

# Pozyskanie danych do badań nad pionowymi ruchami skorupy ziemskiej na obszarze Polski

Kamil Kowalczyk  
Katedra Geodezji Szczegółowej  
Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie  
[kamil.kowalczyk@uwm.edu.pl](mailto:kamil.kowalczyk@uwm.edu.pl)

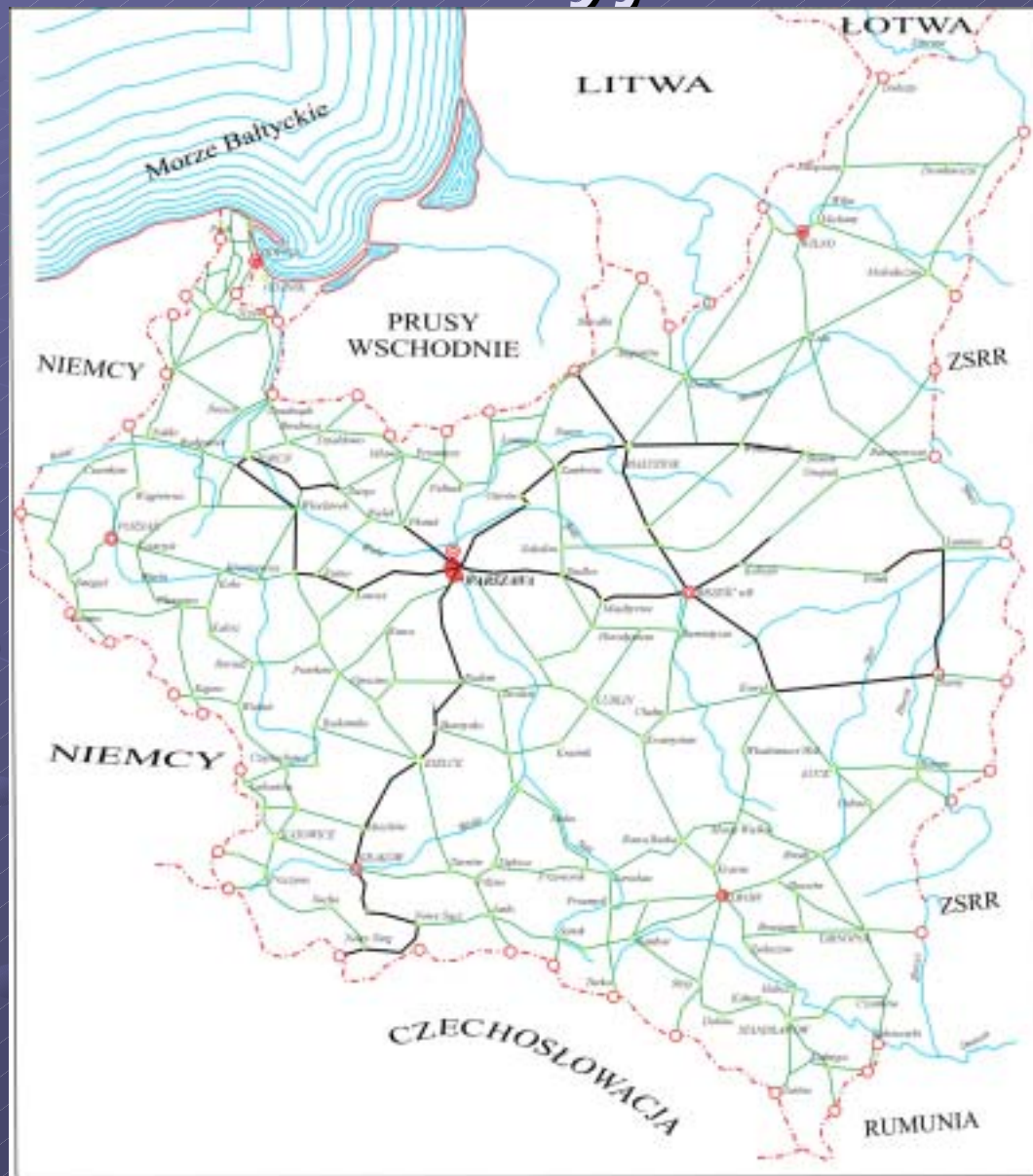
- **Wstęp**
- **Pozyskanie danych do modelu „2006”**
- *Analiza danych niwelacyjnych na obszarze Polski*
- *Wspólne obserwacje w kolejnych kampaniach niwelacji precyzyjnej w Polsce*
- **Pozyskanie danych do dalszych prac nad ruchami pionowymi**
- **Wnioski**

- W referacie podjęto tematykę możliwości pozyskania danych geodezyjnych (niwelacyjnych), które umożliwiłyby rozpoczęcie prac nad **kinematycznym** wyznaczeniem ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski.
- Badany materiał niwelacyjny to dane z trzech ostatnich kampanii niwelacyjnych przeprowadzonych w latach **1997-2003, 1974-1982, 1953-1955.**

# Pozyskanie danych do modelu „2006”

- cztery kampanie niwelacji precyzyjnej
- katalogi papierowe, pliki tekstowe, arkusze kalkulacyjne

