

# Konstrukční návrh a statické posouzení

**rozhodujících nosných prvků**

v rámci akce: **Energetické napojení hradu Cornštejna,**  
k.ú. Bítov, parc.č.68, 507/1

Použitá literatura:    - ČSN EN 1991-1-1  
                                 - ČSN EN 1992-1-1  
                                 - ČSN EN 1997-1

Vypracoval:

Ing. Aleš Čeleda  
AC-projekt  
Znojmo, Dobšická 12

Datum:

VI/2017

## IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE:

Název akce: Energetické napojení hradu Cornštejna,  
Název souboru: Statická část,  
Místo stavby: k. ú. Bítov, parc.č. 68  
Investor: Jihomoravské muzeum ve Znojmě, příspěvková organizace,  
Přemyslovců č.129/8, Znojmo  
Vlastnické právo: Jihomoravský kraj, Žerotínovo nám. 449/3, Veveří, 60200 Brno  
Zpracovatel výpočtu: Ing. Čeleda, AC - projekt, Dobšická 12, Znojmo,  
ČKAIT: 1001007  
Ing. Jan Holoubek, AC-projekt, Dobšická 12, Znojmo.

## POPIS:

Záměrem majitele stávajícího objektu zříceniny hradu Cornštejna v k. ú. Bítov je v rámci I. etapy zřízení energetického napojení hradu na vodu, kanalizaci, zdroj elektrické energie, včetně vybudování menšího objektu energocentrály. V rámci II. etapy má dojít k vybudování nové vestavby hygienického zázemí pro návštěvníky hradu a pro personál, a to vestavby do stávajícího zchátralého bočního objektu u hradebního zdiva.

Nová vestavba do stávajících prostor má za účel doplnit stávající objekt hradu o v současné době chybějící prostory hygienického zázemí.

Statickým výpočtem bude navržena výztuž stěn a desek nové jímky na vyvážení (o objemu 30,0 m<sup>3</sup>) a výztuž nově zřizované opěrné stěny u této jímky, v parkovacím zálivu.

Jako podklad pro zpracování výpočtu sloužila projektová dokumentace pro stavební povolení zpracovaná Ing. Jarošovou (AC-projekt).

## ZATÍŽENÍ:

Zatížení desky jímky je stanoveno na základě projektovaných skladeb stavebních konstrukcí. Užité zatížení je voleno dle zkušeností projektanta, jako zatížení při pojezdu těžkými vozidly.

Zatížení stěn jímky a opěrné stěny bude voleno jako zemním tlakem.

## GEOMETRIE:

Půdorysné rozměry objektu jsou převzaty z projektové dokumentace stavební části

## MATERIÁLY:

### Beton:

- Jímka: C30/37 – XC2, XA1
- Opěrná zeď: C25/30 – XC2

### Ocel:

- Konstrukční ocel: S235
- Výztuž: B 500 (10 505 R)

### VÝPOČTOVÝ MODEL K-CE:

Pro výpočet vnitřních sil na posuzovaných konstrukčních prvcích budou užity deskové modely vyšetřované části konstrukce, případě jednoduché ruční výpočtové postupy.

### KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL:

Všechny kombinace jsou prováděny dle ČSN EN 1990, kapitola 6, t.j. dle vzorce 6.10. Dále byly určeny rozhodující řezy na jednotlivých částech konstrukce a stanoveny dimenzační vnitřní síly (*viz statický výpočet*).

### OVĚŘENÍ MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI:

Posouzení mezního stavu únosnosti bylo provedeno dle norem ČSN EN 1993-1-1, ČSN EN 1992-1-1 v programech Microsoft Excel, FIN EC – ocel, FIN EC – beton a Scia design forms.

### OVĚŘENÍ MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI:

Výpočtem byl ověřen průhyb rozhodujících konstrukčních prvků a byl prokázán menší, než jsou normou doporučené hodnoty.

## STATICKÝ VÝPOČET:

### 1) NÁVRH VÝZTUŽE Ž.B. JÍMKY:

#### NÁVRH VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ DESKY A STĚN:

Kvůli faktu, že jímka bude zadlabána do skalního podloží, budou stěny dimenzovány pouze na zatížení zásypem. Výztuž základové desky bude navržena pouze konstrukčně.

Zásyp stěn jímky bude proveden po vybetonování stropní desky.

