Príloha 1- STATICKÝ VÝPOČET

Obsah

P1-1 Predmet výpočtu 3

P1-2 Podklady 3

P1-3 Geometrický tvar 3

P1-4 Zaťaženie a kombinácie 4

P1-4.1 LC1 – vlastná tiaž konštrukcie je generovaná automaticky 4
P1-4.2 LC2- vlastná tiaž vrstiev strechy 4
P1-4.3 LC3- klimatické zaťaženie 4
P1-4.4 LC4- úžitkové zaťaženie 4
P1-4.5 LC5 - zaťaženie vetrom – v smere osi y 4
P1-4.6 LC6 - zaťaženie vetrom – v smere osi x 4
P1-4.7 Kombinácie zaťažovacích stavov 5

P1-5 Použité prierezy 5

P1-6 Metodika výpočtu 7

P1-7 Výsledky výpočtu 7

P1-7.1 – Posúdenie schodnice 7
P1-7.1.1 – Medzný stav únosnosti 7
P1-7.1.2 – Medzný stav použiteľnosti 9
P1-7.2 – Posúdenie celej konštrukcie – 3D model 10
P1-7.2.1 – Medzný stav únosnosti 11
P1-7.2.2 – Medzný stav použiteľnosti 12
P1-7.3– Reakcie na základy 14

P1-8 Použité normy 15

P1-9 Poznámky 15

P1-10 Záver 15

P1-1 Predmet výpočtu

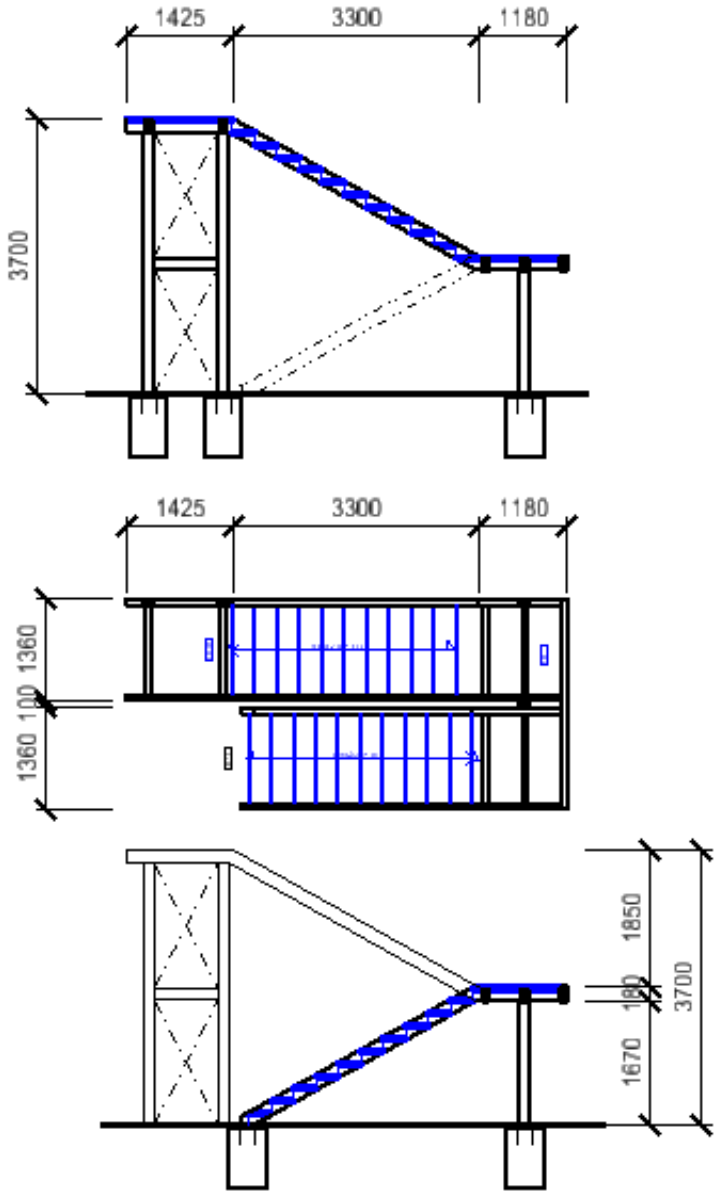
Predmetom statického výpočtu je overiť mechanickú odolnosť a stabilitu **exteriérového oceľového schodiska** v zmysle ustanovení zákona č.50/1976Zb. (Stavebný zákon) v Bratislave – MČ Petržalka.

