

Ing. Miloslav Klokner
projekty, posudky a prieskumy v oblasti statiky stavieb
Ondrejovova č.28, 821 03 Bratislava

Statický posudok

Časť : -

Názov objektu : **Tribúna – hliníková podlaha**
Miesto stavby : Zimný štadión v Žiari nad Hronom
Objednávateľ : Technické služby Žiar nad Hronom, s.r.o.
Zodpovedný spracovateľ : Ing. Miloslav Klokner
Dátum : jún 2018

Technická správa k statickému riešeniu

Zámerom investora je v rámci rekonštrukcie zimného štadióna realizovať novú tribúnu pre divákov vo forme oceľovej nosnej konštrukcie, na ktorú budú osadené vodorovné stupne. Tie sú riešené ako hliníková podlaha, tvorené tromi typmi dielcov, ktoré sa budú vedľa seba ukladať a vzájomne na bokoch spájať do drážok.

Objednávateľ špecifikoval požadovaný tvar dielov, vykreslené sú v grafickej prílohe tohto elaborátu. Pre účely výpočtu boli dva širšie diely uvažované ako jeden typ. V oboch prípadoch bude hrúbka všetkých častí 2 mm, iba stredná zvislá časť prierezu má 3 mm.

Počítané hliníkové diely tvoria priestorové doskové prvky so šírkou prierezu 137 mm, resp. 185 mm, výška je 32 mm. Uvažované sú v dĺžke 2 m, budú vždy podopreté na koncoch a v strede rozponu, t. j. každý 1 m.

Základné princípy statického výpočtu

Tento elaborát sa zaoberá výpočtom vnútorných síl a posúdením navrhnutých hliníkových profilov, tvoriacich podlahu novej tribúny. Statický výpočet je spracovaný metódou medzných stavov v súlade s normami STN EN 1991-1-1 Zaťaženia konštrukcií, STN EN 1991-1-1/NA Zaťaženia konštrukcií. Národná príloha a STN EN 1999-1-1 Navrhovanie hliníkových konštrukcií.

Zaťaženie, uvažované vo výpočte

Na podlahu :

Druh zaťaženia	charakteristické	γ	návrhové
užitočné	5,00	1,5	7,50
spolu	$q_n = 5,00 \text{ kN.m}^{-2}$		$q_n = 7,50 \text{ kN.m}^{-2}$

Vlastná tiaž hliníkovej podlahy je generovaná výpočtovým programom.

Zaťažovacia šírka dvoch typov dielcov bola uvažovaná nasledovne :

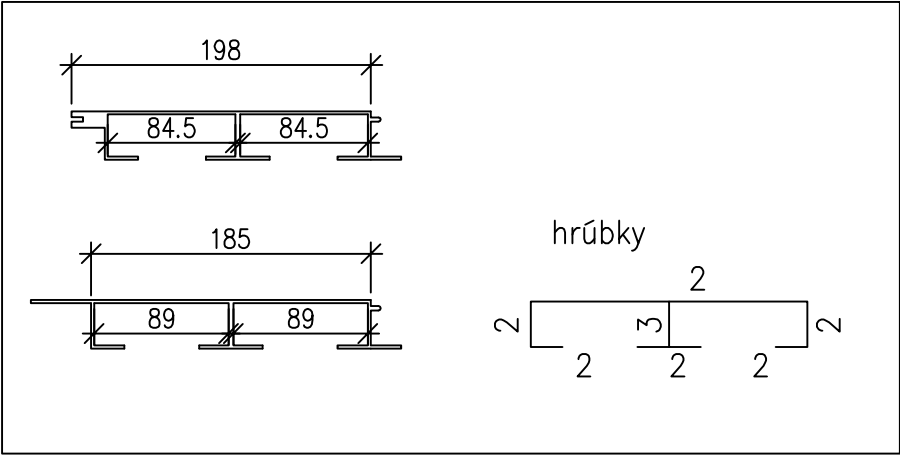
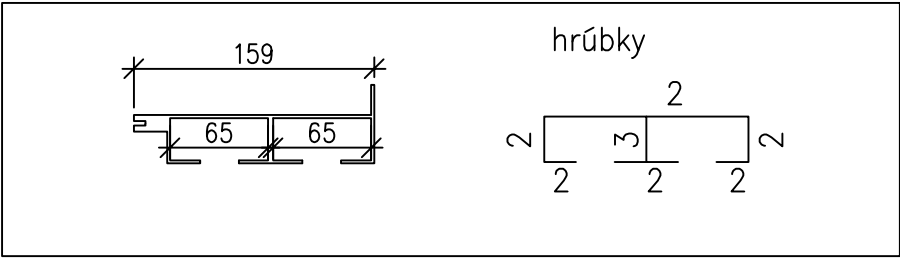
- Pre užší diel $e_1 = 0,16 \text{ m} \Rightarrow q_1 = 0,16 \cdot 5 = 0,8 \text{ kN.m}^{-1}$
- Pre širší diel $e_2 = 0,20 \text{ m} \Rightarrow q_2 = 0,20 \cdot 5 = 1,0 \text{ kN.m}^{-1}$

Statická schéma a výpočet vnútorných síl

Výpočet vnútorných síl bol spracovaný na počítači pomocou programu SCIA Engineer 2014. Uvažovaný bol charakteristický prípad dvojpoľového nosníka s osovou vzdialenosťou podpôr 1 m. Dimenzovanie bolo urobené pomocou dimenzačného modulu uvedeného programu.

Vyhodnotenie statického výpočtu

Na základe priložených výsledkov konštatujem, že posudzované prvky hliníkovej podlahy vyhovujú s pomerne veľkou rezervou pre navrhovaný účel.



