

Jan ZYCH

Piotr STRZAŁKOWSKI

Instytut Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni  
Politechnika Śląska

#### WYKORZYSTANIE MIKROKOMPUTERA ZX SPECTRUM DLA PORÓWNIANIA POMIARZONYCH I OBLICZONYCH TEORETYCZNIE WSKAŹNIKÓW DEFORMACJI

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono program mikrokomputerowy pozwalający na obliczanie wskaźników deformacji na podstawie pomiarów geodezyjnych oraz teoretycznych wskaźników deformacji.

Teoretyczne wskaźniki deformacji mogą być obliczane przy stosowaniu wzorów znanych w Polsce teorii geometryczno-całkowych, zakładając prostokątny kształt dokonanej eksploatacji. Po dokonaniu obliczeń wskaźników deformacji wyznaczonych na podstawie pomiarów geodezyjnych i wzorów teoretycznych mikrokomputer dokonuje porównania tych wskaźników w każdym punkcie linii obserwacyjnej drukując odchyłki i wyliczone wartości błędów.

Otrzymuje się w ten sposób obraz dokładności prognozy poszczególnych wskaźników przy stosowaniu danej teorii na całym przebiegu linii pomiarowej.

Program został napisany w języku BASIC - ZX SPECTRUM. W pracy przedstawiono przykładowe tablice wydruku dla jednej linii obserwacyjnej oraz dokonano analizy dokładności prognozy wskaźników deformacji przy zastosowaniu teorii Budryka-Knotheego.

Dla lepszego zilustrowania przeprowadzonych rozwiązań przedstawiono poszczególne wskaźniki deformacji (zarówno wyznaczone z pomiarów geodezyjnych, jak i teoretyczne) na wykresach.

Podano także obserwowane systematyczne odstępstwa teorii Budryka-Knotheego od pomiarów geodezyjnych.

Prezentowany program pozwala na dokonywanie obliczeń inżynierskich, jak również posiada on zdaniem autorów walory dydaktyczne.

#### 1. WSTĘP

W polskich warunkach dla celów prognozowania wpływów eksploatacji górniczej najszersze zastosowanie znalazły teorie geometryczno-całkowe. Wykazują one w zasadzie wystarczającą dla celów praktycznych zgodność z wynikami pomiarów geodezyjnych i na podstawie tych wyników są weryfikowane i doskonalone. Zgodność poszczególnych teorii z wynikami pomiarów geodezyjnych była przedmiotem wielu badań. Stosowano przy tym różne metody oceny danej teorii, porównując np. określone wskaźniki deformacji, czy zgodność wartości maksymalnych wskaźników deformacji obliczonych teoretycznie z wartościami tych wskaźników otrzymanymi z pomiarów. Otrzymany w ten sposób wynik porównania jest niepełny i charakteryzuje tylko w pewnym stopniu daną teorię [5].

W niniejszym artykule przedstawiony będzie sposób porównywania teoretycznych wskaźników deformacji z wynikami pomiarów geodezyjnych z wykorzystaniem mikrokomputera ZX Spectrum.

## 2. KRÓTKI OPIS PROGRAMU

Przedmiotowy program składa się z trzech zasadniczych części.

Część pierwsza programu służy do obliczania pięciu podstawowych wskaźników deformacji na podstawie pomierzonych osiadań i przesunięć poziomych punktów linii obserwacyjnej. Na wejściu wprowadza się następujące dane:

- numery punktów pomiarowych,
- odległość pomiędzy punktami pomiarowymi,
- osiadania punktów,
- przesunięcia poziome punktów.

Program oblicza pozostałe wskaźniki deformacji zestawiając wyniki w tabelicy.

Tablica 1

Wskaźniki deformacji obliczone przez mikrokomputer  
na podstawie pomiarów geodezyjnych

ZESPOL OCHRONY POWIERZCHNI - I.P.B.K i O.P

PROGRAM POROWNUJACY TEORETYCZNIE OBLICZONE WSKAZNIKI DEFORMACJI  
Z WYZNACZONYMI NA PODSTAWIE OBSERWACJI GEODEZYJNYCH

PODPROGRAM DO OBLICZANIA WSKAZNIKOW DEFORMACJI NA PODSTAWIE OBSERWACJI  
GEODEZYJNYCH

Program opracowali Dr inż JAN ZYCH i Mgr inż P. STRZALKOWSKI

WSKAZNIKI DEFORMACJI OBLICZONE NA PODSTAWIE OBSERWACJI GEODEZYJNYCH

KOPALNIA KOMUNA PARYSKA linia 3 Parcela sciana 1

LP	Pkt	L [m]	SGN L [m]	W [mm]	T [mm/m]	K [1/km]	U [mm]	E [mm/m]
1	74	0.000	0.00	0.0	0.00	0.000	0.00	0.00
2	73	5.472	5.47	0.0	0.00	-0.038	-2.00	0.37
3	72	5.005	10.48	-1.0	0.20	-0.001	-5.00	0.50
4	71	4.924	15.40	-2.0	0.20	.007	-7.00	0.41
5	70	5.996	21.40	-3.0	0.17	.083	-10.00	0.50
6	69	4.032	25.43	-2.0	-0.25	-0.100	-14.00	0.99
7	68	4.984	30.41	-3.0	0.20	-0.040	-16.00	0.40
8	67	4.990	35.41	-5.0	0.40	.000	-21.00	1.00
9	66	5.011	40.42	-7.0	0.40	-0.001	-26.00	1.00
10	65	4.962	45.38	-9.0	0.40	-0.238	-33.00	1.41
11	64	5.025	50.41	-17.0	1.59	0.157	-44.00	2.19
12	63	4.965	55.37	-21.0	0.81	-0.283	-53.00	1.81
13	62	4.970	60.34	-32.0	2.21	-0.120	-70.00	3.42
14	61	4.980	65.32	-46.0	2.81	-0.686	-92.00	4.42

cd. tablicy 1

15	60	3.982	69.30	-73.0	6.78	-0.786	-113.00	5.27
16	59	5.984	75.29	-137.0	10.70	-1.233	-174.00	10.19
17	58	4.935	80.22	-223.0	17.43	-0.827	-233.00	11.96
18	57	4.887	85.11	-328.0	21.49	-3.108	-300.00	13.71
19	56	5.106	90.22	-517.0	37.02	0.539	-340.00	7.83
20	55	4.986	95.20	-688.0	34.30	-0.364	-350.00	2.01
21	54	5.012	100.21	-869.0	36.11	1.054	-328.00	-4.39
22	53	5.029	105.24	-1024.0	30.82	2.238	-260.00	-13.52
23	52	5.000	110.24	-1122.0	19.60	1.965	-207.00	-10.60
24	51	5.025	115.27	-1171.0	9.75	0.712	-161.00	-9.15
25	50	5.020	120.29	-1202.0	6.18	0.873	-117.00	-8.76
26	49	4.999	125.29	-1211.0	1.80	0.441	-74.00	-8.60
27	48	4.992	130.28	-1209.0	-0.40	.000	-36.00	-7.61
28	47	4.986	135.27	-1207.0	-0.40	0.275	-28.00	-1.60
29	46	5.051	140.32	-1198.0	-1.78	0.000	-19.00	-1.78

Przykład takiego wydruku przedstawia tablica 1. W poszczególnych kolumnach mamy:

Lp.	- numer kolejny punktu,
pkt	- numer punktu pomiarowego,
L	- odległość pomiędzy punktami pomiarowymi,
SGNL	- sumę odległości pomiędzy punktami,
w	- osiadanie,
T	- nachylenie,
K	- krzywiznę pionową,
u	- przesunięcia poziome,
$\epsilon$	- odkształcenia poziome.

Po wprowadzeniu do pamięci mikrokomputera wartości promienia zasięgu wpływów głównych oraz wartości maksymalnych poszczególnych wskaźników deformacji program oblicza ww. wskaźniki deformacji w układzie bezwzględny  $\frac{w}{L}$ , przyjmując początek układu w punkcie, w którym osiadania wynoszą  $0,5 w_{max}$ . Wartości wskaźników deformacji w każdym punkcie dzielone są przez wartość maksymalną danego wskaźnika deformacji, w wyniku czego uzyskuje się poszczególne wskaźniki deformacji w układzie jednostkowy. Pozwala to na porównywanie wyników pomiarów geodezyjnych z różnych linii obserwacyjnych.

Druga część programu służy do obliczania teoretycznych wartości wskaźników deformacji wg wzorów znanych teorii.

Obliczenia dokonywane są po zadaniu parametrów danej teorii oraz danych o eksploatacji, która ma kształt prostokąta. Rozpatrywana linia obserwacyjna może być usytuowana dowolnie względem tej eksploatacji. Zakres obliczeń ograniczony jest do obliczenia wskaźników deformacji w kierunku linii obserwacyjnej. W przypadku gdy linia jest prostopadła do krawędzi eksploatacji, wówczas kierunek linii pokrywa się z kierunkiem  $x$  i wskaźniki deformacji teoretyczne mają indeks  $x$ .

