

## Prilog proučavanju sekularnih pomaka zemljine kore pomoću geometrijskog nivelmana

Određivanje visinskih razlika geometrijskim nivelmanom pretstavlja najtočniju metodu određivanja visina, dok nivelman visoke točnosti kao grana geometrijskog nivelmana daje danas podatke takove točnosti — obzirom na usavršenje instrumenata — da se može postaviti otvoreno pitanje, da li je potrebno još povećati točnost mjerenja, ako se ne uzimlju u obzir stanoviti utjecaji, koji imaju osjetan upliv na točnost opažanja, kao na pr. upliv refrakcije. Drugi je problem u tome što su takovi podaci opažanja vezani na određene stalne oznake — repere — koji su tokom vremena izvrgnuti stanovitim promjenama, pa mijenjaju svoj položaj, a s tim se u vezi mijenjaju i visinske razlike.

Postavljanje nivelmanskih oznaka — repera — vrši se na fizičkoj površini zemlje odnosno na umjetnim objektima u njenoj neposrednoj blizini. Zemlja — nebesko tijelo — nije mrtva — nepromjenjiva — već živi određenim životom, a podvrgnuta je različnim utjecajima, koji imaju odraza i na njenoj površini, pa je neminovno da to mora utjecati i na položaj nivelmanskih repara.

U ovom ćemo se izlaganju ograničiti samo na utjecaje koji proističu iz tektonskih promjena odnosno sekularnih pomaka zemljine kore, a koje se neminovno očituju u geometrijskom nivelmanu. (Kod toga se pretpostavljaju samo podaci nivelmana visoke točnosti koji se izvode, odnosno obnavljaju, u duljim vremenskim razmacima, na pr. par desetaka godina). Jasno je, da su takova pomicanja, pokreti, u koliko se konstatiraju veoma interesantni i za geologiju, koja nam daje općeniti pregled geoloških formacija — odnosa, a koje uvažavamo već kod projektiranja nivelmanskih vlakova. Ukoliko pak geodetska mjerenja (geometrijski nivelman) utvrde takova pomicanja, to time daju vrijedan prilog geologiji kao potvrdu njenih pretpostavki.

Zemlja je nebesko tijelo koje se kreće po poznatim zakonima i koje živi — nije mrtvo ni nepromjenjivo. Razlog brojnim promjenama na površini zemlje je na pr.: utjecaj atmosferilija, pokreti u unutrašnjosti zemljine kore, slijeganje, temperatura i t. d. Jasno je, da se utjecaji tektonskih pomaka različito odražavaju na površini zemlje već prema geološkom sastavu tog dijela zemljine kore, slojevitosti, nagibu slojeva i t. d.

Takvi bi se geološki podaci — pregled geoloških prilika nekog kraja — trebali respektirati već kod projektiranja nivelmanskih vlakova — postavljanja repera — da bi se odabrale one varijante odnosno rješenja koja bi osiguravala veću stabilnost samih oznaka i dulju upotrebljivost podataka, a nakon opetovanih geodetskih mjerenja dobila bi se sigurna potvrda unapred usvojenih postavki ili novi — točniji — pregled o stabilnosti terena.

Deformacije — pomaci — koje primjećujemo na zemljinoj kori dijelimo na dvije vrste: plastične i elastične. Plastične su one kod kojih se pojedini dijelovi zemljine površine poslije završenih pomaka ne vraćaju ili ne nalaze u istom početnom položaju, za razliku od elastičnih kod kojih se ti dijelovi

vraćaju u isti položaj. Uzrok plastičnim deformacijama leži u tektonskim promjenama, dok je razlog elastičnih pomaka termičkog, kozmičkog odnosno luni-solarnog karaktera. Deformacije — pomaci — ne moraju imati većeg prostiranja već se mogu kretati i na malom prostoru, gdje je to interesantna pojava za geomehaniku. Razumljivo je samo po sebi, da je zakonitost u pomacima zemljine kore nemoguće matematski definirati obzirom na raznolikost i karakter utjecaja, ali je moguće uočiti postojeće odnose, konstatirati njihovo postojanje i daljim obnavljanjem nivelmanskih radova — geom. nivelmana — dopunjavati njihove osobine. U tu je svrhu izvršeno ovo isporođenje podataka preciznog nivelmana bivše Austro-Ugarske i novog nivelmana visoke točnosti na području naše Republike. Interesantno je napomenuti jedno ispitivanje pomaka zemljine kore — uslijed utjecaja potresa — koje je izvedeno na našem području prošlog stoljeća, a izveo ga je Bečki Vojno-geografski Institut, u okolini Zagreba.

Područje Zagreba je veoma često, u prošlosti, bilo izloženo utjecajima potresa, koji su nekad bili jači nekad slabiji, pa je neposredno poslije velikog potresa u Zagrebu 9. IX. 1880. izvršeno jedno ispitivanje u cilju ustanovljenja utjecaja potresa (pomoću geom. nivelmana).

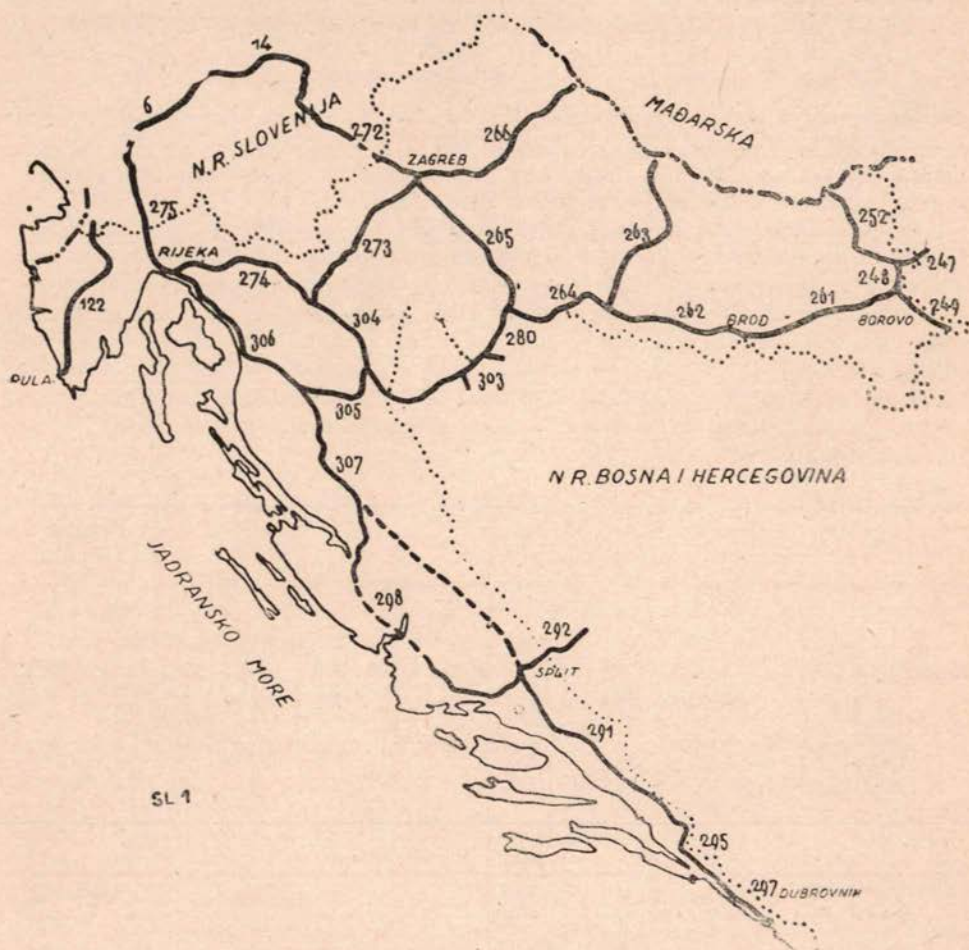
Čitav rad je publiciran u djelu: »Mitteilungen des k. und k. Militär-geographischen Institutes«, Bd XV—1895 pod naslovom: »Untersuchungen über etwaige in Verbindung mit dem Erdbeben von Agram, am 9. November 1880, eingetretene Niveauänderungen« — Franz Lehr.

