

GEODETICKÉ MERANIE DEFORMÁCIÍ MOSTNÉHO OBJEKTU SO 205-00 DIAĽNICE D1 FRIČOVCE – SVINIA POČAS VÝSTAVBY

GEODETIC DEFORMATION MEASUREMENTS OF THE BRIDGE OBJECT SO 205-00 OF D1 FRIČOVCE-SVINIA HIGH-WAY DURING THE CONSTRUCTION

*Ladislav KYNČÁK, Pavol SEMAN*¹

Abstract:

The bridge overlaps the D1 motorway over an occasional riverless stream. The object of the monitoring and analysis was the steel structure (furthermore the tube) of the bridge building CS No. 205-00, where the local layout network (LVS205) was built near the bridge. For observation of the deformation, 25 points were placed all over the tubular construction, 5 points in cross section, in the longitudinal direction in 5 sections. Observed points were fitted with reflective labels attached to the surface of the sheet on the inside of the tube. In order to determine the horizontal and vertical deformation of the bridge structure, the trigonometric method of solid state points from the point of reference LVS205 was applied. During the measurement, an redundant number of elements was targeted, due to the use of the least squares method for the need to obtain estimates of the specified parameters. Measurement was performed in 3 sets of observations and two faces of the telescope. In order to control the occurrence of outliers and eliminate them, measurements were repeated (measurement in 3 sets of observations). For measurements with excess number of determinants, the least squares (LS method) method was applied, with a simple arithmetic mean for repeated measurements.

Abstrakt:

Mostný objekt prevádza diaľnicu D1 ponad občasný bezmenný potok. Predmetom sledovania a analýzy bola oceľová konštrukcia (ďalej tubus) mostného objektu SO 205-00, pri ktorej bola vybudovaná lokálna vytyčovacia sieť (LVS205) situovaná v blízkosti mosta. Pre sledovanie deformácie bolo osadených 25 bodov rozmiestnených po celej konštrukcii tubusu, 5 bodov v priečnom reze, v pozdĺžnom smere v 5-tich rezoch. Pozorované body boli osadené odrazovými štítkami nalepenými na povrchu plechu na vnútornej strane tubusu. Na určenie horizontálnych a vertikálnych deformácií mostnej konštrukcie bola aplikovaná trigonometrická metóda pevných stanovísk zo vzťažných bodov s orientáciou na body LVS205. Pri meraní bol zameraný nadbytočný počet prvkov, z dôvodu použitia metódy najmenších štvorcov pre potrebu získania odhadov určených parametrov. Meranie bolo vykonávané v 3 skupinách a dvoch polohách ďalekohľadu. Aby bolo možné kontrolovať výskyt odľahlých hodnôt a tieto eliminovať boli merania opakované (meranie v 3 skupinách). Pri meraniach s nadbytočným počtom určujúcich prvkov bola aplikovaná metóda najmenších štvorcov (MNS), pri opakovaných meraniach jednoduchý aritmetický priemer.

¹ Kynčák Ladislav, Bc., Seman Pavol, Ing., Doprastav a. s., Drieňová 27, Bratislava, +421917742425, email : ladislav.kyncak@doprastav.sk, +421907139778, email: pavol.seman@doprastav.sk

1 ÚVOD

Stavba:	Diaľnica D1 Fričovce - Svinia
Názov objektu:	Most cez údolie s bezmenným potokom v km 82,2 D1
Obstarávateľ:	Národná diaľničná spoločnosť, a.s
Projektant:	Novák & partner s.r.o., Perucká 5, 120 00 Praha

