

Maciej POMYKOŁ, Dariusz KWIECIEN

PRÓBA OPISU WPŁYWU EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA TERENIE ROW-u NA SIEĆ NIWELACJI PRECYZYJNEJ „Gigant”

Streszczenie. Artykuł stanowi próbę wyznaczenia optymalnych wartości parametrów najlepiej opisujących obserwowane obniżenia w znacznych odległościach od krawędzi eksploatacji dla rejonu ROW-u. Wykorzystano tutaj sposób polegający na liniowej superpozycji wpływów obliczonych w oparciu o wzór S. Knothe'go dla 2 różnych promieni rozproszenia wpływów.

THE ATTEMPT OF ROW AREA MINING INFLUENCE DESCRIPTIN ON THE PREXISE LEVELLING „Gigant”

Summary. In this paper an attempt to determine optimal values of the parameters describing depressions at considerable distances from the exploitation edges in ROW area has been made. A method of linear superposition of the effects computed using Knothe's equation for two different radius of effects scattering was used.

1. Wprowadzenie

Niniejsza praca stanowi próbę określenia związku pomiędzy eksploatacją dokonaną na terenie ROW-u a obserwowanymi obniżeniami punktów z dwóch cykli pomiarowych sieci niwelacyjnej tzw. „Giganta”, wykonanych przez Przedsiębiorstwo Miernictwa Górniczego w Katowicach. Szczególny nacisk położono na związek zachodzący pomiędzy eksploatacją dokonaną a obserwowanymi obniżeniami w znacznych odległościach od krawędzi eksploatacji.

Zebrany materiał obserwacyjny, ze względu na jego zasięg i zróżnicowaną tektonikę złoża, został podzielony na cztery rejonu, dla których niezależnie dokonano dopasowania niecki, przy zmieniających się parametrach teorii Budryka – Knothe'go. Podziału tego dokonano w

oparciu o analizę sytuacji geologicznej ze szczególnym uwzględnieniem znaczących dyslokacji tektonicznych, jak również w oparciu o analizę eksploatacji prowadzonej w tym okresie na przedmiotowym terenie.

Stworzenie map warstwicowych obniżeń terenu dało możliwość zestawienia wydzielonych obszarów, w których zaobserwowano największe przyrosty obniżeń, z zebranymi danymi o eksploatacji dokonanej w analizowanym okresie.

Wyznaczone parametry teorii Budryka – Knothego mogą stanowić podstawę do wstępnego oszacowania wpływu eksploatacji górniczej w rejonach położonych poza zasięgiem wpływów głównych. Ma to szczególnie duże znaczenie przy planowaniu i realizacji pomiarów geodezyjnych, gdyż umożliwia ocenę stałości punktów dowiązania sieci niwelacyjnej.

2. Charakterystyka materiału badawczego

Sieć niwelacji precyzyjnej II klasy „Gigant”

Przedsiębiorstwo Miernictwa Górniczego sp. z o.o. w Katowicach na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach opracowała i wykonała na terenie Rybnickiego Okręgu Przemysłowego, jak również na obszarze wykraczającym poza ten teren, sieć niwelacyjną II klasy. Sieć ta składa się częściowo z punktów już istniejących i wykorzystywanych przy innego rodzaju pomiarach wysokościowych, które spełniały wymogi stawiane przez instrukcję. Pozostała część reperów została zastabilizowana, zagęszczając sieć istniejących punktów oraz tworząc nowe oczka sieci, obejmujące rejon dotychczas pominięte.

W III kwartale 1994 roku PMG przeprowadziła pierwszy pomiar niwelacji precyzyjnej II klasy dla tak zastabilizowanej sieci. Niwelację tę prowadzono z użyciem niwelatorów samopoziomujących KONI 007 i łat inwarowych zgodnie z technicznymi wymogami, jakie stawia instrukcja dotycząca pomiaru niwelacji precyzyjnej II klasy.

Cykl pomiarowy całej sieci, w myśl założeń, powtarzany jest co dwa lata. We wrześniu i październiku 1966 r. powtórnie została przeprowadzona niwelacja precyzyjna sieci tzw. „Gigant”. Pomiar ten, tak jak poprzedni, wykonywany był przy użyciu podobnych instrumentów i wg takiej samej metodyki pomiarów.

