ZMENA 1

D
205-00

ISPO spol. s r. o. Inžinierske stavby Slovenská 86, 080 01 Prešov tel.: 051/74 636 95, 74 636 99	ZODP.PROJEKTANT: ING.J.ANTOL	HL. PROJEKTANT: ING.M.DÚBRAVSKÝ
	VYPRACOVAL: ING.M.RUSÍN ING.R.FOTTA	KONTROLOVAL: ING.J.KURUC

OBJEDNÁVATEĽ: **Žilinský samosprávny kraj, Komenskéko 48, 011 09 Žilina**			
OKRES: ŽILINA	KRAJ: ŽILINSKÝ		
KAT.ÚZEMIE: POVAŽSKÝ CHLMEC, ŽILINA		DÁTUM:	06/2021
STAVBA:	**Vážska cyklodopravná trasa - úsek Žilina - Bytča - hranica ŽSK/TSK - (Považská Bystrica) - etapa Považský Chlmec - Žilina - 2.časť**	STUPEŇ:	DRS
		Č.ZÁKAZKY:	2981/2019
		MIERKA:	
OBJEKT:	**205-00 Most ponad rleku Váh v úseku 18**	Č. PRÍLOHY:	Č. SÚPRAVY:
PRÍLOHA :	**STATICKÝ VÝPOČET**	**24**	

OBSAH :

1 Úvod ... 3
1.1 Popis lávky ... 3
1.2 Použité normy, predpisy, podklady a literatúra ... 3
1.3 Použité programy ... 3
1.4 Výpočtové postupy ... 4
2 Geometria lávky ... 5
3 Použité materiály ... 6
3.1 Druhy materiálov ... 6
3.1.1 Charakteristiky pevnostných tried materiálov ... 6
4 Stanovenie zaťaženia ... 7
4.1 Stále zaťaženia „G“ ... 7
4.1.1 Vlastná tiaž ... 7
4.1.2 Mostný zvršok ... 7
4.1.3 Účinok zásypu na spodnú stavbu ... 7
4.1.4 Nerovnomerné sadnutie podpier ... 7
4.2 Premenné zaťaženia „Q“ ... 7
4.2.1 Zaťaženie vetrom ... 7
4.2.2 Zaťaženie účinkami teploty ... 8
4.2.3 Zaťaženie chodníkov, komunikácií pre cyklistov a lávok pre chodcov ... 8
4.2.4 Zaťaženia na zábradlia ... 9
4.2.5 Zaťaženie od výstavby ... 9
4.3 Zaťažovací model pre opory a steny priľahlé k mostu ... 9
4.4 Seizmické zaťaženia „A_{Ed}“ ... 9
5 Výpočtový model lávky ... 10
5.1 Zostavenie výpočtového modelu lávky ... 10
5.1.1 Prierezy ... 14
5.1.2 Kombinácie zaťažovacích stavov ... 16
6 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie ... 18
6.1 Oceľová priehradová konštrukcia ... 18
6.1.1 Spodný pás ... 18
6.1.2 Horný pás ... 21
6.1.3 Diagonály a vzpery ... 25
6.1.4 Priečniky ... 29
6.1.5 Pozdĺžniky ... 35
6.2 Železobetónová mostovka ... 38
6.2.1 Vnútorné sily ... 38
6.2.2 Návrh výstuže ... 39
6.1 Oceľové laná NK ... 42
6.2 Priehyb oceľovej konštrukcie ... 43
7 Návrh a posúdenie spodnej stavby ... 44
7.1 Medziľahlá podpera ... 44
7.1.1 Pylóny a vzpera pylónov ... 44
7.1.1 Posúdenie hlavice pylónu v mieste napojenia lán ... 51
7.1.2 ŽB stena ... 56
7.1.3 Základový rošt ... 56
7.1.4 Ložiská ... 58
7.2 Opora č.1 a č.4 ... 58
8 Návrh a posúdenie zakladania ... 59
8.1 Posúdenie pilóty ... 59
8.1.1 Vstupné údaje ... 59
8.1.2 Zaťažovacia krivka ... 61
8.1.3 Zvislá únosnosť ... 62
8.1.4 Vodorovná únosnosť ... 64
9 Dynamická analýza ... 66
9.1 Základné vlastné frekvencie ... 66
9.1.1 Vlastné tvary ... 66

9.2 Kontrola komfortu chodcov 74
10 Záver statického výpočtu 78

1 Úvod

1.1 Popis lávky

Jedná sa o cyklistickú lávku ponad rieku Váh v intraviláne na rozhraní katastrálneho územia obce Považský Chlmec a mesta Žilina. Lávka bude slúžiť pre budúcu cyklotrasu v danom území. Lávka bude trojpoľová s dĺžkami 24,5+130,0+20,8m. Mostovku bude tvoriť pre krajné (1. a 3.pole) železobetónová doska a stredové (2.pole) oceľová priehradová konštrukcia. Pochôdzna časť na oceľovej priehradovej konštrukcii bude tvorená oceľovým plechom.

Nosná konštrukcia bude zavesená prostredníctvom oceľových Lán. Laná z nosnej konštrukcie budú ukotvené na oceľových šikmých pylónoch. Pylóny budú zakotvené na železobetónových pätkách, ktoré budú mať spoločný základ s medziľahlou podperou. Medziľahlé podpery budú v tvare steny a budú pôsobiť ako kývne stojky. Založenie lávky bude prostredníctvom veľkopriemerových pilót. Opory budú masívne gravitačné, plošne založené.

1.2 Použité normy, predpisy, podklady a literatúra

Statický výpočet je spracovaný v súlade s príslušnými ustanoveniami nasledujúcich noriem (s príslušnými národnými prílohami) a predpisov.

Technické normy a predpisy :

STN EN 1990 .....Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 .....Zať. konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia - Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-1-4 .....Zať. konštrukcií; Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia vetrom
STN EN 1991-1-5 .....Zať. konštrukcií; Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia účinkami teploty
STN EN 1991-1-6 .....Zať. konštrukcií; Časť 1-6: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia počas výstavby
STN EN 1991-1-7 .....Zať. konštrukcií; Časť 1-7: Všeobecné zaťaženia - Mimoriadne zaťaženia
STN EN 1991-2 .....Zať. konštrukcií; Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou
STN EN 1992-1-1 .....Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1992-2 .....Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 2: Betónové mosty, navrhovanie a konštruovanie
STN EN 1993-1-1 .....Navrhovanie oceľových konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1993-2 .....Navrhovanie oceľových konštrukcií; Časť 2: Oceľové mosty
STN EN 1997-1 .....Navrhovanie geotechnických konštrukcií; Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1998-1 .....Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť; Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre pozemné stavby
STN EN 1998-2 .....Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť; Časť 2: Mosty
STN EN 1998-5 .....Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť; Časť 5: Základy, oporné konštrukcie a geotechnické hľadiská

Podklady :

- Geodetické zameranie. ISPO s.r.o. inžinierske stavby

Literatúra :

- Ing. M. Studničková a spol. 2011. *Silnice železnice, čl. „Overení lávek od dynamického zatížení chodci“*. Ročník 20, číslo 5/2011, str.135-142.
- Ing. P. Míchal, Ing R. Šiška, Ing. P. Vymlátil. 2009. *Stavební obzor, čl. „Statický a dynamický výpočet lávky pro peší a cyklisty přes řeku Moravici“*. Číslo 4/2009, str.59-61.
- Ing. Jlří Kala, Ph.D. 2009. *Kmitání mostní konštrukcie vyvolané pohybem osob*. Brno, 2009. Vysoké učení technické v Brne. ISBN 978-80-214-3809-5.

1.3 Použité programy

Na vypracovanie statického výpočtu a posúdenia jednotlivých konštrukčných prvkov boli použité nasledujúce programy :

- Strap, Scia, Geo5, Fixperience, Excel

1.4 Výpočtové postupy

Medzný stav únosnosti sa overuje z hľadiska straty statickej rovnováhy „EQU, súbor A“, vnútornej poruchy alebo nadmernej deformácie „STR/GEO, súbor B“ s kombinačným pravidlom 6.10 a únavovej poruchy konštrukcie „FAT“. Medzný stav použiteľnosti sa overuje z hľadiska dovolených napätí, pretvorení a deformácií pomocou 4-roch základných tvarov kombinácií (charakteristická, kvázi-stála, častá, menej-častá).

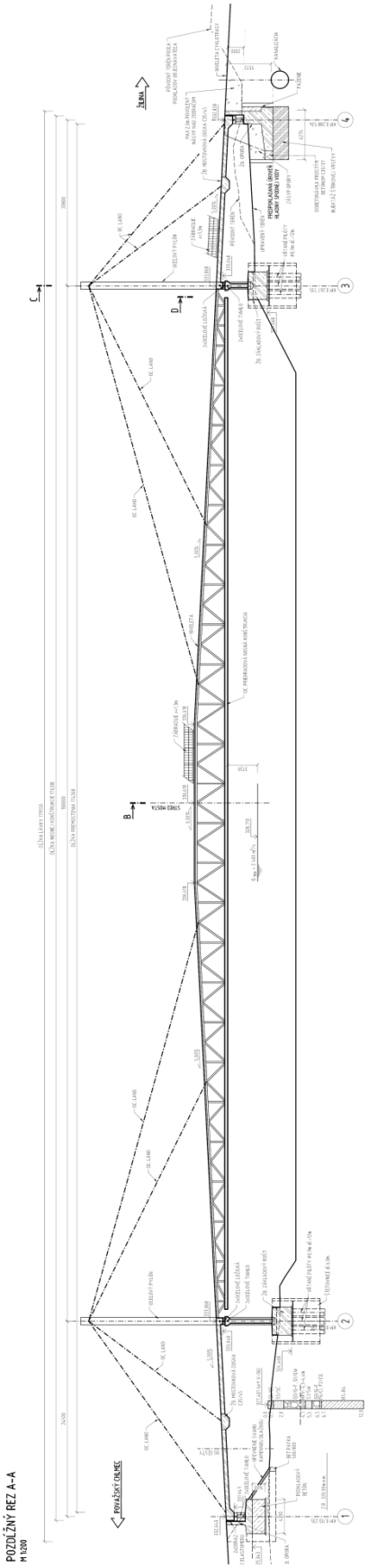
Pri posúdení geotechnických konštrukcií sa použije návrhový postup 2, s tvarom kombinácie A1“+“M1“+“R2 a pre posudzovanie celkovej stability a numerické metódy, návrhový postup 3 s tvarom kombinácie A1 alebo A2“+“M2“+“R3.

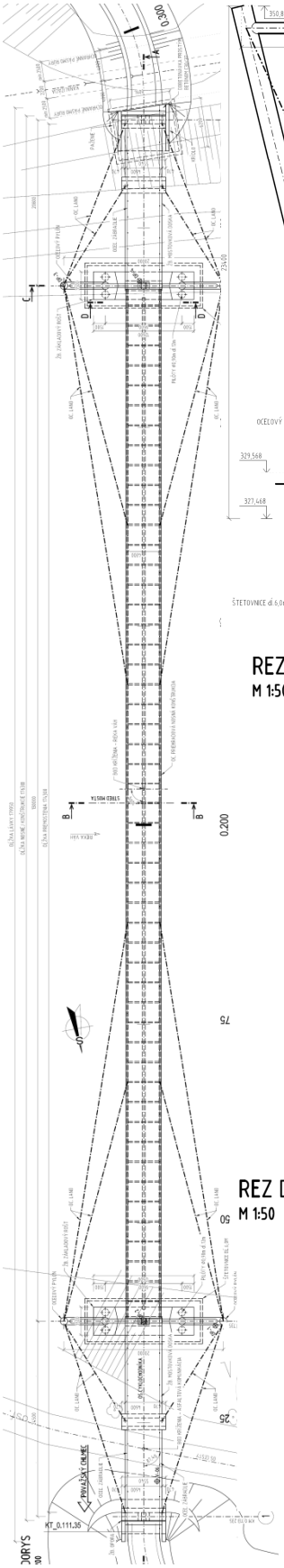
Výpočet vnútorných síl od jednotlivých zaťažení a ich následných kombinácií pre MSÚ a MSP je spracovaný použitým výpočtovým programom, ktorý je uvedený v kap.1.3, v zmysle technických noriem a predpisov uvedených v kap.1.2.

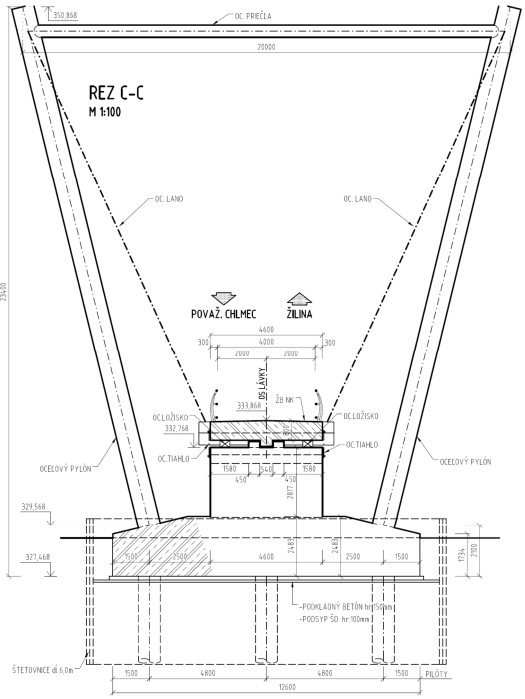
Posúdenia konštrukčných prvkov mostného objektu sú vyhotovené v použitom výpočtovom programe a v exceli (v ktorom sú vytvorené zautomatizované jednotlivé posúdenia).

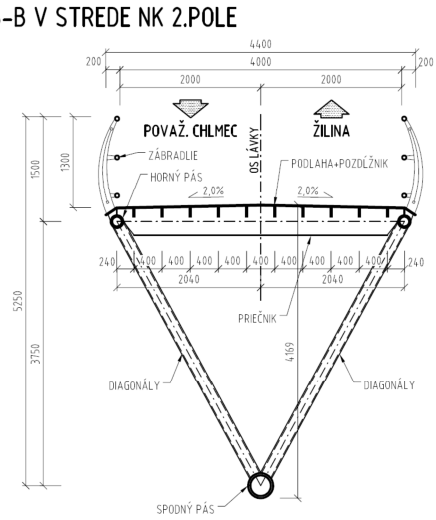
Na zadaný výpočtový model sú aplikované jednotlivé uvažované zaťaženia, ktoré sú uvedené v kap.4.

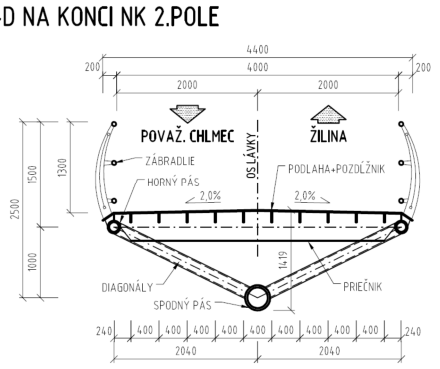
2 Geometria lávky











3 Použité materiály

3.1 Druhy materiálov

Jednotlivé prvky mostného objektu budú vyhotovené z týchto materiálov a ich príslušných tried :

- **Betón**
  - Nosná konštrukcia C30/37
  - Spodná stavba C30/37
- **Oceľ**
  - Betonárska výstuž ..... B 500B
  - Oceľ. nosné prvky ..... S 355 (podľa EN10025-2; t≤40mm)
  - Oceľové Z-drôty (laná) Y1570

3.1.1 Charakteristiky pevnostných tried materiálov

Betón: C30/37		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck} (MPa)	30
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,cube}$ (MPa)	37
Stredná hodnota tlakovej pevnosti betónu	f_{cm} (MPa)	38
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm} (MPa)	2,9
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5%-ný fraktil	$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	2,0
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95%-ný fraktil	$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	3,8
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm} (GPa)	33
Koeficient dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T (1/°C)	$1,0.10^{-5}$

Betonárska výstuž: B 500B		
Charakteristická medza klzu	f_{yk} (MPa)	500
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_s (GPa)	200

Oceľ: S355		
Medza klzu	f_y (MPa)	355
Pevnosť v ťahu	f_u (MPa)	490
Modul pružnosti	E (GPa)	210
Modul pružnosti v šmyku	G (GPa)	81
Hodnota hustoty	ρ (kg/m^3)	7850
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T (1/°C)	$1,2.10^{-5}$

Oceľ: Y1570		
Medza klzu	$f_{0,1k}$ (MPa)	1390
Pevnosť v ťahu	f_u (MPa)	1570
Modul pružnosti	E (GPa)	160
Hodnota hustoty	ρ (kg/m^3)	7850
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T (1/°C)	$1,2.10^{-5}$

4 Stanovenie zaťaženia

Hodnoty všetkých zaťažení sú uvedené v ich charakteristických hodnotách.

4.1 Stále zaťaženia „G“

4.1.1 Vlastná tiaž

Vlastná tiaž všetkých prvkov je pre:

- Železobetónové časti ..... 25,0 kN/m^3
- Oceľové časti..... 78,5 kN/m^3

4.1.2 Mostný zvršok

- Zábradlie..... 0,80 kN/m

4.1.3 Účinok zásypu na spodnú stavbu

Tento účinok je zvlášť pre každú oporu/ podperu. Uvažoval sa účinok zeminy tlaku v kľude.

4.1.4 Nerovnomerné sadnutie podpier

Odporúčaná hodnota nerovnomerného sadnutia podpier je v rozmedzí 5-10mm. Uvažuje sa zvlášť pre každú podperu v statickej schéme.

Uvažovaná hodnota : $\Delta d_{set} = \pm 10mm$

Lávka je namodelovaná ako celkový model s podperami a nerovnomerné sadnutie podpier je simulované prostredníctvom pružných podopretí pilót.

4.2 Premenné zaťaženia „Q“

4.2.1 Zaťaženie vetrom

Zaťaženie vetrom je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-1-4 pre požadované smery účinkov.

Kategória terénu :		II
Výška nad terénom/ referenčná výška :	$z = z_e =$	15 m
Fundamentálna hodnota zákl. rýchlosti vetra :	$v_{b,0} =$	26 m/s
Súčiniteľ sily pre konštrukciu :	$c_f =$	1.25
Stredná rýchlosť vetra :	$v_m(z) =$	28.2 m/s
Súčiniteľ drsnosti :	$c_r(z) =$	1.084
Súčiniteľ terénu :	$k_r =$	0.19
Intenzita turbulencie :	$I_v(z) =$	0.175
Smerodajná odchýlka turbulencie :	$\sigma_v =$	4.94
Základný tlak vetra :	$q_b =$	0.4225 kPa
Súčiniteľ vystavenia vetru :	$c_e(z) =$	2.62
Základná vlastná frekvencia :	$n = n_{1,x} =$	2.50 Hz
Logaritmický dekrement tlmenia $\delta = \delta_s+\delta_a+\delta_d$:	$\delta =$	0.03
Špičkový tlak vetra :	$q_p(z) =$	***1.1052 kPa***

4.2.1.1 Zaťaženie vetrom v smere X (kolmo na os mosta)

<u>Horný pás</u>

*K hornému pásu bola zarátaná aj výška plnej bezpečnostnej bariéry ($d+2d_1$) t.j. 0,2m+1*1,3m=2,8m.*

Šírka konštrukcie :	b =	130 m
Výška konštrukcie :	h =	2.80 m
Referenčná plocha :	$A_{ref} =$	364.0 m²
Súčiniteľ konštrukcie :	$c_sc_d =$	0.882
Sila vetra pôsobiaca na konštrukciu :	$F_w =$	***442,8 kN***

Spodný pás

Šírka konštrukcie :	b =	130 m
Výška konštrukcie :	h =	0.36 m
Referenčná plocha :	A_{ref} =	46.80 m²
Súčiniteľ konštrukcie :	c_sc_d =	0.940
Sila vetra pôsobiaca na konštrukciu :	***F_w =***	***60.71 kN***

Diagonála

Šírka konštrukcie :	b =	3,7 m
Výška konštrukcie :	h =	0.18 m
Referenčná plocha :	A_{ref} =	0,666 m²
Súčiniteľ konštrukcie :	c_sc_d =	1.835
Sila vetra pôsobiaca na konštrukciu :	***F_w =***	***1,69 kN***

4.2.1.2 Zaťaženie vetrom v smere Z

Daný vietor sa vypočítal podľa doporučeného výpočtu pre mosty.

$F_{w,z} = 1/2.\rho.v_b^2.C.A_{ref,z}$ = ***569.50 kN*** *excentricita sily :*

$q_{w,z} = F_{w,z}/L$ = *4.38 kN/m* e = b/4 = 1.025 m

4.2.1.3 Zaťaženie vetrom v smere Y (rovnobežne s osou mosta)

V pozdĺžnom smere Y sa berie 50%-ná hodnota z priečneho smeru vetra X.

4.2.2 Zaťaženie účinkami teploty

Zaťaženie teplotou je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-1-5 pre požadované zložky.

4.2.2.1 Rovnomerná zložka teploty mosta

Teplota vzduchu sa získala z mapy s izotermami, ktorá sa nachádza v norme STN EN 1991-1-5/NA.

- Min. teplota vzduchu v tieni : T_{min} = -26°C
- Max. teplota vzduchu v tieni : T_{max} = 40°C
- Začiatočná teplota mosta : T_0 = 10°C
- Typ nosnej konštrukcie mosta : Typ 2 (oceľ) Typ 3 (betón)

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri skracovaní :
..... $\Delta T_{N,con}$ = -32°C (oceľ); -28°C (betón)
Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri predlžovaní :
..... $\Delta T_{N,exp}$ = 34°C (oceľ); 32°C (betón)

4.2.2.2 Zložka teplotného spádu

Uvažuje sa so zvislou lineárnou zložkou (postup 1). Pri výpočte teplotného spádu sa zohľadňuje hrúbka povrchovej úpravy.

- Horný povrch teplejší ako spodný povrch : $\Delta T_{M,heat}$ = 12,6°C (oceľ); 10,5°C (betón)
- Spodný povrch teplejší ako horný povrch : $\Delta T_{M,cool}$ = -11,7°C (oceľ); -7,2°C (betón)

4.2.3 Zaťaženie chodníkov, komunikácií pre cyklistov a lávok pre chodcov

Zaťaženie chodníkov je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-2

4.2.3.1 Rovnomerné spojité zaťaženie

Pri návrhu lávok pre chodcov spojité rovnomerné zaťaženie „q_{fk}“ sa definuje a aplikuje pozdĺžne a priečne len v najnepriaznivejších častiach vplyvovej plochy.

Charakteristická hodnota :..... $2{,}5\ kN/m^2 \leq q_{fk} = 2{,}0 + \frac{120}{L+30} \leq 5{,}0\ kN/m^2 = 2{,}75 kN/m^2$

4.2.3.2 Sústredené bremeno

Charakteristická hodnota sústredeného bremena „Q_{fwk}“ pôsobiaceho na štvorcovú plochu so stranami 0,10m sa rovná hodnote 10kN.

4.2.3.3 Služobné vozidlo

Služobné vozidlo sa na lávke neuvažuje, nakoľko sú navrhované trvalé opatrenia na zamedzenie vjazdu všetkých vozidiel na lávku pre chodcov resp. cyklistov.

4.2.3.4 Vodorovná sila

Vodorovná sila „Q_{flk}“ sa uvažuje ako súčasne pôsobiaca spolu so zodpovedajúcim zvislým zaťažením, ale neuvažuje sa súčasne so sústredeným bremenom „Q_{fwk}“.

Charakteristická hodnota vodorovnej sily sa má brať rovná väčšej z nasledujúcich dvoch hodnôt :

- 10% celkového zaťaženia zodpovedajúceho Σq_{fk} (L*b)
- 60% celkovej hmotnosti služobného vozidla ΣQ_{sv}

Hodnota vodorovnej sily :..... Q_{flk} = 146kN

4.2.4 Zaťaženia na zábradlia

Pri mostoch je trieda C odporúčaná najnižšia zaťažovacia trieda. Minimálnou hodnotou pre lávky pre chodcov a chodníky mostov je premenné zaťaženie, pôsobiace v najvyššej časti zábradlia v smere vodorovnom alebo zvislom, ako zaťaženie priamkové s intenzitou 1,0kN/m.

4.2.5 Zaťaženie od výstavby

Pri výstavbe predpokladáme použitie montážnej lanovej dráhy, ktorá bude ukotvená na pylóny v mieste styku so vzperou. Pri tomto zaťažení uvažujeme s montážnym vozíkom s hmotnosťou 3t a prepravovaným oceľovým dielcom, ktorý bude bez podlahy a pozdĺžnikov s hmotnosťou 17,6t (vrátane montážnej lanovej dráhy). Celkový zvislý účinok je teda 20,6t.

4.3 Zaťažovací model pre opory a steny priľahlé k mostu

Oblasť mimo vozovky umiestnená za oporami, mostné krídla, bočné steny a iné časti mosta, ktoré sú v dotyku so zeminou sa zaťažujú spojitým rovnomerným zvislým zaťažením veľkosti 5,0kN/m^2.

4.4 Seizmické zaťaženia „A_{Ed}“

Seizmické zaťaženie je namodelované priamo vo výpočtovom programe, kde sa zadávajú parametre seizmickej analýzy.

Informácie zo seizmického prieskumu :

Základné parametre seizmickej analýzy (STN EN 1998) :

- Trieda odolnosti (tab.NB.8.2) : .....E
- Metóda kombinácie odoziev čiastkových tvarov : .....SRSS
- Súčiniteľ správania „q“ (tab.4.1) : 1,0
- Súčiniteľ významnosti „γ_f“ (tab.NA.1) : 1,0
  - Trieda významnosti (tab.NA.1) :.....I
- Kategória podložia (tab.NB1.1) : C
- Referenčné špičkové seizmické zrýchlenie „a_{gR}“ : .....0,63ms^{-2}
- Kombinačný súčiniteľ pre dopravu (NA.2.15) :.....$\psi_{2,1}$ = 0,2

5 Výpočtový model lávky

5.1 Zostavenie výpočtového modelu lávky

Výpočtový model lávky je zostavený v programe STRAP ako 3D priestorový prúto-doskový model. Všetky prvky sú definované svojimi geometrickými a materiálovými vlastnosťami/ charakteristikami.

Medziľahlé pole je tvorené priehradovou priestorovou konštrukciou s oceľovými prútmi. Pochôdzna časť je modelovaná z doskových prvkov, ktoré zaisťujú priečnu stabilitu. Pozdĺžniky sú modelované ako T prierezy s pochôdznym plechom. Pozdĺžniky sú tuho spojené s priečnikmi. Priečniky sú z prútov, ktoré sú tvorené zo zdvojených prierezov IPN280 (v mieste uchytenia lán) UPN260 v nábehovej časti a UPN200 v stredovej časti. Horný pás je z prútov, ktorého prierez tvoria oceľové kruhové prierezy. Diagonály spolu so šikmými zvislicami sú rovnakého kruhového prierezu. Spodný pás je kruhového prierezu. Priehradová konštrukcia je zakotvená do krajných železobetónových dosiek prostredníctvom horného pásu.

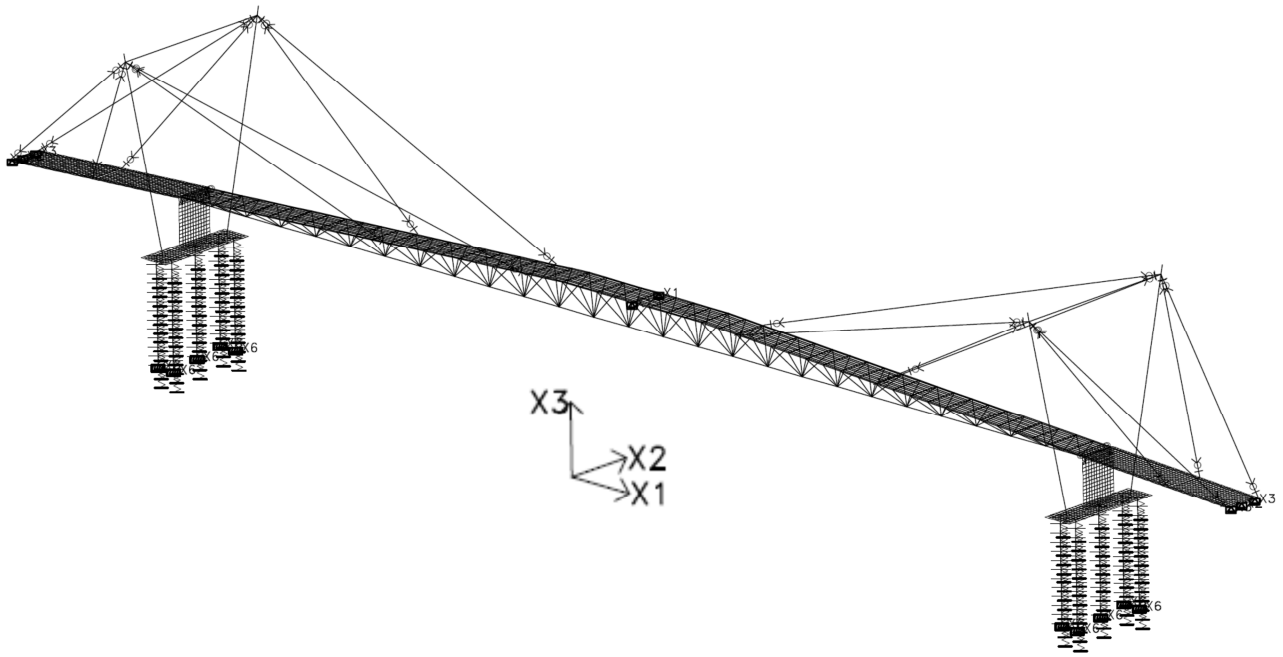
Krajné polia tvoria železobetónové dosky modelované ako plošné prvky.

Celková nosná konštrukcia je zavesená na oceľových lanách, ktoré sú uchytené na masívnych oceľových kruhových pylónoch. Pylóny sú spojené vzperou. Laná sú modelované ako tuhé prvky, ktoré majú znížený modul pružnosti. Laná sú kĺbovo pripojené a definované len na ťah. Medziľahlé podpery sú z plošných prvkov a založené prostredníctvom pilót, ktoré sú na pružných podperách.

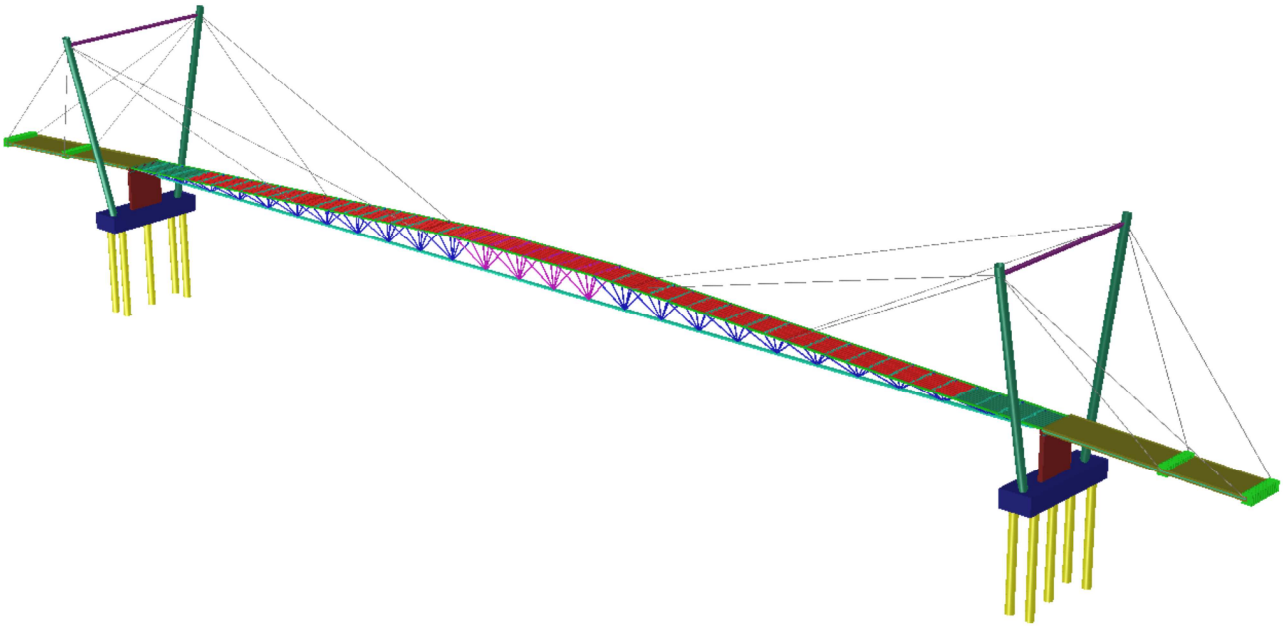
Analýza fáz výstavby je priamo namodelovaná v danom výpočtovom modely. Pri výstavbe je uvažované celkové podopretie ŽB dosák krajných polí a začiatku oceľovej priehradovej konštrukcie pomocou zvislej podpery umiestnenej na začiatok spodného pásu.

<u>Fázy výstavby sú nasledovné :</u>

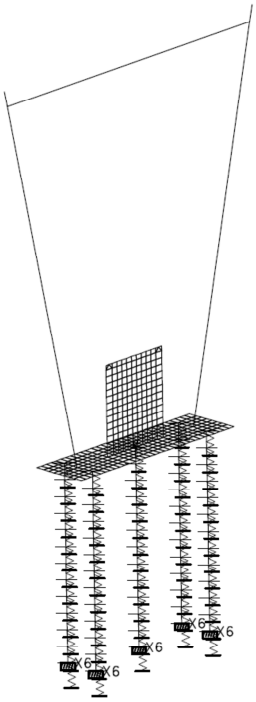
1. Zhotovenie stredovej podpery
2. Vybudovanie opory, oceľových lán a krajného poľa, ktoré bude počas celej fázy výstavby podopreté na debnení. Vo výpočtovom modely bolo krajné pole celoplošne podopreté a fixované voči vodorovným pohybom.
3. Uloženie prvého oceľového segmentu bez podlahy a pozdĺžnikov zaveseného na oceľových lanách s doplnením stabilizačných lán, ktoré sú v modely definované cez pružné podpery s účinkom pre vodorovný smer. Začiatok segmentu bude podopretý, v modely nadefinované ako bodové podopretie spodného pásu zvislou podperou.
4. Zavesenie montážnej dráhy a uloženie nasledujúceho segmentu. V modely je doplnený ďalší segment a namodelované bodové zaťaženie vystihujúce lanovú dráhu s montážnym vozíkom a nasledovným segmentom.
5. Doplnený ďalší segment so zhotovením oceľových lán a doplnením stabilizačných lán, ktoré sú namodelované ako pružné podpery vo vodorovnom smere.
6. Doplnený predposledný segment, po ktorom bude už len doplnený posledný segment, ktorý spojí obe strany oceľovej konštrukcie.



