

# Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie

9(205)/2011

Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego

ISSN 2081-4224

**XVII Spotkanie Szefów Urzędów Górniczych  
Krajów Europejskich  
Kraków 27- 29 września 2011 r.**



W numerze m.in.:

Regulacje prawne  
i doświadczenia  
związane  
z rekultywacją terenów  
pogórniczych w Polsce

Wybrane aspekty  
odkrywkowej  
eksploatacji węgla  
brunatnego w rejonie  
Konina

Osad ściekowy i wełna  
mineralna w strategii  
odbudowy gleb  
na terenach  
zniszczonych przez  
górnictwo otworowe  
siarki

Zastosowanie technik  
bioremediacyjnych  
w procesach  
oczyszczania odpadu  
wiertniczego  
pochodzącego  
ze starego dołu  
urobkowego

# Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie

nr 9(205)/2011

## Spis treści

Wystąpienie Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego <i>Speech of The President of The State Mining Authority.....</i>	2
Piotr Litwa, Jan Dulewski, Roman Uzarowicz Regulacje prawne i doświadczenia związane z rekultywacją terenów pogórnich w Polsce <i>Legal regulations and experiences connected with the reclamation of post-mining areas in Poland.....</i>	4
Mirosława Gilewska, Krzysztof Otremba Wybrane aspekty odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego w rejonie Konina <i>Selected aspects of the open-pit lignite mining in the Konin area.....</i>	12
Stanisław Baran, Grażyna Żukowska, Magdalena Sampor Osad ściekowy i wełna mineralna w strategii odbudowy gleb na terenach zniszczonych przez górnictwo otworowe siarki <i>Sewage sludge and mineral wool in the strategy of soil reconstruction in the areas damaged by sulphur open-pit mining.....</i>	16
Teresa Steliga, Piotr Jakubowicz, Piotr Kapusta Zastosowanie technik bioremediacyjnych w procesach oczyszczania odpadu wiertniczego pochodzącego ze starego dołu urobkowego <i>The use of bioremediation techniques in the purification processes of drilling waste coming from a former cuttings pool... </i>	23
Zbigniew Kasztelewicz Stan rekultywacji terenów pogórnich w polskim górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego <i>The progress of reclamation in the post-mining areas in the Polish open-pit lignite mining industry.....</i>	32
Ireneusz Grzybek Studium uwarunkowań emisji gazów ze zlikwidowanych kopalń południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego <i>The study of conditions of gases emission from abandoned mines of the south-west part of Upper Silesian Coal Basin (Poland).....</i>	39
Miranda Ptak Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych kopalni kruszywa naturalnego „Pierwoszków” jako przykład dobrych praktyk <i>Reclamation of post-mining areas in the “Pierwoszków” natural aggregate mine as an example of good practices.....</i>	54
Historia i współczesność górnictwa Marek Tarabuta Historia Spotkań Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich <i>History of Meetings of European Heads of State Mining Authorities.....</i>	58

Szanowni Państwo!

Mamy przyjemność poinformować, że zgodnie z wykazem zamieszczonym w Komunikacie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 29 grudnia 2010 r., publikacjom w naszym miesięczniku, dla potrzeb oceny parametrycznej jednostek naukowych, przypisano

**6 punktów.**

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny / Editor-in-Chief:  
Miroslaw Koziura

Z-ca redaktora naczelnego / Deputy  
Editor:  
Ireneusz Grzybek

Sekretarz redakcji / Co-editor:  
Anna Swiniarska-Tadla

Zespół redakcyjny / Editorial Staff:  
Jan Dulewski, Przemysław Grzesiok,  
Józef Koczvara, Janusz Malinga,  
Adam Mirek, Marek Tarabuta,  
Piotr Wojtacha

Rada Programowa / Editorial Board:  
Józef Dubiński, Lech Gładysiewicz,  
Andrzej Gonet, Adam Idziak,  
Wiesław Kozioł, Tadeusz Majcherczyk,  
Ryszard Mikosz, Czesława Rosik-Dulewska,  
Józef Sutkowski

Sekretariat / Secretary's office:  
Agnieszka Bednarczyk

Lamanie / Type-setting and make-up:  
Anna Sornek

Druk / Printing:  
Czerny Marian. Firma Prywatna GREG  
Zakład Poligraficzny

Adres redakcji / Editorial office  
address:

Wyższy Urząd Górniczy  
ul. Poniatowskiego 31  
40-055 Katowice  
tel./fax: 32 736 17 72  
e-mail: miesiecznik@wug.gov.pl

Nakład / Edition: 750 egz.

Okladka / Cover:  
Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

# Inhalt

## Das Auftreten Des Leiters Des Zentralamtes Für Bergbau..... 2

Piotr Litwa, Jan Dulewski, Roman Uzarowicz  
**Rechtsregelungen und Erfahrungen im Bereich der Rekultivierung des postbergbaulichen Geländes in Polen..... 4**

Zur Rekultivierung der postbergbaulichen Gebiete werden je nach dem Bodenstand, der Art und Weise der Durchführung der Rekultivierung und dem Datum der Bodenverunreinigung, unterschiedliche Rechtsgrundlagen angewendet. Trotz dessen, führt der polnische Bergbau die Rekultivierung der degradierten Gebiete erfolgreich durch. In den Jahren 2000 – 2009 hat der polnische Bergbau insgesamt 10,8 Tausend Hektar Böden rekultiviert, wovon auf den Braunkohlenbergbau 34,0%, die Felsenrohstoffe 27,1%, und den Schwefel 20,5% fällt. Besondere Aufmerksamkeit sollte man den Ergebnissen des Schwefelbergbaus in Anbetracht der Notwendigkeit der Beseitigung der Gefahren, die durch eine beträchtliche Menge des Schwefels und seiner Verbindungen auf der Oberfläche verursacht werden, widmen. Die Rekultivierung der postbergbaulichen Gebiete bedarf der Lösung spezifischer Probleme, die im Artikel an ausgewählten Beispielen besprochen wurden.

## Mirosława Gilewska, Krzysztof Otrębma **Ausgewählte Aspekte der Braunkohlegewinnung in der Region von Konin.....12**

Die Braunkohlenbergwerke Konin und Adamów gehören zu den Tagebau-Bergwerken. Dies erzwingt die Notwendigkeit einer ständigen Besetzung von neuen Abbaugeländen sowie Überwindung von finanziellen und rechtlichen Hindernissen. Ein Beispiel dafür ist der Tagebau Tomislawice. Im Falle dieses Tagebaus, dauerte die Erlangung der Umweltentscheidungen 13 Jahre. Das Tagebaugelände liegt außerhalb des Geländes Natura 2000, und auf seiner Oberfläche treten Ackerböden auf, die zur 8. Bonitationsklasse gehören. Es überwiegen Böden der IV. Bonitationsklasse. Auf den postbergbaulichen Gebieten des Braunkohlenbergwerkes „Konin“ dominiert die landwirtschaftliche Rekultivierung, und in der Struktur der Saaten die Luzerne. Die landwirtschaftliche Rekultivierung, im Unterschied zur der forstwirtschaftlichen Rekultivierung und Erholungsrekultivierung, ist für das Bergwerk gewinnbringend und ermöglicht unnötige und mit hohen Steuern belastete postbergbauliche Böden zu verkaufen.

## Stanisław Baran, Grażyna Żukowska, Magdalena Sampor **Abwasserschlamms und Mineralwolle in der Strategie des Wiederaufbaus von Böden auf dem durch Bohrlöchergangbau auf Schwefel vernichteten Gebieten.....16**

Diese Arbeit analysiert den Einfluss verschiedener Arten der Rekultivierung der bodenunabhängigen Formationen nach dem Bohrlöchergangbau auf Schwefel, unter Ausnutzung des Abwasserschlamms und der Rest-Mineralwolle Grodan, auf die Sorptionseigenschaften. Im Vergleich zur Mineraldüngung (NPK), wurde ein günstiger Einfluss des Zusatzes von genannten Abfällen auf die Gestaltung der Wassereigenschaften und des Sorptionskapazität der rekultivierten bodenunabhängigen Formationen festgestellt. Im Laufe der Untersuchungen wurde das Sinken der Sorptionskapazität festgestellt, das höchste unter Einfluss der Mineraldüngung NPK, und das niedrigste bei Anwendung von Abwasserschlamms.

## Teresa Steliga, Piotr Jakubowicz, Piotr Kapusta **Anwendung von Bioremediationstechniken in den Prozessen der Reinigung von Bohrabfall, der aus alter Fördergrube stammte.....23**

Dieser Artikel stellt die Ergebnisse der Untersuchungen des Verlaufs der Biodegradation von Verschmutzungen im Bohrabfall dar, deponiert in einer alten Fördergrube, unter Ausnutzung einer allmählichen Reinigungstechnologie, die unter industriellen Bedingungen mit der in-situ-Methode realisiert wird. Sie umfasste nachstehende Etappen: Vorremediation (Meliorations- und Abflußdrainage), Modifikation der Abfallstruktur, Grundbioremediation, stimuliert durch Kalkung und Aufbereitung des Abfallmediums mit biogenen Bestandteilen, sowie Inokulation mit einem Biopreparat, das auf Basis bodenständiger, nicht pathogenetischer Bakterien und Pilzen aus der Fördergrube bearbeitet wurde. Das Reinigungsprozess des Bohrabfalls aus den Erdölverschmutzungen wurde ganzheitlich kontrolliert (Untersuchungen: physik-chemische des Abfalls, chromatographische der Erdölverschmutzungen und mikrobiologische). Dies erlaubte die Optimierung der Bioremediationsprozesse und die Beurteilung ihrer Effektivität sowie ermöglichte die Anwendung von Abhilfe im Augenblick der Senkung ihrer Wirksamkeit.

## Zbigniew Kasztelawicz **Der Rekultivierungszustand der postbergbaulichen Gebiete im polnischen Braunkohletagebau..... 32**

Im Artikel wurde auf Grundlage der Charakteristik der polnischen Braunkohlenbranche der Rekultivierungszustand der postbergbaulichen Gebiete in den einzelnen Bergwerken bis 2010 dargestellt. Es wurden die Prozesse des Erwerbs von Gebieten für die bergbauliche Tätigkeit und der Veräußerung nach durchgeführten Rekultivierungsarbeiten sowie bisherige Erfahrungen der Bergwerke im Bereich der Rekultivierung und Revitalisierung der postbergbaulichen Gebiete. Aus dem Artikel hebt sich das Bild der ehemaligen Förderungsgebiete heraus, die jetzt – nach dem Prozess der Bewirtschaftung – den Einwohnern zu den Erholungszwecken dienen und die Attraktivität der Regionen, auf denen sie sich befinden, bedeuten erhöhen.

## Ireneusz Grzybek **Das Studium über die Bedingungen der Gasemissionen aus den liquidierten Bergwerken des südlich-westlichen Teils der Oberschlesischen Kohlenbeckens.....39**

## Miranda Ptak **Rekultivierung der Gebiete des postbergbaulichen Bergwerkes der natürlichen Zuschlagstoffe Pierwszów als Beispiel guter Praktiken..... 54**

Unter den vielen Pflichten, die auf dem Unternehmer lasten, der mit seiner bergbaulichen Tätigkeit die Böden umgestaltete, eine betrifft die Rekultivierung. Dies ist mit Ausgabe von großen finanziellen Mitteln verbunden und das vor allem in der Zeit, in der sich das Bergwerk in der letzten Phase befindet. Ein gelungenes Beispiel, wo sich die Rekultivierungspflicht in eine Art künstlerische Leidenschaft umgewandelt hat, ist das Bergwerk Pierwszów, das natürliche Zuschlagstoffe fördert. Der Artikel stellt näher die Gestalt dieses Betriebes dar, die durchgeführte Rekultivierung und Bewirtschaftung des Gebietes als Beispiel einer guten Praktik. Gleichzeitig, auf Grundlage der geltenden Rechtslage im Bereich der Rekultivierung, signalisiert der Artikel Probleme, die mit der Durchführung der Rekultivierung unter polnischen Bedingungen verbunden sind.

## Geschichte und Gegenwart des Bergbaus Marek Tarabula **Die Geschichte der Zusammentreffen von Chefs der Bergbauämtern der Europäischen Ländern.....58**

Im September wird in Kraków das XVII. Zusammentreffen der Chefs der Bergbauämtern der Europäischen Ländern stattfinden. Diese Zusammentreffen wurden 1995 während der Gedenkeihr zum 40-jährigen Jubiläum der Annahme des Bergrechts in Tschechien initiiert, obwohl die Fundamente für ihre Institutionalisierung die frühere (seit 1990) bilaterale Zusammenarbeit Österreichs, Tschechiens, Deutschlands und Polens schaffte. Die in der Republik Tschechien gemeldete Initiative ergriff der Leiter des Oberbergbauamtes, der das II. Zusammentreffen in Polen organisierte. In den nachfolgenden Jahren gehörten zu den Gastgebern zahlreiche europäische Länder (Vide: Tabelle) – hauptsächlich aus Mitteleuropa. Jedes Treffen hatte einen sachlichen Charakter und ein streng präzisiertes Thema (Tabelle), das brennende Probleme der Bergbauaufsicht besprach, und es endete mit Unterzeichnung eines formalen Memorandums durch die Vorsitzenden der Delegation. Die Idee der Zusammentreffen entstand spontan, aus dem Bedürfnis dem gemeinsamen Ziel der Bergbauämtern, eine effektive Gewinnung von Lagerstätten, beim maximalen Lebens- und Gesundheitsschutz der Bergmänner und der Umwelt, zu dienen.

# Содержание

## Выступление председателя Государственного управления горного надзора..... 2

Петр Литва, Ян Дулевски, Роман Узарович  
**Правовые аспекты и опыт, связанные с рекультивацией территорий отработанных горных выработок..... 4**

В зависимости от состояния грунта, способа осуществления рекультивации и давности загрязнения грунтов рекультивацию отработанных горных выработок можно осуществлять на основе различных законодательных актов. Несмотря на это польская горная промышленность успешно рекультивирует разрушенные территории. В 2000 – 2009 г.г. в общем рекультивировано 10,8 тыс. га грунтов, из которых 34% приходится на бурогольную промышленность, 27,1% – на добычу негудного сырья и 20,5% – на добычу серы. Особого внимания заслуживают результаты добычи серы, ввиду необходимости предотвращения рисков, вызванных присутствием на поверхности грунта значительного количества серы и ее соединений. Рекультивация отработанных горных выработок требует решения специфических проблем, представленных в статье на избранных примерах.

## Мирослава Гилевска, Кшиштоф Отрэмба **Некоторые аспекты открытой разработки месторождений бурого угля в окрестностях Конина.....12**

Бурогольные шахты «Конин» и «Адамов» относятся к открытым разработкам. Это связано с необходимостью постоянно увеличивать территорию горных разработок и преодолением финансовых и юридических проблем. Примером может послужить карьер «Томиславиче», в случае которого оформление разрешений длилось 13 лет. Карьер располагается за пределом защитной зоны «Натура 2000», а на его территории присутствуют пахотные земли 8 бонитационных классов. Преобладают почвы IV бонитационного класса. На отработанной территории каменноугольной шахты «Конин» доминирует сельскохозяйственная рекультивация, а в структуре посевов – люцерна. В отличие от лесной и рекреационной рекультивации, сельскохозяйственная рекультивация очень выгодна для шахт, поскольку позволяет продавать ненужную и дорогую постшахтную землю.

## Станислав Баран, Гражина Жуковска, Магдалена Сампор **Сточные осадки и минеральная вата в стратегии восстановления грунтов на территориях, разрушенных в результате разработки месторождений серы буровыми скважинами.....16**

В статье анализируется влияние различных спо-

собов рекультивации беспочвенных образований, оставшихся после разработки месторождений серы буровыми скважинами, с использованием сточных осадков и 6/у минеральной ваты Grodan на сорционные свойства. По сравнению с удобрением минеральными препаратами NPK, отмечается положительное влияние вышеупомянутых отходов на формирование водных и сорбционных свойств рекультивированных беспочвенных образований. Исследования показали уменьшение сорбционной емкости – самое высокое под воздействием NPK, а самое низкое – в условиях применения сточных осадков.

## Тереза Стелига, Петр Якубович, Петр Капуста **Использование биоремедиационных технологий в процесса очистки буровых отходов, скопившихся в старом шамосборнике.....23**

В статье представлены результаты исследований, касающиеся биодegradации загрязнений буровых отходов, скопившихся в старом шамосборнике, продуктами переработки нефти, с использованием поэтапной технологии очистки в промышленных условиях методом *in-situ*. Технология включает следующие этапы: предварительную ремедиацию (мелиорационно-сточный дренаж), модификацию структуры отходов, начальную биоремедиацию, стимулируемую известкованием и обогащением среды отходов биогенными препаратами, а также инокуляцию биопрепаратом, разработанным на базе автотонных непатогенных бактерий и грибов, существующих в шамосборнике. Процесс очистки буровых отходов от загрязнения продуктами переработки нефти непрерывно контролируется (исследования: физико-химические – отходов, хроматографические – загрязнение продуктами переработки нефти и микробиологические). Это позволило оптимизировать биоремедиационные процессы и оценить их эффективность, а также дало возможность применять предупредительные меры при снижении их эффективности.

## Збигнев Каштелевич **Рекультивация территорий отработанных горных выработок в открытых разработках бурого угля в Польше.....32**

В статье дается характеристика польской бурогольной промышленности, на фоне которой представлено состояние рекультивации отработанных горных выработок в отдельных шахтах до 2010 года. Оговариваются процессы приобретения территории под горную деятельность и ее продажи после проведения рекультивационных работ, а также достижения шахт в области рекультивации и ревитализации отработанных горных выработок. В статье рассматривается образ территорий горных разработок, которые в настоящее время – после завершения процессов благоустройства – служат жителям в целях рекреации и значительно повышают привлекательность регионов, на территории которых они находятся.

## Иренеуш Гжибек **Обсуждение условий эмиссии газов в ликвидированных шахтах в юго-западной части Верхнесилезского угольного бассейна.....39**

## Миранда Птак **Рекультивация территорий отработанных горных выработок в карьере по добыче натурального каменного материала «Першово» как пример хорошей практики.....54**

Среди множества обязанностей, которые лежат на предпринимателях, изменивших в результате горно-добычных работ назначение территории, одна касается рекультивации. Этому сопутствуют огромные расходы финансовых средств, главным образом, в то время, когда горнопромышленное предприятие находится в упадочническом состоянии. Одним из удачных примеров, когда обязанность рекультивировать территорию переродилась в своего рода творческую пассиву, является горнопромышленное предприятие «Першово», добывающее натуральный каменный материал. В статье приводится краткое описание самого предприятия, показана выполненная рекультивация и благоустройство территории, как пример хорошей практики. Одновременно на фоне действующего законодательства в области рекультивации, показаны проблемы, связанные с осуществлением рекультивации в польских условиях.

## История и современность горной промышленности Мареk Тарабула **История встреч руководителей горного надзора стран Евросоюза.....58**

В сентябре в Кракове будет проходить XVII Встреча руководителей управлений горного надзора стран Евросоюза. Впервые такая встреча состоялась в 1995 г. во время празднования 40-летия введения горного права в Чехии, хотя формально-организационные основы для этого были созданы раньше (с 1990 г.) в результате многостороннего сотрудничества Австрии, Чехии, Германии и Польши. Инициативу, внесенную Чешской Республикой, поддержал председатель Государственного управления горного надзора, предложивший организовать вторую встречу в Польше. В следующие годы эти встречи проходили в ряде европейских стран (см. таблицу) – главным образом, в Центральной Европе. Каждая из встреч имела свою определенную тему (см. таблицу) и вносила много существенного в решение наиболее неотложных проблем в области горного надзора. Встречи заканчивались подписанием руководителями делегаций формального меморандума. Идея встреч возникла спонтанно, из потребности горных надзоров служить общей цели, которой является эффективная эксплуатация месторождений полезных ископаемых и максимальная охрана жизни и здоровья шахтеров и окружающей среды.

*Szanowni Państwo,*

Dziewiąty numer miesięcznika „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” postanowiliśmy poświęcić w całości coraz bardziej aktualnej problematyce rekultywacji terenów pogórnich, która jest wiodącym tematem XVII Spotkania Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich. Na łamach wydawnictwa prezentujemy najbardziej aktualne doświadczenia i opinie polskiego środowiska naukowego, dotyczące regulacji prawnych i organizacyjnych, a także pokazujemy najciekawsze rozwiązania praktyczne w zakresie rekultywacji terenów pogórnich. Wierzę, że zgromadzone materiały staną się inspiracją do podjęcia wielu efektywnych działań w tym zakresie, które wpiszą się w, obserwowaną od dłuższego czasu, zmianę postrzegania sposobu, w jaki górnictwo wpływa na środowisko. Jest to niezwykle istotne, gdyż do stanu naszego środowiska przywiązujemy wciąż rosnącą troskę, a zasady zrównoważonego rozwoju są obecnie nieodzownym składnikiem jakiegokolwiek planowej działalności gospodarczej.

Podejmowanie zagadnień dotyczących zagrożeń naturalnych i rekultywacji terenów pogórnich jest bardzo ważnym i na stałe wpisanym elementem dyskusji nad kondycją współczesnego przemysłu wydobywczego w Europie. Problematyka ta nieustannie powraca w programach i dyskusjach licznych konferencji oraz spotkań, zarówno w kraju, jak i za granicą, w których regularnie bierzemy czynny udział.

Dotychczas panowało w Polsce generalne przeświadczenie, że aktywność przemysłu wydobywczego nieodmiennie stanowi destrukcyjną ingerencję w kształt środowiska i przynosi dlań trwałe szkody, przez co pogarsza także jakość życia okolicznych mieszkańców. Górnictwo jawiło się jako konieczna działalność człowieka, która – niestety – przynosi bardzo duże skutki uboczne, a więc powinna być w miarę możliwości ograniczana i likwidowana. Dla części opinii publicznej taki obraz górnictwa jest zapewne wciąż jedynym, jaki zna.

Świadomość społeczna w tym względzie zmienia się jednak szybko i jest to skutkiem daleko idących zmian jakie dokonały się w sposobie działania samego przemysłu wydobywczego. W dziedzinie rekultywacji terenów pogórnich zrobiono w ostatnich dziesięcioleciach naprawdę wiele. Nie miejsce tu, aby przedstawić skalę przywracania do stanu pierwotnego terenów zdegradowanych w wyniku eksploatacji kopalni – dokładne zobrazowanie stanu rekultywacji znajdą Państwo na łamach niniejszego wydania naszego miesięcznika. Tym niemniej, krajobraz górniczego Śląska zmienił się już dzisiaj nie do poznania, a ponure hałdy przestały być jego popularnym symbolem. Również kopalnie węgla brunatnego i siarki, które w przeszłości dokonywały istotnych spustoszeń środowiskowych na obszarze eksploatowanym, dzisiaj przykładają wielką wagę do rekultywacji. Na tle innych górniczych krajów Europy nie mamy powodów do wstydu; jest odwrotnie: to inni przyglądają się nam uważnie, by podpatrzeć i zastosować u siebie najlepsze polskie praktyki rekultywacji terenów pogórnich.

W wielu wypadkach nie chodzi już tylko o przywrócenie stanu środowiska sprzed eksploatacji (który nie

*Dear Sirs,*

We decided to devote the ninth edition of the monthly entitled Occupational Safety and Environmental Protection in the Mining Industry entirely to the problems of post-mining area reclamation becoming more and more relevant today. This is a leading theme of the 17th Meeting of European Heads of State Mining Authorities. Our monthly presents the most recent experiences and opinions of the Polish scientific circles concerning legal and organisational regulations, and shows the most interesting practical solutions in the reclamation of post-mining areas. I believe that the material we collected will become inspirational to take a plethora of effective activities and will translate into the change, being observable for a longer time now, in perceiving the manner in which the mining industry affects the environment. It is extremely important as we are caring more and more for natural environment, and the principles of sustainable growth become a vital component of any planned business activity today.

It is essential to raise the issues of natural hazards and the reclamation of post-mining areas that has become part of the discussion on the condition of the modern mining industry in Europe. The problems are constantly coming back in the agendas and discussions of numerous conferences and meetings at home and abroad that we are taking part regularly.

So far, people in Poland generally thought that the activity of the mining industry was an inevitably destructive interference into the shape of natural environment and caused durable damage, which resulted in the residents' quality of life deteriorating. The mining industry appeared to be the necessary human activity which unfortunately brought about enormous side effects, thus should be limited and liquidated if possible. Surely, for some people such an image of the mining industry is the only one they know.

However, social awareness in this respect has been changing quickly, which is the result of far-reaching changes that occur in the way the mining sector itself acts. Truly, a lot has been done in recent decades in the field of post-mining area reclamation. I am not going to present the scale of restoring the initial condition of the degraded areas resulting from mineral mining. You can find the thorough discussions in this edition of our monthly. Nevertheless, the landscape of the mining Silesian region has changed unrecognisably, and gloomy mine slag heaps ceased to be its popular symbol. Additionally, lignite and sulphur mines which used to wreak havoc in the environment across the mined areas have attached a lot of weight to reclamation. Compared to other mining countries in Europe, we have no reasons to be embarrassed; quite the contrary, others should watch us carefully to see we apply the best practices of



zawsze budził zachwyt), ale o nadanie pogórnicyz grun-  
tom wyższej wartości ekologicznej niż to miało miejsce  
przed rozpoczęciem działalności górniczej. Co więcej,  
tereny te służą zarazem potrzebom lokalnej społecz-  
ności – nadają im charakter rekreacyjny. W ten sposób  
powracamy do idei jakości (poziomu) życia społecznego,  
która stanowi dziś wyznacznik właściwego kształtowania  
przestrzeni publicznej. Dzisiaj ostateczny bilans dzia-  
łalności górniczej nie tylko nie obniża jakości życia, ale  
czasem wręcz ją podnosi. Pozostaje mieć nadzieję, że  
trend ten utrwali się i wzmocni w przyszłości.

Nadzór górniczy robi wszystko, co w jego mocy, aby  
tak się właśnie stało. Jednym z dowodów na to jest wła-  
śnie, wspomniane już, XVII Spotkanie Szefów Urzędów  
Górnicyz Krajów Europejskich. Po raz trzeci w historii  
polskiego nadzoru górniczego jesteśmy jego organiza-  
torami. Forum to powstało w 1995 r., aby wymieniać się  
w skali międzynarodowej, europejskiej, doświadczenia-  
mi w zakresie szeroko rozumianej działalności nadzoru  
górnicyz, ochrony środowiska i bezpieczeństwa pracy  
w przemyśle wydobywczym. Z inicjatywy Wyższego Urzę-  
du Górniczego tegoroczne Spotkanie, zaplanowane na  
27–29 września, będzie właśnie roztrząsać rozliczne  
aspekty rekultywacji, pozwalając na poznanie doświad-  
czeń i najlepszych praktyk naszych europejskich part-  
nerów. Jestem przekonany, że rezultaty XVII Spotkania  
Szefów Urzędów Górniczyz Krajów Europejskich pomo-  
gą nam w jeszcze bardziej efektywnym przywracaniu  
naturze i ludziom terenów pogórnicyz.

Będąc świadomym, jak wielki postęp poczyniliśmy  
w ostatnich dwóch dekadach w racjonalnej i skutecznej  
rekultywacji terenów pogórnicyz, a zarazem jak wiele  
jeszcze przed nami pracy, aby pogodzić wymogi ekono-  
miczne działalności górniczej i oczekiwania społeczne  
w tym względzie, zachęcam Państwa do lektury naszych  
artykułów oraz śledzenia obrad XVII Spotkania Szefów  
Urzędów Górniczyz Krajów Europejskich.

the reclamation of post-mining areas and to use them  
in their regions.

In many cases, the thing is not about restoring the  
initial condition of natural environment (which has not  
always been delightful) but about giving a higher ecolo-  
gical value to the post-mining land than it had before the  
mining activity started. What is more, the areas serve  
local residents as they become recreational. Thus, we  
return to the idea of the residents' quality of life which  
today has become the indicator of the proper shaping  
of public space. Presently, the final balance of the mi-  
ning activity not only does not lower the quality of life  
but improves it. We should hope that the tendency will  
establish and become strengthened in future.

The mining supervisory body does everything in its  
power to achieve that. The proof may be the 17<sup>th</sup> Meeting  
of European Heads of State Mining Authorities. We are its  
organisers for the third time in the history of the Polish  
mining supervisory body. The forum emerged in 1995  
to exchange experiences on a European scale on the  
broadly understood activity of supervisory bodies, envi-  
ronmental protection and occupational safety. Upon the  
initiative of the State Mining Authority, this year the me-  
eting to be held on 27-29 September will debate a series  
of aspects of reclamation to learn the experiences and  
best practices of our European partners. I am sure that  
the results of the 17<sup>th</sup> Meeting of European Heads of State  
Mining Authorities will help us to return the post-mining  
areas to nature and people even more effectively.

Being aware of the great progress we have made in  
the last twenty years to reclaim the post-mining areas  
rationally and effectively and of how much work to  
combine economic requirements of the mining activity  
and social expectations is still ahead of us, I encourage  
you to read our articles and to follow the discussions  
of the 17<sup>th</sup> Meeting of European Heads of State Mining  
Authorities.

PIOTR LITWA

*Prezes Wyższego Urzędu Górniczego  
President of the State Mining Authority*

# Regulacje prawne i doświadczenia związane z rekultywacją terenów pogórniczych w Polsce

## TREŚĆ:

Do rekultywacji terenów pogórniczych, w zależności od stanu gruntów, sposobu prowadzenia rekultywacji i daty zanieczyszczenia gruntów stosuje się zróżnicowane podstawy prawne. Mimo tego, polskie górnictwo z powodzeniem prowadzi rekultywację zdegradowanych terenów. W latach 2000-2009 zrekultywowało ogółem 10,8 tys. ha gruntów, z czego na górnictwo węgla brunatnego przypada 34,0%, surowców skalnych 27,1%, a siarki 20,5%. Na szczególną uwagę zasługują wyniki górnictwa siarki, z uwagi na konieczność eliminacji zagrożeń powodowanych obecnością znacznych ilości siarki i jej związków na powierzchni terenu. Rekultywacja terenów pogórniczych wymaga rozwiązywania specyficznych problemów, omówionych w artykule na wybranych przykładach.

## SŁOWA KLUCZOWE:

rekultywacja terenów pogórniczych, podstawy prawne, rezultaty rekultywacji

Rekultywacja terenów pogórniczych wyróżnia się specyfiką, wynikającą z charakteru i zakresu przekształcenia powierzchni ziemi. Charakterystycznymi cechami ingerencji górnictwa w powierzchnię ziemi są: powstawanie wyrobisk górniczych, przemieszczanie znacznych ilości nadkładu i skały płonnej oraz tworzenie zwałowisk i składowisk, co w wielu przypadkach prowadzi do tworzenia terenów pozbawionych gleb. Eksploatacja kopaliny metodą podziemną i otworową może prowadzić do degradacji powierzchni terenu w wyniku jej osiadań. Osiadania terenu mogą skutkować zmianą stosunków wodnych w gruntach. Specyfika przekształcania powierzchni ziemi przez górnictwo wymaga rozwiązania pewnych problemów, zanim przystąpi się do klasycznych zabiegów z zakresu rekultywacji gleb. Projektując rekultywację terenów pogórniczych, rozwiązać należy np. zagadnienia z zakresu geomechaniki górotworu, co jest niezbędne do zapewnienia stabilności zboczy i skarp wyrobisk górniczych oraz obiektów zagospodarowania nadkładu i skały płonnej. W wielu przypadkach kluczowymi są zagadnienia z zakresu właściwego uregulowania stosunków wodnych, wyeliminowania procesów erozyjnych, wskazania sposobów i metod odtworzenia gleb. Charakterystyczne problemy wystąpiły na przykład na terenach zdegradowanych przez górnictwo siarki, gdzie należało wyeliminować zagrożenia wynikające z obecności znacznych ilości siarki i jej związków w gruncie. Innym charakterystycznym problemem jest rozwiązanie kwestii zanieczyszczenia gruntów węglowodorami w procesie poszukiwania i wydobywania ropy naftowej.

## 1. Wstęp

Prowadzenie przez przemysł wydobywczy działalności, polegającej na odkrywkiwym, podziemnym lub otworowym wydobywaniu kopalin ze złóż w celach gospodarczych, ingeruje w znacznym zakresie w powierzchnię ziemi. Ingerencja ta polega na wyłączeniu dużych powierzchni terenu z dotychczasowego użytkowania i ich przekształcaniu. Przekształcenie powierzchni ziemi w stopniu powodującym niekorzystne zmiany jej naturalnego ukształtowania lub prowadzące do zanieczyszczenia gleby i ziemi rodzi obowiązek wykonania rekultywacji, ponieważ powierzchnia ziemi jest jednym z elementów środowiska podlegających ochronie. Skala ingerencji górnictwa w powierzchnię ziemi jest związana z rodzajem, wielkością i warunkami zalegania złoża kopaliny, a także ze sposobem prowadzenia jego eksploatacji.

## 2. Podstawy prawne wykonywania rekultywacji terenów pogórnicych

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2005 r. Nr 228, poz. 1947, z późn. zm.), określająca zasady i warunki wydobywania kopaliny ze złóż, odnosi się również do kwestii rekultywacji gruntów po działalności górniczej. Zobowiązuje ona przedsiębiorcę do przedsięwzięcia niezbędnych środków w celu rekultywacji gruntów w razie likwidacji zakładu górniczego oraz wskazuje, że do rekultywacji gruntów po działalności górniczej stosuje się odpowiednio przepisy o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Obliguje również przedsiębiorcę do tworzenia funduszu likwidacji zakładu górniczego, którego środki służą m.in. do finansowania prac wykonywanych w zakresie rekultywacji terenów pogórnicych.

Wskazanie w ustawie – Prawo geologiczne i górnicze, że do rekultywacji gruntów po działalności górniczej przepisy o ochronie gruntów rolnych i leśnych stosuje się odpowiednio, umożliwia podjęcie rekultywacji każdego użytku gruntowego przekształconego eksploatacją kopaliny. Nie wyczerpuje to jednak wszystkich kwestii dotyczących podstaw prawnych prowadzenia rekultywacji, wynikających ze stanu gruntów wymagających rekultywacji oraz zakresu i sposobu jej wykonywania. W przypadku, gdy rekultywację wykonuje się z wykorzystaniem odpadów, poza przepisami o ochronie gruntów rolnych i leśnych, określonymi w ustawie z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 2004 r. Nr 121, poz. 1266, z późn. zm.), zastosowanie mają również przepisy ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2010 r. Nr 185, poz. 1243, z późn. zm.), a w szczególności przepisy rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356), oraz przepisy ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. Nr 138, poz. 865, z późn. zm.). Natomiast w przypadku rekultywacji gruntów zanieczyszczonych obowiązują również przepisy ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (Dz. U. Nr 75, poz. 493, z późn. zm.) lub ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.). Grunty zanieczyszczone przed 30 kwietnia 2007 r. rekultywuje się na podstawie przepisów ustawy – Prawo ochrony środowiska. Do rekultywacji gruntów zanieczyszczonych po tej dacie zastosowanie mają natomiast przepisy o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie, obligujące do prowadzenia w tym przypadku tzw. działań naprawczych.

Przedstawiony wyżej stan prawny wskazuje, że przepisy dotyczące rekultywacji gruntów po działalności górniczej są rozproszone. W zależności od stanu gruntów wymagających rekultywacji, sposobu wykonywania rekultywacji lub daty zanieczyszczenia gruntów, poza przepisami o ochronie gruntów rolnych i leśnych, uwzględnić należy również przepisy następujących ustaw: o odpadach, o odpadach wydobywczych, Prawo ochrony środowiska oraz o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie. Prawodawstwo polskie dopuszcza też możliwość wykonywania niektórych prac związanych z kształtowaniem powierzchni ziemi i jej rekultywacją na podstawie przepisów z zakresu planowania przestrzennego oraz Prawa budowlanego.

Warunki wykonywania rekultywacji gruntów pogórnicych określają decyzje wydawane przez organy ochrony środowiska. W sprawach dotyczących rekultywacji gruntów po działalności górniczej organy ochrony środowiska zasięgają opinii organów nadzoru górniczego. Opinia wydawana przez organy nadzoru górniczego odnosi się do uwarunko-

wań wykonywania rekultywacji, wynikających z prowadzonej lub zakończonej działalności górniczej. Decyzje rekultywacyjne załącza się do planów ruchu zakładów górniczych, natomiast warunki wykonywania rekultywacji, określone w decyzji, wprowadza się do treści planu ruchu.

Nadzór i kontrolę nad rekultywacją gruntów po działalności górniczej sprawują organy nadzoru górniczego oraz organy ochrony środowiska, każdy w zakresie posiadanych kompetencji. Właściwość organów nadzoru górniczego w tym zakresie określa Prawo geologiczne i górnicze, wskazując, że sprawują one nadzór i kontrolę nad ruchem zakładów górniczych, a w szczególności w zakresie ich likwidacji, w tym rekultywacji gruntów po działalności górniczej.

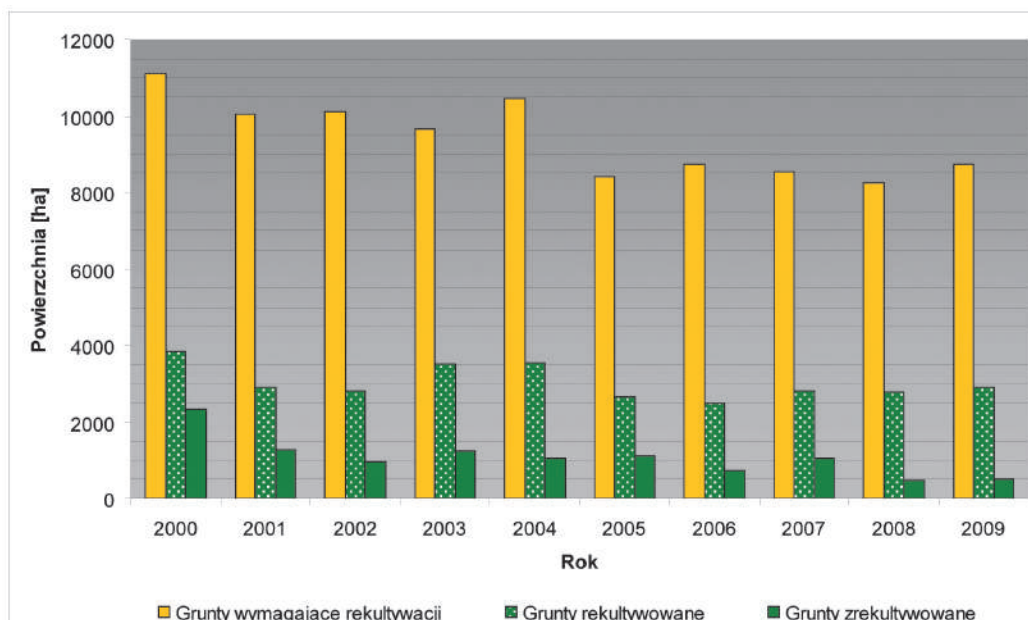
## 3. Rekultywacja terenów pogórnicych w latach 2000-2009

Według danych Wyższego Urzędu Górniczego [1], w latach 2000–2009 górnictwo wydobywające kopaliny podstawowe użytkowało grunty o powierzchni od 45,0 (2000 r.) do 37,1 tys. ha (2009 r.). Procentowy udział powierzchni gruntów wymagających rekultywacji w stosunku do całkowitej powierzchni użytkowanej przez górnictwo utrzymywał się w tym okresie na poziomie około 23%, z odchyleniem  $\pm 2\%$ .

Stan w zakresie rekultywacji gruntów pogórnicych w Polsce w latach 2000–2009 oraz wyniki rekultywacji w poszczególnych latach, przedstawiono na rysunku 1. Zamieszczone na nim dane wskazują, że powierzchnia gruntów wymagających rekultywacji zmieniła się w zakresie od 11,1 tys. ha w 2000 roku do 8,3 tys. ha w roku 2008. W analizowanym okresie powierzchnia gruntów wymagających rekultywacji zmniejszyła się z 11,1 do 8,7 tys. ha, tj. o 21,6%. Powierzchnia gruntów poddanych rekultywacji zmieniła się w zakresie: od 3,9 tys. ha w roku 2000 do 2,5 tys. ha w roku 2006. W poszczególnych latach rekultywację realizowano na powierzchni średnio 3,0 tys. ha. Biorąc pod uwagę stosunek powierzchni gruntów rekultywowanych w poszczególnych latach do całkowitej powierzchni wymagającej rekultywacji w danym roku można stwierdzić, że najlepszy w tym ujęciu był rok 2000, w którym rekultywacją objęto 34,7% powierzchni gruntów, a najgorszym rok 2006, w którym rekultywację prowadzono na 28,4% powierzchni. W ostatnich trzech latach w rekultywacji znajdowało się przeciętnie 33,3% gruntów wymagających rekultywacji, co nieco przewyższa średnią wartość z całego analizowanego okresu, wynoszącą 32,1%.

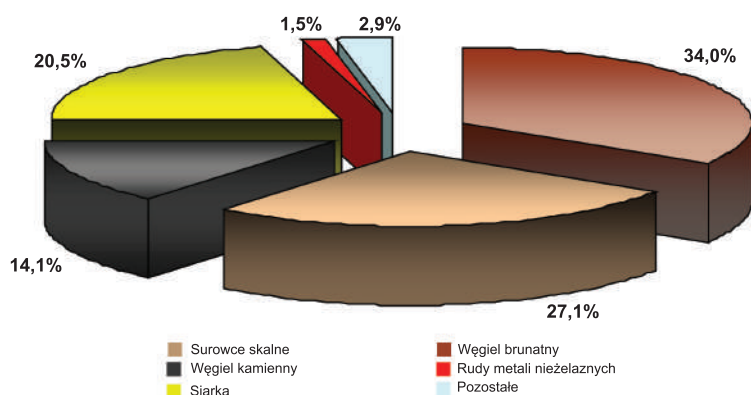
Wyniki dotyczące powierzchni gruntów zrehabilitowanych wskazują, że w rozpatrywanym okresie 10. lat górnictwo zrehabilitowało ogółem 10,8 tys. ha gruntów zdegradowanych w wyniku eksploatacji kopaliny. Jest to wynik liczący się w skali kraju, tym bardziej, że w wielu przypadkach grunty zdewastowane wymagały podjęcia oraz wykonania trudnych i złożonych zabiegów. Według danych GUS [2], w latach 2000–2009 w Polsce zrehabilitowano ogółem 18,1 tys. ha gruntów, co oznacza, że górnictwo zrehabilitowało 59,7% ogólnej powierzchni gruntów zdegradowanych.

Wyniki osiągnięte przez poszczególne rodzaje górnictwa w zakresie gruntów zrehabilitowanych w latach 2000–2009, przedstawiono na rysunku 2. Zamieszczone na nim dane wskazują, że największą powierzchnię, bo 34,0% powierzchni zrehabilitowanej ogółem (tj. 3,7 tys. ha), zrehabilitowało górnictwo węgla brunatnego. Drugie pod tym względem górnictwo surowców skalnych zrehabilitowało 27,1% gruntów, tj. 2,9 tys. ha. Na szczególną uwagę zasługują wyniki osiągnięte przez górnictwo siarki, które zrehabilitowało 20,5% gruntów zrehabilitowanych ogółem (tj. 2,2 tys. ha), prowadząc równocześnie specjalne za-



Rys. 1. Stan rekultywacji gruntów pogórnich

Fig. 1. Progress of the reclamation in the post-mining areas; powierzchnia - area, rok - year, grunty wymagające rekultywacji - areas requiring reclamation, grunty rekultywowane - areas under reclamation, grunty zreakultwowane - reclaimed areas



Rys. 2. Grunty zreakultwowane w latach 2000-2009 przez poszczególne rodzaje górnictwa

Fig. 2. The areas reclaimed in 2000-2009 by sector; węgiel brunatny - lignite, węgiel kamienny - hard coal, rudy metali nieżelaznych - non-ferrous metal ores, surowce skalne - rock material, siarka - sulphur, pozostałe - other

biegi, mające na celu zabezpieczenie niewyeksplataowanych złóż siarki oraz eliminację zagrożeń dla środowiska, powodowanych obecnością znacznych ilości siarki i jej związków na powierzchni terenu. Nadmienić tutaj należy, że do chwili obecnej górnictwo siarki zreakultowało około 90% początkowego arealu terenów zdegradowanych, wynoszącego ok. 5,2 tys. ha.

Rozpatrując kolejne wyniki należy stwierdzić, że górnictwo węgla kamiennego zreakultowało 14,1% gruntów zreakultowanych ogółem (tj. 1,5 tys. ha), a górnictwo rud metali nieżelaznych i pozostałe rodzaje górnictwa – odpowiednio: 1,5 oraz 2,5% gruntów zreakultowanych ogółem (tj. – odpowiednio: 161 i 317 ha).

