

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Přehled verzí přílohy				
Číslo	Datum	Popis změny	Jméno	Podpis
02	30.11.2019	DUSP a PDPS se zpracovanými připomínkami	Ing. Marie Jančíčková	
01	20.4.2019	Dokumentace k připomínkám SŽDC	Ing. Marie Jančíčková	

Zadavatel: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město 110 00 SŽDC s.o., Stavební správa západ Sokolovská 278/1955, Praha 9 190 00	
--	---

Zhotovitel: PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 00 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz firma@projekt-servis.cz	
---	---

Hlavní inženýr projektu:  Ing. Bc. Martin Verner	Zástupce hlavního inženýra projektu  Ing. Michaela Kopálová
--	---

Zpracovatel části: PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 00 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz firma@projekt-servis.cz	
--	---

Vypracoval:  Ing. Marie Jančíčková	Kontroloval:  Ing. Martin Koudelka	Odpovědný projektant:  Ing. Bc. Martin Verner
--	--	---

KRAJ: Středočeský	OKRES: Kolín	OÚ: Kolín
-------------------	--------------	-----------

Název akce: Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště v ŽST Kolín
--

Část: D.2.1.9 KABELOVODY, KOLEKTORY SO 10-40-01 Kabelovod v ev. km 347,765	Číslo zakázky: ZAK-2018-47			
	Stupeň: DUSP a PDPS			
	Datum: 11/2019			
	Měřítko: -			
Příloha: STATICKÝ VÝPOČET HLOUBENÝ KABELOVOD - TYP A, B	Formát: -			
	<table border="1"><tr><td>Verze: 01</td><td>Část: D.2.1.9.1</td><td>Č. přílohy: 14.1</td></tr></table>	Verze: 01	Část: D.2.1.9.1	Č. přílohy: 14.1
Verze: 01	Část: D.2.1.9.1	Č. přílohy: 14.1		

1. Vstupní údaje
 - 1.1. Identifikační údaje
 - 1.2. Základní údaje o konstrukcích
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1. Návrhové normy a reference
 - 2.2. Použitý software
 - 2.3. Metodika výpočtu
3. Geometrie Konstrukcí
 - 3.1. Kabelovod - typ A
 - 3.1.1. Výkresové schéma
 - 3.1.2. Model MKP
 - 3.2. Kabelovod - typ B
 - 3.2.1. Výkresové schéma
 - 3.2.2. Model MKP
4. Materiály
 - 4.1. Beton
 - 4.2. Výztuž
 - 4.3. Základní geotechnické parametry
5. Zatížení konstrukce
 - 5.1. Přehled zatížení
 - 5.2. Zatížení kabelovodu - typ A
 - 5.2.1. Stálé zatížení
 - 5.2.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.2.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.2.4. Zatížení konstrukcí hydrostatickým tlakem
 - 5.2.5. Přetížení povrchu
 - 5.2.6. Přetížení - dav lidí
 - 5.3. Zatížení kabelovodu - typ B - maximální hloubka
 - 5.3.1. Stálé zatížení
 - 5.3.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.3.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.3.4. Zatížení konstrukcí hydrostatickým tlakem
 - 5.3.5. Přetížení povrchu
 - 5.3.6. Přetížení - kolejová doprava
6. Kombinace
 - 6.1. Mezní stav únosnosti
 - 6.2. Mezní stav únosnosti
7. Vnitřní síly a deformace
 - 7.1. Vnitřní síly - MSU - kabelovod - typ A
 - 7.2. Vnitřní síly - MSU - kabelovod typ A - grafické výstupy
 - 7.3. Vnitřní síly - MSP - kabelovod - typ A
 - 7.4. Vnitřní síly - MSU - kabelovod - typ B
 - 7.5. Vnitřní síly - MSU - kabelovod typ B - grafické výstupy
 - 7.6. Vnitřní síly - MSP - kabelovod - typ B

8. Posouzení betonových konstrukcí - stropní deska

8.1. Podrobné parametry betonu

8.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A

8.2.1. Ohyb

8.2.2. Schema rozmístění výztuže

8.2.3. Smyk

8.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A

8.3.1. Stanovení základních parametrů

8.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

8.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou

8.3.4. Průhyb ve středu nosníku

8.3.5. Omezení napětí

8.3.6. Omezení šířky trhlin

8.4. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B

8.4.1. Ohyb

8.4.2. Schema rozmístění výztuže

8.4.3. Smyk

8.5. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B

8.5.1. Stanovení základních parametrů

8.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

8.5.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou

8.5.4. Průhyb ve středu nosníku

8.5.5. Omezení napětí

8.5.6. Omezení šířky trhlin

9. Posouzení betonových konstrukcí - stěny

9.1. Podrobné parametry betonu

9.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A

9.2.1. Ohyb

9.2.2. Schema rozmístění výztuže

9.2.3. Smyk

9.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A

9.3.1. Stanovení základních parametrů

9.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

9.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou

9.3.4. Průhyb ve středu nosníku

9.3.5. Omezení napětí

9.3.6. Omezení šířky trhlin

9.4. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B

9.4.1. Ohyb

9.4.2. Schema rozmístění výztuže

9.4.3. Smyk

9.5. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B

9.5.1. Stanovení základních parametrů

9.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

9.5.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou

9.5.4. Průhyb ve středu nosníku

9.5.5. Omezení napětí

9.5.6. Omezení šířky trhlin

- 10. Posouzení betonových konstrukcí - spodní deska
 - 10.1. Podrobné parametry betonu
 - 10.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A
 - 10.2.1. Ohyb
 - 10.2.2. Schema rozmístění výztuže
 - 10.2.3 Smyk
 - 10.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A
 - 10.3.1. Stanovení základních parametrů
 - 10.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 10.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou
 - 10.3.4. Průhyb ve středu nosníku
 - 10.3.5. Omezení napětí
 - 10.4. Shrnutí vyztužení kabelovodu - typ A**
 - 10.5. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B
 - 10.5.1. Ohyb
 - 10.5.2. Schema rozmístění výztuže
 - 10.5.3 Smyk
 - 10.6. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B
 - 10.6.1. Stanovení základních parametrů
 - 10.6.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 10.6.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou
 - 10.6.4. Průhyb ve středu nosníku
 - 10.6.5. Omezení napětí
 - 10.7. Shrnutí vyztužení kabelovodu - typ B**
- 11. Trysková injektáž
 - 11.1. Podchycení ST objektu - výpočet
 - 11.1.1. Geologické poměry + parametry sloupů trykové injektáže
 - 11.1.2. Model
 - 11.1.3. Zatížení
 - 11.1.4. Model MKP
 - 11.2. Podchycení ST objektu - výsledky
 - 11.2.1. Svislá deformace
 - 11.2.2. Vodorovná deformace
 - 11.2.3. Svislé napětí
 - 11.3. Podchycení ST objektu - Závěr

Seznam tabulek

- Tab. 01: Normy a reference
- Tab. 02: Seznam výkresů a zpráv
- Tab. 03: Použité programy
- Tab. 04: Rozměry kabelovodu - typ A
- Tab. 05: Rozměry kabelovodu - typ B
- Tab. 06: Základní charakteristiky použitého betonu
- Tab. 07: Základní charakteristiky použité betonářské oceli
- Tab. 08: Základní geotechnické parametry - nutno ověřit před zahájením výstavby!
- Tab. 09: Kombinační vzorce
- Tab. 10: Součinitele zatížení
- Tab. 11: Kombinace MSÚ
- Tab. 12: Kombinace MSP
- Tab. 13a: Vnitřní síly - MSU 1 - kabelovod - typ A
- Tab. 13b: Vnitřní síly - MSU 2 - kabelovod - typ A
- Tab. 13c: Vnitřní síly - MSU 3 - kabelovod - typ A
- Tab. 13d: Vnitřní síly - MSU 4 - kabelovod - typ A
- Tab. 14a: Vnitřní síly - MSP 1 - kabelovod - typ A
- Tab. 14b: Vnitřní síly - MSP 2 - kabelovod - typ A
- Tab. 14c: Vnitřní síly - MSP 3 - kabelovod - typ A
- Tab. 15a: Vnitřní síly - MSU 1 - kabelovod - typ B
- Tab. 15b: Vnitřní síly - MSU 2 - kabelovod - typ B
- Tab. 15c: Vnitřní síly - MSU 3 - kabelovod - typ B
- Tab. 15d: Vnitřní síly - MSU 4 - kabelovod - typ B
- Tab. 16a: Vnitřní síly - MSP 1 - kabelovod - typ B
- Tab. 16b: Vnitřní síly - MSP 2 - kabelovod - typ B
- Tab. 16c: Vnitřní síly - MSP 3 - kabelovod - typ B
- Tab. 17: Výztuž - kabelovod - typ A
- Tab. 18: Výztuž - kabelovod - typ B

Seznam obrázků

- Obr. 01: Řezy kabelovodem - typ A
- Obr. 02: Model kabelovodu - typ A
- Obr. 03: Řezy Řezy kabelovodem - typ B
- Obr. 04: Model kabelovodu - typ B
- Obr. 05: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - kabelovody
- Obr. 06a: Normálová síla - kabelovod - typ A
- Obr. 06b: Posouvající síla - kabelovod - typ A
- Obr. 06c: Ohybový moment - kabelovod - typ A
- Obr. 07a: Normálová síla - kabelovod - typ B
- Obr. 07b: Posouvající síla - kabelovod - typ B
- Obr. 07c: Ohybový moment - kabelovod - typ B
- Obr. 08: Ohybová výztuž - stropní deska - kabelovod - typ A
- Obr. 09: Ohybová výztuž - stropní deska - kabelovod - typ B
- Obr. 10: Ohybová výztuž - stěny - kabelovod - typ A
- Obr. 11: Ohybová výztuž - stěny - kabelovod - typ B
- Obr. 12: Ohybová výztuž - základová deska - kabelovod - typ A
- Obr. 13: Ohybová výztuž - základová deska - kabelovod - typ B
- Obr. 14: Řez stávajícím objektem v místě tryskové injektáže
- Obr. 15: Model vytvořený v programu GEO - MKP
- Obr. 16: Svislá deformace sloupů tryskové injektáže
- Obr. 17: Vodorovná deformace sloupů tryskové injektáže
- Obr. 18: Svislé napětí

1. Vstupní údaje

1.1. Identifikační údaje

Název stavby:	"Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště v ŽST Kolín"
Objekt:	SO 10-40-01 Kabelovod v ev. km 347,765 - hloubené kabelovody
Obec:	Kolín
Katastrální území:	Kolín [668150]
Kraj:	Středočeský
Charakter stavby:	Novostavba
Vlastník:	Česká republika
Správce:	SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Praha
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro vydání společného povolení (DUSP)
Investor:	Česká republika
Zpracovatel projektové dokumentace:	PROJEKT servis spol. s r.o., U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9 - Hloubětín
Projektant:	Ing. Marie Jančíčková
Odpovědný projektant:	Ing. Bc. Martin Verner
Traťový úsek:	1191 Kolín – Lysá nad Labem 1501 Česká Třebová os.n. – Praha-Masarykovo nádr.
Definiční úsek:	A1 ŽST Kolín – ŽST Kolín-Zálabí N5 ŽST Kolín NA NŽST Kolín os.n. V. Osek NG ZST Kolín kol. Ledečko výkol.
Staničení - evidenční:	km 347,765

1.2 Základní údaje o konstrukcích

Stručný popis stávajícího stavu konstrukce:

V současnosti je kabeláž vedena technologickým podchodem v km 347,777, který bude demolován a v jeho současné pozici bude vybudován nový podchod pro cestující. V současnosti se v ŽST Kolín nenachází samostatný kabelovod a bude se tedy jednat o novostavbu.

Popis navrhovaného řešení

Kabeláž bude přemístěna do nově budovaného kabelovodu, který bude realizovaný částečně jako **hloubený** a částečně bezvýkopovou technologií - protlačováním. Jednotlivé části podchodu budou propojeny pomocí monolitických železobetonových šachet, které zároveň zajišťují přístup do kabelovodu a umístění potřebné další technologie. **Kabelovod je navrhován jako průchozí.**

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy/Reference	Název/popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1 (731201)	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN 73 6201 (736201)	Projektování mostních objektů
ČSN 73 6214 (736214)	Navrhování betonových mostních konstrukcí
Metodický pokyn	pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů
SŽDC S3	Železniční svršek
ČSN EN 206+A1	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Tab. 01: Normy a reference

Seznam použitých výkresů a zpráv:

Výkresy/Zprávy	Název
D.2.1.9.1.1	Technická zpráva
D.2.1.9.1.2	Situace
D.2.1.9.1.3.1	Půdorys - celkový
D.2.1.9.1.3.2	Půdorys a řez 1-1, 2-2, 3-3
D.2.1.9.1.4.1	Řez A-A, B-B, C-C
D.2.1.9.1.4.2	Řez D-D
D.2.1.9.1.4.3	Řez E-E

Tab. 02: Seznam výkresů a zpráv

2.2 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
SCIA Engineer 16.1	Analýza stavebních konstrukcí - SCIA Engineer 16.1
MS Excel 2010	Microsoft Office - MS Excel 2010 - posouzení konstrukcí
GEO 5 - MKP	model podchybecí stávajícího ST objektu
AutoCad 2016	Výkresová dokumentace, obrázky

Tab. 03: Použité programy

2.3 Metodika výpočtu

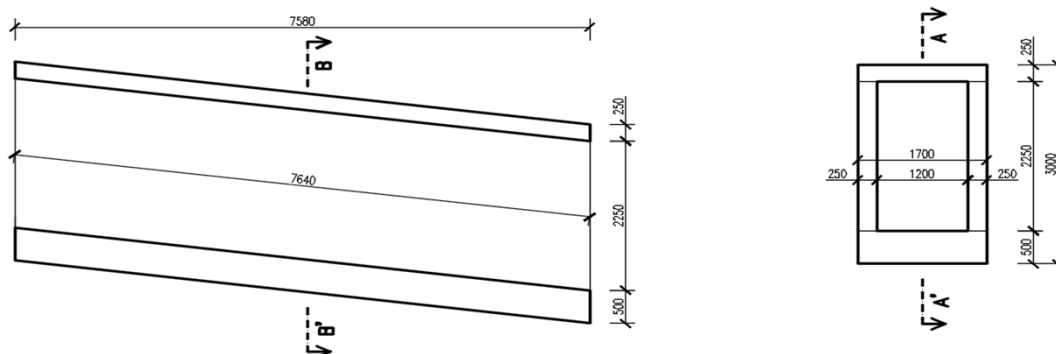
V programu SCIA Engineer 16.1 byly vytvořeny 2D modely železobetonových hloubených kabelovodů. Řez je veden vždy v nejkritičtějších místech konstrukce. Podloží bylo modelováno pomocí pružných liniových podpor. Stěny a desky pomocí nosníků šířky 1 m. S ohledem na charakter a polohu konstrukce lze posudek řešit jako 2D úlohu.

