

STATICKÝ VÝPOČET

SO 10 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Stavba: **Montážní kanály v areálech DPO III**
Areál trolejbusy Ostrava
Hala I a III – Rekonstrukce montážních kanálů

Č. zakázky: **HTL-4341**

Investor: **Dopravní podnik Ostrava a.s.**

Vypracoval: **Ing. Martin Robenek**

Přezkoumal: **Ing. Zdeněk Ježíšek**

Schválil: **Ing. Pavel Šebesta**

Stupeň: **Dokumentace pro vydání stavebního povolení (DSP)**

Datum: **04/2020**

Obsah

1.	Technická zpráva	3
2.	Geometrie konstrukce	5
3.	Zatížení	6
4.	Vnitřní síly	7
5.	Návrh a posouzení výztuže	9
6.	Posouzení kontaktního napětí	12
7.	Závěr	12

1. Technická zpráva

a) popis navrženého konstrukčního systému stavby, výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu její změny

Předmětem statického výpočtu je konstrukce montážního kanálu v areálu dílen dopravního podniku Ostrava v Moravské Ostravě. Stávající montážní kanál bude prodloužen navazujícím kanálem o rozměrech 10,75 x 1,85m. Stěny jsou navrženy o tloušťce 445mm, lokálně jsou oslabeny drážkami na 145mm. Posouzení je provedeno pro úsek oslabené stěny dl. 6m. Dno je navrženo o tloušťce 250mm z betonu C30/37. Vnější povrchy jsou vyztuženy svislou výztuží ØR16 á 200mm. Vnitřní povrchy jsou vyztuženy svislou výztuží ØR12 á 200mm. Vodorovná výztuž je navržena ØR12 á 200mm pro oba líce. Výztuže dna, stěny a vyložení jsou provázány. Vrcholy stěn jsou konzolovitě rozšířeny a slouží pro pojezd dopravních vozidel. Vzhledem k rozchodu kol nápravy není pravděpodobný pojezd mimo půdorys kanálu. Vnitřní hrany konzol jsou osazeny ocelovými profily, které slouží pro pojezd hydraulického zvedáku s nosností 15 tun. Provozně je uvažováno plné zatížení od zvedáku bez dalšího současného zatížení nápravou. Dle archviního geologického profilu se v podloží nacházejí prachové hlíny tuhé konzistence. Zemina musí vykazovat tabulkovou únosnost dle ČSN 731001 nejméně 50kPa, nebo výpočtovou únosnost dle ČSN EN 1997-1 nejméně 70kPa.

b) navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky

Stěny

Návrh průřezu:	tloušťka 445mm, beton C30/37 lokální oslabení na 145mm
Vnější výztuž svislá:	ØR16 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnější výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž svislá:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)

Dno

Návrh průřezu:	tloušťka 250mm, beton C30/37
Vnější výztuž svislá:	ØR16 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnější výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž svislá:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)

c) Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce

Třída provozu – G Garáže vozidel nad 3 tuny	Char. hodnota nahodilého zatížení: $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ náprava $Q_k = 120 \text{ kN}$
Třída provozu – G Hydraulický zvedák	Char. hodnota nahodilého zatížení: $Q_k = 150 \text{ kN}$

d) návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů

Bez požadavků.

e) technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby

Stěny stavební jámy budou zajištěny proti sesuvu svahováním. Pro zeminy jílovitého a hlinitého charakteru je doporučený sklon 2:1 tj. cca 65° při hloubce jámy maximálně 3,0m.

f) zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů

Bez požadavků.

g) požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Před betonáží je potřeba provést kontrolu typu, profilu a polohy výztuže. Je nutno zajistit předepsané krytí, přesahy stykovaní, kotevní délky a uložení do podpor v souladu s výkresem výztuže a ČSN EN 1992-1-1. Doporučujeme pořídit fotodokumentaci s vypovídajícím obsahem.

h) seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-X – Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-X – Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1997-1 – Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy

Zakládanie stavieb - Petr Turček, Ivan Slavík 2002, ISBN 80-227-1699-5

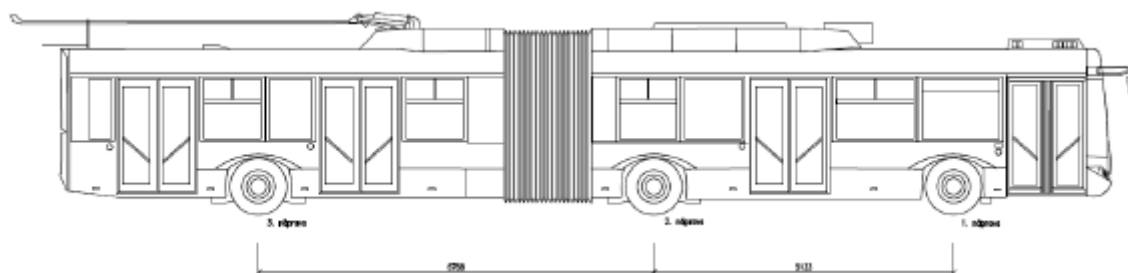
Geologický vrt ID: 615998 dostupný na <http://www.geology.cz/app/gdo/>

i) specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem

Po provedení výkopu bude přivolán inženýrský geolog, který potvrdí správnost předpokladu ohledně zeminy na základové spáře. Charakter předpokládané zeminy je uveden v bodě a) technické zprávy.

3. Zatížení

Dopravní vozidlo



Typ vozidla	Celková pohotovostní hmotnost (kg) +/- 3%	Maximální povolená hmotnost na nápravu (kg)		
		1. náprava	2. náprava	3. náprava
Solaris Trollino 18 AC	18900	7200	10000	12000
Solaris Trollino 15 AC	13816	8000	11500	6000
Škoda 26 TR Solaris	11050	7020	10980	XXX
Škoda 27 TR Solaris	16520	7100	10000	11500
SOR 18 TNB	15800	5800	10300	10900
SOR EBN 10,5	10725	6000	10700	XXX

Zatížení na nápravu:

$$Q_k = 120kN$$

Nosnost zvedáku:

$$Q_k = 150kN$$

Rozhodující zatížení:

$$Q_k = 150kN$$

Zatížení na jeden okraj:

$$Q_k = 150 / 2 = 75kN \quad \gamma_Q = 1,50$$

$$q_k = Q_k / b = 75 / 5,83 = 12,8kN / m$$

Roznášecí šíře stěny pod bodovým zatížením

Roznášecí šíře je zjištěna analogií nosníku na pružném podloží zatíženého bodovou silou

Tuhost stěny (konzoly):

$$k = \frac{3 \cdot EI_1}{L^3} = \frac{3 \cdot 33 \cdot 10^9 \cdot 254 \cdot 10^{-6}}{1,6^3} = 6,14MN / m$$

Parametr r:

$$r = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot EI_2}{k}} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 33 \cdot 10^9 \cdot 3417 \cdot 10^{-6}}{6,14 \cdot 10^6}} = 2,93$$

Průhyb pod silou:

$$w = \frac{F \cdot r^3}{8EI_2} = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot 2,93^3}{8 \cdot 33 \cdot 10^9 \cdot 3417 \cdot 10^{-6}} = 2,09mm$$

Intenzita zatížení:

$$f = w \cdot k = 2,09 \cdot 10^{-3} \cdot 6,14 \cdot 10^6 = 12,8kN / m$$

Roznášecí délka:

$$b = Q_k / f = 75 / 12,2 = 5,83m$$

Zemní tlak

Objemová hmotnost:

$$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3 \quad \dots \text{ hutněný štěrkopísek}$$

Úhel vnitřního tření:

$$\varphi = 30^\circ \quad \dots \text{ hutněný štěrkopísek}$$

Součinitel zemního tlaku:

$$k_r = \sin \varphi = \sin 30 = 0,50$$

Zemní tlak v patě stěny:

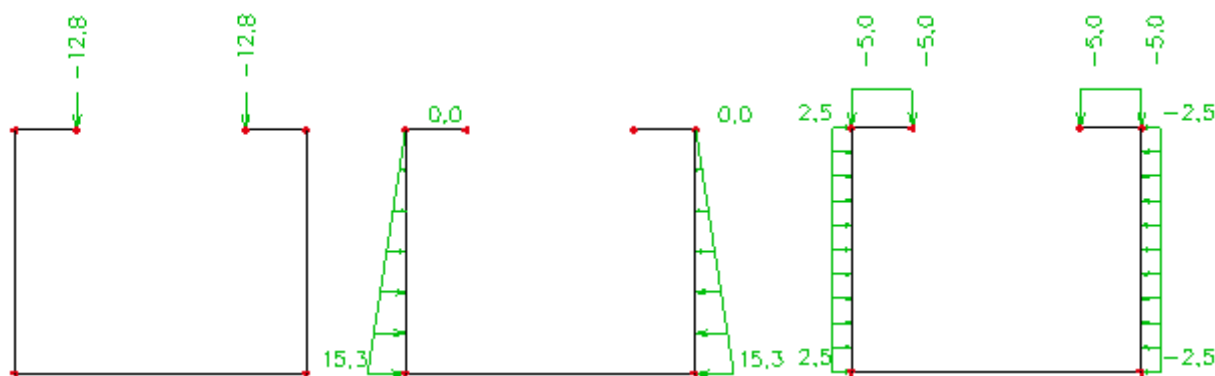
$$\sigma_1 = \gamma \cdot k_r \cdot h = 18 \cdot 0,5 \cdot 1,7 = 15,3 \text{ kPa} \quad \gamma_g = 1,35$$