Obzirom na činjenicu, da je par godina prije tog potresa izvršen precizni nivelman u blizini Zagreba (iste trase vlakova kao i danas), to je izvršeno ponovno niveliranje identičnih repera na potezu: Brežice—Zagreb—Vrbovec, Zagreb—Lekenik i Zagreb—Jaska. Uspoređivani su podaci mjerenja i konačan zaključak je bio da nisu konstatirane nikakove bitne promjene u visinskim odnosima. Ispitivanje je bilo ograničeno na to područje zbog toga što su geološko-geofizičkim ocjenama krajnja mjesta: Brežice, Vrbovec, Jaska i Lekenik bila izvan zone potresa. Međutim karakteristično je upozoriti na činjenicu, da su mjerenja, za koja se u gornjoj radnji navodi da su izvršena poslije 9. XI. 1880, registrirana u publikaciji: »Die Astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. und k. Militär-geographischen Institutes, Bd XIV—1899« kao da su izvedena prije toga potresa, jedino što su korištena bez ortometrijske popravke, pa nije sigurno na koju se godinu odnose. Razumljivo je, da se tim u vezi postavlja i pitanje sigurnosti napred iznesenog zaključka.

Na području naše Republike postoji izvjestan broj starih austrijskih repera, koji su uključeni u novi nivelman visoke točnosti. Na pojedinim područjima se trase novih vlakova nivelmana visoke točnosti ne poklapaju sa starim tako, da nije bilo moguće izvršiti uspoređivanje visinskih razlika (na pr. oko Knina) i ne će biti moguće dok se i preostali djelovi starog nivelmana ne uklupe u novu nivelmansku mrežu. (Sl. 1).

(Crtkano su ucrtani djelovi nivelmanskih vlakova gdje se obje trase ne poklapaju). Podaci o austrijskom nivelmanu su publicirani detaljno za vlakove br. 1—275 u publikacijama: »Die Astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. und k. Militär-geographischen Institutes Wien, Bd VIII, X, XIV.« U tim se publikacijama nalaze svi originalni podaci visinskih razlika, ortometrijski popravci, popravci dobiveni izjednačenjem i nadmorske visine. Za vlakove od

br. 276—309 podaci su uzimani iz publikacija: »Mitteilungen des k. und k. Militär-geographischen Institutes Bd. XXV—XXVII, XXVIII—XXX.« Međutim u ovim publikacijama nisu upisani podaci na način kako je napred izloženo, pa je bilo potrebno izvršiti stanovito preračunavanje t. j. od nadmorskih visina izračunati nepopravljene — mjerene — visinske razlike pomoću popravka iz



izjednačenja. (»Mitteilungen...« sadrže samo nadmorske visine, udaljenost i zatvaranje poligona). Prema podacima izjednačenja po zatvorenim poligonima, moguće je iz diferencije izjednačenih i mjenjenih visinskih razlika ustanoviti popravak koji otpada na pojedinu liniju. Budući da su kod izjednačenja austrijskog nivelmana računane težine po formuli:

$$p = \frac{1}{s}$$

to je inverznom operacijom iz nadmorskih visina izračunata visinska razlika po formuli:

$$\Delta h_n = (H_{n+1} - H_n) - \frac{f}{[s]} s_n$$

gdje znači:  $H_n, H_{n-1} \dots$  nadmorske visine repera  
 $f \dots$  popravak linije dobiven izjednačenjem  
 $s \dots$  udaljenost u km  
 $\Delta h_n \dots$  mjerena visinska razlika

Na taj su način izračunate visinske razlike između repera (bez ortometrijskih popravaka) za vlakove od broja 276 do 309. Za vlakove do broja 273 isporučivane su visinske razlike korigirane ortometrijskim popravkom (uz pretpostavku upotrebe normalne vrijednosti sile teže).

U priloženim tablicama su podaci uneseni na slijedeći način: broj vlaka i brojevi repera su isti kao u austrijskom nivelmanu; dužina »s« izražena je u km, a upotrebljena je samo ona iz novog nivelmana visoke točnosti; » $\Delta$ « je odstupanje između visinske razlike austrijskog nivelmana i novog nivelmana visoke točnosti izraženo u mm, u smislu: (austrijski — novi nivelman visoke točnosti);  $\Sigma \Delta$  i  $\Sigma s$  su veličine, koje služe za konstrukciju dijagrama ukupnog odstupanja. Osim toga kod svakog su vlaka navedene, ispod broja vlaka, godine opažanja: — lijevo austrijskog nivelmana desno novog nivelmana visoke točnosti.