Následně bylo provedeno posouzení konstrukcí v programu MS Excel 2010 dle platných norem. V rámci statického výpočtu bylo provedeno posouzení navrhované tryskové injektáže pro podchybení stávajícího ST objektu. Výpočet byl proveden v programu GEO 5 - MKP

3. Geometrie Konstrukcí

3.1 Kabelovod - typ A

3.1.1. Výkresové schéma

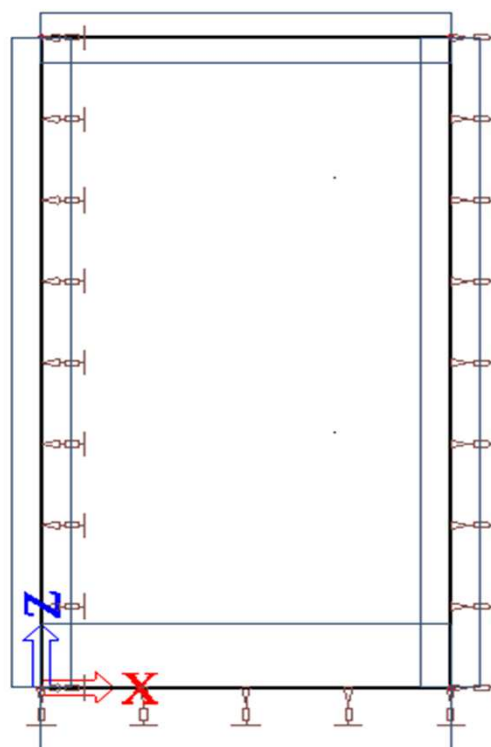


Obr. 01: Řezy kabelovodem - typ A

Výška stěny	$H = 2,25$ m	tloušťka stěny	$t = 0,25$ m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,25$ m	délka kabelovodu	$L = 7,64$ m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlná šířka kabelovodu	$B = 1,20$ m

Tab. 04: Rozměry kabelovodu - typ A

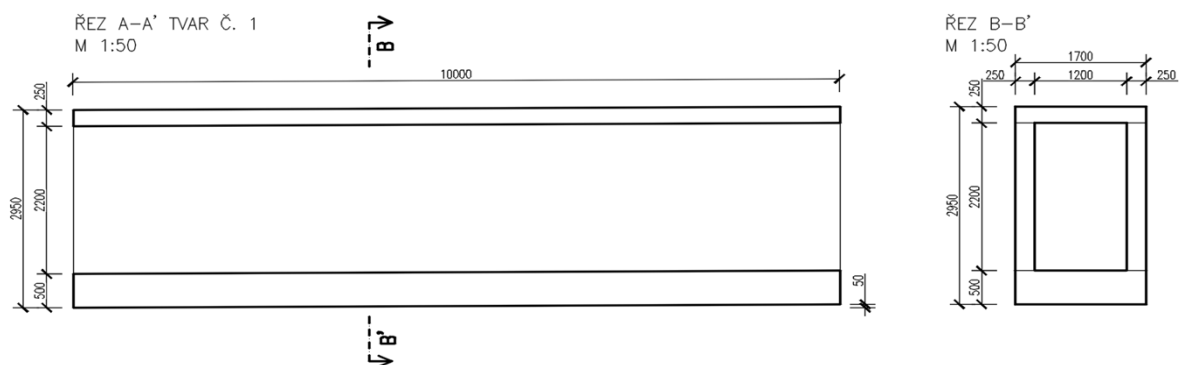
3.1.2. Model MKP



Obr. 02: Model kabelovodu - typ A

3.2 Kabelovod - typ B

3.2.1. Výkresové schéma

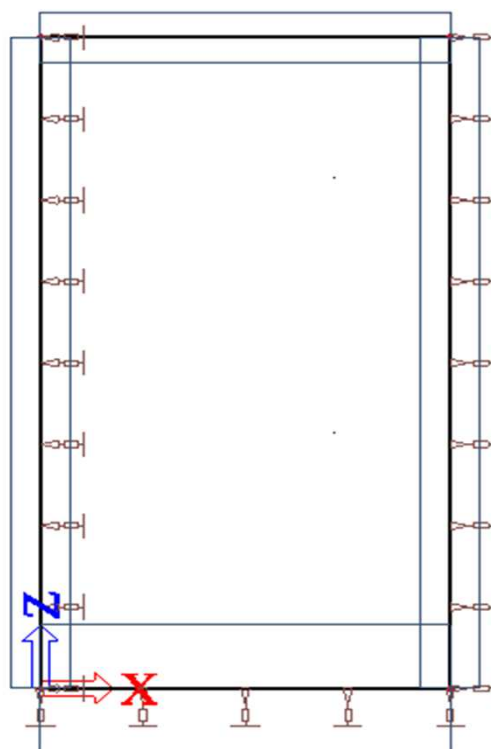


Obr. 03: Řezy Řezy kabelovodem - typ B

Výška stěny	$H = 2,20$ m	tloušťka stěny	$t = 0,25$ m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,25$ m	délka kabelovodu	$L = 10,00$ m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlná šířka kabelovodu	$B = 1,20$ m

Tab. 05: Rozměry kabelovodu - typ B

3.2.2. Model MKP



Obr. 04: Model kabelovodu - typ B

4. Materiály

4.1 Beton

	Beton	f_{ck} [MPa]	γ_c	α_{ct} [MPa]	f_{cd} [MPa]	E_c [GPa]	ν [-]
nosná konstrukce	C30/37	30	1,50	1,00	20	33	0,20
podkladní beton	C20/25	20	1,50	1,00	13	30	0,20

Tab. 06: Základní charakteristiky použitého betonu

4.2 Výztuž

	Výztuž	f_{yk} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]
železobetonové prvky	B500B	500	1,15	435	210000

Tab. 07: Základní charakteristiky použité betonářské oceli

4.3 Základní geotechnické parametry

Zemina	$\gamma_{d,k}$ [kN/m ³]	$\phi_{ef,k}$ [°]	$c_{ef,k}$ [kN/m ²]	$\phi_{u,k}$ [°]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	ν [-]	E_{def} [MPa]
G1 - ulehlá	21	41,5	0	x	x	0,2	430
S5 - ulehlá	18,5	30	5	x	x	0,3	60
S3 - ulehlá	18,5	32	0	x	x	0,28	25
F4 - pevná	18,5	14	25	0	50	0,35	5
F8 - pevná	20,5	14	12	0	40	0,42	3

Tab. 08: Základní geotechnické parametry - **nutno ověřit před zahájením výstavby!**

5. Zatížení konstrukce

5.1. Přehled zatížení

1. Stálé zatížení
2. Ostatní stálé zatížení
3. Zatížení zemním tlakem v klidu
4. Hydrostatický tlak
5. přetížení povrchu
6. zatížení pěší dopravou/parkoviště

5.2. Zatížení kabelovodu - typ A

5.2.1. Stálé zatížení

Stálé zatížení zahrnuje vlastní tíhu nosné konstrukce, která je automaticky generována programem SCIA Engineer 16.1.

5.2.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu nadloží a výpočet je uveden v následující kapitole.

5.2.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu

Předpokládají se minimální deformace nosné konstrukce a proto je ve výpočtech uvažováno se zatížením zemním tlakem v klidu. Tento zatěžovací stav taktéž zahrnuje možné působení svislého geostatického napětí.

Výpočet geostatického napětí a zemního tlaku v klidu:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
0	200,050	0	0,00	0,39	0,00
1	196,350	3,700	68,45	0,39	26,62
2	196,135	3,915	72,43	0,39	28,17
3a	195,200	4,850	80,38	0,39	31,26
3b	195,200	4,850	80,38	0,54	43,28
4	193,740	6,310	92,79	0,54	49,96

5.2.4. Zatížení konstrukcí hydrostatickým tlakem

Předpokládá se trvalé působení hydrostatického tlaku na stěny a základovou desku

Výpočet hydrostatického tlaku:

Bod	nadmořská výška	hloubka	u_z [kN/m ²]	k_0 [-]	u_x [kN/m ²]
2	196,135	0	0,00	-	0,00
4	193,740	2,395	23,95	-	23,95

5.2.5. Přetížení povrchu

	Objemová tíha [kN/m ³]	tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ²]
Zámková dlažba	-	0,06	1,3
kladecí a podkl. vrstva	20	0,19	3,8

Výpočet napětí od přetížení:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
1	196,350	3,700	5,10	0,39	1,98
3a	195,200	4,850	5,10	0,39	1,98
3b	195,200	4,850	5,10	0,54	2,75
4	193,740	6,310	5,10	0,54	2,75

5.2.6. Přetížení - dav lidí

Užitné zatížení je zařazeno do kategorie C5: plochy, kde může dojít ke koncentraci lidí (hodnota zatížení 2,5 - 7,5 kN/m²). Zde uvažováno s hodnotou 7,5 kN/m².

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
1	196,350	3,700	7,50	0,39	2,92
3a	195,200	4,850	7,50	0,39	2,92
3b	195,200	4,850	7,50	0,54	4,04
4	193,740	6,310	7,50	0,54	4,04

5.3. Zatížení kabelovodu - typ B - maximální hloubka

5.3.1. Stálé zatížení

Stálé zatížení zahrnuje vlastní tíhu nosné konstrukce, která je automaticky generována programem SCIA Engineer 16.1.

5.3.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu nadloží a výpočet je uveden v následující kapitole.

5.3.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu

Předpokládají se minimální deformace nosné konstrukce a proto je ve výpočtech uvažováno se zatížením zemním tlakem v klidu. Tento zatěžovací stav taktéž zahrnuje možné působení svislého geostatického napětí.

Výpočet geostatického napětí a zemního tlaku v klidu:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
0	198,540	0	0,00	0,39	0,00
1	195,890	2,650	49,03	0,39	19,07
2	195,170	3,370	62,35	0,39	24,25
3a	194,440	4,100	68,55	0,39	26,66
3b	194,440	4,100	68,55	0,54	36,91
4	193,190	5,350	79,18	0,54	42,63

5.3.4. Zatížení konstrukcí hydrostatickým tlakem

Předpokládá se trvalé působení hydrostatického tlaku na stěny a základovou desku

Výpočet hydrostatického tlaku:

Bod	nadmořská výška	hloubka	u_z [kN/m ²]	k_0 [-]	u_x [kN/m ²]
2	195,170	0	0,00	-	0,00
4	193,190	1,980	19,80	-	19,80

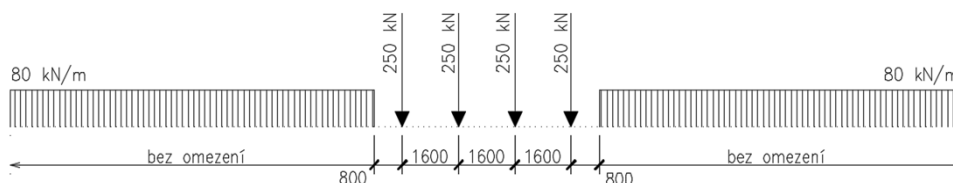
5.2.5. Přetížení povrchu

	Objemová tíha [kN/m ³]	tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ²]
Ochranná izolace	23	0,05	1,15
Kolejový rošt	5	-	5

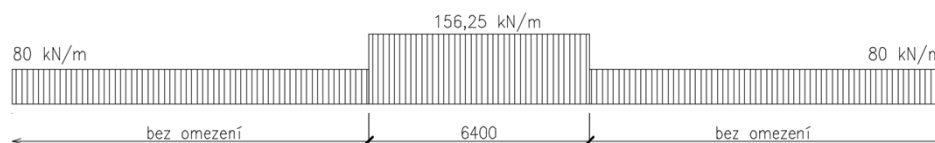
Výpočet napětí od přetížení:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
2	195,170	2,650	6,15	0,39	2,39
3a	194,440	4,100	6,15	0,39	2,39
3b	194,440	4,100	6,15	0,54	3,31
4	193,190	5,350	6,15	0,54	3,31

5.3.6. Přetížení - kolejová doprava



Převod na rovnoměrné zatížení



Výpočet neredukovaného napětí (šířka 2,665 m) a zemního tlaku v klidu v hloubce h (dynamické účinky nejsou uvažovány - s ohledem na hloubku posuzované konstrukce a neredukování svislého zatížení. Spojité zatížení má hodnotu: $156,66/2,665=58,8$ kN/m²).