Užitné zatížení podlahy:

$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

Zemní tlak od užitého zat.:

$$\sigma_2 = q_k \cdot k_r = 5,0 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ kPa} \quad \gamma_Q = 1,50$$

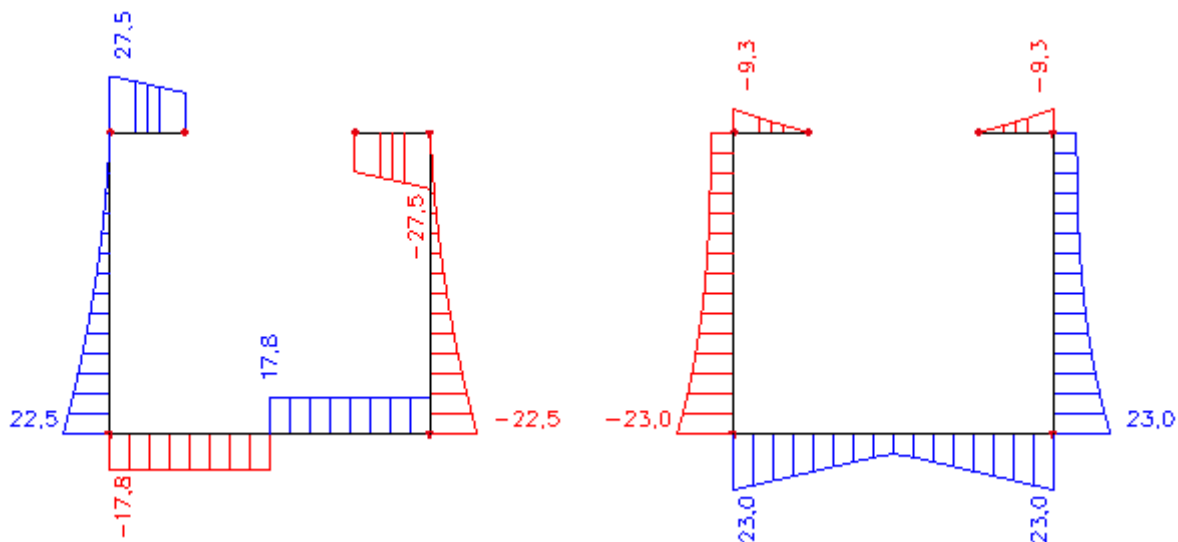


4. Vnitřní síly

Řešení rovinným modelem

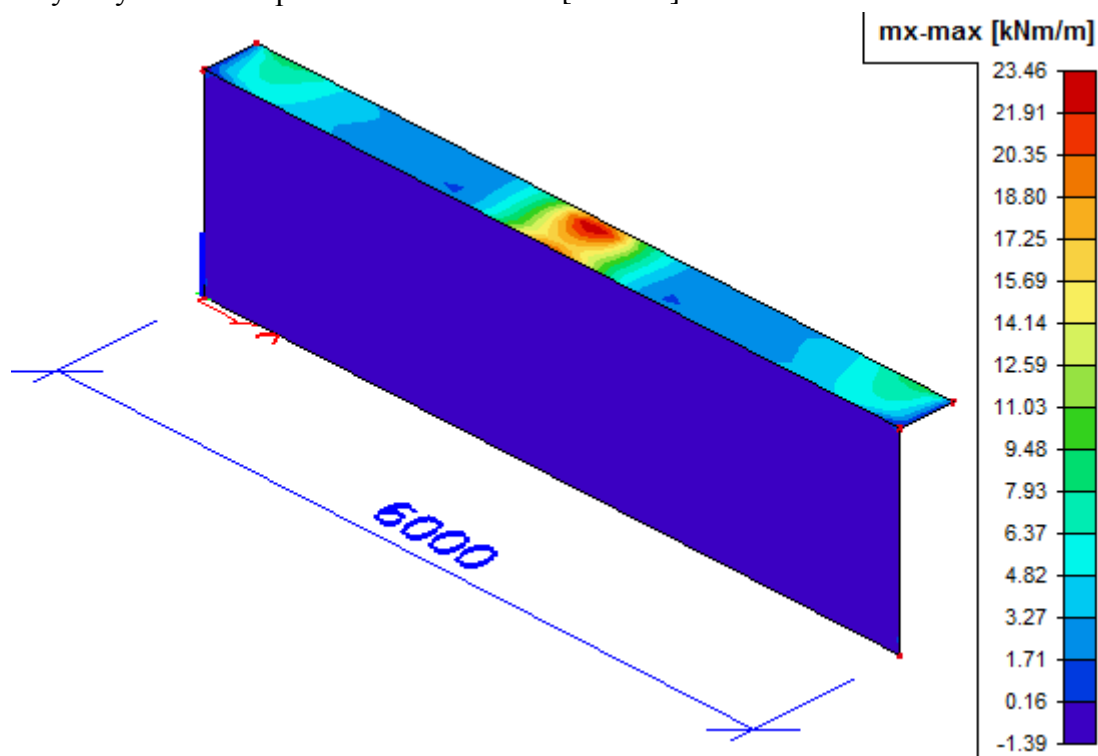