OD	DO	S	$\Sigma S$ km	$\Delta$ mm	$\Sigma \Delta$ mm	OD	DO	S	$\Sigma S$ km	$\Delta$ mm	$\Sigma \Delta$ mm
<b>Vlak: 272</b>						<b>Vlak: 275</b>					
1878 — 1947						1874(1)—1874, 1879(2) — 1947					
12200	12205	7,6	7,6	+ 1.4	+ 1.4	12315	15560	4,3	299,0	+ 23.5	- 90.5
	12221	31,0	38,6	+ 29.1	+ 30.5		12383	18,0	317,0	- 33.8	-124.3
	12223	5,5	44,1	+ 22.6	+ 53.1		12381	7,7	324,7	+ 9.1	-115.2
	12228	8,6	52,7	+ 2.8	+ 55.9		12378	10,3	335,0	+ 10.0	-105.2
	12239	19,7	72,4	+ 86.9	+142.8		12377	1,3	336,3	- 18.8	-124.0
	11631	13,0	85,4	- 37.2	+105.6		12375	4,0	340,3	+ 4.8	-119.2
<b>Vlak: 273</b>						<b>Vlak: 6</b>					
1879, 1885(1) — 1885, 1897(2) — 1947						1873(1), 1877(2) — 1947					
11631	12288	66,2	151,6	- 41.2	+ 64.4	12368	254	9,2	376,2	- 35.1	-158.9
	12292	17,7	169,3	- 49.0	+ 15.4		261	16,9	393,1	+ 25.0	-133.9
<b>Vlak: 274</b>						<b>Vlak: 14</b>					
1877, 1879(1) — 1897(2) — 1947						1874 — 1947					
12292	15217	18,7	188,0	- 31.5	- 16.1	477	478	2,8	437,5	+ 21.0	-121.2
	12360	32,8	220,8	- 22.6	- 38.7		479	2,6	440,1	+ 23.9	- 97.3
	12358	4,0	224,8	- 18.9	- 57.6		484	10,5	450,6	+ 23.6	- 73,7
	12351	14,1	238,9	- 18.7	- 76.3		486	6,6	457,2	+ 16.9	- 56.8
	12350	1,2	240,1	+ 18.1	- 58.2						
	12343	8,8	248,9	- 35.6	- 93.8						
	12342	7,7	256,6	+ 42.3	- 51.5						
	12335	8,2	264,8	- 34.3	- 85.8						
	12319	25,2	290,0	- 25.9	-111.7						
	12315	4,7	294,7	- 2.3	-114.0						

OD	DO	S km	ΣS km	Δ mm	ΣΔ mm	OD	DO	S km	ΣS km	Δ mm	ΣΔ mm
	498	24,4	481,6	-170.1	-226.9						
	499	2,9	484,5	+ 49.3	-177.6						
	504	12,7	497,2	+104.3	- 73.3						
	12200	23,3	520,5	- 5.8	- 79.1						
											<b>Vlak: 273</b>
											1879, 1885(1) — 1885, 1897(2) — 1947
						12292	12288	17,7	345,85	+ 49.0	+165.0
							11631	66,2	412,05	+ 41.2	+206.2
											<b>Vlak: 265</b>
											1878(1), 1879(2) — 1951
11631	11636	10,89	10,89	- 9.9	- 9.9						<b>Vlak: 304</b>
	11651	29,68	40,59	+ 7.6	- 2.3						1907 — 1949
	11661	20,20	60,77	+ 44.5	+ 42.2	15217	15374	0,21	0,21	+ 5.8	+ 5.8
	11690	13,94	74,71	- 23.2	+ 19.0		15234	12,48	12,69	+ 44.8	+ 50.6
	11589	31,52	106,23	+ 10.1	+ 29.1		15254	20,70	33,39	+ 18.3	+ 68.9
							15285	18,91	52,30	+ 4.7	+ 73.6
							15297	7,03	59,33	- 15.2	+ 58.4
											<b>Vlak: 280</b>
											1900 — 1949
11589	13184	0,06	106,29	+ 1.2	+ 30.3						<b>Vlak: 305</b>
	13180	2,62	108,91	+ 9.2	+ 39.5						1908 — 1949
	13178	1,15	110,06	+ 10.1	+ 49.6	15297	15428	35,32	94,65	- 15.9	+ 42.5
	13173	3,85	113,91	- 18.4	+ 31.2		15435	5,74	100,39	- 23.3	+ 19.2
	13169	2,85	116,76	- 0.1	+ 31.1		15444	5,78	106,17	+ 8.8	+ 28.0
	13166	2,12	118,88	+ 5.1	+ 36.2		15457	11,56	117,73	+ 14.3	+ 42.3
	13163	2,59	121,45	- 12.5	+ 23.7						<b>Vlak: 306</b>
											1908 — 1948
											<b>Vlak: 303</b>
											1907 — 1949
13163	13195	16,31	137,76	+ 65.6	+ 89.3	15457	15462	0,24	117,97	- 16.8	+ 25.5
	15152	0,42	138,18	+ 22.8	+112.1		15463	0,92	118,89	- 1.0	+ 24.5
	15153	0,30	138,48	- 0.5	+111.6		15464	0,76	119,65	+ 0.6	+ 25.1
	15155	1,51	139,99	- 47.2	+ 64.4		15471	5,20	124,85	+ 43.6	+ 68.7
	15159	5,40	145,39	+ 46.6	+111.0		15474	2,77	127,62	- 2.4	+ 66.3
	15160	0,41	145,80	- 5.7	+105.3		15477	2,10	129,72	- 38.5	+ 27.8
	15197	17,61	163,41	- 9.6	+ 95.7		15482	3,89	133,61	+ 17.3	+ 45.1
	15196	10,38	173,79	+ 74.4	+170.1		15486	3,09	136,70	- 35.1	+ 10.0
							15489	2,50	139,20	+ 2.2	+12.2
							15497	5,49	144,69	+ 10.3	+ 22.5
							15499	1,38	146,07	- 14.6	+ 7.9
							15503	2,95	149,02	- 8.8	- 0.9
							15511	5,32	154,34	+ 6.6	+ 5.7
							15515	2,69	157,03	+ 1.4	+ 7.1
							15521	4,64	161,67	- 1.6	+ 5.5
							15522	0,86	162,53	+ 7.2	+ 12.7
							15527	6,69	169,22	- 8.1	+ 4.6
							15563	14,75	183,97	- 12.7	- 8.1
							15569	3,86	187,83	- 5.8	- 13.9
							15655	0,41	188,24	+ 8.1	- 5.8
							15656	0,17	188,41	- 0.7	- 6.5
							15582	7,17	195,58	- 13.0	- 19.5
							15659	0,58	196,16	+ 1.2	- 18.3
							15660	2,87	199,03	- 10.0	- 28.3
							15594	3,95	202,98	- 0.4	- 28.7
							15617	15,15	218,13	- 20.1	- 48.8
							15636	14,48	232,61	+ 2.0	+ 46.8
							15644	5,32	237,93	- 6.3	- 53.1
							15649	2,77	240,70	+ 7.2	- 45.9
							15650	2,17	242,87	+ 9.6	- 36.3
											<b>Vlak: 304</b>
											1907 — 1949
15196	15350	24,72	198,51	+ 6.3	+176.4						
	15340	13,99	212,50	+118.6	+295.0						
	15333	3,95	216,45	-128.0	+167.0						
	15327	4,28	220,73	+ 9.6	+176.6						
	15319	7,76	228,49	- 18.8	+157.8						
	15380	9,86	238,35	+ 6.5	+164.3						
	15297	11,77	250,12	- 21.4	+142.9						
	15285	7,03	257,15	+ 15.2	+158.1						
	15254	18,91	276,06	- 4.7	+153.4						
	15234	20,70	296,76	- 18.3	+135.1						
	15374	12,48	309,24	- 44.3	+ 90.3						
	15217	0,21	309,45	- 5.8	+ 84.5						
											<b>Vlak: 274</b>
											1877, 1879(1) — 1879(2) — 1947
15217	12292	18,7	328,15	+ 31.5	+116.0						