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
2	195,170	2,650	58,80	0,39	22,87
3a	194,440	4,100	58,80	0,39	22,87
3b	194,440	4,100	58,80	0,54	31,66
4	193,190	5,350	58,80	0,54	31,66

6.Kombinace

Základní informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce:

Mezní stav	Kombinace zatížení
Mezní stav únosnosti (stanovíme jako větší hodnotu z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10.a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10.b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti častá kombinace (lokální účinky, vratné změny)	6.15.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti kvazistálá kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tab. 09: Kombinační vzorce

Součinitele zatížení a kombinace jsou uvedeny v následující tabulce:

	součinitel		zatížení
stálé zatížení	$\gamma_{G,j}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j}$	1,00	příznivý účinek
nahodilé zatížení	$\gamma_{Q,1}$	1,45	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i}$	1,45	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i}$	0,00	příznivý účinek
kombinace nahodilého zatížení	ψ_0	0,70	užitné zatížení: kategorie C
	ψ_1	0,70	
	ψ_2	0,60	
redukční součinitel	ξ	0,85	

Tab. 10: Součinitele zatížení

6.1. Mezní stav únosnosti

Kombinace zatížení	označení	Zatěžovací stav				
		ZS1	ZS2	ZT1+HYD	ZS3	ZS4
6.10.a	MSU1	1,35	1,35	1,35	1,35	
6.10.a	MSU2	1,35	1,35	1,35	1,35	1,02
6.10.b	MSU3	1,15	1,15	1,15	1,15	
6.10.b	MSU4	1,15	1,15	1,15	1,15	1,45

Tab. 11: Kombinace MSÚ

6.2. Mezní stav únosnosti

Kombinace zatížení	označení	Zatěžovací stav				
		ZS1	ZS2	ZT1+HYD	ZS3	ZS4
6.14.b	MSP1	1,00	1,00	1,00	1,00	
6.14.b	MSP2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6.16.b	MSP3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60

Tab. 12: Kombinace MSP

7.Vnitřní síly a deformace

7.1. Vnitřní síly - MSU - kabelovod - typ A

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-64,97	0,00	-1,60
horní deska	2	-64,97	-67,76	-25,31
stěna	2	-67,76	64,97	25,31
stěna	3	-76,71	0,00	-22,87
stěna	4	-85,66	-114,62	46,70
základová deska	4	-114,62	75,88	46,70
základová deska	5	-114,62	0,00	20,14

Tab. 13a: Vnitřní síly - MSU 1 - kabelovod - typ A

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-71,80	0,00	-1,60
horní deska	2	-71,80	-76,75	-28,00
stěna	2	-76,75	71,80	28,00
stěna	3	-85,86	0,00	-24,82
stěna	4	-94,96	-123,58	50,55
základová deska	4	-123,58	84,88	50,55
základová deska	5	-123,58	0,00	20,84

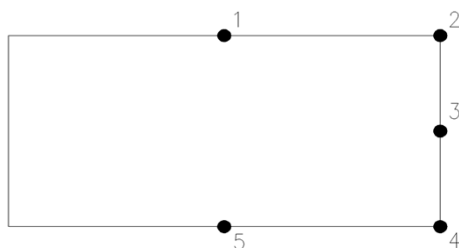
Tab. 13b: Vnitřní síly - MSU 2 - kabelovod - typ A

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	55,34	0,00	-1,36
horní deska	2	55,34	-57,72	-21,56
stěna	2	-57,72	-55,34	21,56
stěna	3	-65,35	0,00	19,48
stěna	4	-72,97	-97,64	39,78
základová deska	4	-97,64	64,64	39,78
základová deska	5	-97,64	0,00	17,16

Tab. 13c: Vnitřní síly - MSU 3 - kabelovod - typ A

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-65,06	0,00	-1,36
horní deska	2	-65,06	-70,51	-25,38
stěna	2	-70,51	65,06	25,38
stěna	3	-78,14	0,00	-22,26
stěna	4	-85,76	-110,38	45,25
základová deska	4	-110,38	77,43	45,25
základová deska	5	-110,38	0,00	18,15

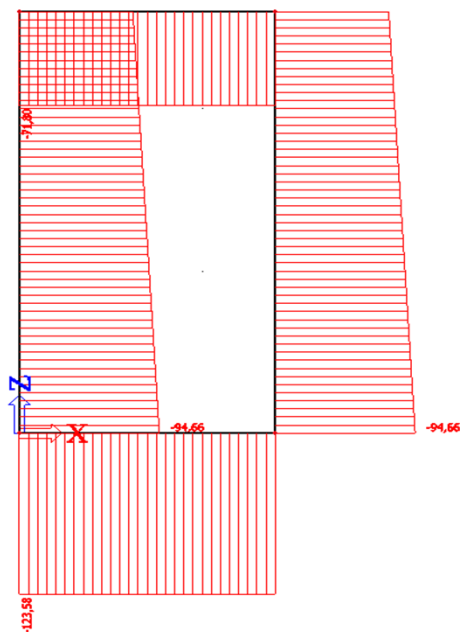
Tab. 13d: Vnitřní síly - MSU 4 - kabelovod - typ A



Obr. 05: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - kabelovody

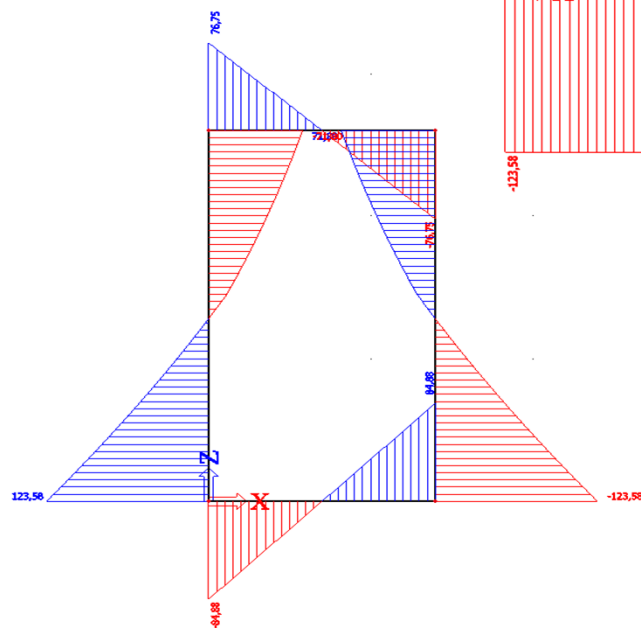
7.2. Vnitřní síly - MSU - kabelovod typ A - grafické výstupy

Normálová síla - MSU 2



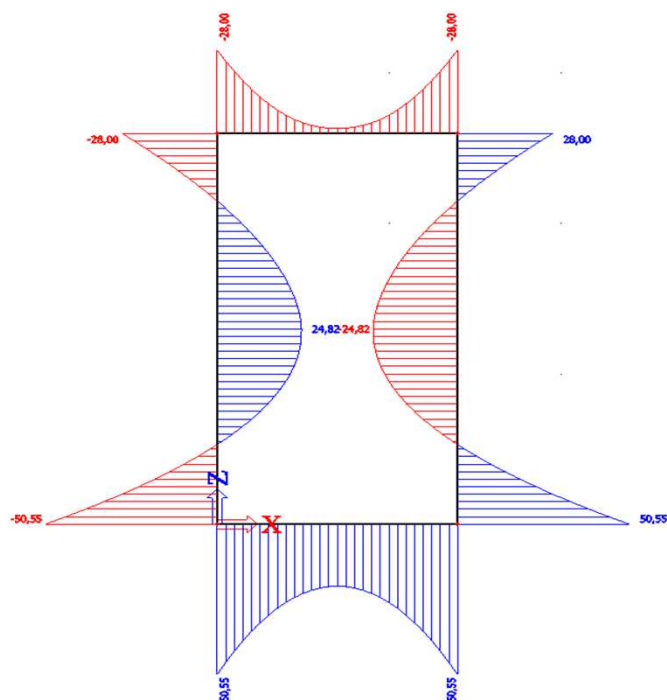
Obr. 06a: Normálová síla - kabelovod - typ A

Posouvající síla
MSU 2



Obr. 06b: Posouvající síla - kabelovod - typ A

Ohybový moment - MSU 2



Obr. 06c: Ohybový moment - kabelovod - typ A

7.3. Vnitřní síly - MSP - kabelovod - typ A

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-46,12	0,00	-1,18
horní deska	2	-46,12	-50,19	-18,75
stěna	2	-50,19	46,12	18,75
stěna	3	-72,58	0,00	-16,94
stěna	4	-94,96	-84,90	34,59
základová deska	4	-84,90	56,21	34,59
základová deska	5	-84,90	0,00	14,92

Tab. 14a: Vnitřní síly - MSP 1 - kabelovod - typ A

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-54,83	0,00	-1,18
horní deska	2	-54,83	-59,01	-21,38
stěna	2	-59,01	54,83	21,38
stěna	3	-76,99	0,00	-18,86
stěna	4	-94,96	-93,69	38,37
základová deska	4	-93,69	65,03	38,37
základová deska	5	-93,69	0,00	15,61

Tab. 14b: Vnitřní síly - MSP 2 - kabelovod - typ A

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-52,14	0,00	-1,18
horní deska	2	-52,14	-55,48	-20,33
stěna	2	-55,48	52,14	20,33
stěna	3	-75,22	0,00	-18,09
stěna	4	-94,96	-90,17	36,86
základová deska	4	-90,17	61,50	36,86
základová deska	5	-90,17	0,00	15,33

Tab. 14c: Vnitřní síly - MSP 3 - kabelovod - typ A

7.4. Vnitřní síly - MSU - kabelovod - typ B

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-41,27	0,00	1,79
horní deska	2	-41,27	-52,02	-16,42
stěna	2	-52,37	39,91	16,42
stěna	3	-60,80	0,00	-13,23
stěna	4	-69,23	-74,47	29,33
základová deska	4	-78,73	64,62	29,33
základová deska	5	-78,73	0,00	4,97

Tab. 15a: Vnitřní síly - MSU 1 - kabelovod - typ B

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-68,10	0,00	6,17
horní deska	2	-68,10	-98,40	-28,27
stěna	2	-98,40	68,10	28,27
stěna	3	-107,01	0,00	-20,36
stěna	4	-115,61	-111,40	44,43
základová deska	4	-111,40	107,68	44,43
základová deska	5	-111,40	0,00	4,57

Tab. 15b: Vnitřní síly - MSU 2 - kabelovod - typ B

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-34,00	0,00	1,53
horní deska	2	-34,00	-44,32	-13,89
stěna	2	-44,32	34,00	13,89
stěna	3	-51,65	0,00	-11,27
stěna	4	-58,98	-63,44	24,99
základová deska	4	-63,44	55,05	24,99
základová deska	5	-63,44	0,00	4,24

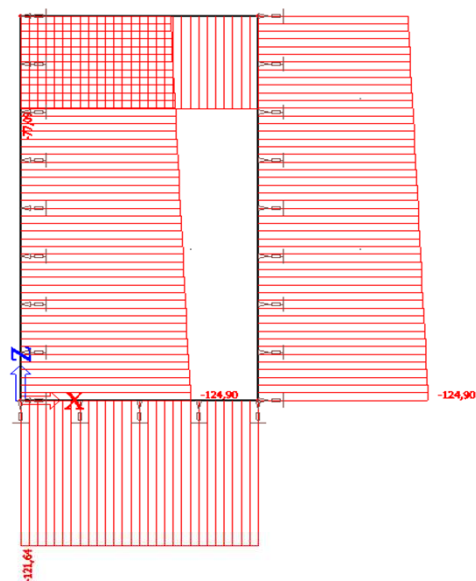
Tab. 15c: Vnitřní síly - MSU 3 - kabelovod - typ B

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-77,09	0,00	7,75
horní deska	2	-77,09	-110,24	-30,83
stěna	2	-110,24	74,07	30,83
stěna	3	-117,57	0,00	-21,40
stěna	4	-124,90	-115,43	46,44
základová deska	4	-121,64	116,26	46,44
základová deska	5	-121,64	0,00	4,24

Tab. 15d: Vnitřní síly - MSU 4 - kabelovod - typ B

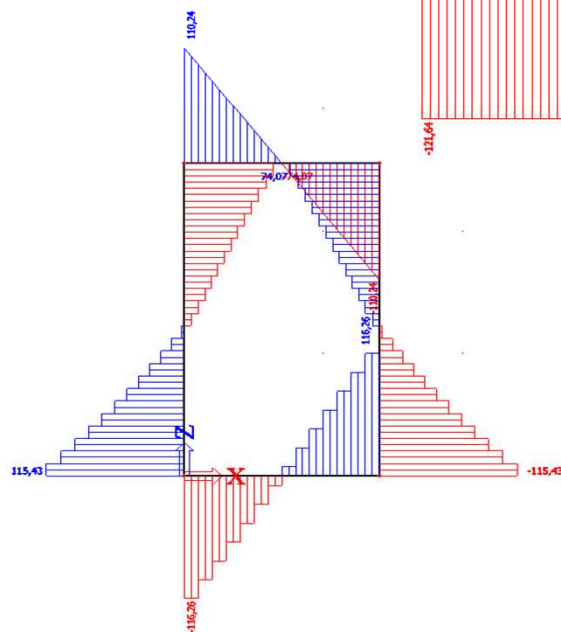
7.5. Vnitřní síly - MSU - kabelovod typ B - grafické výstupy