Posouvající síla V_z [kN/m]

Ohybový moment M_y [kNm/m]

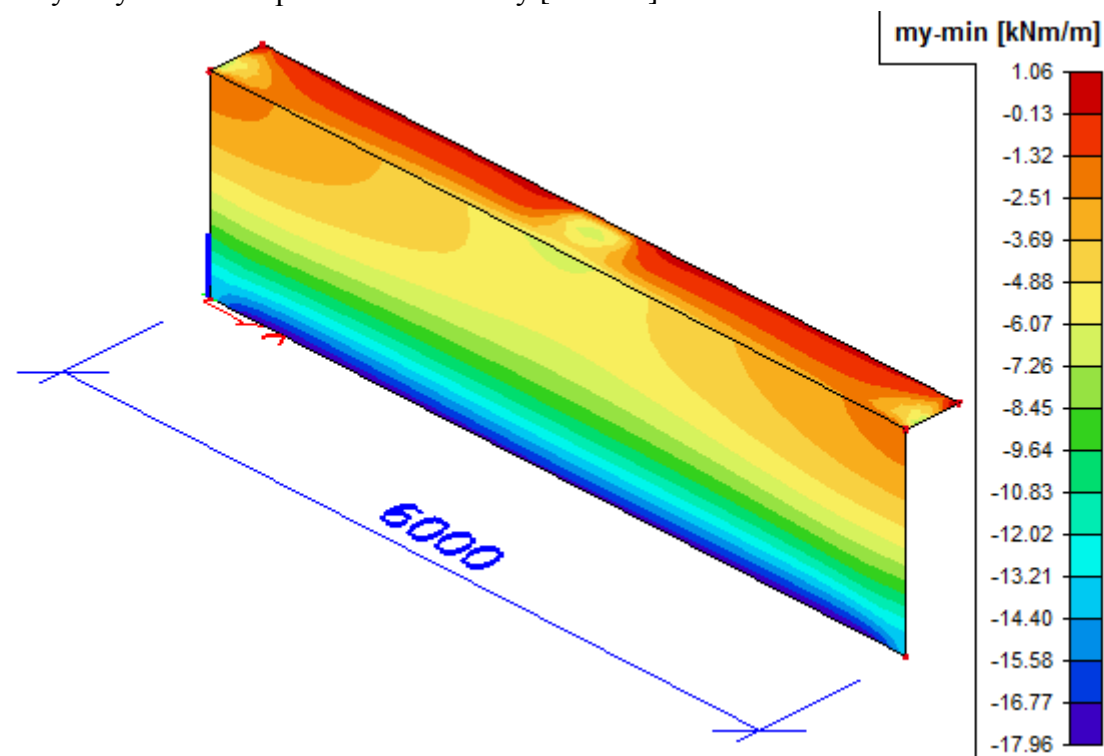


Řešení prostorovým modelem

Ohybový moment v podélném směru m_x [kNm/m]



Ohybový moment v příčném směru m_y [kNm/m]



Ohybové momenty na stěně vycházejí v prostorovém modelu příznivěji.
Pro posudky budou uplatněny momenty z rovinného modelu.

