16

ADEKWATNOŚĆ TEORETYCZNYCH PRZEBIEGÓW NACHYLEŃ W ODNIESIENIU DO ICH PRZECIĘTNYCH PRZEBIEGÓW WYZNACZONYCH Z POMIARÓW GEODEZYJNYCH PROWADZONYCH NA LINII OBSERWACYJNEJ

16.1 WSTĘP

Obecnie powszechnie stosowanymi teoriami wpływów podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu są teoria S. Knothego [3] oraz jej rozszerzenie zaproponowane przez J. Białka. Wzór na obniżenie J. Białka pozwala na uwzględnienie w prognozie obrzeża eksploatacyjnego oraz tzw. dalekich wpływów [1].

Oceny teorii stosowanych do opisu procesu deformacji powierzchni terenu zachodzącego pod wpływem głębinowej eksploatacji górniczej (zastosowanych modeli matematycznych) powinno się dokonywać w odniesieniu do przeciętnych wartości wskaźników deformacji terenu górniczego otrzymanych na podstawie wyników obserwacji geodezyjnych [8]. Metodę tę można uznać za rzetelną, gdyż pozwala ona na porównywanie wartości modelowych z empirycznymi, w których udział czynnika losowego jest znacznie ograniczony lub całkowicie wyeliminowany (w zależności od zastosowanego rodzaju aproksymacji i funkcji aproksymującej) [4, 9].

W niniejszym artykule zaprezentowano porównanie teoretycznych wartości nachyleń terenu górniczego obliczonych przy pomocy teorii S. Knothego i wzorów J. Białka z przeciętnymi wartościami nachyleń, wyznaczonymi z pomiarów geodezyjnych prowadzonych na punktach pewnej linii obserwacyjnej. Średnie wartości tychże nachyleń obliczono z przeciętnych wartości pomierzonych obniżeń, które uzyskano w wyniku aproksymacji splajnem wygładzonym.

16.2 DANE EMPIRYCZNE

Wyniki pomiarów geodezyjnych wykonywanych na 53 punktach linii obserwacyjnej nr 1 pochodzą z lat 1994-1996, kiedy to kopalnia węgla kamiennego „Budryk" prowadziła eksploatację pokładu 338/2 czterema wyrobiskami ścianowymi

oznaczonymi jako 001, 002, 005 oraz 007. Pokład zalegał na głębokości wahającej się od 510 m na północy (ściana 001) do 700 m na południu (ściana 007), a średni kąt upadu wynosił około 7°. Eksploatację prowadzono na wysokość 2 m systemem podłużnym z zawałem skał stropowych. Średnia długość ścian oscylowała w granicach 250 m, a ich wybiegi od 750 m (ściana 001) do 1080 m (ściana 007).

Grubość nadkładu wynosiła 60 m i tworzyły go głównie utwory czwartorzędowe (50 m) oraz triasowe (10 m) [5]. W rejonie oddziaływania wpływów rozpatrywanej eksploatacji nie stwierdzono występowania znacznych dyslokacji tektonicznych mogących istotnie wpływać na przebieg deformacji powierzchni terenu.

Najważniejsze informacje dotyczące warunków geologiczno-górniczych przeprowadzonej eksploatacji przedstawiono w tabeli 16.1.

Tabela 16.1 Warunki geologiczno-górnicze przeprowadzonej eksploatacji

Cecha eksploatacji	Wartość
Pokład	$338/_2$
Czas [lata]	1994 ÷ 1996
Numery ścian	001, 002, 005 i 007
Przedział głębokości [m]	510 ÷ 700
Wysokość prowadzenia ścian [m]	2,0
Upad [°]	7
Kierunek upadu	S
Średnia długość ścian [m]	250
Średni wybieg ścian [m]	915
Grubość nadkładu [m]	60
Zaburzenia tektoniczne	brak

Źródło: opracowanie własne

Punkty pomiarowe linii obserwacyjnej nr 1 odległe średnio o 37 m tworzyły na odcinkach 101-107 oraz 110-135 w przybliżeniu prostą usytuowaną prostopadle do wybiegów wyrobisk ścianowych. W okresie 2 lat zrealizowano 21 cykli jednoczesnych pomiarów wysokościowych oraz odległościowych. Ze wszystkich cykli obserwacyjnych wydzielono cztery (cykle 3., 7., 14. i 17.), które przedstawiały wpływy pochodzące z eksploatacji kolejnych ścian.