# *Kampania niwelacyjna 1926-1937*



# Przykład karty z Katalogu 1939: a) – po skanowaniu, b) – w formacie xls

Linia 7.					
L. p.	Hodnaż separat	Niewła- wana odległość między reperami [m]	OPIS POŁOŻENIA REPRU		Wysokość nad poziomym miecza w Amsterdamie [m]
			Km szosy, kolei	Nazwa miejscowości i budynku (obiektu), na którym umieszczony jest reper	
szosa: Wejherowo — Linia Zakrzewa.					
39	B	2,67	33,21	Linia, szkoła powszechna, w ścianie od strony szosy.	175,648
40	B	2,18	30,56	Tlaczewa, szkoła powszechna, w ścianie od strony szosy.	126,348
41	NK	2,50	28,40	Kamień niwelacyjny.	142,894
42	B	0,46	26,38	Strzegocin, dom Bazylego Lewińskiego (marżał gminy), w ścianie od strony szosy.	188,881
43	B	2,79	25,90	Strzegocin, szkoła powszechna, w ścianie od strony drogi do Miłoszewa.	153,216
44	T	—	25,90	Strzegocin, szkoła powszechna, w ścianie od strony drogi do Miłoszewa.	154,497
45	B	2,33	23,11	Publitz, przepust.	136,625
szosa: Luzina — Łęzna.					
46	NK	2,00	12,00	Kamień niwelacyjny, około 200 m od przecięcia się dróg do Luzina, Wejherowa, Łęzna i Strzegocin.	151,873
47	NK	2,00	10,00	Kamień niwelacyjny.	165,833
48	NK	2,00	8,00	Kamień niwelacyjny.	170,942
49	NK	1,42	6,00	Kamień niwelacyjny.	156,133
50	B	2,20	4,58	Przepust kamienny.	164,711
51	B	—	2,30	Luzina, kościół katolicki, w ścianie bocznej.	99,581
52	T	0,75	2,30	Luzina, kościół katolicki, w ścianie bocznej.	101,019
53	B	0,80	1,50	Stacja kol. Luzina, budynek kolejowy przy przecięciu się szosy z torami kolejowymi, km. kolei 87,20, kolejowy reper niemiecki.	78,746
szosa: Wejherowo — Strzebielino.					
54	BK	—	17,94	Wolowo, kamień niwelacyjny przy przecięciu się szosy: Wejherowo — Strzebielino z szosą do Luzina, reper niemiecki Nr 8364.	98,889

T	0,02		Kościerzyna	166,446
B	0,44	—	Kościerzyna	165,028
B	—	—	Kościerzyna	169,723
T	1,3	—	Kościerzyna	171,37
N	1,94	109,73	Wiadukt na	185,209
NK	1,96	111,67	Kamień ni	180,68
B	2,37	113,63	Skorzewo,	170,03
NK	2,21	116	K a m i eń	181,472
B	0,25	118,21	Stężycza, p	163,434
B	—	118,4	Stężycza, k	170,999
T	3,27	118,4	Stężycza, k	172,263
B	1,26	121,68	Przepust k	197,105
B	0,89	122,93	Przepust k	203,952
B	2,48	123,82	Klukowa H	225,774
NK	2,2	126,3	Kamień ni	215,126
NK	2,18	128,5	Kamień ni	199,618
B	1,62	130,68	Przepust k	163,452
B	0,64	132,3	Dom przy	164,824
B	—	132,94	Sulęczyńc	179,798
T	2,06	132,94	Sulęczyńc	181,276
NK	1,72	135	Kamień ni	176,676
B	1,72	136,72	Przepust k	166,099
B	1,56	138,43	Podjazdy, s	180,232
NK	2	140	Kamień ni	178,021
NK	1,94	142	Kamień ni	191,795
B	1,66	143,94	Tuchlino, s	175,595
NK	1,82	145,6	Kamień ni	194,006

# Kampania niwelacyjna 1953-1955



# Przykład karty z katalogu 1960 przed przetworzeniem na postać elektroniczną

Numer lub numer punktu	Siedzibę punktu		Odległość od punktu porównawczego w km	Opis położenia (adres) km szosy lub km toru kolejowego	Wymiar H w m
	Osada	Podst. Typ			
1	2	3	4	5	6
<b>Linia Nr. 31 Stargard - Czarlin, I klasa</b>					
PFG 1953 r.					
259	Niv.P.	B-VI	312.46	Strzebielino, pn.str. szosy Koszalin-Gdańsk, bud. szkoły szarych, w ścianie frontowej od str. szosy km 136.72	54.5438
260	Niv.P.	B-VI	314.72	Strzebielino Nr.1, pd.str. szosy, bud. leśniczówki, w ścianie frontowej od str. szosy km 138.95	48.2347
261	H.P.	HK-V	315.62	Północno - zachodnia str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 139.70	49.4314
262	H.P.	HK-V	316.72	Południowa str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 140.88	53.5867
263	H.P.	HK-V	317.74	Północna str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 141.88	83.6902
264	H.P.	B-VI	318.58	Kęblowo Nr.22, pd.str. szosy, bud. mask. Franciszka Pipra, w ścianie szczytowej od str. szosy km 142.60	99.5824
265	H.P.	HK-V	319.71	Kęblowo, pd.-wsch. str. szosy, kamień niwelacyjny km 143.70	92.5598
266	H.P.	HK-V	320.74	Nowe Kęblowo, pd.-wsch. str. szosy, kamień niwelacyjny km 144.81	96.0805
267	H.P.	HK-V	321.79	Północno - zachodnia str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 145.70	102.6428
268	H.P.	B-VI	323.96	Gońcinino Nr.114, bud. mask. Józefa Szymańskiego, w ścianie frontowej od str. szosy km 147.64	39.2700
269	H.P.	B-VI	324.32	Bolszewo Nr.33, pa.-zach. str. szosy, bud. mask. Antoniego Hewelta, w zach. ścianie szczytowej km 148.16	36.7141
270	H.P.	HK-V	324.87	Północna str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 148.67	34.7979
271	Niv.P.	B-VI	325.65	Bolszewo, kość. Wniebowzięcia Matki Boskiej, w ścianie frontowej km 149.20	32.1882
272	H.P.	HK-V	326.14	Północno - wschodnia str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 149.57	32.8467
273	H.P.	HK-V	327.96	Północna str. szosy Koszalin-Gdańsk, kamień niwelacyjny km 151.40	29.8882



