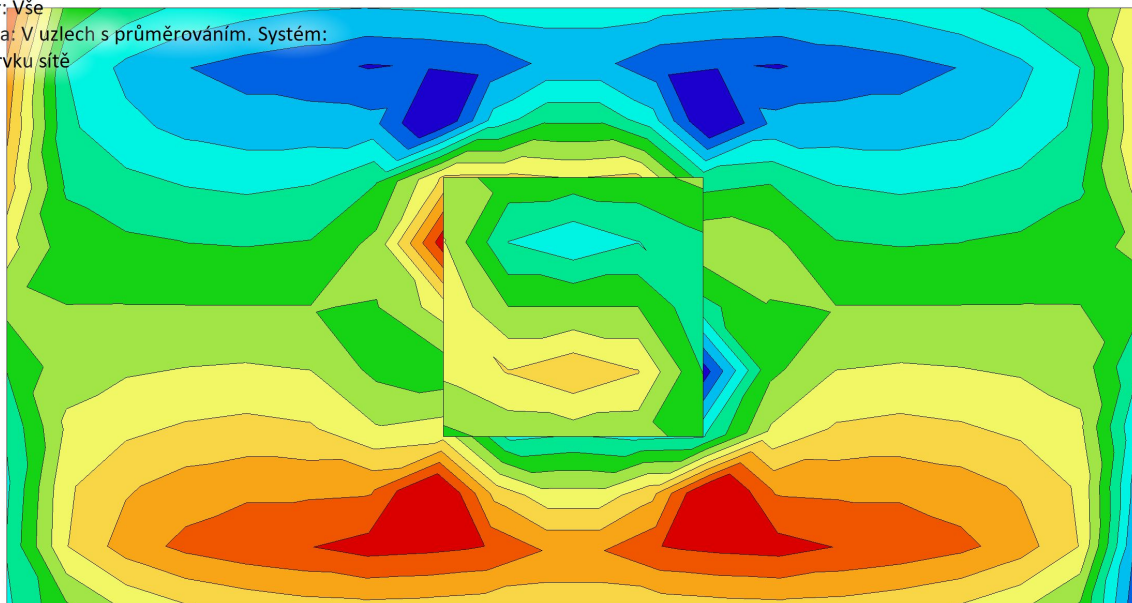
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém:

LSS prvku sítě



8. Návrh výztuže a posouzení

8.1. Návrh výztuže 2D - Nutné plochy výztuže

Hodnoty: $A_{s,req,1+}$

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

Deska S8

h=200 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 1/0 [X= 0,000, Y=0,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø8,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø8,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{nom} = 30$ mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø8,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

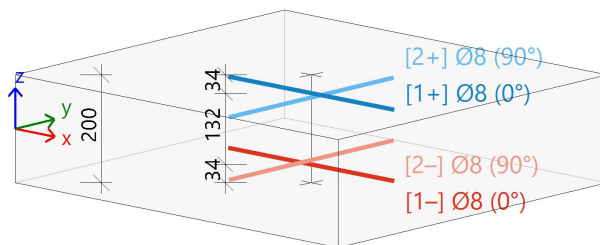
Ø8,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{nom} = 30$ mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstrukční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

$$= \max(8; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

(4.2)

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 0.2 \cdot 0.9 = 180 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

| Stav | m_x [kNm/m] | m_y [kNm/m] | m_{xy} [kNm/m] | n_x [kN/m] | n_y [kN/m] | n_{xy} [kN/m] | v_x [kN/m] | v_y [kN/m] |
|---------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| MSÚ-Sada B (auto)/1 | 0,10 | -0,11 | 0,33 | -0,99 | 0,66 | 0,53 | 1,45 | 1,23 |
| MSÚ-Sada B (auto)/2 | 0,04 | -0,05 | 0,12 | -0,43 | 0,13 | 0,20 | 0,49 | 0,42 |
| MSÚ-Sada B (auto)/3 | 0,05 | -0,07 | 0,17 | -0,58 | 0,18 | 0,27 | 0,66 | 0,57 |
| MSÚ-Sada B (auto)/4 | 0,10 | -0,11 | 0,31 | -0,92 | 0,64 | 0,50 | 1,37 | 1,17 |