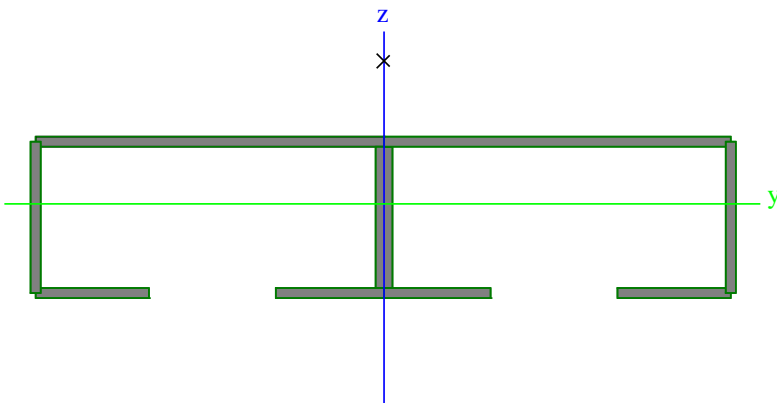
1. Projekt

Názov licencie	Klokner	
Projekt	Zimný štadión Žiar nad Hronom	
Časť	tribúna pre divákov	
Popis	hliníková podlaha - užíš diel	
Autor	Ing. Miloslav klokner	
Dátum	27. 06. 2018	
Konštrukcia	Všeobecná XYZ	
Počet uzlov :		2
Počet prútov :		1
Počet plôch :		0
Počet telies :		0
Počet použitých prierezov :		1
Počet zať. stavov :		2
Počet použitých materiálov :		1
Gravitačné zrýchlenie [m/s ²]		9,810
Národná norma	EC - EN	

2. Prierezy

CS1			
Typ	Všeobecný prierez		
Typ tvaru	Tenkostenný		
Materiálová položka	EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66		
Výroba	všeobecný		
A [m ²]	6,5160e-04		
Ay [m ²], Az [m ²]	3,9263e-04	2,3077e-04	
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	6,1960e-01	6,1960e-01	
cYUSS [mm], cZUSS [mm]	0	2	
[deg]	0,00		
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	1,1113e-07	1,2537e-06	
iy [mm], iz [mm]	13	44	
Wely [m ³], Welz [m ³]	6,0876e-06	1,8303e-05	
Wply [m ³], Wplz [m ³]	7,8237e-06	2,3138e-05	
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	1564,75	1564,75	
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	4627,64	4627,64	
dy [mm], dz [mm]	0	28	
It [m ⁴], Iw [m ⁶]	1,0770e-09	3,6513e-10	
β y [mm], β z [mm]	-71	0	

Obrázok



Vysvetlivky symbolov	
A	Plocha
Ay	Šmyk. plocha v hlavnom smere y
Az	Šmyk. plocha v hlavnom smere z
AL	Obvod na jednotku dĺžky
AD	Vysychajúci obvod na jednotku dĺžky
cYUSS	Súradnica ťažiska v smere Y zadaného osového systému
cZUSS	Súradnica ťažiska v smere Z zadaného osového systému
IYLSS	Moment zotrvačnosti k osi YLSS
IZLSS	Moment zotrvačnosti k osi ZLSS
IYZLSS	Deviačný moment plochy v systéme LSS
	Uhlové pootočením hlavného osového systému

Vysvetlivky symbolov	
Iy	Moment zotrvačnosti k hlavnej osi y
Iz	Moment zotrvačnosti k hlavnej osi z
iy	Polomer zotrvačnosti k hlavnej osi y
iz	Polomer zotrvačnosti k hlavnej osi z
Wely	Pružný prierezový modul k hlavnej osi y
Welz	Pružný prierezový modul k hlavnej osi z
Wply	Plastický prierezový modul k hlavnej osi y
Wplz	Plastický prierezový modul k hlavnej osi z
Mply+	Plastický moment k hlavnej osi y pre kladný moment My
Mply-	Plastický moment k hlavnej osi y pre záporný moment My
Mplz+	Plastický moment k hlavnej osi z pre kladný moment Mz
Mplz-	Plastický moment k hlavnej osi z pre záporný moment Mz
dy	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere y meraná od ťažiska
dz	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere z meraná od ťažiska
It	Konštanta krútenia
Iw	Konštanta deplanácie
β y	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi y
β z	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi z

3. Materiály

Hliník

Názov	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	Dohodnutá pevnosť 0.2% (fo) [MPa]
Typ		G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Dohodnutá pevnosť 0.2% (fo,haz) [MPa]
				hodnota n pre plastickú analýzu (np)
EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66	2700,00	7,0000e+04	0.3	200,0
Hliník		2,6923e+04	0,00	75,0
				22

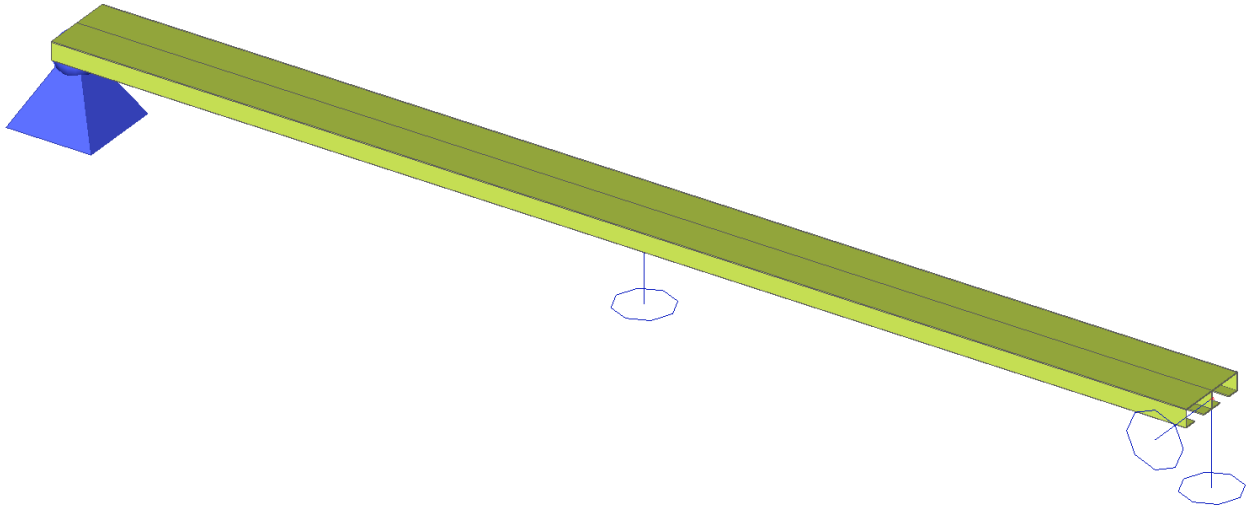
4. Zat'azovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zat'azovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zat'azovací stav
	Spec	Typ zat'azenia				
LC1	vlastná tiaž	Stále Vlastná tiaž	LG1	-Z		
LC2	úžitkové Štandard	Premenné Statické	LG2		Krátkodobé	Žiadny