Tablica 2

Wskaźniki deformacji wywołane eksploatacją prostokątną  
wg Budryka-Knothe'go

DEFORMACJE OD PARCELI PROSTOKĄTNEJ WG TEORII KNOTHEGO-BUDRYKA

DANE DO OBLICZEŃ

$a=0.775$   $q=1.6$   $H=64$   $t_{9B}=2.04$   $l=184.5$   $q=94$   $r=31.37$

LP	Pkt	x [m]	y [m]	W [mm]	Tx [mm/s]	Kx [1/km]	Ux [mm]	Ex [mm/s]
1	74	277.3	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
2	73	271.8	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
3	72	266.8	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
4	71	261.9	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
5	70	255.9	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
6	69	251.9	68.0	8.0	0.00	0.000	0.0	0.00
7	68	246.9	68.0	8.0	0.00	0.000	-0.0	0.00
8	67	241.9	68.0	-0.0	.00	-0.000	-0.0	.00
9	66	236.9	68.0	-0.0	.01	-0.002	-0.1	.03
10	65	231.9	68.0	-0.1	.03	-0.009	-0.4	0.11
11	64	226.9	68.0	-0.4	0.13	-0.034	-1.6	0.42
12	63	221.9	68.0	-1.7	0.44	-0.106	-5.6	1.33
13	62	217.0	68.0	-5.8	1.34	-0.278	-16.8	3.49
14	61	212.0	68.0	-17.1	3.48	-0.611	-43.7	7.67
15	60	208.0	68.0	-36.8	6.66	-0.999	-83.5	12.53
16	59	202.0	68.0	-98.4	14.57	-1.629	-182.8	20.44
17	58	197.1	68.0	-191.6	23.41	-1.880	-293.7	23.58
18	57	192.2	68.0	-327.8	32.11	-1.577	-402.9	19.78
19	56	187.1	68.0	-508.8	37.96	-0.626	-476.4	7.86
20	55	182.1	68.0	-700.9	38.07	0.584	-477.8	-7.33
21	54	177.1	68.0	-879.9	32.54	1.540	-408.3	-19.33
22	53	172.1	68.0	-1021.9	23.66	1.880	-296.9	-23.58
23	52	167.1	68.0	-1117.2	14.68	1.635	-184.2	-20.52
24	51	162.0	68.0	-1172.4	7.74	1.110	-97.1	-13.93
25	50	157.0	68.0	-1199.5	3.48	0.610	-43.6	-7.65
26	49	152.0	68.0	-1210.9	1.33	0.277	-16.7	-3.47
27	48	147.0	68.0	-1214.9	0.44	0.105	-5.5	-1.31
28	47	142.0	68.0	-1216.2	0.12	.033	-1.5	-0.42
29	46	137.0	68.0	-1216.5	.03	.009	-0.4	-0.11

Przykład obliczenia teoretycznych wskaźników deformacji wg wzorów teorii Budryka-Knothe'go dla rozpatrywanej linii przedstawiono w tablicy 2.

Trzecia część programu służy do porównania wskaźników deformacji obliczonych teoretycznie (tabl. 2) ze wskaźnikami obliczonymi z pomiarów geodezyjnych (tabl. 1).

Wyzik takiego porównania dla osiadań przedstawiono przykładowo w tablicy 3. W kolumnie oznaczonej  $v$  obliczona jest różnica pomiędzy zmierzoną wartością wskaźnika deformacji w danym punkcie a wartością obliczoną teoretycznie. W następnych kolumnach obliczane są kolejno: kwadrat odchyłki (różnicy), czyli  $v \times v$ , suma  $v$  oraz suma  $v \times v$ .

Tablica 3

Porównanie osiadań wyznaczonych z pomiarów geodezyjnych  
oraz obliczonych wg teorii Budryka-Knothege

KOPALNIA KOMUNA PARYSKA linia 3 Parcela sciana 1									
LP	Pkt	x	y	Wrz	Wt	v	v*xv	SGN v	SGN (v*xv)
1	74	277.3	68.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	73	271.8	68.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	72	266.8	68.0	-1.0	0.0	-1.00	1.00	-1.00	1.00
4	71	261.9	68.0	-2.0	0.0	-2.00	4.00	-3.00	5.00
5	70	255.9	68.0	-3.0	0.0	-3.00	9.00	-6.00	14.00
6	69	251.9	68.0	-2.0	0.0	-2.00	4.00	-8.00	18.00
7	68	246.9	68.0	-3.0	0.0	-3.00	9.00	-11.00	27.00
8	67	241.9	68.0	-5.0	-0	-5.00	24.97	-16.00	51.97
9	66	236.9	68.0	-7.0	-0	-6.98	48.76	-22.98	100.73
10	65	231.9	68.0	-9.0	-1	-8.91	79.35	-31.89	180.08
11	64	226.9	68.0	-17.0	-0.4	-16.57	274.59	-48.46	454.67
12	63	221.9	68.0	-21.0	-1.7	-19.31	372.75	-67.77	827.42
13	62	217.0	68.0	-32.0	-5.8	-26.22	687.59	-93.99	1515.01
14	61	212.0	68.0	-46.0	-17.1	-28.90	834.98	-122.88	2349.99
15	60	208.0	68.0	-73.0	-36.8	-36.22	1312.25	-159.11	3662.24
16	59	202.0	68.0	-137.0	-98.4	-38.62	1491.85	-197.73	5154.09
17	58	197.1	68.0	-223.0	-191.6	-31.44	988.47	-229.17	6142.57
18	57	192.2	68.0	-328.0	-327.8	-0.19	.03	-229.36	6142.60
19	56	187.1	68.0	-517.0	-508.8	-8.21	67.38	-237.57	6209.98
20	55	182.1	68.0	-688.0	-700.9	12.88	165.96	-224.69	6375.94
21	54	177.1	68.0	-869.0	-879.9	10.86	117.90	-213.83	6493.85
22	53	172.1	68.0	-1024.0	-1021.9	-2.12	4.49	-215.95	6498.34
23	52	167.1	68.0	-1122.0	-1117.2	-4.79	22.95	-220.74	6521.29
24	51	162.0	68.0	-1171.0	-1172.4	1.43	2.04	-219.31	6523.33
25	50	157.0	68.0	-1202.0	-1199.5	-2.48	6.13	-221.78	6529.46
26	49	152.0	68.0	-1211.0	-1210.9	-0.15	.02	-221.93	6529.48
27	48	147.0	68.0	-1209.0	-1214.9	5.92	35.08	-216.01	6564.56
28	47	142.0	68.0	-1207.0	-1216.2	9.17	84.15	-206.83	6648.72
29	46	137.0	68.0	-1198.0	-1216.5	18.50	342.42	-188.33	6951.14

$m_0 = -6.49$      $m_s = 15.53$      $m_p = 1.28$

Pod tablicą drukowane są:

$m_0$  - średnia arytmetyczna wartość odchyłki,

$m_s$  - odchylenie standardowe,

$m_p$  - błąd procentowy obliczany jako stosunek odchylenia standardowego do wartości maksymalnej danego wskaźnika deformacji.

### 3. PRAKTYCZNE WYNIKI PORÓWNIANIA

Przedmiotem analizy porównawczej teoretycznych i rzeczywistych wskaźników deformacji była linia nr 3 na Kopalni Komuna Paryska.

Jak już wyżej wspomniano, wyniki pomiarów geodezyjnych przedstawiono w tablicy 1.

Teoretyczne wskaźniki deformacji obliczono przy przyjęciu następujących danych:

współczynnik eksploatacji  $a = 0,775$ ,  
 grubość pokładu 1,6 m,  
 głębokość eksploatacji 64 m,  
 parametr rozproszenia wpływów głównych  $\operatorname{tg} \beta = 2,04$ ,  
 wymiary eksploatacji  $l = 184,5$  m,  $q = 94$  m,  
 obrzeże eksploatacyjne  $d = 7,5$  m.

Wyniki obliczeń teoretycznych wskaźników deformacji według wzorów teorii W. Budryka-S.Knothego przy powyższych danych przedstawiono w tablicy 2.

Wyniki porównania poszczególnych wskaźników deformacji przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4

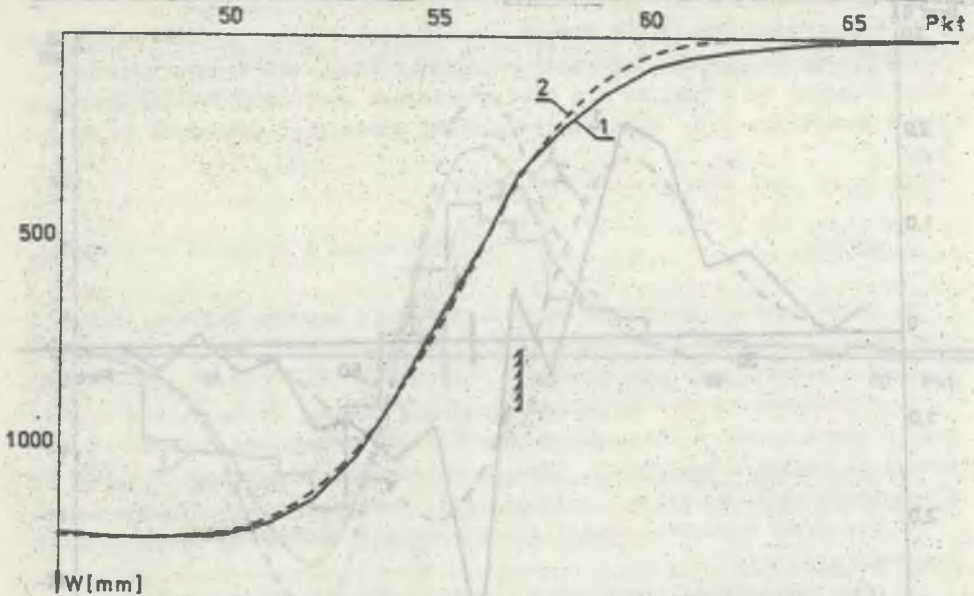
Zestawienie błędów dla poszczególnych wskaźników deformacji w przypadku stosowania teorii Budryka-Knothego

Lp.	Wskaźnik deformacji	$m_0$	$m_B$	$m_D$ %
1	osiadania	--6,49 mm	15,53 mm	1,3
2	nachylenie	- 0,10 ‰	1,43 ‰	3,8
3	krzywizny	0,01 km <sup>-1</sup>	0,51 km <sup>-1</sup>	27,0
4	przesunięcia poziome	- 3,22 mm - 24,19 mm	54,21 mm 38,53 mm	11,3 10,0 x)
5	odkształcenia poziome	0,17 ‰ 0,16 ‰	5,40 ‰ 3,44 ‰	22,9 18,2 <sup>x)</sup>

x) przy  $B = 0,32$  r

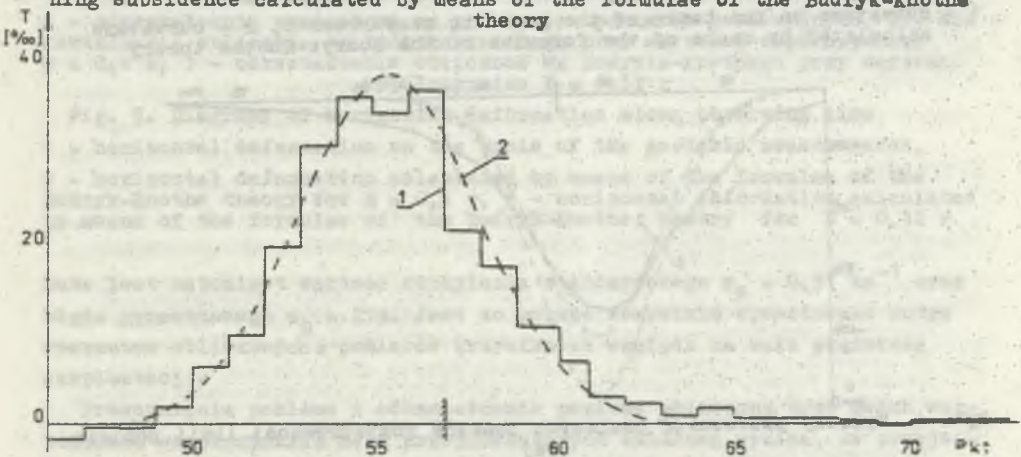
Pomierzone oraz obliczone teoretycznie wskaźniki deformacji przedstawiono na wykresach rys. 1 do 5.

Z tablicy 4 oraz wykresów wynika, że najlepszą zgodność pomierzonych i obliczonych teoretycznie wskaźników deformacji przy zastosowaniu obrzeża wykazują osiadania. Różnice w osiadaniach występują nad calizną. Teoretyczne osiadania są mniejsze od pomierzonych i mają mniejszy zasięg. Jest to systematyczna rozbieżność teorii W. Budryka-S.Knothego, chociaż błąd procentowy jest bardzo mały. Dobrą zgodność wykazują również nachylenia. Średni błąd (różnica) krzywizn pionowych  $m_0$  jest bardzo mały.



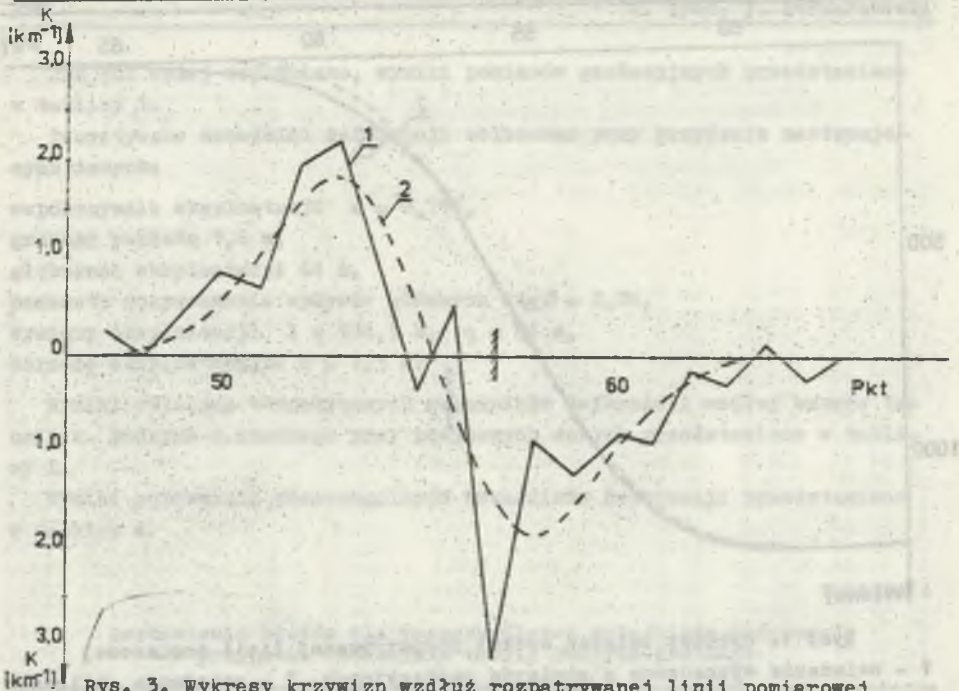
Rys. 1. Wykresy osiadań wzdłuż rozpatrywanej linii pomiarowej  
 1 - osiadania wyznaczone z pomiarów geodezyjnych, 2 - osiadania obliczone wg Budryka-Knothe

Fig. 1. Diagrams of mining subsidence along observing line  
 1 - mining subsidence on the basis of the geodesic measurements, 2 - mining subsidence calculated by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory



Rys. 2. Wykresy nachyleń wzdłuż rozpatrywanej linii pomiarowej  
 1 - nachylenia wyznaczone z pomiarów geodezyjnych, 2 - nachylenia obliczone wg Budryka-Knothe

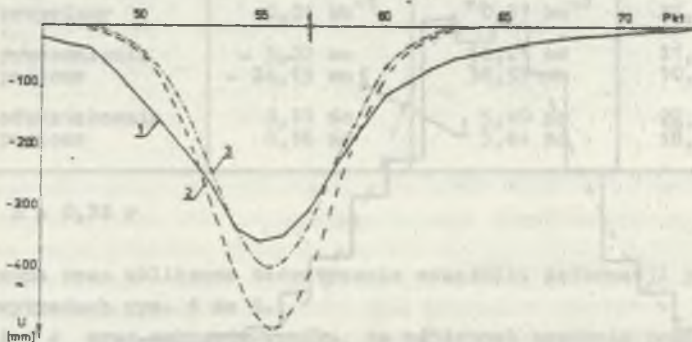
Fig. 2. Diagrams of inclination along observing line  
 1 - inclination on the basis of the geodesic measurements, 2 - inclination calculated by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory



Rys. 3. Wykresy krzywizn wzdłuż rozpatrywanej linii pomiarowej  
 1 - krzywizny obliczone na podstawie pomiarów geodezyjnych, 2 - krzywizny obliczone wg Budryka-Knothe'go

Fig. 3. Diagrams of curvature along observing line

1 - curvature on the basis of the geodesic measurements, 2 - curvature calculated by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory



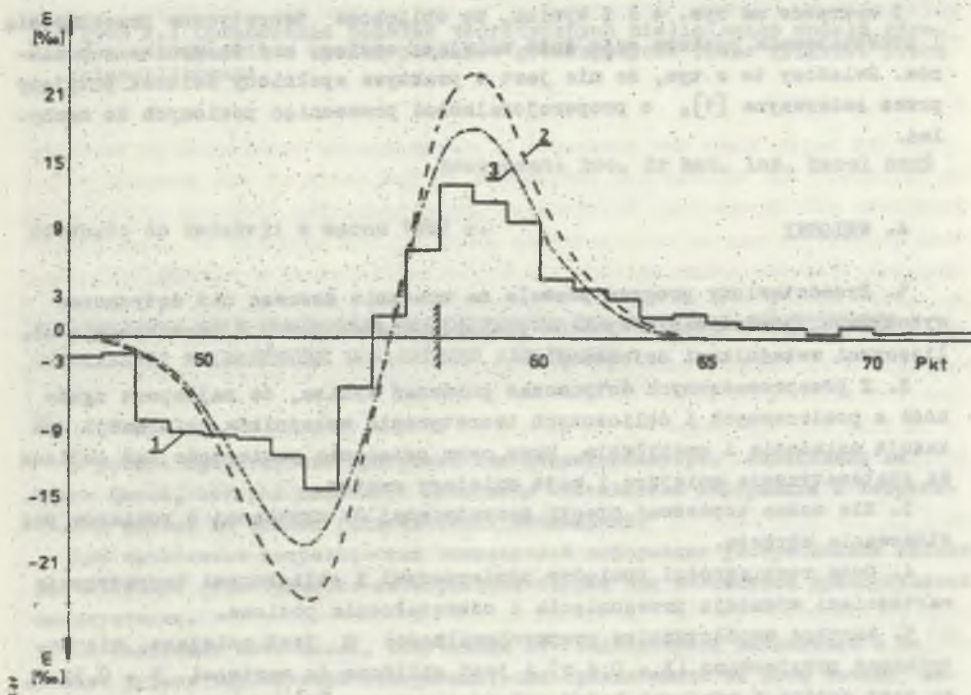
Rys. 4. Wykresy przesunięć poziomych punktów rozpatrywanej linii pomiarowej

1 - przesunięcia wyznaczone na podstawie pomiarów geodezyjnych, 2 - przesunięcia obliczone wg wzorów Budryka-Knothe'go przy wartości współczynnika  $B = 0,4 r$ , 3 - przesunięcia obliczone wg wzorów Budryka-Knothe'go przy wartości współczynnika  $B = 0,32 r$

Fig. 4. Diagrams of horizontal displacement along observing line

1 - horizontal displacement on the basis of the geodesic measurement, 2 - horizontal displacement by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory for  $B = 0,4 r$ , 3 - horizontal displacement by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory for  $B = 0,32 r$





Rys. 5. Odkształcenia poziome wzdłuż rozpatrywanej linii pomiarowej  
 1 - odkształcenia wyznaczone na podstawie pomiarów geodezyjnych, 2 - odkształcenia obliczone wg Budryka-Knothe przy wartości współczynnika  $B = 0,4$  r, 3 - odkształcenia obliczone wg Budryka-Knothe przy wartości współczynnika  $B = 0,32$  r

Fig. 5. Diagrams of horizontal deformation along observing line  
 1 - horizontal deformation on the basis of the geodesic measurements,  
 2 - horizontal deformation calculated by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory for  $B = 0,4$  r, 3 - horizontal deformation calculated by means of the formulae of the Budryk-Knothe theory for  $B = 0,32$  r

Duża jest natomiast wartość odchylenia standardowego  $m_g = 0,51$  km<sup>-1</sup> oraz błędu procentowego  $m_p = 27\%$ . Jest to przede wszystkim spowodowane dużym rozrzutem obliczonych z pomiarów krzywizn ze względu na małą głębokość eksploatacji.

Przesunięcia poziome i odkształcenia poziome obliczono przy dwóch wartościach współczynnika  $B$ . Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że przyjmowana powszechnie wartość  $B = 0,4$  r daje bardzo zawyżone maksymalne wartości zarówno przesunięć, jak i odkształceń poziomych i dlatego przeprowadzono również obliczenia dla  $B = 0,32$  r zgodnie ze wzorem podanym w pracy [3]. Przy  $B = 0,32$  r uzyskano mniejsze wartości odchyłek standardowych oraz błędów procentowych (tablica 4).

Z wykresów na rys. 4 i 5 wynika, że obliczone teoretyczne przesunięcia i odkształcenia poziome mają dużo mniejszy zasięg, niż to wynika z pomiarów. Świadczy to o tym, że nie jest w praktyce spełniony związek przyjęty przez Awierszyna [1], o proporcjonalności przesunięć poziomych do nachyleń.

#### 4. WNIOSKI

1. Przedstawiony program pozwala na znacznie szersze niż dotychczas wykonywano, porównywanie wyników pomiarów geodezyjnych z teoretycznie obliczonymi wskaźnikami deformacji.

2. Z przeprowadzonych dotychczas porównań wynika, że najlepszą zgodność z pomierzonych i obliczonych teoretycznie wskaźników deformacji wykazują osiadania i nachylenia, przy czym osiadania pomierzone nad calizną są systematycznie mniejsze i mają mniejszy zasięg.

