

# Wpływ rozwoju eksploatacji w jednej z kopalń JSW na wartości parametrów teorii wpływów

## Budryka – Knothego

### Impact of exploitation development in one of “Jastrzębska Spółka Węglowa” coal mines on parameters values of the Budryk-Knothe theory



*Dr hab. inż. Ryszard Mielimąka  
prof. nzw. w Pol. Śl. \*)*



*Mgr inż. Justyna Orwat \*)*

**Treść:** W artykule przedstawiono sposób wyznaczenia wartości parametrów teorii wpływów W. Budryka – S. Knothego z rozszerzeniem wzorów zaproponowanych przez prof. Jana Białka (współczynnika osiadania skał stropowych  $a$ , tangensa kąta  $\beta$  określającego zasięg wpływów głównych  $tg\beta$  oraz parametru obrzeża eksploatacyjnego  $A_{obr}$ ) oraz zmianę ich wartości w zależności od zwiększania zakresu eksploatacji. Wartości parametrów charakterystyczne dla danego górotworu określono na podstawie wyników obserwacji geodezyjnych przeprowadzonych na linii pomiarowej i reprezentujących obniżenia terenu górniczego spowodowane łączną eksploatacją pokładów 338/2 i 358/1 oraz 338/2, 358/1 i 341. Parametry teorii wpływów dla górotworu naruszonego tylko i wyłącznie eksploatacją jednego pokładu (p.341) wyznaczono na podstawie różnicy wartości obniżeń wywołanych eksploatacją kolejno dwóch i trzech pokładów.

**Abstract:** This paper presents the method of determining the parameters values of The Budryk–Knothe Theory, with the enlargement of the model proposed by prof. Jan Białek ( $a$  - a coefficient of roof rocks subsidence,  $tg\beta$  - determining the range of the main impacts,  $A_{obr}$  - a parameter of exploitation periphery), and of changing their values depending on the growing exploitation range. The values of parameters characteristic for this rock mass were determined on the basis of the results of the geodetic measurements, carried out on the measuring line and representing the subsidences of mining area caused by combined exploitation of 338/2, 358/1, 338/2, 358/1 and 341 coal beds. The parameters of impacts theory for the rock mass disturbed due to exploitation were calculated only for one coal bed (341) on the basis of difference between the values of subsidences induced successively in line with the exploitation of the second and third coal bed.

#### Słowa kluczowe:

*parametry teorii wpływów W. Budryka – S. Knothego, wyznaczanie wartości parametrów, zakres i rozwój eksploatacji, pomierzone i teoretyczne obniżenia terenu górniczego*

#### Key words:

*parameters of the Budryk–Knothe impacts theory, determination of parameters values, range and development of exploitation, measured and theoretical subsidences of mining area*

## 1. Wprowadzenie

Poprawne prognozowanie wartości wskaźników deformacji terenu górniczego za pomocą pakietu programów EDN – OPN może odbywać się jedynie na podstawie znanych lub uprzednio wyznaczonych wartości parametrów teorii wpływów W. Budryka – S. Knothego, m.in. współczynnika osiadania skał stropowych i tangensa kąta zasięgu wpływów głównych oraz parametru obrzeża eksploatacyjnego.

Niestety wartości tych parametrów nie są stałe w czasie i konieczne jest ich równoczesne określanie wraz z rozwojem podziemnej eksploatacji górniczej. Jedynie prawidłowe wartości ww. parametrów obrazujące stan górotworu w danej chwili i charakteryzujące dany zakres eksploatacji mogą być stosowane do sporządzania najbardziej wiarygodnych prognoz deformacji powierzchni terenu. Dlatego też tak ważnym i koniecznym jest ich bieżąca aktualizacja.

W pracy zaprezentowano zmianę wartości parametrów  $a$ ,  $tg\beta$  i  $A_{obr}$  obserwowaną w trakcie rozwoju eksploatacji prowadzonej przez jedną z kopalń JSW. Wartości para-

\*) Politechnika Śląska w Gliwicach

metrów obliczono przy użyciu programu TGB1 na drodze dopasowania obniżen teoretycznych do pomierzonych na punktach linii obserwacyjnej przebiegającej nad środkiem pola eksploatacyjnego, w przybliżeniu prostopadle do wybiegu wyrobisk ścianowych. Z wyników regularnie prowadzonych obserwacji geodezyjnych wyróżniono dwa cykle pomiarowe obrazujące obniżenia powstałe w wyniku eksploatacji pokładów 338/2 i 358/1 oraz 338/2, 341 i 358/1. Wartości parametrów teorii wpływów dla górotworu teoretycznie naruszonego eksploatacją jednego pokładu 341 wyznaczono na podstawie różnicy wartości obniżen spowodowanych eksploatacją kolejno dwóch i trzech pokładów.

## 2. Opis eksploatacji

Opisano eksploatację dokonaną w pierwszej dekadzie XXI w. w pewnym rejonie znajdującym się w granicach obszaru górniczego jednej z kopalń JSW, w którym eksploatowane były trzy pokłady węgla kamiennego: 338/2, 341 oraz 358/1.