P1-2 Podklady

Podklady pre vypracovanie výpočtu:

- rozpracovaný projekt objektu
- konzultácie s hlavným inžinierom projektu

P1-3Geometrický tvar



Obr.1-Geometrický tvar konštrukcie

P1-4 Zaťaženie a kombinácie

P1-4.1 LC1 – vlastná tiaž konštrukcie je generovaná automaticky

P1-4.2 LC2- vlastná tiaž pochôdznej plochy

- podlahový rošt – pozink - 300x1200 –10,9kg (3ks/m^2) g_1= **0,218kN/m^2**

$z_š$=0,6m q_{Lc2}= **0,13 kN/m**

P1-4.3 LC3- klimatické zaťaženie snehom

charakteristické zaťaženie snehom s_k = a+A/b = 0,454 + 135/970 = 0,593kN/m^2 (zóna 1, nadm. výška 135m.n.m.)
μ_1 = 0,8
C_e =1,0
C_t = 1,0

s = μ_1. C_e. C_t. s_k = 0,8 . 1,0 . 1,0 . 0,593 = **0,475 kN/m^2**
$z_š$=0,6m q_{Lc3}= **0,285 kN/m**

P1-4.4 LC4- úžitkové zaťaženie – (STN EN 1991-1-1N/A)

q_k=**3,0kN/m^2**
$z_š$=0,6m q_{Lc4}= **1,8 kN/m**

P1-4.5 LC5 - zaťaženie vetrom – v smere osi y

špičkový tlak vetra – **q_b(z) = 0,541 kPa** (pre v_b=26m/s , II.oblasť, III.kat. terénu, z =3,57 m)

tlak na stenu v jednotlivých oblastiach (LC5 – vietor y – rozmer l=5,9m x h=3,57m):
w_A=$c_{p,A}$x q_p= 2,3 x 0,541 = **1,24 kN/m^2**(0-1m)
w_B =$c_{p,B}$ x q_p= 1,4 x 0,541 = **0,758 kN/m^2**(1-6m)

$z_š$ = 0,18m q_{Lc5-A}= **0,22 kN/m**
q_{Lc5-B}= **0,136 kN/m**

P1-4.6 LC6 - zaťaženie vetrom – v smere osi x

tlak na stenu v jednotlivých oblastiach (LC6 – vietor x – rozmerl=2,82m x h=3,57m):
w_A=$c_{p,A}$x q_p= 2,3 x 0,541 = **1,24 kN/m^2**(0-1m)
w_B =$c_{p,B}$ x q_p= 1,4 x 0,541 = **0,758 kN/m^2**(1-6m)

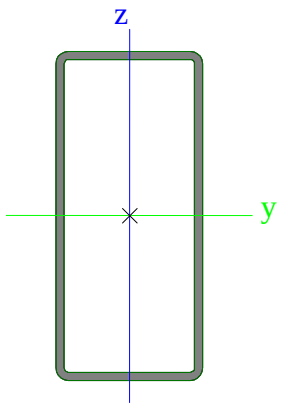
$z_š$ = 0,18m q_{Lc5-A}= **0,22 kN/m**
q_{Lc5-B}= **0,136 kN/m**

P1-4.7 Kombinácie zaťažovacích stavov

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO1		Obálka - únosnosť	LC1 - vlastna tiaz	1,35
			LC2 - podlahovy rost	1,35
			LC3 - sneh	1,50
			LC4 - uzitkove	1,50
			LC5 - vietor-y	1,50
CO2		Obálka - únosnosť	LC1 - vlastna tiaz	1,35
			LC2 - podlahovy rost	1,35
			LC3 - sneh	1,50
			LC4 - uzitkove	1,50
			LC6 - vietor-x	1,50
CO3		Obálka - použiteľnosť	LC1 - vlastna tiaz	1,00
			LC2 - podlahovy rost	1,00
			LC3 - sneh	1,00
			LC4 - uzitkove	1,00

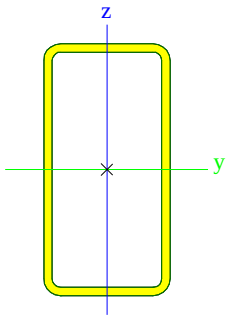
P1-5 Použité prierezy (ocel S235)

CS1		
Typ	**MSH180x80x4.5**	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikové duté prierezy	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	a	a
A [m^2]	2,2400e-03	
Ay [m^2], Az [m^2]	6,8418e-04	1,5394e-03
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	5,0800e-01	9,8848e-01
cYUSS [mm], cZUSS [mm]	40	90
[deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	9,1100e-06	2,5400e-06
iy [mm], iz [mm]	64	34
Wely [m^3], Welz [m^3]	1,0100e-04	6,3600e-05
Wply [m^3], Wplz [m^3]	1,2700e-04	7,1600e-05
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	2,96e+04	2,96e+04
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	1,67e+04	1,67e+04
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	6,4100e-06	1,0109e-08
β y [mm], β z [mm]	0	0



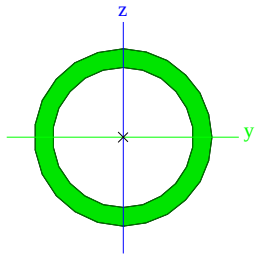
(schodnice)

CS2		
Typ	**RRK150/75/5**	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikové duté prierezy	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	a	a
A [m^2]	2,0860e-03	
Ay [m^2], Az [m^2]	6,9481e-04	1,3896e-03
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	4,3300e-01	8,3413e-01
cYUSS [mm], cZUSS [mm]	38	75
[deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	5,8800e-06	1,9800e-06
iy [mm], iz [mm]	53	31
Wely [m^3], Welz [m^3]	7,8400e-05	5,2900e-05
Wply [m^3], Wplz [m^3]	9,8600e-05	6,0700e-05
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	2,32e+04	2,32e+04
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	1,43e+04	1,43e+04
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	4,9100e-06	5,9326e-09
β y [mm], β z [mm]	0	0