Z otrzymanych wyników pomiarów dwóch cykli pomiarowych sieci „Gigant”, wykonanych w latach 1994 i 1996, obliczono różnice pomiędzy wysokościami punktów, które to

wartości potraktowano jako przyrost obniżeń terenu w okresie 01.09.1994 - 01.10.1996. Użytkano w ten sposób przyrosty obniżeń dla 753 reperów.

Eksploatacja dokonana w okresie od 01.01.1994 do 01.10.1996

Przy użyciu pakietu programów autorstwa J. Białka wyodrębniono eksploatację dokonaną w latach 01.01.1994 do 01.10.1996, tj. w okresie, w którym był realizowany wysokościowy pomiar sieci niwelacyjnej „Gigant”.

a) Obszar Jastrzębskiej Spółki Węglowej Spółka Akcyjna

Na terenie tym, w rozpatrywanym okresie prowadzona była eksploatacja ok. 140 ścian zawałowych i podsadzkowych prowadzonych na podsadzkę pneumatyczną, jak i hydrauliczną. Wyróżniono tutaj cztery rejony intensywnej eksploatacji górniczej. Pierwszy z nich na granicy obszarów górniczych KWK Zofiówka i KWK Pniówek, drugi na granicy obszarów KWK Żory i KWK Borynia, trzeci stanowi odrębna eksploatacja na KWK Krupiński prowadzona w centralnej części obszaru górniczego w rejonie szybów głównych, ostatni obszar to rejon prawie całej wschodniej części obszaru górniczego KWK Jastrzębie Moszczenica.

Osobny rejon eksploatacyjny stanowi obszar KWK Morcinek, gdzie eksploatacja odbywała się w pobliżu granicy państwa. Rejon ten został wyłączony z przedmiotu badań ze względu na brak danych o eksploatacji po stronie czeskiej.

Eksploatacja na terenie JSW S.A. prowadzona była na zróżnicowanej głębokości.

b) Obszar Rybnickiej Spółki Węglowej Spółka Akcyjna

W analizowanym okresie na terenie RSW S.A. miała miejsce eksploatacja ok. 120 ścian zawałowych i podsadzkowych. Wyróżnić można tutaj dwa rejony koncentracji eksploatacji: jeden w Osi Niecki Jejkowickiej obejmujący obszar kontaktu granic obszarów górniczych KWK Anna, Rydułtowy i Chwałowice, drugi zaś rejon stanowi Oś Niecki Chwałowickiej, tj. pas ciągnący się od KWK Chwałowice poprzez KWK Jankowice aż do KWK Marcel z ruchem 1 Maja.

3. Założenia przyjęte do obliczeń i sposób ich przeprowadzenia

Ponieważ technologia pomiaru wysokości punktów sieci w obu cyklach była zbliżona, stąd jako obniżenia pewne (tzn. z prawdopodobieństwem powyżej 95%) potraktowano obniżenia wyznaczone ze wzoru [6]:

$$w > 2\sqrt{2}m_H \quad (1)$$

gdzie:

$m_H = m_{H1} = m_{H2}$ - średni błąd wyznaczenia wysokości dla 1 i 2 cyklu.

Zgodnie z powyższym, po przyjęciu maksymalnego błędu średniego wyznaczenia wysokości z dwóch cykli, za przemieszczenia pewne uznano wartości powyżej 10 mm.

Obliczone obniżenia punktów sieci pozwoliły na sporządzenie mapy izolinii obniżeń punktów, którą przedstawiono na rys.1. Położenie rejonów, w których zaobserwowano maksymalne wartości obniżeń, pokrywa się z położeniem prowadzonej eksploatacji górniczej w latach 1994-96. Mała ilość punktów sieci bezpośrednio nad przeprowadzoną eksploatacją utrudnia dokładny opis wpływów bezpośrednich. Pokazany rozkład reperów stwarza możliwości rozpatrywania wpływów na większym obszarze, w szczególności wskazuje obszary pozbawione wpływów.