# *Kampania niwelacyjna 1974-1982*



# Przykład pliku tekstowego z danymi z kampanii 3

Lp	Nr punktu	[R]	Przew.popr.	PN I	PN II	wysokosc	Sr.bł.wys.
	Rodzaj	Typ	Kod stab.	Głowica	Grupa	Wsp. X	Wsp. Y
Opis położenia punktu							
25	30530022	22.59	1.50182	-4	1	28.5995	0.000
	B	VIA	870	AP 6105	A	6132550.0	3591000.0
SWARZEWO, NR 185, BUD. MSZK. A. GAPPA, KM 21.05							
26	30530023	23.39	-5.37329	-2	-2	23.2262	0.000
	BK	IV	713	AB 2807	A	6133350.0	3591050.0
WLADYSLAWOWO, KAM. NIW. PODZ. NA MIEDZY J. GALA I STRUGA, KM 21.801							
27	30530024	24.39	-7.71709	-1	-2	15.5091	0.000
	B	VI	880	MRP	A	6134300.0	3591200.0
WLADYSLAWOWO, UL. ZEROMSKIEGO NR 8, W BUD. PRZEDSZKOLA							
28	30530025	24.78	-10.48107	0	-2	5.0280	0.000
	B	VI	880	HP	A	6134150.0	3591500.0
WLADYSLAWOWO, UL. STAROWIEJSKA NR 28, BUD. MSZK. A. SOSNOWSKIEGO							
29	30530026	25.88	-3.57886	0	0	1.4492	0.000
	BK	VA	733	AP 5923	A	6134050.0	3592550.0
WLADYSLAWOWO, PN. STR. SZOSY WLADYSLAWOWO-HEL, KAM. NIW., KM 1.40							
30	30530027	28.02	1.30101	0	0	2.7502	0.000
	BK	VA	733	AP 6110	A	6132900.0	3594400.0
PN STR. SZOSY WLADYSLAWOWO-HEL, KAM. NIW., KM 3.50							

# Przykład przetworzonych danych z kampanii 3

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
2	NR LINI	Lp.	Nr. Punktu	R [km]	Przew. Popr. [m]	PN I [mm]	PN I [mm]	Przew. Bez popr. Norm. [m]	Wysokosc wyrownana [m]	sr. bl. Wys. [mm]	Rodzaj	Typ	Kod. stab.	Głowica		Grupa	Wsp. X	Wsp. Y	Opis poloz enia	Rok pomiaru	Rozbie a w mm
3	2563	1	43110030	0	0	0	0	0	46,6377	7,61	F	III	700	AB 2082		A	5667450	3596100	POLUPIN, SKRZYZOWANIE D		
4	2563	2	43110029	0,29	-2,13304	0	-6	-2,13298	43,5046	0	B	VI	880	3497		A	5667650	3595950	POLUPIN NR 97, RESTAURAC		
5	2563	3	43110028	1,89	-0,52367	-4	-2	-0,52361	42,9825	0	B	VIA	870	AP 6771		A	5668850	3595000	KROSNO ODRZANSKIE, UL. B		
6	2563	4	43110027	2,48	0,83878	-2	2	0,83878	43,8195	0	B	VI	880	AA 0750		A	5669400	3595200	KROSNO ODRZANSKIE, KLUB B		
7	2563	5	43110026	3,11	0,44291	-2	1	0,44292	44,2623	0	B	VI	880	HM		A	5670050	3595250	KROSNO ODRZANSKIE, KOSC		
8	2563	6	43110025	3,81	17,38847	-3	51	17,388	61,6507	0	B	VIA	870	AP 7150		A	5670600	3595050	KROSNO ODRZANSKIE, UL. B		
9	2563	7	43110024	3,84	-0,42967	0	-1	-0,42966	61,2211	0	B	VI	880	AA 0140		B	5670600	3595000	KROSNO ODRZANSKIE, UL. B		
10	2563	8	43110023	4,27	21,73922	-2	65	21,7386	82,9802	0	B	VIA	870	AP 6212		A	5670950	3595050	KROSNO ODRZANSKIE, UL. T.		
11	2563	9	43110022	4,59	1,54501	0	5	1,54496	84,5052	0	B	VI	860	AB 1997		A	5671100	3594800	KROSNO ODRZANSKIE, UL. OI		
12	2563	10	43110021	5,24	-2,24233	-2	-6	-2,24225	82,2628	0	B	VI	860	AK 3490		A	5671450	3594300	KROSNO ODRZANSKIE, UL. OI		
13	2563	11	43110020	5,7	0,82297	-2	2	0,82297	83,0858	0	B	VI	860	AA 2200		A	5671650	3593900	MARCINKOWICE NR6, KLUB F		
14	2563	12	43110019	6,78	-3,42353	-4	-10	-3,42339	79,6621	0	BK	V	760	AB 1996		A	5672350	3593050	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
15	2563	13	43110018	8,46	-36,8827	-6	-108	-36,8816	42,7793	0	B	VI	880	NIV P		A	5673600	3591900	OSIECZNICA NR 184, BUD. MS		
16	2563	14	43110017	8,96	1,35106	-1	4	1,35103	44,1303	0	B	VIA	870	AP 7018		A	5673900	3591550	OSIECZNICA, BUD. NADL. KRO		
17	2563	15	43110016	9,52	8,0125	-1	23	8,01228	52,1427	0	BK	VA	733	AP 6665		A	5674300	3591250	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
