

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 ŠACHTY	Formát: -
	Verze: 01 Část: D.2.1.9.1 Č. přílohy: 14.3

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. Šachta č. 1
 - 3.1.1. Výkresové schéma
 - 3.1.2. Model MKP
 - 3.2. Šachta č. 2
 - 3.2.1. Výkresové schéma
 - 3.2.2. Model MKP
 - 3.3. Šachta č. 3
 - 3.3.1. Výkresové schéma
 - 3.3.2. Model MKP
 - 3.4. Šachta č. 4
 - 3.4.1. Výkresové schéma
 - 3.4.2. 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 šachty č. 1
 - 5.2.1. Stálé zatížení
 - 5.2.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.2.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.2.4. Hydrostatický tlak
 - 5.2.5. Přetížení povrchu
 - 5.2.6. Přetížení - dav lidí
 - 5.2.7. Přetížení - kolejová doprava
 - 5.3. Zatížení šachty č. 2
 - 5.3.1. Stálé zatížení
 - 5.3.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.3.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.3.4. Hydrostatický tlak
 - 5.3.5. Přetížení povrchu
 - 5.3.6. Přetížení - dav lidí
 - 5.4. Zatížení šachty č. 3
 - 5.4.1. Stálé zatížení
 - 5.4.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.4.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.3.4. Hydrostatický tlak
 - 5.3.5. Přetížení povrchu

- 5.3.6. Přetížení - dav lidí/kolejová doprava
- 5.5. Zatížení šachty č. 4
 - 5.5.1. Stálé zatížení
 - 5.5.2. Ostatní stálé zatížení
 - 5.5.3. Zatížení konstrukcí zemním tlakem v klidu
 - 5.5.4. Hydrostatický tlak
 - 5.5.5. Přetížení povrchu
 - 5.5.6. Přetížení - dav lidí/kolejová doprava
- 6. Kombinace
 - 6.1. Mezní stav únosnosti
 - 6.2. Mezní stav únosnosti
- 7. Vnitřní síly a deformace
 - 7.1. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 1
 - 7.2. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 1 - grafické výstupy
 - 7.2.1. Základová deska
 - 7.2.2. Stěny
 - 7.2.3. Stropní deska
 - 7.3. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 1
 - 7.4. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2
 - 7.5. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy
 - 7.5.1. Základová deska
 - 7.5.2. Stěny
 - 7.5.3. Stropní deska
 - 7.6. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 2
 - 7.7. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 3
 - 7.8. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy
 - 7.8.1. Základová deska
 - 7.8.2. Stěny
 - 7.8.3. Stropní deska
 - 7.9. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 3
 - 7.10. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 4
 - 7.11. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy
 - 7.11.1. Základová deska
 - 7.11.2. Stěny
 - 7.11.3. Stropní deska
 - 7.12. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 4
- 8. Posouzení betonových konstrukcí - stropní deska
 - 8.1. Podrobné parametry betonu
 - 8.2. Mezní stav únosnosti - šachta č. 1
 - 8.2.1. Ohyb
 - 8.2.2. Schema rozmístění výztuže
 - 8.2.3. Smyk
 - 8.3. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 1
 - 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 - šachta č. 2

- 8.4.1. Ohyb
- 8.4.2. Schema rozmístění výztuže
- 8.4.3 Smyk
- 8.5. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2
 - 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
- 8.6. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3 - hlavní stropní deska
 - 8.6.1. Ohyb
 - 8.6.2. Schema rozmístění výztuže
 - 8.6.3 Smyk
- 8.7. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2
 - 8.7.1. Stanovení základních parametrů
 - 8.7.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 8.7.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou
 - 8.7.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou
 - 8.7.5. Omezení napětí
 - 8.7.6. Omezení šířky trhlin
- 8.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4
 - 8.8.1. Ohyb
 - 8.8.2. Schema rozmístění výztuže
 - 8.8.3 Smyk
- 8.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4
 - 8.9.1. Stanovení základních parametrů
 - 8.9.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 8.9.3. Posouzení průhybů
- 9. Posouzení betonových konstrukcí - stěny
 - 9.1. Podrobné parametry betonu
 - 9.2. Mezní stav únosnosti - šachta č. 1
 - 9.2.1. Ohyb
 - 9.2.2. Schema rozmístění výztuže
 - 9.2.3 Smyk
 - 9.3. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 1
 - 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 - šachta č. 2
 - 9.4.1. Ohyb
 - 9.4.2. Schema rozmístění výztuže
 - 9.4.3 Smyk
 - 9.5. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2
 - 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
- 9.6. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3
 - 9.6.1. Ohyb
 - 9.6.2. Schema rozmístění výztuže
 - 9.6.3. Smyk
- 9.7. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 3
 - 9.7.1. Stanovení základních parametrů
 - 9.7.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 9.7.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou
 - 9.7.4. Průhyb ve středu nosníku
 - 9.7.5. Omezení napětí
 - 9.7.6. Omezení šířky trhlin
- 9.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4
 - 9.8.1. Ohyb
 - 9.8.2. Schema rozmístění výztuže
 - 9.8.3. Smyk
- 9.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4
 - 9.9.1. Stanovení základních parametrů
 - 9.9.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin
 - 9.9.3. Posouzení průhybů
- 10. Posouzení betonových konstrukcí - spodní deska
 - 10.1. Podrobné parametry betonu
 - 10.2. Mezní stav únosnosti
 - 10.2.1. Ohyb
 - 10.2.2. Schema rozmístění výztuže
 - 10.2.3. Smyk
 - 10.3. Mezní stav použitelnosti
 - 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 šachty č. 1**
 - 10.5. Mezní stav únosnosti - šachta č. 2
 - 10.5.1. Ohyb
 - 10.5.2. Schema rozmístění výztuže
 - 10.5.3. Smyk
 - 10.6. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2
 - 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 šachty č. 2**
 - 10.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3
 - 10.8.1. Ohyb
 - 10.8.2. Schema rozmístění výztuže
 - 10.8.3. Smyk

10.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 3

10.9.1. Stanovení základních parametrů

10.9.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

10.9.3. Výpočet ideálního charakteristického průřezu s trhlinou

10.9.4. Průhyb ve středu nosníku

10.9.5. Omezení napětí

10.10. Shrnutí vyztužení šachty č. 3

10.11. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4

10.11.1. Ohyb

10.11.2. Schema rozmístění výztuže

10.11.3. Smyk

10.12. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4

10.12.1. Stanovení základních parametrů

10.12.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

10.12.5. Posouzení průhybů

10.13. Shrnutí vyztužení šachty č. 4

Seznam tabulek

Tab. 01: Normy a reference
Tab. 02: Seznam výkresů a zpráv
Tab. 03: Použité programy
Tab. 04: Rozměry šachty č. 1
Tab. 05: Rozměry šachty č. 2
Tab. 06: Rozměry šachty č. 3
Tab. 07: Rozměry šachty č. 4
Tab. 08: Základní charakteristiky použitého betonu
Tab. 09: Základní charakteristiky použité betonářské oceli
Tab. 10: Základní geotechnické parametry - nutno ověřit před zahájením výstavby!
Tab. 11: Kombinační vzorce
Tab. 12: Součinitele zatížení
Tab. 13: Kombinace MSÚ
Tab. 14: Kombinace MSP
Tab. 15a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 1
Tab. 15b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 1
Tab. 15c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 1
Tab. 15d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 1
Tab. 16a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 1
Tab. 16b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 1
Tab. 16c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 1
Tab. 17a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 2
Tab. 17b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 2
Tab. 17c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 2
Tab. 17d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 2
Tab. 18a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 2
Tab. 18b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 2
Tab. 18c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 2
Tab. 19a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 3
Tab. 19b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 3
Tab. 19c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 3
Tab. 19d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 3
Tab. 20a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 3
Tab. 20b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 3
Tab. 20c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 3
Tab. 21a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 4
Tab. 21b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 4
Tab. 21c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 4
Tab. 21d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 4
Tab. 22a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 1
Tab. 22b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 4
Tab. 22c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 4
Tab. 23: Výztuž - šachta č. 1
Tab. 24: Výztuž - šachta č.2
Tab. 25: Výztuž - šachta č.3
Tab. 26: Výztuž - šachta č.4

Seznam obrázků

- Obr. 01: Řezy šachtou č. 1
- Obr. 02a: Půdorys šachty č. 1
- Obr. 02b: Model šachty č. 1
- Obr. 03: Řezy šachtou č. 2
- Obr. 04a: Půdorys šachty č. 2
- Obr. 04b: Model šachty č. 2
- Obr. 05: Řezy šachtou č. 3
- Obr. 06a: Půdorys šachty č. 3
- Obr. 06b: Model šachty č. 3
- Obr. 07: Řezy šachtou č. 4
- Obr. 08a: Půdorys šachty č. 4
- Obr. 08b: Model šachty č. 4
- Obr. 09: Ostatní stálé zatížení - šachta č. 1
- Obr. 10: Zemní tlak v klidu - šachta č. 1
- Obr. 11: Hydrostatický tlak - šachta č. 1
- Obr. 12: Přetížení povrchu - šachta č. 1
- Obr. 13: Přetížení - dav lidí - šachta č. 1
- Obr. 14: Zemní tlak v klidu - šachta č. 2
- Obr. 15: Hydrostatický tlak - šachta č. 2
- Obr. 16: Přetížení povrchu - šachta č. 2
- Obr. 17: Přetížení - dav lidí - šachta č. 2
- Obr. 18: Zemní tlak v klidu - šachta č. 3
- Obr. 19: Hydrostatický tlak - šachta č. 3
- Obr. 20: Přetížení - dav lidí/kolejová doprava - šachta č. 3
- Obr. 21: Zemní tlak v klidu - šachta č. 4
- Obr. 22: Přetížení povrchu - šachta č. 4
- Obr. 23: Přetížení - dav lidí/kolejová doprava - šachta č. 4
- Obr. 24: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 1
- Obr. 25a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 1
- Obr. 25b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 1
- Obr. 25c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 1
- Obr. 26a: Normálová síla - stěny - šachta č. 1
- Obr. 26b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 1
- Obr. 26c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 1
- Obr. 27a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 1
- Obr. 27b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 1
- Obr. 27c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 1
- Obr. 28: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 2
- Obr. 29a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 2
- Obr. 29b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 2
- Obr. 29c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 2
- Obr. 30a: Normálová síla - stěny - šachta č. 2
- Obr. 30b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 2
- Obr. 30c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 2
- Obr. 31a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 2
- Obr. 31b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 2
- Obr. 31c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 2

Obr. 32: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 3

Obr. 33a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 3

Obr. 33b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 3

Obr. 33c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 3

Obr. 34a: Normálová síla - stěny - šachta č. 3

Obr. 34b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 3

Obr. 34c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 3

Obr. 35a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 3

Obr. 35b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 3

Obr. 35c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 3

Obr. 36: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 4

Obr. 37a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 4

Obr. 37b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 4

Obr. 37c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 4

Obr. 38a: Normálová síla - stěny - šachta č. 4

Obr. 38b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 4

Obr. 38c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 4

Obr. 39a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 4

Obr. 39b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 4

Obr. 39c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 4

Obr. 40: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 1

Obr. 41: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 2

Obr. 42: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 3

Obr. 43: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 4

Obr. 44: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 1

Obr. 45: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 2

Obr. 46: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 3

Obr. 47: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 4

Obr. 48: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 1

Obr. 49: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 2

Obr. 50: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 3

Obr. 51: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 4

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 - šachty
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) + projektová dokumentace pro provádění stavby (PDPS)
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
Trafový 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. Leděčko 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.

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 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
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	Půdorysy
D.2.1.9.1.4	Řezy
D.2.1.9.1.5	Výkresy tvaru
D.2.1.9.1.6	Výkresy výztuže
D.2.1.9.1.7	Detaily

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
AutoCad 2016	Výkresová dokumentace, obrázky

Tab. 03: Použité programy

2.3 Metodika výpočtu

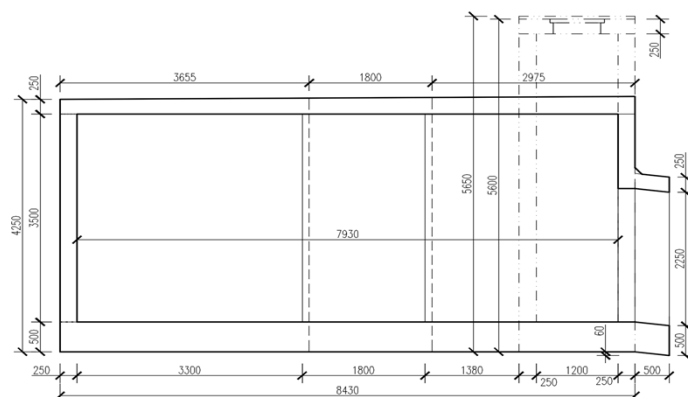
V programu SCIA Engineer 16.1 byly vytvořeny 3D modely železobetonových šachet. Podloží bylo modelováno pomocí pružných plošných podpor. Stěny a desky pomocí plošných prvků. Následně bylo provedeno posouzení konstrukcí v programu MS Excel 2010 dle platných norem.

Zajištění stavebních jam je posuzováno v samostatném statickém výpočtu.

3. Geometrie Konstrukcí

3.1 Šachta č. 1

3.1.1. Výkresové schéma

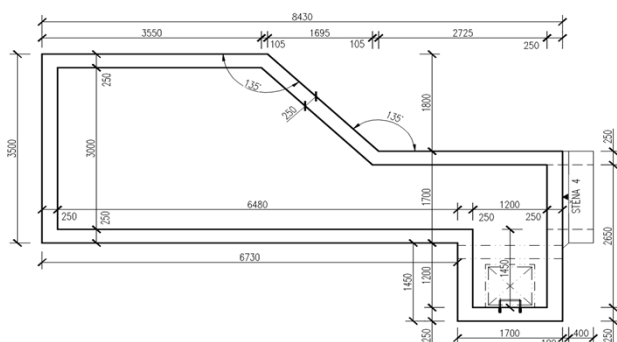


Obr. 01: Řezy šachtou č. 1

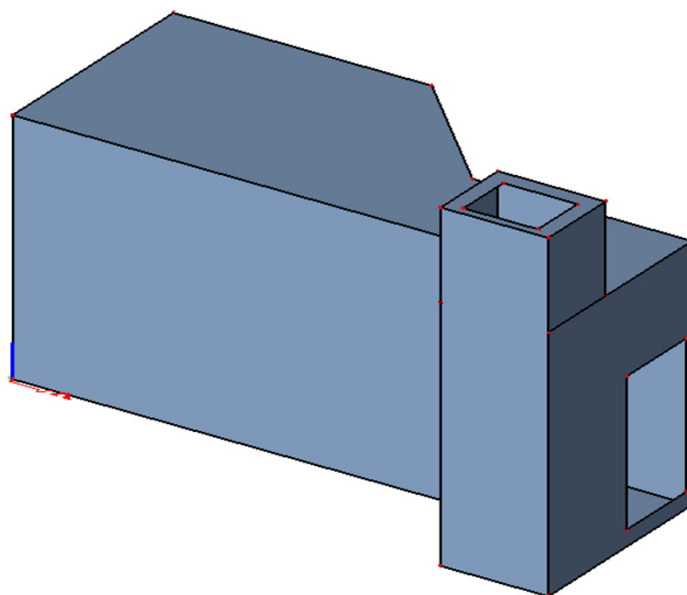
Výška stěny	$H = 3,50$ m	tloušťka stěny	$t = 0,25$ m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,25$ m	délka šachty	$L = 8,43$ m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlá šířka šachty	$B = 3,00$ m

Tab. 04: Rozměry šachty č. 1

3.1.2. Model MKP



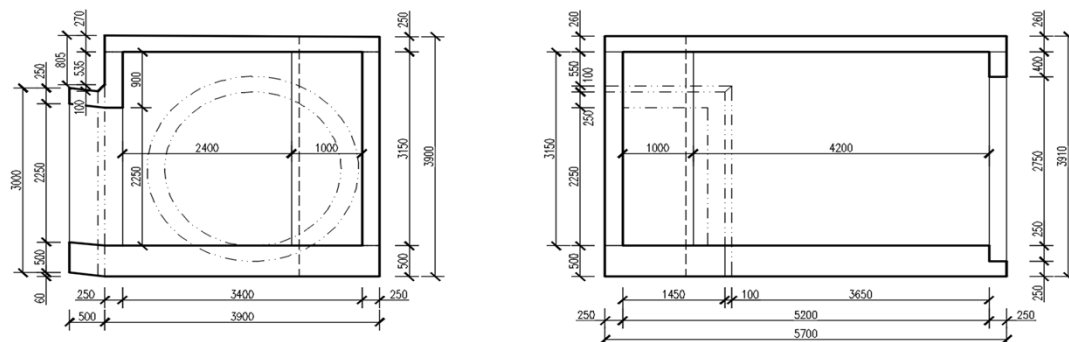
Obr. 02a: Půdorys šachty č. 1



Obr. 02b: Model šachty č. 1

3.2 Šachta č. 2

3.2.1. Výkresové schéma

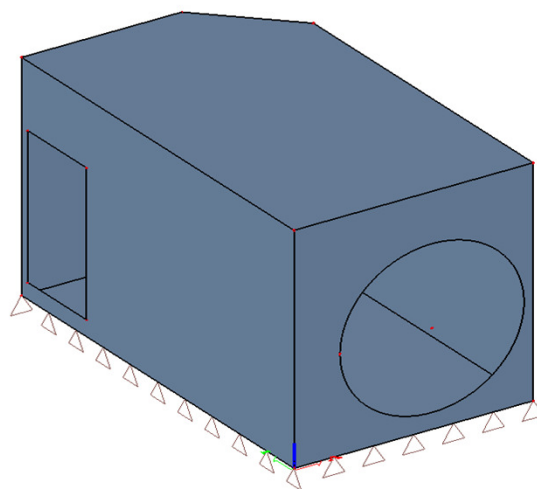
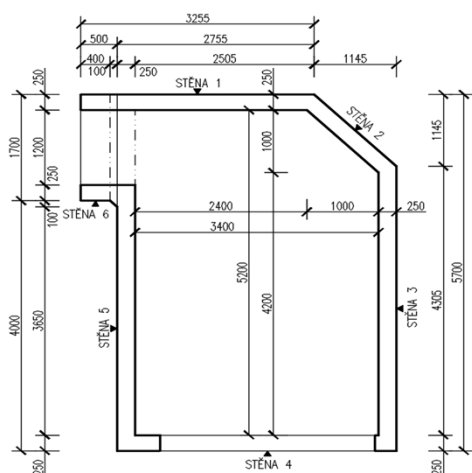


Obr. 03: Řezy šachtou č. 2

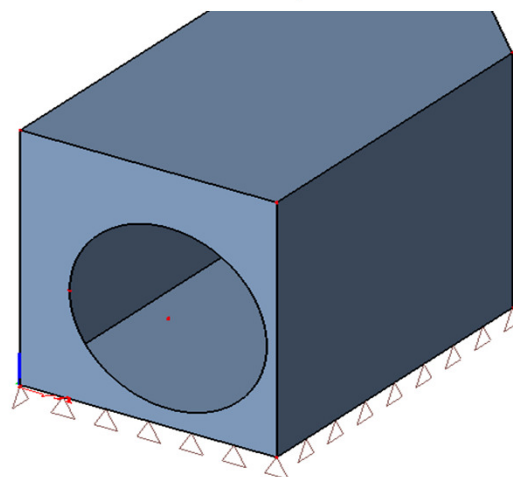
Výška stěny	H = 3,15 m	tloušťka stěny	t = 0,25 m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,25$ m	délka šachty	L = 5,30 m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlá šířka šachty	B = 3,00 m

Tab. 05: Rozměry šachty č. 2

3.2.2. Model MKP



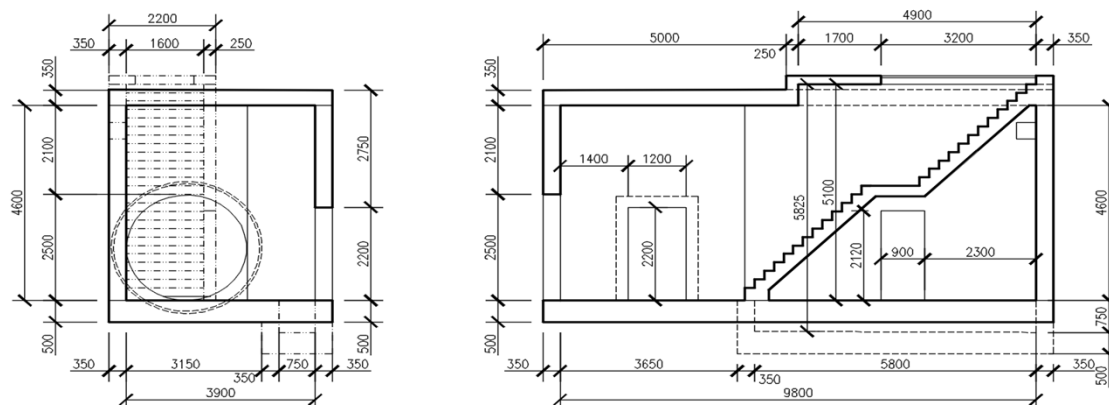
Obr. 04a: Půdorys šachty č. 2



Obr. 04b: Model šachty č. 2

3.3 Šachta č. 3

3.3.1. Výkresové schéma

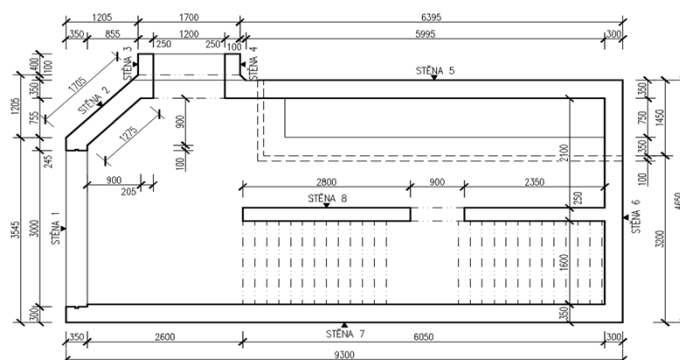


Obr. 05: Řezy šachtou č. 3

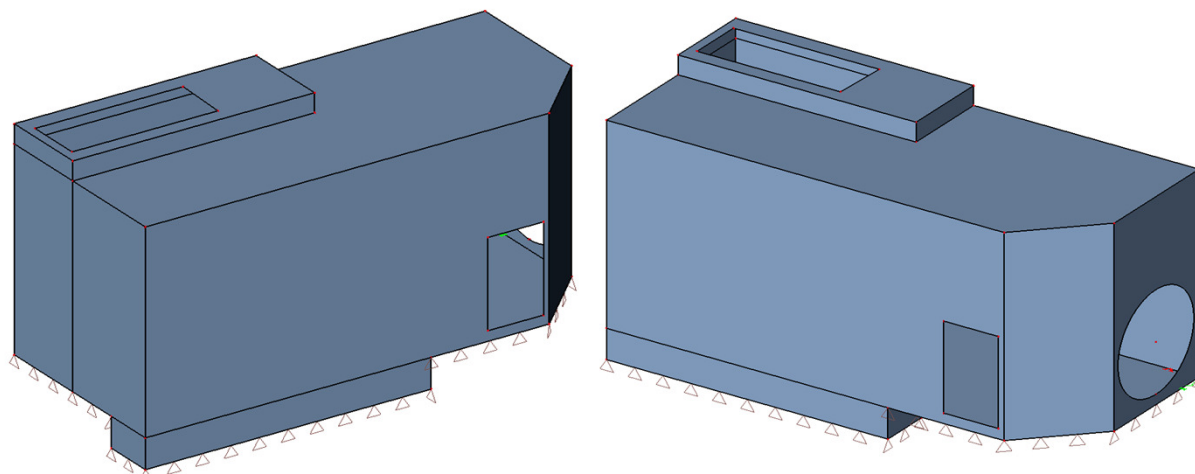
Výška stěny	$H = 4,60$ m	tloušťka stěny	$t = 0,35$ m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,35$ m	délka šachty	$L = 10,50$ m
tl. stropní desky výstup	$h_{s,\text{vyst}} = 0,20$ m	světlá šířka šachty	$B = 3,90$ m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlá šířka výstupu	$B_{s,\text{vyst}} = 1,90$ m

Tab. 06: Rozměry šachty č. 3

3.3.2. Model MKP



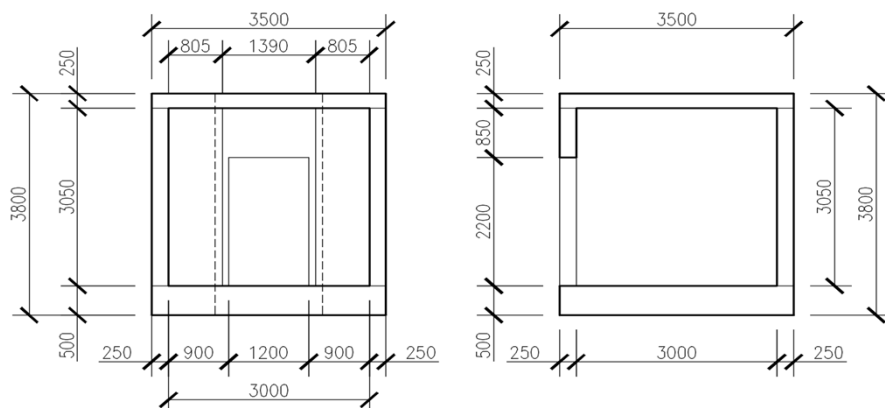
Obr. 06a: Půdorys šachty č. 3



Obr. 06b: Model šachty č. 3

3.4 Šachta č. 4

3.4.1. Výkresové schéma

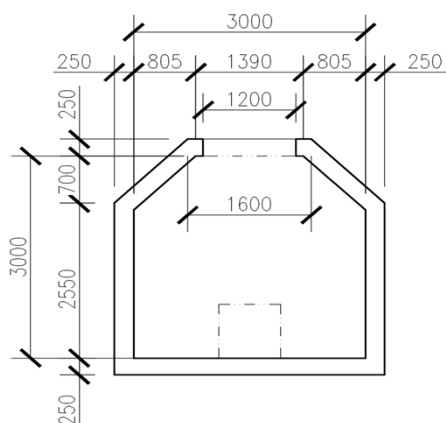


Obr. 07: Řezy šachtou č. 4

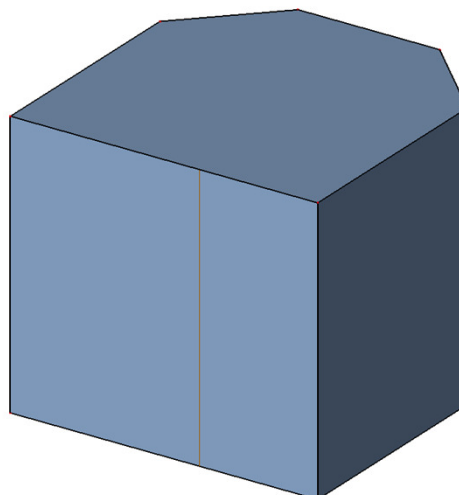
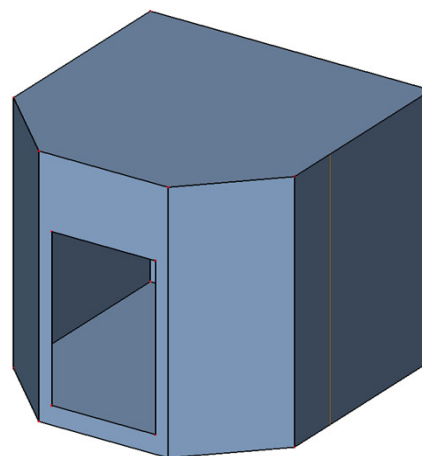
Výška stěny	$H = 3,05$ m	tloušťka stěny	$t = 0,25$ m
tloušťka stropní desky	$h_{\text{strop}} = 0,25$ m	délka šachty	$L = 3,00$ m
tloušťka základové desky	$h_{\text{základ}} = 0,50$ m	světlná šířka šachty	$B = 3,00$ m

Tab. 07: Rozměry šachty č. 4

3.4.2. Model MKP



Obr. 08a: Půdorys šachty č. 4



Obr. 08b: Model šachty č. 4

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. 08: 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. 09: 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. 10: 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

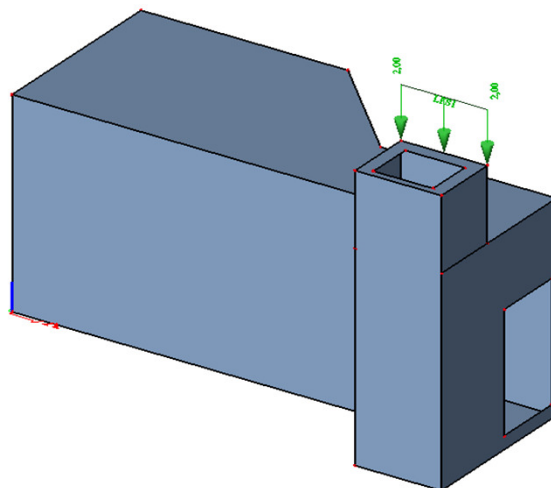
5.2. Zatížení šachty č. 1

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 zábradlí osazeného na nosné stěně šachty č. 1. a předpokládá se tíha max. 2 kN/m



Obr. 09: Ostatní stálé zatížení - šachta č. 1

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 také zahrnuje možné působení svislého geostatického napětí.

