



Kancelář stavebního inženýrství s. r. o.

Sídlo spol.: Botanická 256, 362 63, Dalovice - Karlovy Vary, IČ: 25 22 45 81 DIČ: CZ25 22 45 81

Akce:

**Vřídelní kolonáda – renovace vřídelní lávky
přemostění řeky Teplé – SO 01 – jímací objekty**

Část dokumentace:

D.2 KONSTRUKČNÍ ČÁST

Dokument:

D.2.2 STATICKÝ VÝPOČET

Stupeň:

Dokumentace pro povolení stavebního záměru

V Karlových Varech 4/2025

Ing. Petr HAMPL

Obsah:

1. Průvodní zpráva
2. Použité podklady
3. Údaje o materiálech a technologiích
4. Specifikace normových zatížení
5. Statické výpočty a posouzení stability hlavních prvků nosné konstrukce
6. Závěr

1. Průvodní zpráva:

Předmětem dokumentu je statický výpočet hlavních nosných konstrukcí SO 01 – jímacích objektů vrtů BJ VK.

Konstrukční popis:

Železobetonová podzemní konstrukce o půdorysných rozměrech 4.830 x 13.400 m, maximální hloubka 3.00 m.

2. Použité podklady:**Podklady:**

- 1) Stavební část projektové dokumentace „SO1 Jímací objekty vrtů BJ VK – dokončení – manipulační a ochranné šachtice“ ve stupni DSP, Ing. Irena Pichlová

Normy:

ČSN P ENV 1991, 1992, 1993, 1995

Literatura:

Hořejší, Šafka a kol., Statické tabulky, SNTL Praha, 1987

Software:

FINE

MS Word

3. Údaje o materiálech a technologiích:**Železobetonové a betonové konstrukce:**

Konstrukce budou navrženy z betonu C30/37, výztužná ocel třídy 10 505.

Ocelové konstrukce:

Ocelové konstrukce budou navrženy v pevnostní třídě S 235. Nepředpokládá se použití atypických průřezů a délek.

4. Specifikace normových zatížení:**4.1. Stálá zatížení:**

- | | |
|---------------------|------------------------|
| - zemní boční tlak: | 22.8 kNm ⁻² |
| - vlastní hmotnost: | 7.50 kNm ⁻² |

Technologie:

- | | |
|--------------|-------|
| - separátory | 60 kN |
|--------------|-------|

4.2. Užitná zatížení:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| - veřejné prostory: | 5.00 kNm ⁻² |
| - voda (boční tlak): | 20.00 kNm ⁻² |

4.3. Klimatická zatížení:**Zatížení sněhem:**

snehovamapa.cz :	1,14 kNm ⁻²
------------------	------------------------

5. Statické výpočty a posouzení stability hlavních prvků nosné konstrukce:**5.1. Stěny jímek**

Stěny tl. 300 mm vetknuté do základové desky. Zatížení zemním tlakem a tlakem vody.

Fin10 - Betonový výsek EC [ŽLB konstrukce]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Vstupní data: Stěna**Geometrie konstrukce:**

x	Podpora	Šířka	A/L	I/L
[m]		[m]	[m]	[m3]
0.000	vetknutí	0.100	-	-
3.000	volná	-	-	-

Odsazení levé podpory = 0.10m

Průřez dílce: obdélník

Výška průřezu h = 0.30 m

Šířka průřezu b = 1.00 m

Materiál: Beton: C 30/37, Podélná výztuž: 10505 (R), Třminky: 10505 (R)

Zatěžovací stav čís.1 - Zat. stav 1

Kód zatěžovacího stavu : vlastní tíha

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.35

Zatěžovací stav čís.2 - Zat. stav 2

Kód zatěžovacího stavu : silový

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.35

Zadané zatížení:

Typ	Souř.x	Délka	Vel.1	Vel.2	Název
	[m]	[m]			
Lichob.	0.000	3.000	22.80	3.00	

Zatěžovací stav čís.3 - Zat. stav 3

Kód zatěžovacího stavu : silový

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.50

Zadané zatížení:

