

PROJEKT:	STAVEBNÍ ÚPRAVY, NÁSTAVBA A PŘÍSTAVBA OBJEKTŮ NA UL. BEZRUČOVÁ č.p. 130	
MÍSTO STAVBY:	Bezručova 130, k.ú. Jablunkov [656 305]	
STAVEBNÍK:	Město Jablunkov Dukelská 144, Jablunkov 739 91	
GENERÁLNÍ PROJEKTANT:	NODUM ATELIER – NA s.r.o. Nádražní 49, Jablunkov, 739 91	
PROJEKTANT:	STATIC Solution s.r.o. Velflíkova 1428/4, 160 00 Praha 6 IČO: 242 28 303 info@staticsolution.cz,	
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	Ing. Tomáš Fremr, Ph.D. ČKAIT 0201989	RAZÍTKO, PODPIS:
VYPRACOVAL:	Ing. Magda Mendroková	
ČÁST:	Stavebně konstrukční řešení	
STUPEŇ:	DSP+DPS	
DATUM:	1/2016	
Č. ZAKÁZKY:	15071	ČÍSLO ČÁSTI:
NÁZEV:	STATICKÝ VÝPOČET	C

NÁZEV VÝKRESU:	ČÍSLO:
Statické posouzení	C

Předmět statického posouzení:

Předmětem této části PD je návrh a posouzení základních parametrů konceptu nástavby a rekonstrukce objektu mateřské školy

Použité normy, literatura:

ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, část 1-1 Objemová tíha, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3/Z1:2006	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, část 1-3 Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, část 1-4 Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1995-1-1	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla

Statické a konstrukční tabulky, část I, 3 vydání, 2000

Software:

Microsoft Office Excel 2007
 Advance Design 2013, výpočtový a návrhový program.
 AutoCAD LT 2011 grafické zpracování
 Advance Concrete 2015.1

Obsah

	stránka
1. ZATÍŽENÍ	1
2. STÁVAJÍCÍ STROP	4
3. NOVÁ STŘECHA	5
posouzení skladby střechy	5
dřevěný překlad	7
ocelový překlad 1	10
ocelový překlad 2	13
sloupek	16
4. POSOUZENÍ OPLÁŠTĚNÍ	17
zatížení stěn	17
stěna směr X	18
stěna směr Y	19
5. STÁVAJÍCÍ STROPNÍ PANELE	20
prostupy VZT	21
návrh zesílení stropních panelů	22

VÝPOČET ZATÍŽENÍ

STROP 1.NP - STÁVAJÍCÍ - jednopodlažní objekt

	tl. [mm]	kN/m3	z.š. [m]	q_k [kN/m ²]	γ_F	q_d [kN/m ²]
a) zatížení - stálé						
hydroizolace	30	0,05	1	0,00	1,35	0,00
plynosilikát	100	8	1	0,80	1,35	1,08
zpěněná struska	200	9	1	1,80	1,35	2,43
stávající konstrukce stropu	190	24	1	4,56	1,35	6,16
omítka	10	18	1	0,18	1,35	0,24
celkem stálé				7,34		9,91
b) zatížení - proměnné užité kategorie EN 1991-1-1						
nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby	H		1	1,6	1,50	2,40
zatížení celkem (G + Q)				8,94		12,31

STROP 1.NP - NOVÝ - jednopodlažní objekt

	tl. [mm]	kN/m3	z.š. [m]	q_k [kN/m ²]	γ_F	q_d [kN/m ²]
a) zatížení - stálé						
Vinylová podlaha	10	15	1	0,15	1,35	0,20
anhydrit	60	24	1	1,44	1,35	1,94
izolace	50	0,19	1	0,01	1,35	0,01
stávající konstrukce stropu	190	24	1	4,56	1,35	6,16
omítka	10	18	1	0,18	1,35	0,24
celkem stálé				6,19		8,36
b) zatížení - proměnné užité kategorie EN 1991-1-1						
přemístitelné přčky s vlastní tíhou < 2 kN/m délky				0,8	1,50	1,2
VZT - břemena						
plochy se stoly (školy, restaurace, jídelny, atd.)	C1		1	2,0	1,50	3,00
zatížení celkem (G + Q)				8,99		12,56

STĚNA OBVODOVÁ NOVÁ

	tl. [mm]	kN/m3	h [m]	q_k [kN/m]	γ_F	q_d [kN/m]
a) zatížení - stálé						
SDK desky	12,5	12	3	0,45	1,35	0,61
nosné trámký 60/160	160	5	3	0,29	1,35	0,39
výplň minerální vlnou	160	0,7	3	0,34	1,35	0,45
SDK desky	12,5	12	3	0,45	1,35	0,61
minerální vata	60	0,7	3	0,13	1,35	0,17
omítka vnější	3	18	3	0,16	1,35	0,22
zatížení celkem (G)				1,81		2,45

VNITŘNÍ STĚNA

	tl. [mm]	kN/m3	h [m]	q_k [kN/m]	γ_F	q_d [kN/m]
a) zatížení - stálé						
SDK desky	12,5	12	3	0,45	1,35	0,61
nosné trámký 60/160	160	5	3	0,29	1,35	0,39
SDK desky	12,5	12	3	0,45	1,35	0,61
zatížení celkem (G)				1,19		1,60

VÝPOČET ZATÍŽENÍ

VNITŘNÍ STĚNA - ZTUŽUJÍCÍ

	tl. [mm]	kN/m3	h [m]	q _k [kN/m]	γ _F	q _d [kN/m]
a) zatížení - stálé						
SDK desky	25	12	3	0,90	1,35	1,22
nosné trámký 60/120	120	5	3	0,22	1,35	0,29
SDK desky	25	12	3	0,90	1,35	1,22
zatížení celkem (G)				2,02		2,72

SDK PŘÍČKA

	tl. [mm]	kN/m3	h [m]	q _k [kN/m]	γ _F	q _d [kN/m]
a) zatížení - stálé						
opláštění SDK	15	12	3,1	0,56	1,35	0,75
dřevěná kostra s izolací	70	3	3,1	0,65	1,35	0,88
opláštění SDK	15	12	3,1	0,56	1,35	0,75
zatížení celkem (G)				1,77		2,39

STŘECHA - střední objekt

	tl. [mm]	kN/m3	z.š. [m]	q _k [kN/m ²]	γ _F	q _d [kN/m ²]
a) zatížení - stálé						
kačírek	50	18	1	0,90	1,35	1,22
prkenný záklop	24	5	1	0,12	1,35	0,16
latě	50	5	0,1	0,03	1,35	0,03
dřevovláknité desky	24	2,3	1	0,06	1,35	0,07
nosné trámy	260	5	0,2	0,26	1,35	0,35
tepelná izolace	260	0,45	1	0,12	1,35	0,16
nosný rošt pro SDK + vata	40	5	0,12	0,02	1,35	0,03
SDK podhled	15	9,5	1	0,14	1,35	0,19
celkem stálé				1,64		2,22
b1) zatížení - proměnné užité						
kategorie EN 1991-1-1						
nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby	H		1	0,8	1,50	1,13
b2) zatížení - proměnné - sních						
$S_k = \mu_1 \cdot S_{k0}$			1	1,60	1,50	2,40
sněhová oblast (I, II, III, IV, V, VI, VII)		IV		ČSN EN 1991-1-3:Z1-2006		
charakteristická hodnota zatížení	S _k	2	kN/m ²			
sklon střechy	α	0	-			
tvarový součinitel	μ ₁	0,800	-			