OD	DO	S km	ΣS km	Δ mm	ΣΔ mm	OD	DO	S km	ΣS km	Δ mm	ΣΔ mm
<b>Vlak: 275</b>							10758	49,3	81,8	+ 16,2	+ 19,1
1874(1) — 1874, 1879(2) — 1947							10759	5,1	86,9	— 29,2	— 10,1
15650	12315	4,3	247,17	— 23,5	— 59,8	<b>Vlak: 247—248</b>					
<b>Vlak: 274</b>						1880 — 1938					
1877, 1879(1) — 1897(2) — 1947						10745	10747	12,4	12,8	+ 7,9	+ 7,9
12315	12319	4,7	251,87	+ 2,3	— 57,5		10650	3,0	15,4	— 156,6	— 148,7
	12335	25,2	277,07	+ 25,9	— 31,6		10662	15,0	30,4	+ 148,9	+ 0,2
	12342	8,2	285,27	+ 34,3	+ 2,7		10664	4,4	34,8	— 1,5	— 1,3
	12343	7,7	292,97	— 42,3	— 39,6	<b>Vlak: 263</b>					
	12350	8,8	301,77	+ 35,6	— 4,0	1898 — 1950 — 1951					
	12351	1,2	302,97	— 18,1	— 22,1	11378	11587	3,03	3,03	+ 15,8	+ 15,8
	12358	14,1	317,07	+ 18,7	— 3,4		11579	7,61	10,64	+ 11,8	+ 27,6
	12360	4,0	321,07	+ 18,9	+ 15,5		11562	11,81	22,45	— 34,1	— 6,5
	15217	32,8	353,87	+ 22,6	+ 38,1		11560	2,73	25,18	— 42,0	— 48,5
<b>Vlak: 264</b>							11559	2,48	29,66	+ 0,6	— 47,9
1878, 1879(1) — 1878, 1880(2) — 1949							11555	3,67	31,33	+ 0,0	— 47,9
11589	11603	21,74	21,74	+ 25,2	+ 25,2		11539	18,69	49,92	— 7,2	— 55,1
	11609	14,34	36,08	+ 75,1	+ 100,3		11530	5,52	55,44	— 17,9	— 73,0
	11616	14,96	51,04	— 71,0	+ 29,3		11524	3,11	58,55	— 4,2	— 77,2
	11621	7,93	58,97	+ 2,4	+ 31,7		11474	28,96	87,51	+ 10,2	— 67,0
	11378	12,82	71,79	+ 0,4	+ 32,1		11469	3,81	91,32	— 69,3	— 136,3
<b>Vlak: 262</b>							11460	6,32	97,64	+ 6,8	— 129,5
1879 — 1949—1951							11456	3,73	101,37	+ 11,5	— 118,0
11378	11379	3,25	75,04	+ 11,8	+ 43,9		11449	5,40	106,77	+ 9,6	— 108,4
	11382	5,28	80,32	— 16,1	+ 27,8		11446	2,40	109,17	+ 12,4	— 96,0
	11388	8,28	88,60	+ 20,5	+ 48,3	<b>Vlak: 252</b>					
	11392	9,42	98,02	— 7,9	+ 40,4	1880 — 1948					
	11393	1,64	99,66	+ 13,9	+ 54,3	10650	10882	10,9	10,9	+ 2,1	+ 2,1
	11403	18,22	117,88	+ 3,8	+ 58,1		10871	34,3	45,2	+ 146,0	+ 148,1
	11406	4,59	122,47	— 20,6	+ 37,5	<b>Vlak: 266</b>					
	11408	3,59	126,06	+ 17,3	+ 54,8	1885, 1878(1) — 1885, 1897(2) — 1948					
	11419	20,50	146,56	+ 13,9	+ 68,7	11631	11775	6,2	6,2	+ 9,7	+ 9,7
<b>Vlak: 261</b>							11751	22,7	28,9	+ 15,7	+ 25,4
1880 — 1948							11746	5,6	34,5	— 21,2	+ 4,2
11419	11363	20,2	166,76	+ 47,7	+ 116,4		11740	7,2	41,7	+ 14,5	+ 18,7
	11365	8,5	175,26	— 296,8	— 180,4		11736	5,2	46,9	— 10,3	+ 8,4
	11369	22,1	197,36	+ 148,0	— 32,4		11729	5,9	52,8	+ 13,8	+ 22,2
	11377	17,0	214,36	+ 84,7	+ 52,3		11724	6,3	59,1	+ 87,1	+ 109,3
	11373	6,7	221,06	+ 144,4	+ 196,7		11712	9,8	68,9	— 88,9	+ 20,4
	11374	3,2	224,26	— 157,4	+ 39,3		11706	5,8	74,7	— 8,8	+ 11,6
	10745	7,0	231,26	+ 10,5	+ 49,8		11701	8,3	83,0	+ 26,1	+ 37,7
<b>Vlak: 249</b>							11696	13,4	96,4	+ 40,6	+ 78,3
1880, 1881(1) — 1896, 1897(2) — 1948						<b>Vlak: 307</b>					
10745	10749	4,1	4,1	+ 0,6	+ 0,6	1908 — 1948					
	10751	18,5	22,6	— 3,0	— 2,4	15457	15455	0,47	0,47	— 3,5	— 3,5
	10752	4,1	26,7	+ 13,4	+ 11,0		15454	0,63	1,10	— 9,6	— 13,1
	10753	5,8	32,5	— 8,1	+ 2,9		15453	1,01	2,11	+ 8,4	— 4,7
							15679	6,46	8,59	— 7,1	— 11,8
							15681	1,84	10,41	+ 1,7	— 10,1