Typ	Souř.x	Délka	Vel.1	Vel.2	Název
	[m]	[m]			
Lichob.	0.000	2.000	20.00	0.00	

Kombinace

Č. 1; Kombinace 1

ZS: 1.00x[2] + 1.00x[3]

Průběhy zatěžovacích případů**Kombinace 1**

Číslo	My	Q
	[kNm]	[kN]
0.00	-78.32	-82.25
0.30	-56.27	-65.09
0.60	-39.05	-50.08
0.90	-26.01	-37.23
1.20	-16.50	-26.52
1.50	-9.88	-17.97
1.80	-5.50	-11.58
2.10	-2.72	-7.25
2.40	-1.05	-4.03
2.70	-0.22	-1.62
3.00	0.00	0.00

Podélná výztuž:

Typ vložky	Počátek [m]	Konec [m]	Krytí [mm]	Profil [mm]	Střed [mm]
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	474.0
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	-474.0
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	368.7
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	-368.7
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	263.3
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	-263.3
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	158.0
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	-158.0
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	52.7
Horní	0.000	3.000	35.0	12.0	-52.7
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	474.0
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	-474.0
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	368.7
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	-368.7
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	263.3
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	-263.3
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	158.0
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	-158.0
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	52.7
Dolní	0.000	3.000	35.0	12.0	-52.7

Smyková výztuž:

Počátek [m]	Konec [m]	Výztuž.	Profil [mm]	Střihů	Vzdál. [m]	Počet
0.000	3.000	NE	-	-	-	-

Posouzení dílce - souhrnný výpis: Stěna**Posouzení podélné výztuže:**

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Tlačená výztuž neuvažována; redukce momentu - ne
Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.
Kritický řez v bodě $x = 0.000\text{m}$
 $M_{Ed} = -78.32\text{kNm} < M_{Rd} = -126.95\text{kNm} \Rightarrow$ Vyhovuje
OHYB DÍLCE VYHOVUJE

Posouzení smykové výztuže:

Typ prvku : trám
Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Kritický řez v bodě $x = 0.001\text{m}$
 $V_{Ed} = 82.19\text{kN} < V_{Rd} = 128.27\text{kN} \Rightarrow$ Vyhovuje
SMYK DÍLCE VYHOVUJE

Výpočet kolmých trhlin:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Prostředí - X0 nebo XC1 - šířka trhliny neovlivňuje trvanlivost

Maximální velikost trhlin: $w_k = 0.208\text{mm}$
Maximální povolená šířka trhliny: $w_{max} = 0.400\text{mm}$
ŠÍŘKA TRHLIN VYHOVUJE

Celkové přetvoření prvku:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Počátek přetvoření: $t_s = 7$ [dny]
Konec přetvoření: $t = 29200$ [dny]

Maximální deformace prutu je 4.6mm v bodě $x = 3.000\text{m}$
Maximální povolená deformace prutu je 12.0mm
CELKOVÝ PRŮHYB DÍLCE VYHOVUJE

Výpočet napětí - orientační výpočet:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Největší tlakové napětí v betonu:
 $\sigma_c = 3.6\text{MPa} < k_1 \cdot f_{ck} = 18.0\text{MPa} \Rightarrow$ Splněna hodnota pro prostředí XD, XF, XS
 $\sigma_c = 3.6\text{MPa} < k_2 \cdot f_{ck} = 13.5\text{MPa} \Rightarrow$ Lineární dotvarování
Největší tahové napětí ve výztuži:
 $\sigma_s = 15.7\text{MPa} < k_3 \cdot f_{yk} = 400.0\text{MPa} \Rightarrow$ Nepřijatelné trhliny ani deformace nevzniknou

5.2 Stropní deska

Tl. 250 mm

Fin10 - Betonový výsek EC [ŽLB konstrukce]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Vstupní data: Stropní deska**Geometrie konstrukce:**

x	Podpora	Šířka	A/L	I/L
[m]		[m]	[m]	[m3]
0.000	kloub	0.100	-	-
2.500	kloub	0.100	-	-