(stĺpiky)

CS3		
Typ	**RO25X2.6**	
Kód tvaru	3 - Kruhové duté prierezy	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	a	a
A [m^2]	1,8300e-04	
Ay [m^2], Az [m^2]	1,2477e-04	1,2477e-04
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	7,8500e-02	1,4074e-01
cYUSS [mm], cZUSS [mm]	13	13
[deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	1,1600e-08	1,1600e-08
iy [mm], iz [mm]	8	8
Wely [m^3], Welz [m^3]	9,3000e-07	9,3000e-07
Wply [m^3], Wplz [m^3]	1,3046e-06	1,3046e-06
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	3,08e+02	3,08e+02
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	3,08e+02	3,08e+02
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	2,3200e-08	1,9413e-45
β y [mm], β z [mm]	0	0



(zavetrovanie)

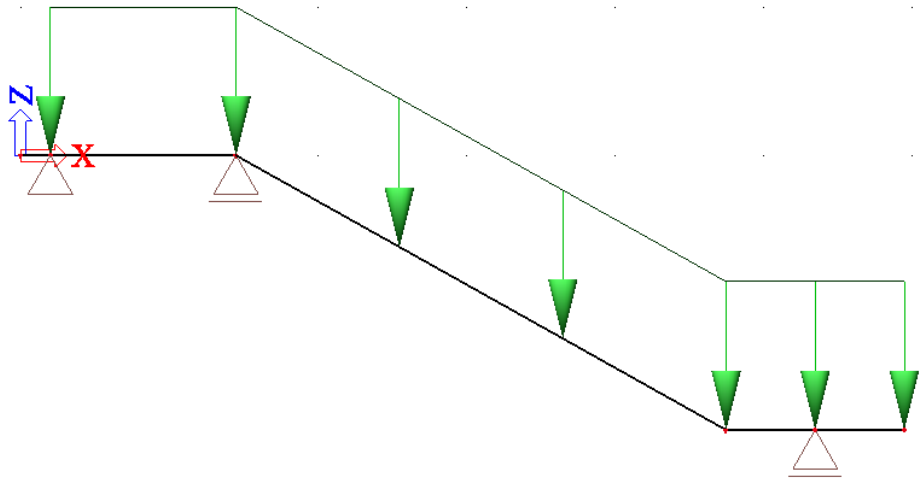
P1-6 Metodika výpočtu

Na výpočet bol použitý program Scia Engineer 2014 fy SCIA software. Pre výpočet základnej dimenzie bola konštrukcia rozdelená na jednolivé nosné prvky a schodnica bola vypočítaná zvlášť (výsledky výpočtu P1-7.1). Následne bol vytvorený priestorový 3D model konštrukcie, spočítané vnútorné sily a premiestnenia metódou konečných prvkov a jednotlivé nosné prvky boli posúdené v zmysle normySTN EN 1993 Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií pre medzný stav únosnosti a medzný stav používateľnosti.

P1-7 Výsledky výpočtu

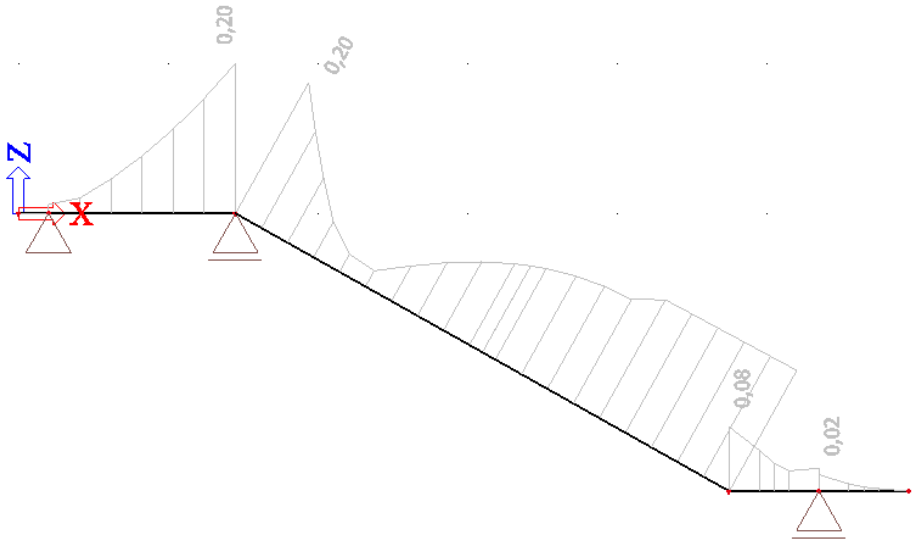
P1-7.1 – Posúdenie schodnice

- zaťažovacia šírka – **0,6m**



Obr.2-Statická schéma (pre LC2,LC3,LC4)(kNm)

