

O dokładności wyznaczenia pola powierzchni przekroju poprzecznego profilometrem biegunowym

WACŁAW TRUTWIN

Instytut Mechaniki Górotworu PAN, ul. Reymonta 27; 30-059 Kraków

Streszczenie

Przedmiotem artykułu jest określenie wpływu metody biegunowej na dokładność pomiaru pola powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska i innych profili. Rezultatem pomiarów profilu (rys. 2) i przeprowadzonych rozważań i obliczeń jest wykres przedstawiony na rys. 10, na którym przedstawiono oszacowane błędy graniczne oraz błędy pomiaru w funkcji przyjętego kroku $\Delta\alpha$ czyli liczby pomiarów dyskretnych N . Osiągnięte wyniki są interesujące ze względu na metodykę dyskretnych pomiarów w zastosowaniu do pomiarów pola powierzchni przekrojów poprzecznych z góry zadaną dokładnością.

Słowa kluczowe: profilometria wyrobisk, wentylacja kopalń, pomiar strumienia objętości powietrza w wyrobiskach

Pole powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska, w przypadku zastosowania metody biegunowej pomiaru do określania funkcji $r = r(\alpha)$, wyznacza się za pomocą podwójnej całki:

$$A = \iint_A r dr d\alpha \quad (1)$$

Profilometry laserowe LPL i GPL-1 działają w oparciu o pomiary biegunowe ([1, 2], rys. 1). Pomiaru długości promienia wodzącego r_n dokonuje się przy dyskretnych wartościach współrzędnej kątowej α_n , dla $n = 1, 2, 3, \dots, N$, gdzie N oznacza liczbę pomiarów wykonanych w czasie na pełnego obrotu dalmierza laserowego. Całkę (1) a tym samym pole powierzchni przekroju poprzecznego można oszacować sumą aproksymacyjną w postaci:

$$A = \sum_{n=1}^N (A_n + \Delta A_n) \quad (2)$$

lub zapisaną następująco

$$A = A_N + \Delta A_N \quad (3)$$

przy czym:

- A_n – fragment pola wycinka przekroju określony na podstawie przyjętego schematu obliczeniowego (rys. 3) i zmierzonych wielkości $r_n, \Delta\alpha_n$.
- ΔA_n – jest polem wycinka przekroju, wielkością nieznaną, która określona jest przez różnicę między polem wyznaczonym na podstawie pomiarów i polem rzeczywistym wycinka przekroju;
- A_N – polem całkowitym powierzchni przekroju, określony na podstawie pomiarów,
- ΔA_N – polem powierzchni przekroju, które stanowi różnicę między polem określonym pomiarem a polem rzeczywistym powierzchni przekroju.

W każdym pomiarze profilu mogą się pojawiać zmienne wartości r_n oraz, co najmniej, jedna minimalna i maksymalna, i przyjmując, że profil (kontur) przekroju jest ciągły, bez szczególnych zaburzeń, nieznanne wielkości ΔA_n i ΔA_N spełniają następujące warunki:

$$\begin{aligned}\Delta A_{n \min} &\leq \Delta A_n \leq 0 \\ 0 &\leq \Delta A_n \leq \Delta A_{n \max} \\ |\Delta A_n| &\ll A_n\end{aligned}\quad (4)$$

oraz

$$|\Delta A_N| \ll A_N$$

Nieuwzględnianie ΔA_n , a w konsekwencji także ΔA_N , powoduje, że popełniany jest błąd pomiaru wynikający z zastosowanej metody.

Względny błąd pomiaru pola wycinka przekroju, który zależy od wielkości przyjętego kroku $\Delta \alpha_n$, można zdefiniować następująco:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta A_n}{A_n^*} = \frac{A_n - A_n^*}{A_n^*}\quad (5)$$

gdzie

- ΔA_n – to błąd pomiaru pola wycinka przekroju,
- A_n – pole wycinka wyznaczone pomiarem,
- A_n^* – pole rzeczywiste wycinka.

Względny błąd pomiaru całego pola przekroju, które zależy od wielkości przyjętego kroku $\Delta \alpha_n$ a tym samym od liczby N pomiarów dyskretnych, zdefiniowany jest następująco:

$$\varepsilon_N = \frac{\Delta A_N}{A} = \frac{A_N - A}{A}\quad (6)$$

gdzie

- ΔA_N – to błąd pomiaru pola przekroju,
- A_N – pole wyznaczone pomiarem,
- A – pole rzeczywiste.