3. Nie można dopasować niekiedy teoretycznej do uzyskanej z pomiarów bez stosowania obrzeża.

4. Duże rozbieżności pomiędzy pomierzonymi i obliczonymi teoretycznie wartościami wykazują przesunięcia i odkształcenia poziome.

5. Wartość współczynnika proporcjonalności  $B$  jest mniejsza, niż dotychczas przyjmowano ( $B = 0,4 r$ ) i jest zbliżona do wartości  $B = 0,32 r$ , co jest zgodne z wynikami badań podanymi w pracy [3].

6. Z wykresów przedstawionych na rysunku 4 wynika, że współczynnik proporcjonalności  $B$  nie jest stały, a więc nie jest w praktyce spełniony warunek podany przez Awierszyna, a przyjęty w teorii Budryka-Knothe'go o proporcjonalności przesunięć poziomych do nachyleń.

#### LITERATURA

- [1] Awierszyn S.G.: Śdwiżenije gornych porod pri podzjemnyh rozrabortkach. Ugljetiechizdat. 1947.
- [2] Greń K., Popiołek E., Ostrowski J.: Związki między prognozowanymi wskaźnikami deformacji według teorii Budryka-Knothe'go a wynikami wykonanych obserwacji. Ochrona Terenów Górniczych 72, 1985.
- [3] Popiołek E., Ostrowski J.: Zależność między nachyleniami a przemieszczeniami terenu w ostatecznie wykształconych nieckach obniżeniowych. Ochrona Terenów Górniczych 46, 1978.
- [4] Zych J.: Pionowe oddziaływanie wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu ze szczególnym uwzględnieniem nachyleń i krzywizn. Komisja Ochrony Terenów Górniczych PAN Oddz. w Katowicach. Konferencja Naukowa pt.: Pionowe oddziaływanie między budowlą i podłożem górniczym.

- [5] Zych J.: Opracowanie podstaw teoretycznych nieliniowego modelu górotworu w oparciu o wyniki pomiarów geodezyjnych. Prace IPK10P. Praca niepublikowana.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Karol GREŃ

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1987 r.

#### УПОТРЕБЛЕНИЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА "ZX СПЕКТРУМ" ДЛЯ СРАВНЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИ ВЫЧИСЛЕННЫХ И ИЗМЕРЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ

#### Резюме

В работе представлена программа для микрокомпьютера, написанная на языке Басик, которая позволяет вычислять показатели деформации в теоретической модели на основе геодезических наблюдений.

Для вычисления теоретических показателей деформации употребляются известные в Польше геометрическо-интегральные теории при заложенной прямоугольной эксплуатации.

По окончании вычислений, полученных из геодезических наблюдений и на основе теории показателей деформации, они сравниваются во всех точках наблюдений линии и рассчитывается отклонение и погрешность.

Таким образом, получаем картины точности прогноза отдельных показателей деформации в рамках одной теории.

Представлены примерные таблицы результатов, полученных с помощью описываемой программы для одной линии наблюдений.

Приводится анализ точности теоретических показателей деформации в рамках теории Будрыка-Кнотжего.

Для лучшего представления результатов вычислений в работе помещены графики отдельных теоретических и вычисленных на основе геодезических наблюдений показателей деформации. Описаны наблюдаемые систематические отклонения теории Будрыка-Кнотжего от геодезических наблюдений.

Программа позволяет проводить в основном теоретические расчёты. По мнению авторов, она обладает также ценными дидактическими достоинствами.

THE USE OF ZX SPECTRUM MICROCOMPUTER IN THE PROCESS OF COMPARISON  
OF DEFORMATION INDICATORS MEASURED AND CALCULATED IN A THEORETICAL WAY

S u m m a r y

In the paper there was presented a microcomputer program which enables to calculate the deformation indicators on the basis of the geodesic measurements and theoretical deformation indicators. The theoretical deformation indicators may be calculated by means of the formulas of geometric - integral theories assuming that the exploitation is of a rectangular shape. After having calculated the deformation indicators on the basis of the geodesic measurements and the microcomputer theoretical formulas a comparison of these indicators is made in every point of the observing line and calculated error values are printed.

In this way the image of the accuracy of the prognosis of particular indicators is acquired, providing that the described theory is applied.

Basic - ZX SPECTRUM was used in the program. The analysis of the accuracy of the prognosis of the deformation indicators was elaborated with Budryk-Knothe theory application.

On the diagrams there were presented particular deformation indicators (calculated both on the basis of the geodesic measurements and the theoretical ones).

Observed, regular departures of the Budryk-Knothe theory from the geodesic measurements were given in the paper.

The program under consideration allows making calculation for engineers, and (the program) is also of didactic significance.