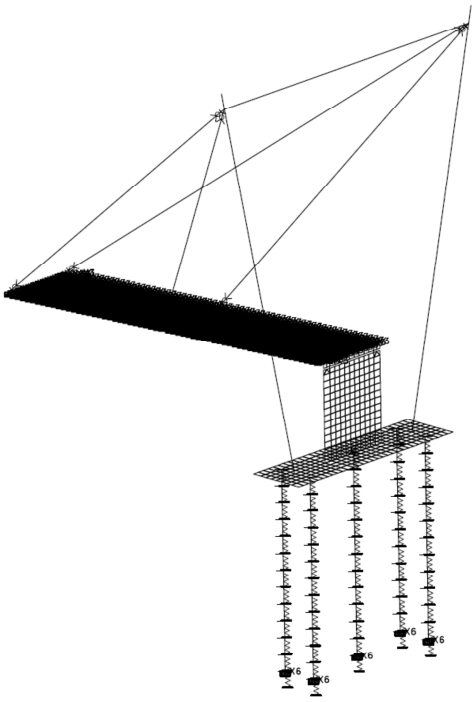
Obr. Štádium prevádzky - prúto-doskový model



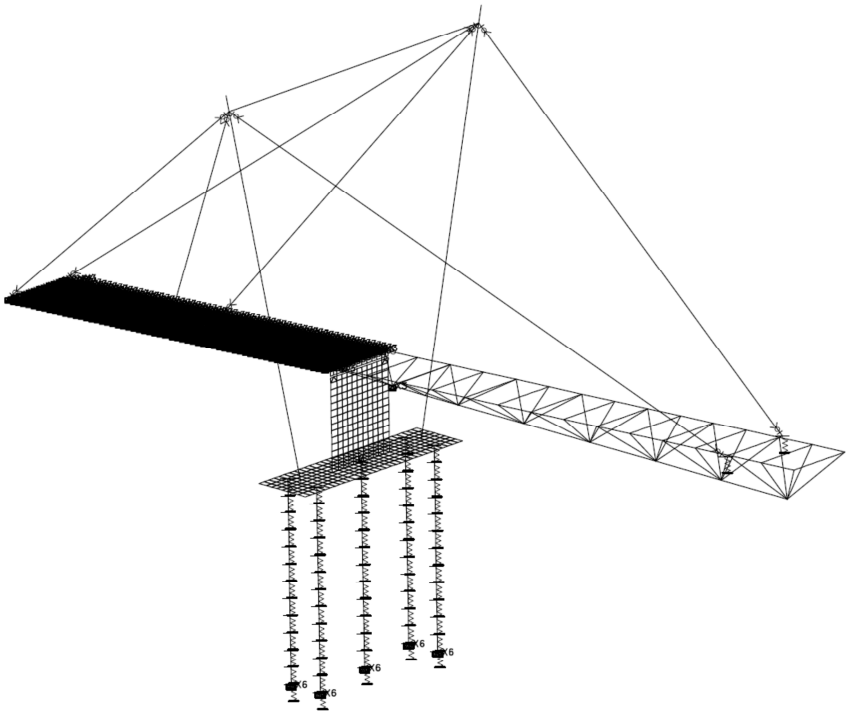
Obr. Štádium prevádzky - rendering modelu



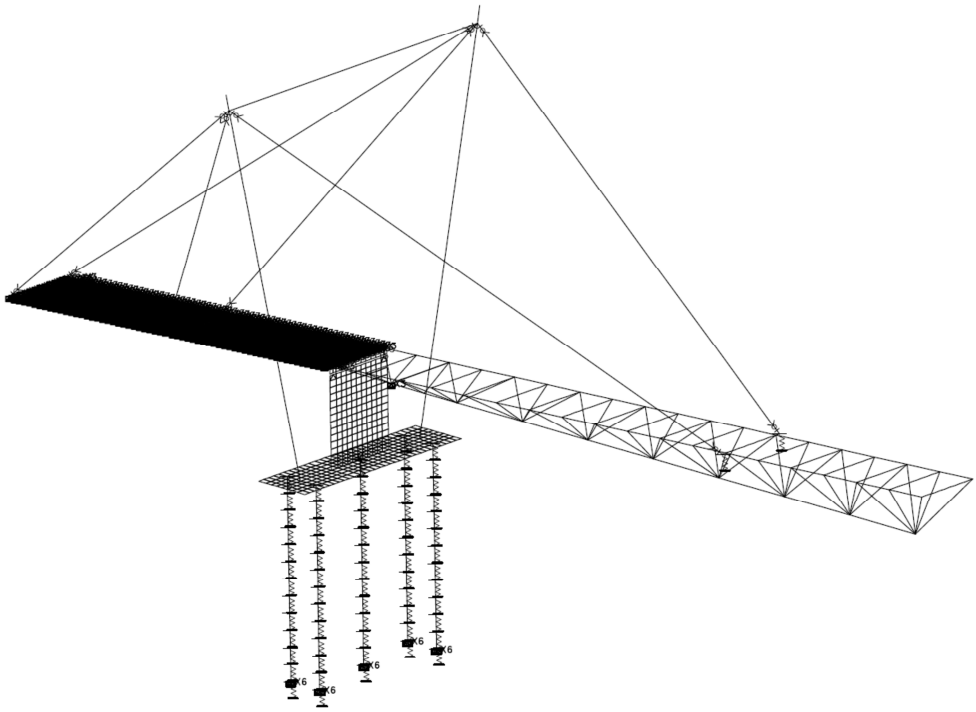
Obr. Štádium výstavby - fáza 1 : zhotovená stredová podpera, zaťažená účinkom vetra



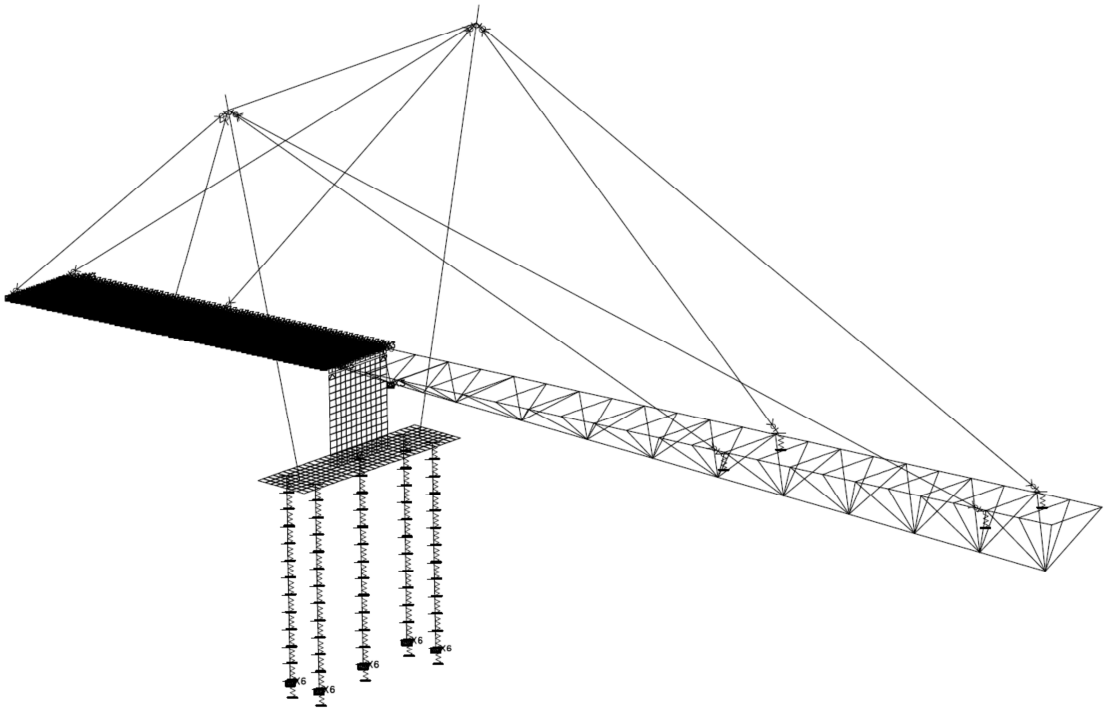
Obr. Štádium výstavby - fáza 2 : zhotovené krajné pole celoplošne podopreté a zafixovanie vodorovného pohybu so zaťažením stredovej podpery od účinku vetra



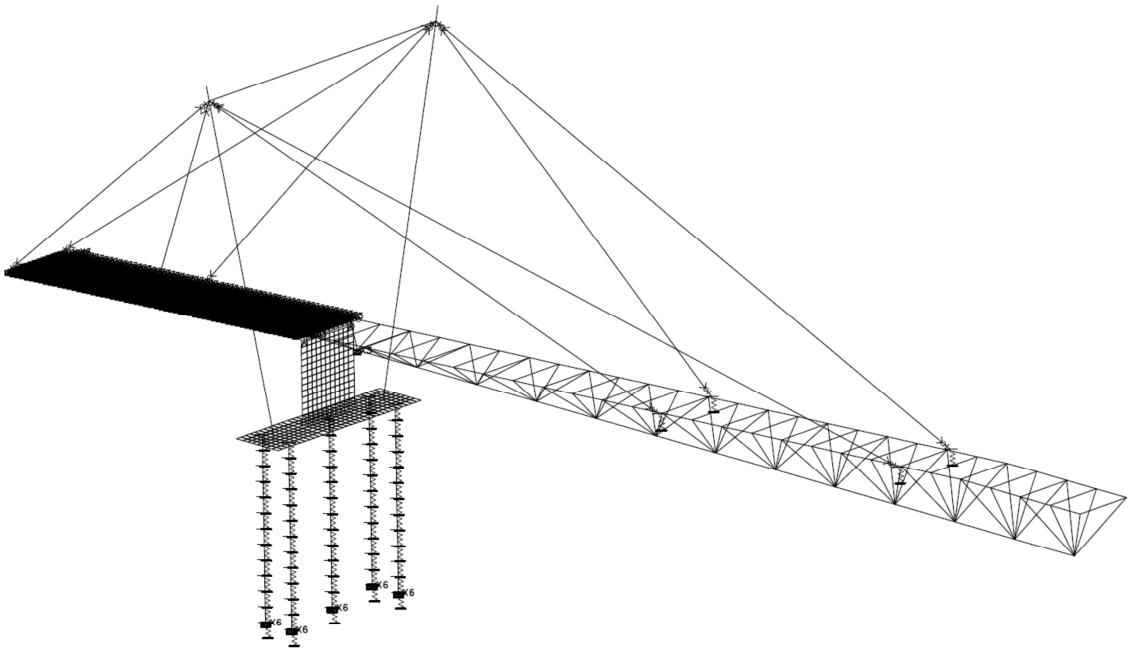
Obr. Štádium výstavby - fáza 3 : osadenie prvého oceľového segmentu s bodovým podopretím na začiatku spodného pásu a namodelovaným pružným podopretím simulujúcim stabilizačné oceľové laná, so zaťažením od vetra na spodný a horný pás



Obr. Štádium výstavby - fáza 4 : osadenie ďalšieho oceľového segmentu so zaťažením od vetra na spodný a horný pás a doplneným zaťažením od montážnej lanovej dráhy

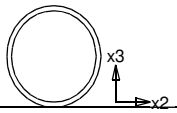
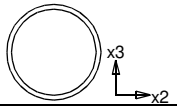
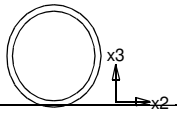
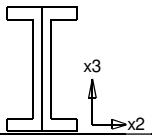


Obr. Štádium výstavby - fáza 5 : osadenie ďalšieho oceľového segmentu a oceľových hlavných lán s doplnením stabilizačných lán modelovaných ako pružné podopretie a so zaťažením od vetra na spodný a horný pás a doplneným zaťažením od montážnej lanovej dráhy



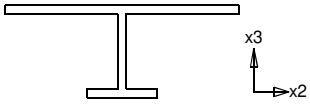
Obr. Štádium výstavby - fáza 6 : osadenie ďalšieho oceľového segmentu so zaťažením od vetra na spodný a horný pás a doplneným zaťažením od montážnej lanovej dráhy

5.1.1 Prierezy

SECTION PROPERTY TABLE (units - mm.)				
PROPERTY NO. 1 - Spodny pas				
A=0.1626E+05	I2=0.2423E+09	I3=0.2423E+09	J=0.4847E+09	SF2=0.530
Material = 4 - Ocel		Perimeter=1130.9		SF3=0.530
h2=360.000	h3=360.000	e2=180.000	e3=180.000	
		Spodny pas D =360.0mm t =15.0mm		
PROPERTY NO. 2 - Horny pas				
A=0.7540E+04	I2=0.5438E+08	I3=0.5438E+08	J=0.1088E+09	SF2=0.530
Material = 4 - Ocel		Perimeter=785.39		SF3=0.530
h2=250.000	h3=250.000	e2=125.000	e3=125.000	
		Horny pas D =250.0mm t =10.0mm		
PROPERTY NO. 3 - Diagonaly				
A=0.4712E+04	I2=0.1331E+08	I3=0.1331E+08	J=0.2663E+08	SF2=0.530
Material = 4 - Ocel		Perimeter=502.65		SF3=0.530
h2=160.000	h3=160.000	e2=80.000	e3=80.000	
		Diagonaly D =160.0mm t =10.0mm		
PROPERTY NO. 4 -][UPN200				
A=0.6440E+04	I2=0.3820E+08	I3=0.5562E+07	J=0.2380E+06	SF2=0.500
Material = 4 - Ocel		Perimeter=966.00		SF3=0.500
h2=150.000	h3=200.000	e2=75.000	e3=100.000	
		Hot rolled][UPN200 h =200.0mm tw=8.5mm bf=75.0mm tf=11.5mm d =0.0mm		
PROPERTY NO. 5 - Pozdlznik				
A=0.6151E+04	I2=0.1623E+08	I3=0.4456E+08	J=0.2410E+06	SF2=0.500

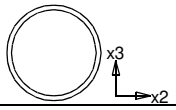
SECTION PROPERTY TABLE (units - mm.)

Material = 4 - Ocel Perimeter=1270.0 SF3=0.500
h2=400.000 h3=128.000 e2=200.000 e3=81.197



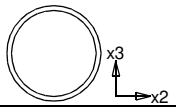
Pozdlznik
h =128.0mm tw=13.0mm
bf1=400.0mm tf1=8.0mm
bf2=120.0mm tf2=13.0mm

PROPERTY NO. 6 - Pylon
A=0.6068E+05 I2=0.5851E+10 I3=0.5851E+10 J=0.1170E+11 SF2=0.530
Material = 4 - Ocel Perimeter=2827.4 SF3=0.530
h2=900.000 h3=900.000 e2=450.000 e3=450.000



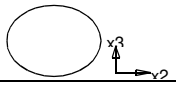
Pylon
D =900.0mm
t =22.0mm

PROPERTY NO. 7 - Vzpera pylonu
A=0.1382E+05 I2=0.3347E+09 I3=0.3347E+09 J=0.6694E+09 SF2=0.530
Material = 4 - Ocel Perimeter=1413.7 SF3=0.530
h2=450.000 h3=450.000 e2=225.000 e3=225.000



Vzpera pylonu
D =450.0mm
t =10.0mm

PROPERTY NO. 8 - Lano
A=0.4418E+04 I2=0.1553E+07 I3=0.1553E+07 J=0.3106E+07 SF2=0.890
Material = 5 - Lano Perimeter=235.61 SF3=0.890
h2=75.000 h3=75.000 e2=37.500 e3=37.500



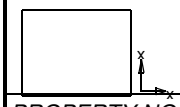
Lano
D =75.0mm

PROPERTY NO. 9 - Mostovková doska ŽB
Thickness = 500.000
Material = 2 - C30/37

PROPERTY NO. 10 - Medziľahlá ŽB stena
Thickness = 500.000
Material = 2 - C30/37

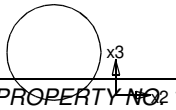
PROPERTY NO. 11 - Základ
Thickness = 2000.000
Material = 2 - C30/37

PROPERTY NO. 12 - Lozisko
A=0.1500E+06 I2=0.1125E+10 I3=0.3125E+10 J=0.2817E+10 SF2=0.850
Material = 4 - Ocel Perimeter=1600.0 SF3=0.850
h2=500.000 h3=300.000 e2=250.000 e3=150.000



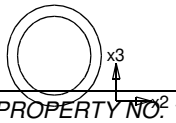
Lozisko
H =300.0mm
B =500.0mm

PROPERTY NO. 13 - Piloty
A=0.6362E+06 I2=0.3221E+11 I3=0.3221E+11 J=0.6441E+11 SF2=0.890
Material = 3 - C25/30 Perimeter=2827.4 SF3=0.890
h2=900.000 h3=900.000 e2=450.000 e3=450.000



Piloty
D =900.0mm

PROPERTY NO. 14 - Krajne diagonaly
A=0.1005E+05 I2=0.3267E+08 I3=0.3267E+08 J=0.6535E+08 SF2=0.530
Material = 4 - Ocel Perimeter=565.48 SF3=0.530
h2=180.000 h3=180.000 e2=90.000 e3=90.000



Krajne diagonaly
D =180.0mm
t =20.0mm

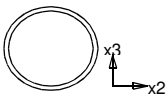
PROPERTY NO. 15 -][UPN260
A=0.9660E+04 I2=0.9640E+08 I3=0.1172E+08 J=0.5100E+06 SF2=0.500
Material = 4 - Ocel Perimeter=1200.0 SF3=0.500
h2=180.000 h3=260.000 e2=90.000 e3=130.000

Hot rolled][UPN260
h =260.0mm tw=10.0mm
bf=90.0mm tf=14.0mm

SECTION PROPERTY TABLE (units - mm.)

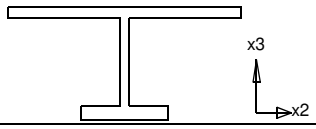
PROPERTY NO. 16 - Pochôdzny plech
Thickness = 8.000
Material = 4 - Ocel , 9 - Orto

PROPERTY NO. 18 - Diagonaly v strede
A=0.2435E+04 I2=0.7319E+07 I3=0.7319E+07 J=0.1464E+08 SF2=0.530
Material = 4 - Ocel Perimeter=502.65 SF3=0.530
h2=160.000 h3=160.000 e2=80.000 e3=80.000



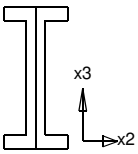
Diagonaly v strede
D =160.0mm
t =5.0mm

PROPERTY NO. 20 - Pozdlznik na kraji
A=0.7264E+04 I2=0.2007E+08 I3=0.4720E+08 J=0.4293E+06 SF2=0.500
Material = 4 - Ocel Perimeter=1324.0 SF3=0.500
h2=400.000 h3=128.000 e2=200.000 e3=72.846



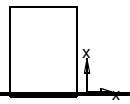
Pozdlznik na kraji
h =128.0mm tw=16.0mm
bf1=400.0mm tf1=8.0mm
bf2=150.0mm tf2=16.0mm

PROPERTY NO. 21 - krajný priečnik
A=0.1066E+05 I2=0.1256E+09 I3=0.1480E+08 J=0.6200E+06 SF2=0.500
Material = 4 - Ocel Perimeter=1280.0 SF3=0.500
h2=190.000 h3=280.000 e2=95.000 e3=140.000



Hot rolled][UPN280
h =280.0mm tw=10.0mm
bf=95.0mm tf=15.0mm
d =0.0mm

PROPERTY NO. 22 - Priecnik ŽB doska
A=0.1000E+07 I2=0.8333E+11 I3=0.8333E+11 J=0.1408E+12 SF2=0.850
Material = 1 - C35/45 Perimeter=4000.0 SF3=0.850
h2=1000.00 h3=1000.00 e2=500.000 e3=500.000



Priecnik doska
H =1000.0mm
B =1000.0mm

5.1.2 Kombinácie zaťažovacích stavov

LOAD CASES LIST

no.	no. in results	stage no.	name	
1	1		G0	Vlastná tiaž
2	2		qfk-1	Zať. chodcami - na celom moste
3	3		qfk-2	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii
4	4		qfk-3	Zať. chodcami - na ŽB doskách
5	5		qfk-4	Zať. chodcami - na polovici oceľovej konštrukcii (v pozdĺžnom smere)
6	6		qfk-5	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii na polovici medzi vnútornými lanami
7	7		qfk-6	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii na polovici od medziľahlých podpier po
8	8		qfk-7	Zať. chodcami - na polovici oceľovej konštrukcii medzi lanami (a)
9	9		qfk-8	Zať. chodcami - na polovici oceľovej konštrukcii medzi lanami (b)
10	10		qfk-9	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii medzi lanami (a)
11	11		qfk-10	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii medzi lanami (b)
12	12		qfk-11	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii medzi lanami (c)
13	13		qfk-12	Zať. chodcami - na oceľovej konštrukcii medzi lanami (d)
14	14		Qflk	Pozdĺžna brzdná sila od chodcov
15	15		Fw,x	Vietor na konštrukciu v smere X (priečny smer)
16	16		Fw,y	Vietor na konštrukciu v smere Y (pozdĺžny smer)
17	17		Fw,z+	Vietor na konštrukciu v smere Z (smer hore)
18	18		Fw,z-	Vietor na konštrukciu v smere Z (smer dore)
19	19		HPTaS	Horný povrch teplejší ako spodný
20	20		SPTaH	Spodný povrch teplejší ako horný
21	21		Tn,exp	Teplota pri predlžovaní
22	22		Tn,con	Teplota pri skracovaní
23	23		qfk-3b	Zať. chodcami - na jednom krajnom poli

LOAD CASES LIST

no.	no. in results	stage no.	name
24	24	1	1E-G+Fw Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na pylóny
25	25	3	3E-G+Fw Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK
26	26	4	4E-G+Fw Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK
27	27	4	4E-G+Fw+V1 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant A
28	28	4	4E-G+Fw+V2 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant B
29	29	5	5E-G+Fw+V1 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant A
30	30	5	5E-G+Fw+V2 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant B
31	31	6	6E-G+Fw+V1 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant A
32	32	6	6E-G+Fw+V2 Zaťaženie od vlastnej tiaže a účinku vetra na OK + vozík variant B

GROUP DEFINITION (units -)

Group name	Load cases
qfk-a	2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13
qfk-b	10/ 11/ 12/ 13
Fw,k	15/ 16/ 17/ 18
Tk	19/ 20
qfk-3	4
T-axial	21/ 22

COMBINATIONS DEFINITION (combine results)

Combination list						
	MSU-G					
1	1 * 1.35					
	MSU-qfk-1					
2	1 * 1.35	+qfk-a* 1.35				
	MSU-qfk-2					
3	1 * 1.35	+qfk-b* 1.35	+qfk-3* 1.35			
	MSU-qfk-3					
4	1 * 1.35	+14 * 1.35	+qfk-a* 1.35			
	MSU-qfk-4					
5	1 * 1.35	+14 * 1.35	+qfk-a* 1.35	+Tk* 0.90		
	MSU-qfk-+T-5					
6	1 * 1.35	+qfk-b* 1.35	+qfk-3* 1.35	+Tk* 0.90		
	MSU-qfk-+Fw-6					
7	1 * 1.35	+14 * 1.35	+qfk-a* 1.35	+Fw,k* 0.45		
	MSU-qfk-+Fw-7					
8	1 * 1.35	+qfk-b* 1.35	+Fw,k* 0.45	+qfk-3* 1.35		
	MSU-T-8					
9	1 * 1.35	+Tk* 1.50				
	MSU-T+qfk-9					
10	1 * 1.35	+qfk-a* 0.54	+Tk* 1.50			
	MSU-T+qfk-10					
11	1 * 1.35	+qfk-b* 0.54	+qfk-3* 0.54	+Tk* 1.50		
	MSU-Fw-11					
12	1 * 1.35	+Fw,k* 1.50				
	MSU-Fw+qfk-12					
13	1 * 1.35	+qfk-a* 0.54	+Fw,k* 1.50			
	MSU-Fw+qfk-13					
14	1 * 1.35	+qfk-b* 0.54	+Fw,k* 1.50	+qfk-3* 0.54		
	MSU-T axial					
15	1 * 1.35	+T-axial* 1.50				
	MSU-qfk+T axial					
16	1 * 1.35	+14 * 1.35	+qfk-a* 1.35	+T-axial* 0.90		

Kombinácie boli počítané ako nelineárne z dôvodu použitia pružinových podopretí a lán.

6 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie

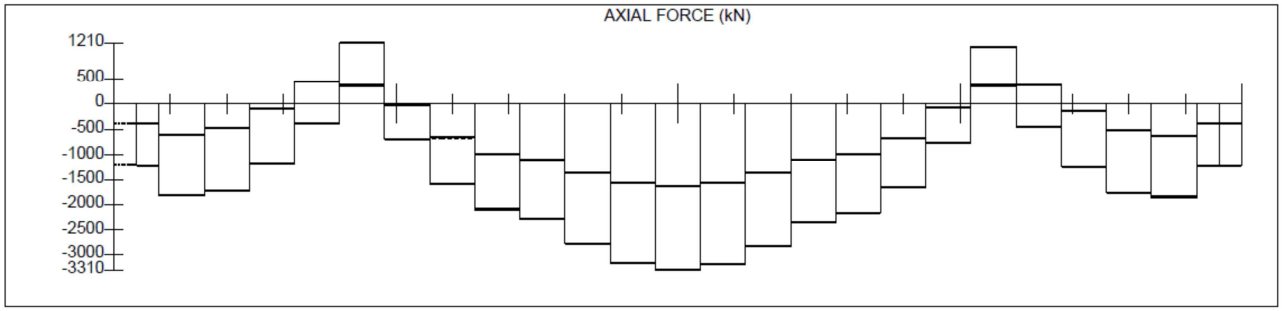
6.1 Oceľová priehradová konštrukcia

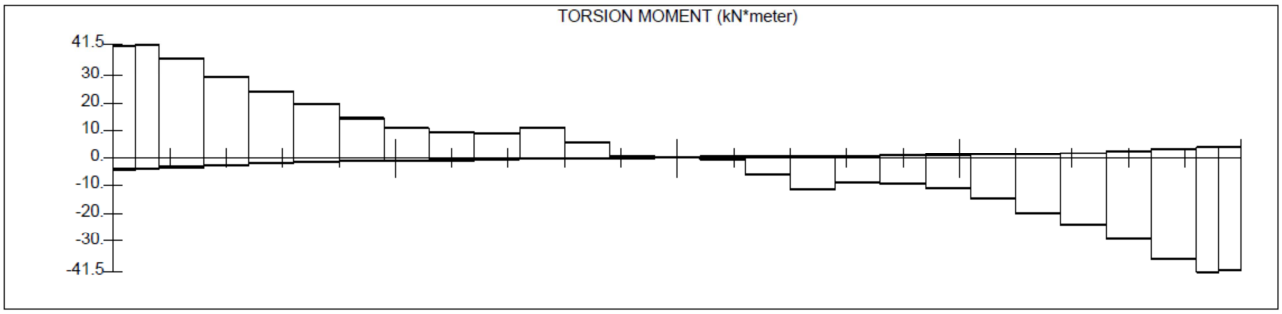
Oceľová priehradová nosná konštrukcia tvorí stredové pole na predmetnej lávke pre cyklistov.

Vnútorné sily sú zobrazené len pre najnepriaznivejší nosník. Posudky sú vyobrazené na maximálne využitie daných prvkov. Pri osových silách : (+) Tlak, (-) Ťah.

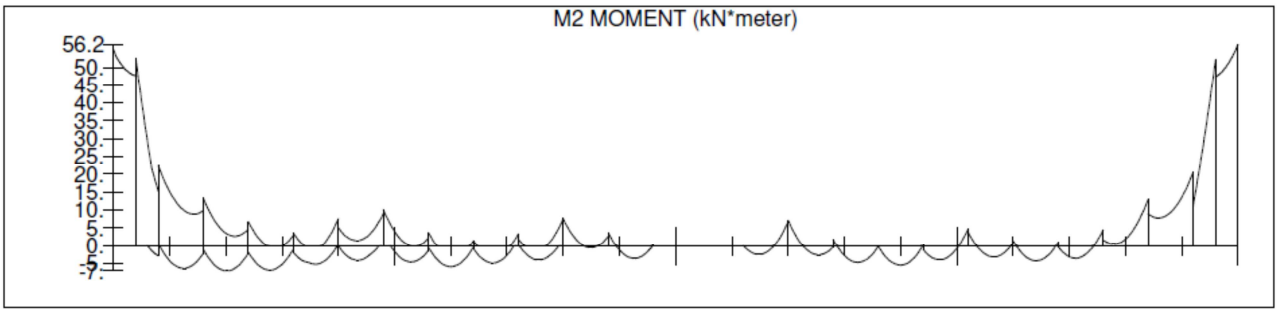
6.1.1 Spodný pás

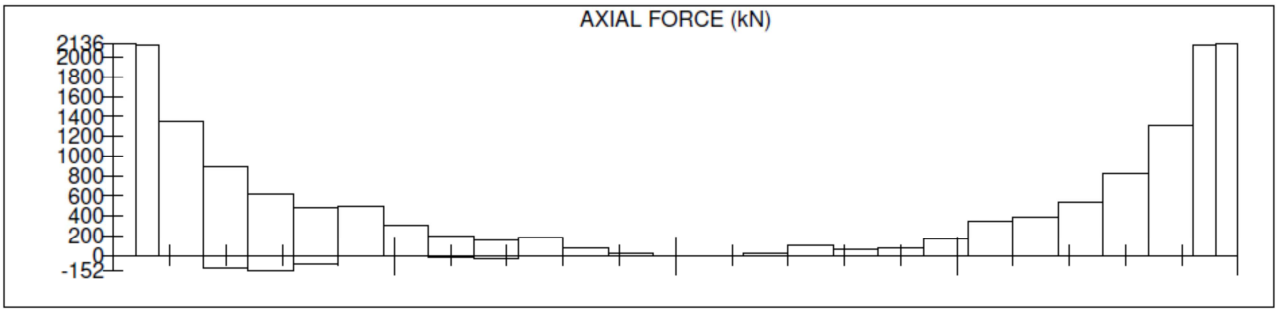
Vnútorné sily (štádium prevádzky) :





Vnútorné sily (štádium výstavby) :





Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu pre polku konštrukcie.

27% 27% 36% 35% 26% 13% 56% 17% 32% 40% 42% 50% 55% 58%

Actual/allowable Maximum result

Vyhovuje pre štádium prevádzky

65%	61%	91%	64%	42%	35%	39%	31%	29%	24%	28%	11%	3%

Vyhovuje pre štádium výstavby

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu prevádzky :

Detailed Results Table for Beam 14

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 14

14 — 15 — X3 (Major axis)

5.00

Kx for LTB = 1.00

Ignore: deflections

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

- Kx = 5.00 - Ky = 5.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

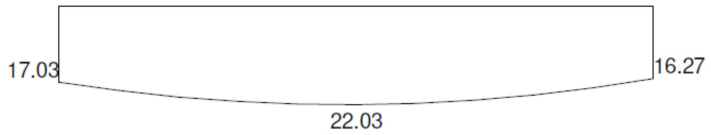
Warping end conditions: Free, Free

Section: 1: Spodny pas

Ix = 24234.2 Iy = 24234.2cm4 Wplx = 1786 Wply = 1786cm3 Area = 162.6
D = 360.00 t = 15.00mm
J = 48468.4 Cw = 2692.69dm6

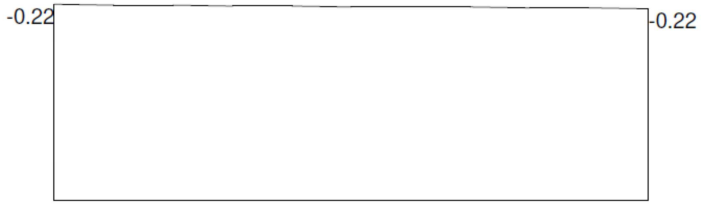
DESIGN COMBINATION = 121

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = 3029.22 (tens.) Max. SHEAR Force = 4.46

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = 3029.22 (tens.) Max. SHEAR Force = 0.00

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:	Class 1		Class 2	Class 3	
d/t= 24.00	<	33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = -0.525)

** Design Strength (py) = 355.0 **

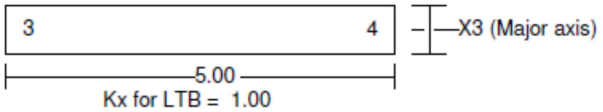
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 1786.50	Med = 22.03 Mc = 576.55	0.04
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.57735	My = 0.22 Mz = 22.03 Mny = 363.94 Mnz = 363.94 α = 2.00 β = 2.00	0.00

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
Axial Force (6.6)	Ned / Npl,rd < 1.00	(kL/r)x =205 (kL/r)y =205	Ned = 3029.22 Ag = 162.58 fy = 355.00	0.58
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned/Nbmin + kyMy/Mcy + kzMz/Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 5.00	Cmy = 0.99 Cmz = 0.91 My = 0.22	ky = 0.60 kz = 0.91 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 22.03	0.04
Shear Torsion stresses (Max. total)	Vsd/Vpl + τt/Fv < 1.00 Max. at Z = 5.00	ϕ' = 0.0000 Vx = 0.00 Vy = -4.46 T = -0.01	τsd = 0.43 τt = 0.00 Fv = 186.31	0.00

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu výstavby :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 3



Kx for LTB = 1.00

Ignore: deflections

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

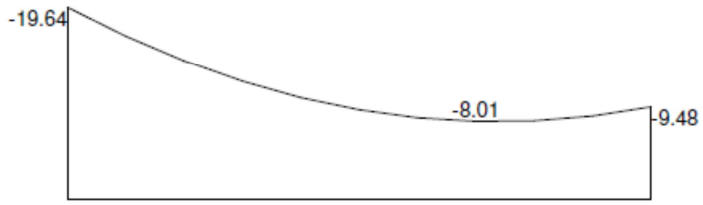
- Kx = 3.20 - Ky = 3.20
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 1: Spodny pas

Ix = 24234.2 Iy = 24234.2cm4 Wplx = 1786 Wply = 1786cm3 Area = 162.6
D = 360.00 t = 15.00mm
J = 48468.4 Cw = 2692.69dm6

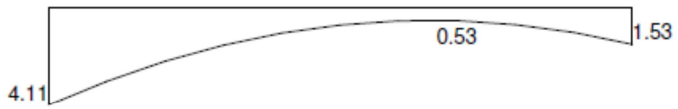
DESIGN COMBINATION = 9

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -1354.57 (compr.) Max. SHEAR Force = 6.33

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -1354.57 (compr.) Max. SHEAR Force = 2.20

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

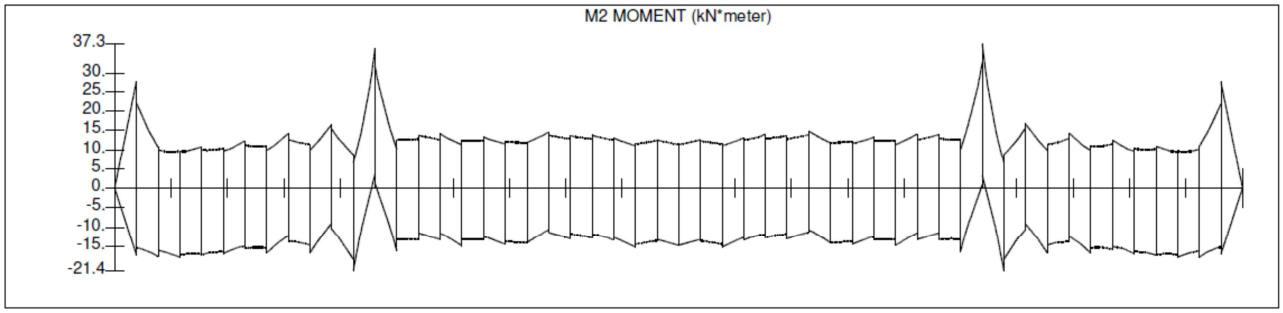
Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 24.00	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.235)