W oparciu o tektonikę obszaru oraz analizę rozmieszczenia eksploatacji dokonanej wyróżniono cztery odrębnie analizowane rejonu:

Rejon I - obejmuje grupę parcel położonych na kontakcie obszarów górniczych KWK Rydułtowy, Anna, Chwałowice, leżącą na Osi Synkliny Niecki Jejkowickiej, ograniczonej od północy Uskokiem Kolejowym.

Rejon II - w jego skład wchodzi eksploatacja dokonana trzech kopalń RSW S.A., tj. KWK Chwałowice, Jankowice i Marcel, pokrywająca się z Osią Synkliny Niecki Chwałowickiej, ograniczona od południa strefą uskokuów równoleżnikowych leżących na obszarze KWK Marcel - ruch 1 Maja.

Rejon III - grupa eksploatacji dokonanej przez KWK Borynia, Jastrzębie - Moszczenica i Żory, rozciągająca się na wschód od Strefy Zaburzeń Nasunięcia Orłowskiego.

Rejon IV - eksploatacja dokonana przez KWK Pniówek, Zofiówka na granicy obszarów górniczych ww. kopalń, ograniczona od południa uskokiem o zrzucie ok. 250 m.



Rys.1. Izolinie pomierzonych obniżzeń terenu ROW-u za okres 1994.09.01 - 1996.10.01
Fig.1. The isolines depressions in ROW area in the period of 1994.09.01 - 1996.10.01

Stwierdzone istotne rozbieżności pomiędzy zakresem eksploatacji a wielkością pomierzonych obniżeń zmusiła autorów do chwilowej rezygnacji z wyznaczania parametrów dopasowania niecek dla I rejonu.

Zrezygnowano również z próby dopasowania niecki i obliczenia parametrów teorii Budryka - Knothego na terenie KWK Krupiński ze względu na zbyt małą ilość punktów sieci niwelacyjnej obejmujących obszar dokonanej eksploatacji. Wyznaczenie parametrów dla tak małej ilości punktów podlegających wpływom eksploatacji obarczone byłoby dużymi błędami i mogłoby dać fałszywy obraz tych wielkości.

Nie podjęto próby dopasowania niecki na terenie KWK Morcinek z powodu braku danych o eksploatacji dokonanej przez stronę Czeską. Ocenia się, że ww. eksploatacja ma znaczący wpływ na obserwowane obniżenia punktów w tym rejonie.

Do opisu obniżeń sieci niwelacyjnej przyjęto zaproponowany przez J. Białka [2] sposób polegający na liniowej superpozycji wpływów obliczonych w oparciu o wzór S. Knothego dla 2 różnych promieni rozproszenia wpływów:

$$w(x,y,h,S,...) = (1-a_w) * w(r_0,x,y,h,S,...) + a_w * w(r_1,x,y,h,S,...) \quad (2)$$

gdzie:

$w(r_0,x,y,h,S,...)$, $w(r_1,x,y,h,S,...)$ - obniżenia cząstkowe obliczone w oparciu o wzór S. Knothego z zastosowaniem promieni rozproszonych wpływu r_0 , r_1 , gdzie: $r_0 = h / \text{tg}\beta_0$, $r_1 = h / \text{tg}\beta_1$, x, y - współrzędne punktu obliczeniowego, h - głębokość eksploatacji, S - powierzchnia wyeksploatowana.

Dla promieni rozproszenia wpływów r_0 , r_1 obowiązuje zależność: $r_0 < r < r_1$,
gdzie:

$r = h / \text{tg}\beta$ - promień rozproszenia wpływu w klasycznym wzorze S. Knothego (przy jednokrotnym stosowaniu wzoru),

a_w - stały współczynnik określający, jaki udział w obniżeniu całkowitym „ w ” ma obniżenie cząstkowe $w(r_1)$.

Z uwagi na małą ilość punktów niwelacyjnych położonych bezpośrednio w pobliżu eksploatacji, w odległości mniejszej od 0.4 h od krawędzi eksploatacji, zrezygnowano z wyznaczenia parametrów $\text{tg}\beta_0$, ograniczając się jedynie do wyznaczania parametru a_w , $\text{tg}\beta_1$ i parametru A_{obr} . Parametr A_{obr} powoduje uwzględnienie w obliczeniach obrzeża eksploatacyjnego.