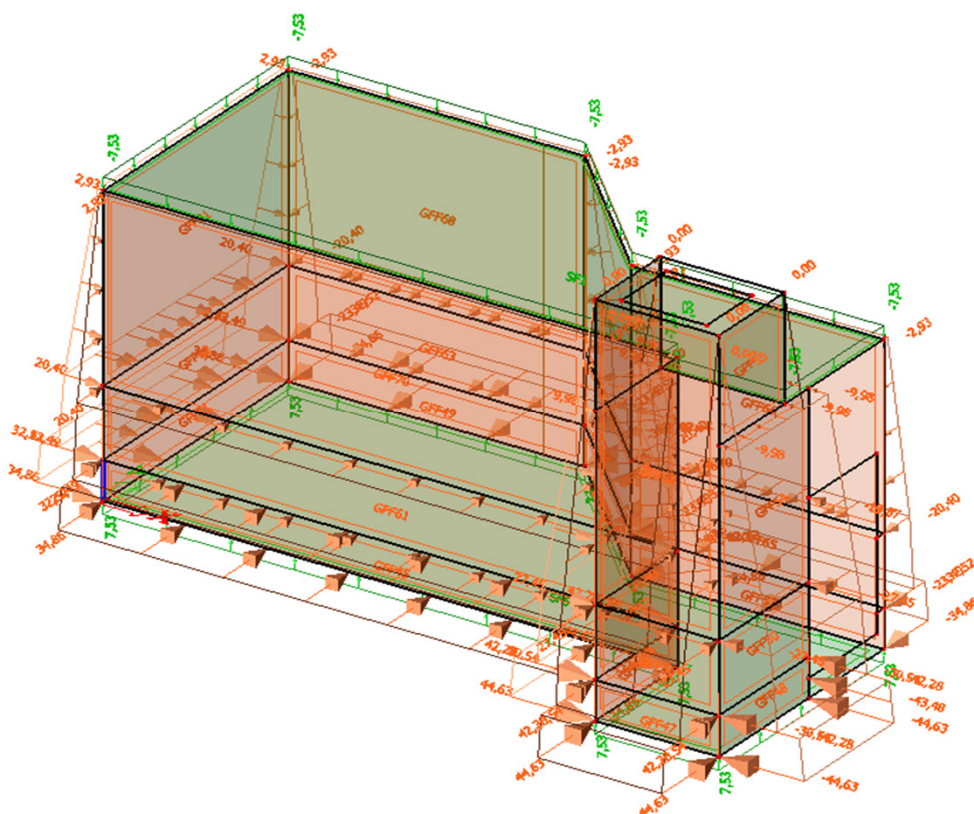
Výpočet geostatického napětí a zemního tlaku v klidu:

Šachta nižší část:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
1	198,970	0	0,00	0,39	0,00
2	198,563	0,407	7,53	0,39	2,93
3	196,135	2,835	52,45	0,39	20,40
4a	195,200	3,770	60,40	0,39	23,49
4b	195,200	3,770	60,40	0,54	32,52
5	194,688	4,282	64,75	0,54	34,86

Šachta vyšší část:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
0	199,950	0	0,00	0,39	0,00
1	198,970	0,980	18,13	0,39	7,05
2	198,563	1,387	25,66	0,39	9,98
3	196,135	3,815	70,58	0,39	27,45
4a	195,200	4,750	78,53	0,39	30,54
4b	195,200	4,750	78,53	0,54	42,28
5	194,688	5,262	82,88	0,54	44,63



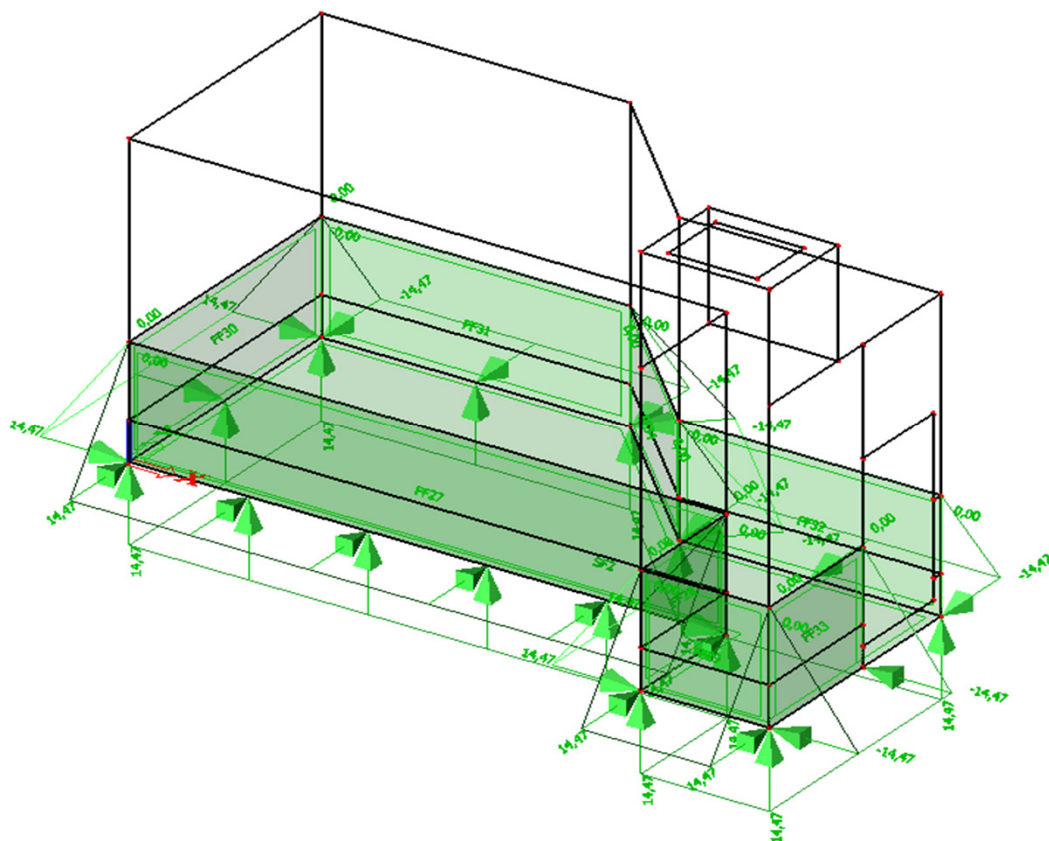
Obr. 10: Zemní tlak v klidu - šachta č. 1

5.2.4. Hydrostatický tlak

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]
3	196,135	0	0,00	-	0,00
5	194,688	1,447	14,47	-	14,47



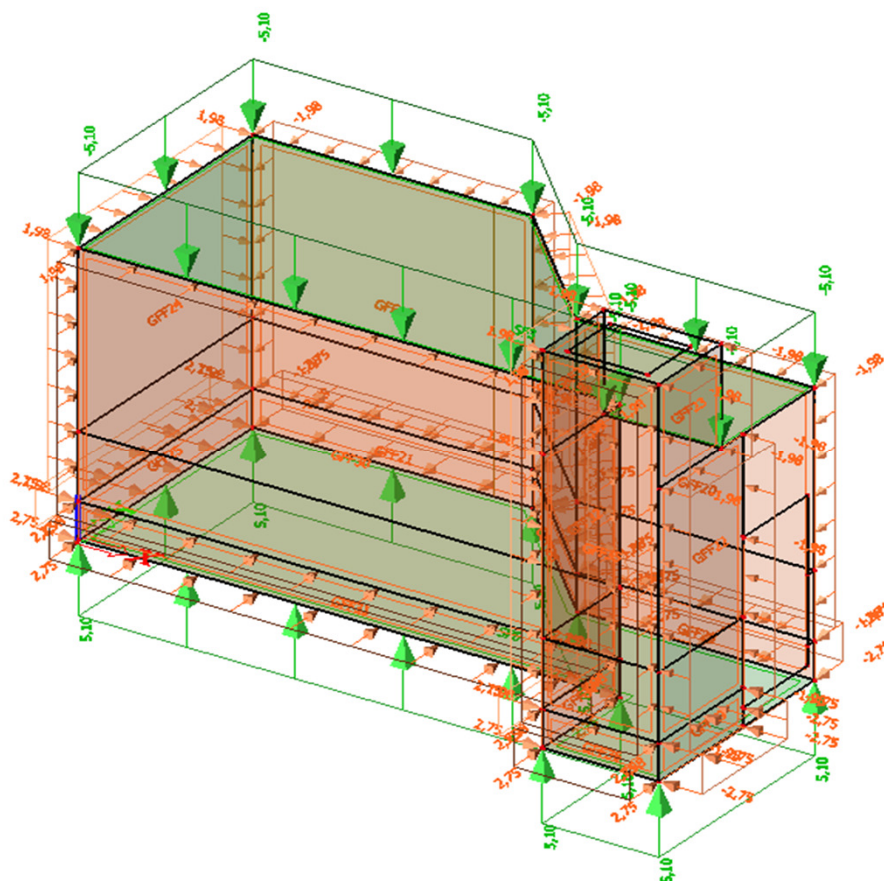
Obr. 11: Hydrostatický tlak - šachta č. 1

5.2.5. Přetížení povrchu

	Objemová tíha [kN/m ³]	tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]
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]
2	198,563	0	5,10	0,39	1,98
4a	195,200	3,363	5,10	0,39	1,98
4b	195,200	3,363	5,10	0,54	2,75
5	194,688	3,875	5,10	0,54	2,75

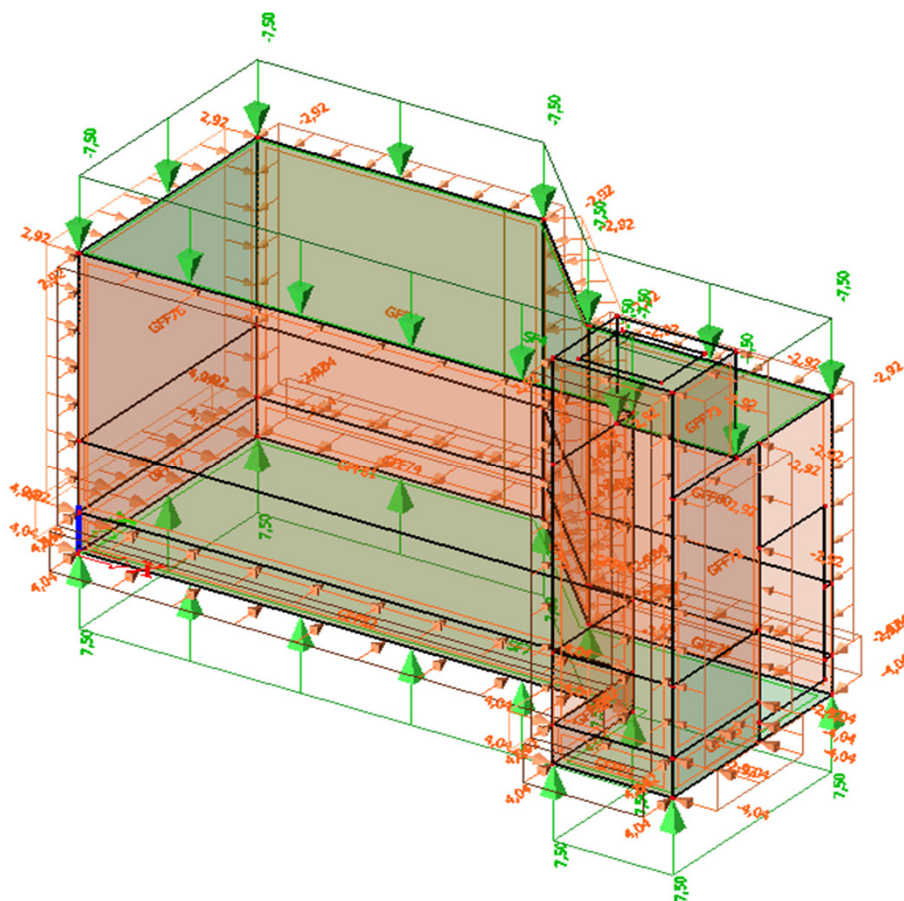


Obr. 12: Přetížení povrchu - šachta č. 1

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]
2	198,563	0	7,50	0,39	2,92
4a	195,200	3,363	7,50	0,39	2,92
4b	195,200	3,363	7,50	0,54	4,04
5	194,688	3,875	7,50	0,54	4,04



Obr. 13: Přetížení - dav lidí - šachta č. 1

5.2.7. Přetížení - kolejová doprava

Osa koleje č. 105 se nachází ve vzdálenosti cca 7,5 m od stěny kabelovodu a zajištění se tedy přenáší až pod základovou spáru a nedochází tak k zatížení nosné konstrukce.

5.3. Zatížení šachty č. 2

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

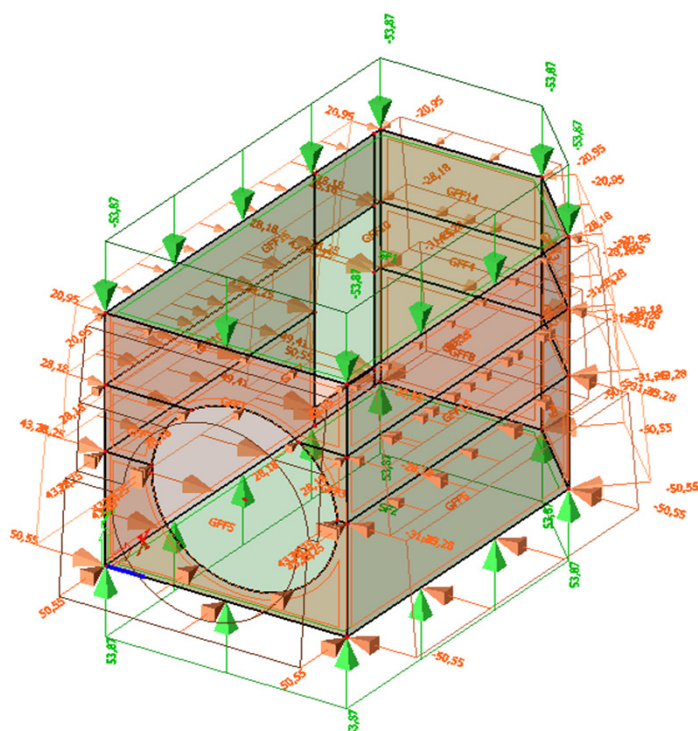
Ostatní stálé zatížení není přeneseno na šachtu č. 2 s ohledem na hloubku stropní desky.

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]
1	200,050	0	0,00	0,39	0,00
2	197,138	2,912	53,87	0,39	20,95
3	196,133	3,917	72,46	0,39	28,18
4a	195,203	4,847	80,37	0,39	31,25
4b	195,203	4,847	80,37	0,54	43,28
5	193,613	6,437	93,88	0,54	50,55



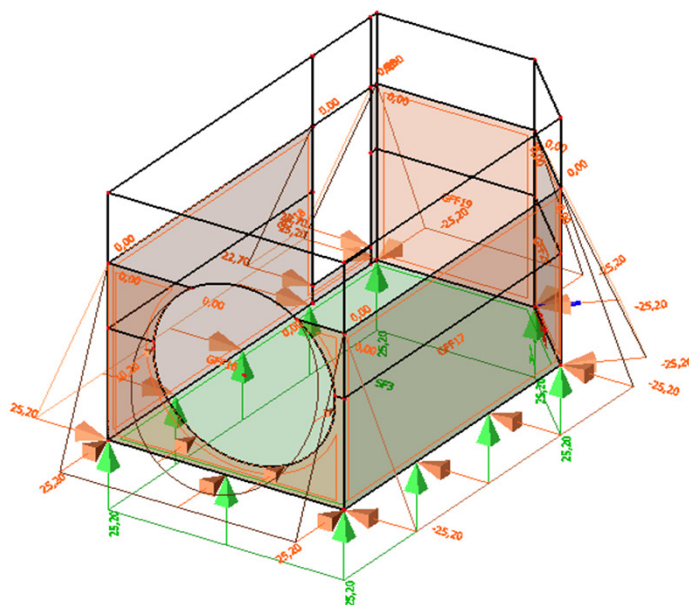
Obr.14: Zemní tlak v klidu - šachta č. 2

5.3.4. Hydrostatický tlak

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]
3	196,133	0	0,00	-	0,00
5	193,613	2,520	25,20	-	25,20



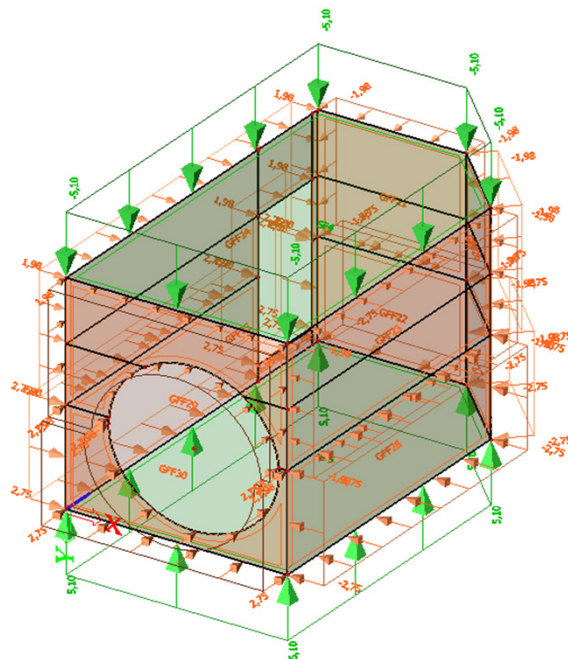
Obr. 15: Hydrostatický tlak - šachta č. 2

5.3.5. 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]
2	198,563	0	5,10	0,39	1,98
4a	195,200	3,363	5,10	0,39	1,98
4b	195,200	3,363	5,10	0,54	2,75
5	194,688	3,875	5,10	0,54	2,75

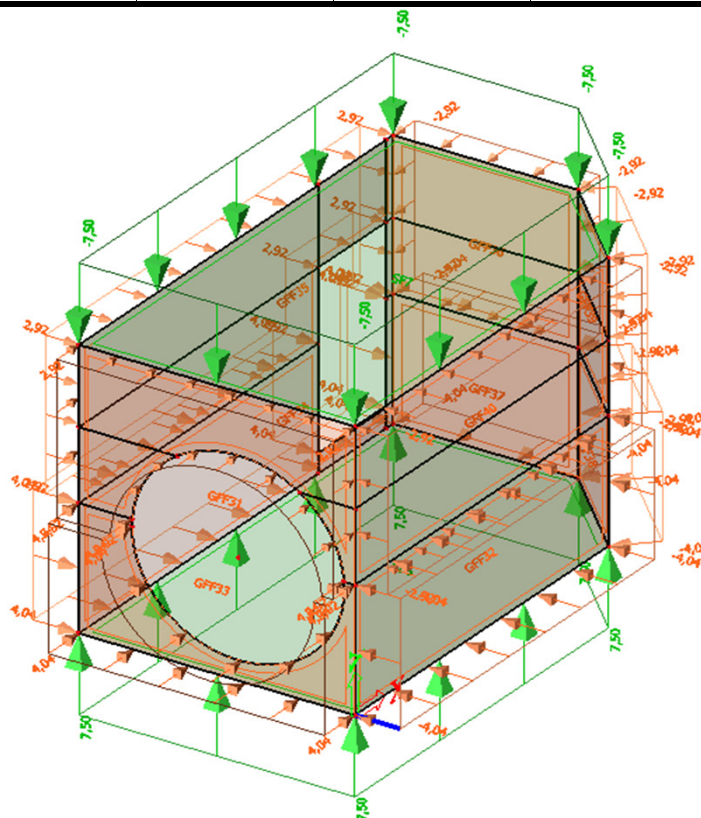


Obr. 16: Přetížení povrchu - šachta č. 2

5.3.6. 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]
2	198,563	0	7,50	0,39	2,92
4a	195,200	3,363	7,50	0,39	2,92
4b	195,200	3,363	7,50	0,54	4,04
5	194,688	3,875	7,50	0,54	4,04



Obr. 17: Přetížení - dav lidí - šachta č. 2

5.4. Zatížení šachty č. 3

5.4.1. Stálé zatížení

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

5.4.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu poklopu (tíha poklopu se odhaduje max. 100 kg/m²) uloženého po obvodu otvoru a zároveň zahrnuje tíhu kolejového lože koleje č. 120.

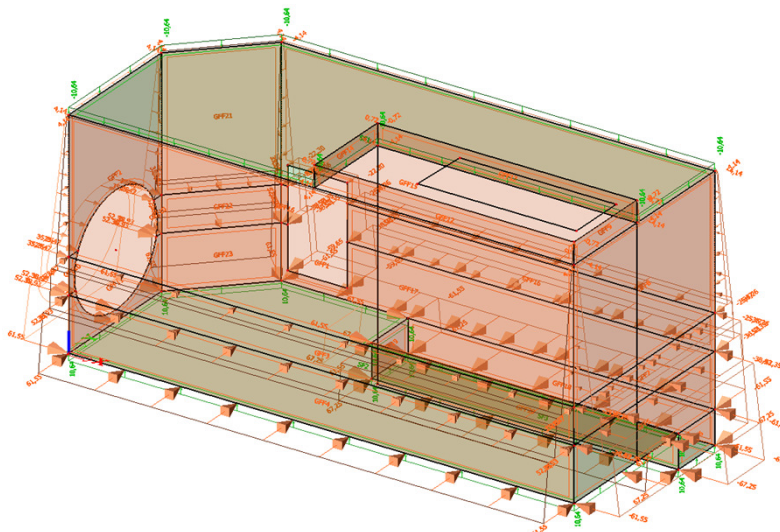
	Objemová tíha [kN/m ³]	tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ²]
Ochranná izolace	23	0,05	1,15
Kolejový rošt	5	-	5

5.4.3. 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]
1	198,738	0	0,00	0,39	0,00
2	198,638	0,100	1,85	0,39	0,72
3	198,163	0,575	10,64	0,39	4,14
4a	195,198	3,540	65,49	0,39	25,47
4b	195,198	3,540	65,49	0,54	35,26
5a	194,398	4,340	72,29	0,54	38,93
5b	194,398	4,340	72,29	0,72	52,35
6	193,188	5,550	85,00	0,72	61,55
7	192,438	6,300	92,87	0,72	67,25



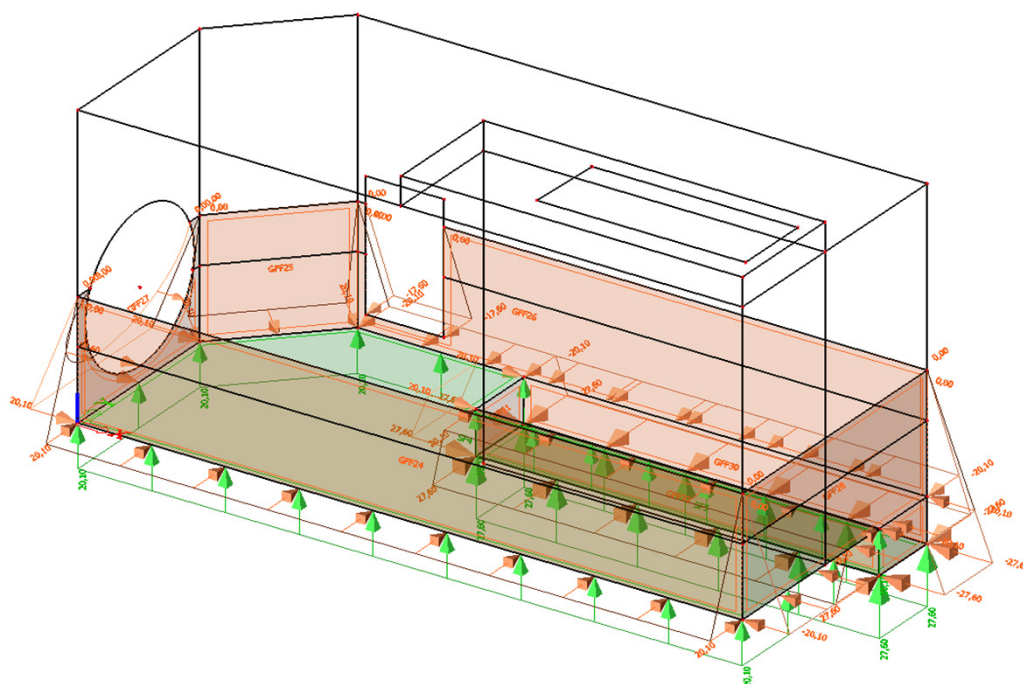
Obr. 18: Zemní tlak v klidu - šachta č. 3

5.3.4. Hydrostatický tlak

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]
4	195,198	0	0,00	-	0,00
6	193,188	2,010	20,10	-	20,10
7	192,438	2,760	27,60	-	27,60



Obr. 19: Hydrostatický tlak - šachta č. 3

5.3.5. Přetížení povrchu

Další stálé přetížení na povrchu nepůsobí .

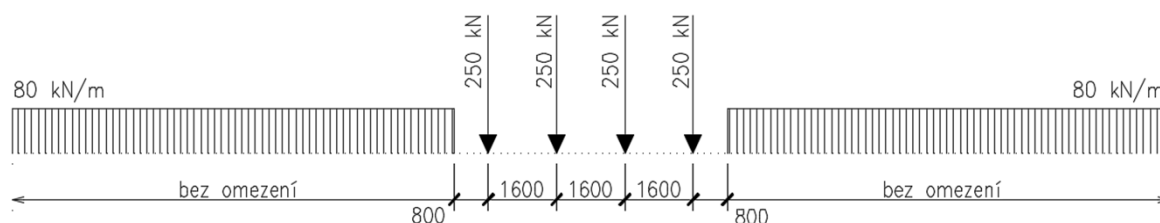
5.3.6. Přetížení - dav lidí/kolejová doprava

Užitné zatížení je zařazeno do kategorie G: dopravní a parkovací plochy pro středně těžká vozidla (hodnota zatížení 5 kN/m²). S lokálním účinkem není uvažováno.

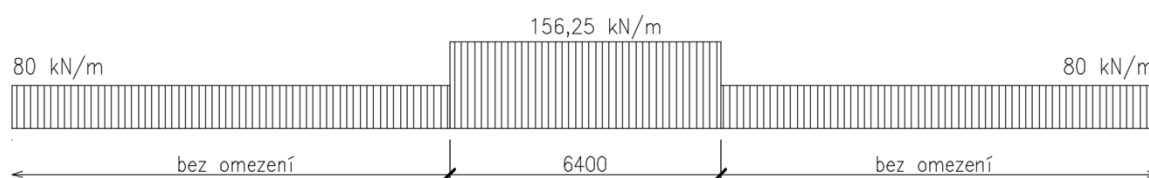
Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
3	198,163	0,000	5,00	0,39	1,94
4a	195,198	2,965	5,00	0,39	1,94
4b	195,198	2,965	5,00	0,54	2,69
5a	194,398	3,765	5,00	0,54	2,69
5b	194,398	3,765	5,00	0,72	3,62
6	193,188	4,975	5,00	0,72	3,62
7	192,438	5,725	5,00	0,72	3,62

Přetížení kolejovou dopravou na části konstrukce je popsáno níže.

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
3	198,163	0,000	70,54	0,39	27,43
4a	195,198	2,965	70,54	0,39	27,43
4b	195,198	2,965	70,54	0,54	37,98
5a	194,398	3,765	70,54	0,54	37,98
5b	194,398	3,765	70,54	0,72	51,08
6	193,188	4,975	70,54	0,72	51,08
7	192,438	5,725	70,54	0,72	51,08



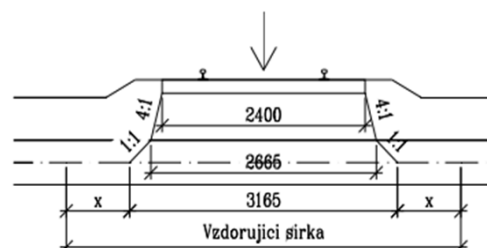
Převod na rovnoměrné zatížení



Určení vzdorující šířky pro model konstrukce:

b_1 [m]	l [m]	b [m]
3,165	4,25	4,58

$$b = b_1 + \frac{1}{3}l$$

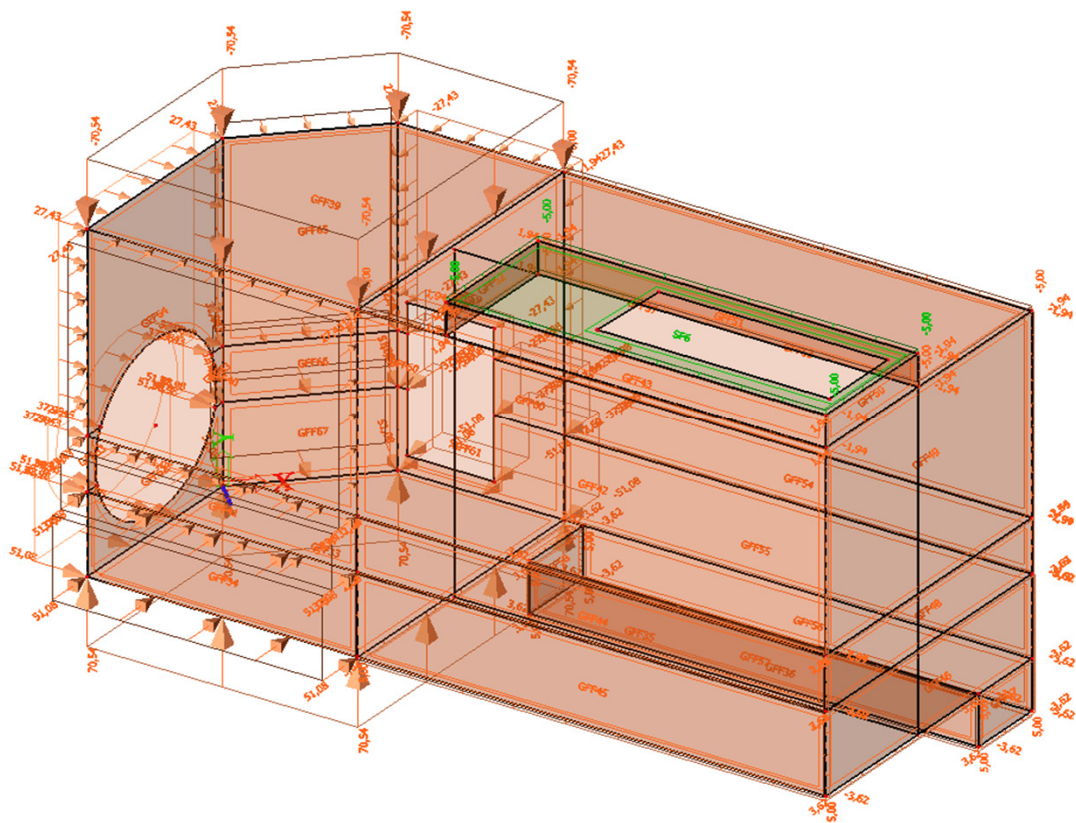


Zohlednění dynamických účinků:

Třída trati	α	$L_1 = L_3$	L_m	L_ϕ	ϕ_3
1.	1,21	4,6	4,48	5,83	1,71

Konečná hodnota spojitého zatížení LM 71:

$q_{vk71,1} =$	70,54	kN/m ²
$q_{vk71,2} =$	36,03	kN/m ²



Obr. 20: Přetížení - dav lidí/kolejová doprava - šachta č. 3

5.5. Zatížení šachty č. 4

5.5.1. Stálé zatížení

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

5.5.2. Ostatní stálé zatížení

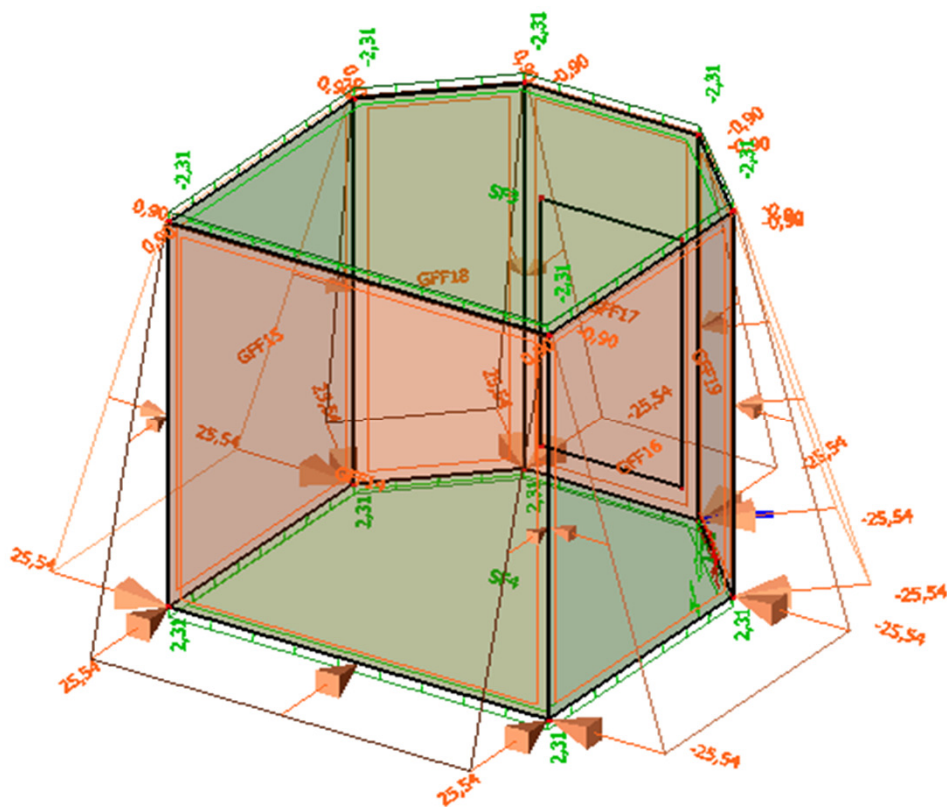
Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu poklopu (tíha poklopu se odhaduje max. 100 kg/m²).