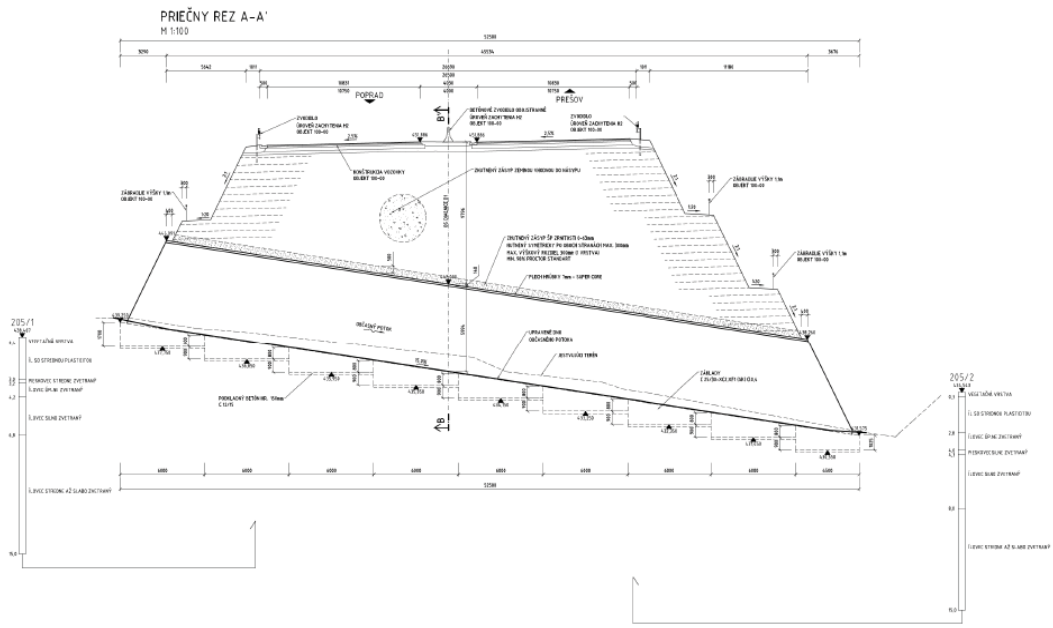
Diaľnica D1 v úseku Fričovce – Svinia, napojením na úsek D1 v prevádzke Široké – Fričovce, prebrala podstatnú časť celkovej dopravy z úseku cesty I/18, najmä tranzitnú nákladnú dopravu. Dobudovaním úseku diaľnice D1 Beharovce - tunel Branisko – Široké – Fričovce – Svinia – Prešov západ vznikol súvislý úsek diaľnice v dĺžke cca 31,6 km, ktorý poskytol účastníkom premávky vyšší komfort, zvýšila sa plynulosť a bezpečnosť dopravy. Diaľnica D1 v úseku Fričovce - Svinia je súčasťou základného komunikačného systému Slovenskej republiky a je zaradená do siete diaľnic a rýchlostných ciest SR pod označením D1. Jej funkciou je zabezpečenie bezpečného, kapacitného, rýchleho cestného prepojenia s najvyššou úrovňou komfortu, pričom zabezpečuje najvyššiu dopravnú funkciu v území s nadregionálnou funkciou. Diaľnica D1 v úseku Fričovce – Svinia je na začiatku napojená v križovatke Fričovce na úsek diaľnice Fričovce obchvat, ktorý je v súčasnosti v prevádzke a na konci je napojená v križovatke Svinia na úsek Svinia – Prešov západ. Uvedený úsek diaľnice D1 Fričovce – Svinia vyhral cenu verejnosti v súťaži stavba roka 2016.

2 CHARAKTERISTIKA MOSTNÉHO OBJEKTU

Mostný objekt prevádza diaľnicu D1 ponad občasný bezmenný potok, ktorý je upravený len pod mostným objektom. Predmetný mostný objekt je navrhnutý ako presypaný jednopolový klenbový most. Tento mostný objekt má za úlohu umožniť migráciu zvierat ,ale aj priechodu poľnohospodárskej techniky z priľahlých poľnohospodárskych blastí. ([2], s. 2)

Konštrukcia mosta je navrhnutá v pozdĺžnom sklone 15,0%. Šírka mosta v priečnom reze diaľnice je 52,50m. Zakladanie mosta je navrhnuté ako plošné, ale vzhľadom na veľký pozdĺžny sklon terénu je základová škára navrhnutá stupňovite s dĺžkami 8x6,0 m + 4,5 m - Obr. 1. Ocelová konštrukcia mosta je do základov ukotvená pomocou kotviacich skrutiek. Kotevné skrutky presahujú hornú hranu základu o min. 25 mm a max. 40 mm.

Nosnú konštrukciu tvorí ocelová flexibilná konštrukcia z plechu hrúbky 7 mm typ SUPER CORE. Nosná konštrukcia pôsobí ako klenba z hutneného štrkopieskového materiálu na rube ocelovej konštrukcie, kovová konštrukcia tvorí iba ochranný a stabilizujúci prvok nosnej štrkopieskovej klenby. Nosná konštrukcia tvorí jeden dilatačný celok.(Obr. 2, Obr. 3)



Obr. 1

Priečny rez mostného objektu SO 205-00



Obr. 2 Mostný objekt SO 205-00 pred zásypom



Obr. 3 Mostný objekt SO 205-00 po zásype

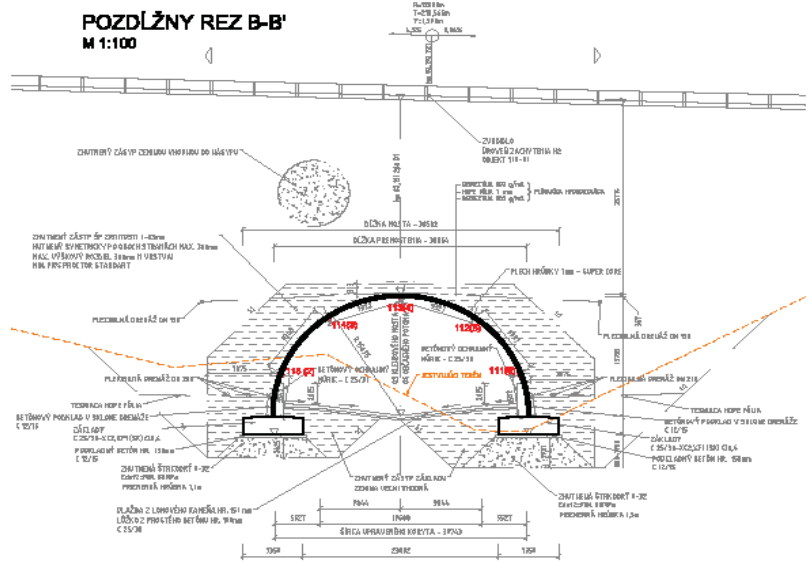
3 MERAČSKÉ PRÁCE

Ako vzťažné body na meranie posunov a pretvorení mostného objektu boli použité body lokálnej vytyčovacej siete pre objekt SO 205 (ďalej len LVS 205) D1 Fričovce – Svinia situované v okolí mosta (205-1, 205-2, 205-3).

Pre meranie pretvorení bolo osadených 25 bodov, rozmiestnených po celom tubuse, 5 bodov v priečnom reze, v pozdĺžnom smere v piatich rezoch. Pozorované body boli osadené odrazovými štítkami nalepenými na povrchu plechu na vnútornej strane tubusu z oboch strán „rebra“ - Obr. 4, Obr. 5.

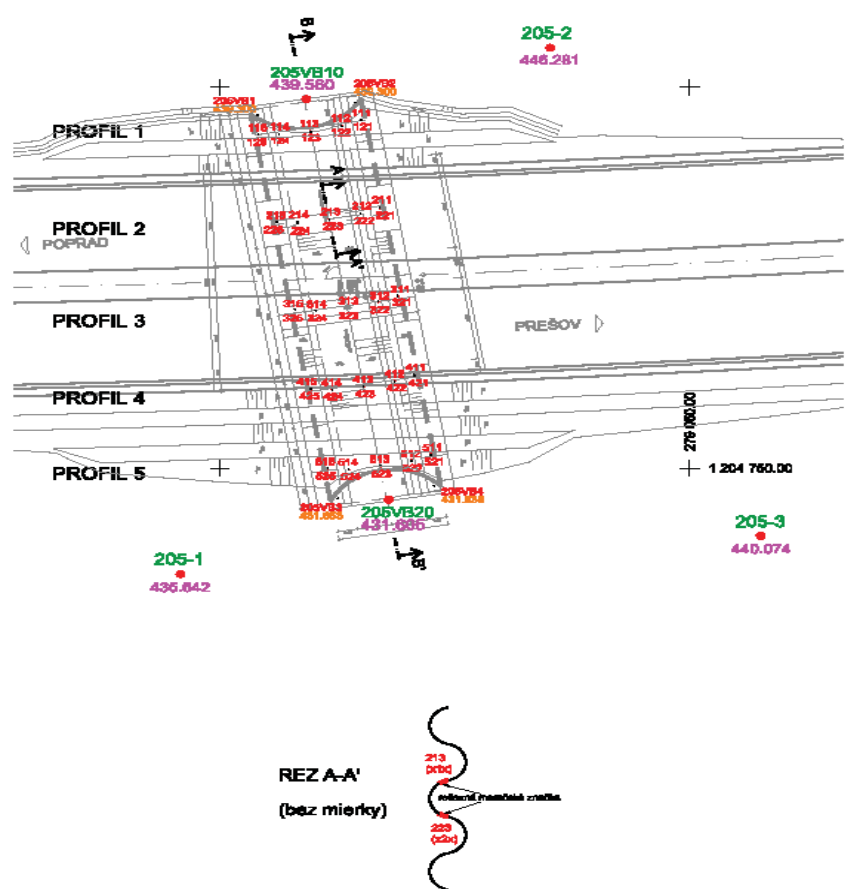
Nultá etapa pozorovania bola zrealizovaná po zmontovaní tubusu a posledná po realizácii nadnásypu a vozovky. Jednotlivé etapy pozorovaní boli realizované po pokládke každých 0,90 m zásypu, resp. po pokládke 1,20 m nadnásypu.

Pred vykonaním meraní jednotlivých etáp bola overená stabilita siete vzťažných bodov. Polohové parametre siete vzťažných bodov boli kontrolované pri meraní horizontálnych a vertikálnych posunov pozorovaných bodov, výškové parametre boli kontrolované metódou presnej nivelácie (pred realizáciou meraní bola vykonaná kontrola a rektifikácia nivelačného prístroja). Polohové a výškové parametre siete vzťažných bodov boli preurčené v prípade, ak rozdiel v parametri (poloha, výška) siete prekročil dvojnásobok strednej chyby rozdielu parametra.



- LEGENDA:**
- 205-1 - vzhľadný bod
 - 435.842 - nadmorská výška
 - 110.000 (red) - pozorovací bod (číslovanie z KZF)

Obr. 4 Osadenie pozorovaných bodov v pozdĺžnom reze



Obr. 5 Osadenie pozorovaných bodov pohľad zhora

Vyhodnotenie stability vzťažnej sústavy prebehlo na základe analýzy kongruentnosti, následne na to prebehlo voľné vyrovnanie siete (polohové i výškové) a transformácia siete (Helmertova podobnostná transformácia)¹ na body, ktoré nevykazovali štatisticky významný posun.

Na určenie horizontálnych a vertikálnych posunov a pretvorení mostnej konštrukcie bola aplikovaná trigonometrická metóda pevných stanovísk zo vzťažných bodov s orientáciou na body LVS 205. Pri meraní bol zameraný nadbytočný počet prvkov, z dôvodu použitia metódy najmenších štvorcov pre potrebu získania odhadov určovaných parametrov. Meranie bolo vykonávané v 3 skupinách a dvoch polohách ďalekohľadu.

4 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ

Aby bolo možné kontrolovať výskyt odľahlých hodnôt a tieto hodnoty eliminovať, boli merania opakované (dvojice meraní, meranie „tam a späť“, meranie v 3 skupinách), resp. bol realizovaný nadbytočný počet meraní. Pri spracovaní výsledkov meraní boli ako prvé vylúčené odľahlé hodnoty za použitia vhodných testovacích štatistík. Pri meraniach s nadbytočným počtom určujúcich prvkov bola aplikovaná metóda najmenších štvorcov (MNS), pri opakovaných meraniach jednoduchý aritmetický priemer. Výsledné hodnoty posunov a ich stredných chýb sú uvedené vo výslednom protokole - Tab. 1, Tab. 2.

5 ANALÝZA A INTERPRETÁCIA POSUNOV A PRETVORENÍ

Posun každého vzťažného i pozorovaného bodu bol určený ako rozdiel hodnôt získaných pri základnom a kontrolnom meraní, resp. pri dvoch kontrolných meraniach. Pretvorenie vybranej časti konštrukcie bolo určené ako rozdiel hodnôt získaných pri tom istom meraní na rôznych pozorovaných bodoch objektu.

Rozhodnutie o významnosti posunu, resp. pretvorenia, bolo prijaté na základe výsledkov testovacích štatistík významnosti uvedených napríklad v [1]:

Nulová hypotéza sa formuluje v podobe:

H₀: |p| = 0 oproti alternatívnej hypotéze **H_a: |p| ≠ 0**.

O prijatí, resp. zamietnutí nulovej hypotézy sa rozhodne na základe nasledujúcich intervalových odhadov, na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ ($t_{\alpha} = 2$):

- ak $|p| < \sigma_p$ nulová hypotéza sa prijíma - meranie nedokázalo posun bodu,
- ak $|p| > t_{\alpha} \cdot \sigma_p$ posun je reálny s rizikom menším než 5% - nulová hypotéza sa zamietne.

Stredná chyba posunu σ_p sa určila podľa vzťahu:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_0^2}, \text{ resp. } \sigma_p = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_{i-1}^2},$$

σ_i je stredná chyba určovanej veličiny (súradnice, výšky) v i-tom kontrolnom meraní, σ_0 je stredná chyba určovanej veličiny určená v základnom meraní.

¹Helmertova podobnostná transformácia je lineárna konformná transformácia ; transformačné koeficienty sú určené pomocou MNS

205-00	0. ETAPA							1. ETAPA												
	17.3.2014							4.6.2014												
	č.b.	Y	X	Z	my	mx	myx	mz	Y	X	Z	my	mx	myx	mz	dy	dx	dyx	konf. t=2	dz
[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2051	279104,212	1204763,916	435,643	0,3	0,2	0,3	0,2	279104,210	1204763,914	435,643	1,1	1,93	2,2	0,2	1,3	2,3	2,6	4,5	0,0	0,5
2052	279064,820	1204694,811	446,281	0,1	0,3	0,3	0,1	279064,822	1204694,813	446,281	1,1	1,93	2,2	0,1	-1,3	-2,3	2,6	4,5	0,0	0,4
2053	279042,445	1204758,889	440,073	0,3	0,2	0,3	0,1													
205VB10	279090,821	1204701,567	439,560	0,7	0,4	0,7	0,1	279090,823	1204701,570	439,560	3,8	2,0	4,3	0,1	-1,7	-3,2	3,6	8,8	0,0	0,4
205VB20	279082,024	1204754,142	431,605	0,6	0,3	0,7	0,2	279082,028	1204754,140	431,605	3,7	2,2	4,3	0,2	-3,3	2,2	4,0	8,7	0,0	0,6
205VB1	279096,008	1204703,665	439,300	4,1	1,9	4,5	0,4													
205VB2	279085,602	1204701,992	439,300	4,3	1,6	4,5	0,5													
205VB3	279087,446	1204753,975	431,653	5,2	2,1	5,6	0,4													
205VB4	279077,208	1204752,350	431,638	5,0	2,5	5,6	0,5													
č.b.	Y	X	Z	myx	mz	Y	X	Z	myx	mz	dy	dx	dyx	konf. t=2	dz	konf. t=2				
[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]				
111	279084,966	1204704,250	441,091	2,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
112	279087,042	1204705,008	443,891	1,9	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
113	279090,369	1204705,730	444,955	1,7	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
114	279093,745	1204706,157	443,891	2,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
115	279095,930	1204706,085	441,105	2,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
121	279084,949	1204704,363	441,069	2,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
122	279087,025	1204705,130	443,868	2,1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
123	279090,349	1204705,846	444,930	2,2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
124	279093,736	1204706,263	443,884	2,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
125	279095,916	1204706,199	441,095	2,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
211	279083,018	1204715,803	439,341	2,2	0,3	279083,020	1204715,803	439,341	4,8	0,3	1,7	0,1	1,7	10,5	-0,5	0,8				
212	279085,066	1204716,565	442,137	2,2	0,2	279085,068	1204716,566	442,137	4,8	0,2	2,0	0,9	2,2	10,5	-0,6	0,5				
213	279088,390	1204717,289	443,197	2,2	0,3	279088,392	1204717,289	443,197	4,8	0,3	2,3	0,2	2,3	10,5	-0,4	0,8				
214	279091,770	1204717,687	442,131	2,2	0,2	279091,773	1204717,687	442,130	4,8	0,2	2,5	-0,3	2,5	10,5	-0,5	0,5				
215	279093,964	1204717,628	439,329	2,2	0,3	279093,965	1204717,628	439,328	4,8	0,3	1,7	-0,8	1,9	10,5	-0,9	0,8				
221	279082,995	1204715,915	439,323	2,2	0,4	279082,995	1204715,918	439,324	4,8	0,4	0,0	2,6	2,6	10,5	1,5	1,2				
222	279085,048	1204716,680	442,109	2,1	0,5	279085,049	1204716,683	442,110	4,8	0,5	0,6	2,8	2,9	10,4	1,8	1,5				
223	279088,371	1204717,407	443,173	2,1	0,6	279088,372	1204717,411	443,176	4,7	0,6	1,3	3,8	4,0	10,4	2,7	1,7				
224	279091,752	1204717,825	442,112	2,1	0,5	279091,753	1204717,828	442,115	4,8	0,5	1,6	3,3	3,7	10,4	2,5	1,5				
225	279093,949	1204717,747	439,324	2,2	0,4	279093,950	1204717,749	439,325	4,8	0,4	0,6	2,7	2,8	10,5	0,8	1,2				
311	279081,069	1204727,322	437,590	2,2	0,3	279081,074	1204727,321	437,587	4,8	0,3	4,2	-0,5	4,2	10,5	-3,3	0,9				
312	279083,114	1204728,106	440,360	2,2	0,2	279083,119	1204728,107	440,358	4,8	0,2	4,7	0,2	4,7	10,6	-2,8	0,6				
313	279086,449	1204728,825	441,447	2,2	0,2	279086,453	1204728,824	441,448	4,8	0,2	4,0	-0,7	4,1	10,6	0,7	0,5				
314	279089,823	1204729,239	440,370	2,2	0,2	279089,826	1204729,238	440,369	4,8	0,2	3,5	-1,1	3,7	10,6	-1,2	0,6				
315	279092,038	1204729,156	437,583	2,2	0,3	279092,040	1204729,154	437,581	4,8	0,3	1,5	-2,2	2,7	10,5	-2,3	0,9				
321	279081,048	1204727,448	437,563	2,1	0,4	279081,051	1204727,449	437,562	4,8	0,4	2,8	1,6	3,2	10,4	-1,5	1,1				
322	279083,104	1204728,205	440,345	2,1	0,6	279083,107	1204728,207	440,344	4,7	0,6	2,9	2,0	3,5	10,4	-1,0	1,7				
323	279086,427	1204728,945	441,425	2,1	0,7	279086,429	1204728,948	441,429	4,7	0,7	2,0	2,9	3,5	10,3	3,2	1,9				
324	279089,792	1204729,340	440,365	2,1	0,6	279089,794	1204729,341	440,367	4,7	0,6	2,0	1,6	2,6	10,4	1,5	1,7				
325	279092,011	1204729,280	437,572	2,1	0,4	279092,011	1204729,281	437,572	4,8	0,4	-0,3	1,1	1,1	10,4	-0,5	1,1				
411	279079,321	1204737,723	436,010	2,2	0,4	279079,328	1204737,722	436,005	4,8	0,4	7,0	-1,5	7,2	10,6	-4,4	1,0				
412	279081,377	1204738,512	438,793	2,2	0,3	279081,385	1204738,511	438,790	4,8	0,3	8,5	-1,5	8,6	10,6	-3,1	0,7				
413	279084,707	1204739,240	439,859	2,2	0,2	279084,710	1204739,239	439,865	4,8	0,2	3,8	-0,5	3,8	10,6	6,5	0,7				
414	279088,082	1204739,656	438,785	2,2	0,3	279088,083	1204739,654	438,783	4,8	0,3	1,0	-2,2	2,4	10,6	-1,7	0,7				
415	279090,297	1204739,577	436,018	2,2	0,4	279090,297	1204739,574	436,014	4,8	0,4	0,0	-3,4	3,4	10,6	-4,4	1,0				
421	279079,300	1204737,846	435,978	2,1	0,4	279079,305	1204737,847	435,975	4,7	0,4	5,1	0,6	5,1	10,4	-2,4	1,1				
422	279081,355	1204738,621	438,781	2,0	0,7	279081,361	1204738,621	438,780	4,7	0,7	5,6	0,6	5,6	10,3	-0,5	2,0				
423	279084,689	1204739,353	439,839	2,0	0,8	279084,690	1204739,358	439,846	4,7	0,8	1,2	5,1	5,2	10,2	7,5	2,4				
424	279088,063	1204739,771	438,776	2,0	0,7	279088,061	1204739,771	438,776	4,7	0,7	-1,5	0,6	1,6	10,3	0,2	2,0				
425	279090,267	1204739,707	436,000	2,1	0,4	279090,265	1204739,707	435,998	4,7	0,4	-2,6	-0,4	2,6	10,4	-2,8	1,1				
511	279077,553	1204748,139	434,389	2,2	0,4	279077,558	1204748,137	434,386	4,8	0,4	5,2	-2,4	5,7	10,6	-3,2	1,1				
512	279079,607	1204748,935	437,224	2,2	0,3	279079,612	1204748,934	437,221	4,8	0,3	4,5	-1,1	4,6	10,6	-2,2	0,9				
513	279082,911	1204749,670	438,276	2,2	0,3	279082,914	1204749,669	438,272	4,8	0,3	3,7	-1,5	4,0	10,6	-3,9	0,8				
514	279086,293	1204750,064	437,181	2,2	0,3	279086,296	1204750,063	437,177	4,8	0,3	3,2	-1,5	3,5	10,6	-4,4	0,9				
515	279088,509	1204749,983	434,407	2,2	0,4	279088,513	1204749,979	434,404	4,8	0,4	3,7	-3,6	5,2	10,6	-3,1	1,1				
521	279077,526	1204748,256	434,368	2,1	0,4	279077,529	1204748,255	434,367	4,7	0,4	2,3	-0,6	2,4	10,4	-1,0	1,0				
522	279079,594	1204749,042	437,205	1,8	1,2	279079,596	1204749,043	437,205	4,6	1,2	1,7	0,9	1,9	9,9	-0,5	3,3				
523	279082,890	1204749,804	438,270	1,5	1,5	279082,891	1204749,804	438,269	4,5	1,5	1,5	0,1	1,5	9,5	-1,0	4,3				
524	279086,260	1204750,177	437,166	1,8	1,2	279086,261	1204750,177	437,164	4,6	1,1	0,6	0,4	0,7	9,9	-2,0	3,3				
525	279088,492	1204750,112	434,394	2,1	0,4	279088,493	1204750,111	434,393	4,7	0,4	1,2	-0,9	1,5	10,4	-1,2	1,0				

Poznámky:
|Δdz| < σp meranie nedokázalo posun bodu
|Δdz| > α · σp posun je reálny s rizikom menším než 5%

$\sigma_p = \sqrt{(m_{n,e}^2 + m_{n-1,e}^2)}$

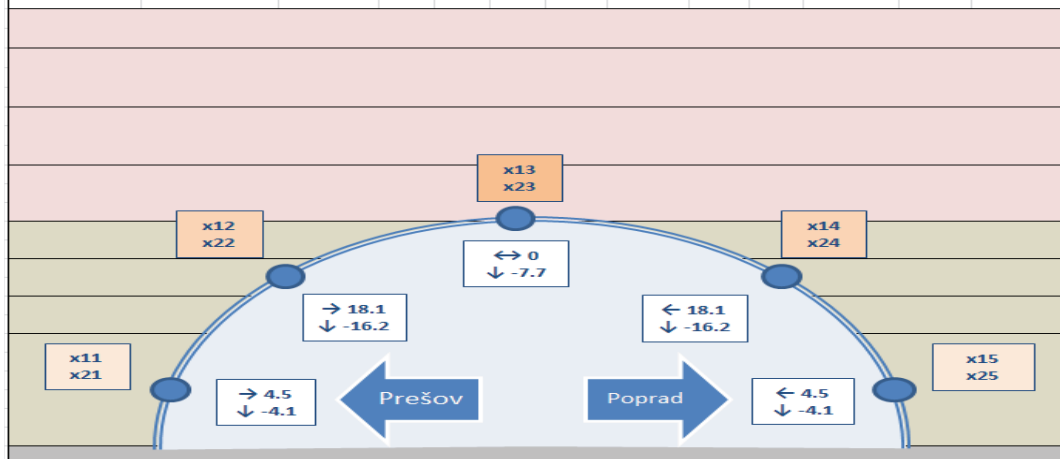
Schématická situácia pozorovaných bodov:

Tab. 1 Číselné porovnanie polohy a výšok pozorovaných bodov v 1. etape merania

205-00													
8. ETAPA													
26.10.2015													
č.b.	Y	X	Z	my	mx	myx	mz	dy	dx	dyx	konf. t=2	dz	konf. t=2
	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2051	279104,210	1204763,912	435,641	2,1	1,8	2,8	0,0	1,6	4,4	4,7	5,6	-1,6	0,3
2052	279064,823	1204694,811	446,282	1,9	1,6	2,5	0,0	-2,3	-0,3	2,3	5,0	1,1	0,3
2053													0,3
205VB10	279090,816	1204701,565	439,562	2,9	2,7	3,9	0,1	5,1	2,2	5,6	8,0	1,7	0,3
205VB20	279082,024	1204754,153	431,606	2,6	2,7	3,8	0,0	0,3	-11,3	11,3	7,7	0,8	0,4
205VB1	279096,011	1204703,667	439,294	2,9	2,7	3,9	0,4	-3,0	-1,7	3,4	11,9	-6,0	1,1
205VB2	279085,599	1204701,985	439,296	3,1	2,6	4,1	0,5	2,7	7,1	7,6	12,2	-4,2	1,4
205VB3	279087,445	1204753,992	431,644	3,1	2,6	4,0	0,4	1,3	-17,1	17,1	13,8	-9,2	1,1
205VB4	279077,202	1204752,362	431,620	2,8	2,7	3,9	0,5	6,2	-12,5	14,0	13,6	-17,5	1,4
č.b.	Y	X	Z	my	mx	myx	mz	dy	dx	dyx	konf. t=2	dz	konf. t=2
	[m]	[m]	[m]			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
111	279084,956	1204704,256	441,069			2,0	0,2	-10,5	5,5	11,9	5,9	-21,9	0,5
112	279087,032	1204705,018	443,867			1,9	0,7	-9,7	10,2	14,1	5,5	-24,1	2,3
113	279090,359	1204705,737	444,935			1,5	1,4	-10,4	7,3	12,7	4,4	-19,3	3,9
114	279093,727	1204706,166	443,854			1,9	0,7	-17,7	8,8	19,8	5,5	-36,8	2,2
115	279095,924	1204706,092	441,075			2,0	0,2	-5,9	7,2	9,3	5,9	-30,5	0,5
121	279084,951	1204704,359	441,048			2,1	0,2	2,0	-3,9	4,4	6,1	-21,0	1,0
122													
123	279090,349	1204705,846	444,911			2,1	0,3	-0,1	0,3	0,3	6,0	-18,6	1,3
124	279093,725	1204706,262	443,844			2,1	0,2	-10,6	-0,7	10,6	6,1	-40,4	0,9
125	279095,918	1204706,199	441,067			2,1	0,2	2,6	-0,2	2,6	6,1	-28,5	1,0
211	279083,007	1204715,806	439,269			2,0	0,1	-10,8	3,4	11,3	5,9	-72,7	0,6
212	279085,077	1204716,579	442,032			2,0	0,5	11,6	14,0	18,2	5,9	-105,4	1,1
213	279088,388	1204717,306	443,093			1,9	0,7	-2,4	17,3	17,5	5,8	-103,7	1,6
214	279091,757	1204717,696	442,022			2,0	0,5	-13,4	8,5	15,9	5,9	-109,0	1,1
215	279093,976	1204717,637	439,250			2,0	0,1	12,0	8,2	14,5	5,9	-78,2	0,6
221	279082,992	1204715,909	439,252			2,1	0,2	-2,9	-5,7	6,4	6,0	-71,2	0,9
222	279085,068	1204716,686	442,004			2,1	0,2	19,3	5,8	20,2	6,0	-104,3	1,2
223	279088,377	1204717,417	443,071			2,1	0,3	6,1	9,9	11,6	5,9	-102,3	1,3
224	279091,746	1204717,826	442,005			2,1	0,2	-5,2	1,9	5,5	6,0	-107,5	1,2
225	279093,969	1204717,748	439,246			2,1	0,2	19,5	1,6	19,6	6,0	-77,8	1,0
311	279081,057	1204727,331	437,481			2,1	0,2	-12,5	9,2	15,5	6,0	-108,8	0,7
312	279083,132	1204728,129	440,216			2,0	0,3	17,3	23,1	28,9	6,0	-144,9	0,8
313	279086,457	1204728,855	441,304			2,0	0,5	8,0	30,4	31,4	5,9	-142,9	1,0
314	279089,823	1204729,262	440,236			2,0	0,3	-0,1	23,2	23,2	6,0	-134,3	0,8
315	279092,053	1204729,172	437,481			2,1	0,2	15,1	16,1	22,1	6,0	-102,2	0,7
321													
322	279083,127	1204728,215	440,203			2,1	0,2	23,0	9,8	25,0	5,9	-141,8	1,3
323													
324													
325													
411	279079,304	1204737,734	435,901			2,1	0,2	-16,9	10,4	19,8	6,0	-108,7	0,8
412	279081,389	1204738,541	438,643			2,1	0,3	12,5	28,9	31,5	6,0	-150,4	0,8
413	279084,713	1204739,276	439,700			2,1	0,4	5,9	36,6	37,1	6,0	-158,8	0,9
414	279088,082	1204739,690	438,642			2,1	0,3	-0,6	34,0	34,0	6,0	-143,1	0,8
415	279090,315	1204739,600	435,908			2,1	0,2	17,6	22,1	28,3	6,0	-109,6	0,8
421	279079,287	1204737,847	435,870			2,0	0,1	-13,6	1,1	13,6	5,9	-107,4	0,9
422	279084,697	1204739,383	439,681										
423	279084,697	1204739,384	439,681			1,9	0,7	7,9	31,0	32,0	5,6	-157,7	2,1
424	279088,067	1204739,793	438,635			2,0	0,4	4,0	22,6	23,0	5,7	-140,8	1,6
425	279090,289	1204739,719	435,891										
511	279077,557	1204748,159	434,324			2,1	0,2	4,7	20,4	20,9	6,1	-65,0	0,9
512	279079,615	1204748,962	437,151			2,1	0,3	7,5	27,1	28,1	6,1	-73,0	0,8
513	279082,917	1204749,696	438,207			2,1	0,3	6,5	25,9	26,7	6,1	-68,9	0,9
514	279086,300	1204750,098	437,121			2,1	0,3	7,4	33,9	34,7	6,1	-60,6	0,8
515	279088,511	1204750,010	434,353			2,1	0,2	1,2	27,1	27,1	6,1	-53,6	0,9
521	279077,531	1204748,265	434,305			2,0	0,1	4,8	9,1	10,3	5,9	-63,4	0,8
522	279079,603	1204749,058	437,134			1,9	0,6	8,7	15,6	17,9	5,3	-70,6	2,7
523	279082,898	1204749,821	438,204			1,5	1,4	7,7	16,8	18,5	4,2	-66,0	4,1
524	279086,269	1204750,202	437,107			1,9	0,7	8,9	25,7	27,2	5,3	-59,2	2,7
525	279088,495	1204750,132	434,342			2,0	0,3	3,0	20,3	20,5	5,8	-52,4	0,9

Teoretické hodnoty deformácií:

Zásyp do výšky **18.2m** od päty tubusu - dokončený zásyp i vozovka.



Tab. 2 Číselné porovnanie polohy a výšok pozorovaných bodov v 8. etape merania

6 ZÁVER

V priebehu geodetického merania mostnej konštrukcie došlo ku prekročeniu teoretických hodnôt deformácií, uvedených v Kontrolnom a skúšobnom pláne (KSP) zásypových prác SO 205-00. Na základe týchto zistení bol po dohode hlavného geotechnika, hlavného dozoru, zodpovedného geodeta a projektanta objektu nastavený sprísnený monitoring tubusu, pričom boli spätne obnažené základové pásy objektu pre potrebu osadenia pozorovaných bodov na základoch spolu s doplnením reflexných značiek na oceľovej konštrukcii na vyhradených miestach. Sprísnené geodetické merania boli realizované v týždňových intervaloch, neskôr 2-týždňových. Geodetické merania boli realizované z voľného stanoviska s orientáciou na vzťažné body (použité pre plánované meranie objektu počas výstavby) a body LVS 205.

Na spoľahlivé vyšetrenie správania sa sledovaného objektu odporúčame pokračovať v doplňujúcom sprísnenom geodetickom monitoringu v charakteristických pozorovaných bodoch v stanovených intervaloch aj počas prevádzky objektu nad rámec povinných dlhodobých meraní, vyplývajúcich zo všeobecných zásad správcu objektu.

LITERATÚRA

- [1] Bitterer, L.: Analýza geodetických meraní. Činnosť a úlohy autorizovaných geodetov a kartografov. Bratislava, Komora geodetov a kartografov 2003.
- [2] Dokumentácia pre realizáciu stavby SO 205-00.
- [3] STN 73 0405 Meranie posunov stavebných objektov. SÚTN 1986.

Lektoroval: doc. Ing. Juraj Gašinec, PhD.

Ústav geodézie, kartografie a GIS, Fakulta BERG, TU v Košiciach