Do wyliczania pola powierzchni przekroju poprzecznego można zastosować następujące sumy aproksymacyjne:

- gdy pole oblicza się jako sumę pól wycinków okręgów o promieniach równych średnim wartościom promieni r_n i r_{n+1} :

$$A_N = \frac{1}{8} \sum_{n=1}^N \Delta \alpha_n (r_n + r_{n+1})^2\quad (7)$$

- gdy pole oblicza się jako sumę średnich wartości pól wycinków okręgów o promieniach r_n i r_{n+1} :

$$A_N = \frac{1}{4} \sum_{n=1}^N \Delta \alpha_n (r_n^2 + r_{n+1}^2)\quad (8)$$

- gdy pole oblicza się jako sumę pól trójkątów o bokach r_n i r_{n+1} i kącie wierzchołkowym $\Delta \alpha_n$:

$$A_N = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N r_n r_{n+1} \sin \Delta \alpha_n\quad (9)$$

W sumach tych mamy:

$$\begin{aligned}\Delta\alpha_n &= \alpha_{n+1} - \alpha_n; \\ r_{N+1} &= r_1; \\ \alpha_1 &= 0; \\ \alpha_{N+1} &= 2\pi; \quad \text{dla } n = 1, 2, \dots, N\end{aligned}$$

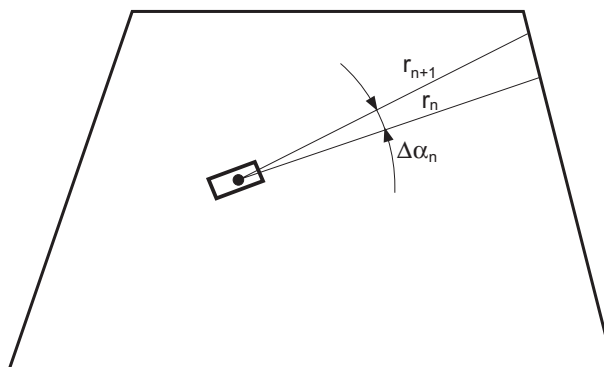
Przy założeniu stałej wartości przyrostu kąta obrotu $\Delta\alpha$ dalmierza laserowego, zależności (7), (8) i (9) upraszczają się do postaci:

$$A_N = \frac{\Delta\alpha}{4} \sum_{n=1}^N r_n (r_n + r_{n+1}) \quad (10)$$

$$A_N = \frac{\Delta\alpha}{2} \sum_{n=1}^N r_n^2 \quad (11)$$

$$A_N = \frac{\sin\Delta\alpha}{2} \sum_{n=1}^N r_n r_{n+1} \quad (12)$$

Powyższe zależności określające pole powierzchni A przekroju poprzecznego z dokładnością do ΔA są słuszne, jeżeli mierzony profil daje się opisać jednoznaczną funkcją $r = r(\alpha)$ (rys. 1).

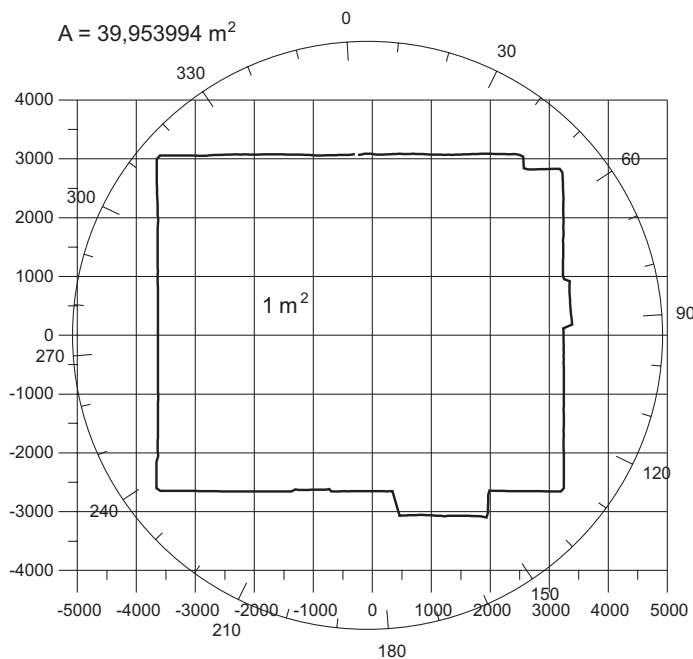


Rys. 1. Wyznaczanie profilu przekroju wyrobiska i jego pola powierzchni przy pomiarze długości promienia wodzącego r_n dla dyskretnych wartości kąta α_n

Dokładność wyznaczenia profilu oraz pola powierzchni przekroju poprzecznego A zależy od wielkości kroku $\Delta\alpha_n$, czyli od liczby N pomiarów.