#### 4. Przykłady rekultywacji w wybranych rodzajach górnictwa

Poniżej przedstawiono wybrane przykłady rekultywacji i rewitalizacji terenów zdegradowanych w poszczególnych branżach górnictwa, które przedstawiają skomplikowane uwarunkowania przywracania do życia przestrzeni przekształconej przez przemysł wydobywczy:

#### 4.1. Górnictwo węgla brunatnego - Kopalnia Węgla Brunatnego „Turów”

KWB „Turów” jest jedną z największych kopalń węgla brunatnego w Polsce. Prowadzona od kilkadziesiąt lat eksploatacja w dużym stopniu przekształciła znaczny obszar powierzchni ziemi. Powstało wyrobisko górnicze o powierzchni 24,87 km<sup>2</sup> i głębokości 225 m oraz zewnętrznie składowisko nadkładu o powierzchni około 21,75 km<sup>2</sup> i wysokości 245 m. Na składowisku zewnętrznym od roku 1947 do roku 2006 ulokowano ponad 1470 mln m<sup>3</sup> nadkładu.

Rekultywację składowiska zewnętrznego, zaliczanego do największych tego typu obiektów w Europie, rozpoczęto w latach 60. ubiegłego wieku i zakończono w 2008 r. Rekultywacja techniczna objęła prace polegające na ukształtowaniu bezpiecznych pod względem geotechnicznym skarp i półek, dostosowanych do prowadzenia gospodarki leśnej oraz na odtworzeniu stosunków wodnych. Wykonano odwodnienie powierzchniowe, zapewniające ochronę skarp przed erozją oraz, w ramach prac hydrotechnicznych: 18,6 km rowów odwadniających, 135 zbiorników wodnych, pełniących funkcję osadników, i 11 km sprowadzeń wód. Zasadzono około 2 mln drzew [3].

Grunty zwałowiska zewnętrznego charakteryzowały się wyjątkowo niekorzystnymi właściwościami chemicznymi i fizykochemicznymi. Według klasyfikacji gleboznawczej w większości kwalifikowały się do glin ciężkich, trudnych w uprawie. W początkowym okresie rekultywacji grunty charakteryzowały się niekorzystnymi dla rozwoju roślin właściwościami powietrzno-wodnymi. Szczególnie niekorzystną cechą utworów zwałowiska było ich duże zakwaszenie. Według klasyfikacji gruntów pogórnich pod względem ich przydatności do rekultywacji biologicznej należały one do gruntów o najwyższym stopniu trudności rekultywacji w Polsce.

Ze względu na niekorzystne właściwości utworów tworzących zwałowisko zewnętrzne, zastosowano bio-



dynamiczną metodę zalesiania. Polega ona na wprowadzaniu gatunków drzew i roślin zielnych o wybitnych właściwościach fitomelioracyjnych, przez co uzyskuje się asymilację azotu przez bakterie symbiotyczne i duży opad, łatwo mineralizującej się materii organicznej. Zalesienie zwałowiska zewnętrznego prowadzono stosując wielogatunkowy zestaw sadzonek, zawierający gatunki podstawowe, fitomelioracyjne i biocenotyczne. Skład gatunkowy, więźbę i formę zmieszania gatunków dobrano w ten sposób, aby zadrzewienia spełniały funkcje: przeciwoerozyjną, gleboochronną, produkcyjną i sanitarną.

Utworzony na zwałowisku zewnętrznym kompleks leśny (rys. 3), klasyfikowany jako las mieszany wyżynny, stanowi istotny czynnik krajobrazowy i klimatyczny gminy Bogatynia. Zwiększa on możliwości retencjonowania wody, ogranicza erozję wodną i powietrzną, poprawia warunki środowiska przyrodniczego oraz warunki wypoczynku i zdrowia okolicznych mieszkańców [4].

#### 4.2. Górnictwo surowców skalnych - rekultywacja wyrobiska po eksploatacji złoża bazaltu w Graczach [5]

W wyniku odkrywkowej działalności górniczej, prowadzonej od prawie stu sześćdziesięciu lat, na złożu bazaltu w Graczach, powstało wyrobisko z ośmioma poziomami eksploatacyjnymi, o długości około 1000 m i szerokości od 130 do 170 m, o powierzchni około 27 ha. Roboty eksploatacyjne doprowadziły do znacznego zróżnicowania rzeźby terenu w rejonie wyrobiska, o rzędnych od 93,4 m n.p.m. – w dnie wyrobiska, do 194,6 m n.p.m. – u szczytu zwałowiska nadkładu. Wyrobisko górnicze składa się z dwóch części. W części A prowadzi się eksploatację bazaltu, natomiast w części B zakończono wydobywanie i przeznaczono ją do rekultywacji. Stan wyrobiska B przed przystąpieniem do rekultywacji przedstawiono na rysunku 4.

Ustalając kierunek rekultywacji wyrobiska rozważano początkowo wariant rekultywacji w kierunku wodnym. Analiza różnych aspektów tego wariantu wykazała jednak, że nie jest on rozwiązaniem optymalnym, ponieważ:

- lokalizacja i forma utworzonego wyrobiska (wyrobisko położone na wzgórzu, o prawie pionowych ścianach i kilkudziesięciometrowej głębokości, praktycznie suche) uniemożliwiają całkowite wypełnienie go wodą,
- strome ściany wyrobiska i jego głębokość spowodują, że utworzony zbiornik wodny będzie trudno dostępny i nie będzie miał ani istotnego znaczenia gospodarczego, ani znaczenia rekreacyjnego, stwarzając przy tym zagrożenie dla otoczenia i ludności.

Uwzględniając konieczność wyeliminowania zagrożenia stwarzanego przez wyrobisko dla otoczenia przyjęto rozwiązanie polegające na wypełnieniu go odpadami do rzędnych otaczającego terenu, a następnie zagospodarowaniu jego powierzchni w kierunku rolno-leśnym. Analizując możliwości pozyskania znacznych ilości odpadów, niezbędnych do wypełnienia wyrobiska, podjęto



Rys. 4. Wyrobisko w Graczach przed przystąpieniem do rekultywacji

Fig. 4. Excavation site in Gracze before the reclamation process

decyzję o wykorzystaniu głównie żużli i popiołów z pobliskiej elektrowni. Wykonane badania i analizy warunków wodno-gruntowych wykazały, że lokowanie tego rodzaju odpadów nie stworzy zagrożenia dla ludzi i środowiska, ponieważ:

- współczynnik filtracji skał otaczających wyrobisko rzędu  $k = 6 \times 10^{-11} \text{m/s}$  gwarantuje szczelność górotworu,
- szczeliny podłoża wyrobiska bazaltowego są izolowane, bez łączności hydraulicznej z otoczeniem i charakteryzują się niewielkim rozwarciem,
- odpady z elektrowni nie stwarzają zagrożenia dla środowiska.

Technologia wykonywania rekultywacji obejmuje:

- 1) makroniwelację wyrobiska, prowadzoną naprzemiennie w dwóch nieckach mieszaniną popiołowo-wodną, wykonywaną w sześciu fazach. Każdą fazę wypełniania niecek kończyć będzie warstwa suspensji z dodatkiem od 1,5 do 2,5% cementu, co ma poprawić wytrzymałość warstwy suspensji, ochronić zdeponowane popioły przed wpływami atmosferycznymi oraz ograniczyć ich pylenie;
- 2) rekultywację techniczną, a w tym wykonanie:
  - warstwy izolacyjnej ułożonej bezpośrednio na odpadach, ograniczającej infiltrację wód deszczowych do materiału wypełniającego wyrobisko,
  - warstwy drenażowej, umożliwiającej odwadnianie warstwy glebowej, oraz
  - warstwy glebowej, umożliwiającej wykonanie rekultywacji biologicznej;
- 3) rekultywację biologiczną, obejmującą obsianie terenu trawą.

Przyjęty sposób rekultywacji, poza wyeliminowaniem zagrożeń dla otoczenia, umożliwia również eksploatację zasobów bazaltu pozostawionych w ścianach wyrobiska.

Rekultywację wyrobiska rozpoczęto w roku 2007. Przewiduje się, że po zakończeniu II fazy wypełniania wyrobiska i osiągnięciu rzędnej 122 m n.p.m. rekultywacja zostanie wstrzymana na okres wydobywania resztek bazaltu. Dotychczas do wypełniania wyrobiska wykorzystywano głównie



Rys. 3. Zrekultywowane zwałowisko zewnętrzne KWB „Turów”

Fig. 3. Reclaimed external dumping ground in the “Turów” lignite mine

odpady z elektrowni, w ilości około 100 tys. Mg rocznie oraz wytwarzane w kopalni masy ziemne i skalne w ilości od 34 do 50 tys. m<sup>3</sup> rocznie. Stan wyrobiska w trakcie wypełniania odpadami przedstawiono na rysunku 5.

### 4.3. Górnictwo siarki

Górnictwo siarki w Polsce, w najlepszym okresie swojej działalności, było największym producentem siarki na świecie. Eksploatację złóż siarki prowadzono w trzech rejonach: tarnobrzeskim, staszowskim i lubaczowskim, stosując początkowo odkrywkową, a następnie otworową metodę eksploatacji. Przemiany polityczno-gospodarcze na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku oraz pojawienie się na rynkach światowych taniej siarki wytwarzanej w procesach odsiarczania, doprowadziły do prawie całkowitej likwidacji górnictwa siarki w Polsce. Oznaczało to m.in. konieczność rozwiązania trudnego problemu rekultywacji około 5 tys. ha gruntów pogórnich.

Eksploatacja złóż siarki metodą odkrywkową, podjęta w 1958 roku przez kopalnię „Piaseczno”, a następnie przez kopalnię „Machów”, spowodowała całkowitą dewastację gleb na obszarach wyrobisk odkrywkowych, zwałowisk nadkładu oraz pod obiektami przeróbki rudy siarki metodą flotacyjno-rafinacyjną i obiektami infrastruktury przemysłowej.

Podjęcie eksploatacji złóż siarki metodą otworową, w kopalni „Grzybów” wdrożoną w 1966 r., a następnie, w późniejszych latach, w kopalniach: „Jeziórko”, „Basznia” i „Osiek”, pozwoliło na uniknięcie dewastacji gleb w sposób charakterystyczny dla górnictwa odkrywkowego. Pojawiły się natomiast inne czynniki, powodujące niekorzystne przekształcenie powierzchni ziemi i degradację gleb, takie jak: osiadania terenu w stopniu wymagającym regulacji stosunków wodnych oraz emisja siarki elementarnej i jej związków z odwiertów, rurociągów przesyłowych i placów składowych. Emisja siarki elementarnej doprowadziła do głębokiego zakwaszenia gleb oraz wód odprowadzanych z terenów górniczych [6].

#### 4.3.1. Rekultywacja terenu zlikwidowanej Kopalni Siarki „Grzybów” [7]

Kopalnia Siarki „Grzybów” eksploatowała złożę siarki rodzimej metodą otworową (podziemnego wytopu). W ciągu trzydziestoletniej eksploatacji wydobyto 26,4 mln Mg siarki, zajmując pod działalność górniczą grunty o powierzchni 633 ha. Zajęte grunty prawie w całości zostały zdegradowane. Procesowi rekultywacji i zagospodarowa-



Rys. 5. Wyrobisko w Graczech w trakcie wypełniania odpadami  
Fig. 5. Excavation site in Gracze during waste filling

nia poddano w sumie 576 ha gruntów. Degradację gruntów spowodowały przede wszystkim takie czynniki, jak:

- emisja znacznych ilości siarki rodzimej do gruntu w wyniku: awarii rurociągów, odprężania otworów eksploatacyjnych i ich awarii (tzw. erupcji) oraz pylenia siarki ze składowisk podczas jej kruszenia i załadunku,
- deformacje górotworu prowadzące do osiadań powierzchni terenu i tworzenia zawadzionych niecek bezodpływowych.

Poziom skażenia terenu siarką ilustruje rysunek 6. Siarka elementarna obecna w powierzchniowej warstwie gleby utleniała się do kwasu siarkowego, doprowadzając do głębokiego zakwaszenia gleby, do wartości pH rzędu 1,2 do 2. Tak silne zakwaszenie gleby w praktyce doprowadziło do zamarcia życia biologicznego na znacznych obszarach.

Deformacje górotworu, powodujące osiadania powierzchni terenu średnio o około 4,5 m, przy osiadańach maksymalnych do 9 m, doprowadziły do utworzenia się niecek bezodpływowych, w których powstały zalewiska wypełnione zsiarzoną wodą oraz wystąpiły podtopienia terenu. Niskie pH gleb oraz obecność znacznych ilości siarki na powierzchni terenu spowodowały degradację wód spływających z obszaru kopalni. Wody te charakteryzowały się niskim pH, rzędu 1,5 do 3,0 oraz znaczną zawartością siarczanów i żelaza.

Efektywne wykonanie rekultywacji terenów Kopalni Siarki „Grzybów” wymagało rozwiązania specyficznych zagadnień, takich jak: usunięcie niekorzystnego oddziaływania siarki i jej związków na środowisko glebowo-wodne oraz uregulowanie stosunków wodnych na obszarze naruszonym deformacjami górotworu.

Ze względu na konieczność wyeliminowania oddziaływania siarki i jej związków na środowisko glebowo-wodne, opracowano specjalną technologię rekultywacji, wykonywanej w trzech fazach:

I faza – techniczna (trwająca 2 lata), obejmuje: likwidację obiektów budowlanych, urządzeń i instalacji uzbrojenia technicznego pól górniczych, likwidację otworów i zjawisk erupcyjnych, wykonanie lub renowację rowów odwadniających, usunięcie siarki oraz ziemi zanieczyszczonej siarką i jej związkami z powierzchni terenu, wykonanie niwelacji terenu oraz wysiew pierwszej dawki wapna węglanowego.

II faza – biologiczna (2 lata), obejmuje: wysiew drugiej, tzw. uzupełniającej dawki wapna, prace agrotechniczne polegające na uprawie i nawożeniu gleb, sprawdzenie skuteczności odkwaszenia gleby przez wysiew tzw. mieszanki testowej, koszonej i zaorywanej.



Rys. 6. Skutki odprężania otworu w Kopalni Siarki „Grzybów”  
Fig. 6. Effects of the borehole decompression in the “Grzybów” sulphur mine

III faza – zagospodarowania terenu (1 rok), obejmuje: prace związane z: nasadzeniem drzew i krzewów i późniejszą ich pielęgnacją, na obszarach o leśnym kierunku zagospodarowania, lub obsiwem gruntów mieszkanką traw i roślin motylkowych przy rolnym kierunku zagospodarowania.

Zakres rekultywacji obejmował:

- likwidację 696 otworów eksploatacyjnych i badawczych, likwidację 153 obiektów, instalacji, budynków i budowli,
- zebranie około 100 tys. m<sup>3</sup> siarki i ziemi zanieczyszczonej siarką oraz wykonanie ich neutralizacji,
- wykonanie 17 160 m rowów odwadniających,
- wykonanie nasadzeń drzew i krzewów na powierzchni ok. 550 ha.

Neutralizację prowadzono na korzystnie usytuowanych działkach terenu, deponując warstwami siarkę i zanieczyszczoną siarką ziemię. Każdą warstwę przesypanyo wapnem lub kruszywem wapiennym. Całość zdeponowanego materiału zaizolowano warstwą neutralizująco-uszczelniającą, wykonaną z materiałów neutralizujących oraz iłu. Ponadto uporządkowano 47 ha gruntów i przekazano je innym podmiotom do gospodarczego wykorzystania.

Efektom końcowym wykonanej rekultywacji jest kompleks leśny o powierzchni ok. 550 ha oraz przywrócenie grawitacyjnego spływu wód z całego terenu pogórniczego. Efekty rekultywacji ilustruje rysunku 7.

#### 4.3.2. Rekultywacja wyrobiska zlikwidowanej Kopalni Siarki „Machów”

Kopalnia Siarki „Machów” eksploatowała złożę siarki rodzimej metodą odkrywkową. W okresie od 1969 r. do 1992 r. wydobyto 55,8 mln Mg rudy siarkowej, z której wyprodukowano około 11 mln Mg siarki. W wyniku zdjęcia 280 mln m<sup>3</sup> nadkładu i eksploatacji złoża siarki powstało wyrobisko o powierzchni ok. 460 ha i głębokości od 70 do 110 m. Degradacja terenu użytkowanego przez kopalnię nastąpiła w wyniku utworzenia wyrobiska odkrywkowego, zwałowisk nadkładu, obiektów deponowania odpadów, wytwarzanych w procesie produkcji siarki metodą flotacyjno-rafinacyjną, oraz obiektów infrastruktury przemysłowej [8].

Rekultywacja wyrobiska i terenu otaczającego, o łącznej powierzchni ok. 640 ha, wymagała rozwiązania charakterystycznych dla tego przypadku problemów, takich jak: zapewnienie stabilności skarp tworzonego zbiornika wodnego, izolacja partii złożowej w celu eliminacji dopły-



Rys. 7. Efekty rekultywacji wykonanej przez Kopalnię Siarki „Grzybów”

Fig. 7. Effects of the reclamation process carried out by the “Grzybów” sulphur mine

wu zasiarczonych wód złożowych do tworzonego zbiornika, utylizacja znacznych ilości ziemi zanieczyszczonej siarką i odpadów zawierających siarkę (tzw. keku), zdeponowanych w sąsiedztwie tworzonego zbiornika, oraz zapewnienie wypełnienia zbiornika wodą o odpowiedniej jakości. Rozwiązano je w następujący sposób:

Stabilność skarp uzyskano w wyniku: spłylenia głębokości zbiornika wodnego ze 110 m do ok. 40 m, wykonania profilowania skarp oraz umocnienia linii brzegowej. Spłylenie zbiornika osiągnięto w wyniku zdeponowania na jego dnie keku, ziemi zanieczyszczonej siarką i nadkładu ze zwałowiska zewnętrznego. W ramach profilowania skarp przemieszczono 3 550 tys. m<sup>3</sup> mas ziemnych. W celu wyeliminowania zagrożenia rozmycia drogi biegnącej w pobliżu wyrobiska umocniono linię brzegową w jej sąsiedztwie, tworząc tzw. powierzchnię abrazyjną [9]. Izolację partii złożowej, stanowiącej zagrożenie dla jakości wód zbiornika, uzyskano wykonując warstwę izolacyjną. W tym celu do wyrobiska przemieszczono 34733 tys. m<sup>3</sup> nadkładu ze zwałowiska zewnętrznego. Przed wykonaniem warstwy izolacyjnej na dnie wyrobiska zdeponowano 3742 tys. Mg keku i ziemi zanieczyszczonej siarką, co rozwiązało problem eliminacji zagrożeń powodowanych przez zdeponowanie znacznych ilości odpadów zawierających siarkę na terenie otaczającym zbiornik, przeznaczonym do zagospodarowania w kierunku rekreacyjno-zadrzewieniowym. Problem zapewnienia odpowiedniej jakości wody w zbiorniku rozwiązano budując układ doprowadzający do wyrobiska wodę z rzeki Wisły. Napełnianie zbiornika prowadzono monitorując jakość dopływającej wody.

#### 4.4. Górnictwo węgla kamiennego

##### 4.4.1. Rewitalizacja terenu zakładu głównego KWK „Gliwice”

KWK „Gliwice” zakończyła działalność górnictwem we wrześniu 1999 r. Kompleks obiektów zakładu głównego, w skład którego wchodziły również obiekty zabytkowe, zlokalizowany był w atrakcyjnej części miasta Gliwice. Lokalizacja zakładu głównego przyczyniła się do podjęcia przez władze miasta inicjatywy zmierzającej do rewitalizacji terenu, znanej pod nazwą Projekt „Nowe Gliwice”. Przed przystąpieniem do rewitalizacji, kopalnia uzgodniła z władzami miasta program likwidacji zbędnych obiektów oraz zobowiązała się do jego realizacji. Program likwidacji, realizowany przez KWK „Gliwice”, obejmował likwidację zbędnych obiektów i infrastruktury, a także uporządkowanie terenu. Z licznych obiektów budowlanych, zlokalizowanych na terenie zakładu głównego, pozostawiono jedynie cztery budynki: energomechaniczny, cechowni, dyrekcji i tzw. willę dyrektora. Kilkadziesiąt innych wyburzono, likwidując również zbędną infrastrukturę. Jeden z dwóch szybów zlikwidowano, drugi przystosowano do funkcji pompowni odwadniającej wyrobiska zlikwidowanej kopalni. Pompownie, czyli usytuowane w samym centrum rewitalizowanego obszaru szyb o ponad 500-metrowej głębokości, zaadoptowany do celów odwadniania wyrobisk, włączono w struktury Centralnego Zakładu Odwadniania Kopalń. Program likwidacji został sfinansowany ze środków budżetu państwa.

Podstawowym założeniem projektu „Nowe Gliwice” było przekształcenie terenów poprzemysłowych w centrum edukacji i biznesu, obejmującego: inkubator przedsiębiorczości, strefę aktywności gospodarczej oraz regionalny ośrodek kształcenia. Celem stworzenia inkubatora przedsiębiorczości jest wspieranie rozwoju nowo po-

wstałych firm sektora małych i średnich przedsiębiorstw. Przedsiębiorcom działającym w tym sektorze udostępniono powierzchnie biurowe oraz produkcyjne. Preferowanymi branżami wspieranymi w inkubatorze przedsiębiorczości są: informatyka i telekomunikacja, biotechnologia, materiały specjalne, systemy mikro- i elektromechaniczne oraz usługi w dziedzinie zarządzania. Zakłada się, że rozwój firm działających w ramach inkubatora przedsiębiorczości odbywał się będzie przy współpracy z Politechniką Śląską oraz Gliwicką Wyższą Szkołą Przedsiębiorczości. Strefa aktywności gospodarczej, uzbrojony obszar poprzemysłowy o powierzchni około 10 ha, przeznaczona jest pod inwestycje dla firm wychodzących z inkubatora przedsiębiorczości oraz małych i średnich przedsiębiorstw z sektora tzw. wysokich technologii. Zakłada się, że w strefie zainwestuje i podejmie produkcję 40 do 50 firm, w których zatrudnienie znajdzie ok. 1500 do 1700 osób. Regionalny ośrodek kształcenia, w skład którego weszła Gliwicka Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości (utworzona w 2005 r.) oraz humanistyczne studium zawodowe, zapewni możliwość nauki ponad 2000 studentom.

Projekt „Nowe Gliwice” otrzymał wsparcie finansowe w wysokości 9,51 mln euro z programu PHARE – Spójność Społeczno-Gospodarcza. Stanowi to 70% wartości przedsięwzięcia. Pozostała część projektu finansowana jest z budżetu miasta Gliwice. W jego ramach rewitalizacja obejmuje obszar po zlikwidowanej Kopalni „Gliwice”, o sumarycznej powierzchni ok. 23 ha [10]. Efekt rewitalizacji jednego z obiektów zlikwidowanej KWK „Gliwice” – budynku cechowni, przedstawiają rysunki 8 i 9.

#### 4.4.2. Rekultywacja obiektu zagospodarowania odpadów wydobywczych KWK „Marcel”

Obiekt zagospodarowania odpadów wydobywczych KWK „Marcel” zlokalizowany jest na terenie starych hałd, utworzonych przed rokiem 1975 przez kopalnię, prowadzącą działalność górnictwem już od ponad 100 lat. Pierwsze decyzje rekultywacyjne, wydane w latach 70. ubiegłego wieku, zobowiązywały kopalnię do likwidacji zjawisk termicznych występujących na hałdach i zagospodarowania terenu w kierunku przemysłowo-zadrzewieniowym.

Konieczność zapewnienia możliwości zwałowania odpadów górniczych zweryfikowała plany rekultywacji. Uzyskano nowe decyzje administracyjne, umożliwiające rozpoczęcie budowy tzw. bryły rekultywacyjnej o powierzchni 56,2 ha i wysokości względnej ok. 50 m, umożliwiającej zagospodarowanie 23 mln Mg odpadów wydobywczych. Charakterystyczne cechy podjętego przedsięwzięcia to: likwidacja zjawisk termicznych występujących na terenie

starych hałd, ukształtowanie bryły obiektu, obejmującego stare hałdy, w sposób zgodny z najlepszymi zasadami budowy tego rodzaju obiektów, oraz indywidualny dobór roślinności, uwzględniający: specyficzne podłoże glebowe, odporność roślin na warunki klimatyczne, szybki przyrost biomasy i intensywną produkcję humusu.

Likwidacja zjawisk termicznych występujących na terenie starych hałd obejmuje rozbiórkę fragmentów objętych zjawiskami termicznymi i wykorzystanie przepalonego materiału do różnych robót prowadzonych poza terenem obiektu. Kształtowanie bryły obiektu polega na wbudowywaniu warstwami odpadów od granic do środka tworzonej bryły, z zagęszczaniem wibracyjnym deponowanego materiału oraz równoczesną rekultywacją i zagospodarowaniem skarp. Zagęszczanie materiału zabezpiecza obiekt przed rozwojem zjawisk termicznych. Kształt budowanego obiektu uwzględni kwestie jego stateczności, ochrony przed erozją oraz właściwej regulacji stosunków wodnych przez zapewnienie jej retencjonowania w obrębie bryły rekultywacyjnej. Rekultywacja terenu obiektu prowadzona jest sukcesywnie wraz z postępem budowy. Nasadzenia indywidualnie dobranych gatunków roślin wykonuje się w dołkach wypełnianych ziemią. Rekultywacja prowadzona jest w kierunku zadrzewieniowego i rekreacyjno-sportowego zagospodarowania terenu [11].

## 5. Podsumowanie

Przepisy dotyczące rekultywacji gruntów po działalności górniczej nie stanowią zwartego obszaru prawa. W zależności od stanu gruntów wymagających rekultywacji, sposobu wykonywania rekultywacji lub daty zanieczyszczenia gruntów, poza wskazanymi w ustawie Prawo geologiczne i górnicze przepisami o ochronie gruntów rolnych i leśnych, uwzględnić należy również przepisy takich ustaw, jak: o odpadach, o odpadach wydobywczych, Prawo ochrony środowiska oraz o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie.

Górnictwo polskie z powodzeniem prowadzi rekultywację terenów pogórnicznych. W latach 2000–2009 zrekultywowało ogółem 10,8 tys. ha gruntów zdegradowanych w wyniku eksploatacji kopalni, podejmując często trudne i złożone zabiegi. Największą powierzchnię (tj. 3,7 tys. ha), zrekultywowało górnictwo węgla brunatnego. Drugie pod tym względem górnictwo surowców skalnych zrekultywowało 27,1% zrekultywowanych gruntów ogółem, tj. 2,9 tys. ha. Na szczególną uwagę zasługują wyniki osiągnięte przez górnictwo siarki, które zrekultywowało 20,5% gruntów zrekultywowanych ogółem (tj. 2,2 tys. ha), prowadząc



Rys. 8. Budynek cechowni KWK „Gliwice” przed rewitalizacją  
Fig. 8. Pithead building of the “Gliwice” hard coal mine before revitalisation



Rys. 9. Budynek cechowni KWK „Gliwice” po rewitalizacji  
Fig. 9. Pithead building of the “Gliwice” hard coal mine after revitalisation

specjalne zabiegi w celu zabezpieczenia niewyekspluowanych złóż siarki oraz eliminacji zagrożeń dla środowiska, powodowanych obecnością znacznych ilości siarki i jej związków na powierzchni terenu.

Rekultywacja gruntów pogórnich cechuje się specyfiką, wynikającą z charakteru i zakresu przekształcania powierzchni ziemi przez górnictwo. Ze względu na obszerność prezentowanej tematyki, przedstawiono jedynie problemy charakterystyczne dla rekultywacji wykonywanej przez wybrane rodzaje górnictwa. Zaliczyć do nich należy zagadnienia z zakresu:

– zapewnienia stateczności skarp i zboczy odkrywkowych wyrobisk górniczych oraz obiektów zagospodarowania nadkładu i skały pływnej, co przy projektowaniu rekultywacji wymaga uwzględnienia zasad geomechaniki górotworu,

- rekultywacji terenów bezglebowych,
- zagrożeń rozwoju procesów termicznych w obiektach zagospodarowania odpadów wydobywczych, wytwarzanych przez górnictwo węgla kamiennego,
- eliminacji zagrożeń powodowanych obecnością siarki i jej związków na powierzchni ziemi, powstałych w wyniku eksploatacji i wytwarzania siarki w Polsce,
- eliminacji zagrożenia powodowanego obecnością wyrobiska odkrywkowego o szczególnie niekorzystnym kształcie i lokalizacji,
- rekultywacji i rewitalizacji terenu po zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego zlokalizowanych w atrakcyjnych częściach miast.

Zaprezentowane przykłady pokazują, że rozwiązanie specyficznych problemów rekultywacji terenów pogórnich w kraju było możliwe.

*Artykuł recenzował*  
*prof. dr hab. Stanisław BARAN*

## **Legal regulations and experiences connected with the reclamation of post-mining areas in Poland**

**Summary:** The article discusses legal regulations applicable to the reclamation of post-mining areas and shows that depending on the condition of the land that requires reclamation, the reclamation method and the time when the land became polluted, the provisions of the acts on waste, on extractive waste, the Environmental Protection Law, and on the prevention and remedy of damage to the environment should be taken into account in addition to the regulations on the protection of farm and forest lands cited in the act, the Geological and Mining Law. We presented the results from the years 2000-2009 to illustrate the progress of reclamation in relation to the surface area of the land degraded by the exploitation of minerals. We have found that in the period the mining sector reclaimed a total area of 10.8 thousand ha of land; however the largest area that covers 34.0% of the total reclaimed area, i.e. 3.7 thousand ha, was reclaimed by the lignite mining sector. The runner-up is the rock mining industry that has reclaimed 27.1% of the total area, i.e. 2.9 thousand ha. In particular, we should emphasise the results achieved by the sulphur mining sector that has managed to reclaim 20.5% of the total reclaimed area, i.e. 2.2 thousand ha, taking up special measures to protect unexploited sulphur deposits and to eliminate any hazards for environment that can be caused by high amounts of sulphur and sulphur compounds on the surface. These instances of reclamation carried out by the mining sectors show that the reclamation of the post-mining areas has distinctive features depending on the nature and the scope of how the surface has been transformed. The distinctive features in the reclamation of the post-mining areas include such problems as the stability of open-pit slopes in excavations and in facilities for the treatment of overlay and waste rock, the reclamation of soilless areas, the risks of the development of thermal processes, and the hazards posed by sulphur and sulphur compounds occurring on the surface.

### **Literatura:**

1. Raporty w sprawie rekultywacji terenów zdegradowanych działalnością górnictw. Niepublikowane materiały Wyższego Urzędu Górniczego za lata 2000-2009.
2. Główny Urząd Statystyczny: Ochrona Środowiska. Roczniki 2005, 2007, 2010.
3. Mrówczyńska H., Jakubowska M., Gola-Kozak M.: Działania PGE KWK Turów S.A. ograniczające niekorzystne oddziaływanie na środowisko w kontekście zrównoważonego rozwoju. [http://www.min-pan.krakow.pl/Zaklady/pgeodyn/warsztaty/pdf/\\_20\\_.pdf](http://www.min-pan.krakow.pl/Zaklady/pgeodyn/warsztaty/pdf/_20_.pdf) .
4. Nietrzeba-Marcinonis J.: Rekultywacja leśna gruntów pogórnich w PGE KWB Turów S.A. Węgiel Brunatny, Nr 3/68 z 2009 r. .
5. Miśta A., Botor E.: Wykorzystanie odpadów do rekultywacji wyrobiska złoża w Graczach. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie, Nr 11/2009.
6. Dulewski J., Uzarowicz R.: Aspekty gospodarki gruntami i rekultywacji w górnictwie siarki na tle całego przemysłu wydobywczego". „Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie”, Nr 6(166)/2008.
7. Zardzewiały M.: Likwidacja zagrożeń ekologicznych w Kopalni Siarki „Grzybów”. Materiały niepublikowane.
8. Michno W., Dziedzic W., Czajkowski E.: Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym na przykładzie KiZPS „SIARKOPOL”. Warsztaty 2009 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, str. 197-211. [http://www.min-pan.krakow.pl/Zaklady/pgeodyn/warsztaty/pdf/\\_17\\_.pdf](http://www.min-pan.krakow.pl/Zaklady/pgeodyn/warsztaty/pdf/_17_.pdf)
9. Dulewski J., Uzarowicz R.: Rekultywacja terenów po eksploatacji i przetwórstwie rud siarki w rejonie Tarnobrzega (część I)". „Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie”, Nr 4(116)/2004.
10. Dulewski J., Uzarowicz R.: Problematyka rewitalizacji terenów pogórnich". Miesięcznik WUG „Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie”, Nr 9(145)/2006.
11. Niepublikowane materiały WUG.

# Wybrane aspekty odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego w rejonie Konina

## TREŚĆ:

Kopalnie węgla brunatnego „Konin” i „Adamów” należą do kopalń wieloodkrywkowych. Wymusza to konieczność ustawicznego zajmowania nowych terenów pod eksploatację oraz pokonywania barier finansowych i prawnych. Przykładem jest odkrywka Tomisławice, w przypadku której uzyskanie decyzji środowiskowych trwało 13 lat. Teren odkrywki położony jest poza obszarem Natura 2000, a na jej powierzchni występują grunty orne należące do 8 klas bonitacyjnych. Przeważają gleby IV klas bonitacyjnych. Na terenach pogórnich KWB „Konin” dominuje rekultywacja rolnicza, a w strukturze zasiewów lucerna. Rekultywacja rolnicza, w odróżnieniu od rekultywacji leśnej i rekreacyjnej, jest intratna dla kopalni, umożliwiając sprzedaż zbędnych i obciążonych wysokimi podatkami gruntów pogórnich.

## SŁOWA KLUCZOWE:

rekultywacja, gleby, struktura zasiewów

szarem Natura 2000. Na kopalnię nałożono obowiązek monitorowania wybranych siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin na wytypowanych stanowiskach kontrolnych, a także liczenia ptaków lęgowych i przelotowych na terenie Ostoi Nadgoplańskiej.

## 2. Warunki glebowe na terenie odkrywki Tomisławice

Działalność odkrywki Tomisławice, obejmującej swym zasięgiem Gminę Wierzbinek, przewidziana jest do 2034 r., a jej docelowa powierzchnia wynosić będzie około 1103 ha. Wykup gruntu pod odkrywkę i zwałowisko zewnętrzne rozpoczęto już w 2008 r. Przewiduje się że do 2015 r. powierzchnia odkrywki wynosić będzie 317 ha, a w latach 2015–2020 jej obszar powiększy się o 231 ha. W latach 2020–2034 wydobywaniem węgla objętych zostanie dalsze 554 ha. Rocznie pod eksploatację zajmowanych będzie około 40 ha użytków rolnych.

Na obszarze tej odkrywki przeważają gleby mineralne wytworzone z osadów polodowcowych, głównie zwałowych piasków gliniastych, piasków i żwirów fluwioglacjalnych, a sporadycznie także z glin. Są one zasadniczo użytkowane jako grunty orne (84,69%). Udział gleb hydrogenicznych, będących z reguły składnikami ekosystemów łąkowych i pastwisk, jest niewielki i wynosi 15,37%.

Grunty orne reprezentowane są przez 8 klas bonitacyjnych; od II do VI Rz (tab. 1 i 2). Użytki zielone zakwalifikowane zostały do 4 klas, od III do VI. Wśród gruntów ornich znajdują się więc gleby bardzo dobre i gleby nieprzydatne do uprawy polowej – VI Rz. Dominują gleby średniej jakości, zaliczane do IV klasy bonitacyjnej (tab. 1).

## 1. Wstęp

Kopalnie węgla brunatnego „Konin” i „Adamów” należą do kopalń eksploatujących małe złoża rozlokowane na rozległym obszarze, obejmującym niejednokrotnie kilka gmin. Wymaga to sukcesywnego zajmowania nowych terenów pod wydobycie węgla oraz pokonywania obecnie bardzo rygorystycznych uwarunkowań prawnych. Wiąże się z tym również szybkie zbycie zbędnych i obciążonych wysokimi podatkami gruntów pogórnich, które w zakresie rekultywacji nie zawsze spełniają wymogi ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 2004 r. Nr 121, poz. 1266, z późn. zm.).

Kopalnia Węgla Brunatnego „Konin” S.A. zakończyła eksploatację w siedmiu odkrywkach i podejmuje ją w odkrywce Tomisławice – dziesiątej z kolei. Prace nad podjęciem w niej wydobycia węgla rozpoczęto w 1995 r., a koncesję na wydobycie uzyskano w 2008 r. Teren odkrywki położony jest poza obszarami chronionymi, sąsiaduje jednak z ob-

Jest ich 518,87 ha, tj. 43,56%. Obszar gruntów ornych obejmujący gleby dobre, plasujące się w III klasach bonitacyjnych, jest znacznie mniejszy – 179,46 ha (14,99%). Gleby słabe oraz najslabsze – V i VI Rz zajmują 307,03 ha (25,77%). Powierzchnia gruntów ornych zaliczanych do skrajnych klas bonitacyjnych – II i VI Rz, jest niewielka. Gleb bardzo dobrych, zakwalifikowanych do II klasy bonitacyjnej, jest zaledwie 0,04% (0,59 ha), a gleb klasy VI Rz także niewiele, bo 0,22% (2,64 ha). Gleby należące do poszczególnych klas bonitacyjnych nie tworzą zwartych i dużych kompleksów. Są to małe

powierzchnie, rozproszone na obszarze dziewięciu wsi (tab. 2).

Poziomy wierzchnie tych gleb wykazują duże spiaszczenie. Są to głównie piaski gliniaste mocne lub lekkie, rzadziej gliny lekkie silnie spiaszczone. Zawartość frakcji piasku waha się od 55 do 75%, części spławianych 15–19%, w tym łu koloidalnego 2–8%, średnio 4% [5]. Uziarnienie piasków gliniastych mocnych i lekkich wykazują poziomy próchniczne gleb należących do III, jak i IV klasy bonitacyjnej. Gleby klasy V mają skład granulometryczny piasków luźnych bądź słabo gliniastych.

Odczyn gleb, niezależnie od klasy, jest z reguły kwaśny.

Typologiczne większość gleb to uprawne gleby płowe, rzadziej brunatne, w których w wyniku uprawy poziom próchniczny A został powiększony o górne strefy poziomu wymywania  $E_{et}$  lub wzbogacenia  $B_t$  i powstał jeden poziom  $A_p$ , o miąższości od 23 do 28 cm. Wzrosła miąższość poziomu próchnicznego, lecz zmniejszyła się w nim ilość materii organicznej. Ilość próchnicy w tych glebach wynosi 1,08–1,98% [5]. W większości analizowanych przypadków ilość próchnicy oscyluje jednak między 1,03–1,37%. Wytworzony w nich poziom próchniczny, w oderwaniu od podłoża, staje się mało wartościową masą mineralną, złożoną głównie z kwarcu. Warto zauważyć, że w rozumieniu art. 4 pkt 7 cytowanej wcześniej ustawy, „przez warstwę próchniczną rozumie się wierzchnią warstwę gleby o zawartości powyżej 1,5% próchnicy”. W tych warunkach glebowych selektywne zdejmowanie warstwy próchnicznej i jej wykorzystanie do poprawy wartości użytkowej gleb niższych klas bonitacyjnych oraz odtwarzania gleb na terenach pogórnicznych nie ma żadnego uzasadnienia przyrodniczego, ekono-

Tab. 1. Klasyfikacja bonitacyjna gruntów na obszarze odkrywki Tomisławice w gminie Wierzbinek

Tab. 1. Soil valuation classes in the Tomisławice open-pit mine, Wierzbinek commune

Rodzaj użytków	Klasa bonitacyjna	Powierzchnia [ha]	Pow. gruntów [%]
Grunty orne	II	0,58	0,04
	IIIa,	49,82	4,18
	IIIb	129,64	10,88
	<b>Razem III</b>	<b>179,46</b>	<b>15,06</b>
	IVa	288,95	24,26
	IVb	229,92	19,30
	<b>Razem IV</b>	<b>518,87</b>	<b>43,56</b>
	V	176,00	14,77
	VI	131,03	11,00
	VI Rz.	2,64	0,22
	<b>Razem V i VI</b>	<b>309,67</b>	<b>25,99</b>
<b>Razem</b>		<b>1 008,58</b>	<b>84,68</b>
Użytki zielone	IV	14,99	1,25
	V	20,16	1,69
	VI	17,21	1,44
<b>Razem</b>		<b>52,36</b>	<b>4,39</b>
Pastwiska	III	0,87	0,07
	IV	49,47	4,15
	V	77,83	6,53
	VI	1,87	0,15
	<b>Razem</b>	<b>130,04</b>	<b>10,91</b>
	<b>Ogółem</b>	<b>1 190,98</b>	

Tab. 2. Areal gruntów ornych II, III i IV klasy bonitacyjnej na obszarze odkrywki Tomisławice w gminie Wierzbinek [ha]

Tab. 2. Acreage of arable lands of II, III and IV soil valuation classes in the Tomisławice open-pit mine, Wierzbinek commune [ha]

Obręb	Klasy bonitacyjne					Razem
	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	
Kwiatowo			4,12	30,25	26,41	60,78
Tomisławice			23,66	97,40	50,66	171,72
Palmowo		6,10	36,86	50,46	19,67	113,09
Witkowice				0,90	0,85	1,75
Kryszkowice		14,92	31,96	44,94	42,70	134,52
Ostrowo			4,50	43,08	38,70	85,68
Gałczyce					12,05	12,05
Chlebowo	0,58	21,02	7,72	0,73	0,70	30,75
Boguszyce		7,78	20,82	21,19	38,78	88,57
Razem [ha]	0,58	49,82	129,64	288,95	230,52	698,91
Razem [%]	0,083	7,13	18,55	41,34	32,99	100,00

micznego, a także prawnego. Kopalnia, na podstawie ekspertyzy, została więc zwolniona z obowiązku zdejmowania warstwy próchnicznej [5].

Znacznie cenniejszym materiałem glebotwórczym są gliny zwałowe występujące w nadkładzie odkrywki Tomiślawice. Osady plejstoceniowe występują na całym obszarze złoża, a ich średnia miąższość wynosi około 40 m. Duże zasoby glin zwałowych oraz warunki geologiczne umożliwiają budowanie z nich wierzchniej warstwy zwałowisk.

### 3. Rekultywacja i zagospodarowanie gruntów pogórnich

Rolą rekultywacji jest nadawanie terenom pogórnym funkcji użytkowych, bądź przyrodniczych [1, 3, 9, 10] Na terenach pogórnich KWB „Konin” i KWB „Adamów” realizowana jest przede wszystkim rekultywacja rolnicza. Ten kierunek rekultywacji ma być także głównym kierunkiem na terenach pogórnich odkrywki Tomiślawice. O dominacji rolniczego kierunku rekultywacji przesądziły właściwości gruntów pogórnich. Ich właściwości, a także właściwości gleb rozwijających się z tej skały zostały przedstawione w wielu publikacjach [1, 2, 8, 9, 12]. W litologicznie zróżnicowanym profilu glebowym przeważa glina zwałowa szara złodowacenia Warty, zasobna w węglany wapnia. Jest to materiał macierzysty dla gleb, znacznie korzystniejszy od utworów akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej, z których wytworzone zostały gleby na terenach objętych eksploatacją. Nowo formowane gleby, jak podają J. Bender i M. Gilewska [2] oraz M. Gilewska i K. Otremba [7], charakteryzują się około 20–25 cm warstwą próchniczną, zawierającą od 1,3 do 1,5% próchnicy, a tylko próchnica wytworzona *in situ* jest trwałym elementem gleby.

Przed eksploatacją węgla brunatnego, w strukturze zasiewów przeważały: żyto, mieszanki zbożowe, ziemniaki. Brak było w niej miejsca dla gatunków o dużych wymaganiach glebowych – lucerny, pszenicy, rzepaku. Obecnie te rośliny, a przede wszystkim lucerna uprawiane są na terenach pogórnich KWB „Konin” i KWB „Adamów”. Jej plony kształtują się w granicach 30–40 Mg/ha zielonej masy.

Lucerna stanowi podstawę paszowo-zbożowego systemu użytkowania gruntów pogórnich. Jest rośliną preferującą gleby o odczynie zasadowym, zasobne w wapń i potas, a więc predysponowaną do uprawy na gruntach pogórnich w rejonie Konina i Turka. Należy do roślin wieloletnich, a dodatkowo wielokośnych, wydając średnio 3–5 odrostów rocznie. Biomasa lucerny zawiera około 23% białka i może być użytkowana na: zielonkę, siano, sianokiszonkę i susz, a także na nasiona. Czteroletnia lucerna, jak podaje T. Mazur [11], potrafi związać rocznie około 160 kg N/ha i pozostawia około 6600 kg/ha resztek roślinnych. Większość azotu, po przyoraniu lucerny, trafia do gruntu. Jest to znaczący dopływ sub-

stancji organicznej i deficytowego azotu, ważnych dla procesów glebotwórczych. Ponadto silny, palowy system korzeniowy lucerny, głęboko przerasta grunt i powoduje rozkruszanie oraz rozluźnianie spoiwych mas ziemnych, ułatwiając wymianę gazową i ruch wody. Zaletą paszowo-zbożowego systemu użytkowania jest zmniejszenie ilości orek i innych zabiegów uprawowych, a tym samym nakładów na uproduktowanie gruntów pogórnich.