Normálová síla - MSU 4



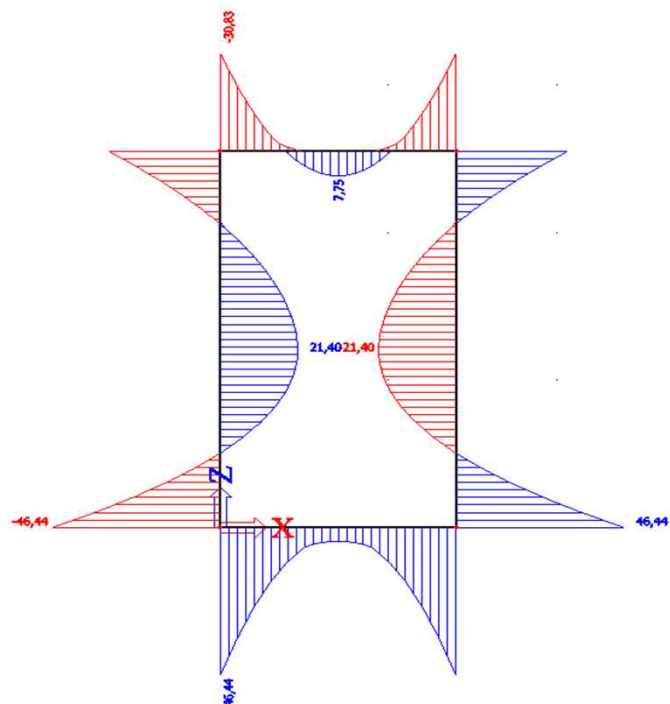
Obr. 07a: Normálová síla - kabelovod - typ B

Posouvající síla
MSU 4



Obr. 07b: Posouvající síla - kabelovod - typ B

Ohybový moment - MSU 4



Obr. 07c: Ohybový moment - kabelovod - typ B

7.6. Vnitřní síly - MSP - kabelovod - typ B

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-29,56	0,00	1,33
horní deska	2	-29,56	-38,54	-12,16
stěna	2	-38,54	29,56	12,16
stěna	3	-44,91	0,00	-9,80
stěna	4	-51,28	-55,16	21,73
základová deska	4	-55,16	47,87	21,73
základová deska	5	-55,16	0,00	3,68

Tab. 16a: Vnitřní síly - MSP 1 - kabelovod - typ B

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-57,20	0,00	5,62
horní deska	2	-57,20	-84,00	-23,78
stěna	2	-84,00	57,20	23,78
stěna	3	-90,38	0,00	-16,79
stěna	4	-96,75	-91,02	36,53
základová deska	4	-91,02	90,08	36,53
základová deska	5	-91,02	0,00	3,68

Tab. 16b: Vnitřní síly - MSP 2 - kabelovod - typ B

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-46,15	0,00	3,90
horní deska	2	-46,15	-65,81	-19,13
stěna	2	-65,81	46,15	19,13
stěna	3	-72,19	0,00	-13,99
stěna	4	-78,56	-76,78	30,61
základová deska	4	-76,78	73,20	30,61
základová deska	5	-76,78	0,00	3,68

Tab. 16c: Vnitřní síly - MSP 3 - kabelovod - typ B

8. Posouzení betonových konstrukcí - stropní deska

8.1. Podrobné parametry betonu

Návrhová životnost [let]	Stupně vlivu prostředí				
	karbonatace	chloridy	mráz (moře)	mráz	chemie
100	XC2	XD1	-	XF2	XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zníněných kritérií:	S4
---	-----------

Krytí výztuže					
Vnitřní povrch			Vnější povrch		
$c_{min,1}$	$\Delta c_{dev,1}$	$c_{nom,1}$	$c_{min,2}$	$\Delta c_{dev,2}$	$c_{nom,2}$
40	10	50	40	10	50

Beton	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_c	f_{cd} [MPa]	η	λ
C30/37	30	1,00	1,50	20,00	1,00	0,80
f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	α_{ct}	$f_{ctk\,0,05}$ [MPa]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [GPa]	
38	2,9	1,00	2,00	3,5	33	

8.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A

8.2.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,25	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,25	m				

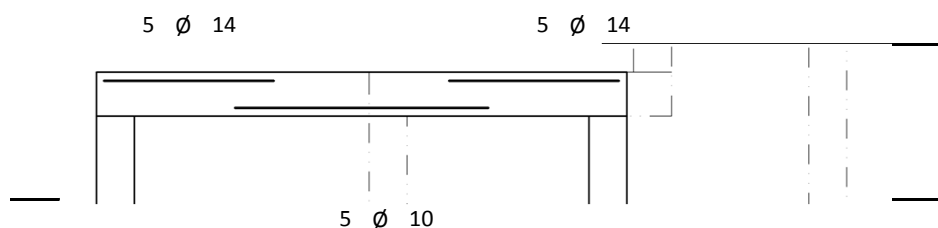
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm
	d_1	55	mm		d_2	57	mm
účinná výška průřezu	d	0,195	m	účinná výška průřezu	d	0,193	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,1907	m	rameno vnitřních sil	z	0,1846	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,05	0,617	VYHOVUJE	0,11	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
-1,36	32,57	VYHOVUJE	28,00	61,79	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	10	á	200	mm	Navrženo	\varnothing	14	á	200	mm
----------	---------------	-----------	---	------------	----	----------	---------------	-----------	---	------------	----

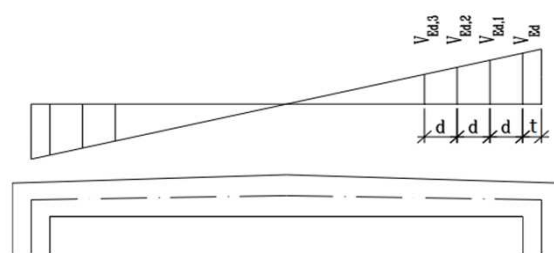
8.2.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 08: Ohybová výztuž - stropní deska - kabelovod - typ A

8.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	76,75	kN/m
V_{Ed}	=	63,52	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	42,87	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	22,23	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	1,59	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

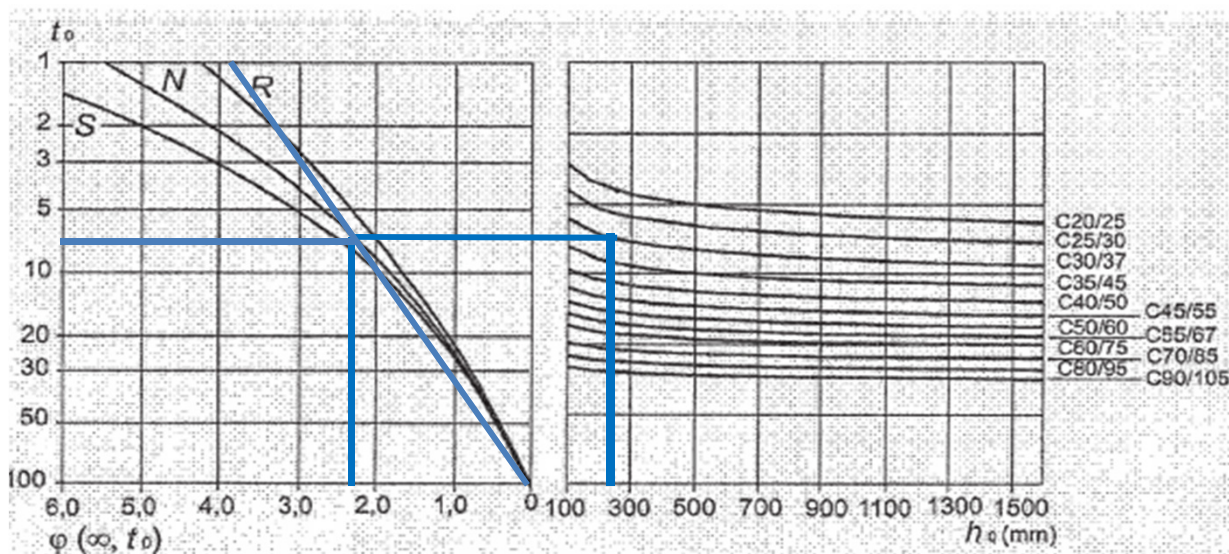
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	105,94	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,004	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 76,75 < 105,9

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

8.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A

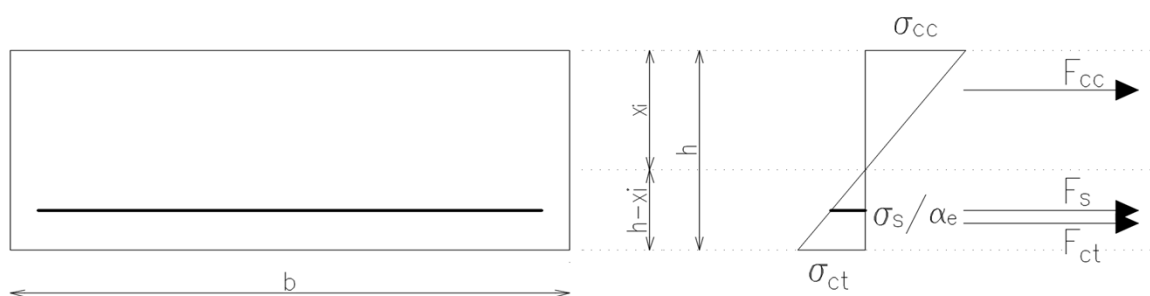
8.3.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,5	7	vnější	2,3

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	21	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

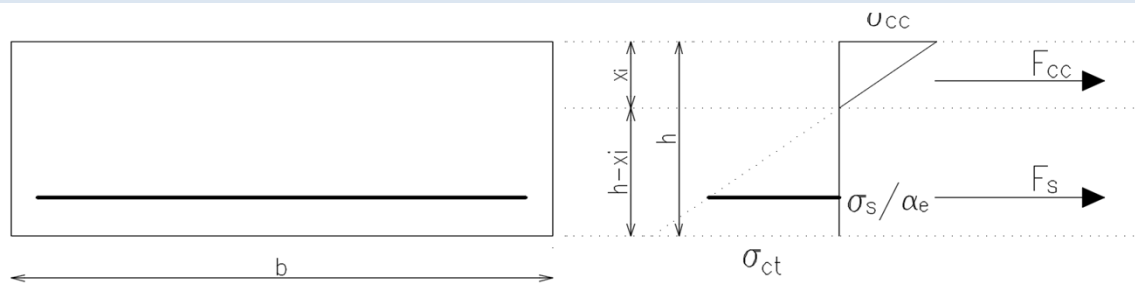
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1272	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0022	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0013	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	31,682	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **21,38** < 31,7

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-08	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

8.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$F_{cc} = F_s$	
$F_{cc} = \frac{1}{2}b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlínami [m]	0,0491	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0002	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	1E-07	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

8.3.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	1	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	-1,1959	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	-0,0025	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	36,237	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,2733	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0015	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0029	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 1,461 < 2,900 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

8.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	1,18	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	1,18	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	269,26	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	269,26	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 0,27 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 0,27 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	16820	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,1786	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 16,8 < 400,0 Mpa

NEVZNIKOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

8.3.6. Omezení šířky trhlin

Součinitele					f _{ct,eff} [Mpa]
k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k _t	
0,8	0,5	3,4	0,425	0,6	2,9

k₁ - součinitel zohledňující vlastnosti výztuže

0,8 pro pruty s velkou soudržností

1,6 pro pruty s hladkým povrchem

k₂ - součinitel zohledňující vlastnosti poměrného přetvoření

0,5 pro ohyb

1,0 pro prostý tah

k_t - součinitel závisící na době trvání zatížení

0,6 pro krátkodobé zatížení

0,4 pro dlouhodobé zatížení

Výška účinné plochy taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m]	0,07	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m ²]	0,07	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
Upravený poměr pevnosti v soudržnosti [-]	0,84	$\xi_1 = \sqrt{\xi}$
efektivní stupeň vyztužení [-]	0,006	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,460	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	- 0,0000	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
šířka trhliny [mm]	0,022	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,022 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

8.4. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B

8.4.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,25	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,25	m				

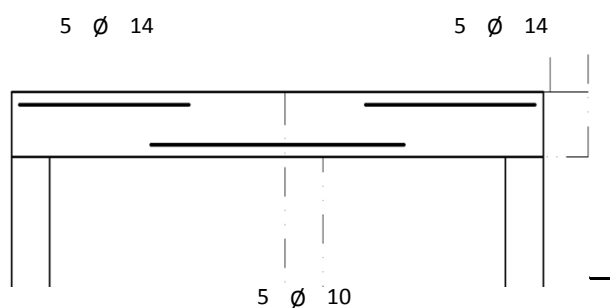
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	10	mm	průměr prutu	\emptyset_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm
	d_1	61	mm		d_2	63	mm
účinná výška průřezu	d	0,189	m	účinná výška průřezu	d	0,187	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,1847	m	rameno vnitřních sil	z	0,1786	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,06	0,617	VYHOVUJE	0,11	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
7,75	31,54	VYHOVUJE	30,83	59,78	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	10	á	200	mm	Navrženo	\emptyset	14	á	200	mm
----------	-------------	-----------	---	------------	----	----------	-------------	-----------	---	------------	----

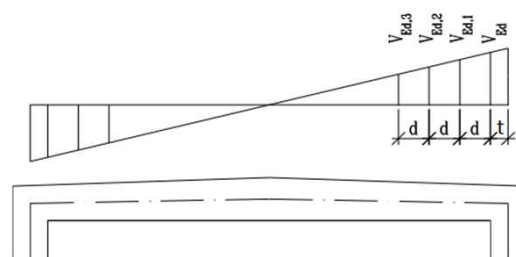
8.4.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 09: Ohybová výztuž - stropní deska - kabelovod - typ B

8.4.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	110,24	kN/m
V_{Ed}	=	101,76	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	88,94	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	76,12	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	63,29	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