5. Návrh a posouzení výztuže

Stěny

Návrh průřezu:	tloušťka 445mm, beton C30/37 lokální oslabení na 145mm
Vnější výztuž svislá:	ØR16 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnější výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž svislá:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)

Vstupní parametry

C	C30/37
St	B500B
h	145 mm
M _{ed}	23,0 kNm

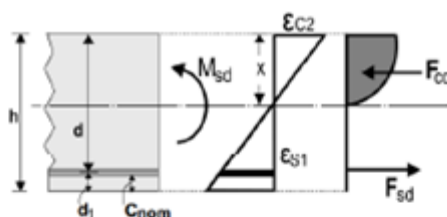
Síť Ø16 á 200 mm

Ø _s	16 mm
s	200 mm
Ø _w	12 mm
s _w	200 mm

f _{ck}	30 MPa
f _{yk}	500 MPa
f _{cd}	20,0 MPa
f _{yd}	435 MPa
f _{ctm}	2,9 MPa
c _{dur}	20 mm
c _{nom}	30 mm
A _{st}	1005 mm ²
A _{sw}	565 mm ²

Ohybová únosnost 1.MS

f _{t,st}	437 kN	tahová síla ve výztuži
x	27 mm	poloha neutrální osy
d	95 mm	účinná výška
M _{ed}	23,00 kNm	návrhový ohybový moment v ohybu
M _{rd}	36,73 kNm	výpočtová únosnost v ohybu
	63%	OK posouzení na ohyb



návrh hlavní výztuže

průměr hlavní výztuže u taženého líce
rozteč prutů hlavní výztuže
průměr roznášecí výztuže
rozteč prutů roznášecí výztuže

pevnost betonu v tlaku	(3.1.3)
mez kluzu výztuže	
návrhová pevnost betonu v tlaku	(2.4.2)
návrhová pevnost výztuže	
střední pevnost betonu v tahu	
krytí z hlediska trvanlivosti	(4.4.1)
nominální krycí vrstva	
plocha hlavní výztuže	
plocha roznášecí výztuže	

Dno

Návrh průřezu:	tloušťka 250mm, beton C30/37
Vnější výztuž svislá:	ØR16 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnější výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž svislá:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)
Vnitřní výztuž vodorovná:	ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)

Vstupní parametry

C	C30/37
St	B500B
h	250 mm
M _{ed}	23,0 kNm

Síť Ø16 á 200 mm

Ø _s	16 mm
s	200 mm
Ø _{sw}	12 mm
s _w	200 mm

f_{ck} 30 MPa

f_{yk} 500 MPa

f_{cd} 20,0 MPa

f_{yd} 435 MPa

f_{ctm} 2,9 MPa

C_{dur} 20 mm

C_{nom} 30 mm

A_{st} 1005 mm²

A_{sw} 565 mm²

Ohybová únosnost 1.MS

f_{t,st} 437 kN

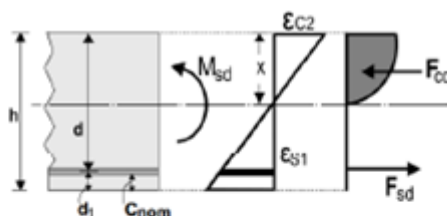
x 27 mm

d 200 mm

M_{ed} 23,00 kNm

M_{rd} 82,60 kNm

28%



návrh hlavní výztuže

průměr hlavní výztuže u taženého líce

rozteč prutů hlavní výztuže

průměr roznášecí výztuže

rozteč prutů roznášecí výztuže

pevnost betonu v tlaku

(3.1.3)

mez kluzu výztuže

návrhová pevnost betonu v tlaku

(2.4.2)

návrhová pevnost výztuže

střední pevnost betonu v tahu

krytí z hlediska trvanlivosti

(4.4.1)

nominální krycí vrstva

plocha hlavní výztuže

plocha roznášecí výztuže

(6.1)

tahová síla ve výztuži

poloha neutrální osy

(3.1.7)

účinná výška

návrhový ohybový moment v ohybu

výpočtová únosnost v ohybu

OK posouzení na ohyb

Trám na délce 6,0m

Návrh průřezu:

445x450mm, beton C30/37

Podélná spodní výztuž:

3x ØR12 á 200mm, ocel 10505(R)