Pomiar wysokości punktów odbywał się niwelatorem precyzyjnym przy zastosowaniu niwelacji geometrycznej ze środka z podwójnym celowaniem. Z kolei pomiar odległości pomiędzy poszczególnymi punktami wykonywany był dalmierzem elektronicznym.

Podstawowe informacje dotyczące charakterystyki linii obserwacyjnej oraz przeprowadzonych pomiarów przedstawiono w tabeli 16.2.

Tabela 16.2 Charakterystyka linii pomiarowej oraz dokonanych na niej pomiarów geodezyjnych

Cecha	Wartość
Linia pomiarowa	1
Liczba punktów pomiarowych	53
Odległości pomiędzy punktami [m]	24 ÷ 50
Liczba cykli pomiarowych	21
Częstotliwość pomiarów [miesiące]	1 ÷ 4
Wybrane cykle	3., 7., 14., 17.

Źródło: opracowanie własne

16.2.1 PRZECIĘTNE WARTOŚCI NACHYLEŃ OBLICZONYCH Z WYNIKÓW POMIARÓW GEODEZYJNYCH

Przeciętne wartości nachyleń wyznaczonych dla poszczególnych odcinków linii obserwacyjnej po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji uzyskano w wyniku podzielenia różnic przeciętnych wartości obniżeń zmierzonych w sąsiednich punktach przez odległości pomiędzy tymi punktami [7]:

$$T^{k}_{i-1,iprzec}=\frac{W^{k}_{iprzec}-W^{k}_{i-1\,przec}}{L^{k}_{i-1,i}}, \tag{16.1}$$

gdzie:

T_{przec} – przeciętna wartość nachylenia obliczonego z wyników pomiarów geodezyjnych [mm/m],

W_{przec} – przeciętna wartość pomierzonego obniżenia [mm],

L – zmierzona długość odcinka pomiarowego [m],

k – cykl pomiarowy,

i – punkt pomiarowy.

Z kolei przeciętne wartości obniżeń pomierzonych dla poszczególnych punktów linii obserwacyjnej otrzymano na drodze aproksymacji ich średniego przebiegu przy zastosowaniu wygładzonych funkcji sklejanych.

Aproksymację przeciętnego przebiegu obniżeń terenu górniczego pomierzonych po zakończeniu eksploatacji w kolejnych ścianach wykonano przy pomocy programu komputerowego *R – project*, używając do tego celu funkcji *smooth.spline*. Funkcja ta oblicza wartość parametru wygładzenia *spar* metodą najmniejszych kwadratów *(LSM)*, czyli minimalizacji sumy kwadratów reszt (różnic pomiędzy wartościami funkcji aproksymowanej, przedstawiającej przebieg pomierzonych obniżeń terenu górniczego a aproksymującej, reprezentującej już uśredniony przebieg obniżeń pomierzonych) [6].

16.3 TEORETYCZNE PRZEBIEGI NACHYLEŃ

Teoretyczne wartości nachyleń terenu górniczego obliczono wzorami geometryczno-całkowej teorii prognozowania deformacji ciągłych S. Knothego oraz wzorami J. Białka, wykorzystując do tego celu program komputerowy *EDBJ1* [2].

Modelowe przebiegi nachyleń wyznaczono po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji.

Programem *TGB1* wyznaczono wcześniej wartości parametrów dla wzoru na obniżenie J. Białka. Program ten oblicza wartości parametrów: *a*, *tgβ* oraz A_{obr} na podstawie wprowadzonych danych o geometrii pól wybierania (kształt parcel dowolny) oraz położeniu punktów obserwacyjnych i wartości obniżeń pomierzonych w tych punktach. Jako kryterium przyjmuje minimum wariancji resztkowej określonej wzorem [5]:

$$\sum_{i=1}^{n}\left[aW_{iteor}(tg\beta, A_{obr}) - W_{ipom}\right]^2, \tag{16.2}$$

gdzie:

n – ilość punktów pomiarowych,

W_{iteor} – teoretyczna wartość obniżenia w *i*-tym punkcie obliczona wzorem J. Białka [mm], W_{ipom} – pomierzona wartość obniżenia w *i*-tym punkcie [mm],

a – współczynnik eksploatacji,

tgβ – tangens kąta zasięgu wpływów głównych *β*,

A_{obr} – parametr obrzeża eksploatacyjnego.

