

15

OCENA SKUTECZNOŚCI MODELI ZASTOSOWANYCH DO REPROGNOZY KRZYWIZN TERENU GÓRNICZEGO W OPARCIU O PRZECIĘTNE PRZEBIEGI ICH POMIERZONYCH WARTOŚCI

15.1 WPROWADZENIE

Jeszcze do niedawna krzywizny, jako wskaźnik deformacji terenu górniczego, były traktowane marginalnie przy wykonywaniu prognoz wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu i obiekty na niej posadowione. Okazało się jednak, że istnieje pewna grupa obiektów budowlanych szczególnie wrażliwych na ten rodzaj wskaźnika. Należy do niej zaliczyć obiekty o znacznych powierzchniach w rzucie poziomym oraz o znacznej wartości jednego z wymiarów rzutu poziomego, dominującego nad pozostałymi (tzw. obiekty podłużne) [5]. Ważnym jest, aby obiekty te właściwie chronić przed negatywnymi skutkami podziemnej eksploatacji górniczej. Wykonanie prognozy jej wpływów, uwzględniającej w szczególności wartości krzywizn terenu, pozwala na dobór odpowiednich zabezpieczeń na etapie projektowania danego obiektu lub dobezpieczenie obiektów już istniejących. Charakter oraz rodzaj zabezpieczenia zależą od ekstremalnych wartości wskaźników deformacji, które są prognozowane przy zastosowaniu danej teorii wpływów. Przy wyborze modelu wykorzystywanego do sporządzenia prognozy należy wziąć pod uwagę jego błąd, czyli dokładność wyznaczania wartości poszczególnych wskaźników deformacji.

W niniejszym artykule dokonano oceny skuteczności prognozowania wartości krzywizn terenu górniczego przy zastosowaniu dwóch, obecnie najbardziej popularnych modeli prognostycznych zaproponowanych przez S. Knothego [3] i J. Białka [1]. Ocenę dokładności prognozowania wartości krzywizn wykonano w oparciu o porównanie ich przebiegów reprognozowanych po zakończeniu eksploatacji kolejnych pól ścianowych z przeciętnymi uzyskanymi z pomiarów geodezyjnych przeprowadzonych przez KWK „Budryk” na linii obserwacyjnej nr 1. Przeciętne wartości pomierzonych krzywizn [8, 10] otrzymano z przeciętnych wartości obserwowanych nachyleń [11, 12]. Z kolei średnie przebiegi pomierzonych

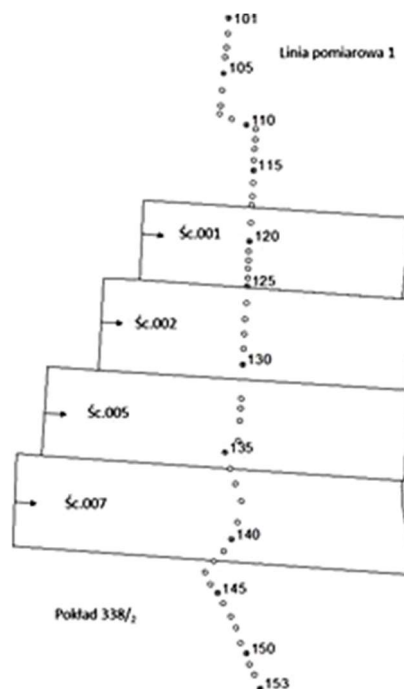
nachyleń uzyskano na drodze aproksymacji przeciętnego przebiegu zmierzonych obniżeń terenu górniczego przy użyciu wygładzonych funkcji sklepanych (splajnow) [9].

15.2 CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GÓRNICZO-GEOLOGICZNYCH PRZEPROWADZONEJ EKSPLOATACJI ORAZ WYKONANYCH POMIARÓW GEODEZYJNYCH

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 tutaj na głębokości wahającej się od 510 m na północy (ściana 001) do 700 m na południu (ściana 007) i średnio zapadał się pod kątem około 7°. Eksploatowano go 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) [7]. W rejonie oddziaływania wpływów rozpatrywanej eksploatacji nie stwierdzono występowania znacznych dyslokacji tektonicznych mogących istotnie wpływać na przebieg deformacji powierzchni terenu.