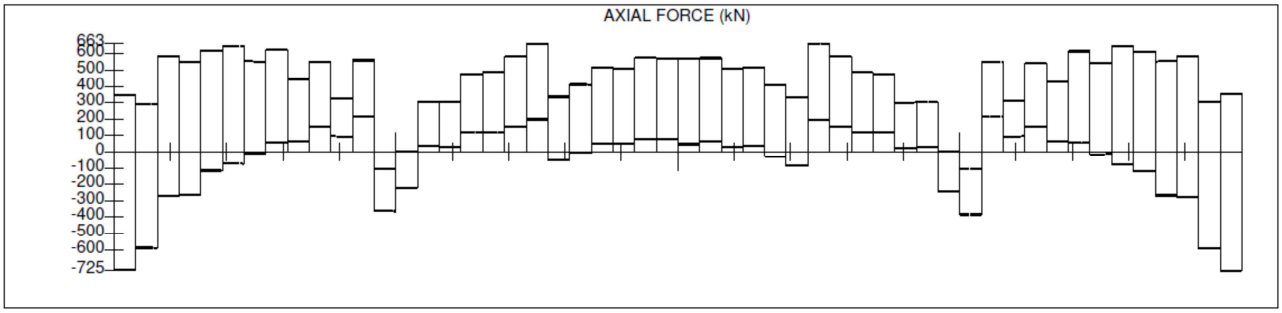
** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 1786.50	Med = 4.11 Mc = 576.55	0.01
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 1786.50	Med = 19.64 Mc = 576.55	0.03
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.25817	My = 4.11 Mz = 19.64 Mny = 539.62 Mnz = 539.62 α = 2.00 β = 2.00	0.00
Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 buckling curve used is : a	(kL/r)x =131 (kL/r)y =131 Xfy =104	Ned = 1354.57 Ag = 162.58 Ncrd= 1547.53	0.88
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 5.00	Cmy = 0.75 Cmz = 0.57 My = 4.11	ky = 0.76 kz = 0.98 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 19.64	0.91

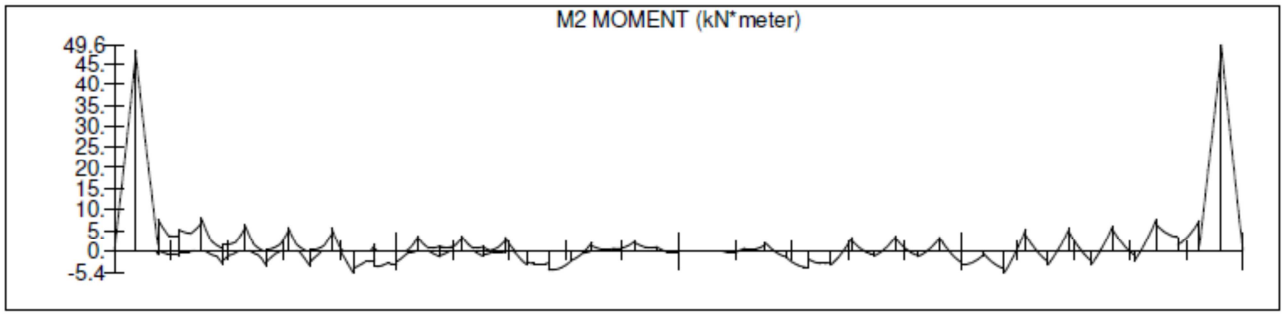
6.1.2 Horný pás

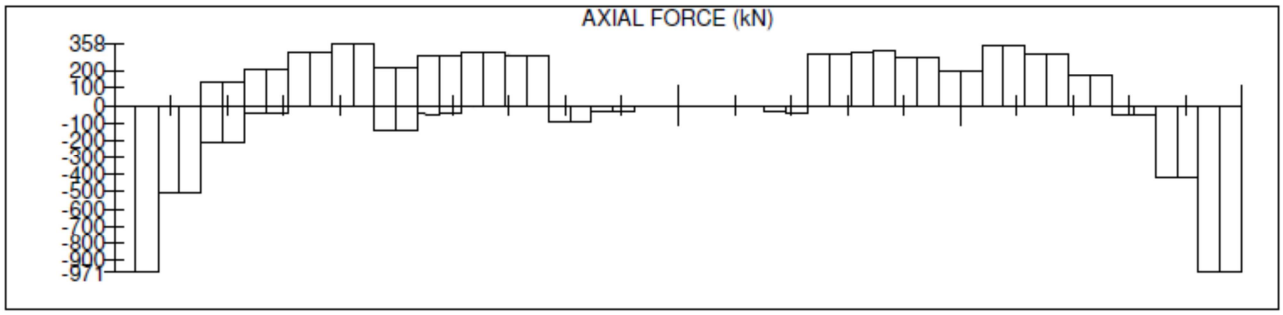
Vnútorné sily (štádium prevádzky) :





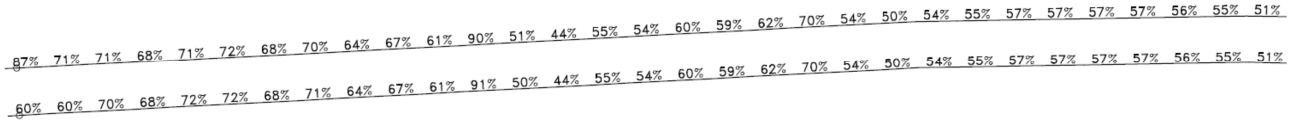
Vnútorné sily (štádium výstavby) :



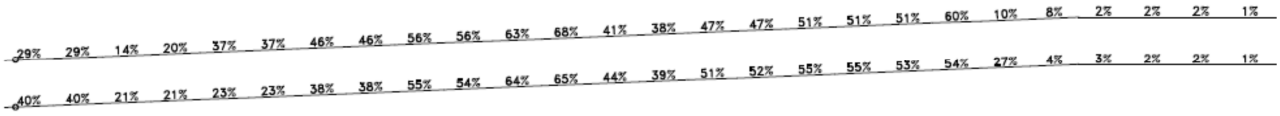


Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu pre polku konštrukcie.



Vyhovuje pre štádium prevádzky



Vyhovuje pre štádium výstavby

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu prevádzky :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 39

40 — 41 — X3 (Major axis)

2.50

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

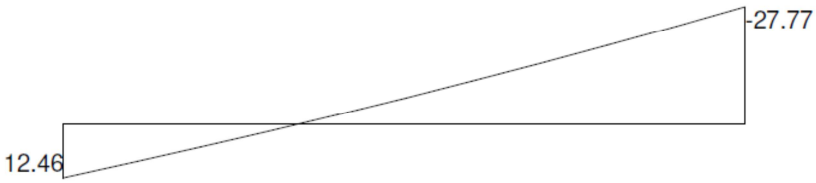
- Kx = 2.50 - Ky = 2.50
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 2: Horny pas

Ix = 5438.10 Iy = 5438.10cm4 Wplx = 576.3 Wply = 576.3cm3 Area = 75.40
D = 250.00 t = 10.00mm
J = 10876.2 Cw = 870.10dm6

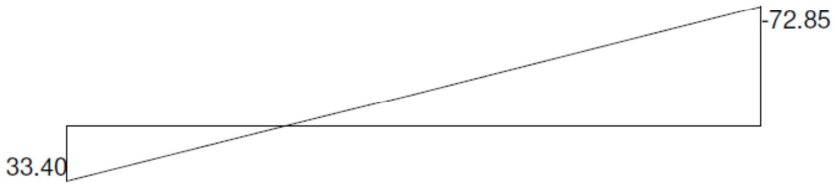
DESIGN COMBINATION = 282

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -1025.54 (compr.) Max. SHEAR Force = 18.42

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -1025.54 (compr.) Max. SHEAR Force = 42.44

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 25.00	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.383)

** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
V2 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 48.00	Ved = 42.44 Vc = 894.32	0.05
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 576.33	Med = 72.85 Mc = 186.00	0.39
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 48.00	Ved = 18.42 Vc = 894.32	0.02
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 576.33	Med = 27.77 Mc = 186.00	0.15
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00163	0.23
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.42146	My = 72.85 Mz = 27.77 Mny = 148.91 Mnz = 148.91 α = 2.00 β = 2.00	0.27
Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 buckling curve used is : a	(kL/r)x =74 (kL/r)y =74 Xfy =244	Ned = 1025.54 Ag = 75.40 Ncrd= 1673.03	0.61
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 2.50	Cmy = 0.42 Cmz = 0.40 My = 72.85	ky = 0.61 kz = 0.35 μx = 0.77 μy = 0.77 Mz = 27.77	0.91

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu výstavby :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 91

93 — 94 — X3 (Major axis)

2.50

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

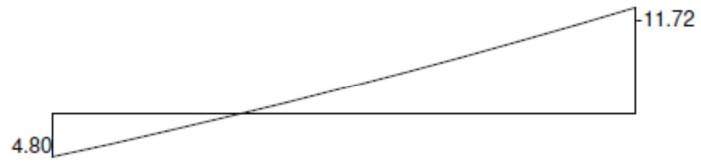
- Kx = 1.22 - Ky = 5.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 2: Horny pas

Ix = 5438.10 Iy = 5438.10cm4 Wplx = 576.3 Wply = 576.3cm3 Area = 75.40
D = 250.00 t = 10.00mm
J = 10876.2 Cw = 870.10dm6

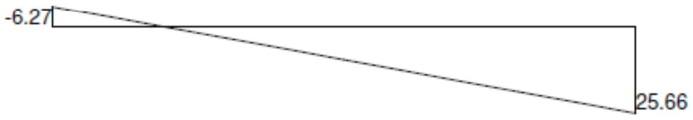
DESIGN COMBINATION = 9

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -351.81 (compr.) Max. SHEAR Force = 7.60

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -351.81 (compr.) Max. SHEAR Force = 12.76

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 25.00	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.131)

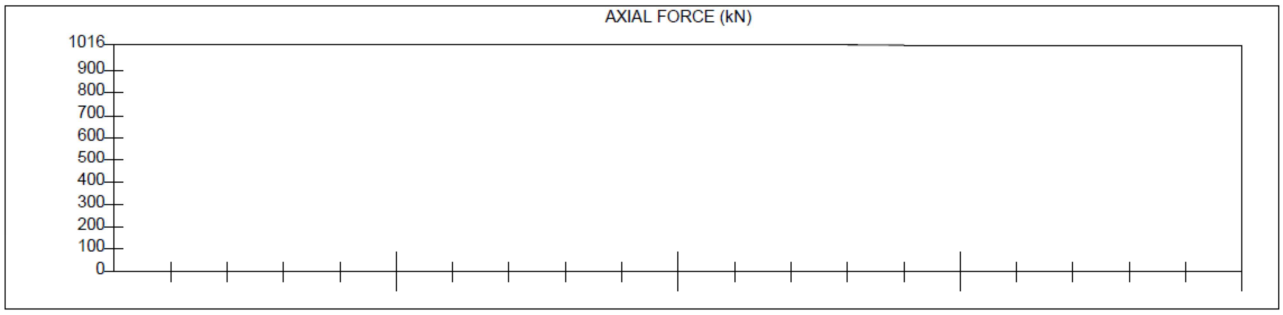
** Design Strength (py) = 355.0 **

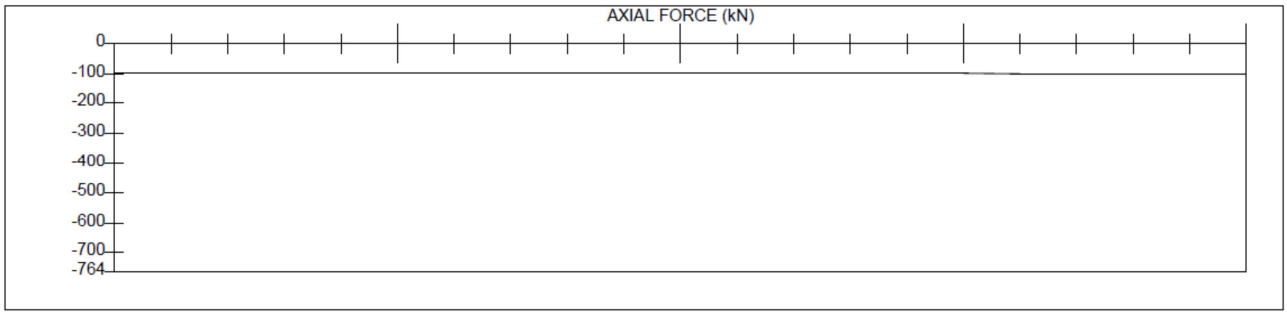
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
V2 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 48.00	Ved = 12.76 Vc = 894.32	0.01
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 576.33	Med = 25.66 Mc = 186.00	0.14
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 48.00	Ved = 7.60 Vc = 894.32	0.01
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 576.33	Med = 11.72 Mc = 186.00	0.06
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			

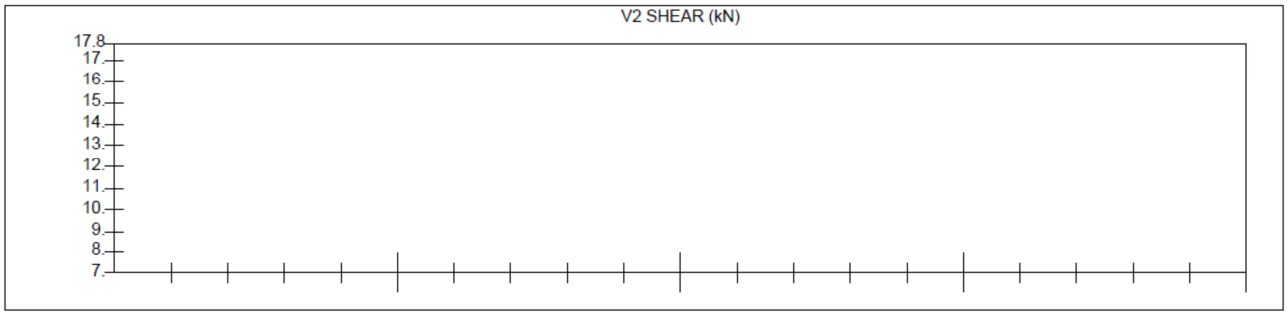
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00055	0.08
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.14458	My = 25.66 Mz = 11.72 Mny = 186.00 Mnz = 186.00 α = 2.00 β = 2.00	0.02
Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 buckling curve used is : a	(kL/r)x =36 (kL/r)y =147 Xfy =85	Ned = 351.81 Ag = 75.40 Ncrd= 582.53	0.60
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 2.50	Cmy = 0.50 Cmz = 0.40 My = 25.66	ky = 0.31 kz = 0.59 μx = 0.27 μy = 0.80 Mz = 11.72	0.68

6.1.3 Diagonály a vzpery

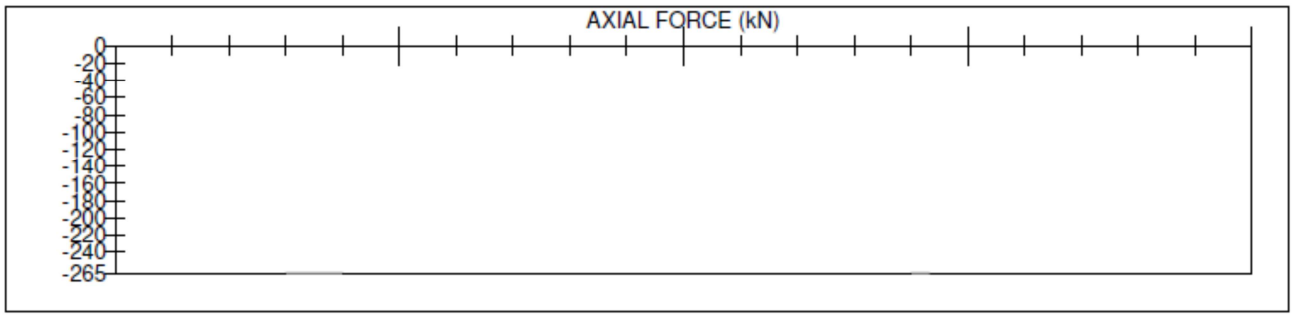
Vnútorné sily (štádium prevádzky) :

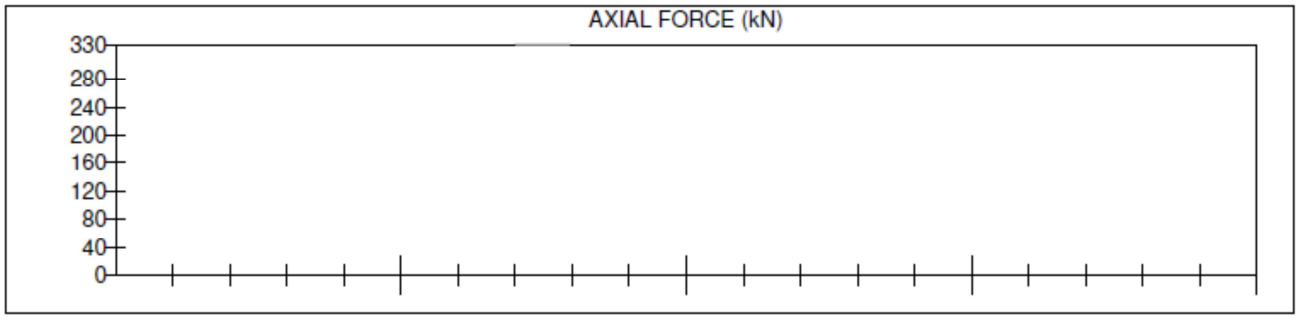






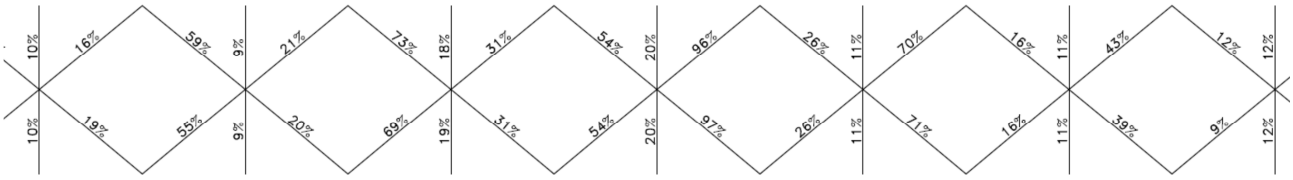
Vnútorné sily (štádium výstavby) :



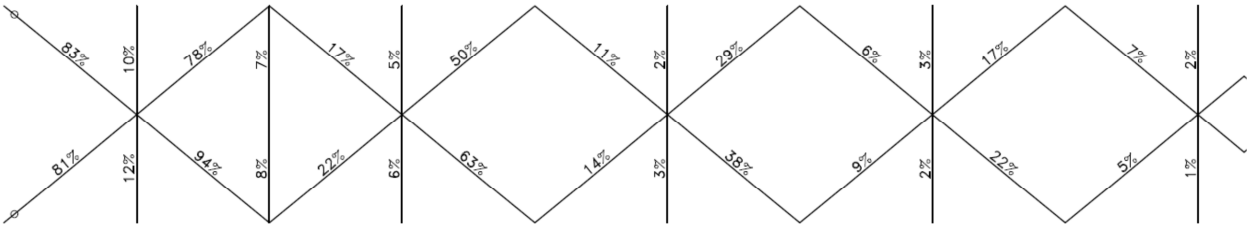


Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu pre polku konštrukcie.



Vyhovuje pre štádium prevádzky



Vyhovuje pre štádium výstavby

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu prevádzky :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 153

8 — 43 — X3 (Major axis)

4.24

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

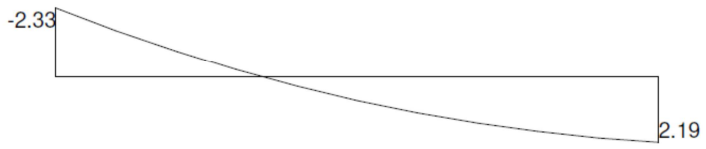
- Kx = 1.50 - Ky = 1.50
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 3: Diagonaly

Ix = 1331.25 Iy = 1331.25cm4 Wplx = 225.3 Wply = 225.3cm3 Area = 47.12
D = 160.00 t = 10.00mm
J = 2662.50 Cw = 332.81dm6

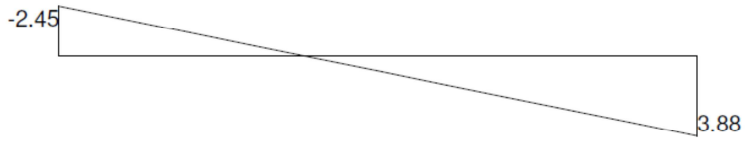
DESIGN COMBINATION = 121

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -486.92 (compr.) Max. SHEAR Force = 1.87

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -486.92 (compr.) Max. SHEAR Force = 1.49

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 16.00	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.291)

** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 225.33	Med = 3.88 Mc = 72.72	0.05
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 225.33	Med = 2.33 Mc = 72.72	0.03
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00099	0.08
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.32017	My = 3.88 Mz = 2.33 Mny = 64.72 Mnz = 64.72 α = 2.00 β = 2.00	0.00
Axial Force 6.3.1	Ned / Nb,rd < 1.00	(kL/r)x =119 (kL/r)y =119 Xfy =124	Ned = 486.92 Ag = 47.12 Ncrd= 531.10	0.92
Note:	buckling curve used is : a			
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00	Cmy = 0.40 Cmz = 0.40 My = 3.88	ky = 0.69 kz = 0.42 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 2.33	0.97
	Critical Segment from 0.00 to 4.24			

Detailný posudok pre max. využitý prút v štádiu výstavby :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 134

1 — 31 — X3 (Major axis)

3.46

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

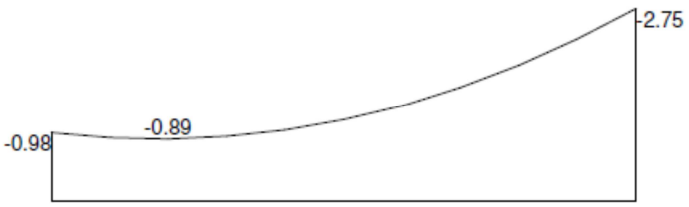
- Kx = 1.48 - Ky = 2.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 3: Diagonaly

Ix = 1331.25 Iy = 1331.25cm4 Wplx = 225.3 Wply = 225.3cm3 Area = 47.12
D = 160.00 t = 10.00mm
J = 2662.50 Cw = 332.81dm6

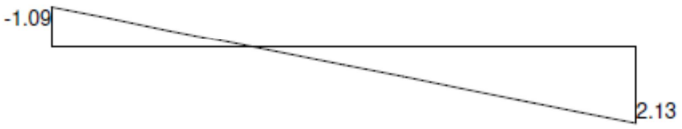
DESIGN COMBINATION = 7

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -406.24 (compr.) Max. SHEAR Force = 1.32

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -406.24 (compr.) Max. SHEAR Force = 0.93

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:	Class 1		Class 2	Class 3	
d/t= 16.00	<	33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.243)

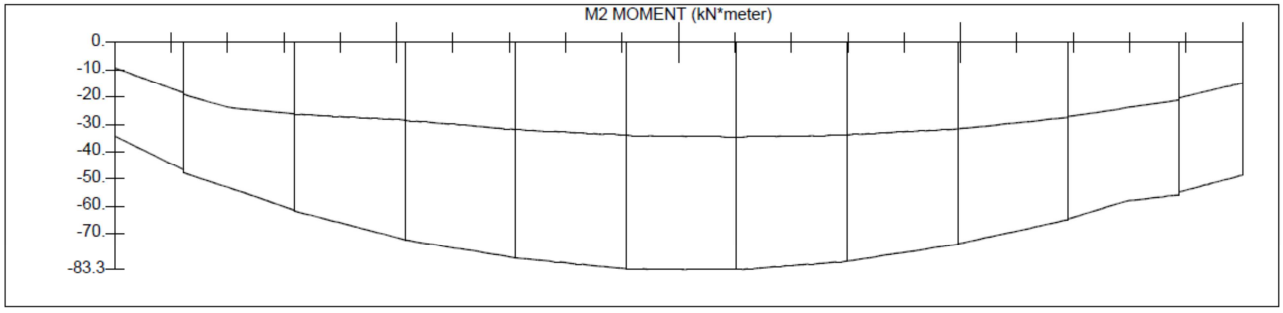
** Design Strength (py) = 355.0 **

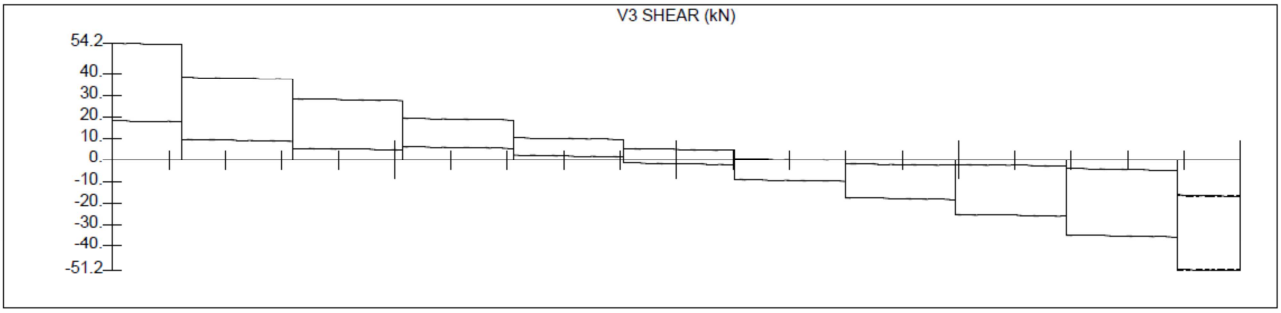
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 225.33	Med = 2.13 Mc = 72.72	0.03
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 225.33	Med = 2.75 Mc = 72.72	0.04
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00057	0.06

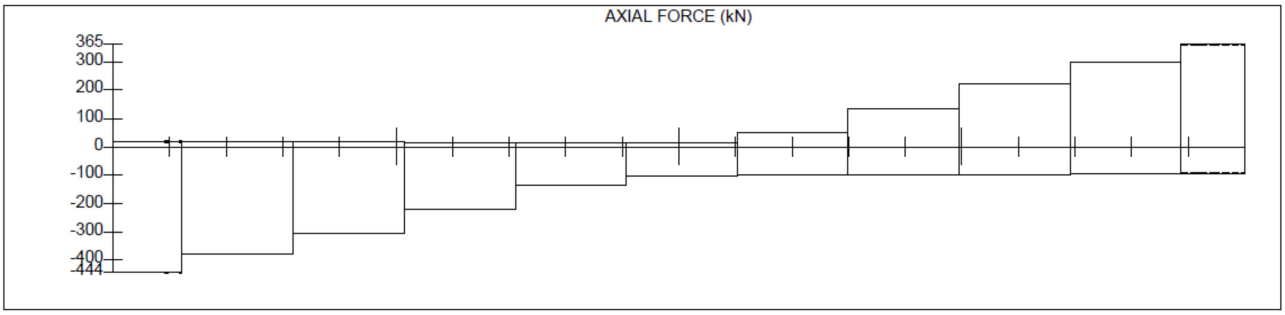
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	$\left(\frac{My}{Mny}\right)^{\alpha} + \left(\frac{Mz}{Mnz}\right)^{\beta} < 1.00$	n = 0.26712	My = 2.13 Mz = 2.75 Mny = 67.61 Mnz = 67.61 α = 2.00 β = 2.00	0.00
Axial Force 6.3.1 Note:	$\frac{Ned}{Nb,rd} < 1.00$ buckling curve used is : a	(kL/r)x =96 (kL/r)y =130 Xfy =106	Ned = 406.24 Ag = 47.12 Ncrd= 454.73	0.89
Bending and Axial Compression 6.3.3	$\frac{Ned}{Nbmin} + \frac{kyMy}{Mcy} + \frac{kzMz}{Mcz} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 3.46	Cmy = 0.40 Cmz = 0.54 My = 2.13	ky = 0.34 kz = 0.92 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 2.75	0.94

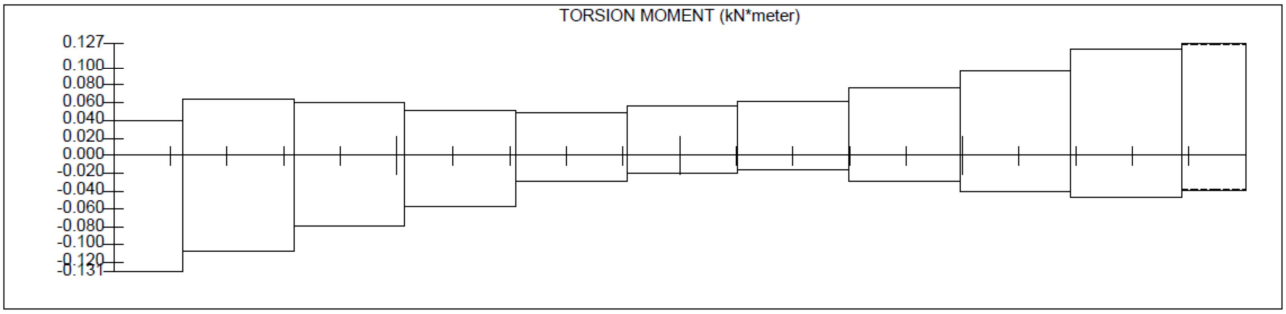
6.1.4 Priečniky

Vnútorné sily (štádium prevádzky) :

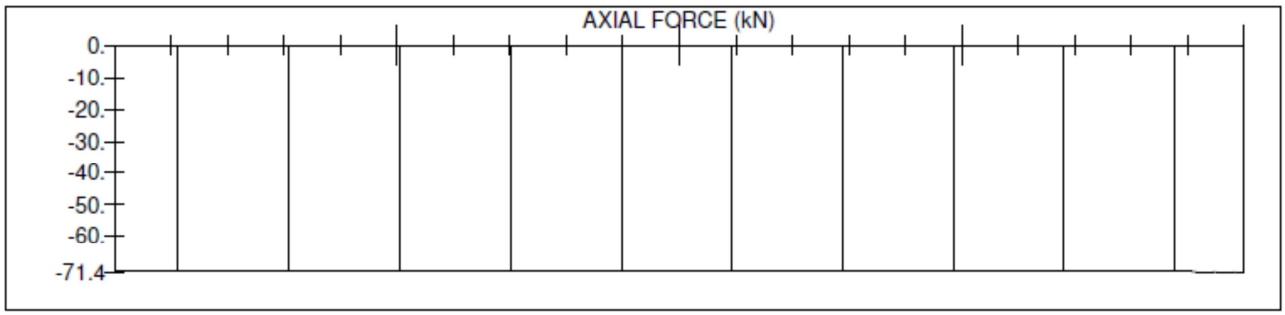






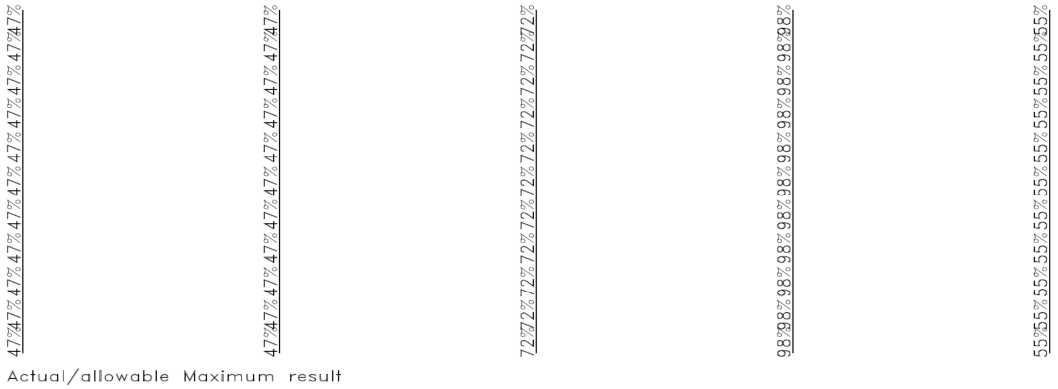


Vnútorné sily (štádium výstavby) :

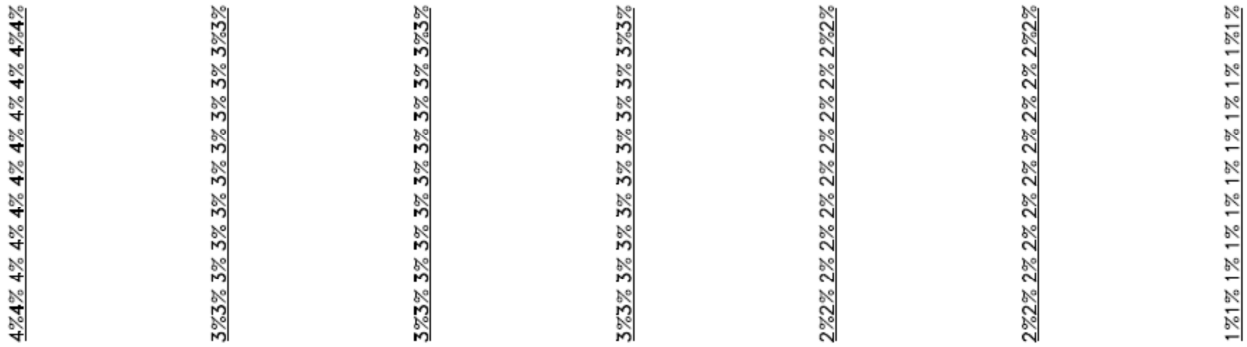


Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu pre časť konštrukcie.



Vyhovuje pre štádium prevádzky



Vyhovuje pre štádium výstavby (pre nízke využite neuvádzam detailný posudok)

Detailný posudok pre max. využitý prút (v mieste prichytenia lana) :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam:
413 to 423

41 — 94

X2 (Major axis)
s.c. at +x2,+x3

4.08

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

INTERMEDIATE SUPPORTS

L =	0.25	0.65	1.05	1.45	1.85	2.25	2.65	3.05	3.45	3.85
Lat.-Tors.	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compress.	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Section: I+H IPN 280+IPN280 D=0.