VÝPOČET ZATÍŽENÍ

b3) zatížení - proměnné - vítr

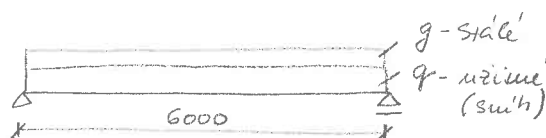
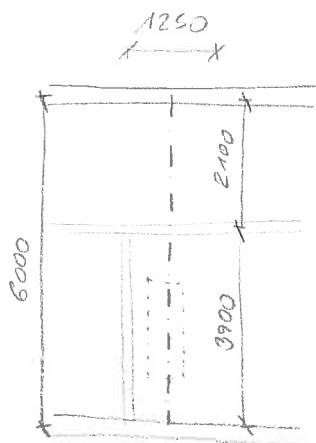
		z.š.	1			
větrná oblast (I, II, III, IV)		I		ČSN EN 1991-1-4:2007		
výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0}$	22,5	m/s			
výška konstrukce	h	7	m	$h < b$		
šířka konstrukce	b	12,4	m	z_{min}	5,0	m
referenční výška	z_e	7		z_0	0,300	m
kategorie terénu (0,I, II, III, IV)		III	-	oblasti rovnoměrně pokryté		
střední rychlost větru - v_m	$v_m(z)$	15,27	m/s	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$		
součinitel drnosti terénu	$c_r(z)$	0,678	-	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$		
součinitel terénu v závislosti na výšce z	k_r	0,215	-	$k_r = 0,19 \cdot (z_0/0,05)^{0,07}$		
součinitel ortografie	$c_0(z)$	1,0	-			
součinitele expozice - $c_e(z)$	$c_e(z)$	3,22	-	$c_e(z) = 1 + 7/[c_0(z)/\ln(z/z_0)]$		
základní dynamický tlak větru	$q_b(z)$	0,469	kN/m ²	$q_b(z) = c_e(z) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$		

plochá střecha - vnější součinitelé tlaku

		z.š.	1				$w_{i,k}^+$	$w_{i,k}^-$
<div> <div>sklon střechy $\alpha < 5^\circ$</div> </div>	$C_{pe,F}$	-1,80	sání	-0,84	-0,939	-0,704		
	$C_{pe,G}$	-1,20	sání	-0,56	-0,657	-0,422		
	$C_{pe,H}$	-0,70	sání	-0,33	-0,422	-0,188		
	$C_{pe,I}^+$	0,20	tlak	0,09	0,000	0,235		
	$C_{pe,I}^-$	-0,20	sání	-0,09	-0,188	0,047		
	C_{pi}^+	0,20	tlak					
	C_{pi}^-	-0,30	sání					

STROP 1.NP - STÁVAJÍCÍ krajní objekty

	tl. [mm]	kN/m ³	z.š. [m]	q_k [kN/m ²]	γ_F	q_d [kN/m ²]
a) zatížení - stálé						
PVC+potěr	20	23	1	0,46	1,35	0,62
betonová mazanina	60	24	1	1,44	1,35	1,94
pískové lože	30	15	1	0,45	1,35	0,61
stávající konstrukce stropu	190	24	1	2,96	1,35	4,00
omítka	10	18	1	0,18	1,35	0,24
celkem stálé				5,49		7,41
b) zatížení - proměnné užité						
			kategorie EN 1991-1-1			
plochy se stoly (školy, restaurace, jídelny, atd.)	C1		1	2,0	1,50	3,00
zatížení celkem (G + Q)				7,49		10,41

POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH STROPNÍCH PANELŮ

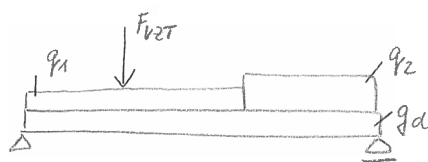
$$g_{1d} = 12,4 \text{ kN/m}$$

$$q_{1d} = 3,0 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma q = 15,4 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} 15,4 \cdot 6^2 = 69,3 \text{ kNm}$$

• NOVE ZATÍŽENÍ



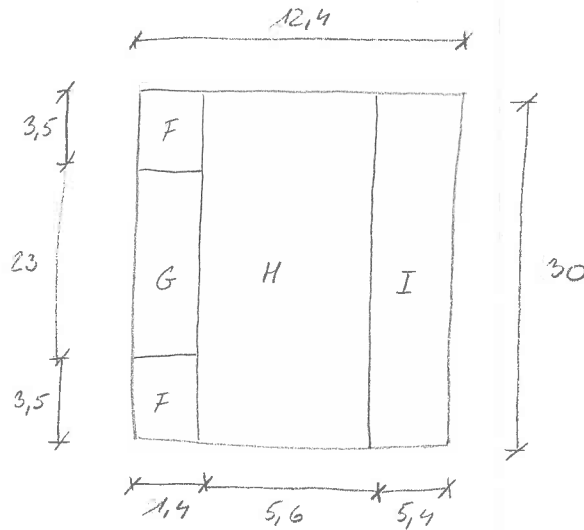
$$g_d = 9,44 \text{ kN/m}$$

$$q_{1d} = 2,81 \text{ kN/m}$$

$$q_{2d} = 3,75 \text{ kN/m}$$

$$F_{v2T} = 4,2 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 65,31 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ SKLADBY STŘECHYPLOCHA' STŘECHA $\alpha < 5^\circ$ 

TLAK VĚTRU NA POUVRCH

$$w_{F,k}^+ = -0,845 \quad w_{F,k}^- = -0,610$$

$$w_{G,k}^+ = -0,610 \quad w_{G,k}^- = -0,375$$

$$w_{H,k}^+ = -0,422 \quad w_{H,k}^- = -0,188$$

TÍHA KACÍRKU tl. 50 mm

$$g_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{F,k} = 0,845 \leq g_k = 0,9 \quad \checkmark \text{ VYHOVÍ}$$

MINIMÁLNÍ TLOUŠŤKA \rightarrow 50 mm PRO OBLAST "F" / "G"

Návrh stropních trámu

Vlastnosti materiálů:

třída provozu (1-3)

třída trvání zatížení

1

Krátkodobé

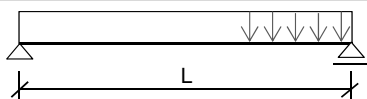
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti

C24

Zatížení	X	charakteristické X_k	γ_F	návrhové X_d	
rovnoměrné stálé	g	1,0	1,35	1,33	kN/m
rovnoměrné proměnné	q	0,8	1,5	1,20	kN/m
zatížení celkem (g + q)		1,8		2,5	kN/m

Vnitřní síly:



rozpětí nosníku

L

6,00

m

osová vzdálenost

l_1

0,50

m

maximální ohybový moment

$$M_{E,d} = 1/8 \cdot (g_d + q_d) \cdot L^2$$

11,4

kNm

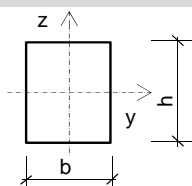
maximální posouvající síla

$$V_{E,d} = 1/2 \cdot (g_d + q_d) \cdot L$$

7,6

kN

Průřez:



šířka

b

100 mm

výška

h

260 mm

plocha průřezu

A

26000 mm²

průřezový modul

W_y

1126667 mm³

moment setrvačnosti

I_y

146466667 mm⁴

Posouzení na smyk

smkové napětí (pro obdelníkový průřez)

$$T_{v,d} = 3V_{E,d} / (2A \cdot k_{cr})$$

$T_{v,d}$

0,65

Mpa

součinitel výsušných trhlin

k_{cr}

0,67

0,65

$$T_{v,d} \leq f_{v,d}$$

2,77

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na smyk!

dřevo třídy C24

Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné v délce L_{ef}):

normálová napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} = M_d / W$$

$\sigma_{m,d}$

10,10

MPa

zajištěna příčná a torzní stabilita v délce:

L_{ef}

6,00

m

kritické napětí za ohybu

$$\sigma_{m,crit} = (0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}) / (h \cdot I_{ef})$$

$\sigma_{m,crit}$

37,00

MPa

(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)

poměrná štíhlost

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k} / \sigma_{m,crit})}$$

$\lambda_{rel,m}$

0,81

-

součinitel příčné

a torzní stability

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & (\lambda_{rel,m} \leq 0,75) \\ 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & (0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4) \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & (1,4 < \lambda_{rel,m}) \end{cases}$$

k_{crit}

0,96

-

redukována návrhová pevnost

$k_{crit} f_{m,d}$

15,88

MPa

10,10

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$$

15,88

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!

Posouzení na průhyb:

maximální rozpětí nosníku

L

6,00

m

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)

$k_{1,def}$

0,6

-

$k_{2,def}$

0

-

kategorie proměnného zatížení (dominantní)

zat. sněhem H<1000m

součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

$\psi_{2,1}$

0

-

průhyb od stálého zatížení

$$w_{inst,1} = 5 \cdot g_k \cdot L^4 / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y)$$

$w_{inst,1}$

10,32

mm

průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,2} = 5 \cdot q_k \cdot L^4 / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y)$$

$w_{inst,2}$

8,38

mm

18,70

$$w_{inst} \leq l/300$$

20,00

VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1 + k_{1,def}) + w_{2,inst}(1 + \psi_{2,1} k_{2,def})$$

$w_{net,fin}$

24,89

mm

24,9

$$w_{net,fin} \leq l/200$$

30,0

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na průhyb!

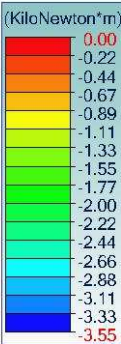
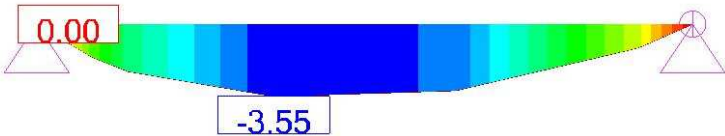
DŘEVĚNÝ PŘEKLAD – SVĚTLOST 1,5m

Porced ČEL.VII
0.30 m 0.00 m 0.00 m



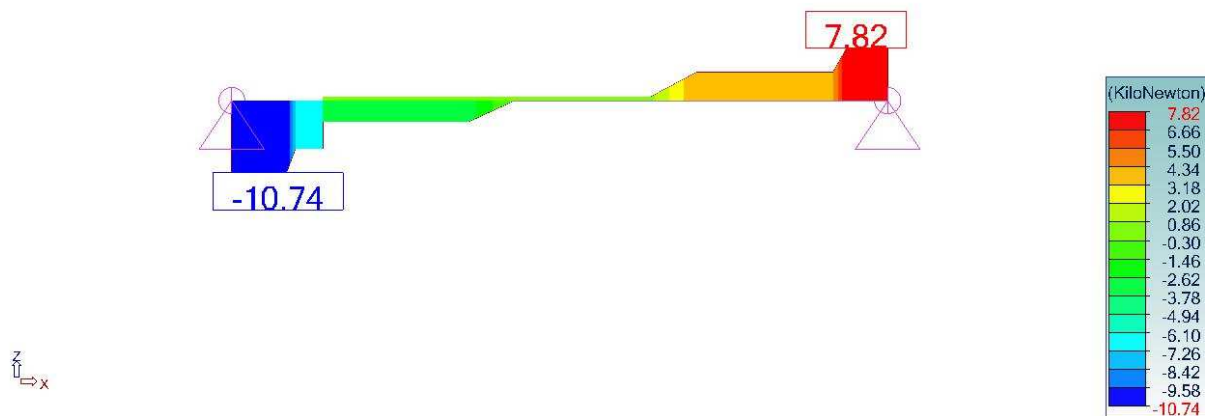
Překlad - dřevo

Porced ČEL.VII
Sily
Výpočet: 1, 101-106 (Grafické ovládače)
Lineární prvek: My
Lokální osy



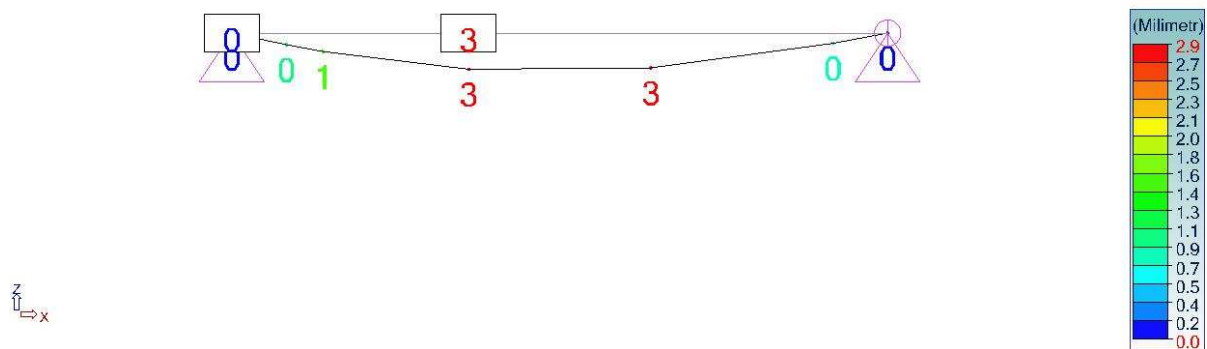
Momenty My

Pořadí ČEL VII
 Síly
 Výpočet: 2, 101-106 (Grafická osová)
 Lineární prvek: Fz
 Lokální osy



Síly Fz

Pořadí ČEL VII
 Posl. ry
 Výpočet: 106 (1x; 1 G)+1x(2 D)
 Uzel: D
 Lokální osy



Deformace

Dřevěný překlad - světlost 1,5m

Vlastnosti materiálů:

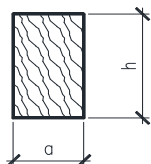
třída provozu (1-3)	1
třída trvání zatížení	Krátkodobé

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C24
---	----------------	-----

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{E,d}$	3,6	kNm
maximální posouvající síla	$V_{E,d}$	10,7	kN

Průřez:



šířka	b	60	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	9600	mm ²
průřezový modul	Wy	256000	mm ³
moment setrvačnosti	Iy	20480000	mm ⁴

Posouzení na smyk

smyskové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3Vd/(2A \cdot k_{cr})$	$T_{v,d}$	2,50	Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	

2,50	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,77	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C24

Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné v délce L_{ef}):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	13,87	MPa
---------------------------	------------------------	----------------	-------	-----

zajištěna příčná a torzní stabilita v délce:		L_{ef}	1,80	m
kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 \cdot b^{2 \cdot E_{0,05}})/(h \cdot I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	72,15	MPa

(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,58	-
------------------	--	-------------------	------	---

nedochází ke ztrátě stabiliti

součinitel příčné	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$		
a torzní stability	$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	k_{crit}	1,00
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$		-

redukována návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	16,62	MPa
-----------------------------	--	--------------------	-------	-----

13,87	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$	16,62	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!			