Dla udowodnienia tej tezy zajmiemy się zależnością wyznaczania wielkości pola przekroju poprzecznego od stałego kroku $\Delta\alpha$, który dany jest wzorem $\Delta\alpha = 2\pi/N$. We wzorze tym N jest liczbą całkowitą, która oznacza liczbę pomiarów dyskretnych wykonanych w czasie pełnego obrotu dalmierza przy pomiarze profilu przekroju. Pomiary pola powierzchni oraz analiza błędów pomiarowych ograniczono do jednego wybranego przekroju poprzecznego (rys. 2). Pomiary przeprowadzone zostały profilometrem laserowym GPL-1 dla $N = 360$, czyli stałego kroku $\Delta\alpha = 1^\circ$. Analizę dokonano opierając się na pomiarach przyjmując $N = 3, 4, 5, 8, 12, 18, 30, 60, 120, 180$; (co odpowiada krokowi $\Delta\alpha = 120^\circ, 90^\circ, 72^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 20^\circ, 12^\circ, 6^\circ, 3^\circ, 2^\circ$).

Dane pomiarowe zamieszczono w tablicy 1, gdzie w kolumnie 1 jest współrzędna kątowa α_n w $[\circ]$, kolumnie 2 wynik pomiaru promienia wodzącego r_n w mm.



Rys. 2. Profil (kontur) i powierzchnia przekroju poprzecznego wyznaczona metodą biegunową przy pomocy GPL-1 dla $\Delta\alpha = 1^\circ$, która została przyjęta w analizie jako przekrój odniesienia o polu A

Tab. 1. Dane pomiarowe

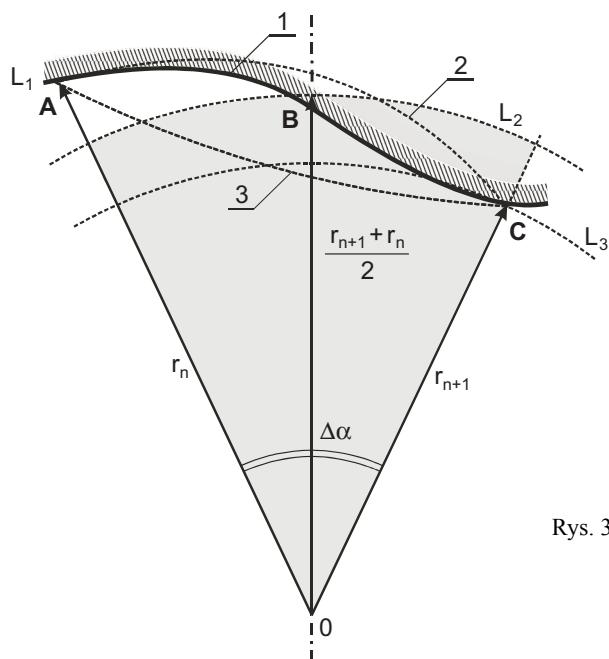
$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$	$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$	$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$	$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$	$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$	$a_n, [^\circ]$	$r_n, [\text{mm}]$
1	3074	61	3956	121	3731	181	2656	241	4270	301	3994
2	3078	62	3914	122	3764	182	2653	242	4223	302	4025
3	3090	63	3875	123	3800	183	2652	243	4179	303	4058
4	3090	64	3834	124	3838	184	2651	244	4100	304	4107
5	3086	65	3795	125	3878	185	2652	245	4066	305	4155
6	3081	66	3762	126	3921	186	2653	246	4028	306	4199
7	3079	67	3726	127	3964	187	2656	247	3992	307	4250
8	3081	68	3685	128	4012	188	2658	248	3956	308	4304
9	3086	69	3662	129	4062	189	2663	249	3921	309	4360
10	3095	70	3632	130	4114	190	2668	250	3890	310	4416
11	3101	71	3603	131	4169	191	2674	251	3861	311	4473
12	3111	72	3575	132	4226	192	2680	252	3833	312	4537
13	3119	73	3548	133	4220	193	2687	253	3806	313	4600
14	3132	74	3524	134	4131	194	2695	254	3781	314	4667
15	3141	75	3503	135	4046	195	2704	255	3758	315	4664
16	3153	76	3481	136	3964	196	2714	256	3735	316	4571
17	3165	77	3460	137	3888	197	2725	257	3713	317	4484
18	3179	78	3465	138	3818	198	2694	258	3694	318	4400
19	3192	79	3551	139	3751	199	2717	259	3677	319	4327
20	3206	80	3527	140	3686	200	2731	260	3660	320	4253
21	3221	81	3511	141	3623	201	2745	261	3645	321	4178
22	3236	82	3501	142	3565	202	2761	262	3631	322	4111
23	3253	83	3492	143	3510	203	2778	263	3618	323	4056
24	3273	84	3484	144	3456	204	2795	264	3606	324	4002
25	3293	85	3477	145	3405	205	2815	265	3596	325	3949
26	3315	86	3473	146	3349	206	2834	266	3587	326	3899
27	3336	87	3470	147	3401	207	2856	267	3579	327	3850
28	3364	88	3468	148	3478	208	2877	268	3572	328	3804
29	3389	89	3468	149	3560	209	2890	269	3566	329	3755
30	3418	90	3468	150	3645	210	2956	270	3560	330	3711
31	3448	91	3472	151	3698	211	2983	271	3557	331	3667
32	3485	92	3318	152	3633	212	3010	272	3555	332	3627
33	3521	93	3322	153	3589	213	3041	273	3554	333	3588
34	3558	94	3322	154	3549	214	3070	274	3552	334	3553
35	3597	95	3323	155	3512	215	3101	275	3553	335	3518

