

Teoria Knothego – jej znaczenie dla nauki górniczej i przemysłu górniczego*

ANTON SROKA

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

W dniu 31 grudnia 2015 roku zmarł w wieku 97 lat profesor Stanisław Knothe, człowiek o ogromnym autorytecie i światowej sławie.

Polska nauka górnicza i przemysł górniczy poniosły olbrzymią stratę.

Profesor Knothe był jedną z najbardziej zasłużonych i najciekawszych postaci polskiej i światowej nauki górniczej.

Profesor Knothe urodził się w roku 1919, w roku oficjalnego powołania do życia Akademii Górniczej w Krakowie. Na tej Akademii rozpoczął w roku 1945 studia górnicze, które ukończył w roku 1947. Po kilkumiesięcznej pracy w przemyśle rozpoczął pracę naukową na Akademii Górniczo-Hutniczej, która trwała do jego przejścia na emeryturę w roku 1989.

Od roku 1954 pracował także w nowo powołanym przez Polską Akademię Nauk, samodzielnym Zakładzie Mechaniki Górotworu PAN z siedzibą w Krakowie. W późniejszym Instytucie Mechaniki Górotworu PAN pracował do roku 2002, członkiem Rady Naukowej Instytutu był nieprzerwanie od jego powstania do swojej śmierci.

Obszerny opis sylwetki Profesora, jego działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej był już wielokrotnie szerokiej publiczności prezentowany.

Tutaj należy przede wszystkim wymienić publikację prof. Ryncarza w Archiwum Górnictwa z okazji przejścia Profesora Stanisława Knothego na emeryturę (Ryncarz, 1989).

W roku 1994 w ramach Szkoły Eksploatacji Podziemnej odbyła się sesja jubileuszowa profesorów Stanisława Knothego i Jerzego Litwiniszyna, której referaty zostały opublikowane w specjalnym zeszycie (Praca zbiorowa, 1994).

W latach 1995 i 1996 ukazały się dwa zeszyty poświęcone 40-leciu Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, w których m.in. przedstawiono sylwetkę i działalność Profesora.

W roku 2013 odbyło się w Auli AGH w Krakowie, zorganizowane przez Fundację dla AGH, uroczyste Sympozjum nt. „Teoria wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu – rola i miejsce w rozwoju nauk górniczych”, poświęcone w całości Profesorowi Stanisławowi Knothemu. Punktem szczególnym tego uroczystego Sympozjum była prezentacja albumu pt. „Silva rerum Profesora Stanisława Knothego” wydanego przez Wydawnictwa AGH. Tytuł ten został zaproponowany przez dr. Jerzego Kickiego, organizatora Szkół Eksploatacji Podziemnej i prezesa Fundacji dla AGH.

Silva rerum, jako termin znaczy *las rzeczy* lub *zbiór różności*. Książka ta także zawiera różnorodne informacje, fakty i anegdoty, ale również oryginalne dokumenty niezwyklej wagi (jak tekst pracy doktorskiej Profesora, klasyczne curriculum vitae, kopie dyplomów) oraz tekst Profesora Antona Sroki prezentujący „Teorię Knothego w nauce i praktyce górniczej”.

Ponadto w książce znajduje się obszerna bibliografia publikacji naukowych, których Profesor jest autorem, względnie współautorem.

„*To wszystko czyni użycie wspomnianego określenia w przypadku tej pięknej książki absolutnie zasadnym*” (dr Kicki, Słowo wstępne do *Silva rerum*).

* Rozszerzona wersja referatu prof. Sroki w ramach Sympozjum nt. „Teoria wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu – rola i miejsce w rozwoju nauk górniczych”, Kraków 2013.

Rolę profesora Knothego w powstaniu i działalności Instytutu Mechaniki Górnotworu PAN w Krakowie przedstawiono w publikacji poświęconej jubileuszowi 60-lecia tego Instytutu w roku 2014.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym profesora Knothego jest jego praca doktorska, która miała w swoim źródle podłoże ściśle użytkowe, związane z wtedy bardzo ważnym i do dzisiaj aktualnym problemem wpływu eksploatacji górniczej na obiekty powierzchni. Lata powojenne cechował bowiem duży rozwój przemysłu górniczego w Polsce. Ponieważ urbanizacja terenów była, szczególnie w 19. i 20. wieku, ściśle związana geograficznie z lokalizacją zakładów przemysłowych co widać szczególnie w aglomeracji Górnego Śląska czy też Zagłębia Ruhry, dochodziło bardzo często do kolizji górnictwa z miejscową ludnością. Ten użytkowy cel pracy potwierdza jej tytuł „Wpływ podziemnej eksploatacji na powierzchnię z punktu widzenia zabezpieczenia położonych na niej obiektów”. Praca ta została obroniona na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w maju 1951 roku (Rys. 1).



