

Zak.č. : 3216/DSP-2018

Arch.č. : 3216_01

Příl.č.. : **D.1 - c**

Akce : **ČOV Krnov – kalová jímka**

Stupeň PD : Dokumentace pro vydání společného povolení
(dle přílohy č. 8 vyhlášky 499/2006 Sb.)

Příloha : **D.1 - c Statické posouzení**

Objednatel : **Krnovské vodovody a kanalizace, s.r.o.**
M. Gorkého 816/11
794 01 Krnov

Vypracoval : **KONEKO, spol. s r.o. Ostrava**

Ostrava, duben 2019

Výtisk č.:

Úvod

1. Použitá literatura

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-3 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

2. Navržené materiály

Betonové konstrukce

- Podkladní beton je navržen z prostého betonu **ČSN EN 206-1 C 16/20**.
- Výplňové a spádové betony jsou navrženy z tvrdého betonu **ČSN EN 206-1 C 30/37 – XA2**.
- Nosné konstrukce jímky (dno, stěny) jsou navrženy z monolitického železového betonu **ČSN EN 206-1 C30/37 – XA2 – Cl 0,2 – D_{max} 22 – S1**

Železobetonové konstrukce budou vyztuženy betonářskou ocelí – **KARI sítěmi** a vázanou výztuží z **oceli 10 505 (R)**.

Těsnění pracovních spár je navrženo těsnícím plechem s bobtnající povrchovou úpravou.

3. Geologické poměry

Kalová jímka je umístěna dispozičně u budovy hlavní čerpárny ze strany stávajících kalových jímek. Stavební jáma bude řešena jako otevřená, dno jámy bude v úrovni stávající základové spáry objektu hlavní čerpárny.

Charakteristika inženýrsko-geologických poměrů v dané lokalitě

Na daném území byla zpracována řada průzkumných prací, které byly zaměřené na objasnění geologické stavby dané lokality.

Geologické průzkumy byly zpracovány před realizací výstavby ČOV Krnov v dané lokalitě, které byly doplněny průzkumy daného území během rekonstrukce biologického čištění.

Inženýrsko – geologická charakteristika základových půd

Na dané lokalitě byly ověřeny provedenými průzkumy následující typy zemin a hornin:

- Humózní hlíny
- Navážky

- Náplavové hlíny
- Fluviální hlinitopísčité štěrky
- Glacigenní jílovité štěrky
- Glacilakustrinní jíly

Humózní hlína a navážky se v areálu ČOV vyskytuje v celkové mocnosti do 0,5 m, lze však očekávat, že místy může mocnost nabývat být i vyšší.

Mocnost náplavových hlín kolísá od 0,3 m – do 0,7 m. Tvoří svrchní partie fluviálních sedimentů.

Fluviální hlinitopísčité štěrky byly zastiženy ve všech vrtech, v podloží náplavových hlín. Jejich ověřená mocnost se pohybuje od 2,5 m do 5,9 m. Jedná se o hrubé hlinitopísčité štěrky s obsahem dobře opracovaných valounů křemene. Barva štěrku je převážně šedohnědá, jsou středně ulehlé, velmi vlhké, pod hladinou spodní vody zvodnělé.

Glacigenní jílovité štěrky byly zastiženy ve všech vrtech, v podloží fluviálních štěrků. Jedná se o zbytek ledovcové morény, jejichž průběh je značně komplikovaný. Makroskopicky se jedná o hrubé jílovité štěrky, s vysokým obsahem prachovitých částic.

Glacilakustrinní jíly byly zastiženy v hloubce cca 9,0 m. makroskopicky se jedná o proměnlivé písčité jíly. Jde o jíly tuhé až pevné konzistence.

Podzemní voda v širším zájmovém území se vyskytuje v tzv. mělkém podpovrchovém oběhu, vázána na kvartérní fluviální sedimenty. Hladina v těchto sedimentech bude kolísat v průběhu roku v závislosti na atmosférických srážkách. Hladina vody se nachází na úrovni cca 303,0 m. Podzemní voda je slabě až středně agresivní nebetonové konstrukce vlivem agresivního CO₂ dle ČSN 73 1215, na ocelové konstrukce je silně agresivní působením CO₂ a vodivosti vody.

Základové poměry

Geologické poměry na lokalitě jsou z hlediska uložení jednotlivých typů zemin poměrně jednoduché. Při návrhu zakládání je nutné postupovat s ohledem na výšku podzemní vody a vlastnosti základové půdy. Pro zabezpečení výkopových jam proti přítokům podzemní vody a zajištění stability jámové stěny je nutné případně snižovat hladinu spodní vody vhodným způsobem. Na základě již zjištěných zkušeností je hladina podzemní vody vázána na výšku hladiny vody v řece Opavě. Při běžných průtocích se hladina spodní vody bude nacházet pod úrovní základové spáry stavební jámy.

4. Předmět předloženého statického posouzení

Předložené statické posouzení řeší hlavní nosné prvky konstrukce nádrže – železobetonové dno a stěny, železobetonovou stropní desku.

5. Stručný popis objektu

Monolitická železobetonová nádrž půdorysných rozměrů (vnějších) 4,8 x 5,3 m, zapuštěná pod úroveň stávajícího/upraveného terénu (stávající = upravený). Nádrž částečně přiléhá ke stávajícím ŽB konstrukcím čerpárny. Zapuštění pod úroveň terénu je cca 5,4 m, převýšení zhlaví stěn nad úroveň upraveného terénu je cca 0,7 m

Celková hloubka nádrže je 5,55 m.

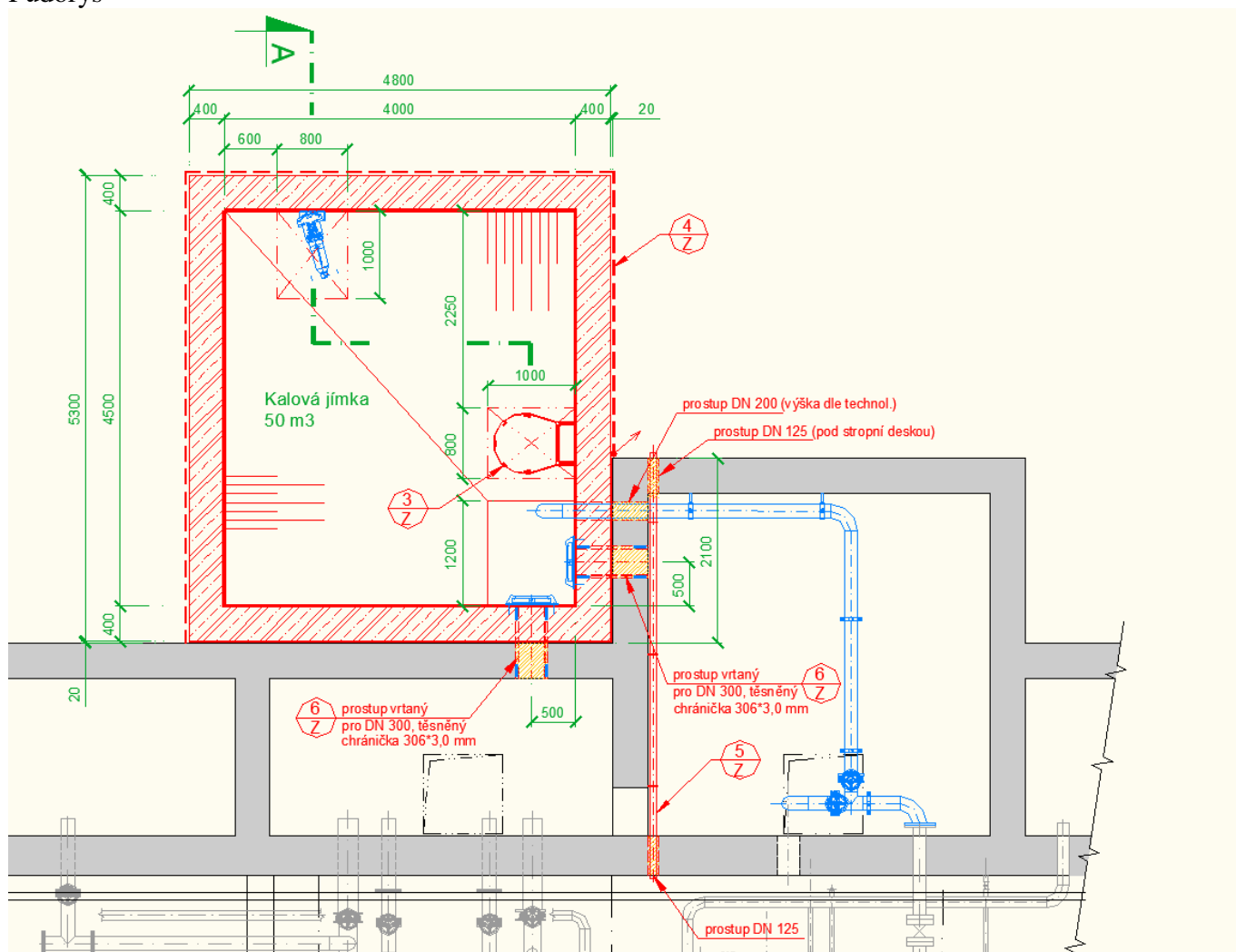
Výška vodního sloupce (provozní hladina) je 3,67 m.