Punkty pomiarowe linii obserwacyjnej nr 1 odległe średnio o 37 m tworzyły na odcinkach 101-107 oraz 110-135 w przybliżeniu prostą usytuowaną prostopadłe do wybiegów wyrobisk ścianowych (rysunek 15.1).



Rys. 15.1 Położenie linii obserwacyjnej w stosunku do krawędzi wyrobisk eksploatacyjnych w pokładzie 338/2

Źródło: [7]

Pomiary prowadzone były od jedno- do czteromiesięcznych odstępów czasowych, dzięki czemu w przeciągu 2 lat udało się zrealizować 21 cykli jednoczesnych pomiarów wysokościowych oraz odległościowych. Ze wszystkich cykli obserwacyjnych wydzielono takie cztery (cykle 3., 7., 14. i 17.), które przedstawiały wpływy pochodzące z eksploatacji kolejnych pól ścianowych.

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

15.3 PRZECIĘTNE WARTOŚCI POMIARZONYCH KRZYWIZN

Przeciętne wartości krzywizn zmierzonych po zakończeniu eksploatacji w jednej, dwóch, trzech oraz czterech ścianach uzyskano na drodze podzielenia różnicy przeciętnych wartości nachyleń terenu górniczego obserwowanych na sąsiednich odcinkach linii pomiarowej przez zmierzoną w danych cyklach pomiarowych średnią długość sąsiadujących ze sobą odcinków:

$$K_{i-1,i,i+1przec}^k = \frac{T_{i-1,i,przec}^k - T_{i,i+1,przec}^k}{\frac{1}{2}(L_{i-1,i}^k + L_{i,i+1}^k)}, \quad (15.1)$$

gdzie:

K_{przec} – przeciętna wartość pomierzonej krzywizny [$10^{-6}1/m$],

T_{przec} – przeciętna wartość pomierzonego nachylenia [mm/m],

k – cykl pomiarowy,

i – punkt pomiarowy,

L – zmierzona długość odcinka pomiarowego [m].

Z kolei przeciętne wartości nachyleń, obserwowanych na poszczególnych odcinkach linii pomiarowej po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji, uzyskano w wyniku podzielenia różnic przeciętnych wartości obniżeń zmierzonych w sąsiednich punktach przez odległości pomiędzy tymi punktami [11, 12]:

$$T_{i-1,i,przec}^k = \frac{W_{i,przec}^k - W_{i-1,przec}^k}{L_{i-1,i}^k}, \quad (15.2)$$

gdzie:

T_{przec} – przeciętna wartość pomierzonego nachylenia [mm/m],

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

k – cykl pomiarowy,

i – punkt pomiarowy,

L – zmierzona długość odcinka pomiarowego [m].

Przeciętne wartości obniżeń pomierzonych w poszczególnych punktach linii obserwacyjnej otrzymano na drodze aproksymacji ich średniego przebiegu przy zastosowaniu wygładzonych funkcji sklepanych, o czym pisano już w pracy [9].

Należy podkreślić, że metody przybliżania rzeczywistych wyników badanego zjawiska funkcjami sklejanymi należą do nieparametrycznej estymacji funkcji regresji [6]. Metody regresji nieparametrycznej nie zakładają, że estymowana funkcja $f(x)$ jest znana z dokładnością do skończenia wielu estymowanych parametrów. Ogólnie, nieparametryczność polega na tym, że mechanizm badanego zjawiska traktuje się jako nieznaną i w związku z tym nie zakłada się często żadnej postaci modelu $f(x)$. Analiza oparta jest wyłącznie na danych i szukane są jedynie związki pomiędzy wielkościami wejściowymi a wyjściowymi [2].