OD	DO	S	$\Sigma S$ km	$\Delta$ mm	$\Sigma \Delta$ mm	OD	DO	S	$\Sigma S$ km	mm $\Delta$	mm $\Sigma \Delta$
<b>Vlak: 122</b>						5522	5,0	46,7	— 7,4	+ 5,2	
1878 — 1948						5526	6,5	53,2	— 4,3	+ 0,9	
5487	5493	5,9	5,9	+ 28,7	+ 28,7	5529	5,4	58,6	— 0,2	+ 0,7	
	5496	5,6	11,5	— 8,7	+ 20,0	5532	4,5	63,1	— 7,3	— 6,6	
	5501	8,0	19,5	— 5,9	+ 14,1	5535	4,3	67,4	+ 2,3	— 4,3	
	5504	4,9	24,4	+ 38,1	+ 52,2	5538	4,6	72,0	+ 2,2	— 2,1	
	5514	10,0	34,4	— 41,0	+ 11,2	5541	3,7	75,7	+ 13,3	+ 11,2	
	5519	7,3	41,7	+ 1,4	+ 12,6	5545	5,2	80,9	— 4,8	+ 6,4	
						5555	13,2	94,1	— 2,6	+ 3,8	

Svakako bi interesantno i nužno bilo uporediti podatke o točnosti mjerenja starog i novog, pa onda prosuđivati o utvrđenim razlikama tih dvaju nivelmana. U tu svrhu bi najbolje poslužili izrazi  $\pm \sqrt{[vv]}$ , gdje je »v« odstupanje između dvostrukog opažanja jedne nivelmanske strane. Po tom bi obrascu trebalo izračunati označene veličine za svaki nivelman posebno i kad bi se ta veličina unijela u dijagrame ukupnog odstupanja zorno bi bio prikazan odnos točnosti i razlika obaju nivelmana.

Međutim to nije moguće uraditi zbog toga, što nisu publicirani podaci austrijskog nivelmana za vlakove broj 276—309 na način kao što je to urađeno s vlakovima 1—275, gdje stoje na raspoloženju takovi podaci. Ipak možemo za približnu ocjenu točnosti koristiti podatke iz »Referata o osnovnim geodetskim radovima« str. 178, 185. S. G. U. Beograd 1953, gdje je izračunata srednja totalna pogreška po km (iz 19 zatvorenih poligona) za austrijski nivelman:

$$m = \pm 5.1 \text{ mm}$$

odnosno vjerojatna totalna pogreška:

$$m' = \pm 3.4 \text{ mm}$$

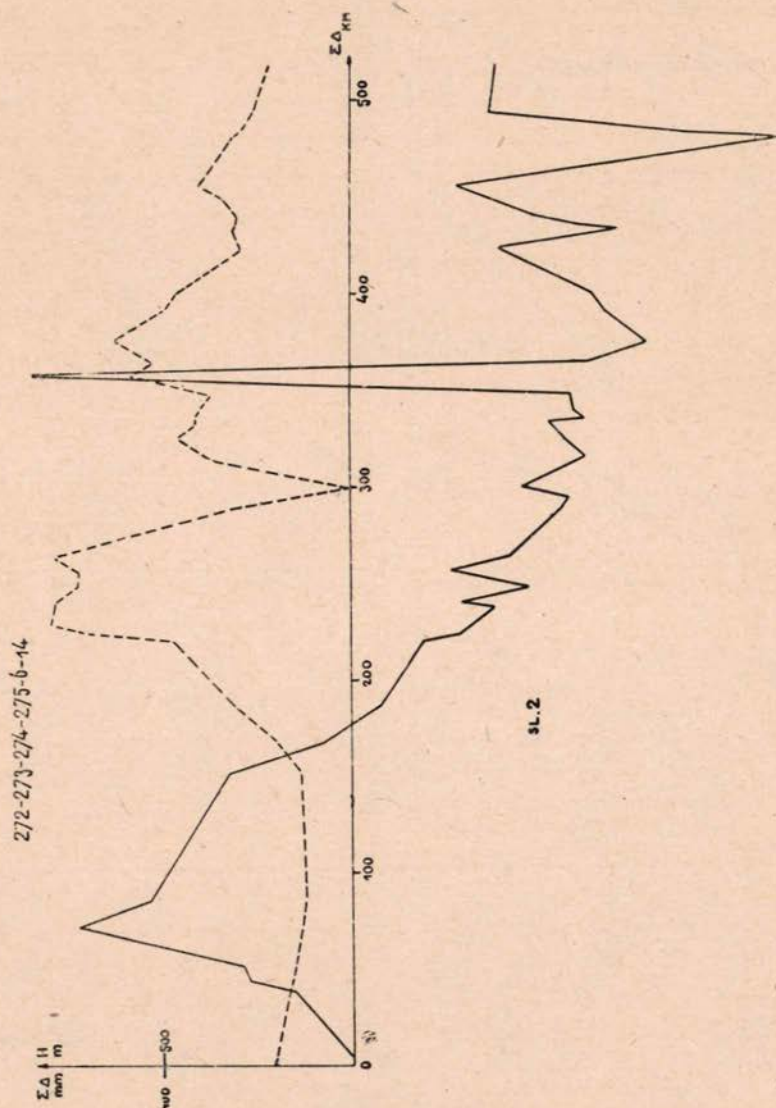
Kod toga treba odmah upozoriti da su gornje vrijednosti nešto prevelike iz slijedećeg razloga. Kod zatvaranja poligona nisu svuda korištene originalne vrijednosti mjerenja nego su za pojedine nivelmanske strane — linije — korištene fiksne vrijednosti iz ranije izvršenog izjednačenja. Razumljivo je, da uslijed ovakvih fiksnih uvjeta dolazi do veće nesuglasice, što ima odraza i na konačnu pogrešku. Ovo vrijedi tim više, što je u navedenom slučaju dio nivelmanske mreže bio izjednačavan parcijalno (Bosna — Dalmacija), gdje taj moment dolazi do punog izražaja. Osim toga pojedini poligoni imaju relativno velike nesuglasice. One imaju velikog utjecaja na srednju pogrešku, koju uzimamo kao mjerilo i za ostale nivelmanske vlakove.

Vjerojatna totalna pogreška za novi nivelman visoke točnosti prema citiranoj publikaciji iznosi  $\pm 1'0$  mm po km. (Ocjena točnosti izvedena je za dio stare odnosno nove mreže koja obuhvaća veći materijal od ovog koji se ovdje razrađuje, ali ipak može poslužiti kao orijentacija).

Pregled o tome, na koja se mjesta na terenu odnose izračunata odstupanja dobiva se lagano jednostavnim upoređenjem bilo kojeg kataloga austrijskih repera u kojima je redovito uz broj naveden i opis položaja.

