

# **SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM IT4INNOVATIONS**

## **Technologie a infrastruktura datového sálu**

Dokumentace pro provedení stavby

### **F. DOKUMENTACE OBJEKTŮ – POZEMNÍ STAVEBNÍ OBJEKTY, PROVOZNI SOUBORY**

#### **SO 02 – Objekt Superpočítačového centra**

##### **SO 02.2.1a – Stavebně konstrukční část – betonové konstrukce**

##### **Statický výpočet**

Archivní číslo	:	09-001-5a / 02.2.1a - 02
Zhotovitel	:	IT4Innovations VŠB – Technická univerzita Ostrava 17.listopadu 15/2172 708 33 Ostrava – Poruba
Vedoucí projektu	:	Ing.arch.Martin Chválek
Zodpovědný projektant	:	Ing. Hana Šeligová
Autor	:	Ing. Lukáš Panna
Objednatel	:	VŠB – Technická univerzita Ostrava 17.listopadu 15/2172 708 33 Ostrava - Poruba
Datum	:	28.2.2013
Počet stran	:	12

## Podrobný popis navrženého nosného systému stavby

Předmětem zpracované dokumentace jsou železobetonové nosné konstrukce objektu kanálu výfukového potrubí Superpočítačového centra IT4 Innovations a základ pod čerpací stanici PHM. Projektová dokumentace byla zpracována podle platných podkladů v podrobnosti prováděcí dokumentace.

Nosný systém objektu kanálů o půdorysných rozměrech 4,54x10,43m je navržen kombinovaný z monolitického železobetonu a prefabrikovaných panelů. Obvodové stěny a základová deska a stropní deska v nadzemní části kanálu jsou monolitické železobetonové, strop podzemní části kanálů je navržen z prefabrikovaných předpjatých stropních panelů. Základ čerpací stanice má rozměry 1300x1800mm.

Povrch kanálu bude zasypán zeminou tl. 700mm a zatravněn.

Základová deska kanálu tl. 200mm bude provedena na podkladní beton a na hutněný štěrkový podsyp s  $E_{def2}=25-30\text{MPa}$  a poměr  $E_{def2}/E_{def1}$  je max 3. Stěny kanálu tl. 220mm budou v hlavě upraveny ozubem výšky 210mm, který uzavře boční strany panelů. Světlý průřez kanálu je 4140x1000mm. Kanál je ukončen svislou šachtou světlé výšky 1,7m délky 1,65m, šířky 4,14m (světlé rozměry). Šachta je zastropena deskou tl. 150mm s 5 kruhovými otvory Ø520mm pro vedení svislé části potrubí. Strop kanálu bude tvořen prefabrikovanými předpjatými dutinovými panely tl. 200mm uloženými do cementové malty tl. 10mm. Konstrukce stropu musí být rozebíratelná, tzn. Nebudou se zalévat spáry mezi panely, budou jen vyplněny např. pískem aby bylo umožněno rozebrání stropu a zároveň vytvořena rovina pro položení hydroizolace.

Základ pod čerpací stanici PHM bude z monolitického železobetonu tl. 500mm. Úprava pod základem bude provedena hutněným štěrkovým podsypem tl. 150mm.

Pro návrh nosné konstrukce kanálu výfukového potrubí byla uvažovaná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1.

Stálá zatížení jsou uvažována takto:

Zatížení vlastní tíhou nosné železobetonové konstrukce je generováno automaticky výpočetním programem Renex 3D na základě zadáných geometrických a materiálových vlastností.

Stálé zatížení:

- skladba na stropě ... 13,79 kN/m<sup>2</sup>

Nahodilá rovnoměrná plošná zatížení:

- povrch terénu ... 2,5 kN/m<sup>2</sup>

Zakázka/Contract/Bestellung/Проект	Zakáz. čís./Job Nr./Best Nr./Заказ Но.	Strana/Sheet Nr./Seite/Страница Но.
IT4	Vypočet/Calculated by/Berech./Рассчитан	1
Výpočet/Calculation/Berechnung/Расчет	L. P. N. U. H.	Datum/Date/Datum/Дата
KANÁL ÚFUKOVÉHO P.	Kontrola/Checked by/Kontrolle/Проверил	Datum/Date/Datum/Дата