15.4 REPROGNOZA WARTOŚCI KRZYWIZN TERENU GÓRNICZEGO

Reprognozy wartości krzywizn terenu górniczego, wywołanych przez kolejne etapy eksploatacji, przeprowadzono wzorami teorii wpływów S. Knothego oraz wzorami zaproponowanymi przez J. Białka.

Do sporządzenia reprognoz wykorzystano program *EDBJ1* wchodzący w skład pakietu programów *EDN – OPN* służącego do prognozowania ciągłych deformacji terenu górniczego zachodzących pod wpływem podziemnej eksploatacji górniczej.

Z kolei program *TGB1* został użyty do wyznaczenia rzeczywistych wartości parametrów wzoru na obniżenie J. Białka: a (współczynnik eksploatacji), $tg\beta$ (tangens kąta zasięgu wpływów głównych β) oraz A_{obr} (parametr obrzeża eksploatacyjnego). Wyznaczone wartości tych parametrów, współczynników korelacji R oraz odchyłeń standardowych σ_w pomiędzy pomierzonymi a reprognozowanymi wartościami obniżeń zestawiono w tabeli 15.1.

Tabela 15.1 Wartości parametrów a , $tg\beta$ oraz A_{obr} wzoru na obniżenie J. Białka po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji

Zakres eksploatacji	a	$tg\beta$	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

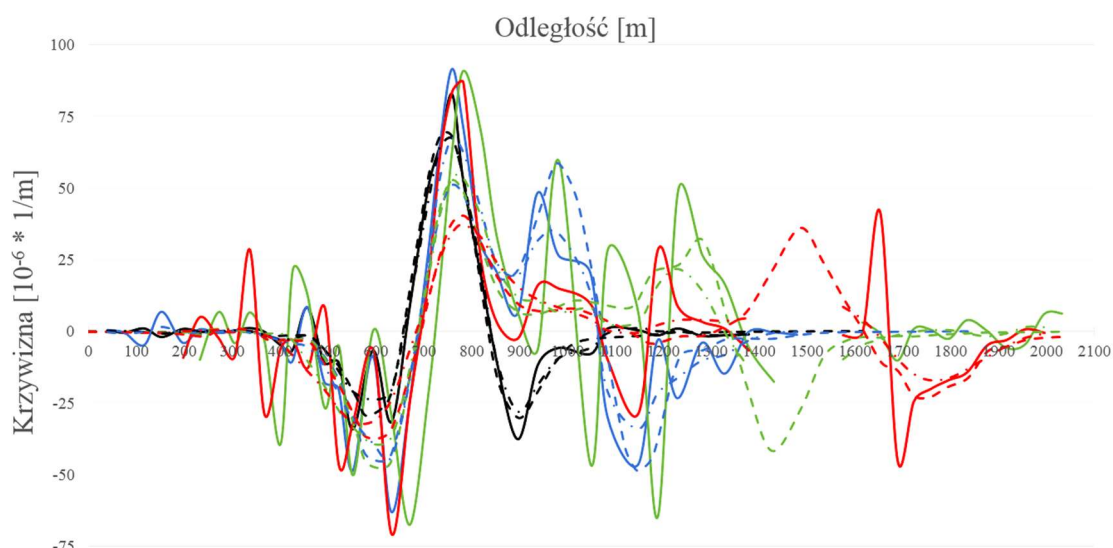
Źródło: [11, 12]

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

15.5 OCENA SKUTECZNOŚCI WYKONANYCH REPROGNOZ WARTOŚCI KRZYWIZN TERENU GÓRNICZEGO

Rysunek 15.2 prezentuje przebiegi krzywizn terenu górniczego: pomierzonych (linia ciągła), przeciętnych (linia kreska – kropka) oraz reprognozowanych 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. 15.2 Przebiegi krzywizn pomierzonych, przeciętnych i reprognozowanych wzorami J. Białka

Źródło: opracowanie własne

W tabelach 15.2 i 15.3 zestawiono ekstremalne wartości dodatnich i ujemnych krzywizn: pomierzonych, przeciętnych w odniesieniu do reprognoz wykonanych wzorami S. Knothego i J. Białka oraz reprognozowanych wzorami S. Knothego i J. Białka.