18	2563	16	43110015	9,62	-1,3151	0	-4	-1,31506	50,8276	0	BK	IV	710	AB 1599		A	5674300	3591100	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
19	2563	17	43110014	11,69	4,67262	-5	13	4,67254	55,5	0	BK	V	760	AB 0964		A	5675600	3589500	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
20	2563	18	43110013	12,54	-0,21812	-3	0	-0,21809	55,2818	0	BK	V	760	3502		B	5676150	3588850	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
21	2563	19	43110012	13,14	2,57726	-1	7	2,5772	57,859	0	BK	VA	733	AP 6616		A	5676450	3588350	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
22	2563	20	43110011	14,36	1,47738	-4	5	1,47737	59,3363	0	BK	V	760	AB 2042		A	5677250	3587400	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
23	2563	21	43110010	16,72	11,31416	-8	37	11,3139	70,6502	0	B	VI	880	AA 0805		A	5678800	3585800	RANDOMICKO NR 37, BUD. MAF		
24	2563	22	42130028	18,39	25,14995	-8	84	25,1492	95,8	0	BK	IV	713	AB 1075		A	5680000	3584650	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
25	2563	23	42130027	18,46	2,24031	0	7	2,24024	98,0403	0	BK	VA	733	AP 6762		A	5680050	3584650	PD-ZACH. RTR. SZOSY ZIELO		
26	2563	24	42040037	19,21	11,01999	-4	38	11,0197	109,06	0	BK	V	760	3506		A	5680450	3583950	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
27	2563	25	42040036	19,99	-2,24551	-4	-7	-2,2454	106,815	0	BK	VA	733	AP 7119		A	5680900	3583350	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
28	2563	26	42040035	21,35	-0,84465	-5	-3	-0,84447	105,97	0	B	VI	860	AB 0893		A	5681500	3582350	GESTOWIEC NR 5, BUD. MSZK		
29	2563	27	42040034	21,55	4,25872	0	15	4,25857	110,229	0	B	VI	880	HM		A	5681650	3582300	GESTOWIEC, KOSC. KAT.		
30	2563	28	42040033	22,97	-31,3357	-6	-107	-31,3346	78,8928	0	BK	V	760	AB 0947		A	5682550	3581300	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
31	2563	29	42040032	23,65	-8,71898	-3	-29	-8,71866	70,1738	0	BK	V	760	3508		B	5683000	3580800	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
32	2563	30	42040031	24,29	2,2607	-3	7	2,26066	72,4344	0	BK	VA	730	AP 6926		A	5683400	3580400	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
33	2563	31	42040030	24,34	-0,52512	0	-2	-0,52511	71,9093	0	BK	IVA	713	AP 6820		A	5683450	3580350	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
34	2563	32	42040029	25,42	20,59392	-4	68	20,5933	92,5031	0	B	VI	880	NIV P		A	5684150	3579600	DRZENIOW, KOSC. KAT.		
35	2563	33	42040028	26,66	4,30189	-5	14	4,3018	96,8048	0	BK	V	760	AB 0950		A	5684800	3578600	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
36	2563	34	42040027	28,16	-24,9436	-5	-78	-24,9427	71,8611	0	BK	VA	733	AP 6260		A	5685550	3577250	PD-ZACH. STR. SZOSY ZIELO		
37	2563	35	42040026	29,14	-14,0043	-3	-41	-14,0038	57,8568	0	BK	V	760	3511		B	5686050	3576550	PN-WSCH. STR. SZOSY ZIELO		
38	2563	36	42040025	29,53	-7,67193	0	-22	-7,67171	50,1848	0	B	VI	860	AB 1080		A	5686200	3576200	CYBINKA, UL. KROSIENSKA I		
39	2563	37	42040024	30,2	-0,48027	-1	-1	-0,48025	49,7045	0	B	VI	880	NIV P		A	5686550	3575600	CYBINKA, UL. KROSIENSKA I		
40	2563	38	42040023	30,8	0,28378	-1	0	0,28379	49,9882	0	BK	IV	713	AB 1006		A	5686750	3575350	CYBINKA, UL. KROSIENSKA I		
41	2563	39	42040022	30,78	-0,59061	0	-2	-0,59059	49,3976	0	B	VIA	870	AP 6744		A	5686800	3575200	CYBINKA III, KROSIENSKA		