5.5.3. 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 také 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]
1	199,248	0	0,00	0,39	0,00
2	199,123	0,125	2,31	0,39	0,90
3	195,698	3,550	65,67	0,39	25,54



Obr. 21: Zemní tlak v kľidu - šachta č. 4

5.5.4. Hydrostatický tlak

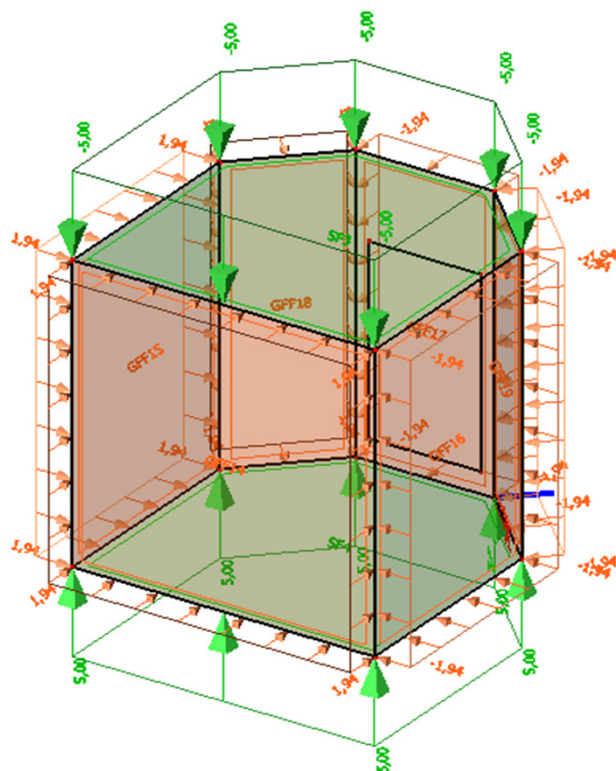
Hladina podzemní vody se nachází pod základovou spárou - hydrostatický tlak nepůsobí.

5.5.5. Přetížení povrchu

Na povrchu v okolí šachty bude je předpokládáno vybudování parkovacího stání přetížení se předpokládá 5 kN/m².

Výpočet napětí od přetížení:

Bod	nadmořská výška	hloubka	σ_z [kN/m ²]	k_0 [-]	σ_0 [kN/m ²]
1	198,563	0	5,00	0,39	1,94
2	195,200	3,363	5,00	0,39	1,94
3	195,200	3,363	5,00	0,39	1,94



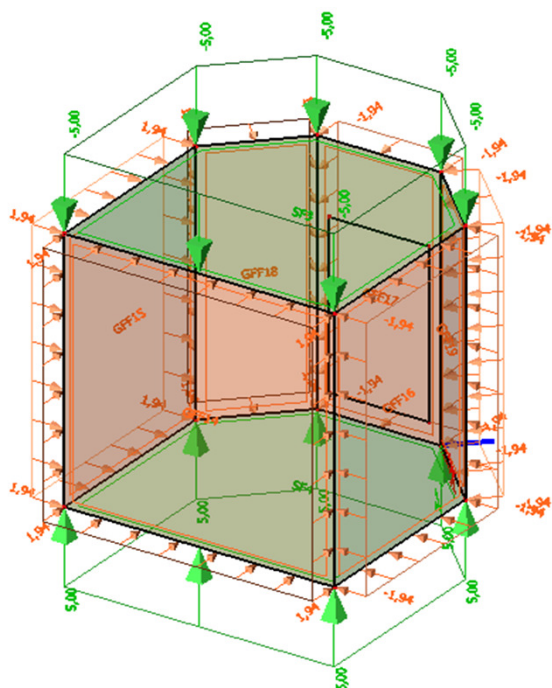
Obr. 22: Přetížení povrchu - šachta č. 4

5.5.6. Přetížení - dav lidí/kolejová doprava

Užitné zatížení je zařazeno do kategorie G: dopravní a parkovací plochy pro středně těžká vozidla (hodnota zatížení 5 kN/m^2). S lokálním účinkem není uvažováno.

Výpočet napětí od přetížení:

Bod	nadmořská výška	hloubka	$\sigma_z \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$k_0 \text{ [-]}$	$\sigma_0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
1	198,563	0	5,00	0,39	1,94
2	195,200	3,363	5,00	0,39	1,94
3	195,200	3,363	5,00	0,39	1,94



Obr. 23: Přetížení - dav lidí/kolejová doprava - šachta č. 4

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. 11: 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. 12: 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. 13: Kombinace MSU

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. 14: Kombinace MSP

7.Vnitřní síly a deformace

7.1. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 1

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-26,46	0,00	7,62
horní deska	2	-35,56	41,93	-22,82
stěna	2	-42,12	-35,57	22,85
stěna	3	-62,32	0,00	-15,94
stěna	4	-90,56	82,04	42,04
základová deska	4	-82,73	-90,81	42,13
základová deska	5	-64,73	0,00	-23,70

Tab. 15a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 1

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-32,45	0,00	10,47
horní deska	2	-42,03	53,56	-27,52
stěna	2	-53,97	-42,18	27,55
stěna	3	-72,86	0,00	-17,53
stěna	4	-100,07	88,41	45,77
základová deska	4	-89,10	-100,95	45,91
základová deska	5	-69,47	0,00	-27,65

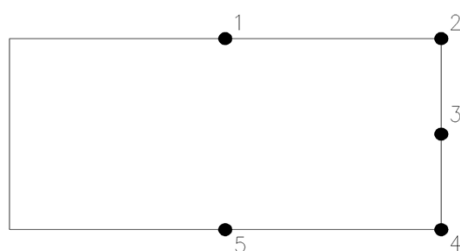
Tab. 15b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 1

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-22,54	0,00	6,49
horní deska	2	-30,29	35,72	-19,44
stěna	2	-35,88	-30,30	19,47
stěna	3	-55,68	0,00	-13,58
stěna	4	-77,14	69,88	35,81
základová deska	4	-70,48	-77,35	35,89
základová deska	5	-55,14	0,00	-20,49

Tab. 15c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 1

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-31,05	0,00	10,60
horní deska	2	-39,49	-52,26	-26,12
stěna	2	-52,73	-36,69	26,14
stěna	3	68,07	0,00	-15,83
stěna	4	-90,56	78,94	41,12
základová deska	4	-79,53	-91,77	41,27
základová deska	5	-64,04	0,00	-25,81

Tab. 15d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 1

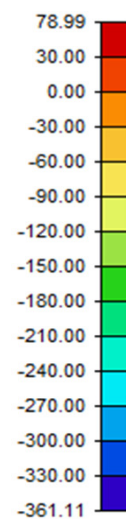
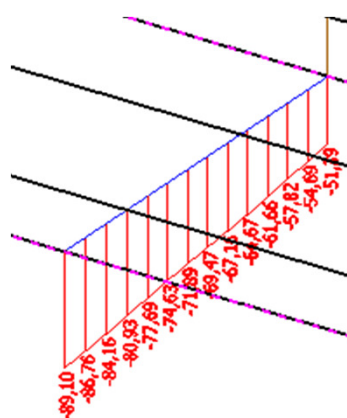
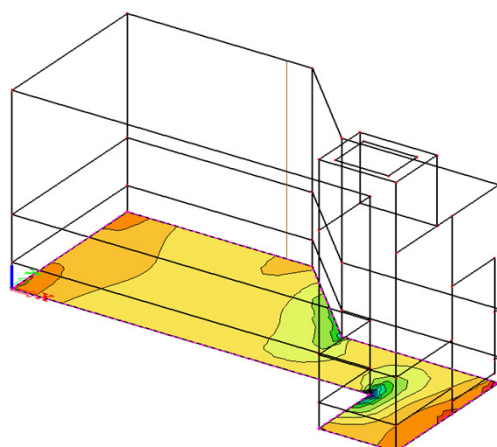


Obr. 24: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 1

7.2. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 1 - grafické výstupy

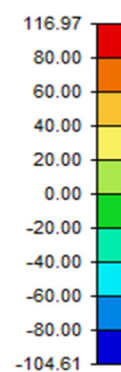
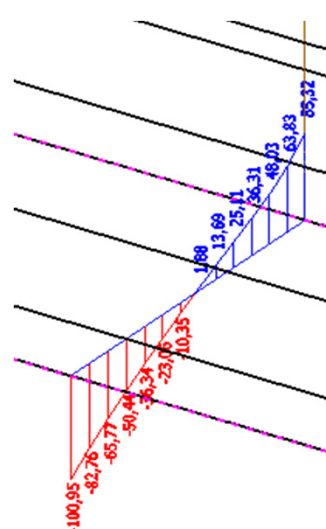
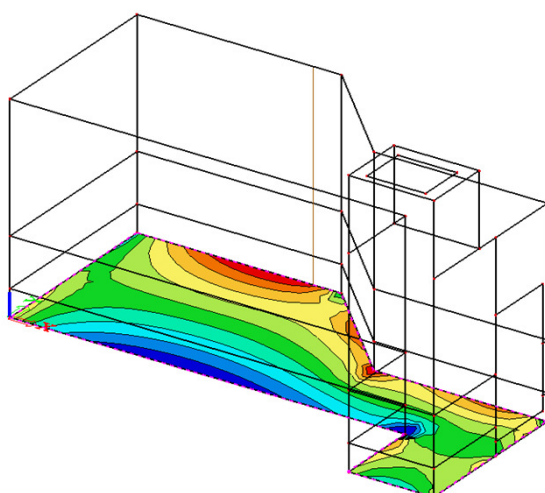
7.2.1. Základová deska

Normálová síla (MSU 2)



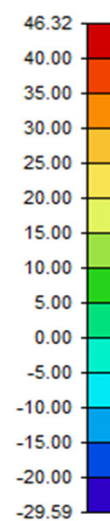
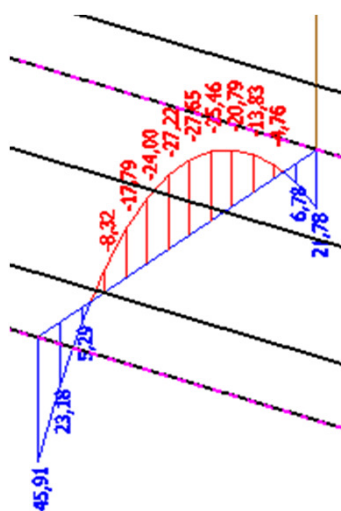
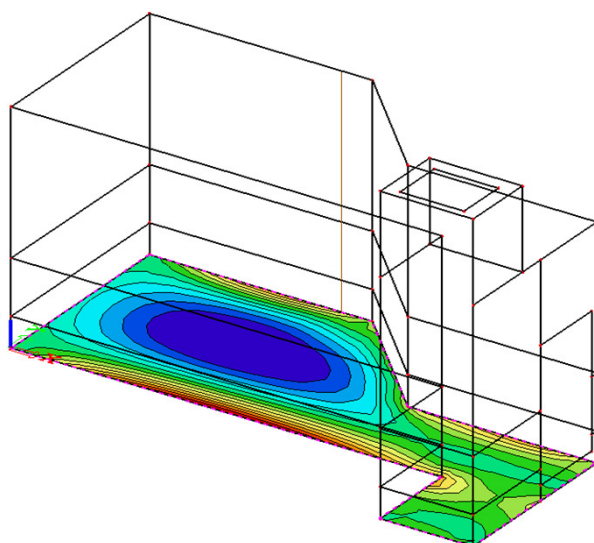
Obr. 25a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 1

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 25b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 1

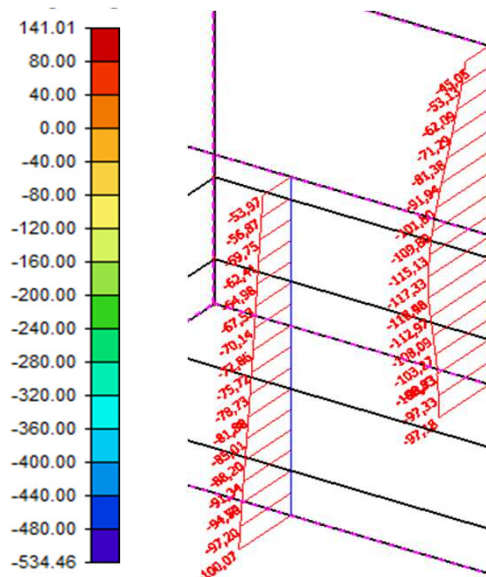
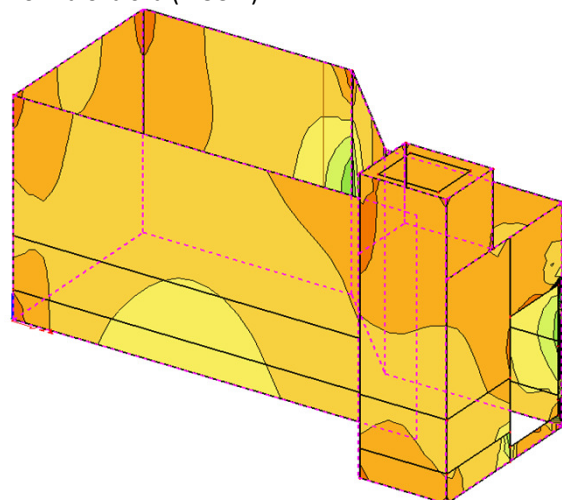
Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 25c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 1

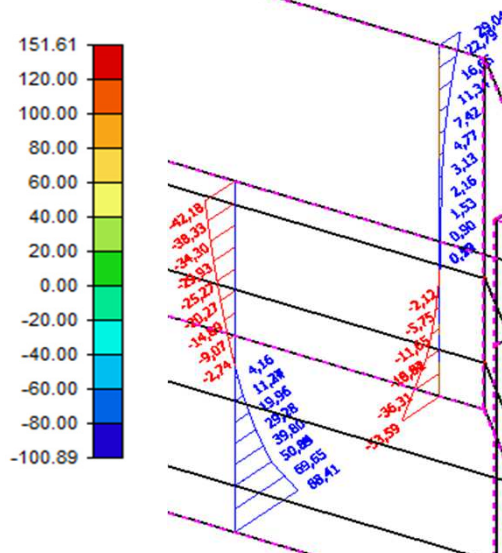
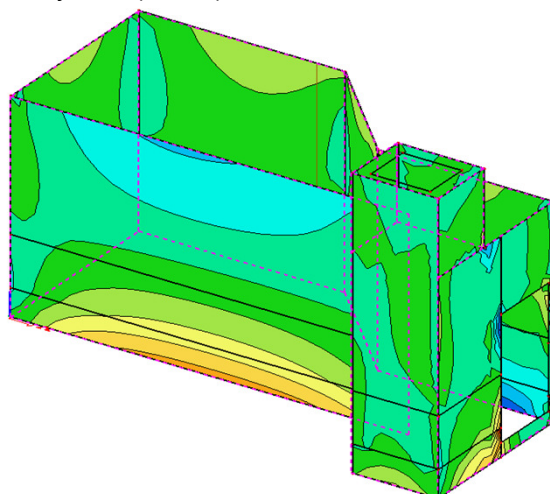
7.2.2.Stěny

Normálová síla (MSU 2)



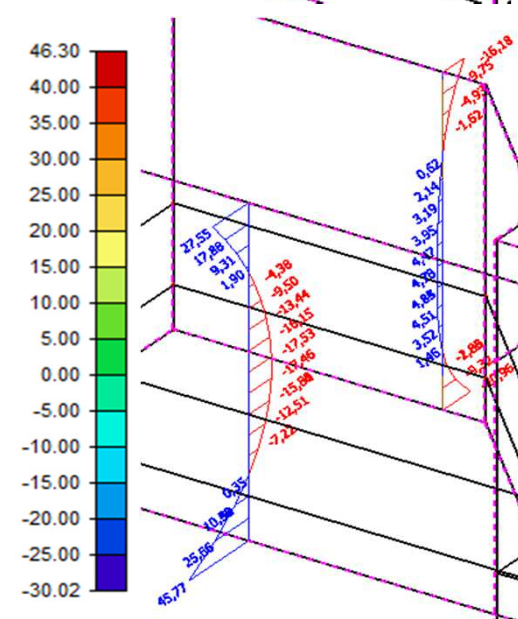
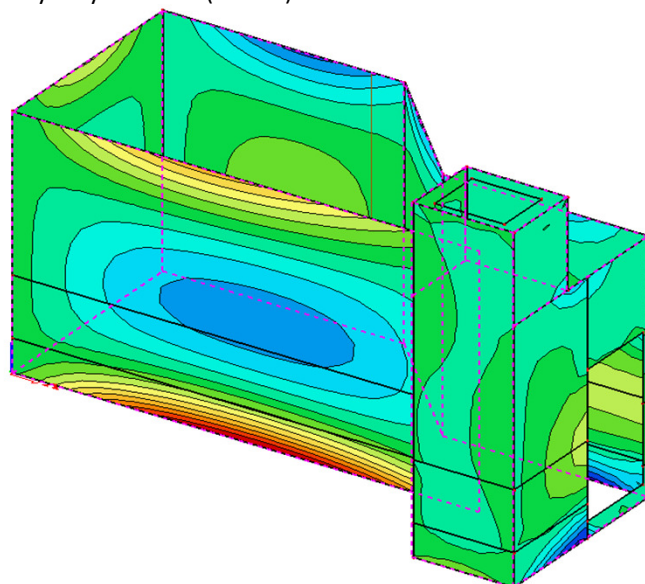
Obr. 26a: Normálová síla - stěny - šachta č. 1

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 26b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 1

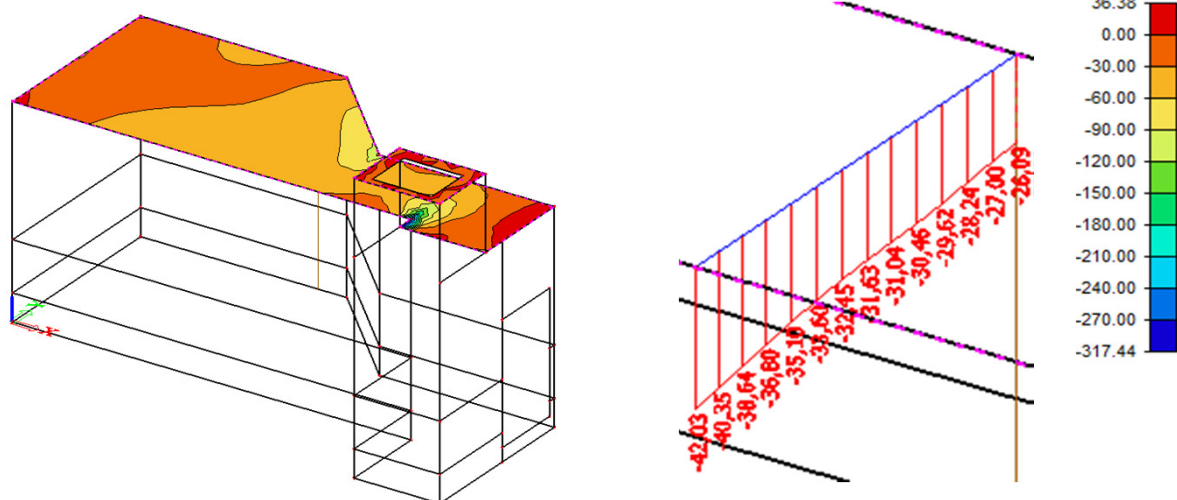
Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 26c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 1

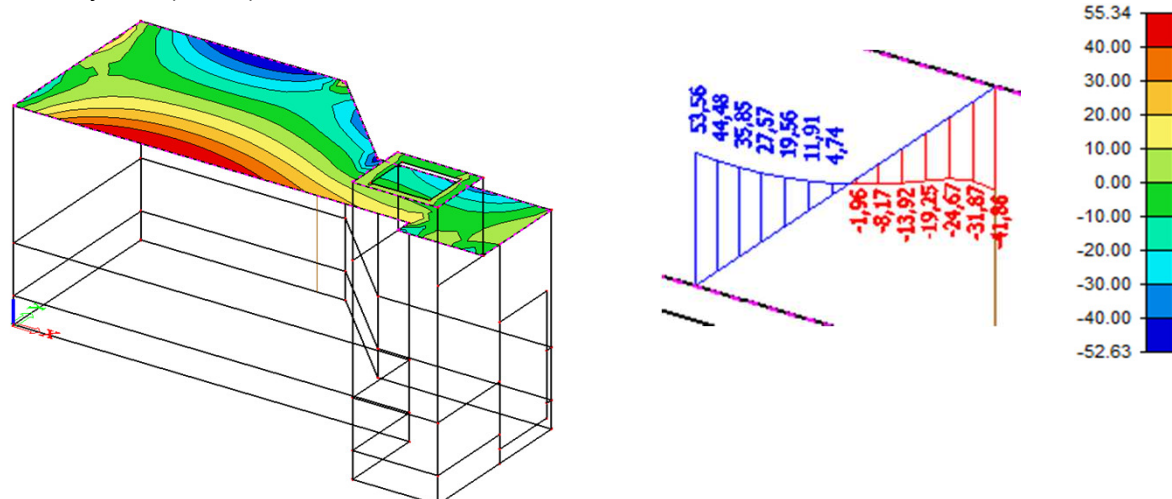
7.2.3. Stropní deska

Normálová síla (MSU 2)



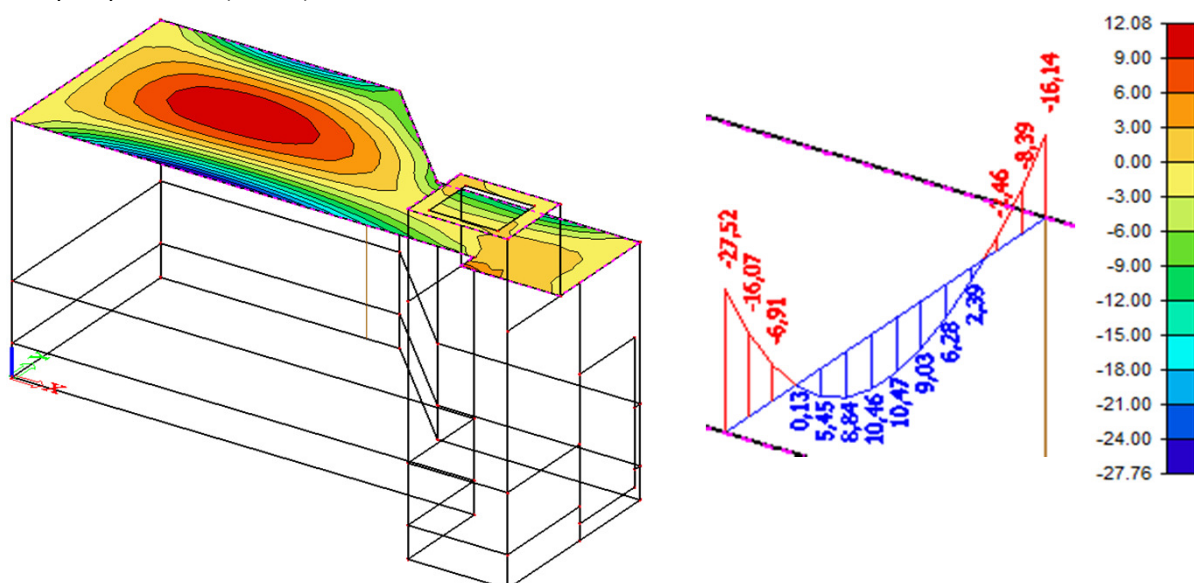
Obr. 27a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 1

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 27b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 1

Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 27c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 1

7.3. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 1

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-19,60	0,00	5,64
horní deska	2	-26,34	31,06	-16,90
stěna	2	-31,20	-26,35	16,93
stěna	3	-46,16	0,00	-11,81
stěna	4	-67,08	60,77	31,14
základová deska	4	-61,28	-67,26	31,20
základová deska	5	-47,95	0,00	-17,55

Tab. 16a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 1

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-25,47	0,00	8,46
horní deska	2	-32,69	42,47	-21,51
stěna	2	-42,82	-32,83	21,53
stěna	3	-58,57	0,00	-13,36
stěna	4	-76,40	67,02	34,80
základová deska	4	-67,53	-77,21	34,92
základová deska	5	-54,43	0,00	-21,43

Tab. 16b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 1

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-23,97	0,00	7,32
horní deska	2	-30,15	37,90	-19,67
stěna	2	-38,17	-30,24	19,69
stěna	3	-54,51	0,00	-12,74
stěna	4	-72,67	64,52	33,34
základová deska	4	-65,03	-73,23	33,43
základová deska	5	-52,50	0,00	-19,88

Tab. 16c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 1

7.4. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-80,29	0,00	37,60
horní deska	2	-89,14	145,75	-65,83
stěna	2	-146,19	-92,79	65,92
stěna	3	-171,38	0,00	-23,85
stěna	4	-217,38	145,89	69,74
základová deska	4	-142,58	-206,16	70,61
základová deska	5	-140,12	0,00	-66,52

Tab. 17a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 2

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-84,75	0,00	40,73
horní deska	2	-95,65	158,19	-71,09
stěna	2	-158,75	-99,72	71,18
stěna	3	-183,92	0,00	-24,88
stěna	4	-231,13	152,56	73,26
základová deska	4	-148,94	-219,06	74,20
základová deska	5	-146,39	0,00	-77,61

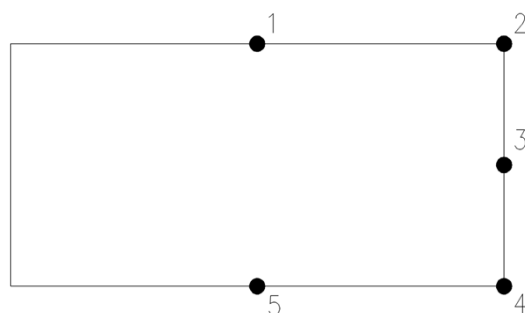
Tab. 17b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 2

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-67,55	0,00	32,03
horní deska	2	-75,93	124,16	-56,08
stěna	2	-124,53	79,04	56,15
stěna	3	-151,98	0,00	-20,39
stěna	4	-185,18	124,28	59,41
základová deska	4	-121,37	-175,62	60,15
základová deska	5	-119,36	0,00	-57,59

Tab. 17c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 2

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-75,44	0,00	39,88
horní deska	2	-85,19	141,84	-63,56
stěna	2	-142,39	-88,89	63,63
stěna	3	-169,99	0,00	-21,76
stěna	4	-204,73	133,76	64,41
základová deska	4	-130,55	-193,95	65,26
základová deska	5	-128,28	0,00	-64,70