Rys. 1. Świadectwo doktorskie profesora Stanisława Knothego

Szeroka prezentacja rozwiązań zawartych w pracy doktorskiej została dokonana w roku 1953 na łamach pierwszego zeszytu nowo powstałego Kwartalnika Archiwum Górnictwa i Hutnictwa.

Wstęp do tego pierwszego zeszytu poświęconego w całości obliczaniu elementów niecki osiadania napisał prof. Witold Budryk pisząc m.in.:

„W ciągu ostatnich kilkunastu lat niektórym badaczom udało się wprawdzie ustalić pewne prawa dotyczące odkształceń terenu, jednak było to niewystarczające do przewidywania, z góry wielkości skutków eksploatacji podziemnej.

Ze względu na ogromną wagę i pilność zagadnienia autor zainteresował zespół pracowników naukowych Akademii Górniczo-Hutniczej w osobach St. Knothego, J. Litwiniszyna i A. Sałustowicza do teoretycznego opracowania szeregu kwestii w celu wypełnienia luk istniejących w danym zagadnieniu.”

i dalej:

„St. Knothe, któremu przysługuje pierwszeństwo w podaniu równania, zastosował do tego celu metodę geometryczną, wprowadzając w swojej pracy doktorskiej tzw. pojęcie „krzywej wpływów”.

Opierając się na będącym do dyspozycji bogatym materiale niwelacyjnym wykazał on, że krzywa ta jest krzywą Gaussa. Przyjęcie takie, jak się okazało, było trafne i doprowadziło do daleko idącej zgodności wyników teoretycznych z doświadczeniem.

Drugim bardzo ważnym osiągnięciem Knothego było teoretyczne ujęcie wpływu prędkości wybierania pokładu na wielkość występujących odkształceń na powierzchni. Przyjęte przy tym założenia okazały się również trafne i zgodne z rzeczywistością.”

W zeszycie tym ukazało się pięć artykułów przedstawiających rozwiązania, które dzisiaj noszą miana teorii, a mianowicie:

1. J. Litwiniszyn – Równanie różniczkowe przemieszczeń górotworu,
2. St. Knothe – Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania,
3. A. Sałustowicz – Profil niecki osiadania jako ugięcie warstwy na sprężystym podłożu,
4. St. Knothe – Wpływ czasu na kształtowanie się niecki osiadania,

oraz

5. W. Budryk – Wyznaczenie wielkości poziomych odkształceń terenu.

Ten pierwszy zeszyt Archiwum Górnictwa i Hutnictwa należy niewątpliwie nie tylko do annałów polskiej ale także światowej myśli górniczej. Za zaprezentowane w tym zeszycie rozwiązania, wyżej wymienieni autorzy otrzymali w roku 1953 Nagrodę Państwową (Rys. 2). Profesorowie Witold Budryk, Stanisław Knothe, Jerzy Litwiniszyn i Antoni Sałustowicz są do dzisiaj najwybitniejszymi przedstawicielami polskiej szkoły prognozowania deformacji górotworu spowodowanej podziemną eksploatacją górniczą.

Rozwiązania te, jak pokazał czas, są od niego niezależne i pozostały do dzisiaj aktualne. Przedstawione przez Knothego rozwiązania zostały bardzo szybko rozpowszechnione na całym świecie. Już bowiem w roku 1953, z inicjatywy Profesora Neuberta, ukazało się tłumaczenie zawartych w Zeszycie 1 Archiwum Górnictwa i Hutnictwa artykułów Knothego w periodyku Bergakademie, czasopiśmie Akademii Górniczej we Freibergu.

W roku 1956 ukazało się tłumaczenie w języku rosyjskim, zaś w roku 1957 teoria została przedstawiona na międzynarodowym kongresie w Leeds oraz opublikowana w górniczym czasopiśmie na Węgrzech. W roku 1958 zostały opublikowane 4 artykuły w wydawnictwie Pekinśkiego Instytutu Górniczego. W roku 1958 rozwiązanie profesora Knothego opublikowano we francuskim oraz w angielskim periodyku górniczym. Określenie teoria w stosunku do podanego przez prof. Knothego rozwiązania pojawiło się w literaturze polskiej od roku 1955, zaś w literaturze europejskiej w latach 1965-1970.

Platformą szerokiej prezentacji osiągnięć polskiej szkoły, do której należeli oprócz profesora Knothego także profesorowie Budryk, Litwiniszyn, Sałustowicz i Smolarski, było Międzynarodowe Biuro ds. Mechaniki Górotworu przy Niemieckiej Akademii Nauk w Berlinie. W latach 1958-1968, czyli w okresie swego istnienia, Biuro to spełniało praktycznie rolę światowego centrum ds. mechaniki górotworu. Spotkania i posiedzenia z udziałem najwybitniejszych profesorów tamtego czasu odbywały się corocznie w formie konferencji i posiedzeń grup roboczych. Ze strony polskiej oprócz wymienionych już profesorów w pracach Biura brali także udział profesorowie Biliński, Borecki, Kidybiński, Krupiński oraz prof. Znański. Wydawnictwa tego Biura są do dzisiaj skarbnicą myśli i wiedzy górniczej, ponieważ przedstawione tam metody i ich zastosowania dotyczyły w większości żywotnych problemów górnictwa. W wydawnictwach tych prezentowane są nie tylko wygłoszone referaty, ale także dyskusje po nich w poszczególnych sesjach. Świadczą one o wysokim uznaniu dla nowatorskiego podejścia polskich uczonych do problematyki wpływu eksploatacji górniczej na górotwór.

Osiągnięcia polskiej szkoły, w tym szczególnie profesora Knothego, znalazły bardzo szybko i zajmują do dzisiaj odpowiednie miejsce w literaturze światowej. Można tutaj wymienić przykładowo książki i podręczniki m.in. Martosa (1967); Kratzscha (1974); Karmisa (1987); Dżegniuka, Pieloka i Fenka (1987); Whittakera i Reddischa (1989); Penga (1992) i ostatnio Jianga, Preussego i Sroki (2006), których książka ukazała się w języku chińskim.

Książką i podręcznikiem o standardzie światowym jest szczególnie książka profesora H. Kratzscha. Od czasu pierwszego wydania w roku 1974 ukazały się w Niemczech do roku 2013 pięć następnych. Książka ta została ponadto przetłumaczona i wydana w języku rosyjskim (1978), angielskim (1983) oraz chińskim (1984).

Rozwój teorii Knothego, w czasie od jej powstania do dnia dzisiejszego, wiąże się według autora niniejszej pracy ściśle z rozwojem techniki obliczeniowej.

Laureaci Państwowej Nagrody Naukowej

z dziedziny nauk górniczych za rok 1953

W dniu 18 lipca 1953 roku została przyznana przez Prezydium Rządu Państwa Nagroda Naukowa II stopnia w dziedzinie nauk technicznych zespołowi, który tworzą: prof. dr inż. Witold Budryk, dr inż. Stanisław Knothe, prof. dr inż. Jerzy Litwiniszyn, prof. dr inż. Antoni Sałustowicz — za opracowania naukowe w dziedzinie eksploatacji pod zabudowanymi terenami.

Dr inż. **WITOLD
BUDRYK**

Członek rzeczywisty PAN, profesor zwyczajny Akademii Górniczo-Hutniczej, kierownik katedry aerologii i hydromechaniki górniczej, laureat Państwowej Nagrody Naukowej I stopnia w roku 1951 za prace z dziedziny wentylacji i podszadzki



Dr inż. **ANTO-
NI SAŁUSTO-
WICZ**

Profesor nadzwyczajny Akademii Górniczo-Hutniczej, kierownik katedry mechaniki górniczej, laureat Państwowej Nagrody Naukowej III stopnia w roku 1951 za prace z dziedziny mechaniki górotworu



Dr inż. **JE-
RZY LITWI-
NISZYN**

Profesor nadzwyczajny Akademii Górniczo-Hutniczej, kierownik Zakładu Aerologii Górniczej



Dr inż. **STANISŁAW
KNOTHE**

Zastępca profesora przy katedrze aerologii i hydromechaniki górniczej Akademii Górniczo-Hutniczej



Rys. 2. Laureaci Państwowej Nagrody Naukowej z dziedziny nauk górniczych za rok 1953

Pierwsze obliczenia dotyczące niecki osiadania wykonywane były za pomocą tzw. grafikonów czyli siatek do graficznego całkowania, dla pól o kształcie prostokąta korzystano ze stabelaryzowanych wartości funkcji osiadania dla zestandaryzowanych współrzędnych. Wprowadzenie elektronicznej techniki obliczeniowej zwiększyło te możliwości prawie nieograniczenie.

Obecnie propagowane rozwiązania dotyczą idei rasteryzacji (podziału) pól eksploatacyjnych na elementy. Rozwiązanie dla pojedynczego elementu umożliwia uwzględnienie nachylenia warstw nadległych, anizotropii, czasu oraz rozkładu konwergencji w bezpośrednim rejonie eksploatowanego złoża. Tutaj wykorzystano podane przez J. Litwiniszyna ogólne rozwiązanie na bazie modelu ośrodka stochastycznego, które jest solidną podstawą teoretyczną teorii Knothe'go i wskazuje kierunki jej obliczeniowego rozszerzenia [m.in. Sroka (1984), (1988); Drzęźła (1989); Hejmanowski i inni (2001)].

Właściwe znaczenie prac profesora Knothe'go poznałem dopiero w czasie mojej działalności jako profesor Uniwersytetu Technicznego w Clausthal (dawniejszej Akademii Górniczej Clausthal) oraz jako profesor zwyczajny Uniwersytetu Technicznego Akademii Górniczej we Freibergu oraz w szczególności jako pracownik koncernu Niemiecki Węgiel Kamienny SA (Deutsche Steinkohle AG), odpowiedzialny

bezpośrednio za planowanie eksploatacji górniczej w sensie minimalizacji jej wpływów na obiekty powierzchni i obiekty własne kopalń, takie jak szyby i przekopy, oraz w sensie minimalizacji indukowanych zjawisk sejsmicznych.

Stosowana w górnictwie niemieckim metoda Ruhrkohle, zwana także metodą Ehrhardta i Sauera, jest w sensie matematycznym identyczna z teorią Knothego. Jedyną różnicą to inna parametryzacja gaussowskiej funkcji wpływów, czyli inna definicja tzw. kąta zasięgu wpływów.

W ramach wielu projektów i wyjazdów zagranicznych byłem i jestem ciągle konfrontowany z szerokim zainteresowaniem i zastosowaniem teorii profesora Knothego. Dotyczy to oprócz krajów europejskich głównie takich krajów jak USA, Kanada, Południowa Afryka, Australia i Chiny, a więc krajów z aktualnie najbardziej rozwiniętym górnictwem.

Autor od wielu lat bierze udział w konferencji Ground Control in Mining organizowanej corocznie przez Uniwersytet Stanowy West Virginia w Morgantown. Konferencja ta jest także coroczną konferencją stowarzyszenia amerykańskich górników. W konferencji tej wyraźnie zauważalny jest coraz większy udział i wpływ tematyki związanej z ochroną powierzchni, przy czym prawie wszystkie prezentowane tam rozwiązania mają jako podstawę teoretyczną teorię Knothego.

Teoria profesora Knothego znalazła zastosowanie nie tylko w górnictwie węgla kamiennego, ale także przy obliczeniach wskaźników deformacji powierzchni terenu m.in. w przypadku:

- eksploatacji filarowo-komorowej złóż rudnych i soli,
- kawern do składowania i magazynowania w górotworze solnym,
- eksploatacji złóż ropy i gazu,
- przy budowie tuneli

oraz

- przy zatapianiu zamkniętych kopalń.

Te nowe zastosowania zwiększają wydatnie związane z nimi zainteresowania osiągnięciami tzw. polskiej szkoły nie tylko w Europie ale szczególnie w USA i w Australii.

Niedocenionym, ale prawie tak ważnym jak teoria ruchów górotworu, są osiągnięcia profesora Knothego określające zasady przydatności terenu do zabudowy i zasady klasyfikacji odporności obiektów na wpływy eksploatacji górniczej.

Pierwsza praca pt. „Projekt klasyfikacji terenów górniczych z punktu widzenia przydatności dla celów budowlanych” ukazała się już w kwietniu 1953 w czasopiśmie Przegląd Geodezyjny. Prof. Knothe wspólnie z prof. Budrykiem podał w roku 1956 zasady klasyfikacji terenów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego ze względu na możliwość ich zabudowy.

Prace te już wtedy stanowiły solidną podstawę do takiego projektowania obiektów budowlanych aby one były odporne na przyszłe wpływy planowanej eksploatacji górniczej, do planowania zabezpieczeń profilaktycznych obiektów już istniejących lub do projektowania eksploatacji górniczej w sensie minimalizacji jej wpływów na obiekty.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że teoria profesora Knothego sformułowana w jego pracy doktorskiej w 1951 roku była „rewolucją” w dziedzinie obliczania wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię i górotwór.

Teoria ta jest jedynym w swoim rodzaju i niepowtarzalnym wkładem polskiej myśli górniczej do teorii i praktyki górnictwa światowego. Znajduje się ona nie tylko od ponad 60-ciu lat w powszechnym zastosowaniu w górnictwie wielu krajów, ale także była i jest nadal źródłem wielu prac naukowych. Badania te prowadzone są aktualnie przez co najmniej trzy generacje i stanowią znaczną część wielu życiorysów i karier naukowych.

Świadczy to dobitnie o tym, że teoria profesora Knothego spełnia do dzisiaj stawiane przez praktykę i naukę górnictwem wymagania i oczekiwania.

Prof. Knothe był do końca swego życia bardzo zaangażowany w prace prowadzone w zakresie jego teorii. Ostatni swój referat prof. Knothe wygłosił w roku 2006 w ramach 7. Geokinematycznego Dnia we Freibergu na temat „Matematyczny model z asymetryczną funkcją wpływów do prognozy wpływów eksploatacji górniczej” (Rys. 3).

Ostatnia publikacja profesora Knothego, której był współautorem, pod tytułem „Ślad przemieszczenia punktu a zasięg wpływów eksploatacji górniczej w górotworze” ukazała się w roku 2015 w Archiwum Górnictwa.



Rys. 3. Geokinematischer Tag, Freiberg 2006 (Profesor w pierwszym rzędzie z laską)

Na zakończenie chciałbym przytoczyć cytaty prof. Wacława Trutwina, byłego dyrektora Instytutu Mechaniki Górniczej PAN i członka rzeczywistego Polskiej Akademii Nauk, że „najcenniejszym w dorobku naukowym profesora Knothe jest to, że dał inżynierom prostą i dobrą metodę obliczania skutków prowadzonej eksploatacji górniczej pod terenami zabudowanymi. To go zrobiło słynnym na całym świecie, wszyscy którzy się tym zajmują, mówią o Knothem”.

Literatura

- [1] Drzęzła B., 1989: *Opis programów prognozowania deformacji górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. Aktualny stan oprogramowania*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z.165, Gliwice.
- [2] Dżegniuk B., Fenk J., Pielok J., 1987: *Analyse und Prognose von Boden- und Gebirgsbewegungen im Flözbergbau*. Freiburger Forschungshefte, A729-Bergbau und Geotechnik, Markscheidewesen.
- [3] Ehrhardt W., Sauer A., 1961: *Die Vorausberechnung von Senkung, Schiefelage und Krümmung über dem Abbau in flacher Lagerung*. Bergbauwissenschaften Nr 8.
- [4] Hejmanowski R., Dżegniuk B., Popiołek E., Sroka A., 2001: *Prognozowanie deformacji górotworu i powierzchni terenu na bazie uogólnionej teorii Knothe dla złóż surowców stałych, ciekłych i gazowych*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, IGSMiE PAN, Kraków.
- [5] Jiang Y., Preusse A., Sroka A., 2006: *Angewandte Bodenbewegungs- und Bergschadenkunde* (w języku chińskim). VGE Verlag GmbH, Essen.
- [6] Jung A., 1960: *Möglichkeiten der praktischen Anwendung der Vorausberechnungsverfahren nach Knothe und Akimow*. Freiburger Forschungshefte, A 146.
- [7] Karmis M., 1987: *Prediction of Ground Movements due to Underground Mining in the Eastern United States Coalfields*. Department of Mining and Minerals Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061.
- [8] Khair W.A., 1994: *Surface subsidence prediction and prevention methods*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Jastrzębie Zdrój.