### ZATÍŽENÍ NA STROP KANÁLU:

[mm]	KN/m <sup>2</sup>
700	OHNUTISOVÁNÍ A ZATRAVENÍ 0,7.18... 12,6
50	CEMENTOVÝ POTĚR VE SPÁDĚ 0,05.23... 1,15
	GEOTEXTILIE 0,01
1,5	HYDROIZOLACE 0,02
	GEOTEXTILIE 0,01
<hr/>	
	$g_k = \Sigma 13,79$

UŽITNÉ ZATÍŽENÍ ...  $q_k = 2,5 \text{ KN/m}^2$

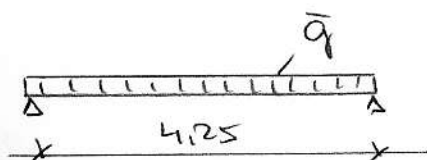
ZASTROPENÍ PREFAPANELY... PANELY TL. 200 mm

SPG 200 97 ...  $g_{ok} = 2,7 \text{ KN/m}^2$

$$g_k = 2,7 + 13,79 + 2,5 = 18,99 \text{ KN/m}^2$$

$$g_d = (2,7 + 13,79) \cdot 1,35 + 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2,5 = 24,9 \text{ KN/m}^2$$

TEORETICKÉ ROZPĚTÍ 4,25 m



$$M_k = \frac{1}{8} \cdot 18,99 \cdot 1,2 \cdot 4,25^2 = 57,45 \text{ KNm/1,2 m}$$

$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 24,9 \cdot 1,2 \cdot 4,25^2 = 67,5 \text{ KNm/1,2 m}$$

$$V_d = 0,5 \cdot 24,9 \cdot 1,2 \cdot 4,25 = 63,5 \text{ KN/1,2 m}$$

$$\begin{aligned} M_{ek} &= 57,5 \text{ KNm/1,2 m} > 57,45 \\ M_{ed} &= 84,1 \text{ KNm/1,2 m} > 67,5 \\ V_{ed} &= 69 \text{ KN/1,2 m} > 63,5 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} M_{ek} \\ M_{ed} \\ V_{ed} \end{aligned}} \right\} \underline{\underline{\text{vyhoví}}}$$

Zakázka/Contract/Bestellung/Проект	Zakáz. čís./Job Nr./Best Nr./Заказ Ho.	Strana/Sheet Nr./Seite/Страница Ho.
IT4	Vypočet/Calculated by/Berech./Рассчитан	Datum/Date/Datum/Дата
Výpočet/Calculation/Berechnung/Расчёт	Kontrola/Checked by/Kontrolle/Проверил	Datum/Date/Datum/Дата
KANÁL VÝFUKOVÉHO P.		

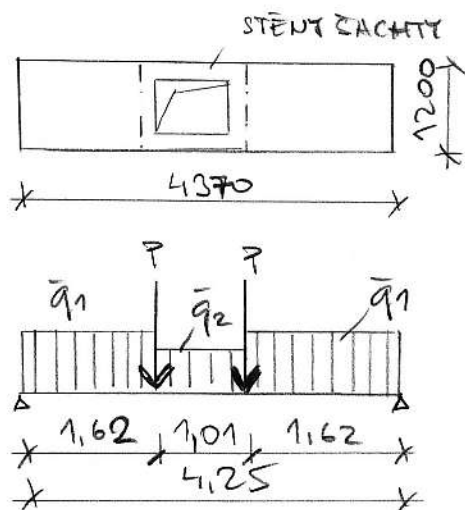


- STROP V MÍSTĚ ŠACHTICE 840 x 840 mm

STĚNA ŠACHTICE 180 mm, výška 850 mm

ŠACHTICE SE SITUOVANÁ NA STŘED KANÁLU

DESKA S ŽACHTON ŠÍŘKA 1200 mm



$$q_{1k} = 13,79 + 2,5 + 0,25 \cdot 2,5 = 22,54 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{1d} = 20,04 \cdot 1,35 + 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2,5 = 29,68 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2k} = 0,18 \cdot 2,5 \cdot 0,84 = 3,78 \text{ kN/m}$$

$$P_k = 3,78 \cdot 0,6 = 2,27 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY:

