TELESKOP d.o.o.
teleskop.si
info@teleskop.si
(02) 251-13-80
Ulica heroja Staneta 16, 2000 Maribor

TEHNIČNO POROČILO

ZADEVA: **PERIODIČNA IZMERA št. 2**

OBJKET: **JELENSKI VIADUKT PRI BOROVNICI**

ŠT. DELA: **I-22-17-02**

NAROČNIK: **Slovenske železnice – Infrastruktura, d.o.o.**
Kolodvorska ul. 11
1506 Ljubljana

GEODETSKO PODJETJE: **ŠT. 0071**
Teleskop d.o.o.,
Ulica heroja Staneta 16, 2000 Maribor,
ki ga zastopa: Tadej Ledinek

TELESKOP d.o.o.

žig in podpis

ODGOVORNI GEODET: **IZS. Geo0105**
Tadej Ledinek ing. geodezije,
sodni izvedenec za geodezijo

TADEJ LEDINEK
inž. geod.
IZS Geo0105

žig in podpis

IZDELAL:
Matevž Ledinek,
dipl. inž. geod. (UN)

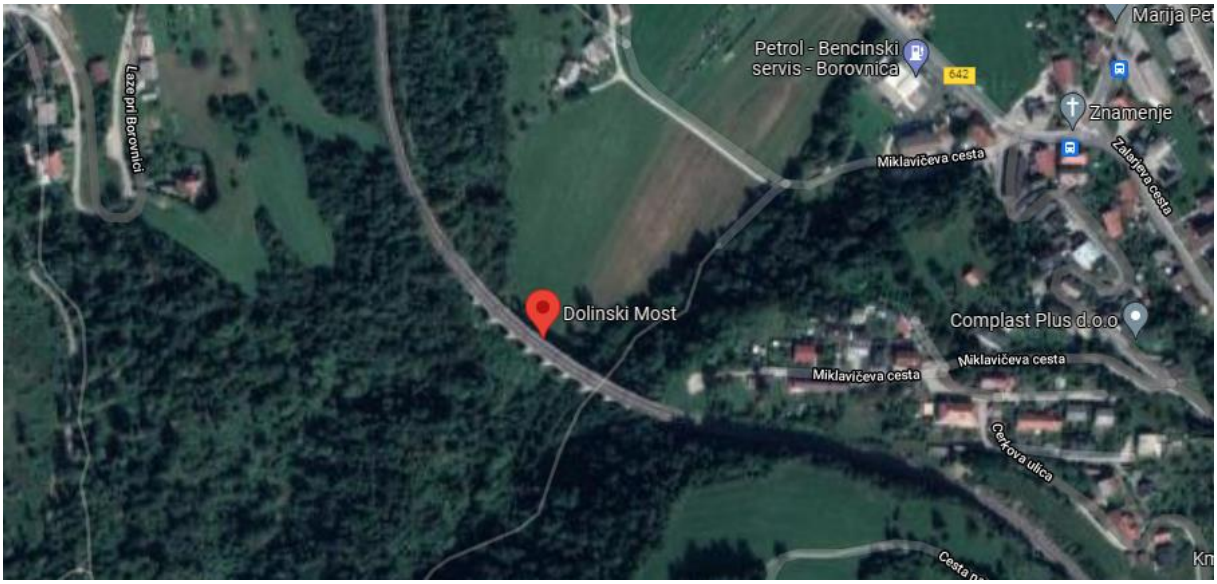
DATUM IN KRAJ IZDELAVE: **19. 10. 2022, Maribor**

TEHNČNO POROČILO

1. UVOD

Za potrebe upravljanja in vzdrževanja železniških prog smo po naročilu Slovenskih železnic izvedli geodetsko meritev preciznega nivelmana in lokalne geodetske mreže v ločenih lokalnih koordinatnih sistemih, na podlagi katerih se bodo prikazovale kontrolne meritve deformacij na Jelenskem viaduktu pri Borovnici na progi Ljubljana – Sežana – državna meja v km 591+087.

Izhodiščno terensko izmero smo izvedli 10.10.2020, kjer se je na novo vzpostavilo lokalno nivelmansko in geodetsko trigonometrično mrežo.



Slika 1: Lokacija mostu

Izhodiščna izmera:	10.10.2020
Izmera št. 2	18.10.2022

Datum opravljenih izmer

2. UPORABLJEN MERSKI INSTRUMENTARIJ

a. NIVELMANSKA IZMERA

Merjenja so se opravila s preciznim elektronskim nivelirjem LEICA DNA03 (ser. št. 340821), precizno invar lato Leica GPCL2 (ser. št. 52491), žabo za postavljanje late (5kg), stativom, držalom late in merski trakom.