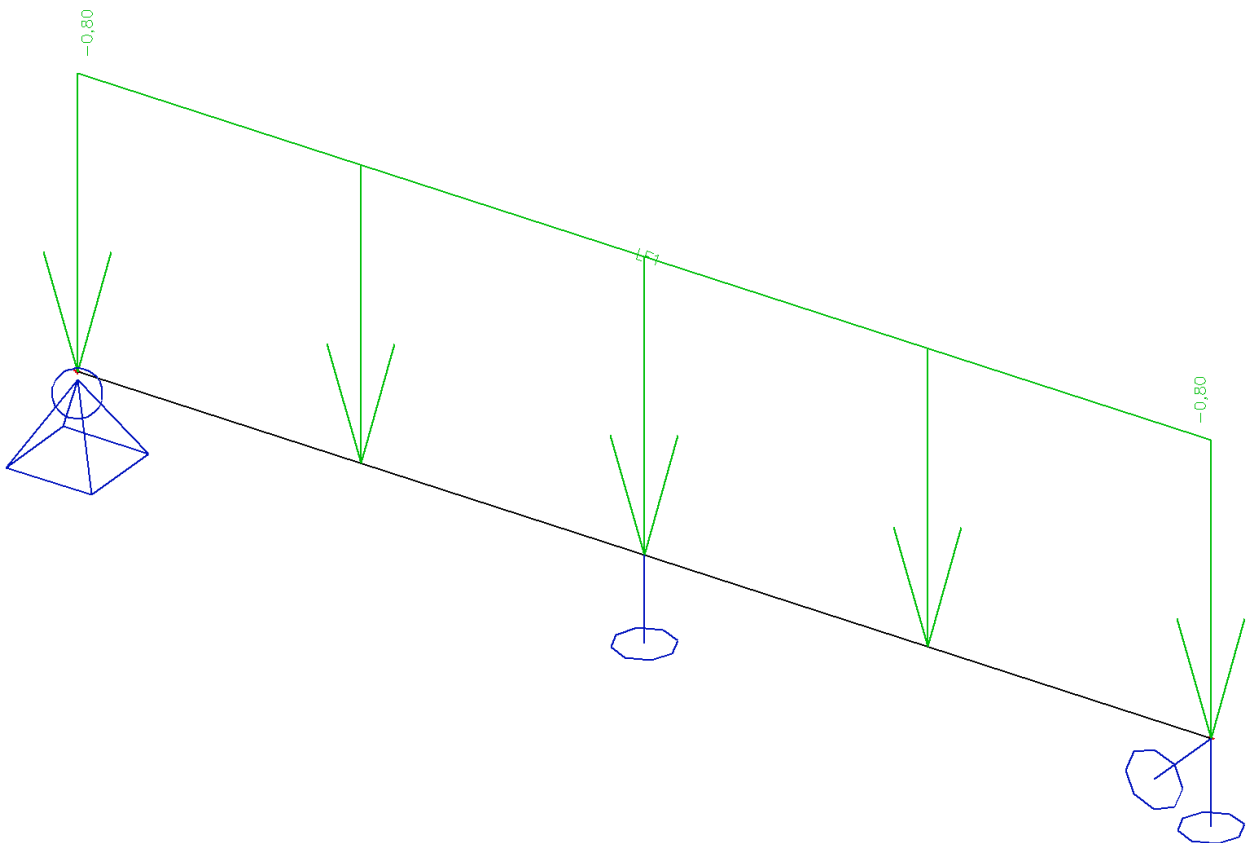
5. Kombinácie

Názov	Popis	Typ	Zat'azovacie stavy	Súč. [-]
CO1		EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	LC1 - vlastná tiaž LC2 - úžitkové	1,00 1,00
CO2		EN-MSP kvázistála	LC1 - vlastná tiaž LC2 - úžitkové	1,00 1,00