$$M_y = 41,2 \text{ kNm} \quad / 1/2 \text{ stěny prefabrikátu}$$

$$V_z = 43,7 \text{ kN} \quad / 1/2 \text{ stěny} \quad -11-$$

$$\text{posuv } u_z = 1,3 \text{ mm}$$

VYZTUŽENÍ:

průřez u otvorn 180/1000

$$3\phi 14 \dots M_{ed} = 188 \text{ kNm} > 41,2 \text{ kNm}$$

průřez 2A otvorem 600/250

$$4\phi 14 \dots M_{ed} = 55,5 \text{ kNm} > 41,2 \text{ kNm}$$

$$\text{Smýk.} \dots \text{beton } V_{rdcm} = 74 \text{ kN} > 43,7 \text{ kN} \dots \text{úspěš}$$

Zakázka/Contract/Bestellung/Проект	Zakáz. čís./Job Nr./Best Nr./Заказ Но.	Strana/Sheet Nr./Seite/Страница Но.
ИТ4	Vypočet/Calculated by/Berech./Рассчитал	Datum/Date/Datum/Дата
Výpočet/Calculation/Berechnung/Расчет	Kontrola/Checked by/Kontrolle/Проверил	Datum/Date/Datum/Дата
KANÁL VÝFUKOVÉHO P.		



2 PŮVODY TL. DESKY 250 mm S BACHYČÍ

BUDOH OSTATNÍ PANELE TL. 250 mm

NAVRHNI SPG 25042

$$M_{Rx} = 93,5 \text{ kNm} / 1,2 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = 142 \text{ kNm} / 1,2 \text{ m}$$

$$V_{Rd} = 89,8 \text{ kN} / 1,2 \text{ m}$$

vyhoví

OTVOR 840 x 840 mm byl změněn

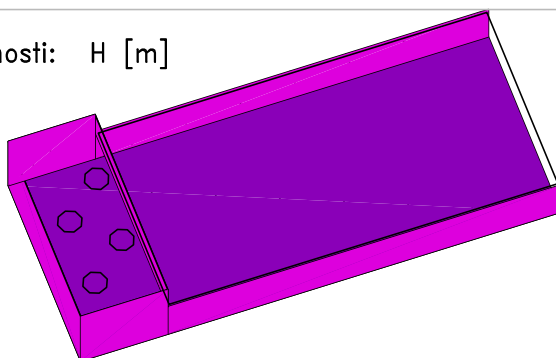
PANELE STROPNÍ BUDOH TL. 200 mm

Zakázka	IT4 - KANAL DUPS	Datum	01.03.13
Výpočet	KANAL	Příloha	
Konstrukce	VSTUPY	Strana	z



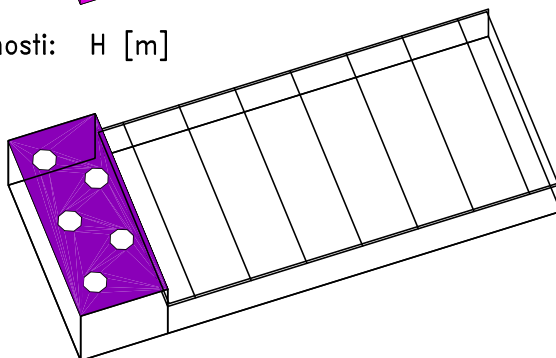
Fyzikální vlastnosti: H [m]

0.20  
0.22



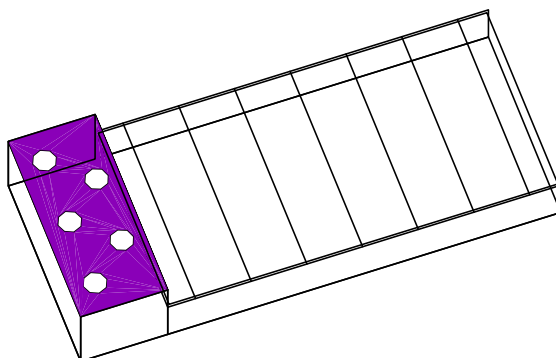
Fyzikální vlastnosti: H [m]