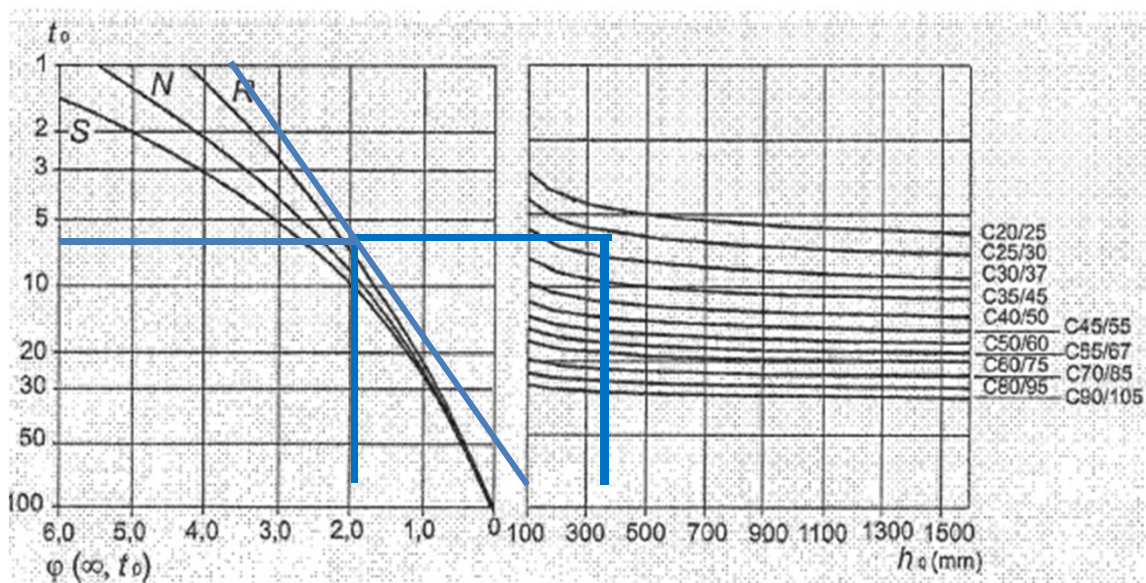
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	103,73	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0041	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 101,76 < 103,7

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

8.5. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B

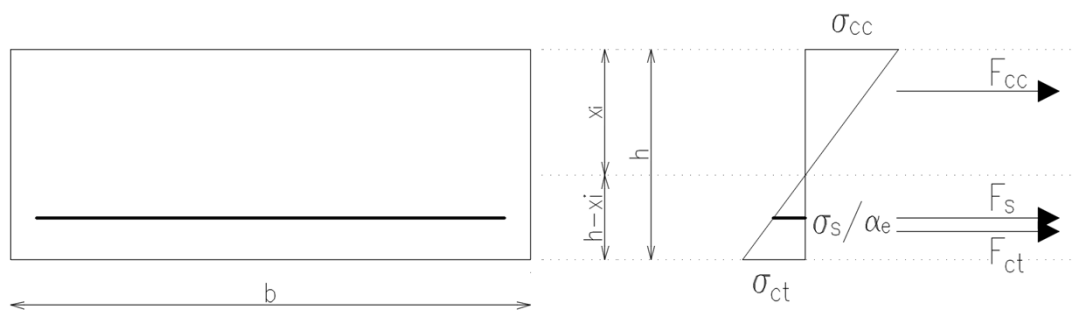
8.5.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,5	7	vnější	2,3

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	21	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

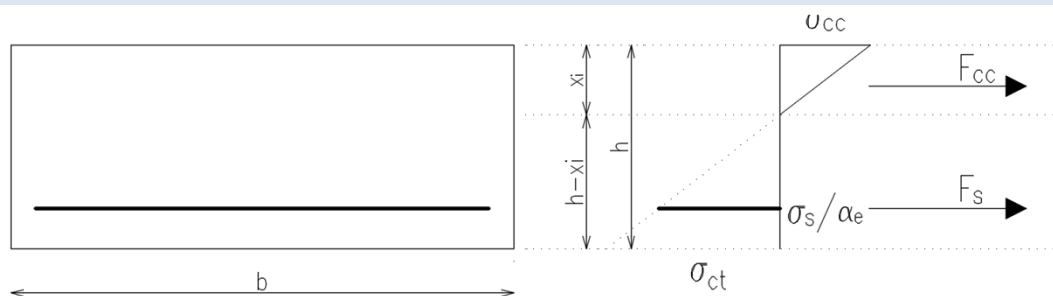
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,127	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,002	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0013	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	31,482	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **23,78** < 31,5

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-08	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

8.5.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$$F_{cc} = F_s$$

$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlínami [m]	0,0482	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0002	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-07	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

8.5.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	1	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	-0,7526	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0018	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-8,4626	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1923	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0007	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0029	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,709 < 2,900 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

8.5.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	5,62	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	3,90	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	1348,7	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	935,92	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 1,35 < 18,00 Mpa

NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 0,94 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	82754	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,1729	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	0	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 82,8 > 0,0 Mpa

VZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

8.5.6. Omezení šířky trhlin

Součinitele					$f_{ct,eff}$ [Mpa]
k_1	k_2	k_3	k_4	k_t	
0,8	0,5	3,4	0,425	0,6	0

k_1 - součinitel zohledňující vlastnosti výztuže

0,8 pro pruty s velkou soudržností

1,6 pro pruty s hladkým povrchem

k_2 - součinitel zohledňující vlastnosti poměrného přetvoření

0,5 pro ohyb

1,0 pro prostý tah

k_t - součinitel závisící na době trvání zatížení

0,6 pro krátkodobé zatížení

0,4 pro dlouhodobé zatížení

Výška účinné plochy taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m]	0,07	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m²]	0,07	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
Upravený poměr pevnosti v soudržnosti [-]	0,84	$\xi_1 = \sqrt{\xi}$
efektivní stupeň vyztužení [-]	0,006	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,482	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	- 0,0002	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
šířka trhliny [mm]	0,114	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,114 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

9. Posouzení betonových konstrukcí - stěny

9.1. Podrobné parametry betonu

Návrhová životnost [let]	Stupně vlivu prostředí				
	karbonatace	chloridy	mráz (moře)	mráz	chemie
100	XC2	XD1	-	XF2	XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zníněných kritérií:	S5
---	-----------

Krytí výztuže					
Vnitřní povrch			Vnější povrch		
$c_{min,1}$	$\Delta c_{dev,1}$	$c_{nom,1}$	$c_{min,2}$	$\Delta c_{dev,2}$	$c_{nom,2}$
40	10	50	40	10	50

Beton	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_c	f_{cd} [MPa]	η	λ
C30/37	30	1,00	1,50	20,00	1,00	0,80
f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	α_{ct}	$f_{ctk\,0,05}$ [MPa]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [GPa]	
38	2,9	1,00	2,00	3,5	33	

9.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A

9.2.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_{3,min} =$	0,25	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_{3,max} =$	0,25	m				

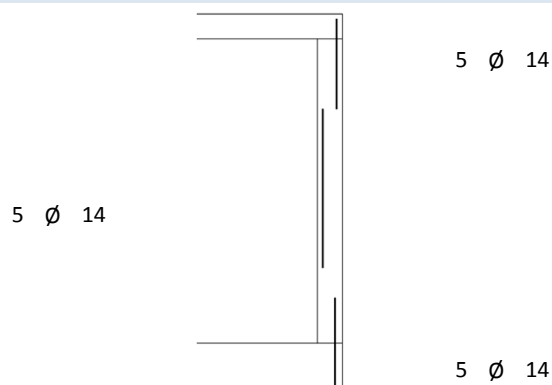
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	14	mm	průměr prutu	\emptyset_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	769,69	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm
	d_1	63	mm		d_2	63	mm
účinná výška průřezu	d	0,187	m	účinná výška průřezu	d	0,187	m
výška tlačené oblasti	x	0,0209	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,1786	m	rameno vnitřních sil	z	0,1786	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,11	0,617	VYHOVUJE	0,11	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
24,82	59,78	VYHOVUJE	50,55	59,78	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	14	á	200	mm	Navrženo	\emptyset	14	á	200	mm
----------	-------------	----	---	-----	----	----------	-------------	----	---	-----	----

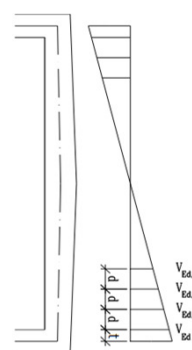
9.2.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 10: Ohybová výztuž - stěny - kabelovod - typ A

9.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	123,58	kN/m
V_{Ed}	=	101,11	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	84,30	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	67,50	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	50,69	kN/m
t	=	0,250	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

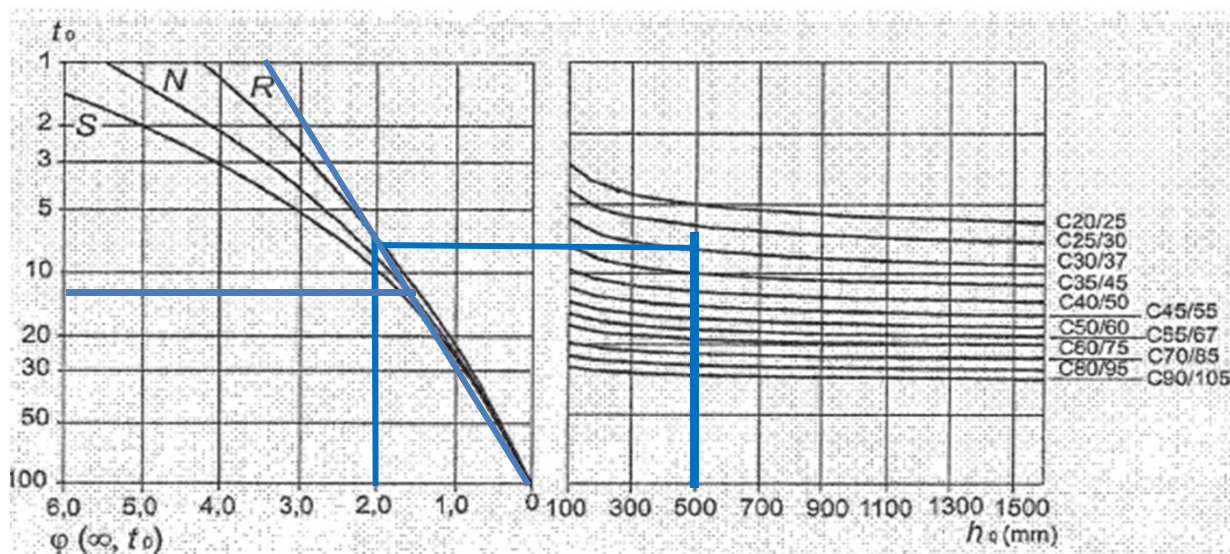
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	103,73	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d \geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0041	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 101,11 < 103,7

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

9.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A

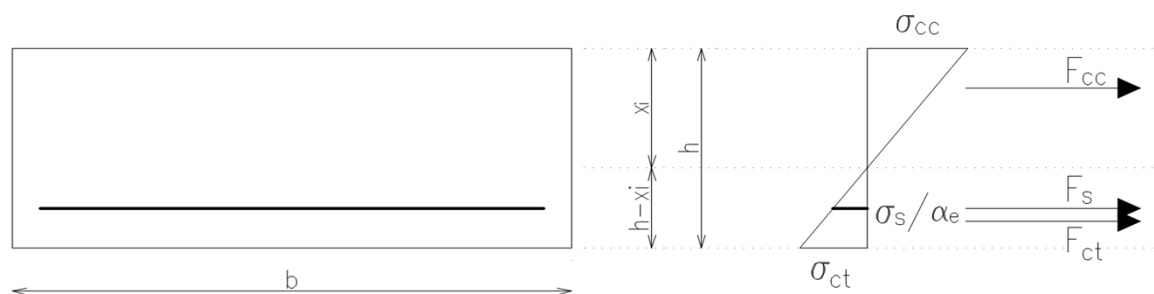
9.3.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,5	14	vnější	1,9

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	11,379	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	18,455	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

9.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

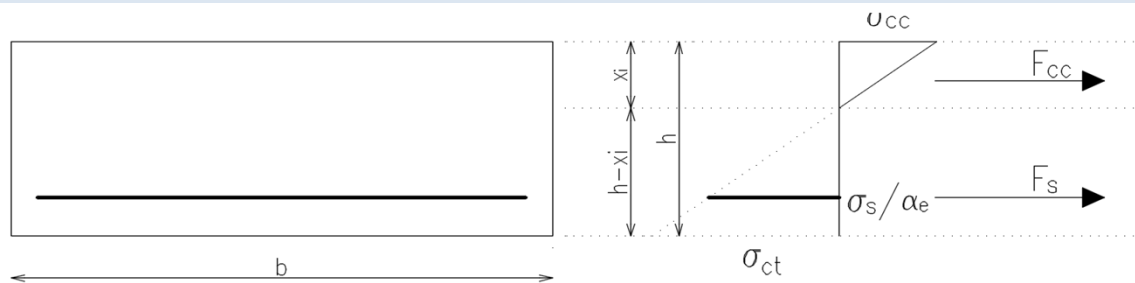
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1283	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0033	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0014	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	32,267	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **38,37** > 32,3

DOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-08	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

9.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$F_{cc} = F_s$	
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlínami [m]	0,0601	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0003	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	1E-07	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

9.3.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,6464	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0028	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-3,1681	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1372	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0026	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,005	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 2,646 < 5,250 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

9.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	18,86	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	18,09	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	3761,5	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	3608	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 3,76 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 3,61 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	146742	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,167	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 146,7 < 400,0 Mpa

NEVZNIKOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

9.3.6. Omezení šířky trhlin

Součinitele					$f_{ct,eff}$ [Mpa]
k_1	k_2	k_3	k_4	k_t	
0,8	0,5	3,4	0,425	0,4	2,9

k_1 - součinitel zohledňující vlastnosti výztuže

0,8 pro pruty s velkou soudržností

1,6 pro pruty s hladkým povrchem

k_2 - součinitel zohledňující vlastnosti poměrného přetvoření

0,5 pro ohyb

1,0 pro prostý tah

k_t - součinitel závisící na době trvání zatížení

0,6 pro krátkodobé zatížení

0,4 pro dlouhodobé zatížení

Výška účinné plochy taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m]	0,06	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m ²]	0,06	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
Upravený poměr pevnosti v soudržnosti [-]	0,84	$\xi_1 = \sqrt{\xi}$
efektivní stupeň vyztužení [-]	0,012	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,386	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	0,0002	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0004	
šířka trhliny [mm]	0,162	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,162 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