Odsazení levé podpory = 0.10m

Odsazení pravé podpory = 0.10m

Průřez dílce: obdélník

Výška průřezu h = 0.25 m

Šířka průřezu b = 1.00 m

Materiál: Beton: C 30/37, Podélná výztuž: 10505 (R), Třminky: 10505 (R)**Zatěžovací stav čís.1 - Zat. stav 1**

Kód zatěžovacího stavu : vlastní tíha

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.35

Zatěžovací stav čís.2 - Zat. stav 2

Kód zatěžovacího stavu : silový

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.35

Zadané zatížení:

Typ	Souř.x	Délka	Vel.1	Vel.2	Název
	[m]	[m]			
Pásové	0.000	2.500	2.30	-	

Zatěžovací stav čís.3 - Zat. stav 3

Kód zatěžovacího stavu : silový

Typ zatěžovacího stavu : stálé

Výpočtový součinitel ZS : 1.50

Zadané zatížení:

Typ	Souř.x	Délka	Vel.1	Vel.2	Název
	[m]	[m]			
Pásové	0.000	2.500	5.00	-	

Kombinace**č. 1; Kombinace 1**

ZS: 1.00x[1] + 1.00x[2] + 1.00x[3]

Průběhy zatěžovacích případů**Kombinace 1**

Číslo	My	Q
	[kNm]	[kN]
0.00	0.00	-23.80
0.25	5.36	-19.04
0.50	9.52	-14.28
0.75	12.50	-9.52
1.00	14.28	-4.76
1.25	14.88	0.00
1.50	14.28	4.76
1.75	12.50	9.52
2.00	9.52	14.28
2.25	5.36	19.04
2.50	0.00	23.80

Podélná výztuž:

Typ vložky	Počátek [m]	Konec [m]	Krytí [mm]	Profil [mm]	Střed [mm]
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	476.0
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	-476.0
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	370.2
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	-370.2
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	264.4
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	-264.4
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	158.7
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	-158.7
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	52.9
Dolní	0.000	2.500	35.0	8.0	-52.9

Smyková výztuž:

Počátek [m]	Konec [m]	Výztuž.	Profil [mm]	Střihů	Vzdál. [m]	Počet
0.000	2.500	NE	-	-	-	-

Posouzení dílce - souhrnný výpis: Stropní deska**Posouzení podélné výztuže:**

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Tlačená výztuž neuvažována; redukce momentu - ne
Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.
Kritický řez v bodě $x = 1.250\text{m}$
 $M_{Ed} = 14.88\text{kNm} < M_{Rd} = 46.70\text{kNm} \Rightarrow$ Vyhovuje
OHYB DÍLCE VYHOVUJE

Posouzení smykové výztuže:

Typ prvku : deska
Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Kritický řez v bodě $x = 2.499\text{m}$
 $V_{Ed} = 23.78\text{kN} < V_{Rd} = 112.15\text{kN} \Rightarrow$ Vyhovuje
SMYK DÍLCE VYHOVUJE

Výpočet kolmých trhlin:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Prostředí - X0 nebo XC1 - šířka trhliny neovlivňuje trvanlivost

Maximální velikost trhlin: $w_k = 0.000\text{mm}$
Maximální povolená šířka trhliny: $w_{max} = 0.400\text{mm}$
ŠÍŘKA TRHLIN VYHOVUJE

Celkové přetvoření prvku:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.
Počátek přetvoření: $t_s = 7$ [dny]
Konec přetvoření: $t = 29200$ [dny]
Maximální deformace prutu je 0.8mm v bodě $x = 1.250\text{m}$
Maximální povolená deformace prutu je 10.0mm
CELKOVÝ PRŮHYB DÍLCE VYHOVUJE

Výpočet napětí - orientační výpočet:

Výpočet pro obálku zatěžovacích případů.