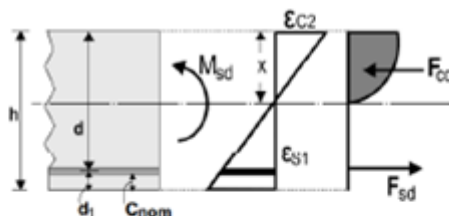
Vstupní parametry

C	C30/37
St	B500B
h	450 mm
b _w	445 mm
M _{ed}	23,5 kNm
V _{ed}	- kN

3Ø R12mm

Ø _s	12 mm
n	3 ks
Ø _w	12 mm
s _w	200 mm

f _{ck}	30 MPa
f _{yk}	500 MPa
f _{cd}	20,0 MPa
f _{yd}	435 MPa
f _{ctm}	2,9 MPa
c _{dur}	15 mm
c _{nom}	25 mm
A _{st}	339 mm ²
A _{sw}	226 mm ²



návrhový ohybový moment

návrhová posouvající síla

návrh hlavní výztuže

průměr hlavní výztuže u taženého líce

počet prutů hlavní výztuže

průměr třmínku

rozteč prutů třmínků

pevnost betonu v tlaku

(3.1.3)

mez kluzu výztuže

návrhová pevnost betonu v tlaku

(2.4.2)

návrhová pevnost výztuže

střední pevnost betonu v tahu

krytí z hlediska trvanlivosti

(4.4.1)

nominální krycí vrstva

plocha hlavní výztuže

plocha smykové výztuže (1ks)

Ohybová únosnost 1.MS

(6.1)

f _{t,st}	147 kN
x	21 mm
d	407 mm
M _{ed}	23,50 kNm
M _{rd}	58,79 kNm
	40%

tahová síla ve výztuži

poloha neutrální osy

(3.1.7)

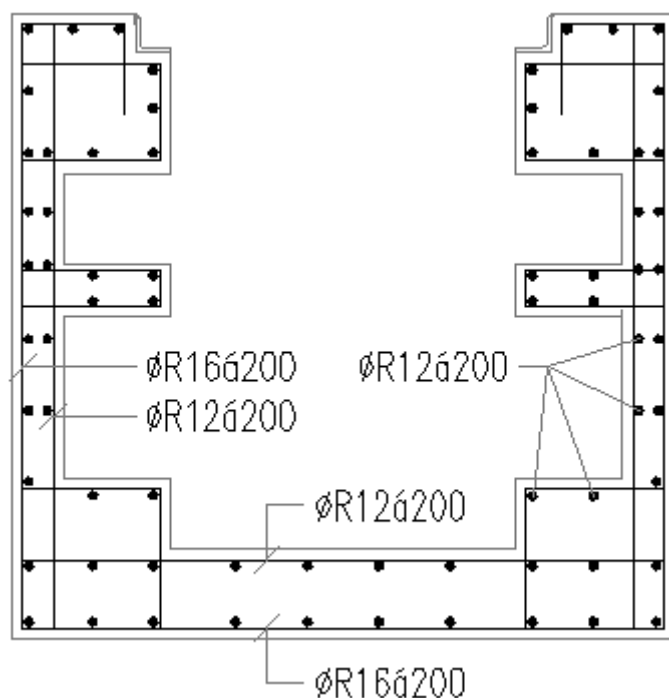
účinná výška

návrhový ohybový moment v ohybu

výpočtová únosnost v ohybu

OK posouzení na ohyb

Schéma vyztužení



6. Posouzení kontaktního napětí

Předpokládaná půda na spáře:

F5 – prachová hlína, tuhá konzistence

Tabulková únosnost podloží:

$R_{dt} = 150kPa$... dle ČSN 731001, tab. 15

Kontaktní napětí v provozní kombinaci:

$$\sigma_{sd} = \sigma_{ed} / \gamma = 51 / 1,4 = 37kPa$$

Posouzení:

$$\sigma_{sd} \leq R_{dt} \rightarrow 37 < 150kPa \quad \text{VYHOVÍ}$$

7. Závěr

Montážní kanál je navržen o tl. stěn 455mm s lokálním oslabením na 145mm a tl. dna 250mm z betonu C30/37. Vnější povrchy jsou vyztuženy svislou výztuží ØR16 á 200mm. Vnitřní povrchy jsou vyztuženy svislou výztuží ØR12 á 200mm. Vodorovná výztuž je navržena ØR12 á 200mm pro oba líce. Navržený kanál vyhoví na daná namáhání.