9.4. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B

9.4.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,25	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,25	m				

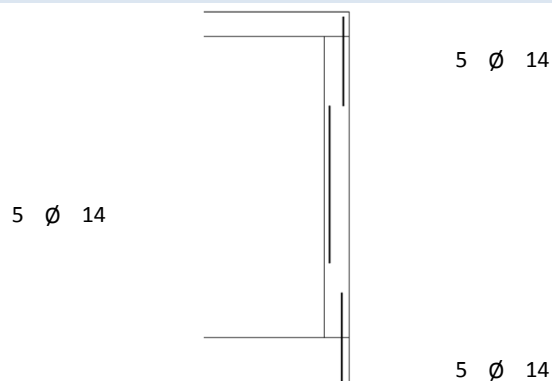
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	14	mm	průměr prutu	\varnothing_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	769,69	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm
	d_1	63	mm		d_2	63	mm
účinná výška průřezu	d	0,187	m	účinná výška průřezu	d	0,187	m
výška tlačené oblasti	x	0,0209	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,1786	m	rameno vnitřních sil	z	0,1786	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,11	0,617	VYHOVUJE	0,11	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
21,40	59,78	VYHOVUJE	46,44	59,78	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	14	á	200	mm	Navrženo	\varnothing	14	á	200	mm
----------	---------------	-----------	---	------------	----	----------	---------------	-----------	---	------------	----

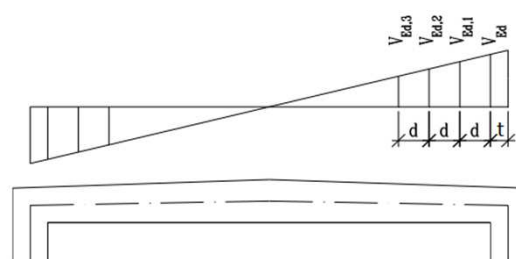
9.4.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 11: Ohybová výztuž - stěny - kabelovod - typ B

9.4.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	115,43	kN/m
V_{Ed}	=	94,05	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	78,06	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	62,08	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	46,09	kN/m
t	=	0,250	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

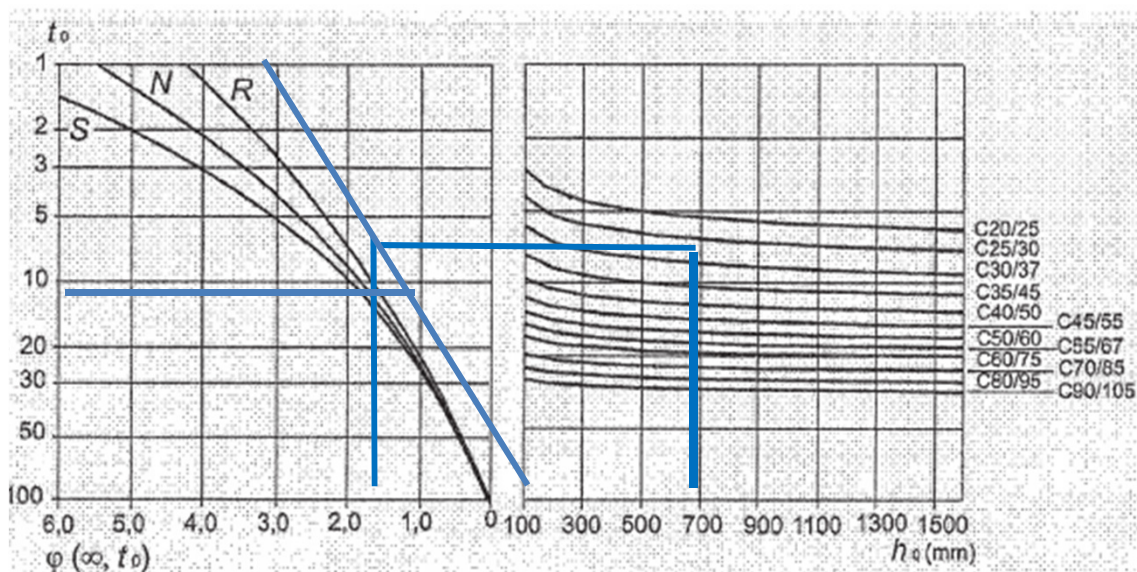
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	103,73	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0041	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 94,05 < 103,7

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

9.5. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B

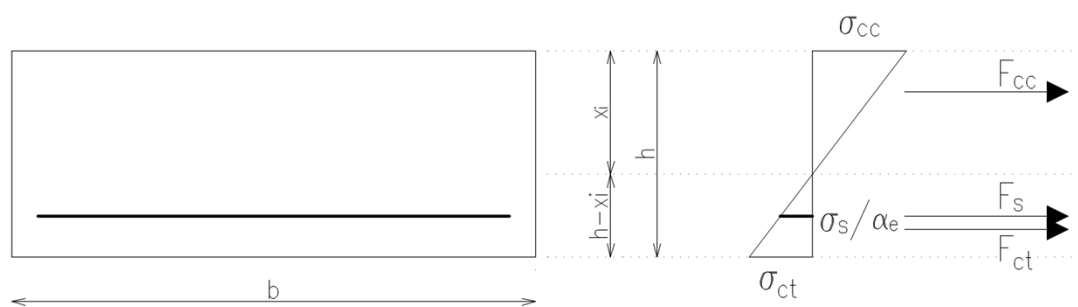
9.3.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,5	14	vnější	1,9

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	11,379	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	18,455	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

9.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

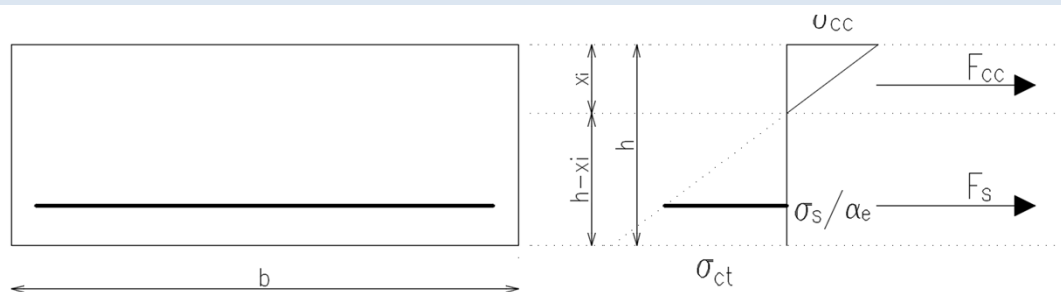
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1283	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0033	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0014	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	32,267	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **36,53** > 32,3

DOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-08	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

9.5.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$F_{cc} = F_s$	
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlínami [m]	0,0601	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0003	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	1E-07	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

9.5.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,6099	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0026	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	4,3514	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,0588	$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0003	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0052	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,317 < 5,150 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

9.5.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	16,79	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	13,99	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	3348,7	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2790,2	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 3,35 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 2,79 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	130636	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,167	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 130,6 < 400,0 Mpa

NEVZNIKOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

9.5.6. Omezení šířky trhlin

Součinitele					$f_{ct,eff}$ [Mpa]
k_1	k_2	k_3	k_4	k_t	
0,8	0,5	3,4	0,425	0,6	2,9

k_1 - součinitel zohledňující vlastnosti výztuže

0,8 pro pruty s velkou soudržností

1,6 pro pruty s hladkým povrchem

k_2 - součinitel zohledňující vlastnosti poměrného přetvoření

0,5 pro ohyb

1,0 pro prostý tah

k_t - součinitel závisící na době trvání zatížení

0,6 pro krátkodobé zatížení

0,4 pro dlouhodobé zatížení

Výška účinné plochy taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m]	0,06	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m²]	0,06	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
Upravený poměr pevnosti v soudržnosti [-]	0,84	$\xi_1 = \sqrt{\xi}$
efektivní stupeň vyztužení [-]	0,012	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,386	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	-0,0001	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0004	
šířka trhliny [mm]	0,144	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,144 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

10. Posouzení betonových konstrukcí - spodní deska

10.1. Podrobné parametry betonu

Návrhová životnost [let]	Stupně vlivu prostředí				
	karbonatace	chloridy	mráz (moře)	mráz	chemie
100	XC2	XD1	-	XF2	XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zníněných kritérií:	S4
---	-----------

Krytí výztuže					
Vnitřní povrch			Vnější povrch		
$c_{min,1}$	$\Delta c_{dev,1}$	$c_{nom,1}$	$c_{min,2}$	$\Delta c_{dev,2}$	$c_{nom,2}$
40	10	50	40	10	50

Beton	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_c	f_{cd} [MPa]	η	λ
C30/37	30	1,00	1,50	20,00	1,00	0,80
f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	α_{ct}	$f_{ctk\,0,05}$ [MPa]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [GPa]	
38	2,9	1,00	2,00	3,5	33	

10.2. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ A

10.2.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_{4,min} =$	0,50	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_{4,max} =$	0,50	m				

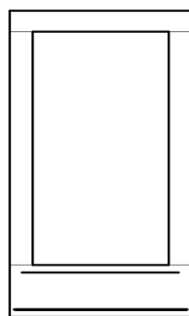
výztuž horní povrch				výztuž spodní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm
	d_1	61	mm		d_2	63	mm
účinná výška průřezu	d	0,439	m	účinná výška průřezu	d	0,437	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,4347	m	rameno vnitřních sil	z	0,4286	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,02	0,617	VYHOVUJE	0,05	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
-	74,23	KONSTRUKČNÍ	50,55	143,44	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	10	á	200	mm	Navrženo	\varnothing	14	á	200	mm
----------	---------------	----	---	-----	----	----------	---------------	----	---	-----	----

10.2.2. Schema rozmístění výztuže



horní výztuž konstrukční

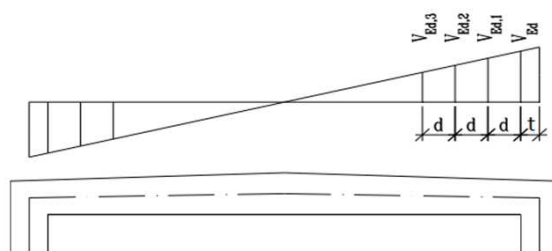
5 Ø 14

5 Ø 14

Obr. 12: Ohybová výztuž - základová deska - kabelovod - typ A

10.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	84,88	kN/m
V_{Ed}	=	70,25	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	18,85	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	-32,55	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	-83,94	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

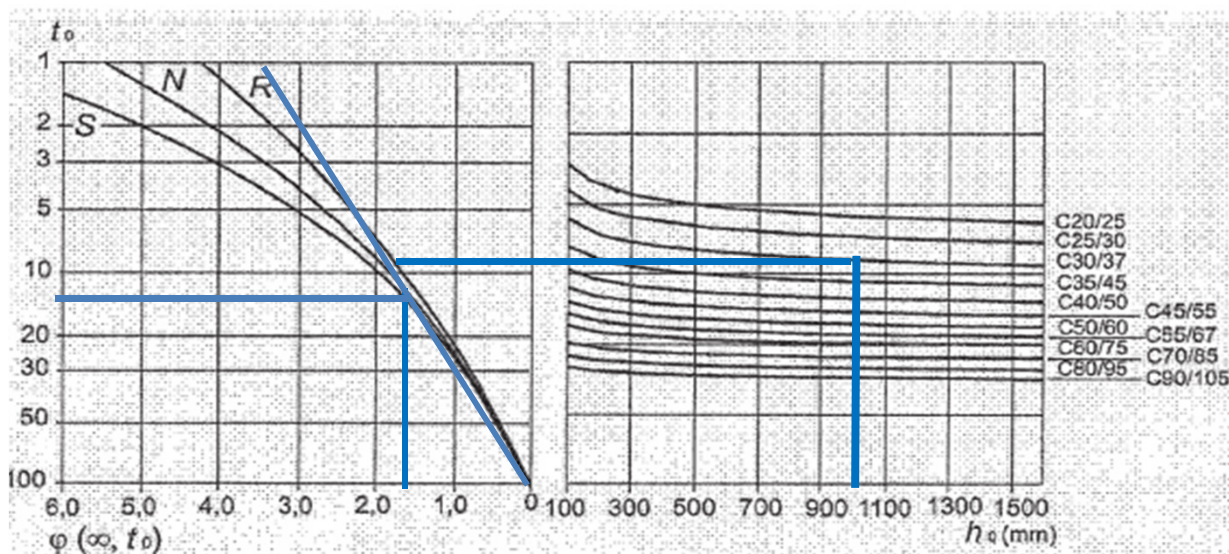
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	153,13	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6765	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0018	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	270,54	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 84,88 < 153,1

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

10.3. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ A

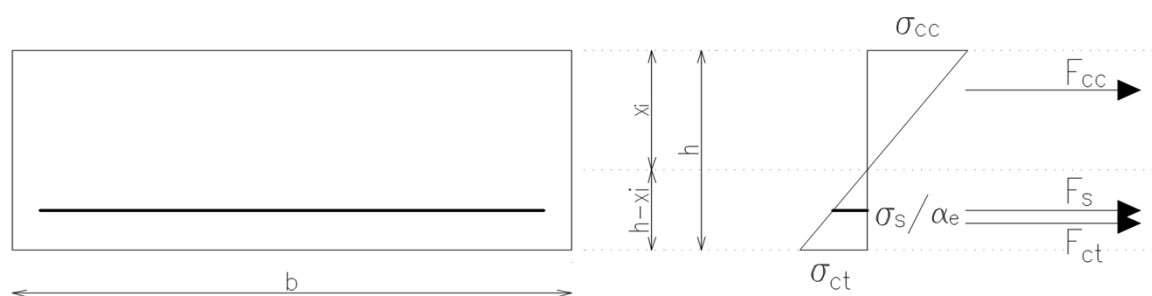
10.3.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
1	14	vnější	1,6