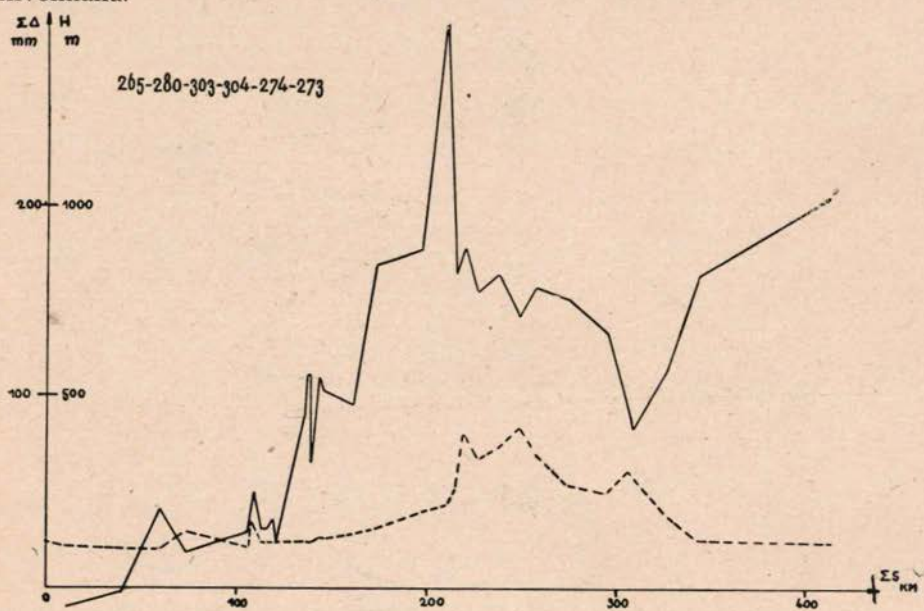


Da bi odnos austrijskog i novog nivelmana visoke točnosti bio što jasniji, odnosno zorniji, u tablicama su izračunati podaci za sastav dijagrama ukupnog odstupanja, iz kojeg je vidljiv tok krivulje ukupnog odstupanja. Ti su grafikonu sastavljeni za nekoliko nivelmanskih vlakova ili poligona. (Sl. 2—9).

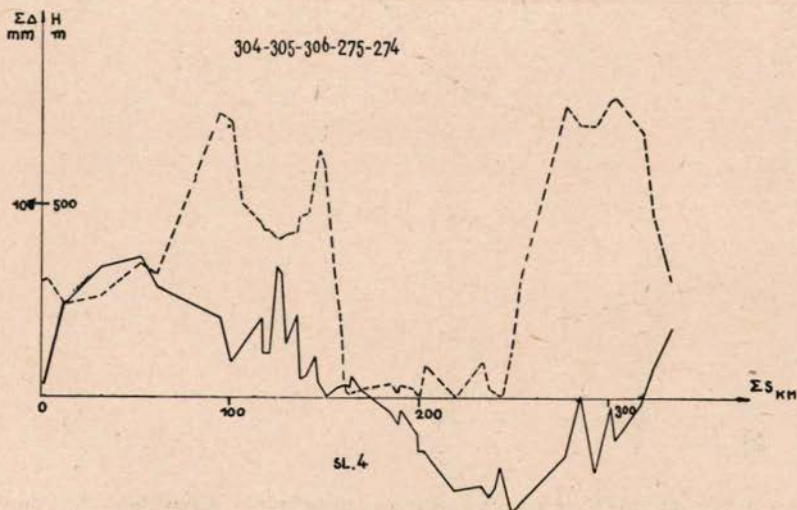


Kod ovog uspoređivanja predstavlja poteškoću činjenica, što ne postoji normalni reper na području F. N. R. J. tako, da su sva ta uspoređivanja vršena relativno u odnosu na jedan reper iz nivelanskog vlaka ili poligona, ali se svi ti pomaci mogu, prema potrebi, lako povezati.

Osim toga je u tim grafikonima ucrtan i profil terena — crtkano — prema upotrebljenim reperima — tako, da se vidi o kakovim se visinskim razlikama radi i da se na osnovu tih dijagrama analiziraju utvrđene razlike obiju nivelmana.



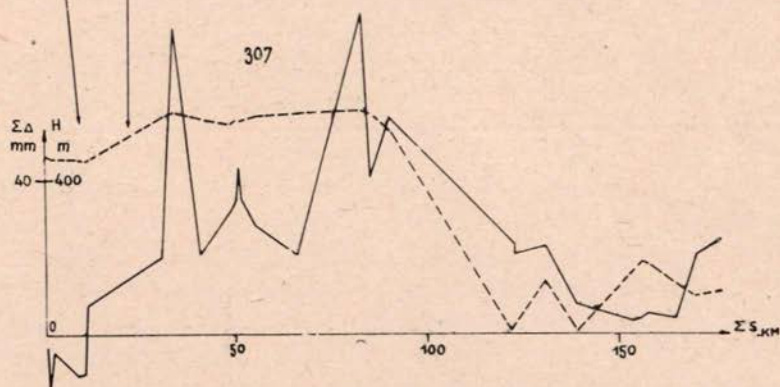
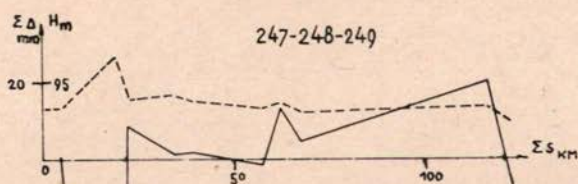
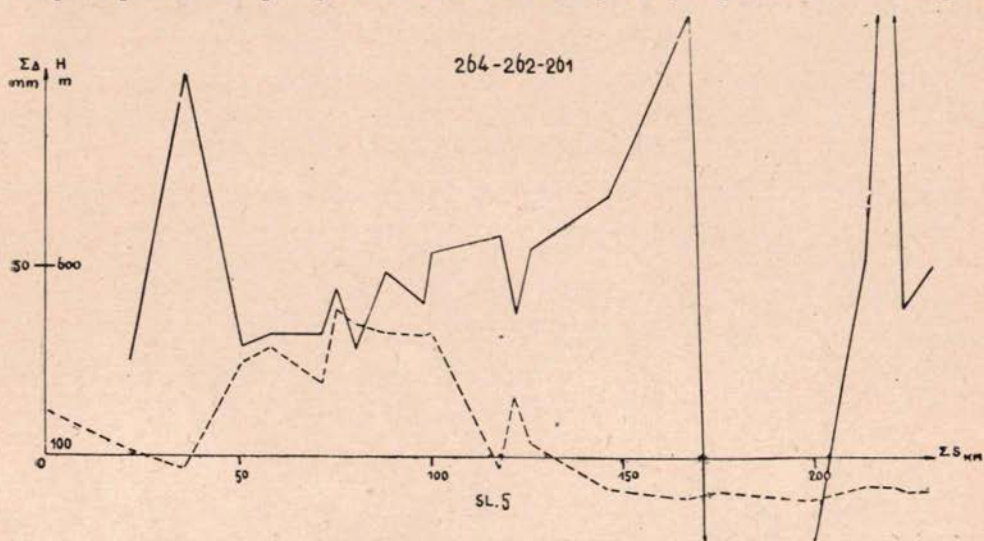
SL.3