Tab. 17d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 2

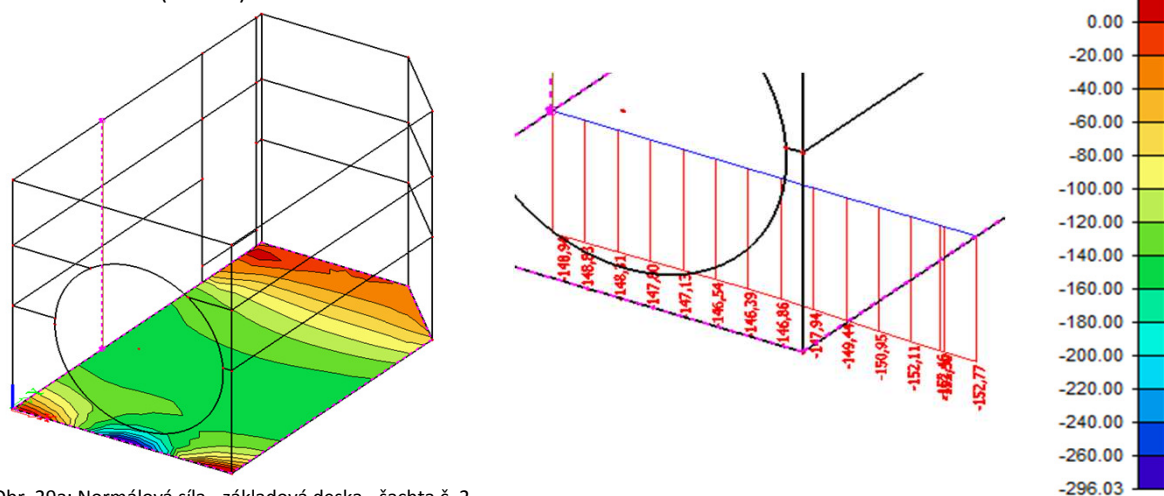


Obr. 28: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 2

7.5. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy

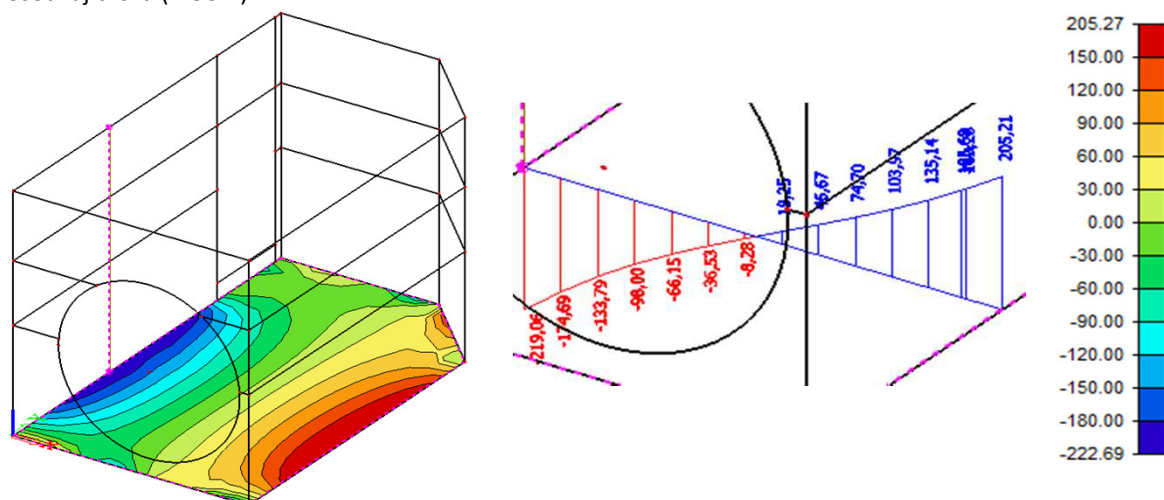
7.5.1. Základová deska

Normálová síla (MSU 2)



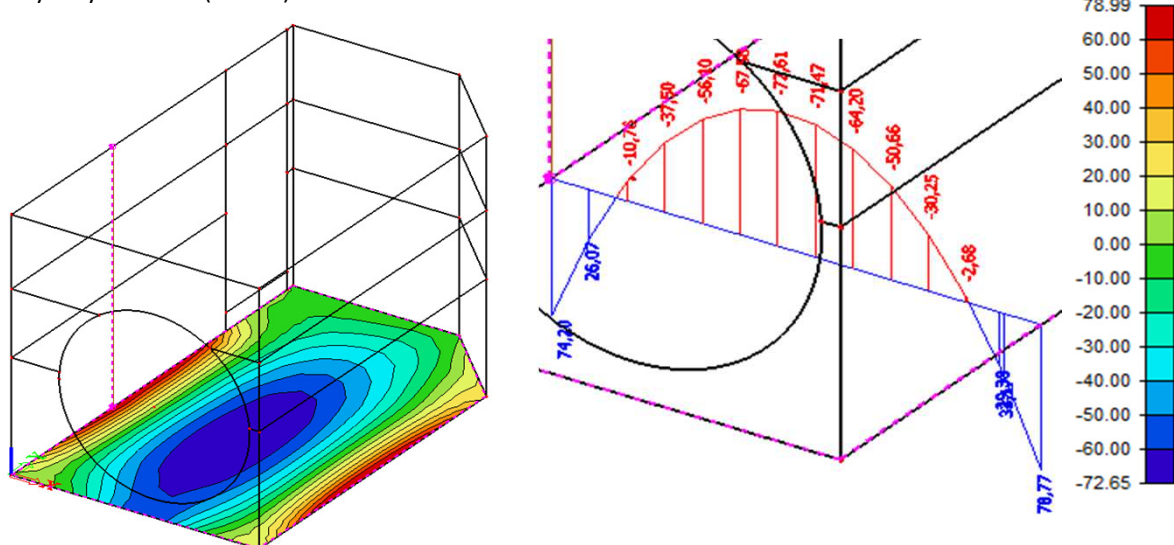
Obr. 29a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 2

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 29b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 2

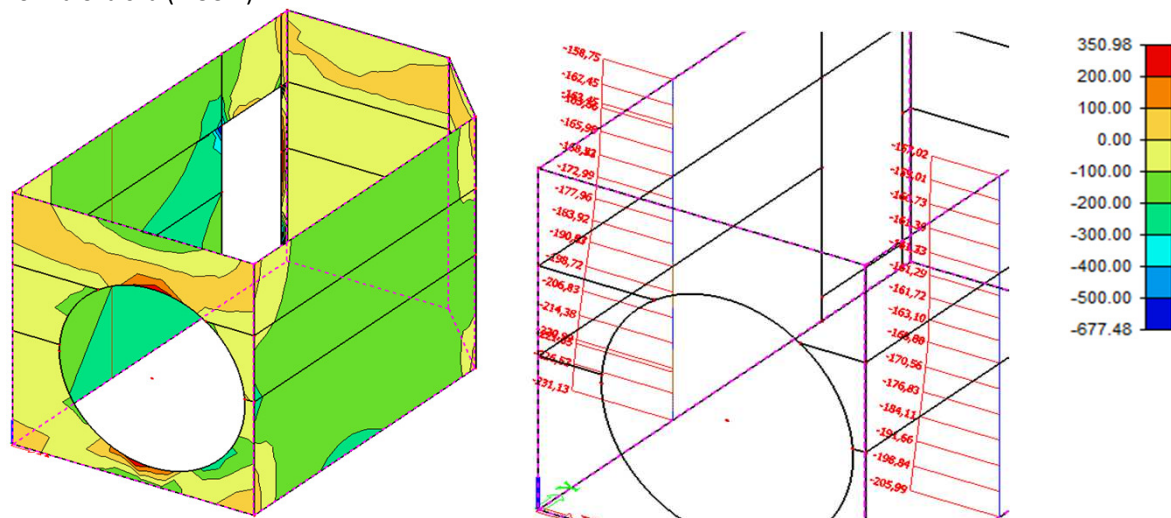
Ohybový moment (MSU 2)



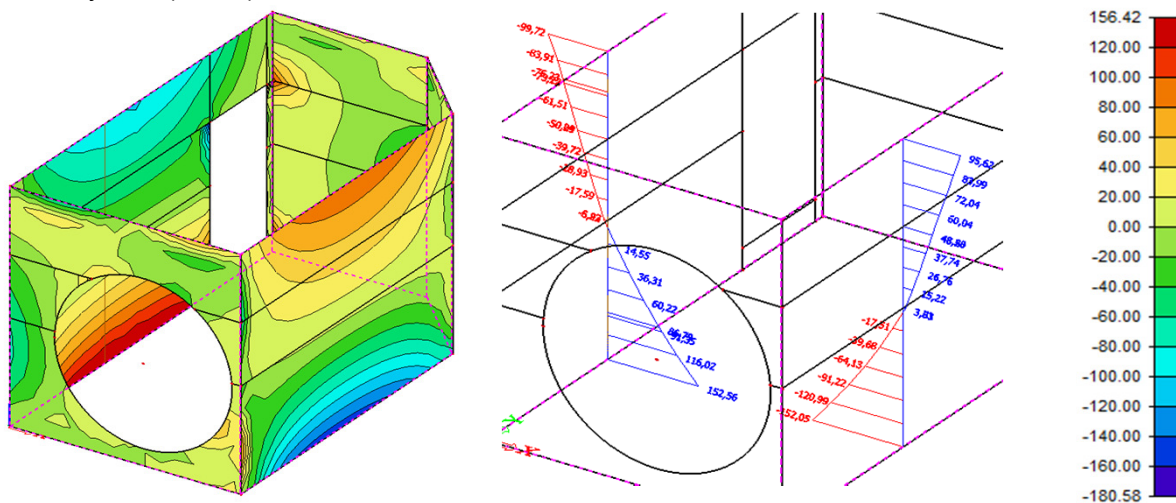
Obr. 29c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 2

7.5.2.Stěny

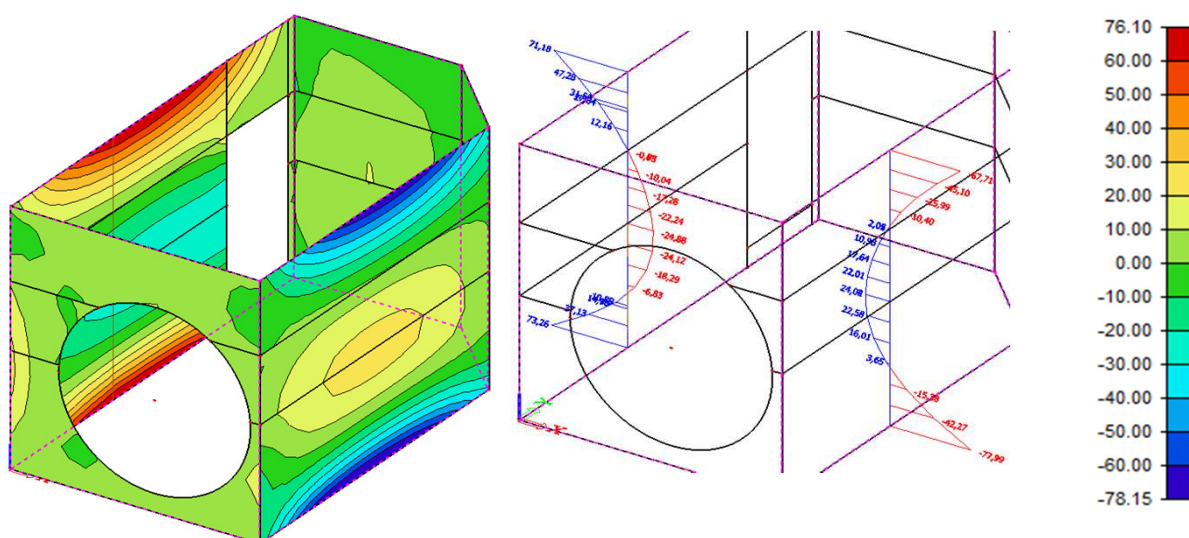
Normálová síla (MSU 2)



Obr. 30a: Normálová síla - stěny - šachta č. 2
Posouvající síla (MSU 2)



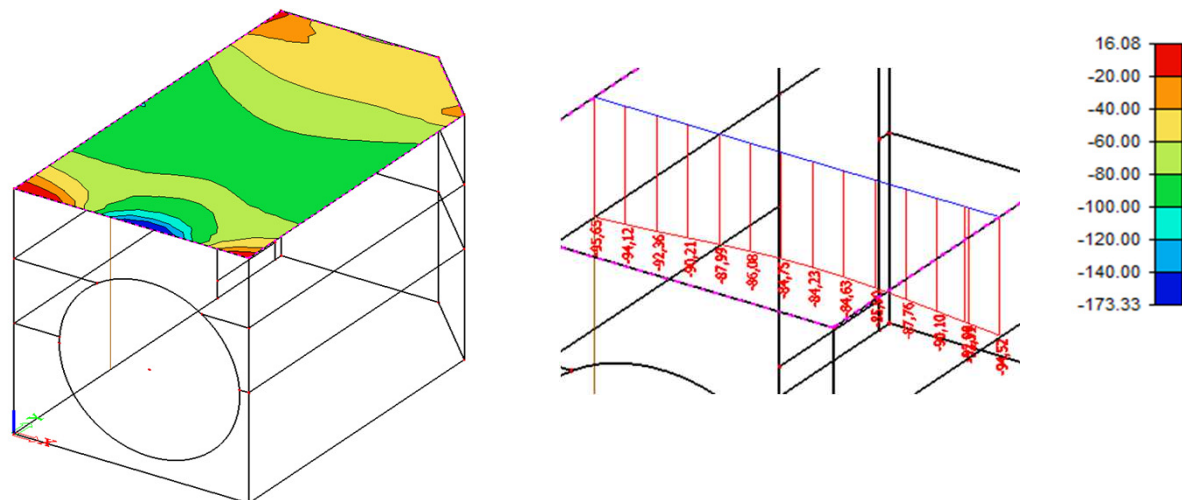
Obr. 30b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 2
Ohybový moment (MSU 2)



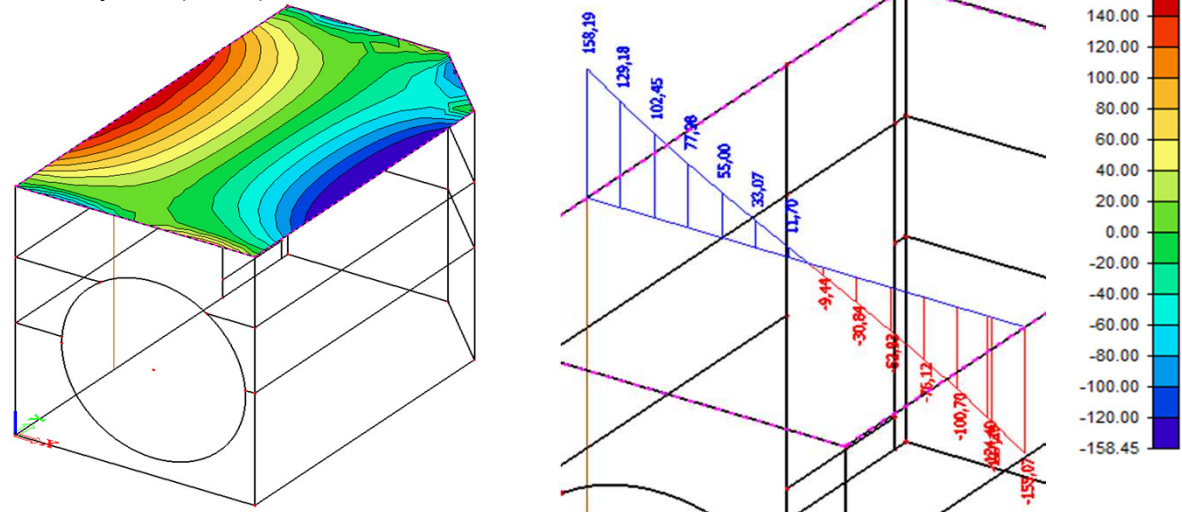
Obr. 30c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 2

7.5.3. Stropní deska

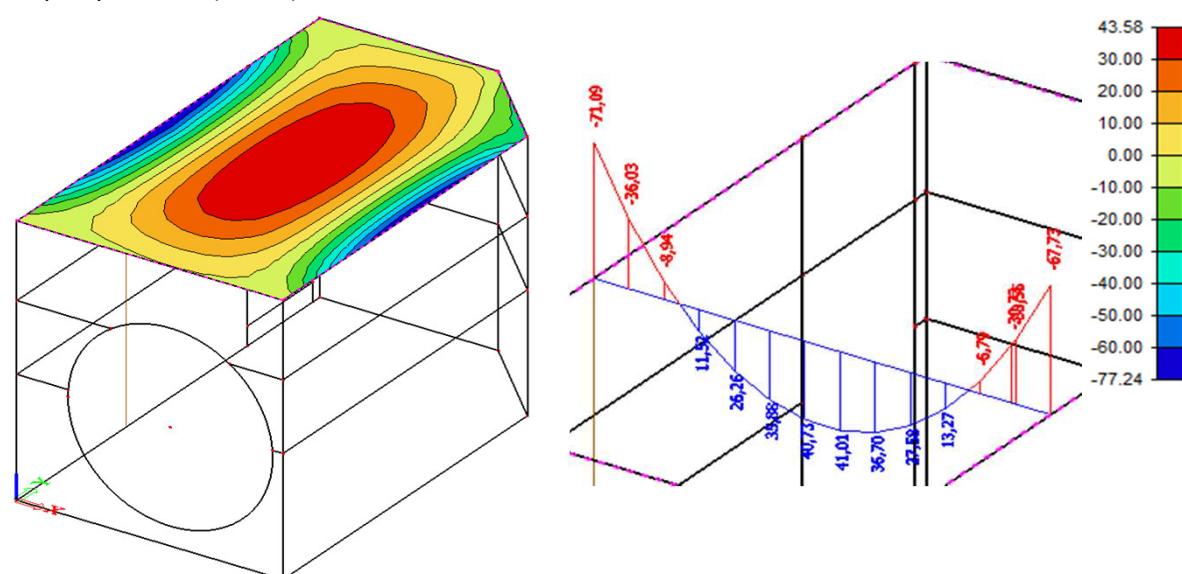
Normálová síla (MSU 2)



Obr. 31a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 2
Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 31b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 2
Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 31c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 2

7.6. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 2

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-58,37	0,00	27,66
horní deska	2	-66,05	107,97	-48,76
stěna	2	-108,29	-68,73	48,83
stěna	3	-126,95	0,00	-17,65
stěna	4	-161,02	108,07	51,66
základová deska	4	-105,54	-152,71	52,30
základová deska	5	-103,79	0,00	-50,08

Tab. 18a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 2

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-64,14	0,00	31,19
horní deska	2	-72,41	120,16	-53,92
stěna	2	-120,60	-75,52	53,90
stěna	3	-139,24	0,00	-18,68
stěna	4	-174,50	114,61	55,11
základová deska	4	-111,87	-165,36	55,85
základová deska	5	-109,94	0,00	-54,98

Tab. 18b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 2

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-61,91	0,00	29,86
horní deska	2	-69,86	115,28	-51,86
stěna	2	-115,68	-72,81	51,92
stěna	3	-134,32	0,00	-18,28
stěna	4	-169,11	111,99	53,73
základová deska	4	-109,34	-160,30	54,42
základová deska	5	-107,48	0,00	-53,02

Tab. 18c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 2

7.7. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 3

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-34,82	0,00	13,12
horní deska	2	-49,16	67,66	-43,18
stěna	2	-68,93	-49,52	43,09
stěna	3	-90,80	0,00	-32,67
stěna	4	-139,49	132,29	89,93
základová deska	4	-160,88	-140,11	90,50
základová deska	5	-119,85	0,00	-30,38

Tab. 19a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 3

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-92,85	0,00	42,66
horní deska	2	-123,06	192,92	-99,40
stěna	2	-198,12	-124,26	99,08
stěna	3	-181,22	0,00	-53,65
stěna	4	-251,99	258,19	147,29
základová deska	4	-259,21	-250,63	148,42
základová deska	5	-181,87	0,00	-57,24

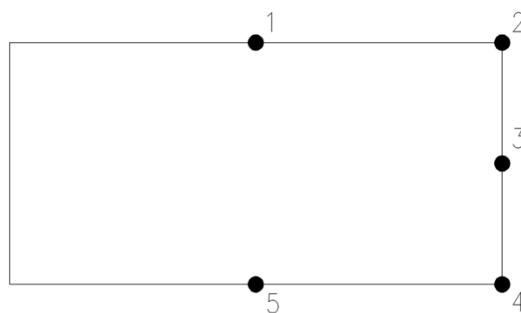
Tab. 19b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 3

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-29,66	0,00	11,18
horní deska	2	-42,13	57,64	-36,78
stěna	2	-58,72	-42,18	36,71
stěna	3	-77,35	0,00	-27,83
stěna	4	-118,82	136,61	76,61
základová deska	4	-137,05	-119,36	77,10
základová deska	5	-102,10	0,00	-25,88

Tab. 19c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 3

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-112,16	0,00	53,16
horní deska	2	-146,79	235,70	-116,70
stěna	2	-242,37	-148,43	116,30
stěna	3	-209,57	0,00	-56,98
stěna	4	-278,75	275,68	158,14
základová deska	4	-276,83	-276,46	159,43
základová deska	5	-190,26	0,00	-64,06

Tab. 19d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 3

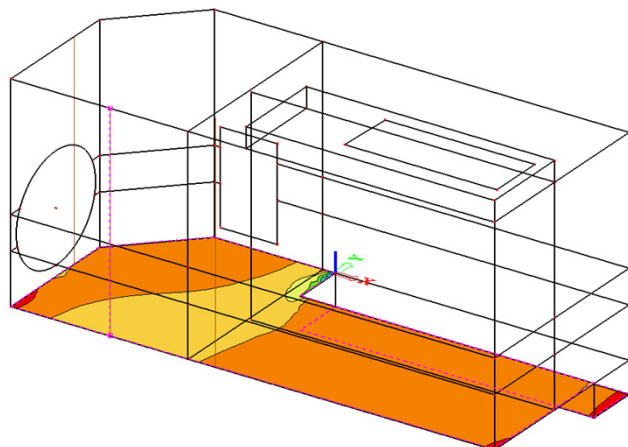


Obr. 32: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 3

7.8. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy

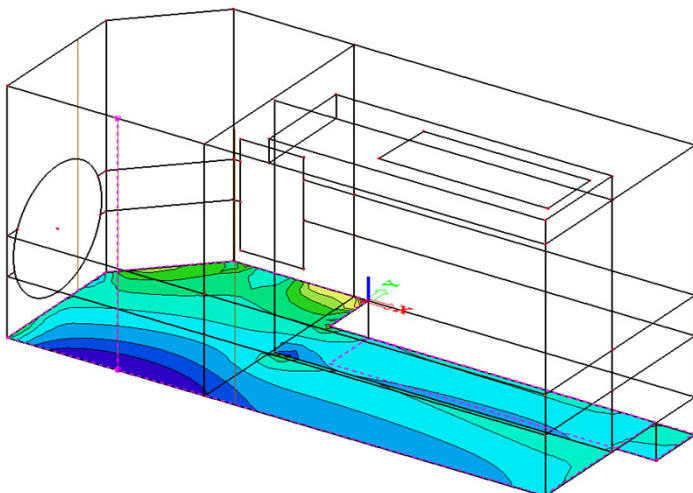
7.8.1. Základová deska

Normálová síla (MSU 4)



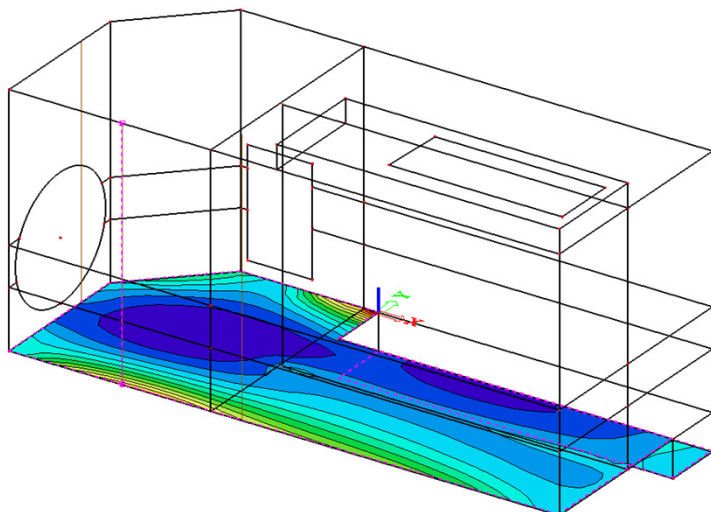
Obr. 33a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 3

Posouvající síla (MSU 4)

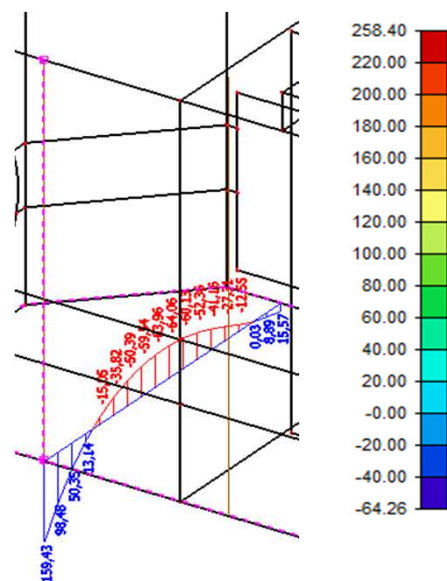
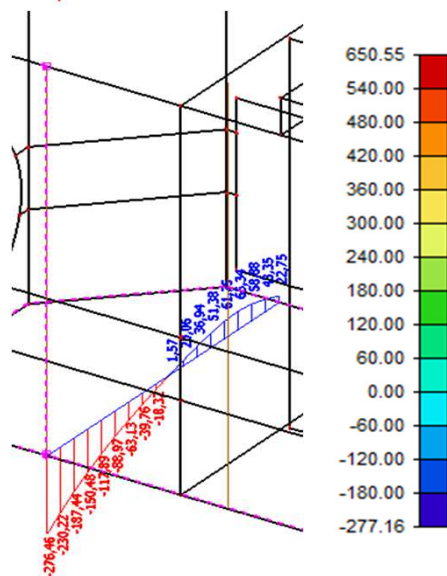


Obr. 33b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 3

Ohybový moment (MSU 4)

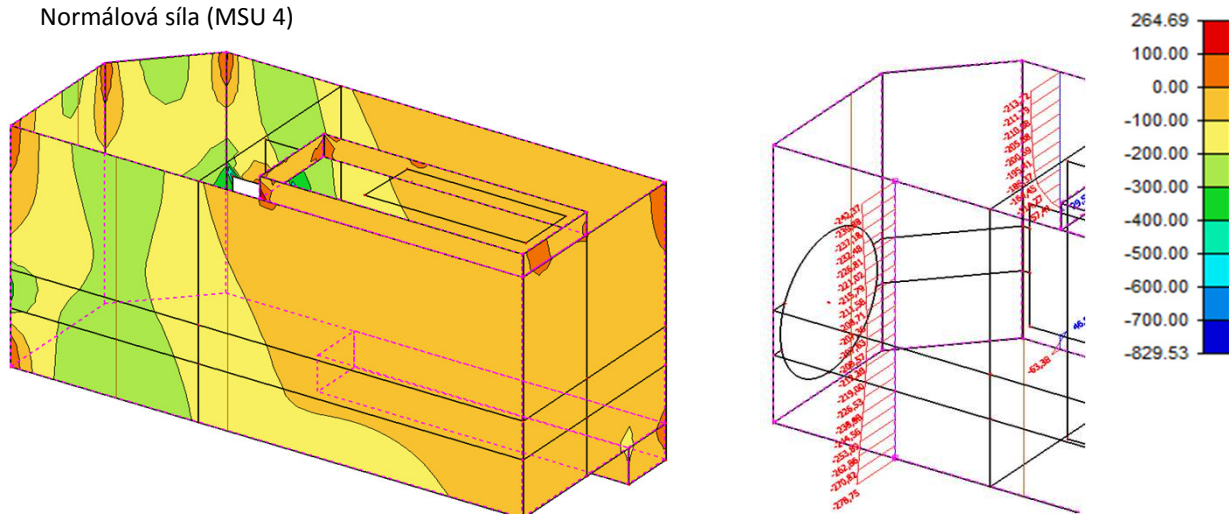


Obr. 33c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 3



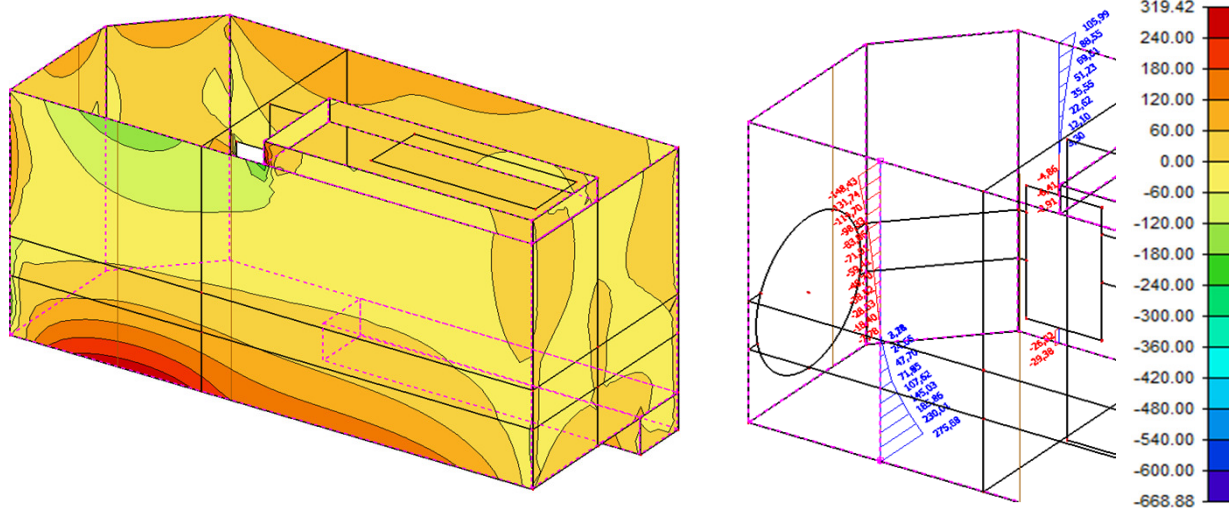
7.8.2.Stěny

Normálová síla (MSU 4)