| Stav | Klíč kombinace |
|---------------------|-------------------------------------|
| MSÚ-Sada B (auto)/1 | 1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.50*ZS3+1.15*ZS4 |
| MSÚ-Sada B (auto)/2 | ZS1+ZS2+ZS4 |
| MSÚ-Sada B (auto)/3 | 1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS4 |
| MSÚ-Sada B (auto)/4 | ZS1+ZS2+1.50*ZS3+ZS4 |

Podélná výztuž

Návrh podle mezního stavu únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1-]: spodní povrch

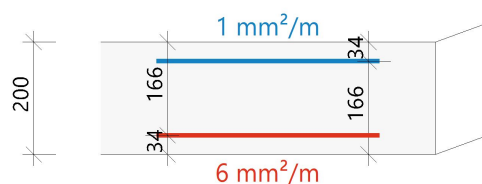
$m_{Ed} = 0.143 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 3.53 \text{ kN/m}$ [MSÚ-Sada B (auto)/1]

$\varnothing 8 \text{ mm}$: $d_1=34 \text{ mm} \rightarrow d=180 \text{ mm}$

$x=0 \text{ mm} \rightarrow z=162 \text{ mm}$

$A_{s,ult} = 6 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tah)

$\rho_l = 0.004\%$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

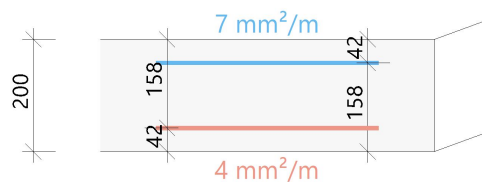
$m_{Ed} = -0.0752 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 5.18 \text{ kN/m}$ [MSÚ-Sada B (auto)/1]

$\varnothing 8 \text{ mm}$: $d_1=42 \text{ mm} \rightarrow d=180 \text{ mm}$

$x=0 \text{ mm} \rightarrow z=162 \text{ mm}$

$A_{s,ult} = 4 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tah)

$\rho_l = 0.003\%$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1+]: horní povrch

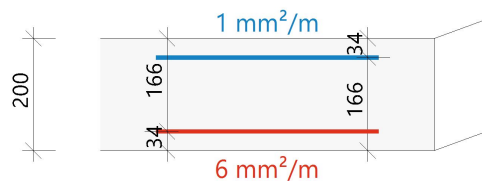
$m_{Ed} = 0.143 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 3.53 \text{ kN/m}$ [MSÚ-Sada B (auto)/1]

$\varnothing 8 \text{ mm}$: $d_1=34 \text{ mm} \rightarrow d=180 \text{ mm}$

$x=0 \text{ mm} \rightarrow z=162 \text{ mm}$

$A_{s,ult} = 1 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tah)

$\rho_l = 0.001\%$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

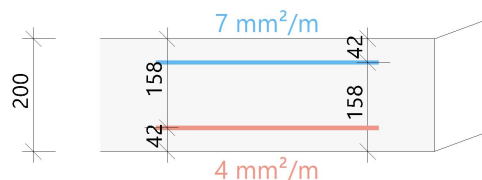
$m_{Ed} = -0.0752 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 5.18 \text{ kN/m}$ [MSÚ-Sada B (auto)/1]

$\varnothing 8 \text{ mm}$: $d_1=42 \text{ mm} \rightarrow d=180 \text{ mm}$

$x=0 \text{ mm} \rightarrow z=162 \text{ mm}$

$A_{s,ult} = 7 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tah)

$\rho_l = 0.004\%$



Souhrn návrhu

| Stav | m_{Ed} [kNm] | n_{Ed} [kN] | A_s [mm ²] | x [mm] | d [mm] | x/d [-] | z [mm] | ϵ_c [‰] | σ_c [MPa] | ϵ_s [‰] | σ_s [MPa] |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| [1+] MSÚ-Sada B 0,0° (auto)/1 | 0,14 | 3,53 | 1 | 0 | 180 | 0,00 | 162 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 465,93 |
| [2+] MSÚ-Sada B 90,0° (auto)/1 | -0,08 | 5,18 | 7 | 0 | 180 | 0,00 | 162 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 465,93 |
| [1-] MSÚ-Sada B 0,0° (auto)/1 | 0,14 | 3,53 | 6 | 0 | 180 | 0,00 | 162 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 465,93 |
| [2-] MSÚ-Sada B 90,0° (auto)/1 | -0,08 | 5,18 | 4 | 0 | 180 | 0,00 | 162 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 465,93 |

α_s - směr vrstvy výztuže; m_{Ed} , n_{Ed} - přepočtené výpočtové zatížení; F_{cd} - síla přenášená betonem; F_{sd} - síla přenášená výztuží; $A_{s,ult}$ - nutná plocha výztuže z návrhu podle MSÚ

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| MSÚ-Sada B (auto)/1 | 1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.50*ZS3+1.15*ZS4 |
|---------------------|-------------------------------------|

Posudek ztužující betonové tlačené diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Působící osová síla

$$n_{Ed, strut} = -5.05 \text{ kN [MSÚ-Sada B (auto)/1]}$$

Únosnost na osovou sílu

$$A_{c, eff} = 2 \cdot c_{avg} \cdot b = 2 \cdot 34 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} = 68000 \text{ mm}^2$$

$$n_{Rd, strut} = A_{c, eff} \cdot Red_{fcd} \cdot f_{cd} = 68000 \text{ mm}^2 \cdot 0.85 \cdot 20 \text{ MPa} = 1156 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{nRd, strut} = \frac{abs(n_{Ed, strut})}{n_{Rd, strut}} = \frac{abs(-5.05 \text{ kN})}{1156 \text{ kN}} = 4.37 \cdot 10^{-3}$$

Minimální a maximální plochy výztuže

Minimální plocha hlavní tahové výztuže

(§9.2.1.1(1))

[1-] Vrstva výztuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ k_{Asmin, 2} \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \left(\frac{2.9}{500} \right) \cdot 1000 \cdot 166 \right\} = 250 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

[2-] Vrstva výztuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ k_{Asmin, 2} \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \left(\frac{2.9}{500} \right) \cdot 1000 \cdot 158 \right\} = 238 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

[1+] Vrstva výztuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ k_{Asmin, 2} \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \left(\frac{2.9}{500} \right) \cdot 1000 \cdot 166 \right\} = 250 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

[2+] Vrstva výztuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ k_{Asmin, 2} \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_t \cdot d \right\} = \text{Max} \left\{ 0.26 \cdot \left(\frac{2.9}{500} \right) \cdot 1000 \cdot 158 \right\} = 238 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Maximální průřezová plocha kabelu nebo tlačené výztuže

(§9.2.1.1(3))

[1-][2-][1+][2+] Vrstva výztuže

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{A_{s,max}} \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.2 = 8000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Minimální a maximální vzdálenosti prutů výztuže

(§9.3.1.1(3))

Maximální vzdálenost hlavních prutů výztuže

[1-][2-][1+][2+] Vrstva výztuže

$$s_{max} = \min(\text{Coeff}_{s_{max,slab,A}} \cdot h; \text{Coeff}_{s_{max,slab,B}}) = \min(2 \cdot 200; 300) = 300 \text{ mm}$$

Minimální světlá vzdálenost mezi pruty výztuže

(§8.2(2))

[1-][2-][1+][2+] Vrstva výztuže

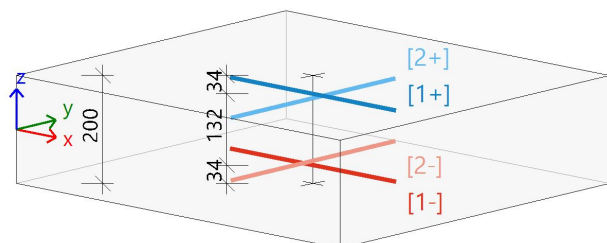
$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \varnothing; d_g + k_2; s_{l,min}) = \max(1.2 \cdot 8; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm}$$

Shrnutí podélné výztuže

Navržené vrstvy výztuže (ve směru od lokální osy x dílce):

| | Nutná N _{ø,req} | d ₁ [mm] | A _{s,min} [mm ²] | A _{s,ult} [mm ²] | ΔA _{s,serv} [mm ²] | ΔA _{s,incr} [mm ²] | A _{s,req} [mm ²] | A _{s,max} [mm ²] | G _{l,req} [kg/m ³] |
|-------------|-----------------------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| [1+] 0° | ø8,0/201 | 34 | 250 | 1 | - | - | 250 0,13% | 8000 | 9,8 |
| [2+] 90° | ø8,0/211 | 42 | 238 | 7 | - | - | 238 0,12% | 8000 | 9,3 |
| [1-] 0° | ø8,0/201 | 34 | 250 | 6 | - | - | 250 0,13% | 8000 | 9,8 |
| [2-] 90° | ø8,0/211 | 42 | 238 | 4 | - | - | 238 0,12% | 8000 | 9,3 |

A_{s,req} - nutná plocha výztuže jako max(A_{s,ult}; A_{s,min}) + ΔA_{s,serv}; A_{s,prov} - předpokládaná plocha výztuže; A_{s,min/max} - min/max plocha výztuže; s_{max(min)} - maximální vzdálenost mezi pruty (minimální čistá vzdálenost mezi pruty)



[1+] 250 mm²/m (ø8,0/201)

[2+] 238 mm²/m (ø8,0/211)

[1-] 250 mm²/m (ø8,0/201)

[2-] 238 mm²/m (ø8,0/211)

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{1.4^2 + 1.2^2} = 1.9 \text{ kN/m [MSÚ-Sada B (auto)/1]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -0.35 \text{ kNm} \mid n_z = -0.49 \text{ kN}$$

$$d = 162 \text{ mm} \mid z = 146 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže. (uvažovat, že horní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{250}{1000 \cdot 162} = 0.154 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{238}{1000 \cdot 162} = 0.147 \%$$

$$\rho_l = \min(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02) = \min(\sqrt{1.54 \cdot 10^{-3} \cdot 1.47 \cdot 10^{-3}}; 0.02) = 0.151 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = -1.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.7 \text{ kN/m}$ [MSÚ-Sada B (auto)/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-1.0}{0.2}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.7}{0.2}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{162}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 1.51 \cdot 10^{-3} \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 817 \cdot 10^{-6}\right) \cdot 0.162; 0\right) = 64.3 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max\left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 817 \cdot 10^{-6}\right) \cdot 0.162; 0\right) = 87.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(64.3 \text{ kN/m}; 87.9 \text{ kN/m}) = 87.9 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.146 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(40) + \tan(40))} = 758 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 1.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 758 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 1.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 87.9 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

| | Stav | θ | v_{Ed} | $A_{sl,x}$ | $A_{sl,y}$ | ρ_l | $v_{Rd,c}$ | $v_{Rd,max}$ | $A_{sw,req}$ | Stav |
|-----|---------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|----------|------------|--------------|------------------------------------|------|
| | | [°] | [kN/m] | [mm ²] | [mm ²] | [%] | [kN/m] | [kN/m] | [mm ² /m ²] | |
| [+] | MSÚ-Sada B (auto)/1 | 40.0 | 1.9 | 250 | 238 | 0.151 | 87.9 | 758.1 | --- | OK |

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž