# LÁVKA PRO PĚŠÍ PŘES KOLEJIŠTĚ NÁDRAŽÍ V CHEBU

INVESTOR STAVBY

## MĚSTO CHEB

náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14

350 20 Cheb

Souřadný systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

SO 102

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VEDOUCÍ PROJEKTANT | ING. PAVEL SLIWKA | | Stráský, Hustý a partneři s. r. o.<br>Bohunická 50<br>619 00 Brno | |
| ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT | ING. JIŘÍ URBAN | | | |
| NAVRHL/VYPRACOVAL | ING. ONDŘEJ HUDEC | | | |
| KONTROLOVAL | ING. PAVEL SLIWKA | | | |
| KRAJ: KARLOVARSKÝ | OKRES: CHEB | KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ: CHEB | STUPEŇ | DÚR+DSP+PDPS |
| NÁZEV OBJEKTU | | | DATUM | 10/2018 |
| NÁJEZDOVÁ RAMPA ŠVÉDSKÝ VRCH | | | FORMÁT | A4 |
| | | | MĚŘÍTKO | - |
| | | | Č. ZAKÁZKY | 17022 |
| | | | ARCHIVNÍ Č. | |
| NÁZEV PŘÍLOHY | | | Č. SOUPRAVY | Č. VÝKRESU |
| STATICKÝ VÝPOČET | | | | 102.003 |

# Město Cheb

## Lávka pro pěší přes kolejiště nádraží v Chebu

## SO 102 Nájezdová rampa Švédský vrch

# 102.003 Statický výpočet

**Stráský, Hustý a partneři s.r.o**
Bohunická 50, 619 00 Brno, tel.: +420 547 101 811, mail: shp@shp.eu, www.shp.eu

# Obsah

**1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU ... 3**
1.1. STAVBA ... 3
1.2. STAVEBNÍK ... 3
1.3. SPRÁVCE OBJEKTU ... 3
1.4. PROJEKTANT ... 3
**2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU ... 3**
**3. ÚVOD A CHARAKTER PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE ... 3**
**4. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY ... 4**
4.1. GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY ... 4
4.2. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ... 4
4.3. DOKUMENTACE SOND ... 6
**5. GEOMETRIE KONSTRUKCE ... 7**
**6. POPIS KONSTRUKCE ... 9**
6.1. CHARAKTERISTIKA OBJEKTU ... 9
6.2. POUŽITÉ MATERIÁLY ... 9
**7. PŘEDPOKLADY VÝPOČTU ... 10**
7.1. VÝPOČTOVÝ MODEL ... 10
7.2. POUŽITÝ SOFTWARE ... 10
**8. ZATÍŽENÍ ... 11**
8.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ ... 11
8.2. NAHODILÁ ZATÍŽENÍ ... 11
8.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ ... 11
**9. NOSNÁ KONSTRUKCE ... 12**
9.1. REAKCE A VNITŘNÍ SÍLY ... 12
9.2. POSOUZENÍ ŽB PRŮŘEZŮ ... 17
9.2.1. Ohyb ... 17
9.2.2. Smyk ... 24
9.3. SCHÉMA VYZTUŽENÍ ... 25
**10. ZALOŽENÍ ... 26**
**11. ZÁVĚR ... 31**

# 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU

## 1.1.Stavba

| | |
|---|---|
| Název stavby: | Lávka pro pěší přes kolejiště nádraží v Chebu |
| Název objektu: | SO 102 Nájezdová rampa Švédský vrch |
| Kraj: | Karlovarský |
| Okres: | Cheb |
| Katastrální území: | Cheb |

## 1.2.Stavebník

| | |
|---|---|
| Název a adresa: | Město Cheb<br>náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14<br>350 20 Cheb |

## 1.3.Správce objektu

| | |
|---|---|
| Název a adresa: | Město Cheb<br>náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14<br>350 20 Cheb |

## 1.4.Projektant

| | |
|---|---|
| Název a adresa: | Stráský, Hustý a partneři, s.r.o.<br>Bohunická 50<br>619 00 Brno |

# 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU

| | |
|---|---|
| Charakteristika objektu: | Rampa tvaru „U“ (dvojice opěrných stěn se základovou deskou) |
| Druh převáděné komunikace: | Stezka pro pěší |
| Šířka mezi zábradlím: | 3,05 m |
| Délka rampy: | 10,0 m (v ose komunikace) |
| Výška stěn: | 2,16 – 2,76 m |
| Šířka základové desky | 4,40 m |

# 3. ÚVOD A CHARAKTER PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE

Objekt SO 102 bezprostředně navazuje na konstrukci nové lávky (SO 201), která převádí komunikaci pro pěší přes kolejiště nádraží v Chebu. Objekt tvoří dvojice opěrných stěn spojených společnou základovou deskou, které na východním konci lávky (za opěrou OP11) vytvářejí nájezdovou rampu, vyrovnávající výškový rozdíl mezi komunikací na lávce a přilehlým terénem. Rampa se nachází v půdorysném oblouku, výška stěn je proměnná – směrem od lávky klesá.

# 4. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Firmou SG Geotechnika a.s. byl v červnu 2018 proveden inženýrskogeologický průzkum pro stavbu nové lávky pro pěší přes kolejiště železniční stanice v Chebu. Tato kapitola cituje závěry zmíněného průzkumu.

## 4.1.Geomorfologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění reliéfu ČR náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, Krušnohorské subprovincie, Podkrušnohorské oblasti, celku Chebská pánev a podcelku Chebská pahorkatina. Zájmová oblast se nachází v jižní části železniční stanice Cheb a náleží do katastrálního území Cheb (650919). Větší část lokality má rovinný charakter a je situována v prostorách železniční stanice a kolejového depa. Nadmořská výška se zde pohybuje mezi 464,3 až 463,3 m n.m. Zbylá část zájmového území je situována mimo areál železnic. Při západním okraji zájmové oblasti v okolí vrtu J1 se terén zvedá až na cca 469 m n.m. Východní část zájmové oblasti představuje park se vzrostlou zelení, nadmořská výška se zde pohybuje mezi 457 až 460 m n.m.

## 4.2.Inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry

Podle regionálně geologického členění Českého masivu náleží zájmové území do oblasti terciérních podkrušnohorských pánví a v jejím rámci k pánvi Chebské. Svrchu jsou terciérní sedimenty překryty většinou málo mocnou vrstvou kvartérních sedimentů.

**Horniny předkvartérního podkladu**
Předkvartérní podklad představují tercierní sedimenty vildštejnského souvrství. Zastiženy zde byly písčité jíly, v polohách jílovité písky, převážně šedé až šedozelené, šedomodré barvy, tuhé až pevné (v polohách i měkké) konzistence (GT4-Tp). Jejich povrch byl zastižen v hloubce 2,8 – 5,0 m pod terénem (ve vrtu J8 až od 9,2 m p.t., vzhledem ke skutečnosti, že území se nachází na 5,6 m mocném násypu) s dokumentovanou mocnosti 0,3 – 7,8 m. Dle makroskopického popisu a s přihlédnutím k výsledkům laboratorních rozborů je dle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 zařazujeme do tříd F4 CS, F3 MS (S4 SM, S5 CS, S3 S-F). V rámci vildštejnského souvrství byly v polohách dokumentovány také šedé, šedozelené a místy šedožlutě smouhované plastické jíly měkké až tuhé konzistence (GT3-Tj). Lze je nepravidelně očekávat v malých mocnostech (0,2 – 2,2 m) v rámci celého souvrství a tvoří pak nepropustné polohy mezi relativně propustnějšími jílovito-písčitými zeminami. Dle makroskopického popisu a s přihlédnutím k výsledkům laboratorních rozborů je dle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 zařazujeme do tříd F8 CH (F6 CI). Mocnost vildštejnského souvrství v Chebské pánve dosahuje 20 až 170 m.
V podloží sedimentů vildštějnského souvrství se vyskytují jíly a jílovce cyprisového souvrství s karbonátovými polohami. Podloží pánve tvoří krystalinikum, a to kaolinicky zvětralé fylity a svorové fylity, které vznikly regionální metamorfózou sedimentů pelitického charakteru. Horniny krystalinika ani sedimenty cyprisového souvrství nebyly vrtnými pracemi zastiženy a pro připravovaný projekt nejsou významné.

**Kvartérní pokryvné útvary** jsou v prostoru staveniště budovány fluviálními sedimenty a navážkami.

**Antropogenní navážky** (GT1-An) jsou zastoupeny v celé ploše staveniště. Byly zde zastiženy variabilně pestré zeminy charakteru písčitých jílů a hlín, doprovázené v polohách se stavebním odpadem (cihly, beton, škvára apod.), podružně s kameny, dále plastické jíly měkké až tuhé konzistence. V prostorech železniční stanice a kolejového depa je třeba počítat také s výskytem pražcového podloží a konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku. Dále třeba zmínit, že v místech projektovaných základů se mohou nacházet pozůstatky starých základů. Dokumentovaná mocnost navážek je 2,4 – 7,5 m. Ve vrtu J8 byl dokumentován 5,6 m mocný násyp tvořen jílovitým (hlinitým) pískem. Na základě makroskopického popisu je dle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 zařazujeme do tříd F3 MS Y, F4 CS Y + (cb), F8 CH Y a S5 CS Y, S4 SM Y.

V podloží byly dokumentovány nesouvislé relikty fluviálních a deluviofluviálních jemnozrnných sedimentů (GT2-Qf), zcela podružně s vložkami štěrkovitých zemin o mocnosti do 0,2 m (zastiženo pouze ve vrtu J8). Zastižené fluviální a deluviofluviální sedimenty lze charakterizovat převážně jako vysoce plastické jíly až hlíny, tmavě šedé až šedohnědé, s měkkou až tuhou konzistenci, s významným podílem organické příměsi představující tlející zbytky rostlin. Jejich povrch byl zastižen ve vrtech J5, J8 a J9 v hloubce 2,9 – 7,5 m pod terénem s dokumentovanou mocností 0,5 – 1,7 m. Na základě makroskopického popisu je dle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 zařazujeme do tříd F7 MH O, F8 CH O (podružné vložky G4 GM).

Z hlediska hydrogeologické rajonizace je zájmové území součástí rajonu 2110 – Chebská pánev. Jedná se o hlubokou tektonickou depresi, která drénuje podzemní vody širokého okolí. V terciérním jílovito-písčitém souvrství bývá vyvinuto i několik horizontů podzemní vody, které jsou od sebe oddělené nepropustnými jílovitými vrstvami. Vzhledem k ochrannému pažení v průběhu vrtání, nebylo možné dostatečně zmapovat jejich průběh. Kromě podzemní vody vázané na terciérní uloženiny se dá ve svrchních polohách (navážky a kvartérní sedimenty) očekávat podzemní voda s průlinovou propustnosti s volnou hladinou s úzkou vazbou na intenzitu srážek.

Celkově lze tedy říci, že v zájmové oblasti není vytvořen jednotný horizont podzemní vody, nýbrž řada samostatných relativně slabě propustných horizontů navzájem od sebe oddělených nepropustnými polohami.

Hladina podzemní vody byla průzkumnými pracemi zastižena ve všech vrtech. Ve vrtu J1 v úrovni 2,3 m a 11,9 m p.t., ve vrtu J5 v úrovni 4,1 m a 8,25 m p.t., ve vrtu J8 v úrovni 13,0 m p.t., ve vrtu J9 v úrovni 5,0 m p.t., a ve vrtu J11 v úrovni 3,8 m p.t. Ustálena hladina podzemní vody byla měřena pouze ve vrtu J5 a to po 18 h, kdy se ustálila v hloubce 2,4 m p.t. V ostatních případech nebylo možné ustálené hladiny podzemní vody ve vrtech měřit, jelikož po odpažení došlo k zavalení vrtů. Pro přesnější informace o charakteru zvodnění i úrovni ustálené hladiny podzemní vody by bylo nutno vybudovat v zájmovém území vystrojené vrty a pohyb hladiny podzemní vody v nich dlouhodobě monitorovat.
Z výsledků laboratorních rozborů je patrné, že podzemní voda odebraná ze sondy J5 vykazuje střední CO2 agresivitu na betonové konstrukce hodnocenou stupněm XA2 a podzemní voda odebraná ze sondy J11 nevykazuje agresivitu na betonové konstrukce dle normy ČSN EN 206-1: Beton – část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba.
Propustnost terciérních sedimentů nebyla průzkumem přímo zjišťována. Na základě průběhu zrnitostních křivek lze pro geotyp GT3-Tj orientačně uvažovat hodnotu koeficientu hydraulické vodivosti kf <3.10-8 m.s-1 a pro GT4-Tp v řádu <3.10-8 – 1.10-7 m.s-1. Jedná se tedy o nepropustné až velmi slabě propustné prostředí dle klasifikace J. Jetel (1973).
Hydrologicky náleží zájmové území do povodí řeky Labe, dílčí povodí do řeky Ohře (č. hydrologického pořadí 1-13-01-014).
Je třeba upozornit, že stavební záměr se nachází v pásmu hygienické ochrany II. stupně vodního zdroje Jesenice-Nebanice a v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod III. stupně Františkovy Lázně.
Podle ČSN EN 1998-1 ed.2 (2013) a její změny Z1 (2016) se zájmové území nachází v seizmické oblasti, pro níž je hodnota referenčního zrychlení základové půdy agr = 0,06g. Tuto skutečnost je třeba v projektu zohlednit a postupovat při návrhu v souladu s příslušnou normou.

**V průběhu realizace stavby je nutné provádět řádný geotechnický dozor, který bude srovnávat skutečně zastižené poměry s předpoklady projektu a průzkumu a bude adekvátně reagovat na zjištěné skutečnosti.**

## 4.3. Dokumentace sond

Základové poměry v místě rampy SO 102 vystihuje vrtaná sonda J11.

### GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTU

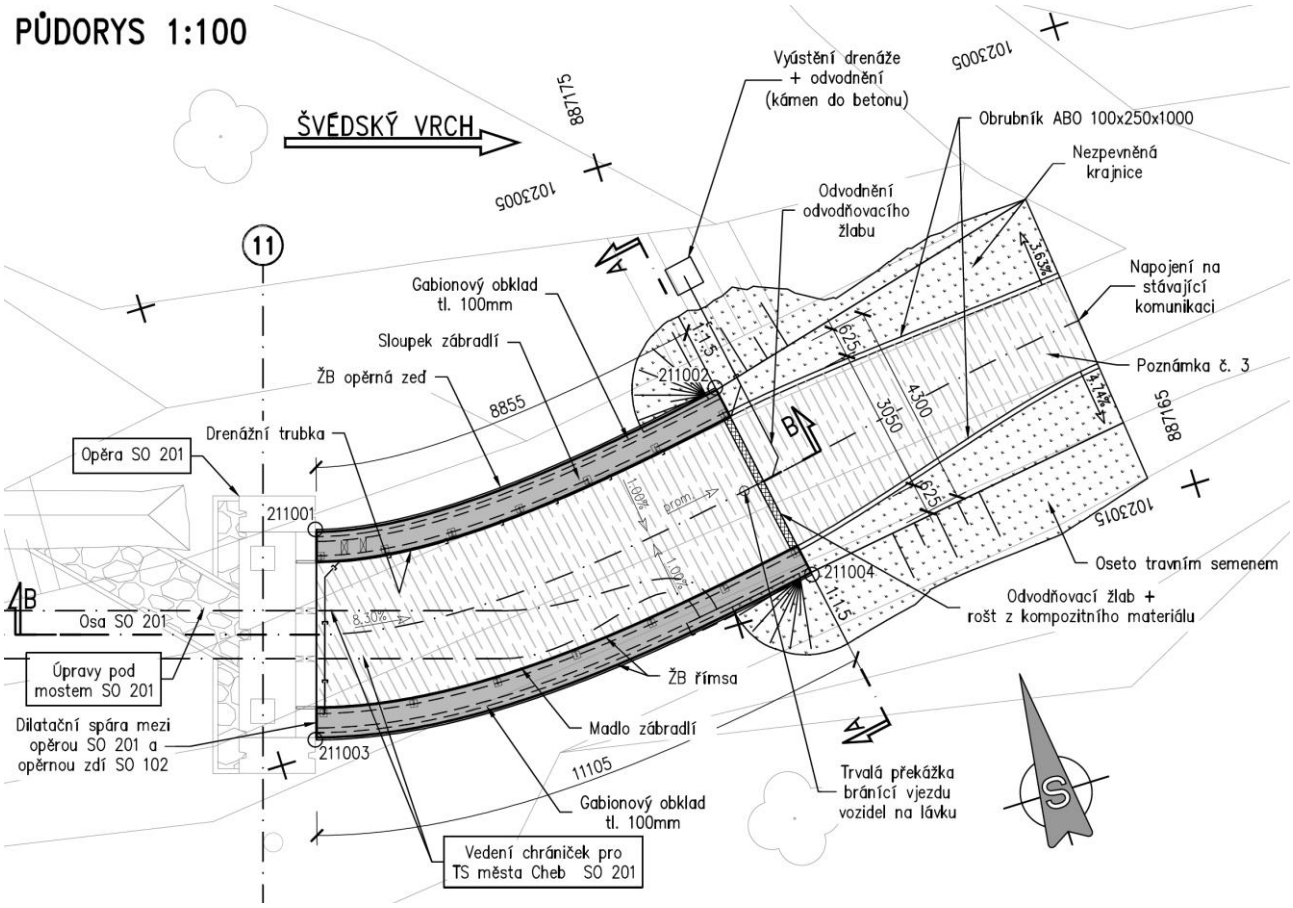
| Projekt | | | | Označení vrtu |
|---|---|---|---|---|
| Cheb-Lávka pro pěší-IGP | | | | **J11** |
| Zakázka číslo | Vrtáno | Výška (m n. m.) B.p.v. | Souřadnice S-JTSK | |
| 18.0062.123Z22 | 22. 05. 2018 | Z = 460,10 | Y = 887 187,92 X = 1023 014,80 | |
| Objednatel | | HPV naražená | HPV ustálená | Stránka |
| Město Cheb | | 3,8 m (456,3 m n. m.) | Nezastižena | 1 z 1 |

| Stratigrafie | Nadmořská výška (m) | Vrtný profil | Hloubka (Mocnost) (m) | Hladina podzemní vody (m) | Vzorek Lab. číslo | GEOLOGICKÝ POPIS ZEMIN A HORNIN | ČSN P 73 1005 - zatřídění | - těžitelnost | - vrtatelnost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | 458,20 | | (1,90) 1,90 | | | navážka – hlína písčitá se štěrkem, tmavě hnědá, štěrk charakteru převážně cihel, křemenců do 4 cm do 10 % | F4 CS Y | I | I-II |
| R | 457,70 | | 2,40 | | | navážka - jíl písčitý se štěrkem – cihly, křemence do 6 cm do 10 % | F4 CS Y | I | I-II |
| T | 457,30 | | 2,80 | | | jíl plastický, žlutohnědě smouhovaný, měkký (tuhý), Op= 60-80 kPa | F8 CH | I | I |
| T | 456,70 | | 3,40 | | | jíl písčitý až písek prachovitý, šedý, tuhý, Op= 100-120 kPa | F4 CS | I | I |
| T | 456,25 | | 3,85 | 1 | | jíl plastický, šedý, se žluto rezavými smouhami, tuhý, Op= 120 kPa, na bázi písčitý | F8 CH | I | I |
| T | 455,30 | | (0,95) 4,80 | | | písek střednězrnný, sv. šedý, zahliněný, vlhký | S5 CS | I | I |
| T | 455,10 | | 5,00 | | | jíl písčitý, šedý, tuhý | F4 CS | I | I |
| T | 453,10 | | (2,00) 7,00 | | | písek hrubozrnný, sv. hnědožlutý, s příměsí jemnozrnné zeminy, vlhký | S3 S-F | I | I-II |
| T | 451,90 | | (1,20) 8,20 | | | písek jílovitý, šedý | S5 CS | I | I-II |
| T | 451,40 | | 8,70 | | | jíl slabě písčitý, rezavě žlutošedý, tuhý (v polohách měkký (Op= 40-100 kPa) | F4 CS | I | I |
| T | 450,20 | | (1,20) 9,90 | | 589924 | jíl s vysokou plastický, šedohnědý, tuhý až pevný, Op= 100-200-300 kPa | F8 CH | I | I |
| T | 449,80 | | 10,30 | | | jíl písčitý, šedý, tuhý, 100-180 kPa | F4 CS | I | I |
| T | 449,40 | | 10,70 | | | jíl písčitý, šedomodrý, pevný až tvrdý (nelze zapíchnout penetrační hrot, Op > 500 kPa) | F4 CS | I | I |
| T | 448,30 | | (1,10) 11,80 | | | jíl plastický, šedomodrý, měkký až tuhý, Op= 40-100 kPa | F6 CI | I | I |
| T | 448,10 | | 12,00 | | | jíl písčitý, šedomodrý, vlhký, tuhý, Op= 100 kPa | F4 CS | I | I |
| | | | | | | Vrt byl ukončen v hloubce 12,00 m. | | | |

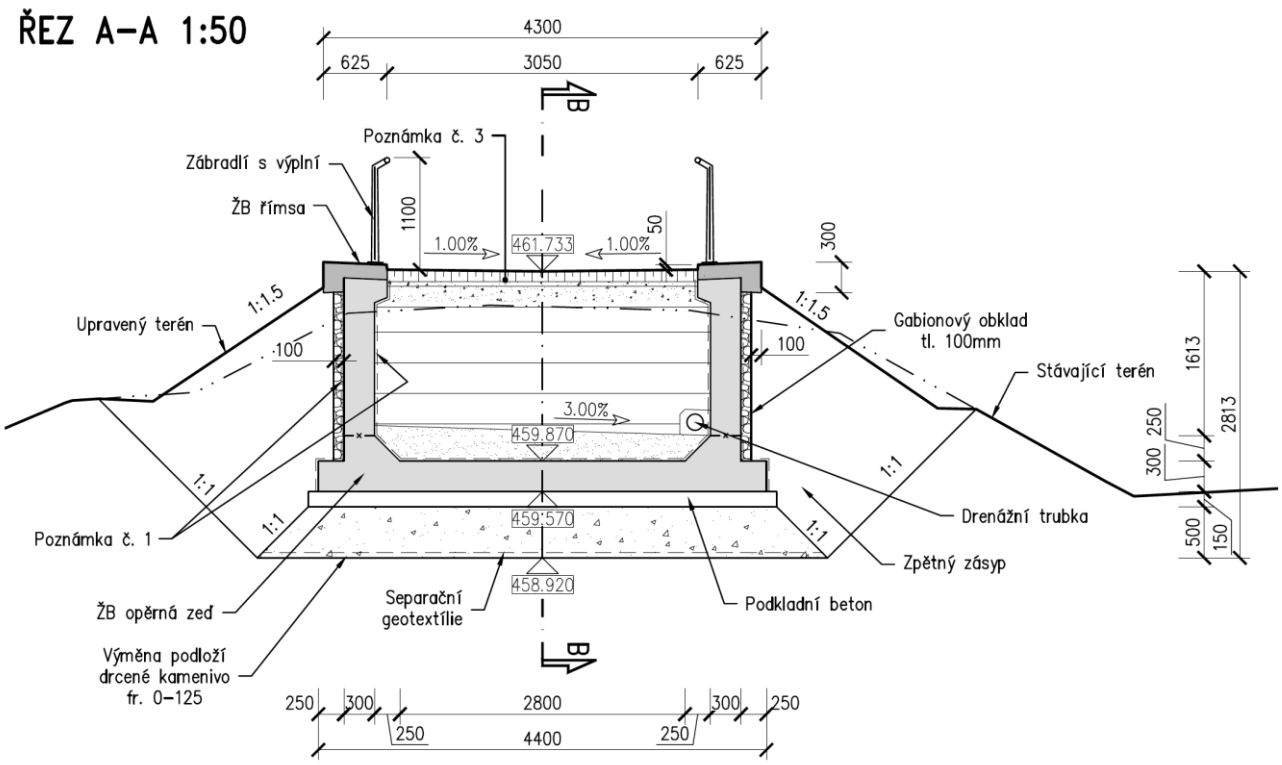
| Údaje o vrtání | | | Legenda | POZNÁMKA |
|---|---|---|---|---|
| Průběh vrtání: Datum, Hloubka | Technické pažení: Hloubka, Prům. (mm) | Vrtný průměr: Hloubka, Prům. (mm) | 1 Naražená hladina podzemní vody<br>Ustálená hladina podzemní vody<br>Vzorky<br>Porušený vzorek | ustálena hladina PV z důvodu zavalení stěn vrtu neměřena |

| Všechny rozměry jsou v metrech. Měřítko 1 : 100 | Souprava Vrtmistr | Hutte 202TF/pásák P. Nováček | Dokumentoval(a) Mgr. M. Kollár | Zpracoval(a) Mgr. M. Kollár |
|---|---|---|---|---|

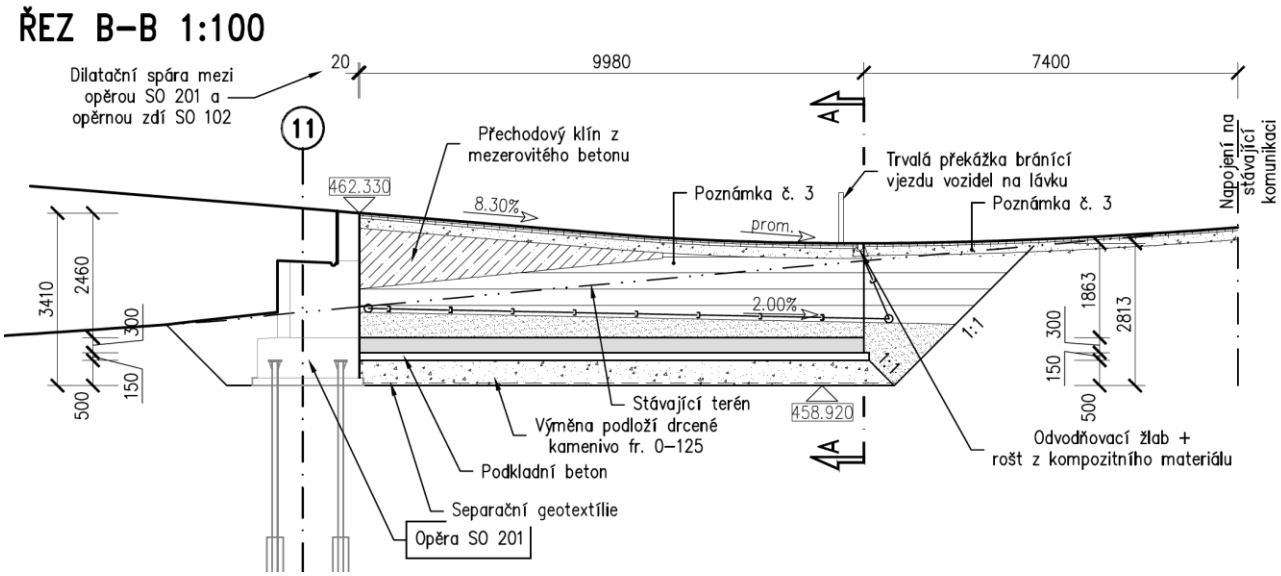
# 5. GEOMETRIE KONSTRUKCE




Obr. 1 Půdorys




Obr. 2 Příčný řez

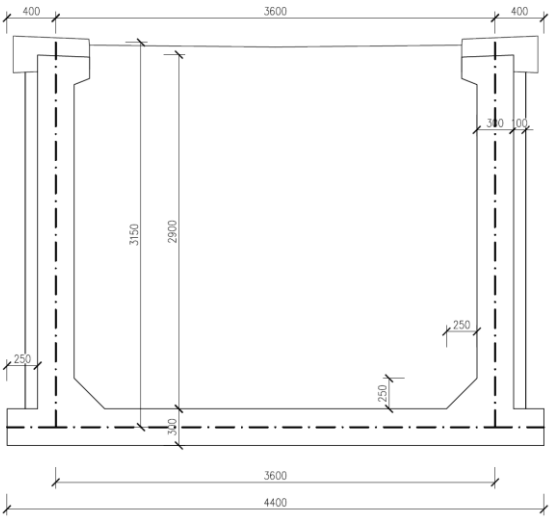



Obr. 3 Podélný řez

# 6. POPIS KONSTRUKCE

## 6.1.Charakteristika objektu

Za koncovou opěrou lávky OP11 navazuje bezprostředně na opěru rampa zajišťující překonání výškového rozdílu mezi vozovkou na opěře a přilehlými komunikacemi. Jedná se o železobetonovou konstrukci ve tvaru písmene „U“.
Tloušťka stěn je 300 mm. Tloušťka základové desky je 300 mm. Výška stěn je proměnná cca 2,04-2,76 m, klesá směrem od lávky. Šířka základové desky je 4,40 m. V příčném řezu základová deska na obou stranách přečnívá o 250 mm před líc stěny. Vnitřní roh stěny a desky bude zkosen 250/250 mm. Vnější líc stěn bude obložen gabionovým obkladem tloušťky 100 mm. Zásyp mezi stěnami bude tvořit přechodový klín komunikace, podrobná skladba je uvedena ve výkresové dokumentaci. Hutnění zásypu bude probíhat po vrstvách maximálně 300 mm za použití lehké hutnící techniky do 120 kg.



Obr. 4 Příčný řez rampou Švédský vrch v nejvyšším místě

Založení objektu je navrženo plošné. Po urovnání a přehutnění dna stavební jámy bude na separační geotextilii uložena a zhutněna vrstva drceného kameniva frakce 0-125 mm v min. tloušťce 500 mm. Na ni pak bude vybetonován podkladní beton v tloušťce 150 mm. Při přejímce základové spáry je nutná přítomnost geologa. Geolog provede kontrolu stavu základové spáry, zda není spára znehodnocena srážkovou vodou nebo mrazem, zda je řádně očištěna, a dále posoudí, zda geotechnické vlastnosti zemin zastižených v základové spáře odpovídají projektovým předpokladům a ověří řádné zhutnění vrstvy drceného kameniva (dodržení předepsaných parametrů $E_{def2}$ a $E_{def2}/E_{def1}$). Pro zhutnění je vyžadován parametr $E_{def2}$>60 MPa (na vrstvě drceného kameniva) a poměr $E_{def2}/E_{def1}$ < 2,5.

## 6.2.Použité materiály

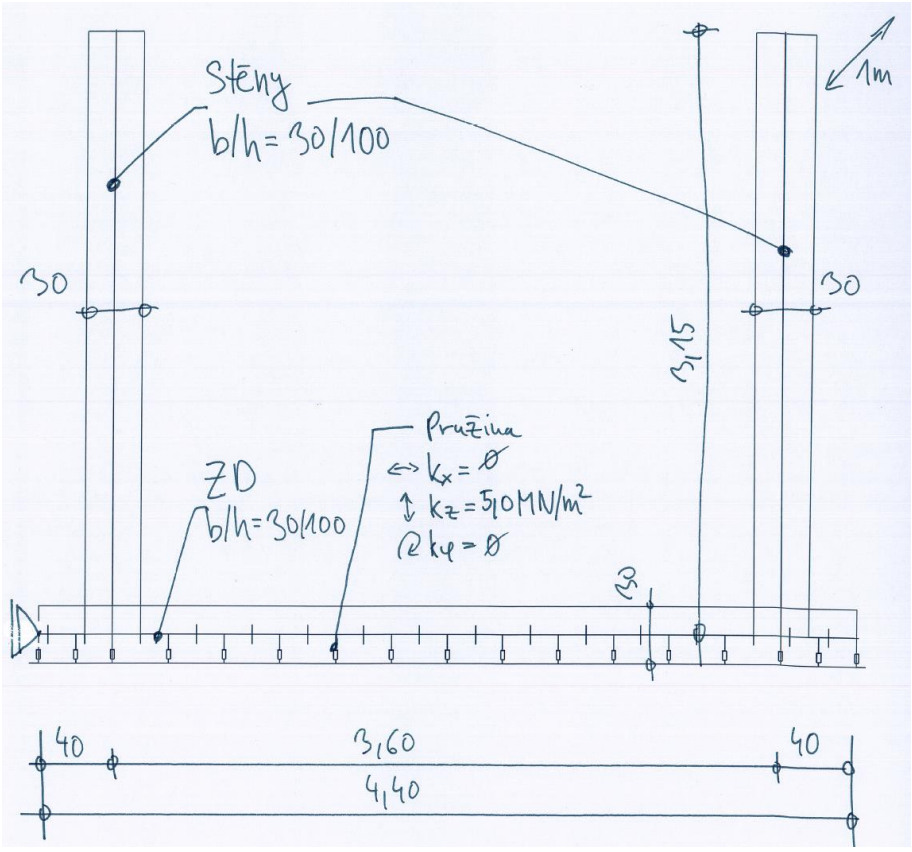
| **Beton** | | **Krytí** |
|---|---|---|
| Základová deska | C30/37 XC4 XD2 XF2 (CZ) | 50 mm |
| Stěny | C30/37 XC4 XD2 XF2 (CZ) | 50 mm |
| **Betonářská výztuž** | B500B, $f_{yk}$=500 MPa, třída tažnosti „B“ | |

| **Zásypy** | |
|---|---|
| Tíha zeminy | $\gamma$ = 20,0 kN/m$^3$ |
| Úhel vnitřního tření | $\varphi$ = 30,0° |
| Koheze | c = 0 |

# 7. PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

## 7.1.Výpočtový model

Pro stanovení vnitřních sil a napětí v základové spáře byl vytvořen výpočtový MKP model. Byl modelován výsek rampy délky 1,0 m v nejvyšší části. Stěny a deska byly modelovány pomocí prutů. Konstrukce je uložena prostřednictvím liniové pružinové podpory.
Při návrhu stěn bylo uvažováno s působením tlaku zeminy v klidu. Při posouzení únosnosti základové půdy a sedání bylo uvažováno s neodvodněnými podmínkami.




Obr. 5 Výpočtový model

## 7.2.Použitý software

Použitý software:

- Scia Engineer, verze 2009 (deskostěnový MKP model)
- Betprur (posudek ŽB průřezu)
- Geo5 – Patky, Fine spol. s r.o.

# 8. ZATÍŽENÍ

## 8.1.Stálá zatížení

**Vlastní tíha ŽB konstrukce**
Vlastní tíha ŽB konstrukce uvažována $\gamma = 25{,}0$ kN/m$^3$.
Odpovídající zatížení je generováno přímo výpočtovým programem.

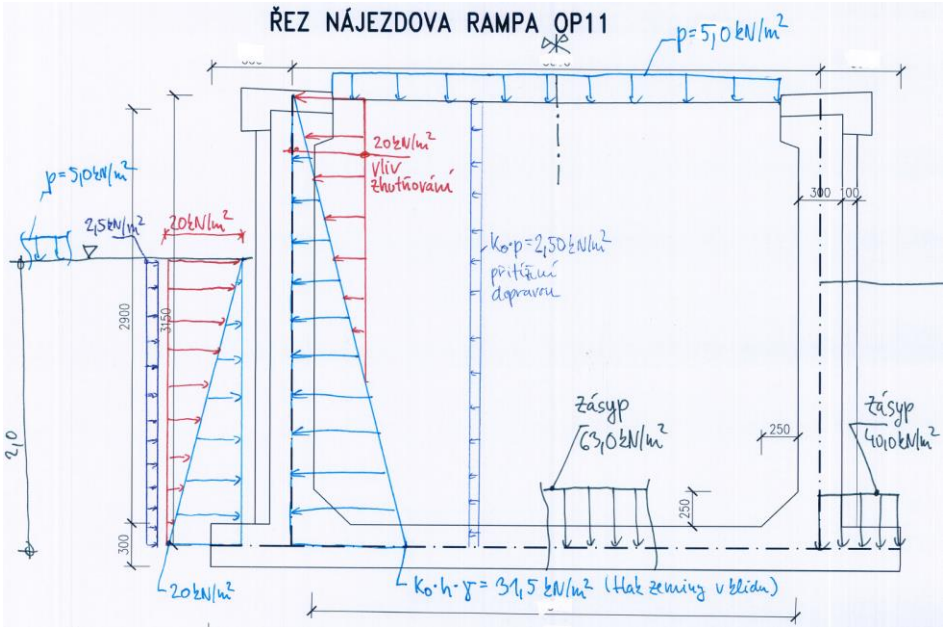
**Svislé zatížení zásypem**

| | |
|---|---|
| Tíha zeminy | $\gamma = 20{,}0$ kN/m$^3$ |
| Zatížení uvnitř rampy | $q_i = \gamma * h_1 = 20{,}0 * 3{,}15 = 63{,}0$ kN/m$^2$ |
| Zatížení základového odstupku | $q_e = \gamma * h_2 = 20{,}0 * 2{,}00 = 40{,}0$ kN/m$^2$ |

**Vliv zhutňování**
Zhutňování lehkou mechanizací uvažováno bočním tlakem hodnoty 20,0 kN/m$^2$ působícím do hloubky 2,0 m pod úroveň terénu.

## 8.2.Nahodilá zatížení

Přitížení od chodců na rampě i na přilehlém terénu uvažováno $p = 5{,}0$ kN/m$^2$.
Boční tlak na stěny $q_h = K_0 * p = 0{,}5 * 5{,}0 = 2{,}5$ kN/m$^2$.
Klimatická zatížení nejsou uvažována.




Obr. 6 Schéma zatížení

## 8.3.Kombinace zatížení

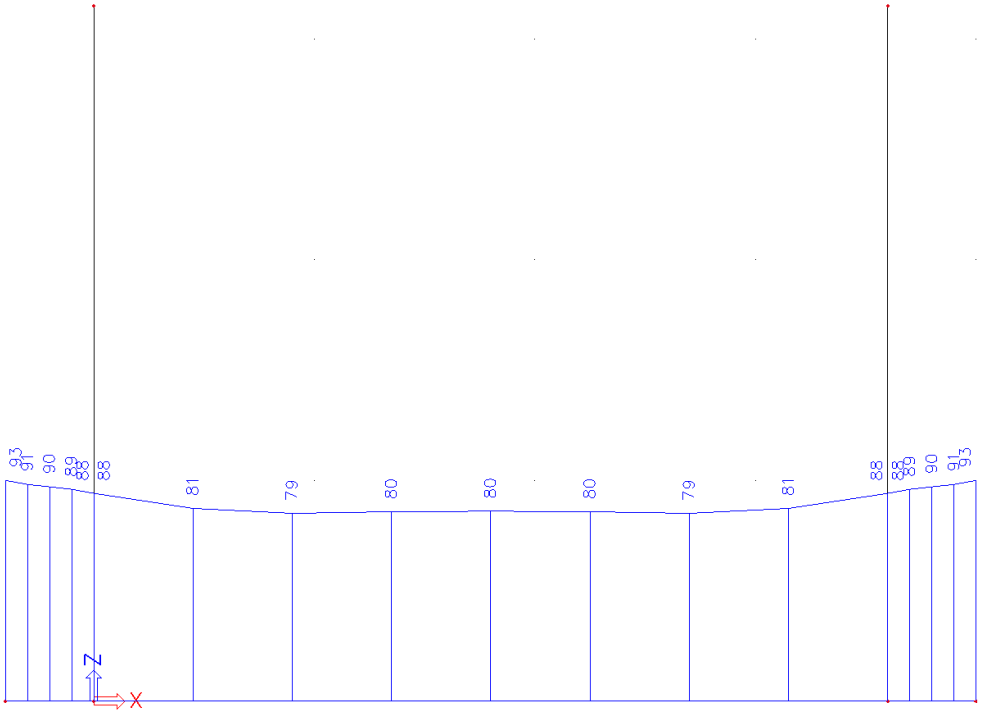
Pro stanovení maximálních účinků byl uvažován stav, kdy je rampa vevnitř plně zasypána, včetně vlivu zhutňování a zatížení dopravou, zatímco zvenku žádné zatížení nepůsobí (rampa je zvenku odkopaná). Zrcadlově byl uvažován i opačný stav, tedy rampa odkopaná vevnitř, zatímco přilehlý terén rampu zatěžuje.

Vyhodnucují se tři kombinace zatížení dle ČSN EN 1990:

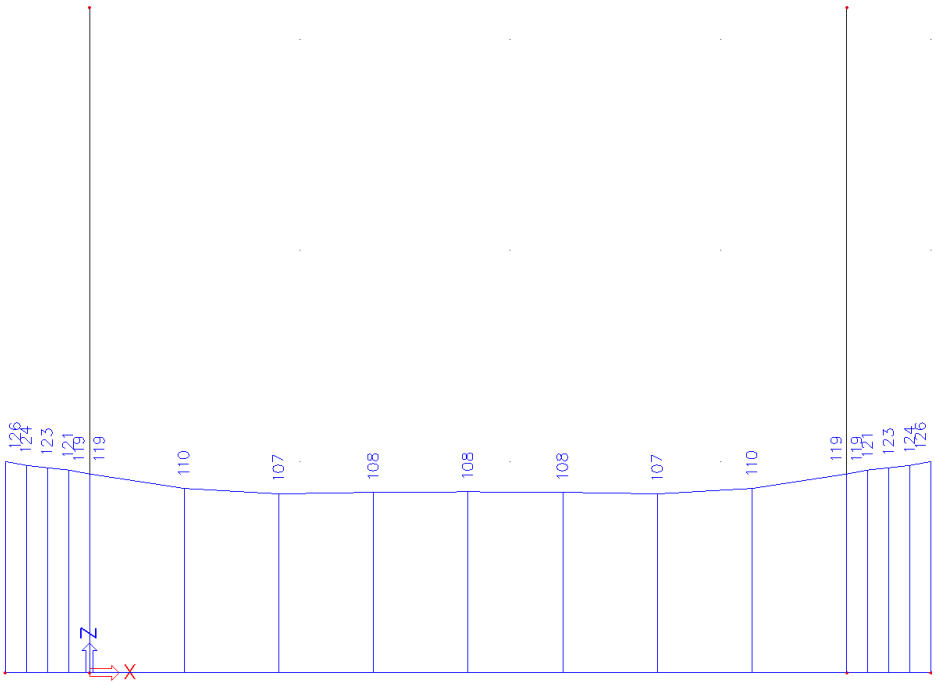
| | |
|---|---|
| MSÚ – Kombinace 6.10 | ($\gamma_G = 1{,}35$, $\gamma_Q = 1{,}50$) |
| MSP – Kombinace charakteristická | |
| MSP – Kombinace kvazistálá | ($\Psi_2 = 0{,}60$) |

# 9. NOSNÁ KONSTRUKCE

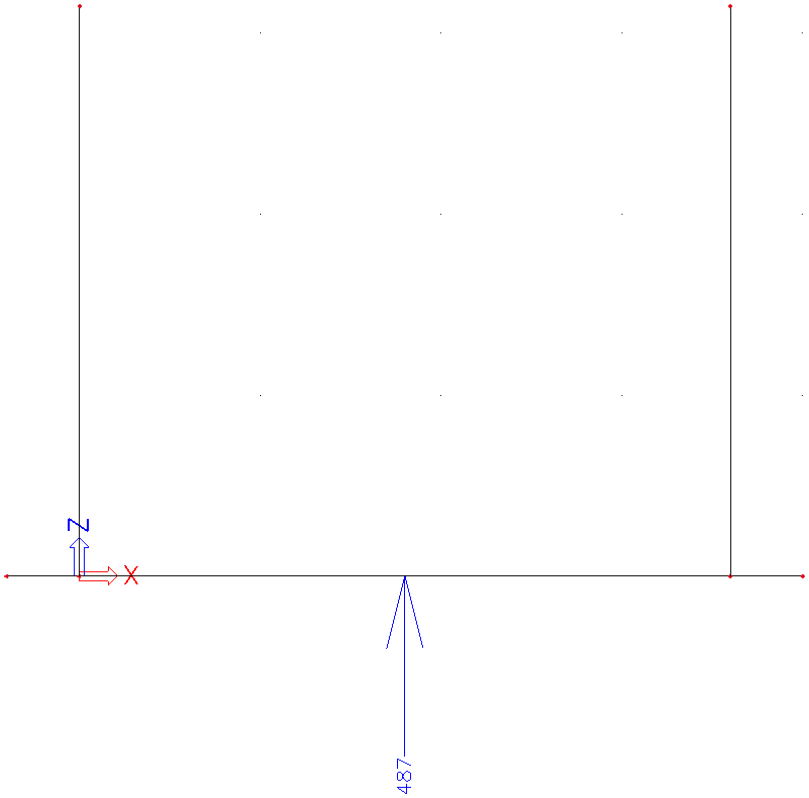
## 9.1.Reakce a vnitřní síly



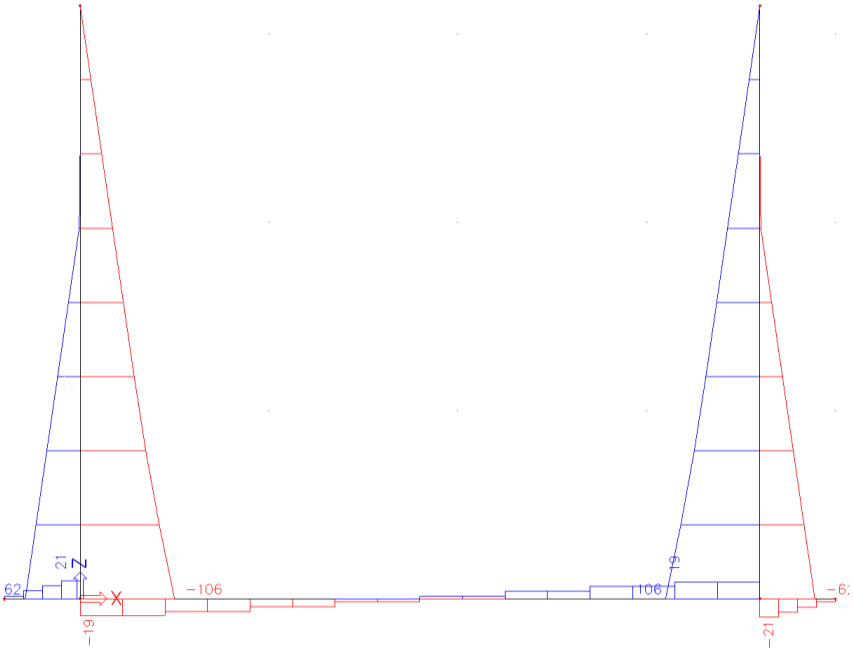

Obr. 7 Kontaktní napětí – charakteristická kombinace



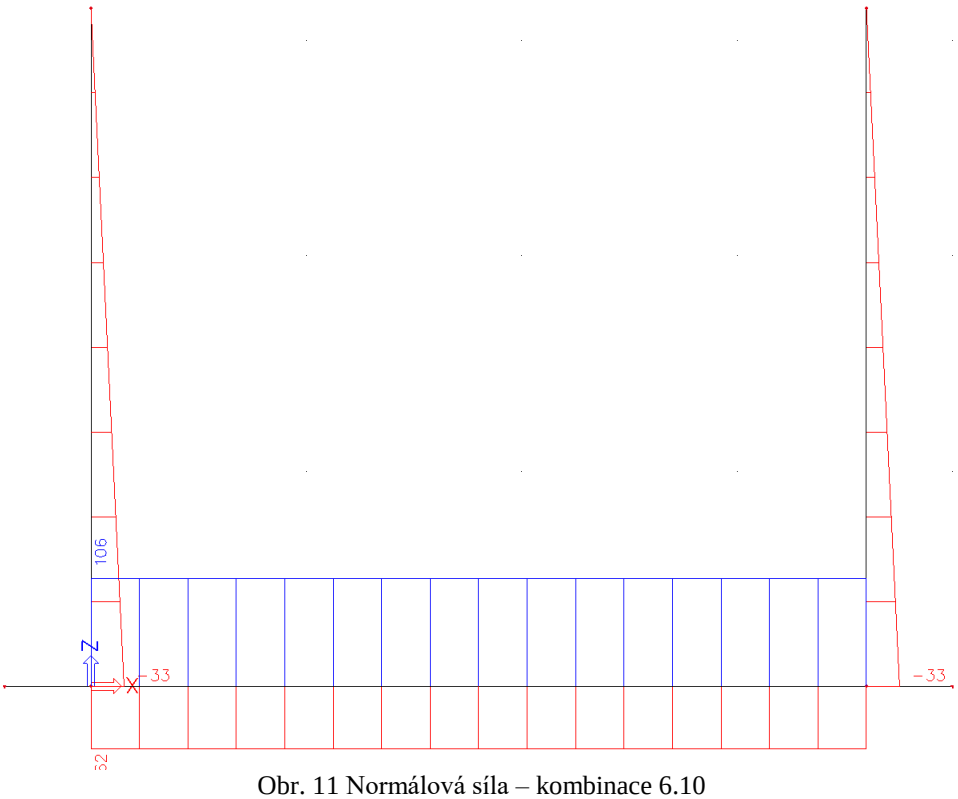

Obr. 8 Kontaktní napětí – kombinace 6.10



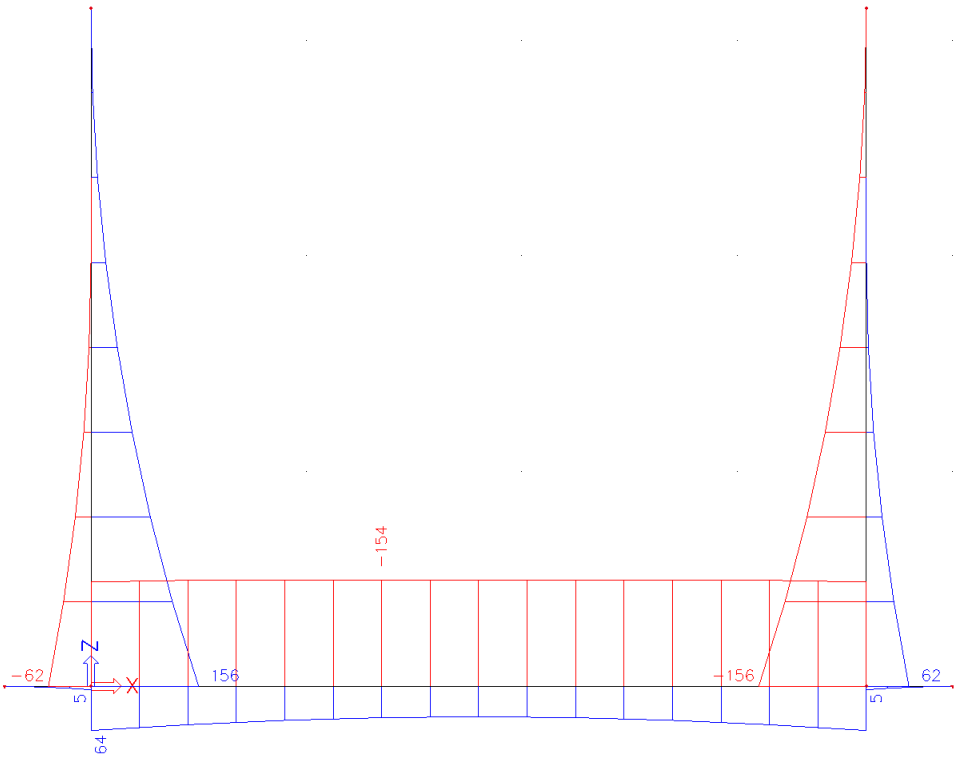

Obr. 9 Výslednice – kombinace 6.10



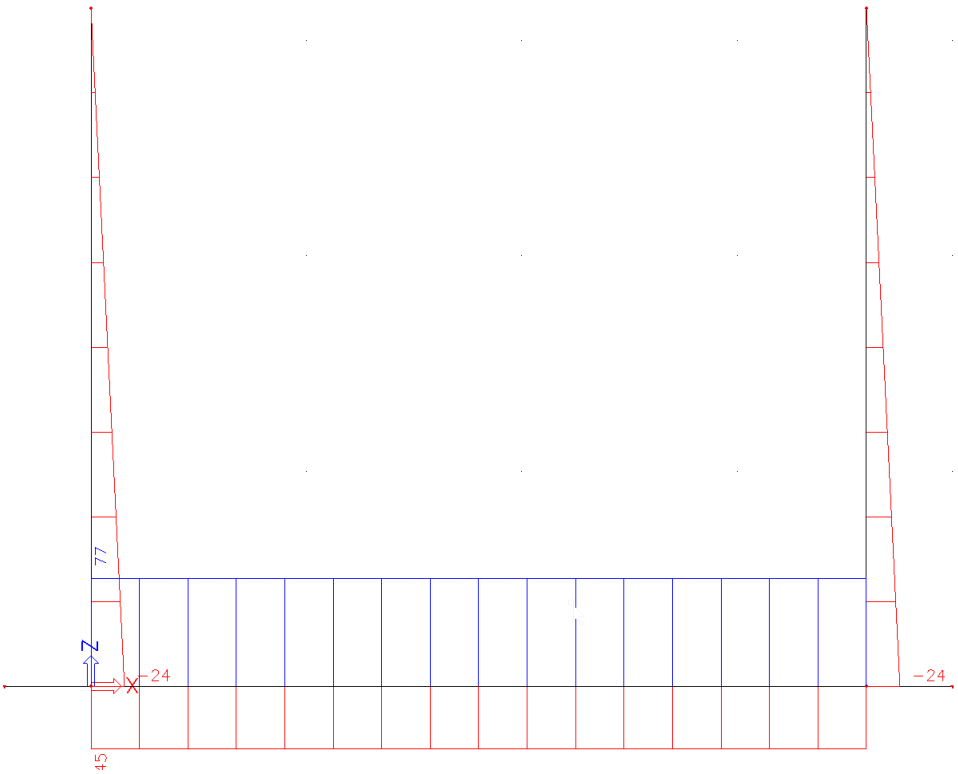

Obr. 10 Posouvající síla – kombinace 6.10



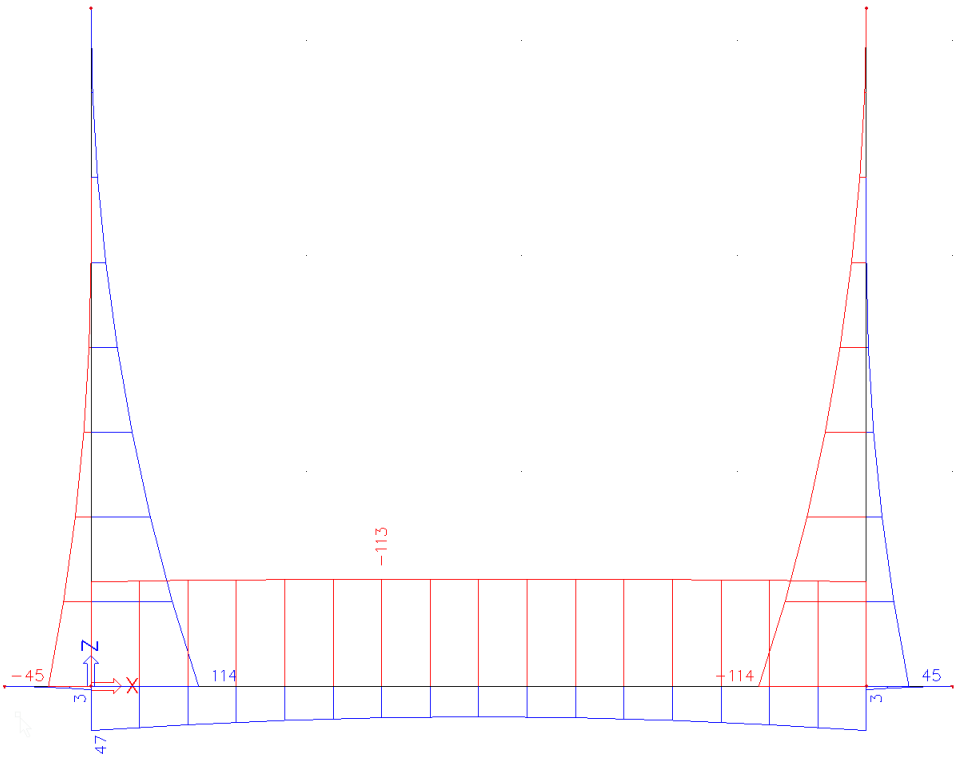

Obr. 11 Normálová síla – kombinace 6.10



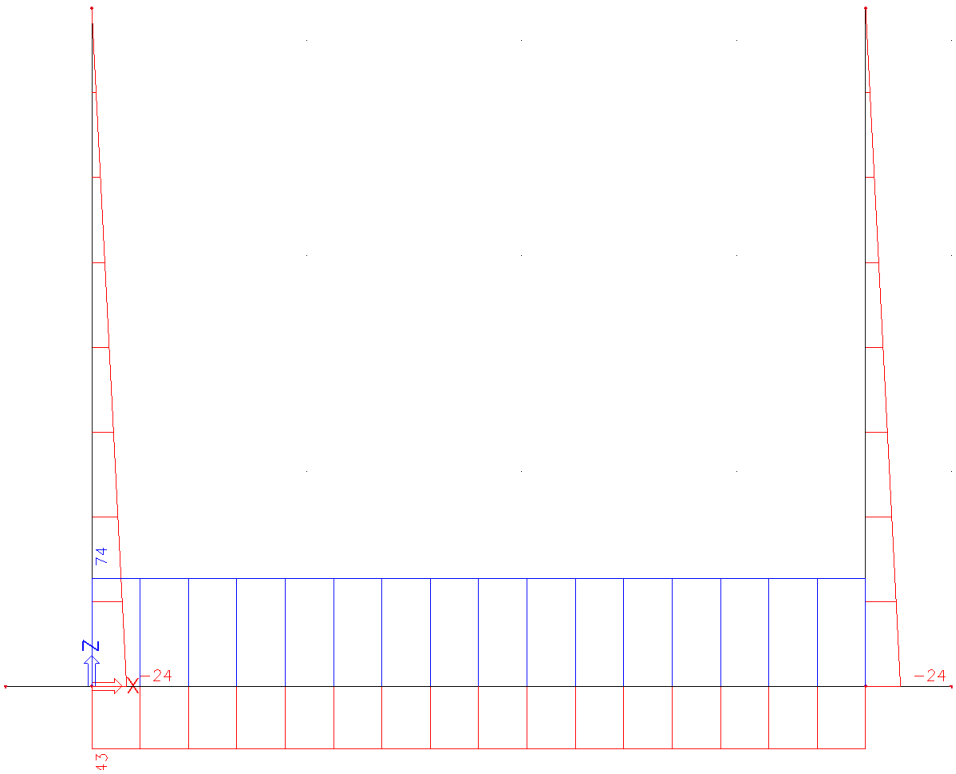

Obr. 12 Ohybový moment – kombinace 6.10



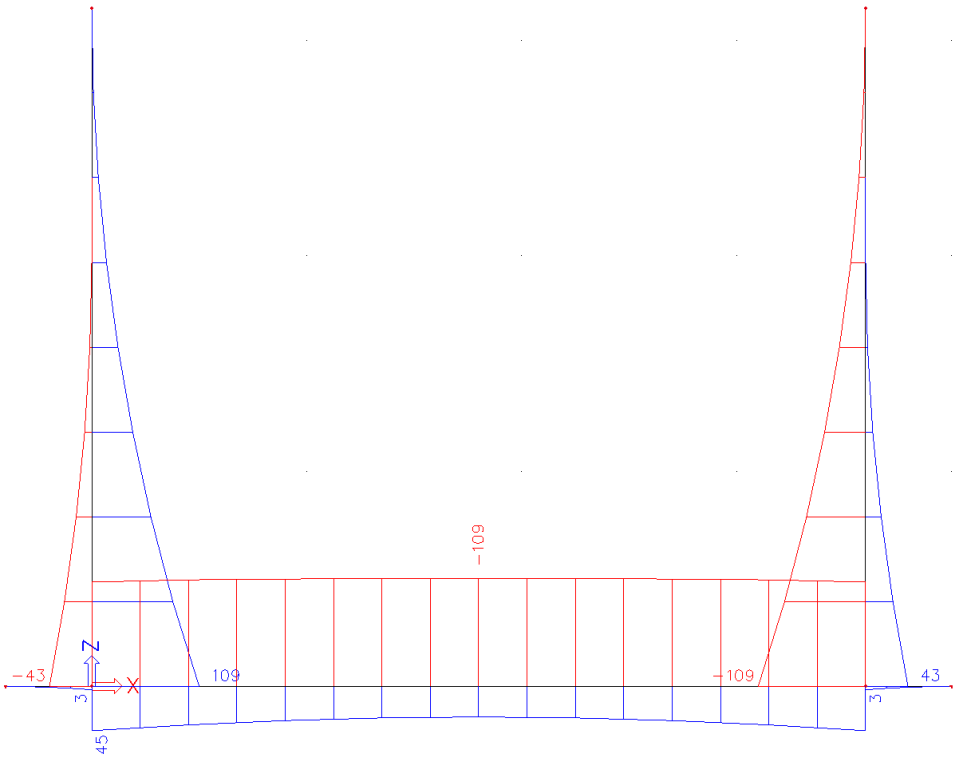

Obr. 13 Normálová síla – charakteristická kombinace




Obr. 14 Ohybový moment – charakteristická kombinace




Obr. 15 Normálová síla – kvazi-stálá kombinace



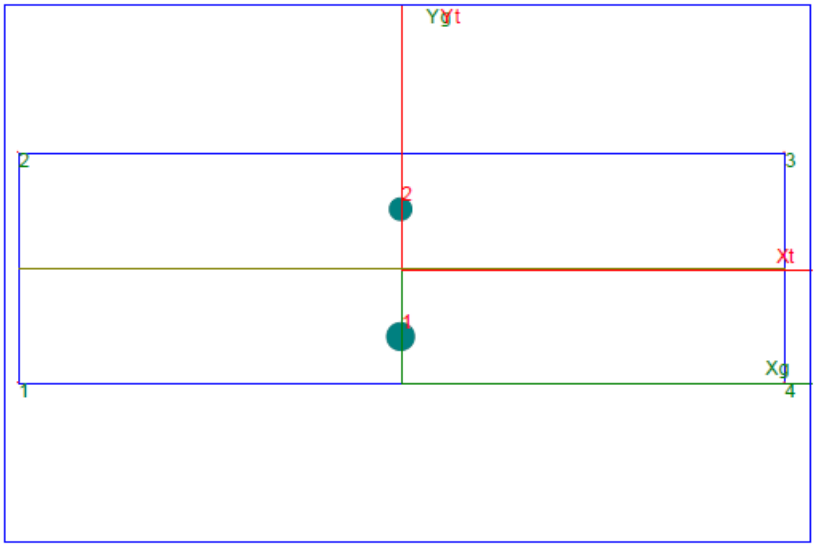

Obr. 16 Ohybový moment – kvazi-stálá kombinace

## 9.2.Posouzení ŽB průřezů

Všechny průřezy mají stejný materiál, rozměr i krytí výztuže. Maximální smyk vzniká ve vetknutí stěny do základové desky. Maximální ohybový moment vzniká také ve vetknutí stěny do základové desky, v samotné základové desce zůstává ohybový moment přibližně konstantní, vlivem vodorovného zatížení se k němu ovšem připojuje navíc tahová normálová síla. Z hlediska návrhu je proto rozhodující průřez v základové desce. Stěna ve vetknutí do desky pak bude vyztužena totožně.

### 9.2.1. Ohyb

Železobetonový průřez je posouzen s ohledem na mezní stav únosnosti, na omezení napětí a na šířku trhlin. Pro posouzení byl použit program Betprur.




**EC2 EN 1992-1-1**

**Průřezové Charakteristiky**

| | | |
|---|---|---|
| $A_b$ [m2] | = | 0,3000 |
| $A_s$ [m2] | = | 0,00343498 |
| $\alpha_{eff\text{-}char}$ | = | 15,000 |
| $\alpha_{eff\text{-}Kvazi}$ | = | 15,000 |
| $\alpha_{eff\text{-}Častá}$ | = | 15,000 |
| | = | |
| nObrys | = | 4 |
| nVyztuz | = | 2 |
| nPředpětí | = | 0 |
| nZS | = | 6 |

Opis Vstupních údajů

| Moduly pružnosti | Ec [MPa] | Es [MPa] |
|---|---|---|
| | 0,0 | 0,0 |

| Pevnosti | fck [MPa] | fcd [MPa] | fyk [MPa] | fyd [MPa] |
|---|---|---|---|---|
| | -30,0 | -18,0 | 500,0 | 434,8 |

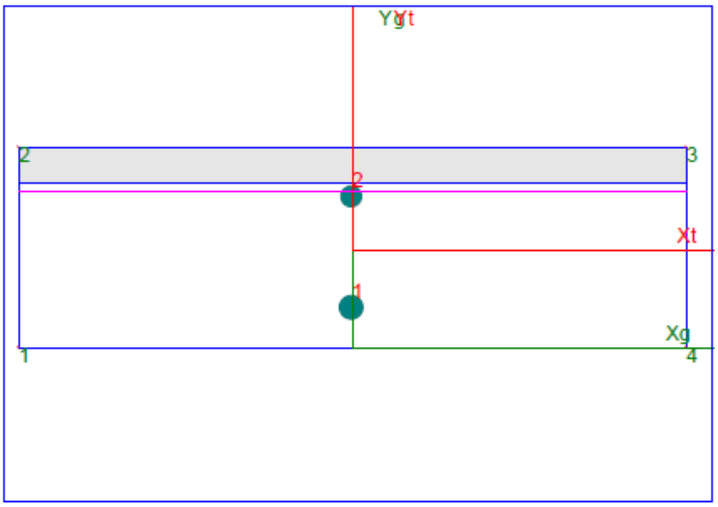
Charakteristiky betonu : $\varepsilon_{cu3}$ ($\varepsilon_{c3}$) =-3,50‰ $\eta$ = 1,00 $\lambda$ = 0,80 $\gamma_c$ = 1,50 $\gamma_s$ = 1,15 $\alpha_{cc}$ = 0,90 $\alpha_{ct}$ = 1,00
Mimořádná kombinace $\gamma_c$ = 1,20 $\gamma_s$ = 1,00

| Beton | P.č. | X[m] | Y [m] | P.č. | X[m] | Y [m] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,000 | 3 | 0,500 | 0,300 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | 4 | 0,500 | 0,000 |

| Výztuž | P.č. | X[m] | Y [m] | Prum [m] | Počet | Plocha [m2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 0,000 | 0,060 | 0,0200 | 6,667 | 0,0020945 |
| | 2 | 0,000 | 0,225 | 0,0160 | 6,667 | 0,0013405 |

**Zatěžovací Stav 1 : ULS-int / ULS kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 106,0 | 156,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-1**

| | | |
|---|---|---|
| $N_{Rd}$ [kN] | = | 106,00 |
| $M_{Rd}$ [kNm] | = | 187,91 |
| $Mx_{Rd}$ [kNm] | = | 187,91 |
| $My_{Rd}$ [kNm] | = | 0,00 |
| Alfau | = | 0,000 |

DRCENÍ BETONU
Využití : 83,02 %

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | | P.č. | X[m] | Y[m] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,235 | | | 2 | 0,500 | 0,235 | | |
| **Beton** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 0,012550 | 3 | 0,500 | 0,300 | -18,000 | -0,003500 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | -18,000 | -0,003500 | 4 | 0,500 | 0,000 | 0,000 | 0,012550 |
| **Výztuž** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | 434,783 | 0,009340 | 2 | 0,000 | 0,225 | 102,503 | 0,000513 |

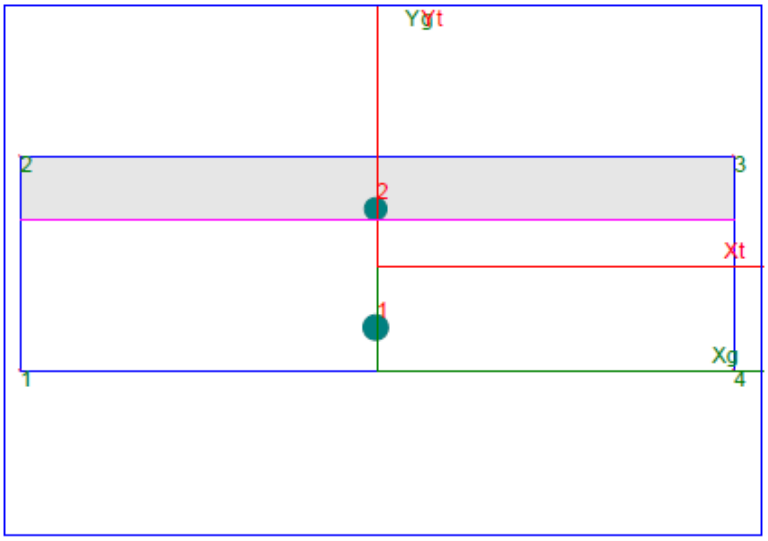
Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 2 | -0,500 | 0,300 | -18,000 |
| Výztuž | 1 | 0,000 | 0,060 | 434,783 | 2 | 0,000 | 0,225 | 102,503 |
| Předpětí | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : -0,001 % My : 0,000 %
Nb: -942,05 Na : 1048,05 Na1: 0,00 Nv : 0,00

**Zatěžovací Stav 2 : CHAR-int / Charakteristická kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 77,0 | 114,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-pružný**
**Průřezové Charakteristiky**
**Ideální průřez**

| | | |
|---|---|---|
| A [m2] | = | 0,1397 |
| $x_t$ [m] | = | 0,0000 |
| $y_t$ [m] | = | 0,2074 |
| $I_{xt}$ [m4] | = | 0,0009535 |
| $I_{yt}$ [m4] | = | 0,007347 |
| $A_b$ [m2] | = | 0,0882 |
| $A_s$ [m2] | = | 0,00343498 |

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

**Vyloučený tah v betonu**

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | P.č. | X[m] | Y[m] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,212 | | 2 | 0,500 | 0,212 | |
| **Beton** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 3 | 0,500 | 0,300 | -10,949 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | -10,949 | 4 | 0,500 | 0,000 | 0,000 |
| **Výztuž** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | 282,875 | 2 | 0,000 | 0,225 | -24,513 |

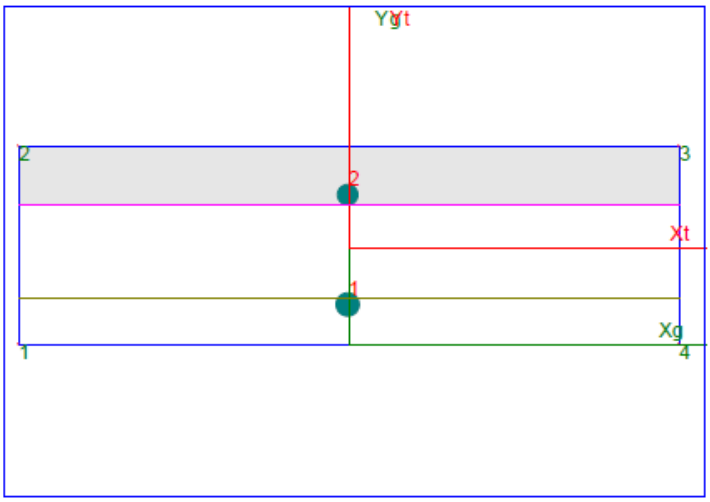
Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 2 | -0,500 | 0,300 | -10,949 |
| Výztuž | 1 | 0,000 | 0,060 | 282,875 | 2 | 0,000 | 0,225 | -24,513 |
| Předpětí | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,001 % My : 0,000 %
Nb: -482,62 Na : 592,48 Na1: -32,86 Nv : 0,00

**Zatěžovací Stav 3 : KVAZI-int / Kvazi-stálá kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 74,0 | 109,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-pružný**
**Průřezové Charakteristiky**
**Ideální průřez**

| | | |
|---|---|---|
| A [m2] | = | 0,1397 |
| xt [m] | = | 0,0000 |
| yt [m] | = | 0,2074 |
| Ixt [m4] | = | 0,0009535 |
| Iyt [m4] | = | 0,007345 |
| Ab [m2] | = | 0,0881 |
| As [m2] | = | 0,00343498 |

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

**Vyloučený tah v betonu**

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | P.č. | X[m] | Y[m] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,212 | | 2 | 0,500 | 0,212 | |
| **Beton** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 3 | 0,500 | 0,300 | -10,468 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | -10,468 | 4 | 0,500 | 0,000 | 0,000 |
| **Výztuž** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | 270,559 | 2 | 0,000 | 0,225 | -23,403 |

Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 1 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 2 | -0,500 | 0,300 | -10,468 |
| Výztuž | 1 | 0,000 | 0,060 | 270,559 | 2 | 0,000 | 0,225 | -23,403 |
| Předpětí | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,001 % My : 0,000 %
Nb: -461,31 Na : 566,68 Na1: -31,37 Nv : 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

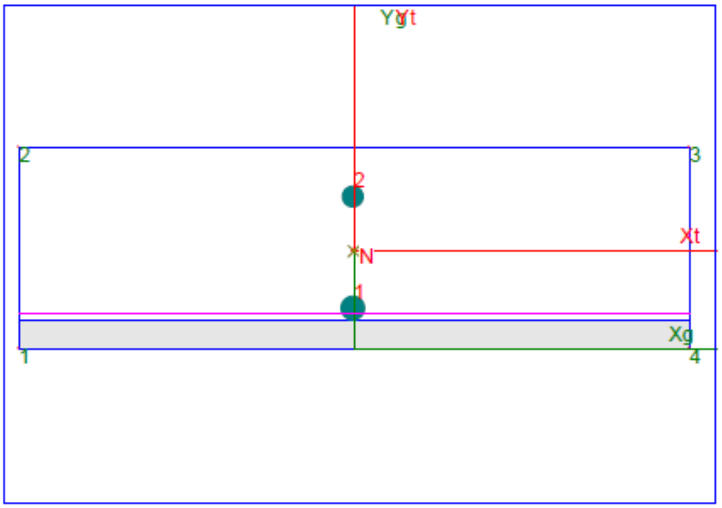
$w_k = S_{r,max}*(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ $S_{r,max} = k_3*c + k_1*k_2*k_4*\Phi/\rho_{p,eff}$ $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm} = [\sigma_s-k_t*f_{ct,eff}/\rho_{p,eff}*(1+\alpha_e*\rho_{p,eff})] / E_s$

$\rho_{p,eff} = (A_s+\xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$

| $\sigma_s$ [MPa] | $\rho_{p,eff}$ | $\alpha_e$ | $\Phi$ [m] | c[m] | $A_{c,eff}$[m$^2$] | $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ | $S_{r,max}$[m] | $w_k$[mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 270,56 | 0,0297 | 6,0606 | 0,0200 | 0,0650 | 0,0706 | 0,001007 | 0,2315 | 0,233 |
| $k_t$ | $A_s$[m$^2$] | $A_p$[m$^2$] | $f_{ct,eff}$[MPa] | $\xi_1$ | $y_{c,eff}$[m] | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ |
| 0,6000 | 0,00209 | 0,00000 | 2,9000 | 0,7071 | 0,0706 | 0,80 | 0,50 | 1,80 |

**Zatěžovací Stav 4 : ULS-ext / ULS kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 0,0 | -64,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-1**

| | | |
|---|---|---|
| $N_{Rd}$ [kN] | = | 0,00 |
| $M_{Rd}$ [kNm] | = | 125,85 |
| $Mx_{Rd}$ [kNm] | = | -125,85 |
| $My_{Rd}$ [kNm] | = | 0,00 |
| Alfau | = | 180,000 |

DRCENÍ BETONU
Využití : 50,85 %

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | | P.č. | X[m] | Y[m] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,053 | | | 2 | 0,500 | 0,053 | | |
| **Beton** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | -18,000 | -0,003500 | 3 | 0,500 | 0,300 | 0,000 | 0,016203 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 0,016203 | 4 | 0,500 | 0,000 | -18,000 | -0,003500 |
| **Výztuž** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **ε** |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | 88,125 | 0,000441 | 2 | 0,000 | 0,225 | 434,783 | 0,011277 |