P1-7.1.1 – Medzný stav únosnosti



Obr.3-Jednotkový posudok pre väznicu a priečnu väzbu (-) – obálka kombinácii CO1
max.využitie prierezu = ***0,2<1 => vyhovuje na 1.MS***

Podrobné dimenzovanie ocele

Kombinácie : CO1

Prvok B3	**3,783 m**	**MSH180x80x4.5**	**S 235**	**CO1/1**	**0,20 -**

Parciálne súčinitele spoľahlivosti	
Gama M0 pre odolnosť prierezov	1,00
Gama M1 pre odolnosť pre stratu stability	1,00
Gama M2 pre odolnosť oslabených prierezov	1,25

Materiál		
Medza klzu fy	235,0	MPa
Medzná pevnosť fu	360,0	MPa
Výroba	Valcované	

...::POSUDOK PRIEREZU::...

Klasifikácia pre návrh prierezu
Podľa EN 1993-1-1 čl. 5.5.2
Klasifikácia vnútorných tlačených častí
Podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1

Maximálny pomer šírka k hrúbke	37,00
Trieda 1 Limit	74,82
Trieda 2 Limit	86,25
Trieda 3 Limit	124,09

=> Prierez klasifikovaný ako Trieda 1 pre návrh prierezu

Kritický posudok v mieste 0.000 m

Vnútorné sily	Vypočítané	Jednotka
N,Ed	4,51	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	8,04	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-5,84	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudok na ťah
Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	2,2400e-03	m^2
Npl,Rd	526,40	kN
Nu,Rd	580,61	kN
Nt,Rd	526,40	kN
Jednotkový posudok	0,01	-

Posudok ohybového momentu pre My
Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,2700e-04	m^3
Mpl,y,Rd	29,84	kNm
Jednotkový posudok	0,20	-

Posudok na šmyk pre Vz
Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,5508e-03	m^2
Vpl,z,Rd	210,40	kN
Jednotkový posudok	0,04	-

Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu
Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

MN,y,Rd	29,84	kNm
Jednotkový posudok	0,20	-

Poznámka: Pretože šmykové sily sú menšie než polovica plastickej šmykovej odolnosti ich vplyv na momentovú odolnosť je zanedbateľný.

Prút vyhovuje posudku prierezu.

...::POSUDOK STABILITY::...
Klasifikácia pre návrh vzperu prvku
Rozhodujúca poloha pre klasifikáciu stability: 0,000 m
Klasifikácia vnútorných tlačených častí
Podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1

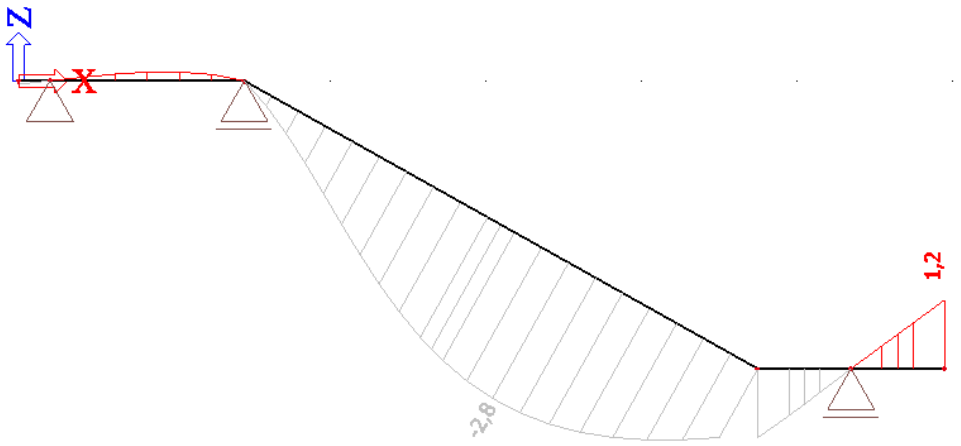
Maximálny pomer šírka k hrúbke	37,00
Trieda 1 Limit	74,82
Trieda 2 Limit	86,25
Trieda 3 Limit	124,09

=> Prierez klasifikovaný ako Trieda 1 pre návrh vzperu prvku

Posudok klopenia
Pozn: Prierez sa týka obdĺžnikovej trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento prierez nie je náchylný na klopenie.

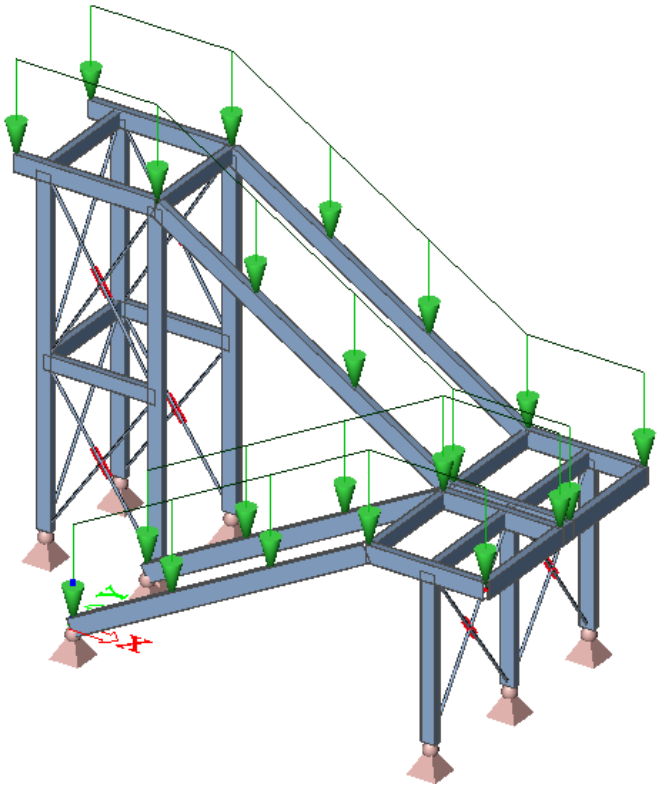
Prút vyhovuje posudku stability.