Lucerna wprowadzona została na grunty pogórnice przez J. Bendera [1], bezpośrednio po wykonaniu rekultywacji technicznej, w ramach obudowy biologicznej. Obudowa biologiczna powierzchni stanowi zasadniczą część rekultywacji biologicznej, wykonywanej na ogół przez sprawcę przekształceń – kopalnię. Uprawa lucerny jest kontynuowana w fazie zagospodarowania, stanowiącej dalszy etap rekultywacji i realizuje ją nabywca gruntów.

System paszowo-zbożowy dominował i dominuje nadal, aczkolwiek z pewnymi modyfikacjami, w praktyce rekultywacyjnej. Uprawa lucerny jest wydłużana do 8–10 lat, a zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe, a w azot w szczególności, odbywa się głównie na drodze biologicznej. Powierzchnie obudowane lucerną zabezpieczone są przed erozją wodną, wietrzną oraz inwazją rokitnika i wierzby. Ten system użytkowania nazwany został przez J. Bendera [1] konserwacją powierzchni.

Użytkowanie lucerny przez okres dłuższy niż 10 lat wpływa negatywnie na jej stan. Łan lucerny zostaje silnie przerzedzony, zachwaszczony i zaczyna pojawiać się trzcinnik piaskowy oraz kępy krzewów. Takie powierzenia sprawiają wrażenie porzuconych, bezpańskich i postrzegane są głównie jako obraz złej pracy kopalni, a nie właściciela gruntów.

Drugi system – rzepakowo-zbożowy, w rekultywacji gruntów pogórnich odgrywa mniejszą rolę.

Rekultywacja rolnicza prowadzona jest na wszystkich zwałowiskach KWB „Konin”, za wyjątkiem zwałowiska Pątnów-Józwin i Drzewce. Agroekosystemy zajmują od 29,8 do 49,0% powierzchni zwałowisk. Największa powierzchnia objęta rekultywacją rolniczą znajduje się na zwałowisku Józwin i wynosi 1287 ha, nieco mniejsza na zwałowisku Kazimierz – 1063 ha. Około 10% powierzchni stanowią nieużytki powstające w wyniku osiadania i zabagniania terenu, porzucenia ziemi. W wielu miejscach występują oczka wodne – niecki osiadania wypełnione wodą oraz, okresowo, liczne wymokliska roślin. Na powierzchniach niektórych zwałowisk występują piętna toksyczne, pozbawione szaty roślinnej.

W strukturze zasiewów dominuje lucerna (tab. 3). Duże i zwarte powierzchnie umożliwiają wykorzystanie pras rolujących i belowanie siana. Pola z belami siana lucerny są stałymi elementami krajobrazu rolniczego na zwałowiskach KWB „Konin” i KWB „Adamów”. Mały udział w strukturze zasiewów (tab. 3) mają zboża i są to głównie zboża ozime. Udział rzepaku w strukturze zasiewów wynosi 6,9% i – z uwagi na zawodność, jak i wysokie koszty

Tab. 3. Struktura zasiewów na gruntach pogórnich KWB „Konin”

Tab. 3. Crops structure in the KWB “Konin” post-mining areas

Gatunek rośliny	Powierzchnia użytków rolnych [ha]	Udział [%]
Lucerna	2791	79,3
Pszenica ozia	289	8,2
Jęczmień ozimy	45	1,3
Rzepak ozimy	243	8,9
Inne (kukurydza, słonecznik, facelia, konopie)	152	4,3



uprawy – systematycznie maleje. Uprawiane są również: kukurydza, słonecznik, facelia, konopie. W strukturze zasiewów nie ma ziemniaków i mieszanek zbożowych. Uprawom towarzyszą chwasty. Liczne wymoklika sprzyjają ekspansji bardzo uciążliwego chwastu jakim jest wyczyniec polny.

Rolniczy kierunek rekultywacji jest preferowany przez kopalnie. Umożliwia on ograniczenie kosztów ponoszonych na rekultywację i szybkie zbycie zbędnych, obciążonych wysokimi podatkami gruntów. Takich możliwości nie stwarza rekultywacja leśna ani rekreacyjna.

Nadanie charakteru rolnego gruntom powoduje zmianę ich statusu z terenów różnych, obłożonych wysokim podatkiem od nieruchomości, na grunty rolne i objęcie ich wielokrotnie niższym podatkiem rolnym. Zmiana statusu gruntów wiąże się z przeprowadzeniem klasyfikacji bonitacyjnej. Jest ona obecnie przeprowadzana po 5–6 latach od zaprzestania działalności przemysłowej. Przeprowadzenie klasyfikacji bonitacyjnej w tak krótkim czasie po zaprzestaniu działalności górniczej nie ma podstaw przyrodniczych, a także prawnych. Cena gruntów na przetargach osiąga wartość od 8000 do 12 000 zł/ha.

#### 4. Podsumowanie

Kopalnie węgla brunatnego „Konin” S.A. i „Adamów” S.A. należą do kopalń wieloodkrywkowych. W związku z uruchamianiem nowych odkrywek spełnić muszą wiele obowiązków, wśród których do najważniejszych należy uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz zgody na realizację przedsięwzięcia, określanej jako decyzja środowiskowa.

Działalność górnictwa odkrywkowego nie może być postrzegana tylko w kategoriach dewastatora środowiska przyrodniczego, lecz także jako kreatora jego nowych wartości, a także funkcji. Ważną w tym rolę odgrywa rekultywacja, w wyniku której czynniki antropogeniczne, biotyczne i abiotyczne wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Poprzez rekultywację techniczną, a także biologiczną obiekty górnicze – zwałowiska zewnętrzne, wewnętrzne, a także wyrobiska są z reguły umiejętnie wpisywane w otaczające środowisko przyrodnicze i uznawane nawet za pewne jego urozmaicenie [6]. Według K. Fagiewicz [4] obszary poeksploatacyjne wzbogacają georóżnorodność środowiska i dokumentują jego przemiany.

*Artykuł recenzował  
prof. dr hab. Jan BENDER*

### Selected aspects of the open-pit lignite mining in the Konin area

**Summary:** Konin and Adamów lignite mines are multi-strip mines. Therefore, the areas for mining are expanded continuously and financial while legal obstacles have to be overcome. The example can be the open-pit mine in Tomisławice where it took 13 years to obtain environmental approvals. The mine is located outside of the Natura 2000 area and it is overlaid by arable land included in eight soil valuation classes, from class II to class VI Rz. The majority of soils (43.56%) are of average quality and included to class IV of the soil valuation classes. Due to soil conditions, it is not justified by nature or economy reasons to selectively remove the humus layer to be used to improve the usable value of the soils of lower soil valuation classes and to reconstruct soils in the post-mining areas. In the Konin post-mining areas, agricultural reclamation prevails and it covers 29.8–49.0% of the dumping ground surface. Predominantly, the crops structure includes lucerne (79.3%) that has become the basis for the fodder and crop system of using the areas. Unlike forest and recreational reclamation, the agricultural reclamation is profitable for mines as it allows them to sell unnecessary post-mining areas that are additionally burdened with high taxes.

#### Literatura

1. Bender J.: Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418:75-86, 1995.
2. Bender J., Gilewska M.: Rekultywacja w świetle badań i wdrożeń. Roczn. Glebozn. T. LV 2:29-46, 2000.
3. Dulewski J., Uzarowicz R.: Rekultywacja terenów po działalności górniczej a gospodarka gruntami. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie. nr11, s. 4-10, 2005.
4. Fagiewicz K.: Obszary pogórnice jako typ krajobrazu recepcyjnego, turystyki. Problemy Ekologii Krajobrazu. T. XXV:95-103, 2009.
5. Gilewska M.: Ekspertyza dotycząca obowiązku zdjęcia warstwy próchnicznej z gleb znajdujących się na obszarze projektowanej Odkrywki Tomisławice obejmujących gminę Wierzbinek. Maszynopis, 10ss, 2008.
6. Gilewska M.: Morfogenetyczna działalność górnictwa odkrywkowego w rejonie Konina i Turka. Roczn. Glebozn. T. LIX 2:48-55, 2008.
7. Gilewska M., Otremba K.: Wpływ dwudziestoletnich zabiegów rekultywacyjnych na właściwości gruntu pogórnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 477:209-215, 2001.
8. Gilewska M., Otremba K.: Kształtowanie krajobrazu rolniczego na terenach pogórnich kopalni węgla brunatnego w rejonie Konina. Roczn. Glebozn. T. LXII 2:109-114, 2011.
9. Gilewska M., Otremba K., Zajac W.: Kształtowanie funkcjonalnej przestrzeni produkcyjnej na gruntach pogórnich KWB „Konin” i KWB „Adamów”. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo, T. XCVI, z. 576:33-43, 2010.
10. Kasztelewicz Z.: Rekultywacja terenów pogórnich w polskich kopalniach odkrywkowych. Monografia, Fundacja Nauki i tradycje Górnicze z siedzibą: Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH Kraków, 463ss, 2010.
11. Mazur T.: Bilans substancji organicznej w glebach uprawnych. Badania nad bilansem substancji organicznej i składników pokarmowych w układzie gleba-roślina. ATR Bydgoszcz, 7-19, 1991.
12. Sychalski W., Gilewska M., Otremba K.: Uziarnienie i skład chemiczny gleby wytworzonej z osadów pogórnich KWB „Konin”. Roczn. Glebozn. T. LIX 2:201-206, 2008.
13. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 2004 r. Nr 121, poz. 1266, z późn. zm.)

# Osad ściekowy i wełna mineralna w strategii odbudowy gleb na terenach zniszczonych przez górnictwo otworowe siarki

## TREŚĆ:

Praca analizuje wpływ różnych sposobów rekultywacji bezglebowych utworów po otworowej eksploatacji siarki, z wykorzystaniem osadu ściekowego i użytkowej wełny mineralnej Grodan, na właściwości sorpcyjne. W porównaniu do nawożenia mineralnego NPK, stwierdzono korzystny wpływ dodatku wymienionych odpadów na kształtowanie właściwości wodnych i pojemności sorpcyjnej rekultywowanego utworu bezglebowego. W okresie badań stwierdzono spadek pojemności sorpcyjnej, najwyższy pod wpływem NPK, a najniższy w warunkach stosowania osadu ściekowego.

## SŁOWA KLUCZOWE:

utwory bezglebowe, rekultywacja, wełna mineralna, osady ściekowe, właściwości wodne i sorpcyjne

prowadzona jest w większości na terenach praktycznie pozbawionych warstwy próchnicznej – utworach bezglebowych.

Rekultywacja, szczególnie biologiczna, terenów poeksploatacyjnych w górnictwie otworowym siarki jest zagadnieniem złożonym i trudnym. Wieloczynnikowa degradacja i dewastacja gleb, duży obszar zniszczeń, a także słabej jakości grunt rodzimy, stanowiły/stanowią o dużej skali trudności rekultywacji gleb i odbudowy zniszczonego środowiska. Likwidacja infrastruktury technicznej, regulacja stosunków wodnych, a nade wszystko likwidacja zakwaszenia nie zawsze spełniały oczekiwania, m.in. ze względu na obecność warstw siarki przykrytej ziemią. Wymagało to realizacji tego procesu w wielu etapach, w tym z wykorzystaniem odpowiednich roślin. Istotnym czynnikiem zmniejszającym efekty rekultywacji biologicznej jest częsty niedobór wody, jako wynik działalności górniczej i słabej jakości gruntów rodzimych [4].

Celem prezentowanych badań była ocena możliwości zastosowania komunalnego osadu ściekowego oraz użytkowej wełny mineralnej Grodan z upraw pod osłonami do kształtowania właściwości wodnych i sorpcyjnych utworu bezglebowego, w obszarze objętym wpływem wydobycia siarki metodą Frasha.

## 1. Wprowadzenie

Górnictwo siarki spowodowało specyficzne przekształcenia środowiska glebowego, co wynika z właściwości gleb rodzimych, chemicznie aktywnej kopaliny oraz przebiegu samego procesu wydobywczego [6, 7, 8, 9]. Emitowane w procesie wydobywczym zanieczyszczenia (siarka rodzima, siarczki i tlenki siarki) przyczyniły się do intensywnego zakwaszenia i dewastacji gleb rodzimych (rys. 1), z natury już zakwaszonych (gleby lekkie). Stworzyło to toksyczne warunki dla roślin w postaci obniżonego pH, ostrego niedoboru składników pokarmowych oraz zwiększonej mobilności pierwiastków fitotoksycznych [10, 12]. Stopień przekształceń chemicznych uzależniony był od hermetyzacji i awaryjności procesu wydobywczego. Tereny, na których w wyniku różnego rodzaju awarii instalacji wydobywczych i przemysłowych wystąpiły zanieczyszczenia czy tzw. erupcje charakteryzują się bardzo dużym zanieczyszczeniem siarką. W wyniku przekształceń chemicznych rekultywacja

## 2. Metodyka badań

Doświadczenie poletkowe (poletka o powierzchni 500 m<sup>2</sup> każde) realizowano na zdewastowanym terenie w obszarze wpływu Kopalni Siarki „Jeziórko” (rys. 2). Do odkwaszenia zdewastowanego podłoża



Rys. 1. Degradacja/devastacja środowiska w obszarze objętym wpływem eksploatacji górniczej siarki w Jeziórku  
 Fig. 1. Degradation/devastation of the environment in the area affected by sulphur mining in Jeziórko

(piasek słabogliniasty) zastosowano jednorazowo wapno poflotacyjne (100 Mg/ha), a do użyczenia wełnę mineralną Grodan w różnych dawkach, na tle melioracyjnej dawki (100 Mg s.m./ha) osadu ściekowego z komunalnej oczyszczalni w Stalowej Woli (tab. 1). Integrację zastosowanych substancji z gruntem wykonano przy wykorzystaniu brony talerzowej i glebogryzarki. Obiekt kontrolny stanowił utwór bezglebwy, odkwaszony wapnem poflotacyjnym i nawożony corocznie azotem, fosforem i potasem (dalej: NPK) w dawkach: 80;40;60 kg/ha. Na poletkach wysiano mieszankę rekultywacyjną traw: Kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) – 41,2%; Kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*) – 19,2%; Życica trwała (*Lolium perenne*) – 14,7%; Życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum*) – 12,4%; Kucykiwka pospolita (*Dactylis glomerata*) – 6,5%; Koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*) – 6%.

W próbkach badanych odpadów i utworu bezglebowego oznaczono:

- odczyn potencjometrycznie w H<sub>2</sub>O i 1-molowym roztworze KCl (mol/dm<sup>3</sup>),
- kwasowość hydrolityczną (H<sub>n</sub>) metodą Palmiana w 1-molowym roztworze CH<sub>3</sub>COONa (mol/dm<sup>3</sup>),
- kationy zasadowe (S) w wyciągu 0,5 mol/dm<sup>3</sup> chlorku amonu (pH 8,2),
- wybrane właściwości wodne.

Ponadto, obliczono pojemność sorpcyjną (T) i stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V).

Do określenia właściwości opisujących stan fizyczny gruntu, do metalowych cylindrów o pojemności 100 cm<sup>3</sup> pobrano próbki o nienaruszonej budowie, które zostały doprowadzone do stanu pełnego nasycenia wodą (–0,098 kPa czyli pF 0,0). Następnie wykorzystano je do oznaczenia

Tab. 1. Schemat doświadczenia poletkowego  
 Tab. 1. Field experiment diagram

Sposoby rekultywacji
Grunt + wapno + NPK: 80;40;60 (kontrola)
Grunt + wapno + osad ściekowy (100 Mg s.m./ha)
Grunt + wapno + osad ściekowy 100 Mg s.m./ha + wełna 200 m <sup>3</sup> /ha
Grunt + wapno + osad ściekowy 100 Mg s.m./ha + wełna 400 m <sup>3</sup> /ha
Grunt + wapno + osad ściekowy 100 Mg s.m./ha + wełna 800 m <sup>3</sup> /ha
Grunt + wapno + wełna 200 m <sup>3</sup> /ha
Grunt + wapno + wełna 400 m <sup>3</sup> /ha
Grunt + wapno + wełna 800 m <sup>3</sup> /ha



Rys. 2. Doświadczenia wegetacyjne związane z realizacją badań:  
 I - Poletka doświadczalne. Rekultywacja techniczna z wykorzystaniem odpadów (wapno poflotacyjne, osad ściekowy, wełna mineralna)

II - Poletka doświadczalne. Rekultywacja biologiczna z wykorzystaniem odpadów (wapno poflotacyjne, osad ściekowy, wełna mineralna) i mieszanki traw

III - Doświadczenie mikropoletkowe. Różne technologie rekultywacji zdewastowanego gruntu przy wykorzystaniu odpadów (osad ściekowy, wapno poflotacyjne, wełna mineralna)

Fig. 2. Vegetation experiments connected with the research:

I - Experimental plots. Technical reclamation using waste (post-flotation lime, sewage sludge, mineral wool)

II - Experimental plots. Biological reclamation using waste (post-flotation lime, sewage sludge, mineral wool) and grass mixture

III - Micro-plot experiment. Various reclamation technologies of devastated land using waste (post-flotation lime, sewage sludge, mineral wool)

zawartości wody, w stanie polowego wysycenia gleby wodą przy wartości potencjału  $-15,54$  kPa (pF 2,2).

Oznaczenia zawartości wody w glebie, w stanach potencjału:  $-490$  kPa (pF 3,7 – punkt całkowitego zahamowania wzrostu roślin) i  $-1550$  kPa (pF 4,2 – punkt trwałego wędnięcia), prowadzono w komorach wysokociśnieniowych, stosując jako membranę celofan o odpowiednich parametrach. Polową pojemność wodną gleby, przy potencjale wody glebowej  $-15,54$  kPa (pF 2,2), obliczono ze stosunku masy wody zawartej w glebie do suchej masy gleby, wysuszonej w temperaturze  $105$  °C. Wyniki wyrażono w g/100 g. Właściwości retencyjne gleby poszczególnych kategorii wody obliczono jako różnicę pojemności wodnej w odpowiednich stanach wysycenia gleby wodą:

- retencję wody produkcyjnej na podstawie wartości polowej pojemności wodnej ( $-15,54$  kPa – pF 2,2) i pojemności wodnej odpowiadającej punktowi całkowitego zahamowania wzrostu roślin ( $-490$  kPa – pF 3,7),
- pełną pojemność wodną jako sumę polowej pojemności wodnej i retencji wody grawitacyjnej.

Wyniki oznaczeń właściwości retencyjnych podano w g/100 g – % wag. (masa wody odniesiona do masy gleby wysuszonej w temperaturze  $105$  °C).

### 3. Wyniki badań

#### 3.1. Właściwości utworu bezglebowego i odpadów zastosowanych w doświadczeniu

Doświadczenie poletkowe założono na gruncie bezglebowym, który charakteryzował się silnym zakwaszeniem, złymi właściwościami sorpcyjnymi i wodnymi (tab. 2), niską zawartością węgla organicznego i azotu, a także przyswajalnych form fosforu i potasu, oraz metali ciężkich [4].

Badana wełna mineralna Grodan, pochodząca z upraw ogrodniczych pod osłonami, posiada korzystne właściwości sorpcyjne (tab. 2), a w szczególności wysoką zawartość kationów zasadowych, co przy względnie niskiej kwasowości hydrolitycznej nadaje jej wysoki stopień wysycenia tymi pierwiastkami [5]. Charakteryzuje się również wysoką zawartością magnezu i wapnia oraz korzystną zawartością: azotu, fosforu i potasu. Fosfor, a szczególnie potas występują w zakresie dość wysokiej przyswajalności. Zawartość metali ciężkich nie budzi zastrzeżeń. Cynk i miedź występują w ilościach, które mogą się przyczynić do wzbogacenia nawożonych i rekultywowanych gleb [4].

Komunalny osad ściekowy charakteryzuje się korzystnymi właściwościami sorpcyjnymi (tab. 2) oraz wysoką zawartością węgla i azotu [4, 5]. Zawartość metali ciężkich kształtuje się na dopuszczalnym poziomie (por.: rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych – Dz. U. Nr 137, poz. 924). Zastosowany osad ściekowy spełnia również wymogi sanitarne.

#### 3.2. Wpływ wełny mineralnej i osadu ściekowego na właściwości wodne utworu bezglebowego

Dodatek użytkowej wełny mineralnej Grodan i osadu ściekowego, na tle nawożenia mineralnego NPK, wywarł zróżnicowany wpływ na zmiany właściwości wodnych utworu bezglebowego. Pod wpływem stosowanych sposobów rekultywacji, początkowo bardzo niska wartość polowej pojemności wodnej w gruncie rodzimym (utwór bezglebowy), uległa istotnej ( $234$ – $834\%$ ) i zróżnicowanej poprawie (tab. 3, rys. 3). Uwzględniając średnią

Tab. 2. Wybrane właściwości gruntu rodzimego (utwór bezglebowy), użytkowej wełny mineralnej Grodan i osadu ściekowego  
 Tab. 2. Selected properties of the subsoil (soilless formation), Grodan used mineral wool and sewage sludge

Właściwość	Jednostka	Grunt rodzimy	Wełna mineralna	Osad ściekowy
Odczyn	H <sub>2</sub> O	5,75	6,9	6,8
Odczyn	1 molowy KCl	2,50	6,6	6,4
Hh	cmol(+)/kg	2,25	3,82	4,50
Kationy zasadowe	cmol(+)/kg	5,01	57,04	50,04
T	cmol(+)/kg	7,26	60,86	54,54
Wysycenie kationami zasadowymi	%	69,03	93,72	91,7
Pojemność wodna	%	6,4	1450	n.o.
N ogólny	g/kg	0,18	5,3	28,0
Corg.	g/kg	2,10	28,50	193,8
C:N		11,50	7,10	6,9
P przyswajalny	mg/100g	0,06	11,96	60,4
K przyswajalny	mg/100g	4,34	20,00	17,02
Pb	mg/kg	8,4	35,5	29,2
Zn	mg/kg	16,6	133,5	935,0
Cu	mg/kg	3,6	42,8	139,9
Cd	mg/kg	śl.	0,5	3,5
Cr	mg/kg	11,1	18,5	26,7
Ni	mg/kg	5,9	9,3	55,1
Hg	mg/kg	0,002	śl.	0,5

wartość połowej pojemności wodnej, stwierdzone zmiany tworzą szereg:

$$\text{grunt+osad ściekowy+wełna (278\%)} > \text{grunt+wełna (186\%)} > \text{grunt+osad ściekowy (136\%)} > \text{grunt+NPK (100\%)}$$

W badanym okresie stwierdzono spadek połowej pojemności wodnej w gruncie rekultywowanym, z wyjątkiem nawożenia NPK, w przypadku którego odnotowano wzrost. Uwzględniając zmiany połowej pojemności wodnej w relacji: początek (100%) – koniec doświadczenia (x), uszeregowanie ma postać:

$$\text{grunt+NPK (17\%)} > \text{grunt+wełna (-2\%)} > \text{grunt+osad ściekowy (-4\%)} > \text{grunt+osad ściekowy+wełna (-20\%)}$$

Tak wyraźny spadek połowej pojemności wodnej gruntu z dodatkiem wełny mineralnej i osadu ściekowe-

go należy wiązać z mineralizacją substancji organicznej wprowadzonej z osadem ściekowym [1, 3, 4], co miało wpływ na zwiększenie udziału makroporów, a spadek mezoporów [5]. Dodatek wełny mineralnej powodował natomiast proporcjonalny do jego dawki wzrost wartości połowej pojemności wodnej w rekultywowanym gruncie (tab. 4).

Pod wpływem wariantów doświadczenia, bardzo niska (4,3%) wartość retencji wody produkcyjnej w rekultywowanym gruncie rodzimym uległa istotnej (140–295%) i zróżnicowanej poprawie (tab. 5, rys. 4). Uwzględniając średnią wartość retencji wody produkcyjnej, badane sposoby rekultywacji tworzą szereg:

$$\text{grunt+osad ściekowy+wełna (295\%)} > \text{grunt+wełna (189\%)} > \text{grunt+osad ściekowy (140\%)} > \text{grunt+NPK (100\%)}$$

Tab. 3. Zmiany połowej pojemności wodnej (% wag.) gruntu. Wartości średnie

Tab. 3. Changes in the field water capacity (w/w %) of the soil. Average values

Sposób rekultywacji	Początek badań	I rok	II rok	III rok
Grunt + NPK (kontrola)	15,0	14,1	18,4	17,5
Grunt + osad ściekowy	22,3	22,3	22,9	21,3
Grunt + osad ściekowy + wełna	53,1	47,7	38,1	42,4
Grunt + wełna	29,3	31,8	31,7	28,6

Tab. 4. Wpływ dawki wełny mineralnej na względne (do NPK) zmiany analizowanych właściwości wodnych gruntu (%). Wartości średnie

Tab. 4. Effect of the mineral wool dose on relative (to NPK) changes in the analysed water properties of the soil (%). Average values

Właściwości	Dawka wełny		
	200 m <sup>3</sup> /ha	400 m <sup>3</sup> /ha	800 m <sup>3</sup> /ha
Połowa pojemność wodna	126,9	183,4	252,8
Retencja wody produkcyjnej	120,5	186,1	276,4
Pełna pojemność wodna	118,1	172,2	243,2

Tab. 5. Zmiany retencji wody produkcyjnej (% wag.) gruntu. Wartości średnie  
Tab. 5. Changes in the process water retention (w/w %) of the soil. Average values

Sposób rekultywacji	Początek badań	I rok	II rok	III rok
Grunt + wapno + NPK (kontrola)	11,3	10,7	14,9	14,2
Grunt + wapno + osad ściekowy	17,7	16,7	19,6	17,4
Grunt + wapno + osad ściekowy + wełna	47,2	42,4	31,9	29,5
Grunt + wapno + wełna	24,4	25,6	24,5	22,3

którego sekwencja jest identyczna jak polowej pojemności wodnej.

W badanym okresie stwierdzono różnokierunkowe zmiany retencji wody produkcyjnej. Analizując jej zmiany w relacji: początek (100%) – koniec doświadczenia (x), badane sposoby rekultywacji tworzą szereg:

*grunt+NPK (25,0%) > grunt+wełna+osad ściekowy (-2,0%) > grunt+wełna (-8,7%) > grunt+osad ściekowy+wełna (-37,5%).*

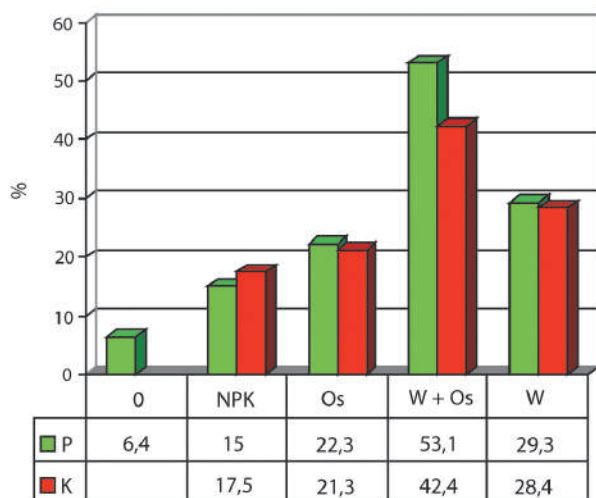
Zwiększanie dawki wełny mineralnej spowodowało proporcjonalny wzrost wartości retencji wody produkcyjnej w gruncie (tab. 4).

Niedostateczna (15%) pełna pojemność wodna w gruncie rodzimym wzrosła w zróżnicowanym stopniu (132–252%), zależnym od sposobu rekultywacji (tab. 6, rys. 5). Uwzględniając średnią wartość pełnej pojemności wodnej, badane sposoby rekultywacji tworzą szereg:

*grunt+osad ściekowy+wełna (252%) > grunt+wełna (177%) > grunt+osad ściekowy (132%) > grunt+NPK (100%).*

W badanym okresie stwierdzono spadek pełnej pojemności wodnej w wariantach rekultywacji z wełną mineralną, zaś wzrost w wariantach z nawożeniem mineralnym i osadem ściekowym. Analizując jej zmiany w relacji: początek (100%) – koniec doświadczenia (x), badane sposoby rekultywacji tworzą szereg:

*grunt+NPK (12,0%) > grunt+osad ściekowy (9,0%) > grunt+osad ściekowy+wełna (-8,5%) > grunt+wełna (-14,4%).*



Rys. 3. Wpływ sposobu rekultywacji na zmiany polowej pojemności wodnej rekultywowanego gruntu (wartości średnie); 0 - grunt, NPK - grunt+NPK, Os - grunt+osad ściekowy, W+Os - grunt+osad ściekowy+wełna, W - grunt+wełna; P i K - odpowiednio: początek i koniec doświadczenia

Fig. 3. Effect of the reclamation method on the change of field water capacity in the land under reclamation (average values); 0 - soil, NPK - soil+NPK, Os - soil+sewage sludge, W+Os - soil+sewage sludge+wool, W - soil+wool; P and K - start and end of the experiment accordingly

Zwiększenie dawki wełny mineralnej spowodowało proporcjonalny wzrost wartości pełnej pojemności wodnej w rekultywowanym gruncie (tab. 4).

### 3.3. Wpływ wełny mineralnej i osadu ściekowego na właściwości sorpcyjne utworu bezglebowego

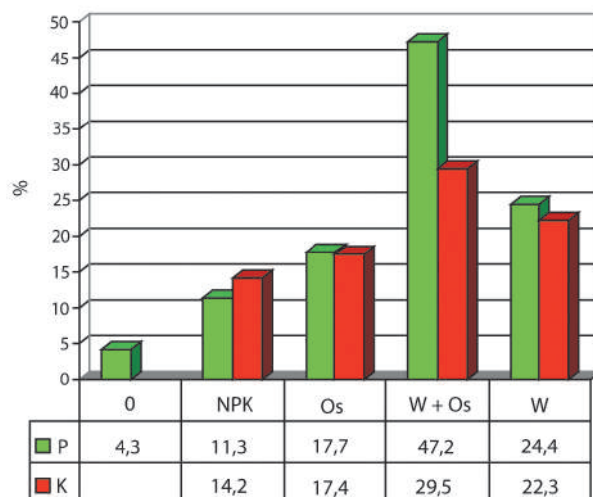
Uzyskane wyniki badań wskazują na istotną, 3,5–9-krotną poprawę właściwości sorpcyjnych utworu bezglebowego, co zależne było od sposobu przeprowadzonej rekultywacji (tab. 7, rys. 6). Wpływ tego sposobu, w porównaniu do nawożenia mineralnego NPK (obiekt kontrolny – 100%), można przedstawić w postaci szeregu:

*grunt+wełna (225%) > grunt+ osad ściekowy +wełna (193%) > grunt+osad ściekowy (143%) > grunt+NPK (100%).*

W okresie doświadczenia stwierdzono spadek pojemności sorpcyjnej pod wpływem nawożenia NPK (tab. 7, rys. 6), natomiast bardziej stabilne zmiany w pozostałych wariantach rekultywacji. Zmiana (spadek) pojemności sorpcyjnej następująco szereguje badane sposoby rekultywacji:

*grunt+NPK (-35,1%) > grunt+wełna (-8,9%) > grunt+wełna+osad ściekowy (-6,7%) > grunt+osad ściekowy (-0,3%).*

W badanym okresie, wysokość dawki wełny mineralnej (m<sup>3</sup>/ha) miała wpływ na zmiany pojemności sorpcyjnej (%) rekultywowanego gruntu (tab. 8). W porównaniu do nawożenia mineralnego NPK (100%) był on wysoki: 195,5–285,2% w wariantach z wełną. Wzrost pojemności sorpcyjnej był wprost proporcjonalny do zastosowanej dawki wełny mineralnej.

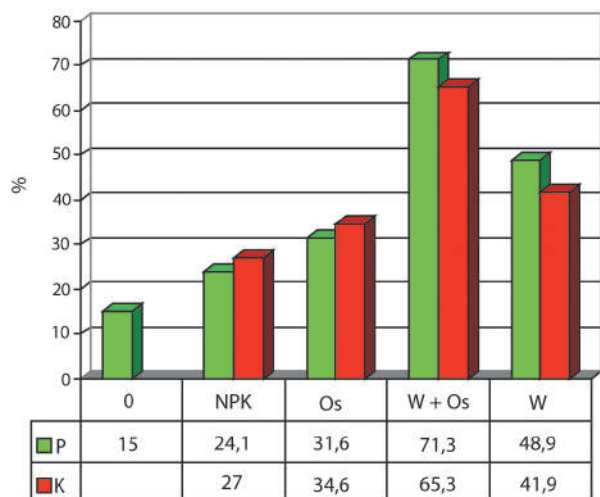


Rys. 4. Wpływ sposobu rekultywacji na retencję wody produkcyjnej rekultywowanego gruntu (wartości średnie). Oznaczenia jak na rysunku 3

Fig. 4. Effect of the reclamation method on the process water retention in the land under reclamation (average values). Description as in Fig. 3

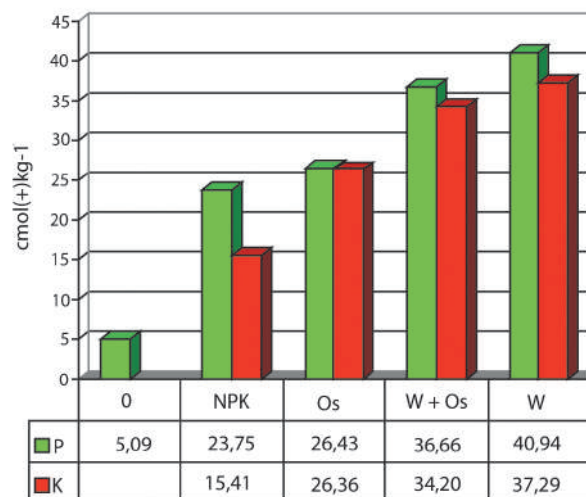
Tab. 6. Zmiany pełnej pojemności wodnej gruntu (% wag). Wartości średnie  
 Tab. 6. Changes in the full water capacity (w/w %) of the soil. Average values

Sposoby rekultywacji	Początek badań	I rok	II rok	III rok
Grunt + wapno + NPK (kontrola)	24,1	24,0	28,1	27,0
Grunt + wapno + osad ściekowy	31,6	35,3	34,9	34,6
Grunt + wapno + osad ściekowy + wełna	71,3	65,7	57,7	65,3
Grunt + wapno + wełna	48,9	44,9	46,8	41,9



Rys. 5. Wpływ sposobu rekultywacji na pełną pojemność wodną rekultywowanego gruntu (wartości średnie). Oznaczenia jak na rysunku 3

Fig. 5. Effect of the reclamation method on the full water capacity in the land under reclamation (average values). Description as in Fig. 3



Rys. 6. Wpływ sposobu rekultywacji na pojemność sorpcyjną gruntu (wartości średnie). Oznaczenia jak na rysunku 3

Fig. 6. Effect of the reclamation method on the soil sorption capacity in the land under reclamation (average values). Description as in Fig. 3

Tab. 7. Pojemność sorpcyjna (cmol(+)/kg) rekultywowanego gruntu. Wartości średnie  
 Tab. 7. Sorption capacity (cmol(+)/kg) of the land under reclamation. Average values

Warianty nawozowe	Początek badań	I rok	II rok	III rok	Średnia
Grunt rodzimy	5,11				
Grunt + NPK	23,75	15,31	17,95	15,41	18,11
Grunt + osad ściekowy	26,43	24,33	26,52	26,36	25,91
Grunt + osad ściekowy + wełna	36,66	30,13	38,85	34,20	34,96
Grunt + wełna	40,94	42,43	42,53	37,29	40,80

#### 4. Wnioski

1. Poprodukcyjna wełna mineralna Grodan charakteryzuje się korzystnymi właściwościami sorpcyjnymi, a w szczególności wysoką zawartością kationów zasadowych, magnezu i wapnia, niską kwasowością hydrolityczną, korzystną zawartością azotu, fosforu i potasu oraz wysoką zdolnością zatrzymywania wody.
2. W porównaniu do nawożenia mineralnego NPK, wełna mineralna i osad ściekowy wywarły korzystny, ale zróżnicowany wpływ na analizowane właściwości wodne:

- niska wartość polowej pojemności wodnej w gruncie rodzimym (utworze bezglebowym) uległa istotnej (234–834%) i zróżnicowanej poprawie, w następującej sekwencji:  
*osad ściekowy+wełna (278%) > wełna (186%) > osad ściekowy (136%) > NPK (100%),*
- bardzo niska (4,3%) wartość retencji wody produkcyjnej w rekultywowanym gruncie rodzimym, uległa istotnej (140–295%) i zróżnicowanej poprawie, o tendencji:  
*osad ściekowy+wełna (295%) > wełna (189%) > osad ściekowy (140%) > NPK (100%),*

Tab. 8. Wpływ dawki wełny mineralnej na względne (do NPK) zmiany pojemności sorpcyjnej gruntu (%). Wartości średnie  
 Tab. 8. Effect of the mineral wool dose on relative (to NPK) changes in the sorption capacity of the soil (%). Average values

Właściwość	Dawka wełny		
	200 m <sup>3</sup> /ha	400 m <sup>3</sup> /ha	800 m <sup>3</sup> /ha
Pojemność sorpcyjna	195,5	218,4	285,2

- niedostateczna (15%) pełna pojemność wodna utworu bezglebowego wzrosła (132–252%) z intensywnością:  
*osad ściekowy+wełna (252%) > wełna (177%) > osad ściekowy (132%) > NPK (100%),*
- wzrost dawki wełny mineralnej powodował proporcjonalne zwiększenie analizowanych właściwości wodnych gruntu.
- 3. Dodatek wełny mineralnej i osadu ściekowego w znaczący sposób wpłynął na wzrost pojemności sorpcyjnej rekultywowanego utworu bezglebowego:  
*wełna (225%) > osad ściekowy+wełna (193%) > osad ściekowy (143%) > NPK (100%).*  
 Wzrost ten był proporcjonalny do dawki wełny mineralnej.
- 4. Uzyskane wyniki badań wykazały, że dodatek użytkowej wełny mineralnej, szczególnie w kompozycji z osadem ściekowym, przyczynił się do poprawy analizowanych właściwości utworu bezglebowego do poziomu gleb dobrej jakości. Stwarza to podstawy do skutecznej rekultywacji biologicznej oraz inicjacji procesu glebotwórczego.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010, jako projekt badawczy rozwojowy Nr R12 065 03*

*Artykuł recenzowała  
 prof. dr hab. inż. Czesława ROSIK-DULEWSKA*

## **Sewage sludge and mineral wool in the strategy of soil reconstruction in the areas damaged by sulphur open-pit mining**

**Summary:** The study analyses the influence of various reclamation methods using waste such as sewage sludge and Grodan mineral wool on water and sorption properties of soilless formations after sulphur open-pit mining. The Grodan mineral wool has advantageous sorption properties, in particular a high level of alkaline magnesium and calcium cations, low hydrolytic acidity, beneficial nitrogen, phosphorus and potassium contents, and high water retentivity. Compared to NPK mineral fertilisation, mineral wool and sewage sludge have had a beneficial yet diversified effect on the analysed properties of the soilless formation under reclamation. The research has allowed us to find that the following parameters increased: (a) field water capacity (234-834%); (b) process water retention (140-295%), (c) full water capacity (132-252%); and (d) sorption capacity (143-225%). The increase turned to be proportional to the mineral wool dose. Furthermore, the findings show that the addition of used mineral wool, in particular in composition with sewage sludge, has contributed to the improvement of the soilless formation properties to achieve the level of good-quality soil. This makes up the basis for effective biological reclamation and initiation of the soil-forming process.

### **Literatura:**

1. Baran S.: The type of sewage sediments and the mineralization process of their organic substance and the zinc content in a plant. Polish Journal of Soil Sc. vol. XXV/2, s.135-140, 1992.
2. Baran S.: Możliwości wykorzystania zużytych mat wełny mineralnej do rekultywacji terenów pokopalnianych. Sprawozdanie z badań. Lublin, 2005.
3. Baran S.: Ability to use used mt of mineral wool in postmining reclamation. Development in Production and Use of New Agrochemicals. Chemistry for Agriculture, vol. 7, (Eds. H. Górecki, Z. Dobrzański, P. Kafarski), Chech-Pol Trade, Prague-Brussels (ISBN 80-239-7759-8), p. 662-670.
4. Baran S. i in.: Przydatność wełny mineralnej (Grodan) i osadów ściekowych do rekultywacji biologicznej gruntów zdewastowanych mechanicznie i przez intensywne zakwaszenie. Sprawozdanie merytoryczne. AR Lublin, ss.1-210, 2007.
5. Baran S. i in.: Możliwości wykorzystania odpadowej wełny mineralnej z upraw pod osłonami do zwiększenia produktywności gleb oraz ich rekultywacji na terenach zdegradowanych. Uniwersytet Przyrodniczy Lublin, ss. 1-182, 2010.
6. Drózdź-Hara M.: Studia nad wpływem zanieczyszczenia siarką na przemiany gleb uprawnych w sąsiedztwie Kopalni Siarki. Roczn. Glebozn. XXIX, 2, 141-162, 1978.
7. Dziewoński J.: Oddziaływanie przemysłu siarkowego na środowisko przyrodnicze woj. tarnobrzeskiego. Wyd. PAN „Studia i rozprawy”. I, 1-159, 1988.
8. Gołda T.: Podstawowe uwarunkowania rekultywacji terenów pogórnich Kopalni Siarki „Jeziórko”, Inżynieria Ekologiczna Nr 1. Warszawa 2000.
9. Jońca M.: Możliwości odbudowy gleb na gruntach zdewastowanych w obszarze wpływu Kopalni Siarki Jeziórko. AR Lublin, 2004.
10. Motowicka-Terelak T., Dudka S.: Degradacja chemiczna gleb zanieczyszczonych siarką i jej wpływ na rośliny uprawne. Wyd. IUNG Puławy, R (284), 1-95, 1991.
11. Strączyńska S.: Zmiany odczynu i właściwości sorpcyjnych gleby piaszczystej pod wpływem wieloletniego nawożenia mineralnego, organicznego i organiczno-mineralnego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 456, 165-168, 1998.
12. Turski R.: Przyrodnicze aspekty zakwaszenia gleb w Polsce. Symp. Nauk. nt.: „Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb”. AR Lublin 102, 1993.



# Zastosowanie technik bioremediacyjnych w procesach oczyszczania odpadu wiertniczego pochodzącego ze starego dołu urobkowego

## 1. Wstęp

Zaolejone odpady i gleby mają pokaźny i stale rosnący udział w degradacji biologicznie czynnej powierzchni ziemi. Substancje ropopochodne stanowią jedno z głównych źródeł skażenia terenów kopalń, powodując degradację życia biologicznego i nieprzydatność użytkową skażonych obszarów. Duże zagrożenie stanowi możliwość przerwania starych uszczelnień iltowych dołów urobkowych, co może doprowadzić do rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń ropopochodnych w środowisku oraz skażenia wód powierzchniowych i podziemnych. Na terenie kopalni Grabownica znajdują się liczne doły urobkowe pochodzące z lat 1925–1950, w których deponowano odpady powstałe przy wierceniu metodą udarową płytkich otworów (poniżej 1000 m p.p.t.). Unieszkodliwianie zastarzałych zanieczyszczeń ropopochodnych na terenach starych dołów urobkowych należy do kluczowych problemów ekologicznych, jakie stają przed branżą górnictwa nafty i gazu [16, 17].

Procesy bioremediacji gruntów są powszechnie stosowane i obszernie opisane w literaturze [3, 5, 7, 12, 19, 22]. Wysoka zawartość zanieczyszczeń ropopochodnych (49 000–200 000 mg/kg s.m.) w odpadach wiertniczych zdeponowanych w sta-

### TREŚĆ:

Artykuł przedstawia wyniki badań przebiegu biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych w odpadzie wiertniczym, zdeponowanym w starym dole urobkowym, z wykorzystaniem etapowej technologii oczyszczania, realizowanej w warunkach przemysłowych metodą *in-situ*. Obejmowała ona następujące etapy: remediację wstępną (drenaż melioracyjno-odciekowy), modyfikację struktury odpadu, bioremediację podstawową, stymulowaną przez wapnowanie i wzbogacanie środowiska odpadu w składniki biogenne, oraz inokulację biopreparatem opracowanym na bazie autochtonicznych, niepatogennych bakterii i grzybów z dołu urobkowego. Proces oczyszczania odpadu wiertniczego z zanieczyszczeń ropopochodnych kompleksowo monitorowano (badania: fizykochemiczne odpadu, chromatograficzne zanieczyszczeń ropopochodnych i mikrobiologiczne). Pozwoliło to na optymalizację procesów bioremediacyjnych i ocenę ich efektywności oraz dało możliwość uruchomienia środków zaradczych w momencie obniżenia się ich skuteczności.

### SŁOWA KLUCZOWE:

odpady wiertnicze, zanieczyszczenia ropopochodne, bioremediacja, mikroorganizmy autochtoniczne, inokulacja

rych dołach urobkowych stwarza duże trudności podczas prowadzenia prac bioremediacyjnych. Z tego względu przyjęto, że koncepcja technologiczna oczyszczania odpadów będzie oparta na etapowej realizacji kolejnych procesów oczyszczania pozwalających na stopniowe obniżanie poziomu zanieczyszczeń ropopochodnych, co umożliwi sukcesywne wprowadzanie kolejnych metod coraz głębszego oczyszczania skażonego terenu. W celu obniżenia

wysokiej zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych do poziomu umożliwiającego zastosowanie metod oczyszczania biologicznego (poniżej 50 000 mg/kg s.m.), konieczne było przeprowadzenie wstępnej remediacji, polegającej na drenażu melioracyjno-odciekowym, który pozwala na obniżenie zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych w całej masie zgromadzonego w dole urobkowym odpadu.

Głównym założeniem programu badawczego było przeprowadzenie badań procesu oczyszczania odpadów wiertniczych w skali laboratoryjnej oraz półtechnicznej metodą przymowania (*ex-situ*), których wyniki stanowiły podstawę opracowania koncepcji oczyszczania odpadu w warunkach terenowych metodą *in-situ* [17, 18].

Badania w warunkach laboratoryjnych prowadzono w celu optymalizacji kolejnych etapów kompleksowej technologii oczyszczania odpadów wiertniczych z zanieczyszczeń ropopochodnych, a mianowicie [15, 17]:

- Modyfikacji struktury odpadu poprzez zmieszanie go z „czystą ziemią”, w ustalonych proporcjach na podstawie badań laboratoryjnych, w celu zwiększenia biodostępności dla mikroorganizmów do substancji odżywczych i węglowodorów ropopochodnych.
- Bioremediacji podstawowej stymulowanej przez biowentylację (napowietrzanie) oraz wzbogacanie oczyszczanego środowiska w składniki biogenne, w dawkach wyznaczonych na podstawie badań laboratoryjnych, wspomagające rozwój mikroflory autochtonicznej przy temperaturze i wilgotności odpadu zbliżonej do warunków terenowych.
- Bioaugmentacji polegającej na inokulacji wstępnie oczyszczonego odpadu biopreparatem sporządzonym na bazie wyizolowanych oraz wyselekcjonowanych i namnożonych autochtonicznych bakterii i grzybów.

Istotnym problemem w czasie przebiegu oczyszczania jest zróżnicowana podatność na biodegradację indywidualnych węglowodorów, występujących w zanieczyszczeniach ropopochodnych. Innymi słowy szybkość procesu jest bezpośrednio uzależniona od szybkości degradowania poszczególnych związków. Niezwykle istotne jest zatem wykonanie dokładnej analizy chromatograficznej węglowodorów wchodzących w skład zanieczyszczeń ropopochodnych, umożliwiającej ich jakościowe i ilościowe oznaczenie, w celu monitorowania postępu oczyszczania, jak również doboru swoistych mikroorganizmów ukierunkowanych na biodegradację zidentyfikowanych wcześniej związków. Takie podejście do zagadnienia pozwala na stworzenie biopreparatu na bazie wyizolowanych mikroorganizmów autochtonicznych o profilu działania ściśle dopasowanym do chemicznego charakteru zanieczyszczenia.

Procedura połączenia tradycyjnych technik mikrobiologicznych z nowoczesnymi badaniami z zakresu biologii molekularnej, polegającymi na sekwencjonowaniu DNA kodującego 16S rRNA dla bakterii i 18S rRNA dla grzybów, umożliwiła pełną identyfikację gatunkową mikroorganizmów wchodzących w skład opracowanych biopreparatów [1, 4, 6, 13, 21]. Biopreparaty zostały opracowane indywidualnie dla każdego dołu urobkowego. Wykorzystano do tego celu mikroorganizmy wyizolowane z terenu danego dołu urobkowego i posiadające zdolność do biodegradacji węglowodorów ropopochodnych. W skład opracowanych biopreparatów weszły gatunki mikroorganizmów (bakterii i grzybów) zidentyfikowane na podstawie badań molekularnych, które nie zostały zaliczone do potencjalnie patogennych. Dla każdego oczyszczanego dołu urobkowego opracowano biopreparat

składających się z bakterii autochtonicznych, cechujących się zdolnościami degradacyjnymi węglowodorów alifatycznych i aromatycznych (biopreparat 1), który w końcowej fazie oczyszczania wzbogacono o wyizolowane niepatogenne gatunki grzybów (biopreparat 2). Modyfikacja biopreparatu spowodowała zwiększenie stopnia biodegradacji węglowodorów o dłuższych łańcuchach węglowych oraz węglowodorów aromatycznych (BTEX i WWA), co zostało potwierdzone w trakcie prowadzonych badań laboratoryjnych i terenowych [17].

Efektywność obniżenia zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych, za pomocą opracowanych biopreparatów na bazie autochtonicznych bakterii i grzybów, określano na podstawie analiz chromatograficznych, umożliwiających oznaczenie zawartości poszczególnych węglowodorów wchodzących w skład zanieczyszczeń, w trakcie kolejnych serii inokulacji prowadzonych w warunkach półtechnicznych (metoda *ex-situ*). Wysoka efektywność i szerokie spektrum działania biopreparatów sporządzonych na bazie mikroorganizmów autochtonicznych i grzybów dowodzi, że opracowane biopreparaty nadają się do zastosowania w warunkach przemysłowych (metoda *in-situ*).

## 2. Charakterystyka materiału badawczego

W dole urobkowym Graby-19 zdeponowano 874 m<sup>3</sup> odpadu powstałego podczas wiercenia metodą udarową odwiertu Graby-19 w latach 1943–1958. Na podstawie chromatograficznych analiz zanieczyszczeń ropopochodnych (TPH) odpadu z głębokości 0,00–0,50 m p.p.t. dołu urobkowego Graby-19 wyodrębniono dwa obszary, różniące się poziomem skażenia (rys. 1): obszar A (14 527–48 418 mg TPH/kg s.m.) oraz obszar B (39 876–89 480 mg TPH/kg s.m.).

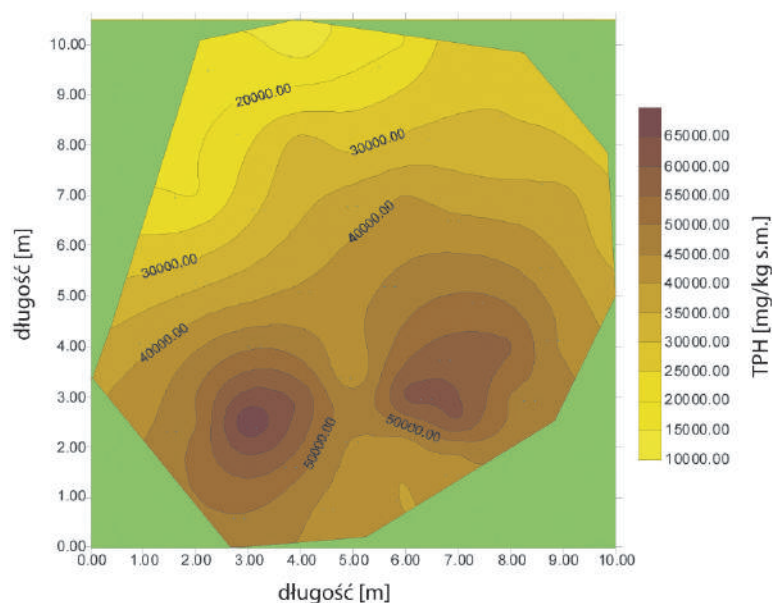
Analizy próbek odpadu pobranych w głębszych warstwach dołu urobkowego Graby-19 wykazały, że na głębokości 0,80 m p.p.t. jest on zanieczyszczony na poziomie: 11 210–42 841 mg TPH/kg s.m., a dopiero na głębokości 1,8 m p.p.t. wartości zanieczyszczeń TPH zbliżyły się do poziomu standardów glebowych.

Zanieczyszczenia ropopochodne pod wpływem czasu ulegały przemianom na skutek procesów rozpuszczania, odparowywania czy biodegradacji, co miało wpływ na ich terażniejszy skład [3].

Analiza chromatograficzna wykazała, że n-alkany o długości łańcucha węglowego nC<sub>6</sub> – nC<sub>34</sub> w uśrednionych próbkach odpadu z różnych interwałów głębokościowych stanowiły od 69,1 do 85,1% zanieczyszczeń ropopochodnych.

W odpadzie z dołu urobkowego Graby-19 stwierdzono obecność węglowodorów monoaromatycznych (BTEX) na poziomie: 23,5–68,1 mg/kg s.m., która wraz z głębokością ulega zmniejszeniu. W przeważającej ilości, przekraczającej dopuszczalne standardy glebowe, występował benzen i toluen. Wielopięścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) występowały w śladowych ilościach (od 2,478 do 0,304 mg/kg s.m.) Najwyższe zawartości spośród zidentyfikowanych WWA wykazywał naftalen (1,458–0,267 mg/kg s.m.), a pozostałe zidentyfikowano w ilościach śladowych, nieprzekraczających standardów glebowych.

Badaniami fizyczno-chemicznymi objęto próbki odpadu z dołu urobkowego Graby-19, które zostały pobrane z różnych interwałów na wyodrębnionych obszarach. Wykonane analizy ekstraktów wodnych odpadu (10:1) z dołu urobkowego Graby-19 objęły oznaczenie:



Rys. 1. Rozkład zanieczyszczeń ropopochodnych (TPH) w dole urobkowym Graby-19  
 Fig. 1. Distribution of petroleum impurities (TPH) in the cuttings pool Graby-19

pH (6,83–6,62), przewodności elektrycznej właściwej (253–358  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), utlenialności dwuchromianowej  $\text{ChZT}_{(\text{Cr})}$  (271,1–389,1  $\text{mg O}_2/\text{dcm}^3$ ) oraz zawartości metali ciężkich i fenoli (nie przekraczają dopuszczalnych wartości określonych przez standardy jakości gleby i ziemi). Dowodzą one, że podczas wierceń nie stosowano płuczek zawierających komponenty środków chemicznych [16].

Obliczone, na podstawie wykonanych analiz chemicznych, proporcje zawartości substancji biogennej C:N:P odbiegają od optymalnych wartości (100:10:1) i kształtują się następująco: C:N:P=100:1:1,5 – dla obszaru A, i C:N:P=100:1:2 – dla obszaru B, co dowodzi, że procesy mikrobiologiczne są zahamowane i bez korekty ilości tych składników autochtoniczna flora bakteryjna nie zostanie uaktywniona.

Analiza mineralogiczna pozwala na stwierdzenie, że w próbce odpadu z dołu urobkowego Graby-19 dominującym składnikiem jest kwarc (68%) i minerały ilaste (17%) oraz skalenie, kalcyt, dolomit i nieznaczne ilości pirytu, halitu i anhydrytu. Głównym składnikiem frakcji ilastej jest minerał mieszanopakietowy illit/smektyt, o zawartości pakietów smektytowych wynoszącej około 85–100%. Towarzyszą mu illit detrytyczny, kaolinit i chloryt.

Zidentyfikowane minerały ilaste mają charakter pęczniący, co powoduje sorpcję zanieczyszczeń ropopochodnych, która zwiększa się z czasem ich wzajemnego kontaktu. Dostęp mikroorganizmów do węglowodorów ropopochodnych zaadsorbowanych przez minerały ilaste dla mikroorganizmów i substancji biogennej jest utrudniony. Ponadto czynnikami sprzyjającymi peptyzacji węglowodorów są hydrofobowe składniki mineralne, tj.: kwarc, skalenie i miki. Obecne węglowodory tworzą film wokół okruszków ziaren mineralnych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz oraz przeglądu dokumentów archiwalnych wierceń stwierdzono, że odpad z dołu urobkowego Graby-19 zawiera glebę i ziemię silnie skażoną substancjami ropopochodnymi i można go zakwalifikować do grupy odpadów o kodzie ex 17 05 03\* – „gleba i ziemia zanieczyszczona substancjami ropopochodnymi”.

### 3. Przygotowanie biopreparatów do inokulacji na terenie dołu urobkowego Graby-19

Ropa naftowa stanowi skomplikowany, wieloskładnikowy układ i z tego powodu do jej degradacji wskazane jest zastosowanie mieszaniny kultur mikroorganizmów o rozbudowanym aparacie enzymatycznym. W celu uniknięcia antagonistycznego oddziaływania mikroflory autochtonicznej gleby na obce kultury drobnoustrojów, nieprzystosowane do danego środowiska, preferuje się sporządzanie biopreparatów na bazie uprzednio wyizolowanych z gleby mikroorganizmów autochtonicznych [1, 2, 10, 11].

W celu identyfikacji rodzajowej i gatunkowej wyizolowanych mikroorganizmów wchodzących w skład profesjonalnego biopreparatu zastosowano standardowe techniki identyfikacji mikroorganizmów metodami klasycznymi – analizę cech morfologicznych, fizjologicznych oraz biochemicznych. Następnie, w celu potwierdzenia wykonano reakcję PCR (ang. „polymerase chain reaction”) i analizę sekwencji kodujących 16S rRNA u bakterii i 18S rRNA u grzybów. Otrzymane dane zostały porównane z danymi dostępnymi w GenBank, za pomocą programu BLAST. Identyfikacja gatunkowa bakterii i grzybów, wchodzących w skład biopreparatów, metodami molekularnymi ma duże znaczenie również ze względu na możliwość określenia, czy nie należą do gatunków patogennych. W badaniach tych oparto się o listę klasyfikacji stosowaną przez American Type Culture Collection (Biosafety Level – 1), [17].

Z zanieczyszczonego odpadu pochodzącego z dołu urobkowego Graby-19 wyizolowano łącznie 16 szczepów bakteryjnych, charakteryzujących się zdolnością wykorzystania ropy naftowej i węglowodorów, jako jedyne źródła węgla. Reprezentami byli przedstawiciele następujących rodzajów: *Agrobacterium* (1 szczep), *Bacillus* (1 szczep), *Alcaligenes* (1 szczep), *Klebsiella* (1 szczep), *Micrococcus* (1 szczep), *Mycobacterium* (1 szczep), *Nocardia* (2 szczepy), *Rhizobium* (1 szczep), *Rhodococcus* (5 szczepów), *Pseudomonas* (2 szczepy). Oprócz tego wyizolowano cztery aktywne szczepy grzybów pleśniowych, należące do rodzajów *Aspergillus*, *Fusarium* i *Cladosporium* oraz *Phanerochaete*.

Wyizolowane szczepy charakteryzowały się dobrymi zdolnościami degradowania węglowodorów alifatycznych. Wiele szczepów wykorzystywało także węglowodory aromatyczne. Spośród węglowodorów aromatycznych najczęściej wykorzystywany był fenol, co jest zrozumiałe zważywszy fakt, że jest to związek rozpuszczalny w wodzie, a więc jego dostępność dla mikroorganizmów jest większa niż związków o większej hydrofobowości. Szerokie spektrum wykorzystywania węglowodorów sugeruje, że mikroorganizmy musiały przejść długi okres adaptacyjny, ponieważ wspólne szlaki wykorzystywania węglowodorów alifatycznych i aromatycznych nie są zjawiskiem powszechnym. Ponieważ zanieczyszczenia ropopochodne były obecne w glebie znajdującej się na obszarze dołu urobkowego Graby-19 przez kilkadziesiąt lat, to można oczekiwać, że mikroorganizmy, które przetrwały w tym niekorzystnym środowisku, są ukierunkowane na rozkład rozmaitych związków wchodzących

w skład ropy naftowej. Następnym etapem przygotowania biopreparatu była selekcja mikroorganizmów.

Wśród szczepów zaklasyfikowanych do gatunku znalazł się szczep G-19\_1 *Agrobacterium tumefaciens*, który posiada specyficzne cechy. Po pierwsze, zdolność wykorzystania węglowodorów jako jedyne źródła węgla przez ten gatunek nie była dotychczas dobrze udokumentowana. Po drugie, potrafi (podobnie jak *Pseudomonas rhodesiae* G-19\_16) rosnąć w warunkach beztlenowych, co jest cechą przydatną dla procesów bioremediacyjnych *in-situ*. Najważniejszą być może cechą jest ta, że bakteria ta jest odpowiedzialna za horyzontalny transfer genów, co oznacza, że może przekazać także geny odpowiedzialne za degradację węglowodorów (które najprawdopodobniej sama „nabyła”, dostosowując się do warunków, w których dominowały zanieczyszczenia ropopochodne) do organizmów eukariotycznych. Jednakże zaliczana jest ona do patogenów roślin, wobec czego podjęto decyzję o niewłączeniu jej do składu biopreparatu G-19-1. Wśród zidentyfikowanych grzybów znalazły się gatunki zaliczane do patogenów, np. *Fusarium oxysporum* (BSL-2), które nie zostały włączone do składu biopreparatu G-19-2.

Dla oczyszczonego dołu urobkowego opracowano dwa biopreparaty, tj. biopreparat na bazie bakterii autochtonicznych G-19-1, który został następnie zmodyfikowany o wyizolowane niepatogenne gatunki grzybów

(biopreparat G-19-2). W skład powyższych biopreparatów wchodziły gatunki bakterii i grzybów przedstawione w tabeli 1.

Opracowane biopreparaty zostały przetestowane w badaniach laboratoryjnych (badania procesu inokulacji) na pryzmach gleby i ziemi po przeprowadzeniu etapu bioremediacji podstawowej. Inokulacja biopreparatami G-19-1 i G-19-2, realizowana metodą *ex-situ* (skala laboratoryjna) w dwóch seriach, umożliwiła obniżenie zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych THP z 28 154 do 968 mg/kg s.m. W wyniku procesu inokulacji biopreparatami G-19-1 G-19-2 najwyraźniejszej biodegradacji, w granicach: 75,6–89,1%, uległy węglowodory alifatyczne z zakresu nC<sub>7</sub> – nC<sub>18</sub>. W zadowalającym stopniu (70,8 do 80,3%) biodegradacji uległy również węglowodory cięższe nC<sub>19</sub> – nC<sub>34</sub>.

W literaturze światowej przedstawiono szereg badań procesu biodegradacji z wykorzystaniem grzybów (*Cladosporium*, *Aspergillus*, *Cunninghamella*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus ostreatus*, *Trichoderma asperellum*, *Cladophialophoria*), [8, 9, 14, 20]. Odgrywają one znaczną rolę w usuwaniu węglowodorów ropopochodnych, poprzez wytwarzanie produktów pośrednich o często zmniejszonej toksyczności i zwiększonej podatności na rozkład przez bakterie.

Wprowadzenie w drugiej serii inokulacji biopreparatu G-19-2, wzbogaconego o wytypowane gatunki grzybów,

Tab. 1. Przynależność gatunkowa szczepów mikroorganizmów wchodzących w skład biopreparatów G-19-1 i G-19-2

Tab. 1. Species of microorganism strains composing biopreparations G-19-1 and G-19-2

Oznaczenie szczepu	Identyfikacja metodami klasycznymi	Identyfikacja metodą sekwencjonowania	% identyczności / najbardziej podobna sekwencja w GenBank	Kategoria bezpieczeństwa wg ATCC
<b>Biopreparat G-19-1</b>				
G-19_2	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Paenibacillus borealis</i>	98% HM563046	1
G-19_4	<i>Klebsiella</i> sp.	<i>Raoultella planticola</i>	98% AF181574	1
G-19_5	<i>Micrococcus</i> sp.	<i>Micrococcus luteus</i>	99% AM992194	1
G-19_6	<i>Mycobacterium</i> sp.	<i>Mycobacterium frederiksbergense</i>	99% AF544628	1
G-19_8	<i>Nocardia</i> sp.	<i>Rhodococcus corynebacterioides</i>	99% EU438932	1
G-19_9	<i>Rhizobium</i> sp.	<i>Rhizobium daejeonense</i>	97% DQ089696	1
G-19_13	<i>Rhodococcus</i> sp.	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	100% AJ237967	1
G-19_14	<i>Rhodococcus</i> sp.	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	99% AB546303	1
G-19_16	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Pseudomonas rhodesiae</i>	98% AB495138	1
<b>Biopreparat G-19-2</b>				
G-19_17	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Aspergillus sydowii</i>	99% AY373869	1
G-19_19	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	99% EF577236	1
G-19_20	<i>Phanerochaete</i> sp.	<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	98% AF475147	1

pozwoili na zwiększenie efektywności i rozszerzyło spektrum działania biopreparatu, poprzez zwiększenie biodegradacji węglowodorów aromatycznych (BTEX) o 59,9%, WWA o 37,9% oraz fenoli o 74,1%. Świadczy to o prawidłowości decyzji o włączeniu zidentyfikowanych, niepatogennych gatunków grzybów do konsorcjum bakteryjnego.

Przeprowadzone badania predestynują opracowane biopreparaty do zastosowania w warunkach przemysłowych.

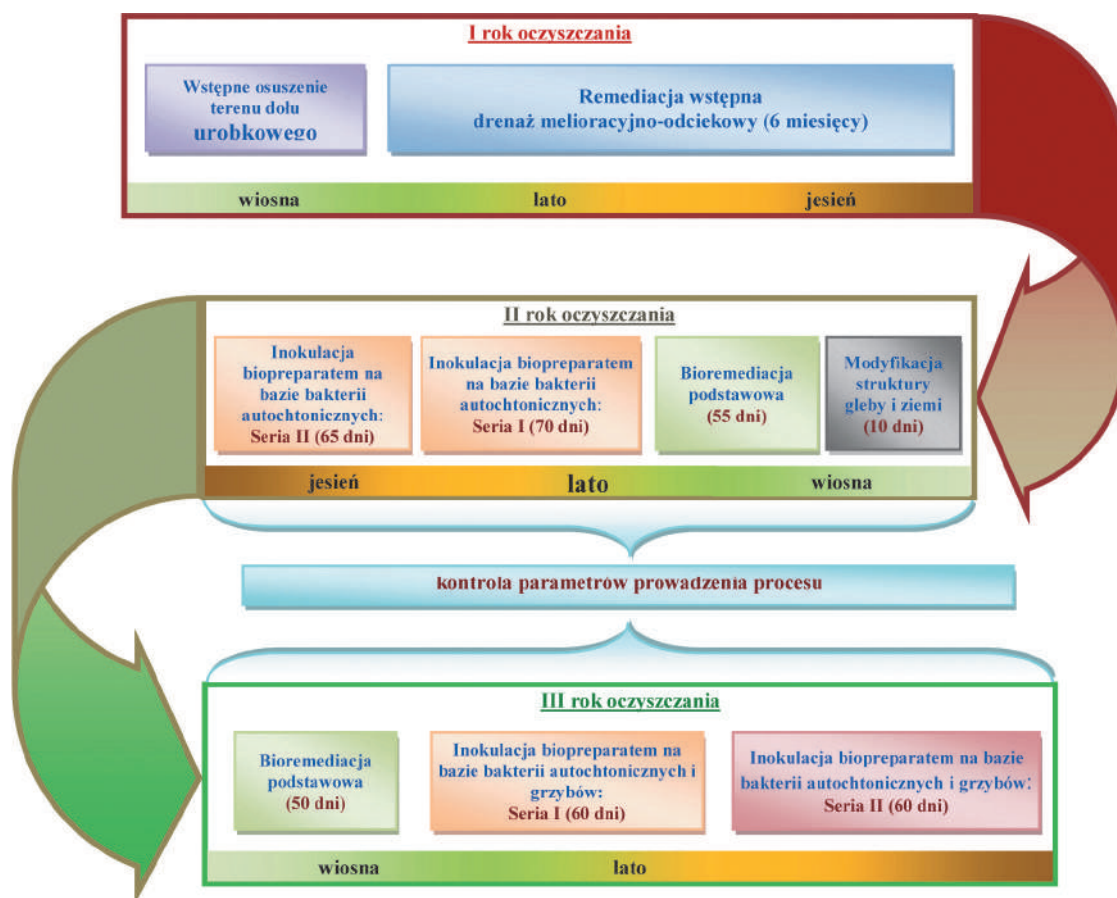
#### 4. Omówienie wyników biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych w warunkach przemysłowych (metoda *in-situ*)

Opracowane na podstawie przeprowadzonych badań biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych w skali półtechnicznej (metoda przyzmoiania *ex-situ*), wytyczne prowadzenia etapowego procesu oczyszczania terenów dołów urobkowych w warunkach przemysłowych (metoda *in-situ*) wymagały weryfikacji, z uwagi na sezonowość i zmienność warunków atmosferycznych w czasie trwania oczyszczania odpadu. Polegała ona na wydłużeniu czasu trwania poszczególnych etapów procesu, w celu uzyskania efektów zbliżonych do badań laboratoryjnych. Przyjęto, że II rok oczyszczania będzie obejmował: modyfikację struktury gleby, bioremediację podstawową i inokulację napowierzchniową oraz wgłębną biopreparatem na bazie bakterii autochtonicznych (w dwóch seriach). W ostatnim, III roku wskazane jest przeprowadzenie bioremediacji podstawowej w celu pobudzenia aktywności metabolicznej mikroorganizmów

po przerwie zimowej, inokulacji biopreparatem na bazie bakterii autochtonicznych, wzbogaconym o wytypowane gatunki grzybów (rys. 2).

Proces wstępnej remediacji polegającej na drenażu melioracyjno-odciekowym, przeprowadzony w I roku oczyszczania terenu dołu urobkowego Graby-19, przyniósł zadowalające efekty obniżenia zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych, zarówno w powierzchniowej, jak i w głębszych warstwach gleby. Pomimo znacznego obniżenia zawartości TPH, na najsilniej zanieczyszczonym obszarze B dołu urobkowego stwierdzono nadal wysoki poziom skażenia. W warstwie 0,30 m p.p.t. zawierał się on w granicach 10 254–31 587 mg TPH/kg s.m., natomiast na głębokości 0,80 m p.p.t. kształtował się na poziomie 5248–10 589 mg TPH/kg s.m. W warstwie na głębokości 1,80 m p.p.t. wartość TPH zbliżała się do standardów glebowych. Obniżenie zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych było szczególnie widoczne dla węglowodorów z zakresu  $nC_6 - nC_{15}$ , dla których sięgało 55,9–71,5%. Nieznacznie niższe, bo na poziomie 30,5–45,8%, zanotowano dla  $nC_{16} - nC_{20}$ , natomiast dla cięższych węglowodorów  $nC_{21} - nC_{34}$  kształtowało się ono w zakresie: 9,1–18,4%.

W drugim roku oczyszczania dołu urobkowego Graby-19, po przeprowadzeniu modyfikacji struktury odpadu poprzez zmieszanie z „czystą ziemią” w proporcjach ustalonych na podstawie badań laboratoryjnych (obszar A – 25:1, obszar B – 15:1), co miało na celu rozluźnienie struktury odpadu i zarazem zwiększenie biodostępności substancji ropopochodnych i substancji biogennych dla mikroorganizmów, przystąpiono do zabiegu bioremediacji podstawowej.



Rys. 2. Schemat przebiegu biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych w warunkach przemysłowych (metoda *in-situ*) na terenie dołu urobkowego Graby-19

Fig. 2. Diagram of the biodegradation of petroleum impurities under industrial conditions (*in situ* method) in the cuttings pool Graby-19

Proces bioremediacji podstawowej, stymulowanej poprzez stopniowe dozowanie substancji biogennej, aby w końcowej fazie procesu osiągnąć poziom wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych: (obszar A – C:N:P=100:5:1, obszar B – C:N:P=100:4:1), w ciągu 55 dni spowodował obniżenie zawartości substancji ropopochodnych do poziomu 21 926–20 360 mg/kg s.m. (32,7% redukcji). Podczas procesu bioremediacji podstawowej, biodegradacja TPH przebiegała początkowo z wysoką wydajnością, a następnie jej dynamika uległa spowolnieniu i zawartość zanieczyszczeń utrzymywała się na zbliżonym poziomie. W toku prowadzenia procesu bioremediacji podstawowej, której zadaniem było uaktywnienie rodzimej flory bakteryjnej, odnotowano wzrost liczebności bakterii odpowiedzialnych za biodegradację zanieczyszczeń ropopochodnych, z poziomu:  $1,4 \cdot 10^5$  do  $3,2 \cdot 10^5$  jtk/g s.m. Ponadto stwierdzono przyrost ilości grzybów z  $1,3 \cdot 10^2$  do  $3,0 \cdot 10^2$  jtk/g s.m. Najszybciej, bo w granicach: 38,9–51,8%, zachodziła biodegradacja węglowodorów alifatycznych o długości łańcucha węglowego  $nC_6 - nC_{19}$ . Dla węglowodorów cięższych z zakresu  $nC_{20} - nC_{34}$  kształtowała się na poziomie 8,1–19,4%. (rys. 3). Do osiągnięcia tego efektu przyczyniły się warunki środowiskowe (temperatura, wilgotność), utrzymywane na poziomie zbliżonym do optymalnego.

W porze letniej przeprowadzono, realizowaną w dwóch seriach (70 i 65 dni), inokulację biopreparatem G-19-1, sporządzonym na bazie bakterii autochtonicznych wyizolowanych z terenu dołu urobkowego Graby-19. Przeprowadzony zabieg bioaugmentacji biopreparatem G-19-1 na bazie mikroorganizmów autochtonicznych pozwolił na znaczne obniżenie zanieczyszczeń ropopochodnych do poziomu 10 461–11 458 mg/kg s.m. Przy równoczesnym zastosowaniu powierzchniowego zraszania i iniekcji wgłębnej biopreparatem G-19-1, biodegradacji najszybciej, w zakresie 51,8–71,5%, uległy zanieczyszczenia

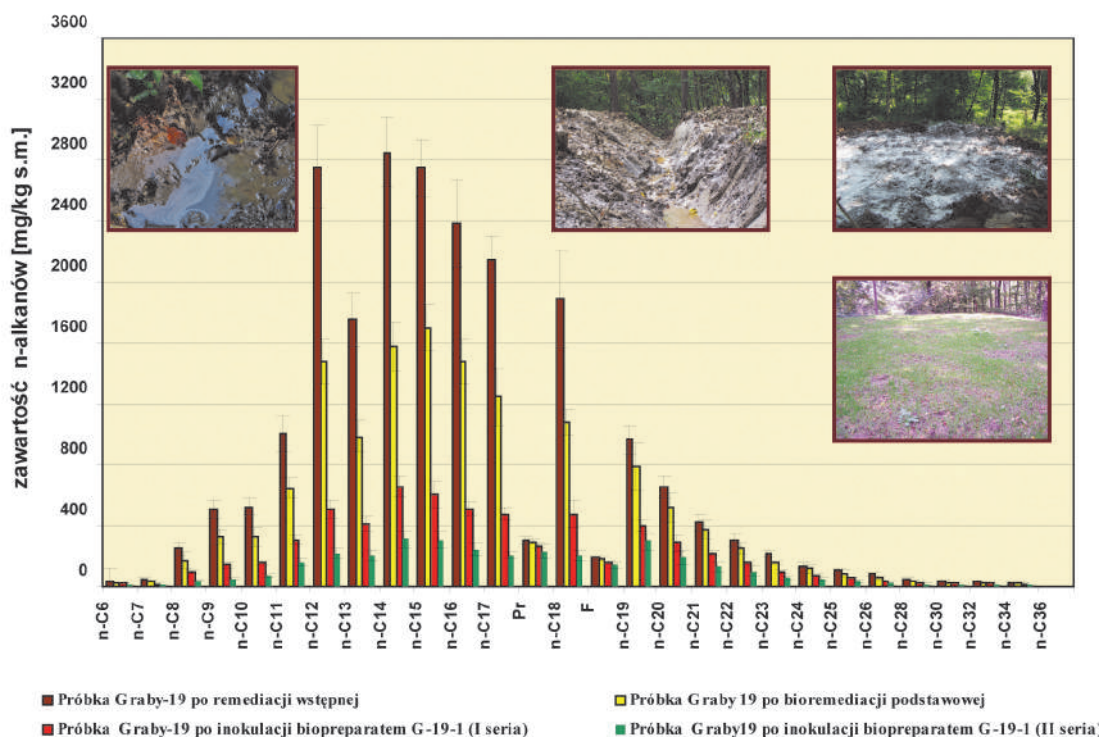
ropopochodne w postaci węglowodorów alifatycznych o długości łańcucha  $nC_{10} - nC_{20}$ . Dla węglowodorów cięższych z przedziału  $nC_{21} - nC_{34}$  stopień obniżenia zawierał się w granicach 32,4–51,6% (rys. 3).

Prowadzony monitoring mikrobiologiczny wykazał znaczne ożywienie flory bakteryjnej, gdyż liczba bakterii degradujących węglowodory ropopochodne wzrosła do poziomu  $6,3 \cdot 10^5$  jtk/g s.m., natomiast grzybów do  $7,9 \cdot 10^2$  jtk/g s.m.

W wyniku przeprowadzonego procesu oczyszczania, w II roku osiągnięto obniżenie zawartości fenoli z 6,4 do 2,6 mg/kg s.m. Zawartość węglowodorów monoaromatycznych (BTEX) w procesie bioremediacji podstawowej uległa nieznacznemu obniżeniu o 15,5%. Znacznie wyższe obniżenie zawartości BTEX (o 35,5%) odnotowano po zabiegu inokulacji biopreparatem G-19-1, natomiast zawartość wielopierścieniowych związków aromatycznych (WWA) uległa obniżeniu o 26,8%. Odnotowane obniżenie zawartości węglowodorów aromatycznych (BTEX, WWA) dowodzi, że w skład biopreparatu inokulacyjnego wchodziły bakterie posiadające również zdolności biodegradacyjne węglowodorów aromatycznych, co potwierdzają przeprowadzone badania laboratoryjne. Do bakterii wchodzących w skład biopreparatu G-19-1, które cechują się zdolnościami biodegradacyjnymi węglowodorów aromatycznych należą: *Mycobacterium frederiksbergense*, *Rhodococcus erythropolis*, *Micrococcus luteus* [1, 2, 6, 10, 13, 21].

W trakcie prowadzonego zabiegu odnotowano widoczny wzrost aktywności dehydrogenazowej, który był skorelowany ze wzrostem całkowitej liczby bakterii i spadkiem zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych.

Pomimo wysokiej efektywności i szerokiego spektrum działania biopreparatu, zgodnie z przyjętymi wcześniej założeniami, proces oczyszczania kontynuowano w III roku, w celu osiągnięcia poziomu skażenia nieprze-



Rys. 3. Porównanie zawartości zidentyfikowanych n-alkanów w próbach ujednoczonych z obszaru dołu urobkowego Graby-19 po kolejnych etapach oczyszczania w warunkach przemysłowych metodą *in-situ* (II rok prowadzenia procesu oczyszczania) - liczba powtórzeń  $n=9-10$ ,  $p<0,05$

Fig. 3. Comparison of the contents of identified n-alkanes in standardised tests from the cuttings pool Graby-19 after subsequent purification stages under industrial conditions using the *in situ* method (2<sup>nd</sup> year of the purification process); repetitions  $n=9-10$ ;  $p<0.05$

kraczącą obowiązuje standardów glebowych. Realizację procesu oczyszczania w III roku rozpoczęto od bioremediacji podstawowej, stymulowanej przez stopniowe dozowanie substancji biogennych, w proporcjach wyznaczonych na podstawie badań laboratoryjnych. Proces bioremediacji podstawowej (50 dni) przyczynił się do obniżenia zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych do poziomu 4378–5860 mg TPH/kg s.m., co stanowi 30,7% redukcji zawartości. W trakcie prowadzonego procesu odnotowano zwiększenie liczebności bakterii degradujących węglowodory ropopochodne do poziomu  $9,5 \cdot 10^5$  jtk/g s.m.

Przeprowadzenie w porze letniej zabiegu inokulacji biopreparatem G-19-2 (I seria – 60 dni, II seria – 50 dni), sporządzonym na bazie bakterii autochtonicznych i grzybów, umożliwiło obniżenie zawartości TPH na obszarze dołu urobkowego Graby-19 do poziomu 995–1002 mg TPH/kg s.m. Ponadto odnotowano wzrost liczebności bakterii degradujących węglowodory ropopochodne oraz grzybów. Po przeprowadzonej inokulacji, w III roku oczyszczania biopreparatem G-19-2 stopień obniżenia zawartości węglowodorów nC<sub>10</sub> – nC<sub>20</sub> kształtował się na poziomie 71,0–80,1%, zaś dla węglowodorów n-C<sub>21</sub> – nC<sub>34</sub> wyniósł 51,4–60,9% (rys. 4). W jej wyniku zawartość BTEX uległa obniżeniu do 2,4 mg/kg s.m. (redukcja o 61,7%), natomiast zawartość WWA uległa zmniejszeniu do niskiego pułapu wynoszącego 0,189 mg/kg s.m. Potwierdza to wcześniejszą koncepcję, że biopreparat G-19-1 należy zmodyfikować o wyizolowane z terenu dołu Graby-19 niepatogenne gatunki grzybów (*Aspergillus sydowii*, *Cladosporium cladosporioides*, *Phanerochaete chrysosporium*), zdolne do biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych.

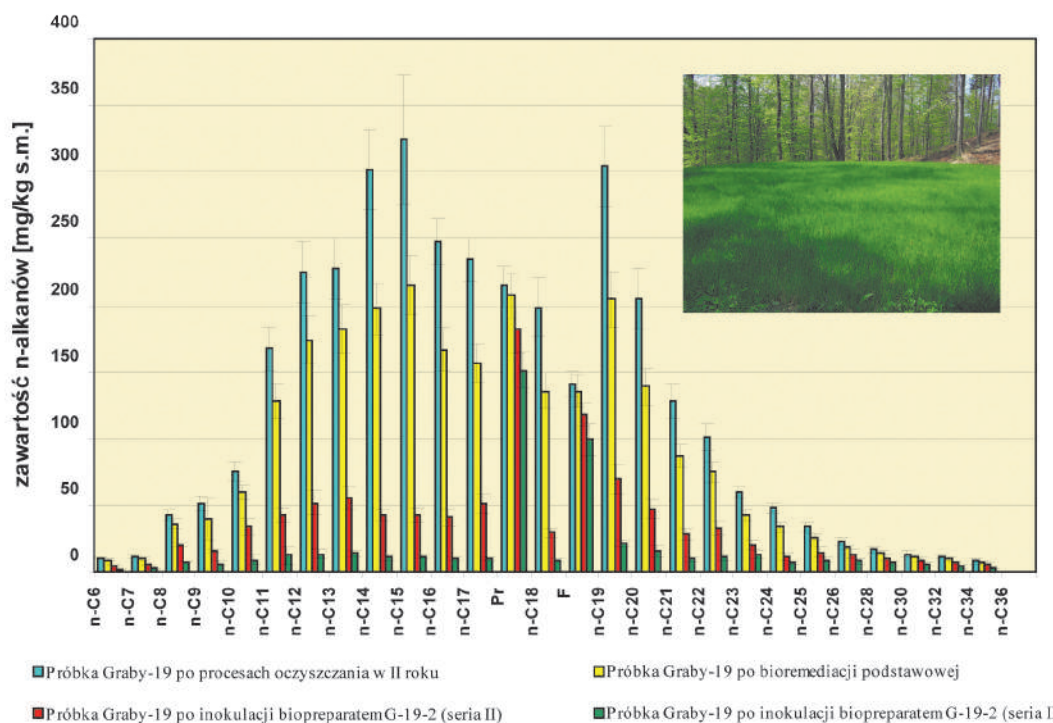
Przeprowadzony monitoring zmian aktywności celulozowej w trakcie prowadzonego procesu oczyszczania dołu urobkowego Graby-19 wskazuje, że w początkowych

etapach oczyszczania widoczna jest niewielka tendencja wzrostowa. Natomiast w końcowej fazie oczyszczania, po przeprowadzeniu inokulacji biopreparatem G-19-2, nastąpił jej widoczny wzrost. Świadczy to o prawidłowo przebiegającym procesie adaptacji grzybów do środowiska glebowego oraz postępującym procesie oczyszczania gleby. W celu przedstawienia przebiegu procesu oczyszczania odpadu z dołu urobkowego, dokonano porównania zawartości zanieczyszczeń ropopochodnych TPH w ujednoliconych próbkach gleby, pobranych w trakcie prowadzenia prac bioremediacyjnych na różnych głębokościach. Wyniki analiz chromatograficznych zilustrowano na rysunku 5.

Najefektywniej zachodzą procesy bioremediacyjne w warstwie powierzchniowej 0–80 cm p.p.t. Na głębokości poniżej 80 cm ppt efektywność oczyszczania jest znacznie niższa, a relatywnie niska zawartość TPH na głębokości 140–150 cm p.p.t. jest trudna do dalszego obniżenia w wyniku prowadzonych zabiegów. Jednakże, mimo trudności, po 3 latach prowadzenia etapowego procesu oczyszczania gleby i ziemi z dołu urobkowego Graby-19, w całej objętości dołu urobkowego uzyskano obniżenie zawartości TPH do poziomu nieprzekraczającego dopuszczalnych wartości, określonych przez standardy jakości gleby i ziemi dla grupy B (zgodnie z wytycznymi projektu rekultywacyjnego dla dołu urobkowego Graby-19).

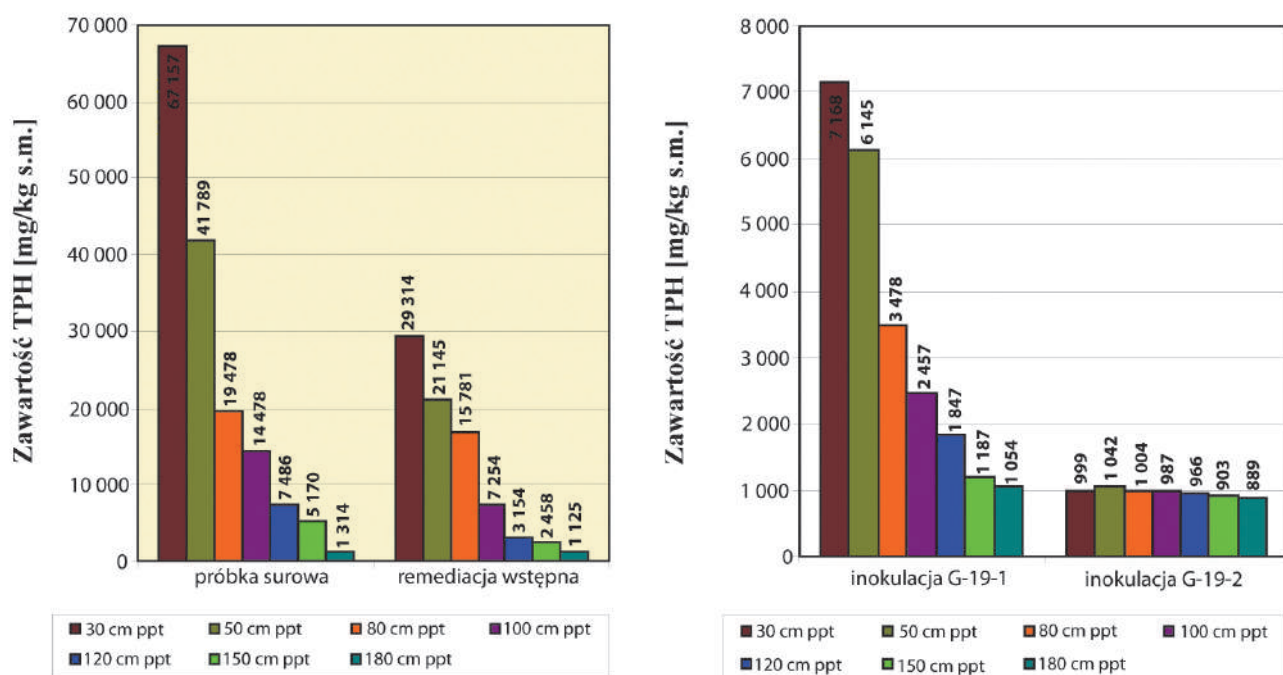
## 5. Podsumowanie

Przedstawione wyniki dowodzą, że przy prawidłowym sterowaniu procesami oczyszczania i rozbudowanym profesjonalnym monitoringiem, na terenie dołu urobkowego charakteryzującego się wysokim i zróżnicowanym stopniem skażenia substancjami ropopochodnymi można osiągnąć wysoką efektywność procesów bioremediacji, zgodną z wcześniej przyjętymi założeniami.



Rys. 4. Porównanie zawartości zidentyfikowanych n-alkanów w próbkach ujednoliconych z obszaru dołu urobkowego Graby-18 po kolejnych etapach oczyszczania w warunkach przemysłowych metodą *in-situ* (III rok prowadzenia procesu oczyszczania) - liczba powtórzeń  $n=9-10$ ,  $p<0,05$

Fig. 4. Comparison of the contents of identified n-alkanes in standardised tests from the cuttings pool Graby-18 after subsequent purification stages under industrial conditions using the *in-situ* method (3<sup>rd</sup> year of the purification process); repetitions  $n=9-10$ ;  $p<0.05$



Rys. 5. Porównanie zawartości TPH w próbkach gleby i ziemi po kolejnych etapach oczyszczania, pobranych z różnych głębokości dołu urobkowego Graby-19

Fig. 5. Comparison of the TPH contents in soil and earth samples after subsequent purification stages, collected from various depths in the cuttings pool Graby-19

Prezentowana, etapowa technologia oczyszczania odpadów wiertniczych z zanieczyszczeń ropopochodnych metodą *in-situ* została opatentowana (patent nr 205003 udzielony 31.03.2010 r.). Należy ona do nowych, prostych, bezpiecznych i uzasadnionych ekonomicznie do zastosowania w warunkach kopalnianych metod usuwania i ograniczenia ujemnego wpływu zanieczyszczeń ropopochodnych na środowisko. Ponadto, zapewnia szybkie przywrócenie równowagi ekologicznej na skażonym terenie, ponieważ zmiany spowodowane prowadzonymi procesami nie są głębokie i nie mają destrukcyjnego wpływu na zasiedlający oczyszczany obszar organizmy żywe.