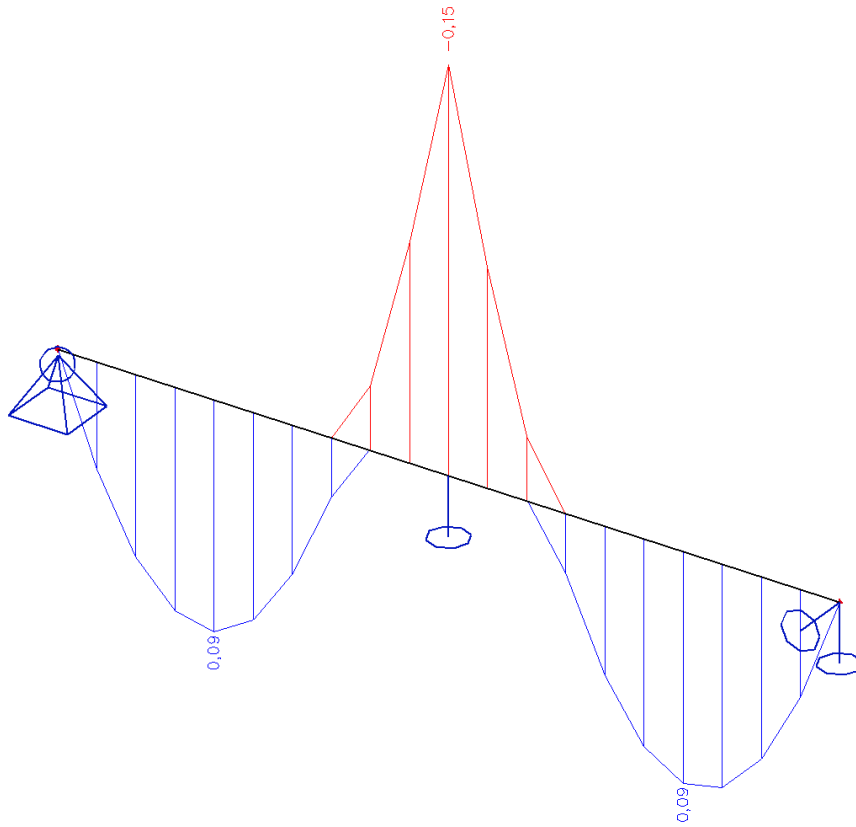
6. Výpočtový model



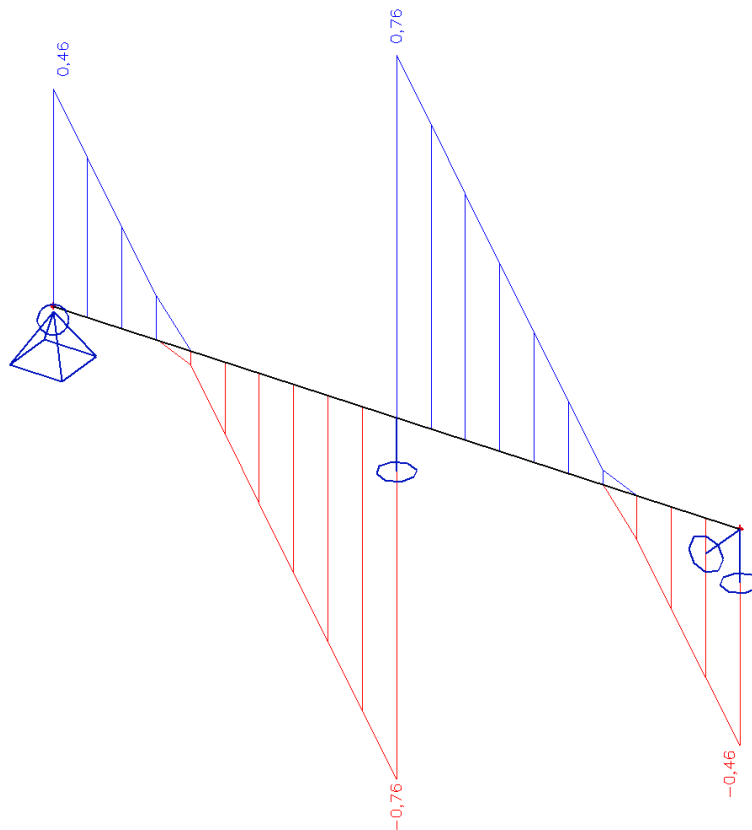
7. Úžitkové zaťaženie



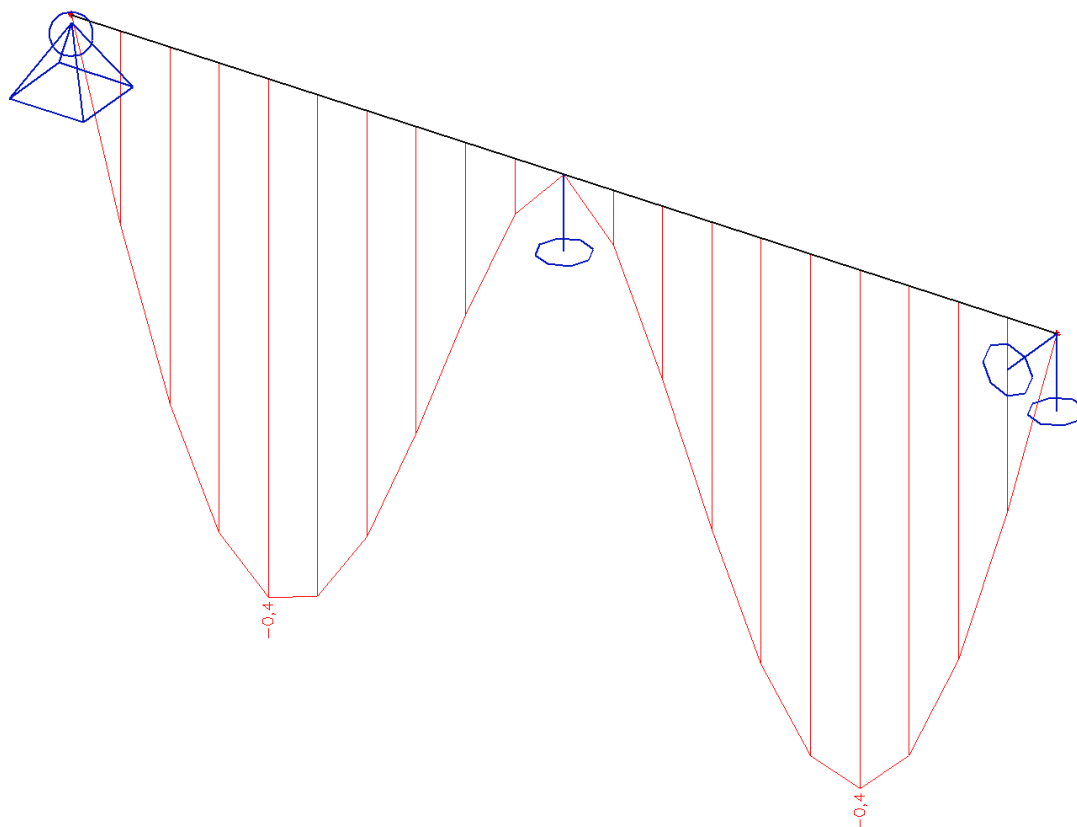
8. Ohybové momenty M_y (kNm)



9. Priečne sily V_z (kN)



10. Priehyby podlahy (mm)



11. Posúdenie hliníkových konštrukcií

Lineárny výpočet, Extrém : Globálny

Výber : Všetko

Trieda : Všetky MSÚ

Beam B1	1,000 m	CS1	EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66	CO1/1	0,14 -
---------	---------	-----	--------------------------------	-------	--------

Upozornenie: Nebol definovaný žiadny počiatkový tvar pre tento prierez! Bez počiatkového tvaru je prierez posúdený podľa triedy 3 ako pružný.