Pokład 338/2 eksploatowany był jako pierwszy ścianami od B-1 do B-4 oraz C-1 w latach 2001-2006 r. systemem podłużnym z zawałem skał stropowych (oznaczony kolorem różowym na rysunku 1). Wysokość furty eksploatacyjnej wahała się od 2,5 m do 3,0 m. Pokład ten zalegał najpłycej (w odniesieniu do pozostałych pokładów) na średniej głębokości wynoszącej około 600 m. Pokład 338/2 zapadał się w kierunku południowo-wschodnim, a średnia wartość kąta nachylenia wynosiła około  $5,5^\circ$ . Podczas prowadzenia eksploatacji stwierdzono częściowe wymycie pokładu, przerosty oraz uskoki o niewielkich wartościach zrzutów.

Pokład 341 w omawianym rejonie również eksploatowany był ścianami od B-1 do B-4 systemem podłużnym z wypełnieniem pustki poeksploatacyjnej skałami zawałowymi (kolor niebieski na rysunku 1). Zasoby węgla

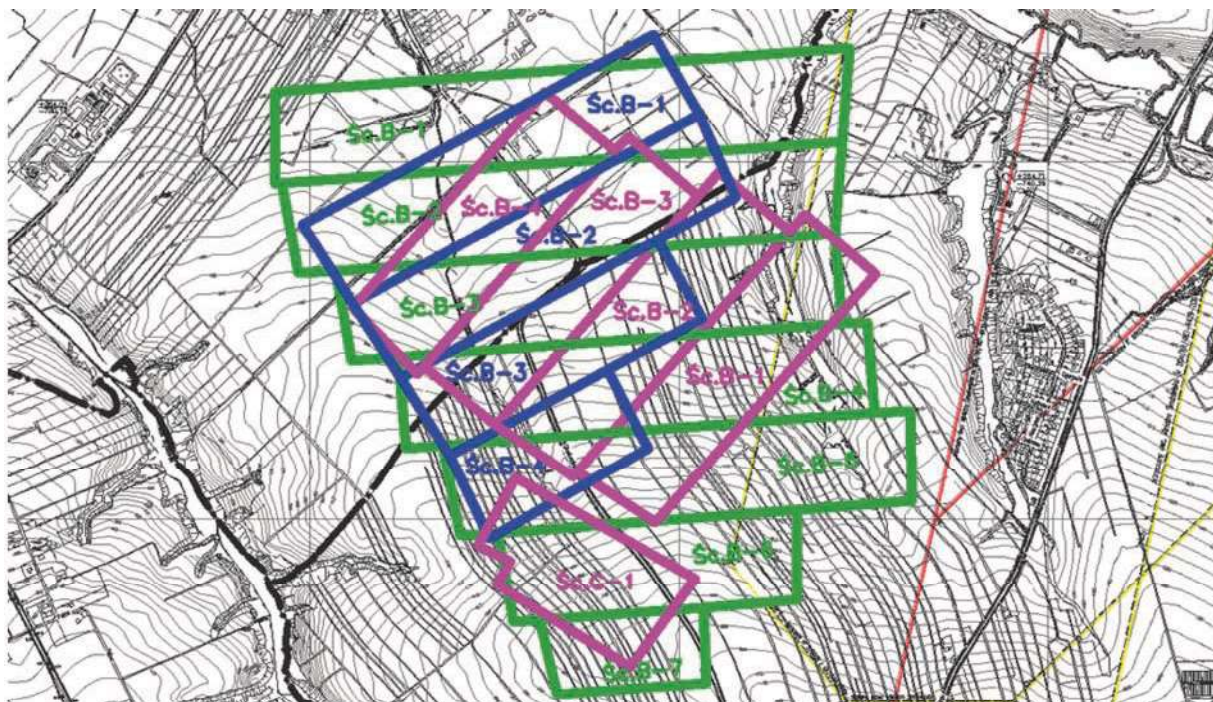
kamiennego z tego pokładu pozyskiwane były najpóźniej (w porównaniu ze złożem w pokładach 338/2 i 358/1) w okresie od sierpnia 2007 r. do końca października 2011 r. Pokład 341 zalegał na średniej głębokości równej 635 m – najpłycej położony był w części północno-wschodniej, a najgłębiej w części południowo-wschodniej. Zatem pokład 341 zapadał się w kierunku południowo-wschodnim pod kątem wynoszącym około  $5^\circ$  w stosunku do płaszczyzny poziomej. Miąższość eksploatacyjna wynosiła tutaj od 2,3 m do 3,0 m. Z ważniejszych zaburzeń geologicznych można wymienić niewielkie uskoki oraz przerosty.

Pokład 358/1 (zaznaczony kolorem zielonym na rysunku 1) w okresie od października 2002 r. do kwietnia 2006 r. eksploatowany był siedmioma ścianami (B-1 ÷ B-7) na wysokość od 2,0 m do 2,9 m systemem poprzecznym na zawał z częściowym doszczelnieniem podsadzką hydrauliczną. Pokład ten położony był najgłębiej (w odniesieniu do pokładów 338/2 oraz 341) na średniej głębokości wynoszącej ponad 1000 m. Najpłycej zalegał w części północno-zachodniej, a najgłębiej w części południowo-wschodniej. Upad w kierunku południowo-wschodnim wynosił około  $4,5^\circ$ . Podczas prowadzenia wydobycia odnotowano tutaj liczne wymycia i ścienienia pokładu, a także przerosty i uskoki.