0.15



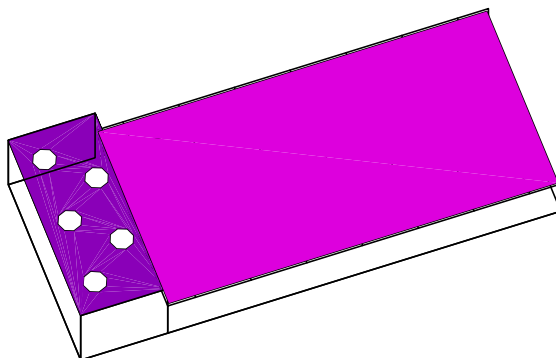
Zadané zatížení: "G02\_\_TECHNOLOGIE" – Fz [kN/m<sup>2</sup>]

2.00



Zadané zatížení: "G01\_\_SKLADBA STRECHA" – Fz [kN/m<sup>2</sup>]

1.50  
13.79

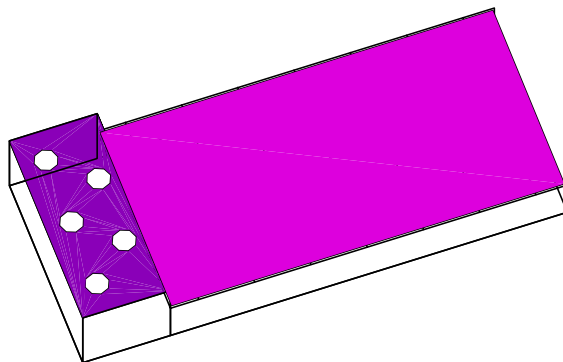


Zakázka	IT4 - KANAL DUPS	Datum	01.03.13
Výpočet	KANAL	Příloha	
Konstrukce	VSTUPY, VNITŘNÍ SÍLY	Strana	z



Zadané zatížení: "Q01A\_UZITNE" -  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]

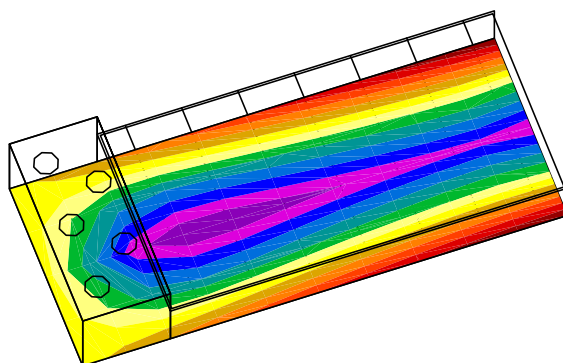
1.50  
2.50



DEFORMACE ZÁKLADOVÉ DESKY

Kombinace: "CH\_\_\_\_\_00\_MSP" - MAX -  $U_zG$  [mm]

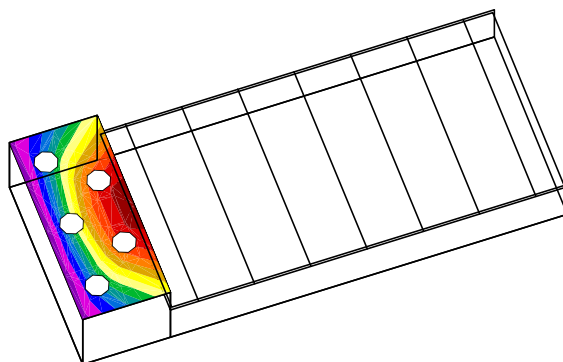
3.40  
3.49  
3.58  
3.68  
3.77  
3.86  
3.95  
4.05  
4.14  
4.23  
4.33  
4.42  
4.51  
4.60



DEFORMACE STROPNÍ DESKY

Kombinace: "CH\_\_\_\_\_00\_MSP" - MAX -  $U_zG$  [mm]

4.09  
4.11  
4.14  
4.16  
4.18  
4.20  
4.22  
4.24  
4.26  
4.28  
4.30  
4.32  
4.35  
4.37



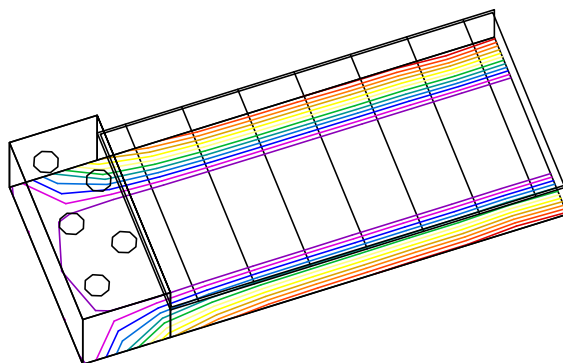
Zakázka	IT4 - KANAL DUPS	Datum	01.03.13
Výpočet	KANAL	Příloha	
Konstrukce	VNITŘNÍ SÍLY	Strana	z