SL.4

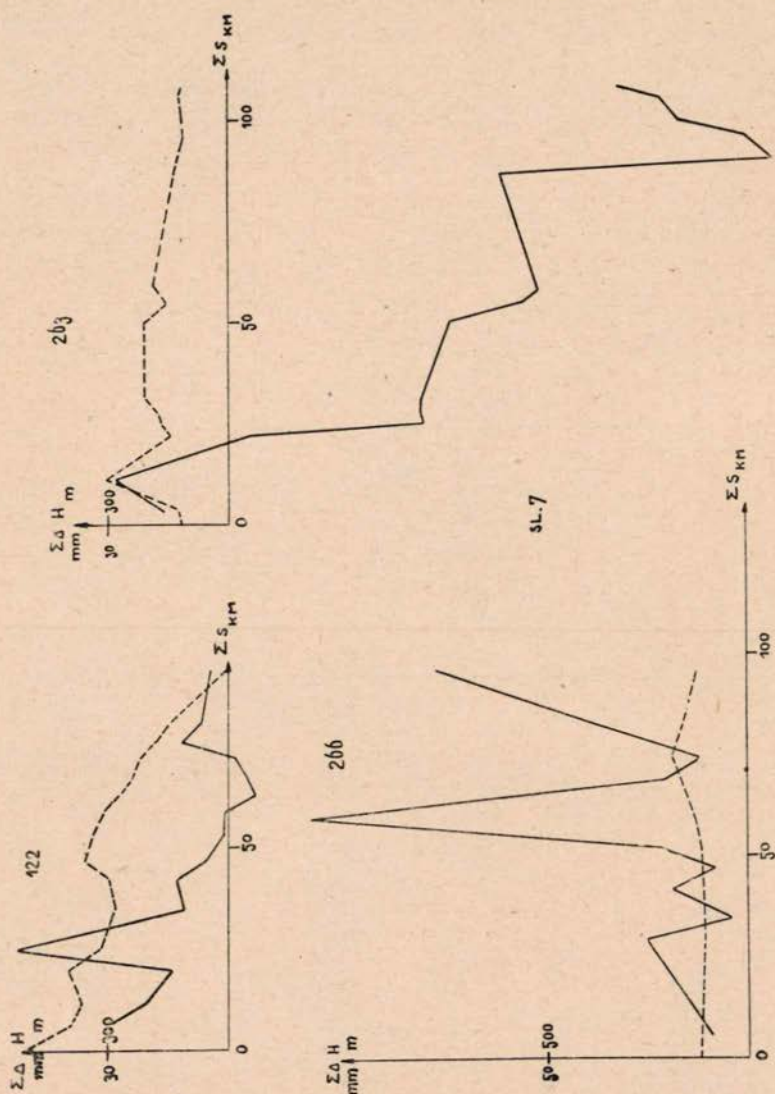
Samo površnim pregledom tih grafikona — a i tablica — vidi se, da se na pojedinim mjestima pojavljuju nagli skokovi i to samo kod pojedinih repera. Uzrok tih skokova može biti trostruk: a) pogrešno mjerenje visinske

razlike — austrijske ili nove, b) premještanje — promjena položaja repera i c) pomak objekta, na kojem se nalazi reper u toku vremena (spuštanje ili podizanje). Obzirom na činjenicu, da se visinske razlike kod takovih radova određuju s potrebnom pažnjom moramo odbaciti prvu pretpostavku. Od drugih



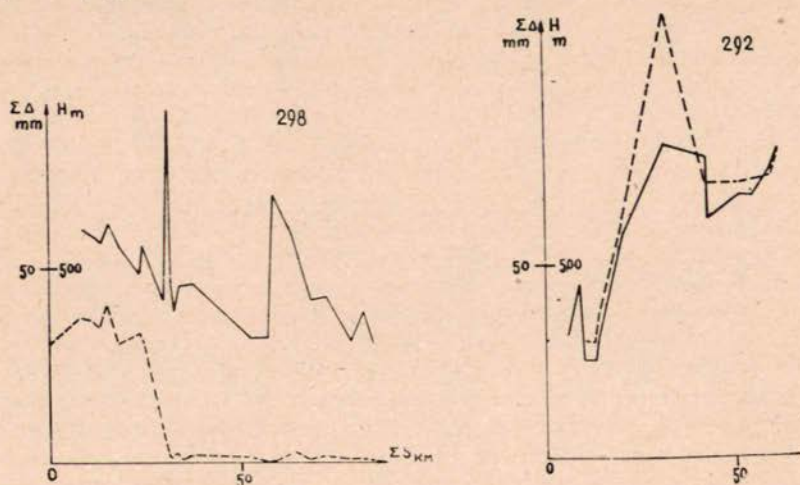
dviju pretpostavki ostaje slijedeće: kod veće razlike na pr. reda decimetara svakako je bilo izvršeno stanovito premještanje repera uslijed opravka zgrade i slično, dok se kod manjih razlika radi o promjeni visinskog položaja objekta ili okoline, koja je pojava već utvrđena u geomehanici.