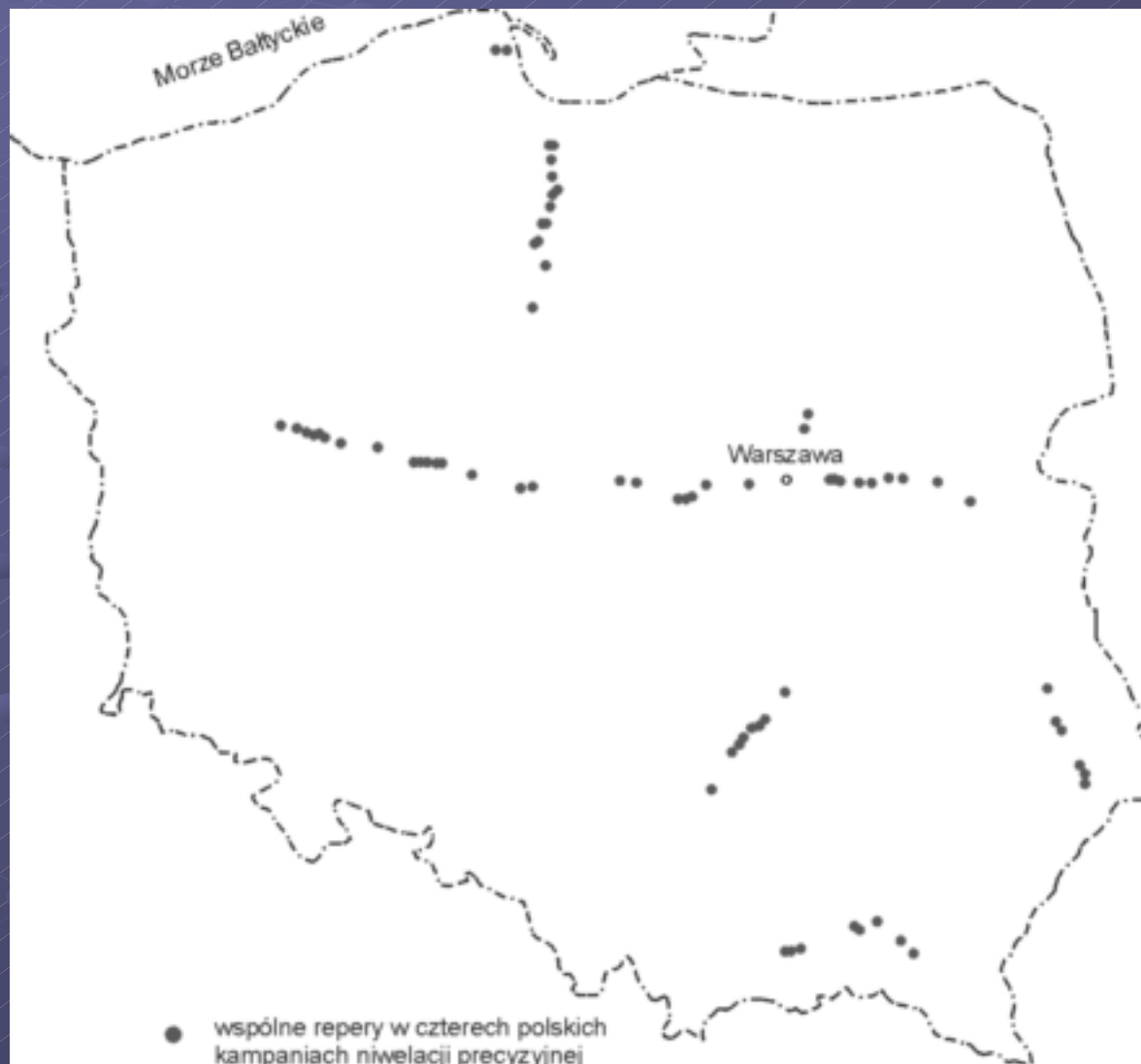
# Kampania niwelacyjna 1997-2003



# Wspólne obserwacje kolejnych kampanii niwelacji precyzyjnej w Polsce

Wyszczególnienie	Kampanie			
	1	2	3	4
<b>Czas trwania kampanii</b>	1926-1937	1947-1950, 1953-1955	1974-1982	1997-2003
<b>Całkowita długość linii [km]</b>	10 046	10 200	17 015	17 516.42
<b>Liczba linii</b>	121	116	371	382
<b>Liczba odcinków</b>	5 907	8 820	15 827	16 150
<b>Liczba oczek</b>	36	23	135	138
<b>Poprawki</b>	skali, normalna ortometryczna	skali, normalna Mołodeńskiego	skali, termiczna, normalna Mołodeńskiego, pływowa	kalibracyjna, termiczna, tormalna Mołodeńskiego, lunisolarna
<b>Poziom odniesienia</b>	Normall-Null Amsterdam	Kronsztadt	Kronsztadt	Kronsztadt
<b>System grawimetryczny</b>	-	Poczdam	Poczdam	Poczdam
<b>Dokładność wyrównaniu po</b> [mm/ $\sqrt{L_{\text{km}}}$ ]	±1.04	± 0.78	± 0.84	± 0.88

# *Identyfikacja wspólnych reperów z kampanii niwelacyjnych w latach 1926-1937, 1953-1955, 1974-1982 i 1997-2003*



## *Podsumowanie identyfikacji wspólnych reperów z kampanii niwelacyjnych*

- Najbardziej kompletny materiał do wyznaczenia ruchów pionowych skorupy ziemskiej stanowią dane z kampanii niwelacyjnych w latach 1974-1982 i 1997-2003.
- Niestety, nie udało się w tym celu zgromadzić odpowiednich danych niwelacyjnych z kampanii w latach 1953-1955.
- Z identyfikacji wspólnych reperów w kampaniach 2 i 3 (2600 reperów wspólnych) wynika, że po zgromadzeniu kompletnych danych z kampanii 2, mogłyby one wzmocnić wyznaczenie ruchów pionowych, pomimo kilku większych przerw w liniach podwójnej niwelacji.
- Porównując wszystkie cztery kampanie wykazano, że do wyznaczenia ruchów pionowych nie można wykorzystać posiadanych danych niwelacyjnych głównie ze względu na niewielką liczbę reperów wspólnych (78 reperów wspólnych), nawet między kampaniami 1 i 2 (137 wspólnych reperów).
- Takie rozmieszczenie wspólnych reperów uniemożliwia dobre wyznaczenie ruchów pionowych, a dodatkową przeszkodą są wysokości reperów określone w różnych układach odniesienia, z różnymi poprawkami, oraz niedostępność wysokości i przewyższeń niewyrównanych.

# Pozyskanie danych do dalszych prac nad ruchami pionowymi

- identyfikacji wspólnych reperów węzłowych z drugiej (1953-1955) i trzeciej (1974-1982) kampanii niwelacyjnej wykorzystano dane z katalogów (tylko linie I klasy z obu kampanii).
- Zidentyfikowano 127 wspólne repery węzłowe oraz ok. 2600 reperów pośrednich



# Pokrycie linii niwelacyjnych z kampanii 2 i 3



Nie udało się jednak zgromadzić kompletu danych, tj. przewyższeń i wysokości, z kampanii 2 przed wyrównaniem.

Jakie są możliwości pozyskania brakujących danych.

Przynajmniej **dwa** sposoby:

- *pozyskanie danych źródłowych z danymi niewyrównanymi*
- *pozyskanie danych z istniejącej mapy ruchów pionowych wyznaczonych przez T Wyrzykowskiego.*

# Pozyskanie danych źródłowych z danymi niewyrównanymi

- proces pozyskania jest bardzo pracochłonny,
- opracowanie trzeba wykonać ręcznie
- możliwość popełnienia większej liczby błędów.