## 3. Charakterystyka linii pomiarowej

Geodezyjne pomiary obniżen terenu wykonywane były na punktach linii obserwacyjnej przebiegającej przez środek analizowanego rejonu, rozciągającej się z południowego wschodu na północny zachód. Analizując jej usytuowanie w stosunku do wybiegów wyrobisk ścianowych (rysunek 2) można stwierdzić, że linia ta jest poprzeczną.

Omawiana linia składa się z 48 punktów pomiarowych numerowanych kolejno od 701 do 748. Geodezyjne punkty po-



Rys. 1. Krawędzie wyrobisk eksploatacyjnych w pokładach 338/2 (kolor różowy), 341 (kolor niebieski) oraz 358/1 (kolor zielony) na tle fragmentu mapy sytuacyjno-wysokościowej oraz granic obszaru i terenu górniczego (źródło: opracowanie własne)

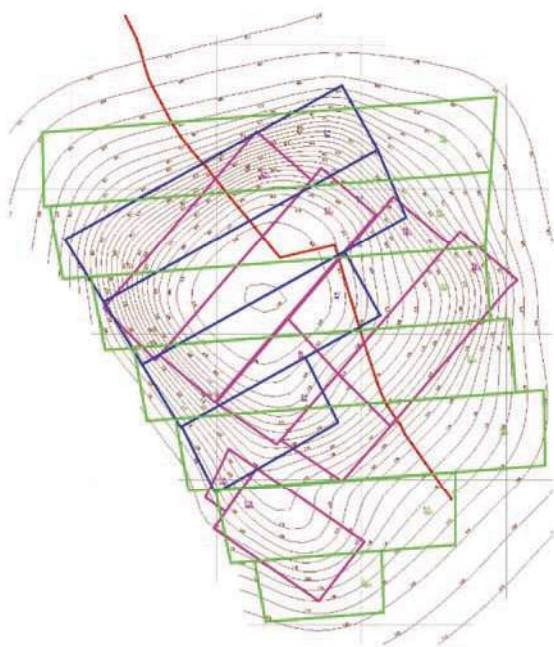
Fig. 1. Edges of longwalls in coal beds: 338/2 (pink line), 341 (blue line) and 358/1 (green line) on the background of scrap of the situational-altitude map and borders of mining area (source: own study)



miarowe znajdujące się na południowym wschodzie (punkty o numerach od 701 do 725) usytuowane są wzdłuż między rozgraniczającej pola uprawne, natomiast punkty pomiarowe znajdujące się na północnym zachodzie na poboczu drogi utwardzonej (punkty numerowane kolejno od 726 do 748). Punkty składające się na linię obserwacyjną nie tworzą prostej, lecz łamaną, złożoną w zasadzie z trzech głównych odcinków: 701 – 725, 725 – 726 oraz 726 – 748. Odcinek znajdujący się pomiędzy punktami 725 a 726 stanowi przesunięcie punktów pomiarowych 726 ÷ 748 w kierunku południowo-zachodnim w stosunku do odcinka składającego się z punktów 701 ÷ 725. Taka konfiguracja punktów geodezyjnych podyktowana jest możliwością zastabilizowania ich jedynie na poboczu biegnącym wzdłuż drogi.

Punkty obserwacyjne o numerach od 701 do 732 zostały zastabilizowane i pomierzone jeszcze przed rozpoczęciem planowanej eksploatacji w pokładzie 338/2. Wydobycie węgla kamiennego w tym pokładzie (w zakresie opisywanego rejonu) rozpoczęło się dokładnie 15.04.2001 r. wyrobiskiem ścianowym B – 2, natomiast pierwszy pomiar punktów linii obserwacyjnej wykonano na początku kwietnia 2001 roku (pomiar pierwszy). Pierwotna długość początkowo tak zaprojektowanej linii wynosiła ponad 1441 m przy odległościach pomiędzy poszczególnymi punktami wynoszących od około 31 m (odległość pomiędzy punktami 820w a 720) do ponad 192 m (odległość pomiędzy punktami 725 a 726).

Ze względu na zwiększanie zakresu eksploatacji w kierunku północnym zdecydowano się założyć kolejne punkty linii obserwacyjnej. Następne punkty (733 ÷ 748) zastabilizowano i pomierzono (przy okazji siódmego cyklu pomiarowego punktów już istniejących) przed rozpoczęciem eksploatacji w pokładzie 358/1 wyrobiskiem ścianowym B – 1, którego rozruch miał miejsce w dniu 01.10.2002 r. Przy stabiliza-



Rys. 2. Kształt i położenie linii obserwacyjnej (linia czerwona) w stosunku do krawędzi wyrobisk eksploatacyjnych oraz niecki obniżeniowej spowodowanej eksploatacją pokładów 338/2, 341 i 358/1 (źródło: opracowanie własne).

Fig. 2. Shape and position of measuring line (red line) on the background of the exploitation edges and the subsidence trough caused by extraction in coal beds: 338/2, 341 and 358/1 (source: own study)

cji kolejnych punktów starano się zachować mniej więcej jednakową odległość wynoszącą średnio 45 m. Natomiast odległości pomiędzy punktami wahały się tutaj od około 43 m (odcinek 739 – 740) do ponad 52 m (odległość pomiędzy punktami 743 a 744). Długość kolejnego odcinka 733 – 748 linii obserwacyjnej wyniosła około 684 m.

Uwzględniając pierwotną długość linii (701 – 732) i długość później założonego fragmentu 733 – 748 oraz odległość między punktami 732 a 733 wynoszącą 45 m, ostatecznie łączna długość linii pomiarowej wyniosła około 2170 m.

#### 4. Charakterystyka pomiarów geodezyjnych

Pomiary wysokościowe wykonywane były w okresie od kwietnia 2001 r. do października 2011 r. w nawiązaniu do reperów znajdujących się na budynku kościoła i w pobliżu szybu (punktów osnowy wysokościowej II klasy należących do sieci „Gigant”) za pomocą ciągów niwelacji precyzyjnej. Niwelację wykonywano ze środka sposobem TPPT, zaś długości i liczba odcinków niwelacyjnych uzależnione były od ukształtowania terenu i długości pomiędzy zastabilizowanymi punktami linii obserwacyjnej. Na drodze dojścia pomiędzy reperem a pierwszym punktem obserwacyjnym długości celowych nie przekraczały 40 metrów. Całkowita długość ciągu niwelacyjnego nie przekraczała 5 km. W przeciągu 10 lat wykonano łącznie 30 cykli pomiarowych, które trwały nie dłużej niż 2 dni. Początkowo pomiary geodezyjne prowadzone były ze zwiększoną częstotliwością wynoszącą około 4 razy w roku w 3-miesięcznych odstępach:

- 2001 rok: 4 cykle pomiarowe (pomiar 1: kwiecień 2001, pomiar 2: lipiec 2001, pomiar 3: wrzesień 2001, pomiar 4: grudzień 2001);
- 2002 rok: 3 cykle pomiarowe (pomiar 5: luty 2002, pomiar 6: czerwiec 2002, pomiar 7: październik 2002);
- 2003 rok: 4 cykle pomiarowe (pomiar 8: styczeń 2003, pomiar 9: marzec 2003, pomiar 10: maj 2003, pomiar 11: październik 2003);
- 2004 rok: 5 cykli pomiarowych (pomiar 12: styczeń 2004, pomiar 13: kwiecień 2004, pomiar 14: czerwiec 2004, pomiar 15: wrzesień 2004, pomiar 16: grudzień 2004);
- 2005 rok: 2 cykle pomiarowe (pomiar 17: kwiecień 2005, pomiar 18: październik 2005);
- 2006 rok: 4 cykle pomiarowe (pomiar 19: styczeń 2006, pomiar 20: kwiecień 2006, pomiar 21: wrzesień 2006, pomiar 22: grudzień 2006);
- 2007 rok: 4 cykle pomiarowe (pomiar 23: marzec 2007, pomiar 24: czerwiec 2007, pomiar 25: wrzesień 2007, pomiar 26: grudzień 2007).

Tak częste wykonywanie pomiarów było podyktowane równoczesną eksploatacją prowadzoną w pokładach 358/1 oraz 338/2. Nieustanne obserwacje przeprowadzane na punktach linii pomiarowej pozwalały na bieżące monitorowanie i kontrolowanie negatywnych skutków eksploatacji ujawniających się na powierzchni terenu oraz w obiektach na niej posadowionych. W przypadku, gdy ujemny wpływ eksploatacji na teren górniczy i jego deformacje byłyby bardzo silny oraz gdyby eksploatacja zaczęła powodować nadmierne uszkodzenia w obiektach budowlanych, możliwe byłoby bezzwłoczne dokonanie zmian w aktualnej lub planowanej eksploatacji (np. poprzez zmiany kierunku i zasięgu eksploatacji oraz sposobu kierowania stropem).

Pokład 341 w omawianym rejonie zaczęto eksploatować zasadniczo po zakończeniu wydobycia węgla w pokładach 358/1 i 338/2. Od 2008 roku zdecydowano się prowadzić obserwacje geodezyjne raz w roku:

- 2008 rok: czerwiec (pomiar 27);
- 2009 rok: czerwiec (pomiar 28);
- 2010 rok: wrzesień (pomiar 29);
- 2011 rok: październik (pomiar 30).

Zgodnie z Instrukcją techniczną G – 2: Wysokościowa osnowa geodezyjna [3], błąd określenia wysokości punktów osnowy wysokościowej IV klasy (niwelacja techniczna i precyzyjna) nie powinien być większy od

$$f \pm 12^* , \quad (1)$$

gdzie:

$F$  – długość ciągu niwelacyjnego, km.

Zatem dla wyznaczenia wysokości punktów pomiarowych linii obserwacyjnej ( $F = 5$  km) błąd ten powinien być mniejszy od

$$f \pm 12^* = 26,8 \text{ mm}. \quad (2)$$

Maksymalny błąd wyznaczenia wysokości punktów z pomiarów geodezyjnych wyniósł  $\pm 12,0$  mm. Jak widać mieści się on w granicy dopuszczalnego błędu pomiarowego podawanego przez Instrukcję techniczną G – 2.

## 5. Wyniki pomiarów geodezyjnych

Na rysunku 3 przedstawiono kształtowanie się profilu niecki obniżeniowej wzdłuż linii obserwacyjnej w 29 cyklach pomiarowych wykonanych od lipca 2001 r. do października 2011 r.

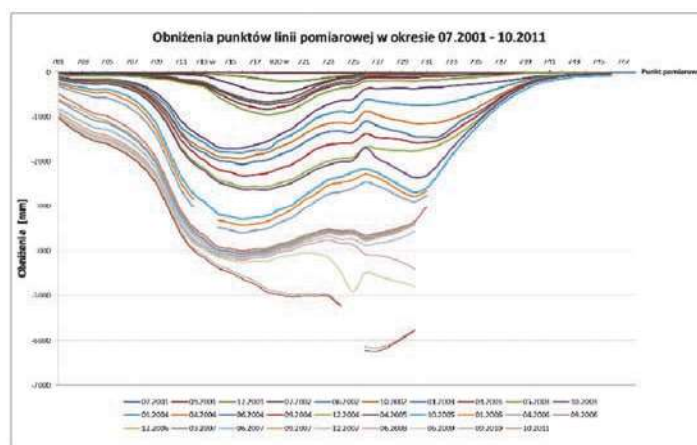
Nieregularny przebieg obniżeń między 725 a 726 punktem pomiarowym związany jest ze zmianą kierunku tego odcinka linii pomiarowej na w przybliżeniu równoległy do wybiegów wyrobisk ścianowych.

W początkowej fazie kształtowania się niecki obniżeniowej wpływ na jej kształt oraz wartość obniżenia miała eksploatacja prowadzona na wysokość ok. 2,6 m w ścianie B – 2 w pokładzie 338/2, która rozpoczęła proces wydobywania złoża w rejonie linii obserwacyjnej. Obniżenie terenu górniczego spowodowane właśnie tą eksploatacją głównie zaobserwować można między 709 a 725 punktem pomiarowym (cykl pomiarowy z czerwca 2002 roku). Następnie mniej więcej w tym samym czasie (przed listopadem 2002 roku) rozpoczęła eksploatację ścian B – 1 w pokładach 358/1 oraz 338/2.

Obniżenia będące skutkiem eksploatacji ścian B – 2 i B – 1 w pokładzie 338/2 oraz ściany B – 1 w pokładzie 358/1 przedstawia profil kształtu niecki z maja 2003 roku. Prócz ściany B – 1 w pokładzie 358/1 równocześnie z postępującą ścianą B – 1 w pokładzie 338/2 prowadzono również eksploatację ściany B – 2 w pokładzie 358/1. W cyklu pomiarowym z kwietnia 2004 roku można wyróżnić w zasadzie dwie niecki obniżeniowe: między 701 a 725 punktem zaobserwowano nieckę obniżeniową spowodowaną eksploatacją ścian B – 2 i B – 1 w pokładzie 338/2 (niecka pełniejsza ze względu na mniejszą głębokość i większą wysokość eksploatacji) oraz między 725 a 748 punktem ukształtowała się niecka będąca wynikiem eksploatacji ścian B – 1 i B – 2 w pokładzie 358/1 (niecka „płytsza” ze względu na większą głębokość i mniejszą wysokość eksploatacji pokładu 358/1). Następnie przystąpiono do eksploatacji ściany B – 3 w pokładzie 358/1, która dodatkowo pogłębiła ww. nieckę pełniejszą występującą pomiędzy 701 a 725 punktem linii obserwacyjnej (pomiar z grudnia 2004 roku). Pod koniec wydobywania w ścianie B – 3 w pokładzie 358/1 nastąpił rozruch ściany B – 4 w pokładzie 338/2, która z kolei znacznie przyczyniła się do pogłębienia ww. „płytszej” niecki pomiędzy 725 a 748 punktem (kwiecień 2005). W połowie wybiegu ściany B – 4 w pokładzie 338/2 nastąpił rozruch ściany B – 4 w pokładzie 358/1. Następnie przystąpiono do eksploatacji ściany B – 3 w pokładzie 338/2, która prowadzona była jednocześnie ze ścianami B – 4 i B – 5 i częściowo B – 6 w pokładzie 358/1. Kolejne uruchamianie wyrobiska (ściany B – 4 ÷ B – 7 w pokł. 358/1 oraz ściana C – 1 w pokł. 338/2) spowodowały zwiększanie się dotychczas odnotowanej niecki (grudzień 2006).

Po zakończeniu eksploatacji w pokładach 338/2 i 358/1 w rejonie linii obserwacyjnej przystąpiono do wydobywania w pokładzie 341 (kolejno ściany B – 1 ÷ B – 4) skoncentrowanego w okolicy kształtowania się niegdyś „płytszej” niecki. Jednak mała głębokość (ok. 635 m) oraz znaczna wysokość furty eksploatacyjnej w pokładzie 341 (2,3 ÷ 3,0 m) przyczyniły się do znacznego powiększenia obniżenia w niecce występującej od 725 do 730 punktu, które ostatecznie osiągnęło wartość około -6,24 m w punkcie 727 (przy łącznej grubości eksploatowanych pokładów wynoszącej od 6,8 m do 8,9 m).