Wyznaczenia parametrów a_w , $\text{tg}\beta_1$, A_{obr} dokonano programem TGB.EXE. Program ten na podstawie wprowadzonych danych o geometrii pól wybierania (kształt parcel dowolny), danych o położeniu punktów obserwacyjnych i wartościach pomierzonych obniżeń w tych

punktach wyznacza parametry a , $tg\beta$, A_{obr} . Jako kryterium wyznaczania parametrów stosowana jest wartość minimum wariancji resztkowej określonej wzorem:

$$B_1(a, tg\beta, A_{obr}) = \sum_{i=1}^n [a W_{k_i}(tg\beta, A_{obr}) - Wp_i]^2 \quad (3)$$

gdzie:

- n - liczba punktów pomiarowych,
- a - współczynnik eksploatacyjny,
- $tg\beta, A_{obr}$ - wyznaczone parametry,
- $aW_{kt}(tg\beta, A_{obr})$ - wielkość teoretyczna obniżenia i-tego punktu pomiarowego,
- Wp_i - pomierzone obniżenie i-tego punktu.

Program TGB.EXE oblicza wartość obniżeń korzystając z klasycznego wzoru S. Knothego dla pojedynczej niecki obniżeniowej. W rozważanym przypadku, po odrzuceniu nielicznych punktów pomiarowych opisujących bliskie oddziaływanie eksploatacji ($x < 0.4h$), wyznaczone parametry $a, tg\beta, A_{obr}$ można w przybliżeniu utożsamiać z parametrami $a_w, tg\beta_1, A_{obr}$ wzoru (2).

Dodatkowymi parametrami, które trzeba dostarczyć programowi, są współczynniki prędkości obniżeń C_1, C_2 występujące w równaniu różniczkowym S. Knothego [2] w wersji zaproponowanej przez J. Białka [3]:

$$\frac{dW(t)}{dt} = [C_1 - C_2 \frac{dW_k(t)}{dt}] [W_k(t) - W(t)] \quad (4)$$

Program TGB w oparciu o równanie (4) uwzględnia w obliczeniach opóźnienie czasowe ujawnianych wpływów. Zgodnie tym równaniem obliczana wartość obniżeń za okres 1994-96 jest zwiększana o wartość resztkowych obniżeń spowodowanych eksploatacją w okresie wcześniejszym. Również obliczone obniżenia za okres 1994-96 są pomniejszane wskutek niepełnego ujawnienia się na koniec roku 1996 wszystkich obniżeń spowodowanych eksploatacją w okresie 1994-96.

4. Omówienie otrzymanych wyników

Wyniki obliczeń numerycznych wykonanych programem TGB dla kolejnych rejonów zestawiono w tabeli I.

Tabela I

Wartości parametrów wzoru (1) dla 3 różnych rejonów eksploatacji

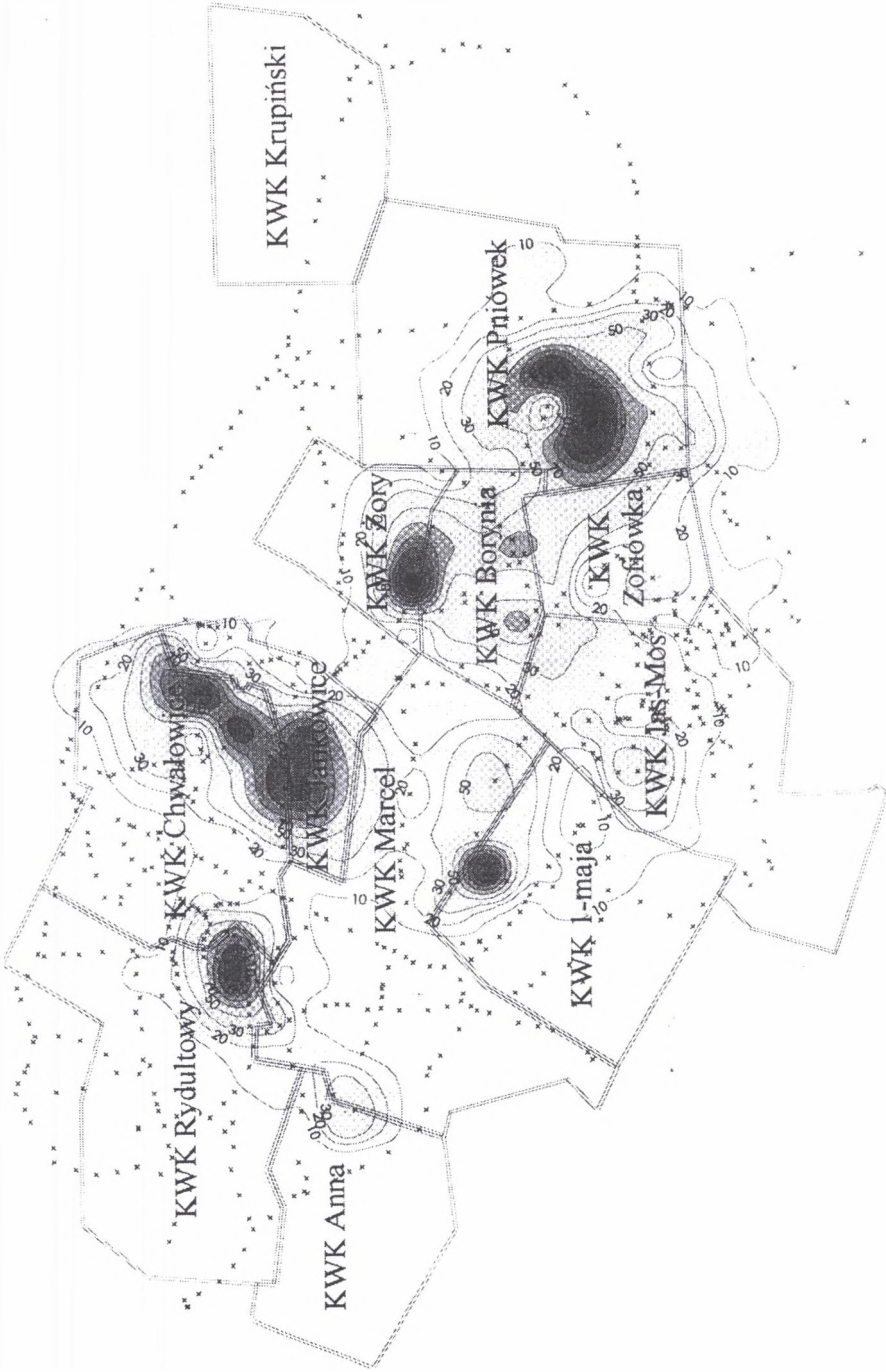
	C_1 [m/rok]	C_2 [1/m]	a_{w1}	$tg\beta_1$	A_{obr}	δ	R
Rejon II	700	8	0,276	0,356	0,08	65,3	0,970
Rejon III	700	8	0,258	0,434	0,06	45,1	0,974
Rejon IV	700	8	0,366	0,256	0,00	66,1	0,966
Wartości średnie z rejonów II-IV			0,300	0,349	0,05		

Na rysunku 2 pokazano plan warstwowy różnic pomiędzy obniżeniami pomierzonymi o obliczonymi teoretycznie. Widać, że wartości tych różnic są generalnie małe (ok. 20-30 mm), zanikające ze wzrostem odległości od pól eksploatacyjnych. Ponadto porównując wartości tych różnic z wartościami pomierzonych obniżeń, widać, że różnice te są kilkakrotnie mniejsze od wartości pomierzonych obniżeń. Wniosek ten potwierdzają wysokie wartości współczynnika korelacji liniowej R pomiędzy wartościami pomierzonymi a obliczonymi, który osiąga wartość od $R=0,966$ do $R=0,974$.

Wzrost różnicy wartości pomierzonych i obliczonych występuje w pobliżu eksploatacji. Właśnie te zwiększone różnice spowodowały wzrost odchylenia standardowego δ do wartości z przedziału 45 mm do 66 mm.