VNITŘNÍ SÍLY ZÁKLADOVÁ DESKA

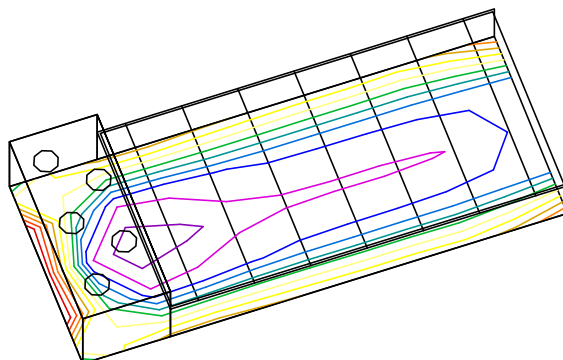
Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $MxD(d)$  [kNm/m]

0.00  
3.18  
6.35  
9.53  
12.71  
15.88  
19.06  
22.24  
25.41  
28.59  
31.77  
34.94  
38.12  
41.30



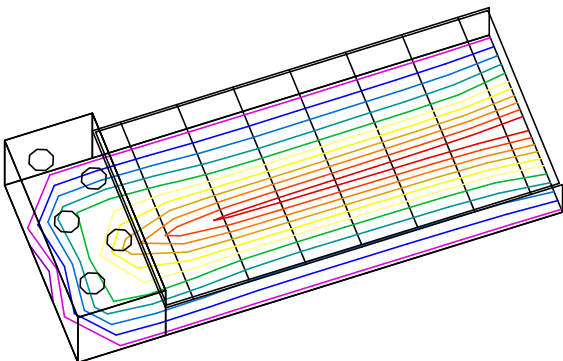
Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $MyD(d)$  [kNm/m]

-7.00  
-5.23  
-3.47  
-1.70  
0.07  
1.84  
3.60  
5.37  
7.14  
8.90  
10.67  
12.44  
14.20  
15.97



Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $MxD(h)$  [kNm/m]

-3.91  
-1.61  
0.70  
3.00  
5.30  
7.60  
9.90  
12.20  
14.50  
16.80  
19.10  
21.41  
23.71  
26.01

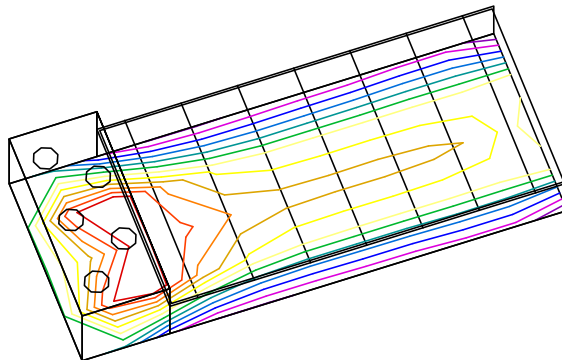
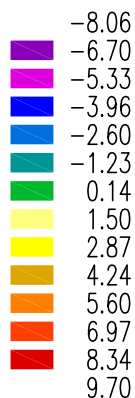




Zakázka	<b>IT4 - KANAL DUPS</b>	Datum	<b>01.03.13</b>
Výpočet	<b>KANAL</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>VNITŘNÍ SÍLY</b>	Strana	<b>z</b>

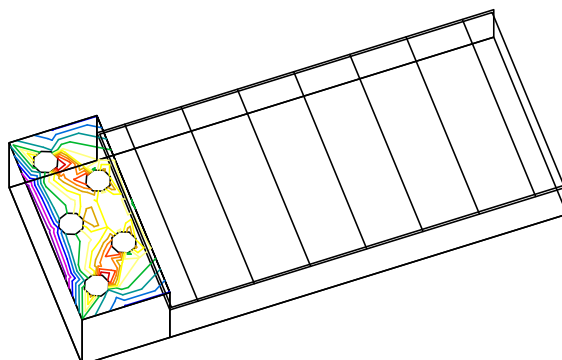
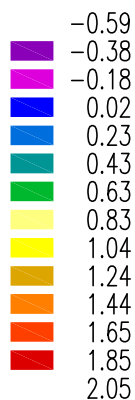


Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $M_yD(h)$  [kNm/m]

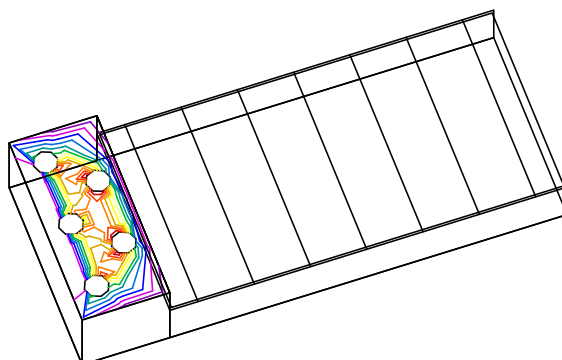
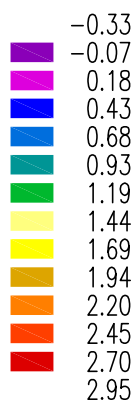


VNITŘNÍ SÍLY STROPNÍ DESKA

Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $M_xD(d)$  [kNm/m]



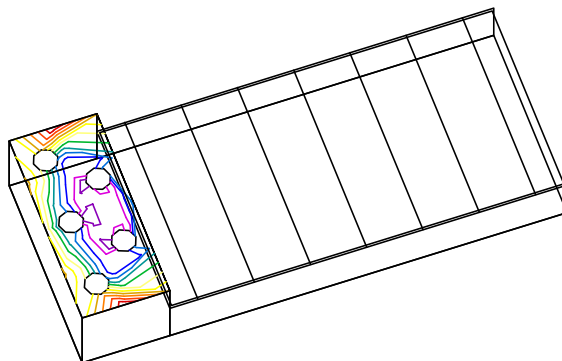
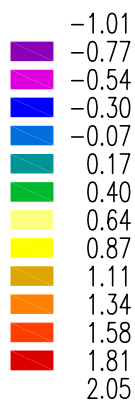
Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $M_yD(d)$  [kNm/m]



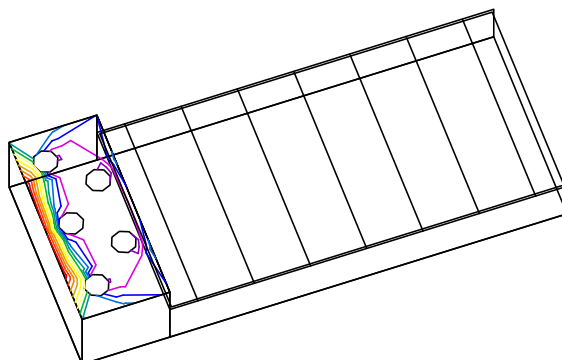
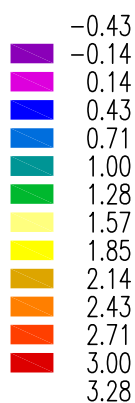
Zakázka	<b>IT4 - KANAL DUPS</b>	Datum	<b>01.03.13</b>
Výpočet	<b>KANAL</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>VNITŘNÍ SÍLY</b>	Strana	<b>z</b>



Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $MxD(h)$  [kNm/m]



Kombinace: "TDSTR\_N\_00\_MSU" - MAX -  $MyD(h)$  [kNm/m]



**OHÝBANÝ OBDÉLNÍKOVÝ PRŮŘEZ**

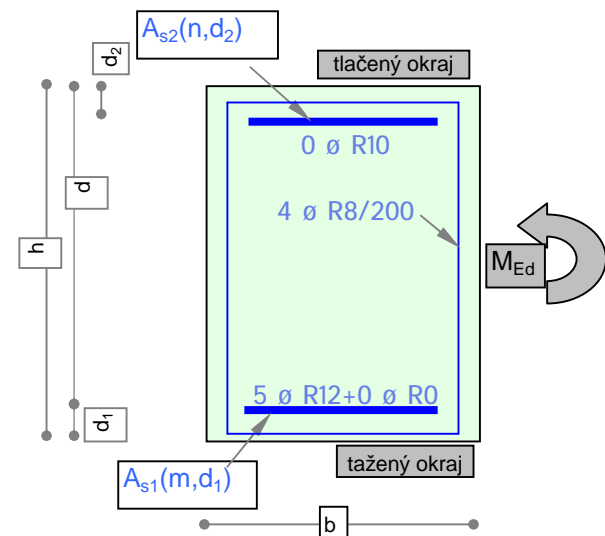
(dle ČSN EN 1992-1-1)