Tabela 15.2 Wartości maksymalnych krzywizn pomierzonych, przeciętnych i reprognozowanych wzorami J. Białka

Zakres eksploatacji	$K^{\max}_{\text{pom}} [10^{-6}1/m]$		$K^{\max}_{\text{przec}} [10^{-6}1/m]$		$K^{\max}_{\text{reprogn}} [10^{-6}1/m]$	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Po ścianie 001	82,63	-37,52	67,30	-27,86	68,50	-30,30
Po ścianach 001 i 002	91,48	-62,79	67,29	-43,99	58,70	-48,50
Po ścianach 001, 002 i 005	91,08	-67,37	53,63	-39,32	52,70	-46,20
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	86,67	-71,00	37,10	-31,80	40,30	-37,00

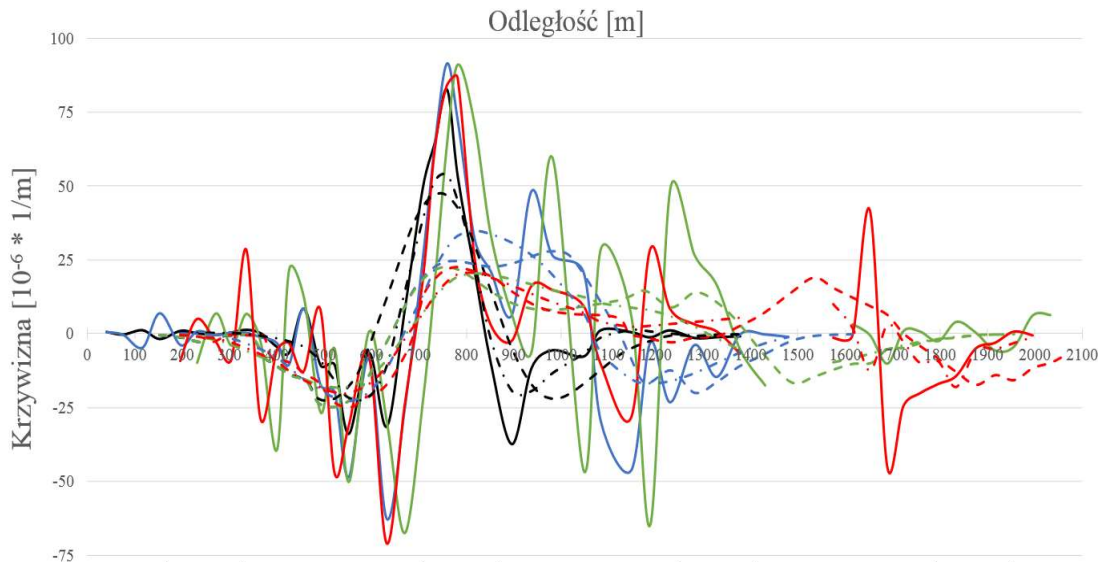
Źródło: opracowanie własne

Tabela 15.3 Wartości maksymalnych krzywizn pomierzonych, przeciętnych i reprognozowanych wzorami S. Knothego

Zakres eksploatacji	$K^{\max}_{\text{pom}} [10^{-6}1/m]$		$K^{\max}_{\text{przec}} [10^{-6}1/m]$		$K^{\max}_{\text{reprogn}} [10^{-6}1/m]$	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Po ścianie 001	82,63	-37,52	53,78	-21,66	47,20	-21,80
Po ścianach 001 i 002	91,48	-62,79	34,67	-23,05	28,00	-24,80
Po ścianach 001, 002 i 005	91,08	-67,37	20,50	-18,21	22,60	-24,80
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	86,67	-71,00	20,77	-20,06	22,60	-24,80

Źródło: opracowanie własne

Analogicznie rysunek 15.3 przedstawia przebiegi krzywizn terenu górniczego: pomierzonych, przeciętnych oraz reprognozowanych wzorami teorii S. Knothego po zakończeniu kolejnych etapów eksploatacji.



Rys. 15.3 Przebiegi krzywizn pomierzonych, przeciętnych i reprognozowanych wzorami teorii S. Knothego

Źródło: opracowanie własne

W celu porównania przeciętnych przebiegów pomierzonych krzywizn terenu górniczego z ich wartościami reprognozowanymi i obserwowanymi, w tabelach 15.4 i 15.5 przedstawiono wartości: odchyłeń standardowych pomiędzy pomierzonymi a przeciętnymi wartościami krzywizn σ_K , wskaźników zmienności rozproszenia losowego krzywizn M_K , odchyłek pomiędzy reprognozowanymi a przeciętnymi wartościami krzywizn Δ_K oraz ich rozproszenia losowego $M\Delta_K$ zdefiniowanego jako:

$$M\Delta_K = \frac{\Delta_K}{|K_{przec}^{max}|} \times 100\% = \frac{K_{reprogn}^{max} - K_{przec}^{max}}{|K_{przec}^{max}|} \times 100\%. \quad (15.3)$$

Tabela 15.4 Porównanie przeciętnych przebiegów krzywizn z ich przebiegami pomierzonymi oraz reprognozowanymi wzorami J. Białka

Zakres eksploatacji	σ_K [10 ⁻⁶ /m]	M_K [%]	Δ_K (+) [10 ⁻⁶ /m]	$M\Delta_K$ (+) [%]	Δ_K (-) [10 ⁻⁶ /m]	$M\Delta_K$ (-) [%]
Po ścianie 001	±5,79	8,61	1,20	1,78	-2,44	-8,76
Po ścianach 001 i 002	±10,68	15,88	-8,59	-12,77	-4,51	-10,25
Po ścianach 001, 002 i 005	±21,73	40,51	-0,93	-1,73	-6,88	-17,50
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	±20,75	55,94	3,20	8,63	-5,20	-16,35
Średnia	±14,74	30,23	-1,28	-1,02	-4,76	-13,22

Źródło: opracowanie własne

Tabela 15.5 Porównanie przeciętnych przebiegów krzywizn z ich przebiegami pomierzonymi oraz reprognozowanymi wzorami S. Knothego

Zakres eksploatacji	σ_K [$10^{-6}1/m$]	M_K [%]	$\Delta_K(+)$ [$10^{-6}1/m$]	$M\Delta_K(+)$ [%]	$\Delta_K(-)$ [$10^{-6}1/m$]	$M\Delta_K(-)$ [%]
Po ścianie 001	±9,33	17,35	-6,58	-12,24	-0,14	-0,64
Po ścianach 001 i 002	±20,45	59,00	-6,67	-19,23	-1,75	-7,57
Po ścianach 001, 002 i 005	±28,37	138,37	11,99	58,45	-6,59	-36,22
Po ścianach 001, 002, 005 i 007	±23,88	114,97	1,83	8,82	-4,74	-23,60
Średnia	±20,51	82,42	0,14	8,95	-3,30	-17,00

Źródło: opracowanie własne

Analizując dane przedstawione w powyższych tabelach można powiedzieć, że średnia wartość odchylenia standardowego pomiędzy pomierzonymi i przeciętnymi wartościami krzywizn σ_K jest nieznacznie większa dla reprognoz wykonanych wzorami S. Knothego (ok. $20,5 \cdot 10^{-6}1/m$) aniżeli wzorami J. Białka (ok. $14,7 \cdot 10^{-6}1/m$).

W przypadku reprognoz sporządzonych teorią wpływów S. Knothego zauważalna jest znaczna średnia wartość wskaźnika zmienności rozproszenia losowego krzywizn ustalona na poziomie ok. 82,4%. Dla reprognoz wykonanych wzorami J. Białka jego średnia wartość wynosi ok. 30,2%, co jest w zasadzie zgodne z wartościami podawanymi w literaturze [4].