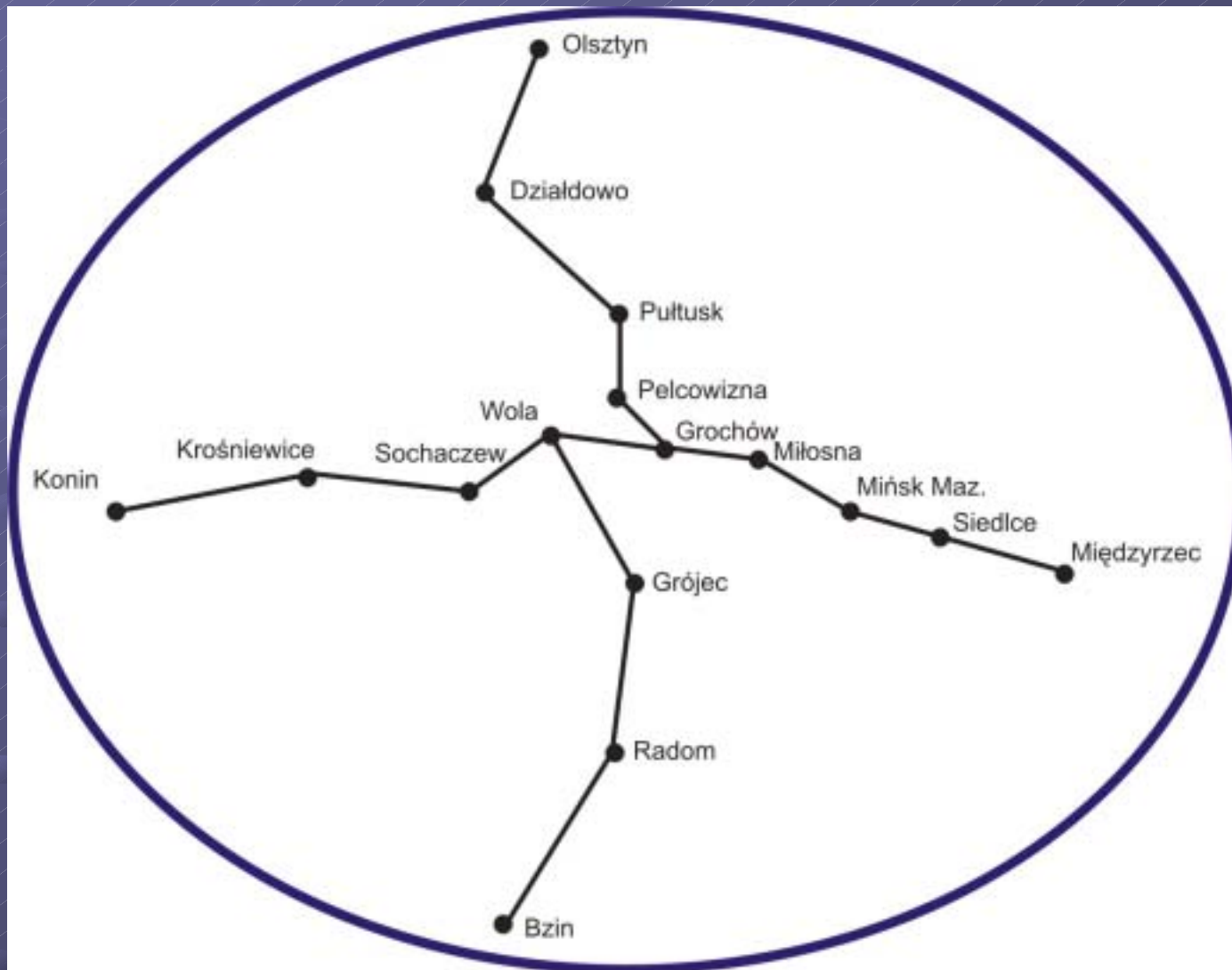
Pozyskanie danych z istniejącej mapy ruchów pionowych wyznaczonych przez T Wyrzykowskiego.

- nie ma dużych możliwości oceny wiarygodności danych,
- proces pozyskania jest dużo prostszy.

Jako materiał wyjściowy wykorzystano mapę ruchów pionowych z roku 1985 autorstwa T Wyrzykowskiego oraz mapę ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Bułgarii, Węgier, Niemiec Wschodnich, ZSRR, Czechosłowacji (Rys 12.) oraz dane źródłowe z kampanii drugiej przed wyrównaniem obejmujące obszar wokół Warszawy. (Rys. 13.)