Posouzení na průhyb:

maximální rozpětí nosníku	L	1,8	m
ohybový moment v poli (zatížení spojitě rovnoměrné)	$w_{celkové}$	2,9	mm
poměr zatížení - stálé / (stálé + proměnné)	G/(G+Q)	0,6	-
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)	$k_{1,def}$	0,6	-
	$k_{2,def}$	0	-

kategorie proměnného zatížení (dominantní)

zat. sněhem H<1000m

součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení	$\psi_{2,1}$	0	-
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1}$	1,62	mm
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2}$	1,28	mm

2,90	$w_{inst} \leq l/300$	7,20	VYHOVUJE
------	-----------------------	------	----------

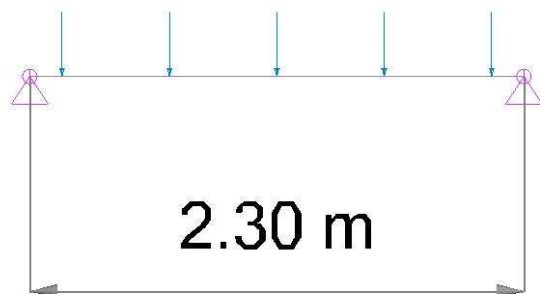
konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	3,87	mm
---	---------------	------	----

3,9	$w_{net,fin} \leq l/250$	7,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!			

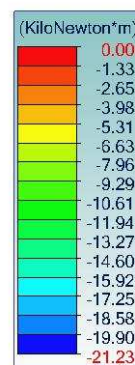
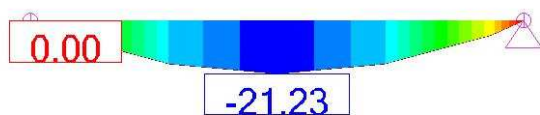
OCELOVÝ PŘEKLAD – SVĚTLOST 2,0m

Porovlel CEL.VI
1.35 m 0.00 m 0.00 m



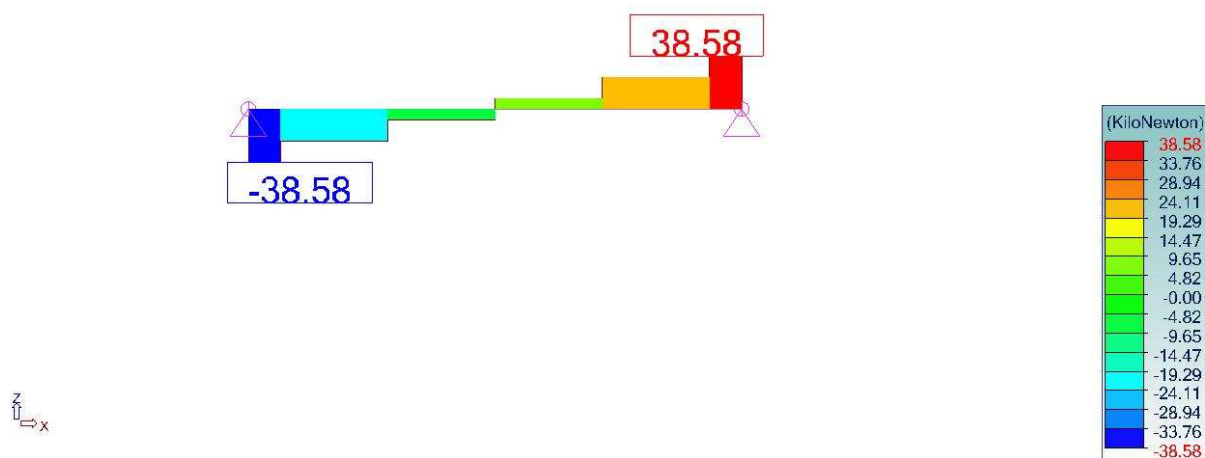
Ocelový překlád

Porovlel CEL.VI
Sily
Vypočet: 2, 101-100 (Grafická osovka)
Lineární prvek: My
Lokální osy



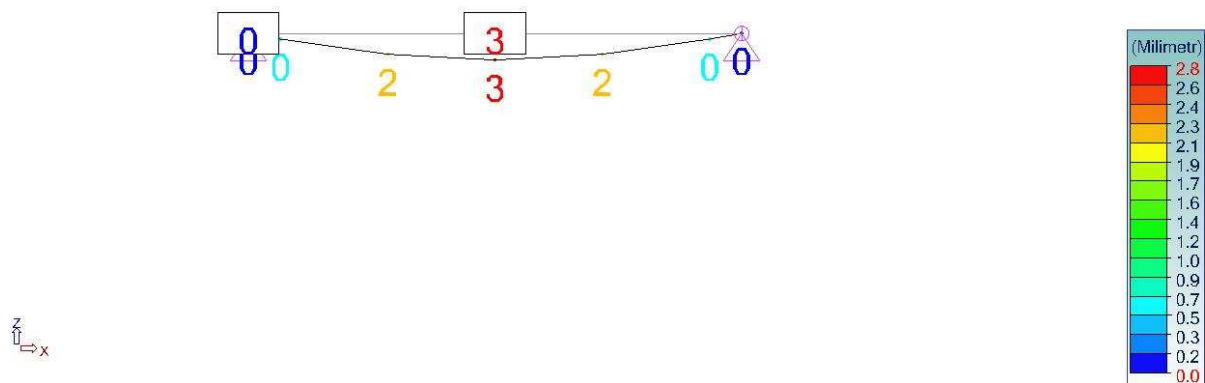
Momenty M_y

Ploted CEL VI
Sily
Vypocet: 2, 101-106 (Graficka oslka)
Linearni prvek: Fz
Lokalni osy



Síly F_z

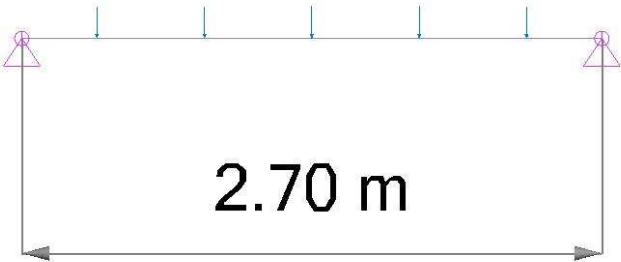
Ploted CEL VI
Poslavy
Vypocet: 106 (1s; 1 C) + 1x(2 G)
Uzel: D
Lokalni osy