Daljom analizom dijagrama ukupnog odstupanja interesira nas prvenstveno odnos krivulje ukupnog odstupanja prema ostalim uobicajenim elementima, koje koristimo kod racunanja nivelmana. Tok te krivulje u odnosu prema udaljenosti ne pokazuje nikakovih naročitih karakteristika — raste ili pada posve nepravilno. Medutim, ako detaljno pogledamo odnos krivulje

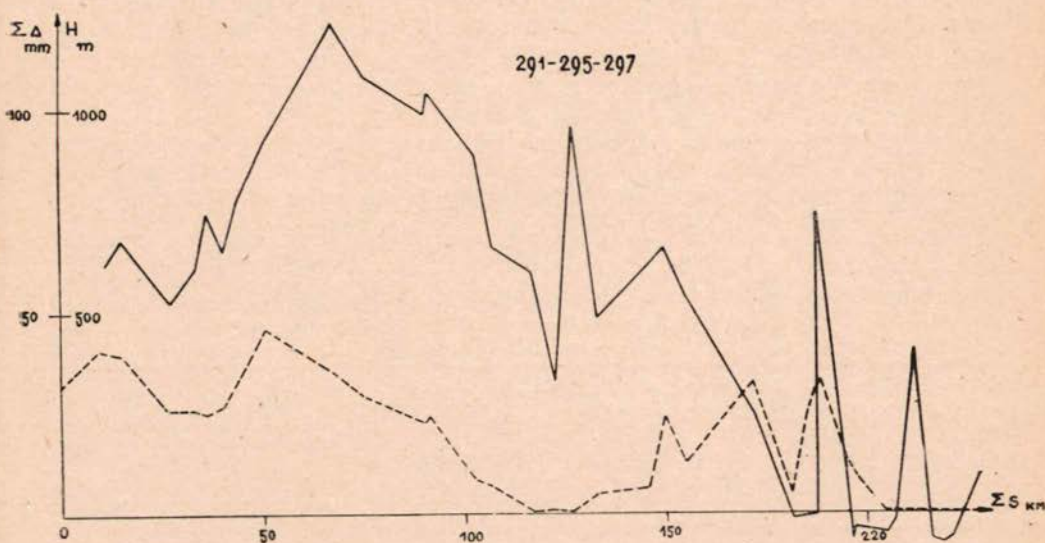


ukupnog odstupanja i profila terena onda se situacija bitno mijenja t. j. opaža se prilično podudaranje koje se očituje u analognom toku krivulje ukupnog odstupanja i profila terena. To veoma lijepo dolazi do izražaja na slikama: 3, 4, 6, 7, 8 i 9. Na sl. 2 to se podudaranje također opaža s tim da se odstu-

panje povećava u negativnom smislu kod povećanja visina, dok se na sl. 5 u početku zapaža to podudaranje, a kasnije (nakon 150 km) to više nije slučaj radi pojave nekih grubih odstupanja — promjene položaja repera. Slične pojave grubih pogrešaka vide se i u vlaku br. 263 na sl. 7, a obzirom na nesu-



SL. 8



SL. 9

glasice u zatvorenim poligonima, u koje ulazi isti vlak, može se pretpostavljati gruba pogreška ili pomak, već unutar samog austrijskog nivelmana, za cca 10 cm. Pod pomakom u ovom slučaju misli se na pomicanje zemljine kore u intervalu opažanja — zatvaranja — poligona.

Dakle, iz dijagrama se vidi da je u većini slučajeva *odstupanje (ukupno)* donekle *proporcionalno visinama* tj. veća ukupna odstupanja kod većih visina. Svakako je to zanimljiva činjenica, ali postavlja se pitanje u čemu je uzrok toj pojavi? Na to je pitanje veoma teško odgovoriti tim više što se radi samo o uspoređivanju tek dvaju mjerenja — u vremenskom intervalu od 40 do 70 godina, koja nisu ni po točnosti (ni po upotrebljenim metodama rada i instrumenata) korespondirajuća, a sigurno je, da su se u tako dugom vremenskom intervalu dogodile mnoge promjene na tom području prouzrokovane različnim utjecajima.

Utvrđena proporcionalnost na pr. mogla bi se objasniti činjenicom, da se ukupno odstupanje povećava uslijed toga što tokom duljeg vremenskog intervala veće mase — gorski masivi — pomjeraju svoju položaj — uslijed težine i drugih uzroka, pa uslijed toga kod većih visina nastaje veća ukupna nesuglasica, dok to nije slučaj kod malih visina — spuštanje ili podizanje.

Osim toga kod većih visinskih razlika je pojava veće pogreške u opažanju vjerojatnija radi povećanog broja stajališta instrumenata i različitog utjecaja refrakcije obzirom na poprečni presjek terena kojim prolazi komunikacija — nivelmanski vlak, pa bi se i u tom moglo tražiti objašnjenje većim razlikama. Na taj način bi se mogle analizirati još neke pojave i tražiti uzrok gore ustanovljenoj činjenici, međutim tek periodičkim obnavljanjem opažanja (bar još jedno mjerenje) i uspoređenjem sa ranijim podacima dobila bi se sigurna podloga za donošenje zaključaka.

U ovom su izlaganju korišteni podaci nivelmana visoke točnosti izvedenog u posljednjih par godina i austrijskog preciznog nivelmana. Međutim trase nivelmanskih vlakova nisu svuda identične tako, da u Dalmaciji postoji još jedno područje: Knin—Zadar—Ravni Kotari — koje nije povezano nivelmanom visoke točnosti i ne će biti, već će se to povezivanje izvršiti preciznim nivelmanom II reda. Tada će se tek moći povezati preostali austrijski reperi i time će nastati mogućnost cjelovitog ispitivanja tako dobivenog materijala. Kod toga je potrebno naglasiti potrebu očuvanja što većeg broja repera, da bi se daljim opažanjem dobivao materijal za slična ispitivanja, koja nije moguće izvršiti bez odgovarajućeg broja takovih identičnih oznaka.

---

**ZUSAMMENFASSUNG:** In dieser Abhandlung sind die Resultate des Präcision-nivellements des k. und k. Militärgeographischen Institutes in Wien mit dem neuen Nivellement von hoher Genauigkeit verglichen. Die Nivellementsarbeiten des k. und k. Militärgeographischen Institutes sind auf dem Gebiete der Volksrepublik Kroatien in den Jahren 1873—1907 ausgeführt werden. Die neuen Arbeiten am Nivellement von hoher Genauigkeit beginnen auf demselben Gebiet praktisch erst im Jahre 1945. Die Tabellen enthalten alle Grössen die für diesen Vergleich notwendig sind. Die erste und die zweite Kolonne der Tabellen enthalten die gleichen Zahlen der Nivellementszüge und Höhenfestpunkte, die in dem alten Nivellement des k. und k. Militärgeographischen Institutes in Wien angegeben sind. Die dritte Kolonne enthält die Abstände der Repere, die aus dem neuen Nivellement von hoher Genauigkeit entnommen sind. In der fünften Kolonne ist die Differenz der beiden Nivellement angegeben. Die vierte und die sechste Kolonne enthalten die Grössen, welche für die Konstruktion der Diagramme der Gesamtdifferenzen notwendig sind. In den Diagrammen sind auch die Profile der Nivellementslinien ausgezeichnet. Es geht aus dem Vergleich der Diagrammen hervor, dass die Gesamtdifferenzen irgend welcher Linien annähernd proportionel den Meereshöhen der Höhenfestpunkte sind.