Základné dáta EC9: EN 1999	
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M1 pre odolnosť prierezu	1,10
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M1 pre odolnosť voči strate stability	1,10
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M2 pre pevnosť v ťahu	1,25

Údaje o materiále		
Dohodnutá pevnosť 0,2% f0	200,0	MPa
Medzná pevnosť v ťahu fu	245,0	MPa
Dohodnutá pevnosť 0,2% pre HAZ f0,haz	75,0	MPa
Medzná pevnosť v ťahu pre HAZ fu,haz	130,0	MPa
Vzpernostná trieda	A	

Kritický posudok je na pozícii **1,000** m.

Tento rez sa nenachádza v HAZ-oblasti.

Vnútorne sily		
NEd	0,00	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,76	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-0,15	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikácia prierezu	
My-	3

Pozn: Prierez je nastavený ako polokompaktný: trieda 3

...: POSUDOK REZU ...

Posúdenie ohybu

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.5 a vzorca (6.23).

Ohybový moment M_y

Prierez je klasifikovaný ako trieda 3

Tabuľka hodnôt		
Alfa,3u	1,00	
W _{el,y}	6088	mm ³
M _{y,Rd}	1,11	kNm
Jednotkový posudok	0,14	-

Posudok na šmyk

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.6 a vzorca (6.28).

Šmyková sila V_z

Tabuľka hodnôt		
Avz	231	mm ²
V _{z,Rd}	24,22	kN
Jednotkový posudok	0,03	-

Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.1(5) a vzorca (6.15).

Tabuľka hodnôt		
Kritické vlákno	5	
Sigma N	0,0	MPa
Sigma M _y	-25,0	MPa
Sigma M _z	0,0	MPa
Tau V _y	0,0	MPa
Tau V _z	0,0	MPa
Tau t	0,0	MPa
C	1,20	
Posudok priameho napätia	0,14	-
Posudok šmykového napätia	0,00	-
Posudok zloženého napätia	0,13	-

Prvok spĺňa podmienky posudku prierezu.

...: POSUDOK STABILITY ...

Posudok klopenia

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.3.2.1 a vzorca (6.54).

Parametre klopenia		
Alfa	1,000	
W _{el,y}	6088	mm ³
Pružný kritický moment M _{cr}	1,33	kNm
Relatívna štíhlosť Lambda _{LT}	0,957	
Medzná štíhlosť Lambda _{0,LT}	0,400	

Hodnoty štíhlosti a ohybového momentu dovoľujú ignorovať účinky klopenia podľa článku 6.3.2.2(4)

Kombinovaný posudok na ohyb a tlak

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.3.3.1, 6.3.3.2 a vzorca (6.59),(6.63).

Tabuľka hodnôt		
Eta,c (6.61a)	0,80	
Xi,y,c (6.61b)	0,80	
Xi,z,c (6.61c)	0,80	
Gamma,c	1,00	
Alpha,y	1,00	
Alpha,z	1,00	
NRd	118,47	kN
M _{y,Rd}	1,11	kNm
M _{z,Rd}	3,33	kNm

Jednotkový posudok y-y (6.59) = 0,00 + 0,14 = 0,14 -

Jednotkový posudok z-z (6.59) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Jednotkový posudok (6.63) = 0,00 + 0,14 + 0,00 = 0,14 -

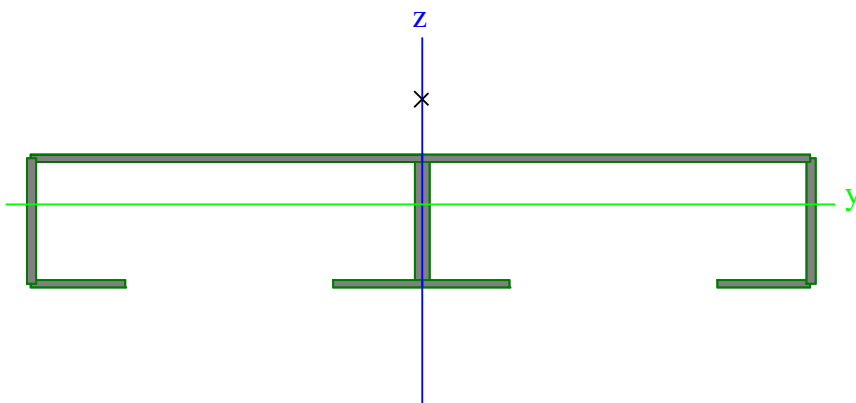
12. Projekt

Názov licencie	Klokner		
Projekt	Zimný štadión Žiar nad Hronom		
Časť	tribúna pre divákov		
Popis	hliníková podlaha - širší diel		
Autor	Ing. Miloslav Klokner		
Dátum	27. 06. 2018		
Konštrukcia	Všeobecná XYZ		
Počet uzlov :			2
Počet prútov :			1
Počet plôch :			0
Počet telies :			0
Počet použitých prierezov :			1
Počet zať. stavov :			2
Počet použitých materiálov :			1
Gravitačné zrýchlenie [m/s ²]			9,810
Národná norma	EC - EN		

13. Prierezy

CS1			
Typ	Všeobecný prierez		
Typ tvaru	Tenkostenný		
Materiálová položka	EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66		
Výroba	všeobecný		
A [m ²]	7,4760e-04		
Ay [m ²], Az [m ²]	4,6702e-04	2,3085e-04	
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	7,1560e-01	7,1560e-01	
cYUSS [mm], cZUSS [mm]	0		4
[deg]	0,00		
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	1,2476e-07	2,6124e-06	
iy [mm], iz [mm]	13	59	
Wely [m ³], Welz [m ³]	6,2715e-06	2,8242e-05	
Wply [m ³], Wplz [m ³]	8,2904e-06	3,5762e-05	
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	1658,08	1658,08	
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	7152,44	7152,44	
dy [mm], dz [mm]	0		25
It [m ⁴], Iw [m ⁶]	1,2050e-09	6,4125e-10	
β y [mm], β z [mm]	-86		0