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	12,692	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	16,545	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

10.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

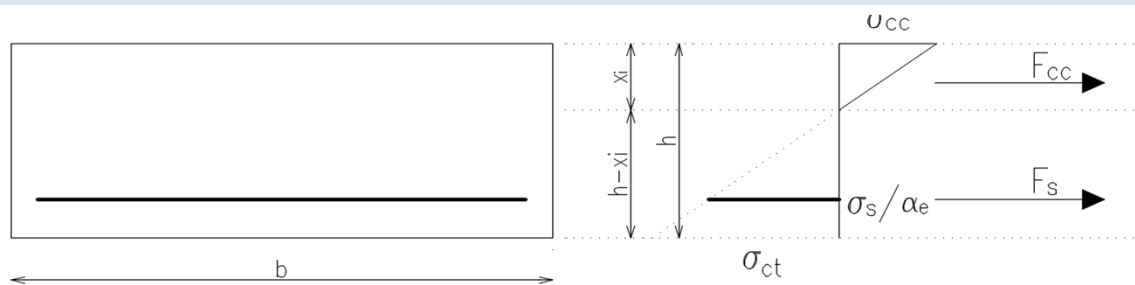
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,2524	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0024	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0106	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	124,7	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **38,37** < 124,7

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	3E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

10.3.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$F_{cc} = F_s$	
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlinami [m]	0,0693	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,001	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	3E-08	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

10.3.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	-4,2811	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	-0,0044	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	4,9161	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,053	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,001	
limitní průhyb [m]	0,0029	$\delta_{lim} = \frac{1}{500}l$

Posouzení: 1,000 < 2,900 mm **PRŮHYB VYHOVUJE**

10.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	15,61	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	15,33	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	1083	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}}x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	1063,6	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}}x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 1,08 < 18,00 Mpa **NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY**

Posouzení: 1,06 < 13,50 Mpa **LZE PŘEDPOKLÁDAT LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ**

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	95578	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlinami [m]	0,4159	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 95,6 < 400,0 Mpa **NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE**

10.4. Shrnutí výztužení kabelovodu - typ A

Prvek	Namáhání	pozice/druh	počet	průměr	osová vzdálenost		
Stropní deska	ohyb	vnitřní povrch	5	10	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		
Stěny	ohyb	vnitřní povrch	5	14	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		
Základová deska	ohyb	vnitřní povrch	5	10	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		

Tab. 17: Výztuž - kabelovod - typ A

10.5. Mezní stav únosnosti - kabelovod - typ B

10.5.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,50	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,50	m				

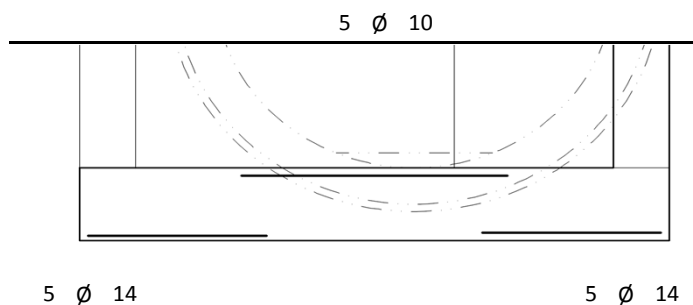
výztuž horní povrch				výztuž spodní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm
	d_1	61	mm		d_2	63	mm
účinná výška průřezu	d	0,439	m	účinná výška průřezu	d	0,437	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0209	m
rameno vnitřních sil	z	0,4347	m	rameno vnitřních sil	z	0,4286	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,02	0,617	VYHOVUJE	0,05	0,617	VYHOVUJE

Ověření momentové únosnosti			Ověření momentové únosnosti		
$M_{Ed,int,1}$ [kNm/m]	$M_{Rd,int}$ [kNm/m]		$M_{Ed,ext,2}$ [kNm/m]	$M_{Rd,ext}$ [kNm/m]	
4,24	74,23	VYHOVUJE	46,44	143,44	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	10	á	200	mm	Navrženo	\varnothing	14	á	200	mm
----------	---------------	----	---	-----	----	----------	---------------	----	---	-----	----

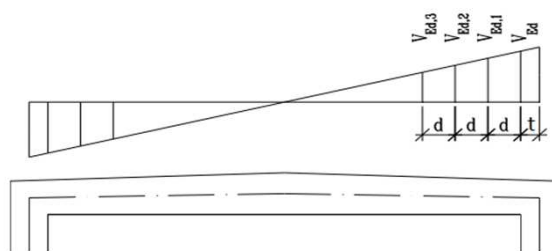
10.5.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 13: Ohybová výztuž - základová deska - kabelovod - typ B

10.5.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	116,26	kN/m
V_{Ed}	=	96,22	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	25,82	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	-44,58	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	-114,98	kN/m
t	=	0,250	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

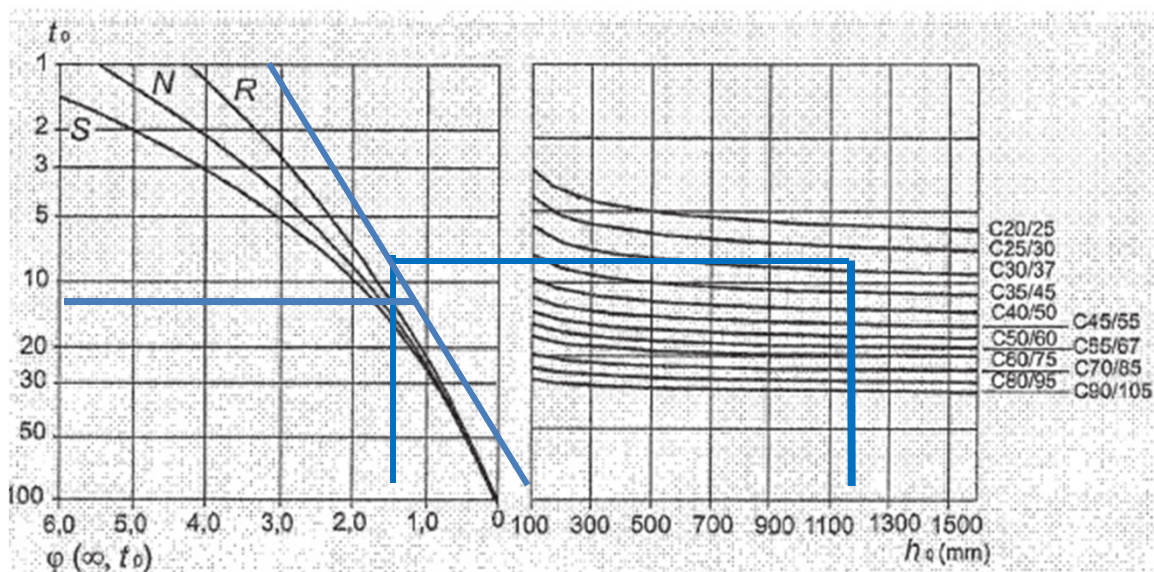
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	153,13	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6765	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0018	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	0	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 116,26 < 153,1

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

10.6. Mezní stav použitelnosti - kabelovod - typ B

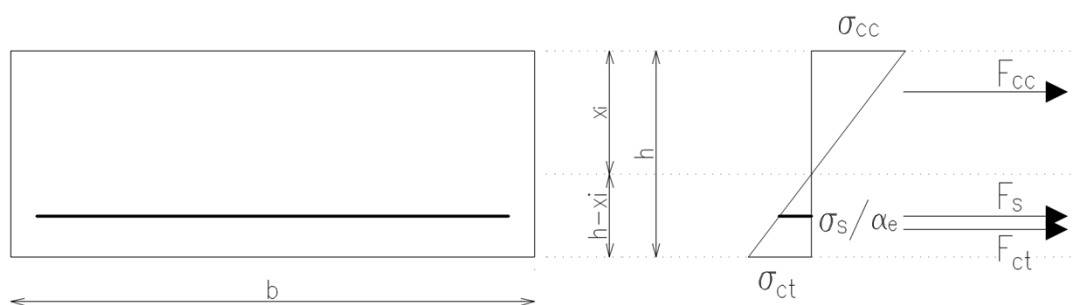
10.6.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
1	14	vnější	1,8

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	11,786	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	17,818	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

10.6.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



$F_{cc} = F_s + F_{ct}$		
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$	$F_{ct} = \frac{1}{2} b \cdot (h - x_i) \cdot \sigma_{ct}$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$	$\sigma_{ct} = \sigma_{ct}$

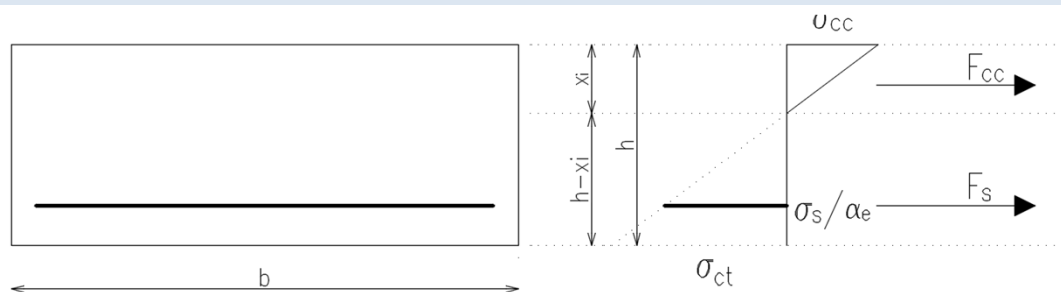
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,2526	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0026	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0107	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	125	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **30,61** < 125,0

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	3E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

10.6.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou



$F_{cc} = F_s$	
$F_{cc} = \frac{1}{2} b \cdot x_i \cdot \sigma_{cc}$	$F_s = A_s \cdot \sigma_s$
$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \frac{x_i}{h - x_i}$	$\sigma_s = \alpha_e \cdot \sigma_{ct} \frac{d - x_i}{h - x_i}$

poloha těžiště průřezu s trhlínami [m]	0,0717	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0011	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	3E-08	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

10.6.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	-7,3376	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	-0,0057	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	16,636	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	-0,0691	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0029	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,000 < 2,900 mm **PRŮHYB VYHOVUJE**

10.6.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	3,68	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	3,68	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	247,31	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	247,31	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
Přípustné tlakové napětí v betonu před vznikem podélné trhliny [kPa]	18000	$0,6 \cdot f_{ck}$
Přípustné napětí v betonu pro uvažování lineárního dotvarování [kPa]	13500	$0,45 \cdot f_{ck}$

Posouzení: 0,25 < 18,00 Mpa **NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY**

Posouzení: 0,25 < 13,50 Mpa **LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ**

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	22575	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,4151	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 22,6 < 400,0 Mpa **NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE**

10.7. Shrnutí vyztužení kabelovodu - typ B

Prvek	Namáhání	pozice/druh	počet	průměr	osová vzdálenost		
Stropní deska	ohyb	vnitřní povrch	5	10	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		
Stěny	ohyb	vnitřní povrch	5	14	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		
Základová deska	ohyb	vnitřní povrch	5	10	200		
		vnější povrch	5	14	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		

Tab. 18: Výztuž - kabelovod - typ B

11. Trysková injektáž

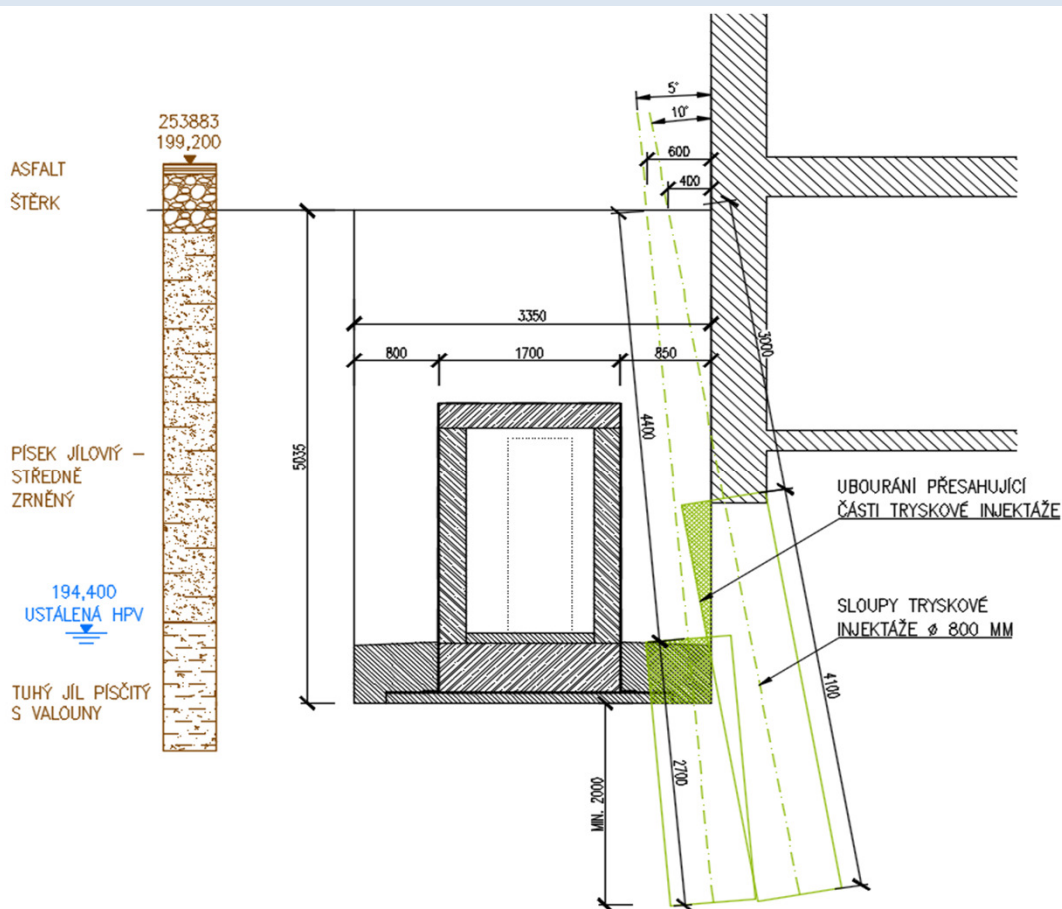
11.1. Podchycení ST objektu - výpočet

11.1.1. Geologické poměry + parametry sloupů tryskové injektáže

Zemina	$\gamma_{d,k}$ [kN/m ³]	$\phi_{ef,k}$ [°]	$c_{ef,k}$ [kN/m ²]	$\phi_{u,k}$ [°]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	ν [-]	E_{def} [MPa]
TI	20	41	1100	-	-	0,25	5000
S5 - ulehlá	18,5	27	8	-	-	0,35	8
F4 - tuhá	18,5	24,5	14	-	-	0,35	10