Tloušťka dna je navržena 0,5 m, tloušťka obvodových stěn 0,4 m, tloušťka stropní desky 0,2 m.

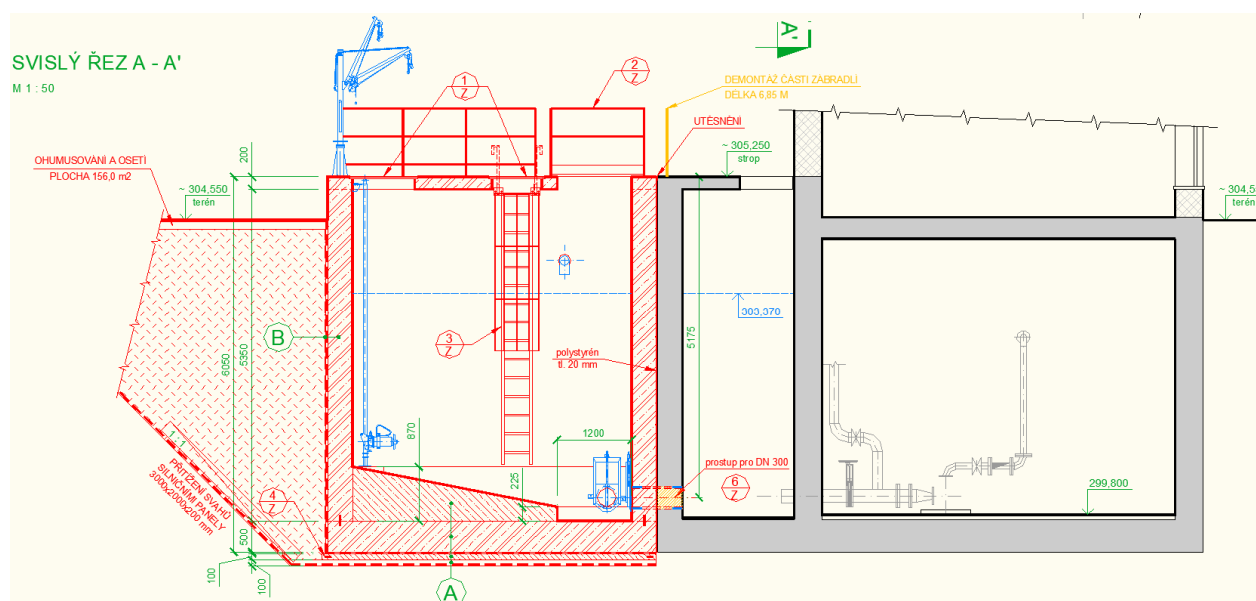
Na dně jímky je navržen spádový beton tloušťky 225 – 870 mm, vyspádovaný směrem k čerpací jímce.

Schéma objektu:

Půdorys



Svislý řez



Založení objektu

Výkopové práce budou provedeny v otevřené stavební jámě se sklonem svahů 1:1. Při provádění je nutné věnovat zvýšenou pozornost zabezpečení případně odkrytým inženýrským sítím, které musí být řádně zajištěny proti poškození.

Průměrná hloubka výkopu činí cca 5,50 m, základová spára je navržena ve vrstvě fluviálních písčitých štěrků, pravděpodobně pod úrovní hladiny podzemní vody, která musí být v průběhu výstavby čerpána. Na otevřenou základovou spáru bude položena v celé ploše geotextilie gramáže 500 g/m², geotextilie bude vytažena i na stěny výkopu, do výšky min. 0,5 m nad úroveň hladiny podzemní vody (nebo nad přitěžující panely). Pata svahu bude po celém obvodu přitížena položením silničních panelů tloušťky 0,2 m a půdorysných rozměrů 3,0 m (ve směru spádu svahu) x 2,0 m. Panely ve spojení s geotextílií zabrání případnému vyplavování jemnozrnných částic zeminy vlivem čerpání podzemní vody.

Po provedení výkopu bude proveden štěrkový podsyp frakce 8-32 mm. Tloušťka štěrkového polštáře bude upřesněna na základě posouzení základové spáry geologem, předběžně je navržena tloušťka 100 mm. Při tloušťce větší než 200 mm musí být podsyp hutněn po vrstvách odpovídajících použitému materiálu podsypu a použité hutnící technice.

Posouzení na vztlak

1/ odpor konstrukce

- Dno: $5,3 \cdot 4,8 \cdot 0,5 \cdot 25 = 318 \text{ kN}$
 - Stěny: $2 \cdot 5,3 \cdot 5,35 \cdot 0,4 \cdot 25 = 567 \text{ kN}$
 $2 \cdot 4,0 \cdot 5,35 \cdot 0,4 \cdot 25 = 428 \text{ kN}$
 - Stropní deska: $(5,3 \cdot 4,8 - 2 \cdot 0,8 \cdot 1 - 1 \cdot 1,2) \cdot 0,2 \cdot 25 = 113 \text{ kN}$
 - Spádové betony: $(0,5 \cdot (4,5 + 1,2) \cdot 3,3 + 0,5 \cdot (4 + 1) \cdot 3,3) \cdot 0,545 \cdot 22 = 212 \text{ kN}$
- Celkový odpor: $U_k = 1638 \text{ kN}$

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 0,9$

$U_{Ed} = 1638 \cdot 0,9 = 1474 \text{ kN}$

2/ určení max. hladiny podzemní vody (od dolní hrany dna)

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,2$

$H_{v,max} = 1474 / (5,3 \cdot 4,8 \cdot 10 \cdot 1,2) = 4,8 \text{ m}$

Tj. na kótě 304,00 mm (cca 0,55 m pod úrovní upraveného terénu).