Deformace

PŘEKLAD SVĚTLOSTI 2,5m

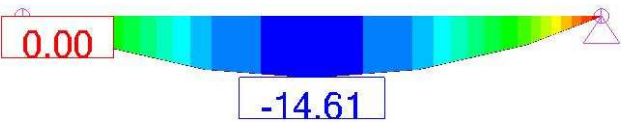
Ported CEL VI



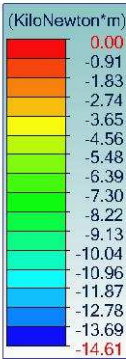
z
y
x

Ocelový překlád

Ported CEL VI
Sily
Vypočet: 2, 101-106 (Grafická ocelka)
Lineární prvek: My
Lokální osy

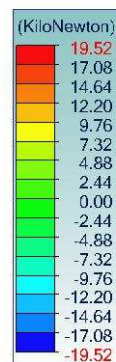
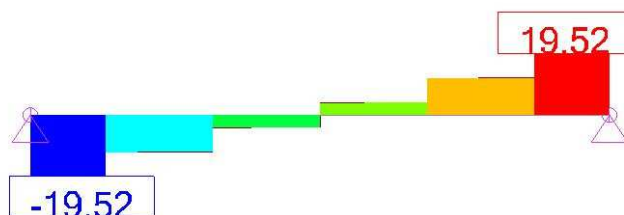


z
y
x



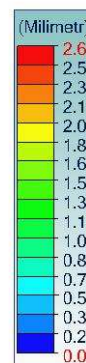
Momenty My

Ported CEL VI
Sily
Vypočet: 2,101-106 (Grafická osová)
Lineární prvek: Fz
Lokální osy



Síly Fz

Ported CEL VI
Poskyty
Vypočet: 106 (1s+1 G)+1x(2 Cl)
Lineární prvek: 0 Platiný prvek, 0
Lokální osy



Deformace

Vzpěrná únosnost sloupku

		vzpěrná délka nosníku	L_y	3,10	m
			L_z	3,10	m
Vlastnosti materiálů:					
třída oceli (S235, S355)			S235		
součinitel materiálu			γ_{M1}	1,0	
Charakteristické hodnoty pevností:		mez kluzu	f_y	235	MPa
		mez pevnosti	f_u	360	MPa
		modul pružnosti	E	210	GPa
Vnitřní síly					
zatížení normálové			N_{Ed}	48,0	kN
Průřez:					
SHS 70/4		plocha průřezu	A	1040,00	mm ²
třída průřezu:	1	moment setrvačnosti	I_y	747000	mm ⁴
působení:	tlak		I_z	747000	mm ⁴
Kritická síla v průřezu:					
		$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{y,z}}{L^2}$	$N_{cr,y} =$	161,11	kN
			$N_{cr,z} =$	161,11	kN
Posouzení na vzpěr:					
poměrná štíhlost		$\lambda_y = (A \cdot f_y / N_{cr,y})^{0,5}$	$\lambda_y =$	1,23	-
		$\lambda_z = (A \cdot f_y / N_{cr,z})^{0,5}$	$\lambda_z =$	1,23	-
		křivka vzpěrné pevnosti (a0, a, b, c, d)	c		
součinitel imperfekce			$\alpha = \alpha'$	0,49	-
vybočení		$\phi_y = 0,5[1 + \alpha(\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2]$	$\phi_y =$	1,51	-
		$\phi_z = 0,5[1 + \alpha(\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2]$	$\phi_z =$	1,51	-
součinitel vzpěrnosti		$\chi_y = 1/[\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y^2)]$	$\chi_y =$	0,419	-
		$\chi_z = 1/[\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z^2)]$	$\chi_z =$	0,419	-
Návrhová vzpěrná únosnost prutu		$N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$N_{b,Rd} =$	102,4	kN
$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0,47	< 1,00		
Průřez SHS 70/4 vyhovuje na vzpěr					

Stanovení nejnepříznivějšího zatížení na ztužující stěnu - směr větru "Y" = 0°	Stanovení nejnepříznivějšího zatížení na ztužující stěnu - směr větru "X" = 90°

Šířka b= 30,00 m
 Výška h= 3,1 m
 $w_d = 0,256 \text{ kN/m}^2$
 $w_e = 0,277 \text{ kN/m}^2$
 $w_{tot} = 0,533 \text{ kN/m}^2$

Šířka b= 12,40 m
 Výška h= 3,1 m
 $w_d = 0,256 \text{ kN/m}^2$
 $w_e = 0,277 \text{ kN/m}^2$
 $w_{tot} = 0,533 \text{ kN/m}^2$

Délka ztužujících stěn:

Č.	Šířka (m)	Délka (m)	Moment setrv. (m ⁴)
1	0,225	3,600	0,8748
2	0,225	2,100	0,1736
3	0,255	4,800	2,3501
4	0,290	4,400	2,0586
5	0,290	4,500	2,2022
		$I_c =$	7,659

Délka ztužujících stěn:

Č.	Šířka (m)	Délka (m)	Moment setrv. (m ⁴)
1	0,225	16,000	76,8000
2	0,290	4,200	1,7905
3	0,290	4,800	2,6726
		$I_c =$	81,263

Stěna s max. momentem setrvačnosti:

$I_{max} = 2,350 \text{ (m}^4\text{)}$
 $I_{max}/I_c = 0,307$
 $F_{max} = (I_{max}/I_c) * w_{tot} * b * h$
 $F_{max} = \mathbf{15,21 \text{ kN}}$

Stěna s max. momentem setrvačnosti:

$I_{max} = 76,800 \text{ (m}^4\text{)}$
 $I_{max}/I_c = 0,945$
 $F_{max} = (I_{max}/I_c) * w_{tot} * b * h$
 $F_{max} = \mathbf{19,36 \text{ kN}}$

Přítížení od větru na podpěru ztužující stěny:

Č.	Síla F (kN)	Délka l (m)	Liniové zatížení $q=2Fh/l^2$ (kN/m)
1	5,661	3,600	2,71
2	1,124	2,100	1,58
3	15,209	4,800	4,09
4	13,323	4,400	4,27
5	14,252	4,500	4,36

Přítížení od větru na podpěru ztužující stěny:

Č.	Síla F (kN)	Délka l (m)	Liniové zatížení $q=2Fh/l^2$ (kN/m)
1	19,363	16,000	0,47
2	0,451	4,200	0,16
3	0,674	4,800	0,18

Posouzení výztužné únosnosti stěny (směr "X" $\theta=90^\circ$)

Zatížení větrem návrhové:

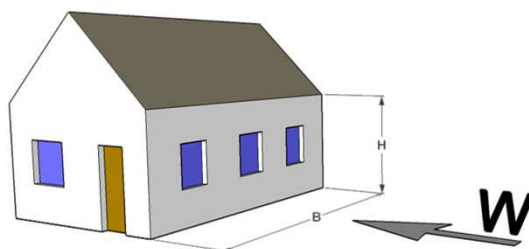
$$W_d = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

Rozměry plochy kolmé na směr ztužení:

$$\text{šířka } B = 12,40 \text{ m}$$

$$\text{výška } H = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{plocha} = 38,44 \text{ m}^2$$



Výsledná síla na ztužující stěnu:

$$R = 19,36 \text{ kN}$$

Spojovací prvek:

Hřebíky $\varnothing 3,1 \text{ mm}$

Rozteč hřebíků 100 mm

Únosnost ztužující stěny:

$$\Sigma F_{i,v,Rd} = 60,46 \text{ kN}$$

Panel 1:

$$\text{šířka } b_i = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{výška} = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{rozteč spojů } s = 100 \text{ mm}$$

$$F_{f,Rd} = 0,47 \text{ kN}$$

Panel 2:

$$\text{šířka } b_i = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{výška} = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{rozteč spojů } s = 100 \text{ mm}$$

$$F_{f,Rd} = 0,47 \text{ kN}$$

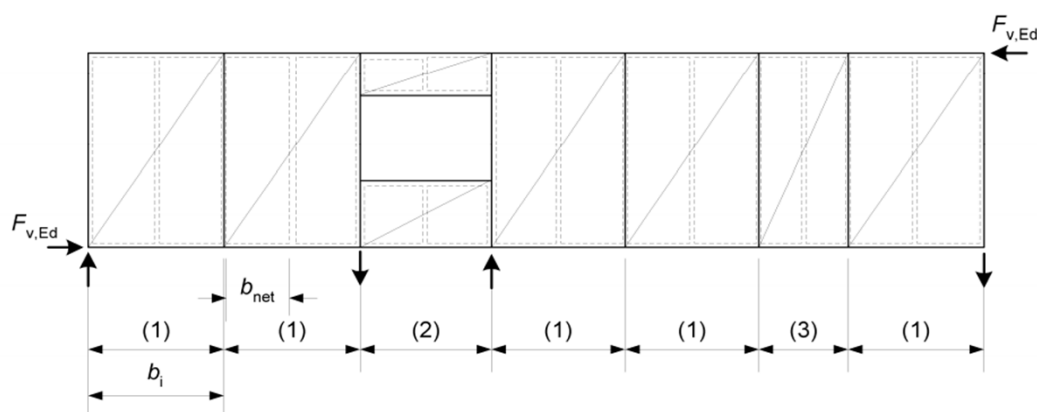
$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} b_i c_i}{s} \quad c_i = \begin{cases} 1 & \text{pro } b_i \geq b_0 \\ \frac{b_i}{b_0} & \text{pro } b_i < b_0 \end{cases} \quad b_0 = h/2 \text{ a } h \text{ je výška stěny}$$

$$F_{iv,Rd} = 4,78 \text{ kN}$$

$$n \text{ panelů} = 12$$

$$F_{iv,Rd} = 3,06 \text{ kN}$$

$$n \text{ panelů} = 1$$



Pozn: obrázek je pouze ilustrační; (1) a (3) jsou panely s rozdílnou šířkou, (2) se kvůli otvoru neuvažuje do výpočtu

Posouzení sil:

$$60,46 \text{ kN} > 19,36 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Posouzení výztužné únosnosti stěny (směr "Y" $\theta=0^\circ$)

Zatížení větrem návrhové:

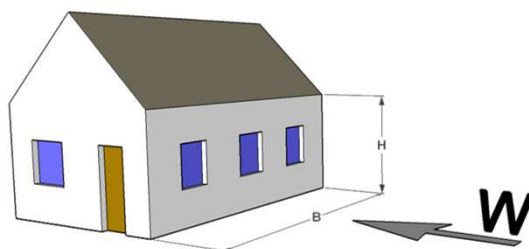
$$W_d = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

Rozměry plochy kolmé na směr ztužení:

$$\text{šířka } B = 30,00 \text{ m}$$

$$\text{výška } H = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{plocha} = 93,00 \text{ m}^2$$



Výsledná síla na ztužující stěnu:

$$R = 15,21 \text{ kN}$$

Spojovací prvek:

Hřebíky $\varnothing 3,1 \text{ mm}$

Rozteč hřebíku 100 mm

Únosnost ztužující stěny:

$$\Sigma F_{i,v,Rd} = 17,11 \text{ kN}$$

Panel 1:

$$\text{šířka } b_i = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{výška} = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{rozteč spojů } s = 100 \text{ mm}$$

$$F_{f,Rd} = 0,47 \text{ kN}$$

Panel 2:

$$\text{šířka } b_i = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{výška} = 3,10 \text{ m}$$

$$\text{rozteč spojů } s = 100 \text{ mm}$$

$$F_{f,Rd} = 0,47 \text{ kN}$$

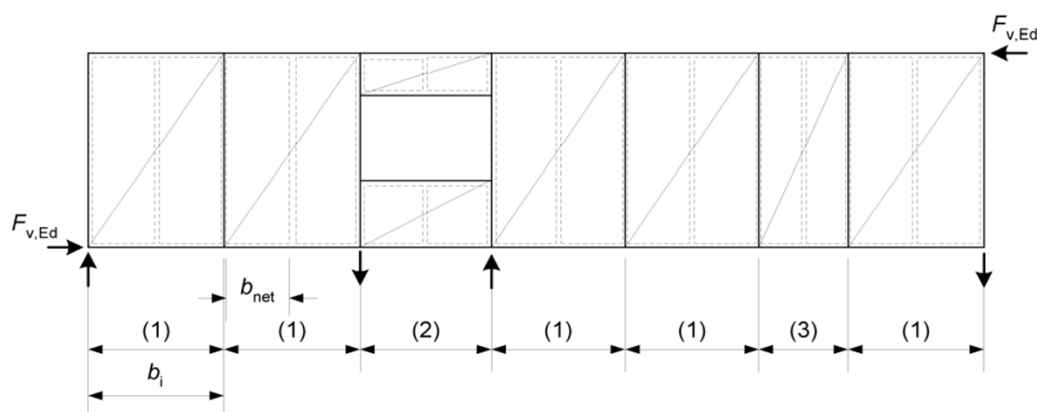
$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} b_i c_i}{s} \quad c_i = \begin{cases} 1 & \text{pro } b_i \geq b_0 \\ \frac{b_i}{b_0} & \text{pro } b_i < b_0 \end{cases} \quad b_0 = h/2 \text{ a } h \text{ je výška stěny}$$