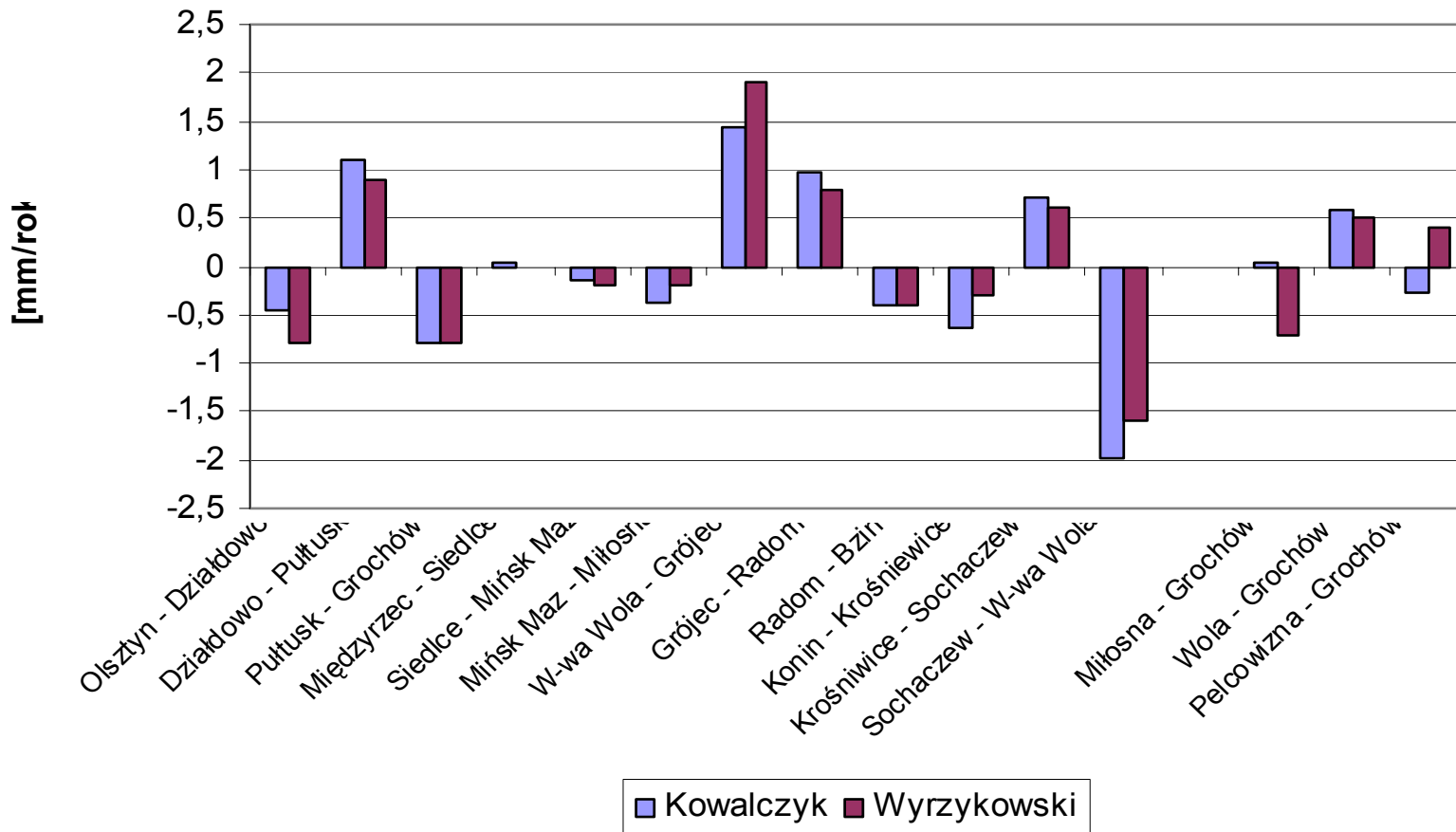


oraz dane źródłowe z kampanii drugiej przed wyrównaniem obejmujące obszar wokół Warszawy.

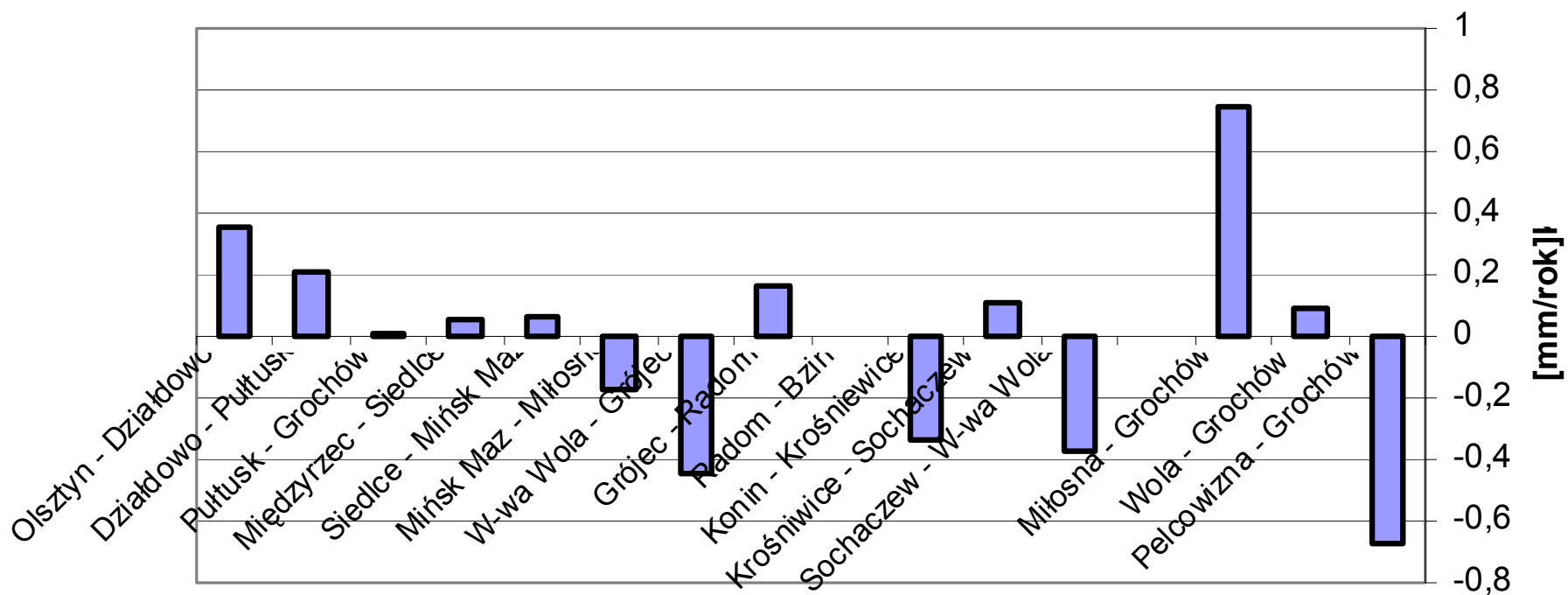


Proces analizy przydatności mapy polegał na porównaniu przewyższeń pomiędzy punktami węzłowymi wokół Warszawy obliczonych na podstawie mapy i danych źródłowych. Do porównania wykorzystano 15 odcinków podwójnej niwelacji.