Hladina stanovená IG průzkumem (archivní průzkum pro rekonstrukci ČOV v roce 1997):
303,000 mm

Závěr:

Za běžného provozu (voda v jámce na provozní hladině) jámky vyhoví na vztlak podzemní vody.

Před případným vyprázdněním jámky je nutno provést kontrolu hladiny podzemní vody, která nesmí být výše než na kótě 304,000 m.n.m.

Napětí v základové spáře

Základová spára je navržena ve vrstvě fluvialních písčitých štěrků.
Pod nádrží je navržen hutněný štěrkopískový polštář tloušťky 100 mm, uložený na geotextílii.

Zatížení:

1/ konstrukcí jímky:

Zatížení jímkou $G_k = 1638 \text{ kN}$ (charakter. hodnota)

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,35$
 $G_{Ed} = 1638 * 1,35 = 2211 \text{ kN}$ (návrhová hodnota)

2/ vodou v jímce ($h_v = 3,67 \text{ m}$):

Voda v jímce $G_k = 4,5 * 4 * 3,67 * 10 = 661 \text{ kN}$ (charakter. hodnota)

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,2$
 $G_{Ed} = 661 * 1,2 = 793 \text{ kN}$ (návrhová hodnota)

Celkové zatížení:

Charakter. hodnota: $G_k = 1638 + 661 = 2299 \text{ kN}$

Návrh. Hodnota: $G_{Ed} = 2211 + 793 = 3004 \text{ kN}$

Posouzení bylo provedeno programem Geo5 – Patky (výpis):

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Akce : ČOV Krnov- kalová jímka

Datum : 20.03.2019

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

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

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

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída G3, středně ulehlá		30,00	0,00	19,00	9,00	

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

Parametry zemín

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	30,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	96,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu	h_z	=	5,50 m
Hloubka základové spáry	d	=	5,50 m
Tloušťka základu	t	=	0,50 m
Sklon upraveného terénu	s_1	=	0,00 °
Sklon základové spáry	s_2	=	0,00 °

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky	x	=	5,30 m
Šířka patky	y	=	4,80 m
Šířka sloupu ve směru x	c_x	=	5,30 m
Šířka sloupu ve směru y	c_y	=	4,80 m
Objem patky		=	12,72 m ³

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0,00$ kN/m³

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku	f_{ck}	=	20,00 MPa
Pevnost v tahu	f_{ctm}	=	2,20 MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	=	30000,00 MPa

Ocel podélná : B500


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

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Třída G3, středně ulehlá	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Užitné	2299,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	3004,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,55 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 2	Ano	0,00	0,00	113,08	1276,03	8,86	Ano
Zatížení č. 2	Ne	0,00	0,00	111,33	1276,03	8,72	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = -127,20 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení č. 2)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 7,60 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 22,96 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1276,03 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 113,08 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení č. 2)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 63,30 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1567,47 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = -127,20 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu hrany x - 2 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu hrany y - 1 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu hrany y - 2 $= 0,4 \text{ mm}$

Sednutí středu základu $= 0,8 \text{ mm}$

Sednutí charakterist. bodu $= 0,5 \text{ mm}$

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

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 80,00 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky poddajný ($k=0,31$)

Základ je ve směru šířky poddajný ($k=0,42$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu $= 0,8 \text{ mm}$

Hloubka deformační zóny $= 3,93 \text{ m}$

Natočení ve směru x $= 0,000 (\tan^*1000)$; $(6,0E-19^\circ)$

Natočení ve směru y $= 0,000 (\tan^*1000)$; $(0,0E+00^\circ)$

Závěr:

Zeminy pod základovou spárou jsou pro daný objekt dostatečně únosné.

Betonové konstrukce

1/ Stěny kalové jámky

S ohledem na rozměry stěn (délka x výška) jsou stěny posuzována jako křížem armované desky.

Zatížení stěn

1/ vnější zatížení

1.1/ zemním tlakem (tlak v klidu)

Objemová hmotnost zeminy:	$\gamma = 2100 \text{ kg/m}^3$
Součinitel tlaku v klidu:	$K_r = 0,667$
Výška zeminy:	$h_z = 4,85 \text{ m}$

$$\sigma_{z,k} = 4,85 \cdot 21 \cdot 0,667 = 67,9 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{charakter. hodnota})$$

$$\text{Součinitel zatížení: } \gamma_f = 1,35$$

$$\sigma_{z,Ed} = 67,9 \cdot 1,35 = 91,7 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{návrhová hodnota})$$

1.2/ přetížení od proměnného zatížení na povrchu terénu

$$q_k = 20,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{proměnné zatížení povrchu terénu})$$

$$\sigma_{q,k} = 20 \cdot 0,667 = 13,3 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{charakter. hodnota})$$

$$\text{Součinitel zatížení: } \gamma_f = 1,5$$

$$\sigma_{q,Ed} = 13,3 \cdot 1,5 = 20,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{návrhová hodnota})$$

2/ vnitřní zatížení - zatížení vodou v jámce

$$\text{Výška vodního sloupce: } h_v = 3,67 \text{ m}$$

$$\sigma_{z,k} = 3,67 \cdot 10 = 36,7 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{charakter. hodnota})$$

$$\text{Součinitel zatížení: } \gamma_f = 1,35$$

$$\sigma_{z,Ed} = 36,7 \cdot 1,35 = 49,5 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{návrhová hodnota})$$

Vnitřní síly

Stěna po třech stranách vetknutá, nahoře prostě podepřená (vliv stropní desky)

$$\text{Výška stěny: } a = 5,4 \text{ m}$$

$$\text{Délka stěny: } b = 4,9 \text{ m}$$

$$\gamma = a/b = 5,4/4,9 = 1,1 \quad \lambda = b/a = 4,9/5,4 = 0,9$$

1/ od vnějšího zatížení

1.1/ Ohybové momenty od přetížení (plné rovnoměrné zatížení)

$$M_o^{sv} = -0,0467 \cdot 20 \cdot 5,4^2 = -27,2 \text{ kNm}$$

$$M_l^{sv} = +0,0158 \cdot 20 \cdot 5,4^2 = +9,2 \text{ kNm}$$

$$M_o^{vod} = -0,0676 \cdot 20 \cdot 4,9^2 = -32,5 \text{ kNm}$$

$$M_l^{vod} = +0,0287 \cdot 20 \cdot 4,9^2 = +13,8 \text{ kNm}$$

1.2/ Ohybové momenty od zemního tlaku (trojúhelníkové zatížení)

$$M_o^{sv} = -0,0293 \cdot 91,7 \cdot 5,4^2 = -78,3 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}M_1^{sv} &= +0,0093 \cdot 91,7 \cdot 5,4^2 = +24,9 \text{ kNm} \\M_0^{vod} &= -0,0624 \cdot 91,7 \cdot 4,9^2 = -71,3 \text{ kNm} \\M_1^{vod} &= +0,01410 \cdot 91,7 \cdot 4,9^2 = +30,8 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Celkové momenty od vnějšího zatížení (základní návrhová hodnota/MSÚ):

$$\begin{aligned}M_0^{sv} &= -(27,2+78,3) = -105,5 \text{ kNm} \\M_1^{sv} &= 9,2 + 24,9 = +34,1 \text{ kNm} \\M_0^{vod} &= -(32,5+71,3) = -103,7 \text{ kNm} \\M_1^{vod} &= 13,8+30,8 = +44,6 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Celkové momenty od vnějšího zatížení (kvazistálá hodnota/MSP):

$$\begin{aligned}\psi_2 &= 0,6 \\M_0^{sv} &= -(0,6 \cdot 27,2/1,5 + 78,3/1,35) = -68,9 \text{ kNm} \\M_1^{sv} &= 0,6 \cdot 9,2/1,5 + 24,9/1,35 = +22,1 \text{ kNm} \\M_0^{vod} &= -(0,6 \cdot 32,5/1,5 + 71,3/1,35) = -65,8 \text{ kNm} \\M_1^{vod} &= 0,6 \cdot 13,8/1,5 + 30,8/1,35 = +28,3 \text{ kNm}\end{aligned}$$

2/ od vnitřního zatížení – částečné (do 2/3 výšky stěny) trojúhelníkové zatížení

$$\begin{aligned}M_0^{sv} &= -0,0234 \cdot 49,5 \cdot 5,4^2 = -33,8 \text{ kNm} \\M_0^{vod} &= -0,0163 \cdot 49,5 \cdot 4,9^2 = -19,4 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Návrh a posouzení výztuže stěn

Tloušťka stěn $h = 0,4 \text{ m}$

1/ stěna – svisle – ve vetknutí do dna – vnější líc

$$\begin{aligned}\text{Limitní šířka trhlin: } w_{3,\text{lim}} &= 0,165 \text{ mm} \\ \text{Momenty: } & \begin{array}{ll} \text{základní návrhová hodnota: } & M_y = 105,5 \text{ kNm} \\ \text{kvazistálá hodnota: } & M_y = 68,9 \text{ kNm} \end{array}\end{aligned}$$

Návrh: ϕ **R 16 po 150 mm**

Posouzení (programem FIN EC – Beton):

Projekt

Akce : ČOV Krnov - kalová jámka
Datum : 09.01.2019

Norma

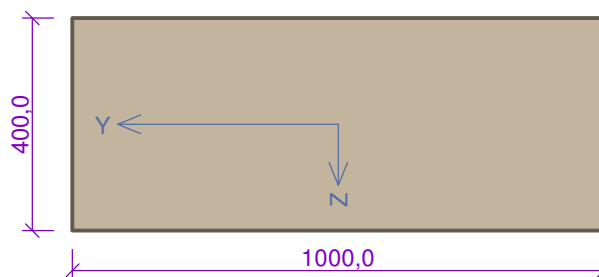
Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

1 Stěna vnější líc

1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC4

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0$ MPa
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: 10505 (R)B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: 10505 (R)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	105,50	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	68,90

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	16	40,0	dolní výztuž



16/150,0-kr.40,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	48,0	48,0	16
2	952,0	48,0	16
3	207,5	48,0	16
4	792,5	48,0	16
5	367,1	48,0	16
6	632,9	48,0	16
7	500,0	48,0	13,06395

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(16; 30; 10) = 30$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40$ mm

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 408.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 197 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 5,52.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 34,1.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 4,06.10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=105,50\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,340 / (1\,000 \times 352) = 0,00381$

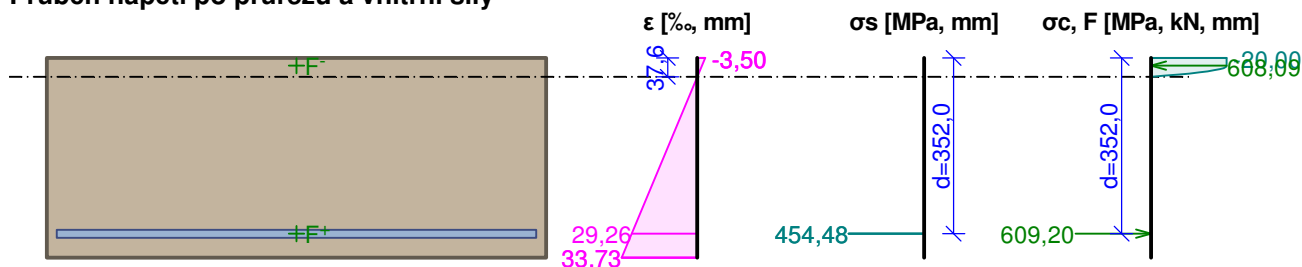
$\rho_s = A_s / A_c = 1\,340 / 400.10^3 = 0,00335$

$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$

$\rho_{s,t} = 0,00381 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00335 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 33,73 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 29,26 ‰

Největší deformace ve výztuži: 29,26 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 37,6 \text{ mm}$

Efektivní výška průřezu: $d = 352,0 \text{ mm}$

$\xi = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$M_{Edy} = 105,50 \leq M_{Rdy} = 204,88 \text{ kNm}$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 51,5 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

2: **Zat. případ 2** - kvazistálá

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=68,90\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 408.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

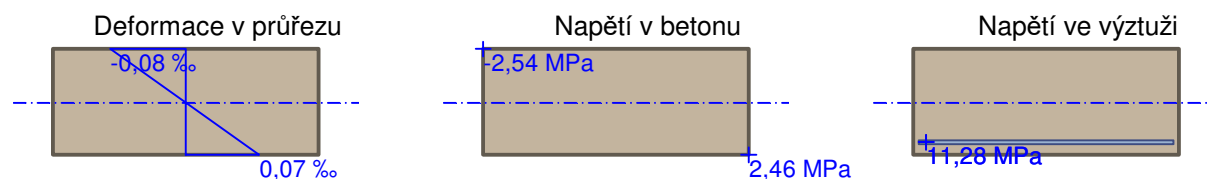
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 197 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 5,52 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 34,1 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 4,06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 76 \ 425 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

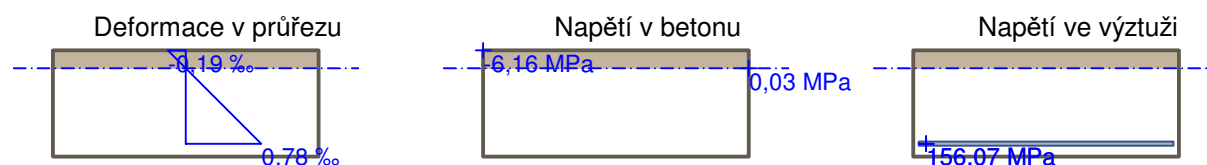
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 332,1 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 760 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 6,44 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = -177 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Trhliny jsou počítány pouze při horním/spodním povrchu průřezu.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,00134 / 0,12 = 0,0112$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200 \cdot 10^3 / 33 \ 000 = 6,061$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 156,1 / 200 \cdot 10^3; [156,1 - 0,4 \times 2,9 / 0,0112 \times (1 + 6,061 \times 0,0112)] / 200 \cdot 10^3) = \max(0,000468; 0,000226) = 0,000468$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 41,47)^{0,667}; 3,4) = \min(2,426; 3,4) = 2,426$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 2,426 \times 41,47 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 15,65 / 0,0112 = 338,8 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000468 \times 338,8 = 0,159 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,165mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h = 67,9 \text{ mm}$

Využití průřezu: 96,1 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně výztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00381 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00335 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	105,50	204,88	0,00	0,00	51,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 51,5 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta \varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	68,90	$468 \cdot 10^{-6}$	0,339	0,159	96,1	Vyhovuje

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$S_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
	Maximální povolená šířka w_{max}					0,165		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 96,1 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 96,1 %

Vyhoví na únosnost i na šířku trhlin

2/ stěna – svisle – ve vetknutí do dna – vnitřní líc

Limitní šířka trhlin: $w_{3,lim} = 0,165 \text{ mm}$

Momenty: základní návrhová hodnota: $M_y = 33,8 \text{ kNm}$

kvazistálá hodnota: $M_y = 33,8 \text{ kNm}$

Návrh: ϕ **R 12 po 150 mm**

Posouzení (programem FIN EC – Beton):

Projekt

Akce : ČOV Krnov - kalová jámka

Datum : 09.01.2019

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko.**

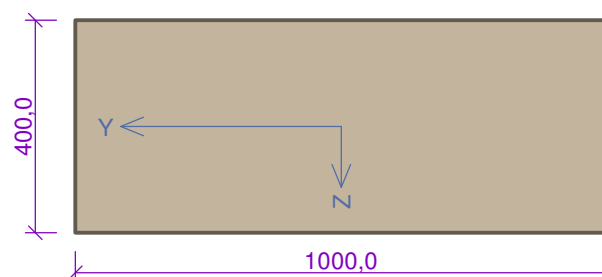
1 Stěna vnitřní líc

1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník

Prostředí: XC4

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: 10505 (R)B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: 10505 (R)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

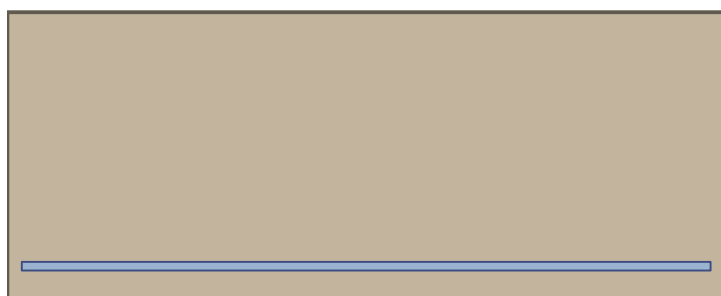
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	33,80	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	33,80

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	12	40,0	dolní výztuž



12/150,0-kr.40,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	46,0	46,0	12
2	954,0	46,0	12
3	206,2	46,0	12
4	793,8	46,0	12
5	366,5	46,0	12
6	633,5	46,0	12
7	500,0	46,0	9,79796

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(12; 30; 10) = 30 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 405 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 198,3 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 5,44 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 33,8 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 1,31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$$N=0,00\text{kN}; M_y=33,80\text{kNm}; V_z=0,00\text{kN}$$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 754 / (1\,000 \times 354) = 0,00213$$

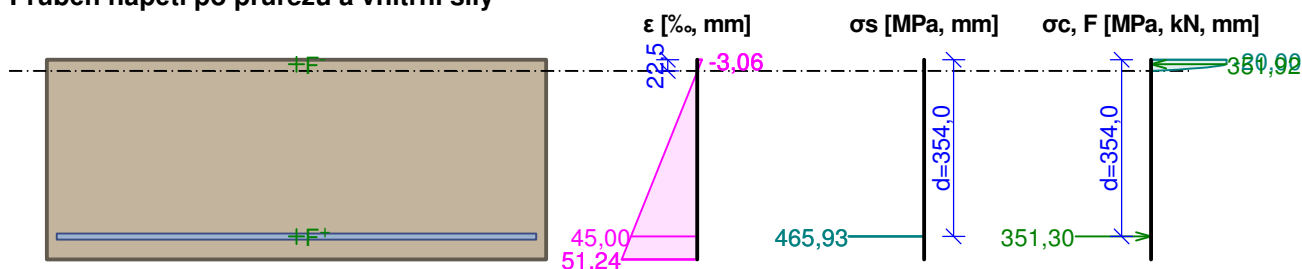
$$\rho_s = A_s / A_c = 754 / 400 \cdot 10^3 = 0,00188$$

$$\rho_{s,\min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$$

$$\rho_{s,t} = 0,00213 \geq \rho_{s,\min} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00188 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,06 ‰

Největší deformace v betonu: 51,24 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 45,00 ‰

Největší deformace ve výztuži: 45,00 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 22,5 \text{ mm}$

Efektivní výška průřezu: $d = 354,0 \text{ mm}$

$$\xi = 0,06 \leq \xi_{\max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 33,80 \leq M_{Rdy} = 121,05 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 27,9 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

2: **Zat. případ 2** - kvazistálá

$$N=0,00\text{kN}; M_y=33,80\text{kNm}$$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 405 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

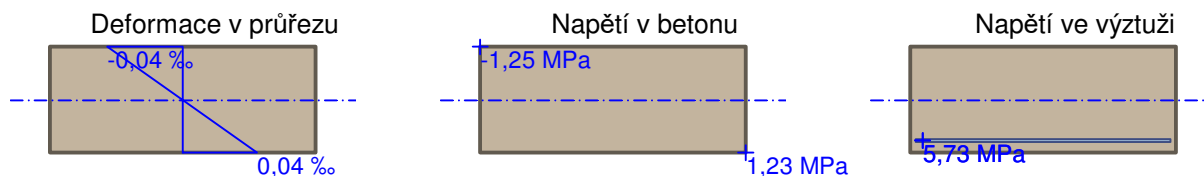
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 198,3 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 5,44 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 33,8 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 1,31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 57\,076\text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

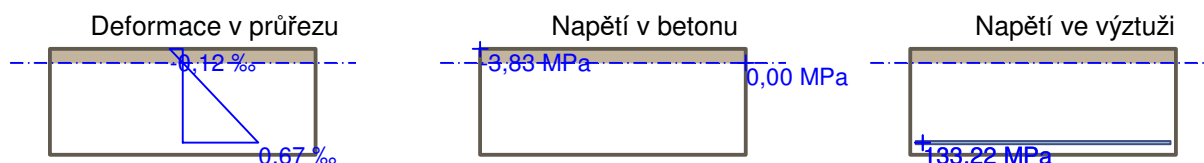
$y_t = 500\text{ mm}$; $z_t = 347,5\text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 464 \cdot 10^6\text{ mm}^4$; $I_z = 4,80 \cdot 10^9\text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = -111 \cdot 10^6\text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0\text{ mm}^4$



Trhliny jsou počítány pouze při horním/spodním povrchu průřezu.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,000754 / 0,115 = 0,00656$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200 \cdot 10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 133,2 / 200 \cdot 10^3; [133,2 - 0,4 \times 2,9 / 0,00656 \times (1 + 6,061 \times 0,00656)] / 200 \cdot 10^3) = \max(0,0004; -0,000254) = 0,0004$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 41,1)^{0,667}; 3,4) = \min(2,441; 3,4) = 2,441$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 2,441 \times 41,1 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 11,74 / 0,00656 = 404,6\text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,0004 \times 404,6 = 0,162\text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,165mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h = 52,5\text{ mm}$

Využití průřezu: 98,0 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00213 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00188 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	33,80	121,05	0,00	0,00	27,9	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 27,9 %