P1-7.1.2 – Medzný stav použiteľnosti

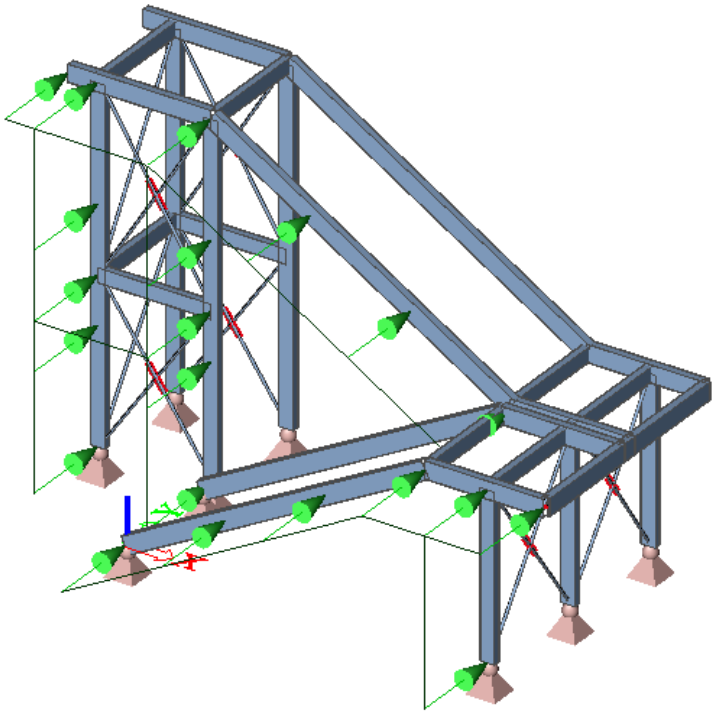


Obr.4- Deformácia u_z (mm) – CO4
*max.def. uz =***2,8mm<** *L(3790)/250 =**15,2mm => vyhovuje na 2.MS***

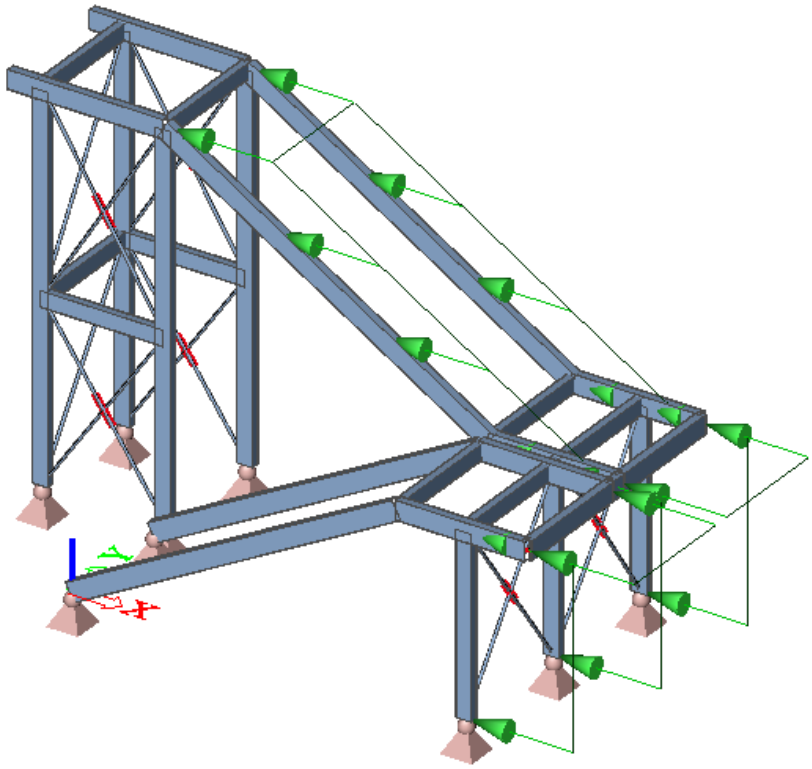
P1-7.2 – Posúdenie celej konštrukcie – 3D model



Obr.5-Statická schéma (LC2,LC3,LC4)