Obrázok



14. Materiály

Hliník

Názov	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	Dohodnutá pevnosť 0.2% (fo) [MPa]
Typ		G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Dohodnutá pevnosť 0.2% (fo,haz) [MPa]
				hodnota n pre plastickú analýzu (np)
EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66	2700,00	7,0000e+04	0.3	200,0
Hliník		2,6923e+04	0,00	75,0
				22

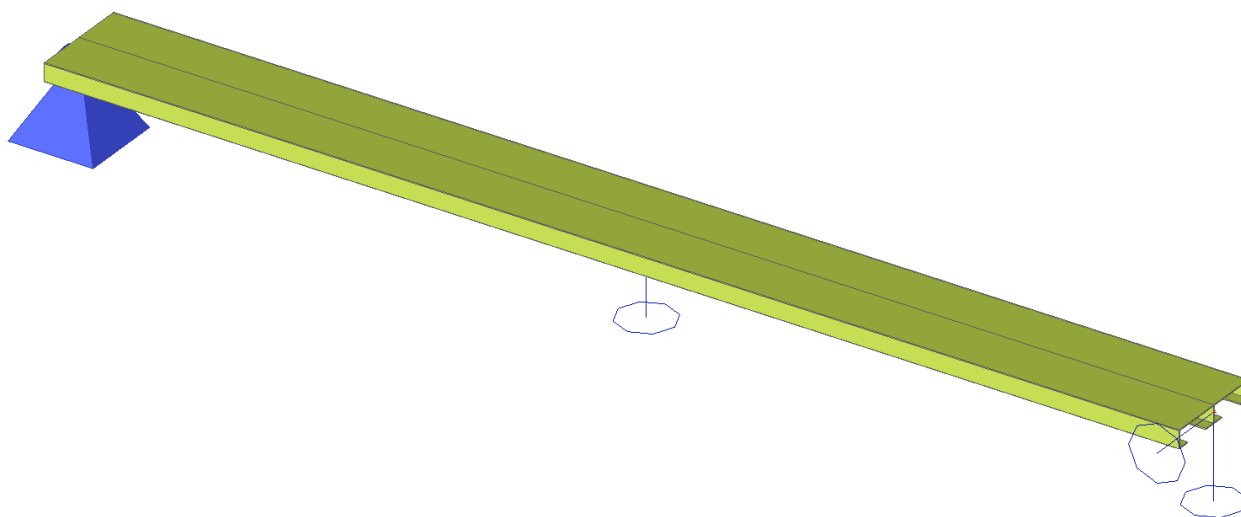
15. Zat'azovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zat'azovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zat'azovací stav
	Spec	Typ zat'azenia				
LC1	vlastná tiaž	Stále Vlastná tiaž	LG1	-Z		
LC2	úžitkové Štandard	Premenné Statické	LG2		Krátkodobé	Žiadny

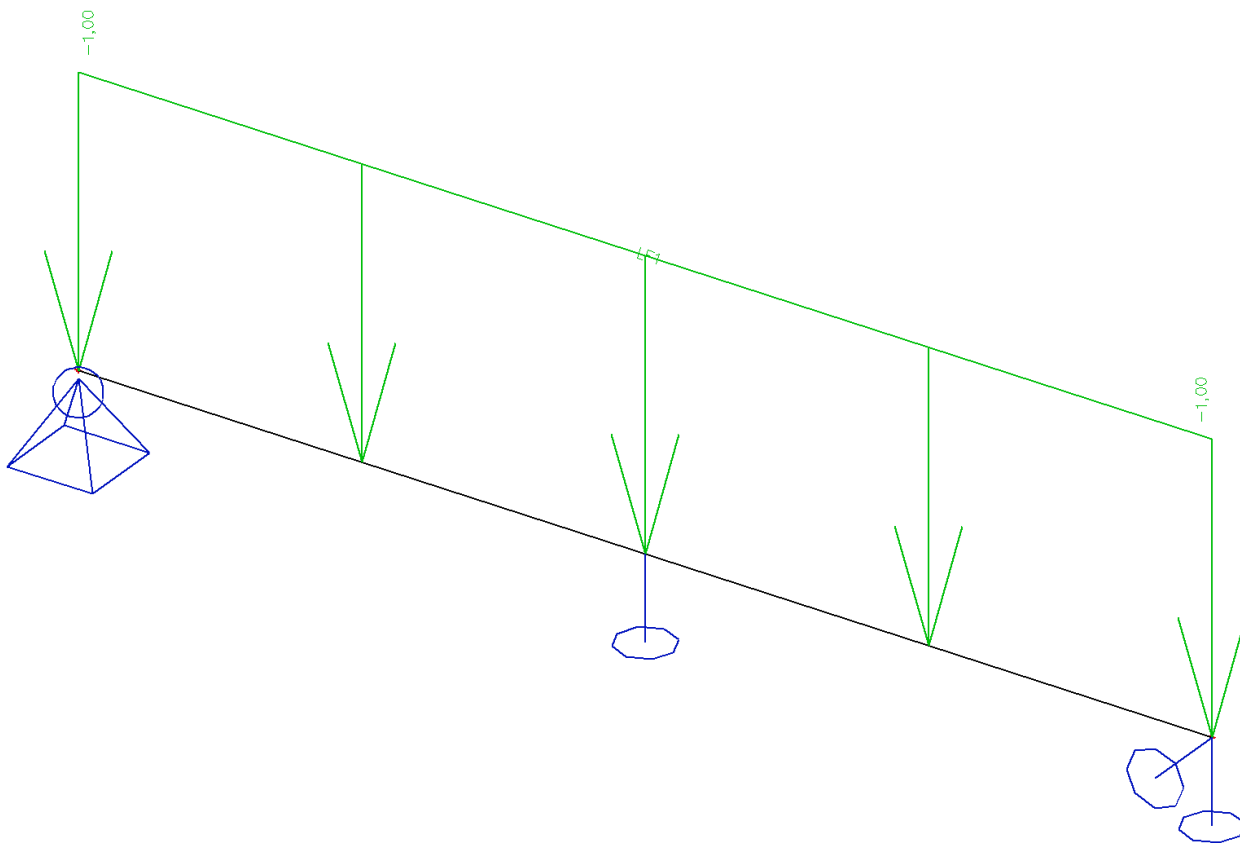
16. Kombinácie

Názov	Popis	Typ	Zat'azovacie stavy	Súč. [-]
CO1		EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	LC1 - vlastná tiaž	1,00
			LC2 - úžitkové	1,00
CO2		EN-MSP kvázistála	LC1 - vlastná tiaž	1,00
			LC2 - úžitkové	1,00