Největší tlakové napětí v betonu:

$\sigma_c = 1.0\text{MPa} < k_1.f_{ck} = 18.0\text{MPa} \Rightarrow$ Splněna hodnota pro prostředí XD, XF, XS
 $\sigma_c = 1.0\text{MPa} < k_2.f_{ck} = 13.5\text{MPa} \Rightarrow$ Lineární dotvarování

Největší tahové napětí ve výztuži:

$\sigma_s = 4.1\text{MPa} < k_3.f_{yk} = 400.0\text{MPa} \Rightarrow$ Nepřijatelné trhliny ani deformace nevzniknou

5.3 Základová deska

H = 300 mm

Obecná data

Norma výpočtu: ČSN 73 1201 R

Popis:

Poznámka:

Vyhlažovat síť konečných prvků

Typ sítě: Trojúhelníková

Počet styčníků: 4

Počet linií: 4

Počet makroprvků: 1

Počet otvorů: 0

Styčnický

Styčnický číslo	Souřadnice		wz [kN/m]	vnější podpory	
	X [m]	Y [m]		fiX [kNm/rad]	fiY [kNm/rad]
1	0.000	0.000	volné	volné	volné
2	2.500	0.000	volné	volné	volné
3	2.500	2.500	volné	volné	volné
4	0.000	2.500	volné	volné	volné

Linie

Linie	Typ	Styčnický		Střed kružnice		Poloměr [m]	Smysl	Podpěření	
		Poč.	Konec	X [m]	Y [m]			w [kN/m/m]	Fit [kNm/rad/m]
1	úsečka	1	2					volné	volné
2	úsečka	2	3					volné	volné
3	úsečka	3	4					volné	volné
4	úsečka	4	1					volné	volné

Makroprvky

Počet makroprvků: 1

Makroprvek č.1: Typ: deska na podloží; Tloušťka: 0.300 m; Materiál: C 30/37
 Obvodové linie: 1,2,3,4
 Parametry podloží: C1 = 17.033 MN/m³ C2 = 5.420 MN/m

Zatěžovací stavy

Počet zatěžovacích stavů: 2

ZS č.1: Zatěžovací stav 1

Kód: vlastní tíha Typ: stálé Součinitel: 1.350

Zatížení makroprvků:

makroprvek č.1

rovnoměrné zatížení f = -7.800 kN/m²**ZS č.2: Zatěžovací stav 2**

Kód: silový Typ: stálé Součinitel: 1.500

Volná bodová zatížení:

X = 1.250 m Y = 1.250 m Fz = -60.000 kN mx = 0.000 kNm my = 0.000 kNm

Kombinace

Počet kombinací: 1

Kombinace č.1: Kombinace 1

Počítat provozní: ANO Počítat extrémní: ANO

Zatěžovací stavy v kombinaci a kombinační součinitele:

1.000 * Zatěžovací stav 1

1.000 * Zatěžovací stav 2

Extrémy deformací od kombinací - provozní hodnoty

Kombinace	Veličina	X [m]	Y [m]	Hodnota
Kombinace 1	Max wz [mm]	0.000	2.500	-0.988
	Min wz [mm]	1.200	1.243	-1.059
	Max fiX [mrad]	1.200	1.979	0.04
	Min fiX [mrad]	1.200	0.519	-0.04
	Max fiY [mrad]	0.501	1.286	0.04
	Min fiY [mrad]	1.999	1.245	-0.04

Extrémy vnitřních sil od kombinací - extrémní hodnoty

Kombinace	Veličina	X [m]	Y [m]	Hodnota
Kombinace 1	Max mx [kNm/m]	1.200	1.243	27.920
	Min mx [kNm/m]	2.399	1.244	-0.111
	Max my [kNm/m]	1.200	1.243	29.782
	Min my [kNm/m]	1.200	2.385	-0.087
	Max mxy [kNm/m]	1.500	1.019	2.578
	Min mxy [kNm/m]	1.100	1.108	-2.622
	Max qx [kN/m]	1.400	1.244	94.848
	Min qx [kN/m]	1.100	1.288	-92.733
	Max qy [kN/m]	1.200	1.333	106.023
	Min qy [kN/m]	1.200	1.153	-105.841