*parametry zemin byly převzaty z tabulek - **nutno ověřit**

11.1.2. Model



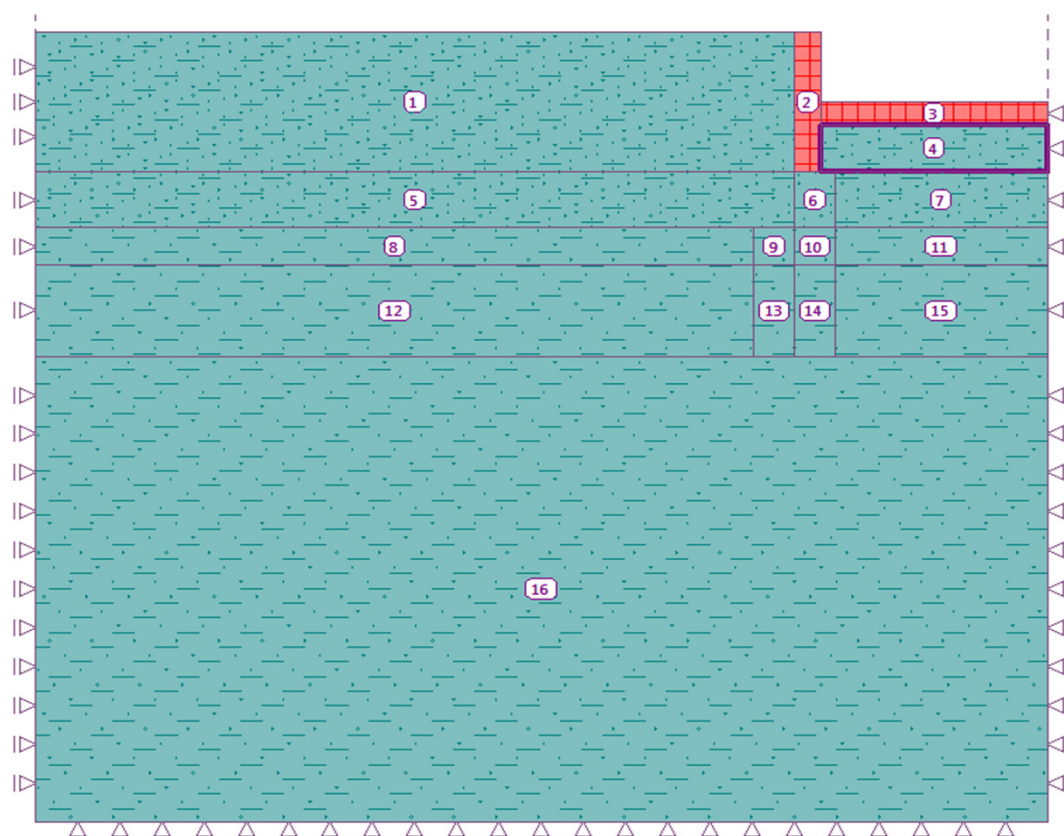
Obr. 14: Řez stávajícím objektem v místě tryskové injektáže

11.1.3. Zatížení

	Objemová tíha [kN/m ³]	plocha z výkresu [m ²]	charakteristická hodnota zatížení [kN/m]
předpokládané zatížení objektem (stálé)	26	12	312

	zatížení [kN/m ²]	délka * počet pater [m]	char. zatížení [kN/m]
užitné zatížení	2	9,4	18,8

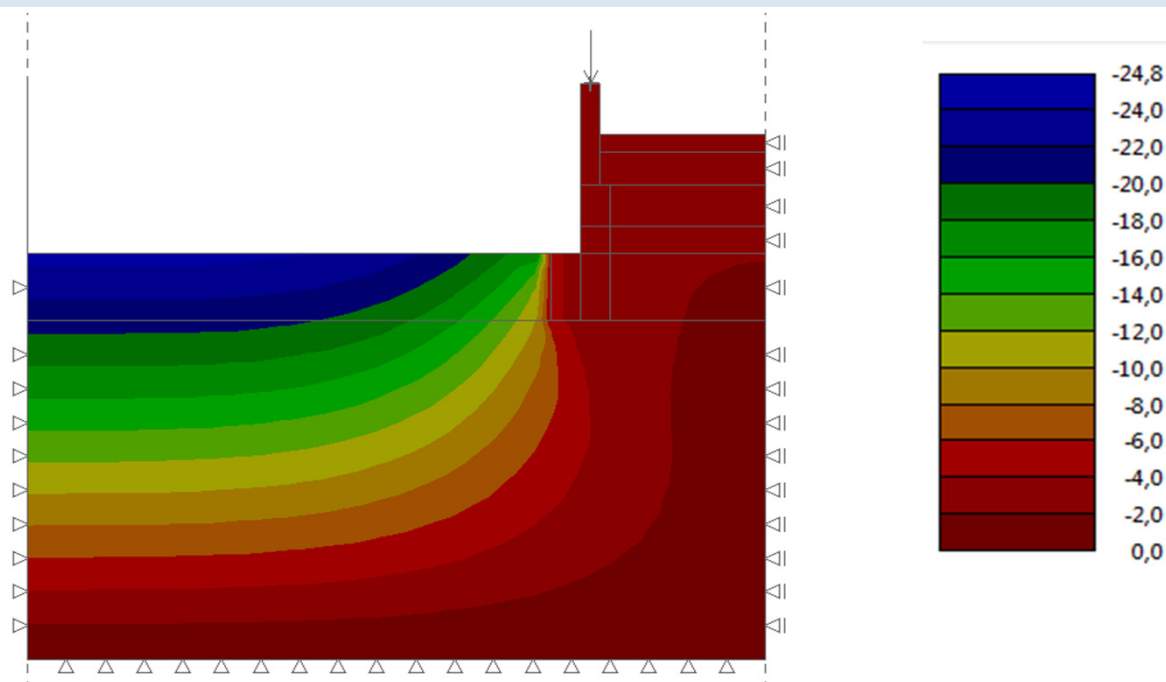
11.1.4. Model MKP



Obr. 15: Model vytvořený v programu GEO - MKP

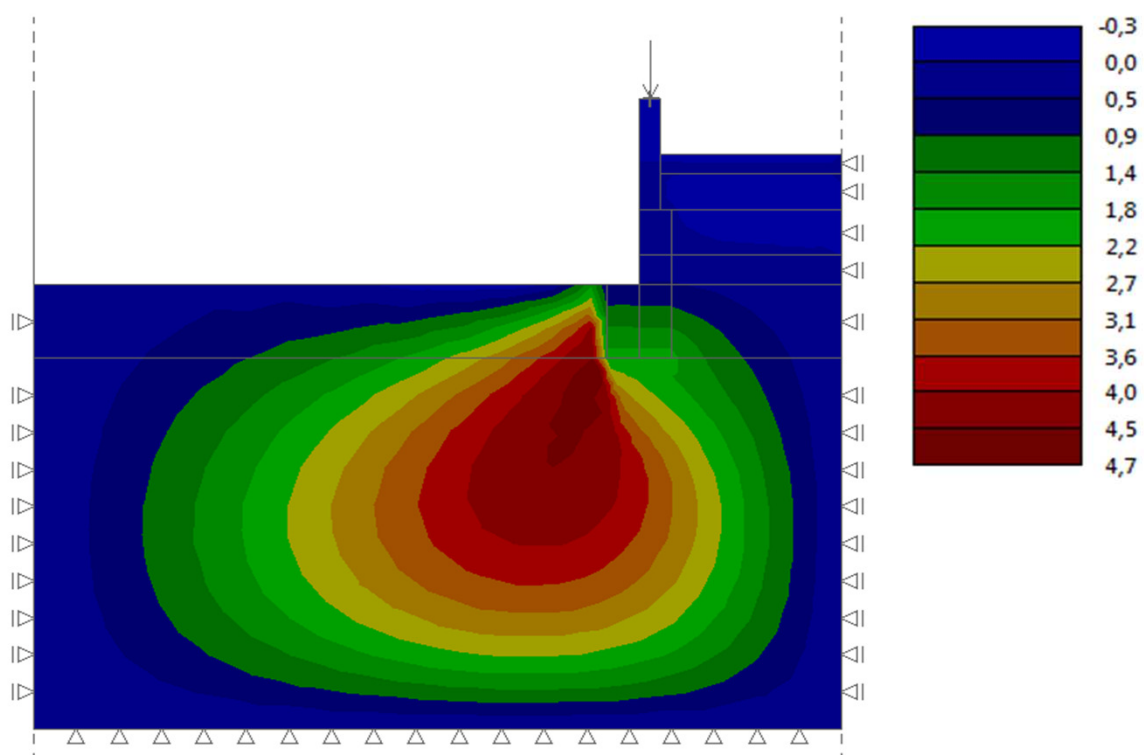
11.2. Podchycení ST objektu - výsledky

11.2.1. Svislá deformace



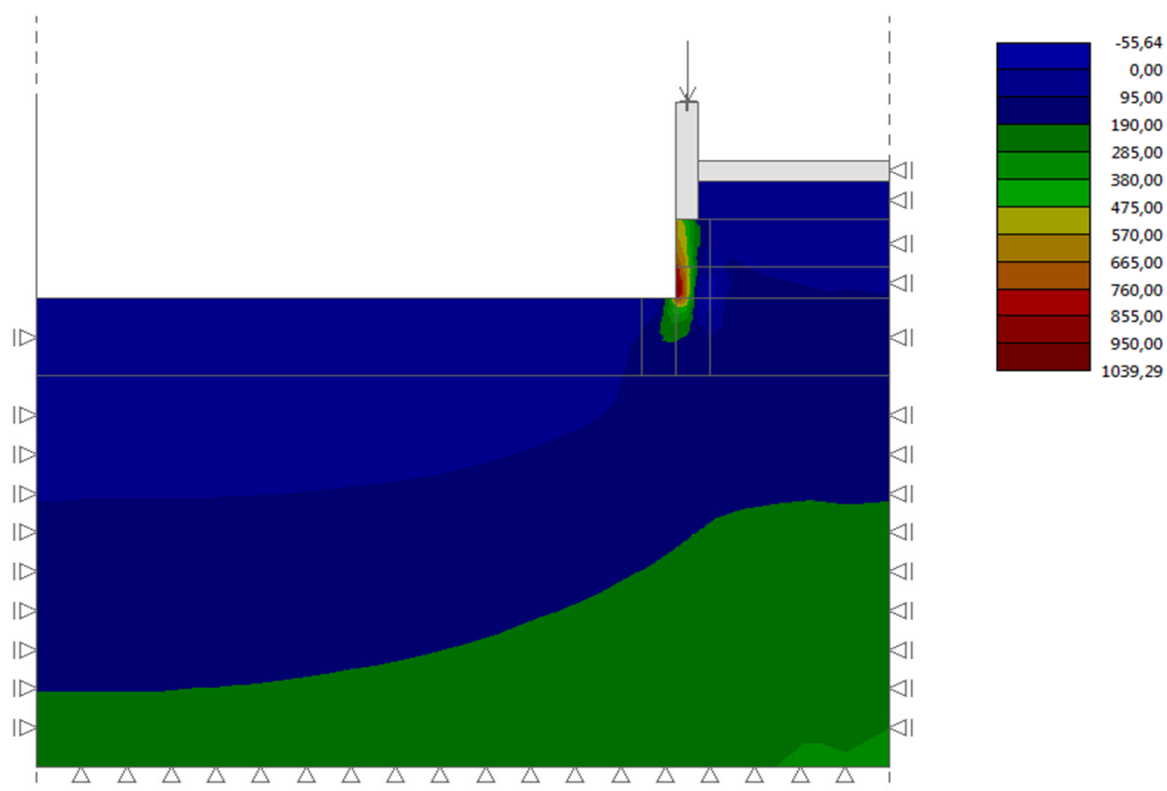
Obr. 16: Svislá deformace sloupů tryskové injektáže

11.2.2. Vodorovná deformace



Obr. 17: Vodorovná deformace sloupů tryskové injektáže

11.2.3. Svislé napětí



Obr. 18: Svislé napětí

11.3. Podchycení ST objektu - Závěr

Sloupy tryskové injektáže vykazují v modelu téměř nulovou deformaci a proto není nutno stěnu kotvit. Sloupy z tryskové injektáže musí zasahovat min. 2 m pod dno stavební jámy.

Průměr je navržen 800 mm a je nutno aby se překrývaly a vytvořili tak souvislý základ stávajícího ST objektu v místě, kde je objekt podsklepen a v blízkosti stavební jámy.

Pevnost sloupů musí být min 5 Mpa.