$$F_{iv,Rd} = 4,78 \text{ kN}$$

$$n \text{ panelů} = 3$$

$$F_{iv,Rd} = 2,76 \text{ kN}$$

$$n \text{ panelů} = 1$$

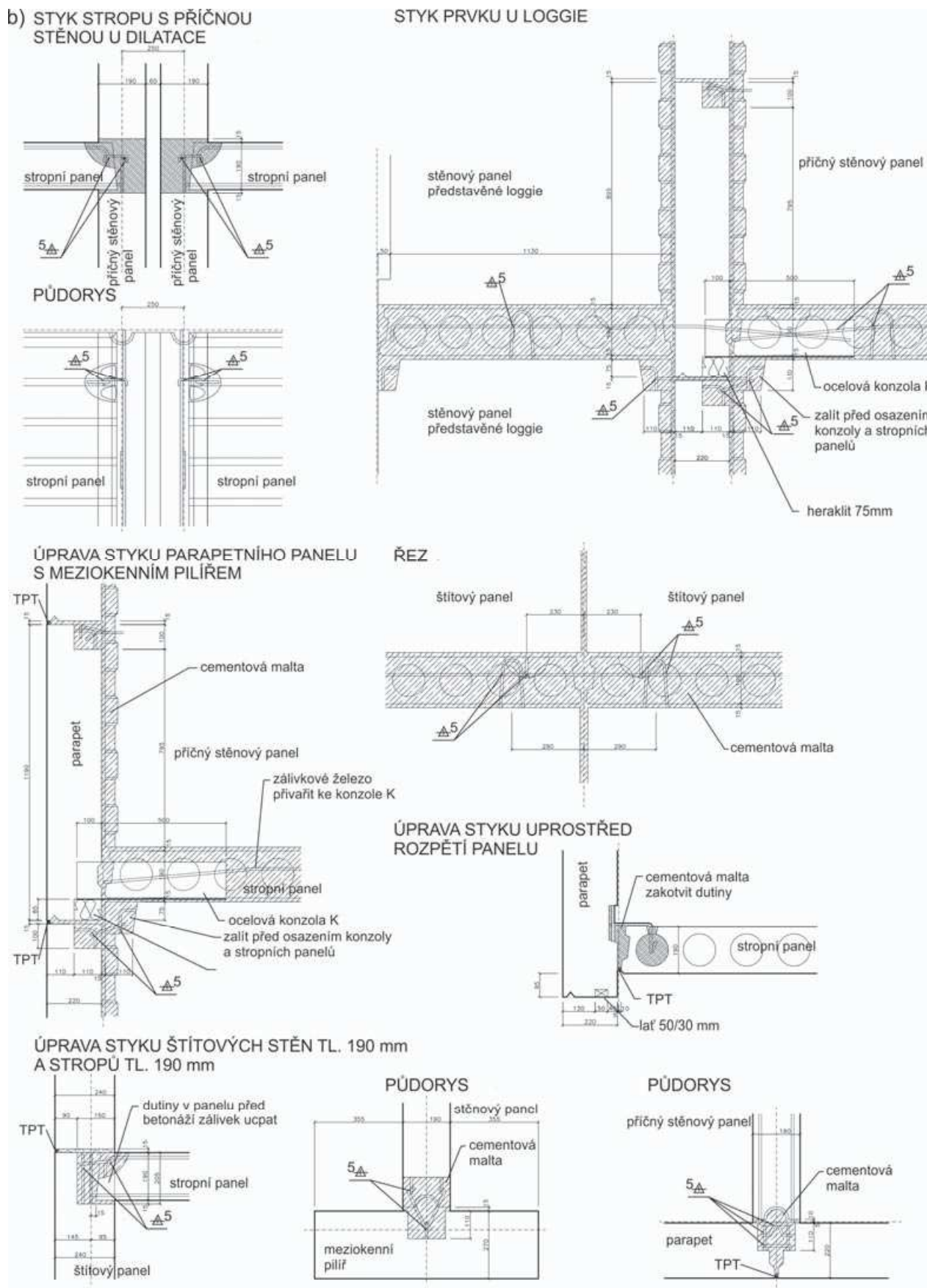


Pozn: obrázek je pouze ilustrační; (1) a (3) jsou panely s rozdílnou šířkou, (2) se kvůli otvoru neuvažuje do výpočtu

Posouzení sil:

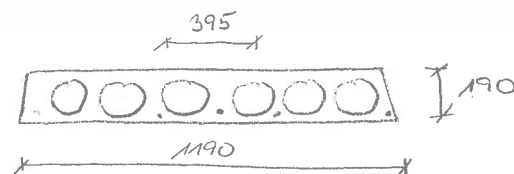
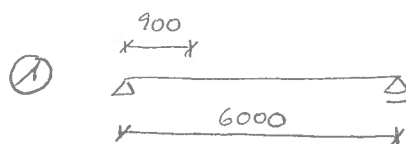
$$17,11 \text{ kN} > 15,21 \text{ kN}$$

VYHOVUJE



Obr. 1.8-2 Konstrukční řešení a charakteristické detaily stavební soustavy T 08 B

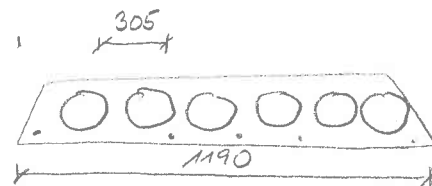
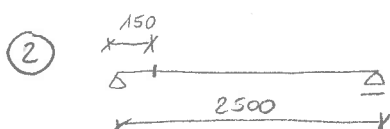
PROSTUPY STROPNÍMI PANELE



Dovolené užitné zatížení

$$v = v_0 \left[\frac{(b-b_0) \cdot n}{b \cdot m'} \right] = v_0 \left[\frac{(1190-395) \cdot 4}{1190 \cdot 5} \right] = v_0 \cdot 0,54$$

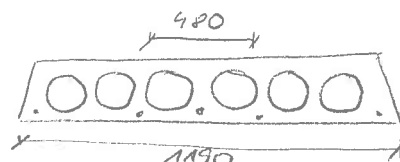
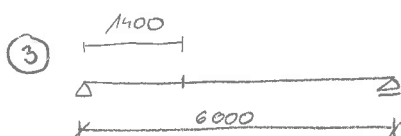
$$v = 0,54 \cdot 4,03 = 2,17 \text{ kN/m}^2 \leq 2,7 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{ÚPRAVA}$$



Dovolené užitné zatížení

$$v = v_0 \left[\frac{(b-b_0) \cdot n}{b \cdot m'} \right] = v_0 \left[\frac{(1190-305) \cdot 4}{1190 \cdot 5} \right] = v_0 \cdot 0,59$$

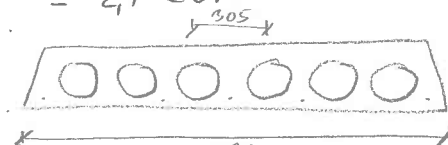
$$v = 0,59 \cdot 25 = 14,75 \text{ kN/m}^2 \geq 2,7 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{VÝHODNÍ}$$



Dovolené užitné zatížení

$$v = v_0 \left[\frac{(5b-b_0^2) \cdot n}{b \cdot m' \cdot L} \right] = v_0 \left[\frac{(5 \cdot 1190 - 0,48^2) \cdot 2}{1190 \cdot 5 \cdot 6} \right] = v_0 \cdot 0,32$$

$$v = 0,32 \cdot 4,03 = 1,29 \text{ kN/m}^2 \leq 2,7 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{ÚPRAVA}$$



$$v_0 \left[\frac{(5 \cdot 1190 - 0,305^2) \cdot 4}{1190 \cdot 5 \cdot 6} \right] = v_0 \cdot 0,66$$

$$v = 0,66 \cdot 4,03 = 2,65 \text{ kN/m}^2 \leq 2,7 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{ÚPRAVA}$$

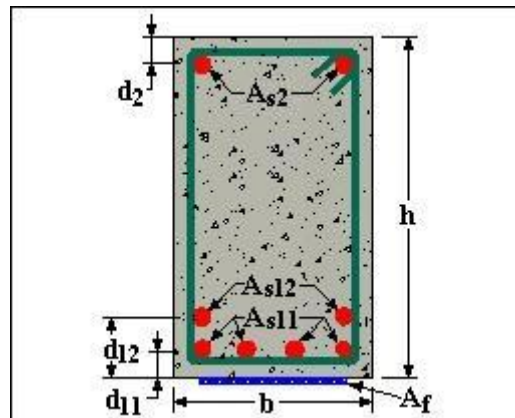
Project: 15071_MŠ_Jablunkov
 Name: Ing. Magda Mendroková
 Company: STATIC Solutions s.r.o.
 Date: 13. 1. 2016 Time: 14:06:47



Strengthening of Reinforced Concrete Structures with Sika® CarboDur® Composite Strengthening Systems

Disclaimer: The user is responsible for the results obtained from this programme.