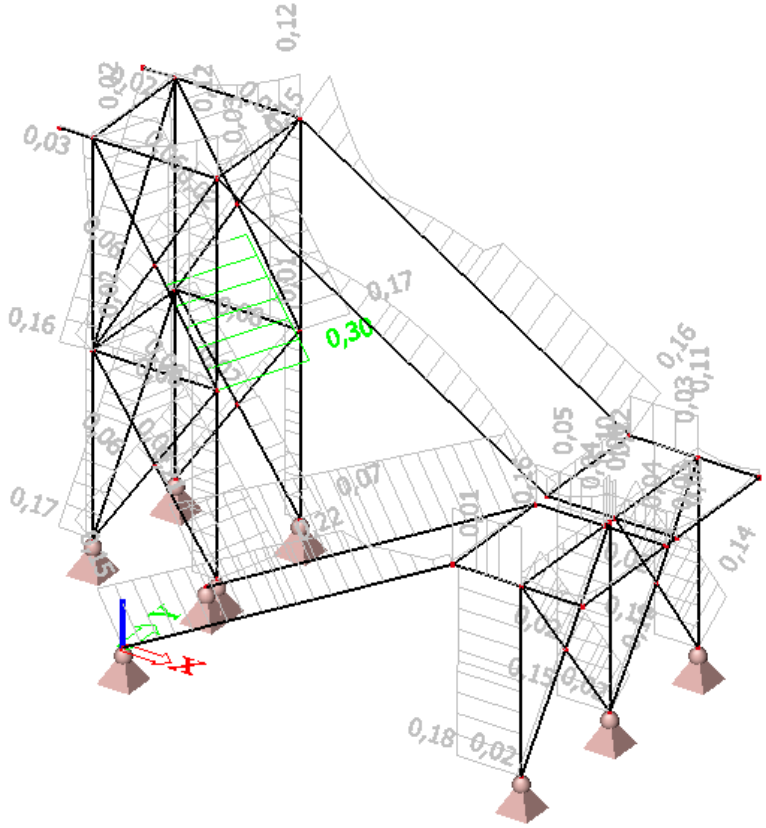


Obr.6-Statická schéma (LC5)



Obr.7-Statická schéma (LC6)

P1-7.2.1–Medzný stav únosnosti



Obr.8-Jednotkový posudok pre celú konštrukciu (-)všetky MSÚ

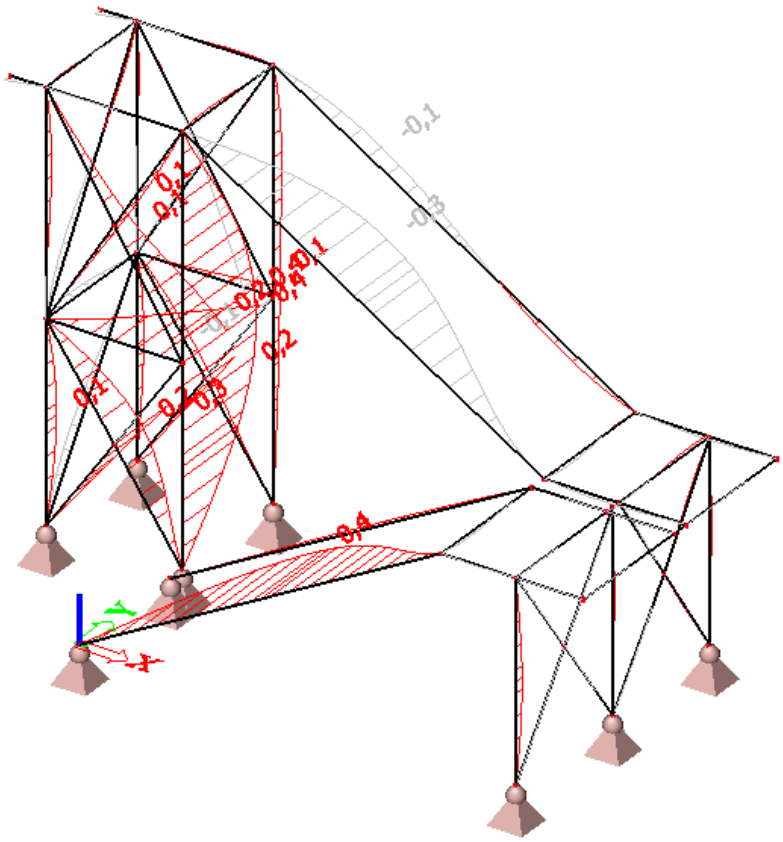
Lineárny výpočet, Extrém : Prvok
Výber : **Všetko**
Trieda : Všetky MSÚ