36	3637	96	3324	156	3478	216	3135	276	3555	336	3486
37	3678	97	3329	157	3447	217	3172	277	3558	337	3453
38	3721	98	3332	158	3418	218	3207	278	3561	338	3424
39	3763	99	3338	159	3390	219	3246	279	3567	339	3395
40	3808	100	3342	160	3363	220	3287	280	3573	340	3367
41	3857	101	3350	161	3344	221	3329	281	3580	341	3341
42	3908	102	3356	162	3309	222	3374	282	3589	342	3316
43	3963	103	3366	163	3286	223	3421	283	3599	343	3294
44	4007	104	3376	164	3259	224	3471	284	3609	344	3269
45	4023	105	3387	165	3236	225	3520	285	3622	345	3248
46	3951	106	3399	166	3215	226	3574	286	3634	346	3226
47	3884	107	3412	167	3197	227	3630	287	3648	347	3201
48	3921	108	3427	168	3180	228	3689	288	3665	348	3181
49	3991	109	3442	169	3166	229	3752	289	3682	349	3165
50	4066	110	3459	170	3152	230	3817	290	3700	350	3153
51	4142	111	3477	171	3141	231	3887	291	3718	351	3141
52	4226	112	3497	172	3131	232	3959	292	3739	352	3132
53	4312	113	3518	173	3123	233	4037	293	3762	353	3120
54	4308	114	3539	174	3116	234	4119	294	3786	354	3112
55	4254	115	3557	175	2687	235	4206	295	3810	355	3104
56	4205	116	3587	176	2680	236	4300	296	3836	356	3098
57	4147	117	3612	177	2674	237	4399	297	3865	357	3092
58	4098	118	3640	178	2668	238	4424	298	3894	358	3087
59	4053	119	3668	179	2663	239	4370	299	3924	359	3087
60	4003	120	3698	180	2659	240	4318	300	3958	360	3088

Mając z tab. 1 szeregi wielkości wyznaczonych pomiarem przy pomocy profilometru laserowego GPL-1 $\alpha_1, \dots, \alpha_n, \alpha_{n+1}, \dots, \alpha_N$; $r_1, \dots, r_n, \dots, r_N$, pole powierzchni przekroju A_n możemy oszacować na podstawie jednej z kilku sum aproksymacyjnych (7), (8), (9) dla dowolnego kroku $\Delta\alpha_n$, lub przy użyciu sum aproksymacyjnych (10), (11), (12) dla stałego kroku $\Delta\alpha$.

Dalsze rozważania będą prowadzone przy założeniu stałego kroku $\Delta\alpha$ oraz w oparciu o wzór (7). Zatem pole wycinka przekroju A_n , przy przyjęciu miary kątowej, określone jest przez następującą zależność:

$$A_n = \pi \frac{\Delta\alpha}{360} \left(\frac{r_n + r_{n+1}}{2} \right)^2 \tag{13}$$



Wzór określa pole wycinka przekroju poprzecznego, którego miarą jest powierzchnia szara (rys. 3), zawarta między łukiem L_2 oraz promieniami wodzącymi r_n i r_{n+1} . Nieznana wielkość szacowanego pola ΔA_n (2) jest wynikiem różnicy pól zawartych między segmentami A-B oraz B-C profilu (konturu) a segmentem łuku L_2 oraz promieniami wodzącymi.