#### VSTUPNÍ ÚDAJE:

Tloušťka desky a stěn: 300 mm

Maximální výška stěn: 2,90 m

#### ZATÍŽENÍ:

Parametry zásypové zeminy (odborný odhad):

$$\begin{aligned} \text{Parametry zeminy} - \quad & \gamma_{su} = 19,50 \text{ kN/m}^3 \\ & \varphi_{ef} = 25,00^\circ / 1,25 = 20,00^\circ \end{aligned}$$

#### Zatížení zemním tlakem:

Zemní tlak v klidu:

$$\begin{aligned} K_O &= 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 20,00^\circ = 0,66 \\ \sigma_{x,0} &= K_O \cdot \gamma \cdot h = 0,66 \cdot 19,50 \cdot 2,90 = \mathbf{37,32 \text{ kPa} \cdot m'} \end{aligned}$$

#### Přetížení okolní zeminy (pojezd vozidel):

$$Q_{x,k} = K_O \cdot q = 0,66 \cdot 5,00 = \mathbf{3,30 \text{ kN/m}^2}$$

#### Ohybový moment ve vetknutí (spoj základové desky a stěn):

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot q \cdot l^2 + 1/15 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 3,30 \cdot 2,90^2 + 1/15 \cdot 37,32 \cdot 2,90^2 = \mathbf{24,39 \text{ kNm}}$$

## NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE:

### V poli:

### Norma

Norma EN 1992-1-1/Česko.

### 1 Řez 1

#### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska  
Prostředí: XC2, XA1

#### Materiály

##### Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

##### Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

##### Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

#### 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	25,00	0,00	1,000

#### Podélná výztuž

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

S tlačnou výztuží je počítáno.

#### Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

#### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

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

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

### 1.2 Výsledky

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00302 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00262 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00524 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	25,00	91,73	0,00	0,00	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

## V rozích

### Norma

Norma EN 1992-1-1/Česko.

### 1 Řez 1

#### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska  
Prostředí: XC2, XA1

#### Materiály

**Beton: C 30/37**

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

**Ocel podélná: B500B**

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

**Ocel příčná: B500**

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

#### 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	25,00	0,00	1,000

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	12	35,0	horní výztuž
5	12	35,0	dolní výztuž

S tlačnou výztuží je počítáno.

#### Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

#### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(12; 25; 10) = 25 \text{ mm}$

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

### 1.2 Výsledky

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00218 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00188 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00377 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	25,00	69,23	0,00	0,00	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

## NÁVRH VÝZTUŽE STROPNÍ DESKY:

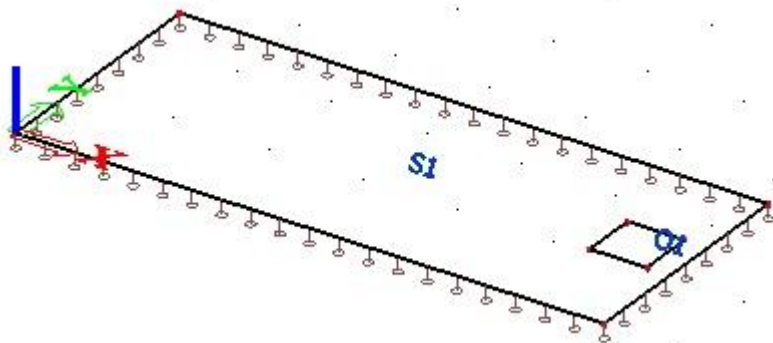
### **PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:**

a) stálé:	charakt. ( $g_n$ )	$g_g$	návrhové ( $g_v$ )
vlastní hmotnost desky: tl. 30 cm	7,50 kN/m <sup>2</sup>	1,35	10,13 kN/m <sup>2</sup>
souvrství vozovky:	15,00 kN/m <sup>2</sup>	1,35	20,25 kN/m <sup>2</sup>
<b>Celkem:</b>	<b>22,50 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>30,38 kN/m<sup>2</sup></b>

b) nahodilé	charakt. ( $p_n$ )	$g_q$	návrhové ( $p_v$ )
užitné nahodilé zatížení (pojezd těžkými vozidly)	15,00 kN/m <sup>2</sup>	1,50	22,50 kN/m <sup>2</sup>
<b>Celkem:</b>	<b>15,00 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>22,50 kN/m<sup>2</sup></b>

c) kombinace	charakt. ( $q_n$ )	návrh. ( $q_v$ )
<b>zastropení požární nádrže</b>	<b>37,50 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>52,88 kN/m<sup>2</sup></b>