Podsumowując, w procesie tworzenia się niecki obniżeniowej wzdłuż omawianej linii obserwacyjnej można wyróżnić siedem charakterystycznych etapów bezpośrednio związanych z postępującą eksploatacją. W tabeli 1 zestawiono najwaz-



Rys. 3. Kształtowanie się niecki obniżeniowej w okresie lipiec 2001 – październik 2011 spowodowanej eksploatacją pokładów 338/2, 341 i 358/1 (źródło: opracowanie własne)

Fig. 3. Forming subsidence trough in the period between July 2001 and October 2011 caused by exploitation in coal beds: 338/2, 341 and 358/1 (source: own study)

niejsze informacje o każdym z etapów: kształt niecki, stan eksploatacji, cykl pomiarowy ujawniający wpływ danej eksploatacji, wartość obniżenia w najniższym punkcie. Etap VI odzwierciedla stan niecki wywołany eksploatacją pokładów 338/2 i 358/1 i reprezentowany jest przez obniżenia odno-

towane w grudniu 2006 roku (cykl 22). Natomiast etap VII tworzenia się niecki ujawnia obniżenia terenu spowodowane łączną eksploatacją w pokładach 338/2, 358/1 i 341 (30 cykl pomiarowy – październik 2011 roku).

**Tabela 1. Etapy tworzenia się niecki obniżeniowej wzdłuż linii pomiarowej (źródło: opracowanie własne)**  
**Table 1. Steps of forming subsidence trough along the measuring line (source: own study)**

Etap	Kształt niecki	Stan eksploatacji	Cykl pomiarowy	Maksymalna wartość obniżenia, m	Uwagi
I	symetryczny	Pokł. 338/2 Śc. B-2	06.2002 cykl 6	-0,665 (punkt 718)	-
II	asymetryczny z powiększającym się skrzydłem prawym	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Pokł. 358/1 Śc. B-1	05.2003 cykl 10	-0,957 (punkt 718)	Powiększanie skrzydła prawego ze względu na eksploatację Śc. B-1 w pokł. 358/1
III	dwie niecki: głębsza i płytsza	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Pokł. 358/1 Śc. B-1 Śc. B-2	04.2004 cykl 13	niecka głębsza: -1,930 (punkt 716) niecka płytsza: - 1,151 (punkty 730 i 731)	Niecka głębsza spowodowana eksploatacją w pokł. 338/2, niecka płytsza w pokł. 358/1
IV	dwie niecki: głębsza i płytsza	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Pokł. 358/1 Śc. B-1 Śc. B-2 Śc. B-3	12.2004 cykl 16	niecka głębsza: -2,561 (punkt 718) niecka płytsza: - 1,761 (punkt 730)	Niecka głębsza spowodowana eksploatacją w pokł. 338/2 oraz Śc. B-3 w pokł. 358/1, niecka płytsza – Śc. B-1 i B-2 w pokł. 358/1
V	dwie niecki: głębsza i płytsza	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Śc. B-4 Pokł. 358/1 Śc. B-1 Śc. B-2 Śc. B-3	04.2005 cykl 17	niecka głębsza: -2,630 (punkt 718) niecka płytsza: - 2,353 (punkt 730)	Niecka głębsza spowodowana eksploatacją Śc. B-1 i B-2 w pokł. 338/2 oraz Śc. B-3 w pokł. 358/1, niecka płytsza – Śc. B-1 i B-2 w pokł. 358/1 oraz B-4 w pokł. 338/2
VI	niecka z „rozlanym” skrzydłem prawym	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Śc. B-4 Śc. B-3 Śc. C-1 Pokł. 358/1 Śc. B-1 Śc. B-2 Śc. B-3 Śc. B-4 Śc. B-5 Śc. B-6 Śc. B-7	12.2006 cykl 22	niecka głębsza: -4,001 (punkt 716) niecka płytsza: - 3,658 (punkt 726)	Niecka głębsza spowodowana eksploatacją Śc. B-1 i B-2 w pokł. 338/2 oraz Śc. B-3 ÷ B-7 w pokł. 358/1, niecka płytsza – Śc. B-1 i B-2 w pokł. 358/1 oraz B-4, B-3 i C-1 w pokł. 338/2
VII	niecka z „zapadniętym” skrzydłem prawym	Pokł. 338/2 Śc. B-2 Śc. B-1 Śc. B-4 Śc. B-3 Śc. C-1 Pokł. 358/1 Śc. B-1 Śc. B-2 Śc. B-3 Śc. B-4 Śc. B-5 Śc. B-6 Śc. B-7 Pokł. 341 Śc. B-1 Śc. B-2 Śc. B-3 Śc. B-4	10.2011 cykl 30	niecka płytsza: -5,027 (punkt 720) niecka głębsza: - 6,236 (punkt 727)	Niecka spowodowana eksploatacją w pokł. 338/2, 358/1 oraz 341



**6. Wyznaczenie wartości parametrów teorii wpływów**

Parametry teorii wpływów, tj:

- współczynnik osiadania skał stropowych  $a$ ,
  - tangens kąta zasięgu wpływów głównych  $tg\beta$ ,
  - parametr obrzeża eksploatacyjnego  $A_{obr}$ ;
- zostały wyznaczone przy wykorzystaniu pakietu programów komputerowych EDN – OPN [1] (program TGB1). W plikach z danymi do wyznaczenia wartości parametrów górotworu zawarto numery oraz współrzędne punktów pomiarowych linii obserwacyjnej, a także odnotowane na nich w wybranych cyklach pomiarowych wartości obniżeń. Po dokładnym przeanalizowaniu map eksploatacji pokładów (dat postępow frontów) oraz dat cykli pomiarowych, wyróżniono w zasadzie dwa cykle pomiarowe obrazujące wartości obniżeń spowodowanych eksploatacją kolejnych pokładów:
- cykl z grudnia 2006 roku (pomiar 22): uwidacznia wpływy pochodzące z eksploatacji pokładów 338/2 i 358/1 (czasookres obliczeniowy 1);
  - cykl z października 2011 roku (pomiar 30): uwidacznia wpływy pochodzące z eksploatacji pokładów 338/2, 358/1 oraz 341 (czasookres obliczeniowy 2).
- Wartości obniżeń terenu spowodowanych eksploatacją tylko pokładu 341 uzyskano z różnicy obniżeń odnotowanych w cyklach 10.2011 i 12.2006 – cykl oznaczony następnie jako 3. Wartości parametrów teorii wpływów obrazujące stan górotworu w danym zakresie eksploatacji wyznaczono zatem w 3 czasookresach:
- 01.04.2001 – 15.12.2006 (eksploatacja pokładów 338/2 i 358/1);

- 01.04.2001 – 15.10.2011 (eksploatacja pokładów 338/2, 358/1 i 341);
- 15.12.2006 – 15.10.2011 (eksploatacja pokładu 341).

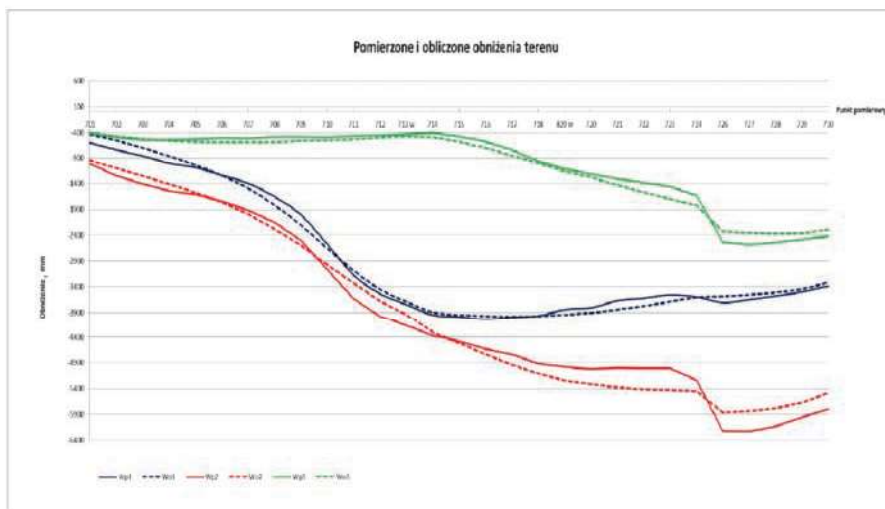
Na rysunku 4 przedstawiono dopasowania obniżeń obliczonych przez program do wartości obniżeń pomierzonych na punktach linii pomiarowej. Dolnym indeksem „o” oznaczono obniżenia obliczone programem komputerowym, natomiast dolnym indeksem „p” określono obniżenia pomierzone. Cyframi arabskimi zaznaczono numery kolejnych czasookresów obliczeniowych. Przy dopasowywaniu profili niecek również uwidacznia się wpływ odcinka 725 – 726 (o odmiennym kierunku w stosunku do pozostałych odcinków linii) w postaci punktu przegięcia profilu.

Obliczone wartości parametrów teorii wpływów W. Budryka – S. Knothego zestawiono w tabeli 2.

**7. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Zmienność wartości parametrów teorii wpływów W. Budryka – S. Knothego: „ $a$ ” i „ $tg\beta$ ” [5] oraz parametru obrzeża eksploatacyjnego „ $A_{obr}$ ” zaproponowanego przez J. Białka [2] podyktowana jest:

- warunkami geologicznymi panującymi w danym górotworze, jego budową i stopniem naruszenia,
- rozwojem eksploatacji w czasie oraz jej geometrią,
- odległościami pomiędzy poszczególnymi pokładami,
- umiejscowieniem prowadzonej eksploatacji w stosunku do zrobów znajdujących się w pokładach wyżej/niżej leżących.



**Rys. 4. Obliczone i pomierzone obniżenia terenu górniczego spowodowane kolejnymi zakresami eksploatacji (źródło: opracowanie własne)**

**Fig. 4. Theoretical and practical subsidences of mining area caused by subsequent ranges of exploitation (source: own study)**

**Tabela 2. Wyznaczone wartości parametrów teorii wpływów w poszczególnych zakresach eksploatacji (źródło: opracowanie własne)**

**Table 2. Calculated values of impact theory parameters in subsequent ranges of exploitation (source: own study)**

Zakres eksploatacji	Wyznaczone parametry teorii wpływów					Współcz. korelacji „r”
	mnożnik „a”	„a”	mnożnik „tgβ”	„tgβ”	parametr obrzeża „A <sub>obr</sub> ”	
1. Pokłady 338/2 i 358/1 (01.04.2001 ÷ 15.12.2006)	0,956	0,7648	1,120	2,240	0,176	0,9958
2. Pokłady 338/2, 358/1 i 341 (01.04.2001 ÷ 15.10.2011)	0,993	0,7944	1,284	2,568	0,130	0,9893
3. Pokład 341 (15.12.2006 ÷ 15.10.2011)	0,929	0,7432	1,040	2,080	0,281	0,9878

Zagadnienie dotyczące zmiany wartości ww. parametrów w zależności od stopnia zruszenia górotworu zostało już szeroko rozpoznane i opisane w literaturze przedmiotu.