Oboustranně vyztužený průřez

**Stavba: IT4****Prvek: KANÁL DUPS**Předpoklady: **ZÁKLADOVÁ DESKA**

1. rovnoměrné rozdělení napětí v tlačené oblasti
2. neomezené přetvoření tahové výztuže
3. únosnost tlakové výztuže dle napětí
4. svislé tříminky, šikmé ohyby
5.  $1 < \cotg \theta < 2,5$  (sklon tlakových diagonál)

$h, b$	rozměry průřezu
$M_{Ed}$	ohyb. moment od návrhového zatížení
$\gamma_c, \gamma_s$	dílčí souč materiálu
$\alpha_{cc}$	součinitel dlouhodobých účinků
$n, d_{s2}$	počet a průměr vložek tlačené výztuže
$m_1, d_{s11}$	počet a průměr vložek tažené výztuže
$m_2, d_{s12}$	počet a průměr vložek příložek tažené výztuže
$n_{sw}, d_{sw}, s_{sw}$	tříminky - počet stříhů, průměr, rozteč
$n_{sb}, d_{sb}, s_{sb}$	ohyby - počet, průměr, rozteč
$\alpha_{sb}$	úhel ohybů a střednice prvku

**Vstupní údaje**

b [m]	h [m]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Beton C25/30	Ocel 10505	g <sub>c</sub> [ ]	g <sub>s</sub> [ ]	a <sub>cc</sub>	typ kce
1	0,2	36,00	70	25	R	1,50	1,15	1	D
Podélná výztuž									
n [ ]	d <sub>s2</sub> [mm]	krytí <sub>h</sub> [mm]	A <sub>s2</sub> [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	m <sub>1</sub> [ ]	d <sub>s11</sub> [mm]	m <sub>2</sub> [ ]	d <sub>s2</sub> [mm]	krytí <sub>d</sub> [mm]	A <sub>s1</sub> [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]
0	10	35	0,00	5	12	0	0	30	5,65
Tříminky				Ohyby					
n <sub>sw</sub> [ ]	d <sub>sw</sub> [mm]	s <sub>sw</sub> [mm]	Ocel-tř. 10505	n <sub>sb</sub> [ ]	d <sub>sb</sub> [mm]	s <sub>sb</sub> [mm]	a <sub>sb</sub> [°]	Ocel-oh. 10505	
4	8	200	R	0	12	250	45	R	

**Mez porušení ohybem**

$A_{s,min}$ [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	$A_{s1} > A_{s,min}$	$A_{s,max}$ [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	$A_{s1} + A_{s2} < A_{s,max}$
2,217	<b>vyhoví</b>	80,000	<b>vyhoví</b>

$x_{bal,1}$	$x = x/d$
0,617	> 0,112
<b>Výška tlačené oblasti vyhovuje</b>	

$M_{Rd}$ [kNm]	$M_{Rd} > M_{Ed}$
38,508	

**Tlaková výztuž není plně využita****Ohybová únosnost vyhoví****Mez porušení posouvající silou**

$r_w$	$r_{wmax}$	$r_{wmin}$
0,001005	0,01035	0,00092
	<b>vyhoví</b>	<b>vyhoví</b>

$\cotg \theta$	$\min V_{Rdmax}$ [kN]	$V_{Rdmax}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,st}$ [kN]	$V_{Rd,cm}$ [kN]
2,500	458,07	458,07	161,29	161,29	81,18

 **$\min(V_{Rdmax}, V_{Rd,s}) > V_{Ed}$** **Smyková únosnost vyhoví**

$\min V_{Rdmax}$	minimální hodnota únosnosti tlak. diagonály ( $\cotg \theta = 2,5$ )
$V_{Rdmax}$	únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,s}$	únosnost smykové výztuže (tříminky + ohyby)
$V_{Rd,st}$	únosnost smykové výztuže (jen svislé tříminky)
$V_{Rd,cm}$	únosnost bez smykové výztuže