### Ruchy pionowe na odcinkach niwelacyjnych w Okręgu Warszawskim otrzymane z mapy oraz danych źródłowych



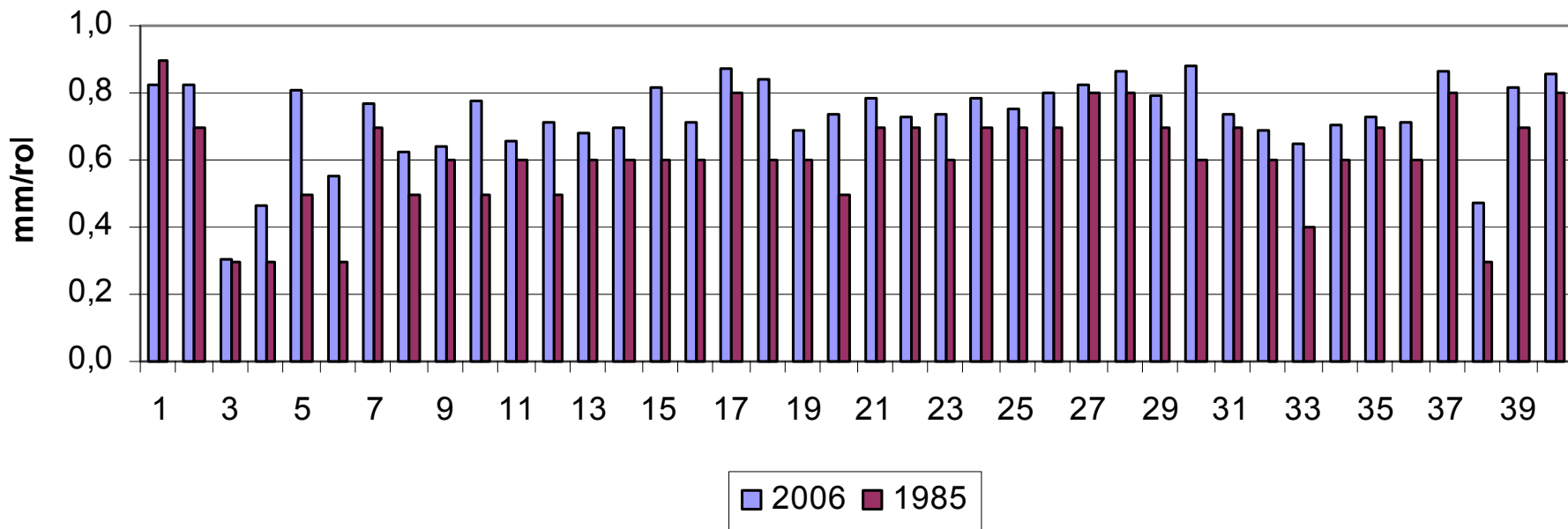
## Różnice w wynikach



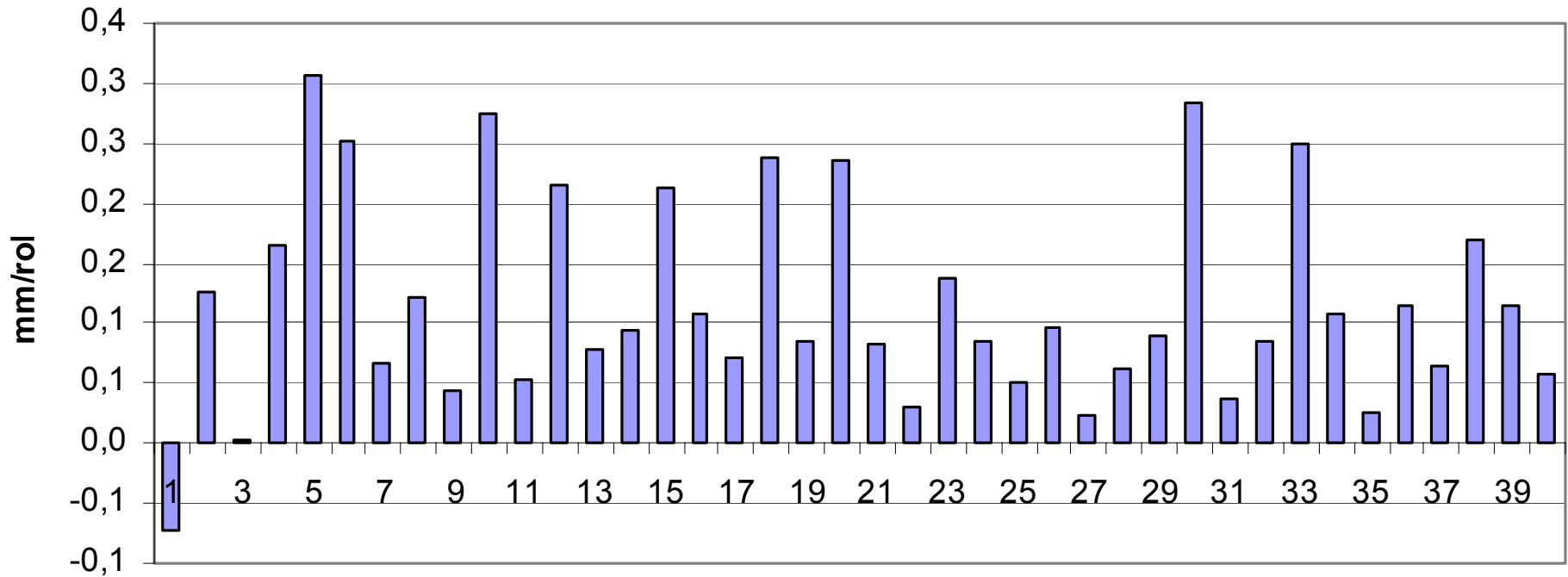


# Wartości błędów wyznaczenia ruchów pionowych na wybranych reperach węzłowych w modelu 2006 oraz mapie 1985

**Błędy ruchów pionowych na wybranych punktach węzłowych w modelu 2006 i odczytane z mapy 1985**



## Różnica błędów 2006 i 1985



# Wnioski

- Reper Warszawa Grochów jest niepewny
- Dane z mapy ruchów pionowych nadają się do badań przy założeniach dokładnościowych
- Badania nad kinematycznymi ruchami pionowymi skorupy ziemskiej na obszarze Polski będą kontynuowane
- Dane z kampanii niwelacyjnych należy zebrać w jednej bazie danych