Wpływ zakresu eksploatacji na wartość parametru  $tg\beta$  badali już m.in. Z. Rogusz [9], J. Kowalska – Kwiatek [6]. Z prac tych wynika jeden zasadniczy wniosek, że krotność eksploatacji powoduje zwiększenie wartości parametru „ $tg\beta$ ”.

Wartość współczynnika osiadania skał stropowych  $a$  (podobnie jak  $tg\beta$ ) również wzrasta wraz z rozwojem eksploatacji, co potwierdzają informacje zawarte w pracach [4], [7], [8] i [10].

Zmiana wartości współczynnika obrzeża eksploatacyjnego „ $A_{obr}$ ” w zależności od stopnia zruszenia górotworu została szczegółowo omówiona przez J. Białka w pracach [1] i [2]. Zgodnie z przedstawionymi założeniami niewielka liczba wyeksploatowanych pokładów powoduje powstanie po stronie zrobów znacznego obrzeża eksploatacyjnego „ $d$ ”. Znając zależność pomiędzy obrzeżem „ $d$ ” a jego współczynnikiem  $A_{obr}$

$$d = 1,2 \cdot r \cdot A_{obr} \quad (3)$$

gdzie:

$d$  – obrzeże eksploatacyjne, m

$r$  – promień rozproszenia wpływów, m

$A_{obr}$  – współczynnik obrzeża eksploatacyjnego

można stwierdzić, że wartość parametru  $A_{obr}$  jest proporcjonalna do wartości obrzeża eksploatacyjnego i maleje wraz z krotnością eksploatacji.

Przytoczony przykład potwierdza prawdziwość sformułowanych powyżej twierdzeń dotyczących zmiany wartości parametrów teorii wpływów W. Budryka – S. Knothe w zależności od zwiększania zakresu eksploatacji w rejonie leżącym w granicach obszaru górniczego jednej z koplań JSW.

Dla eksploatacji jednopokładowej (p. 341) wartości  $a$  i  $tg\beta$  są najmniejsze i wynoszą odpowiednio 0,74 oraz 2,1. W tym przypadku współczynnik obrzeża eksploatacyjnego  $A_{obr}$  przyjmuje wartość największą równą około 0,28. W miarę zwiększania krotności eksploatacji  $a$  i  $tg\beta$  rosną, by osiągnąć wartości maksymalne równe 0,79 i 2,6 dla górotworu naruszonego eksploatacją trzech pokładów 338/2, 358/1 i 341. W tym samym przypadku wartość współczynnika „ $A_{obr}$ ” jest najmniejsza i wynosi ona 0,13. Eksploatacja dwóch pokładów

338/2 i 358/1 pozwoliła na ustalenie wartości omawianych parametrów teorii wpływów na poziome pomiędzy wartościami uzyskanymi dla eksploatacji jedno – i trójpokładowej (0,76; 2,2; 0,18).

Najsłabsze dopasowanie obniżen teoretycznych do pomierzonych uzyskano dla niecki obrazującej wpływy pochodzące z eksploatacji pokładu 341. Obniżenia „pomierzone” obliczono tutaj jako różnicę obniżen będących wynikiem eksploatacji trzech (338/2, 358/1 i 341) i dwóch pokładów (358/1 i 341). W górotworze wcześniej naruszonej już eksploatacją górnica dużą rolę przy wyznaczaniu wartości obniżen odgrywa czynnik losowy i stąd wynika najmniejsza w tym przypadku wartość współczynnika korelacji  $r$  ustalona na poziomie 0,9878.

## Literatura

1. Bialek J.: Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego. Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2003.
2. Bialek J.: Opis obrzeża i aktywacji zrobów zaimplementowany w programach komputerowych serii EDN, EDBJ. „Zeszyty Naukowe Pol. Śl.”, s. „Górnictwo”, 2001, z. 250.
3. Instrukcja techniczna wykonywania wysokościowych pomiarów geodezyjnych G – 2. Standardy techniczne jako przepisy wykonawcze zachowały moc do 08.06.2012.
4. Knothe S.: Prognozowanie wpływów eksploatacji górnicznej. Wydawnictwo Śląsk, Cieszyn 1984.
5. Knothe S.: Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa, 1953, t. 1, z. 1.
6. Kowalska – Kwiatek J.: Zmienność parametru „ $tg\beta$ ” wraz z rozwojem niecki obniżeniowej. Kwartalnik „Górnictwo i Geologia” 2009, t. IV, z. 1.
7. Praca zbiorowa pod kierunkiem Kwiatka J.: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górnicznych. Wydawnictwo GIG, Katowice 1998.
8. Praca zbiorowa: Ochrona powierzchni przed szkodami górnicznymi. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1980.
9. Rogusz Z.: Wpływ czynników geologiczno-górnicznych na wartość parametru  $tg\beta$  teorii W. Budryka – S. Knothe w świetle badań terenowych. Praca doktorska, GIG, Katowice 1977.
10. Znański J.: Eksploatacja złóż. Część 2 – zasady podziemnej eksploatacji złóż. Wydawnictwo Śląsk, Cieszyn 1974.