Rozproszenie losowe odchyłki modelu J. Białka w przypadku dodatnich wartości krzywizn wynosi zaledwie ponad 1%, a w przypadku ich wartości ujemnych ponad 13%. Z kolei rozproszenie losowe odchyłki modelu S. Knothego wynosi odpowiednio ok. 9 % oraz 17%. To drugie, jak wynika z tabeli 15.6, jest przekroczone o 4 punkty procentowe od wartości przeciętnej podanej w literaturze [13].

Tabela 15.6 Przeciętne rozproszenie losowe krzywizn wg. [4] oraz odchyłka modelu w teorii S. Knothego

Wskaźnik deformacji	M_K [%]	$M\Delta_K$ [%]
Krzywizna profilu niecki K	33,5	13,0

Źródło: [4, 13]

15.6 WNIOSKI KOŃCOWE

Biorąc pod uwagę generalnie rosnące wartości odchyżeń standardowych pomiędzy pomierzonymi a przeciętnymi wartościami krzywizn wraz ze zwiększaniem zakresu eksploatacji można powiedzieć, że dokładność opisu pomierzonych krzywizn terenu górniczego przez ich przeciętny przebieg (pośrednio wyznaczony przy pomocy wygładzonych funkcji sklepanych) spada wraz z rozwojem eksploatacji w czasie.

Z kolei rosnące wartości wskaźnika zmienności rozproszenia losowego krzywizn pomierzonych po zakończeniu eksploatacji kolejnych ścian wskazują na wzrost udziału czynnika losowego w ich wartościach.

Reprognozy (prognozy) ujemnych wartości krzywizn terenu górniczego wykonywane przy pomocy wzorów J. Białka i S. Knothego są zaniżane, co szczególnie widać w przypadku tych drugich.

Reprognozy (prognozy) dodatnich wartości krzywizn terenu górniczego sporządzane teorią wpływów S. Knothe są zawyżane, natomiast wzorami J. Białka nieznacznie zaniżane.

Wartości zaprezentowane w tabelach 15.4 i 15.5 pozwalają stwierdzić, że w przypadku prognozowania krzywizn terenu górniczego korzystniej jest stosować wzory zaproponowane przez J. Białka.

Podziękowanie

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 (nr projektu: 06/050/BKM_16/0034 (BKM-558/RG-5/2016)).

LITERATURA

1. J. Białek. *Opis nieustalanej fazy obniżień terenu górniczego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych*. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 194. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1991.
2. G. Harańczyk. „Zastosowanie technik data mining w badaniach naukowych.” Internet:
http://media.statsoft.nazwa.pl/_old_dnn/downloads/zastosowanie_teknik_data_mining.pdf [02.2017]
3. S. Knothe. „Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania.” *Archiwum Górnictwa i Hutnictwa*, t. 1, z. 1, 1953.
4. A. Kowalski. *Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz*. Katowice: Wydawnictwo GIG, 2007.
5. J. Kwiatek. *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice: Wydawnictwo GIG, 1998.
6. A. Lis. „Uogólnione modele addytywne z parametrem położenia, skali i kształtu.” Praca magisterska, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, 2011.
7. R. Mielimąka. *Wpływ kolejności i kierunku eksploatacji prowadzonej frontami ścianowymi na deformacje terenu górniczego*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2009, pp. 37.
8. R. Mielimąka, J. Orwat. „Approximation of average course of measured curvatures of mining area with reference to their forecast values by Knothe’s formulas,” *Proceedings of 14th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics*, Rhodes, Greece, 2016.
9. 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.
10. J. Orwat, R. Mielimąka. „Approximation of average course of measured curvatures of mining area with reference to their forecast values by Białek’s formulas,” *Proceedings of 14th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics*, Rhodes, Greece, 2016.
11. J. Orwat, R. Mielimąka. „Aproksymacja przeciętnego przebiegu pomierzonych nachyleń terenu górniczego za pomocą wygładzonych funkcji sklepanych,” *Materiały konferencyjne Ochrony Środowiska na Terenach Górniczych*, Ustroń, 2016.