Leica DNA 03	
Natančnost	**Standardni odklon kilometra dvojnega nivelmana (ISO 17123 – 2)**
Elektronska meritev z invar lato	0,3 mm
Elektronska meritev z kodirno lato	1,5 mm
Optična meritev	2,0 mm
Mersko območje	
Elektronska meritev	1,8 m – 110 m
Optična meritev	od 0,6 m

Povečava daljnogleda	24 x
Tip kompenzatorja	Nihalo z magnetnim dušenjem
Delovno območje kompenzatorja	±10'
Natančnost kompenzatorja	0,3"

2.2 TRIGONOMETRIČNA IZMERA

Merjenja so se opravila z elektronskim tahimetrom Leica TCRP MS60, Leicinim stativom in reflektorji 4 x Leica GPH1P in 4x Leica GPR121.

Tahimeter Leica MS60 – osnovne specifikacije	
Standardni odklon Hz in V: ISO-1 123-3	1''
Standardni odklon razdalje z reflektorjem: ISO-1-123-4	1 mm + 1,5 ppm
Doseg meritev z reflektorjem	3000 m
Standardni odklon razdalje brez reflektorja: ISO-1-123-4	2 mm + 2 ppm < 500 m
Doseg meritev brez reflektorja	300 m
Povečava daljnogleda	30x
Najkrajša vidna razdalja	1,7 m
Geodetski pribor	
Prizme	Leica GPH1P in GPR121
Podnožje	Leica GST 20
Stabilizacija referenčnih točk	11R2-40W
Nastavek za prizme referenčnih točk	11RS-W-VA



3. IZVEDBA MERITEV

3.1 NIVELMANSKA IZMERA

Nivelmansko izmero smo izvedli po pravilih precizne nivelmanske izmere. Uporabili smo preizkušen instrument in komparirano nivelmansko lato. Nivelirali smo iz sredine, ter samo kakovost meritev nadzorovali s preverjanjem odstopanj pri niveliranju nivelmanskih linij v obeh smereh in odstopanj pri zapiranju nivelmanskih zank.
Rezultati posamezne nivelmanske izmere so popravljene merjene višinske razlike in dolžine nivelmanskih linij. Za izravnavo smo uporabili program Leica Infinity.

3.2 IZMERA GEODETSKE MREŽE

Pri izmeri smo uporabili tahimeter Leica MS60 in precizne prizme, ki so trajno stabilizirane z nastavki. Do vseh vidnih točk geodetske mreže smo na posameznem stojišču izmerili horizontalne smeri, zenitne razdalje in poševne dolžine v obeh krožnih legah, pri katerih smo se vzdolžno premikali ter s pomočjo vidnih preklopov posneli vse stabilizirane točke.

S pomočjo izravnave opazovanih količin smo s programa Leica Infinity pridobili koordinate točk, ki služijo nadaljnjim obravnavam.

4. REZULTATI

4.1 REZULTATI NIVELMANSKE IZMERE

Reper	Izmera 0 [m]	Izmera 2 [m]	Razlika [m]	SD h [m]
R1	0	0	/	/
R2	0,0575	0,0574	0,0001	0,0002
R3	0,4488	0,4487	0,0001	0,0000
R4	0,4659	0,4658	0,0000	0,0002
R5	1,0751	1,0751	0,0000	0,0001
R6	1,5192	1,5191	0,0001	0,0002
R7	1,8060	1,8065	-0,0005	0,0001
R8	2,0177	2,0183	-0,0006	0,0002
R9	2,1217	2,1224	-0,0007	0,0001
R10	2,3368	2,3376	-0,0008	0,0002
R11	2,3375	2,3380	-0,0005	0,0001
R12	2,6105	2,6112	-0,0007	0,0002
R13	2,6712	2,6715	-0,0003	0,0001
R14	2,8950	2,8955	-0,0005	0,0002
R15	3,2535	3,2533	0,0002	0,0001
R16	3,4941	3,4940	0,0001	0,0001
R17	3,0631	3,0610	0,0021	0,0001
R18	3,4718	3,4714	0,0004	0,0001

Izračunane višine stabiliziranih Reparjev v izhodiščni in končni izmeri ostajajo v rangu premika 1 mm, kar nakazuje na stabilnost točk na samem viaduktu. Manjši ne sovpadanje se pojavi le na reperju št. R17, ki se temeljito pregleda v naslednji izmeri.

SKICA:



Slika 2: Skica nivelmanske mreže

4.2 REZULTATI GEODETSKE TRIGONOMETRIČNE MREŽE

FAKTOR DOLŽIN: 100 vstavi vrednost

	Izmera						
	Izhodiščna izmera (0)			Epoha (e1)			
točka	y	x	z	točka	y	x	z
1	998,1090	1003,9921	0,0000	1	998,1077	1003,9917	-0,0004
2	1001,8910	996,0079	0,0186	2	1001,8913	996,0079	0,0175
3	963,6193	988,1189	0,4645	3	963,6205	988,1190	0,4646
4	967,4189	979,3465	0,4383	4	967,4197	979,3455	0,4383
5	920,6541	971,1524	2,2305	5	920,6555	971,1532	2,2318
6	923,0581	963,1085	2,2055	6	923,0579	963,1079	2,2071
7	871,2193	961,1880	2,8103	7	871,2193	961,1874	2,8119
8	872,3294	952,7767	2,8382	8	872,3289	952,7755	2,8400
9	844,4631	959,4496	2,9735	9	844,4627	959,4480	2,9744
10	844,5950	951,2050	3,0121	10	844,5953	951,2022	3,0140
11	817,9831	960,4550	3,2884	11	817,9815	960,4537	3,2898
12	816,8543	952,1624	3,3035	12	816,8540	952,1596	3,3051
13	791,3453	963,7918	3,7136	13	791,3433	963,7917	3,7151
14	789,6333	955,6335	3,7225	14	789,6324	955,6306	3,7242
15	740,5720	977,9371	4,3533	15	740,5706	977,9361	4,3539
16	737,7092	970,1315	4,3459	16	737,7077	970,1302	4,3463
17	714,1417	990,1349	3,2559	17	714,1420	990,1349	3,2549
18	710,8680	982,0098	3,4076	18	710,8691	982,0116	3,4059
19	689,4981	1004,5646	3,7041	19	689,4985	1004,5641	3,7027
20	687,0414	995,4354	4,5132	20	687,0398	995,4343	4,5135

Izračunane koordinate v izhodiščni in drugi izmeri.

IZRAČUN LINIJSKIH TOČK									
dolžina 0-e1	pomik			faktoriziran pomik * 1000			LINIJSKA TOČKA		
d1 [m]	Δy [m]	Δx [m]	Δz [m]	Dy' [m]	Dx' [m]	točka - v	y'	x'	z'
0,0014	-0,0013	-0,0004	-0,0004	-0,1300	-0,0400	1	997,9790	1003,9521	0,0004
0,0003	0,0003	0,0000	-0,0011	0,0300	0,0000	2	1001,9210	996,0079	0,0175
0,0012	0,0012	0,0001	0,0001	0,1200	0,0100	3	963,7393	988,1289	0,4646
0,0013	0,0008	-0,0010	0,0000	0,0800	-0,1000	4	967,4989	979,2465	0,4383
0,0016	0,0014	0,0008	0,0013	0,1400	0,0800	5	920,7941	971,2324	2,2318
0,0006	-0,0002	-0,0006	0,0016	-0,0200	-0,0600	6	923,0381	963,0485	2,2071
0,0006	0,0000	-0,0006	0,0016	0,0000	-0,0600	7	871,2193	961,1280	2,8119
0,0013	-0,0005	-0,0012	0,0018	-0,0500	-0,1200	8	872,2794	952,6567	2,8400
0,0016	-0,0004	-0,0016	0,0009	-0,0400	-0,1600	9	844,4231	959,2896	2,9744
0,0028	0,0003	-0,0028	0,0019	0,0300	-0,2800	10	844,6250	950,9250	3,0140
0,0021	-0,0016	-0,0013	0,0014	-0,1600	-0,1300	11	817,8231	960,3250	3,2898
0,0028	-0,0003	-0,0028	0,0016	-0,0300	-0,2800	12	816,8243	951,8824	3,3051
0,0020	-0,0020	-0,0001	0,0015	-0,2000	-0,0100	13	791,1453	963,7818	3,7151
0,0030	-0,0009	-0,0029	0,0017	-0,0900	-0,2900	14	789,5433	955,3435	3,7242
0,0017	-0,0014	-0,0010	0,0006	-0,1400	-0,1000	15	740,4320	977,8371	4,3539
0,0020	-0,0015	-0,0013	0,0004	-0,1500	-0,1300	16	737,5592	970,0015	4,3463
0,0003	0,0003	0,0000	-0,0010	0,0300	0,0000	17	714,1717	990,1349	3,2549
0,0021	0,0011	0,0018	-0,0017	0,1100	0,1800	18	710,9780	982,1898	3,4059
0,0006	0,0004	-0,0005	-0,0014	0,0400	-0,0500	19	689,5381	1004,5146	3,7027
0,0019	-0,0016	-0,0011	0,0003	-0,1600	-0,1100	20	686,8814	995,3254	4,5135

Izračunani premiki na posameznih točkah in koordinate premikov pomnožene s faktorjem x 100.