Wykonane pomiary wykazują niezaprzeczalny związek pomiędzy eksploatacją górnictwem a zaistniałym przyrostem obniżeń nawet w znacznych odległościach >1000 m od najbliższych pól eksploatacyjnych, natomiast wykonane obliczenia wskazały, że pomierzone obniżenia można opisać stosując do tego celu najczęściej stosowany wzór S. Knothego. Jeśli rozważyć wyłącznie punkty odległe od eksploatacji >0.4 h, to obniżenie tych punktów można wstępnie oszacować przyjmując we wzorze S. Knothego następujące parametry:

- $tg\beta=0.25$ do 0.45 - parametr teorii S. Knothego,
- $a=0,24$ - dla zawalu,
- $a=0,06$ - dla podsadzki hydraulicznej.



Rys.2. Izolinie bezwzględnych różnic obniżen pomierzonych i obliczonych w [mm]
Fig.2. The isolines of absolute differences between measured and prognosed values of depressions in [mm]

Wymienione wartości współczynników osiadania a uzyskano wyznaczając powszechnie przyjmowane wartości ($a=0,8$ - dla zawału, $a=0,2$ - dla podsadzki) przez średnią wartość $a_{w1}=0.3$ pokazaną w tabeli 1.

Wyznaczone wartości parametru $\text{tg}\beta$ świadczą o tym, że składowa wpływów dalekich (może właściwa nazwa to wpływy bardzo dalekie?) posiada zasięg dochodzący nawet do 4 h (h - głębokość eksploatacji) od krawędzi eksploatacji. Przy tak dużym zasięgu wpływów wartość obniżen zależy przede wszystkim od objętości powstałej pustki poeksploatacyjnej. Wpływy bardzo dalekie mają znaczenie głównie przy planowaniu i realizacji pomiarów geodezyjnych. Ich wpływ na budowle naziemne można uznać za pomijalnie mały, gdyż przewidywana wartość odkształceń poziomych powodowana przez te wpływy jest 20 razy mniejsza od wartości odkształceń w pobliżu krawędzi eksploatacji.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Wstępna analiza wyników obserwacji sieci niwelacyjnej „Gigant” za okres 1994-96 wykazała wyraźny związek pomiędzy eksploatacją górniczą a zaistniałym przyrostem obniżen reperów nawet w znacznych odległościach >1000 m od najbliższych pól eksploatacyjnych. Wykonane obliczenia wskazały, że pomierzone obniżenia można opisać wzorem S. Knothego stosując do niego parametry określone w niniejszym opracowaniu.

Dla wyjaśnienia, czy obserwowane wpływy nie są wynikiem odwodnienia górotworu, konieczna będzie analiza wartości mierzonych obniżen w kolejnych przedziałach czasowych w zależności od rozwoju eksploatacji w czasie. Konieczne będzie ponadto zbadanie wpływu budowy geologicznej na uzyskane wartości parametrów opisujących nieckę obniżeniową.

LITERATURA

1. Białek J.: Opis nieustalanej fazy obniżen terenu górniczego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z.194. 1991.
2. Białek J.: Sposób poprawy opisu wpływów dalekich. Przegląd Górniczy nr 3/1993.

3. Białek J.: Application of the composition of two or more subsidence troughs calculated after the S. Knothe's equation to the description of results of field observations. Rudarsko Metalurški Zbornik. Volume 42, No.1-2, Ljubljana, October 1995.
4. Knothe S.: Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. I, z.1, 1953.
5. Knothe S.: Wpływ czasu na kształtowanie się niecki osiadania. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. I, z. 1, 1953.
6. Milewski M.: Wskaźniki deformacji powierzchni terenu w świetle wyników obserwacji geodezyjnych. Archiwum Górnictwa 1989 T.34 Z.1.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Pielok

Abstract

Rich material collected from periodic levelling observations of ROW area was used for investigation of relation between the exploitation and observed depressions. In this paper the problem of far – effects was taken up. The classical Knothe's theory supplemented with proposed by Białek method of linear superposition for two different radius of effects scattering was accepted for this purposes. According to the calculations, it is possible to determine optimal values of the theory parameters for datum point distant from the exploitation more then $0.4 h$ (where h – depth of exploitation). The parameter values (presented in the table) enable to determine observed depressions with the accuracy less then 30 mm, and the accuracy increases with the increase of the distance from the exploitation edge. The calculations and observation analysis showed that far effects may be noticed even at a distance of $4 h$ from the exploitation edges. Far effects do not influence surface buildings because of low deformation values. However they may be considered during planning and realisation of geodetic surreys.