Zadawalający stopień obniżenia zanieczyszczeń ropopochodnych do poziomu nieprzekraczającego do-

puszczalnych wartości określonych przez standardy jakości gleby i ziemi dla grupy B (zgodnie z wytycznymi projektu rekultywacyjnego dla danego dołu urobkowego) oraz o wiele niższe koszty przeprowadzenia oczyszczania w porównaniu z innymi metodami preferującą tę nową technologię.

Istotnym wkładem naukowym opracowanej technologii etapowego oczyszczania odpadów wiertniczych, charakteryzujących się wysokim stopniem skażenia węglowodorami ropopochodnymi, zdeponowanych w starych dołach urobkowych, jest interdyscyplinarne podejście do zagadnienia, które obejmuje problematykę z wielu dziedzin nauki: wiertnictwa, inżynierii środowiska, analityki chemicznej, mikrobiologii, ekotoksikologii oraz obowiązującego ustawodawstwa, związanego z ochroną środowiska.

Artykuł recenzowała  
prof. dr hab. Renata KOCWA-HALUCH

### The use of bioremediation techniques in the purification processes of drilling waste coming from a former cuttings pool

**Summary:** The article presents the results of the analysis of how the biodegradation of petroleum impurities in drilling waste deposited in the former cuttings pool (Graby-19) progressed using the gradual purification technology under industrial conditions with the *in situ* method. The technology consisted of the following stages: 1. the initial remediation involving melioration drainage; 2. the modification of the waste structure; 3. the basic bioremediation stimulated by liming and enriching the waste environment with biogenic components; and 4. inoculation using biopreparation developed with autochthonous, non-pathogenic bacteria and fungi isolated from the area of the purified cuttings pool. The purification process of the drilling waste to remove petroleum impurities involved complex monitoring through physico-chemical tests of the waste, chromatographic analyses of petroleum impurities and microbiological tests using state-of-the-art molecular biology techniques. This allowed us to optimise and assess the effectiveness of the bioremediation processes. Moreover, beside indisputable advantages resulting from tracking the progress of the purification processes, we managed to take remedial measures when the effectiveness of the processes deteriorated.

The purification technology of drilling waste to remove petroleum impurities using the *in situ* method presented in the article was patented. It is a simple and safe method of removing and controlling the negative impact of pe-



petroleum impurities on the environment. Besides, it allows for restoring the ecological balance in the contaminated area quickly as the changes caused by the processes are not extensive and do not have a destructive effect on life forms settling in the purified area. A satisfactory reduction of petroleum impurities to the level that does not exceed permissible values set by soil and land quality standards for the group and much lower purification costs compared to other methods make the method preferred.

#### Literatura:

1. Arvanitis N., Kitifas E.A., Chalkou K.I., Meintonis Ch., Karagouni A. D.: A refinery sludge deposition site: presence of nahH and alkJ genes and crude oil biodegradation ability of bacterial isolates. *Biotechnol Lett.*, vol. 30, pp. 2105-2110, 2008.
2. Bacosa H., Suto K., Inoue Ch.: Preferential degradation of aromatic hydrocarbons in kerosene by a microbial consortium. *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 64, pp. 702-710, 2010.
3. Chaîneau C.H., Yepremian C., Vidalie J.F., Ducreux J., Ballerini D.: Bioremediation of a crude oil-polluted soil: biodegradation, leaching and toxicity assessments. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 144, pp. 419-440, 2003.
4. Cyplik P., Schmidt M., Szulc A., Marecik R., Lisecki P., Heipieper H.J., Owsianiak M., Vainshtein M., Chrzanowski Ł.: Relative quantitative PCR to assess bacterial community dynamics during biodegradation of diesel and biodiesel fuels under various aeration conditions. *Bioresource Technology*, vol. 102, pp. 4347-4352, 2011.
5. Gallego J.R., Sierra C., Villa R., Peláez A.I., Sánchez J.: Weathering processes only partially limit the potential for bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils. *Organic geochemistry*, vol. 41, pp. 896-900, 2010.
6. Hamamura N., Olson S.H., Ward D.M., Inskeep W.P.: Microbial population dynamics associated with crude-oil biodegradation in diverse soils. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 72, pp. 6316-6324, 2006.
7. Harmsen J., Rulkens W.H., Sims R.C. Rijtema P.E., Zweers, A.J.: Theory and application of landfarming to remediate polycyclic aromatic hydrocarbons and mineral oil-contaminated sediments; beneficial reuse. *Environmental Quality*, vol. 36, pp. 1112-1122, 2007.
8. Hestbjerg H., Willumsen P.A., Christensen M., Andersen O., Jacobsen C.S.: Bioaugmentation of tar-contaminated soils under field conditions using *Pleurotus ostreatus* refuse from commercial mushroom production. *Environ. Toxicol. Chem.*, vol. 22, pp. 692-698, 2003.
9. Husaini A., Roslan H.A., Hii K.S.Y., Ang C.H.: Biodegradation of aliphatic hydrocarbon by indigenous fungi isolated from used motor oil contaminated sites. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 24, pp. 2789-2797, 2008.
10. Kim D., Chae J.Ch., Zylstra G.J., Kim Y.S., Kim S.K., Nam M.H., Kim Y.M., Kim E.: Identification of a novel dioxygenase involved in metabolism of o-xylene, toluene, and ethylbenzene by *Rhodococcus* sp. Strain DK17. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 73, pp. 6089-6097, 2004.
11. Li X., Lin X., Li P., Liu W., Wang L., Ma F. Chukwuka K.S.: Biodegradation of the low concentration of polycyclic aromatic hydrocarbon in soil by microbial consortium during incubation. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 172, pp. 601-605, 2009.
12. Rosa A.P., Triguís J.A.: Bioremediation process on Brazil shoreline. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 14, pp. 470-476, 2007.
13. Röling W.F.M., Couto de Brito I.R., Swannell R.P.J., Head I.M.: Response of Archaeal communities in beach sediments to spilled oil and bioremediation. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 70, pp. 2614-2620, 2004.
14. Sašek W., Cajthaml T., Bhatt M.: Use of fungal technology in soil remediation: A case study. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 3, pp. 5-14, 2003.
15. Steliga T.: Optymalizacja procesu biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych w zestarzałych odpadach z dołów urobkowych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi PAN*, nr 24, s. 81-111, 2008.
16. Steliga T.: Zarys historyczny prowadzonych wierceń w aspekcie szkodliwego wpływu na środowisko. *Wiek Nafty*, nr 3, s. 19-35, 2009.
17. Steliga T.: Bioremediacja odpadów wiertniczych zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi ze starych dołów urobkowych, *Prace INiG – Monografia*, nr 163, s. 1-331, 2009.
18. Steliga T., Kapusta P., Jakubowicz P.: Effectiveness of bioremediation processes of hydrocarbon pollutants in weathered drill wastes. *Water, Air, Soil and Pollution*, vol. 4, pp. 211-228, 2009.
19. Wright A.L., Weaver R.W.: Fertilization and bioaugmentation for oil biodegradation in salt march Mesocosms. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 156, pp. 229-240, 2004.
20. Wiesche C., Martens R., Zadrazil F.: The effect of interaction between white-root fungi and indigenous microorganisms on degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. *Water, Air, and Soil Pollution*. vol. 3, pp. 73-79, 2003.
21. Uyttebroek M., Spoden A., Ortega-Calvo J.J., Wouters K., Wattiau P., Bastiaens L., Springael D.: Differential responses of eubacterial, Mycobacterium, and Sphingomonas communities in polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-contaminated soil to Artificially induced changes in PAH profile. *Journal Environmental Quality*, vol. 36, pp. 1403-1411, 2007.
22. Xu R., Obbard J.P.: Effect of nutrient amendments on indigenous hydrocarbon biodegradation in oil contaminated beach sediments. *Journal Environmental Quality*, vol. 32, pp. 1243-1243, 2003.

# Stan rekultywacji terenów pogórnicznych w polskim górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego

## TREŚĆ:

W artykule, na tle charakterystyki polskiej branży węgla brunatnego, przedstawiono stan rekultywacji terenów pogórnicznych w poszczególnych kopalniach do 2010 r. Omówiono procesy nabywania terenów pod działalność górnictwa i zbywania ich po przeprowadzonych pracach rekultywacyjnych oraz dotychczasowe osiągnięcia kopalń w zakresie rekultywacji i rewitalizacji terenów poeksploatacyjnych. Z artykułu wylania się obraz byłych terenów eksploatacyjnych, które obecnie - po procesie zagospodarowania - służą mieszkańcom do celów rekreacyjnych i w sposób znaczący podnoszą atrakcyjność regionów, w których się znajdują.

## SŁOWA KLUCZOWE:

rekultywacja, tereny pogórniczne, węgiel brunatny

wykreowanie funkcji o zasięgu ponadregionalnym, właśnie na bazie przekształceń powstałych w wyniku działalności wydobywczej.

W Polsce, wśród terenów przekazywanych do ponownego zagospodarowania, powierzchnie zwracane leśnictwu stanowią około 60%, grunty objęte rekultywacją rolną około 20%, a wodną około 10%. Pozostałe 10% to rekultywacja w innych kierunkach, w tym w kierunku specjalnym – uwzględniająca rozmaite możliwości adaptacji rekultywowanych obiektów na: tereny wypoczynkowe, osiedlowe, parki, boiska sportowe itp. [1, 9].

Specjaliści od rekultywacji terenów pogórnicznych uważają, że prowadząc działalność rekultywacyjną, nie można ograniczać się jedynie do zazielenienia nieużytków. Należy również – kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju, jako zasadą konstytucyjną – zadbać o efektywne i wielofunkcyjne zagospodarowanie terenów, pozwalające na osiągnięcie warunków produkcji, porównywalnych lub niewiele odbiegających od możliwości produkcyjnych tych gruntów przed zajęciem ich pod działalność przemysłową. Znane są nawet przypadki, że grunty po rekultywacji osiągały wyższe klasy bonitacyjne niż przed zajęciem ich przez górnictwo (na przykład na terenach kopalni KWB „Adamów” czy „Konin”) [1, 2]!

Aktualnie dużym problemem dla rozwoju górnictwa odkrywkowego jest negatywne postrzeganie przez społeczeństwo działalności górniczej, kojarzonej tylko jako niszcząca gleby, powodująca znaczne szkody w krajobrazie, zanieczyszczająca wody itd. W takich sytuacjach, właśnie

## 1. Zagadnienie wstępne

Eksploatacja surowców mineralnych przynosi korzyści gospodarcze, ale jednocześnie powoduje różnego rodzaju szkody. Korzystając z bogactw naturalnych, mamy moralny obowiązek wobec środowiska i przyszłych pokoleń naprawiać te szkody i minimalizować wpływ spowodowanych przekształceń. Z tych właśnie powodów wprowadzono prawną ochronę powierzchni ziemi, która ma przeciwdziałać zanieczyszczeniu, ograniczać je i uruchamiać mechanizmy naprawcze lub kompensacyjne dla środowiska. Doskonale wpisuje się to w zasadę: *Co człowiek zniszczył, człowiek musi naprawić* – myśl twórcy sozologii, profesora i rektora Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie – Walerego Goetla.

Skala przekształceń, spowodowanych eksploatacją odkrywkową w poszczególnych kopalniach czyni rekultywację procesem długotrwałym i trudnym. Stwarza jednocześnie duże możliwości w zakresie uczynienia terenu pogórniczego, a tym samym regionu, atrakcyjnym, poprzez

prawidłowe prowadzenie rekultywacji, dostosowane do potrzeb lokalnych społeczności, może być szansą na zmianę tego wizerunku. Zarówno górnictwo polskie, jak i europejskie, może poszczycić się wieloma przykładami znakomicie przeprowadzonych rekultywacji i rewitalizacji terenów pogórnicznych (*vide*: [2]). Są one jednak mało znane społeczeństwu. W krajowym obiegu informacyjnym kopalnie odkrywkowe pokazywane są jako zdewastowane tereny bez żadnej przyszłości na zagospodarowanie. Branża górnicza w polskich kopalniach odkrywkowych systematycznie, zgodnie z kanonami sztuki, prowadziła i prowadzi rekultywację i zagospodarowanie terenów odzyskiwanych w miarę przesuwania się frontów eksploatacyjnych. Wykonywane prace charakteryzuje wysoki poziom, zapewniający wykorzystanie terenów do produkcji rolnej, leśnej lub też działalności rekreacyjnej. Dlatego, branża górnicza winna dokonać gruntownych zmian w zakresie komunikowania się ze społeczeństwem [1].

## 2. Branża węgla brunatnego w Polsce

Obecnie branża węgla brunatnego w Polsce składa się z pięciu odkrywkowych kopalni węgla brunatnego i pięciu elektrowni opalanych tym paliwem. Poszczególne kopalnie węgla brunatnego, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 1, rozpoczęły zdejmowanie nadkładu i wydobycie węgla w następujących latach:

- Kopalnia „Adamów” – nadkład w 1959, węgiel w 1964 roku,
- Kopalnia „Bełchatów” – nadkład w 1977, węgiel w 1980 roku,
- Kopalnia „Konin” – nadkład w 1945, węgiel w 1947 roku,
- Kopalnia „Turów” – nadkład w 1947, węgiel w 1947 roku,
- Kopalnia „Sieniawa” – początek wydobycia węgla około 1853 roku.

Od początku swojej działalności, kopalnie węgla brunatnego wydobły ponad 2,48 mld ton węgla.

Elektrownie opalane węglem brunatnym, obecnie o łącznej mocy około 9200 MW, rozpoczęły natomiast pracę w następujących latach:

- Elektrownia Konin, o mocy 600 MW (obecnie 193 MW) – 1958 r.,
- Elektrownia Adamów, o mocy 600 MW – 1964 r.,
- Elektrownia Pątnów, o mocy 1200 MW (Pątnów I) i 464 MW (Pątnów II) – 1967 r.,
- Elektrownia Turów, o mocy 2100 MW – 1962 r.,
- Elektrownia Bełchatów, o mocy 4440 MW – 1981 r.

Największym producentem węgla brunatnego jest kopalnia „Bełchatów” (rys. 1). Wydobycie z tej kopalni to ponad 60% całego wydobycia tego surowca w Polsce. Na drugim miejscu lokuje się kopalnia „Turów” (rys.

2), z prawie 20% udziałem. Te dwie kopalnie wchodziły w skład jednego przedsiębiorstwa: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Pozostałe wydobycie węgla brunatnego przypada na kopalnie „Konin” i „Adamów” z – odpowiednio: 16,6% i 7,7% udziałem w rynku tego surowca. Kopalnia „Sieniawa”, ze znacznie mniejszym wydobyciem, w porównaniu do przedstawionych czterech kopalni, nie odgrywa większej roli w elektroenergetyce kraju [3, 4].

## 3. Gospodarka gruntami i rekultywacja terenów pogórnicznych w branży węgla brunatnego

Górnictwo węgla brunatnego systematycznie i zgodnie z kanonami sztuki górniczej dokonywało i dokonuje rekultywacji i zagospodarowania terenów odzyskiwanych w miarę przesuwania się frontów eksploatacyjnych. Kopalnie nie posiadają zaległości w rekultywacji terenów poeksploatacyjnych. Prace są prowadzone na wysokim poziomie, zapewniającym wykorzystanie terenów w kierunku rolnym, leśnym lub też innej działalności, w tym rekreacyjnej. W tabelach 2 i 3 przedstawiono dane dotyczące gospodarki gruntami dla poszczególnych kopalni, a na rysunku 3 ilość i procentowy udział w nabywaniu gruntów przez poszczególne kopalnie węgla brunatnego od początku ich działalności [3].

Liderem w powierzchni gruntów zrehabilitowanych jest KWB „Konin”, która wykonała 50% prac rekultywacyjnych całej branży. Na drugim miejscu sytuuje się KWB „Adamów”, a na następnych KWB „Bełchatów” i KWB „Turów”. Na rysunku 4 pokazano ilość terenów oddanych/zrehabilitowanych w poszczególnych kopalniach, od początku działalności do końca 2010 r. Czołowe miejsca kopalni „Konin” i „Adamów” wynikają głównie z faktu, że są one typowymi kopalniami wieloodkrywkowymi, eksploatującymi małe złoża węgla brunatnego. Nowe odkrywki pomagają im w rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych starych odkrywek, poprzez lokowanie mas nadkładowych czy wód z wkopów udostępniających w wyrobiskach zamykanych odkrywek. Na rysunku 5 przedstawiono zakres ilościowy koniecznych wykupów – nabycia gruntów, w przeliczeniu na milion wydobytego węgla, w okresie od początku działalności do 2009 r. [3]. Największa jednostkowa powierzchnia nabytych gruntów przypada na kopalnię „Adamów”, a najmniejsza na kopalnię „Turów”.

## 4. Przykłady rekultywacji terenów pogórnicznych w poszczególnych kierunkach

Kopalnie „Turów” i „Bełchatów” prowadzą rekultywację przede wszystkim w kierunku leśnym, z jedynie niewielkimi odstępstwami. Natomiast w kopalniach wieloodkrywkowych („Adamów” i „Konin”) struktura rekulty-

Tab. 1. Charakterystyka geologiczno-górnicza kopalni, od początku działalności do końca 2010 r.

Tab. 1. Geological and mining characteristics of mines from the beginning of the activity to the end of 2010

Kopalnia	Węgiel [mln ton]	Nadkład [mln m <sup>3</sup> ]	Wskaźnik N:W (objętościowy) [m <sup>3</sup> /t]	Objętość wypompowanej wody [mln m <sup>3</sup> ]	Średni wskaźnik zawodnienia [m <sup>3</sup> /t]
„Adamów”	186,7	1 225,9	6,57	3 115,0	16,68
„Bełchatów”	881,0	3 703,1	4,20	7 645,0	8,68
„Konin”	552,8	2 915,4	5,27	4 547,0	8,23
„Turów”	861,3	1 924,5	2,23	942,0	1,09
Łącznie	2 481,8	9 768,9	3,94	16 249,0	6,55



Rys. 1. Widok wyrobiska kopalni „Bełchatów” (fot. PGE KWB „Bełchatów”)

Fig. 1. View of the Bełchatów mine excavation pits (photo by PGE KWB Bełchatów)



Rys. 2. Panorama na miasto Bogatynia i kopalnię „Turów” (fot. PGE KWB „Turów”), wg [1]

Fig. 2. Panorama of the town of Bogatynia and the Turów mine (photo by PGE KWB Turów), acc. to [1]

wacji jest znacznie bardziej zróżnicowana. Tabela 4 przedstawia procentowy udział poszczególnych kierunków rekultywacji w polskich kopalniach węgla brunatnego.

#### 4.1. Kierunek rolny

Rekultywację w kierunku rolnym realizują wyłącznie kopalnie „Adamów” i „Konin”. W obu pozostałych kopalniach, po przeprowadzeniu kilku prób, zrezygnowano z tego sposobu zagospodarowania terenów pogórnich. Dzięki procesom rekultywacyjnym, które zachodzą na terenach poeksploatacyjnych, grunty, które podczas zwałowania umieszczono w danym miejscu, zyskują status gruntów rolnych i mogą być później sprzedane w przetargach. Pod działalność górnictwa zajmowano tereny o niskiej klasie bonitacyjnej (V i VI), które po skomplikowanych zabiegach rekultywacyjnych i agrotechnicznych mieściły się już w wyższych klasach – III i IV. Na nowo powstałych gruntach rolnych uprawia się m.in.: kukurydzę, lucernę, zboża, słoneczniki, buraki (rys. 6), ale również tworzy się pastwiska. Dotychczas, w KWB „Adamów” zrekultywowano: w kierunku rolnym 2185 ha, w kierunku leśnym 928 ha, a w kierunkach wodnym i specjalnym 514 ha (w tym 165 ha przypada na zbiornik Przykona) [3, 9]. Dla KWB „Konin” odpowiednie wartości są jeszcze większe, co wynika z większej skali działalności. Do końca 2010 r. w kierunku rolnym zrekultywowano tu 3909 ha, w kierunku leśnym 2402 ha, w kierunku wodnym 596 ha, w kierunku rekreacyjnym 160 ha, a w innych kierunkach 701 ha (przede wszystkim budowa składowisk odpadów), co razem daje imponującą liczbę 7768 ha.

Tab. 2. Ilość nabytych gruntów, stan posiadania i ilości gruntów zbytych od początku działalności do końca 2010 r.

Tab. 2. Area of the acquired land, ownership and area of the sold land from the beginning of the activity to the end of 2010

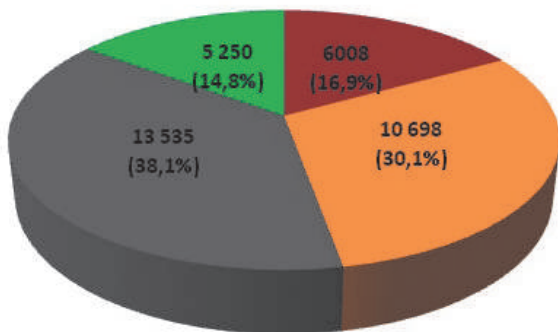
Kopalnia	Nabycie gruntów od początku działalności [ha]	Zbycie gruntów od początku działalności [ha]	Stan posiadania na koniec 2010 r. [ha]	Ilość nabytych gruntów, na 1 mln ton wydobycia węgla (od początku działalności [ha/mln])
„Adamów”	6008	3464	2544	32,18
„Bełchatów”	10698	3848	6850	11,58
„Konin”	13535	8136	5399	24,48
„Turów”	5250	1718	3532	6,09
Łącznie	35491	17166	18325	14,30

Tab. 3. Sprzedaż i przekazywanie gruntów przez kopalnie od początku działalności do końca 2010 r.

Tab. 3. Sale and transfer of lands by mines from the beginning of the activity to the end of 2010

Kopalnia		„Adamów”	„Bełchatów”	„Konin”	„Turów”	Razem
Przekazano – sprzedano	ogółem [ha]	3464	3848	8136	1718	17166
	nieprzekształcone	1221	2772	2235	267	6595
w tym:	zrekultywowane	2243	1574	5901	1451	11169
Stan posiadania na koniec 2010 r.		2 544	6850	5399	3532	18325

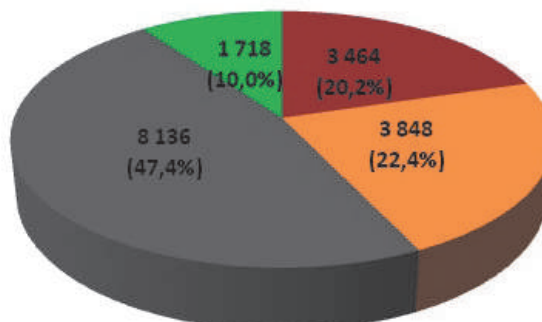
Adamów Belchatów Konin Turów



Rys. 3. Nabycie gruntów od początku działalności [ha]

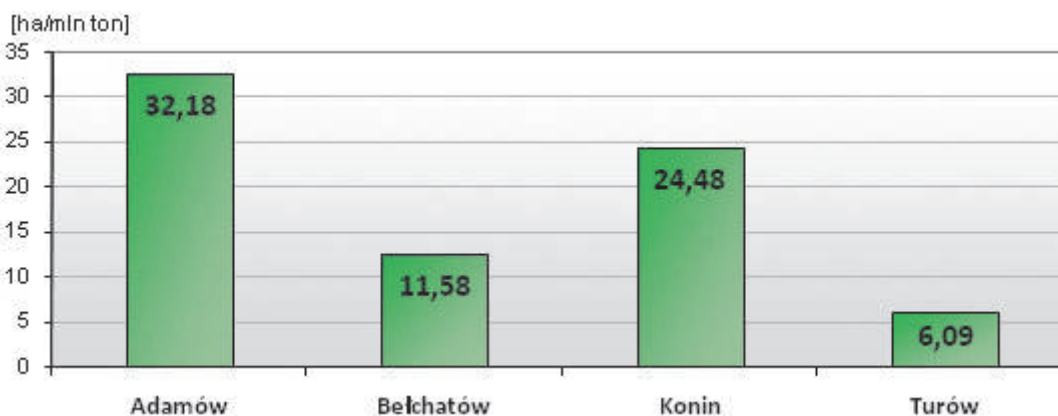
Fig. 3. Land acquisition from the beginning of the activity [ha]

Adamów Belchatów Konin Turów



Rys. 4. Zbycie gruntów od początku działalności [ha]

Fig. 4. Land sale from the beginning of the activity [ha]



Rys. 5. Ilość nabytych gruntów przypadająca na 1 mln ton wydobytego węgla od początku działalności do 2009 r.

Fig. 5. Area of the acquired land per 1 million ton of the extracted coal from the beginning of the activity to 2009

Tab. 4. Procentowy udział poszczególnych kierunków rekultywacji w polskich kopalniach węgla brunatnego

Tab. 4. Percentage of various reclamation methods in Polish lignite mines

Kopalnia	Kierunek rekultywacji				
	Rolny	Leśny	Wodny	Specjalny	Rekreacyjny
„Konin”	50%	31%	8%	9%	2%
„Adamów”	59%	17%	24%	1%	-
„Belchatów”	-	95%	-	4%	1%
„Turów”	-	96%	-	4%	-



Rys. 6. Uprawa buraków na zwałowisku wewnętrznym odkrywki Józwin kopalni „Konin”, wg [1]

Fig. 6. Beet growing in the internal dumping ground of the Józwin quarry, the Konin mine, acc. to [1]

#### 4.2. Kierunek leśny

Kierunek leśny jest najszerszej wykorzystywany, biorąc pod uwagę powierzchnię rekultywowanych terenów pogórnich. Stosują go wszystkie kopalnie węgla

brunatnego w Polsce, ale najbardziej spektakularne przykłady pochodzą z kopalń dużych – „Belchatowa” (rys. 7) i „Turowa” (rys. 8). Kopalnie te przeprowadziły rekultywację leśną, obejmującą przede wszystkim zwałowiska zewnętrzne. W sumie, te dwa obiekty zajmują ponad 3600 ha. Ich rekultywacja była procesem skomplikowanym i prowadzonym sukcesywnie przez wiele lat, w trakcie rozwoju frontów eksploatacyjnych i zwałowych. Niewiele mniejszą powierzchnię (ponad 3300 ha) w kierunku leśnym zagospodarowały kopalnie „Adamów” i „Konin” [1, 4, 6].

#### 4.3. Kierunek komunalny

Wspomniane zwałowisko zewnętrzne KWB „Belchatów”, nazywane Górą Kamieńską, stało się również centrum wypoczynkowo-sportowym. Od kilku lat na jego północnym zboczu dużą popularnością cieszy się trasa zjazdowa dla miłośników sportów zimowych – narciarstwa z nowoczesną infrastrukturą w postaci wyciągów narciarskich (rys. 9) i zapleczem gastronomiczno-hotelarskim. Powierzchnia trasy narciarskiej wraz z infra-



Rys. 7. Zalesiona skarpa zwałowiska zewnętrznego Pola Bełchatów z widocznymi wiatrakami

Fig. 7. Forested slope of the external dumping ground in Bełchatów Field, and windmills



Rys. 8. Panorama zalesionej skarpy zwałowiska zewnętrznego w kopalni „Turów” (fot. KWB „Turów”), wg [1]

Fig. 8. Panorama of the forested slope of the external dumping ground in the “Turów” mine (photo by KWB “Turów”), acc. to [1]

strukturą wynosi około 10 ha, a długość ponad 800 m. Doskonała lokalizacja (6 km od trasy szybkiego ruchu Warszawa – Katowice i 18 km od Bełchatowa) sprawia, że w sezonie zimowym na stok przyjeżdżają tłumy amatorów białego szaleństwa (rys. 10). Oprócz tego, na zboczu działa również pięćsetmetrowy tor saneczkowy (rys. 11), a u podnóża zwałowiska zainstalowano obiekty służące zabawie dzieci i młodzieży (tor gokartowy, huśtawki, trampoliny).

Warto również wspomnieć o koncepcji zagospodarowania terenów pogórnich kopalni „Bełchatów”, przygotowanej przez AGH, która zakłada dalszy rozwój infrastruktury wypoczynkowej, turystycznej i sportowej oraz przekształcenie tych terenów (po zakończeniu eksploatacji węgla) w największy w Polsce ośrodek sportów i rekreacji [1, 2]. W ramach kompleksu mogą powstać: tor wyścigowy, kryty stok narciarski, pole golfowe, ścieżki rowerowe, park technologiczny z koparkami i zwałowarkami, przystanie motorowe i żeglarskie, plaże, sztuczny tor wodny oraz oczywiście dwa największe w centralnej Polsce jeziora, o powierzchni ponad 4000 ha.

#### 4.4. Kierunek wodny

Ze względu na jednodokrywkowy charakter eksploatacji w kopalniach „Turów” i „Bełchatów” rekultywacja wodna dotychczas sprowadzała się jedynie do niewielkich oczek wodnych na zwałowiskach zewnętrznych (rys. 12). Inaczej wygląda sytuacja w kopalniach wielodokrywko-

wych – „Adamowie” i „Koninie”. W tej pierwszej z nich wykonano trzy średniej wielkości zbiorniki: Bogdałów, Przykona i Janiszew, które służą obecnie mieszkańcom, jako miejsca wypoczynku w czasie letnich upałów (rys. 13).

Największym doświadczeniem w zakresie rekultywacji wodnej może pochwalić się KWB „Konin”. Do tej pory wykonano 6 zbiorników wodnych, o powierzchni prawie 600 ha. Są to zbiorniki zlokalizowane w dawnych wyrobiskach odkrywek: Morzysław, Niesłusz, Goślawice, Pątnów, Józwin IIA i Kazimierz Południe. Zbiornik w odkrywce Pątnów (rys. 14) jest obecnie największym jeziorem powstałym w górnictwie węgla brunatnego, o powierzchni około 350 ha i pojemności blisko 90 mln m<sup>3</sup>



Rys. 9. Widok wyciągu na Górze Kamięńsk - zrekultywowanym zwałowisku KWB „Bełchatów” (fot. KWB „Bełchatów”)

Fig. 9. View of the ski-lift at Góra Kamięńsk, a reclaimed dumping ground of the Bełchatów mine (photo by KWB “Bełchatów”)



Rys. 10. Zima w pełni na Górze Kamięńsk (fot. KWB „Bełchatów”)

Fig. 10. Winter in full swing at Góra Kamięńsk (photo by KWB “Bełchatów”)



Rys. 11. Pięćsetmetrowy tor saneczkowy na Górze Kamięńsk

Fig. 11. Five-hundred-meter bobsleigh track at Góra Kamięńsk

wody. W odkrywce Lubstów, której eksploatacja zakończyła się w 2010 roku, trwają prace rekultywacyjne przy wykonywaniu największego w Polsce zbiornika w wyrobisku poeksploatacyjnym – większego niż zbiornik w Machowie, o powierzchni lustra wody ponad 480 ha i pojemności blisko 150 mln m<sup>3</sup>. Wymienione zbiorniki są niezwykle cenne dla mieszkańców okolicznych terenów, gdyż zapewniają miejsce do wypoczynku, jak również tworzą nowe miejsca pracy i zwiększają atrakcyjność sąsiadujących działek budowlanych.



Rys. 12. Zbiornik wodny wraz małą architekturą na zwałowisku zewnętrznym Pola Bełchatów, wg [1]

Fig. 12. Water reservoir and landscape architecture in the external dumping ground of Bełchatów Field, acc. to [1]



Rys. 13. Pas kąpiel i widok domków letniskowych na zbiorniku Przykona w KWB „Adamów”

Fig. 13. Swimming belt and view of holiday cottages at the Przykona lake in the “Adamów” mine

#### 4.5. Kierunek specjalny

Wszystkie inne sposoby rekultywacji terenów poeksploatacyjnych, niż wymienione w rozdziałach 4.1–4.4, można ogólnie określić jako kierunek specjalny. Przykładowo warto tu wyszczególnić kierunki przedstawione w tabeli 5.

W polskim górnictwie węgla brunatnego dotychczas nie stosowano kierunku kulturowego, a kierunek gospodarczy wykorzystywano jedynie w ograniczonym stopniu, np. przy budowie elektrowni wiatrowej na zwałowisku zewnętrznym kopalni „Bełchatów”, czy składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych w wyrobiskach i zwałowiskach poszczególnych kopalń. Zwałowiska wewnętrzne (np. w KWB „Bełchatów” i „Turów”) bywają również wykorzystywane jako miejsce składowania popiołów z elektrowni (rys. 15), które są w ten sposób unieszkodliwiane. Wydaje się, że w zakresie popularyzacji i stosowania innych niż tradycyjne kierunków rekultywacji jest jeszcze wiele do nadrobienia, np. w stosunku do naszych zachodnich sąsiadów [8].

#### 5. Podsumowanie

Górnicy w polskich kopalniach odkrywkowych, systematycznie i zgodnie z kanonami sztuki górniczej, dokonują obecnie rekultywacji i zagospodarowania terenów odzyskiwanych w miarę przesuwania się frontów eksploatacyjnych. Wykonywane prace są prowadzone na wysokim poziomie, zapewniającym wykorzystanie tere-



Rys. 14. Panorama zbiornika po odkrywce Pątnów KWB „Konin”, z przygotowanym torem do spuszczenia łódek na wodę, wg [1]

Fig. 14. Panorama of the lake at Pątnów quarry in the “Konin” mine, and a track for launching boats, acc. to [1]

Tab. 5. Przykładowe kierunki rekultywacji specjalnej, wg [7]

Tab. 5. Examples of special reclamation methods, acc. to [7]

<b>Gospodarczy</b>	budownictwo mieszkaniowe, kampusy, garaże, bazy turystyczno-hotelowe
	parki przemysłowe
	usługi: inkubatory przedsiębiorczości, magazyny, sklepy, hurtownie, parkingi, obiekty sportowe itp.
<b>Kulturowy</b>	składowiska odpadów
	dydaktyczny: ścieżki tematyczne, laboratoria, sale koncertowo-konferencyjne
	kontemplacyjny
	artystyczny: muzea, ekspozycje, sale wystawowe i koncertowe, galerie, teatry, sceny, kina itp.



Rys. 15. Składowisko popiołów dla Elektrowni Bełchatów na zwałowisku wewnętrznym Pola Bełchatów, wg [1]

Fig. 15. Ash dump for the Bełchatów power plant in the external dumping ground of Bełchatów Field, acc. to [1]

nów do produkcji rolnej, leśnej lub też innej działalności, w tym rekreacyjnej. Tak jak chirurgia plastyczna, odkrywkowa eksploatacja złóż może być operacją bolesną dla środowiska. Jeśli jednak wydobycie jest odpowiednio, świadomie i dobrze zaplanowane oraz zrealizowane, to efekty mogą zwiększyć atrakcyjność otoczenia [4]. Odkrywkowa eksploatacja kopalni może:

- wzbogacać krajobraz w nowe formy morfologiczne, harmonijnie weń wpisane,
- wspomagać ochronę przyrody przez tworzenie nowych siedlisk,
- wspomagać gospodarkę leśną,
- stwarzać miejsca wypoczynku.

Liczne przykłady atrakcyjności krajobrazowej, przyrodniczej i kulturowej terenów pogórnich skłaniają do spojrzenia na górnictwo, jako na działalność stwarzającą nowe wartości środowiska i nowe warunki dla jego ochrony. Tereny poeksploatacyjne o unikatowym krajobrazie wpisują się w obraz regionów ich występowania i nie są postrzegane jako miejsca wcześniejszej eksploatacji.

*Artykuł recenzowała*  
prof. dr hab. inż. **Mirosława GILEWSKA**

## The progress of reclamation in the post-mining areas in the Polish open-pit lignite mining industry

**Summary:** Providing the characteristics of the Polish lignite mining industry, the article presents the progress (until 2010) of the reclamation of post-mining areas in various mines. Reclamation and land management is carried out systematically as the areas are recovered from moving mining sites. The works are carried out at a high level which ensures the use of the areas for forest (60% of the reclaimed areas), agricultural (20%) and water (10%) production or for other activities, including recreation (10%). Open-pit mining of deposits is painful for the environment. However, if mining and then reclamation is planned and carried out properly, the effects may increase the attractiveness of the site by enriching the landscape that has new morphological forms set harmoniously in it, supporting forest management and conservation of nature (formation of new habitats) and creating resting areas. The examples of the attractiveness of landscape, nature and culture in the post-mining areas shown in the article make us look at the mining industry as at an activity that creates new values of the environment. The post-mining areas with a unique landscape blend into the region and are not perceived as places of an earlier mining activity.

### Literatura:

1. Kasztelewicz Z.: Rekultywacja terenów pogórnich w polskich kopalniach odkrywkowych. Monografia. Nauka i Tradycje Górnicze. AGH Kraków 2010.
2. Kasztelewicz Z., Kaczorowski J.: Rekultywacja i rewitalizacja kopalń węgla brunatnego na przykładzie Kopalni Bełchatów. VI Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego. Kwartalnik AGH, seria: Górnictwo i Geoinżynieria, rok 33, zeszyt nr 2. Kraków 2009.
3. Kasztelewicz Z., Sypniewski S.: Kierunki rekultywacji w polskich kopalniach węgla brunatnego na wybranych przykładach. VII Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego. Kwartalnik AGH, seria: Górnictwo i Geoinżynieria, rok 35, zeszyt nr 3. Kraków 2011.
4. Kasztelewicz Z., Szwed L.: Kierunki zagospodarowania terenów po likwidacji zakładów górniczych wydobywających węgiel brunatny. Przegląd Górniczy nr 11/2010.
5. Nieć M., Górnictwo Chirurgia plastyczna środowiska. Praca niepublikowana. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2010.
6. Nietrzeba-Marcinonis J., Górecki: Tworzenie ekosystemu leśnego jako efekt przeprowadzonych prac rekultywacyjnych. Warsztaty z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. Bogatynia 2009.
7. Ostręga A., Sposoby zagospodarowania wyrobisk i terenów po eksploatacji złóż surowców węglanowych na przykładzie Krzemionek Podgórnich w Krakowie. Rozprawa doktorska. Kraków 2004.
8. Ptak M.: Wybrane problemy odpowiedzialności prawnej w ochronie środowiska. Praca magisterska (nie publikowana). Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2009.
9. Rychter M., Małachowska D.: Działalność proekologiczna KWB Adamów, Węgiel Brunatny nr 1 (62)/2008.



# The study of conditions of gases emission from abandoned mines of the south-west part of Upper Silesian Coal Basin (Poland)

## 1. Introduction

Emission of mine gases is one of the problems resulting from coal mines closure. In the paper, which constitutes comprehensive summary of the greater work, an attempt has been made to document agents causing the emission and to clear up their comparative significance – basing on the data from mines of the SW part of Upper Silesian Coal Basin (USCB – Fig. 1). The literature proves that the emission does not manifest in each of the abandoned mines, in spite of the fact that it is controlled by the same agents. Nevertheless, differentiation of the types of gases and their concentration, observed at the surface, suggests the emission appears after all from each abandoned mine, however the possibilities of its detection, conditioned by the type and concentration of gases, depend mostly on geological-gassy conditions within deposits of the abandoned mines.

## 2. Data used and methodology of investigations

The work has been grounded on the results of analyses, investigations and observations made for the purposes of mines activity. The gathered material has included a lot of information, sometimes only approximative. But the essential results were these of measurements of: (a) constitution of mine gases as well as those contained in rocks (“deposit gases”), (b) methane content of coal, and (c) barometric pressure. Generally, for investigations well known methods have been used, including statistical ones. The less known method for

### ABSTRACT:

Emission of mine gases is one of the problems resulting from coal mines closure. In the paper an attempt has been made to document agents causing the emission and to clear up their comparative significance – basing on the data from mines of the SW part of Upper Silesian Coal Basin. In the result of the attempt, it has been stated that emission of mine gasses occurs from all abandoned coal mines. Its intensity, however, depends on the relative strength of particular agents influencing it, of which geological-gassy conditions of mined formation are the most important, determining the type and concentration of gases emitted. The other agents are: gobs dewatering, ventilation of bordering operating mines and the degasation of gobs, as well as changes of barometric pressure.

### KEY WORDS:

mine gases, gas emission, abandonment of coal mines, Upper Silesian Coal Basin

geometrization of methane content field (see: [5]) has only been utilized to research variability of the field. While comparing concentrations of mine gases to barometric pressures, longer periods of directional pressure changes have been taken into account. In this work they are referred to as “barometric trends”.

## 3. Geological-gassy conditions of USCB

Methane and nitrogen dominate among gases contained in coal-bearing series of USCB. Down to the depth of exploitation there occur also small amounts of carbon dioxide and negligible portions of other gases. The occurrence of methane is best recognized. The description of variability of methane content field therefore constitutes the essential part of the model of geological-gassy conditions of USCB, which has been made with reference to the basin regions (I–VII, Fig. 2) distinguished by M. Kotarba et al. [8].

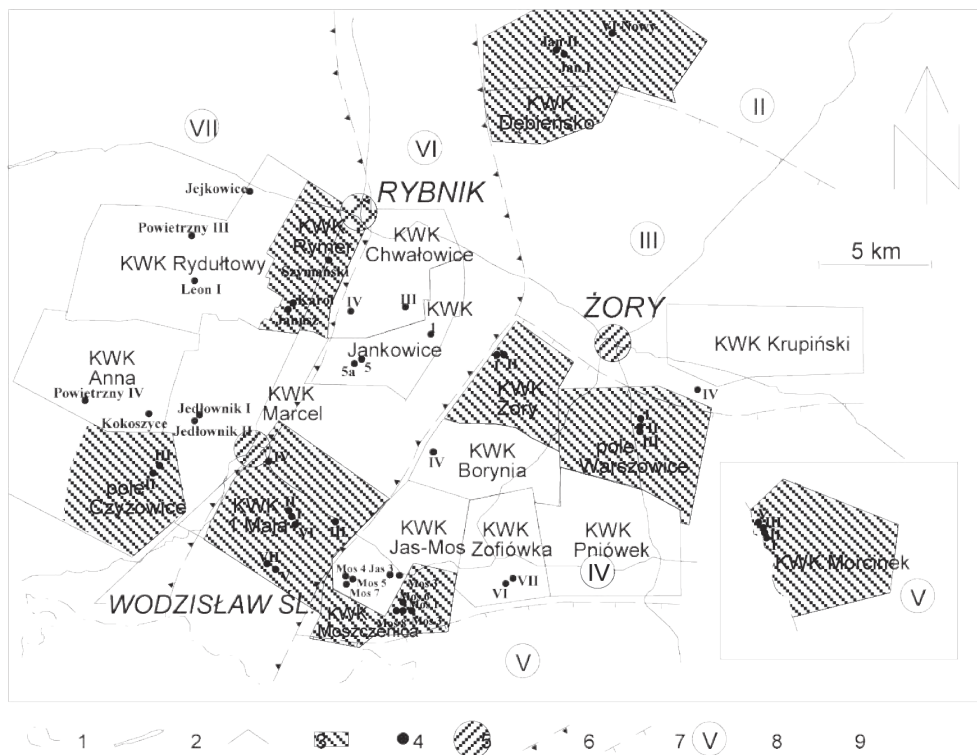


Fig. 1. Localization of filled up shafts from the SW part of USC B; 1 - state boundary, 2 - main roads, 3 - concession areas of coal mines, 4 - abandoned mines, 5 - filled up shafts, 6 - main cities, 7 - important overthrusts, 8 - important faults, 9 - description of gassy region of USC B

A vertical changeability of methane content field is observed within coal-bearing series of USC B. It finds expression in the sequence of maximum values of methane content ( $G_{max}$ ), which makes it possible to distinguish the following gassy zones, starting from the top [2]:

- the first, high methane zone ( $G_{max} > 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ),
- the second, transient zone ( $2.5 < G_{max} \leq 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ),
- the third, degassed zone ( $G_{max} < 2.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ),
- the fourth, transient zone ( $2.5 < G_{max} \leq 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ), and
- the fifth, high methane zone ( $G_{max} > 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ).

Simplifying, gases from the first zone are allochthonous, from the second to the fourth zones are mixed, allochthonous-autochthonous, while the origin of gases from the fifth zone is autochthonous. It makes reasonable using also the following, simplified sequence of gassy zones [4]: (i) allochthonous, high methane zone ( $G_{max} > 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ), (ii) degassed zone ( $G_{max} < 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ), and (iii) autochthonous, high methane zone ( $G_{max} > 4.5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ).

The presence of the allochthonous zone is generally limited to gassy regions III–VI, where Carboniferous series are overburdened by Miocene low permeable strata. The rest of the zones are recorded all over the basin. Apart from the presence of Miocene overburden, the formation of gassy zones is also influenced by lithology of Carboniferous series. In the III gassy region as well as in the east part of the IV one, the occurrence of thick series of highly porous sandstones, in the Carboniferous roof, causes underdevelopment or even the lack of allochthonous zone. Similarly, the zone has also been only partially developed in the VI gassy region of USC B. The formation of gassy zones is also disturbed by the distinct structural forms. The Variscan forms of compressional origin, including overthrusts of the west part of USC B, insulate gases. In the result, in their vicinity they force the increase of thickness of the high methane zones. At

the other hand, latitudinal faults of tensional origin (connected to Alpine rejuvenation) cause deeper degasation of Carboniferous series and an increase of thickness of degassed zone. The described vertical zonality allows to express lateral changeability of methane content field in terms of occurrence and the appearance depth of particular gassy zones (Tab. 1).