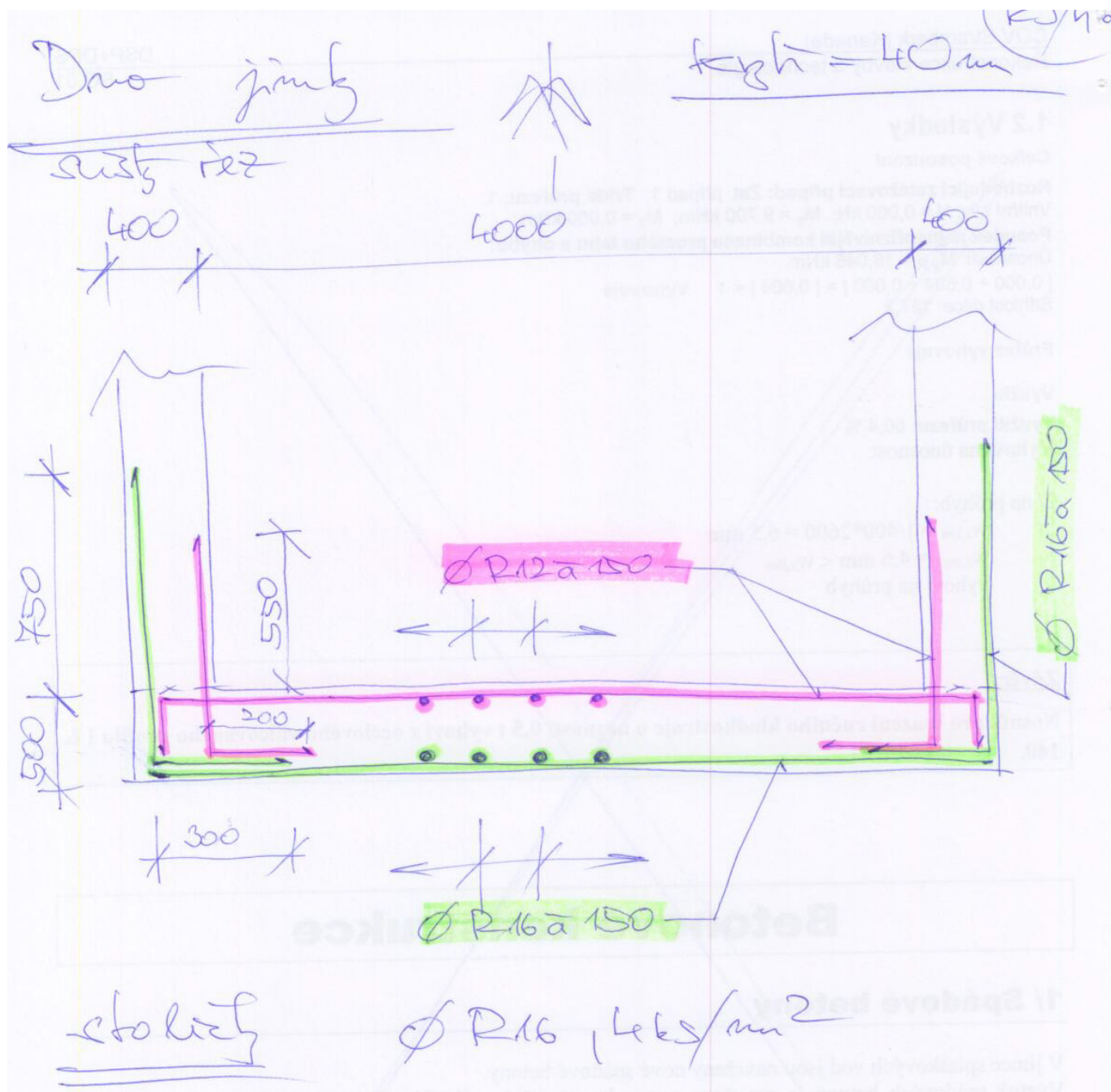
Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

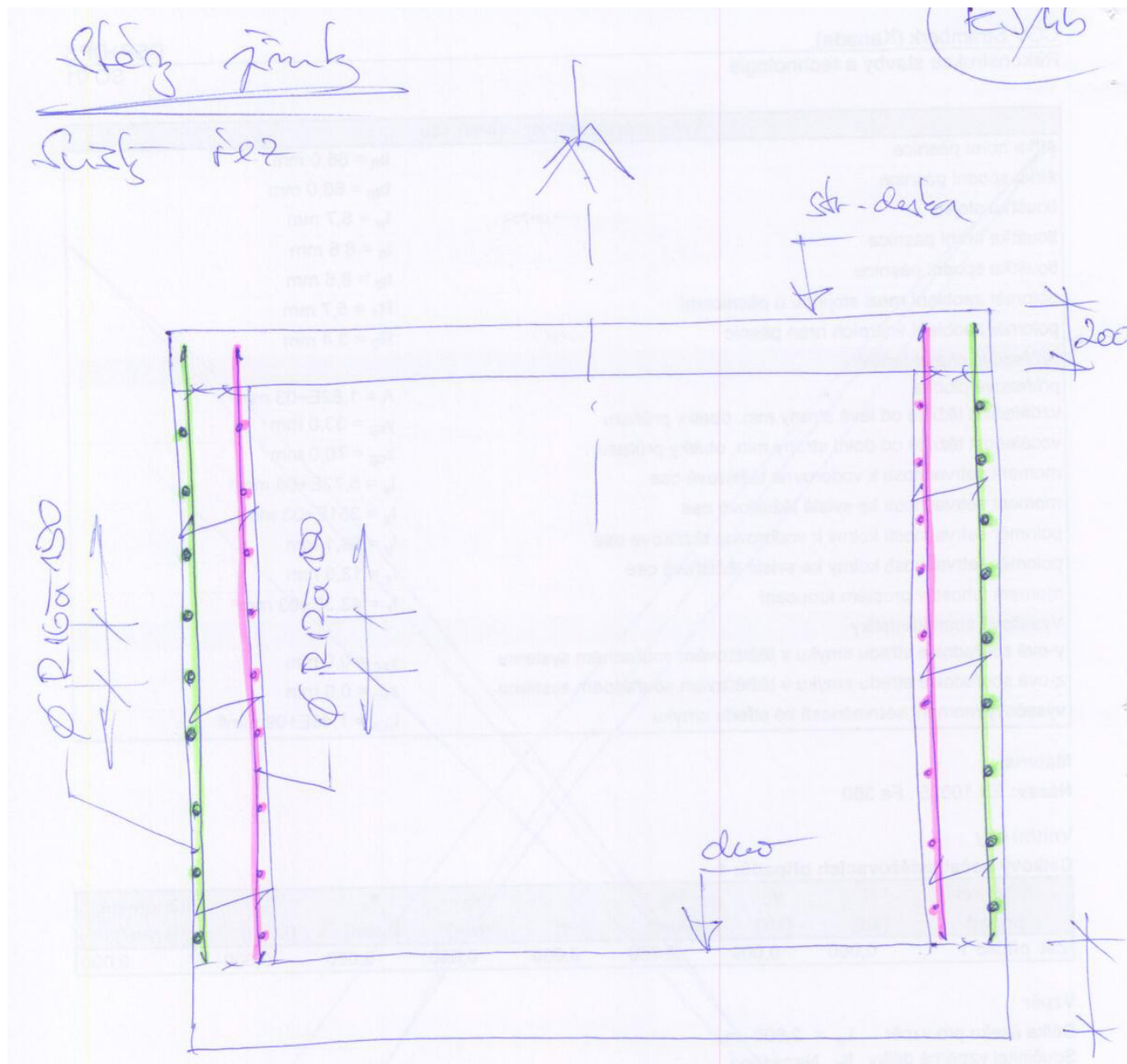
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	33,80	$400 \cdot 10^{-6}$	0,405	0,162	98,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}						0,165		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 98,0 %