Ix = 7954.00 Iy = 7954.00cm4 Wplx = 734.1 Wply = 764.9cm3 Area = 122.0
hw1= 280.00 hw2= 290.10mm tw1 = 10.10 tw2 = 10.10mm ey = 140.0mm
bf1= 119.00 bf2= 119.00mm tf1 = 15.20 tf2 = 15.20mm
J = 88.40 Cw = 0.15dm6 shear center at +axis

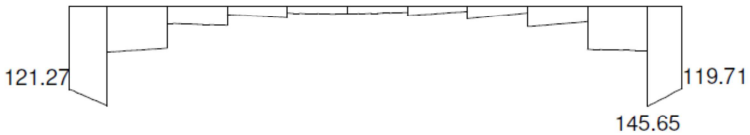
DESIGN COMBINATION = 111

M2 Moment Diagram

Moments at Intermediate Supports:
80.07 86.76 85.56 85.47 83.75
85.16 86.27 85.38 85.32 78.59

Max. AXIAL Force = -99.88 (compr.) Max. SHEAR Force = 9.79

M3 Moment Diagram



Moments at Intermediate Supports:
144.73 28.88 12.14 19.17 63.64
61.93 17.14 14.33 30.74 145.65

Max. AXIAL Force = -99.88 (compr.) Max. SHEAR Force = 112.90

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:		Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 14.36	<	55.4	63.8	91.5	(e = 0.814 R = 0.023)
b/t= 3.91	<	7.3	8.1	11.4	

** Design Strength (py) = 355.0 **

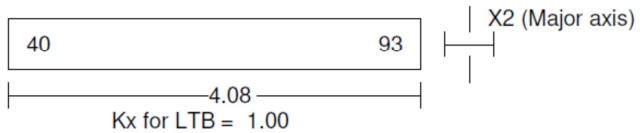
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
V2 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 61.86	Ved = 112.90 Vc = 1152.49	0.10
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 764.91	Med = 145.65 Mc = 246.86	0.59
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 61.17	Ved = 9.79 Vc = 1139.71	0.01
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 734.10	Med = 86.76 Mc = 236.91	0.37
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.01092	0.94
Combined Stresses (Local) (6.44)	Ned / Npl + Myed / Mcy + Mzed / Mcz < 1.00	Mcy= 236.91 Mcz= 246.86 Myed= 86.76 Mzed= 145.65	Ned = 99.88 Ag = 122.00 Fy = 355.00	0.98

Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 buckling curve used is : c	(kL/r)x =49 (kL/r)y =5 Xfy =270	Ned = 99.88 Ag = 122.00 Ncrd= 2994.90	0.03
Lateral Torsional Buckling 6.3.2	Med / Mb,rd < 1.00 beam is LOADED Critical Segment from 0.65 to 1.05 on +z flange Segment End Moments: 85.16 and 85.79	Wpl = 734.10 k = 1.00 kL = 0.40 ψ = 0.99 C1 = 1.00	Med = 86.76 Mbrd= 236.91 λ = 0.08 Xlt = 1.00 Mcr = 45510.8 C3 = 1.00 Zj = 0.00	0.37
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mby + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 3.45 to 3.85	Cmlt = 0.99 Cmz = 0.99 My = 83.75 (0.03 + 0.35 + 0.58)	ky = 1.00 kz = 0.98 μlt = 0.07 μy = -0.47 Mz = 145.65	0.96

Detailný posudok pre max. využitý prút (2*UPN260) :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam:
402 to 412



Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Connectors spacing = default (= 0.08)(members closely spaced)

INTERMEDIATE SUPPORTS

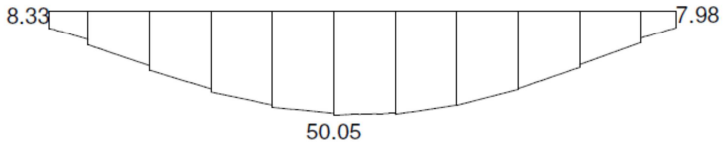
L =	0.25	0.65	1.05	1.45	1.85	2.25	2.65	3.05	3.45	3.85
Lat.-Tors.	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compress.	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Section:][UPN 260 D=0.

Ix = 9640.00 Iy = 1172.03cm4 Wplx = 887.6 Wply = 228.0cm3 Area = 96.60
hw = 260.00 bf = 90.00mm tw = 10.00 tf = 14.00mm
J = 51.00 Cw = 0.15dm6

DESIGN COMBINATION = 74

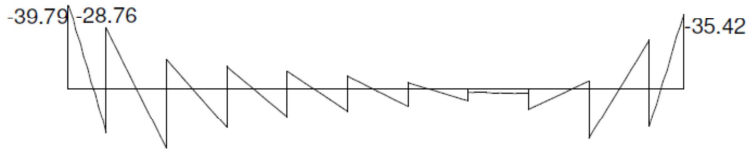
M2 Moment Diagram



Moments at Intermediate Supports:
16.35 38.99 50.05 45.50 27.28
28.53 46.37 49.77 37.79 15.22

Max. AXIAL Force = -10.50 (compr.) Max. SHEAR Force = 26.88

M3 Moment Diagram



Moments at Intermediate Supports:

-28.76 18.20 10.39 5.52 9.61 23.48
28.15 13.11 8.11 -22.91

Max. AXIAL Force = -10.50 (compr.) Max. SHEAR Force = 242.79

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

Limiting Ratios:		Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 26.00	<	58.2	67.0	97.5	(e = 0.814 R = 0.003)
b/t= 6.43	<	7.3	8.1	11.4	

** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
V2 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 50.40	Ved = 242.79 Vc = 939.00	0.26
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 227.98	Med = 39.79 Mc = 73.57	0.54
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 52.00	Ved = 26.88 Vc = 968.81	0.03
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 887.60	Med = 50.05 Mc = 286.45	0.17
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00482	0.41
Combined Stresses (Local) (6.44)	Ned / Npl + Myed / Mcy + Mzed / Mcz < 1.00	Mcy= 286.45 Mcz= 73.57 Myed= 50.05 Mzed= 39.79	Ned = 10.50 Ag = 96.60 Fy = 355.00	0.72
Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 buckling curve used is : c	(kL/r)x =40 (kL/r)y =11 Xfy =294	Ned = 10.50 Ag = 96.60 Ncrd= 2586.81	0.00
Lateral Torsional Buckling 6.3.2	Med / Mb,rd < 1.00 beam is LOADED Critical Segment from 1.45 to 1.85 on +z flange Segment End Moments: 46.37 and 49.21	Wpl = 887.60 k = 1.00 kL = 0.40 ψ = 0.94 C1 = 1.03	Med = 50.05 Mbrd= 286.45 λ = 0.13 Xlt = 1.00 Mcr = 17641.8	0.17
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mby + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.65 to 1.05	Cmlt= 0.90 Cmz= 0.40 My = 38.99 (0.00 + 0.14 + 0.15)	ky = 1.00 kz = 0.40 μlt = 0.14 μy = -0.31 Mz = 28.15	0.29

Detailný posudok pre max. využitý prút (2*UPN200) :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam:
567 to 577

55 108 — X2 (Major axis)

4.08

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Connectors spacing = default (= 0.08)(members closely spaced)

INTERMEDIATE SUPPORTS

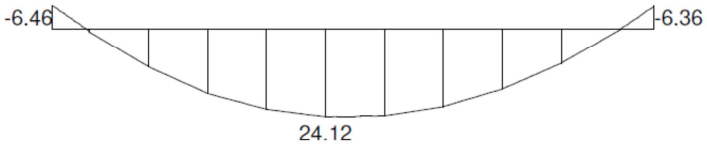
L =	0.25	0.65	1.05	1.45	1.85	2.25	2.65	3.05	3.45	3.85
Lat.-Tors.	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compress.	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Section:][UPN 200 D=0.

Ix = 3820.00 Iy = 556.18cm4 Wplx = 457.2 Wply = 129.4cm3 Area = 64.40
hw = 200.00 bf = 75.00mm tw = 8.50 tf = 11.50mm
J = 23.80 Cw = 40237.5cm6

DESIGN COMBINATION = 135

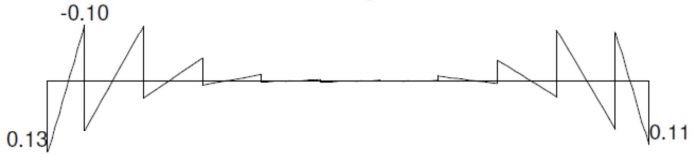
M2 Moment Diagram



Moments at Intermediate Supports:
0.78 10.38 22.07 23.88 16.53 0.12
17.72 24.12 21.35 9.44

Max. AXIAL Force = 3.90 (tens.) Max. SHEAR Force = 28.36

M3 Moment Diagram



Moments at Intermediate Supports:
-0.10 -0.04 0.00 0.00 -0.01 -0.09
-0.10 -0.01 -0.04 -0.09

Max. AXIAL Force = 3.90 (tens.) Max. SHEAR Force = 0.91

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 1 ***

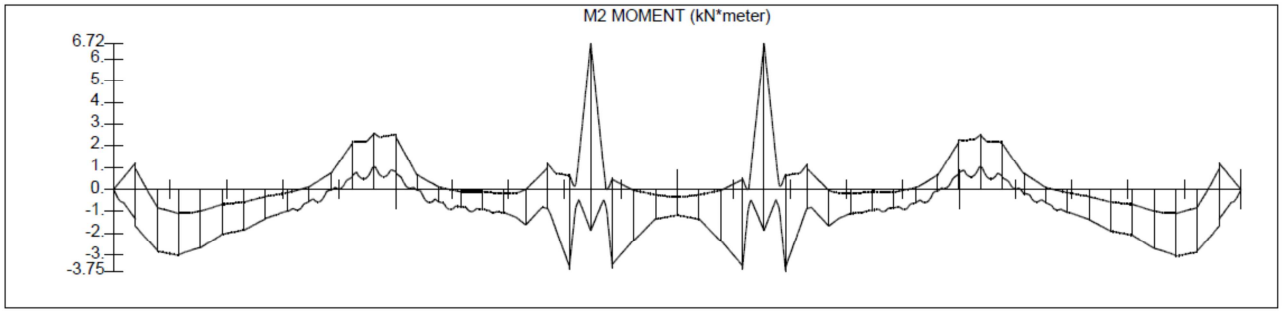
Limiting Ratios:		Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 23.53	<	58.8	67.7	102.8	(e = 0.814 R = -0.002)
b/t= 6.52	<	7.3	8.1	11.4	

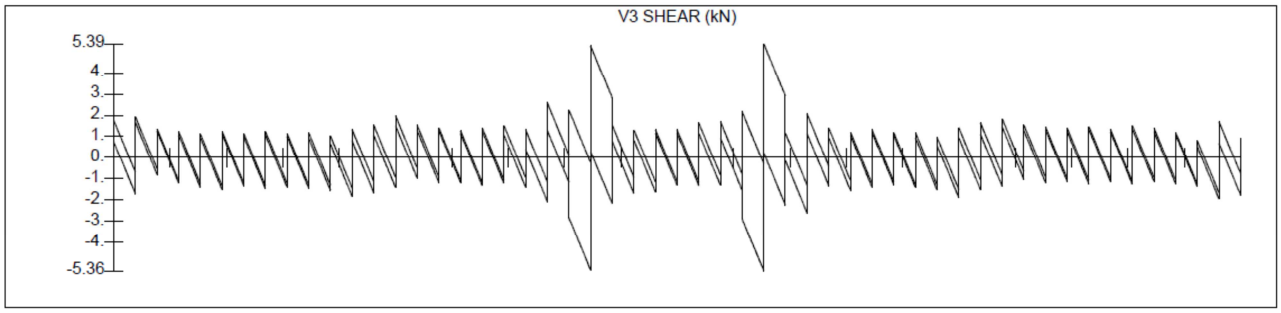
** Design Strength (py) = 355.0 **

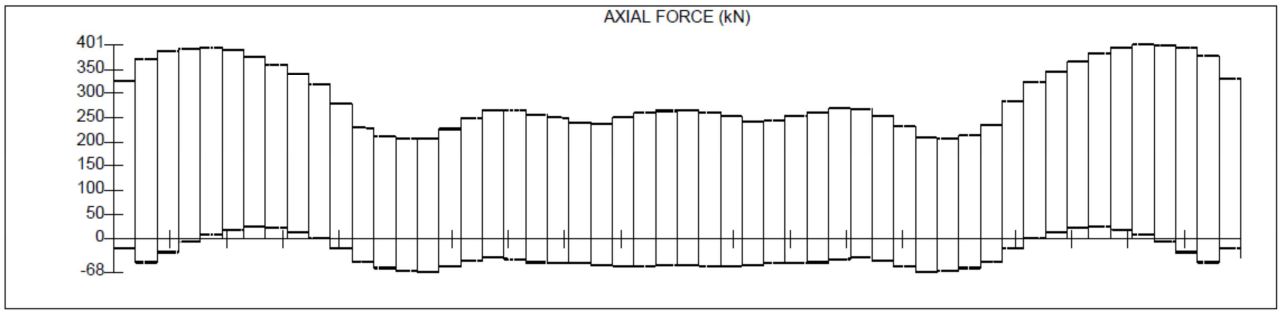
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 129.44	Med = 0.13 Mc = 41.77	0.00
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 34.00	Ved = 28.36 Vc = 633.46	0.04
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 457.20	Med = 24.12 Mc = 147.55	0.16
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00506	0.43
Combined Stresses (Local) (6.44)	Ned / Npl + Myed / Mcy + Mzed / Mcz < 1.00	Mcy= 147.55 Mcz= 41.77 Myed= 24.12 Mzed= 0.13	Ned = 3.90 Anet = 64.40 Fu = 490.00	0.17
Axial Force (6.6)	Ned / Npl,rd < 1.00	(kL/r)x =53 (kL/r)y =14	Ned = 3.90 Ag = 64.40 fy = 355.00	0.00
Lateral Torsional Buckling 6.3.2	Med / Mb,rd < 1.00 beam is LOADED Critical Segment from 1.45 to 1.85 on +z flange Segment End Moments: 22.07 and 24.11	Wpl = 457.20 k = 1.00 kL = 0.40 ψ = 0.92 C1 = 1.05	Med = 24.12 Mbrd= 147.55 λ = 0.16 Xlt = 1.00 Mcr = 6538.30	0.16
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mby + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 1.45 to 1.85	Cmlt = 0.97 Cmz = 0.41 My = 24.12	ky = 1.00 kz = 0.25 μlt = 0.18 μy = -0.23 Mz = 0.01	0.16

6.1.5 Pozdĺžniky

Vnútorné sily :







Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu pre časť konštrukcie.

83%	77%	87%	80%	72%	74%	68%	68%	62%	82%	63%	23%	32%
78%	75%	81%	74%	67%	65%	63%	59%	52%	47%	46%	35%	34%
73%	74%	76%	72%	65%	60%	56%	53%	48%	47%	47%	43%	40%
69%	72%	74%	72%	68%	64%	60%	56%	49%	57%	56%	46%	46%
64%	68%	71%	70%	67%	65%	63%	59%	49%	63%	63%	47%	50%
58%	63%	66%	66%	65%	64%	62%	60%	50%	65%	65%	47%	53%
55%	56%	59%	60%	60%	60%	59%	57%	49%	63%	64%	47%	53%
54%	53%	62%	61%	60%	59%	56%	54%	47%	58%	60%	44%	51%
51%	51%	67%	67%	67%	66%	63%	59%	52%	49%	51%	40%	44%
55%	55%	73%	75%	72%	74%	67%	68%	61%	85%	67%	27%	31%

Vyhovuje

Detailný posudok pre max. využitý prút :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 1102

663 — 725

X2 (Major axis)

s.c. at +x2,+x3

2.50

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

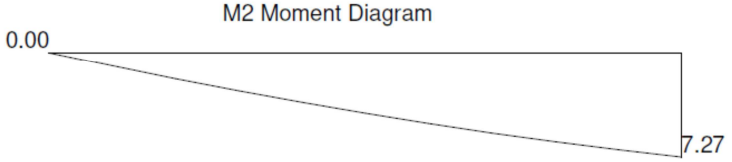
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 20: Pozdlznik na kraji

Ix = 2007.27 Iy = 4720.22cm4 Welx = 275.6 Wely = 236.0cm3 Area = 72.64
hw = 128.00 bf = 400.00mm tw = 16.00 tf = 8.00mm ey = 72.85mm
bf2= 150.00mm tf2= 16.00mm
J = 42.93 Cw = 54775.0cm6 Flange at +axis

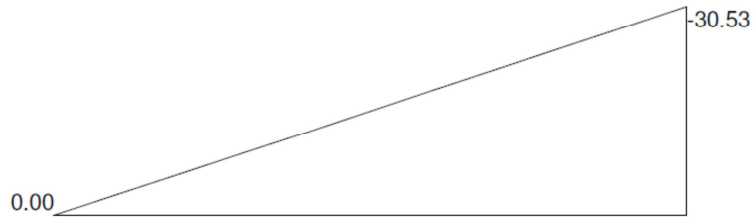
DESIGN COMBINATION = 203

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -609.45 (compr.) Max. SHEAR Force = 3.87

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -609.45 (compr.) Max. SHEAR Force = 12.20

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 4 ***

Limiting Ratios:		Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 6.50	<	35.5	39.1	39.1	(e = 0.814 R = 0.236)
b/t= 24.00	<	7.3	8.1	11.4	

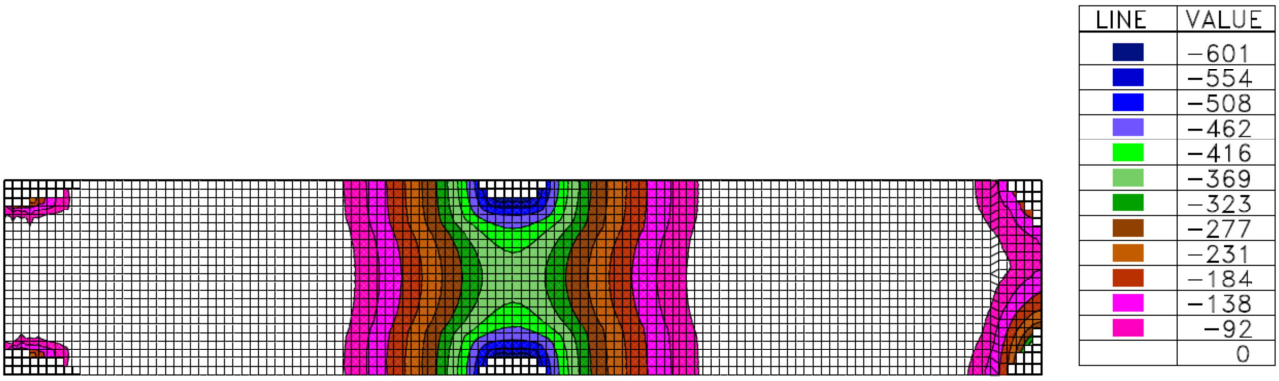
** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
V2 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 52.16	Ved = 12.20 Vc = 971.80	0.01
M3 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Weff= 217.70 Wel = 236.01	Med = 30.53 Mc = 70.26	0.43
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 17.92	Ved = 3.87 Vc = 333.87	0.01
M2 Moment (6.12) Notes:	Med / Mc < 1.00 LOW Shear Load Used for Moment Design	Weff= 256.04 Wel = 275.55	Med = 7.27 Mc = 82.63	0.09
Combined Stresses (Local) (6.44)	Ned/Npl + Myed/Mcy + Mzed/Mcz < 1.00	Mcy= 74.32 Mcz= 70.26 enx= 1.22 (0.32 + 0.20 + 0.43) at: larger flange tip	Ned = 609.45 Ag = 58.62 Fy = 355.00 Myed = 14.73 Mzed = 30.53	0.95
Axial Force 6.3.1 Note:	Ned / Nb,rd < 1.00 flexural torsional buckling is critical: equivalent (kL/r)t =57 buckling curve used is : c	(kL/r)x =48 (kL/r)y =31 Xfy =262	Ned = 609.45 Ag = 72.64 Ncrd= 1398.82 Aeff = 58.62	0.44
Lateral Torsional Buckling 6.3.2	Med / Mb,rd < 1.00 beam is LOADED Critical Segment from 0.00 to 2.50 at: larger flange tip Segment End Moments: 0.00 and 7.27	Weff= 230.28 k = 1.00 kL = 2.50 ψ = 0.00 C1 = 1.39	Med = 14.73 Mbrd= 74.32 λ = 0.27 Xlt = 1.00 Mcr = 1263.39 C3 = 0.95 Zj = 0.02	0.20
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned/Nbmin + kyMy/Mby + kzMz/Mcz < 1.00 (My=My,sd+enyNed) Critical Segment from 0.00 to 2.50 at: larger flange tip	Cmlt= 0.89 Cmz= 0.60 eny = 1.22 My = 14.73 (0.44 + 0.19 + 0.31)	ky = 0.98 kz = 0.71 μlt = 0.68 μy = 0.41 My = 14.73 Mz = 30.53	0.94

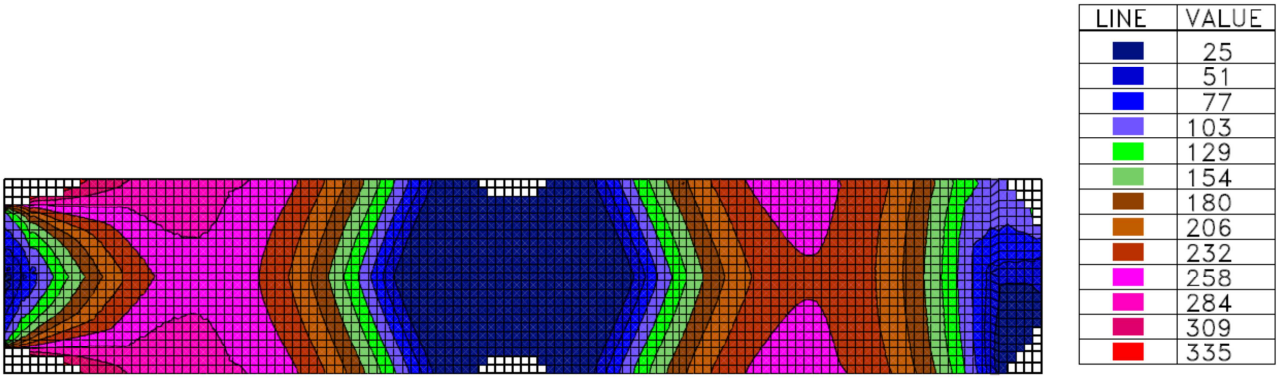
6.2 Železobetónová mostovka

Táto ŽB nosná konštrukcia tvorí krajné polia na predmetnej lávke pre cyklistov. Vyobrazené sú len maximálne vnútorné sily a navrhnuté minimálne plochy vystuženia pre NK.

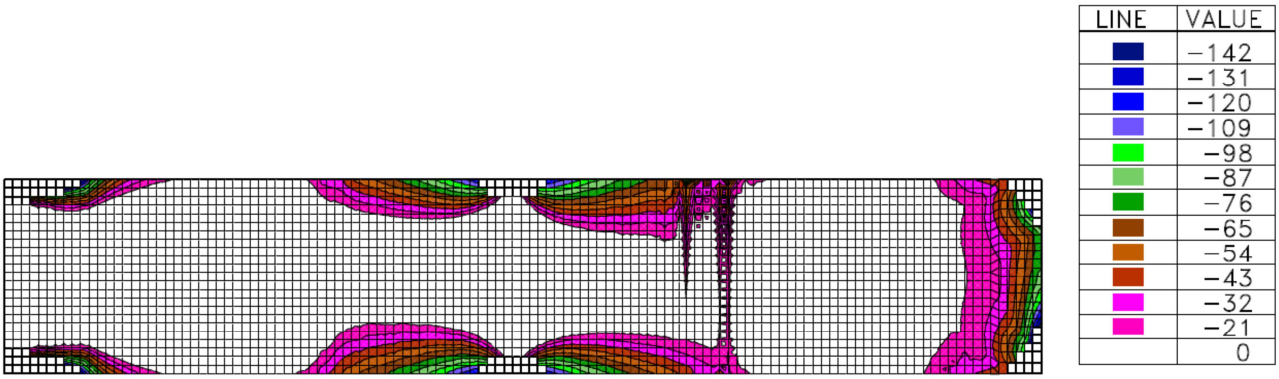
6.2.1 Vnútorné sily



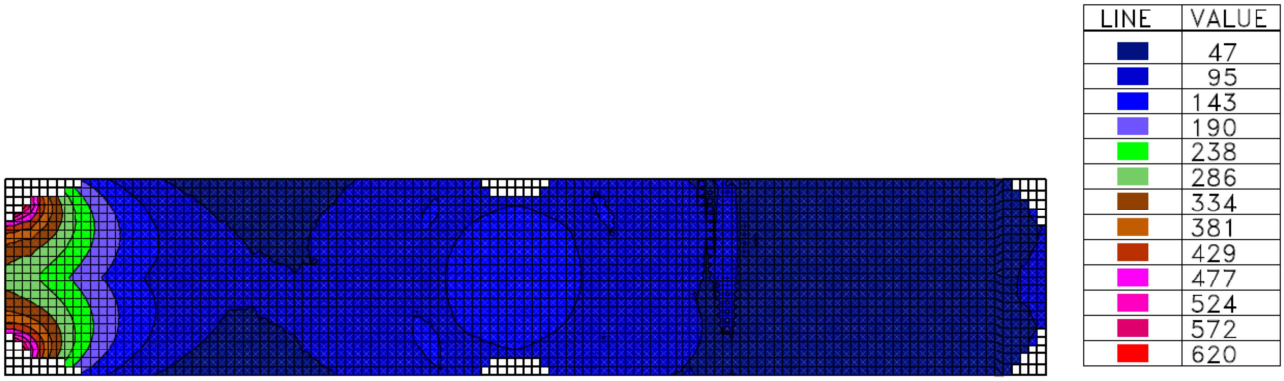
+MX* CONTOUR LINES MINIMUM LOADS ENVELOPE 23−275



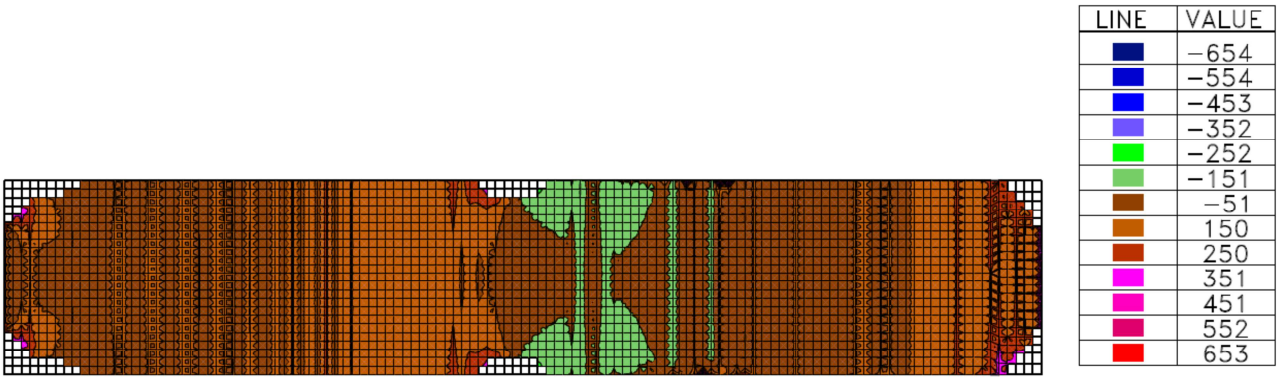
−MX* CONTOUR LINES MAXIMUM LOADS ENVELOPE 23−275



+MY* CONTOUR LINES MINIMUM LOADS ENVELOPE 23−275



−MY* CONTOUR LINES MAXIMUM LOADS ENVELOPE 23−275



QX CONTOUR LINES MAXIMUM LOADS ENVELOPE 23−275

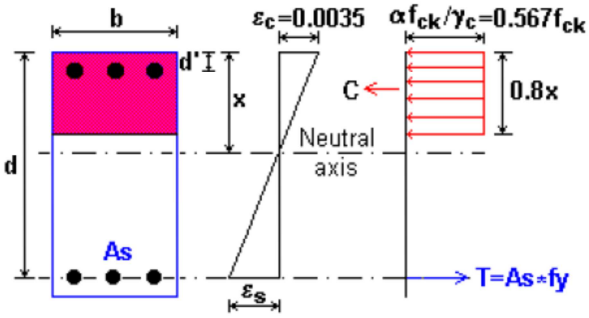
6.2.2 Návrh výstuže

Návrh výstuže bol vykonaný v programe STRAP v module concrete. Pri návrhu tento program nezobrazuje detailné posudky ako sú uvedené napr. pri posúdení oceľových prvkov. Pre predstavu ako program uvažuje pri posúdení uvádzam vybranú stať z možnosti „help“.

This section describes the calculation method for reinforced concrete elements, beams and walls with combined moment and axial force.

Rectangular sections:

The stress block for the case of bending only is:



where:

Md = design moment. The value may be the *STRAP* moment or the Wood & Armer moment (elements)

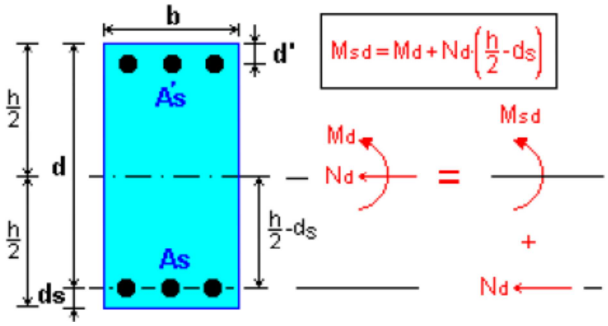
Mcd = the moment corresponding to the Code compression block height in pure bending.

=
- for C12/15 to C35/45: [(x/d)max = 0.45]
  Mcd = 0.167 bd² fck
- for C40/50 and greater: [(x/d)max = 0.35]
  Mcd = 0.136 bd² fck

For the general case:

Nd = design axial force. The value may be the *STRAP* force or the Wood & Armer force (elements).

Transposing the axial force to the tension steel level:



Reinforcement:

There are three design cases:

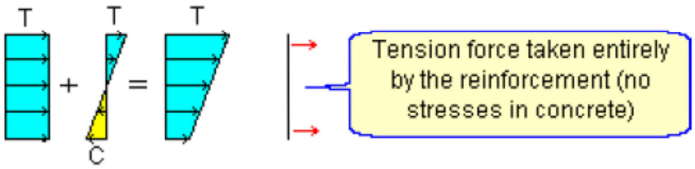
- Section in tension and compression:
  - **$M_{sd} > M_{cd}$**
    $\Delta M = M_{sd} - M_{cd}$
    $A'_s = \Delta M/(d - d')\ 0.87f_y$
    $A_s = A'_s + M_{cd}/(z_{min} \cdot 0.87f_y) - N_d/0.87f_y$
    C12/15 to C35/45: **$z_{min} = 0.82d$**
    C40/50 and greater: **$z_{min} = 0.86d$**

  - **$M_{sd} < M_{cd}$**

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{M_{sd}}{0.2825 \cdot bd^2 \cdot f_{ck}}}$$

$$A_s = M_{sd} / (1 - 0.5\omega) \cdot d \cdot 0.87f_y - N_d/0.87f_y$$

- Entire section in tension:

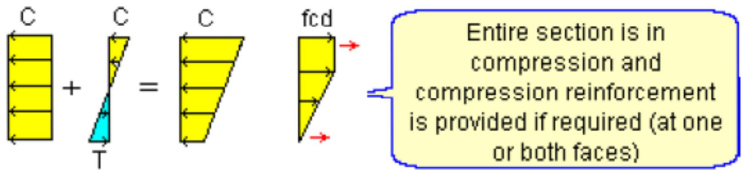


$$A_s = \frac{(h/2 - d') + e}{(d - d')} \cdot \frac{N_d}{0.87f_y}$$

$$A_s = \frac{(h/2 - d') - e}{(d - d')} \cdot \frac{N_d}{0.87f_y}$$

where: **$e = M_d/N_d$**

- Entire section in compression



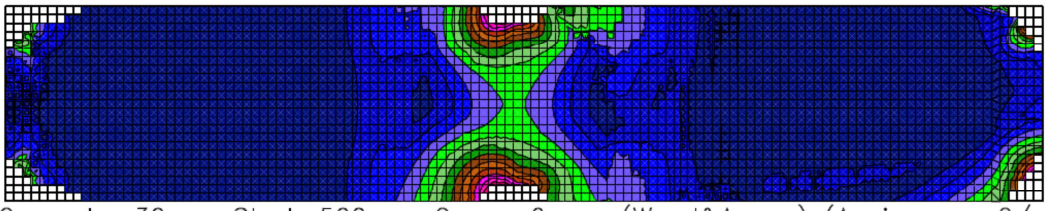
  - the program initially checks where the concrete capacity is sufficient for equilibrium. If so, reinforcement is not required and only minimum reinforcement is provided.
  - the program then tries to provide reinforcement only at the face with the greater compression. If equilibrium of forces and moments cannot be satisfied the program provides reinforcement at both faces.

Note:
- all sections are designed for minimum eccentricity
- for small loads the program calculates the reinforcement based on an elastic stress distribution.

Minimum reinforcement:

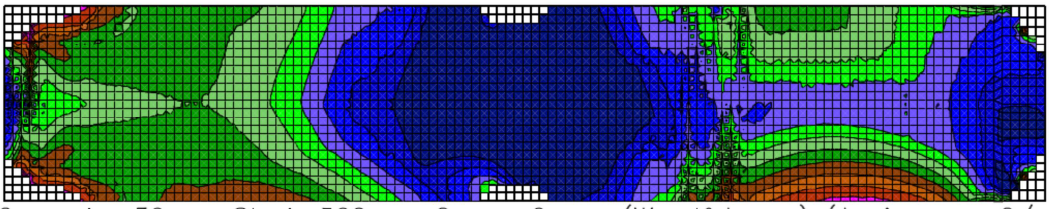
- Slabs,beams: (Section 9.2.1.1)
  $A_{s,min} = 0.26(f_{ctm}/f_{yk})\ bd$
- Walls: (Section 9.6.2)
  $A_{s,min} = 0.002\ bh$

Na obrázkoch sú uvedené minimálne navrhnuté plochy výstuže.