- [9] Knothe S., 1951: *Wpływ podziemnej eksploatacji na powierzchnię z punktu widzenia zabezpieczenia położonych na niej obiektów*. Praca doktorska, AGH Kraków.
- [10] Knothe S., 1953: *Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania*. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa, Tom I, Zeszyt 1.
- [11] Knothe S., 1953: *Wpływ czasu na kształtowane się niecki osiadania*. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa, Tom I, Zeszyt 1.
- [12] Knothe S., 1957: *Observations of surface movements under influence of mining and their theoretical interpretation*. Proceeding of the European Congress on Ground Movements, University of Leeds, April 1957.
- [13] Knothe S., 1984: *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej*. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1984.
- [14] Kolmogoroff A. (1931): *Über die analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Mathematische Annalen, Verlag von Julius Springer, Berlin.
- [15] Kratzsch H., 1974: *Bergschadenkunde*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- [16] Kratzsch H., 2004: *Bergschadenkunde*. 4 Auflage (2004), Deutscher Markscheider Verein e.V., Bochum.
- [17] Martos F., 1967: *Bányakártan*. Tankönyvkiado, Budapest.
- [18] Peng S., 1992: *Surface Subsidence Engineering*. Published by Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. Littleton, Colorado, ISBN 0-87335-114-2.
- [19] Praca zbiorowa, 1994: *Sesja jubileuszowa profesorów Stanisława Knothego i Jerzego Litwniszyna*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Serie Wykłady nr 1, Wydawnictwo CPPGSMiE PAN, Kraków 1994.
- [20] Praca zbiorowa, 1995: *Instytut Mechaniki Górnotworu PAN 1954-1994*. Wydawnictwo okolicznościowe z okazji 40-lecia Instytutu Mechaniki Górnotworu PAN, IMG PAN, Kraków 1995, tom I.
- [21] Praca zbiorowa, 1995: *Instytut Mechaniki Górnotworu PAN 1954-1994*. Wydawnictwo okolicznościowe z okazji 40-lecia Instytutu Mechaniki Górnotworu PAN, IMG PAN, Kraków 1995, tom II.
- [22] Praca zbiorowa, 2013: *Silva rerum Profesora Stanisława Knothego*. Wydawnictwa AGH, Kraków 2013.
- [23] Praca zbiorowa, 2014: *Instytut Mechaniki Górnotworu Polskiej Akademii Nauk – 60 lat działalności 1954-2014*. Wydawnictwo okolicznościowe z okazji 60-lecia Instytutu Mechaniki Górnotworu PAN, IMG PAN, Kraków 2014.
- [24] Praca zespołowa, 1968: *10 Jahre IBG 1958-1968*. Internationales Büro für Gebirgsmechanik bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Akademie Verlag GmbH, Berlin.
- [25] Ryncarz T., 1989: *Osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne prof. dr hab. inż. Stanisława Knothego*. Archiwum Górnictwa, tom 34, zeszyt 1, Kraków 1989.
- [26] Sroka A., 1984: *Abschätzung einiger zeitlicher Prozesse im Gebirge*. Schriftenreihe: Lagerstättenerfassung und -darstellung, Bodenbewegungen und Bergschäden, Ingenieurvermessung. Montanuniversität Leoben, Austria.
- [27] Sroka A., 1988: *Selected problems in predicting influence of mining – induced ground subsidence and rock deformations*. Proceedings of 5th International Symposium on Deformation Measurements, Fredericton, Canada.
- [28] Sroka A., 1994: *Wymagania stawiane metodom prognozowania wpływów eksploatacji górniczych na górotwór i powierzchnię z punktu widzenia praktyki górniczej*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Jastrzębie Zdrój.
- [29] Sroka A., 1999: *Dynamika eksploatacji górniczej z punktu widzenia szkód górniczych*. Studia, Rozprawy, Monografie 58, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
- [30] Sroka A., 2005: *Ein Beitrag zur Vorausberechnung der durch den Grubenwasseranstieg bedingten Hebungen*. 5. Altbergbau – Kolloquium, Technische Universität Clausthal 3.-5. November 2005, VGE Verlag Glückauf GmbH, Essen.
- [31] Whittaker B.N., Reddish D.J., 1989: *Subsidence. Occurrence, Prediction and Control*. Developments in Geotechnical Engineering, 56, Elsevier Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo.