

Měření na kulové dráze SchRs 1550/K109 na DNT

Ing.Stanislav Dejl, Ing.J.Kalabis, Ing.P.Miltner
Odbor měřictví a geologie, SD Chomutov a.s., Chomutov



Rypadlo SchRs 1320/K110

Na 20. konferenci SDMG,
v říjnu 2013
v Milíně u Příbrami
Měření probíhalo VI. – VIII. 2013



Rypadlo SchRs 1550/K109 – VII.-VIII. 2015



Výkon 5500 m³/h
Přůměr kola s korečky:

12,5m

Šířka pasů: 2m

Rychlost pasů: 3,8 m/s

Výška rypadla: 60m

Hmotnost:

K 109 ... 3 753t

(K 110 ... 4 042 t)

Kulová dráha

- obrovské kuličkové axiální ložisko
 - 243 ocelových koulí
 - průměr koule 150 mm
 - hmotnost koule 14 kg

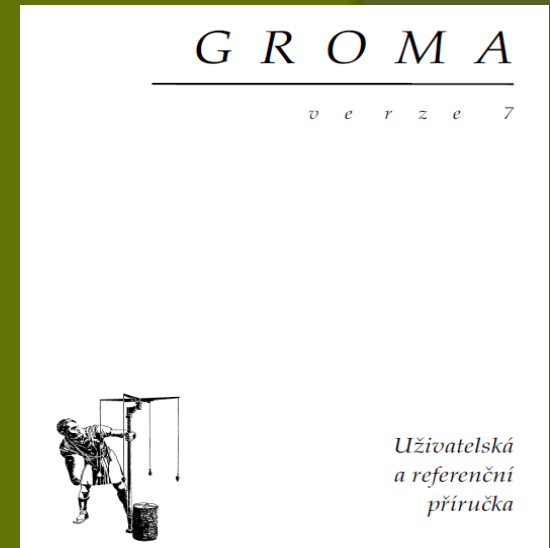


- průměr kulové dráhy je 15,2 m
- 12 horních a 12 dolních segmentů

Metodika – stejná jako v roce 2013

○ Rovnice roviny:
 $ax+by+cz+d=0$

○ Metoda nejmenších čtverců



Vlastní měření - nově

Na základě závěrů měření v roce 2013 a podnětů z diskuse na 20. konferenci :

- metoda měření : trigonometrická nivelace, resp. polární tachymetrie s trigonometrickým určením výšek
- použitý přístroj : robotická totální stanice Trimble S3 Robotic
- stabilizace přístroje : nucená centrace pomocí „pažnic“
- stabilizace měřených bodů : nový přípravek s odrazným hranolem

Rok 2013

- Nedokonalá stabilizace stanovisek.



Leica NA 2002



- Nepřesné určení osy segmentů .
- Nepřesná poloha měřených bodů.
- Svislost měřítka nešlo zaručit.
- Pracná manipulace s přípravkem,



Přípravné práce – stabilizace stanovišek



Přípravné práce – podrobné body



„kulovou výseč“ s minihranolem
(Poliamid Pa 6 COPOLID)



Měření dolních segmentů

Měření horních segmentů



Vlastní měření

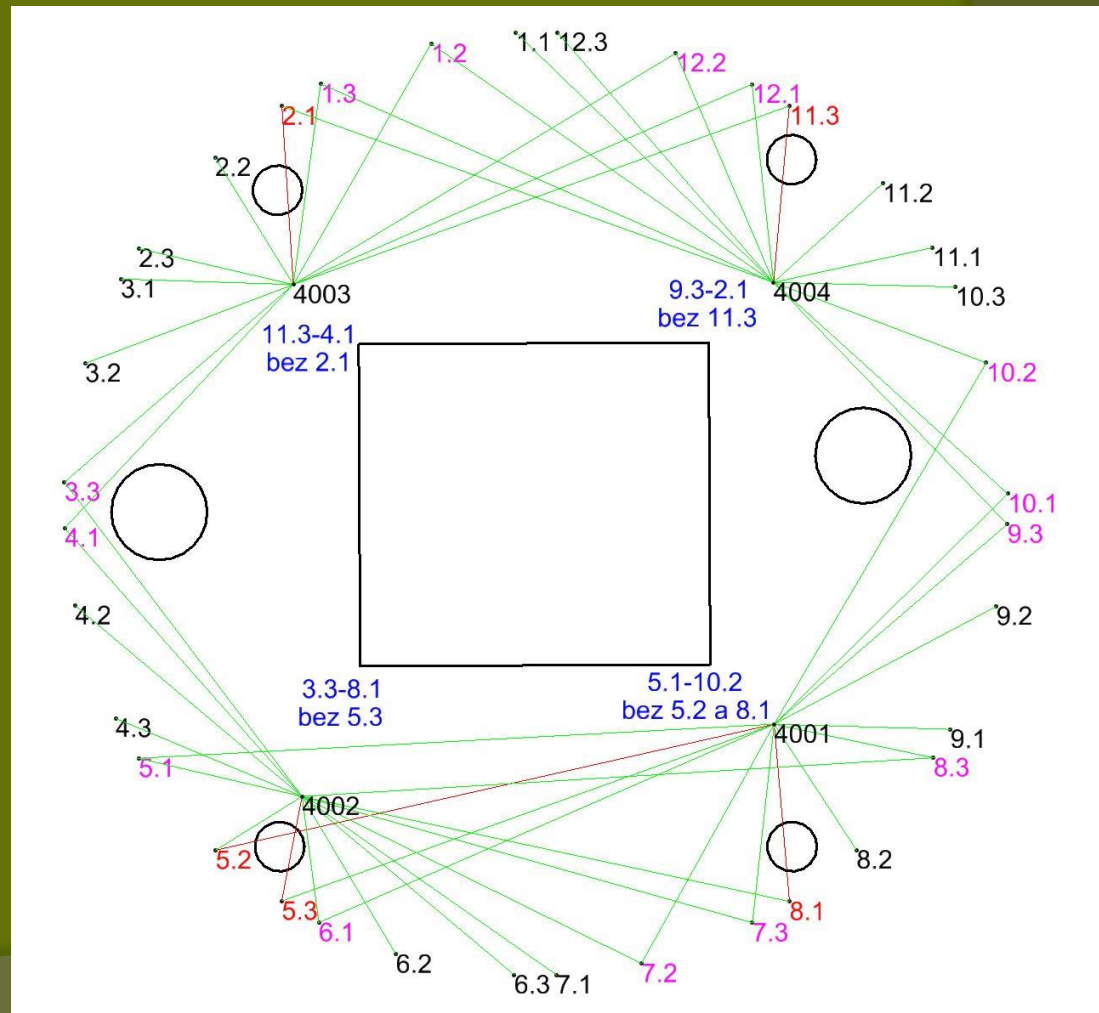
- Nejprve byla zaměřena sousední stanoviska a následně probíhalo měření jednotlivých bodů.
- Stanoviska byla čtyři, pro viditelnost mezi sebou a pro možnost kontrolního zaměření podrobných bodů ze dvou stanovisek.
- Původní záměr - používat stejné souřadnice po celou dobu zaměřování. Hned druhé měření, kdy jsme pro kontrolu opakovali zaměření stanovisek, ukázalo, že to tak nepůjde.

Důvody :

- tepelná roztažnost ocelové konstrukce
- provádění dalších montážních prací na rypadle
- změna zatížení konstrukce.
- instalace stroje či hranolů při přemísťování mezi stanovisky.

Další postup :

- opakovaná měření stanovisek
- ve čtyřech skupinách
- v obou polohách dalekohledu
- podrobné body v jedné skupině v obou polohách dalekohledu.
- zanedbávali jsme opravy z atmosférických vlivů, nadmořské výšky a měřítka.





Vlastní měření



Kontorlní měření

- Při prvním měření byly některé podrobné body zaměřeny ze dvou i tří stanovisek, aby bylo možné stanovit dosaženou přesnost měření. Tím jsme si ověřili, že touto metodou dosáhneme požadovanou přesnost :

bod č.	souřadnice Z			průměr	rozdíl od průměru [mm]			stř. chyba
	I	II	III		I	II	III	
1.3	0,70459	0,70489		0,70474	0,15	-0,15		0,21
3.3	0,75357	0,75332		0,75345	-0,13	0,12		0,18
4.1	0,75594	0,75597		0,75596	0,01	-0,02		0,02
5.1	0,75981	0,76004		0,75993	0,11	-0,12		0,16
6.1	0,74941	0,74921	0,74944	0,74935	-0,06	0,14	-0,09	0,13
6.2	0,74260	0,74269	0,74262	0,74264	0,04	-0,05	0,02	0,05
6.3	0,73086	0,73089		0,73088	0,01	-0,02		0,02
7.1	0,72641	0,72638		0,72640	-0,01	0,01		0,02
7.2	0,71645	0,71652		0,71649	0,04	-0,04		0,05
9.3	0,65355	0,65354		0,65355	0,00	0,01		0,01
10.1	0,65188	0,65186		0,65187	-0,01	0,01		0,01
10.2	0,64751	0,64744		0,64748	-0,04	0,04		0,05
12.1	0,65821	0,65787		0,65804	-0,17	0,17		0,24
12.2	0,66471	0,66456		0,66464	-0,07	0,08		0,11
12.3	0,67640	0,67639		0,67640	0,00	0,01		0,01

Vyrovnání metodou nejmenších čtverců – GROMA v.7

The screenshot displays the GROMA v.7 software interface. The main window shows a table of coordinates for a segment named "Dolní segment_130715.crd". The table has columns for "Předč.", "Číslo", "Y", "X", "Z", "Typ", "Kv.", and "Popis". The data is as follows:

Předč.	Číslo	Y	X	Z	Typ	Kv.	Popis
1	11	200	7597	-119.3			
2	10	1967	7341	-125.9			
3	12	3625	6680	-134.4			
4	21	3972	6480	-136.5			
5	20	5128	5609	-144.0			
6	22	6480	3972	-155.4			
7	31	6680	3625	-157.4			
8	30	7341	1967	-167.4			
9	32	7597	200	-176.1			
10	41	7597	-200	-177.6			
11	40	7341	-1967	-185.1			
12	42	6680	-3625	-190.3			
13	51	6480	-3972	-190.7			
14	50	5374	-5374	-193.1			
15	52	3959	-6487	-193.2			
16	61	3625	-6680	-193.2			
17	60	1967	-7341	-191.0			
18	62	200	-7597	-185.9			
19	71	-200	-7597	-184.5			
20	70	-1967	-7341	-177.2			
21	72	-3502	-6745	-168.9			
22	81	-4438	-6169	-164.5			
23	80	-5374	-5374	-157.8			
24	82	-6480	-3972	-148.5			
25	91	-6680	-3625	-145.6			
26	90	-7341	-1967	-136.4			
27	92	-7536	-988	-131.2			
28	101	-7597	200	-126.1			
29	100	-7341	1967	-119.2			
30	102	-6680	3625	-114.5			
31	111	-6480	3972	-113.1			
32	110	-5374	5374	-110.8			
33	112	-3972	6480	-110.6			
34	121	-3625	6680	-110.5			
35	120	-1967	7341	-113.0			
36	122	-200	7597	-117.7			

The "Vyrovnávací rovina" dialog box is open, showing the following settings:

- Měřené body: Bod: Oprava: Předč.: 36, Číslo: 122
- Poloha roviny: Obecná, Svislá
- [vv]: 3.38e+000
- Vypočíst: Průmět, Sklopit, Sklopit Z=0
- Použit pro rov.:
- Výsledky:

Bod:	Y:	X:	Z:
*10011	200.000	7596.999	-119.164
*20010	1966.999	7341.001	-126.096
*30012	3625.000	6680.000	-134.449
*40021	3972.000	6480.000	-136.468
*50020	5128.000	5609.000	-144.032
*60022	6479.999	3972.001	-155.724
- Buttons: Protokol, Rovnice..., Nová rovina, Výpočet

At the bottom of the main window, the active list of coordinates is shown: "Aktivní seznam souřadnic: D:\akce36\Kulova_draha_6_130715\Dolní segment_130715.crd"

- 1) modul „VYROVNÁNÍ SÍTĚ“ - stanovení souřadnic čtyř stanovisek
- 2) modul „POLÁRNÍ METODA DÁVKOU“ - stanovení souřadnic podrobných bodů
- 3) modul „VYROVNÁVACÍ ROVINA“ - stanovení odchylky od ideální roviny

Výsledky měření

- Zpracování do tabulkového přehledu a do grafu v programu ATLAS.
- Požadavek : výškové odchylky od ideální roviny menší než 0,4 mm.
- První měření 20.7.2015, plotny pro usazení nových segmentů.
- Poslední měření 18.8.2015, po podlití segmentů speciální pryskyřicí.

Nivelační měření na SCHRS 1550/K109

- zaměření "ploten" bez osazených segmentů kulové dráhy

Datum: 20.7.2015
 Měřil: Ing. Kalabis, Ing. Dejl
 Přístroj: Trimble S3
 Jednotky: mm (výškový systém místní), "-" ... bod je pod rovinou - nutno podkládat ,

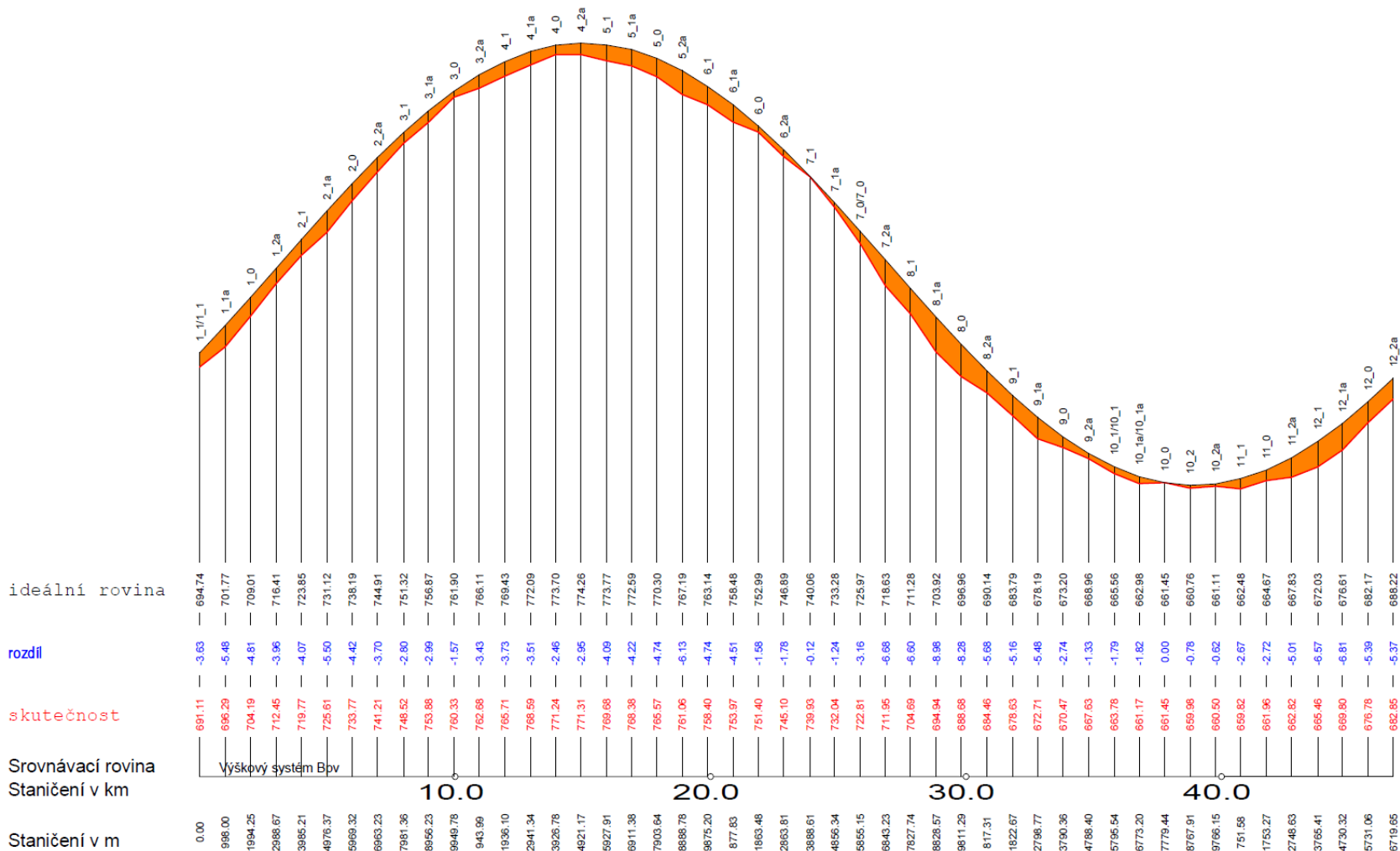
DOLNÍ SEGMENT					
Měřeno		Výpočet roviny		Návrh rektifikace	
Bod	měřené Z	ideální rovina	rozdíl	srovnáno k "0"	zaokrouhlo
1_1	691,11	690,87	0,24	-3,63	-3,6
1_1a	696,30	697,90	-1,61	-5,48	-5,5
1_0	704,19	705,14	-0,94	-4,81	-4,8
1_2a	712,45	712,54	-0,09	-3,96	-4,0
2_1	719,77	719,98	-0,20	-4,07	-4,1
2_1a	725,61	727,25	-1,63	-5,50	-5,5
2_0	733,77	734,32	-0,55	-4,42	-4,4
2_2a	741,22	741,04	0,18	-3,69	-3,7
3_1	748,52	747,45	1,07	-2,80	-2,8
3_1a	753,88	753,00	0,88	-2,99	-3,0
3_0	760,33	758,03	2,30	-1,57	-1,6
3_2a	762,68	762,24	0,44	-3,43	-3,4
4_1	765,71	765,56	0,14	-3,73	-3,7
4_1a	768,59	768,22	0,36	-3,51	-3,5
4_0	771,24	769,83	1,41	-2,46	-2,5
4_2a	771,31	770,39	0,92	-2,95	-2,9
5_1	769,68	769,90	-0,22	-4,09	-4,1
5_1a	768,38	768,72	-0,35	-4,22	-4,2
5_0	765,57	766,43	-0,87	-4,74	-4,7
5_2a	761,06	763,32	-2,26	-6,13	-6,1
6_1	758,41	759,27	-0,87	-4,74	-4,7
6_1a	753,97	754,61	-0,64	-4,51	-4,5
6_0	751,40	749,12	2,29	-1,58	-1,6
6_2a	745,10	743,02	2,09	-1,78	-1,8
7_1	739,93	736,19	3,75	-0,12	-0,1
7_1a	732,04	729,41	2,63	-1,24	-1,2
7_0	722,81	722,10	0,71	-3,17	-3,2
7_2a	711,95	714,76	-2,81	-6,67	-6,7
8_1	704,69	707,41	-2,73	-6,60	-6,6
8_1a	694,94	700,05	-5,11	-8,98	-9,0
8_0	688,68	693,09	-4,41	-8,28	-8,3
8_2a	684,46	686,27	-1,81	-5,68	-5,7
9_1	678,63	679,92	-1,29	-5,16	-5,2
9_1a	672,71	674,32	-1,61	-5,48	-5,5
9_0	670,47	669,33	1,13	-2,74	-2,7
9_2a	667,63	665,09	2,54	-1,33	-1,3
10_1	663,78	661,69	2,08	-1,79	-1,8
10_1a	661,17	659,11	2,05	-1,82	-1,8
10_0	661,45	657,58	3,87	0,00	0,0
10_2	659,98	656,89	3,09	-0,78	-0,8
10_2a	660,50	657,24	3,26	-0,62	-0,6
11_1	659,82	658,61	1,20	-2,67	-2,7
11_0	661,96	660,80	1,16	-2,72	-2,7
11_2a	662,82	663,96	-1,14	-5,01	-5,0
12_1	665,46	668,16	-2,70	-6,57	-6,6
12_1a	669,80	672,74	-2,94	-6,81	-6,8
12_0	676,78	678,30	-1,52	-5,39	-5,4
12_2a	682,85	684,35	-1,50	-5,37	-5,4

Grafické zpracování

Zaměření kulové dráhy SchRs 1550.

Dolní stavba (bez segmentu) - vyrovnaná nula

Datum: 20.7.2015 měřil: Ing.Dejl



Kulová dráha „před a po“.



„Vyheverovaná“ horní stavba bez dolních segmentů kulové dráhy

Nová kulová dráha s koulemi po „spuštění“



Závěr

Nová „metodika měření“ (polární tachymetrie s trigonometrickým určením výšek) pomocí robotické totální stanice Trimble S3 Robotic => odstranění nedostatků předchozího způsobu měření v roce 2013 :

- 1) Nedostatečná stabilizace měřických stanovisek byla nahrazena nucenou centrací. Nový přípravek s hranolem umožnil přesnější cílení - jednoznačné určení osy segmentů a zajištění svislosti (hranol s libelou).
- 2) Souřadnice měřených bodů byly vždy přesně stanoveny „měřením“.
- 3) Oproti původnímu předpokladu se muselo počítat vyrovnání roviny celé kulové dráhy, ne jen její části. I tak se ukázala tato varianta jako velice přínosná jak pro přesnost, tak pro rychlost měření. Díky použité metodě, konkrétně funkce „autolock“, došlo k odstranění chyby měřiče (zacílení) a ke značnému zrychlení práce.
- 4) Dále bylo možné pracovat pouze ve dvou lidech, zatímco v roce 2013 jsme měřili ve čtyřech.
- 5) Veškerá data byla zaznamenána digitálně a odpadlo tak přepisování ze zápisníků. Práce s novým přípravkem pro umístění hranolu byla rychlejší a přesnější.



DĚKUJEME ZA POZORNOST

Měření na kulové dráze

SchRs 1550/K109 na DNT

Ing.Stanislav Dejl, Ing.J.Kalabis, Ing.P.Miltner
Odbor měřící a geologie, SD Chomutov a.s., Chomutov