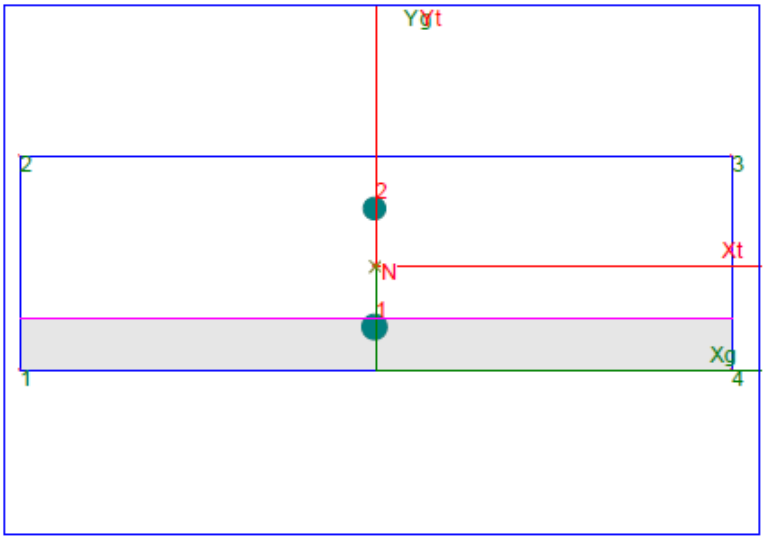
Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 1 | -0,500 | 0,000 | -18,000 |
| Výztuž | 2 | 0,000 | 0,225 | 434,783 | 1 | 0,000 | 0,060 | 88,125 |
| Předpětí | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : -0,002 % My : 0,000 %
Nb: -767,39 Na : 767,39 Na1: 0,00 Nv : 0,00

**Zatěžovací Stav 5 : CHAR-ext / Charakteristická kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 0,0 | -45,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-pružný**
**Průřezové Charakteristiky**
**Ideální průřez**

| | | |
|---|---|---|
| A [m2] | = | 0,1244 |
| $x_t$ [m] | = | 0,0000 |
| $y_t$ [m] | = | 0,0729 |
| $I_{xt}$ [m4] | = | 0,0005995 |
| $I_{yt}$ [m4] | = | 0,006073 |
| $A_b$ [m2] | = | 0,0729 |
| $A_s$ [m2] | = | 0,00343498 |

Natočení neutrálné osy
Alfa = 180,00000

**Vyloučený tah v betonu**

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | P.č. | X[m] | Y[m] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,073 | | 2 | 0,500 | 0,073 | |
| **Beton** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | -5,469 | 3 | 0,500 | 0,300 | 0,000 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 4 | 0,500 | 0,000 | -5,469 |
| **Výztuž** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** | **P.č.** | **X[m]** | **Y[m]** | **σ[MPa]** |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | -14,495 | 2 | 0,000 | 0,225 | 171,240 |

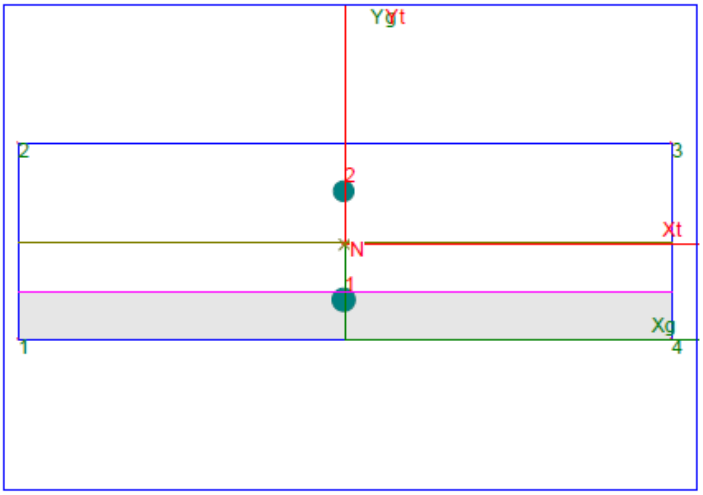
Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 1 | -0,500 | 0,000 | -5,469 |
| Výztuž | 2 | 0,000 | 0,225 | 171,240 | 1 | 0,000 | 0,060 | -14,495 |
| Předpětí | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,002 % My : 0,000 %
Nb: -199,28 Na : 229,54 Na1: -30,36 Nv : 0,00

**Zatěžovací Stav 6 : KVAZI-ext / Kvazi-stálá kombinace**

| N | Mx | My | Ty |
|---|---|---|---|
| 0,0 | -43,0 | 0,0 | 0,0 |




**EC2 EN 1992-1-pružný**
**Průřezové Charakteristiky**
**Ideální průřez**

| | | |
|---|---|---|
| A [m2] | = | 0,1244 |
| xt [m] | = | 0,0000 |
| yt [m] | = | 0,0729 |
| Ixt [m4] | = | 0,0005995 |
| Iyt [m4] | = | 0,006073 |
| Ab [m2] | = | 0,0729 |
| As [m2] | = | 0,00343498 |

Natočení neutrálné osy
Alfa = 180,00000

**Vyloučený tah v betonu**

| Nulová osa | P.č. | X[m] | Y[m] | | P.č. | X[m] | Y[m] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | -0,500 | 0,073 | | 2 | 0,500 | 0,073 | |
| **Beton** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | -0,500 | 0,000 | -5,226 | 3 | 0,500 | 0,300 | 0,000 |
| | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 4 | 0,500 | 0,000 | -5,226 |
| **Výztuž** | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
| | 1 | 0,000 | 0,060 | -13,851 | 2 | 0,000 | 0,225 | 163,627 |

Extrémní hodnoty napětí

| | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] | P.č. | X[m] | Y[m] | σ[MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | 2 | -0,500 | 0,300 | 0,000 | 1 | -0,500 | 0,000 | -5,226 |
| Výztuž | 2 | 0,000 | 0,225 | 163,627 | 1 | 0,000 | 0,060 | -13,851 |
| Předpětí | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,002 % My : 0,000 %
Nb: -190,43 Na : 219,34 Na1: -29,01 Nv : 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

$w_k = S_{r,max} * (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ $S_{r,max} = k_3 * c + k_1 * k_2 * k_4 * \Phi / \rho_{p,eff}$ $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t * f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} * (1 + \alpha_e * \rho_{p,eff})] / E_s$

$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$

| $\sigma_s$ [MPa] | $\rho_{p,eff}$ | $\alpha_e$ | $\Phi$ [m] | c[m] | $A_{c,eff}$[m$^2$] | $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ | $S_{r,max}$[m] | $w_k$[mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 163,66 | 0,0089 | 6,0606 | 0,0160 | 0,0650 | 0,1500 | 0,000491 | 0,4212 | 0,207 |
| $k_t$ | $A_s$[m$^2$] | $A_p$[m$^2$] | $f_{ct,eff}$[MPa] | $\xi_1$ | $y_{c,eff}$[m] | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ |
| 0,6000 | 0,00134 | 0,00000 | 2,9000 | 0,7071 | 0,1500 | 0,80 | 0,50 | 1,80 |

## 9.2.2. Smyk

Maximální posouvající síla: $V_{Ed}$ = 106 kN. Průřez vyhovuje bez smykové výztuže. Navržena konstrukční smyková výztuž.

### SMYKOVÁ ÚNOSNOST PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

**Charakteristické vlastnosti betonu**

***beton pevnostní třídy*** ***C30/37***

| | | | |
|---|---|---|---|
| charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku: | $f_{ck}$ = | 30.0 | MPa |
| součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení: | $\alpha_{cc}$ = | 1.00 | |
| dílčí součinitel spolehlivosti betonu: | $\gamma_C$ = | 1.50 | |
| návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku: | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_C$ = | 20.0 | MPa |
| průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu: | $f_{ctm}$ = | 2.9 | MPa |

**Charakteristické vlastnosti smykové výztuže**

***ocel B 500B***

| | | | |
|---|---|---|---|
| charakteristická hodnota meze kluzu oceli: | $f_{yk}$ = | 500.0 | MPa |
| dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže: | $\gamma_S$ = | 1.15 | |
| návrhová hodnota meze kluzu oceli: | $f_{ywd} = f_{yk}/\gamma_S$ = | 434.8 | MPa |

**Posouzení prvku**

| | | | |
|---|---|---|---|
| výška průřezu: | h = | 0.300 | m |
| nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti: | $b_w$ = | 1.000 | m |
| krytí výztuže betonem: | $c_{nom}$ = | 0.050 | m |
| průměr podélné tahové výztuže: | $d_s$ = | 20 | mm |
| účinná výška průřezu: | $d = h - c_{nom} - d_s/2$ = | 0.24 | m |
| návrhová hodnota posouvající síly: | $V_{Ed}$ = | 106 | kN |
| empirický součinitel: | $C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_C$ = | 0.12 | |
| parametr vlivu výšky: | $k = 1+(200/d)^{0,5}$ = | 1.91 | |
| | $k < 2{,}0 \rightarrow k$ = | 1.9 | |

průřezová plocha podélné výztuže zasahující do vzdálenosti ≥ ($l_{bd}$+d) za posuzovaný průřez:

**Ø 20** **6.66 ks** → $A_{sl}$ = 2.09E-03 $m^2$

| | | | |
|---|---|---|---|
| stupeň vyztužení podélnou výztuží: | $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$ = | 0.009 < 0,02 | |
| | $k_1$ = | 0.15 | |
| normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed}$ > 0 pro tlak): | $N_{Ed}$ = | 0.0 | kN |
| plocha průřezu: | $A_c = b \cdot h$ = | 0.300 | $m^2$ |
| normálové napětí od návrhové hodnoty osové síly $N_{Ed}$: | $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ = | 0.00 | MPa |
| $\sigma_{cp} \le 0{,}2 \cdot f_{cd}$ = 4.00 MPa → | $\sigma_{cp}$ = | 0.00 | MPa |

minimální hodnota smykového napětí, které přenese prvek v šikmé trhlině:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | $v_{min} = 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ = | 0.51 | MPa |
| minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku: | $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ = | 122 | kN |

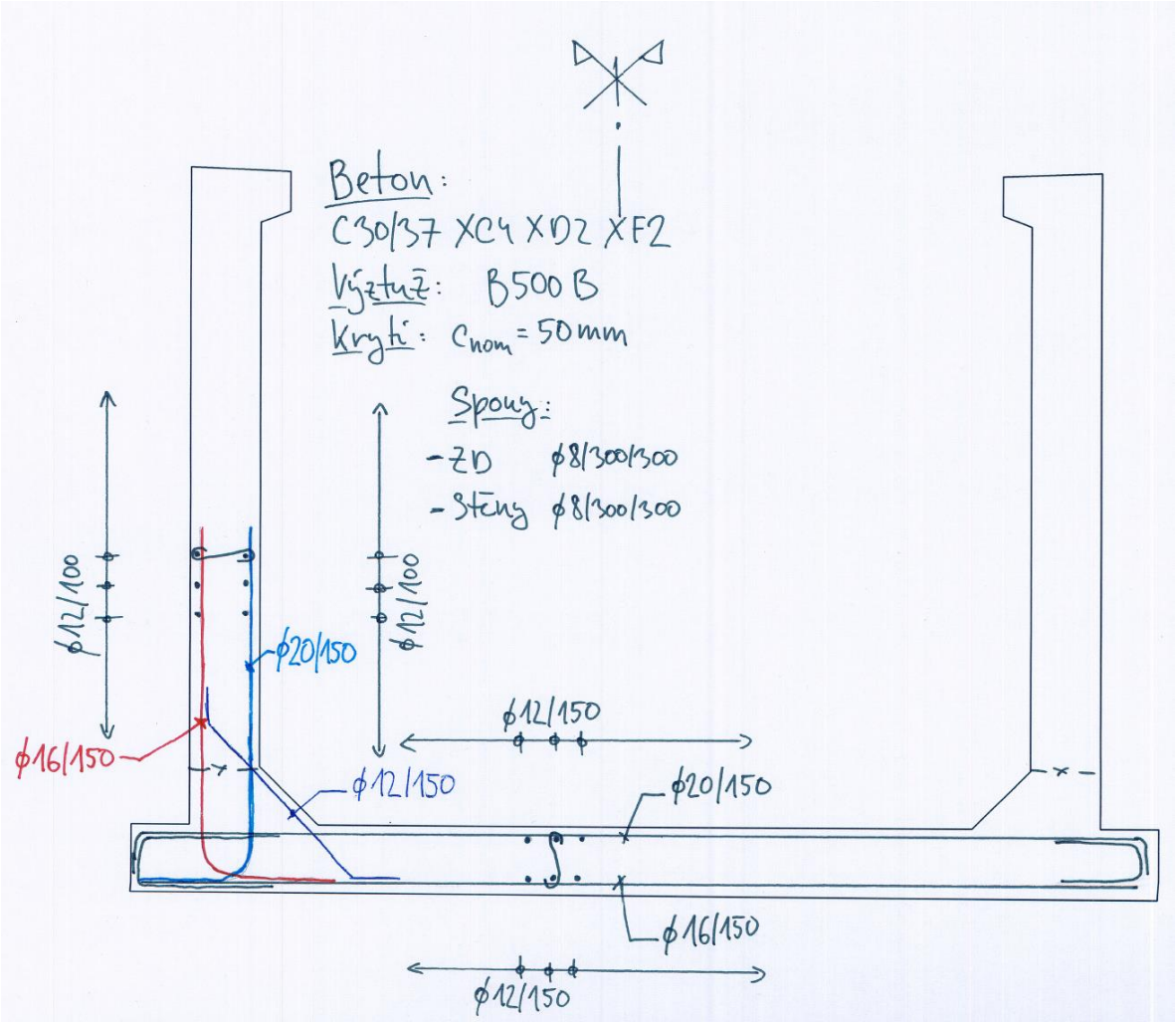
návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ = | 164 | kN |
| | $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\}$ = | 164 | kN |
| redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem: | $v = 0{,}6(1 - f_{ck}/250)$ = | 0.53 | |
| návrhová únosnost tlakových diagonál: | $V_{Rd,max} = 0{,}5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$ = | 1267 | kN |