Analysis of methane content field of USC B has made possible to discern the following structures of the field [4]: (i) closed structure encompassing gassy regions IV and V, (ii) transient structure being observed in the regions III and VI, and (iii) open structure bordering regions I, II and VII. The closed structure is characterized by appearance of continuous and thick Miocene overburden as well as allochthonous high methane zone related to the overburden. Within the transient structure, despite the overburden, other geological agents cause rare full development of the allochthonous zone. Then, within the open structure, the lack of Miocene overburden made it impossible to form allochthonous zone. The degassed zone therefore occurs here starting from the roof of Carboniferous series. For all of the structures it is typical that the position of autochthonous high methane zone is deep.

Particular gassy zones are also characterized by specific chemical constitution of deposit gases. An average chemical constitution of gases within individual zones varies slightly among the gassy regions of USC B. It has been well shown by the results of taxonomic analysis performed for degassed and autochthonous high methane zones. Within degassed zone less distinct differences are observed for regions of open and – separately – transient structures of methane content field. At the same time, the constitution within regions of closed structure differs from others (Fig. 3a). However, within autochthonous high methane zone the average gases constitution shows only inessential differentiation (Fig. 3b).

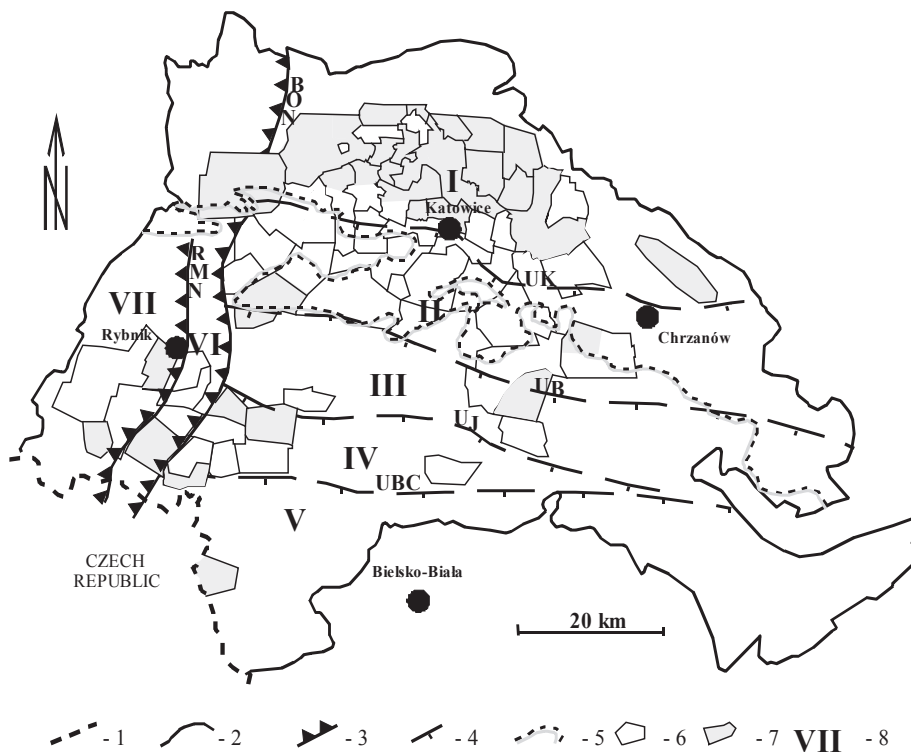


Fig. 2. Localization of operating (6) and abandoned (7) coal mines on the background of USC division into gassy regions (acc. to [4]; corrected); 1 - state boundary, 2 - boundaries of USC, 3 - important overthrusts (NMR - Michałkowice-Rybnik overthrust, NOB - Orłowa-Boguszowice overthrust), 4 - important faults (UK - Kłodnica fault, UB - Bełk fault, UJ - Jawiszowice fault, UBC - Bzie-Czechowice fault), 5 - extent of Miocene overburden, 8 - description of gassy region

Tab. 1. Short characteristics of gassy regions of Upper Silesian Coal Basin

Gassy region	Characteristics of the overburden**		Depth of the high methane zones		Maximum methane content in the zone: [m <sup>3</sup> /Mg]	
	stratigraphy*	Miocene thickness [m]	allochthonous** (the roof) [m]	autochthonous (the top) [m]	allochthonous	autochthonous
I	T, J, Q	0	the lack of	500-1500	-	9.6
II	T, J, Tr, Q	łaty 0-650	the lack of	500-1550	-	16.5
III	T, Tr, Q	100-500	only local 250-300	600-1550	11.9	24.0
IV	Tr, Q	50-1000	250-800	600-1400	18.2	25.3
V	Tr, Q	500-1400	650-800	1100-1500	13.2	~22.0
VI	Tr, Q	100-700	only local 250-325	400-1200	15.8	17.8
VII	Tr, Q	0-1000	the lack of	1000-1550	-	16.2

\* T - Triassic, J - Jurassic, Tr - Tertiary (Miocene), Q - Quaternary,

\*\* acc. to [4], improved.

#### 4. Mine gases emission from the III shaft of 1 Maja mine

The deposit of 1 Maja mine was developed by shafts located in the center (shafts: I, II & VI) as well as at periphery (shafts: III & IV) of the concession area. They were shafting to the depths - respectively: 875-1080 m and 410 m. Central shafts were connected with peripheral ones at the production level of 410 m, but shaft III was reached also through previously abandoned workings at 215 m and 280 m levels. In 1999 liquidation

of the mine started. During the liquidation connections between central and peripheral shafts as well as between 1 Maja mine and the neighboring Marcel mine were first isolated, and then shaft III was filled up (2000). In the course of closing down and flooding 1 Maja mine (Fig. 4) the amount of ventilation air used was also gradually reduced (Fig. 5).

The termination of underground works in 1 Maja mine caused decline of total methane emission into the workings, in compliance with the model by K. Cybulski et al. (1999, see: [9]), which assumes about 80% drop

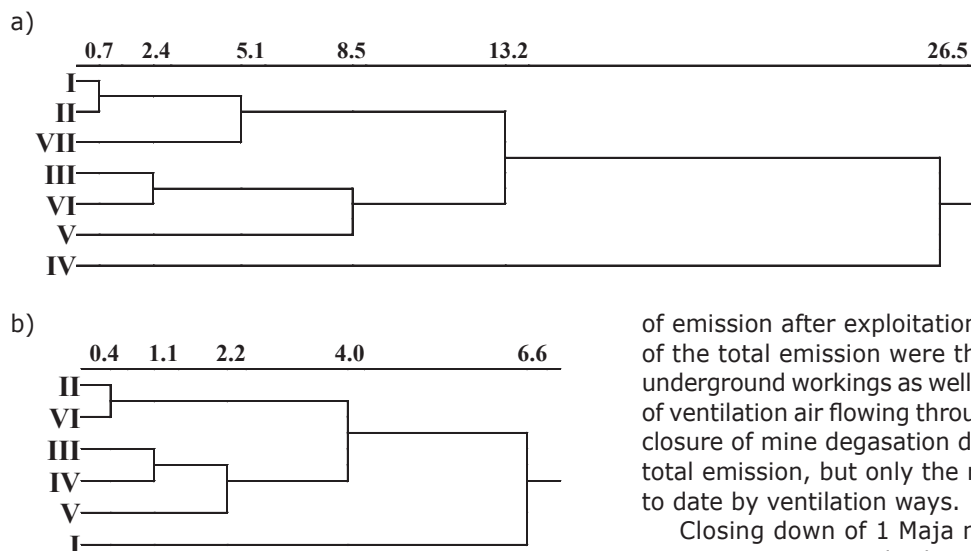


Fig. 3. Dendrogrammes of similarity of mine gases constitution within degassed zone (a) and fifth high-methane zone (b) of distinguished gassy regions of USCB, calculated on the basis of values of taxonomic distance "d"

of emission after exploitation end. Further fluctuations of the total emission were the result of the flooding of underground workings as well as reduction of the amount of ventilation air flowing through the workings. However, closure of mine degasation did not cause the decline of total emission, but only the removal of gases captured to date by ventilation ways.

Closing down of 1 Maja mine gave the mine gases occasion to migrate also by shafts filled up (Tab. 7), but mainly by the III shaft. Emission of mine gases through this shaft was recorded from the beginning of the mine flooding. Mutually proportional concentrations of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> were initially low (0.8% CH<sub>4</sub> and 0.2% CO<sub>2</sub>) to

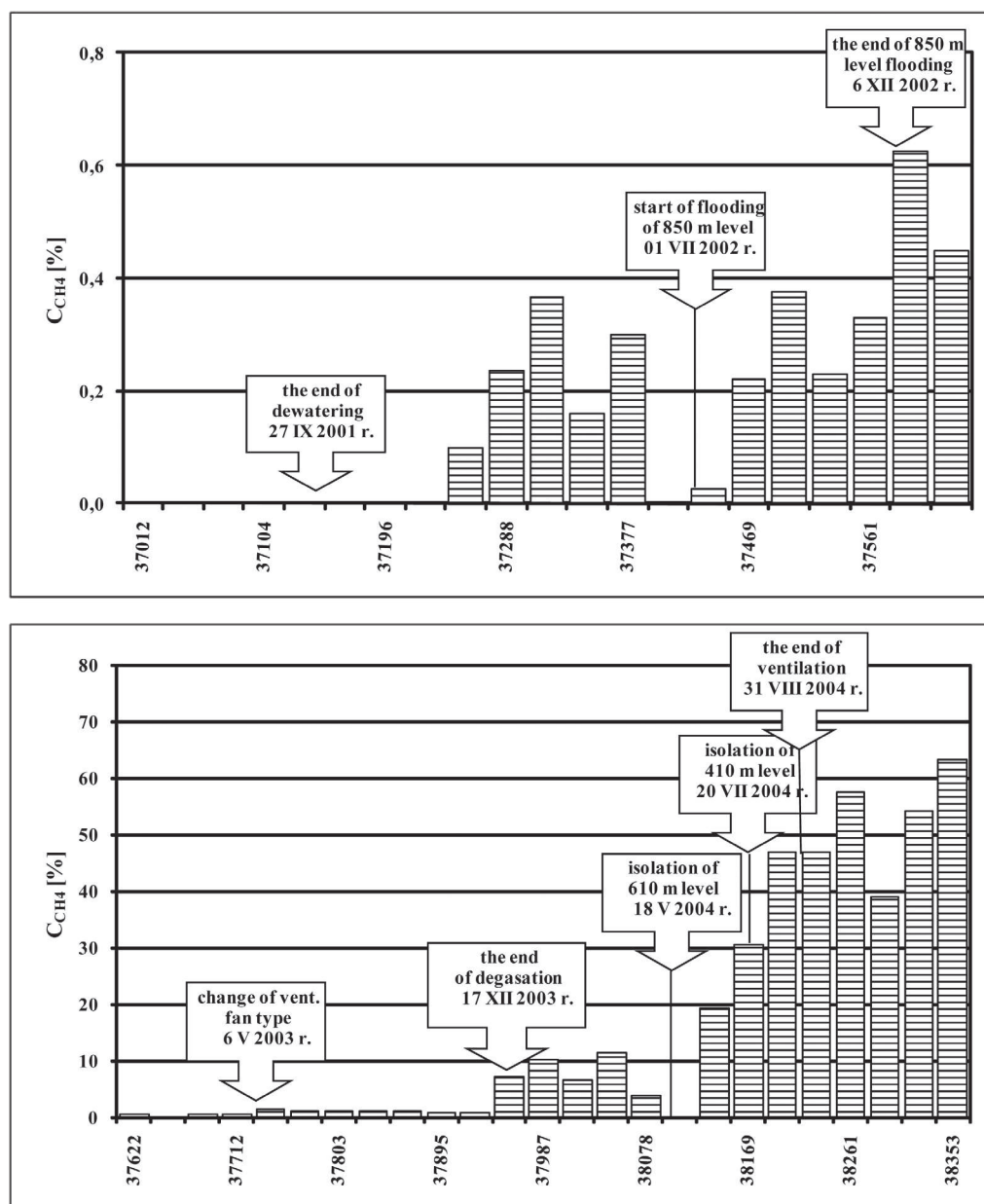


Fig. 4. Changes of the average monthly concentration of methane ( $C_{CH_4}$ ) in the III shaft of 1 Maja mine on the background of the course of the mine liquidation

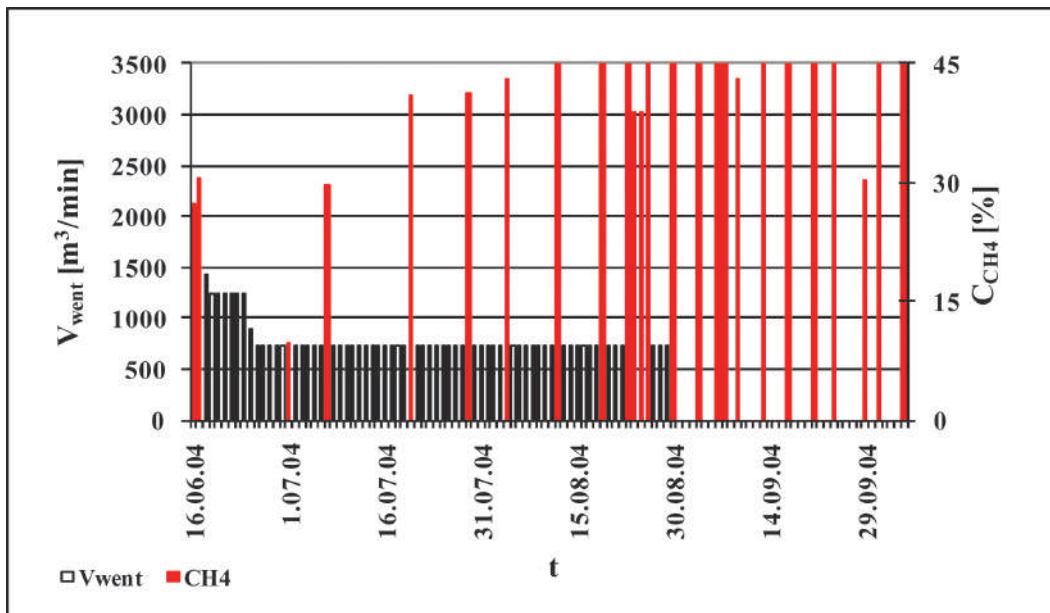
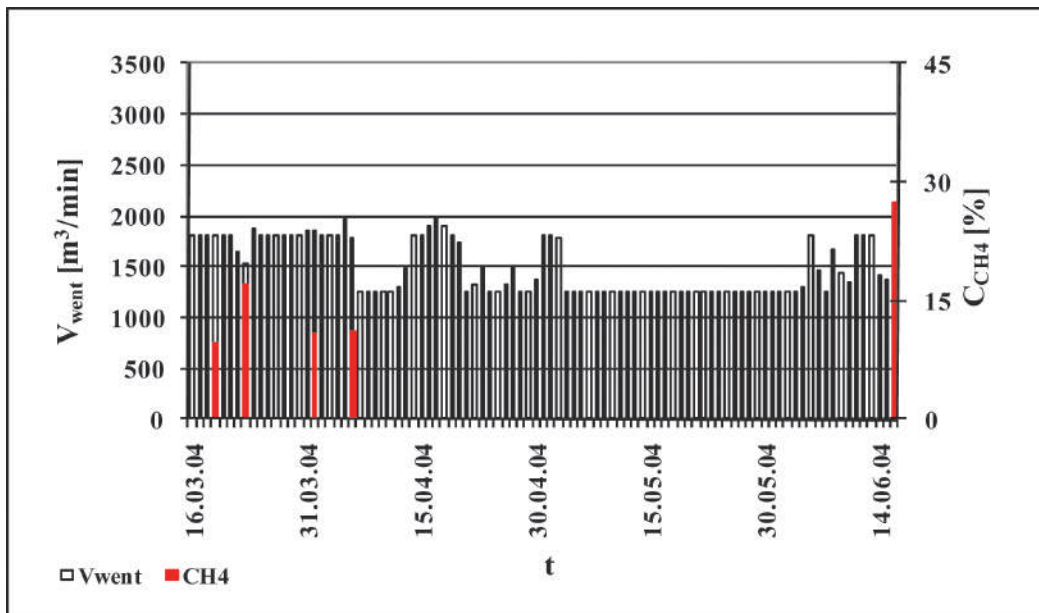
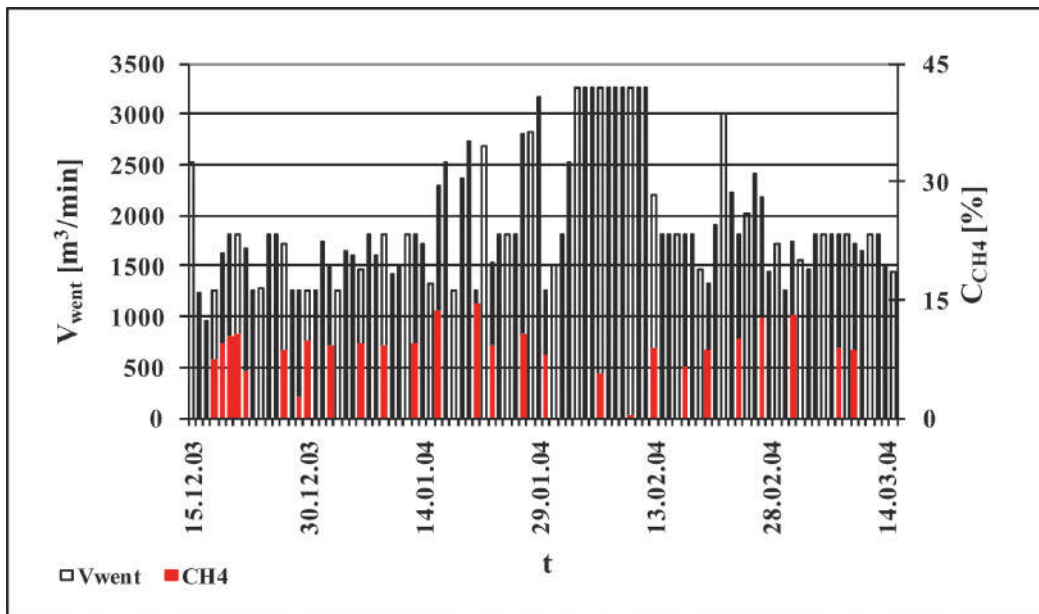


Fig. 5. Changes of methane concentration ( $C_{CH_4}$ ) within degasation pipe of the III shaft during the late period of liquidation of 1 Maja mine on the background of average daily output of ventilation air ( $V_{went}$ ) flowing through the mine workings

reach the level of about 60% CH<sub>4</sub> and 12% CO<sub>2</sub> after the mine abandonment (Fig. 6). Variations of concentration can be connected to a timetable of mine liquidation, but particularly to the mine flooding and changes in its ventilation. Delimitation of the amount of ventilation air was accompanied by increase of methane concentration (Fig. 5). On the other hand, shortening of flow ways of the air, as a result of infilling or flooding of connections between shafts and old production (gob) levels, produced either decline of CH<sub>4</sub> concentration – in case of levels deeper than 410 m, or its increase – in case of 410 m level, isolation of which had reduced the influence of the ventilation depression on the bottom of shaft III (Fig. 4). The significance of mine flooding was poorly observable, except the cases, when rising water level isolated ventilation connections.

Emission through the III shaft was also influenced by oscillations of barometric pressure. Though changes of pressure and methane concentration were not correlated to one another, the maximum and minimum values of concentration had been recorded during – respectively: depression and high-pressure barometric trends (Fig. 7).

Response of the III shaft to changes of conditions within mine gobs and the atmosphere was usually a little retarded, what one could explain by flow resistance of gases. Moreover, not every shaft in the mine constituted the path for methane emission. It is well illustrated by different CH<sub>4</sub> concentrations in shafts III and IV (Tab.

7), which have similar depths and locations in relation to the central shafts. This difference is attributed to opening of allochthonous high methane zone – by the shaft III, and only degassed zone – by the shaft IV. It is indicated by comparison of constitution of mine gases from the III shaft and connection between 1 Maja and Marcel mines to constitution of deposit gases from the above mentioned gassy zones.

### 5. Mine gases emission from the shafts of Morcinek mine

The deposit of Morcinek mine was developed through shafts I, II and III, on the production levels: 650 m (besides shaft II), 800 m and 950 m among others. Dewatering of mine was stopped in April and ventilation in August 1999. In the course of the mine liquidation, during shaft III filling up, a few sinks of filling material combined with earthquakes occurred. In June 1999 a methane explosion took also place, which forced cramming of about 214 000 m<sup>3</sup> of nitrogen into workings of 950 m level [6].

After the liquidation of Morcinek mine analyses of gases constitution, carried out in the filled up shafts since 03.01.2001, showed initially minimal occurrence of CH<sub>4</sub> (up to 0.5%) and CO<sub>2</sub> (to 1.09%). However, concentrations of gases increased rapidly from 520 and 890 day after the start of analyses – respectively in the shaft III and shafts I and II (Fig. 8). In case of methane they reached – adequately: 78.5%, 90.9% and 23.2%. In shafts I and II, where CH<sub>4</sub> concentrations are mutually correlated, the concentrations stabilized later at a level typical for each of these shafts. However, in the III shaft permanent decline of methane occurred (Fig. 9) and its replacement by nitrogen became evident. Moreover, a slight decrease of methane concentration was observed in all of the shafts between February and March 2005. Before the rapid increase of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> concentrations, the constitution of gases within shafts of Morcinek mine was similar to atmospheric, while later to constitution of deposit gases within different gassy zones of methane content field (Tab. 2).

Such a late manifestation of mine gases emission arises from flow resistance within shafts. The suppression of resistance was impossible before flooding of part of mine gobs and rising of the gas pressure within them. Assessment of the gobs capacity and progress of flooding them has shown that, at the moment of the rapid change of gases constitution in the shafts, connections between the shafts and the 950 m level were flooded. Hence, the migration of gases took place only from levels 650 and 800 m. Level 650 m, however, played the main role, because of pressure gradient between the level and the shafts mouths higher of 0.04–0.06 kPa/m then in case of level 800 m. Earlier manifestation of emission in shaft III is connected to dishermetization of its connections to gobs, caused by the methane explosion and the earthquakes. The increase of nitrogen concentration observed in it corresponds to flooding of 950 m level

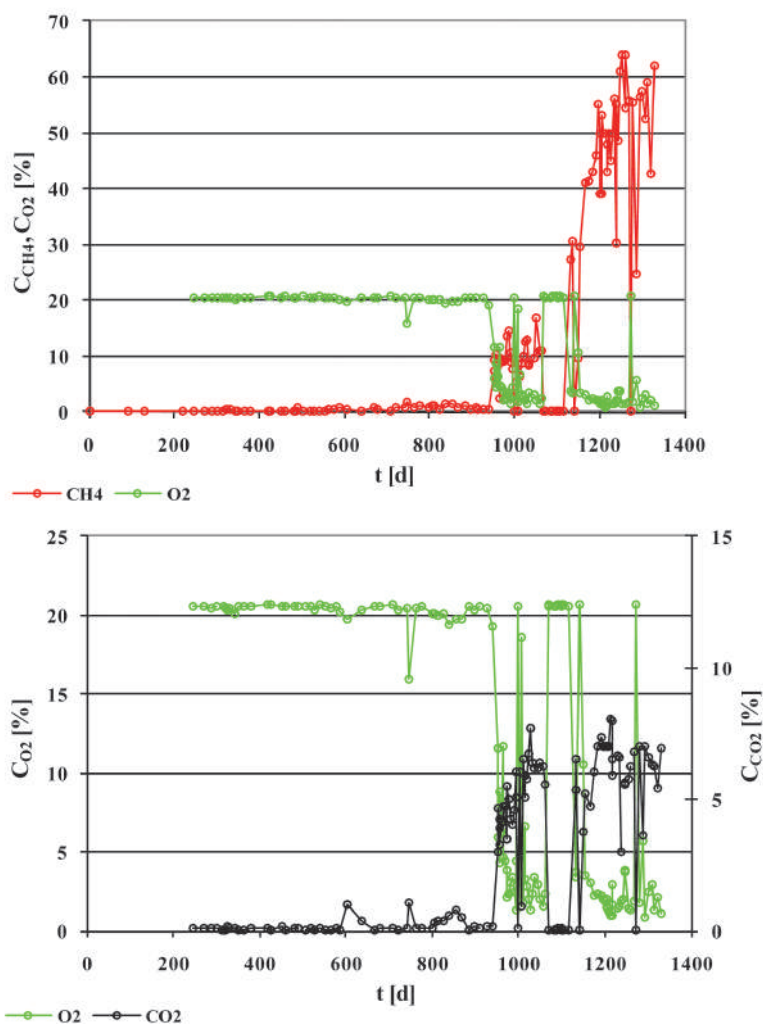


Fig. 6. Changes of the concentrations of methane (C<sub>CH<sub>4</sub></sub>), oxygen (C<sub>O<sub>2</sub></sub>) and carbon dioxide (C<sub>CO<sub>2</sub></sub>) within degasation pipe of the III shaft of 1 Maja mine in the course of the time (t) after 10.05.2001

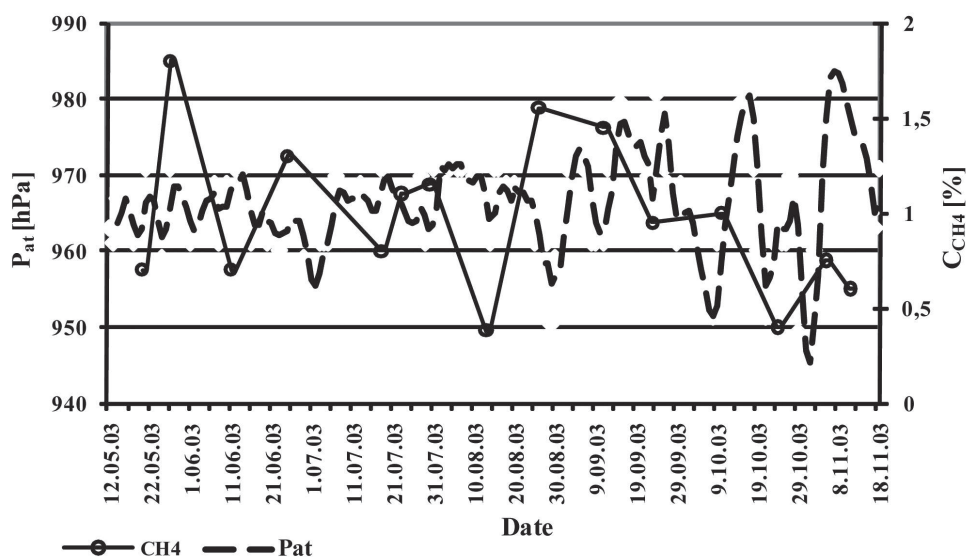


Fig. 7. Changes of methane concentration ( $C_{CH_4}$ ) in the III shaft in chosen period on the background of oscillations of barometric pressure ( $P_{at}$ )

Tab. 2. Average concentrations of gases measured in the shafts of abandoned Morcinek mine before (first period) and after (second period) the rise of methane concentration

Shaft	Average concentrations of gases [%]							
	The first period				The second period			
	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
I	0.20	19.89	79.56	0.35	83.79	2.08	14.08	0.10
II	0.07	19.04	80.58	0.31	14.25	4.43	77.32	3.96
III	0.05	19.23	80.41	0.32	47.63	2.04	46.99	3.34

and is the result of extruding the nitrogen crammed after the explosion. The drop of CH<sub>4</sub> concentration in all of the shafts at the beginning of 2005 has been caused by the start of gobs degasation through the hole bored in the shafts vicinity.

Changes of barometric pressure also manifested their influence on gases concentration in the shafts. However, they caused only oscillations of the concentrations around the values typical for each particular shaft.

## 6. Influence of degasation of abandoned mines on methane emission

In the studied area, degasation of gobs had still been operating after termination of the liquidation of Czyżowice field of Anna mine as well as Żory and Moszczenica mines. In all of them casual nexus between methane emission and degasation efficiency was observed. In the shafts of Czyżowice field methane had not been observed before the end of degasation. Although gobs degasation of Żory mine produced initially up to  $0.55 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> of methane per year, during the flooding of the gobs at the level of 705 m, methane migrated from the gobs to the workings of operating Jankowice and Borynia mines. The migration stopped at the moment of production rise up to  $1.5-1.9 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> per year, which amounted to 20% of total methane emission to the workings of Żory mine before its abandonment. In the boreholes and shafts of Moszczenica mine, on the other hand, methane generally occurred only when degasation efficiency dropped (Figs. 10 & 11).

Degasation of Morcinek and Żory mines was carried out at different gob levels which opened different gassy

zones of methane content field. It has enabled author to pay attention to various methane concentrations in gases gathered from particular levels (Tab. 3 & 4), which are similar to such variations in deposit gases from gassy zones opened by the adequate levels. Moreover, the maximum values of methane concentration in the shafts and boreholes of Moszczenica mine were usually noted during the depression barometric trends (Tab. 5).

## 7. Methane emission from abandoned shafts of the SW part of USCB

The results of gassy monitoring of 37 shafts filled up across the SW part of USCB after 1986 (Fig. 1, Tabs. 6 & 7) show occurrence of methane emission only in 37.8% of them, mostly in the areas of abandoned mines. Comparison of distributions of maximum values of methane concentration in particular shafts of operating and abandoned mines (Tabs. 8 & 9) makes it possible to state that the emission of mine gases is controlled by the same agents in both, but intensity of their influence

Tab. 3. Differentiation of methane percentage (% vol.) in constitution of mine gases from abandoned Żory mine, on the ground of investigations from degasation pipelines of Jankowice mine (400 m level) as well as Borynia mine (705 m level) between June and October 1999; acc. to [3]

Value:	400 m level	705 m level
- minimum	70.00	38.30
- maximum	78.00	47.10
- average	75.91	41.65
Standard deviation	3.35	3.71

Tab. 4. Differentiation of methane percentage (C; %, vol.) in constitution of mine gases within gobs of abandoned Moszczenica mine, on the basis of investigations from degasation pipelines between 2000 - 2004; acc. to [3], n.p.m. - elevation

Level [m n.p.m.]	The west part			The east part		
	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{\bar{c}}$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{\bar{c}}$
+130	33.26	51.55	45.25			
+70	29.26	50.75	38.14	40.0	59.0	49.1
±0	26.41	46.56	38.13			
-120				84.0	92.0	89.1
-240	48.00	66.00	56.07	48.0	91.0	70.0

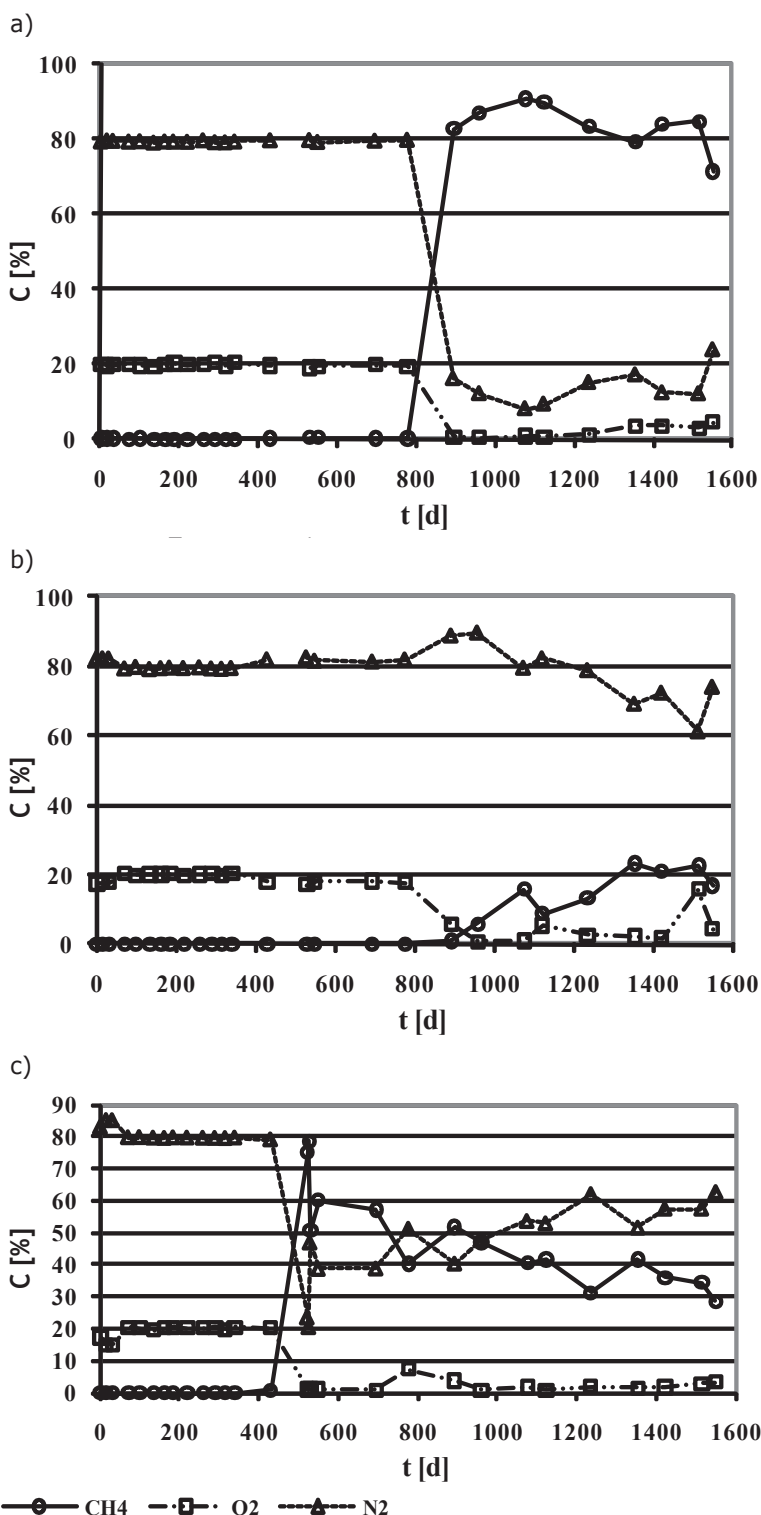


Fig. 8. Changes of the concentrations (C) of methane (CH<sub>4</sub>), nitrogen (N<sub>2</sub>) and oxygen (O<sub>2</sub>) in the shafts: I (a), II (b) and III (c) of Morcinek mine in the course of the time (T) after 03.01.2001

is determined by activity or abandonment of any mine. Dewatering as well as ventilation and degasation of mines are the main agents differentiating the two groups. In the abandoned but still dewatered or degassed mines mostly shafts without methane are to be found. The opposite situation occurs in closed down mines, where dewatering and degasation were stopped (Tab. 9).

In both groups of mines the highest methane concentrations are recorded in gassy regions of closed or transient structure of methane content field, while the lowest ones come from the regions of open structure. The difference between distributions of maximum values of methane concentration in shafts from the regions of closed and transient structure is statistically unessential, while the distribution in shafts from the regions of open structure is significantly different (Tab. 8). For the emission of mine gases from shafts their shallowest connections to gobs are of crucial importance. It is well demonstrated by the above mentioned observations from Morcinek mine. The fractions of shafts emitting methane, calculated separately for shafts where the shallowest connections to gobs are positioned within: degassed, transient or high methane zones, are another confirmation, as they amount to - respectively: 0.27, 0.50 and 1.00. At the same time, methane concentrations in shafts and within deposit gases of gassy zones related to the shallowest connections of shafts are correlated to one another (Fig. 12). So, it can be assumed that methane concentrations in shafts are the derivative of its concentrations within deposit gases from the zones connected to shafts.

Independently, the fraction of shafts, where maximum values of methane concentration occurred during depression barometric trends, equals to 0.73. Identical fraction has also been found after extension of investigated population to above mentioned boreholes of Moszczenica mine. The occurrence of maximum values of methane concentration therefore is more frequently connected to depression, then to other barometric trends.

The analysis of periods between the termination of dewatering or ventilation of particular mines and the first manifestation of methane as well as occurrence date of maximum value of methane concentration in adequate shafts (Fig. 13) gives ground to



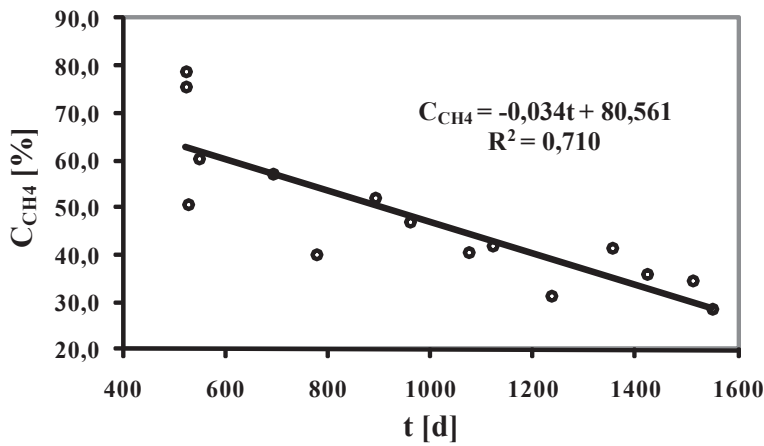


Fig. 9. The decreasing trend of methane concentration ( $C_{CH_4}$ ) in the III shaft of Morcinek mine in the course of the time ( $T$ ) after 03.01.2001; R - correlation coefficient

state that gases emission from abandoned mines is caused by finalization of their dewatering, while ventilation controls only the paths of the migration of gases. Operating ventilation ensures removing gases in a controlled manner – through ventilation ways, while stopping it makes migration possible in an uncontrolled manner, through the ways of least flow resistance, which means through the filled up shafts among others.

### 8. Geological-gassy conditions of coal deposits as the dominant among many agents controlling emission of mine gases

The work and the course of degasation of gobs demonstrate that even after abandonment of mine the methane diffuses

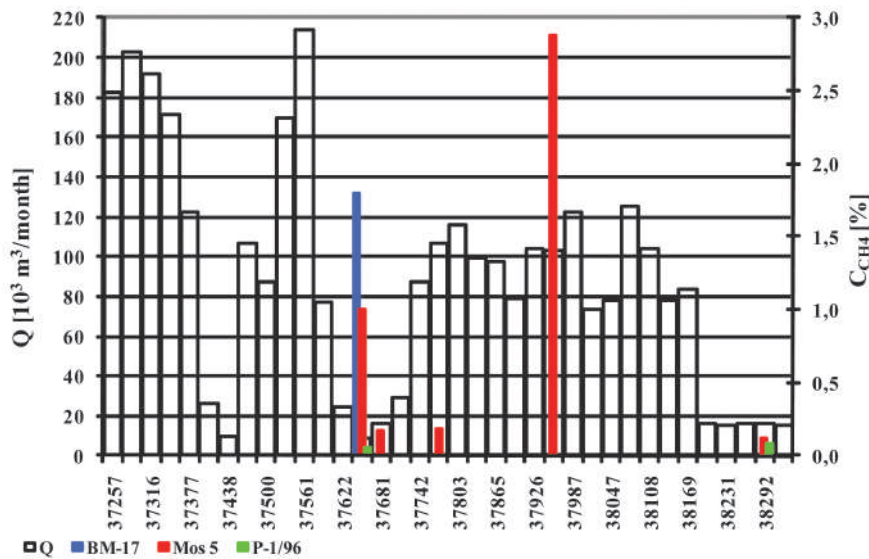


Fig. 10. Methane concentration ( $C_{CH_4}$ ) in the boreholes BM-17 and P-1/96 and in the west shafts (based on the example of Mos 5) of Moszczenica mine on the background of methane capture ( $Q$ ) from the west part of the mine (a) as well as from the gob levels of +130 m, +70 m and  $\pm 0$  m of the west part of the mine

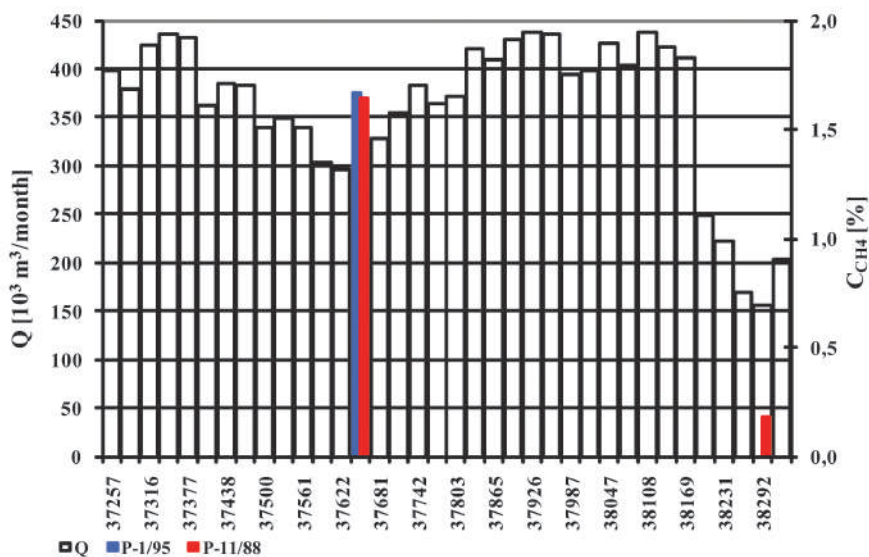


Fig. 11. Methane concentration ( $C_{CH_4}$ ) in the boreholes P-1/95 and P-11/88 of Moszczenica mine on the background of methane capture ( $Q$ ) from the gob level of -240 m of the mine

from coal formation in amounts lesser but proportional to its total emission into workings of operating mine. So, at abandoned mines the amount of methane diffused is also the derivative of structures of methane content field as well as gobs placement in relation to gassy zones of the field. Differentiation of methane concentrations (Tabs. 3 & 4) within mine gases from various gob levels of abandoned mines is also the consequence of it. These concentrations are correlated to those within deposit gases from zones opened by the adequate levels (Fig. 14).

The inverse proportion of methane and nitrogen concentrations as well as the lack of interdependence between methane and carbon dioxide concentrations

Tab. 5. Occurrence dates and concentrations of methane ( $C_{CH_4}$ ) in the abandoned shafts and boreholes of Moszczenica mine during 2003-2004 and comparison of the dates to the types of barometric trend

Shaft/ Borehole	Date*	$C_{CH_4}$ [%]	Type of barometric trend **
BM-17	13.02.2003	1.80	N
Mos 4	15.03.2003	0.09	W
	10.06.2003	0.27	O
	09.12.2003	3.40	N
Mos 5	15.03.2003	0.17	W
	10.06.2003	0.18	O
	09.12.2003	2.88	N
Mos 7	30.11.2004	0.12	W
	15.03.2003	0.22	W
	10.06.2003	0.25	O
P-1/95	09.12.2003	3.30	N
	13.02.2003	1.67	N
	13.02.2003	0.06	N
P-1/96	30.11.2004	0.08	W
	13.02.2003	1.64	N
P-11/88	30.11.2004	0.18	W

\* concentration at 13.02.2003 r. acc. to [11], not found in the documents of JasMos mine,

\*\* N – depression, O – stable, W – elevation

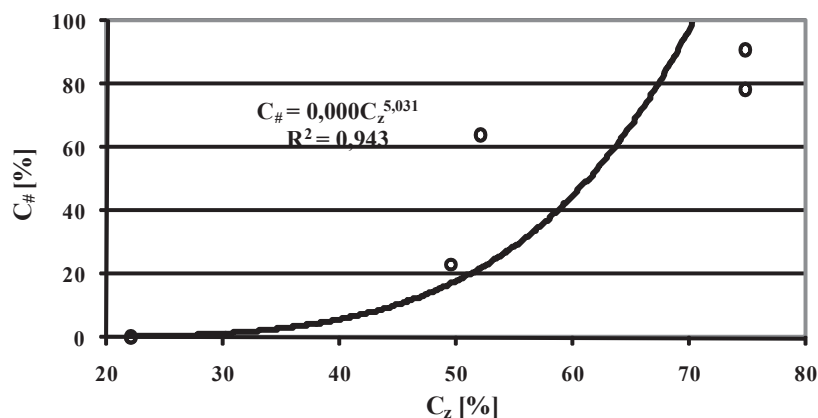


Fig. 12. Dependence of maximum values of methane concentration in filled up shafts ( $C_{\#}$ ) located in abandoned mines from the SW part of USCB on the average methane concentration within gassy zones ( $C_z$ ) opened by the shallowest shaft connections to gobs (only 7 shafts of methane concentration different then zero);  $R$  - correlation coefficient

has been found within mine gases of Morcinek and 1 Maja mines – similarly to deposit gases of adequate gassy zones. In connection with the dependence between methane concentrations in mine and deposit gases it makes possible to state that the constitution of mine gases reflects the constitution of deposit gases. That is, it can be assumed that, besides methane, also other deposit gases diffuse from coal formation to gobs proportionally to their percentage in the constitution of deposit gases.