12. J. Orwat, R. Mielimąka. „Ocena skuteczności modeli zastosowanych do reprognozy nachyleń terenu górniczego w oparciu o przeciętne przebiegi ich wartości pomierzonych,” Materiały konferencyjne Górnictwa Zrównoważonego Rozwoju, Gliwice, 2016. [dysk optyczny CD-ROM]
13. E. Popiołek. *Ochrona terenów górniczych*. Skrypty uczelniane AGH, nr 1172, Kraków: Wydawnictwo AGH, 1989.

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

OCENA SKUTECZNOŚCI MODELI ZASTOSOWANYCH DO REPROGNOZY KRZYWIZN TERENU GÓRNICZEGO W OPARCIU O PRZECIĘTNE PRZEBIEGI ICH POMIERZONYCH WARTOŚCI

Streszczenie: W niniejszym artykule przedstawiono sposób wyznaczenia przeciętnych wartości krzywizn terenu górniczego pomierzonych na odcinkach linii obserwacyjnej założonej przez KWK „Budryk” prostopadle do wybiegów czterech wyrobisk ścianowych. Przeciętne wartości krzywizn zmierzonych po zakończeniu eksploatacji w jednej, dwóch, trzech oraz czterech ścianach uzyskano na drodze podzielenia różnicy przeciętnych wartości nachyleń terenu górniczego obserwowanych na sąsiednich odcinkach linii pomiarowej przez zmierzoną w danych cyklach pomiarowych średnią długość sąsiadujących ze sobą odcinków. Z kolei przeciętne wartości pomierzonych nachyleń obliczono poprzez podzielenie różnicy przeciętnych wartości pomierzonych obniżeń terenu górniczego, wyznaczonych w wyniku aproksymacji przeprowadzonej splajnami wygładzonymi, przez zmierzoną w danych cyklach pomiarowych długość odcinków. W celu oceny dokładności opisu danych empirycznych przez ich przeciętne przebiegi obliczono wartości odchyłeń standardowych pomiędzy pomierzonymi a średnimi wartościami krzywizn (σ_K) oraz wskaźników zmienności rozproszenia losowego krzywizn (M_K). Następnie dokonano oceny skuteczności reprognozowania wartości krzywizn terenu górniczego (przy zastosowaniu teorii wpływów S. Knothe’go i wzorów J. Białka) w odniesieniu do ich przeciętnych wartości pomierzonych. Obliczono wartości odchyłek modeli Δ_K i ich rozproszenie $M\Delta_K$.

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

APPRAISAL OF EFFECTIVENESS OF THE MODELS USED TO A REPROGNOSIS OF THE VALUES OF MINING AREA CURVATURES MADE IN RELATION TO THE AVERAGE COURSES OF THEIR MEASURED VALUES

Abstract: In this article was presented the way of obtaining the average values of mining area curvatures. They were measured on the segments of a measuring line established by “Budryk” hard coalmine. It was located perpendicularly to the runs of four longwalls. The values of curvatures were measured after the termination of an exploitation in one, two, three and four longwalls. The mean courses of curvatures were calculated via the difference of mean values of mining area inclinations (they were measured on the neighboring segments) divided by an average length of the neighboring segments which was measured during the subsequent observation cycles. Before that, were calculated the average values of inclinations via the difference of mean values of measured mining area subsidences divided by length of the segments which was measured during the subsequent observation cycles. The average values of observed subsidences were obtained by the use of smoothed spline functions. To compare the empirical data with their average courses, the values of standard deviations between the measured and mean values of curvatures (σ_K) and the variability indicators of curvatures’ random dispersion (M_K) were calculated. Then it was made an appraisal of an effectiveness of reforecasting the values of mining area curvatures (by the use of the S. Knothe’s influences theory and the J. Białek’s formulas) with reference to the average courses of their measured values. There were calculated the values of deviations Δ_K and dispersions $M\Delta_K$ of the used models.

Key words: the S. Knothe’s influences theory, the J. Białek’s formulas, a random scattering (fluctuation), an approximation, the curvatures of mining area