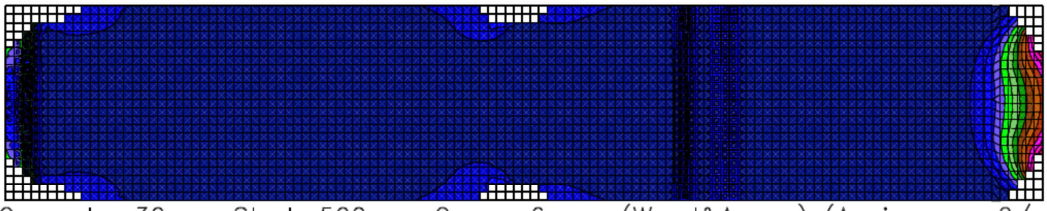
LINE	VALUE
	257
	515
	773
	1031
	1288
	1546
	1804
	2062
	2319
	2577
	2835
	3093
	3350

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in mm.~2/meter)
+AsX CONTOUR LINES LOADS ENVELOPE 23-275



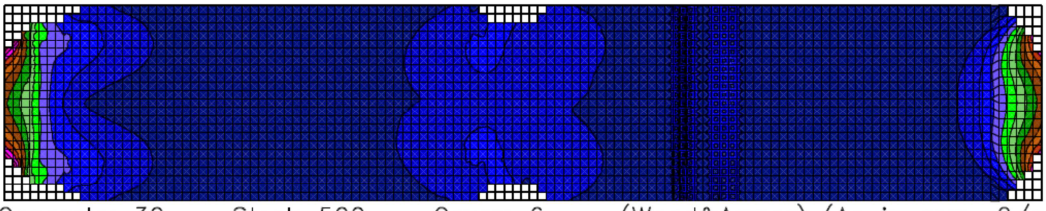
LINE	VALUE
	169
	339
	509
	679
	849
	1019
	1189
	1359
	1529
	1699
	1869
	2039
	2209

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in mm.~2/meter)
-AsX CONTOUR LINES LOADS ENVELOPE 23-275



LINE	VALUE
	430
	861
	1292
	1723
	2153
	2584
	3015
	3446
	3876
	4307
	4738
	5169
	5599

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in mm.~2/meter)
+AsY CONTOUR LINES LOADS ENVELOPE 23-275



LINE	VALUE
	555
	1111
	1667
	2223
	2779
	3335
	3891
	4447
	5003
	5559
	6115
	6671
	7227

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in mm.~2/meter)
-AsY CONTOUR LINES LOADS ENVELOPE 23-275

6.1 Oceľové laná NK

Max. návrhová osová sila v lane : N_{Ed} = 2500 kN
Charakt. osová sila vo fáze výstavby : $N_{Ek,V}$ = 1784 kN
Charakt. osová sila vo fáze prevádzky : $N_{Ek,P}$ = 1300 kN

Trieda pevnosti :
Oceľové Z-drôty
f_u = *1570 MPa*
$f_{0,1k}$ = *1390 MPa*
α_T = *1.2E-05 K⁻¹*

Charakteristiky oceľového lana :
Priemer lana : d = 80 mm
Plocha kovového prierezu : A_m = 4423 mm²
Faktor sily pri pretrhnutí : K = 0.643
Faktor plnosti : f = 0.88
Faktor straty : k_e = 0.8

Posúdenie medzného stavu únosnosti oceľového lana :

Charakt. hodnota sily pri pretrhnutí :	$F_{uk} = F_{min}*k_e$ =	5169 kN
Najmenšia sila pri pretrhnutí :	$F_{min} = K*d^2*R_r/1000$ =	6461 kN
Char. hodnota skúš. pevnosti ťah. prvku :	$F_k = F_{0,2k}$ =	5308 kN
Návrhová hodnota odolnosti v ťahu :	$F_{Rd} = \min[F_{uk}/1.5\gamma_R; F_k/\gamma_R]$ =	3446 kN
Návrhová hodnota osovej sily v lane :	F_{Ed} =	2500 kN

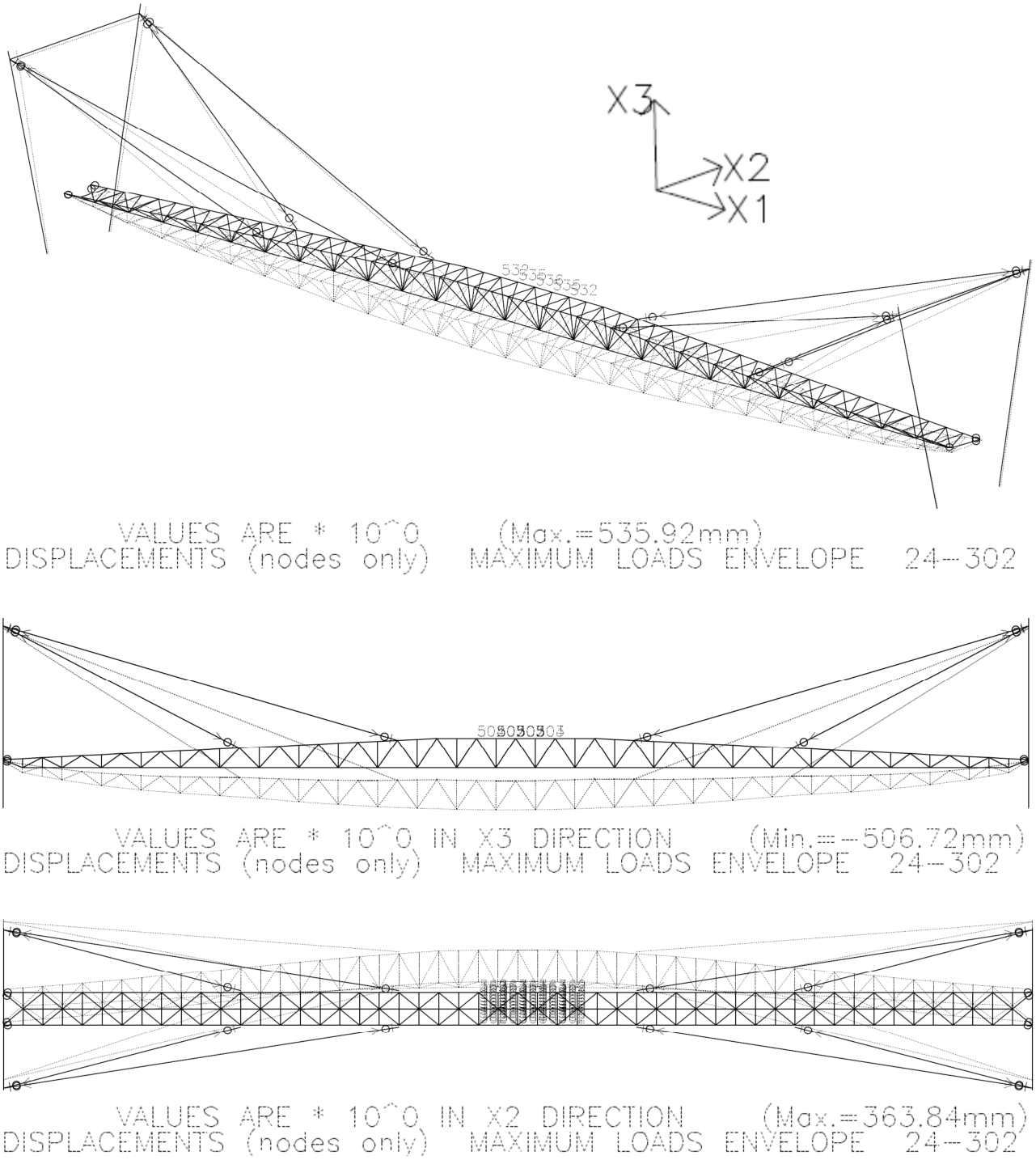
Posúdenie : $F_{Ed}/F_{Rd} < 1$ ***0.73 < 1.0*** *Navrhnuté lano vyhovuje*

Posúdenie medzného stavu použiteľnosti oceľového lana :
Medzné napätie pri pretrhnutí : $\sigma_{uk} = F_{uk}/A_m$ = *1168 MPa*

Štádium montáže :
Po montáži ďalších ťahaných prvkov *Napätie v prvom lane vyhovuje* *62.8%*
Obmedzené napätia : $f_{const} = 0.55\sigma_{uk}$ = *643 MPa* > $\sigma_{s,V,max}$ = *403 MPa*

Štádium prevádzky :
Návrh na únavu bez ohybových napätí *Napätie v prvom lane vyhovuje* *55.9%*
Obmedzené napätia : $f_{SLS} = 0.45\sigma_{uk}$ = *526 MPa* > $\sigma_{s,P,max}$ = *294 MPa*

6.2 Priehyb oceľovej konštrukcie



Výsledky priehybov sú zobrazené z kombinácií pre MSÚ. Charakteristické hodnoty priehybov sú uvedené nasledovne :

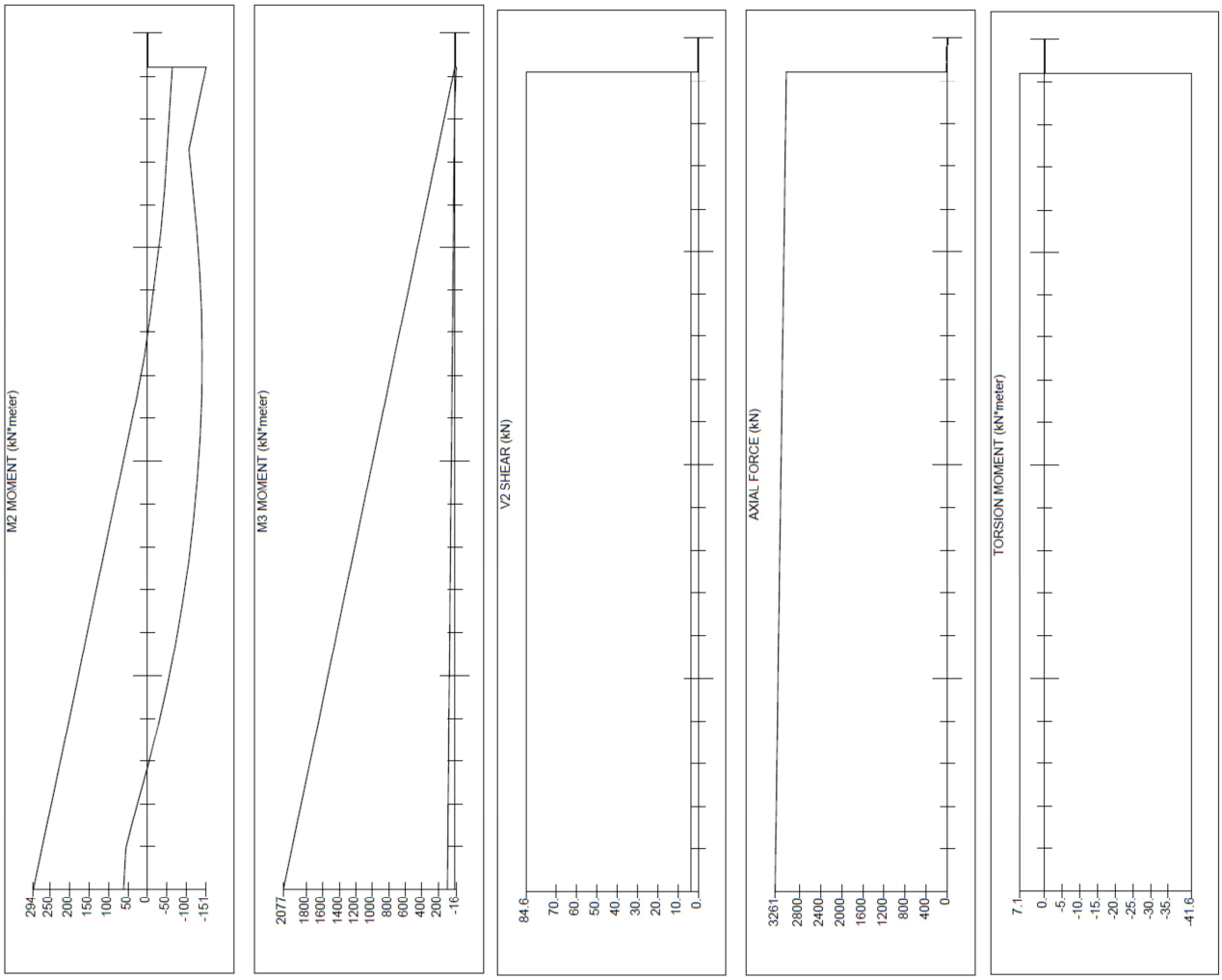
- Zvislý priehyb : Stále zaťaženie 183mm
- Zvislý priehyb : Stále + chodci 364mm
- Zvislý priehyb : Celkové kombinácie 375mm
- Vodorovný priehyb : Celkové kombinácie 269mm
- **Limitný priehyb L/250 500mm**

7 Návrh a posúdenie spodnej stavby

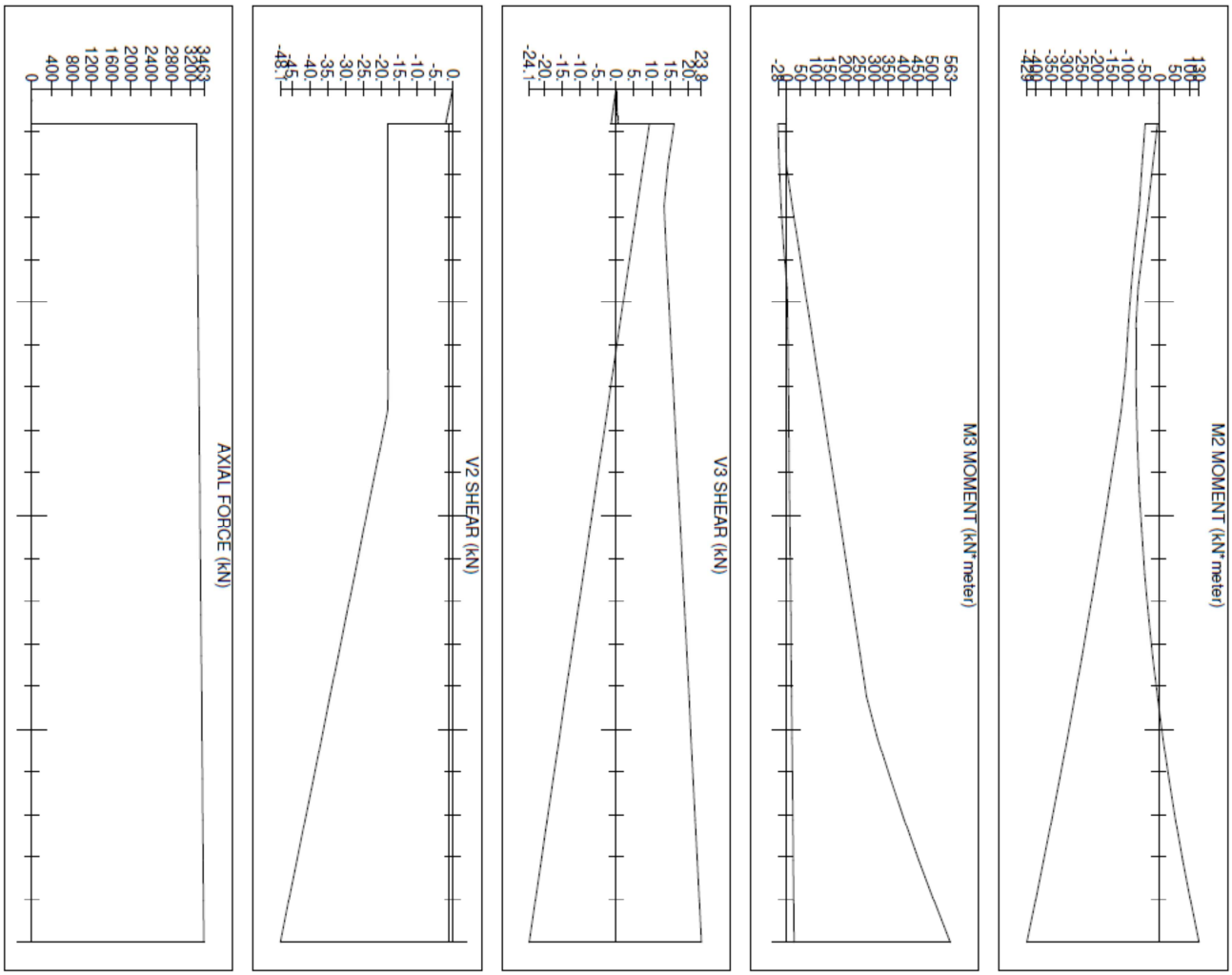
7.1 Medziľahlá podpera

7.1.1 Pylóny a vzpera pylónov

Vnútorné sily (štádium prevádzky) :

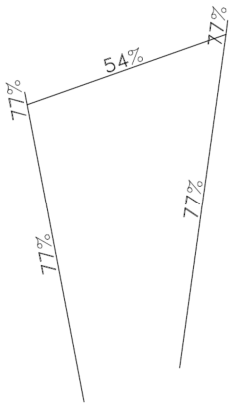


Vnútorné sily (štádium výstavby) :

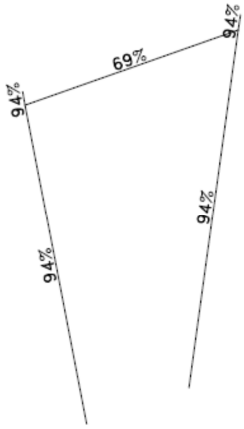


Posúdenie :

Posúdenie bolo vykonané v programe STRAP a zobrazené je percentuálne využitie prierezu.



Vyhovuje pre štádium prevádzky



Vyhovuje pre štádium výstavby

Detailný posudok pre max. využitý pylón v štádiu prevádzky:

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam:
1391, 1390

1328 1327 —X3 (Major axis)

24.58

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

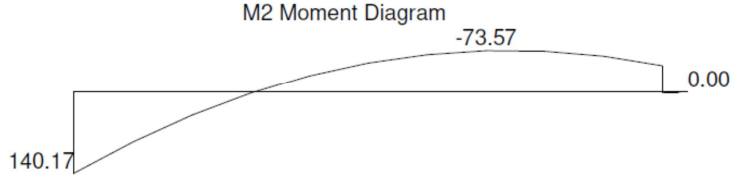
- Kx = 2.10 - Ky = 2.10
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 6: Pylon

Ix = 585111 Iy = 585111cm4 Wplx = 16962 Wply = 16962cm3 Area = 606.8
D = 900.00 t = 22.00mm
J = 1170223 Cw = 26005.0dm6

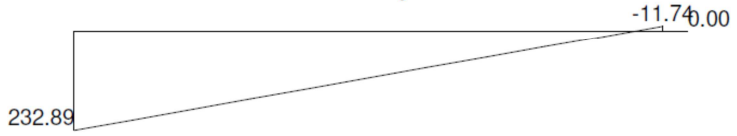
DESIGN COMBINATION = 110

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -2727.24 (compr.) Max. SHEAR Force = 24.65

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -2727.24 (compr.) Max. SHEAR Force = 10.37

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 2 ***

Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 40.91	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.127)

** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 16962.99	Med = 232.89 Mc = 5474.42	0.04
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 16962.99	Med = 140.17 Mc = 5474.42	0.03
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00714	0.10
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.13926	My = 232.89 Mz = 140.17 Mny = 5474.42 Mnz = 5474.42 α = 2.00 β = 2.00	0.00
Axial Force 6.3.1	Ned / Nb,rd < 1.00	(kL/r)x =164 (kL/r)y =164 Xfy =69	Ned = 2727.24 Ag = 606.83 Ncrd= 3828.87	0.71
Note:	buckling curve used is : a			

Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 24.58	Cmy = 0.60 Cmz = 0.60 My = 232.89	ky = 0.94 kz = 0.57 µx = 0.80 µy = 0.80 Mz = 140.17	0.77

Detailný posudok pre max. využitú vzperu v štádiu prevádzky :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 1369

677 — 678 — X3 (Major axis)

20.00

Kx for LTB = 1.00

Ignore: deflections

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

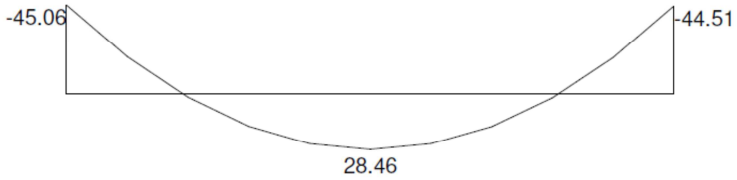
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 7: Vzpera pylonu

Ix = 33469.0 Iy = 33469.0cm4 Wplx = 1936 Wply = 1936cm3 Area = 138.2
D = 450.00 t = 10.00mm
J = 66937.9 Cw = 2975.02dm6

DESIGN COMBINATION = 294

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -529.94 (compr.) Max. SHEAR Force = 14.68

M3 Moment Diagram

Max. AXIAL Force = -529.94 (compr.) Max. SHEAR Force = 0.00

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 2 ***

Limiting Ratios:	Class 1	Class 2	Class 3	
d/t= 45.00	< 33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.108)

** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 1936.33	Med = 57.89 Mc = 624.91	0.09
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 88.00	Ved = 14.68 Vc = 1639.58	0.01
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 1936.33	Med = 45.06 Mc = 624.91	0.07
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.11879	My = 57.89 Mz = 45.06 Mny = 624.91 Mnz = 624.91 α = 2.00 β = 2.00	0.01
Axial Force 6.3.1	Ned / Nb,rd < 1.00	(kL/r)x =128 (kL/r)y =128 Xfy =109	Ned = 529.94 Ag = 138.23 Ncrd= 1371.14	0.39
Note:	buckling curve used is : a			
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00	Cmy = 1.00 Cmz = 0.61 My = 57.89	ky = 1.31 kz = 0.48 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 45.06	0.54
	Critical Segment from 0.00 to 20.00			

Detailný posudok pre max. využitý pylón v štádiu výstavby:

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam:
1388, 1389

1325 — 1326 — X3 (Major axis)

24.58

Kx for LTB = 1.00

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

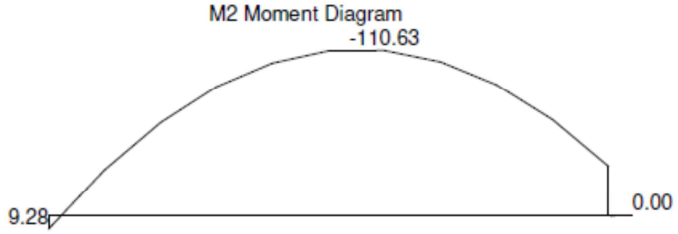
- Kx = 1.50 - Ky = 2.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 6: Pylon

Ix = 585111 Iy = 585111cm4 Wplx = 16962 Wply = 16962cm3 Area = 606.8
D = 900.00 t = 22.00mm
J = 1170223 Cw = 26005.0dm6

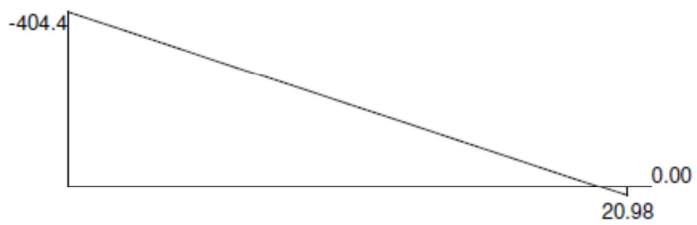
DESIGN COMBINATION = 8

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -3643.52 (compr.) Max. SHEAR Force = 18.51

M3 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -3643.52 (compr.) Max. SHEAR Force = 18.04

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 2 ***

Limiting Ratios: Class 1 Class 2 Class 3
d/t= 40.91 < 33.1 46.3 59.6 (e = 0.814 R = 0.169)
** Design Strength (py) = 355.0 **

DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 16962.99	Med = 404.49 Mc = 5474.42	0.07
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
M2 Moment (6.12)	Med / Mc < 1.00	Wpl = 16962.99	Med = 110.63 Mc = 5474.42	0.02
Notes:	LOW Shear Load Used for Moment Design			
Deflection	defl. / L / 350 < 1.00		defl = 0.00956	0.14
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	(My)α / (Mny) + (Mz)β / (Mnz) < 1.00	n = 0.18605	My = 404.49 Mz = 110.63 Mny = 5367.02 Mnz = 5367.02 α = 2.00 β = 2.00	0.01
Axial Force 6.3.1	Ned / Nb,rd < 1.00	(kL/r)x =117 (kL/r)y =157 Xfy =75	Ned = 3643.52 Ag = 606.83 Ncrd= 4152.50	0.88
Note:	buckling curve used is : a			
Bending and Axial Compression 6.3.3	Ned / Nbmin + kyMy / Mcy + kzMz / Mcz < 1.00	Cmy = 0.60 Cmz = 0.60 My = 404.49	ky = 0.51 kz = 1.02 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 110.63	0.94
	Critical Segment from 0.00 to 24.58			

Detailný posudok pre max. využitú vzperu v štádiu výstavby :

*Moments: kN*meter , Forces: kN , Stresses: mPa , Section prop.: cm.*

Beam: 1369

677 — 678 — X3 (Major axis)

20.00

Kx for LTB = 1.00

Ignore: deflections

CONSTRAINTS

- Sections : Check
- Steel Grade: S355

DESIGN DATA

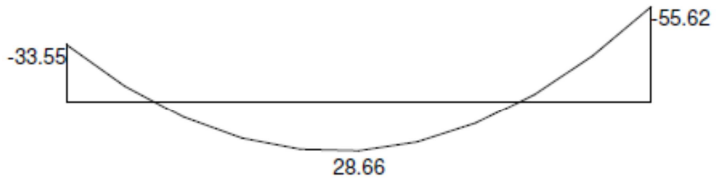
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Allow. Slend. : 250 (compr.) 300 (tens.)
- Allowable Deflection : 1/350
- Tension Area Reduction Factor : 1.00

Section: 7: Vzpera pylonu

Ix = 33469.0 Iy = 33469.0cm4 Wplx = 1936 Wply = 1936cm3 Area = 138.2
D = 450.00 t = 10.00mm
J = 66937.9 Cw = 2975.02dm6

DESIGN COMBINATION = 8

M2 Moment Diagram



Max. AXIAL Force = -625.23 (compr.) Max. SHEAR Force = 15.75

M3 Moment Diagram

Max. AXIAL Force = -625.23 (compr.) Max. SHEAR Force = 0.19

SECTION CLASSIFICATION: *** CLASS 2 ***

Limiting Ratios:	Class 1		Class 2	Class 3	
d/t= 45.00	<	33.1	46.3	59.6	(e = 0.814 R = 0.127)

** Design Strength (py) = 355.0 **

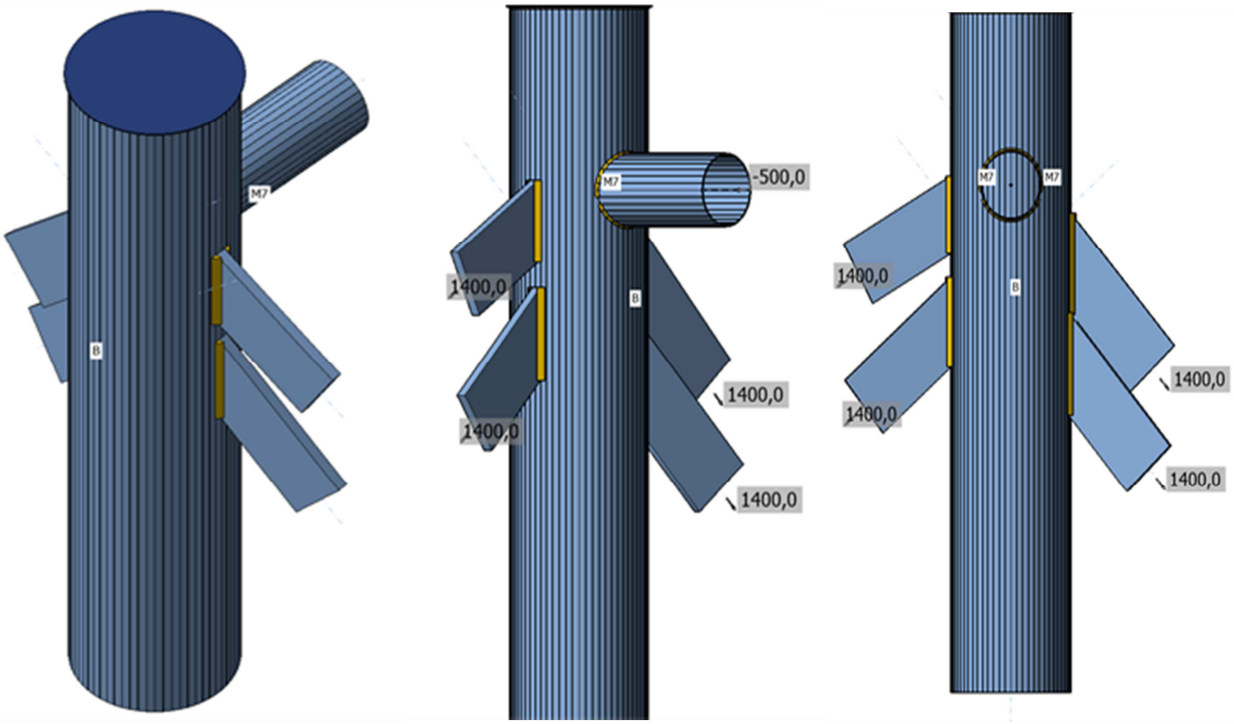
DESIGN	EQUATION	FACTORS	VALUES	RESULT
M3 Moment (6.12) Notes:	$\frac{Med}{Mc} < 1.00$ LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 1936.33	Med = 93.39 Mc = 624.91	0.15
V3 Shear (6.17)	Ved/Vc,rd < 1.00	Av = 88.00	Ved = 15.75 Vc = 1639.58	0.01
M2 Moment (6.12) Notes:	$\frac{Med}{Mc} < 1.00$ LOW Shear Load Used for Moment Design	Wpl = 1936.33	Med = 55.62 Mc = 624.91	0.09
Combined Stresses (Local) (6.2.9) (6.41)	$\left(\frac{My}{Mny}\right)^{\alpha} + \left(\frac{Mz}{Mnz}\right)^{\beta} < 1.00$	n = 0.14015	My = 93.39 Mz = 55.62 Mny = 624.91 Mnz = 624.91 α = 2.00 β = 2.00	0.03
Axial Force 6.3.1 Note:	$\frac{Ned}{Nb,rd} < 1.00$ buckling curve used is : a	(kL/r)x =128 (kL/r)y =128 Xfy =109	Ned = 625.23 Ag = 138.23 Ncrd= 1371.14	0.46
Bending and Axial Compression 6.3.3	$\frac{Ned}{Nbmin} + \frac{kyMy}{Mcy} + \frac{kzMz}{Mcz} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 20.00	Cmy = 0.98 Cmz = 0.51 My = 93.39	ky = 1.34 kz = 0.42 μx = 0.80 μy = 0.80 Mz = 55.62	0.69

7.1.1 Posúdenie hlavice pylónu v mieste napojenia lán

V tomto mieste je posúdený oceľový prierez pylónu na roztrhnutie.

Nosníky a stĺpy

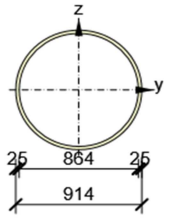
Meno	Prierez	β – Smer [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočenie [°]	Odsadenie ex [mm]	Odsadenie ey [mm]	Odsadenie ez [mm]	Sily v
B	3 - Pylón CHS914,25(CHS914,25)	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Uzol
M3	4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	4,5	29,0	90,0	0	-958	0	Uzol
M4	4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	7,0	40,0	90,0	0	-1280	0	Uzol
M5	4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	173,3	48,0	90,0	0	-780	0	Uzol
M6	4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	166,0	48,0	90,0	0	-1220	0	Uzol
M7	5 - vzpera CHS100,3(CHS457,10)	90,0	0,0	0,0	-280	0	-1150	Uzol

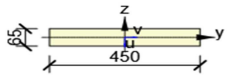
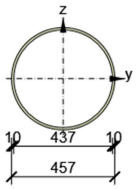


Prierezy

Meno	Materiál
3 - Pylón CHS914,25(CHS914,25)	S 355
4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	S 355
5 - vzpera CHS100,3(CHS457,10)	S 355

Prierezy

Meno	Materiál	Obrázok
3 - Pylón CHS914,25(CHS914,25)	S 355	

4 - Plech prípoja závesu 65, 450(Doska 65, 450)	S 355	
5 - vzpera CHS100,3(CHS457,10)	S 355	

Účinky zaťaženia (rovnováha není požadována)

Meno	Prvok	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M3	1400,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4	1400,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M5	1400,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M6	1400,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M7	-500,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Posudek

Súhrn

Meno	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plechy	4,4 < 5,0%	OK
Zvary	98,3 < 100%	OK
Vzper	Nespočítané	
GMNA	Vypočítané	

Plechy

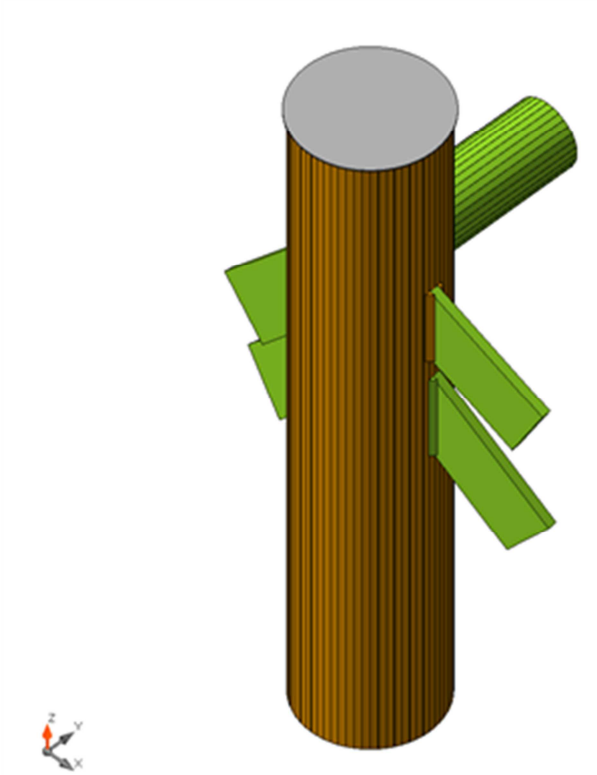
Meno	Materiál	Hrúbka [mm]	Zaťaženie	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	σc_{Ed} [MPa]	Status
B	S 355	25,0	LE1	364,3	4,4	0,0	OK
M3-bfl 1	S 355 - 1	65,0	LE1	265,3	0,0	0,0	OK
M4-bfl 1	S 355 - 1	65,0	LE1	302,5	0,1	0,0	OK
M5-bfl 1	S 355 - 1	65,0	LE1	335,3	0,1	0,0	OK
M6-bfl 1	S 355 - 1	65,0	LE1	335,8	0,4	0,0	OK
M7	S 355	10,0	LE1	355,6	0,3	0,0	OK
SP1	S 355	10,0	LE1	171,9	0,0	0,0	OK

Návrhové údaje

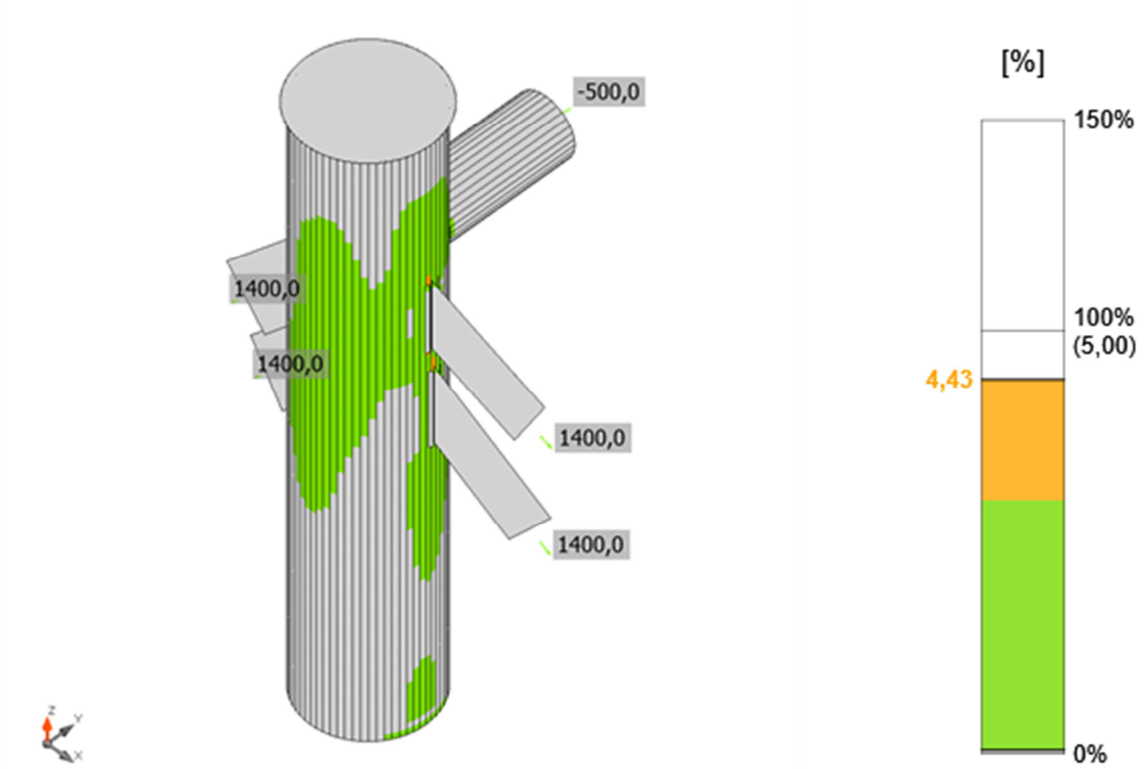
Materiál	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0
S 355 - 1	335,0	5,0