Absolutna elipsa pogreškov (2D - 39.4 % 1D - 68.3%)				
Točka	os a [m]	os b [m]	h [m]	Orie. (ϕ) [°]
1	0,0006	0,0004	0,0001	73
2	0,0006	0,0004	0,0001	64
3	0,0006	0,0002	0,0001	56
4	0,0005	0,0002	0,0001	61
5	0,0006	0,0003	0,0001	42
6	0,0004	0,0003	0,0001	77
7	0,0005	0,0003	0,0001	35
8	0,0005	0,0003	0,0001	80
9	0,0003	0,0003	0,0001	-60
10	0,0004	0,0003	0,0001	48
11	0,0004	0,0003	0,0001	81
12	0,0004	0,0003	0,0001	70
13	0,0005	0,0003	0,0001	-84
14	0,0005	0,0003	0,0001	65
15	0,0004	0,0002	0,0001	85
16	0,0004	0,0002	0,0001	80
17	0,0004	0,0002	0,0001	71
18	0,0004	0,0002	0,0001	74

19	0,0005	0,0004	0,0001	63
20	0,0006	0,0004	0,0001	79

Izračunane natančnosti izmere posamezne točke, so homogene čez celotno izmero in se gibljejo pod 1mm.

PREMIKI TRIGONOMETRIČNE MREŽE:

Izmera - 00 - 02					
Pomiki med izmero					
Izhodišče	Točka	d1 [mm]	Δy [mm]	Δx [mm]	Δz [mm]
x	1	1,4	-1,3	-0,4	-0,4
x	2	0,3	0,3	0,0	-1,1
x	3	1,2	1,2	0,1	0,1
	4	1,3	0,8	-1,0	0,0
	5	1,6	1,4	0,8	1,3
	6	0,6	-0,2	-0,6	1,6
	7	0,6	0,0	-0,6	1,6
	8	1,3	-0,5	-1,2	1,8
	9	1,6	-0,4	-1,6	0,9
	10	2,8	0,3	-2,8	1,9
	11	2,1	-1,6	-1,3	1,4
	12	2,8	-0,3	-2,8	1,6
	13	2,0	-2,0	-0,1	1,5
	14	3,0	-0,9	-2,9	1,7
	15	1,7	-1,4	-1,0	0,6
	16	2,0	-1,5	-1,3	0,4
	17	0,3	0,3	0,0	-1,0
x	18	2,1	1,1	1,8	-1,7
x	19	0,6	0,4	-0,5	-1,4
x	20	1,9	-1,6	-1,1	0,3

Tabela prikazuje premike trigonometrične mreže in vklope identičnih točk, ki v zgornji tabeli predstavlja točke 1,2,3 in 18, 19 ter 20.
Kot lahko razberemo iz tabele se največji premiki pojavijo v rangu velikosti do 3 mm, kar še vedno nakazuje na stabilnost točk na samem viaduktu, saj le te ne presegajo 3x natančnosti izmere oz. se le te dotaknejo.

SKICA:



Slika 3: Skica geodetske mreže

5. *VREMENSKI POGOJI*

Vremenski podatki:	
Temperatura	16
Tlak	1020 mbar
Vlažnost	65 %
PPM	2.1

Vremenske razmere:	
Vidljivost	Megleno
Stabilnost	Dobra
Veter	Ne vetrovno

6. ZAKLJUČEK

V trigonometrični mreži smo dosegli pod milimetrsko natančnost v posamezni izmeri.
Ob vklopi posameznih trigonometričnih mrež na krajne točke, zaznamo nekolikšna odstopanja, ki se gibljejo v rangu **pod 3 mm**.
Čez vse točke na viaduktu ne zaznamo statističnega premika, ki bi se gibal v specifično določeni smeri, ampak tega opredeljujemo kot naključen.
Trigonometrična mreža nakazuje, da se stabilizirane točke tako v vertikalni in horizontalni komponenti ne premikajo ter so stabilne, saj te ne presegajo 3 kratnika natančnosti posamezne izmere.

V nivelmanski izmeri smo dosegli pod milimetrsko natačnost v posamezni izmeri.
Nivelmanska izmera potrdi stabilnost stabiliziranih reperjev, na katerih ne zaznamo posedanja, saj ti ostajajo v rangu 1 mm.

7. SLIKE STABILIZIRANIH TOČK



Stabilizirani reperji in trigonometrične točke na viaduktu



Stabilizirani reperji in trigonometrične točke na temeljih stebrov vozne mreže