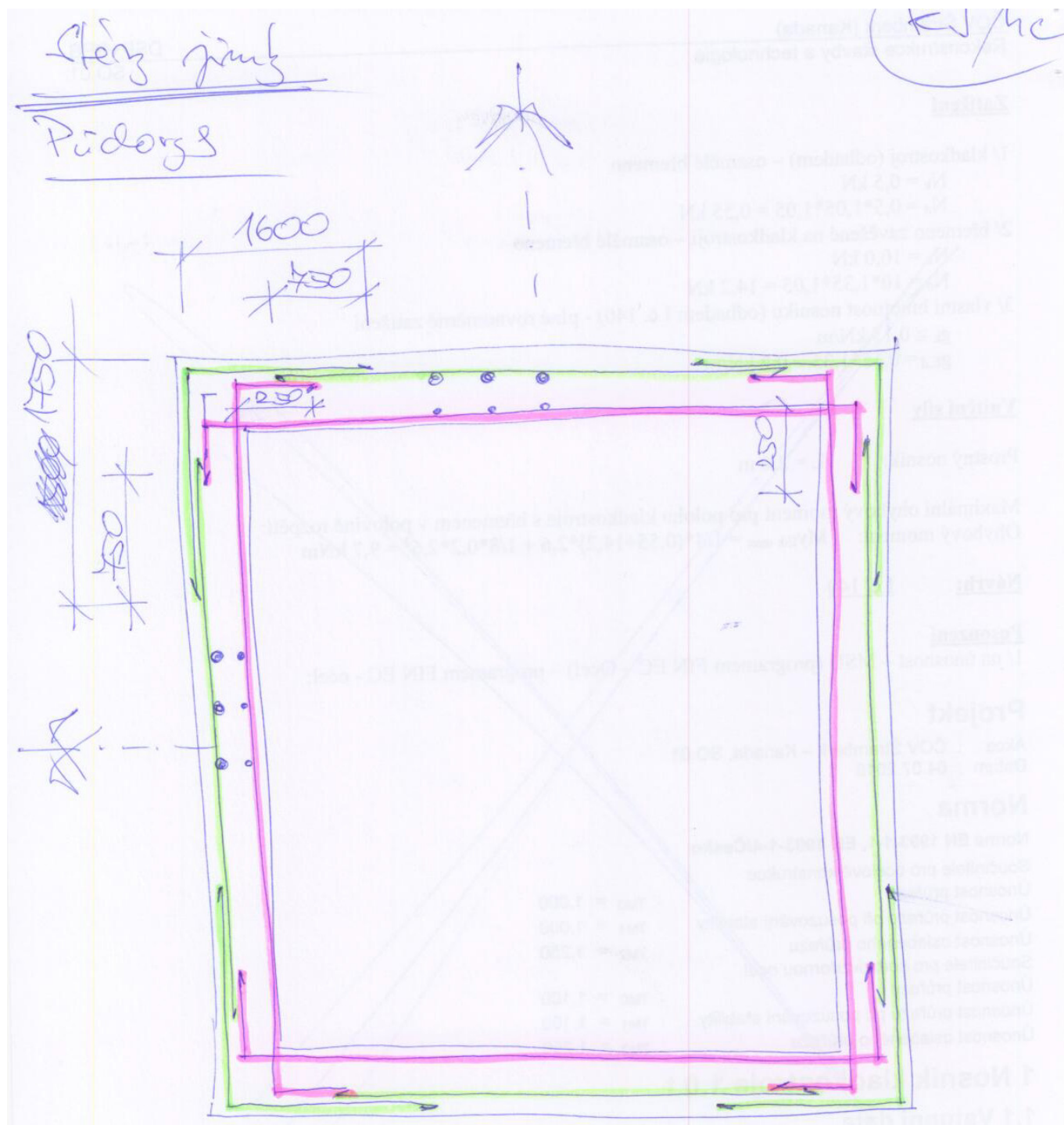
Vyhoví na únosnosť i na šírku trhlín



Svislá výztuž stěn:



Vodorovná výztuž stěn



2/ Stropní deska

S ohledem na rozmístění otvorů ve stropní desce je výpočet zjednodušen na posouzení prostého nosníku na delší z rozpětí.

Tloušťka desky je navržena 200 mm.

Zatížení

1/ vlastní hmotnost desky:

$$g_k = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{charakter. hodnota})$$

$$\text{Součinitel zatížení: } \gamma_f = 1,35$$

$$g_{Ed} = 5 \cdot 1,35 = 6,75 \text{ kN/m}^2$$

2/ proměnné zatížení

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

$$\text{Součinitel zatížení: } \gamma_f = 1,35$$

$$q_{Ed} = 5 \cdot 1,35 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

Vnitřní síly

$$L_{o,max} = 4,5 \text{ m}$$

$$L = 4,5 + 0,2 = 4,7 \text{ m}$$

$$\text{Ohybový moment: } M_{yEd} = 1/8 \cdot (6,75 + 7,5) \cdot 4,7^2 = 39,3 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže: ϕ R 10 po 125 mm

Posouzení na únosnost (MSÚ) – programem Fin EC – Beton:

Projekt

Akce : ČOV Krnov - kalová jámka

Datum : 09.01.2019

Norma

Norma EN 1992-1-1/Česko.

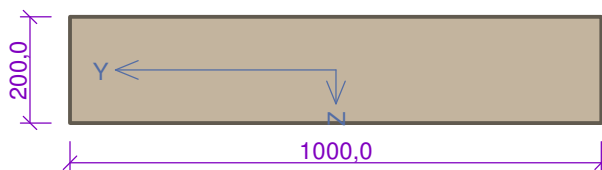
1 Stropní deska-prostý nosník

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: XC4

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: 10505 (R)B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: 10505 (R)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	39,30	0,00	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
8	10	35,0	dolní výztuž



10/125,0-kr.35,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	40,0	40,0	10
2	960,0	40,0	10
3	171,4	40,0	10
4	828,6	40,0	10
5	302,9	40,0	10
6	697,1	40,0	10
7	434,3	40,0	10
8	565,7	40,0	10

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

Jedná se o deskovou konstrukci

Výsledná třída konstrukce: S3

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(10; 25; 10) = 25 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 204 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 98,88 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 680 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 17,0 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 704 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=39,30\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 628,3 / (1\,000 \times 160) = 0,00393$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 628,3 / 200.10^3 = 0,00314$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 628,3 / 200.10^3 = 0,00314$$

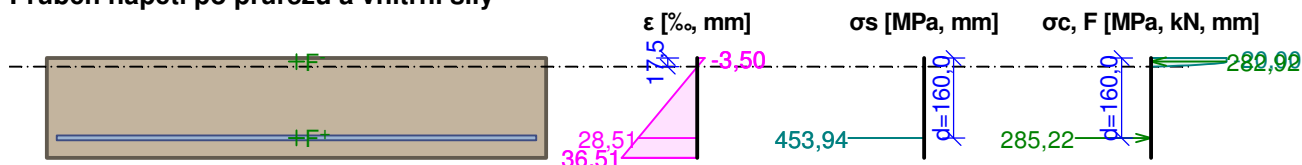
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00393 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00314 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00314 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 36,51 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 28,51 ‰

Největší deformace ve výztuži: 28,51 ‰

Směr neutrálné osy: 360,00 °

Výška tlačené části průřezu: x = 17,5 mm

Efektivní výška průřezu: d = 160,0 mm

$$\xi = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 39,30 \leq M_{Rdy} = 43,52 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 90,3 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00393 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00314 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00314 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	39,30	43,52	0,00	0,00	90,3	Vyhovuje