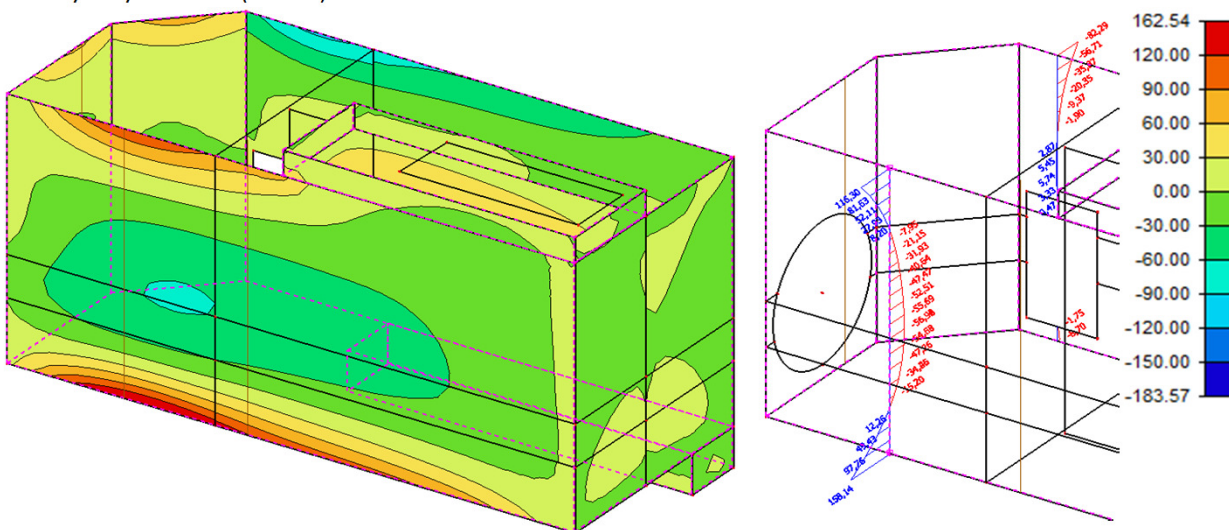
Obr. 34a: Normálová síla - stěny - šachta č. 3

Posouvající síla (MSU 4)



Obr. 34b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 3

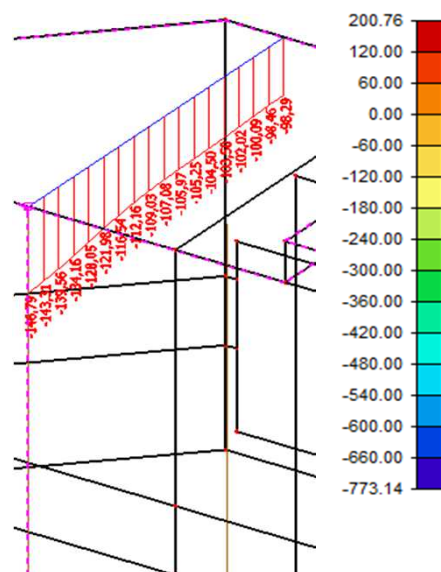
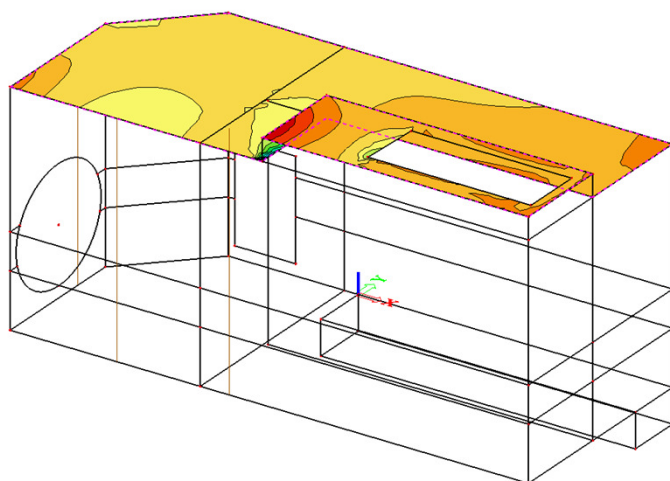
Ohybový moment (MSU 4)



Obr. 34c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 3

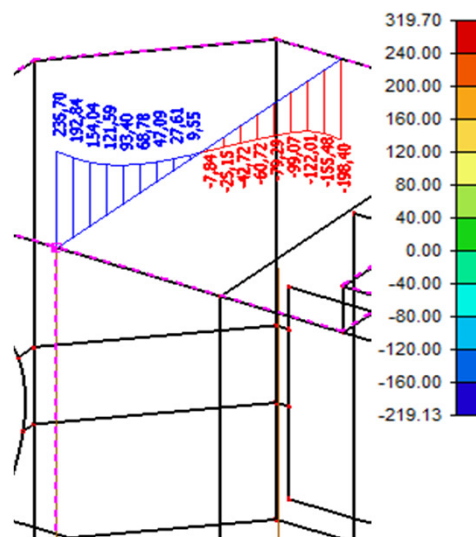
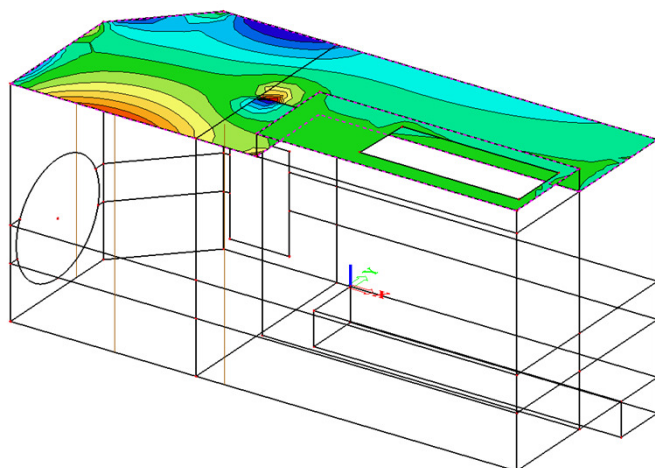
7.8.3. Stropní deska

Normálová síla (MSU 4)



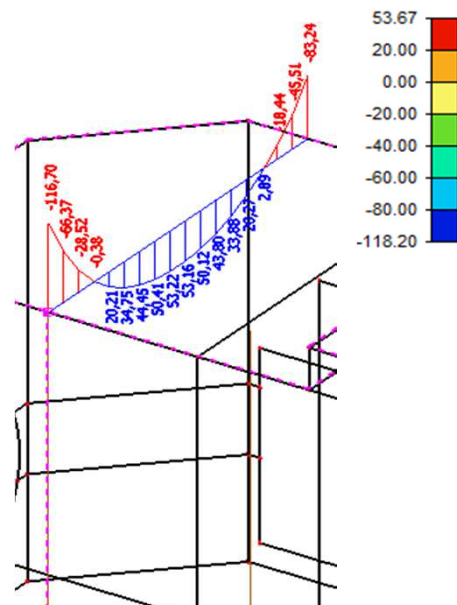
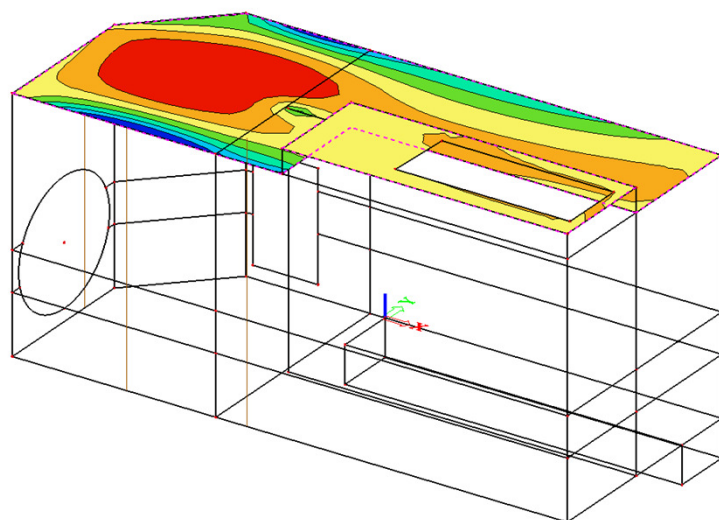
Obr. 35a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 3

Posouvající síla (MSU 4)



Obr. 35b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 3

Ohybový moment (MSU 4)



Obr. 35c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 3

7.9. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 3

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-24,76	0,00	9,72
horní deska	2	-36,64	50,12	-31,98
stěna	2	-51,06	-36,68	31,92
stěna	3	-63,05	0,00	-24,20
stěna	4	-103,32	118,79	66,62
základová deska	4	-119,17	-103,79	67,04
základová deska	5	-95,38	0,00	-22,50

Tab. 20a: Vnitřní síly - MSP 1 - šachta č. 3

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-82,69	0,00	38,68
horní deska	2	-108,81	172,92	-87,10
stěna	2	-177,72	-109,96	86,10
stěna	3	-156,06	0,00	-40,85
stěna	4	-213,62	214,70	122,85
základová deska	4	-215,58	-212,13	123,82
základová deska	5	-149,58	0,00	-48,84

Tab. 20b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 3

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-59,93	0,00	27,09
horní deska	2	-79,94	123,80	-65,05
stěna	2	-137,05	-80,65	64,86
stěna	3	-121,97	0,00	-35,73
stěna	4	-169,50	176,34	100,35
základová deska	4	-177,01	-168,80	101,11
základová deska	5	-125,26	0,00	-38,30

Tab. 20c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 3

7.10. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 4

vnitřní síly v řezu:

MSU1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-8,10	0,00	4,13
horní deska	2	-17,62	24,49	-8,73
stěna	2	-28,42	-17,28	8,73
stěna	3	-31,46	0,00	-4,44
stěna	4	-65,41	40,56	15,88
základová deska	4	-41,56	-61,75	16,23
základová deska	5	-22,24	0,00	-16,40

Tab. 21a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 4

MSU2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-12,25	0,00	5,37
horní deska	2	-21,06	30,89	-10,70
stěna	2	-32,18	-20,83	10,70
stěna	3	-36,01	0,00	-4,83
stěna	4	-71,30	43,42	17,16
základová deska	4	-44,46	-67,47	17,56
základová deska	5	-23,81	0,00	-17,93

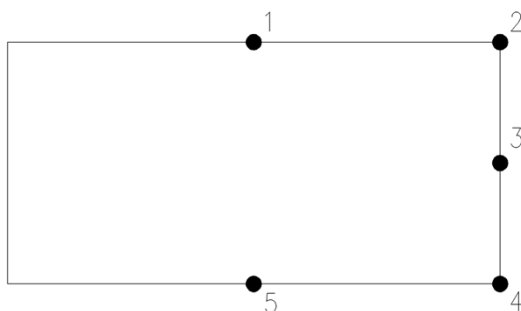
Tab. 21b: Vnitřní síly - MSU 2 - šachta č. 4

MSU3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-8,11	0,00	3,52
horní deska	2	-15,01	20,86	-7,44
stěna	2	-21,66	-14,72	7,44
stěna	3	-25,20	0,00	-3,78
stěna	4	-55,72	34,55	13,52
základová deska	4	-35,40	-52,60	13,83
základová deska	5	-18,94	0,00	-13,83

Tab. 21c: Vnitřní síly - MSU 3 - šachta č. 4

MSU4	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-11,99	0,00	5,28
horní deska	2	-19,91	29,97	-10,23
stěna	2	-31,26	-19,78	10,23
stěna	3	-33,27	0,00	-4,34
stěna	4	-64,10	38,62	15,35
základová deska	4	-39,52	-60,74	15,71
základová deska	5	-21,17	0,00	-16,74

Tab. 21d: Vnitřní síly - MSU 4 - šachta č. 4

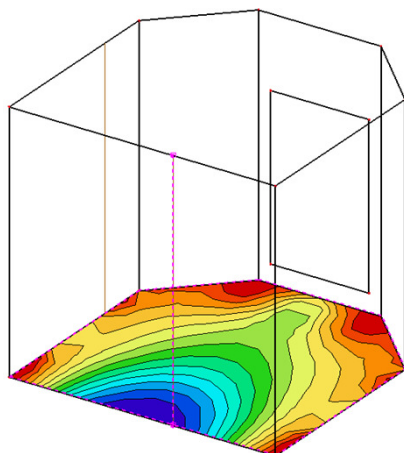


Obr. 36: Schematické zobrazení posuzovaných bodů na konstrukci - šachta č. 4

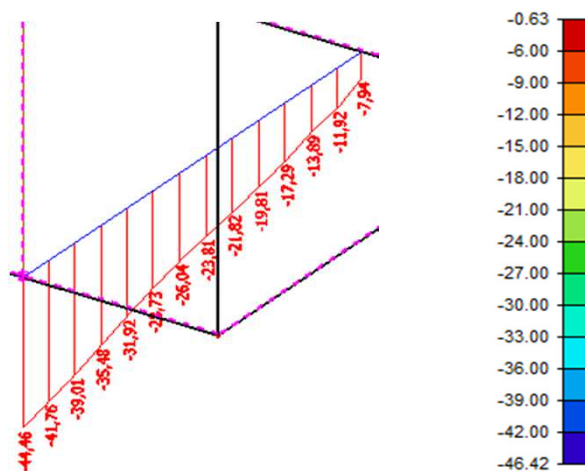
7.11. Vnitřní síly - MSU - šachta č. 2 - grafické výstupy

7.11.1. Základová deska

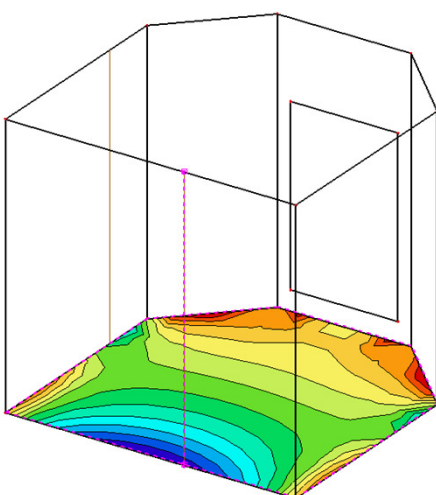
Normálová síla (MSU 2)



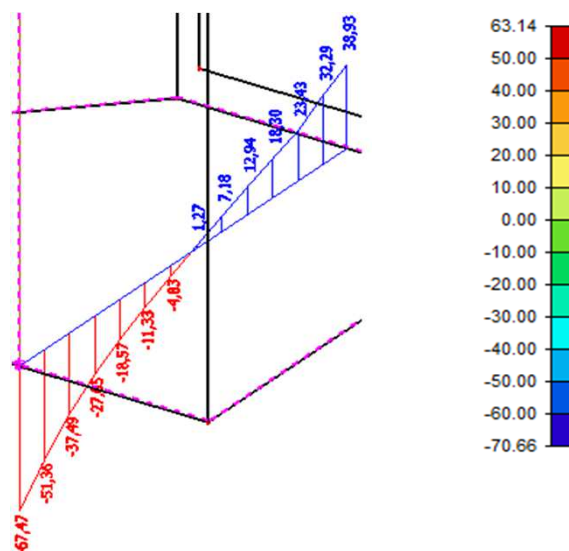
Obr. 37a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 4



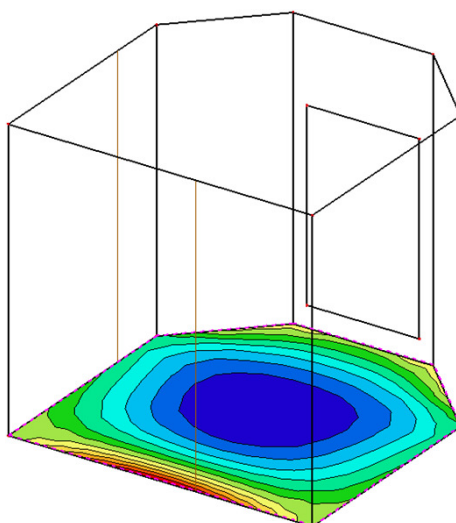
Posouvající síla (MSU 2)



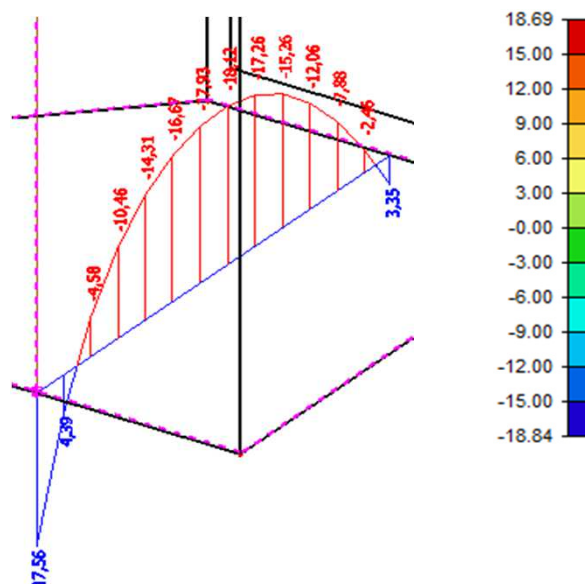
Obr. 37b: Posouvající síla - základová deska - šachta č. 4



Ohybový moment (MSU 2)

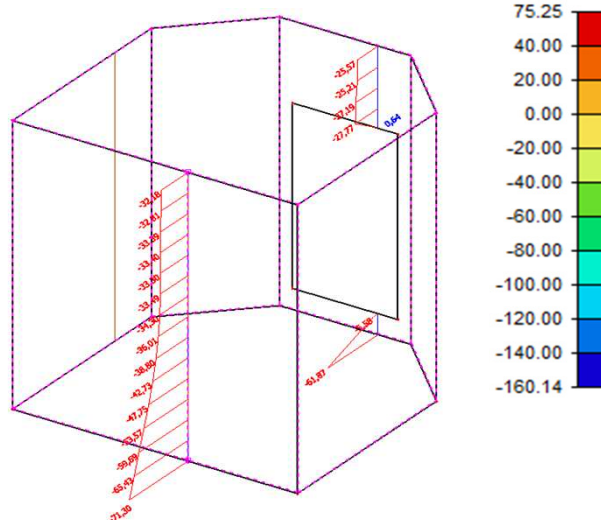
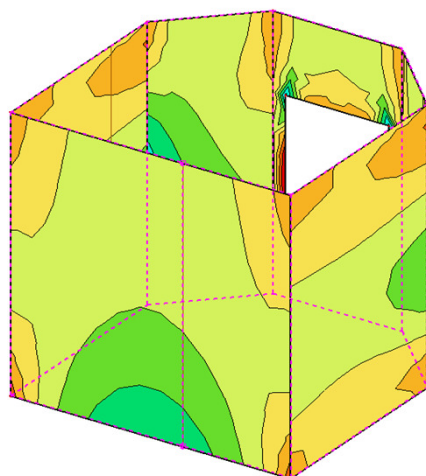


Obr. 37c: Ohybový moment - základová deska - šachta č. 4



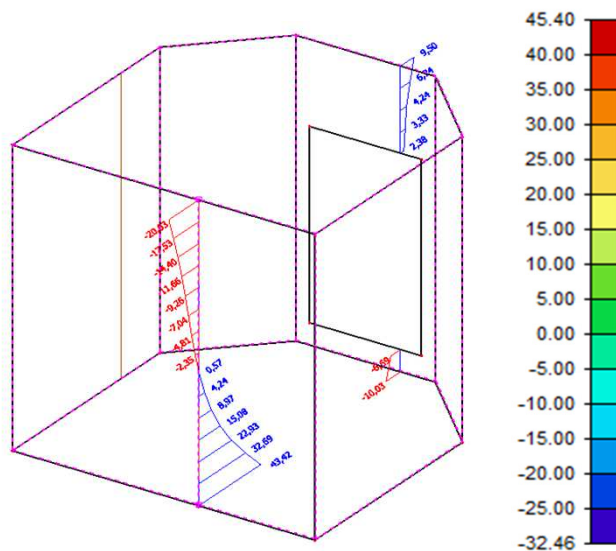
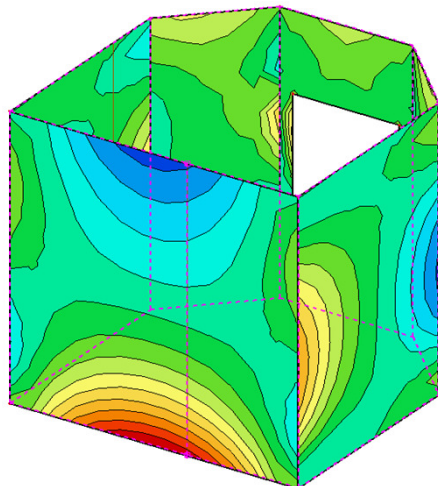
7.11.2.Stěny

Normálová síla (MSU 2)



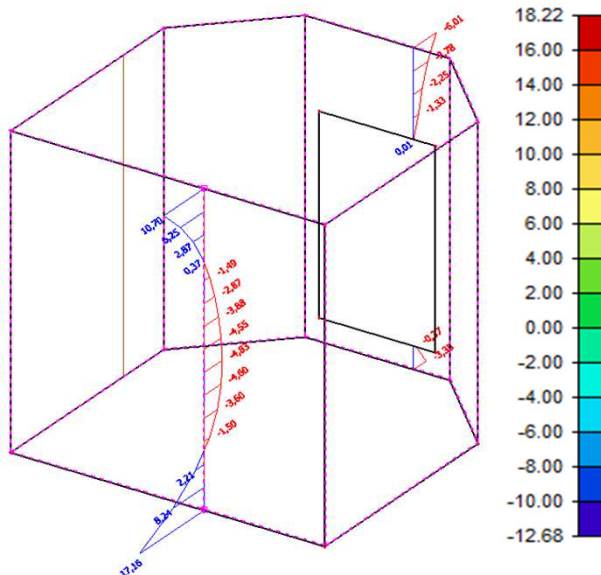
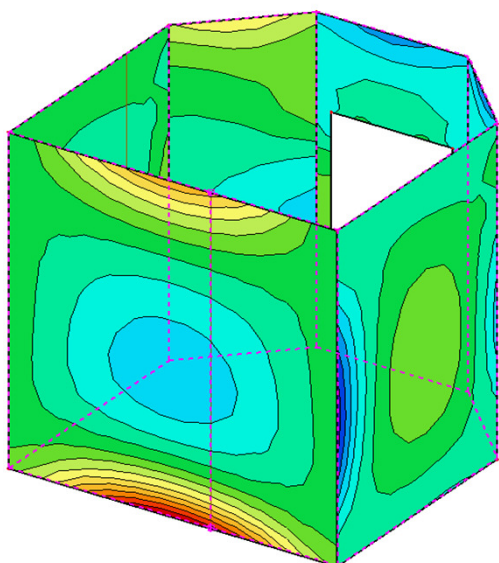
Obr. 38a: Normálová síla - stěny - šachta č. 4

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 38b: Posouvající síla - stěny - šachta č. 4

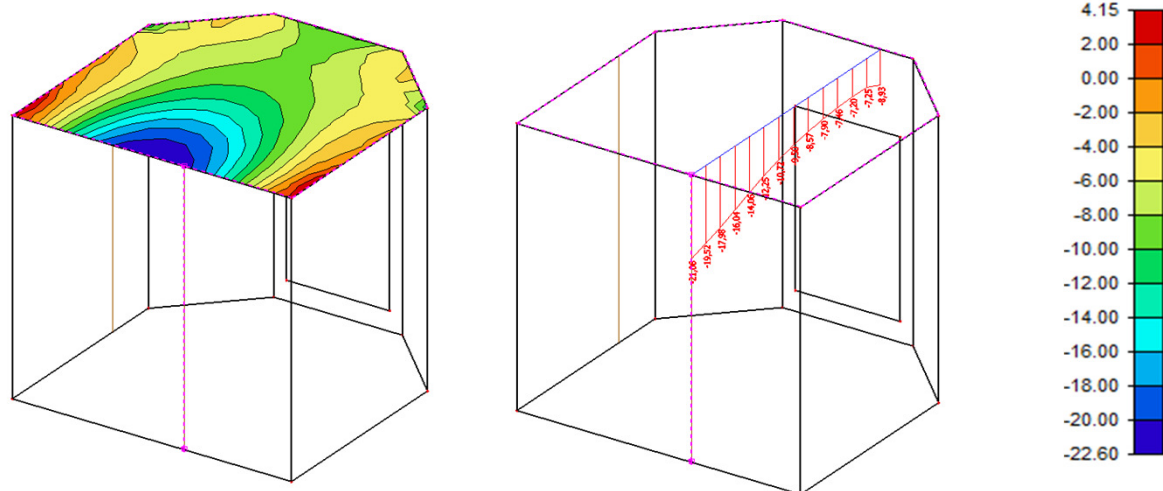
Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 38c: Ohybový moment - stěny - šachta č. 4

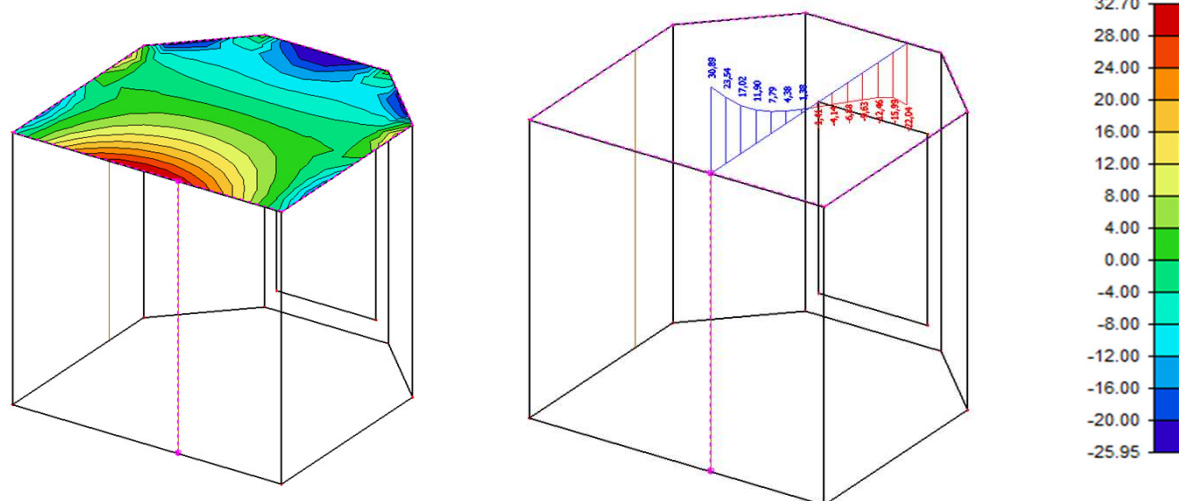
7.11.3. Stropní deska

Normálová síla (MSU 2)



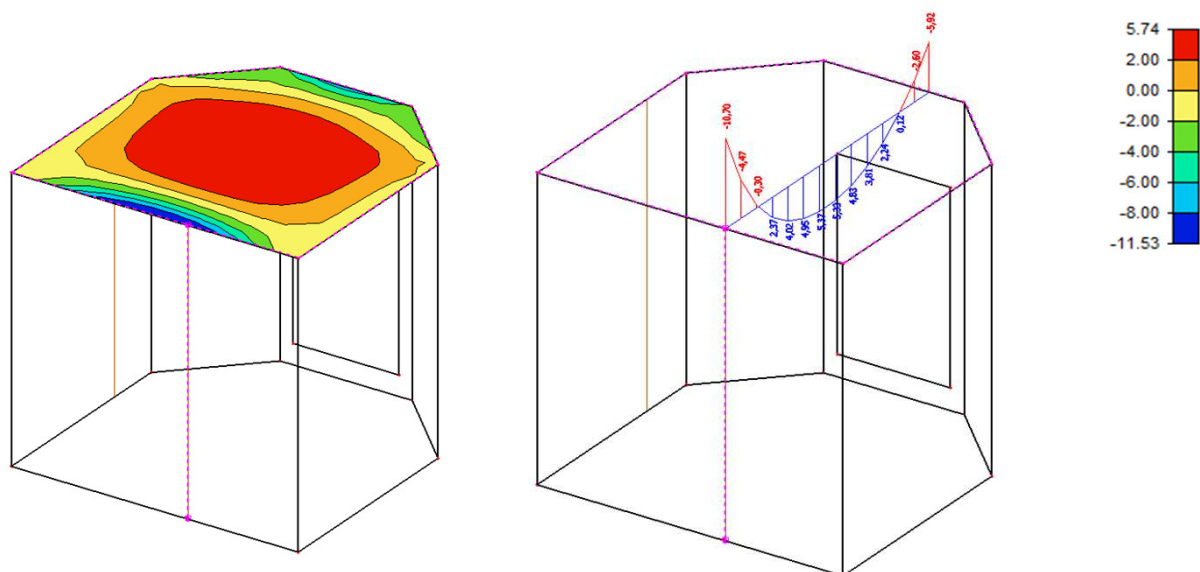
Obr. 39a: Normálová síla - základová deska - šachta č. 4

Posouvající síla (MSU 2)



Obr. 39b: Posouvající síla - stropní deska - šachta č. 4

Ohybový moment (MSU 2)



Obr. 39c: Ohybový moment - stropní deska - šachta č. 4

7.12. Vnitřní síly - MSP - šachta č. 4

vnitřní síly v řezu:

MSP1	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-7,06	0,00	3,06
horní deska	2	-13,03	18,14	-6,47
stěna	2	-18,83	-12,80	6,47
stěna	3	-21,91	0,00	-3,29
stěna	4	-48,45	30,04	11,76
základová deska	4	-30,78	-45,74	12,02
základová deska	5	-16,47	0,00	-12,15

Tab. 22a: Vnitřní síly - MSU 1 - šachta č. 1

MSP2	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-8,57	0,00	4,27
horní deska	2	-16,43	24,42	-8,39
stěna	2	-25,46	-16,28	8,40
stěna	3	-27,72	0,00	-3,57
stěna	4	-54,23	32,85	13,02
základová deska	4	-33,63	-51,35	13,32
základová deska	5	-18,01	0,00	-13,69