Rys. 3. Schemat wycinka przekroju wyrobiska
gdzie: 1, 2, 3 – możliwe segmenty profilu (konturu) wyrobiska,
 r_n, r_{n+1} – promienie wodzące,
0 – biegun,
 $\Delta\alpha$ – kąt rozwarcia (krok) kolejnych pomiarów

Zatem pole przekroju poprzecznego A_N wyraża się zgodnie z (13) następującym wzorem:

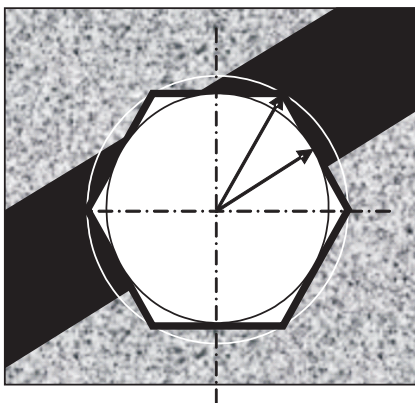
$$A_N = \pi \frac{\Delta\alpha}{360} \sum_{n=1}^N \left(\frac{r_n + r_{n+1}}{2} \right)^2 \quad (14)$$

Wyniki obliczeń pól powierzchni przekroju, dla przyjętych wyżej kroków $\Delta\alpha$, czy liczby pomiarów N , zamieszczono w tabelicy 2.

Tab. 2. Błędy pomiarów pola przekroju poprzecznego

Lp.	$\Delta\alpha$	N	A_N , [m ²]	ε	ε %	ε_d , %	ε_g , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	360	39,951604	0	0	-0,00254	0,005077
2	2	180	39,954400	0,000069972	0,006997289	-0,01015	0,020311
3	3	120	39,938287	-0,000333340	-0,033333981	-0,02285	0,045707
4	6	60	39,927118	-0,000612901	-0,061290105	-0,09140	0,183005
5	12	30	39,772298	-0,004488083	-0,448808263	-0,36581	0,734841
6	20	18	39,394264	-0,013950376	-1,395037606	-1,01746	2,060027
7	30	12	39,714529	-0,005934045	-0,593404460	-2,29514	4,719755
8	45	8	37,030706	-0,073110899	-7,311089938	-5,19406	11,07207
9	72	5	35,825603	-0,103274971	-10,32749706	-13,5194	32,13064
10	90	4	31,999876	-0,199034012	-19,90340123	-21,4602	57,07963
11	120	3	43,002739	0,076370766	7,637076624	-39,5400	141,8399
12	120	3	41070539	0,027935333	2,793533338	-39,5400	141,8399

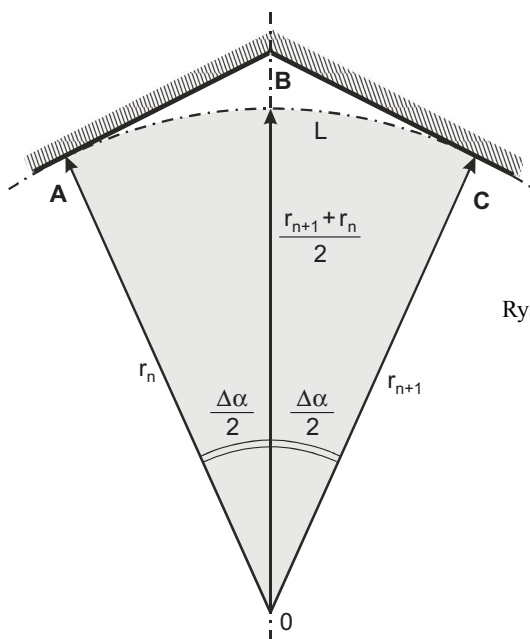
Graniczne wartości błędów pomiaru pola przekroju otrzymamy gdy regularny profil (kontur) opisujemy oraz wpisujemy w okrąg jak np. pokazano to na rys. 4. W każdym razie w takim profilu mogą się zdarzyć sytuacje przy odpowiednim kroku $\Delta\alpha$ i kierunku początkowym α_1 będziemy mieli układ promieni wodzących jak na rys. 5 lub rys. 6.



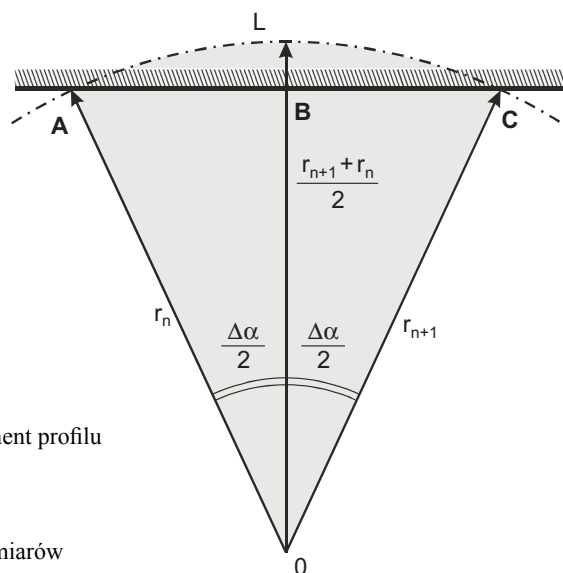
Rys. 4. Wzrostko o przekroju regularnego wieloboku