**OHÝBANÝ OBDÉLNÍKOVÝ PRŮŘEZ**

(dle ČSN EN 1992-1-1)

Oboustranně vyztužený průřez

**Stavba: IT4****Prvek: KANÁL DUPS**Předpoklady: **STROPNÍ DESKA**

1. rovnoměrné rozdělení napětí v tlačené oblasti
2. neomezené přetvoření tahové výztuže
3. únosnost tlakové výztuže dle napětí
4. svislé třímínky, šikmé ohyby
5.  $1 < \cotg \theta < 2,5$  (sklon tlakových diagonál)

$h, b$	rozměry průřezu
$M_{Ed}$	ohyb. moment od návrhového zatížení
$\gamma_c, \gamma_s$	dílčí souč materiálu
$\alpha_{cc}$	součinitel dlouhodobých účinků
$n, d_{s2}$	počet a průměr vložek tlačené výztuže
$m_1, d_{s11}$	počet a průměr vložek tažené výztuže
$m_2, d_{s12}$	počet a průměr vložek příložek tažené výztuže
$n_{sw}, d_{sw}, s_{sw}$	třímínky - počet stříhů, průměr, rozteč
$n_{sb}, d_{sb}, s_{sb}$	ohyby - počet, průměr, rozteč
$\alpha_{sb}$	úhel ohybů a střednice prvku

**Vstupní údaje**

b [m]	h [m]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Beton C25/30	Ocel 10505	g <sub>c</sub> [ ]	g <sub>s</sub> [ ]	a <sub>cc</sub>	typ kce
1	0,15	3,30	70	25	R	1,50	1,15	1	D
Podélná výztuž									
n [ ]	d <sub>s2</sub> [mm]	krytí <sub>h</sub> [mm]	A <sub>s2</sub> [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	m <sub>1</sub> [ ]	d <sub>s11</sub> [mm]	m <sub>2</sub> [ ]	d <sub>s2</sub> [mm]	krytí <sub>d</sub> [mm]	A <sub>s1</sub> [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]
0	10	35	0,00	5	10	0	0	30	3,93
Třímínky				Ohyby					
n <sub>sw</sub> [ ]	d <sub>sw</sub> [mm]	s <sub>sw</sub> [mm]	Ocel-tř. 10505	n <sub>sb</sub> [ ]	d <sub>sb</sub> [mm]	s <sub>sb</sub> [mm]	a <sub>sb</sub> [°]	Ocel-oh. 10505	
4	8	200	R	0	12	250	45	R	

**Mez porušení ohybem**

$A_{s,min}$ [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	$A_{s1} > A_{s,min}$	$A_{s,max}$ [*10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ]	$A_{s1} + A_{s2} < A_{s,max}$	$x_{bal,1}$	$x = x/d$
1,555	<b>vyhoví</b>	60,000	<b>vyhoví</b>	0,617	> 0,111
<b>Výška tlačené oblasti vyhovuje</b>					

$M_{Rd}$ [kNm]	$M_{Rd} > M_{Ed}$	<b>Tlaková výztuž není plně využita</b>
18,760		
<b>Ohybová únosnost vyhoví</b>		

**Mez porušení posouvající silou**

$r_w$	$r_{wmax}$	$r_{wmin}$			
0,001005	0,01035	0,00092	<b>vyhoví</b>	<b>vyhoví</b>	
$\cotg \theta$	$\min V_{Rdmax}$	$V_{Rdmax}$	$V_{Rd,s}$	$V_{Rd,st}$	$V_{Rd,cm}$
2,500	321,21	321,21	113,10	113,10	56,92
$\min (V_{Rdmax}, V_{Rd,s}) > V_{Ed}$					
<b>Smyková únosnost vyhoví</b>					

$\min V_{Rdmax}$	minimální hodnota únosnosti tlak. diagonály ( $\cotg \theta = 2,5$ )
$V_{Rdmax}$	únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,s}$	únosnost smykové výztuže (třímínky + ohyby)
$V_{Rd,st}$	únosnost smykové výztuže (jen svislé třímínky)
$V_{Rd,cm}$	únosnost bez smykové výztuže