Tab. 22b: Vnitřní síly - MSP 2 - šachta č. 4

MSP3	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
horní deska	1	-7,54	0,00	3,79
horní deska	2	-15,08	21,91	-7,62
stěna	2	-22,81	-14,89	7,63
stěna	3	-25,98	0,00	-3,52
stěna	4	-51,92	31,73	12,52
základová deska	4	-32,49	-49,11	12,18
základová deska	5	-15,94	0,00	-13,16

Tab. 22c: Vnitřní síly - MSP 3 - šachta č. 4

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 - šachta č. 1

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				

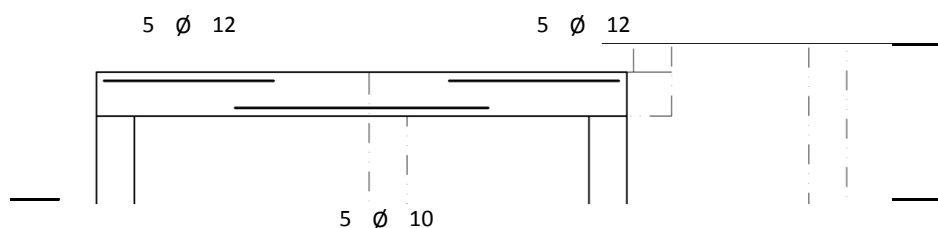
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	12	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	565,49	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm
	d_1	55	mm		d_2	56	mm
účinná výška průřezu	d	0,195	m	účinná výška průřezu	d	0,194	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0154	m
rameno vnitřních sil	z	0,1907	m	rameno vnitřních sil	z	0,1879	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,05	0,617	VYHOVUJE	0,08	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]	
10,60	32,57	VYHOVUJE	27,52	46,19	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	10	á	200	mm	Navrženo	\varnothing	12	á	200	mm
----------	---------------	----	---	-----	----	----------	---------------	----	---	-----	----

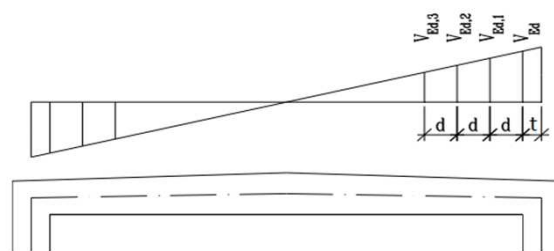
8.2.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 40: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 1

8.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	53,56	kN/m
V_{Ed}	=	49,44	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	43,01	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	36,59	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	30,16	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

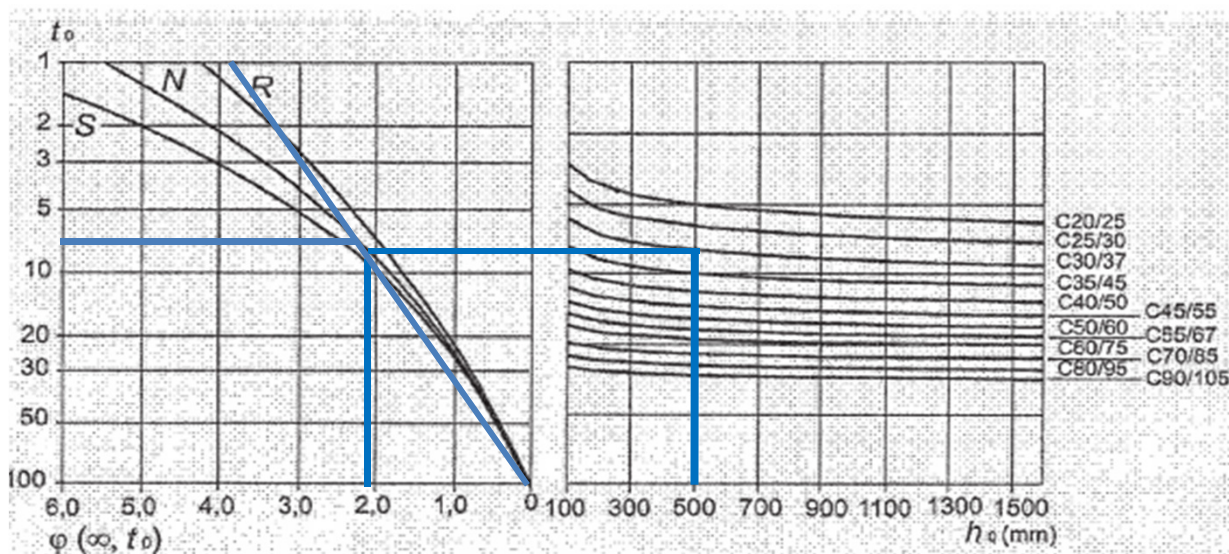
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	95,924	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0029	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 53,56 < 95,9

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

8.3. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 1

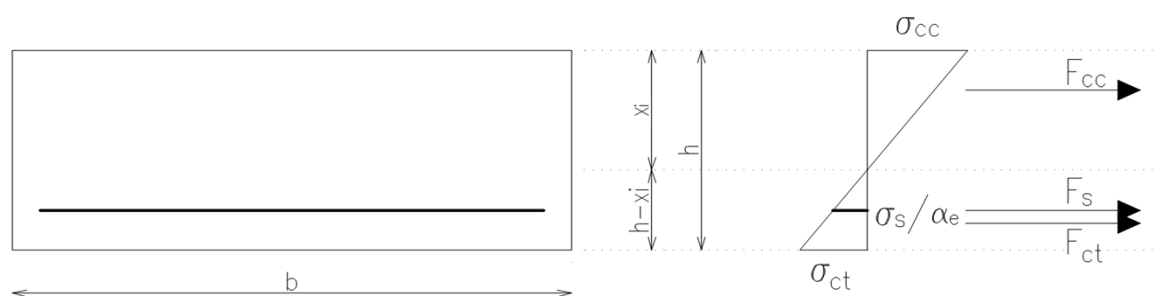
8.3.1. Stanovení základních parametrů



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	2,1

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,645	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	19,727	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.3.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

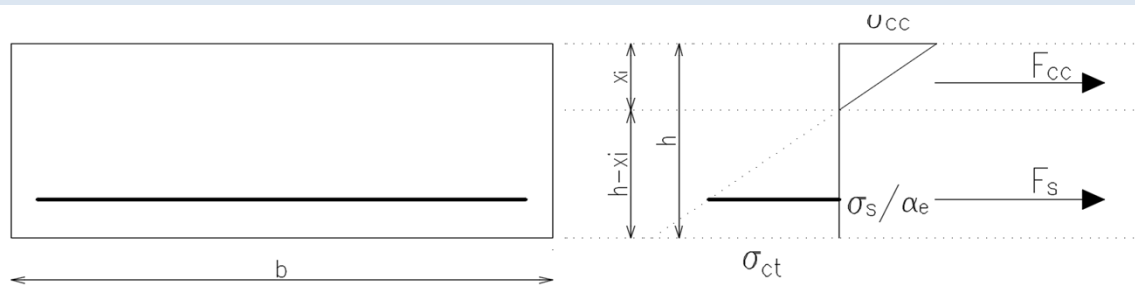
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1271	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0021	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0013	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	31,594	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **21,51** < 31,6

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 trhlinami [m]	0,0478	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	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	-0,0787	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0003	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-5,0851	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1571	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0005	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,455 < 6,500 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

8.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	8,46	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	7,32	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	1978,2	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	1711,6	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 1,98 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 1,71 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	120300	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,1791	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 120,3 < 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

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 [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]	0,462	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	- 0,0003	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
šířka trhliny [mm]	0,159	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,159 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

8.4. Mezní stav únosnosti - šachta č. 2

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				

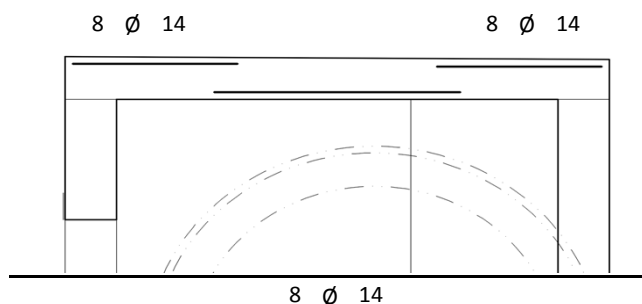
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	8	ks/m	počet prutů	1	8	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	14	mm	průměr prutu	\emptyset_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	1231,5	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	1231,5	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\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	0,0335	m	výška tlačené oblasti	x	0,0335	m
rameno vnitřních sil	z	0,1736	m	rameno vnitřních sil	z	0,1736	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,18	0,617	VYHOVUJE	0,18	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]	
40,73	92,96	VYHOVUJE	71,09	92,96	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	14	á	125	mm	Navrženo	\emptyset	14	á	125	mm
----------	-------------	-----------	---	------------	----	----------	-------------	-----------	---	------------	----

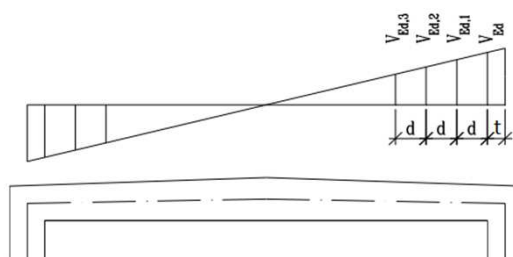
8.4.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 41: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 2

8.4.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	158,19	kN/m
V_{Ed}	=	146,02	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	127,82	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	109,61	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	91,41	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	121,33	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0066	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 158,19 > 121,3

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	632,19	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 158,19 < 632,2

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,140	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,281	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,125	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,250	
Smyková únosnost spon [kN/m]	170,74	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 146,02 < 170,7

VYHOVUJE

Navržený profil ohybů [mm]	14	
počet ohybů [ks/m]	0	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	0,00	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,0} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 146,02 < 170,7

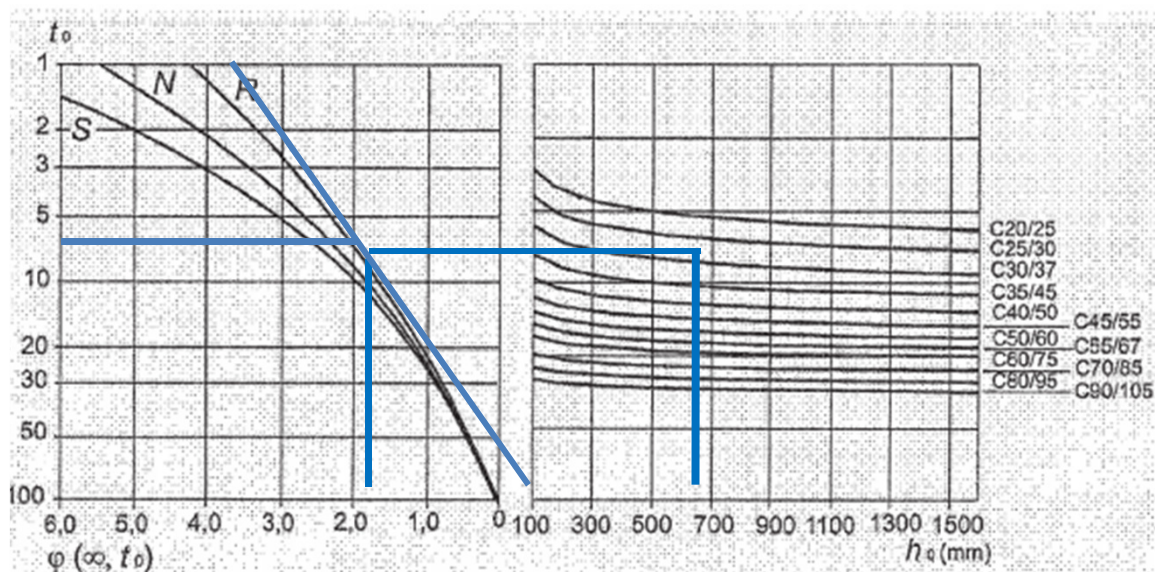
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
121,33	97,35	1,25	0,25

8.5. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2

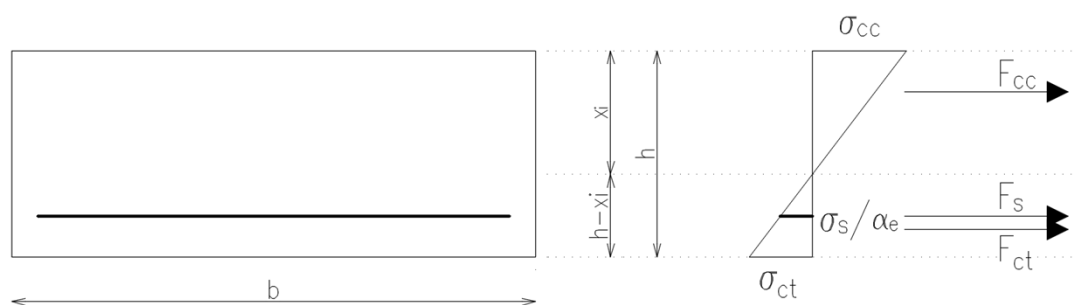
8.5.1. Stanovení základních parametrů



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	2,1

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,645	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	19,727	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

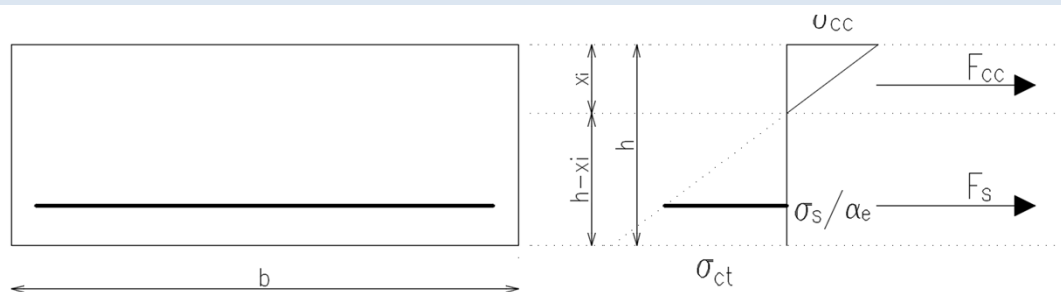
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1305	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0055	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0014	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	33,662	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **53,92** > 33,7

DOCHÁZÍ 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 trhlinami [m]	0,0741	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0004	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	7E-08	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

8.5.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,8051	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0032	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-3,1875	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1374	$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0046	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 4,620 < 6,500 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

8.5.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	31,19	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	29,86	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	5188,5	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	4967,2	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 5,19 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 4,97 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	156041	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,1623	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 156,0 < 400,0 Mpa

NEVZNIKOU 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	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]	0,06	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
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 [-]	0,021	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,304	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	0,0003	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0004	
šířka trhliny [mm]	0,135	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,135 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

8.6. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3 - hlavní stropní deska

8.6.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,35	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,35	m				

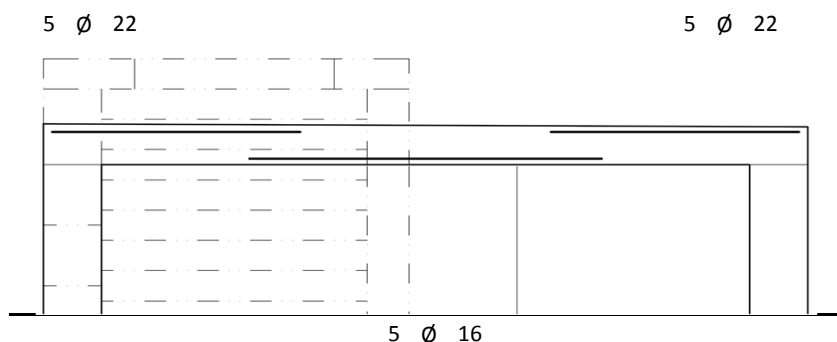
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	16	mm	průměr prutu	\emptyset_2	22	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	1005,3	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	1900,7	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	8	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	8	mm
	d_1	66	mm		d_2	69	mm
účinná výška průřezu	d	0,284	m	účinná výška průřezu	d	0,281	m
výška tlačené oblasti	x	0,0273	m	výška tlačené oblasti	x	0,0516	m
rameno vnitřních sil	z	0,2731	m	rameno vnitřních sil	z	0,2603	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,10	0,617	VYHOVUJE	0,18	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]	
53,16	119,36	VYHOVUJE	116,70	215,14	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	16	á	200	mm	Navrženo	\emptyset	22	á	200	mm
----------	-------------	-----------	---	------------	----	----------	-------------	-----------	---	------------	----

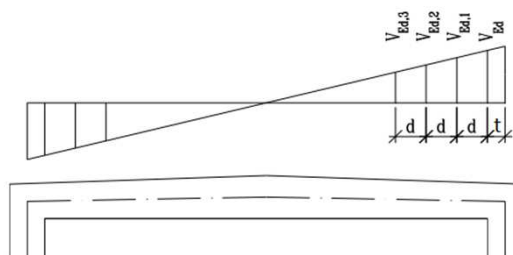
8.6.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 42: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 3

8.6.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	235,70	kN/m
V_{Ed}	=	216,29	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	184,79	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	153,29	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	121,79	kN/m
t	=	0,175	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	169,57	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,8436	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0068	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	288,24	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 235,70 > 169,6

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	948	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 235,70 < 948,0

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,211	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,422	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,200	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,200	
Smyková únosnost spon [kN/m]	355,60	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 216,29 < 355,6

VYHOVUJE

Navržený profil ohybů [mm]	22	
počet ohybů [ks/m]	0	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	0,00	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,0} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 216,29 < 355,6

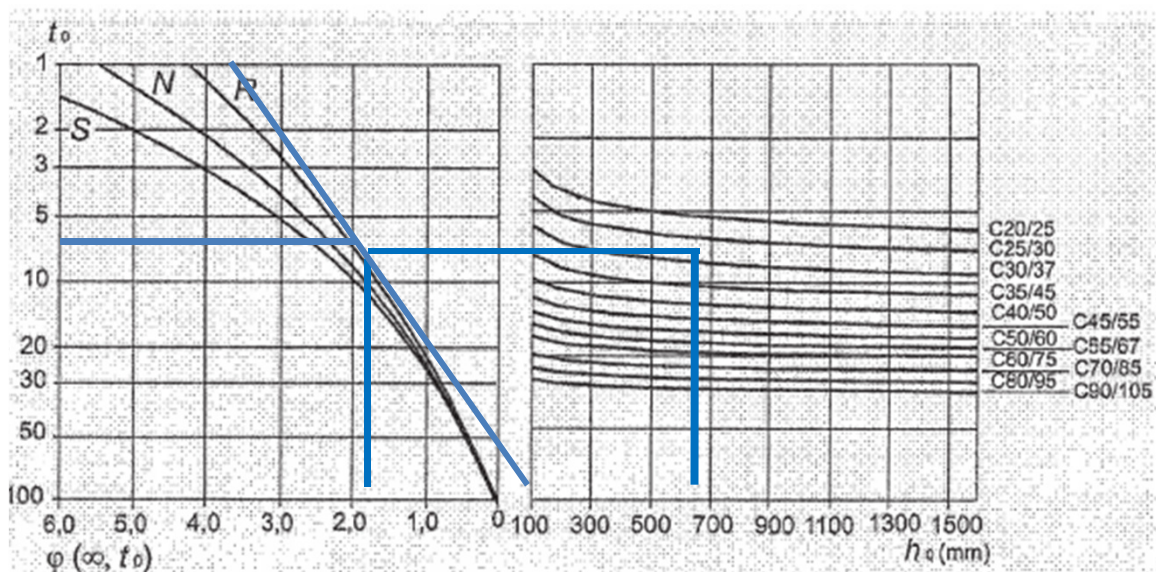
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
169,57	1346,86	0,13	-0,13

8.7. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2

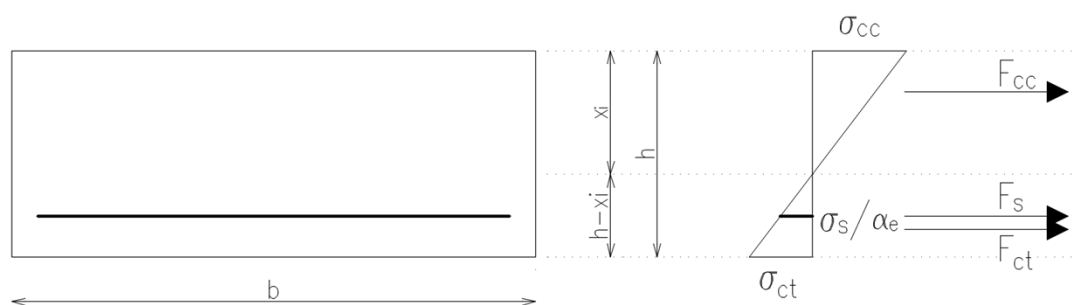
8.7.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,7	7	vnější	2,1

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,645	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	19,727	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.7.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

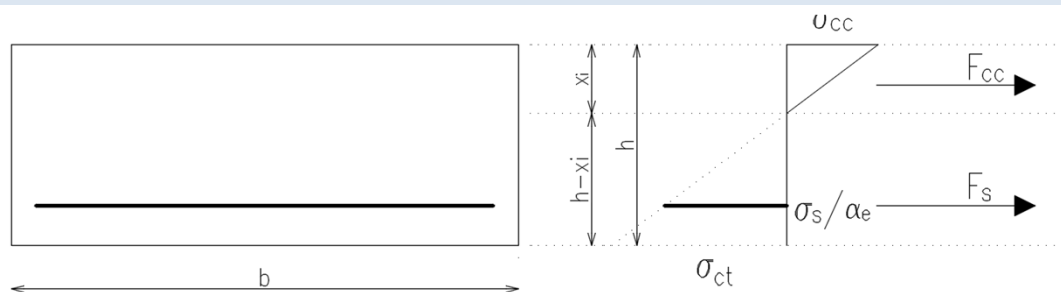
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1808	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0058	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0038	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	65,077	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **87,10** > 65,1

DOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	8E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

8.7.3. 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]	0,0881	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	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

8.7.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,7209	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0021	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-4,5036	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1511	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0058	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0085	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 5,779 < 8,500 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

8.7.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	38,68	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	27,09	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	3447,1	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2414,2	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 3,45 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 2,41 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	151110	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,2546	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 151,1 < 400,0 Mpa

NEVZNIKOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

8.7.6. 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]	0,09	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m ²]	0,09	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
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]	0,433	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	-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]	0,187	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,187 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

8.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4

8.8.1. Ohyb

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

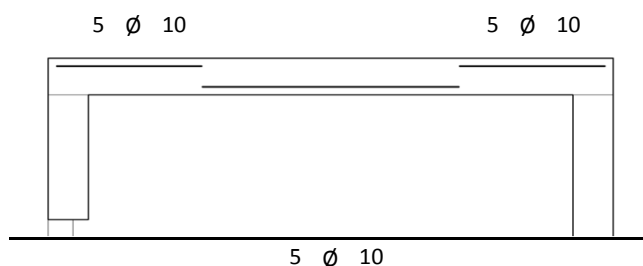
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	10	mm	průměr prutu	\emptyset_2	10	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	392,7	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	0	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	0	mm
	d_1	55	mm		d_2	55	mm
účinná výška průřezu	d	0,195	m	účinná výška průřezu	d	0,195	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0107	m
rameno vnitřních sil	z	0,1907	m	rameno vnitřních sil	z	0,1907	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,05	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]	
5,37	32,57	VYHOVUJE	10,70	32,57	VYHOVUJE

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

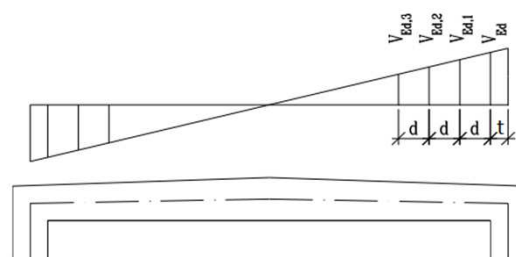
8.8.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 43: Ohybová výztuž - stropní deska - šachta č. 4

8.8.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	30,89	kN/m
V_{Ed}	=	28,51	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	24,81	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	21,10	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	17,39	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

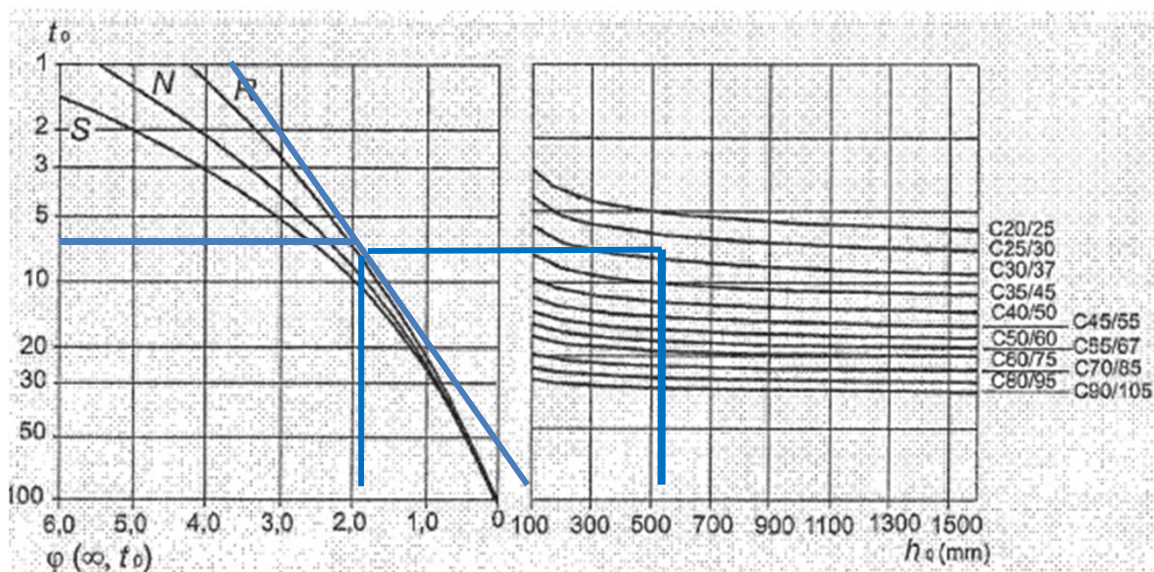
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	85,237	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,002	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 30,89 < 85,2

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

8.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4

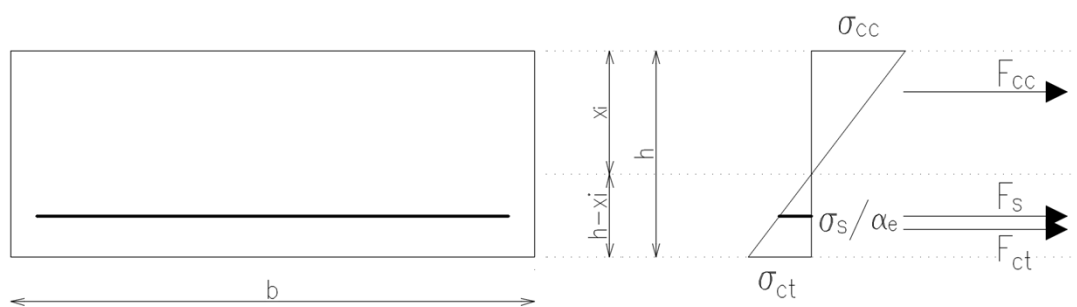
8.9.1. Stanovení základních parametrů



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	2,2

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,313	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	20,364	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

8.9.2. 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]	0,1272	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0054	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	127,07	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **3,57** < 127,1 **NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLIN**

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	6E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

8.9.3. Posouzení průhybů

průhyb [m]	0,001	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500}l$

Posouzení: 1,000 < 6,500 mm **PRŮHYB 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 - šachta č. 1

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				

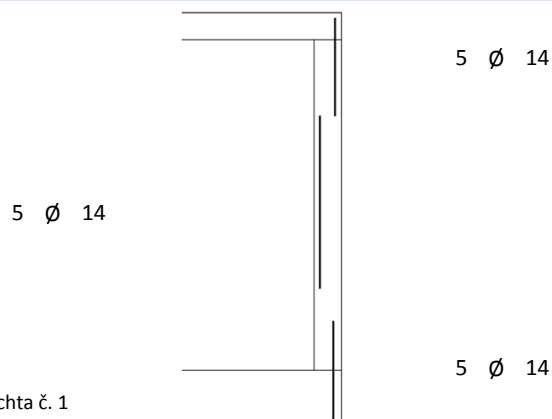
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	14	mm	průměr prutu	\emptyset_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	769,69	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	769,69	mm ² /m
průměr smykové 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]	
17,53	59,78	VYHOVUJE	45,77	59,78	VYHOVUJE

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

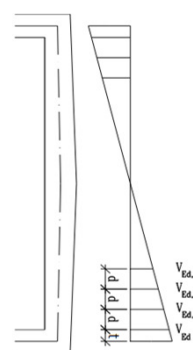
9.2.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 44: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 1

9.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	88,41	kN/m
V_{Ed}	=	81,61	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	71,44	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	61,26	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	51,09	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

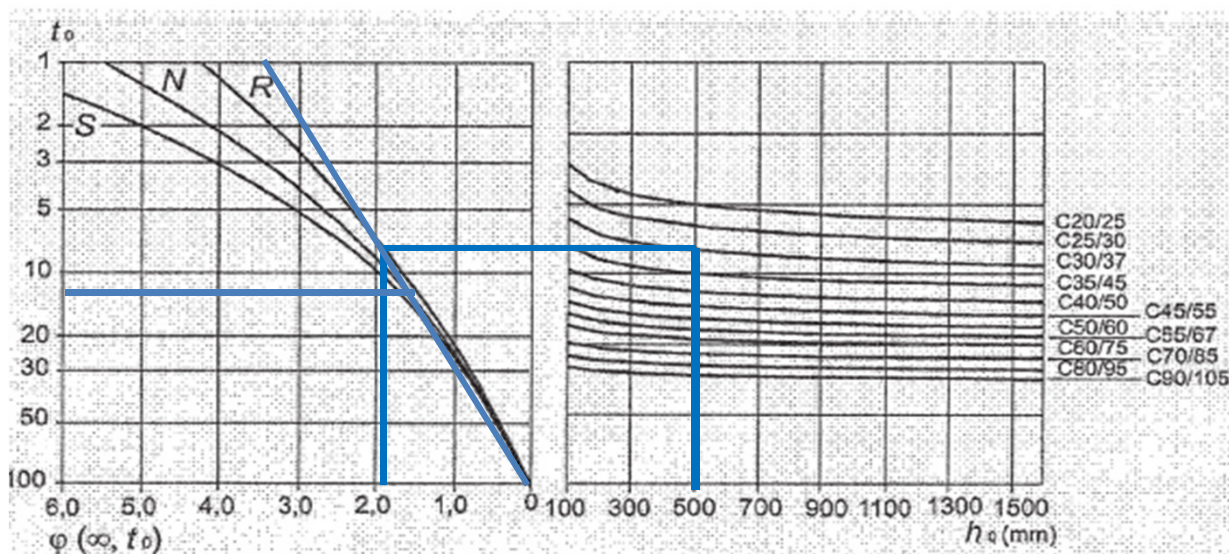
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	103,73	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d \geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení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