Liberation of gases into the gobs of abandoned mines results in the increase of gas pressure within them. This process is accelerated by stopping the dewatering of gobs. Instead, the compression of gases is counteracted by gobs degasation as well as the influence of ventilation of operating mines bordering to abandoned ones, which cause gases outflow from the gobs. Gobs connections to the surface are also important for changes in pressure, as they create the paths of gases escape. Calculations from Morcinek mine have shown that the gases cannot escape before the pressure rises to the value, which enables them to suppress flow resistance. The resistance is determined by local conditions, among them by the type of overburden of coal-bearing formations. Previous investigations have shown the concentrations of mine gases in the soil air are many times higher comparing to such concentrations within buildings (e.g.: [7]). If one takes this into account, then comparable  $CO_2$  concentrations measured in the buildings on the concession area of Katowice-Kleofas mine and in the soil air on the areas of 1 Maja and Moszczenica mines indicate much higher flow resistance produced by the Miocene cover, because areas of 1 Maja and Moszczenica mines are covered by such overburden, while of Katowice-Kleofas mine is not.

Except for Dębieńsko mine, the existence of Miocene overburden is typical for the abandoned mines in the area investigated (Fig. 2). Hence, here the escape of mine gases takes place mostly through the filled up shafts. The flow resistance is therefore dependent, as well as on the other agents, on method of shafts filling up and depth of their connections to gobs. Observations from Morcinek mine indicate the shallowest shafts connections to gobs are of crucial importance.

This indication is important for explanation of the distribution of maximum values of methane concentration in the shafts of abandoned coal mines (Tab. 7), correlated to average values of methane concentration within the gassy zones of deposits opened by the shallowest connections (Tab. 10, Fig. 12). In connection with analogous relationship between constitutions of mine and deposit gases it proves that the constitution of mine gases emitted is the derivative of constitution of deposit gases. So, zero concentrations of methane or carbon dioxide measured in the places of potential emission of mine gases do not have to evidence the lack of emission, as they only manifest that in those places only nitrogen gets out. Consequently, emission of mine gases takes place from all abandoned mines, but the type and concentration of gases emitted depend highly on geological-gassy conditions

Tab. 6. Specification of shafts from coal mines operating in the SW part of USCB, infilled during 1987-2004 and monitored for gases occurrence

Gassy region	Mine	Shaft	Shaft depth [m]	Date of filling up	Max. CH <sub>4</sub> concentration [%]	Time of the occurrence of max. CH <sub>4</sub> concentration after filling up [years]
III	Krupiński	# IV	408.4	I 1998	0.00	-
IV	Borynia	# IV	819.3	III 2003	0.00	-
	JasMos	Jas 3	871.6	VI 2000	0.00	-
		Mos 3*	520.0	III 2000	0.00	-
		Mos 4*	371.5	I 1994	3.40	9.7
		Mos 5*	502.6	II 1995	2.88	8.8
		Mos 7*	369.5	VI 1995	3.30	8.5
	Zofiówka	# VI	704.7	X 1987	0.00	-
# VII		710.8	X 1987	0.00	-	
VI	Chwałowice	# III	195.5	V 1992	0.00	-
		# IV	315.0	XII 1997	0.00	-
VII	Anna	Jedłownik I	236.1	IV 1998	0.00	-
		Jedłownik II	998.1	VI 2000	0.00	-
		Kokoszyce	679.5	XII 1998	0.00	-
		Powietrzny IV	200.4	II 1995	0.00	-
	Rydułtowy	Jejkowice	255.0	IV 1995	0.40	bd
		Leon I	174.4	X 1996	0.00	-
		Powietrzny III	290.4	XI 1997	0.00	-

\* shafts of abandoned part (Moszczenica) of JasMos mine, positioned in the active part of the mine, bd – data not applicable

Tab. 7. Specification of shafts from abandoned coal mines from the SW part of USCB, infilled during 1987-2004 and monitored for gases occurrence

Gassy region	Mine	Shaft	Shaft depth [m]	Date of filling up	Max. CH <sub>4</sub> concentration [%]	Time of the occurrence of max. CH <sub>4</sub> concentration after filling up [years]
II	Dębieńsko	Jan I	460.5	XII 2004	0.00	-
		Jan II	729.1	XII 2001*	0.00	-
		VI Nowy	410.0	IX 2001	0.00	-
IV	Moszczenica	Mos 8	1073.8	XI 2000	0.00	-
V	Morcinek	# I	1143.0	VIII 1999	90.90	3.3
		# II	1213.1	VI 1999	23.19	5.2
		# III	1140.0	II 2000*	78.54	2.3
		# V	650.6	II 2000*	0.20	2.4
VI	1 Maja	# I	960.0	IX 2004	0.10	0.1
		# III	407.3	IX 2000	64.00	4.1
		# IV	408.0	VIII 2001	0.40	1.8
		# V	239.9	XII 1997	0.00	-
		# VI	1080.0	II 2004	0.40	0.4
		# VII	608.6	X 1997	0.00	-
VII	Anna – pole Czyżowice	Czyżowice II	470.5	IV 1989	0.60	4.4
		Czyżowice III	315.0	IV 1989	0.40	4.4
	Rymer	Janusz	453.0	IX 1999	0.00	-
		Karol	676.5	V 2002	0.00	-
		Szymański	457.0	IX 1999	0.00	-

\* date of shaft mouth closure

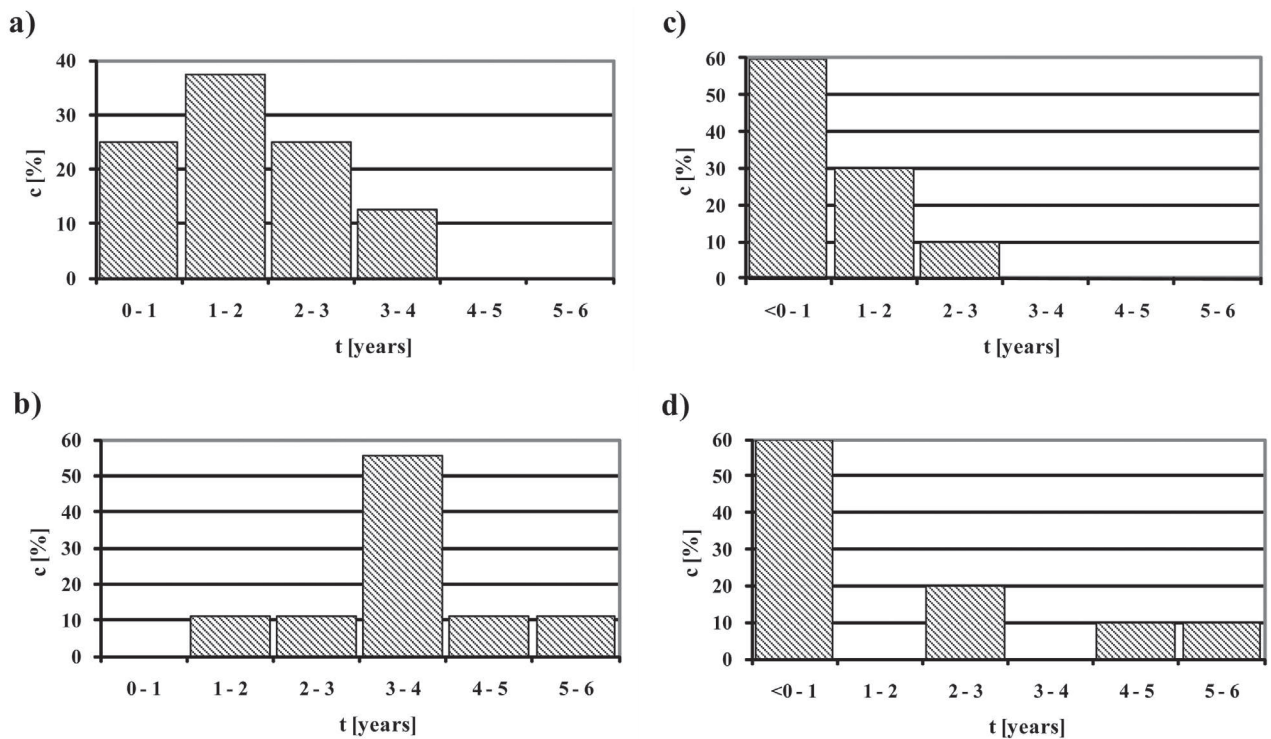


Fig. 13. Distribution of frequency (c) of the intervals of time (t) between the moments of the first manifestation (a, c) or occurrence of maximum values of methane concentration (b, d) in the shafts from the SW part of USCB and the moments of termination of dewatering (a, b) or ventilation (c, d) of mine

Tab. 8. Values of Z statistics of Wald's and Wolfowitz's test used to evaluate the consistence of distributions of maximum methane concentration in filled up shafts from the SW part of USCB, located in concession areas of: (1) operating and abandoned mines; and (2) gassy regions of USCB differentiated by structure of methane content field

		Active mines	Structure of methane content field:	
			open	transient
Abandoned mines		-4.379		
Structure of methane content field:	transient		-2.448	
	closed		-3.957	-1.184

\* distributions are consistent if  $Z > Z_{\alpha}$  where:  $Z_{\alpha}$  – critical value of Z statistics on the essentiality level  $\alpha$  ( $Z_{\alpha} = -1.645$  for  $\alpha = 0.05$ )

Tab. 9. Values of  $\chi^2$  statistics of independence test\* of methane migration through infilled shafts from the SW part of USCB on selected mining agents

Agent	$\chi^2$
Mines activity	3.634
Dewatering activity	13.011
Ventilation (degasation) activity	8.895

\*migration is independent on particular agent if  $\chi^2 < \chi_{\alpha}^2$  where:  $\chi_{\alpha}^2$  – critical value of  $\chi^2$  statistics on the essentiality level  $\alpha$  ( $\chi_{\alpha}^2 = 3.841$  for  $\alpha = 0.05$ )

within the formation surrounding the gobbs. The extrusion of nitrogen, crammed during liquidation, through the III shaft of Morcinek mine, ascertains that in course of time the rise of water table causes movement of gases into the shallower parts of gobbs. Thus, at the mines, where different gassy zones of formation have been opened, constitution of gases migrating will change.

The analysis of methane concentrations in filled up shafts also enables to compare relative significance of agents, described in the book, for the type and concentration of gases emitted. Calculations of Spearman's

coefficients of rank correlation ( $r$ ) between maximum values of methane concentration in shafts and:

- kinds of gassy zones opened by the shallowest levels,
- operating or end of mines dewatering,
- influence of ventilation or degasation or the lack of it,

have given as result the crucial values of the coefficients (Tab. 11). Squares of correlation coefficients have made it possible to assess relative significance of particular agents. And so, the kind of gassy zone has been found the most important of them ( $r^2 = 0.460$ ), while the less important are, in turn: mine dewatering ( $r^2 = 0.325$ ) and the influence of ventilation or degasation ( $r^2 = 0.220$ ). Geological-gassy conditions are therefore the crucial agent determining gases emission from abandoned mines. Moreover, assessing combined influence of the agents mentioned on methane emission, it has been stated that they are responsible in 71.6% for the emission variability. The other agent is the change of barometric pressure. But its influence is only reflected in oscillations in gases concentration.

Summing up, it should therefore be stated that emission of mine gases across USCB are to be expected from all the abandoned mines, particularly from those

Tab. 10. Gas data on the shallowest connections of infilled shafts from abandoned mines in the SW part of USCB

Gassy region	Mine	Shaft	The shallowest shaft connection to the mine's gobs:		CH <sub>4</sub> concentration: [%]	
			Elevation [m]	Gassy zone*	average in the deposit gases of the gassy zone	maximum in the shaft
II	Dębieńsko	Jan I	+140	O	9.61	0.00
		Jan II	+140	O	9.61	0.00
		VI Nowy	+140	O	9.61	0.00
IV	Moszczenica	Mos 8	±0	P	68.07	0.00
V	Morcinek	# I	-400	M	74.72**	90.90
		# II	-550	P	49.50	23.19
		# III	-400	M	74.72**	78.54
VI	1 Maja	# I	-30	O	22.00	0.10
		# III	+35	P	52.05	64.00
		# IV	-160	O	22.00	0.40
		# V	+35	O	22.00	0.00
		# VI	-30	O	22.00	0.40
		# VII	-30	O	22.00	0.00
VII	Rymer	Janusz	+65	O	15.85	0.00
		Karol	+65	O	15.85	0.00
		Szymański	+50	O	15.85	0.00

\* O – degassed, P – transient, M – high methane,

\*\* assumed equal to value for the IV gassy region of USCB

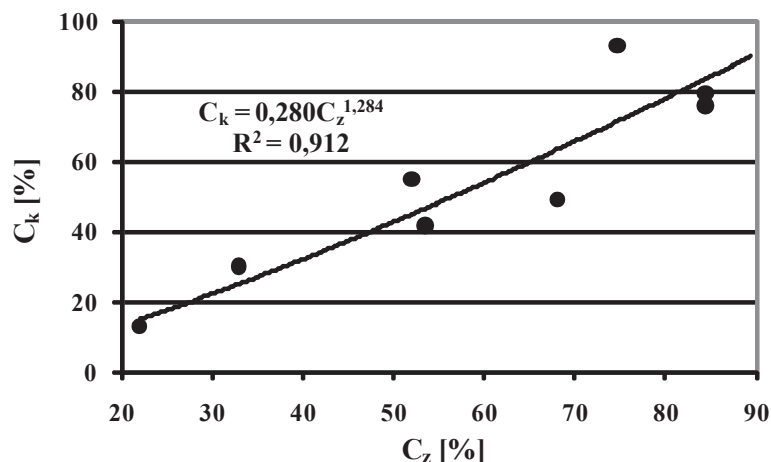


Fig. 14. Dependence of average concentration of methane within mine gases ( $C_k$ ) of abandoned coal mines on methane concentration within deposit gases ( $C_z$ ) of adequate gassy zones, on the basis of data from mines: 1 Maja, Morcinek, Moszczenica (the W part only) and Żory;  $R$  - correlation coefficient

Tab. 11. Values of Spearman's rank correlation coefficient ( $r$ ) between maximum values of methane concentration in the shaft located within concession areas of abandoned coal mines from the SW part of USCB and selected mining-geological agents, and values of stochastic "u" variable used to verify the coefficient essentiality, as well as confidence level  $\alpha$

Agent:	$r$	$r^2$	$u$	$\alpha$
Gassy zone	0.678	0.460	2.712	0.008
Dewatering	0.570	0.325	2.280	0.015
Ventilation (degasation)	-0.469	0.220	-1.876	0.052
Rank correlation		0.716		

\*  $u = n / \sqrt{1/(n-1)}$ ,  $r$  is essential if  $|u| > u_\alpha$ , where:  $u_\alpha$  – critical value of  $u$  on the essentiality level  $\alpha$  ( $u_\alpha=1.960$  for  $\alpha=0.05$ )

being not dewatered or influenced by ventilation. On the other hand, such emission can be more intensive from the mines being flooded. However, at mines being dewatered the leakage of gases will probably be limited to periods of depression barometric trends. The reference to geological-gassy conditions of USCB makes it also possible to estimate that in the gassy regions of transient or closed structure of methane content field the major emitted gas is going to be methane, while across the rest of the basin it is going to be nitrogen, however local occurrences of carbon dioxide are also possible.

## 9. Discussion of the results

The findings presented in the book have been grounded on industrial data, not always fully comparable. However, the data are usually abundant. Thus, an analysis of them, particularly using statistical methods, enables comparison of various subjects and agents. So, the results of such analysis, presented in the work, should be recognized as credible. The reliability of some findings is however lessened by using, for the purpose of further analysis, absolute values preassessed on the basis of data, which were either scarce or accepted by analogy. Qualitative or half-quantitative character of some data also does not serve reliability, forcing the use of non-parametric statistical tests. But, the relations found using these absolute values or analyzing

methods have become so evident, that it would be difficult to deny them or they strictly comply with the knowledge to date.

The work results are a little different from the previous opinions regarding barometric pressure, which usually has been considered to be decisive agent for emission of mine gases [1, 10]. In the work it has however been demonstrated that this opinion is not obvious. It does not have to be contradictory with the opinions mentioned, which have been developed in the regions, where gobs were mostly degassed and devoided of agents favoring compression of mine gases. In such conditions changes of barometric pressure can actually turn out the strongest of agents described in the work. The results of the work also differ from the previous opinions [7, 9] with reference to the reason of changes in constitution of emitted gases observed in the course of time. To explain it, extruding of mine gases by the waters flooding a mine has been indicated as the main cause, while different properties of constituents of mine gases mix have been assumed less important. However, observations presented in the book seem rather well documented and enable to state the results of work highly credible.

## 10. Conclusions

One of the consequences of differentiation of USCB geological framework is the variability of geological-gassy conditions, which helps distinguish the following three structures of methane content field: (i) closed, (ii) transient, and (iii) open one. They are characterized by different sequences of occurrence of the following gassy zones: (i) allochthonous high methane, (ii) degassed, and (iii) autochthonous high methane. Coal exploitation causes liberation of gases into mine workings, which does not end after the mine abandonment. The amount and type of gases flowing into gobs of abandoned mine depend on the content and constitution of deposit

gases. This dependence is reflected in stratification of mine gases constitution within particular gas strata being proportional to the constitution of deposit gases within gassy zone corresponding to the depth of the strata. Inflow of gases to gobs causes compression and emission of mine gases. This process is accelerated by the reconstruction of water table after the end of mine dewatering. However, it is slowed down by the influence of ventilation of bordering operating mines as well as the degasation of gobs. Thus, counteraction of those agents and flow resistance are decisive for intensity of mine gases emission. The type and concentration of gases emitted, however, is strictly connected to the constitution of mine gases in these parts of gobs, where gases migrate from, whose constitution, in turn, depends on the constitution of the deposit gases. The shorter the flow paths are, the lighter the flow resistance is. The shallowest gob connections to the surface are therefore decisive for gases emission.

The above rules have been found to be true for the shafts of the SW part of USCB. Their analysis has shown that the constitution of deposit gases within gassy zone opened by gobs of the shallowest level connected to shaft is of crucial importance for concentration of gasses emitted through the shaft. Continuing, the less important factors are, in turn: dewatering of gobs (or the lack of it) and – combined – ventilation of bordering mines and gobs degasation. Changes of barometric pressure are also of some significance, influencing oscillations of gases concentrations around their values typical for the given shaft.

Concluding, it can be stated that emission of mine gasses occurs from all abandoned coal mines. Its intensity, however, depends on the relative strength of particular agents influencing it, of which geological-gassy conditions of mined formation are the most important, determining the type and concentration of gases emitted.

*Artykuł recenzował*

**prof. dr hab. inż. Wiesław GABZDYŁ**

## Studium uwarunkowań emisji gazów ze zlikwidowanych kopalń południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

**Streszczenie:** Jednym z problemów, wynikających z likwidacji kopalń węgla kamiennego, jest emisja gazów kopalnianych. W pracy podjęto próbę udokumentowania czynników ją wywołujących i wyjaśnienia ich względnego znaczenia na podstawie danych ze zlikwidowanych kopalń oraz wyników kontroli gazowej 37 zasypanych szybów w SW części GZW. Analizę przeprowadzono na tle charakterystyki rozkładu przestrzennego (pola) maksymalnych metanonośności ( $G_{max}$ ) GZW.

W seriach węglonośnych GZW obserwuje się wertykalną zmienność pola maksymalnych metanonośności. W powiązaniu ze zróżnicowaną genezą gazów pozwala to wyróżnić, kolejno od góry, następujące strefy gazowe: allochtoniczną strefę wysokometanową ( $G_{max} > 4,5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ), strefę odgazowaną ( $G_{max} \leq 4,5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ) oraz autochtoniczną strefę wysokometanową ( $G_{max} > 4,5 \text{ m}^3/\text{Mg}$ ). Lateralne zróżnicowanie obecności i wykształcenia tych stref umożliwia wydzielenie następujących struktur pola metanonośności: zamkniętej, przejściowej oraz otwartej. Strukturę zamkniętą charakteryzuje obecność allochtonicznej strefy wysokometanowej. W strukturze przejściowej strefa ta wykształciła się jedynie częściowo, a w strukturze otwartej już od stropu karbonu występuje strefa odgazowana. Dla wszystkich struktur typowe jest głębokie położenie autochtonicznej strefy wysokometanowej, a strefom gazowym odpowiada właściwy im skład cząsteczkowy gazów złożowych.

Wyniki analizy pokazują, że emisja gazów kopalnianych jest pochodną struktur pola metanonośności i usytuowania zrobów względem stref gazowych. W powiązaniu ze stwierdzoną odwrotną proporcjonalnością koncentracji metanu i azotu oraz brakiem współzależności koncentracji metanu i ditlenku węgla – tak w gazach kopalnianych, jak i w gazach złożowych odpowiednich stref gazowych – pozwala to stwierdzić, że skład cząsteczkowy gazów

kopalnianych odzwierciedla skład gazów złożowych. Tym samym, zerowe koncentracje metanu i ditlenku węgla, w miejscach potencjalnej emisji gazów kopalnianych, nie świadczą o braku emisji, wskazując jedynie, że w miejscach tych wydostaje się tylko azot. Emisja gazów kopalnianych zachodzi więc ze wszystkich zlikwidowanych kopalń, a rodzaj i koncentracje emitowanych gazów zależą m.in. od warunków geologiczno-gazowych w otaczającym zroby górotworze. Obliczenia statystyczne pozwoliły ocenić, że warunki te są głównym czynnikiem determinującym emisję gazów ze zlikwidowanych kopalń. Mniej istotnymi są natomiast, kolejno: odwadnianie kopalń oraz wpływ wentylacji i odmetanowania. Oprócz nich, dodatkowym czynnikiem są zmiany ciśnienia barometrycznego.

Wydzielanie gazów do zrobów powoduje wzrost ciśnienia w ich obrębie. Przyspiesza go zakończenie ich odwadniania. Sprężaniu gazów przeciwdziała natomiast odmetanowanie zrobów, wentylacja sąsiednich kopalń oraz ucieczka gazów na powierzchnię. Ucieczka taka ma miejsce po wzroście ciśnienia, umożliwiającym pokonanie oporów przepływu. Opory te determinuje m.in. charakter nadkładu formacji węglonośnych. Znaczne opory przepływu stwarza np. nadkład mioceński. W obszarach jego występowania ucieczka gazów ma miejsce głównie przez zlikwidowane szyby, w których opory przepływu są zależne m.in. od głębokości połączenia szybu ze zrobami, a najważniejsze są połączenia najpłytsze. Przeciwnie oddziaływanie powyższych czynników decyduje o natężeniu emisji gazów kopalnianych. Ponadto, podnoszące się zwierciadło wody przemieszcza gazy kopalniane do płytszych partii zrobów. W kopalniach, które udostępniały różne strefy gazowe efektem tego będzie zmiana składu migrujących gazów.

Reasumując, można więc stwierdzić, że emisja gazów kopalnianych zachodzi ze wszystkich zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego. Jej skala zależy jednak od względnej siły oddziaływania poszczególnych czynników na nią wpływających, a głównym czynnikiem determinującym rodzaj emitowanych gazów i ich koncentrację są warunki geologiczno-gazowe w górotworze. O natężeniu emisji decyduje natomiast ciśnienie gazu w zrobach i opory ich przepływu.

#### References cited:

1. Gardner A.: Radon emissions from abandoned mines. *The Safety & Health Practitioner* Nr 11, 1995, s. 10 – 14.
2. Gawlik L., Grzybek I.: Szacowanie emisji metanu w polskich zagłębiach (system węgla kamiennego). *Studia, Rozprawy, Monografie* Nr 106. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2002.
3. Grzybek I.: Zróżnicowanie składu gazów w zrobach zlikwidowanych kopalń węgla. *Górnictwo i Geologia* Nr 1, Gliwice 2006, s. 69 – 84.
4. Grzybek I., Kędzior S.: Zróżnicowanie warunków gazowych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a możliwość migracji metanu ze zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo* z. 268, Gliwice 2005, s. 55 – 66.
5. Grzybek I., Kuzak R.: Metodyka geometryzacji pola metanonośności złóż węgla na podstawie danych rozproszonych. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geosynoptyka i Geotermia* Nr 1–2, Kraków 1997, s. 101 – 111.
6. Jakubów A., Nawrat S.: Techniczne problemy likwidacji Kopalni Węgla Kamiennego „Morcinek”. *Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2000*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2000, s. 419 – 437.
7. Kotarba M.J. (red.): *Gas Hazard in the Near-Surface Zone of the Wałbrzych Coal District Caused by Coal Mine Closure: Geological and Geochemical Controls*. Wyd. GEOSFERA, Kraków 2002.
8. Kotarba M., Pękała Z., Daniel J., Więclaw D., Smolarski L.: Rozkład głębokościowy zawartości metanu i węglowodorów wyższych w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Ney R., Kotarba M. (red.): *Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 1995, s. 61 – 74.
9. Krause E.: *Aspekty bezpieczeństwa i ochrony środowiska na terenach pogórnicznych związane z zagrożeniem gazowym. Człowiek i środowisko wobec procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego*. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 2001, s. 417 – 430.
11. Szlązak N., Obracaj D., Borowski M.: *Ocena stanu zagrożenia emisją gazów kopalnianych terenów pogórnicznych. Materiały XX seminarium: Metan i inne zagrożenia współwystępujące – Teoria i praktyka*. Wyd. Politechnika Śląska, Rybnik 2003, s. 191 – 206.
10. Wrona P.: *Emisja dwutlenku węgla z poeksploatacyjnych wyrobisk podziemnych do atmosfery w rejonach wychodni pokładów na terenach górniczych zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego*. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice 2005.

# Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych kopalni kruszywa naturalnego „Pierwoszów” jako przykład dobrych praktyk

## TREŚĆ:

Wśród wielu obowiązków jakie ciążyą na przedsiębiorcy, który przekształcił działalnością górniczą grunty, jeden dotyczy rekultywacji. Towarzyszy temu wydatkowanie dużych środków finansowych i to przeważnie w okresie, kiedy zakład górniczy jest w fazie schyłkowej. Jednym z udanych przykładów, gdzie obowiązek rekultywacji przerodził się w swego rodzaju pasję twórczą, jest zakład górniczy „Pierwoszów” eksploatujący kruszywo naturalne. Artykuł przedstawia bliżej sylwetkę tego zakładu, wykonaną rekultywację i zagospodarowanie terenu, jako przykład dobrej praktyki. Jednocześnie, na tle obowiązującego stanu prawnego w zakresie rekultywacji, sygnalizuje problemy związane z prowadzeniem rekultywacji w polskich warunkach.

## SŁOWA KLUCZOWE:

rekultywacja, zagospodarowanie terenu

- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 2004 r. Nr 121, poz. 1266, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (Dz. U. Nr 75, poz. 493, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. Nr 138, poz. 865, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2010 r. Nr 185, poz. 1243, z późn. zm.), oraz
- ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. Nr 80, poz. 717, z późn. zm.).

Jak widać z przedstawionego tylko wyczerpania samych ustaw, przedmiot rekultywacji jest treścią wielu norm prawnych i nie ma charakteru jednolitego<sup>1</sup>.

## 1. Ustawowe uregulowania prawne w zakresie rekultywacji

W odniesieniu do działalności górniczej, zasadniczo możemy wyróżnić rekultywację pojmowaną w czterech kategoriach. Ustawodawca uregulował aktami prawnymi rekultywację w przypadku:

- powstania szkody w wyniku działalności górniczej,
- likwidacji zakładu górniczego,
- zanieczyszczenia środowiska – tzw. szkody w środowisku (np. skażenie gleby),
- rekultywacji obiektów unieszkodliwiania odpadów przemysłu wydobywczego.

Na taki ostateczny kształt uregulowań prawnych, miały wpływ instytucje prawa zawarte w historycznych już dziś aktach prawnych [2], jak również regulacje prawa wspólnotowego [1]. Podstawowe ustawy, które regulują rekultywację dla działalności górniczej, to:

- ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2005 r. Nr 228, poz. 1947, z późn. zm.),

## 2. Rekultywacja jako ustawowy obowiązek

Obowiązek rekultywacji w odniesieniu do działalności górniczej, ustawodawca wyartykułował w kilku miejscach i w różnych ustawach, w sposób następujący:

- Ustawa – Prawo geologiczne i górnicze, w art. 80 ust. 1 pkt 5 nakłada na każdego przedsiębiorcę, w sytuacji likwidacji zakładu górniczego, obowiązek przedsięwzięcia niezbędnych środków w celu ochrony środowiska oraz rekultywacji

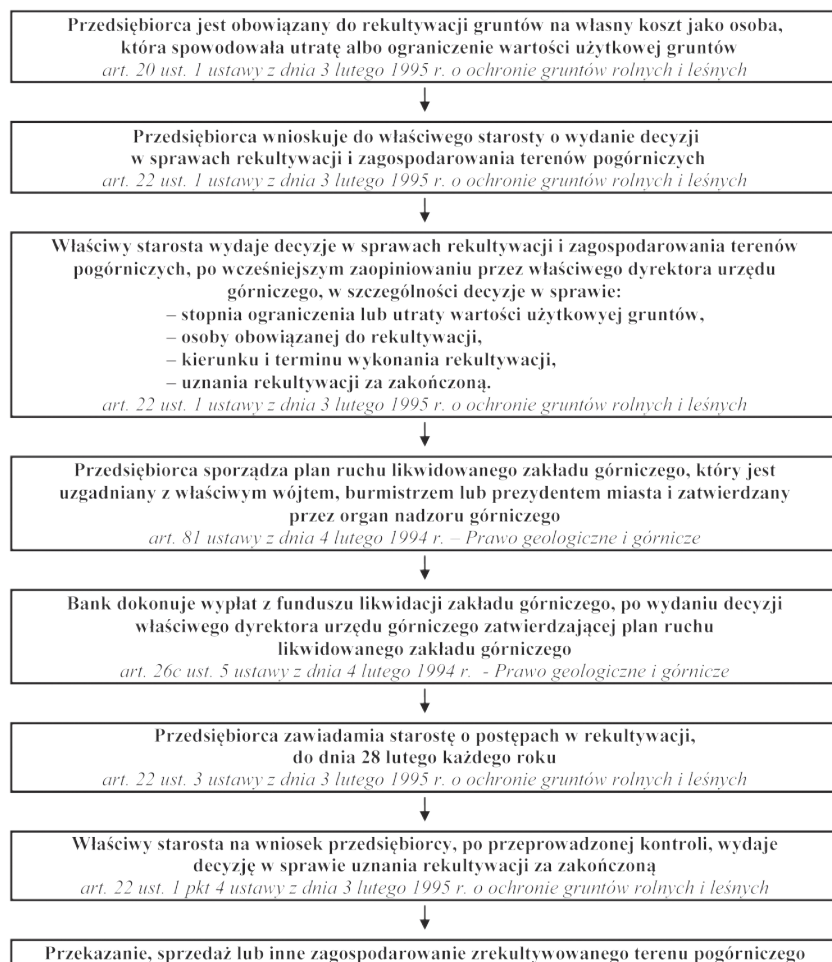
<sup>1</sup> Więcej o aktach prawnych w zakresie rekultywacji w pracy [1].



gruntów i zagospodarowania terenów po działalności górniczej.

- W ustawie Prawo geologiczne i górnicze źródłem powstania obowiązku rekultywacyjnego w odniesieniu do gruntów rolnych i leśnych może być również szkoda powstała w wyniku działalności górniczej. W tym przypadku, zgodnie z art. 94 ustawy, obowiązek naprawienia szkody ciąży w całości na przedsiębiorcy i powinien, co do zasady, nastąpić przez przywrócenie do stanu poprzedniego (tzw. restytucja – *restitutio in natura*) z zastosowaniem przepisów Kodeksu cywilnego.
- W ustawie Prawo ochrony środowiska, w art. 126, jest zapisany obowiązek prowadzenia sukcesywnie rekultywacji terenów poeksploatacyjnych i przywracania do właściwego stanu innych elementów przyrodniczych.

Zarówno jedna, jak i druga, ustawa odsyła do przepisów szczegółowych, zawartych w ustawie o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Ustawa ta ma zastosowanie do ochrony gruntów rolnych i leśnych, gruntów przeznaczonych do rekultywacji, w tym gruntów zdewastowanych i zdegradowanych. W myśl jej art. 20 ust. 1, obowiązek rekultywacji nałożony został na osobę, która spowodowała utratę albo ograniczenie wartości użytkowej gruntów (rekultywacja tych gruntów następuje na koszt tej osoby). Procedura administracyjna, jaka towarzyszy procesowi rekultywacji, jest często bardzo długa. Nie jest celem niniejszego artykułu przedstawianie poszczególnych etapów procedury, jednakże jej przebieg w sposób poglądowy obrazuje uproszczony schemat rekultywacji likwidowanego zakładu górniczego (rys. 1).



Rys. 1. Schemat rekultywacji likwidowanego zakładu górniczego, wg [1]

Fig. 1. Diagram of the reclamation of the mining company under liquidation, acc. to [1]

### 3. Rekultywacja kopalni „Pierwoszków” jako przykład dobrych praktyk

Coraz bardziej popularną metodą przekazywania doświadczeń jest korzystanie z tzw. dobrych praktyk. Za przykładem krajów Unii Europejskiej, dobre praktyki przeniknęły do Polski i zajmują szczególne miejsce w ochronie środowiska oraz w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. Mając na uwadze dzielenie się udanymi rozwiązaniami, jako przykład dobrej praktyki, przedstawiono sylwetkę kopalni „Pierwoszków” (rys. 2).

Biorąc pod uwagę wielkość wydobycia, technologię eksploatacji, jakość kopaliny i warunki zalegania złoża, jest to kopalnia, jakich tysiące w Polsce. Jednak pod względem rekultywacji i zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych jest to kopalnia jedyna w swoim rodzaju. Z pieczołowitą dbałością o każdy szczegół, krok po kroku z terenów przekształconych odkrywkową działalnością górniczą powstają miejsca cenne przyrodniczo i gospodarczo, przyjazne człowiekowi i środowisku. Centralne miejsce tego prawie 40 hektarowego kompleksu rekreacyjno-wypoczynkowego zajmuje Karczma Miłocin (rys. 3). Nazwa karczmy, adekwatna do samego miejsca, pochodzi od pobliskiego przysiółka, którego ruiny po II wojnie światowej jeszcze można było odnaleźć. Tu na odwiedzających czeka prawdziwie wyśmienita kuchnia, z potrawami przygotowanymi z naturalnych produktów, jak również pokoje gościnne.

#### 3.1. Początki działalności górniczej

Zakład górniczy „Pierwoszków” rozpoczął eksploatację w 1995 r. (rys. 4), w miejscu, gdzie od zawsze brano piasek na potrzeby własne do budowy domów, czy też na potrzeby działających wówczas PGR-ów. Z tamtych czasów, oprócz nielegalnej eksploatacji, która była zjawiskiem nagminnym, a którą uwiecznił na fotografii właściciel kopalni (rys. 5), dużym problemem był brak parku maszynowego, części zamiennych, mediów i dróg. Był to czas – wspomina właściciel kopalni – kiedy zakłady górnicze takie jak „Pierwoszków” nie były kontrolowane i nadzorowane przez organy nadzoru górniczego.

#### 3.2. Dzisiejsza działalność górnicza a rekultywacja

Dzisiaj z zakładu górniczego „Pierwoszków” wyłączono wyeksploatowaną i zrehabilitowaną część złoża, zajmującą obszar około 7 ha. Aktualnie trwają prace nad rekultywacją skarpy południowej (rys. 6), która jest pod batymetrem okiem naukowców z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W ramach uzyskanych środków unijnych, prowadzone są tu badania pilotażowe, polegające na wykorzystaniu specjalistycznych kieszek żelowych, utrzymujących wilgoć w podłożu dla materiału roślinnego. Jednocześnie, na drugiej parceli badawczej wykonano eksperymentalną rekultywację z wykorzystaniem geokraty, geokraty z folią uszczelniającą oraz geokraty, kieszki żelowej oraz folii uszczelniającej.



Rys. 2. Widok z lotu ptaka na zakład górniczy „Pierwoszów”  
Fig. 2. Bird's eye view over the “Pierwoszów” mine



Rys. 5. Nielegalna eksploatacja (fot. J. Buczek)  
Fig. 5. Illegal mining (photo by J. Buczek)



Rys. 3. Karczma Miłocin w przyjaznym otoczeniu zieleni i wody  
(fot. A. Dybo-Jabłońska)

Fig. 3. Miłocin inn surrounded by peaceful greenery and water  
(photo by A. Dybo-Jabłońska)



Rys. 6. Skarpa południowa w trakcie eksperymentalnej rekwiluwacji

Fig. 6. Southern slope during experimental reclamation



Rys. 4. Grupa dębów, szczerze pole i początek eksploatacji (fot. J. Buczek)

Fig. 4. Oak grove, empty field and the beginning of mining (photo by J. Buczek)



Rys. 7. Domki letniskowe przyjazne dla człowieka i środowiska  
(fot. A. Dybo-Jabłońska)

Fig. 7. Holliday cottages familiar for human and the environment  
(photo by A. Dybo-Jabłońska)

Na zrekwiluwowanym terenie wykonano prace kształtujące powierzchnię terenu, przy wykorzystaniu wszystkich walorów tego miejsca. W tym zakresie oko przedsiębiorcy dostrzegło każdy detal, czyniąc go użytecznym i pięknym jednocześnie. Szczególne znaczenie dla atmosfery tworzonego krajobrazu mają dęby, oszczędzone przed eksploatacją. Dziś tworzą ciekawą enklawę, zapraszając odwiedzających, by odpoczęli w ich cieniu. Na terenie poeksploatacyjnym precyzyjnie zaplanowano łowiska dla miłośników wędkarstwa, place zabaw dla milusińskich, miejsca dla organizowania dużych i kameralnych spotkań towarzyskich, konferencji i imprez okolicznościowych. Trwają prace przy budowie domków letniskowych (rys. 7), które – tak jak Karczma Miłocin – wykonywane są w dużej mierze z naturalnych surowców, tj. z: łupku, drewna, gontu osikowego i kamienia polnego. Kompleks ogrzewany jest ekologicznie dzięki pompie ciepłej i bateriom słonecznym. Utworzony akwen wodny, wyspa i mniejsze oczka wodne są domem łabędzi

trąbiących i czarnych. Na śniadanie przylatuje tutaj orzeł bielik, mający w Miłocinie zapewnioną świeżą rybę.

W krótkim czasie, stałymi bywalcami Miłocina stali się światowej sławy aktorzy, muzycy, artyści, sportowcy i śpiewacy operowi. Liczba organizowanych spotkań i uczestników świadczy, że sąsiedztwo czynnej kopalni nikomu nie przeszkadza. Właściciel kopalni, który zdradza w rozmowie, że górnictwa uczy się cały czas, potrafił obowiązek rekwiluwacji przekuć na działania, które czynią ten teren ciekawym i cennym inwestycyjnie. Z okazji pikniku NATO, Miłocin gościł Reprezentacyjną Orkiestrę Wojska Polskiego, natomiast tegoroczna zima, dzięki obfitym opadom, pozwoliła ulepić największego bałwana w Polsce. Ostatnie karty kroniki towarzyskiej donoszą, że w pobliżu czynnego zakładu górniczego odpoczywał nawet sam Adam Małysz, sprawdzając swoje umiejętności jako rajdowiec. Zapis tylko niektórych wydarzeń dokumentują zdjęcia wykonane podczas organizowanych imprez i spotkań (rys. 8–11).

Najbliższe plany to, między innymi: ukończenie bazy noclegowej, wykonanie na starej części zbiornika wodospadu, który poprawi jakość wody w akwenach. Przyszłość to również budowa restauracji na wodzie,



Rys. 8. Piknik NATO  
Fig. 8. NATO picnic



Rys. 10. Adam Małysz i jego nowa pasja w Miłocinie  
Fig. 10. Adam Małysz and his new passion in Miłocin



Rys. 9. Największy bałwan w Polsce  
Fig. 9. Largest snowman in Poland



Rys. 11. Armata gotowa do wystrzału na przyjazd młodej pary i weselników (fot. M. Ptak)

Fig. 11. Cannon ready to go off at the arrival of the newly-weds and wedding guests

parku linowego oraz z prawdziwego zdarzenia toru dla quadów. Pytając, co czyni to miejsce tak magicznym, należy szukać odpowiedzi w osobie właściciela kopalni i administratora terenu, który ma stale nowe pomysły, marzenia i siłę, by je realizować. To chyba najprostsza recepta na udaną rekultywację.

#### 4. Najważniejsze problemy związane z rekultywacją

Rekultywacja, jak zostało to wyżej pokazane, może dla terenu oznaczać nadanie nowej jakości. Obowiązujące

przepisy winny jednak dopuszczać w sposób bardziej elastyczny np. określanie kierunków rekultywacji. Ponadto, przeznaczanie środków finansowych na rekultywację, a dokładniej sposób zarządzania tymi środkami, w obecnym stanie nie gwarantuje ani zabezpieczenia tych środków, ani nie jest adekwatny do kosztów ponoszonych przez przedsiębiorców na rekultywację. Pałącą sprawą jest konieczność lepszego uregulowania w zakresie korzystania z funduszu likwidacji zakładu górniczego.

Artykuł recenzował  
dr inż. Roman UZAROWICZ

### Reclamation of post-mining areas in the Pierwoszów natural aggregate mine as an example of good practices

**Summary:** From amongst a number of duties imposed on an entrepreneur that transformed land due to its mining activity, one of them is reclamation. Apart from a long legal procedure, it involves expending monies, predominantly in the final stages of a mining company. One of the successful examples of a reclamation duty turned into a creative passion is a Pierwoszów mining company dealing with natural aggregate. At the active mining company, they created a human-friendly green enclave with a resting and sports area. In the area, specialists run a testing ground for new technologies to be used in reclamation, and a fishing ground for anglers. The post-mining area has become a valuable site for investments where various meetings with culture and art figures, events and opera big-name concerts take place. You can sit at old oak trees and admire the view stretching around the neighbourhood. In the distance, you can see an inn made of natural, environmental-friendly materials; swans swim slowly on the water pool; and everything plunges into vivid greenery. Closely connected with the mining activity though, the place attracts newly-weds and those who tried delicacies of the cuisine at least once. The plans for the nearest future include completing a tourist accommodation place, making a waterfall that will improve the water quality in water reservoirs, and building a restaurant on water and a rope park. Asking what makes the place so magical, you should find the answer in the owner who comes up with new ideas and dreams all the time and has the strength to pursue them. This is probably the simplest recipe for a successful reclamation.

#### Literatura:

1. Kasztelewicz Z.: Rekultywacja terenów pogórnich w polskich kopalniach odkrywkowych, Monografia, Kraków, 2010.
2. Ptak M.: Wybrane problemy odpowiedzialności prawnej w ochronie środowiska, Wrocław 2009, praca magisterska

# Historia Spotkań Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich

Królewskie Miasto Kraków będzie, pod koniec września tego roku, świadkiem kolejnego, XVII już Spotkania Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich. W Europie organizowanych jest szereg spotkań i cyklicznych konferencji o znaczeniu międzynarodowym, jednak tylko niektóre z nich przechodzą zwycięsko próbę czasu i stają się stałym elementem współpracy europejskiej. Spotkania Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich należą właśnie do tych cyklicznych wydarzeń międzynarodowych, które okazały się trafionym oraz pożytecznym pomysłem i, jako takie, powtarzane są przez wiele lat. Szesnastoletnia historia tych Spotkań wręcz domaga się zwięzłego opisu i podsumowania ich dorobku. Niniejszy artykuł próbuje tego dokonać, w oparciu o materiały pokonferencyjne z poszczególnych spotkań i dokumenty wytworzone w Wyższym Urzędzie Górniczym, w związku z udziałem w ich obradach.

Aby dokonać rzeczowego bilansu Spotkań Szefów Urzędów Górniczych, trzeba wyjść od zastanowienia się, czemu w ogóle służą spotkania o profilu międzynarodowym. Na ogół, tak ogólnemu zagadnieniu nie poświęca się zbyt wiele namysłu. Zdumiewające, lecz gdy wpisze się w wyszukiwarkę internetową, niezwykle obecnie popularną, zapytanie o cele spotkań międzynarodowych, to nie otrzyma się ani jednego wyniku, korespondującego wprost z zadaniem pytaniem (podobnie ma się rzecz w angielskiej wersji wyszukiwarki, a przecież „przesiewa” ona największe językowo zasoby internetu). Jeśli z kolei zapytać organizatorów i uczestników wydarzeń międzynarodowych o ich sens i znaczenie, to niejednokrotnie otrzymujemy ogólne odpowiedzi, że chodzi o wymianę doświadczeń, współpracę, tworzenie dobrej atmosfery i podtrzymywanie przyjacielskich kontaktów. Toteż część opinii publicznej jest przeciwna organizacji takich spotkań, sądząc, że nie przynoszą namacalnych rezultatów.