Dla schematów jak na rys. 5, 6 błędy pomiarowe są równe polu między odcinkami profilu A-B-C a łukami L, czyli

$$\begin{aligned} \Delta A_{n \min} &= \pi r_m^2 \frac{\Delta\alpha}{360} - r_m^2 \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2} \\ \Delta A_{n \max} &= \pi r_m^2 \frac{\Delta\alpha}{360} - \frac{1}{2} r_m^2 \sin \Delta\alpha \end{aligned} \quad (15)$$



Rys. 5. Schemat wycinka przekroju wyrobiska
gdzie: odcinek prostej łamanej A, B, C – możliwy segment
profilu (konturu) wyrobiska,
 r_n, r_{n+1} – promienie wodzące,
0 – biegun,
 $\Delta\alpha$ – kąt rozwarcia (krok) kolejnych pomiarów



Rys. 6. Schemat wycinka przekroju wyrobiska
gdzie: odcinek prostej A, B, C – możliwy segment profilu
(konturu) wyrobiska,
 r_n, r_{n+1} – promienie wodzące,
0 – biegun,
 $\Delta\alpha$ – kąt rozwarcia (krok) kolejnych pomiarów

w powyższych wzorach

$$r_m = r_{n+1} = r_n \quad (16)$$

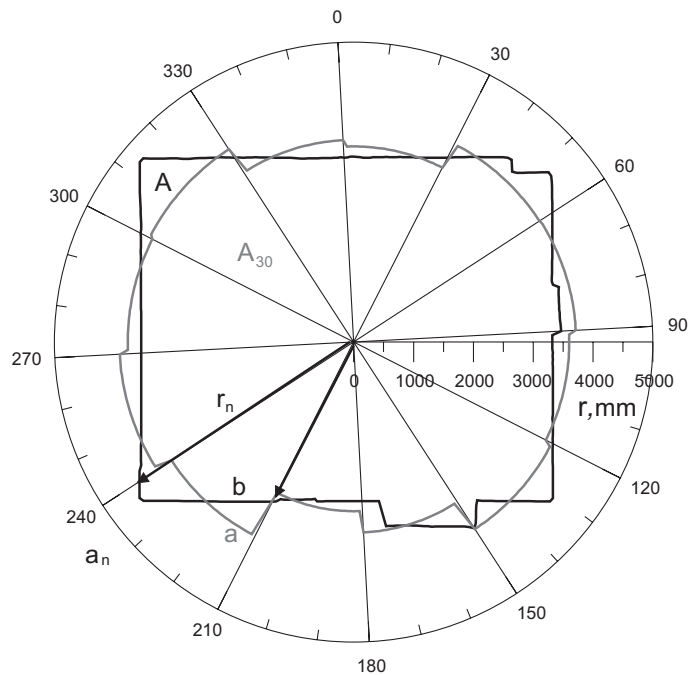
Błędy względne graniczne górne i dolne wyrażają się zatem następująco:

$$\begin{aligned} \varepsilon_d(N) &= \frac{\Delta\alpha}{360} \frac{\pi}{\operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}} - 1 \\ \varepsilon_g(N) &= \frac{\Delta\alpha}{360} \frac{2\pi}{\sin \Delta\alpha} - 1 \end{aligned} \quad (17)$$

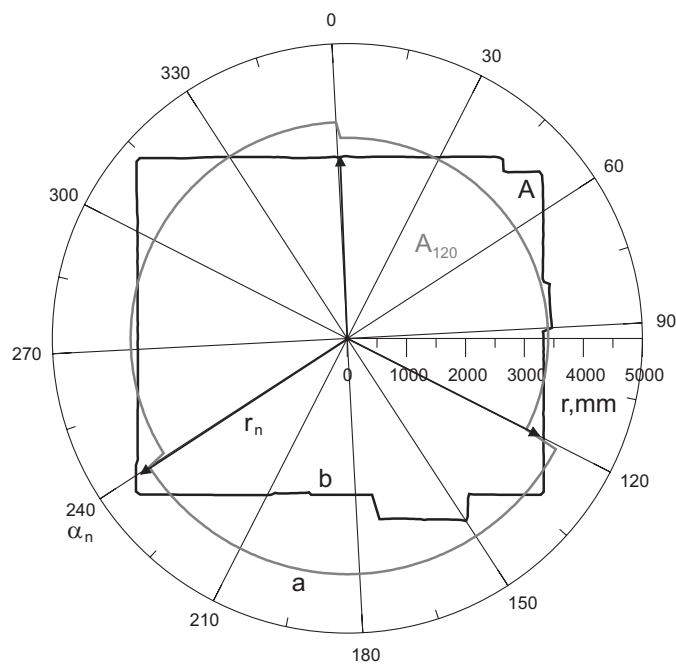
Tablica 2 zawiera wyniki obliczeń dotyczących błędów zależnych od dyskretnych pomiarów wyznaczonych przez krok $\Delta\alpha$. Zgodnie z wcześniejszym założeniem błąd metody wyznaczono przez porównanie kolejnych pomiarów pól przekrojów do wyniku otrzymanego dla $\Delta\alpha = 1^\circ$. W kolumnach od 2 do 8 miary wielkości zmierzonych i obliczonych mają następujące oznaczenia:

- $\Delta\alpha$ – kąt wycinka wyznaczonego kolejnymi pomiarami
- N – liczba pomiarów na pełny obrót promienia wodzącego
- A_N – pole powierzchni przekroju poprzecznego z pomiaru
- ε – błąd pomiaru względem pola powierzchni odniesienia
- $\varepsilon_g, \varepsilon_d$ – górny i dolny kres błędu wg teorii.

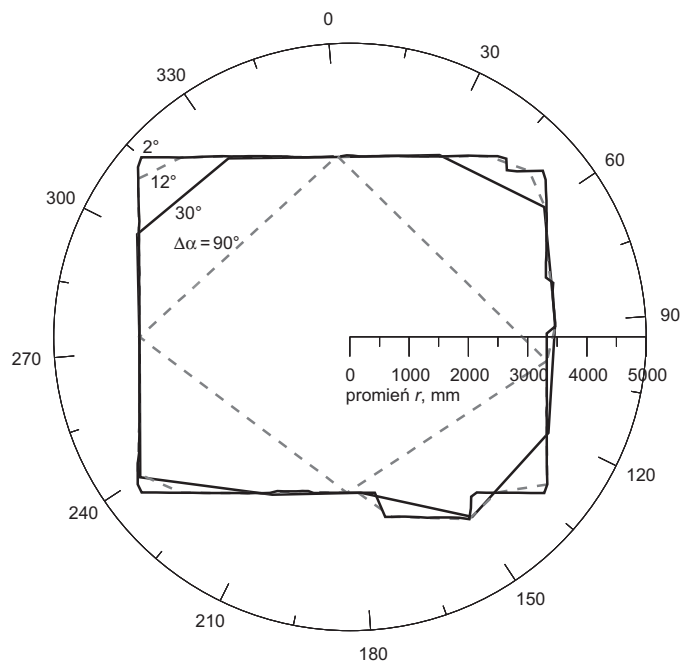
Na rysunku 2 pokazano profil i pole powierzchni, które przyjęto jako obciążone błędem pomiarowym pomijalnym przy pomiarach kopalnianych. Następne rys. 7 i rys. 8 odnoszą się do pomiarów z krokiem $\Delta\alpha = 30^\circ, 120^\circ$.



Rys. 7. Pole powierzchni przekroju poprzecznego A_{20} (powierzchnia kreskowana) wyznaczona metodą biegunową przy pomocy GPL-1 dla $\Delta\alpha = 30^\circ$,
gdzie: r – promień wodzący dla $N = 12$ pomiarów dyskretnych; a – profil (kontur) pola A_{20} wyznaczonego pomiarem; b – profil (kontur) pola powierzchni A

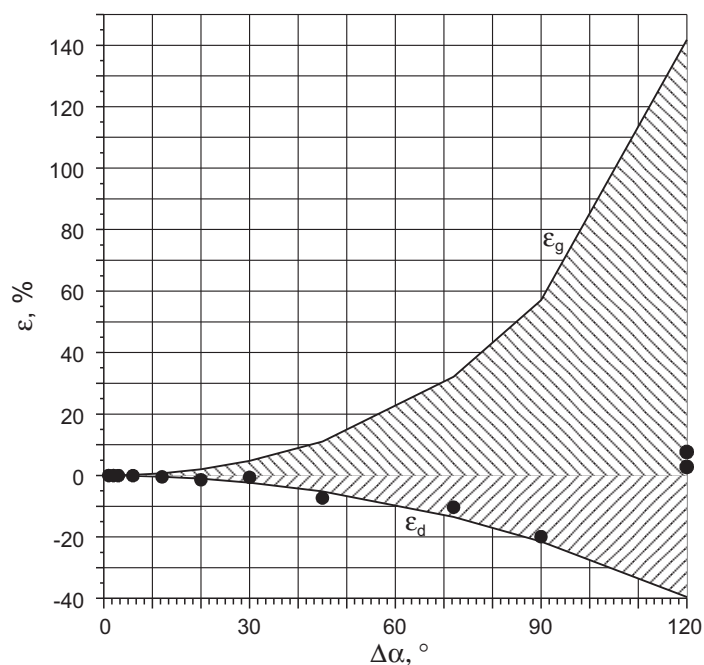


Rys. 8. Pole powierzchni przekroju poprzecznego A_{120} (powierzchnia kreskowana) wyznaczona metodą biegunową przy pomocy GPL-1 dla $\Delta\alpha = 120^\circ$,
gdzie: r – promień wodzący dla $N = 3$ pomiarów dyskretnych; a – profil (kontur) pola A_{120} wyznaczonego pomiarem; b – profil (kontur) pola powierzchni A



Rys. 9. Profile (kontury) przekroju poprzecznego wynikające z pomiarów dla $N = 180, 30, 12$ i 4 czyli $\Delta\alpha = 2^\circ, 12^\circ, 30^\circ$ i 90°

Rezultatem przeprowadzonej analizy błędów pomiarowych wynikających przyjętej metody jest wykres pokazany na rys. 10. Zawiera stwierdzone w wyniku pomiaru błędy oraz oszacowane granice tych błędów w zależności od kroku pomiaru kąta.



Rys. 10. Wykres błędów (odstępstwa) wyznaczenia pola powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska o profilu (konturze) jak na rys. 2, gdy wykonuje się w sposób arbitralny dyskretne pomiary promieni rodzących przy pomocy GPL-1 w liczbie N od 3 do 180 dla stałego kroku $\Delta\alpha$ od 2° do 120° na jeden cykl pomiarowy

Podsumowanie

Przeprowadzone obliczenia pól na podstawie pomiarów profilów (konturów) przekrojów poprzecznych pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Błąd względny pomiaru pola przekroju zależy od dyskretnej metody biegunowej w szczególności od wielkości kroku pomiaru kąta.
2. Błędy pomiaru mieszczą się w oszacowanych granicach (rys. 10).
3. Wyznaczenie pola w granicach $\pm 10\%$ dokładności wymaga co najmniej 10 pomiarów dyskretnych ze stałym krokiem.
4. Zbadania wymaga przypadek dla $N = 3$ dla którego dwa przeprowadzone pomiary wykazują błąd $\varepsilon < \pm 10\%$
5. Odtworzenie dokładne profilu (konturu) przekroju jest możliwe jedynie dla dużej liczby pomiarów.
6. Dla kroku $\Delta\alpha = 1^\circ$ długość odcinka łuku wyznaczonego położeniami końców promieni wodzących na profilu i dla $r = 3000$ mm wynosi 52 mm, jest to rozdzielczość odnośnie szczegółów topograficznych (rzeźby) profilu.

Praca finansowana przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji w ramach Projektu Badawczego 5T12A 035 24, realizowanego w Instytucie Mechaniki Górniczej PAN w Krakowie

Literatura

- Trutwin, W., *Zastosowanie profilometrii do określania pola przekroju poprzecznego wyrobisk kopalnianych*. Prace Instytutu Mechaniki Górniczej PAN, (2004), t. 6, z. 3-4, s. 249-256.
- Krach, A., Trutwin, W., *Zasada działania profilometru laserowego służącego do pomiaru pola przekroju poprzecznego wyrobisk kopalnianych*. Prace Instytutu Mechaniki Górniczej PAN, (2004), t. 6, z. 3-4, s. 257-262.
- Krach, A., Trutwin, A., *Górnictwo profilometr laserowy GPL-1*. Prace Instytutu Mechaniki Górniczej PAN, (2005) t. 6, z. 3-4, (artykuł przyjęty do druku).
- Roszczyński W., Trutwin W., Waclawik J., (1992), *Kopalniane pomiary wentylacyjne*, Wyd. Śląsk, Katowice

On Accuracy of Measurement of Cross-sectional Areas in Mine Workings by Using Polar Profile Scanners

Abstract

The subject of the paper is the accuracy of determination of cross-sectional areas of mine workings, ventilation branches in view of use of discrete polar methods of contour profiles measurement by laser distance meters.

Keywords: Mine ventilation, measurement of air quantity, measurement of cross-sectional areas of mine workings and tunnels, accuracy of measurement

Recenzent: Prof. dr hab. inż. *Stanisław Wasilewski*, EMAG