**SMYKOVÁ ÚNOSNOST PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **$V_{Rd,c}$ =** | **164 kN** | **<** | **$V_{Rd,max}$ =** | **1267 kN** | **→** | **Vyhovuje** |
| **$V_{Ed}$ =** | **106 kN** | **<** | **$V_{Rd,c}$ =** | **164 kN** | **→** | **Vyhovuje** |

## 9.3.Schéma vyztužení




Obr. 17 Schéma vyztužení rampy

# 10. ZALOŽENÍ

**Rekapitulace výsledků z prutového modelu:**

Maximální návrhové kontaktní napětí v základové spáře (MSÚ): $\sigma_{d,max}$ = 126 kPa
Srovnané návrhové kontaktní napětí v základové spáře (MSÚ): $\sigma_{d,srov}$ = 487/4,40 = 111 kPa
Srovnané návrhové kontaktní napětí v základové spáře (MSP): $\sigma_{k,srov}$ = 359/4,40 = 82 kPa

Založení bylo posouzeno pomocí programu Geo5 – Patky. Byl použit návrhový přístup DA2 dle ČSN EN 1997-1. Konstrukce byla idealizována jako základová patka odpovídajících rozměrů. Zatížení bylo zadáno svislou silou tak, aby výsledné napětí v základové spáře odpovídalo výsledkům z prutového modelu. Parametry zemin byly převzaty z IGP, pro totální parametry byly použity doporučené hodnoty z tab.9.1 normy ČSN 73 1001. Základová spára se ovšem bude nacházet ve vrstvě antropogenních navážek, pro které nebyly geotechnické parametry průzkumem stanoveny. Parametry pro navážky proto projektant odhadl takto:

| | |
|---|---|
| Tíha zeminy | $\gamma$ = 20,0 kN/m$^3$ |
| Úhel vnitřního tření | $\varphi_{ef}$ = 15,0° |
| Koheze | $c_u$ = 0 |
| Modul přetvárnosti | $E_{def}$ = 4,0 MPa |

Při provádění výkopových prací a zakládání objektu je nutná přítomnost geologa, který provede kontrolu stavu základové spáry, zda není spára znehodnocena srážkovou vodou nebo mrazem, zda je řádně očištěná, dále posoudí, zda geotechnické vlastnosti zemin zastižených v základové spáře odpovídají projektovým předpokladům, a ověří řádné zhutnění vrstvy drceného kameniva.

## Posouzení plošného základu
## Vstupní data

### Projekt

Akce : 17022 - Lávka Cheb
Část : Rampy - rampa OP11
Datum : 26.9.2018

### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

### Patky

Výpočet pro neodvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

| Součinitele redukce zatížení (F) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Trvalá návrhová situace | | | | | |
| | | Nepříznivé | | Příznivé | |
| Stálé zatížení : | $\gamma_G$ = | 1,35 | [–] | 1,00 | [–] |

| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
|---|---|---|---|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce svislé únosnosti : | $\gamma_{Rvs}$ = | 1,40 | [–] |
| Součinitel redukce vodorovné únosnosti : | $\gamma_{Rhs}$ = | 1,10 | [–] |

## Základní parametry zemin

| Číslo | Název | Vzorek | $\varphi_{ef}$ [°] | $c_{ef}$ [kPa] | $\gamma$ [kN/m³] | $\gamma_{su}$ [kN/m³] | $\delta$ [°] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vymena podlozi | | 38,50 | 0,00 | 21,00 | 11,00 | |
| 2 | GT2-Qf | | 17,00 | 3,00 | 20,50 | 10,50 | |
| 3 | GT3-Tj | | 18,00 | 5,00 | 20,50 | 10,50 | |
| 4 | GT4-Tp | | 30,00 | 8,00 | 18,00 | 8,00 | |
| 5 | GT1-An | | 15,00 | 3,00 | 20,00 | 10,50 | |

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

## Parametry zemin

**Vymena podlozi**

Objemová tíha : $\gamma$ = 21,00 kN/m³
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef}$ = 38,50 °
Soudržnost zeminy : $c_u$ = 0,10 kPa
Poissonovo číslo : $\nu$ = 0,20
Edometrický modul : $E_{oed}$ = 355,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat}$ = 21,00 kN/m³

**GT2-Qf**

Objemová tíha : $\gamma$ = 20,50 kN/m³
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef}$ = 17,00 °
Soudržnost zeminy : $c_u$ = 20,00 kPa
Poissonovo číslo : $\nu$ = 0,40
Modul přetvárnosti : $E_{def}$ = 2,00 MPa
Poissonovo číslo : $\nu$ = 0,40
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat}$ = 20,50 kN/m³

**GT3-Tj**

Objemová tíha : $\gamma$ = 20,50 kN/m³
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef}$ = 18,00 °
Soudržnost zeminy : $c_u$ = 20,00 kPa
Poissonovo číslo : $\nu$ = 0,40
Modul přetvárnosti : $E_{def}$ = 4,00 MPa
Poissonovo číslo : $\nu$ = 0,40
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat}$ = 20,50 kN/m³

**GT4-Tp**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Objemová tíha : | $\gamma$ | = | 18,00 kN/m$^3$ |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 30,00 ° |
| Soudržnost zeminy : | $c_u$ | = | 40,00 kPa |
| Poissonovo číslo : | $\nu$ | = | 0,35 |
| Modul přetvárnosti : | $E_{def}$ | = | 6,00 MPa |
| Poissonovo číslo : | $\nu$ | = | 0,35 |
| Obj.tíha sat.zeminy : | $\gamma_{sat}$ | = | 18,00 kN/m$^3$ |

**GT1-An**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Objemová tíha : | $\gamma$ | = | 20,00 kN/m$^3$ |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 15,00 ° |
| Soudržnost zeminy : | $c_u$ | = | 10,00 kPa |
| Poissonovo číslo : | $\nu$ | = | 0,40 |
| Modul přetvárnosti : | $E_{def}$ | = | 4,00 MPa |
| Poissonovo číslo : | $\nu$ | = | 0,40 |
| Obj.tíha sat.zeminy : | $\gamma_{sat}$ | = | 20,50 kN/m$^3$ |

## Založení

**Typ základu: centrická patka**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hloubka od původního terénu | $h_z$ | = | 0,53 | m |
| Hloubka základové spáry | d | = | 0,53 | m |
| Tloušťka základu | t | = | 0,30 | m |
| Sklon upraveného terénu | $s_1$ | = | 0,00 | ° |
| Sklon základové spáry | $s_2$ | = | 0,00 | ° |

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m$^3$

## Geometrie konstrukce

**Typ základu: centrická patka**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Délka patky | x | = | 4,40 | m |
| Šířka patky | y | = | 10,00 | m |
| Šířka sloupu ve směru x | $c_x$ | = | 3,90 | m |
| Šířka sloupu ve směru y | $c_y$ | = | 10,00 | m |
| Objem patky | | = | 13,20 | m$^3$ |

## Štěrkopískový polštář

Zemina tvořící ŠP polštář - Vymena podlozi

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Přesah ŠP polštáře mimo základ | $d_{sp}$ | = | 0,50 | m |
| Hloubka štěrkopískového polštáře | $h_{sp}$ | = | 0,50 | m |

## Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma$ = 0,01 kN/m$^3$
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

**Beton : C 30/37**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Válcová pevnost v tlaku | $f_{ck}$ | = | 30,00 | MPa |
| Pevnost v tahu | $f_{ctm}$ | = | 2,90 | MPa |
| Modul pružnosti | $E_{cm}$ | = | 33000,00 | MPa |

**Ocel podélná : B500**

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

**Ocel příčná: B500**

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

## Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|---|---|---|---|
| 1 | 2,40 | GT1-An | |
| 2 | 0,40 | GT4-Tp | |
| 3 | 0,60 | GT3-Tj | |
| 4 | 0,45 | GT4-Tp | |
| 5 | 0,95 | GT3-Tj | |
| 6 | 0,20 | GT4-Tp | |
| 7 | 2,00 | GT4-Tp | |
| 8 | 1,20 | GT4-Tp | |
| 9 | 0,50 | GT4-Tp | |
| 10 | 1,20 | GT3-Tj | |
| 11 | 0,80 | GT4-Tp | |
| 12 | 1,10 | GT3-Tj | |
| 13 | 0,20 | GT4-Tp | |
| 14 | - | GT3-Tj | |

## Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N | $M_x$ | $M_y$ | $H_x$ | $H_y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | nové | změna | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] |
| 1 | Ano | | Zatížení č. 1 | Návrhové | 5000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | Ano | | Zatížení č. 2 | Užitné | 3500,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

## Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,80 m od původního terénu.

## Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro neodvodněné podmínky

## Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Posouzení čís. 1

### Posouzení zatěžovacích stavů

| Název | Vl. tíha příznivě | $e_x$ [m] | $e_y$ [m] | σ [kPa] | $R_d$ [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zatížení č. 1 | Ano | 0,00 | 0,00 | 95,06 | 100,80 | 94,31 | Ano |
| Zatížení č. 1 | Ne | 0,00 | 0,00 | 98,88 | 100,80 | 98,09 | Ano |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G = 842,17 kN
Spočtená tíha nadloží Z = 31,05 kN

Výpočet únosnosti stanoven pod štěrkopískovým polštářem.

### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp}$ = 3,82 m
Dosah smykové plochy $l_{sp}$ = 8,11 m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d$ = 100,80 kPa
Extrémní kontaktní napětí σ = 98,88 kPa

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x$ = 0,000<0,333
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y$ = 0,000<0,333
Max. prostorová excentricita $e_t$ = 0,000<0,333

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

### Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)
Zemní odpor: klidový
Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd}$ = 6,69 kN

Horizontální únosnost základu $R_{dh}$ = 406,08 kN
Extrémní horizontální síla H = 0,00 kN

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

## Posouzení čís. 1

### Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 2.(Zatížení č. 2)
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu $\kappa_1$ (vliv hloubky založení).
Napětí v základové spáře uvažováno od původního terénu.

Spočtená vlastní tíha patky G = 0,13 kN
Spočtená tíha nadloží Z = 23,00 kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 16,1 mm
Sednutí středu hrany x - 2 = 16,1 mm
Sednutí středu hrany y - 1 = 21,3 mm
Sednutí středu hrany y - 2 = 21,3 mm
Sednutí středu základu = 32,9 mm
Sednutí charakterist. bodu = 21,3 mm

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

**Sednutí a natočení základu - výsledky**

**Tuhost základu:**
Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def}$ = 37,55 MPa
Základ je ve směru délky poddajný (k=0,28)
Základ je ve směru šířky poddajný (k=0,02)

**Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x$ = 0,000<0,333
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y$ = 0,000<0,333
Max. prostorová excentricita $e_t$ = 0,000<0,333

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

**Celkové sednutí a natočení základu:**
Sednutí základu = 32,9 mm
Hloubka deformační zóny = 9,23 m

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

**Rekapitulace posudku založení:**
Výpočtem byla stanovena únosnost základové půdy v základové spáře 101 kPa.
Návrhové napětí v základové spáře (pod výměnou podloží) je 99 kPa.

Celkové sedání stanovené výpočtem je 32,9 mm. Větší část sedání se odehraje před provedením dokončovacích prací (římsy a vozovka), čímž bude jeho vliv do značné míry eliminován.

# 11. ZÁVĚR

Předmětem tohoto statického výpočtu byl návrh a posouzení hlavních průřezů nosné konstrukce a založení nájezdové rampy.
Na základě výsledků statického výpočtu je možné konstatovat, že navržená rampa ve smyslu platných norem ČSN EN a předpisů VYHOVUJE pro uvažované zatížení, geometrické uspořádání, materiálové charakteristiky a závěry geotechnického průzkumu.

V Brně, 10/2018 Vypracoval: Ing. Ondřej Hudec