Posouzení: 88,41 < 103,7

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

9.3. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 1

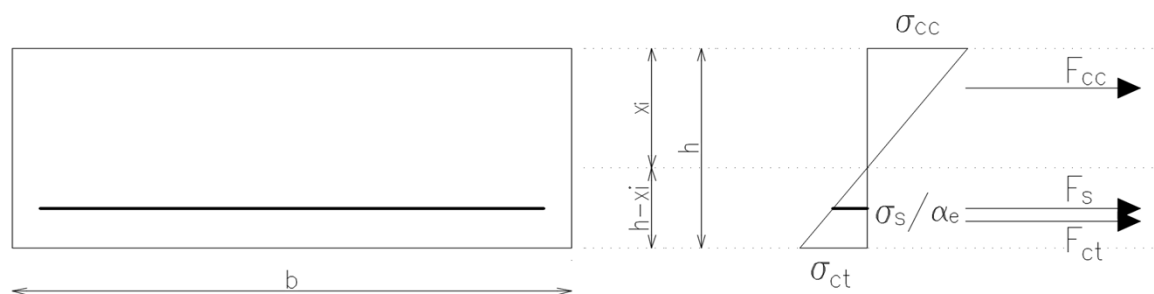
9.3.1. Stanovení základních parametrů



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



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

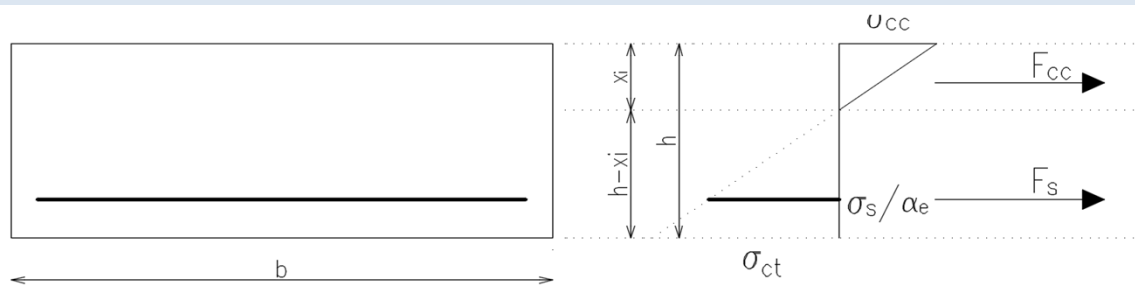
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1283	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0033	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0014	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	32,267	$M_{cr} = f_{ctm}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

Posouzení: **34,80** > 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	0,5701	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0023	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-4,2163	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1481	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0052	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,01	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 5,185 < 7,750 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

9.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	13,36	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	12,74	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	2664,6	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2540,9	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 2,66 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 2,54 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	103949	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
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: 103,9 < 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	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	0,0000	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0003	
šířka trhliny [mm]	0,115	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,115 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

9.4. Mezní stav únosnosti - šachta č. 2

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				

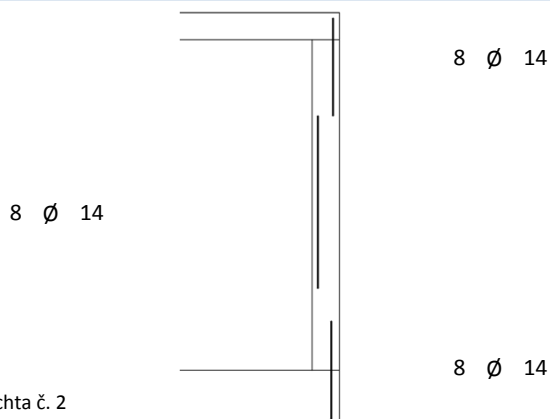
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	8	ks/m	počet prutů	1	8	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	14	mm	průměr prutu	\emptyset_2	14	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	1231,5	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	1231,5	mm ² /m
průměr smykové 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	0,0335	m	výška tlačené oblasti	x	0,0335	m
rameno vnitřních sil	z	0,1736	m	rameno vnitřních sil	z	0,1736	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,18	0,617	VYHOVUJE	0,18	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]	
24,88	92,96	VYHOVUJE	73,26	92,96	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	14	á	125	mm	Navrženo	\emptyset	14	á	125	mm
----------	-------------	-----------	---	------------	----	----------	-------------	-----------	---	------------	----

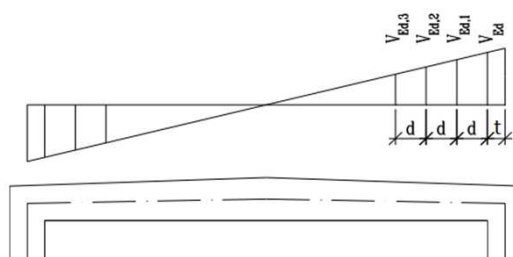
9.4.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 45: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 2

9.4.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	152,56	kN/m
V_{Ed}	=	140,82	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	123,27	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	105,71	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	88,16	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	121,33	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0066	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 152,56 > 121,3

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	632,19	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 152,56 < 632,2

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,140	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,281	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,125	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,250	
Smyková únosnost spon [kN/m]	170,74	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 140,82 < 170,7

VYHOVUJE

Navržený profil ohybů [mm]	14	
počet ohybů [ks/m]	0	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	0,00	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,0} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 140,82 < 170,7

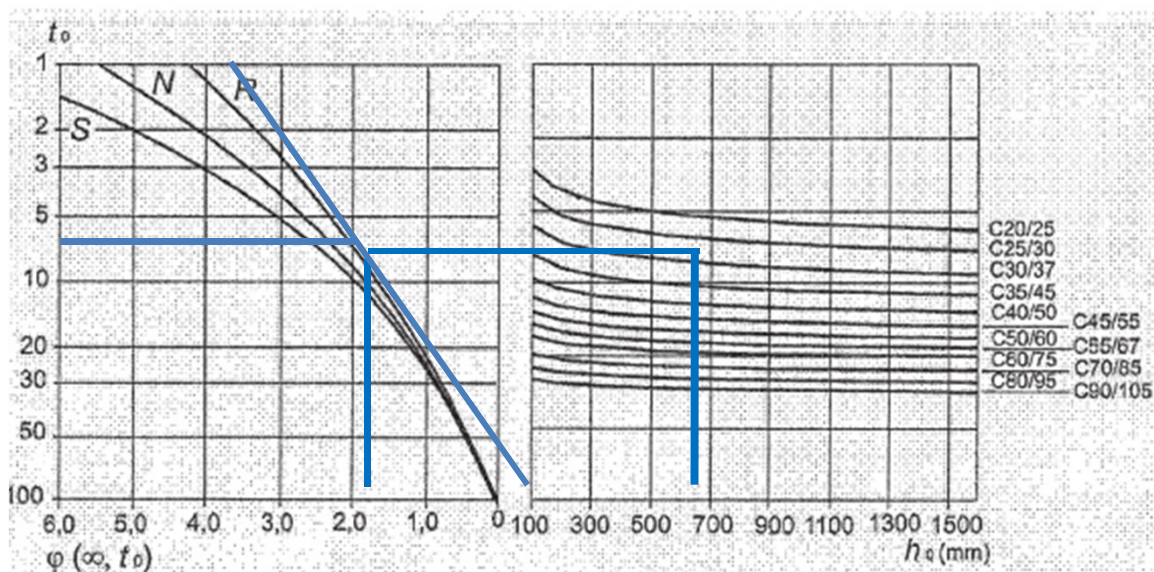
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
121,33	93,88	1,29	0,21

9.5. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2

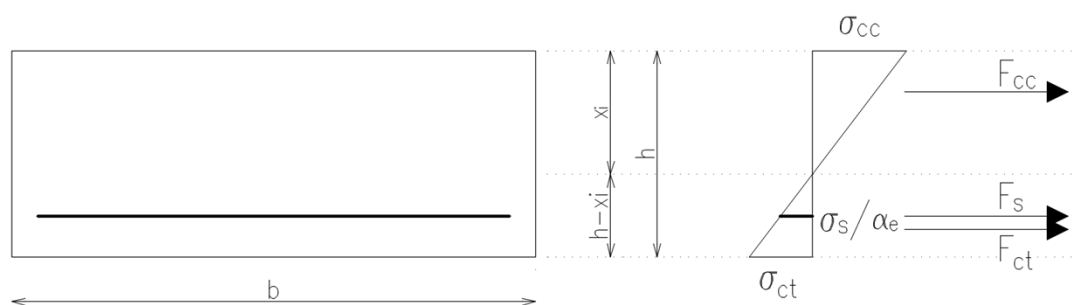
9.5.1. Stanovení základních parametrů



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	2,1

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,645	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	19,727	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

9.5.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

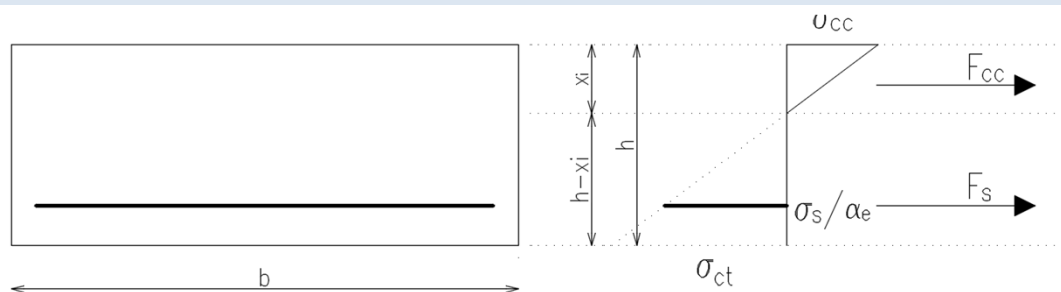
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1305	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0055	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0014	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	33,662	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **53,90** > 33,7

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]	0,0741	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0004	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	7E-08	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

9.5.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,805	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0032	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-3,1875	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1374	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0046	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 4,617 < 6,500 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

9.5.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	18,68	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	18,28	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	3107,4	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	3040,9	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 3,11 < 18,00 Mpa

NEVZNIKOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 3,04 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDAT LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	93454	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,1623	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 93,5 < 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 [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 [-]	0,021	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,304	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	0,0000	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0003	
šířka trhliny [mm]	0,081	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,081 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

9.6. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3

9.6.1. Ohyb

min. výška průřezu	$h_1 =$	0,35	m	šířka průřezu	$b =$	1,00	m
max. výška průřezu	$h_2 =$	0,35	m				

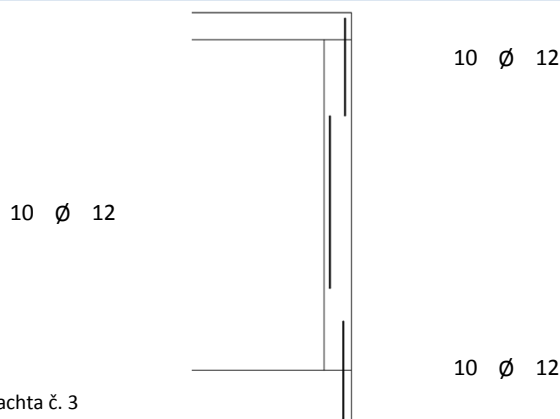
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	10	ks/m	počet prutů	1	10	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	12	mm	průměr prutu	\emptyset_2	12	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	1131	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	1131	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	6	mm
	d_1	62	mm		d_2	62	mm
účinná výška průřezu	d	0,288	m	účinná výška průřezu	d	0,288	m
výška tlačené oblasti	x	0,0307	m	výška tlačené oblasti	x	0,0307	m
rameno vnitřních sil	z	0,2757	m	rameno vnitřních sil	z	0,2757	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]	
56,98	135,57	VYHOVUJE	116,30	135,57	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	12	á	100	mm	Navrženo	\emptyset	12	á	100	mm
----------	-------------	-----------	---	------------	----	----------	-------------	-----------	---	------------	----

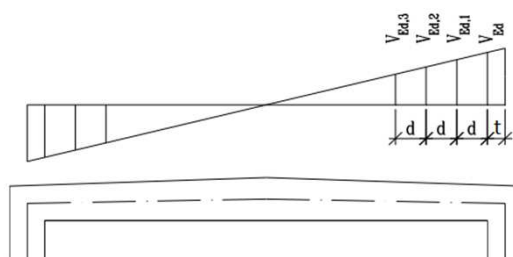
9.6.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 46: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 3

9.6.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	275,68	kN/m
V_{Ed}	=	244,35	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	208,26	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	172,17	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	136,09	kN/m
t	=	0,250	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	144,17	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,8333	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0039	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	287,16	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 275,68 > 144,2

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	1004	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 275,68 < 1004,0

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,216	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,432	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,100	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,200	
Smyková únosnost spon [kN/m]	423,66	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 244,35 < 423,7

VYHOVUJE

Navržený profil ohybů [mm]	12	
počet ohybů [ks/m]	0	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	0,00	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,o} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 244,35 < 423,7

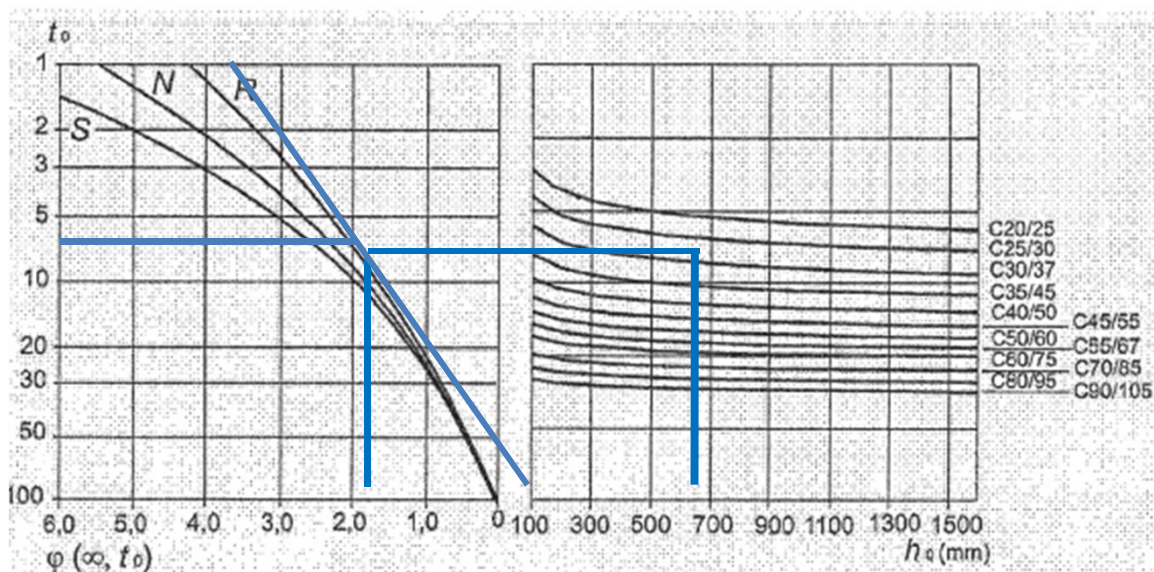
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
144,17	125,31	1,15	0,80

9.7. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 3

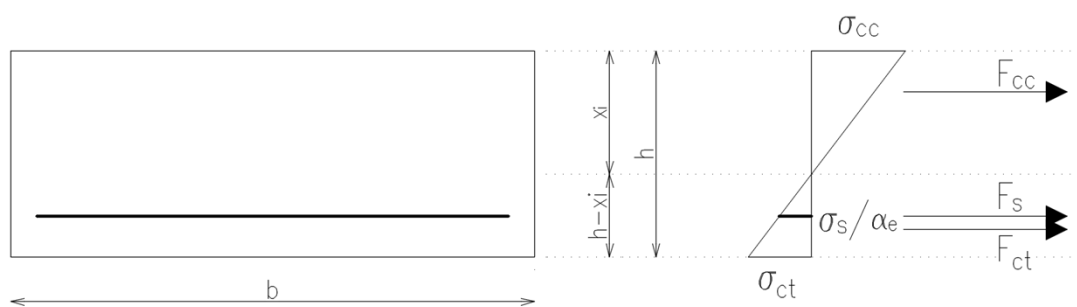
9.7.1. Stanovení základních parametrů



Náhradní rozměr průřezu $h_0=2A_c/u$	stáří betonu v okamžiku zatížení t_0	Prostředí	součinitel dotvarování φ ($\infty; t_0$)
[m]	[dny]	[-]	[-]
0,7	7	vnější	2,1

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,645	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	19,727	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

9.7.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

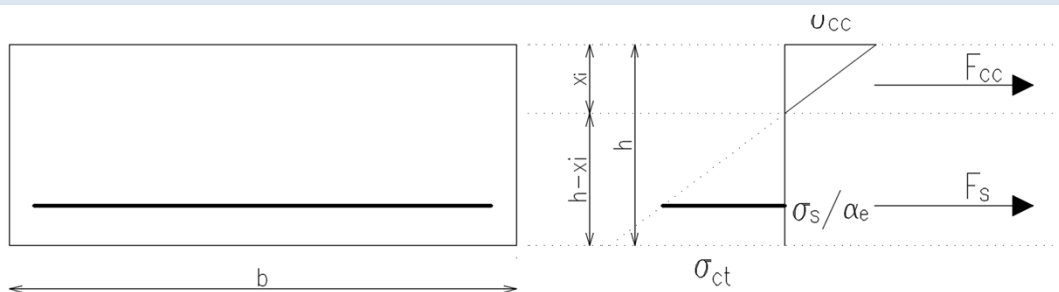
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,1818	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0068	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0038	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	66,208	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **122,85** > 66,2

DOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	8E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

9.7.3. 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]	0,0932	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	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

9.7.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,8548	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,003	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-5,1151	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1574	$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0,0119	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0101	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 11,891 > 10,050 mm

PRŮHYB NEVYHOVUJE

9.7.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	40,85	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	35,73	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	3411	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2983,4	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 3,41 < 18,00 Mpa

NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY

Posouzení: 2,98 < 13,50 Mpa

LZE PŘEDPOKLÁDAT LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	140583	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,2569	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 140,6 < 400,0 Mpa

NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE

9.7.6. 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]	0,09	$h_{c,ef} = \min(2,5(h - d); \frac{h - x_{ir}}{3}; h/2$
Účinná plocha taženého betonu obklopujícího betonářskou výztuž [m ²]	0,09	$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$
Upravený poměr pevnosti v soudržnosti [-]	0,84	$\xi_1 = \sqrt{\xi}$
efektivní stupeň vyztužení [-]	0,013	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1 A'_p) / A_{c,eff}$
Maximální vzdálenost trhlin [m]	0,345	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [-]	0,0000	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$
	0,0004	
šířka trhliny [mm]	0,138	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Posouzení: 0,138 < **0,200** mm

ŠÍŘKA TRHLINY VYHOVUJE

9.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4

9.8.1. Ohyb

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

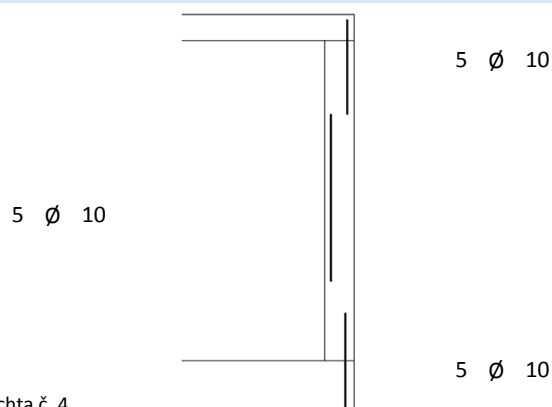
výztuž vnitřní povrch				výztuž vnější povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	10	mm	průměr prutu	\emptyset_2	10	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	392,7	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	0	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	0	mm
	d_1	55	mm		d_2	55	mm
účinná výška průřezu	d	0,195	m	účinná výška průřezu	d	0,195	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0107	m
rameno vnitřních sil	z	0,1907	m	rameno vnitřních sil	z	0,1907	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,05	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]	
3,57	32,57	VYHOVUJE	13,02	32,57	VYHOVUJE

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

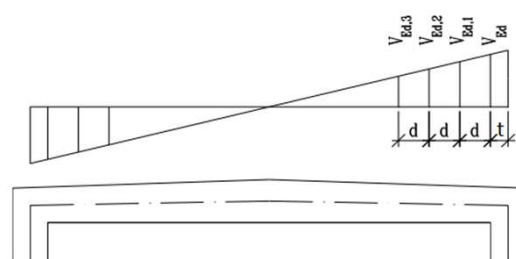
9.8.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 47: Ohybová výztuž - stěny - šachta č. 4

9.8.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	32,85	kN/m
V_{Ed}	=	30,32	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	26,38	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	22,44	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	18,50	kN/m
t	=	0,250	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

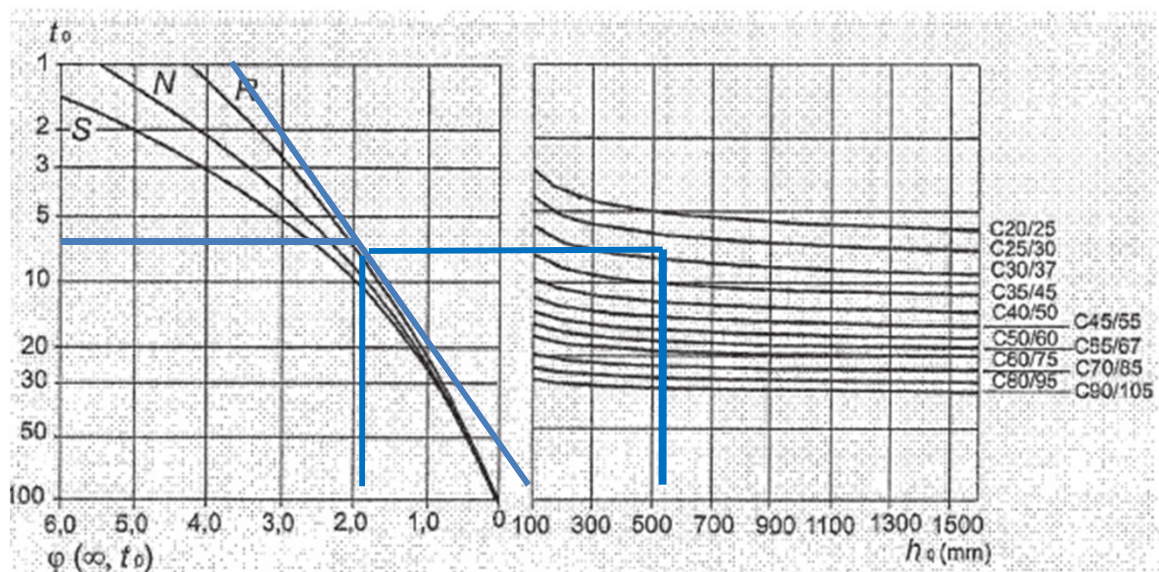
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	85,237	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,002	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	304,31	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 32,85 < 85,2

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

9.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4

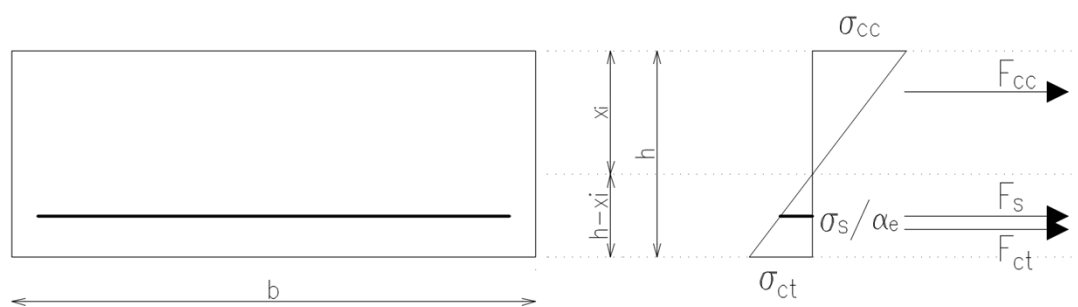
9.9.1. Stanovení základních parametrů



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	2,2

Efektivní modul přetvárnosti $E_{c,eff}$ [GPa]	10,313	$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \varphi)$
Pracovní součinitel α_e	20,364	$\alpha_e = E_{cm}/E_{c,eff}$
E_{cm} [GPa]	33	

9.9.2. 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]	0,1272	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0054	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	127,07	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **8,39** < 127,1 **NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLIN**

Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	6E-09	$c_i = 1/(E_{cm} \cdot I_i)$
--	--------------	------------------------------

9.9.3. Posouzení průhybů

průhyb [m]	0,001	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500}l$

Posouzení: 1,000 < 6,500 mm **PRŮHYB 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

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				

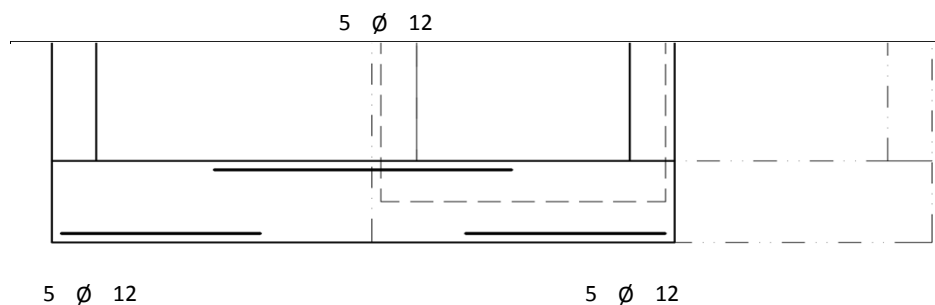
výztuž horní povrch				výztuž spodní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\emptyset_1	12	mm	průměr prutu	\emptyset_2	12	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	565,49	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	565,49	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	12	mm	průměr smykové výztuže	\emptyset_{st}	12	mm
	d_1	68	mm		d_2	68	mm
účinná výška průřezu	d	0,432	m	účinná výška průřezu	d	0,432	m
výška tlačené oblasti	x	0,0154	m	výška tlačené oblasti	x	0,0154	m
rameno vnitřních sil	z	0,4259	m	rameno vnitřních sil	z	0,4259	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,04	0,617	VYHOVUJE	0,04	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]	
27,65	104,70	VYHOVUJE	45,91	104,70	VYHOVUJE

Navrženo	\emptyset	12	á	200	mm	Navrženo	\emptyset	12	á	200	mm
----------	-------------	----	---	-----	----	----------	-------------	----	---	-----	----

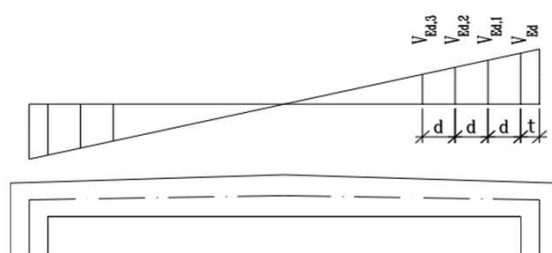
10.2.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 48: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 1

10.2.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	100,95	kN/m
V_{Ed}	=	93,18	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	66,35	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	39,51	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	12,67	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

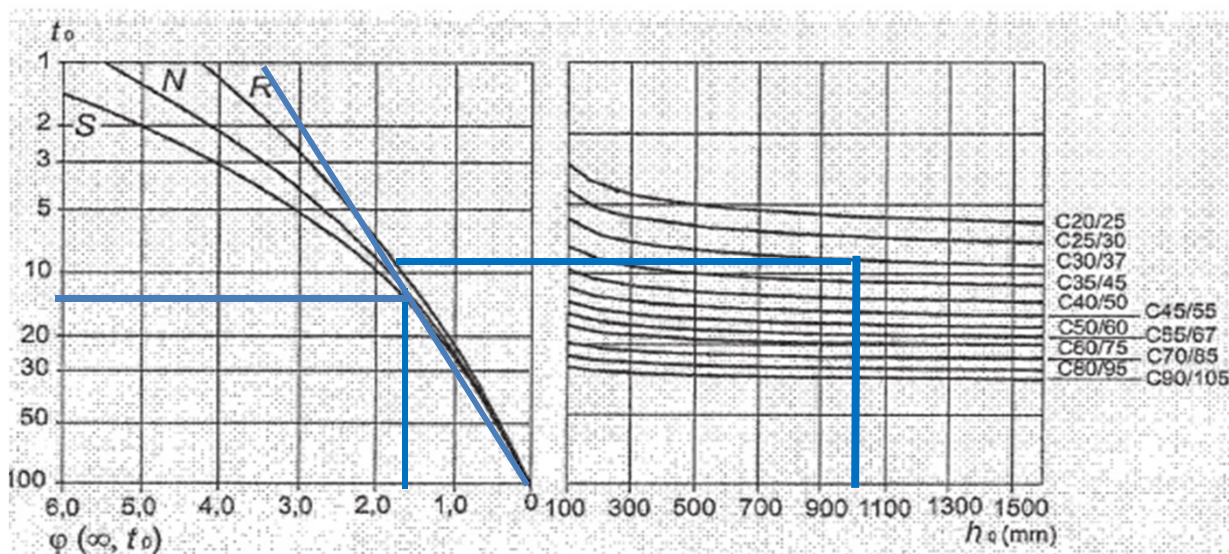
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	137,44	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6804	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0013	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	270,96	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 100,95 < 137,4