### Výpočtový model:



- Zadaná tloušťka desky: 300 mm
- Materiál C30/37

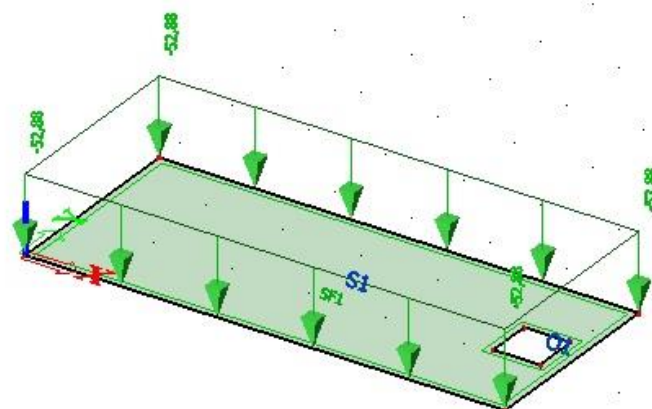
### Kombinace pro kvazistálé zatížení:

$$CO: 1,00 \cdot G_k + 1,00 \cdot \psi_2 \cdot Q_k$$

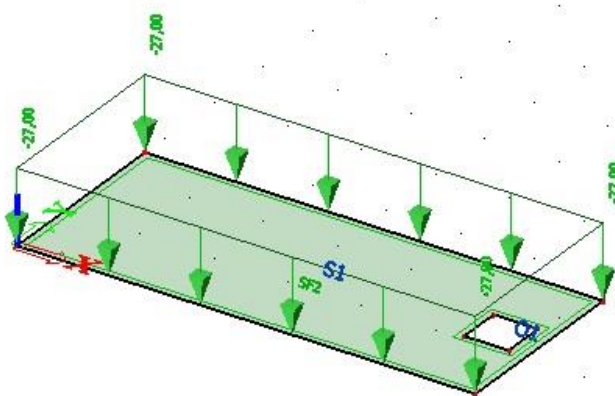
$\psi_2 = 0,30$  pro kategorii G

## ZATÍŽENÍ:

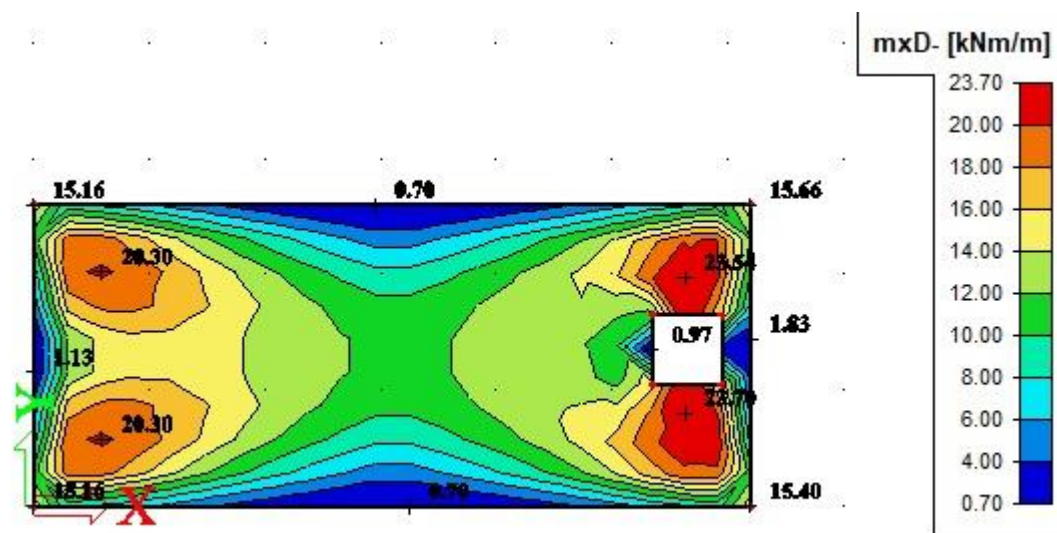
LC1 – návrhové zatížení:



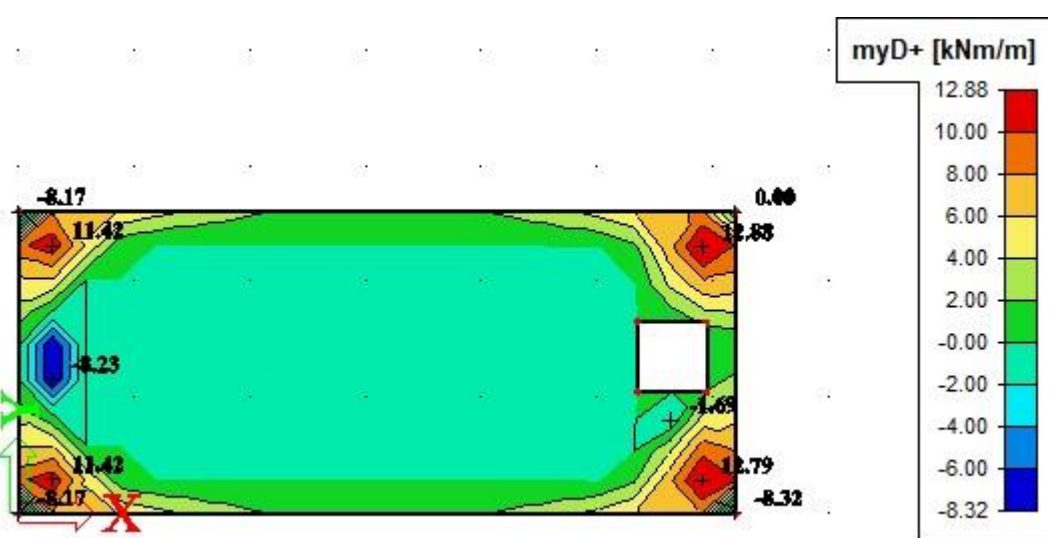
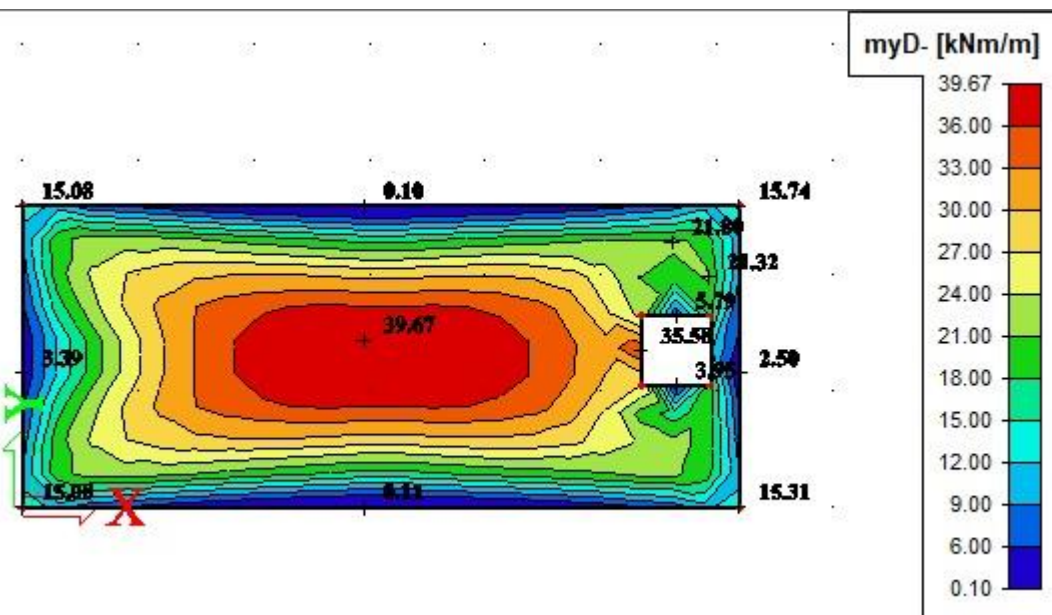
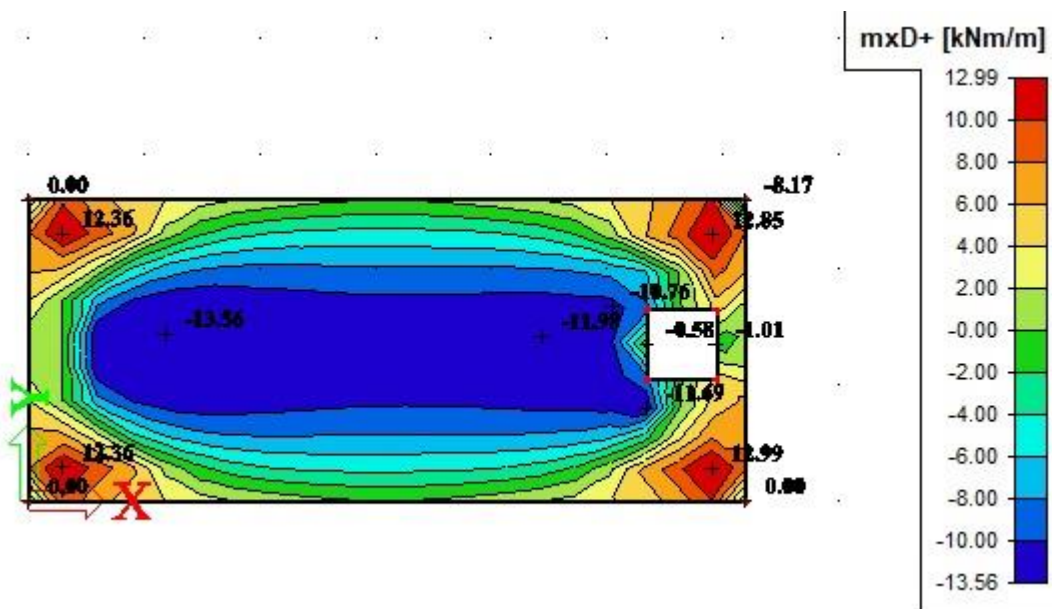
LC2 – Kvazistálé zatížení:



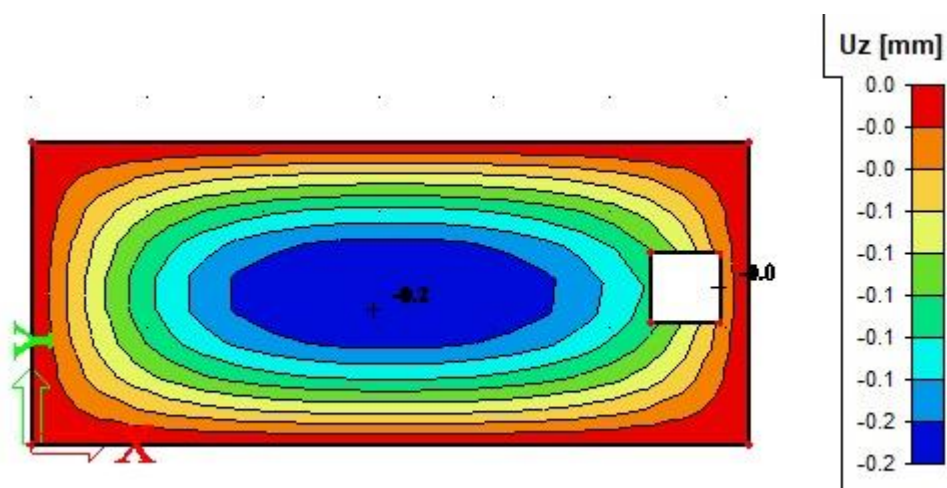
## VNITŘNÍ SÍLY:







## Průběh deformací:



...lze považovat za vyhovující.

## Ověření smykové únosnosti desky:

Posouvající síla:  $V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot 52,88 \cdot 2,60 = 68,75 \text{ kN}$

Smyková únosnost desky tl. 300 mm:  $V_{Rd} = 127,9 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE}$

**NÁVRH VÝZTUŽE DESKY....R-14 á 200 mm....VYHOVUJE !**

## Momentová únosnost desky tl. 300 mm

dle ČSN EN 1992-1-1

h= 300 mm

b= 1000 mm

... takto označené buňky možno měnit

Beton: C30/37

Ocel: R (10 505)

$\rho_{min}$  = 0,151 [ % ]

$f_{ck}$  = 30,0 MPa

$f_{yk}$  = 500 MPa

$\rho_{max}$  = 4,000 [ % ]

$\gamma_c$  = 1,5 [-]

$\gamma_s$  = 1,15 [-]

$\xi_{lim}$  = 0,617 [-].. pro  $\xi > \xi_{lim}$  křehký lom

$f_{cd}$  = 20,0 MPa

$f_{yd}$  = 434,8 MPa

$\xi_{max}$  = 0,450 [-]

$f_{ctm}$  = 2,9 MPa

$\varepsilon_{yd}$  = 0,0022 [-]

$\xi_{opt}$  = 0,100 [-] ... pro desky

$\varepsilon_{cu}$  = 0,0035 [-]