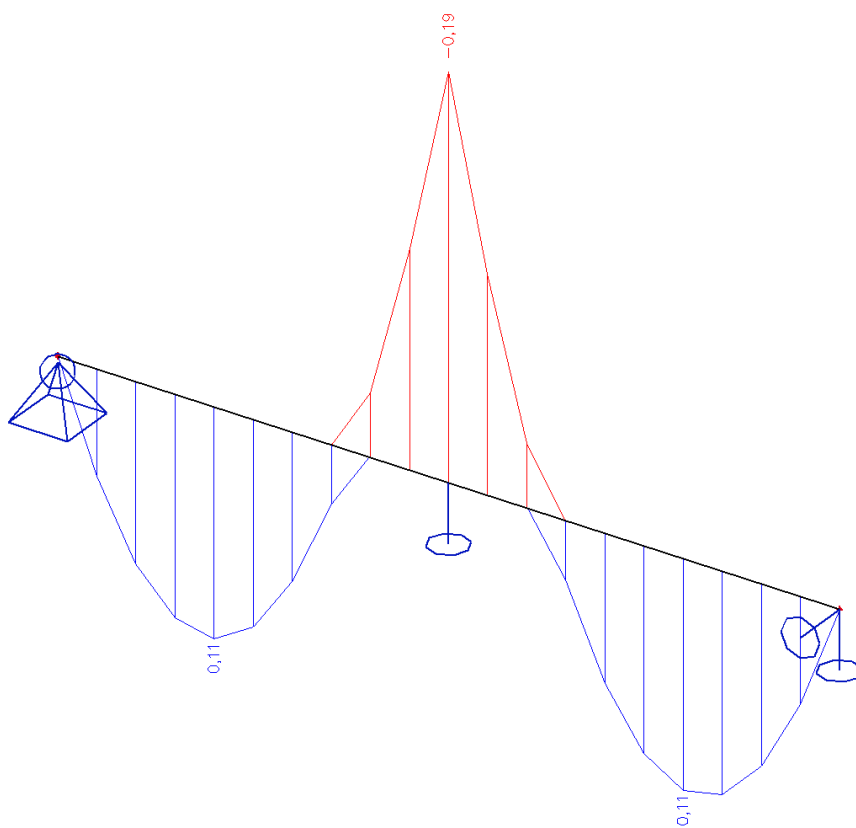
17. Výpočtový model



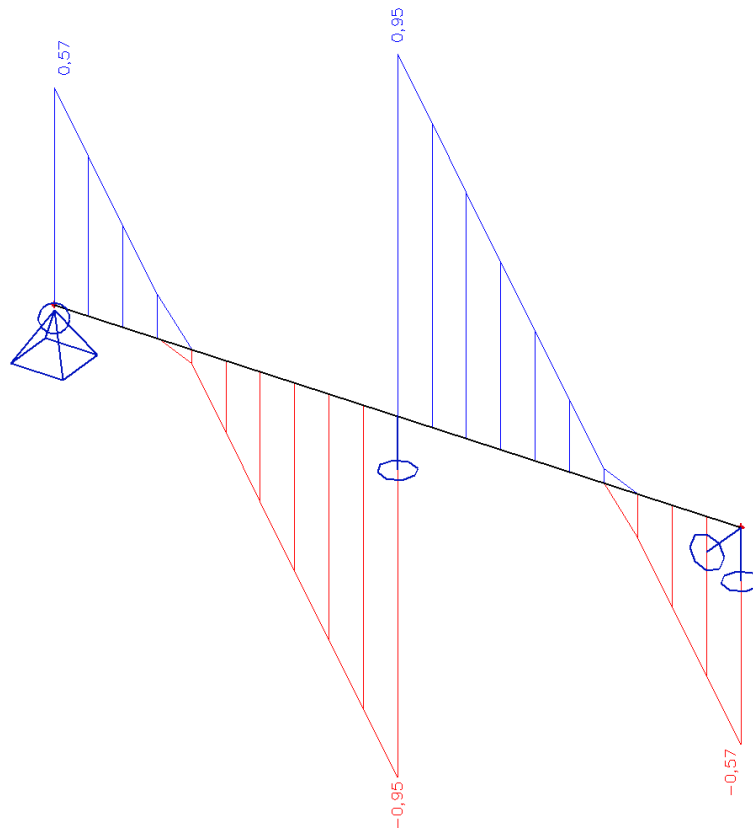
18. Úžitkové zaťaženie



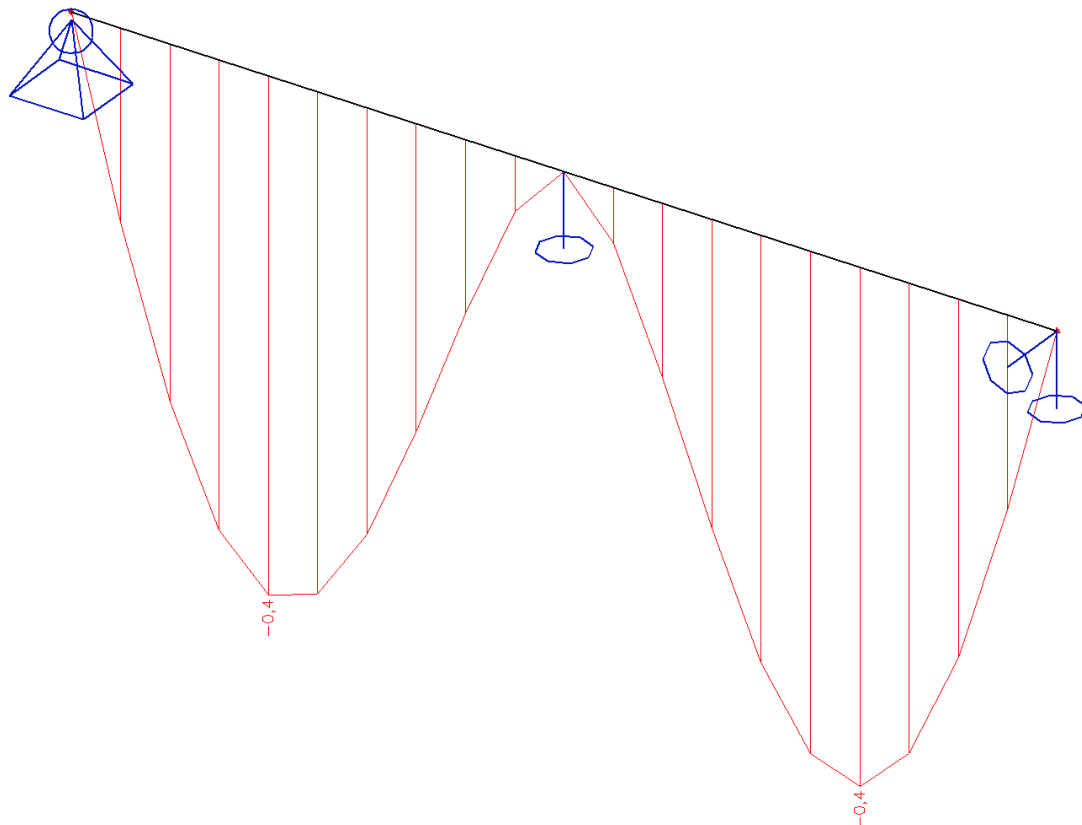
19. Ohybové momenty M_y (kNm)



20. Pričné sily Vz (kN)



21. Prihyby podlahy (mm)



22. Posúdenie hliníkových konštrukcií

Lineárny výpočet, Extrém : Globálny

Výber : Všetko

Trieda : Všetky MSÚ

Beam B1	1,000 m	CS1	EN-AW 6063 (EP,ET,ER/B) T66	CO1/1	0,17 -
---------	---------	-----	--------------------------------	-------	--------

Upozornenie: Nebol definovaný žiadny počiatkový tvar pre tento prierez! Bez počiatkového tvaru je prierez posúdený podľa triedy 3 ako pružný.

Základné dáta EC9: EN 1999	
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M1 pre odolnosť prierezu	1,10
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M1 pre odolnosť voči strate stability	1,10
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti Gama M2 pre pevnosť v ťahu	1,25

Údaje o materiále		
Dohodnutá pevnosť 0,2% f0	200,0	MPa
Medzná pevnosť v ťahu fu	245,0	MPa
Dohodnutá pevnosť 0,2% pre HAZ f0,haz	75,0	MPa
Medzná pevnosť v ťahu pre HAZ fu,haz	130,0	MPa
Vzpernostná trieda	A	

Kritický posudok je na pozícii **1,000** m.
Tento rez sa nenachádza v HAZ-oblasti.

Vnútorne sily		
NEd	0,00	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,95	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-0,19	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikácia prierezu	
My-	3

Pozn: Prierez je nastavený ako polokompaktný: trieda 3

...: **POSUDOK REZU** ...

Posúdenie ohybu

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.5 a vzorca (6.23).

Ohybový moment My

Prierez je klasifikovaný ako trieda 3

Tabuľka hodnôt		
Alfa,3u	1,00	
Wel,y	6272	mm ³
My,Rd	1,14	kNm
Jednotkový posudok	0,17	-

Posudok na šmyk

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.6 a vzorca (6.28).

Šmyková sila Vz

Tabuľka hodnôt		
Avz	231	mm ²
Vz,Rd	24,23	kN
Jednotkový posudok	0,04	-

Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.2.1(5) a vzorca (6.15).

Tabuľka hodnôt		
Kritické vlákno	5	
Sigma N	0,0	MPa
Sigma My	-30,3	MPa
Sigma Mz	0,0	MPa
Tau Vy	0,0	MPa
Tau Vz	0,0	MPa
Tau t	0,0	MPa
C	1,20	
Posudok priameho napätia	0,17	-

Tabuľka hodnôt		
Posudok šmykového napätia	0,00	-
Posudok zloženého napätia	0,15	-

Prvok spĺňa podmienky posudku prierezu.

...: POSUDOK STABILITY ...

Posudok klopenia

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.3.2.1 a vzorca (6.54).

Parametre klopenia		
Alfa	1,000	
W _{el,y}	6272	mm ³
Pružný kritický moment M _{cr}	1,76	kNm
Relatívna štíhlosť Lambda,LT	0,845	
Medzná štíhlosť Lambda,0,LT	0,400	

Hodnoty štíhlosti a ohybového momentu dovoľujú ignorovať účinky klopenia podľa článku 6.3.2.2(4)

Kombinovaný posudok na ohyb a tlak

Podľa EN 1999-1-1 článok 6.3.3.1, 6.3.3.2 a vzorca (6.59),(6.63).

Tabuľka hodnôt		
Eta,c (6.61a)	0,80	
Xi,y,c (6.61b)	0,80	
Xi,z,c (6.61c)	0,80	
Gamma,c	1,00	
Alpha,y	1,00	
Alpha,z	1,00	
NR _d	135,93	kN
My,R _d	1,14	kNm
Mz,R _d	5,13	kNm

Jednotkový posudok y-y (6.59) = 0,00 + 0,17 = 0,17 -

Jednotkový posudok z-z (6.59) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Jednotkový posudok (6.63) = 0,00 + 0,17 + 0,00 = 0,17 -

Tabuľka hodnôt		
Metóda pre x _{s,y}	Polovica vzpernej dĺžky	
Metóda pre x _{s,z}	Polovica vzpernej dĺžky	
x _{s,y}	1,001	m
x _{s,z}	1,000	m
w ₀	1,000	
w _{x,y}	1,000	
w _{x,z}	1,000	
w _{xLT}	1,000	

Prvok spĺňa podmienky stabilného posudku.