FLEXURAL STRENGTHENING



Type of Cross Section
 Rectangular beam

Cross Section Geometry
 Width $b = 1,19 \text{ m}$
 Height $h = 0,19 \text{ m}$

Concrete
 Strength class $C 30/37$
 Characteristic strength $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 Mean strength $f_{cm} = 38,2 \text{ N/mm}^2$
 Creep coefficient $\varphi = 2,5$

Composite Materials
 Elastic modulus $E_f = 165 \text{ kN/mm}^2$
 Limiting strain $\varepsilon_{f,lim} = 0,008$

Steel Reinforcement
 Elastic modulus $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$
 Characteristic yield stress $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 Top $A_{s2} = 0 \text{ mm}^2$ at distance $d_2 = 0 \text{ m}$
 Bottom $A_{s12} = 0 \text{ mm}^2$ at distance $d_{12} = 0 \text{ m}$
 Bottom $A_{s11} = 960 \text{ mm}^2$ at distance $d_{11} = 0,035 \text{ m}$

Bending Moments
 Bending moment during strengthening $M_o = 36,72 \text{ kNm}$
 Required design moment after strengthening $M_{sd} = 79,39 \text{ kNm}$
 Acting moment under rare load combination $M_{ser,r} = 16,4 \text{ kNm}$
 Acting moment under quasi-permanent load combination $M_{ser,q-p} = 9,84 \text{ kNm}$

Results

Ultimate Limit State



Resisting design moment before strengthening $M_{rd,o} = 60,31 \text{ kNm}$
 Required FRP cross section $A_f = 89,01 \text{ mm}^2$
 Applied FRP cross section $A_f = 96,00 \text{ mm}^2$
 Resisting design moment after strengthening $M_{rd} = 80,91 \text{ kNm}$
 Degree of strengthening $M_{rd} / M_{rd,o} = 1,342$

Serviceability Limit State - Rare Load

Moment capacity before strengthening $M_{ser,r,o} = 54,56 \text{ kNm}$
 Required FRP cross section $A_f = 0,00 \text{ mm}^2$
 Applied FRP cross section $A_f = 96,00 \text{ mm}^2$
 Moment capacity $M_{ser,r} = 56,85 \text{ kNm}$
 Steel stress $f_{s11} = 400,00 \leq 0,8 \times f_{yk} = 400,00 \text{ N/mm}^2$
 Concrete stress $\sigma_c = 16,41 \leq 0,6 \times f_{ck} = 18,00 \text{ N/mm}^2$

Serviceability Limit State - Quasi-permanent Load

Moment capacity before strengthening $M_{ser,q-p,o} = 51,53 \text{ kNm}$
 Required FRP cross section $A_f = 0,00 \text{ mm}^2$
 Applied FRP cross section $A_f = 96,00 \text{ mm}^2$
 Moment capacity $M_{ser,q-p} = 54,14 \text{ kNm}$
 Steel stress $f_{s11} = 400,00 \leq 0,8 \times f_{yk} = 400,00 \text{ N/mm}^2$
 Concrete stress $\sigma_c = 10,42 \leq 0,45 \times f_{ck} = 13,50 \text{ N/mm}^2$

Final

Design is controlled by Ultimate Limit State
 Final required FRP cross section $A_f = 89,01 \text{ mm}^2$

Applied FRP

Width 80 mm
 Thickness 1,2 mm
 Number of strips 1
 Applied FRP cross section $A_f = 96,00 \text{ mm}^2$

Cross Section Strain Profile

Initial Situation During Strengthening (M_o)

Depth of neutral axis $x_o = 0,037 \text{ m}$
 Top fibre strain $\varepsilon_{co} = 0,00042$
 Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0,00133$
 Bottom fibre strain $\varepsilon_o = 0,00173$

Ultimate Limit State (M_{rd})

Depth of neutral axis $x = 0,037 \text{ m}$
 Top fibre strain $\varepsilon_c = 0,00238$
 Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0,00750$
 FRP strain $\varepsilon_f = 0,00800$
 Failure Mode is Steel yielding+FRP debonding

Serviceability Limit State - Rare Load ($M_{ser,r}$)

Depth of neutral axis $x = 0,038 \text{ m}$
 Top fibre strain $\varepsilon_c = 0,00065$
 Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0,00200$
 FRP strain $\varepsilon_f = 0,00087$

Serviceability Limit State - Quasi-permanent Load ($M_{ser,q-p}$)

Depth of neutral axis $x = 0,062 \text{ m}$
 Top fibre strain $\varepsilon_c = 0,00135$
 Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0,00200$

FRP strain $\varepsilon_f = 0,00103$

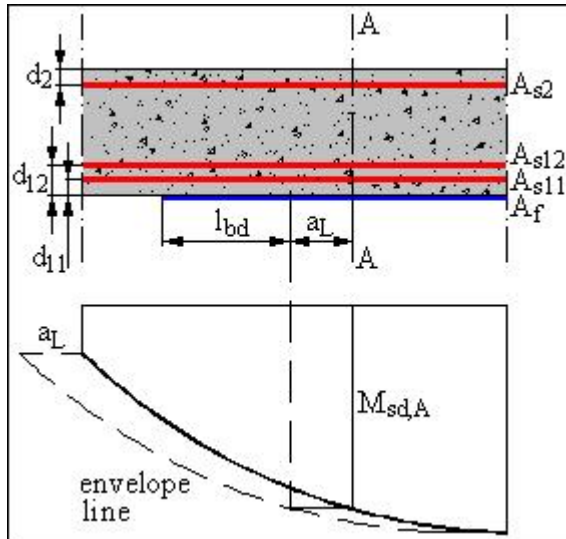
Ductility (for ULS)

$$\xi = x/(h-d_{11}) = 0,241$$

Maximum $\xi = 0,45$

Ductility requirement is satisfied

Bond Check



Section' s Properties

Substrate tensile strength $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}_c$

Design moment at section A $M_{sd,A} = 26,99 \text{ kNm}$

Steel Reinforcement at Section A

Elastic modulus $E_s = 200 \text{ kN/mm}_c$

Characteristic yield stress $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}_c$

Top $A_{s2} = 0 \text{ mm}_c$ at distance $d_2 = 0 \text{ m}$

Bottom $A_{s12} = 0 \text{ mm}_c$ at distance $d_{12} = 0 \text{ m}$

Bottom $A_{s11} = 960 \text{ mm}_c$ at distance $d_{11} = 0,035 \text{ m}$

FRP Arrangement

Total number of 1 strips is placed in 1 layers

Results

Maximum force that can be carried by the FRP $N_{bd,max} = 29,33 \text{ kN}$

Tensile force in the FRP $N_{fd,A} = 10,46 \text{ kN}$

Bond length corresponding to $N_{bd,max}$ $l_{bd,max} = 192 \text{ mm}$

Verification

Bond Check is OK

Required bond length at section A $l_{bd,A} = 38 \text{ mm}$