Vysvetlenie symbolov

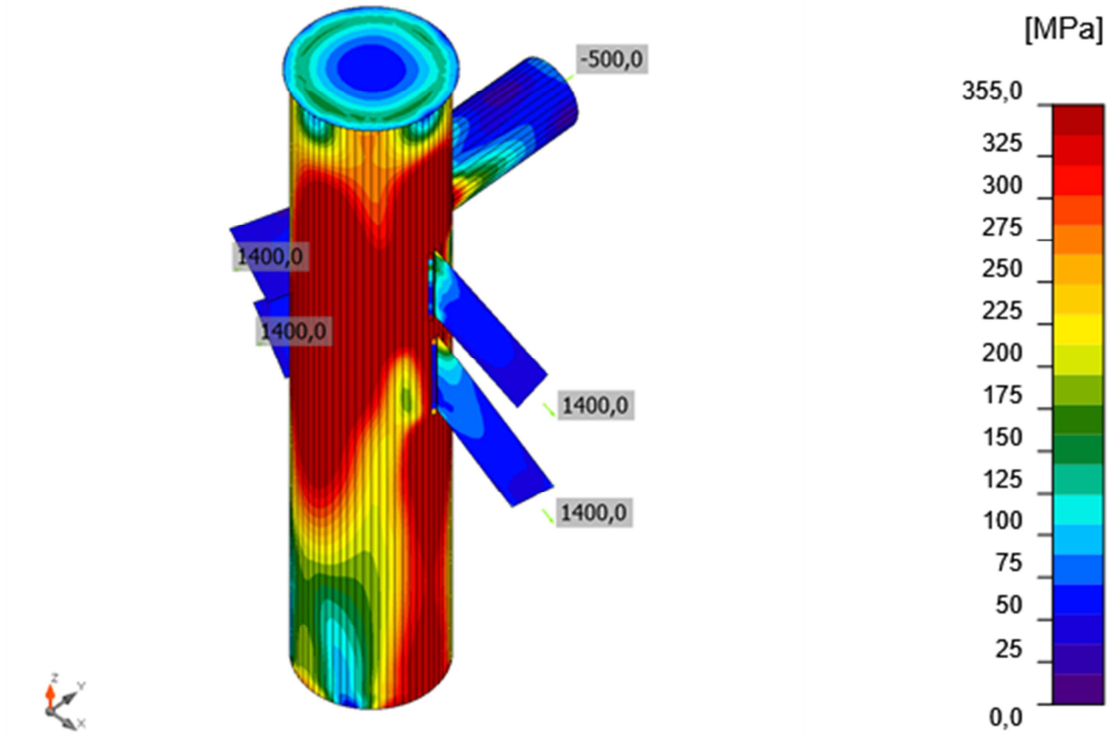
ε_{Pl} Pomerné pretvorenie
σ_{Ed} Zrovn. napätie
σc_{Ed} Kontaktné napätie
f_y Mez kluzu
ε_{lim} Mezní plastické přetvoření



Súhrnný posudok, LE1



Posudok pretvorenia, LE1



Zrovnávacie napätie , LE1

Zvary (Plastická redistribúcia)

Položka	Hrana	Účinná hr. [mm]	Dĺžka [mm]	Zaťaženie	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
SP1	B	◢10,0◣	2792	LE1	187,9	0,0	-11,4	106,8	-18,1	43,1	21,2	OK
B-arc 6	M7	◢10,0	1405	LE1	427,1	1,0	-345,8	18,9	143,5	98,1	68,1	OK
		◢10,0◣	2792	LE1	115,6	0,0	1,8	-66,7	-1,9	26,5	8,7	OK
B-arc 16	M3-bfl 1	◢25,0◣	515	LE1	427,0	0,1	105,2	226,0	77,5	98,0	31,8	OK
		◢25,0◣	515	LE1	389,9	0,0	39,4	-211,8	-72,8	89,5	26,6	OK
B-arc 15	M4-bfl 1	◢25,0◣	587	LE1	272,0	0,0	1,1	150,2	45,8	62,4	17,7	OK
		◢25,0◣	587	LE1	409,5	0,0	114,2	-224,7	-32,1	94,0	26,9	OK
B-arc 50	M5-bfl 1	◢25,0◣	673	LE1	427,1	0,2	40,8	244,7	19,8	98,1	31,9	OK
		◢25,0◣	673	LE1	427,2	0,2	128,8	215,4	-94,4	98,1	26,4	OK
B-arc 51	M6-bfl 1	◢25,0◣	673	LE1	428,3	0,8	74,9	241,3	32,4	98,3	29,0	OK
		◢25,0◣	673	LE1	426,9	0,0	-67,4	-242,7	-18,0	98,0	18,4	OK

Návrhové údaje

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Vysvetlenie symbolov

ε_{Pl}	Pomerné pretvorenie
$\sigma_{w,Ed}$	Zrovnávacie napätie
$\sigma_{w,Rd}$	Únosnosť na zrovnávacie napätie
$\sigma_{\perp}$	Kolmé napätie
$\tau_{\parallel}$	Šmykové napätie rovnobežné s osou zvaru
$\tau_{\perp}$	Šmykové napätie kolmé k osi zvaru
0.9 σ	Únosnosť na kolmé napätie - 0.9*fu/γM2
β_w	Súčiniteľ korelácie podľa EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Využitie
Utc	Využitie únosnosti zvaru

Podrobné výsledky pro B-arc 51 M6-bfl 1

Posúdenie únosnosti zvaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) =$ 435,6 MPa ≥ $\sigma_{w,Ed} = [\sigma_\perp^2 + 3(\tau_\perp^2 + \tau_\parallel^2)]^{0,5} =$ 428,3 MPa

$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u/\gamma_{M2} =$ 352,8 MPa ≥ $|\sigma_\perp| =$ 74,9 MPa

kde:

$f_u =$ 490,0 MPa – Medzná pevnosť

$\beta_w =$ 0,90 – vhodný korelačný súčiniteľ prevzatý z tabuľky 4.1

$\gamma_{M2} =$ 1,25 – Súčiniteľ spoľahlivosti

Využitie napätia

$U_t = \max(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_\perp|}{\sigma_{\perp,Rd}}) =$ 98,3 %

Vzper

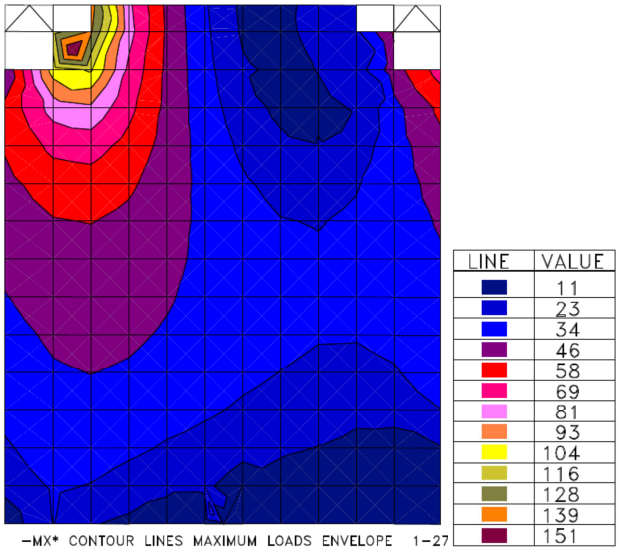
Analýza boulení nebyla provedena.

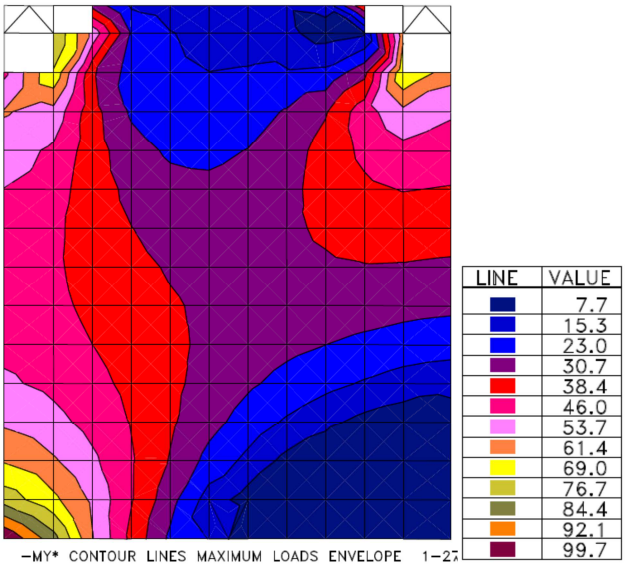
Nastavenie normy

Položka	Hodnota	Jednotka	Článok/Rovnica
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Súčnitel styčníka βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Účinná plocha - súčiniteľ veľkosto oka	0,10	-	
Súčiniteľ trenia - betón	0,25	-	EN 1993-1-8
Súčiniteľ trenia v únosnosti preklzu	0,30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limitné plastické pretvorenie	0,05	-	EN 1993-1-5
Vyhodnotenie napätie zvarov	Plastická redistribúcia		
Konštrukčné zásady	Nie		
Vzdialenosť medzi skrutkami [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Vzdialenosť medzi skrutkami a hranou [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Únosnost vytržení betonu	Oba		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Použiť vypočítané αb v posudku otlačení.	Áno		EN 1993-1-8: tab 3.4
Potrhaný betón	Áno		EN 1992-4
Kontrola lokálnej deformácie	Nie		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limita lokálnej deformácie	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrická nelinearita (GMNA)	Áno		Veľké deformácie pre duté profily
Vystužený systém	Nie		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

7.1.2 ŽB stena

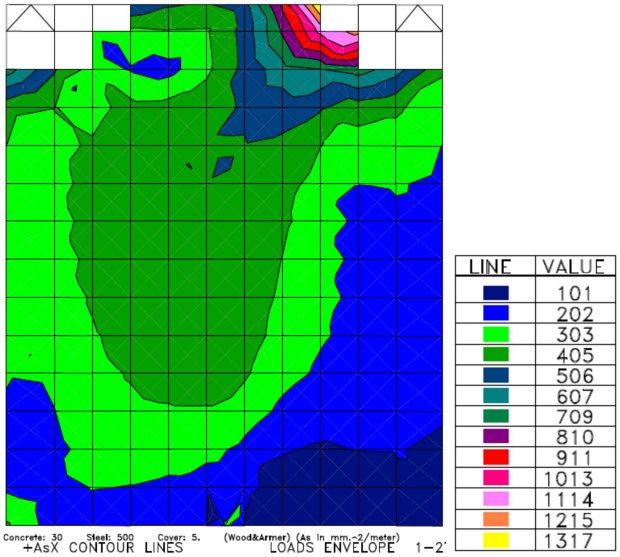
7.1.2.1 Vnútorné sily

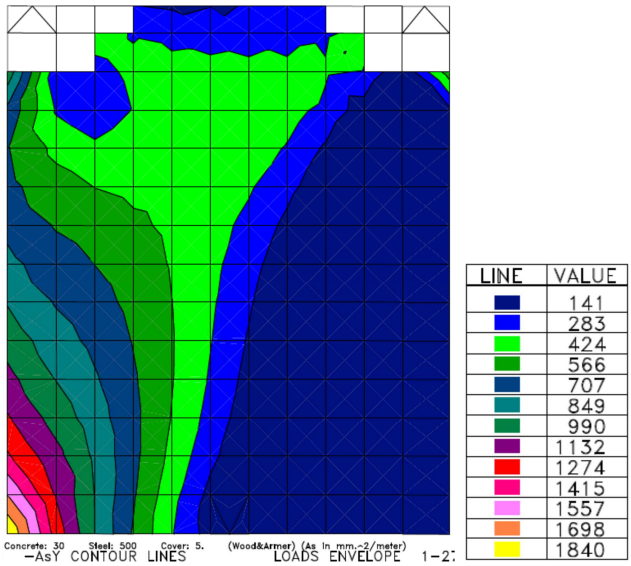




7.1.2.2 Návrh výstuže

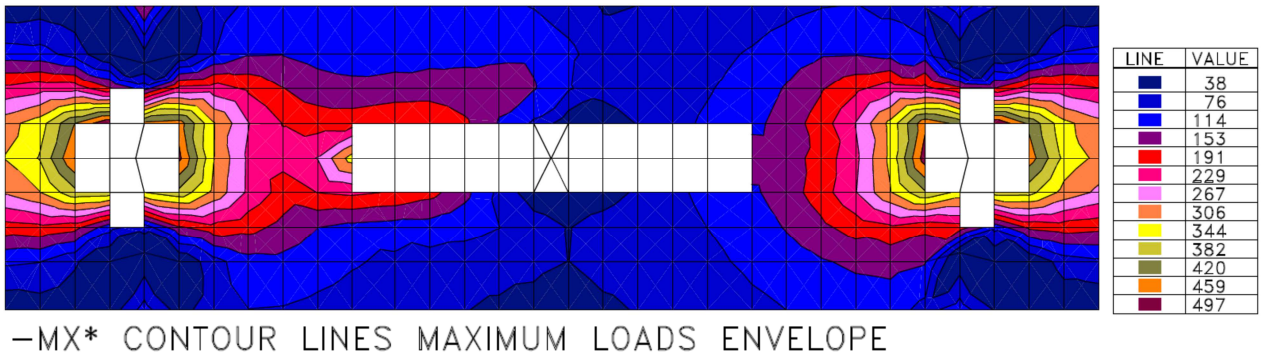
Na obrázkoch sú uvedené minimálne navrhnuté plochy výstuže.

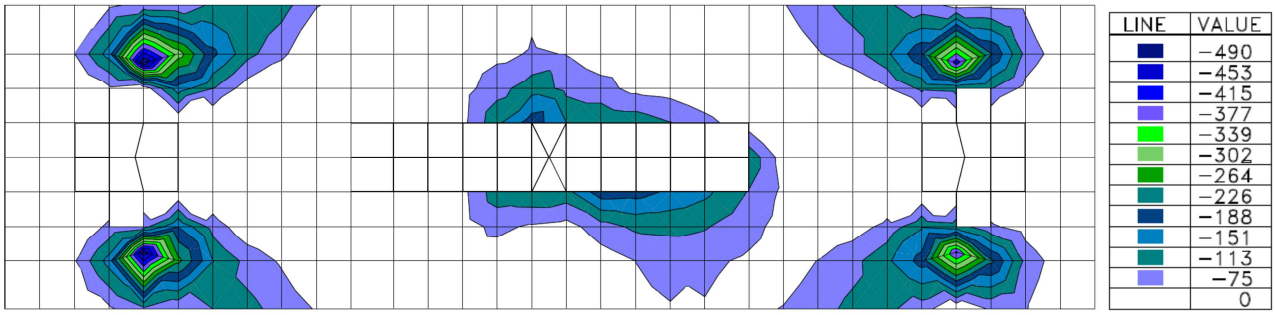




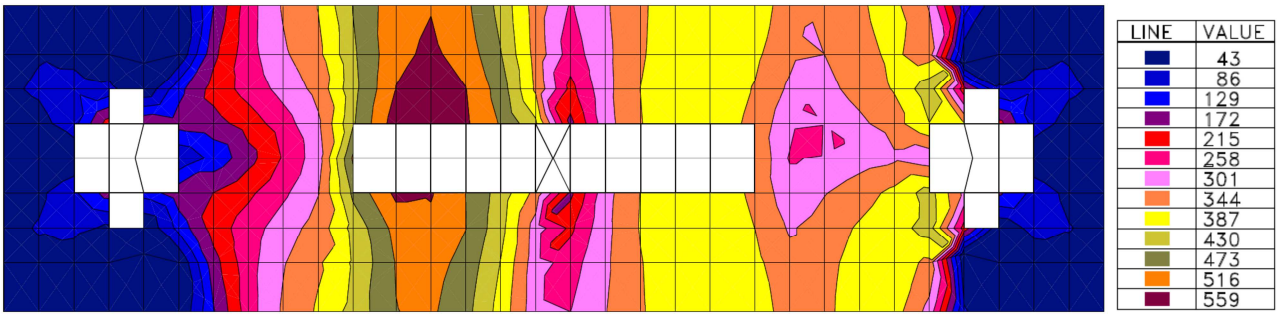
7.1.3 Základový rošt

7.1.3.1 Vnútorné sily

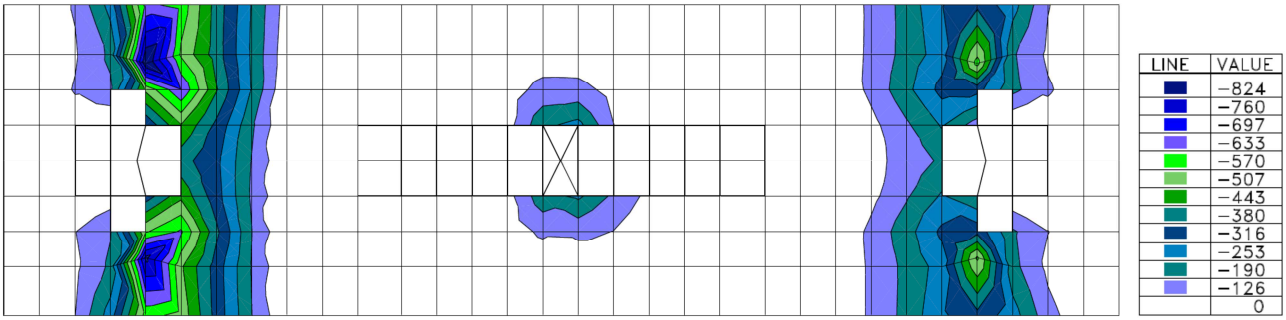




+MX* CONTOUR LINES MINIMUM LOADS ENVELOPE



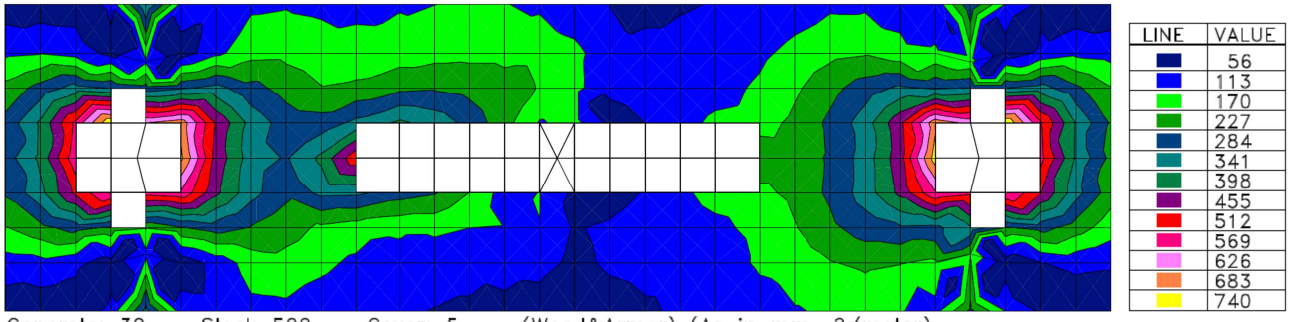
−MY* CONTOUR LINES MAXIMUM LOADS ENVELOPE



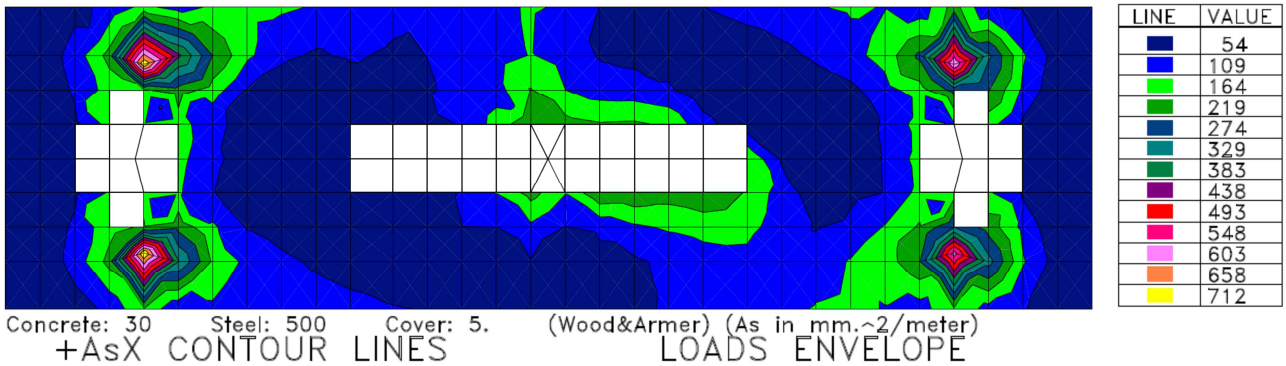
+MY* CONTOUR LINES MINIMUM LOADS ENVELOPE

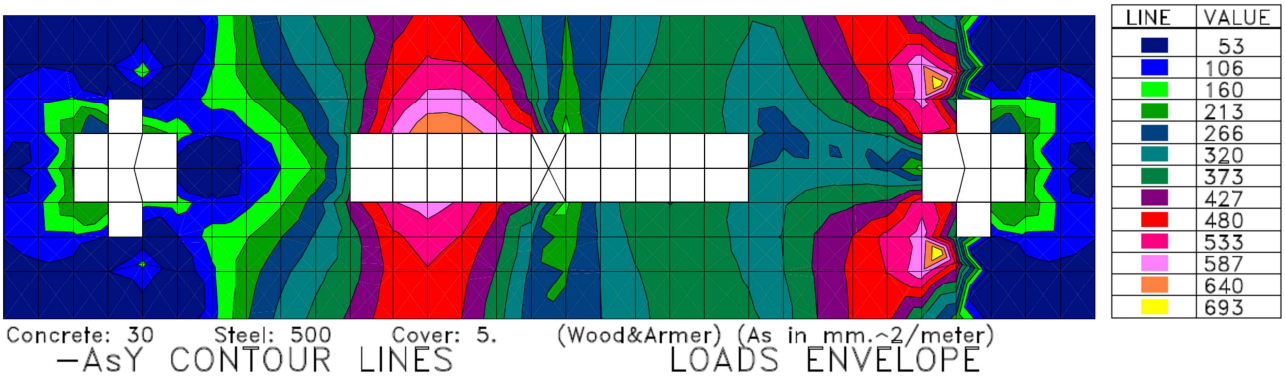
7.1.3.2 Návrh výstuže

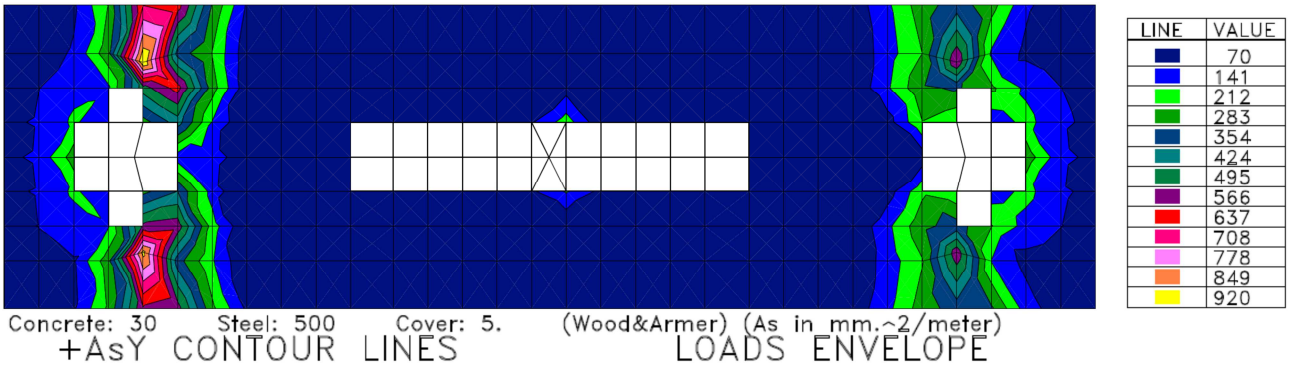
Na obrázkoch sú uvedené minimálne navrhnuté plochy výstuže.



Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 5. (Wood&Armer) (As in mm.^2/meter)
−AsX CONTOUR LINES LOADS ENVELOPE







7.1.4 Ložiská

Ložiská sú navrhované na medziľahlých podperách. Zvolené boli hrncové ložiská.

Návrhová max. zvislá sila..... F_{zd} = 600kN

7.2 Opora č.1 a č.4

Obe opory sú svojím namáhaním si podobné. Jedná sa o ťahané prvky. Ťah je spôsobený že ŽB polia tvoria protiváhu pre stredové pole. Opory boli posúdené tak, aby ich gravitačný účinok bol väčší ako pôsobiaca ťahová zložka. Opora č.1 je spojená s masívnym podkladovým betónom a opora č.4 je spojená s preinjektovaným štrkovým založením. Vystuženie opôr je navrhnuté na minimálne stupne vystuženia.

Opora č.1

Pôsobiaca ťahová zložka ..... $F_{z,d}$ = 1600kN

- Celková tiaž opory č.1 $G_{k,1}$ = 1790kN
- Zásyp za oporou $G_{k,2}$ = 205kN
- **Celková tiaž** **G_k = 1995kN** **Opora č.1 vyhovuje na stabilitu**

Opora č.4

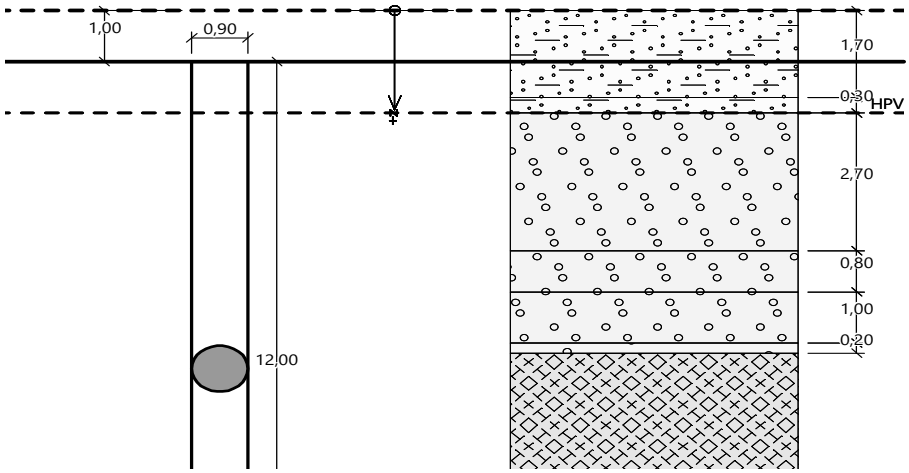
Pôsobiaca ťahová zložka ..... $F_{z,d}$ = 1900kN

- Celková tiaž opory č.4 $G_{k,1}$ = 2200kN
- Zainjektované podložie $G_{k,2}$ = 869kN
- **Celková tiaž** **G_k = 3069kN** **Opora č.4 vyhovuje na stabilitu**

8 Návrh a posúdenie zakladania

Založenie medziľahlých podpier je navrhnuté ako hĺbkové na vŕtaných veľkopriemerových ŽB pilótach Φ0,9m a dĺžky 12m. Charakteristiky a hĺbka zemín vychádza z IG vrtu VP-06. Posúdenie sa vykonalo v programe GEO5.

8.1 Posúdenie pilóty



8.1.1 Vstupné údaje

Nastavenie

- Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

- Betónové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)
- Súčinitele EN 1992-1-1 : štandardný

Súčinitele redukcie zaťaženia (F)					
		Nepriaznivé		Priaznivé	
Stále zaťaženie :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]

Súčinitele redukcie odporu (R)			
Súčiniteľ redukcie odporu na plášti :	γ_s =	1,10	[–]
Súčiniteľ redukcie odporu na päte :	γ_b =	1,10	[–]
Súčiniteľ redukcie únosnosti ťaženej pilóty :	γ_{st} =	1,15	[–]

Parametre zemín

Třída S5

Objemová tiaž :	γ	=	18,50	kN/m3
Uhol vnútorného trenia :	φef	=	27,00	°
Súdržnosť zeminy :	cef	=	8,00	kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,35	
Oedometrický modul :	Eoed	=	12,50	MPa
Obj. tiaž sat.zeminy :	γsat	=	19,50	kN/m3
Typ zeminy :	súdržná			

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tiaž :	γ	=	19,00	kN/m3
Uhol vnútorného trenia :	φef	=	32,50	°
Súdržnosť zeminy :	cef	=	0,00	kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,25	
Modul pretvárnosti :	Edef	=	85,00	MPa
Obj. tiaž sat.zeminy :	γsat	=	20,00	kN/m3
Typ zeminy :	nesúdržná			
Modul horiz. stlačiteľnosti :	nh	=	4,50	MN/m3

Rozloženy ilovec - F2, konzistence pevná

Objemová tiaž :	γ	=	19,50	kN/m3
Uhol vnútorného trenia :	φef	=	27,00	°
Súdržnosť zeminy :	cef	=	14,00	kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,35	
Modul pretvárnosti :	Edef	=	11,00	MPa
Obj. tiaž sat.zeminy :	γsat	=	20,50	kN/m3
Typ zeminy :	súdržná			

Zvetrany ilovec - R5-R4

Objemová tiaž :	γ	=	22,00	kN/m3
Uhol vnútorného trenia :	φef	=	30,00	°
Súdržnosť zeminy :	cef	=	40,00	kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,30	
Modul pretvárnosti :	Edef	=	80,00	MPa
Obj. tiaž sat.zeminy :	γsat	=	22,50	kN/m3
Typ zeminy :	súdržná			

Geometria

- Profil pilóty: kruhová
- Rozmery
  - Priemer d = 0,90 m
  - Dĺžka l = 12,00 m

Umiestnenie

- Vysadenie h = 0,00 m
- Hĺbka upraveného terénu h_z = 0,00 m

Technológia

- Pilóty s ťažbou zeminy z vrtu
- Typ piloty: vrtané pažené ocelovými výpažnicemi
- Redukce odporu na patě = 0,50
- Redukce odporu na plášti = 0,50
- Modul reakcie podložia uvažovaný podľa ČSN 73 1004.

Materiál konštrukcie

- Objemová tiaž γ = 25,00 kN/m^3
- Výpočet betónových konštrukcií vykonaný podľa normy EN 1992-1-1 (EC2).

Betón : C 25/30

- Valcová pevnosť v tlaku f_{ck} = 25,00 MPa
- Pevnosť v ťahu f_{ctm} = 2,60 MPa
- Modul pružnosti E_{cm} = 31000,00 MPa
- Modul pružnosti v šmyku G = 12917,00 MPa

Oceľ : B500

- Medza sklzu f_{yk} = 500,00 MPa

Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	1,70	Třída S5	
2	0,30	Třída S5	
3	2,70	Třída G3, středně ulehlá	
4	0,80	Třída G3, středně ulehlá	
5	1,00	Třída G3, středně ulehlá	
6	0,20	Rozloženy ilovec - F2, konzistence pevná	
7	-	Zvetrany ilovec - R5-R4	

Zaťaženie

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Hx [kN]	Hy [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Nmax	Návrhové	2091,00	37,00	134,00	40,00	-2,00
2	Ano		Nmin	Návrhové	964,00	47,00	533,00	125,00	-13,00
3	Ano		V2max	Návrhové	1983,00	-71,00	583,00	135,00	12,00
4	Ano		V3max	Návrhové	1120,00	49,00	569,00	132,00	-14,00
5	Ano		M2max	Návrhové	1940,00	77,00	546,00	127,00	-12,00
6	Ano		M3max	Návrhové	1961,00	71,00	583,00	135,00	-12,00
7	Ano		Nmax - provozní	Užitné	1548,89	27,41	99,26	29,63	-1,48
8	Ano		Nmin - provozní	Užitné	714,07	34,81	394,81	92,59	-9,63
9	Ano		V2max - provozní	Užitné	1468,89	-52,59	431,85	100,00	8,89
10	Ano		V3max - provozní	Užitné	829,63	36,30	421,48	97,78	-10,37
11	Ano		M2max - provozní	Užitné	1437,04	57,04	404,44	94,07	-8,89
12	Ano		M3max - provozní	Užitné	1452,59	52,59	431,85	100,00	-8,89

Hladina podzemnej vody

- Hladina podzemnej vody je v hĺbke 2,00 m od pôvodného terénu.

Celkové nastavenie výpočtu

- Výpočet zvislej únosnosti : pružinová metóda /analytické riešenie
- Typ výpočtu : výpočet pre odvodnené podmienky

Nastavenie výpočtu fázy

- Návrhová situácia : trvalá
- Metodika posúdenia : bez redukcie vstupných dát

8.1.2 Zaťažovacia krivka

8.1.2.1 Analytické riešenie

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Číslo vrstvy	E_S [MPa]
1	15,28
2	15,28
3	20,11
4	27,77
5	31,03
6	34,85
7	71,73

- Limitní sedání piloty s_{lim} = 25,0 mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

- Opravný součinitel tuhosti piloty C_k = 0,90
- Opravný součinitel Poissonova čísla C_v = 0,79
- Opravný součinitel tuhosti zeminy C_b = 1,19
- Součinitel přenosu zat. nestl. piloty β_0 = 0,09
- Součinitel přenosu zatížení do paty β = 0,08

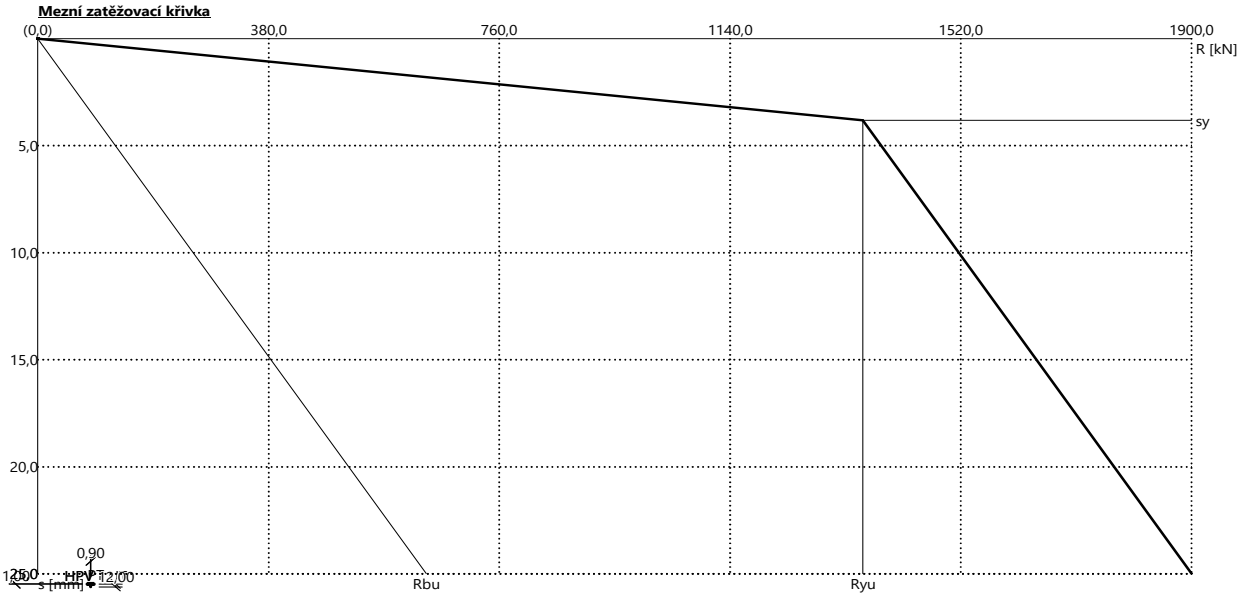
Příčinkové součinitele sedání :

- Základni - závislý na poměru l/d I_0 = 0,12
- Součinitel vlivu tuhosti piloty R_k = 1,17
- Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy R_h = 1,00
- Korekční součinitel Poissonova čísla R_v = 0,90

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

- Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření R_{yu} = 1359,00 kN
- Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} s_y = 3,8 mm
- Celková únosnost R_c = 1900,05 kN
- Maximální sednutí s_{lim} = 25,0 mm

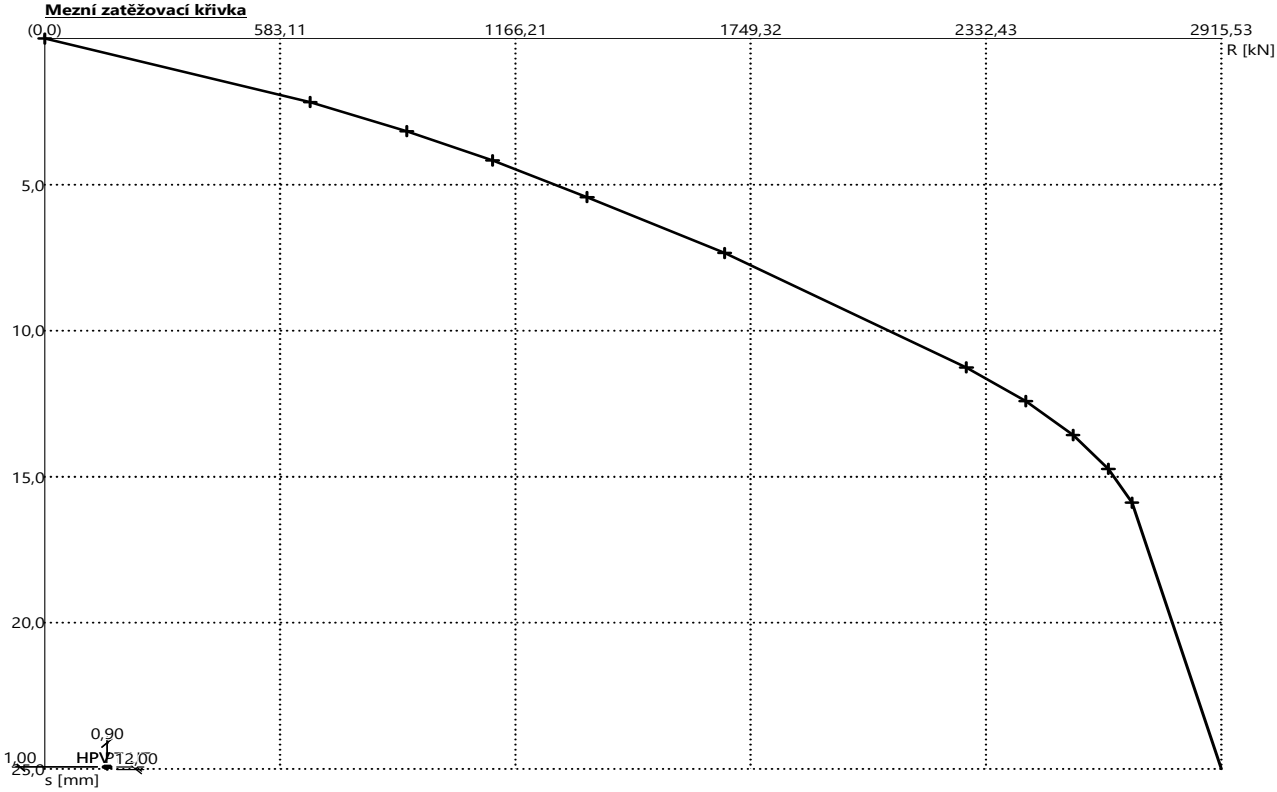
Pro maximální užitné svislé zatížení V = 1548,89kN je sednutí piloty 11,3mm.



8.1.2.2 Pružinová metóda

Číslo	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]
1	0,00	0,0
2	657,96	2,2
3	897,10	3,2
4	1109,77	4,2
5	1343,81	5,4
6	1684,46	7,3
7	2283,74	11,3
8	2430,78	12,4
9	2548,07	13,6
10	2635,72	14,7
11	2693,76	15,9
12	2915,53	25,0

- Pro zatížení Q = 1548,89 kN je sednutí piloty 6,6 mm, hloubka deformační zóny pod patou je 0,88 m (0,977 x D)



8.1.3 Zvislá únosnosť

8.1.3.1 Analytické riešenie

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

- Součinitel únosnosti N_c = 30,14
- Součinitel únosnosti N_d = 18,40
- Součinitel únosnosti N_b = 15,07
- Součinitel únosnosti K1 = 1,00
- Výpočtová únosnost na patě piloty R_{bd} = 5490,34 kPa
- Plocha příčného řezu piloty A_p = 6,36E-01 m^2

Únosnost na plášti piloty:

- Zkrácení účinné délky piloty L_p =1,57 m

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	C_{ud} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{R2}	F_s [kPa]	R_{si} [kN]
0,70	0,70	27,00	8,00	18,50	1,00	10,10	18,18
1,00	0,30	27,00	8,00	18,50	1,00	13,11	10,11
3,70	2,70	32,50	0,00	10,00	1,00	12,71	88,23
4,50	0,80	32,50	0,00	10,00	1,00	19,67	40,44
5,50	1,00	32,50	0,00	10,00	1,00	23,24	59,74
5,70	0,20	27,00	14,00	10,50	1,00	34,97	17,98
10,43	4,73	30,00	40,00	12,50	1,00	74,64	907,81

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

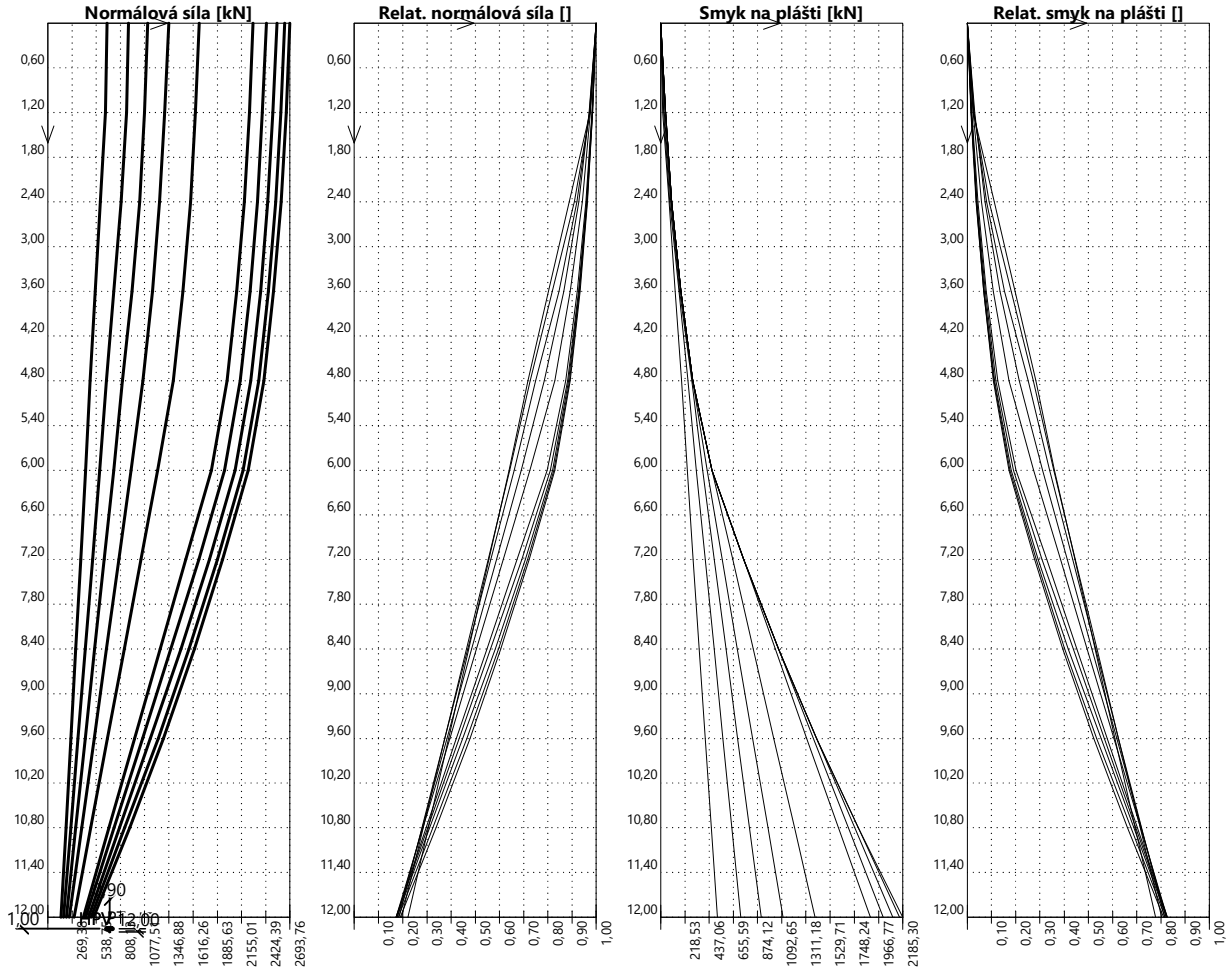
- Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

- Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Nmax)
- Únosnost piloty na plášti R_s = 1142,48 kN
- Únosnost piloty v patě R_b = 3175,28 kN
- Únosnost piloty R_c = 4317,76 kN
- Extrémní svislá síla V_d = 2091,00 kN

R_c = 4317,76 kN > 2091,00 kN = V_d
Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

8.1.3.2 Pružinová metóda



8.1.4 Vodorovná únosnosť

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

- Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
- Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m3]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	0.33	0.21	1.64	14.00	77.00
0.60	8.00	0.13	0.17	3.18	13.62	69.56
1.20	11.00	0.14	0.13	7.71	13.46	61.66
1.80	14.00	0.15	0.10	13.44	13.81	53.46
2.40	17.00	0.15	0.07	18.65	13.75	45.18
3.00	20.00	0.14	0.07	22.76	13.29	37.04
3.60	23.00	0.12	0.11	25.43	12.46	29.30
4.20	26.00	0.11	0.18	26.53	11.33	22.16
4.80	29.00	0.09	0.22	26.15	10.01	15.75
5.40	32.00	0.08	0.23	24.50	8.58	10.40
6.00	59.26	0.07	0.23	37.01	7.01	16.40
6.60	59.26	0.06	0.22	28.95	4.80	32.72
7.20	59.26	0.05	0.20	21.56	2.95	40.71
7.80	59.26	0.04	0.17	15.03	3.51	41.78
8.40	59.26	0.03	0.15	9.38	9.33	38.02
9.00	59.26	0.02	0.13	4.54	13.00	31.20
9.60	59.26	0.01	0.11	0.45	14.29	22.90
10.20	59.26	0.06	0.10	0.52	13.46	14.48
10.80	59.26	0.11	0.09	0.78	10.73	7.13
11.40	59.26	0.17	0.09	1.03	6.23	1.95
12.00	59.26	0.22	0.09	1.35	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m3]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-0.32	-1.17	-1.72	-135.53	-587.31
0.60	8.00	-0.40	-0.84	-1.04	-135.49	-505.93
1.20	11.00	-0.70	-0.56	-1.55	-132.89	-425.30
1.80	14.00	-0.96	-0.33	-2.06	-127.21	-347.12
2.40	17.00	-1.10	-0.15	-2.47	-118.54	-273.26
3.00	20.00	-1.14	-0.03	-2.72	-107.32	-205.39
3.60	23.00	-1.11	-0.03	-2.82	-94.25	-144.84
4.20	26.00	-1.02	-0.03	-2.76	-80.17	-92.49
4.80	29.00	-0.90	-0.03	-2.58	-65.88	-48.69
5.40	32.00	-0.77	-0.03	-2.67	-52.16	-13.32
6.00	59.26	-0.62	-0.03	-4.41	-38.53	-4.67
6.60	59.26	-0.49	-0.02	-3.76	-20.74	-5.56
7.20	59.26	-0.36	-0.02	-3.07	-7.14	-5.66
7.80	59.26	-0.25	-0.02	-2.39	-1.08	-5.22
8.40	59.26	-0.16	-0.02	-1.74	-1.51	-4.42
9.00	59.26	-0.08	-0.02	-1.14	-1.69	-3.45
9.60	59.26	-0.01	-0.01	-0.77	-1.66	-2.44
10.20	59.26	-0.01	-0.01	-3.36	-1.46	-1.49
10.80	59.26	-0.01	-0.01	-6.72	-1.11	-0.72
11.40	59.26	-0.02	-0.01	-9.94	-0.62	-0.19
12.00	59.26	-0.02	-0.01	-13.12	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

- Max. deformace piloty = 1,1 mm
- Max. posouvající síla = 135,77 kN
- Maximální moment = 587,31 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

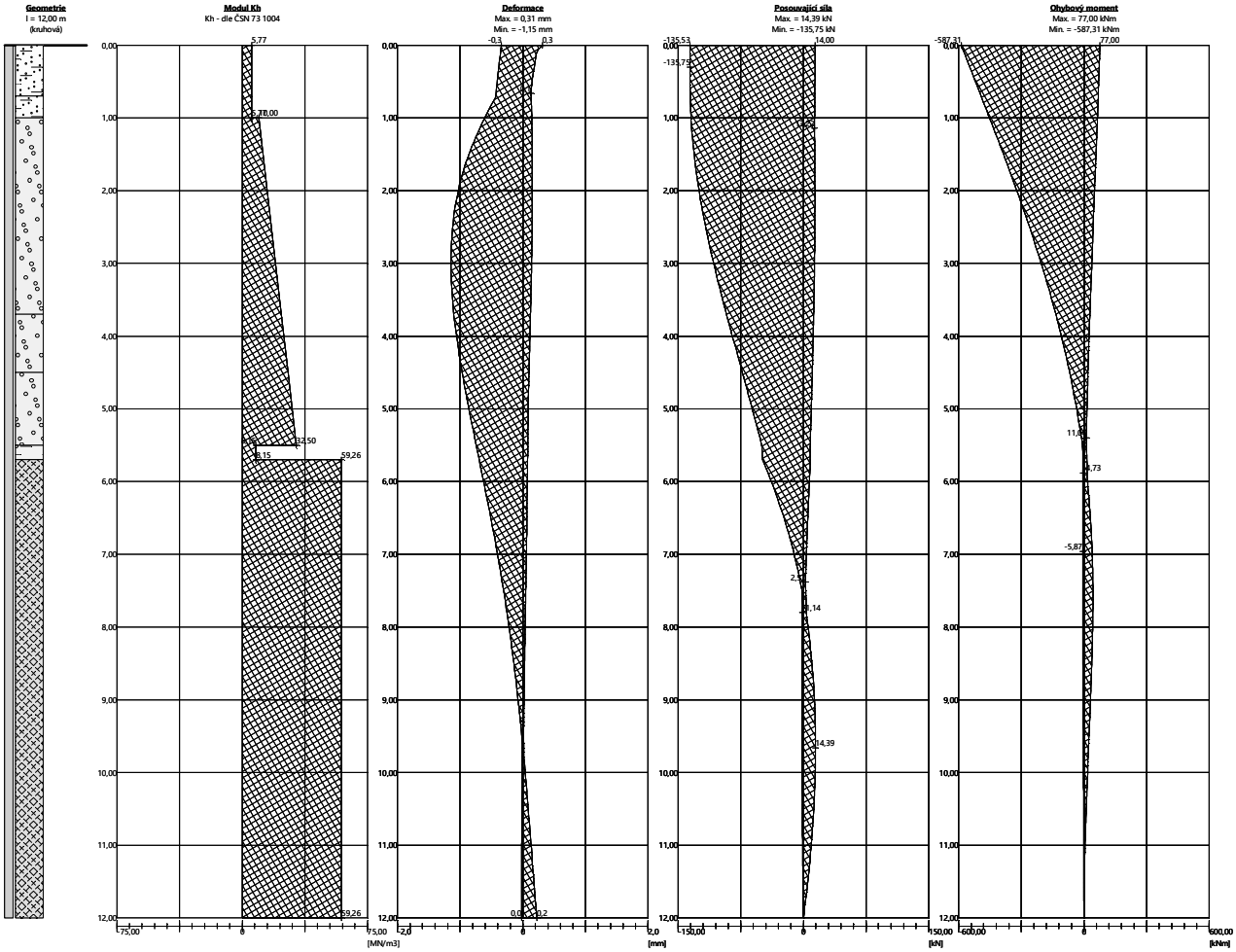
- Průřez: kruhová, d = 0,90 m
- Vyztužení - 14 ks profil 18,0 mm; krytí 120,0 mm
- Stupeň vyztužení ρ = 0,560 % > 0,393 % = ρ_{min}
- Zatížení : N_{Ed} = 1120,00 kN (tlak) ; M_{Ed} = 571,11 kNm
- Únosnost : N_{Rd} = 1839,30 kN; M_{Rd} = 937,89 kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

- Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 100,0 mm; A_{sw} = 1570,8 mm^2
- Posouvající síla na mezi únosnosti: V_{Rd} = 1106,39 kN > 135,77 kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.



9 Dynamická analýza

Vzhľadom k štíhlosti lávky bolo nutné analyzovať jej kmitanie spôsobené pohybom chodcov, posúdiť kritéria pohody chodcov a v prípade potreby navrhnúť obmedzovač kmitania.

Dynamická analýza bola vytvorená vo výpočtových programoch STRAP a SCIA pre overenie výsledkov vzhľadom na rozsiahlosť a zložitosť NK. Pri dynamickom výpočte bol základový rošt a pilóty medziľahlých podpier odstránené a nahradené tuhým podopretím, pretože to lepšie vystihuje chovanie pilótového založenia konštrukcie pri krátkodobom dynamickom zaťažení.

9.1 Základné vlastné frekvencie

Pre získanie vlastných tvarov boli použité 2 modelové situácie. 1.ZS bol riešený od vlastnej tiaže a 2.ZS bol riešený vlastnou tiažou a prídavným zaťažením od chodcov hodnotou 70kg/m^2. Samotný eurokód nedefinuje zaťažovacie stavy, ktoré by mali byť overené v rámci odozvy konštrukcie. Dané hodnoty je možné prebrať len zo skrípt odbornej literatúry, v ktorých je mnoho variant. Predovšetkým sa uvažuje pri získaní vlastných tvarov s vlastnou tiažou a pohybom chodcov po moste s uvažovaním 1osoby na m^2. Pri overení pohodlia resp. komfortu pohybu človeka sa vychádza z výpočtu ekvivalentného počtu osôb vyskytujúcich sa na moste.

9.1.1 Vlastné tvary

9.1.1.1 Výpočtový program STRAP

Zaťažovací stav 1 : Vlastná tiaž

MODAL DATA : Eigenvalues (Units: kN, meter)

Mode No.	Eigenvalue (Omega**2)	Natural Frequency	Period	Max translation Node-DOF
1	17.715	0.6699	1.49285	108-2
2	58.429	1.2166	0.82199	669-2
3	62.241	1.2556	0.79642	458-3
4	110.785	1.6752	0.59695	1327-2
5	153.790	1.9737	0.50666	119-2
6	155.761	1.9863	0.50344	71-3
7	284.603	2.6850	0.37244	14-2
8	347.945	2.9688	0.33684	440-2
9	381.065	3.1068	0.32187	390-3
10	452.909	3.3871	0.29524	22649-3
11	522.661	3.6386	0.27483	29192-3
12	532.440	3.6724	0.27230	34-3
13	676.458	4.1394	0.24158	21-2
14	742.948	4.3381	0.23052	1105-3
15	817.102	4.5494	0.21981	77-3
16	1173.584	5.4523	0.18341	22944-3
17	1177.729	5.4619	0.18309	22930-3
18	1228.054	5.5774	0.17930	78-3
19	1541.411	6.2486	0.16004	108-2
20	1588.993	6.3443	0.15762	1104-3
21	1781.526	6.7176	0.14886	370-3
22	1990.120	7.1000	0.14084	14-2
23	2304.650	7.6405	0.13088	84-3
24	2371.281	7.7502	0.12903	29442-3
25	2601.675	8.1180	0.12318	393-3
26	2765.611	8.3698	0.11948	132-3
27	3030.535	8.7615	0.11414	17-2
28	3736.502	9.7287	0.10279	31-3
29	3787.732	9.7951	0.10209	28660-1
30	3787.765	9.7952	0.10209	1747-1
31	3798.454	9.8090	0.10195	370-3
32	4224.480	10.3444	0.09667	667-1
33	4428.342	10.5911	0.09442	118-2
34	4792.796	11.0183	0.09076	1326-1
35	5131.894	11.4014	0.08771	22716-1
36	5258.141	11.5408	0.08665	14-2
37	5321.870	11.6105	0.08613	669-1
38	5359.930	11.6520	0.08582	373-3
39	5598.242	11.9082	0.08398	106-2
40	5910.606	12.2359	0.08173	1327-1
41	6680.341	13.0083	0.07687	370-3
42	6770.780	13.0960	0.07636	83-3
43	6834.646	13.1576	0.07600	22649-3
44	6934.324	13.2532	0.07545	669-1
45	7279.180	13.5788	0.07364	129-3
46	7589.686	13.8654	0.07212	29207-3
47	8028.763	14.2608	0.07012	13-2
48	8326.631	14.5229	0.06886	368-3
49	8762.275	14.8980	0.06712	29220-3
50	9304.252	15.3519	0.06514	108-2

MODAL RESULTS

Mode	T	Wn/Wtot	Fn (kN)	Qn (m)	Vn (m/s)	An (m/s**2)	Fn/Wn (Sd)
1	1.4928	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0523
2	0.8220	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
3	0.7964	0.000	0.00	0.0001	0.0002	0.0005	0.0781
4	0.5970	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
5	0.5067	0.000	0.01	0.0000	0.0002	0.0007	0.0781
6	0.5034	0.015	6.07	0.0014	0.0056	0.0223	0.0781
7	0.3724	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
8	0.3368	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
9	0.3219	0.000	0.00	0.0000	0.0001	0.0006	0.0781
10	0.2952	0.005	2.05	0.0003	0.0020	0.0133	0.0781
11	0.2748	0.003	1.15	0.0002	0.0016	0.0120	0.0781
12	0.2723	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0002	0.0781
13	0.2416	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
14	0.2305	0.027	11.05	0.0005	0.0042	0.0365	0.0781
15	0.2198	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0781
16	0.1834	0.304	125.99	-0.0008	-0.0086	-0.0942	0.0781
17	0.1831	0.475	196.83	0.0008	0.0091	0.0995	0.0781
18	0.1793	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
19	0.1600	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0781
20	0.1576	0.006	2.68	0.0001	0.0013	0.0160	0.0781
21	0.1489	0.008	3.20	0.0001	0.0011	0.0147	0.0781
22	0.1408	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
23	0.1309	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0781
24	0.1290	0.000	0.05	0.0000	-0.0002	-0.0028	0.0781
25	0.1232	0.002	0.74	0.0000	-0.0006	-0.0104	0.0782
26	0.1195	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0784
27	0.1141	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0001	0.0786
28	0.1028	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0001	0.0791
29	0.1021	0.000	0.04	0.0000	-0.0002	-0.0045	0.0791
30	0.1021	0.072	30.39	0.0003	0.0065	0.1279	0.0791
	Total sum	0.917	380.25				
	CQC results		236.06	0.0019	0.0161	0.1946	

Zaťažovací stav 2 : Vlastná tiaž + chodci (0,7kN/m^2)

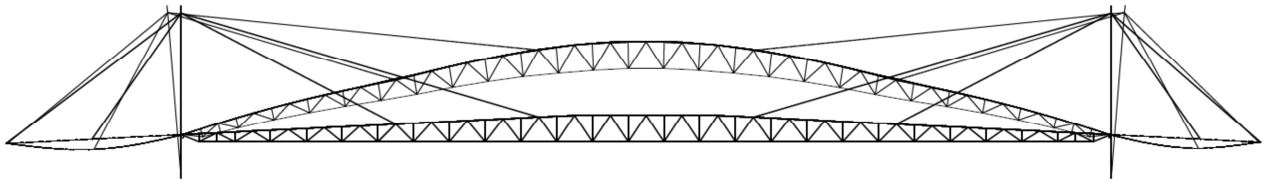
MODAL DATA : Eigenvalues (Units: kN, meter)

Mode No.	Eigenvalue (Omega**2)	Natural Frequency	Period	Max translation Node-DOF
1	14.069	0.5970	1.67513	55-2
2	50.989	1.1365	0.87992	327-3
3	56.305	1.1942	0.83735	667-2
4	99.737	1.5895	0.62915	1327-2
5	128.627	1.8050	0.55401	386-3
6	136.205	1.8575	0.53837	669-2
7	262.725	2.5797	0.38764	14-2
8	287.256	2.6975	0.37072	14-2
9	308.219	2.7941	0.35789	390-3
10	440.661	3.3410	0.29931	87-3
11	445.454	3.3591	0.29770	22650-3
12	514.097	3.6086	0.27711	29193-3
13	591.546	3.8709	0.25834	21-2
14	610.790	3.9334	0.25423	1105-3
15	672.732	4.1280	0.24225	77-3
16	1042.274	5.1382	0.19462	18-2
17	1118.287	5.3223	0.18789	23160-1
18	1175.127	5.4559	0.18329	22943-3
19	1253.069	5.6339	0.17750	108-2
20	1301.345	5.7414	0.17417	370-3
21	1676.249	6.5161	0.15347	1327-1
22	1752.065	6.6619	0.15011	14-2
23	1866.713	6.8764	0.14543	84-3
24	2079.618	7.2579	0.13778	1103-3
25	2264.734	7.5741	0.13203	132-3
26	2375.073	7.7564	0.12893	29442-3
27	2697.074	8.2655	0.12099	17-2
28	2970.888	8.6749	0.11528	370-3
29	3022.988	8.7506	0.11428	84-3
30	3561.606	9.4982	0.10528	132-3
31	3787.762	9.7952	0.10209	28660-1
32	3787.764	9.7952	0.10209	1747-1
33	4109.614	10.2028	0.09801	373-3
34	4204.489	10.3199	0.09690	667-1
35	4357.468	10.5060	0.09518	106-2
36	4640.603	10.8419	0.09223	15-2
37	5016.442	11.2724	0.08871	1326-1
38	5078.710	11.3422	0.08817	370-3
39	5148.243	11.4196	0.08757	669-1
40	5296.179	11.5825	0.08634	667-1

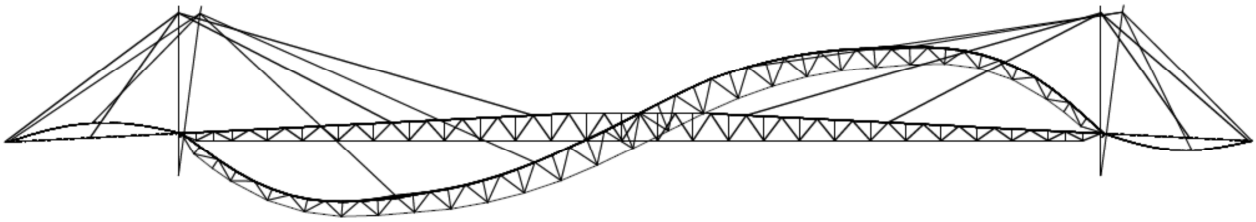
41	5523.993	11.8290	0.08454	87-3
42	5795.441	12.1161	0.08253	1327-1
43	5957.135	12.2840	0.08141	133-3
44	6201.491	12.5334	0.07979	372-3
45	6740.238	13.0665	0.07653	22649-3
46	6894.269	13.2149	0.07567	669-1
47	7220.935	13.5244	0.07394	16-2
48	7276.870	13.5766	0.07366	370-3
49	7483.470	13.7680	0.07263	55-2
50	7635.572	13.9072	0.07191	29207-3

MODAL RESULTS

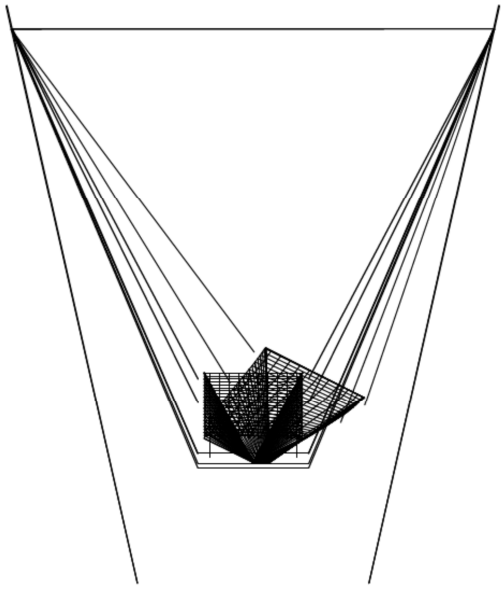
Mode	T	Wn/Wtot	Fn (kN)	Qn (m)	Vn (m/s)	An (m/s**2)	Fn/Wn (Sd)
1	1.6751	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0466
2	0.8799	0.000	0.00	0.0001	0.0002	0.0004	0.0781
3	0.8373	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
4	0.6291	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
5	0.5540	0.012	5.45	0.0015	0.0053	0.0193	0.0781
6	0.5384	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0781
7	0.3876	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
8	0.3707	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
9	0.3579	0.000	0.01	0.0000	-0.0002	-0.0010	0.0781
10	0.2993	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0003	0.0781
11	0.2977	0.003	1.48	0.0002	0.0017	0.0113	0.0781
12	0.2771	0.001	0.33	-0.0001	-0.0009	-0.0063	0.0781
13	0.2583	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
14	0.2542	0.019	8.56	-0.0004	-0.0035	-0.0272	0.0781
15	0.2422	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0781
16	0.1946	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0002	0.0781
17	0.1879	0.795	351.42	-0.0008	-0.0085	-0.0909	0.0781
18	0.1833	0.001	0.24	0.0000	0.0005	0.0054	0.0781
19	0.1775	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
20	0.1742	0.003	1.46	0.0001	0.0011	0.0132	0.0781
21	0.1535	0.010	4.63	-0.0001	-0.0009	-0.0113	0.0781
22	0.1501	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0002	0.0781
23	0.1454	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0003	0.0781
24	0.1378	0.003	1.40	-0.0001	-0.0009	-0.0129	0.0781
25	0.1320	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781
26	0.1289	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0781
27	0.1210	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0783
28	0.1153	0.000	0.00	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0785
29	0.1143	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0001	0.0786
30	0.1053	0.000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0789
31	0.1021	0.061	27.24	-0.0004	-0.0076	-0.1486	0.0791
	Total sum	0.909	402.23				
	CQC results		352.66	0.0018	0.0133	0.1793	



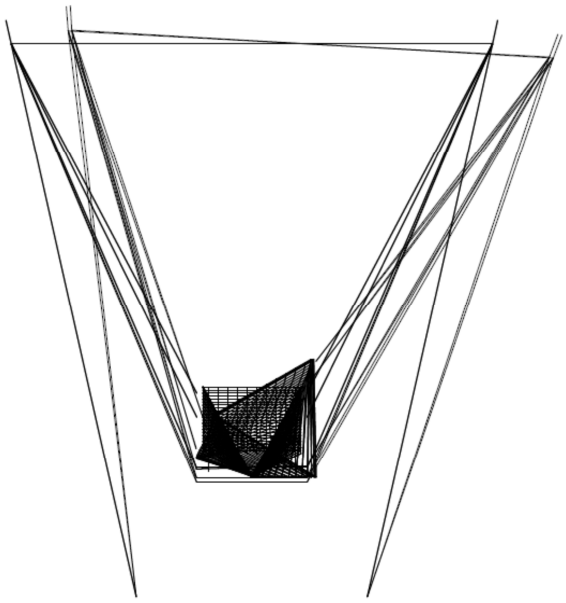
Obr. Tvar 2 - 1. zvislá vl. frekvencia



Obr. Tvar 5 - 2. Zvislá vl. frekvencia



Obr. Tvar 1 - 1. Vodorovná torzná vl. Frekvencia

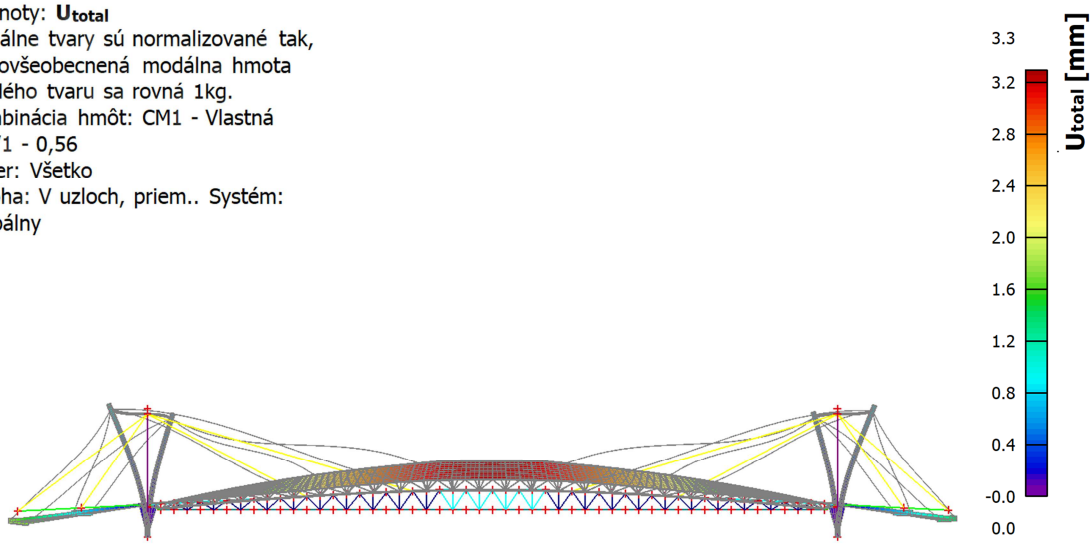


Obr. Tvar 3 - 2. Vodorovná torzná vl. frekvencia

9.1.1.2 Výpočtový program SCIA

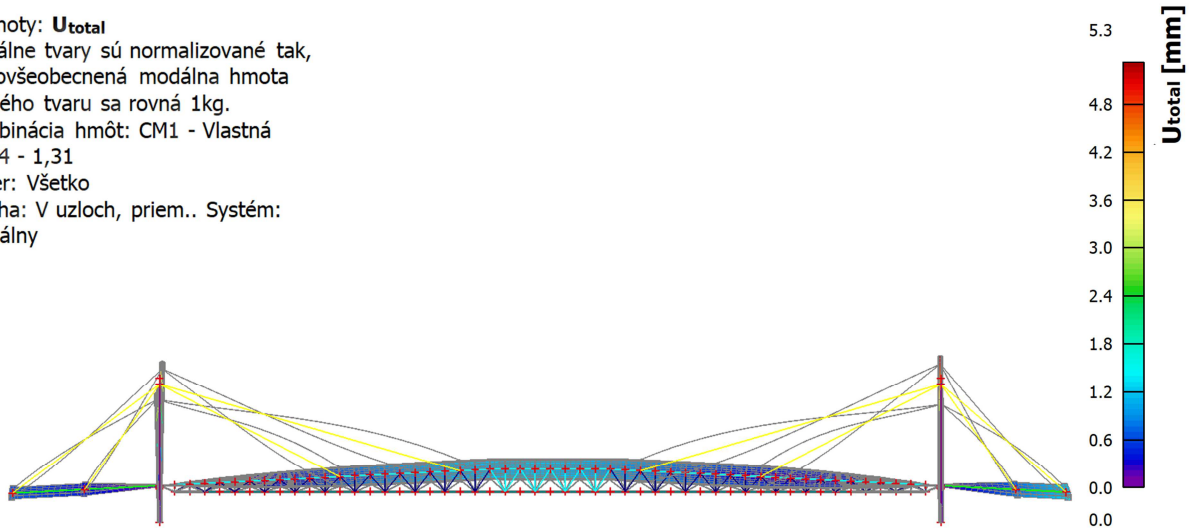
1.vlastný tvar kmitania - smer Z

Hodnoty: U_{total}
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/1 - 0,56
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



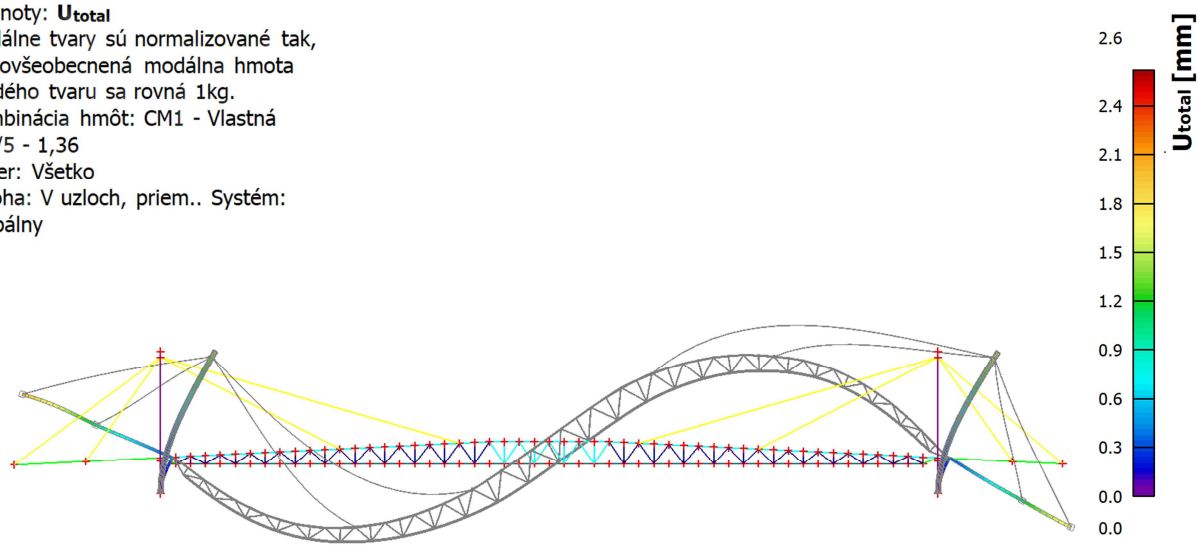
2.vlastný tvar kmitania - smer Z

Hodnoty: U_{total}
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/4 - 1,31
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



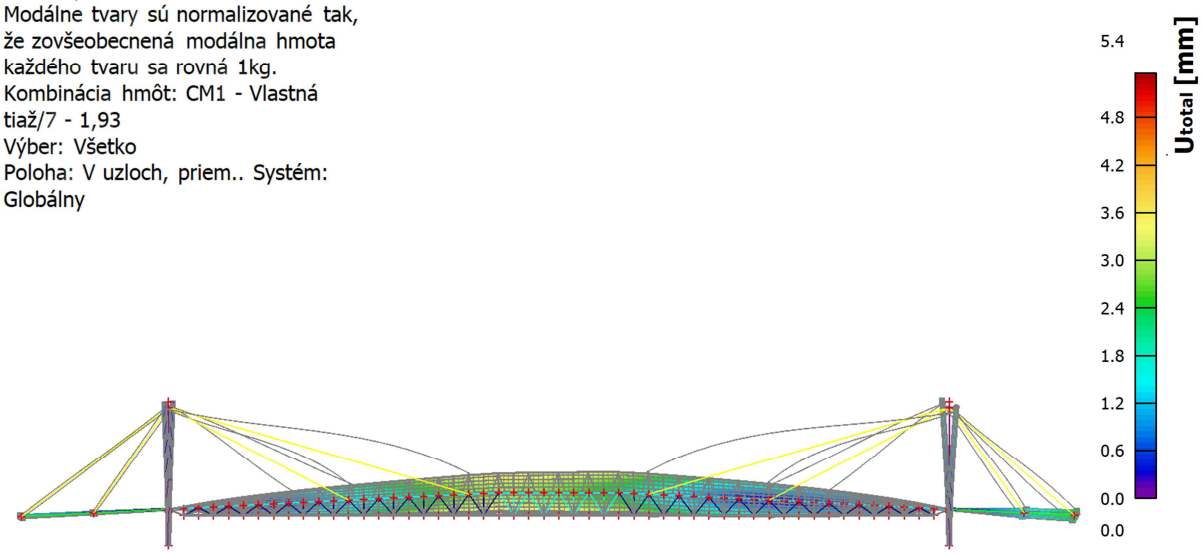
3.vlastný tvar kmitania - smer Z

Hodnoty: **Utotal**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/5 - 1,36
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



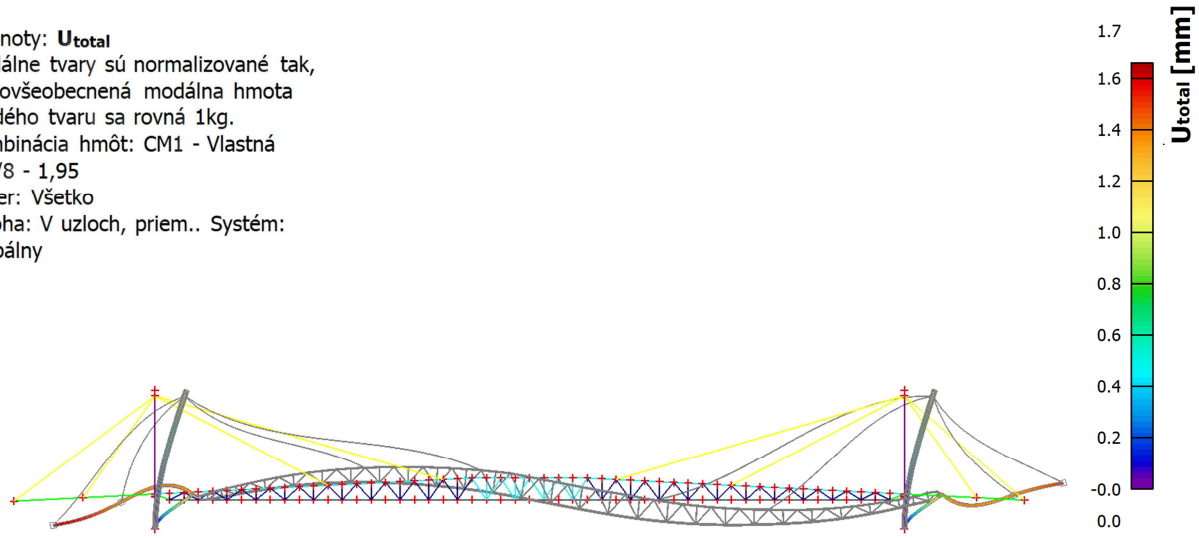
4.vlastný tvar kmitania - smer Z

Hodnoty: **Utotal**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/7 - 1,93
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



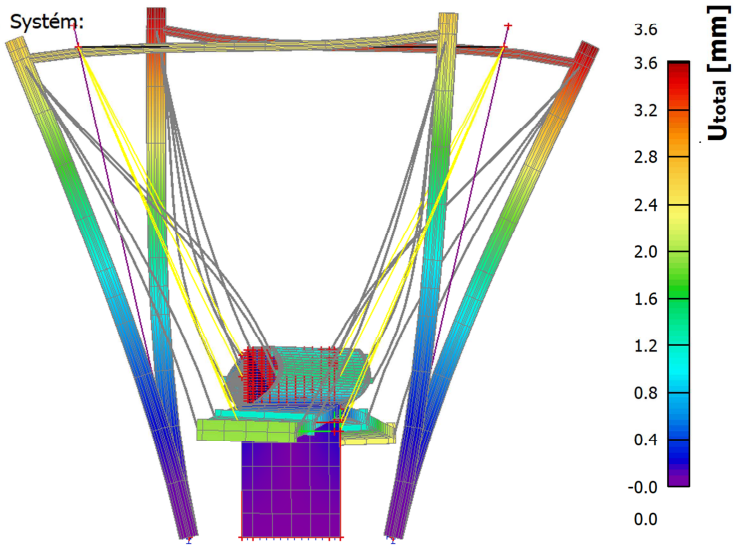
5.vlastný tvar kmitania - smer Z

Hodnoty: **Utotal**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/8 - 1,95
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



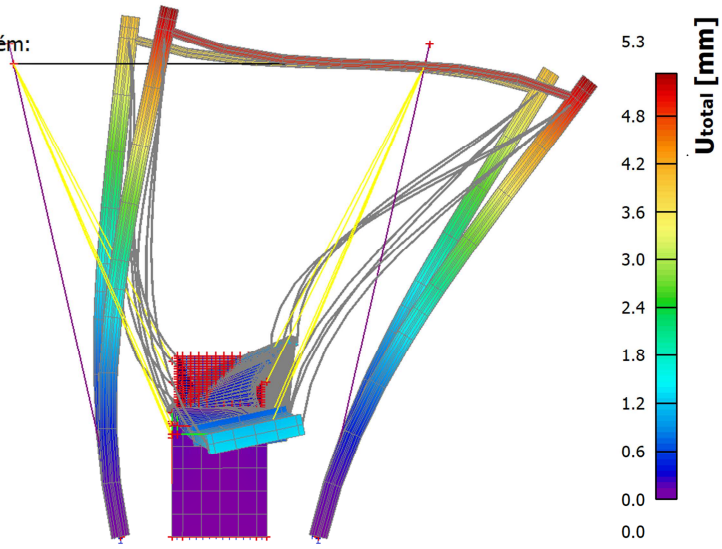
1.vlastný tvar kmitania - smer Y

Hodnoty: **U_{total}**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/3 - 1,13
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



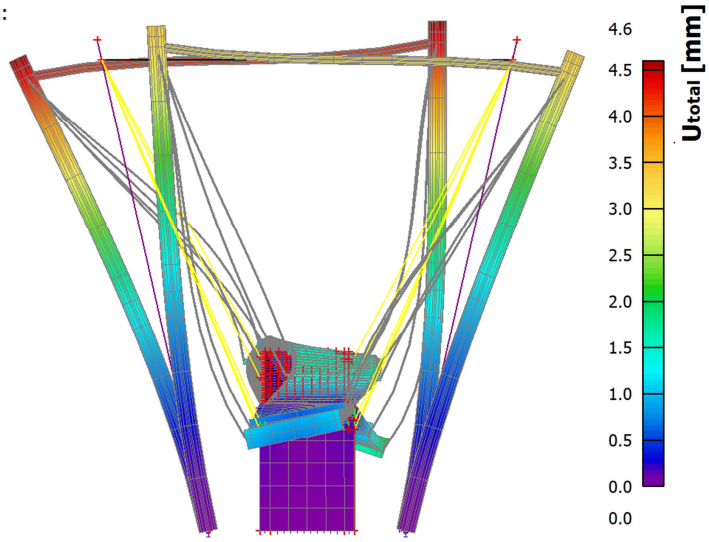
2.vlastný tvar kmitania - smer Y

Hodnoty: **U_{total}**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/4 - 1,31
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



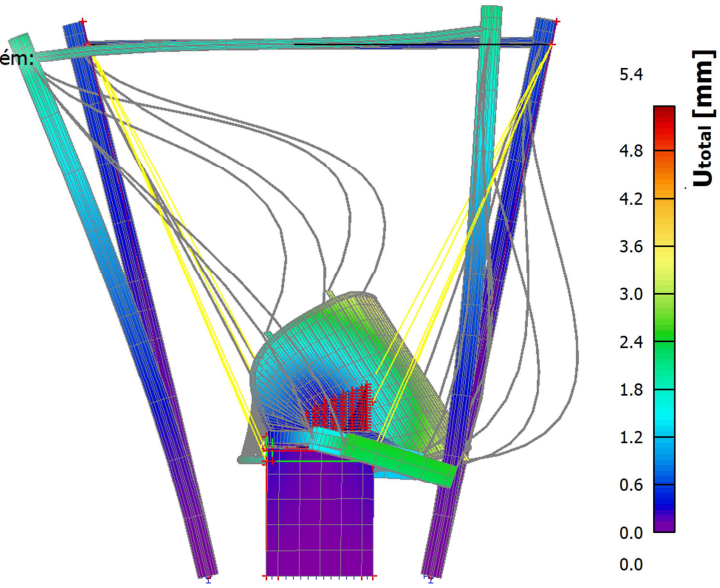
3.vlastný tvar kmitania - smer Y

Hodnoty: **U_{total}**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/6 - 1,72
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



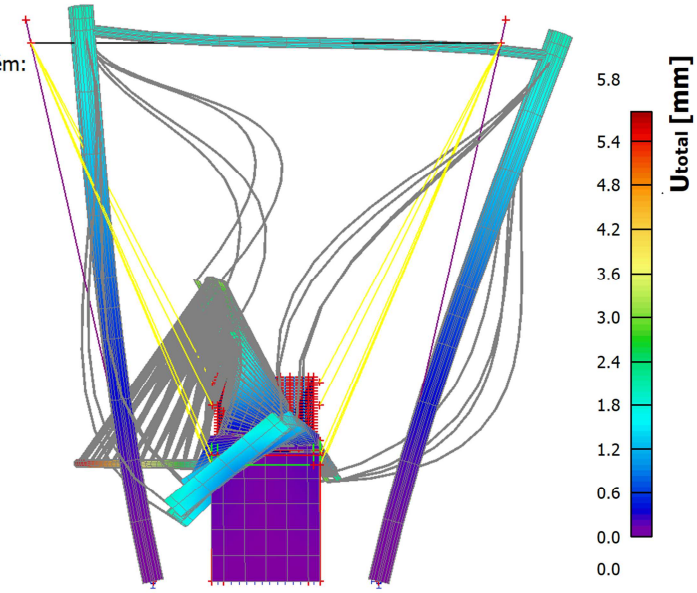
4.vlastný tvar kmitania - smer Y

Hodnoty: **U_{total}**
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/7 - 1,93
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



5.vlastný tvar kmitania - smer Y

Hodnoty: U_{total}
Modálne tvary sú normalizované tak, že zovšeobecnená modálna hmota každého tvaru sa rovná 1kg.
Kombinácia hmôt: CM1 - Vlastná tiaž/10 - 2,73
Výber: Všetko
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: Globálny



Hodnoty vlastných frekvencií :

N	f [Hz]	ω [1/s]	ω² [1/s²]	T [s]
Kombinácia hmôt : CM1 - Vlastná tiaž				
1	0,56	3,54	12,52	1,78
2	0,56	3,55	12,59	1,77
3	1,13	7,10	50,40	0,88
4	1,31	8,24	67,87	0,76
5	1,36	8,57	73,51	0,73
6	1,72	10,78	116,19	0,58
7	1,93	12,12	146,90	0,52
8	1,95	12,26	150,41	0,51
9	2,67	16,77	281,25	0,37
10	2,73	17,16	294,34	0,37
11	3,12	19,61	384,69	0,32
12	3,29	20,65	426,34	0,30
13	3,52	22,10	488,46	0,28
14	4,28	26,90	723,45	0,23
15	4,46	28,01	784,50	0,22
16	4,69	29,48	868,90	0,21
17	4,90	30,78	947,50	0,20
18	5,74	36,08	1301,41	0,17
19	5,89	37,02	1370,50	0,17
20	6,52	40,99	1680,22	0,15
21	6,55	41,13	1691,79	0,15
22	7,08	44,46	1976,71	0,14
23	7,20	45,21	2043,68	0,14
24	8,55	53,71	2884,86	0,12
25	8,68	54,53	2973,93	0,12
26	8,96	56,27	3165,76	0,11
27	9,44	59,29	3515,34	0,11
28	10,36	65,10	4237,45	0,10
29	10,74	67,50	4556,83	0,09
30	11,76	73,92	5463,98	0,08
Kombinácia hmôt : CM2 - Vlastná tiaž + chodci				
1	0,52	3,24	10,48	1,94
2	0,52	3,26	10,60	1,93
3	1,11	6,99	48,93	0,90
4	1,29	8,09	65,38	0,78
5	1,30	8,17	66,81	0,77
6	1,68	10,57	111,75	0,59

N	f [Hz]	ω [1/s]	$ω^2$ [$1/s^2$]	T [s]
7	1,82	11,46	131,33	0,55
8	1,88	11,80	139,28	0,53
9	2,54	15,98	255,29	0,39
10	2,65	16,67	277,79	0,38
11	2,95	18,54	343,63	0,34
12	3,02	18,96	359,62	0,33
13	3,16	19,83	393,43	0,32
14	4,26	26,78	717,04	0,23
15	4,26	26,78	717,14	0,23
16	4,32	27,15	736,89	0,23
17	4,73	29,72	883,23	0,21
18	5,17	32,49	1055,74	0,19
19	5,76	36,20	1310,69	0,17
20	6,20	38,97	1518,32	0,16
21	6,45	40,55	1644,22	0,15
22	6,53	41,06	1685,52	0,15
23	7,07	44,41	1972,44	0,14
24	7,81	49,06	2407,22	0,13
25	7,89	49,58	2457,87	0,13
26	7,95	49,97	2497,29	0,13
27	9,31	58,49	3420,81	0,11
28	9,45	59,35	3522,08	0,11
29	9,53	59,91	3588,80	0,10
30	10,84	68,11	4639,60	0,09
Kombinácia hmôt : CM3 - Chodci				
1	0,52	3,24	10,48	1,94
2	0,52	3,26	10,60	1,93
3	1,11	6,99	48,93	0,90
4	1,29	8,09	65,38	0,78
5	1,30	8,17	66,81	0,77
6	1,68	10,57	111,75	0,59
7	1,82	11,46	131,33	0,55
8	1,88	11,80	139,28	0,53
9	2,54	15,98	255,29	0,39
10	2,65	16,67	277,79	0,38
11	2,95	18,54	343,63	0,34
12	3,02	18,96	359,62	0,33
13	3,16	19,83	393,43	0,32
14	4,26	26,78	717,04	0,23
15	4,26	26,78	717,14	0,23
16	4,32	27,15	736,89	0,23
17	4,73	29,72	883,23	0,21
18	5,17	32,49	1055,74	0,19
19	5,76	36,20	1310,69	0,17
20	6,20	38,97	1518,32	0,16
21	6,45	40,55	1644,22	0,15
22	6,53	41,06	1685,52	0,15
23	7,07	44,41	1972,44	0,14
24	7,81	49,06	2407,22	0,13
25	7,89	49,58	2457,87	0,13
26	7,95	49,97	2497,29	0,13
27	9,31	58,49	3420,81	0,11
28	9,45	59,35	3522,08	0,11
29	9,53	59,91	3588,80	0,10
30	10,84	68,11	4639,60	0,09

9.2 Kontrola komfortu chodcov

Podmienka pre posúdenie komfortu chodcov je špecifikovaná pre maximálne hodnoty zrýchlenia 0,7m/s^2 vo zvislom smere a 0,2m/s^2 vo vodorovnom smere. Výpočet vynúteného kmitania od pohybu chodcov je vyžadovaný ak niektorá zo základných frekvencií je menšia než 5Hz pre zvislé kmitanie a 2,5Hz pre vodorovné alebo torzné vlastné kmitanie. Okrem kritérií pre zrýchlenie sú definované maximálne hodnoty amplitúd posunutia 10mm pre zvislé a 2mm pre vodorovné.

*Max. počet osôb na lávke..... N = S*d = 236osôb*
Ekvivalentný počet osôb..... Neq = 10,8√Nξ = 11osôb*

Zjednodušení pro normy (nerealizováno):

uvažuje se pouze rezonanční část dynamického zatížení

Skupina chodců (8 – 15)

Vertikální kmitání $F_{pv}(t) = 280\, k_v \sin 2\pi f_v\, t$ [N]

Horizontální kmitání $F_{ph}(t) = 70\, k_h \sin 2\pi f_h\, t$ [N]

f_v – ohybová vlastní frekvence mostu při svislém kmitání nejblíže 2.0 Hz
f_h – ohybová vlastní frekvence mostu při vodorovném kmitání nejblíže 1.0 Hz
k_v resp. k_h – součinitele závisející na f_v, resp. f_h
(max.3.0 pro f_v = 2.0 Hz, resp. pro f_h = 1.0 Hz)

Síly se umístí do místa maximálního účinku pro daný vlastní tvar

Zjednodušení pro normy (nerealizováno):

uvažuje se pouze rezonanční část dynamického zatížení

Spojité zatížení – proud chodců (dlouhé a široké mosty)

Vertikální kmitání $q_{pv}(t) = 12{,}6\, k_v \sin 2\pi f_v\, t$ [Nm^{-2}]

Horizontální kmitání $q_{ph}(t) = 3{,}3\, k_h \sin 2\pi f_h\, t$ [Nm^{-2}]

Zatížení se umístí na most tak, aby vyvolávalo z hlediska uvažovaného vlastního tvaru maximální účinek

Maximální přípustné hodnoty zrychlení

EN 1990 Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*

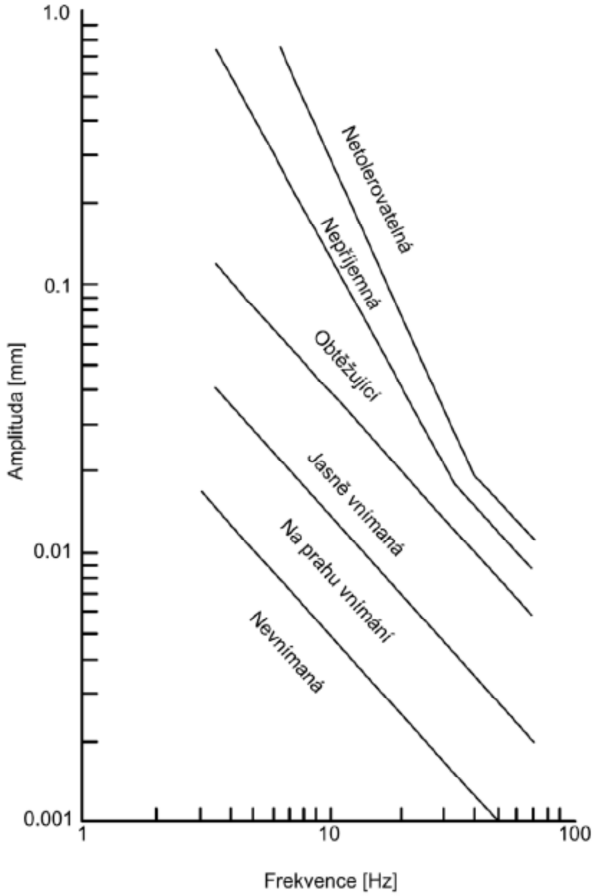
Vertikální kmitání $a_{max,v} \leq 0{,}7$ ms^{-2}

Horizontální kmitání $a_{max,h} \leq 0{,}2$ ms^{-2}

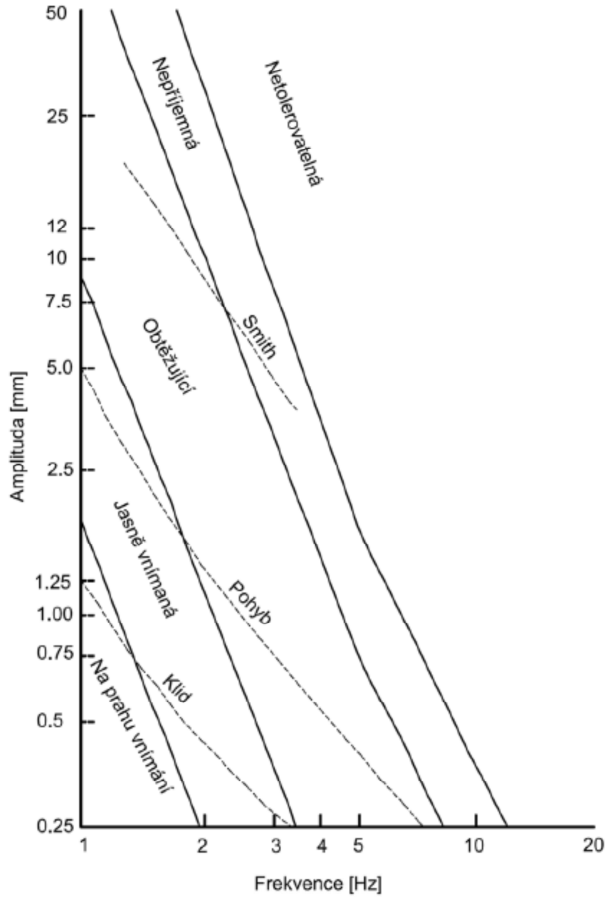
Horizontální kmitání (mimořádné zatížení např. davem lidí) $a_{max,h} \leq 0{,}4$ ms^{-2}

Eurokódy <u>nestanovují</u> zatížení lávek pro pěší účinkem chodců

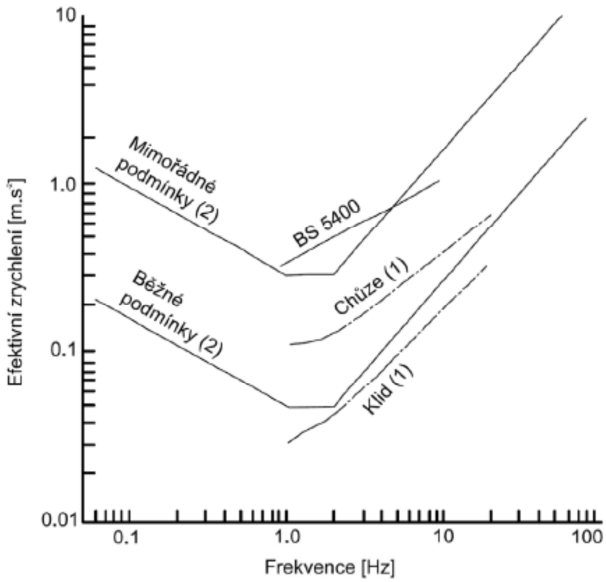
<u>Praktické řešení</u>: harmonická síla $F_{pv}(t) = 280 \sin 2\pi f_v\, t$ [N] se postupně vkládá do míst maximální výchylky vlastních tvarů kmitání (ohybových i kroutivých)



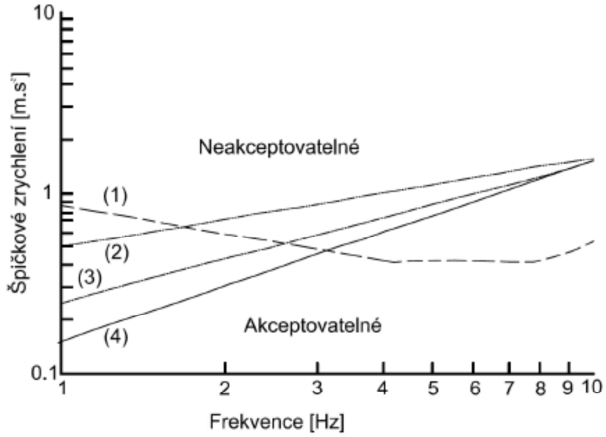
Obr. 6 Kategorizace vnímání vibrací



Obr. 7 Lidské vnímání vibrací

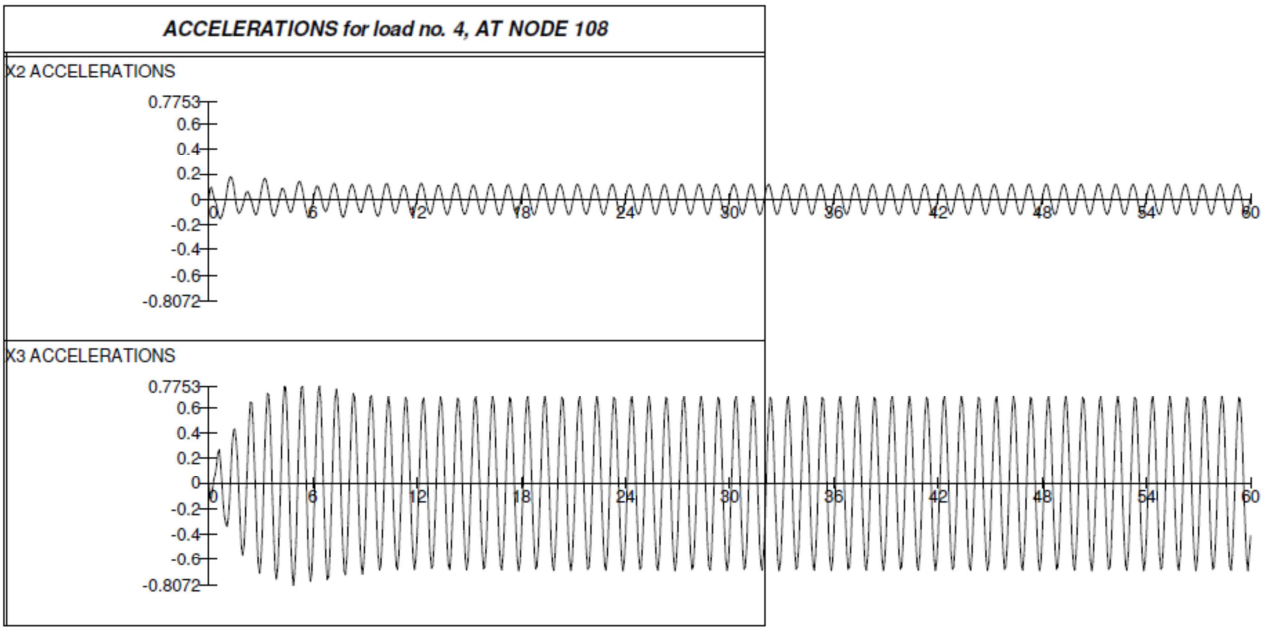


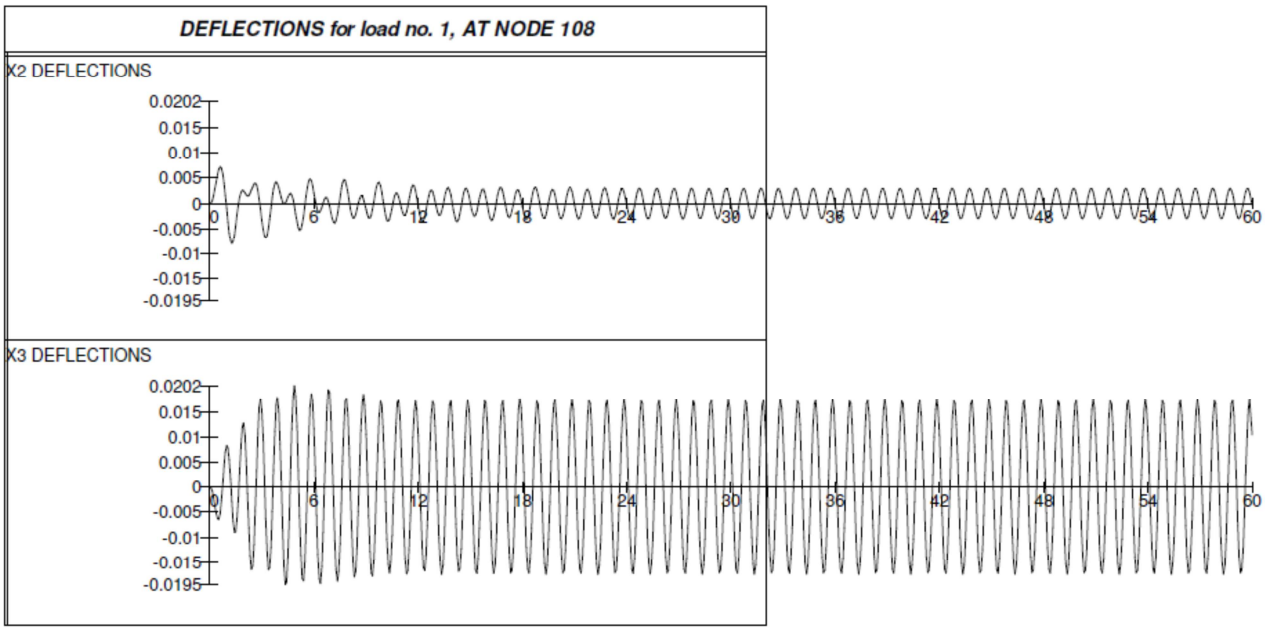
Obr. 8 Přijatelné úrovně efektivního zrychlení



Obr. 9 Přijatelné úrovně okamžitého zrychlení

Výsledky zrýchlenia a amplitúdy pre zvislý a vodorovný účinok





Na základe získaných výsledkov môžem usudzovať že lávka spĺňa kritéria a vzhľadom na pohodlie chodcov bude kmitanie lávky vnímané ako prijateľné.

Lávka predovšetkým bude slúžiť cyklistom nakoľko sa jedná o lávku umiestnenú na cyklistickom chodníku a pre overenie pohodlia cyklistov nejestvujú žiadne normové a odborné odporúčania, ktoré by mohli vystihovať danú skutočnosť.

10 Záver statického výpočtu

Statickým výpočtom bola overená celková konštrukcia predmetného mostného objektu.

Všetky prvky konštrukcie boli navrhnuté a posúdené podľa platných STN a STN EN. Navrhnutá konštrukcia je stabilná a vyhovuje pre najnepriaznivejšiu kombináciu vnútorných síl.

Statickým posudkom bolo preukázané splnenie základnej požiadavky na stavby – mechanickej odolnosti a stability stavby v zmysle § 43d ods. 1. písm. a) Zákona č.50/1976 Zb. v znení neskorších predpisov (Stavebný zákon) a sú splnené podmienky spoľahlivosti (t.j. bezpečnosti, používateľnosti a trvanlivosti) stavby.

V Prešove, 06/2021

Vypracoval: Ing. Radoslav Fotta
Ing. Martin Rusín