Prvok	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudok [-]	pos.prierezu [-]	stab. posudok [-]
B1	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO1/1	0,000	**0,15**	0,03	0,15
B2	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,630	**0,16**	0,16	0,15
B3	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,000	**0,21**	0,03	0,21
B4	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO1/1	0,630	**0,10**	0,09	0,10
B5	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO2/2	1,150	**0,04**	0,03	0,04
B6	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,12**	0,12	0,03
B7	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,630	**0,06**	0,06	0,00
B8	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,630	**0,11**	0,11	0,11
B9	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	1,150	**0,03**	0,03	0,02
B10	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	3,567	**0,15**	0,15	0,00
B11	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,000	**0,16**	0,03	0,16
B12	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	1,450	**0,12**	0,12	0,00
B13	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	1,450	**0,12**	0,12	0,00
B14	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO2/2	0,000	**0,03**	0,03	0,02
B15	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	1,150	**0,04**	0,04	0,00
B16	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,000	**0,03**	0,03	0,00
B17	CS1 - MSH180x80x4.5	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,02	0,00
B18	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,18**	0,02	0,18
B19	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,15**	0,02	0,15
B20	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,12**	0,02	0,12
B21	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,02	0,00
B22	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	3,520	**0,03**	0,03	0,00
B23	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	3,520	**0,02**	0,02	0,00
B24	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	1,660	**0,08**	0,04	0,08
B25	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO2/2	1,660	**0,08**	0,03	0,08
B26	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO2/2	1,150	**0,01**	0,01	0,01
B27	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,02**	0,02	0,02
B28	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,187	**0,17**	0,04	0,17
B29	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,019	**0,07**	0,03	0,07
B30	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,093	**0,02**	0,02	0,00
B31	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,094	**0,02**	0,02	0,00
B32	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,02	0,02
B33	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,02	0,02
B34	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,019	**0,22**	0,08	0,22
B35	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,010	**0,06**	0,06	0,00
B36	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,010	**0,06**	0,06	0,00
B37	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,187	**0,30**	0,08	0,30
B38	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,093	**0,06**	0,06	0,00
B39	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	1,094	**0,06**	0,06	0,00
B40	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,071	**0,10**	0,04	0,10
B41	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO1/1	2,028	**0,14**	0,04	0,14
B42	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,01	0,02
B43	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,01	0,02
B44	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,01	0,02
B45	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	0,000	**0,02**	0,01	0,02
B46	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,01**	0,01	0,01
B47	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	0,000	**0,05**	0,05	0,04
B48	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	2,187	**0,16**	0,02	0,16
B49	CS3 - RO25X2.6	S 235	CO2/2	2,019	**0,17**	0,02	0,17
B50	CS2 - RRK150/75/5	S 235	CO1/1	1,150	**0,02**	0,02	0,02

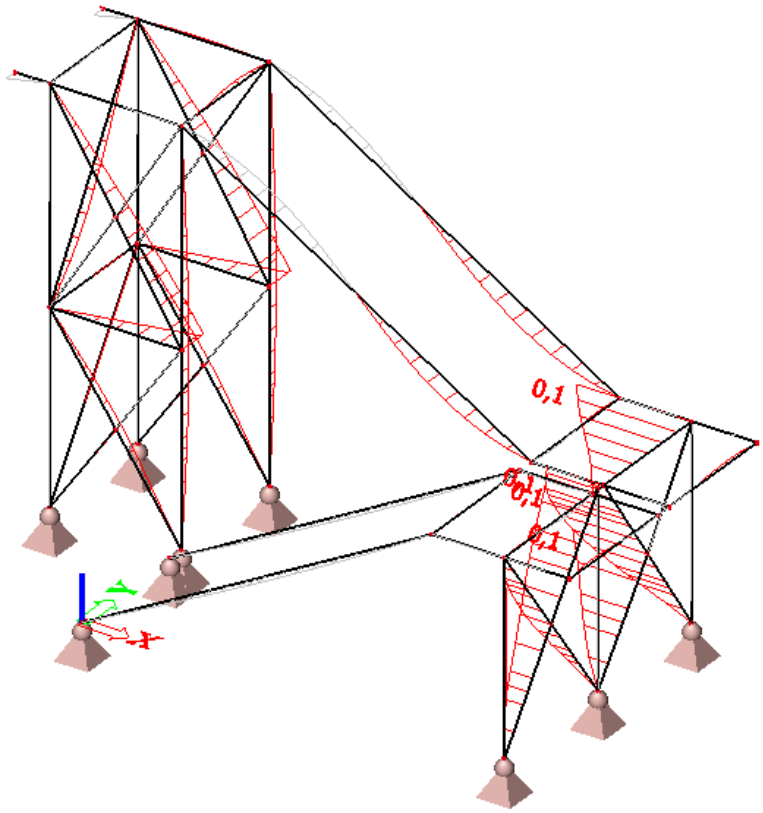
max.využitie prierezu = ***0,3<1 => vyhovuje na 1.MS***

P1-7.2.2–Medzný stav použiteľnosti – vodorovné výchylky

- táto kapitola rieši celkové vodorovné výchylky konštrukcie, posúdenie schodnice na priehyb je riešené v kapitole P1-7.1.2.