Extrémy kontaktního napětí od kombinací - extrémní hodnoty

Kombinace	Veličina	X [m]	Y [m]	Hodnota
Kombinace 1	Max sigma [kN/m2]	2.500	0.000	-24.1
	Min sigma [kN/m2]	1.000	1.243	-26.1

Vstupní data pro dimenzování

Materiál podélné výztuže: 10 505 R

Typ smykové výztuže: třmínky

Materiál třmínků: 10 505 R

Číslo makroprvku	Úhel výztuže [°]	Vzd. h. v. od kraje [mm]	Vzd. d. v. od kraje [mm]
Směr 1	Směr 2	Směr 1	Směr 2
1	0.0	90.0	30.0

Výsledky dimenzování

Norma výpočtu: ČSN 73 1201 R

Vyztužení v bodech rastru

"N" - nelze navrhnout

"X" - výztuž na minimálním stupni vyztužení

makroprvek	X [m]	Y [m]	Horní výzt. [mm2/m]		Dolní výzt. [mm2/m]		Ab, nut [mm2/m2]
			Ah1	Ah2	Ad1	Ad2	
1	2.500	2.500	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.500	2.424	288.9*	0.0	0.0	288.9*	0.0
1	2.400	2.500	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.300	2.500	0.0	288.9*	288.9*	0.0	0.0
1	2.300	2.433	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.400	2.382	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.500	2.328	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.200	2.500	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0
1	2.100	2.500	0.0	0.0	288.9*	288.9*	0.0

5.4 Ocelové nosníky pod separátory

Zatížení na nosník:

$$Q = 60 \cdot 0.5 = 30 \text{ kN}$$

$$M = 0.25 \cdot 30 \cdot 1.5 \cdot 2 = 22.5 \text{ kNm}$$

Fin10 - Ocel EC3 [Nosník separátor]**Parciální součinitele spolehlivosti:**

Výpočet je proveden podle Českého národního aplikačního dokumentu.

Hodnoty parciálních součinitelů pro ocelové konstrukce:

Průřezy třídy 1,2,3: $\gamma_{M0} = 1.150$ Průřezy třídy 4: $\gamma_{M1} = 1.150$ Oslabené průřezy: $\gamma_{M2} = 1.300$ **Řez 1****Vstupní hodnoty****Materiál:** EN 10210-1 : S 235**Průřez:** I 200**Vnitřní síly:**

Zatěžovací případ	N [kN]	Q3 [kN]	M2 [kNm]	Q2 [kN]	M3 [kNm]
Zat. případ 1	0.000	0.000	22.500	0.000	0.000

Klopení:

Počítá se s klopením.

lzl = 2.000 m Mom. plocha M_y : Tvar č.6 $z_P = 1.000$ **Výsledky posouzení****Rozhodující zatěžovací případ:** Zat. případ 1**Třída průřezu:** 1 podle zadání počítáno jako třída 3Vnitřní síly: $N = 0.000 \text{ kN}$; $M_y = 22.500 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**Únosnosti: $M_{yR} = 43.730 \text{ kNm}$

$$| 0.000 + 0.515 + 0.000 | < 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posudek nejnepříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu s klopením:Únosnosti: $M_{yR} = 36.629 \text{ kNm}$

$$| 0.000 + 0.614 + 0.000 | < 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení štíhlosti dílce:

Štíhlost dílce: 107.318

bezpečná štíhlost: 150.000

Štíhlost dílce je bezpečná**Průřez vyhovuje****Využití průřezu:** 61.4 %

6. Závěr:

Všechny navržené a posouzené konstrukce vyhovují podmínkám vnitřní a vnější stability.

Rekapitulace:**Železobetonové konstrukce**

Beton C 30/37 XA1 XC2 XF1, ocel 10 505

Stěny tl. 300 mm

Stropní deska tl. 250 mm

Základová deska tl. 300 mm

Ocelové konstrukce

Ocel třídy S 235

Nosníky pod separátory 2 x I 200

Ing. Petr Hampl