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

10.3. Mezní stav použitelnosti

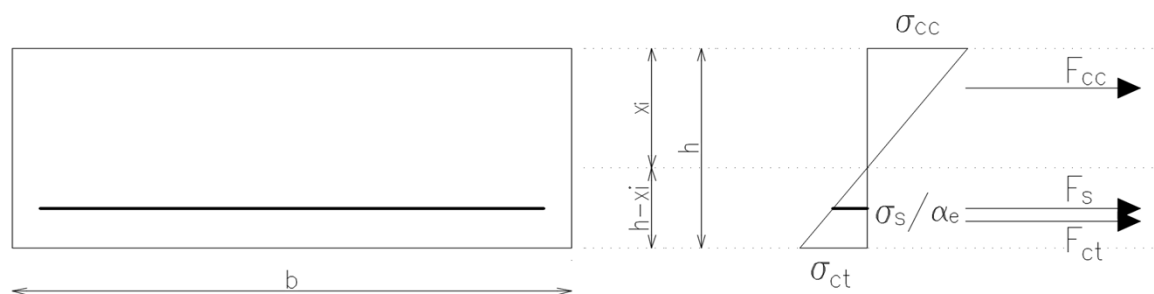
10.3.1. Stanovení základních parametrů



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



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

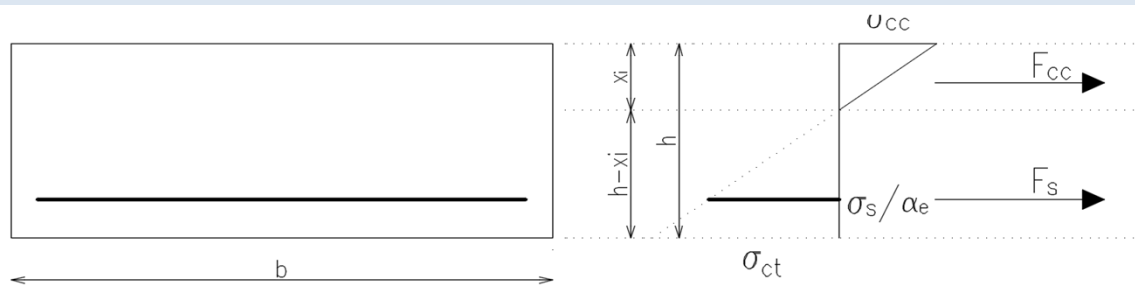
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,2533	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0033	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0107	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	126,05	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **74,20** < 126,0

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]	0,081	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0013	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-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	-0,4429	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	-0,0004	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-3,259	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1381	$k = \frac{5}{48}(1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,000 < 6,500 mm **PRŮHYB VYHOVUJE**

10.3.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	21,43	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	19,88	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	1305,9	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	1211,5	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 1,31 < 18,00 Mpa **NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY**

Posouzení: 1,21 < 13,50 Mpa **LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ**

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	93575	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlinami [m]	0,405	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 93,6 < 400,0 Mpa **NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE**

10.4. Shrnutí výztužení šachty č. 1

Prvek	Namáhání	pozice/druh	počet	průměr	osová vzdálenost		
Stropní deska	ohyb	vnitřní povrch	5	10	200		
		vnější povrch	5	12	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	12	200		
		vnější povrch	5	12	200		
	smyk	výztuž	SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ				
		spony	-	-	-	x	-
		ohyby	-	-	-		

Tab. 23: Výztuž - šachta č. 1

10.5. Mezní stav únosnosti - šachta č. 2

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				

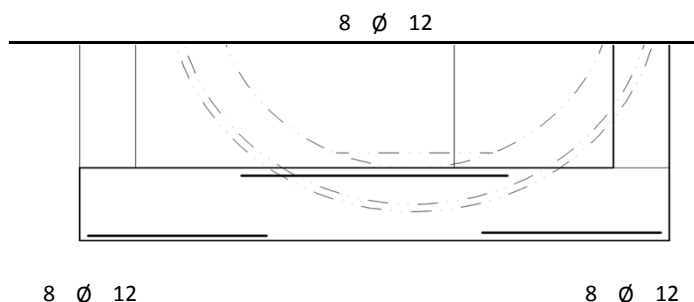
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	8	ks/m	počet prutů	1	8	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	12	mm	průměr prutu	\varnothing_2	12	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	904,78	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	904,78	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	8	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	8	mm
	d_1	64	mm		d_2	64	mm
účinná výška průřezu	d	0,436	m	účinná výška průřezu	d	0,436	m
výška tlačené oblasti	x	0,0246	m	výška tlačené oblasti	x	0,0246	m
rameno vnitřních sil	z	0,4262	m	rameno vnitřních sil	z	0,4262	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,06	0,617	VYHOVUJE	0,06	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]	
77,61	167,65	VYHOVUJE	74,20	167,65	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	12	á	125	mm	Navrženo	\varnothing	12	á	125	mm
----------	---------------	----	---	-----	----	----------	---------------	----	---	-----	----

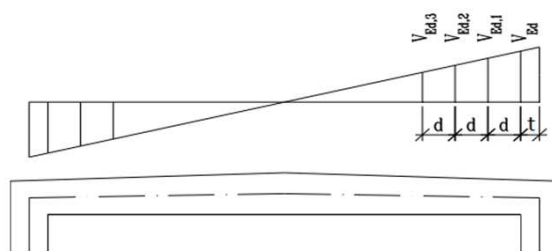
10.5.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 49: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 2

10.5.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	219,06	kN/m
V_{Ed}	=	202,21	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	143,43	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	84,66	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	25,88	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	161,44	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6773	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0021	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	0	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 219,06 > 161,4

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	1551,8	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 219,06 < 1551,8

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,327	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,654	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,300	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,600	
Smyková únosnost spon [kN/m]	129,36	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 202,21 > 129,4

NEVYHOVUJE, NUTNO PŘIDAT OHYBY

Navržený profil ohybů [mm]	12	
počet ohybů [ks/m]	3	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	157,17	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,0} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 202,21 < 286,5

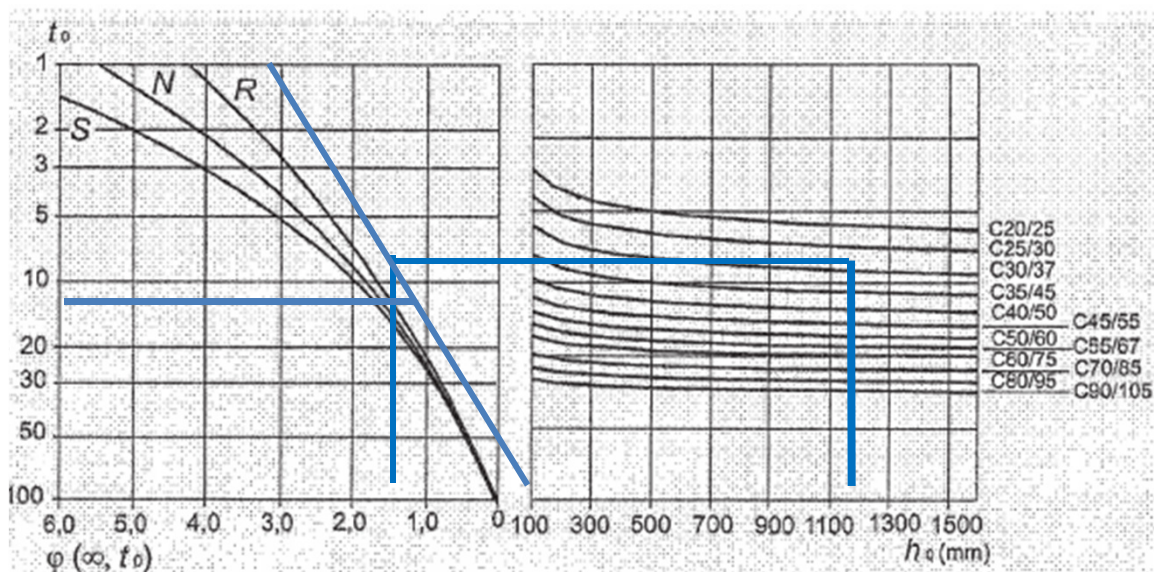
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
161,44	134,81	1,20	0,30

10.6. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 2

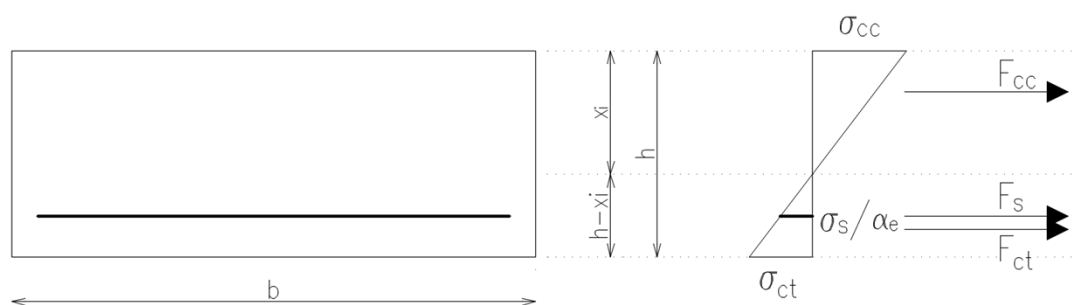
10.6.1. Stanovení základních parametrů



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	7	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



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

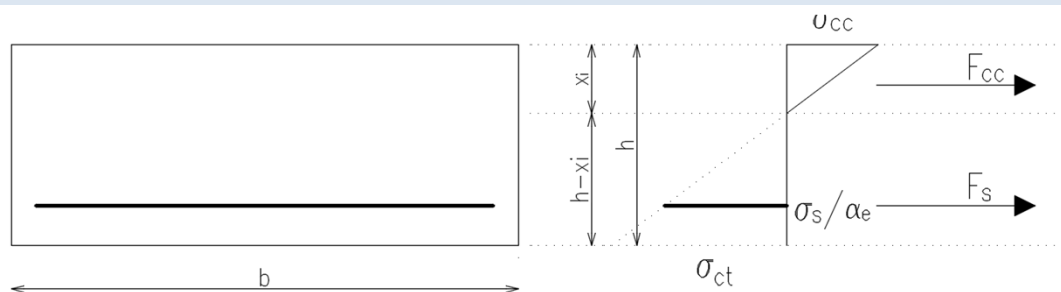
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,2558	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0058	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,011	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	130,13	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **55,85** < 130,1

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 trhlinami [m]	0,1035	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0022	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	1E-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	-1,7142	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	-0,0009	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-3,1875	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1374	$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0248	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,000 < 24,800 mm **PRŮHYB VYHOVUJE**

10.6.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	54,98	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	53,02	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	2645,3	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2551	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 2,65 < 18,00 Mpa **NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY**

Posouzení: 2,55 < 13,50 Mpa **LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ**

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	151353	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlinami [m]	0,4015	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 151,4 < 400,0 Mpa **NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE**

10.7. Shrnutí výztužení šachty č. 2

Prvek	Namáhání	pozice/druh	počet	průměr	osová vzdálenost		
Stropní deska	ohyb	vnitřní povrch	8	14	125		
		vnější povrch	8	14	125		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	8	125	x	250
		ohyby	0	14	-		
Stěny	ohyb	vnitřní povrch	8	14	125		
		vnější povrch	8	14	125		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	-	125	x	250
		ohyby	0	14	-		
Základová deska	ohyb	vnitřní povrch	8	12	125		
		vnější povrch	8	12	125		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	8	300	x	600
		ohyby	3	12	-		

Tab. 24: Výztuž - šachta č.2

10.8. Mezní stav únosnosti - šachta č. 3

10.8.1. Ohyb

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

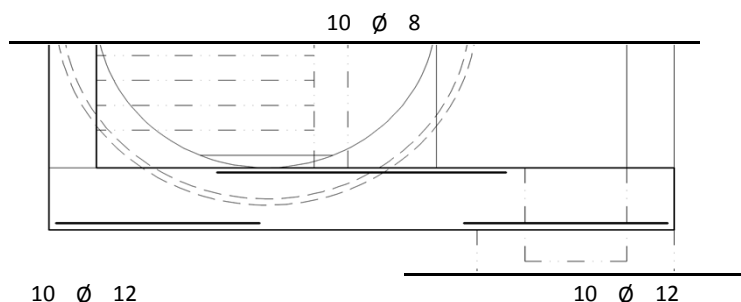
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	10	ks/m	počet prutů	1	10	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	8	mm	průměr prutu	\varnothing_2	12	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	502,65	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	1131	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm
	d_1	60	mm		d_2	62	mm
účinná výška průřezu	d	0,440	m	účinná výška průřezu	d	0,438	m
výška tlačené oblasti	x	0,0137	m	výška tlačené oblasti	x	0,0307	m
rameno vnitřních sil	z	0,4345	m	rameno vnitřních sil	z	0,4257	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,03	0,617	VYHOVUJE	0,07	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]	
64,06	94,97	VYHOVUJE	159,43	209,33	VYHOVUJE

Navrženo	\varnothing	8	á	100	mm	Navrženo	\varnothing	12	á	100	mm
----------	---------------	---	---	-----	----	----------	---------------	----	---	-----	----

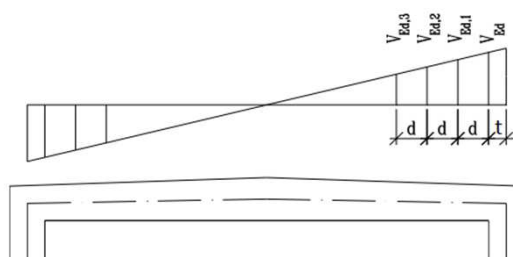
10.8.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 50: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 3

10.8.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	276,46	kN/m
V_{Ed}	=	253,69	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	196,45	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	139,21	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	81,96	kN/m
t	=	0,175	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	174,27	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6757	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0026	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	270,46	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 276,46 > 174,3

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN/m]	1550,2	$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$
Součinitel zmenšující návrhovou hodnotu pevnosti betonu v tlaku	0,528	
Cot úhlu sklonu tlakových diagonál	2,5	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

Posouzení: 276,46 < 1550,2

ROZMĚRY BETONOVÉ DESKY JSOU V POŘÁDKU

V_{Ed}	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,1}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,2}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON
$V_{Ed,3}$	>	$V_{Rd}/3$	SMYKOVOU VÝZTUŽ LZE NAVRHNOUT POUZE Z OHYBŮ ČI SPON

Maximální vzdálenost třmínků v podélném směru [m]	0,329	$s_{max} = 0,75d \cdot (1 + \cot \alpha)$
Maximální vzdálenost třmínků v příčném směru [m]	0,657	$s_{t,max} = 1,5d$
Navržená vzdálenost třmínků v podélném směru s [m]	0,200	
Navržená vzdálenost třmínků v příčném směru s_t [m]	0,200	
Smyková únosnost spon [kN/m]	327,08	$V_{Rd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot \theta$

Posouzení: 253,69 < 327,1

VYHOVUJE

Navržený profil ohybů [mm]	12	
počet ohybů [ks/m]	0	
Smyková únosnost ohybů [kN/m]	0,00	$V_{Rd} = n \cdot A_{sw,o} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Posouzení: 253,69 < 327,1

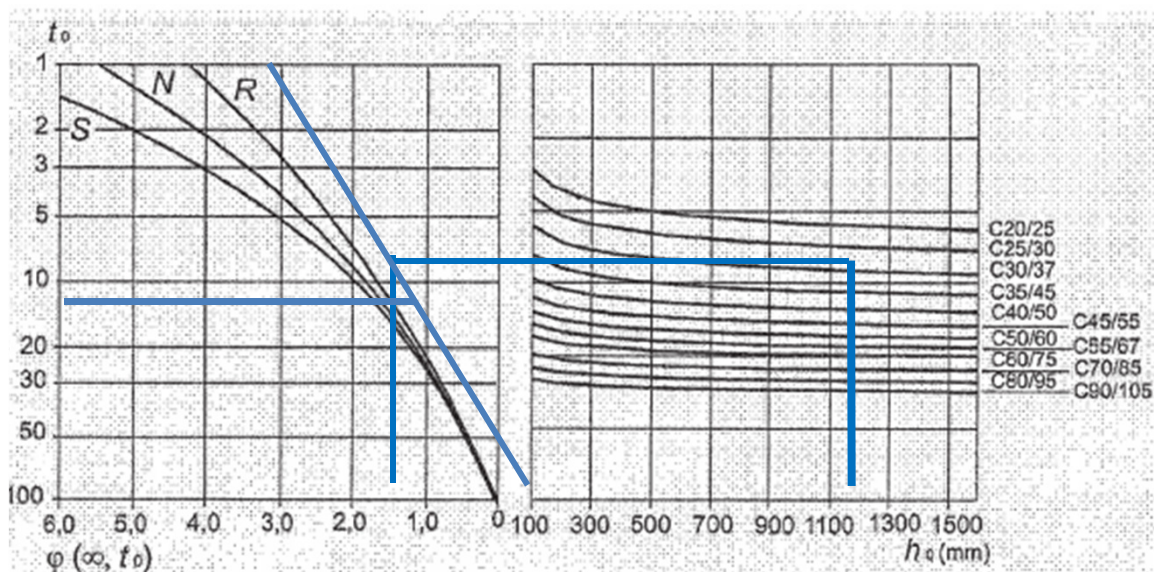
VYHOVUJE

Určení vzdálenosti se smykovou výztuží:

Únosnost průřezu bez smykového vyztužení	Nárůst posouvající síly	vzdálenost od osy podchodu	Vzdálenost od vnitřní strany stěny podchodu
$V_{Rd,c}$ [kN/m]	ΔV_{Ed} [kN/m/m]	L_{osa} [m]	L_{st} [m]
174,27	130,10	1,34	0,61

10.9. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 3

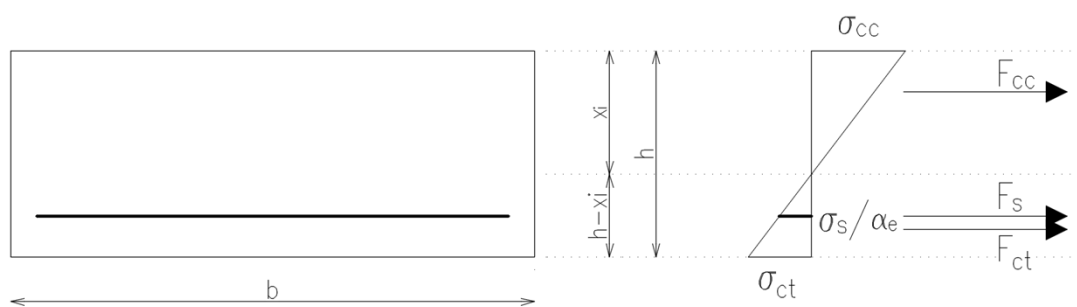
10.9.1. Stanovení základních parametrů



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	7	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	

10.9.2. Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin



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

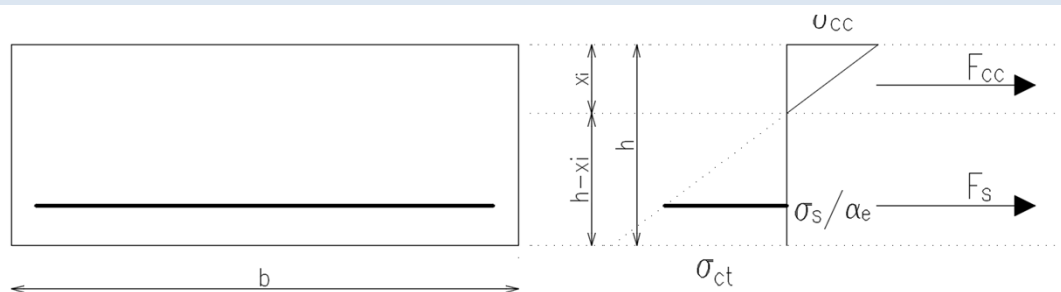
poloha těžiště průřezu bez trhlin [m]	0,2533	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0033	$a = x_i - \frac{h}{2}$
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0107	$I_i = \frac{1}{12}bh^3 + bha^2 + \alpha_e A_s (d - x_i)^2$
kritický ohybový moment na mezi vzniku trhliny [kNm/m]	126,21	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **123,82** < 126,2

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLINY

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

10.9.3. 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]	0,0803	x_{ir} odvozeno ze vzorců
moment setrvačnosti k vlastní těžišťové ose [m ⁴]	0,0013	$I_{ir} = \frac{1}{3}bx_{ir}^3 + \alpha_e A_s (d - x_{ir})^2$
Výpočet ohybové poddajnosti [N ⁻¹ m ⁻²]	2E-08	$c_{ii} = 1/(E_{cm} \cdot I_{ir})$

10.9.4. Průhyb ve středu nosníku

součinitel β	0,5	jednorázové, krátkodobé zatížení - 1 opakované, dlouhodobé zatížení - 0,5
rozdělovací součinitel	0,4805	$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{M_{cr}}{M_{Ek,max}} \right)^2$
křivost	0,0015	$\frac{1}{r_m} = M_{Ek,max} \cdot [(1 - \zeta)c_i + \zeta \cdot c_{ii}]$
Součinitel β'	-5,2799	$\beta' = (M_A + M_B)/M_F$
Součinitel k	0,1592	$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$

průhyb [m]	0	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0085	$\delta_{lim} = \frac{1}{500} l$

Posouzení: 0,000 < 8,500 mm **PRŮHYB VYHOVUJE**

10.9.5. Omezení napětí

Maximální moment ve středu nosníku charakteristická kombinace [kNm/m]	48,84	
Maximální moment ve středu nosníku kvazistálá kombinace [kNm/m]	38,30	
tlakové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	2944,6	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,char}}{I_{ir}} x_{ir}$
tlakové napětí při kvazistálé kombinaci [kPa]	2309,2	$\sigma_{cc} = \frac{M_{Ek,kvazi}}{I_{ir}} x_{ir}$
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: 2,94 < 18,00 Mpa **NEVZNIKNOU PODÉLNÉ TRHLINY**

Posouzení: 2,31 < 13,50 Mpa **LZE PŘEDPOKLÁDÁ LINEÁRNÍ DOTVAROVÁNÍ**

tahové napětí při charakteristické kombinaci [kPa]	235126	$\sigma_s = \frac{M_{Ek,char}}{z_{ir} \cdot A_s}$
rameno vnitřních sil u průřezu s trhlínami [m]	0,4132	$z_{ir} = d - \frac{x_{ir}}{3}$
Přípustné tahové napětí ve výztuži před vznikem nepřijatelných trhlin a deformací [kPa]	400000	$0,8 \cdot f_{yk}$

Posouzení: 235,1 < 400,0 Mpa **NEVZNIKNOU NEPŘIJATELNÉ TRHLINY A DEFORMACE**

10.10. Shrnutí vyztužení šachty č. 3

Prvek	Namáhání	pozice/druh	počet	průměr	osová vzdálenost		
Stropní deska	ohyb	vnitřní povrch	5	16	200		
		vnější povrch	5	22	200		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	6	200	x	200
		ohyby	0	22	-		
Stěny	ohyb	vnitřní povrch	10	12	100		
		vnější povrch	10	12	100		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	-	100	x	200
		ohyby	0	12	-		
Základová deska	ohyb	vnitřní povrch	10	8	100		
		vnější povrch	10	12	100		
	smyk	výztuž	NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ				
		spony	-	6	200	x	200
		ohyby	0	12	-		

Tab. 25: Výztuž - šachta č.3

10.11. Mezní stav únosnosti - šachta č. 4

10.11.1. Ohyb

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

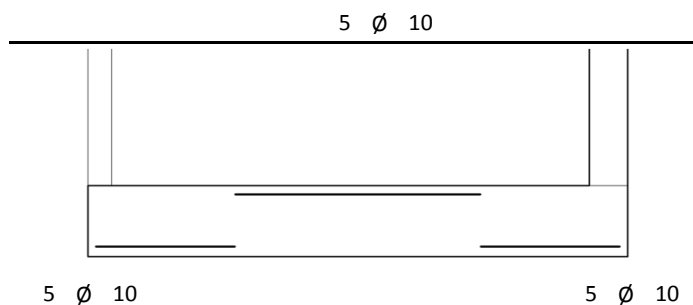
výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	50	mm	krytí výztuže	c_2	50	mm
počet prutů	1	5	ks/m	počet prutů	1	5	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	10	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	392,7	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	392,7	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	0	mm
	d_1	55	mm		d_2	55	mm
účinná výška průřezu	d	0,445	m	účinná výška průřezu	d	0,445	m
výška tlačené oblasti	x	0,0107	m	výška tlačené oblasti	x	0,0107	m
rameno vnitřních sil	z	0,4407	m	rameno vnitřních sil	z	0,4407	m

Ověření výšky tlačené oblasti			Ověření výšky tlačené oblasti		
ξ	$\xi_{bal,1}$		ξ	$\xi_{bal,1}$	
0,02	0,617	VYHOVUJE	0,02	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]	
17,93	75,25	VYHOVUJE	17,56	75,25	VYHOVUJE

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

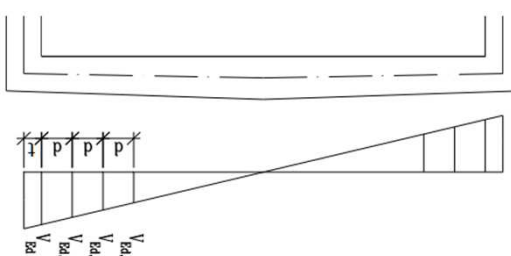
10.11.2. Schema rozmístění výztuže



Obr. 51: Ohybová výztuž - základová deska - šachta č. 4

10.11.3 Smyk

Velikost posouvajících sil na stropní desce			
$V_{Ed,max}$	=	67,47	kN/m
V_{Ed}	=	62,28	kN/m
$V_{Ed,1}$	=	43,80	kN/m
$V_{Ed,2}$	=	25,33	kN/m
$V_{Ed,3}$	=	6,85	kN/m
t	=	0,125	m



Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

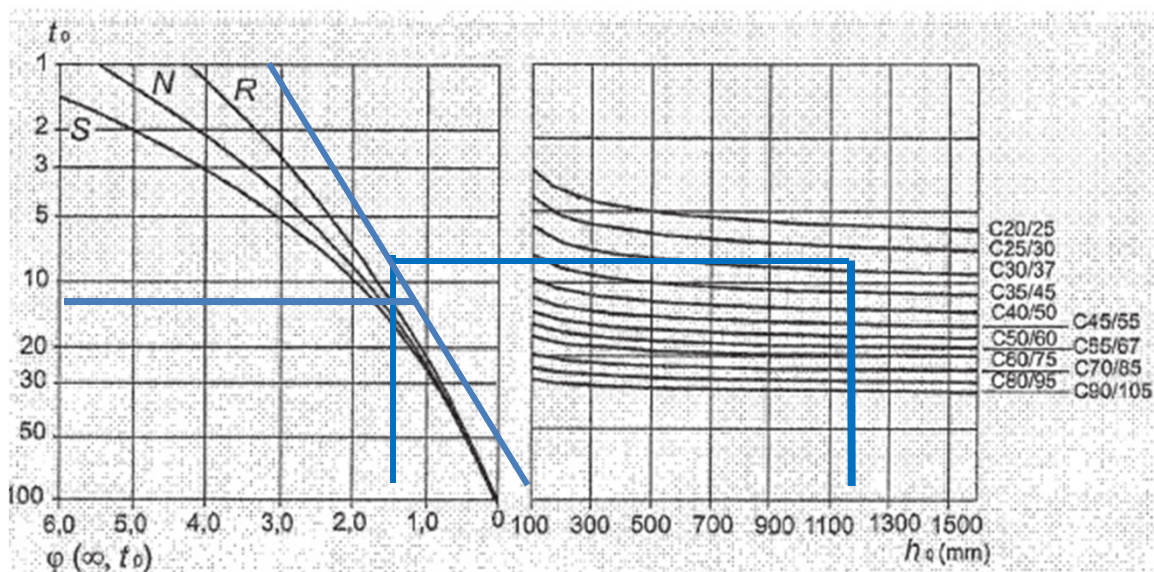
Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	123,4	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$ $\geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	1,6704	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0009	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	269,88	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$

Posouzení: 67,47 < 123,4

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

10.12. Mezní stav použitelnosti - šachta č. 4

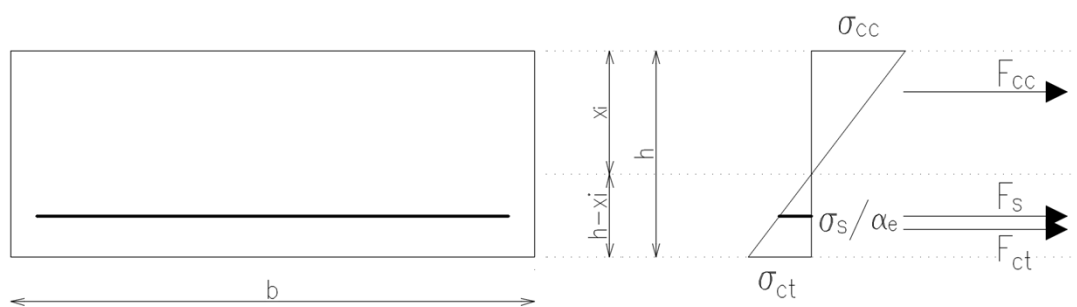
10.12.1. Stanovení základních parametrů



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	7	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	

10.12.2. 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]	0,2527	x_i odvozeno ze vzorců
a [m ⁴]	0,0027	$a = x_i - \frac{h}{2}$
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]	125,23	$M_{cr} = f_{ctm} \frac{I_i}{(h - x_i)}$

Posouzení: **13,69** < 125,2

NEDOCHÁZÍ KE VZNIKU TRHLIN

10.12.5. Posouzení průhybů

průhyb [m]	0	$\delta = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_m}$
limitní průhyb [m]	0,0065	$\delta_{lim} = \frac{1}{500}l$

Posouzení: 0,000 < 6,500 mm

PRŮHYB VYHOVUJE

10.13. Shrnutí vyztužení šachty č. 4

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

Tab. 26: Výztuž - šachta č.4