Tak wyznaczone wartości ww. parametrów, współczynników korelacji *R* pomiędzy pomierzonymi i teoretycznymi profilami niecek obniżeniowych oraz odchyleń standardowych obniżeń σ_W zestawiono w tabeli 16.3.

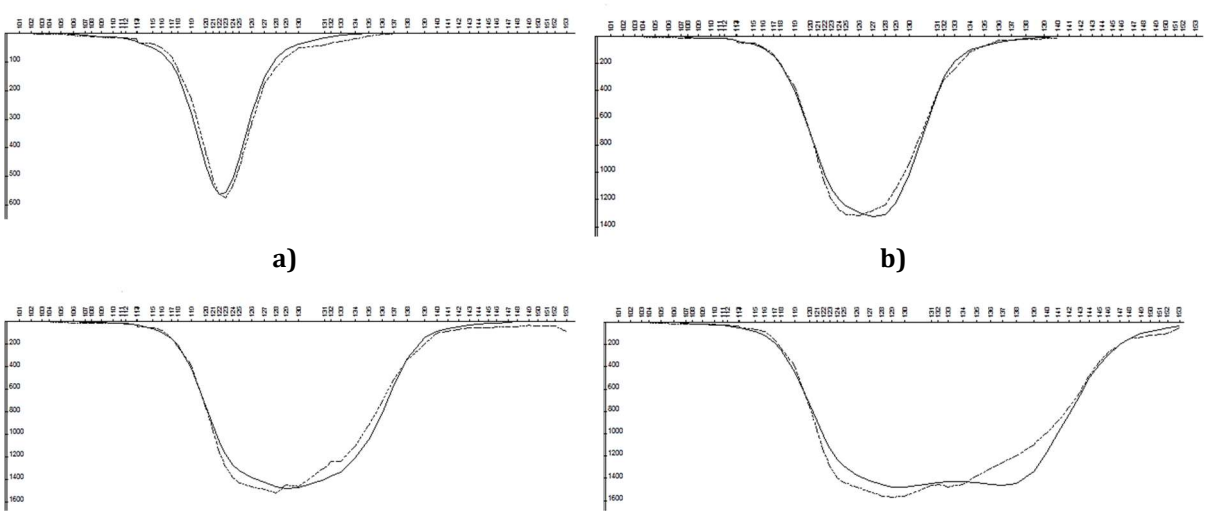
Tabela 16.3 Wartości parametrów *a*, *tgβ* oraz *Aobr* wzoru na obniżenie J. Białka po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji

Zakres eksploatacji	a	tgβ	A_{obr}	R	σ_W [mm]
Po ścianie 001	0,625	2,567	0,167	0,9946	18,9
Po ścianach 001 i 002	0,759	2,833	0,183	0,9974	35,3
Po ścianach 001, 002 i 005	0,795	2,833	0,183	0,9950	55,9
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	0,801	2,467	0,167	0,9899	85,9

Źródło: opracowanie własne

Z powyższej tabeli wynika, że wartość współczynnika osiadania skał stropowych *a* wzrasta wraz z rozwojem eksploatacji w czasie (od ok. 0,63 po zakończeniu eksploatacji w jednej ścianie do ponad 0,8 po zakończeniu prowadzenia wydobycia w czterech ścianach). Można zauważyć, że wartość tego współczynnika stabilizuje się na podobnym poziomie wynoszącym ok. 0,8 po zakończeniu eksploatacji w trzech ścianach. Od tego momentu można zatem przyjąć, że ukształtowana niecka jest pełną.

Z kolei na rysunku 16.1 przedstawiono pomierzone (linia przerywana) i modelowane wzorami J. Białka (linia ciągła) wartości obniżeń punktów pomiarowych po zakończeniu poszczególnych etapów eksploatacji: a) po jednej ścianie, b) po dwóch ścianach, c) po trzech ścianach oraz d) po czterech ścianach.



a) **b)**

c) **d)**

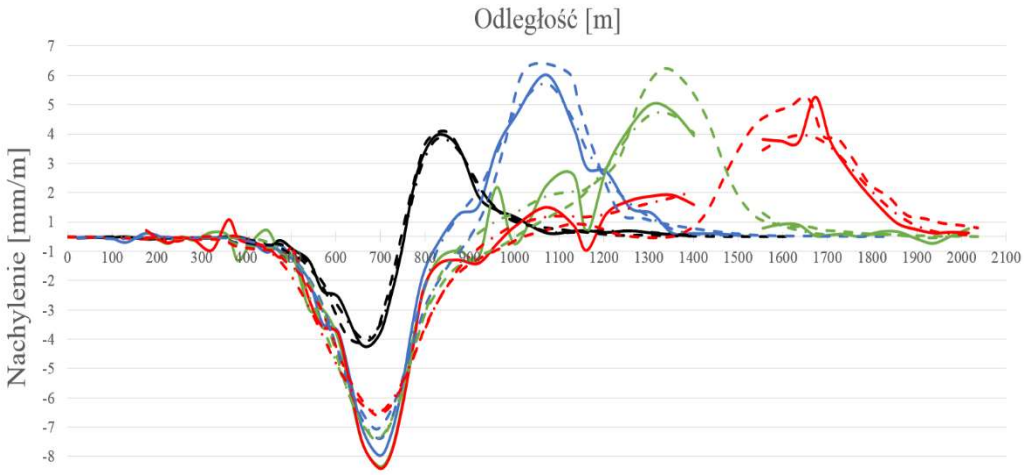
Rys. 16.1 Pomierzone i modelowane wzorami J. Białka wartości obniżeń punktów pomiarowych po zakończeniu poszczególnych etapów eksploatacji

Źródło: opracowanie własne

Przy modelowaniu teoretycznych przebiegów nachyleń terenu górniczego wzorami teorii S. Knothego przyjęto takie same wartości parametrów *a* i *tgβ* jak dla modelu J. Białka (parametr A_{obr} nie występuje we wzorze S. Knothego).

16.4 ADEKWATNOŚĆ TEORETYCZNYCH PRZEBIEGÓW NACHYLEŃ DO ICH PRZECIĘTNYCH PRZEBIEGÓW WYZNACZONYCH Z WYNIKÓW POMIARÓW GEODEZYJNYCH

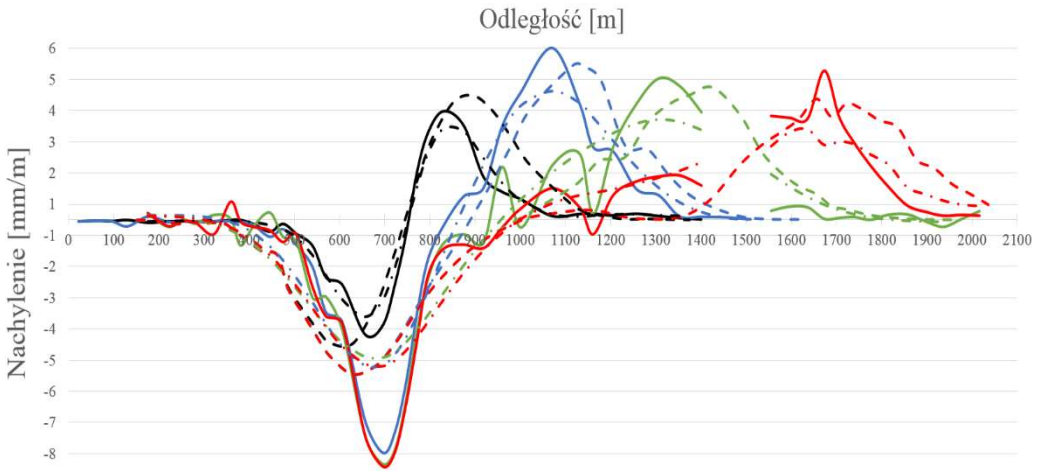
Rysunek 16.2 prezentuje przebiegi nachyleń terenu górniczego: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych (linia ciągła), przeciętnych (linia kreska – kropka) oraz zamodelowanych wzorami J. Białka (linia kreskowa) po zakończeniu eksploatacji w kolejnych ścianach: po pierwszej – kolor czarny, po dwóch – kolor niebieski, po trzech – kolor zielony oraz po czterech ścianach – kolor czerwony.



Rys. 16.2 Przebiegi nachyleń: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych i zamodelowanych wzorami J. Białka

Źródło: opracowanie własne

Analogicznie rysunek 16.3 przedstawia przebiegi nachyleń terenu górniczego: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych oraz teoretycznych obliczonych wzorami teorii S. Knothego po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji.



Rys. 16.3 Przebiegi nachyleń: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych i teoretycznych obliczonych wzorami teorii S. Knothego

Źródło: opracowanie własne

W tabelach 16.4 i 16.5 zestawiono ekstremalne wartości dodatnich i ujemnych nachyleń: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych oraz teoretycznych obliczonych wzorami S. Knothego i J. Białka.

Tabela 16.4 Wartości maksymalnych nachyleń: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych i teoretycznych obliczonych wzorami J. Białka

	T^{max}_{pom} [mm/m]		T^{max}_{przec} [mm/m]		$T^{max}_{reprogn}$ [mm/m]	
Zakres eksploatacji	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Po ścianie 001	3,49	-3,68	3,35	-3,47	3,55	-3,49
Po ścianach 001 i 002	5,52	-7,48	5,22	-6,90	5,73	-6,53
Po ścianach 001, 002 i 005	4,54	-7,85	4,18	-6,86	5,73	-6,89
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	4,77	-7,92	3,45	-5,98	4,74	-6,04

Źródło: opracowanie własne

Tabela 15.5 Wartości maksymalnych nachyleń: wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, przeciętnych i teoretycznych obliczonych wzorami S. Knothego

	T^{max}_{pom} [mm/m]		T^{max}_{przec} [mm/m]		$T^{max}_{reprogn}$ [mm/m]	
Zakres eksploatacji	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Po ścianie 001	3,49	-3,68	2,90	-3,12	3,98	-3,97
Po ścianach 001 i 002	5,52	-7,48	4,12	-4,69	4,96	-4,96
Po ścianach 001, 002 i 005	4,54	-7,85	3,21	-4,42	4,25	-4,96
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	4,77	-7,92	2,89	-4,69	3,87	-4,96

Źródło: opracowanie własne

W tabelach 16.6 i 16.7 przedstawiono wartości: odchyleń standardowych pomiędzy przebiegami nachyleń wyznaczonymi z wyników pomiarów geodezyjnych a ich przebiegami przeciętnymi σ_T, współczynników zmienności rozproszenia losowego nachyleń M_T, odchyłek pomiędzy teoretycznymi a przeciętnymi wartościami nachyleń Δ_T oraz ich rozproszenia losowego $M\Delta_T$ zdefiniowanego jako:

$$M\Delta_T = \frac{\Delta_T}{\left|T_{przec}^{\max}\right|} \times 100\% = \frac{T_{reprogn}^{\max} - T_{przec}^{\max}}{\left|T_{przec}^{\max}\right|} \times 100\%. \tag{16.3}$$

Tabela 16.6 Porównanie przeciętnych przebiegów nachyleń z ich przebiegami wyznaczonymi z wyników pomiarów geodezyjnych oraz teoretycznymi obliczonymi wzorami J. Białka

Zakres eksploatacji	σ_T [mm/m]	M_T [%]	Δ_T (+) [mm/m]	$M\Delta_T$(+) [%]	Δ_T (-) [mm/m]	$M\Delta_T$(-) [%]
Po ścianie 001	±0,14	3,97	0,20	5,97	-0,02	-0,58
Po ścianach 001 i 002	±0,28	4,04	0,51	9,77	0,37	5,36
Po ścianach 001, 002 i 005	±0,53	7,72	1,55	37,08	-0,03	-0,44
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	±0,68	11,30	1,29	37,39	-0,06	-1,00
Średnia	**±0,41**	**6,76**	**0,89**	**22,55**	**0,07**	**0,84**

Źródło: opracowanie własne

Tabela 16.7 Porównanie przeciętnych przebiegów nachyleń z ich przebiegami wyznaczonymi z wyników pomiarów geodezyjnych oraz teoretycznymi obliczonymi wzorami S. Knothego

Zakres eksploatacji	σ_T [mm/m]	M_T [%]	Δ_T (+) [mm/m]	$M\Delta_T$(+) [%]	Δ_T (-) [mm/m]	$M\Delta_T$(-) [%]
Po ścianie 001	±0,31	10,06	1,08	37,24	-0,85	-27,24
Po ścianach 001 i 002	±0,19	4,08	0,84	20,39	-0,27	-5,76
Po ścianach 001, 002 i 005	±1,15	25,98	1,04	32,40	-0,54	-12,22
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	±1,09	23,26	0,98	33,91	-0,27	-5,76
Średnia	**±0,69**	**15,85**	**0,99**	**30,99**	**-0,48**	**-12,75**

Źródło: opracowanie własne

Analizując dane z powyższych tabel można zauważyć, że średnia wartość odchylenia standardowego nachyleń σ_T w przypadku obliczeń wykonanych modelem J. Białka jest mniejsza niż w przypadku obliczeń dokonanych przy zastosowaniu modelu S. Knothego (wynosi ona odpowiednio ±0,4 mm/m oraz ±0,7 mm/m). Prawie dwukrotnie mniejsza w stosunku do modelu S. Knothego jest również średnia wartość współczynnika zmienności rozproszenia losowego nachyleń M_T wyznaczona dla modelu J. Białka (dla modelu S. Knothego wynosi ona ±15,9%, zaś dla modelu J. Białka ±6,8%).

Odnosząc teoretyczne dodatnie wartości nachyleń obliczone wzorami J. Białka do przeciętnych przebiegów nachyleń obliczonych z wyników pomiarów geodezyjnych, uzyskano ich zawyżenie średnio o ok. 22,5%, jednak jest ono mniejsze niż przy wykorzystaniu w modelowaniu podstawowej teorii S. Knothego (ok. 31%).

Z kolei przy wyznaczaniu teoretycznych ujemnych wartości nachyleń, stosując wzory J. Białka, średnio otrzymano nieznaczne zawyżenie ich wartości o ok. 0,8%,

w przeciwieństwie do użytych w modelowaniu wzorów S. Knothego (średnie zaniżenie o ok. 12,8%).

16.5 WNIOSKI

Na podstawie wyników obliczeń, przeprowadzonych na danych pochodzących z jednej linii obserwacyjnej założonej prostopadle do wybiegów czterech wyrobisk ścianowych eksploatowanych na średnich głębokościach przez pewną kopalnię można stwierdzić, że:

1. Błąd opisu nachyleń terenu górniczego wyznaczonych z wyników pomiarów geodezyjnych przez ich przeciętny przebieg, pośrednio wyznaczony przy pomocy wygładzonych funkcji sklejanych, generalnie wzrasta wraz ze zwiększaniem zakresu eksploatacji, o czym świadczą rosnące wartości odchyleń standardowych nachyleń σ_T oraz współczynników zmienności ich rozproszenia losowego M_T (wzrost ten jest bardziej regularny w przypadku modelowania wykonanego wzorami J. Białka aniżeli S. Knothego).
2. Modelowanie dodatnich wartości nachyleń terenu górniczego wykonane zarówno wzorami J. Białka, jak i S. Knothego obarczone jest większym błędem niż modelowanie ich wartości ujemnych (w przypadku analizowanego przykładu eksploatacji).
3. Modelowanie wartości nachyleń terenu górniczego przy zastosowaniu wzorów J. Białka jest dokładniejsze od modelowania wzorami teorii wpływów S. Knothego.

Wyniki zaprezentowane w artykule są efektem prac sfinansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w postaci środków przeznaczonych dla młodych naukowców na działalność statutową Politechniki Śląskiej w Gliwicach – Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Eksploatacji Złóż (06/050/BKM_16/0034 [BKM-558/RG-5/2016]).

LITERATURA

1. J. Białek. *Opis nieustalonej fazy obniżeń terenu górniczego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 194, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1991.
2. J. Białek. *Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2003, pp. 129-138.
3. S. Knothe. „Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania.” *Archiwum Górnictwa i Hutnictwa*, t. l, z. l, 1953.
4. A. Kowalski, E. Jędrzejec. „Influence of subsidence fluctuation on the determination of mining area curvatures.” *Archives of Mining Sciences*, no. 60/2, pp. 487-505, 2015.
5. R. Mielimąka. *Wpływ kolejności i kierunku eksploatacji prowadzonej frontami ścianowymi na deformacje terenu górniczego*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2009.
6. J. Orwat. „Approximation of average course of measured subsidences of mining area by smooth splines,” Proceedings of 14th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics, Rhodes, Greece, 2016.

7. J. Orwat, R. Mielimąka. „Aproksymacja przeciętnego przebiegu pomierzonych nachyleń terenu górniczego za pomocą wygładzonych funkcji sklejanych," Materiały konferencyjne Ochrony Środowiska na Terenach Górniczych, Ustroń, 2016.
8. E. Popiołek. *Ochrona terenów górniczych*. Kraków: Wydawnictwo AGH, 2009, pp. 170-176.
9. T. Stoch, Z. Niedojadło, P. Sopata, S. Moskała. „Funkcje aproksymujące przeciętny przebieg wskaźników deformacji dla wyznaczenia parametrów rozproszenia losowego pogórniczych przemieszczeń i deformacji powierzchni terenu." *Przegląd Górniczy*, nr 8, pp. 113-123, 2014.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

mgr inż. Justyna Orwat
Politechnika Śląska,
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: justyna.orwat@polsl.pl

dr hab. inż. Ryszard Mielimąka, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska,
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, polska
e-mail: ryszard.mielimaka@polsl.pl

ADEKWATNOŚĆ TEORETYCZNYCH PRZEBIEGÓW NACHYLEŃ W ODNIESIENIU DO ICH PRZECIĘTNYCH PRZEBIEGÓW WYZNACZONYCH Z POMIARÓW GEODEZYJNYCH PROWADZONYCH NA LINII OBSERWACYJNEJ

Streszczenie: *W niniejszym artykule zaprezentowano porównanie teoretycznych wartości nachyleń terenu górniczego obliczonych przy pomocy teorii S. Knothego i wzorów J. Białka z ich przeciętnymi przebiegami wyznaczonymi z wyników pomiarów geodezyjnych. Przeciętne wartości obserwowanych nachyleń wyznaczono z przeciętnych wartości pomierzonych obniżeń, które uzyskano w wyniku aproksymacji splajnem wygładzonym. Wykazano, że w przypadku nachyleń błąd modelu J. Białka jest mniejszy niż modelu S. Knothego. Dokładniej opisywane są przy tym nachylenia ujemne, ukształtowane na zewnątrz wyeksploatowanego pola, w porównaniu z nachyleniami dodatnimi powstałymi nad wyeksploatowanym polem.*

Słowa kluczowe: *teoria wpływów S. Knothego, wzory J. Białka, rozproszenie losowe (fluktuacja), aproksymacja, nachylenia terenu górniczego*

AGREEMENT BETWEEN THE THEORETICAL AND AVERAGE COURSES OF INCLINATIONS OBTAINED FROM GEODESIC MEASUREMENTS CARRIED OUT ON OBSERVATION LINE

Abstract: *In this article was presented a comparison of the theoretical values of mining area inclinations with their average courses calculated from the results of geodesic measurements. The inclinations were calculated by the use of the S. Knothe's theory and the J. Bialek's formulas. The mean values of observed inclinations were obtained from the average values of measured subsidences. They were calculated on the way of an approximation by smooth spline. It was shown that in the case of inclinations, an error of the J. Bialek's model is smaller than the S. Knothe's model. The negative inclinations, they have been arised outside of an exploited longwall, are describing more precisely than the positive inclinations, they were arised above of an exploited longwall.*

Key words: *the S. Knothe's influences theory, the J. Bialek's formulas, a random scattering (fluctuation), an approximation, the inclinations of mining area*