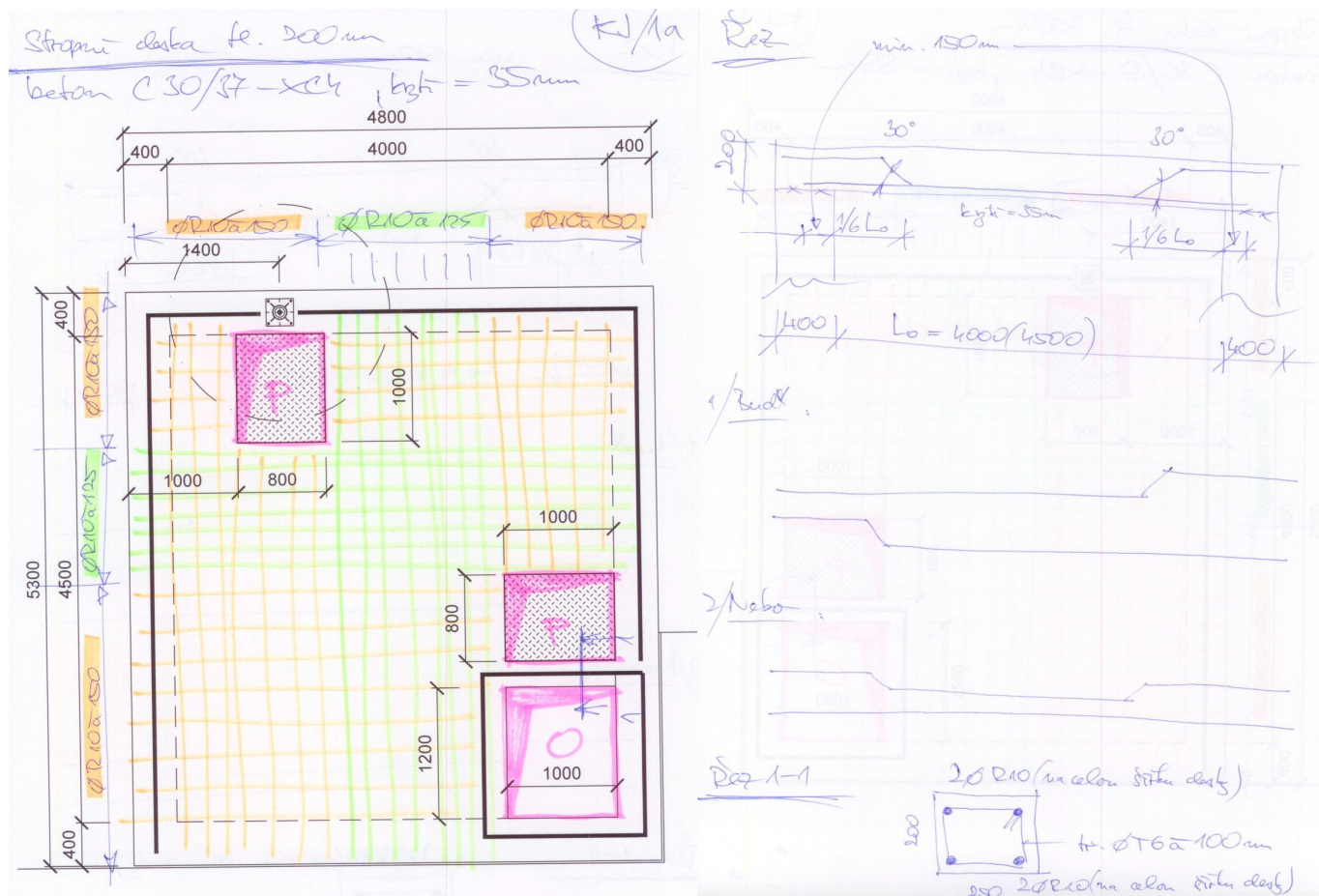
Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 90,3 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 90,3 %

Vyhoví na únosnost

Schéma výztuže stropní desky:



Podsypy, zásypy, obsypy

Zásypy, zpětné obsypy objektu:

Zásypy a zpětné obsypy mohou být provedeny odtěženým materiálem, je ovšem nutné posouzení vhodnosti použití geologem. Jak zásypy, tak obsypy musí být po hutnění po vrstvách.

Poznámka:

Způsob hutnění a tloušťka hutněné vrstvy jsou závislé na druhu zeminy a použitého hutničeho mechanismu.

ÚČINNOST ZHUTŇOVACÍCH STROJŮ - 1- VYSOKÁ KVALITA

	TYP ZEMINY					
	SOUDRŽNÁ		NESOUDRŽNÁ		STEJNOZRNÁ	
	h_{max}	N	h_{max}	N	h_{max}	N
HLADKÉ VÁLCE [kg/cm šířky běhounu] 21 až 27 27 až 53	12	8	12	10	12	10
	12	6	12	8	12	8

nad 55	15	4	15	8	nevh.	nevh.
MŘÍŽOVÉ VÁLCE [kg/cm šířka běhounu]						
27 až 53	15	10	nevh.	nevh.	15	10
53 až 80	15	8	12	12	nevh.	nevh.
nad 80	15	4	15	12	nevh.	nevh.
PNEUMATIKOVÉ VÁLCE [1000 kg/jedno kolo]						
1,0 až 1,5	12	6	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.
1,5 až 2,0	15	5	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.
2,0 až 2,5	18	4	12	12	6	10
2,5 až 4,0	23	4	12	10	nevh.	nevh.
4,0 až 6,0	30	4	12	10	nevh.	nevh.
6,0 až 8,0	35	4	15	8	nevh.	nevh.
8,0 až 12	40	4	15	8	nevh.	nevh.
nad 12	46	4	18	6	nevh.	nevh.
VIBRAČNÍ VÁLCE [kg/m šířky běhounu]						
2,7 až 4,5	nevh.	nevh.	7,5	16	15	16
4,5 až 7,0	nevh.	nevh.	7,5	12	15	12
7,0 až 12	10	12	12	12	16	6
12 až 18	12	8	15	8	20	10*
18 až 23	15	4	15	4	23	12*
23 až 28	18	4	18	4	25	10*
28 až 36	20	4	20	4	27	8*
36 až 43	23	4	23	4	30	8*
43 až 50	25	4	23	4	30	6*
VIBRAČNÍ DESKY [kg/cm ² plochy desky]						
0,08 až 0,10	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.	7,5	6
0,10 až 0,12	nevh.	nevh.	7,5	10	10	6
0,12 až 0,14	nevh.	nevh.	7,5	6	15	6
0,14 až 0,18	10	6	12	6	15	4
0,18 až 0,21	15	6	15	5	20	4
nad 21	20	6	20	5	25	4
VIBRAČNÍ PĚCH [hmotnost v kg]						
(VIBROÚDERNÝ) 50 až 60	10	3	10	3	15	3
60 až 75	12	3	12	3	20	3
nad 75	20	3	15	3	23	3
ÚDERNÝ PĚCH [hmotnost v kg]						
do 100	15	4	15	6	nevh.	nevh.
nad 100	27	8	27	12	nevh.	nevh.

h_{\max} = největší výška vrstvy po zhutnění [cm] **N** = nejmenší počet pojezdů

Vypracoval: Ing. David Kotek
autorizovaný inženýr v oborech Statika a dynamika staveb (IS00) a Pozemní stavby (IP00),
členské číslo ČKAIT 1102306

.....

Duben 2019