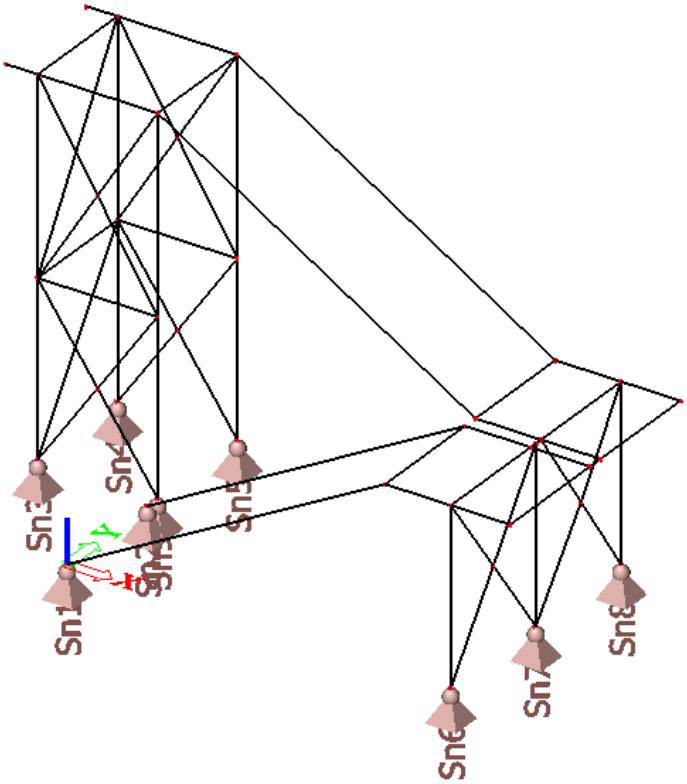


Obr.9- Vodorovná deformácia u_y (mm) – LC5
globálna max.def. u_y= **0,4mm<** *L(3570)/250 =* ***14,28mm => vyhovuje na 2.MS***



Obr.10- Vodorovná deformácia u_x (mm) – LC6
max.def.(pažník) u_x= **0,1mm<** *L(1720)/250 =* ***6,88mm => vyhovuje na 2.MS***

P1-7.3 – Reakcie na základy



Obr.10- číslovanie podpier

Výber : Všetko
Trieda : Všetky MSÚ

Podpera	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn1/N1	CO2/2	0,96	0,02	6,52
Sn1/N1	CO1/1	1,41	-0,40	6,79
Sn2/N5	CO1/1	8,69	0,00	10,64
Sn2/N5	CO2/2	**11,44**	0,02	12,06
Sn3/N26	CO1/1	-1,51	**-2,32**	**-14,43**
Sn3/N26	CO2/2	-1,02	**0,50**	-6,26
Sn4/N27	CO1/1	0,11	-0,06	2,65
Sn4/N27	CO2/2	0,52	0,02	-0,11
Sn5/N29	CO1/1	-0,75	-0,04	18,52
Sn5/N29	CO2/2	-0,13	-0,03	14,23
Sn6/N21	CO1/1	**-2,39**	-0,41	9,20
Sn6/N21	CO2/2	-2,11	0,24	10,53
Sn7/N22	CO1/1	-1,86	-1,23	13,07
Sn7/N22	CO2/2	-1,49	-0,24	11,49
Sn8/N23	CO1/1	-1,55	-1,03	11,57
Sn8/N23	CO2/2	-1,25	-0,51	10,77
Sn9/N28	CO1/1	-2,16	-0,40	**26,59**
Sn9/N28	CO2/2	-1,77	-0,03	25,37

P1-8 Použité normy

[1] STN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhovania konštrukcií
[2] STN EN 1991 Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií
[3] STN EN 1993 Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií

P1-9 Poznámky

1. Tento posudok je súčasťou projektu stavby. **Nenahrádza dielenskúdokumentáciu**.

2. Vzhľadom na skutočnosť, že nie sú dostatočne známe základové pomery - **pred začatím realizácie zakladania objektu je potrebné preveriť základové pomery,** zvlášť kvalitu podzákladia a prítomnosti spodnej vody**.** Na základe získaných poznatkov následne treba upresniť spôsob zakladania a rozmery navrhovaných základov.

3. Počas realizácie je potrebné dodržiavať všetky platné normy a technologické predpisy súvisiace so stavebnými prácami vyplývajúcimi z projektovej dokumentácie. Taktiež je nevyhnutné dodržiavať aj všetky platné bezpečnostné smernice, predpisy a vyhlášky.

4. **Zvarové spoje musia spĺňať požiadavky tykajúce sa materiálu a zhotovenia podľa príslušných technologických predpisov a STN-EN vzťahujúcich sa na technológiu návrhu a vyhotovenia zvarových spojov.**

P1-10 Záver

Po návrhu a posúdení konštrukcie na základe súčasných platných noriem STN EN a všeobecne platných technických predpisov je možné konštatovať, že daná konštrukcia vyhovuje pre medzný stav únosnoti a medzný stav použiteľnosti. Statickým výpočtom bolo preukázané, že navrhnuté prierezy sú schopné preniesť požadované zaťaženie do základovej konštrukcie. V prípade, že budú akceptované všetky podmienky uvedené v tomto projekte, je možné konštatovať, že oceľové schodisko je navrhnuté staticky spoľahlivo a bezpečne. Pokiaľ budú zistené zmeny voči predpokladom tohto výpočtu je nutné kontaktovať statika a overiť platnosť statického výpočtu.

Vypracoval: Ing. Malast Miroslav
marec 2017