$d_s$ [mm]	kryti		$\xi$	$\rho$
	[mm]	[mm]		
vzd.	35	45	[-]	[ % ]
50	165,91	159,08	0,16	0,60
60	139,88	134,18	0,14	0,50
70	120,89	116,01	0,12	0,43
80	106,43	102,16	0,10	0,38
90	95,05	91,26	0,09	0,34
100	85,87	82,45	0,08	0,30
110	78,30	75,20	0,07	0,27
120	71,96	69,12	0,07	0,25
125	69,16	66,43	0,07	0,24
130	66,57	63,94	0,06	0,23
140	61,93	59,49	0,06	0,22
150	57,89	55,62	0,05	0,20
160	54,35	52,22	0,05	0,19
170	51,22	49,21	0,05	0,18
180	48,42	46,53	0,05	0,17
190	45,92	44,12	0,04	0,16
200	43,66	41,96	0,04	0,15
250	x	x	0,03	0,12
300	x	x	0,03	0,10

$d_s$ [mm]	kryti		$\xi$	$\rho$
	[mm]	[mm]		
vzd.	35	47	[-]	[ % ]
50	230,54	218,73	0,24	0,87
60	195,47	185,64	0,20	0,73
70	169,60	161,17	0,17	0,62
80	149,75	142,38	0,15	0,55
90	134,05	127,49	0,13	0,49
100	121,31	115,41	0,12	0,44
110	110,78	105,42	0,11	0,40
120	101,93	97,02	0,10	0,36
125	98,02	93,30	0,09	0,35
130	94,39	89,85	0,09	0,34
140	87,89	83,67	0,08	0,31
150	82,22	78,28	0,08	0,29
160	77,24	73,55	0,07	0,27
170	72,82	69,35	0,07	0,26
180	68,89	65,61	0,07	0,24
190	65,36	62,25	0,06	0,23
200	62,17	59,22	0,06	0,22
250	49,98	47,62	0,05	0,17
300	x	x	0,04	0,15

$d_s$ [mm]	kryti		$\xi$	$\rho$
	[mm]	[mm]		
vzd.	35	49	[-]	[ % ]
50	300,56	281,82	0,32	1,19
60	256,69	241,07	0,27	0,99
70	223,83	210,44	0,23	0,85
80	198,35	186,64	0,20	0,75
90	178,04	167,63	0,18	0,66
100	161,48	152,11	0,16	0,60
110	147,72	139,21	0,15	0,54
120	136,12	128,31	0,14	0,50
125	130,98	123,48	0,13	0,48
130	126,20	119,00	0,12	0,46
140	117,63	110,93	0,12	0,43
150	110,14	103,89	0,11	0,40
160	103,55	97,69	0,10	0,37
170	97,70	92,19	0,10	0,35
180	92,48	87,27	0,09	0,33
190	87,78	82,85	0,09	0,31
200	83,54	78,85	0,08	0,30
250	67,28	63,53	0,06	0,24
300	56,32	53,19	0,05	0,20

$d_s$ [mm]	kryti		$\xi$	$\rho$
	[mm]	[mm]		
vzd.	35	51	[-]	[ % ]
50	372,91	344,94	0,43	1,56
60	321,37	298,06	0,35	1,30
70	281,96	261,98	0,30	1,12
80	250,98	233,50	0,27	0,98
90	226,04	210,50	0,24	0,87
100	205,56	191,57	0,21	0,78
110	188,45	175,74	0,19	0,71
120	173,95	162,30	0,18	0,65
125	167,50	156,32	0,17	0,63
130	161,51	150,76	0,16	0,60
140	150,73	140,74	0,15	0,56
150	141,29	131,96	0,14	0,52
160	132,95	124,21	0,13	0,49
170	125,55	117,32	0,13	0,46
180	118,92	111,15	0,12	0,43
190	112,95	105,59	0,11	0,41
200	107,56	100,56	0,11	0,39
250	86,81	81,21	0,09	0,31
300	72,77	68,10	0,07	0,26

## 2) NÁVRH OPĚRNÉ STĚNY:

Jelikož za lícem opěrné stěny se bude nacházet skalní masiv, a opěrná stěna bude mít funkci spíše estetickou než nosnou, bude tedy stěna vyztužena pouze konstrukčně.

### **Výztuž stěn:**

R-10 á 100.....navržená výztuž splňuje konstrukční zásady

### **Výztuž paty stěny:**

R-14 á 200 mm.....navržená výztuž splňuje konstrukční zásady

**Schéma výztuže bude přiloženo ve výkresové části dokumentace.**

=====

Vypracoval : ing. Aleš Čeleda, statik; Ing. Holoubek