Charakter Spotkań Szefów Urzędów Górniczych odbiega zupełnie od tego stereotypu. Są to konferencje bardzo merytoryczne, o ściśle sprecyzowanym celu – zawsze dotyczącym palących problemów górnictwa europejskiego, zgodnie z nastawieniem środowiska górniczego, skoncentrowanego na uzyskaniu wymiernych, konkretnych efektów swej działalności.

W czasach zimnowojennych kooperacja krajów po obu stronach żelaznej kurtyny była bardzo utrudniona, a przemysł wydobywczy nie był wyjątkiem od tej reguły. Nowinki technologiczne, a także organizacyjno-zarządcze, przenikały z krajów Zachodu z przeszkodami i wybiórczo. Co więcej, również współpraca między krajami dawnego bloku komunistycznego, pomimo oficjalnych

deklaracji i fasadowych instytucji, była ograniczona. Poszczególne kraje w niewielkim stopniu wymieniały się doświadczeniami i wzorcami dobrych praktyk.

Przełom 1989 r. stworzył w tym zakresie zupełnie nowe możliwości. Począwszy już od 1990 r., kraje o znaczącej pozycji górnictwa w przemyśle narodowym, a więc: Austria, Czechy, Niemcy i Polska, rozpoczęły ściślejszą kooperację bilateralną na poziomie urzędów nadzoru górniczego. Pierwsze jej wyniki były bardzo zachęcające i skłaniały do rozszerzenia działań tego typu, szczególnie w obliczu przedsięwzięć podejmowanych przez kraje aspirujące do członkostwa w UE, aby zharmonizować prawa krajowe z regulacjami unijnymi (także w dziedzinie górnictwa). Trzeba przy tym pamiętać, że popularne dzisiaj środki zdobywania informacji albo nie były jeszcze dostępne, albo miały znacznie mniejsze możliwości niż obecnie.

Impulsem do rozszerzenia współpracy i nadania im formy instytucjonalnej, w postaci wielonarodowej platformy, spotkań stały się uroczyste obchody 40-lecia uchwalenia prawa górniczego w Czechach. W ramach obchodów odbywało się sympozjum dotyczące historii górnictwa w okolicach miasta Příbram (leżącego na południowy zachód od Pragi) w świetle współczesnej nauki i techniki. Sympozjum to okazało się wymienną okazją do wymiany informacji o aktualnej sytuacji, wyzwaniach i problemach nadzoru górniczego, między jego przedstawicielami z poszczególnych państw.

17 i 18 października 1995 r. reprezentanci 8 krajów: Austrii, Chorwacji, Czech, Niemiec, Polski, Słowacji, Słowenii i Węgier, przedyskutowali nurtujące ich wspólne zagadnienia i podzielili się najistotniejszymi doświadczeniami z wykonywania nadzoru górniczego w ich macierzystych państwach. Tak narodziło się pierwsze Spotkanie Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich. Polskę reprezentował na nim ówczesny Prezes WUG Marian Filipek oraz członkowie kadry kierowniczej urzędu – Sławomir Brodziński i Piotr Gisman. Należy zwrócić uwagę, że na spotkaniu ze strony Niemiec byli obecni przedstawiciele nadzoru górniczego z Nadrenii-Północnej Westfalii oraz Saksonii. Odzwierciedlało to związkowy charakter państwa niemieckiego i daleko idącą autonomię administracji krajów związkowych Niemiec. Udział regionalnych przedstawicieli Niemiec stał się regułą w kolejnych spotkaniach.

Wykłady tematyczne, wygłoszone przez poszczególnych delegatów, dotyczyły szeroko pojętej tematyki legislacji regulującej zagadnienia nadzoru górniczego. Prezes M. Filipek zaprezentował zebranym podstawowe założenia i regulacje nowo przyjętej (w 1994 r.) ustawy – Prawo

geologiczne i górnicze. Za referat ten Prezes M. Filipek otrzymał srebrny medal, nadany przez Komitet Sympozjum.

Zwieńczeniem obrad było zredagowanie i formalne podpisane przez przewodniczących delegacji krajowych tzw. memorandum. W dokumencie tym podkreślono potrzebę dalszego dialogu na temat praktyki i doświadczeń w zarządzaniu nadzorem górniczym, jako że tego rodzaju wymiany informacji było dotychczas zbyt mało. W istocie spotkanie dało poszczególnym krajom możliwość zapoznania się z tym, w jaki sposób ich zagraniczni koledzy zmagają się ze swoimi, często analogicznymi, problemami w górnictwie. Z uwagi na tą właśnie, wspólną problematykę sygnatariusze wyrazili gotowość harmonizowania polityki działania urzędów górniczych. Tworzenie i formalne zatwierdzanie memorandum własnoręcznymi podpisami stało się zwyczajem zachowywanym na wszystkich późniejszych spotkaniach.

Memorandum kładło także nacisk na konieczność dalszej cyklicznej współpracy w formule, która ukształtowała się właśnie na spotkaniu w Přeboram. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom Prezes M. Filipek wyraził chęć bycia gospodarzem kolejnego zjazdu i zaprosił wszystkich uczestników na obrady do Polski w następnym roku. Zatem, jakkolwiek to w Czechach zainicjowano Spotkanie Szeferów Urzędów Górniczych, to Polska bezwzględnie dołączyła do państw najaktywniej działających w tej formule współpracy międzynarodowej. Warto także nadmienić, że niejako równoległe do I Spotkania, w dniach 18–19 października 1995 r., w Pradze prowadzono dwustronne rozmowy polsko-czeskie, również dotyczące przede wszystkim mechanizmów i rozwiązań prawa górniczego w obu krajach. Rozmowy te zakończyły się obustronnie podpisanym protokołem.

Drugie Spotkania Szeferów Urzędów Górniczych odbyły się, zgodnie z deklaracją Prezesa M. Filipka, w Katowicach, w dniach 1–2 października 1996 r. Tym razem było to już wydarzenie w pełni autonomiczne, ograniczone do przedstawicieli krajowych nadzorów górniczych. Uczestniczyła w nim większość reprezentantów państw biorących udział w pierwszym spotkaniu, przy czym do delegatów niemieckich dołączył przedstawiciel Brandenburgii. Do grona obradujących został również zaproszony przedstawiciel brytyjskiego nadzoru górniczego, co okazało się niezwykle cenne, gdyż Wielka Brytania posiada bardzo długie i zarejestrowane doświadczenia w zarządzaniu bezpieczeństwem w przemyśle wydobywczym. Spotkanie uświetnili swoją obecnością wysocy przedstawiciele administracji rządowej: Wojewoda Śląski – Eugeniusz Ciszak, oraz sekretarz stanu w Ministerstwie Przemysłu i Handlu – Jerzy Markowski. Stanowiło to wskazówkę, że Spotkania nie są tylko wydarzeniem branżowym, ale mają też wpływ na gospodarki krajów uczestniczących.

Drugie Spotkanie poświęcone było rozwinięciu i uszczegółowieniu tematyki zainaugurowanej w Czechach. Tym razem skupiono się na zakresie i naturze kompetencji nadzorów górniczych w poszczególnych krajach europejskich. Dokonano ich porównania i zanalizowano rozbieżności oraz analogiczne sposoby działania w praktyce nadzorczej poszczególnych państw, tak aby móc skorzystać z konkretnych rozwiązań kolegów z innych krajów. Dowodem na organizacyjne okrzepnięcie Spotkań było zaplanowanie już nie tylko następnego, ale dwóch kolejnych spotkań.



Trzecie Spotkanie Szeferów Urzędów Górniczych miało miejsce w miejscowości Keszthely na Węgrzech. Pomiedzy 29 września, a 2 października 1997 r. uczestnicy, pod przewodnictwem Pétera Esztó, prezidenta Węgierskiego Urzędu Górniczego, debatowali na temat dopuszczeń maszyn i urządzeń stosowanych w górnictwie. Polskę reprezentował wiceprezes WUG Jan Szczerbiński. Zasadniczo, w spotkaniu uczestniczyły kraje dotychczasowe; dołączyła do nich jednak Rumunia, a także kolejny, czwarty już, reprezentant niemieckiego kraju związkowego – Franz Josef Rölleke z Dolnej Saksonii. Zebrani skonstatowali, że w zakresie dopuszczeń maszyn i urządzeń stosowanych w górnictwie istnieją duże rozbieżności pomiędzy poszczególnymi krajami, które będą starali się zniwelować. Rozwiązania upatrywali we właściwym zaprojektowaniu i wdrożeniu przygotowywanych dyrektyw UE, obejmujących również tą problematykę.

Kolejne, czwarte już spotkanie, odbyło się w Dortmundzie, na terenie Nadrenii – Północnej Westfalii, w dniach 12–15 października 1998 r. Skład delegacji krajowych nie uległ większej zmianie w porównaniu do poprzedniego spotkania. Polskę reprezentował Prezes WUG Wojciech Bradecki. Przedmiotem dyskusji zebranych była rekultywacja terenów po działalności górniczej oraz wykorzystanie opuszczonych wyrobisk. Główny nacisk położono na właściwe kształtowanie powierzchni terenów, będących przedmiotem górniczej eksploatacji oraz ochronę powierzchni w trakcie i po eksploatacji. Zebrani stwierdzili, że zwalczanie zagrożeń, wynikających z porzucania wyeksploatowanych kopalń, staje się coraz pilniejszym zagadnieniem, z uwagi na przemiany strukturalne w Europie, których jednym z przejawów jest właśnie masowe zamykanie zakładów górniczych. Delegacje krajowe naświetliły te zagadnienia z bardzo różnych punktów widzenia, co dało wyczerpujący przegląd rzeczywistego stanu rekultywacji terenów pogórniczych w Europie.

W dniach 6–9 września 1999 r. szefowie urzędów górniczych spotkali się w Chester, angielskim mieście z dużymi tradycjami górniczymi. Z uwagi na miejsce obrad zostali zaproszeni także przedstawiciele nadzoru górniczego z Irlandii oraz Irlandii Północnej. Przedmiotem dyskusji na tym, piątym już spotkaniu były choroby zawodowe, ich przyczyny i skuteczna profilaktyka. Delegacja polska, w osobach Prezesa WUG – W. Bradeckiego, oraz S. Brodzińskiego, przedstawiła problematykę zwalczania zagrożenia pyłowego w polskich kopalniach węgla kamiennego. W konkluzji spotkania podkreślono,

iz w przeciwieństwie do postępowania powypadkowego, do którego przykładą się dużą wagę, zarządzanie ryzykiem zdrowotnym w górnictwie jest dziedziną stosunkowo nową i rozmaicie traktowaną w poszczególnych krajach. Temu brakowi spójności można zaradzić dzięki traktowaniu – we wszystkich państwach – prewencji w zakresie chorób zawodowych tak samo, jak prewencji wypadków przy pracy. W trakcie debat poruszono również zupełnie nowe, szczegółowe zagadnienia, takie jak np. utrata słuchu wskutek niewłaściwych warunków pracy.

Spotkanie szóste odbyło się styryjskim mieście Piberstein w Austrii. Tym razem, pomiędzy 18 a 21 września 2000 r., omawiano kierunki rozwoju organów nadzoru górniczego w Europie. Wybór problematyki podyktowany był faktem zmiany statusu i prób reorganizacji nadzoru górniczego w niektórych krajach. W toku dyskusji poznano zmienne uwarunkowania funkcjonowania nadzoru górniczego w poszczególnych krajach i różne strategie, przyjęte by sprostać nowym wyzwaniom sprawnego nadzoru nad zmieniającym się dynamicznie przemysłem wydobywczym. Do stałego grona uczestników dołączył Toomas Valner, przedstawiciel skromnego liczebnie, ale prężnego nadzoru górniczego w Estonii. Delegaci postanowili, aby te kraje, które aspirują do, ale nie są jeszcze członkami Unii Europejskiej, mogły uczestniczyć w charakterze obserwatorów w posiedzeniach Komisji ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Górnictwie i Innych Gałęziach Przemysłu Wydobywczego oraz innych komitetów i ciał doradczych w strukturach UE.

Następne spotkanie wyznaczono w mieście Cottbus, w niemieckiej Brandenburgii. Trwało ono od 23 do 26 października 2001 r. Polskę reprezentował Prezes WUG Wojciech Bradecki. Zgromadzeni uczestnicy poświęcili swój czas na omówienie wpływu legislacji unijnej na funkcjonowanie krajowych struktur nadzoru górniczego. Zebrani omówili w szczególności liczne dyrektywy EU dotyczące ochrony życia i zdrowia w miejscu pracy oraz ochrony środowiska podczas działalności przemysłowej. Te dziedziny życia publicznego są dosyć szczegółowo regulowane prawodawstwem unijnym. Tym większego znaczenia nabierała więc wymiana doświadczeń krajów członkowskich z krajami kandydującymi. To siódme spotkanie realizowało właśnie taki, główny cel.

Zgodnie z ustaleniami, na kolejnym, ósmym spotkaniu, nadal dominowała tematyka europejska, związana z harmonizacją przepisów prawnych. Przedmiotem obrad w słowackiej Banskiej Štiavnicy, w dniach 16–19 września 2002 r., były europejskie standardy w górnictwie i dziedzinach z nim związanych. Przedstawicielem polskiego nadzoru górniczego był Jan Dulewski, zastępca dyrektora Departamentu Ochrony Środowiska i Gospodarki Złożem. Zdiagnozowano i przeanalizowano istniejące problemy z dostosowaniem się do regulacji UE, które niejednokrotnie okazały się wspólne dla kilku, a czasami nawet dla wszystkich krajów uczestniczących w spotkaniu. W końcowym memorandum szefowie delegacji krajowych ustalili, że za priorytety działalności europejskich nadzorów górniczych należy uznać:

- wymianę informacji nt. spraw okołogórnicznych,
- analizowanie najbardziej znaczących zdarzeń z zakresu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracy w przemyśle wydobywczym,
- intensyfikację wymiany informacji dotyczących dyrektyw unijnych i innych przepisów europejskich, co jest szczególnie istotne dla krajów starających się o akcesję do UE,

- poprawę komunikacji w zakresie promowania potrzeb górnictwa na forach instytucji unijnych biorących udział w procesie decyzyjnym UE,
- zacieśnienie współpracy z odpowiednimi instytucjami unijnymi, w szczególności w zakresie uczestnictwa przedstawicieli nadzoru górniczego krajów kandydujących w posiedzeniach i warsztatach Komisji ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Górnictwie i Innych Gałęziach Przemysłu Wydobywczego; komisja ta powinna nadal aktywnie pracować i stanowić wsparcie dla krajów aspirujących do członkostwa w UE.

Był to zatem swoisty program działania, stanowiący podstawę do organizacji kolejnych konferencji do czasu formalnego rozszerzenia Unii Europejskich, które przecież nadchodziło wielkimi krokami, a które wymagało uprzedniej harmonizacji prawa, także gdy chodzi o przepisy regulujące działalność przemysłu wydobywczego.

Zgodnie z ustalonym programem na następnym spotkaniu, w czeskiej Pradze, pomiędzy 25 a 27 czerwca 2003 r., omawiano wpływ europejskich uregulowań prawnych w dziedzinie ochrony środowiska na rozwój górnictwa. Zebrani mieli świadomość, że jest to ostatnie spotkanie przed zaplanowanym na 2004 r. rozszerzeniem Unii Europejskiej i że ten krótki czas należy maksymalnie wykorzystać do wzajemnego zrozumienia i unifikacji procedur w poszczególnych krajach uczestniczących. IX spotkanie było, w zamierzeniu i w efekcie, podsumowaniem wpływu europejskiej legislacji środowiskowej na rozwój górnictwa w Europie. Prezes Wyższego Urzędu Górniczego Wojciech Bradecki, jako nasz wkład w tę dyskusję, przedstawił w swoim referacie proces wdrażania europejskich unormowań ochrony środowiska w polskim przemyśle górniczym.

Ponadto, w trakcie spotkania przedyskutowano m.in. potrzebę utworzenia Komitetu Doradczego ds. Bezpieczeństwa, Higieny i Ochrony Zdrowia w Pracy (*Advisory Committee on Safety, Hygiene and Health Protection at Work*), jako organu doradczego Komisji Europejskiej, a także wielowątkowe zagadnienia własności złóż w krajach europejskich i kwestie ustalania odpowiedzialności za szkody górnicze w poszczególnych krajach europejskich. Zebrani zobowiązali się do promowania specyficznych potrzeb górnictwa podczas przyszłego procesu legislacji europejskiej. W drugim dniu spotkania W. Bradecki zaproponował delegatom, aby dziesiąte, jubileuszowe spotkanie odbyło się w Polsce. Ponadto zaproponował kilka alternatywnych tematów na tą dziesiątą konferencję. Spośród nich delegaci wybrali tematykę likwidacji zakładu górniczego w ujęciu prawnym i praktycznym.

Dziesiąte spotkanie było wyjątkowe, nie tylko z uwagi na jubileuszowy charakter. Rekordowa była także liczba krajów, które uczestniczyły w obradach we Wrocławiu, w dniach 16–18 czerwca 2004 r. Obok przedstawicieli państw, które regularnie brały udział w spotkaniach, stawili się także reprezentanci Grecji i Hiszpanii, gdzie przecież istnieje starożytna, bogata tradycja górnictwa. Spotkanie otworzył i obradom przewodniczył Prezes WUG, Wojciech Bradecki. Zwrócił uwagę na znamieny fakt, że wszystkie kraje uczestniczące są już członkami UE – niektóre zaledwie od miesiąca. Polskie doświadczenia i regulacje prawne, związane z likwidacją kopalń, przedstawili Józef Fudali z Departamentu Górnictwa i Piotr Gisman, dyrektor Departamentu Prawnego i Integracji Europejskiej.

Jako że temat spotkania był precyzyjny i konkretny, uczestnicy zobowiązali się wprowadzić do swojej narodowej praktyki nadzorczej ustalenia i wyniki dyskusji, które

miały miejsce w czasie konferencji. Uznano, iż w zakresie likwidacji zakładu górniczego potrzebne jest prawodawstwo na poziomie unijnym, jednak ze szczególną dbałością o to, by uniknąć nadregulacji i inflacji prawa, a także jego zazębiania się z legislacjami narodowymi. Przepisy europejskie powinny skupiać się na sprawach priorytetowych, np. w przypadku dyrektywy dotyczącej odpadów górniczych regulacje winny być ograniczone do odpadów określonych przez Europejski Trybunał Sprawiedliwości. Jako przykład zagadnień, które nie powinny być regulowane na poziomie unijnym podano natomiast szczegółowe zasady postępowania z gruntem nieskażonym i stacjonarnymi odpadami nie stanowiącymi zagrożenia dla środowiska. Postanowiono nadto przedstawiać wnioski wypracowane podczas spotkań właściwym instytucjom UE, aby mogły one wziąć je pod uwagę w trakcie procesu decyzyjnego i konstruowania programów dotyczących górnictwa, szczególnie gdy chodzi o:

- bezpieczeństwo, zdrowie i właściwe warunki pracy,
- techniczne wymagania sprzętu, wyposażenia i instalacji używanych w górnictwie,
- rolę i znaczenie najlepszych praktyk w ustanawianiu systemów bezpieczeństwa, oraz
- ochronę środowiska.

By osiągnąć powyższe cele, zaproponowano wzmocnienie efektywności Stałej Grupy Roboczej ds. Górnictwa i Innych Gałęzi Przemysłu Wydobywczego, działającej w ramach Komitetu Doradczego ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia. Wzmocnienie to miało być osiągnięte poprzez właściwą reprezentację poglądów wszystkich krajów członkowskich, a zwłaszcza tych, które mają rozwinięte górnictwo, oraz zapewnienie pełnego uwzględnienia zagadnień istotnych dla sektora górniczego w planach pracy i długoterminowych programach Komitetu Doradczego ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia oraz Stałej Grupy Roboczej ds. Górnictwa i Innych Gałęzi Przemysłu Wydobywczego.

Uczestnicy X Spotkania zwrócili także uwagę, iż poza promowaniem współpracy pomiędzy krajami członkowskimi Unii Europejskiej i krajami ubiegającymi się o członkostwo w Unii Europejskiej, konieczny jest rozwój współpracy z innymi krajami europejskimi, posiadającymi rozwinięte górnictwo – wskazano w tym kontekście na Rosję i Ukrainę.

Gospodarzem XI Spotkania Szefów Urzędów Górniczych były Węgry. Do urokliwego miasta Sopron, przy granicy austriackiej, zjechali stali uczestnicy spotkań oraz – po raz pierwszy – przedstawiciel duńskiego nadzoru górniczego, aby obradować w dniach 30 maja–2 czerwca 2005 r. na temat przyszłości górnictwa w obecnych i przyszłych krajach członkowskich Unii Europejskiej. Niestety, przyszłość ta nie jawiła się wyłącznie w optymistycznych barwach. Uczestnicy spotkania stwierdzili, że chociaż górnictwo daje w sposób bezpośredni i pośredni miejsca pracy dla olbrzymiej rzeszy ludzi, to jednak wielkość wydobycia surowców i liczba kopalń zmniejszyła się istotnie w ostatnich dekadach. Zdaniem zgromadzonych ma to negatywny wpływ na ogólny wolumen zatrudnienia w przemyśle europejskim, a także na system szkolenia oraz kwalifikacje górników i ekspertów górniczych. Rozwiązania należy zatem upatrywać w lepszym rozumieniu i uwzględnianiu w działalności górniczej elementów rozwoju socjalnego i ekonomicznego, przy nieustannej trosce o środowisko naturalne. W największej mierze obowiązek ten spoczywa na rządach krajów europejskich. W tym kontekście zebrani ponownie wskazali na potrzebę właściwej implementacji dyrektywy o odpadach w górnictwie. Podjęto także starania, aby działania urzędów

nadzoru górniczego w poszczególnych państwach nie duplikowały niepotrzebnie działalności Stałej Grupy Roboczej ds. Górnictwa i Innych Gałęzi Przemysłu Wydobywczego oraz Forum Organów ds. Działalności Wydobywczej na Morzu Północnym (*North Sea Offshore Authority Forum*).

Aby podkreślana ustawicznie potrzeba wymiany informacji nt. zmian w narodowym prawie górniczym nie była tylko gołosłowną deklaracją, uczestnicy konferencji zobowiązali się do sporządzenia i dystrybucji wśród pozostałych państw uczestniczących zasadniczych ustaw górniczych w języku angielskim. Zadanie zebrania tych tekstów ustaw i ich opracowania, celem udostępnienia na stronie internetowej, w terminie do końca 2005 r., powierzono polskiemu Wyższemu Urzędowi Górniczemu.

Na dwunaste spotkanie uczestnicy musieli wybrać się w podróż zamorską. Odkonano je bowiem w Wielkiej Brytanii, w mieście Buton, usytuowanym pomiędzy dwoma górniczymi gigantami – Manchester i Sheffield. Obrady trwały od 12 do 15 czerwca 2006 r. Polskiej delegacji przewodniczył Prezes W. Bradecki. Tematyka dotyczyła obowiązków i odpowiedzialności przedsiębiorstw górniczych w zakresie: ograniczania narażenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników oraz zapobiegania szkodom i negatywnym wpływom górnictwa na środowisko naturalne. W trakcie spotkania uczestnicy przedyskutowali zagadnienia właściwej kontroli i procedury rekompensacyjnej, związanej ze szkodami górniczymi, oraz sposobów ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Porównano praktyczne rozwiązania tych kwestii w poszczególnych krajach. Dla Polski przydatne okazało się poznanie sposobu egzekwowania odpowiedzialności przedsiębiorstw górniczych za powstałe w toku ich działalności uszczerbki, w tzw. starych krajach Unii, szczególnie w Wielkiej Brytanii. W czasie spotkania Prezes W. Bradecki, oprócz zaprezentowania referatu tematycznego, przedstawił informację na temat stworzonej przez WUG bazy linków do stron internetowych, zawierających krajowe przepisy górnicze w krajach europejskich, zgodnie z ustaleniami z XI Spotkania w Sopron. W efekcie powstała baza przepisów górniczych kilkunastu krajów świata.

Do organizacji XIII Spotkania Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich zgłosiła się Rumunia. Odkonano je ono w miastach Călimanesti i Petrosani, w dniach 18–22 czerwca 2007 r. W spotkaniu uczestniczył, patronując polskiej delegacji, Prezes WUG Piotr Buchwald. Na temat obrad wybrano zagadnienie zwalczania zagrożeń dla zdrowia, związanych z wysoką temperaturą, zapyleniem oraz innymi czynnikami środowiskowymi w górnictwie. Dyrektor Biura Organizacyjnego WUG, Jacek Bielawa przedstawił prezentację poświęconą problematyce zwalczania zagrożenia klimatycznego w polskim górnictwie.

W końcowym memorandum Spotkania podkreślono m.in. konieczność dalszego doskonalenia metod i procedur zwalczania zagrożeń związanych ze szkodliwymi czynnikami środowiska pracy, tak aby spełniały one wymagania stawiane przemysłowi wydobywczemu w XXI wieku. Zwrócono uwagę na konieczność systematycznej oceny ryzyka zawodowego w górnictwie i opracowania adekwatnych metod w tym zakresie. Ponadto w trakcie obrad uznano, że w nadchodzących latach wzmożonej uwagi ze strony nadzoru górniczego krajów europejskich będą wymagały zagadnienia nowych technologii eksploatacji i wykorzystania węgla. Uczestnicy mieli okazję zwiedzić m.in. lokalne laboratorium do spraw badania materiałów wybuchowych i zabezpieczeń przeciwybuchowych oraz pracownię wentylacji, metrologii oraz ratownictwa

górnictwa. W trakcie spotkania Prezes WUG ustalił z przedstawicielami nadzoru górnictwa Niemiec (Brandenburgii i Saksonii), Republiki Czeskiej oraz Słowacji ramy bilateralnych, roboczych kontaktów.

XIV Spotkanie Szeffów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich zorganizowane zostało przez Ministerstwo Gospodarki Słowenii w urokliwej miejscowości Bled. Trwało od 23 do 26 czerwca 2008 r. Wyższy Urząd Górniczy reprezentował Prezes Urzędu Piotr Buchwald oraz dyrektor Biura Organizacyjnego Jacek Bielawa. Przedmiotem obrad w Słowenii było omówienie systemów ratownictwa górnictwa, funkcjonujących w poszczególnych krajach Europy. W toku obrad zebrani stwierdzili, iż w związku z przemianami strukturalnymi, jakie mają miejsce w polskim górnictwie, ewolucję przechodzi również system ratownictwa górnictwa. Prześledzenie rozwiązań zastosowanych w krajach takich, jak Niemcy czy Wielka Brytania, w których restrukturyzację górnictwa rozpoczęto wcześniej niż w krajach Europy Wschodniej, daje możliwość skorzystania z dobrych doświadczeń oraz uniknięcia błędów już popełnionych przez innych. W końcowym memorandum tego Spotkania podkreślono potrzebę intensyfikacji współpracy pomiędzy jednostkami ratownictwa w sąsiadujących ze sobą krajach. Ma to szczególnie istotne znaczenie dla krajów, w których – ze względu na restrukturyzację górnictwa – znacznie ograniczono liczebność zastępów i jednostek ratownictwa górnictwa.

W trakcie spotkania Prezes Piotr Buchwald zainicjował powołanie grupy roboczej, złożonej z przedstawicieli urzędów górniczych Polski, Niemiec (w szczególności krajów związkowych Brandenburgii i Saksonii) i Republiki Czeskiej. Zadaniem grupy było analizowanie wspólnych problemów nadzoru górnictwa, związanych przede wszystkim z górnictwem węgla kamiennego i brunatnego. Pierwsze spotkanie grupy wyznaczono jeszcze tego samego roku w Katowicach.

Swoistym pokłosiem XIV Spotkania była broszura WUG zatytułowana: „Ratownictwo górnicze w wybranych krajach Unii Europejskiej”. Zawierała ona artykuły poświęcone funkcjonowaniu służb ratownictwa górnictwa w kilku krajach europejskich. Teksty pochodziły ze zbioru referatów, wygłoszonych przez uczestników spotkania. Zamiarem autorów broszury było dostarczenie wiedzy na temat doświadczeń poszczególnych krajów w organizacji i zarządzaniu systemami ratownictwa górnictwa, co miało ułatwić pogłębienie współpracy pomiędzy jednostkami ratownictwa w różnych państwach.

Na zasadzie kontrastu następne Spotkanie odbyło się w Europie Północnej, w stolicy Estonii – Tallinie, pomiędzy 29 czerwca a 2 lipca 2009 r. Na spotkaniu poruszono niezmienne aktualną problematykę odpadów wydobywczych w poszczególnych krajach europejskich. W tradycyjnym memorandum końcowym podkreślono m.in. konieczność intensyfikacji współpracy organów nadzoru górnictwa w zakresie wymiany informacji i doświadczeń, dotyczących najlepszych rozwiązań technicznych i technologicznych oraz badań naukowych odnoszących się do odpadów wydobywczych. Zebrani kładli nacisk na konieczność zachowania rodzimego przemysłu wydobywczego, jako warunku niezbędnego dla długofalowego rozwoju gospodarczego krajów Europy, co niestety często nie jest dostrzegane przez decydentów. Rządy krajów UE powinny dokładać bardziej usilnych starań nakierowanych na rozwój własnego górnictwa, bo jest to, nomen omen, kamień węgielny ich dobrobytu. Skonstatowali również, że wypadki górnicze, które zdarzyły się w ostatnim okresie, wyraźnie wskazują na potrzebę udoskonalenia

przepisów prawnych i współpracy transgranicznej w zakresie zarządzania odpadami górnictwem. Zdecydowali, iż implementacja dyrektywy 2006/21/WE w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego powinna odbywać się z uwzględnieniem specyficznych wymagań gałęzi przemysłu wydobywczego i przy uwzględnianiu przepisów krajowych – w tej sprawie przedstawiciele krajów uczestniczących zobowiązali się do ścisłej współpracy.

Ostatnie ze Spotkań Szeffów Urzędów Górniczych odbyło się w historycznej stolicy Saksonii (Meissen) w Republice Federalnej Niemiec, w terminie 5–7 lipca 2010 r. Na czele polskiej delegacji stał Prezes WUG Piotr Litwa. Przedmiotem obrad była wymiana doświadczeń na temat skutecznego egzekwowania przez urzędy nadzoru górnictwa prawa w zakresie bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska w krajach macierzystych uczestników konferencji. Delegacja polska przedstawiła rzeczowy i wyczerpujący referat omawiający ramy i ograniczenia prawne funkcjonowania polskiego nadzoru górnictwa.

W końcowym memorandum uczestnicy podkreślili, że XVI Spotkanie w pełni przyczyniło się do wymiany doświadczeń i pojmowania prawnych, organizacyjnych oraz praktycznych aspektów efektywnego wdrożenia przepisów prawnych w zakresie bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska w przemyśle wydobywczym krajów europejskich. Uwypuklono fakt, iż zachowanie lokalnego przemysłu górnictwa jest ważnym warunkiem koniunktury na rynku europejskim. Z satysfakcją skonstatowano, że władze nadzoru górnictwa krajów europejskich oraz przedsiębiorstwa są dobrze dostosowane do lokalnych warunków ich działania. Uznano konieczność kontynuowania współpracy pomiędzy urzędami nadzoru górnictwa w krajach europejskich, tak w zakresie konkretnych problemów w górnictwie, jak i odnośnie do problemów ogólnych przemysłu wydobywczego. W dalszym ciągu podtrzymano tezę, że efektywne wdrożenie przepisów prawnych w zakresie bezpieczeństwa pracy, ochrony środowiska oraz w dziedzinach pokrewnych w przemyśle wydobywczym, na szczeblu europejskim i krajowym, powinno uwzględniać specyficzne wymogi górnictwa i innych dziedzin przemysłu wydobywczego, tak aby uniknąć zbędnych obciążeń biurokratycznych i powielania się przepisów prawnych.

Zebrani uzgodnili, że XVII Spotkanie Szeffów Urzędów Górniczych będzie miało miejsce w Polsce, a kolejne dwa zostaną zorganizowane odpowiednio w Austrii i Serbii.

Jak już wspomniano na wstępie, zbliżające się milowymi krokami XVII Spotkanie Szeffów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich zaplanowane zostało w Krakowie, w dniach 27–29 września 2011 r. Na temat przewodni obrad obrano zagadnienie przepisów prawnych i doświadczeń w zakresie rekultywacji terenów pogórnictwa oraz rozwiązań krajowych odnośnie inwentarza, o którym mowa w art. 20 dyrektywy 2006/21/WE. Tematyka ta jest aktualna i budzi żywe zainteresowanie wśród naszych bliższych i dalszych sąsiadów, gdyż obok przedstawicieli krajów, które od wielu lat uczestniczą w spotkaniach, swój przyjazd zapowiedzieli także reprezentanci państw, które pojawiały się dotąd na nich sporadycznie lub wcale – Serbii, Bułgarii, Turcji, czy Albanii.

W toku tych kilkunastu lat ustaliła się pewna formuła spotkań. Stanowią one w istocie formę praktycznych warsztatów naukowych. Przedstawiciele poszczególnych delegacji przygotowują i wygłaszają w trakcie spotkania referaty tematyczne, prezentujące zagadnienie będące przedmiotem obrad z perspektywy danego kraju. Wielość



**Zestawienie Spotkań Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich**  
**Summary of Meetings of European Heads of State Mining Authorities**

<b>Nr spotkania</b> <i>Meeting number</i>	<b>Rok</b> <i>Year</i>	<b>Miejsce spotkania</b> <i>Place of meeting</i>	<b>Liczba krajów uczestniczących*</b> <i>Number of countries attending*</i>	<b>Temat</b> <i>Topic</i>
I	1995	Příbram, Czechy	8 (9)	Górnicy Příbram w Nauce i Technice <i>Mining Příbram in Science and Technique</i>
II	1996	Katowice, Polska	7 (9)	Kompetencje urzędów górniczych w państwach europejskich <i>Competencies of the Mining Authorities in European Countries</i>
III	1997	Keszthely, Węgry	9 (12)	Dopuszczenia maszyn i urządzeń stosowanych w górnictwie <i>Approval and Permission of Machines and Devices Used in Mining</i>
IV	1998	Dortmund, Niemcy		Rekultywacja terenów po działalności górniczej oraz wykorzystanie opuszczonych wyrobisk <i>Reclamation and Recultivation of Former Mining Areas and the Treatment of Abandoned Mine Workings</i>
V	1999	Chester, Wielka Brytania	11 (14)	Choroby zawodowe, ich przyczyny i profilaktyka <i>Occupational Ill Health, Its Causes and Prevention</i>
VI	2000	Piberstein, Austria	11 (14)	Kierunki rozwoju organów nadzoru górniczego w Europie <i>Development Trends of European Mining Inspections</i>
VII	2001	Cottbus, Niemcy	11 (14)	Wpływ ustawodawstwa Unii Europejskiej na krajowe regulacje górnicze <i>The Impact of EU Legislation on National Mining Activities</i>
VIII	2002	Banska Štiavnica, Słowacja	5 (7)	Europejskie standardy w górnictwie i dziedzinach z nim związanych <i>European Standards in the Field of Mining and Related Fields</i>
IX	2003	Praga, Czechy	11 (14)	Wpływ europejskich uregulowań prawnych w dziedzinie ochrony środowiska na rozwój górnictwa <i>The Influence of the European Environmental Legislative on the Development of Mining</i>
X	2004	Wrocław, Polska	14 (16)	Likwidacja zakładów górniczych – aspekty prawne i praktyczne <i>Mine Closure – Legal and Practical Aspects</i>
XI	2005	Sopron, Węgry	14 (16)	Przyszłość górnictwa w obecnych i przyszłych krajach członkowskich Unii Europejskiej <i>The Future of Mining and Extractive Industries in Present and Future European Countries</i>
XII	2006	Buxton, Wielka Brytania	12 (14)	Obowiązki i odpowiedzialność przedsiębiorstw górniczych w zakresie ograniczania narażenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników, zapobiegania szkodom i negatywnym wpływom górnictwa na środowisko naturalne <i>The Responsibilities and Duties of Mine Operators to Minimise Risks to Safety and Health, Damage and Harmful Effects from Mining Activities</i>
XIII	2007	Călimanesti/Petrosani, Rumunia	11 (13)	Zwalczanie zagrożeń dla zdrowia, związanych w wysoką temperaturą, zapyleniem oraz innymi czynnikami środowiskowymi w górnictwie <i>Control of Hazards to Health from Heat, Dust and Other Environmental Factors in Mines and Quarries</i>
XIV	2008	Bled, Słowenia	12 (14)	Zagadnienia ewakuacji załogi i ratownictwa w górnictwie podziemnym i odkrywkowym <i>Escape and Rescue Arrangements at Underground Mines and Emergency Arrangements at Surface Mines</i>
XV	2009	Tallin, Estonia	11 (13)	Gospodarowanie odpadami wydobywczymi w przemyśle wydobywczym <i>Management of Waste in the Mining Industry</i>
XVI	2010	Miśnia, Niemcy	11 (14)	Efektywne wdrożenie przepisów prawnych w zakresie bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska w przemyśle wydobywczym <i>Effective Enforcement of Health and Safety, Environmental and Related Regulations in the Extractive Industries</i>

\*w nawiasie podano liczbę krajów z uwzględnieniem krajów związkowych Republiki Federalnej Niemiec (in the brackets number of countries, if federal states of Germany have been taken into account)

krajowych perspektyw pozwala na uchwycenie jak największej liczby aspektów badanego problemu i daje możliwość porównania podejść poszczególnych państw do tych samych lub analogicznych zagadnień nadzorczych. Dyskusje, które toczą się w trakcie spotkań, pozwalają na szeroką wymianę informacji i wybór najlepszych praktyk, by poradzić sobie z konkretnym problemem. Najistotniejsze ustalenia oraz uzgodnione przez przewodniczących delegacji krajowych stanowiska są następnie utrwalane w postaci podpisywanego przez przewodniczących delegacji memorandum. Obrady są zawsze uzupełnione przez wizyty studyjne, ściśle związane z górnictwem. Wydarzenia towarzyszące Spotkaniom są raczej skromne i pozbawione akcentów niezwiązanych z charakterem konferencji. Spotkania mają bowiem charakter ściśle roboczy – są forum fachowców nadzoru górniczego.

Nie można nie zwrócić uwagi na wiodącą rolę krajów Europy Środkowej w historii spotkań. Impuls do ich organizacji wyszedł z tego właśnie regionu i tu odbyły się pierwsze spotkania. Ważna jest także rola Polski. Byliśmy krajem, który pierwszy podjął czeską inicjatywę i zaproponował organizację drugiego spotkania, sprawiając, że nie stały się one wydarzeniem jednorazowym. Polska była już gospodarzem dwóch spotkań i właśnie przygotowuje się do trzeciego. Nie uchylamy się również od podejmowania zadań dodatkowych, takich jak np. wspomniane opracowanie bazy europejskich przepisów dotyczących górnictwa. Na spotkaniach zawsze jest obecna silna merytorycznie Polska reprezentacja, której z reguły przewodniczy członek kierownictwa Wyższego Urzędu Górniczego. Nieodmiennie jesteśmy aktywnym uczestnikiem obrad, prezentując referaty tematyczne i czynnie uczestnicząc w dyskusji.

Nawet pobieżny rzut oka na kilkunastoletnią historię Spotkań Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich przekonuje, że taka forma międzynarodowej współpracy jest po prostu konieczna. Spotkania Szefów Urzędów Górniczych nie zostały zadekretowane z góry, nie wynikają z jakichkolwiek międzypaństwowych traktatów czy ustaleń. Narodziły się spontanicznie z autentycznej potrzeby wymiany informacji i doświadczeń w sprawowaniu nadzoru górniczego w poszczególnych państwach europejskich.

Pomimo wielu istotnych różnic, górnictwo w Europie ma wiele cech wspólnych i stawia podobne wyzwania w obszarze skutecznego nadzoru górniczego. Każdy z krajowych urzędów górniczych ma swoją specyfikę i swoje unikatowe doświadczenia oraz osiągnięcia, którymi może podzielić się z innymi. Wymiana tych doświadczeń i najlepszych praktyk na platformie międzynarodowej daje efekt synergii. Widać to wyraźnie przyglądając się agendum poszczególnych spotkań. Współpracując ze sobą, krajowe nadzory górnicze mogą działać efektywniej, niż gdyby pozostawały w izolacji. Można postawić tezę, że spotkania w jednym ze swoich wymiarów stanowią swoisty benchmarking skuteczności państwowych nadzorów górniczych. Na naturalną ewolucję spotkań wskazuje też to, że wyrosły one z bliskiej współpracy potęg górniczych w skali europejskiej – Austrii, Czech, Niemiec i Polski. Co więcej, spotkania nie zastąpiły tej współpracy – jest ona nadal bliska, szczególnie w trójce: Polska – Niemcy – Czechy. Bilateralne stosunki nie zastępują bowiem spotkań, ale stanowią uzupełnienie ich formuły i pozwalają bardziej szczegółowo opracowywać tematy podniesione w trakcie spotkań.

Nic nie wskazuje lepiej na praktyczne i teleologiczne nastawienie uczestników Spotkań aniżeli fakt, że zawsze podejmowano tematykę aktualnie nurtującą nadzór górniczy, poszukując odpowiedzi na współczesne wyzwania stojące przed przemysłem wydobywczym. Nie silono się na sztuczną oryginalność i unikatowość. Jeśli była taka autentyczna potrzeba, to formułowano tematy powiązane lub nawet częściowo nakładające się na zagadnienia omawiane na poprzednich spotkaniach. Kryterium głównym były bowiem potrzeby i dążenia nadzoru górniczego, a nie poszukiwanie nowych tematów. Problematyka obrad była bezpośrednią funkcją nadrzędnego celu nadzoru górniczego. Jak przed wyjazdem na XVI Spotkanie powiedział Prezes WUG, Piotr Litwa: *Cel szefów urzędów górniczych jest wspólny. Zależy nam na efektywnej eksploatacji złóż przy maksymalnej ochronie środowiska oraz zdrowia i życia górników.* Każdy z tematów spotkań jest przyczynkiem do realizacji tej misji nadzoru górniczego, aktualnej w każdym państwie i w każdym czasie.

dr Marek TARABUŁA  
Wyższy Urząd Górniczy

## History of Meetings of European Heads of State Mining Authorities

**Summary:** In September, Krakow will host the 17<sup>th</sup> Meeting of European Heads of State Mining Authorities. The meetings were initiated in 1995 during the commemoration of the 40<sup>th</sup> anniversary of promulgating the mining law in the Czech Republic, although the foundations for formalising them were laid by the earlier (since 1990) multilateral collaboration among Austria, Czech Republic, Germany and Poland. The initiative voiced in the Czech Republic was followed up by the President of the State Mining Authority by undertaking to organise the 2<sup>nd</sup> meeting in Poland. In the next years, the meetings were hosted by various European countries (see the table), primarily from Central Europe. Each meeting concerned professional matters only and had a very exact theme (see the table) that raised the most urgent problems of mining supervision, ending in signing a formal memorandum by chairpersons of the delegations. The idea of the meeting emerged spontaneously out of the need to serve the common objective of mining authorities which is the effective mining of mineral deposits and maximum protection of health and life of the miners and the environment.

FUNDATORZY:



# Fundacja „Bezpieczne Górnictwo im. prof. Wacława Cybulskiego”



Celem Fundacji jest:

- ▶ wspieranie szeroko rozumianych działań w zakresie zarządzania bezpieczeństwem pracy w górnictwie,
- ▶ inicjowanie szerokiego powiązania nauki z praktyką w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie,
- ▶ inicjowanie rozwoju działalności edukacyjnej w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy,
- ▶ wspieranie opracowywania i wdrażania w górnictwie technologii podnoszących stan bezpieczeństwa i higieny pracy,
- ▶ wspieranie projektowania i produkcji maszyn, urządzeń, sprzętu i ochron osobistych podnoszących stan bezpieczeństwa i higieny pracy oraz inicjowanie ich wdrażania w zakładach górniczych,
- ▶ działania na rzecz unowocześniania i rozwoju polskiego ratownictwa górniczego,
- ▶ występowanie z inicjatywą wprowadzania rozwiązań prawnych w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w zgodności z prawem Unii Europejskiej,
- ▶ inicjowanie usprawnień systemu informacji w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie,
- ▶ nagradzanie górników za wzorowo przeprowadzone akcje ratownicze w kopalniach.

WSZYSTKICH ZAINTERESOWANYCH DZIAŁALNOŚCIĄ FUNDACJI  
ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY

Kontakt:

Fundacja „Bezpieczne Górnictwo im. Wacława Cybulskiego”

ul. Poniatowskiego 31, 40-055 Katowice

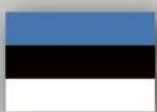
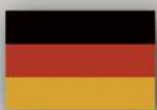
tel. 32 736 17 24, fax 32 251 48 84

nr konta: 1500 1445 4934 9512 1440 018476

Kredyt Bank PBI SA. II/O Katowice

FUNDATORZY:





# XVII Spotkanie Szefów Urzędów Górnictwch Krajów Europejskich

Przepisy prawne i doświadczenia  
w zakresie rekultywacji terenów  
pogórnictwch; rozwiązania krajowe  
odnośnie inwentarza,  
o którym mowa w art. 20 dyrektywy  
2006/21/WE

27–29 września 2011 r.  
Kraków, Polska



Wyższy Urząd Górniczy